

70675

T.C.

SELÇUK UNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

**MİKROBİYEL İNOKULANT İLE HAZIRLANAN YONCA SİLAJININ
SÜT İNEKLERİNDE SÜT VERİMİ VE BİLEŞİMİ İLE
İNOKULASYONUN SİLAJ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

SABE PROJE NO: 96/047

DOKTORA TEZİ

Varol KURTOĞLU

Danışman

Prof. Dr. Behiç COŞKUN

KONYA - 1998

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİ	4
2.1. Silaj ve Silajın Tanımı	4
2.2. Silaj Kalitesini Etkileyen Faktörler	4
2.2.1. Kuru madde düzeyi	5
2.2.2. Kolay eriyebilen karbonhidrat miktarı	6
2.2.3. Mikroorganizmalar	7
2.2.3.1. Doğal mikroorganizma miktarı	7
2.2.3.2. Aerob mikroorganizmaların aktiviteleri	8
2.2.3.2.A. Hava ile Temas	9
2.2.3.2.B. Yemin Türü ve Bileşimi	10
2.2.3.2.C. Sıcaklık	10
2.2.4. Kuru madde kayıpları	10
2.2.5. Silaj kalitesini etkileyen diğer faktörler	11
2.3. Silajda Fermentasyon Aşamaları	12
2.3.1. Aerobik faz	12
2.3.2. Fermentasyon fazı	13
2.3.3. Sabit faz	14
2.3.4. Silajın açılması ve yedirme dönemi	15
2.4. Silaj Kalitesi Değerlendirme Sistemleri	16
2.5. Laktik Asit Bakterileri	17
2.6. Silaj Katkı Maddeleri	22
2.6.1. İnhibitörler	23
2.6.1.1. Asitler	23
2.6.1.2. Diğer inhibitörler	24
2.6.2. Stimülanlar	25
2.6.2.1. Enzimler	25
2.6.2.2. Substrat kaynakları	26
2.6.2.3. Bakteriyel inokulantlar	28
2.6.2.3.A. Bakteriyel inokulantların tarihçesi	28
2.6.2.3.B. İnokulant olarak kullanılan bakteri ve bakteri kültürlerinin özellikleri	30
2.6.2.3.C. Bakteriyel inokulantların uygulama şekli ve kullanım düzeyleri	31
2.6.2.3.D. Bakteriyel inokulant preparatlarının bileşimi	33
2.6.2.3.E. Mikroorganizma preparatlarının ticari formları ve aktiviteleri	36
2.6.2.3.F. Doğal mikroorganizma içeriğinin mikrobiyel inokulantlar üzerine etkileri	38
2.6.2.3.G. İnokulasyon faktör	40
2.6.2.3.H. Mikrobiyel inokulantların istenmeyen bazı aerob mikroorganizmalar üzerine etkileri	40
2.6.2.3.I. Silaj kalitesi ve verim özellikleri üzerine bakteriyel inokulantların üzerine etkisi	42

2.6.2.3.1.a.	Silaj kalitesi üzerine etkisi	42
2.6.2.3.1.b.	Kuru madde tüketimi üzerine etkisi	45
2.6.2.3.1.c.	Sindirilme derecesi üzerine etkileri	46
2.6.2.3.1.d.	Canlı ağırlık üzerine etkisi.	47
2.6.2.3.1.e.	Süt verimi üzerine etkisi	48
2.6.3.	Diğer katkılar	49
3.	MATERYAL VE METOT	50
3.1	DENEME 1	50
3.1.1	MATERYAL	50
3.1.2.	METOT	50
3.1.2.1.	Silajlık materyalin hazırlanması	50
3.1.2.2.	Denemede oluşturulan silaj grupları	50
3.1.2.3.	Laboratuvar silolarının doldurulması	51
3.1.2.4.	Silajdan örnek alınması	52
3.1.2.5.	Kuru madde kayıplarının belirlenmesi	52
3.1.2.6.	Analizler	52
3.1.2.6.A	Yem maddeleri ve silajda besin madde miktarlarının belirlenmesi	52
3.1.2.6.B.	İstatistiki analizler	52
3.2.	DENEME 2	52
3.2.1.	MATERYAL	52
3.2.1.1.	Hayvan materyali	52
3.2.1.2.	Yem materyali	53
3.2.2.	METOT	53
3.2.2.1.	Silajın hazırlanması	53
3.2.2.2.	Deneme düzeni	54
3.2.2.2.A.	Deneme gruplarının oluşturulması	54
3.2.2.2.B.	Hayvanların rasyonlarının hazırlanması	55
3.2.2.2.C.	Aalıştırma dönemi	55
3.2.2.2.D.	Deneme dönemi	55
3.2.2.2.E.	Süt ölçümleri ve süt numunelerinin alınması	56
3.2.2.2.F.	Silajdan örnek alınması	56
3.2.2.2.G	Silajda kuru madde kayıplarının belirlenmesi	56
3.2.2.2.H.	Analizler	56
3.2.2.2.H.a.	Yem maddeleri ve rasyonun besin madde miktarlarının belirlenmesi	56
3.2.2.2.H.b.	Süt bileşenlerinin miktarlarının belirlenmesi	56
3.2.2.2.H.c.	İstatistiki analizler	57
4.	BULGULAR	58
4.1	DENEME 1	58
4.2	DENEME 2	64
5.	TARTIŞMA ve SONUÇ	70
5.1.	DENEME 1	70
5.2.	DENEME 2	91
6.	ÖZET	100
7.	SUMMARY	103

8.	KAYNAKLAR	105
9.	ÖZGEÇMİŞ	115
10.	TEŞEKKÜR	116



TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 2.1. Farklı kuru madde düzeylerine göre bazı yem bitkilerindeki doğal mikroorganizma sayıları	8
Tablo 2.2. Silajda ısınmaya bağlı olarak oluşan kuru madde kayıpları	16
Tablo 2.3. DLG silaj kalitesi değerlendirme sisteminin özeti	17
Tablo 2.4. Laktik asit bakteri familyasına bağlı önemli türlerin bazı özellikleri	18
Tablo 2.5. Bazı silaj katkı maddeleri	22
Tablo 2.6. Silaj katkı maddesi olarak kullanılan bazı inokulant preparatlarının bileşimi, mikroorganizma sayıları ve tavsiye edilen miktarları	33
Tablo 2.7. Piyasada kullanılan bazı ticari mikrobiyel inokulant preparatları ve içerdikleri mikroorganizma türleri	34
Tablo 2.8. Silaj katkı maddesi olarak mikroorganizma kültürlerinde en çok kullanılan laktobakteri türleri ve oranları	35
Tablo 3.1. Denemede oluşturulan silaj grupları ile silaj katkı maddesi olarak kullanılan maddeler ve oranları	51
Tablo 3.2. Araştırmada kullanılan süt yeminin bileşimi	53
Tablo 4.1. Deneme 1'de kullanılan taze yoncanın ham besin madde miktarları	58
Tablo 4.2. Deneme 1'de elde edilen değerlerin iki yönlü varyans analizi tablosu	59
Tablo 4.3. Deneme 1'de inokulant ve farklı katkı maddeleri ile hazırlanan silajların kuru madde değerleri	60
Tablo 4.4. Deneme 1'de inokulant ve farklı katkı maddeleri ile hazırlanan silajların HP değerleri	60
Tablo 4.5. Deneme 1'de inokulant ve farklı katkı maddeleri ile hazırlanan silajların HS değerleri	61
Tablo 4.6. Deneme 1'de inokulant ve farklı katkı maddeleri ile hazırlanan silajların NDF değerleri	61
Tablo 4.7. Deneme 1'de inokulant ve farklı katkı maddeleri ile hazırlanan silajların ADF değerleri	62
Tablo 4.8. Deneme 1'de inokulant ve farklı katkı maddeleri ile hazırlanan silajların pH değerleri	62
Tablo 4.9. Deneme 1'de inokulant ve farklı katkı maddeleri ile hazırlanan silajların kuru madde kaybı değerleri	63
Tablo 4.10. Deneme 1'de inokulant ve farklı katkı maddeleri ile hazırlanan silajların HK değerleri	63
Tablo 4.11. Deneme 2'de kullanılan taze yonca materyali ve silajlarının besin madde miktarları	65
Tablo 4.12. Kullanılan süt yeminin besin madde analiz sonuçları	65
Tablo 4.13. Deneme 2'de incelenen bazı parametreler için elde edilen kovaryans analizi tablosu	66
Tablo 4.14. Deneme 2'de grupların deneme başlangıcı süt verim ortalamaları ve deneme 2'de gruplardan elde edilen ortalama süt verimleri	67
Tablo 4.15. Deneme 2'de gruplardan elde edilen % 4 süt yağına göre düzeltilmiş ortalama süt verimleri	67

Tablo 4.16. Deneme 2'de elde edilen süt kuru maddesi değerleri	67
Tablo 4.17. Deneme 2'de gruptardan elde edilen ortalama süt proteini değerleri	68
Tablo 4.18. Deneme 2'de gruptardan elde edilen ortalama süt yağı değerleri	68
Tablo 4.19. Deneme 2'de gruptardan elde edilen ortalama süt külü değerleri	68
Tablo 4.20. Deneme 2'de gruptardan elde edilen silaj tüketim değerleri (kuru madde üzerinden)	69
Tablo 4.21. Deneme 2'de gruptardan elde edilen silaj tüketim değerleri (tabii halde)	69



1. GİRİŞ

Hayvan varlığı bakımından dünya ülkeleri arasında ön sıralarda yer alan ülkemizde çok çeşitli nedenlerle hayvansal üretim istenilen düzeye çıkarılamamıştır. Kaliteli kaba yem açığı birim hayvan başına alınan verimin düşük olmasının en önemli sebeplerinden biridir. Sulanabilir arazilerin yetersizliği veya sulamanın maliyeti önemli derecede artırması, yetiştirilmesinde su gerektiren birçok yem bitkisi ekiminin çok düşük düzeylerde kalmasına yol açmaktadır. Böyle arazilerde yetiştiriciler yem bitkileri yerine daha yüksek gelir getiren endüstri bitkileri ekimini tercih etmektedirler ve böylece beslenme değeri çok düşük olan saman yaygın şekilde kaba yem kaynağı olarak kullanılmak zorunda kalınmaktadır.

Ülkemizde ekimi yapılan kaliteli yem bitkilerinin başında yonca gelmektedir. Bu yem bitkisi çoğunlukla ya taze olarak ya da kuru ot olarak veya çok daha az düzeyde silajları yapılarak hayvan tüketimine sunulmaktadır. Samanla kıyaslanmayacak düzeyde yüksek besin maddesi içeren bu gibi kaliteli kaba yemlerin kurutulması sırasında önemli düzeyde besin maddeleri kaybı olmaktadır.

İyi arazi ve iklim şartlarında ve düzenli sulanması halinde yılda 6-7 defa biçilebilen yoncanın özellikle 1. biçimi bölgelere göre değişmekle beraber çoğunlukla bol yağış alan Nisan ve Mayıs aylarında yapılmaktadır. Yağış tehlikesi nedeniyle biçim, kurutma, balyalama ve depolama işlemlerinde sık sık güçlüklerle karşılaşmaktadır. Ayrıca yabancı otlar ilk biçimde yoncadan daha hızlı büyüyerek tarlaya hakim olabilmekte ve hayvanların isteksiz olarak tükettikleri, daha az kaliteli bir kaba yem elde edilmektedir.

Yem bitkilerinde oluşan bu tür olumsuzlukları en aza indirmenin en kolay yolu silajlarının yapılmasıdır. Kaliteli kaba yemlerin silajlarının yapılması halinde ıslanma, kızışma, küflenme ve kurutma kayıpları ortadan kalktığı gibi iş gücü de önemli ölçüde azalmakta ve hayvanların iştahla ve seçmeden tüketebilecekleri besin değeri

bakımından tabi haline yakın, kuru ota göre daha kaliteli bir kaba yem elde edilebilmektedir.

Silaj kullanımı ile hemen her mevsimde hayvanların özellikle süt ineklerinin yeşil kaba yem ihtiyaçları karşılanabilmektedir. Usulüne uygun olarak yapılan bir silaj besin maddeleri kaybı bakımından da diğerk saklama metotlarına göre çok daha avantajlıdır. Silaj denince ilk akla gelen mısır silajıdır. Fakat dekardan alınan miktar göz önüne alındığında yoncanın en az mısır kadar önemli bir kaba yem kaynağı olduğu görülür. Yonca besin maddeleri bileşimine bağlı olarak zor silolanabilen bir kaba yem olarak bilinmektedir. Ancak çeşitli katkı maddeleri ilave edilerek ve silolama işlemleri usulüne uygun olarak yapıldığında çok iyi sonuçlar alınabilmektedir.

Silaj kalitesini artırmak amacıyla son zamanlarda mikrobiyel inokulant adı verilen canlı bakteri kültürlerinden yararlanılmaktadır. Bu amaçla ticari olarak üretilen mikrobiyel inokulant preparatlarında laktik asit bakterileri kullanılmaktadır. Laktik asit üreterek silajda hızlı bir şekilde homofermentasyon sağlayan ve pH'yı düşüren bu bakteriler daha kaliteli bir silaj elde edilmesini sağlarlar. Yem bitkileri silajlarına katkı maddeleri ilavesinin amacı sadece silaj kalitesini artırmak değil daha kaliteli silaj elde edilmesine bağlı olarak hayvansal verimlerde de artışlar sağlamaktır.

Hayvanlarda özellikle ruminantlarda en çok kullanılan kaba yem kaynağı olan saman veya kaliteli kaba yemlerden elde edilen kuru otlar yerine kaliteli kaba yem silajlarının kullanılması ile hayvansal ürün miktarında artış, konsantre yem kullanımının en düşük düzeye inmesine bağlı olarak maliyetlerde düşme ve sindirim bozukluklarında azalma sağlanabilmektedir.

Proje lkemizde sığır ve koyun yetiştiriciliğinde önemli derecede yetersizliği hissedilen kaliteli kaba yemlerden hayvan beslemede; yetiştiriciler tarafından kolayca benimsenebilecek bir kaba yem kaynağı olan yonca gibi kaba yemlerin ekimini ve silajlarının yapılmasını yaygınlaştırmak, katkı maddeleri kullanımı sayesinde daha

kaliteli silaj elde ederek ekonomik bir hayvancılık sağlamak, işgücü ve depolama kayıplarını azaltmak amacıyla planlanmıştır.

İki deneme halinde planlanan bu araştırmanın birinci denemesi yonca silajı yapımında inokulant ilavesi ile tane yem, melas ve tuz gibi katkı maddelerinin kullanımının bazı silaj kalitesi özellikleri ve besin madde düzeyleri üzerine etkilerini incelemek, ikinci deneme ise silaj yapımı sırasında inokulant ilave etmenin süt ineklerinde süt verimi, bileşimi ve yem tüketimi ile bazı silaj kalitesi özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.



2. LİTERATÜR BİLGİ

2.1. Silaj ve Silajın Tanımı

Yeşil ya da yeterli ham su içeren yemlerin değişik sürelerde fermentasyonu ile kontrollü olarak anaerobik şartlarda elde edilen yemlere silaj denir. Yapılan işleme silolama ve yapıldığı yere silo adı verilir. Silaj yapımının amacı mümkün olan en az besin maddesi kaybı ile yemleri saklamaktır (McDonald 1981). Silaj oluşumu sırasında laktik asit bakterileri gibi bazı mikroorganizmaların üremesi arzu edilirken, bütirik ve asetik asit, koliaerojen, çeşitli kokuşma bakterileri ile maya ve mantarlar gibi diğer bazı mikroorganizmaların silajda üremeleri hiç istenmez. Silajda istenen bir özellik olan pH'nın hızla düşmesi ancak laktik asit bakterilerinin artması ile gerçekleşir (Coşkun ve ark 1997). Bütün yem maddelerinin silajı yapılabilirlikte ancak kimyasal bileşimlerine bağlı olarak silolanabilme özellikleri farklılık göstermektedir. Tüm yem maddeleri içinde kolay fermente olabilme özelliğinden dolayı mısır en iyi silajı yapılabilen yem maddesi olarak değerlendirilirken, yonca kolay eriyebilir karbonhidrat içeriğinin düşük olması nedeniyle silajı en zor yapılabilen bir yem maddesi olarak belirtilmektedir (Honig 1986a, Bolsen ve ark 1996a,c).

Silaj yapılacak yem maddelerine; silaj kalitesini artırmak, fermentasyonu kolaylaştırmak, besin maddelerince zenginleştirmek, sindirilebilirliği artırmak gibi amaçlarla değişik katkı maddeleri ilave edilebilir. Örneğin karbonhidrat bakımından zengin olan mısır silajına üre, bunu tersi olarak protein bakımından zengin olan yonca silajına fermentasyonu kolaylaştırmak için melas veya mikrobiyel inokulant ilave edilebilir. .

2.2. Silaj Kalitesini Etkileyen Faktörler

Silaj kalitesini çok sayıda faktör etkilemekle birlikte bu faktörler içinde en önemlilerinin silaj materyalinin; kuru madde (KM) miktarı (Zimmer 1971, Woolford ve ark 1978, Haigh ve Parker 1985, Atwal 1985, Honig 1986b, Bolsen ve ark 1996a,c,d), kolay eriyebilir karbonhidrat düzeyi (Zimmer 1971, Atwal 1985, Haigh ve Parker 1985, Bolsen ve ark 1996a,c,d), ihtiva ettiği doğal mikroorganizma sayısı (Zimmer 1971, Atwal 1985, Haigh ve Parker 1985, Bolsen ve ark 1990,1996a,d), oksijen (hava)

(Zimmer 1971,1986, Pahlow ve Zimmer 1985, Honig 1986c), çevre sıcaklığı (Woolford 1984b, Bolsen ve ark 1996a) ve kuru madde kayıplarının oranı (Woolford 1984a,b, Honig 1986a) gibi faktörlerdir.

2.2.1. Kuru madde düzeyi

Silaj yapımında kullanılacak yem maddesinin kuru madde yönünden istenen nitelikte olması iyi kaliteli bir silaj elde edilebilmesi için oldukça önemlidir (Atwal 1985, Honig ve Pahlow 1986, Dickerson ve ark 1992, Bolsen ve ark 1996a,d). Kaliteli bir silaj elde edebilmek için silajlık materyalin kuru madde düzeyinin kullanılan yem bitkisinin türüne göre değişmekle beraber çayır silajlarında %25-45 arasında olması gerektiği bildirilmektedir (Pahlow 1989). Bu değerlerden daha düşük ve daha yüksek kuru madde düzeylerinde çok iyi silolama teknikleri uygulansa dahi silaj oluşumu için gereken optimum şartlara ulaşamadığı ve arzu edilmeyen mikroorganizma üremelerine bağlı olarak silajda önemli miktarda besin maddeleri kaybının meydana geldiği bildirilmektedir (Woolford ve Cook 1978, Atwal 1985, Haigh ve Parker 1985, Bolsen ve ark 1996a). Bu kayıplar düşük kuru madde düzeylerinde silolarda aşırı miktarda oluşan suyun uzaklaşması esnasında besin maddelerinin de uzaklaşması ile yüksek kuru madde düzeylerinde ise yeterli sıkışma sağlanamamasına bağlı olarak meydana gelmektedir (Honig 1986c, Zimmer 1986, Kamphues 1996).

Silajlık yem bitkilerinin kuru madde düzeyini artırmak amacıyla çeşitli metotlar kullanılmaktadır. Bitkinin daha geç dönemde biçilmesi, kuru madde oranı yüksek yemler katma ve değişik sürelerde pörsüme uygulamaları bunlar arasında sayılabilir. Yemlik bitkilerin kuru madde düzeyinin artırılmasında en etkili metot pörsümedir (Zimmer 1971). Haigh ve Parker (1985) tarafından yapılan bir çalışmada karışık bitkilerden oluşan silajlarda 24-48 saat arasında yapılan pörsüme işleminin kuru madde oranını % 6'ya kadar artırdığı ve buzağılarda silaj kuru madde tüketiminin soldurulmayanlara göre % 19 oranında arttırdığı bildirilmiştir.

Elde edilecek sonuçlar üzerine pörsüme işleminin yapılması sırasındaki çevresel faktörlerin etkisinin yüksek olduğu belirtilmektedir. Bu sebeple pörsüme esnasında hava şartlarının uygun olması gerektiği, yağışlı ve nemli ortamlarda pörsümenin

bitkideki kuru madde oranını azaltarak istenmeyen mikroflora türünün gelişimini hızlandırdığı bildirilmektedir (Kılıç 1986).

Fazla pörsüme silaj kalitesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Fazla soldurmaya bağlı olarak bitkinin kuru madde düzeyinin aşırı yükseldiği ve bu durumda fermentasyon florasının gelişiminin yavaşladığı bildirilmektedir (Pahlow 1989). Bitkinin aşırı oranda soldurulması ya da çok geç dönemde biçilmesi aerobik mikroorganizmaların oluşumunu veya gelişmesini hızlandırır (Honig 1986c, Zimmer 1986). Bu sebeple silaj materyallerinin kuru madde içeriklerinin %45'i aşmayacak düzeyde soldurulması gerektiği ve soldurulmuş silaj materyallerinin en geç 2 gün içinde kapatılmasının uygun olacağı bildirilmektedir (Pahlow 1989). Zimmer (1971) % 40-45 kuru madde düzeyine kadar pörsüme uygulamalarının fermentasyon kayıplarını en aza indirdiğini bildirmektedir. Yapılan bir çalışmada (Lindgren ve ark 1985) %37 kuru madde düzeyine kadar pörsüme işlemi uygulanan silajlarda istenilen özellikte fermentasyon kriterleri elde edilmiştir.

2.2.2. Kolay eriyebilen karbonhidrat miktarı

Silajda fermentasyonu sağlayan bakterilerin üremeleri için gerekli olan besin maddelerinin silajlık materyalde yeterli düzeyde bulunması gerekir. Bu besin maddeleri içinde de laktik asit bakterileri ve diğer mikroorganizmalar tarafından silolamanın ilk günlerinden itibaren bitkideki glikoz, früktoz ve sakkaroz gibi basit yapıda olanlar öncelikli olarak tercih edilirler (Pahlow 1989).

Kaliteli bir silaj elde edebilmek için taze silaj materyalinde en az % 2-3 düzeyinde kolay eriyebilir karbonhidrat bulunması gerektiği belirtilmektedir. Bu düzeydeki bir karbonhidrat miktarı bitkinin doğal florasında bulunan ve silajda fermentasyonu sağlayan laktobakterilerin çoğalabilmesi için gereklidir (Zimmer 1971, Pahlow 1989, Honig ve Pahlow 1986). Bu düzeyde bir şeker içeriği için silajı yapılacak bitkilerin belli kuru madde miktarlarına sahip olmaları gerekmektedir. Buna göre; soldurulmuş çayır otlarının en az % 25, soldurulmuş baklagillerin ise en az % 30 kuru madde içermeleri gerektiği bildirilmektedir (Pahlow 1989).

2.2.3. Mikroorganizmalar

2.2.3.1. Doğal mikroorganizma miktarı

Bütün bitkiler gibi yem bitkilerinin de doğal floralarında çeşitli mikroorganizmalar bulunmaktadır. Bu mikroorganizmalar yemlerin silolanması sırasında yemlerle birlikte silo içine alınmış olurlar. Bitkilerin sahip oldukları doğal mikroorganizmaların sayı ve çeşitlerinin; çevre şartlarına, silonun yapıldığı yere, zamana (mevsim), kirlenme derecesine, bitki türüne, bitkinin hibrit ve varyetesine, kuru madde düzeyine göre oldukça geniş bir dağılım gösterdiği bildirilmektedir (Kılıç 1986, Dennis ve ark 1992). Silaj fermentasyonu için uygun nitelik taşıyan laktik asit bakterilerinin silajlık bitkinin doğal florasındaki miktarı ne kadar yüksekse silaj fermentasyonunun o ölçüde kolay olduğu ve daha kaliteli bir silaj elde edildiği belirtilmektedir (Atwal 1985, Bolsen ve ark 1996a). Ancak bitkilerin doğal florasında yüksek miktarda bulunan mikroorganizmalar içinde bu bakterinin genellikle yetersiz olduğu (Pahlow 1986) ve bu sebeple bitki enzimlerinin ve istenmeyen mikroorganizmaların aktivitelerinin sınırlandırılması ve laktik asit bakterisi miktarının artırılması gerektiği bildirilmektedir (Woolford ve ark 1978, Woolford 1984b, Pahlow 1986, Bolsen ve ark 1996a). Nitekim doğal florada bulunan mikroorganizma miktarlarını belirlemek amacıyla değişik kuru madde düzeylerine sahip bazı yem bitkileri kullanılarak yapılan bir çalışmada (Dennis ve ark 1992) laktik asit fermentasyonunda rol alan bakterilerin doğal floradaki miktarlarının maya ve küf miktarlarına göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (tablo 2.1).

Pörsüme işlemlerinin bitkilerin sahip olduğu doğal mikroorganizma sayısını etkilediği ve bu etkinin mikroorganizma sayısını artırıcı yönde olduğu bildirilmektedir (Honig 1986b). Örneğin yağmur altında kalmış ve soldurulmuş çayır ve mera bitkilerinde toplam mikroorganizma sayısının 15×10^6 /g/yem gibi çok yüksek bir düzeyde olmasına karşın gerçek laktik asit bakterilerinin oranının oldukça düşük olduğu bildirilmektedir. Bu konuda yapılan bir çalışmada (Pahlow 1986) ise çayır otu ve mısırdaki doğal florada bulunan laktik asit bakterisi sayısının 1000 colony forming unity (cfu)/g/yem düzeyinin altında olduğu ve bu miktardaki laktik asit bakterisi sayısının arzu edilen bir fermentasyon için yetersiz olduğu bildirilmektedir. Son zamanlarda özellikle silaj için uygun mikroorganizma sayılarını artırmak amacıyla bakteriyel

inokulantlardan sıklıkla yararlanılmaktadır. Buna karşın değişik faktörlere bağlı olarak değişmekle birlikte çoğu zaman mısırdaki doğal florayı oluşturan bakterilerin çoğunluğunun laktik asit bakterilerinden oluştuğu ve bu sebeple arzu edilen fermentasyonun kolaylıkla elde edilebileceği bildirilmektedir (Kılıç 1986).

Tablo 2.1. Farklı kuru madde düzeylerine göre bazı yem bitkilerindeki doğal mikroorganizma sayıları

Yem Bitkisi	n	Kuru Madde %	Laktik Asit Bakterileri		Maya ve Küf (Log cfu /g yem)
			Koklar (Log cfu /g yem)	Rodlar (Log cfu /g yem)	
Mısır	9	34-47	5.7-6.7	3.9-6.0	6.6-7.3
Yonca	4	22-44	4.0-5.8	<3.0-4.8	5.5-7.0
Ot	2	30-34	4.0-5.3	<3.0-3.5	4.5-5.9
Sorgum	1	34	4.0	5.3	6.9

2.2.3.2. Aerob mikroorganizmaların aktiviteleri

Silo yeminin hızlı bir şekilde doldurulması, sıkıştırılması ve iyi bir şekilde kapatılması ile silajdaki aerobik mikroorganizmaların minimuma indirildiği ve bunların gelişmesini engelleyen fermentasyon ürünlerinin maksimum oluşumunun sağlandığı bildirilmektedir (Bolsen ve ark 1996a). Ancak çoğu zaman uygun bir silolama yapılamadığından silaj kalitesini bozan birçok aerob mikroorganizma da üreyebilmektedir. Bunların en başında enterobakteriler, clostridia, maya ve mantarlar gelmektedir (Zimmer 1971, Woolford ve Cook 1978, Honig 1986a).

Enterobakteriler, clostridialar, maya ve mantarlar gibi istenmeyen aerob mikroorganizmaların silaj kalitesi üzerinde oluşturdıkları olumsuz etkilerin hepsine birden aerob yıkımlanma denir. Bu olayda kolay okside olabilen maddelerin yıkımlanması sonucu karbondioksit ve su meydana gelir. Fermentasyon asitleri (asetik ve laktik asit), amino asitler ve proteinde kayıplar oluşur ve amonyak şekillenir. Oluşan asit kaybı ve amonyak oluşumuna bağlı olarak pH'da yükselme meydana gelir. Bu şekilde meydana gelen aerob yıkımlanma olaylarının silajın derin kısımlarına göre yüzey kısımlarında daha yüksek oranda meydana geldiği belirtilmektedir (Woolford 1984a).

Silajın aerobik yıkımlanması sıcaklık artışı, pH'da yükselme ve kuru madde kayıpları ile karakterizedir (Woolford ve Cook 1978). Bu nedenle mikroorganizmaların miktarı ve üremesini etkileyen faktörler direkt olarak silaj kalitesini de etkilemektedir (Zimmer 1971, Woolford ve ark 1978, Woolford 1984a,1990). Aerob yıkımlanma düzeyini etkileyen en önemli faktörler; hava, silaj materyalinin türü ve bileşimi ile çevre ve fermentasyon sıcaklığıdır (Zimmer 1971, Woolford 1984a).

2.2.3.2.A. Hava (Oksijen) İle temas

Hava silaj kalitesini etkileyen en önemli faktördür. Çünkü bitkinin biçilmesinden silaj olarak hayvana yedirilmesine kadar geçen her aşamada etkisini göstermektedir. Silaj yapım teknolojisi ve silo tipleri bu etkinin derecesi üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir (Zimmer 1971, Honig 1986c).

Bitkinin aşırı oranda soldurulması ya da çok geç dönemde biçilmesi aerobik mikroorganizmaların oluşumunu veya gelişmesini hızlandırır (Honig 1986c, Zimmer 1986). Siloya bitkinin çok yavaş doldurulması veya başka bir ifade ile doldurma süresinin uzaması havanın silo içine daha çabuk ve daha fazla girişine sebep olur. Bu durum tabii olarak takip eden fermentasyon aşamalarını olumsuz etkilemektedir (Çerçi ve ark 1996a) ve silonun açılmasına kadar geçen süre içinde aerobik mikroorganizmaların baskın duruma geçmesini sağlamaktadır. Bu nedenle usulüne uygun bir doldurma işleminden sonra silonun üzerinin hava geçirmeyen bir maddeden yapılmış materyalle iyice kapatılmasının da son derece önemli olduğu belirtilmektedir (Woolford ve ark 1978, Woolford 1984b, Holthaus ve ark 1995a).

Yeterli süre kapalı tutulduktan sonra siloların açılmasıyla birlikte silajın gösterdiği aerobik stabilite ile silajın depo aşamasında iken hava ile temas süresi arasında çok yakın bir ilişkisinin olduğu belirtilmektedir (Woolford ve ark 1978, Pahlow ve Zimmer 1985, Honig 1986c, Bolsen ve ark 1996a,).

Siloda silaj materyalinin hava ile teması daha çok silajın yüzey kısımları ve silo duvarları ile silaj materyalinin temas ettiği yan yüzeylerde olduğundan aerobik bozulma daha çok bu kısımlarda kendini gösterir. İç kısımlarda aerobik yıkımlanmanın miktarı ve hızı çok daha düşüktür (Bolsen ve ark 1993, Holthaus ve ark 1995a,b).

2.2.3.2.B. Yemin türü ve bileşimi

Yemin türü aerobik stabilitede direkt bir etkiye sahip değildir. Bir yemin aerobik stabilitesindeki farklılıklar yemin fermente olabilirliğindeki farklılıklara veya silaj tekniğine bağlı olarak değişir (Zimmer 1971, Woolford 1984a). Bu sebeple yem maddelerinin fermente olabilirliğindeki farklılıklar aerobik yıkımlanma üzerine dolaylı olarak etki ederler.

Yeterli düzeyde kuru madde ve kısmen yüksek oranda kolay eriyebilir karbonhidrat içeren mısır ve yeşil ot gibi yemlerde fermentasyon için gerekli olan diğer şartların da varlığı halinde yeterli miktarda laktik asit şekillenmesi ile düşük pH'ya duyarlı olan aerobik mikroorganizmaların çoğalmasının kolaylıkla engellenebildiği, buna karşın yonca gibi kolay eriyebilir karbonhidratlar yönünden fakir olan yemlerde ise hem fermentasyonun zor şekillenmesinden hem de aerobik yıkımlanmaya karşı dayanıksız oluşlarından dolayı genellikle istenen kalitede silaj elde edilemeyebileceği bildirilmektedir (Honig 1986a, Bolsen ve ark 1996a,c).

2.2.3.2.C. Sıcaklık

Aerobik yıkımlanmanın hızı ve derecesi fermentasyon sürecinde siloda oluşan sıcaklık ve çevre sıcaklığı ile ilişkilidir. Bu sebeple yaz mevsiminde çevre ısının yüksek olmasından dolayı kış mevsimine göre aerobik yıkımlanma olaylarının daha yüksek oranda meydana geldiği bildirilmektedir. Bitkinin doğal florasında varolan ya da kontaminasyonla bulaşan mikroorganizmalar tarafından oluşturulan sıcaklık çoğunlukla termofilik mikroorganizmaların üremesine imkan sağlayacak derecede olabilmektedir (Woolford 1984a,b). Aşırı sıcaklık oluşumunun (42-44 °C ve üzeri) Maillard reaksiyonuna sebep olduğu için silaj besin maddelerinden özellikle protein ve selülozun sindirilme derecesini düşürdüğü bildirilmektedir (Bolsen ve ark 1996a).

2.2.4. Kuru madde kayıpları

Silajda kuru madde kaybının miktarı büyük oranda uygulanan silaj tekniğine bağlıdır. Özellikle silonun açılmasını takip eden dönemlerde arazi ve laboratuvar

silajlarında kuru madde kayıplarının farklı düzeylerde olduğu (Honig 1986a) ve arazi silolarında bu dönemdeki kuru madde kayıplarının büyük ölçüde silaj yapım tekniğine bağlı olarak değiştiği bildirilmektedir (Woolford 1984a). Arazi denemelerinde bugüne kadar silonun açılmasını takip eden günlerde oluşan kuru madde kayıplarına ait çok az veri mevcut olmasına rağmen, laboratuvar şartlarında yapılan silajlarda silaj ortamında çevre sıcaklığında her 8-12 °C'lik yükselmeye kuru madde kaybının %1.5-3 oranında arttığı bildirilmektedir (Woolford 1984a). Arazi ve laboratuvar şartlarında yapılan silajlarda kuru madde kayıplarının karşılaştırılması amacıyla yapılan bir çalışmada (Honig 1986a) düşük kuru madde düzeylerinde (özellikle % 30 kuru madde düzeyinden daha az oranlarda) kuru madde kayıplarının arazi silolarında daha yüksek olduğu belirlenmiş ve bu durum laboratuvar silolarında normalde oluşmayan sızıntı olaylarının arazi silolarında yüksek düzeyde oluşmasına bağlanmıştır.

Yemlik bitkilerin silajlarının yüzey kısımlarındaki bozulmalar siyahımsı renk değişimi, sümüksü bir tabaka meydana gelmesi, küf mantarlarının üremesi sonucunda hayvanlar tarafından tüketilemeyecek silaj oluşumu şeklinde ortaya çıkar. Bu yüzey kayıpları fermentasyon kayıpları olarak adlandırılırlar. Bu kısımlarda oluşan kuru madde kayıplarının %30'dan %73' kadar çıkabildiği bildirilmektedir. Laboratuvar silolarında yüzey kayıplarını belirlemek oldukça zordur. Etkili bir kapama yöntemi uygulanmadığı durumlarda laboratuvar silosunun yüzeyinde oluşan kayıpların arazi silolarından daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Çünkü yüzeyin silaj yapılmış kütleye oranı her durumda daha büyüktür. Siloya hava girişi ile oluşan kayıpların her ay % 2 düzeyinde arttığı bildirilmektedir (Woolford 1984b).

2.2.5. Silaj kalitesini etkileyen diğer faktörler

Yukarıda belirtilenlerin dışında silaj kalitesini direkt olarak etkileyen birçok faktör vardır. Silaj kalitesi ve silajın besin değerleri düzeyi; ürünün türü, hasat işlemleri (kesim uzunluğu vb. gibi) (Zimmer 1971, Woolford ve ark 1978, Bolsen ve ark 1996d), silonun tipi, doldurma oranı ve kapama tekniği, hasat esnasındaki hava şartları, personelin eğitimi (Zimmer 1971, Bolsen ve ark 1996d), katkı kullanımı (Bolsen ve ark 1996a,d), silonun kapatma süresi (Kamphues 1996, Çerçi ve ark 1996a) gibi birtakım biyolojik ve teknik özelliklere bağlı olarak değişebilmektedir.

2.3. Silajda Fermentasyon Aşamaları

Silaj fermentasyonu birbirini takip eden belli başlı 4 aşamada gerçekleşir. Bunlar aerobik faz, fermentasyon fazı, sabit faz ve silajın açılmasını takiben yedirme aşamalarından oluşmaktadır.

2.3.1. Aerobik faz

Aerobik faz hasatı yapılan yem maddesinin siloya konmadan önceki süreler içerisinde ve silolamanın başlangıcında ortamda bulunan oksijenin tüketilmesine kadar devam eden fazdır. Bu fazın uzun sürmesi anaerobiozisin oluşumuna engel olacağından istenmeyen tipte fermentasyonlar oluşabilir. Bu nedenle silajı yapılacak yem, fazla aerobik safhaya maruz kalmaksızın biçimi takiben hemen siloya doldurulmalıdır. Doldurma sırasında mümkün olduğunca basınçlı bir doldurma tekniğinin uygulanması ve bu işlemi takiben silonun hava geçirmeyen uygun bir materyalle hemen kapatılması gerekir (Woolford ve ark 1978, Woolford 1984b, Holthaus ve ark 1995a).

Biçilen ürün siloya konarken bitki materyalinde iki önemli reaksiyon meydana gelir:

a-Solunum (Respirasyon)

b- Proteolizis

Bu iki reaksiyon da aerobik safhada gerçekleşir. Respirasyon sırasında, bitkide mevcut olan doğal mikroorganizma florası bitkideki şekerleri CO_2 ve H_2O 'ya kadar parçalar. Bunun sonucu olarak ısı açığa çıkar ve fermentasyonda kullanılacak substrat olan karbonhidrat düzeyinde azalma meydana gelir. Proteoliziste ise bitki proteazları, proteinleri primer olarak aminoasitlere ve amonyaka, daha az oranda da peptit ve aminlere parçalarlar (Bolsen ve ark 1996a).

Bitkinin yapısında bulunan şekerler, laktik asit bakterilerinin laktik asit üretimi için kullandıkları esas substrattır. Bu substrat laktik asit bakterilerince ancak anaerobik ortamda kullanılabilir ve bunun sonucu olarak laktik asit üretimi oluşarak tam bir fermentasyon meydana gelir. Bu sebeple aerobik fazın mümkün olduğunca kısa bir süre içinde sona ermesi gereklidir (Honig 1986c , Bolsen ve ark 1996a).

2.3.2. Fermentasyon fazı

Anaerobik şartlar yeterli miktarda sağlandığı takdirde silajı yapılan bir materyalde başta laktik asit bakterileri olmak üzere mikrobiyel üreme başlar (Lindgren ve Clevström 1978, Schaefer ve ark 1989, Lindgren ve ark 1990). Uygun nem oranına (%55-75) sahip materyallerde aktif fermentasyon periyodu 7-14 günde sona erer. Fermentasyonun sona ermesinde iki önemli faktör etkilidir. Bunlardan ilki ortamda fermente olabilecek besin maddelerinin kalmayıp, diğeri de ortam pH'sının mikroorganizmaların faal olamayacağı noktaya ulaşmış olmasıdır (Bolsen ve ark 1996a).

Silajlık materyalin ya da silo ortamının uygun olmaması halinde enterobakteri familyasına ait türler, clostridial sporlar ile maya ve mantar türleri de fermentasyona katılır. Böylece adı geçen bu mikroorganizmalar bitkide mevcut olan fermente olabilir karbonhidratları kullanma yönünden laktik asit bakterileri ile yarışa girerler. Bu mikroorganizmaların sayılarının laktik asit bakterilerinden fazla olması durumunda fermentasyon istenmeyen sekonder fermentasyon yönüne ilerler. Bu mikroorganizmalardan oluşan bir floranın metabolizması sonunda etanol, NH_3 , bütirik asit gibi silaj kalitesini bozucu etki gösteren bazı arzu edilmeyen ürünler açığa çıkar (Lindgren ve ark 1985, Johnson ve ark 1990, Kung ve ark 1992).

Enterobakteriler en iyi gelişimi pH 6-7 düzeyinde gösterirler ve bunların birçok türü pH 5'in altında gelişemez. Enterobakter popülasyonu genellikle silaj yapımı öncesinde yüksek sayıdadır ve silolamayı takiben ilk 12-36. saatlerde aktifirler. Bu süreyi takiben arzu edilen fermentasyon tipinin oluşumu ile sayıları hızla düşer ve fermentasyon fazının ilk birkaç gününden sonra etkinlikleri kalmaz (Bolsen ve ark 1996a).

Clostridialar da silaj kalitesini bozucu yönde etki gösterirler. Clostridia sporlarının etkisiyle karbonhidratlardan bütirik asit şekillenir ve kuru madde ile sindirilebilir enerjide kayıplar meydana gelir. Özellikle proteolitik clostridialar amino asitleri amonyak, amin ve uçucu organik asitler gibi silajda oluşması istenmeyen ürünlere parçalarlar (Schaefer ve ark 1989, Lindgren ve ark 1990, Bolsen ve ark 1996a).

Enterobakteriler gibi clostridial sporlar da düşük pH'ya hassastırlar ve gelişimleri için nemli ortama ihtiyaç duyarlar. Nem oranı %65'den daha az olan ürünlerin silajlarında mevcut olan şeker içeriğine bağlı olarak pH'nın hızla 4.6-4.8' e düşmesinden dolayı nadiren bulunabilirler (Bolsen ve ark 1996a).

2.3.3. Sabit faz

Laktik asit bakterilerinin aktif gelişimini takiben silaj materyali sabit faza girer. Silo uygun şekilde kapatılmış ve pH kısa süre içerisinde düşük seviyeye (4.0-4.2) inmişse bu periyotta çok az biyolojik aktivite oluşur. Buna rağmen hemiselüloz, selüloz ve lignin komponentlerinin oldukça yavaş gelişen kimyasal yıkımlanmaları sonucu bazı şekerler serbest kalabilir. Kolay eriyebilir karbonhidratların yetersizliği veya yokluğu durumlarında fermentasyon hızı yavaşlar veya fermentasyon durabilir. Bu durumda laktik asit bakterileri hemiselülozun yıkımlanması ile oluşan şekerleri fermente edebilirlerse de bu durum pH düşüş hızını yavaşlatır (Bolsen ve ark 1996a).

Sabit faz süresince silaj kalitesini etkileyebilecek bir diğer faktör silonun havaya karşı geçirgenliğidir. Silo içine giren oksijen aerobik mikroorganizmalarca kullanılır ve bu durum maya ve küf sayısında artışa, kuru madde kaybına ve silaj materyalinde ısı artışına yol açar (Woolford ve ark 1978, Woolford 1984a).

Listeria monocytogenes, *Clostridium botulinum* gibi patojenlerin düşük oranda oksijen sızıntısında bile çoğalabildiği belirtilmektedir. Düşük kuru maddeli silajlarda özellikle *Listeria monocytogenes*'in üreme ihtimalinin yüksek olduğu bildirilmektedir (Woolford ve ark 1978, Bolsen ve ark 1996a).

Bütün silolarda silonun yüzey (üst) kısımlarının polietilen bir örtü ile kapatılması ile silaj materyalinin özellikle yüzey kısımlarında oluşan kayıplar önlenabilir (Bolsen ve ark 1993,1996d, Holthaus ve ark 1995a). Buna karşın sözü edilen bu örtülerin az da olsa oksijen geçirgenliklerinin olduğu belirtilmektedir (Woolford ve Cook 1978, Bolsen ve ark 1996a). Silolarının duvarlarında oluşan çatlaklar vasıtasıyla da silo içine oksijen girişinin mümkün olabildiği bildirilmektedir (Bolsen ve ark 1996a).

2.3.4. Silajın açılması ve yedirme dönemi

Silo açıldığı zaman siloya oksijenin girişi durdurulamaz. Bu fazda rezidüel şekerleri, laktik ve asetik asit gibi fermentasyon ürünleri ile diğer çözünebilir özellikteki besin maddelerini tüketen aerobik mikroorganizmalardan dolayı en fazla kuru madde ve besin maddeleri kaybı meydana gelir. Bu çözünebilir komponentlerin aerobik mikroorganizmalarca yıkımlanması sonucu ısı, CO₂ ve H₂O oluşur (Anderson ve ark 1989, Bolsen ve ark 1992d, 1996a).

Maya ve küf gibi oluşumlar bu dönemde de silajın aerobik yıkımlanmasına katılırlar (Woolford ve ark 1978). Mayalar silajda bulunabilen diğer mikroorganizmalara göre asit ortama daha dirençli olmalarına rağmen yine de laktik ve asetik asite karşı duyarlılık gösterirler (Bolsen ve ark 1992b). Benzer şekilde Enterobacter ve Bacillus türlerinin de aerobik yıkımlanmada önemli fonksiyonları olduğu bildirilmektedir (Woolford 1984a).

Silajların aerobik yıkımlanmalarından başlıca aerob bakteriler, maya ve mantarlar sorumludur. Woolford ve ark (1978), tarafından silaja antimikotik ve antibakteriyel katkı maddeleri ilave edilerek yapılan bir çalışmada antimikotik ilave edilerek sadece bakterilerin üremesine müsaade edilen silaj materyalinde daha fazla aerobik yıkımlanmanın olduğu bildirilmiştir. Buna karşılık Woolford (1984b) aerobik yıkımlanmada maya ve mantarların daha etkili olduğunu belirtmektedir. Bakteriler özellikle proteolitik aktivite göstererek etkili olmalarından dolayı oluşan fermentasyon sonucunda silajda meydana gelen uçucu yağ asitleri ve laktik asiti karbon kaynağı olarak kullanarak bu maddelerin kaybına yol açarlar (Woolford ve Cook 1978).

Silo açıldıktan sonra oluşan mikrobiyel aktivite sabit faz süresince devam eden bir oksijen infiltrasyonuna bağlı olarak meydana gelen aktivitenin devamı olabilir. Sabit faz süresince oluşan aktivite ile silo açıldıktan sonra oluşan mikrobiyel aktivite arasındaki temel farklılık mikroorganizmaların kullanabilecekleri oksijen miktarıdır. Silaj açıldıktan sonraki periyotta silaj yüzeyindeki oksijen miktarı sınırlı olmadığı için bu durum aerobik organizmaların hızla gelişimine imkan sağlar. Her gram silaj için bakteri popülasyonu 10⁷- 10⁸ cfu, küf popülasyonu ise 10⁶-10⁷ cfu miktarına ulaştığı zaman şeker ve fermentasyon ürünleri gibi sindirilebilir komponentler hızla kaybolmaya başlar ve buna bağlı olarak silaj ortamının ısı yükselir. Silajda kızışmanın

şiddeti silajdaki aerobik mikroorganizma sayısına, yedirme öncesi silajın hava ile temas etme süresine ve çevre sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir (Bolsen ve ark 1996a).

Kızışma ile önemli miktarda besin maddesi kaybı meydana gelmektedir. Honig (1986c) tarafından yapılan bir çalışmada, silajda kızışmaya bağlı olarak oluşan kuru madde kaybının silajın kuru madde içeriğine bağlı olarak değiştiği; silaj kuru madde düzeyinin artmasının ısının derinlere iletilmesini azaltarak silajın kızışmaya karşı dayanıklılığını artırdığı belirlenmiştir (tablo 2.2).

Tablo 2.2. Silajda ısınmaya bağlı olarak oluşan kuru madde kayıpları

Kuru madde düzeyi %	Her °C sıcaklık yükselmesi ile oluşan kuru madde kayıpları , %
10	4.50
20	3.25
30	2.30
40	1.90
50	1.45
60	1.00

2.4. Silaj Kalitesi Değerlendirme Sistemleri

Bir silajın kalitesinin belirlenmesinde silaj kalitesi değerlendirme sistemlerinden yararlanılabileceği bildirilmektedir. İlk olarak 1966 yılında Almanya'da kabul edilen Flieg Silaj Kalitesi Değerlendirme Sistemi zaman içinde değişikliklere uğramakla beraber uzun yıllar silaj kalitesinin belirlenmesinde temel kriter olarak kullanılmıştır. Günümüzde Almanya'da silaj kalitesinin değerlendirilmesinde 1992 yılından bu yana Alman DLG- Komisyonunun belirlediği DLG Değerlendirme Sistemi (tablo 2.3) kullanılmaktadır. Bu yeni sistem silajın kimyasal analiz sonuçlarının önemini artırırken duyuşal değerlendirmelerin önemini azaltmaktadır . Bu sistemde tablo 2.3'de görülen silaj kalitesi özelliklerinin her biri farklı kriterler olarak puanla değerlendirilmekte ve toplam verilen puana göre silaj kalitesi hakkında karar verilmektedir. pH değeri silajdaki kuru madde düzeyine bağlı olduğu için silajın artan kuru madde miktarına paralel olarak pH değerinin de artması bu anahtar da normal sayılmakta ve pH değeri kriterleri silajın kuru madde düzeyine göre verilmektedir. Belirlenen bu kriterlerle silaj yemindeki fermentasyonun seyri ve besin maddelerinin yıkılım düzeyi ortaya konulabilmekte ve kalitesi hakkında karar verilebilmektedir. Yeni sistemde belirtilen

laktik asit düzeyinin eski anahtardaki kadar yüksek olmadığı, özellikle soldurulmuş silaj materyalleri için daha düşük olduğu ve buna karşın özellikle Clostridialar gibi istenmeyen mikroorganizma aktiviteleri üzerinde önemle durulduğu gözlenmektedir (Kamphues 1996).

Tablo 2.3. DLG silaj kalitesi değerlendirme sisteminin özeti

Kriter		Puan
Bütirik Asit (g/kg kuru madde)	≤ 3 g / kg	50 (üst sınır)
	10-14 g / kg	25
	≥ 50 g / kg	0
NH ₃ -N (Toplam N içindeki oran, %)	≤ % 10	25 (üst sınır)
	% 14-18	15
	> % 26	0
pH Değeri (farklı kuru madde düzeylerine göre, örneğin %30-40 için)	≤ 4.5	25 (üst sınır)
	5.1- 5.2	0
	≥ 6.2	-30
Asetik Asit (g/kg kuru madde)	≤ 35 g / kg	0 (üst sınır)
	50-65 g / kg	-15
	> 85 g / kg	-30
Genel Değerlendirme	Not: çok iyi	91-100
	Not: vasat	51-70

2.5. Laktik Asit Bakterileri

Laktik asit bakterileri çok az bir besin maddesi kaybı ile silajda arzu edilen fermentasyonu sağlayan mikroorganizma grubudur ve bu mikroorganizmaların silajda üremeleri ve çoğalmaları istenir. Geniş bir familya olan bu bakteri grubu birbirinden oldukça farklı suşları içerirler. Bunlar çoğu zaman birbirlerinden morfolojik ve fizyolojik karakterleri, yaşama şekilleri ve laktik asit oluşturma özelliklerine göre ayırt edilirler (Lindgren ve Dobrogosz 1990).

Silajda en çok rastlanılan laktik asit bakterileri Lactobacillus ve Streptococcus cinslerine ait türlerdir (tablo 2.4) (Kılıç 1986) ve silajlarda laktik asit bakteri fermentasyonu çoğunlukla bu türler tarafından gerçekleştirilir (Lindgren ve Dobrogosz 1990, Bolsen ve ark 1996a,d). Bunların dışında daha az olarak; Pediococcus, Leuconostoc (Lindgren ve ark 1983, Bolsen ve ark 1996a,), Lactococcus (Lindgren ve Dobrogosz 1990) gibi cinslerin de silaj fermentasyonunda rol aldığı bildirilmektedir.

Silajlarda %100 düzeyinde bir laktik asit fermentasyonunun oluşması hiç bir zaman mümkün değildir. Laktik asit bakterilerinin çoğunluğu laktik asit yanında az ya

da çok miktarda asetik asit gibi başka fermentasyon ürünleri de oluştururlar. Homo ve heterofermentatif laktik asit bakterileri oksijensiz ortamda yaşayabilirler. Siloda açığa çıkan toplam fermentatif ürünler içinde laktik asitin %75 oranında oluşması durumunda en uygun laktik asit fermentasyonunun meydana geldiği kabul edilmekte ve bu oranda bir laktik asit oluşumunda ideal bir silaj elde edildiği belirtilmektedir.

Genel olarak laktik asit bakterilerinin fermentasyon başlangıcındaki üreme yetenekleri çok hızlıdır. İlk 24 saat sonunda fermentasyonu tam olarak başlatabilirler ve her gram silajdaki bakteri sayısı 10^8 - 10^9 miktarına kadar ulaşabilir. Bu şekilde hızlı üreyebilme yeteneklerinden dolayı bu bakterilerin fermentasyon başlangıcındaki besin madde ihtiyaçları son derece yüksektir. Başlangıçta oluşan bakteri sayısında sonraki dönemlerde önemli bir değişiklik olmamakla birlikte bir miktar düşme olabildiği bildirilmektedir.

Tablo 2.4. Laktik asit bakteri familyasına bağlı önemli türlerin bazı özellikleri

Grup (oluşturduğu asil ürüne göre)	Tür	Aktiviteleri için En Uygun Sıcaklık Düzeyi	Morfolojik Şekil
Homofermentatif (Gerçek laktik asit bakterileri)	Str. pyogenes	25-30	yuvarlak-oval
	Str. viridans		yuvarlak-oval
	Str. lactis		yuvarlak-oval
	Str. enterococcus		yuvarlak-oval
	Lb. casei	28-32	çubuk
	Lb. leihmannii		
	Lb. caucasicus	37-45	çubuk
	Lb. lactis		
	Lb. helveticus	37-45	
	Lb. acidophilus		
	Lb. bifidus	45-63	çubuk
	Lb. bulgaricus		
	Lb. plantarum	28-32	
	Lb. thermophilus		
Heterofermentatif (Gerçek olmayan laktik asit bakte- rileri)	Lb. fermenti	35-40	
	Lb. delbrückii	45-62	
	Lb. pasteurinus	28-32	çubuk
	Lb. buchnerii		
	Lb. brevis	30-40	çubuk
	Lb. fermenti		
	Lb. mesenteroides		
	Lb. dextranicum		
	Lb. citrovorum		

Lb: Lactobacillus, Str: Streptococcus

Fermentasyon başlangıcında laktik asitin oluşum düzeyi laktik asit bakterilerinin üreme düzeyinden daha azdır. Ancak bir kaç gün sonra laktik asit üretimi de en yüksek düzeye ulaşmaktadır. Farklı laktik asit bakteri türlerinin değişik karbonhidratları farklı düzeylerde yıkımladığı bildirilmektedir. Karbonhidrat türünün molekül ağırlığı ne kadar fazla ise fermentasyona uğratılma yani yıkımlanma düzeyi de aynı ölçüde düşük olur ve nisasta, selüloz, dekstrin ve pentozanlar gibi karbonhidratlar tam olarak yıkımlanamaz.

Laktik asit bakterilerinin normal fizyolojik faaliyetlerinde mineral maddeler de önemli bir yer tutmaktadır. Laktik asit bakterileri Ca, Mn ve kısmen de Mg'a diğer minerallere göre daha fazla ihtiyaç duyarlar. Ancak bu minerallerin miktarları söz konusu bu mineraller bakımından en yetersiz topraklarda yetişen silajlık bitkilerde bile laktik asit bakterilerinin ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde olduğu belirtilmektedir.

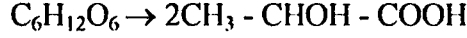
Laktik asit oluşumu, laktik asit bakterileri tarafından salgılanan laktosidaz enzimi yardımıyla yemlerdeki karbonhidratların özellikle monosakkaritlerin parçalanması ile oluşur. Sakkaroz ve polisakkaritler gibi daha kompleks yapıları bileşiklerin parçalanması monosakkaritlere göre daha zor olur ve bu parçalanma olaylarında mikrobiyel ve bitkisel enzimler rol oynar (Kılıç 1986, Axelsson 1993).

Laktik asit bakterileri oluşturdıkları fermentasyon ürünlerine göre homofermentatif ve heretofermentatif laktik asit bakterileri olmak üzere 2 gruba ayrılırlar. Homofermentatif laktik asit bakterileri gerçek laktik asit bakterileri, heterofermentatif laktik asit bakterileri gerçek olmayan laktik asit bakterileri olarak da isimlendirilmektedir. Başka bir ifade ile şekerleri tam olarak laktik asite dönüştürenlere homofermentatif, dönüştüremeyenlere ise heterofermentatif laktik asit bakterileri denir (Axelsson 1993, Bolsen ve ark 1996a). Gerçek laktik asit bakterileri katalaz negatif vermeleri ile gerçek olmayan laktik asit bakterilerlerinden ayırt edilirler (Kılıç 1986).

Homofermentatif laktik asit bakterileri glikoz ve diğer 6 C'lu şekerleri fermente ederek sadece laktik asit oluştururlar (Bolsen ve ark 1996a). Bu fermentasyon şekline primer fermentasyon da denir (Schaefer ve ark 1989, Bolsen ve ark 1996a). Suda eriyebilir karbonhidratların laktik asite fermente edildiği bu tip bir fermentasyonda silaj kalitesini etkilemeyecek düzeyde olmak üzere az miktarda asetik asit, alkol (etanol) ve CO₂ de meydana geldiği bildirilmektedir (Schaefer ve ark 1989, Axelsson 1993, Bolsen ve ark 1996a). Bir fermentasyonda laktik asitin yanında oluşan diğer parçalanma

ürünleri ne kadar az ise besin maddeleri kaybının ve sıcaklık oluşmasının o derece düşük olduğu bildirilmektedir (Axelsson 1993, Bolsen ve ark 1996a).

Homofermentatif laktik asit bakterilerinin neden olduğu fermentasyon kimyasal olarak;



şeklinde formüle edilir. Örneğin hekzozun bu bakterilerce yıkınlanması şu şekilde olmaktadır:

Hekzoz → Hekzoz 1-6 difosfat → 2 gliserin aldehit fosfat → 2 fosfogliserin asit → 2 brenz üzüm asiti → 2 laktik asit

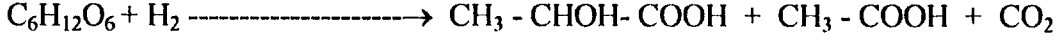
Laktik asit yanında başka ürünlerin çok az düzeyde üretildiği bu tip reaksiyonlarda enerji kaybı az olur. Silaj yeminde asiditenin yetersiz olması halinde bu yan ürünlerin üretim oranının arttığı laktik asitin üretim oranının azaldığı belirtilmektedir. Örneğin pH 7'de şekerin % 73'ü laktik asite dönüştüğü halde pH 5'de bu oranın % 87'ye çıktığı bildirilmektedir (Kılıç 1986). Silaj pH'sının hızlı bir şekilde düşmesinin sağlandığı homofermentatif reaksiyonda 1 molekül glikozdan 2 mol laktik asit ve 2 mol net ATP oluşur ve homofermentatif laktik asit bakterilerinin fermentasyonu sırasında glikoz enerjisinin sadece % 3.5'i kayba uğrar (Kılıç 1986, Axelsson 1993).

Heterofermentatif laktik asit bakterileri glikoz ve diğer 6 C'lu şekerleri fermente ederek laktik asitin yanında önemli miktarda asetik asit, etanol ve CO₂ gibi diğer fermentasyon ürünlerini de oluştururlar. Bu bakteriler glikozdan çevre şartlarına göre % 50-70 düzeyinde laktik asit oluştururlar ve bunlar çoğu zaman 1 mol glikozdan yaklaşık birer mol laktik asit, etanol ve CO₂ meydana getirebilirler (Axelsson 1993, Bolsen ve ark 1996a). Bu tip laktik asit bakterilerinin oluşturduğu fermentasyonda laktik asitin yanında önemli düzeyde diğer yan ürünler de meydana geldiğinden bunların silajlarda aşırı derecede üremeleri istenmez. Heterofermentasyonda CO₂'in oluşumu ile de bir miktar besin maddesi ve enerji kaybı meydana gelir. Oluşan alkol (etanol) daha sonra asetik asite oksitlenir. Meydana gelen asetik asitin % 0.3 - 0.5 gibi çok az bir kısmının bu bakteriler tarafından kendi üremeleri için kullanıldığı ve heterofermentatif laktik asit bakteri fermentasyonunun homofermentatif laktik asit

bakterileri fermentasyonuna göre biraz daha yavaş oluştuğu bildirilmektedir (Kılıç 1986).

Asetik asitin biyokimyasal oluşumu :

-4H

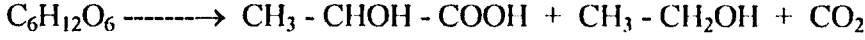


Şeker, 677 kcal

Laktik asit, 659 kcal

Asetik asit

Alkolün biyokimyasal oluşumu :



Şeker

Laktik asit

Alkol

Homofermentasyon heksoz'un klasik aldolaz reaksiyonu ile trioz'a parçalanması ile; heterofermentasyon ise heksoz dekarboksilasyonu ile karakterizedir ve pentozun fosfoketolaz ile gliseraldehit 3-fosfat ve asetil fosfata dönüşümü gerçekleşir (Lindgren ve Dobrogosz 1990).

Homo ve heterofermentasyonla oluşan asidik son ürünlerin ve bazen de H₂O₂'in silaj içindeki istenmeyen mikroorganizmaların gelişimini ve metabolik aktivitelerini engellediği bildirilmektedir. Özellikle heterofermentasyon süresince oluşan; formik asit, asetoin, 2,3- butandiol ve diasetil gibi son ürünler antagonistik aktiviteye sahiptirler. Bu tür organik asitler fermentasyon ortamında mevcut olduğunda kısmen yüksek pH'da da clostridiaların inhibe olabileceği belirtilmektedir (Lindgren ve Dobrogosz 1990).

Laktik asit bakteri türlerinin yaşayabilmeleri ve çoğalabilmeleri için ihtiyaç gösterdikleri pH ve asidite düzeyleri arasında büyük farklar vardır. Yaşayabildikleri en düşük pH düzeyi 3.0-3.6 'dır. Ancak bu pH değerlerinin çok altında bile kuvvetli asit oluşturma özelliği gösteren türlerin yanında pH 4.5 üzerinde faaliyet gösteremeyen *Lactobacillus brevis* gibi türlerin de mevcut olduğu belirtilmektedir (Kılıç 1986).

Laktik asit bakterilerinin ortam sıcaklığına bağlı olarak aktiviteleri değişebilmektedir. Genel olarak 20-40 C° sıcaklıkta en iyi aktiviteyi gösterebilmektedirler (Pahlow ve Honig 1986, Kılıç 1986). Örneğin *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus lactis* ve *Lactobacillus bulgaricus* gibi türlerin üremeleri için ideal sıcaklık 40 C°'dir. *Lactobacillus* türlerinin çoğunluğu 10-15 C° gibi düşük sıcaklıklarda fazla üreyemezler (Pahlow ve Honig 1986). Bazılarının üremeleri için

gereken sıcaklık sınırları çok dar iken bazıları çok geniş bir sıcaklık değerlerinde üreyebilirler.

Laktik asit bakterileri değişik sıcaklık derecelerinde gösterebildikleri aktivite özelliklerine göre; soğuk seven ve sıcak seven laktik asit bakterileri olmak üzere 2 gruba ayrılabilirler. Silajda arzu edilen fermentasyon şekli soğuk seven laktik asit türleri tarafından oluşturulan fermentasyondur ve bunlar 20-40 C° arasında en iyi aktiviteyi gösterirler. Sıcak seven laktik asit bakterilerinin aktiviteleri için ihtiyaç duydukları sıcaklık değerleri ise genel olarak 45-62 C°'dir (Axelsson 1993, Kılıç 1986).

2.6. Silaj Katkı Maddeleri

Günümüzde daha kaliteli bir silaj elde edebilmek ve hayvansal verimleri yükseltebilmek amacıyla bir çok materyal silaj katkı maddesi olarak kullanılabilmektedir. Katı, sıvı, toz ve granül gibi değişik formlarda olabilen bu katkı maddeleri silaj materyallerine ve katkının özelliğine göre değişik şekillerde uygulanabilmektedir. Sıvı olanlar genellikle püskürtme şeklinde, toz formda olanlar ya serpilerek ya da süspansiyon edildikten sonra püskürtülerek kullanılmaktadır. Silaj katkı maddeleri değişik şekillerde sınıflandırılabilir. Son zamanlarda yapılan sınıflandırmalarda silaj katkı maddeleri genel olarak; fermentasyon inhibitörleri, fermentasyon stimulantları ve diğer katkılar şeklinde gruplandırılmaktadır (tablo 2.5) (Bolsen ve ark 1996a, Lindgren ve ark 1983). Silaj katkıları Bolsen ve ark (1996d) tarafından da benzer şekilde sınıflandırılmıştır.

Tablo 2.5. Bazı silaj katkı maddeleri

İNHİBİTÖRLER		STİMULANTLAR		DİĞER KATKILAR
Asitler	Diğer İnhibitörler	Enzimler	Substrat Kaynakları	Bakteriyel İnokulantlar
Formik A.	Amonyak	Amilaz	Melas	LAB
Propionik A.	Üre	Selüloz	Glukoz	
Asetik A.	Sodyum hidroksit	Hemiselüloz	Sükroz	
Laktik A.	Sodyum nitrit	Pektinaz	Deksroz	
Kaproik A.	Sodyum sülfat	Proteaz	Kestirilmiş süt suyu	
Sorbik A.	Sodyum sülfid	Ksilanaz	Tahıllar	
Benzoik A.	Sülfür dioksit		Pancar özütü	
Akrilik A.	Formaldehit		Turuncgiller	
Hidroklorik A.	Paraformaldehit		Pirinç kepeği	
Sülfirik A.			Buğday kepeği	

LAB= Laktik asit bakterileri, A = Asit

2.6.1. İnhibitörler

2.6.1.1. Asitler

Silaj katkısı olarak çeşitli organik ve inorganik asitler kullanılmaktadır. Son yıllarda inorganik asitlere göre organik asitlerin silaj katkı maddesi olarak kullanımı daha çok tercih edilmektedir (Kılıç 1986, Coşkun ve ark 1997). Tablo 2.5 'de de görüldüğü gibi formik, propionik, asetik, laktik, kaproik, sorbik, benzoik, akrilik, hidroklorik ve sülfirik asit gibi birçok asit silajlarda silaj kalitesini ve buna bağlı olarak hayvansal verim değerlerini artırmak amacıyla silaj katkısı olarak kullanılabilir (Lindgren ve ark 1983, Bolsen ve ark 1996a.).

Bunlar içinde en fazla kullanım alanı bulan formik asittir. %85 yoğunluğa sahip formik asitin 1:20 oranında sulandırılarak yem türüne göre değişmekle beraber % 4.5'a kadar kullanılabileceği belirtilmektedir (Kılıç 1986). Formik asitin hem ortamı asitlendirici etkisiyle istenmeyen bakterilerin gelişimini sınırladığı hem de seçici bir antibakteriyel özellik göstererek etkili olduğu bildirilmektedir. Sülfirik ve hidroklorik asit gibi mineral asitlerin ise sadece pH' nın düşmesinde etkili olup spesifik bir antimikrobiyel aktivite göstermediği belirtilmektedir (Bolsen ve ark 1996a).

Silajlardaki proteoliz olayları genellikle bitki proteazlarının aktivitesi ile ilişkili ve deaminasyon olayı ise mikrobiyel enzimler tarafından oluşturulur. Formik asit gibi bir asit ilavesi ile mikrobiyel enzimlerin proteolitik aktivitelerinin etkin bir şekilde inhibe edildiği ve buna bağlı olarak yıkım olaylarının azaldığı bildirilmektedir (McDonald 1981).

Mayaların özellikle formik asite karşı dirençli olduğu bu sebeple formik asit ilave edilerek hazırlanan silajların aerobik stabilitesinin silajda yüksek miktarda bulunabilen mayalardan dolayı zayıf olduğu ve aynı zamanda fermentasyon da sınırlanmış olduğu için böyle silajlarda çoğu zaman yüksek oranda rezidüel karbonhidrat kaldığı bildirilmektedir (Atwal 1985, Haigh ve ark 1987, Bolsen ve ark 1996a). Formik asit uygulamalarının silaj kalitesi ve verim değerleri üzerinde olumlu sonuçlar verdiğini bildiren çalışmaların (Atwal 1985, Setälä 1986, Haigh ve ark 1987) yanında etkili olmadığını bildiren çalışmalar da (Henderson ve ark 1972, Lindgren ve ark 1988) vardır.

Formik asit dışındaki diğer asitler pratikte çok az uygulama alanı bulmuşlardır. Genel olarak asitlerin yakıcı, aşındırıcı vb. etkilerinden dolayı kullanımlarının sınırlı kaldığı bildirilmektedir (Lindgren ve ark 1983, Bolsen ve ark 1996d, Coşkun ve ark 1997).

2.6.1.2. Diğer İnhibitörler

Bu grupta incelenen silaj katkıları (tablo 2.5) içinde diğerlerine göre en çok kullanım alanı bulanlar üre ve amonyaktır. Üre ve amonyak gibi NPN katkılarının fermentasyon boyunca bir tampon madde gibi hareket ederek kaliteli bir silaj için gerekli olan düşük pH, yüksek laktik asit miktarını temin ettikleri bildirilmektedir (Bolsen ve ark 1996a).

Amonyak ilavesi ile silaj pH'sının kısa süre içinde 8-9 dolaylarına yükseldiği ve amonyağın ve yüksek pH'nın kombine halde etkisi ile maya ve küf popülasyonunun azaldığı, aerobik stabilitenin ise arttığı bildirilmektedir. Amonyak ilavesi aynı zamanda laktik asit bakterisi sayısını azalttığı için bu durumun fermentasyon fazının başlamasını geciktirebildiği belirtilmektedir. Ancak başlangıç pH'sının yüksekliğine bağlı olarak uzayan fermentasyon fazının ileri dönemlerinde laktik ve asetik asitin miktarlarının zamanla arttığı bildirilmektedir (Li ve ark 1992, Bolsen ve ark 1996a,d). Yüksek başlangıç pH'sının aynı zamanda bitki proteazlarını inaktive ettiği ve bu durumun silajı yapılan yem materyalinin protein yıkımlanma oranını azalttığı bildirilmektedir (Bolsen ve ark 1996a).

Üre ve amonyak silajlara besin maddesi düzeyini artırmak amacıyla da katılabilir. Normal biçim zamanlarına göre geç biçilen ve biçimlerinin gecikmesine bağlı olarak daha düşük düzeyde sindirilebilir enerji ve ham protein içeren yem maddelerinin düşük besin maddeleri düzeyinin amonyak ilavesi ile artırılabilceği belirtilmektedir (Magno ve ark 1986, Moore ve ark 1985,1986). Amonyak ve üre ilavesi ile silo yemlerinin özellikle ham protein içeriklerinde artışlar sağlanabildiği ve ürenin bu amaçla en fazla % 0.5 düzeyinde kullanılabileceği belirtilmektedir (Coşkun ve ark 1997).

Kuru madde düzeyi %30'dan daha az olan silajlık materyallerde nem oranının yüksekliğine bağlı olarak Clostridiaların kolaylıkla üreyerek pH'yı yükseltebildikleri ve

bu durumda amonyak ve yüksek pH kombinasyonunun iyi sonuç vermediği belirtilmektedir (Kung ve ark 1984). Bu sebeplerle amonyak ve üre ilavelerinin en az %30 kuru madde içeren yem maddelerine uygulanmasının olumlu sonuçların alınabilmesi bakımından daha uygun olduğu bildirilmektedir (Kung ve ark 1984, Kılıç 1986). Yine uygulamalardan başarılı sonuçların alınabilmesi için ürenin silaj materyaline homojen bir şekilde karıştırılması ve katkı miktarının hayvanların sağlığı açısından total rasyonun %1'ini aşmaması gerektiği belirtilmektedir (Kılıç 1986).

Üre ve amonyağın silaj katkı maddesi olarak değişik şekillerde etkili olduğunu gösteren birçok çalışma (Kung ve ark 1984, Ilinds ve ark 1985, Moore ve ark 1985, Li ve ark 1992) mevcut olmasına karşın bunların silaj kalitesi ve besin maddeleri değerleri üzerine çok belirgin derecede olumlu etkileri olmadığı için günümüzde artık daha az kullanıldığı bildirilmektedir (Bolsen ve ark 1996a).

2.6.2. Stimülantlar

2.6.2.1. Enzimler

Enzimler bitki hücre duvarlarının ve sindirilemeyen komponentlerin yıkılmasında, özellikle selülozun sindirilmesinde oldukça etkindirler. Bu yıkılma sayesinde açığa çıkarılan ilave şekerin kullanılması ile fermentasyonun laktik asit fermentasyonu şeklinde gelişimi sağlanır ve daha kaliteli bir silaj elde edilmiş olur (Kung ve ark 1990, Bolsen ve ark 1996d).

Bu grupta yer alan ve kullanım alanı bulan spesifik enzimler amilaz, selülaz, hemiselülaz, pektinaz, proteaz ve ksilanazdır (tablo 2.5) (Lindgren ve ark 1983, Bolsen ve ark 1996a). Bunların çoğu enzimatik aktiviteye sahip olan mikrobiyel yan ürünlerdir (Bolsen ve ark 1996a).

Mikrobiyel inokulantlar laktik asit bakterilerinin sayısını artırarak substratın laktik asit üretimi için kullanılmasında etkili olurlar. Fakat substrat hazır kullanılabilir durumda değil ise fermentasyonun hızı ve pH düşüşü gecikir. Bu tür durumlarda ya bir substrat ya da enzim ilavesi gereklidir (Lindgren ve Dobrogosz 1990, Sheperd ve ark 1995).

Kesin olmamakla birlikte fibrolitik enzimlerin silajlarda iki türlü etkisinin olduğu bildirilmektedir. Bunlardan ilki prezervasyonu sağlamak amacıyla fermentasyon

için bitkilerdeki şekerin serbest kalması ile daha fazla substrat teminini sağlamaları, ikincisi ise selülozlu yapıları yıkarak ürünün sindirilebilirliğini artırmalarıdır (Chamberlain ve Robertson 1992).

Enzim uygulamalarında ortamın sıcaklığı ve pH'sının önemli olduğu belirtilmektedir. Enzimlerin 3.5-4 gibi düşük pH'larda çoğu zaman inaktive olabildikleri ya da yeterli düzeyde aktivite gösteremedikleri bildirilmektedir. Örneğin ortamda proteaz aktivitesinin söz konusu olduğu durumlarda selülazın etkisinin kısmen yok olabildiği belirtilmektedir. Silolama süresinin uzunluğu ve yemin nem düzeyi de enzimatik reaksiyon hızını etkilemektedir (Kung ve ark 1991b). Kung ve ark. (1991b) tarafından yapılan bir çalışmada hücre duvarı yıkımlayıcı enzimlerin düşük nem oranına sahip olan yem maddelerinde (%40 kuru madde), yüksek nem oranına sahip yem maddelerine göre (%20 kuru madde) daha az aktivite gösterdikleri belirtilmekte ve olgun olmayan bitkilerde olgunlara göre enzim aktivitelerinin daha fazla olduğu bildirilmektedir.

Enzimlerle yapılan çalışmalarda çoğunlukla olumlu sonuçlar alındığı ve enzim ilavelerinin silaj kalitesi (Hunt ve ark 1993), süt verimi ve bileşimi (Chamberlain ve Robertson 1992) ve sindirilebilirlik (Hristov 1993) üzerine etkili olduğu bildirilmektedir.

2.6.2.2. Substrat kaynakları

Bu grup altında incelenen bir çok silaj katkısı vardır (tablo 2.5). Ancak bir çoğu pratikte çok az uygulama alanı bulmuştur. Bunların en önemlileri şeker, melas ve tahıllardır (Lindgren ve ark 1983, Bolsen ve ark 1996a). Karbonhidrat bakımından yetersiz silaj materyallerinde fermentasyonun geliştirilmesinde kullanılan substratlardan laktik asit oluşumunda enerji kaynağı olarak yararlanılmaktadır (Lindgren ve ark 1983, Hinds ve ark 1985, Magno ve ark 1986, Heron ve ark 1988).

Bu grupta melas, şeker kaynağı olarak en yaygın kullanılandır. Özellikle kuru madde ve kolay eriyebilir karbonhidrat içerikleri düşük ürünlerin fermentasyonlarının iyileştirilmesi için etkin olan bir katkı maddesidir. Ancak melas uygulamalarından istenilen sonuçların alınabilmesi için melasın, silaj materyaline dışarıya sızıntısı oluşturmayacak şekilde ilave edilmesi gerektiği bildirilmektedir (Kılıç 1986, Bolsen ve

ark 1996a). Silolama şartlarına uyulmadan yapılan melas ilavelerinin olumlu sonuçlar vermediği ya da olumsuz sonuçlar verebildiği bildirilmektedir (Kılıç 1986). Tona 20-30 litre melas ilavesinin en az formik asit ilavesi kadar etkili olduğu bildirilmektedir (Bolsen ve ark 1996a).

Hinds ve ark (1985)'nin sorgum silajına mikrobiyel inokulant ve melas+üre karışımı ilave ederek yaptıkları bir çalışmada melas+üre karışımı ilave ederek hazırladıkları sorgum silajının inokulant katkılı silaja göre buzağı performansında daha iyi sonuç verdiği ve daha fazla canlı ağırlık kazancı ve daha fazla kuru madde tüketimi sağladığı tespit edilmiştir. Ancak silaj kalitesi özelliklerinin inokulant katkılı silaj grubunda melas+üre karışımı katkılı gruba göre daha iyi olduğu belirlenmiş ve melas+üre karışımı ilaveli grupta pH, total N ve $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u değerleri daha yüksek bulunmuştur.

Glikoz ve benzeri katkıların kuru madde ve kolay eriyebilir karbonhidrat düzeyi düşük silaj materyallerinde daha belirgin derecede etkiye sahip oldukları bildirilmektedir (Lindgren ve ark 1983, Seale ve ark 1986, Heron ve ark 1988). Heron ve ark (1988) bakteriyel inokulantların ve glikozun silaj kalitesi üzerine etkinliğini karşılaştırmalı olarak belirlemek amacıyla %15.3 düzeyinde kuru madde içeren çavdar otu silajına 20 g/kg düzeyinde glikoz ve değişik miktarlarda inokulant ilave ederek yaptıkları bir çalışmada en iyi sonuç inokulantlı gruptan alınmakla birlikte, glikoz ilavesinin de kontrol grubuna göre silaj kalitesi üzerine etkili olduğunu bildirmektedirler.

Öğütülmüş veya kırılmış tane yemler silajlık materyalin özelliğine göre % 4.5-10 arasında kullanılabilir (Kılıç 1986, Coşkun ve ark 1997). Lindgren ve ark (1983), %5 düzeyinde yonca içeren ot silajına 100 kg/ton miktarında arpa-yulaf karışımı (1:1 oranında) kullanarak yaptıkları bir çalışmada tane yem ilavesinin kontrole göre kuru madde kaybını %10 oranında azalttığını, maya ve mantar oluşumunu düşürdüğünü ve elde edilen silajın besin değerinin kontrole göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Diğer taraftan tane yemlerin nişasta gibi mikroorganizma enzimleri tarafından zor parçalanabilen karbonhidratları yüksek oranda içermelerinden dolayı silaj kalitesiyle ilgili arzu edilen sonuçları her zaman sağlamadığı da bildirilmektedir (Kılıç 1986).

2.6.2.3. Bakteriyel inokulantlar

Silaj yapımında son zamanlarda laktik asit bakterileri içeren ve bakteriyel inokulant ya da mikrobiyel inokulant olarak isimlendirilen bakteri kültürlerinden de silaj katkı maddesi olarak yoğun bir şekilde yararlanılmaktadır. Canlı laktik asit bakterileri içeren bu katkıları biyoteknolojik silaj katkıları olarak kabul edilmektedir (Pahlow 1989).

2.6.2.3.A. Bakteriyel inokulantların tarihçesi

Bakteriyel inokulant kullanımı ile silaj kalitesinin geliştirilmesi silaj yapımında son yılların en güncel konuları arasında yer almaktadır (Pahlow 1984b, Pahlow ve Zimmer 1985, Bolsen ve ark 1996d). Laktik asit bakterilerinin 20. yüzyıl başlarında önce Fransa'da daha sonrada yaygın olarak Almanya'da inokulant olarak kullanımı gündeme gelmiş ve zamanla kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Bilinen ilk laktik asit bakteri kültürünün kullanımı 20. yüzyıl başlarında Fransa'da şeker pancarı posasının silajı ile başlamıştır. Laktik asit bakterileri ile yapılan ilk denemeler genellikle başarısızlıkla sonuçlanmıştır (Bolsen ve ark 1996a). Bu başarısızlığın nedenleri ;

- 1- Kullanılan laktik asit bakteri türlerinin silaj şartlarına uygun olmaması,
- 2- Kullanılan laktik asit bakterilerinin yeterli canlılık ve aktiviteye sahip olmamaları olarak belirtilmektedir (Spoelstra 1991, Bolsen ve ark 1996a).

Laktik asit bakterilerinin silaj katkı maddesi olarak kullanılmasının mikrobiyolojik açıdan etrafıca ele alınması 1978'li yıllarda başlamış ve takip eden yıllarda bu araştırmalar derinleştirilmiştir. Silaj materyallerinin sahip olduğu doğal mikroorganizma sayısı ve bileşiminin silaj katkısı olarak kullanılan kültürler üzerine olan etkilerinin önemi son zamanlarda sistematik olarak ortaya konulmuştur. İnokulant katkılarının kullanımının gelişimi sürecinde daha sonraları mikroorganizma kültürlerinin sağladığı fermentasyon özelliklerinin, yemin özelliğine ve uygulanan silaj tekniğine göre değiştiği belirlenmiş ve optimale yakın silaj şartları 1980' li yıllarda ortaya konulmuştur.

Uzun yıllardan beri silaj katkı maddesi olarak kullanılan fermente edici asitler ve diğer kimyasal maddelerin yanında son yıllarda özellikle mikroorganizma kültürleri silaj katkı maddesi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu amaçla anaerobik şartlarda

üreyebilen ve silaj oluşumu sürecinde özellikle 1. fazda önemli olan ve laktik asit oluşturan bakteriler kullanılmaktadır (Pahlow 1984a, Pahlow ve Zimmer 1985, Seale 1986). Silaj laktik asit bakteri sayısını artıran laktik asit bakterisi ilaveleri silajda hem yüksek miktarda laktik asit oluşumu ve hızlı pH düşüşü sağlar hem de bütirik ve asetik asit üreten bakterilerin üremesini azaltır (Seale 1986, Kamphues 1996). İnokulantlar tarafından silajda istenmeyen mikroorganizma sayılarının azaltılmasına paralel olarak istenmeyen mikroorganizmalar tarafından silaj besin maddelerinin kullanımının da en aza indirildiği bildirilmektedir (Kamphues 1996).

Son yıllarda gelişen modern teknoloji inokulantlarda kullanılan bakteriyel kültürlerin ticari önemini arttırmıştır. Ancak buna rağmen halen endüstriyel olarak üretilen ve büyük ölçüde standardize edilen bu bakteri ürünlerinin kıyaslanabileceği literatür sayısı sınırlıdır. Son zamanlarda mikrobiyolojik gelişmelere paralel olarak sektördeki teknik gelişmeler mikrobiyel silaj katkı maddelerinin başarılı bir şekilde kullanılmalarını sağlamaktadır. Daha uygun bakteriyel inokulant türlerini belirlemek için çalışmaların devam ettiği ve şu an için uygunluklarından dolayı *Lactobacillus* ve *Pediococcus* türlerinin inokulantlarda spesifik olarak kullanıldığı bildirilmektedir (Pahlow ve Honig 1986).

Mikroorganizma kültürlerinin; belli oranda neme sahip, şeker bakımından fakir yemlerin silajının yapılması için uygun olduğu belirtilmektedir (Honig ve Pahlow 1986, Kamphues 1996). İnokulantların mısır, sorgum ve özellikle yonca silajlarında etkili olduğu bildirilmektedir (Hinds ve ark 1985, Haigh ve ark 1987, Kamphues 1996). Bakteriyel inokulantların silaj kalitesini; pH'yı düşürerek, laktik asit/asetik oranını, havaya karşı dayanıklılığı (aerobik stabilite) artırarak, amonyak nitrojenini ve kuru madde kaybını azaltarak iyileştirdiği bildirilmektedir (Hinds ve ark 1985, Weissbach ve Köller 1986, Haigh ve ark 1987, Kung ve ark 1991a, Bolsen ve ark 1996d, Henderson 1986b). Yine inokulantların yeterli miktarda şeker içeren silaj materyallerinde genellikle kendiliğinden oluşan laktik asit fermentasyonunun düzeyi ve etkinliğini artırdığı ve çabuklaştırdığı bildirilmektedir. Bu sözkonusu mikroorganizma katkıları sayesinde silajda fermentasyon gazı oluşumunun, protein yıkılımının (kaybının) ve oksijen ile temas halinde dayanıksızlık olaylarının azaldığı bildirilmektedir (Pahlow 1984a, Pahlow ve Honig 1986).

2.6.2.3.B. Bakteriyel inokulant olarak kullanılan bakteri ve bakteri kültürlerinin özellikleri

Silaj katkı maddesi olarak kullanılacak bakteriyel inokulant kültürlerinin özellikleri birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (McDonald 1981, Seale 1986, Pahlow ve Honig 1986, Bolsen ve ark 1996d). Buna göre seçilecek mikroorganizma kültürleri aşağıda belirtilen kimyasal, mikrobiyolojik özellikleri taşımalı ve verim performanslarını olumlu yönde etkilemelidir. Pahlow ve Honig (1986)'e göre inokulantlar;

- Kendileri yıkımlanmadan hızlı bir pH düşüşü ile pH değerini 4'ün altına indirmeli, iyi bir final pH düzeyi ve asidite sağlamalıdır
- Oksijen varlığında da kuvvetli asit oluşturma özelliğine sahip olmalıdırlar
- Homofermentatif fermentasyon sağlamalıdır.
- Kolay çözünebilir karbonhidratları ve depo karbonhidratları fermente edebilecek şekilde geniş bir fermentasyon spektrumuna sahip olmalıdırlar.
- Hızlı çoğalma ve yüksek dayanıklılık özellikleri göstermelidirler.
- Etkili ve hızlı laktik asit üretimi oluşturmali, bütirik asit, $\text{NH}_3\text{-N}$ ve aminoasit-nitrojeni miktarlarını azaltmalıdırlar
- Sıcaklığa karşı toleransları 5-50 C° arasında olmalıdır
- Kuru maddesi yüksek silajlarda çoğalabilmeleri için osmo-toleransa sahip olmalıdırlar
- Proteolitik aktiviteleri çok düşük olmalıdır.
- Früktozdan mannitol, sakkarozdan dekstrin vb.leri oluşturmamalıdırlar
- Selüloz ve hemiselülozu parçalayıcı aktivite göstermelidirler
- Fajlara karşı dayanıklı olmalıdırlar
- Fermentasyon üzerinde bozucu özellik gösteren mantarlar ve heterofermentatif bakteriler üzerine sınırlayıcı etkileri olmalı ya da gelişmelerini engellemelidirler
- Genetik olarak dayanıklı olmalıdırlar
- Uzun süre dayanıklılıklarını koruyabilmelidirler
- Piyasada kolay bulunabilmelidirler

Seale (1986) ve Bolsen ve ark (1996d) tarafından da bu görüşleri destekler bilgiler verilmiştir.

Bir bakteriyel inokulantın sahip olduğu mikrobiyolojik etkileri gösterip gösteremediğinin belirlenebilmesi ve inokulant hakkında bir karar verilebilmesi ancak silajdaki laktobacillus, clostridia, coliform ve mantar sayılarının tespiti ile mümkün olur. Bir bakteriyel katkının arzu edilen mikrobiyolojik gelişme ve etkileşimleri gösterebilmesi için silonun kapalı kalma süresinin en az 100 gün olması gerektiği bildirilmektedir (Seale 1986).

2.6.2.3.C. Bakteriyel inokulantların uygulama şekilleri ve kullanım düzeyleri

Biyolojik silaj katkı maddelerinin (inokulantlar) kullanımında başarılı sonuçlar alabilmek ve daha kaliteli bir silaj elde edebilmek için bazı kurallara uyulması gerektiği belirtilmektedir. Bu kurallar (Pahlow 1989):

- Yapılan silaja uygun preparat seçilmeli ve uygun doz kullanılmalıdır.
- Bu preparatlar itinalı bir şekilde muhafaza edilmeli ve uygulanmalıdır.
- Silolama tekniklerine uyulmalı ve özellikle silajın kapatılmasına özen gösterilmelidir.

Silajın hazırlanması sırasında silaj katkı maddesi olarak mikrobiyel inokulant kullanılırken doz uygulamasının itinalı yapılmasının ve bakterilerin silaj materyaline homojen bir dağılımının sağlanmasının elde edilecek sonuçlar bakımından çok önemli olduğu bildirilmektedir (Spoelstra ve Hindle 1986, Kamphues 1996).

Mikroorganizma kültürleri, silaj materyallerine ya tanecikli (granül-toz) formda ya da liyofilize formları suda süspanse edildikten sonra kullanılırlar (Haigh ve ark 1987, Kamphues 1996). Çoğunlukla silaj materyali için sıvı uygulama şekli daha uygundur ve homojen bir şekilde silaj materyaline uygulanmalıdır (Pahlow 1989). Toz halde ilave edildiklerinde sıvı olana göre bitki yüzeyinde dağılımları daha az olduğundan ve aktiviteleri azaldığından sıvı uygulamalar homojen bir karışım için tercih edilmelidir. (Haigh ve ark 1987). Ancak toz halindeki inokulantların çoğunlukla silajlık materyal biçilirken tarlada da ilave edilebilme özellikleri vardır. Örneğin granül halinde bir mikrobiyel inokulant preparatı olan Pioneer 1177 silaj biçme makinasına veya biçilen silajın koyulduğu taşıma aracına ilave edilen bir doz aleti vasıtasıyla silaj materyaline homojen bir şekilde karıştırılabilmektedir (Pahlow 1989).

Tek başına *Lactobacillus plantarum* içeren inokulant preparatları hariç tutulursa birden fazla mikroorganizma içeren inokulant preparatlarının kullanımda tercih edildiği ve mikrobiyel inokulantlar ile her gram silaja ilave edilecek mikroorganizma sayısının önemli olduğu bildirilmektedir. Ancak mikroorganizma kültürlerinin aktivitelerinin (pH'yı düşürme hızı ve birim zamanda üretilen laktik asit oranı gibi) eklenmesi gereken bakteri miktarlarından daha önemli olduğu belirtilmektedir (Seale 1986).

Bakteriyel inokulantların silaj katkı maddesi olarak değişik düzeylerde kullanılabildiği bildirilmektedir. Mikrobiyel inokulant kullanımından etkin bir cevabın alınabilmesi için uygulamanın en az 10^5 cfu/g/yem miktarında olması gerektiği (Harrison ve ark 1989, Bolsen ve ark 1996d, Kamphues 1996) belirtilmekle birlikte inokulantların en az 10^6 cfu/g/yem miktarında (Seale 1986, Pahlow 1986, Castle 1986) kullanılması tavsiye edilmektedir. Belirtilen düzeylerde kullanılmaları halinde inokulant uygulamalarının hem silaj kalitesini ve hem de buna bağlı olarak hayvansal verimleri artırdığı ve inokulantların bu yöndeki etkilerinin diğer katkılardan daha belirgin olduğu tespit edilmiştir (Luther 1986, Schaefer ve ark 1989, Cleale ve ark 1990, Bolsen ve ark 1992d, Emanuele ve ark 1992, Kung ve ark 1993).

Her gram çavdar otu silajına 2×10^4 den 1×10^7 düzeyine kadar yapılan inokulasyonların fermentasyon boyunca pH'yı ve $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u oranını düşürdüğü, laktik asit miktarını artırdığı bildirilmektedir (Rooke ve ark 1985).

Harrison ve ark (1989)'nın 4-6 kg'lık silolarda % 28 kuru madde içeren yonca silajına 10^3 , 10^5 , 10^6 cfu/g/yem düzeylerinde laktik asit bakterisi ilavesi ile yaptıkları bir çalışmada özellikle 10^5 ve 10^6 laktik asit bakterisi/g/yem düzeyinde yapılan inokulasyonun; pH'da ve $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u miktarında önemli düzeyde azalma ($P<0.05$), in vitro kuru madde ve Asid Deterjan Fiber (ADF) sindirilebilirliğinde önemli düzeyde ($P<0.05$) artış tespit edilmiştir. Aynı çalışmada (Harrison ve ark 1989) 57 günlük inkubasyon sonunda laktik asit bakterisi ilavesinin kuru madde sindirilebilirliğini %8-14, ADF sindirilebilirliğini ise %16-27 oranında artırdığı belirlenmiştir.

Şimdiye kadar üretilen ticari bakteriyel inokulant preparatları her gramında ortalama 10^{10} ile 10^{11} dolayında laktik asit bakterisi içermektedir. Mikrobiyel preparatlarda tavsiye edilen doz miktarı her ton taze silaj materyali için 2 g ile 2 kg

arasında değişmekte olup bu da her gram silaj materyali için $7,5 \times 10^4$ ile $2,5 \times 10^6$ laktik asit bakterisi demektir (Pahlow ve Honig 1986)(tablo 2.6).

Tablo 2.6, Silaj katkı maddesi olarak kullanılan bazı inokulant preparatlarının bileşimi, mikroorganizma sayıları ve tavsiye edilen miktarları

Ürün	Mikrobiyel bileşim	Beyan edilen mik.org. sayısı(cfu/g/inok. preparatı)	Mik.org. sayısı (cfu /g silaj)	Tavsiye edilen doz (g/ton)
A	Lb. plantarum	5.0×10^{10}	1.0×10^5	2
B	Str. faecium,			
	Lb. plantarum, Ped. sp.	$1,5 \times 10^{10}$	$7,5 \times 10^4$	25
C	Lb. plantarum	$2,5 \times 10^{11}$	$2,5 \times 10^6$	10
D	Lb. plantarum, Str. faecium	bilgi yok	bilgi yok	500
E	Lb. plantarum, Lb. casei	bilgi yok	$1,0 \times 10^6$	2000

Lb.= Lactobacillus, Str.= Streptococcus, Ped.= Pediococcus

Mikrobiyel inokulantların tavsiye edilen miktarların üzerinde kullanılmasının etkisiz olduğu bildirilmektedir. Bu konuda yapılan bir çalışmada (Bolsen ve ark 1992d), $1,70 \times 10^5$ cfu/g/yem miktarında tavsiye edilen bir ticari bakteriyel inokulant preparatı (Biotal) mısır silajına 5-10 misli artırılarak uygulanmış, ancak bu uygulamanın fermentasyon etkinliği ve hızına önemli bir etki yapmadığı belirlenmiştir. Yine çavdar otu silajında yapılan benzer bir çalışmada (Heron ve ark 1988) Lactobacillus plantarum ve Pediococcus acidilactici'den oluşan bir inokulantın 10^6 mikroorganizma/g/yem düzeyinin üzerinde kullanılmasının bir fayda sağlamadığı bildirilmektedir.

Mikrobiyel inokulantların bugüne kadar kullanılan miktarlarının silaj kalitesi için yeterli olduğu ve mikrobiyel inokulant ilavesiyle elde edilen silajdaki mikroorganizma düzeylerinin hayvanlar için zararlı olmayacak miktarlarda olduğu belirtilmektedir (Pahlow ve Honig 1986).

2.6.2.3.D. Bakteriyel inokulant preparatlarının bileşimi

Ticari inokulant preparatlarında bugüne kadar kullanılan mikroorganizma türlerinin bütün özelliklerini belirlemek tam olarak mümkün olmamıştır. Bugüne kadar çoğunluğu Amerika Birleşik Devletleri ve İskandinav kökenli yaklaşık 125 adet preparatın incelenmesinde, bunların içerdikleri mikroorganizmalar itibarıyla bir sınıflandırmaya tabi tutmanın güç olduğu belirtilmektedir. (Wilkinson 1985, Bolsen ve Heidker 1985). Buna rağmen piyasada bulunan birçok ticari mikrobiyel inokulant

preparatında tablo 2.7'de de görülebileceği gibi çoğunlukla lactobacillus türlerinin kullanıldığı görülmektedir (Weissbach ve Köller 1986, Bolsen ve ark 1996c).

Bugüne kadar Laktobakteri familyasından Lactobacillus, Pediococcus ve Streptococcus cinsine bağlı 18 tür silaj katkı maddesi olarak mikroorganizma kültürlerinde sıkça kullanılmıştır. Bunların içinden de tablo 2.8'de görülebileceği gibi 3 cinse bağlı 10 tür, tabloda belirtilen oranlarda ticari preparatlarda yer almaktadır. Tablodaki bilgilere göre en fazla kullanılan tür Laktobacillus plantarum'dur ve tek başına ya da diğer türlerle birlikte kullanılmıştır (Wilkinson 1985, Bolsen ve Heidker 1985).

Laktik asit bakterileri, proteolitik aktivite göstermemeleri, ortam sıcaklığında heksosları hızlı bir şekilde fermentasyona uğratabilmeleri, silaj için kullanılan türlerinin canlılık ve dayanıklılıklarının uzun oluşundan dolayı tercih edilirler (Seale 1986). Hiç bir bakterinin tek başına silaj kalitesi için arzu edilen tüm özellikleri tam olarak sağlayamadığı bildirilmesine rağmen özellikle laktobakterilerin bazı türlerinin sıcak iklimlerde emin bir şekilde tek başına kullanılabileceği de belirtilmektedir (Pahlow ve Honig 1986).

Tablo 2.7. Piyasada kullanılan bazı ticari mikrobiyel inokulant preparatları ve içerdikleri mikroorganizma türleri

Ticari Preparat İsmi	Mikroorganizma Türü
Lallemand	Lb. plantarum, Ped. acidilactici
Biomate	Lb. plantarum, Ped. cerevisiae
Ecosyl	Lb. plantarum
Sil All	Lb. plantarum, Ped. acidilactici, Str. faecium
Biotall	Lb. plantarum, Ped. pentosaceus
Bio Power	Str. faecium, Lb. plantarum
Quest	Lb. plantarum
Kem Lac	Lb. plantarum, Lb. bulgaricus, Lb. acidophilus
AgMaster	Lb. plantarum, Ped. acidilactici
SSHK 76	Str. durans
Lacticil	Str. faecium
Microsil	Str. faecium, Lb. plantarum, Lb. casei, Pediococcus sp.
Kofasil lac.	Str. faecium, Lb. plantarum, Lb. acidophilus
Biomax SI	Lb. plantarum
Siron	Lb. plantarum, Lb. casei
Pioneer 1174	Lb. plantarum, Str. faecium
Trilac	Lb. plantarum, Ped. acidilactici
H/MF	Lb. plantarum, Str. faecium, Ped. sp.
SI Concentrate	Lb. plantarum, Lb. brevis, Ped. acidilactici, Str. cremoris, Str. diacetylactis

Lb. : Lactobacillus, Str. : Streptococcus, Ped: Pediococcus

Tablo 2.8. Silaj katkı maddesi olarak mikroorganizma kültürlerinde en çok kullanılan laktobakteri türleri ve oranları

Mikroorganizma türü	Kullanılma Oranı, %
Lactobacillus plantarum	61
Lactobacillus acidophilus	23
Pediococcus acidilactici	19
Lactobacillus brevis	16
Streptococcus cremoris	14
Streptococcus diacetylactis	13
Streptococcus faecium	11
Lactobacillus lactis	6
Lactobacillus bulgaricus	5
Streptococcus lactis	4

Lactobacillus plantarum'un iyi bir yayılma özelliğine (Pahlow ve Honig 1986, Bolsen ve ark 1996d) sahip olmasından silaj yapımında kullanılabilecek en uygun bakteri türü olduğu ve ticari inokulantlarda da mutlaka bulunması gerektiği belirtilmektedir (Pahlow 1986,1989, Pahlow ve Honig 1986, Bolsen ve ark 1992a,c). Her ne kadar Lactobacillus plantarum istenen pek çok özelliği bir arada taşısa da silaj ortamında pH 5'in altına düşünceye kadar çok yavaş bir laktik asit üretimi oluşturmaktadır. Bu yüzden bazı ticari inokulantlar Pediococcus ve/veya Streptococcus gibi pH=5-6,5 arasında aktif olan ve fermentasyon fazının ilk aşamalarında etkinliği sağlayabilen bakterileri de içermektedir (Henderson 1986a). Bunun yanında Lactobacillus plantarum depolama süresince canlılığını diğer bazı türlere göre daha kolay kaybedebildiğinden ilk kullanma miktarlarının bu kayıpları karşılayacak düzeyde olması gerektiği bildirilmektedir. Lactobacillus plantarum'un bu olumsuzluğunu giderebilmek için Pediococcus cinsine bağlı türlerin inokulantlara ilavesi ile inokulantların ömrünün uzatılabileceği belirtilmektedir (Pahlow 1986).

Silaj katkı maddesi olarak ticari inokulantlarda sık kullanılan Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus lactis, Lactobacillus bulgaricus, Streptococcus cremoris, Streptococcus diacetylactis ve Streptococcus lactis gibi lactobacillus türleri aynı zamanda süt endüstrisinde tereyağı, peynir, yoğurt ve asidifiye süt gibi ürünlerde uzun süre dayanıklılığı ve hoş tad ve aromayı kazandırmak amacıyla da kullanılmaktadır (Lindgren ve Clevström 1978, Pahlow ve Honig 1986). Laktik asit bakterilerinin arzu edilen etkilerinin fermentasyon aşamalarında oluşan dissosiye olmamış (ayrışmamış)

organik asitlerden kaynaklandığı belirtilmektedir. Bunun yanında diğer mekanizmalardan da söz etmek mümkündür. Örneğin katalaz aktivitesi olmayan bazı laktik asit bakterileri toksik düzeyde H_2O_2 üretebilirler. Laktik asit bakterilerinin gelişimi aynı ortamda bulunmaları halinde bozulmaya sebep olan *Staphylacoccus aureus*'un gelişimi için esansiyel olan büyüme faktörlerinin eksikliğine neden olabilir ve *Staph. aureus*' un gelişimi inhibe edilir (Lindgren ve Clevström 1978).

Lactobacillus plantarum, *Pediococcus acidilactici*, *Streptococcus faecium* gibi türler ticari inokulantlarda çoğunlukla kombine olarak bulunur (Pahlow ve Honig 1986). Özellikle *Pediococcus acidilactici* ve *Lactobacillus plantarum* karışımının fermentasyon için en iyi starter kültür karışımı olduğu ifade edilmektedir (Seale 1986). Bazen bir tür belirgin bir özelliğinden dolayı tek başına veya kombine olarak preparatlarda yer alabilir. Ot früktozanını değerlendirme yeteneğinden dolayı *Lactobacillus casei* buna örnek gösterilebilir (Pahlow ve Honig 1986).

Lactobacillus brevis'in heterofermentatif fermentasyon oluşturma özelliğinden dolayı mikrobiyel silaj katkısı olarak kullanılmasının uygun olmadığı (Pahlow ve Honig 1986) bildirilmesine rağmen bazı bakteriyel inokulant kültürlerinde (Wilkinson 1985, Bolsen ve Heidker 1985) yer alabilmektedir.

Mikrobiyel katkılar sadece bakterileri (Kung ve ark 1987, Sanderson 1993) içeren preparatlar şeklinde üretilebildiği gibi son yıllarda selüloz gibi bazı enzimlerle kombine halde de kullanılabilmektedir (Kung ve ark 1992).

2.6.2.3.E. Mikroorganizma preparatlarının ticari formları ve aktiviteleri

*Lactobacillus*ların çoğaltılması temeline dayanan mikroorganizma kültürleri genellikle kurutulmuş, yüksek derecede konsantre edilmiş formda preparatlar şeklinde piyasaya sürülmektedir. Mikrobiyel inokulant preparatının kaliteli olarak değerlendirilebilmesi için bileşiminin sabit olması ve preparatta kullanılan bakterilerin üretiminin kolaylıkla yapılabilmesi gerekir. Preparatlar geniş ve hızlı bir aktivite gücüne sahip olmalı ve bu aktivite kullanıcıya kadar devam ederek silaj materyalinde de etkisini gösterebilmelidir. Bunun için taşıma ve depolamada soğuk zincir uygulanmalıdır. Mikrobiyel inokulant preparatlarının son kullanma tarihinden önce

kullanılmaya başlanması ve bir hafta içinde kullanılarak bitirilmesi gerektiği bildirilmektedir.

Preparatları oluşturan mikroorganizma kültürleri canlı olduklarından dolayı aktivitelerini koruyabilmeleri için serin yerlerde tutulmaları gereklidir. Pratik olarak -20 °C'nin altında değişikliğe uğramazlarken +20 °C'nin üzerinde hızla aktivitelerini kaybetmeye başlarlar. Aktiviteleri - 20 °C'de en yüksek olan bu bakteriyel kültürler, +20 °C'de en fazla 6-8 ay kadar saklanabilirler. Bu preparatlar ya dondurulup kurutularak ya da taşıyıcı bir maddeye bakteri konsantrelerinin karıştırılması şeklinde üretilmektedir. Dondurulup kurutulan preparatlar genellikle 100 g'dan daha az ürünler halinde piyasaya sunulur ve bunlar için en iyi muhafaza yeri derin donduruculardır. Taşıyıcı madde ile birlikte kullanılanlar ise bir kg'lık paketler halinde kullanıma sunulmaktadır. Bunlar serin yerlerde saklanmalı ve üzerleri kullanıma kadar herhangi birşeyle örtülmemelidir. Taşıyıcı materyalleri zararlı mikroorganizmalar tarafından enfekte olabileceğinden karışımların hazırlanmasında bir önceki yılın taşıyıcı maddelerinin kullanılmaması çok önemlidir.

Preparatların saklanması saklama şartlarına uyulmazsa öncelikle en fazla laktobacillus oranı azalırken, Streptococcus türlerinin uygunsuz saklama şartlarına dayanma gücü daha fazladır. Oda ısısında 6 ay boyunca depolanan bir kombine preparatta Streptococcus miktarının hiç değişmeden kaldığı buna karşın preparatın her gramındaki laktobacillus miktarının 2×10^{10} dan 6×10^7 'ye düştüğü, ve bu azalmaya paralel olarak preparattaki laktobacillus türlerinin oranının %0.5 gibi çok düşük bir orana ineildiği belirtilmektedir. Ticari preparatlardaki mikroorganizma kültürlerinin mikrobiyolojik olarak aktivite testlerinde çoğunlukla sadece laktik asit bakterilerinin toplam sayısı belirlenmekte ve üretici firma tarafından belirlenen en az toplam laktik asit bakterisi sayısına göre garanti verilmektedir. Ancak toplam mikroorganizma içinde laktobacillusların oranının düşük olabileceği unutulmamalıdır. Zaten istenilen düzeyde laktobacillus içermediğinden böyle bir preparat hızlı bir fermentasyon oluşturmaz (Pahlow ve Honig 1986).

2.6.2.3.F. Doğal mikroorganizma içeriğinin mikrobiyel inokulantlar üzerine etkileri

Silodaki fermentasyon olaylarının özel seçilmiş bir fermentasyon kültürü ile yoğun inokulasyon yapılarak yönlendirilmesi kaliteli silaj elde etme şansını artırır. Ancak mikrobiyel silaj katkı maddelerinin başarılı olabilmesi ve arzu edilen hızlı fermentasyonu sağlayabilmesinde kullanılan bakteriyel katkılar kadar bitkilerin sahip olduğu doğal mikroorganizma popülasyonu da çok önemli rol oynamaktadır (Zimmer 1971).

Bitkilerin sahip olduğu doğal mikroorganizma popülasyonları sayı ve bileşim olarak oldukça değişkendir ve yem maddesinin; türü, nem ve kuru madde oranı, biçimin yapıldığı hava şartları, taşınma, pörsüme uygulanıp uygulanmaması ve biçim tekniğine göre oldukça değişiklik gösterir (Kılıç 1986, Bolsen ve ark 1996a). Çeşitli çalışmalar sonucunda biçimde ya da biçimi takiben bitki materyalinin ufak parçalar halinde doğranmasının mikroflora sayısının ve özellikle laktik asit bakterileri popülasyonunun artmasına neden olduğu tespit edilmiştir (Spoelstra ve Hindle 1986, Heron ve ark 1988, Lin ve ark 1992, Bolsen ve ark 1996a). Aynı şekilde aşırı olmamak şartı ile pörsüme uygulamalarının da laktik asit bakteri popülasyonunda önemli ölçüde artış sağladığı belirtilmektedir (Haigh ve Parker 1985, Lindgren ve ark 1985, Honig 1986b). Mikroorganizma içeren katkı uygulamaları ile silaj mikroorganizma miktarları ve özellikle silajdaki başlangıç laktik asit bakterilerinin miktarı önemli miktarda artırılmış olmaktadır (Pahlow ve Honig 1986).

Laktik asit bakterilerinin toplam bitki florası içindeki oranının çok düşük olduğu bildirilmektedir. Toplam doğal flora içinde laktik asit bakterilerinin oranının sadece %5 düzeyinde kaldığı (Pahlow 1989) ve doğal florada mevcut laktik asit bakterisi türleri içinde de silaj için iyi niteliklere sahip olanların çok az olduğu belirtilmektedir (Kılıç 1986, Pahlow 1989).

Laktik asit bakterisi sayılarının geniş bir dağılım gösterdiği ve taze çayır otunun her gramında 7×10^2 - 7×10^5 , her gram silajlık mısırdaki ise 3×10^2 - 7×10^5 arasında olduğu bildirilmektedir. Her gram yeşil ottaki toplam laktik asit bakterisi sayısının ısı, radyasyon ve nemliliğe bağlı olarak 1×10^5 - 1×10^6 mikroorganizma arasında değiştiği ve

bu bakterilerin ancak yarısının prensip olarak silaja elverişli türlerden oluştuğu belirtilmektedir (Pahlow ve Honig 1986).

Yetersiz düzeyde şeker varlığında ve yüksek düzeyde doğal floraya sahip olma durumlarında her gram silaj için 10^4 - 10^6 arasında yapılan inokulasyon miktarı bazı istisnai hallerde doğal florada varolan laktobakteri düzeylerinin altında kalabilir. Örneğin mısırdan olgunluk durumuna bağlı olarak doğal mikroorganizma florası diğer yemlik bitkilere göre oldukça yüksek olduğundan mısır silajı için daha yüksek düzeyde inokulant kültürü kullanımı tavsiye edilmektedir. Bu sebeple inokulant suşlarının doğal flora üzerinde süratli bir şekilde etkili olabilmesi için doğal floradan oldukça fazla miktarda eklenmeleri gerektiği bildirilmektedir (Pahlow ve Honig 1986). Bugüne kadar elde edilen tecrübelerle göre başlangıçta doğal olarak var olan bakteri miktarını yaklaşık 10 kat artıran bir bakteri ilavesinin başarılı sonuçlar verdiği ve;

- Fermentasyon sırasında gazla oluşan kayıpları yaklaşık % 40-50 oranında düşürdüğü,

- Laktik asit oluşumunu 2 katına kadar artırarak pH'nın hızla düşmesini sağlarken asetik asit miktarını azalttığı,

- Proteinin yıkımlanmasını ve $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u miktarını uygun düzeylere indirdiği bildirilmektedir (Pahlow 1989).

Tabii halinde en az %3 şeker ve doğal florasında yaklaşık 10^4 laktobakteri /g/yem miktarında mikroorganizma içeren bir yem materyalinin her gramına 10^5 miktarında mikroorganizma kültürü ilavesi ile fermentasyonda etkili laktik asit bakteri türlerinin oranının % 90'a kadar çıktığı bildirilmektedir. Genel olarak her gramında 10^5 miktarında laktik asit bakterisi içeren bir yemde uygulanan inokulasyonun tür spektrumu pratik olarak etkisiz kalır.

Belirtilen sebeplerle bakteriyel inokulant uygulamalarında her gram yem için 10^5 - 10^7 mikroorganizma düzeyinde bir standart değerin göz önünde bulundurulması gerektiği ve bu değerin gerektiğinde 10^{10} kadar yükseltilmesinin çok daha olumlu sonuçlar verebileceği bildirilmektedir (Pahlow ve Honig 1986).

2.6.2.3.G. İnokulasyon faktör

İnokulant etkinliğinin değerlendirilmesinde inokulasyon faktör (IF)'den yararlanılmaktadır. Tam bir değeri ifade etmeyen bu faktör bir oran olup aşağıdaki şekilde formüle edilir :

$$\text{İnokulasyon Faktör (IF)} = \frac{\text{İnokulantlı ürünlerdeki laktik asit bakteri sayısı}}{\text{İnokulantsız ürünlerdeki laktik asit bakteri sayısı}}$$

Bu faktörün bitkilerin doğal florasında bulunan mikroorganizmalar tayin edildiğinde inokulantın etkinliğinin belirlenmesinde kullanılabileceği, inokulantın sınıflandırılması ve potansiyeli hakkında bilgi edinilmesinde kullanılabileceği belirtilmektedir (Pahlow 1986). Silaja inokulant ilavesi özellikle verim performanslarını artırmak amacıyla yapılıyorsa silaj hayvanlara verilmeden önce silajın verimler üzerine etkinliği hakkında bu faktör yardımı ile bilgi edinilebileceği bildirilmektedir (Bolsen ve ark 1996a). Bu konuda yapılan 78 farklı çalışma irdelendiğinde, çalışmaların büyük bir bölümünde (%40) inokulasyon faktörünün 6.3 olduğu görülmektedir (Pahlow 1986).

2.6.2.3.H. Mikrobiyel inokulantların istenmeyen bazı aerob mikroorganizmalar üzerine etkileri

Mikrobiyel silaj katkı maddelerinin yeterli miktarda şeker içeren yemlerde silaj kalitesini artırabildiği, oksijenin olumsuz etkisini azalttığı ve buna bağlı olarak istenmeyen mikroorganizmaların çoğalmasını durdurduğu bildirilmektedir (Pahlow 1984a, Pahlow ve Zimmer 1985).

Silonun doldurulması, sıkıştırılması ve kapatılması sırasında gerekli özenin gösterilmemesi sonucunda siloda oksijen kalabileceği gibi silajın alınması sırasında da zorunlu olarak hava ile temas söz konusu olmaktadır. Bu sebeplere bağlı olarak oksijen silajın derin katmanlarına kadar sızabilmektedir. Böyle durumlarda silaj yemin değişik yerlerinde önemli miktarda aerobik bozulma meydana gelebileceği ve bu bozulmanın mikroorganizma kültürleri vasıtasıyla belli ölçülerde giderilebileceği belirtilmektedir. İnokulasyonla sağlanan bu iyileşmenin fermentasyonu olumsuz etkileyerek silaj kalitesini düşüren mayalara karşı ancak sınırlı ölçülerde etkili olabildiği

bildirilmektedir. Çünkü mayalar laktobakterilerle yarışmak zorunda olmalarına rağmen yüksek miktarda hava varlığında artan miktardaki aerobik asit yıkımlanmalarından kazandıkları enerjiyi hem içerden dışarıya doğru yönlendirilmiş olan savunma sistemleri hem de çoğalmaları için kullanabilirler. Bir kısım mayalar şeker yetersizliğinde laktik asit ve diğer organik asitleri kullanarak enerji ihtiyaçlarını karşılayabilmektedirler (Pahlow ve Honig 1986).

Mikrobiyel inokulant uygulamalarıyla zararlı mayaların sayılarının mayalar için kritik eşik değer olan 10^5 mikroorganizma/g/silaj düzeyinde sınırlandırılması ile mikrobiyel kültür uygulanmış silajlarda uygulanmamışlara göre silajların dayanıklılığı önemli derecede uzatılabilir. Oksijenin mayaların üremesi üzerine kolaylaştırıcı etkileri mikrobiyel kültürlerle sınırlı düzeylerde yok edilebildiğinden silaj yapımında uygulanacak iyi bir silaj tekniği ile oksijen düzeyinin en aza indirilmesi şarttır (Pahlow ve Honig 1986).

Mayaların üremesinin sınırlandırılmasının biyokimyasal mekanizması; epifitik toplam flora ile dominant (baskın gelen) özellik gösteren dışardan ilave edilen mikroorganizmalar arasındaki olaylarla ve oksijen miktarı ile açıklanmaktadır (Pahlow 1984a). Pahlow ve Honig (1986) inokulant ilave edilerek hazırlanan soldurulmuş silajlara kontrollü olarak hava verilmesinin etkilerini belirlemek için yaptıkları bir çalışmada; belirli miktarda hava varlığında silaja katılan homofermentatif laktobakteri florasının belirgin miktarda azaldığı ve laktik asit bakterilerinin yanında asetik asit bakterileri de meydana geldiği ve meydana gelen asetik asit miktarının inokulant ilaveli silajda kontrol silajına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna rağmen silaj katkı maddesinin fermentasyonu artırarak silaj kalitesi özelliklerini iyileştirdiği, karbonhidratların tam ve hızlı kullanılmasını sağladığı ve mayaların oluşmasını önlediği gözlenmiştir.

Düşük pH değerinde taze materyalde %0.5-0.8 asetik asit varlığında mayaların çoğalmalarının etkili bir şekilde durduğu belirtilmektedir. Bunun sebebinin düşük pH düzeylerinde asetik asitin dissosiyeye olmamış bölümünün artmasına bağlı olarak asetik asitin maya hücrelerine girerek üremelerini engellenmesi olduğu bildirilmektedir (Gross ve Beck 1970).

Silajda inokulasyon florasının baskılayıcı etkisini mayalar lehine azaltan üç faktör vardır. Bunlar;

-Hafif dereceli fermentasyon oluşumuna bağlı olarak ortamda uzun süreli şeker bulunabilmesi,

-Oksijen kullanımı için mayalara karşı etkin bir yarışın olmaması,

-Engelleyici asit konsantrasyonunun üretilmesi yerine asitlerin yıkımlanması ve pH'nın yükselmesidir. Bu nedenlerle inokulasyon yapılmayan silajlarda mayalar için eşik değer kabul edilen 10^5 maya/g/yem miktarı kolaylıkla aşılabılır ve silonun açılmasından sonra kayıplar kısa sürede belirgin olarak ortaya çıkar (Pahlow ve Honig 1986).

2.6.2.3.1. Silaj kalitesi ve verim özellikleri üzerine bakteriyel inokulantların etkisi

Silaj katkılarının ve özellikle inokulantların sayılarının geçen 10 yıl içinde oldukça artmasına rağmen hayvansal ürünlere ve silaj fermentasyonu üzerine etkilerini belirlemek amacıyla oldukça az sayıda katkının çalışmalarla etkinliği araştırılmıştır (Seale 1986). Bu noktada bazı inokulantların değişik hayvan türlerinde verim performansları üzerine etkilerini belirlemek amacıyla değişik kaba yemlerle çalışmalar yapılmıştır.

2.6.2.3.1.a. Silaj kalitesi üzerine etkisi

Bakteriyel inokulantların silaj kalitesini artırdığını bildiren birçok çalışma vardır (O'leary ve Hemken 1987, Woodford ve Satter 1987, Wohlt 1989, Bolsen ve ark 1992c, Hunt ve ark 1993, Fellner ve ark 1993). Bolsen ve ark (1988)'nın yonca (%32-54 KM), buğday (%30-42 KM), mısır (%32-38 KM) ve sorgum (%28-34 KM) gibi silaj materyallerine mikrobiyel inokulant ilave ederek yaptıkları bir seri çalışmada; katkısız silaj gruplarına göre inokulant katkılı silaj gruplarında düşük pH, yüksek laktik asit:asetik asit oranı, düşük $\text{NH}_3\text{-N}$ ve etanol miktarı tespit etmişlerdir.

Honig (1986a) 'in değişik düzeylerde kuru madde içeren çayır otu silajlarına bakteriyel inokulant ilave ederek silaj kalitesi özelliklerini belirlemek amacıyla yaptığı başka bir çalışmada; %19.8 kuru madde içeren çayır otu silajında kontrol ve inokulant

gruplarında sırasıyla pH'ı 4.4, 4.1 olarak bulmuş; kuru maddede laktik asit oranını ise sırasıyla %6.0, %6.8; asetik asiti %0.33, %0.30; bütirik asiti %0.6, %0.4; $\text{NH}_3\text{-N}$ 'unu %16.6, %10.2 olarak bulmuştur.

Mısır silajı kullanılarak yapılan başka bir çalışmada (Fellner ve ark 1993), inokulant ilavesinin silaj kalitesini belirgin olarak artırdığı ve silaj pH'sını 138. günde 5.8 den 5.1'e düşürdüğü bildirilmektedir. Mısır ve sorgum silajlarında yapılan benzer bir çalışmada (Bolsen ve ark 1992c) da bakteriyel inokulant uygulamalarının kontrol grubuna göre asetik asit ve etanol oranını azalttığı, laktik asitin asetik asite oranını artırdığı belirlenmiştir.

Değişik düzeylerde kuru madde miktarına sahip yonca silajlarına mikrobiyel inokulant ilavelerinin, silaj fermentasyonu ve laktik asit üretimini artırdığı ve pH'nın kısa süre içerisinde düşmesini sağladığı bildirilmektedir (Kung ve ark 1984).

Yonca silajına iki değişik düzeyde (1×10^4 ve 1×10^5 cfu/g/yem) bakteriyel inokulant katılarak laboratuvar şartlarında yapılan bir çalışmada (O'leary ve Hemken 1987), pH ve mikrobiyel popülasyondaki değişikliğe bakılmış ve 28. günde pH'nın bütün gruplarda 5'in üzerinde belirlenmesine rağmen mantar ve küf üremesi düşük miktarlarda olmuş ve dayanıklı silaj elde edilebilmiştir.

Woodford ve Satter (1987) tarafından yonca silajında yapılan bir çalışmada inokulasyonun silaj kalitesine etkisi incelenmiş ve 28. günde laktik ve asetik asit konsantrasyonları kuru maddede sırasıyla kontrol grubunda, %9.00, % 1.92; inokulant ilaveli grupta ise % 9.16, %1.26 olarak bulunmuştur.

O'Neil ve Thomas (1987)'in yonca silajına 1×10^5 cfu/g/yem miktarında inokulant ilave ederek yaptıkları bir çalışmada fermentasyonun 120. gününde pH değeri kontrol ve inokulant silajında sırasıyla, 4.63 ve 4.5; laktik asit miktarı ise kuru maddede %5.4 ve %6.3 olarak bulunmuştur.

Bakteriyel inokulantların hava ile temasta silaj dayanıklılığını artırdığı ve silajlarda kuru madde kaybını azalttığı bildirilmektedir (Honig 1986a, Wohlt 1989). Honig (1986a)'in bakteriyel inokulantların silaj kalitesi üzerine etkisini belirlemek amacıyla farklı kuru madde içeren çayır otu silajlarında yaptığı bir çalışmada; %19.8 düzeyinde kuru madde içeren çayır otu silajında kuru madde kaybı kontrol ve inokulant gruplarında sırasıyla %20.4, %18.4 olarak bulunmuş; %48.5 kuru madde düzeyinde ise

aynı değerler sırasıyla %5.7 ve %4.3 olarak belirlenmiştir. Wohlt (1989)'un mısır silajında yaptığı benzer bir çalışmada da inokulasyon uygulamalarının hava ile temasta silaj dayanıklılığını artırdığı gözlenmiştir.

Nispeten yüksek kuru madde düzeylerinde kuru madde kayıplarının daha düşük olduğu bildirilmektedir. Çayır otu silajı kullanılarak yapılan 15 adet laboratuvar ve arazi silajı denemesinde kuru madde kayıplarının laboratuvar silajlarında daha az olduğu bildirilmektedir. %30 kuru madde düzeyinde kuru madde kaybının arazi silajlarında %10 , laboratuvar silajlarında %6-7 düzeyinde iken, %10 gibi düşük kuru madde düzeylerinde kayıp oranlarının laboratuvar silajlarında %20'ye, arazi silajlarında ise %35'e kadar çıkabildiği bildirilmektedir. Arazi silolarında kuru madde kayıplarının daha fazla olmasının sebebinin laboratuvar silolarında gözlenmeyen ya da düşük düzeyde gözlenen sızıntı olaylarının arazi silajlarında daha yüksek oranda oluşması olduğu bildirilmektedir (Honig 1986a).

Sorgum silajına enzim ve bakteri kültürü içeren bir mikrobiyel inokulant ile değişik katkılar uygulanarak yapılan başka bir çalışmada da (Janicki ve ark 1983); en az kuru madde kaybı inokulant ilaveli silaj grubunda gözlenirken en fazla kayıp ise üre katkılı grupta belirlenmiştir. İnokulant katkılı silajda aerobik stabilite de daha yüksek bulunmuştur Bir silaj katkısının kullanım amacı sadece silaj sürecinde tam fermentasyon sağlamak değil, aynı zamanda silodaki kayıpları hayvansal verimleri artıracak düzeyde azaltarak, yüksek besin kalitesine sahip bir silaj elde etmektir (Henderson 1986a). Canlı ağırlık kazancı, süt verimi, yemden yararlanma gibi hayvansal performans verilerinin değerlendirildiği bakteriyel inokulant çalışmaları, sadece fermentasyon özelliklerinin belirlendiği çalışmalardan çok daha azdır (Bolsen ve ark 1986). Bakteriyel inokulantların fermentasyon kalitesini artırarak silaj sindirilebilirliğini yükselttiği ve buna bağlı olarak hayvanlar tarafından sindirilebilir besin madde alımını ve enerjinin kullanım etkinliğini arttırdığı ve sonuçta bu etkilerle hayvansal verim performanslarının artmasını sağladığı belirtilmektedir (Henderson 1986a). Ancak silaj tüketimi, canlı ağırlık kazancı ve süt verimi gibi bazı hayvansal verim özellikleri üzerine belirgin bir şekilde etkili olduğu bildirilen inokulantların bu olumlu etkilerinin her zaman fermentasyon etkinliğindeki farklarla açıklanamayacağı da belirtilmektedir (Gordon 1989, Bolsen ve ark 1992d). Fellner ve ark (1993)

inokulant uygulamalarının rumen pH'sının artmasına ve valerik ve bütirik asitlerin rumende molar konsantrasyonlarının azalmasına neden olduğunu belirtmektedirler.

2.6.2.3.1.b. Kuru madde tüketimi üzerine etkisi

Bakteriyel inokulantların hayvanlarda kuru madde tüketimini artırdığı bildirilmektedir. Harrison (1989), rasyonlarında %60 oranında inokulant ilaveli yonca ve çayır otu silajı tüketen iki grup hayvanla yaptığı bir çalışmada kontrol grubuna göre inokulant ilaveli yonca ve çayır otu silajlarını tüketen ineklerde daha fazla kuru madde tüketimi ve daha fazla canlı ağırlık kazancı elde ettiğini ve çalışmada elde edilen ortalama verilerin en yükseklerinin soldurulmuş olarak hazırlanan yonca silajı tüketen hayvanlarda gözlediğini bildirmektedir.

Woodford ve Satter (1987)'in, bakteriyel inokulant kullanarak süt ineklerinde yaptıkları başka bir çalışmada kontrol grubuna göre inokulant ilaveli silajı tüketen hayvanlarda kuru madde tüketimi yüksek bulunmuştur.

Genç sığırlarda iki deneme halinde yapılan başka bir çalışmada (Haigh ve ark 1987), kontrol grubuna göre formik asit+ formalin ilave edilmiş silajı tüketen hayvan grubunda daha yüksek olmak üzere inokulant ve formik asit+formalin uygulamalarının silaj kuru madde tüketimini her iki deneme de artırdığı belirlenmiştir.

Bakteriyel inokulantların kuru madde tüketimi üzerine etkili olmadığını bildiren çalışmalar da (Hinds ve ark 1985, Dhiman ve ark 1990) mevcuttur. Bolsen ve ark (1992c), mikrobiyel inokulant ve NPN katkılı mısır ve sorgum silajlarını fermentasyon etkinliği, kuru madde kaybı ve besi performansı yönünden karşılaştırmalı olarak değerlendirdikleri çalışmalarında; kontrol gruplarına göre inokulant ilavesi her iki ürünün silajında %1.3 ($P<0.001$) oranında daha az kuru madde kaybı sağlamıştır. Kuru madde tüketimi ve yemden yararlanma oranı kontrol grubuna göre inokulant katkılı mısır silajını tüketen hayvanlarda artarken, inokulant katkılı sorgum silajını tüketen hayvanlarda kontrol grubuna göre kuru madde tüketimi düşmüş yemden yararlanma yükselmiştir.

Bolsen ve ark. (1992d) nın yaptığı başka bir çalışmada mısır silajına Pioneer 1174 ve Biotaf adlı iki farklı mikrobiyel inokulant preparatı ilave edilmiştir. Her bir silaj 84 gün boyunca 18 adet besi sığına verilmiş ve her bir silaj grubunda kontrol

gruplarına göre kuru madde tüketimininde önemsiz düzeylerde düşme, yemden yararlanma oranında ise önemli düzeyde ($P<0.05$) artma gözlenmiştir. Çalışmada hayvanlar rasyonlarında %87.6 oranında silaj, %12.4 oranında konsantre yem tüketmişlerdir.

2.6.2.3.1.c. Sindirilme derecesi üzerine etkileri

Bakteriyel inokulantlarla yapılan çalışmalarda inokulantların besin maddelerinin sindirilebilirliği üzerine etkilerinin genellikle olumlu olduğu bildirilmektedir (Castle 1986, Bolsen ve ark 1996a). Bakteriyel inokulantların selüloz sindirilebilirliğini artırdığı bildirilmektedir. Ancak laktik asit bakterilerinin hücre duvarı ve diğer komponentleri nasıl yıkımladığı kesin olarak bilinmediğinden inokulantların sindirilebilirlik üzerine etki mekanizmaları tam olarak açıklanamamıştır. İnokulant ilavesi ile hazırlanan silajlardaki düşük pH'nın hemiselülozun asit hidrolizini artırdığı ve bunun hücre duvarı fraksiyonlarını açarak rumen mikroorganizmalarınca daha kolay sindirilir bir hale geldiği belirtilmektedir (Bolsen ve ark 1996a).

Luther (1986)'in, inokulant ilavesinin silaj kalitesi ve silaj besin maddelerinin sindirilebilirliği üzerine etkilerini belirlemek için mısır silajı kullanarak iki deneme halinde yaptığı bir çalışmada kuru maddenin sindirilebilirliği her iki denemede de inokulant ilave edilmiş grupta kontrol grubuna göre yüksek bulunmuş ve bu değerler birinci denemede kontrol ve inokulant grubunda sırasıyla; %65.7 ve %68.5; ikinci denemede ise %67.7 ve %71.2 olarak belirlenmiştir. Ham proteinin sindirilebilirliği ise sırasıyla birinci denemede %58.9 ve %59.8; ikinci denemede ise %58.8 ve %63.6 olarak belirlenmiştir.

Henderson ve ark (1986), inokulant ve formik asit katkılı silajları kullanarak besin maddelerinin sindirilebilirliğini belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada; yapılan sindirim denemesinde kontrol ve formik asit içeren silajı tüketen hayvan gruplarına göre inokulant katkılı silajı tüketen grupta kuru madde ($P<0.001$) ve organik maddelerin ($P<0.05$) sindirilebilirliğini en yüksek bulmuşlardır. Benzer şekilde adı geçen çalışmada (Henderson ve ark 1986) metabolize olabilir enerji (ME) tüketimi kontrol grubunda 9.76 MJ/gün, inokulant katkılı silajı tüketen grupta ise 12.06 MJ/gün olarak belirlenmiştir.

2.6.2.3.I.d. Canlı ağırlık değerleri üzerine etkisi

İnokulant ilaveli silajlarla hayvanlarda yapılan çalışmalarda canlı ağırlık değerleri bakımından değişik sonuçlar alınabildiği belirtilmektedir. İnokulantların özellikle 10^6 cfu/g taze yem miktarında uygulanması ile sığırlarda %14 kadar daha fazla canlı ağırlık kazancı elde edilebildiği bildirilmektedir. Canlı ağırlıklarda elde edilen artışlar silajdaki besin maddelerinin inokulant ilavesi ile daha iyi kullanılabilir hale geldiği şeklinde açıklanmaktadır (Castle 1986).

Mısır silajı ile yapılan bir çalışmada (Fellner ve ark 1993), bakteriyel inokulant ile propionik asitin rumen fermentasyonu, sindirim ve besi değerlerine etkileri değerlendirilmiştir. Denemeye alınan 30 adet besi sığırı 112 gün boyunca %75 oranında silaj içeren rasyonlarla beslenmiş ve kontrol grubuna göre inokulant içeren silajı tüketen besi grubu %11 oranında daha fazla ağırlık kazancı elde etmiştir ($P<0.05$).

Bolsen ve Hinds (1984)'in sorgum silajı kullanarak yaptıkları başka bir çalışmada mikrobiyel inokulant ilave edilmiş sorgum silajı 18 adet buzağıya 94 gün boyunca yedirilmiştir. Deneme sonunda kontrol grubu hayvanlara göre inokulant ilaveli silajı tüketen hayvan grubu % 4.2 oranında daha fazla ağırlık kazancı elde etmişlerdir.

Sorgum silajı kullanılarak yapılan benzer bir çalışmada (Janicki ve ark 1983), sorgum silajına enzim ve bakteri kültürü içeren bir mikrobiyel inokulant ile değişik katkılar uygulanmış ve 56 gün süreyle buzağılara yedirilmiştir. Günlük canlı ağırlık artışı kontrol grubunda 800 g, inokulant ilaveli silajı tüketen grupta ise 880 g olarak belirlenmiştir ($P<0.05$). Yem tüketimi ise inokulant ilaveli silajı tüketen grupta daha yüksek (5.92 kg/gün) bulunmuştur ($P<0.05$).

Henderson ve ark (1986)'nın bakteriyel inokulant ve formik asit kullanarak çavdar otu ile yaptıkları bir çalışmada elde edilen çavdar otu silajları ortalama 41 kg canlı ağırlığa sahip olan kuzulara günlük 200 g buğday peleti ile birlikte bireysel olarak yedirilmiştir. Kontrol grubunda ve formik asit ilave edilen silajı tüketen grupta günlük 681 ve 692 g silaj kuru maddesi tüketilirken, inokulant uygulanan silajı tüketen grupta silaj kuru madde tüketimi istatistik bakımdan da önemli olmak üzere 792 g'a yükselmiştir. Günlük canlı ağırlık artışı yem tüketimine benzer şekilde artarak kontrol ve inokulant ilaveli silajlarda 70.6 g' dan 129.4 g'a yükselmiştir.

Genç sığırlarda iki deneme halinde yapılan başka bir çalışmada (Haigh ve ark 1987), inokulant ve formik asit + formalin uygulamalarının hayvanlarda günlük canlı ağırlık artışını kontrol grubuna göre her iki deneme de artırdığı belirlenmiştir.

2.6.2.3.1.e. Süt verimi üzerine etkisi

Mikrobiyel inokulantlarla yapılan süt ineği denemelerinde farklı sonuçlar alındığı görülmektedir. Bununla beraber mikrobiyel inokulantların silaj kalitesi ve kuru madde kaybını azaltarak süt ineklerinde süt verimi ve bileşimi üzerine etkili olduğu bildirilmektedir (Castle 1986, Kung ve ark 1987). Wohlt (1989) tarafından mısır silajında yapılan bir çalışmada mikrobiyel inokulasyonun süt ineklerinde düzeltilmiş süt verimini artırdığı belirlenmiştir.

Inokulant ve formik asit katkılarının silaj kalitesi ve verim değerleri üzerine etkilerinin karşılaştırılması amacıyla yapılan bir çalışmada (Martinsson 1991) inokulant ilavesinin hayvanların ad libitum çayır otu silajı tükettiği laktasyonun 4-12 haftasında silaj kuru madde tüketimini %7 , süt verimini %4 düzeyinde; eşit oranda silaj ve konsantre yem tükettiği laktasyonun 15-26. haftalarında ise süt verimini %5 oranında artırdığı ve süt yağı miktarında da yükselme sağladığı gözlenmiştir.

O'Neil ve Thomas (1987)'ın yonca silajına 1×10^5 cfu/g/silaj miktarında inokulant ilave ederek yaptıkları bir çalışmada inokulant katkılı yonca silajları 70 gün süreyle süt ineklerine verilmiş ve ineklerin günlük süt verimleri, süt yağı oranı ve performanslarında önemli bir farklılık bulunamamıştır. Buna karşılık Woodford ve Satter (1987) kontrol grubuna göre inokulant ilaveli yonca silajının süt yağı oranında ve düzeltilmiş süt veriminde önemli düzeyde ($P < 0.01$) artışa sebep olduğunu belirtmektedirler.

Gordon (1989), kuru madde tüketimi ve süt veriminin inokulant (10^6 cfu/g/yem) ve formik asit (2.7 litre/ton/yem) ilave edilmiş çavdar silajı ile beslenen ineklerde; kontrol ve formik asit ilave edilmiş silajla beslenenlere göre daha yüksek olduğunu bildirmektedir.

Bunların dışında değişik silajlara inokulant ilavelerinin sığırlarda yem tüketimi ve canlı ağırlık artışı üzerine olumlu etki yaptığını belirten (Haigh ve Parker 1985) veya

herhangi bir artırıcı etki oluşturmadiğini bildiren benzer literatürler de mevcuttur. (Hinds ve ark 1985, Schaefer ve ark 1989, Dhiman ve ark 1990).

2.6.3. Diğer Katkılar

Bu grup altında incelenen katkıların en önemlisi tuzdur. Konservatif madde olarak tuzlar geniş bir kullanım alanına sahiptirler. Nem düzeyi yüksek yeşil yemlere eklenmeleri halinde yem suyunun bir kısmını emerek dolaylı olarak kuru madde içeriğini artırabilir (Kılıç 1986). Tuzların silolama esnasında meydana gelen bazı toksinleri yok ettiği, bakteriyel aktivite üzerinde olumlu etki yaptığı, silo içindeki direnaji artırdığı, düşük düzeylerde de olsa laktik asit fermentasyonunu hızlandığı bildirilmektedir (Coşkun ve ark 1997).

Silo yemlerine genel olarak % 1-1.5 oranında tuz katılması yeterlidir (Coşkun ve ark 1997). Tuzun bakterisit amaçla en az %2 düzeyinde kullanılması gerektiği, sonbaharda hasatı yapılan soldurulmuş yemlere ise daha az düzeylerde ilaveler ile olumlu sonuçlar alınabileceği belirtilmektedir. Yüksek protein içeren silajlık materyallere %2-3 gibi daha yüksek düzeyde kullanılması tavsiye edilmektedir. Yüksek miktarlarda kullanılmaları halinde her tür mikroorganizmaların üremesini durdurduğu belirtilmektedir (Kılıç 1986).

Tuzların kolay uygulanabilmesi, insan sağlığına olumsuz etkisinin olmaması, temininin kolay olması ve bitki strüktürünü parçalayarak sıkıştırmayı kolaylaştırması gibi avantajlarından dolayı diğer silaj katkılarına göre günümüzde daha fazla kullanılır duruma geldiği bildirilmektedir (Kılıç 1986).

Kireç taşı silajın Ca bakımından zenginleşmesi ve asit üretiminin teşvik edilmesi amacıyla % 0.5-1 düzeyinde kullanılabilir (Coşkun ve ark 1997).

Buraya kadar belirtilenlerin dışında bazı antibiyotikler (bacitrasin gibi), sodyum nitrat, Ca format, Na diasetat, Na benzoat, yemlik şeker, nitritler, karbondioksit gibi maddeler de silaj katkı maddesi olarak kullanılabilir (Coşkun ve ark 1997, Kılıç 1986).

3. MATERYAL VE METOT

Çalışma 2 deneme halinde yürütüldü. Deneme 1'de laboratuvar şartlarında hazırlanan yonca silajlarına mikrobiyel inokulant ile birlikte değişik silaj katkı maddeleri katılmasının silaj kalitesi üzerine etkileri incelendi. Deneme 2'de ise mikrobiyel inokulant katılarak hazırlanan yonca silajının süt ineklerinde süt verimi ve bileşimi üzerine etkisi belirlendi.

3.1. DENEME 1 :

3.1.1. MATERYAL

Araştırmada kullanılan 2. biçim yonca (%25.73 KM) Konya Hayvancılık Merkez Araştırma Enstitüsü arazisinden temin edildi. Denemede katkı maddesi olarak ezilmiş arpa, sofr tuzu ve melasa ilaveten *Lactobacillus plantarum* ve *Streptococcus faecium*'dan oluşan mikroorganizma kültürü içeren bakteriyel inokulant preparatı (Pioneer 1174)* kullanıldı.

3.1.2. METOT

3.1.2.1. Silajlık materyalin hazırlanması

İkinci biçim yoncalar çiçek başlangıcında iken ekim alanının muhtelif yerlerinden bir orak yardımıyla yerden yaklaşık 5-10 cm yükseklikten biçildi ve zaman kaybetmeden S.Ü. Veteriner Fakültesi Yem Analiz Laboratuvarı'na taşındı. Burada bir fleks yardımıyla bir kaç cm uzunluğunda doğrandı. Materyalin tamamı iyice karıştırıldıktan sonra laboratuvar silolarına aktarılmaya hazır hale getirildi.

3.1.2.2. Denemede oluşturulan silaj grupları

Denemede 4'ü inokulantlı 4'ü inokulantsız olmak üzere toplam 8 adet silaj grubu 2x4 faktöriyel deneme düzenine göre oluşturuldu ve her bir silaj grubu için 5'er adet laboratuvar silosu kullanıldı. Tablo 3.1' de denemede oluşturulan silaj grupları ve silaj katkı maddesi olarak kullanılan maddelerin oranları görülmektedir

***) Pioneer Hi-Bred International, Inc., Des Moines, IA**

Laboratuvar silosu olarak kapakları ile birlikte daraları alınan 5 litrelik pet kavanozlar kullanıldı. Sıkıştırma işlemiyle kavanozların alabileceği yaklaşık kıyılmış yonca miktarını belirlemek amacıyla ön denemeler yapıldı. Bu ön denemelerden her bir kavanozun 4 kg kıyılmış silaj materyali alabileceği belirlendi ve uygulanacak katkı maddelerinin miktarı bu ağırlık miktarı baz alınarak hesaplandı.

İnokulantın uygulamasında üretici firmanın tavsiyelerine uyuldu. İnokulant katılacak 20 adet laboratuvar silosu için, 80 mg inokulant 180 ml klorsuz suda süspansiyon edilerek her bir silo için 9 ml miktarında kullanıldı.

Tablo 3.1. Denemede oluşturulan silaj grupları ile silaj katkı maddesi olarak kullanılan maddeler ve oranları

Grup No	Katkı Maddeleri ve Oranları
1 (Kontrol)	-
2	Melas (% 5)
3	Arpa (% 5)
4	Tuz (% 1.5)
5	Mikrobiyel İnokulant (1 g /ton)
6	Melas (%5) + Mikrobiyel İnokulant (1g /ton)
7	Arpa (%5) + Mikrobiyel İnokulant(1g /ton)
8	Tuz (%1.5) + Mikrobiyel İnokulant (1g /ton)

Her bir silo için tartılan yonca numuneleri özel hazırlanmış naylonlar üzerine ince bir tabaka halinde yayılarak numunelerin üstüne katkı maddeleri homojen bir şekilde uygulandı ve hemen silolara dolduruldu. İnokulant ilave edilecek silajlara hazırlanan ve miktarı belirtilen süspansiyon numunenin her yerinde homojen bir dağılım gösterecek şekilde küçük bir pülverizatör yardımıyla püskürtme şeklinde uygulandı.

3.1.2.3. Laboratuvar silolarının doldurulması

Laboratuvar silosu olarak kullanılan pet kavanozlara doldurulan silaj materyali insan gücü ile sıkıştırıldı. Bunun için özel olarak yaptırılan ve çapı kavanozun ağzından geçebilecek büyüklükte olan silindirik demir ağırlıklardan yararlanıldı. Doldurma işlemi tamamlandıktan sonra kapakları sıkıca kapatılan silolar tartıldıktan sonra laboratuvar şartlarında 8 ay süreyle muhafaza edildiler.

3.1.2.4. Silajdan örnek alınması

Laboratuvar siloları açılıp kapaktan itibaren 10-15 cm kadar alındıktan (yaklaşık olarak silajın orta bölgesine kadar) sonra silonun değişik yerlerinden alınan ve harmanlanan örneklerde ham protein ve pH analizleri hemen yapıldı. Artan diğer numuneler 60 °C' de 48-72 saat kurutulup öğütülerek ham besin maddelerinin analizinde kullanıldı.

3.1.2.5. Kuru madde kayıplarının belirlenmesi

Laboratuvar silajlarında kuru madde kayıplarının belirlenmesi için silajlar açılmadan önce tartıldı ve silo içinde kalan kuru madde miktarı belirlendi. Bu miktar silo doldurulduğu anda siloya konulan kuru madde miktarından çıkarılarak kuru madde kayıpları belirlendi.

3.1.2.6. Analizler

3.1.2.6.A. Yem maddeleri ve silajda besin madde miktarlarının belirlenmesi

Denemede kullanılan yem maddelerinde ham besin maddeleri miktarı AOAC (1984)'de bildirilen metotlara göre, ADF ve NDF miktarları ise Van Soest ve Robertson (1985) tarafından bildirilen metoda göre belirlendi

3.1.2.6.B. İstatistiki Analizler

İstatistiksel analizlerde SPSS (SPSS Inc. 1993) paket programından yararlanıldı. 2x4 faktöriyel dizayna göre varyans analizi yapıldı. İnteraksiyon önemli çıkan parametrelerde gruplar arası önem testi faktörlerin alt gruplarında ayrı ayrı; t testi (ikili gruplarda), veya varyans analizi (ikiden fazla gruplarda) ile yapıldı. Varyans analizi sonucunda farkın önemli bulunduğu gruplarda Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulandı.

3.2. DENEME 2:

3.2.1. MATERYAL

3.2.1.1. Hayvan Materyali

Konya Hayvancılık Merkez Araştırma Enstitüsü'nde yürütülen araştırmada 1 ile 7 arasında değişen farklı laktasyon sayılarına sahip olan, canlı ağırlıkları 403 ile 650 kg arasında değişen ve laktasyonlarının 20 baş esmer ırk inek kullanıldı.

3.2.1.2. Yem Materyali

Kaba yem materyali olarak Konya Hayvancılık Merkez Araştırma Enstitüsü arazisinden temin edilen 2. biçim yoncadan elde edilen iki farklı siloda yaklaşık 25 ton miktarında iki farklı silaj hazırlandı. Konsantre yem olarak özel bir yem fabrikasında hazırlatılan ve bileşimi tablo 3.2'de verilen süt yemi kullanıldı.

Tablo 3.2. Araştırmada kullanılan süt yeminin bileşimi

Yem Maddesi	%
Arpa	28.6
Kepek	10
Mısır	40
AÇK	21
Tuz	0.2
Vit. Kar. ¹	0.1
Min. Kar. ²	0.1

1) Her 1 kg'ında 15.000.000 IU Vit A, 3.000.000 IU Vit D₃, 25.000 mg Vit E, 10000 mg B₁, 5000 mg Vit B₂, 8000 mg Ca D-Panth, 25.000 mg Niasin bulunmaktadır.

2) Her 1 kg'ında 10.000 mg Mn, 10.000 mg Fe, 10.000 mg Zn, 5000 mg Cu, 100 mg Co, 100 mg I, 100 mg Se, 369650 mg CaCO₃ bulunmaktadır.

3.2.2. METOT

3.2.2.1. Silajın Hazırlanması

Silajlar hazırlanırken silaj biçme makinası ile biçilen ve römorklarla silaj çukuruna taşınan yonca siloya homojen olarak dağıtıldı ve üzerinden traktörle geçilerek iyice sıkışması sağlandı. Kontrol silajına herhangi bir katkı katılmazken, inokulant ilave edilen gruba her gramında 90 milyar laktik asit bakterisi* bulunan inokulant (Pioneer 1174), firmanın önerdiği doz olan 1 ton silaj materyali için 1 gram düzeyinde katıldı. İnokulant firmanın tavsiyeleri doğrultusunda yaklaşık 2.25 litre klorsuz suya 1 gram inokulant** olacak şekilde sulandırıldıktan sonra pülverizatör yardımıyla silaj materyaline püskürtüldü.

*) Lactobacillus plantarum ve Streptococcus faecium

**) Üretici firma (Pioneer) tarafından 50 gram inokulant için 113.5 litre su kullanılması önerilmektedir

Böylece inokulantın silaj materyali içerisinde homojen olarak dağılması sağlandı. Kuru madde kayıplarının belirlenmesi amacıyla doldurma işlemleri sırasında katkısız ve inokulant ilaveli siloların her birine 10' ar adet olmak üzere geçirgen özellik gösteren, su emici özelliği olmayan, örgülü polietilen torbalar içine 3'er kg miktarında tartılan yonca materyali silonun değişik yerlerine konuldu.

Yaklaşık 25'er ton silaj materyali silolara yerleştirilip iyice sıkıştırıldıktan sonra üzerleri sağlam bir naylon örtü ile kapatıldı. Naylon örtünün üzerine eskimiş buğday sapı serildikten sonra, hava almayacak şekilde yeterli kalınlıkta toprak yayıldı.

4 ay süreyle kapalı bekletilen silajlar açılarak denemede kullanıldı.

3.2.2.2. Deneme düzeni

Denemeye alınan hayvanların tümüne işletme şartlarında günlük 5 kg süt yemi ve ad libitum kuru yonca verilmekteydi.

Denemeye alınmadan önce hayvanların maksimum süt verimini tespit etmek amacıyla verilen konsantre yem (tablo 3.2) miktarı tedrici olarak artırıldı ve süt verimleri günlük olarak tespit edildi. Konsantre yemin artırılarak verilmesine hayvanların süt verimlerinde meydana gelen artış sabitleninceye kadar devam edildi. Yaklaşık 2 hafta süren bu dönemde hayvanlardan elde edilen en yüksek süt verimi maksimum süt verme kapasitesi olarak belirlendi ve bu rakamlardan grupların oluşturulmasında ve rasyon hazırlamada yararlanıldı.

3.2.2.2.A. Deneme gruplarının oluşturulması

Çalışmada biri kontrol diğeri deneme olmak üzere iki grup oluşturuldu. Kaba yem olarak kontrol grubu hayvanlara normal silaj (katkısız); deneme grubu hayvanlara ise inokulant ilave edilmiş silaj verildi.

Ön deneme döneminde gözlenen ve süt verim kapasiteleri belirlenen süt inekleri deneme gruplarına doğum sırası ve süt verimleri dikkate alınarak mümkün olduğunca her iki grubun ortalama süt verimleri birbirine yakın olacak şekilde dağıtıldı. Bu dağıtma işleminde ayrıca gruptaki hayvanların yaş ve laktasyon sayılarının ve laktasyon dönemlerinin (laktasyon günlerinin) de birbirine yakın olmasına özen gösterildi.

Denemede laktasyonlarının yaklaşık 60-120. gününde olan hayvanlar gruplara farklılık oluşturmıyacak şekilde dağıtıldı. Grupların oluşturulmasında sayılan bütün kriterler de dikkate alınarak deneme başlangıcı süt verimi ortalamaları 17.40 kg/gün (katkısız silaj tüketen kontrol grubu) ve 17.70 kg/gün (mikrobiyel inokulant ilaveli silaj tüketen deneme grubu) olan iki hayvan grubu oluşturuldu.

3.2.2.2.B. Hayvanların rasyonlarının hazırlanması

Denemeye alınan her bir inek için canlı ağırlıkları ve belirlenen maksimum süt verim değeri de dikkate alınarak ayrı ayrı rasyon hazırlandı. Her bir ineğin normal şartlarda günde 20 kg silaj tüketebileceği kabul edildi. Bu miktarda silaj verildiğinde hayvanların ihtiyaçlarının karşılanması için gereken konsantre yem miktarları belirlendi ve silaj tüketimini teşvik etmek için belirlenen bu konsantre yem miktarının %20 eksikliği hayvanlara verildi.

3.2.2.2.C. Alıştırma dönemi

Bu dönem 2 hafta sürdürüldü ve yonca silajı; o anda kullanılan kaba yem olan 2. biçim yonca kuru otu ile tedrici olarak değiştirilerek hayvanların yeme alışmaları sağlandı. Bu dönemde konsantre yem 3.2.2.2.B' de bildirildiği şekilde verildi.

3.2.2.2.D. Deneme dönemi

Araştırmanın esas dönemi 4 hafta sürdürüldü. Bu dönemde silaj ad libitum olarak verilirken konsantre yem rasyon hazırlama bölümünde (3.2.2.2.B) izah edildiği oranda hesap edilerek deneme süresince her hayvan için 2 öğün (sağım esnasında) halinde verildi.

Silajlar silolardan hergün taze bir şekilde ahıra getirildi. Hayvanlara tüketebilecekleri kadar tartılarak verildi. Ortalama silaj tüketimleri haftalık olarak belirlendi.

Deneme başlangıcında ve deneme sonunda hayvanların tartımları yapılarak canlı ağırlık değişimleri belirlendi.

3.2.2.2.E. Süt ölçümleri ve süt numunelerinin alınması

Deneme süresince hayvanların günlük süt verimleri sağım sırasında tartılarak belirlendi. Deneme döneminde her hafta birbirini takip eden 2 günde alınan süt örnekleri karıştırılarak bir numune haline getirildi ve analizler için kullanıldı.

3.2.2.2.F. Silajdan örnek alınması

Silolar açıldıktan sonra silonun değişik yerlerinden alınan yaklaşık 5 kg örnek iyice homojenize olması için harmanlandı. Bu harmanlanan numuneden 2 kg kadarı analizlerde kullanılmak üzere laboratuvara kapalı bir torba içinde hızlı bir şekilde getirildi. Alınan örneklerin pH'sı hemen ölçüldü. Alınan bu numunelerin bir kısmında HP analizi yapıldıktan sonra geri kalanı ham besin maddelerinin tayini için kurutma dolabında 60 °C'de 48-72 saat kurutulup öğütülerek analizlere hazır hale getirildi.

3.2.2.2.G. Silajda kuru madde kayıplarının belirlenmesi

Kuru madde kayıplarının belirlenmesi amacıyla, silaj yapımı sırasında silonun değişik yerlerine (silo duvarlarına ve kapak bölgelerine yeterli uzaklıkta olacak şekilde) polietilen yem torbası içine konulan silajlık materyaller silo açıldıktan sonra denemeye paralel olarak ortaya çıktıkça yaş olarak hemen tartıldı ve kuru madde düzeyleri belirlendi. Polietilen torbalara başlangıçta konulan kuru madde miktarından torbalarda elde edilen silajların kuru madde miktarları çıkarılarak her bir çuvaldaki kuru madde kayıpları belirlendi.

3.2.2.2.H. Analizler

3.2.2.2.H.a. Yem maddeleri ve rasyonun besin madde miktarlarının belirlenmesi

Denemede kullanılan rasyonda ve yem maddelerinde besin maddeleri tayini deneme 1'de bildirilen metotlara göre yapıldı.

3.2.2.2.H.b. Süt bileşenlerinin miktarlarının belirlenmesi

Alınan süt numunelerinde bileşenlerinin miktarları AOAC (1984)' de bildirilen metotlara göre belirlendi.

3.2.2.2.H.c. İstatistiki analizler

İstatistiksel analizlerde SPSS (SPSS Inc. 1993) paket programından yararlanıldı. Haftalara ve dönemlere göre süt verimi, %4 süt yağına göre düzeltilmiş süt verimi ve süt proteini bakımından gruplar arası farkın önem testi kovaryans analizi ile yapıldı. Bu analizde süt verimi ve %4 süt yağına göre düzeltilmiş süt verimi değerleri için deneme başlangıcı süt verimi, deneme başlangıcı canlı ağırlığı ve laktasyon sayıları (Model 1), süt proteini için deneme başlangıcı laktasyon dönemi (laktasyon günü) (Model 2), kovaryant olarak alındı. Deneme başlangıcı canlı ağırlığı, deneme başlangıcı süt verimi, laktasyon sayısı ve deneme başlangıcı laktasyon döneminin süt kuru maddesi, süt yağı, süt külü ve silaj tüketimi değerleri üzerine etkisi önemsiz bulunduğundan bu özellikler için kovaryans analizi yapılmamış ve bu özellikler için gruplar arası farkın önemi t testi ile belirlenmiştir.

Analizlerde kullanılan modeller :

$$Y_{ij} = \mu + a_i + b_1 X_{1i} + b_2 X_{2i} + b_3 X_{3i} + e_{ij} \text{ (Model 1)}$$

$$Y_{ij} = \mu + a_i + b X_i + e_{ij} \text{ (Model 2)}$$

Y_{ij} : i. gruptan j ineğinin süt verimi veya %4 yağlı süte göre düzeltilmiş süt verimi

μ : Sabit

a_i : i. faktörün etkisi ($i= 1$, inokulantsız; 2, inokulantlı),

b_1 : Süt veriminin deneme başlangıcı canlı ağırlığına regresyon katsayısı,

X_{1i} : i. gruptaki bir ineğin deneme başlangıcı canlı ağırlığı,

b_2 : Süt veriminin deneme başlangıcı süt verimine regresyon katsayısı,

X_{2i} : i. gruptaki bir ineğin deneme başlangıcı süt verimi,

b_3 : Süt veriminin laktasyon sayısına regresyon katsayısı,

X_{3i} : i. gruptaki bir ineğin laktasyon sayısı,

e_{ij} : i. gruptaki j ineğinin süt verimini tahmindeki hata,

X_i : i. gruptaki ineğin laktasyon günü (2. Modelde)

4. BULGULAR

4.1. DENEME 1 :

Çalışmanın bu denemesinde yonca silajına mikrobiyel inokulant ile birlikte değişik katkı maddeleri ilavelerinin silaj kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Tablo 4.1'de denemede kullanılan taze yonca materyalinin ham besin madde düzeyleri verilmiştir.

**Tablo 4.1, Deneme 1'de kullanılan taze yoncanın
ham besin madde miktarları, (KM esasına göre)**

	%
KM	25.73
HP	16.18
HY	3.01
HK	9.04
HS	27.06
ADF	39.72
NDF	51.06

Denemede verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde kullanılan 2x4 faktöriyel dizayna göre yapılan varyans analizi değerleri tablo 4.2'de verilmiştir. Katkı maddeleri incelenen tüm parametreler üzerinde önemli ölçüde etkili olmuştur. Buna karşılık inokulant ilavesinin HP, ADF, HK düzeylerini etkilemediği görülmektedir.

Tablo 4.2, Deneme 1'de elde edilen değerlerin iki yönlü varyans analizi tablosu

		KM		HP		HS		NDF		
		SD	KO	P	KO	P	KO	P	KO	P
Varyasyon Kaynağı		SD	KO	P	KO	P	KO	P	KO	P
Genel		39	5.92		5.37		7.57		20.86	
İnokulantlar arası		1	14.54	0.000	0.11	0.541	3.36	0.042	4.55	0.013
Katkılar arası		3	67.92	0.000	66.35	0.000	86.69	0.000	253.91	0.000
İnteraksiyon		3	0.84	0.067	0.17	0.632	2.56	0.029	0.295	0.721
Hata		32	0.32		0.30		0.75		0.67	

SD= Serbestlik Derecesi

KO= Kareler Ortalaması

Tablo 4.2'nin devamı

		ADF		pH		KM Kaybı		HK		
		SD	KO	P	KO	P	KO	P	KO	P
Varyasyon Kaynağı										
Genel	39	11.53	0.02	0.000	61.24	0.000	16.29	0.24	0.450	
İnokulantlar arası	1	0.09	0.700	0.36	242.12	0.000	0.24	0.000	0.450	
Katkılar arası	3	143.77	0.000	0.11	664.99	0.000	207.24	0.000	0.800	
İnteraksiyon	3	0.14	0.900	0.03	6.99	0.180	0.14	0.800	0.41	
Hata	32	0.56	0.00	0.00	4.08		0.41			

SD= Serbestlik Derecesi

KO= Kareler Ortalaması

Denemede inokulant ve katkı gruplarına göre silajlarda belirlenen ortalama kuru madde (KM) düzeyleri tablo 4.3'de verilmiştir. Yaş örneklerde belirlenen ve kuru maddeye çevrilen ortalama ham protein (HP) değerleri 4.4' te; gruplara göre belirlenen ham selüloz (HS), NDF ve ADF ortalama değerleri ise tablo 4.5, 4.6 ve 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.3, Deneme 1'de inokulant ve farklı katkı maddeleri ile hazırlanan silajların **Kuru Madde** değerleri, %

Gruplar	İnokulant Grupları								Önem	Genel			
	İnokulantsız				İnokulantlı					n	x	±	Sx
	n	x	±	Sx	n	x	±	Sx		n	x	±	Sx
Kontrol	5	19.85	±	0.21 c	5	21.00	±	0.41 c	-	10	20.42	±	0.29 c
Melas	5	25.34	±	0.23 a	5	26.54	±	0.13 a	-	10	25.94	±	0.23 a
Arpa	5	23.09	±	0.12 b	5	25.03	±	0.15 b	-	10	24.06	±	0.34 b
Tuz	5	25.70	±	0.29 a	5	26.23	±	0.33 a	-	10	25.97	±	0.23 a
Önem		***				***					***		
Genel	20	23.50	±	0.54	20	24.70	±	0.52	***				

*** : P< 0.001; - : P> 0.05

a,b,c : Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur.

Tablo 4.4, Deneme 1'de inokulant ve farklı katkı maddeleri ile hazırlanan silajların **HP** değerleri (kuru maddede), %

Katkı Grupları	İnokulant Grupları									Genel				
	İnokulantsız				İnokulantlı				Önem					
	n	x	±	Sx	n	x	±	Sx		n	x	±	Sx	
Kontrol	5	21.76	±	0.20 a	5	21.71	±	0.36 a	-	10	21.74	±	0.19 a	
Melas	5	16.16	±	0.17 c	5	16.22	±	0.12 c	-	10	16.19	±	0.10 c	
Arpa	5	19.91	±	0.18 b	5	19.41	±	0.08 b	-	10	19.66	±	0.12 b	
Tuz	5	16.81	±	0.25 c	5	16.85	±	0.41 c	-	10	16.83	±	0.23 c	
Önem		***				***					***			
Genel	20	18.66 ± 0.53			20	18.55 ± 0.52			-					

*** : P< 0.001; - : P> 0.05

a,b,c : Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur.

Tablo 4.5, Deneme 1'de inokulant ve farklı katkı maddeleri ile hazırlanan silajların **Ham Selüloz** değerleri (kuru maddede), %

	İnokulant Grupları												
Katkı	İnokulantsız				İnokulantlı		Önem	Genel					
Grupları	n	x	±	Sx	n	x	±	Sx	n	x	±	Sx	
Kontrol	5	34.04	±	0.22 a	5	33.77	±	0.09 a	-	10	33.91	±	0.12 a
Melas	5	26.69	±	0.51 d	5	26.94	±	0.39 c	-	10	26.82	±	0.31 d
Arpa	5	31.48	±	0.39 b	5	29.43	±	0.22 b	**	10	30.46	±	0.40 b
Tuz	5	29.44	±	0.28 c	5	29.20	±	0.67 b	-	10	29.32	±	0.34 c
Önem		***				***					***		
Genel	20	30.42	±	0.64	20	29.84	±	0.60	*				

*** : P< 0.001, ** : P< 0.01, * : P< 0.05, - : P> 0.05

a,b,c,d : Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur.

Tablo 4.6, Deneme 1' de inokulant ve farklı katkı maddeleri ile hazırlanan silajların **NDF** değerleri (kuru maddede), %

Katkı Grupları	İnokulant Grupları						Genel			
	İnokulantsız			İnokulantlı						Önem
	n	x	± Sx	n	x	± Sx	n	x	± Sx	
Kontrol	5	53.80 ± 0.42	a	5	53.34 ± 0.29	a	-	10	53.57 ± 0.25	a
Melas	5	43.77 ± 0.45	d	5	42.64 ± 0.34	d	-	10	43.21 ± 0.33	d
Arpa	5	51.13 ± 0.30	b	5	50.38 ± 0.15	b	-	10	50.76 ± 0.20	b
Tuz	5	44.36 ± 0.28	c	5	43.99 ± 0.54	c	-	10	44.18 ± 0.29	c
Önem		***			***				***	
Genel	20	48.26 ± 1.00		20	47.59 ± 1.03		*			

*** : P< 0.001, * : P< 0.05 - :P> 0.05

a,b,c,d : Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur.

Tablo 4.7, Deneme 1'de inokulant ve farklı katkı maddeleri ile hazırlanan silajların ADF değerleri, (kuru maddede), %

Katkı Grupları	İnokulant Grupları						Önem	Genel		
	İnokulantsız			İnokulantlı						
	n	x	± Sx	n	x	± Sx		n	x	± Sx
Kontrol	5	48.14 ± 0.23	a	5	48.29 ± 0.31	a	-	10	48.21 ± 0.18	a
Melas	5	39.60 ± 0.22	d	5	39.68 ± 0.20	d	-	10	39.64 ± 0.14	d
Arpa	5	42.91 ± 0.53	b	5	42.65 ± 0.31	b	-	10	42.78 ± 0.29	b
Tuz	5	41.00 ± 0.26	c	5	40.67 ± 0.46	c	-	10	40.84 ± 0.26	c
Önem		***			***				***	
Genel	20	42.91 ± 0.76		20	42.82 ± 0.78		-			

*** : P< 0.001, - :P> 0.05

a,b,c,d : Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur.

Denemede yaş örneklerde gruplara göre belirlenen ortalama pH değerleri tablo 4.8'de; kuru madde kaybı değerleri ise tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.8, Deneme 1'de inokulant ve farklı katkı maddeleri ile hazırlanan silajların pH değerleri, (yaş örneklerde)

Katkı Grupları	İnokulant Grupları						Genel			
	İnokulantsız			İnokulantlı				Önem		
	n	x	± Sx	n	x	± Sx	n	x	± Sx	
Kontrol	5	5.02	± 0.03 a	5	4.69	± 0.01 a	***	10	4.86	± 0.06 a
Melas	5	4.94	± 0.04 a	5	4.84	± 0.02 a	-	10	4.89	± 0.03 a
Arpa	5	4.78	± 0.01 b	5	4.56	± 0.03 b	***	10	4.67	± 0.04 b
Tuz	5	4.79	± 0.03 b	5	4.68	± 0.02 b	*	10	4.73	± 0.02 b
Önem		***			***			***		
Genel	20	4.88	± 0.03	20	4.69	± 0.03	***			

*** : P< 0.001, * : P< 0.05, - : P> 0.05

a,b : Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur.

Tablo 4.9, Deneme 1'de inokulant ve farklı katkı maddeleri ile hazırlanan silajların **Kuru Madde Kaybı** değerleri, (kuru maddede), %

Katkı Grupları	İnokulant Grupları						Önem	Genel			
	İnokulantsız			İnokulantlı							
	n	x	± Sx	n	x	± Sx		n	x	± Sx	
Kontrol	5	25.72	± 0.86 a	5	20.56	± 1.62 a	-	10	23.14	± 1.22 a	
Melas	5	12.85	± 0.87 c	5	8.29	± 0.52 c	-	10	10.57	± 0.90 c	
Arpa	5	22.92	± 0.42 b	5	15.92	± 0.62 b	-	10	19.42	± 1.22 b	
Tuz	5	6.74	± 0.72 d	5	3.79	± 1.03 d	-	10	5.27	± 0.77 d	
Önem		***			***				***		
Genel	20	17.06	± 1.79	20	12.14	± 1.57	***				

*** : P< 0.001, - : P> 0.05

a,b,c,d : Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur.

Denemede belirlenen ortalama ham kül (HK) değerleri tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10, Deneme 1'de inokulant ve farklı katkı maddeleri ile hazırlanan silajların **Ham Kül** değerleri, (kuru maddede), %

Katkı Grupları	İnokulant Grupları						Genel			
	İnokulantsız			İnokulanlı						Önem
	n	x	± Sx	n	x	± Sx		n	x	± Sx
Kontrol	5	11.17	± 0.24 b	5	11.21	± 0.22 b	-	10	11.19	± 0.16 b
Melas	5	8.79	± 0.13 d	5	8.76	± 0.14 d	-	10	8.78	± 0.09 d
Arpa	5	10.03	± 0.08 c	5	9.54	± 0.13 c	-	10	9.79	± 0.11 c
Tuz	5	18.88	± 0.38 a	5	18.73	± 0.58 a	-	10	18.81	± 0.33 a
Önem		***			***				***	
Genel	20	12.22	± 0.91	20	12.06	± 0.92	-			

*** : P< 0.001, - : P> 0.05

a,b,c,d : Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler birbirinden farklı bulunmuştur.

4. 2. DENEME 2 :

Çalışmanın bu denemesinde mikrobiyel inokulant katılarak hazırlanan yonca silajının süt ineklerinde süt verimi ve bileşimi üzerine etkileri incelenmiştir. Denemede birbirine yakın olmakla beraber iki farklı kuru madde düzeyine sahip yonca materyali kullanılmıştır. Tablo 4.11'de denemede kullanılan taze yonca materyalleri ve bunların silajlarının ham besin madde düzeyleri verilmiştir. Tablodan da izlenebileceği gibi katkısız ve katkılı yonca materyalinin kuru madde düzeylerindeki farklılığa rağmen besin maddeleri düzeyleri hemen hemen aynıdır. Denemede katkısız silajı kontrol grubu hayvanlar, mikrobiyel inokulant katkılı silajı ise deneme grubu hayvanlar tüketmişlerdir.

Tablo 4.12'de denemede kullanılan süt yeminin bileşimi verilmiştir. İnokulantsız (kontrol grubu) (n=10) ve inokulant ilaveli (n=10) silaj tüketen gruplarda (deneme grubu) bulunan bütün hayvanlar deneme süresince ihtiyaçlarına göre hesaplanarak verilen konsantre yemleri tamamen tüketmişlerdir. Buna göre günlük olarak inokulantsız silaj tüketen hayvanlar 71.760 kg, inokulantlı silaj tüketen hayvanlar ise 74.040 kg süt yemi tüketmişlerdir ($P>0.05$). Tüm çalışma periyodunu kapsayan 0-28 günlük süreçte ise kontrol grubu hayvanları 2009.28 kg, deneme grubu hayvanları 2073.12 kg konsantre yem tüketmişlerdir.

Deneme başlangıcında inokulant (-) grubunda 484 kg, inokulant (+) grubunda 497 kg olan ortalama canlı ağırlık değerleri ($P>0.05$); deneme sonunda her iki grupta yükselmiştir. Deneme sonunda gruplarda belirlenen ortalama canlı ağırlık miktarları inokulant (-) grubunda 488 kg, inokulant (+) grubunda 505 kg olarak bulunurken, gruplar arasında istatistiki anlamda farklılığa rastlanmamıştır ($P>0.05$).

Katkısız ve mikrobiyel inokulant katkılı silajlar arasında kuru madde kayıplarının belirlenmesi amacıyla silonun değişik yerlerine konulan örgülü polietilen yem torbaları çevresinde herhangi bir küflenme olayı meydana gelmemiş ve kuru madde kayıpları yönünden her iki silaj arasında önemli düzeyde farklılık tespit edilmiştir ($P<0.05$). Silaj kuru madde kayıpları katkı içermeyen kontrol silajında %18.32 olarak belirlenirken, inokulant ilaveli silajda %10.96 olarak tespit edilmiştir.

Alınan örneklerde ölçülen pH değerleri birbirinden farklı bulunmuştur. Katkısız silajda pH değeri 4.53 olarak bulunurken, katkılı silajda inokulantın etkisine bağlı olarak bu değer daha düşük (4.22) olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4.11, Deneme 2'de kullanılan taze yonca mateyali ve silajlarının besin madde miktarları, (KM esasına göre)

	Taze Materyal (Katkısız)	Silaj (Katkısız)	Taze Materyal (İnokulant katkılı)	Silaj (İnokulant katkılı)
KM	30.72	27.97	32.88	30.75
HP	15.85	15.12	15.69	15.26
HY	2.79	3.66	2.55	2.72
HK	7.52	9.34	8.65	9.81
HS	24.64	27.20	26.07	27.92
ADF	42.66	42.56	43.60	42.41
NDF	50.34	48.47	52.65	48.30

Tablo 4.12, Kullanılan süt yeminin besin madde analiz sonuçları

Yem Maddesi	%
Kuru Madde	90.63
Ham Protein	15.49
ME, kcal/kg*	2684
Ham Yağ	2.93
Ham Selüloz	9.87
Ham Kül	9.43

***Tablo değerlerinden hesaplanmıştır**

Tablo 4.13'de denemede ele alınan bazı parametreler için elde edilen kovaryans analizi tablosu verilmiştir.

Tablo 4.14'de haftalara göre gruplardan elde edilen ortalama süt verimleri verilmiştir. En düşük süt verimi 15.52 kg/gün ile inokulant içermeyen silaj tüketen grupta üçüncü haftada belirlenirken, en yüksek süt verimi 17.46 kg/gün ile inokulant katkılı silaj tüketen grupta dördüncü haftada elde edilmiştir.

Tablo 4.15'de %4 süt yağına göre düzeltilmiş ortalama süt verimleri, tablo 4.16'da ise ortalama süt kuru maddesi değerleri verilmiştir.

Tablo 4.13, Deneme 2' de incelenen bazı parametreler için elde edilen kovaryans analizi tablosu

			1.Hafta		2.Hafta		3.Hafta		4.Hafta		0-14 gün		14-28 gün		0-28 gün	
	Var. Kaynağı	SD	KO	P	KO	P	KO	P	KO	P	KO	P	KO	P	KO	P
Süt Verimi	Genel	19	7.46		7.63		6.67		7.43		7.32		6.97		7.08	
	Regresyon	3	39.01	0.000	40.34	0.000	32.36	0.000	36.47	0.000	39.36	0.000	34.26	0.000	36.75	0.000
	Gruplar arası	1	5.65	0.038	4.39	0.064	9.82	0.008	10.79	0.008	5.00	0.030	10.30	0.007	7.41	0.012
	Grup içi	15	1.10		1.09		1.07		1.17		0.87		1.05		0.91	
Düzeltilmiş Süt Verimi	Var. Kaynağı	SD	KO	P	KO	P	KO	P	KO	P	KO	P	KO	P	KO	P
	Genel	19	7.99		11.0		7.99		8.04		8.67		7.68		8.08	
	Regresyon	3	35.98	0.000	52.69	0.000	37.00	0.000	34.21	0.000	42.29	0.000	35.10	0.000	38.49	0.000
	Gruplar arası	1	16.94	0.005	12.96	0.026	14.96	0.005	25.51	0.001	14.88	0.003	19.88	0.001	17.29	0.001
	Grup içi	15	1.58		2.11		1.39		1.56		1.20		1.16		1.10	
Süt Proteinini	Var. Kaynağı	SD	KO	P	KO	P	KO	P	KO	P	KO	P	KO	P	KO	P
	Genel	19	0.04		0.05		0.05		0.04		0.04		0.04		0.04	
	Regresyon	1	0.20	0.013	0.32	0.003	0.26	0.010	0.30	0.002	0.25	0.004	0.28	0.002	0.27	0.002
	Gruplar arası	1	0.08	0.089	0.20	0.011	0.12	0.068	0.11	0.040	0.14	0.028	0.12	0.035	0.13	0.024
	Grup içi	17	0.03		0.03		0.03		0.02		0.02		0.02		0.02	

SD= Serbestlik Derecesi

KO= Kareler ortalaması

Tablo 4.14, Deneme 2'de grupların deneme başlangıcı süt verim ortalamaları ve denemede 2'de gruplardan elde edilen ortalama süt verimleri

	Süt Verimi, kg/gün					P
	İnokulant (-)		İnokulant (+)			
	x	± Sx	x	± Sx		
Den. Baş. SV	17.40	± 2.90	17.70	± 3.66	0.841	
1. hafta	15.95	± 2.38	17.22	± 3.03	0.038	
2. hafta	16.17	± 2.36	17.40	± 3.12	0.064	
3. hafta	15.52	± 2.10	17.16	± 2.86	0.008	
4. hafta	15.78	± 2.33	17.46	± 2.94	0.008	
0-14 gün	16.06	± 2.33	17.32	± 3.03	0.030	
14-28 gün	15.65	± 2.20	17.31	± 2.89	0.007	
0-28 gün	15.85	± 2.26	17.31	± 2.95	0.012	

Tablo 4.15, Deneme 2'de gruplardan elde edilen %4 süt yağına göre düzeltilmiş ortalama süt verimleri

	Süt Verimi, kg/gün					P
	İnokulant (-)		İnokulant (+)			
	x	± Sx	x	± Sx		
1. hafta	16.13	± 0.74	18.15	± 0.96		0.005
2. hafta	16.77	± 0.82	18.73	± 1.20		0.026
3. hafta	15.56	± 0.70	17.55	± 0.99		0.005
4. hafta	16.19	± 0.68	18.50	± 0.97		0.001
0-14 gün	16.45	± 0.76	18.44	± 1.02		0.003
14-28 gün	15.87	± 0.68	18.03	± 0.95		0.001
0-28 gün	16.16	± 0.71	18.23	± 0.98		0.001

Tablo 4.16, Deneme 2'de gruplardan elde edilen ortalama süt kuru maddesi değerleri

Süt Kuru Maddesi, %							
	İnokulant (-)			İnokulant (+)			P
	x	±	Sx	x	±	Sx	
1. hafta	12.64	±	0.58	12.73	±	0.61	0.758
2. hafta	12.61	±	0.59	12.85	±	0.57	0.367
3. hafta	12.38	±	0.57	12.53	±	0.64	0.603
4. hafta	12.59	±	0.66	12.58	±	0.60	0.969
0-14 gün	12.63	±	0.51	12.79	±	0.46	0.465
14-28 gün	12.48	±	0.56	12.55	±	0.54	0.790
0-28 gün	12.55	±	0.50	12.67	±	0.46	0.601

Gruplardan elde edilen ortalama süt proteini değerleri tablo 4.17'de; ortalama süt yağı düzeyleri tablo 4.18'de; ortalama süt külü değerleri ise tablo 4.19'da verilmiştir.

Tablo 4.17, Deneme 2'de gruplardan elde edilen ortalama süt proteini değerleri

Süt Proteini, %							
	İnokulant (-)			İnokulant (+)			P
	x	±	Sx	x	±	Sx	
1. hafta	3.32	±	0.21	3.46	±	0.16	0.089
2. hafta	3.27	±	0.22	3.48	±	0.18	0.011
3. hafta	3.30	±	0.21	3.46	±	0.21	0.068
4. hafta	3.38	±	0.23	3.53	±	0.16	0.040
0-14 gün	3.30	±	0.22	3.47	±	0.16	0.028
14-28 gün	3.34	±	0.21	3.49	±	0.17	0.035
0-28 gün	3.32	±	0.21	3.48	±	0.16	0.024

Tablo 4.18, Deneme 2'de gruplardan elde edilen ortalama süt yağı değerleri

Süt Yağı, %							
	İnokulant (-)			İnokulant (+)			P
	x	±	Sx	x	±	Sx	
1. hafta	4.11	±	0.56	4.38	±	0.53	0.274
2. hafta	4.25	±	0.36	4.49	±	0.47	0.209
3. hafta	4.03	±	0.44	4.16	±	0.54	0.555
4. hafta	4.19	±	0.27	4.41	±	0.50	0.239
0-14 gün	4.18	±	0.41	4.44	±	0.38	0.157
14-28 gün	4.11	±	0.30	4.29	±	0.45	0.318
0-28 gün	4.14	±	0.33	4.36	±	0.40	0.199

Tablo 4.19, Deneme 2'de gruplardan elde edilen ortalama süt külü değerleri

Süt Kl, %							
	İnokulant (-)			İnokulant (+)			P
	x	±	Sx	x	±	Sx	
1. hafta	0.67	±	0.06	0.68	±	0.06	0.769
2. hafta	0.65	±	0.06	0.64	±	0.06	0.878
3. hafta	0.62	±	0.04	0.65	±	0.03	0.191
4. hafta	0.68	±	0.07	0.70	±	0.04	0.397
0-14 gün	0.66	±	0.03	0.66	±	0.03	0.897
14-28 gün	0.65	±	0.05	0.67	±	0.03	0.271
0-28 gün	0.65	±	0.04	0.67	±	0.03	0.455

Haftalara göre gruplardan elde edilen günlük ortalama silaj tüketimi değerleri tablo 4.20' de kuru madde üzerinden; normal silajda elde edilen silaj tüketim değerleri ise tablo 4.21'de verilmiştir.

Tablo 4.20'de görüldüğü gibi çalışmanın bütün dönemlerinde günlük silaj kuru madde tüketimleri bakımından inokulantsız ve inokulantlı silaj tüketen her iki grup arasında değişik önem düzeylerinde farklılıklar belirlenmiştir. En düşük silaj kuru madde tüketimi inokulantsız silaj tüketen grupta (8.53 kg/gün) birinci haftada; en yüksek değer ise inokulant katkılı silaj tüketen grupta (10.73 kg/gün) ikinci haftada tespit edilmiştir.

Tablo 4.20, Deneme 2'de gruplardan elde edilen silaj tüketim değerleri

	Silaj Tüketimi (Kuru madde üzerinden), kg/gün					
	İnokulant (-)			İnokulant (+)		P
	x	±	Sx	x	± Sx	
1. hafta	8.53	±	1.71	10.23	± 0.91	0.013
2. hafta	8.54	±	1.60	10.73	± 0.83	0.001
3. hafta	8.75	±	1.36	10.36	± 1.04	0.008
4. hafta	8.75	±	1.36	10.36	± 1.04	0.008
0-14 gün	8.54	±	1.63	10.48	± 0.82	0.003
14-28 gün	8.55	±	1.33	10.34	± 0.99	0.003
0-28 gün	8.54	±	1.44	10.41	± 0.85	0.002

Tablo 4.21, Deneme 2'de gruplardan elde edilen ortalama silaj tüketim değerleri

Silaj Tüketimi (Tabii halde), kg/gün							
	İnokulant (-)			İnokulant (+)			P
	x	±	Sx	x	±	Sx	
1. hafta	30.51	±	6.12	33.25	±	2.95	0.224
2. hafta	30.53	±	5.70	34.91	±	2.69	0.047
3. hafta	31.29	±	4.84	33.69	±	3.38	0.216
4. hafta	29.84	±	4.84	33.55	±	3.71	0.071
0-14 gün	30.52	±	5.81	34.08	±	2.68	0.095
14-28 gün	30.56	±	4.76	33.62	±	3.20	0.109
0-28 gün	30.54	±	5.14	33.85	±	2.76	0.090

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1. DENEME 1:

Farklı katkı maddeleri ile birlikte mikrobiyel inokulant ilave edilmesinin silaj besin maddeleri ile bazı silaj kalitesi özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği bu denemede kullanılan taze yoncanın ham besin madde içerikleri tablo 4.1 de görülmektedir. Tabloda da görüleceği gibi incelenen materyal HP ve hücre duvarı materyali açısından orta kalitenin üzerinde olarak sınıflandırılabilir (NRC,1989).

Tablo 4.3'de inokulant ve yem katkı gruplarına göre genel ortalama silaj kuru madde düzeyleri verilmiştir. Tablodan da izlenebileceği gibi inokulantsız ve inokulantlı gruplarda genel ortalama kuru madde düzeyleri birbirlerinden önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($P<0.001$). Silaj kuru madde düzeyleri inokulantsız grupta %23.50 olarak bulunurken, inokulantlı grupta %24.70 olarak daha yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Yem katkı gruplarına göre de değerler arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Melas ve tuz katkılı gruplar arasında elde edilen değerler birbirine benzer olarak tespit edilirken, diğerleri birbirlerinden farklı bulunmuştur.

Mikrobiyel inokulantlarla yapılan çalışmalarda silaj kuru madde düzeyleri ile ilgili olarak birbirlerinden farklı sonuçlar alınabilmektedir.

Kung ve ark (1993) arazi şartlarında yaptıkları mısır silajında kuru madde düzeylerini kontrol grubuna göre (%34.7) Ecosyl ticari isimli inokulant katkılı silajda (%32.9) ve Pioneer 1174 isimli inokulant katkılı silajda (%33.3) önemli düzeyde ($P<0.05$) daha düşük olarak farklı bulurlarken, iki inokulant grubu arasında farklılık tespit edilmemiştir. Kung ve ark (1991a) 'nın %44.9 kuru madde içeren soldurulmuş yonca materyali kullanarak yaptıkları çalışmalarında silaj kuru madde düzeyleri kontrol, inokulant ve inokulant + antibiyotik ilaveli silajlarda sırasıyla %42.3, %39.6 ve %39.2 olarak birbirlerinden önemli ($P<0.05$) düzeylerde farklı bulunmuştur. Hunt ve ark (1993)'nın silajlık mısırdaki yaptıkları benzer bir çalışmada taze materyalde %32.4 olan kuru madde düzeyleri katkısız kontrol silajında %31.9 ve inokulant katkılı silajda %31.2 olarak belirlenirken taze materyal, kontrol ve deneme silajı arasında önemli düzeyde farklılıklar

tespit edilmiştir ($P<0.05$). Sunulan çalışmada ise %25.73 kuru madde düzeyine sahip yoncada inokulantsız kontrol, melas, arpa ve tuz katkılı gruplara göre, inokulant ilave edilmiş kontrol, melas, arpa ve tuz gruplarında kuru madde düzeyleri daha yüksek bulunmuştur. İnokulantsız ve inokulantlı gruplardan elde edilen genel ortalamalar incelendiğinde de (tablo 4.3) inokulantlı silajlarda belirlenen kuru madde düzeylerinin önemli ($P<0.001$) düzeyde yüksek olduğu görülecektir.

Kung ve ark (1991b) soldurulmadan (%20 KM) ve %43.7 kuru madde düzeyine kadar soldurulmuş yonca materyali kullanarak yaptıkları bir çalışmada kuru madde düzeylerini soldurulmamış silajlarda kontrol grubunda %21.3, enzim ilaveli silajda %20.9 ve enzim + inokulant ilaveli silajda ise %20.5 olarak birbirlerinden önemli düzeyde ($P<0.05$) farklı olarak bulunurken; soldurulmuş silajlarda bu değerleri aynı sırayla %43.7, %43.0, %44.2 düzeylerinde tespit etmişlerdir ($P>0.05$).

Bolsen ve ark (1992d) tarafından mısır silajına Pioneer 1174 ve Biotal ticari isimli iki farklı inokulant ilave edilerek iki farklı deneme halinde arazi şartlarında yapılan bir çalışmada; 1. denemede silaj kuru madde düzeyi kontrol silajında % 37.2, Pioneer 1174 ilaveli silajda % 38.0; 2. denemede ise aynı değerler kontrol silajında % 34.0, deneme silajında % 33.6 olarak tespit edilmiştir.

Cleale ve ark (1990) ortalama % 37 kuru madde içeren mısır silajı kullanarak arazi şartlarında yaptıkları çalışmada 110 günlük periyotta silaj kuru madde düzeylerini kontrol ve deneme silajlarında % 31.92 ve % 36.0 olarak bulmuşlardır. Taze silaj materyaline göre her iki silaj kuru madde düzeyinin azalması sunulan çalışma sonuçları ile benzerlik taşımaktadır. Ancak sunulan çalışmanın 2. denemesinde katkı içermeyen taze materyale (% 30.72) göre silajının kuru maddesinde (%27.97) meydana gelen azalma daha düşük düzeylerde dir. Yine sunulan araştırmanın 2. denemesinde taze materyalinde %32.88 olan kuru madde düzeyi inokulant ilaveli silajda daha az bir azalma ile %30.75 olarak tespit edilmiştir.

Gordon (1989) tarafından çayır silajı kullanılarak arazi şartlarında yapılan bir çalışmada silajlarda kuru madde düzeyleri 55. günde kontrol, formik asit ve inokulant ilaveli silajlarda sırasıyla %20.9, %24,3 ve %22.0 olarak kontrol grubunda diğer gruplara

göre düşük bulunmuştur. Katkılı gruplarda kuru madde düzeyinin yüksek çıkması sunulan çalışma bulgularını destekler niteliktedir. Çalışmada 240 günlük periyotta inokulantsız gruplardan elde edilen genel ortalama kuru madde (%23.50) düzeyine göre inokulantlı grup genel ortlamalarında daha yüksek kuru madde düzeyi (%24.70) tespit edilmiştir ($P<0.001$).

Haigh ve ark (1987) ise taze materyalinde %16 kuru madde içeren çayır otu-baklagil karışım silajlarında kuru madde düzeylerini kontrol ve inokulat gruplarında %15.5 ve %16.1 olarak benzer bulmuşlardır. Hinds ve ark (1985)'nin sorgum silajında yaptıkları çalışmada silaj kuru madde değerleri 21. günde kontrol silajına (%44.3) göre NPN ve inokulant katkı silajlarda sırasıyla %42.0 ve %43.9 olarak önemsiz düzeylerde düşük bulunmuştur. Kung ve ark (1987) yonca silajında yaptıkları çalışmada kuru madde düzeyini kontrol silajında %57.3, BiomaxSI ve AgMaster ticari isimli inokulant katkı silajlarda ise %54.8 ve %56.6 olarak kontrole göre önemsiz düzeylerde daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Kung ve ark. (1984) %30, %40, %50, %60 düzeylerinde kuru madde içeren soldurulmuş yonca kullanarak yaptıkları çalışmada belirtilen taze silaj materyali kuru madde düzeylerinde silaj kuru madde düzeylerini sırasıyla; inokulant ilaveli silajlarda %27.3, %40.9, %53.6 ve %58.4 olarak bulmuşlardır. Görüldüğü gibi taze materyale göre %30 ve %60 kuru madde düzeylerinde düşme tespit edilmiştir. Silaj kuru maddesindeki bu düşüşler makul düzeylerde olup silaj kalitesi ve uygulanan inokulantın aktivitesi ile ilişkili olabilir. Özellikle yüksek kuru madde düzeylerinde yeterli sıkıştırma yapılamacağından ve silajın doğal florasında bulunan silaj oluşumuna uygun mikroorganizmalar ile inokulasyonla ilave edilen laktik asit bakterileri silajda arzu edilen fermentasyonu yeterli düzeyde sağlayamayacağından, silaj besin maddelerinde olduğu gibi kuru maddede düşüşler olabilir (Pahlow 1989, Kamphues 1996, Bolsen ve ark 1996a). Ancak silaj kuru madde düzeylerindeki artışları izah etmek güç olmakla birlikte inokulant katkılarına bağlanabilir. Kuru maddede belirlenen düşme miktarları sunulan çalışmanın 2. denemesinde elde edilen sonuçlarla (tablo 4.11) benzerlik içindedir.

Heron (1988) %15.3 kuru madde içeren çayır otu kullanarak yaptığı laboratuvar silajlarında 76. günde inokulant, inokulant + glikoz ilaveli silajlarda kuru madde

değerlerini %15.7 ve %16.8 olarak bulmuşlardır. Bu bulgular sunulan çalışmada benzer katkılar uygulanan gruplarda elde edilen sonuçlar ile uyumaktadır. Çalışmada kuru madde değeri sadece melas ilaveli inokulantsız grupta %25.34 olarak bulunurken, melas + inokulant katkılı grupta %26.54 olarak, hem sadece melas ilave edilmiş gruptan hem de taze materyal kuru maddesinden (%25.73) yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Taze materyal kuru maddesine göre oluşan bu artışları inokulat ve inokulant preparatlarında bulunan laktik asit bakterilerinin etkinliğini artırabilen melas ve glikoz gibi karbonhidrat kaynaklarının ilavelerine bağlamak mümkün olmakla birlikte, silolamaya kadar geçen süreçte meydana gelen solmaya bağlı olarak kuru madde düzeyinin bir miktar yükselmesinin yanında, yine silolama sırasında bir miktar silaj materyali sıvısının kaybına bağlı olarak yoğunluk artmasının da etkili olabileceği söylenebilir.

Lindgren ve ark (1983) %17.1 kuru madde içeren çayır otu-baklagil karışımı kullanarak hazırladıkları laboratuvar silajlarında kuru madde düzeylerini kontrol grubunda %16.6, inokulant ilaveli silajda %17, inokulant + %10 tane yem ilaveli silajda ise %23.2 ve sadece %10 tane yem ilaveli silajda %23.4 olarak kontrole göre önemsiz düzeylerde daha yüksek bulmuşlardır. Diğer gruplara göre tane yem ve inokulant + tane tem katkılı silajda kuru madde düzeyinin yüksek bulunması beklenen bir sonuçtur ve bu durumun yüksek kuru madde içeriğine sahip olan tane yem ilavesinden kaynaklandığı söylenebilir. Tarafımızdan yapılan çalışmanın 1. denemesinde taze materyal kuru maddesine göre düşük olmakla birlikte %5 tane yem (arpa) ve %5 tane yem + inokulant gruplarında belirlenen kuru madde düzeyleri farklı bulunmuştur. Sadece tane yem ilaveli grupta kuru madde düzeyi %23.09, tane yem + inokulant grubunda ise %25.03 olarak tespit edilmiştir. Bu durum ortamda yeterli miktarda kolay eriyebilir karbonhidrat kaynağı bulan mikroorganizmaların daha iyi gelişerek daha kaliteli bir silaj elde edilmesini sağladığı ve kuru madde kayıplarını azalttığı şeklinde yorumlanabilir. Lindgren ve ark (1983) %17.1 kuru madde içeren aynı silaj materyalini kullanarak arazi şartlarında yaptıkları aynı çalışmanın diğer denemesinde silaj kuru madde değerlerini kontrol, inokulant ve inokulant + %10 tane yem ilaveli silajlarda sırasıyla %19.0, %18.9 ve %25.3 olarak tespit etmişlerdir. Sunulan çalışmanın 2. denemesinde arazi şartlarında taze yonca materyaline göre

inokulantsız silajda kuru madde oranı yaklaşık %3, inokulant ilaveli silajda ise yaklaşık %2 düzeyinde daha düşük tespit edilmiştir. Bu sebeple adı geçen araştırmanın kontrol grubunda taze materyale göre kontrol silajında yüksek kuru madde düzeyi belirlendiğinden dolayı sunulan araştırma sonuçları ile bu bulgular uyuşmamaktadır. Araştırmacıların bulgularında %17.1 gibi silaj yapımı için yetersiz sayılabilecek bir kuru madde düzeyinde katkılı silajların yanında kontrol silajında bile kuru maddede hiç düşüş meydana gelmemesi, silajın bütün silolama prensiplerine uyularak elde edilmiş çok kaliteli bir silaj olduğunu düşündürmektedir.

Martinsson (1991) katkısız, inokulant ve formik asit ilaveli silajlarda kuru madde düzeylerini %17.0, %16.8 ve %17.4 olarak birbirine yakın düzeylerde bulmuştur. Bolsen ve ark (1995) da mısır silajında kuru madde değerlerini katkısız silajda %37, Pioneer 1174 ve Pineer 1132 ticari adlı inokulant ilave edilmiş silajlarda ise %36.6 ve %36.8 olarak tespit etmişlerdir.

İnokulantlı ve inokulantsız gruplar ile yem katkı gruplarına göre belirlenen genel ortalama ham protein (HP) değerleri tablo 4.4' de verilmiştir.

İnokulantlı ve inokulantsız grupların genel ortalama HP değerleri arasında istatistiki bakımdan önemli bir fark bulunmamış ($P>0.05$) ve her iki grupta belirlenen değerler birbirine çok yakın olarak tespit edilmiştir. İnokulantsız ve inokulantlı gruplarda genel ortalama HP değerleri %18.66 ve %18.55 olarak belirlenmiştir. Yem katkı grupları arasında ise önemli düzeyde farklılık oluşmuştur ($P<0.001$). Melas ve tuz gruplarında elde edilen genel ortalama HP değerleri diğerlerinden farklı olmakla birlikte birbirleri ile benzer bulunmuştur. Yem katkı grupları içinde en yüksek ham protein düzeyi kontrol grubunda (%21.74) elde edilirken en düşük değer melas katkılı grupta %16.19 olarak belirlenmiştir. Yaş numune analizlerinde kontrol grubunda diğer gruplara göre daha düşük olarak belirlenen HP değerlerinin kuru madde esasına çevrildiğinde yüksek çıkmasının sebebi tablo 4.3'de de görülebileceği üzere bu grupta belirlenen silaj kuru madde düzeyinin diğer gruplardan önemli derecede düşük olmasıdır. Arpa grubunda belirlenen silaj kuru madde düzeyi (tablo 4.3) melas ve tuz katkı gruplarına göre düşük olmakla beraber, ham protein düzeyinin bu gruplara göre yüksek çıkmasında arpa katkısının da etkisi olabilir.

Mikrobiyel inokulantlarla yapılan çalışmalarda silaj ham protein düzeyi ile ilgili olarak birbirinden farklı sonuçlar alınmıştır. Değişik yem bitkileri kullanılarak yapılan bazı çalışmalarda mikrobiyel inokulantların silaj ham protein düzeyini önemsiz düzeylerde artırıcı (Bolsen ve ark 1995, Haigh ve ark 1987, Harrison ve ark 1989); önemli (Anderson ve ark 1989) veya önemsiz (Harrison ve ark 1989, Lindgren ve ark 1983) düzeylerde azaltıcı etki yaptığı bildirilmektedir.

Lindgren ve ark (1985) laboratuvar şartlarında kuru maddede HP düzeyini %28.4 kuru madde ihtiva eden inokulant katkılı çayır otu silajında %11.98; %32.1 kuru madde içeren formik asit katkılı çayır otu silajında %10.00; %22.4 kuru madde ihtiva eden inokulant katkılı çayır otu-baklagil karışımında %13.2; %21.7 kuru maddeye sahip olan formik asit katkılı çayır otu-baklagil karışımında %12.58 olarak bulmuşlardır.

Bolsen ve ark (1995), %37 KM içeren mısır silajında HP değerlerini kontrol grubunda %7.31, iki farklı inokulant grubunda ise %7.37 ve % 7.50 olarak daha yüksek tespit etmişlerdir ($P>0.05$). Benzer bir çalışmada (Haigh ve ark 1987) da %16 oranında KM içeren baklagil-çayır otu karışımı silajda HP düzeyi, kontrol grubunda %16.9 olarak bulunurken, inokulant katkılı silajda %17.6 ve formik asit + formalin katkılı silajda ise %17.8 düzeyinde en yüksek olarak tespit edilmiştir ($P>0.05$). Sunulan çalışmada inokulant ilavesi HP düzeyini etkilememiştir.

Laboratuvar şartlarında yapılan benzer bir çalışmada (Lindgren ve ark 1983) da çayır otu-baklagil karışım silajında HP değerlerinin kontrol (%15.3) silajına göre mikrobiyel inokulant (%15.0), mikrobiyel inokulant + % 10 tane yem (%13.7) ve sadece tane yem (%13.6) ilaveli silajlarda istatistiki olarak önemsiz düzeylerde daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Sunulan çalışmada tablo 4.4 de de görülebileceği üzere HP değeri inokulantsız gruplara göre inokulantlı grupların genel ortalamalarında önemsiz düzeyde düşük bulunmuştur.

Harrison ve ark (1989) %27.7 oranında kuru madde ihtiva eden çayır otu-baklagil karışım silajında HP değerinin kontrol silajına göre (%12.8), 10^6 cfu düzeyinde mikrobiyel inokulant ilaveli silajda (%13.1) arttığını; 10^5 cfu düzeyinde mikrobiyel inokulant katkılı silajda (%12.7) ise kontrole göre azaldığını bildirmektedirler ($P>0.05$).

Adı geçen araştırıcıların HP değerini kontrol grubuna göre 10^5 cfu inokulasyon düzeyinde düşük bulurlarken, 10^6 cfu inokulasyonda yüksek bulmaları, silajı yapılan ayır otu-baklagil karışımının sahip olduğu doğal florada yüksek miktarda homofermentatif laktik asit bakterisinin mevcut olabileceğine bağlanabilir. Doğal florada mevcut olan ve homofermentatif özelliğe sahip bakteri miktarlarının altındaki inokulasyonların etkisiz kaldığı bilinen bilgiler arasındadır. Başka bir çalışmada (Kung ve ark 1991a) % 42 KM düzeyine kadar soldurulmuş yonca silajında ham protein düzeyi 56. günde kontrol ve Ecosyl ticari isimli inokulant katkılı silajlarda %18.7 düzeyinde eşit, inokulant + antibiyotik (150 ppm Vancomicin) katkılı silajda ise daha düşük (%17.9) olarak tespit edilmiştir ($P>0.05$). İnokulant ilavelerinin HP düzeyi üzerine etkisiz kaldığını bildiren araştırıcıların sonuçları ile sunulan çalışma sonuçları benzerlik göstermektedir. Silajlara inokulant uygulamalarının HP düzeyini istatistiksel anlamda artırdığını belirten bildirişlere rastlanamaması bu sonuçları destekler niteliktedir. Bu noktadan hareketle inokulant ilavelerinin silaj HP düzeyi üzerine belirgin derecede artırıcı etkilerinin olmadığı söylenebilir.

Anderson ve ark. (1989) ise inokulant ilavesi ile ayır otu silajında kuru maddede HP değerlerinin kontrol silajına göre önemli düzeyde düştüğünü belirlemişlerdir ($P<0.001$). Hunt ve ark (1993) da benzer şekilde ayır otu silajında kuru maddede HP miktarını inokulant ilaveli silajda (%5.8) kontrole göre (%6.1) nemli düzeyde düşük bulmuşlardır ($P<0.05$). Bu bulgular çalışma sonuçları ile uygunluk göstermemektedir. Adı geçen araştırıcıların çalışmalarında inokulasyon yapılmış gruplarda HP miktarının önemli düzeylerde düşük çıkmasını, inokulasyon uygulamalarının silaj HP düzeyi üzerine önemli düzeylerde azaltıcı etki yaptığı şeklinde yorumlamak yanlış olabilir. Bilindiği gibi silaj besin maddeleri ve silaj kalitesi özelliklerini bitkinin hasatından itibaren birçok faktör etkileyebilmektedir. Nitekim sunulan bu çalışmanın 2. denemesinde arazi şartlarında yapılan silajlarda katkısız grup için kullanılan taze materyalin sahip olduğu miktardan daha az HP düzeyine sahip taze materyal kullanılarak elde edilen inokulant ilaveli silajda HP düzeyi katkısız silaja göre daha yüksek (%15.26) olarak belirlenmiştir (Tablo 4.11).

Tablo 4.5' de inokulant gruplarına ve katkı gruplarına göre elde edilen ortalama ham selüloz değerleri verilmiştir.

Tablo 4.2'de de görüldüğü gibi inokulant grupları ile katkı grupları arasında önemli düzeyde interaksiyon tespit edilmiştir ($P<0.05$). İnokulantlı ve inokulantsız gruplar arasında genelde bir farklılık ($P<0.05$) gözlenmesine karşılık, katkı maddeleri açısından ele alındığında inokulasyonun sadece arpa ilave edilen silajda etkili olduğu ve HS düzeyini düşürdüğü tespit edilmiştir ($P<0.01$). Ham selüloz değerleri inokulantsız gruplarda kontrol, melas, arpa ve tuz ilave edilmiş gruplarda sırasıyla; %34.04, %26.69, %31.48, %29.44; inokulatlı gruplarda ise aynı sırayla %33.77, %26.94, %29.43, %29.20 olarak belirlenmiştir. En yüksek ham selüloz düzeyi inokulantsız kontrolde (%34.04), en düşük değer ise inokulantsız melas grubunda (%26.69) belirlenmiştir. İnokulantlı ve inokulantsız grupların kendi içinde ham selüloz düzeylerinin birbirlerinden oldukça farklı düzeylerde bulunması kullanılan katkı maddelerinden kaynaklanabilir. İnokulantlı ya da inokulantsız olarak hazırlanan silajlara melas, arpa veya tuz ilave edilmesi HS düzeyinde farklılığa neden olmuştur ($P<0.001$). Bu farklılıkların sebebi değişik bileşim özelliklerine sahip olan yem katkılarının kullanılması olabilir.

Katkı gruplarında her bir yem silaj katkı grubunda elde edilen ortalama ham selüloz değerleri arasındaki farklar da önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Bu grupların genel ortalamaları incelendiğinde ise en yüksek ham selüloz miktarının %33.91 ile katkı içermeyen kontrol grubunda, en düşük değer ise %26.82 ile melas ilaveli grupta tespit edildiği görülür.

Literatürlerde doğrudan ham selüloz düzeyini belirten değerlere rastlanılmamıştır. Bütün literatürlerde, selülozu oluşturan hücre duvarı komponentlerinden olan NDF ve ADF düzeyleri verilmiştir. Bu sebeple belirlenen ortalama ham selüloz değerlerinin tartışılabilceği direkt bir veri mevcut değildir. Hunt ve ark (1993)'nın laboratuvar şartlarında sunulan bu çalışmada da kullanılan Pioneer 1174 ticari adlı mikrobiyel inokulant katkısını % 23.8 selüloz, % 18.1 hemiselüloz, % 3.2 lignin içeren silajlık mısıra ilave ederek yaptıkları çalışmada, %32.4 düzeyinde KM içeren mısır silajında 60. günde selüloz, hemiselüloz ve lignin değerlerini kontrol grubunda sırasıyla; %22.3, %16.7 ve

%3.9 olarak bulurken, mikrobiyel inokulant katkılı deneme silajında aynı değerleri sırasıyla; %22.2, %16.8, %3.8 olarak belirlemiştir. İki grup arasında farklılık önemli bulunmazken ($P>0.05$), taze materyale göre selüloz ve hemiselüloz değerleri iki silaj grubunda da önemli ($P<0.05$) düzeyde azalmıştır. Taze materyale göre en büyük düşüşün hemiselülozda olması bu bileşiğin silaj süresi boyunca diğer komponentlere göre daha fazla hidrolize olduğu şeklinde yorumlanabilir.

İnokulantlı ve inokulantsız gruplarda ve yem katkı gruplarında elde edilen ortalama NDF değerleri tablo 4.6'da verilmiştir. İnokulantsız ve inokulantlı gruplardan elde edilen genel ortalama NDF değerleri %48.26 ve %47.59 olarak bulunmuş ve inokulasyonun NDF değerini önemli düzeyde düşürdüğü belirlenmiştir ($P<0.05$).

Mikrobiyel inokulantlarla yapılan bir kısım çalışmalarda (Hunt ve ark 1993, Harrison 1989, Anderson ve ark 1989) silaj NDF düzeyinde düşme; bazı çalışmalarda (Bolsen ve ark 1995, Sanderson 1993) ise yükselme gözlenmiştir.

Hunt ve ark (1993) Pioneer 1174 ticari isimli inokulant katkılı mısır silajında (%32.4 KM) kuru maddede NDF düzeyini kontrol (%45.1) grubuna göre deneme grubunda (%44.8) istatistiki yönden önemsiz düzeyde düşük tespit etmişlerdir ($P>0.05$). Kontrol ve deneme grubundan elde edilen NDF değerlerinin taze materyale (%46.2) göre önemli düzeyde düştüğü gözlenmiştir ($P<0.05$). Harrison ve ark (1989), laboratuvar şartlarında 4-6 kg'lık silolarda %28 KM içeren çayır otu silajında NDF düzeyini 57 günde kuru maddede kontrol grubunda %54.2, tarafımızdan sunulan çalışmada da kullanılan Pioneer 1174 adlı inokulantın 10^5 cfu düzeyinde kullanıldığı silaj grubunda %53.1, aynı inokulantın 10^6 cfu düzeyinde ilave edildiği grupta ise %54.2 olarak tespit etmişlerdir ($P<0.05$). . Bu bulgular 240 günlük periyotta elde edilen çalışma sonuçları ile NDF düzeyinde azalma oluşması bakımından uyum içindedir. Sunulan çalışmada benzer kuru madde düzeyine sahip yonca silajında NDF miktarı inokulantsız kontrol grubunda %53.80, inokulantlı kontrol grubunda ise %53.34 olarak bulunmuştur. Anderson ve ark (1989)'nın yaptığı benzer bir çalışmada da Ecosyl ticari isimli *Lactobacillus plantarum* içeren mikrobiyel inokulant preparatı arazi şartlarında yapılmış çayır otu silajına ilave edilmiş ve NDF düzeyinin önemli düzeyde ($P<0.01$) düştüğü belirlenmiştir. NDF miktarında önemli oranda meydana gelen bu düşüşler

'silajlık materyallerin doğal floralarında yetersiz düzeyde olan laktik asit bakterilerinin silaj ortamındaki sayılarının yapılan inokulasyonla hızla yükselmesine paralel olarak daha etkili bir homofermentasyon olduğu ve buna bağlı olarak hücre duvarı komponentlerinin sindirilme derecelerinin arttığı söylenebilir. Nitekim laktik asit bakterilerinin hücre duvarı komponentlerini nasıl yıkımladığı kesin olarak bilinmemekle birlikte inokulant ilaveleri ile sağlanan düşük pH'nın hemiselülozun asit hidrolizini artırarak hücre duvarı fraksiyonlarını açtığı bildirilmektedir (Bolsen ve ark 1996a).

Sanderson (1993), Pioneer 1174 isimli mikrobiyel inokulant ve antifungal kullanarak yaptığı bir çalışmada %30 oranında KM içeren mısır silajında kuru maddede NDF değerinin 40. günde kontrol grubunda %44.9, sadece mikrobiyel inokulant ilaveli grupta %45.9; mikrobiyal inokulant + antifungal ilaveli silaj grubunda ise %45.2 olarak belirlemiştir. Aynı değerler 186. günde sırasıyla %43.5, %44.8 ve %43.0 olarak bulunmuştur. Sanderson (1993)'un aynı katkıları kullanarak (ortalama %30 KM) sorgum silajında yaptığı çalışmanın diğer denemesinde NDF değerleri aynı sırayla 30. günde %52.6, %52.3 ve %52.9; 160. günde %57.4, %57.9 ve %56.7 olarak belirlemiştir ($P>0.05$). Bolsen ve ark (1995), %37 düzeyinde KM'ye sahip mısır silajında NDF düzeyini inokulant ilaveli iki deneme grubunda (%41.9, %43.3) kontrol grubuna (%41.8) göre yüksek bulmuşlardır Bu araştırmacıların çalışmalarında inokulant ilavelerinin NDF miktarını artırması tablo 4.6' da da görüleceği gibi çalışma bulguları ile uyuşmamaktadır.

Bakteri ve enzim içeren mikrobiyel inokulant preparatları da silaj NDF düzeyini azaltıcı etki yapmaktadır. Bu konuda yapılan bir çalışmada (Kung ve ark 1991b) laktik asit ve hücre duvarı yıkımlayıcı enzim içeren karma preparat uygulamalarının silajlarda NDF düzeyini düşürdüğünü ancak bu düşüşün istatistiksel olarak önemsiz düzeyde kaldığı gözlenmiştir. Sheperd ve ark (1995) ortalama %35 kuru madde içeren yonca silajında bakteri + enzim içeren iki farklı mikrobiyel inokulant uygulamasının NDF miktarını azalttığını ve 177. günde kontrol (%43.8) grubuna göre iki deneme grubunda (%40.6, Silage Fresh Plus; %40.0, Alfazyme) belirlenen NDF miktarlarının önemli düzeyde düşük olduğunu belirtmektedir ($P<0.05$). Bunun sebebi enzimler tarafından yıkılan hücre duvarı komponentlerinin laktik asit bakterileri tarafından kullanılabilir hale gelmesi olabilir.

Nitekim enzim ilavelerinin polisakkaritleri hızlı bir şekilde hidrolize ettiği ve hidrolize olan bu polisakkarit ürünlerinin laktik asit bakterileri tarafından laktata dönüştürülebildiği belirtilmektedir (Sheperd ve ark 1995).

Yem katkılarına göre de gruplar arasında önemli düzeyde farklılıklar oluşmuştur ($P<0.001$). Katkı içermeyen kontrol grubu ile melas, arpa ve tuz ilaveli gruplarda ortalama NDF değerleri sırasıyla; %53.57, %43.21, %50.76, %44.18 olarak belirlenmiştir. Yem katkıları kontrol grubuna göre NDF miktarını önemli düzeylerde düşürmüşlerdir.

Tablo 4.7'de inokulantlı ve inokulantsız gruplara ve yem katkılarına göre belirlenen ortalama ADF değerleri verilmiştir. İnokulant ilavesinin bu gruplarda genel ortalamalar üzerine etkili olmadığı ve ADF miktarının inokulantsız (%42.91) ve inokulantlı (% 42.82) gruplarda birbirine çok yakın olduğu gözlenmiştir ($P>0.05$). Yem katkı grupları arasında ise önemli düzeyde farklılıklar belirlenmiştir ($P<0.001$). Bunun sebebi kullanılan yem katkılarının birbirinden farklı kompozisyona sahip olmaları olabilir. Yem katkı grupları içinde en yüksek ortalama değer katkı içermeyen kontrol (%48.21) grubunda belirlenirken en düşük değer ise %39.64 ile melas katkılı gruptan elde edilmiştir (tablo 4.7).

Mikrobiyel inokulantlarla değişik yem bitkisi silajlarında yapılan çalışmalarda ADF değerleri yönünden farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu araştırmaların çoğunda (Harrison ve ark 1989, Haigh ve ark 1987, Anderson ve ark 1989, Henderson ve ark 1986) mikrobiyel inokulantların silaj ADF düzeyini düşürdüğü bildirilmektedir. Yapılan bir çalışmada (Harrison ve ark. 1989) %28 oranında KM içeren çayır otu silajında ADF değerleri kuru maddede 57. günde kontrol, 10^5 ve 10^6 cfu/g/yem düzeyinde mikrobiyel inokulant içeren gruplarda sırasıyla %34.4, %33.2 ve %33.9 olarak iki deneme grubunda da önemli düzeyde daha düşük bulmuşlardır ($P<0.05$).

Haigh ve ark (1987) benzer bir çalışmada %16 düzeyinde kuru madde ihtiva eden inokulant ilaveli çayır otu silajında ADF düzeyini kontrol (%30.4) grubuna göre deneme grubunda (%29.0) daha düşük olarak belirlemişlerdir. Anderson ve ark. (1989) da bir seri deneme halinde yaptıkları çalışmada katkısız silaj gruplarına göre ADF miktarında çoğunlukla düşme tespit etmişlerdir.

Antibiyotikle beraber mikrobiyel inokulantların silaj kalitesi üzerine etkilerinin incelendiği başka bir çalışmada (Kung ve ark. 1991a) %44.9 oranında KM içeren yonca silajında ADF miktarının kontrol (%33) grubuna göre Ecosyl isimli mikrobiyel inokulant ilaveli silajda (%32.6) ve Ecosyl + antibiyotik (vancomycin) ilaveli silajda (%32.3) az da olsa düştüğü belirlenmiş ve taze materyal kuru maddesinde belirlenen ADF miktarına göre (%30.5) bütün gruplarda ADF düzeyi yüksek olarak tespit edilmiştir. Benzer silaj materyali kullanılan sunulan çalışmada da inokulant ilavesi silaj ADF düzeyi üzerine etkili olmamakla beraber genel olarak az da olsa değerlerde bir düşme görülmüştür. Yine taze materyal ADF miktarına göre yükselme görülmesi de sunulan bu çalışma sonuçları ile uygunluk göstermektedir. Çalışmada %25.73 kuru madde ihtiva eden taze yonca materyalinde %39.72 olan ADF düzeyi (tablo 4.1) melas grubu hariç bütün gruplarda daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Sunulan çalışmanın 2. denemesinde ise taze materyale göre ADF düzeyinde hem katkısız hem de inokulant katkılı silajlarda düşme görülmüştür (Tablo 4.11).

Bakteri ve enzim içeren mikrobiyel inokulant preparatları da silaj ADF düzeyini düşürücü etki yapmaktadır. Sheperd ve ark (1995)' nın Silage Fresh Plus ve Alfazyme ticari isimli bakteri + enzim içeren iki farklı preparatı %38 düzeyinde KM içeren yonca silajına ayrı ayrı uyguladıkları bir çalışmada 177. günde ADF miktarını kontrol grubunda %38.9, deneme gruplarında ise sırasıyla %37.3 ve %35.6 olarak önemli düzeyde düşük bulmuşlardır ($P<0.05$). Başka bir çalışmada da yaklaşık %43.5 KM düzeyine kadar soldurulmuş ve soldurulmadan direkt silajı (yaklaşık %20 KM) yapılan materyallerde inokulant ve enzim uygulamalarının ADF düzeyini azalttığı belirtilmektedir (Kung ve ark 1991b).

İnokulantların silajlarda ADF düzeyi üzerine artırıcı etki yaptığını bildiren çalışmalara da rastlanmaktadır (Sanderson 1993, Bolsen ve ark 1995). Yapılan bir çalışmada (Bolsen ve ark 1995) %37 oranında KM içeren mısır silajında ADF düzeyi kontrol grubuna göre (%26) Pioneer 1174 ticari isimli inokulant ilaveli deneme grubunda %25.5 olarak düşük bulunurken, Pioneer 1132 isimli inokulant ilaveli grupta (%26.3) daha yüksek olarak tespit edilmiştir ($P>0.05$). Mısır silajında yapılan başka bir çalışmada (Hunt

ve ark 1993) ise kontrol ve mikrobiyel inokulant ilaveli gruplarda ADF düzeyleri benzer bulunmuştur

Mikrobiyel inokulant katkılı silajlarda ADF değerlerinde yükselme görülmesini izah etmek düşmeye göre oldukça güçtür. İnokulant ve inokulant + enzim ilavelerinin hücre duvarı komponentleri üzerine hangi şekilde etkili olabildikleri NDF değerlerinin tartışıldığı bölümde izah edilmiştir.

Denemede inokulant gruplarında ve yem katkı gruplarında elde edilen ortalama pH değerleri tablo 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4.2'de de görüleceği üzere yem katkı grupları ile inokulant grupları arasında önemli düzeyde interaksiyon tespit edilmiştir ($P<0.001$). Tablo 4.8'de görüldüğü gibi inokulant ilavesi kontrol ($P<0.001$), arpa ($P<0.001$) ve tuz ($P<0.05$) gruplarında pH değerlerini önemli düzeylerde düşürürken melas ilave edilen grupta ($P>0.05$) istatistiki anlamda farklılık oluşturacak düzeyde etkili olmamıştır. En yüksek pH değeri kontrolde inokulantsız grupta (5.02) belirlenirken, en düşük değer arpada inokulantlı grupta (4.56) bulunmuştur. Kontrol, melas, arpa ve tuza göre inokulantsız gruplarda pH değerleri sırasıyla 5.02, 4.94, 4.78, 4.79 ; inokulantlı gruplarda ise bu değerler aynı sırayla 4.69, 4.84, 4.56, 4.68 olarak belirlenmiştir. Her bir inokulant grubunda kendi içinde de farklılıklar tespit edilmiştir ($P<0.001$). İnokulantsız kontrol ve melas gruplarında belirlenen pH değerleri inokulantsız arpa ve tuz gruplarından daha yüksek olmuş ve aradaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Benzer durum inokulantlı kontrol ve melas grupları ile inokulantlı arpa ve tuz grupları arasında da söz konusudur ($P<0.001$). Yem katkı gruplarına göre elde edilen genel ortalama pH değerleri gruplar arasında önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($P<0.001$). Kontrol (katkısız) (4.86) ve melas (4.89) gruplarında belirlenen ortalama pH değerleri birbirine benzer ($P>0.05$) bulunurken bu iki grupta elde edilen ortalama pH değerleri arpa ve tuz gruplarından farklı bulunmuştur. Arpa (4.67) ve tuz (4.73) yem gruplarında belirlenen ortalama pH değerleri de birbirine benzerdir ($P>0.05$).

1986 yılında yapılan silaj konferansına sunulan ve çoğunluğunu mikrobiyel inokulantların oluşturduğu çeşitli katkı maddeleri uygulanan 436 adet değişik yem bitkisi silajında ortalama pH düzeyi 4.30 olarak tespit edilmiştir (Zimmer 1986).

Araştırmacıların çoğu çeşitli yem bitkisi silajlarına mikrobiyel inokulant ilavesinin silaj pH'sını düşürdüğünü bildirmektedirler (Lindgren ve ark 1988, Seale ve ark 1986, Heron ve ark 1988, Bolsen ve ark 1992b,1996c, Kung ve ark 1991a, Young ve ark 1996).

İnokulant ilavelerinin zor fermente olma özelliğinden dolayı yonca silajında pH üzerine daha etkili olduğu bildirilmektedir (Seale ve ark 1986). Yonca silajında yapılan çalışmalar (Bolsen ve ark 1996c, Kung ve ark 1984) bunu doğrulamaktadır. Bolsen ve ark (1996c)'nın iki deneme halinde yaptıkları çalışmalarının; 1. denemesinde iki farklı inokulant preparatı uyguladıkları %32.4 oranında KM içeren yonca silajında, pH düzeyinin 12. saatten itibaren kontrol grubuna göre düştüğünü, pH'daki bu düşmenin 90. günde kontrol (4.91) grubuna göre önemli düzeyde olduğunu belirlemişler ($P<0.01$) ve inokulant katkılı gruplarda belirlenen en düşük pH düzeyini 4.78 olarak tespit etmişlerdir. Adı geçen çalışmanın 2. denemesinde ise (%40.5 KM) 90. günde pH benzer şekilde kontrol grubuna (4.56) göre inokulantlı gruplarda 4.28'e kadar düşmüştür. Tablo 4.8'de de görüldüğü gibi aynı silaj materyalinin kullanıldığı sunulan bu çalışmada da benzer pH değerleri elde edilmiştir. Özellikle adı geçen çalışmanın 1. denemesinde tarafımızdan sunulan bu çalışmaya benzer kuru madde düzeylerinde elde edilen pH değerleri birbirlerine çok yakındır. Aynı çalışmada her iki denemede inokulant + dekstroz ilavesinin (deneme 1 pH=4.54 ve deneme 2 pH=4.17); sadece dekstroz (deneme 1 pH=4.57 ve deneme 2 pH=4.28) ilavesine göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ile çalışma sonuçları uyum içindedir. Çalışmada önemli bir karbonhidrat kaynağı olan arpa ilaveli inokulantsız grupta pH değeri 4.78 olarak daha yüksek bulunurken, arpa + inokulant içeren grupta pH değerinin 4.56 ya kadar düştüğü belirlenmiştir.

Bolsen ve ark (1992b)'nın benzer başka bir çalışmalarında yaklaşık %30-35 kuru madde içeren 2. biçim yonca silajında kontrol (pH= 5.19) grubuna göre dekstroz (pH=4.99) ve Bimate ticari isimli inokulant (pH= 4.98) ilavesinin pH değerini önemli düzeyde ($P<0.05$) düşürdüğü belirlenmiştir. İnokulant ilaveli grupta pH'daki düşmenin daha fazla olmasına rağmen, inokulant ve dekstroz gruplarında belirlenen pH düzeylerinin birbirine benzer olduğu belirlenmiştir. Adı geçen bu çalışmada İnokulant + dekstroz ilavesi

pH'da (4.72) en fazla düşüşü sağlamıştır ($P<0.05$). Tablo 4.8'de görülebileceği üzere bu bulgular çalışma bulguları ile tam bir uyum içindedir.

Laboratuvar şartlarında hazırlanan ve %23.6 kuru madde ihtiva eden yonca silajında 62. günde kontrol grubunda 5.93 olan pH değeri glikoz (4.78) ve früktoz (4.49) ilaveli gruplara göre inokulant + früktoz ilaveli grupta istatistiksel olarak önemli düzeyde ($P<0.001$) olmak üzere en düşük (4.22) bulunmuştur (Seale ve ark 1986). Laboratuvar şartlarında %15 kuru madde içeren çayır otu silajı kullanılarak yapılan başka bir çalışmada (Heron ve ark 1988) ise pH değeri 1 ve 76. günlerde kontrol grubunda 5.75 ve 3.75; inokulant katkılı grupta aynı günlerde 4.54 ve 3.57 ; inokulant + glikoz (20 g/kg) ilaveli silajda ise sırasıyla aynı günlerde 5.76 ve 3.66 olarak belirlenmiştir. 76. günde belirlenen bu değerler tarafımızdan sunulan çalışmada 240. günde elde edilen pH değerlerine göre daha düşüktür. Bunu en önemli sebebi kullanılan silaj materyallerinin farklılığı olarak belirtilebilir.

Kung ve ark. (1991a) yonca silajında 56. günde pH değerini kontrol silajında 4.29, inokulant ve inokulant + antibiyotik ilaveli silajlarda önemli derece daha düşük olmak üzere eşit (4.10) olarak tespit etmişlerdir ($P<0.01$). Sadece antibiyotik ilavesi pH'da belirgin bir düşme sağlamamış ve pH 4.26 olarak belirlenmiştir.

Mısır ve çayır otu silajlarında yapılan bazı çalışmalarda (Bolsen ve ark 1995, 1996b, Herderson ve ark 1986) inokulant ilavelerinin daha az etkili olduğu bildirilmektedir. Bolsen ve ark (1996b) %33.5 kuru madde içeren mısır silajında 90. günde pH değerini kontrol grubunda 3.67, inokulant ilaveli grupta 3.65 olarak bulmuşlardır ($P>0.05$). Bolsen ve ark (1995), %37 düzeyinde kuru madde içeren mısır silajı kullanarak yaptıkları diğer bir çalışmalarında pH düzeyini kontrol grubu silajda 3.83, iki farklı inokulant katkılı silaj gruplarında ise daha düşük olarak eşit (3.82) düzeyde bulmuşlardır. Herderson ve ark (1986), %14.6 kuru madde içeren çayır otu silajında pH düzeyini kontrol, formik asit ve iki farklı inokulant ilaveli silaj grubunda sırasıyla; 4.55, 4.44, 4.40 ve 4.09 olarak belirlemişlerdir. pH'da istatistiksel olarak önemsiz düzeylerde düşüş elde edilen bu bildirilerle çalışma sonuçları tam olarak uyuşmamaktadır. Bolsen ve ark (1992d) benzer şekilde yaptıkları bir çalışmada da iki farklı inokulant ilavesinin mısır

silajında pH değerini kontrole (3.86) göre deneme gruplarında azalttığını tespit etmişler ve çalışmalarında inokulant katkılı silajlarda pH'yı 3.72 ve 3.70 olarak bulmuşlardır. Lindgren ve ark (1983) %17 düzeyinde kuru madde içeren çayır otu silajı kullanarak laboratuvar şartlarında yaptıkları bir çalışmada 1. ve 21. günlerde pH değerlerini kontrol grubunda; 4.9, 4.4; mikrobiyel inokulant grubunda; 4.7, 4.4; mikrobiyel inokulant + %10 tane yem ilaveli grupta; 4.7, 4.3; sadece tane yem ilaveli grupta ise 4.8 ve 4.3 olmak üzere birbirine benzer olarak tespit etmişlerdir.

Bazı araştırmacılar ise (Kung ve ark 1984, Haigh ve ark 1987, Anderson ve ark 1989) inokulant ilavelerinin pH düzeyi üzerine etkili olmadığını ve pH değerinin kontrol gruplarına göre inokulant ilaveli gruplarda daha yüksek olduğunu belirtmektedirler.

Kung ve ark. (1984) %30, 40, 50 gibi değişik düzeylerde kuru madde içeren silaj materyali kullanarak laboratuvar şartlarında yaptıkları yonca silajında 21. günde pH değerlerini kontrol silajına göre inokulant ilaveli silajda önemli oranda daha yüksek bulmuşlar ($P<0.05$) ve pH değerlerini kuru madde düzeylerine göre kontrol silajında 4.57, 4.54, 4.58; deneme silajında ise 4.84, 4.62, 4.60 olarak tespit etmişlerdir. Benzer şekilde yapılan başka bir çalışmada (Haigh ve ark 1987) da %16 kuru madde içeren ot-baklagil karışımı silajında pH kontrol (4.7) silajına göre inokulant ilaveli silajda (4.8) daha yüksek; formik asit + formalin katkılı silajda (4.2) ($P<0.05$) daha düşük bulunmuştur. Hinds ve ark (1985)'nin %29 KM içeren sorgum silajında yaptıkları iki denemeden birinde; pH 3.9 olarak kontrol ve deneme gruplarında eşit; diğerinde ise inokulant grubunda (3.9) kontrole göre (3.7) daha yüksek bulunmuştur. Anderson ve ark (1989) da yaklaşık %20 düzeyinde kuru madde kapsayan çayır otu silajında yaptıkları bazı denemelerde pH'yı kontrol grubuna göre inokulantlı silajlarda daha yüksek olarak tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar çalışmada gruplardan elde edilen bulgularla uyuşmamaktadır. Adı geçen çalışmaların bazılarının düşük kuru madde düzeyli silajlarla yapılmış olması, düşük kuru madde düzeylerinde inokulant uygulamalarının daha az etkili olduğunu düşündürse de, inokulantlı silajlarda pH düzeylerinin yüksek çıkmasını kesin olarak izah etmek oldukça güçtür.

Laboratuvar şartlarında yapılan başka bir çalışmada da (Henderson ve ark 1986) %14.6 KM içeren çayır otu silajında elde edilen pH düzeyleri kontrol, formik asit ve iki farklı inokulant gruplarında sırasıyla; 3.81, 3.95, 3.90 ve 3.86 olarak belirlenmiştir

Denemede inokulant ve yem katkı gruplarına göre elde edilen ortalama kuru madde kayıpları (% silaj kuru maddesinde) tablo 4.9'da verilmiştir.

İnokulant gruplarında belirlenen genel ortalamalar arasında önemli düzeyde farklılıklar belirlenmiştir ($P<0.001$). İnokulantsız gruplarda belirlenen genel ortalama kuru madde kaybı miktarı (%17.06) inokulantlı gruplardan elde edilenlere göre (%12.04) daha yüksektir ($P<0.001$). Yem katkılarına göre gruplar arasında önemli düzeyde farklılıklar tespit edilmiştir ($P<0.001$). Katkı içermeyen kontrol ile melas, arpa ve tuz katkılı gruplarda elde edilen genel kuru madde kaybı miktarları sırasıyla; %23.14, %10.57, %19.42, %5.27 olarak belirlenmiştir. Tablo 4.9'da görüldüğü gibi katkı grupları arasında en düşük kuru madde kaybı %5.27 ile tuz ilaveli grupta belirlenirken, en yüksek değer ise yem katkısı içermeyen kontrol grubunda (%23.14) gözlenmiştir. Arpa ilaveli grupta melas ve tuz ilaveli gruplara göre kuru madde kaybının belirgin olarak yüksek çıkması dikkat çekicidir.

Araştırmanın 2. denemesinde de arazi şartlarında yapılan silajlarda kontrol (katkısız) ve mikrobiyel inokulant ilaveli silaj grupları arasında belirlenen ortalama kuru madde kaybı düzeyleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Deneme 2'de kuru madde kaybı düzeyleri kontrol silajında %18.32, inokulant ilaveli silajda %10.96 olarak belirlenmiştir. Bu değerler deneme 1'de inokulantsız ve inokulantlı gruplardan elde edilen genel ortalama kuru madde kaybı değerleri ile karşılaştırıldığında; deneme 1'de inokulantsız silajlarda belirlenen kuru madde kaybının (%17.06), deneme 2'de arazi şartlarında yapılan katkısız silaja göre (%18.32) az da olsa düşük olduğu görülecektir. Bu durum inokulant katkılı silajlarda ise tersinedir. İnokulant katkılı silajlarda deneme 2'de %10.96, deneme 1'de %12.14 düzeyinde kuru madde kaybı belirlenmiştir.

Arazi (Hinds ve ark 1985, Haigh ve ark 1987) ve laboratuvar (Honig 1986a, Spoelstra ve Hindle 1986, Lingren ve ark 1985) şartlarında değişik yem bitkilerinde yapılan çalışmaların çoğunluğunda mikrobiyel inokulant ilavelerinin silaj kuru madde kayıplarını azaltıcı etki yaptığı bildirilmektedir.

Arazi şartlarında yapılan bir çalışmada (Hinds ve ark 1985) yaklaşık %30 düzeyinde kuru madde içeren sorgum silajında 50. günde kuru madde kaybı kontrol (%16.92) grubuna göre inokulant ilaveli grupta (%13.99) daha düşük bulunurken, melas, üre ve mineral karışımından oluşan NPN katkılı grupta daha yüksek (%17.49) olarak tespit edilmiştir ($P<0.05$). %43 kuru madde içeren sorgum silajında ise aynı değerler 21. günde kontrol grubunda %11.20, NPN grubunda %18.31 ve inokulant grubunda %7.19 olarak önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($P<0.05$). Lindgren ve ark (1985), laboratuvar silajlarında kuru madde kaybını %28 kuru madde içeren inokulant ilaveli çayır otu silajında 2. haftada %13.9; %32 kuru madde içeren formik asit katkılı çayır otu silajında ise %17.7 olarak bulmuşlardır. Yaklaşık %22 kuru madde içeren çayır otu-baklagil karışımında formik asit katkılı silajda (%18.0) inokulant katkılı silaja (%20.6) göre kuru madde kaybını daha düşük olarak belirlemişlerdir ($P>0.05$). Adı geçen araştırmacıların arazi ve laboratuvar silajlarında elde ettikleri kuru madde kaybı bulguları sunulan çalışma sonuçları ile uygunluk göstermektedir. Özellikle benzer kuru madde düzeyine sahip sorgum silajında bulunan değerler deneme 1 ve deneme 2'de elde edilen değerlere çok yakındır.

Haigh ve ark (1987), %16 kuru madde içeren çayır otu-baklagil karışımından oluşan arazi silajında kuru madde kaybını kontrol (%28.2) grubuna göre inokulantlı grupta (%27.4) sadece rakamsal olarak ($P>0.05$); formik asit + formalin ilaveli silajda (%26.5) ise önemli düzeyde düşük tespit etmişlerdir ($P<0.05$). Burada kuru madde kayıplarının yüksek bulunmasının ve katkıların daha az düzeylerde etkili olmalarının en büyük sebebi olarak kullanılan silaj materyalinin kuru madde düzeyinin çok düşük olması gösterilebilir. Düşük kuru madde düzeylerinde silajlarda kuru madde kayıplarının artması ve inokulantların böyle silajlarda daha az etkili olabilmeleri bunu destekler niteliktedir. Nitekim yeterli düzeyde kuru madde ($KM> \%25$) içeren silajlarda kuru madde kayıplarının daha düşük olduğu (Honig 1986a) ve mikrobiyel inokulantların yeterli kuru madde düzeyi içeren silajlarda kuru madde kaybını azaltıcı etkilerinin daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Zimmer 1986). Zimmer (1986) yaptığı çalışmasında kuru madde kaybını %18 kuru madde içeren mikrobiyel inokulant ilave edilmiş çayır otu silajında, %25 kuru madde içeren mikrobiyel inokulant ilaveli silajlardan daha yüksek bulmuştur.

Honig (1986a) laboratuvar ve arazi şartlarında yapılan toplam 15 adet silajda kuru madde kayıplarının inokulant ilavesi ile azaldığını; arazi ve laboratuvar silajlarında kuru madde kayıplarının %30-40 kuru madde düzeylerinde laboratuvar silajlarında biraz daha az olmakla birlikte birbirine yakın (yaklaşık % 5-10) olduğunu ve inokulant ilavelerinin bu düzeylerde daha etkili olduğunu bildirmektedir. Sunulan çalışmanın 1. ve 2. denemesinde yaklaşık %25 ve %30 kuru madde içeren yonca materyali kullanılarak yapılan laboratuvar ve arazi silajlarında da kuru madde kayıpları benzer şekilde birbirine çok yakın bulunmuştur. Benzer bir çalışmada (Spoelstra ve Hindle 1986) da arazi ve laboratuvar şartlarında yapılan çayır otu silajında mikrobiyel inokulant ilavesinin kuru madde kaybını azalttığı ve 4. ayda kuru madde kayıplarının; %15 düzeyinde kuru madde içeren soldurulmamış arazi ve laboratuvar silajlarında %4.2, %3.8; bir gün soldurulmuş (%24 KM) silajlarda %3.1, %2.8; iki gün soldurulmuş silajlarda (%42 KM) %2.3, %2.1; üç gün soldurulmuş silajlarda (%47 KM) %2.0, %2.3 olduğu tespit edilmiştir.

Lindgren ve ark (1983) tarafından %17 düzeyinde kuru madde içeren çayır otu silajı kullanılarak yapılan laboratuvar silajında kuru madde kaybı değerleri kontrol grubuna göre (%6.3), formik asit (%5.7) ve inokulant (%5.6) ilaveli gruplarda daha düşük; inokulant + %10 tane yem ilaveli grupta (%7.6) daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar çalışma bulguları ile benzer niteliktedir. Tablo 4.9'da da görüldüğü üzere çalışmada arpa + inokulant ilaveli grupta kuru madde kaybı, yem katkısı içermeyen kontrol grubu hariç, diğer gruplardan daha yüksek bulunmuştur. Ancak laktik asit bakterilerinin kullanabileceği besin maddeleri varlığında böyle bir sonucun alınması dikkat çekicidir.

Janicki ve ark (1983)'nın %30 kuru madde içeren sorgum silajına bakteri ve enzim ihtiva eden bir inokulant preparatı ilave ederek laboratuvar ve arazi şartlarında yaptıkları bir çalışmada kuru madde kayıpları laboratuvar silajında kontrol ve inokulant ilaveli silajda %7.8 ve %7.7; aynı değerler arazi silajında kontrol ve inokulant grubunda %12.0 ve %9.8 olarak tespit edilmiştir. Jonsson ve ark (1990), %25, %35 ve %50 oranlarında kuru maddeye sahip çayır otlarının silolanması sonucunda oluşan kuru madde kayıplarını 120. günde %5.8, %3.0, %2.8 olarak belirlemişlerdir.

İnokulantlı ve inokulantsız gruplar ile katkı gruplarına göre genel olarak elde edilen ortalama ham kül değerleri tablo 4.10' da verilmiştir. İnokulantsız ve inokulantlı grup genel ortalamaları arasında önemli düzeyde bir farklılık tespit edilmemiştir ($P>0.05$). İnokulantsız gruplarda belirlenen genel ortalama ham kül düzeyi (%12.22), inokulantlı grup ortalamasına (%12.06) göre az da olsa yüksek bulunmuştur ($P>0.05$). Yem katkılarına göre gruplarda belirlenen genel ortalama ham kül değerleri bakımından her bir grup arasındaki farklılıkların önemli olduğu görülmektedir ($P<0.001$). Bu gruplarda en düşük ham kül değeri %8.78 ile melas grubunda, en yüksek ham kül düzeyi ise %18.81 ile tuz ilaveli grupta belirlenmiştir. Tuz grubunda ham kül düzeyinin yüksek çıkması tahmin edilebileceği gibi bir inorganik madde olan tuz ilavesinden kaynaklanmaktadır.

%21.3 düzeyinde kuru madde içeren ve %60:40 oranında yonca- çayır otu karışımından oluşan silajlık materyalde ham kül oranı kuru maddede %8.5 olarak bildirilmektedir. Aynı değer %23.6 kuru madde içeren silajlık otlarda kuru maddede %7.8 olarak belirtilmektedir (Lindgren ve ark 1985). Bu değerler sunulan çalışmada %25.73 kuru madde düzeyinde taze yonca materyalinde belirlenen ham kül düzeyi (%9.04) (tablo 4.1) ile benzerlik göstermektedir.

İnokulant ilaveli silajlarda ham kül düzeyini bildiren çalışmalar sınırlı sayıdadır ve bu çalışmalardan (Haigh ve ark 1987, Anderson ve ark 1989, Lingren ve ark 1985) elde edilen sonuçlar inokulant ilavelerinin ham kül miktarında önemli düzeylerde bir düşme sağlamadığı yönündedir. Haigh ve ark (1987) %16 KM içeren çayır otu silajı kullanarak hazırladıkları laboratuvar silajlarında ham kül düzeyini kontrol grubunda %9.0 olarak bulurlarken, bu değeri inokulant ilaveli deneme grubunda daha düşük olarak (%8.5) belirlemişlerdir ($P>0.05$). Adı geçen çalışmada en düşük ham kül düzeyi formik asit + formalin içeren grupta (%7.9) bulunmuştur. Bu sonuçlar inokulant ilavelerinin ham kül miktarını azaltması bakımından çalışma bulguları ile benzerlik göstermektedir. Ancak belirlenen ham kül miktarları çalışma bulgularından daha düşüktür. Silajlık materyallerin farklı düzeylerde inorganik madde (toprak vb.) içermeleri ham kül düzeylerindeki farklılıkların başta gelen sebebi olabilir. Ham kül düzeyi %25, 35 ve 50 oranında KM içeren silajlık çayır otu materyallerinde sırasıyla; %8.9, %7.1 ve %7.2 olarak

bildirilmektedir (Jonsson ve ark 1990). Anderson ve ark (1989) bir seri deneme halinde çayır otu silajında yaptıkları çalışmada ham kül değerini kontrol ve inokulant katkılı silajlar arasında çoğunlukla değişken olarak bulmuş ve denemelerinde en düşük ham kül düzeyini %8.8 ile kontrol silajında, en yüksek değeri ise %12.6 ile inokulant katkılı silajda tespit etmişlerdir. Tablo 4.1'e bakıldığında sunulan çalışmada da inokulantsız ve inokulantlı gruplar arasında ham kül düzeyinin değişken olduğu görülecektir. Herhangi bir yem katkısı içermeyen kontrol grubunda ham kül değeri diğer grupların aksine inokulantsız grupta inokulantlı gruba göre az da olsa düşük bulunmuştur.

Lindgren ve ark (1985)'nın laboratuvar şartlarında inokulant ve formik asit uygulamalarının silaj kalitesi üzerine etkilerini karşılaştırmak amacıyla yaptıkları bir çalışmada; inokulant ilaveli çayır otu silajında (%28.4 KM) ham kül değerini kuru maddede %9.2; formik asit katkılı çayır otu silajında (%32.1) aynı değeri %7.9 olarak daha düşük bulmuşlardır. Lingren ve ark (1985) aynı çalışmada çayır otu- baklagil karışımında (yaklaşık %22 KM) ham kül değerini inokulant grubunda %9.4, formik asit ilaveli grupta %9.7 olarak tespit etmişlerdir

Hunt ve ark (1993) (%32.4 KM) %2.8 oranında çözünmeyen kül içeren silajlık mısır kullanarak laboratuvar şartlarında yaptıkları çalışmada silaj yapılması ile asitte çözünmeyen kül oranının inokulant ilave edilmeyen grupta %2.3'e, inokulant ilave edilende ise %2.2'ye düştüğünü belirlemişlerdir ($P < 0.05$). Buna karşılık Çerçi ve ark (1996b) silaj yapılması ile HK düzeyinin arttığını bildirmektedirler. Tarafımızdan sunulan bu çalışmada ise ham kül oranı silajda kullanılan katkı maddelerine göre farklılık göstermiştir. Melas ilavesi ile HK oranı düşerken diğer katkı maddeleri bu oranı artırmıştır. Sunulan çalışmanın 2. denemesinde elde edilen sonuçlar Çerçi ve ark (1996b) tarafından bildirilen sonuçlara uygunluk göstermektedir. Çalışmanın 2. denemesinde taze materyalinde %7.52 olan ham kül düzeyi aynı materyalin katkısız olarak hazırlanan silajında %9.34'e; taze materyalinde %8.65 olan ham kül düzeyi aynı materyalin inokulant ilave edilmiş silajında %9.81'e yükselmiştir.

5.2. DENEME 2

Yonca silajına inokulant ilavesinin süt ineklerinde, süt verimi ve kompozisyonu ile yem tüketimi üzerine etkilerini incelemek amacıyla planlanan bu denemede ortalama süt verimi değerleri tablo 4.14'de; %4 süt yağına göre düzeltilmiş süt verimleri ise tablo 4.15'de verilmiştir.

Tablo 4.14'den de izlenebileceği gibi çalışmanın sürdüğü 28 gün boyunca elde edilen süt verimleri gruplar arasında belirgin düzeyde farklı bulunmuştur. Haftalık ortalama süt verimleri bakımından gruplar arasında 1. ($P<0.05$), 3. ve 4. haftalarda ($P<0.01$) önemli düzeyde farklılıklar tespit edilirken, sadece 2 hafta değerleri istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Tablo 4.15'den de izlenebileceği gibi %4 süt yağına göre düzeltilmiş süt verimi değerleri ise gruplar arasında denemenin 2. haftasında $P<0.05$, 1. ve 3. hafta ile 0-14. günlerde $P<0.01$, 4. hafta ile 14-28 ve 0-28. günlerde $P<0.001$ düzeylerinde farklı olarak tespit edilmiştir. Belirlenen bu farklılıklara göre inokulant uygulamasının süt verimi üzerine etkili olduğu söylenebilir.

Silaj katkısı olarak kullanılan bakteriyel inokulantların etkilerini belirlemek için süt inekleri ile yapılan verim denemesi çalışmalarının çok az sayıda olduğu belirtilmektedir (Martinsson 1991). Bu çalışmalardan bazılarında (Gordon 1989, Kung ve ark 1987, Woodford ve Satter 1987) mikrobiyel inokulant ilavesinin süt verimini önemli düzeylerde; diğer bazı çalışmalarda ise (Kung ve ark 1993, Dhiman ve ark 1990) istatistiksel fark oluşturmada da sayısal olarak artırdığı bildirilmektedir.

Gordon (1989), çayır otu silajına Ecosyl ticari isimli inokulant ilave ederek İngiliz Friesian ineklerde yaptığı çalışmasında, süt verimini kontrol grubuna (22.1 kg/gün) göre, deneme grubunda (24.2 kg/gün) önemli ($P<0.01$) düzeyde yüksek bulmuş ve inokulant ilavesinin süt verimini % 9.5 oranında artırdığını belirlemiştir. Sunulan çalışmada ise 0-28 günlük tüm deneme periyodunda süt veriminde benzer bir artış oranı (%9.2) tespit edilmiştir. Kung ve ark (1987) ise % 56 kuru madde içeren, Biomax- SI ve AgMaster adlı iki farklı ticari inokulant ilave edilerek 120 gün kapalı tutulan yonca silajı ile 10 hafta süreli bir çalışma yapmışlar ve süt verimini kontrol grubunda 27.5 kg/gün; deneme

gruplarında ise sırasıyla 29.7 kg/gün ve 29.2 kg/gün olarak belirlemişlerdir ($P<0.05$). Kung ve ark (1987), bu çalışmasında Biomax-SI'nın süt verimini kontrol grubuna oranla %8 AgMaster in ise % 6.2 oranında artırdığını tespit etmişlerdir. Woodford ve Satter (1987)' de %29.9 kuru madde içeren yonca silajına iki farklı inokulant ilave ederek yaptıkları bir çalışmada inokulant ilavesinin düzeltilmiş süt verimini kontrol grubuna (25.6 kg/gün) göre her iki inokulant grubunda da (26.2 kg/gün, 26.2 kg/gün) önemli düzeyde ($P<0.01$) artırdığını belirlerlerken, enzim ilavesinin etkili olmadığını gözlemişlerdir. Sunulan bu çalışmada da bütün dönemlerde düzeltilmiş süt verimi önemli derece yüksek bulunmuş ve tüm çalışma dönemini içine alan 0-28 günlük dönemde inokulant ilaveli silajı tüketen gruptan %12.81 oranında daha fazla süt alınmıştır. Ancak tarafımızdan sunulan bu çalışmadan elde edilen süt verim düzeyleri adı geçen literatür bildirişlerine göre oldukça düşüktür (tablo 4.14 ve 4.15). Bunun en başta gelen sebebi araştırmalarda sütçü ırk ineklerin, tarafımızdan yapılan bu çalışmada ise kombine verim özelliğine sahip ineklerin kullanılmasıdır. Yine adı geçen bu araştırmalarda ve sunulan çalışmada hayvanlara verilen kaba yem/ konsantre yem oranının farklı olması da süt verimleri arasındaki farklılıklarda etkili olabilir.

İnokulant ilavesinin süt verimi üzerine etkili olmadığını bildiren çalışmalara da rastlanmaktadır (Martinsson 1991, Kung ve ark 1993). Martinsson (1991) çayır otu silajını süt ineklerine laktasyonun 4-12 haftasında ad libitum, 15-26 haftaları arasında ise sabit olarak yedirmiş ve süt verimlerini kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla 4-12. haftada 23.4 kg/gün ve 23.3 kg/gün; 15-26. haftalarda ise 18.5 kg/gün ve 18.2 kg/gün olarak belirlemişlerdir. Aynı çalışmada formik asit ilavesinin de süt verimi üzerinde belirgin artırıcı bir etkisinin olmadığı görülmüştür. İnokulant ilavelerinin süt verimi üzerine belirgin olarak olumlu etki yapmamasının bir çok sebebi olabilir. Silajlık materyale uygun ticari inokulant preparatının kullanılmaması, inokulasyonun yetersiz kalması, preparatların kullanımlarına kadar geçen zaman içinde uygun şartlarda saklanmaması veya kullanım süresi dolmuş preparatların kullanılması gibi nedenler bunlar arasında sayılabilir.

Kung ve ark (1993) %50 mısır silajı, %45 konsantre yem ve %5 yonca kuru otu tüketen ineklerde süt verimini kontrol ve Ecosyl ilaveli deneme silajı tüketen gruplarda

36.9 kg/gün ve %37.5 kg/gün olarak tespit etmişlerdir. Dhiman ve ark (1990) benzer bir çalışmada da inokulasyonun süt verimi üzerine önemli düzeyde artırıcı bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Dhiman ve Satter (1991) yonca silajına inokulant, Woodford ve Satter (1986) ise karma preparat (mikrobiyel inokulant + enzim) uygulamalarının süt verimini sadece sayısal olarak artırdığını belirlemişlerdir.

Tablo 4.16'da görüldüğü gibi çalışmanın 1., 2., 3. ve 4. haftalarında belirlenen ortalama süt kuru madde düzeyleri arasında önemli bir fark tespit edilmemiştir ($P>0.05$). Tablodan da izlenebileceği gibi çalışmanın tüm dönemlerinde kontrol ve deneme gruplarında belirlenen kuru madde ortalama değerleri gruplar arasında birbirlerine çok yakın bulunmuş ve elde edilen değerler araştırma boyunca dalgalanma göstermemiştir. Ulaşılabilen literatürlerde direkt olarak süt kuru madde düzeylerini belirten sayısal verilere rastlanamamıştır.

Çalışma süresince elde edilen süt proteini ortalama değerlerinin verildiği tablo 4.17'den de görülebileceği gibi çalışmanın 1. ve 3. haftalarında kontrol ve deneme grupları arasında önemli düzeyde bir farklılığa rastlanmazken ($P>0.05$), 2. ve 4. haftalarda gruplar arasında belirlenen farklılıklar önemli düzeyde bulunmuştur ($P<0.05$). Yine tablodan izlenebileceği üzere çalışmanın 0-14, 14-28 ve 0-28. günlerini kapsayan dönemlerinde de gruplar arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklara rastlanmıştır ($P<0.05$). Çalışma boyunca süt proteini değerlerinde fazla bir dalgalanma görülmemiştir.

Süt proteini üzerine silajlara katkı maddesi olarak ilave edilen mikrobiyel inokulantların etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda çoğunlukla benzer sonuçlara rastlanmaktadır. Kung ve ark (1987) ($P<0.05$) ile Broderick ve ark (1991)'nın ($P<0.001$) yaptıkları çalışmalarda süt proteini üzerine inokulantların etkili oldukları ortaya konulmuştur. Kung ve ark (1987)'nin Biomax-SI ve AgMaster ticari isimli iki farklı mikrobiyel inokulant preparatı ilave edilen yonca silajı kullanarak yaptıkları bir çalışmada %60 yonca silajı, %40 konsantre yem tüketen hayvanlarda süt proteinini kontrol grubunda %3.04, deneme gruplarında ise sırasıyla %3.23, %3.19 olarak daha yüksek düzeyde belirlemişlerdir ($P<0.05$). Sunulan çalışma da 2., 4. hafta, 0-14, 14-28 ve tüm deneme dönemini içeren 0-28. günlük dönemlerde gruplar arasında farklılıklar önemli

bulunduğundan adı geçen dönemlerde elde edilen sonuçlar ile araştırmacıların bu sonuçları uyushmaktadır.

Gordon (1989) ise çayır otu silajı tüketen Friesian ırkı ineklerle yaptığı çalışmasında bu değeri kontrol (%2.78) grubuna göre deneme (%2.80) grubunda istatistiksel bakımdan önemsiz olmak üzere çok az yüksek bulurken, formik asit ilavesinin de belirgin bir etki sağlamadığını (%2.82) gözlemiştir. Çayır otu silajı kullanılarak yapılan benzer bir çalışmada (Martinsson 1991) da süt proteini değerleri kontrol ve deneme gruplarında sırasıyla laktasyonun 4-12. haftasında %3.29, %3.38; laktasyonun 15-26. haftasında ise %3.40, %3.43 olarak tespit edilmiştir. Tablo 4.17'de de görüleceği gibi değişik araştırmacılar tarafından elde edilen süt proteini değerlerinin bir kısmı sunulan araştırma değerlerinden daha düşüktür. Bu farklılıklar hayvanın ırkı, besleme şekli ve laktasyon dönemi gibi faktörlerden kaynaklanabilir.

Haftalara göre belirlenen süt yağı değerleri ile çalışmanın 0-14, 14-28, 0-28. günlerini kapsayan dönemlerde elde edilen ortalama süt yağı ortalama değerleri tablo 4.18'de verilmiştir. Görüleceği üzere çalışmanın bütün dönemlerinde süt yağı ortalama değerleri deneme grubunda kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuş ancak bu farklılığın çalışmanın tüm dönemlerinde istatistiki olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0.05$). En düşük süt yağı değeri %4.03 ile çalışmanın 3. haftasında kontrol grubunda ; en yüksek değer ise %4.49 ile çalışmanın 2. haftasında deneme grubunda elde edilmiştir. 0-28 günlük periyotta süt yağı değerleri çok az değişiklik göstermiştir. Çalışma başlangıcında kontrol grubunda %4.11 olan süt yağı düzeyi çalışma sonunda %4.14'e yükselmiş, deneme grubunda ise aynı değerler sırasıyla % 4.38'den %4.36'ya düşmüştür.

Mikrobiyel inokulantların süt yağı üzerine etkilerini inceleyen çalışmalardan değişik sonuçlar alınabilmektedir. Broderick ve ark (1991) %61 gibi yüksek düzeyde kuru maddeye sahip 2 kg/ton düzeyinde propionik asit katkılı yonca silajı tüketen hayvanlara göre, %36 düzeyinde daha düşük kuru madde içeren inokulant katkılı yonca silajı tüketen gruptan %9 oranında daha yüksek süt yağı alındığını belirlemişlerdir ($P<0.001$). Yüksek kuru madde düzeyli propionik asit katkılı silajı tüketen hayvanlardan daha yüksek oranda süt yağı beklenmesine rağmen inokulant ilaveli silajı tüketen gruptan önemli düzeyde daha

fazla süt yağı alınması inokulantın etkisine bağlanabilir. Inokulantların özellikle silaj yapımı için uygun kuru madde düzeyleri olan %25-45 düzeylerinde daha etkili olması bu görüş destekler niteliktedir (Pahlow 1989). Tablo 4.18 incelendiğinde görülebileceği gibi istatistiksel olarak önemsiz düzeyde olmakla beraber araştırmanın tümünde kuru madde oranı daha yüksek olan inokulant ilave edilmiş silajı tüketen grupta süt yağı oranı %5.3 düzeyinde artmıştır. Ancak sunulan çalışmada inokulant ilaveli silajın sahip olduğu kuru madde düzeyinin kontrol silajından sadece yaklaşık %3 düzeyinde yüksek olduğu da unutulmamalıdır. Woodford ve Satter (1986); yaklaşık %1.5 düzeyinde daha yüksek kuru madde içeren inokulantlı silaj tüketen ineklerde süt yağı oranını %3.76 olarak bulurlarken, kontrol grubunda %3.82 olarak belirlemişlerdir. Kung ve ark (1993)'nın kaba yem olarak mısır silajı kullanarak yaptıkları bir çalışmada süt yağı değerlerinin inokulant ilavesi ile %3.43'den %3.62'ye yükseldiği, Gordon (1989) tarafından yapılan bir araştırmada da  ayır otu silajı tüketen hayvanlarda inokulasyonun etkili olmadığı ve süt yağı değerlerinin kontrol ve deneme gruplarında %3.61 ve %3.63 olarak gerçekleştiği bildirilmektedir. Tablo 4.18'den de görülebileceği gibi sözkonusu bu ara tırıcıların bildirdikleri değerler araştırmada bulunan sonuçlardan daha d   t r. Süt yağı miktarının rasyonun kaba: konsantre yem miktarına, ırk özelliklerine ve süt verimine bağlı olarak önemli oranda değişebildiği bilinen klasik bilgiler dahilindedir.

Kung ve ark (1987)'nın iki deneme halinde yonca silajı kullanarak yaptıkları çalışmada süt yağının birinci denemede sadece sayısal olarak arttığını ($P>0.05$); ikinci denemede ise kontrol grubunda %3.81 olan süt yağı düzeyinin deneme grubunda önemsiz düzeylerde azaldığını (%3.72) belirlemişlerdir. Woodford ve Satter (1986) ve Martinsson (1991) gibi ara tırıcılarda inokulant ilave ederek yaptıkları çalışmalarında benzer şekilde süt yağında önemsiz düzeyde d    ler belirlemişlerdir. Süt yağında d     belirlenen bu ara tırıcıların bulguları ile araştırma sonuçları çelişmektedir. Çünkü araştırmada istatistiki olarak önemsiz düzeylerde olmasına rağmen bütün d nemelerde süt yağı miktarı kontrol grubuna göre deneme grubunda bütün d nemelerde yüksek bulunmuştur. Süt yağındaki artışlar inokulantların daha kaliteli silaj sağlamalarına bağlı olarak yem enerji kayıplarını azaltmasına bağlanabilir. Süt yağındaki d    ler ise inokulasyonun yetersiz kalmasına veya

inokulasyonun düşük kuru madde düzeyli silajlara uygulanmış olabileceğinden kaynaklanabilir.

Haftalara göre gruplardan elde edilen kül değerleri tablo 4.19' da verilmiştir. Kül değerleri açısından çalışmanın bütün dönemlerinde önemli farklılıklar gözlenmemiştir ($P>0.05$). Bu değerler çalışmanın tüm dönemleri itibariyle birbirine yakındır. En düşük değer (% 0.62) ile çalışmanın 3. haftasında kontrol grubunda ; en yüksek değer (%0.70) ise çalışmanın 4.haftasında deneme grubunda gözlenmiştir. Kontrol grubunda çalışmanın 0-14, 14-28 ve 0-28 gün dönemlerinde kül değerleri sırasıyla % 0.66, %0.65, %0.65 olarak belirlenirken, aynı dönemlerde deneme grubunda aynı değerler sırasıyla % 0.66, %0.67, %0.67 olarak bulunmuştur.

Çalışmada haftalara göre elde edilen kontrol ve deneme gruplarına ait silaj tüketim değerleri tablo 4.20'de kuru madde üzerinden, tablo 4.21'de tabii halde verilmiştir.

Tablo 4.20'de de görüleceği üzere kontrol ve deneme grupları arasında çalışmanın 1. haftasında $P< 0.05$; diğer bütün dönemlerinde ise $P< 0.01$ düzeyinde önem tespit edilmiştir. En düşük silaj tüketimi (8.53 kg/gün) çalışmanın 1. haftasında kontrol grubunda bulunurken ; en yüksek değer (10.73 kg/gün) ise çalışmanın 2. haftasında deneme grubunda belirlenmiştir. Kontrol ve deneme gruplarında silaj tüketimi değerleri tüm çalışma süresini kapsayan 0-28 günlük dönemde fazla dalgalanma göstermemiş, ancak silaj tüketimi değerleri bütün dönemlerde deneme grubunda belirgin derecede daha yüksek bulunmuştur.

Yem tüketimi değerleri literatür bildirişlerinde birbirlerinden çok büyük farklılıklar göstermektedir. Bazı literatürlerde (Gordon 1989, Martinsson 1991) silaj tüketimi ve konsantre yem tüketimi değerleri ayrı ayrı verilirken; diğer bir kısım literatürlerde (Kung ve ark 1993, Kung ve ark 1987) yem tüketimi miktarları genel olarak (silaj + konsantre yem tüketimi olarak) verilmektedir. Ayrıca çalışmaların deneme düzenleri de farklı olduğundan değişik çalışmalardan elde edilen tüketim değerlerini birbiri ile kıyaslamaktan ziyade herbir çalışma içinde kontrol ve deneme grupları arasındaki değerleri ele almak daha doğru olacaktır.

Gordon (1989) 48 adet Friesian ırkı ineğe %15 kuru madde içeren mikrobiyel inokulant katkılı çayır otu silajını 5' er kg/gün miktarında konsantre yemle birlikte ad

libitum olarak yedirdiği çalışmasında, 88 günlük çalışma periyodunda kontrol grubu hayvanlar 787 kg silaj kuru maddesi tüketirken, inokulant ilaveli silajı tüketen grupta bu değer 870 kg olarak önemli derecede yüksek bulunmuştur ($P<0.001$). Kolayca anlaşılabileceği üzere adı geçen çalışmada günlük silaj kuru madde tüketimi kontrol grubunda 8.94 kg, deneme grubunda ise 9.89 kg olarak belirlenmiştir. Bu periyot süresince her iki gruptaki hayvanlar eşit miktarda (378'er kg) konsantre yem kuru maddesi tüketmişlerdir. Tablo 4.20' den de izlenebileceği gibi araştırmada elde edilen sonuçlarla bu değerler yakınlık göstermektedir. Farklılıklar hayvanlara konsantre yemlerin değişik oranlarda uygulanmasından kaynaklanabilir.

Martinsson (1991) ise çayır otu silajı kullanarak laktasyonun 4-12 haftasında hayvanlara ad libitum silaj vermiş ve silaj kuru madde tüketim değerlerini kontrol (5.3 kg/gün) grubuna oranla deneme grubunda (5.5 kg/gün) daha yüksek bulmuş ($P<0.05$); konsantre yem kuru madde tüketim değerlerinde ise kontrol (8.9 kg) ve deneme (8.6 kg) gruplarında önemli bir farklılık gözlememiştir. Adı geçen araştırmanın ikinci denemesinde ise hayvanlar laktasyonun 4-12 haftalık periyodunda eşit konsantre yem tüketmişler, kuru madde olarak silaj tüketim değerleri ise kontrol grubunda 8.6 kg/gün, deneme grubunda 9.2 kg/gün olarak gruplar arasında önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($P<0.05$). Bu dönemde silaj tüketiminin % 7 oranında arttığı belirtilmektedir. Deneme gruplarında silaj tüketimindeki artışlar inokulant ilaveli silajlarda besin maddelerinin sindirilebilirlik düzeylerinin artışı ile açıklanabilir. Kung ve ark (1993) mısır silajında iki deneme halinde yaptıkları çalışmanın ilk denemesinde 2 farklı inokulant kullanmış ve toplam (silaj + kuru ot + konsantre yem) kuru madde tüketimini kontrol (23.4 kg/gün) ve deneme (23.1 kg/gün ve 22.6 kg/gün) gruplarında benzer bulmuşlardır. Araştırmanın ikinci döneminde ise Ecosyl adlı mikrobiyel inokulant preparatının toplam kuru madde tüketimini kontrol (22.8 kg/gün) grubuna oranla deneme (25.1 kg/gün) grubunda önemli ($P<0.02$) düzeyde artırdığı tespit edilmiştir.

Kung ve ark (1987)'nin süt ineklerinde yonca silajı kullanarak iki deneme halinde yaptıkları benzer bir çalışmada Biomax SI ve AgMaster ticari isimli iki farklı inokulant preparatının her iki denemede kuru madde tüketimini artırdığı belirlenmiştir. Birinci

denemede kontrol ve inokulant ilaveli silaj tüketen gruplarda kuru madde tüketimi değerleri sırasıyla 19,7 kg/gün, 21.1 kg/gün ve 20.2 kg/gün; ikincisinde ise aynı değerler sırasıyla 23.4 kg/gün, 23.1 kg/gün ve 24.0 kg/gün olarak bulunmuş ve aralarında önemli bir farklılık tespit edilememiştir.

Silaj katkı maddesi olarak kullanılan mikrobiyel inokulantlarla süt ineği dışında diğer hayvanlarla yapılan çalışmalarda değişik sonuçlar alınabilmektedir. İnokulant ilavesinin yonca silajı tüketen kuzularda ($P<0.05$) (Emanuela ve ark 1992) ve mısır silajı tüketen düvelerde (Cleale ve ark 1990) ($P<0.001$) kuru madde tüketimini önemli düzeylerde artırdığı bildirilmektedir. Bu sonuçlar sunulan çalışma sonuçları ile kontrol ve deneme grupları arasındaki farklılıklar açısından uyum içerisindedir. İnokule edilmiş mısır silajı ile beslenen besi sığırlarında ise kuru madde tüketiminin besinin başlangıç dönemlerinde önemsiz derecede arttığı ancak bitiş dönemlerinde ise kontrol (7.88 kg/gün) grubuna göre deneme grubunda (7.41 kg/gün) azaldığı bildirilmektedir (Schaefer ve ark 1989). Buzağılara sorgum silajı yedirilerek yapılan bir başka çalışmada (Hinds ve ark 1985) inokulasyonun silaj tüketimini artırdığı bildirilmiştir. Mısır silajı kullanılarak besi sığırlarında yapılan bir çalışmada (Lutter 1986) ise inokulasyonun kuru madde tüketimini azalttığı belirlenmiştir.

Henderson ve ark (1986) iki farklı inokulant ilave edilmiş çavdar silajında ortalama 41 kg canlı ağırlığa sahip kuzulara ad libitum silaj ve 200 g buğday peleti vererek yaptıkları çalışmalarında silaj kuru madde tüketiminin kontrol (681 g/gün) grubuna göre *L. plantarum* katkılı silaj tüketen grupta (753 g/gün) daha yüksek, *L. plantarum* + *Pediococcus acidilacticii* ilaveli silajı tüketen grupta ise (792 g/gün) istatistiki olarak da önemli ($P<0.001$) olmak üzere en yüksek bulmuşlardır. Total kuru madde tüketimi bakımından da benzer şekilde kontrol (857 g/gün) ve *L. plantarum* + *Pediococcus acidilacticii* katkılı silajı tüketen gruplar arasında (968 g/gün) önemli derecede ($P<0.001$) farklılıklar belirlenmiştir. Elde edilen bu değerler sadece silajın kalitesinin ve özellikle sindirilebilirliğinin artışı ile açıklanamaz.

Bolsen ve ark (1992d) besi sığırlarında kontrol grubunda toplam kuru madde tüketimini 17.5 kg, inokulant ilaveli silajı tüketen grupta ise 17.2 kg olarak bulmuşlar ve

deneme başlangıcında kontrol ve deneme gruplarında 655 ve 658 kg olan canlı ağırlıklar değerlerinin, deneme sonunda 855 ve 863 kg olduğunu gözlemişlerdir.

Tablo 4.21 de tabii silaj tüketim değerleri incelendiğinde denemenin sadece 2. haftasında gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Bu dönemde silaj tüketimi değerleri katkısız silajda 30.53 kg, inokulant ilaveli silajda ise 34.91 kg olarak tespit edilmiştir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre;

- İnokulant uygulaması silaj yapımı sırasında oluşan kuru madde kayıplarında azalmaya neden olmuştur.
- İnokulant uygulaması ile silaj ortamında daha düşük bir pH elde edilmiştir.
- İnokulant dışında katkı maddeleri olarak kullanılan ezilmiş arpa, melas ve tuz genel olarak silaj kalitesi üzerinde etkili olmuşlardır.
- İnokulant uygulaması ile süt veriminde %9.21, süt yağında %5.31, süt proteininde %4.82 ve %4 yağlı süte göre düzeltilmiş süt veriminde %12.81 oranında artış sağlanmıştır.
- İnokulant uygulaması ile süt ineklerinde silaj kuru madde tüketimi %21.9 oranında artmıştır.
- Zor silolanabilme özelliğine sahip bir yem bitkisi olarak bilinen yoncadan özellikle çeşitli katkı maddeleri ilave edilmek ve iyi bir anaerobik ortam sağlamak suretiyle kaliteli silaj yapılabilceği kanaatine varılmıştır.

ÖZET

S.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı

DOKTORA TEZİ / KONYA - 1998

Varol KURTOĞLU

Danışman

Prof. Dr. Behiç COŞKUN

Mikrobiyel İnokulant ile Hazırlanan Yonca Silajının Süt İneklerinde Süt Verimi ve Bileşimi ile İnokulasyonun Silaj Kalitesi Üzerine Etkisi

Mikrobiyel inokulant ile hazırlanan yonca silajının süt ineklerinde süt verimi ve bileşimi ile değişik katkı maddeleri ile birlikte inokulasyon uygulamalarının silaj besin maddeleri ve bazı silaj kalitesi özellikleri üzerine etkilerinin incelenmesi amacıyla planlanan bu çalışma iki deneme halinde yürütülmüştür.

Deneme 1'de 4'ü inokulantsız olmak üzere toplam 8 adet silaj grubu 2x4 faktöriyel deneme düzenine göre oluşturulmuş ve her bir silaj grubu için 5'er adet laboratuvar silosu kullanılmıştır. Laboratuvar silosu olarak, yaklaşık 4 kg taze silaj materyali alabilen pet kavanozlardan yararlanılmıştır. Yem katkısı olarak %5 melas, %5 arpa, %1.5 tuz katılmış, inokulantlı gruplarda ise bu katkılara ilaveten her bir silaja yaklaşık 1×10^5 colony forming units (cfu) /g/yem düzeyinde *Lactobacillus plantarum* ve *Streptococcus faecium* 'dan oluşan bakteri kültürü (Pioneer 1174) ilave edilmiştir. Silolar aynı ortamda 240 gün kapalı tutulduktan sonra açılmıştır.

Katkı maddeleri incelenen tüm parametreler üzerinde etkili olmuştur ($P < 0.001$). Buna karşılık inokulant ilavesi KM, HS, NDF, pH, KM kaybı değerleri üzerine etkili olurken HP, ADF ve HK değerlerinde etkisi görülmemiştir. Silajların pH'sı ve HP miktarları yaş örneklerde belirlenirken; HS, NDF, ADF ve HK değerleri kurutulmuş numunelerde tespit edilmiştir.

Genel ortalama KM düzeyleri inokulant ilaveli grupta %24.70; inokulantsız grupta ise %23.50 olarak belirlenmiştir ($P<0.001$). Genel ortalama HP değerleri inokulant katkılı grupta (%18.55) ve katkısız grupta (%18.66) benzer bulunmuştur ($P>0.05$). İnokulantsız (%30.42) ve inokulantlı (%29.24) gruplar arası genel ortalama HS değerleri önemli düzeyde farklı bulunurken, arpa ve arpa + inokulant ilaveli gruplar arasındaki farklılığın da önemli düzeyde ($P<0.01$) olduğu tespit edilmiştir. NDF değerleri katkısız ve inokulant katkılı grup genel ortalamaları olarak %48.26 ve %47.59 olarak farklı düzeylerde belirlenmiştir. İnokulant ilavesi silaj ADF ve HK değerlerinde etkisiz kalmıştır ($P>0.05$).

İnokulant ilavesinin pH ve kuru madde kaybı değerlerine etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.001$). pH ve kuru madde kaybı değerleri katkısız ve inokulant katkılı grup genel ortalamalarında sırasıyla 4.88, 4.69; %17.06 ve %12.14 olarak belirlenmiştir.

Araştırmanın 2. denemesinde mikrobiyel inokulant ilave edilerek hazırlanan yonca silajının süt ineklerinde süt verimi ve bileşimi ile silaj tüketimi üzerine etkileri incelenmiştir. Denemede 20 adet Esmer ırk süt ineği her biri 10 adet hayvan içeren 2 grup halinde denemeye alınmıştır. Biri katkısız diğeri mikrobiyel inokulant katkılı 25'er ton silaj hazırlanmış ve bu silajlar 4 ay kapalı tutulduktan sonra açılmıştır.

İnokulant ilavesi süt verimini denemenin 2. haftası hariç ($P>0.05$) diğer bütün dönemlerde önemli ($P<0.05$) oranda artırmıştır. Tüm deneme periyodunu içeren 0-28 günlük dönemde katkısız ve inokulant katkılı silaj tüketen gruplarda süt verimleri 15.85 kg ve 17.51 kg olarak bulunmuştur. Süt proteini düzeyleri de inokulantlı silaj tüketen grupta önemli ($P<0.05$) derecede yüksek bulunmuştur.

Süt kuru maddesi, süt yağı ve süt külü değerleri bakımından farklılık gözlenmemiştir ($P>0.05$). Bu değerler 0-28 günlük tüm deneme periyodunu içine alan dönemde katkısız ve inokulant katkılı silaj tüketen gruplarda sırasıyla %12.55, %12.67; %4.14, %4.36; %0.65, %0.67 olarak tespit edilmiştir.

İnokulant ilavesi silaj kuru madde tüketimini tüm dönemlerde önemli düzeyde artırmıştır ($P<0.05$). Deneme süresince sabit bir seyir izleyen tüketim değerleri 0-28 günlük dönemde katkısız ve inokulantlı silaj tüketen grupta 8.54 ve 10.41 kg olarak belirlenmiştir.

pH ve kuru madde kayıpları inokulant katkılı gruplarda daha düşük bulunmuştur. pH katkısız grupta 4.53, inokulant katkılı grupta 4.23 olarak; kuru madde kayıpları ise aynı sırayla %18.32 ve %10.96 olarak önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($P<0.05$).

Araştırmada elde edilen sonuçlara göre inokulantların, yem maddelerinin tekniğine uygun olarak silalanması halinde silaj kalitesi ve hayvansal verimler üzerine belirgin derecede artırıcı etkiler sağlayabileceği kanatine varılmıştır.



7. SUMMARY

S.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı

DOKTORA TEZİ / KONYA - 1998

Varol KURTOĞLU

Danışman
Prof. Dr. Behiç COŞKUN

The Effect of Inoculated Alfalfa Silage on Milk Yield and Composition in Dairy Cattle and the Effect of Microbial Inoculation on Silage Quality.

This study which was designed for investigating the effects of inoculated alfalfa silage on milk yield and composition of dairy cattle and inoculation with various additives on silage nutrients and silage quality was consist of two experiments

In experiment 1, a total 8 silage groups, them of 4 are not inoculated, were designed for 2x4 factorial design and five laboratory silos were used in each group.

As laboratory silos, plastic jars that have 4 kg fresh silage material capacity were used. As additives, 5% molasses, 5 % barley and 1.5 % salt were used, in addition, bacteria cultures (Pioneer 1174) including *L. plantarum* and *Str. faecium* were added with this additives in inoculated silage groups. Silos stored in same conditions were opened after 240 days.

Additives have effect on all parameters ($P<0.001$). However, inoculation affected dry matter ,crude fibre, NDF, pH, DM losses, but no effect on crude protein, ADF. While silage pH and crude protein levels were determined by fresh material, crude fibre, NDF, ADF levels were measured in dried samples.

DM means were 24.70 % in inoculated , 23.50 % in control group ($P<0.001$). Crude protein means were found between control (inoculant negative) and inoculated groups as 18.55 % and 18.66 % respectively ($P>0.05$). In this groups, crude fibre means were found

to be significant ($P>0.05$) as 30.42 % and 29.24 respectively, also, this values were found to be significant in barley and barley + inoculant groups ($P<0.05$). NDF values were determined in control and inoculated groups as 48.26 % and 47.59 respectively. Inoculation had not effect on silage ADF and ash levels ($P> 0.05$).

Inoculant supplementation affected silage pH and DM loss ($P<0.001$). pH and DM loss values were determined in control and inoculated groups as 4.88, 4.69; 17.06 % and 12.14 % respectively.

In Experiment 2, it was investigated that effects of inoculated alfalfa silage on milk yield and milk composition and silage consumption of dairy cows. In this trial, a total of 20 dairy cows were used and this animals were divided into two groups including 10 cows each. Inoculation increased milk yield significantly in all experimental period, except for 2. week. In all experimental period (0-28 days) milk yields were found 15.85 and 17.51 kg in control and inoculated groups. Milk protein levels of dairy cattle consuming inoculated silage were high than non inoculated groups.

There were no differences for milk DM, milk fat and milk ash levels ($P>0.05$). This values were found 12.55% ,12.67 % ; 4.14 % , 4.36 % ; 0.65 % , 0.67 % in control and inoculated silage groups respectively .

Inoculation increased silage DM intake significantly in all experimental periods ($P<0.05$) and the groups of silage intake levels were found 8.54 and 10.41 kg in this period.

pH and DM losses were lower in inoculated silage groups than the other. pH was 4.53 in control group and 4.23 in inoculated silage group; DM losses were 18.32 % and 10.96 % respectively ($P<0.05$).

As a result, it may be concluded that inoculants may have beneficial effects on silage quality and animal yields only if feeds are ensiled with useful and proper technical conditions.

8. KAYNAKLAR

- Anderson R, Gracey HI, Kennedy SJ, Unsworth EF, Steen WJ (1989)** *Evaluation studies in the development of a commercial bacterial inoculant as an additives for grass silage. 1. Using pilot-scale tower silos.* Grass and Forage Science 44:361-369 (abstract).
- AOAC - Official Methods of Analysis (1984)** 14th Edition, Ed by Sidney Williams, Arlington, Virginia 22009 USA 73.
- Atwal AS. (1985)** *Comparison of wilted silages of alfalfa cut at two stages of maturity wity formic-acid-treated silage from early-cut alfalfa.* Canadian Journal of Animal Science 65: 659-666.
- Axelsson LT (1993)** *Classsification and physiology.* (In: Lactic Acid Bacreria. ed: Seppo Salminen and Atte von Wright) pp. 1-50, Marcel Dekker Inc., 270 Madison Avenue, New York.
- Bolsen KK, and Hinds MA (1984)** *Silo guard II for alfalfa, corn, and forage sorghum silages.* Journal Animal Science 59, Supplement 1, 294 (abstract).
- Bolsen KK and Heidker JI (1985)** *Silage additives in USA.* Chalcombe publ., Marlow, Bucks/ Great Britain.
- Bolsen KK, Smith RL, Fung DY, Bertin GL (1986)** *Effect of an experimental silage inoculant and environmental temperature on rate of fermentation and quality of alfalfa and forage sorghum silages.* Journal of Animal Science 63, Supplement 1, 289. (abstract).
- Bolsen KK, Laytimi A, Hart R, Nuzbach L, Niroomand F, Leipold L (1988)** *Effect of commercial inokulant on fermentation of 1987 silage creps.* In: Kansas Agric. Exp. Sta. Rot. of Prog. 539. Kansas State University, Manhattan, pp 137-153.
- Bolsen KK, Curtis JL, Lin CJ, Dickerson JT (1990)** *Silage inoculant and indigenous microflora: With emphasis on alfalfa.* In: Lyons (ed). Biotechnology in the Feed Industry. Altech Technical Publication., Nicholasville, Kentucky, pp. 257-269.
- Bolsen KK, Lin C, Brent BE, Feyerherm AM (1992a)** *Effect of 1174 silage inoculant on the fermentation of whole-plant corn silages.* Journal of Dairy Science 75, Supplement 1, 208 (abstract).

- Bolsen KK, Lin C, Brent BE, Feyerherm AM, Urban JE, Aimutis WR (1992b)** *Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages.* Journal of Dairy Science 75, 3066-3083.
- Bolsen KK, Sonon RN, Dalke B, Pope R, Riley JG, Laytimi A (1992c)** *Evaluation of inoculant and NPN silage additives: A summary of 26 trials and 65 farm-scale silages.* Cattlemen's Day, 101-102. Report of Progress 651, Agricultural Experiment Station Kansas State University
- Bolsen KK, Tiemann DG, Sonon RN, Hart RA, Dalke B, Dickerson JT, Lin C (1992d)** *Evaluation of inoculant-treated corn silages.* Cattlemen's Day, 103-106. Report of Progress 651, Agricultural Experiment Station Kansas State University.
- Bolsen KK, Dickerson JT, Brent BE, Sonon RN, Dalke BS, Lin C, Boyer JE. Jr (1993)** *Rate and extent of top spoilage losses in horizontal silos.* Journal of Dairy Science 76, 2940-2962.
- Bolsen KK, Young MA, Rice DW, Hinds MA, Zimmermann C (1995)** *Effect of bacterial inoculants on the preservation and nutritive value of whole-plant corn silages.* Cattlemen's Day, 66-67. Report of Progress 727, Agricultural Experiment Station, Kansas State University
- Bolsen KK, Ashbell G, Weinberg ZG (1996a)** *Silage fermentation and silage additives.* Feed Conservation Laboratory, Agricultural Research Organization, The Volcani Center, Bet Dagan 50250, Israel.
- Bolsen KK, Bonilla DR, Huck GL, Young MA, Hart-Thakur RA (1996b)** *Effect of a propionic acid bacterial inoculant on fermentation and aerobic stability of whole-plant corn silage.* Cattlemen's Day 77-80, Report of Progress 756, Agricultural Experiment Station, Kansas State University
- Bolsen KK, Bonilla DR, Young MA, Hart-Thakur RA (1996c)** *Effect of bacterial inoculants on the fermentation of alfalfa silages.* Cattlemen's Day 71-76, Report of Progress 756, Agricultural Experiment Station, Kansas State University
- Bolsen KK, Brent BE, Young MA, Siefers MK, Huck GL, Turner JE (1996d)** *Improving silage quality.* Cattlemen's Day 61-63. Report of Progress 756, Agricultural Experiment Station, Kansas State University.
- Broderick GA, Ricker DB, Vollebregt N (1991)** *Microbial inoculant or propionic acid treatment for preservation of alfalfa silage fed to lactating dairy cows.* Journal of Dairy Science 74, Supplement 1, 174 (abstract).

Castle ME (1986) *Conclusions and future prospects.* Proceedings of the Eurobac Conference, 184-188. 12-16 August 1986, Uppsala, Sweden.

Chamberlain DG, and Robertson S (1992) *The effect of the addition of various enzyme mixtures on the fermentation of perennial ryegrass silage and on its nutritional value for milk production in dairy cows.* Animal Feed Science and Technology 37, 257-264.

Cleale RM, Firkins JL, Van Der Beek F, Clark JH, Jaster EH, McCoy GC, Klusmeyer TH (1990) *Effect of inoculation of whole plant corn forage with Pediococcus acidilactici and Lactobacillus xylosus on preservation of silage and heifer growth.* Journal of Dairy Science 73, 711-718.

Coşkun B, Şeker E, İnal F (1997) *Yemler ve Teknolojisi,* S.Ü. Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi, Konya.

Çerçi İH, Şahin K, Güler T (1996a) *Silo doldurma süresinin mısır silajı kalitesine ve koyunlarda ruminal fermentasyon ile ham besin maddelerinin sindirilme derecesine etkisi.* F.Ü. Sağlık Bilimleri Dergisi, 10 (2), 237-244.

Çerçi İH, Şahin K, Güler T (1996b) *Farklı oranlarda silajlık mısır ve yonca kullanılarak yapılan silajların kalitesinin belirlenmesi.* F.Ü. Sağlık Bilimleri Dergisi, 10, (2), 193-200.

Dennis SM, Hinds MA, Rutherford WM (1992) *Effect of dry matter, location, environmental conditions and hybrid or variety on the epiphytic flora of several forages.* Journal of Animal Science 70, Supplement, 1, 87 (abstract).

Dhiman TR, Wacek CM, Satter LD (1990) *Effect of high inoculation rates on alfalfa silage fermentation and animal performance.* Journal Dairy Science 73, Supplement 1, 194 (abstract).

Dhiman TR, Satter LD (1991) *Potential benefit from using bacterial inoculants with alfalfa silage.* Journal Dairy Science 74, Supplement 1, 175 (abstract).

Dickerson JT, Bolsen KK, Brent BE (1992) *Losses from top spoilage in corn and forage sorghum silages in bunker silos.* Journal of Dairy Science 75, Supplement 1, 205 (abstract).

Emanuele SM, Horton GMJ, Baldwin J, Lee D, Mahana WH (1992) *Effect of microbial inoculant on quality of alfalfa hay baled at high moisture and lamb performance.* Journal of Dairy Science 75, 3084-3090.

- Fellner V, Sebastian S, Philip LE, Soderlund SD, Rice D (1993)** *A comparison of the effects of a bacterial inoculum and propionic acid in preserving ensiled high moisture ear corn, and their subsequent impact on rumen fermentation, digestion and growth by beef cattle.* Journal of Animal Science 71, Supplement 1, 265 (abstract).
- Gordon F J (1989)** *An evaluation through lactating cattle of a bacterial inoculant as an additive for grass silage.* Grass and Forage Science 44, 169-179.
- Gross F und Beck TH (1970)** *Untersuchungen über die Hemmung von aeroben Abbauprozessen durch propionsäure bei der Auslagerung von Gärfutter.* Zeitschrift Das Wirtschaftseigene Futter 16, 1-14.
- Haigh PM, and Parker JWG (1985)** *Effect of silage additives and wilting on silage fermentation, digestibility and intake, and on liveweight change of young cattle.* Grass and Forage Science 40, 429-436.
- Haigh PM, Appleton M, Clench SF (1987)** *Effect of commercial inoculant and formic acid $\pm$ formalin silage additives on silage fermentation and intake and on liveweight change of young cattle.* Grass and Forage Science 42, 405-410.
- Harrison JH (1989)** *Use of silage additives their effect on animal productivity.* In: Proc. of the Pacific Northwest Animal Nutr. Conf. Boise, Idaho. pp. 27-35.
- Harrison JH, Soderlund SD, Loney KA (1989)** *Effect of inoculation rate of selected strains of lactic acid bacteria on fermentation and in vitro digestibility of grass-legume forage.* Journal of Dairy Science 72, 2421-2426.
- Henderson AR, McDonald P, Woolford MK (1972)** *Chemical changes and losses during the ensilage of wilted grass treated with formic acid.* Journal of Science Agricultural 23, 1079-1087.
- Henderson AR (1986a)** *Testing silage additives.* Proceedings of the Eurobac Conference, 83-88. 12-16 August 1986, Uppsala, Sweden
- Henderson AR (1986b)** *Testing nutrition Quality.* Proceedings of the Eurobac Conference, 89-91, 12-16 August 1986, Uppsala, Sweden
- Henderson AR, Seale DR, Anderson DH, Heron SJE (1986)** *The effect of formic acid and bacterial inoculants on the fermentation and nutritive value of perennial ryegrass silages.* Proceedings of the Eurobac Conference, 93-98. 12-16 August 1986, Uppsala, Sweden

- Heron SJE, Edwards RA, McDonald P (1988)** *The effects of inoculation, addition of glucose and mincing on fermentation and proteolysis in ryegrass ensiled in laboratory silos.* *Animal Feed Science and Technology* 19, 85-96.
- Hinds MA, Bolsen KK, Brethour J, Milliken G, Hoover J (1985)** *Effect of molasses/urea and bacterial inoculant additives on silage quality, dry matter recovery, and feeding value for cattle.* *Animal Feed Science and Technology* 12, 205-214.
- Honig H (1986a)** *Silage Quality and losses: Farm scale silage experiments.* Proceedings of the Eurobac Conference, 60-64. 12-16 August 1986, Uppsala, Sweden
- Honig H (1986b)** *The effect of prewilting conditions and weather : Small scale silage experiments.* Proceedings of the eurobac conference, 65-75. 12-16 August 1986, Uppsala, Sweden.
- Honig H (1986c)** *Evaluation of aerobic stability.* Proceedings of the Eurobac Conference, 76-82. 12-16 August 1986, Uppsala, Sweden
- Honig H, and Pahlow G (1986)** *Wirkungsweise und Einsatzgrenzen von Silage-Impfkulturen aus Milchsäurebakterien. 2. Mitteilung: Wirkung von Anwelkgrad, Felddauer und Zuckerzusatz auf das Konservierungsergebnis bei Gras.* *Zeitschrift Das Wirtschaftseigene Futter*, 32, (3), 205-228.
- Holthaus DL, Young MA, Brent BE, Pfaff L, Bolsen KK (1995a)** *Losses from top spoilage in horizontal silos.* Cattleman's Day, 59-62. Report of Progress 727, Agricultural Experiment Station, Kansas State University.
- Holthaus DL, Young MA, Dalke BS, Pfaff L, Boyer JE, Bolsen KK (1995b)** *Top spoilage losses for corn and forage sorghum silages stored in bunker silos.* Cattleman's Day, 63-65. Report of Progress 727, Agricultural Experiment Station, Kansas State University.
- Hristov AN (1993)** *Effect of a commercial enzyme preparation on alfalfa silage fermentation and protein degradability.* *Animal Feed Science and Technology* 42, 273-282.
- Hunt CW, Kezar W, Hinman DD, Combs JJ, Loesche JA, Moen T (1993)** *Effect of hybrid and ensiling with and without a microbial inoculant on the nutritional characteristics of whole-plant corn.* *Journal of Animal Science* 71, 38-43.
- Janicki B, Bolsen KK, Ilg HJ, Hinds MA (1983)** *Additive-treated sorghum silages for calves.* *Journal Animal Science* 57, Supplement 1, 444. (abstract).

- Johnson A, Lindberg H, Sundas S, Lingvall P, Lindgren S (1990)** *Effect of additives on the quality of big-bale silage.* *Animal Feed Science and Technology* 31, 139-155.
- Kamphues J (1996)** *Silagequalität - Neue zusätze, neuer Bewertungsschlüssel.* *Übersichten zur Tierernährung* 24 (1), 34-40.
- Kılıç A (1986)** *Silo Yemi (Öğretim, öğrenim ve uygulama önerileri).* Bilgehan Basımevi, Bornova İzmir.
- Kung LJr, Grieve DB, Thomas JW, Huber JT (1984)** *Added ammonia or microbial inocula for fermentation and nitrogenous compounds of alfalfa ensiled at various percents of dry matter.* *Journal of Dairy Science* 67, 299-306.
- Kung LJr, Satter LD, Jones BA, Genin WK, Sudoma AL, Enders GLJr, Kim HS (1987)** *Microbial inoculation of low moisture alfalfa silage.* *Journal of Dairy Science* 70, 2069-2077.
- Kung LJr, Carmean BR, Tung RS (1990)** *Microbial inoculation or cellulase enzyme treatment of barley and vetch silage harvested at three maturities.* *Journal Dairy Science* 73, 1304-1311.
- Kung Ljr, Tung RS, Maciorowski K (1991a)** *Effect of a microbial inoculant (Ecosyl-TM) and/ or a glcopeptide antibiotic (vancomycin) on fermentation and aerobic stability of wilted alfalfa silage.* *Animal Feed Science and Technology* 35, 37-48.
- Kung LJr, Tung RS, Maciorowski KG, Buffum K, Knutsen K, Almutis WR (1991b)** *Effects of plant cell-wall-degrading enzymes and lactic acid bacteria on silage fermentation and composition.* *Journal of Dairy Science* 74, 4284- 4296.
- Kung MJr, Maslanka AO, Heisson P, Garcia-Lopez DQ, Kreck EM (1992)** *Microbial and enzyme based additives for alfalfa silage.* *Journal of Dairy Science* 75, Supplement 1, 208. (abstract)
- Kung L, Chen JH, Kreck EM, Knutsen K (1993)** *Effect of microbial inoculants on the nutritive value of corn silage for lactating dairy cows.* *Journal of Dairy Science* 76, 3763-3770.
- Li X, Hansen WP, Otterby DE, Linn JG, Kuehn CS, (1992)** *Effect of additives on fermentation of corn silage containing different amounts of added nitrate nitrogen.* *Journal of Dairy Science* 75, 1555-1561.

- Lin C, Bolsen KK, Brent BE, Hart RA, Dickerson JT, Feyerherm MA, Almutis WR (1992)** *Epiphytic microflora on alfalfa and whole-plant corn*. Journal of Dairy Science 75, 2484-2493.
- Lindgren S, and Clevström G (1978)** *Antibacterial activity of lactic acid bacteria*. Swedish Journal Agricultural Research 8, 61-66.
- Lindgren S, Lingvall P, Kaspersson A, Kartzow A, Rydberg E (1983)** *Effect of inoculants, Grain and Formic Acid on Silage Fermentation*. Swedish Journal of Agricultural Research 13, 91-100.
- Lindgren S, Pettersson K, Jonsson A, Lingvall P, Kaspersson A (1985)** *Silage inoculation - Selected strains, temperature, wilting and practical application*. Swedish Journal of Agricultural Research 15, 9-18.
- Lindgren S, Bromander A, Pettersson K (1988)** *Evaluation of silage additives using scale-model silos*. Swedish Journal of Agricultural Research 18, 41-49.
- Lindgren SE, and Dobrogosz WJ (1990)** *Antagonistic activities of lactic acid bacteria in food and feed fermentations*. FEMS Microbiology Reviews 87, 149-164.
- Lindgren SE, Axelsson LT, McFeeters RF (1990)** *Anaerobic L- lactate degradation by Lactobacillus plantarum*. FEMS Microbiology Letters 66, 209-214.
- Luther RM (1986)** *Effect of microbial inoculation of whole-plant corn silage on chemical characteristics, preservation and utilization by steers*. Journal of Animal Science 63, 1329-1336.
- Magno NK, Carpenter JR, Nolan JC Jr, Campbell CM (1986)** *Effects of adding microbial inoculants, molasses and urea on silage quality of immature whole-plant sugarcane (Saccharum officinarum)*. Journal of Animal Science 63, Supplement 1, 290.
- Martinsson K (1991)** *A comparison between formic acid and an inoculant for the preservation of grass silage for dairy cows*. Swedish Journal Agricultural Research 21, 121-130.
- McDonald (1981)** *The Biochemistry of Silage*. John Wiley, Sons, Chicester, New York, Brisbane, Toronto
- Moore KJ, Lechtenberg VL, Lemenager RP, Patterson JA, Hendrix KS (1985)** *In vitro digestion, chemical composition, and fermentation of ammoniated grass and grass-legume silage*. Agronomic Journal 77, 758-763.

- Moore KJ, Lemenager RP, Lechtenberg VL, Hendrix KS, Risk JE (1986).** *Digestion and utilization of ammoniated grass-legume silage.* Journal of Animal Science 62, 235-243.
- NRC - National Research Council (1989)** *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, Sixth Revised Edition. National Academy Press Washington, D.C.
- O'Leary J, and Hemken RW (1987)** *Evaluation of two commercial microbial inoculants for preservation of alfalfa silage.* Journal of Dairy Science 70, Supplement 1, 172. (abstract).
- O' Neil KA, and Thomas JW (1987)** *Animal and ensiling responses to addition of microbial inocula to alfalfa silage.* Journal Dairy Science 70, Supplement 1, 172 (abstract).
- Pahlow G (1984a)** *O₂-abhängige Veränderungen der Mikroflora in Silagen mit Lactobacterienzusatz. Sonderdruck aus Landwirtschaftliche Forschung, Kongressband, Vorträge gehalten auf dem 96. VDLUFA- Kongress in Karlsruhe 17.- 22. September 1984.*
- Pahlow G (1984b)** *Studies on the effect a bacterial starter on fermentation losses, chemical composition and microbial changes in silage.* 7 th Silage conference, Summary of papers, Queens University of Belfast, 4.-6. Sept. 1984.
- Pahlow G, and Zimmer E (1985)** *Effect of a lactobacillus inoculant on fermentation and aerobic stability of grass silage.* Proceedings of the XV Int.Grassld. Congress, Kyoto, Japan, 24-31.8.1985 Institute of Grassland and Forage Research, FAL, Braunschweig, Fed. Rep. Germany.
- Pahlow G. (1986)** *Microbiology of inoculants, crops and silages: Small scale silage experiments.* Proceedings of the Eurobac Conference, 45-59. 12-16 August 1986, Uppsala, Sweden
- Pahlow G, and Honig H (1986)** *Wirkungsweise und Einsatzgrenzen von Silage-Impfkulturen aus Milchsäurebakterien. 1. Mitteilung, Das wirtschaftseigene Futter* 32, (1), 20-35.
- Pahlow G (1989)** *Wie lassen sich Silagen verbessern.* Agrar - press Nr. 5/89 7. April 1989, Honorar erbeten auf PSK Köln 171604 -504, 1-3
- Rooke JA, Bell SL, Armstrong DG (1985)** *The chemical composition of grass silages prepared with and without pre-treatment with inoculants containing Lactobacillus plantarum.* Animal Feed Science and Technology 13, 269-279.

- Sanderson MA (1993)** *Aerobic stability and in vitro fiber digestibility of microbially inoculated corn and sorghum silages*. Journal of Animal Science 71, 505-514.
- Schaefer DM, Brotz PG, Arp SC, Cook DK (1989)** *Inoculation of corn silage and high-moisture corn with lactic acid bacteria and its effects on the subsequent fermentations and on feedlot performance of beef steers*. Animal Feed Science and Technology 25, 23-38.
- Seale DR (1986)** *Commercial view of evaluation and registration of silage inoculants*. Proceedings of the Eurobac Conference, 165-183, 12-16 August 1986, Uppsala, Sweden
- Seale DR, Henderson AR, Petterson KO, Lowe JF (1986)** *The effect of addition of sugar and inoculation with two commercial inoculants on the fermentation of lucerne silage in laboratory silos*. Grass and Forage Science 41, 61-70.
- Setälä J (1986)** *The comparison of two inoculants and an acid mixture as additives for grass silage*. Proceedings of the Eurobac Conference, 126-130, 12-16 August 1986, Uppsala, Sweden
- Sheperd AC, Maslanka M, Quinn D, Kung L Jr (1995)** *Additives containing bacteria enzymes for alfalfa silage*. Journal of Dairy Science 78, 565-572.
- Spoelstra SF, Hindle VA (1986)** *Inoculating grass for silage by spraying the standing crop*. Proceedings of the Eurobac Conference, 115-125, 12-16 August 1986, Uppsala, Sweden.
- Spoelstra SF (1991)** *Chemical and biological additives in forage conservation*. In: G. Pahlow and H. Honig (eds). Forage conservation towards 2000. Inst. Grassl. Forage Res., Braunschweig, Germany, pp. 48-70.
- SPSS for Windows**. Released 6.0 June 17 1993 Copy right (c. spss inc. 1989-1993)
- Van Soest PJ, Robertson JB (1985)** *"An Analysis of forages and fibrous Foods" a laboratory manuel for animal Science*, 613, Cornell University
- Weissbach F, Köller S (1986)** *Studies on the effect of inoculants in silage production*. Proceedings of the Eurobac Conference, 105-114. 12-16 August 1986, Uppsala, Sweden
- Wilkinson M (1985)**. *Silage Aids* UK. Chalcombe Publications. Marlow, Bucks/ Great Britain.

- Wohlt JE (1989)** *Use of a silage inoculant to improve feeding stability and intake of a corn silage-grain diet.* Journal of Dairy Science 70, 545-551.
- Woodford JA, and Satter LD (1986)** *Effect of a cellulase enzyme and microbial inoculant on utilization of alfalfa silage by lactating holstein cows.* Journal of Animal Science 63, Supplement 1, 299 (abstract).
- Woodford JA, and Satter LD (1987)** *Comparison of three additives on fermentation of alfalfa silage and its utilization by lactating dairy cows.* Journal Dairy Science 70, Supplement 1, 173 (abstract).
- Woolford MK, and Cook JE (1978)** *A note on the effect on the aerobic deterioration of maize silage of the manipulation of the microflora by means of antibiotics.* Animal Feed Science and Technology 3, 89-94.
- Woolford MK, Honig H, Fenlon JS, Davenport RR (1978)** *Erzeugung Konservierung Verwertung. Part 2: The microbiological deterioration of silage using a small scale technique.* Zeitschrift Das Wirtschaftseigene Futter 24, (2) 125-139.
- Woolford MK (1984a)** *The silage fermentation* 1984, New york, Marcel Dekker, 151-155.
- Woolford MK (1984b)** *Managing aerobic deterioration in silage.* In: Silage management. NF, A, 1984. Des Moines, IA. NFIA- Copyright.
- Woolford MK (1990)** *The detrimental effects of air on silage.* Journal Applied Bacteriology 68, 101-116.
- Young MA, Dalke BS, Sonon RN JR, Holthaus DL, Bolsen KK (1996)** *Effect of grain content on the nutritive value of whole-plant grain sorghum silage.* Cattlemen's Day, 64-66. Report of Progress 756, Agricultural Experiment Station, Kansas State University.
- Zimmer E (1971)** *Factors affecting fermentation in silo.* In: Technological Papers Presented at International Silage Research Conference, December 6-8, Washington Hilton Hotel, Washington, D.C. Sponsored by National Silage Association, Inc., Cedar Falls, Iowa pp 58-78.
- Zimmer E (1986)** *Evaluation of fermentation parameters from the silage experiments.* Proceedings of the Eurobac Conference, 19-44. 12-16 August 1986, Uppsala, Sweden

9. ÖZGEÇMİŞ

Antalya'nın Serik ilçesi Yukarı Kocayatak köyünde 15.01.1970 yılında doğdu. İlkokulu aynı köyde; orta öğrenimini Antalya Aksu Öğretmen Lisesi'nde tamamladı. 1985 yılında başladığı Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nden 1990 yılında mezun oldu. Kısa bir süre serbest hekimlik yaptıktan sonra 1992 yılında kısa dönem olarak askerlik görevini tamamladı. Aynı yıl açılan sınavı kazanarak Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalına Araştırma Görevlisi olarak atandı. 1993 yılında aynı anabilim dalında doktora eğitimine başladı. Halen aynı anabilim dalında araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.

Evli ve bir kızı vardır.



10. TEŞEKKÜR

Çalışmalarım esnasında ilgi ve desteğini esirgemeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Behiç ÇOŞKUN'a, Doç. Dr. Erdoğan ŞEKER'e, anabilim dalındaki diğer öğretim üyesi hocalarıma ve mesai arkadaşlarıma; istatistik hesaplamalarda büyük yardımını gördüğüm Zootekni Anabilimdalı Öğretim Üyesi sayın Doç. Dr. Mehmet Emin TEKİN'e, projenin yürütülmesi için gerekli kolaylığı sağlayan Hayvancılık Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürü sayın Dr. Recep ERGÜL'e, Müdür Yardımcısı sayın Dr. Mehmet Ali AZMAN'a ve enstitü çalışanlarına; çalışmalarım süresince sıkıntılara ortak olan ve her konuda yardımlarını esirgemeyen eşim Biyokimya Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Yard. Doç. Dr. Firuze KURTOĞLU'na teşekkür etmeyi bir borç bilirim.