T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

"HOMOFERMANTATİF VE HOMOFERMANTATİF-HETEROFERMENTATİF LAKTİK ASİT BAKTERİLERİ İLAVESİ İLE HAZIRLANAN TRİTİKALE-MACAR FİĞİ KARIŞIMI SİLAJLARIN KONYA MERİNOSU DİŞİ TOKLULARDA RUMEN PARAMETRELERİ VE CANLI AĞIRLIK DEĞİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ"

Uğur DEMİRCİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI

ANABİLİM DALI

Danışman

"Doç.Dr.Nurettin GÜLŞEN"

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 08202010 proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA-2009

ÖNSÖZ

Ülke ekonomisine direk katkılarının yanı sıra işgücü istihdamı gibi ikincil getirileri de bilinen, bunun yanında gelişmiş topluluklara kıyasla tüketimi düşük olan hayvansal kökenli gıdaların üretimi ve arz edilmesi sürdürülebilir iyi tarım yöntemleriyle mümkündür. Bu kapsamda çalışmada öngörülen dönemsel boş arazilerin değerlendirilebilirliği ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın tüm aşamalarında bilgisini, tecrübesini esirgemeyen Prof.Dr.Behiç COŞKUN'a, yazım aşamasında yardımları için Doç.Dr.H.Derya Umucalılar'a, çalışmanın yürütüldüğü Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü bünyesinde görevli Ziraat Yüksek Mühendisi Gürhan Keleş'e, Rumen sıvılarının alınıp işlenmesi aşamasında yardımlarını esirgemeyen Veteriner Hekim Mehmet Köse ve Mesut Kırbaş'a teşekkürlerimi sunarım.

Manevi desteğini her zaman hissettiğim eşim Ziraat Mühendisi Emel Demirci'ye ayrıca teşekkür ederim.

Uğur Demirci

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ i

1. GİRİŞ 1

1.1. Literatür Bilgi 2

1.1.1. Tek Yıllık Baklagil ve Buğdaygil Yeşil Kaba Yemlerinin Hayvan Besleme Açısından Önemi 2

1.1.2. Fiğ ve Tek Yıllık Buğdaygil Karışımlarının Besin Madde İçerikleri 4

1.1.3. Silajın Kalitesini Etkileyen Faktörler ve Baklagil-Buğdaygillere Ait Yeşil Kaba Yemlerin Silajlanması 5

1.1.4. Silaj Yapımında Kullanılan Bakteriyel İnokulantlar ve Etkileri 6

Silajda inokulant olarak kullanılan fermantatif laktik asit bakterileri 7

Homofermentatif laktik asit bakterilerinin silaj fermentasyonu üzerine etkileri 8

Heterofermentatif laktik asit bakterilerinin silaj fermentasyonu üzerine etkileri 11

Homofermentatif ve heterofermentatif laktik asit bakteri kombinasyonlarının silaj fermentasyonu üzerine etkileri 13

1.1.5. Bakteriyel İnokulantların Rumen Parametreleri Üzerine Etkileri 14

1.1.6. Bakteriyel İnokulantların Verim Performansı Üzerine Etkileri 16

1.1.7. Büyük Balya Silajlarının Özellikleri ve Hazırlanması 18

2. GEREÇ VE YÖNTEM 21

2.1. Deneme 1 21

2.1.1. Silaj Materyali 21

2.1.2. Balya Silajların Yapılması 21

2.2. Deneme 2 22

2.2.1. Hayvan Materyali 22

2.2.2. Yem Materyali 23

2.2.3. Denemenin Yürütülmesi 23

2.3. Deneme 3 24

2.4. Analizler 25
2.4.1. Silaj Numunelerinin Analizleri 25
2.4.2. Rumen Sıvısı Analizleri 27
2.5. İstatistiksel Analizler 27
3. BULGULAR 28
3.1. İnokulantların Büyük Balya Silajlarının Besin Madde Düzeyleri ve Fermentasyon Özellikleri Üzerine Etkileri 28
3.2. İnokulant Katılmasıyla Hazırlanmış Macar Fiği+Tritikale Büyük Balya Silajlarının Rumen Parametreleri ve Toklularda Besi Performansı Üzerine Etkileri 31
3.2.1. Silajların Rumen Sıvısı Parametreleri Üzerine Etkileri 31
3.2.2. Silajların Toklularda Besi Performansı Üzerine Etkileri 33
4. TARTIŞMA 36
4.1. Tritikale ve Macar Fiği Karışım Silajlarında İnokulantların Etkileri 36
4.2. İnokulant Katılmasıyla Hazırlanmış Macar Fiği+Tritikale Büyük Balya Silajlarının Rumen Parametreleri ve Toklularda Besi Performansı Üzerine Etkileri 40
4.2.1. Silajların Rumen Sıvısı Parametreleri Üzerine Etkileri 40
4.2.2. Silajların Toklularda Besi Performansı Üzerine Etkileri 41
5. SONUÇ ve ÖNERİLER 44
6. ÖZET 45
7. SUMMARY 48
8. KAYNAKLAR 50
9. ÖZGEÇMİŞ 54

1. GİRİŞ

Türkiye'de 2006 yılı istatistiklerine göre yaklaşık 11 milyon büyükbaş, 33 milyon küçükbaş hayvan varlığı bulunmaktadır. Büyükbaş hayvan mevcudunun %25 ini kültür ırkı, %42'sini kültür ırkı melezleri ve geriye kalan %33'ü yerli ırklardan oluştmaktadır. Küçükbaş hayvan varlığının ise büyük kısmı (%77) yerli ırklardan oluşmaktadır (Anonim 2006). Özellikle büyükbaş hayvan varlığımızın genetik verim potansiyelinin artmasıyla beraber hayvan beslemede önemi bilinen kaba yem kaynaklarının yetersiz ve kalitesiz oluşu gündeme gelmiştir. Sorunun çözümü noktasında araştırmacılar öncelikli olarak toplam ekilen arazi varlığımızın içinde yem bitkisi ekilişinin payını artırmanın üzerinde durmuşlar bunun yanında birim alandan alınan kaba yem miktarı, kalitesi ve çayır meraların yetersiz olduğu kış dönemi için muhafaza yöntemleri üzerine çalışmalar yapmışlardır. Bu noktada silajlık yem bitkilerinin ekilişi ve bunların silaj yapılarak muhafazası yıl boyu kaliteli kaba yem kaynağı temin edilmesi için tek çözüm olmuştur.

Silaj yapımının başlıca amacı yeşil yemlerin en az besin maddesi kaybı ile muhafaza edilerek, besin değeri yüksek bir ürün elde etmektir. Ancak, silodaki fermantasyonun kontrolü zor olup, genellikle kontrol edilmeyen fermentasyon, silolanan ürünün besin maddesi içeriğinin optimum bir şekilde korunmasını güçleştirmektedir. Bakteriyel inokulantlar ise silajda istenilen fermantasyonu destekleyerek, silolanan materyalin besin maddesi içeriğinin optimum bir şekilde muhafazasını sağlamak ve hayvan performansını artırmak amacıyla kullanılmaktadırlar.

1.1. Literatür Bilgi

1.1.1. Tek Yıllık Baklagil ve Buğdaygil Yeşil Kaba Yemlerinin Hayvan Besleme Açısından Önemi

İç Anadolu bölgesinde sulu şartlarda buğday hasadından sonra takip eden yıl mısır ya da fasulye gibi baklagiller münavebede kullanılmaktadır. Bu bitkilerin ekimleri mayıs ayı ortalarında yapıldığı için ekim alanları mayıs ayı ortalarına kadar boş kalmaktadır. Bu alanlarda mayıs ayı ortalarında hasat edilebilecek tek yıllık buğdaygil, baklagil ve bunların karışımlarının yem bitkisi olarak ekimlerinin yapılması işletmelere ek gelir sağlayabileceği gibi, kaba yem üretiminin artırılmasında da önem arz etmektedir. Bu nedenle kaba yem açığının kapatılması amacıyla, yonca gibi çok yıllık yem bitkilerinin ekiminin artırılması yanında, tek yıllık Macar fiği ve tritikale gibi baklagil ve buğdaygil bitkilerinin ekimlerinin artırılması da büyük önem taşımaktadır.

Kökeni Macaristan olan Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz), Orta Avrupa, Tuna Ülkeleri ve Doğu Akdeniz Bölgesinin yerel bitkisidir. Macar fiğinin, İspanya'dan Ön Asya ve Kafkaslara kadar tüm Akdeniz bölgesinde, Aşağı Tuna ülkelerinden Orta Avrupa'ya kadar alanda yaygın olarak tarımı yapılmaktadır. Macar fiği aşırı kış soğuklarından etkilenmez. Çok sert geçen kışlarda bile don zararı görmeden kalabilir. Macar fiği, kıraçta yetiştirilebilen bir kışlık fiğ olduğu için büyük bir değere sahiptir. Orta-ağır ve ağır, kireççe zengin toprakları sever. Nemli topraklarda da gelişmektedir. Genellikle tahıl üretimi yapılan topraklarda rahatça yetiştirilebilir. Kaba yem olarak kullanılacaksa Macar fiği çiçeklenme başlangıcında biçilmelidir. Biçilen ot kurutularak veya silolanarak (silaj yapılarak) saklanabilir. Tek olarak kıraçta verdiği yeşil ot miktarı dekara 800-1500 kg kadardır. Hayvanlar gerek yeşil ve gerekse kuru ot olarak severek tüketmektedirler (Süzer 2009).

Buğdaygillere ait bitkilerin erken dönemde biçilerek ruminantlar için yeşil kaba yem kaynağı olarak kullanılması Dünya'da ilgi çeken bir konu haline gelmiştir. Bu tip yeşil kaba yemlerin enerji içeriğinin yüksek olması yanında uygun silajlık materyal olmaları ilgiyi daha da artırmaktadır (Anil ve ark. 1999). Tritikale; Buğday ve çavdarın melezlenmesi ile elde edilen bir bitkidir. Kaliteli bir tritikale silajı için tritikalenin yaklaşık 210 günlük yetiştirme süresi ve %29,5 kuru madde içerdiğinde

elde edilebileceği belirtilmiştir (Rojas ve ark. 2004). Bir başka araştırmada ise tek başına tritikale silajları için en uygun biçim döneminin %30-35 kuru madde düzeyinin sağlandığı dönem olduğu belirlenmiştir (Emile ve ark. 2007).

Kocafiğ dışındaki fiğ çeşitleri ve yem bezelyesi gibi tek yıllık baklagil yem bitkileri tek başlarına ekildiklerinde gövdelerinin zayıf olması nedeniyle yatma problemi ile karşılaşılmaktadır. Bu durum biçimi güçleştirdiği gibi bitkinin alt kısımlarında çürümelere ve toprakla kontaminasyona sebep olmaktadır. Bu nedenle kaliteli ot üretimi için fiğin buğdaygillerle karışık ekilmesi önerilmektedir. Buğdaygil ve baklagiller karışım olarak ekildiklerinde iklim ve toprak istekleri daha esnek olmakta, türler birbirlerinin gelişimlerini hızlandırmakta ve saf ekimle kıyaslandığında karışım ekimlerinde daha kaliteli ve daha fazla ürün alınmaktadır (Tosun ve Altın 1977). Karışık ekim ile baklagiller tahıllara sarılarak dik olarak gelişmekte, üretilen otun verim ve kalitesi artmaktadır (Orak ve İptaş 1999). Buğdaygil türü, tohum oranı ve türler arasındaki rekabet karışım halinde ekimi yapılan bitkilerde kaba yem verimi ve kalitesini etkilemektedir. Adi fiğ ile birlikte en uygun buğdaygil türünün yulaf, arpa, buğday ve tritikale olduğu ileri sürülmektedir. Fiğ ile birlikte buğdaygil yetiştiriciliğinde tahıllar için 2-8 kg, adi fiğ için ise 5-12 kg arasında tohum miktarları uygulanmaktadır (Lithorgidis ve ark. 2006).

Tek başına tritikale yetiştirilmesine göre tritikalenin baklagiller ile birlikte yetiştiriciliğinin yapılmasının kaba yem kalitesi ve ürün miktarını artırabileceği ifade edilmektedir (Karadağ ve Büyükburç 2004). Bu görüşün tersine karışım halinde ekimlerine göre adi fiğ ve tritikalenin monokültürleri ile daha fazla verim ve kaliteli ürün elde edildiği, türler arasındaki rekabetin verimi azalttığı yönünde görüşlerde bulunmaktadır (Lithourgidis ve ark. 2006).

Fiğ kaynakları ve tritikalenin birlikte ekimiyle ilgili yapılmış çalışma sayısı azdır. Bu araştırmalardan birinde kıraç alanlar için %70 tüylü fiğ+%30 tritikale tohum oranında, benzer ekolojilerde yağışlı mevsimlerde ekim yapıldığında ise %70 adi fiğ+%30 tritikale tohum oranında ekimle yüksek ot ve protein verimi elde edilebileceği bildirilmiştir. Tohum oranı %70 adi fiğ+%30 tritikale olarak düzenlendiğinde hektardan 32,94 ton yeşil kaba yem, 6,23 ton kuru madde ve 1,06 ton protein verimi elde edildiği belirtilmiştir (Albayrak ve ark. 2004).

Dünya'da yaygın bir şekilde tarımı yapılan Macar fiği Türkiye'de ve İç Anadolu'da kolaylıkla yetiştirilebilen, dane yem ve kaba yem kaynağı olarak tek başına ya da arkadaş bitki olarak buğdaygillerle birlikte Çorum, Çankırı, Burdur, Tokat ve Isparta gibi illerde son yıllarda ekilişi yaygınlaşan bir baklagil türüdür (İptaş 2002). Kaba yem sıkıntısının olduğu Türkiye'de yağış oranının düşük olduğu bölgelerde tritikale:Macar fiği tohum oranlarının 50:50 olduğu karışımların ekimi ile protein ve verim yönünden kaliteli kaba yem elde edilebileceği bildirilmiştir (Karadağ ve Büyükburç 2004). Bu görüşün dışında Macar fiği+buğdaygil karışımlarında dekara atılacak 8-12 kg tohumun 2/3 ünün Macar fiği, 1/3 ünün ise buğdaygil kaynağı olabileceği (Tosun 1974), karışımlar için en uygun biçim zamanının ise buğdaygillerin süt olum dönemi olduğu bildirilmiştir (Filya 2006).

1.1.2. Fiğ ve Tek Yıllık Buğdaygil Karışımlarının Besin Madde İçerikleri

Tek başına buğdaygil kaba yem bitkileri hayvanların ihtiyaçlarını yeterince karşılayamamakta, baklagil ve buğdaygillerin birlikte ekiminin yapılmasıyla elde edilen kaba yem kaynakları hayvanların ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli miktarda protein ve karbonhidrat sağlamaktadırlar (Karadağ ve Büyükburç 2004). Baklagil-buğdaygil karışımlarının kaba yem olarak kalitesi tohum oranlarına bağlı olarak değişmektedir. Lithourgidis ve ark. (2006) 55:45 ve 65:35 adi fiğ:tritikale tohum oranlarında elde ettikleri yeşil haldeki kaba yemin ham protein düzeyini sırasıyla %10.3 ve 10.9, NDF düzeylerini ise %40.3 ve 45.6 olarak belirlemişler, adi fiğ:tritikale tohum oranının artırılması ham protein, NDF, ADF ve lignin düzeyinin artışına yol açtığını ileri sürmüşlerdir. Karadağ ve Büyükburç (2004) ise tohum karışımı içeriğinde baklagil miktarının artışı karışımın ham protein düzeyini artırdığı, selüloz düzeyini ise düşürdüğünü, Macar fiği:tritikale tohum oranının 50:50 olması durumunda bitkideki ham protein düzeyinin %8,90-10,07 ham selüloz düzeyinin ise %20,91-23,32 arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Bitkinin biçim dönemi de içeriğindeki besin madde kompozisyonunu değiştiren bir faktördür. Tritikalenin erken hamur olum dönemine kadar biçiminin geciktirilmesi ham protein ve NDF miktarını azaltırken, kuru madde düzeyi vejetasyonun ilerlemesiyle birlikte artış göstermektedir. Tritikalede suda eriyebilir karbonhidratlar en yüksek erken süt olum döneminde gözlenirken, erken hamur olum

döneminde suda eriyebilir karbonhidratların büyük oranda nişastaya polimerize olduğu bildirilmiştir (Wallsten 2008).

1.1.3. Silajın Kalitesini Etkileyen Faktörler ve Baklagil-Buğdaygillere Ait Yeşil Kaba Yemlerin Silajlanması

Silaj, yüksek nem içeriğine sahip ürünlerin kontrollü fermentasyonu neticesinde üretilen yem materyalidir. Genel olarak, silolanan ürün siloda anaerobik ortam ve düşük pH'nın teminiyle muhafaza edilmektedir. Silajlamadan sonra üreyen laktik asit bakterileri, ortamdaki substrat için rekabet eden aerobik bakteriler, mayalar ve mantarların gelişimini engellemekte, silaj pH'sındaki hızlı düşüş ise bitki proteazlarını inaktive ederek proteinlerin yıkımını ve anaerobik mikroorganizmaların gelişimini durdurmaktadır (Muck 1996). Silolanacak materyalin kuru maddesi, doğal mikroorganizma içeriği, doğal floradaki laktik asit bakteri çeşidi ve sayısı, içerdiği suda eriyebilir karbonhidrat düzeyi ve tamponlama kapasitesi gibi faktörler silolama sırasında fermentasyonu değiştirerek silajın kalitesini etkilemektedir (McDonald 1981, Kung 2001, Filya 2006). Kıyma işleminden sonra silolama işleminin hızlı bir şekilde yapılmaması sonucunda suda eriyebilir karbonhidrat düzeyi azalmakta ve kuru madde kayıpları artış göstermektedir (Kung 2001).

Kaliteli bir silajın elde edilmesinde silajlık materyalin suda eriyebilir karbonhidrat içeriği önemli bir etken olarak kabul edilmektedir. Yüksek şeker oranına sahip bitkilerden yapılan silajlarda anaerob bakteriler hızla çoğalarak silajın pH'sını hızlı bir şekilde düşürürler. Bu durum silajdaki kuru madde ve protein kayıplarını azaltmakta ve kaliteli silaj elde edilmesini sağlamaktadır. Genellikle silajlık materyal olarak kabul görmüş olan mısır ve sorgum gibi bitkilerde suda eriyebilir karbonhidrat oranı yüksektir ve bu bitkiler katkı maddesine ihtiyaç duyulmadan silolanabilir. Azot içeriği yüksek olan çayırlar ve çayır-baklagil karışımlarında suda eriyebilir karbonhidrat oranı düşüktür, bu durum bu bitkilerin silolanmasını zorlaştırmaktadır.

Silajlık materyalin varyeteleri arasındaki farklılıklar silaj kalitesini etkilemektedir. Yapılan bir çalışmada (Emile ve ark. 2007) altı değişik varyetede tritikale silajının pH değerinin 4,13-4,33 arasında, laktik asit değerlerinin ise 30,3-50,7 g/kg arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Maliyetlerinin düşük olması, bitki genetiğindeki gelişmeler, agronomik uygulama kolaylıkları ve kaba yem teknolojilerinin gelişimi nedeniyle geleneksel silajlık yem materyallerinin dışında bazı alternatif silajlık materyallerin de silolanması son yıllarda artış göstermeye başlamıştır (Walsh ve ark. 2008). Silajlık mısır ve macar fiğinin 75:25 ve 50:50 düzeyindeki karışımları ile kaliteli sayılabilecek bir silo yemi elde edilmesinin mümkün olabileceği, özellikle %25 oranında macar fiği karıştırılan silajda gerek fiziksel ve gerekse kimyasal özellikleri bakımından memnuniyet verici sonuçlar elde edildiği ve diğer silajlardan daha yüksek bir laktik asit düzeyine ulaşıldığı bildirilmiştir (Demirel ve ark. 2001). Sudan otu:Macar fiği karışımlarının silajlanması ile de benzer şekilde olumlu sonuçlar elde etmişlerdir.

Vejetasyon dönemi de silajın kalitesini etkileyen bir faktör olarak görülmektedir. Buğday silajlarında pH ve suda eriyebilir karbonhidrat içeriğinin vejetasyonun ilerlemesiyle birlikte azaldığı, süt olum döneminden hamur olum dönemine doğru daha fazla laktik asit, daha az maya ve küf oluştuğu belirtilmiştir (Filya 2003). Kaliteli tritikale silajlarının yapılması için 210 günlük yetiştirme süresinde, kuru madde düzeyinin %29,5 olduğu dönemde biçilmesi gerektiği bildirilmiştir (Rojas ve ark. 2004). Bununla birlikte buğdaygillerle yapılan silajda biçim yüksekliği, dane düzeyi, biçim şekli ve bitki özelliklerinin yapılan silajın besin madde düzeyi ve kalitesini fazla etkilemediği ileri sürülmüştür (Walsh ve ark. 2008). Yapılan bir araştırmada tritikaleden yapılan ve %39 kuru maddeye sahip silajın ham protein düzeyi %6,8; NDF düzeyi ise %55,8 olarak tespit edilmiştir (Emile ve ark. 2007).

1.1.4. Silaj Yapımında Kullanılan Bakteriyel İnokulantlar ve Etkileri

Silajlanacak materyalin kuru maddesi, doğal mikroorganizma içeriği, doğal floradaki laktik asit bakteri çeşidi ve sayısı, içerdiği suda eriyebilir karbonhidrat düzeyi ve tamponlama kapasitesi gibi faktörler silajın kalitesini etkileyen önemli faktörlerdir.

Silajlık materyalin tamponlama kapasitesi silolama sırasında fermantasyonu etkileyen bir faktördür. Yonca gibi baklagillere ait yeşil silajlık materyallerin mısır gibi silajlık materyallere göre tamponlama kapasitesinin yüksek olması silajda

istenilen pH düzeyine inmek için daha fazla asit üretimini gerektirmektedir (Kung 2000). Silolanacak ürünün yapısına bağlı olarak silolama esnasında istenilen fermantasyonu sağlamak için silajlık materyale fermantatif bakterileri de içeren bazı silaj katkı maddeleri katılmaktadır (McDonald 1981, Kung 2001, Filya 2006).

İlk üretim dönemlerinde mikrobiyal inokulantlar şekerlerin laktik asite dönüşümünü sağlayan epifitik bakteri populasyonlarını içeren yaygın olarak *Lactobacillus plantarum* bulunan homofermantatif laktik asit bakterilerinden oluşmaktaydı. *Lactobacillus plantarum*'un büyüme hızının, asit toleransının ve laktik asit üretim kapasitesinin yüksek olması önemli bir avantaj olarak kabul edilmekteydi. Daha sonra *Pediococcus pentosaceus, P. acidilacti, Enterococcus faecium, ve L. acidophilus* gibi mikroorganizmalar, inokulantlarla alınan olumlu sonuçları teşvik etmek için *L. plantarum*'la birlikte katılarak inokulant içerisindeki mikroorganizma türü çoğaltılmıştır. 1985-1992 arasında yapılan araştırmaların yaklaşık %60'ında inokulantların silaj pH'sı, laktik:asetik asit oranı ve amonyak azotu düzeylerinde iyileşmeye yol açtığı belirlenmiştir. 1990- 1995 yıllarında yapılan araştırmalarda ise homofermantatif laktik asit bakterilerinin özellikle mısır ve küçük taneli buğdaygil bitki silajlarında aerobik stabilite üzerine olumsuz etkileri gözlenmiştir. Homolaktik asit inokulantlarının mayaların üretimini inhibe eden asetik asitin miktarını düşürüp, laktik asit miktarını artırmasının aerobik stabiliteyi azalttığı, artan laktik asitin mayaların üremesi için bir substrat olduğu hatta laktik asitin mayalar tarafından CO_2 ve suya ayrıştırıldığı ileri sürülmüştür (Adesogan 2008). Hetero fermantatif bir laktik asit bakterisi olan *L. buchneri*'nin maya ve küf üremesini engellediği ilk olarak 1995 yılında bildirilmiş 1996 yılında ise silajlarda kullanılması önerilmiştir (Holzer ve ark. 2003, Adesogan 2008). Son zamanlarda ise heterofermentatif *L. buchneri* inokulantlarının aerobik stabiliteyi artırıcı etkisine ilave olarak fermentasyon özelliklerini de artırmak için homofermentatif laktik asit bakterileri ile kombine ya da iki yönlü inokulantların geliştirilmesi yoluna gidilmeye başlanmıştır (Adesogan 2008).

Silajda inokulant olarak kullanılan fermantatif laktik asit bakterileri

Geleneksel silaj inokulantları bitkinin anaerobik depolanması sırasında hızlı pH düşüşünü sağlamak, dolayısıyla depolama sırasında kuru madde kayıplarını en

aza indirmek ve besleyici değerini korumak amacıyla katılan bakteri kültürleridir. Fermantasyonu ve fermantasyon sonucunda oluşan ürünleri düzenlemek, silaj kalitesini artırmak amacıyla kullanılan homo ve heterofermantatif laktik asit bakterileri Çizelge 1.1.'de verilmiştir. çizelgede I. grup olarak verilenler zorunlu homofermantatif olup, Embden-Meyerhof yoluyla heksozları laktik asite dönüştürmekte fakat pentozları ya da glikonatı fermente edememektedirler. II. gruptaki mikroorganizmalar fakültatif heterofermentatif mikroorganizmalardır. Heksozları homofermentatif olarak laktik aside dönüştürmekle birlikte özel şartlar altında heterofermentatif özellik göstererek laktik asit, CO_2, etanol ve bazı durumda da asetik asit üretmektedirler. Bu gruptaki bakterilerden *L. plantarum* silaj inokulantları içerisinde yaygın olarak bulunmaktadır. III. grupta ise zorunlu heterofermentatif mikroorganizmalar bulunmakta, heksozları laktik asit, CO_2, etanol veya alternatif elektron alıcısı bulunması durumunda asetik asite dönüştürmektedirler. Pentozlar ise laktik asit ve asetik asite fermente edilmektedir (Holzer ve ark. 2003).

Çizelge 1.1. Homo ve heterofermentatif laktik asit bakterileri

Zorunlu fermentatif	*Lactobacillus acidophilus, L. delbrueckii, L. helveticus, L. farciminis, L. lactis, L. bovis*
Fakültatif heterofermentatif	*L. alimentarius, L. casei, L. curvatus, L. sakei, L. paralimentarius, L. plantarum, L. pentosus*
Zorunlu heterofermentatif	*L. brevis, L. buchneri, L. fermentum, L. reuteri, L. fructivorans, L. sanfranciscensis, Leuconostoc mesenteroides*

Homofermentatif laktik asit bakterilerinin silaj fermentasyonu üzerine etkileri

Kaliteli bir silaj elde edilmesi için homofermentatif lakik asit bakteri inokulantların silolama sırasında katılması yaygın bir işlemdir. Bu amaçla *Lactobacillus plantarum, L. acidophilus, Pediococcus acidilactici, P. pentacaceus,* ve *Enterococcus faecium* en fazla kullanılan homofermentatif laktik asit bakterileridir. Homofermantatif laktik asit bakteri artış hızlarına göre ise *Enterococcus* > *Pediococcus* > *Lactobacillus* şeklinde sıralanabilir. Bazı *Pediococcus* hatları *Lactobacillus'*lere göre silajlık materyalin yüksek kuru madde

düzeyine karşı daha fazla toleranslıdır, daha geniş bir pH aralığında çoğalabilmektedir. Yaygın olarak kullanılan inokulantlar içerisinde bu bakterilerin biri ya da birkaçı kullanılmaktadır. Bu bakteriler arasında sinerjik bir ilişki bulunmaktadır (Kung 2000).

Yapılan çalışmaların %60'dan fazlasında homofermantatif mikrobiyel inokulantların pH'yı düşürdüğü belirlenmiştir (Kung 2000). *Lactobacillus plantarum* ve *Enterococcus faecium* içeren HM LAB inokulantlarının katıldığı sorgum silajlarında pH'nın silajlamanın 2. gününde 4'ün altına indiği, inokulantsız grupta 8. günde aynı pH düzeyine ulaşıldığı fakat 45. günde pH açısından farklılık olmadığı belirlenmiştir (Hassanat ve ark. 2007). Soldurulmuş buğday silajlarında *Lactobacillus plantarum* ve *Enterococcus faecium* içeren inokulantın katılması sonucunda pH'nın 4,1 olduğu belirlenmiştir (Filya 2000).

Homofermantatif mikrobiyel inokulantlar üzerine yapılan çalışmalarda genellikle laktik asit:asetik asit oranının arttığı gözlenmektedir (Kung 2000). Homofermentatif laktik asit bakterileri glikoz, fruktoz ve sukroz bulunan ortamlarda düşük miktarlarda asetik asit ve CO_2 üretmekte, ortamdaki şeker düzeyinin etkisi olmamaktadır. Homofermantatif laktik asit bakterilerinin ürettikleri laktik asit düzeyi ise şeker konsantrasyonunun artışına paralel olarak artış *göstermektedir*. Bu nedenle laktik asit:asetik asit oranı şeker oranına bağlı olarak artmakta yüksek düzeyde şeker varlığında üretilen son ürünlerin yaklaşık %90-95'i laktik asit olmaktadır. İnokulant olarak *Lactobacillus plantarum* kullanıldığında ise üretilen asit oranı biraz daha fazla olmaktadır (Christensen ve ark. 1958). Bu görüşleri doğrular nitelikte *Lactobacillus plantarum* ve *Enterococcus faecium* içeren homofermentatif laktik asit bakteri inokulantlarının katıldığı sorgum silajlarında laktik asit düzeyleri daha yüksek, asetik asit düzeyleri ise daha düşük bulunmuştur (Hassanat ve ark. 2007).

Mısıra göre yonca, çayır otu ve bütün halde buğdaygil silajlarında homofermentatif laktik asit bakterilerinin daha iyi sonuçlar verdiği bildirilmektedir (Kung 2000). Şeker oranının daha düşük ve silolanması zor olan yonca gibi materyallerde de homofermentatif laktik asit bakterilerinin silaj içerisinde laktik asit üretimini artırıcı yönde etki ettikleri tespit edilmiştir (Filya ve ark 2007).

Homofermantatif laktik asit bakteri inokulantları genel olarak ruminantların performansında artış sağlayabilmekte (Muck 1996), ancak silajın açık havaya maruz kalması sonucunda çevre sıcaklığına göre silaj ısısındaki 2 ºC yükselmenin saat olarak sayısı olarak tanımlanan aerobik stabiliteyi olumsuz etkilemektedirler (Archundia ve Bolsen 2001). Homofermentatif mikrobiyel inokulantların silajın silolama ömrü veya aerobik stabilitesi üzerine olumlu etkisi çalışmaların yaklaşık %33'ünde tespit edilmiş, birçok çalışmada da muhtemelen asetik asit ve bazı antifungal son ürünlerin düşük düzeyde olması nedeniyle aerobik stabiliteyi kötüleştirdikleri tespit edilmiştir (Kung 2000). *Lactobacillus plantarum* ve *Enterococcus faecium* içeren homofermantatif laktik asit bakteri inokulantlarının katıldığı sorgum silajlarında aerobik stabilite değeri düşmüş ve ortalama 40 saat olarak bulunmuştur (Hassanat ve ark. 2007). Laktik asit bakteri inokulantı olarak Pioneer 1174'ün kullanıldığı mısır silajında fermentasyon özellikleri artış göstermiş fakat aerobik stabilitede azalma oluşmuştur (Polat ve ark. 2005).

Homofermantatif laktik asit bakterileri hakkında genel bir kanı olarak yukarıda bildirilen görüşlerin tersine silaj fermentasyonu üzerine olumlu veya olumsuz etkilerinin olmadığı yönünde araştırma sonuçları da bulunmaktadır. *L. plantarum* içeren bir inokulantın mısır silajının hazırlanmasında kullanılmasıyla silajın pH, toplam UYA, amonyak azotu düzeylerinde bir değişimin olmadığı belirlenmiştir (Luther 1986). *Lactobacillus plantarum* ve *Enterococcus faecium* içeren bir inokulantın soldurulmadan (%36,8 KM) ve soldurulduktan sonra (%41,2 KM) yeşil halde biçilmiş buğday silajlarına katılmasıyla hazırlanan silajlarda fermantasyon ve aerobik stabilite değerlerinde bir ilerleme kaydedilmeği, maya üremediği ve küf düzeyinin 7,4 log kob/g KM olduğu belirlenmiştir (Filya 2000).

Laktik asit bakterilerinin hücre duvarı elemanlarını yıkımlayıcı etkisinin olmaması nedeniyle mikrobiyel inokulantların silajların selüloz düzeyi üzerine etkisi az ya da hiç olmamaktadır. Selüloz düzeyindeki azalma hemiselülozun asit hidrolizinden kaynaklanmaktadır (Kung 2000). Homofermentatif mikrobiyel inokulantlarının genellikle amonyak azotu düzeyini düşürdüğü belirlenmiştir (Kung 2000).

Heterofermentatif laktik asit bakterilerinin silaj fermentasyonu üzerine etkileri

Heterofermentatif laktik asit bakterileri silaj yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu mikroorganizmalar laktik ve asetik asit üreten, hızlı artış gösteren 5 çeşit baskın maya çeşidinin üremesini baskılayan bakterilerdir. Heterofermentatif bakteriler ortamdaki şeker oranının artışına bağlı olarak asetik asit üretimini artırmaktadırlar. Bu nedenle laktik asit:asetik asit oranı fermente edilen şeker düzeyine göre değişmektedir. Ayrıca heterofermentatif bakterilerin fermantasyonuyla üretilen son ürünlerin bir bölümünün aminoasit fermantasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir (Christensen ve ark. 1958).

Heterofermentatif bir bakteri olarak Lactobacillus buchneri'nin laktik asiti yıkımlama fonksiyonu tam olarak bilinmemekte fakat hücre canlılığını sürdürmede önemli bir etkisinin olduğu düşünülmektedir. Lactobacillus buchneri'nin inokulant olarak laktik asiti yıkımlayıcı etkisi, bitkide bulunan suda eriyebilir karbonhidratların yıkımlanıp ortam pH'sının düşmesiyle başladığı düşünülmektedir. Laktik asiti yıkımlama özelliğini başlatması ve sürdürmesi için asidik ortama ihtiyaç duyulmaktadır. *Lactobacillus buchneri*'nin anaerobik olarak laktik asiti yıkımlaması hücre çoğalmasını teşvik etmemekte ve pH'ya bağımlı olarak gerçekleşmektedir. Laktik asitin dönüşüm etkinliği ise ortamın sıcaklığı, *Lactobacillus buchneri*'nin hattı ve sayısıyla ilişkili olarak değişebilir. *Lactobacillus buchneri*'nin her mol laktik asitten yaklaşık 0,5 mol asetik asit, 0,5 mol 1,2 propenodiol ve iz miktarda etanol ürettiği belirlenmiştir (Stefanie ve ark. 2001).

Silajların aerobik stabilitesinin belirlenmesinde silaj içeriğindeki asetik asit konsantrasyonunun etkili olduğu ileri sürülmüştür. Asetik asit silajı bozan mikroorganizmalara karşı inhibitör madde olarak etki etmekte, mayaların üremesini engellemektedir (Taylor ve ark 2002, Danner ve ark. 2003). Sadece homofermentatif laktik asit bakterilerinin varlığında mısır silajının aerobik stabilitesinin düşük olduğu, heterofermentatif bakterilerin ise ürettikleri asetik asit miktarının eksponential olarak artışının aerobik stabiliteyi de artırdığı belirlenmiştir. Fermentasyon ürünlerinden sadece bütirik asit asetik asite benzer bir etkiye sahip bulunmakta, laktik asit, 1,2-propenediol ve 1-propanolun aynı etkiyi göstermediği bildirilmektedir. Bununla birlikte *L. diolivorans* tarafından 1,2-propanediolun propiyonik asite dönüştürüldüğü

ve propiyonik asitin asetik asite göre mayaların üremesini daha fazla engellediği bildirilmiştir (Adesogan 2008).

Heterolaktik fermentasyonun homolaktik fermentasyona göre arzu edilmeyen özelliklerinin bulunması dezavantaj gibi görünse bile, aerobik stabiliteyi artırması dolayısıyla silajın bozulmadan uzun süre kalması olumlu bir özelliktir (Kung ve Ranjit 2001). Mısır silajında iki yeni heterolaktik (*L. plantarum* (PA-28™ ve K-270™)) çeşidinin aerobik stabiliteyi ortalama 28 saat artırdığı tespit edilmiştir. Aerobik stabiliteyi artıran diğer heterolaktik bakteri ise *Lactobacillus buchneri*'dir. Bu etki *Lactobacillus buchneri*'nin laktik asiti asetik asit ve 1,2 propanediole çevirmesine bağlanmıştır (Kung 2000).

Silajlık materyal olarak kalitesi farklı değişik bitki kaynaklarında *L. buchneri*'nin fermentasyon üzerine etkisi genellikle benzer olarak bulunmuştur. *L. buchneri*'nin mısır (Ranjit ve ark. 1998), arpa (Kung ve ark 1999, Kung ve Ranjit 2001, Taylor ve ark. 2002), yonca (Kung ve ark. 2003, Filya ve ark. 2007), çayır otu (Nsereko ve ark. 2008) silajlarında asetik asit, propiyonik asit ve aerobik stabiliteyi artırıcı yönde etki gösterdiği belirlenmiştir. *L. buchneri* inokulasyonun silajın pH'sının daha fazla düşürülmesine yardımcı olduğu, laktik asit düzeyini düşürdüğü, maya ve küf sayısını azalttığı, amonyak azotu ve etanol üretimini artırdığı yönünde etkileri de bildirilmiştir (Kung ve Ranjit 2001, Taylor ve ark. 2002, Kung ve ark. 2003, Nsereko ve ark. 2008).

L. buchneri'nin mısır silajına $1,0*10^6$ kob/g düzeyinde katılması sonucunda aerobik stabilite önemli bir şekilde artış göstermiş, muamele yapılmamışlarda 26 saat sonra kızışma gözlenirken, muamele yapılanlarda 400 saatin üzerinde kızışma görülmemiştir (Ranjit ve ark. 1998). Çayır otu ve küçük taneli buğdaygil silajlarında *Lactobacillus buchneri* inokulasyonunun aerobik stabiliteyi 503 saate kadar çıkarabildiği, muamele yapılmayan grupta bu sürenin 25 saat olduğu tespit edilmiştir (Kleinschmit ve Kung 2006). *L. buchneri*'nin kaba ve konsantre yem karışımlarında da (TMR) aerobik stabiliteyi artırıcı etkisinin olduğu bildirilmiştir (Taylor ve ark. 2002).

Bu görüşlerden farklı olarak, silajlık mısıra ve çayır otuna *L. buchneri* inokulantı katılmasının asetik asit ve propiyonik asit düzeylerini artırmanın dışında fermentasyon son ürünlerinde bir değişikliğe yol açmadığı da bildirilmektedir

(Taylor ve Kung 2002, Kleinschmit ve Kung 2006). Kleinschmit ve Kung (2006) ise yaptıkları bir araştırmada heterofermentatif inokulantların bitkiye spesifik etkileri olduğu, *Lactobacillus buchneri*'nin çayır otu ve küçük taneli buğdaygil otu silajlarında propiyonik asit ve etanol üretimini artırması, suda eriyebilir karbonhidrat içeriğini düşürmesi yönündeki etkilerinin mısır silajında gözlenmediğini bildirmişlerdir. Aynı araştırıcılar *Lactobacillus buchneri*'nin mısır silajında laktik asit konsantrasyonunu düşürücü etkisinin inokulasyon dozuna bağlı olarak geliştiği fakat çayır otu ve küçük taneli buğdaygil otu silajlarında elde edilen etkilerin doza bağımlı olarak gelişmediğini bildirmişlerdir (Kleinschmit ve Kung 2006).

Homofermentatif ve heterofermentatif laktik asit bakteri kombinasyonlarının silaj fermentasyonu üzerine etkileri

Heterofermentatif laktik asit bakterileri silajın aerobik stabilitesi artırmakla birlikte, kuru madde kayıplarını da artırabilmektedir. Ayrıca silajda asetik asit miktarının yükselmesi yem tüketimini de olumsuz etkilemektedir. Bununla beraber, *L. bunchneri* ile son yıllarda yapılan çalışmalarda kuru madde kayıplarının daha az olduğu, hayvan performansının olumsuz etkilenmediği ve özellikle *L. buchnerinin* homofermantatif laktik asit bakterileri ile birlikte kombinasyon halinde kullanılmasının tercih edilebileceği bildirilmektedir (Kung 2001, Filya 2003, Kung ve ark. 2003, Filya 2006).

Heterofermantatif LAB inokülantlarının aerobik stabiliteyi artıran etkisine ilave olarak homofermantatif LAB inokülantlarının fermentasyon özelliklerini iyileştirici etkisinden birlikte yararlanmak için her iki bakteri çeşidini de içeren kombine ya da iki yönlü inokulantların silaj yapımında kullanılması yaygınlaşmaya başlamıştır (Adesogan 2008). *L.* buchneri ile birlikte homofermentatif laktik asit bakterilerini içeren yeni inokulantlar anaerobik fermentasyonu teşvik etmekte, sadece *L. buchneri* ihtiva eden inokulantların kullanılması sonucunda gelişen silaj pH'sının ve kuru madde kayıplarının önlenmesi de tasarlanmaktadır. Karışım inokulantlarla yapılan silajlarda fermentasyon üzerine olumsuz bir etki gözlenmemiştir. *L. plantarum*, *L. buchneri* ve *E. faecium* veya *P. pentosaceus* ve *L. buchneri* karışımlarının laktik asit:asetik asit oranlarını ve maya sayısını azalttığı, aerobik stabiliteyi artırdığı tespit edilmiştir. *P. pentosaceus* R1094 ve *L. buchneri* 40788

karışımları ile yapılan silajlarda asetik asit ve 1,2-propanediol düzeylerinin silolanmanın 56-361 günleri arasında arttığı ve maya sayısının azaldığı belirlenmiştir. Aerobik stabilitede ise benzer şekilde bir ilerleme kaydedilmemiş, silaj içerisinde üreyen asetik asit bakterilerinin silajın bozulmasına yol açarak aerobik stabiliteyi etkileyebilecekleri bildirilmiştir (Adesogan 2008).

Buğday ve mısırın *Lactobacillus buchneri*'nin tek başına ya da *Lactobacillus plantarum* ile birlikte inokulant olarak kullanılması sonucunda, *L. buchneri* katılarak yapılan silajlarda daha yüksek düzeyde asetik asit bulunduğu, küf oluşumunun gözlenmediği, aerobik stabilitesinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Weinberg ve ark. 2002). Silajda *L. buchneri* içeren inokulantın kullanılmasıyla aerobik stabilite önemli düzeyde artış göstermesine rağmen, homofermentatif olan *L. plantarum*'un *L. buchneri* ile birlikte katılması ilave bir katkı yapmamıştır (Taylor ve Kung 2002).
Sadece *Lactobacillus buchneri*, veya *Lactobacillus buchneri* ile kombinasyon halinde *Lactobacillus plantarum*, inokulantlarının 1,0* 10^6 kob/g düzeyinde mısır ve sorgum silajlarına uygulanması ile *L. buchneri* ve *L. buchneri* + *L. plantarum*-inokülasyonlarının silajlarda asetik asit düzeyini *L. plantarum*-inokule edilmiş silajlara göre artırdığı maya aktivitesinin önlediği belirlenmiştir. Sadece *L. buchneri* inoküle edilen silajlara göre *L. buchneri* ve *L. plantarum* kombine inokulasyonunun amonyak azotu düzeyini ve silajdaki kayıpları azalttığı ileri sürülmüştür.

1.1.5. Bakteriyel İnokulantların Rumen Parametreleri Üzerine Etkileri

Ruminantlarda rasyonla alınan karbonhidratların büyük bir kısmı rumen mikroorganizmaları tarafından fermentasyona uğratılarak asetik asit, propiyonik asit, bütirik asit ve valerik asit gibi uçucu yağ asitlerine (UYA) fermente edilir. Karbonhidratların fermentasyonu sonucu oluşan UYA'nin rumendeki oranı tüketilen rasyonun kimyasal bileşimi ve yemleme düzeyi gibi faktörler ile yakından ilişkilidir. Üretilen UYA'nin %85'den fazlasını asetik asit, propiyonik asit, bütirik asit oluşturmaktadır. Rasyonda kolay fermente olabilir karbonhidratların fazla olması durumunda propiyonik asit ve bütirik asit gibi UYA'nin üretimi, selüloz düzeyinin fazla olması durumunda asetik asit, protein düzeyinin yüksek olması durumunda ise bütirik asit üretimi artmaktadır. Kaba yemlerle beslenme sonucunda genellikle %60-70 oranında asetik asit, %15-20 oranında propiyonik asit ve %10-15 oranında bütirik asit oluşmaktadır. Ayrıca fermente yemler ve rasyonda yüksek düzeyde kolay

fermente olabilir karbonhidratların bulunması, rumen sıvısındaki UYA ve laktik asit konsantrasyonunu artırarak pH'nın düşmesine neden olmaktadır (Church 1988, Orskov ve Ryle 1990). Rumen mikroorganizmalarının optimum gelişimi ve mikrobiyel protein sentezinin maksimum düzeyde olabilmesi için ruminantlarda protein metabolizmasının bir ürünü olan NH_3'ün rumen sıvısındaki miktarının 50-70 mg/L olması gerektiği bildirilmiştir (Bölükbaşı 1989). Amonyağın rumen duvarlarından absorbe edilmesi rumen pH'sının düşmesi ile (pH 5,4-6,0) yavaşlamakta ve böylece daha fazla NH_3 mikrobiyal protein sentezinde kullanılabilmektedir (Tilman ve Sidhu 1969).

Silaj katkı maddesi olarak kullanılan bakteriyel inokulantların hayvanlarda muhtemel bir probiyotik etkisinin olduğu düşünülmekte, ancak bu etkinin nasıl gerçekleştiği henüz açıklanamamaktadır. Bu amaçla 10-12 adet farklı ticari inokulant üzerinde yapılan bir çalışmada (Weinberg ve ark. 2003) ticari inokulantlarda kullanılan laktik asit bakterilerinin rumen sıvısında canlı kalabildikleri, pH ve UYA kompozisyonları gibi bazı parametrelerde değişiklikler yaparak rumen ortamında farklılıklara neden oldukları bildirilmiştir. Genel olarak macar fiğinin %25 ve 50 oranında bulunduğu karışım silajında kuru madde, ham protein ve ham selüloz içeriklerinin rumende yıkımlanmasının artış gösterdiği bildirilmiştir (Demirel ve ark. 2001, Demirel ve ark 2003).

Sanderson (1993) ise mısır ve sorgum silajlarının hazırlanması sırasında laktik asit bakterilerinin inokulant olarak kullanılmasının selüloz sindirimini etkilemediğini, bu katkıların birinci derecede silaj fermentasyonunu teşvik etmek amacıyla kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Filya ve ark. (2004) tarafından homofermentatif laktik asit bakterilerini içeren inokulantların silajların fermantasyon özelliklerini geliştirmesine rağmen *in vivo* rumen kuru madde ve organik madde yıkımlanmasını etkilemediği belirtilmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda hayvan performansında ilerleme elde edilmesine rağmen rumen fermantasyonu son ürünlerinde değişiklik belirlenememesi, inokulantların etkisini belirlemede klasik olarak seçilen bazı fermentasyon son ürünlerinin inokulantların etkilerinin değerlendirilmesinde iyi bir gösterge olmayacağı yönünde görüşler bulunmaktadır (Kung 2000).

1.1.6. Bakteriyel İnokulantların Verim Performansı Üzerine Etkileri

Hayvan performansı üzerine olumlu etkileri olduğu belirtilen homofermantatif ve heterofermentatif laktik asit bakterileri içeren birçok ticari inokulant kültürü için bu iddiaları destekleyecek çalışmalar yeterli sayıda değildir. Bazı çalışmalarda laktik asit bakteri inokulantları kullanımıyla fermentasyon ürünlerinde çok az değişimler tespit edilmesine rağmen hayvan performansında önemli etkilerinin olmaması, klasik olarak ölçülmüş fermantasyon son ürünlerindeki değişimlerin bir inokulantın etkinliğinin tespitinde yeterli kanaati oluşturmadığı bildirilmektedir (Jones ve Gogerddan 1994, Kung 2001).

Bazı çalışmalarda inokulantların silaj kuru maddesinin korunmasının yanı sıra genel olarak hayvanların besin madde tüketimlerini ve performanslarını artırdığı ileri sürülmektedir. İnokulantların rumen mikroorganizmalarını olumlu etkileyen bakteriosin gibi bazı metabolitleri salgıladığı, rumen mikroorganizmaları üzerine monensin benzeri etkisi olan nisin gibi maddeleri ürettikleri belirlenmiştir. İnokulantlar ayrıca direkt yem mikrobiyelleri gibi etki ederek probiotik benzeri etki göstermektedirler. Bunların dışında inokulantların silolanma sırasında ürettikleri bir aktif metabolitin ortamda bulunan toksinleri azaltarak ya da silaj komponentlerinin sindirilebilirliğini artırarak etki gösterdikleri de ileri sürülmüştür (Nsereko ve ark. 2008).

İnokulant ilavesiyle silajdaki gerçek proteinlerin korunarak daha düşük seviyede NH_3 teşekkülünün protein tutulumunu artırdığı bildirilmektedir (Muck 1996). Koyunlarla yapılmış çalışmalarda inokulantların azot tutulumunu artırdığı, bakteriyel inokulantlarla muamele edilmiş silajların NH_3 konsantrasyonlarının düştüğü (% 35) ve düşen NH_3 konsantrasyonu ile vücutta tutulan N miktarının artmasının inokulantların silajda proteolizi azaltması sonucu gerçekleştiği bildirilmiştir (Jones 1998). Bununla birlikte laktik asit bakteri inokulantı olarak Pioneer 1174'ün kullanıldığı mısır silajı ile beslemede ham besin maddelerinin sindirilme derecelerinde olumlu bir etki gözlenmemiştir (Polat ve ark. 2005). Tritikale silajlarının sindirilme derecesinin de varyeteye göre değiştiği belirlenmiştir (Emile ve ark. 2007). Yonca silajlarına katılan laktik asit bakteri inokulantlarının ise silajın fermentasyon özelliklerini iyileştirdiği fakat bu etkilerinin sindirilme derecesine yansımadığı tespit edilmiştir (Filya ve ark. 2007).

1985-1992 yılları arasında homolaktik bakteri inokulantları ile yapılan çalışmaların %25'inde yem tüketimi ve canlı ağılık artışının arttığı, %40'ında ise süt veriminin arttığı belirlenmiştir (Adesogan 2008). Mısır silajında *L. plantarum* içeren bir inokulantın kullanılmasıyla, yüksek düzeyde silaj ile beslenen besi sığırlarında kuru madde tüketimi, günlük ortalama canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma derecesinin artış göstermediği belirlenmiştir (Luther 1986). Kung (2000) ise mısır silajı ve sorgum silajına homofermentatif laktik asit bakteri inokulantları katılarak yapılan çalışmalarda besi hayvanlarının kuru madde tüketimlerinin ve canlı ağırlık kazançlarının arttığını ifade etmiştir. Henderson ve ark. (1986), inokulant katılarak silolanmış çavdar otunun kuru madde ve organik madde sindirilebilirlikleri ile metabolik enerji tüketimini daha yüksek bulmuşlar, inokulant katkılı çavdar otu silajının daha yüksek kuru madde tüketimi ve canlı ağırlık artışına yol açtığını bildirilmişlerdir. Bununla birlikte Filya ve ark. (2004) mısır silajına katılan *L. plantarum* ve *Enterococcus faecium* karışımı bir inokulatın kuzuların besi performansını etkilemediğini bildirmişlerdir.

Ruminantlarda heterolaktik inokulantların kullanılması sonucunda silajda artan asetik asitin yem tüketimini kısıtlayıcı etki gösterdiği ileri sürülmekle birlikte son zamanlarda yapılan çalışmalarda *L. buchneri* inokulasyonunun yem tüketimini olumsuz etkilemediği yönünde görüşler bulunmaktadır (Adesogan 2008). *L. buchneri* ile muamele edilmiş silajlarda kuru madde kaybının çok düşük olması, bu silajların hayvan performansı üzerine olumsuz etki oluşturmamasına yol açtığı düşünülmektedir (Kung 2000). Yaklaşık %38 KM içeren mısır silajına katılan *L. buchneri* içeren inokulantın koyunlarda kuru madde tüketimini etkilemediği fakat günlük canlı ağırlık artışını artırdığı tespit edilmiştir (Ranjit ve ark. 2002).

İnokulant olarak *L. buchneri* ilavesi yapılan arpa silajlarının süt ineklerinde kuru madde tüketimini, süt verimi ve sütün kompozisyonunu etkilemediği belirlenmiştir (Taylor ve ark. 2002). Kung ve ark. (2003), *Lactabacillus buchneri* 40788 katarak siloladıkları %43 KM içeren yonca silajının süt ineklerinde kuru madde tüketimi ve yemden yararlanma derecesi ile sütün kompozisyonunu etkilenmediğini fakat süt verimini artırdığını belirlemişlerdir.

1.1.7. Büyük Balya Silajlarının Özellikleri ve Hazırlanması

Silaj yapmak amacıyla bitki biçilip kıyıldıktan sonra respirasyon birkaç saat daha sürmekte ve bitkisel enzimler materyal içerisindeki hava bitinceye kadar aktivitelerine devam etmektedir. Silajlık materyalin iyi bir şekilde sıkıştırılmaması respirasyonun günlerce sürmesine yol açabilmektedir. Silolama sırasında bitki materyali içerisindeki havanın hızlı bir şekilde çıkartılmaması aerobik bakteri, maya ve küflerin gelişimine yol açarak sıcaklığın yükselmesine ve istenmeyen fermentasyonlara sebep olmaktadır. Silajlanacak materyalin istenilen kuru madde düzeyine kadar soldurulması, uygun bir ölçüde parçalanması ve iyi sıkıştırılması ya da paketlenmesi silajın kalitesini artırmaktadır (Kung 2000).

Yuvarlak büyük balya silajları geleneksel kuru ot ekipmanları ile %40-60 arasında kuru madde içeren bitkinin biçildikten sonra soldurulmasının ardından plastik streç fimler ile sıkıca sarılıp materyal içerisinden oksijenin çıkarılmasıyla hazırlanmaktadır. İyi kaliteli balya silajlarının hazırlanması için bitkinin kuru madde miktarının %40-50 civarında olması istenmektedir. Kuru madde düzeyi ayarlanmış kıyılmış bitki makineler yardımıyla plastik streç filme sarıldıktan sonra fermentasyon başlamakta, karbonhidratlar laktik asite yıkımlanarak silajda bozulmaya yol açan mikroorganizmaların üremesi engellenmektedir (Henning ve ark. 1998, Clark 2008, Garthe ve Hall 2009).

Balya silajları 0,75-1 ton ağarlığa kadar hazırlanmaktadır. Bu miktardan fazla olanların taşınması ve besleme işlemlerinde kullanılması zorlaşmaktadır (Henning ve ark. 1998, Clark 2008).

Son yıllarda Türkiye'de de yaygınlaşmaya başlayan büyük balya silajlarının diğer geleneksel silolama yöntemlerine göre bazı avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır.

Avantajları:

- Plastik streç film maliyeti düşüktür (yaklaşık 3 $).
- Geleneksel silolara göre yatırım maliyetleri daha azdır.
- İyi kaliteli silajlar elde edilir.
- Hasat ve depolama kayıpları daha azdır.

- Dışarıda muhafaza edilen kuru kaba yemlere göre hava şartlarından daha az etkilenir.
- Taşınabilir ve satılabilir özelliği bulunmaktadır.
- Düşük miktarda yeşil kaba yemin silajlanmasına imkan sağlar.
- Balya silajları ile besleme özel bir ekipman gerektirmez.

Dezavantajları:

- Parçalanmamış yeşil yemlerin balyalar halinde silajlanması zordur.
- Bazı balya yapan makinalar soldurulmuş (%40-50 KM içeren) silaj materyalini balyalayamazlar.
- Balyaların ağır olması güçlü traktör gereksinimi doğurabilir.
- Streç filmin yırtılma veya delinme durumunda silajda bozulma ihtimali yüksektir.
- Streç filmin silaj tüketildikten sonra atık madde olması nedeniyle toplanması gerekmektedir.

Balya silajları kısa sürede yedirilecekse düşük dansiteli polyetilenden yapılmış 4 tabaka streç film ile sarılmakta, uzun süreli bekletilecekse 6 kat streç film ile sarılmakta, her tabaka bir öncekine yapışarak hava girişini engellemektedir (Henning ve ark. 1998, Clark 2008).

Yonca büyük balya silajlarının kuru yoncaya göre daha fazla kuru madde saklama imkanı sunduğu, besleyici değeri ve kaba yem tüketimini artırdığı bildirilmiştir. Balyadaki sıkıştırılma neticesinde elde edilen bitki yoğunluğu silajın kalitesini etkilediği, iyi sıkıştırılmış yüksek dansiteli balya yonca silajlarının pH'sının 4,76 daha düşük dansiteli olanların ise 5,01 olduğu belirlenmiştir (Han ve ark. 2004).

Büyük balyalarda yapılan bir araştırmada silajlarda inokulant kullanımı fermentasyonu olumlu etkileyerek, kaliteli arpa silajlarının elde edilmesini sağlamıştır. Bu silajlarda inokulantsız silajlara göre laktik asit düzeyi yüksek, pH ise daha düşük bulunmuştur (Nia ve Wittenberg 1999).

Yapılan bu araştırmayla;

- Silaj yapımında kullanımı giderek yaygınlaşan iki farklı laktik asit bakteri inokulantı kullanılarak daha kaliteli silajların elde edilme olanakları,
- Büyük balya silajlarında homofermantatif ve homofermantatif+heterofermantatif karışımı laktik asit bakterilerinin silaj kalitesi üzerine etkileri,
- Belirli bir maliyeti olan silaj inokulantlarının silaj kalitesi üzerine etkilerinin yanında hayvan performansı üzerine etkileri tespit edilerek, silolamada inokulant kullanımının etkileri silaj kalitesi ve hayvan performansı açısından değerlendirilmeye çalışılmıştır.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

İnokulant olarak sadece homofermantatif laktik asit bakterileri (HM LAB) ya da HM LAB ile birlikte heterofermantatif laktik asit bakterileri (HM+HT LAB) kullanılarak hazırlanan Macar Fiği- Tritikale karışımı büyük balya silajlarının kalite kriterleri ve Konya Merinosu dişi toklularda besi performansı ile rumen parametreleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bu araştırma üç deneme halinde yürütülmüştür.

2.1. Deneme 1

2.1.1. Silaj Materyali

Silaj materyali Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsünde 28.10.2007-04.06.2008 tarihleri arasında 105 dekar alanda %70 macar fiği(Tarm beyazı) +%30 tritikale(Melez-2001) karışımı yetiştirilmiş ve silaj yapımında kullanılmıştır. Macar fiği+Tritikale karışımı silaj materyalinin biçim dönemi olarak tritikalenin süt olumu sonu hamur olumu dönemi başlangıcı dikkate alınmıştır. Taze materyalin ham protein, ham kül ve suda eriyebilir karbonhidrat içeriği sırasıyla %15,62, %8,88 ve %8,63 olarak bulunmuştur.

2.1.2. Balya Silajların Yapılması

Araştırmada kullanılan Macar fiği+tritikale karışımı şartlandırıcılı ot biçme makinası (Pottinger, Catnova 3100T, Germany) ile biçilerek tarlada soldurulmuştur. Tarlada soldurma esnasında taze ot karışımının kuru madde düzeyi mikrodalga fırın ile takip edilmiştir. Silolama amacıyla % 40 KM düzeyi hedeflenmiş, yeterli kuru madde oranına ulaşıldıktan sonra büyük balya silajlarının yapılmasına başlanmıştır. Büyük balya silajlarının yapılmasında rulo balya makinesi (New Holland BR560) kullanılmıştır. Balyalar 8 kat streç filmle sarılmıştır. Araştırmada inokulant bulunmayan kontrol, HM LAB ve HM+HT LAB inokulantlarını içeren 3 farklı grupta ve her grupta 4 adet olmak üzere 12 adet büyük balya silajı hazırlanmıştır.

Denemede homofermantatif LAB (Pioneer® 1132 Hi-Bred, Int., Inc., USA) ile HM+HT LAB içeren (Pioneer® 11G22 Hi-Bred, Int., Inc., USA) iki farklı inokulant kullanılmıştır. Homofermantatif laktik asit bakterileri olan *Enterococcus*

faecium ve *Lactobacillus plantarum*'u içeren bakteri inokulantının gramında $1.25x10^{11}$ kob/g bakteri bulunmaktadır. Heterofermantatif laktik asit bakterisi olan *Lactobacillus buchneri*'yi içeren bakteri inokulantının gramında ise $1.0x10^{11}$ kob/g bakteri bulunmaktadır. Bakteri inokulantlarının uygulanmasında firma bilgileri esas alınmış, silolanma esnasında bakteri inokulantları $1.0x10^{6}$ kob/g düzeyinde uygulanmıştır. Bakteri inokulantları rulo balya makinesinin katkı maddesi ünitesi vasıtasıyla uygulanmıştır. Kontaminasyonu engellemek amacıyla her uygulamadan sonra 2 adet denemede kullanılmayan balya silajı yapılmıştır.

Denemede kullanılacak balyaların her biri sabit kantara taşınarak tartılmış, ağırlıkları 570 kg- 680 kg arasında tespit edilen büyük balya silajları ağıl yakınında muhafaza edilmiştir. Muhafaza edilen süre boyunca aldığı fiziksel darbeler (yabancı madde çarpması, kedilerin tırnaklarıyla vermiş oldukları zararlar gibi) sonucu meydana gelen delinme ve yırtılmalara kısa sürede müdahale edilerek hava girişi engellenmiştir.

2.2. Deneme 2

Bu denemede, hazırlanan balya silajlarının besi performansı üzerine etkileri incelenmiştir. Deneme başlamadan önce proje Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Etik Kuruluna sunulmuştur. Kurul; B.30.2.SEL.0.06.00.00/151 sayı ve 07.02.2008 tarihli 2008/6 karar sayısı ile "uygun" olduğuna oybirliğiyle karar vermiştir.

2.2.1. Hayvan Materyali

Denemede hayvan materyali olarak 2,5-3 aylık yaşta erken sütten kesilmiş, canlı ağırlıkları birbirine yakın 6-8 aylık yaşta, her grupta 9 adet hayvan olacak şekilde 27 baş Konya merinosu dişi toklu kullanılmıştır. Hayvanlar 2 gün üst üste aç bırakılarak 100 g'a hassas elektronik kantar (Taralsa, Konya) yardımıyla tartılmıştır. Toklular 160x135x120 cm ebatlarındaki bireysel bölmelere rastgele dağıtılarak gruplar oluşturulmuştur.

Hayvanların deneme öncesi aşıları ve parazitlere karşı ilaçlamaları yapılmıştır. Deneme sırasında oluşan sağlık problemleri nedeniyle HM LAB

grubunda 3, HM+HT LAB grubunda 1 hayvanın verileri değerlendirmeye alınmamıştır.

2.2.2. Yem Materyali

Büyük balya silajlar yapıldıktan sonra 22 Eylül 2008 tarihinde 108. Günde açılarak hayvanların beslenmesinde kullanılmıştır. Yem materyalini oluşturan silajlar dışında kullanılan kesif yem hammaddeleri piyasadan temin edildikten sonra Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü bünyesinde mevcut olan yem ünitesinde hazırlanmıştır. Kesif yemin bileşimi ve hesaplama yoluyla bulunan besin maddesi kompozisyonları Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Denemede kullanılan kesif yemin bileşimi ve besin madde düzeyleri

Yem maddesi	%
Mısır	25
Çavdar	14
Arpa	25
Ayçiçeği küspesi	15
Soya küspesi	8
Mermer tozu	3
Kepek	8
Melas	1,15
DCP	0,5
Tuz	0,25
Vitamin-Mineral Karması*	0,1
Besin madde düzeyleri**	
Kuru madde, %	89,1
Ham protein, %	16,1
Ham selüloz, %	6,6
Ham kül,%	6,9
Kalsiyum, %	1,3
Fosfor, %	0,54
Sodyum,%	0,14
Metabolik enerji, kcal/kg	2580

*: Her kg vitamin mineral karması: vitamin A 15 000 000 IU, Vitamin D_3 3 000 000 IU, Vitamin E 30 000 mg, Nikotin amid B_3 125 000 mg, Mangan 60 000 mg, Demir 60 000 mg, Çinko-O 60 000 mg, Bakır 10 000 mg, İyot 800 mg, Kobalt 150 mg, Selenyum 150 mg içermektedir.
**: Hesap yoluyla bulunmuştur.

2.2.3. Denemenin Yürütülmesi

Deneme öncesi hayvanların fermente olmuş kaba yeme alışmalarını sağlamak için 12 gün süren alıştırma dönemi uygulanmıştır. Bu dönemde, büyük balya silajları

ile tokluların tükettikleri kuru yonca otu orantılı olarak değiştirilerek tokluların silaj tüketimine alışması sağlanmıştır. Alıştırma döneminde toklulara canlı ağırlıklarının % 1'i düzeyinde kesif yem verilmiştir.

Alıştırma döneminin son iki gününde bütün toklular 12 saat aç bırakılarak tekrar tartılmışlardır. Gruplar arasındaki canlı ağırlık farklılıklarının tespiti amacıyla yapılan varyans analizinde farklılıklar önemsiz bulunmuştur (P>0,05).

Deneme 12 gün alıştırma ve 21'er günlük 3 dönem halinde 63 gün olmak üzere toplam 75 gün sürdürülmüştür. Deneme süresince hayvanların canlı ağırlıkları her dönemin son iki günü tokluların 12'şer saat aç bırakılıp tartılmasıyla tespit edilmiştir.

Toklulara deneme silajları *ad libitum* olarak günde bir defa verilmiştir. Kesif yemi tüketmelerinin hemen ardından toklulara bir gün önceki silaj tüketimlerinin 0,5 kg fazlası tartılarak verilmiştir. Deneme süresince her gün sabah saat 08.30'da yemliklerde ve zeminde kalan silaj toplanarak tartılmış, ağırlıklarının % 10'u düzeyinde örnek alınıp kurutma dolabında kurutularak bireysel günlük silaj tüketimleri ve artık silaj miktarları tespit edilmiştir. Gün içersinde hayvanların yemlikleri sürekli kontrol edilmiş ve gerektiğinde ek silaj yemlemesi yapılmıştır. Denemede kesif yem toklulara CA'nın % 1'i düzeyinde artık silajlar toplandıktan sonra günde bir defa olmak üzere sabah yemlemesinde verilmiştir. Alıştırma ve deneme döneminde hayvanların önlerinde *ad libitum* taze su bulundurulmuştur. Deneme sonunda gruplarda besi performansı parametreleri olarak, Deneme başlangıcı canlı ağırlığı (DBCA, kg), deneme sonu canlı ağırlığı (DSCA, kg), toplam canlı ağırlık artışı (TCAA, kg), günlük ortalama canlı ağırlık artışı (GOCAA, g), günlük ortalama silaj kuru madde tüketimi (GOSKMT, g), günlük ortalama silaj+kesif yem kuru madde tüketimi (GOKMT, g), yemden yararlanma derecesi (GOKMT / GOCAA) belirlenmiştir.

2.3. Deneme 3

Bu denemede homofermentatif ve homofermentatif-heterofermentatif laktik asit bakteri inokulantları katılarak hazırlanan büyük balya silajların rumen fermantasyonu üzerine etkileri incelenmiştir.

Silaj katkı maddelerinin rumen fermantasyonu üzerine etkileri, her bir gruptaki rastgele 6 tokludan alınan rumen sıvılarında tespit edilmiştir. Bu amaçla hayvan denemesi sonunda iki gün üst üste kesif yem tüketimi öncesinde rumen sıvısı vakum yapan pompa vasıtasıyla rumen sondası kullanılarak alınmıştır.

2.4. Analizler

2.4.1. Silaj Numunelerinin Analizleri

Silolamadan sonraki 3. ayda açılan silajların tamamının kuru madde düzeyleri, kurutma dolabında 60 ºC'de 48 saat süreyle ağırlıkları sabitleşinceye kadar bekletilerek tespit edilmiştir. Bu amaçla, her bir balyaya ait yaklaşık 120 g silaj numunesi kullanılmıştır.

Silajların pH'sını belirlemek için, 20 g silaj numunesi 180 ml saf su ile 1 dakika süre ile laboratuar tipi homojenizatör ile homojenize edilmiştir. Daha sonra Watman no.1 filtre kağıdından süzülen süzüntünün pH'sı, dijital pH metre (İnolab WTW,Germany) kullanılarak tespit edilmiştir (Mustafa ve Seguin 2004).

Silaj süzüntülerinin 100 ml'si 100 µl % 50'lik H_2SO_4 ile asitleştirilerek – 20 ºC'de muhafaza edilmiş ve daha sonra suda eriyebilir karbonhidrat içerikleri (SEK), laktik asit (LA) ve NH_3-N düzeylerinin tespitinde kullanılmıştır. Silajların SEK içerikleri fenol sülfirik asit yöntemi kullanılarak 1/100 oranında seyreltilen numuneden alınan süzüntü glukoz çözeltisi ile hazırlanmış olan standart eğriye göre köre karşı spektrofotometrede okunarak saptanmıştır (Dubois ve ark. 1956). LA düzeyleri; 1/1000 oranında seyreltilen numuneden alınan süzüntü lityum laktat çözeltisi ile hazırlanmış olan standart eğriye göre köre karşı spektrofotometrede okunarak bulunmuştur (Barker ve Summerson 1941). Balya silajlarının NH_3-N içeriklerinin tespiti için 40 ml silaj süzüntüsü kullanılmıştır. Balya silajlarının NH_3-N içerikleri, silaj süzüntüsünün Kjeldahl cihazında yaş yakmaya tabi tutulmadan doğrudan distilasyonu ile belirlenmiştir. Numune 1/10 oranında seyreltilerek süzüldükten sonra süzüntüden alınan miktar üzerine 50 ml %33'lük NaOH eklenerek distile edilmiştir. Borik asit çözeltisi içerisine alınan distilet 0,1 N HCl çözeltisi ile metil kırmızısı indikatörlüğünde titre edilmiştir. Harcanan HCl miktarına göre amonyak azotu hesaplanmıştır (AOAC 1990).

Silajların UYA'lerinin tespiti için pH'sı tespit edilen silaj sıvısına 1/5 (hacim/hacim) oranında %25'lik metafosforik asit katılarak 5500 devir/dk'da 5 dakika süreyle santrifüj edilmiş ve analizleri yapılıncaya kadar -20 ºC'de derin dondurucuda muhafaza edilmiştir. Silajların UYA düzeyleri Alev İyonlaştırıcı Dedektörlü (FID), Shimadzu (Model 15-A) Gaz Kromatografi ile analiz edilmiştir. Cihaz için range 10^{1}' dir. Analiz işlemlerinde Supelco firmasından sağlanan 80/120 Carbopack B-DA/4% Carbowax 20M, cat no: 11889 ile dolu dış çapı 1,8 inc, iç çapı 0,085 inc olan 6 feet uzunluğunda çift cam kolon kullanılmıştır. Kolon fırını izotermal olarak 185 ^{o}C' de 25 dakika bekletilmiştir. Enjektör ve dedektör sıcaklığı 200 ^{o}C' olarak ayarlanmıştır. Enjeksiyon hacmi 1 mikrolitre olarak verilmiştir (Supelco 1998).

Dondurularak saklanan Macar fiği+tritikale karışımlarının ve silaj numunelerinin ham protein düzeyleri taze materyalde tespit edilmiştir. NDF, ADF ve ADL içerikleri ise kurutulmuş numunler de tespit edilmiştir. Silaj numuneleri kurutulup öğütüldükten sonra 0,5 g tartılarak her biri NDF ve ADF çözeltileriyle muamele edilmiş, selüloz tayin cihazında 1 saat kaynamaya tabi tutulmuş, cihazdan alınarak etüvde 105^{o}C'da bir gece bekletilmiş ve soğutulup tartılmıştır. Tartım farkından %NDF ve %ADF hesaplanmıştır. ADF analizi yapılan numuneler %72'lik H_2SO_4 ile muamele edilmiş, suyla iyice yıkanarak etüvde 105^{o}C'da bir gece bekletilip ve soğutularak tartılmıştır. Tartım farkından ADL hesaplanmıştır. (Goering ve Van Soest 1970)

Silajların maya ve küf düzeyleri +4 ^{o}C'de buzdolabında bekletilen taze numunelerde tespit edilmiştir. Küf ve maya sayısı DRBC agar kullanılarak 25°C'da 5 gün inkübasyon sonucunda saptanmıştır. Lactobacillus sayısı ise mikroaerofilik şartlarda MRI agar kullanılarak 37°C'da 40 saat inkübasyon sonucunda belirlenmiştir (FDA 2001).

Silajların aerobik stabiliteleri silaj sıcaklığının çevre sıcaklığından 2 °C yükselinceye kadar geçen süre olarak belirlenmiştir (Taylor ve Kung 2002). Balya silajlarının aerobik stabilite değerleri data logger (CR1000, Campbell Scientific, Inc., US) kullanılarak tespit edilmiştir. Aerobik stabilitenin tespiti amacıyla her gruba ait 3 büyük balyadan alınan 1000 g silaj örnekleri gevşek bir şekilde 10 lt'lik kavanozlara konulmuştur. Data logger'ın probları kavanozlardaki silaj kütlesinin geometrik

olarak merkezine yerleştirilmiş, kuruma ve kontaminasyonu engellemek amacıyla kavanozların üzerine hava girişine izin verecek şekilde 2 kat tülbent bezi konulmuştur. Silaj ısısı ile çevre sıcaklığı data logger yardımıyla her 10 dakikada bir kaydedilerek 2 saatte bir ortalaması alınmıştır.

2.4.2. Rumen Sıvısı Analizleri

Deneme gruplarından iki gün üst üste alınan rumen sıvılarının pH'ları dijital pH metre (İnolab WTW,Germany) kullanılarak hemen tespit edilmiştir.

Uçucu yağ asitleri tayini (UYA) için alınan rumen sıvısı numuneleri süzüldükten sonra pipetle 5 ml alınarak santrifüj tüpüne konulduktan sonra üzerine 1 ml %25'lik *meta*-fosforik asit ilave edilerek karıştırılmış ve 30 dakika bekletilmiştir. Daha sonra 2000 rpm'de 10 dakika süreyle santrifüj edilerek üstteki süpernatanttan yeterli miktarda örnek alınmış, -20 ºC'de derin dondurucuda analizler yapılıncaya kadar saklanmıştır. Rumen sıvısı uçucu yağ asitleri düzeylerinin tespitinde silaj numunelerinde uygulanan aynı metot kullanılmıştır (Supelco 1998).

Amonyak azotu (NH_3-N) tayini için 20 ml rumen sıvısı alınıp üzerine yoğun H_2SO_4 (%96'lık)'den 4-5 damla konularak çalkalanmış, 1-2 saat bekletilerek 3000 devirde 10 dakika santrifüj edilmiş ve üstteki sıvıdan 5 ml alınmıştır. Alınan numuneler derin dondurucuda -20 ºC'de analizler yapılıncaya kadar muhafaza edilmişlerdir. NH_3-N düzeyleri 625 nm'de spektrofotometrik olarak Weatherburn (1967)'ün bildirdiği metoda göre belirlenmiştir.

2.5. İstatistiksel Analizler

Balya silajları 3 uygulama 4 tekerrürlü olmak üzere tesadüf parselleri deneme planında; hayvan denemesi 3 uygulama 9 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme planında; rumen sıvıları 3 uygulama 6 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme planında tertiplenmiş, elde edilen sonuçlar bu deneme planına göre analiz edilmiştir. Muamelelerin etkilerinin önemli olup olmadığı bir-yönlü varyans analizi, ortalamalar arasındaki farklılıkların tespiti ise LSD karşılaştırma testi ile yapılmıştır. Önemli farklılık çıkan değerlere Duncan testi uygulanarak gruplar istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır (SPSS 2001).

3. BULGULAR

3.1. İnokulantların Büyük Balya Silajlarının Besin Madde Düzeyleri ve Fermentasyon Özellikleri Üzerine Etkileri

Homofermantatif ve homofermantatif+heterofermantatif LAB'ın hayvan performansı üzerine etkisini belirlemek amacıyla kontrol, HM LAB ve HM LAB+ HT LAB grupları için 4'er adet büyük balya silajı yapılmıştır. Büyük balya silajlarının fermentasyon karakteristikleri ile beraber NDF, ADF, ADL, HP içerikleri, LAB, Maya, Küf sayımları ve aerobik stabilite değerleri de tespit edilmiştir. Balya silajlarındaki muameleler arasındaki farklılıkların tespiti amacıyla varyans analizi anova testi yapılmıştır. Duncan testi ile gruplar arasındaki farklılıkların önem derecesi belirlenmiştir ($P<0,05$).

Homofermantatif ve homofermantatif+heterofermantatif LAB'nin inokulant olarak macar fiği+tritikale karışımı büyük balya silajlarında kuru madde ve besin madde düzeyleri üzerine etkisi Çizelge 3.1'de verilmiştir. Büyük balya olarak silolanmış macar fiği+tritikale karışım materyaline $1.0x10^6$ düzeyinde HM ya da HM LAB+ HT LAB ilavesinin büyük balya silajlarının kuru madde ham protein ve ADF düzeyleri üzerine etkilerinin önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$).

Silajlardaki NDF içeriğinin HM LAB+ HT LAB inokülant ilavesinden etkilendiği, inokulant katılmayan kontrol ve HM LAB içeren grup silajlarına göre NDF içeriğinin önemli derecede yüksek olduğu belirlenmiştir ($P<0,05$).

Silajlara uygulanan iki farklı inokülantın silajlarda SEK içeriklerini değiştirdiği ($P<0,05$), HM LAB içeren silajlarda SEK içeriği en yüksek (%6,04), HM LAB+ HT LAB içeren grupta ise en düşük (%3,37) düzeyde olduğu belirlenmiştir. HM LAB+ HT LAB ilave edilmiş silajın inokulant katılmayan kontrol gurubuyla kıyaslandığında rakamsal olarak daha düşük SEK içeriğine sahip olduğu görülmektedir.

Silajların ADL içeriklerinin inokülant ilavesinden etkilendiği, inokulant katılan gruplardan HM LAB içeren silajlardaki ADL içeriğinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak ($P<0,05$), HM+HT LAB ihtiva eden gruptaki silajlara göre rakamsal olarak daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3.1. Tritikale+Macar fiği silajlarına katılan HM LAB ve HM+HT LAB inokulantlarının büyük balya silajlarının kuru madde (KM) ve besin madde düzeyleri (% KM) üzerine etkileri.

Besin maddeleri	Kontrol (n=4)	HM LAB (n=4)	HM+HT LAB (n=4)
	($X \pm S_X$)	($X \pm S_X$)	($X \pm S_X$)
Kuru madde	44,03±1,8	41,11±2,0	44,23±1,3
HP	13,59±0,43	13,28±0,39	13,61±0,30
NDF	$55,48 \pm 0,65^{b}$	$52,70 \pm 0,56^{b}$	$62,92 \pm 3,66^{a}$
ADF	39,15±3,0	34,77±3,51	37,98±1,76
ADL	$18,70 \pm 2,3^{a}$	$8,77 \pm 1,6^{b}$	$11,67 \pm 2,9^{ab}$
SEK	$4,89 \pm 0,59^{ab}$	$6,04 \pm 0,28^{a}$	$3,37 \pm 0,79^{b}$

HM LAB: İnokulant olarak homofermentatif laktik asit bakterisi katılarak yapılan balya silajı

HM+HT LAB: İnokulant olarak homofermentatif ve heterofermentatif laktik asit bakterisinin birlikte katılarak yapıldığı balya silajı

a,b: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P<0,05$).

HP: Ham Protein, NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, ADL: Asit deterjanda çözünmeyen lignin, SEK: Suda eriyebilir karbonhidrat.

Silaja inokulant ilavesinin silaj pH'sı üzerine etkilerinin oldukça belirgin olduğu görülmektedir (Çizelge 3.2). Homofermantatif ve HM LAB+ HT LAB silaj inokulantlarını içeren macar fiği+tritikale karışım silajlarının pH'ları sırasıyla 4,33 ve 4,56 olarak kontrol grubu silajlarının 4,63 olan pH'sına göre daha düşük bulunmuş, kontrol grubu silajlarının pH'sı ile homofermantatif LAB katılan silajlar arasında istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($P<0,05$).

Macar fiği+tritikale karışımı silaj materyalinin HM LAB ve HM LAB+ HT LAB inokulantları ile muamelesi sonucunda balya silajların laktik asit (LA) içerikleri sırasıyla %6,30 ve %4,49 olarak bulunmuştur ($P<0,05$). Kontrol grubu silajlarına göre her iki grupta istatistiksel olarak farklılık tespit edilememesi, silaj laktik asit düzeylerinin silaj inokulantlarının farklılıklarından etkilendiğini göstermektedir. Silajdaki asetik asit düzeyinin ise HM LAB+ HT LAB inokulantlarının katılmasından etkilenerek, hem inokulantsız kontrol grubu hem de HM LAB grubuna göre asetik asit oranını istatistiksel olarak önemli düzeyde artırdığı görülmektedir (Çizelge 3.2) İnokulant grupları arasındaki farklılığın propiyonik asit düzeylerinde de

oluştuğu, (P<0,05) fakat bütürik asit düzeylerinin muamelelerden etkilenmediği belirlenmiştir (P>0,05).

Önemli silaj kalite kriterlerinden birisi olan aerobik stabilite değerinin HM LAB+ HT LAB inokulantı içeren grupta HM LAB içeren gruptaki silajlara göre farklı bulunması (P<0,05), inokulantların çeşidine göre silaj özelliklerinin değiştirilebileceğini göstermektedir. Aerobik stabilite değerinin HM LAB+ HT LAB grubunda HM LAB grubuna göre +197, kontrol grubuna göre +88 saat daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 3.2). NH_3-N, laktik asit bakterisi sayısı, maya ve küf sayısı bakımından gruplar arasında farklılık tespit edilmemiştir (P>0,05).

Çizelge 3.2. Macar fiği+tritikale silajlarına katılan HM LAB ve HM+HT LAB inokulantlarının büyük balya silajlarının fermantasyon özellikleri üzerine etkileri.

Parametre	**Kontrol (n=4)**	**HM LAB (n=4)**	**HM+HT LAB (n=4)**
	($X\pm S_X$)	($X\pm S_X$)	($X\pm S_X$)
pH	4,63±0,07^{a}	4,33±0,09^{b}	4,56±0,02^{ab}
Asetik asit, %	0,23±0,03^{b}	0,18±0,00^{b}	0,40±0,07^{a}
Propiyonik asit, %	0,011±0,004^{a}	0,004±0,001^{b}	0,045±0,015^{a}
Bütirik asit	0,001±0,00	0,007±0,00	0,002±0,00
Laktik asit, %	5,29±0,42^{ab}	6,30±0,64^{a}	4,50±0,16^{b}
NH_3-N, %	0,10±0,01	0,08±0,01	0,09±0,01
Laktik asit bakterisi (kob/g)	5,78±0,29	6,15±0,02	5,92±0,22
Maya (kob/g)	0,00±0,00	0,00±0,00	1,64±0,95
Küf (kob/g)	0,62±0,62	0,50±0,50	0,83±0,83
Aerobik stabilite (saat)	418±49,8^{ab}	303±51,8^{b}	500±0.00^{a}

HM LAB: İnokulant olarak homofermentatif laktik asit bakterisi katılarak yapılan balya silajı
HM+HT LAB: İnokulant olarak homofermentatif ve heterofermentatif laktik asit bakterisi katılarak yapılan balya silajı
(kob/g): Koloni oluşturan birim
a,b: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

3.2. İnokulant Katılmasıyla Hazırlanmış Macar Fiği+Tritikale Büyük Balya Silajlarının Rumen Parametreleri ve Toklularda Besi Performansı Üzerine Etkileri

HM LAB ve HM+HT LAB inokülant ilavesi ile hazırlanmış silajların rumen parametreleri ve besi performansı üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla inokulant katılmayan Kontrol, HM LAB ve HM+HT LAB içeren Macar fiği+tritikale karışım silajları dişi toklulara *ad libitum*, konsantre yem canlı ağırlıklarının %1'i düzeyinde verilmiştir.

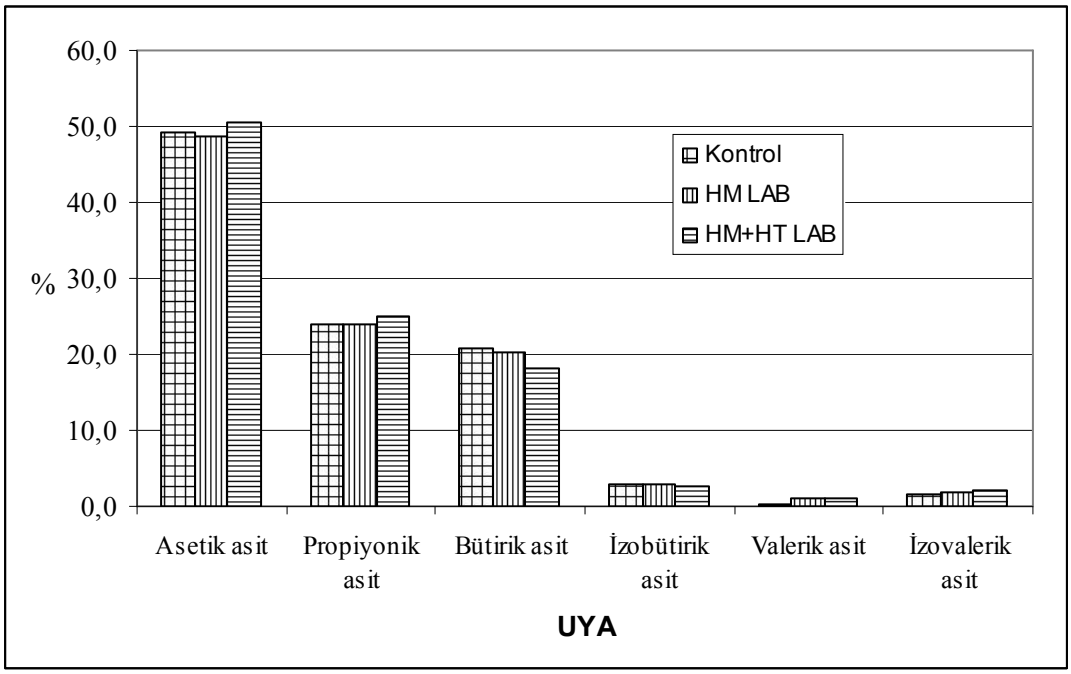
3.2.1. Silajların Rumen Sıvısı Parametreleri Üzerine Etkileri

Deneme sonunda 2 gün üst üste yemleme öncesi alınan rumen sıvılarına ait analiz sonuçları Çizelge 3.3. Şekil 3.1.'de verilmiştir. HM LAB ve HM+HT LAB içeren Macar fiği+tritikale karışım silajları ile besleme sonucunda inokulant katılmamış olan kontrol grubuna göre rumen pH' sı, rumen sıvısı laktik asit ve NH_3-N'u düzeylerinin değişmediği belirlenmiştir ($P>0,05$). Benzer durum toplam uçucu yağ asidi düzeyleri ile asetik asit, propiyonik asit, izobütirik asit, izovalerik asitin konsantrasyonları ve asetik asit:propiyonik asit oranında da belirlenmiştir ($P>0,05$). Şekil 3.1'de görüldüğü gibi rumen sıvısı bütirik asit konsantrasyonu uygulamalardan etkilenmiş, kontrol ve HM LAB inokülantı içeren silajları tüketen toklulardan alınan rumen sıvısında bütirik asit konsantrasyonu sırasıyla %20,79 ve %20,29 olurken HM+HT LAB içeren silajı tüketen toklulardan alınan rumen sıvısında bütürik asit konsantrasyonunun istatistiksel olarak daha düşük olduğu (%18,18) belirlenmiştir ($P<0,05$). Rumen sıvısı valerik asit konsantrasyonu ise inokulant uygulanmış iki gruptaki silajla beslenme sonucunda inokulantsız kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur ($P<0,05$).

Çizelge 3.3. HM LAB ve HM+HT LAB inokulantları katılan Macar fiği+tritikale büyük balya silajlarının rumen sıvısı parametreleri üzerine etkileri (%).

Parametre	**Kontrol (n=6)**	**HM LAB (n=6)**	**HM+HT LAB (n=6)**
	($X \pm S_X$)	($X \pm S_X$)	($X \pm S_X$)
pH	7,00±0.07	7,01±0,08	6,97±0,04
Toplam UYA (mmol/L)	131,94±18,99	128,73±10,02	164,73±13,35
Asetik asit	49,24±0,79	48,74±0,61	50,42±0,54
Propiyonik asit	23,91±0,53	24,03±0,57	25,01±0,31
Butirik asit	20,79±0,50 [a]	20,29±0,87 [a]	18,18±0,60 [b]
İzobutirik asit	2,99±0,23	2,85±0,15	2,52±0,10
İzovalerik asit	1,44±0,37	1,81±0,34	2,14±0,06
Valerik	0,17±0,17 [b]	1,09±0,15 [a]	0,92±0,06 [a]
A:P	2,06±0,07	2,03±0,06	2,01±0,03
Laktik asit %	1,41±0,34	1,17±0,11	0,77±0,05
NH_3-N (mmol/L)	115,84±8,06	111,14±6,25	109,79±9,86

a,b: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).
A:P : Asetik asit:propiyonik asit.



Şekil 3.1. HM LAB ve HM+HT LAB inokulantları katılan Macar fiği+tritikale büyük balya silajlarının rumen sıvısı düzeyleri üzerine etkileri (%)

3.2.2. Silajların Toklularda Besi Performansı Üzerine Etkileri

Her grupta 9 toklunun bulunduğu denemede tokluların performansına ait özellikler Çizelge 3.4.'de verilmiştir. Deneme sonu toplam canlı ağırlık artışı (TCAA) gruplarda 4,46- 5,61 kg arasında gerçekleşmiş ve gruplar arasında farklılık bulunmamıştır (P>0,05). Bununla birlikte inokülant içeren silajları tüketen tokluların rakamsal olarak daha fazla CAA kazandığı görülmektedir. Denemenin ilk 42 günlük döneminde HM LAB ve HM+HT LAB inokülantı içeren silajların etkisi istatistiksel olarak önemsiz olmakla birlikte, son 21 günlük dönemde kontrol grubuna (1,42 kg) kıyasla HM LAB (2,23 kg) ve HM+HT LAB (2,18 kg) içeren silajların yedirildiği gruplarda tokluların TCAA'nın daha yüksek olduğu belirlenmiştir (P<0,05). TCAA'na benzer şekilde günlük ortalama canlı ağırlık artışınında (GOCAA) deneme sonunda istatistiki olarak önemsiz olduğu ancak rakamsal olarak inokülant içeren silajları tüketen tokluların GOCAA'nın daha yüksek olduğu görülmüştür. Silajlara inokülant ilavesinin tokluların GOCAA üzerine etkisi ilk 42 günlük dönemde gruplar arasında önemsiz olduğu (P>0,05), son 21 günlük dönemde ise kontrol grubunda 66,93 gram olarak bulunan GOCAA'nın HM LAB (105,13) ve HM+HT LAB (103,87) inokülantlı silaj tüketen gruplarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir (P<0,05).

Günlük ortalama silaj kuru madde tüketiminin (GOSKMT) 63 günlük deneme ortalaması dikkate alındığında istatistiksel olarak önemli olmasa da (P>0,05) rakamsal olarak HM+HT LAB grubunda diğer iki gruba göre daha yüksek olduğu görülmektedir. GOSKMT denemenin bütünü dikkate alındığında 592-643 gram arasında değişmiş, deneme genelinde ve son 42 günde de inokulant katılan gruplarda kontrol grubuna göre daha yüksek gerçekleşmiştir. GOSKMT'nin denemenin ilk 21 günlük periyodunda kontrol grubunda (565 g) ve HM LAB içeren inokülantlı silajı tüketen grupta (511 g) farklı olmadığı fakat HM+HT LAB inokülantlı silaj tüketen tokluların (576 g) her iki gruba göre istatistiksel olarak daha fazla GOSKMT gerçekleştirdiği görülmüştür (P<0,05). Denemenin ikinci 21 günlük periyodunda HM+HT LAB inokülantlı silaj tüketimi kontrol grubu inokulantsız silaj tüketimine göre daha yüksek bulunmuştur (P<0,05). Denemenin son 21 günlük döneminde ise inokulantlı silaj tüketen gruplarda GOSKMT daha yüksek olmakla birlikte, gruplar arasında istatistiki olarak farklılık bulunmamıştır (P>0,05).

Günlük ortalama kesif yem tüketimi (GOKYT), günlük ortalama kuru madde tüketimi (GOKMT) ve yemden yararlanma derecesi (YYD)'nin denemenin her üç döneminde gruplar arasında farklılık göstermediği belirlenmiştir (P>0,05). GOKMT'leri HM+HT LAB içeren grupta diğer iki gruba göre rakamsal olarak daha yüksek bulunmuştur. İstatistiksel olarak önemli bulunmasa da YYD'nin HM LAB (17,00) ve HM+HT LAB (17,62) içeren gruplarda inokulant içermeyen silajla (20,55) beslemeye göre daha iyi olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.4. Macar fiği+tritikale silajlarına katılan HM LAB ve HM+HT LAB inokulantları katılan büyük balya silajlarının besi performansı üzerine etkileri.

Parametre	**Kontrol (n=9)**	**HM LAB (n=6)**	**HM+HT LAB (n=8)**
	(X±SX)	(X±SX)	(X±SX)
CA, kg			
DBCA	31,37±0,30	31,23±0,38	31,32±0,38
21. gün	33,24±0,35	33,80±0,16	32,98±0,44
42. gün	34,43±0,33	34,60±0,28	34,22±0,41
63. gün	35,84±0,43	36,80±0,34	36,41±0,54
TCAA, kg			
21. gün	1,87±0,29	2,60±0,29	1,7±0,32
42. gün	1,21±0,21	0,81±0,19	1,2±0,22
63. gün	1,42±0,22^{b}	2,23±0,19^{a}	2,18±0,21^{a}
Toplam CAA	4,46±0,32	5,61±0,36	5,10±0,41
GOCAA, g			
21. gün	88,34±14,18	122,61±14,15	80,07±15,27
42. gün	56,60±10,33	38,50±9,28	58,01±10,49
63. gün	66,93±10,91^{b}	105,13±9,23^{a}	103,87±10,40^{a}
Ortalama	70,63±5,09	88,75±5,6	80,65±6,56
GOSKMT, g			
21. gün	565±14,97^{ab}	511±22,58^{b}	576±22,84^{a}
42. gün	605±27,90^{b}	674±22,98^{ab}	691±19,91^{a}
63. gün	605±21,29	615±21,39	663±18,87
Ortalama	592±18,46	600±20,16	643±19,31

Çizelge 3.4.(devam) Macar fiği+tritikale silajlarına katılan HM LAB ve HM+HT LAB inokulantları katılan büyük balya silajlarının besi performansı üzerine etkileri.

GOKYT, g			
21. gün	276±2,70	275±3,48	275±3,41
42. gün	292±3,21	297±1,35	290±3,97
63. gün	302±2,97	304±2,52	300±3,64
0-63.gün ortalama	290±2,66	292±2,18	288±3,31
GOKMT, g			
21. gün	841±16,98	786±22,03	852±24,42
42. gün	897±30,68	971±23,38	982±22,17
63. gün	908±23,11	919±23,30	964±20,59
0-63.gün ortalama	882±20,95	892±20,64	933±21,11
YYD, GOKMT/GOCAA			
21. gün	16,73±5,98	6,90±0,93	15,18±4,22
42. gün	23,12±5,69	34,86±8,20	27,50±9,36
63. gün	21,70±7,12	9,11±0,88	9,98±1,05
0-63.gün ortalama	20,55± 3,89	17,00±2,44	17,62±3,13

HM LAB; homofermantatif laktik asit bakterileri; HT LAB; heterofermantatif laktik asit bakterisi.
CA:Canlı Ağırlık, DBCA: Deneme başı canlı ağırlık, GCAA: günlük ortalama canlı ağırlık artışı, GOSKMT:günlük ortalama silaj kuru madde tüketimi, GOKYT: günlük ortalama kesif yem tüketimi: GOKMT: günlük ortalama kuru madde tüketimi (Silaj+kesif yem), YYD: yem yararlanma derecesi (GOKMT/GOCAA).
[a, b]: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0,05).

4. TARTIŞMA

Yem bitkileri ekiminin az olduğu ve kaba yem açığının bulunduğu Türkiye'de tek yıllık Macar fiği ve tritikale gibi baklagil ve buğdaygillere ait bitkilerin karışım halinde ekimleri ile ilgili olarak yapılmış araştırma sayısı oldukça azdır. Gerek bu bitkilerin ekimleri sonucunda elde edilen kaba yem olarak verimleriyle ilgili araştırma sonuçları gerekse elde edilen materyalin korunması ve yedirilmesine yönelik yapılan araştırma sonuçları, bu yem bitkilerinin ekilişinin yaygınlaşmasında ve hayvanlardan optimum düzeyde verim elde edilmesinde büyük önem taşımaktadırlar. Zira mayıs ayı ortalarında hasat edilebilecek tek yıllık buğdaygil, baklagil ve bunların karışımlarının yem bitkisi olarak ekimlerinin yapılması işletmelere ek gelir sağlayabileceği gibi, kaba yem üretiminin artırılmasında da önem arz etmektedir.

4.1. Macar Fiği ve Tritikale Karışım Silajlarında İnokulantların Etkileri

Baklagil-buğdaygil karışımlarının kaba yem olarak kalitesi tohum oranlarına bağlı olarak değişmektedir. Lithourgidis ve ark. (2006) 55:45 ve 65:35 adi fiğ:tritikale tohum oranlarında elde ettikleri yeşil haldeki kaba yemin ham protein düzeyini sırasıyla %10,3 ve 10,9, NDF düzeylerini ise %40,3 ve 45,6 olarak belirlemişler, adi fiğ:tritikale tohum oranının artırılmasının ham protein, NDF, ADF ve lignin düzeyinin artışına yol açtığını ileri sürmüşlerdir. Karadağ ve Büyükburç (2004) ise tohum karışımı içeriğinde baklagil miktarının artışının karışımın ham protein düzeyini artırdığını, Macar fiği:tritikale tohum oranının 50:50 olması durumunda bitkideki ham protein düzeyinin %8,90-10,07 arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Macar fiği+tritikale karışımı silajlık materyallere HM LAB ya da HM LAB+ HT LAB inokulantları katılmasının kuru madde ve ham protein düzeyinde farklılığa yol açmadığı belirlenmiştir. Araştırma materyalinin ekiminde kullanılan Macar fiği:tritikale tohumlar 70:30 oranda ayarlanmış ve biçim kriteri olarak tritikale danelerinin süt olum döneminden hamur olum dönemine geçişi dikkate alınmıştır. Elde edilen silajlardaki ham protein düzeyi de bu karışım oranını desteklemektedir. Kuru madde düzeyi %39 olan tritikale silajının ham protein düzeyi %6,8 ve NDF düzeyi ise %55,8 olduğu bildirilmiştir (Emile ve ark. 2007). Bu araştırmanın

materyalinde protein düzeyi tritikaleye göre daha yüksek olan Macar fiği tohumu daha fazla oranda kullanılmış ve silajlardaki ham protein düzeyleri %13,28 ile %13,61 arasında bulunmuştur. Tek başına buğdaygil kaba yem bitkileri hayvanların ihtiyaçlarını yeterince karşılayamamakta, baklagil ve buğdaygillerin birlikte ekiminin yapılmasıyla elde edilen kaba yem kaynakları hayvanların ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli miktarda protein ve karbonhidrat sağlamaktadırlar (Karadağ ve Büyükburç 2004). Bu araştırmada kullanılan Macar fiği:tritikale karışımı özellikle ham protein açısından verim seviyesi orta derecede olan birçok ruminant hayvan türünün ihtiyaçlarını karşılayacak düzeydedir.

HM+ HT LAB inokülant ilavesinin silajın NDF içeriğini yükselttiği, HM LAB'nin inokulasyonunun ise silaj NDF düzeyini etkilemediği görülmektedir (Çizelge 3.1). Silajların ADL içeriklerinin ise inokulant ilavesiyle düştüğü, HM LAB inokulantının silajlardaki ADL içeriğini düşürmede daha etkili olduğu belirlenmiştir. Laktik asit bakterilerinin hücre duvarı elemanlarını yıkımlayıcı etkisinin olmaması nedeniyle mikrobiyel inokulantların silajların selüloz düzeyi üzerine etkisinin az ya da hiç olmadığı, selüloz düzeyindeki azalmanın hemiselülozun asit hidrolizinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Kung 2000). HM LAB grubundaki silajlarda NDF, ADF ve ADL düzeyinin diğer gruplara göre daha düşük olması bu görüşü doğrulamaktadır.

Silajlarda SEK içeriklerinin inokulant düzeyine göre değiştiği, HM LAB'nin silajlarda SEK içeriğini artırdığı, HM LAB+HT LAB'nin düşürdüğü belirlenmiştir (Çizelge 3.1). Silajlık materyal olarak hamur olum döneminde tritikaledeki suda eriyebilir karbonhidratlar büyük oranda nişastaya polimerize olmaktadır (Wallsten 2008). Çayır otu ve küçük taneli buğdaygil otu silajlarında *Lactobacillus buchneri*'nin laktik asit ve suda eriyebilir karbonhidrat içeriğini düşürücü etkisi bulunmaktadır (Kleinschmit ve Kung 2006). HM LAB grubu silajlarda laktik asit düzeyi HM LAB+HT LAB grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Silajda artan laktik asitin polimerize nişasta moleküllerini yıkımlayarak suda eriyebilir karbonhidrat düzeyini artırdığı düşünülmektedir. HM LAB+HT LAB uygulanan silajlarda *Lactobacillus buchneri*'nin laktik asiti yıkımlayıcı etkisi (Taylor ve ark 2002, Danner ve ark. 2003) silajdaki pH düzeyinin daha yüksek olmasına ve laktik

asitin daha düşük olmasına (Çizelge 3.2.) neden olarak suda eriyebilir karbonhidrat içeriğinin daha düşük olmasına yol açmış olabilir.

Bitkinin tamponlama kapasitesi fermentasyonu etkileyen önemli bir faktördür. Baklagillere ait silajlık materyallerin tamponlama kapasitesinin yüksek olması silajın istenilen pH düzeyine inmesini zorlaştırmaktadır (Kung 2000). Bu araştırmanın silaj materyali Macar fiği:tritikale karışımı olması nedeniyle silajlık materyalin tamponlama kapasitesinin yüksek olduğu düşünülmekte, inokulant katılmayan kontrol grubunda pH'nın 4,63 bulunması bu görüşü doğrulamaktadır. Filya ve ark. (2000) ise, soldurulmuş buğday silajlarında *Lactobacillus plantarum* ve *Enterococcus faecium* içeren homofermentatif inokulantın katılması sonucunda pH'nın 4,1 olduğu belirlemişlerdir. Bu araştırmada ise, Macar fiğinin daha fazla olduğu Macar fiği+tritikale karışımı HM LAB grubu silajlarda ortalama pH 4,33 olarak bulunmuştur.

Silaja homofermantatif LAB'nin katılmasının pH üzerine etkisinin oldukça belirgin olduğu görülmektedir (Çizelge 3.2.). İnokulant olarak homofermentatif *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus plantarum+Enterococcus faecium* laktik asit bakterilerinin kullanılması silajda laktik asit düzeylerini artırmaktadır (Christensen ve ark. 1958, Hassanat ve ark. 2007). Bu çalışmada da HM LAB inokulantlarının katıldığı silajlarda laktik asit düzeyinin diğer iki silaj grubuna göre önemli düzeyde yüksek olması silaj pH'sının daha fazla düşmesine yol açmıştır.

Macar fiği+Tritikale karışımı silaj materyalinin HM LAB ve HM LAB+ HT LAB inokulantları ile muamelesi sonucunda balya silajların laktik asit (LA) içeriklerinin HM LAB+ HT LAB grubunda yaklaşık %30 oranında düşük bulunması silaj laktik asit düzeylerinin silaj inokulantlarının farklılıklarından etkilendiğini göstermektedir. (Filya ve ark. 2007). Silolanması zor olan ve şeker oranı düşük silajlık materyallerde homofermentatif laktik asit bakterileri inokulantlarının laktik asit üretimini artırıcı yönde etkiye yol açtıklarını bildirmişlerdir. HM LAB+HT LAB grubunda ise laktik asitin düşük olmasının heterofermentatif bir bakteri olan *Lactobacillus buchneri*'nin silajlarda laktik asiti yıkımlayarak asetik asit düzeyini artırıcı etkisinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Silaj asetik asit düzeylerinin laktik asit düzeylerinin tersine HM LAB+HT LAB grubu silajlarda HM LAB grubu silajlarda daha yüksek olması (Çizelge 3.2) bu görüşü doğrulamaktadır.

İnokulantlardaki fermentatif laktik asit bakteri çeşitlerine bağlı olarak asetik asit içeriklerine benzer bir şekilde silajların propiyonik asit içeriklerinin de HM LAB+HT LAB grubu silajlarda daha yüksek düzeyde oldukları belirlenmiştir (Çizelge 3.2.). HM LAB+HT LAB inokulantında bulunan *L. buchneri*'nin arpa, yonca ve çayır otu silajlarında asetik asit ve propiyonik asiti artırıcı etkisi yapılan çalışmalarda da tespit edilmiştir (Kung ve ark 1999, Kung ve Ranjit 2001, Taylor ve ark. 2002, Kung ve ark. 2003, Filya ve ark. 2007, Nsereko ve ark. 2008).

Silaj asetik asit düzeyinin artışı aerobik stabilitenin değişimini de etkilemektedir. Asetik asit silajı bozan mikroorganizmalara karşı inhibitör madde olarak etki etmekte, mayaların üremesini engellemektedir (Taylor ve ark 2002, Danner ve ark. 2003). Sadece homofermentatif laktik asit bakterilerinin varlığında ruminantların performansında artış sağlanabilmekte (Muck 1996) ancak aerobik stabilite değeri düşük olmakta (Archundia ve Bolsen 2001, Polat ve ark. 2005, Hassanat ve ark . 2007), *Lactobacillus buchneri* gibi heterofermentatif bakteriler ise laktik asitten asetik asit ve 1,2 propanediol üretme özellikleri sayesinde aerobik stabiliteyi artırmaktadırlar (Kung 2000). Herhangi bir inokulantın kullanılmadığı mısır ile çayır otu ve küçük taneli buğdaygil silajlarında aerobik stabilite yaklaşık 25 saat civarında bulunmuş, *L. buchneri* içeren inokulantların bu silajlarda kullanılması sonucunda aerobik stabilite değeri 400-500 saate kadar çıkabilmiştir (Ranjit ve ark. 1998, Kleinschmit ve Kung 2006). Çalışmamızda inokulant kullanılmayan kontrol grubu silajlarında aerobik stabilite değeri 418 saat bulunmuştur. Kontrol grubu silajlarında aerobik stabilite değerinin bildirilen değerlere göre yüksek çıkması tam olarak izah edilememekle birlikte büyük balya silajlarının yapılmasına ve silajlık materyalin belirtilen araştırmalarda kullanılan silajlık materyallerden farklı olmasına bağlanabilir. Aerobik stabilitenin HM LAB+ HT LAB inokulantı içeren grupta (500 saat) HM LAB içeren gruptaki (303 saat) silajlara göre önemli düzeyde artması HM LAB+ HT LAB inokulantlarının silaj kalitesini artırıcı olumlu bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Bu durum homofermentatif+heterofermentatif silaj inokulantlarının besleme aşamasında maya ve küf üremesini engelleyip kızışmaları geciktirerek kaliteli silajlarla besleme imkanı sunabileceğini göstermektedir. Homofermentatif+heterofermentatif silaj inokulantları ile aerobik stabilite üzerine alınan bu sonuçlar özellikle Türkiye şartlarında küflü ve kızışmış silaj tüketiminin fazla olduğu düşünüldüğünde daha da önemli hale gelmektedir.

Homofermentatif+heterofermentatif silaj bakteri inokulantlarının kullanımının yaygınlaşmasıyla heterofermentatif laktik asit bakterilerinin inokulantlarının aerobik stabiliteyi artırıcı etkisinin yanı sıra homofermentatif bakterilerin laktik asit üretimini teşvik ederek fermentasyon özelliklerini iyileştirici etkilerinden faydalanılacaktır (Adesogan 2008).

Homofermentatif mikrobiyel inokulantlarının genellikle amonyak azotu düzeyini düşürdüğü (Kung 2000); *L. buchneri* inokulasyonunun ise maya ve küf sayısını azalttığı, amonyak azotu üretimini artırdığı bildirilmiştir (Kung ve Ranjit 2001, Taylor ve ark. 2002, Kung ve ark. 2003, Nsereko ve ark. 2008). *Lactobacillus buchneri*'nin tek başına ya da *Lactobacillus plantarum* ile birlikte inokülant olarak kullanıldığı buğday ve mısır silajlarında artan asetik asite bağlı olarak küf oluşumunun gözlenmediği bildirilmiştir (Weinberg ve ark. 2002). *L. plantarum*, *L. buchneri* ve *E. faecium* veya *P. pentosaceus* ve *L. buchneri* karışımlarının maya sayısını azalttığı belirlenmiştir (Adesogan 2008). Bu araştırmada ise, silaj grupları arasında NH_3-N, laktik asit bakterisi sayısı, maya ve küf sayısı bakımından gruplar arasında farklılık tespit edilmemiştir. İnokulant bulunmayan kontrol grubu silajlarında da maya ve küf oluşumunun gerçekleşmemesi, inokulantların maya ve küf oluşumu üzerine etkisini tam olarak gösterememesine yol açmış olabilir.

4.2. İnokulant Katılmasıyla Hazırlanmış Macar Fiği+Tritikale Büyük Balya Silajlarının Rumen Parametreleri ve Toklularda Besi Performansı Üzerine Etkileri

Toklularda HM LAB ve HM+HT LAB inokülant ilavesi ile hazırlanmış silajların rumen parametreleri ve besi performansı üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla inokulant katılmayan Kontrol, HM LAB ve HM+HT LAB içeren Macar fiği+tritikale karışım silajları *ad libitum*, kesif yem ise canlı ağırlıklarının %1'i düzeyinde verilmiştir.

4.2.1. Silajların Rumen Sıvısı Parametreleri Üzerine Etkileri

Sebebi tam olarak açıklanamasa da laktik asit bakteri inokulantlarının hayvanlarda probiyotik benzeri bir etkiye neden olabilecekleri, 10-12 adet farklı ticari inokulantın silajlara katılmasıyla laktik asit bakterilerinin rumen sıvısında canlı

kalabildikleri, pH ve UYA kompozisyonları gibi bazı parametreleri değiştirebildikleri ifade edilmiştir (Weinberg ve ark. 2003). Yapılan bu araştırmada ise, Macar fiği+tritikale karışım silajlarında bazı fermantasyon parametrelerini değiştiren HM LAB ve HM+HT LAB inokulantlarının rumen fermantasyon parametreleri üzerine genellikle etkili olmadıkları görülmektedir. HM LAB ve HM+HT LAB inokulantlarının rumen sıvısı toplam uçucu yağ asidi miktarı ile asetik asit, propiyonik asit, izobütirik asit ve izovalerik asit konsantrasyonlarını, asetik asit:propiyonik asit oranlarını ve NH_3-N'u düzeylerini etkilemediği belirlenmiştir (Çizelge 3.3.). Bu araştırmanın sonuçlarına benzer şekilde laktik asit bakteri inokulantlarının birinci derecede silaj fermantasyonunu teşvik etmek amacıyla kullanılabileceği, *in vivo* rumen kuru madde, organik madde ve selüloz yıkımlanmasını etkilemedikleri bildirilmiştir (Sanderson 1993, Filya ve ark. 2004). İnokulantların rumen fermantasyonunun son ürünlerinde bir farklılığa yol açmamaları, inokulantların etkilerinin değerlendirilmesinde klasik olarak seçilen bazı rumen fermentasyon son ürünlerinin iyi bir gösterge olmayacağı yönünde görüşlere sebep olmuştur (Kung 2000). Bu araştırmada yıkımlanma dereceleri üzerine bulgu olmamasına rağmen, rumen fermentasyon parametrelerinden sadece bütirik asit konsantrasyonunun HM+HT LAB içeren silajlarla beslemeyle azalması, valerik asit konsantrasyonun ise inokulant içeren her iki gruptaki silajlarla besleme neticesinde artması laktik asit bakteri inokulantlarının rumen fermentasyon parametreleri üzerine genellikle etkili olmadıklarını göstermektedir.

4.2.2. Silajların Toklularda Besi Performansı Üzerine Etkileri

Laktik asit bakteri inokulantlarının hayvan performansı üzerine etkilerini net bir şekilde ortaya koyan yeterli sayıda araştırmaya rastlanılmamıştır. Silajlarda kullanılan laktik asit bakteri inokulantlarının hayvan performansında önemli etkilerinin olmaması hayvan performansı üzerine inokulantların etkinliğinin tespitinde yeterli kanaati oluşturmadığı bildirilmektedir (Jones ve Gogerddan 1994, Kung 2001). Yapılan bu denemede HM LAB ve HM LAB+HT LAB gruplarında inokulant kullanılmayan kontrol grubuna göre toplam canlı ağırlık artışı (TCAA) ve günlük ortalama canlı ağırlık artışı (GOCAA) açısından istatistiksel olarak olmasa dahi rakamsal olarak bir ilerleme kaydedildiği belirlenmiştir (Çizelge 3.4.). Bu ilerlemelerin özellikle denemenin son 21 günlük döneminde de istatistiksel olarak

önemli olduğu belirlenmiştir. Kuru madde düzeyi yaklaşık %38 olan mısır silajına *L. buchneri* içeren inokulantın katılmasıyla koyunlarda günlük canlı ağırlık artışının yükseldiği tespit edilmiştir (Ranjit ve ark. 2002). İnokulantların koyunlarda azot tutulumunu artırdığı, bakteriyel inokulantlarla muamele edilmiş silajların NH_3 konsantrasyonlarının düştüğü (% 35) ve düşen NH_3 konsantrasyonu ile vücutta tutulan N miktarının artmasının inokulantların silajda proteolizi azaltması sonucu gerçekleştiği bildirilmiştir (Jones 1998). Yapılan bu denemede ise, silaj NH_3 konsantrasyonunda bir farklılık tespit edilmemesine rağmen (Çizelge 3.2.) canlı ağırlık artışlarının inokulant uygulanan gruplarda rakamsal olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu araştırmada tespit edilmemiş olsa da canlı ağırlıktaki bu ilerleme inokulant kullanılan gruplarda besin maddeleri sindirilebilirliğinin artışına bağlanabilir. İnokulant katılarak silolanmış çavdar otunun kuru madde ve organik madde sindirilebilirlikleri daha yüksek bulunmuştur (Henderson ve ark. 1986). İnokulantlardaki mikroorganizmaların ürettikleri bazı metabolitlerle rumen mikroorganizmalarını olumlu yönde etkiledikleri, ortamda bulunan toksinleri azalttıkları ve silajın sindirilebilirliğini artırdıkları ileri sürülmüştür (Nsereko ve ark. 2008). Bununla birlikte homofermentatif laktik asit bakterilerinin mısır ve yonca silajlarına katılmasıyla ham besin maddelerinin sindirilme derecelerinde olumlu bir sonuç alınmadığını bildiren görüşlerde mevcuttur (Polat ve ark. 2005, Filya ve ark. 2007).

Deneme boyunca yapılan gözlemlerde tritikalenin başak yapısının yem tüketimini her üç deneme grubunda da ağız mukozasına yaptığı perforasyonlar neticesinde kuru madde tüketimini olumsuz yönde etkilediği düşünülmektedir. Yapılan silajların kuru madde düzeyinin yüksek olmasının da, tritikalenin bu olumsuz etkisinin gelişmesinde bir etken olduğu zannedilmektedir. Denemede günlük ortalama silaj kuru maddesi tüketimi (GOSKMT) rakamsal olarak HM+HT LAB grubunda diğer iki gruba göre daha yüksek bulunmuştur. Denemenin ilk 21 günlük periyodunda kontrol grubuna ve HM LAB içeren inokülantlı silaj tüketen gruba göre HM+HT LAB inokülantlı silaj tüketen grupta istatistiksel olarak deneme genelinde ise rakamsal olarak daha yüksek GOSKMT'nin olması dikkat çekicidir. Zira heterolaktik inokulantların kullanılması sonucunda silajda artan asetik asitin yem tüketimini kısıtlayıcı etki gösterdiği ileri sürülmektedir. Bununla birlikte son zamanlarda yapılan çalışmalarda *L. buchneri* inokulasyonunun yem tüketimini

olumsuz etkilemediği yönünde görüşler de bulunmaktadır (Adesogan 2008). Bu araştırmada elde edilen HM+HT LAB inokülantlı silaj tüketim sonuçları bu görüşü doğrulamaktadır.

Günlük ortalama kuru madde tüketimi (GOKMT) ve yemden yararlanma derecesi (YYD)'nin rakamsal olarak inokulant içeren silajla beslenen gruplarda inokulant içermeyen silajla beslenen gruba göre daha iyi olduğu görülmektedir. Homolaktik bakteri inokulantları ile yapılan çalışmaların %25'inde yem tüketimi ve canlı ağırlık artışının yükseldiği belirlenmiştir (Adesogan 2008). Mısır, sorgum ve çavdar silajlık materyallerine homofermentatif laktik asit bakteri inokulantları katılmasının besi hayvanlarının kuru madde tüketimlerini ve canlı ağırlık kazançlarını arttırdığı ifade edilmiştir (Henderson ve ark. 1986, Kung 2000). Bununla birlikte *L. plantarum* içeren bir inokulantın kullanılmasıyla yüksek düzeyde silaj ile beslenen besi sığırlarında kuru madde tüketimi, günlük ortalama canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma derecesinin iyileşmediği (Luther 1986), *L. plantarum ve Enterococcus faecium* karışımı laktik asit bakteri kültürlerinin kuzularda besi performansını etkilemediği bildirilmiştir (Filya ve ark. 2004).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Macar fiği+tritikale karışımı silajlık materyallere homofermentatif (HM LAB) ya da heterofermentatif (HM LAB+ HT LAB) inokulantları katılmasının:

- Silajların besin madde düzeylerinde belirgin bir değişime yol açmadığı ve özellikle ham protein açısından orta verim seviyesindeki ruminantların ihtiyaçlarını karşılayacak düzeyde olduğu,
- HM LAB'nin silajlarda suda eriyebilir karbonhidrat içeriğini artırdığı, HM LAB+HT LAB'nin ise düşürdüğü,
- HM LAB'nin silajlarda laktik asit düzeyini artırdığı,
- HM LAB+HT LAB'nin silajın asetik asit düzeyini artırarak aerobik stabilite değerini artırdığı,
- İnokulantların rumen sıvısı fermentasyon özellikleri ve besi performansında belirgin bir değişikliğe yol açmadığı tespit edilmiştir.

Öneri olarak:

Homofermentatif+heterofermentatif silaj inokulantlarının kullanımının yaygınlaşmasıyla heterofermentatif laktik asit bakterilerinin inokulantlarının aerobik stabiliteyi artırıcı etkisinin yanı sıra homofermentatif bakterilerin laktik asit üretimini teşvik edici etkileri özellikle Türkiye şartlarında küflü ve kızışmış silaj tüketiminin fazla olduğu düşünüldüğünde daha da önemli hale geldiği düşünülmektedir. Silajlık materyal olarak Macar fiği ve tritikale karışımlarına homofermentatif+heterofermentatif silaj inokulantlarının katılmasının silajın besleme aşamasında maya ve küf üremesini engelleyip kızışmaları geciktirerek kaliteli silajlarla besleme imkanı sunabileceği söylenebilir.

6. ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Homofermantatif ve Homofermantatif-Heterofermentatif Laktik Asit Bakterileri İlavesi ile Hazırlanan Tritikale-Macar Fiği Karışımı Silajların Konya Merinosu Dişi Toklularda Rumen Parametreleri ve Canlı Ağırlık Değişimi Üzerine Etkileri

Uğur Demirci

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ / KONYA-2009

Bu araştırma, büyük balya silajlarında inokulant olarak homofermantatif (HM LAB) ve homofermantatif+heterofermantatif karışımı (HM+HT LAB) laktik asit bakterilerinin silajlık materyal olarak %70 Macar fiği+%30 tritikale karışımına katılmasının silaj kalitesine, elde edilen silajların rumen fermentasyonu ve toklularda besi performansı üzerine etkilerini incelemek amacıyla yapılmıştır.

Macar fiği-tritikale karışımı silaj materyali biçildikten sonra yaklaşık % 40 kuru madde düzeyine kadar soldurulmuştur. İnokulant bulunmayan kontrol, HM LAB ve HM+HT LAB inokulantlarını içeren 3 farklı grupta 12 adet büyük balya silajı hazırlanmıştır. Denemede *Enterococcus faecium* ve *Lactobacillus plantarum*'u içeren homofermantatif LAB (Pioneer® 1132) ile *Lactobacillus buchneri*'yi içeren HM+HT LAB (Pioneer® 11G22) inokulantları $1,0x10^6$ kob/g düzeyinde uygulanmıştır.

Silajların rumen fermantasyonu ve toklularda besi performansı üzerine etkileri 27 baş Konya merinosu dişi toklu kullanılarak belirlenmiştir. Besi denemesi 63 gün süreyle yürütülmüştür. Toklulara deneme silajları *ad libitum*, kesif yem ise canlı ağırlığın %1'i düzeyinde verilmiştir.

Silaja HM LAB ya da HM LAB+ HT LAB katılmasının; Büyük balya silajlarının kuru madde, ham protein ve ADF düzeyleri üzerine etkilerinin önemsiz olduğu (P>0,05), NDF içeriğinin HT+HM LAB inokülant ilavesiyle diğer gruplara göre önemli derecede arttığı belirlenmiştir (P<0,05). Suda eriyebilir karbonhidrat oranı HM LAB içeren silajlarda %6,04; HM LAB+ HT LAB içeren grupta ise %3,37 olarak bulunmuştur (P<0,05).

Kontrol grubu silajlarının pH'sı (4,63) ile HM LAB katılan silajların pH'sı (4,33) arasında farklılık tespit edilmiştir (P<0,05). HM LAB ve HM LAB+ HT LAB inokulantları ile hazırlanan silajlarda laktik asit içerikleri sırasıyla %6,30 ve %4,49 olarak bulunmuştur (P<0,05). HM LAB+ HT LAB katılan silajlardaki asetik asit düzeyinin ise kontrol grubu ve HM LAB grubuna göre önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir (P<0,05). Aerobik stabilite değeri ise HM LAB+ HT LAB inokulantı katılan silajlarda HM LAB içeren gruptaki silajlara göre farklı bulunmuş (P<0,05), HM LAB+ HT LAB grubunda HM LAB grubuna göre +197, kontrol grubuna göre +88 saat daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

HM LAB ve HM+HT LAB katılan silajlar ile besleme sonucunda rumen sıvısı pH'sı ile laktik asit, NH_3 ve toplam uçucu yağ asidi düzeyleri, asetik asit ve propiyonik asit konsantrasyonları açısından kontrol grubuna göre farklılık tespit edilmemiştir (P>0,05). Rumen sıvısı bütirik asit konsantrasyonu HM+HT LAB katılan silajlarının tüketimiyle düşüş göstermiştir (P<0,05).

İnokulantların besi performansı üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan denemede, deneme sonu toplam canlı ağırlık artışı (TCAA) ve günlük ortalama canlı ağırlık artışının (GOCAA) gruplar arasında istatistiksel olarak önemsiz olduğu (P>0,05) ancak rakamsal olarak inokülant içeren silajları tüketen tokluların TCAA ve GOCAA'nın daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Günlük ortalama silaj kuru madde tüketimi (GOSKMT) 63 günlük deneme ortalaması dikkate alındığında istatistiksel olarak önemli olmasa da (P>0,05) rakamsal olarak HM+HT LAB grubunda diğer iki gruba göre daha yüksek olduğu görülmüştür. GOSKMT 592-643 gram arasında değişmiş, deneme genelinde inokulant katılan gruplarda kontrol grubuna göre daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Yemden yararlanma derecesinin gruplar arasında farklılık göstermediği belirlenmiştir (P>0,05).

Sonuç olarak; silajlık materyal olarak Macar fiği ve tritikale karışımlarına homofermentatif+heterofermentatif silaj inokulantlarının katılmasının, besleme aşamasında silajda maya ve küf üremesini engelleyip kızışmaları geciktirerek kaliteli silajlarla besleme imkanı sağlayabileceği söylenebilir.

Anahtar Sözcükler: Macar fiği tirtikale karışım silajı; Laktik asit bakteri inokülantı; Silaj kalitesi; Rumen parametreleri; Besi performansı

7. SUMMARY

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

The Effects of Homofermantative and Homofermantative-Heterofermantative Lactic Acid Bacteria İnoculation on the Rumen Parameters and Lamb Performance of Triticale-Hungarian Vetch Mixure Silage

Uğur Demirci

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ / KONYA-2009

This study was designed for investigating the effects of homofermantative and homofermantative+heterofermantative lactic asid bacteria supplement as inoculant on silage quality of % 70 Hungarian vetch+% 30 triticale mixture. In addition, it was aimed to determine the effects on rumen fermantation and fattening performance of yearling female lambs of this silage obtained.

After cutting it, Hungarian vetch+triticale mixture was wilted until % 40 dry matter levels. Twelve big bale silage were prepared in three groups as control group and experiment groups including HM LAB, HM+HT LAB inoculant. In the study, homofermantative LAB including both *Enterococcus faecium* and *Lactobacillus plantarum and* HM+HT LAB including *Lactobacillus buchneri* were added $1.0x10^6$ cfu/g level.

Aim to determine the effects on rumen fermantation and fattening performance of yearling female lambs of the silages, 27 Konya Merino sheeps were used in the study. The fattening period was 63 days. Silages were fed *ad libitum* to lambs, and concentrate was given % 1 of weight to sheep. The effect of the supplement of HM LAB or HM LAB+HT LAB was found insignificant on dry matter, crude protein and ADF levels of big bale silages ($P>0.05$). However, the supplement of HT+HM LAB inoculant increased NDF level. Water soluble

carbohydrate ratio of the silages including HM LAB and HM LAB+ HT LAB was found % 6.04 and % 3.37, respectively.

According to analysis results, the difference between the control group (4.63) and the experiment group (4.33) added HM LAB pH's values were statistically significant ($P<0.05$).
Lactic acid levels of the silages added HM LAB and HM LAB+HT LAB inoculants were found %6,30 and %4,49, respectively. The acetic acid level of the silages added HM LAB+ HT LAB were determined more than those of the control and experiment silages added HM LAB ($P<0.05$). The aerobic stability value the silages added HM LAB+ HT LAB was found statistically higher than that of the silages added HM LAB ($P<0.05$). This value at HM LAB+ HT LAB group was found higher than +197 h at HM LAB group and +88 h at the control group.

Rumen pH value and lactic acid, NH_3, acetic acid, propionic acid and volatile fatty acid levels were statistically indifferent among silage groups ($P>0.05$). Ruminal butiric asid concentration was decreased by the silages added HM+HT LAB ($P<0.05$). At the end of the study, total live weight gain and average daily gain were insignificant among groups ($P>0.05$). However, these data were determined high at sheep fed with the silage added inoculant. Although, at the end of the fattening period it was determined that average daily silage dry matter intake was statically insignificant ($P>0.05$), it was determined that HM+HT LAB group was higher than those of the other two groups. Average daily silage dry matter intake varying between 592-643 g, and average daily silage dry matter intake was the groups added inoculants was higher than the control group. It was determined that feed conversion ratio was insignificant among the groups.

Consequently, when homofermantatif+heterofermantatif inoculant was mixed the Hungarian vetch+% 30 triticale mixture as material silage, it may be prevented to rot at silage, and high quality silage may be used in feed animals.

KAYNAKLAR

Adesogan AT. Recent advances in bacterial silage ınoculant technology. florida ruminant nutrition symposium, january 29-30, Best Western Gateway Grand Gainesville, FL. 2008.

Albayrak S, Güler M, Töngel MÖ. Effects of seed rates on forage production and hay quality of vetch–triticale mixtures. Asian Journal of Plant Science. 2004; 3:752-756.

Anonim. Hayvansal Üretim İstatistikleri-2006. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu. 2006

A.O.A.C. American association of cereal chemists, St. Paul, Minnesota. USA. 1990.

Archundia MEU, Bolsen KK. Aerobic deterioration of silage processes and prevention science and technology in the feed ındustry, proceedings of alltech's 17th annual symposium. 2001; 126-144.

Barker SB, Summerson WH. The colorimetric method for determination of lactic acid in biological material, Journal of Biological Chem. 1941; 138:535-554.

Bölükbaşı F. Fizyoloji Ders Kitabı. Ankara Üniv. Vet. Fak. Ankara 1989; Yayın No: 413.

Christensen, Margaret NMD, Albury, Pederson CS. Variation in the acetic acid-lactic acid ratio among the lactic acid bacteria. Appl Microbiol. 1958; 6: 316–318.

Church DC. Digestive physiology and nutrition of ruminants, Volume I. Digestive Physiology Second edition, O&B Books, Inc. 1988.

Clark S. Harvesting and storing large bale haylage. Omafra Factsheet. 2008; 120:736.

Danner H, Holzer M, Mayrhuber E, Braun R. Acetic acid ıncreases stability of silage under aerobic conditions. Applied and Environmental Microbiology. 2003; 69: 562–567.

Demirel M, Cengiz F, Çelik S, Erdoğan S. Van ekolojik koşullarında yetiştirilen mısır ve macar fiği karışımlarının silaj kaliteleri ve besin maddelerinin rumende parçalanabilirlikleri üzerine bir araştırma. Tarım Bilimleri Dergisi. 2001; 11: 69-78.

Demirel M, Cengiz F, Erdoğan S. Değişik oranlarda sudan otu ve macar fiğinden yapılan silajların kalitatif özellikleri ve rumende parçalanabilirlikleri üzerine bir araştırma. Turk J Vet Anim Sci. 2003; 27: 853-859.

Dubois M, Giles KA, Hamilton JK, Rebbers PA, Smith F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances, Anal. Chem. 1956; 28:350-356.

Emile JC, Jobim CC, Surault F, Barriere Y. Genetic variations in the digestibility in sheep of selected whole-crop cereals used as silages. Animal. 2007; 1:8, 1122–1125.

FDA, 2001. US Food and Drug Administration, Center for Food Safety&Aplied Nutrition, Bacteriological Analytical Manual, January 2001

Filya İ. Nutritive value of whole crop wheat silage harvested at three stages of maturity. Animal Feed Science and Technology. 2000; 103: 85–95.

Filya İ. The effect of lactobacillus buchneri and lactobacillus plantarum on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. J. Dairy Sci. 2003; 86:3575-3581.

Filya İ, Sucu E, Hanoğlu H. Biyolojik silaj katkı maddeleri kullanılarak yapılan küçük plastik balya mısır silajlarının kalite özellikleri, yem değeri ve kuzu besisinde kullanımı üzerine bir araştırma, A.Ü. Zir. Fak. Tarım Bilimleri Dergisi. 2004;10 (2) 158-162.

Filya İ. Silaj yapımı, teknolojisi ve kullanımı, Sütaş. Hayvancılık serisi:2. 2006 Bursa.

Filya İ, Muck RE, Contreras-Govea FE. Inoculant effects on alfalfa silage: fermentation products and nutritive value. J. Dairy Sci. 2007; 90: 5108–5114

Garthe JW, Hall MH. Large round bale silage. Agronomy Facts 9, Penn State Cooperative Extension. http://cropsoil.psu.edu/extension/facts/agfact9.pdf.(2009)

Goering HK, Van Soest PJ. Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagents, Procedures and Some Applications).Agricultural Handbook 379. Washington DC: United States Goverment Pressing Office. 1970.

Han KJ, Collins M, Vanzant ES, Dougherty CT. Bale density and moisture effects on alfalfa round bale silage. Crop Sci. 2004; 44: 914-919.

Hassanat F, Mustafa AF, Seguin P. Effects of inoculation on ensiling characteristics, chemical composition and aerobic stability of regular and brown midrib millet silages. Animal Feed Science and Technology. 2007; 139: 125-140.

Henderson AR, Seale DR, Anderson DH, Heron SJE The effect of formic acid and bacterial inoculants on the fermentation and nutritive value of perennial ryegrass silages, Proceedings of the eurobac conference. 1986; 93-98. 12-16 August 1986, Uppsala, Sweden.

Henning JC, Collins M, Ditsch D, Garry D. Lacefield Baling Forage Crops for Silage. AGR-173, Director of Cooperative Extension Service, University of Kentucky College of Agriculture, Lexington, and Kentucky State University, Frankfort. 1998.

Holzer M, Mayrhuber E, Danner H, Braun R. The role of Lactobacillus buchneri in forage preservation. Trends in Biotechnology. 2003; 21: 282-287.

Iptas S. Effects of row spacing, support plant species and support plant mixture ratio on seed yield and yield characteristics of hungarian vetch (vicia pannonica crantz). J. Agronomy & Crop Science. 2002; 188: 357-362.

Jones R, Gogerddan P. The importance of quality fermentation in silage making and future trends in forage production, Alltech, 8 th Annual Europan Lecture Tour. 1994; February-21.Marc 9. 33:58.

Jones R Bridging the Protein Gap: Potential of Forage Crops for UK Livestock Production. Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of Alltech's Fourteenth Annual Symposium. Edited by TP Lyons and KA Jacques. 1998; 119:133.

Karadağ Y, Büyükburç U. Forage qualities, forage yields and seed yields of some legume-triticale mixtures under rainfed conditions. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science. 2004; 54:3,140-148.

Kleinschmit DH, Kung JrL. A meta-analysis of the effects of lactobacillus buchneri on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages. J. Dairy Sci. 2006; 89: 4005–4013

Kung JrL, Ranjit NK, Robinson JR, Charley RC. The effect of Lactobacillus buchneri on the fermentation and aerobic stability of barley silage. The XIIth International Silage Conference. Uppsala, Sweden. 1999; 272-273.

Kung L. Silage Fermentation & Additives. 2000-2001 Direct -fed Microbial, Enzyme & Forage Additive Compendium, Miller Publishing Co. 2000 Minnetonka, MN.

Kung JrL. Silage fermentation and additives. Science and Technology in the Feed Industry Proceedings of Allteck's 17th Annual Symposium. 2001; 145:159.

Kung JrL, Ranjit NK. The effect of lactobacillus buchneri and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. J. Dairy Sci. 2001; 84: 1149–1155.

Kung JrL, Taylor CC, Lynch MP, Neylon JM . The effect of treating alfalfa with Lactobacillus buchneri 40788 on silage fermentation, eerobic stability, and nutritive value, J. Dairy Science. 2003; 86:336-343.

Lithourgidis AS, Vasilakoglou IB, Dhima KV, Dordas CA, Yiakoulaki MD. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. Field Crops Research. 2006; 99: 106–113.

Luther RM. Effect of microbial ınoculation of whole-plant corn silage on chemical characteristics, preservation and utilization by steers. J. Anim. Sci 1986; 63:1329-1336.

McDonald P. The Biochemistry of Silage, John Wiley, Sons, Chicter, New York, Brisbane, Toronto. 1981.

Muck R. Silage ınoculation. ınoculation of silage and its effects on silage quality, Dairy Forage Center, 1996 Informational Conference with Dairy and Forage İndustries. 1996.

Mustafa AF, Seguin P. Chemical Composition and in vitro digestibility of whole-crop pea and pea-cereal mixture silage grown in South-western quebec, J. Agronomy & Crop Science. 2004; 190:416-421.

Nia SAM, Wittenberg KM. Use of forage inoculants with or without enzymes to improve preservation and quality of whole crop barley forage ensiled as large bales. Can. J. Anim. Sci. 1999; 79: 525–532.

Nsereko VL, Smiley BK, Rutherford WM, Spiel-bauer A, Forrester KJ, Hettinger GH, et al. Influence of inoculating forage with lactic acid bacterial strains that produce ferulate esterase on ensilage and ruminal degradation of fiber. Animal Feed Science and Technology, 2008;145(1–4), 122–135.

Orak A ve İptaş S. Silo yem bitkileri ve silaj. Çayır Mera Amenajmanı ve Islahı, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. 1999 TÜGEM. Ankara.

Orskov ER, Ryle M. Energy nutrition in ruminants, Elsevier Applied Science. 1990. London and Newyork.

Polat C, Koç F, Özdüven ML. Mısır silajında laktik asit bakteri ve laktik asit bakteri+enzim karışımı inokulantların fermantasyon ve toklularda ham besin maddelerinin sindirilme dereceleri üzerine etkileri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 2005; 2: 13-22.

Ranjit NK, Cohen MA, Smoot RC, Tavares JY, Kung JrL. The effects of Lactobacillus plantarum (LP), L. buchneri (LB) and a propionic acid-based preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage and the aerobic stability of a TMR. J. Dairy Sci. 1998; 81(Suppl. 1):196.

Ranjit NK, Taylor CC, Kung JrL. Effect of Lactobacillus buchneri 40788 on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage. Grass and Forage Science. 2002; 57: 73–81.

Rojas CG, Catrileo AS, Manríquez BM, Calabí FF. An evaluation of the cutting stage on triticale (X Triticosecale Wittmack) for silage. Agrıcultura Técnica (chile). 2004; 64: 34-40.

Sanderson MA. Aerobic stability and in vitro fiber digestibility of microbially inoculated corn and sorghum silages. J Anim Sci. 1993; 71: 505-514.

SPSS (2001) SPSS for Windows, Relase 15.0 Copyright © SPSS inc.

Stefanie JWH, Elferink O, Krooneman J, Gottschal JC, Spoelstra SF, Faber F, Driehuis F. Anaerobic

conversion of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol by lactobacillus buchneri. Applied and Environmental Microbiology. 2001; 67: 125-132.

Supelco (1998). Analyzing fatty acids by packed column gas chromotography, Sigma-Aldrich Corp., Bulletin 856, Bellefonte, PA.

Süzer S. Macar fiği yetiştirilmesi. http://www.ttae.gov.tr/makaleler/macarfigi.htm. 13-02-2009. 2009.

Taylor CC, Ranjit NJ, Mills JA, Neylon JM, Kung JrL. The effect of treating whole-plant barley with lactobacillus buchneri 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for dairy cows. J. Dairy Sci. 2002; 85: 1793-1800.

Taylor CC, Kung JrL. The effect of lactobacillus buchneri 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. J. Dairy Sci. 2002; 85: 1526-1532.

Tilman AD, Sidhu KS. Nitrogen metabolism in ruminants: Rate of ruminal ammonia production and nitrogen utilization by ruminants, A. Rewiev J. Anim. Sci. 1969;28:5, 689-697.

Tosun F. Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri kültürü, A.Ü. Zir. Fak. Yay. No:113. 1974; Erzurum.

Tosun F ve Altın M. Çayır mer'a tesisinin teknik esasları, Çayır Mer'a ve Yem Bitkileri Semineri. No:8 1977; Erzurum.

Wallsten J. Whole-Crop Cereals in Dairy Production. Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå, Swedish. 2008.

Walsh K, O'Kiely P, Moloney AP, Boland TM. Intake, digestibility, rumen fermentation and performance of beef cattle fed diets based on whole-crop wheat or barley harvested at two cutting heights relative to maize silage or ad libitum concentrates. Animal Feed Science and Technology. 2008; 144: 257–278.

Weatherburn MW. Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. Anal. Chem.1967; 39, 971-974.

Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y, Azrieli A, Szakacs G, Filya I. Ensiling whole-crop wheat and corn in large containers with Lactobacillus plantarum and Lactobacillus buchneri. J. Ind. Microbiol. Biotechnol. 2002; 28: 7–11.

Weinberg ZG, Muck RE, Weimer PJ. The survival of silage inoculant lactic acid bacteria in rumen fluid, Journal of Applied Microbiology. 2003; 94: 1066-1071.

ÖZGEÇMİŞ

Ankara'da 1975 yılında doğan Uğur Demirci ilk ve orta öğretimi Ankara'da, lise eğitimini Samsun'da tamamladı. Veteriner Sağlık Teknisyeni olarak 1992 yılında memuriyete başladı. Yozgat, Ankara ve Konya'da görev yaptı. 2004 yılında Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümünden mezun olarak Mühendis ünvanı aldı. Yüksek Lisans eğitimine 2006 yılında Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı'nda başladı.

Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsünde Ziraat Mühendisi olarak görev yapan Uğur Demirci evli ve iki çocuk babasıdır.