



SİLAJ İNOKULANTLARI KULLANARAK YAPILAN ARAŞTIRMALARIN META ANALİTİK DEĞERLENDİRİLMESİ

Gamze Cebe Hotun¹, Yahya Tuncay Tuna¹, Fisun Koç^{1*}

¹Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

*sorumlu yazar: fkoc@nku.edu.tr

Yayın Bilgisi

Geliş Tarihi: 29/03/2019
Revizyon Tarihi: 17/05/2019
Kabul Tarihi: 13/06/2019

Anahtar Kelimeler

Silaj, hayvan performansı, laktik asit bakterisi, meta analiz

Keywords

Silage, animal performance, lactic acid bacteria, meta analysis

Özet

Bu çalışmada, 1989-2016 yılları arasında silaj inokulantlarının *in vivo* ve *in vitro* koşullarda silaj kalitesi ile hayvanlarda verim ve performans üzerine olan etkileri ile ilgili yayınlanmış makale ve bildirimler arasından tam metin erişimli 70 araştırma makalesi incelenmiştir. Araştırmalar, silaj yapılan ana materyal, kullanılan silaj inokulantlarının kimyasal ve fermantasyon parametreleri, hayvan verim ve performans üzerine etkilerine göre sınıflandırılarak her bir araştırmacının yaptıkları analizler ile değerlendirilip detaylandırılmıştır.

Araştırma sonucunda silaj inokulantlarının, silaj fermantasyonunu açısından sadece pH ve bütirik asit (BA) değerlerinde önemli etkiye sahip olduğu ($P<0.05$), hayvan performansına ilişkin ise istatistiki anlamda herhangi bir etkisi olmadığı ($P>0.05$), sonucuna varılmıştır.

Meta Analytical Evaluation of Researches by Using Silage Inoculants

Abstract

In this study, a total of 70 research articles with full text access were reviewed among published articles and papers on the effects of silage inoculants on *in vivo* and *in vitro* in terms of silage quality, animal yield and performance. The researches were categorized according to the main materials used for silage, the chemical and fermentation parameters of the silage inoculants used, the effects on the animal yield and performance and the results of each research.

As a result of the research, it was concluded that silage inoculants have significant effect on pH and butyric acid (BA) values ($P<0.05$) in terms of silage fermentation but do not have any affect on animal performance ($P>0.05$).

1. GİRİŞ

Silaj fermantasyonunda katkı maddesi olarak kullanılmak üzere çeşitli özelliklerde birçok bakteriyel inokulant (bakteriyel kültür) geliştirilmiştir. Silaj yapımında kullanılan bakteriyel inokulantları; belirli dozlarda kullanılmaları durumunda silolanacak kitlede homofermantatif nitelikli fermantasyon olaylarının gelişmesini sağlayacak yoğunlukta laktik asit bakterisi (LAB) ya da gruplarını içeren ürünler olarak tanımlamak mümkündür (Yurtman ve ark. 1997).

İlk üretim dönemlerinde bakteriyel inokulantlar şekerlerin laktik asite dönüşümünü sağlayan epifitik bakteri popülasyonlarını içeren homofermantatif laktik asit bakterilerinden (^{ho}LAB) oluşmaktaydı. ^{ho}LAB çoğunlukla *Lactobacillus*, *Pedicoccus* ve *Enterococcus* cinsi mikroorganizmaları içerirler. Bu inokulantlarının kullanıldığı birçok çalışmada, silajların pH'larını hızla düşürdüğü, laktik asit (LA) ve laktik asit/asetik asit (LA/AA) oranını arttırdığı, asetik asit (AA), bütirik asit (BA), amonyağa bağlı nitrojen (NH₃-N) ve etanol düzeylerini düşürdüğü ve LAB içeriklerini arttırarak silaj fermantasyonunu geliştirdiği saptanmıştır (Weinberg ve ark. 1993; Stokes ve Chen, 1994; Sheperd ve ark. 1995; Moran ve ark. 1996; Meeske ve ark. 1999; Filya ve ark. 2000; Filya, 2002a; Filya, 2002b). Aynı zamanda ^{ho}LAB inokulantlarının silaj fermantasyonunu geliştirmesinin yanında ruminantların süt verimini, canlı ağırlık artışını ve yem değerlendirmede de gelişme sağladıkları bildirilmektedir (Moran ve ark.1996; Kleinmans ve Hooper, 1999; Kung ve ark. 2003). Silajların aerobik dayanıklılığı (silo ömrü) üzerindeki etkilerinin incelendiği araştırma sonuçlarında, bazı araştırmacılar ^{ho}LAB inokulantlarının silajların aerobik dayanıklılıklarını arttırdığını bildirirken (Weinberg ve ark. 1993; Meeske ve Basson, 1999), bazı araştırmacılar ise etkilemediğini (Moran ve ark. 1996) veya aerobik dayanıklılığı düşürerek, silajlarda gözle görülür bir küflenme ve yoğun karbondioksit gazı üretimine neden olduklarını bildirmişlerdir (Stokes ve Chen, 1994; Meeske ve Basson, 1998; Filya, 2002b; Polat ve ark. 2005; Özduven ve ark. 2010). Bunun üzerine yapılan çalışmalar sonucunda heterofermantatif bir laktik asit bakterisi (^{het}LAB) olan *L. buchneri*'nin maya ve küf üremesini durdurduğu ilk olarak 1995 yılında ortaya çıkarılmış, 1996 yılında da silajlarda kullanılması önerilmiştir (Holzer ve ark. 2003; Adesogan 2008).

Son zamanlarda ise ^{het}LAB inokulantlarının aerobik stabilizeyi artırıcı etkisine ek olarak fermentasyon özelliklerini de arttırmak için ^{ho}LAB ile birlikte veya iki yönlü inokulantların geliştirilmesi yoluna gidilmiştir (Adesogan, 2008). Silaj inokulantları ile yapılan çalışmaların ağırlıklı olarak laboratuvar koşullarında yürütülmüş olması ve araştırma sonuçları arasında tutarsızlıklar olması nedeni ile, ortak konularda bilimsel çalışmalar yapan araştırmacıların, elde ettiği sonuçların derlenmesinin bundan sonra konuyla ilgili olarak çalışan araştırmacılara büyük kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada, LAB ile farklı araştırmacılar tarafından yapılan araştırmaların sonuçlarının bir

çalışma altında kronolojik olarak derlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca çalışmaların çalışması olarak tanımlanan META analiz yöntemi kullanılarak belirli etki büyüklükleri (silaj fermantasyonuna ilişkin parametreler ve ve hayvan performansına ilişkin özellikler) ile elde edilecek literatürler sınıflandırılarak yıllar bazında bu etki büyüklüklerinin eğilimi ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1 Materyal

Araştırmanın materyalini günümüze kadar farklı üniversite, araştırma kurumu ve kuruluşlarında görev yapmış ve yapmakta olan araştırmacılar, tarafından yürütülmüş olan silaj inokulantlarının *in vivo* ve *in vitro* koşullarda hayvanlarda verim ve performans üzerine etkiler ile ilgili çalışmalar oluşturmuştur (Araştırma makaleleri, sempozyum ve tezler).

2.2. Yöntem

Çalışmada kullanılan veri tabanları; Science Direct, ProQuest, Medline, YÖK Bilgi Erişim Merkezi/Kütüphanesi. Veri tabanları kullanılarak elde edilen literatürler iki aşamalı değerlendirilmiştir.

I. Aşama; Bu kısımda ilgili literatürler kronolojik olarak değerlendirilmiş; ayrıca çalışmalar tanımlanarak, yıllara göre dağılımları verilmiştir. Ayrıca ilgili literatürlerde kullanılan materyaller ile parametreler konusunda istatistik bilgiler özetlenmiştir.

II. Aşama; Bu kısımda literatürler yine kronolojik olarak ancak çalışmalarda kullanılan parametreler bazında derlenmiştir. Bu çalışmada kimyasal ve fermantasyon özellikleri olarak silajlarda kuru madde (KM), pH, ham protein (HP) asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), nötral deterjan çözünmeyen lif (NDF), suda çözünbilir karbonhidrat (SÇK), amonyağa bağlı nitrojen (NH₃-N), amonyağa bağlı nitrojenin toplam nitrojene oranı (NH₃-N/TN), laktik asit (LA), asetik asit (AA) ve bütirik asit (BA) kullanılmıştır. Silajlarda inokulant kullanımının hayvan performansına etkilerine ilişkin özellikler olarak ise organik madde (OM) sindirilebilirliği, kuru madde (KM) sindirilebilirliği, ham protein (HP) sindirilebilirliği, NDF ve ADF sindirilebilirliği, canlı ağırlık artışı (CAA), süt verimi (SV) ile yem değerlendirme oranı (YDO) yer almıştır.

Çalışmada, inokulant kullanılan ve kullanılmayan bağımsız grupların karşılaştırılmasında T testi kullanılmıştır. Elde edilen veriler ışığında, etkinin genel boyutu ve hangi durumlarda etkinin daha fazla ve daha az olduğu ortaya konulmaya çalışılmıştır.

3. BULGULAR

Bu çalışmada, 1989-2016 yılları arasında silaj inokulantlarının *in vivo* ve *in vitro* koşullarda hayvanlarda verim ve performans üzerine olan etkileri ile ilgili yayınlanmış makale ve bildirimler arasından tam metin erişimli 70 araştırma makalesi incelenmiştir (Çizelge 1). Araştırma makaleleri, silaj yapılan ana materyal, kullanılan silaj inokulantlarının fermantasyon parametreleri, hayvanlarda verim ve performans üzerine etkilerine göre sınıflandırılarak her bir araştırmacının yaptıkları analizler ile değerlendirilip detaylandırılmıştır.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan çalışmalara ilişkin tanımlayıcı özetler

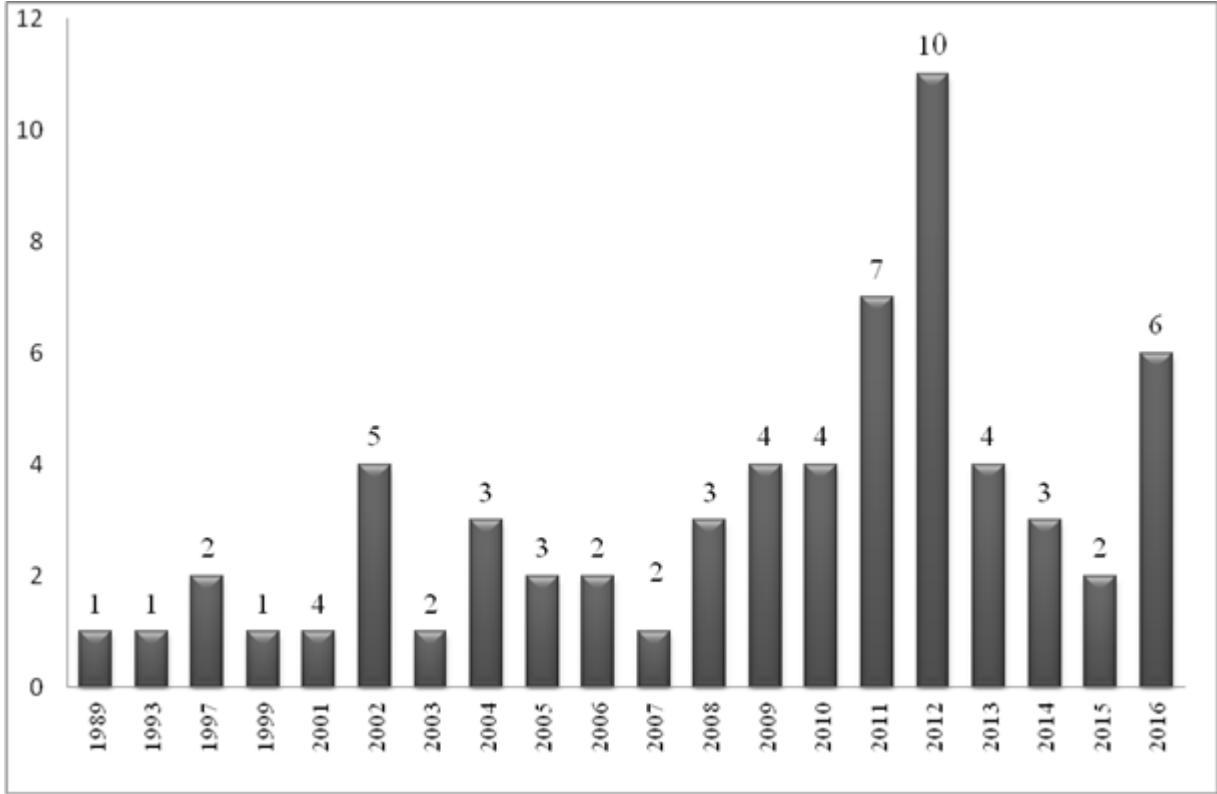
	Literatür	Materyal	Kimyasal ve fermantasyon parametreleri	Sindirilebilirlik	Hayvan performansı
1	Wohlt (1989)	Mısır	-	-	SV
2	Kung ve ark. (1993)	Mısır	KM, HP, NDF, ADF, pH, LA, AA, BA	-	SV
3	McAllister ve ark. (1997)	Yonca	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	KM, OM, NDF, ADF	CAA, YDO
4	Meeske ve ark. (1997)	Mısır	KM, HP, NDF, SÇK, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	OM	CAA, YDO
5	Meeske ve ark. (1999)	Ot silajı	KM, HP, NDF, SÇK, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	KM, OM, NDF,	-
6	Filya (2001)	Mısır	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N, pH, LA, AA, BA	KM, OM, NDF, ADF	-
7	Meeske ve ark. (2002)	Yulaf	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	OM	SV
8	Rodrigues ve ark. (2002)	Mısır	-	KM, OM	-
9	Filya ve ark. (2002)	Mısır	KM, HP, NDF, ADF, ADL, NH ₃ -N, SÇK, HK, pH, LA, AA, BA	KM, OM, NDF, ADF	-
10	Ranjit ve ark. (2002)	Mısır	-	KM, OM, NDF	SV
11	Taylor ve ark. (2002)	Arpa	KM, HP, NDF, ADF, ADL, NH ₃ -N, SÇK, HK, pH, LA, AA, BA	KM, OM	SV
12	Meeske ve ark. (2002)	Mısır	KM, HP, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	OM	CAA, SV
13	Filya (2003)	Buğday	KM, HP, NDF, SÇK, NH ₃ -N, HK, pH, LA, AA, BA	KM, OM, NDF	-
14	Filya (2003)	Sorgum	KM, HP, NDF, SÇK, NH ₃ -N, HK, pH, LA, AA, BA	KM, OM, NDF	-
15	Filya (2003)	Mısır	KM, HP, NDF, SÇK, NH ₃ -N, HK, pH, LA, AA, BA	KM, OM, NDF	-
16	Combs ve Hoffman (2003)	Mısır	KM, HP, NDF, ADF, pH, LA, AA, BA	OM, HP, NDF, ADF	-
17	Kung ve ark. (2003)	Yonca	KM, HP, NDF, ADF, ADL, NH ₃ -N, SÇK, HK, pH, LA, AA, BA	OM, KM	SV
18	Filya ve ark. (2004)	Mısır	KM, HP, SÇK, NH ₃ -N, HK, pH, LA, AA, BA	KM, OM	CAA, YDO
19	Aksu ve ark. (2004)	Mısır	KM, HP, NDF, ADF, pH, LA, AA, BA	KM, OM, HP, NDF, ADF	-
20	Vrotniakiene ve Jatkauskas (2004)	Baklagil ot	pH	-	CAA, et kalitesi
21	Okine ve ark. (2005).	Patates posası	KM, HP, NDF, ADF, pH, LA, AA, BA	HP, NDF	CAA, YDO
22	Polat ve ark. (2005)	Mısır	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N, pH, LA, AA, BA	KM, OM, HP	-
23	West ve ark. (2005)	TMR	-	-	SV
24	Sucu ve Filya (2006)	Buğday	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N, pH, LA, AA, BA	KM, OM	-
25	Filya ve ark. (2006)	Mısır	KM, HP, SÇK, NH ₃ -N, pH, LA, AA, BA	KM, OM, NDF	-
26	Raeth-Knight ve ark. (2007)	Mısır	-	KM, HP, NDF	SV
27	Weinberg ve ark. (2007)	Mısır	KM, HP, SÇK, NH ₃ -N, pH, LA, AA, BA	KM, OM, NDF	-
28	Başkavak ve ark. (2008),	Buğday	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	KM, OM	-
29	Jatkauskas ve Vrotniakiene (2008)	Ot silajı	KM, HP, SÇK, NH ₃ -N//TN	-	SV
30	Abdelhadi ve ark. (2009)	Sorgum	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N//TN, pH,	KM, OM, NDF, HP	-
31	Nkosi ve ark. (2009)	Mısır	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	OM, HP, NDF, ADF	-
32	Rowghani ve Zamiri (2009)	Mısır	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, pH, LA, AA, BA	KM-	-
33	Özdüven ve ark. (2009)	Ayçiçeği	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	KM, OM, NDF, ADF	-
34	Kristensen ve ark. (2010)	Mısır	KM, pH, LA, AA, BA	OM, HP	SV
35	Olt ve ark. (2010)	Kırmızı üçgül	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	KM, HP	-
36	Özdüven ve ark. (2010)	Tritikale	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	KM, OM	-
37	Thomas ve ark. (2010),	Patates posası-Buğday kepeği	KM, HP, NDF, ADF,	-	CAA, YDO
38	Baah ve ark. (2011)	Arpa	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	KM, OM	-
39	Bayatkouhsar ve ark. (2011)	Mısır	-	KM, OM, NDF, ADF	SV
40	Demirci ve ark. (2011)	Tritikale	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N, pH, LA, AA, BA	-	CAA
41	Jayme ve ark. (2011)	Ot silajı	KM, HP, NH ₃ -N//TN, pH	KM, HP	-
42	Keles ve Demirci (2011)	Tritikale Macar fiğ	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	-	CAA, YDO
43	Arriola ve ark. (2011)	Mısır	KM, HP, NDF, ADF	KM, OM, NDF	SV
44	Vakily ve ark. (2011)	Mısır	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N, pH, LA, AA, BA	KM	-
45	Mohammadzadeh ve ark. (2012)	Mısır	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	OM, HP, NDF	-

Çizelge 1. Devamı

	Literatür	Materyal	Kimyasal ve fermentasyon parametreleri	Sindirilebilirlik	Hayvan performansı
46	Bayatkouhsar ve ark. (2012)	Mısır	KM, HP, NDF, SÇK, NH ₃ -N, pH	KM, HP	-
47	Acosta-Aragon ve ark. (2012)	Ot silajı	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, OA	-	SV, YDO
48	Addah ve ark.(2012)	Arpa	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	KM, NDF	-
49	Bass ve ark. (2012)	Ot silajı	ADF, NDF	KM	-
50	Haghparvar ve ark. (2012)	Mısır	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, pH	KM, OM	-
51	Mohammed ve ark. (2012)	Yonca	KM, HP, NDF, ADF, pH, LA, AA, BA	HP	SV
52	Postulka ve ark. (2012)	Yonca	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N, pH, LA, AA, BA	KM	-
53	Hafez ve ark (2012)	Mısır	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N, pH, LA, AA, BA	KM	-
54	Rota ve ark.(2012)	Mısır	KM, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	KM	-
55	Diaz ve ark. (2013)	Dane Mısır	KM, SÇK, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	KM	CAA
56	Muck ve ark. (2013)	Yonca	KM, NDF, pH, LA, AA, BA	-	CAA
57	Muck ve ark. (2013)	Mısır	KM, NDF, pH, LA, AA, BA	-	CAA
58	Queiroz ve ark.(2013)	Mısır	KM, HP, NDF, ADF	KM, OM, NDF	SV
59	Addah ve ark. (2014)	Arpa	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	-	CAA
60	Wang ve ark. (2014)	Ot silajı	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	KM, OM, NDF, ADF	-
61	Diler ve Aydın (2015)	Mısır	-	-	SV
62	Silva ve ark. (2014)	Ot silajı	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N, pH,	KM	-
63	Cezário ve ark. (2015)	Ot silajı	KM, HP, NDF, ADF, SÇK, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	KM, OM	-
64	Rigueira ve ark. (2015)	Soya fasulyesi	KM, HP, NDF, ADF	KM, HP, NDF	CAA, YDO
65	Nurjana ve ark. (2016)	Ot silajı	KM, HP, NDF, ADF, NH ₃ -N, pH, LA, AA, BA	KM, OM	-
66	Jobim ve ark. (2016)	Buğday	KM, HP, NDF, ADF, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	KM	-
67	Lee ve ark. (2016)	Arpa	KM, HP, NDF, ADF, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	KM	-
68	Lee ve ark. (2016)	Tritikale	KM, HP, NDF, ADF, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	KM	-
69	Rodríguez ve ark. (2016)	Mısır	KM, HP, NDF, ADF, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	KM, HP, NDF	-
70	Jatkauskas ve Vrotniakiene (2016)	Ot silajı	KM, HP, NH ₃ -N//TN, pH, LA, AA, BA	-	SV

Silaj inokulantlarına ilişkin çalışmalar genel anlamda değerlendirildiğinde çalışmaların çoğunun laboratuvar ağırlıklı olduğunu söylemek mümkündür. Araştırmaların değerlendirildiği 1989-2016 yılları arasında toplam 70 adet çalışmaya

ulaşmıştır. Bu çalışmaların yıllara göre dağılımına bakıldığında 2011-2012 yılları arasındaki dönemde silaj inokulantlarının hayvanlarda verim ve performansa yönelik çalışma sayısının arttığını söylemek mümkündür (Şekil 1).

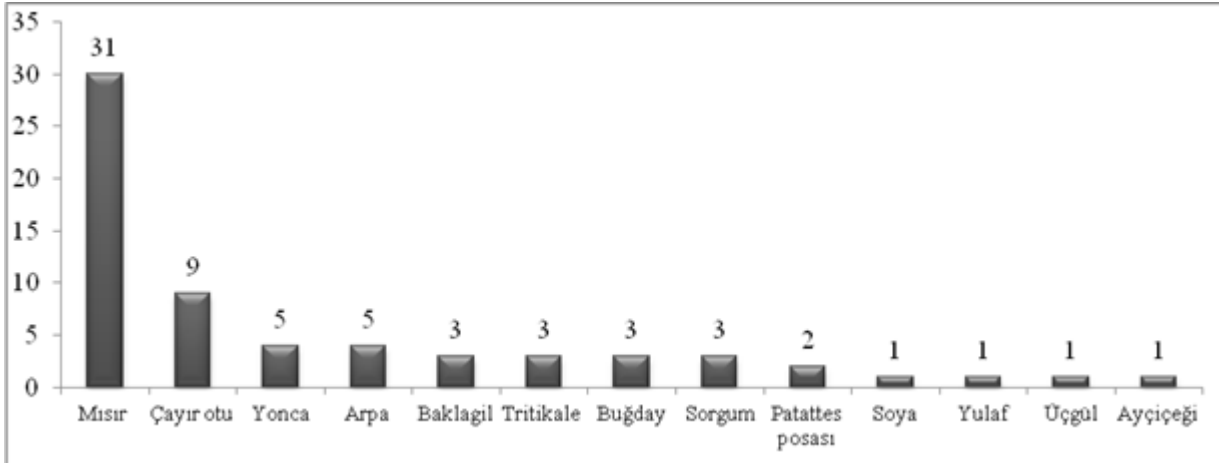


Şekil 1. Silaj çalışmalarının yıllara göre dağılımı

Silaj ana materyali

Bu çalışmada incelenen silajlar, ana materyallerine göre değerlendirildiğinde 13 farklı bitkisel materyal karşımıza

çıkılmaktadır (Şekil 2). Yapılan silajlar içinde mısır ilk sıralarda yer almaktadır. Mısıra çayır otu, arpa ve yonca silajları takip etmektedir.



Şekil 2. Araştırmada kullanılan silaj materyalleri

Silaj inokulantlarının mikrobiyal kompozisyonuna ilişkin veriler

Silaj inokulantlarının mikrobiyal kompozisyonuna ilişkin veriler değerlendirildiğinde, çalışmada ^{ho}LAB inokulantlarının daha yaygın olarak kullanıldığını söylebiliriz. Nitekim çalışmaların 63 tanesinde ^{ho}LAB kullanılırken, 5 tanesinde ^{het}LAB ve 8 tanesinde ise ^{ho}LAB ve ^{het}LAB birlikte

kullanılmıştır. Araştırmaların bazılarında ise 2 veya 3 inokulantta birlikte kullanılmıştır.

Silajların kimyasal ve fermentasyon parametrelerine ilişkin veriler

Yapılan araştırmalarda silajların kalitesini belirlemede kullanılan kimyasal KM, pH, HP, ADF, NDF ve fermentasyon parametreleri olarak SÇK, NH₃-N, NH₃-N/TN, LA, AA, BA analizleri değerlendirmeye alınmıştır. Çizelge 2' de silaj kalitesine ilişkin fermentasyon parametreleri ve ortalama değerleri toplu olarak sunulmuştur. Çizelge 3' te fermentasyon parametrelerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler değerlendirildiğinde silajlarda inokulant kullanımının fermentasyon parametreleri açısından sadece pH ve BA düzeyi üzerine istatistiki anlamda bir etkisi olmuştur (P<0.05). Diğer parametreler açısından istatistiki anlamda bir etkisi tespit edilmemiştir (P>0.05).

Silajların sindirilebilirlik parametrelerine ilişkin veriler

Çizelge 4'te sindirilebilirlik parametrelerine ilişkin (sindirilebilir KM, OM, HP, ADF ve NDF) veriler silajlık matelyallere göre ayrı ayrı verilmiştir. Çizelge 5'te sindirilebilirlik parametrelerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler değerlendirildiğinde silajlarda inokulant kullanımının sindirilebilirlik parametreleri açısından istatistiki anlamda bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Silajların hayvan performansı parametrelerine ilişkin veriler

Çizelge 6'da performans parametrelerine ilişkin (CAA, SV, YDO) veriler silajlık matelyallere göre ayrı ayrı verilmiştir. Hayvan performans parametrelerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler değerlendirildiğinde silajlarda inokulant kullanımının hayvan performansı üzerine istatistiki anlamda bir etkisi olmamıştır (P>0.05), (Çizelge 7).

Çizelge 2. Silaj kalitesine ilişkin fermentasyon parametreleri

Ürün	Muameleler	Parametreler										
		KM, %	pH	HP, % KM	ADF, % KM	NDF, % KM	SÇK, g/kg KM	NH ₃ -N, g/kg KM	NH ₃ -N/TN, g/kg KM	LA, g/kg KM	AA, g/kg KM	BA, g/kg KM
Mısır	Kontrol	24.94±1.24	3.87±0.04	7.43±0.28	30.91±1.39	54.92±1.46	14.42±3.04	0.76±0.11	3.24±0.63	36.11±7.38	-	-
	İnokulant	23.88±1.11	3.78±0.03	7.66±0.34	30.57±1.28	55.12±1.72	16.25±3.20	0.58±0.11	3.11±0.59	42.77±8.28	-	-
Üçgül	Kontrol	25.6±0.00	5±0	17.8±0	26±0	41.4±0	-	-	63.3±0	73.7±0	8.32±0	23.87±0
	İnokulant	28.23±0.11	4.2±0	17.07±0.14	25.27±0.16	40.75±0.51	-	-	16.15±0.29	110.57±6.40	8.65±0.20	0.2±0.06
Tritikale+fiğ	Kontrol	41.06	4.60±0.03	6.01±30.57	38.48±0.48	57.21±1.06	29.4±11.49	0.1±0	84.62±25.18	41.32±12.11	12.28±4.46	0.157±0.08
	İnokulant	40.69	4.33±0.14	6.06±30.78	36.84±1.24	56.22±1.46	29.72±11.50	0.08±0	72.5±25.18	47.86±16.21	14.61±7.80	0.242±0.10
Yonca	Kontrol	43.24	4.62±0.12	17.75±1.50	35.76±2.48	41.61±2.45	27.7±0	0.21±0.01	6.7±0	40.43±12.99	5.65±2.01	0.19±0.08
	İnokulant	40.33	4.45±0.09	18.13±1.40	36.08±2.66	41.73±2.26	18.7±0	0.15±0.01	6.5±0	48.72±15.66	4.84±2.03	0.20±0.09
Baklagil ot	Kontrol	26.47±0.07	4.55±0.17	14.82±0.11	36.59±3.40	48.71±3.08	26.7±17.3	-	33.58±23.91	35.46±1.28	27.88±0.34	1.6±0.55
	İnokulant	27.81±0.09	4.34±0.09	16.13±0.23	36.01±3.39	47.98±2.42	28.35±17.65	-	26.40±1.59	46.03±1.88	26.04±6.12	0.18±0.04
Sorgum	Kontrol	36.45	4.42±0.29	6.2±0.9	-	41.2±1.5	107±27	-	50±6	-	-	-
	İnokulant	37.05	4.5±0.33	6±0.8	-	41.85±0.15	124±20	-	48.5±4.5	-	-	-
Patates posası	Kontrol	45.75±11.12	-	10.35±5.45	21.57±12.12	30.55±4.75	-	-	-	-	-	-
	İnokulant	40.95±10.10	-	10.53±5.57	22.3±11.1	31.3±3.7	-	-	-	-	-	-
Yulaf	Kontrol	31.7	4.56	9.5	35.3	56.4	49	-	87	24	6.4	-
	İnokulant	32.8	4.52	9.2	35.1	55.9	61	-	87	28	6.4	-
Arpa	Kontrol	37.93±0.11	4.6±0.39	12.96±0.42	25.91±0.93	43.56±0.95	62.09±29.84	-	24.84±10.37	184.85±128.54	14.26±1.96	0.014±0.014
	İnokulant	36.92±0.09	4.3±0.22	12.58±0.51	26.74±1.36	45.12±1.01	27.14±7.52	-	28.48±10.42	117.43±51.74	20.32±7.25	0.014±0.014
Soya	Kontrol	25.61	-	20.1	36.17	52.52	-	-	-	-	-	-
	İnokulant	24.84	-	19.83	35.97	52.65	-	-	-	-	-	-
Buğday	Kontrol	33.96±0.12	4.33±0.16	11.05±1.16	33.38±0.86	54.53±1.36	8.95±3.35	-	63.85±27.62	28.76±5.89	1.21±0.36	0.57±0
	İnokulant	35.17±0.17	4.2±0.14	10.8±1.21	32.11±0.62	53.35±1.14	16.33±3.83	-	50.74±20.50	33.23±7.49	0.66±0.13	0.22±0
Çayırotu	Kontrol	21.38±1.90	4.56±0.16	9.94±1.64	38.74±1.51	67.89±3.06	23.07±10.08	2.6±1.77	72.99±16.94	30.67±9.08	22.46±7.86	0.82±0.44
	İnokulant	21.18±1.17	4.35±0.16	9.88±1.56	38.57±1.54	66.47±3.06	19.97±6.07	2.3±1.35	55.99±12.51	35.47±4.72	19.45±4.45	0.82±0.39
Ayçiçeği	Kontrol	23.92	4.22	9.91	36.53	44.97	19.68	-	81.34	5.96	1.57	-
	İnokulant	23.41	3.99	9.53	36.54	43.62	22.29	-	68.47	7.56	1.47	-

Çizelge 3. Silajların kimyasal ve fermantasyon parametrelerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Parametreler	n	Kontrol				İnokulant				P
		Ortalama	Minimum	Maksimum	SH	Ortalama	Minimum	Maksimum	SH	
KM, %	71	33.06	21.38	45.75	1.47	32.93	21.18	40.95	1.36	Ö.D
pH	68	4.266	3.87	5.00	0.06	4.08	3.78	4.52	0.04	0.05
HP,% KM	65	14.63	6.20	60.14	2.73	14.74	6.0	60.62	2.75	Ö.D
ADF, % KM	55	32.45	21.57	38.74	0.91	32.15	22.3	38.57	0.87	Ö.D
NDF, % KM	64	51.76	30.55	67.89	1.30	51.63	31.3	66.47	1.30	Ö.D
SÇK, g/kg KM	42	27.21	8.95	107	4.92	25.90	16.25	124	4.27	Ö.D
NH ₃ -N, g/kg KM	15	0.82	0.10	0.76	0.26	0.66	0.08	0.58	0.23	Ö.D
NH ₃ -N/TN, g/kg KM	41	42.11	3.24	84.62	6.29	32.54	3.11	72.5	5.27	Ö.D
LA, g/kg KM	58	51.35	5.96	184.85	11.98	53.65	7.56	117.43	6.68	Ö.D
AA, g/kg KM	56	11.27	1.57	27.88	1.60	11.05	1.47	26.04	1.68	Ö.D
BA, g/kg KM	43	2.79	0.014	23.87	1.06	0.33	0.014	0.82	0.13	0.05

KM: Kuru madde, HP: Ham protein, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, NDF: Nötral deterjanda çözünmeyen lif, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat,

NH₃-N: Amonyaga bağlı nitrojen, TN: Toplam nitrojen, LA: Laktik asit, AA: Asetik asit, BA: Bütirik asit, SH: Standard hata, P: Önem düzeyi, Ö.D: Önemli değil

Çizelge 4. Silajların sindirilebilirlik parametrelerine ilişkin veriler, %

Ürün	Parametreler	n	Kontrol	İnokulant	Ürün	Parametreler	n	Kontrol	İnokulant
Mısır	KM	23	65.98±2.48	67.46±2.41	Baklagil	KM	0	.	.
	OM	16	71.56±1.94	73.56±1.99		OM	0	.	.
	HP	12	64.19±2.88	64.85±3.55		HP	1	9.5	10.3
	ADF	8	44.63±5.77	43.97±5.46		ADF	0	.	.
	NDF	12	53.01±2.87	53.98±2.49		NDF	0	.	.
Üçgül	KM	4	63.1±0.00	63.8±0.58	Ayçiçeği	KM	1	53.32	53.59
	OM	0	.	.		OM	1	54.23	55.79
	HP	4	81.82±0.27	78.1±0.47		HP	1	55.54	57.71
	ADF	0	.	.		ADF	1	35.39	34.9
	NDF	0	.	.		NDF	1	46.75	47.02
Tritikale+fiğ	KM	2	56.1±1.5	56.55±1.75	Patates posası	KM	0	.	.
	OM	1	60.1±0.00	61.47±0.00		OM	0	.	.
	HP	0	.	.		HP	1	80	94
	ADF	0	.	.		ADF	0	.	.
	NDF	0	.	.		NDF	1	61.7	65.7
Yonca	KM	6	72.00±2.47	72.17±2.41	Yulaf	KM	0	.	.
	OM	1	64±0.00	67.8±0.00		OM	1	67.2	67.6
	HP	1	24.8±0.00	25.5±0.00		HP	0	.	.
	ADF	1	40±0.00	39.9±0.00		ADF	0	.	.
	NDF	1	50.9±0.00	45.4±0.00		NDF	0	.	.
Buğday	KM	3	55.03±3.51	56.22±0.00	Arpa	KM	3	60.97	59.65
	OM	2	53.66±1.63	54.84±0.00		OM	1	54.48	51.78
	HP	0	.	.		HP	0	.	.
	ADF	0	.	.		ADF	0	.	.
	NDF	0	.	.		NDF	1	32.16	35.12
Çayırotu	KM	8	58.43±3.85	60.05±4.00	Soya	KM	1	59.1	60.24
	OM	5	61.55±3.45	64.66±3.79		OM	0	.	.
	HP	4	52.96±15.09	58.49±16.33		HP	1	56.26	55.76
	ADF	2	63.05±0.85	67.9±1.70		ADF	0	.	.
	NDF	3	64.83±0.54	66.7±2.45		NDF	1	49.74	49.66

Çizelge 5. Silajların sindirilebilirlik parametrelerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler (%)

Parametreler	n	Kontrol				İnokulant				P
		Ortalama	Minimum	Maksimum	SH	Ortalama	Minimum	Maksimum	SH	
KM	51	63.57	53.32	72.00	1.473	64.60	53.59	72.17	1.46	Ö.D
OM	28	66.43	53.66	71.56	1.765	68.37	51.78	73.56	1.85	Ö.D
HP	25	61.42	24.8	81.82	4.146	62.71	25.5	78.10	4.30	Ö.D
ADF	12	46.54	35.39	63.05	4.448	46.86	34.9	67.90	4.62	Ö.D
NDF	20	68.07	32.16	64.83	13.499	70.34	35.12	66.70	14.92	Ö.D

KM: Kuru madde, OM: Organik madde, HP: Ham protein, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, NDF: Nötral deterjanda çözünmeyen lif, SH: Standart Hata, P: Önem düzeyi, Ö.D: Önemli değil

Çizelge 6. Silaj inokulantlarının hayvan performans parametrelerine ilişkin veriler

Ürün	Parametreler	n	Kontrol	İnokulant	Ürün	Parametreler	n	Kontrol	İnokulant
Mısır	CAA g/gün	6	277.55±58.77	293.29±61.69	Baklagil	CAA g/gün	1	141.2±±0.00	153±±0.00
	SV kg/gün	6	32.51±3.64	32.41±3.59		SV kg/gün	2	16.6	17.45
	YDO	2	6.37±1.43	5.74±0.815		YDO	1	5.93	5.77
Üçgül	CAA g/gün	4	-	-	Ayçiçeği	CAA g/gün	1	-	-
	SV kg/gün	4	-	-		SV kg/gün	1	-	-
	YDO	0	-	-		YDO	1	-	-
Tritikale+fığ	CAA g/gün	3	70.86±0.13	80.6±5.96	Patates posası	CAA g/gün	1	38.6	38.8
	SV kg/gün	0	-	-		SV kg/gün	0	.	.
	YDO	3	15.53±2.53	14.16±1.51		YDO	1	7.02	7.14
Yonca	CAA g/gün	1	892±±0.00	1016±±0.00	Yulaf	CAA g/gün	0	.	.
	SV kg/gün	1	36.9±±0.00	37.7±±0.00		SV kg/gün	1	16.7	17.7
	YDO	1	7.25±±0.00	6.84±±0.00		YDO	0	-	-
Buğday	CAA g/gün		-	-	Arpa	CAA g/gün	2	215.8±0.20	212.6±1.40
	SV kg/gün		-	-		SV kg/gün	0	.	.
	YDO		-	-		YDO	0	.	.
Çayırotu	CAA g/gün	0	-	-	Soya	CAA g/gün	1	132	145
	SV kg/gün	1	18.4	19.7		SV kg/gün	0	-	-
	YDO	0	-	-		YDO	1	5.86	5.99

CAA: Canlı ağırlık artışı, SV: Süt verimi, YDO: Yem değerlendirme oranı,

Çizelge 7. Silaj inokulantlarının hayvan performans parametrelerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Sindirilebilirlik	n	Kontrol				İnokulant				P
		Ortalama	Minimum	Maksimum	SH	Ortalama	Minimum	Maksimum	SH	
CAA g/gün	15	234.22	38.6	892	57.14	251.97	38.8	1016	64.22	Ö.D
SV kg/gün	11	27.30	16.6	32.51	3.12	27.68	17.45	32.41	3.00	Ö.D
YDO	9	9.48	5.86	7.25	1.70	8.85	5.74	6.84	1.41	Ö.D

CAA: Canlı ağırlık artışı, SV: Süt verimi, YDO: Yem değerlendirmeoranı, SH: Standart Hata, P: Önem düzeyi, Ö.D: Önemli değil

4. TARTIŞMA

Silaj inokulantların fermantasyon parametreleri üzerine etkileri

Silaj inokulantların silaj fermantasyonu üzerine başlıca etkileri, fermantasyon sonunda oluşan ürünlerde inokulanta kullanılan LAB türünün özelliğine göre oluşan değişikliklere yöneliktir. Silaj inokulantlarında ilk olarak ^{ho}LAB bakterisi olan *Lactobacillus plantarum* kullanılmıştır. *Lactobacillus plantarum*'un büyüme hızının, asit toleransının ve LA üretim kapasitesinin yüksek olması önemli bir avantaj olarak kabul edilmekteydi. Daha sonraki süreçlerde *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 araştırmalar yaklaşık %60'ında inokulantların silaj pH'sı, LA:AA oranı NH₃-N düzeylerinde iyileşmeye yol açtığı belirlenmiştir. 1990- 1995 yıllarında yapılan araştırmalarda ise ^{ho}LAB'nin özellikle mısır ve küçük taneli buğdaygil bitki silajlarında aerobik stabilite üzerine olumsuz etkileri gözlenmiştir. ^{ho}LAB inokulantlarının mayaların üretimini inhibe eden AA miktarını düşürüp, LA miktarını arttırmasının aerobik stabiliteyi azalttığı, artan LA mayaların üremesi için bir substrat olduğu hatta LA'in mayalar tarafından CO₂ ve suya ayrıştırıldığı ileri sürülmüştür (Adesogan, 2008). Daha sonraki süreçte, ^{het}LAB 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 yıllarda ise ^{het}LAB *L. buchneri* inokulantlarının aerobik stabiliteyi artırıcı etkisine ilave olarak fermantasyon özelliklerini de artırmak için ^{ho}LAB ile kombine ya da iki yönlü inokulantların geliştirilmesi yoluna gidilmeye başlanmıştır (Adesogan, 2008). Bu araştırma verileri de değerlendirildiğinde benzer sonuçlara ulaşılmaktadır. Çalışmaların 63 tanesinde ^{ho}LAB kullanılırken, 5 tanesinde ^{het}LAB ve 8 tanesinde ise ^{ho}LAB ve ^{het}LAB birlikte kullanılmıştır. Çalışmalarda ağırlıklı olarak fermantasyon parametrelerini iyileştirmeye yönelik ^{ho}LAB kullanılmıştır. Araştırma verileri dikkate alındığında inokulant kullanımının fermantasyon parametreleri açısından sadece pH, ve BA düzeyi üzerine istatistiki anlamda bir etkisi olmuştur. Diğer parametreler açısından istatistiki anlamda bir etki tespit edilmemiştir. Nitekim bu konuda yapılan araştırmaların bir bölümünde inokulant kullanımıyla silaj fermantasyonu üzerinde her zaman olumlu bir etkinin görülmediği bildirilmiştir (Muck, 1996; Kung, 2001). Mısır silajına inokulant ilavesiyle tutarsız sonuçlar alındığı ve inokulant kullanılarak yapılan araştırmaların sadece %40'ında fermantasyonda gelişmeler tespit edildiği; bununla beraber baklagil ve çayır otlarına bakteriyel inokulant ilavesiyle yapılmış çalışmaların %66'sında fermantasyonda gelişmeler sağlandığı bildirilmiştir (Muck, 2000). İnokulant kullanımıyla silaj fermantasyonunda bir gelişmenin görülmemesinin muhtemel sebeplerinden biri, hasat esnasında silaj

yapılacak materyaldeki doğal LAB'ın popülasyonunun bileşimi ve sayısıdır. Biçim öncesi bitki üzerindeki aktif bakteri sayısının 10⁶ cfu g⁻¹ kadar değiştiği bildirilmektedir (Jones ve Gogerddan, 1994). Genel olarak inokulantların baklagil ve çayır silajlarına kıyasla mısır silajında daha az başarılı olmasının muhtemel sebebinin, mısır bitkisindeki doğal LAB popülasyonunun yonca bitkisinden 10 kat daha yüksek olması dolayısıyla inokulant LAB'ının doğal bakterileri baskılayıp bir etki göstermesini zorlaştırması olarak gösterilmektedir (Muck, 2000). İnokulantların silaj fermantasyonunda etkisiz olmasının diğer bir sebebi de doğal LAB popülasyonunun, inokulant LAB'ına benzer şekilde fermantasyonu etkilemesidir. Mısır silajındaki doğal fermantasyonda tipik olarak yüksek LA ve düşük AA oluşumuyla pH'nın düşük olması (3.8-3.9), zaten iyi gelişen doğal fermantasyonda inokulantların önemli gelişmeler göstermesini güçleştirmektedir (Muck, 2000). Diğer bir sebep de inokulant LAB'ının silolanan materyalle interaksyondur. İnokulantlarda kullanılan bütün *L. plantarum* hatları aynı hızda gelişmemekte, bazı *L. plantarum* hatlarının gelişimi yoncada, bazılarının ise mısırdaki daha iyi olabilmektedir (Muck, 1996). Bu nedenle silaj yapılacak belirli bir materyalde gelişimi tatminkâr olan bir hattın başka bir materyaldeki mevcut doğal popülasyonla rekabet edemeyeceği ve belirli silajlık materyaller için geliştirilmiş inokulantların diğer materyallerde kullanılmaması gerektiği bildirilmiştir (Muck, 2000). İnokulantların silaj fermantasyonu üzerinde etkisiz olmasındaki bir diğer sebebi de bakteriofajlardır. *Lactobacillus plantarum* hatlarının bakteriofajlardan etkilendikleri ve başarılı bir fermantasyon için diğer koşullar yeterli olduğu durumlarda inokulantların fermantasyon üzerinde bir etkisinin olmamasının olası sebebinin bakteriofajlar olabileceğinin düşünülmesi gerektiği bildirilmiştir (Muck, 1996). Tüm bu sebepler dikkate alındığında materyallerin büyük bir çoğunluğunu mısır silajının oluşturması ve ağırlıklı olarak çalışmalarda ^{ho}LAB kullanılması fermantasyon parametrelerinde istatistiki anlamda bir fark olmamasını açıklayabilir.

Silaj inokulantlarının hayvan performansına üzerine etkileri

Silaj inokulantlarının ruminantların performansları (canlı ağırlık kazancı, süt verimi, yemden yararlanma düzeyi) üzerindeki etkilerinin belirlendiği araştırmaların sayısı, fermantasyon özelliklerinin belirlendiği araştırma sayısına oranla daha azdır (Filya, 2000). Bazı çalışmalarda LAB inokulantları kullanımıyla fermentasyon özelliklerinde bazı 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; Demirci, 2009). Bazı çalışmalarda inokulantların silaj KM'sinin korunmasının yanı sıra genel olarak hayvanların besin madde tüketimlerini ve performanslarını artırdığı ileri sürülmektedir (Queiroz ve ark. 2017). İnokulantların rumen mikroorganizmalarını olumlu etkileyen

bakteriosin gibi bazı metabolitleri salgıladığı, rumen mikroorganizmaları üzerine monensin benzeri etkisi olan nisin gibi maddeleri ürettikleri belirlenmiştir (Nsereko ve ark. 2008). 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 NH₃ oluşumunun protein tutulumunu artırdığı bildirilmektedir (Muck, 1996). Koyunlarla yapılmış çalışmalarda inokulantların azot tutulumunu artırdığı, bakteriyel inokulantlarla muamele edilmiş silajların NH₃ konsantrasyonlarının düştüğü (% 35) ve düşen NH₃ konsantrasyonu ile vücutta tutulan N miktarının artmasının inokulantların silajda proteolizi azaltması sonucu gerçekleştiği bildirilmiştir (Jones, 1998). Bununla birlikte LAB inokulantının kullanıldığı mısır silajı ile beslemede ham besin maddelerinin sindirilme derecelerinde olumlu bir etki gözlenmemiştir (Polat ve ark. 2005). Yonca silajlarına katılan LAB inokulantlarının ise silajın fermentasyon özelliklerini iyileştirdiği, fakat bu etkilerinin sindirilme derecesine yansımadağı tespit edilmiştir (Filya ve ark. 2007).

1985-1992 yılları arasında ^{ho}LAB inokulantları ile yapılan çalışmaların %25'inde YT, CAA arttığı, %40'ında ise SV arttığı belirlenmiştir (Adesogan, 2008). Mısır silajında *L. plantarum* içeren bir inokulantın kullanılmasıyla, yüksek düzeyde silaj ile beslenen besi sığırlarında KM tüketimi, günlük ortalama CAA ve YDO artış göstermediği belirlenmiştir (Luther, 1986). Kung (2000) ise mısır silajı ve sorgum silajına ^{ho}LAB inokulantları katılarak yapılan çalışmalarda besi hayvanlarının KM tüketimlerinin ve CA kazançlarının arttığını ifade etmiştir. Henderson ve ark. (1986), inokulant katılarak silolanmış çavdar otunun KM ve OM sindirilebilirlikleri ile metabolik enerji tüketimini daha yüksek bulmuşlar; inokulant katkılı çavdar otu silajının daha yüksek KM tüketimi ve CAA yol açtığını bildirilmişlerdir. Bununla birlikte Filya ve ark. (2004) mısır silajına katılan *L. plantarum* ve *Enterococcus faecium* karışımı bir inokulantın kuzuların besi performansını etkilemediğini bildirmişlerdir. Ruminantlarda heterolaktik inokulantların kullanılması sonucunda silajda artan AA'in 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 KM 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 KM tüketimini etkilemediği fakat günlük CAA artırdığı tespit edilmiştir (Ranjit ve ark. 2002). İnokulant olarak *L. buchneri* ilavesi yapılan arpa silajlarının süt ineklerinde KM tüketimini, süt

verimi ve sütün kompozisyonunu etkilemediği belirlenmiştir (Taylor ve ark. 2002). Kung ve ark. (2003), *L. buchneri* katarak siloladıkları %43 KM içeren yonca silajının süt ineklerinde KM tüketimi ve YDO ile sütün kompozisyonunu etkilenmediğini fakat SV artırdığını belirlemişlerdir.

Bu çalışmada ele alınan araştırmalarda ise silaj inokulantlarının %8'inde YT, %4'ünde CAA ve %10'unda ise SV arttığı belirlenmiştir. Yine araştırma verileri dikkate alındığında silaj inokulant kullanımının OM sindirilebilirliği üzerine %7, KM sindirilebilirliği üzerine %22, NDF %13 ADF %3 ve HP %4 düzeyinde etkili olmuştur. Ancak araştırma verileri genel olarak değerlendirildiğinde sindirilebilirlik ve hayvan performansı parametreleri açısından istatistiki anlamda bir etkisi tespit edilmemiştir.

5. SONUÇ

Silaj fermentasyonu üzerinde pekçok faktör etkili olabilmektedir. Bu anlamda silaj inokulantının, silolanacak materyalin çeşidine, nem içeriğine, farklı koşullara uygun olmasına, KM ya da besin maddelerinde kazanımlar sağlamanın yanısıra hayvan performansı ile silajın aerobik stabilitesini de artırması gerekmektedir.

Bu çalışmaya konu olan araştırmalarda silolan materyallere ağırlıklı olarak ^{ho}LAB ilavesi edilmiş olup, ^{het}LAB ve ^{ho}LAB ve ^{het}LAB'larla yapılan çalışma sayısı daha azdır. Yapılan çalışmalarda silaj fermentasyonunu açısından pH ve BA değerlerinde bir gelişme tespit edilirken, hayvan performansına ilişkin ise istatistiki anlamda herhangi bir iyileşme tespit edilmemiştir. Bu nedenle bundan sonraki çalışmalarda özellikle ^{het}LAB'ın ve ^{ho}LAB ve ^{het}LAB'ın kombinasyon halinde kullanıldığı çalışma sayısının artırılması gerekmektedir.

Aynı zamanda silaj inokulantı kullanılan çalışmaların büyük bir çoğunluğu mısır silajı üzerine yoğunlaşmış durumdadır. Çalışmaların farklı materyaller üzerine kaydırılması ve moleküler düzeyde yapılan çalışmalar sayesinde yeni LAB türlerinin devreye girmesi de bu konuda yapılan çalışmalarda daha etkili olabilir. Genetik mühendisliği ve biyoteknoloji alanında sağlanan ilerlemeler sayesinde hayvanlarda verim ve performans üzerine etkili olup olamayacakları konusu daha ayrıntılı irdelenebilir.

Ekler

Bu makale Gamze CEBE HOTUN'un yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

KAYNAKLAR

- Abdelhadi L.O., Tricarico J.M., 2009. Effects of stage of maturity and microbial inoculation at harvest on nutritive quality and degradability of grain sorghum whole-plant and head-chop silages. *Animal Feed Science and Technology* 152:175-185.
- Acosta-Aragon Y., Jatkauskasand J., Vromiakiene V., 2012. The Effect of a Silage Inoculant on Silage Quality, Aerobic Stability and Milk Production. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 2(4), 337-342.
- Addah W., Baah J., Okine E.K, McAllister T.A., 2012. Use of thermal imaging and the in situ technique to assess the

- impact of an inoculant with feruloyl esterase activity on the aerobic stability and digestibility of barley silage. *J. Anim. Sci.* 92: 381-394.
- Addah W, Baah J., Okine E.K., Owens F.N., McAllister T.A., 2014. Effects of chop-length and a ferulic acid esterase-producing inoculant on fermentation and aerobic stability of barley silage, and growth performance of finishing feedlot steers *Animal Feed Science and Technology* 197: 34–46.
- Aksu T., Baytok E., Bolat D., 2004. Effects of a bacterial silage inoculant on corn silage fermentation and nutrient digestibility. *Small Ruminant Research* 249–252.
- Arriola K.G, S.C Kim Staples CR., Adesogan A.T., 2011. Effect of applying bacterial inoculants containing different types of bacteria to corn silage on the performance of dairy cattle
- Baah J., Addah W., Okine E.K., McAllister T.A., 2011. Effects of Homolactic Bacterial Inoculant Alone or Combined with an Anionic Surfactant on Fermentation, Aerobic Stability and In situ Ruminant Degradability of Barley Silage. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* Vol. 24, No. 3: 369 – 378.
- Baskavak S., Ozduven M.L., Polat C., Koc F. 2008. The effects of lactic acid bacteria+enzyme mixture silage inoculant on wheat silage. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 5 (3):291-296.
- Bass A.E, Philipp D, Coffey K.P, Caldwell J.D, Rhein R.T, Young A.N., Coblenz W.K., 2012. Chemical composition, intake by sheep, and in situ disappearance in cannulated cows of bermudagrass hayed at two moisture concentrations and treated with a non-viable *Lactobacillus-lactic acid* preservative. *Animal Feed Science and Technology* 171: 43– 51.
- Bayatkouhsar J., Tahmasbi A.M., Naserian A.A., 2011. The effects of microbial inoculation of corn silage on performance of lactating dairy cows. *Livestock Science* 142:170–174.
- Bayatkouhsar J., Tahmasbi A.M., Naserian A.A., 2012. Effects of microbial inoculant on composition, aerobic stability, in situ ruminant degradability and in vitro gas production of corn silage. *Int. J. Agric. Sci.*, 2: 774–786.
- Cezário A.S., Ribeiro K.G., Santos S.A., Filho S.C.V., Pereira O.G., 2015. Silages of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu harvested at two regrowth ages: Microbial inoculant responses in silage fermentation, ruminant digestion and beefcattle performance. *Animal Feed Science and Technology* 208:33–43.
- Demirci U., Gülşen N., Keleş, G., 2011. Effect of bacterial inoculants on fermentation and aerobic stability of baled triticale-hungarian vetch silage and lamb performance. *Kaflas univ. Vet. Fak. Derg.* 17(2): 297-302.
- Diaz E, Ouellet D.R., Amyot A., Berthiaume R., Thivierge M.C., 2013. Effect of inoculated or ammoniated high-moisture ear corn on finishing performance of steers *Animal Feed Science and Technology.* 182 (2013) 25–32.
- Diler A., Aydın R., 2015. Mikrobiyal Yem Katkı Maddesi ve Enzim Kombinasyonunun Esmer Sığırlarda Süt Verimi, Süt Kompozisyonu ve Vücut Kondisyon Skoru Üzerine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi.* 12(1): 97-104.
- Driehuis F, Sijm Oude-E., Spoelstra, S.F., 1999. An Aerobic Lactic Acid Degradation During Ensilage of Whole Crop Maize Inoculated with *Lactobacillus buchneri* Inhibits Yeast Growth and Improves Aerobic Stability. *J. Appl. Microbiol.* 87: 583–594.
- Filya I., 2003. The Effect of *Lactobacillus buchneri*, with or without Homofermentative Lactic Acid Bacteria, on the Fermentation, Aerobic Stability and Ruminant Degradability of Wheat, Sorghum and Maize Silages. *J. Appl. Microbiol.* 95: 1080–1086.
- Filya I., Karabulut A., Sucu E., 2002. The Effects of *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus buchneri* on the Fermentation, Aerobic Stability, and Ruminant Degradability of Maize Silage in Warm Climate. In: *Proc. 13th Int. Silage Conference, Scotland, UK.* pp. 192–193.
- Filya, I., Karabulut, A., Sucu, E., 2004a. The Effect of *Propionibacterium acidipropionici*, with or without *Lactobacillus plantarum* on the Fermentation and Aerobic Stability of Wheat, Sorghum and Maize Silages. *J Appl. Microbiol.* 97: 818–826.
- Filya I, Sucu E., Hanoğlu H., 2004b. Biyolojik Silaj Katkı Maddeleri Kullanılarak Yapılan Küçük Plastik Balya Mısır Silajlarının Kalite Özellikleri, Yem Değeri ve Kuzu Besisinde Kullanımı Üzerine Araştırma. *A.Ü Zir. Fak. Tarım Bilim. Derg.* 10 (2): 158–162.
- Filya I, Sucu E., Karabulut A., 2006. The Effect of *Lactobacillus buchneri* on the Fermentation, Aerobic Stability and Ruminant Degradability of Maize Silage. *J. Appl. Microbiol.* 101: 1216–1223.
- Filya İ., 2001. Laktik Asit Bakteri ve Laktik Asit Bakteri+Enzim Karışımı Silaj Inokulantlarının Mısır Silajı Üzerine Etkileri. *Turk J Vet Anim Sci.* 679-687.
- Filya İ., 2002a. Laktik Asit Bakteri İnokulantlarının Mısır ve Sorgum Silajlarının Fermantasyon, Aerobik Stabilitite ve In Situ Rumen Parçalanabilirlik Özellikleri Üzerine Etkileri. *Turk J. Vet. Anim Sci.* 26: 815–823.
- Filya İ., 2002b. Laktik Asit ve Laktik Asit+Enzim Karışımı Silaj İnokulantlarının Mısır Silajı Üzerine Etkileri. *Turk J. Vet. Anim Sci.* 26: 679–687.
- Haghpourvar R., Shojanian K., Rowghani E., Parseai S., Yousef Ellahi M., 2012. The effects of *Lactobacillus plantarum* on chemical composition, rumen degradability, in vitro gas production and energy content of whole-plant corn ensiled at different stages of maturity. *Iranian Journal of Veterinary Research, Shiraz University, Vol. 13, No. 1, Ser. No. 38.*
- Jatkauskas J., Vrotniakiene V., 2008. The effect of inoculation on the fermentation characteristics, aerobic stability and intake of grasslegume silage by dairy cows. *Archiva Zootechnica* vol. 11:2, 42-48.
- Jatkauskas J., Vrotniakiene V., 2016. Effect of the inoculant on the fermentation, microbial population and aerobic stability of whole plant maize ensiled in large tubes. *Zemdirbyste-Agriculture*, vol. 103, No. 3, p. 305–310.
- Jayme C.G., Goncalves L.C., Molina L.R., Jayme D.G., Pires D.A.A., Borges I., Castro. G.H.F., 2011. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de *Brachiaria brizantha* cv marandu adicionada de aditivos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, Vol.63, n.3, p.704-711.
- Jones R., Gogerddan P., 1994. The importance of quality fermentation in silage making and future trends in forage production, *Alltech, 8th Annual European Lecture Tour. February-21. Marc 9.* 33:58.
- Keles G., Demirci U., 2011. The effect of homofermentative and heterofermentative lactic acid bacteria on conservation characteristics of baled triticale–Hungarian vetch silage and lamb performance. *Animal Feed Science and Technology* 164: 21–28.
- Kleinmans J., Hooper P., 1999. The Effect of a Commercial Silage Inoculant (Pioneer® brand I188) on Animal Performance. In: *Proc. 12th Int. Silage Conference. Uppsala, Sweden, pp.* 319–320.

- Kristensen N.B., Sloth K.H., Højberg O., Spliid N.H., Jensen C., Thøgersen R., 2010. Effects of microbial inoculants on corn silage fermentation, microbial contents, aerobic stability, and milk production under field conditions. *J. Dairy Sci.* 93 : 3764–3774.
- Kung JrL., JH Chen, E.M., Kreck Knutsen K., 1993. Effect of Microbial Inoculants on the Nutritive Value of Corn Silage for Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 76: 3763–3770.
- Kung JrL., Taylor C.C., Lynch M.P., Neylon J.M., 2003. The effect of treating alfalfa with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value, *J. Dairy Science.* 2003; 86:336-343.
- Lee A.L., Shin S.J., Yang J., Cho S., Choi N.J., 2016. Effect of Lactic acid bacteria and Enzyme Supplementation on Fermentative Patterns of Ensiling Silages, Their In vitro Ruminant Fermentation, and Digestibility. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science* 36(1): 7-14.
- Luther R.M., 1986. Effect of Microbial Inoculation of Whole-Plant Corn Silage on Chemical Characteristics, Preservation and Utilization by Steers. *J. Anim sci,* 63:1329-1336.
- McAllister T.A., Feniuk R., Mir Z., Mir P., Selinger L.B., Cheng K.J., 1997. Inoculants for alfalfa silage: Effects on aerobic stability, digestibility and the growth performance of feedlot steers. *Livestock Production Science* .171–181.
- Meeske R., Basson H.M., 1997. The effect of a lactic acid bacterial inoculant on maize silage. *Animal Feed Science Technology* 239–247.
- Meeske R., Basson H.M., Cruywagen C.W., 1999. The effect of a lactic acid bacterial inoculant with enzymes on the fermentation dynamics, intake and digestibility of *Digitaria eriantha* silage. *Animal Feed Science and Technology* 237-248.
- Meeske R., Merwe G.D., Van Der., Greyling, J.F., Cruywagen C.W., 2002. The effect of the addition of a lactic acid bacterial inoculant to maize at ensiling on silage composition, silage intake, milk production and milk composition. *South African Journal of Animal Science* 32 (4).
- Mohammadzadeh H., Khorvash M., Ghorbani G.R., Yang W.Z., 2012. Frosted corn silage with or without bacterial inoculants in dairy cattle ration. *Livestock Science* 145:153–159.
- Mohammed R., Stevenson D.M., Beauchemin K.A., Muck R.E., Weimer P.J., 2012. Changes in ruminal bacterial community composition following feeding of alfalfa ensiled with a lactic acid bacterial inoculant. *J. Dairy Sci.* 95 :328–339.
- Muck R.E., Weinberg Z.G., Contreras-Govea, F.E., 2013. Silage extracts used to study the mode of action of silage inoculants in ruminants. *Agricultural and Food Science.* 22:108-114.
- Nkosi B.D., Meeske R., Palic D., Langa T., Leeuw K.J., Groenewald I.B., 2009. Effects of ensiling whole crop maize with bacterial inoculants on the fermentation, aerobic stability, and growth performance of lambs. *Animal Feed Science and Technology.* 154:193–203.
- Nsereko V.L., Smiley B.K., Rutherford W.M., Spiel-bauer A., Forrester K.J., Hettinger G.H. 2008. 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.* 145(1–4), 122–135.
- Okine A., Hanada M., Aibibula Y., Okamoto M., 2005. Ensiling of potato pulp with or without bacterial inoculants and its effect on fermentation quality, nutrient composition and nutritive value. *Animal Feed Science and Technology* 329–343.
- Olt A., Kaldmae H., Ots M., Kart O., Songisepp E., 2010. Effect of additive treatment on fermentation quality and ruminal degradability of red clover-timothy silage. *Grassland sci. In europe, vol.15.*
- Ozduven M.L., Kursun Onal, Z., Koc F., 2010. The effects of bacterial inoculants and/or enzymes on the fermentation, aerobic stability and in vitro dry and organic matter digestibility characteristics of triticale silages. *The Journal of the Faculty of the Veterinary Medicine University of Kafkas,* 16 (5): 751-756.
- Polat C., Koç F., Ozduven M.L., 2005. Mısır silajında laktik asit bakteri ve laktik asit bakteri+enzim karışımı inokulantların fermentasyon ve tokluklarda ham besin maddelerinin sindirilme dereceleri üzerine etkileri. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 2(1): 13-22.
- Postulka R., Dolezal P., Pelikan J., Knotova D., 2012. Effect of Dry Matter Content and Inoculation on Ruminant Protein Degradability in Alfalfa Silages Iranian *Journal of Applied Animal Science,* 2(1), 45-49.
- Raeth-Knight M.L., Linn J.G., Jung H.G., 2007. Effect of Direct-Fed Microbials on Performance, Diet Digestibility, and Rumen Characteristics of Holstein Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 90: 1802–1809.
- Ranjit N.K., Taylor C.C., Kung JrL., 2002. Effects of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the Fermentation, Aerobic Stability and Nutritive Value of Maize Silage. *Grass Forage Sci.* 57: 73–81.
- Rodriguez A.A., Acosta Y., Rivera V., Randel P.F., 2016. Effect of a microbial inoculant on fermentation characteristics, aerobic stability, intake, and digestibility of corn silage by rams. *Rev Colomb Cienc Pecu.* 29:108-118.
- Rowghani E., Zamiri M.J., 2009. The effects of a microbial inoculant and formic acid as silage additives on chemical composition, ruminal degradability and nutrient digestibility of corn silage in sheep. *Iranian Journal of Veterinary Research, Shiraz University,* Vol. 10, No. 2, Ser. No. 27.
- Sucu E., Filya İ., 2006. The Effects of Bacterial Inoculants on the Fermentation, Aerobic Stability and Rumen Degradability Characteristics of Wheat Silages. *Turk J Vet Animal Sci.,* 30: 187-193.
- Taylor C.C., Ranjit N.J., Mills J.A., Neylon J.M., Kung JrL., 2002. The effect of treating whole-plant barley with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85: 1793-1800.
- Thomas R., Nkosi B.D., Umesiobi D.O., Meeske R., Kanengon A.T., Langa T., 2010. Evaluation of potato hash silage from two bacterial inoculants and their effects on the growth performance of grower pigs. *South African Journal of Animal Science,* 40 (Issue 5, Supplement 1) under laboratory conditions.
- Vakily H., Khadem A.A., Rezaeian M., Afzalzadeh A., Chaudhry A.S., 2011. The impact of a bacterial inoculant on chemical composition, aerobic stability and in sacco degradability of corn silage and the subsequent performance of dairy cows. *Int.J.Vet.Res.* 5; 1: 21-29.
- Vrotniakiene V., Jatkauskas J., 2004. The effect of inoculant application on legume-grass big bale silage and performance of fattening bulls. *Lithuanian Institute of Animal Sci. R. Zebenkos* 12, LT-5125.
- Wang P., Kousaku S., Hideki O., Tatsunori Y., Masayuki N., Akihiro F., Chihiro S., Jiabao Z., Takayoshi M., 2014.

Effects of Addition of Lactobacillus plantarum and Enterococcus faecium Inoculants to High-Nitrogen Fertilized Timothy (Phleum pratense L.) on Fermentation, Nutritive Value, and Feed Intake of Silage. American Journal of Plant Sciences, 5, 3889-3897.

Weinberg Z.G., O., Shatz Y., Chen E., Yosef M., Nikbahat D. Benghedalia J., Miron 2007. *Effect of Lactic Acid Bacteria Inoculants on In Vitro Digestibility of Wheat and Corn Silages. J. Dairy Sci. 90: 4754–4762.*

West J.W., J.K., Bernard G.H., Cross D.S., Trammell, 2005. *Effect of Live Bacterial Inoculants on Performance of Lactating Dairy Cows. J. Dairy Sci. 88 (Suppl. 1): 59 (Abstr.).*

Wohlt J.E., 1989. *Use of a Silage Inoculant to Improve Feeding Stability and Intake of A Corn Silage. J. Dairy Sci. 72:545-551.*