

Bazı Silaj Katkı Maddelerinin Ruminantların Performansları Üzerindeki Etkileri

İsmail Filya

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, 16384, Görükle-Bursa

Özet: Son elli yılda, kaba yemi parçalayarak hasat eden yüksek kapasiteli makinelerin geliştirilmiş olması, geliştirilmiş silolar, plastik örtü, blok ve yüzeyden traşlayarak silodan silaj çıkartan silo boşaltıcıları, komple rasyon ekipmanlarının girişi ve katkı maddelerinin gelişimi gibi silaj teknolojisindeki gelişmeler silaj yapımını kaba yem muhafaza yöntemleri içerisinde birinci sıraya çıkarmıştır. Silajın kalitesi ve besleme değeri çok sayıdaki biyolojik ve teknolojik faktörler tarafından etkilenmektedir. Silolama işleminin biyokimya ve mikrobiyolojisinin daha iyi anlaşılması, kaba yem muhafaza ve besleme değeri etkinliğinin artırılarak geniş ölçüde katkı maddelerinin gelişmesine yol açmıştır. Genel olarak bu katkı maddeleri ruminantların performansını etkilemektedir.

Anahtar sözcükler: Silaj katkı maddeleri, ruminant, performans

Effects of Some Silage Additives on Ruminants Performance

Abstract: In the last fifty years, advances in silage technology, including high capacity precision chop forage harvesters, improved silos, plastic sheeting, block and shear cutting silo unloaders, the introduction of complete ration equipments, and improved additives, have helped make silage the principal method of forage preservation. Silage quality and nutritional value are influenced by numerous biological and technological factors. A better understanding of the biochemistry and microbiology of the ensiling processes has lead to development of a wide range of additives which have increased the efficiency of forage preservation and nutritive value. Generally, this silage additives are affect of ruminants performance.

Key words: Silage additives, ruminant, performance

Giriş

Modern teknolojinin gelişimi ile birlikte günümüzde silaj yapımında kullanılabilir katkı maddelerinin sayısı da artmıştır. Silaj katkı maddeleri ile ilgili olarak her ne kadar çok çeşitli sınıflandırmalar mevcut ise de, ticari olarak üretilen katkı maddeleri başlıca; bakteriyal inokulantlar, enzimler, protein olmayan nitrojenli bileşikler (NPN), şeker kaynakları, asitler ve asit tuzları olarak gruplandırılabilir (Muck, 1993). Her ürünün özelliği çalışma şekli, ne zaman ve nasıl kullanılırsa yararlı olabileceği gibi özelliklerini bilmek son derece önem taşımaktadır. Çünkü, hangi ürünlerin hangi bitkilerde, ne zaman ve nasıl kullanılması gerektiğini saptamak kolay değildir. Ancak ürünlerin özelliklerinin iyi bilinmesi halinde, hangi bitki için ne tür katkı maddesinin seçilebileceği, ne zaman ve nasıl kullanılabileceği yada katkı maddesi kullanımına gerek olup olmadığı gibi konulara açıklık getirilebilir.

Katkı maddesi kullanılarak yapılan silajların, silaj fermantasyonu ile ilgili tüm özelliklerinin yanı sıra ruminantların performanslarını nasıl etkilediğinin bilinmesi de çok büyük önem taşımaktadır.

Bu makalede, üzerinde önemle durulan ve en çok kullanılan bazı silaj katkı maddelerinin, ruminantların performansları üzerindeki etkileri hakkında bilgi verilecektir.

Bakteriyal İnokulantlar

Bakteriyal inokulantlar, silo yemleri üretiminin büyük bir teknoloji haline geldiği Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa'da en çok kullanılan silaj katkı maddeleridir. Bu ürünler, silolanan materyalde doğal olarak bulunan laktik asit bakterileri (LAB) ile birlikte çalışarak, silo içerisinde çok hızlı ve etkili bir fermantasyon işlemini gerçekleştirirler.

Bakteriyal inokulantlar, genel olarak *Lactobacillus plantarum*, diğer *Lactobacillus* türleri, *Streptococcus (Enterococcus) faecium* ve çeşitli *Pediococcus* türlerini tek başlarına veya çeşitli karışımlar halinde birarada bulunduran ticari ürünlerdir. Silolanan materyal laktik asit tarafından korunduğu için, LAB silaj fermantasyonundaki en önemli mikroorganizma popülasyonudurlar. LAB silajlık bitkilerden ya da silajlardan izole edilirler ve çok geniş sıcaklık ve nem koşullarında hızlı bir şekilde çoğalabilirler (Woolford, 1984; McDonald ve ark., 1991).

Beklenen etkiler

Bakteriyal inokulantlar, silaj fermantasyonu üzerinde kendilerinden beklenen olumlu etkilerinin yanı sıra hayvanların performansları üzerinde de olumlu etkilere sahip olmalıdırlar. İnokulant kullanımı ile silajların asetik asit ile etanol düzeyleri düşmekte ve bunun sonucunda silajların hem lezzeti hem de hayvanların bu silajları tüketim düzeyleri artmaktadır. Silaj fermantasyonu sonucu oluşan laktik asit rumende fermente olurken, etanol çok az, asetik asit ise hiç fermente olmamaktadır. Böylece, inokulantlar silaj nitrojeninin mikrobiyal protein haline geçen kısmını artırarak, rumendeki mikrobiyal büyümeyi teşvik ederler (Weinberg ve Muck, 1996). Bakteriyal inokulantların bu etkileri çok büyük değildir, ancak hepsi olumlu yönde gerçekleşen etkilerdir.

Gözlenen etkiler

Bakteriyal inokulantların ruminantların performansları (canlı ağırlık kazancı, süt verimi, yemden yararlanma düzeyi vb.) üzerindeki etkilerinin belirlendiği araştırmaların sayısı, fermantasyon karakteristiklerinin belirlendiği araştırma sayısına oranla oldukça azdır. Genel olarak yapımında inokulant kullanılan silajlar, süt ve besi sığırlarının performanslarında az da olsa bir miktar artış sağlamışlardır.

Muck (1993), 1985-1992 yılları arasında Kuzey Amerika ve Avrupa'da büyük bir çoğunluğu yonca, serin iklim buğdaygil yem bitkileri ve mısır kullanılarak yapılan 250'

nin üzerindeki araştırmanın sonuçlarını derlediği çalışmasında; bakteriyal inokulant kullanılarak yapılan silajları tüketen sığır ve koyunların % 25' inde yem tüketimi ve günlük ortalama canlı ağırlık artışının, % 40' ında süt veriminin ve % 50' sinde de yemden yararlanma düzeyinin arttığını bildirmiştir. Ayrıca, yapılan çalışmalarda hayvanların kuru madde (KM) tüketimleri ve günlük ortalama canlı ağırlık artışlarında % 11, süt verimlerinde % 5 ve yemden yararlanma düzeylerinde % 9' luk bir artış görülmüş ve bu artışların istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır.

Harrison (1989), 1982 ve 1989 yılları arasında Kuzey Amerika'da başlıca yonca ve buğdaygil yem bitkilerinde, bakteriyal inokulant kullanımının silaj fermantasyonu ve süt sığırlarının performansları üzerindeki etkilerinin saptanması amacıyla yapılan 20 araştırmanın sonuçlarını derlediği çalışmasında; bakteriyal inokulantların her bir hayvanın % 4 yağa göre düzeltilmiş süt veriminde günde 450 g' lık bir artış sağlandığını bildirmiştir. Aynı zamanda hayvanların KM tüketimlerinin de arttığını bildirmiştir. Hayvanların performanslarında görülen en büyük artışın özellikle, toplam rasyonun en az % 60' ının (KM esasına göre) inokulantlı yonca silajı tüketen hayvanlarda olduğu saptanmıştır.

Kansas State Üniversitesi'nde 14 yıllık bir dönemde, bakteriyal inokulant ve NPN katılarak yapılan mısır ve sorgum silajlarının KM geri kazanımı ve besi sığırlarının performansları üzerindeki etkilerinin araştırıldığı 26 çalışmanın sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir (Bolsen ve ark., 1992a).

Çizelge 1. Mısır ve sorgum silajlarına bakteriyal inokulant ve NPN katılmasının, KM geri kazanımı ve besi sığırlarının performansları üzerindeki etkileri

Bitki çeşidi ve uygulama	Silaj Sayısı	KM geri kazanımı ¹ (%)	Günlük ort. canlı ağırlık artışı (kg)	Günlük KM tüketimi (kg)	Yemden yararlanma (kg)	Silolan her 1 ton bitkinin sağladığı canlı ağırlık artışı (kg)
Mısır						
Kontrol	15	90.2	1.09	7.73	7.10	49.5
İnokulant	19	91.5	1.12	7.76	6.97	51.3
Olasılık düzeyi	-	0.01	önemsiz	önemsiz	0.11	0.01
Kontrol	3	91.5	1.04	7.80	7.52	48.1
Susuz NH ₃	3	89.4	1.01	7.96	7.84	45.0
Olasılık düzeyi	-	önemsiz	0.16	önemsiz	önemsiz	0.07
Sorgum						
Kontrol	10	83.1	0.75	5.96	8.82	35.3
İnokulant	10	85.2	0.76	5.85	7.98	37.6
Olasılık düzeyi	-	0.01	önemsiz	0.20	0.04	0.01
Kontrol	3	87.7	0.61	5.41	9.52	37.3
SusuzNH ₃ ve üre ²	3	82.6	0.49	5.13	10.58	30.3
Olasılık düzeyi	-	0.09	önemsiz	önemsiz	önemsiz	0.24

¹Silolan bitki KM'sinin yüzdesi olarak verilmiştir.

²Bir çalışmada susuz NH₃, iki çalışmada ise üre kullanılmıştır.

Çizelge 1'de de görüldüğü gibi inokulant kullanılan 19 mısır silajında KM geri kazanımı kontrol grubuna göre % 1.3 daha yüksek olurken, ayrıca inokulant kullanılarak yapılan her 1 ton mısır silajı ile kontrol grubuna göre 1.8 kg daha fazla KM geri kazanılmıştır. Sorgum silajı ile yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar alınmıştır. İnokulant kullanılan sorgum silajlarında, kontrol gruplarına göre KM geri kazanımı artmış, yemden yararlanma düzeyi yükselmiş ve inokulant kullanılarak yapılan her 1 ton sorgum silajı ile 2.1 kg daha fazla KM geri kazanılmıştır. Bakteriyal inokulantların hayvanların performansları üzerindeki olumlu etkileri yalnızca fermantasyon ürünlerinde beklenen değişim ve KM geri kazanımının artması şeklinde değil aynı zamanda; günlük ortalama canlı ağırlık artışı, KM tüketimi, süt verimi ve yemden yararlanma düzeyi gibi özellikler üzerinde de olmuştur. Ancak bakteriyal inokulantların silaj fermantasyonu ve hayvanların performansları üzerindeki etkilerinin saptanması amacıyla yapılan araştırma sonuçlarının derlenerek bildirildiği son yıllardaki çalışmaların oldukça sürpriz bir şekilde yaklaşık % 60' ında, bakteriyal inokulantların KM sindirilebilirliğini ve yaklaşık % 35' inde de ham sellüloz sindirilebilirliğini arttırdığı bildirilmiştir (Gordon, 1989; Bolsen ve ark., 1992b; Rooke ve Kafilzadeh, 1994). Bu sonuçlar gerçekten ilginç ve anlaşılması zordur. Çünkü LAB'nin bitki hücre duvarını oluşturan sellüloz, hemisellüloz, lignin ve diğer bileşikler üzerinde etkisinin olmadığı ve bu bileşiklerin özellikle süt ve besi sığırlarında sınırlı düzeyde sindirilebildiği bilinmektedir. Ancak bu durum Muck (1993) tarafından bakteriyal inokulantların ortamın pH'sını düşürmesi sonucu, hemisellülozların hidrolizi için siloda ilave bir miktar asit oluştuğu ve bu asit ortamdaki etkilenen bitki hücre duvarı fraksiyonlarının rumen mikroorganizmaları tarafından daha hızlı ve yoğun bir şekilde parçalanmaya açık hale gelebileceği şeklinde açıklanmıştır.

Muck (1993), bakteriyal inokulantların KM sindirilebilirliği ile hayvanların performansları üzerindeki etkilerinin incelendiği 31 çalışma sonucunda, bakteriyal inokulantların 16 çalışmada KM sindirilebilirliğini arttırdığını diğer 15 çalışmada ise etkilemediğini bildirmiştir. KM sindirilebilirliğinin artış gösterdiği 16 çalışmanın 9' unda hayvanların performanslarında da artış görülürken, KM sindirilebilirliğinin etkilenmediği diğer 15 çalışmanın ise yalnızca 2' sinde hayvanların performanslarında artış görülmüştür.

Bu sonuçlara göre, bakteriyal inokulantların hayvanların performanslarını nasıl arttırdığı sorusunun cevabı olarak; silaj KM'sinin sindirilebilirliğindeki artışın anahtar rol oynadığı ve KM sindirilebilirliği yüksek olan silajların hayvanların performanslarını arttıracığı söylenebilir.

Enzimler

Enzimler, bakteriyal inokulantlar ve NPN' li bileşiklere göre nispeten daha yeni silaj katkı maddeleridirler. Bu amaç için kullanılan enzimler ya inokulantlar ile karışım halinde ya da yalnızca bir veya çoğunlukla birden fazla enzim içeren karışımlar halinde bulunurlar. Ticari olarak satılan ürünler genellikle sellüloz, hemisellüloz, ve pektinaz

gibi bitki hücre duvarını parçalayıcı enzimler ile amilaz gibi nişastayı parçalayan enzimleri içerirler (Raurama ve ark., 1991; Kung, 1993). Silaj katkı maddesi olarak enzim kullanmanın birinci amacı, bitki hücre duvarını oluşturan polisakkaritlerin parçalanmasını ve silajın hem nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) hem de asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) içeriğinin azaltılması, böylece silajın organik maddelerinin sindirilme derecesinin artırılmasıdır. İkincisi ise; bitki hücre duvarının parçalanarak, fermantasyon sırasında kullanılmak üzere laktik asit bakterileri için ilave şeker açığa çıkartılmasıdır (McDonald ve ark., 1991; Henderson ve ark., 1991).

Beklenen etkiler

Hayvanların performansları enzimler tarafından birkaç yolla artırılabilir. Enzimler ilk olarak, bitkinin hücre duvarı kapsamını azaltarak rumendeki KM sindirilebilirliğini artırırlar. İkinci olarak, bitkinin sellüloz içeriğinin azalmasına bağlı olarak KM sindirilebilirliğinin artması sonucu, özellikle yüksek verimli süt ineklerinin yem tüketimi ve performansını artırırlar. Son olarak ise, rumendeki enzim aktivitesi ile parçalanamayan hücre duvarı fraksiyonları arasındaki bağları parçalayarak hayvanların performanslarını arttırmaktadırlar (Chamberlain ve Robertson, 1992; Kung, 1993).

Gözlenen etkiler

Bitki hücre duvarını parçalayıcı enzimler hayvanların performansları üzerinde de çok farklı etkilerde bulunmakla birlikte, bu etkiler beklenildiği ölçüde yüksek değildir. McCullough (1970) ve Stokes (1992) bitki hücre duvarını parçalayıcı enzimlerin süt verimini arttırdığını bildirirlerken, Jacobs ve McAllan (1992) bu tip enzimlerin hayvanların canlı ağırlık kazancını arttırdığını bildirmişlerdir. Stokes (1992), bitki hücre duvarını parçalayıcı enzimlerin buğdaygil yem bitkileri ve yonca karışımından yapılan silajların NDF içeriğini yaklaşık % 15 oranında düşürdüğünü, ayrıca süt ineklerinde günlük KM tüketimini toplam rasyonun yaklaşık % 10' u düzeyinde arttırdığını ve günlük süt verimini de hayvan başına günde 650 g arttırdığını bildirmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Buğdaygil yem bitkileri ve yonca karışımı silajlarda bitki hücre duvarını parçalayıcı enzim kullanımının silaj kompozisyonu ve süt verimi üzerindeki etkileri

Gruplar	pH	NDF	KM tüketimi (kg/gün)	Süt verimi ¹ (kg/gün)
Kontrol	4.24	49.5	20.9	30.31
Enzim	4.04	42.4	22.9	30.96

¹ % 3.5 süt yağına göre düzeltilmiş.

Wacek ve ark. (1989), enzim ve bakteriyel inokulant karışımlarının silaj fermantasyonu üzerinde etkili olduklarını, ancak süt verimi üzerinde etkili olmadığını saptamışlardır. Muck (1993) ise, hayvanların yem tüketimleri üzerinde yapılan 52, canlı ağırlık kazancı üzerinde yapılan 16, süt verimi üzerinde yapılan 19 ve yemden yararlanma düzeyi üzerinde yapılan 7 çalışmanın sonucunda; çalışmaların yaklaşık % 25' inde bu kriterler bakımından hayvanların performanslarında önemli artışlar görüldüğünü bildirmiştir.

Bununla birlikte Kung ve ark. (1991), hayvanların performanslarında artış görülen çalışmaların çoğunda enzimlerin bakteriyel inokulantlar ile birlikte kullanıldığını bildirmişlerdir.

Sonuç olarak, bitki hücre duvarını parçalayıcı enzimlerin, bitkilerin hücre duvarı kapsamını azalttığını ve hayvanlarda KM' nin sindirilme hızını arttırdığını ancak bunların her zaman hayvanların yem tüketimi, süt verimi, canlı ağırlık kazancı ve yemden yararlanma düzeyi gibi performans kriterleri üzerinde olumlu bir artışa yol açmadığını söylemek mümkündür.

Protein Olmayan Nitrojenli Bileşikler (NPN)

Hem amonyak hem de üre özellikle mısır, sorgum ve tahıl silajlarında yaygın olarak kullanılan katkı maddeleridirler. Üre ve amonyağın silaj katkı maddesi olarak kullanılması silajın protein içeriğini arttırmakta, silajdaki protein parçalanmasını azaltmakta, silajın aerobik stabilitesini (silo ömrü) arttırmakta, silajın aşırı ısınmasını önlemekte ve aerobik mikrobiyal büyümeyi engelleyerek azaltmaktadır (Spoelstra, 1991; Kung, 1993).

Beklenen etkiler

Amonyak, özellikle silolanan bitkilerin ham sellüloz içerikleri üzerinde etkili olmaktadır. Amonyakın hemisellülozlar ile bitki hücre duvarını oluşturan diğer bileşikler arasındaki bağları kırdığı bilinmektedir. Böylece silolanan bitkilerin ham sellüloz ve KM sindirilebilirliği artmaktadır (Muck, 1993). Ham sellüloz sindirilebilirliğinin artması halinde hayvanların yem tüketimlerinin artacağı ve buna bağlı olarak da performanslarının olumlu yönde etkileneceği beklenebilir.

Gözlenen etkiler

NPN'li bileşikler silajların aerobik stabilitesini ve silajın içerdiği proteinleri korumaktadırlar. Ayrıca silajların KM, NDF ve ADF sindirilebilirliğini arttırmaktadırlar. Nitekim Muck (1993), bu konu ile ilgili olarak yapılan 13 çalışmanın tamamında NDF ve ADF sindirilebilirliğinin arttığını, ayrıca KM ve organik maddelerin sindirilebilirliği üzerinde yapılan 19 çalışmanın 16' sında sindirilebilirliğinin önemli düzeyde arttığını bildirmiştir. Ancak silajların besleme değerinde görülen tüm bu olumlu artışlara rağmen yapılan çalışmaların büyük bir bölümünde hayvanların günlük canlı ağırlık kazancı, süt verimi ve yemden yararlanma düzeyi gibi performans kriterlerinde herhangi bir artış görülmemiştir (özellikle buğdaygil ve baklagil yem bitkileri silajlarında).

Bolsen ve ark. (1992a), çiftlik koşullarında mısır ve sorgum ile yapılan ve 1 ton taze materyale 3.5-4.0 kg susuz amonyak ve 5.0 kg üre ilâve ettikleri çalışmalarında, silajların pH düzeyleri ile laktik ve asetik asit içeriklerinin arttığını ve hem mısır hem de sorgum silajlarında KM kaybı olduğunu bildirmişlerdir (Çizelge 1). Bunun yanı sıra bu silajların sığır besisinde kullanılması sonucunda, NPN uygulamasının besi sığırlarının

performansını arttırmadığı, silolanan her 1 ton mısır ve sorgumun kontrol gruplarına göre hayvanların canlı ağırlık kazancını sırasıyla; 3.1 ve 7.0 kg düşürdüğü saptanmıştır.

NPN kullanımı konusunda eski yıllarda özellikle mısır silajında yapılan çalışmalarda, üre katılan mısır silajını tüketen hayvanların canlı ağırlık kazancı, süt verimi ve yemden yararlanma düzeyi gibi performans kriterlerinde çok az bir artış görülmüştür. Amonyak katılan silajlarda ise bu artışlar çok daha az düzeyde olurken, yapılan çalışmaların önemli bir bölümünde amonyak uygulamasının, hayvanların söz konusu performans kriterlerinde büyük düşüslere neden olduğu görülmüştür (Ely, 1978; Huber ve ark., 1980; Kung ve Huber, 1983; Hargreaves ve ark., 1984).

Son yıllarda silaj katkı maddesi olarak NPN kullanımı konusunda özellikle buğdaygil ve baklagil yem bitkileri ile çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ancak NPN kullanımı aynı mısır silajında olduğu gibi hayvanların performansları üzerinde herhangi bir artışa yol açmamıştır. Yapılan 18 çalışmanın yalnızca 1' inde hayvanların canlı ağırlık kazancında artış görülürken, çalışmaların tamamında hayvanların süt verimi ve yemden yararlanma düzeylerinde herhangi bir artış görülmemiştir. Birkaç çalışmada ise hayvanların KM tüketiminde ve özellikle amonyak katılan silajlardaki nitrojen bağlama düzeyinde bir miktar artış görülmüştür (Bolsen, 1993; Muck, 1993).

Sonuç olarak, NPN' li bileşiklerin silolanan bitkilerin KM, NDF ve ADF sindirilebilirliğini artırırken, ruminantların canlı ağırlık kazancı, süt verimi ve yemden yararlanma düzeyi gibi önemli performans kriterlerini artırmadığı söylenebilir.

NPN' li bileşikler de dahil olmak üzere tüm silaj katkı maddelerinin, ruminantların performansları üzerindeki etkilerinin saptanması amacı ile çok sayıda çalışma yapılmasına gereksinim duyulduğu açıktır.

Kaynaklar

- Bolsen, K. K., R. N. Sonon, B. Dalke, R. Pope, J. G. Riley and A. Laytimi. 1992a. Evaluation of inoculant and NPN silage additives: A Summary of 26 Trials and 65 Farm- Scale Silages. In: Kansas Agric. Exp. Sta. Rpt. of Prog. 651. Kansas State University, Manhattan. pp. 101 - 102.
- Bolsen, K. K., D.G. Tiemann, R.N. Sonon, A. Hart, B. Dalke, J. T. Dickerson and C. Lin. 1992b. Evaluation of inoculant-treated corn silages. In: Kansas State University, Manhattan. pp. 103 - 106.
- Bolsen, K. K. 1993. Silage management. *Mexico Holstein*. 24 (3): 21-24.
- Chamberlain, D. G. and S. Robertson. 1992. The effect of the addition of various enzyme mixtures on the fermentation of perennial ryegrass silage and on its nutritional value for milk production in dairy cows. *Anim. Feed Sci Tech*. 37: 257.
- Ely, L. O. 1978. The Use of Added Feedstuffs in Silage Production. In: M.E. McCullough (ed). Fermentation of silage. A review. Nat. Feed Ingrid. Assoc., West Des Moines, Iowa. pp. 233-280.
- Gordon, F. J. 1989. An evaluation through lactating cattle of a bacterial inoculant as an additive for grass silage. *Grass Forage Sci*. 44: 169-179.

- Hargreaves, A., J. T. Huber, J. Arroyoluna and L. Kung, Jr. 1984. Influence of adding ammonia to corn stalklage on feeding value for dairy cows and on fermentation changes. *J. Dairy Sci.* 59: 567.
- Harrison, J. H. 1989. Use of silage additives and their effect on animal productivity. In: Proc. of the Pacific Northwest Animal Nutr. Conf. Boise, Idaho. pp. 27-35.
- Henderson, A. R., R. McGinn, A.P. Stanway and C. A. Morgan. 1991. A technique designed to evaluate commercial polysaccharide degrading enzymes as additives for grass silage. Proc. 5th Int. Symp. Forage Preservation, Nitra, Czechoslovakia, September 1991, pp. 92-95.
- Huber, J. T., H. F. Bucholtz and R. L. Boman. 1980. Ammonia versus urea treated silages with varying urea in the concentrate. *J. Dairy Sci.* 53: 76.
- Jacobs, J. L. and A. N. McAllan. 1992. Protein supplementation of formic acid and enzyme treated silages. 1. Digestibilities of organic matter and fibre digestion. *Grass Forage Sci.* 47: 103.
- Kung, L. Jr. 1993. Use of additives in silage fermentation. In: Direct-fed Microbial, Enzyme and Forage Additive Compendium. Miller Publ. Co., Minnetonka, Minnesota. pp. 31-35.
- Kung, L. Jr. and J. T. Huber. 1983. Performance of high producing dairy cows in early lactation fed protein of varying amounts, sources and degradability. *J. Dairy Sci.* 66: 227.
- Kung, L. Jr., R. S. Tung, K. Maciorowski, K. Buffum, K. Knutsen and W. R. Aimutis. 1991. Cell wall degrading enzymes and lactic acid bacteria as silage additives. *J. Dairy Sci.* 74: 4284.
- McCullough, M. E. 1970. Silage research at the Georgia Station, Univ. Georgia, Coll. Agric. Exp. Stn. Res. Rep. 75.
- McDonald, P., A. R. Henderson and S. J. E. Heron. 1991. The Biochemistry of Silage (2nd ed). Chalcombe Publ., Churchlane, Kingston, Canterbury, Kent, UK.
- Muck, R. E. 1993. The role of silage additives in making high quality silage. In: Proc. Nat. Silage Prod. Conf. NRAES-67, Ithaca, New York, pp. 106-116.
- Raurama, A. L., J. J. Setälä and A. E. A. Tommila. 1991. The effect of glucose oxidase on the preservation of grass silage. *Grass Forage Sci.* 46: 359.
- Rooke, J. A. and F. Kafizadeh. 1994. The effect upon fermentation and nutritive value of silages produced after treatment by three different inoculants of lactic acid bacteria applied alone or in combination. *Grass Forage Sci.* 49: 324-333.
- Spoelstra, S. F. 1991. Chemical and biological additives in forage conservation. In: G. Pahlow and H. Honig (eds). Forage Conservation Towards 2000. Inst. Grassl. Forage Res., Braunschweig, Germany. pp. 48-70.
- Stokes, M. R. 1992. Effects of an enzyme mixture, an inoculant and their interaction on silage fermentation and dairy production. *J. Dairy Sci.* 75: 75-764.
- Wacek, C. M., J. A. Woodford and L. D. Satter. 1989. Effect of bacterial inoculants and cellulase on quality of alfalfa silage and performance of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72 (Suppl.): 227.
- Weinberg, Z. G. and R. E. Muck. 1996. New Trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiology Reviews.* 19: 53-68.
- Woodford, M. K. 1984. The Silage Fermentation. Marcel Dekker, Inc., New York. NY.