

Enzimlerin Silaj Katkı Maddesi Olarak Kullanımı

Mehtap GÜNEY¹ Murat DEMİREL¹

¹Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Van

Özet: Son yıllarda silaj fermantasyonunu iyileştirmek amacıyla çeşitli özellikte katkı maddeleri geliştirilmiştir. Bunlardan enzimler, silajlarda katkı maddesi olarak kullanıldığında laktik asit bakteri faaliyeti için ilave bir substrat kaynağı açığa çıkararak silaj fermantasyonunu geliştirmekte, hemisellüloz ve sellüloz gibi bitki hücre duvarı elemanlarının içeriğini azaltmaktadır. Ayrıca söz konusu yemlerle beslenen hayvanlarda silajın kuru madde sindirilebilirliği ile organik madde, NDF ve ADF parçalanabilirliği dolayısıyla sindirilme derecesi artmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Enzim, katkı maddesi, silaj

Enzymes Usage as Silage Additives

Abstract: Recently, some additives having various properties are developed for the better silage fermentation. Of those additives the enzymes, when are used as additives of silages, improve the silage fermentation and decrease the plant cell wall components like hemicellulose and cellulose releasing the additional substrate source for the lactic acid bacteria activity. In addition, because of increasing dry matter digestibility and organic matter, neutral detergent fiber and acid detergent fiber degradability of the silage in the animal fed with this silage enhance the digestibility of silage.

Key Words: Enzyme, additives, silage

Giriş

Sağlıklı ve karlı et ve süt üretimi için yeşil sulu kaba yemlerin yeri tartışılmaz bir öneme sahip olmakla birlikte iklim farklılığından dolayı, söz konusu yemler yılın her mevsiminde hayvanlara verilmemektedir. Bu durum çeşitli verim farklılıklarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Yazın bol bulunan yeşil sulu yemlerin en az besin madde kaybı ile fermantasyona uğratarak saklanması işlemi, bu farklılığın minimize edilmesinde önemli bir yere sahiptir (Filya 2001; Demirel ve ark. 2003).

Silaj yapımında kullanılan yemler farklı olgunluk dönemlerine göre hasat edilerek ya doğrudan veya çeşitli katkı maddeleri ile silolanmaktadır. Silaj üretiminde fermantasyon seyri için arzulanan yönde gerçekleşmesi ve yemlerin sindirilebilirliğinde artışlar sağlanması amacıyla daha çok inokulantlar ve enzimler yaygın olarak kullanılmaktadır (Filya 2000; Kung 2001b).

Enzimler, biyolojik sistemlerde kimyasal reaksiyonları katalize eden protein yapısındaki bileşiklerdir (Hoffman ve Muck 1999). İlk olarak, 19. yüzyılın son yarısında keşfedilmiş olup 1993 yılında Avrupa Birliği tarafından yem katkı maddeleri grubuna alınmasından sonra, yemlere enzim ilaveleri tüm dünyada çarpıcı bir şekilde gelişme göstermiştir (Kalkan ve Karabulut 2003).

Bu derlemede, enzimlerin silajlık yemlere katkı maddesi olarak kullanımı ve etki mekanizmaları incelenecektir.

Silaj Katkı Maddesi Olarak Enzimler ve Etki Mekanizmaları: Silo yemlerine ilave edilen enzimler son 10 yılı aşkın süreden beri sıkça kullanılmakta ve birçok sayıda ticari enzim preparatları bu amaç için üretilmektedir. Sellülaz, hemisellülaz, ksilanaz, amilaz ve pektinaz gibi enzimler, silaj yapımı sırasında katkı maddesi olarak ilave edilmekte ve bu amaçla, *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus niger* ve *Bacillus subtilis* kültürleri ve onların fermantasyon ürünleri enzimatik aktivite kaynağı olarak kullanılmaktadır (Shaver 1992).

Enzimler, optimum laktik asit fermantasyonu için gerekli mikroorganizmalara enerji kaynağı sağlamada etkin rol oynamaktadırlar (Thomas ve ark. 2003). Laktik asit bakterileri, silo içerisinde laktik asit üretimi için enerji kaynağı olarak sellülozu kullanmayıp, kolay çözülebilir karbonhidrat kaynaklarından yararlanmaktadırlar. Dolayısıyla silo içerisinde bulunan sellülozu da içine alan hücre duvarı elemanlarının yıkımı gerçekleşmemektedir. Bu polisakkaritlerin yıkımı ancak çeşitli enzim kompleksleri gibi silaj katkı maddeleri ile mümkün olmaktadır (Kung 2001a).

Enzimler, laktik asit bakterilerinin kolay çözülebilir karbonhidratları kullanması için bitki hücre duvarını parçalayarak iki önemli avantaj sağlamaktadırlar. Bunlardan ilki, fermente olabilir karbonhidrat içeriği düşük bitkilerin, yapısal karbonhidratlarını fermente ederek hazır bir substrat kaynağı oluşturmaktır. İkincisi ise, bitkilerdeki yapısal karbonhidratların hidrolizasyonu sonucu, kuru madde ve organik madde sindirimlerinin artmasına yardımcı olmaktadır (Henderson ve ark. 1991; McDonald ve ark. 1991; Davies ve ark. 1999; Filya 2000).

Silaj fermantasyonunda kullanılan enzimlerin, tek bir enzim, birden fazla enzim kompleksleri veya enzim kompleksi + LAB karışımından oluşması fermantasyon seyri üzerinde önemli etkilerde bulunmaktadır. Bunların yanında enzim-substrat ilişkisi ve kullanılan katkı maddesinin meydana getirdiği son ürün, maksimum enzim aktivitesi ve silaj fermantasyon kalitesi açısından önem taşımaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Silaj katkı maddesi olarak kullanılan enzimler ve fermantasyon son ürünleri (Kung 1997).

Enzim Kompleksi	Substrat	Son ürünler
Sellüloz	Sellüloz	Glukoz, maltoz, sınırlı olarak dekstrinler
Hemisellüloz	Hemisellüloz	Ksiloz, ksilan, arabinoz
Amilaz	Niştasta	Glikoz, maltoz

Enzim İlavésinin Hayvan Performansı, Silaj Fermantasyon Kalitesi ve Hücre Duvarı Kapsamı Üzerine Etkileri

Silaj kalitesi üzerine birçok faktör etkilidir. Bunlardan en belirleyici olanı silajda kullanılacak bitki materyalinin kimyasal kompozisyonudur. Bitkilerin biçim dönemleri, silaj kalitesi üzerine önemli derecede etkilidir (Açıkğöz 1995). Yüksek kalitede silaj elde edebilmek için uygun hasat dönemi yanında, bitki türü, silo tipi ve katkı maddesi de önem taşımaktadır (Filya 2000).

Silajlara katılan enzim, özellikle yüksek düzeyde ham sellüloz içeren bitkilerin hücre duvarı kapsamlarını azaltarak, silajların kuru madde sindirilme derecesini artırmaktadır. Hücre duvarını parçalayıcı enzimlerin silaj kuru maddesinin sindirimi üzerine sağladığı bu artış, aynı zamanda ruminant hayvanların yem tüketimi, süt verimi, canlı ağırlık kazancı ve yemden yararlanma düzeyi gibi hayvan performans kriterleri üzerinde zaman zaman artışlara sebep olabilmektedir (Filya 2000).

Sellüloz/ksilanaz enzimi katılarak silolanmış mısır silajı+yonca kuru otu tüketen sığırların süt verimi 39.5kg iken, enzim katkısız mısır silajı+yonca kuru otu tüketen sığırlarda 37kg olarak bulunmuştur (Kung 1997).

Sellüloz düzeyi yüksek yemlerin silolanmasında silajlara, sellüloz ve hemisellüloz enzim ilavesinin yemlerdeki nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) düzeylerini azaltarak, silajların sindirilebilirliği ile yem tüketimini artırdığı bildirilmektedir (Shaver 1992). Başka bir çalışmada ise, enzim ilavesinin yem tüketiminde % 21, süt üretiminde ise % 33'lük bir artış sağladığı bildirilmektedir (Kung ve Muck 1997).

Çayır hasılı ile hamur olum döneminde biçilen mısır hasılı laktik asit+enzim katılarak silolanmıştır. Fermantasyon sonrası açılan silajların pH, NDF ve ADF düzeyleri enzim katkısı ile azalırken, LA ve organik madde sindirilebilirliğinin arttığı bildirilmiştir (P<0.05) (Çizelge 2).

Çizelge 2. Enzim+inokulant ilave edilerek silolanmış çayır otu ve mısır silajlarının fermantasyon özellikleri ile hücre duvarı unsurları

		pH	LA g/Kg KM	AA g/Kg KM	NDF g/Kg KM	ADF g/Kg KM	OMS g/Kg KM	
Çayır Silajı	K	4.87	10	9.9	724	-	520	(Meeske ve ark. 1999)
	LA+E	3.90	31	6.4	716	-	534	
		pH	LA %KM	AA %KM	NDF %KM	ADF %KM	OMS %KM	
Mısır Silajı	K	3.7	3.8	-	52.0	27.2	-	(Filya 2002)
	LA+E	3.6	13.6	-	46.2	22.4	-	

K: Kontrol; LA+E: Laktik asit+enzim; LA: laktik asit; AA: asetik asit; OMS: organik madde sindirilebilirliği; ADF: asit deterjan da çözünmeyen lif, NDF: nötr deterjanda çözünmeyen lif

Farklı bir çalışmada ise, süt olum döneminde hasat edilen sorgum hasılı laktik asit bakterisi inokulantı+enzim karışımı ilave edilerek silolanmıştır. Silolamanın 31. gününde açılan silajların bütirik asit düzeyleri kontrolde % 0.2, inokulant+enzim silajında ise 0 olarak bulunmuştur (Meeske ve ark. 1993).

Çayır hasılına enzim katılarak silolanması sonucu silajların hücre duvarı kapsamları ile in vitro KM ve NDF sindirilebilirliğinin enzim katkısından etkilenmediği bildirilmiştir (Mandebvu ve ark. 1999).

Enzim içeren laktik asit bakterisi inokulantı yulaf bitkisine ilave edilerek silolanmış ve Jersey ineklerindeki süt üretimi ve silaj tüketim kriterlerine bakılmıştır. Kontrolde 4.56 olan pH düzeyi inokulant+enzim ilaveli yulaf silajında 4.52 olarak bulunmuş (P<0.05), ineklerin süt

üretimi ve silaj tüketimi enzim ilavesi ile artmıştır (Meeske ve ark. 2002).

Enzim, inokulant, inokulant+enzim katılarak silolanmış buğday hasılı ile arpa hasılından elde edilen silajların hücre duvarı kapsamları ile fermantasyon kalite kriterlerinin incelendiği çalışmada, buğday hasılı silajına katkı maddesi ilave edilen tüm gruplarda genel olarak silajların hücre duvarı kapsamları ile asetik asit düzeyleri kontrol silajına göre azalırken, enzim ve inokulant+enzim ilaveli gruplarda LA düzeylerinin yükseldiği bildirilmiştir (P<0.05). Arpa silajında ise enzim katkısı silajların LA düzeylerini artırmakla birlikte, hücre duvarı kapsamları ile AA düzeylerine olumlu yönde katkıda bulunmadığı bildirilmiştir (P<0.05) (Çizelge 3).

Çizelge 3. Buğday ve arpa hasılına ilave edilerek silolan silajların hücre duvarı kompozisyonları ile silaj fermentasyonu özellikleri

Silaj Grupları		Silajların Hücre Duvarı Kompozisyonu				Silaj Fermentasyonu		
		Hemi Selüloz %KM	ADF %KM	NDF %KM	Sellüloz %KM	LA %KM	AA %KM	
Buğday silajı	K	19.6	42.5	62.1	30.8	8.27	3.54	(Laytimi ve ark. 1988)
	E	19.4	40.1	59.6	29.0	10.25	3.47	
	I	20.0	40.8	60.8	29.6	8.25	2.59	
	I+E	19.8	39.7	58.9	27.9	10.26	2.57	
		Hemi Selüloz g/kg KM	ADF g/kg KM	NDF g/kg KM	Sellüloz g/kg KM	LA g/kg KM	AA g/kg KM	
Arpa silajı	K	-	290	456	-	83.7	27.7	(Zahiroddini ve ark. 2004)
	E	-	297	471	-	91.9	29.8	

KM: kuru madde; AA: asetik asit; LA: laktik asit; K: Kontrol; E: Enzim; I+E: İnokulant+Enzim

Yemlerin iyi bir şekilde silolanması için kuru maddede en az % 3-5 düzeyinde fermente olabilir karbonhidrat içermesi arzulanmaktadır. Baklagillerde bulunan karbonhidratların büyük bölümü, laktik asit bakterileri tarafından fermente edilemeyen lifsel yapıdaki polimerlerden oluştuğundan baklagillerin silolanmasında hücre duvarını parçalayıcı enzimlerin kullanılması önerilmektedir. Yonca silajının fermentasyon özellikleri, hücre duvarı kapsamı ve aerobik stabiliteyi üzerindeki etkilerinin saptanması için yapılan bir çalışmada, silaj katkı maddesi olarak sellüloz, hemisellüloz ve pektinaz karışımlarından oluşan enzim kullanılmıştır (Çizelge 4). % 0.025, % 0.03, % 0.05 ve % 0.1 düzeyinde enzim ilave

edilerek silolan silajlarda, yonca silajlarının fermentasyon özelliklerinin geliştiği, hücre duvarı kapsamının azaldığını bildirmiştir. Enzim dozlarının artmasına paralel olarak silajların pH, asetik asit, ADF ve NDF düzeylerinin düştüğü, laktik asit düzeylerinin ise arttığı görülmüştür. Araştırmacılar enzim ilavesi ile hücre duvarı unsurlarının parçalandığını ve açığa çıkan karbonhidratın fermentasyon sırasında laktik asit bakterilerinin besin madde kaynağını oluşturduğunu ve fermentasyon kalite kriterleri ile hücre duvarı elemanları bakımından en iyi enzim dozunun % 0.1 olduğunu bunu % 0.05 ve % 0.025'lik enzim dozlarının izlediğini kaydetmişlerdir (p<0.05).

Çizelge 4. Farklı düzeylerde enzim ilave edilen yonca silajlarının fermentasyon kalite sonuçları ile ADF, NDF sonuçları (Filya ve ark. 2001).

Enzim dozları	pH	LA %KM	AA %KM	BA %KM	ADF %KM	NDF %KM
Kontrol	5.1	1.8	7.7	0	29	38.9
% 0.025	4.5	10	3.3	0	27	37.7
% 0.05	4.3	11	2.8	0	263	36.2
% 0.1	4.0	12.6	2.4	6	23.5	3.41

Jatkauskas ve Vrotniakiene (2004), % 18 gibi düşük kuru madde içeren baklagil yeşil yemlerine silaj katkı maddesi olarak enzim ilavesi ile daha yüksek laktik asit, daha düşük asetik asit, bütirik asit ve amonyak nitrojen konsantrasyonlu silajların elde edildiği ayrıca sellüloz enziminin silajların ham sellüloz düzeylerini azaltırken, organik madde sindirilebilirliğini artırdığını bildirmişlerdir.

Katkısız ve enzim katkılı mısır silajının pH ve NDF (g/kg) düzeyleri sırasıyla 3.90, 3.56 ve 424.4, 394.9 olarak bildirilmiştir (Colombatto ve ark. 2004). Baklagil ve mısır hasılına enzim+inokulant, çavdar hasılına ise sellüloz enzimi ilave edilerek silolan silajların pH, AA, NDF ve ADF düzeyleri kontrol silajlarına göre azalırken, mısır ve çavdar silajında LA düzeylerinin arttığı bildirilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Enzim+inokulant ile sellüloz enzimi ilave edilerek silolan baklagil, mısır ve çavdar silajlarının fermentasyon özellikleri ile hücre duvarı unsurları

Silajlar		pH	LA	AA	NDF	ADF	
Baklagil silajı	Kontrol	4.16	3.83	6.47	45.29	32.54	(Chen ve ark. 1994) (%KM)
	Enzim+inokulant	4.03	3.61	4.14	44.70	31.03	
Mısır silajı	Kontrol	3.50	1.66	0.60	57.06	30.04	(Polat ve ark. 2005) (%KM)
	Enzim+inokulant	3.52	1.84	0.50	54.80	29.30	
Çavdar silajı	Kontrol	4.09	104	37.7	414	252	(Rodrigues ve ark. 2001) (g/Kg)
	Sellüloz	3.80	144	32.3	272	164	

Soldurulmuş yonca hasılının enzim ilave edilerek silolanması sonucu 4.7 olan pH düzeyi enzim katkısı ile 4.3'e, toplam laktat düzeyi (% KM) 6.0'dan 7.8'e, asetik asit düzeyi ise 3.5'tan 1.4'e düşmüştür. Silajların NDF düzeyleri kontrolde 43.8 iken, katkı maddesi ilave edilen grupta 38.9'e, ADF düzeyleri ise 40.0'tan 35.6'ya düşmüştür (P<0.05) (Sheperd ve ark. 1995).

Üç farklı hasat döneminde biçilen çayır otu ve yonca hasılı 5 farklı enzim+inokulant dozu ilave edilerek silolanmışlardır. Enzim+inokulant ilavesi silajların pH ve asetik asit düzeylerini istatistiksel olarak kontrol silajına göre azaltırken, LA düzeylerini artırmıştır (Nadeau ve ark. 2000).

Sonuç

Silolama sırasında biyolojik ve teknik koşullar her zaman mükemmel bir şekilde yerine getirilemeyebilir. Silaj fermantasyon seyrini kontrol altına almak ve en az besin madde kaybı ile yemlerin maksimum düzeyde korunmasını sağlamak amacıyla, son yıllarda silaj yapımı sırasında çok sayıda katkı maddesi kullanılmaktadır.

Bu amaca yönelik olarak üretilen silaj katkı maddelerinden enzimler; bitki hücre duvarının parçalanmasına ve kolay çözünebilir karbonhidratların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Açığa çıkan söz konusu karbonhidratları laktik asit bakterileri enerji kaynağı olarak kullanmakta ve popülasyonlarının artmasına neden olmaktadır. Sonuçta fermantasyon kalitesinin artışı ile birlikte, hücre duvarı unsurları da azalmış olan silajları tüketen hayvanlarda yem tüketimi, yemlerin sindirilebilirliği ve neticede verim artışı sağlanabilmektedir.

Kaynaklar

- Açıkgöz, E., 1995. Yem Bitkileri. U Ü Basımevi, II. Baskı, Bursa.
- Chen, J., Stokes, M.R., Wallace, C.R., 1994. Effects of enzyme-inoculant systems on preservation and nutritive value of haycrop and corn silages. *J. Dairy Sci.* 77: 501-512.
- Colombatto, D., Fergus, L.M., Mahalingeshwara, K.B., Richard, H.P., Emyr, O., 2004. In vitro evaluation of fibrolitic enzymes as additives for maize (*Zea mays* L.) silage I. Effect of ensiling temperature, enzyme source and addition level. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 111: 111-128.
- Davies, Z.S., Brooks, A.E., Theodorou, M.K., Griffith, G.W., Merry, R.J., 1999. Effect of inoculant and enzyme additives on fermentation characteristics and gas production of grass silage. *Proc. Br. Soc. Anim. Sci.* 145s.
- Demirel, M., Yılmaz, I., Deniz, S., Kaplan, O., Akdeniz, H., 2003. Effect of addition of urea or urea plus molasses to different corn silages harvested at dough stage on silage quality and digestible dry matter yield. *J. Appl. Anim. Res.* 24: 7-16.
- Filya, I., 2000. Silaj fermantasyonunda katkı maddeleri kullanımı. *Ondokuz Mayıs Üniv. Zir. Fak. Derg.* 15(3): 118-125.
- Filya, I., 2001. Silaj fermantasyonu. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 32(1): 87-93.
- Filya, I., 2002. Laktik asit bakteri ve laktik asit bakteri+enzim karışımı silaj inokulantlarının mısır silajı üzerine etkileri. *Tr. J. of Vet. and Sci.* 26: 679-687.
- Filya, I., Ashbell, G., Weinberg, Z.G., Hen, Y., 2001. Hücre duvarını parçalayıcı enzimlerin yonca silajlarının fermantasyon özellikleri, hücre duvarı kapsamı ve aerobik stabiliteyi üzerine etkileri. *A.Ü. Zir. Fak. Tarım Bilimleri Derg.* 7(3): 81-87.
- Henderson, A.R., McGinn, R., Stanway, A.P., Morgan, C.A., 1991. A technique designed to evaluate commercial polysaccharide degrading enzymes as additives for grass silage. *Proc. 5th Int. Stmp. Forage Preservation, Nitra, Czechoslovakia*, pp. 92-95.
- Hoffman, P., Muck, R., 1999. Adding enzymes to silage. *Agricultural&Life Sci.* 1: 1-2.
- Jatkauskas, J., Vrotniakiene, V., 2004. Improvement of grass silage quality by inoculant with lactic bacteria and enzymes. *ISSN 1392-2130. Veterinarija Ir Zootechnika. T. 28. (50).*
- Kalkan, H., Karabulut, A., 2003. Ruminantların beslenmesinde enzim kullanımı. II. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi. 411-413, 18-20 Eylül. Konya.

- Kung, L. 1997. Use of additives in silage fermentation. *Direct-fed microbial, enzyme and forage additive compendium.* The Miller Publishing Co. Minnesota.
- Kung, L., 2001a. *Direct-fed microbials and enzymes for dairy cows.* University of Delaware. New York, Delaware, 19717-1303.
- Kung, L., 2001b. *Silage Fermentation & Additives.* Department of Animal and Food Sci. University of Delaware Newark, Delaware, 19717-1303.
- Kung, L., Muck, R.E., 1997. Animal response to silage additives. *Proc. From the Silage: Field to Feedbunk North American Conference. NRAES-99.* Pp 200-210.
- Laytimi, A., Bolsen, K., Schurhammer, J., Kirch, B., 1988. Effect of enzyme and inoculant additives on preservation and feeding value of wheat and forage sorghum silages. *Cattlemen's Day75. Report of Progress 539:* 199-207.
- Mandebvu1, P., West, J.W., Froetschel, M.A., Hatfieldc, R.D., Gatesd, R.N., Hill, G.M., 1999. Effect of enzyme or microbial treatment of bermudagrass forages before ensiling on cell wall composition, end products of silage fermentation and in situ digestion kinetics. *Anim. Feed Sci.and Tech.* 77: 317-329.
- McDonald, P., Henderson, A.R., Heron, S.J.E., 1991. *The Biochemistry of Silage (2nd ed).* Chalcombe publ. Church Lane, Kingston, Canterbury, Kent, UK.
- Meeske, R., Ashbell, G., Weinberg, Z.G., Kipnis, T., 1993. Ensiling forage sorghum at two stages of maturity with the addition of lactic acid bacterial inoculants. *Anim. Feed Sci. Technol.* 43: 165-175.
- Meeske, R., Basson, H.M., Cruywagen, C.W., 1999. The effect of lactic acid bacterial inoculant with enzymes on the fermentation dynamics, intake and digestibility of digitaria eriantha silages. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 81: 237-248.
- Meeske, R., Merwe, G.D., Greyling, J.F., Cruywagen, C.W., 2002. The effect of adding an enzyme containing lactic acid bacterial inoculant to big round bale oat silage on intake, milk production and milk composition of Jersey cows. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 97: 159-167.
- Nadeau, E.M.G., Buxton, D.R., Russell, J.R., Allison, M.J., Young, J.W., 2000. Enzyme, bacterial inoculant, and formic acid effects on silage composition of orchardgrass and alfalfa. *Jour. Dairy Sci.* 83: 1487-1502.
- Polat, C., Koç, F., Özduven, M.L., 2005. 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/Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty.*13-22.
- Rodrigues, M.A.M., Cone, J.W., Sequeira, C.A., Mascarenhas-Ferreira, A., 2001. Effect of the addition of cell wall degrading enzymes on fermentation kinetics of perennial ryegrass silage. *Jour. of Agric. Sci.* 136: 443-449.
- Shaver, R., 1992. *Silage Preservation: The Role of Additives.* University of Wisconsin-Extension. A3544.
- Sheperd, A.C., Maslanka, M., Quinn, D., Kung, L., 1995. Nutrition, Feding and Calves. *Additives containing bacteria and enzymes for alfalfa silage.* *Jour. Dairy Sci.* 78: 565-572.
- Thomas, J.W., Moore, K.J., Huber, J.H., 2003. <http://www.agcom.purdue.edu/AgCom/Publ/NCH/NCH-59.html>. National com Handbook.
- Zahiroddini, H., Baah, J., Absalom, W., McAllister, T.A., 2004. Effect of an inoculant and hydrolitic enzymes on fermentation and nutritive value of whole crop barley silage. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 117: 317-330.