

Çeşitli Ticari Karışımların Ayçiçeği Silajlarında Kullanılabilirlik Olanığı, Silaj Kalitesi, İn-Vitro Sindirilebilirlik ve Mikroorganizma Profili Üzerine Etkileri

**Selma BÜYÜKKILIÇ BEYZİ¹, Yusuf KONCA^{1*},
Mehmet Levent ÖZDÜVEN², Berrin OKUYUCU²**

¹Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Kayseri

²Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Tekirdağ

*e-posta: yusufkonca@erciyes.edu.tr

Geliş Tarihi/Received:26.09.2016 Kabul Tarihi/Accepted:01.12.2016

Öz: Bu çalışma, ticari asit karışımlarının silaj katkı maddesi olarak ayçiçeği silajında kullanılmasının kimyasal kompozisyon, *Lactobacillus*, maya ve küf içeriği ile organik madde sindirilebilirliği üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Muamele grupları; (1) kontrol ((K), katkı maddesi ilavesi yok), (2) formik asit, propiyonik asit ve lignosulfopik asit karışımı (1 g/kg, (SA), softacid®), (3) sodyum benzoat, sodyum metabisulfit ve kalsiyum formiyat karışımı (1 g/kg, (SM), Silamix®) ve (4) SA+ SM karışımı (1 g/kg SA+1 g/kg SM). Silaj materyalleri 6 tekerrürlü olarak bir litre hacimli vakum poşetlerinde vakumlanmış ve 90 gün süreyle fermantasyona bırakılmıştır. SA+SM grubunda kuru madde (KM) oranı K ve SA gruplarından, SM ve SA+SM gruplarında ham protein (HP) içeriği K ve SA gruplarından önemli derecede düşük bulunmuştur (P<0,01). K grubunda ham selüloz (HS) ve asit deterjan fiber (ADF) içeriği diğer gruplardan daha yüksek bulunmuştur (P<0,01). K grubunda hemiselüloz (HEM) içeriği SA+SM grubundan daha düşük (P<0,05), SA grubunda lignin (ADL) içeriği diğer gruplardan daha yüksek bulunmuştur (P<0,01). Asitlerin ilavesi ile toplam besin madde sindirilebilirliği oranı artmış; SA+SM grubunda laktik asit (LA) oranı diğer gruplardan ve SM grubunda organik madde sindirilebilirliği (OMS), K ve SA gruplarından daha yüksek bulunmuştur (P<0,01). Asit ilaveleri ile silajlarda pH, ham yağ (HY), nötral deterjan fiber (NDF) ile *Lactobacillus* ve maya sayısı etkilenmemiştir. Sonuç olarak, ayçiçeği silajlarına asit karışımı ilavelerinin KM, HP ve ADF oranında azalma, HEM, toplam sindirilebilir besin maddeleri (TSBM), LA ile OMS'nde artış meydana getirdiği ve ayçiçeği silajlarında katkı maddesi olarak kullanılmasının silaj kalitesini artırabileceği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Asit karışımları, ayçiçeği, küf, *Lactobacillus*, silaj kalitesi

The Ensiling Capability of Various Commercial Mixture Additives on Sunflower Silage Composition, Organic Matter Digestibility and Microbial Profiles

Abstract: The objective of this study was to evaluate the effects of commercial acid mixtures on silage chemical composition, *Lactobacillus*, yeast and mold in the silages and organic matter digestibility. The treatment groups as follows: (1) Control (C, no additive), (2) formic acid, propionic acid and lignosulphopic acid mixture (1 g/kg, SA, soft acid®), (3) calcium formiate, sodium benzoate and sodium metabisulfite mixture (1 g/kg, Silamix®) and (4) SA+SM mixture (1 g/kg SA+1 g/kg SM) admixed to fresh sunflower crops. Then, fresh crop materials were filled one kg in vacuum nylons and vacuumed with six replicates and kept for 90 days at room temperature (about 20 to 26 °C). Dry matter content of silages were lower in the SA+SM supplemented group than those of C and SA groups and crude protein content of SM and the SA+SM groups lower than those of C and SA groups (P<0.01). The crude fiber and acid detergent fiber ratio were higher in the C group than the other groups (P<0.01). In the C group the HEM content were lower than SA+SM group (P<0.05) and in the SA group's ADL were higher than those of other groups (P<0.01). Acids supplementations increased total digestibility nutrient ratio. The lactic acid concentration in the SA+SM group were higher than those of other groups and in the SM group, organic matter digestibility were higher than those of C and SA groups (P<0.01). Acid addition was not affect pH, ether extract, NDF, and *Lactobacillus* and yeast count of silages. In conclusion, acids mixture supplementation to sunflower silage caused a decrease in DM, CP and ADF content, however, increased HEM, TDN, LA and OMD and so they may improve silage quality.

Keywords: Acid additives, *Lactobacilli*, mould, silage quality, sunflower

1. GİRİŞ

Silaj katkı maddeleri, silolanacak materyallerin besin madde zenginliğini artırmak üzere çeşitli enerji kaynakları (tahıl daneleri), fermantasyonu hızlandıran stabilize edilmiş bazı silo mikroorganizmaları (bilhassa *Lactobacillus*, inokulantlar) ve ortam asitliğinin hızlı bir şekilde düşürülerek patojen mikroorganizmaların üremesine engel olmak amacıyla kullanılmaktadırlar (Kutlu, 2004). Silaj katkı maddelerinin katılmasındaki en önemli amaç daha iyi bir fermantasyonu garanti etmek ve silaj kalitesinde iyileşmeler sağlamaktır. Bir kısım silaj katkı maddeleri eklendiğinde silaj yapımının ilk aşamasında bitkilerin solunum veya enzim aktivitelerini azaltmak suretiyle fermantasyonu yönlendirmesi ve bu sayede kolostridiaların, maya ve küf gibi aerobik mikroorganizmaların aktivitesini sınırlandırmaktadır (Kung ve ark., 1991). Böylece besin madde kayıpları ve mikrobik bozulmaya karşı kayıplar azaltılabilmektedir.

Sodyum benzoat, potasyum sorbat ve sodyum nitratın antimikrobiyal özellikleri iyi bir şekilde bilinmektedir (Yitbarek ve Tamir 2014). Woolford (1975) kaba yemlerin muhafazasında potasyum sorbatın 3-6 arasında bir pH sağlayarak etkili bir biçimde spor formundaki bakteri, maya ve küflerin gelişimini engellediğini bildirmiştir. Sodyum benzoat da potasyum sorbat gibi pH derecesini önemli derecede artırmak suretiyle benzer etkiler sağlamıştır. Kleinschmit ve ark. (2005) silaj katkı maddesi olarak sodyum benzoate ve potasyum sorbat kullanımının silaj kalitesini olumlu yönde etkilediğini tespit etmiştir. Sodyum propiyonat ve propiyonik asidin antimikotik özellikleri olduğu ve sodyum nitritin düşük pH seviyelerinde spor oluşturan bakterilerin gelişimini engellediği bildirilmiştir (Woolford, 1975). Bununla birlikte silaj katkı maddesi olarak sodyum nitrit ile heksamin, sodyum benzoat ve sodyum propiyonat karışımlarının silaj kalitesini etkileyebileceği bildirilmiştir (Lattemae ve Lingvall 1996; Lingvall ve Lattemae 1999). Diğer yandan, formaldehit geçmişte yemlerde koruyucu madde olarak kullanılmış ancak günümüzde önemli kanserojenik bir bileşik olarak kabul edilmiş ve birçok ülkede bu amaçla kullanımı yasaklanmıştır. Sodyum nitrit, silajda istenmeyen mikroorganizmaların gelişimini engellemek amacıyla kullanılmakta ve parçalanmasında nitrat ve nitrik asit açığa çıkmaktadır (Spoelstra, 1983). Ancak yemlerde nitratın yüksek miktarlarda bulunması, hayvanlar için toksik bir durum oluşturduğundan dolayı yem katkı maddesi olarak kullanımı sınırlandırılmaktadır (Kemp ve ark., 1977).

Bu çalışmanın amacı, ticari olarak satılan kalsiyum formiyat, sodyum metabisulfid, sodyum benzoat ile formik, propiyonik, lignosulfopik asit karışımlarının ayçiçeği silajında istenmeyen mikroorganizma varlığı ve silaj kalitesi üzerine etkilerini incelemektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmanın bitki materyalini 2014 yılı Mayıs ile Eylül ayları arasında yetiştirilen (ERÜ Tarımsal Araştırmalar Çiftliği, Kayseri) ve hamur olum döneminde biçilen çerezlik ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisi oluşturmuştur. Ayçiçeği bitkileri geleneksel mısır silajı biçme makinası (Çelikel Challenger) ile hasat edilmiş ve 1,5-3 cm uzunluğunda parçalanmıştır. Daha sonra taze silaj materyali üzerine katkı maddeleri homojen dağılım için iyice karıştırılmış, 6 tekerrürlü olarak birer kg vakum poşetlerine konularak vakumlanmış ve 20-26 °C'lik oda sıcaklığında 90 gün süreyle fermantasyona bırakılmıştır. Muamele grupları; (1) kontrol (K, katkı maddesi ilavesi yok), (2) 1 g/kg, formik asit, propiyonik asit ve lignosulfopikasit karışımı (sırasıyla %35, 35, 30) (SA, softacid®, Borregaard LignoTech, Sarpsborg, Norveç), (3) 1 g/kg, kalsiyum formiyat, sodyum benzoat ve sodyum metabisulfid karışımı (sırasıyla %45, 20, 35) (SM, Silamix®, Kayseri, Türkiye) ve (4) SA (1 g/kg)+SM (1 g/kg) karışımından oluşturulmuştur.

Silajlar 90 günlük fermantasyon süresi sonunda açılmış ve kimyasal analizler yapılmıştır. Silaj örneklerinde pH analizleri Akyıldız (1986)'ya göre yapılmıştır. Kuru madde (KM), ham protein (HP), ham kül (HK), organik madde (OM), ham selüloz (HS), ham yağ (HY) AOAC (1996; 2000)'e göre yapılmıştır. Nötral deterjan fiber (NDF), asit deterjan fiber (ADF) ve asit deterjan lignin (ADL) Van Soest ve ark. (1991) yöntemine göre ANKOM selüloz analiz cihazında (ANKOM220 Technology, Macedon, NY, USA) yapılmıştır. Hemiselüloz miktarı (HEM)=NDF-ADF formülü ile hesaplanmıştır. Fleig puanı (FP)=220+(2x%KM-15)-40xpH denklemi ile hesaplanmıştır (Akyıldız, 1986). Toplam sindirilebilir besin maddeleri (TSBM) miktarı, Chandler (1990) tarafından bildirilen

denklemlerle $TSBM\% = 105,2 - 0,68x\%NDF$; Selüloz olmayan karbonhidrat ($\%NFC$)= $100 - (\%NDF + \%HP + \%HY + \%Ham\ küll(HK))$ (Weiss ve ark., 1992); toplam karbonhidrat ($\%TK$)= $100 - (\%HP + \%HY + \%HK)$ (Sniffen ve ark., 1992); metabolik enerji ($ME, MJ/kgKM$)= $14,03 - (0,01386x\%HS) - (0,1018x\%HK)$ (Robinson ve ark., 2004)'e göre hesaplanmıştır.

Silaj örneklerinde laktik asit (LA) içeriği Akyıldız, (1986)'ya göre belirlenmiştir. *Lactobacilli*, maya ve küf sayıları Seale ve ark. (1990) tarafından belirtilen yöntemle ölçülmüştür. Fermentasyon kayıpları Filya (2003)'e göre hesaplanmıştır. Silaj örneklerinde in vitro organik madde sindirilebilirliği (OMS) Aufrère ve Michalet-Doreau (1988) tarafından bildirilen teknikler kullanılarak üç safhada yapılmıştır.

Elde edilen veriler SPSS 17 (2010) istatistik programında GLM prosedürü kullanılarak yapılmış, ortalamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesi için Duncan testi uygulanmıştır. Önemlilik derecesi $P < 0,05$ düzeyinde alınmıştır. Çizelgelerde ortalama değerler ve yuvarlatılmış standart hata (SEM) değerleri verilmiştir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada katkı maddeleri ve karışımları katılarak elde edilen silajların pH, KM, HP, HY, HS, NDF, ADF, HEM ve ADL konsantrasyonları üzerine etkileri Çizelge 1'de gösterilmiştir. SA+SM grubunda KM içeriği K ve SA gruplarından; SM ve SA+SM gruplarında HP içeriği K ve SA gruplarından daha düşük bulunmuştur ($P < 0,01$). Kontrol grubunda HS ve ADF oranı diğer gruplardan önemli derecede yüksek bulunmuş ($P < 0,01$), ancak bu grubun HEM değeri SA+SM grubundan düşük ($P < 0,05$), ADL değeri ise SA grubundan yüksek bulunmuştur ($P < 0,01$).

Çizelge 1. Çeşitli ticari karışımların ayçiçeği silajında pH, kimyasal kompozisyon ve hücre duvarı unsurları üzerine etkileri

Parametreler	Muameleler				SEM	P
	K	SA	SM	SA+SM		
pH	3,74	3,00	3,47	3,69	0,123	ÖD
KM, %	29,40ab	29,95a	28,64bc	28,13c	0,234	**
HP, %KM	7,77a	7,76a	7,05b	6,76b	0,140	**
HY, %KM	12,79	14,97	14,59	14,29	0,343	ÖD
HS, %KM	24,41a	21,44b	22,04b	21,61b	0,410	**
NDF, %KM	36,75	35,63	35,15	35,54	0,306	ÖD
ADF, %KM	30,13a	27,90b	27,70b	26,71b	0,420	**
HEM, %KM	6,62b	7,73ab	7,45ab	8,84a	0,328	*
ADL, %KM	5,72b	6,47a	5,66b	5,09c	0,116	**

K: Kontrol; **SA:** soft asit; **SM:** Silamix; **SA+SM:** soft asit+Silamix **P:** Önemlilik değeri; *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; **SEM:** Yuvarlatılmış standart hata; ^{a, b, c}: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir; **ÖD:** Önemli değil; **KM:** kuru madde; **HP:** ham protein; **HS:** ham selüloz; **HY:** ham yağ; **NDF:** nötral deterjan fiber; **ADF:** asit deterjan fiber; **HEM:** Hemiselüloz **ADL:** asit deterjan lignin.

Silajlara ait hesaplama yoluyla elde edilen TSBM, OM, NFC, TK, ME, FP değerleri ise Çizelge 2'de verilmiştir. Araştırmada kullanılan katkı maddelerinin silajlarda LA, OMS, toplam *Lactobacillus*, küf ve maya sayıları üzerine etkileri ise Çizelge 3'te verilmiştir. Silaja katkı maddeleri ilavesi ile toplam besin madde sindirilebilirliği (TSBM) artış göstermiştir. SA+SM grubunda belirlenen laktik asit konsantrasyonu diğer gruplardan daha yüksek ve SM grubunda organik madde sindirilebilirliği ise K ve SA gruplarından daha yüksek bulunmuştur ($P < 0,01$). Bununla birlikte ayçiçeği silajlarına asit karışımları ilavesi pH, ham yağ, NDF düzeyleri ile *Lactobacillus*, maya ve küf sayılarını etkilememiştir ($P > 0,05$).

Çizelge 2. Çeşitli ticari karışımların ayçiçeği silajında enerji değerleri üzerine etkileri

Parametreler	Muameleler				SEM	P
	K	SA	SM	SA+SM		
TSBM, %KM	84,71b	86,23a	86,36a	87,04a	0,286	**
OM, %KM	87,44	86,73	87,17	87,23	0,410	ÖD
NFC, %KM	30,13	28,37	30,37	29,90	0,544	ÖD
TK, %KM	66,88	64,00	65,53	66,18	0,466	ÖD
ME, Mcal/kg KM	12,41	12,38	12,42	12,43	0,042	ÖD
FP	114,56	144,89	123,35	113,54	11,727	ÖD

K: Kontrol; **SA:** soft asit; **SM:** Silamix; **SA+SM:** soft asit+Silamix **P:** Önemlilik değeri; *:P<0,05; **:P<0,01; **SEM:** Yuvarlatılmış standart hata; ^{a, b, c}: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir; **ÖD:** Önemli değil; **TSBM:** toplam sindirilebilir besin maddeleri; **OM:** organik madde; **NFC:** selüloz olmayan karbonhidratlar; **TK:** toplam karbonhidratlar; **ME:** metabolik enerji; **FP:** fleig puanı

Bu çalışmada elde edilen KM ve HP içeriği SA grubunda yüksektir. Bu durum formik ve propiyonik gibi asitlerin daha iyi bir sıkışma sağlaması (Yitbarek ve Tamir, 2014) ve suda çözünme kabiliyetlerinin diğer katkı maddelerine göre daha yüksek olması (Kung ve Limin, 2010) ile koruyucu etkisini daha iyi gösterebilmesi ile açıklanabilir. Yapılan bazı çalışmalar bu grup katkı maddelerinin özellikle düşük kuru maddeli silajlarda stabilizasyonda etkili olduğunu vurgulamıştır (Knicky ve Lingvall, 2004). Aynı zamanda en düşük maya sayısı SA grubundan elde edilmiş olup özellikle karışım içerisinde yer alan sodyum benzoatın önemli bir maya ve küf önleyici (Woolford, 1975) olması ile sağlanabilir. Bununla birlikte SA grubunda ADL içeriği en yüksek bulunmuş olup beklenen etkinin tersi yönünde etki göstermiştir. SA içerisinde bulunan maddeler (sodyum benzoat) hücre duvarı homeostazını bozarak pH'nın düşmesi ve parçalanmanın hızlanmasını sağlayarak sindirilebilir besin maddelerinin (TSBM) artmasını sağlamaktadır (Krebs ve ark., 1983; Hazan ve ark., 2004). Bu durum bir miktar SM grubunda TSBM oranının yüksek olması ile sağlanmış olsa bile tam olarak beklenen etki bu preparatta sağlanamamıştır. Özellikle maya sayısının yüksek olması bu karışımın etkinliğinin tam olarak gerçekleşmediğini göstermektedir. Bu çalışmada SA ve SM olarak isimlendirilen preparatların karışımları da kullanılmıştır. Bu karışımla muamele edilen silajlarda kuru madde oranının en düşük bulunmasının nedeni olarak, söz konusu preparatların korozif etkisinin artması ile meydana geldiği düşünülmektedir (Yitbarek ve Tamir, 2014). Bu muamele grubunda aynı etkiye bağlı olarak ADL oranının azalması, dolayısıyla hemiselülozun artması ve laktik asit üretiminin teşvikini de sağlamıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde asit karışımları silaj katkı maddesi olarak kullanıldığında, ortam asitliğinin hızlıca düşürülmesi ve bu sayede asidik ortamda sterilizasyon sağlayarak istenmeyen mikroorganizmaların gelişiminin engellenmesi (Kutlu, 2004) ve düşük pH derecelerinde laktik asit bakterilerinin gelişiminin hızlandırılmasıdır. Ayrıca silo içerisine asit karışımı ilavesiyle sindirimi zor olan ADF gibi hücre duvarı unsurlarının asidik ortamda bir miktar yıkılımların sağlanması ve özellikle selülozik yapıların kılıf yapısının parçalanması ve bu sayede çevrelediği besin maddelerinin sindirime açık hale gelmesine katkı sağlayabilir. Dolayısı ile asit karışımlarının silo içi özellikleri ve bu sebeple de silaj fermantasyonunu ve silaj kalitesini değiştirme potansiyeli bulunmaktadır. Bu çalışmada silajda SA katkısı ile küf oranında azalma sağlanması önemli bir katkı olarak değerlendirilebilir.

Çizelge 3. Çeşitli ticari karışımların ayçiçeği silajında laktik asit, sindirilebilirlik ve mikroflora üzerine etkileri

Parametereler	Muameleler				SEM	P
	K	SA	SM	SA+SM		
LA, g/kg KM	37,64bc	33,28c	42,39b	49,94a	1,863	**
OMS, %KM	47,84c	49,50bc	53,36a	51,31ab	0,679	**
Laktobasil	4,47	4,41	4,08	4,61	0,098	ÖD
Maya	2,20	1,92	2,26	1,81	0,077	ÖD
Küf	1,86b	1,56c	2,10a	1,82b	0,061	**

K: Kontrol; **SA:** soft asit; **SM:** Silamix; **SA+SM:** soft asit+Silamix **P:** Önemlilik değeri; *:P<0,05; **:P<0,01; **SEM:** Yuvarlatılmış standart hata; ^{a, b, c}: Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir; **ÖD:** önemli değil; **LA:** laktik asit; **OMS:** organik madde sindirilebilirliği

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak çeşitli katkı maddeleri ve karışımları katılarak elde edilen silajların kaliteleri genel olarak değerlendirildiğinde özellikle fleig puanına göre çok iyi sınıfta yer almakta

olup, diğer parametreler değerlendirildiğinde ise soft asit katkısının daha iyi sonuçlar verdiği kabul edilebilir.

TEŞEKKÜR

Araştırmanın ayçiçeği bitki materyalinin teminini sağlayan Erciyes Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Akyıldız, A.R. 1986. Yemler bilgisi ve teknolojisi. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 974, Ders Kitabı No:286, Ankara.
- AOAC, 1996. Official methods of analysis 952.08. Water content in seafood. Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC. 2000. Official methods of analysis of AOAC International, (17th ed.), Gaithersburg, MD, USA.
- Aufrere, J. ve Michalet-Doreau, B. 1988. Comparison of methods for predicting digestibility of feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 20 (3): 203–218.
- Chandler, P. 1990. Energy prediction of feeds by forage testing explorer. *Feedstuffs*, 62 (36): 12.
- Filya, I. 2003. The effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. *Journal of Dairy Science*, 86 (11): 3575-3581.
- Hazan, R., Levine, A. ve Abeliovich, H. 2004. Benzoic acid, a weak organic acid food preservative, exerts specific effects on intracellular membrane trafficking pathways in *Saccharomyces cerevisiae*. *Applied and Environmental Microbiology*, 70 (8): 4449–4457.
- Kemp, A., Geurink, J.H., Haalstra, R.T. ve Malestein, A. 1977. Nitrate poisoning in cattle. 2. Changes in nitrite in rumen fluid and methemoglobin formation in blood after nitrate intake. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 25(1) : 51–62.
- Kleinschmit, D.H., Schmidt, R.J. ve Kung, L. 2005. The effects of various antifungal additives on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*, 88 (6): 2130–2139.
- Knicky, M. ve Lingvall, P. 2004. Ensiling of high wilted grass-clover mixture by use of different additives to improve quality. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A: Animal Science*, 54 (4): 197–205.
- Krebs, H.A., Wiggins, D., Stubbs, M., Sols, A. ve Bedoya, F. 1983. Studies on the mechanism of the antifungal action of benzoate. *Biochemical Journal*, 214 (3): 657–663.
- Kung, J. ve Limin, R. 2010. Aerobic stability of silage. In: Proc. 2010 California Alfalfa and Forage Symposium and Crop/cereal Conference, Visalia, CA, USA.
- Kung, L., Tung, R.S., Maciorowski, K.G., Buffum, K., Knutsen, K. ve Aimutis, W.R. 1991. Effects of plant cell-wall-degrading enzymes and lactic acid bacteria on silage fermentation and composition. *Journal of Dairy Science*, 74 (12): 4284-4296.
- Kutlu, H.R. 2004. Tüm yönleriyle silaj yapımı ve silajla besleme. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü yayınları, Adana. <http://www.zootečni.org.tr/upload/File/SILAJ%20EI%20KTABI.pdf> Access: 21 April 2016.
- Lattemae, P. ve Lingvall, P. 1996. Effect of hexamine and sodium nitrite in combination with sodium benzoate and sodium propionate on fermentation and storage stability of wilted and long cut grass silage. *Swedish Journal of Agricultural Research*, 26 (3): 135–146.
- Lingvall, P. ve Lattemae, P. 1999. Influence of hexamine and sodium nitrite in combination with sodium benzoate and sodium propionate of fermentation and hygienic quality of wilted and long cut grass silage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79 (2): 257–264.
- Robinson, P.H., Givens, D.I. ve Getachew, G. 2004. Evaluation of NRC, UC Davis and ADAS approaches to estimate the metabolizable energy values of feeds at maintenance energy intake from equations utilizing chemical assays and in vitro determinations. *Animal Feed Science and Technology*, 114 (1): 75–90.
- Seale, D.R., Pahlow, G., Spoelstra, S.F., Lindgren, S., Dellaglio, F. ve Lowe, J.F. 1990. Methods for the microbiological analysis of silage. *Proceeding of The Eurobac Conference*, Uppsala, 147pp.
- Sniffen, C.J., O'connor, J.D. ve Van Soest, P.J. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, 70 (11): 3562-3577.

- Spoelstra, S.F. 1983. Inhibition of clostridial growth by nitrate during the early phase of silage fermentation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34 (2): 145–152.
- SPSS, 2010. SPSS for Windows, Version 17, SPSS Inc. Chicago, IL, USA.
- Van Soest, P.H., Robertson, J.B. ve Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal Dairy Science*, 74 (10): 3583–3597.
- Weiss, W.P., Conrad, H.R. ve Pierre, N.R. 1992. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. *Animal Feed Science and Technology*, 39 (1): 95-110.
- Woolford, M.K. 1975. Microbiological screening of the straight chain fatty acids (C1–C12) as potential silage additives. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 26 (2): 219–228.
- Yitbarek, M.B. ve Tamir, B. 2014. Silage additives: review. *Open Journal of Applied Sciences*.