

Farklı Ortam Sıcaklıklarında Organik Asit Kullanımının Fiğ-Tahıl Silajlarında Fermantasyon Gelişimi ve Aerobik Stabilite Üzerine Etkileri

F. Koç¹, L. Coşkuntuna¹, M. L. Özduven¹, A. Coşkuntuna²

¹Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü, Tekirdağ

²Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Tekirdağ

Bu araştırma, organik asit kullanımının farklı ortam sıcaklıklarında, fiğ-tahıl silajlarında fermantasyon gelişimi ve aerobik stabilite üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Çalışmada katkı maddesi olarak Farmavet firmasından temin edilen SILOFARM® LIQUID isimli silaj katkısından yararlanılmıştır.

Araştırma materyalleri kontrol ve organik asit uygulaması içeren grup olmak üzere iki deneme grubuna bölünmüştür. Firma önerileri doğrultusunda (5g/kg) organik asit ilavesinden sonra, materyaller yalnızca gaz çıkışına olanak tanıyan 1.0 litrelik (Weck, Wher-Ofilingen, Germany) anaerobik kavanozlarda silolanmıştır. Her muameleye ait 3'er silo kabının kullanıldığı çalışmada, silo kaplarının doldurulmasından sonra materyaller laboratuvar koşullarında (20 °C, 30°C ve 37°C) depolanmıştır.

Fermantasyonun 45. gününde açılan örnekler üzerinden pH, kuru madde, ham protein, amonyağa bağlı nitrojen, suda çözünebilir karbonhidrat, laktik ve asetik asit analizleri gerçekleştirilmiştir. Laktik asit bakterileri, maya ve küf sayımları için mikrobiyolojik analizlerin yapıldığı çalışmada, aerobik stabiliteye ilişkin özellikleri ana fermantasyon dönemi sonrası 5 günlük dönemde izlenmiştir.

Araştırma sonucunda, organik asit kullanımının yüksek sıcaklıklarda fiğ-tahıl silajlarında, kısmen küf gelişimini azaltabileceğini söylememiz mümkündür. Ancak 5 g/kg organik asit uygulaması fiğ-tahıl silajlarının aerobik stabiliteyi geliştirmemiştir.

Anahtar kelimeler: Aerobik stabilite, organik asit, silaj fermantasyonu, sıcaklık

The Effect of Organic Acid Usage at Various Temperatures on Fermentation and Aerobic Stability of Vetch-Grain Silages

The purpose of current study was to extend the effect of different temperatures on the ensiling fermentation with or without organic acid, and on the aerobic stability of vetch-grain silages.

SILOFARM® LIQUID silage additive which would be produced by Farmavet firm was used in this investigation. Silage materials were divided in two trial groups for the control and organic acids treatments. After organic acid (5g/kg) was applied, silage materials were ensiled in 1.0 l anaerobic jars (Weck, Wher-Ofilingen, Germany) equipped with a lid that enabled gas release only. The jars were stored under the following temperature regimes; 20 °C, 30 °C and 37 °C.

Three jars per treatment from every temperature were sampled on days 45 days of fermentation and samples are analyzed to determine their pH, dry matter, crude protein, ammonia nitrogen, water soluble carbohydrates, lactic and acetic acid contents. Microbiological analyses were also enumeration of the lactic acid bacteria, mould and yeast. Aerobic stability characteristics were monitored during 5 days after the main fermentation periods.

As a result, organic acid may decreased mould growth in vetch-grain silage samples at high temperature. However, applying 5 g/kg organic acid wasn't very improved aerobic stability of vetch-grain silages

Key words: Aerobic stability, organic acid, silage fermentation, temperature

Giriş

Silaj yapımında başta özellikle sıcak ülkeler olmak üzere tüm dünyada karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi silajların aerobik olarak stabil olmayışlarıdır (Filya, 2003). Silajın hayvanlara yedirilmek üzere silodan alınmaya başladığı andan itibaren silodaki anaerobik koşullar

aerobik hale dönüşür. Bu koşullar altında ortamda çoğalamayan mikroorganizmalar çoğalmaya başlayarak silajın bozulmasına neden olurlar (McDonald ve ark., 1991). Yemleme döneminde söz konusu mikroorganizmalar ortamdaki şekerler ile laktik ve asetik asit gibi

fermantasyon ürünlerini tüketerek büyük miktarlarda kuru madde (KM) ve besin maddeleri kaybına neden olurlar. Bunun sonucunda silo içerisinde karbondioksit (CO₂) ve su açığa çıkar, sıcaklık artar (Filya, 2001). Bu şekilde bozulmuş silajlar hayvanlar tarafından ya daha az tüketilir ya da hiç tüketilmeyebilir. Ayrıca bu tip silajların içerebileceği bazı küfler hayvanlar için öldürücü olabilecek mikotoksinler üretebilirler. Söz konusu mikotoksinlerin hayvansal ürünler ile birlikte insanlara geçme riski de oldukça yüksektir (Filya, 2003). Bu nedenle özellikle son yıllarda silajların hijyenik yapıları ile aerobik stabilitelelerini geliştirmek amacıyla organik asit temeline dayalı silaj katkı maddeleri geniş bir kullanım alanı bulmuştur.

Organik asit temeline dayalı silaj katkı maddeleri katıldıkları silajların pH'larını çok kısa sürede düşürerek silo içerisinde asidik bir ortam yaratmakta ve silajlarda bozulmaya neden olan maya, küf, enterobakteri ve clostridia gibi mikrobiyal popülasyonların gelişmesini önlemektedir. Buna bağlı olarak da silajların aerobik stabilitelelerini geliştirmektedirler (Lindgren ve ark., 1983; Driehuis ve Wikselaar, 1996; Filya, 2003; Filya ve Sucu, 2003). Ayrıca bu katkı maddeleri katıldıkları silajların ısınmasını engelleyerek, silajlardaki proteolisi de (protein parçalanması) önlemektedirler (Mc Donald ve ark., 1991; Filya, 2001).

Bu çalışmada, organik asit kullanımının, farklı ortam sıcaklıklarında fiğ-tahıl silajlarında, silaj fermentasyonu ve aerobik stabiliteye olan etkilerinin laboratuvar koşullarında incelenmesi ve sahaya aktarılacak verilerin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırmada kullanılan fiğ-tahıl karışımı Mayıs 2008 döneminde, fiğ-tahıl oranının 40/60 olduğu ekim alanında fiğlerin çiçeklenme ve tahılların (arpa, buğday karışımı) süt olum döneminin başlangıcında yapılan hasat sonrası temin edilmiştir. Bitkisel materyaller için parça büyüklüğü 10-15 cm olarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada katkı maddesi olarak Farmavet firmasından temin edilen bileşiminde %60 formik asit, %20 sodyum formiyat ve %20 su olan (SİLOFARM® LIQUID) katkı maddesi kullanılmıştır. Araştırma materyalleri kontrol ve organik asit uygulaması içeren grup olmak üzere iki deneme grubuna bölünmüştür. Parçalanmış taze materyallere firma önerileri doğrultusunda 5 g/kg organik asit ilavesinden sonra, materyaller

yalnızca gaz çıkışına olanak tanıyan 1.0 litrelik (Weck, Wher-Oftlingen, Germany) anaerobik kavanozlarda silolanmıştır. Her muameleye ait 3'er silo kabının kullanıldığı çalışmada, silo kaplarının doldurulmasından sonra materyaller laboratuvar koşullarında (20 °C, 30°C ve 37°C) depolanmıştır. Çalışmada aerobik stabilite de dahil olmak üzere toplam 36 silo kabı kullanılmıştır.

Fermentasyonun 45. gününde açılan örnekler üzerinden pH, KM, ham protein (HP), amonyağa bağlı nitrojen (NH₃-N), suda çözünebilir karbohidrat (SÇK), laktik asit ve asetik asit analizleri gerçekleştirilmiştir. Laktik asit bakterileri (LAB), enterobakteri ve maya ve küf sayımları için mikrobiyolojik analizler yapıldığı çalışmada aerobik stabiliteye ilişkin özellikler ana fermentasyon dönemi sonrası 5 günlük dönemde izlenmiştir.

Araştırmada pH, Chen ve ark., (1994), KM, HP analizleri Akyıldız (1984), NH₃-N ve SÇK analizleri Anomim (1986), laktik asit ve asetik asit analizleri Koç ve Coşkuntuna (2003) tarafında bildirilen yöntemler doğrultusunda yapılmıştır. LAB, enterobakteri ve maya-küf yoğunluğunun belirlenmesinde Seale ve ark., (1990)'nın önerdiği yöntemler takip edilmiştir.

Silajların aerobik stabilite testlerinde Ashbell ve ark., (1991) tarafından geliştirilen yöntem kullanılırken, silajlardaki görsel küflenmenin saptanmasında Filya ve ark., (2000) tarafından geliştirilen değerlendirme yöntemi kullanılmıştır.

Araştırma Tesadüf Parsellerinde 2x3 faktöriyel deneme desenine göre planlanmıştır. Muamele ve sıcaklığın etkilerini ortaya koymak için, veriler varyans analiz tekniğine göre değerlendirilmiş, gruplar arasındaki farklılığın önemli bulunması durumunda Duncan testi uygulanmıştır (SAS, 2005).

Bulguları ve Tartışma

Taze ve silolanmış fiğ-tahıl silajına ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Fiğ materyaline yönelik silaj çalışmalarında elde edilen sonuçlardan da izlenebileceği gibi; fiğ silajlarında 4.0 ve üzerindeki pH yaygındır. Bu durumu birçok koşulda arzu edilen fermentasyon olaylarının gelişimi bakımında fiğ taşıdığı yetersizlikler ile açıklamak olasıdır. Yüksek buffer kapasitesi (Bc), düşük SÇK içeriği ve protein kapsamı bunların başlıcalarıdır. Bu çalışmada da fiğ-tahıl karışımına ilişkin başlangıç materyaline ait kimi değerler

incelendiğinde söz konusu koşulların varlığı gözlenmektedir (Polat ve ark., 1998).

Silaj yapılacak kitlenin kapatılması sonrasında da proteinlerin bitkisel enzimler aracılığı ile parçalanımı devam eder. Proteolitik aktivitenin boyutları ve bu bağlamda da protein yıkımı miktarı ortamdaki asidik koşullarla ilişkili olup, silolamanın başlangıcındaki kritik dönemde pH değerindeki düşüşün hızı önemli bir faktördür (Pettersen, 1988; Mc Donald ve ark., 1991). Çalışmada protein parçalanımının bir ölçütü olarak ele alınan $\text{NH}_3\text{-N}$ içerikleri bakımından muamele gruplarında fermentasyon 45. gününde saptanan değişimler incelendiğinde, gruplar arasında saptanan farklılıkların istatistiki anlamda ($P<0.01$) önem taşıdığı, ancak farklı sıcaklık uygulamalarının silajların $\text{NH}_3\text{-N}$ içerikleri üzerine herhangi bir etkisi ise söz konusu olmamıştır. Söz konusu gelişimin, muamele gruplarındaki pH değişimleri ile de uyumlu olduğunu söylemek mümkündür.

Kitledeki pH değişimleri bağlamında ele alınması gereken SÇK içeriğine ait değerler incelendiğinde ise muamele grupları arasında SÇK kullanımı bakımından gözlenen farklılığın istatistiki önem taşıdığı tespit edilmiştir ($P<0.005$). Aynı zamanda farklı sıcaklık uygulamaları da silajlardaki SÇK kullanımı üzerinde etkili olmuş, yüksek sıcaklıklarda organik asit ilave edilmiş grupların SÇK içerikleri kontrol grubu silajlara oranla daha düşük bulunmuştur ($P<0.001$).

Gerek SÇK kullanımı ve laktik asit üretimi ve gerekse de asetik asit üretiminin muamele gruplarında göstermiş olduğu değişimler kontrol grubu silajlarında heterofermantatif reaksiyonların ağırlık kazandığı kanısını uyandırmaktadır.

Silajların laktik asit içerikleri bakımından ise muamele grupları arasında saptanan farklılığın istatistiki anlamda önem taşıdığı ($P<0.001$), laktik asit miktarlarının organik asit grubunda (30°C hariç) daha düşük değerler ulaştığı ve artan sıcaklıkla beraber laktik asit üretiminin azaldığını söylemek mümkündür. Organik asit kullanımı silajların asetik asit içerikleri olumlu yönde etkilemiş, asetik asit içeriklerini kontrol grubu silajlara oranla istatistiki anlamda azaltmıştır ($P<0.001$). Nitekim konuya ilişkin yapılan benzer çalışmalarda da organik asidin silajlardaki laktik asit ve asetik asit içeriğini düşürdüğü saptanmıştır (Kennedy,1990; Filya, 2003; Rowghani ve Zamiri, 2009). Diğer yandan organik asit kullanımı yüksek sıcaklıklarda

silajların kuru madde kayıplarını önemli düzeyde azaltmıştır ($P<0.001$).

Taze ve silolanmış fiğ-tahıl silajlarına ait mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir. Fiğ-tahıl silajlarına katılan organik asit LAB sayılarını (37°C hariç) önemli düzeyde artırırken, maya düzeyleri yine 20°C silajların dışında arttırmıştır ($P<0.001$). Küf sayılarını ise önemli düzeyde düşürmüştür ($P<0.001$). Ele alınan parametrelerle ilgili olarak gerçekleştirilen varyans analizi sonrasında fermentasyon süresince gözlenen LAB, maya ve küf değişimleri üzerinde organik asit ve sıcaklık etkisi istatistiki olarak önemli ($P<0.01$) bulunurken yine interaksyonunun önem taşıdığı saptanmıştır ($P<0.001$). Bu konuda yapılan benzer çalışmalarda da organik asidin silajlardaki maya ve küf sayılarını düşürdüğü saptanmıştır (Salawu ve ark. 2001; Adesogan ve Salawu, 2002; Filya ve Sucu, 2006; Aksu ve ark., 2006; Selvet, 2006; Filya ve Sucu, 2007). Aynı trend kısmende olsa bu araştırma içinde söz konusudur. Kırkbeş günlük fermentasyon dönemi sonrasındaki kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları değerlendirildiğinde bu çalışmanın koşulları altında fiğ-tahıl silajlarının 20°C sıcaklıkta organik asit ilave edilmeksizin silolanabileceğini göstermektedir.

Fiğ-tahıl karışımı silajlarda aerobik stabiliteye ilişkin değerler

Fermentasyon sürecini takiben silaj kitlesi açıldığında, anaerobik koşullar aerobik koşullara dönüşür. Aerobik koşullar altında, açım öncesi oksijen yokluğu nedeni ile inaktif durumda olan mikroorganizmalar çoğalmaya başlar. Sonuç olarak silajın bozulması söz konusudur. Çoğunlukla “aerobik bozulma” olarak da tanımlanan söz konusu oluşumun saha koşullarındaki en tipik belirleyicileri, kitlede sıcaklığın yükselmesi ve küf gelişimidir. Yapılan çalışmalar farklı materyalden yapılmış olan silajların aerobik bozulmaya olan dirençleri bakımından farklı özellikler taşıdığını ortaya koymaktadır (Mc Donald ve ark., 1991). Çizelge 3’den de izlenebileceği gibi aerobik koşulların oluştuğu açım tarihinden itibaren 5 günlük süreç içerisinde gerek kontrol grubu gerek katkı maddesi gruplarında ele alınan kimyasal ve mikrobiyolojik parametreler bazında fiğ-tahıl silajları değerlendirildiğinde açım sonrası aerobik bozulmanın uygulamalara bağlı olmaksızın hızla

Çizelge 1. Fiğ-tahıl silajlarının kimyasal analiz sonuçları

Table 1. Results of the chemical analyses of the vetch-grain silages

Sıcaklık	Muamele	Özellikler								
		pH	KM% TM	SÇK, g/kg KM	NH ₃ -N, g/kg KM	LA, % KM	AA, % KM	HP, % KM	HS, % KM	KM kaybı, %
	TM	6.44	27.21	99.57	-	-	-	9.82	31.44	-
20°C	Kontrol	4.11 ^c	25.04 ^{ab}	24.84 ^b	1.72 ^{ab}	7.60 ^a	2.97 ^c	9.18 ^d	36.92	3.55 ^c
	Organik asit	4.16 ^c	23.65 ^{bc}	25.74 ^a	1.23 ^b	7.29 ^b	1.97 ^e	9.53 ^c	36.69	2.70 ^d
30°C	Kontrol	5.53 ^a	20.32 ^d	18.10 ^e	2.39 ^{ab}	4.67 ^e	3.47 ^b	8.40 ^e	36.41	5.44 ^a
	Organik asit	5.34 ^b	23.65 ^{bc}	16.22 ^d	1.47 ^{ab}	6.54 ^c	1.90 ^f	10.98 ^a	36.59	2.40 ^e
37°C	Kontrol	5.34 ^b	23.06 ^c	17.37 ^c	2.79 ^a	4.96 ^d	3.63 ^a	9.39 ^{cd}	36.79	4.03 ^b
	Organik asit	4.21 ^c	25.42 ^a	16.14 ^d	1.12 ^b	3.98 ^f	2.70 ^d	9.88 ^b	36.36	2.47 ^e
SEM		0.467	0.514	1.205	0.211	0.413	0.200	0.235	0.110	0.322
<i>P değeri</i>										
	Organik asit	<0.001	<0.006	<0.005	<0.011	<0.001	<0.001	<0.001	0.552	<0.001
	Sıcaklık	<0.001	<0.002	<0.001	0.360	<0.001	<0.001	<0.008	0.609	<0.001
	Organik asit X Sıcaklık	<0.001	<0.003	<0.001	0.297	<0.001	<0.001	<0.001	0.620	<0.001

KM: Kuru Madde; TM: Taze Materyal; SÇK: Suda Çözünebilir Karbonhidrat; NH₃-N: Amonyaga Bağlı Nitrojen; LA: Laktik Asit; AA: Asetik Asit; HP: Ham Protein; HS: Ham Selüloz

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P<0.05$)

Çizelge 2. Fiğ-tahl silajlarının mikrobiyolojik analiz sonuçları (log₁₀ cfu/g TM)

Table 2. Results of the microbiological analysis of the vetch-grain silages (log₁₀ cfu/g FM)

Sıcaklık	Muamele	Özellikler		
		LAB	Maya	Küf
	Başlangıç materyali	4.41	3.92	2.52
20°C	Kontrol	6.60 ^a	6.48 ^a	0
	Organik asit	6.94 ^a	5.11 ^b	0
30°C	Kontrol	5.09 ^c	0	1.77 ^b
	Organik asit	6.08 ^b	5.31 ^b	1.88 ^b
37°C	Kontrol	6.88 ^a	4.52 ^c	5.80 ^a
	Organik asit	6.54 ^{ab}	6.42 ^a	0
	SEM	0.195	0.660	0.625
		<i>P değeri</i>		
	Organik asit	<0.025	<0.001	<0.001
	Sıcaklık	<0.001	<0.001	<0.001
	Organik asit x Sıcaklık	<0.001	<0.001	<0.001

LAB: Laktik asit bakterisi; cfu: Colony forming unit; TM: Taze materyal
Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P<0.05$)

gerçekleştiği, ancak organik asit ilavesinin tüm gruplarda küf gelişimini azalttığını söylememiz mümkündür. Aerobik stabilite sonrası organik asit katkısı, sıcaklık, sıcaklık x organik asit interaksyonu açısından pH, maya ve küf yoğunluğu bakımından farklılıklar istatistiki anlamda ($P<0.01$) önemli bulunmuştur. Nitekim Driehuis ve Wikselaar (1996) mısır silajına katılan formik asidin silajların maya popülasyonunu düşürerek aerobik stabiliteyi

Sonuç

Silolan kitlede gerçekleşen anaerobik fermantasyonun genel ilkeleri değerlendirildiğinde, kullanım aşamasındaki tüm silajlar için aerobik bozulmanın kaçınılmaz olduğu ortaya çıkmaktadır. Besleme pratiği ve etkinliği bakımından önem taşıyan nokta, bu yolla gerçekleşecek kayıpların nasıl en aza indirilebileceğidir. Silonun boşaltımında uygun tekniklerin kullanımı ve etkin yemlik

artırdığını belirlerken, Potkanski ve ark. (2000) formik asidin buğdaygil-baklagil karışımı silajların hijyenik yapılarını ve silaj kalitesini geliştirdiğini belirlemişlerdir. Filya ve Sucu (2003) mısır, sorgum ve buğday silajlarında formik asit temeline dayalı bir katkı madde kullanımının söz konusu silajların fermantasyon özelliklerini etkilemediğini saptarken, silajların aerobik stabiliteyi artırdığını saptamışlardır

amenajmanının yanı sıra silaj materyalinin aerobik bozulmaya karşı direncini artıracak uygulamalar bu anlamda ilk akla gelen önlemler olarak gözükmektedir. Araştırmadan elde edilen mevcut veriler ışığında fiğ-tahl silajlarında, bu çalışmanın koşulları çerçevesinde, aerobik bozulmanın gerçekleştiğini, ancak bu özelliğin oluşması anlamında organik asit kullanımının özellikle yüksek sıcaklıklarda küf gelişimini azaltabileceğini söylememiz mümkündür.

Çizelge 3. Fiğ-tahıl silajlarının aerobik dayanıklılık test sonuçları
Table 3. Results of the aerobic stability test of the vetch-grain silages

Sıcaklık	Muamele	Özellikler					
		pH	KM % TM	CO ₂ ¹	Maya ²	Küf ²	Görsel küflenme ³
20°C	Kontrol	9.23 ^a	21.31 ^{ab}	97.25	6.63 ^b	5.61 ^d	3
	Organik asit	4.70 ^d	24.15 ^a	83.99	6.24 ^c	3.20 ^e	2
30°C	Kontrol	5.30 ^c	23.43 ^{ab}	124.69	5.19 ^d	6.12 ^b	3
	Organik asit	8.68 ^b	17.64 ^c	139.68	7.65 ^a	5.26 ^d	2
37°C	Kontrol	8.62 ^b	22.39 ^{ab}	139.20	5.22 ^d	6.51 ^a	3
	Organik asit	8.62 ^b	20.86 ^b	143.73	6.32 ^c	5.93 ^c	2
SEM		0.544	0.681	13.735	0.254	0.834	
<i>P değeri</i>							
Organik asit		<0.001	>0.064	>0.671	<0.001	<0.001	
Sıcaklık		<0.001	>0.089	>0.813	<0.001	<0.001	
Organik asit x Sıcaklık		<0.001	<0.005	>0.597	<0.001	<0.001	

¹CO₂ g/kg KM

²log₁₀ cfu/g TM

³Silajlarda küflenme durumlarını görsel olarak 1'den 5'e kadar olan sayılarla değerlendirilmesidir. 1: hiç küf içermeyen bir silaj. 2: noktalar halinde çok az düzeyde küf içeren bir silaj. 3: noktalar halinde yüzeye yayılmış bir şekilde küf içeren bir silaj. 4: yüzeyi kısmen küf ile kaplı, bölge bölge küflenmiş yüzeyleri olan silaj. 5: yüzeyi tamamen küf ile kaplı, ağır bir kokuya sahip ve partikülleri birbirine yapışmış bir silaj. Bu değerlendirmeler üç kişi tarafından yapılmakta ve daha sonra üçünün ortalaması alınmaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK (104 0 641) nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Adesogan, A.T. and M.B. Salawu, 2002. The effect of different additives on the fermentation quality, aerobic stability and in vitro digestibility of pea/wheat bi-crop silages containing contrasting pea to wheat ratios. *Grass Forage Sci.*, 57: 25-32.
- Aksu, T., Baytok, T., Karşlı, M.A. and Muruz, H., 2006. Effects of formic acid, molasses and inoculant additives on corn silage composition, organic matter digestibility and microbial protein synthesis in sheep. *Small Ruminant Research* 61: 29-33.
- Akyıldız, A.R., 1984. Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. A.Ü. Zir. Fak., Ankara, Ankara Üniversitesi Basımevi, Uygulama Kılavuzu, 236 s.
- Anonim, 1986. Analysis of Agricultural Materials. Reference Book: 427. London. 248pp
- Ashbell, G., Z.G. Weinberg, A. Azrieli, Y. Hen, and B. Horev, 1991. A simple system to study the aerobic deterioration of silages. *Canadian Agricultural Engineering* 33. 391-393.
- Chen, J., M.R. Stokes, and C.R., Wallace, 1994. Effects of enzyme-inoculant systems on preservation and nutritive value of hay crop and corn silages. *J. Dairy Sci.*, 77, 501-512.
- Driehuis, F., P.G. and Van Wixselaar 1996. Effects of addition formic, acetic or propionic acid to maize silage and low dry matter grass silage on the microbial flora and aerobic stability. *Proc. of the*

- X1th International Silage Conference. Aberystwyth, Wales, 8-11 September, pp: 256-257.
- Filya İ. ve E., Sucu 2003. Silajlarda fermantasyon kalitesi ve aerobik stabilitenin geliştirilmesi üzerinde araştırmalar. GAP III. Tarım Kongresi, 2-3 Ekim 2003, Şanlıurfa. s. 273-278.
- Filya, I. and E., Sucu, 2006. The effect of bacterial inoculants and a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of whole-crop cereal silages. Asian- Australasian J. Anim. Sci., 20: 378-384.
- Filya, İ., 2001. Silaj Teknolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, 16059, Görükle, Bursa.
- Filya, I. and E., Sucu, 2007. Effect of chemical preservative on fermentation, aerobic stability and nutritive value of whole-crop wheat silage. J. Appl. Anim. Res. 32: 133-138.
- Kennedy, S.J. 1990. Comparison of the fermentation quality and nutritive value of sulfuric acid and formic acid-treated silages fed to beef cattle. Grass Forage Sci., 45: 17.
- Koç, F. ve L., Coşkuntuna, 2003. Silo yemlerinde organik asit belirlemede iki farklı metodun karşılaştırılması. Hayvansal Üretim 44(2): 37-47.
- Lindgren, S., A.P. Lingvall, A. Kartzow and E. Rydberg. 1983. Effects of inoculants, grain and formic acid on silage fermentation. Swedish J. Agric. Res., 13:91-100.
- McDonald P., A.R. Henderson and S.J.E. Heron, 1991. The Biochemistry of Silage. Second Edition. Chalcombe Publication, Marlow, England. 340 p.
- Petterson, K. 1988. Ensiling of forages: factors affecting silage fermentation and quality, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala, 46p,
- Polat C., İ.Y. Yurtman, F. Koç, L. Coşkuntuna ve M.L. Özdüven, 1998. Mikrobiyal katkı maddesi kullanımının I. ve II. ürün mısır, fiğ tahıl karışımı, ayçiçeği silajlarında fermantasyon gelişimi ve aerobik stabilite üzerindeki etkileri. Proje No: VHAG - 1238, Tekirdağ, 79 s.
- Potkanski, A.M., Kostulak-Zielinska and M., Selwet, 2000. The effect of additives containing formic acid on the nutritive and hygienic value of silages made from grass- legume mixtures. International Conference of Animal Nutrition in Tartu, Estonia, 25-26 may, pp. 83-87.
- Rowghani, E. and M.J. Zamiri, 2009. The effects of 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, 10: 110-118.
- Salawu, M.B., E.H. Warren and A.T. Adesogan 2001. Fermentation characteristics, aerobic stability and ruminal degradation of ensiled pea/wheat bi-crop forages treated with two microbial inoculants, formic acid or quebracho tannins. J. Sci. Food Agr., 81: 1263-1268.
- SAS (2005). SAS® User's Guide: Statistics. Version 6. SAS Institute. Cary. NC. USA.
- Seale, D.R, G. Pahlow, S.F. Spoelstr, S. Lindgren, , Dellaglio and F., Lowe, J.F., 1990. Methods for the microbiological analysis of silage, Proceeding of The Eurobac Conference, Uppsala 147 p
- Selvet, M., 2006. Effect of organic acids and bacterial-enzymatic preparations on the number of fungal populations and silage aerobic stability. Bull Vet Inst Pulawy 50, 215-220.