

Yaş Bira Posası - Mısır Karışımı Silajlarda Kalite Özellikleri ve Aerobik Dayanıklılık Üzerinde Çalışmalar

Fisun KOÇ¹M. Levent ÖZDÜVEN¹İ. Yaman YURTMAN¹

Geliş Tarihi : 08.02.1999

Özet: Bu çalışma, yaş bira posası (YBP) ve mısır (M) karışımlarından yapılan silajlarda bazı kalite özelliklerinin ve aerobik dayanıklılığın incelenmesi amacı ile yürütülmüştür. Çalışmada ayrıca, farklı katkı maddeleri (AIV, mikrobiyal katkı maddesi) kullanımının anaerobik fermentasyonun başlangıç fazında karışımlarda pH değişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Çalışmada deneme gruplarını YBP, mısır, karışım 1 (K1) ve karışım 2 (K2) oluşturmuştur. YBP ve mısır materyalleri yaş ağırlıkları bazında K1 grubunda 1/1 oranında, K2 grubunda da 1/3 oranında karıştırılarak silolanmıştır. Deneme gruplarına ait materyallerin 75 gün süre ile laboratuvar tipi PVC silolarda saklandığı çalışmada, açım sonrası 7 gün süre ile aerobik dayanıklılık izlenmiştir.

Ham protein, NH₃-N, laktik asit içerikleri ve pH değerleri YBP, M, K1 ve K2 grupları için sırası ile, %19.92 ± 0.033, 9.50 ± 0.009, 14.71 ± 0.103, 12.30 ± 0.048; 15.17 ± 0.033, 31.63 ± 0.219, 23.68 ± 0.015, 19.69 ± 0.035 g/ kg TN; % 0.89 ± 0.035, 3.18 ± 0.035, 2.36 ± 0.035, 2.45 ± 0.035; 3.57 ± 0.034, 3.46 ± 0.034, 3.29 ± 0.034 ve 3.40 ± 0.034 olarak tespit edilmiştir. Tüm özellikler bakımından gruplar arasında gözlenen farklılıklar önemli bulunmuştur (P < 0.01). Çalışmanın aerobik fazında, gruplarda tespit edilen sıcaklık değişimleri arasındaki farklılıkların önem taşıdığı saptanmıştır (P < 0.01).

Anahtar Kelimeler : Yaş bira posası- mısır silajı, kalite, aerobik dayanıklılık

Studies on the Quality Characteristics and Aerobic Stability of Wet Brewers Grains-Maize Mixture Silages

Abstract: This study was carried out to examine some quality characteristics and aerobic stability of wet brewers grains(WBG) and maize (M) mixture silages. Effects of different additives (AIV, microbial inoculants) on the pH changes of the mixtures also were monitored during the initial phase of the anaerobic fermentation.

Treatments were WBG, M, mixture 1 (K1) and mixture 2 (K2). Fresh WBG and fresh M materials were mixed with the ratio of 1/1 and 1/3 for the group of K1 and K2, respectively. The samples of treatments were stored for 75 days in the laboratory type PVC silos. After 75 days they were opened and left for seven days. During this seven day period temperature changes in the samples were monitored for determining aerobic stability.

Crude protein, NH₃-N, lactic acid content and pH value of the silages were found as 19.92 ± 0.033, 9.50 ± 0.009, 14.71 ± 0.103, 12.30 ± 0.048 %; 15.17 ± 0.033, 31.63 ± 0.219, 23.68 ± 0.015, 19.69 ± 0.035 g/ kg TN; 0.89 ± 0.035, 3.18 ± 0.035, 2.36 ± 0.035, 2.45 ± 0.035 %; 3.57 ± 0.034, 3.46 ± 0.034, 3.29 ± 0.034 and 3.40 ± 0.034 for the group of WBG, M, K1 and K2, respectively. Differences between the treatments for all parameters were significant (P < 0.01). There were significant differences between the average temperature changes in the treatments during the aerobic phase of the study (P < 0.01).

Key Words: Wet brewers grains- maize silage, quality, aerobic stability

Giriş

Farklı yem maddelerinden oluşturulan karışımların anaerobik koşullarda saklanması sıkça başvurulan bir uygulamadır. Su içeriği yüksek çeşitli sanayi yan ürünlerinde silolama yeteneğinin artırılması, besin madde değerliliğinin iyileştirilmesi ve saklamaya yönelik olumsuz özelliklerin giderilmesi amacı ile bu tip uygulamalardan yararlanılmaktadır.

Biracılık sanayi yan ürünü olarak elde edilen yaş bira posasının (YBP) içerdiği yüksek orandaki su taşıma, depolama ve maliyet açısından karşılaşılan güçlüklerin ana nedenini oluşturmaktadır (Stern ve Ziemer, 1992; Phipps ve ark., 1995). Yaş bira posasının açıkta ve anaerobik koşullarda saklanması durumunda farklı katkı maddelerinin etkinliğini inceleyen çalışmalarda genellikle

tuz, sodyum hidroksit (Dixon ve Combellas, 1983), çeşitli asit karışımları (Allen ve ark., 1975; Allen ve Stevenson, 1975) ile mikrobiyal katkı maddeleri ve enerji kaynaklarının (Schneider ve ark., 1995; Erman ve Yurtman, 1998) ele alındığı gözlenmektedir.

Klorik asit, sülfirik asit gibi mineral asitlerden oluşturulan karışımlar ilk kez Fillandiya'da kullanılmıştır. Silaj yapımında bu tip katkı maddelerinin kullanımındaki temel amaç uygulamayı takiben ortam pH sınırını hızla düşürülerek (pH 3.6) mikroorganizma gelişiminin baskı altına alınmasıdır. Uygulamada karşılaşılan zorluklar ve hayvan sağlığı ile ilgili bazı sakıncalar nedeni ile bu tip katkı maddelerinin kullanımına olan ilgi zaman içerisinde azalmıştır (Kılıç, 1986; Petterson, 1988). Laktik asit bakterisi

¹ Trakya Üniv. Tekirdağ Ziraat Fak. Zootehni Bölümü -Tekirdağ

(LAB) ya da bakteri gruplarını içeren mikrobiyal inokulantların silaj yapımındaki etkinliklerini inceleyen öncü niteliğindeki çalışmalar ise 1900'lü yıllarda Fransız araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiştir (Merry ve ark., 1993). Üretimlerine yönelik teknolojinin gelişmesinin yanı sıra kullanım kolaylığı, insan ve hayvan sağlığına yönelik tehlikeler taşımamaları nedeniyle bu tip katkı maddelerine duyulan ilgi zaman içerisinde artmıştır (Seale, 1986; Robinson ve McEvoy, 1993).

Bu çalışma ile YBP ve mısırın birlikte silolanmasının son ürün özellikleri ve aerobik dayanıklılık üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında ayrıca, ele alınan karışım oranları bazında asit karışımı ve mikrobiyal katkı maddesi kullanımının fermantasyonun ilk 14 günlük sürecinde silolan kitlede gerçekleşen pH değişimleri üzerindeki etkileri izlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Vejetasyon döneminin süt olumu aşamasında hasat edilen mısır bitkisi (Cargill® - C 955) ve YBP araştırmanın ana materyalini oluşturmuştur.

Araştırma, mısır ve yaş bira posasının farklı oranlarda oluşturulan karışımları ile yapılan silajlarda son ürün özellikleri ve aerobik dayanıklılığın incelendiği çalışma ve ele alınan karışım gruplarına farklı katkı maddeleri ilavesinin kitlede gerçekleşen pH değişimleri üzerine etkilerinin incelendiği çalışma olmak üzere iki ayrı bölümden oluşmuştur.

Araştırmanın farklı karışım oranlarının son ürün özellikleri ve aerobik dayanıklılık üzerindeki etkilerinin incelendiği birinci bölümü; YBP, mısır ve iki farklı karışım oranını içeren dört grupta, her bir gruba ait 3'er tekerrür üzerinden yürütülmüştür. Bu amaçla, silajlık materyalin laboratuvar koşullarına getirilmesini takiben YBP ve mısır taze materyal (TM) ağırlıkları bazında 1/1 (K1 grubu) ve 1/3 (K2 grubu) oranlarında homojen bir kitle oluşturacak tarzda karıştırılmışlardır. Karıştırma işlemi sonrasında her bir muamele grubundan taze materyalde gerçekleştirilecek analizler için örnekler alınmıştır. Muamele gruplarına ilişkin materyaller laboratuvar tipi PVC silolara (3925 cm³) ardışık dolun tekniğine (Pettersen, 1988) uygun olarak doldurulmuş, ağızları kapatılarak 75 gün süre ile fermantasyona tabi tutulmuştur. Yetmiş beşinci günde gerçekleştirilen açımın sonrasında elde edilen silajların bir bölümü analizler için ayrılmış, geri kalan materyal aerobik dayanıklılığın izlenmesi amacı ile hazırlanmış özel bölmeye (Sanderson, 1993) alınmıştır.

Açım sonrası elde edilen örneklerde aerobik dayanıklılığın tanımlanması amacı ile 7 gün süresince kitledeki sıcaklık değişimleri günlük olarak takip edilmiş, bu süreç sonrasında örneklerde pH, kuru madde (KM), suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) içeriğinin tespitine yönelik analizler ile maya ve küf sayımları yapılmıştır.

YBP-mısırın (1/1) ve (1/3) oranlarında karışımlarını içeren başlangıç materyallerine katkı maddesi ilavesinin, fermantasyonun ilk 14 günlük sürecinde oluşan pH değişimleri üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmanın ikinci bölümü her bir karışım grubunda 3 muamelenin 3'er tekerrür üzerinden izlendiği toplam 6 grup ile yürütülmüştür. Bu amaçla karışım gruplarını oluşturan ana kitleler 3 kısma ayrılarak, ilk gruba katkı maddesi ilavesi yapılmamış (K), ikinci gruba AIV çözeltisi (AIV) ve üçüncü gruba da mikrobiyal katkı maddesi ilave edilmiştir. AIV çözeltisi Kılıç (1986)'da bildirilen oranlarda hazırlanarak 6 l/100 kg TM olacak şekilde başlangıç materyaline uygulanmıştır. Mikrobiyal katkı maddesi grubunda ise biyolojik bileşiminde *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium* ve *Pedococcus acidilactici* içeren (HM/F®; Medipharm, Iowa, U.S.A.) ürün, firma önerileri doğrultusunda 170 g/15 t TM yoğunluğunda kullanılmıştır. Muamele gruplarının oluşturulmasını takiben başlangıç materyalleri mini silolara (950 cm³) alınarak ağızları kapatılmıştır. Bu amaçla 90 adet mini silodan yararlanılmıştır. Fermantasyonun 1., 3., 5., 7. ve 14. günlerinde yapılan açımlarda pH ölçümleri yapılmıştır.

Araştırmada pH, tampon kapasitesi (Bc) ölçümleri Chen ve ark. (1994), KM, ham protein (HP) ve silo asitleri analizleri Akyıldız (1984), NH₃-N ve SÇK analizleri Anonymous (1986) tarafından bildirilen yöntemler doğrultusunda yapılmıştır. Laktik asit bakterileri (LAB) ile maya ve küf yoğunluğunun belirlenmesinde Seale ve ark. (1990)'nin önerdiği yöntemler takip edilmiştir.

Araştırmanın birinci bölümü Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'nde yürütülmüş elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuştur. Araştırmanın ikinci bölümünde elde edilen veriler ise Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'nde 2 x 3 x 5 faktöriyel düzen içerisinde değerlendirilmiştir. Muamelelerin etkisi önemli bulunan özellikler bakımından gözlenen farklılıkların kontrolünde Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Soysal, 1998).

Bulgular ve Tartışma

İşleme tekniği ve koşulları sanayi yan ürünlerinin ham besin madde içeriklerinde önemli farklılıklara neden olabilmektedir. Bu açıdan ele alındığında, çalışmada kullanılan YBP'nin konuya ilişkin diğer bildirilişlerden daha düşük oranda HP içerdiği gözlenmektedir (Akyıldız, 1986; Anonymous, 1989; Erman ve Yurtman, 1998). Silajda arzu edilen yönde fermantasyon gelişiminin sağlanması bakımından önem taşıyan suda çözünebilir karbonhidrat miktarı YBP'da 10.42 g/kg KM olarak tespit edilmiştir. Bu durum, Schneider ve ark. (1995)'nin da belirttiği gibi, üretim aşamalarında uygulanan işlemler sonucu danede yer alan karbonhidratların ortamdaki uzaklaştırılması ile açıklanabilir. Üretim koşullarının YBP'da diğer silajlık materyallere oranla yarattığı önemli değişimlerden birisi de mikrobiyal içerik ve bileşim ile ilişkilidir. Üretimin ara işlem kademelerinde sıcaklığın 70-75 °C 'ye kadar

yükselmesi nedeni ile özellikle bekletme öncesi dönemde LAB populasyonu minimuma inebilmektedir. Allen ve Stevenson (1975) başlangıç materyalinde saptadıkları LAB yoğunluğunu 2.6×10^6 cfu/g TM, Schneider ve ark. (1995)'da yine başlangıç materyalinde saptadıkları maya yoğunluğunu $< 10^2$ cfu/g TM olarak bildirmektedirler. Bu çalışmada silolanacak YBP materyalinin doğrudan üretim kazanları içerisinde alınmış olmasını, örneklerde mikrobiyal aktiviteye rastlanmamış olmasının nedeni olarak kabul etmemiz mümkündür. YBP, mısır ve bunların sırası ile 1/1 ve 1/3 oranındaki karışımlardan oluşan başlangıç materyallerine ilişkin HP ve SÇK içerikleri incelendiğinde, mısır ve YBP'nin birlikte silolanması ile amaçlanan temel iyileşmelere uyum sağlayan gelişmeler gözlenmektedir. Bununla birlikte, özellikle mısır bitkisinin vejetasyonun erken dönemlerinde (süt olum) hasat edilmiş olması nedeni ile sahip olduğu düşük KM içeriği karışımlara ait KM kapsamlarını da etkilemiştir (Çizelge 1).

Silolanan kitlede anaerobik fermantasyon sürecinin başlaması ile birlikte gözlenen pH değişimi bu faz boyunca farklı eğilimler gösterebilmektedir. Arzu edilen, ortam pH'ının anaerobik fazın kritik kabuledilebilecek ilk 7-14 günlük sürecinde olabildiğince çabuk bir şekilde 4.2-4.0 değerlerinin altına düşmesidir. Silajda bu anlamda gözlenebilecek değişimler materyalin SÇK içeriği ve bileşimi, epifitik mikroorganizma yoğunluğu ve katkı maddesi uygulamaları ile ilintilidir. Bir çok koşulda yeterli SÇK içeriğine sahip materyaller silaj yapımı yönünden avantajlıdır (Davies ve ark., 1998).

Düşük SÇK içeriğinin yanı sıra, LAB yoğunluğu bakımından sahip olduğu özellikler YBP'nin gerek açıkta, gerekse de anaerobik koşullarda saklanması güçlükler yaratabilmektedir. Farklı yoğunlukta LAB içeren katkı maddelerinin YBP silajlarındaki etkilerini inceleyen Schneider ve ark. (1995), anaerobik fazın 1., 2., 3. ve 28. günlerinde kontrol, 10^5 ve 10^6 yoğunluğunda LAB içeren katkı maddesi uygulama gruplarında tespit ettikleri pH değerlerini sırası ile 6.38, 6.09, 5.58, 4.46; 6.31, 5.68, 4.76, 4.02; 6.27, 5.10, 4.46, 3.82 olarak saptamışlardır. Araştırmacılar uygulanan LAB yoğunluğunun artması ile birlikte pH düşüşünün önemli düzeyde hızlandığını ($P<0.05$), bu durumun muamele gruplarında daha etkin fermantasyona yol açtığını bildirmektedirler. Allen ve Stevenson (1975) anaerobik fazın 2. gününde ortam

asitliğinin yeterli düzeye (pH 3.9) ulaşmasına karşın propiyonik asit, bütrik asit ve $\text{NH}_3\text{-N}$ oluşumunun sürekliliğine dikkati çekmektedirler. Bu durumu YBP silajlarındaki clostridial aktivitenin düşük pH koşullarında da etkin olması ile açıklayan araştırmacılar, 18 günlük çalışmadan elde ettikleri sonuçlar doğrultusunda YBP silajları için karbonhidrat takviyesi ve asidifikasyonu sağlayacak katkı maddelerinin birlikte kullanımının olumlu sonuçlar verebileceğini bildirmektedirler.

Araştırmanın farklı karışım oranlarında asit ve mikrobiyal katkı maddesi kullanımının pH değişimleri üzerindeki etkilerinin incelendiği ikinci bölümünde elde edilen bulgular Çizelge 2' de verilmiştir. Gruplarda elde edilen pH değerlerine ilişkin analiz sonuçları karışım, katkı maddesi uygulaması ve günün etkisinin önemli düzeyde olduğunu göstermektedir ($P<0.01$). Bunun yanı sıra pH değişimleri bakımından karışım x muamele ve muamele x gün etkileşimlerinin önemli düzeyde olduğu ($P<0.01$), karışım x gün etkileşiminin ise önem taşımadığı saptanmıştır ($P>0.05$). Katkı maddesi uygulamasının 14 günlük süreçte kitledeki pH değişimleri üzerindeki etkilerini Şekil 1 ve Şekil 2' den de izlemek mümkündür.

Çizelge 2' den de izleneceği gibi, katkı maddesi olarak asit kullanımı her iki karışım oranında da 1. ve 3. günler itibarı ile daha düşük pH değerlerinin oluşmasına neden olmuştur ($P<0.05$). Bu grupta asit katkısının pH üzerindeki etkinliğinin zamana bağlı olarak ortadan kalktığı gözlenmektedir ($P>0.05$). Sadece 1/3 karışım grubunda 7. gün itibarı ile AIV grubu lehine tesbit edilen farklılıklar ($P<0.05$) bu duruma istisna teşkil etmektedir.

Silolanan kitleye uygulanan AIV çözeltisi pH da hızlı bir düşüşe neden olur. Sonuç olarak LAB dahil tüm mikroorganizma faaliyetleri baskı altına alınır. Bununla birlikte asidik koşullara dayanıklı mikroorganizmaların aktivitesi tamamı ile engellenememektedir (Kılıç, 1986). Söz konusu ilişkiler AIV uygulaması sonrasında LAB açısından rekabet koşullarının olumsuz etkilenebilme riskinin de mevcut olduğunu ortaya koymaktadır. Araştırmada her iki karışım oranında da katkı içermeyen ve HM/F katkılı gruplarda 1., 3., 5. ve 7. günler itibarı ile pH değerlerinde gözlenen önemli düşüşlere ($P<0.05$) karşın, AIV gruplarında pH'nın yükselme eğiliminde olması bu açıdan dikkat çekici bulunmuştur.

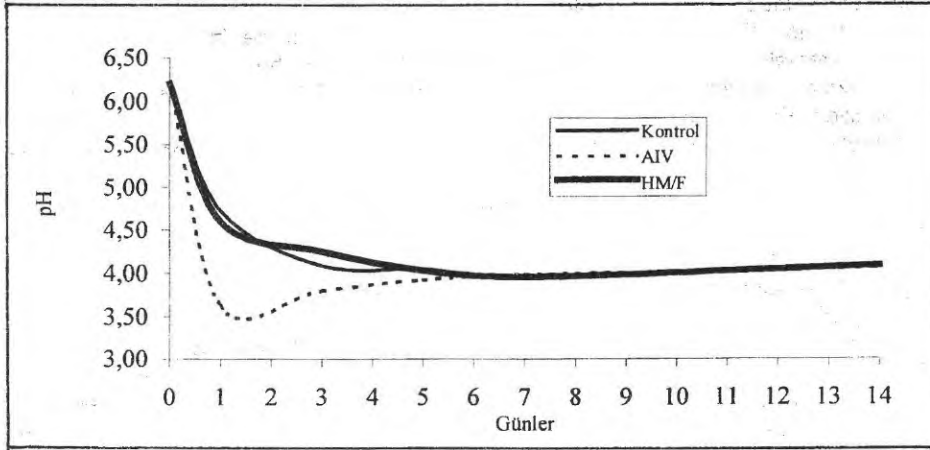
Çizelge 1. Muamele gruplarında silolama öncesi bazı özelliklere ilişkin olarak saptanan değerler

Özellikler	Gruplar			
	YBP	M	K1 (1/1)	K2 (1/3)
pH	4.00	5.99	6.20	6.03
Bc meq NaOH /kg KM	75.20	56.00	63.00	58.00
KM, %	22.05	25.12	22.30	21.87
HP, % KM	19.98	9.50	14.82	12.35
SÇK, g/kg KM	10.42	49.65	26.71	39.24
LAB, \log_{10} cfu/g TM	-	3.69	3.84	3.30
Maya, \log_{10} cfu/g TM	-	-	2.90	3.00
Küf, \log_{10} cfu/g TM	-	3.00	3.00	2.69

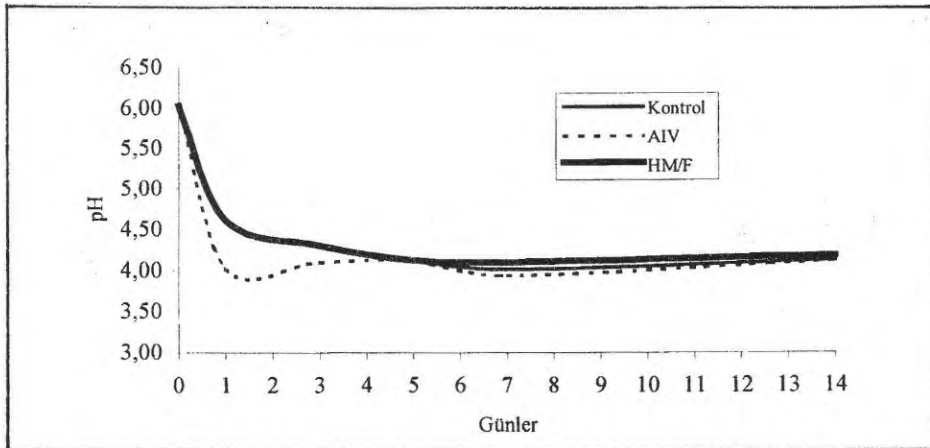
Çizelge 2. Farklı karışım oranlarına katkı maddesi ilavesinin anaerobik fazın erken dönemlerinde pH değişimine olan etkileri

Karışım oranı	Dönemler	Gruplar		
		K	AIV	HM/F
		$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$
1/1	1. Gün	4.72 ± 0.020 Aa	3.61 ± 0.060 Cb	4.60 ± 0.013 Aa
	3. Gün	4.09 ± 0.030 Ba	3.79 ± 0.066 Bb	4.25 ± 0.005 Bc
	5. Gün	4.02 ± 0.037 C	3.93 ± 0.038 BA	4.02 ± 0.012 D
	7. Gün	3.96 ± 0.060 D	3.98 ± 0.088 BA	3.97 ± 0.026 E
	14. Gün	4.08 ± 0.030 BC	4.05 ± 0.042 A	4.09 ± 0.050 C
1/3	1. Gün	4.62 ± 0.018 Aa	4.02 ± 0.053 BAb	4.61 ± 0.037 Aa
	3. Gün	4.28 ± 0.010 Ba	4.10 ± 0.015 Ab	4.30 ± 0.025 Ba
	5. Gün	4.11 ± 0.006 C	4.10 ± 0.029 A	4.11 ± 0.003 C
	7. Gün	4.00 ± 0.008 Da	3.94 ± 0.020 Bb	4.10 ± 0.038 Ca
	14. Gün	4.12 ± 0.020 C	4.12 ± 0.035 A	4.18 ± 0.016 C

¹ Çizelgede gruplarda günler bazında saptanan ortalamalar arası farklılıkların belirtilmesinde büyük harfler, kontrol günlerinde gruplar arası farklılıkların belirtilmesinde ise küçük harfler kullanılmıştır. Aynı sütun ve aynı satırda farklı harflerle belirtilen ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (P<0.05).



Şekil 1. YBP-mısırın 1/1 oranındaki karışımında farklı katkı maddesi kullanımının pH değişimi üzerindeki etkileri



Şekil 2. YBP-mısırın 1/3 oranındaki karışımında farklı katkı maddesi kullanımının pH değişimi üzerindeki etkileri

Katkı maddesi kullanılmayan gruplarda, karışım oranları arasında günler bazında yapılan ikili karşılaştırmalar sonrası 1., 3. ve 7. günler itibarı ile saptanan pH değerleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.05$). HM/F katkısının yapıldığı gruplarda ise günler bazında karışım oranları arasındaki farklılıkların 5. günden itibaren önem kazandığı tespit edilmiştir ($P<0.05$). Araştırmada ele alınan her iki karışım oranında da, kontrol ve HM/F uygulamaları arasında önemli farklılıklar tespit edilmemiştir ($P>0.05$). Bir başka anlatımla HM/F kullanımı, ele alınan karışım oranlarında asidik koşulların gelişimi üzerinde önemli bir katkı sağlamamıştır. Allen ve Stevenson (1975), başlangıç materyalinde yeterli LAB popülasyonunun varlığı halinde mikrobiyal katkı maddesi kullanımının önemli avantajlar sağlamayacağını bildirmektedirler. Bu görüş ortamdaki yarayışlı besin madde miktarı ile mikrobiyal yoğunluk ve aktivite arasındaki ilişkiler açısından önemli olup, mevcut araştırma bulgularını da destekler niteliktedir.

Araştırmanın bu bölümünde, silolanan kitledeki mikroorganizma yoğunluğu ve aktivitesi üzerine olan etkileri bakımından iki ayrı uçta kabul edilen katkı maddelerinin etkilerinin izlenmesi amaçlanmıştır. Uygulamalar bazında önemli kimi farklılıkların bulunmasına karşın, pH değerlerinin arzu edilen sınırlar içerisinde gelişim göstermiş olması ele alınan karışım oranlarının katkı maddesi kullanılmadan silolanabileceğini ortaya koymaktadır. Başlangıç materyallerinde SÇK içeriği ve LAB yoğunluğu bakımından elde edilen bulgular da bu sonucu desteklemektedir (Çizelge 1).

Araştırmanın 75. gününde gerçekleştirilen açimler sonrası silaj örneklerinde bazı özelliklere ilişkin olarak saptanan değerler Çizelge 3'de sunulmuştur. Ham protein içeriği bakımından muamele grupları arasında gözlenen farklılıklar önemli olup ($P<0.01$), en yüksek ortalama % 19.92 ± 0.033 ile YBP grubunda saptanmıştır. Karışım gruplarında YBP oranının artmasına bağlı olarak HP

içeriğinin önemli düzeyde ($P<0.01$) yükselmiş olması göz önüne alındığında, ele alınan karışım oranlarının son ürün HP içeriği üzerinde de olumlu etkiye bulunduğunu belirtmek mümkündür. Silaj kalitesinin belirlenmesinde kullanılan kriterlerden biri olarak gösterilen toplam nitrojen miktarı (TN) içerisindeki $\text{NH}_3\text{-N}$ oranı ele alındığında ise, gruplar arasındaki farklılıkların istatistiki öneme sahip olduğu ($P<0.01$) izlenmektedir. Bu parametre bakımından YBP grubu en düşük değere sahip olurken, K1, K2 grupları ile M grubu ve K1 ve K2 grupları arasındaki farklılıkların önemli düzeyde olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Bununla birlikte muamele gruplarının tümünde saptanmış olan değerler Petterson (1988) tarafından kaliteli bir silaj için bildirilen 80 g /kg TN düzeyinin altında bulunmuştur.

Laktik asit içerikleri incelendiğinde karışım grupları ile mısır silajı arasında önemli farklılıklar ($P<0.01$) bulunmakla birlikte, değerlerin fermantasyonun niteliği açısından bildirilen sınırlarda olduğu gözlenmektedir (Alçıçek ve Özkan, 1997). YBP'nin yalnız başına silolandığı grupta diğer tüm gruplara oranla önemli ölçüde ($P<0.01$) daha yüksek bulunan asetik asit içeriği bakımından en düşük değer ise % 0.76 ± 0.065 ile 1/3 karışım oranında gerçekleşmiştir. Silolanan kitle içerisinde gerçekleşebilecek heterolaktik fermantasyonun boyutları hakkında fikir verebilecek bir parametre olarak bilinen laktik asit/asetik asit oranı (Stokes ve Chen, 1994) bakımından gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

Araştırmada gruplara ilişkin silajlarda saptanan bulgular, ele alınan karışım oranlarının silaj kalitesi yönünden tatminkar sonuçlar verebileceğini ortaya koymaktadır. Ancak karışım oranının mısır lehine geniş tutulması, gerek KM kapsamı ve gerekse de diğer özellikler üzerinde olumlu etki yaratabilecek bir faktör olarak gözükmemektedir. Çalışmanın sindirim ve verim denemelerinin içermiyor olması nedeni ile konuya ilişkin kesin önerilerin getirilmesi ise bu noktada mümkün olmamaktadır.

Çizelge 3. Silaj örneklerinde bazı özelliklere ilişkin olarak saptanan değerler

Özellikler	Gruplar				P ^{1,2}
	YBP	M	K1 (1/1)	K2 (1/3)	
	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$	
pH	3.57 ± 0.034 a	3.46 ± 0.034 b	3.29 ± 0.034 c	3.40 ± 0.034 b	**
KM, %	22.19 ± 0.703 b	28.86 ± 0.703 a	28.24 ± 0.703 a	28.96 ± 0.703 a	**
HP, % KM	19.92 ± 0.033 a	9.50 ± 0.009 b	14.71 ± 0.103 c	12.30 ± 0.048 d	**
$\text{NH}_3\text{-N}$, g/kg KM	6.16 ± 0.050	6.23 ± 0.050	6.26 ± 0.050	6.30 ± 0.050	0.340
$\text{NH}_3\text{-N}$, g/kg TN	15.17 ± 0.033 b	31.63 ± 0.219 a	23.68 ± 0.015 c	19.69 ± 0.035 d	**
SÇK, g/kg KM	3.05 ± 0.973	10.45 ± 3.067	4.25 ± 1.910	6.38 ± 0.318	0.095
Silo Asitleri, % TM					
Laktik asit	0.89 ± 0.035 c	3.18 ± 0.035 a	2.36 ± 0.035 b	2.45 ± 0.035 b	**
Asetik asit	3.63 ± 0.065 a	0.91 ± 0.065 b	0.91 ± 0.065 b	0.76 ± 0.065 b	**
Lak. a / ase. a	0.24 ± 0.012 a	3.48 ± 0.068 b	2.59 ± 0.075 c	3.21 ± 0.058 d	**
Mikrobiyolojik analizler, \log_{10} cfu/g TM					
LAB	3.41 ± 0.280 c	4.78 ± 0.280 b	6.20 ± 0.280 a	4.78 ± 0.280 b	**
Maya ve küf	3.88 ± 1.246	4.72 ± 1.246	0.76 ± 1.246	2.67 ± 1.246	0.208

¹ Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P<0.05$)

² ** $P<0.01$.

Anaerobik koşulların ortadan kalkması ile birlikte silolanın kitlede aerobik bozulma süreci başlar. Sıcaklığın yükselmesi, maya ve küf gelişimi aerobik bozulmanın en belirgin özellikleridir. Bozulma sürecinin erken aşamalarında ortamdaki şekerlerin, laktik ve asetik asidin aerobik karakterli mikroorganizmalarca metabolize edilmelerinin sonucu olarak sıcaklık yükselir. Silaj pH'ındaki yükselme de bu reaksiyonlara paralel olarak gerçekleşir (McDonald ve ark., 1991; Petterson, 1988).

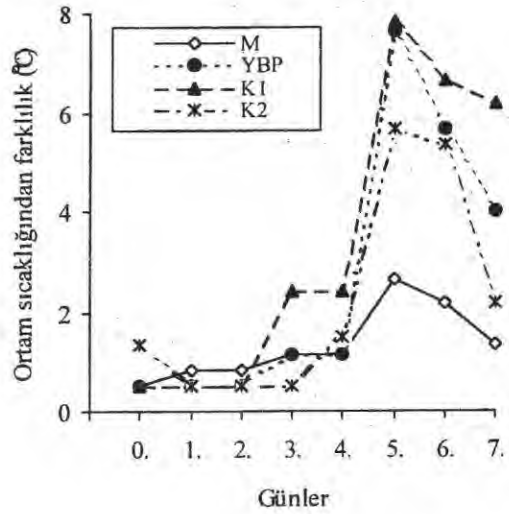
Çizelge 4' ten de izleneceği gibi, 7 günlük aerobik faz sonrasında araştırma gruplarının tümünde pH değerleri ile maya ve küf içerikleri bakımından artışlar gözlenmiştir. 75. günde saptanan değerlerle karşılaştırıldığında, grupların KM ve SÇK içeriklerinde gözlenen düşüşlerle birlikte söz konusu değişimler aerobik bozulmanın gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Ele alınan bazı parametreler bakımından gruplar arasında saptanan önemli düzeydeki farklılıklar ise dikkat çekmektedir (Çizelge 4).

McDonald ve ark. (1991), çeşitli silajlar arasında aerobik bozulmanın hızı bakımından önemli farklılıklar olabileceğini bildirmektedirler. Araştırmacılar söz konusu farklılıklar üzerinde silajlık materyalin türü, açımında sergilediği kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler ile silaj materyalinin boşaltılmasında kullanılan tekniklerin pay sahibi olduğunu belirtmektedirler. Mısır ve benzeri yüksek miktarda SÇK içeriğine sahip materyallerin yanı sıra açım sonrası SÇK, laktik asit, maya ve küf içeriği yüksek olan silajlar aerobik bozulmaya olan yatkınlık bakımından risk grubunda kabul edilmektedirler (Ruxton ve ark., 1975; Rust ve ark., 1989; Weinberg, 1997). Araştırmada mısır ve farklı karışım oranlarını içeren gruplarda gerek anaerobik faz sonrası (Çizelge 3) gerekse de aerobik faz sonrası elde edilen bulgular (Çizelge 4) söz konusu bildirişlere uyum göstermektedir.

Araştırmanın 7 gün süren ve silaj örneklerinde sıcaklık değişimlerinin izlendiği aerobik fazında ortam sıcaklığı ortalaması 19 °C (18-20 °C) olarak gerçekleşmiştir. Sıcaklık değerleri bakımından günler ve gruplar arasında gözlenen farklılıklar ile muamele x gün

etkileşimi önemli düzeyde bulunmuştur (P<0.01). Gruplarda kitle sıcaklıklarının aerobik faz süresince sergilediği eğilimler incelendiğinde (Şekil 3), tüm gruplarda pik değerlere 5. gün içerisinde ulaşıldığı gözlenmektedir. Bu dönem itibarıyla YBP ve K1 gruplarında sıcaklık değerleri M ve K2 gruplarına kıyasla önemli derecede daha yüksek gerçekleşmiş (P<0.05), M ve K2 grupları arasındaki farklılık da önemli bulunmuştur (P<0.05).

Aerobik faz süresince ve sonunda elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, farklı boyutlarda olmakla birlikte tüm gruplarda aerobik bozulmanın gerçekleştiği ortaya çıkmaktadır. Aerobik bozulmaya ilişkin parametreler arasında gözlenen kimi farklılıkların oluşmasında ise kullanılan materyale ilişkin özellikler etkili olmuştur.



Şekil 3. Aerobik fazda muamele gruplarında gerçekleşen sıcaklık değişimleri

Çizelge 4. Muamele gruplarında aerobik dayanıklılığa ilişkin gözlemler

Özellikler	Gruplar				P ^{1,2}
	YBP	M	K1 (1/1)	K2 (1/3)	
	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$	
pH	4.90 ± 0.175 b	7.50 ± 0.175 a	7.18 ± 0.175 a	7.23 ± 0.175a	**
KM, %	23.04 ± 0.865	25.12 ± 0.865	23.37 ± 0.865	25.57 ± 0.865	0.17
SÇK, g/kg KM	0.00 ± 0.000 b	3.07 ± 0.546 a	1.13 ± 0.984 b	1.91 ± 0.047 ab	*
Maya ve küf, log ₁₀ cfu/g TM	5.74 ± 0.0399 a	7.08 ± 0.055 b	6.68 ± 0.089 c	6.90 ± 0.047 b	**

¹ Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0.05)

² * P<0.05, ** P<0.01.

Sonuç

Araştırmadan elde edilen bulgular doğrultusunda ulaşılan sonuçları ve önerileri aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür.

Ele alınan karışım oranlarında, gerek başlangıç materyalleri ve gerekse de açım sonrasındaki elde edilen silajlarda saptanan bulgular karışıma giren materyaller açısından karşılıklı bir iyileşmenin gerçekleştiğini göstermektedir. Anaerobik fazın erken dönemlerinde pH değişimlerine ilişkin olarak elde edilen bulgular, karışım oranlarının etkin fermantasyon gelişimi bakımından arzu edilen özelliklere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Uygulamalar mısır silajına oranla HP içeriğinin iyileşmesini sağlarken, YBP silajına oranla daha etkin fermantasyonun oluşmasına neden olmuştur.

Silajlarda saptanan KM içerikleri dikkate alındığında, daha yüksek KM içeriğine sahip mısır materyalinin kullanımı ile bu parametre açısından da olumlu sonuçların elde edilebileceği sonucuna varmak mümkündür. Silajda kaliteyi belirleyen parametreler bakımından elde edilen bulgular silaj yapımında her iki karışım oranının da dikkate alınabileceğini ortaya koymakla birlikte, elde edilecek silajların KM kapsamı bakımından karışımlarda mısır oranının geniş tutulması önerilebilir. Bu konuda daha ayrıntılı çalışmalara gereksinim duyulmaktadır. Araştırmada aerobik bozulmaya direnç bakımından karışımların mısır silajına oranla önemli farklılıklar sergilemediği saptanmıştır.

Silajların beslemedeki etkenliklerinin tanımlanmasında, laboratuvar koşullarında yürütülen çalışmalar başlangıç ayağını oluşturmaktadır. Özellikle laboratuvar koşullarında anaerobik şartların daha kontrollü sağlanabiliyor olması saha koşulları için kesin öneriler getirmede dikkatli olmayı gerektirmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, üretim noktasından silaj çukuru kadar geçen süreçte YBP materyalinde gerçekleşebilecek olumsuz nitelikteki fermantatif olaylar ile büyük kitlelerin homojen olarak karıştırılabilmesi olanakları saha koşullarında karşılaşılabilecek genel sorunlar olarak gözükmektedir. Saha koşullarında yapılacak çalışmaların sindirim ve performans denemelerini de kapsamı uygulamanın irdelenebilmesi bakımından ayrı bir önem taşımaktadır.

Kaynaklar

- Akyıldız, A. R., 1984. Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. Yayın No: 895, Uygulama Kılavuzu No: 213, A.Ü. Basımevi Ankara, 236 s.
- Akyıldız, A. R., 1986. Yemler Bilgisi ve Teknolojisi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 974 Ders Kitabı 286 Ankara, 411 s.
- Alçıçek, A. ve K. Özkan, 1997. Silo yemlerinde fiziksel ve kimyasal yöntemlerle silaj kalitesinin saptanması. Türkiye I. Silaj Kongresi, Bursa, 241-247 s.

- Allen, W. R., K. R. Stevenson and J.G. Buchanan-Smith, 1975. Influence of additives on short-term preservation of wet brewers grains stored in uncovered piles. *Can.J.Anim.Sci.* 55:609-618.
- Allen, W. R. and K. R. Stevenson, 1975. Influence of additives on the ensiling process of wet brewers grains. *Can.J.Anim.Sci.* 53:391-402.
- Anonymous, 1986. *The Analysis of Agricultural Materials*. Reference Book:427, London, 248 p.
- Anonymous, 1989. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. National Research Council, National Academy Press, Washington D.C., 157 p.
- 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,
- Davies, D. R., R. J., Merry, A. P., Williams, E. L., Bakewell and D .K., Leemans, J. K. S., Tweed, 1998. Proteolysis during ensilage of forages varying in soluble sugar content, *J. Dairy Sci.* 81, 444-453,
- Dixon, R. and J. Combellas, 1983. A note on preservation of wet brewers grains. *Trop. Anim. Prod.* 8:151.
- Ermən, M. S. ve İ. Y. Yurtman, 1998. Bira posası silajlarında katkı maddesi olarak laktik asit bakteri kullanımının kalite üzerine etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi* 4 (2): 55-57.
- Kılıç, A., 1986. Silo Yemi (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri). Bilgehan Basımevi, İzmir, 327 s.
- McDonald, P., N. Henderson and S. Heron, 1991. *The Biochemistry of Silage*. Chalcombe Pub., Marlow, 340 p.
- Merry, R. J., R. F. Cussen and R. Jones, 1993. Biological silage additives. *Ciencia E Investigación Agraria*. 20 (2): 2-29.
- Petterson, K., 1988. Ensiling of forages: Factors affecting silage fermentation and quality. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Animal Nutrition and Management, Uppsala, 46 p.
- Phipps, R. H., J. D. Sutton and B. A. Jones, 1995. Forage mixtures for dairy cows: The effect on dry-matter intake and milk production of incorporating either fermented or urea-treated whole-crop wheat, brewers grains, fodder beet or maize silage into diets based on grass silage. *Animal Science*. 61:491-496.
- Robinson, J. J. and T. G. McEvoy, 1993. Biotechnology: the possibilities. *Anim. Prod.* 57: 335-352.
- Rust, S. R., H. S. Kim and G. L. Enders, 1989. Effects of a microbial inoculant on fermentation characteristics and nutritive value of corn silage. *J. Prod. Agric.* 2:235.
- Ruxton, I. B., B. I. Clark and P. McDonald, 1975. A review of the effects of oxygen on ensilage. *J. Br. Grassl. Soc.* 30:23.
- Sanderson, M. A., 1993. Aerobic stability and in vitro fiber digestibility of microbially inoculated corn and sorghum silages, *J. Anim. Sci.* 71: 505-514.

- Schneider, R. M., J. H. Harrison and K. A. Loney, 1995. The effects of bacterial inoculants, beet pulp and propionic acid on ensiled wet brewers grains. *J.Dairy Sci.* 78:1096-1105.
- Seale, D. R., 1986. Bacterial inoculants as silage additives. *J. Applied Bacteriology.* 61, Suppl., 95-265.
- Seale, D. R, G. Pahlow, S. F. Spoelstra, S. Lindgren, F. Dellaglio and J. F. Lowe, 1990. Methods for the microbiological analysis of silage. In *Proceeding of The Eurobac Conference, Upsala, Sweden. Grass and Forage Reports.* 3:147, Swedish University of Agricultural Science.
- Soysal, M. İ., 1998., *Biyometrinin Prensipleri (İstatistik I ve II Ders Notları)*: Yayın No:95, Ders Kitabı No: 64, T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi.Tekirdağ, 331 s.
- Stern, M. D. and C. J. Ziemer, 1992. Digestible fiber sources for dairy cattle. *Proc. Minn.Nutr. Conf.* 53:37-56.
- Stokes, M. R. and J. Chen, 1994. Effects of an enzyme-inoculant mixture on the course of fermentation of corn silage. *J. Dairy Sci.* 77: 3401.
- Weinberg, Z. G., 1997. Inoculants for silage. *Türkiye I. Silaj Kongresi, Bursa, 156-166s.*