

## Bakteriyal İnokulantların Sorgum Silajlarının Fermantasyon, Aerobik Stabilite ve Rumen Parçalanabilirlik Özellikleri Üzerine Etkileri

İsmail FİLYA<sup>1</sup>

Ali KARABULUT<sup>1</sup>

Hatice KALKAN<sup>1</sup>

Ekin SUCU<sup>1</sup>

Geliş Tarihi : 01.02.2001

**Özet:** Bu çalışma silaj katkı maddesi olarak kullanılan bakteriyal inokulantların, farklı dönemlerde hasat edilerek yapılan sorgum (*Sorghum bicolor*) silajlarının fermantasyon, aerobik stabilite ve rumen parçalanabilirlik özellikleri üzerindeki etkilerinin saptanması amacı ile düzenlenmiştir. Araştırmada kullanılan sorgum, çiçeklenme ve süt olum dönemlerinde hasat edilmiştir. Bakteriyal inokulant olarak ise İnokulant 1188 (Pioneer®, USA) ve Sil-All (Alteck, UK) kullanılmıştır. İnokulantlar silajlara  $10^6$  cfu g<sup>-1</sup> düzeyinde katılmışlardır. Sorgumlar yalnızca gaz çıkışına olanak tanıyan, 1.5 litrelik özel cam kavanozlara silolanmışlardır. Kavanozlar laboratuvar koşullarında  $18 \pm 2$  °C' de depolanmışlardır. Silolamadan sonraki 2, 4, 7, 15 ve 60. günlerde her gruptan 3' er kavanoz açılarak silajlarda kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Silolama döneminin sonunda (60. gün) açılan tüm silajlar 5 gün süre ile aerobik stabilite testine tabi tutulmuşlardır. Ayrıca bu silajların, rumen kuru ve organik madde parçalanabilirlikleri saptanmıştır. Sonuç olarak bakteriyal inokulantların sorgum silajlarının fermantasyon özelliklerini olumlu yönde etkilediği, silajların aerobik stabilite ile rumen kuru ve organik madde parçalanabilirliklerini ise etkilemediği saptanmıştır. Sorgumun olgunlaşmasına bağlı olarak silajların aerobik stabiliteleri düşerken, rumen kuru ve organik madde parçalanabilirlikleri ise artmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bakteriyal inokulantlar, sorgum, silaj, fermantasyon, aerobik stabilite, rumen parçalanabilirliği

## The Effects of Bacterial Inoculants on the Fermentation, Aerobic Stability and Rumen Degradability of Sorghum Silages

**Abstract:** This research was carried out to determine the effect of bacterial inoculants using as silage additives on the fermentation, aerobic stability and rumen degradability of harvested and ensiled sorghum (*Sorghum bicolor*) at different stages of maturity. Sorghum was harvested at flowering and milk dough stages. Inoculant 1188 (Pioneer®, USA) and Sil-All (Alteck, UK) were used as bacterial inoculants. Inoculants were applied to silages  $10^6$  cfu g<sup>-1</sup> levels. Sorghums were ensiled in 1.5 liter special glass jars equipped with a lid that enables gas release only. The jars were stored at  $18 \pm 2$  °C at laboratory conditions. Three jars from each group were sampled for chemical and microbiological analyses on the days 2, 4, 7, 15 and 60 after ensiling. All silages were opened at the end of the ensiling period (60 days) and subjected to an aerobic stability test for 5 days. In addition rumen dry and organic matters degradabilities of the silages were determined. As a result, bacterial inoculants improved fermentation characteristics of sorghum silages. However, inoculants did not improve aerobic stability and rumen dry and organic matters degradabilities of sorghum silages. Depend on maturity of sorghum, aerobic stability impaired and rumen dry and organic matters degradability of the silages were increased.

**Key Words:** Bacterial inoculants, sorghum, silage, fermentation, aerobic stability, rumen degradability

### Giriş

Silaj, genellikle su içeriği % 50' nin üzerinde olan yeşil yem, bitkisel ürün, tarımsal artık ve atıkların doğal fermantasyonu sonucu elde edilen bir yem kaynağıdır (Filya, 2000, a). Silolama olayında temel olarak laktik asit bakterileri (LAB) anaerobik koşullar altında suda eriyebilir karbonhidratları (SEK) başta laktik asit olmak üzere organik asitlere dönüştürürler. Bunun sonucunda ise pH düşer ve su içeriği yüksek materyal, bozulmaya neden olan mikroorganizmalardan korunmuş olur (Filya ve ark., 2000).

Silaj fermantasyonunda kullanılmak üzere çok sayıda kimyasal ve biyolojik katkı maddesi geliştirilmiştir. Özellikle biyolojik kökenli katkı maddeleri; kullanımlarının oldukça kolay olması, güvenli oluşları, toksik etkilerinin olmayışı, silaj yapımında kullanılan makinelerde korozyona sebep olmamaları, çevre kirliliği yaratmamaları ve sonuç olarak doğal ürünler olmaları gibi önemli avantajlara sahip oldukları için kimyasal kökenli katkı maddelerine göre daha fazla tercih edilmektedirler (Filya ve ark., 2000).

<sup>1</sup> Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Bölümü- Bursa

En önemli biyolojik katkı maddeleri bakteriyal inokulantlardır. Silaj fermentasyonunda kullanılmak üzere çeşitli özelliklerde bir çok bakteriyal inokulant geliştirilmiştir. Bu inokulantlar genellikle *Lactobacillus*, *Pediococcus* ve *Enterococcus* cinsi mikroorganizmaları içerirler. Ancak bakteriyal inokulantların büyük bir çoğunluğu başta *Lactobacillus plantarum* olmak üzere homofermantatif özellikteki LAB' dirler. Bu tür mikroorganizmalar şekerleri ağırlıklı olarak laktik asit fermente ederler (Woolford, 1984; McDonald ve ark., 1991). Çeşitli bitkilerin silolanmasında LAB inokulantlarının kullanımı ile ilgili olarak yapılan bir çok çalışmada bu katkı maddelerinin silajların pH' sını düşürdüğü, laktik asit ve laktik:asetik asit oranını artırdığı, asetik asit ve amonyak-azotu düzeyini düşürdüğü saptanmıştır (Lindgren ve ark., 1983; Weinberg ve ark., 1988; Henderson ve ark., 1990; Filya ve ark., 1999). Bunun yanı sıra LAB inokulantlarının silajların aerobik stabiliteyi (silo ömrü) üzerindeki etkilerinin incelendiği araştırma sonuçlarında, bazı araştırmacılar LAB inokulantlarının silajların aerobik stabilitesini artırdığını bildirirken (Ohyama ve ark., 1975; Pahlow, 1982; Holzer ve ark., 1999), bazı araştırmacılar ise etkilemediğini, silajlarda gözle görülür bir küflenme ve yoğun bir karbondioksit gazı ( $CO_2$ ) üretimi olduğunu bildirmişlerdir (Kennedy, 1990; Weinberg ve ark., 1993, a,b; Filya ve ark., 2000). Ancak özellikle kuru madde (KM) ve SEK içeriği yeterli olan ürünlerde LAB inokulantları, silajların gerek fermentasyon özelliklerini gerekse aerobik stabiliteyi olumlu yönde etkileyebilmektedirler (Seale, 1986; Davies and Hall, 1999; Filya ve ark., 2000).

Bakteriyal inokulantlar genel olarak ruminantların performansları üzerinde az da olsa bir artış sağlamaktadırlar (Harrison, 1989; Bolsen ve ark., 1992 a; Muck, 1993). Silaj katkı maddesi olarak kullanılan bakteriyal inokulantlar silajların KM sindirilebilirliğini artırır. KM sindirilebilirliğinde meydana gelen bu artış da ruminantların performanslarını olumlu yönde etkilemektedir (Bolsen ve ark., 1992 b; Rooke and Kafizadeh, 1994; Filya, 2000 b.).

Son yıllarda ülkemizde ekim alanı genişleyen ve özellikle silajlık olarak ekilen sorgumun besleme değeri, hasat zamanının gecikmesine bağlı olarak büyük oranda düşebilmektedir. Özellikle bitki olgunlaştıkça bitkinin içerdiği lignin ve hemisellüloz gibi bitki hücre duvarını oluşturan bir kısım bileşiklerin arasındaki bağlar bazı sorgum çeşitlerinin sindirilme derecesini düşürmektedir (Goto ve ark., 1991). Bu nedenle sorgumun tam olgunlaşmadan önce, danelerin çiçeklenme veya süt olum dönemlerinde biçilmeleri çok önemli bir konu olup, bu dönemlerin geçirilmesi halinde sorgum silajının besleme değeri büyük ölçüde düşmektedir (Black ve ark., 1980; Donnhauser ve ark., 1990).

Bu çalışmada, özellikle ülkemizde son birkaç yıldır kullanılmaya başlayan bir silaj katkı maddesi olan bakteriyal inokulantların, yine ülkemizde son yıllarda silajlık olarak ekilmeye başlayan sorgumdan yapılan silajların; fermentasyon özellikleri, aerobik stabiliteyi ve

rumen parçalanabilirlikleri üzerindeki etkileri saptanmaya çalışılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Silaj ve hayvan materyali

Araştırmada silaj materyali olarak Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezi' nde yetiştirilen sorgum (*Sorghum bicolor*) kullanılmıştır. Silajların rumen parçalanabilirlik özelliklerinin saptanmasında ise rumen kanülü takılı 3 baş Merinos erkek toklu kullanılmıştır.

### Silajların hazırlanması

Silaj yapılacak olan sorgumlar, çiçeklenme ve süt olum devrelerinde olmak üzere iki farklı dönemde hasat edilmiş ve daha sonra parçalama makinesinde yaklaşık 1,5 cm uzunluğunda parçalanmışlardır. Parçalanmış materyaller 1.5 litre kapasiteli ve yalnızca gaz çıkışına olanak tanıyan cam kavanozlara 3' er paralelli olarak silolanmıştır. Araştırmada 45' i çiçeklenme, 45' i süt olum dönemindeki sorgum materyallerine ait toplam 90 kavanoz silaj yapılmıştır. Kavanozlar laboratuvar ortamında  $18\pm 2$  °C sıcaklıkta tutulmuşlardır. Her muamele grubundan 3' er kavanoz silolandıktan sonraki 2, 4, 7, 15 ve 60. günlerde açılarak kimyasal ve mikrobiyolojik analizlere tabi tutulmuştur. Son silajların açıldığı araştırmanın 60. gününde tüm silajlara 5 gün süre ile Ashbell ve ark., (1991) tarafından geliştirilen aerobik stabilite testi uygulanmıştır.

### Kullanılan bakteriyal inokulantlar

1. İnokulum A. İnokulant 1188 (Pioneer®, USA). Üretici firmanın bildirdiğine göre, *Lactobacillus plantarum* ve *Enterococcus faecium* içermekte olup (sırasıyla % 80 ve % 20 düzeyinde), Rogosa agar üzerinde sayılan mikroorganizma sayısı  $3.0 \times 10^{10} g^{-1}$  dir

2. İnokulum B. Sil-All (Allteck, UK). Üretici firmanın bildirdiğine göre, bakteri-enzim karışımı olup *Streptococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum* ve *Pediococcus acidilactici* bakterileri ile sellüloz, hemisellüloz ve amilaz enzimlerini içermektedir (ürünün içerdiği mikroorganizma sayısı üretici firma tarafından belirtilmemiştir).

İnokulantlar üretici firmaların önerdiği oranlarda kullanılmıştır. Buna göre;

1. grup kontrol grubu olup katkı maddesi içermemektedir.

2. grupta İnokulant 1188 (Pioneer®, USA) kullanılmıştır. Çiçeklenme döneminde hasat edilmiş, 10 kg parçalanmış taze sorgum 1x4 m temiz bir alana yayılmıştır. Söz konusu inokulanttan 330 mg alınarak 20 ml çeşme suyu içerisinde çözülmüş ve materyal üzerine homojen bir şekilde püskürtülmüştür. Böylece materyale  $10^6$  koloniform ünite (cfu)  $g^{-1}$  inokulant katılmıştır.

3. grupta Sil-Ail (Allteck, UK) kullanılmıştır. Çiçeklenme döneminde hasat edilmiş, 10 kg parçalanmış taze sorgum 1x4 m temiz bir alana yayılmıştır. Söz konusu inokulandan 0.1 g alınarak 20 ml çeşme suyu içerisinde çözülmüş ve materyal üzerine homojen bir şekilde püskürtülmüştür. Böylece materyale  $10^9$  cfu  $g^{-1}$  inokulant katılmıştır.

Yukarıda çiçeklenme döneminde hasat edilen taze materyale uygulanan işlemlerin aynıları süt olum döneminde hasat edilen taze materyale de uygulanmıştır.

#### Kımyasal ve mikrobiyolojik analizler

Araştırmada kullanılan taze ve silolanmış sorgum materyallerinin ham besin maddeleri içerikleri Weende analiz yöntemi; silajların laktik, asetik ve bütrik asit içerikleri Lepper yöntemi ile saptanmıştır (Akyıldız, 1984). Silajların SEK içeriklerinin saptanmasında Dubois ve ark., (1956) tarafından bildirilen fenol sülfürik asit yöntemi; etanol içeriklerinin saptanmasında Anonim (1983); nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve asit deterjanda çözünmeyen lignin (ADL) içeriklerinin saptanmasında ise Van Soest (1982) tarafından geliştirilen analiz yöntemleri kullanılmıştır.

Araştırmada taze örnek ve silajların içerdiği lactobacilli, maya ve küf gibi mikrobiyal populasyonlar Filya ve ark., (2000) tarafından tanımlanan mikrobiyolojik analiz yöntemlerine göre; enterobacteria, Weinberg ve ark., (1993 b), clostridia ise Spoelstra (1984) tarafından tanımlanan yöntemlere göre belirlenmiştir.

#### Rumen parçalanabilirlik özellikleri

Araştırmanın son günü olan 80. günde açılan silajların rumende parçalanabilirlik özellikleri Mehrez ve Ørskov (1977) tarafından bildirilen naylon torba yöntemi ile saptanmıştır. Silajların rumende parçalanabilirlik özellikleri Ørskov ve McDonald (1979) tarafından geliştirilen  $p = a + b(1 - e^{-ct})$  eksponensiyel denkleme göre Neway bilgisayar programından yararlanılarak saptanmıştır.

Diğer yandan araştırmada çiçeklenme dönemindeki sorgumun hücre duvarı kapsamı (NDF, ADF ve ADL) süt olum dönemindeki sorgumun hücre duvarı kapsamından daha yüksek bulunmuştur. Oysa bilindiği gibi bitkilerin olgunlaşmasına bağlı olarak hücre duvarı kapsamı artmaktadır. Ancak özellikle dane verimi yüksek olan sorgum çeşitlerinde bitkinin olgunlaşmasıyla birlikte bitkinin nişasta içeriği artmakta ve böylece sorgumun hücre duvarı kapsamı oransal olarak azalmaktadır (Owen ve Webster, 1963; Hart, 1990; Meeske ve ark., 1993).

#### İstatistik analizler

Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesinde varyans analizi, ortalamalar arasında

görülen farklılıkların önem seviyesinin kontrol edilmesinde ise Duncan çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır (SAS, 1988).

#### Bulgular ve Tartışma

Taze ve silolanmış sorgumlara ait kımyasal analiz sonuçları Çizelge 1' de verilmiştir.

Çizelge 1' de de görüldüğü gibi gerek çiçeklenme gerekse süt olum dönemlerinde hasat edilen sorgumların en belirgin özellikleri SEK ve ham protein içeriklerinin yüksek olmasıdır. Bunun da nedeni, bitkinin olgunlaşmaya başlaması ile birlikte danelerin içerdiği şekerlerin nişastaya dönüşmesidir. Çizelge 1' de verilen sorgum silajlarına ait kımyasal analiz sonuçları incelendiğinde, silolanmanın ilk günlerinden itibaren çok hızlı bir fermentasyon gerçekleştiği görülmektedir. Nitekim sorgumun içerdiği SEK' in fermentasyonu sonucunda her iki dönemde hasat edilerek silolanan bitkilerin pH' ları önemli düzeyde düşmüştür ( $P < 0.05$ ). Araştırmada kullanılan her iki inokulant da bu düşüşü hızlandırmıştır. Her iki dönemdeki sorgum silajlarında temel fermentasyon ürünü laktik asit olmuştur. Araştırmada kullanılan her iki inokulant da sorgum silajlarının laktik asit içeriklerini fermentasyonun 7. gününden itibaren kontrol grubuna göre önemli düzeyde artırmıştır ( $P < 0.05$ ). Bunun yanı sıra 80 günlük fermentasyon sonucunda inokulant kullanılan silajlardaki asetik ve bütrik asit düzeyleri önemli düzeyde düşük bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Bu bulgular üzerinde özellikle sorgumun silaj fermentasyonu açısından SEK içeriğinin yeterli ve tampon kapasitesinin (asitliğe karşı direnç) düşük oluşu çok önemli rol oynamaktadır. Bununla birlikte kullanılan bakteriyel inokulantlar da sorgumun içerdiği yeterli düzeydeki SEK' i kullanarak yoğun bir şekilde laktik asit üretmiş ve pH' yı da çok hızlı bir şekilde düşürmüşlerdir. Taze ve silolanmış sorgumun kımyasal analizleri ile ilgili olarak araştırmadan elde edilen bulgular, çeşitli bitkilerde farklı bakteriyel inokulantların kullanıldığı çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Lindgren ve ark., 1983; Weinberg ve ark., 1988; Henderson ve ark., 1990; Filya ve ark., 1999). Bununla birlikte araştırmada kullanılan bakteriyel inokulantların, çiçeklenme ve süt olum dönemlerinde hasat edilerek yapılan sorgum silajlarının hücre duvarı kapsamı üzerindeki etkileri önemsiz düzeyde bulunmuştur. İnokulant B, içerdiği LAB' nin yanı sıra ayrıca bitki hücre duvarını parçalayıcı selüloz ve hemiselüloz enzimlerini de içermesine rağmen, sorgumun hücre duvarı kapsamı üzerinde önemli bir azalmaya neden olmamıştır. Diğer gruplara göre sorgumun hücre duvarı kapsamında ancak önemsiz düzeyde bir azalma sağlayabilmiştir. Bunun da başlıca nedeni sorgumun yeterli düzeyde SEK içermesidir. Sorgumun hücre duvarı kapsamı ve inokulantların bitkilerin hücre duvarı kapsamı üzerindeki etkileri ile ilgili olarak araştırmadan elde edilen bulgular Owen ve Webster (1963), Hart (1990), Meeske ve ark., (1993) ve Muck (1993) ın bulgularıyla uyumludur.

Çizelge 1. Sorgum silajlarına ait kimyasal analiz sonuçları ( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ ; KM' de, %)

Gün	Uygulama	pH	KM	SEK	NDF	ADF	ADL	HK	HP	LA	AA	BA	Etanol
Taze*													
0	Çiçek. d.	5.4±0	26±2	22±2	63±3	39±1	6±0	6±0	5±0	1±0	0.3±0	0	0
	Süt ol. d.	6.1±1	28±1	16±2	60±3	30±2	4±1	7±0	4±0	1±0	0.4±0	0	0
Çiçeklenme dönemi													
2	Kontrol	5.2±0 <sup>a</sup>	27±2 <sup>a</sup>	17±2 <sup>a</sup>	64±4 <sup>a</sup>	39±2 <sup>a</sup>	6±1 <sup>a</sup>	7±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	1±0 <sup>a</sup>	0	0	0
	IA	4.7±0 <sup>b</sup>	26±2 <sup>a</sup>	18±2 <sup>a</sup>	63±4 <sup>a</sup>	38±2 <sup>a</sup>	6±1 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	1±0 <sup>a</sup>	0	0	0
	IB	4.7±0 <sup>b</sup>	27±1 <sup>a</sup>	18±2 <sup>a</sup>	64±6 <sup>a</sup>	38±2 <sup>a</sup>	7±2 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	1±0 <sup>a</sup>	0	0	0
Süt olum dönemi													
	Kontrol	5.8±0 <sup>a</sup>	28±1 <sup>a</sup>	11±1 <sup>a</sup>	60±5 <sup>a</sup>	30±3 <sup>a</sup>	4±1 <sup>a</sup>	7±0 <sup>a</sup>	4±0 <sup>a</sup>	1±0 <sup>a</sup>	0	0	0
	IA	5.0±0 <sup>b</sup>	29±3 <sup>a</sup>	12±2 <sup>a</sup>	61±4 <sup>a</sup>	29±2 <sup>a</sup>	3±0 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	1±0 <sup>a</sup>	0	0	0
	IB	5.1±0 <sup>b</sup>	28±2 <sup>a</sup>	12±1 <sup>a</sup>	60±4 <sup>a</sup>	30±2 <sup>a</sup>	4±0 <sup>a</sup>	7±0 <sup>a</sup>	4±0 <sup>a</sup>	1±0 <sup>a</sup>	0	0	0
Çiçeklenme dönemi													
4	Kontrol	5.1±0 <sup>a</sup>	27±1 <sup>a</sup>	9±2 <sup>b</sup>	64±4 <sup>a</sup>	38±3 <sup>a</sup>	7±1 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	1±0 <sup>a</sup>	1±0 <sup>a</sup>	0	0
	IA	4.6±0 <sup>b</sup>	27±1 <sup>a</sup>	12±1 <sup>a</sup>	64±3 <sup>a</sup>	37±3 <sup>a</sup>	7±1 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	2±0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0	0
	IB	4.5±0 <sup>b</sup>	27±1 <sup>a</sup>	12±1 <sup>a</sup>	63±5 <sup>a</sup>	38±3 <sup>a</sup>	7±1 <sup>a</sup>	7±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	2±0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0	0
Süt olum dönemi													
	Kontrol	5.4±0 <sup>a</sup>	27±1 <sup>a</sup>	6±1 <sup>b</sup>	61±4 <sup>a</sup>	31±2 <sup>a</sup>	5±1 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	1±0 <sup>a</sup>	1±0 <sup>a</sup>	0	0
	IA	4.4±0 <sup>b</sup>	28±3 <sup>a</sup>	9±1 <sup>a</sup>	61±5 <sup>a</sup>	31±2 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	7±0 <sup>a</sup>	4±0 <sup>a</sup>	2±0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0	0
	IB	4.4±0 <sup>b</sup>	28±1 <sup>a</sup>	9±1 <sup>a</sup>	61±6 <sup>a</sup>	31±3 <sup>a</sup>	4±1 <sup>a</sup>	7±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	2±0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0	0
Çiçeklenme dönemi													
7	Kontrol	5.1±0 <sup>a</sup>	28±1 <sup>a</sup>	7±1 <sup>b</sup>	64±3 <sup>a</sup>	38±2 <sup>a</sup>	7±2 <sup>a</sup>	7±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	2±0 <sup>b</sup>	1±0 <sup>a</sup>	0	1±0 <sup>a</sup>
	IA	4.0±0 <sup>b</sup>	27±2 <sup>a</sup>	10±1 <sup>a</sup>	63±3 <sup>a</sup>	38±2 <sup>a</sup>	6±1 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	4±0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0	0 <sup>a</sup>
	IB	4.1±0 <sup>b</sup>	27±2 <sup>a</sup>	10±1 <sup>a</sup>	62±6 <sup>a</sup>	37±4 <sup>a</sup>	6±2 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	4±0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0	0 <sup>a</sup>
Süt olum dönemi													
	Kontrol	5.1±0 <sup>a</sup>	28±2 <sup>a</sup>	4±0 <sup>b</sup>	60±4 <sup>a</sup>	30±1 <sup>a</sup>	4±1 <sup>a</sup>	7±0 <sup>a</sup>	4±0 <sup>a</sup>	2±0 <sup>b</sup>	1±0 <sup>a</sup>	0	1±0 <sup>a</sup>
	IA	4.1±0 <sup>b</sup>	28±2 <sup>a</sup>	7±1 <sup>a</sup>	60±4 <sup>a</sup>	31±1 <sup>a</sup>	3±1 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	4±0 <sup>a</sup>	4±0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0	0 <sup>a</sup>
	IB	4.2±0 <sup>b</sup>	29±3 <sup>a</sup>	7±0 <sup>a</sup>	59±4 <sup>a</sup>	29±3 <sup>a</sup>	3±1 <sup>a</sup>	7±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0	0 <sup>a</sup>
Çiçeklenme dönemi													
15	Kontrol	5.0±0 <sup>a</sup>	28±1 <sup>a</sup>	6±1 <sup>b</sup>	62±5 <sup>a</sup>	38±2 <sup>a</sup>	6±2 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	4±1 <sup>b</sup>	2±0 <sup>a</sup>	0	3±1 <sup>a</sup>
	IA	3.7±0 <sup>b</sup>	28±1 <sup>a</sup>	10±1 <sup>a</sup>	63±4 <sup>a</sup>	38±2 <sup>a</sup>	6±1 <sup>a</sup>	7±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	1±0 <sup>a</sup>	0	2±0 <sup>a</sup>
	IB	3.9±0 <sup>b</sup>	27±2 <sup>a</sup>	10±1 <sup>a</sup>	62±4 <sup>a</sup>	39±3 <sup>a</sup>	6±1 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	4±0 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	1±0 <sup>a</sup>	0	2±0 <sup>a</sup>
Süt olum dönemi													
	Kontrol	4.8±0 <sup>a</sup>	27±2 <sup>a</sup>	4±0 <sup>b</sup>	59±3 <sup>a</sup>	31±2 <sup>a</sup>	5±1 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	4±0 <sup>a</sup>	4±1 <sup>b</sup>	2±0 <sup>a</sup>	0	6±1 <sup>a</sup>
	IA	3.9±0 <sup>b</sup>	26±2 <sup>a</sup>	7±1 <sup>a</sup>	59±3 <sup>a</sup>	30±1 <sup>a</sup>	4±1 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	4±0 <sup>a</sup>	7±0 <sup>a</sup>	1±0 <sup>a</sup>	0	5±1 <sup>a</sup>
	IB	3.9±0 <sup>b</sup>	26±2 <sup>a</sup>	7±1 <sup>a</sup>	58±3 <sup>a</sup>	29±2 <sup>a</sup>	4±1 <sup>a</sup>	7±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	1±0 <sup>a</sup>	0	5±1 <sup>a</sup>
Çiçeklenme dönemi													
60	Kontrol	4.9±0 <sup>a</sup>	26±1 <sup>a</sup>	6±1 <sup>b</sup>	63±3 <sup>a</sup>	39±1 <sup>a</sup>	6±1 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	4±0 <sup>b</sup>	3±0 <sup>a</sup>	2±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>
	IA	3.7±0 <sup>b</sup>	27±2 <sup>a</sup>	10±2 <sup>a</sup>	63±3 <sup>a</sup>	39±1 <sup>a</sup>	7±0 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	1±0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	5±0 <sup>a</sup>
	IB	3.8±0 <sup>b</sup>	26±2 <sup>a</sup>	9±2 <sup>a</sup>	62±4 <sup>a</sup>	38±3 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	6±0 <sup>a</sup>	1±0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	4±0 <sup>a</sup>
Süt olum dönemi													
	Kontrol	4.5±0 <sup>a</sup>	28±2 <sup>a</sup>	4±0 <sup>b</sup>	59±3 <sup>a</sup>	30±2 <sup>a</sup>	4±1 <sup>a</sup>	7±0 <sup>a</sup>	4±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>b</sup>	3±1 <sup>a</sup>	2±0 <sup>a</sup>	9±1 <sup>a</sup>
	IA	3.8±0 <sup>b</sup>	27±2 <sup>a</sup>	6±1 <sup>a</sup>	59±2 <sup>a</sup>	30±3 <sup>a</sup>	4±1 <sup>a</sup>	7±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	8±0 <sup>a</sup>	1±0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	9±1 <sup>a</sup>
	IB	3.8±0 <sup>b</sup>	27±1 <sup>a</sup>	6±1 <sup>a</sup>	58±4 <sup>a</sup>	29±2 <sup>a</sup>	4±1 <sup>a</sup>	7±0 <sup>a</sup>	5±0 <sup>a</sup>	8±0 <sup>a</sup>	1±0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	9±1 <sup>a</sup>

KM, kuru madde; SEK, suda eriyebilir karbonhidrat; NDF, nötr deterjanda çözünmeyen lif; ADF, asit deterjanda çözünmeyen lif; ADL, asit deterjanda çözünmeyen lignin; HK, ham kül; HP, ham protein; LA, laktik asit; AA, asetik asit; BA, bütirik asit; IA, inokulant A; IB, inokulant B.

Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0.05).

\* Hasattan hemen sonra alınan ve araştırmanın başlangıç materyalini oluşturan taze sorgumlara ait kimyasal analiz sonuçları bilgi amacı ile verilmiş olup, istatistik analizlerin dışında tutulmuşlardır.

Taze ve silolanmış sorgumlara ait mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 2' de verilmiştir. Çizelge 2' de de görüldüğü gibi araştırmada kullanılan her iki bakteriyel inokulant da fermantasyonun 4. gününden itibaren sorgum silajlarının lactobacilli içeriklerini önemli düzeyde artırmıştır (P<0.05). Her iki inokulant da sorgumda silaj fermantasyonu için yeterli düzeyde bulunan SEK' i kullanıp, lactobacilli gelişimini hızlandırarak bu tür

bakterilerin silajlardaki düzeyini artırmışlardır. Bunun yanı sıra tüm silajlarda fermantasyon başlangıcından itibaren önemsiz düzeyde maya saptanırken, fermantasyonun son gününde de (60. gün) önemsiz düzeyde clostridia saptanmıştır. Diğer yandan inokulant kullanılan silajlarda fermantasyonun hiçbir döneminde küf ve enterobacteria gibi mikroorganizmalara rastlanmazken, kontrol gruplarında fermantasyonun 7. gününden itibaren önemli

düzeyde küf bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Dolayısıyla araştırmada kullanılan her iki inokulant da silajlarda küf oluşumunu engellerken, silajların maya, enterobacteria ve clostridia içerikleri üzerinde önemli bir etkiye bulunmamıştır. Tüm silajlarda görülen maya aktivitesi sonucunda silajlarda bir fermantasyon ürünü olarak etanol oluşmuştur (Çizelge 1). Ancak sonuç olarak yine de, bu araştırmadaki sorgum silajlarında görülen ve silaj fermantasyonu üzerinde olumsuz etkileri bulunan

mikroorganizmaların düzeylerinin oldukça düşük olduğu söylenebilir. Bu konu ile ilgili olarak araştırmadan elde edilen bulgular, benzer konularda yapılan araştırma bulguları ile uyum göstermektedir (Meeske ve ark., 1993; Weinberg ve ark., 1993 b).

Araştırmanın son gününde (60. gün) açılan silajlar 5 gün süre ile aerobik stabilite testine tabi tutulmuş ve bu testin sonuçları Çizelge 3' de verilmiştir.

Çizelge 2. Sorgum silajlarına ait mikrobiyolojik analiz sonuçları ( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ ; log cfu g<sup>-1</sup> KM)

Günler	Uygulama	Lactobacilli	Maya	Küf	Enterobacteria	Clostridia
0	Taze*					
	Çiçeklenme dönemi	4.3±0.41	4.5±0.35	3.0±0.50	2.7±0.38	0
2	Süt olum dönemi	4.4±0.42	5.3±0.61	4.3±0.39	4.6±0.84	0
	Çiçeklenme dönemi					
2	Kontrol	4.5±0.50 <sup>a</sup>	4.5±0.54 <sup>a</sup>	0	0	0
	İA	5.3±0.52 <sup>a</sup>	4.2±0.41 <sup>a</sup>	0	0	0
2	İB	5.2±0.45 <sup>a</sup>	4.1±0.63 <sup>a</sup>	0	0	0
	Süt olum dönemi					
2	Kontrol	4.6±0.43 <sup>a</sup>	5.9±0.46 <sup>a</sup>	0	0	0
	İA	5.3±0.47 <sup>a</sup>	5.8±0.54 <sup>a</sup>	0	0	0
2	İB	5.3±0.43 <sup>a</sup>	5.7±0.49 <sup>a</sup>	0	0	0
	Çiçeklenme dönemi					
4	Kontrol	4.7±0.36 <sup>b</sup>	4.2±0.59 <sup>a</sup>	0	0	0
	İA	5.9±0.47 <sup>a</sup>	4.3±0.46 <sup>a</sup>	0	0	0
4	İB	5.9±0.45 <sup>a</sup>	4.2±0.51 <sup>a</sup>	0	0	0
	Süt olum dönemi					
4	Kontrol	5.1±0.44 <sup>b</sup>	6.2±0.57 <sup>a</sup>	0	0	0
	İA	6.4±0.56 <sup>a</sup>	6.5±0.48 <sup>a</sup>	0	0	0
4	İB	6.4±0.41 <sup>a</sup>	5.9±0.35 <sup>a</sup>	0	0	0
	Çiçeklenme dönemi					
7	Kontrol	5.0±0.41 <sup>b</sup>	6.1±0.63 <sup>a</sup>	2.8±0.40 <sup>a</sup>	0	0
	İA	6.3±0.43 <sup>a</sup>	4.0±0.33 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	0	0
7	İB	6.2±0.36 <sup>a</sup>	4.1±0.37 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	0	0
	Süt olum dönemi					
7	Kontrol	5.4±0.48 <sup>b</sup>	5.9±0.55 <sup>a</sup>	2.4±0.36 <sup>a</sup>	0	0
	İA	7.4±0.39 <sup>a</sup>	6.2±0.43 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	0	0
7	İB	7.0±0.55 <sup>a</sup>	6.1±0.50 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	0	0
	Çiçeklenme dönemi					
15	Kontrol	5.3±0.47 <sup>b</sup>	3.6±0.39 <sup>a</sup>	3.1±0.44 <sup>a</sup>	0	0
	İA	7.6±0.40 <sup>a</sup>	4.2±0.41 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	0	0
15	İB	7.7±0.59 <sup>a</sup>	4.2±0.44 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	0	0
	Süt olum dönemi					
15	Kontrol	6.6±0.53 <sup>b</sup>	6.3±0.46 <sup>a</sup>	2.6±0.31 <sup>a</sup>	0	0
	İA	8.5±0.46 <sup>a</sup>	6.8±0.60 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	0	0
15	İB	8.3±0.44 <sup>a</sup>	6.7±0.44 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	0	0
	Çiçeklenme dönemi					
60	Kontrol	6.8±0.63 <sup>b</sup>	2.9±0.45 <sup>a</sup>	3.4±0.36 <sup>a</sup>	0.2±0 <sup>a</sup>	1.4±0.04 <sup>a</sup>
	İA	8.4±0.90 <sup>a</sup>	3.6±0.39 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>	2.1±0.07 <sup>a</sup>
60	İB	8.6±0.77 <sup>a</sup>	3.3±0.28 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>	1.8±0.12 <sup>a</sup>
	Süt olum dönemi					
60	Kontrol	7.7±0.76 <sup>b</sup>	7.6±0.58 <sup>a</sup>	2.1±0.26 <sup>a</sup>	0.4±0 <sup>a</sup>	3.5±0.14 <sup>a</sup>
	İA	9.5±0.67 <sup>a</sup>	7.1±0.32 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>	3.3±0.09 <sup>a</sup>
60	İB	9.2±0.71 <sup>a</sup>	7.8±0.41 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>a</sup>	4.0±0.10 <sup>a</sup>

Log cfu, logaritma koloniform ünite; KM, kuru madde; İA, inokulant A; İB, inokulant B.

Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ( $P < 0.05$ ).

\* Hasattan hemen sonra alınan ve araştırmanın başlangıç materyalini oluşturan taze sorgumlara ait kimyasal analiz sonuçları bilgi amacı ile verilmiş olup, istatistik analizlerin dışında tutulmuşlardır.

Çizelge 3. Silajların aerobik stabilite testi sonuçları ( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ )

Uygulama	pH	CO <sub>2</sub>	Maya*	Küf*
<b>Çiçeklenme dönemi</b>				
Kontrol	4.9±0.43 <sup>a</sup>	1.4±0.12 <sup>a</sup>	3.9±0.36 <sup>a</sup>	9.3±1.61 <sup>a</sup>
IA	3.9±0.35 <sup>b</sup>	1.7±0.10 <sup>a</sup>	4.3±0.41 <sup>a</sup>	6.4±1.30 <sup>b</sup>
IB	3.9±0.40 <sup>b</sup>	1.5±0.14 <sup>a</sup>	4.4±0.28 <sup>a</sup>	6.0±1.24 <sup>b</sup>
<b>Süt olum dönemi</b>				
Kontrol	4.6±0.38 <sup>a</sup>	5.1±0.10 <sup>a</sup>	4.6±0.55 <sup>a</sup>	12.0±1.88 <sup>a</sup>
IA	4.0±0.41 <sup>b</sup>	4.7±0.13 <sup>a</sup>	4.2±0.46 <sup>a</sup>	9.0±1.29 <sup>b</sup>
IB	3.9±0.33 <sup>b</sup>	5.5±0.15 <sup>a</sup>	4.9±0.40 <sup>a</sup>	8.7±1.13 <sup>b</sup>

CO<sub>2</sub>, karbondioksit (g kg<sup>-1</sup> KM); IA, inokulant A; IB, inokulant B.

\*Maya ve küf log cfu g<sup>-1</sup> KM olarak verilmiştir.

Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0.05).

Çizelge 3' de de görüldüğü gibi, inokulantların sorgum silajlarının aerobik stabiliteyi üzerinde etkileri önemsiz bulunmuştur. Kontrol grupları da dahil olmak üzere tüm silajlarda CO<sub>2</sub> üretimi görülmüştür. Özellikle bu dönemde silajlarda görülen maya popülasyonu silajların aerobik stabiliteyi üzerinde olumsuz etkide bulunmuş ve silajlarda CO<sub>2</sub> üretimine yol açmıştır. Nitekim Seale (1986) silajlarda görülen CO<sub>2</sub> üretiminin başlıca nedeninin mayalar olduğunu bildirmiştir. Ayrıca silajlarda bozulmanın olduğu bu 5 günlük dönem içerisinde silajların pH' larında az miktarda bir artış görülmüştür. Her iki inokulant da bu dönemde silajların küf içeriğini önemli düzeyde azaltmıştır (P<0.05). Çiçeklenme dönemindeki sorgum silajlarında görülen CO<sub>2</sub> üretimi, süt olum dönemindeki sorgum silajlarında görülen CO<sub>2</sub> üretiminden daha az olmuştur. Dolayısıyla çiçeklenme döneminde yapılan silajlardaki bozulma süt olum döneminde yapılan silajlara göre daha az düzeyde olmuştur. Bunun sonucunda süt olum dönemindeki silajların aerobik stabiliteyi çiçeklenme dönemindeki silajların aerobik stabiliteye göre daha yetersiz düzeyde kalmıştır. Bu duruma lactobacilli içerikleri daha fazla olan süt olum dönemindeki silajlarda görülen yüksek düzeydeki laktik asit üretiminin yol açtığı düşünülmektedir. Çünkü burada oluşan laktatlar, laktatları besin maddesi olarak kullanan mayalar tarafından tüketilmiş ve bu da silajlarda daha

fazla bozulmaya neden olarak süt olum dönemindeki silajların aerobik stabiliteyi düşürmüştür. Silajların aerobik stabiliteyi ile ilgili olarak araştırmadan elde edilen bulgular, benzer konulardaki araştırma bulguları ile de uyum göstermektedir (Kennedy, 1990; Weinberg ve ark., 1993 a,b; Meeske ve ark., 1993; Filya ve ark., 1999; Filya ve ark., 2000).

Sorgum silajlarının 48 saatlik inkübasyon sonucundaki rumen parçalanabilirlik özellikleri ile ilgili olarak araştırmadan elde edilen bulgular Çizelge 4' de verilmiştir.

Çizelge 4' de de görüldüğü gibi, her iki inokulantın da silajların KM ve organik madde (OM) parçalanabilirlikleri üzerinde etkileri önemsiz düzeyde bulunmuştur. Bunun da başlıca nedeni sorgumun yeterli düzeyde SEK içermesidir. Ancak özellikle LAB' nin yanı sıra sellüloz ve hemisellüloz gibi bitki hücre duvarını parçalayıcı enzimler de içeren inokulant B, silajların KM ve OM parçalanabilirliklerini diğer gruplara göre önemsiz de olsa bir miktar artırmıştır. Diğer yandan araştırmada süt olum dönemindeki sorgum silajlarının KM ve OM parçalanabilirliklerinin çiçeklenme dönemindeki sorgum silajlarınınkinden daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4. Silajlarının rumen parçalanabilirlik özellikleri ( $\bar{x} \pm S \bar{x}$ , %)

Uygulama	KM parçalanabilirliği	OM parçalanabilirliği
<b>Çiçeklenme dönemi</b>		
Kontrol	56.26±2.35 <sup>a</sup>	57.15±2.46 <sup>a</sup>
IA	56.41±2.72 <sup>a</sup>	57.45±1.97 <sup>a</sup>
IB	57.00±1.54 <sup>a</sup>	57.94±2.59 <sup>a</sup>
<b>Süt olum dönemi</b>		
Kontrol	61.48±1.85 <sup>a</sup>	62.18±1.35 <sup>a</sup>
IA	61.78±2.43 <sup>a</sup>	62.36±1.70 <sup>a</sup>
IB	62.39±1.97 <sup>a</sup>	62.75±2.31 <sup>a</sup>

KM, kuru madde; OM, organik madde; IA, inokulant A; IB, inokulant B.

Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0.05).

Oysa genel olarak sorgum bitkisinin olgunlaşmasıyla birlikte sindirilebilirliği düşmektedir. Nitekim bu olgu çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (Fox ve ark., 1970; Black ve ark., 1980; Donnhauser ve ark., 1990). Bu olgu özellikle ot tipi sorgum çeşitleri için doğru olup, bitkinin olgunlaşmaya başlamasıyla birlikte bitkinin hücre duvarı kapsamı artmaktadır. Ancak dane verimi yüksek çeşitlerde bitkinin dane bağlamasıyla ve danelerin olgunlaşmasıyla birlikte bitkinin nişasta içeriği artmakta ve oransal olarak hücre duvarı kapsamı düşmektedir. Bu trend bu çalışmada da görülmüştür. Silajların KM ve OM parçalanabilirlikleri ile ilgili olarak araştırmadan elde edilen bulgular benzer konularda yapılan çeşitli araştırma bulguları ile uyum göstermektedir (Owen ve Webster, 1963; Danley ve Vetter, 1973; Hart, 1990; Meeske ve ark., 1993).

### Sonuç

Çiçeklenme ve süt olum dönemlerinde hasat edilerek silolanan sorgum bitkisinde silaj katkı maddesi olarak kullanılan bakteriyel inokulantlar, silajların fermantasyon özelliklerini olumlu yönde etkilemişlerdir. Diğer yandan araştırmada kullanılan her iki inokulant da silajların aerobik stabiliteelerini etkilememiştir. Ancak bitkilerin olgunlaşmaya başlamasıyla birlikte aerobik stabiliteeleri düşmüştür. İnokulantlar silajların rumen KM ve OM parçalanabilirliklerini de etkilememişlerdir. İnokulant B, LAB' nin yanı sıra sellüloz ve hemisellüloz gibi hücre duvarını parçalayıcı enzimler de içermesine rağmen, sorgum silajlarının hücre duvarı kapsamını azaltacak yönde bir etkiye bulunmamıştır. Sorgumun silaj fermantasyonu açısından yeterli düzeyde SEK içermesinden dolayı, inokulant B' nin hücre duvarını parçalayıcı etkisinin sorgum silajları üzerinde çok belirgin olarak ortaya çıkmağı düşünülmektedir. Söz konusu inokulantın bu etkilerinin özellikle SEK içeriği yetersiz olan bitkilerde daha belirgin olarak ortaya çıkabileceği söylenebilir. Araştırmadan elde edilen bulguların genel olarak değerlendirilmesi halinde, biyolojik bir silaj katkı maddesi olan bakteriyel inokulantların silaj fermantasyonu, aerobik stabilite ve ruminantlardaki değerlendirilme düzeylerinin belirlenmesi amacıyla daha çok sayıda bilimsel araştırmaya gereksinim duyulduğu açıktır.

### Kaynaklar

Akyıldız, A. R. 1984. Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yay., 895, Uygulama Kılavuzu No: 213. Ankara, 236 s.

Anonim, 1983. Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri. T.O.K.B. Gıda İşleri Gen. Müd. Yay., 65, Ankara, 796s.

Ashbell, G., Z. G. Weinberg, A. Azrieli, Y. Hen and B. Horev, 1991. A simple system to study the aerobic deterioration of silages. *Can. Agric. Eng.*, 33: 391-393.

Black, J. R., L. O. Ely, M. E. McCullough and E. M. Sudweeks, 1980. Effect of stage of maturity and silage additives upon the yield of gross and digestible energy in sorghum silage. *J. Anim. Sci.*, 50: 617-624.

Bolsen, K. K., R. N. Sonon, B. Dalke, R. Pope, J. G. Riley and A. Laytimi, 1992a. Evaluation of inoculant and NPN silage additives: A Summary of 26 Trials and 65 Farm- Scale Silages. In: *Kansas Agric. Exp. Sta. Rpt. of Prog.* 851. Kansas State University, Manhattan. pp. 101 - 102.

Bolsen, K. K., D.G. Tiemann, R.N. Sonon, A. Hart, B. Dalke, J. T. Dickerson and C. Lin, 1992b. Evaluation of inoculant-treated corn silages. In: *Kansas State University, Manhattan.* pp. 103 - 106.

Danley, M. M. and R. L. Vetter, 1973. Changes in carbohydrate and nitrogen fractions and digestibility of forages: maturity and ensiling. *J. Anim. Sci.*, 37: 994-999.

Davies, O. D. and P. A. Hall, 1999. The effect of applying an inoculant containing *L. buchneri* to high dry matter ryegrass swards ensiled in wrapped, round bales. In: *Proc. 12<sup>th</sup> International Silage Conference.* Uppsala, Sweden. pp. 262-263.

Donnhauser, C. S., R. H. Drewes, E. A. Van Zyl and C. J. Van Rooyen, 1990. The production of different forage sorghum and babala cultivars in the Western Transvaal. *J. Grassl. Soc. S. Afr.*, 7: 179-183.

Dubois, M., K. A. Giles, J. K. Hamilton, P. A. Rebes and F. Smith, 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, 28: 350-356.

Filya, İ., G. Ashbell, Z. G. Weinberg and Y. Hen, 1999. The effect of applying lactic acid bacterial inoculants at ensiling on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. In: *Proc. 12<sup>th</sup> International Silage Conference.* Uppsala, Sweden. pp. 268-269.

Filya, İ., 2000a. Silaj Fermantasyonu. *Atatürk Üniv. Zir. Fak. Derg.*, Erzurum (Basımda).

Filya, İ., 2000b. Bazı silaj katkı maddelerinin ruminantların performansları üzerindeki etkileri. *Ege Zootekni Demeği, Hayvansal Üretim Dergisi.* İzmir (Basımda).

Filya, İ., G. Ashbell, Y. Hen and Z. G. Weinberg., 2000. The effect of bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 88: 39-46.

Fox, D. G., E. W. Kosterman, H. W. Newland and R. R. Johnson, 1970. Net energy of corn and grain resistant grain sorghum rations for steers when fed as grain or silage. *J. Anim. Sci.*, 30: 303-308.

Goto, M., A. H. Gordon and A. Chesson, 1991. Changes in cell-wall composition and degradability of sorghum during growth and maturation. *J. Sci. Food Agric.*, 54: 47-60

Harrison, J. H. 1989. Use of silage additives and their effect on animal productivity. In: *Proc. of the Pacific Northwest Animal Nutrition Conference.* Boise, Idaho. pp. 27-35.

Hart, S. P. 1990. Effects of altering the grain content of sorghum on its nutritive value. *J. Anim. Sci.*, 68: 3832-3842.

Henderson, A. R., D. R. Seale, D. H. Anderson and S. J. E. Heron, 1990. The effect of formic acid and bacterial inoculants on the fermentation and nutritive value of perennial ryegrass silages. In: S. Lindgren and K. L. Petterson (Editors), *Proc. of the Eurobac Conference,* Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. pp. 93-98.

- Holzer, M., E. Mayrhuber, H. Danner, L. Madzingaidzo and R. Braun, 1999. Effect of *Lactobacillus sp* and *Enterococcus sp* on ensilaging aerobic stability. In: Proc. 12<sup>th</sup> International Silage Conference. Uppsala, Sweden. pp. 270-271.
- Kennedy, S. J. 1990. Evaluation of the three bacterial inoculants and formic acid as additives for first harvest grass. *Grass Forage Sci.*, 45: 153-165.
- Lindgren, S., 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. Microorganisms. In: P. McDonald, A.R. Henderson and S.J.E Heron (Editors), *The Biochemistry of Silage*, 2<sup>nd</sup> edn., Aberystwyth: Chalcombe Publications. pp. 81-152.
- Meeske, R., G. Ashbell, Z.G. Weinberg and T. Kipnis, 1993. Ensiling forage sorghum at two stages of maturity with the addition of lactic acid bacterial inoculants. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 43: 165-175.
- Mehrez, A. Z. and E. R. Ørskov, 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci. (Cambridge)* 88, 645-650.
- Muck, R. E. 1993. The role of silage additives in making high quality silage. In: Proc.Nat. Silage Prod. Conf. NRAES-67, Ithaca, New York. pp. 106-116.
- Ohyama, Y., T. Morichi and S. Masahi, 1975. The effect of inoculation with *Lactobacillus Plantarum* and the addition of glucose at ensiling on the quality of aerated silages. *J. Sci. Food Agric.*, 26: 1001-1008.
- Ørskov, E.R and I. McDonald, 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. *J. Agric. Sci. (Cambridge)*, 92: 499-503.
- Owen, F. G. and O. J. Webster, 1963. Effect of sorghum maturity at harvest and variety on certain chemical constituents in sorghum silages. *Agron. J.*, 55: 167-169.
- Pahlow, G. 1982. Verbesserung der aeroben stabilität von silagen durc impfpräparate. *Das Wirtschaftseigene Futter* 28: 107-122.
- Rooke, J. A. and F. Kafizadeh, 1994. The effect upon fermentation and nutritive value of silages produced after treatment by three different inoculants of lactic acid bacteria applied alone or in combination. *Grass Forage Sci.*, 49: 324-333.
- SAS., 1988. *Statistical Analysis System @. User's Guide: Statistics, Version 6 Edition.* SAS Inst., Inc., Cary, NC.
- Seale, D. R. 1986. Bacterial inoculants as silage additives. *J. Appl. Bacteriol.* 61 (Suppl.), 9S-26S.
- Spoelstra, S. F. 1984. Some Methods to Evaluate the Role of Clostridia in Silage. Internal Report No: 168. Institute for Livestock Feeding and Nutrition Research, Lelystad, The Netherlands.
- Van Soest, P. J. 1982. Analytical systems for evaluation of feeds. In: P. J. Van Soest (Editor), *Nutritional Ecology of the Ruminant.* Cornell University Press, Ithaca, NY, Chapter 6, pp. 75-94.
- Weinberg, Z. G. G., Ashbell and A. Azrieli, 1988. The effect of applying lactic acid bacteria at ensilage on the chemical and microbiological composition of vetch, wheat, and alfalfa silages. *J. Appl. Bacteriol.* 64: 1-7.
- Weinberg, Z. G., G. Ashbell and A. Azrieli and I. Brukental, 1993a. Ensiling peas, ryegrass, and wheat with additives of lactic acid bacteria (LAB) and cell wall degrading enzymes. *Grass Forage Sci.*, 48: 70-78.
- Weinberg, Z. G., G. Ashbell, Y. Hen and A. Azrieli, 1993b. The effect of applying lactic acid bacteria ensiling on the aerobic stability of silages. *J. Appl. Bacteriol.*, 75: 512-518.
- Woolford, M. K. 1984. The chemistry of silage. In: M. K. Woolford (Editor), *The Silage Fermentation.* Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 71-132.