

Farklı Ekim Yoğunluğunun Koçansız Şeker Mısırı Silajlarının Besleme Değeri, Silaj Kalite Özellikleri ve Besin Madde Verimi Üzerine Etkisi

Önder CANBOLAT^{1*}, Abdullah KARASU², Gamze BAYRAM²,
İsmail FİLYA¹, Adem KAMALAK³

^{1*}Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Bursa.

²Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa.

³Kahramanmaraş Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Kahramanmaraş.

*e-posta: onder@uludag.edu.tr

Geliş Tarihi: 24.09.2015; Kabul Tarihi: 22.12.2015

Öz: Bu araştırma, farklı ekim yoğunluğunda (5000, 6500, 8000 ve 9500 bitki/dekar) ekilen ve koçanları alındıktan sonra silolanan koçansız şeker mısırının (KŞMS)'nın (*Zea mays L. saccharata* Sturt.) besin maddeleri bileşimi, silaj fermentasyon ve mikrobiyolojik özellikleri ile *in vitro* gaz üretimi ve dekara besin madde verimi üzerine etkilerinin saptanması amacı ile yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan şeker mısırlar silolanmadan önce yaklaşık 1.5-2.0 cm boyutunda doğranmış ve silolanmıştır. Silaj örnekleri 90 günde açılmıştır. Şeker mısır silajı ekim yoğunluğu ham protein (HP), nötral deterjan fiber (NDF), asit deterjan fiber (ADF) ve suda çözünabilir karbonhidrat (SÇK) düzeyini etkilemiş ($P<0.01$), diğer besin maddelerini ise etkilememiştir ($P>0.05$). Ekim yoğunluğu silajların, laktik asit (LA), asetik asit (AA), propiyonik asit (PA) ve etanol (EOL) üretimi ile laktik asit bakterisi (LAB) üretimini de etkilemiştir ($P<0.01$). Ekim yoğunluğu silajların *in vitro* gaz üretimi, sindirilebilir organik madde (SOM), metabolize edilebilir enerji (ME) düzeyini etkilemiştir ($P<0.01$). Diğer yandan ekim yoğunluğu, kuru ot verimi (KOV), ham protein verimi (HPV), sindirilebilir organik madde verimi (SOMV) ve metabolik enerji veriminde (MEV) önemli düzeyde etkilemiştir ($P<0.01$). Araştırma sonucunda, 8000 ve 9500 bitki/dekar ekim yoğunluğunda ekilen KŞMS'nin daha yüksek besleme değeri ve silaj kalitesi ile besin madde verimi elde edilebileceği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Koçansız şeker mısırı silajı, kimyasal kompozisyon, besin değeri, *in vitro* gaz üretimi, sindirim derecesi, metabolik enerji.

The Effect of Sowing Density on the Nutritive Value, Silage Quality Characteristics and Nutrient Yields of Non Stover Sweet Corn (*Zea mays L. Saccharata* Sturt.)

Abstract: The aim of the current experiment was carried out to determine the effect of sowing density (5000, 6500, 8000 and 9500 plant/acre) on the chemical composition, fermentation and

microbiologic characteristic, *in vitro* gas production and yield of sweet corn (*Zea mays L. saccharata* Sturt.) non stover silage. After cutting the stover of sweet corn into 1.5-2 cm pieces, the silage materials were ensiled for 90 days. The sowing density had a significant ($P<0.01$) effects on crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and water soluble carbohydrate contents of sweet corn non stover silage although the sowing density had no significant ($P>0.05$). Effect on the other parameters associated with chemical composition of sweet corn non stover silage. The sowing density had significant ($P<0.01$) effects on the fermentation parameters such as lactic acid, acetic acid, propionic acid and ethanol contents, and *in vitro* gas production, organic matter digestibility and metabolisable energy contents of sweet corn stover silage. On the other hand, the sowing density had also significant ($P<0.01$) effects on the yields of dry hay, crude protein, digested organic matter and metabolisable energy. As a conclusion, the sowing density of 8000 and 9500 plant/acre for sweet corn can be suggested for farmers due to high nutritive value, silage quality and yields

Key Words: Sweet corn non stover silage, chemical composition, nutritive value, *in vitro* gas production, digestibility, metabolisable energy.

Giriş

Ruminant beslemede kaba yemler önemli bir yer tutmaktadır. Ruminantların verim parametrelerinin (et, süt) etkinliği genel olarak kaba yemin kalitesine bağlıdır. Özellikle ruminantların beslenmesinde ucuz yem kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması işletme giderlerinin düşürülmesinde büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla son yıllarda mısır başta olmak üzere silo yemi üretiminde önemli artış olmuştur (TÜİK 2014). Ancak ülkemizde tane ve silaj için üretilen mısıra ek olarak, çerezlik tüketimi içinde şeker mısır üretimi yapılmaktadır (Turgut, 2000). Şeker mısırdan koçanları taze olarak alındıktan sonra kalan yeşil aksamı önemli bir yem silo yemi niteliğine sahiptir (Cesurer ve Ülger, 1997; Mustafa ve ark. 2004; İdikut ve ark. 2009). Koçanları alınmış mısırın yaklaşık %61-73'ü artık olarak kalmaktadır (Fritz ve ark. 2001). Bu da hayvan beslemede önemli bir yem kaynağını oluşturmaktadır (Cesurer ve Ülger, 1997; Fritz ve ark. 2001; Mustafa ve ark. 2004). Mısır bitkisi herhangi bir katkı maddesi kullanılmadan silolanma özelliğine sahiptir (Filya ve ark. 2001; Sruamsiri ve ark. 2007; İdikut ve ark. 2009). Ayrıca diğer bitkilere göre mısırdan birim alandan daha fazla miktarda ürün elde edilmektedir (Öztürk ve ark. 2008). Bu nedenle de silajlık materyal olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Hibrit çeşitlerle yapılan araştırmalarda verimi etkileyen en önemli faktörler arasında bitki yoğunluğu, gübreleme ve yetiştirme tekniklerinin bulunduğu bildirilmektedir (Giskin ve Etran, 1986; Saruhan ve Şireli, 2005; Öztürk ve ark. 2008). Mısır bitkisiyle hazırlanan silajlarda mısırın koçan, yaprak ve sap oranları silaj kalitesini önemli derecede etkilediği de bildirilmektedir (Sruamsiri ve ark. 2007). Şeker mısır yapısında bol miktarda suda çözünebilir karbonhidrat içermesi (Mustafa ve ark. 2004; İdikut ve ark. 2009) nedeniyle yüksek kaliteli silaj elde edilebileceği bildirilmektedir (İdikut ve ark. 2009). Silaj kalitesi kimyasal kompozisyon (McDonald ve ark. 1991; Meeske ve Basson, 1998), silo asitleri (İdikut ve ark. 2009), mikrobiyolojik özellikleri (Filya ve Sucu, 2010) ile metaboik enerji ve organik madde sindirimi (İdikut ve ark. 2009) ile yakından ilişkilidir.

Bu araştırma, farklı ekim yoğunluğunda ekilen şeker mısırlarından koçan alındıktan sonra elde edilen hasılların silolanma özellikleri ile silaj kalite özelliklerinin saptanması ve dekara hasıl verimi ile besin maddeleri üretim düzeyini belirlemek için düzenlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Yem Materyali ve Silolar

Araştırma, 2011 ve 2012 yıllarında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi deneme alanlarında Tesadüf Parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Denemede Merit hibrit şeker mısırı çeşidi (*Zea mays L. saccharata* Sturt.) kullanılmıştır. Deneme alanlarına bitkiler sırasıyla 5000, 6500, 8000 ve 9500 bitki/dekar (da) olacak şekilde ekilmiştir. Bitkilere azotlu gübre ekimde (üre formunda) ve bitkiler 40-50 cm boylandığında (Amonyum nitrat formunda) olmak üzere iki dönemde verilmiştir. Ekim sonrası çıkışı sağlamak için sulama yapılmıştır. Daha sonra çiçeklenme ve dane dolumu dönemlerinde olmak üzere iki kez sulama yapılmıştır. Şeker mısırlardan koçanlar alındıktan sonra, ot verimi ve silolama özelliklerinin incelenesi için kalan hasıllar hasat edilmiştir.

Silajların Hazırlanması

Araştırmada kullanılan mısır bitkisi yaklaşık 1.5-2.5 cm boyutlarında parçalanmıştır. Daha sonra her bir ekim sıklığından 3 tekrar olacak şekilde silolanmıştır. Mısırların silolaması için ise yalnızca gaz çıkışına olanak tanıyan 1.5 l kapasiteli laboratuvar tipi özel anaerobik cam silolar (Weck®, Germany) kullanılmıştır.

Silolar 90 gün boyunca laboratuvar koşullarında ($21\pm3^{\circ}\text{C}$) tutulmuştur. Silolama dönemi sonunda (90. gün) açılan silajların kimyasal analizleri, silo asitleri, mikrobiyolojik özellikleri ile *in vitro* gaz üretimi, sindirilebilir organik madde (SOM) ve metabolik enerji (ME) içerikleri saptanmıştır. Ayrıca dekara silaj verimi ve besin madde üretimleri de belirlenmiştir.

Hayvan Materyali

Araştırmada rumen sıvısı almak için 1.5-2 yaşlarında 3 baş Holstein erkek sığır kullanılmıştır. Hayvanlar deneme süresince mısır silajı ve yoğun yem karması (%18 HP, 2750 kcal ME/kg KM) ile beslenmişlerdir. Rasyonlarda kaba ve yoğun yem oranı kuru madde temeline göre 60/40 olacak şekilde düzenlenmiştir.

İn Vitro Gaz Üretim Özellikleri

Mısır silajlarının *in vitro* koşullarda sindirilebilirlik ve ME düzeyinin saptanmasında Menke ve Steingass (1988) tarafından bildirilen *in vitro* gaz üretim tekniği kullanılmıştır. Silajların *in vitro* gaz üretim miktarları ile ME ve SOM'larının saptanmasında 100 ml hacimli özel cam tüplere (Model Fortuna, Häberle Labortechnik, Lonsee-Ettlenschieß, Germany) üç paralel olarak, yaklaşık 200 ± 10 mg, kurutulmuş silaj konmuştur. Daha sonra üzerine Menke ve ark. (1979) tarafından bildirilen yönteme göre hazırlanan rumen sıvısı/tampon çözeltisinden 30 ml ilave edilmiştir. Bu işlemten sonra tüpler 39°C 'deki çalkalamalı su banyosunda inkübasyona alınmış ve sırasıyla 3, 24 ve 96. saatlerde fermentasyonla oluşan gaz miktarları saptanmıştır.

Silajların SOM ve ME'leri Menke ve Steingass (1988) tarafından bildirilen eşitliklerle saptanmıştır.

$$\text{SOM, \%} = 15.38 + 0.8453 \times \text{GÜ} + 0.0195 \times \text{HP} + 0.0675 \times \text{HK}$$

$$\text{ME, MJ/kg KM} = 2.20 + 0.1357 \times \text{GÜ} + 0.057 \times \text{HP} + 0.002859 \times \text{HY}^2$$

(ME: metabolik enerji, OMS: organik madde sindirimi, GÜ: 200 mg kuru yem örneğinin 24 saatlik inkübasyon süresi sonundaki net gaz üretimi, HP: %ham protein, HY: %ham yağ ve HK: %ham kül).

Kimyasal Analizler

Mısır silajları 65°C'de etüvde 48 saat süreyle kurutulmuş ve 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülerek kimyasal analizler yapılmıştır. Yemlerin kuru madde (KM) içeriği 105°C'de etüvde 3 saat kurutulularak, ham kül içeriği 550°C'de 4 saat kül fırınında yakılarak, ham yağ analizi eter ekstraksiyonu yöntemi ile belirlenmiştir (AOAC, 1990). Ham protein analizi AOAC (1990)'de bildirildiği gibi Kjeldahl metoduna göre yapılmıştır. Yemlerin NDF, ADF ve ADL içerikleri ise Van Soest ve ark. (1991) tarafından bildirilen yöntemlere göre ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM, USA) ile belirlenmiştir.

Silajların pH'sı dijital pH metre cihazı (Sartorius PB-20, Goettingen, Germany) ile yapılmıştır. Silajlarda, asetik asit ve propiyonik asit ve etanol içerikleri gaz kromatografi cihazı (Agilent Technologies 6890N, kolon özellikleri: Stabilwax-DA, 30 m, 0.25 mm ID, 0.25 µm df. Max. temp: 260°C. Cat. 11023) ile laktik asit analizi ise sperofotometrik yöntemle (Barker ve Summerson, 1941), suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) içerikleri fenol sülfürik asit yöntemine (Dubois ve ark. 1956) göre belirlenmiştir.

Silajların yapısındaki laktik asit bakterileri, maya ve küf sayımları Seale ve ark. (1990) tarafından bildirilen yöntemler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Buna göre ekim ortamı olarak LAB için MRS agar, maya ve küfler için Malt Ekstrat agar kullanılmıştır. Örnekler için LAB, maya ve küf sayımları 30°C sıcaklıkta 3 günlük inkübasyon dönemlerini takiben yapılmıştır. Örneklerde saptanan LAB, maya ve küf sayıları logaritma koliform ünite (cfu) g⁻¹'e çevrilerek verilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesinde ortalamalar arasındaki farklılıkların saptanmasında varyans analizi (General Linear Model: Statistica) Statistica (1993), görülen farklılıkların önem seviyelerinin belirlenmesinde ise Duncan çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır (Snedecor ve Cochran 1976).

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Yem Ham Maddeleri ve Silajların Kimyasal Bileşimleri

Araştırmada kullanılan koçansız şeker mısır silajları (KŞMS)'nin kimyasal bileşimleri üzerine ekim yoğunluğunun (5000, 6500, 8000 ve 9500 bitki/dekar) etkisi Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Koçansız şeker mısır silajlarının (KŞMS) besin maddeleri bileşimi, %

Parametreler		KM	OM	HK	HP	HY	NDF	ADF	ADL	SÇK
Yıllar	2011	30.46 ^b	95.38 ^a	4.61	7.41	2.65	54.25	32.58	6.63	5.22
	2012	31.29 ^a	95.42	4.58	7.42	2.67	54.89	32.11	6.53	5.29
	SS	0.262	0.022	0.022	0.035	0.034	0.235	0.275	0.083	0.464
	ÖS	*	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd
Ekim yoğunluğu, bitki/dekar	5000	30.30 ^{bc}	95.38 ^a	4.62 ^a	7.24 ^c	2.72 ^a	57.22 ^a	34.53 ^a	6.94 ^a	4.60 ^c
	6500	29.42 ^c	95.37 ^a	4.63 ^a	7.46 ^b	2.65 ^a	54.01 ^{bc}	31.36 ^b	6.87 ^a	5.18 ^b
	8000	32.54 ^a	95.37 ^a	4.63 ^a	7.77 ^a	2.73 ^a	54.32 ^b	31.75 ^b	6.49 ^{ab}	5.64 ^a
	9500	31.23 ^{ab}	95.49 ^a	4.51 ^a	7.19 ^c	2.56 ^a	52.74 ^c	31.75 ^b	6.02 ^b	4.67 ^c
	SS	0.388	0.033	0.033	0.055	0.052	0.345	0.427	0.119	0.670
	ÖS	**	öd	öd	**	öd	**	**	**	**
Ekim yoğunluğu*Yıl	ÖS	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P < 0.05; P < 0.01). SS: standart sapma; KM: kuru madde; OM: organik madde; HK: ham kül; SÇK: suda çözünabilir karbonhidrat; NDF: nötr deterjanda çözünmeyen lif; ADF: asit deterjanda çözünmeyen lif; ADL: asit deterjanda çözünmeyen lignin; HP: ham protein; HY: ham yağ

Çizelge 1 incelendiğinde KŞMS'nın kuru madde, organik maddeler, ham kül, ham protein, ham yağ, NDF, ADF, ADL ve suda çözülebilir karbonhidrat düzeyleri saptanmış ve elde edilen veriler mısır hasılı ile çalışan Filya ve ark. (2006) ve Filya ve Sucu (2010) ile şeker mısır silajı ile çalışan Jaster ve ark. (1983) ve İdikut ve ark. (2009)'un bildirdikleri besin maddeleri bileşimi ile benzer bulunmuştur. Şeker mısır silajının ham besin maddeleri üzerine ekim yıllarının etkisi incelendiğinde silaj kuru maddesi dışında ekim yılının etkisi olmamıştır (P>0.05). Ekim yoğunluğu ise mısır silajlarının KM, HP, NDF, ADF ADL ve SÇK düzeylerini önemli düzeyde etkilemiştir (P<0.01). En yüksek HP ve SÇK 8000 bitki/dekar bitki yoğunluğunda saptanmıştır. En yüksek hücre duvarı bileşenleri (NDF ve ADF) ise 5000 bitki/dekar bulunmuştur. Ekim yoğunluğu düşük olan grupta bitkilerin hücre duvarı bileşenlerinin artmasının muhtemel nedeninin bitkilerin daha fazla güneş alarak dokularında lignifikasyonun artması ile açıklanabilir (Cusicanqui ve Lauer 1999; Darby ve Lauer 2002).

Cusicanqui ve Lauer (1999) mısır bitkisinde ekim yoğunluğu arttıkça mısır bitkisinin NDF ve ADF içeriklerinin düştüğünü bildirmişlerdir. Araştırmada saptanan mısır silajlarının HP içeriği Mustafa ve ark. (2004) ve İdikut ve ark. (2009)'un bildirdikleri sonuçlardan düşük olmuştur. Ham protein düzeyindeki farklılıkların silaj materyal çeşidinden kaynaklanmış olacağı söylenebilir. Koçansız şeker mısır silajlarının NDF ve ADF içerikleri ise Jaster ve ark. (1983), Mustafa ve ark. (2004) ve İdikut ve ark. (2009)'un bildirdikleri sonuçlarla benzer bulunmuştur. Sruamsiri ve ark. (2007) ve Arıkan (2010)'nın bulgularından düşük bulunmuştur. Sanderson ve ark. (1995) ise ekim yoğunluğu ile ham protein arasında pozitif korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Bu bulgu araştırmadan elde edilen sonuçlarla çelişmektedir. Bolsen ve ark. (1996) silajların NDF içeriklerinin silo

ortamındaki düşük pH'da (Çizelge 2) hemisellülozun hidrolize olmasından dolayı düşük olabileceğini bildirmişlerdir. Bu da araştırma sonuçları ile uyum içerisinde bulunmuştur. Mısır silajları besin maddeleri bileşimi üzerine yıl x ekim yoğunluğu etkisi saptanmış ve etkileşimler arası farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Silajların Fermantasyon Özellikleri

Farklı ekim sıklıklarının ekilen KŞMS'nin, silolamanın 90. gününde açılarak fermantasyon özellikleri saptanmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.

Silolamanın 90. gününde açılan koçansız şeker mısır silajlarının fermantasyon özelliklerinin verildiği Çizelge 2 incelendiğinde ekim yoğunluğu silajların uçucu yağ asidi (UYA) içeriğini önemli derecede değiştirmiştir ($P<0.001$). Silaj fermantasyon özellikleri üzerine ekim yılının etkisi incelendiğinde laktik asit üretimini ekim yılının önemli düzeyde etkilediği saptanmıştır. 2012 yılı silajlarının laktik asit içeriği 29.98 g/kg KM ile 2011 yılında yapılan silajların LA içeriğinden daha yüksek bulunmuştur. Yılların silajların mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisi incelendiğinde de maya üretimi dışında yılların etkisi görülmemiştir. En yüksek maya üretimi ise 2.33 cfu g⁻¹ ile 2011 yılı silajlarında daha yüksek saptanmıştır ($P<0.01$). Silaj pH'sı üzerine yılların etkisi olmamıştır ($P>0.01$).

Çizelge 2. Koçansız şeker mısır silajlarının kalite ve mikrobiyolojik özellikleri

Parametreler	pH	Silo asitleri, g/kg KM					Mikrobiyolojik özellikleri, log10 cfu g ⁻¹		
		LA	AA	PA	Etanol		LAB	Maya	Küf
Yıllar	2011	3.96 ^a	28.75 ^b	24.78 ^a	0.71 ^a	1.37 ^a	7.48 ^a	2.33 ^a	1.66 ^a
	2012	4.04 ^a	29.98 ^a	23.68 ^a	0.66 ^a	1.39 ^a	7.46 ^a	2.03 ^b	1.54 ^a
	SS	0.063	0.447	0.393	0.033	0.035	0.083	0.057	0.052
	ÖS	öd	*	öd	öd	öd	öd	**	öd
Ekim yoğunluğu, adet/dekar	5000	4.08 ^a	24.42 ^c	27.31 ^a	0.56 ^b	1.55 ^a	6.68 ^b	1.98 ^a	1.69 ^a
	6500	4.06 ^a	32.84 ^b	24.97 ^{ab}	0.55 ^b	1.35 ^b	7.15 ^b	2.13 ^a	1.64 ^a
	8000	3.84 ^a	35.99 ^a	21.20 ^c	0.91 ^a	1.23 ^b	8.15 ^a	2.29 ^a	1.51 ^a
	9500	4.03 ^a	24.21 ^c	23.32 ^{bc}	0.71 ^{ab}	1.33 ^b	7.93 ^a	2.31 ^a	1.55 ^a
	SS	0.085	0.573	0.601	0.061	0.041	0.219	0.101	0.077
	ÖS	öd	**	**	**	**	**	öd	öd
Ekim yoğunluğu*Yıl	ÖS	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd

a,b,c Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P<0.05$; $P<0.01$). LA: Laktik Asit; AA: Asetik Asit; PA: Propiyonik Asit; LAB: Laktik Asit Bakterileri

Ekim yoğunluğunun (5000, 6500, 8000 ve 9500 bitki/dekar) silajların pH düzeylerine etkisi olmamıştır ($P>0.05$). Ekim yoğunluğuna bağlı olarak silajların pH'sı 3.84 ile 4.08 arasında değişmiştir. Silajların pH düzeyleri mısır silajı ile çalışan Sruamsiri ve ark. (2007)

ve Mustafa ve ark. (2004)'un bulguları ile benzer olmasına rağmen, Arıkan (2010)'ın çalışmalarından düşük bulunmuştur. Silo asitlerinin ekim yoğunluğu önemli düzeyde etkilemiştir ($P<0.01$). En yüksek LA üretimi 35.99 g/kg^{-1} KM ile 8000 bitki/dekarda saptanmıştır. Asetik asit ise en yüksek 27.31 g/kg KM ile 5000 bitki/dekarda, PA ise 0.91 g/kg KM ile 8000 bitki/dekarda bulunmuştur. Ayrıca 5000 bitki/dekar ekim yoğunluğunda etanol üretimi de 1.55 g/kg KM ile yüksek saptanmıştır. Kaliteli silajlarda LA miktarının yüksek, AA ve butirik asit düzeyinin düşük olması gerektiği bildirilmektedir (Jaster ve ark. 1983; Filya ve Sucu 2010). Durum bu açıdan değerlendirildiğinde 8000 bitki/dekar yoğunluğunda elde edilen silajların diğer silajlara göre daha iyi olduğu söylenebilir. Silajların LA, AA ve PA düzeyleri şeker mısır silajı ile çalışan İdikut ve ark. (2009)'un bildirdikleri değerlerden LA ($97.21/\text{kg KM}$) düşük, AA (14.64 g/kg KM) ve PA (0.2 g/kg KM) ise daha yüksek saptanmıştır. Etanol düzeyi ise İdikut ve ark. (2009)'un bildirdikleri değerlerden düşük saptanmıştır. Düşük çıkmasının muhtemel nedeni mısır silajlarında koçan bulunmamasından kaynaklanmış olabilir.

Ekim yoğunluğunun silajların LAB sayısı üzerinde etkili olduğu saptanmıştır ($P<0.01$). Silajların maya ve küf üretimi üzerine ise ekim yoğunluğunun etkisi olmamıştır ($P>0.05$). Laktik asit bakteri üretimi ise ekim yoğunluğuna göre $6.68\text{-}8.15 \log_{10} \text{ cfu g}^{-1}$ arasında değişmiş olup, en yüksek LAB üretimi $8.15 \log_{10} \text{ cfu g}^{-1}$ ile 8000 bitki/dekarda bulunmuştur. Silajları LAB, maya ve küf düzeyleri Filya ve ark. (2006), ve Filya ve Sucu (2010)'nun bildirdikleri değerlerle benze saptanmıştır. Buradan hareketle şeker mısır 8000 bitki/dekar ekim yoğunluğunda ekildiğinde LA ve PA içeriği yüksek, AA ve etanol içeriği düşük, kaliteli silajlar elde edilebileceği söylenebilir. Mısır silajlarının fermentasyon ve mikroorganizma sayıları üzerine yıl x ekim yoğunluğu interaksyonu saptanmış ve interaksyonlar arası farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Silajların in Vitro Gaz Üretimleri, Sindirilebilirlikleri ve Enerji İçerikleri

Farklı ekim yoğunluğunun KŞMS'nın *in vitro* gaz üretimi, sindirilebilir organik madde ve metabolik enerji içerikleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Koçansız şeker mısır silajlarının *in vitro* gaz üretimi, SOM ve ME içeriklerinin verildiği çizelge (Çizelge 3) incelendiğinde, Koçansız şeker mısır silajlarının 96 saatlik *in vitro* gaz üretimi üzerine yılların etkisi önemli bulunmuş ($P<0.01$). Gaz üretimi 2012 yılında 67.17 ml ile daha yüksek saptanmıştır. Aynı parametre ekim yoğunluğuna göre ise 65.17 ml ile 69.61 ml arasında değişmiş ve ekim yoğunluğuna arası farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). En yüksek *in vitro* gaz üretimi 69.61 ml ile 8000 bitki/dekarda saptanmıştır. Ekim yoğunluğu KŞMS'larında HP içeriğini artırmış ve NDF ve ADF içeriğini ise düşürmüştür (Çizelge 1). Bunun sonucu olarak *in vitro* gaz üretimi artmıştır. Bu çalışmadan elde edilen *in vitro* gaz üretimi koçansız şeker mısır silajları ile çalışan İdikut ve ark. (2009)'un bildirdikleri sonuçlardan yüksek saptanmıştır.

Çizelge 3. Koçansız Şeker Mısır silajlarının *in vitro* gaz üretimi, sindirilebilir organik madde ve metabolik enerji içerikleri

Parametreler		İnkübasyon süresi, saat			SOM, %	ME, MJ/kg KM
		3	24	96		
Yıllar	2011	13.89	48.72 ^b	65.91 ^b	67.95 ^b	10.26
	2012	14.00	50.10 ^a	67.17 ^a	69.19 ^a	10.45
	SH	0.155	0.304	0.252	0.333	0.051
	ÖS	öd	**	**	*	öd
Ekim yoğunluğu, adet/dekar	5000	13.17 ^c	47.30 ^b	65.17 ^b	66.06 ^c	9.97 ^c
	6500	14.12 ^{ab}	48.58 ^b	65.43 ^b	67.99 ^{bc}	10.26 ^{bc}
	8000	14.73 ^a	53.15 ^a	69.61 ^a	70.77 ^a	10.69 ^a
	9500	13.75 ^{bc}	48.61 ^b	65.95 ^b	69.45 ^{ab}	10.49 ^{ab}
	SH	0.210	0.540	0.473	0.540	0.083
	ÖS	**	**	**	**	**
Ekim yoğunluğu*Yıl	ÖS	öd	öd	öd	öd	öd

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0.05; P<0.01); SOM: Sindirilebilir Organik Madde; ME: Metabolik Enerji

Koçansız şeker mısır silajlarının SOM içerikleri üzerine ekim yılı etkili olmuş ve 2012 yılında % 69.19 ile daha yüksek saptanmıştır (P<0.01). Ekim yoğunluğunun SOM üzerine etkisi incelendiğinde % 70.77 ile en yüksek 8000 bitki/dekarda ekim yoğunluğunda bulunmuştur (P<0.01). Silajların 24. saatteki *in vitro* gaz üretim ve ekim yoğunluğuna göre HP miktarının artması ve hücre duvarı bileşenlerinin düşmesi (Çizelge 1) silajların SOM miktarını artırmıştır. Bu çalışmada elde edilen SOM değeri KŞMS ile çalışan İdikut ve ark. (2009)'un saptadıkları değerlerden daha yüksek, Mustafa ve ark. (2004)'ün bildirdikleri kuru madde sindirilebilirliği ile benzer saptanmıştır. Darby ve Lauer (2002) mısır bitkisinde ekim yoğunluğunun artışına bağlı olarak gerçek kuru madde sindiriminin çok az miktarda düştüğünü bildirmişlerdir. Widdicombe ve Thelen (2002)'de bitki yoğunluğunda ki artışa bağlı olarak (6420, 7900 ve 8890 bitki/dekar), mısırın kuru madde sindirimin düştüğünü bildirmişlerdir. Buradan elde edilen sonuçlar araştırma bulguları uyumlu bulunmamıştır. Bunun muhtemel nedeninin çalışmada kullanılan materyalin yapısında koçan bulunmamasından kaynaklanabilir.

Koçansız şeker mısır silajlarının ME düzeyi 2011 yılında 10.26 MJ/kg KM, 2012 yılında 10.45 MJ/kg KM olarak saptanmış ve ekim yılları aralarındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (P>0.05). Ekim yoğunluğunun ME üzerine etkisi incelendiğinde ise 10.69 MJ/kg KM ile en yüksek 8000 bitki/dekarda saptanmıştır (P<0.01). Araştırmada saptanan ME düzeyi KŞMS ile çalışan İdikut ve ark. (2009)'un saptadıkları değerlerden yüksek, Jaster ve ark. (1983)'ün bildirdiği ME (9.8 MJ/kg KM) değerine yakın bulunmuştur. Koçansız şeker mısır silajlarının *in vitro* gaz üretimi ile SOM ve ME düzeyi üzerine ekim yılı x ekim yoğunluğu arasındaki etkileşimler saptanmış ve etkileşimler arası farklılıklar ise önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

Koçansız Mısır Silajının Dekara Ot ve Besin Madde Verimi

Farklı ekim yoğunluğunun dekara kuru ot verimi (KOV), ham protein verimi (HPV), sindirilebilir organik madde verimi (SOMV) ve metabolik enerji verimi (MEV) Çizelge 4'de verilmiştir.

Şeker mısırlardan koçanları alındıktan sonra hasıl verimleri kuru madde bazında saptanmıştır. Koçansız şeker mısırı kuru ot verimi (KOV) (Çizelge 4), 2012 yılında 1811 kg KM/da olarak 2011 yılındaki verimden daha yüksek saptanmıştır ($P<0.01$). Ekim yoğunluğunun KOV üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek KOV 8000 ve 9500 bitki/dekar saptanmasına rağmen istatistiki olarak 8000 bitki/dekar bitki yoğunluğunda saptanmıştır ($P>0.05$). Bu çalışmadan elde edilen KOV silajlık mısır silajı ile çalışan Öztürk ve ark. (2008)'un bildirdikleri (1395.6-1589.9 kg KM/da) sonuçlardan yüksek saptanmıştır. Bu durumun, muhtemelen bitkinin yetiştirildiği toprak ve iklim özellikleriyle ilişkili olduğu söylenebilir. Araştırmadan elde edilen kuru ot verimi koçansız şeker mısır hasılı ile çalışan İdikut ve ark. (2005)'un (1772.8-2146.0 kg KM/da) sonuçları ile benzer bulunmuştur. Fritz ve ark. (2001)'un mısır bitkisinde saptadıkları kuru madde verimi (1120-2240 kg/da) ile araştırma sonucu benzer bulunmuştur. Graybill ve ark. (1991) yürüttükleri bir araştırmada 6 mısır çeşidini 5000, 6500 ve 8000 bitki/dekar yoğunlukta yetiştirmiş ve bitki yoğunluğundaki artışa bağlı olarak kuru madde veriminin arttığını saptamışlardır. İptaş ve Acar (2003) bitki yoğunluğundaki artışa bağlı olarak kuru ot verimi ve kuru madde veriminin önemli ölçüde arttığını, yüksek kaliteli silaj için 6250 veya 8330 bitki/dekar sıklıklarının uygun ekim yoğunluğu olduğunu önermişlerdir. Çok yapraklı ve geleneksel özellikte iki mısır çeşidi Kanada'da 6000, 7500 ve 9000 bitki/dekar sıklıklarında yetiştirilmiş, çok yapraklı çeşit daha yüksek verim sağlamış ve bitki yoğunluğundaki artışa bağlı olarak kuru ot verimi artmıştır (Subedi ve ark. 2006).

Çizelge 4. Koçansız şeker mısır silajlarının kuru ot verimi (KOV), ham protein verimi (HPV), sindirilebilir organik madde verimi (SOMV) ve metabolik enerji verimi (MEV)

Parametreler		KOV, kg/da	HPV, kg/da	SOMV, kg/da	MEV, MJ/da
Yıllar	2011	1671 ^b	124.1 ^b	1138 ^b	17190.1 ^b
	2012	1811 ^a	134.5 ^a	1255 ^a	18961.2 ^a
SH		21.818	1.872	16.523	250.12
ÖS		**	**	**	**
Ekim yoğunluğu, adet/dekar	5000	1520.4 ^b	110.1 ^b	1004.7 ^b	15212.1 ^b
	6500	1652.3 ^b	123.3 ^b	1124.4 ^b	16913.2 ^b
	8000	1882.8 ^a	146.2 ^a	1334.1 ^a	20105.2 ^a
	9500	1910.1 ^a	137.4 ^a	1327.7 ^a	20034.4 ^a
SH		41.803	3.354	33.58	509.02
ÖS		**	**	**	**
Ekim yoğunluğu*Yıl		ÖS	öd	öd	öd

^{a,b} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P<0.05$; $P<0.01$); KOV: Kuru Ot Verimi; HPV: Ham Protein Verimi; SOMV: Sindirilebilir Organik Madde Verimi; MEV: Metabolik Enerji Verimi

Koçansız şeker mısır silajlarının ham protein verimi (HPV) üzerine ekim yılı etkili olmuş ve 134.5 kg/da ile 2012 yılında yüksek saptanmıştır. Ekim yoğunluğunun HPV üzerine etkisi incelendiğinde ise en yüksek 146.2 kg/da ile 8000 bitki/dekarda saptanmıştır. En düşük ise 110.1 kg/da ile 5000 bitki/dekarda bulunmuştur ($P<0.01$). Koçansız şeker mısır silajlarının HPV Öztürk ve ark. (2008)'nın bildirdikleri (89.3-97.7 kg/da) yüksek saptanmıştır.

Koçansız şeker mısır silajlarının sindirilebilir organik madde verimi (SOMV) üzerine ekim yılının önemli etkisi olmuş ve 2012 yılında 1255 kg KM/da olarak daha yüksek saptanmıştır ($P<0.01$). Ekim yoğunluğunun SOMV üzerine etkisi incelendiğinde 1334.1 kg/da ile en yüksek 8000 bitki/dekarda bulunmuştur ($P<0.01$). Ekim yoğunluğunun artışı SOMV'ni artırmıştır.

Koçansız şeker mısır silajlarının metabolik enerji verimi (ME) ise 18961.2 MJ/da ile 2012 yılında daha yüksek saptanmıştır ($P<0.01$). Ekim yoğunluğunun ME üzerine etkisi incelendiğinde ise 20105.2 MJ/da ile en yüksek 8000 bitki/dekarda saptanmıştır. Koçansız şeker mısır silajlarının sindirilebilir organik madde verimi ve metabolik enerji verimlerine yönelik literatür bilgisine rastlanmamıştır.

Koçansız şeker mısır silajları silajlarının HV, HPV, SOMV ve MEV üzerine ekim yılı x ekim yoğunluğu arasındaki etkileşimler belirlenmiş ve saptanan etkileşimler arası farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Sonuçlar

Sonuç olarak, farklı ekim yoğunluğunda (5000, 6500, 8000 ve 9500 bitki/dekar) ekilen ve koçanları alındıktan sonra silolanan koçansız şeker mısırlarından iyi kalite silaj üretilebileceği ortaya konmuştur. Silaj kalitesi üzerine ekim yılının etkisi olmuş ve 2012 yılında daha yüksek bulunmuştur. Bu farklılık 2012 yılının ikliminden kaynakladığı söylenebilir. Ekim yoğunluğunun etkisi incelendiğinde ise hem silaj kalitesi, hem de dekara besin madde verimi açısından 8000 ile 9500 bitki/dekar ekim yoğunluklarının daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Vol. I. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- Arıkan, B.A. 2010. Şeker mısırın ve at dişi mısırın koçanlı ve koçansız olarak soya fasulyesi ile değişik oranlarda karışımlarından yapılan silajların kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. (Basılmamış). Kahramanmaraş
- Barker, S.B. and W.H. Summerson. 1941. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *Journal of Biological Chemistry*, 138: 535-554.
- Bolsen, K.K., G. Ashbell, Z. Weinberg. 1996. Silage fermentation and silage additives-review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 9(5): 483-493.
- Cesurer, L. and A.C. Ülger. 1997. Taze koçan olarak değerlendirilen şeker mısırının silajlık bitki olarak üretime girmesi. *Türkiye I. Silaj Kongresi*, s. 255-260. Bursa

- Cusicanqui, J.A. and J.G. Lauer. 1999. Plant density and hybrid influence on corn forage yield and quality. *Agronomy Journal*, 91: 911-915.
- Darby, H.M. and J. G. Lauer. 2002. Planting date and hybrid influence on corn forage yield and quality. *Agronomy Journal*, 94: 281-289.
- Dubois, M., K.A. Giles, J.K. Hamilton, P.A. Rebes and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28: 350-356.
- Filya, I., A. Karabulut and E. Sucu. 2006. The effect of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of maize silage. *Journal of Applied Microbiology*, 101(6): 1216-1223.
- Filya, I. and E. Sucu. 2010. The effects of lactic acid bacteria on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage. *Grass and Forage Science*, 65(4): 446-455.
- Filya, İ. 2001. Silaj Teknolojisi. Hakan Ofset, İzmir.
- Fritz, V.A., G.W. Randall and C.J. Rosen. 2001. Characterization and utilization of nitrogen contained in sweet corn silage waste. *Agronomy Journal*, 93: 627-633.
- Giskin, J. and Y. Etran. 1986. Planting date and foliar fertilization of corn grown for silage and grain under limited moisture. *Argonomy Journal*, 78: 475-476.
- Graybill, J.S., W.J. Cox and D.J. Otis. 1991. Yield and quality of forage maize as influenced hybrid, planting date and plant density. *Agronomy Journal*, 83: 559-564.
- İdikut, L., B.A. Arikan, M. Kaplan, I. Guven, A.I. Atalay and A. Kamalak. 2009. Potential nutritive value of sweet corn as a silage crop with or without corn ear. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(1): 734-741.
- İdikut, L., C. Cesur and S. Tosun. 2005. Şeker mısırdaki ekim zamanı ve yetiştirme tekniğinin hasıl verim ve bazı özelliklere etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(4): 91-100.
- İptaş, S. and A.A. Acar. 2003. Silajlık mısırdaki genotip ve sıra aralığının verim ve bazı agronomik özelliklere etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(3): 15-22.
- Jaster, E.H., D.F. Bell and G.C. McCoy. 1983. Evaluation of sweet corn residues as roughage for dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 66(11): 2349-2355.
- McDonald, P., A.R. Henderson and S.J.E. Heron. 1991. The biochemistry of silage. 2nd Edn., Chalcombe Publications, Marlow, Bucks, UK., ISBN-13: 9780948617225, p: 340.
- Meeske, R. and H.M. Basson. 1998. The effect of a lactic acid bacterial inoculant on maize silage. *Animal Feed Science and Technology*, 70(3): 239-247.
- Menke, K.H., L. Raab, A. Salewski, H. Steingass, D. Fritz and W. Schneider. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor. *The Journal of Agricultural Science*, 93(1): 217-222.
- Menke, K.H., Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28: 7-55.
- Mustafa, A.F., F. Hassanat, R.R. Berthiaume. 2004. In situ forestomach and intestinal nutrient digestibilities of sweet corn residues. *Animal Feed Science and Technology*, 114(1-4): 287-293.
- Öztürk, A., S. Bulut and E. Boran. 2008. Bitki sıklığının silajlık mısırdaki verim ve bazı agronomik karakterlere etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 39(2): 217-224.

- Sanderson, M.A., R.M. Jones, J.C. Read and H. Lippke. 1995. Digestibility and lignocellulose composition of forage corn morphological components. *Journal of Production Agriculture*, 8(2): 169-174.
- Saruhan, V. ve H.D. Şireli. 2005. Mısır (*Zea mays* L.) bitkisinde farklı azot dozları ve bitki sıklığının koçan, sap ve yaprak verimlerine etkisi üzerine bir araştırma. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2): 45-53.
- Seale, D.R., G. Pahlow, S. F. Spoelstra, S. Lindgren, F. Dellaglio and J.F. Lowe. 1990. Methods for the Microbiological Analysis of Silage. *Proceeding of The Eurobac Conference*, 147, Uppsala.
- Snedecor, G.W. and W. Cochran. 1976. Statistical methods. The Iowa State Univ. Pres Amer IA.
- Sruamsiri, S., P. Silma and W. Srinuch. 2007. Agro-industrial by-products as roughage source for beef cattle: Chemical composition, nutrient digestibility and energy values of ensiled sweet corn cob and husk with different levels of Ipil-Ipil leaves. *Maejo International Journal of Science and Technology*, 01: 88-94.
- Statistica. 1993. Statistica for Windows (Release 4.3) Sat Soft, Inc Tulsa OK.
- Subedi, K.D., B.L. Ma and D.L. Smith. 2006. Response of a leafy and non-leafy maize hybrid to population densities and fertilizer nitrogen levels. *Crop Science*, 46(5): 1860-1869.
- Turgut, İ. 2000. Bursa koşullarında yetiştirilen şeker mısırında (*Zea mays saccharata* Sturt.) bitki sıklığının ve azot dozlarının taze koçan verimi ile verim öğeleri üzerine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24: 341-347.
- TÜİK, 2014. Türkiye İstatistik Kurumu. http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist_ (Erişim tarihi. 25.12.2014)
- Van Soest, P.J., J.D. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583-3597.
- Widdicombe, W.D. and K.D. Thelen. 2002. Row width and plant density effect on corn forage hybrids. *Agronomy Journal*, 94: 326-330.