

established in
2016



MAS JOURNAL of Applied Sciences

ISSN 2757-5675

DOI: <http://dx.doi.org/10.52520/masjaps.157>

Araştırma Makalesi

GAP Koşullarında Yetiştirilen Tatlı Sorgumun Posası İle Yapılan Silajın Bazı Fermantasyon Özellikleri

Celal YÜCEL^{1*}, Abdullah ÖKTEM², Aysun ŞENER GEDÜK³

¹Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şırnak

²Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

³Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana

*Sorumlu yazar: celalyucel1@gmail.com

Geliş Tarihi: 25.05.2021

Kabul Tarihi: 30.06.2021

Özet

Hayvancılığın ihtiyacı olan kalite kaba yem açığını kapatmak için farklı kaba yem kaynakları bulma arayışları devam etmektedir. Bu çalışmanın amacı, hayvancılık için alternatif bir yem kaynağı olarak tatlı sorgum posası silajının potansiyel yem kaynağı olarak kullanımını değerlendirmektir. Araştırmada, yurtdışı ve yurt içinden temin edilen 21 tatlı sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) genotipi materyal olarak kullanılmıştır. Tarla denemeleri, 2016 ve 2017 yıllarında Akçakale/Şanlıurfa 2. ürün koşullarında, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırmada, tatlı sorgum bitkisinde biyoetanol elde etmek amacıyla öz suyu alınmış olan saplarından (posa) silaj yapılmıştır. Araştırmada etanol eldesi için hasat, salkımdaki tanelerin süt-hamur olum dönemi arasındaki tarihte yapılmıştır. Yaprak ve salkımları alınan saplardaki özsuyu alındıktan sonra kalan saplar (posa) silaj yapılarak bazı önemli silaj özellikleri belirlenmiştir. Araştırmada pH hariç incelenen diğer tüm silaj kalite özellikleri bakımından tatlı sorgum genotiplerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. İki yıllık ortalamalara göre genotiplerin; ham kül, pH, kuru madde oranı, laktik asit, asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asit değerlerinin 44.86-70.13 g/kg KM, 3.20-3.83, %23.72-34.27, 22.42-53.45 g/kg KM, 5.54-15.78 g/kg KM, 0.173-1.751 g/kg KM ve 0.200-1.942 g/kg KM arasında değiştiği saptanmıştır. Sonuç olarak, GAP bölgesi 2. üretim koşullarında yetiştirilen tatlı sorgum posası silajlarının kaba yem olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tatlı sorgum, posa, silaj, organik asitler, fermantasyon özellikleri

Some Fermentation Characteristics of Silage Made With Sweet Sorghum Bagasse Grown In GAP Condition

Abstract

The search for different roughage sources continues in order to close the quality roughage gap needed by livestock. The objective of this study is to evaluate the potential of sweet sorghum bagasse as an alternative feed resource for livestock. In the research, 21 sweet sorghum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) genotypes obtained from abroad and domestically were used as material. Field trials were carried out in Akçakale/Sanlıurfa second crop conditions in 2016 and 2017 according to randomized complete block design with 4 replications. Harvest was performed between milk and soft dough stages. After the leaves and panicle of the plant were stripped, sap-extracted plants (bagasse) were ensiled and silage quality attributes were also determined. Statistically significant differences were found in sweet sorghum genotypes in terms of all silage quality characteristics except pH. Depending on two-year averages; Ash content, pH, dry matter ratio, lactic acid, asetic acid, propionic acid ve butyric acid were ranged from 44.86-70.13 g kg⁻¹ DM, 3.20-3.83, 23.72-34.27%, 22.42-53.45 g kg⁻¹ DM, 5.54-15.78 g kg⁻¹ DM, 0.173-1.751 g kg⁻¹ DM, and 0.200-1.942 g kg⁻¹ DM respectively. It is concluded that the silages of sweet sorghum bagasse which were grown the 2nd production conditions in GAP region can be considered as roughage.

Keywords: Sweet sorghum, bagasse, silage, organic acids, fermentation characteristics

GİRİŞ

Marjinal alanlara ve ekstrem iklim koşullarına toleranslı bir bitki olması sebebiyle tatlı sorgum, dünyanın farklı birçok ekolojisinde rahatlıkla yetiştirilmektedir (Smith ve ark., 1987). Tatlı sorgum bitkisi; mısır, şeker kamışı ve şeker pancarına göre daha az gübre ve sulamaya ihtiyaç duyması, bu bitkinin rekabet gücünü artırmakla beraber daha kanaatkâr bir bitki olduğu bilinmektedir. Sorgum, gıda yem ve enerji gibi çok amaçlı kullanılan, buğdaygil familyasına bağlı C4 bitkisidir. Hem tanesi hem de biyokütlesi enerji amaçlı olarak kullanılmaktadır. Biyokütlesi enerji amaçlı olarak kullanılmak istendiğinde yüksek boylu, su ve şeker içeriği yüksek genotiplerin seçimi önemli olabilmektedir. Tatlı sorgum, uzun boylu yüksek biyokütleyle sahip, sapları yüksek oranda %60-70 su içermekte ve bu öz suyunda da %15 ile 20 arasında değişen oranlarda şeker bulunmaktadır. Bitkilerin yaprak ve salkımları alındıktan sonra sapsız olarak öz suyu alınıp endüstride etanol amaçlı olarak kullanılmaktadır. Endüstri artıkları olan sapsız (posa), silaj yapılarak yem amaçlı hayvan beslemede (Jafarinia ve ark., 2005) kullanılmakta, ya da pelet yapılarak enerji amaçlı olarak değerlendirilmektedir (Dok ve ark., 2021). Öz suyu, yaprak ve salkımları alınmış olan tatlı sorgum sapsızlarından silaj yapılarak hayvan beslemede kaba yem olarak kullanılabilir. Posadan yapılan silajın yem kalite değerlerinin artırılması için değişik katkı maddeleri kullanılarak yem kalite değerlerinin artırılabilirliği bilinmektedir. Tatlı sorgum posası silajına, üre ve melas ilavesi (Trulea ve ark., 2013), melas ilavesi (McDonald ve ark., 1991) ve inokulant ilavesinin (Wu-tai ve ark., 2002; Khota ve ark., 2017) silaj yem kalite değerlerine önemli katkı sağladığını bildirmektedirler.

Endüstriyel ölçekte bitki öz suyunun çıkarılmasında sonra geriye kalan büyük miktarda tatlı sorgum küspesi, fermantasyon endüstrisinin ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılmaktadır. Posa, yakma, selülozik şekere dönüştürme, biyoyakıt ve yapısal malzeme üretiminde substrat olarak kullanılmaktadır (Stamatelatos ve ark., 2003; Powell ve ark., 2016). Böylece tatlı sorgum posasından yüksek kalitede silaj üretimi; yüksek atık besin maddesi, şeker ve düşük maliyet gibi nedenlerle iyi bir seçim olabilmektedir (Wright ve ark., 2018). Tatlı sorgum posası, yüksek atık besin maddesi nedeniyle silaj fermantasyonu için ümitverici bir hammaddedir, ancak posanın verimli fermentasyon stratejisi henüz rapor edilmemiş (Dong ve ark., 2020). Genel olarak, silaj fermentasyonu tamamen mikrobiyal tabanlı bir fermantasyon işlemidir (Kraut ve ark., 2016). Silaj yapımı, su içeriği yüksek yeşil yemlerin korunması amacıyla tüm dünyada geniş olarak kullanılan bir yöntemdir. Yöntemin esası, suda eriyebilir karbonhidratların anaerobik koşullar altında laktik asit bakterileri aracılığıyla başta laktik asit olmak üzere organik asitlere fermente olduğu doğal fermantasyon temeline dayanmaktadır (Filya, 2001). Silolama sırasında laktik asit bakterileri (LAB) ve suda çözülebilir karbonhidratlar (SÇK) yüksek kaliteli silaj elde etmek için önemli faktörlerdir (Cai ve ark., 1998; Naeini ve ark., 2014). Ülkemizde tatlı sorgumun endüstride kullanımından sonra arta kalan materyalin değerlendirilmesi konusunda çalışmalar çok az ve buna bağlı olarak yeterli bilgi bulunmamaktadır. Bu çalışmada, GAP koşullarında yetiştirilen ve etanol elde etmek amacıyla öz suyu alınan sapsızlardan silaj yapılarak bazı fermentasyon özellikleri ve kimyasal bileşimlerini saptanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Bitki materyali

Araştırmada yer alan çeşit ve hatların adları ve alındıkları kaynaklar: Corina, Cowley, Grass1, M81-E, N98, Nebraska sugarcane, P1579753, Ramada, Rio, Roma, Smith, Theis, Topper 76, Tracy ve UNL-Hybrid-3, Williams, wray (Nebraska Üniversitesi, USA), no91-Tayvan, no5 G. Africa, no41 Zaire (USDA-USA) ve Gulseker, Ulududağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bursa).

İklim ve toprak özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü 2016 ve 2017 yılları Haziran-Ekim dönemine ait ortalama sıcaklık, ortalama maksimum sıcaklık, nispi nem ve yağış değerleri sırasıyla 26.92-28.92 °C, 39.54-40.24 °C, %36.04-30.40 ve 16.8-22.8 mm olarak saptanmıştır. Ayrıca Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında maksimum sıcaklıkların 40 °C üzerinde olduğu saptanmıştır. Yetiştirme döneminde meydana gelen yağışların, bitkinin ihtiyacı olan suyu karşılamadığı için, ihtiyaç duyulan su, sulama şeklinde karşılanmıştır. AP lokasyonunda 2016 ve 2017 yıllarında denemelerin kurulduğu alanda 0-15 ve 15-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda; pH'nın 7.65-7.80 arasında, toplam tuz %0.30-0.40, N %0.05-0.08, organik karbon (°C) %0.34-0.55, fosfor 0.39-0.50 mg kg⁻¹, kireç içeriği (CaCO₃) %44.5-47.2, kum; %28-30, silt % 26-27, kilin ise %44-45 arasında değiştiği ve toprak tekstür sınıfının killi (C) yapısında olduğu saptanmıştır.

Yöntem

Tarla denemeleri

Araştırma, GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsünün Koruklu'da bulunan Talat Demirören Araştırma İstasyonunda (36° 42' K ve 38° 58' D) 2016 ve 2017 yıllarında yürütülmüştür.

Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her parsel 5 metre uzunluğunda ve 4 sıradan oluşmuştur. Sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 15 olacak şekilde elle ekimler yapılmıştır. Ekim öncesi dekara saf olarak 5 kg/da azot ve fosfor gelecek şekilde taban gübresi verilmiştir. Üst gübre olarak da 5 kg/da azot uygulanmıştır. Hasatta yaş ot verimi alındıktan sonra her parselden tesadüfen 10 bitki sapı seçilerek etanol elde etmek için sıkılmış ve özsuyu alındıktan sonra sıkılmış saplarla (posa) silaj yapımı için değerlendirilmiştir.

Silaj yapımı ve kalite analizleri

Silaj yapımı

Etanol elde etmek için hasat, her genotip için salkımdaki tanelerin süt-hamur dönemine denk gelen dönemde yapılmıştır. Hasatta seçilen 10'ar bitkinin ekstraksiyon ile öz suyu alındıktan sonra kalan saplar (posa), yaprak/dal öğütme aletinde parçalandıktan sonra (4-5 cm uzunluğunda), özel hazırlanmış 1 kg vakumlu poşetlere konulmuş ve vakum aletinde vakumlanmıştır (%95 havası alınmakta). Vakumlanan silaj materyali etiketlenerek oda koşullarında muhafaza edilmiş ve silaj kalite analizlerinin yapılması için 60 gün bekletilmiştir.

pH

Her bir örnekten bir miktar alınarak homojen bir şekilde karıştırılan 25 g silaj örneği, karıştırıcıya konularak üzerine 100 ml saf su ilave edilerek manyetik karıştırıcıda 5 dakika süre ile karıştırılıp homojenize edildikten sonra, karışımdan süzülerek 30 ml örnek alındı ve alınan bu süzüntünün pH değeri METTLER TOLEDO Seven Compact marka dijital pH metre ile ölçülmüştür (Polan ve ark., 1998).

Kuru madde oranı

Açılan silajlarda 400 g yaş silaj örneği 60-65 °C'de ağırlığı sabitleşinceye kadar kurutulup ve

tartılarak kuru madde oranı (%) saptanmıştır.

Kül tayini

Açılan silajlarda alınan 400 g yaş örnek, 60-65 °C'de ağırlığı sabitleşinceye kadar kurutulmuş ve silaj örneklerinin tamamı 1-2 mm elek çapına sahip değirmende öğütülerek ham kül analizlerine hazırlanmıştır. Öğütülen örnekte alınmış olan 3 g. numune, 550 ± 25°C sıcaklıkta sabit kütleye ulaşmaya kadar ısıtılarak organik maddelerin uçurulacak, sonra arta kalan inorganik maddelerden ibaret bulunan kül miktarının % olarak ifade edilmiştir (TS EN ISO 2171, 2010). Elde edilen % değerler KM üzerinden hesaplanarak $g\ kg^{-1}$ KM olarak hesaplanmıştır.

Organik asit analizleri

HPLC cihazı ile organik asit analizleri saptamak amacıyla (laktik asit, asetik asit, propiyonik asit, bütirik asit) silaj sonrası alınan örnekler 0.45 µm'lik filtreden (Milipore Millex-HV, Hidrofilik PVDF filtre) geçirilmiş ve **Shimadzu LC-20AD model SPD-20A UV ve RID 10A** refraktif indeks dedektörlü HPLC cihazına enjekte edilmiştir. Kolon olarak IC Sep ION-300 (300 x 7.8 mm) marka kolon ve taşıyıcı faz olarak 5 mM'lik sülfürik asit çözeltisi kullanılmış ve akış hızı 0.6 mL/dak olarak ayarlanmıştır. Örneklerdeki organik asit konsantrasyonlarının belirlenmesinde dış standart yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla standartlardan 5 farklı konsantrasyonda kalibrasyon çözeltileri hazırlanıp HPLC'de analiz edilmiş ve elde edilen verilere doğrusal regrasyon analizi uygulanarak eğriyi tanımlayan eşitlik hesaplanmıştır (Lee ve Coates., 2000). Elde edilen tüm veriler JUMP paket programları kullanılarak, tesadüf blokları deneme desenine göre yıllar birleşik varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar çoklu karşılaştırma Tukey testine göre karşılaştırılmıştır (Yurtsever, 1984).

BULGULAR ve TARTIŞMA

pH

pH değeri bakımından incelenen çeşitler arasında istatistikî olarak önemli bir farklılık saptanmamıştır (Tablo 1). İki yılı birleştirilmiş ortalamalara göre pH değerinin genotiplere bağlı olarak 3.13 ile 4.15 arasında değiştiği saptanmıştır. Diğer genotiplerin pH'sı ise bu değerler arasında değişmiştir. Araştırmada elde edilen pH değerlerinin tamamının 4'ün altında tespit edildiği ve bu değerlerinin de iyi bir silaj için istenen aralıklarda olduğu görülmektedir. Nitekim Uygur (2012), iyi bir silo yeminin pH'ı 3.8-4.0 civarında olması gerektiğini bildirmiştir. Ferreira ve ark. (2011), silaj pH değeri 4.0' den düşük olduğunda, son ürünün nihai kalitesini sağlayan istenmeyen mikroorganizmaların büyümesini engelleyen laktik asit fermantasyonu varlığını gösterdiğini bildirmişlerdir. Sorgum silajında pH 3.9 seviyelerine 7 gün sonra ulaşmakta, 2-4 hafta arasında stabil olmaktadır (Rodriguez ve ark., 1999). Çünkü sorgum, zaman zaman mısıra göre daha fazla su içeriğindeyken silaj yapılmakta, daha fazla asetik asit konsantrasyonuna sahip olmaktadır (Contreras-Govea ve ark., 2010). Uygun silaj yapma metodu ile laktik asit üreten bakterilerin artması ile besin kayıpları minimuma düşürülebilmektedir (Baytok ve ark., 2005). Fakat sorgumda yetersiz protein (55 ile 90 g kg KM) uzun fermentasyon sonucu alt tabakalardaki sıcaklığı artırabilmektedir (Marrero ve ark., 2000). Junior ve ark. (2015), sorgum silajının pH'sının 3.60-3.68 arasında değiştiğini, Dong ve ark. (2020), tatlı sorgum posasının pH'sını 5.14 olduğunu bildirmekte dirler.

Ham kül

Ham kül (HK) bakımından incelenen çeşitler, yıllar ve yıl x çeşit interaksyonu arasında $P \leq 0.01$ seviyesinde istatistikî olarak önemli farklılıklar saptanmıştır (Tablo 1). İki

yılı birleştirilmiş ortalamalara göre, HK değerlerinin genotiplere bağlı olarak 44.04 ile 95.23 g kg⁻¹ KM arasında değiştiği ve çeşit ortalamasının da 44.86 ile 70.13 g kg⁻¹ KM arasında değiştiği saptanmıştır. Araştırmanın birinci yılında HK ortalamasının (59.03 g kg⁻¹ KM) ikinci yıla (55.03 g kg⁻¹ KM) göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Araştırmanın birinci yılındaki kuru madde oranının yüksek olması, aynı yıldaki HK içeriğinin de yüksek

çıkmasını sağlamıştır. McDonald ve ark. (1995), ham kül, yem bitkilerinin toplam mineral içeriğini göstermektedir. İdeali %8.5' geçmemesidir. Sıkılan tatlı sorgum posasının silajında toplam kül içeriğinin %5.62-6.76 arasında (Kumari ve ark., 2013), %7.3-9.8 arasında (Mahmood ve ark., 2013) değiştiği bildirilmiştir. Venkata Seshaiyah ve ark. (2012), tatlı sorgum posasının toplam kül içeriğini %9.25 olarak saptamışlardır.

Tablo 1. Tatlı Sorgum posası ile yapılan silajın ham kül ve pH değerleri

Çeşitler	Ham Kül (g kg ⁻¹ KM)			pH		
	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.
Corina	62.49 b ⁺	65.64 b	64.06 ab*	3.32	3.20	3.26
Cowley	58.43 b	69.52 ab	63.97 ab	3.62	3.24	3.43
Grass1	52.48 b	48.67 b	50.57 bc	3.47	3.41	3.44
M81-E	51.76 b	49.95 b	50.85 bc	3.36	3.24	3.30
N98	58.62 b	56.13 b	57.37 abc	3.33	3.36	3.34
N.Sugarcane	61.75 b	54.83 b	58.29 abc	3.62	3.15	3.39
P1579753	95.23 a	45.03 b	70.13 a	3.49	3.28	3.38
Ramada	57.79 b	48.38 b	53.09 abc	3.23	3.18	3.20
Rio	50.20 b	53.44 b	51.82 abc	3.51	4.15	3.83
Roma	62.15 b	45.13 b	53.64 abc	3.36	3.23	3.29
Smith	60.46 b	60.99 b	60.72 abc	3.40	3.29	3.34
Theis	57.53 b	48.98 b	53.25 abc	3.20	3.62	3.41
Topper 76	62.46 b	51.49 b	56.97 abc	3.35	3.20	3.28
Tracy	52.11 b	53.85 b	52.98 abc	3.13	3.32	3.23
UNL-hyb-3	51.55 b	52.26 b	51.90 abc	3.33	3.25	3.29
Williams	68.67 ab	60.40 b	64.53 ab	3.69	3.37	3.53
Wray	60.45 b	61.79 b	61.12 abc	3.45	3.52	3.49
No91	54.88 b	51.67 b	53.27 abc	3.31	3.26	3.28
No5	44.04 b	45.68 b	44.86 c	3.19	3.29	3.24
No41	50.17 b	61.34 b	55.76 abc	3.64	3.27	3.46
Gülseker	66.47 ab	70.50 ab	68.49 ab	3.45	3.13	3.29
Ortalama	59.03 A¹	55.03 B		3.40	3.33	
DK (%)		18.24			10.03	
F Çeşit (Ç)		**			ÖD	
F Yıl (Y)		*			ÖD	
F Ç x Y İnteraksiyonu		**			ÖD	

¹) Benzer büyük harf ile gösterilen yıl ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

+)) Aynı harfle gösterilen yıl x genotip interaksiyon ortalamaları, P≤0.05'te Tukey testine göre önemli ölçüde farklı değildir.

*) Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar arasında Tukey testine göre P≤0.05 seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklılık yoktur. **) P≤0.01 seviyesinde istatistiksel olarak önemli.

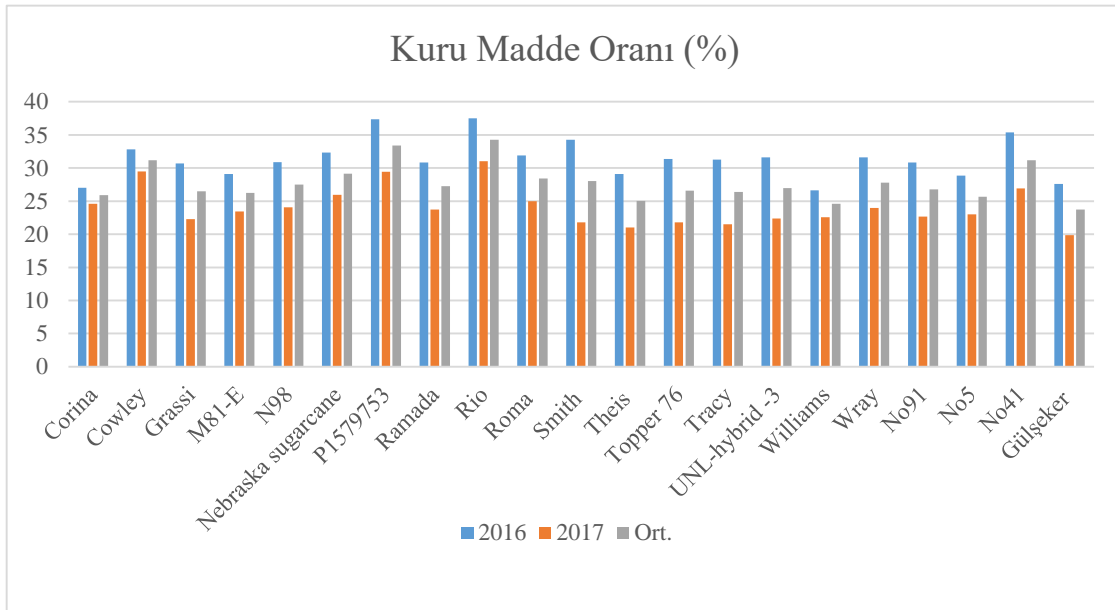
Silaj kuru madde oranı

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre silaj kuru madde (KM)

oranı bakımından yıllar, çeşitler ve çeşit x yıl interaksiyonu arasında P≤0.01 seviyesinde istatistikî olarak önemli

farklılık bulunmuştur (Tablo 2). Kuru madde oranının genotiplere bağlı olarak %19.86 ile 37.51 arasında değiştiği saptanmıştır. En yüksek kuru madde oranı birinci yılda Rio çeşidinde, en düşük KM oranı ise ikinci yılda Gülşeker çeşidinde elde edilmiştir. Çeşit ortalaması, %23.72 ile 34.27 arasında değişmiş olup, en düşük değer Gülşeker çeşidinde, en yüksek değer ise P1579753 çeşitte saptanmıştır. Araştırmanın birinci yılında silaj KM oranı ortalamasının (%31.36) ikinci yıla (%24.11) göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Araştırmanın 2. yılında hasatların birinci yıla göre daha geç yapılması nedeniyle bitkilerin su içeriklerinin daha düşük

olması nedeniyle KM oranları da düşük çıkmıştır. Sonuçta silajlar yaş materyal ile yapılmaktadır. Silaj fermantasyonu ve kalitesi için silaj yapılan materyalin su içeriği yani KM oranı önemlidir (McDonald ve ark., 1995). Daha düşük KM konsantrasyonunun, fermantasyon süresini uzatmasının yanı sıra, atık maddeler, solunum kayıpları ve aerobik stabiliteyi artırdığı bildirilmektedir (McDonald ve ark., 1991; Muck ve ark., 2003). Chakravarthi ve ark. (2017), kuru madde içeriğinin %11.82 ile 38.19 arasında değiştiği ve ortalama %26.30 olduğunu bildirmişlerdir. Dong ve ark. (2020), tatlı sorgum posasının KM oranını %37.3 olarak bildirmektedirler.



Şekil 1. Tatlı Sorgum posası ile yapılan silajın kuru madde oranları (%)

Organik Asitler

Laktik asit

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre silaj Laktik asit (LA) bakımından çeşitler, yıllar ve çeşit x yıl interaksyonu arasında $P \leq 0.01$ seviyesinde istatistikî olarak önemli farklılık bulunmuştur (Tablo 2). İki yılı birleştirilmiş ortalamalara göre LA değerlerinin genotiplere bağlı olarak

13.47 ile 68.00 g kg⁻¹ KM arasında değiştiği ve çeşit ortalamasının 22.42 ile 53.45 g kg⁻¹ KM arasında değiştiği saptanmıştır. Araştırmanın birinci yılında LA ortalamasının (28.86 g kg⁻¹ KM) ikinci yıla (39.93 g kg⁻¹ KM) göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Araştırmanın ikinci yılındaki LA içeriğinin yüksek olması, aynı yıldaki kuru madde oranının düşük olması ile ilişki

olabileceği düşünülmektedir. Nitekim silaj fermantasyon özelliklerinin, KM oranı ile ilişkili olduğu bir çok araştırmacı tarafından da bildirilmektedir (McDonald ve ark., 1991; McDonald ve ark., 1995; Muck ve ark., 2003). Muck (2010), bakteri inokulant ve selüloz enzimleri gibi silaj katkı maddelerinin silaj kalitesi ve yemin sindirilebilirliği üzerinde önemli rol oynadığını bildirmektedir. Silolanan materyale selüloz enzimi ilavesi lifin parçalanmasını geliştirmekte ve böylece suda çözülebilir karbonhidratları artırdığı için LA üretimini artırmaktadır (Eun ve Beauchemin, 2008; Xing ve ark., 2009). Gordon ve ark. (1999), silajda fazla nem, laktik asit üreten bakterilerin hızlı yerleşmesini ve böylece klostridial lehine, pH içinde hızlı bir şekilde gerekli düşüşü geciktirdiği ve sızıntıyı artırdığını bildirmiştir. Durul (2016), tatlı sorgum silajının LA değerinin %1.09-2.79 arasında değiştiğini bildirmektedir. Khota ve ark. (2017), sorgum materyalinin silaj yapılması ile LA değerlerini sırasıyla 72.84 g kg⁻¹ KM; aynı materyalin silaj yapılması sırasında *Lactobacillus plantarum* inokulantının kullanılması sonucu LA değerinin 79.92 olarak saptamışlardır. Wu-tai ve ark. (2002) sorgum silajında laktik asit içeriğini 49.0 g kg⁻¹ KM olarak bildirmişlerdir.

Asetik asit

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre silaj asetik asit (AA)

bakımından çeşitler, yıllar ve çeşit x yıl interaksyonu arasında $P \leq 0.01$ seviyesinde istatistikî olarak önemli farklılık bulunmuştur (Tablo 2). İki yılı birleştirilmiş ortalamalara göre AA değerlerinin genotiplere bağlı olarak 4.24 ile 23.99 g kg⁻¹ KM arasında ve çeşit ortalamasının 5.54 ile 15.78 g kg⁻¹ KM arasında değiştiği, en düşük değer No91 nolu genotipte, en yüksek değer ise UNL-hybrid-3 genotipinde saptanmıştır. Araştırmanın birinci yılında AA ortalamasının (7.14 g kg⁻¹ KM) ikinci yıla (9.37 g kg⁻¹ KM) göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Araştırmanın ikinci yılındaki AA içeriğinin yüksek olması, aynı yıldaki kuru madde oranının düşük olması ile ilişki olabileceği düşünülmektedir. Bulgularımızın tersine, (Weinberg ve Ashbell, 2003), iyi gerçekleşmiş bir fermantasyon sonucunda oluşan silaj yeminde, asetik asit miktarının %0.8'in altında olması gerektiğini bildirmektedirler. Durul (2016), tatlı sorgum silajının AA değerinin %0.09-0.21, arasında değiştiğini bildirmektedir. Khota ve ark. (2017), sorgum materyalinin silaj yapılması ile AA değerlerini 14.25 g kg⁻¹ KM; aynı materyalin silaj yapılması sırasında *Lactobacillus plantarum* inokulantının kullanılması sonucu AA değerini 8.54 olarak saptamışlardır. Wu-tai ve ark. (2002) sorgum silajında asetik asit içeriğini 4.3 g kg⁻¹ KM olduğunu bildirmişlerdir.

Tablo 2. Tatlı Sorgum posası ile yapılan silajların laktik ve asetik asit değerleri

Çeşitler	Laktik Asit (g kg ⁻¹ KM)			Asetik Asit (g kg ⁻¹ KM)		
	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.
Corina	41.56 a-d ⁺	44.11 a-e	42.84 abc*	8.52 b ⁺	12.58 b	10.55 ab*
Cowley	23.36 cde	27.19 b-e	25.27 cd	12.55 b	8.78 b	10.66 ab
Grass 1	30.65 b-e	29.94 b-e	30.29 bcd	8.15 b	5.06 b	6.60 b
M81-E	29.39 b-e	29.15 b-e	29.27 bcd	5.91 b	5.86 b	5.88 b
N98	31.64 b-e	38.40 a-e	35.02 a-d	9.13 b	8.66 b	8.89 b
N.Sugarcane	13.56 e	50.37 abc	31.96 bcd	4.81 b	11.46 b	8.14 b
P1579753	27.07 b-e	49.04 a-d	38.05 a-d	4.47 b	10.22 b	7.34 b
Ramada	44.34 a-e	48.52 a-d	46.43 ab	7.08 b	12.11 b	9.59 b
Rio	18.46 de	43.00 a-e	30.73 bcd	6.27 b	5.27 b	5.77 b
Roma	32.89 b-e	26.61 b-e	29.75 bcd	7.06 b	8.40 b	7.73 b
Smith	16.05 s	49.83 abc	32.94 bcd	5.39 b	4.80 b	5.10 b
Theis	36.86 b-e	26.14 b-e	31.50 bcd	8.32 b	7.32 b	7.82 b
Topper 76	34.79 b-e	56.94 ab	45.86 ab	6.69 b	13.31 b	10.00 ab
Tracy	35.46 b-e	30.85 b-e	33.16 ab	8.55 b	13.44 b	10.99 ab
UNL-hyb-3	38.89 a-e	68.00 a	53.45 a	7.56 b	23.99 a	15.78 a
Williams	23.77 cde	21.07 cde	22.42 d	4.70 b	5.43 b	5.06 b
Wray	27.39 b-e	30.06 b-e	28.72 bcd	6.94 b	4.92 b	5.93 b
No91	29.81 b-e	43.97 a-e	36.89 a-d	6.84 b	4.24 b	5.54 b
No5	38.30 a-e	27.74 b-e	33.02 bcd	8.28 b	10.02 b	9.15 b
No41	18.45 de	49.60 abc	34.03 a-d	7.50 b	13.03 b	10.27 ab
Gülseker	13.47 e	48.09 a-d	30.78 bcd	5.26 b	7.77 b	6.51 b
Ortalama	28.86 B	39.93 A¹		7.14 B	9.37 A¹	
DK (%)		27.12			34.84	
F Çeşit (Ç)		**			**	
F Yıl (Y)		**			**	
F Ç x Y İnt.		**			**	

¹) Benzer büyük harf ile gösterilen yıl ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

+)) Aynı harfle gösterilen yıl x genotip interaksiyon ortalamaları, P≤0.05'te Tukey testine göre önemli ölçüde farklı değildir

*) Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar arasında Tukey testine göre P≤0.05 seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklılık yoktur. **) P≤0.01 seviyesinde istatistiksel olarak önemli.

Propiyonik asit

Propiyonik asit (PA) bakımından sadece yıllar arasında P≤0.01 seviyesinde istatistikî olarak önemli farklılık bulunmuştur (Tablo 3). İki yılı birleştirilmiş ortalamalara göre PA değerlerinin genotiplere bağlı olarak 0.0 ile 2.798 g kg⁻¹ KM arasında olduğu ve çeşit ortalamasının ise 0.317 ile 1.751 g kg⁻¹ KM arasında değiştiği belirlenmiştir. En düşük değer Cowley çeşidinde, en yüksek değer ise Roma

çeşidinde saptanmıştır. Araştırmanın birinci yılında PA ortalamasının (0.440 g kg KM) ikinci yıla (1.223 g kg KM) göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Araştırmanın ikinci yılındaki PA içeriğinin yüksek olması, aynı yıldaki kuru madde oranının düşük olması ile ilişki olabileceği düşünülmektedir. Wu-tai ve ark. (2002) sorgum silajında propiyonik asit içeriğini 2.5 g kg⁻¹ KM olarak bildirmişlerdir.

Tablo 3. Tatlı Sorgum posası ile yapılan silajların propiyonik ve bütirik asit değerleri

Çeşitler	Propiyonik Asit (g kg ⁻¹ KM)			Bütirik Asit (g kg ⁻¹ KM)		
	2016	2017	Mean	2016	2017	Mean
Corina	0.391	1.566	0.979	0.360 g-j	0.432 g-j	0.396 gh ₁
Cowley	0.285	0.349	0.317	0.970 ef	0.485 g-j	0.728 ef
Grass1	0.000	0.233	0.117	0.327 g-j	0.544 g-j	0.435 gh ₁
M81-E	0.354	1.627	0.991	0.173 ij	0.473 g-j	0.323 gh ₁
N98	1.641	1.544	1.593	0.193 ij	0.721 fg	0.457 gh
N.Sugarcane	0.000	2.798	1.399	1.260 cde	1.260 cde	1.260 c
P1579753	0.000	1.044	0.522	0.417 g-j	0.383 g-j	0.400 gh ₁
Ramada	1.069	0.856	0.962	0.648 fgh	0.429 g-j	0.538 fg
Rio	0.349	0.936	0.642	0.354 g-j	0.421 g-j	0.387 gh ₁
Roma	1.517	1.985	1.751	0.175 r-j	0.253 hij	0.214 h ₁
Smith	0.000	1.224	0.612	0.991 def	1.026 def	1.008 cd
Theis	0.000	0.543	0.272	0.160 ij	1.620 c	0.890 de
Topper 76	0.510	1.889	1.199	0.268 hij	0.334 g-j	0.301 gh ₁
Tracy	0.000	0.542	0.271	0.231 ij	0.293 hij	0.262 h ₁
UNL-hyb-3	0.620	1.525	1.073	0.273 hij	0.367 g-j	0.320 gh ₁
Williams	0.000	0.652	0.326	0.396 g-j	1.486 c	0.941 de
Wray	1.290	0.721	1.005	0.330 g-j	1.384 cd	0.857 de
No91	0.000	1.589	0.794	0.137 j	0.262 hij	0.200 h₁
No5	0.000	1.760	0.880	0.378 g-j	2.869 b	1.624 b
No41	0.861	2.293	1.577	0.534 g-j	2.749 b	1.642 b
Gulseker	0.346	0.000	0.173	0.343 g-j	3.542 a	1.942 a
Mean	0.440 B	1.223 A		0.425 B	1.016 A	
DK (%)			55.00			16.78
F Çeşit (Ç)			ÖD			**
F Yıl (Y)			**			**
F Ç x Y int.			ÖD			**

¹) Benzer büyük harf ile gösterilen yıl ortalamaları istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

+) Aynı harfle gösterilen yıl x genotip interaksyon ortalamaları, P≤0.05'te Tukey testine göre önemli ölçüde farklı değildir

*) Aynı sütun içerisinde benzer harf ile gösterilen ortalamalar arasında Tukey testine göre P≤0.05 seviyesinde istatistiksel olarak önemli farklılık yoktur. **) P≤0.01 seviyesinde istatistiksel olarak önemli.

Bütirik asit

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre silaj bütirik asit (BA) bakımından çeşitler, yıllar ve çeşit x yıl interaksyonu arasında P≤0.01 seviyesinde istatistikî olarak önemli farklılık bulunmuştur (Tablo 3). İki yılı birleştirilmiş ortalamalara göre BA değerlerinin genotiplere bağlı olarak 0.137 ile 3.542 g kg⁻¹ KM arasında değiştiği saptanmıştır. Çeşit ortalaması, 0.200 ile 1.942 g kg⁻¹ KM arasında değişmiş olup, en düşük değer No91 nolu genotipte, en yüksek değer ise 58 nolu genotipde saptanmıştır. Araştırmanın birinci yılında BA ortalamasının (0.425 g kg⁻¹ KM) ikinci

yıla (1.016 g kg⁻¹ KM) göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Araştırmanın ikinci yılındaki BA içeriğinin yüksek olması, aynı yıldaki kuru madde oranının düşük olması ile ilişki olabileceği düşünülmektedir. Oysa araştırmanın birinci yılındaki gibi yeterli KM sahip materyalin silaj yapılması durumunda BA oranlarında daha düşük olabileceği görülmektedir. Wu-tai ve ark. (2002) sorgum silajında bütirik asit 2.2 g kg⁻¹ KM olarak saptamışlardır. Philipp ve ark. (2007), silajın 7. gününde pH değeri 3.8 iken, silajın 21. gününde pH değerinin 3.75'e düştüğü belirlenmiştir. Asetik asit miktarı silajın 1. ve 7. günleri arasında giderek artarken, 21. günün

sonuna kadar değişmemiştir. Bütirik asit (tereyağı asiti) bakterileri proteinleri parçalayarak amin ve amonyanın açığa çıkmasına, böylece proteinlerin biyolojik değerinin düşmesine neden olurlar. İyi gerçekleşmiş bir fermantasyon sonucunda oluşan kaliteli bir silaj yeminde, bütirik asit ise hiç istenmemesine rağmen, genellikle %0.1-0.7 arasında olması normal karşılandığı bildirilmektedir (Woolford, 1984; Weinberg ve Ashbell, 2003).

SONUÇ ve ÖNERİLER

GAP koşullarında etanol elde etmek amacıyla yetiştirilen tatlı sorgumun, özsuyu alınan saplarıyla (posa) yapılan silajların, bazı fermantasyon özellikleri ve kimyasal bileşimleri saptanmıştır. İki yılı birleştirilmiş çeşit ortalamalarına göre pH değerinin 3.20 ile 3.83 arasında, ham kül içeriğinin 44.86 ile 70.13 g kg⁻¹ KM arasında, KM oranının %23.72 ile 34.27 arasında değiştiği saptanmıştır. pH ve ham kül değerlerinin bir buğdaygil olan sorgum ile yapılan silajlarda iyi kaliteli bir silaj için istenilen aralıklarda olduğu, ancak KM oranının araştırmanın ikinci yılında birinci yıla göre daha düşük olması özellikle bazı silaj kalite parametrelerini olumsuz etkilediği görülmektedir. Silaj organik asitlerde iki yılı birleştirilmiş çeşit ortalamalarına göre laktik asit ortalamasının 5.54 ile 15.78 g kg⁻¹ KM arasında, asetik asit ortalamasının 5.54 ile 15.78 g kg⁻¹ KM arasında, propiyonik asit ortalamasının 0.317 ile 1.751 g kg⁻¹ KM arasında ve bütirik asit ortalamasının 0.200 ile 1.942 g kg⁻¹ KM arasında değiştiği saptanmıştır. Söz konusu organik asitlerin iyi bir silajda istenen değerlerde veya beklenen değerlere yakın olduğu görülmektedir. Kuru madde değerlerinin, araştırmanın birinci yılın olduğu gibi, istenen oranlarda olduğunda söz konusu özelliklerin kabul edilebilir

sınırlar içerisinde olacağı görülmektedir. Endüstride etanol elde etmek amacıyla sıkılan tatlı sorgum sapları (posası) ile yapılan silajların KM oranlarının istenilen seviyelerde tutulduğunda silaj fermantasyon özellikleri bakımından sorun olmayacağı ve iyi kalitede bir silaj olacağı ve kaliteli kaba yem olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

TÜBİTAK tarafından desteklenen 114O945 no'lu projenin bir bölümüdür. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK' teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Anononymous, 2018. SGS Agrifood laboratories. feed/ forages calculations. http://www.agtest.com/articles/feed%20and%20forages%20calculations_new.pdf(Accessed 26.12.2018).
- Baytok, E., Aksu, T., Karsli, M.A., Muruz, H. 2005. The effect of formic acid, molasses and inoculant as silage additives on corn silage composition and ruminal fermentation characteristics in sheep, Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 29: 469-474.
- Cai, Y., Benno, Y., Ogawa, M., Ohmomo, S., Kumai, S., Nakase, T. 1998. Influence of Lactobacillus spp. from an inoculant and of Weissella and Leuconostoc spp. from forage crops on silage fermentation. Appl. Env. Microb. 64: 2982–2987.
- Chakravarthi, M.K., Reddy, Y.R., Rao, K.S., Ravi, A., Punyakumari, B., Ekambaram, B. 2017. A study on nutritive value and chemical composition of sorghum fodder, International Journal of Science, Environment and Technology, 6(1): 104-109.

- Contreras-Govea, F.E., Marsalis, M.A., Lauriault, L.M., Bean B.W. 2010. Forage sorghum nutritive value: A review. *Forage and Grazinglands*, 8 (1):1-6.
- Dok, M., Çelik, A.E., Aksoy, M., Yücel, C. 2021. Çukurova koşullarında yetiştirilen tatlı sorgum posasından elde edilen peletlerin bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi. *MAS Journal of Applied Sciences* 6 (2): 284-295.
- Dong, M., Li, Q., Xu, F., Wang, S., Chen, J., Li, W. 2020. Effects of microbial inoculants on the fermentation characteristics and microbial communities of sweet sorghum bagasse silage. *Scientific Reports*, 10:837.
- Durul, G. 2016. Farklı biçim zamanlarının tatlı sorgum (*sorghum bicolor* (L.) moench var. *saccharatum*) ve fasulye (*Phaseolus vulgaris*) silaj karışımlarında bazı kalite özelliklerine etkisi. Ege Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Y. Lisans Tezi), 72 s.
- Eun, J.S., Beauchemin, K.A. 2008. Relationship between enzymic activities and in vitro degradation of alfalfa hay and corn silage. *Anim Feed Sci Technol.*, 145: 53-67.
- Ferreira, D.J., Zanine, A.M., Santos, E.M., Lana, R.P., Silva, W.L., Souza, A.L., Pereira, O.G. 2011. Perfil fermentativo e valor nutritivo de silagem de capim-elefante inoculada com *Streptococcus bovis* *Archivos de Zootecnia*, 60(232): 1223-1228.
- Filya, I. 2001. Silage fermentation. *Ataturk University Agricultural department review*, 32, 87-93.
- Gordon, F.J., Dawson, L.E.R., Ferris, C.P., Steen, R.W.J., Kilpatrick, D.J. 1999. The influence of wilting and forage additive type on the energy utilization of grass silage by growing cattle. *Animal Feed Science and Technology* 79:15–27.
- Jafarinia, M., Almodares, A., Khorvash M. 2005. Using sweet sorghum bagasse in silo In: *Proceeding of the 2nd Congress of Using Renewable Sources and Agric. Wastes* (Eds. M Jafarinia, A Almodares & M Khorvash). Khorasgan Azade University, Isfahan, Iran.
- Junior, M.A.P.O., Retore, M., Manarelli, D.M., de Souza F.B., Ledesma L.L.M., Orrico A.C.A. 2015. Forage potential and silage quality of four varieties of saccharine sorghum, *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, Brasília, 50(12): 1201-7.
- Khota, W., Pholsen, S., Higgs, D., Cai, Y. 2017. Fermentation quality and in vitro methane production of sorghum silage prepared with cellulase and lactic acid bacteria), *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30: 1568-1574.
- Kraut, C.J., Tripathi, V., Chen, Y., Gatica, J., Volchinski, V., Sela, S., Weinberg, Z., E. Cytryn, E. 2016. Temporal and spatial assessment of microbial communities in commercial silages from bunker silos. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 100: 6827–6835.
- Kumari N.N., Reddy, Y.R., Blümmel, M., Nagalakshmi, D., Monica, T. 2013. Effect of feeding sweet sorghum bagasse silage with or without chopping on nutrient utilization in deccani sheep, *Animal Nutrition and Feed Technology*, 13: 243-249.
- Lee, H.S., Coates, G.A. 2000. Quantitative study of free sugars and myo-inositol in citrus juices by HPLC and literature compilation. *Journal of Liquid Chromatography. Related Technologies*, 14: 2123- 2141.
- Mahmood, A., Ullah, H., Ijaz, M., Javaid, M.M., Shahzad, A.N., Honermeier, B. 2013. Evaluation of sorghum hybrids for biomass and biogas production. *Australian Journal of Crop Science*, 7(10): 1456-1462.
- Marrero, L., Castro, A., Arias, A., Delgado, D. 2000. Rendimiento en grano, forraje caracterización nutritiva del forraje de sorgo ranífero en monocultivo asociado con soya. In: *resúmenes*, L.D.P.Y. (Ed.), XII Seminario Científico Internacional.

- 30 Aniversario del INCA de 14 al 17 de noviembre, Cuba, Pp: 77.
- McDonald, P., Henderson, A.R., Heron, S.J.E. 1991. The biochemistry of silage 2nd edition, Chalcombe Publications, Marlow, Bucks, UK.
- McDonald, P., Henderson, A., Heron, S. 1991. The biochemistry of silage. 2nd ed. Chalcombe Publications, Welton, UK.
- McDonald, P., Edward, R.A., Greenhalgh, J.F.D. 1995. Animal nutrition, 5th Edn., Longman Scientific and Technical, England.
- Muck, R.E., Moser, L.E., Pitt, R.E. 2003. Postharvest factors affecting ensiling. Pp 251-304 in D. R. Buxton, R. E. Muck, and J. H. Harrison, eds. Silage science and technology. ASA Inc., Madison, WI.
- Muck, R.E. 2010. Silage microbiology and its control through additives, Revista Brasileira de Zootecnia, 39: 183-91.
- Naeini, S.Z., Khorvash, M., Rowghani, E., Bayat, A., Nikousefat, Z. 2014. Effects of urea and molasses supplementation on chemical composition, protein fractionation and fermentation characteristics of sweet sorghum and bagasse silages as alternative silage crop compared with maize silage in the arid areas. Res. Opin. Anim. Veterinary Sciences. 4: 343–352.
- Philipp, D., Moore, K.J., Pedersen, J.F., Grant, R.J., Redfearn, D.D., Mitchell, R.B. 2007. Ensilage performance of sorghum hybrids varying in extractable sugars, Biomass and Bioenergy, 31(7): 492-496.
- Polan, C.E., Stieve, D., Garrett, J. 1998. Protein preservation and ruminal degradation of ensiled forage treated with heat, formic acid, ammonia or microbial inoculant. Journal Dairy Science, 81:765-76.
- Powell, R., Lindley, J., Radin, M., Smith, S. 2016. Development of sweet sorghum as a feedstock crop. In Proceedings of the advances in sugar crop processing and conversion conference, New Orleans, LA, USA 127–133.
- Rodriguez, V.R., Cruz, C.T., Fernendiz, S.J.M., Roldon, C.T., Mendoza, C.A., Saucedo, C.G., Tomasini, C.A. 1999. Use sugarcane bagasse pith as solid substrate for *P. Chrysosporium* growth. Folia Microbiology, 44: 213-218.
- Smith, G., Bagby, M., Lewellan, R., Doney, D., Moore, P., Hills, F., Campbell, L., Hogaboam, G., Coe, G., Freeman, K. 1987. Evaluation of sweet sorghum for fermentable sugar production potential. Crop Science, 27: 788-793.
- Stamatelatou, K., Dravillas, K., Lyberatos, G. 2003. Methane production from sweet sorghum residues via a two-stage process. Water Science and Technology, 48: 235–238.
- TS EN ISO 2171, 2010. Tahıllar, baklagiller ve yan ürünleri - Yakılarak kül muhtevasının tayini. 21 sayfa.
- Trulea A., Vintila, T., Pop G., Sumalan, R. Gaspar, S. 2013. Ensiling sweet sorghum and maize stalks as feedstock for renewable energy production. Research Journal of Agricultural Science, 45: 193-199.
- Uygur, M.N. 2012. Silaj kalitesinin fiziksel ve kimyasal yöntemlerle belirlenmesi. Çiftçi Broşürü, No:127. <https://Arastirma.Tarimor man.Gov.Tr/Etae/Belgeler/Egitimbr osur/127-Ciftcibro.Pdf>
- Venkata Seshaiyah, Ch., Ramana Reddy, Y., Nagalakshmi, D. Rao, J. 2012. Evaluation of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) bagasse by chemical, in sacco and in vivo techniques in graded murrh buffalo bulls”. Journal of Veterinary Advances, 2 (8):418-423.
- Weinberg, Z.G., Ashbell, G. 2003. Engineering aspects of ensiling. Biochemical Engineering Journal, 13: 181-188.

- Woolford, M.K., 1984. The silage ferment. Grassland Research Inst, Hurley, England, p. 350.
- Wright, M.S., Lima, I.M., Powell, R. Bigner, R.L. 2018. Effect of compacting and ensiling on stabilization of sweet sorghum bagasse. Sugar Tech, 20(3): 357–363.
- Wu-tai, G., Ashbell, G., Hen, Y., Weinberg, Z.G. 2002. The effects of two inoculants applied to forage sorghum at ensiling on silage characteristics. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2: 218-221.
- Xing, L, Chen, L.J., Han, L.J. 2009. The effect of an inoculant and enzymes on fermentation and nutritive value of sorghum straw silages. Bioresour Technol, 100: 488-91.
- Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müd. Yay, Genel Yayın No: 56, Ankara.