



Tatlı Sorgum Posası ile Yapılan Silajların Önemli Fermantasyon Özellikleri

Celal YÜCEL^{1*}, Aysun ŞENER GEDÜK², Derya YÜCEL¹

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

²Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): celalyucel@sirnak.edu.tr

Özet

Hayvancılığımızın önemli düzeyde kaliteli kaba yeme ihtiyacı bulunmaktadır. Hayvancılığın ihtiyacı olan kaliteli kaba yem temin etme arayışları devam etmektedir. Çalışma, tatlı sorgum posası ile yapılan silajların fermantasyon özellikleri ve silaj olarak kullanılabilir potansiyelinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada, 21 farklı tatlı sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) çeşit ve hattı materyal olarak kullanılmıştır. Tarla denemeleri, ikinci ürün koşullarında Doğankent/Adana'da 2016 ve 2017 yıllarında yürütülmüştür. Araştırmada etanol elde etmek için bitkilerin hasadı, salkımdaki tanelerin süt ile hamur olum dönemi arasındaki tarihlerde yapılmıştır. Özsuyu alınan saplar (posa) silaj yapılarak bazı önemli silaj özellikleri incelenmiştir. İki yıllık ortalamalara göre kuru madde (KM) oranı % 27.33 ile 37.86, ham kül oranının KM bazında 37.0-65.6 g kg⁻¹ ve pH değerinin 3.019-3.341 arasında değiştiği saptanmıştır. Ayrıca organik asitlerden laktik asit, asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asit içeriklerinin sırasıyla 21.80-46.44, 4.753-11.565, 0.00-2.596 ve 0.155-1.513 g kg⁻¹ KM aralığında olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre tatlı sorgum bitkisinin özsuyu alınan saplarından elde edilen silajların fermantasyon özellikleri bakımından kaba yem olarak değerlendirilebilecek potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir. Akdeniz bölgesinde ikinci ürün olarak yetiştirilen tatlı sorgum posasının silaj olarak değerlendirmesi alternatif kaba yem kaynağı olabilecektir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi :10.09.2023
Kabul Tarihi :25.10.2023

Anahtar Kelimeler

Tatlı sorgum
genotip
fermantasyon
organik asitler
silaj
posa

Some Fermentation Characteristics of Silages Made with Sweet Sorghum Bagasse

Abstract

There is a significant need for high-quality hay in our livestock industry. The search for providing alternative quality forage needed by livestock farming continues. The research was carried out to reveal the potential of silages made with sweet sorghum bagasse to be used as roughage. In the research, 21 different sweet sorghum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) varieties and lines were used as plant materials. Field trials were conducted under second crop conditions in Doğankent/Adana in 2016 and 2017 years. In the research, the plants were harvested to obtain ethanol in the period between the milk and dough formation dates of the grains in the panicle. Some important silage fermentation properties were determined by making silage from sap (bagasse) from which sap was taken. As a result of the research, according to two-year averages, the dry matter (DM) rates of the genotypes were 27.33-37.86%, the ash contents (AC) were 37.0-65.6 g kg⁻¹ DM, and the pH values were 3.019-3.341. In addition, it was determined that the contents of organic acids lactic acid (LA), acetic acid (AA), propionic acid (PA) and butyric acid (BA) varied between 21.80-46.44, 4.753-11.565, 0.0-2.596 and 0.155-1.513 g kg⁻¹ DM, respectively. According to the results of the research, it was determined that the silages obtained from the sap-taken stems of the sweet sorghum plant have the potential to be used as roughage in terms of fermentation properties. The use of sweet sorghum bagasse, grown as a second product in the Mediterranean region, as silage can be an alternative forage source.

Research Article

Article History

Received :10.09.2023
Accepted :25.10.2023

Keywords

Sweet sorghum
genotype
fermentation
organic acids
silage
bagasse

1. Giriş

Sorgumların, yüksek sıcaklığa ve kuraklığa, tuzluluğa, su basmasına karşı toleranslı olması, toprak seçiciliği yönünden de diğer türlere göre daha kanaatkâr olması türün önemini artırmaktadır. Bunun yanı sıra sorgumların, 90-120 gün gibi çok kısa sürede biçime gelmesi, 3-4 m kadar boylanması ve yazlık ara ürün olarak tarımının yapılması, birim alan veriminin yüksek olması, enerji ve yem amaçla kullanılması, ayrıca birim alan üretiminde girdi masraflarının silajlık mısır ve diğer yem bitkisi türlerine göre daha düşük olması gibi önemli avantajları nedeniyle önemli tür olarak öne çıkmaktadır (Dok ve ark., 2021; Yücel ve ark., 2022; Yücel ve ark., 2023). Sorgumların, başka olumlu bir özelliği de biçimden sonra yeniden büyümesi ve uygun yetiştirme teknikleri uygulandığında verimin % 60'ına birinci biçimde ulaşmasıdır (Cruz ve ark., 2020). Bu nedenle tatlı sorgumun hayvan yemi kaynağı olarak kullanım avantajları vardır (Yücel ve Erkan, 2020; Oliveira ve ark., 2021).

Yem kalitesi bitki türüne ve çeşidine, yetiştirme koşullarına ve bitkinin hasat sırasındaki fenolojisine bağlı olarak değişebilmektedir (Capstaff ve Miller, 2018). Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), yüksek verimi ve kuraklığa toleransı nedeniyle geniş getiren hayvanlar için önemli bir yem kaynağıdır (Neves ve ark., 2015; Yücel, 2020; Baloch ve ark., 2023). Bitki otlatılabilir, kuru ot veya silaj olarak muhafaza edilerek değerlendirilebilir (Pedersen ve Fritz, 2000). İklim değişikliğine ve marjinal alanlarda tarımının yapıyor olmasından dolayı da mısırın yerine geçecek bir ürün olarak, küresel boyutta giderek daha fazla kabul görmektedir (Getachew ve ark., 2016; Gleadow ve ark., 2016). Mısır silajına kıyasla daha düşük ham protein ve daha yüksek lif içeriğine rağmen sorgum silajı, geniş getiren hayvanların performansını destekleme potansiyeline sahiptir; bu nedenle hayvancılıkta yaygın kullanım için kabul edilebilir bir aday türdür (Harper ve ark., 2017).

Sorgum bitkisi mera olarak, hasıl (yeşil) yem, kuru ot ve silaj olmak üzere çok farklı şekilde kullanıldığı bilinmektedir. Yemlik sorgum çeşitleri ile yapılan silajın fermantasyonun, mısır silajına benzer şekilde olduğu ve pH'sı 4'ün altında olduğu bildirilmektedir (Filya, 2003; Contreras-Govea ve ark., 2010). Sorgum silajı pH 3.9 seviyelerine bir hafta sonra ulaşmakta, 2-4 hafta arasında ise stabil duruma gelmektedir (Rodriguez ve ark., 1999). Çünkü yemlik sorgum, bazen mısıra göre daha fazla su içerdiği için silaj yapıldığında, daha fazla AA konsantrasyonuna sahip olabilmektedir (Contreras-Govea ve ark., 2010). Silajda fazla nemin olması, laktik asit üreten bakterilerin hızlı yerleşmesini ve böylece klostridial lehine, pH içinde hızlı bir şekilde gerekli düşüşü geciktirdiği ve böylece sızıntıyı artırdığı iddia edilmektedir (Gordon ve ark., 1999). Silajın fermantasyon özellikleri arasında KM, pH, amonyak, AA, LA, PA ve BA olduğu da birçok araştırmacı tarafından da belirtilmektedir (Ward, 2000; Kung ve Shaver, 2001). Ayrıca, pH'nın fermantasyon kalitesinin göstergesi olduğu da bilinmektedir (Ward, 2000). Tarımsal sanayinin bir yan ürünü olan tatlı sorgum küspesi (posası), herhangi bir katkı maddesi olmadan kaliteli silaja dönüştürülebilir. Sorgum silajının ayrıca 150 g konsantre yem ile desteklendiğinde koyun rasyonlarında kullanılabilir (Kumari ve ark., 2013). Naeini ve ark. (2014) sorgum silajına üre ve melas gibi maddelerin eklenmesinin silajın kalitesini daha da artırabileceğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, Çukurova ikinci ürün koşullarında yetiştirilen ve etanol elde edildikten sonra kalan saplar (posa) ile yapılan silajların bazı önemli fermantasyon özellikleri ve organik asit içerikleri incelenerek, silaj kalite özelliklerinin belirlenmesi ve kaba yem olarak kullanılma potansiyeli ortaya konulmuştur.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırmada yer alan materyalin adları ve temin edildiği kaynaklar, Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Araştırmada kullanılan materyalin adları ve temin edildiği kaynaklar

No	Genotipler	Temin Edildiği Kaynak ve Orijinleri
1	Cowley,	Nebraska Üniversitesi, Lincoln, ABD
2	Dale	Nebraska Üniversitesi, Lincoln, ABD
3	Grassi	Nebraska Üniversitesi, Lincoln, ABD
4	M81-E	Nebraska Üniversitesi, Lincoln, ABD
5	Mennonita	Nebraska Üniversitesi, Lincoln, ABD
6	N. Sugarcane	Nebraska Üniversitesi, Lincoln, ABD
7	P1579753	Nebraska Üniversitesi, Lincoln, ABD
8	Ramada	Nebraska Üniversitesi, Lincoln, ABD
9	Roma	Nebraska Üniversitesi, Lincoln, ABD
10	Rox Orange	Nebraska Üniversitesi, Lincoln, ABD
11	Smith	Nebraska Üniversitesi, Lincoln, ABD
12	Sugar Drip	Nebraska Üniversitesi, Lincoln, ABD
13	Theis	Nebraska Üniversitesi, Lincoln, ABD
14	Topper 76	Nebraska Üniversitesi, Lincoln, ABD
15	Tracy	Nebraska Üniversitesi, Lincoln, ABD
16	UNL-Hyb-3	Nebraska Üniversitesi, Lincoln, ABD
17	Williams	Nebraska Üniversitesi, Lincoln, ABD
18	No2	Batı Akdeniz Tar. Araş. Enst. Antalya/Turkey (USDA-Çin)
19	No91	Batı Akdeniz Tar. Araş. Enst. Antalya/Turkey (USDA-Tayvan)
20	No5	Batı Akdeniz Tar. Araş. Enst. Antalya/Turkey (USDA S. Africa)
21	Gulseker	Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

2.2. Denemelerin yürütüldüğü koşulların toprak ve iklim özellikleri

Tarla denemelerinin yürütüldüğü topraklar, Arıklı toprak serisi olup, kireç içeriği (CaCO_3) % 32.5-35.0, kum; % 24-28, silt % 41-43, kilin ise % 30-33 arasında değiştiği ve toprak tekstür sınıfının killi-tın (CL) yapısında olduğu saptanmıştır (Anonim, 2018a).

Araştırmanın yürütüldüğü Haziran-Ekim dönemindeki aylara ait ortalama sıcaklığın 2016 ve 2017 yıllarına ait sırasıyla ortalama sıcaklığın 25.1 °C ve 24.8 °C olduğu, ortalama nispi nemin % 79.0 ve % 79.6 ve toplam yağışın ise 46.2 ve 48.2 kg m⁻² olarak saptanmıştır (Anonim, 2018b). Bu dönemdeki yağışın bitki yetiştiriciliği için yeterli olmaması nedeniyle, bitkinin ihtiyacı olan su, sulama ile karşılanmıştır.

2.3. Tarla denemeleri

Tarla denemeleri, 2016 ve 2017 yıllarında, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Araştırma Alanında, Doğanakent/Adana'da, 4 tekrarlamalı olarak, tesadüf blokları deneme desenine uygun olarak yürütülmüştür. Ekimler, buğday hasadından sonra Haziran

ayının son haftasında yapılmıştır. Ekim öncesi dekara saf olarak 5 azot ve fosfor gelecek şekilde taban gübresi verilmiştir. Her çeşit 70 cm aralıkla, sıra üzeri mesafesi 15 cm olacak şekilde 4 sıra olarak elle ekilmiştir. Her parsel 14 m² (2.8 x 5 m) olarak planlanmıştır. Bitkiler, 40-50 cm'ye ulaştığı dönemde, elle sıra arasına üst gübre olarak dekara 5 kg saf azot gelecek şekilde uygulanmış ve ardından sulanmıştır. Yabancı ot mücadelesi mekanik olarak yapılmıştır. Hasatlar, her çeşit için salkımdaki tanelerin süt-hamur olum döneminde yapılmıştır.

2.4. Silaj yapımı, örneklerin analize hazırlanması ve kimyasal analizler

Bitkiler hasat edildikten sonra yaprak ve salkımları alınan saplar, sıkma makinesinde geçirilip sapların içerisindeki öz suyu alındıktan sonra arta kalan saplardan (posadan) alınan 1 kg posa, yaprak/dal öğütme makinesinde 3-5 cm büyüklüğünde parçalandıktan sonra 1 kg vakumlu poşetlere konulmuş ve vakum aletinde % 100'e yakın havası alındıktan sonra vakumlanmıştır. Silaj örnekleri, 60 gün süresince oda sıcaklığında muhafaza edilmiş ve fermantasyon faaliyetleri

tamamlandıktan sonra silajlar, silaj kalite analizlerinin yapılması için açılmıştır. Açılan silajlarda pH'nın belirlenmesi için belli miktarda örnek alındıktan sonra, 400 g yaş silaj örneği alınmış ve 65 °C'de kurutma dolabında yaklaşık 3-4 gün süre ile kurutulup ağırlığı sabitlenene kadar bekletildikten sonra tartılıp kuru madde oranları belirlenmiştir. Kuru madde oranları belirlendikten sonra, silaj örnekleri öğütüldükten sonra 1-2 mm elek çapına sahip eleklerden geçirilerek kalite analizlerine hazırlanmıştır. Her bir silajda örneği temsil edecek şekilde 25 g silaj örneği alınmış ve alınan örnek karıştırıcıya konularak üzerine 100 ml saf su ilave edilerek manyetik karıştırıcıda 5 d süre ile karıştırılıp homojenize edildikten sonra, karışımdan süzülerek, analiz için 30 ml örnek alınmış ve alınan bu süzütünün pH değeri, Mettler Toledo Seven Compact marka dijital pH metre ile pH değerleri ölçülmüştür (Polan ve ark., 1998). Öğütülen KM örneğinden 3 g numune alınmış ve 550±25 °C sıcaklıkta sabit kütleye ulaşmaya kadar ısıtılarak organik maddeleri uçurulmuştur. Daha sonra arta kalan inorganik maddelerden ibaret bulunan kül miktarı tespit edilmiştir (TS EN ISO 2171, 2010). Elde edilen % değerler KM üzerinden hesaplanarak g kg⁻¹ KM olarak hesaplanmıştır.

Silaj örneklerinde alınan süzüntülerde laktik, asetik, propiyonik ve bütirik asit gibi organik asit analizleri yapılmıştır. Organik asit için 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 dk⁻¹ olarak ayarlanmıştır. Örneklerdeki organik asit konsantrasyonları dış standart yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. 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. Bu eşitlik kullanılarak örneklerdeki organik asit miktarları belirlenmiştir (Lee ve Coates, 2000).

Verilerin istatistiki analizlerinde JMP paket programları kullanılarak, tesadüf blokları deneme desenine göre yıllar birleşik varyans analizine tabi tutulmuş ve önemli çıkan ortalamalar, Tukey çoklu karşılaştırma testine göre gruplandırılmıştır (Yurtsever, 1984).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Kuru madde oranı

Varyans analiz sonuçlarına göre KM oranı bakımından genotiplerin, yılların ve yıl x genotip interaksiyonlarının % 1'e göre önemli oldukları belirlenmiştir. Yıl ve çeşit interaksiyonlarına göre silaj kuru madde oranının % 22.80 ile % 44.39 arasında değiştiği saptanmıştır. En yüksek silaj KM oranı araştırmanın birinci yılında M81-E çeşidinde, en düşük silaj kuru madde oranı ise araştırmanın ikinci yılında Dale çeşidinde elde edilmiştir. Diğer çeşit ve hatların kuru madde oranları ise bu değerler arasında değişmiştir. Çeşitlerin ortalaması, % 27.33-37.86 arasında değişmiş olup, en düşük değer Dale çeşidinde, en yüksek değer ise UNL-Hyb-3 hibrid hattında saptanmıştır. Araştırmanın birinci yılında silaj KM oranı ortalamasının (% 36.23) ikinci yıla (% 29.49) göre daha yüksek olduğu saptanmıştır (Tablo 2). Linn ve Martin (1999) hasadın geciktirilmesi bitkilerin olgunlaşması bitkilerde lif ve lignin içeriğini artırmakta ve buna bağlı olarak KM oranının yüksek çıkmasına neden olmaktadır. Yıllar arasında KM oranı bakımından ortaya çıkan farklılık, Linn ve Martin (1999)'in belirttiği durumdan kaynaklanmış olabilir.

Silaj fermantasyonu ve kalitesi için silaj yapılması istenen materyalin KM oranı önemlidir (McDonald ve ark., 1995; Yücel ve ark., 2021, Yücel ve Akkaya, 2022). Daha düşük KM konsantrasyonunun, fermantasyon süresini uzatmasının yanı sıra, atık maddeler, solunum kayıpları ve aerobik stabiliteyi artırdığı birçok çalışmada saptanmıştır (McDonald ve ark., 1991; Muck ve ark., 2003). Chen ve ark. (2019) silajın KM içeriğinin silaj işlemi boyunca tutarlı bir şekilde azalma eğiliminde olmakta, çünkü silajın kolayca parçalanabilen bileşenleri, silaj fermantasyonu sırasında mikroorganizmalar tarafından silaj asitlerine, etanole ve karbondioksit

parçalanmaktadır. McDonald ve ark. (1991) tarafından silo içinde yeterli fermantasyonu sağlamak için yemlerin ideal KM içeriğinin 300 g ila 350 g kg⁻¹ aralığında olması gerektiği önerilmektedir. Kuru madde içeriği silolama sırasında fermantasyonu ve dolayısıyla üretilen silajın kalitesini etkileyen önemli bir faktördür; aynı zamanda KM alımında da pozitif olarak ilişkilidir. Chakravarthi ve ark. (2017) tatlı sorgumda kuru madde içeriğinin % 11.82 ile 38.19 arasında değiştiğini ve ortalamasının ise % 26.30 olduğunu

bildirmişlerdir. Lema ve ark. (2000) tatlı sorgum çeşitleri ile yapılan silajlarda; genotiplere göre değişmekle birlikte KM oranının % 31.1-37.1 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Genotiplerin genetik yapılarının farklılığından dolayı kuru madde oranlarının değiştiği görülmektedir. Kuru madde oranındaki farklılıkların, genotiplerin ve yetiştirilme koşullarının farklı olmasının yanı sıra hasat dönemindeki bitkinin olgunlaşma dönemi ile ilikli olabilmektedir.

Tablo 2. Tatlı sorgum posası silajlarının KM oranı, ham kül ve pH ortalamaları ve varyans analiz sonuçları

Genotipler	Kuru Madde Oranı (%)			pH			Ham Kül (g kg ⁻¹ KM)		
	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.
Cowley	38.16 a-g+	25.16 op	31.66 c-g	3.115	3.090	3.103	70.5 a-e+	53.6 a-g	62.0 abc
Dale	31.86 g-n	22.80 p	27.33 h	3.083	2.958	3.020	71.6 a-d	54.6 a-g	63.1 ab
Grass1	33.08 f-n	27.54 nop	30.31 e-h	3.103	2.973	3.038	41.4 d-g	32.7 g	37.0 e
M81-E	44.39 a	29.56 l-o	36.97 ab	3.123	3.155	3.139	64.1 a-f	52.4 a-g	58.3 a-d
Mennonita	28.69 m-p	29.66 l-o	29.17 fgh	3.163	3.083	3.123	75.0 ab	44.1 c-g	59.6 a-d
N. Sugarcane	36.21 c-k	32.39 f-n	34.30 a-e	3.165	3.080	3.123	67.5 a-f	38.8 f-g	53.2 a-e
P1579753	36.03 c-k	31.82 h-n	33.92 a-e	3.135	3.000	3.068	55.8 a-g	41.7 d-g	48.8 a-e
Ramada	38.51 a-f	30.86 l-o	34.69 a-d	3.120	3.118	3.119	66.1 a-f	54.4 a-g	60.3 a-d
Roma	42.00 abc	28.57 m-p	35.28 abc	3.188	3.155	3.171	69.2 a-f	56.5 a-g	62.8 ab
Rox Orange	29.97 k-o	34.13 e-m	32.05 c-g	3.188	3.040	3.114	53.3 a-g	41.1 efg	47.2 a-e
Smith	39.45 a-e	34.12 e-m	36.79 ab	3.123	3.120	3.121	44.9 b-g	42.4 c-g	43.7 b-e
Sugar Drip	41.01 a-d	28.19 m-p	34.60 a-d	3.148	2.985	3.066	72.2 abc	59.0 a-g	65.6 a
Theis	35.11 d-l	28.00 m-p	31.56 c-g	3.033	3.078	3.055	51.2 a-g	44.4 c-g	47.8 a-e
Topper 76	36.50 c-i	27.45 nop	31.97 c-g	3.085	3.140	3.113	45.3 b-g	56.9 a-g	51.1 a-e
Tracy	34.10 e-m	31.13 l-o	32.61 c-f	3.155	3.095	3.125	44.6 c-g	41.5 d-g	43.1 cde
UNL-Hyb-3	43.70 ab	32.02 g-n	37.86 a	3.135	3.195	3.165	54.1 a-g	41.5 d-g	47.8 a-e
Williams	37.44 b-h	30.16 j-o	33.80 b-e	3.093	3.030	3.061	50.8 a-g	39.1 fg	44.9 b-e
No2	35.27 d-l	33.96 e-m	34.62 a-d	3.193	3.085	3.139	44.3 c-g	39.0 fg	41.6 de
No91	35.58 d-l	26.99 nop	31.28 c-h	3.058	3.050	3.054	54.6 a-g	50.8 a-g	52.7 a-e
No5	36.39 c-j	25.37 op	30.88 d-h	3.108	3.575	3.341	43.8 c-g	49.8 a-g	46.8 a-e
Gulşeker	27.46 nop	29.33 l-o	28.40 gh	3.043	2.995	3.019	78.0 a	43.9 c-g	60.9 a-d
Ortalama	36.23 A¹	29.49 A¹		3.121	3.095		58.0 A¹	46.6 B	
DK (%)	6.76			5.53			20.47		
F Çeşit	**			Ö.D			**		
F Yıl	**			Ö.D			**		
F Ç xY int.	**			Ö.D			**		

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

3.2.Ham kül

Ham kül (HK) değeri bakımından genotipler, yıllar ve yıl x genotip interaksiyonları % 1'e göre önemli bulunmuştur. Yıl x genotip interaksiyonuna göre HK değerlerinin 32.7 ile 78.0 g kg⁻¹ KM arasında değiştiği saptanmıştır. En yüksek HK değeri araştırmanın birinci yılında Gülşeker

çeşidinden, en düşük HK değeri ise ikinci yılında Grass1 çeşidinde elde edilmiştir. Çalışmanın birinci yılında HK ortalamasının (58.0 g kg⁻¹ KM) ikinci yıla (46.6 g kg⁻¹ KM) göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Araştırmanın birinci yılı KM oranlarına paralel olarak HK içerikleri de yüksek bulunmuştur (Tablo 2). McDonald ve ark. (1995) ham kül oranın, yem bitkilerinin toplam mineral

içeriğini gösterdiğini ve bu değer % 8.5'i geçmemesi gerektiğini ifade etmektedirler. Kül, tatlı sorgum yapraklarının temel bileşenlerinden biridir. Emmanuel ve ark. (2022) kül içeriğindeki artışa bağlı olarak yemlerin de makro ve mikro mineral elementlerin (Ca, Mg, K, Na, P ve S) konsantrasyon seviyelerini iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Sıkılan tatlı sorgum posası ile yapılan silajların toplam kül içeriği % 5.62-6.76 arasında (Kumari ve ark., 2013), % 7.3-9.8 arasında (Mahmood ve ark., 2013) ve % 9.25 olarak (Venkata Seshaiyah ve ark., 2012) saptanmıştır. Yücel ve ark. (2021) GAP koşullarında aynı materyallerle yürütmüş oldukları çalışmada ham kül içeriğinin 44.86-70.13 g kg⁻¹ KM arasında değiştiğini bildirmektedirler. Ayrıca tatlı sorgum bitkisi ile yapılan silajların HK içerikleri % 6.15 ile 13.08 arasında (Chakravarthi ve ark., 2017); % 7.05-8.19 arasında (Olusola ve ark., 2022) ve 60.7 g kg⁻¹ KM olarak (Rodrigues ve ark., 2020) saptanmıştır. Önceki çalışmalarda HK içerikleri ile yürütülen çalışmalarda; sıkılan saplarla yapılan çalışma sonuçlarının bulgularımıza benzerlik gösterdiği, sıkılmayan veya tüm bitki ile yapılan silajların HK içeriklerinin bulgularımıza göre biraz daha yüksek olduğu görülmektedir. Li ve ark. (2021) tatlı sorgumun farklı kısımlarının kimyasal bileşimleri salkım, yaprak ve sapların sırasıyla KM bazında HK içerikleri % 4.35, % 9.04 ve % 5.27 olarak belirlemişlerdir. Lema ve ark. (2000) tatlı sorgum çeşitleri ile yapılan silajlarda; kuru maddede ham kül oranının % 2.5-4.9 aralığında olduğunu bildirmişlerdir. Diğer taraftan, Kökten ve ark. (2018) farklı sorgum türlerinin ot kalitelerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, sorgum otlarının ham kül içeriklerinin % 6.11-9.79 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

3.3. pH

Uygulanan varyans analizler sonucunda pH bakımından genotipler ve yıllar arasında istatistik olarak önemli farklar saptanmamıştır. İki yılı birleştirilmiş çeşit ortalamasına göre pH 3.019 ile 3.341 arasında değişmiş, olup en düşük değer Gülşeker çeşidinde, en yüksek değer ise No5

genotipinde elde edildiği saptanmıştır. Silajın pH'sı için KM oranı önemlidir. İdeal bir silaj pH seviyesi ve laktik asit içeriği için taze bitkinin KM'de 125.4 g kg⁻¹ suda çözünür karbonhidratın gerekli olduğu bildirilmektedir (Rodrigues ve ark., 2020). Düşük KM konsantrasyonunda, fermantasyon süresi uzatılmasının yanı sıra, atık maddeler, solunum kayıplarının aerobik stabiliteyi artırdığı bildirilmektedir (McDonald ve ark., 1991; Muck ve ark., 2003). Ayrıca hasat zamanının gecikmesi durumunda pH artmaktadır (Yücel ve ark., 2018). Clostridia tarafından üretilen bütirik asit, pH'da bir artışa neden olmakta, KM ve enerji içeriğinde sırasıyla % 50 ve % 20'ye kadar önemli kayıplara ulaşabilir (Bolsen, 1995). Dong ve ark. (2020) tatlı sorgum posasının pH'sını 5.14 olduğunu bildirmektedirler. Yücel ve ark. (2021) GAP koşullarında aynı materyallerle yürütmüş oldukları çalışmada iki yıllık ortalamalara göre genotiplerin pH değerlerinin 3.20-3.83 arasında değiştiğini bildirmektedirler. Kraut ve ark. (2016) silaj fermantasyonunun tamamen mikrobiyal tabanlı bir fermantasyon faaliyeti olduğu bildirilmektedir. Yemlik sorgum silajının, mısır silajı ile benzer fermente olduğu ve pH'nın 4'ün altında olduğu bildirilmektedir (Filya, 2003; Contreras-Govea ve ark., 2010). Cattani ve ark. (2017) mısır ve sorgum silajını karşılaştırdıkları araştırmada, mısır ve sorgumun pH değerlerinin sırasıyla 3.68-4.08 arasında değiştiğini saptamışlardır. Junior ve ark. (2015) sorgum silajının pH değerinin 3.60-3.68 arasında değiştiğini bildirmektedirler. Rodrigues ve ark. (2020) Brezilya koşullarında farklı sorgum çeşitleri ile yapmış oldukları silajların pH değerini 3.81 olarak saptamışlardır. Kaya ve Polat (2010) pH 3.7-4.2 aralığında olan silajları iyi kalitede silaj olarak sınıflandırmışlardır. Kaplan ve ark. (2017) bazı sorgum genotiplerinin silajının pH değerlerinin 3.92-4.25 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmacıların elde ettiği sonuçlar, araştırmadan elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

3.4.Organik asitler

3.4.1.Laktik asit

Uygulanan varyans analize göre laktik asit (LA) bakımından genotipler, yıllar ve yıl x genotip interaksyonları arasında $P \leq 0.01$ düzeyinde istatistikî olarak önemli farklılık saptanmıştır (Tablo 3). Yıl x çeşit interaksyonu ortalamalarına göre LA değerlerinin 18.69 ile 63.94 g kg⁻¹ KM arasında değiştiği saptanmıştır. En yüksek LA değeri araştırmanın ikinci yılında M81-E çeşidinde, en düşük LA değeri ise yine ikinci yılda No2 hattında elde edilmiştir. Diğer genotiplerin LA ortalamaları ise bu değerler arasında değişmiştir. Çeşitlerin ortalamasına göre LA değerleri 21.80 ile 46.44 g kg⁻¹ KM arasında değişmiş olup, en düşük değer UNL-Hyb-3 hattında ve en yüksek değer ise Dale çeşidinde saptanmıştır. Araştırmanın birinci yılı LA ortalaması (32.88 g kg⁻¹ KM), ikinci yıla (38.90 g kg⁻¹ KM) göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Çalışmanın ikinci yılında elde edilen LA değerinin yüksek olması, aynı yılda saptanan KM oranının düşük olması ile ilişki olduğu sanılmaktadır. Benzer bulgular Yücel ve ark. (2021) tarafından da bildirilmektedir. Kaliteli bir silajda laktik asit oranının % 2.00'nin üstünde olması beklenirken, AA içeriğinin % 0.80'in üzerine çıkmaması beklenmektedir (Alçiçek ve Özkan, 1997). Laktik asidin, silolama sırasında üretilen en çok arzu edilen metabolit olduğu yaygın olarak kabul edilmektedir, çünkü istenmeyen fermantasyonu azaltan pH düşüşüne neden olmaktadır (McDonald ve ark., 1991). Laktik asit, en güçlü organik asit olduğundan silajın en çok arzu edilen fermantasyon ürünüdür. Dolayısıyla bu organik asit, silolama işlemi boyunca besin maddelerinin yüksek düzeyde korunmasıyla ilişkilidir (Rodrigues ve ark., 2020). Silajda materyalin fazla nem içermesi, laktik asit üreten bakterilerin hızlı yerleşmesini ve böylece klostridial lehine, pH'nın hızlı bir şekilde gerekli düşüşü geciktirdiği ve silodaki sızıntıyı artırdığı bildirilmektedir (Gordon ve ark., 1999). Silaj pH değeri 4.0'den düşük olduğunda, son ürünün nihai kalitesini belirleyen istenmeyen mikroorganizmaların büyümesini engelleyen LA fermantasyonu

varlığını gösterdiği bildirilmektedir (Ferreira ve ark., 2011). Durul (2016) tatlı sorgum silajının LA içeriğini % 1.09-2.79 aralığında olduğunu bildirmektedir. Rodrigues ve ark. (2020) Brezilya koşullarında farklı sorgum çeşitleri ile yapmış oldukları silajların, laktik asit içeriğinin 76.6 g kg⁻¹ KM olarak saptamışlardır. Kaplan (2013) sorgum silajında laktik asit içeriğinin 19.0 ile 44.4 g kg⁻¹ KM arasında değişmekte olduğunu bildirmektedir. Yücel ve ark. (2021) GAP koşullarında aynı materyallerle yürütmüş oldukları çalışmada laktik asit değerlerinin 22.42-53.45 g kg⁻¹ KM arasında değiştiğini bildirmektedirler. Kaplan ve ark. (2017) farklı sorgum genotiplerinde laktik asit değerlerinin % 1.657-4.914 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada sorgum silajında laktik asit içeriğinin 49.0 g kg⁻¹ KM olduğu bildirilmektedir (Wu-tai ve ark., 2002). Ayrıca iyi kalitede verim alabilmek için silajların LA içeriğinin KM bazında 20 g kg⁻¹'dan büyük olması önerilmektedir (Kaya ve Polat, 2010).

3.4.2.Asetik asit

Uygulanan Varyans analizlere göre asetik asit (AA) bakımından yıllar ve yıl x çeşit interaksyonu $P \leq 0.01$ düzeyinde istatistikî olarak önemli bulunmuştur (Tablo 3). Yıl x genotip interaksyonlarına göre AA ortalamalarının genotiplere göre 2.599 ile 15.703 g kg⁻¹ KM arasında olduğu belirlenmiştir. En yüksek AA değeri birinci yılda No5 hattında, en düşük AA değeri ise yine birinci yılda Smith çeşidinde elde edilmiştir. Çeşit ortalaması 4.753 ile 11.565 g kg⁻¹ KM arasında değişmiş olup, en düşük değer P1579753 çeşidinde, en yüksek değer ise No5 genotipinde saptanmıştır. Araştırmanın birinci yılında AA ortalamasının (5.848 g kg⁻¹ KM) ikinci yıla (8.085 g kg⁻¹ KM) göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Asetik asit, laktik asitten sonra silajda konsantrasyonun ikinci düzeyde bulunmaktadır. Durul (2016) tatlı sorgum silajının AA değerinin % 0.09-0.21 arasında değiştiğini bildirmektedir. Kaplan ve ark. (2017) farklı sorgum genotiplerinde AA değerlerinin % 0.057-1.778 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Rodrigues ve ark.

(2020) Brezilya koşullarında farklı sorgum çeşitleri ile yapmış oldukları silajların, AA içeriğini 24.4 g kg⁻¹ KM olarak saptamışlardır. Yücel ve ark. (2021) GAP koşullarında aynı

materyallerle yürütmüş oldukları çalışmada iki yıllık ortalamalara göre genotiplerin asetik asit değerlerinin 5.54-15.78 g kg⁻¹ KM arasında değiştiğini bildirmektedirler.

Tablo 3. Tatlı sorgum posası silajlarının laktik ve asetik asit değerlerine ilişkin ortalama değerler ve varyans analiz sonuçları

Genotip No	Laktik Asit (g kg ⁻¹ KM)			Asetik Asit (g kg ⁻¹ KM)		
	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.
Cowley	39.30 abc+	34.11 abc	36.71 ab	8.638 ab	5.969 ab	7.304
Dale	40.56 abc	52.31 abc	46.44 a	3.836 ab	9.930 ab	6.883
Grass1	37.78 abc	30.33 abc	34.05 ab	4.342 ab	5.813 ab	5.078
M81-E	21.86 bc	63.94 a	42.90 ab	3.801 ab	10.907 ab	7.354
Mennonita	21.26 bc	49.91 abc	35.58 ab	7.931 ab	10.049 ab	8.990
N. Sugarcane	43.73 abc	43.23 abc	43.48 ab	4.204 ab	12.271 ab	8.238
P1579753	37.40 abc	31.03 abc	34.22 ab	4.650 ab	4.855 ab	4.753
Ramada	19.16 c	45.63 abc	32.40 ab	5.184 ab	9.154 ab	7.169
Roma	32.59 abc	30.19 abc	31.39 ab	3.171 ab	6.922 ab	5.047
Rox Orange	19.58 c	36.16 abc	27.87 ab	8.375 ab	5.644 ab	7.010
Smith	25.51 bc	54.62 ab	40.06 ab	2.599 b	12.788 ab	7.694
Sugar Drip	27.37 bc	40.52 abc	33.94 ab	3.584 ab	9.574 ab	6.579
Theis	32.50 abc	40.83 abc	36.67 ab	7.655 ab	6.598 ab	7.126
Topper 76	27.879 bc	46.61 abc	37.24 ab	3.651 ab	8.055 ab	5.853
Tracy	47.60 abc	35.14 abc	41.37 ab	5.371 ab	12.602 ab	8.987
UNL-Hyb-3	20.64 bc	22.96 bc	21.80 b	4.706 ab	5.718 ab	5.212
Williams	38.00 abc	41.80 abc	39.90 ab	5.225 ab	5.530 ab	5.378
No2	45.024 abc	18.69 c	31.86 ab	10.828 ab	6.315 ab	8.572
No91	22.47 bc	44.71 abc	33.58 ab	4.465 ab	7.615 ab	6.040
No5	37.83 abc	29.66 abc	33.75 ab	15.703 a	7.426 ab	11.565
Gulseker	52.53 abc	24.50 bc	38.52 ab	4.897 ab	6.059 ab	5.478
Ortalama	32.88 B	38.90 A¹		5.848 B	8.085 A	
DK (%)	28.89			55.6		
F Çeşit	**			ÖD		
F Yıl	**			**		
F Ç x Y int.	**			**		

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

3.4.3. Propiyonik asit

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre propiyonik asit (PA) bakımından genotipler arasında P≤0.01 seviyesinde istatistikî olarak önemli farklılık saptanmıştır (Tablo 4). Yıl x çeşit interaksyonlarına göre PA değerlerinin genotiplere göre 0.0 ile 3.646 g kg⁻¹ KM arasında değiştiği saptanmıştır. Diğer genotiplerin PA ortalamaları ise bu değerler arasında değişmiştir. Çeşit ortalamasına göre PA içeriklerinin ise 0.00 ile 2.596 g kg⁻¹ KM arasında değiştiği saptanmıştır. Araştırmanın birinci yılında Topper 76 ve No91; araştırmanın her iki yılında da Theis çeşidinde propiyonik asit üretimine rastlanılmamıştır. Diğer taraftan, No2, Rox Orange ve Sugar Drip

çeşitlerinde daha yüksek değerler elde edildiği saptanmıştır. Araştırmanın birinci yılı PA ortalaması (1.250 g kg⁻¹ KM), ikinci yıla (1.428 g kg⁻¹ KM) göre daha düşük bulunmuştur. Kaplan ve ark. (2017) farklı sorgum genotiplerinde PA değerlerini % 0.000-0.247 arasında tespit etmişlerdir. Rodrigues ve ark. (2020) Brezilya koşullarında farklı sorgum çeşitleri ile yapmış oldukları silajların propiyonik asit içeriğini 0.2 g kg⁻¹ KM olarak saptamışlardır. Yücel ve ark. (2021) GAP koşullarında yürütmüş oldukları çalışmada genotiplerin iki yıllık ortalamalarına göre propiyonik asit değerlerinin 0.173-1.751 g kg⁻¹ KM aralığında yer aldığını bildirmişlerdir. Sorgum silajında PA içeriğinin

2.5 g kg⁻¹ KM olduğu bildirilmektedir (Wu-tai ve ark., 2002). Silaj fermantasyonunun son ürünlerinden olan asetik, bütirik ve propiyonik asit gibi kısa zincirli uçucu yağ asitleri

silajlardaki maya ve küf gelişimini engelleyerek aerobik bozulmayı önlemektedirler (McDonald ve ark., 1991).

Tablo 4. Tatlı sorgum posası silajlarının propiyonik ve bütirik asit değerlerine ilişkin ortalama değerler ve varyans analiz sonuçları

Genotip No	Propiyonik Asit (g kg ⁻¹ KM)			Bütirik Asit (g kg ⁻¹ KM)		
	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.
Cowley	1.623 a-d+	1.008 a-d	1.315 a-d	0.459	0.459	0.459 def
Dale	1.367 a-d	1.558 a-d	1.462 a-d	0.735	0.669	0.702 bcd
Grass1	1.312 a-d	1.140 a-d	1.226 a-d	0.206	0.233	0.219 def
M81-E	0.020 d	1.872 a-d	0.946 a-d	0.176	0.196	0.186 ef
Mennonita	0.580 bcd	3.108 abc	1.844 abc	1.301	1.067	1.184 ab
N. Sugarcane	2.127 a-d	1.611 a-d	1.869 abc	1.127	1.027	1.077 ab
P1579753	2.031 a-d	1.594 a-d	1.813 abc	0.709	0.601	0.655 cde
Ramada	0.296 d	1.288 a-d	0.792 bcd	0.286	0.286	0.286 def
Roma	0.850 bcd	2.065 a-d	1.457 a-d	0.537	0.637	0.587 c-f
Rox Orange	1.090 a-d	3.646 a	2.368 ab	1.647	1.380	1.513 a
Smith	1.950 a-d	1.276 a-d	1.613 a-d	0.379	0.165	0.272 def
Sugar Drip	2.472 a-d	1.761 a-d	2.117 ab	0.155	0.155	0.155 f
Theis	0.00 d	0.00 d	0.000 d	0.368	0.217	0.293 def
Topper 76	0.00 d	0.522 cd	0.261 cd	0.535	0.498	0.517 def
Tracy	2.083 a-d	1.533 a-d	1.808 abc	0.219	0.226	0.223 def
UNL-Hyb-3	0.380 a-d	1.434 a-d	0.907 a-d	0.536	0.636	0.586 c-f
Williams	2.372 a-d	1.383 a-d	1.878 abc	0.458	0.192	0.325 def
No2	3.187 a-d	2.006 a-d	2.596 a	0.841	0.531	0.686 bcd
No91	0.000 d	0.008 d	0.000 d	0.446	0.420	0.433 def
No5	0.683 bcd	0.670 bcd	0.677 bcd	0.261	0.261	0.261 def
Gulseker	1.824 a-d	0.508 cd	1.166 a-d	0.452	0.630	0.541def
Ortalama	1.250	1.428		0.563	0.429	
DK (%)	59.89			44.10		
F çeşit	*			**		
F yıl	ÖD			ÖD		
F ÇxY int.	**			ÖD		

+) 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.

3.4.4. Bütirik asit

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre bütirik asit (BA) bakımından sadece genotipler arasında P≤0.01 seviyesinde istatistikî olarak önemli farklılık bulunmuştur (Tablo 4). Birleşik yıl ortalamalarına göre BA değerlerinin 0.155 ile 1.647 g kg⁻¹ KM arasında değiştiği saptanmıştır. En yüksek BA değeri araştırmanın birinci yılında Rox Orange çeşidinde, en düşük BA değeri ise her iki yılda da Sugar Drip çeşidinde saptanmıştır. Çeşit ve hatların ortalaması 0.155 ile 1.513 g kg⁻¹ KM arasında değişmiş olup, en düşük değer Sugar

Drip çeşidinde, en yüksek değer ise Rox Orange çeşidinde saptanmıştır. Kaplan ve ark. (2017) farklı sorgum genotiplerinde BA değerlerinin % 0.000-0.002 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Yücel ve ark. (2021) GAP koşullarında aynı materyallerle yürütmüş oldukları çalışmada iki yıllık ortalamalara göre genotiplerin bütirik asit değerlerinin 0.200-1.942 g kg⁻¹ KM arasında değiştiğini bildirmektedirler. Kaplan (2013) Diyarbakır koşullarında tüm bitki ile yapılan silajların bütirik asit içeriklerini 2.14 ile 4.48 g kg⁻¹ KM aralığında olduğunu saptamıştır.

Fermentasyon iyi gerçekleşmiş kaliteli bir silaj yeminde, bütirik asidin oluşması istenmemesine rağmen, genellikle % 0.1-0.7 aralığında olmasının normal sayılabileceği bildirilmektedir (Woolford, 1984; Weinberg ve Ashbell, 2003). Kung ve ark. (2018) genellikle KM'nin % 1 ila % 3'ü arasında değişirken, iyi fermente edilmiş silajlarda bulunması istenmemektedir.

4.Sonuçlar

Çukurova ikinci ürün koşullarında tatlı sorgum çeşit ve hatları ile yürütülen iki yıllık araştırmada, özsuyu alınmış saplarla (posa) yapılan silajların fermentasyon özellikleri belirlenmiştir. Sonuç olarak, Akdeniz iklimine sahip ekolojilerde ikinci ürün olarak tarımı yapılan sorgumun, özsuyu alınan saplarla (posa) yapılan silajların önemli fermentasyon özellikleri bakımından kaba yem olarak değerlendirilebilecek yem özelliklerine sahip olduğu ve önemli bir kaba yem kaynağı olabileceği kanısına varılmıştır. Bu konularla ilgili daha fazla çalışmaların yapılarak, sorgumun ülkemizdeki ekim alanlarının artırılarak kaba yem açığının kapatılmalıdır.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Finansman

Proje kapsamında değerlendirilen materyal, TÜBİTAK tarafından desteklenen 114O945 nolu projeden sağlanmıştır. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Alçıçek, A., Özkan, K., 1997. Silo yemlerinde fiziksel ve kimyasal yöntemlerle silaj kalitesinin saptanması. *Türkiye I. Silaj Kongresi*, Kongre Bildiriler Kitabı, 16-19 Eylül, Bursa, s. 241-246.

Anonim, 2018a. Deneme alanlarının 2016 ve 2017 yılları toprak analiz sonuçları.

Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Besleme ve Toprak Bölümü Laboratuvar Analiz Sonuçları. Adana.

Anonim, 2018b. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Adana İl Müdürlüğü, 2016, 2017 Meteorolojik Veriler. (<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ADANA>), (Erişim Tarihi: 12.04.2018).

Baloch, F.M., Altaf, M.T., Liaqat, W., Bedir, M., Nadeem, M.A., Cömertpay, G., Çoban, N., Habyarimana, E., Barutçular, C., Cerit, I., Ludidi, N., Karaköy, T., Aasim, M., Chung, Y.S., Nawaz, M.A., Hatipoğlu, R., Kökten, K., Sun, H.J., 2023. Recent advancements in the breeding of sorghum crop: current status and future strategies for marker-assisted breeding. *Frontiers in Genetics*, 14:1150616.

Bolsen, K.K., 1995. Silage: Basic principles. In: Barnes, R.F., Miller, D.A. and Nelson, C.J. (Eds.), Forage Vol. II, The science of grassland agriculture, 5th ed. Iowa State University Press, Ames, IA, pp. 163-176

Capstaff, N.M., Miller, A.J., 2018. Improving the yield and nutritional quality of forage crops. *Frontiers in Plant Science*, 9: 1-18.

Cattani, M., Guzzo, N., Mantovani, R., Bailoni, L., 2017. Effects of total replacement of corn silage with sorghum silage on milk yield, composition, and quality. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 8:15.

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.

- Chen, L., Dong, Z., Li, J., Shao, T., 2019. Ensiling characteristics, in vitro rumen fermentation, microbial communities and aerobic stability of low-dry matter silages produced with sweet sorghum and alfalfa mixtures. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(5): 2140-2151.
- Contreras-Govea, F.E., Marsalis, M.A., Lauriault, L.M., Bean, B.W., 2010. Forage sorghum nutritive value: A review. *Forage & Grazinglands*, 8(1): 1-6.
- Cruz, S.S.D., Andreotti, M., Pascoaloto, I.M., Lima, G.C.D., Soares, C.D.A., 2020. Production in forage sorghum intercropped with grasses and pigeon pea at crop cutting. *Revista Ciência Agronômica*, 51(2): e20165389.
- Dok, M., Çelik A.E., Aksoy, M., Yücel, C. 2021. Çukurova koşullarında yetiştirilen tatlı sorgum posasından elde edilen peletlerin yanma özelliklerinin belirlenmesi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi* 5(4): 820-832, 2021, 12.12. 2021
- 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. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Emmanuel, S.A., Ibrahim, H.D., Mika, S.R., Alabi, F.M., Olajide, O.O., Sallau, A.A., Adedirin, O., Fadeyi A.E., Akiode S.O., Danlami, U., Orishadipe, A.T., 2022. Nutritional analysis of sweet sorghum stalk as main excipient of compounded dairy and beef cattle feed. *Natural Products Chemistry & Research*, 10(1): 1-4.
- 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, İ., 2003. The effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. *Journal of Dairy Science*, 86(11): 3575-3581.
- Getachew, G., Putnam, D.H., Ben, C.M., De, Peters, E.J., De, De Ben, C.M., De Peters, E.J., 2016. Potential of sorghum as an alternative to corn forage. *American Journal of Plant Sciences*, 07: 1106-1121.
- Gleadow, R.M., Ottman, M.J., Kimball, B.A., Wall, G.W., Pinter, P.J., LaMorte, R.L., Leavitt, S.W., 2016. Drought-induced changes in nitrogen partitioning between cyanide and nitrate in leaves and stems of sorghum grown at elevated CO₂ are age dependent. *Field Crops Research*, 185: 97-102.
- 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.
- Harper, M.T., Oh, J., Giallongo, F., Lopes, J. C., Roth, G.W., Hristov, A.N., 2017. Using brown midrib 6 dwarf forage sorghum silage and fall-grown oat silage in lactating dairy cow rations. *Journal of Dairy Science*, 100: 5250-5265.
- 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 Agropecuária Brasileira*, Brasília, 50(12): 1201-7.
- Kaplan, M., 2013. The effect of variety on the chemical composition and ensiling characteristics of sorghum plant. *KSU Journal of Agriculture and Nature*, 16(2): 34-38.

- Kaplan, M., Arslan, M., Kale, H., Kara, K., Kökten, K., 2017. GT biplot analysis for silage potential, nutritive value, gas and methane production of stay-green grain sorghum shoots. *Ciencia e Investigacion Agraria*, 44(3): 230-238.
- Kaya, Ö., Polat, C., 2010. Tekirdağ ili koşullarında I. ve II. ürün olarak yetiştirilen bazı mısır çeşitlerinin silaj fermentasyon özellikleri ve yem değerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(3): 129-136.
- Kökten, K., Özmen, S., Kaplan, M., 2018. Determination of herbaceous quality features of some sorghum species in Bingöl conditions. *EJONS 5. International Congress on Mathematics, Engineering, Natural and Medical Sciences*, Conference Proceedings Book, 22-25 November, Gaziantep, pp.129-137.
- Kraut, C.J., Tripathi, V., Chen, Y., Gatica, J., Volchinski, V., Sela, S., Weinberg, Z., 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.
- Kung, J.L., Shaver, R.D., Grant, R.J., Schmidt, R.J., 2018. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*, 101(5): 4020-4033.
- Kung, L., Shaver, R., 2001. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. *Focus on Forage*, 3(13): 1-5.
- Lee, H.S., Coates, G.A., 2000. Quantitative study of free sugars and myoinositol in citrus juices by HPLC and literature compilation. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 14: 2123-2141.
- Lema, M., Felix, A., Salako, S., Bishnoi, U., 2000. Nutrient content and in vitro dry matter digestibility of silages made from various grain sorghum and sweet sorghum cultivars, *Journal of Sustainable Agriculture*, 17(1): 55-70.
- Li, H., Han, X., Liu, H., Hao, J., Jiang, W., Li, S., 2021. Silage Fermentation on sweet sorghum whole plant for fen-flavor Baijiu. *Foods*, 10: 1477.
- Linn, J.G., Martin, N.P., 1999. Forage Quality Tests and Interpretation (Revised 1989). University of Minnesota.
- 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.
- McDonald, P.J., Henderson, A.R., Heron, S.J. E., 1991. The biochemistry of Silage (2nd ed.), Edinburgh, UK. Mallow Chalcombe Publications.
- 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. In: Buxton, D.R., Muck, R.E., Harrison, J.H. (Eds.), Silage Science and Technology. Agron. Monogr. 42. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, pp. 251-304.
- Miron, J., Solomon, R., Adin, G., Nir, U., Nikbachat, M., Yosef, E., Ben-Ghedalia, D., 2006. Effects of harvest stage and re-growth on yield, composition, ensilage and in vitro digestibility of new forage sorghum varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 140-147.
- 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.

- 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. *Research Opinions in Animal and Veterinary Sciences*, 4(6): 343-352.
- Neves, A.L.A., Santos, R.D., Pereira, L.G.R., Oliveira, G.F., Scherer, C.B., Verneque, R.S., McAllister, T., 2015. Agronomic characteristics, silage quality, intake and digestibility of five new Brazilian sorghum cultivars. *Journal of Agricultural Science*, 153: 371-380.
- Oliveira, N.C., Costa, K.A.P., Rodrigues, L. G., Silva, A.C.G., Costa, J.V.C.P., Silva, S.Á.A., Assis, L.F.A., Oliveira, S.M.P., Vieira, M.L., 2021. Fermentation characteristics and nutritive value of sweet sorghum silage with *Paiaguas palisadegrass* and *Ippora grass*. *Semina: Ciências Agrárias*, 42(3): 1923-1940.
- Olusola, F.O., Oluwatosin, O.B., Adebawale, F.N., 2022. Nutritional potentialities of sweet sorghum plant parts in ruminant production system. *Archiva Zootechnica*, 25(1): 5-23.
- Pedersen, J.F., Fritz, J.O., 2000. Forages and fodder In: C. W. Smith and R. A. Frederiksen (eds), *Sorghum: Origin, History, Technology, and Production*, 824.
- 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.
- Rodrigues, P.H.M., Pinedo, L.A., Meyer, P.M., da Silva, T.H., Guimarães, I.C.D. S.B. 2020. Sorghum silage quality as determined by chemical–nutritional factors. *Grass and Forage Science*, 75(4): 462-473.
- 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.
- TS EN ISO 2171, 2010. Tahıllar, baklagiller ve yan ürünleri - Yakılarak kül muhtevasının tayini. 21 sayfa.
- 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 murrah buffalo bulls. *Journal of Veterinary Advances*, 2(8): 418-423.
- Ward, R.T., 2000. Fermentation analysis: use and interpretation. In Tri-State Dairy Nutrition Conference.
- Weinberg, Z.G., Ashbell, G., 2003. Engineering aspects of ensiling. *Biochemical Engineering Journal*, 13: 181-188.
- Woolford, M.K., 1984. The silage fermentation. Grassland Research Inst, Hurley, England, p. 350.
- 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.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Genel Yayın No: 56, Ankara.
- Yucel, C., İnal, İ., Yucel, D., Hatipoğlu, R., 2018. Effects of mixture ratio and cutting time on forage yield and silage quality of intercropped berseem clover and Italian ryegrass *Legume Research*, 41(5): 1-8.
- Yucel, C., 2020. Evaluation of Sweet Sorghum Biomass as an Alternative Livestock Feed. *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research*, 4(1): 10-20.

- Yucel, C., Erkan, M.E., 2020. Evaluation of forage yield and silage quality of sweet sorghum in the eastern mediterranean region. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 20(4): 923-930.
- Yucel, C., Hatipoglu, R., Bilgin, F.D., İnal, İ., 2023. Bagasse yield and quality traits of silage made from juice extracted sweet sorghum stalks. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 35(4): 379-387.
- Yucel, C., Yucel, D., Hatipoglu, R., Dweikat, İ., 2022. Research on the potential of some sweet sorghum genotypes as bioethanol source under Mediterranean conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 46: 141-151.
- Yücel, C., Akkaya, M.R., 2022. Mısırın soya ile farklı karışım oranları ve biçim dönemlerinde yapılan silajların fermantasyon özelliklerinin saptanması. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 6(4): 730-742.
- Yücel, C., Öktem, A., Gedük, Ş.A., 2021. GAP koşullarında yetiştirilen tatlı sorgumun posası ile yapılan silajın bazı fermantasyon özellikleri. *MAS Journal of Applied Sciences*, 6(4): 1064-1076.

Atıf Şekli

Yücel, C., Şener Gedük, A., Yücel, D., 2024. Tatlı Sorgum Posası ile Yapılan Silajların Önemli Fermantasyon Özellikleri. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 8(1): 1-14.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10748591>.

To Cite

Yücel, C., Şener Gedük, A., Yücel, D., 2024. Some Fermentation Characteristics of Silages Made with Sweet Sorghum Bagasse. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(1): 1-14.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10748591>.
