

Nar posası silajına (*Punica granatum* L.) katılan ürenin silaj fermantasyonu, aerobik stabilite ve *in vitro* gaz üretimi üzerine etkisi

Önder CANBOLAT¹, Adem KAMALAK², Hüseyin KARA¹

¹Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Görükle, Bursa; ²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootehni Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye.

Özet: Bu araştırma, nar posası (*Punica granatum* L.) silajında azot kaynağı olarak kullanılan ürenin, laboratuvar koşullarında yapılan silajlarda fermantasyon, aerobik stabilite, *in vitro* gaz üretimi, mikrobiyolojik özellikleri üzerindeki etkilerinin saptanması amacıyla yapılmıştır. Araştırmada kullanılan nar posası yaklaşık 1.5-2.0 cm boyutunda doğranmıştır. Taze materyale %0 (kontrol), 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 düzeyinde üre katılmıştır. Nar posasına katılan üre ham protein (HP) düzeyi artmış, ancak nötral deterjan fiber (NDF), asit deterjan fiber (ADF) ve asit deterjan lignin (ADL) ile suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) içeriği azalmıştır ($P<0.01$). Üre ilavesi silajların, asetik asit ve butirik asit konsantrasyonlarını düşürürken, pH, laktik asit, propiyonik asit ve amonyak azotu ($\text{NH}_3\text{-N}$) düzeylerini artırmıştır ($P<0.01$). Üre ilavesi aynı zamanda, silajların *in vitro* gaz üretimi, sindirilebilir organik madde (SOM), metabolik enerji (ME) ve laktik asit bakterileri (LAB) sayısını artırmış, maya ve küf sayısını ise düşürmüştür ($P<0.01$). Diğer yandan üre silajlardaki CO_2 üretimini düşürerek silajların aerobik stabilitelelerini geliştirmiştir. Araştırma sonucunda, nar posasına azot kaynağı olarak %1.5 ile 2.0 düzeyinde üre kullanılabilceği belirlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Aerobik stabilite, *in vitro* gaz üretimi, nar posası, silaj fermantasyonu, üre.

The effects of urea supplementation on pomegranate pulp (*Punica granatum* L.) silage fermentation, aerobic stability and *in vitro* gas production

Summary: The aim of current experiment was to determine the effects of urea supplementation as nitrogen source on the fermentation, aerobic stability, *in vitro* gas production, microbiological characteristics of pomegranate (*Punica granatum* L.) pulp silages in laboratory conditions. Urea was applied at 0.0 (control), 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0% levels to pomegranate pulp, and pomegranate pulp chopped to about 1.5-2.0 cm length. The supplementation of urea significantly increased the crude protein (CP), but neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and acid detergent lignin (ADL) with water soluble content (WSC) decreased with increasing level of urea ($P<0.01$). The supplementation of urea decreased the acetic acid and butyric acid whereas the supplementation of urea increased the pH, lactic acid, propionic acid and ammonia-N ($\text{NH}_3\text{-N}$) content of pomegranate pulp silage ($P<0.01$). The supplementation of urea significantly ($P<0.01$) increased the *in vitro* gas production, digestible organic matter (DOM), metabolizable energy (ME) and lactic acid bacteria whereas yeast and mould decreased. On the other hand the supplementation of urea improved the aerobic stability of pomegranate pulp silage decreasing the CO_2 production. As a conclusion the urea can be used as a silage additive in the level of 1.5 and 2.0 % when pomegranate pulp is ensiled.

Key words: Aerobic stability, *in vitro* gas production, pomegranate pulp, silage fermentation, urea.

Giriş

Son yıllarda insan sağlığı üzerine olumlu etkisi nedeniyle (4) nar tüketimine olan talep artmıştır. Buna bağlı olarak Türkiye’de de nar üretimi son yıllarda artmıştır. 2011 yılında 217.572 ton olan nar üretimi, 2012 yılında yaklaşık %31 artarak 315.150 tona yükselmiştir (1). Bu artışın ileriki yıllarda da süreceği söylenebilir. Üretilen narın bir kısmı taze olarak tüketilirken, önemli bir kısmı meyve suyu üretimi amacıyla kullanılmaktadır. Meyve suyu üretiminden önemli düzeyde posa üretilmektedir. Elde edilen posa yüksek düzeyde nem (%20-24) ve çözünebilir şeker içeriğine sahiptir (27). Posada buluna fenolik bileşiklerin yaraları iyileştirici (7), immun sistemi

geliştirici (17, 27), antibakteriyel (24), damar sertliğini önleme ve antioksidan kapasiteye sahip oldukları bildirilmektedir (16, 25, 32).

Nar posasının üretim sırasında su içeriğinin yüksek olması ve hasat zamanının dar olması, elde edilen posanın depolanmasının önündeki en önemli engeli oluşturmaktadır (27). Bu durum dikkate alınarak en uygun saklama yönteminin silolayarak saklama olduğu söylenebilir (30, 31). Nar posasını taze olarak buzağı besisinde kullanan Shabtay ve ark. (27)’i, posanın yem tüketimi, canlı ağırlık artışı ile buzağuların bağışıklık sistemini geliştirdiğini bildirmişlerdir. Ancak Oliveira ve ark. (25)’i ise bunun tersine, yüksek tanen nardaki içeriği nedeniyle genç

buzağların ilk 70 gününde, yem tüketimi ile protein ve yağların sindiriminde düşüşe neden olduğunu bildirmektedirler. Silolama, tanen ve diğer fenolik bileşiklerin olumsuz etkisinin azaltılması bakımından da önemlidir (6, 18).

Nar posasının silolanmasında kullanılan üre, silaj katkı maddelerinin sınıflandırmasında "besin maddeleri" grubuna giren bir bileşiktir (19). Üre başta mısır olmak üzere nitrojen içeriği düşük bitkilerin silolanmasında nitrojen içeriğini artırmak amacı ile kullanılmaktadır (15). Silaj fermantasyonunda kullanılan üre, silajların hücre duvarı kapsamı dışındaki kimyasal özelliklerini azaltırken, protein içeriğini artırmaktadır (15). Ayrıca ürenin silaj ortamında protein parçalanabilirliğini azalttığı ve silajların aerobik stabiliteyi geliştirdiği bildirilmektedir (14, 15, 23). Ürenin antifungal etkisi nedeniyle silo ortamında maya ve küf gelişimini engellediği de bildirilmektedir (15).

Bu çalışma ile nar posası silajlarına azot kaynağı olarak üre ilavesinin, silaj fermantasyonu, mikrobiyolojik özellikleri, aerobik stabilitesi ve in vitro gaz üretimi üzerine olan etkilerinin saptanması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Yem materyali ve silolar: Araştırmada kullanılan nar posası, nar suyu üretimi yapan ticari bir kuruluştan sağlanmıştır. Azot (N) kaynağı olarak ise üre (%46 N) kullanılmıştır. Nar posalarının silolanması için ise yalnızca gaz çıkışına olanak tanıyan 1.5 l kapasiteli laboratuvar tipi özel anaerobik cam silolar (Weck®, Germany) kullanılmıştır.

Silajların hazırlanması: Araştırmada kullanılan nar posası (%24.04±0.28 KM) yaklaşık 1.5-2.0 cm boyutlarında parçalanmıştır. Daha sonra nar posasına %0 (kontrol), 0.5, 1.0, 1.5, ve 2.0 düzeyinde üre ilave edilmiş ve böylece 5 farklı silaj grubu oluşturulmuştur. Nar posasına üre uygulaması sırasında her defasında 10 kg taze posa temiz bir yere yayılarak üzerine üre serpilmiş ve homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra anaerobik silolara her birinden 5 tekrar olacak şekilde silolanmıştır. Silolar 60 gün boyunca laboratuvar koşullarında (22±1°C) tutulmuştur. Silolama dönemi sonunda (60. gün) açılan silajların kimyasal analizleri, mikrobiyolojik özellikleri, aerobik stabiliteyi ile in vitro gaz üretimi, sindirilebilir organik madde (SOM), metabolik enerji (ME) ve net enerji laktasyon (NEL) içerikleri saptanmıştır.

Hayvan materyali: Araştırmada rumen sıvısı almak için 1.5-2 yaşlarında 3 baş Holstein erkek sığır kullanılmıştır. Hayvanlar deneme süresince mısır silajı ve konsantre yem karması (%18 HP, 2700 kcal ME/kg KM) ile beslenmişlerdir. Rasyonlarda kaba ve konsantre yem oranı kuru madde temeline göre 60/40 olacak şekilde düzenlenmiştir.

In vitro gaz üretim özellikleri: Nar posası silajlarının in vitro koşullarda sindirilebilirlik ve ME düzeyinin

saptanmasında Menke ve Steingass (20) 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-Ettlenschief, Germany) üç paralel olarak, yaklaşık 200±10 mg, kurutulmuş silaj konmuştur. Daha sonra üzerine Menke ve ark. (21) tarafından bildirilen yöntemle hazırlanan rumen sıvısı/tampon çözeltisinden 30 ml ilave edilmiştir. Bu işlemden sonra tüpler 39°C'deki çalkalamalı su banyosunda inkübasyona alınmış ve sırasıyla 24 ve 96. saatlerde fermantasyonla oluşan gaz miktarları saptanmıştır.

Silajların ME, NEL ve SOM'ları Menke ve Steingass (20) tarafından bildirilen eşitliklerle saptanmıştır.

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

$$\text{ME, MJ/kg KM} = 2.20 + 0.1357 \times \text{GÜ} + 0.0057 \times \text{HP} + 0.0002859 \times \text{HY}^2$$

$$\text{NEL (MJ/kg DM)} = 0.115 \times \text{GÜ} + 0.0054 \times \text{HP} + 0.014 \times \text{HY} - 0.0054 \times \text{HK} - 0.36$$

(ME: metabolik enerji, NEL: net enerji laktasyon, SOM: sindirilebilir organik madde, 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: Taze nar posası ve nar posası silajları 65°C'de etüvde 48 saat süreyle kurutulmuş ve 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülerek kimyasal analizlerde kullanılmıştır. Yemlerin kuru madde (KM) içeriği 105°C'de etüvde 3 saat kurutularak, ham kül içeriği 550°C'de 4 saat kül fırınında yakılarak, ham yağ analizi eter ekstraksiyonu yöntemi ile belirlenmiştir (2). Ham protein analizi AOAC (2)'de bildirildiği gibi Kjeldahl metoduna göre yapılmıştır. Yemlerin NDF, ADF ve ADL içerikleri ise Van Soest ve ark. (33) tarafından bildirilen yöntemlere göre ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM, USA) ile belirlenmiştir. Silajların tanen içerikleri Folin-Denis yöntemine göre saptanmıştır (2).

Silajların pH'sı dijital pH metre cihazı (Sartorius PB-20, Goettingen, Germany) ile amonyak azotu (NH₃-N) içerikleri AOAC (2)'ye göre yapılmıştır. Asetik, propiyonik ve butirik asit 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 spektrofotometrik yöntemle (5), suda çözünür karbonhidrat (SÇK) içerikleri fenol sülfürik asit yöntemine (11) göre belirlenmiştir. Silajlarda aerobik stabiliteyi tesbitinde Ashbell ve ark. (3) tarafından geliştirilen yöntem kullanılırken, silajlardaki görsel küflenmenin belirlenmesinde Filya ve ark. (13) tarafından geliştirilen değerlendirme yöntemi kullanılmıştır.

Silajların yapısındaki laktik asit bakterileri, maya ve küf sayımları Seale ve ark. (26) tarafından bildirilen yöntemler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Buna göre

ekim ortamı olarak LAB için MRS agar, maya ve küfler için Malt Ekstrat agar kullanılmıştır. Örneklere ait 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'ye çevrilerek verilmiştir.

İstatistik analizler: Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesinde ortalamalar arasındaki farklılıkların saptanmasında varyans analizi (General Linear Model: Statistica) (29), görülen farklılıkların önem seviyelerinin belirlenmesinde ise Duncan çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır (28).

Bulgular

Araştırmada kullanılan taze nar posası ile üre ilave edilerek silolanmış nar posasına ait kimyasal analiz sonuçları saptanmış ve Tablo 1'de verilmiştir.

Nar posasına üre ilavesi, nar posası silajlarının kimyasal bileşimini önemli düzeyde etkilediği saptanmıştır (P<0.01). Üre ilavesi silajların HP içeriğini önemli düzeyde artırmıştır (P<0.01). Artış oranı yaklaşık %40

düzeyinde olmuştur. En yüksek HP, %2.0 üre ile işlenen nar posası silajı grubunda (%14.53±0.152), en düşük ise kontrol grubunda (%10.77±0.152) saptanmıştır. Üre, ilavesi ayrıca nar posası silajlarının NDF, ADF ve ADL içeriklerini önemli düzeyde düşürmüştür (P<0.01). Aynı şekilde silajların SÇK ve TT içerikleri de üre ilave düzeyinin artışına bağlı olarak azalmıştır (P<0.01).

Üre ilavesi ile silolanmış nar posası, silolanmanın 60. gününde açılarak fermantasyon özellikleri saptanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Nar posasına üre ilavesi, silajların laktik asit, propiyonik asit düzeyi ile amonyak azotu (NH₃-N) üretimi ve pH'sını önemli düzeyde artırmıştır. Buna karşın asetik asit ve butirik asit miktarı azalmış (P<0.01). En yüksek laktik asit içeriği %2.0 oranında ürenin katıldığı silajdan elde edilmiştir ve laktik asit üretimindeki artış yaklaşık olarak %24.4 olarak gerçekleşmiştir. Nar posası silajlarının NH₃-N içeriği toplam azot miktarı içerisinde 6.11±0.029 ile 10.87±0.645g/kg KM arasında değişmiş ve en düşük düzey kontrol grubunda saptanmıştır (P<0.01).

Tablo 1. Taze nar posası ve nar posası silajlarının kimyasal analiz sonuçları, %
Table 1. Chemical composition of fresh pomegranate pulp and pomegranate pulp silages, %

Besin maddeleri	Taze nar posası	Yemler				P	
		Kontrol	%0.5 Üre	Nar posası silajı %1.0 Üre	%1.5 Üre		%2.0 Üre
KM	24.04	25.67±0.412 ^a	25.78±0.554 ^a	25.94±0.601 ^a	26.17±0.321 ^a	26.30±0.172 ^a	0.055
OM	96.97	96.75±0.406 ^a	96.64±0.051 ^a	96.59±0.063 ^a	95.50±0.051 ^a	96.40±0.039 ^a	0.249
HP	9.87	10.77±0.152 ^d	11.37±0.322 ^d	12.38±0.456 ^c	13.20±0.621 ^b	14.53±0.152 ^a	0.001
HY	8.43	8.39±0.058 ^{ab}	8.44±0.023 ^a	8.38±0.060 ^{ab}	8.28±0.054 ^{bc}	8.17±0.039 ^c	0.004
HK	3.21	3.25±0.381 ^a	3.35±0.037 ^a	3.41±0.058 ^a	3.50±0.046 ^a	3.60±0.039 ^a	0.249
NDF	59.12	58.59±0.453 ^a	56.87±0.225 ^b	55.85±0.645 ^c	55.81±0.554 ^c	55.32±0.273 ^c	0.001
ADF	41.65	40.28±1.412 ^a	38.55±1.432 ^{ab}	37.96±0.724 ^b	37.33±0.976 ^{bc}	35.43±0.873 ^c	0.005
ADL	7.05	6.89±0.062 ^a	6.79±0.022 ^a	6.74±0.012 ^a	6.63±0.009 ^a	6.26±0.0121 ^b	0.001
SÇK	16.67	3.40±0.444 ^a	2.87±0.063 ^b	2.79±0.021 ^b	2.67±0.102 ^b	2.54±0.028 ^b	0.006
TT	6.89	5.76±0.028 ^a	5.68±0.019 ^b	5.63±0.011 ^c	5.54±0.023 ^d	5.33±0.037 ^e	0.001

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

Tablo 2. Silolanmanın 60. gününde açılan nar posası silajlarının fermantasyon özellikleri
Table 2. Fermentation characteristics of pomegranate pulp silages after 60 days of fermentation

Nar posası silajı	g/kg KM					NH ₃ -N
	pH	Laktik asit	Asetik asit	Propiyonik asit	Butirik asit	
Kontrol	3.47±0.051 ^e	34.24±0.044 ^d	32.71±0.057 ^a	0.33±0.139 ^d	1.24±0.051 ^a	6.11±0.029 ^d
%0.5 Üre	3.74±0.069 ^d	35.09±0.901 ^d	29.90±1.235 ^b	0.69±0.110 ^c	1.01±0.111 ^b	7.89±0.018 ^c
%1.0 Üre	4.09±0.078 ^c	38.07±0.611 ^c	27.68±0.760 ^c	1.36±0.068 ^b	0.82±0.132 ^c	8.73±0.561 ^{bc}
%1.5 Üre	4.48±0.105 ^b	42.51±0.842 ^b	25.96±0.750 ^{cd}	1.85±0.121 ^a	0.67±0.233 ^d	9.66±0.810 ^b
%2.0 Üre	4.68±0.059 ^a	45.60±1.132 ^a	24.26±0.570 ^d	1.91±0.150 ^a	0.48±0.034 ^d	10.87±0.645 ^a
P	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

^{a,b,c,d,e} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P < 0.01). NH₃-N: amonyak azotu (NH₃-N toplam N' in %' si olarak verilmiştir).

Tablo 3. Nar posası silajlarının mikrobiyolojik özellikleri
Table 3. The microbiological characteristics of pomegranate pulp silage

Nar posası silajı	LAB (log10 cfu/g TM)	Maya (log10 cfu/g TM)	Küf (log10 cfu/g TM)
Kontrol	5.45±0.112 ^d	2.50±0.253 ^a	1.68±0.280 ^a
%0.5 Üre	6.26±0.169 ^c	2.55±0.211 ^a	1.51±0.272 ^a
%1.0 Üre	6.65±0.271 ^c	2.35±0.378 ^a	1.13±0.411 ^{ab}
%1.5 Üre	7.68±0.389 ^b	1.65±0.321 ^b	0.40±0.578 ^b
%2.0 Üre	8.71±0.381 ^a	1.57±0.087 ^b	1.07±0.253 ^{ab}
<i>P</i>	0.001	0.005	0.060

^{a,b,c,d} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P < 0.01$). LAB: laktik asit bakterileri; TM: taze materyal

Tablo 4. Nar posası silajlarının 5 gün sonunda saptanan aerobik stabilite test sonuçları
Table 4. Aerobic stability of pomegranate pulp silages after exposure to air for 5 days

Nar posası silajı	pH	CO ₂ (g/kg KM)	Görsel küflenme*
Kontrol	3.63±0.106 ^d	30.95±0.497 ^a	3.00±0.865 ^a
%0.5 Üre	3.90±0.039 ^c	30.34±0.989 ^a	2.33±0.570 ^b
%1.0 Üre	4.53±0.167 ^b	30.03±0.802 ^a	1.33±0.570 ^c
%1.5 Üre	4.76±0.038 ^a	26.99±0.976 ^b	1.33±0.570 ^c
%2.0 Üre	4.82±0.067 ^a	22.72±0.876 ^c	0.67±0.570 ^d
<i>P</i>	0.001	0.001	0.013

^{a,b,c,d} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P < 0.01$).

*Silajların küflenme durumlarının görsel olarak 1' den 5' e kadar olan sayılarla değerlendirilmesidir. 1: hiç küf içermeyen bir silaj, 2: noktalar halinde çok çok az düzeyde küf içeren bir silaj, 3: noktalar halinde yüzeye yayılmış bir şekilde küf içeren bir silaj, 4: yüzeyi kısmen küf ile kaplı, bölge bölge küflenmiş yüzeyleri olan bir silaj, 5: yüzeyi tamamen küf ile kaplı, ağır bir kokuya sahip ve partikülleri birbirine yapışmış bir silaj. Bu değerlendirmeler üç kişi tarafından yapılmakta ve daha sonra üçünün ortalaması alınmaktadır.

Tablo 5. Nar posası silajlarının in vitro gaz üretimleri (ml/200 mg KM), sindirilebilir organik madde, metabolik ve net enerji laktasyon içerikleri

Table 5. In vitro gas production (ml/200 mg DM), organic matter digestibility, metabolizable energy and net energy lactation ingredient of pomegranate pulp silages

Nar posası silajı	İnkübasyon süresi, saat			SOM, %	ME, MJ/kg KM	NEL, MJ/kg KM
	3	24	96			
Kontrol	11.67±0.121 ^c	41.83±0.742 ^c	56.33±0.756 ^d	51.60±0.642 ^d	7.96±0.110 ^d	5.15±0.517 ^c
%0.5 Üre	12.60±1.013 ^c	45.13±0.763 ^c	59.60±1.493 ^c	54.44±0.654 ^c	8.14±0.112 ^d	5.85±0.102 ^b
%1.0 Üre	13.77±0.752 ^b	47.10±0.763 ^b	64.37±0.832 ^b	56.15±0.670 ^b	8.68±0.114 ^c	6.12±0.112 ^b
%1.5 Üre	14.17±0.346 ^{ab}	51.43±0.955 ^a	68.47±0.923 ^a	59.88±0.851 ^a	9.28±0.131 ^b	6.71±0.131 ^a
%2.0 Üre	15.13±0.213 ^a	52.53±0.936 ^a	69.63±1.082 ^a	60.89±0.792 ^a	9.43±0.136 ^a	6.87±0.187 ^a
<i>P</i>	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

^{a,b,c,d} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P < 0.01$); SOM: sindirilebilir organik madde; ME: metabolik enerji; NEL: net enerji laktasyon

Nar posası silajlarına ilave edilen ürenin silaj mikrobiyolojisi üzerine etkisi saptanmış ve Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3 incelendiğinde, üre ilavesi nar posası silajlarının LAB üretimini etkilediği ve LAB sayısının 5.45±0.112 ile 8.71±0.381 (log10 cfu/g TM) arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek LAB değeri 8.71±0.381 (log10 cfu/g TM) ile %2.0 üre ilave edilen nar posası silajında, en düşük ise kontrol silajında

saptanmıştır ($P < 0.01$). Ayrıca nar posası silajına üre eklenmesi maya ve küf sayısını ise azaltmıştır ($P < 0.01$).

Silolama dönemi sonunda (60. gün) açılan silajlara 5 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 4'de verilmiştir.

Elde edilen veriler incelendiğinde (Tablo 4), beş gün boyunca doğrudan havanın oksijenine maruz bırakılan silajların pH değerlerinde yükselme olmuştur. Üre katılan silaj gruplarının pH değerleri kontrol grubundan önemli

düzeyde yüksek bulunmuştur ($P<0.01$). Beş günlük dönem sonunda, özellikle %1.5 ve %2.0 düzeyinde üre katılan silajlarda, daha düşük bir CO_2 üretimi görülmüş olup, silajlar arasında görülen farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

Ayrıca üre katılmış nar posası silajlarının in vitro gaz üretimi, sindirilebilir organik madde, metabolik enerji ve net enerji laktasyon içerikleri saptanarak Tablo 5'de verilmiştir.

Nar posası silajına üre katılması silajların in vitro gaz üretimi, SOM, ME ve NEL içeriğini önemli düzeyde artırmıştır ($P<0.01$). Nar posası silajlarının 96 saatlik in vitro gaz üretimi 56.33 ± 0.756 ile 69.63 ± 1.082 ml/200 mg KM arasında değişmiştir. En yüksek gaz düzeyi 69.63 ± 1.082 ml/200 mg KM ile %2.0 üre ilave edilen grupta, en düşük ise kontrol grubunda saptanmıştır. Nar posası silajlarının SOM içerikleri ise 51.60 ± 0.642 ile 60.89 ± 0.792 arasında değişmiş ve en yüksek (60.89 ± 0.792) %2.0 düzeyinde üre katılan grupta saptanmıştır ($P<0.01$). Nar posası silajlarının ME içerikleri 7.96 ± 0.110 ile 9.43 ± 0.136 MJ/kg KM arasında, NEL içerikleri ise 5.15 ± 0.517 ile 6.87 ± 0.187 MJ/kg KM arasında değişmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Yem ham maddeleri ve silajların kimyasal bileşimleri: Nar posasına üre ilavesi silajların HP içeriğini önemli düzeyde artırmıştır ($P<0.01$). Azot kaynağı olarak nar posası silajına ilave edilen ürenin bileşimindeki azottan dolayı (13, 15), silajların HP içeriğini önemli düzeyde artırdığı tespit edilmiştir. Nar posasına üre ilavesinin HP içeriğini artırması, farklı yem kaynaklarına üre ilave eden Denek ve ark. (10), Filya ve ark. (15) ve Çelik ve ark. (8)'nin bildirdikleri bulgularla uyum içinde olduğu saptanmıştır.

Nar posası silajlarına üre ilavesi silajların NDF, ADF ve ADL içeriklerini azaltmıştır ($P<0.01$). Burada ürenin NDF, ADF ve ADL içeriğinin olmaması ve ayrıca ürenin azot kaynağı olarak ortamdaki laktik asit bakterisi faaliyetini hızlandırması sonucu silajlardaki hücre duvarı bileşenlerinin parçalanabilirliklerini artırması etkili olmuş olabilir. Nitekim Filya ve ark. (15), silajların NDF ve ADF içeriklerindeki düşüşe, azot kaynağı ürenin silaj ortamındaki laktik asit bakterileri ile birlikte bazı anaerobik bakterilerin sayılarını artırarak, silajların NDF, ADF ve ham sellüloz parçalanabilirliğini hızlandırmasının neden olduğunu bildirmişlerdir. Benzer bulgular Çelik ve ark. (8) ve Demirel ve ark. (9) tarafından da bildirilmiştir. Silaja üre ilavesi aynı zamanda silajların tanen ve SÇK içeriklerini önemli düzeyde azaltmıştır ($P<0.01$). Bu çalışmadan elde edilen nar posası ve nar posası silajlarının ham besin maddeleri değerleri, nar posası üzerinde çalışan Mirzaei-Aghsaghali ve ark. (22), Ebrahimi ve ark. (12), Taher-Maddah ve ark. (30) ve Taher-Maddah ve ark. (31)'nin bulguları ile uyum içerisindedir.

Silajların fermantasyon özellikleri: Nar posası silajlarının fermantasyon özelliklerinin verildiği Tablo 2 incelendiğinde görüldüğü gibi üre ilavesi, silajların UYA içeriğini önemli derecede değiştirmiştir ($P<0.001$). Başka bir ifadeyle, üre silaj fermantasyonunu olumlu yönde etkilemiştir. Üre kullanım oranının artmasıyla birlikte asetik asit ve butirik asit miktarı azalmış, laktik ve propiyonik asit miktarı artmıştır ve en yüksek laktik asit içeriği %2.0 oranında ürenin katıldığı silajdan elde edilmiştir. Silajların asetik asit düzeyi ise üre ilavesine bağlı olarak azalmıştır (%25). Diğer taraftan laktik asit üretimindeki artış ise yaklaşık olarak %24.4 olarak gerçekleşmiştir. Nar posasının yapısında yüksek oranda SÇK (Tablo 1) bulunması laktik asit ve propiyonik asit üretiminin artmasına neden olmuştur (14, 15). Buna karşın butirik asit içeriğini azaltmıştır. Buradan hareketle nar posasının üre ile birlikte silolanmasıyla, laktik ve propiyonik asit içeriği yüksek, asetik ve butirik asit içeriği düşük, kaliteli silajlar elde edilebileceği söylenebilir.

Nar posasına üre ilavesi proteolizisi artırarak silajların NH_3-N içeriğini yükseltmiştir (15). Bu yolla silo ortamında azot kaybı olduğu söylenebilir. Silo ortamında NH_3-N düzeyinin artması, silaj pH'larını da artırmakla birlikte silaj pH'ları silo yemleri için önerilen düzeyde kalmıştır (14, 19). En yüksek pH %2.0 üre içeren silaj grubunda saptanmıştır. Ürenin silaj pH'sını artırdığını Filya ve ark. (15) ve Çelik ve ark. (8)'da bildirmişlerdir.

Silajların mikrobiyolojik özellikleri: Nar posası silajlarına üre ilavesi nar posası silajlarının LAB üretimini etkilediği ve artırdığı saptanmıştır. En yüksek LAB değeri %2.0 üre ilave edilen nar posası silajında bulunmuştur. Nar posasına ilave edilen üre dozunun artışına bağlı olarak, silajların HP düzeyi artmış, NDF ve ADF düzeyi ise düşmüştür (Tablo 1). Bu durum LAB için daha fazla besin maddesi imkanı sağlamış ve dolayısıyla silo ortamında LAB üretimi artmıştır. Bu araştırmadan elde edilen LAB düzeyleri Filya ve ark. (15) tarafından yapılan çalışmada elde edilen değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Bunun kullanılan materyal farklılığından ileri geldiği söylenebilir.

Nar posası silajlarında üre kullanımı, silajların maya ve küf sayısında azalmaya neden olmuştur. Maya ve küf içeriğindeki azalma kısmen silaj fermantasyonunun istenen yönde gelişmesi ile kısmen de ürenin antifungal etkisi nedeniyle silo ortamında maya ve küf gelişimine engel olmasından (14, 15) kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca, silo ortamında nar posası kaynaklı tanenin artması da küf sayısını azalttığı bildirilmektedir (6, 18). Bu durumda nar posası silajlarında küf oluşumunu azalttığı söylenebilir.

Silajların aerobik stabilite özellikleri: Silajların aerobik stabilite testi sonucunda elde edilen veriler incelendiğinde üre katılan silaj gruplarının pH değerleri kontrol grubundan önemli düzeyde yüksek olduğu

saptanmıştır ($P<0.01$). Özellikle %1.5 ve %2.0 düzeyinde üre katılan silajlarda, daha düşük bir CO₂ üretimi görülmüştür. Üre ilavesine bağlı olarak CO₂ düzeyi yaklaşık %36 oranında azalmıştır. Dolayısıyla, bu çalışmada özellikle %1.5 ve %2.0 düzeyinde kullanılan ürenin, nar posası silajlarının aerobik stabiliteğini geliştirdiği söylenebilir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular mısır silajına üre ilave eden Filya ve ark. (15)'nin bildirişleriyle uyum içerisinde saptanmıştır.

Silajların in vitro gaz üretimi özellikleri: Nar posası silajları üre ilavesi in vitro gaz üretimini artırmıştır. En yüksek gaz düzeyi %2.0 üre ilave edilen grupta, en düşük ise kontrol grubunda saptanmıştır ($P<0.001$). Nar posasına katılan üre, silajların HP içeriğini artırarak, NDF ve ADF içeriğini düşürmüştür (Tablo 1) ve bunun sonucunda in vitro gaz üretimi de artmıştır. Bu çalışmadan elde edilen nar posası silajlarının in vitro gaz üretim miktarları, Ebrahimi ve ark. (12), Taher-Maddah ve ark. (30, 31)'nin bildirdikleri sonuçlardan daha yüksek, Mirzaei-Aghsaghali ve ark. (22)'nin bildirdikleri ile benzer bulunmuştur. Bu çalışmada saptanan in vitro gaz değerlerinin yüksek olması, üre ile silolanmadan kaynaklanmış olabilir.

Nar posası silajlarının SOM içerikleri üre ilavesine göre yükselmiştir. En yüksek (60.89 ± 0.792) %2.0 düzeyinde üre ilave edilen grupta saptanmıştır ($P<0.01$). Yemlerin 24. saatteki gaz üretim ve HP miktarındaki artış ile NDF ve ADF gibi rumende çözünmesi zor olan bitki hücre duvarı bileşenlerinin üre ilavesi ile azalması silajların SOM miktarını artırmıştır. Bu çalışmada elde edilen SOM değeri, Mirzaei-Aghsaghali ve ark. (22) ve Ebrahimi ve ark. (12) tarafından bildirilen değerlerle benzer olmuştur.

Nar posası silajlarının ME ve NEL içerikleri üre ilave düzeyine göre artmış ve en yüksek ME ve NEL düzeyleri %2.0 üre içeren nar silajı grubunda saptanmıştır ($P<0.01$). Nar posasına katılan üre düzeyinin artışına bağlı olarak silajların ME ve NEL içeriklerinin artması, SOM'da olduğu gibi in vitro gaz üretimi ve silajların HP düzeylerinin artması ile NDF ve ADF düzeylerinin azalmasına bağlanabilir. Bu çalışmadan elde edilen nar posası silajlarının ME ve NEL içerikleri, Taher-Maddah ve ark. (30, 31)'nin bildirdikleri sonuçlardan yüksek, Mirzaei-Aghsaghali ve ark. (22)'nin bildirdikleri ile benzer bulunmuştur. Yüksek olmasının nedeni, ME, NEL ve SOM hesaplanmasında kullanılan 24 saatlik gaz üretiminin yüksekliğinden kaynaklanmaktadır. Üre, silajda fermentasyon sırasında rumen mikroorganizmalarına kullanabilecekleri besin maddesi sağlamış ve bunun sonucu olarak daha fazla gaz üretimi açığa çıkmıştır. Ayrıca, silajların HP içeriğinin artması (Tablo 1), nar posasının ME, NEL ve SOM içeriğinin yükselmesine neden olmuştur.

Sonuç olarak, nar posasından kaliteli silaj elde edilebileceği, silolanması sırasında üre ilavesinin silajların fermentasyon özelliklerini, aerobik stabilitesini, in vitro

gaz üretimi özelliklerini geliştirebileceği ortaya konmuştur. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre, nar posasında %1.5-2.0 oranında üre kullanılmasının yararlı olabileceği sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

1. **Anonim** (2013): *Tarım İstatistikleri Özeti*. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü. http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=45. Erişim. 25.05.2013.
2. **AOAC** (1990): *Official Methods of Analysis*. Vol. I. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
3. **Ashbell G, Weinberg ZG, Azrieli A, Hen Y, Horev B** (1991): *A simple system to study the aerobic deterioration of silages*. *Canadian Agricultural Engineering*, **33**, 391-393.
4. **Aviram M, Volkova N, Coleman R, Dreher M, Reddy MK, Ferreira D, Rosenblat M** (2008): *Pomegranate phenolics from the peels, arils, and flowers are antiatherogenic: studies in vivo in atherosclerotic apolipoprotein E-deficient (E0) mice and in vitro in cultured macrophages and lipoproteins*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **56**, 1148-1157.
5. **Barker SB, Summerson WH** (1941): *The colorimetric determination of lactic acid in biological material*. *Journal of Biological Chemistry*, **138**, 535-554.
6. **Canbolat Ö, Kalkan H, Filya İ** (2013): *Yonca Silajlarında Katkı Maddesi Olarak Gladiçya (Gleditsia Triacanthos) Kullanılma Olanakları*. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, **19**, 291-297.
7. **Chidambara MK, Reddy VK, Veigas JM, Murthy UD** (2004): *Study on wound healing activity of Punica granatum peel*. *Journal of Medicinal Food*, **7**, 256-259.
8. **Çelik S, Budag C, Demirel M, Bakici Y, Çelik S** (2009): *The Effects of adding urea and molasses to corn harvested at dough stage on silage fermentation quality, in vitro organic matter digestibility and metabolic energy contents*. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, **8**, 1921-1924.
9. **Demirel M, Yıldız S** (2001): *Süt olum döneminde biçilen arpa hasılına üre ve melas katılmasının silaj kalitesi ve rumende ham besin maddelerinin parçalanabilirliği üzerine etkisi*. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, **11**, 55-62.
10. **Denek N, Can A, Tüfenk Ş** (2004): *Mısır, sorgum ve ayçiçeği hasıllarına değişik katkı maddeleri katılmasının silaj kalitesi ve in vitro kuru madde sindirimine etkisi*. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, **8**, 1-10.
11. **Dubois M, Giles KA, Hamilton JK, Rebes PA, Smith F** (1956): *Colorimetric method for determination of sugars and related substances*. *Analytical Chemistry*, **28**, 350-356.
12. **Ebrahimi B, Taghizadeh A, Mehmannaevaz Y, Palangi V** (2012): *Evaluation of pomegranate pomace using in situ and gas production techniques*. *Journal of Environmental Science and Engineering*, **1**, 951-955.
13. **Filya İ, Ashbell G, Hen Y, Weinberg ZG** (2000): *The effect of bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage*. *Animal Feed Science and Technology*, **88**, 39-46.

14. **Filya İ** (2001): *Silaj Teknolojisi*. Hakan Ofset, İzmir.
15. **Filya İ, Sucu E, Hanoğlu H** (2004): *Mısır silajına katılan ürenin silaj fermentasyonu, aerobik stabilite, rumen parçalanabilirliği ve kuzuların besi performansı üzerine etkileri*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi. **10**, 258-262.
16. **Gil MI, Tomas-Barberan FA, Hess-Pierce B, Holcroft DM, Kader AA** (2000): *Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing*. Journal of Agricultural and **Food Chemistry**. **48**, 4581–4589.
17. **Gracious RR, Selvasubramanian S, Jayasundar S** (2001): *Immunomodulatory activity of Punica granatum in rabbits*. A preliminary study. Journal of Ethnopharmacology. **78**, 85–87.
18. **Kamalak A, Aydın R, Bal MA, Atalay Aİ** (2009): *Glediçya meyvesinin katkı maddesi olarak yonca silajında kullanımı*. Tübitak Proje no: 107 0 401. 1-67.
19. **McDonald P, Henderson AR, Heron SJE** (1991): *The Biochemistry of Silage (2nd ed.)*. Chalcombe Publ., Church Lane, Kingston, Canterbury, Kent, UK.
20. **Menke KH, 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.
21. **Menke KH, Raab L, Salewski A, Steingass H, Fritz D, Schneider W** (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**, 217–222.
22. **Mirzaei-Aghsaghali A, Maheri-Sis N, Mansouri H, Razeghi ME, Mirza-Aghazadeh A, Cheraghi H, Aghajanzadeh-Golshani A** (2011): *Evaluating potential nutritive value of pomegranate processing by-products for ruminants using in vitro gas production technique*. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science. **6**, 45-51.
23. **Muck RE, Bolsen KK** (1991): *Silage preservation and silage additives*. In: K. K. Bolsen, JE, Baylor and ME, McCullough (eds.) Hay and Silage Management in North America. National Feed Ingredients Association. West Des Moines, Iowa. pp. 105-126.
24. **Navarro V, Villarreal ML, Rojas G, Lozoya X** (1996): *Antimicrobial evaluation of some plants used in Mexican traditional medicine for the treatment of infectious diseases*. Journal of Ethnopharmacology. **53**, 143–147.
25. **Oliveira RA, Narciso CD, Bisinotto RS, Perdomo MC, Ballou MA, Dreher M, Santos JEP** (2010): *Effects of feeding polyphenols from pomegranate extract on health, growth, nutrient digestion, and immunocompetence of calves*. **Journal of Dairy Science**. **93**, 4280–4291.
26. **Seale DR, Pahlow G, Spoelstra SF, Lindgren S, Dellaglio F, Lowe JF** (1990): *Methods for the Microbiological Analysis of Silage*. Proceeding of The Eurobac Conference, 147, Uppsala.
27. **Shabtay A, Eitam H, Tadmor Y, Orlov A, Meir A, Weinberg P, Weinberg ZG, Chen Y, Brosh A, Izhaki I, Kerem Z** (2008): *Nutritive and antioxidative potential of fresh and stored pomegranate industrial byproduct as a novel beef cattle feed*. Journal of Agricultural and **Food Chemistry**. **56**, 10063–10070.
28. **Snedecor GW, Cochran W** (1976): *Statistical methods*. The Iowa State Univ. Pres Amer IA.
29. **Statistica** (1993): *Statistica for Windows (Release 4.3)* Sat Soft, Inc Tulsa OK.
30. **Taher-Maddah M, Maheri-Sis N, Salamatdoustnobar R, Ahmadzadeh A** (2012a): *Comparing nutritive value of ensiled and dried pomegranate peels for ruminants using in vitro gas production technique*. Annals of Biological Research. **3**, 1942-1946.
31. **Taher-Maddah M, Maheri-Sis N, Salamatdoustnobar R, Ahmadzadeh A** (2012b): *Estimating fermentation characteristics and nutritive value of ensiled and dried pomegranate seeds for ruminants using in vitro gas production technique*. Open Veterinary Journal. **2**, 40-45.
32. **Tzulker R, Glazer I, Bar-Ilan I, Holland D, Aviram M, Amir R** (2007): *Antioxidant activity, polyphenol content, and related compounds in different fruit juices and homogenates prepared from 29 different pomegranate accessions*. Journal of Agricultural and **Food Chemistry**. **55**, 9559–9570.
33. **Van Soest PJ, Robertson JD, Lewis BA** (1991): *Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition*. **Journal of Dairy Science**. **74**, 3583–3597.

Geliş tarihi: 09.07.2013 / Kabul tarihi: 05.03.2014

Yazışma adresi:

Dr. Önder Canbolat
Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Zootečni Bölümü, Görükle, Bursa
e-mail: canbolat@uludag.edu.tr