

Farklı Samanlarda Lignin Peroksidaz Enzimi Kullanımının Yem Değeri Üzerine Etkisi

Abdiwali Mohamoud ABDİ^{ID}, Ünal KILIÇ^{ID}

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü Samsun-Türkiye
✉: unalk@omu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışma bazı samanların kaba yem kalitesi ve sindirilebilirliği üzerine farklı katkı maddeleri ilavesi ve lignin peroksidaz enzimi uygulamasının etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada 3 farklı saman (buğday samanı, soya samanı ve sorgum samanı) ile 2 enzim muamelesi (lignin peroksidaz var - yok) ve 4 farklı muamele grubu (kontrol, %4 üre, %10 melas ve %14 üre+melas (%4 üre, %10 melas)) olmak üzere; her bir yem için 8 muamele grubu oluşturulmuş ve çalışma tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme tertibine göre yürütülmüştür. *In vitro* gerçek sindirilebilirliklerinin (IVGS) belirlenmesinde Daisy inkübatör kullanılmıştır. Çalışmada, kuru madde sindirilebilirliği (KMS), kuru madde tüketimi (KMT) ve nispi yem değeri (NYD) ile duyusal kalite testlerine göre en iyi sonuçları sorgum samanı silajlarının verdiği belirlenmiştir ($P<0.001$). Melas ilavesinin silajlarda kaliteyi artırdığı saptanmıştır. Çalışmada, lignin peroksidaz enzimi ilavesinin samanların *in vitro* gerçek sindirilebilirlikleri (IVGS) ve *in vitro* ADF sindirilebilirlikleri (IV-ADFS) üzerine önemli etkisinin olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). Lignin peroksidaz enziminin denemede kullanılan bütün gruplar için lignin sindirilebilirliğini artırdığı ve sorgum samanlarının besleme değerlerinin diğerlerinden yüksek olduğu ortaya konulmuştur.

DOI:10.18016/ ksudobil. 346585

Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 25.10.2017

Kabul tarihi : 27.11.2017

Anahtar Kelimeler

Buğday samanı,
in vitro sindirilebilirlik,
lignin peroksidaz,
sorgum samanı,
soya samanı

Araştırma Makalesi

Effect of Lignin Peroxidase Enzyme on Feed Values of Different Straws

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effects of various feed additives and lignin peroxidase (LiP) enzyme application on the quality and digestibility of some straws. Three different straws (wheat straw, soybean straw and sorghum straw) with 4 different treatment groups (Control, 4% urea, 10% molasses and 14% urea + molasses) were used in the study and 8 treatment groups were established for each straw and results were analyzed according to randomized factorial design. Daisy incubator was used to determine the *in vitro* true digestibilities (IVTD) of straw. In this study, molasses treated straws were the best among all treatment groups in organoleptic analyze, it was also found that sorghum straws gave the best results. Sorghum straw silage ranked first in terms of dry matter digestibility (DMD), dry matter intake (DMI) and the relative feed value (RFV) ($P<0.001$). In this study, it was found that the LiP enzyme did not significantly affect the *IVTD* and *in vitro* digestibility of ADF ($P>0.05$) in straws. LiP enzyme increased lignin digestibilities for all treatments. As conclusion, sorghum straw was found to have higher feed value compared to other straws used in present study.

Article History

Received : 25.10.2017

Accepted : 27.11.2017

Keywords

Wheat straw,
in vitro digestibility,
lignin peroxidase,
sorghum straw,
soybean straw

Research Article

To Cite : Mohamoud Abdi A, Kılıç Ü 2018. Farklı Samanlarda Lignin Peroksidaz Enzimi Kullanımının Yem Değeri Üzerine Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(3): 374-384, DOI:10.18016/ ksudobil. 346585

GİRİŞ

Ruminantların beslenmesinde, kaliteli kaba yem kaynaklarının (yem bitkileri yetiştiriciliği, çayır-

mer'alar vb.) yetersiz olması, dolayısıyla kaba yem ihtiyacını karşılamak için çeşitli endüstriyel atıklar, posalar ve bazı tahıl artıkları ile samanlar da

kullanılmaktadır. Samanlar genellikle düşük protein ve enerji içeriğine sahip olup, yüksek selüloz içermektedir. Bununla birlikte, samanlar hacimli yemler olduklarından hayvanlarda tokluk hissi sağlaması bakımından dolgu maddesi olarak önem taşımaktadırlar. Samanlar gibi, düşük sindirilebilirliğe sahip olan yemlerin besleme değerini artırmak için farklı fiziksel (doğrama, öğütme, peletleme, kaynatma vb.), kimyasal (üre ve bazı alkalilerle işleme) ve biyolojik yöntemler kullanılmaktadır. Biyolojik yöntemlerden ise mikrobiyal işleme yöntemleri (bazı fungus, bakteri ve böceklerle işleme) ve enzimatik yöntemler (sellüloz, hemisellüloz, pektinaz ve ksilanaz vb. enzimlerle işleme) üzerinde çalışmalar olduğu bilinmektedir (Filya, 2007; Hossain ve Anantharaman, 2008; Kalkan; Filya, 2011; Kutlu ve Çelik, 2014).

Samanlar yüksek selüloz içerikleri ve %10-15 lignin içerikleriyle düşük sindirilebilirliğe sahiptirler. Bu bakımdan samanların yem değerlerinin artırılması için ligninin rumende parçalanması ve sindirilebilirliği önem taşımaktadır. Ruminantlar rumenlerinde selülozlu bileşikler parçalayacak enzime sahip oldukları halde, lignini parçalayamazlar bu bakımdan ligninaz enzimi ilavesiyle saman gibi lignin içeriği yüksek olan kaba yemlerin hem sindirilebilirlikleri hem de besleme değeri artmaktadır. Ligninaz enziminin ruminant beslemede kullanımı üzerine yapılan çalışmaların çoğunda mantarların kullanıldığı saptanmıştır (Arora ve ark., 2002; Hossain ve Anantharaman, 2008; Wulandari ve ark., 2013). Sadece enzimin kullanıldığı çalışmalarda ise genellikle aktivitenin belirlendiği çalışmalar görülmüş (Khazaal ve ark., 1990; Arora ve ark., 2002) olup, rumen sıvısına doğrudan enzimin katıldığı çalışmalara ise rastlanılmamıştır.

Selülozca zengin kaba yemler farklı lignoselülozik yapıya sahip olup, soya samanında iki farklı tip (guaiacyl ve syringyl) lignin olduğu bilinmektedir (Xu ve ark., 2007). Bu yapısal farklılık onun sindirilebilirliği üzerinde de etkili olabilecektir. Bu farklılık diğer samanlarda da olabildiği için ligninaz enziminin farklı etkilere sahip olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada farklı lignoselülozik yapıda olan bir baklagil (soya) samanı ile buğdaygil (buğday ve sorgum) samanlarının besin madde içerikleri ve yem kaliteleri üzerine üre, melas ve üre+melas ilavesinin etkilerinin belirlenmesi; yemlerin *in vitro* gerçek sindirilebilirlikleri üzerine lignin peroksidaz enziminin etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Muamele gruplarının oluşturulması

Denemede 3 farklı saman (buğday samanı, soya samanı ve sorgum samanı), 2 farklı enzim uygulaması (LiP var - yok) ve 4 farklı muamele (üre, melas, üre +

melas ve kontrol) olmak üzere; her bir saman için 8 muamele grubu, toplamda ise 24 grup oluşturulmuştur. Muamele grubundaki samanlar laboratuvar tipi PVC silo kaplarında 5'er tekerrürlü olarak silolanmış, kontrol grubu samanlar silolanmamış ve diğer silolar açılıncaya kadar laboratuvar şartlarında muhafaza edilmiştir. Samanların besleme değerlerini artırmak amacıyla katkı maddesi olarak üre, melas ve lignin peroksidaz (LiP=Lignin Peroxidase EC#1.11.1.14) enzimi kullanılmıştır. Suda çözünebilir karbonhidratların ligninaz aktivitesini engellemesi (Khazaal ve ark., 1993) dolayısıyla, samanların silolanmasında LiP ilave edilmemiştir. Rumen sıvısına, her 1 gram yem için 0.1 ünite LiP karıştırılmıştır. Kontrol gruplarına enzim ilavesi yapılmamıştır. Çalışmada; saman %70; üre %4, melas %10; üre + melas %14 oranında katılmış, kalan kısım su ile 100'e tamamlanmıştır. Kontrol (0) gruplarında %100 saman kullanılmıştır.

Yemlerin besin madde içeriklerinin belirlenmesi

Silolar açıldıktan, kurutulmuş ve öğütülmüş (1 mm) örneklerde; kuru madde (KM), ham protein (HP) ve ham kül (HK) analizleri AOAC (1998)'nin bildirdiği gibi; nötr çözücülerde çözünmeyen lifli maddeler (NDF), asit çözücülerde çözünmeyen lifli maddeler (ADF), asit çözücülerde çözünmeyen lignin (ADL) ve ham selüloz (HS) analizleri ANKOM²⁰⁰⁰ Fiber Analyzer cihazı (Ankom Technology, 2003) ile Van Soest ve ark. (1991)'in bildirdiği gibi; ham yağ (HY) analizi Ankom XT¹⁵ Extraction System cihazı ile AOCS (2005)'nin bildirdiği gibi belirlenmiştir. Organik maddeler (OM=KM-HK), nitrojensiz öz maddeler (NÖM=KM-(HP+HK+HY+HS)), selüloz (Sel=ADF-ADL) ve hemiselüloz (Hsel=NDF-ADF) değerleri ise hesaplama yoluyla bulunmuştur. Silajların pH değerleri, dijital pH metre (HANNA INS. 1332) ile belirlenmiş, duyu analizler Kılıç (1986) tarafından bildirildiği gibi yapılmıştır.

Lignin peroksidaz enziminin çalışma şartları ve aktivitesinin belirlenmesi

Çalışmada, Lignin peroksidaz enzimi, farklı tamponlarda (pH=3.5 ve pH=6.0), hidrojen peroksit ve veratril alkol varlığında ve yokluğunda buğday samanında denenmiş ve 48 saat buzdolabında bekletilmiştir. Lignin peroksidaz aktivitesi spektrofotometre yardımıyla 310 nm' de belirlenmiştir. Bir enzim ünitesi, 1 dakikada 1µmol veratril alkolü veratraldehite yükseltgeyen enzim miktarı olarak tanımlanmıştır. Yapılan değerlendirme sonrasında, Khazaal ve ark. (1990)'nın da bildirdiği gibi her 10 gram saman için 1 enzim ünitesi kullanımının uygun olduğu belirlenmiştir.

In vitro gerçek besin madde sindirilebilirliği

In vitro çalışmada, Ankom Daisy^{II} inkubator D 220

kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan rumen sıvısı, özel bir mezbahane de henüz kesilen rumen gelişimini tamamlamış, 2-2.5 yaşlarında ve 400-500 kg canlı ağırlıklar arasında olan, Esmer Sığır x Yerli Kara melezi sağlıklı 3 baş tosunun rumeninden alınmıştır. Daha sonra, karbondioksit tüpü ile beslenen 2 litrelik 39 °C' de ısıtılmış bir termos içine iki kat tül bentten, peynir süzgeci ile süzölmüş ve içerisine 2 avuç rumen katı içeriği ilave edilmiş ve 20 dakika içerisinde laboratuvara taşınmıştır. Daisy inkübatörde bütün yemler 5 paralelli olarak test edilmiştir. Daisy inkübatördeki her kavanoza 2 lt'lik inkübasyon sıvısı (1600 ml tampon solusyonu + 400ml rumen sıvısı) CO₂ tüpü eşliğinde ilave edilmiştir. Torbalar inkübatöre CO₂ tüpü eşliğinde atılmış ve 48 saat süre ile inkübe edilmiştir. Enzim ilave edilen gruplarda (pH=6'ya ayarlanmış 10 ml tampon içerisinde çözöndürölmüş) LiP enzimi her 1 gram yem örneği için 0.1 ünite olacak şekilde her bir kavanoza sistem çalışmaya başlamadan hemen önce ilave edilmiştir. Inkübasyon süresi dolunca tüm torbalar kavanozlardan çıkartılıp çeşme suyu altında berrak su akana kadar bekletilmiş ve açıkta kurutulduktan sonra 105 °C'deki etüvde 3 saat tutulmuştur. Etüvden çıkartılan torbalar tartıldıktan sonra besin madde analizleri belirlenmiştir. Kuru madde bazında *in vitro* gerçek besin madde sindirilebilirlikleri (IVGS: *in vitro* gerçek sindirilebilirlik) süzgeç torba tekniği (VanSoest ve ark., 1991) kullanılarak Ankom Daisy inkübatör'de yapılmıştır. *In Vitro* Gerçek Besin Madde Sindirilebilirliği (IVGS) aşağıdaki formöl uygulanarak hesaplanmıştır.

$$\%IVGS=100 - ((W3-(W1 \times C1)) \times 100) / W2$$

Burada; W1: F57 torbalarının darası, W2: Kuru örnekteki NDF miktarı, W3: Inkübasyon sonunda torbada kalan NDF miktarı, C1: Kör ağırlığı (inkübasyondan çıkartılıp etüvde kurutulduktan sonraki boş torba ağırlığı/orijinal torba ağırlığı)

Samanların nispi yem değerlerinin belirlenmesi

Samanların kaba yem kalitesinin belirlenmesinde nispi yem değeri (NYD) indeksi kullanılmış ve aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Rohweder ve ark., 1978).

$$KMS = \text{Kuru madde sindirilebilirliği (\%)} = 88.9 - (0.779 \times \% \text{ ADF})$$

$$KMT = \text{Kuru madde tüketimi (\% CA)} = 120 / (\% \text{ NDF})$$

$$NYD = \text{Nispi yem değeri} = (KMS \times KMT) / 1.29$$

İstatistiksel Analizler

Araştırma sonunda elde edilen veriler incelenmiş, Kolmogorov-Smirnov Tek örnek testi sonuçlarına göre tüm değişkenlerin normal dağılış gösterdiği (P>0.05) belirlenmiştir. Varyans homojenliğinin testi için Levene testi yapılmış olup tüm değişkenler için varyansların homojen olduğu (P>0.05) belirlenmiştir. Araştırma sonucu elde edilen veriler tesadüf

parsellerinde faktöriyel deneme tertibinde istatistiksel analizleri yapılmıştır. Uygulamalar veya yem çeşitleri arasındaki farklılıkların karşılaştırılması için Duncan Çoklu Karşılaştırma testinden yararlanılmıştır. Çalışmada, interaksiyonların etkisi önemsiz bulunmuş ve sadece muamelelerin ana etkileri dikkate alınmıştır. Çalışmada Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisanslı SPSS 20.0 paket programı kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Denemede Kullanılan Yemlerin Besin Madde İçerikleri

Denemede kullanılan samanlara ait besin madde içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre HP içerikleri bakımından bütün samanlarda üre+melas muameleli gruplar en yüksek değeri göstermişlerdir bulunmuştur (P<0.001). Çalışmada, kontrol gruplarının en düşük HP içeriklerine sahip olduğu ve muamelelerin HP içeriklerini artırdığı görölmüştür (P<0.001). Literatürde, buğday ve sorgum samanlarına uygulanan farklı üre muamelelerinin (%4, %5 ve %6 üre) HP içeriklerini artırdığı (%2.6'dan %12.8'e artırdığı) bildirilmektedir (Kraidees, 2005; Mattoni ve ark., 2007; Al-Sultan, 2009). Bu durum mevcut çalışmada benzer bulunmuştur. Farklı çalışmalarda, kontrol grubu sorgum samanlarında HP içeriklerini %2.6 ile %7.0 arasında değiştiği görölmüştür (Madibela ve ark., 2005; Waller, 2005; Stanton ve LeValley, 2006; Mattoni ve ark., 2007; Hamed ve Elimam, 2009; Jonathan ve ark., 2012; Redden, 2012 ile ElObied ve Ali, 2013). Bu çalışmada elde edilen HP içeriğinin ise literatür bildirişleri arasında yer aldığı (%3.28) saptanmıştır. Soya samanına ait HP içerikleri literatür taramalarında %5.0 ile %7.88 aralığında bulunmuştur (Waller, 2005; Stanton ve LeValley, 2006; Rossi, 2007; Fluharty, 2009; Redden, 2012; Kutlu ve Çelik, 2014). Buğday samanı için HP içeriği çalışmada %2.93 olarak bulunmasına karşın farklı araştırmacıların (Can ve ark., 2004; Waller, 2005; Stanton ve LeValley, 2006; Rossi, 2007; Fluharty, 2009; Redden, 2012; Kutlu ve Çelik, 2014) bildirişleri %3.2 ile %4.1 arasında değişmiştir.

Buna göre çalışmada kullanılan buğday samanı literatür bildirişlerindeki en düşük HP değerine yakın bulunmuştur. Görölen farklılıklar ise yem çeşiti, toprak yapısı, gübreleme, biçim zamanı, samandaki sap ve kaçak tohum oranı vb. pek çok faktöre bağlı olarak değişebilmektedir (Kılıç ve Sarıççek, 2006; Kutlu ve Çelik, 2014).

Ham yağ içerikleri bakımından, sorgum samanına melas muamelesinin rakamsal olarak en yüksek HY içeriğini gösterdiği ancak kontrol grubu ile arasında istatistiki farklılık bulunmadığı saptanmıştır (P>0.05).

Çizelge 1. Denemede kullanılan yemlere ait besin maddeleri içerikleri ve hücre duvarı yapı elemanları, % (KM'de)

Çeşit-Muamele	KM	OM	HP	HY	HS	HK	NÖM	NDF	ADF	ADL	HSEL	SEL
Buğday - Üre	69.64±0.9 ^c	89.01±0.7 ^{bcd}	7.23±0.1 ^e	1.35±0.2 ^c	42.67±0.3 ^d	10.99±0.7 ^{bcd}	37.76±1.2 ^d	76.78±0.6 ^a	49.44±0.5 ^e	6.09±0.2 ^c	27.34±0.3 ^{bc}	43.34±0.7 ^a
Buğday - Melas	75.32±1.0 ^b	87.7±0.9 ^{de}	4.27±0.1 ^g	1.11±0.2 ^c	38.34 ±0.8 ^e	12.30±0.9 ^{ab}	43.98±0.3 ^b	71.31±0.6 ^b	44.60±0.6 ^e	5.63±0.3 ^c	26.71±0.2 ^{bcd}	38.97±0.9 ^c
Buğday-Üre+Melas	76.55±0.5 ^b	87.92±0.5 ^{cde}	10.21±0.5 ^c	1.32±0.1 ^c	37.71±0.4 ^e	12.08±0.5 ^{abc}	38.68±0.5 ^d	69.89±1.0 ^b	43.70±0.3 ^e	5.48±0.3 ^c	26.20±1.3 ^{bcd}	38.22±0.3 ^c
Buğday- Kontrol	91.81±0.1 ^a	90.2±0.2 ^{ab}	2.93±0.1 ⁱ	1.31±0.1 ^c	41.90±1.4 ^d	9.80±0.2 ^{de}	44.06±1.6 ^b	78.89±1.1 ^a	47.53±1.9 ^d	6.00±1.4 ^c	31.36±0.8 ^a	41.53±0.5 ^{ab}
Sorgum - Üre	66.22±0.2 ^d	91.14±0.1 ^a	10.57±0.1 ^c	1.24±0.2 ^c	34.44±0.2 ^f	8.86±0.1 ^e	44.89±0.1 ^b	63.16±0.2 ^c	37.49±0.4 ^f	3.11±0.9 ^d	25.67±0.5 ^{cd}	34.38±1.0 ^d
Sorgum - Melas	75.99±0.1 ^b	90.5±0.0 ^{ab}	5.29±0.1 ^f	3.02±0.2 ^a	31.49 ±0.8 ^g	9.50±0.0 ^{de}	50.71±0.7 ^a	59.07±0.2 ^d	34.15±0.3 ^g	1.96±0.1 ^d	24.91±0.2 ^{de}	32.20±0.2 ^d
Sorgum-Üre+Melas	74.29±0.0 ^b	91.11±0.1 ^a	17.62±0.1 ^a	1.60±0.1 ^{bc}	30.67±0.7 ^g	8.89±0.1 ^e	41.22±0.7 ^c	54.89±0.4 ^e	31.48±0.5 ^h	1.82±0.2 ^d	23.41±0.3 ^e	29.66±0.7 ^e
Sorgum-Kontrol	90.09±0.6 ^a	91.33±0.0 ^a	3.28±0.1 ^{hi}	2.26±0.4 ^{ab}	34.68±1.0 ^f	8.67±0.0 ^e	51.12±1.2 ^a	64.70±0.2 ^c	36.98±0.5 ^f	2.74±0.5 ^d	27.71±0.3 ^b	34.24±0.0 ^d
Soya - Üre	69.2±0.7 ^c	87.47±0.4 ^e	9.32±0.1 ^d	1.60±0.2 ^{bc}	50.20±0.4 ^b	12.53±0.4 ^a	26.36±0.5 ^f	69.20±1.2 ^b	55.35±0.9 ^a	13.15±0.4 ^a	13.85±0.4 ^{fg}	42.2±1.3 ^a
Soya - Melas	74.5±0.9 ^b	89.36±0.3 ^{bc}	4.66±0.0 ^g	0.91±0.2 ^c	50.12 ±0.3 ^b	10.64±0.3 ^{cd}	33.66±0.6 ^e	69.21±0.6 ^b	54.92±0.2 ^a	12.89±0.3 ^{ab}	14.29±0.7 ^{fg}	42.03±0.3 ^a
Soya-Üre+Melas	75.5±0.7 ^b	86.83±0.5 ^e	12.61±0.3 ^b	1.53±0.4 ^{bc}	45.36±0.2 ^c	13.17±0.5 ^a	27.34±1.1 ^f	63.81±0.6 ^c	51.13±0.2 ^b	11.52±0.1 ^b	12.68±0.4 ^g	39.61±0.3 ^{bc}
Soya-Kontrol	90.12±0.2 ^a	90.42±0.3 ^{ab}	3.64±0.0 ^h	1.41±0.8 ^{bc}	53.10±0.4 ^a	9.58±0.3 ^{de}	32.27±0.1 ^e	71.46±0.3 ^b	56.48±0.5 ^a	12.64±0.3 ^{ab}	14.98±0.2 ^f	43.84±0.8 ^a
Önem Düzeyi	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

KM: Kuru madde, OM: Organik Maddeler, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, HS: Ham selüloz, HK: Ham kül, NÖM: Nitrojensiz öz maddeler, NDF: Nötr çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler, ADF: Asit çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler, ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin, HSEL: Hemiselüloz, SEL: Selüloz. P<0.001;a,b..., aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Diğer bütün samanlar bunlardan daha düşük HY içeriğine sahip olmuşlardır ($P<0.001$). Buğday samanı ve soya samanlarında kontrol grupları ile muameleler arasında ham yağ içerikleri bakımından önemli farklılık görülmemiştir ($P>0.05$).

Yapılan literatür taramalarında sorgum samanına ait HY içeriklerinin %1.7 ile 2.1 arasında değiştiği (Waller, 2005; Stanton ve LeValley, 2006 ile Jonathan ve ark., 2012) ve çalışmada elde edilen değerlerle benzer olduğu (%2.3) saptanmıştır. Sorgum samanlarında muamelelerin ham kül içerikleri üzerine, etkisinin olmadığı görülmüştür ($P>0.05$). Ancak, kontrol grubuna göre en yüksek HK içeriklerini soya samanlarında üre muamelesi ve üre+melas muamelesi gösterirken; buğday samanlarında melas muamelesi ve üre+melas muameleleri göstermiştir ($P<0.001$).

Yemlerde nötr çözücülerde çözünmeyen lifli bileşiklerin (NDF) yüksek olması hayvanlarda istekli yem tüketimini düşüreceğinden dolayı arzu edilmez ve bu yemlerin sindirilebilirliği düşük olur. Çalışmada kullanılan buğday samanı için kontrol ve üre muamelesinde en yüksek NDF sonuçları görülmüş ($P<0.001$); melas ilave edilen gruplarda ise NDF içeriğinin düştüğü gözlemlenmiştir. Bu durum melasın kolay çözünebilir karbonhidrat kaynağı olmasından kaynaklanmıştır. Benzer durum soya samanında görülmemiş, kontrole göre sadece üre+melas ilave edilen grupta istatistiksel açıdan daha düşük bir NDF değeri saptanmıştır ($P<0.001$). Soya samanında kontrol grubu ile diğer muameleler arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Denemede kullanılan samanlar içerisinde en düşük NDF içerikleri sorgum samanlarında görülmüş olup, kontrol grubu ile üre muamelesi arasında istatistiksel açıdan fark bulunmamış ($P>0.05$) ancak, melas ilave edilen muamelelerde bunlardan daha düşük NDF içeriği gözlenmiştir ($P<0.001$). Çalışmada sorgum samanı için saptanan NDF içeriği (%64.7); Mattoni ve ark., 2007 (%64.6) ile Jonathan ve ark., 2012 (%69.3)'nin bildirişleriyle de uyumlu bulunmuştur. Soya samanı NDF içeriğini Fluharty (2009) %70.0 olarak bildirirken, Stanton ve LeValley (2006) ise %54.0 olarak bildirmektedir. Çalışmada saptanan NDF içeriği %71.46 olup, Fluharty (2009)'nin bildirişleriyle uyum içerisinde olduğu saptanmıştır.

Buğday samanının NDF içeriğinin değişik araştırmacılar (Can ve ark., 2004; Stanton ve LeValley, 2006; Fluharty, 2009) tarafından %54.4 ile %73.0 arasında değiştiği bildirilmektedir. Bu değerler çalışmada saptanan değerlerin altındadır. Al-Sultan, (2009), buğday samanına %5 üre ilavesinin yemlerin NDF içeriğini %74.1'den %60.6'ya düşürdüğü bildirilirken; başka bir çalışmada ise (Kraidees, 2005) %6 üre ilavesinde NDF içeriğinin kontrol grubuna yakın değerler gösterdiği (%78.8 ile %78.3) saptanmıştır. Bu durum çalışmada da benzer bulunmuştur; üre

muamelesi ile kontrol grubu arasında NDF içeriği bakımından rakamsal bir düşüş olsa da istatistiki farklılık görülmemiştir ($P>0.05$).

Yemlerde sindirilebilirliğin ifadesi olan ADF içeriği bakımından samanlar arasında en düşük değeri sorgum samanları göstermiştir. Sorgum samanı kontrol grubu ile üre muamelesi grup arasında farklılık önemsiz iken, melas muamelesi yapılan gruplarda ADF içeriğinin düşüş gösterdiği saptanmıştır ($P<0.001$). Sorgum samanında üre+melas muamelesinin tek başına melas muamelesine göre daha düşük ADF değerine sahip olduğu da saptanmıştır ($P<0.001$). Buğday ve soya samanlarında da sorgum samanına benzer şekilde en düşük ADF içeriklerini üre+melas muameleleri göstermiştir ($P<0.001$). Buğday samanında melas muamelesi ile üre+melas muamelesi arasındaki farklılığın önemsiz olduğu ($P>0.05$), üre muamelesinin ise buğday samanının ADF içeriğini artırdığı ($P<0.001$) yani sindirilebilirlik üzerine olumsuz etkisinin olabileceği görülmektedir. Soya samanında tek başına üre ve tek başına melas ilavesinin, ADF içeriği üzerine istatistiksel açıdan etkisi bulunmamıştır. Sorgum samanı için değişik araştırmacılar (Madibela ve ark., 2005; Waller, 2005; Jonathan ve ark., 2012; Redden, 2012) tarafından bildirilen ADF içerikleri %41.0 ile %45.5 arasında değişmiştir. Çalışmada bu değer %36.98 olarak belirlenmiş olup, literatür bildirişlerinden düşük bulunmuştur. Soya samanına ait ADF içerikleri çalışmada %56.46 olarak belirlenmiştir. Bu değer literatür bildirişlerinde (Waller, 2005; Stanton ve LeValley, 2006; Fluharty, 2009; Redden, 2012) %54 ile %70 aralığında değişmiş, çalışmada bulunan değerle uyum içerisinde olduğu görülmüştür. Farklı araştırmacılar (Can ve ark., 2004; Waller, 2005; Stanton ve LeValley, 2006; Fluharty, 2009; Redden, 2012; Şahan, 2012) tarafından buğday samanı için belirtilen ADF içerikleri %50.3 ile %85.0 arasında değişmekte iken, bu değer çalışmada %47.53 olarak saptanmıştır. Sorgum samanında %5 üre ilavesinde ADF içeriğinin %69.3'ten %75.9'a yükseldiği bildirilmektedir (Mattoni ve ark., 2007). Bu değer sorgum için çalışmada istatistiksel açıdan benzer bulunmuştur. Buğday samanına %5 üre ilavesinde (Al-Sultan, 2009) ADF içeriği %44.6'dan %56.3'e artarken; farklı bir çalışmada ise (Kraidees, 2005) bu değerler %50.4'ten %52.0'ye çıkmıştır. Çalışmada buğday samanı için belirlenen sonuçlar literatür bildirişleriyle benzerdir.

Yemlerde lignin içeriklerin yüksek olması istenmez çünkü gerek tek mideli hayvanlar gerekse ruminantlar ligninli bileşiklerini sindiremezler. Bu bakımdan yüksek lignin içerikli yemler hayvanlar tarafından etkin şekilde kullanılamaz. Çalışmada kullanılan samanlar içerisinde en düşük lignin içeriklerini sorgum samanları gösterirken; bunu buğday samanları takip etmiştir ($P<0.001$). Gerek sorgum samanlarında

gerekse buğday samanlarında muamelelerin (üre, melas ve üre+melas ilavesinin) lignin içerikleri üzerine etkisi olmamıştır ($P>0.05$). Ancak soya samanları içerisinde üre+melas muamelesinin sadece üre muamelesine göre istatistik olarak daha düşük lignin içeriği gösterdiği saptanmıştır ($P<0.001$). Bu durum fermentasyon esnasında kolay kullanılabilir enerji kaynağı olan melasın kullanılması, silaj mikroorganizmalarının üreyi parçalamamasından kaynaklanmış olabilir. Böylece, üre amonyak formunda ortamdaki uzaklaşmadığı için oransal olarak melas+üre ilave edilen grupta lignin içeriği daha düşük görülebilmektedir. Sorgum samanı için çalışmada ADL içeriği %2.74 olarak saptanırken; Serna-Saldivar ve ark. (2012) ile Cardoso ve ark. (2013) birbirine yakın değerler bulmuş (%7.0 ile %7.52) ancak çalışmalarında sorgum sapı kullandıklarını belirten Jonathan ve ark. (2012) bu değeri %28.2 olarak bildirmişlerdir. Bu sonuçlara göre çalışmada sorgum samanı için elde edilen ADL verileri literatür bildirişlerinden oldukça düşük bulunmuştur. Soya samanına ait ADL içeriği çalışmada %12.64 olarak saptanmış olup, bu değer Fluharty (2009) tarafından belirtilen %16.0 değerinden düşük, Maheri-Sis ve ark. (2011) tarafından bildirilen %13.0 değeriyle uyumlu bulunmuştur. Buğday samanında lignin içerikleri çalışmada %6 olarak saptanmış olmasına karşın Fluharty (2009)'nin bildirişinden daha düşük değerler bulunmuştur. Bu farklılıklar; kullanılan çeşitlerin farklılığı, toprak yapısı, gübreleme, tohum-sap karışım oranındaki farklılıklar, biçim zamanındaki

farklılıklar, yemlere analiz öncesi uygulanan işlemler (öğütme büyüklüğü), silaj fermentasyonunda görülebilen farklılıklar vb. nedenlerden kaynaklanmış olabilir (Kılıç ve Sarıççek, 2006; Kutlu ve Çelik, 2014).

Denemede Kullanılan Saman Silajlarına Ait pH ve Duyusal Analizler

Çalışmada silajlar duyusal analizlere tabi tutulduktan sonra, Kılıç (1986)'ın bildirdiği gibi toplam puan dikkate alınarak kalite sınıfları belirlenmiş ve silaj pH değerleri ile birlikte Çizelge 2.'de verilmiştir. Buna göre en iyi kalite sınıfında olan silajların melas ilaveli gruplar olduğu saptanmıştır. Nitekim, kolay çözünebilir karbonhidratlarca zengin olan melasın, laktik asit bakterilerinin üremesini sağladığı ve silaj fermentasyonunu olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir. Sadece üre ilavesi ise üre+melas ilavesine göre, duyusal analizler ve silaj pH'ları bakımından daha başarısız silajlar yapılmasına neden olmuştur.

Saman silajlarında pH içerikleri bakımından en yüksek değerlerin, beklenildiği gibi, sadece üre ilave edilen gruplarda; en düşük pH içeriklerinin ise sadece melas ilave edilen gruplarda olduğu görülmüştür. Bu durum ürenin amonyak üretiminden ve melasın kolay çözünebilir karbonhidratlarca zengin olmasından kaynaklanmaktadır. En düşük pH içeriği sorgum samanına melas ilavesinde görülmüştür. Bu durum sorgumun kolay silolanan bir yem bitkisi olmasına da bağlanabilir.

Çizelge 2. Saman silajlarında duyusal analizler, kalite sınıfı ve pH değerleri

Yemler	Koku	Yapı	Renk	Toplam Puan	Kalite Sınıfı	pH
Buğday Üre	11	4	1.9	16.9	İyi	9.35 ± 0.04 ^a
Buğday Melas	14	4	2	20	Pekiyi	6.44 ± 0.02 ^e
Buğday Üre+Melas	10.4	4	2	16.4	İyi	9.35 ± 0.02 ^a
Sorgum Üre	11.75	4	2	17.75	İyi	8.95 ± 0.01 ^b
Sorgum Melas	13.25	4	2	19.25	Pekiyi	6.05 ± 0.05 ^f
Sorgum Üre+Melas	13.25	4	2	19.25	Pekiyi	8.61 ± 0.03 ^c
Soya Üre	11.3	2.5	1.3	15.1	İyi	9.25 ± 0.03 ^a
Soya Melas	14	3.9	1.7	19.6	Pekiyi	6.72 ± 0.03 ^d
Soya Üre+Melas	12.5	2.7	1.5	16.7	İyi	8.68 ± 0.07 ^c
Önem Düzeyi						<0.001

$P<0.001$; a,b,..., aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Denemede Kullanılan Samanların ve Muamelelerin Kaba Yem Değerleri

Denemede kullanılan samanlar ve muamelelerin kaba yem kaliteleri üzerine etkileri Çizelge 3'te verilmiştir. Yavuz (2005) nispi yem değeri indeksini yemlere yapılan fiziksel ve kimyasal uygulamaların etkilediğini ve yapılacak değerlendirmelerde yemlerin biyolojik değerlerinin de dikkate alınmasını

önermektedir. Bu nedenle çalışmada NYD ile elde edilen sonuçların, *in vitro* sonuçlarla karşılaştırılmasında bu husus dikkate alınmıştır. Kuru madde tüketimi (KMT) bakımından samanlar karşılaştırıldığında; buğday samanında; melas ile üre+melas muameleleri ve kontrol grubu ile üre muameleleri arasında fark görülmemiştir ($P>0.05$). Melas ve üre+melas muameleleri buğday samanında diğer muamelelere göre daha yüksek KMT değerine

sahip olmuştur ($P<0.001$). Kuru madde tüketim değeri yüksek olan yemlerin hayvanlar tarafından daha çok sevilerek tüketildikleri düşünüldüğünde buğday samanlarına üre+melas uygulamasının ya da tek başına melas uygulamasının iştah üzerine olumlu etkisi olacağı söylenebilir. Kuru madde

sindirilebilirliği (KMS) bakımından buğday samanında, kontrol grubuna göre melas ve üre+melas muameleleri daha yüksek değer gösterirken ($P<0.001$); üre muameleli grup ise kontrol grubundan daha düşük KMS değeri göstermiştir. Bu durum samanların ADF içeriğiyle ilgilidir.

Çizelge 3. Denemede kullanılan samanların ve muamelelerin kaba yem kalitesine etkisi

Çeşit	Uygulama	KMS, %	KMT, % CA	NYD	Kaba Yem Sınıfı
Buğday Samanı	Üre	50.39 ± 0.41 ^f	1.56 ± 0.01 ^e	61.07 ± 0.95 ^e	5
	Melas	54.16 ± 0.43 ^d	1.68 ± 0.01 ^d	70.68 ± 1.17 ^d	5
	Üre+Melas	54.86 ± 0.22 ^d	1.72 ± 0.03 ^d	73.05 ± 0.89 ^d	5
	Kontrol	51.87 ± 1.5 ^e	1.52 ± 0.02 ^e	61.2 ± 2.62 ^e	5
Sorgum Samanı	Üre	59.7 ± 0.27 ^c	1.9 ± 0.01 ^c	87.93 ± 0.47 ^c	3
	Melas	62.29 ± 0.22 ^b	2.03 ± 0.01 ^b	98.11 ± 0.64 ^b	3
	Üre+Melas	64.38 ± 0.36 ^a	2.19 ± 0.02 ^a	109.14 ± 1.4 ^a	2
	Kontrol	60.09 ± 0.4 ^c	1.86 ± 0.01 ^c	86.41 ± 0.86 ^c	4
Soya Samanı	Üre	45.78 ± 0.7 ^h	1.74 ± 0.03 ^d	61.66 ± 2.11 ^e	5
	Melas	46.12 ± 0.16 ^h	1.73 ± 0.01 ^d	62 ± 0.47 ^e	5
	Üre+Melas	49.07 ± 0.17 ^g	1.88 ± 0.02 ^c	71.56 ± 0.87 ^d	5
	Kontrol	44.9 ± 0.4 ^h	1.68 ± 0.01 ^d	58.46 ± 0.74 ^e	5
P		<0.001	<0.001	<0.001	

$P<0.001$; a, b, ..., aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

The Hay Marketing Task Force of the American Forage and Grassland Council" tarafından yapılan sınıflandırmaya göre NYD bakımından yemlerde "5" (<75) reddedilecek düzeyde kötü kaliteyi; (75-86) arası 4.kaliteyi; (87-102) arası 3.kaliteyi; (103-124) arası 2.kaliteyi; (125-151) arası iyi kaliteyi ifade ederken, "prime" (>151) ise en iyi kaliteyi ifade etmektedir.

Nispi yem değeri bakımından sorgum samanı en iyi değeri gösteren saman olarak dikkati çekmekte olup; KMT bakımından en yüksek değer üre+melas muamelesinde saptanmış ($P<0.001$), bunu melas muamelesi izlemiştir. Kontrol grubu ile üre muameleli grubun KMT açısından aralarında farklılığa rastlanmamıştır ($P>0.05$). Çalışmada sorgum samanında en yüksek KMS içeriği üre+melas muamelesinde görülmüş, bunu melas muamelesi takip etmiştir. Kontrol grubu ile üre muameleli grup arasında istatistiki farklılık bulunmamış ($P>0.05$), ancak bunlar diğer gruplara göre daha düşük KMS değeri göstermişlerdir ($P<0.001$). Çalışmada sorgum samanı kontrol için belirlenen KMS değeri %60.09 olarak hesaplanmıştır. Literatür bildirişleri ise bu değeri %54.6 ile %55.2 olarak bildirmektedir (Hamed ve Elimam, 2009; ElObied ve Ali, 2013). Görülen bazı farklılıkların yemlerin biçim zamanı, çeşit, tür farklılıkları ve yemlerin farklı besin madde içeriklerinden (NDF ve ADF) kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir.

Nispi yem değeri bakımından çalışmada en yüksek değerlerin sorgum samanında olduğu görülmektedir ($P<0.001$). Diğer samanlar sorgum samanına göre daha düşük değerler gösterirken; üre+melas muamelesi yapılan sorgum samanı en yüksek NYD'ni göstermiştir ($P<0.001$). Bütün samanlarda kontrol grubu ile üre muamelesi arasında NYD bakımından istatistiki farklılık görülmemiştir ($P<0.001$). Bu

durum ürenin yemlerin NDF ve ADF içeriği üzerine etkisinin önemsiz olmasına bağlanabilir. Nitekim, üre ilaveli gruplarda NDF ve ADF içeriklerinin kontrol grubuna benzer bulunması bu sonucu desteklemektedir. Bununla birlikte, buğday samanında; üre ile kontrol grupları arasında ADF içerikleri için istatistiki farklılık olmasına rağmen, rakamsal farklılığın çok az olması NYD hesaplamasında sonucu istatistiki açıdan etkilememiştir. Yavuz (2005), buğday samanı ve soya kabuklarına ait NYD, KMT ve KMS değerlerini sırasıyla; 48.6, 1.41, 44.4 ve 80.3, 1.95, 53.2 olarak bildirmektedir. Buna göre çalışmada buğday için belirlenen sonuçlar daha yüksek bulunurken, soya samanları için belirlenen sonuçlar ise daha düşük saptanmıştır. Bu durum farklı çalışmalarda kullanılan aynı tür yem bitkisinin farklı çeşit, iklim şartları, toprak yapısı, biçim zamanı, gübreleme vb. pek çok faktöre bağlı olarak değişmiş olabilmektedir (Kılıç ve Sarıççek, 2006). Nitekim söz konusu uygulamalar yemlerin besin madde içeriği (NDF, ADF vb.) üzerinde etkili olmaktadır.

Kaba yemlerin kalitelerine göre sınıflandırılmasında "5" en kötüyü ifade etmekte olup, sadece sorgum samanında muamelelerin olumlu etkisi görülmüş ve kaba yemin kalitesi artış göstermiştir. Diğer samanlarda ise melas ve üre+meles muamelelerinin rakamsal olarak önemli artışa sahip olduğu görülmektedir. Ancak, bu durum söz konusu kalite

sınıflandırmasına göre yapılan değerlendirme sonucunu etkilememiştir.

Samanların In Vitro Sindirilebilirliklerinin Belirlenmesi

Samanların gerçek sindirilebilirliklerinin belirlenmesinde *in vitro* sindirilebilirliklerden sonra samanlarda kalan NDF miktarlarından faydalanılmaktadır. Çalışmada değişik katkı

maddeleriyle besin madde içerikleri zenginleştirilen ve lignin peroksidaz enzimi ilavesi yapılan samanlara ait *in vitro* gerçek sindirilebilirlikleri (IVGS) ile *in vitro* ADF sindirilebilirlikleri (IV-ADFS) Çizelge 4.'te verilmiştir.

Çalışmada her bir saman için yapılan değerlendirme sonucunda samanlara lignin peroksidaz enzimi uygulamasının istatistiksel olarak IVGS değerini ve IV-ADFS değerini etkilemediği saptanmıştır (P>0.05).

Çizelge 4. Lignin peroksidaz enzimi ilave edilen samanlara ait IVGS ve IV-ADFS

Çeşit-Uygulama	Enzim	IV-ADFS%	IVGS%
Buğday – Üre	Var	59.13 ± 1.66 ^{ij}	38.24 ± 2.47 ⁱ
Buğday – Üre	Yok	61.98 ± 4.01 ^{hi}	42.12 ± 5.29 ^{fg}
Buğday - Melas	Var	69.77 ± 1.02 ^{defg}	49.06 ± 0.58 ^{de}
Buğday - Melas	Yok	67.55 ± 1.07 ^g	46.95 ± 0.31 ^{def}
Buğday – Üre+Melas	Var	68.36 ± 0.69 ^{fg}	49.45 ± 1.46 ^{de}
Buğday – Üre+Melas	Yok	70.72 ± 4.4 ^{cdefg}	52.94 ± 6.78 ^{cd}
Buğday - Kontrol	Var	65.66 ± 0.47 ^{gh}	43.22 ± 1 ^{efghi}
Buğday - Kontrol	Yok	66.41 ± 2.87 ^{gh}	39.06 ± 0.83 ^{hi}
Sorgum – Üre	Var	73.83 ± 0.98 ^{abcde}	56.87 ± 1.54 ^{bc}
Sorgum – Üre	Yok	72.86 ± 0.47 ^{bcd}	55.52 ± 0.64 ^{bc}
Sorgum - Melas	Var	75.59 ± 0.56 ^{abc}	58.33 ± 0.86 ^{abc}
Sorgum - Melas	Yok	74.37 ± 1.93 ^{abcd}	57.45 ± 2.19 ^{abc}
Sorgum – Üre+Melas	Var	78.35 ± 1.14 ^a	63.35 ± 1.54 ^a
Sorgum – Üre+Melas	Yok	76.26 ± 0.85 ^{ab}	60.01 ± 1.25 ^{ab}
Sorgum - Kontrol	Var	68.76 ± 0.59 ^{efg}	46.99 ± 0.71 ^{def}
Sorgum - Kontrol	Yok	70.06 ± 2.05 ^{defg}	49.02 ± 3.29 ^{de}
Soya - Üre	Var	51.68 ± 2.06 ^k	40.11 ± 1.64 ^{ghi}
Soya - Üre	Yok	50.45 ± 5.55 ^k	38.71 ± 5.7 ⁱ
Soya - Melas	Var	57.7 ± 0.28 ^{ij}	45.85 ± 0.26 ^{efg}
Soya - Melas	Yok	58.84 ± 1.34 ^{ij}	46.91 ± 1.23 ^{def}
Soya – Üre+Melas	Var	66.32 ± 0.8 ^{gh}	56.1 ± 0.54 ^{bc}
Soya – Üre+Melas	Yok	67.36 ± 2.08 ^g	56.03 ± 0.79 ^{bc}
Soya - Kontrol	Var	56.76 ± 0.84 ^j	44.99 ± 0.62 ^{efgh}
Soya - Kontrol	Yok	57.69 ± 0.44 ^{ij}	46.06 ± 0.25 ^{efg}
Önem Düzeyi		<0.001	<0.001

P<0.001;a,b..., aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Bununla birlikte IVGS ve IV-ADFS bakımından samanlarda en iyi sonuçları sorgum samanlarının gösterdiği üre+melas ve melas ilave edilen grupların diğerlerine göre daha yüksek sindirilebilirlik değerlerine sahip olduğu saptanmıştır. Çalışmada soya samanına üre ilavesinin diğer samanlara ve muamelelere göre en kötü IV-ADFS sonuçlarını gösterdiği, enzim ilavesinin de bu sonuçları etkilemediği görülmüştür. Soya samanlarında en iyi IVGS ve IV-ADFS sonuçlarını ise üre+melas muameleleri göstermiştir.

Buğday samanlarında ise IV-ADFS bakımından en kötü sonuçları üre ile muamele edilen gruplar göstermiş, melas, üre+melas ve kontrol grupları üre ilave edilenlere kıyasla daha yüksek IV-ADFS değerine sahip olmuştur. Çalışmada buğday samanı için saptanan IVGS değeri %39.06 olarak bulunurken,

aynı değeri Yılmaz (2009) %43.53 olarak bildirmektedir. Bozkurt ve ark. (2007) ise IVGS değerini %46.8 olarak saptamıştır. Şahan (2012) ise yaptığı çalışmada buğday samanına ait IVGS değerini % 24.79 olarak bildirmektedir. Çalışmadaki IVGS değerinin literatür bildirişlerinin bazılarında farklı olmasının sebebi yemlerin çeşit farklılığı, yetiştirilen toprak yapısı, gübreleme, hasat zamanı ve yemlere uygulanan işlemler ile *in vitro* denemede kullanılan rumen sıvısı farklılığına bağlanabilir.

In vitro sindirilebilirlikte kullanılan torbalarda ADL analizleri yapılarak deneme öncesi kuru örnekteki ADL miktarından, *in vitro* sindirilebilirlik sonrası belirlenen kalan kuru örnekteki ADL miktarı çıkartılmış ve yüzde sindirilebilirlikler belirlenmiştir. Çalışmada enzimsiz olarak bütün örneklerden 2 paralel kör torba konularak samanlara uygulanan

farklı muamelelerin lignin sindirilebilirlikleri hesaplanmıştır (Çizelge 5). Burada görüldüğü gibi; bu çalışmada bütün muamele gruplarında enzimin lignin sindirilebilirliğini artırdığı saptanmıştır ($P<0.001$). Nitekim bütün muamele ve kontrol grubu samanlarda, Çizelge 5. Lignin peroksidaz enzimi uygulamasının samanlarda lignin sindirilebilirliği üzerine etkisi

enzim kullanılmayan gruplarda lignin sindirilebilirliği kör denemelerden faydalanılarak sıfır (0) olarak değerlendirilmiştir. Böylece elde edilen bütün pozitif (+) değerler enzimin çalıştığını göstermiştir.

Çeşit-Uygulama	Başlangıç ADL,%	Kalan ADL,%	Lignin Değişim, %	Sindirilebilirliğindeki
Buğday - Üre	6.09	5.66	7.03 ± 0.99 ^{cd}	
Buğday - Melas	5.63	5.54	1.68 ± 1.05 ^e	
Buğday - Üre+Melas	5.48	5.07	7.42 ± 0.82 ^{cd}	
Buğday - Kontrol	6.00	5.75	4.18 ± 0.75 ^{de}	
Sorgum - Üre	3.11	2.56	17.56 ± 1.24 ^a	
Sorgum - Melas	1.96	1.91	2.42 ± 0.67 ^e	
Sorgum - Üre+Melas	1.82	1.74	4.65 ± 0.77 ^{cde}	
Sorgum - Kontrol	2.74	2.37	13.62 ± 2.38 ^b	
Soya - Üre	13.15	12.14	7.71 ± 1.62 ^{cd}	
Soya - Melas	12.89	12.02	6.78 ± 0.8 ^{cd}	
Soya - Üre+Melas	11.52	10.81	6.18 ± 0.95 ^{cd}	
Soya - Kontrol	12.64	11.59	8.32 ± 0.21 ^c	
Önem Düzeyi			<0.001	

$P<0.001$;a,b,..., aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

En yüksek lignin sindirilebilirliği artışı sorgum samanlarına tek başına üre uygulamasında saptanmıştır. Sorgum samanlarında kontrol gruplarında ligninin sindirilebilirliğindeki artış üzerine enzimin etkisi; melas ilave edilen muamele gruplardan daha yüksek olmuştur. Soya samanında enzim ilavesinin muamelelerin lignin sindirilebilirliğindeki artış üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Buğday samanında muamelelerin lignin sindirimi üzerindeki etkisi kontrole kıyasla önemsiz olmuş ($P>0.05$), ancak buğday samanına melas muamelesinde en düşük sindirilebilirlik gözlenmiş olsa da bu durum kontrol grubuna göre istatistiksel açıdan önemli olmamıştır. Bununla birlikte, buğday samanına melas ilavesi ile üre ve üre+melas ilaveleri arasında lignin sindirilebilirliği bakımından önemli farklılıklar görülmüştür ($P<0.001$).

Çalışmadan beklenen etkinin NDF ve ADF sindirilebilirliklerinde istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir. Bu durum enzimin rumen içi çalışma şartlarının bilinmeyen bazı durumlardan ötürü tam olarak sağlanamamış olmasına, samanların ya da samanlara uygulanan muamelelerin lignin peroksidaz enzimi üzerine olumsuz etki yapma ihtimaline bağlanabilir. Nitekim, bazı literatür çalışmalarında lignin peroksidaz ve benzeri enzimlerin oksijensiz ortamlarda çalışmasının zor olduğu bildirilmektedir (Khazaal ve ark., 1993; Wan ve Li, 2012). Bununla birlikte, hidrojen peroksit kullanımı sayesinde oksijen oranının artmasıyla ligninaz enziminin ligninleri parçalama oranının arttığı (Khazaal ve ark., 1990; Kirk ve Cullen, 1998), oksijen ve radikal hidroksiller gibi kimyasal oksidantların

oksidasyonu artırarak lignin parçalanabilirliğini artıracığı (Eriksson ve ark., 2012) bildirilmiştir. Yu ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada, %2 hidrojen peroksit muamelesinin 48 saatlik inkübasyon için ligninin %22.8'ini parçaladığı bildirilmektedir.

Buna göre oksijensiz ortamlarda LiP enziminin çalışma başarısının düşük olabileceği varsayılabilir. Bu nedenle çalışmada kullanılan LiP enzimi oksijensiz şartlarda çalışan bir sisteme yani rumen şartlarına ilave edildiği için samanların lignin parçalanabilirliğinde beklenen artış sağlanmamış olabilir. Bununla beraber, Reid (1989) ligninin parçalanmasının oksidatif bir süreç olduğunu, aktivasyon için mutlaka oksijene gereksinim duyduğunu ve ligninaz aktivitesi için ligninaz enziminin hazırlandığı kültür kabına az miktarda olsa bile havadan oksijen girmesinin (pasif difüzyonla) aktivasyon için yeterli olacağını bildirmektedir. Elde edilen veriler dikkate alındığında samanların lignin sindirilebilirliklerinde belli miktarlarda ve önemli artışların olduğu görülmektedir. Buna göre; yapılacak yorumlarda enzim ilavesinde hazırlık aşamasında ve rumen sıvısına ilavesi aşamalarında alınan oksijene bağlı olarak LiP enziminin çalışmış olma olasılığı yüksek görülmektedir, ayrıca sonuçları etkileyen bilinmeyen bazı faktörlerin de olabileceği dikkate alınmaktadır. Kang ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada, enzim aktivitesi ve üretiminin denemede kullanılan substratın doğasına göre değişiklik gösterdiği bildirilmektedir. Bu nedenle en uygun substratın seçilmesi büyük önem taşımakta olup, substrat olarak pirinç samanı kullanıldığında, pirinç samanı ve buğday kepeğinin karışım halinde substrat

olarak kullanılmasına kıyasla daha yüksek selüloz ve ksilanaz aktivitesi saptanmıştır. Elde edilen sonuçların başka çalışmalardan farklılık göstermesi, bu çalışmada substrat olarak buğday, soya ve sorgum samanlarının kullanılmasından kaynaklanabilir. Lignin peroksidazın, lignin sindirilebilirliği üzerine etkili bulunmasının sebeplerinden bir tanesini de, ADL analizi aşamasında kullanılan asidik (%72'lik sülfürik asit) çözelti olabilir. Nitekim, bu konuda yeterli çalışmanın yapılmamış olması, çalışmada elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde ve yorumlanmasında oldukça fazla faktörün dikkate alınması gereğini doğurmaktadır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak, samanların kaba yem kalitesini artırmak için üre, melas ve üre+melas muamelelerinin besin madde içeriklerinde ve silaj yapımında olumlu katkılar sağladıkları görülmüştür. Samanlarda görülen yem değerindeki farklılıkların farklı samanlarda farklı lignoselülozik yapının bulunmasından kaynaklandığı ve samanlar arasında en iyi yem değerini sorgum samanlarının gösterdiği saptanmıştır. Buna göre; kurak bölgelerde sorgum samanının üre ya da üre+melas ilavesiyle zenginleştirilerek hayvan beslemede kullanılması önerilmektedir.

Samanlarda *in vitro* ADL sindirilebilirlikleri bakımından, LiP enziminin bütün muamele gruplarında lignin sindirilebilirliğini artırdığı belirlenmiştir. Lignin sindirilebilirliğindeki artışın yemlerin *IVGS* ve *IV-ADFS* üzerine etkisinin olumlu olması ve sindirilebilirlikleri artırması beklenirken, bu artışın istatistiksel açıdan önemli olmamasının nedenleri gelecekte yapılacak çalışmalar tarafından araştırılmalıdır. Ayrıca, LiP enzimin düşük kaliteli kaba yemlerde ligninin parçalanması ve yem değerinin artırılmasında kullanılması üzerine yoğun *in vitro* ve *in vivo* çalışmalar yürütülmesi önem taşımaktadır. Bununla beraber, hayvan beslemede kullanılabilmesi için LiP enzimini ekonomik olarak üretebilecek mantarlar üzerinde yoğunlaşılması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Araştırmacılar, bu çalışmayı TOVAG-2140606 'nolu proje ile destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'na teşekkür ederler.

Bu çalışma, Abdiwali MOHAMOUD ABDİ'Yüksek Lisans tezinden özetlenmiş olup, 1. Uluslararası Hayvan Besleme Kongresinde (28 Eylül - 01 Ekim 2016, Antalya/Türkiye) Poster Bildiri olarak sunulmuş ve sadece özeti basılmıştır.

KAYNAKLAR

Al-Sultan SA 2009. Nutritive Value and Ruminant Degradability of Urea-Treated Wheat Straw in Camels. Saudi Arabia, <https://scholar.google.com.tr>

/scholar?cluster=1195245765062739931&hl=tr&as_sdt=0,5&as_vis=1 (Erişim Tarihi: 07.01.2016).

- Ankom 2003. Method for determining neutral detergent fiber, acid detergent fiber, crude fiber. Ankom Technology, Macedon, NY.
- AOAC 1998. Official Methods of Analysis. 16th Edition, AOAC International, Gaithersburg, MD.
- AOCS 2005. Official procedure, approved procedure Am 5-04, Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction. American Oil Chemists Society, Urbana, IL.
- Arora DS, Chander M, Gill PK 2002. Involvement of lignin peroxidase, manganese peroxidase and laccase in degradation and selective ligninolysis of wheat straw. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 50: 115 – 120.
- Bozkurt Z, Görgülü M, Çelik L 2007. Kekik (*Oregano vulgare*) ve çörekotu (*Nigella sativa*) esansiyel yağı ile propolisin buğday samanının *in vitro* gerçek kuru madde, organik madde ve NDF sindirilebilirliğine etkileri. *IV.Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, Syf.94-97. 24-28 Haziran 2007*. Bursa
- Can A, Denek N, Yazgan K 2004. Effect of urea and molasses supplementation on nutrient intake and digestibility of sheep fed with straw. *Journal of Animal Veterinary Advances*, 3 (7): 466-469.
- Cardoso WS, Tardin FD, Tavares GP, Queiroz PV, Mota SS, Megumi MC 2013. Use of sorghum straw (*Sorghum bicolor*) for second generation ethanol production: pretreatment and enzymatic hydrolysis. *Quim. Nova*, 36 (5): 623-627.
- ElObied GH, Ali JA 2013. Optimum concentrate supplement to sorghum straw to reduce live weight loss in calves during summer season in Sudan. *International Journal of Agricultural Sciences* 3 (9): 016-021.
- Eriksson KEL, Blanchette R, Ander P 2012. Microbial and enzymatic degradation of wood and wood components. Springer Science & Business Media.
- Filya İ 2007. Türkiye' de kaba yem sorunu ve çözüm yolları. *Türkiye Süt Sığırcılığı. Kurultayı (Çağrılı Tebliğ)*. İzmir, 25-26 Ekim 2007.
- Fluharty FL 2009. Protein and Energy Supplementation of Crop Residues for Breeding Cattle. Department of Animal Sciences, the Ohio State University. p. 01-05.
- Hamed AHM, Elimam ME 2009. Effects of Chopping on Utilization of Sorghum Stover by Nubian Goats. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8 (10): 1567-1569.
- Hossain SM, Anantharaman N 2008. Effect of wheat straw powder on enhancement of ligninolytic enzyme activity using Phanerochaete chrysosporium. *Indian Journal of Biotechnology*, 7: 502-507.
- Jonathan SG, Okorie AN, Garuba EO, Babayemi OJ 2012. Bioconversion of sorghum stalk and rice straw into value added ruminant feed using *Pleurotus pulmonarius*. *Nature and Science*: 10(4): 10-16.
- Kalkan H, Filya İ 2011. Sellüloz Enziminin Buğday Samanının Besleme Değeri, *in vitro* Sindirimi ve

- Mikrobiyal Protein Üretimi Üzerine Etkileri. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 17(4): 585-594.
- Kang SW, Park YS, Lee JS, Hong SI, Kim SW 2004. Production of cellulases and hemicellulases by *Aspergillus niger* KK2 from lignocellulosic biomass. *Bioresource Technology*, 91(2): 153-156.
- Khazaal KA, Owen E, Dodson AP, Harvey P, Palmer J 1990. A Preliminary Study of the Treatment of Barley Straw with Ligninase Enzyme: Effect on *In-Vitro* Digestibility and Chemical Composition. *Biological Wastes*, 33: 53-62.
- Khazaal KA, Owen E, Dodson AP, Palmer J, Harvey PO 1993. Treatment of barley straw with ligninase: effect on activity and fate of the enzyme shortly after being added to straw. *Animal Feed Science and Technology*, 41 (1):15-21.
- Kılıç A 1986. Silo Yemi (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri). Bilgehan Basımevi, İzmir, 327.
- Kılıç Ü, Sarıççek BZ 2006. Gaz üretim tekniğinde sonuçları etkileyen faktörler. *Hayvansal Üretim Dergisi*, 47: 54-61.
- Kirk TK, Cullen D 1998. Enzymology and molecular genetics of wood degradation by white-rot fungi. Environmentally friendly technologies for the pulp and paper industry. Wiley, New York, 273-307.
- Kraidees MS 2005. Influence of urea treatment and soybean meal (urease) addition on the utilization of wheat straw by sheep. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 18(7): 957-965.
- Kutlu HR, Çelik L 2014. Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No:266, Ders Kitapları, Adana.
- Madibela OR, Mahabile W, Boitumelo W 2005. Effect of sorghum stover as replacement basal diet on milk yield, live weight and dry matter intake of Friesian cow in Botswana. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 4 (2): 197-201.
- Maheri-Sis N, Abdollahi-Ziveh B, Salamatdoustnobar R, Ahmadzadeh A, Aghajanzadeh-Golshani A, Mohebbizadeh M 2011. Determining Nutritive Value of Soybean Straw for Ruminants Using Nylon Bags Technique. *Pakistan Journal of Nutrition* 10 (9): 838-841.
- Mattoni M, Schiavone A, Tarantola M, Ladetto G, De Meneghi D, Kanwe AB 2007. Effect of urea treatment on the nutritive value of local sorghum and millet straw: a comparative study on growing performance of Djallonke rams. *Italian Journal of Animal Science*, 6 (1): 318-320.
- Redden RR 2012. Straw is a good alternative in rations for cows and sheep if properly supplemented with higher quality feedstuffs. Available from <https://www.ag.ndsu.edu/drought/forages-and-grazing/feeding-straw>.
- Reid ID 1989. Optimization of solid-state fermentation for selective delignification of aspen wood with *Phlebia tremellosa*. *Enzyme and microbial technology*, 11(12): 804-809.
- Rohweder DA, Barnes RF, Jorgensen N 1978. Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *Journal of Animal Science*, 47(3): 747-759.
- Rossi J 2007. Feeding Straw to Beef Cattle. University of Georgia. College of Agricultural and Environmental Sciences & Family and Consumer Science. P. 01-02.
- Serna-Saldívar SO, Chuck-Hernández C, Pérez-Carrillo E, Heredia-Olea E 2012. Sorghum as a Multifunctional Crop for the Production of Fuel Ethanol: Current Status and Future Trends, Bioethanol, Marco Aurelio Pinheiro Lima (Ed.), ISBN: 978-953-51-0008-9, InTech, DOI: 10.5772/20489.
- Stanton TL, LeValley S 2006. Feed Composition for Cattle and Sheep. Colorado State University extension, P. 01-06.
- Şahan Z 2012. Bazı bitki uçucu yağlarının enerji, protein ve lif kaynağı yemlerin in vitro gerçek sindirilebilirliğine ve yüksek verimli süt sığırlarında süt verimi ve süt kompozisyonlarına etkileri. ÇÜ. Fen Bil. Ens. Zootekni ABD, Doktora Tezi. 147 s.
- Van Soest PV, Robertson JB, Lewis BA 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10): 3583-3597.
- Waller JC 2005. Yem Hammaddeleri Besin Değerleri (Sık kullanılmayan yem hammaddeleri ve yan ürünler tablosu). 2005 Reference Issue and Buyers Guide. Volume 76, Number 38, Feedstuffs.
- Wan C, Li Y 2012. Fungal pretreatment of lignocellulosic biomass. *Biotechnology advances*, 30(6): 1447-1457.
- Wulandari AP, Triyana T, Andayaningsih P 2013. Delignification of Rice Straw with Ligninase from Novel *Penicillium* sp. strain apw tt2 for Biopulping. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 3(1): 43-46.
- Xu Z, Wang Q, Jiang Z, Yangn X, Ji Y 2007. Enzymatic hydrolysis of pretreated soybean straw. *Biomass and Bioenergy*, 31: 162-167.
- Yavuz M 2005. Bazı Ruminant Yemlerinin Nispi Yem Değeri ve İn vitro Sindirim Değerlerinin Belirlenmesi. GOÜ. Ziraat Fakültesi, 22 (1): 97-101
- Yılmaz Y 2009. Kekik (*Origanum vulgare*) ve çörekotu (*Nigella sativa*) yağı ile arpa, soya fasulyesi küspesi ve buğday samanının gerçek kuru madde, organik madde ve sindirilebilirliğine etkileri. ÇÜ. Fen Bil. Ens. Zootekni ABD, Yüksek lisans Tezi, 39 s.
- Yu J, Zhang J, He J, Liu Z, Yu Z 2009. Combinations of mild physical or chemical pretreatment with biological pretreatment for enzymatic hydrolysis of rice hull. *Bioresource Technology*, 100(2):903-908.