



## Ruminant Beslemede NDF ve ADF'nin Önemi

Emre TEKCE<sup>1</sup>, Mehmet GÜL<sup>2</sup>✉

1. Gümüşhane Üniversitesi, Şiran Mustafa Beyaz M.Y.O, Şiran, Gümüşhane, Türkiye.
2. Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye.

**Özet:** Hayvan beslemede kullanılan kaba yemler yapısal olan (selüloz, lignin, hemiselüloz) ve olmayan karbonhidratlardan (organik asitler, şekerler) oluşur. Monogastrik hayvanlar kaba yemlerdeki bu yapısal karbonhidratları sindiremezken, ruminatlar selülotik mikroorganizmalar sayesinde bu yapısal karbonhidratları sindirebilmektedirler. Kaba yemlerde bulunan yapısal karbonhidratlar NDF (selüloz, hemiselüloz ve lignin) ve ADF (selüloz, hemiselüloz) olarak iki gruba ayrılır. Yapısal karbonhidratların hayvan beslemede kullanımı, ruminatlarda yemden yararlanmanın artırılması ve rumen sağlığının korunması için önemlidir. Nitekim, NDF ve ADF rumintlarda tükürük salgısını teşvik ederek rumen pH'sının uygun sınırlar içinde kalmasını sağlar ve böylece mikrobiyal sindirimde görev alan selülotik ve amilolitik bakteriler ile protozoa ve mayalar için uygun ortam sağlamış olur. Ruminatların fizyolojik dönemlerine göre rasyon ile alması gereken NDF ve ADF miktarları, başta asidozis, laminitis, rumen paraketozisi gibi daha birçok çeşitli metabolik hastalıkların önlenmesi açısından önemlidir. Bu derlemede tüm bu nedenlerden dolayı oluşabilecek ekonomik kayıpların önüne geçmek ve hayvanların sağlıklı şekilde beslenmesini sağlamak için hayvan beslemede yapısal karbonhidratların önemi anlatılmaya çalışılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** ADF, NDF, Ruminantlar, Ruminantların sağlığı.

## The Importance of NDF and ADF in Ruminant Nutrition

**Abstract:** Roughages used in animal nutrition consists of structural (cellulose, lignin and hemicellulose) non-structural (organic acids, sugars) carbohydrates. While monogastric animals cannot digest the structural carbohydrates in forages, ruminants can digested the structural carbohydrates becoming of cellulotic microorganisms in their reticulo-rumens. Structural carbohydrates in the roughage feeds are divided into two groups as NDF (cellulose, hemicellulose, lignin) and ADF (cellulose, hemicellulose). The use of structural carbohydrates in animal nutrition is important for the protection rumen health and improving of feed conversion ratio in ruminants. In fact, NDF and ADF in ruminants cause the remaining of rumen pH within the appropriate limits by promoting of the increase saliva and provide appropriate environment for cellulotic and amylolytic bacterias involved in microbial digestion and protozoa and yeast. The amount of NDF and ADF in ration or diet is important for some physiologic periods of ruminants in terms of preventing various the metabolic diseases such as acidosis, laminitis and rumen parakeratosis. The aim of this review is to summarize the importance of structural carbohydrates such as NDF and ADF in animal nutrition and to avoid economic losses resulting from all these reasons and to ensure a healthy nutrition of animals.

**Key words:** ADF, NDF, Ruminants, Ruminant healthy.

✉ Mehmet GÜL

Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye.  
e-posta: mehgul@atauni.edu.tr

## GİRİŞ

Ruminant beslemede kaba yemin önemli olduğu bilinmektedir. Hayvanlara verilecek kaba yemlerin oranları ve kaliteleri ise en başta hayvanın verim fonksiyonları ile ilişkili olarak değişmektedir. Nitekim yüksek süt verim özelliğine sahip ineklerin rasyonlarında kullanılacak kaba yemin kalitesi çok iyi olması gerekirken, kuru dönemde vücut kondüsyon skoru 3.5'dan yüksek olan ineklerin beslenmesinde iyi kaliteli kaba yemin verilmesi pek tavsiye edilmez. Bu nedenle kaba yemlerin kalitelerinin belirlenmesi önem arz etmektedir. Günlük süt verimi 20 kg'dan az olan sütçü ineklerin rasyonunda %60-70 kaba yem, %30-40 kesif yem, 20-30 kg arasında süt veren ineklerin rasyonunda %55-60 kaba yem, %40-45 kesif yem, 30 kg'dan fazla süt veren ineklerin rasyonunda ise %45- 55 kaba yem, %45-55 kesif yem olması gerekmektedir (Özen ve ark., 2005).

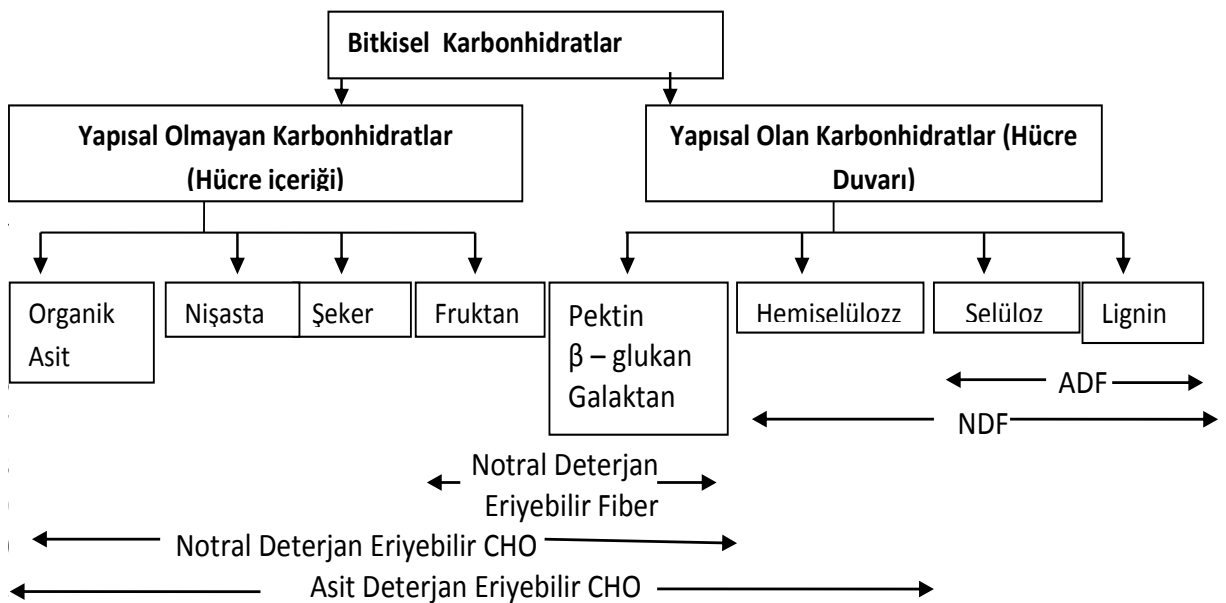
Kaba yemde bulunan karbonhidratların bir bölümü hayvanların gastro-intestinal sisteminde sindirilmelerine rağmen diğer bölümü sindirilmeyen fraksiyonlardan oluşur. Ruminant hayvanlar

rumenlerindeki mikroorganizmalar sayesinde kaba yemlerde bulunan bu fraksiyonları sindirebilmektedir. Ancak, basit mideli türler söz konusu fraksiyonların %7'den fazlasını sindiremezler. Ruminantların rumeninde bulunan selülotik bakteriler ve bazı mantarlar tarafından salgılanan enzimler ile bitkilerdeki sindirilemeyen fraksiyonların sindirimi gerçekleştirilir. Bitkilerde sindirilemeyen bu fraksiyonlar selüloz, hemiselüloz ve ligninden oluşur (Martens 1997; Moon ve ark., 2002; Yavuz., 2005; Zhao ve ark., 2011).

Bitkilerdeki karbonhidrat içeriği şekil 1'de gösterilmiştir. Yapısal olan karbonhidratlar hemiselüloz, selüloz, pektin, lignin ve  $\beta$ -glukagondur. Buna karşın yapısal olmayan karbonhidratlar; organik asitler, şeker ve nişastadan oluşur (Akerholm ve Salmen, 2003). Bu bitkisel karbonhidratların bitki bünyesindeki miktarı, bitkinin çeşidine, aksamına, bitkinin vejetasyon süresine, hasat zamanına, fiziksel ve kimyasal işlemlerinin yapılmasına göre değişir (Yavuz, 2005).

**Şekil 1:** Bitkilerde yapısal ve yapısal olmayan karbonhidratlar (Ishler ve ark., 2001; Anonim 2013).

**Figure 1:** Structural and non-structural carbohydrates of plants (Ishler et al., 2001; Anonymous 2013).



Kaba yemlerde bulunan karbonhidratların ruminantlar tarafından tüketilmesini teşvik eden bazı faktörler vardır. Bunlar hayvana bağlı faktörler (fiziksel ve fizyolojik faktörler), yeme bağlı faktörler (yemin kimyasal yapısı, yemin parçalanma boyutu, yemin vejetasyon süresi) ve çevre şartlarına bağlı faktörler olarak bilinmektedir (Şehu ve ark., 1998; Wolfrum ve ark., 2009).

### Selüloz ve Genel Özellikleri

Selüloz, bitki hücre duvarındaki polisakaritlerin matrisksi içinde yer alan ve doğada en fazla bulunan hücre duvarı komponentidir. Her selüloz molekülü  $\beta$ -1,4 glikozit bağı ile bağlı D-glikoz ünitesi içeren bir polimerdir (Mendu ve ark., 2011). Bu kompleks yapıli selüloz moleküllerin sindirimi rumendeki mikrobiyal sindirim ile gerçekleşir. Rumende selülozun parçalanması ile uçucu yağ asitleri (UYA) olarak da bilinen asetik asit, bütirik asit ve propiyonik asit oluşur. Ayrıca selüloz, tükürük üretimindeki artışa sebep olarak rumen pH'sının optimum şartlarda tutulması ve bazı metabolik hastalıklara karşı ruminantların korunmasını sağlar (Argaman ve ark., 2012; Kaur ve ark., 2013).

### Hemiselüloz ve Genel Özellikleri

Hemiselüloz 500-3000 arasında asit grubu monomer ünitesinin birleşmesi ile oluşan ve yapısında Ksiloz, Glukoz, Mannoz, Galaktoz, Arabinoz, Glukuronik asit bulunan  $\beta$ -1-4 glikozit bağı ile bağlı heterojenik kompleks bir polisakarittir (Egues ve ark., 2010; Varnai ve ark., 2010; Sun ve ark., 2012). Selüloz ve hemiselüloz ruminantlar için enerji kaynağı olarak uçucu yağ asitlerini (UYA) oluşturur (Phakachoed ve ark., 2012).

Hemiselüloz da, rumen sağlığı açısından önemlidir. Çünkü genç hayvanlar süttten kesilip yavaş yavaş kaba yem ile beslenmeye başladığında rumen başta olmak üzere, rumen papillaları ve burada bulunan mikroorganizmalar çoğalmaya ve gelişmeye başlar (ishler ve ark.,1996). Buzağılarda konsantre yem olarak buzağı başlangıç yeminin kullanılması

rumen papillaları ve rumenin gelişimi üzerine, çiçeklenmenin 1/10 olduğu dönemde biçilen yonca kuru otunun kaba yem kaynağı olarak kullanılması ise rumen duvar kaslarının gelişimine yardımcı olacağı bilinmektedir.

### Lignin ve Genel Özellikleri

Ligninler esas olarak mevcut olan ikincil kalınlaşmış bitki hücre duvarının fenil propan içeren fenol alkol polimerleridir (Jones ve ark.,2001; Weng ve ark.,2008). Hücre duvarının önemli bir bileşeni olan lignin, bitkinin sertliğini, mikroorganizma saldırılarına karşı bitkinin korunmasını, besin ve suyun iletimini sağlar (Austin ve Ballare, 2010; Rencoret ve ark., 2011). Lignin ruminantlar da ne sindirim enzimleri ile ne de mikrobiyal enzimler ile sindirilemediği için yemlerin sindirime derecelerini ve yemden yararlanmayı azaltmaktadır (Naser ve ark., 2011). Ayrıca lignin; selüloz ve hemiselüloz gibi polisakaritlerin sindiriminde olumsuz etkilemek suretiyle yemden yararlanmayı azaltmaktadır (Sridhar ve Senani, 2011). Bazı yem bitkilerinin selüloz, hemiselüloz ve lignin içerikleri (g/kg kuru madde) Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1' de verilen yemler ve bu yem ham maddeleri içerisinde bulunan yapısal ve yapısal olmayan lif maddeleri yemlerin sindirime derecesini ve yemden yararlanmayı etkilemektedir. Bu etki derecesini ve rasyonda olması gereken en ideal kaba yem oranını belirlemek için hayvan beslemede iki farklı analiz yapılmaktadır. Bu analizler Nötral Deterjan Fiber (NDF) ve Asit Deterjan Fiber (ADF) analizleridir (Van Soest ve ark., 1991).

### NDF (Nötral Deterjan Fiber)

Ruminant rasyonlarının büyük bir bölümünü oluşturan karbonhidratlar ruminantların süt yağı, sütün bileşenleri, rumendeki asetik asit/propiyonik asit oranı, kuru madde tüketimi, rumendeki mikroflora ve mikrofauna üzerine etkilidir (Ferreira ve Mertens, 2007; Saçaklı ve ark., 2007; Hansey ve ark., 2010).

**Tablo 1:** Bazı yaygın yem maddelerinin lif içerikleri (g/kg kuru madde)( Anonim, 2001).**Table 1:** The fiber content of some common feed ingredients (g/kg dry matter)( Anonymous, 2011b).

YEM	Lif maddeleri							Lignin	NDF
	NSP	Arabinoz	Ksiloz	Mannoz	Galaktoz	Glukoz	Uronik asit		
<b>Buğday</b>	102	23	37	5	4	27	7	11	105
<b>Arpa</b>	158	25	50	4	3	75	12	33	210
<b>Mısır Gluten Yemi</b>	348	66	96	4	17	102	29	31	400
<b>Bezelye</b>	154	32	10	2	8	80	23	8	194
<b>Soya Fasülyesi</b>	196	25	17	10	49	59	36	30	115
<b>Kanola Küspesi</b>	221	43	18	4	16	64	48	100	256
<b>Şeker Pancarı Posası</b>	602	163	20	10	40	193	161	63	490
<b>Buğday Samanı</b>	512	21	169	5	7	315	18	171	752

ADF : Asit Deterjan Fiber , NDF: Nötral Deterjan Fiber, NSP :Nişasta Tabiatında Olmayan Polisakkarit.

### NDF 'nin Sindirimi

NDF'yi oluşturan yapılar ruminant sindirim enzimleri (barsak enzimleri) tarafından parçalanamaz (Saki ve ark., 2010). Bu yüzden yapısal karbonhidratlar ruminantlar tarafından rumende enzimatik sindirime uğramadan önce kendilerine özgü mide yapıları sayesinde rumenlerinde bulunan mikroorganizmalar (protozoon, mantar ve bakteriler) tarafından mikrobiyal fermentasyona uğratılır (McDonald ve ark., 2010; Pilajun ve ark., 2010). Selüloz (Ruminococcus albus, Ruminococcus flovefaciens, Fibribacter succinogenes vb), hemiselüloz (Butyrivibrio fibrisolvans vb) ve lignin rumende bakteri, protozoa ve mayalar tarafından üretilen glukozid hidrolaz enzim grupları tarafından hidrolize uğratarak heksosdan pürivata kadar parçalanırlar. Bu parçalanma aşamaları Şekil 2'de gösterilmiştir (Ünay ve ark., 2008; Lettat ve ark., 2010).

### NDF'nin Çiğneme Aktivitesi Üzerine Etkisi

Ruminantlarda verimi en üst seviyeye çıkarmak ve sürü sağlığının devamlılığını sağlamak için NDF'ye daima ihtiyaç duyulur. Yüksek verimli ruminantların rasyonları, optimum çiğneme aktivitesi, rumen fermentasyonu, süt yağı yüzdesi ve iyi bir kuru madde tüketimi için yeterli partikül boyutuna sahip NDF içeriği optimum olan kaba yemlerden oluşmalıdır (Lean ve ark., 2007).

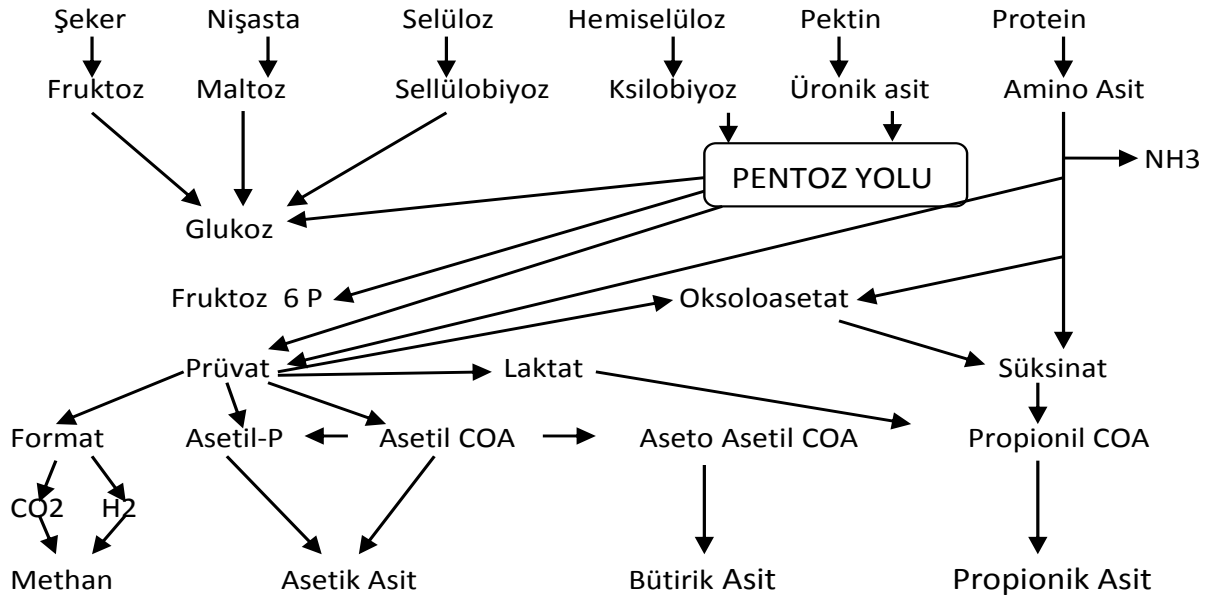
Günlük olarak ruminantlarda parotis bezinden ortalama 70 ile 180 lt tükürük üretilir. Üretilen bu tükürük sodyum bikarbonat ve fosfat tuzları içerir, böylece rumen ortamı nötr tutulmuş olur. Tükürük miktarının artması ile yemlerin reticulo-rumen geçişleri kolaylaşır ve rumen fermentasyonu içinde ideal bir ortam oluşur. Böylece selülozun mikrobiyal fermentasyonu sonucu UYA üretimi sağlanır. Oluşan

asetik ve propiyonik asitin büyük bir bölümü Vena porta yoluyla karaciğere gelir, fakat bütirik asit rumen duvarında beta-hydroxybutyrate olarak bilinen ketona dönüşür. Ketonlar adipoz, kas, meme vb. dokular için enerji kaynağıdır. Erken laktasyon döneminde enerji kaynağı olarak ketonlar adipoz

dokulardan elde edilir. Ayrıca bağırsak vizkozitesini artırmak suretiyle yemlerin daha iyi sindirilmesi ve kan glikoz dengesinin düzenlenmesi sağlanır (Campbell ve ark., 1992; Jalali ve ark., 2012; Lauper ve ark., 2013).

**Şekil 2:** Rumende karbonhidrat sindiriminin aşamaları (Baldwin ve Alison, 1983).

**Figure 2:** The stages of carbohydrate digestion in the rumen (Baldwin and Alison, 1983).



Tükürük üretimi, çiğneme zamanı ile ilişkili olarak NDF kullanımını etkiler. Mertens (1997) 36 çalışmadan elde ettiği veriler doğrultusunda süt yağı oranının sürdürülebilmesi için gerekli çiğneme gereksinimi belirlemiş, (Tablo 2) optimal çiğneme zamanı kuru madde kg başına % 2.9 süt yağı oluşması için 24 dk boyunca çiğnemesi gerekli olduğu görüşüne varmıştır.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda NDF, Fiziksel Etkili NDF (peNDF) ve Etkili NDF (eNDF) olarak 2 gruba ayrılmıştır. Fiziksel Etkili NDF (peNDF) fiberin fiziksel özelliği ile ilgilidir (partikül boyutu) bu çiğneme aktivitesinin süresi ve rumenin doğal içeriği, rumen içerisinde yüzen parçacıkları (Rumen içeriğinde yüzen büyük ve küçük mat partiküller) içine alan bir

terimdir. Fiziksel etkili NDF, süt yağı depresyonu veya hayvan sağlığı ile ilgilidir. Rumen pH'sının korunması veya fermentasyonun sürdürülebilmesi için besin alımı boyunca tükürük üretimi devam ederek rumen tamponlanır, bu da rumen sağlığı açısından çok önemlidir (Martens 1997; Lean ve ark., 2007).

Etkili NDF ise yem yerine toplam besin madde kullanım yeteneği veya bir kaba yem rasyonunun süt ineği beslemede süt yağı yüzdesini etkili şekilde sürdürmesini ifade eden bir terimdir. Etkili NDF süt yağı üretimi metabolik hastalıklar ve rumendeki pH üretimi ile ilgili faktörleri içerir. Fiziksel etkili NDF sadece lifin fizyolojik özellikleri ile ilgilidir (Mertens 1997).

**Tablo 2:** Süt yağı yüzdesi ile çiğneme zamanı arasındaki ilişki.

**Table 2:** The relationship between milk fat percentage and the time chewing.

Gerekli süt yağı yüzdesi	Çiğneme zamanı saat/gün min	Çiğneme saat/kg KM min
% 3.4 süt yağı	589	27.7
% 3.6 süt yağı	744	36.1

### Rasyonda NDF Yetersizliği

Ruminantlarda, rumende lif saklama süresi (bazı türlerde 48 saat veya daha fazla) yeterince uzun olduğu için kapsamlı lif kullanımı gerçekleşir ve bu sayede hayvan için gerekli enerji oluşur (Lynd ve ark., 2002). Rasyonda NDF miktarı az olunca rumen fermentasyonundaki değişim sebebi ile enerji eksikliğine bağlı çeşitli metabolik hastalıklar oluşur (Calsamiglia ve ark., 2008). Bu metabolik hastalıklar başta abomasum diplasisi, karaciğer yağlanması, rumen asidozu, vitamin A eksikliği ve mide ülseridir. NDF yetersizliğine bağlı enerji eksikliğinde ise rumen hipoaktivitesi ve rumen ketozisi görülür.

NDF azaldığında yemlerin çiğnenme aktivitesinin azalmasına bağlı olarak, ruminal pH'nın azalması ve tükürük sekresyonunda azalma sonucu asetat/propionat oranı düştüğünden dolayı süt yağı sentezinde azalma görülür. Yapılan bazı çalışmalarda yetersiz NDF'nin süt verimini, süt yağı ve diğer süt bileşenlerini %4 oranında düşürdüğü görülmüştür (Moon ve ark., 2002; Jung ve Casler, 2006; Kendall ve ark., 2008; Zebelli ve ark., 2008). Yapılan başka bir çalışmada ise kuru madde alınımında 0.25 kg artışın süt yağına %4 katkı sağladığı görülmüştür (Oba ve Allen, 1999)

### Rumiant Rasyonları için İdeal NDF Önerileri

Ruminantlar için NDF oranının kuru madde bazında %16-25 arasında olması, düşük miktarda kaba yem içereceğinden dolayı yeteri kadar tükürük

üretilemez. Bu da rumende aşırı fermentasyon sonucu pH'nın 4'ten aşağı düşmesine neden olarak ön mide sindirim sistemi bozukluğu olan rumen asidozisi oluşmasına, rumen papillalarının zarar görmesine ve yemden yararlanmanın düşmesine sebep olur.

NDF oranının kuru madde bazında %25-32 arasında olduğu zaman, optimum düzeyde verim elde edilebilmektedir. Tükürük miktarındaki artışa bağlı olarak rumen pH'sı tamponlanmakta ve böylece UYA üretimi optimum düzeyde meydana gelmektedir.

NDF oranının kuru madde bazında %32'nin üzerine çıktığı durumda yem alımı rumen kapasitesi tarafından sınırlandırılır ve rumendeki ortam selülotik mikroorganizmalar yönüne doğru kayar (Khafipour ve ark., 2009). Bu da rumen ortamında istenilen bir durum değildir. Selülotik bakteriler metan üretimi yapan bakterilerdir. Rumen ortamında fazla metan üretimi istenmez, çünkü metan ile enerji kaybı yanında sera gazı olarak da atmosfere salınmış olur.

### ADF (Asit Deterjan Fiber)

Son yıllarda, hayvan beslemede ADF özellikle ruminant rasyonlarında enerji göstergesi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bitkilerin yapısal karbonhidratlar içerisine giren ADF, selüloz ve ligninden oluşur (Anonim, 2011a).

### ADF'nin Sindirimi

Ruminantların lipojenik ve glikojenik beslenmesi sonucu rumende bulunan selülotik bakteriler tarafından bu bileşikler heksos ve pentoza kadar yıkımlanır ve omazum da uçucu yağ asitleri oluşur (Li ve ark., 2012). Oluşan uçucu yağ asitleri (asetat, propiyonat ve butirik asit) başlıca sütün kompozisyonu ve enerji sağlanması konusunda etkilidirler (Craninx ve ark., 2008). Ruminantlarda toplam metabolik enerjinin %70'i UYA'dan sağlanır.

Rumen ortamına gelen rasyonda kaba yem yoğun ise asetik asit, protein yoğun ise bütirik asit, konsatre yem yoğun ise propiyonik asit oranında artış olur. Asetik asit, sütün sentezi için gerekli enerjiyi ve süt yağını oluşturur iken propiyonik asit metabolik

enerjiyi sağlar. Bütirik asit ise protein sentezi ve süt yağı için gereklidir (Zhao ve ark., 2009; Li ve ark., 2012).

#### ADF Sindiriminde Görev Alan Mikroorganizmalar

Rumende UYA üretimini ve pH'yı etkileyen birçok faktör vardır. Bu faktörlerden biri de rumende bulunan bakterilerdir. Bunlar lif sindirimini sağlayan 6.2-6.8 pH aralığında aktif olan ve pH'sı 6'nın altına düştüğünde inaktif olan selülotik bakteriler ve metanojenik bakterilerdir. Diğer grup ise nişasta sindirimini sağlayan pH 5.2-6.0 arasında aktif olan bakterilerdir. Bu bakteriler rumen pH'sı ve süt yağı oranının korunması, rumenin optimal fonksiyonda çalışması ve rumen sağlığının korunması açısından önemlidir. UYA'nın beslenme ve enerji rolüne ek olarak glukagon ve insülin sekresyonu ile kolesterol

sentezinin düzenlenmesinde de rolü vardır (Yang ve ark., 2006; 2007; Guedes ve ark., 2008).

#### ADF'nin Yetersizliği ve Oluşan Hastalıklar

ADF 'nin ruminantlar için verilmesi gereken miktarının bilinmesi hayvan sağlığı açısından ve ekonomik açıdan önemlidir. Aşırı miktarda ADF verilmesi sonucu enerji yoğunluğuna bağlı olarak yem alımının düşmesi ile hayvanlardan beklenen verim elde edilemez. Buna karşın az miktarda ADF verilmesi ise rumende ki fermentasyon ortamının değişmesi ile başta asidozis olmak üzere abomosum diplazisi, laminitis, süt yağı oranının düşmesi ve vücut kondisyonunun düşmesi gibi ciddi ölümcül hastalıklara sebep olabilir (Avellaneda ve ark., 2009; Yang ve ark., 2009;).

**Tablo 3:** Ruminatların beslenme dönemleri ve aylara göre verilmesi gereken ADF ve NDF miktarları (Anonim, 2011b).

**Table 3:** The ruminants period and should be given to the amount ADF and NDF according month (Anonymous, 2011b).

Parametreler	İneklerin Beslenme Dönemleri						İneklerin Yaşları			
	Kuru Dönem Başlangıcı	Kuru Dönem Sonu	0-10 Gün	10-70 Gün	70-140 Gün	140-305 Gün	6.Ay	12.Ay	18.Ay	24.Ay
Vücut Ağırlığı (KG)	675	675	675	675	675	675	200	300	450	625
DMI (KG/GÜN)	14	10	15	30	24	20	5	7	11	10
Süt Verimi (KG/GÜN)	-	-	35	55	35	25	-	-	-	-
NDF (%)	40	35	30	28	30	32	30	32	33	35
ADF (%)	30	25	21	19	21	24	20	22	24	25
NFC (%)	30	34	35	38	35	32	35	30	25	24

DMI:Kuru Madde Tüketimi, NFC: Lifsiz Karbonhidrat.

Ruminantlara kolay fermente olabilen karbonhidratların aniden ve yüksek miktarda verilmesi rumende bulunan amilolitik ve selülotik bakterileri olumsuz yönde etkiler. Kolay fermente olabilen karbonhidratlar rasyonda fazla olunca

amilolitik bakteri sayısı artarak rumende dominant olurlar. Laktik asit fermentasyonunun son ürünü olan D-laktat miktarının rumenden absorpsiyonu azalır. Biriken D-laktat yüzünden rumen pH'sı ve diğer mikroorganizmaların sayısı artmaya başlar. Laktik asit

UYA'dan daha kuvvetli bir asittir ve rumen pH'sını 4'ün altına düşürür. Bu yüzden rumen papillalarında korezyon meydana gelir (Rumen paraketozi). Absorbsiyon olmadığı için rumen içeriği, rumen duvarı bakteriler tarafından istila edilerek perforasyon oluşur ve buradan kan dolaşımına geçen bakteriler karaciğerde apse oluşmasına neden olur. Bu özellikle besideki sığırlarda kaba yem az miktarda verildiği zaman görülen kronik akciğer apsesine neden olur. Laktik asit miktarının artması ile kandan rumen içerisine sıvı geçişi ile rumen osmolaritesi artarak dehidrasyon ve hemokonsantrasyonun artmasına neden olur. Asit absorpsiyonu ile kanın pH'sı, elektrolit denge ve böbrek fonksiyonları vb. azalır. Hemokonsantrasyon artar ve ekstremitelerde çökmelere neden olarak laminitise yol açar (Guedes ve ark., 2008; Blanch ve ark., 2009).

Yukarıda verilen bilgiler çerçevesinde Tablo 3'de ruminantların fizyolojik dönemlere göre beslenmesinde aylara göre farklı miktarlarda ADF ve NDF'nin hayvan sağlığı ve süt üretimi açısından ne kadar olduğu görülmektedir.

## SONUÇ

Sonuç olarak ADF ve NDF ruminantlarda kuru madde tüketimini teşvik ederek yemden yaralanmayı artırır, rumen pH derecesini yükselterek metabolik hastalıklara karşı hayvanları korur. Ayrıca asetik asit/propiyonik asit oranını korumak suretiyle özellikle sütteki yağ oranını etkileyerek daha yağlı süt elde edilmesinde rol oynar. Rumendeki bakteriyel mikroflorayı korumak suretiyle kaliteli protein üretimini artırır. Bu yüzden hayvanlara verilen kaba yemlerin niteliklerinin bilinmesi önemlidir. Eksikliklerinde gerek metabolik hastalıklar gerekse süt yağının düşmesi, üreme sıkıntıları ve verim ömrünün azalması gibi problemler ile karşılaşma ihtimali yüksektir. Ayrıca buzağılarda rumen epitel dokusunun ve kas gelişiminin sağlanması için kaba yeme ihtiyaç vardır. Bu nedenle ruminantların rasyonuna katılan kaba yemlerin ADF ve NDF içeriklerinin iyi bilinmesi gerekir. Günümüzde hala konvansiyonel hayvancılıkta geleneksel metotlar uygulandığı ülkemizde sürü

sağlığı ve yemden yaralanmada sıkıntılar yaşanmaktadır. Buda Türkiye ekonomisini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu yüzden ADF ve NDF oranlarının rasyonda standartlara uygun bir şekilde ifade edilmesi gerekliliği hayvan besleme açısından oldukça önemlidir.

## KAYNAKLAR

- Akerholm M., Salmén L., 2003. The oriented structure of lignin and its viscoelastic properties studied by static and dynamic FT-IR spectroscopy. *Holzforschung*, 57, 459-465.
- Anonim, 2011a. Quality assurance for animal feed analysis laboratories. [http://www.fao.org/ag/againfo/home/documents/Network\\_Quality-control.pdf](http://www.fao.org/ag/againfo/home/documents/Network_Quality-control.pdf) [Erişim:20.05.2013].
- Anonim, 2011b. Nutritional requirements of dairy cattle, [http://www.merckmanuals.com/vet/management\\_and\\_nutrition/nutrition\\_cattle/nutritional\\_requirements\\_of\\_dairy\\_cattle.html](http://www.merckmanuals.com/vet/management_and_nutrition/nutrition_cattle/nutritional_requirements_of_dairy_cattle.html) [Erişim: 29.04.2013].
- Anonim, 2013. Carbohydrate testing of plants and feeds. <http://www.hilllaboratories.com/filefileid/19962> [Erişim: 20.05.2013].
- Argaman NA., Eshel O., Moallem U., Lehrer H., Uni Z., Arieli A., 2012. Effects of dietary carbohydrates on rumen epithelial metabolism of nonlactating heifers. *J. Dairy Sci.*, 95, 3977-3986.
- Austin AT., Ballaré CL., 2010. Dual role of lignin in plant litter decomposition in terrestrial ecosystems. *Environmental Sci.*, 107, 4618-4622.
- Avellaneda JH., Rodriguez JMP., Gonzalez SS., Barcena R., Hernandez A., Cobos M., Hernandez H., Montanez O., 2009. Effects of exogenous fibrolytic enzymes on ruminal fermentation and digestion of Guinea grass hay. *Anim. Feed Sci. and Tech.*, 149, 70-77.
- Baldwin RL., Allison MJ., 1983. Rumen metabolism. *J. Anim. Sci.*, 57, 461-477.



- Blanch M., Calsamiglia S., DiLorenzo N., DiCostanzo A., Muetzel S., Wallace R.J., 2009. Physiological changes in rumen fermentation during acidosis induction and its control using a multivalent polyclonal antibody preparation in heifers. *J. Anim. Sci.*, 87, 1722–1730.
- Calsamiglia S., Cardozo P.W., Ferret A., Bach A., 2008. Changes in rumen microbial fermentation are due to a combined effect of type of diet and pH. *J. Anim. Sci.*, 86, 702–711.
- Campbell C.P., Marshall S.A., Mandell I.B., Wilton W.J., 1992. Effects of source of dietary neutral detergent fiber on chewing behavior in beef cattle fed pelleted concentrates with or without supplemental roughage. *J. Anim. Sci.*, 70, 894–903.
- Craninx M., Fievez V., Vlaeminck B., Baet B., 2008. Artificial neural network models of the rumen fermentation pattern in dairy cattle. *Comput. Electron. Agr.*, 60, 226–238.
- Egues I., Alriols M.G., Herseczki Z., Marton G., Labidi J., 2010. Hemicelluloses obtaining from rapeseed cake residue generated in the biodiesel production process. *J. Ind. Eng. Chem.*, 16, 293–298.
- Ferreira G., Mertens D.R., 2007. Measuring detergent fibre and insoluble protein in corn silage using crucibles or filter bags. *Anim. Feed. Sci. Tech.*, 133, 335–340.
- Guedes C.M., Goncalves D., Rodrigues M.A.M., Silva A.D., 2008. Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* yeast on ruminal fermentation and fibre degradation of maize silages in cows. *Anim. Feed. Sci. Tech.*, 145, 27–40.
- Hansey N.C., Lorenz J.A., DeLeon N., 2010. Cell wall composition and ruminant digestibility of various maize tissues across development. *Bioenerg. Res.*, 3, 28–37.
- Ishler V., Heinrichs J., Varga G., 1996. *From Feed to Milk: Understanding Rumen Function*. 1th ed., The Pennsylvania State University Publ., USA.
- Ishler V., Varga G., 2001. *Carbohydrate Nutrition for Lactating Dairy Cattle*. 1th ed., the Pennsylvania State University Publ., USA.
- Jalali A.R., Norgaard P., Weisbjerg M.R., Nielsen M.O., 2012. Effect of forage quality on intake, chewing activity, faecal particle size distribution, and digestibility of neutral detergent fibre in sheep, goats, and llamas. *Small Rum. Res.*, 103, 143–151.
- Jones L., Ennos A.R., Turner S.R., 2001. Cloning and characterization of irregular xylem4 (*irx4*): a severely lignin-deficient mutant of *Arabidopsis*. *Plant J.*, 26, 205–216.
- Jung H.G., Casler M.D., 2006. Maize stem tissues: impact of development on cell wall degradability. *Crop. Sci.*, 46, 1801–1809.
- Kaur A., Kim J.R., Michie L., Dinsdale R.M., Guwy A.J., Premier C.G., 2013. Microbial fuel cell type biosensor for specific volatile fatty acids using acclimated bacterial communities. *Biosen. Bioelectron.*, 47, 50–55.
- Kendall C., Leonardi C., Hoffman P.C., Combs D.K., 2008. Intake and milk production of cows fed diets that differed in dietary neutral detergent fiber and neutral detergent fiber digestibility. *J. Dairy Sci.*, 92, 313–323.
- Khafipour E., Li S., Plaizier J.C., Krause D.O., 2009. Rumen microbiome composition determined using two nutritional models of subacute ruminal acidosis. *Appl. Environ. Microb.*, 75, 7115–7124.
- Lauper M., Lechner I., Barboza P.S., Collins W.B., Hummel J., Codron D., Clauss M., 2013. Rumination of different-sized particles in muskoxen (*Ovibos moschatus*) and moose (*Alces alces*) on grass and browse diets, and implications for rumination in different ruminant feeding types. *Mamm. Biol.*, 78, 142–152.
- Lean J.I., Annison F., Bramley E., Browning G., 2007.

- Ruminal Acidosis Understandings, Prevention and Treatment. A Review For Veterinarians and Nutritional Professionals by the Reference Advisory Group on Fermentative Acidosis of Ruminants (RAGFAR). 1th ed., Australian Veterinary Association Publ., Australian.
- Lettat A., Nozière P., Silberberg M., Morgavi DP., Berger C., Martin C., 2010. Experimental feed induction of ruminal lactic, propionic, or butyric acidosis in sheep. *J. Anim. Sci.*, 88, 3041–3046.
- Li RW., Wu S., Baldwin RL., Li W., Li C., 2012. Perturbation dynamics of the rumen microbiota in response to exogenous butyrate. *Plos One*, 7, e29392.
- Lynd LR., Weimer PJ., Zyl WH., Pretorius S., 2002. Microbial cellulose utilization: fundamentals and biotechnology. *Microbiol. Mol. Biol.*, 66, 506–577.
- Mendu V., Griffiths JS., Persson S., Stork J., Downie AB., Voiniciuc C., Haughn GW., DeBolt S., 2011. Subfunctionalization of cellulose synthases in seed coat epidermal cells mediates secondary radial wall synthesis and mucilage attachment. *Plant Physiol.*, 157, 441–453.
- Mertens DR., 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *J. Anim. Sci.*, 64, 1548-1558.
- McDonald P., Edwards RA., Greenhalgh JFD., Morgan CA., Sinclair LA., Wilkinson RG., 2010. *Animal Nutrition*, 7th ed., Pearson, Cambridge.
- Moon YH., Lee SC., Lee SS., 2002. Chewing activities of selected roughages and concentrates by dairy steers. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 15, 968-973.
- Naser M., Bayaz A., Ramin S., Alireza A., Abolfazl A., Mehdi M., 2011. Determining nutritive value of soybean straw for ruminants using nylon bags technique. *Pak. J. Nutr.*, 10, 838-841.
- Oba M., Allen MS., 1999. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 82, 589–596.
- Özen N., Kirkpınar F., Özdoğan M., Ertürk MM., Yurtman İY., 2005. Hayvan besleme. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak Ankara, 753-771.
- Phakachoe N., Lounglawan P., Suksombat W., 2012. Effects of xylanase supplementation on ruminal digestibility in fistulated non-lactating dairy cows fed rice straw. *Livestock Sci.*, 149, 104–108.
- Pilajun R., Wanapat M., Wachirapakorn C., 2010. Effect of coconut oil and sunflower oil ratio on ruminal fermentation Rumen microorganisms n-balance and digestibility in cattle. *J. Anim. Vet. Adv.*, 9, 1868-1874.
- Rencoret J., Gutierrez A., Nieto L., Barbero J., Faulds CB., Kim H., Ralph J., Martinez AT., Delrio JC., 2011. Lignin composition and structure in young versus adult eucalyptus globulus plants. *Plant Physiol.*, 155, 667–682.
- Saçaklı P., Köksal BH., Tuncer ŞD., 2007. Süt ineklerinin beslenmesinde karbonhidratlar. *Yem-magazin*, 48, 43-48.
- Saki AA., Matin HRH., Tabatabai MM., Zamani P., Harsini RN., 2010. Microflora population, intestinal condition and performance of broilers in response to various rates of pectin and cellulose in the diet. *Arch. Geflügelk.*, 74, 183–188.
- Sridhar M., Senani S., 2011. Lignin in lignocellulosics - a boon or a bane for ruminants. *Everyman's Science*, 66, 227-232.
- Sun J., Tian C., Diamond S., Glass NL., 2012. Deciphering transcriptional regulatory mechanisms associated with hemicellulose degradation in *Neurospora crassa*. *Eukaryotic Cell*, 11, 482-493.
- Şehu A., Yalçın S., Önal AG., Koçak D., 1998. Kaba yemlerin bazı özelliklerinden yararlanarak

- kuzularda kuru madde tüketimi ve canlı ağırlık artışının belirlenmesi. *J. Vet. Anim. Sci.*, 22, 475–483.
- Ünay E., Yaman S., Karakaş V., 2008. Ruminantlarda selülozun sindirimi. *Lalahan Hay. Araş. Enst. Dergisi*, 48, 93-99.
- Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74, 3583-3597.
- Várnai A., Siikaaho M., Viikari L., 2010. Restriction of the enzymatic hydrolysis of steam-pretreated spruce by lignin and hemicellulose. *Enzyme Microb. Tech.*, 46, 185–193.
- Weng J.K., Li X., Stout J., Chapple C., 2008. Independent origins of syringyl lignin in vascular plants. *Plant Biol.*, 105, 7887-7892.
- Wolfrum E.F., Lorenz A.J., DeLeon N., 2009. Correlating detergent fiber analysis and dietary fiber analysis data for corn stover collected by NIRS. *Cellulose*, 16, 577-585.
- Yang W.Z., Beauchemin K.A., 2006. Effects of physically effective fiber on chewing activity and ruminal pH of dairy cows fed diets based on barley silage. *J. Dairy Sci.*, 89, 217–228.
- Yang W.Z., Beauchemin K.A., 2007. Altering physically effective fiber intake through forage proportion and particle length: chewing and ruminal pH. *J. Dairy Sci.*, 90, 2826–2838.
- Yang W.Z., Beauchemin K.A., 2009. Increasing physically effective fiber content of dairy cow diets through forage proportion versus forage chop length: chewing and ruminal pH. *J. Dairy Sci.*, 92, 1603–1615.
- Yavuz M., 2005. Deterjan lif sistemi. *G. O. Ü. Ziraat Fak. Derg.*, 22, 93-96.
- Zebelli Q., Dijkstra J., Tafaj M., Steingass H., Ametaj B.N., Drochner W., 2008. Modeling the adequacy of dietary fibre in dairy cows based on the responses of ruminal pH and milk fat production to composition of the diet. *J. Dairy Sci.*, 91, 2046-2066.
- Zhao X.G., Wang M., Tan Z.L., Tang S.X., Sun Z.H., Zhou C.S., Han X.F., 2009. Effects of rice straw particle size on chewing activity, feed intake, rumen fermentation and digestion in goats, *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 22, 1256–1266.
- Zhao X.H., Zhang T., Xu M., Yao J.H., 2011. Effects of physically effective fiber on chewing activity, ruminal fermentation, and digestibility in goats. *J. Anim. Sci.*, 89, 501-509.