

RUMİNANLARDA KABA YEMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE YENİ YAKLAŞIMLAR

(Derleme)

Hülya ÖZKUL¹

Yılmaz ŞAYAN¹

New concepts of roughages evaluation in ruminants

SUMMARY

A possible new feed evaluation system for roughages based on rumen microbial degradation in ruminants. According to this, degradation characteristics of feedstuffs are soluble fraction (A), insoluble but fermentable fraction (B) and rate constant (c). Prediction of voluntary intake which is one of these degradation characteristics that were obtained by using nylon bag technique to be more accurate than from metabolizable energy or total digestible nutrients. Moreover, potential index of feed can be generated from these values and this parameter can be used to assess the potential intake and thus potential animal production.

KEY WORDS: Ruminants, feed potential, degradation characteristics

ÖZET

Ruminantlarda kaba yemler için olası bir yem değerlendirme sistemi, rumendeki mikrobiyal parçalanma esasına dayandırılmıştır. Bu esasa göre yemlerin saptanan karakteristikleri, çözünebilir fraksiyon (A), çözünemeyen fakat fermente olabilen fraksiyon (B) ve B'nin parçalanma oranı c'dir. Bu parçalanma karakteristiklerinden olan serbest tüketimin naylon torba tekniği kullanılarak tahmin edilmesi, metabolik enerji ya da tüm sindirilebilir besin maddeleri üzerinden tahmin edilmesinden daha doğru olmaktadır. Ayrıca bu değerlerden bir yemin potansiyel indeksi oluşturulabilir ve bu parametre de potansiyel tüketimi ve buna bağlı potansiyel hayvansal üretimi tayin etmede kullanılabilir.

ANAHTAR KELİMELER: Ruminantlar, yem potansiyeli, parçalanma karakteristikleri

GİRİŞ

Dengeli ve ekonomik rasyonların hazırlanmasında hayvanların gereksinimlerini karşılama bakımından, yemlerin birbirlerini ne ölçüde ikame edecekleri bilinmek zorundadır. Bu amaçla, ruminantların gereksinimlerini karşılama yeteneklerinin belirlenmesinde yemlerin enerji değerlerinin ölçüt olarak kullanıldığı pek çok yem değerlendirme sistemi geliştirilmiştir. İlk kez 18. y.y.'da Avrupa'da yemler, bölgenin en önemli kışlık yem kaynağı olan samanın yem değeri ile bir karşılaştırmayı öngören "saman eşdeğer" sistemine göre düzenlenmiştir. Daha sonra bu sistemin yerini "kuruot eşdeğer" sistemi almıştır. Ancak besin madde içeriğine bağlı olarak yapısı daha az değişken olan samandan; iklim, bitki türü, vejetasyon gibi çeşitli etmenlere göre yapısı oldukça değişken olan kuruota yapılan bu geçişin nedeni ise pek açıklık

kazanmamıştır. Nitekim 20. y.y.'da Kellner, kuruot eşdeğer sisteminden daha doğru sonuç veren "nişasta eşdeğer" sistemini ortaya koymuştur. Buna göre, yemler nişastadan üretilen vücut yağı miktarı bazında değerlendirilmiştir. Her ne kadar ruminantların beslenmesinde tahılların yeri ağırlıklı olarak ekonomik sebeplere dayansa da, bu sistem Avrupa'da kolayca benimsenmiş ve yaygın kullanım olanağı bulmuştur. Net enerji temeline dayalı bu sistemi, İskandinavya'da Arpa'nın; Rusya'da ise Yulaf'ın 1 kg'ı ile ilişkilendirilen diğer yem değerlendirme sistemleri izlemiştir (Orskov,1998). Daha sonraki yıllarda, sindirilebilir enerji, toplam sindirilebilir enerji ve metabolik enerji temeline dayalı sistemler de geliştirilmiştir. Ancak şimdiye kadar geliştirilmiş yem değerlendirme sistemleri için, bunların statik olmaları ve yem tüketimini belirlemede yeterli olmamaları gibi problemler hala söz konusudur. Bu noktada, özellikle tüketimi, yemlerin

kimi özelliklerinden belirlemeyi olası kılan in sacco naylon torba tekniği (Orskov ve Mc Donald, 1979, Bhargava ve Orskov,1987) çalışmaları hız kazanmıştır.

Son zamanlarda, yemlerin kimi karakteristik özelliklerinden yararlanılarak tüketilebilirliklerini belirlemek için, yeni yem değerlendirme sistemlerine ihtiyaç olduğu bildirilmektedir. Hatta kaba yemin dahil edilerek tüm yem bileşenlerinin bir karışım (toplam karma rasyon, komple rasyon) halinde ad libitum olarak hayvanlara sunulduğu Avrupa'daki pek çok üretim birimi ve bu uygulamanın kullanıldığı diğer ülkeler için bu daha da gerekli hale gelmektedir (Orskov, 1998, 2000). Diğer yandan mevcut literatürler ışığında, konunun ülkemiz açısından kaba yemlerin değerlendirilmesinde yeni bir yaklaşım olarak kabul edilebilir. Dolayısıyla bu derlemede, ruminantlar için fizyolojik ve ekonomik açıdan vazgeçilmez olan kaba yemlerin, tüketilebilirlikleri bakımından tanımlanmasını sağlayan yem potansiyeli kavramı irdelenmeye ve bu konuda gelinen nokta ortaya konmaya çalışılacaktır.

Yem potansiyeli ve bunu etkileyen faktörler

Yem potansiyeli, yemlerin potansiyel tüketilebilirlikleri bakımından tanımlanmasını ifade eden bir kavramdır. Bu parametre bakımından kaba yemlerin karakteristik özellikleri; *yemin çözünebilir fraksiyonu (A)*, *çözünmeyen fakat fermente olabilen fraksiyonu (B)*, *hız sabiti (c)*, *büyük partiküllerin küçük partiküllere indirgenme hızı (D)*, *küçük partiküllerin akış hızı (E)* ve *rumen hacmi (F)* şeklinde ifade edilmiştir. Bunlardan A, B, c, D ve E parametreleri yem potansiyelini etkileyen yeme ilişkin ve F parametresi ise hayvana ilişkin faktörlerdir. Yeme ve hayvana bağlı farklı etmenler tarafından etkilenmesine rağmen yem potansiyelinin, hayvanların yaşama payı, besi, üreme, kurudaki dönem ve laktasyon gibi farklı üretimleri için gereksinimlerine yönelik uygulamalarda karşılaştırılabilir avantajına sahip olduğu bildirilmektedir (Orskov,2000). Bu nedenle, yem potansiyelini etkileyen faktörlerin kısaca ne anlama geldiğinin ortaya konması yararlı olacaktır.

Yeme ilişkin faktörler

- *Çözünebilir Fraksiyon (A)*: Bu parametre, yemlerin kolay çözünebilir fraksiyonunu ifade eder. Özgül ağırlığından dolayı rumende çok az bir yüzeyi işgal eden, çoğunlukla protein ve karbonhidrattan meydana gelen çözünebilir fraksiyon, bitki hücre çeperi içerisinde yer alır ve rumende hızlı bir şekilde fermente olur. A fraksiyonunun hücre içerik maddesi olması ve rumende hızlı fermente olması da, kaba yemlerin kalitesini ifade etmede oldukça önemli faktörlerdir. Bu fraksiyon, yemin 1 saat süre ile ılık suda bekletilmesi, yıkanması ve daha sonra kurumada ya da organik madde kayıplarının bulunması şeklinde saptanmaktadır. Bu amaçla

uygulanan yöntem, yaygın kullanım olanağı bulan naylon torba tekniğidir. Alternatif olarak bu fraksiyon, yemin nötral deterjan çözeltisi ile muamele edilmesi şeklinde saptanabilir. Nitekim 100 – NDF farkı, yemin çözünebilir kısmına (hücre içerik maddeleri) eşittir (Orskov ve Ryle, 1990).

- *Çözünmeyen Fakat Fermente Olabilen Fraksiyon (B)*: Bu parametre, yemin rumende naylon torba parçalanabilirliği kullanılarak belli zaman periyotlarında saptanan, çözünmeyen fakat fermente olabilen fraksiyonunu ifade eder. A fraksiyonu ile birlikte yemin toplam parçalanabilirliğini veren asimtot (A+B) değeri, pratikte yemin rumende oyalanma süresi ve parçalanma oranı bakımından yararlı bir parametredir.

- *Hız Sabiti (c)*: Bu parametre, yemin çözünmeyen fraksiyonu olan B'nin potansiyel parçalanma oranını ifade eder. Bu oran da, yemin rumende oyalanma süresi ile sınırlandırılmış zamanda serbest kalacak B fraksiyonunun miktarını verir. Bir başka ifadeyle, hız sabiti, yemin rumende saatteki yıkılma hızı katsayısıdır. Şayet, yem rumendeki bekleme sürecinden sonra uzun zamanda (geç) fermente oluyorsa, hayvan için bunun değeri düşük kabul edilir. Genelde bu oran, baklagillerde buğdaygillerden daha yüksektir. Nitekim bu oran kuruotlarda ortalama %12-14, samanlarda ise %3-5 civarında değişim gösterir (Orskov ve ark.,1988).

- *Büyük Partiküllerin Küçük Partiküllere İndirgenme Hızı (D)*: Çiğneme, ruminasyon ve yemin mikroorganizmalar tarafından parçalanmasına bağlı olan ve belirlenmesi oldukça güç bir parametredir. Partikülün indirgenme hızının, tüketimin gerçek bir tahminleyicisi olduğu bildirilmektedir. Nitekim uzun partiküllerin kısa partiküllere indirgenme hızı, küçük partiküllerin rumenden akış (kaçış) hızından daha yavaştır. Dolayısıyla rumen belli bir süre sonra doluma ulaştığında tüketim de, yeni bir dengeye ulaşana dek düşecektir. Şayet partikülün indirgenme hızı, rumendeki küçük partikül akışından hızlıysa yem tüketimi, A, B ve C fraksiyonları tarafından kontrol edilecektir (Orskov,2000). Diğer yandan partikül büyüklüğünün indirgenmesinin, tüketimi etkilemediğini gösteren kimi çalışmalar da mevcuttur. Mira ve ark. (1983), sığırlarda kıyılmış ve öğütülmüş samanın tüketiminde farklılık gözlemezken, Orskov ve ark. (1988) kıyılmış formuna kıyasla samanın öğütülmesinin rumende oyalanma süresini sadece %10 azalttığını saptamıştır. Bu gibi sonuçlar, kaba yemler için indirgenme hızının tüketimde ciddi bir sınırlayıcı olmadığını ve genelleme yapılmaması gerektiğini göstermektedir. Bu konudaki bir istisna, ancak kenevir ve palm yaprağı gibi lif yapısı oldukça sert bitkilerdeki çok yavaş indirgenen partiküller için geçerli olabilir ve bu da, yem tüketimini ciddi şekilde sınırlayacaktır (Orskov, 1998).

- *Küçük Partiküllerin Akış Hızı (E)*: Bu parametre, kısmen rumen hareketine bağlıdır fakat kaba yemler

arasında da farklılık gösterir. Protein ya da lifli yapıdaki yemlerden kaynaklanan küçük partikül kayıpları arasında oldukça büyük farklılıklar mevcuttur. Küçük partikül akış oranının değişmekle birlikte, protein kaynaklarında saatte %7, kaba yemlerde %3 olduğu gösterilmiştir. Bu farklılıklar partiküllerin, rumenin katı içerikli kitlesinin değişik bölgelere geçişine ve akışkan sıvı faz tarafından geçici olarak partiküllerin asılı kalma süresinin uzamasına neden olur. Küçük partikül akış hızının en önemli belirleyicileri; partiküllerin biçimi, özgül ağırlıkları ve katı fazdaki büyük partiküllere yapışıp tutunmayı sağlayan tüyüklüdür. Ancak hala, küçük partiküllerin rumenden akışını etkileyen faktörler hakkında öğrenilmesi gereken detaylı bilgilere ihtiyaç vardır. Ayrıca kaba yemlerin tüketimlerini tahminlemede, bunların yem değerleri arasındaki varyasyonun da, ne denli bir değerlendirme garantisine sahip olduğu tartışma konusudur (Orskov,2000).

Hayvana ilişkin faktörler

- *Rumen Hacmi (F)*: Rumen her hangi bir zamanda ne kadarlık bir fermentasyon materyalinin yerleştirilebileceğini belirleyen parametredir. Doğal olarak büyük rumenli hayvanlar, küçük rumenlilerden daha fazla materyali mideye yerleştirebilir. Bu kriter, bazı ülkelerde yüksek kesim randımanı ile eşdeğer tutulan bir parametredir. Rumen hacmini tüketimle ilişkilendiren kimi araştırmacılar bazı koyun ırklarının, rumene daha fazla samanı yerleştirebildiğini, yemlerin rumende oyalanma süresinin daha uzun olduğunu ve kötü kaliteli kaba yemlerle uzun süreli olarak beslenmeleri halinde daha az canlı ağırlık kaybı kaydettiklerini bildirmektedir (Orskov, 2000). Ruminantlarda kötü kaliteli kaba yemleri değerlendirmek amacıyla, daha fazla rumen kapasitesi açısından selekte etme olasılığına dair yok denecek kadar az bilgi bulunmaktadır. Orskov ve ark (1988)'ları tarafından, düşük fraksiyonel (partikül) akış hızı gösteren sığırlarda daha yüksek kurumadde ve organik madde sindirilebilirliği gözlemlendiği bildirilmiştir. Zira, fraksiyonel akış ile rumende oyalanma zamanı ters orantılıdır.

- *Laktasyonun Etkisi*: Hayvanın içinde bulunduğu gebelik, laktasyon gibi fizyolojik durumlarının yem tüketimini etkilediği bilinir. Hatta laktasyon süresince şekillenen yem tüketim değişikliklerinin çoğu, artan rumen hacmiyle ilgilidir. Nitekim bir çalışmada, laktasyonda olan ve olmayan ikiz inekler karşılaştırılmış ve dolu rumen ağırlığı sırasıyla 116 ve 90 kg; rumen içeriği de 55 ve 39 kg bulunmuştur (Orskov, 2000).

- *Sıcaklığın Etkisi*: Yem tüketimi, çevre sıcaklığının azalmasıyla birlikte artar. Dolayısıyla partiküllerin akış hızı artar ve kaba yemin sindirilebilirliği düşer. Bir çalışmada sıcaklığın 20-25 °C'den 0-5 °C'ye düşmesi halinde, hızlı parçalanan yonca kuruotu selülozu sindiriminin %45'den %42'ye,

buna karşın yavaş parçalanmış çayır kuruotu selülozu sindiriminin %53'den %43'e düştüğü bildirilmiştir (Orskov, 2000). Selüloz sindirimi bakımından çayır kuruotu aleyhine olan bu durumun nedeni, yavaş parçalanma özelliğine bağlı olarak çayır kuruotunun daha fazla rumende oyalanma zamanına ihtiyaç duymasıdır. Ancak partikül akış hızındaki artışa paralel olarak yemin rumende oyalanma süresi kısaltılmakta ve yemin selülozu değerlendirilemediğinden bu besin maddesinin sindirilebilirliği de düşük gözükmektedir.

- *Fiziksel Aktivite Etkisi*: Kaba yemlerin tüketimi ve parçalanma kinetikleri üzerine fiziksel aktivitenin etkisi hakkında yok denecek kadar bilgi vardır. Ancak taşıma, tarla sürme gibi faaliyetlerde kullanılan ruminantların, diğerlerine göre yem tüketme ve geviş getirme için daha az zamana sahip oldukları bildirilmektedir (Orskov, 2000).

Yem potansiyeli yaklaşımında kaydedilen gelişmeler

Günümüzde naylon torba tekniğinden yararlanarak elde edilen a+b ve c değerleri, kaba yemin kalitesi ve özellikle hayvanın söz konusu yemi ne kadar tüketeceği konusunda mükemmel parametreler olarak bildirilmektedir (Bhargava ve Orskov, 1987, Orskov, 1998). Hatta yapılan bir çalışmada, 12 saatlik ruminal inkübasyon verilerinin serbest tüketimle (r=0.82) in vivo sindirilebilirlikten (r=0.79) daha iyi korelasyonlu olduğu bildirilmiştir (Orskov ve ark.,1988). Diğer yandan, yeme ilişkin kimi karakteristiklerden yararlanarak, kaba yemlerin tüketilebilirliğinin ve yemden yararlanmanın tahminlemesini sağlayan pek çok çalışma sonucu da, söz konusu değerlendirme sistemi yaklaşımını destekler niteliktedir. Nitekim ilk olarak Orskov ve Ryle (1990), NH₃ ile muameleli ve muamelesiz samanların farklı tip ve varyetelerini kullanarak tüketimi ve hayvan performansını tahminlemeye çalışmıştır (Tablo 1).

Tablo 1'de görüldüğü gibi, asimtot (A+B) değeri SKM tüketimini (r=0.86) ve büyüme hızını (r=0.84) oldukça iyi tahminlerken, tüm parametrelerin tahminlenmesi faktörlerin ayrı ayrı değerlendirilmesi ile elde edilmiştir. Burada, indeks değeri parametresinin diğer parametrelerle olan yüksek düzeydeki korelasyonu ilgi çekicidir. Nitekim bu parametre, yem potansiyelini ortaya koymak için geliştirilmiş yeni bir fikirdir. Araştırmacılara göre indeks değeri (İndeks Value= IV), her bir kaba yemin tek başına tüketildiğinde hayvanların farklı besleme düzeylerini karşılayabilme yetenekleri bakımından sıralanmalarını sağlar. Tüketimin tahminlenmesinde iyi bir parametre olan bu değer, $IV = a + (0.4 \times b) + (200 \times c)$ eşitliği ile hesaplanmaktadır. Nitekim, Avrupa'daki sığırların yaşama payı enerji gereksiniminin yaklaşık 30 IV'ye sahip bir yemle karşılanabileceği ve şayet bu değer daha yüksekse hayvanın yaşama payı ihtiyacından fazlasını tüketeceği, ancak daha düşükse hayvanın canlı

Tablo 1. Yem parçalanma karakteristiklerinden sindirilebilirlik, kurumadde (KM) tüketimi, sindirilebilir kurumadde (SKM) tüketimi ve büyüme hızının tahminlenmesine ilişkin çoklu korelasyon katsayıları (r)

Faktörler	Sindirilebilirlik	KM tüketimi	SKM tüketimi	Büyüme hızı
(A+B)	0.70	0.83	0.86	0.84
(A+B)+c	0.85	0.89	0.96	0.91
A+B+c	0.90	0.93	0.96	0.95
İndeks değeri	0.74	0.95	0.94	0.96

Tablo 2. Yem parçalanma karakteristiklerinden sindirilebilirlik, tüketilebilirlik ve büyüme hızının tahminlenmesine ilişkin çoklu korelasyon katsayıları

Faktörler	Sindirilebilirlik	KM tüketimi	SKM tüketimi	Büyüme hızı	Kaynak
(A+B)	0.65	0.57	0.15	0.41	Kibon ve Orskov, 1993
A+B+c	0.88	0.99	0.92	0.99	"
İndeks değeri	0.75	0.90	0.88	0.81	"
(A+B)	0.85	0.83	0.84	0.80	Shem ve ark., 1995
(A+B)+c	0.95	0.84	0.88	0.90	"
A+B+c	0.98	0.90	0.93	0.93	"
İndeks değeri	0.95	0.90	0.92	0.89	"

Tablo 3. Farklı saman tiplerinin kurumadde (KM) tüketimi ve büyüme hızının tahminlenmesine ilişkin çoklu korelasyon katsayıları

Faktörler	KM tüketimi	Büyüme hızı
(A+B)	0.48	saptanamadı
AB	0.56	0.55
ABc	0.79	0.70

Tablo 4. Yemlerin parçalanma karakteristikleri ve indeks değeri bakımından tanımlanması

Yemler	A	B	c	L	İndeks değeri
Arpa samanı	6.6	39.1	0.0247	3.3	27.2
Yulaf samanı	11.4	38.2	0.0240	2.7	31.5
Çeltik samanı	17.1	36.0	0.0399	4.2	39.5
Yulaf yaprağı	11.3	49.4	0.0352	3.9	38.1
Yulaf sapı	12.4	29.8	0.0152	1.5	27.1
Çeltik yaprağı	15.1	37.2	0.0340	5.2	36.8
Çeltik sapı	30.0	33.5	0.0484	4.7	53.1
Mısır sömeği	12.5	41.5	0.0240	16.1	33.9
Mısır yaprağı	19.7	38.0	0.0410	14.2	41.5
Mısır sapı	14.1	36.9	0.0320	11.2	35.5
Kuruot	21.5	49.6	0.0370	3.2	59.0

L= lag phase (gerileme fazı)

ağırlık kaybına uğrayacağı bildirilmektedir (Orskov ve Ryle 1990, Orskov 1997).

Daha sonraki yıllarda yem tüketimini tahminleme ve yemlerin tüketilebilirlik potansiyellerini saptama yönünde yapılan bir dizi çalışma sonucu, yine Orskov ve Ryle (1990)'nin çalışma sonuçlarını destekler nitelikte benzer bulunmuştur (Tablo 2).

Tablo 2'de de görüldüğü gibi, A, B ve c parametreleri özellikle ayrı ayrı kullanıldığında elde edilen ilişki katsayısı diğer kombinasyonlardakinden daha yüksek değerler vermekte ve eşitliğe özellikle c parametresinin eklenmesi tahminlemeyi güçlendirmektedir.

Yalçın ve ark. (1998)'nin parçalanma karakteristikleri geniş varyasyon gösteren 4 farklı tipte tahıl samanı kullandıkları bir çalışmada ise, A, B, c değerleri ile yem tüketimi arasında yüksek korelasyonlar bulunmuş ve özellikle regresyon eşitliğine c'nin eklenmesiyle tahminlemenin daha da iyileştiği açıkça gösterilmiştir (Tablo 3).

Farklı yemler kullanılarak koyun ya da sığır rumeninde yapılan bir dizi çalışmadan elde edilen sonuçlar, yem potansiyelinin tam kesinlikle tahminlenmesinin pek çok kaba yem için geçerli olduğu yönündedir. Ancak bu çalışmaların ülkemiz koşullarındaki farklı kaba yem türleri ve varyeteleri

bazında ele alınıp yoğunlaştırılması gerekmektedir. Nitekim in vivo parametrelerle yüksek düzeyde ilişkili olduğu bildirilen yem potansiyelinin, çalışma sonuçlarındaki gelişmelere bağlı olarak yem değeri tablolarını, günümüzdeki yem cetvellerinden daha farklı şekilde oluşturabileceği bildirilmektedir. Buna göre, yemlerin parçalanma karakteristiklerine dayanan muhtemel bir yem değeri tablosu Tablo 4'de gösterildiği gibi olabilir (Orskov, 2000).

Gelecekteki yeni perspektiflere odaklanmış olan bu tür yaklaşımlar, farklı bölgelerdeki yem kaynaklarıyla orantılı uzun süreli hayvansal üretim planlamasına yardımcı olabilir. Süt üretimi ve besicilik, farklı bölgelere yayılabilir. Bu da, bazı bölgelerde yetiştirilen kültür ırkı hayvanlardaki beslemeye bağlı problemlerden sakınılmasını sağlayabilir. Ayrıca üreticiler, yem potansiyel indekslerinin oluşturulması ile birlikte farklı bölgelerde hayvansal üretim yapabilme potansiyellerini tahminleyebilecektir. Diğer yandan yemlere ilişkin A, B ve c faktörlerinin herhangi birine yoğunlaşma ile kaba yemlerin fiziksel, kimyasal ya da biyolojik tanımlamaları ya da genetik seleksiyonları aracılığıyla yem değerlerinin artırılması sağlanabilir. Örneğin kimyasal muamele B değerini, enzimatik muamele de A değerini etkilemektedir. Genetik seleksiyon bunlardan birini hedefleyebilir.

Sonuç olarak, in vivo sindirilebilirlik gibi pahalı tahminleme yöntemlerinden daha ucuz ve iyi bir performans tahminleyicisi olduğu bildirilen yem potansiyeli yaklaşımının, ruminantlarda kaba yemlerin değerlendirilmesinde global bir yem değerlendirme sistemini oluşturma olasılığı yüksektir denilebilir.

KAYNAKLAR

- Bhargava PK, Orskov ER (1987) Manual for the use of nylon bag technique in the evaluation of feed stuffs. The Rowett Research Institute, Aberdeen, AB2 9 SB, Scotland.
- Kibon A, Orskov ER (1993) The use of degradation characteristics of browse plants to predict intake and digestibility by goats. Anim. Prod., 57, 247-251.
- Mira JJF, Kay M, Hunter EA (1983) A comparison of long and shredded cereal straw for beef cattle. Anim. Prod., 36, 87-92.
- Orskov ER, Mc Donald I (1979) The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci., 92, 499-503.
- Orskov ER, Reid GW, Kay M (1988) Prediction of intake by cattle from degradation characteristics of roughages. Anim. Prod., 46, 29-34.
- Orskov ER, Ryle M (1990) Energy Nutrition in Ruminants. Elsevier, London, Amsterdam, pp 102-120.
- Orskov ER (1997) Use of the nylon bag technique for protein and energy evaluation and for rumen

- environment studies in ruminants. Livestock Research for Rural Development 9(1), 1-3.
- Orskov ER (1998) Feed evaluation with emphasis on fibrous roughages and fluctuating supply of nutrients: A Review. Small Ruminant Research 28, 1-8.
- Orskov ER (2000) New concepts of feed evaluation for ruminants with emphasis on roughages and feed intake. J. Anim. Sci., 13, 128-136.
- Shem MN, Orskov ER, Kimambo AE (1995) Prediction of voluntary dry matter intake, digestible dry matter intake and growth rate of cattle from the degradation characteristics of tropical foods. Anim. Sci., 60, 65-74.
- Yalcin S, Sehu A, Onal AG (1998) Straw degradability as a predictor of intake and growth rate in sheep. Anim. Sci., 67, 485-490.