

RUMENDE UÇUCU YAĞ ASİTLERİ İLE PROTEİN ÜRETİMİ VE ÖLÇÜLMESİ

Durmuş ÖZTÜRK **Adem KAMALAK** **Seyhan Ş. IŞIK**
KSÜ, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Kahramanmaraş

ÖZET

Bilindiği üzere karbonhidratlar ve protein ruminantlar için kullanılan yemlerin ana bileşenidir. Bir süt ineği rasyonunun toplam kuru maddesinin % 70-80'i karbonhidratlardan oluşur. Bununla beraber karbonhidratların sindirim sisteminden absorbe edilen kısmı çok sınırlıdır. Bunun nedeni karbonhidratların rumende fermentasyona uğraması ile uçucu yağ asitleri olarak bilinen asetik asit, propiyonik asit ve butirik asit meydana gelmesidir. Fermentasyon sonucu oluşan bu uçucu yağ asitleri rumende bulunan mikrobiyal popülasyonun yaşamı için enerji ve karbon kaynağı olarak kullanılır. Uçucu yağ asitleri mikrobiyal aktivitenin bir yan ürünü olarak ortaya çıkar.

Karbonhidratlarda olduğu gibi, rumene gelen protein de mikrobiyal etkiye uğrar ve bir kısmı rumende parçalanır. Yemdeki proteinin parçalanma derecesi başta hayvana ve mikroorganizmanın varlığı olmak üzere pek çok faktöre bağlıdır. Bu faktörler proteinin besin değerini belirler. Rumende parçalanan protein ile rumen mikroorganizmalarının ihtiyacı olan yaşamsal besinler sağlanırken, rumende parçalanmayıp ince barsakta kullanılabilir hale gelen proteindeki amino asitlerden de konukçu hayvanlar yararlanır. Rumendeki azot metabolizmasını iki ana bölüme ayırmak mümkündür. Birincisi proteinlerin rumende parçalanması ikincisi ise rumen mikroorganizmaların proteolitik fermentasyonu sonucu sağlanan enerji yardımı ile kuru madde sentezidir.

Bu makalede rumende uçucu yağ asitleri ve protein sentezi ile bunların ölçüm yöntemleri üzerinde durularak, bu konuda son yıllarda yapılan araştırmalar özetlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Rumen, Uçucu yağ asitleri, Protein, Sentez

VOLATILE FATTY ACIDS AND PROTEIN PRODUCTION IN THE RUMEN AND THEIR MEASUREMENT

ABSTRACT

The ruminant animals diet contains a considerable amount of carbohydrate and protein. Carbohydrates account for %70-80 of dry matter in a normal dairy diet. Fermentation of carbohydrates in the rumen yields volatile fatty acids (VFA) including acetic acid, propionic acid and butyric acid. The fermentation of carbohydrates also results in the production of energy in the form of ATP. The energy and VFA can be used by micro-organisms for the growth and maintenance.

Like carbohydrates, proteins are hydrolysed into peptides and amino acid by rumen micro-organisms. Most amino acids are further degraded to ammonia. The nutritive value of protein depends on the rate and extent of degradation in the rumen. The undegraded protein (UDP) become available in the small intestine. The mikro-

organisms use the end products of protein degradation for growth and maintenance. As can be seen that protein metabolism in the rumen can be divided into two steps: degradation of protein and production microbial dry matter by micro-organisms using the energy produced as a result of carbohydrate fermentation.

Key words: Rumen, Volatile fatty acids, Protein, Production

RUMENDE UÇUCU YAĞ ASİTLERİ ÜRETİMİ

Ruminant hayvanlar tarafından alınan bütün karbonhidratlar rumende mikrobiyal fermentasyona tabi tutulurlar. Fermentasyon sonucu açığa çıkan en önemli yan ürünler uçucu yağ asitleridir. Bu yağ asitleri; asetik asit, butirik asit, propiyonik asit ile çok az miktarda bulunan formik ve valerik asitten oluşur. Uçucu yağ asitlerinin yanında, karbondioksit ve metan gazı diğer yan ürünlerdir. Mikrobiyal fermentasyon sonucu oluşan uçucu yağ asitleri ruminant hayvanlarda enerji kaynağı olarak kullanılır.

Karbonhidratların fermente olma hızı bunların çeşidine bağlıdır. Genel olarak, suda çözünen karbonhidratların fermente olabilme hızı, nişasta ve selülozdan daha yüksektir. Rumende oluşan uçucu yağ asitlerin konsantrasyonu yağ asitlerinin üretim ve absorbe edilme oranına bağlıdır. Üretilen asitler kısmi olarak hayvan tarafından salınan salya tarafından nötralize edilir. Rasyonun fazla miktarda kolay fermente edilebilir karbonhidratlar içermesi asidosize neden olabilir. Bu durumda diğer karbonhidratların, özellikle selülozun fermentasyona uğraması engellenebilir.

Rumende, karbonhidratların fermentasyonu sonucu açığa çıkan uçucu yağ asitlerinin konsantrasyonu rasyonun yapısına bağlıdır. Rasyonda kaba yemin azalması sonucunda asetik asit konsantrasyonu düşerken, propiyonik asit konsantrasyonu artar. Bilindiği üzere, rumen mikroorganizmaları arasında kompleks bir ilişki vardır. Birçok faktör rumen fermentasyonunu etkiler ve sonuç olarak bu da üretilen uçucu yağ asitlerinin miktarını değiştirir. Fermentasyonunu etkileyen faktörler üzerinde pek çok deneme yapılmıştır. Rumen fermentasyonunu etkileyen rasyonla ilgili faktörler sırası ile besleme seviyesi, kaba yem/kesif yem oranı, besleme sıklığı, ilave edilen yağ miktarı ve yemin fiziksel yapısının değiştirilmesidir (11, 12, 13). Rasyonla ilgili faktörler ya organik madde sindirimini değiştirerek ya da her asidin oranını değiştirerek rumen fermentasyonunu etkiler. Rumen içerisinde oluşan bazı faktörlerde; örneğin osmotik basınç, rumen pH sı ve rumenin boşalması için geçen süre de fermentasyonu etkiler. Kuru ot, saman ve diğer kaba yemlerin bulunduğu yüksek oranlarda selüloz içeren rasyonlar rumendeki asetik asit oranını artırır. Yüksek miktardaki kaba yem içeren rasyonlarla beslenen ruminantlarda rumendeki uçucu yağ asitleri oranı yaklaşık olarak % 55-60 asetik asit, % 18-25 propiyonik asit ve % 12-20 butirik asit olarak bildirilmektedir. Ancak çok fazla kesif yem içeren rasyonlarla besleme, kaba yemin öğütülmesi veya peletlenmesi, kesif yemin ısıtılması yada peletlenmesi ile rasyonda doymamış yağların bulunması bu oranları etkiler. Bu faktörler asetik asit oranını azaltırken propionik asit oranını artırmakta butirik asit oranını değiştirmektedir (8,10) .

Bazı durumlarda, bir kısım karbonhidrat, rumende fermente olmadan kalın bağırsağa kadar ulaşır. Burada tekrar fermentasyona tabi tutulur ve rumende olduğu

gibi uçucu yağ asitleri oluşur. Fakat buradaki mikrobiyal fermentasyon rumene göre daha sınırlıdır.

Rumende karbonhidratların fermentasyonu sonucu oluşan uçucu yağ asitleri çeşitli yöntemlerle ölçülmektedir. Bu yöntemlerden en önemli üçü aşağıda kısaca açıklanmıştır.

İn-vitro yöntemi

İzotop yöntemi

Modelling yöntemi

In-vitro yöntemde, yem maddeleri tampon (buffer) çözeltisi ile karıştırılmış rumen sıvısı ile fermentasyona tabi tutulur. Fermentasyon sonucu açığa çıkan uçucu yağ asitleri gaz kromatografisi ile ölçülür.

İzotop yönteminde, işaretlenmiş olan asitlerin rumene eklenmesi ile bunların rumen sıvısındaki konsantrasyonları artar. Belirli bir süre sonra bu asitlerin konsantrasyonları sabitlenir. İşte bu noktada spesifik aktivite ölçülür. Spesifik aktivite, işaretlenmiş asitlerin, işaretlenmiş ve işaretlenmemiş asitlerin toplamına oranıdır. Uçucu yağ asitleri üretim oranı, doz verme oranının spesifik aktiviteye bölünmesi ile bulunur.

Uçucu yağ asitlerinin üretimini izotop yöntemi ile süt ineklerinde ölçülmüş ve elde edilen değerlerde büyük varyasyon olduğunu gösterilmiştir (1). % 35- 55 kaba yem içeren normal bir rasyonda 1 kg kuru madde için 2.2 ile 6.5 mol ve % 8-13 kaba yem içeren bir rasyonda bu değerler 2-4.2 mol olmuştur. Fakat propiyonik asit üretimi her iki rasyonda da yaklaşık 1.2 mol bulunmuştur.

Son yıllarda kandaki uçucu yağ asitlerinin ölçümü kullanılarak, barsak sisteminde üretilen uçucu yağ asitlerinin üretim oranı tespit edilmiştir. Bu çeşit, deneyler atar damar ile toplar damardaki uçucu yağ asitleri farkının toplar damardaki akış oranının çarpımı ile hesaplanır. Toplar damarda yağ asitlerinin emilim oranı barsak ve rumende üretilen ve emilen uçucu yağ asitlerini içerir. Koyunlarda ve ineklerde uçucu yağ asitleri üretimini bulmak için birçok deneyler yapılmıştır (2, 3, 4, 5). Burada dikkat edilmesi gerekli en önemli nokta şudur; Toplar damardaki ölçülen yağ asitlerinin miktarı üretilen yağ asitlerinin miktarı ile aynı değildir. Çünkü her asit rumen mukozasında emilim sırasında değişik miktarda metabolize olur.

Samanla beslenen koyunlarda uçucu yağ asitleri üretimi izotop yöntemi ve toplar damardaki emilim miktarı ile hesaplanmıştır. Bu iki sonuç arasındaki fark rumen epitelyum metabolizması ile karşılaştırılmış (6), sonuçlar Tablo 1'de gösterilmiştir. Bu sonuçlar hem uçucu yağ asitlerinin rumen epitelinde metabolize olduğunu hem de rumende üretilen uçucu yağ asidi miktarıyla toplar damardaki uçucu yağ asit miktarının aynı olmadığını göstermiştir.

Uçucu yağ asitlerinin molar oranı sadece karbonhidratların fermentasyon şeklinin analizi için önemli olmayıp aynı zamanda hayvansal üretimi etkilediği için önemlidir.

Tablo 1. Rumendeki Yağ Asitleri Üretiminin, Toplar Damarda ve Rumen Epitelinde Absorbe Edilen Yağ Asitleriyle Karşılaştırılması (6).

	Uçucu Yağ Asitleri		
	Asetik	Propiyonik	Butirik
Rumende üretilen (mol/ gün) ^a	3.3	0.9	0.6
Toplar damarda absorbe edilen (mol/gün)	2.3	0.44	0.05
Fark (%)	30	50	90
İn-vitro Rumen epitelinde metabolize olan ^b (%)	45	65	85

^a: İzotop metodu ile ölçülmüştür.

^b : Ortamdan uzaklaşan uçucu yağ asitleri miktarı rumen epitelinde metabolize olduğu kabul edilmiştir

Modelling yönteminde ise, rasyonda bulunan çözünebilir karbonhidratlar, nişasta, hemiselüloz, selüloz ve protein içerikleri kullanılarak bir model geliştirilmiş ve bu model stoichiometric prensiplere dayandırılmıştır (7, 8, 9, 10). Uçucu yağ asitlerinin toplamı ve her bir asidin oranı yem içerisindeki karbonhidratların fermentasyonu ile belirlendiği için fermentasyona tabi tutulan çözülebilir karbonhidratın, nişastanın ve hemiselülozun miktarının belirlenmesi önemlidir. Uçucu yağ asitlerinin tespiti için geliştirilmiş olan modellerde en önemli problem belki de toplam uçucu yağ asitlerinin miktarının tahmininden ziyade her bir asidin üretim miktarının tahminidir. Ayrıca bu modeller fermentasyona tabi tutulan madde ile mikroorganizmalar arasındaki ilişkiyi göz ardı etmektedir. Bu modeller uçucu yağ asitlerinin miktarını tespit ederken her bir yem için tek bir fermentasyon şekli olduğunu kabul eder ve ayrıca hesaplamalar yapılırken rasyonun yapısı, besleme seviyesi ve bu faktörlerin pH üzerine etkisi göz ardı edilir.

Farklı muameleye tabi tutulmuş aynı yem, uçucu yağ asitlerinin oranında bir farklılığa neden olabilir, örneğin aynı nişasta içeriğine sahip olan % 80 ezilmiş arpadan hazırlanmış rasyonda C₂/C₃ molar oranı 50/38 olurken, NaOH ile muameleye tabi tutulan aynı rasyon 61/19 oranını vermiştir. Bu aradaki farklılık belki de fermentasyon oranı arasındaki farklılıktan ileri gelmiştir.

RUMENDE AZOT METABOLİZMASI

Rumende azot (N) metabolizmasını iki kısma ayırmak mümkündür. Birincisi, proteinlerin rumen mikroorganizmaları tarafında parçalanması, ikincisi, ise rumen mikroorganizmalarının karbonhidratları parçalaması sonucu açığa çıkan enerjiyi kullanarak mikrobiyal proteinin sentezlenmesidir.

Rumende Proteinlerin Parçalanması

Hayvan tarafından alınan yem proteininin rumende parçalanma oranı proteinin hidrolize olma oranına ve rumende kalma süresine bağlıdır.

Proteinin rumende parçalanmayan kısmı direkt olarak toplam duodenal N ile mikrobiyal N arasındaki farktan hesaplanabilir. Fakat bu yöntem çok işçilik ve zaman ister. Bu yüzden bu yöntem çok sayıda örnek analizi için uygun değildir. Bu sınırlamalardan dolayı, naylon torba tekniği (14) diye anılan yöntemi geliştirmiştir.

Naylon torba tekniği ile ne kadar proteinin rumende parçalandığını parçalanmayan proteinlerin akış hızını göz önüne alarak hesaplamak mümkündür (15, 16).

Bakterilerin proteinleri parçalama aktivitesi hayvan tarafından alınan rasyona bağlıdır (17). Çünkü rasyon rumen pH'sını etkileyen önemli bir faktördür. Düşük pH; bakterilerin proteinleri parçalamasını ve özellikle deaminaz enziminin çalışmasını engellemektedir (18). Bu yüzden naylon torba tekniği uygulanırken hayvana verilecek rasyonun, analiz edilecek rasyonla aynı olması, hatayı azaltmaktadır.

Parçalanmayan yem proteinlerinin rumende kalış süresi besleme seviyesine göre değişmektedir (19, 20). Düşük seviyeli beslemelerde Kromiyum – Mordantlı muameleye tabi tutulan akış oranı 0.01/s ile 0.09/s arasında değişmektedir. Değişik proteinlerin rumende parçalanabilirliği 0.08/s akış oranında hesaplanmış Tablo 2'de verilmiştir. Bu hesaplamalar saman tüketen bir inekte yapılmıştır.

Tablo 2. Bazı Yem Proteinlerinin Rumende Parçalanabilirliği (23)

Yemler	Rumende Parçalanabilirlik (%)
Buğday	79-88
Yulaf	85
Arpa	60-75
Mısır	23-36
Kan Unu	15
Balık Unu	21-58
Pamuk Tohumu Küspesi	39-74
Et ve Kemik Unu	52-80
Soya Küspesi	50-68
Ayçiçeği Küspesi	65-80

Rumende Mikrobiyal Protein Üretimi

Rumende sentezlenen mikrobiyal protein genellikle duodenumda ölçülür. Bunun için çeşitli işaretleyiciler (markırlar) kullanılır. Bu alanda bir çok çalışmalar olup, bu markırların avantajları ve dezavantajları geniş olarak açıklanmıştır (21, 22, 23, 24).

Pratik besleme koşullarında mikrobiyal protein sentezi hakkındaki bilgileri kullanmak için mikrobiyal protein sentezi ile analiz edilebilir yem karakterleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi gerekir. Mikrobiyal protein sentezi için en önemli sınırlayıcı faktör enerjidir. Bu yüzden mikrobiyal verim genellikle rumende parçalanan organik madde ile ilişkilendirilir ve pratik besleme koşullarında rumende sindirilen organik madde miktarı toplam sindirilmiş organik madde miktarından hesaplanır. Bunun için bazı kuruluşlar tarafından geliştirilmiş katsayılar kullanılır (25, 26). Genellikle kullanılan yemlerin toplam organik madde sindirimi ile ilgili değerler mevcuttur. Rumende karbonhidratların parçalanması ile ATP formunda enerji açığa çıkmaktadır, oysa proteinlerin ve yağların mikrobiyal protein sentezi için gerekli olan enerjiye katkısı yoktur.

Tablo 3. Farklı Rasyonlarla Beslenen Sığırlarda Rumende Sindirilen Her kg Organik Maddeye Karşılık Mikrobiyal Azot Üretimi

Rasyon	Mikrobiyal N (g/kg DOMR)	Referans
Kuru ot ve kesif yem	29	(26)
Kesif yem	14	(26)
Çayır otu silajı	27	(26)
Çayır otu silajı ve kesif yem	36	(26)
Mısır silajı ve kesif yem	45	(26)
Mısır silajı, yonca kuru otu ve kesif yem	72	(27)
Kesif yem ve saman	49	(23)
Kesif yem, farklı kaba yemlerle birlikte veya yalnız kaba yemler	74	(23)
Mısır silajı, yonca kuru otu ve kesif yem	77	(28)

Rumende sindirilmiş karbonhidrat miktarı, toplam sindirilmiş organik maddeden sindirilmiş protein ve sindirilmiş yağ miktarı çıkartılarak hesaplanır. Yağların ince barsakta ve proteinin de rumende değişik oranlarda sindirilmesinden dolayı mikrobiyal protein sentezinin, sadece toplam sindirilmiş karbonhidratlar baz alınarak tahmin edilmesi, daha avantajlıdır. Ayrıca, proteinlerden ATP üretimi karbonhidratlarla karşılaştırıldığında daha düşüktür.

Mikrobiyal protein verimi, rumende toplam sindirilmiş organik madde baz alınarak hesaplandığında daha düşüktür. Sadece sindirilebilir karbonhidratlar baz alınır bu değer daha büyüktür; çünkü mikrobiyal kuru madde çok az miktarda karbonhidrat içerir. Örneğin Fransız PDI sisteminde (29) mikrobiyal protein, fermente olabilir organik madde baz alınarak hesaplanmaktadır. Tablo 3' de, 1 kg organik maddeye karşılık mikrobiyal protein üretimi verilmiştir. Görüldüğü gibi farklı rasyonlara ait değerler arasında büyük bir varyasyon vardır.

Enerjinin yanında özel besin maddeleri, rumende mikrobiyal büyüme için sınırlayıcı unsurlardır. Yeterli miktarda azot, mikrobiyal büyüme için gereklidir. Bu azot hayvan tarafından alınan yem proteinlerinden ve bakterilerin parçalanması ve ölümü ile açığa çıkan azot olabilir. Fakat yeterli bir mikrobiyal büyüme için, gerekli olan azot konsantrasyonunu tespit etmek zordur. Çünkü rumende azot konsantrasyonunu bir ortalama değerle belirlemek zordur ve *in vivo* koşullarda uygun bir yem olsa bile, azot konsantrasyonu birkaç saat çok düşük olabilir (30). Diğer bir neden ise mikrobiyal protein sentezi için amonyak azotu en önemli azot kaynağıdır ve oluşan amonyak rumende parçalanmış proteinlerin kalitesine göre değişir (31, 32, 24). Bazı bakteriler büyüme için ayrıca özel amino asitlere ve peptidlere (33) uçucu yağ asitlerine (34) gereksinim duyarlar.

Mikroorganizmalar, amino asit ve bazı uçucu yağ asitlerini, diğer mikroorganizmaları yiyerek karşılayabilir. Fakat bazı durumlarda mikrobiyal büyüme, mikroorganizmaların hızlı bir şekilde rumenden ince barsağa geçmesi ile birleştiğinde besin maddesi sınırlayıcı faktör olabilir. Çünkü bakterilerin rumende parçalanması azalır.

Genellikle mineral maddeleri, hayvanların kendi ihtiyaçları için kullandıkları düşünülür; fakat sülfür ve kobalt gibi elementler mikrobiyal büyüme için önemlidir (35). Hayvanın mineral madde ihtiyacı karşılandığında, mikroorganizmalarında mineral ihtiyacının karşılandığı kabul edilir. Mikrobiyal büyüme için makro ve mikro elementlere ihtiyaç vardır. Mikroorganizmaların mineral geniş bir şekilde araştırılmıştır (36). Mevcut bilgilere dayanarak mikrobiyal verimi etkileyen faktörler üzerindeki çalışmalar faydalı olup, bu alanda yeni gelişmeler olasıdır. Mikrobiyal proteini ölçmek için idrarda bulunan purin türevleri kullanılmaktadır.

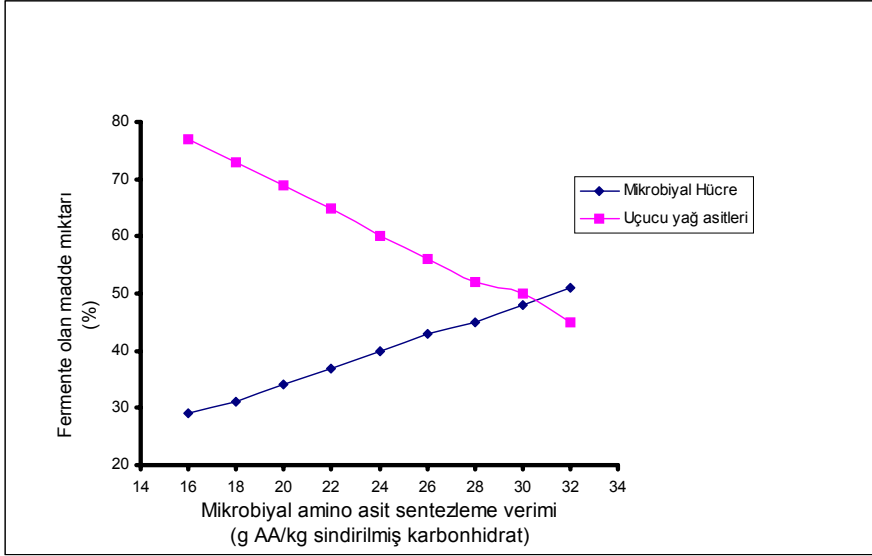
RUMENDE UÇUCU YAĞ ASİTLERİ İLE MİKROBİYAL PROTEİN ÜRETİMİ ARASINDAKİ DENGE

Mikrobiyal protein için gerekli enerji, karbonhidratların fermentasyonundan elde edilir. Enerji (ATP), nitrojen ve diğer bazı mineraller, mikrobiyal verimi etkileyen en önemli unsurlardır. 25 g mikrobiyal kuru madde üretimi için 1 mol ATP'ye ihtiyaç olduğu bildirilmiştir (37).

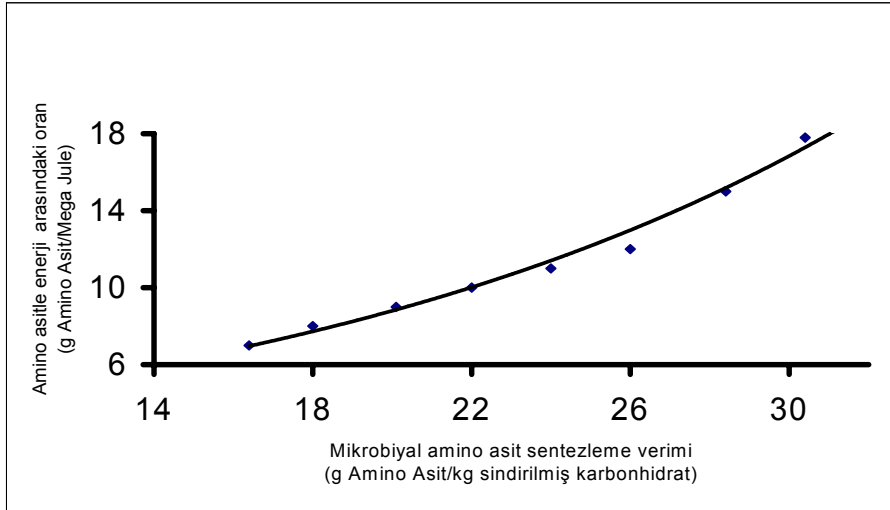
Yüksek miktarda mikrobiyal protein sentezi için yüksek miktarda ön maddelerin mikroorganizmalar tarafından tüketilmesi gerekir. Yani mikroorganizmaların rumendeki maddeleri çok küçük maddelere parçalamadan tüketmesi, mikrobiyal kuru madde miktarını artırır. Bu da, rumendeki yemlerin daha az fermentasyonu demek olup, neticede daha az uçucu yağ asitleri oluşur. Mikrobiyal protein sentezinin düşük olduğu durumlarda uçucu yağ asitlerinin üretimi artar.

Mikrobiyal protein ve uçucu yağ asitlerinin üretimini bir model kullanılarak hesaplanmış ve mikrobiyal protein sentezleme oranının değiştiğini gösterilmiştir (38). Böylece, mikrobiyal protein ve uçucu yağ asitleri üretimini, değişik yemler kullanarak manipüle etmenin mümkün olduğunu gösterilmiştir.

Farklı protein değerlendirme sistemlerinde kullanılan mikrobiyal protein sentezleme verimliliği Şekil 1'de gösterilen değerlerden, sol taraftakilere daha yakındır. Bunun anlamı fermentasyona tabi tutulan yemlerin büyük bir kısmının uçucu yağ asitlerine dönüşmüştür. Şekil 1, ayrıca, yüksek mikrobiyal protein sentezleme verimliliğinde, mikrobiyal protein ve uçucu yağ asitlerine dönüşen madde miktarının yaklaştığını göstermektedir. Rumende oluşan mikrobiyal protein ve uçucu yağ asitleri arasında, bir oran vardır. Bu oran absorbe edilmiş amino asit miktarının, uçucu yağ asit miktarına bölünmesi ile elde edilir. Toplam absorbe edilmiş asit miktarı, mikrobiyal hücrelerin % 33'nün amino asit (39) ve mikrobiyal amino asitlerin % 85'nin sindirilebilir olduğu, baz alınarak hesaplanmıştır. Absorbe edilmiş amino asitler ile yağ asitleri arasındaki oran, Şekil 2, de gösterilmiştir.



Şekil 1. Mikrobiyal Büyüme ile Uçucu Yağ Asitleri veya Mikrobiyal Protein Sentezleme için Fermente Olmuş Madde Miktarı Arasındaki İlişki (23)



Şekil 2. Mikrobiyal Amino Asit Sentezleme Verimi ile Absorbe Edilmiş Amino Asit ve Uçucu Yağ Asitleri Arasındaki Oranın İlişkisi (23)

SONUÇ

Rumende karbonhidratların fermentasyonu sonucu uçucu yağ asitleri oluşmakta ve bunlar hayvan tarafından enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Rumende oluşan uçucu yağ asitlerinin konsantrasyonu ölçmek için kullanılan çeşitli

yöntemler olmasına rağmen, ölçüm sonucu elde edilen değerlerin gerçekten bu asitlerin üretim oranını yansıtmayı yansıtmadığı halen tartışma konusudur. Ancak uçucu yağ asitlerinin molar konsantrasyonu belirlemek, hem karbonhidratların fermentasyon şeklinin belirlenmesi hem de hayvansal üretimi etkilediği için önemlidir.

Rumende bulunan mikro-organizmalar karbonhidratların parçalanması sonucu açığa çıkan enerji ile proteinlerin ve azotlu bileşiklerin parçalanması sonucu açığa çıkan amonyağı kullanarak mikrobiyal protein sentezlemektedir. Üretilen mikrobiyal protein hayvan tarafından yaşama ve verim payı olarak protein ihtiyacını karşılamak için kullanılmaktadır. Bundan dolayı, mikrobiyal protein üretimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi hayvansal üretim açısından önemlidir. Enerji, azot ve bazı mineraller mikrobiyal verimi etkileyen en önemli faktörlerdir.

KAYNAKLAR

1. SUTTON, J.D ., 1981. Concentrate Feeding and Milk Composition. In Recent Advances in Animal Nutrition. Eds. W. Haresing. Butterworths, London. Pp.35-48.
2. BERGMAN, E.N and WOLF, J. E., 1971. Metabolism of Volatile Fatty Acids by Liver and Portal Drained Viscera in Sheep. Amn. J. Physiol., 221:586-592.
3. HUNTINGTON, G.B. AND REYNOLDS, P.J., 1983. Net Volatile Fatty Acid Absorption in Nonlactating Cows. J. Dairy Science., 66:86-93.
4. HUNTINGTON, G.B AND REYNOLDS, P.J., 1986. Net Absorption of Glucose. Lactate. Volatile fatty acids and nitrogenous compounds by bovine given abomasal infusions of starch or glucose. J. Dairy Science., 69:2428-2436.
5. LOMAX, M.A AND BAIRD, G.D., 1983. Blood Flow and Nutrient Exchange Across the Liver and Gut of Dairy Cow. Br. J. Nutr., 49:481-496.
6. BERGMAN, E.N., 1990. Energy Contributions of Volatile Fatty Acids from the Gastrointestinal Tract in Various Species. Physiol. Rev., 70:567-590
7. MURPHY, M.R., BALDWIN, R.L AND KOONG, L.G.,1982. Estimation of Stoichiometric Parameters for Rumen Fermentation of Roughage and Concentrate Diets. J. Anim. Sci. 55:441-420.
8. BALDWIN, R.L., LUCAS, H.L AND CABRERA, R., 1970. Energetic Relationships in the Formation and Utilisation of Fermentation End Products. In Physiology of digestion and metabolism in the ruminant. Ed. A.T. Philipson. Oriel Press. p.319-335
9. BLACK, J.L., BEEVER D.E FAICHNEY, G.Y., HOWARTH, B.R AND GRAHAM, M.MAC., 1981. Simulation of Effects of Rumen Function on the Flow of Nutrients from Stomach of Sheep. Part 1 – Description of a computer program. Agricultural Systems, 6:195-219.
10. MURPHY, M.R., BALDWIN, R.L AND ULYATT, M.J., 1986. An update of a Dynamic Model of Ruminant Digestion. J. Anim.Sci. 62: 1412-1422.
11. SUTTON, D. J., 1980. Digestion and End Product Formation in the Rumen from Production Rations. In Digestive physiology and metabolism in ruminants. Eds. Y.Ruckebush and P. Thivend. MTP-Press. Pp.271-290.

12. THOMAS, P.C. AND ROOK, J.A.F., 1981. Manipulation of Rumen Fermentation. In Recent developments in ruminant nutrition. Eds. W. Haresign and D.J.A Cole. Butterworths, London. p.157-183
13. PALMQUIST, D. L., 1988. The Feeding Value of Fats. In Feed Science. World Animal Science. 4B. E.R. Orskov. Elsevier. Pp.293-311.
14. MEHREZ, A.Z AND ORSKOV, E.R., 1977. A Study of Artificial Fibre Bag Technique for Determining the Digestibility of Feeds in the Rumen. J.Agric. Sci., Camb. 88:645-650.
15. ORSKOV, E.R AND MCDONALD, I., 1979. The Estimation of Protein Degradability in the Rumen from Incubation Measurements Weighted According to Rate of Passage. J.Agric. Sci. Camb. 92:499-503.
16. KRISTENSEN, E.S., MOLLER, P.D. AND HVELPLUND, T., 1982. Estimation of the Effective Protein Degradability in the Rumen of Cows Using the Nylon Bag Technique Combined with the Outflow Rate. Acta Agric. Scand., 32:123-127
17. SIDDON, R. J AND PARADINE, J., 1981. Effect of Diet on Protein Degrading Activity in the Sheep Rumen. J. Sci. Food Agric., 32:979-981.
18. ERFLE, J.D., BOILA, R.J., TEATHER, R.M., MAHADEVAN, S AND SAVER, F.D. 1982. Effect of pH on Fermentation Characteristics and Protein Degradation by Rumen Micro-organism in Vitro. Journal of Animal Science. 65:1457-1514.
19. ELIMAN, M.E. AND ORSKOV, E.R., 1984a. Factors Affecting the Outflow of Protein Supplements from the Rumen. 1. Feeding level. Anim. Prod. , 38:45-51
20. ELIMAN, M.E. AND ORSKOV E.R., 1984b Factors Affecting the Outflow of Protein Supplements from the Rumen. 2. The composition and particle size of basal diet. Anim. Prod., 39:210-216.
21. SIDDON, R. C., BEEVER, D.E AND NOLAN J. V., 1982. A Comparison of Methods for Estimation of Microbial Nitrogen in Duodenal Digesta of Sheep. Br. J. Nutrition, 48:377-389.
22. WHITELAW, G., EADIE, J. M., BRUCE, L. A AND SHAND W.J ., 1984. Microbial Protein Synthesis in Cattle Given Roughage-Concentrate and All-concentrate Diets. Brt. J. Nutrition, 52:249-260.
23. HVELPUND, T. AND MADSEN, J., 1985. Amino Acid Passage to the Small Intestine in Dairy Cows Compared with Estimates of Microbial Protein and Undegraded Dietary Protein from Analysis on the Feed. Acta. Agric. Scand. Suppl. 25:21-36.
24. MCALLAN, A. B., COCKBURN, J.E WILLAMS A.P AND SMITH, R.H ,1988. The Degradation of Different Protein Supplements in the Rumen of Steers and the Effects of these Supplements on Carbohydrate Digestion. Br. J. Nutr., 60:669-682
25. INRA., Alimentation des ruminants. Institut National de la Recherche Agronomique. INRA editions. Versailles, France. p. 597
26. Agricultural Research Council (ARC), 1984. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock, Supplement No:1 Agricultural Research Council, 45 pp.

27. SANTOS, K. A., STERN, M. D, SATTER, L. D., 1984. Protein Degradation in Rumen and Amino acid Absorption in the Small Intestine of Lactating Dairy Cattle Fed various protein sources. *J. Dairy Sci.* 58:244-245.
28. STERN, M. D., SANTOS, K. A SATTER L.D., 1985. Protein Degradation in Rumen and Amino Acids Absorption in Small Intestine of Lactating Dairy Cattle Fed Heat Treated Whole Soy Bean. *J. Dairy Sci.* 68:45-56.
29. VERITE, R. AND PEYRAUD J.L., 1989. The PDI system. In *Ruminant Nutrition*. Ed. R.Jarrige. INRA. John Libbey Eurotext, London, Paris. pp.33-34.
30. MADSEN, J. AND HVELPLUND, T., 1988. The Influence of Different Protein Supply and Feeding Level on pH, Ammonia Concentration and Microbial Protein Synthesis in the Rumen of Cows. *Acta. Agric. Scand.*, 38:115-125.
31. THOMSEN, K.V., 1985. The Specific Nitrogen Requirements of Rumen Microorganisms. *Acta. Agric. Scand.*, Suppl. 25:125-131.
32. CISZUK, P. AND LINDBERG, J.E., 1988. Responses in Feed Intake, Digestibility and Nitrogen Retention in Lactating Dairy Goats Fed Increasing Amounts of Urea and fish meal. *Acta. Agric. Scand.*, 38:381-395.
33. RUSSELL, J.B, SNIFFEN, C.J AND VAN SOEST P.J ., 1983. Effect of Carbohydrate Limitation on Degradation and Utilisation of Casein by Mixed Rumen Bacterial. *J. Dairy Science*, 66:763-775.
34. RUSSELL, J. B AND HESPELL., 1981. Microbial Rumen Fermentation. *J. Dairy Science*, 64:1153-1169.
35. DURAND, M. AND KAWASHIMA, R., 1980. Influence of Minerals in Rumen Microbial Digestion. In *Digestive physiology and metabolism in ruminants*. Eds. Y. Ruchebush and P. Thivend. MTP Press Limited. pp. 375-408.
36. DURAND, M. AND KOMISARCZUK, S., 1988 . Influence of Major Minerals on Rumen Microbiota. *J. Nutr.*,118:249-260.
37. RUSSELL, J.B AND WALLACE, R.J., 1988. Energy Yielding and Consuming Reactions. In *the Rumen Microbial Ecosystem*. Ed. P.N. Hobson. Elsevier Applied Science.pp.185-215.
38. KRISTENSEN, V.F AND WEISBERG, M.R., 1990. New Approach to Feed Evaluation for Ruminants. A note to meeting of the Nordic Working group on feed evaluation in Iceland. August 12-13, 1990. 21 pp.
39. BORSTING, C.F AND WEISBERG M.R., 1989. Fatty Acid Metabolism in the Digestive Tract of Ruminants. Ph.D Thesis The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen. p. 249.