

Derleme (Review)

Süt İneklerinin Protein Fraksiyonlarına Tepkileri

Mehtap GÜNEY^{1*}

M. Akif KARSLI²

¹Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Zeve Kampüsü 65080, Van

²Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Kırıkkale

*e-posta: mguney@yyu.edu.tr

Özet: Proteinler, ruminant hayvanlarda mikrobiyal gelişim ve süt üretimini etkileyen en önemli faktörlerdendir. Süt ineklerinde üreme, büyüme ve süt üretiminin sağlanabilmesi, proteinlerin yapıtaşı olan esansiyel amino asitlerin varlığı ile mümkündür. Bu derlemede, ruminant hayvanların protein gereksinimlerinin belirlenmesinde kullanılan protein fraksiyonlarının süt inekleri için önemi, yemlerle alınan azotlu bileşiklerin süt ineklerinde kullanım şekilleri ve bunun süt verimi üzerine etkileri açıklanmıştır. Sonuç olarak; süt ineklerinin beslenmesinde rasyonları oluşturan yemlerde yalnızca ham protein miktarının değil protein fraksiyonlarının da dikkate alınmasının süt ineklerinin yaşama ve verim payı ihtiyaçlarının karşılanması bakımından önemli olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: By-pass protein, Mikrobiyal protein, Protein, Sığır, Süt verimi

Response of Dairy Cows to Protein Fractions

Abstract: Proteins are the most important factors affecting microbial growth and milk production at ruminant animals. The continuation of reproduction, growth and milk production in dairy cattle are possible with existence of amino acids that is the monomers of protein in diet. The importance of protein fraction to determine the protein requirements of ruminant animals, the utilization of nitrogenous sources consumed by dairy cattle with feedstuffs and their effects on milk production has been explained in this review. In conclusion; not only the amount of crude protein in diet but also the considering of protein fractions is very important in terms of fulfilling the maintenance and production requirements of dairy cattle.

Keywords: By-pass protein, Microbial protein, Protein, Cattle, Milk yield

Giriş

Ruminant hayvanlar, tek mideli hayvanlara göre daha karmaşık bir protein metabolizmasına sahiptirler. Tek mideli hayvanlarda, aminoasitlerin ince bağırsaklardaki absorpsiyonu, yemde bulunan proteinlerin miktar ve kompozisyonuna bağlı olarak ruminant hayvanlarda tükettikleri proteinin miktar ve kalitesinden ziyade rumende yaşayan mikroorganizmaların ürettikleri ve duodenuma geçen mikroorganizmalara bağlıdır. Başlıca bakterilerden oluşan rumen mikroorganizmaları yemdeki proteinleri peptidlere, aminoasitlere ve amonyağa parçalamaktadırlar. Rumende bulunan çeşitli bakteri türleri de bu metabolitleri mikrobiyal protein sentezi için kullanılmaktadırlar (Hedqvist 2004). Rumende gerçekleşen mikrobiyal protein sentez miktarı ile rumende parçalanmadan duodenuma geçen by-pass protein miktarları, hayvanlara verilen yem proteininin fraksiyonları ile ilişkilidir (Karlı ve Russell 2000).

Rumende mikrobiyal protein üretimini artırmak uygun azot (N) ve karbonhidrat kaynaklarının sağlanması yanında ince barsaklarda amino asit kullanımının artırılması ile mümkün olmaktadır. Bu nedenle süt ineklerine hazırlanacak rasyonları meydana getiren yemlerin, protein fraksiyonlarının bilinmesi ile fermantasyon sonucu rumende oluşan N'un herhangi bir kayıba uğramadan kullanımı sağlanarak çevre kirliliğinin azaltılması mümkün olacaktır (Chase 2007).

Bu derlemede; süt ineklerinin beslenmesinde protein fraksiyonlarının tanıtılarak, süt inekleri için hazırlanan rasyonlarda protein fraksiyonlarının öneminin vurgulanması yanında söz konusu hayvanlardan yüksek verim alınabilmesi için proteinlerden maksimum düzeyde faydalanma olanakları incelenmiştir.

Protein Fraksiyonları

Proteinler, aminoasitlerden oluşan yüksek molekül ağırlığına sahip organik bileşiklerdir. Yapılarında karbon, hidrojen ve oksijene ilave olarak azot bulunmaktadır. Ayrıca bazı proteinler kükürt, bazıları ise fosfor, demir, çinko ve bakır içermektedirler. Proteinler 3 boyutlu yapısı ve çözülebilirlik temeline göre; albumin, globulin, prolamin ve glutelinler olmak üzere başlıca 4 çeşitten oluşmaktadır. Proteinlerin bu çeşitliliği yemlerin rumende protein parçalanabilirliğini etkileyen önemli faktörlerdendir. Nitekim albumin ve globulinler rumende daha hızlı parçalanırken, prolamin ve glutelinler daha yavaş parçalanmaktadır (Anonim 2008; Ergün ve ark. 2004). Dolayısıyla tahıl tanelerinin daha fazla prolamin ve glutelinleri içermekte olduğu ancak yaprak ve gövdelerinin albumince zengin olduğu belirtilmektedir. Genellikle yemlerdeki toplam azotlu bileşiklerin % 65'i bu 4 protein tipinden birine ait olduğu ve bunlara ek olarak protein olmayan azotlu bileşiklerden (NPN) meydana geldiği belirtilmektedir. Yem maddeleri içerisinde en yüksek düzeyde çayırotu ve baklagillerin NPN içerdiği ve bu bitkilerin NPN konsantrasyonlarının çok değişken olduğu da belirtilmektedir (Sniffen 1974). Gerçek proteinler, hayvanların verim ve üreme gibi faaliyetlerin yerine getirilebilmesi için yemlerde bulunması zorunlu besin maddeleridir (Anonim 2013). Proteinlerin sindirimi sonucu açığa çıkan ve ince bağırsaklarda absorbe edilen aminoasitler, büyüme, gelişme, sağlık, verim, laktasyon gibi olayların devamı açısından protein sentezinin başlıca yapı taşlarıdır (Cappelozza 2013). Bunların yanında proteinlerin, rumende parçalanma düzeylerinin ruminant hayvanların performansı bakımından önemli olduğundan, rumende parçalanabilen ve parçalanmayan proteinler olarak sınıflandırılması da mümkündür.

Proteinleri rumende parçalanabilen ve parçalanmayan proteinler olarak uygun bir şekilde sınıflandırmak, aşırı N kayıplarını azaltmak bakımından önemlidir. Nitekim bu durum optimum ruminant performansı bakımından da zorunlu bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Cornell Net Protein Sistem (CNCPS)'ine göre yemlerde bulunan N'lu bileşikler 5 fraksiyona ayrılmaktadır. Bu sistem protein fraksiyonlarını; proteinlerin parçalanabilirliği, tamponlama kapasitesi ve deterjanda parçalanabilirliklerine göre tanımlamaktadır. Buna göre A: Çözülebilir protein olmayan azot, B1: Çözülebilir gerçek proteinler, B2: Orta düzeyde parçalanabilir proteinler, B3: Nötr deterjan solisyonunda çözülmeyen ancak asit deterjan solisyonunda çözülebilir ham protein (HP), C ise değerlendirilemeyen azot olarak sınıflandırılmaktadır (Lanzas ve ark. 2008). Bu bilgiler doğrultusunda, hayvan beslemede son yıllarda güncelliğini yitirse de proteinlerin sınıflandırılmasında genel olarak toplam nitrojeni ifade eden HP teriminin tanımlanması proteinlerin sınıflandırılmasının kavranması açısından önemlidir (Polan 1988).

1. Ham Protein

Proteinler, boyut, şekil, fonksiyon, çözünürlük ve aminoasit kompozisyonu bakımından da farklı moleküller içerebilmektedir. Ancak, hayvan beslemede yaygın olarak kullanılan HP kavramı, bütün yem proteinlerinin % 16 N içerdiği esasına dayanarak, N oranının 6.25 ile çarpılması (100/16) sonucu yemin bünyesindeki ham protein içeriğinin bulunmasını ifade etmektedir (Machen 2013). Bu nedenle, yemlerin bünyesinde bulunan HP'ler, gerçek proteinler yanında protein olmayan azotlu bileşikleri içermekte olup bu NPN de ruminant hayvanlar tarafından değerlendirilebilmektedir (Ergün ve ark. 2008).

HP, gerçek protein ile protein olmayan azotlu bileşiklerden oluşmuştur. Gerçek proteinler “doğal proteinler” olarak da adlandırılmakta olup tüm azot içeren bileşiklerin de gerçek protein olmadığı belirtilmektedir (Parish 2008).

1.1. Gerçek Protein

Gerçek proteinler, aminoasitlerin peptit bağları ile birleşmesi sonucu oluşan uzun zincirli polimerler olarak tanımlanmaktadır. Bu proteinler, gelişme, üreme ve laktasyon gibi faaliyetlerin yerine getirilebilmesi için hayvanların tüketimine sunulan yemlerde bulunması zorunlu besin maddeleridir. Proteinlerin sindirimi sonucu açığa çıkan ve ince bağırsaklarda absorbe edilen aminoasitler, büyüme, gelişme, sağlık, verim, laktasyon gibi olayların devamı yanında glikoz ve uçucu yağ asidi sentezinin bir ön maddesi olup protein sentezinin başlıca yapı taşlarıdır (Anonim 2013; Cappelozza 2013).

Gerçek proteinler aminositlerden meydana gelmiş olup protein olmayan azotlu bileşiklerden farklıdır. Protein olmayan N(azotlu bileşikler), amino asit profiline sahip değildir ancak rumen mikroorganizmaları

tarafından N kaynağı olarak kullanılmaktadır. Gerçek proteinler, hem rumende parçalanabilir hem de parçalanmayan proteinleri kapsamaktadırlar (Cappelozza 2013).

1.2. Protein Olmayan Azotlu Bileşikler (NPN)

Protein niteliğinde olmayan azotlu bileşikler, ruminant hayvanlar dışındaki hayvanlar tarafından değerlendirilemeyen ya da çok az miktarda kalın bağırsaklarda değerlendirilen azotlu bileşikleridir. Protein niteliğinde olmayan azotlu bileşikler, ruminant hayvanların rumeninde çok değerli proteinlere çevrilebildiğinden, endüstriyel olarak üretilmiş NPN veya bazı yem maddeleri amonyağa zenginleştirilmiş ürün olarak hayvanlara sunulmaktadır (Sarı ve ark. 2008).

Protein niteliğinde olmayan azotlu bileşikler, çok farklı yapılarda azot içeren maddeler olup gerçek bir proteinin kompleks yapısına sahip değildir. Bunlar, amonyak, küçük peptitler, serbest aminoasitler, aminler ve amidler gibi bünyesinde N içeren bileşiklerden oluşmaktadır. Silajlarda ve tarımsal yan ürünlerdeki eriyebilir proteinlerin çoğu NPN formundadır. NPN'lerin eriyebilir proteinler gibi rumende hızla amonyağa dönüştürüldüğü bilinmektedir (Bal ve ark. 2004).

Üre ve amonyağın en önemli NPN kaynakları olduğu ve sığırların beslenmesinde NPN kullanımının iki önemli nedeni bulunduğu bildirilmektedir. Bunlardan birincisi hayvan besleme açısından rasyondaki rumende parçalanabilir protein (RPP) miktarının ayarlanmasına yardımcı olmak, bir diğeri ise ekonomiden doğan protein kaynaklarına kıyasla daha ucuz olmasıdır (Anonim 2013; Cappelozza 2013).

Rumende gerçek proteinlerin ya da NPN bileşiklerinin parçalanması sonucu oluşan amonyağın bir bölümü esansiyel amino asit sentezinde kullanılmaktadır. Rumende bulunan bakterilerin % 80'i büyümeleri için azot kaynağı olarak amonyağı kullanılmaktadırlar. Rumende amonyağın etkili bir şekilde değerlendirilmesi ortamda kolay fermente olabilen karbonhidrat şeklinde enerjinin bulunmasına bağlıdır. Arpa, mısır, yulaf gibi nişasta bakımından zengin yemler ile şeker bakımından zengin melas bu yemler arasında sayılabilmektedir (Çalışkaner ve Demir 2001; Ergün ve ark. 2004).

2. Sindirilebilir Ham Protein

Sindirilebilir ham protein, ruminant hayvanlar tarafından absorbe edilen ham protein miktarını vermektedir. Ruminant hayvanlarda NPN maddeler de rumendeki mikrobiyal populasyon sayesinde protein sentezinde kullanılabildiğinden sindirilebilir proteinin yemlerin protein içeriklerinin ve hayvanların protein gereksinimlerinin belirlenmesinde yetersiz kaldığı düşünülmüştür. Bu durum, dışkıdaki sindirilmeyen azotun büyük bir kısmının mikrobiyal orjinli olması ve çok azının da yemin gerçek proteininden kaynaklanması şeklinde açıklanmıştır (Kutlu 2008; Cappelozza 2013).

3. Rumende Parçalanmaya Dirençli Proteinler (RPDP)

Bir yem maddesinin protein değerinin belirlenmesindeki en önemli kriterin, o yemi tüketen hayvanların ince barsaklarına geçen aminoasit miktarı olduğu belirtilmektedir. Bu protein miktarını rumen fermantasyonundan kaçan yem proteini (by-pass), çok az miktarda endojen proteinler ve rumende sentezlenen mikrobiyal proteinler belirlemektedir (Karlı ve Russell 2001). Bu protein fraksiyonunun rumende yıkılabilen proteinlerden sonra ruminant hayvanlara aminoasit sağlayabilen en önemli protein kaynağı olduğu da belirtilmektedir (Cappelozza 2013).

Çiftlik hayvanlarında, rasyondaki protein miktarının bilinmesi yanında protein tipinin (RPDP ve RPP) de dikkate alınması, rumen mikroorganizmalarının gelişimi için oldukça önem taşımaktadır (Bal ve ark. 2004). Nitekim rumende parçalanabilen proteinler, mikrobiyal proteinin meydana gelmesinde rumen mikroorganizmaları tarafından kullanılmaktadır. Rumende parçalanmayan proteinler ise rumende ufak bir değişiklikten sonra ince bağırsaklarda absorbe edilmektedir. Proteinlerin bu iki tipi arasındaki dengenin kritik olduğu bunun nedeninin ise protein düzeyinin sınırlanmadığı rasyonlarda aşırı düzeyde rumende parçalanabilir protein oluşumunun rumen ortamına dolayısıyla ruminant hayvanlara zarar verebileceği belirtilmektedir (Cappelozza 2013).

Rumen mikropları tarafından parçalanmaya uğramaksızın rumeni terk edip, ince bağırsaklarda sindirilen ve by-pass protein olarak adlandırılan protein fraksiyonu, rumendeki parçalanmadan kaçan protein

tüketiminin porsiyonu olup direkt ince bağırsaklarda sindirilmektedir. Mikrobiyal proteinin, rumende parçalanmayan protein veya rumenden geçen gerçek proteinlerin % 80-85'inin ince bağırsaklarda sindirildiği bildirilmektedir (Anonim 2013).

By-pass proteinler, büyümekte olan ruminantlarda ve özellikle yüksek süt verimli sığırlarda önem taşımaktadır (Deniz ve Tuncer 1995). Rumende parçalanmayan ve mikrobiyal protein sentezinde kullanılan proteinlerle rumende parçalanmayan (by-pass) proteinlerin net proteine dönüşüm oranları farklılık göstermektedir (NRC 2001). Bu da yüksek verimli hayvanlarda rasyonlarda bulunan ham proteinin belirli bir kısmının by-pass olması zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Eğer by-pass protein oranı rasyonda bulunmaz ve rumende yıkılan ham proteinlerle karşılanırsa bu durumda protein eksikliğine bağlı verim kayıplarının yaşanması da muhtemeldir. Rasyonu oluşturan her bir yemin protein yapısındaki farklılığın by-pass protein farklılığını doğuracağı belirtilmektedir. Yemlerin protein yapılarındaki farklılıkların bilinmesinin, değerli proteinlerin aşırı bir şekilde parçalanması sonucu idrarla üre atılımının önüne geçilmesi ve rumende aşırı amonyak oluşumunun önlenerek kayıpların azaltılması bakımından önem taşımaktadır (Zeigler 2000).

4. Mikrobiyal Protein

Mikrobiyal protein, ruminant hayvanlar için en önemli protein kaynağıdır. Ruminant hayvanlar tarafından gereksinim duyulan günlük protein ihtiyacının % 50'den % 100'e kadarını mikrobiyal protein sağlayabilmektedir. Mikrobiyal protein, rumen mikroorganizmalarının rumeni terk ederek abomasum ve ince barsakta parçalanmaları sonucu ortaya çıkan proteinleri ifade etmektedir. Mikrobiyal protein %90 civarında bakteri kaynağından orjin almakta olup ince barsaklar tarafından absorbe edilen ve ince barsaklara geçen rumen mikroorganizmalarının protein içeriğini oluşturmaktadır (Cappelozza 2013).

5. Metabolize edilebilir protein

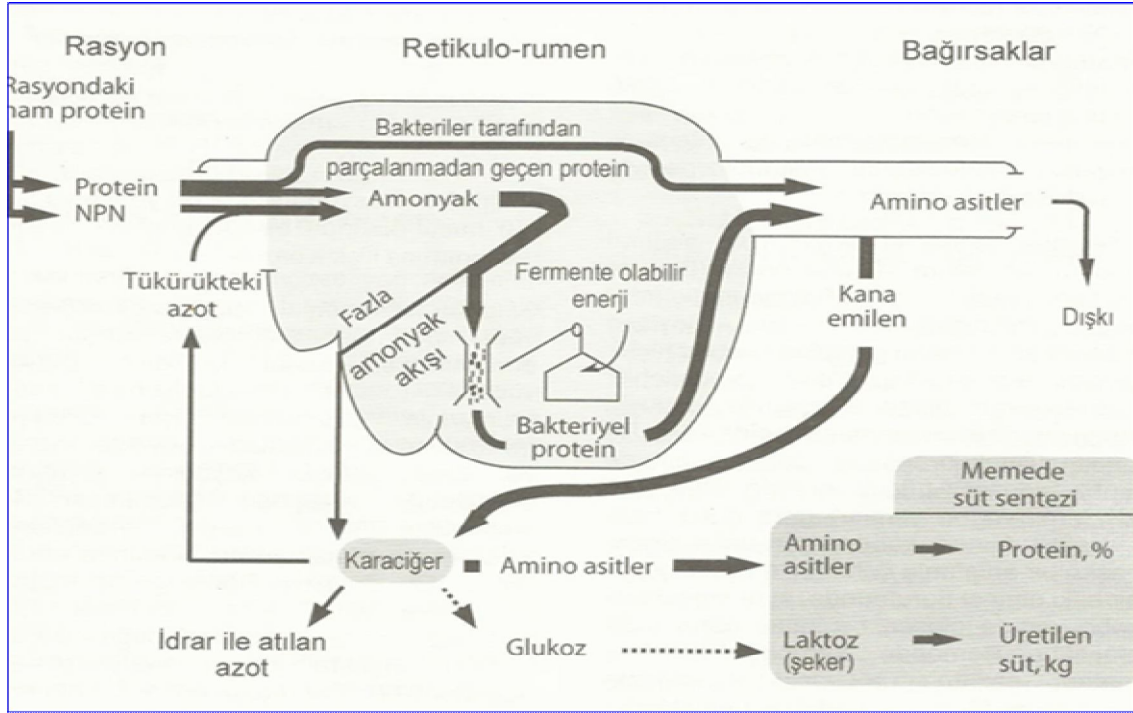
By-pass protein ve mikrobiyal proteinin her ikisi de sindirildikten sonra ince bağırsaklardan absorbe edildikleri için, her ikisine birden absorbe edilebilir protein veya metabolize olabilir protein adı verilmektedir. Bu nedenle son yıllarda ruminantlar için önerilen protein değerlendirme sistemlerinde, yem proteininin rumende parçalanabilirliğinin önceden saptanması ve mikrobiyal protein miktarının belirlenmesi ve ince barsağa ulaşan protein miktarının bilinmesi açısından önemli olduğu belirtilmektedir (Chalupa ve ark. 1991).

Ham protein yemlerdeki nitrojenin tüm çeşitleri için bir ölçüm iken, metabolize edilebilir protein ruminant hayvanların ince bağırsaklarına ulaşan gerçek protein miktarı olarak tanımlanmaktadır (Block 2006). Kısacası rumen sonrası aminoasitlere sindirilip ardından ince barsaklarda emilen protein olarak tanımlanmaktadır. Hayvanların protein ihtiyaçları metabolize edilebilir protein olarak ifade edilmektedir. Metabolize edilebilir protein kaynakları yemlerdeki rumende parçalanmayan proteinler, mikrobiyal ham protein ve endojen protein kaynaklarıdır (Cappelozza 2013).

Protein Fraksiyonlarına Tepkiler

Ruminant hayvanlar diyetsel azotu daha sonra kullanabilecekleri mikrobiyal proteine dönüştürme yetenekleri bakımından benzersiz özelliğe sahip hayvanlardır (Cole ve ark. 1976). Rumende sentezlenen mikrobiyal protein, ruminant hayvanlar için en önemli protein kaynağı olması yanında ince bağırsaklara geçen aminoasitlerin de çoğunluğunu oluşturmaktadır (Cappelozza 2013). Nitekim rumende bakteri popülasyonu, rasyondaki tek azot kaynağının amonyak olduğu durumlarda dahi gelişebilmekte ve süt proteininin üretilmesinde gerekli olan tüm aminoasitleri sağlayabilmektedir (Wattiaux 2008).

Şekil 1'de görüldüğü üzere ruminant hayvanlar tarafından alınan proteinin önemli bir kısmı (% 40-75) rumende parçalanmaktadır. Söz konusu parçalanmanın derecesi proteinin parçalanabilirliğine, bakteriyel enzimlere karşı dirence ve içeriğin rumenden geçiş hızına bağlı olarak değişmektedir. Sonuçta rumende oluşan amonyak çok sayıda bakteri türü tarafından aminoasit yapımında kullanılarak bakteriyel proteinlerin yapısını oluşturmaktadır.



Şekil 1. Süt inekleri ve diğer geniş getiren hayvanların azottan yararlanması (Wattiaux, 2008).

Rumende gelişen bakteriler, diğer parçalanmayan yem parçaları gibi abomasuma geçmekte, bakteriyel protein ve bakteriyel parçalanmaya uğramadan geçen yem proteini, abomasum ve incebağırsaklarda asit ve enzimler tarafından sindirilmektedir. Sindirim sırasında serbest kalan aminoasitler ince bağırsaklardan emilmekte ve daha sonra kana geçmektedir (Çalışkaner ve Demir 2001). Emilen bu aminoasitler vücutta çok sayıda organ tarafından kullanılmaktadır. Özellikle sütün üretildiği meme bezleri süt proteinini üretebilmek için kandan çok miktarda aminoasit almaktadır (Hopkins ve Whitlow 2013).

Ruminant hayvanlarda rumen mikroorganizmalarının aktivitesi açısından tüketilen rasyonların protein düzeyinin % 7'nin üzerinde olması gerektiği belirtilirken bu düzeyin altındaki ham protein seviyelerinin rumen mikroorganizmalarının gelişimini zayıflattığı, fermentasyon fonksiyonları ve bunun yanında mikrobiyal protein sentezi ile ince bağırsaklarda absorbe edilen mikrobiyal protein miktarını da geriletmediği belirtilmektedir. Bu durum mikrobiyal protein sentezinin ruminant hayvanlar için asıl protein kaynağı olması nedeniyle oldukça önemlidir. (Cappelozza 2013).

Süt ineklerinde rasyon HP düzeyinin önemli olduğu bu ihtiyacın söz konusu hayvanların fizyolojik dönemlerine göre değişebileceği de bilinmektedir. Farklı protein kaynaklarından oluşan rasyonları tüketen süt sığırlarında, rasyonda HP düzeyinin % 14'ten % 18'e yükselmesinin aminoasit ve N tüketimini arttırdığı ancak süt verimi üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Ipharraguerre ve ark. 2005).

Rumende protein düzeyi yanında proteinlerin parçalanabilirliğinin mikrobiyal protein sentez düzeyleri üzerine etkileri bilinmekte ve bu durum süt verimini de etkilemektedir. İki farklı rumende parçalanabilir protein (düşük RPP ve yüksek RPP) yanında rumende parçalanmaya dirençli protein (RPDP) kaynaklarını içeren rasyonlar ile metabolize olabilir (MP) protein konsantrasyonlarının süt proteini üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, aşırı düzeyde rumende parçalanabilir protein içeren rasyonların süt ineklerine verilmesinin mikrobiyal protein sentez üretimini azalttığı, yüksek düzeyde idrar nitrojen kaybının meydana geldiği belirtilmektedir (Hristov ve ark. 2004). Aynı çalışmada rumende parçalanabilir protein yetersizliğinin mikrobiyal aktiviteyi olumsuz yönde etkileyerek yem tüketimini azalttığı da belirtilmektedir. Metabolize olabilir protein sağlamada ise rasyonun artan HP veya RPP konsantrasyonunun, alman dietsel azotun süt proteinine dönüşüm etkinliğinin azalttığı bunun yanında süt protein sentezi için gerekli olan rumen amonyak azotunun etkin kullanımının da azaldığı belirtilmektedir (Hristov ve ark. 2004). Süt ineklerinde rasyonda rumende parçalanabilir protein miktarının azalmasının süt verimine etkisinin araştırıldığı çalışmada, rumende parçalanabilir protein kaynaklarının diette

azaltılmasının süt miktarı ve süt protein düzeyleri üzerine kontrol grubuna göre etkisinin olmadığı tespit edilmiştir (Cyriac 2009). Farklı bir çalışmada ise % 50 kaba ve % 50 konsantre yemden oluşan rasyonları tüketen laktasyondaki süt ineklerinde RPP oranının diette % 13.2'den % 11.7'ye, HP'in ise % 18.8'den % 17.7 düzeylerinde azalmasının süt üretimini olumsuz etkilemediği belirtilmektedir (Reynal ve Broderick 2006).

Yüksek konsantrasyonda (HP'in % 73'ü düzeyinde) rumende parçalanabilir protein içeren rasyonları tüketen süt ineklerinde mikrobiyal protein sentezinin bu durumdan olumsuz etkilenmediği ancak rasyonu oluşturan yemlerdeki RPDP'in miktar ve oranlarının bakterilere aminoasit ve peptit sağlama ile maksimum bakteriyel etkinliğin gerçekleşmesi konusunda olumlu etkisinin olduğu belirtilmektedir (Mabjeesh ve ark. 1997). Ham protein kaynağı olarak üre, pamuk tohumu küspesi, kanola unu, pamuk tohumu küspesini tüketen laktasyondaki süt ineklerinde, abomasuma esansiyel aminoasit akışı en düşük üre katkılı gruplarda meydana gelmiştir. Bu araştırmanın yüksek süt verimine sahip hayvanlarda metabolize edilebilir protein gereksinimini karşılamak için yeterli mikrobiyal protein ve RPDP'in birlikte sağlanması gerektiğini ortaya koymaktadır (Brito ve ark. 2007).

Mikrobiyal protein, rumen bakterisi ve protozoanın hücre proteinleridir. Rumende üretilen mikrobiyal protein miktarı, başta ortamdaki mevcut fermente olabilen karbonhidratlara ve azota bağlıdır. Bunların yanında RPP, rumen pH'sı, aminoasit, peptit, rumendeki yemlerin geçiş hızı, yem partikül büyüklüğü ve diğer faktörlere bağlı olarak ta değişmektedir. Rumende serbest amonyağı kullanmak için yeterli düzeyde fermente olabilen karbonhidrat olmadığı takdirde rumen amonyak düzeyi artmaktadır (Hedqvist 2004). Mikrobiyal protein sentezi, ince bağırsaklara ulaşan toplam proteinin %60'ından daha fazlasını sağlayabilmektedir. Ruminant hayvanlarda etkin yem kullanımı için en iyi çözüm yolunun mikrobiyal protein sentezini en iyi şekilde kullanan rasyonların formülasyonu olduğu aynı zamanda süt üretimi için ihtiyaç duyulan by-pass protein veya rumende yıkılmayan protein miktarının da sağlanması gerektiği bildirilmektedir (Hopkins ve Whitlow 2013).

Mikrobiyal protein ruminant hayvanların başlıca protein kaynağını oluşturduğundan özellikle yüksek verimli süt ineklerinin beslenmesinde büyük öneme sahiptir. Ancak proteinlerin ısı ve kimyasallarla rumende mikroorganizmalardan korunması, daha fazla proteinin ruminant hayvanın kullanımına sunulmasına olanak tanımakla birlikte mikrobiyal protein miktarındaki azalmadan dolayı elde edilen hayvansal ürün miktarında da azalma olabileceği bildirilmektedir (Karakozak ve Ayaşan 2010; Cappellozza 2013). Mikrobiyal protein, ruminant hayvanlara yüksek kalitede proteinleri sağlıyor olsa da, tüm esansiyel aminoasitleri sağlama konusunda yetersiz kaldığından rumendeki sindirimden kurtulan protein kaynaklarının ruminant hayvanlara sağlanması gerekmektedir. Korunmuş proteinlere, yüksek verimli ve fizyolojik durumları nedeniyle metabolik faaliyetleri artmış olan hayvanların daha fazla ihtiyaç duyduğu belirtilmektedir (Onwuka ve ark. 2011). Mikrobiyal protein sentezi amacıyla rumen mikroorganizmalarının optimum miktarda amonyak kullanması için, rumende parçalanabilir protein ile yapısal olmayan karbonhidrat oranının dengeli olması ve süt ineklerine senkronize verilmesi gerekmektedir (Clark ve ark. 1992; Serbest ve Çınar 2009).

Rumende yıkılabilir proteince zengin yemler ile yapısal olmayan karbonhidratça yetersiz yemlerin, süt ineklerinde süt üre azotunu arttırdığı, amonyağın optimum kullanımı için doğru zamanda ve uygun yapıdaki karbonhidratların belirli bir düzeyde rasyonda bulunması gerektiği belirtilmektedir. Dolayısıyla süt ineklerinde sütteki üre konsantrasyonu, hayvanlara dengeli rasyonlar ile verilmesi halinde besin maddeleri konsantrasyonundan etkilendiği belirtilmiştir (Zhai ve ark. 2006; Pathak 2008; Amaral-Phillips 2013). Ham protein içeriğinin % 20 ila % 60'ı rumende parçalanmayan proteinlerden oluşan rasyon karışımının düşük kaliteli kaba yem tüketen sığırlarda mikrobiyal protein sentezini olumsuz bir şekilde etkilemeksizin sığırlarda kullanılabileceği tespit edilmiştir (Bohnert ve ark. 2002). Herhangi bir besin madde eksikliği rumende mikrobiyal protein sentezini azalttığı gibi aminoasitlerin ince bağırsaklara geçişini ve süt üretimini de beraberinde azalttığı, bu besin maddelerinden en önemli sınırlayıcı faktörün enerji ve protein olduğu belirtilmektedir (Clark ve ark. 1992).

Bilindiği üzere laktasyonun başlangıcında yüksek verimli süt ineklerinin sürüdeki diğer hayvanlara göre aminoasit ihtiyaçları daha fazladır. Sürüdeki diğer hayvanlar ile kıyaslandığında en büyük RPDP ihtiyacı, bu dönemdeki hayvanlarda mevcuttur. Laktasyon dönemindeki keçilerde RPP/RPDP oranları 55:45 ve 75:25 olan pamuk tohumu küspesi içeren rasyonların verildiği bir çalışmada, 55:45 oranında RPP/RPDP düzeylerinin keçilerde daha yüksek bir süt verimi ile sonuçlandığı bildirilmektedir (Mishra ve Rai 1996).

Süt ineklerinin günlük protein ihtiyaçlarını karşılamak için ilk adım olarak mikrobiyal protein sentezinin artırılması gerekmektedir. Ancak yüksek süt veren hayvanlar tüm aminoasit gereksinimlerini karşılamak için yeterli düzeyde mikrobiyal protein sentezleyemezler. Erken laktasyonda süt inekleri ağırlık kaybettiği için küçük bir protein miktarı vücut rezervlerinden elde edilirken, bu miktar protein gereksinimleri ile kıyaslandığında çok küçük düzeyde kalmaktadır. Bu yüzden yüksek verimli süt ineklerinde rumende parçalanmayan protein katkısının süt ineklerinin aminoasit ihtiyaçlarını karşılaması için gereklidir. Laktasyondaki süt ineklerinin ihtiyacı olan aminoasit miktarının süt üretim düzeyine bağlı olduğunu ve süt verimi arttıkça, aminoasit gereksiniminin de buna bağlı olarak arttığı bildirmektedirler (Hopkins ve Whitlow 2013).

Sonuç olarak, süt ineği rasyonları hazırlanırken ham protein düzeyi yanında protein fraksiyonlarının da dikkate alınması mikrobiyal protein üretiminin optimum düzeyde meydana gelmesi, hayvanlardan beklenen verimin artırılması, rumen ortamına ve hayvanlara verebileceği olumsuz etkilerin önlenmesi bakımından son derece önemlidir. Ayrıca rasyonun enerji ve protein düzeyinin rumende oluşan mikroorganizma gelişimi ile süt üretimi üzerine etkisi olduğundan süt ineği rasyonları hazırlanırken protein ve karbonhidrat içeriklerinin dikkate alınması tavsiye edilmektedir.

Kaynaklar

- Amaral- Phillips D M (2013). Milk urea nitrogen-a nutritional evaluation Tool. http://afsdairy.ca.uky.edu/files/extension/nutrition/Milk_Urea_Nitrogen.pdf.
- Anonim (2008). Protein and energy metabolism of ruminants. Texas Technology University. AnSc 5314.
- Anonim (2013). Ruminant Glossary- Proteins. http://www.agricom.co.nz/assets/files/nz/content_files/Ruminant%20Glossary%20-%20Proteins.pdf.
- Bal M A, Yarar H, Kalamak A, Gürbüz Y (2004). Süt ve besi sığırı beslenmesinde kullanılan protein fraksiyonları ve verim üzerine etkileri. IV. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi. 01-03 Eylül, Isparta.
- Block, E (2006). Rumen Microbial Protein Production: Are We Missing an Opportunity to Improve Dietary and Economic Efficiencies in Protein Nutrition of the High Producing Dairy Cow. Animal Research and Technical Services, High Plains Dairy Conference
- Bohnert, D W, Schauer, C S, Bauer, M L, DeCurta, T D (2002). Influence of rumen protein degradability and supplementation frequency on steers consuming low-quality forage: I. Site of digestion and microbial efficiency. *J. Anim. Sci.*, 80: 2967–2977.
- Brito, A F, Broderick, G A, Reynal, S M (2007). Effects of Different Protein Supplements on Omasal Nutrient Flow and Microbial Protein Synthesis in Lactating Dairy, *J. Dairy Sci.* 90: 1828–1841.
- Cappelozza B I (2013). Protein nutrition for cattle. Oregon State University. Beef103.
- Chalupa W, Pilbearth T E, Sniffen C J, Fox D G, Van Soest P J, O'Connor J D (1991). A model for estimating undegradability of dietary protein. *Dairy Sci.* 74 (1): 179 (Abstr.)
- Chase, L E (2007). Understanding Nitrogen Utilization in Dairy Cattle. United State Department of Agriculture.
- Clark, J H, Klusmeyer T H, Cameron M R (1992). Symposium: Nitrogen metabolism and amino acid nutrition in dairy cattle. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 75: 2304-2323.
- Cole, N A, Johnson, R R, Owens, F N, Males, J R (1976). Influence of roughage level and corn processing method on microbial protein synthesis by beef steers. *J. Anim. Sci.*, 43:497-503.
- Cyriac, J (2009). Lowering Ruminally Degradable Protein in Lactating Dairy Cow Diets. Dissertation submitted to the faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University in partial fulfillment of the requirements for degree of Blacksburg VA.
- Çalışkaner Ş, Demir E (2001). Hayvan Besleme Fizyolojisi ve Metabolizma. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 55.Tokat, 291s.
- Deniz S, Tuncer Ş D (1995). Bitkisel protein kaynaklarının formaldehit ile muamele edilmesinin rumende kuru madde, ham protein ile efektif protein yıkılımı üzerine etkisi. *Tr. J. of Veterinary and Anim. Sci.*, 19: 1-8.
- Ergün İ, Tuncer Ş D, Çolpan İ, Yalçın S, Yıldız G, Küçükersan M K, Küçükersan S, Şehu, A (2004). Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, 687 s.
- Ergün İ, Tuncer Ş D, Çolpan İ, Yalçın S, Yıldız G, Küçükersan M. K, Küçükersan S, Şehu A (2008). Yemler yem hijyeni ve teknolojisi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı. 725s.

- Hedqvist H (2004). Metabolism of soluble proteins by rumen microorganisms and the influence of condensed tannins on nitrogen solubility and degradation. Doctoral thesis. ISSN 1401-6249, ISBN 91-576-6780-2.
- Hersom M, Carter J N (2013). Total protein requirement of beef cattle II: Protein Components. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/AN/AN16800.pdf>.
- Hopkins B A, Whitlow L W (2013). Effective use of protein in early lactation diets. http://www.cals.ncsu.edu/an_sci/extension/dairy/204D.pdf.
- Hristov A N, Etter R P, Ropp J K, Grandeen K L (2004). Effect of dietary crude protein level and degradability on ruminal fermentation and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *J Anim. Sci.*, 82: 3219-3229.
- Ipharraguerre, R, Clark, J H, Freeman, D E (2005). Varying Protein and Starch in the Diet of Dairy Cows. I. Effects on Ruminal Fermentation and Intestinal Supply of Nutrients. *J. Dairy Sci.*, 88: 2537-2555.
- Karakozak E, Ayaşan T (2010). Ruminant beslemede korunmuş metionin kullanımı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1): 58-66.
- Karlı M A, Russell J R (2000). Effects of source and concentrations of nitrogen and carbohydrate on ruminal microbial protein synthesis. *Türk J. Vet. Anim. Sci.*, 26: 201-207.
- Karlı M A, Russell J R (2001). Effects of some dietary factors on ruminal microbial protein synthesis. *Türk J. Vet. Anim. Sci.*, 25: 681-686.
- Kutlu, H R (2008). Yem değerlendirme ve analiz yöntemleri (Ders Notu). Çukurova Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü. Adana 2008
- Lanzas C, Broderick G A, Fox D G (2008). Improved feed protein fractionation schemes or formulating rations with the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. *Journal of Dairy Science*, 91:4881-4891
- Mabjeesh, S J, Arieli, A, Bruckental, I, Zamwell, S, Tagari, H (1997). Effect of Ruminal Degradability of Crude Protein and Nonstructural Carbohydrates on the Efficiency of Bacterial Crude Protein Synthesis and Amino Acid Flow to the Abomasum of Dairy Cows. *J. Dairy Sci* 80: 2939-2949.
- Machen R (2013). Goat nutrition-protein. <http://animalscience.tamu.edu/files/2012/04/ASWeb081-goatprotein.pdf>
- Mishra S, Rai S N (1996). Effects of different RDP and UDP ratios on voluntary intake, milk production and feed conversion efficiency in lactating goats. *Small Ruminant Research*, 20: 31-38.
- NRC (2001). Nutrient Requirements of Sheep (Seventh revised edition). National Academy Press, Washington, D.C.
- Onwuka C.F.I, Isah, O.A, Oni, A.O, Aderinboye, R.Y (2011). Ruminant animal nutrition. University of Agriculture, Abeokuta, ANN503.
- Parish J (2008). The “Do’s” and “Don’ts” of non-protein nitrogen use. *Cattle Businessin Mississippi – “Beef Production Strategies”*. August, 2008.
- Pathak A K (2008). Various factors affecting microbial protein synthesis in the rumen. *Veterinary World*, 1(6): 186-189.
- Polan, C.E (1988). Update: dietary protein and microbial protein contribution. *J. Nutr.* 118:242.
- Reynal, S M, Broderick, G A (2005). Effect of Dietary Level of Rumen-Degraded Protein on Production and Nitrogen Metabolism in Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 88: 4045-4064.
- Sarı M, Çerçi İ H, Önel A G, Deniz S, Azman M A, Bolat D (2008). Hayvan besleme ve beslenme hastalıkları. Medipress Matbaacılık ve Yayıncılık Ltd. Şti. Malatya.
- Serbester U, Çınar M (2009). Laktasyon başlangıcındaki süt sığırlarında süt üre azot düzeyi ve dölerimine etkisi. *Hasat yayıncılık sayı no 295 sayfa no 46-49*.
- Sniffen C J (1974). Nitrogen utilization as related to solubility of NPN and protein in feeds. *Proc. Cornell Nutr. Conf.*, p. 12-18.
- Tamminga S (2006). The effect of the supply of rumen degradable protein and metabolisable protein on negative energy balance and fertility in dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 96: 227-239.
- Wattiaux M A (2008). Besleme ve Yemleme. (çeviri editörü: Ahmet G. ÖNOL). Adnan Menderes Üniversitesi Yayın No: 29.
- Zhai S W, Liu J X, Wu Y M, Ye Y A, Xu Y N (2006). Responses of milk urea nitrogen content to dietary crude protein level and degradability in lactating holstein dairy cows. *Czech Journal Animal Science*, 51(12): 518- 522.
- Ziegler K (2000). Nutrition and Management: Types and Sources of Protein. <http://www.agric.gov.ab.ca/Sdepartment/deptdocs.nsf/all/beef11678>. 26.02.2010.