

YÜKSEK VERİMLİ RUMİNANTLARIN BESLENMESİNE YENİ BİR YAKLAŞIM: KORUNMUŞ PROTEİNLER* (DERLEME)

Suphi DENİZ¹

Şakir D. TUNCER²

A new view to feeding of high yielding ruminants:
Protected proteins (A review).

SUMMARY

Rumen microorganisms can synthesis whole exogen and endogen amino acids from ammonia by degradating various nitrogen sources. But, protein requirement of high yielding dairy cows and fast growing young ruminants can not be adequated by rumen microorganisms. For this reason, it is needed to pass a part of dietary proteins by protecting from rumen fermentation.

In this review, it was considered on physical and chemical treatments, particularly formaldehyde treatment, for prevention from rumen degradation. In addition, quality and quantity of rumen synthesized protein and protein requirement of ruminants were also discussed.

KEY WORDS: High yielding dairy cows, protein requirement, protected protein, formaldehyde treatment.

ÖZET

Rumen mikroorganizmaları çeşitli azot kaynakları parçalayarak oluşturdukları amonyaktan eksojen ve endojen tüm amino asitleri sentezleyebilmektedirler. Ancak hızlı gelişen genç ruminantlar ve yüksek verimli süt ineklerinin protein ihtiyacı rumen mikroorganizmaları tarafından karşılanamamaktadır. Bu yüzden rasyon proteinlerinin bir bölümünün rumen fermentasyonundan korunarak alt sindirim organlarına geçirilmesi; böylece bu hayvanlara ilave protein sağlanması gerekmektedir.

Bu derlemede, yem proteinlerinin ruminal yıkımdan korunması amacıyla uygulanan fiziksel ve kimyasal muameleler -özellikle formaldehit muamelesi- üzerinde duruldu. Ayrıca, rumende sentezlenen mikrobiyel proteinlerin miktarı ve kalitesi ile ruminantların protein ihtiyacına da değinildi.

ANAHTAR KELİMELEER: Yüksek verimli süt inekleri, protein ihtiyacı, korunmuş protein, formaldehit muamelesi.

GİRİŞ

Ülkemizde büyük bir sığır populasyonu bulunmasına karşın gelişmiş ülkelere göre et ve süt üretimi çok düşük düzeydedir. Bunun en önemli nedenlerinden birisi rasyonel bir beslenme programının uygulanamamasıdır. Bu bakımdan hayvanların özellikle protein ihtiyaçlarının karşılanması, dolayısıyla süt veriminin optimal düzeye çıkarılması amacıyla gerek her türden protein kaynaklarının kullanıma sunulması, gerekse mevcut kaynakların daha etkin biçimde değerlendirilmesi yönünde çalışmalara ağırlık verilmelidir.

Ülkemizde giderek sayıları artan yüksek verimli ineklerde kalıtım gücüne ulaşabilmek, ancak yeni beslenme metodlarının araştırılması ile mümkündür. Yapılan çalışmalar (Foldager ve Huber, 1979; Folman ve ark., 1981; Crooker ve ark., 1983; Loerch ve ark., 1983) yüksek verime sahip ineklerin laktasyon dönemindeki protein ihtiyaçlarının, yeterli enerji tüketildiği durumlarda dahi, rumen mikroorganizmaları tarafından karşılanamadığını göstermiştir. Son yıllarda, kaliteli protein kaynaklarının rumen fermentasyonundan korunması (bypass protein) ile ilgili çalışmalara önem verilmektedir. Bu amaçla yağlı tohum küspeleri ile hayvansal kökenli yemler, hatta bazı eksojen amino asitler çeşitli kimyasal maddeler ile muamele edilmektedir. Böylece, özellikle hızlı büyüme sürecinde olan genç sığırlar ile yüksek verimli süt ineklerinden sağlanan et ve süt veriminin olumlu yönde etkilendiği ileri sürülmektedir (Crooker ve ark., 1983; Foldager ve Huber, 1979). Bu amaca yönelik olarak çeşitli ülkelerde yapılan çalışmalarda (Clark ve Davis 1983; Istasse ve ark., 1986; Whitelaw ve ark., 1986) yüksek verimli süt ineklerinde abomazuma kazein infuze edilmesi suretiyle sağlanan ek proteinin verimi artırdığı ortaya konmuştur.

Ruminantlarda azotlu bileşiklerin sindirimi
Ruminantları monogastrik hayvanlardan ayıran önemli farklılıklardan biri, rumendeki mikrobiyel sindirimdir. Mikrobiyel fermentasyon sayesinde

ruminantlar, bir taraftan düşük kaliteli kaba yemleri enerji kaynağı olarak değerlendirebilirlerken, bir taraftan da protein niteliğinde olmayan azotlu maddeleri biyolojik değeri daha yüksek mikrobiyel proteinlere dönüştürmektedirler (Kirchgesner, 1985; Özgen, 1986). Bu bakımdan rumende oluşan fermentatif ve sentetik olaylar büyük önem taşımaktadır.

Rumende proteinlerin sindirimi düzenli bir hidroliz ile meydana gelir. Rumen bakterileri yem partiküllerinin yüzeyine lokalize olur ve salgıladıkları endo ve ekzo peptidazların yardımı ile proteinleri polipeptit, peptit ve amino asitlerine kadar parçalarlar (Chalupa, 1975; Kocabatmaz, 1980). Oluşan amino asit ve peptitlerin bir bölümü ise daha ileri fermentatif yıkılıma uğrayarak amonyak, uçucu yağ asitleri ve karbondioksit dönüşürler. Bu şekilde hidrolize olarak parçalanmış proteinlere rumende yıkılan protein (RDP) adı verilmektedir. Ancak tüketilen yem proteinlerinin (IP) tamamı için aynı parçalanma olayı söz konusu değildir. Rumende yıkılmayan proteinler (UDP) olarak isimlendirilen bu protein fraksiyonu is hiç bir değişikliğe uğramadan alt sindirim organlarına geçerler (NRC, 1988).

Rumende parçalanmayan yem proteinleri ve mikrobiyel proteinler, monogastrik hayvanlarda olduğu gibi amino asitlerine dönüşerek ince barsaklarda absorbe edilirler. Bir kısım proteinler ise, ya hiç bir değişikliğe uğramadan dışkıyla atılır, ya da sekum ve kolonda bulunan mikroorganizmalar tarafından fermente edilirler. Ancak sindirim kanalının bu bölümünde emilim yok denecek kadar az olduğundan hayvanlar bu proteinlerden yararlanamaz (Kempton ve ark., 1977; Owens ve Bergen, 1983).

Rumende sentezlenen mikrobiyel proteinin kalitesi ve miktarı

Rumen mikroorganizmaları çeşitli azot kaynaklarını parçalayarak oluşturdukları amonyaktan eksojen ve endojen tüm amino asitleri sentezleyebilmektedirler (Church, 1976; Kempton ve ark., 1977; Owens ve Bergen 1983; Özgen, 1986; Şenel, 1986). Nitekim, azot kaynağı olarak sadece üre bulunan purifiye rasyonlar yedirilen koyunlarla yapılan bir çalışmada (Owens ve Bergen 1983) rumenden elde edilen mikrobiyel proteinin monogastrik hayvanların ihtiyaç duyduğu bütün amino asitleri kapsadığı gösterilmiştir. Bu konuda yapılan çeşitli araştırmalarda (Kempton ve ark., 1977; Owens ve Bergen 1983) da mikrobiyel proteinin amino

*: Bu derleme, Suphi Deniz'in doktora tezinin bir bölümünün özettir.

1: YYÜ. Veteriner Fak. Hayvan Besleme ve Beslenme Hast. ABD, Van.

2: A.Ü. Veteriner Fak. Hayvan Besleme ve Beslenme Hast. ABD, Ankara.

asit kompozisyonunun rasyondaki azot kaynağından önemli ölçüde etkilenmediği tespit edilmiştir.

Mikrobiyel proteinler her ne kadar tüm ekzojen amino asitleri yapılarında bulundursalar da sindirilme dereceleri ve biyolojik değerlerinin bazı kaliteli yem proteinlerinden daha düşük olduğu bilinmektedir. Mikrobiyel proteinlerin kalitesi belirlenirken çoğunlukla bakteri ve protozoon proteinleri ayrı ayrı değerlendirilir. Bakterilerde sindirimi güç hücre duvarı proteinleri protozoonlara göre daha yüksek oranda bulunduğundan, sindirilme dereceleri protozoonlara göre daha düşüktür (Chalupa, 1975). Ratlarla yapılan bir çalışmada, bakteri proteinlerinin sindirilme derecesi % 66 iken, protozoon proteinlerinde bu oran % 88 olarak gerçekleşmiştir (Chalupa, 1972). Yapılan bir başka çalışmada (McNauft ve ark., 1954) da bu değerler sırasıyla % 74 ve 91 olarak tespit edilmiştir. Bu iki grup protein kaynağının biyolojik değerlerinde ise önemli bir farklılık olmadığı, fakat sindirilme derecelerindeki farklılıktan dolayı net protein kullanımının protozoonlarda daha yüksek olduğu bildirilmektedir.

Bergen ve ark. (1968) rumen bakteri ve protozoonlarının sindirilme derecelerini sırasıyla % 75 ve 87, biyolojik değerliliklerini % 85 ve 82, net protein kullanımlarını ise % 63 ve 71 olarak belirlemişlerdir. Şenel (1986) ise mikrobiyel proteinlerin ortalama biyolojik değerliliklerini % 80, süt, balık unu, soya fasulyesi küspesi, pamuk tohumu küspesi ve keten tohumu küspesi için ise bu değeri sırasıyla 95-97, 74-89, 63-76, 63 ve 61 olarak bildirmektedir. Rumeni terk eden mikrobiyel protein içerisinde bakteri ve protozoon proteinleri oranının önemli ölçüde değişkenlik göstermesi bunun stabil bir protein kaynağı olarak ele alınmasını engellemektedir (Owens ve Bergen, 1983).

Rumende sentezlenen mikrobiyel proteinin miktarı üzerinde yapılan çalışma sonuçlarında büyük farklılıklar gözlenmektedir. McNought ve Smith (1947) bu miktarı sığırlarda 100-150 g/gün olduğunu bildirirlerken, son yıllarda yapılan başka bir çalışmada (Ischi, 1980) ise, rumende sentezlenen mikrobiyel protein miktarının 300 g'a ulaştığı bildirilmiştir.

Ruminantlarda protein ihtiyacı

Ruminantlarda protein ihtiyacını etkileyen faktörlerin başında hayvanın fizyolojik durumu, verim düzeyi ve kondüsyonu gelmektedir (Kempton ve ark., 1977). Rasyondaki enerji ve diğer besin maddeleri düzeyi, rumende sentezlenecek olan mikrobiyal protein miktarını etkileyeceğinden, hayvanın protein ihtiyacının belirlenmesinde bir başka faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

Proteinlerin ya da amino asitlerin bir kısmı hayvanın enerji ihtiyacının karşılanmadığı durumlarda metabolizmada glikoz kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle hayvanın glikoz ihtiyacı ile rumende oluşan ve glikojenik bir özellik taşıyan propiyonik asidin sentez miktarı da protein ihtiyacı üzerinde etkili olmaktadır.

Rumende sentezlenen mikrobiyel proteinler sayesinde geviş getiren hayvanlarda ekzojen amino asitlerin önemli ikinci planda kalmakta, ancak yeterli mikrobiyal protein sentezinin yapılamadığı durumlarda ve yüksek verimli hayvanlarda bazı ekzojen amino asitlerin eksikliği ile karşılaşılabilir. Amino asitlerden her hangi birinin yetersizliği protein sentezini aksatacağından ihtiyacın artmasına neden olmaktadır.

Ruminantlarda protein ihtiyacının belirlenmesinde çoğunlukla ham protein ya da sindirilebilir ham protein üzerinde durulmaktadır. Fakat, bazı araştırmacılar (Kempton ve ark., 1977) rumende proteinin kalite ve kantitesinde meydana gelen büyük değişimler nedeniyle ihtiyacın belirlenmesinde bu sistemler yerine barsaklardan absorbe edilen amino asit miktarını gösteren sistemlerin geliştirilerek kullanılmasının daha doğru sonuçlar vereceğini ileri sürmektedirler. Metabolize olabilir ya da absorbe edilen protein (AP) olarak da adlandırılan bu protein fraksiyonunun belirlenmesinde ve pratiğe aktarılmasında çok çeşitli güçlüklerle karşılaşmaktadır. Son yıllarda böyle bir sistem yerine, protein ihtiyacını rumende yıkılabilir (RDP) ve rumende yıkılmayan proteinler (UDP) olarak iki şekilde değerlendiren başka bir sistem uygulamaya konmuştur (NRC, 1988).

Süt ineklerinde protein ihtiyacı

Süt ineklerinde protein ihtiyacı çoğunlukla yaşama payına ilave olarak her kg süt verimi için ayrı ayrı hesaplanır. NRC 1988 yılı verilerinde süt

inekleri için ham protein (HP) ihtiyacı % 3, 3.5, 4, 4.5, 5 ve 5.5. yağlı her kg süt için sırasıyla 78, 84, 90, 96, 101 ve 107 g olarak bildirilmektedir (NRC, 1988).

Folman ve ark. (1981) % 16 ve % 20 HP ihtiva eden rasyonlarla beslenen ve ortalama 40 kg süt veren ineklerle yaptıkları bir araştırmada her kg süt için sırasıyla yaşama payı dahil 76 ve 96 g ham proteinin tüketildiği ve protein tüketimindeki artışın süt verimine yansımada gözlemlenmiştir. Kaim ve ark. (1987) ise hayvanlarda her kg süt verimi için ihtiyaç duyulan ham protein miktarının hayvanın süt verimine göre değiştiğini, 40 kg veya daha fazla süt veren ineklerde yaşama payı hariç 55 g HP'nin yeterli olduğunu, süt veriminin 35 kg altına düşmesi durumunda ise ihtiyacın 64 gr'a yükseldiğini bildirmektedirler.

Yüksek süt verimine sahip (30 kg ve daha yukarı) ineklerin protein ihtiyaçlarını belirlemek amacıyla yapılan çalışmaların bir bölümünde (Foldager ve Huber, 1979; Gordon, 1977) her kg süt verimi için 70 g'ın üzerinde tüketilen ham proteinin verimi artırmadığı, buna karşılık bazı çalışmalarda ise (Gardner ve Park, 1973; Roffler ve ark., 1978) 75 g ve daha yüksek miktarlarda protein tüketiminin süt verimini olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Özellikle yüksek verimli süt ineklerinde rumende sentezlenen mikrobiyel protein miktarı ihtiyacı karşılayamadığından (Kempton ve ark., 1977; Loerch ve ark., 1983; Owens ve Bergen 1983; Ferguson ve Chalupa, 1989) yem proteinlerinin bir bölümünün UDP formunda olması istenir. NRC'nin 1988 yılı verilerine göre (NRC, 1988) hayvanın canlı ağırlığı, süt verimi ve süt yağı %'si dikkate alınarak yapılan hesaplamalarda tüketilen proteinin rumende yıkılmayan kısmının (UIP) tüketilen proteine (IP) oranının (UIP/IP) 0.34-0.40 arasında değiştiği, verilen yem miktarının ihtiyacı karşılayamadığı, başka bir ifade ile hayvanın canlı ağırlık kaybı gösterdiği dönemlerde ise bu oranın 0.43'lere kadar çıkabileceği bildirilmektedir.

Yem proteinlerinin rumen fermentasyonundan korunması

Biyolojik değeri yüksek protein kaynakları da NPN bileşikler gibi rumende büyük oranda amonyağa kadar parçalandıktan sonra mikrobiyel protein sentezinde kullanıldığından, bu protein kaynaklarının ruminant beslemede kullanımının yanlış olduğu görüşü uzun süre benimsenmiştir (Mc Donald ve ark., 1987). Ancak son yıllarda yapılan araştırmalarda bu tür proteinlerin rumen fermentasyonundan korunarak abomazum ve ince barsaklara geçmesi halinde, özellikle hızlı gelişen genç hayvanlarda ve yüksek verimli süt ineklerinde verimi olumlu yönde etkilediği ve bu amaçla yağlı tohum küspeleri (Glimp ve ark., 1967; Smith ve McAllan, 1970; Schmidet ve ark., 1973; Varvikko ve ark., 1983; Hosamani ve Srivastava, 1984), kan unu (Sareen ve ark., 1987), peynir suyu (Müller ve ark., 1975) ve kazeinle (Faichney, 1971) yapılan bazı araştırmalardan ümit verici sonuçlar elde edildiği bildirilmektedir. Bu araştırmalar rumende kolayca çözünen ve yüksek biyolojik değeriyle sahip yem proteinlerinin mikrobiyel fermentasyondan korunarak abomazum ve ince barsaklarda non-ruminal sindirime uğratılma düşüncesine önderlik etmiştir (Schmidet ve ark., 1973).

Kaliteli protein kaynaklarının ruminantlara her hangi bir işleme tabi tutulmadan direkt olarak yedirilmesi halinde, bu proteinler de daha ucuz kaynaklardan sağlanabilecek amonyağa dönüşeceğinden yemin maliyetinde gereksiz bir artış ve protein israfı söz konusu olacaktır (Müller ve ark., 1975). Nitekim yüksek kaliteli proteinlerin rumende mikrobiyel proteine dönüşümü sırasıyla % 55'lere varan kayıpların oluşabildiği (Smith ve McAllan, 1974) ve bu proteinlerin bazı muamelelere tabi tutulması halinde kaybın minimuma indirilebileceği bildirilmektedir (Tamminga, 1979).

Yem proteinlerinin bir bölümü her hangi bir işlem yapılmadan da fermentasyondan etkilenmeden rumeni terk etmektedirler. Rumende değişikliğe uğramadan geçen bu protein fraksiyonu (UIP)'nun miktarı, öncelikle proteinin rumen sıvısındaki çözünübilirliğine ve rumende kalış süresine bağlıdır. Rumende kalış süresi proteinlerin çözünübilirliğini de etkiler. Nitekim rumende uzun süre kalmaları halinde düşük çözünübilirliğe sahip proteinlerin bile büyük ölçüde yıkılabildiği gözlenmiştir (Chalupa, 1975; Kempton ve ark., 1977).

Rumen sıvısının akış hızı da rumende protein yıkımını etkileyen önemli bir faktördür. Akış hızının fazla olması, kolay çözünabilen ve rumende yıkılabilecek bazı proteinlerin parçalanmadan rumeni terk etmelerine

neden olur (Kempton ve ark., 1977; Huber ve Kung, 1981; Okeke ve ark., 1983).

Yem proteinlerinin yıkılım oranı ruminant türlerine göre de farklılık göstermektedir. Koyunlar yemleri daha iyi çiğneyerek küçük partiküller halinde getirdiklerinden, mikroorganizmaların etki edecekleri yüzey artar. Bu sebeple, koyunlarda protein yıkılımı sığırlara göre daha fazladır (Erasmus, ve Prinslo, 1988, Kempton ve ark., 1977).

Rumen pH'sı ile mikrobiyel floranın kompozisyonu ve aktivitesi de rumende protein yıkılımını etkileyen faktörler arasında yer alırlar (Huffmann, 1958; Kempton ve ark., 1977).

Yem tüketim miktarı, kaba/konsantre yem oranı, yemin partikül büyüklüğü ve özgül ağırlığı ile yemlerin hazırlanış şekli de rumende yemlerin kalış süresini, dolayısıyla yıkılımını etkilemektedir (Chalupa, 1975; Church, 1976; Huber ve Kung, 1981).

ARC (1980) hayvan beslemede kullanılan yem maddelerini rumende yıkılım düzeylerine göre A, B, C ve D olmak üzere 4 gruba ayırmıştır. Çeşitli kaynaklarda bildirilen değerlere göre (Chalupa, 1975; Church, 1976; Mc Donald ve ark., 1987; NRC, 1988) bu gruplarda yer alan yem maddeleri aşağıda verilmiştir.

1.A (%71-%90 düzeyinde yıkılanlar): Kazein, ısıtılmamış soya fasulyesi küspesi, soya fasulyesi, ayçiçeği küspesi (AÇK), yer fıstığı küspesi (YEK), kolza küspesi, arpa, yulaf, çavdar, buğday, buğday kepeyi, buğday gluteni, kuru ot, kuru yonca, körpe taş yoncası, yonca silajı, çayır silajı.

2. B (%51-%70 düzeyinde yıkılanlar): Soya fasulyesi küspesi (SFK), pamuk tohumu küspesi (PTK), fındık küspesi, et-kemik unu, mayalar, mısır silajı, kırılmış mısır, şeker pancarı posası, kurutulmuş çayır otu, karma yemler.

3.C (%31-%50 yüzeyinde yıkılanlar): Balık unu, yonca unu, sorgum, mısır, mısır gluteni, kurutulmuş bira posası, rumen bakterileri, kurutulmuş, soldurulmuş yada peletlenmiş taş yoncası.

4.D (% 30 ve daha az yıkılanlar): Kan unu, et unu, tüy unu

Rumende protein yıkılımını azaltan muameleler

Sulkus özefagusun refleksinin uyarılması: Yeni doğan rimuntalarda tüketilen sıvı gıdaların doğrudan abomazuma geçişini sağlayan sulkus özefagus refleksi yem proteinlerinin direkt olarak kullanılmasına imkan verir. Hayvan büyüyüp ruminant özelliğini kazanınca bu reflekse seyrek olarak rastlanır. Ancak Zn, Ag, Cu, Na tuzlarının ağızda veya farinkste bulunan bazı reseptörleri uyararak bu reflekse neden oldukları belirtilmektedir (Chalupa, 1975). McDonald ve ark. (1987) proteinli yemlerin genç ruminantlara sıvı süspansiyonlar şeklinde verilmesi durumunda bu refleksin uyarılabileceğini bildirmektedir. Yapılan çalışmalarda sulkus özefagusun şekillenmesiyle sağlanan ruminal by-pass'ın yemden yararlanma ve büyümede ilerleme sağlandığı (Chalupa, 1975) ve hayvana bu yolla verilen soya fasulyesi küspesi, kazein ve balık ununun azot tutulumunu artırdığı (Church, 1976) tespit edilmiştir.

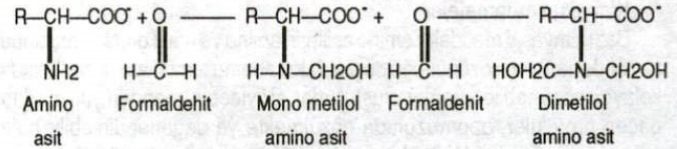
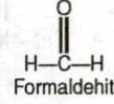
Fiziksel muameleler

Yemlerin kurutma, ısıya maruz bırakma ve dondurma gibi muamelelerle proteinlerin ruminal yıkılmalarının azaltılması ve ince barsaklara geçen UDP miktarının artırılması esasına dayanmaktadır (Kempton ve ark., 1977; Huber ve Kung 1981; Boer ve ark., 1987). Yemlerin ısı ile muamele edilmesi, ruminantlarda protein byss'ını artıran mir metot olup, burada uygun ısı ve ısıtma süresinin uygulanması önem taşır (Spears ve ark., 1985).

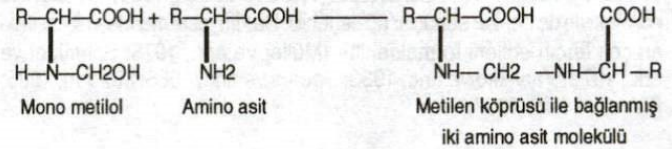
SFK'ndeki tripsin inhibitörü gibi bazı antibesinsel faktörleri tahrip etmek için uygulanan ısıtma işlemi, aynı zamanda proteinlerin ruminal yıkılımını da azaltır. Bu muamele intestinal protein sindirimi etkilemeksizin proteinin ruminal çözünürlüğünü azaltırsa, yemden yararlanma, canlı ağırlık artışı veya azot tutulumu olumlu yönde etkilenir (Chalupa, 1975). Ancak ısı muamelesi çoğunlukla şekerlerin aldehit grupları ile proteinlerin serbest amino grupları arasında oluşan "Maillard Reaksiyonu" nedeniyle, enzimatik yıkılıma normal peptit bağlarından daha dayanıklı bağların oluşumu ile sonuçlanmaktadır (Chalupa, 1975; Huber ve Kung, 1981). Şeker yada karbonhidratların yokluğunda ise, lizin amino grupları veya protein

zincirlerinin serbest amino ve karbonil grupları arasında anormal amid bağları oluşmaktadır (Huber ve Kung, 1981).

Kuru yonca ile beslenen kuzularla, ısı ile muamelelen yoncanın rumende çözünürlüğü, total sindirilebilirliği ve azot tutulumu üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada (Spears ve ark., 1985) uygun ısının azot tutulumunda ileri sağlandığı tespit edilmiştir.

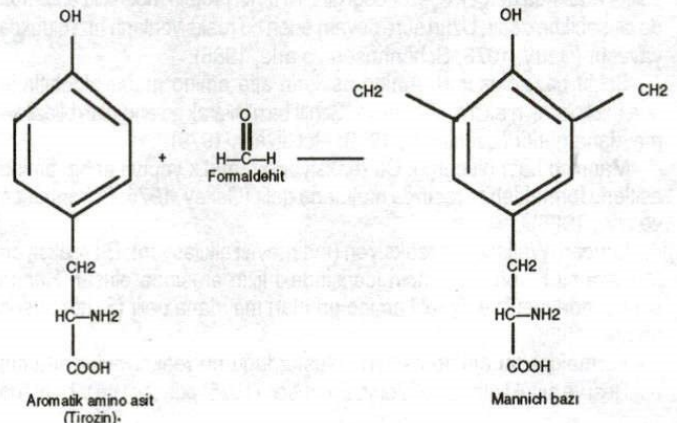
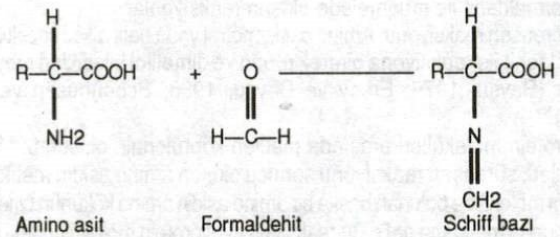


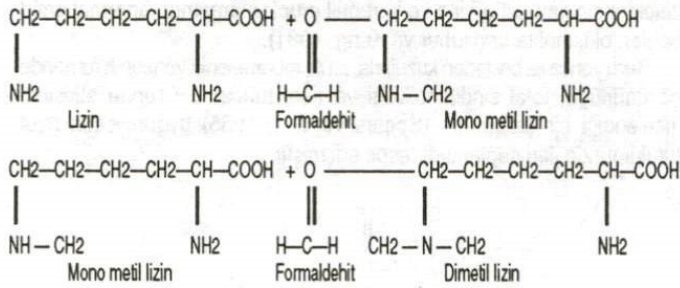
Kaba yemlerde ısının yol açtığı değer kaybının derecesi, uygulanan sıcaklığa, ısıtma süresine ve nem düzeyine bağlı olarak değişir. Yemleri arasındaki varyasyon büyük olmakla beraber 60 °C'nin üzerinede 24 saat süreyle uygulanan ısı, kaba yemlerin yem değerinin düşmesine neden olur (Spears ve ark., 1985).



Yemlerin düşük sıcaklıkta ısıya maruz bırakılması çoğunlukla koyun ve besi sığırlarında yemden yararlanma ve canlı ağırlık artışı, süt ineklerinde süt verimi üzerine olumlu etki yapmaktadır (Huber ve Kung, 1981; Henderson ve ark., 1985).

Kurutma ve dondurma gibi işlemler proteinlerin rumende çözünürlüğünü önemli derecede azaltırken, silolama işlem genellikle bitkinin rumende yıkılımını artırır (Kempton ve ark., 1977).





Kimyasal muameleler

Bazı kimyasal maddeler amino asitlerin amino ve amid grupları arasında rumende şartların çözünürlüğü düşük, fakat abomazumun asidik şartlarında kolayca çözünebilen bağlar oluştururlar. Böylece rumenden yıkılmadan geçen proteinler, abomazumda çözülme ve değerlendirilebilir hale gelmektedir. Formaldehit, glutar aldehit, glyoxal, hekza metilen tetramin, fosfonitrik halojenler, polimerize doymamış karboksilik asitler, halo-trozinler, akroelin asetat, asirelenik esterler, tannik asit, izopropil alkol ve alkali hidrojen peroksit gibi bileşikler bu amaçla kullanılabilirler (Kempton ve ark., 1977; Lynch ve ark., 1986; Waltz ve Loerch, 1986; Waltz ve Stern, 1989). Protein konsantrasyonlarının etanol, propanol, izopropanol gibi alkoller (Van der Aar ve ark. 1982; Van der Aar ve ark., 1983; Van der Aar ve ark., 1984), hidroklorik, formik, asetik ve propiyonik gibi asitler (Waltz ve Loerch, 1986), NaOH gibi alkaliler (Waltz ve Loerch, 1986) ile muamele edilmesiyle de benzer sonuçlar gözlenebilir. Bu kimyasal maddeler içerisinde en çok tercih edileni formaldehittir (Müller ve ark., 1975; Schmidet ve ark., 1973; Varvikko ve ark., 1983; Spears ve ark., 1985; Morgan, 1985; Fiems ve ark., 1987).

Formaldehit ile muamele

Metanal, oksometan, metilaldehit adıyla da bilinen formaldehit, alifatik aldehit serisinin ilk üyesi olup molekül ağırlığı 30.03 g'dır. Saf formaldehit oda ısısında gaz halinde muhafaza edilmediğinden, genellikle % 37-40'lık sulu çözeltisi halinde korunur. Bu bileşik ticarete formalin veya formol olarak bilinir.

Formaldehit oldukça reaktif bir maddedir. Parafinler hariç hemen her çeşit madde ile reaksiyona girer. Çözelti ve polimerleri daha az reaktiftir.

Formaldehit ile muamelede oluşan reaksiyonlar

Sörensen reaksiyonu: Amino asitler nötral yada hafif alkali çözeltilerden formaldehit ile reaksiyona girerek mono ve dimetilol bileşikler meydana getirir (Bayşu, 1979; Ersoy ve Bayşu, 1986; Schönhusen ve ark., 1986).

Protein molekülleri arasında metilen köprülerinin oluşumu: Metilen köprüleri, sürensen reaksiyonu sonucu oluşan amino asidin metilol kolu ile aynı molekülde bulunan başka bir amino asidin amino kökünün birleşmesi sonucunda meydana gelir. Bu reaksiyon aynı protein molekülündeki amino asitler arasında gerçekleşebileceği gibi, iki farklı protein molekülü arasında da oluşabilmektedir. Uzun süre devam eden bu reaksiyonların hızı oldukça yavaştır (Barry, 1976; Schönhusen ve ark., 1986).

Schiff bazı oluşumu: Amino asitlerin alfa amino grubu aldehitlerle reversibl olarak reaksiyona girer ve "Schiff bazı" olarak adlandırılan bileşikler meydana getirir (Lehninger, 1979; McGilvery, 1979).

Mannich bazı oluşumu: Bu reaksiyon aromatik yapıya sahip amino asitlerle formaldehit arasında meydana gelir (Oskay, 1975; Schönhusen ve ark., 1986).

Leucart-Wallach tipi reaksiyon (İndirgeyici alkilasyon): Bu reaksiyon formaldehit ile protein zinciri içerisindeki lizin arasında oluşur. Bunun sonucunda metil ve dimetil amino grupları meydana gelir (Schönhusen ve ark., 1986).

Formaldehitin amino asitlerle oluşturduğu bu reaksiyonlar ortamın asiditesi ve sıcaklığından etkilenir. Ferguson (1975) oda ısısı ve tabii pH'da

formaldehitin sadece protein zincirlerinin terminal amino grupları, asparajin ve glutaminin primer amid grupları, lizin E-amino grubu ve arjinin guanidil grubu ile reaksiyona girebildiğini bildirmekte, başka bir çalışmada (Ferguson ve ark., 1967) ise formaldehidin pH 6'da metilol grubuna sahip protein zincirleri ile lizin serbest amino grubu arasında metilen köprüleri oluşturduğu belirtilmektedir.

Formaldehit muamelesinin etkinliği, muamele sırasında oluşan reaksiyonların abomazumun asidik ortamında reversibilitesine bağlıdır. (Barry, 1976). Varvikko ve ark. (1983) formaldehit muamelesinin asit-pepsin sindiriminde çözünebilen azot miktarını etkilemediğini bildirmektedirler. Nitekim araştırmacılar ham proteinin % 0, 0.4 ve 0.8'i düzeyinde formaldehit muamele ettikleri soya fasulyesi küspesi ve kolza küspesi numunelerinde asit-pepsinde çözünebilen azot miktarını soya fasulyesi küspesi için sırasıyla % 95.9, 95.7 ve 95.9; kolza küspesi için ise % 88.9, 87.9 ve 87.2 olarak bulmuşlardır.

Schönhusen ve ark. (1986) SFK'sini pH'sı 2.1-10.7 arasında değişen ortamlarda 0.5 g/100 g HP düzeyinde formaldehit muamele ederek SFK proteini ile formaldehit arasında oluşan bağların reversibilitesini asit hidroluzu ile tespit etmişlerdir. Araştırmacılar pH'nın yükselmesiyle reversibl yağ miktarı değişmezken (0.227 g/100 g HP), irreversibl yağ miktarının 0.141 g/100 g HP'den 0.257 g/100 g HP'den 0.257 g/100 g HP'e yükseldiğini, dolayısıyla total yağ miktarında da buna paralel olarak artışlar meydana geldiğini gözlemişlerdir. Aynı çalışmada (Schönhusen ve ark., 1986) proteine bağlanan formaldehit miktarının rumende çözünebilir ve fermente olabilir azot miktarıyla doğru orantılı olduğu, pH'nın artmasıyla çözünebilir azotun % 4.5'ten 8.6'ya ve fermente edilebilen azot miktarının ise % 16.8'e yükseldiği ortaya konulmuştur.

Ruminant yemlerine katılan proteince zengin yem maddelerinin kimyasal muamelelere tabi tutulmasındaki en önemli endişe, rumende maksimum protein sentezi için gerekli olan NH₃-N'in mevcut olmadığıdır. Çünkü rasyonun sindirimi mikrobiyel aktiviteye bağlıdır. Rumen mikroorganizmalarının maksimum gelişimi ve dolayısıyla maksimum mikrobiyel protein sentezi için her 100 ml rumen sıvısında 5-7 mg NH₃-N'in bulunması gerekir. Bu miktarın üzerindeki amonyak düzeyi rumen mikroorganizmalarının gelişimin yani mikrobiyel protein sentezini artırmamaktadır (Alawa ve Hemingway, 1986; Satter ve Roffer, 1975). Hatta Satter ve Slyter (1974) invitro şartlarda inkube ettikleri rumen sıvısına üre infüzyon ile 2 mg/100 ml NH₃-N düzeyinin maksimum mikrobiyel gelişim için yeterli olabileceğini göstermişlerdir. Ancak bir emniyet sınırı oluşturması bakımından 5 mg/ml düzeyinin daha güvenilir olacağı bildirilmektedir (Alawa ve Hemingway, 1986). Nitekim yapılan bir çok çalışmada (Folman ve ark., 1981; Alawa ve Hemingway, 1986; Deniz ve Tuncer, 1995; Deniz ve Tuncer, 1995) da muameleli küspe içeren rasyonlarla beslenen hayvanlarda rumen amonyak düzeyinin 5 mg/100 ml'nin üzerinde olduğu gözlenmiştir.

Yine Erfe ve ark. (1986) formaldehit muamelesinin proteinlerin yapısında bulunan ve süt üretimi için önemli olan lizin ve tirozinin değerlendirilmesini azalttığını bildirmektedirler. Bu araştırmacılar ham proteinin % 0.1 - % 0.9'u arasında değişen düzeylerde formaldehit muamele ettikleri SFK'nde lizin içeriğinin % 6.13'ten % 4.72'ye, trozin içeriğinin ise % 2.34'ten % 0.80'e düştüğünü ve bu düşüşün süt verimi üzerinde olumsuz etki gösterdiğini bildirmektedirler. Rae ve ark. (1983) da kolza küspesi ile yaptıkları bir çalışmanın sonucuna dayanarak benzer bir görüş ileri sürmüşlerdir. Araştırmacılar formaldehit muamelesinin proteinlerin lizin ve tirozin içeriğini ve amino asitlerin sindirim sisteminden emilimini azalttığını belirtmektedirler. Kolza küspesi ile yapılan başka bir çalışmada (Rae ve Ingalls, 1984) rasyonların lizin ve tirozin bakımından desteklenmesi halinde formaldehit muamelesinin süt verimi üzerinde olumlu etki gösterdiği ortaya konmuştur.

KAYNAKLAR

- Alawa JP, Hemingway RG (1986) The voluntary intake and digestibility of straw diets and the performance of wether sheep as influenced by formaldehyde treatment of soya-bean meal. Anim. Prod. 42, 105-109.
- ARC (1980) The Nutrient Requirement of Ruminant Livestock.

- Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, England.
- Bary TN (1976) The effectiveness of formaldehyde treatment in protecting dietary protein from rumen microbiyal degradation. *Proc. Nutr. Soc.*, 35, 221-229.
- Bayşu N (1979) "Temel Biyokimya", Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları No: 18, Elazığ.
- Bergen W, Purser DB, Cline J H (1968) Effect of ration on the nutritive quality of rumen microbial protein. *J. Anim. Sci.*, 27, 1497.
- Boer G, Murphy JJ, Kennelly JJ (1987) Mobile nylon bag for estimating intestinal availability of rumen undegradable protein. *J. Dairy Sci.*, 70, 977-982.
- Chalupa W (1972) Metabolic aspects of nonprotein nitrogen utilization in ruminant animals. *Fed. Proc.*, 31, 1152.
- Chalupa W (1975) Rumen bypass and protection of proteins and amino acids. *J. Dairy Sci.*, 58, 1198-1218.
- Church DC (1976) "Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants, Volume 2 - Nutrition", Second Edition, O and B Books, Inc. USA. 116.
- Church DC (1976) "Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants, Volume 3 - Practical Nutrition", Second Edition, O and B Books, Inc. USA. 116.
- Clark JH, Davis CL (1983) Future improvement of milk production: Potential for nutritional improvement. *J. Anim. Sci.*, 57, 750.
- Crooker BA, Clark JH, Shanks RD (1983) Effect of formaldehyde treatment soyabean meal on milk yield, milk composition and nutrient digestibility in the dairy cow. *J. Dairy Sci.*, 66, 492-504.
- Deniz S, Tuncer ŞD (1995) Bitkisel protein kaynaklarının formaldehit ile muamele edilmesinin ham besin maddelerinin sindirilme dereceleri ile bazı kan ve rumen sıvısı metabolitleri üzerine etkisi. *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*, 19, 1, 9-15.
- Deniz S, Tuncer ŞD (1995) Bitkisel protein kaynaklarının formaldehit ile muamele edilmesinin süt verimi ve kompozisyonu ile bazı rumen ve kan metabolitleri üzerine etkisi. *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*, 19, 1, 17-22.
- Erasmus L J, Prinslo J (1988) The establishment of a protein degradability data base for dairy cattle using the nylon bag technique. 1. Protein sources. *S. Afr. Anim. Sci.*, 18, 23-29.
- Erfle J D, Sauer FD, Mahadevan S, Teather RM (1986) Response of lactating dairy cows to formaldehyde-treated soybean meal when fed control or urea-treated corn silage. *J. Anim. Sci.* 66, 85-95.
- Ersay E, Bayşu N (1986) "Biyokimya", Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları No: 358, Ankara.
- Faichney G J (1971) The effect of formaldehyde-treated casein on the growth of ruminant lambs. *Aust. J. agric. Res.*, 22, 453-460.
- Ferguson KA (1975) In *Digestion and Metabolism in the Ruminant*, p. 448 (Ed. McDonald, I.W. and Warner, A.C.I.). Armidale, New South Wales, University of New England Publishing Unit.
- Ferguson J D, Chalupa W (1989) Impact of protein nutrition on reproduction in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 72, 746-766.
- Ferguson KA, Hemsley JA, Reis PJ (1967) Nutrition and wool growth. The effect of protecting dietary protein from microbial degradation in the rumen. *Aust. J. Anim. Sci.*, 30, 215-217.
- Fiems LO, Cottyn BG, Boucque Ch V, Buysse FX (1987) Effect of formaldehyde-treated soya bean meal and urea in starters on nitrogen quality, degradability in sacco, sheep digestibility and calf performance. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 16, 287-295.
- Foldager J, Huber JT (1979) Influence of protein percent on cows in early lactation. *J. Dairy Sci.*, 62, 954.
- Folman Y, Neumark H, Kaim M, Kaufmann W (1981) Performance, rumen and blood metabolites in high-yielding cows fed varying protein percents and protected soyabean. *J. Dairy Sci.*, 64, 759-768.
- Gardner RW, Park RL (1973) Protein requirements of cows fed high concentrate rations. *J. Dairy Sci.*, 56: 390.
- Glimp KA, Karr MR, Little CO, Woolfolk PG, Mitchell GE, Hudson, W (1967) Effect of reducing soya bean protein solubility by dry heat on the protein utilization of young lambs. *Anim. Sci.*, 26, 858-861.
- Gordon FJ (1977) The effect of protein content on the response of lactating cows to the level of concentrate feeding. *Anim. Prod.*, 25, 181.
- Henderson SJ, Amos E, Evans JJ (1985) Influence of dietary protein concentration and degradability on milk production, composition and ruminal protein metabolism. *J. Anim. Sci.*, 68, 2227-2237.
- Hosamani SV, Srivastava A (1984) Voluntary intake and efficiency of feed utilization in buffalo calves fed formaldehyde treated soyabeans. *The Ind. J. Nutr. Dietet.*, 21, 384-389.
- Huber Y, Kung L (1981) Protein and nonprotein nitrogen utilization in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 64, 1170.
- Huffmann CF (1958) History of the science of the ruminant nutrition. *Feed Age*, 8, 10, 18-24.
- Ischi CO (1980) The role of monensin in protein metabolism in steers. Ph. Dissertation. Michigan State Univ., East Lansing.
- Istasse L, Brewer AC, Ørskov ER (1986) Effects of stage of lactation on the response of dairy cows to abomasal infusions of casein. *Livestock Production Science*, 15, 97-102.
- Kaim M, Neumark H, Folman Y, Kaufmann W (1987) The effect of two concentrations of dietary protein and of formaldehyde-treated soya-bean meal on the performance of high-yielding dairy cows. *Anim. Prod.*, 44, 333-345.
- Kempton TJ, Nolan JV, Leng RA (1977) Principles for the use of non-protein nitrogen and bypass proteins in diets of ruminants. *World Anim. Rev.*, 22, 2-10.
- Kirchgessner M (1985) "Hayvan Besleme". Çeviren: Doç. Dr. Asım Kılıç. TÜBİTAK Yayınları No: 611.
- Kocabatmaz M (1980) Değişik oranlarda şeker pancarı posası kapsayan rasyonların akkaraman koyunlarda rumen mikrofaunası üzerindeki etkileri ile rumen içeriği ve kan metabolitlerindeki fizyolojik değişiklikler. TÜBİTAK VHAG Proje no: VHAG - 475.
- Lehninger AL (1979) "Biochemistry". Second Ed., Worth Publishers Inc., New York.
- Loerch SC, Berger LL, Plegge SD, Fahey GC (1983) Digestibility and rumen escape of soyabean meal, blood meal, meat and bone meal and dehydrated alfalfa nitrogen. *J. Anim. Sci.*, 57, 1037-1047.
- Lynch GL, Berger LL, Fahey GC, Baker EC (1986) Effect of isopropyl alcohol treatment of soyabean meal on nitrogen utilization by ruminants. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 14, 127-137.
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD (1987) "Animal Nutrition". Fourth Edition, Logman, London and New York.
- McGillvery RW (1979) "Biochemistry". A functional approach, Second Edition, W.B. Saunders Company Philadelphia.
- McNaught ML, Owens EC, Henry KM, Kon SK (1954) The utilization of non-protein nitrogen in the bovine rumen. 8. The nutritive value of the proteins of preparations of dried rumen bacteria, rumen protozoa and brewer's yeast for rats. *Biochem. J.*, 56, 1.
- McNought M L, Smith JAB (1947) Nitrogen metabolism in the rumen. *Nutr. Abstr. Rev.*, 17, 18.
- Morgan DJ (1985) The effect of formalin-treated soyabean meal upon the performance of the lactating cows. *Anim. Prod.*, 41, 33-42.
- Müller LD, Rodriguez D, Schingoethe DJ (1975) Formaldehyde treated whey protein concentrate for lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 58, 1847-1855.
- NRC (1988) Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press, Washington, D.C.
- Okeke GC, Buchanan-Smith JG, Grieve DG (1983) Effect of sodium bicarbonate on rate of passage and degradation of soyabean meal in postpartum dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 66, 1023-1031.
- Oskay E (1975) "Organik Kimya". Değiştirilmiş 2. Baskı, Hacettepe Üniversitesi Yayınları A-17, Meteksan Ltd. Şti., Ankara.
- Owens FN, Bergen WG (1983) Nitrogen metabolism of ruminant animals: Historical perspective, current understanding and future implications. *J. Anim. Sci.*, 57 (suppl. 2), 498-518.
- Özgen H (1986) "Hayvan Besleme". 3. baskı, S.Ü. Yayınları No: 5, Konya.
- Rae RC, Ingalls JR (1984) Lactational response of dairy cows to oral

- administration of L-tyrosine. *J. Dairy Sci.*, 67, 1430-1438.
- Rae RC, Ingalls JR, McKirdy JA (1983) Effect of dietary crude protein level and formaldehyde treated canola meal on milk production and nitrogen utilization during early lactation. *Can. J. Anim. Sci.*, 63, 905-915.
- Roffler RE, Satter LD, Hardie AR, Tyler WJ (1978) Influence of dietary protein concentration on milk production by dairy cattle during early lactation. *J. Dairy Sci.*, 61, 1422.
- Sareen VK, Sudarshan S, Bhatia IS (1987) Invitro and invivo evaluation of formaldehyde-treated blood proteins in buffalo heifers. *Ind. J. Anim. Sci.*, 57, 1, 42-49.
- Satter LD, Roffler RE (1975) Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 58, 1219.
- Satter LD, Slyter LL (1974) Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *Br. J. Nutr.*, 32, 199-208.
- Schmidt SP, Jorgensen NA, Benevenga NJ, Brungardet VH (1973) Comparison of soyabean meal, formaldehyde treatment soyabean meal, urea and starea for steers. *J. Anim. Sci.*, 37, 5, 1233-1237.
- Schönhusen U, Voigt J, Piatkowski B (1986) Effect of pH value when treating concentrate protein with formaldehyde on protein protection in the rumen. *Arch. Anim. Nutr. Berlin.*, 36, 8, 741-747.
- Smith RH, McAllan AB (1970) Nucleic acid metabolism in the ruminant: 2. Formation of microbial nucleic acids in the rumen in relation to the digestion food nitrogen and the rate of dietary nucleic acids. *Br. J. Nutr.*, 24, 545-556.
- Smith RH, McAllan AB (1974) Some factors influencing the chemical composition of mixed rumen bacteria. *Br. J. Nutr.*, 31, 27-34.
- Spears JW, Clark JH, Hatfield EE (1985) Nitrogen utilization and ruminal fermentation in steers fed soyabean meal treated with formaldehyde. *J. Anim. Sci.*, 60, 4, 1072-1080.
- Şenel H S (1986) "Hayvan Besleme". İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları No: 5, İstanbul.
- Tamminga S (1979) Protein degradation in the forestomachs of the ruminants. *J. Anim. Sci.*, 49, 1615-1630.
- Van der Aar PJ, Berger LL, Fahey GC (1982) The effect of alcohol treatments on solubility and in vitro and in situ digestibilities of soybean meal protein. *J. Anim. Sci.*, 55, 1179-1189.
- Van der Aar PJ, Berger LL, Fahey GC, Loecher SC (1983) Effect of alcohol treatments of soyabean meal on ruminal escape of soyabean meal protein. *J. Anim. Sci.*, 57, 511-518.
- Van der Aar PJ, Berger LL, Fahey GC, Merchen NR (1984) Effect of alcohol treatments of soyabean meal on ruminal escape of soyabean meal protein. *J. Anim. Sci.*, 59, 483-489.
- Varvikko T, Linberg JE, Setälä J, Liisa Syrjäla-Qvist (1983) The effect of formaldehyde treatment of soyabean meal and rapeseed meal on the amino acid profiles and acid-pepsin solubility of rumen undegraded protein. *J. Agric. Sci. Cam.*, 101, 603-612.
- Waltz DM, Loecher SC (1986) Effect of acid and alkali treatment of soybean meal on nitrogen utilization by ruminants. *J. Anim. Sci.*, 63, 879-887.
- Waltz DM, Stern MD (1989) Evaluation of various methods for protecting of soya-bean protein from degradation by rumen bacteria. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 25, 111-122.
- Whitelaw FG, Milne JS, Orskov ER, Smith JS (1986) The nitrogen and energy metabolism of lactating cows given abomasal infusions of casein. *Br. J. Nutr.*, 55, 537-556.