

DEFAUNASYONUN RUMİNANTLARIN SİNDİRİMİNE ETKİLERİ

(Derleme)

Abdullah ERYAVUZ¹

Effects of defaunation on digestion in ruminants
(A review).

SUMMARY

Elimination of rumen protozoa making up rumen fauna for varying purposes and by different methods is defined defaunation. This review aimed to present the effects of defaunation on digestion, growth and some productivity parameters of ruminants.

KEY WORDS: Ruminant, defaunation, digestion

ÖZET

Rumen faunasını oluşturan protozoonların değişik amaçlarla ve farklı metotlarla yok edilmesi işlemine defaunasyon denilmektedir. Derlemede; defaunasyonun ruminantlarda gerçekleşen sindirim olayları ile hayvanların gelişimi ve bazı verimleri üzerine olan etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: Ruminant, defaunasyon, sindirim

GİRİŞ

Ruminantlar insan beslenmesi ve ülke ekonomisi açısından büyük öneme sahip hayvanlardır. Bu hayvanları tek mideli hayvanlardan ayıran önemli farklılıklardan biri, rumendeki mikrobiyal sindirimdir. Günümüzde hayvan sayısını artırmaktan ziyade bir hayvandan daha çok, daha kaliteli ve daha ucuz ürün elde edilmesine yönelik yöntemler üzerinde durulmaktadır. Bu noktada ilk olarak hayvanların genetik yapısı ve beslenmesi dikkat çekmektedir.

Rumen ekosisteminin büyük bir kısmını bakteriler, protozoonlar, maya ve mantarlar oluşturmaktadır (Veira 1986). Rumendeki toplam mikrobiyel kitlenin %40-80'i protozoonlardan oluşmasına karşın bu kitlenin ancak %20-40'ı rumeni terk ederek alt sindirim organlarına geçebilmektedir (Foulkes ve Leng 1988). Son yıllarda doğal olarak rumeninde protozoon bulunduran ve protozoonları elimine edilen ruminantlarda yaşamı sürdürülebilirlik yeteneği, büyüme oranı, yem sindirilebilirliği ve diğer bazı fizyolojik parametreler üzerine mukayeseli çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Defaunasyon işlemi ile rumen mikrobiyel ekosisteminden protozoonların eliminasyonunun, hayvan verimine etkilerinin belirlenmesinde en çok incelenen parametrelerin canlı ağırlık artışı ile yapağı verimi olduğu dikkat çekmektedir.

Rumen Protozoonları

Gruby ve Delefond (1843) tarafından keşfedilen rumen protozoonları bir çok türü içermekte ve populasyonun büyük bir kısmını erişkinlerde siliatlar, gençlerde ise flagellatlar oluşturmaktadır (Bonhomme 1990). Siliatlar holotrich ve oligotrich (entodiniomorphid) olmak üzere iki alt sınıfa ayrılmaktadırlar (Church 1983). Bu iki alt sınıfta

bulunan protozoon türlerinin herbirinin sindirimde ayrı ayrı rollerinin olabileceği düşünülmektedir (Jouany ve ark. 1992,1995). Morfolojileri; taşıdıkları silia, çekirdek yapısı, iskelet tabakalarının sayısı ve kontraktıl vakuollerin mevcut olup olmamasına göre farklılık göstermektedir. Rumende bulunan protozoonların sayıları ve tür dağılımları, bulundukları konakçının cins ve ırkına, rasyona, beslenme şekline ve coğrafik konumuna bağlı olarak değişmektedir (Bonhomme 1990).

Bakterilere nazaran sayıları daha az olmasına rağmen, rumen içeriği ağırlığının yaklaşık %2'sini ve mikrobiyel kitlenin %40-80'ini protozoonlar oluşturmaktadır (Veira 1986). Bu mikroorganizmalar büyük yem partikülleri ile retikulum duvarına tutunmuş ve rumen ventral kesesinin dibine sedimente olduklarından, omzuma geçen protozoon miktarı çok düşmektedir (Huhtanen ve ark. 1997). Rumende bulunan protozoonlar rasyonla rumene gelen besin maddelerini ve bakterileri kullanarak beslenmektedirler. Rumen protozoon sayısını etkileyen en önemli faktör rasyonun bileşimidir. En düşük protozoon yoğunluğu saman, mısır sapları gibi kalitesiz kaba yemlerle beslemede gözlenmektedir (Jouany 1989).

Defaunasyon metotları

Rumende protozoonların yok edilmesi işlemine defaunasyon adı verilmektedir. Defaunasyon protozoonların spesifik fonksiyonlarının tamamen incelenemediği in vitro kültür tekniklerine yararlı bir alternatif olarak görülmektedir (Ushida ve ark. 1991, Mansfield ve ark. 1995). Beckert ve ark. (1930)'nın rumen ekosisteminden protozoonların eliminasyonunu göstermesinden sonra, defaunasyonu sağlayan çeşitli metotlar geliştirilerek araştırmalar yapılmış ve bu metotlar 4 katagoride toplanmıştır.

1- Sindirim kanalı steril olarak doğan yavru hayvanlara protozoonların tükürük ve tükürükle

ıslanmış besinler gibi maddelerle direkt temas yoluyla geçtiği göz önüne alınarak (Church 1983), genç ruminantların rumeninde protozoonların gelişimini engellemek üzere doğumdan 72 saat sonra annelerinden ayrılarak ve faunalı diğer ruminantlarla kontakt kurmaları engellenerek defaunasyon yapılabilmektedir (Ivan ve ark. 1992a,b, Pal ve ark. 1994).

2- Rumene kimyasal maddeler ilave edilerek defaunasyon yapılabilmektedir. Defaunasyon amacıyla kullanılan kimyasalların; hayvanlara zararsız olması, protozoonları tamamen yoketmesi ve rumende bulunan diğer mikroorganizmalar üzerine etkili olmaması gibi özelliklere sahip olması gerekir. Bu amaçla bakır sülfat (Beckert ve ark. 1930, Christiansen ve ark. 1965), diocetyl sodiumsulphosuccinate (Rowe ve ark., 1985, Eksen ve ark. 1990, Yang ve Varga 1993, Eryavuz 1999), alkanatlar (Bird ve ark. 1979, 1994, Bird ve Leng 1984, Hsu ve ark. 1989), kalsiyum peroksit (Demeyer 1982, Hsu ve ark. 1989), hindistan cevizi yağı (Newbold ve Chamberlain 1988), Keten tohumu yağı (De Smet ve ark. 1992, Broudiscou ve ark. 1994) ve soya yağı hidrolizatları (Broudiscou ve ark. 1990) gibi kimyasallar kullanılabilmektedir.

3-Rumene açılan kanül yardımıyla rumen içeriğinin mümkün olabildiğince boşaltılması, rumenin az miktarda formol ilave edilmiş 39-40 °C'lik suyla dikkatlice yıkanması, dışarı alınan içeriğin ısıtılması ya da dondurulması ve normal rumen ısısına getirildikten sonra tekrar verilmesiyle defaunasyon oluşturulabilmektedir. Rumen içeriği 50 °C'de 15 dk. ısıtıldığında holotrichler, dondurulup çözöldürüldüğünde ise bütün protozoonlar ölmektedir (Jouany ve Sénaud 1979, Mendoza ve ark. 1993, Jouany ve ark. 1995).

4- Rasyona saponince zengin bitkiler katılarak rumende protozoon miktarı önemli oranda azaltılabilmektedir (Lu ve Jorgenson 1989, Gupta ve ark. 1993, Hristov ve ark. 1999).

Defaunasyonun ruminant metabolizmasına etkileri

Defaunasyon; rumende karbonhidrat, protein, yağ, vitamin ve minerallerin sindirim ve emilimleri ile hayvan verimini etkilemekte ve aynı zamanda rasyonla alınan besin maddelerinin rumende sindirimini kalitatif ve kantitatif olarak değiştirmektedir.

a-Rumende karbonhidrat sindirimi üzerine etkisi

Ruminant rasyonlarında bulunan karbonhidratlar arasında; selüloz, hemiselüloz, nişasta, fruktozanlar ve pentozanlar gibi polisakkaritler ile sakkoroz ve glikoz gibi şekerler bulunmaktadır. Bitki yapılarında en fazla bulunan ve ruminant beslenmesinde önemli yeri bulunan karbonhidrat selülozdur. Rumende selüloz yıkılımı bakterilerdeki selülaz ve tane yemlerdeki sitaz enzimiyle olmaktadır (Church 1983, Eksen ve ark. 1990). Holotrichler ve küçük *Entodinium*'lar hariç diğer bütün protozoon türlerinin bitki polisakkaritlerine karşı enzim ürettikleri kaydedilmektedir (Chaudhary ve ark. 1995). Protozoonların eliminasyonuna bağlı olarak bitki hücre duvarı yapılarının sindirimi azalmakta ve bitki partiküllerinin rumende alıkonulma zamanları da artmaktadır (Jouany 1989).

Rumende lignoselüloz sindirimi hemiselüloz sindirimine göre protozoonlardan daha az etkilenmekte ve rasyona nişasta katıldığı zaman protozoonlar lignoselüloz sindirimini artırmaktadırlar (Jouany 1989). Rasyona ve protozoon türlerine bağlı olarak rumende lignoselüloz sindirimini protozoonların %3-10 artırabildikleri bildirilmektedir (Bonhomme 1990). Küçük *Entodinium*'lar selüloolitik aktiviteye sahip olmadıklarından selülözün depolimerizasyonuna katılmamakta, ancak *Entodinium* türlerinin büyük çoğunluğu ortamdaki nişastayı alarak ve laktik asidi metabolize ederek selüloolitik bakterilerin gelişimini hızlandıran şartları oluşturmaktadırlar (Newbold ve ark. 1986). Defaunasyon rumen içeriği bakteriyel karboksimetilselülaz aktivitesini azaltmaktadır (Santra ve ark. 1996). Faunasız bir hayvanın rumenine *Entodinium caudatum* inokule edildiğinde ise selüloolitik bakteri sayısı ve aktivitesindeki artış nedeniyle rumen sıvısı bakteriyel karboksimetilselülazın arttığı bildirilmektedir (Ushida ve ark. 1991).

Protozoonlar nişasta alımı için bakterilerle adeta yarışa girerek laktik asidozisten rumeni korumakta (Newbold ve ark. 1986) ve fazla miktarda nişastayı alarak depo etmelerinden dolayı bazen şişerek parçalanabilmektedirler. Her ne kadar protozoonların rumenden alt sindirim organlarına geçişleri sınırlı olsa da; protozoonlar tarafından depo edilen nişasta miktarı, konakçının ince bağırsaklarına gelen nişasta miktarına önemli katkı sağlamaktadır (Keçeci ve ark. 1996). Bu nedenle nişastaca zengin rasyonla beslenen hayvanların defaunasyonu; bakterilerin nişastayı fazla miktarda kullanarak laktik asit miktarını artırmaları nedeniyle, rumen asidozisi ve duodenuma gelen nişasta miktarının azalması gibi olumsuz etkilere neden olmaktadır (Jouany 1989).

Düşük kaliteli saman ağırlıklı rasyonla beslenen faunasız koyunların rumeninde selüloolitik aktivitenin yüksek belirlenmesi; defaunasyonun rumende bakteri sayısında olduğu gibi mantar sayısını da artırmasına ve bu artışın rumen selülolizisindeki artıştan sorumlu olabileceğine bağlanmaktadır (Romulo ve ark. 1986, Hsu ve ark. 1991, De Smet ve ark. 1992).

b-Rumende protein sindirimi üzerine etkisi

Ruminantlar kendileri için gerekli amino asitleri, rumenden sindirilmeden alt sindirim organlarına geçen rasyon proteinleri ve rumende sentezlenen mikrobiyel protein olmak üzere başlıca iki kaynaktan sağlamaktadırlar. Rumen protozoonları proteinleri parçalayan enzimlere sahiptirler. Bu enzimlerin hücre içi ve hücre dışı proteolitik aktiviteleri farklı özelliklere sahip olup hücre dışı proteolitik enzimleri daha önemlidir (Wallace ve ark. 1987). Rumen içeriği proteolitik aktivitesindeki değişiklikler rumen protozoon sayısındaki değişikliklerle paralellik arz etmektedir (Hristov ve ark. 1999). Rumende proteinler amonyağa kadar parçalanmalarından dolayı faunasız hayvanlarda yapılan ölçümlerde rumen amonyak düzeyi azalmakta, bu da rumende proteinlerin yıkılımında protozoonların daha aktif olduklarını göstermektedir (Ivan ve ark. 1992b, Jouany ve ark. 1992, Sénaud ve ark. 1995, Mathieu ve ark. 1995, Eryavuz 1999). Proteinazlara göre peptidazlar hakkında bilgi daha az olmakla birlikte, hem protozoon otolizatlarında hem de faunalı hayvanların rumen

sıvısında löysin aminopeptidazın yüksek, tripsin, kimotripsin ve karboksipeptidazın ise daha düşük miktarda belirlendiği bildirilmektedir (Wallace ve ark. 1987). Protozoal peptidazların büyük bir kısmının ekstraselüler olduğu düşünülmektedir (Ushida ve ark. 1991).

Holotrich ve entodiniomorphid protozoonlar arasında ortamdaki proteinleri alma ve sindirme yetenekleri bakımından farklılıklar bulunmaktadır. Michalowski (1989) *in vitro* ortamda entodiniomorphid protozoonların gelişmesi üzerine farklı protein kaynaklarının etkisini incelediği çalışmada, bu protozoonların çözünebilir proteinleri metabolize etmediklerini ve ortama çözünemeyen proteinler katılmadıkça gelişemediklerini ileri sürmektedir. Protein kaynağı olarak balık unu ve soya unuyla beslenen faunalı koyunların rumen içeriğinde faunasızlarınkine göre amonyak azotu düzeyinin önemli oranda yüksek olduğu (Ushida ve Jouany 1985, Mathieu ve ark. 1995), buna karşın kazeinle beslemede rumen amonyak azotu düzeyi üzerine protozoonların etkili olmadığı kaydedilmektedir (Ivan ve ark. 1991, Jouany ve ark. 1992). Bu bulgular; entodiniomorphid protozoonların rumen sıvısında çözünebilirliği düşük proteinleri alma ve sindirme kabiliyetlerinin yüksek, çözünebilirliği yüksek proteinleri kullanma kabiliyetlerinin düşük olduğunu göstermektedir.

Holotrich protozoonlar proteolitik enzimlere sahiptirler ancak bunlar, çözünebilir proteinlerin sindiriminde etkili olmaktadır (Jouany ve ark. 1995). Karışık protozoonlar kullanılarak *in vitro*, *in sacco* ve *in vivo* yapılan çalışmalarda (Ushida ve Jouany 1985, Jouany ve ark. 1992, 1995, Mansfield ve ark. 1995); holotrich protozoonların, en azından toplam popülasyondaki oranları düşük olduğu zaman, protein sindiriminde etkilerinin önemsiz olduğu ve bu nedenle çözünebilir proteinlerin rumende özellikle bakteriler tarafından sindirildiği öne sürülmektedir.

Sonuç olarak, rumende çözünebilirliği düşük ve granül şeklindeki rasyon proteinlerinin sindiriminde protozoonların önemli rol oynamaları nedeniyle defaunasyon bu proteinlerin bağırsaklara gelen miktarlarını artırmaktadır.

c-Fermentasyon sonucu rumende oluşan amino asitler üzerine etkisi

Protozoonlar gereksinimleri olan proteinleri rasyon ve bakterilerden sağlamaktadırlar (Jouany 1995). Bakterilerin sindirilmesi sonucu oluşan peptidlerin bir kısmı protozoonlar tarafından ortama amino asit olarak salınmakta, bazı amino asitlerin dekarboksilasyonu ve deaminasyonu ise protozoon içerisinde olmaktadır (Bonhomme 1990). Protozoon ve bakteri proteinlerindeki amino asitlerin farklı olduğu, bakterilerinkine göre protozoal proteinlerde genellikle liyizin düzeyi yüksek, metionin düzeyinin düşük olduğu ve bu nedenle faunalı ve faunasız hayvanların rumen içeriği amino asit profillerinin farklı bulunduğu kaydedilmektedir (Michalowski 1990, Ivan ve ark. 1992b). Faunalı hayvanların rumen içeriğinde glutamat, izolöysin, fenilalanin ve liyizin düzeyleri, faunasızlarınkine göre glisin, alanin ve metionin düzeylerinin yüksek bulunduğu bildirilmektedir (Ushida ve ark. 1991).

Van Nevel ve Demeyer (1977), mikrobiyel protein sentezini toplam ve net olmak üzere ikiye ayırmaktadırlar. Toplam sentez ; rumendeki toplam mikrobiyel protein miktarını, net sentez ise duodenuma gelen mikrobiyel protein miktarını belirtmektedir. Rumen protozoonlarının yaşamlarını rumende geçirmeleri, burada parçalanmaları, parçalanmış protozoon hücrelerinin diğer mikroorganizmalar tarafından kullanılması ve rumenden alt sindirim organlarına geçen protozoon miktarının düşük olması nedeniyle (Foulkes ve Leng 1988, Ivan ve ark. 1996) toplam ve net protein sentezi arasındaki fark faunasızlarınkine göre faunalılarda daha yüksektir (Hsu ve ark. 1991). Sonuç olarak, faunalı hayvanların rumen içeriğinde faunasızlarınkine nazaran serbest amino asitlerin ve peptitlerin oranı daha fazla olmaktadır.

d- Duodenuma gelen azotlu maddelere etkisi

Bütün memelilerde olduğu gibi, ruminantlar da esansiyel amino asitlere gereksinim duymakta, bu gereksinim hayvanın verimine göre değişmekte ve rumen mikroorganizmalarınca karşılanmaktadır (Bonhomme 1990). Bir çok araştırmacıya göre (Fenn ve Leng 1990, Ivan ve ark. 1992b, Bird ve ark. 1994, Sénaud ve ark. 1995), defaunasyon hem rumen sindiriminden kaçan rasyon proteinlerini hem de mikrobiyel proteinlerin alt sindirim organlarına geçişini artırmaktadır.

Rumende bakteriyel yıkılımın en önemli nedeni protozoonlardır. Faunasız rumene protozoon inokulasyonundan sonra gözlenen bakteri sayısındaki azalma, aynı zamanda duodenal içerikte de olmaktadır (Ushida ve ark. 1991). Michalowski (1990) abomazuma gelen toplam mikrobiyel azotun %13-21'ini protozoon azotundan oluştuğunu bildirirken, Ivan ve ark. (1996) duodenuma ulaşan non amonyak azotun (NAN) %83.0'ünün bakteriyel ve %5.1'inin de protozoal olduğunu kaydetmektedirler. Defaunasyondan sonra duodenal içerikteki amino asit toplam miktarı ile glisin, alanin ve özellikle metionin düzeyleri de artmaktadır (Jouany 1995). Metionin düzeyindeki bu artış, metionin içeriği fazla bakteriyel proteinlerin alt sindirim organlarına geçişinin arttığını ifade etmekte ve defaunasyondan sonra duodenuma gelen mikrobiyel protein miktarına bakterilerin katkısının büyük olduğunu göstermektedir (Bird ve Leng 1984, Fenn ve Leng 1990, Ivan ve ark. 1992b).

e-Rumende lipid sindirimi üzerine etkisi

Rumendeki toplam lipidlerin %20'sini mikrobiyel lipidler oluşturmakta ve samanla beslenen sığırlarda bu mikrobiyel lipidlere protozoonların katkısının % 75 olduğu bildirilmektedir (Noble 1984). Protozoon lipidleri bakteriyel olanlara göre daha yüksek düzeyde linoleik ve linolenik asit içermektedir (Harfoot 1981). Rumen mikroorganizmaları rasyondaki doymamış yağ asitlerini biyohidrojenasyona uğratmaktadırlar (Byers ve Schelling 1988). Harfoot (1981) biyohidrojenasyon aktivitesinin rumen protozoon ve bakterilerinde benzer olduğunu bildirmektedir. Defaunasyon rumende hidrojen üretimini dolayısıyla metan oluşumunu azaltmaktadır (Ushida ve ark. 1995). Buna göre, doymamış yağ asitlerinin biyohidrojenasyonu için gerekli hidrojen miktarının defaunasyondan sonra düşebileceği düşünülebilir. Williams (1986), faunasız

hayvanların rumeninde doymamış yağ asidi düzeyinin daha yüksek olduğunu kaydederken, Coleman (1979) defauna hayvanların plazmasında linoleik asit düzeyinin daha yüksek olduğunu, Chalupa ve ark. (1967) ise sütteki doymamış yağ asidi düzeyi ile rumen protozoon sayıları arasında negatif bir korelasyonun olduğunu bildirmektedirler.

Bu bilgilere göre, defaunasyon ruminantlarda ince bağırsaklara gelen ve buradan emilen doymamış yağ asit miktarını artırmaktadır.

f-Vitaminler üzerine etkisi

Ruminantların rumeninde bulunan protozoonlar vitamin sentezleyememekte ve kendileri için gerekli vitaminleri rasyondan ve bakterilerden sağlamaktadırlar (Bonhomme 1990). Protozoonlar vitamin B₁₂ ve kobalt gereksinimlerini bakterileri yutarak karşılamaktadırlar (Bonhomme ve ark. 1982). Rasyona vitamin E ve selenyum ilave edildiğinde rumen içeriği toplam protozoon sayısı artmaktadır (Nazıroğlu ve Aksakal 1997). Aynı rasyonla beslenen faunalı ve faunasız buzağuların kan plazmasındaki β -karoten ve A vitamini düzeylerinin incelendiği çalışmada (Coleman 1980), gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir. Defaunasyonun vitaminler üzerine olan etkisinin belirlenmesine yönelik yapılacak araştırmalarla bu konuda veri zenginliğinin sağlanması gerekmektedir.

g-Rumende mineraller üzerine etkisi

Rumende mikroorganizmaların gelişmesi ve fermentasyon için mineral maddeler gereklidir (Kennedy ve ark. 1993). Protozoonlar bakterilere göre daha fazla Ca ve Mg'a ihtiyaç duydukları, rumen içeriğinin litresinde 100-200 mg Mg, 250 mg Ca ya da 2-4 g Na'un protozoonların uçucu yağ asidi üretimlerini uyardığı bildirilmektedir (Zembayashi 1974). Hücre metabolitlerinden biri olan fosfor, rumen mikroorganizmalarının tamamı için gereklidir. Defaunasyonun koyun sindirim kanalında Ca, Mg ve fosforun emilimini bozduğu ileri sürülmektedir (Ushida ve ark. 1991).

Ruminantların rasyonla aldıkları iz mineraller önemli oranda rumendeki mikroorganizmalarca alınmakta (Kennedy ve ark. 1993) ve hem inorganik (sülfidler gibi) hem de organik maddelerle (amino asitler, yağ asitleri vb.) rumende çözünmeyen kompleksler oluşturmaktadırlar (Ivan 1989). Bu nedenle rumen sıvısında serbest halde bulunan mineral düzeyinin düşük olduğu kaydedilmektedir (Kennedy ve ark. 1993).

Rasyondaki iz mineral aşırı miktarlarına protozoonların bakterilere nazaran daha duyarlı oldukları ve bu nedenle 1000 ppm çinko içeren rasyonla beslenen koyunlarda defaunasyon olduğu bildirilmektedir (Bonhomme ve ark. 1980). Ivan ve ark. (1992a), defaunasyonla rumende çözünabilir Cu, Zn ve Mg miktarlarının arttığını, Fe, Mn ve Ca'un etkilenmediğini, sonuç olarak rasyonla birlikte fazla miktarda bakır alan ruminantlarda rumen protozoonlarının hem bu minerali fazla miktarda almaları ve rumende alıkoymaları hem de rasyon proteinlerini parçalamaları sonucu oluşan sülfat ve sülfidlerle bakırın çözünmeyen kompleksler oluşturması nedeniyle bakır toksisitesini hafifletebileceklerini bildirmektedirler. Dayrell ve ark.

(1991) aynı rasyonla besledikleri faunalı ve faunasız koyunlarda kan plazması Se düzeylerinde farklılık gözlemediklerini fakat böbrek, dalak ve karaciğer Se düzeyinin faunasız hayvanlarda daha yüksek olduğunu bildirmektedirler. Eryavuz (1999), faunasız Ankara keçilerinde rumen içeriği ve plazma çinko düzeylerinin faunalılarınkine göre istatistiksel anlamda önemsiz, tiftikte ise önemli artış gösterdiğini ifade etmektedir.

h-Rumende bulunan bakteri ve mantarlar üzerine etkisi

Defaunasyon; rumen mikrobiyel ekosisteminden sadece protozoonların eliminasyonu olmayıp aynı zamanda, bakteri ve mantar sayısı ile bunların tür dağılımları ve metabolik aktivitelerinin de etkilendiği ekolojik ilişkileri ihtiva etmektedir.

Rumende bakteri ve protozoon popülasyon yoğunlukları arasında negatif bir korelasyon bulunmaktadır (Hsu ve ark. 1991). Ushida ve ark. (1991), tek bir protozoonun saatte 10^2 - 10^4 bakteriyi yutabildiğini ve ml.'de 10^5 - 10^6 protozoon bulunan bir rumen ortamında saatte yutulan bakteri sayısını 10^7 - 10^{10} olarak tahmin ettiklerini bildirmektedirler. Defaunasyondan sonra bakterilerin hem toplam sayılarında hem de tür dağılımlarında artış olmaktadır (Rowe ve ark. 1985, Hsu ve ark. 1991, Sénaud ve ark. 1995). Ushida ve ark. (1987) defaunasyondan sonra Gram pozitif bakteri sayısında değişiklik olmazken Gram negatiflerin arttığını bildirirlerken, Hsu ve ark. (1991) Gram pozitif ve Gram negatif bakteri sayısındaki artışın eşit oranda olduğunu kaydetmektedirler. Newbold ve ark. (1986) ise laktatı kullanan bakteri sayısında da artış olduğunu ancak toplam bakteri popülasyonundaki oranlarının değişmediğini ileri sürmektedirler. Bu bilgiler ışığında rumende bakteri sayısını etkileyen en büyük nedenin, bakterileri yutmalarından dolayı protozoonlar olduğu görülmektedir.

Entodiniomorfid protozoonlar hem ortamdaki nişastayı alarak amilolitik bakteriler tarafından kullanılabilir nişasta miktarını azaltmaları hem de bu nişastaya bağlanmış olan amilolitik bakterileri nişastayla birlikte almaları nedeniyle rumendeki amilolitik bakteri sayısını azaltmaktadırlar (Kinosita ve ark. 1984). Amilolitik bakterilerde olduğu gibi, selüloz liflerine bağlanmış selüloolitik bakteriler de protozoonlar tarafından bu liflerle birlikte yutulmakta ve sindirilmektedir (Kudo ve ark. 1990). Bu bilgilerden de rumende amilolitik ve selüloolitik bakteri gelişimi üzerine protozoonların olumsuz bir etkiye sahip oldukları anlaşılmaktadır.

Entodiniomorfid protozoonların yüzeyinde metanojenik bakteriler bulunmakta ve bunların protozoon yüzeyine bağlanmaları rumen sıvısı hidrojen düzeyiyle kontrol edilmektedir. Rumen sıvısında çözünmüş hidrojen düzeyi azaldığı zaman, metanojen bakteriler protozoonlar tarafından üretilen hidrojeni almak için protozoonların yüzeyine yapışmaktadırlar. Protozoon yüzeyine bağlanan bakteri sayısı, ortama hidrojen ilavesiyle azalmakta ve azot ilavesiyle artmaktadır (Bonhomme 1990). Rumende hidrojen birikimi protozoonların aktivitesini olumsuz yönde etkilemekte, metanojen bakterilerin bu hidrojeni kullanmaları protozoon metabolizmasını

uyarmaktadır (Ushida ve ark. 1995). Bu bilgilerden, protozoonlarla metanojen bakteriler arasında tam bir simbiyozis olduğu anlaşılmaktadır.

Protozoonların mantarları da yutmalarından dolayı (Veira 1986) defaunasyondan sonra bakteriler gibi mantarların sayısı da artmakta (Romulo ve ark. 1986, Hsu ve ark. 1991) ve bu artışın konsantre yeme göre kaba yem oranı yüksek rasyonla beslemede daha fazla olduğu kaydedilmektedir (De Smet ve ark. 1992).

I-Hayvan gelişimi ve verimi üzerine etkisi

Defaunasyonun hayvan verimine etkilerinin belirlenmesinde; canlı ağırlık kazancı ile yapağı verimi en sık incelenen parametrelerdir. Canlı ağırlık kazancı üzerine defaunasyonun etkisi büyük oranda kullanılan rasyona bağlı olmaktadır (Cottle 1988). Nitekim bir grup araştırmacı (Bird ve ark. 1979, Bird ve Leng 1984, Gupta ve ark. 1993) amino asit gereksinimi yüksek olan genç hayvanlara enerjisi yüksek, proteini düşük rasyonlar vererek defaunasyonun performans üzerine olumlu etkilerini kaydetmişler ve bunun sebebini; duodenuma gelen mikrobiyel protein miktarındaki artışa bağlamışlardır. Buna karşın defaunasyonun canlı ağırlığı etkilemediği (Ankrah ve ark. 1990, Pal ve ark. 1994, Bird ve ark. 1994, Eryavuz 1999) hatta azalttığı (Ivan 1989, Eksen ve ark., 1990) dolayısıyla defaunasyon sonucu protein kullanımının etkilenmediği kaydedilmektedir.

Defaunasyon amacıyla kullanılan kimyasal maddeler yem tüketimi ve buna bağlı olarak ağırlık kazancında kısa süreli bir azalmaya neden olabileceğinden, bu tür çalışmalarda canlı ağırlık kazancıyla ilgili verilerin dikkatli değerlendirilmesi gerekmektedir. Kreuzer (1986), gelişmekte olan ruminantlarda elde edilen sözkonusu bulguların, hayvanın defaunasyonunda kullanılan metota da bağlı olduğunu bildirmektedir.

Defaunasyonun yapağı gelişimi üzerine olan etkisi daha barizdir. Bu etki; defaunasyondan sonra duodenuma gelen ve yapağı gelişimi için gerekli kükürt içeren bakteriyel amino asit miktarındaki artışa bağlanmaktadır (Bird ve Leng 1984, Cottle 1988, Fenn ve Leng 1990, Ivan ve ark. 1992b, Bird ve ark. 1994). Eryavuz (1999), defaunasyonun Ankara keçilerinin tiftik verimini de artırdığını kaydetmektedir.

Yang ve Varga (1993), sığırlarda günlük süt veriminin faunalı hayvanlarda daha fazla olduğunu ve bunun yem tüketimindeki artışın etkisiyle olabileceğini, defaunasyonun ayrıca sütteki laktoz düzeyini azaltırken protein miktarını ve doymamış yağ asidi düzeyini önemli oranda artırdığını bildirmektedirler.

SONUÇ

Protozoonların ruminant sindirimindeki rolleri; konakçı hayvanın ırkı, verim tipi ve kullanılan rasyonun bileşimine bağlı olarak değişmektedir. Ayrıca protozoonlar rasyonla alınan besin maddelerinin rumende sindirimi ile bakteri ve mantarları miktar olarak değiştirebilmekte ve sonuçta bağırsaklara gelen besin maddesi miktar ve türünü etkileyebilmektedir. Hem bağırsaklara gelen hem de plazma serbest amino asit miktarını artırması ve idrarla atılan azot miktarını azaltması nedeniyle

ruminantlardaki azot döngüsünü daha iyi sağlaması açısından defaunasyonun yararlı olduğu söylenebilir. Bununla birlikte, defaunasyon pek çok etkileşimi de içermekte ve azot metabolizması bu etkileşimin sadece bir kısmını oluşturmaktadır. Bu ise ancak proteince fakir rasyonla beslenen ruminantların veriminde sözkonusu olabilmektedir. Koyunlarda yapağı, Ankara keçilerinde de tiftik verimini artırmak için defaunasyondan yararlanılabilir. Özellikle rasyondaki bazı mineral aşırılıklarında defaunasyon bir dezavantaj, eksikliklerinde ise avantaj olduğu görülmektedir. Buda ruminantların bulundukları coğrafyada yetişen bitkilerin mineral düzeylerine göre değerlendirilebilir. Ayrıca hayvansal ürünlerde doymuş yağa talep düşük olduğundan ruminantları, rumen fermentasyonundan korunarak alt sindirim organlarına geçebilen doymamış yağ asitleriyle besleme yerine defaunasyon daha yararlı olabilir.

KAYNAKLAR

- Ankrah P, Loerch SC, Kampman KA, Dehority BA (1990) Effect of defaunation on in situ dry matter and nitrogen disappearance in steers and growth of lambs. *J. Anim. Sci.*, 68, 3330-3336.
- Beckert ER, Schultz JA, Emmerson MA (1930) Experiments on the physiological relationships between the stomach infusoria of ruminants and their hosts with bibliography. *Iowa State Col. J. Sci.*, 4, 215-241.
- Bird SH, Hill MK, Leng RA (1979) The effects of defaunation of the rumen on the growth of lambs on low-protein-high-energy diets. *Br. J. Nutr.*, 42, 81-87.
- Bird SH, Leng RA (1984) Further studies on the effects of the presence or absence of protozoa in the rumen on live-weight gain and wool growth in sheep. *Br. J. Nutr.*, 52, 607-611.
- Bird SH, Romulo B, Leng RA (1994) Effects of lucerne supplementation and defaunation on feed intake, digestibility, N retention and productivity of sheep fed straw based diets. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 45, 119-129.
- Bonhomme A (1990) Rumen ciliates: Their metabolism and relationship with bacteria and their hosts. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 30, 203-266.
- Bonhomme A, Quintana C, Durand M (1980) Electron microprobe analysis of zinc incorporation into rumen protozoa. *J. Protozool.*, 27, 491-497.
- Bonhomme A, Durand M, Quintana C, Halpern S (1982) Influence du cobalt et de la vitamine B12 sur la croissance et la survie des ciliés du rumen *in vitro*, en fonction de la population bacterienne. *Reprod. Nutr. Dev.*, 22, 107-122.
- Broudicou L, Van Nevel CJ, Demeyer DI (1990) Effects of soja oil hydrolysate on rumen digestion in defaunated and refaunated sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 30, 51-67.
- Broudicou L, Pochet S, Poncet C (1994) Effect of linseed oil supplementation on feed degradation and microbial synthesis in the rumen ciliate-free and refaunated sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 49, 189-202.
- Byers FM, Schelling GT (1988) Lipids in ruminant nutrition. In: *The Ruminant Animal; Digestive*

- Physiology and Nutrition, Ed. D.C. Church, Pp; 298-312. Printice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Chalupa W, O'Deal GD, Kutches AJ, Lavker R (1967) Changes in rumen chemical characteristics and protozoa populations of animals with depressed milk fat tests. *J. Dairy Sci.*, 50 (Suup.1), 1002 (Abstr.).
- Chaudhary LC, Kamra DN, Agrawal N, Singh R, Pathak NN (1995) Effect of defaunation on enzyme profile and degradability of oat hay in buffalo calf rumen. *Indian J. Microbiol.*, 35,2, 103-107.
- Christiansen WG, Kawashima R, Burroughs W (1965) Influence of protozoa upon rumen acid production and liveweight gains in lambs. *J. Anim. Sci.*, 24, 730-734.
- Church DC (1983) Digestive Physiology and nutrition of ruminants, 3rd ed, Vol.1 and B Books Inc, Oregon.
- Coleman GS (1979) The role of rumen protozoa in the metabolism of ruminants given tropical feeds. *Trop. Anim. Prod.*, 4, 199-205.
- Coleman GS (1980) Rumen ciliate protozoa. *Advances in Parasitology*, 18, 121-173.
- Cottle DC (1988) Effects of defaunation of the rumen and supplementation with amino acids on the wool production of housed Saxon merinos. 2. Methionine and protected methionine. *Aust. J. Experim. Agric.*, 28, 179-185.
- Dayrell MS, Ivan M, Hidirolou M (1991) The effect of ruminal protozoa on selenium status in sheep. *Can. J. Anim. Sci.*, 71, 1269-1270.
- Demeyer DI (1982) Influence of calcium peroxide on fermentation pattern and protozoa in the rumen. *Arch. Tierernähr.*, 32, 579-593.
- De Smet S, Demeyer DI, Van Nevel CJ (1992) Effect of defaunation and hay:concentrate ratio on fermentation, fiber digestion and passage in the rumen of sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 37, 333-344.
- Eksen M, Durgun Z, Akmaz A, İnal Ş, Şeker E (1990) Kuzularda bazı rumen ve kan metabolitleri, vücutta azot tutulması, yemden yararlanma ve karkas özellikleri ile canlı ağırlık artışı üzerine mikrofaunanın etkisi. *TÜBİTAK, VHAG-773*.
- Eryavuz A (1999) Faunalı ve faunasız Ankara keçilerinde rasyona çinko katılmasının bazı rumen ve kan metabolitleri ile tiftik verimi ve niteliğine etkileri. Doktora Tezi, S.Ü.Sağ. Bil. Enst., Konya.
- Fenn PD, Leng RA (1990) The effect of Bentonite supplementation on ruminal protozoa density and wool growth in sheep either fed roughage based diets or grazing. *Aust. J. Agric. Res.*, 41, 167-174.
- Foulkes D, Leng RA (1988) Dynamics of protozoa in the rumen of cattle. *Br. J. Nutr.*, 59, 429-436.
- Gruby D, Delafond O (1843) Recherches sur les animalcules se developpent en grand nombre dans l'estomac et dans les intestins pendant la digestion des animaux herbivores et carnivores. *Compt. Rend. Acad. Sci.*, Paris, 17, 1305-1308.
- Gupta R, Chaudhary UB, Chauhan TR (1993) Effect of protein supplementation and defaunation on the growth rate of young buffalo heifers. *Indian J. Anim. Sci.*, 63,2, 179-183.
- Harfoot, C.G. (1981) Lipid metabolism in the rumen. In: *Lipid Metabolism in Ruminant Animals*, Ed. W.W. Christie, Pp; 21-56. Pergamon Press, Elmsford, NY.
- Hristov AN, Allister TA, Van Herk FH, Cheng KJ, Newbold CJ, Cheeke PR (1999) Effect of *Yucca schidigera* on ruminal fermentation and nutrient digestion in heifers. *J. Anim. Sci.*, 77, 2554-2563.
- Hsu JT, Fahey GC, Merchen NR, Berger LL, Clark JH (1989) The efficacy of alkanate 3SL3, calcium peroxide and nystatin as defaunating agents in sheep. *Nutr. Report. Inter.*, 39,1, 205-213.
- Hsu JT, Fahey GC, Merchen NR, Mackie RI (1991) Effects of defaunation and various nitrogen supplementation regimens on microbial numbers and activity in the rumen of sheep. *J. Anim. Sci.*, 69, 1279-1289.
- Huhtanen P, Brotz PG, Satter LD (1997) Omasal sampling technique for assessing fermentative digestion in the forestomach of dairy cows. *J. Anim. Sci.*, 75, 1380-1392.
- Ivan M (1989) Effects of faunation and type of dietary protein on gastric solubility and liver content of copper in sheep. *J. Anim. Sci.*, 67, 3028-3035.
- Ivan M, Hidirolou M, Petit HV (1991) Duodenal flow of nitrogen following protozoal inoculation of fauna-free sheep fed a diet supplemented with casein or soybean meal. *Can. J. Anim. Sci.*, 71, 793-801.
- Ivan M, Dayrell MS, Hidirolou M (1992a) Effects of Bentonite and Monensin on selected elements in the stomach and liver of fauna-free and faunated sheep. *J. Dairy Sci.*, 75, 201-208.
- Ivan M, Dayrell SM, Mohadovan S, Hidirolou M (1992b) Effects of Bentonite on wool growth and nitrogen metabolism in fauna-free and faunated sheep. *J. Anim. Sci.*, 70, 3194-3202.
- Ivan M, Mahodevan S, Dayrell SM (1996) Duodenal flow of microbial and feed nitrogen in sheep fed normal soybean meal or soybean meal treated with modified zein. *J. Dairy Sci.*, 79, 121-126.
- Jouany JP (1989) Effects of diet on populations of rumen protozoa in relation to fibre digestion, In "The Roles of Protozoa and Fungi in Ruminant Digestion" eds. JV Nolan, RA Leng, DI Demeyer, pp: 59-74, Penambul Books, Armidale, Australia.
- Jouany JP (1995) Effect of rumen protozoa on nitrogen utilization by ruminants. FASEB meeting. Atlanta, Georgia, USA (April 9th 1995) Conference on "Nitrogen Metabolism in The Rumen" (Coordinator G.A. Broderick).
- Jouany JP, Sénaud J (1979) Defaunation du rumen de mouton. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 19, 619-624.
- Jouany JP, Ivan M, Papon Y, Lassalas B (1992) Effects of *Isotricha*, *Eudiplodinium*, *Epididinium* + *Entodinium*, and a mixed population of rumen protozoa on the in vitro degradation of fishmeal, soybean meal and casein. *Can. J. Anim. Sci.*, 72, 871-880.
- Jouany JP, Sénaud J, Toillon S, Ben Salah M, Bohatier J, Prensier G (1995) Effect of ruminal inoculation of *Isotricha* alone or a mixed B-type fauna in a defaunated rumen on the digestion of a hay-maize diet (70:30) in sheep. *Reprod. Nutr. Dev.*, 35, 11-25.
- Keçeci T, Kocabatmaz M, Eryavuz A (1996) Koyunlarda rumene verilen glikozun rumen pH'sı, uçucu yağ asitleri ve protozoonlar üzerine etkisi. *Vet. Bil. Derg.*, 12, 1, 15-21.
- Kennedy DW, Craig WM, Southern LL (1993) Ruminal distribution of zinc in steers fed a polysaccharide-zinc complex or zinc oxide. *J. Anim. Sci.*, 71, 1281-1287.

- Kinosita M, Imai S, Ishii T, Ogimoto K (1984) Functional morphology of the utilization of starch grain by rumen Entodiniid ciliates *in vitro*. Jpn. J. Zootech. Sci., 55, 864-876.
- Kreuzer M (1986) Methodik und anwendung der defaunierung beim wachsenden wiederkauer. J. Vet. Med. A., 33, 721-745.
- Kudo H, Cfeng KJ, Imai S, Han SS, Casterton JW (1990) Effect of feed on the composition of the rumen ciliate protozoal population in cattle and its relationship to cellulolytic ciliate protozoa. Anim. Feed Sci. Technol., 29, 159-169.
- Lu C, Jorgenson N (1987) Alfalfa saponins affect site and extent of nutrient digestion in ruminants. J. Nutr., 117, 919-927.
- Mansfield HR, Endres MI, Stern MD (1995) Comparison of microbial fermentation in the rumen of dairy cows and dual flow continuous culture. Anim. Feed Sci. Technol., 55, 47-66.
- Mathieu F, Sénaud J, Jouany JP (1995) Effect of the addition of mixed B-type protozoa in defaunated rumen of sheep on the degradation and fermentation of different proteins. Ann. Zootech., 44, 226.
- Mendoza GD, Britton RA, Stock RA (1993) Influence of ruminal protozoa on site and extent of starch digestion and ruminal fermentation. J. Anim. Sci., 71, 1572-1578.
- Michalowski T (1989) The importance of protein solubility and nature of dietary nitrogen for the growth of rumen ciliates *in vitro*. In "The Roles of Protozoa and Fungi in Ruminant Digestion" eds. JV Nolan, RA Leng, DI Demeyer, pp: 223-232, Penambul Books, Armidale, Australia.
- Michalowski T (1990) The synthesis and turnover of the cellular matter ciliates in the rumen. Acta Protozool., 29,1, 47-72.
- Naziroğlu M, Aksakal M (1997) Kuzularda E vitamini ve selenyumun rumen protozoonları üzerine etkileri. Tr. J. Vet. Anim. Sci., 21, 81-90.
- Newbold CJ, Chamberlain DG (1988) Lipids as rumen defaunating agents. Proc. Nutr. Soc., 47, 154-157.
- Newbold CJ, Chamberlain DG, Williams AG (1986) The effect of defaunation on the metabolism of lactic acid in the rumen. J. Sci. Food Agric., 37, 1083-1090.
- Noble RC (1984) Essential fatty acids in the ruminant. In "Fats in Animal Nutrition", ed. J. Wiseman, pp; 185-200. Butterworths, London.
- Pal DT, Kamra DN, Pathak NN, Singh R (1994) Effect of protozoa in the rumen and protein level in diet on nutrient utilization and performance of crossbred calves. Int. J. Anim. Sci., 9,2, 289-292.
- Romulo BH, Bird SH, Leng RA (1986) The effects of defaunation on digestibility and rumen fungi counts in sheep fed high-fibre diets. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod., 16, 327-330.
- Rowe JB, Daveis A, Brome AWJ (1985) Quantitative effects of defaunation on rumen fermentation and digestion in sheep. Brit. J. Nutr., 54,105-119.
- Santra A, Kamra DN, Pathak NN (1996) Influence of ciliate protozoa on biochemical changes and hydrolitic enzymes in the rumen of Murrah buffalo (*Bubalus bubalis*). Buffalo J., 12,1, 95-100.
- Sénaud J, Jouany JP, Lassalas B, Bohatier J (1995) Digestion of a dehydrated lucerne/barley diet (70:30) in defaunated, Isotricha-monoinoculated and mixed-fauna-inoculated rumen in sheep. Reprod. Nutr. Dev., 35:249-266.
- Ushida K, Jouany JP (1985) Effects of protozoa on rumen protein degradation in sheep. Reprod. Nutr. Develop., 25, 1075-1081.
- Ushida K, Koneko T, Kojima Y (1987) Effect of presence of large entodiniomorphid protozoa on the rumen bacterial flora, fauna composition of small entodinia and *in vitro* cellulolysis and xylanolysis. Jpn. J. Zootech. Sci., 58, 893-899.
- Ushida K, Jouany JP, Demeyer DI (1991) Effects of presence or absence of rumen protozoa on the efficiency of utilization of concentrate and fibrous feeds, In "Physiological Aspects of Digestion and Metabolism" eds. Tsuda T, Sasaki Y, Kawashima R, pp: 625-654. Proceedings of The Seventh International Symposium on Ruminant Physiology. Academic Press. Tokyo, Japan.
- Ushida K, Newbold CJ, Fonty G, Morvan B, Jouany JP (1995) Interspecies hydrogen transfer between the rumen ciliate *Polyplastron multivesiculatum* and methanogenic bacteria. Proc. Jpn. Soc. Rum. Metab. Physiol., 6,2, 61-63.
- Van Nevel CJ, Demeyer DI (1977) Determination of rumen microbial growth *in vitro* from ³²P-labelled phosphate incorporation. Br. J. Nutr., 38, 101-114.
- Veira DM (1986) The role of ciliate protozoa in nutrition of the ruminant. J. Anim. Sci., 63, 1547-1560.
- Wallace RJ, Broderick GA, Brammall ML (1987) Microbial protein and peptide metabolism in rumen fluid from faunated and ciliate-free sheep. Br. J. Nutr., 58, 87-93.
- Williams AG (1986) Rumen holotrich ciliate protozoa. Microbial. Rev., 50, 25-40.
- Yang CM, Varga GA (1993) The effects of continuous ruminal dosing with dioctyl sodiumsulphosuccinate on ruminal and metabolic characteristics of lactating Holstein cows. Br. J. Nutr., 69, 397-408.
- Zembayashi M (1974) Studies on the effect of minerals on the activities of rumen microorganisms. Ph. D. Thesis, Kyoto University.