



Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/yyufbed>



Araştırma Makalesi

Van ilinde Kesilen Besi Sığırları ile Koyunların Rumen Fermentasyon Özellikleri ve Rumen Siliyatları Üzerine Bir Çalışma

Muhammed Fatih CEYHAN, Sibel ERDOĞAN*

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 65090, Van, Türkiye

*Sorumlu yazar e-posta: serdogan@yyu.edu.tr

Öz: Bu çalışma, Van ilindeki bir kesimhaneye getirilen besi sığırları ve tokluların rumenlerinde yaşayan rumen siliyatlarının bulunuş yüzdelerini, mililitre başına toplam sayılarını ve rumen fermentasyon özelliklerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, 10 baş ortalama 24 aylık besi sığırı ile 10 baş ortalama 8 aylık toklu hayvan materyal olarak kullanılmıştır. Seçilen hayvanların postmortem muayenesi sırasında abdominal bölge açıldıktan hemen sonra ön mideler tamamen çıkarılmış; omasum ve abomasum bıçak yardımıyla ayrıldıktan sonra rumen içeriği ve rumen sıvısı örnekleri alınmıştır. Rumen $\text{NH}_3\text{-N}$ konsantrasyonları, erkek kuzularda anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Rumen asetat konsantrasyonu, besi sığırlarında 67.72 mmol/L iken, erkek kuzularda 61.12 mmol/L olarak saptanmıştır ($P<0.05$). Her iki türde rumen propiyonat konsantrasyonu benzerlik gösterirken, rumen bütirat konsantrasyonu erkek kuzuların rumen sıvısında daha yüksek tespit edilmiştir ($P<0.05$). Besi sığırları ve erkek kuzuların rumenlerinde bulunan siliyatların sayısal yoğunluğu ($\times 10^4 \text{ mL}^{-1}$) ve Mann-Whitney U testi ile elde edilen istatistiksel sonuçlar incelendiğinde, kuzuların daha düşük siliyat yoğunluğuna sahip olduğu, sığırların ise bu konuda belirgin bir üstünlük sergilediği ortaya konulmuştur ($P<0.005$). Sonuç olarak, hayvan sahipleriyle yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen bilgilere dayanarak, besi yapılan kuzu ve sığırların rumen fermentasyon özelliklerinden $\text{NH}_3\text{-N}$ konsantrasyonu, asetik asit ve bütirik asit konsantrasyonlarının rasyon bileşimlerinden etkilendiği belirlenmiştir. Besi rasyonlarında dane yem oranının yüksek olması hem sığırlarda hem de kuzularda Entodiniomorphida familyasından *Entodinium sp.*'nin yoğun olarak bulunmasına neden olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Koyun, Rumen fermentasyonu, Rumen siliyatları, Sığır

A Study on the Rumen Fermentation Characteristics and Rumen Ciliates of Fattened Cattle and Sheep Slaughtered in Van Province

Abstract: This study aimed to determine the occurrence percentages, total counts per milliliter, and rumen fermentation characteristics of rumen ciliates in the rumen of fattened cattle and lambs brought to a slaughterhouse in Van province. Accordingly, 10 fattened cattle with an average age of 24 months and 10 lambs with an average age of 8 months were used as animal material. During the postmortem examination of the selected animals, the abdominal region was opened, and the entire fore-stomachs were removed immediately. After separating the omasum and abomasum with a knife, rumen contents and rumen fluid samples were collected. Rumen $\text{NH}_3\text{-N}$ concentrations were significantly higher in male lambs ($P<0.05$). The rumen acetate concentration was 67.72 mmol/L in fattened cattle and 61.12 mmol/L in male lambs ($P<0.05$). While the rumen propionate concentrations were similar in both species, the rumen butyrate concentration was higher in the rumen fluid of male lambs ($P<0.05$). Analyzing the numerical density of ciliates ($\times 10^4 \text{ mL}^{-1}$) in the rumens of fattened cattle and lambs and the statistical results obtained through the Mann-Whitney U test, lambs exhibited lower ciliate density, whereas cattle demonstrated a significant advantage in this regard ($P<0.005$). In conclusion, based on the information gathered from interviews with animal owners, it was determined that the rumen fermentation characteristics rumen $\text{NH}_3\text{-N}$, acetic acid, and butyric acid concentrations were influenced by the composition of the ration in fattened lambs and cattle. The high proportion of grains in the fattening rations led to a higher prevalence of *Entodinium sp.*, a member of the Entodiniomorphida family, in both cattle and lamb rumen.

Keywords: Cattle, Rumen ciliates, Rumen fermentation, Sheep

Gönderilme Tarihi: 12.12.2024

Kabul Tarihi: 20.02.2025

Nasıl atıf yapılır: Ceyhan, M. F., & Erdoğan, S. (2025). Van ilinde kesilen besi sığırları ile koyunların rumen fermentasyon özellikleri ve rumen siliyatları üzerine bir çalışma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 30(1), 354-362. <https://doi.org/10.53433/yyufbed.1600490>

1. Giriş

Ruminantlar diğer tek midelilerden farklı bir mide yapısına sahiptir. Tek midelilerde kimyasal sindirimin olduğu tek odacıklı mideden bahsedilirken, ruminantlarda mide anatomik yapı itibarıyla 4 odacıklı olup ilk 3 bölümü ön mide (rumen, retikulum ve omasum), son bölüm ise gerçek midedir (abomasum). Ön midede mikrobiyel sindirim, gerçek mide de ise kimyasal sindirim söz konusudur (Patterson, 1992). Organizmalar içerisinde doğada yapısal karbonhidratları (selüloz, hemiselüloz, sellebiyoz, pektin vb) sindirebilen tek hayvan türü ruminantlar olup bu özelliği ile kaba yem niteliği yüksek olan yem materyallerini en iyi şekilde sindirerek elde ettikleri enerjiyi yaşamlarını ve verimlerini devam etmek için kullanan ender canlılardır. Ruminantlar selülozun sindiriminden sorumlu olmayıp bitki hücre duvarı elamanları ruminant ile simbiyotik şekilde yaşayan rumen mikroorganizmaları tarafından sindirilmektedir (Church, 1993).

Mikroorganizmaların bulunma eğilimi biyolojik etkileşimlerin fazla olduğu alanlarda yoğunluk gösterir. Rumen mikroorganizma popülasyonu; 10^{10} - 0^{11} hücre/ml bakteri, 10^7 - 10^9 hücre/ml arkea, 10^4 - 10^6 hücre/ml protozoa, 10^3 - 10^5 zoospor/ml mantar ve 10^8 - 10^9 hücre/ml bakteriofajlardan oluşmaktadır (Kamra, 2005). Rumen ortamı mikroorganizmalar için en uygun mikro ekosistemlerden biridir. Rumende büyüyen ve kalıcı olan mikroorganizma türleri bu ekosistemin özel koşullarına en iyi uyum sağlamış olanlardır. Rumendeki düşük oksijen konsantrasyonu, -250 ile -450 milivolt arasında ölçülen negatif oksidasyon-redüksiyon potansiyeli ile gösterildiği üzere, yalnızca oksijenin tamamen yokluğunda veya çok düşük seviyelerde varlığında yaşayabilen zorunlu anaerobik mikroorganizmaların varlığına işaret etmektedir. Bu mikroorganizmalar, oksijenin olmadığı ortamlarda büyüme ve çoğalma yeteneğine sahiptir. Ancak aerobik koşullarda büyüeyebilen fakültatif anaeroblar da bulunmaktadır. Rumen duvarından geçerek veya yemin bünyesine giren oksijen rumen duvarına yapışık durumda bulunan mikroorganizmalar veya rumendeki mantarlar tarafından kullanılarak karbondioksit üretirler ve bu şekilde rumendeki anaerobik ortamı hazırlarlar. Rumen gaz karışımının kompozisyonu %65 CO₂, %27 CH₄, %7 N, %0.6 O₂, %0.2 H₂ ve % 0.01 H₂S'dür. Rumen içeriği pH'sının ağızda üretilen salya tarafından tamponlanması sağlamaktadır. Rumenin normal pH aralığındaki en önemli tamponları, tükürük sayesinde gelen tamponlayıcı maddelerdir. Ruminantlarda tükürükle büyük miktarlarda bikarbonat (HCO₃⁻) ve fosfat (PO₄) tampon maddeleri salınımı ile rumen fermentasyon pH'sının 6-7 arasında gerçekleşmesini sağlar. Yapılan bir çalışmada sığır tükürük pH'sının 8.6, koyun tükürüğünün pH'sının ise 8.1 olduğu belirtilmiştir (Beal, 1974).

Ruminantlarda ön mide ve bölümleri ilgili çalışmaların yapılmaya başlamasından sonra 1920'li yıllarda rumende yaşayan mikroorganizmalar ve özellikle protozoonların tanımlanması, morfolojisi ve işlevleri konusunda önemli çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (Patel ve Ambalam, 2018). Yapılan çalışmalarda protozoonların, mikrobiyal popülasyonun önemli bir bileşeni olduğu ve rumen ekosisteminin işlevselliğinde rol oynadığı belirlenmiştir (Williams ve ark., 1992). Rumende yaşayan protozoonlar kamçılılar (Mastigophora) ve siliyatlar (Ciliophora) olmak üzere iki grup halinde sınıflandırılmakla birlikte rumendeki protozoonların çoğunluğunu siliyatlar oluşturmaktadır. Siliyat protozoonlar değişik ve sert bir pelikül, kalın bir ektoplazma ve peristom hariç diğer kısımlarda sillerin bulunmayışı ile karakterize olan Entodiniomorphida takımı ile çoğunlukla uniform olarak silli bir vücutta, türe göre değişen karakteristik yerleşimlerde bulunan bir ağıza ve bazen de bir konkresyon vakuölüne sahip "holotrich" siliyatlar olmak üzere 2 siliyat gruba ayrılır (Imai, 1998).

Siliyat protozoonların ruminantların beslenmesi üzerinde doğrudan veya dolaylı etkileri vardır. Siliyatların varlığı veya yokluğu durumunda rumen pH'sının, amonyak konsantrasyonunun, rumen substrat düzeyinin, bakteri sayısı ve tiplerinin değiştiği ve sonuç olarak sindirim hızının ve kapsamının etkilendiği bildirilmiştir (Veira, 1986).

Protozoonlar rumende yapısal karbonhidratların (selüloz, hemiselüloz, pektin, nişasta gibi) sindiriminde 1/3'lik kısmından sorumludur. Flagellatalı protozoonlar nişasta ve hemiselülozun yıkımında etkin bir şekilde görev alırken, selülozun yıkımında ise siliyatlı protozoonlar önemli rol oynamaktadır (Ünay ve ark., 2008). Kaba ve kesif yem içerikli rasyonların kullanımı durumunda rumendeki protozoonların değişimlerini inceleyen Ushida ve ark. (1988), kolay eriyebilir karbonhidrat içeriği yüksek kesif yemlerin kullanılması durumunda rumen sıvısında laktik asit konsantrasyonunun ve Holotrich tipi protozoonların sayısının arttığını tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar, Holotrich tipi siliyatların genellikle eriyebilir karbonhidratların fermentasyonundan sorumlu olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, ruminantlara verilen rasyonun kalitesi ve miktarı ile rumendeki protozoon türleri ve sayıları

arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır. Entodiniomorphid siliyatlar, yapısal olarak Holotrichlerden daha karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu protozoonlar, nişastayı fagosite ederek sindirebilme yeteneğine sahiptir. Ayrıca, yapısal olmayan karbonhidratların fermentasyonundan sorumlu olan bu tür protozoonlar, dane yem ve nişasta oranı yüksek rasyonlarla beslenen hayvanların rumen sıvısında Entodinium ve Epidinium türlerinin sayısındaki artışla ilişkilendirilmektedir (Coleman, 1992). Ushida ve ark. (1990); koyunlarda protozoonların defaunasyonu (yok edilmesi) ile rumende protein yıkımının düştüğünü, protozoa varlığında ise rumende amonyak azotu konsantrasyonunun arttığını bildirmişlerdir. Protozoonların olmadığı koyunlarda bakteriyel protein sentezi ve mikrobiyel protein etkinliği ile protozoonların varlığındaki duedonuma akan mikrobiyel protein sentez etkinliğinin farklı olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler ile protozoonların rumende proteinlerin yıkılımı üzerinde etkili olduğunu göstermiştir.

Rumen protozoonlarının lipid metabolizması üzerindeki rolleri hala tam olarak anlaşılamamıştır (Newbold ve ark., 2015). Ancak aktif olarak lipolize katkıda bulunduğu ve hatta siliyatların (özellikle Epidinium türleri) farklı mekanizmalarla rumen biyohidrojenizasyonunda etkin rol aldığı ifade edilmiştir (Harfoot ve Hazelwood, 1997; Jenkins ve ark., 2008; Nagaraja, 2016).

Protozoonlar ruminal içerikte rumen amonyak havuzunu dengelemede (nitrat- nitrit konsantrasyon) (Yoshida ve ark., 1982) ve bazı mikotoksinleri parçalamada (Kiessling ve ark., 1984) fonksiyonel oldukları için bu tür bir detoksifikasyonun, kontamine yemleri yiyen ruminantlar açısından da bir avantaj olacağı açıktır.

Bu gibi nedenlerden dolayı rumen protozoonlarının farklı türlerde popülasyonlarının ve türe özgü siliyat protozoonların tanımlanması gerekmektedir. Bazı siliyatlar muhtemelen konakçıya özgü olabilir (Ito ve Imai, 1990; Ito ve ark., 1995; Göçmen ve Öktem, 1996; Imai, 1998). Protozoonlar rumen biyokütlesinin büyük bir bölümünü oluşturmalarına rağmen, rumen fermentasyonundaki rolleri ve konakçının metabolizmasına ve beslenmesine katkıları hala önemli bir tartışma konusudur (Williams ve ark., 1992). Rumen siliyat kompozisyonunun bilinmesi ve konakçılar arasındaki faunal benzerlik ve farklılıkların ortaya çıkarılarak karşılaştırılmasının, konağın ve söz konusu siliyatların coğrafik dağılımı, konakçının beslenme şekli ve fizyolojisi ile siliyat türlerinin spesifikliğine ilişkin veriler sağlayacağı açıktır. Bu çalışmada, Van ili kesimhanesine getirilen besi sığırları ile erkek kuzuların rumenlerinde yaşayan rumen siliyatlarının bulunuş yüzdeleri, mililitredeki toplam sayıları ile rumen fermentasyon özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Hayvan materyali

10 baş ortalama 24 aylık erkek Simental sığırı ile 10 baş 2 aylık süttan kesilen ve 70 gün besiye alınan Karakaş erkek kuzuları hayvan materyali olarak kullanılmıştır. Hayvan materyalleri hakkında genel bilgiler (kulak numarası, beslenme şekli, yaşı, ırk ve besi süresi) hayvan sahipleri ile yüz yüze görüşülerek belirlenmiştir. Kesimhaneye gelen erkek kuzular Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü Koyunculuk Ünitesi'nde yürütülen bireysel araştırma projesinin kuzuları olup, proje sahibi ile yapılan görüşmeler neticesinde besi kuzularının 70 gün süreyle 12.60 mJ/kg KM metabolik enerji ve 165 g/kg KM ham protein içerikli kesif yemle besiye alındıkları bilgisine ulaşılmıştır. Kuzulara verilen besi karma yemi arpa, mısır, kenevir tohumu küspesinden oluşturulmuştur ve canlı ağırlığın %4.5'ü kadar yem tükettikleri bildirilmiştir. Kesimhaneye gelen besi sığırları ise hayvan sahipleri ile görüşüldüğünde arpa (ezme), buğday samanı, çayır kuru otu ve şeker pancar posasından oluşan bir rasyon tükettiklerini beyan etmişlerdir.

Çalışmada kullanılacak olan hayvanlar belirlendikten sonra kesim sırasına alınırken numaralandırılmıştır. Postmortem olarak abdominal bölge açıldığında ön midelerin tamamı çıkarılır çıkarılmaz omasum ve abomasum bıçakla ayrıldıktan sonra rumen içeriği ve rumen sıvısı örneklemesi yapılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Rumen fermentasyon özelliklerinin belirlenmesi

Rumen sıvısının pH'sı, 50 ml rumen sıvısı alınır alınmaz pH-metre ile ölçülmüştür. pH değeri ölçüldükten sonra rumen sıvısı 4 katlı gazlı bez ile süzülerek 10 ml rumen sıvısı $\text{NH}_3\text{-N}$ için ve 10 ml rumen sıvısı da uçucu yağ asitleri (UYA) konsantrasyonu için örnekleme yapılmıştır. Rumen $\text{NH}_3\text{-N}$ için alınan 10 ml rumen sıvısına rumen mikroorganizmaların aktivitesini durdurmak için %50'lik H_2SO_4 0.2 ml çözelti ilave edilmiştir. UYA analizleri için behere alınan 10 ml rumen sıvısı örneklerine %25 metafosforik asit çözeltisinden 2 ml ilave edilmiştir. Alınan örnekler UYA ve NH_3 analizleri yapılmaya kadar -20°C 'de depolanmıştır. UYA analizleri için alınan örnekler oda sıcaklığında çözündürüldükten sonra 12000 rpm 10 dakika santrifüjlenmiştir. Santrifüj sonrasında supernatanttan 2 ml'lik viallere örnekleme yapılarak 300x7.8mm HPX-87H kolonu ile mobil faz 0.015 N H_2SO_4 + 0.0034 M EDTA, akış oranı 0.7 ml/dk, kolon sıcaklığı 45°C , dedektör PDA – DAD ve enjeksiyon hacmi 50µl olacak şekilde HPLC koşulları ayarlanmıştır (Vargis ve ark., 2020). Rumen $\text{NH}_3\text{-N}$ analizi ise Markham (1942) tarafından geliştirilen distilasyon yöntemine göre yapılmıştır. Bunun için santrifüj edilmiş rumen sıvısından 2 ml Kjeldahl tüpüne alınarak üzerine %40 NaOH çözeltisinden 1 ml ilave edilip destilatın toplanacağı erlen mayere ise %2'lik H_3BO_3 çözeltisinden 5 ml, metilen kırmızısı indikatöründen ise 3 damla ilave ederek distilasyon düzeneği ortalama 3 dk süresince çalıştırılmıştır. Toplanan destilat N/70'lik H_2SO_4 çözeltisi ile titre edilerek rumen sıvısı $\text{NH}_3\text{-N}$ 'u konsantrasyonu belirlenmiştir.

2.2.2. Rumen siliyatların belirlenmesi

Protozoonların sayımı için kesimhanede hayvanların rumenleri çıkar çıkmaz 40°C 'lik sıcak suyun bulunduğu termoboksun suyu boşaltıldıktan hemen sonra rumen sıvısı doldurularak üzerine CO_2 gazı verilir hava almayacak şekilde kapatılıp laboratuvara getirilmiştir. Rumen siliyatlarını rumen içeriğinden ayırmak için rumen içeriği 150 rpm 5 dk santrifüj edilerek supernatant atılmış ve üzerine %30'luk sukroz çözeltisinden 40 ml ilave edilerek 3 dk daha 150 rpm santrifüjlenmiştir. Santrifüj sonrasında supernatant tekrar uzaklaştırılmış ve üzerine %0.9 NaCl solüsyonu ilave edilerek üç kez 150 rpm 5 dk santrifüj edilerek siliyatların ayrılması sağlanmıştır. Işık mikroskobu için siliyatların MFS solüsyonu (metil-formalin-salin) boyaması ve sabitlemesi yapılmıştır (Ogimoto ve Imai, 1981). Bu yöntemde ayrılan siliyatların 5 katı ölçüsünde MFS solüsyonu (100 ml %35 formaldehit çözeltisi, 900 ml distile su, 0.6 g metil yeşili boyası çözeltisi ve 0.8 g NaCl) ilave edilmiş ve protozoonların boyanması için en az 30 dakika beklenmiştir. Dakikada 500 rpm'de santrifüj edilerek dipteki çökeltiden lam üzerine birkaç damla konulup yayılması sağlanarak lamel ile hava kabarcığı kalmayacak şekilde kapatılmış ve en çok görülen cinslerin fotoğrafları çekilmiştir.

2.2.3. İstatistik analizler

Rumen fermentasyon özelliklerinin incelenmesi için faktörler arasındaki farklılıkların belirlenmesinde t testi, rumen siliyatları sayısı için Mann Whitney U testi kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen verilerin istatistik analizinde SAS Versiyon 9.4 (2020) paket programı kullanılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Koyunların ve besi sığırların rumen fermentasyon özellikleri

Araştırmada kullanılan besi sığırları ile erkek kuzuların rumen fermentasyon özellikleri saptanarak Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde her iki türün pH değeri 6.0-6.5 aralığında bulunmuştur. Erkek kuzuların ortalama rumen pH değeri 6.23 iken, besi sığırlarının pH değeri 6.37 olarak belirlenmiş ve rumen pH'sı açısından gözlenen farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

Rumen $\text{NH}_3\text{-N}$ konsantrasyonları erkek kuzularda belirgin şekilde daha yüksek bulunmuştur ($P\leq 0.001$). Besi sığırlarının rumenindeki asetat konsantrasyonu (67.72 mmol/L), erkek kuzuların rumenindeki asetat konsantrasyonuna (61.12 mmol/L) kıyasla anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Bu fark istatistiksel olarak oldukça anlamlıdır ($P\leq 0.001$) ve besi sığırlarının rumeninde

daha fazla asetat üretildiğini göstermektedir. Propiyonat seviyeleri her iki türde de benzerdir ve aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Erkek kuzuların rumen bütirat düzeyi 12.83 mmol/L, besi sığırlarında ise bu değer 10.95 mmol/L olarak belirlenmiş olup bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P=0.004$).

Çizelge 1. Kesimhaneye gelen Karakaş ırkı erkek kuzuların ve Simental ırkı sığırların rumen fermentasyon özellikleri

Tür	n	pH	NH ₃ -N, mg/L	Asetik Asit mmol/L	Propiyonik Asit, mmol/L	Bütirik Asit mmol/L
Koyun	10	6.23±0.09	11.13±0.15a	61.28±0.50b	18.80±0.49	12.83±0.18a
Sığır	10	6.37±0.13	9.02±0.12b	67.72±1.40a	18.36±0.82	10.95±0.55b
P değeri		0.376	≤0.001	≤0.001	0.645	0.004

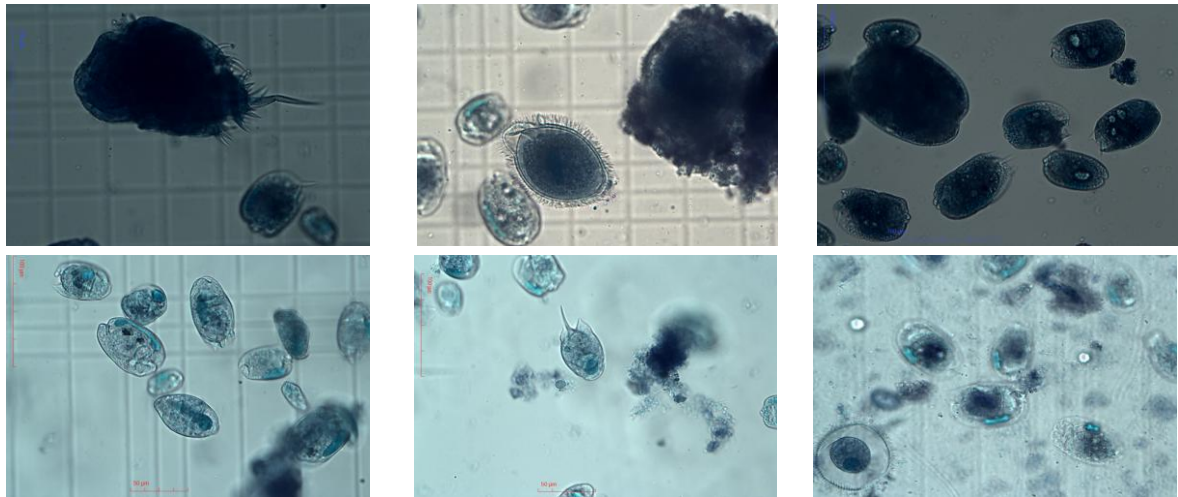
3.2. Koyunlarda ve besi sığırlarında rumen siliyatları

Çizelge 2’de besiye alınan erkek kuzular ile besi sığırlarının rumeninde bulunan siliyatların sayısal olarak yoğunluğunu ($\times 10^4 \text{ mL}^{-1}$) ve Mann-Whitney U testi ile elde edilen istatistiksel sonuçları sunulmuştur. Çizelge incelendiğinde kuzular daha düşük siliyat yoğunluğuna sahipken, sığırlar bu konuda belirgin bir üstünlük göstermiştir ($P<0.005$).

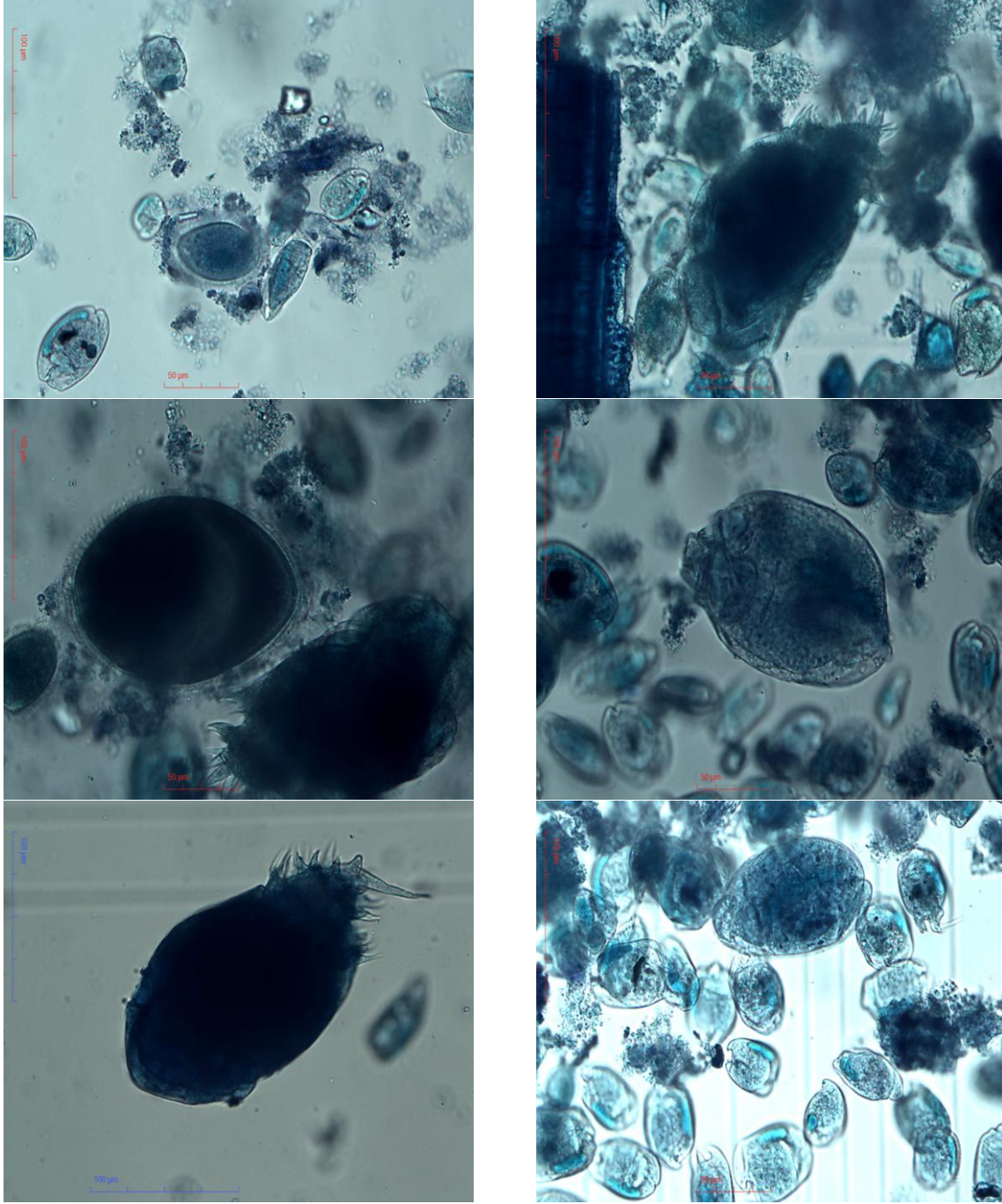
Çizelge 2. Besiye alınmış Karakaş ırkı erkek kuzuların ve Simental ırkı sığırların rumen içeriklerindeki toplam siliyat yoğunluğu

Tür	n	Rumen siliyatları, $\times 10^4 \text{ mL}^{-1}$
Koyun	10	32.9
Sığır	10	69.1
Mann-Whitney U istatistiği ve P değeri		12.000-0.005

Şekil 1 ve 2’de görüldüğü üzere besi yapılan kuzu ve sığırlarda dane yem oranı yüksek olması nedeniyle en yüksek oranda Entodiniomorpha familyasından Entodinium sp daha yoğun olduğu görülmektedir.



Şekil 1. Karakaş erkek kuzularının rumen sıvısındaki bazı siliyatlar (Epidinium sp, Entodinium sp, Diplo-dinium sp, Isotricha sp, Dasytricha sp, Metadinium sp).



Şekil 2. Besi sığırlarının rumen sıvısındaki bazı siliyatlar (Epidinium sp, Entodinium sp, Diplodinium sp, Isotricha sp, Dasytricha sp, Metadinium sp).

4. Tartışma ve Sonuç

Yapılan çalışmada sığır ve koyun türleri karşılaştırıldığında rumen fermentasyon özellikleri bakımından rumen $\text{NH}_3\text{-N}$ konsantrasyonu, rumen asetat ve bütirat konsantrasyonu açısından farklılıklar bulunmuştur. Rumendeki amonyak seviyeleri, diyet protein içeriği, protein yıkım hızı, rumen pH'sı, diyet bileşimi ve mikrobiyal aktivite ilişkili çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Amonyak azotu ($\text{NH}_3\text{-N}$), mikrobiyal protein sentezi için kritik bir azot kaynağıdır ve konsantrasyonu, rumendeki yem fermentasyonunun durumunu gösteren önemli bir göstergedir (Cao ve ark., 2024). Rumendeki amonyak seviyelerini etkileyen birincil faktörlerden biri, diyetin protein içeriğidir. Yüksek düzeyde rumende parçalanabilir protein (RDP), protein yıkımının artması nedeniyle amonyak konsantrasyonlarını artırır (Holder ve ark., 2013). Örneğin, daha yüksek ham protein (CP) konsantrasyonuna sahip diyetlerin,

rumen amonyak ve plazma üre seviyelerini artırdığı gösterilmiştir; çünkü artan RDP miktarı, doğrudan amonyak üretimiyle ilişkilidir (Gabler & Heinrichs, 2003; Holder ve ark., 2013). Buna karşılık, düşük protein içeren diyetler yetersiz amonyak seviyelerine yol açabilir ve bu durum, mikrobiyal aktiviteyi ve rumen sağlığı ile işlevi için gerekli olan UYA'nın üretimini sınırlayabilir (Ismartoyo ve ark., 2024). Çizelge 1 incelendiğinde besi sığırlarına göre erkek kuzularda daha yüksek rumen $\text{NH}_3\text{-N}$ seviyeleri ve bütirat konsantrasyonları belirlenmiştir. Hayvan sahipleri ile görüşüldüğünde besi kuzularının karma yeminin ham protein içeriği 165 g/kg kuru madde olduğu ve karma yem içerisinde protein ek yemi olarak kenevir tohumu küspesi ve kaba yemin ise %15 ham protein içerikli yonca kuru otu olduğu bildirilmiştir. Sığırların ise köylü koşullarında arpa (ezme), buğday samanı, çayır kuru otu ve şeker pancarı posası ile oluşturulan rasyonla besiye alındıkları ifade edilmiştir. Dolayısıyla erkek kuzularda rumen $\text{NH}_3\text{-N}$ seviyeleri ile bütirat konsantrasyonunun yüksek olması rasyonlarında daha yüksek oranda protein olduğunu ve daha fazla protein tükettiğini göstermektedir. Rumen asetat konsantrasyonu ise kuzularla karşılaştırıldığında besi sığırlarında anlamlı derecede daha yüksek asetat üretimi belirlenmiştir. Asetat, rumen fermentasyonunda özellikle selülozun sindirimi sonucu üretilen ana uçucu yağ asididir. Sonuçlar değerlendirildiğinde sığırlardaki daha yüksek asetat üretimi, onların genellikle daha fazla lifli yemlerle beslendiğinin bir göstergesidir. Köylü koşullarında besiye alınan Simental ırkı sığırların rasyonları kaba yem ağırlıklı olup (çayır kuru otu, saman ve şeker pancarı posası) dane yem olarak yalnızca arpa ezmesi kullanılmıştır. Bu noktadan hareketle erkek kuzuların rumen $\text{NH}_3\text{-N}$ konsantrasyonunun daha yüksek, rumen asetik asit konsantrasyonunun ise daha düşük olması rasyonun bileşimden kaynaklanabileceğini düşündürmektedir.

Farklı seviyelerde ham protein içeren yemlerin, Morkaraman kuzu besisinde rumen pH'sı ve amonyak azotu ($\text{NH}_3\text{-N}$) konsantrasyonu üzerine etkilerini inceleyen Kaya ve ark. (2009) rumen sıvısında pH değerinin rasyondaki ham protein oranının artmasıyla değişmediğini ancak $\text{NH}_3\text{-N}$ seviyesinin arttığını bildirmişlerdir. Aynı şekilde Xia ve ark. (2018) ve Xu ve ark. (2019) yapmış oldukları çalışmalarda HP alımı ile hem ruminal pH hem de amonyak konsantrasyonu arasında pozitif bir korelasyon olduğunu bildirmişlerdir.

Rumen fermentasyon parametreleri genellikle beslenme koşullarına göre değişir. Rumen uçucu yağ asitleri konsantrasyonu, enerji seviyesinin artması veya yüksek konsantre yemle birlikte artar. Rasyonun metabolik enerji düzeyinin yüksek olması aynı zamanda rumen bütirat konsantrasyonunu da önemli ölçüde artırır (Wang ve ark., 2020). Ayrıca, yüksek asetik asit ve bütirat konsantrasyonları, yüksek tahıl yemi alımıyla ilişkilidir (Xie ve ark., 2021). Bu çalışmada, bütirik asit seviyelerinin, diyet enerji konsantrasyonu ile arttığı gözlemlenmiştir.

Diyet enerjisi, genel olarak rumen ortamındaki mikrobiyotayı etkiler (Park ve ark., 2020). Genellikle, rumen mikrobiyota çeşitliliği, diyet enerjisi arttıkça azalır (Wang ve ark., 2020). Bu çalışmada besiye alınan erkek kuzuların rumeninde bulunan siliyatların sayısal olarak yoğunluğu besi sığırlarınkinden daha düşük bulunmuş olup sığırlar bu konuda belirgin bir üstünlük göstermiştir. Ayrıca her iki türde de protozoonlardan Entodiniamorphida familyasına ait Entodinidim sp. Yaygın olarak belirlenmiştir. Koyunların sığırlara göre siliyat yoğunluğunun düşük olması muhtemelen, her iki türün beslenme stratejileri, rumen hacmi ve fermentasyon süreçleriyle bağlantılıdır.

Rumen ekosisteminin karmaşıklığına rağmen, rumen mikrobiyotasının kompozisyonu ve bolluğu, filum seviyesinde nispeten istikrarlı olup en yaygın olarak Ciliophora (Siliyat) iken Sarcomastigophora (Kamçılılar) daha düşük yoğunluğa sahiptir. Epidinium, Entodinium, Diplodinium, Isotricha, Dasytricha ve Metadinium sp koyun ve sığır rumeninde en yaygın olarak bulunan protozoon türleridir (Williams ve ark., 1992). Çalışmamızda Entodinium sp daha yoğun oranda görülmektedir. Ruminantların rumeninde bulunan ve tüm siliyat cinsleri içinde en zengini olan Entodinium, nişasta sindiren bir protozoon olup, düşük pH derecelerine karşı dayanıklıdır (Fluharty ve Dehority, 1996). Rumendeki silli protozoonlardan Entodinium toplam protozoal popülasyonun yaklaşık %80'ini, Epidinium, Dasytricha, Isotricha ve Ophryoscolex türler %19'unu ve Polyplastron, Metadinium ve Diplodinium türleri ise %1.2'sini oluşturmaktadır (Kreikemeier ve ark., 1990).

Sonuç olarak, koyunlar ve sığırlar rumen fermentasyonu açısından bazı benzerlikler paylaşırsa da özellikle $\text{NH}_3\text{-N}$ ve uçucu yağ asitleri dağılımı açısından önemli farklılıklar mevcuttur. Bu farklılıklar, iki türün beslenme stratejilerinin rumendeki metabolik süreçleri nasıl etkilediğini göstermektedir.

Teşekkür

Bu araştırma makalesi TÜBİTAK 2209- A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı 2022/2 kapsamında 11270 nolu proje ile desteklenmiş olup finansal destek için TÜBİTAK’a teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Beal, A. M. (1974). A chronic re-entrant parotid duct cannula for long-term salivary collection and replacement in the sheep. *Journal of Physiology*, 242, 22-24
- Church, D. C. (1993). *The ruminant animal: Digestive physiology and nutrition*. Prentice Hall.
- Cao, Z., Yi, M., Zhou, J., Zhang, Z., Liu, Z., Yang, C., Sun, S., Wang, L., Ling, Y., Zhang, Z., & Cao, H. (2024). Multi-omics analysis on the mechanism of the effect of Isatis leaf on the growth performance of fattening sheep. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1332457. <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1332457>
- Coleman, G. S. (1992). The rate of uptake and metabolism of starch grains and cellulose particles by *Entodinium* species, *Eudiplodinium maggii*, some other entodiniomorphid protozoa and natural protozoal populations taken from the ovine rumen. *Journal of Applied Bacteriology*, 73(6), 507–513. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1992.tb05013.x>
- Fluharty, F. L., & Dehority, B. A. (1996). *Effects of sugar beet pulp and corn as energy supplements for cattle fed forage diets on diet digestibility and ruminal microorganisms*. Special Circular-Ohio Agricultural Research and Development Center.
- Gabler, M. T., & Heinrichs, A. J. (2003). Effects of increasing dietary protein on nutrient utilization in heifers. *Journal of Dairy Science*, 86(6), 2170-2177. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73807-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73807-7)
- Göçmen, B., & Öktem, N. (1996). New rumen ciliates from Turkish domestic cattle (*Bos taurus* L.): I - The presence of *Entodinium dalli* Dehority, 1974 with a new forma, *E. dalli f. rudidorsospinatum* n.f. and comparisons with *Entodinium williamsi* n.sp. *European Journal of Protistology*, 32(4), 513-522. [https://doi.org/10.1016/S0932-4739\(96\)80010-1](https://doi.org/10.1016/S0932-4739(96)80010-1)
- Harfoot, C. G., & Hazlewood, G. P. (1997). Lipid metabolism in the rumen. In P. N. Hobson & C. S. Stewart (Eds.), *The rumen microbial ecosystem* (2nd ed., pp. 140–197). Chapman & Hall.
- Holder, V. B., El-Kadi, S. W., Tricarico, J. M., Vanzant, E. S., McLeod, K. R., & Harmon, D. L. (2013). The effects of crude protein concentration and slow release urea on nitrogen metabolism in Holstein steers. *Archives of Animal Nutrition*, 67(2), 93-103. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2013.773647>
- Imai, S. (1998). Phylogenetic taxonomy of rumen ciliate protozoa based on their morphology and distribution. *Journal of Applied Animal Research*, 13, 17–36. <https://doi.org/10.1080/09712119.1998.9706670>
- Ismartoyo, I., Islamiyati, R., & Rusdy, M. (2023). Rumen fermentation of local grasses feed to native goat. *Hasanuddin Journal of Animal Science (HAJAS)*, 5(1), 28-35. <https://doi.org/10.20956/hajas.v5i1.24777>
- Ito, A., & Imai, S. (1990). Ciliated protozoa in the rumen of Holstein Friesian cattle (*Bos taurus taurus*) in Hokkaido, Japan, with the description of two new species. *Zoological Science*, 7(3), 449-458.
- Ito, A., Imai, S., Manda, M., & Ogimoto, K. (1995). Rumen ciliates of Tokara native goat in Kagoshima, Japan. *Journal of Veterinary Medical Science*, 57, 355-357. <https://doi.org/10.1292/jvms.57.355>
- Jenkins, T. C., Wallace, R. J., Moate, P. J., & Mosley, E. E. (2008). Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. *Journal of Animal Science*, 86, 397-412. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0588>
- Kamra, D. N. (2005). Rumen microbial ecosystem. *Current Science*, 89, 124-135.
- Kaya, I., Unal, Y., Sahin, T., & Elmali, D. (2009). Effect of different protein levels on fattening performance, digestibility and rumen parameters in finishing lambs. *J Anim Vet Adv*, 8, 309-312.
- Kiessling, K.-H., Pettersson, H., Sandholm, K., & Olsen, M. (1984). Metabolism of aflatoxin, ochratoxin, zeralenone, and three trichothecenes by intact rumen fluid, rumen protozoa, and

- rumen bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 47, 1070-1073. <https://doi.org/10.1128/aem.47.5.1070-1073.1984>
- Kreikemeier, K. K., Harmon, D. L., Brandt Jr, R. T., Nagaraja, T. G., & Cochran, R. C. (1990). Steam-rolled wheat diets for finishing cattle: Effects of dietary roughage and feed intake on finishing steer performance and ruminal metabolism. *Journal of Animal Science*, 68(7), 2130-2141.
- Markham, P. (1942). A steam distillation apparatus suitable for micro-Kjeldahl analyses. *Journal of Biochemistry*, 36, 790-797. <https://doi.org/10.1042/bj0360790>
- Nagaraja, T. G. (2016). Microbiology of the rumen. In *Rumenology* (pp. 39-61). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30533-2_2
- Newbold, C. J., de la Fuente, G., Belanche, A., Ramos-Morales, E., & McEwan, N. R. (2015). The role of ciliate protozoa in the rumen. *Frontiers in Microbiology*, 6, 1313. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01313>
- Ogimoto, K., & Imai, S. (1981). *Atlas of rumen microbiology*. Japan Scientific Societies Press.
- Park, T., Ma, L., Ma, Y., Zhou, X., Bu, D., & Yu, Z. (2020). Dietary energy sources and levels shift the multi-kingdom microbiota and functions in the rumen of lactating dairy cows. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 11, 1-16.
- Patel, S., & Ambalam, P. (2018). Role of rumen protozoa: Metabolic and fibrolytic. *Advances in Biotechnology & Microbiology*, 10(4), 2474-7637.
- Patterson, J. A. (1992). Rumen microbiology. In J. Lederberg (Ed.), *Encyclopedia of microbiology* (Vol. 3, pp. 623-542). Academic Press.
- SAS Institute Inc. (2020). *SAS/STAT software: Hangan and enhanced* (Version 9.4). SAS Institute Inc.
- Ushida, K., Jouany, J. P., Kayouli, C., & Demeyer, D. I. (1988). Effect of defaunation on fibre digestion in sheep fed ammonia-treated straw-based diets. In J. V. Nolaan, R. A. Leng, & D. I. Demeyer (Eds.), *The role of protozoa and fungi in ruminant digestion* (pp. 307-308). Penambul Books.
- Ushida, K., Kayouli, C., De Smet, S., & Jouany, J. P. (1990). Effect of defaunation on protein and fibre digestion in sheep fed on ammonia-treated straw-based diets with or without maize. *British Journal of Nutrition*, 64(3), 765-775. <https://doi.org/10.1079/BJN19900078>
- Ünay, E., Yaman, S., & Karakaş, V. (2008). Ruminantlarda selülozun sindirimi. *Journal of Lalahan Livestock Research Institute*, 48(2), 93-99.
- Vargas, J. A. C., de Araújo, T. C., & Mezzomo, R. (2020). Extraction, identification, and quantification of volatile fatty acids (VFA) in rumen fluid samples using reverse phase high-performance liquid chromatography with diode array detector (RP HPLC-DAD). *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.pex-1121/v1>
- Veira, D. M. (1986). The role of ciliate protozoa in nutrition of the ruminant. *Journal of Animal Science*, 63(5), 1547-1560. <https://doi.org/10.2527/jas1986.6351547x>
- Xia, C., Rahman, M. A. U., Yang, H., Shao, T., Qiu, Q., Su, H., & Cao, B. (2018). Effect of increased dietary crude protein levels on production performance, nitrogen utilisation, blood metabolites and ruminal fermentation of Holstein bulls. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(10), 1643. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0125>
- Xie, F., Xu, L., Wang, Y., & Mao, S. (2021). Metagenomic sequencing reveals that high-grain feeding alters the composition and metabolism of cecal microbiota and induces cecal mucosal injury in sheep. *Msystems*, 6(5), e00915-21. <https://doi.org/10.1128/msystems.00915-21>
- Xu, Y., Li, Z., Moraes, L. E., Shen, J., Yu, Z., & Zhu, W. (2019). Effects of incremental urea supplementation on rumen fermentation, nutrient digestion, plasma metabolites, and growth performance in fattening lambs. *Animals*, 9(9), 652. <https://doi.org/10.3390/ani9090652>
- Wang, Y., Wang, Q., Dai, C., Li, J., Huang, P., Li, Y., Ding, X., Huang, J., Hussain, T., & Yang, H. (2020). Effects of dietary energy on growth performance, carcass characteristics, serum biochemical index, and meat quality of female Hu lambs. *Animal Nutrition*, 6(4), 499-506. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.05.008>
- Williams, A. G., Coleman, G. S., Williams, A. G., & Coleman, G. S. (1992). Role of protozoa in the rumen. In *The rumen protozoa* (pp. 317-347). Brock/Springer.
- Yoshida, J., Nakamura, Y., & Nakamura, R. (1982). Effects of protozoal fraction and lactate on nitrate metabolism of microorganisms in sheep rumen. *Nihon Chikusan Gakkaiho*, 53, 677-685.