



Ruminantlarda Rumenin Önemi

Süleyman HACISALİHOĞLU^{1,a,*}, İbrahim Sadi ÇETİNGÜL^{2,b}

¹Uşak Üniversitesi, Eşme Meslek Yüksekokulu, Laborant ve Veteriner Sağlık Programı, Uşak, Türkiye.

²Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Afyon, Türkiye

^aORCID: 0000-0001-9853-3312

^bORCID: 0000-0002-7608-6176

Geliş Tarihi: 09.12.2024

Kabul Tarihi: 20.05.2025

Bu makale Nasıl kaynak gösterilir: Hacisalihoglu S, Çetingül İS. (2025). Ruminantlarda Rumenin Önemi. Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 14(1): 095-103. DOI:10.31196/huvfd.1589847.

***Yazışma adresi:** Süleyman HACISALİHOĞLU

Uşak Üniversitesi, Eşme Meslek Yüksekokulu, Laborant ve Veteriner Sağlık Programı, Uşak, Türkiye.

e-mail: suleyman.hacisalihoglu@usak.edu.tr

Online erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/huvfd>

Özet: Çalışmada ruminantların rumenlerinin bu hayvanlar için ne kadar önemli olduğunu ortaya koymak amaçlanmıştır. Ruminantlardan elde edilen süt ve et insanların beslenme kaynakları açısından oldukça önemlidir. Ruminantların ön midelerinden olan rumen ruminantlar için çok önemlidir. Fakat ruminantların doğduklarında rumenleri faaliyet gösterememektedir. Rumen içerisindeki mikroorganizmalar ile birlikte ruminantlar selüloz gibi maddeleri sindirebilirler. Rumen mikroorganizmaları tüm gıdaların sindirim faaliyetleri neticesinde ruminantların büyük ölçüde enerji ihtiyacını sağlayan Uçucu Yağ Asitlerine (UYA) dönüştürürler. Ayrıca azot kaynakları da rumen mikroorganizmalarının faaliyetleri sonrasında mikrobiyel proteinlere dönüştürülmektedir. Rumen mikroorganizmaları B grubu vitaminleri de sentezleyerek ruminantların faydalanmasını sağlamaktadır.

Rumen mikroorganizmaların yaşayabilmeleri için rumenin içerisinde dengede kalması gerekir. Rumenin içerisinde sıcaklık, besin, pH gibi değerliliklerinin standart aralıklarda tutulmalıdır. Rasyonlarda bulunan yemlere ek olarak rasyona canlı mikroorganizmalar ve aromatik yağlar gibi katkı maddeleri eklemek rumen standartlarını sağlamaya yardımcı olur. Rumen içerisine yerleştirilen sensörlerle rumenin pH, sıcaklık gibi değerlerin anlık ölçümleri yapılabilmektedir. Böylece hayvanlar sürekli gözlem altında tutularak daha sağlıklı ve verimli yetiştirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Besleme, Mikroorganizma, Rumen, Ruminant.

The Importance of the Rumen in Ruminants

Abstract: In this study, it is aimed to reveal how important the rumens of the ruminants are for these animals. Milk and meat obtained from ruminants are very important sources of nutrition. The rumen, which is the fore stomach of ruminants, is very important for ruminants. However, when ruminants are born, their rumens cannot function. Ruminants, along with the microorganisms in their rumen, can digest substances such as cellulose. As a result of the digestive activities of rumen microorganisms, all foods are transformed into Volatile Fatty Acids (VFA), which provide a large part of the energy needs of ruminants. In addition, nitrogen sources are converted into microbial proteins after the activities of rumen microorganisms. Rumen microorganisms also synthesize B group vitamins, enabling ruminants to benefit from them.

In order for rumen microorganisms to survive, the inside of the rumen must remain in balance. The rumen's internal values such as temperature, nutrients and pH should be kept within standard ranges. In addition to the feeds in the rations, adding additives such as live microorganisms and aromatic oils to the ration helps to ensure rumen standards. Instant measurements of values such as rumen pH and temperature can be made with sensors placed inside the rumen. In this way, animals are kept under constant observation and are raised healthier and more efficiently.

Keywords: Microorganism, Nutrition, Rumen, Ruminant.

Giriş

Ruminantlardan elde edilen et, süt, yün ve deri gibi ekonomik yönden değerli verim özellikleri ile hayvancılık sektörünün vazgeçilmez unsurlarıdır (Öztürk, 2008). Geviş getiren hayvanlar yapısal karbonhidratları kullanabilecekleri enerjiye dönüştürmekten sorumlu mikroorganizmaları barındıran muhteşem rumen yapıları nedeniyle benzersiz çiftlik hayvanı türleridir (Jami ve ark., 2014).

Bitkilerdeki yapısal karbonhidratlar olarak ifade edilen sindirimi zor karbonhidrat kaynakları; ruminantlar tarafından sahip oldukları çok bölmeli mideleri ve içerisindeki ortam sayesinde enerji kaynağı olarak kullanabilmektedir. Tüketilen sindirimi zor karbonhidratlar rumen içindeki çeşitli mikroorganizmalar tarafından parçalanmaktadır (Xu ve ark., 2021).

Böylelikle insanlar tarafından sindirilemeyen selüloz vb. yapısal karbonhidratları rumen ortamında sindirerek insanların tüketebileceği yüksek kaliteli proteinlere dönüştürebilmektedir (Moe ve Tyrrell, 1979).

Dünya nüfusu arttıkça ve sürdürülebilir şekilde üretilen gıdaya olan ihtiyaç daha da önemli hale geldikçe, geviş getiren hayvanların bir gıda kaynağı olarak kullanılmasındaki önem daha da dikkat çekici olmaktadır (Liebe ve ark., 2020).

Ülkemizdeki 2004-2023 yılları arasındaki TÜİK (2023) verilerine göre ruminant sayıları ve ruminantlardan elde edilen hayvansal ürünlere bakıldığında yıllara göre değişim Tablo 1 ve Tablo 2’de görülebilmektedir.

TÜİK (2023) verilerine bakıldığında Türkiye içerisindeki son 20 yıl içerisindeki hem ruminant sayısındaki hem de

Tablo 1. 2004-2023 yılları arasında Türkiye’deki ruminant varlığı (TÜİK, 2023).

Yıl	Toplam	Sığır	Manda	Koyun	Keçi
2004	41 984 338	10 069 346	103 900	25 201 155	6 609 937
2005	42 453 194	10 526 440	104 965	25 304 325	6 517 464
2006	43 232 086	10 871 364	100 516	25 616 912	6 643 294
2007	42 870 109	11 036 753	84 705	25 462 293	6 286 358
2008	40 514 391	10 859 942	86 297	23 974 591	5 593 561
2009	37 688 958	10 723 958	87 207	21 749 508	5 128 285
2010	40 837 450	11 369 800	84 726	23 089 691	6 293 233
2011	44 793 487	12 386 337	97 632	25 031 565	7 277 953
2012	49 804 866	13 914 912	107 435	27 425 233	8 357 286
2013	53 042 643	14 415 257	117 591	29 284 247	9 225 548
2014	55 830 403	14 223 109	122 114	31 140 244	10 344 936
2015	56 051 937	13 994 071	133 766	31 507 934	10 416 166
2016	55 551 460	14 080 155	142 073	30 983 933	10 345 299
2017	60 417 333	15 943 586	161 439	33 677 636	10 634 672
2018	63 338 302	17 042 506	178 397	35 194 972	10 922 427
2019	66 353 810	17 688 139	184 192	37 276 050	11 205 429
2020	72 270 597	17 965 482	192 489	42 126 781	11 985 845
2021	75 555 321	17 850 543	185 574	45 177 690	12 341 514
2022	73 289 541	16 851 956	171 835	44 687 888	11 577 862
2023	68 946 415	16 421 256	161 749	42 060 470	10 302 940

ruminantlardan elde edilen hayvansal ürünlerin arttığı görülebilmektedir. Bu durum ruminantların beslenmesini daha da önemli kılmaktadır. Hayvansal kaynakların üretiminin artırılması ve insanların tüketimine daha fazla sunulması için hayvan başına verimin artırılması adına daha etkili besleme yapmak olumlu sonuçlar doğuracaktır. Bunun için ülkemizde büyük sayılarda yetiştiriciliği yapılan

ruminantların beslenmesinde besin madde gereksinimlerinin iyi bir şekilde öğrenilmesi gerekmektedir. Bunun sağlanabilmesi için ağızdan giren her türlü besinin ilk muamele edildiği rumenin öneminin anlaşılabilmesini daha da önemli kılmaktadır.

Rumen Gelişimi: Tek mideli hayvanlardan farklı olarak ruminantlarda rumen, retikulum, omasum ve abomasum

olmak üzere 4 mide bulunmaktadır (Patterson, 1992). Bu mideler bezsiz mideler olan rumen, retikulum ve omasum ile bezli mide bölümü olan abomasumdur. Ruminantların tüketmiş oldukları gıdalar rumene geldiklerinde rumen içerisinde bulunan mikroorganizmalar tarafından fermentasyona uğratıldığı ifade edilmiştir (Cunningham ve Klein, 2008).

Yeni doğan buzağların rumen gelişimleri sütten kesim öncesinde hayvanlara verilen gıdaların kalite ve türüne bağlı olarak şekillenmektedir. Süt ve süt ikame yemlerinin rumen

gelişimine faydaları yeterli ve kaliteli kuru yemin alımına kıyasla daha sınırlı olduğu ve kuru yemin rumen gelişimini desteklediği belirtilmiştir. Konsantre yemlerin propiyonik asit ve butirik asit nedeniyle rumen epitel gelişimini desteklediği, kaba yemlerin ise asetik asit nedeniyle rumen kas gelişimi, motilitesi, rumen hacminin artması, ruminasyonun uyarılması ve salyanın ön midelere aktarılmasında olumlu sonuçlar doğurduğu ifade edilmiştir (Gümüş ve Küçükarsan, 2018).

Tablo 2. 2004-2023 yılları arasında ruminantlardan elde edilen hayvansal ürünler (TÜİK, 2023).

Yıl	Kırmızı et(Ton)	Çiğ süt(Ton)	Yapağı(Ton)	Kıl (Ton)	Tiftik (Ton)
2004	736 074	10 679 406	45 972	2 716	304
2005	737 220	11 107 897	46 176	2 654	302
2006	754 625	11 952 099	46 776	2 728	274
2007	796 000	12 329 789	46 752	2 536	237
2008	828 527	12 243 040	44 166	2 238	194
2009	846 939	12 542 186	40 270	2 002	174
2010	879 819	13 543 674	42 823	2 607	200
2011	969 443	15 056 211	46 586	3 062	194
2012	1 067 553	17 401 262	51 180	3 570	200
2013	1 099 081	18 223 713	54 784	4 902	260
2014	1 123 059	18 630 859	58 402	5 460	280
2015	1 187 018	18 654 682	59 196	5 569	325
2016	1 303 648	18 489 161	58 168	5 518	340
2017	1 440 327	20 699 893	63 315	5 797	356
2018	1 661 767	22 120 716	66 428	5 999	371
2019	1 740 616	22 960 379	70 588	6 162	380
2020	1 785 952	23 503 790	79 754	6 401	463
2021	1 952 038	23 200 306	85 916	6 700	468
2022	2 191 625	21 563 492	84 885	6 393	417
2023	2 384 047	21 481 567	80 195	5 684	347

Buzağlar yaşamlarının ilk birkaç haftasında sütten elde edilen besin maddelerine bağlı olarak beslenmektedir. Rumen gelişimini tetiklenerek rumen içerisindeki anaerobik mikrobiyal ekosistem oluşturularak fermentasyon mekanizmasının oluşturulmasına ihtiyaç olmaktadır (Baldwin ve ark., 2004).

Doğumdan sonra; rumen içerisinde bulunması gereken mikroorganizmalardan bazıları doğumdan en az 24 saat sonra yeni doğan buzağların rumeninde tespit edilir. Rumen mikrobiyotasının çoğunluğu doğumdan sonraki birkaç gün içinde aeroblardan veya fakültatif anaeroblardan zorunlu anaeroblara mikroorganizmalara doğru değişir (Jami ve ark., 2013). Tespit edilen mikroorganizmalar; ruminantların gastrointestinal sistem kanalındaki ilk mikroorganizma

kolonizasyonu çevre ile annenin dışkısı, salyası, tükürüğü, derisi ve vajinal kanalından kaynaklandığı ileri sürülmektedir (Meale ve ark., 2016).

O'Hara ve ark. (2020) çalışmalarında rumenin doğumdan sütten kesim sonrasına kadar bakteri kolonizasyonunu izlemiş ve rumen mikroorganizmalarının bileşiminin doğumdan 21 gün sonra sabitlendiğini gözlemlemişlerdir.

Ayrıca; Gorka ve ark. (2011) 5 günlük buzağlar üzerinde yaptıkları çalışmada bir grup buzağıya tam süt diğer grup buzağılara ise soya proteini içeren süt ikamesi verilerek 21 gün süren bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Elde ettikleri verilerde tam yağlı süt ile beslenen buzağılarda soya proteini içeren ikame yemi ile beslenen buzağılara göre rumen ve

retikulum papillaları ile rumen kas kalınlığı ve ağırlığının arttığını belirtmişlerdir.

Rumen Ortamı: Erişkin bir sığırdaki rumen abdominal boşluğun hemen hemen %75' ini kaplamaktadır ve vücut ağırlığının neredeyse %6' sına denk gelen bir ağırlığa sahiptir. Sığır rumeni ortalama olarak 150-200 litre arasında bir hacme sahiptir (Cunningham ve Klein, 2008).

Rumen iç yüzeyinde rumen papilları bulunmaktadır. Toplam rumen papilla yüzey alanı doğrudan UYA emilim kapasitesiyle ilişkili olduğundan rumen performansında önemli bir faktör olarak kabul edilir (Bannink ve ark., 2008). Rumen papillaları rumen mikroorganizmalarının yapısal karbonhidratları parçaladıktan sonra açığa çıkan UYA emilmesi, taşınması ve metabolize edilmesinde merkezi bir rol oynamaktadır (Ji ve ark., 2021).

Rumen bol miktarda bakteri, protozoa ve mantar barındıran karmaşık bir mikrobiyal ekosistemdir (Zhou ve ark., 2017). Islam ve Lee (2019) çalışmalarında; rumendeki mikroflorada bakteriler, mantarlar, arkler, siliyalı protozoalar ve virüsler gibi çok çeşitli türler vardır ve bu türler rumen içerisinde anaerobik şartlar altında birbirleriyle sıkı bir bağ halinde yaşamlarını sürdürmektedir.

Rumen içerisinde var olan mikroorganizmaların yaşamlarına devam edebilmeleri ve ruminal sindirimin düzgün bir şekilde sürmesi için rumen ortamındaki standartlar önemlidir. Bu standartlar bazıları; rumen iç sıcaklığının 38-41 °C ve rumen pH' sının ise 5,5-7,5 arasında olmasıdır (Murphy ve ark., 1982; Lederberg, 1992). Rumen pH' sının dengesi oldukça önemlidir. Rumen pH' sındaki değişimler hayvanlarda sindirimde aksaklıkların olmasına ve hayvanın genel sağlık durumunun bozulmasına neden olabilmektedir (Özel ve Sarıçiçek, 2009).

Rumendeki mikroorganizmalar tarafından üretilen UYA (asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asit) üretilmeye devam edebilmeleri için rumen pH seviyesinin standartlar dahilinde olmasıdır. Bunun içinde rumen pH' sının tamponlanarak standart aralıklarda tutulması gerekmektedir (Steele ve ark., 2011).

Rumendeki mikroorganizmaların yaşayabilmesi için gerekli olan pH' nın stabil kalabilmesinde tükürük salgısının sahip olduğu bikarbonat önemli rol oynamaktadır ve devamlı olarak rumen pH' sını tamponlanmaktadır. Böylelikle rumende yaşayan mikroorganizmalar için ideal bir ortam sağlanmış olmaktadır (Garipoğlu ve Sarıçiçek, 2000).

Salya rumeni tamponlamak için önemlidir ve bu yüzden çiğneme gıdaların mikrobiyal sindirimi için optimum rumen pH sının sürdürülmesinde anahtar rol oynar. Ayrıca çiğneme sırasında yemin fiziksel olarak parçalanması, mikrobiyal kolonizasyonu ve küçük partiküllerin rumenden alt gastrointestinal sisteme geçişini kolaylaştırır (De Boever ve ark., 1990). Çiğneme; tükürük salgısını, partikül boyutunu küçültmek, mikrobiyal sindirimi ve sindirilmemiş materyalin rumenden geçişini teşvik etmek için kritiktir (Beauchemin, 2018).

Çiğnemenin sağladığı bu özelliklerin devamlılığının sağlanabilmesi için; ruminant rasyonlarında çiğneme aktivitesini artırıcı yapısal karbonhidrat içeriği olan yemler olmalıdır. Böylelikle çiğnemeyle birlikte tükürük salgısı tetiklenerek rumeni tamponlanması sağlanacaktır.

Ayrıca rumen hareketliliğini ve rumen içerisindeki besinlerin birbirleriyle ve mikroorganizmalarla karışmasını sağlayarak rumen ekosisteminin stabil olabilmesine katkı sağlayacağı ifade edilmiştir (Zebeli ve ark., 2012).

Rumen Mikroorganizmaları ve Fermantasyon: Rumen içerisinde var olan mikroorganizma sayıları ve türleri ile alakalı olarak; Cunningham ve Klein (2008), rumen sıvısındaki mikroorganizmalar 10^{10} - 10^{11} /ml civarında bakteri ve 10^5 - 10^6 /ml kadar da protozoa bulunmaktadır. Rumendeki bu mikroorganizmaların büyük kısmı selülitik, amilolitik, preotolitik ve lipolitik. Ruminantların rumenlerinde baskın olan mikroorganizmalar eurobakterler (10^9 - 10^{11} /ml hücre), arkler (10^5 - 10^8 /ml), siliatlar (10^4 - 10^6 /ml) ve bakteriyofaj (10^8 - 10^9 /ml) gibi birçok mikroorganizma ile oluşan mikrobiyal flora vardır (Millen ve ark., 2016). Rumen içerisindeki rumen sıvısının 1 ml' de en az 30 baskın tür bakteri bulunmaktadır. Bu bakteriler 10^{10} - 10^{11} /ml sayısı kadar bulunmaktadır. Yine rumen sıvısının mililitresinde 40 kadar baskın protozoa türü bulunmaktadır. Bu protozoa türlerinin sayısı 10^5 - 10^7 /ml kadardır. Ayrıca rumen sıvısında 5 baskın mantar türü de vardır sayısı ise $<10^5$ /ml kadardır (Orpin ve ark., 1997).

Buzağların yaşamlarının ilk gününde fibrolitik bakterilerden *Fibrobacter succinogenes* ve *Ruminococcus flavefaciens* buzağların rumenlerine kolonize olduğu tespit edilmiştir (Guzman ve ark., 2015).

Ruminant rasyonlarında kaba yem önemli bir yer teşkil eder. Ruminant rasyonlarındaki kaba yem içerisindeki selülozu sindiren bakteriler rumen içerisindeki mikrofloranın önemli bileşenleridir. Bu selülitik bakterilerden en önemli 3 tanesi *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus* ve *Ruminococcus flavefaciens* bakterileridir (Regensbogenova ve ark., 2004). Selülozu parçalayan diğer bazı bakteriler şu şekildedir; *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus*, *Ruminococcus flavefaciens*, *Clostridium longisporum* ve *Eubacterium celluloselvens* (*Cillobacterium cellulosolvens*) (Theodorou ve France, 1993).

Rumende bulunan mikroorganizmaların yoğunluğu, çeşitliliği ve fonksiyonları rasyon içeriği, doğum, mevsim, coğrafi konum, besleme stratejisi, yem katkı maddeleri, yemin alım seviyesi, büyüme evresi, ruminant türü ve ruminantın fizyolojik durumu gibi birçok faktörden etkilenebilir (Lan ve Yang, 2019). Buna bağlı olarak; Henderson ve ark. (2015) geniş bir coğrafi aralıkta çoklu faktörlerin rumen mikrobiyal topluluk kompozisyonu üzerinde etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Miron ve ark. (2001) yapmış oldukları çalışmalarında rumende bulunan baskın selülitik bakteriler olan *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus flavefaciens* ve *Ruminococcus albus* bakterilerin rumen papillalarına adhezyon süreçlerini 4 aşamaya ayırmışlar; 1. aşama hareketsiz bakterilerin substrata taşınması, 2. Aşama bakteriyel glikokaliksin yapıcı elemanlarının hakim olduğu substratın korunmasız bölgelerine bakterinin başlangıçta spesifik olmayan adhezyonu, 3. aşama substrat oluşumunun ligandlar yada adhezinler üzerinden bakterilerdeki bazı yapılar kompleks yapıli sellulozomlar, fimbria bağlantıları, selüloz bağlayıcı proteinlerin, glikokaliks ve selüloz bağlayıcı alan enzimleri tarafından özel adhezyon ve 4. aşama

substrattaki sindirilecek doku üzerinde çoğalmış bakterilerin tutunması olarak 4 aşama halinde açıklamışlardır.

Ruminantlar yemlerde bulunan kompleks yapılı lignoselülozik karbonhidratları ve selülozu parçalayabilecek olan enzimleri kendi vücutları tarafından üretemezler (Gruninger ve ark., 2019). Bahsi geçen enzimleri üretemedikleri için; ruminantlar yedikleri yapısal karbonhidratları (selüloz, hemiselüloz gibi karbonhidratları) bağırsaklardaki enzimler ile sindiremez. Bunun yerine rumende bulunan mikroorganizmalar olan (protozoonlar, bakteriler ve mantarlar) tarafından fermentasyona uğratarak bu yapısal karbonhidratları sindirebilir (Tekce ve Gül, 2014; Gharechahi ve ark., 2021); rumende bulunan mikroorganizmalar sayesinde gerçekleştirilen sindirim sonucunda mikrobiyal protein sentezi ve UYA' ni üretebilmektedir (Phakachod ve ark., 2012; Liu ve ark., 2019).

Rumen mikroorganizmaları bitki hücre duvarında bulunan ve kolay sindirilmeyen bileşenleri parçalamak için ürettikleri çeşitli hidroliz enzimleri ile birliklerdeki hücre duvarı unsurlarını parçalayabilmektedirler (Wang ve McAllister, 2002). Rumendeki mikroorganizmalar bitkilerdeki polisakkaritleri parçalayabilmek için çeşitli kompleks enzim kokteylleri üretirler, glukozid hidralaz, karbonhidrat esteraz ve polisakkarit liaz bunlarla birlikte ek olarak katalitik olmayan karbonhidrat bağlama modülleri lignoselülozik yapıları bağlanılarak mikrobiyel sindirimde rol alırlar (Gharechahi ve ark., 2021).

Kompleks yapıda olan selülozların sindirimi rumendeki mikrobiyal sindirim ile olur. Rumendeki selülozun mikroorganizmalar tarafından sindirilmesi ile birlikte UYA' leri (Garipoğlu ve Sarıçiçek, 2000; Argov-Argaman ve ark., 2012); vitaminler (Russell ve Rychlik, 2001); karbondioksit, metan, amonyak ve mikrobiyel proteinler oluşur (Dijkstra ve ark., 1998).

Rasyondaki kaba/konsantre yem oranı ve formu UYA ile rumen pH üzerinde etkili olduğu gibi rumen mikroorganizmaları üzerine de etkilidir (Maia ve ark., 2007).

Rasyonda yeterli düzeyde amonyak bulunduğunda selülitik bakteriler çoğalabilirken, pH 6.0' ın altına indiğinde hem selülitik bakterilerin sayısında bir azalma olduğu görülmekte hem de selüloz parçalanmasında bir azalma meydana gelmektedir. Böylelikle bitkisel yemler olan kaba yemlerdeki sindirilebilirlik oranı düşmektedir (Orskov, 1992).

Alataş ve Umucalı (2011) sindirim sistemi açısından tek ve çok mideliler arasındaki en önemli farkın çok midelilerin rumeni içerisinde bulunan anaerobik mikroorganizmalar olduğunu ifade etmişlerdir. Bu mikroorganizmalar uygun rumen koşullarında sindirime fayda sağlamakta ve B kompleks vitaminler ile tüm esansiyel olan aminoasitleri de mikrobiyel protein olarak üretmektedirler.

Rumen Ortamını Anlamaya Yönelik Bazı Uygulamalar: Ruminantlardaki genel durumu stabil hale getirmek, tedavi etmek ve verimi iyileştirmek için rumeni konu alan birçok uygulama yapılmış ve yapılmaya da devam etmektedir. Rumeni konu alan bu uygulamalardan bazıları ise şu şekildedir;

Rasyona canlı maya kültürü ilave edilmesi: Çiftlik hayvanlarının verimliliklerini arttırmak için rasyonlarına ilave edilen canlı mayalar yem katkı maddesi olarak maya kültürleri *Saccharomyces cerevisiae* kullanılmıştır (Gümüş ve Şehu, 2016). *Saccharomyces cerevisiae* fermantasyon ürünleri dahil olmak üzere birçok farklı yem katkı maddesi süt buzağlarında ölüm oranını azaltmak, sağlık ve büyümeyi iyileştirmek için kullanılmış. *Saccharomyces cerevisiae* mayası anaerobik olarak fermente edildiğinde amino asitler, lipitler, nükleotidler, B vitaminleri ve organik asitler ürettiği ifade edilmiştir (Deters ve ark., 2018).

Canlı maya kültürlerinin rumende asetik asit ve bütirik asit miktarını arttıran propiyonik asit miktarını azaltan etkisi yaptığı anlaşılmıştır (Kumar ve ark., 1997). Rasyonlara ilave edilen canlı maya kültürleri rumendeki selülitik bakteri sayısını arttıracığı ve rumende amonyak seviyesini düşüreceği ifade edilmiştir (Chaucheyras-Durand ve Fonty, 2001).

Maya kültürü ürünlerinin süt sığırlarına verilmesi ile rumen ortamını değiştirerek ham selüloz sindirimiyle ilişkili mikroorganizma popülasyonunu artırabilir (Mullins ark., 2013). Ruminantlarda rasyona ilave edilen canlı maya kültürleri rumen içerisindeki amonyağı kullanan mikroorganizmaların sayısını arttırarak rumen içerisindeki toplam amonyak miktarını azaltmakta ve mikrobiyel proteinlerin miktarını da arttırmaktadır (Erasmus ark., 1992). *Saccharomyces cerevisiae'* nin fermantasyon ürünlerinin rumen mikrobiyotasını olumlu yönde etkilediği ve rumen morfolojisini iyileştirdiği görülmüştür (Kumar ve ark., 1997). *Saccharomyces cerevisiae* fermantasyon ürünleri dahil olmak üzere çeşitli maya ürünlerinin rumen fermantasyonunu ve süt üretimini iyileştirdiği gösterilmiştir (Acharya ve ark., 2017).

Özellikle *Bacillus licheniformis*, *Saccharomyces cerevisiae* ve bunların bileşiklerinin etkileri rumen mikrobiyal topluluğunun azot kullanımını arttıracığı ve besi kuzularının büyümesi için faydalı olduğu, rumen fermantasyon modelini etkileyebileceği ifade edilmiştir (Jia ve ark., 2018). Kuzulardaki çalışmalara benzer olarak buzağlar üzerindeki bir çalışmada da; maya ürünlerinin süt buzağlarında ve emziren ineklerde oksidatif durumu ve bağışıklık tepkisini modüle ettiği de gösterilmiştir (Alugongo ve ark., 2017).

Rasyona aromatik yağ ve ekstraktların ilave edilmesi: Geviş getiren hayvanlarda rasyona ilave edilen aromatik yağ asitleri; nişasta ve protein sindirimi, amonyak ve UYA üretimi üzerine etkili olduğu ve ayrıca metan emisyonlarını azalttığı ifade edilmiştir (Cobellis ve ark., 2016).

Ruminant beslemede rasyona ilave edilecek olan kekik yağı ile birlikte rumendeki amonyak miktarı azalarak by-pass aminoasit miktarının artmasına neden olacağı ifade edilmektedir. Ayrıca ilave edilen kekik yağı rumende üretilen metan ve karbondioksit üretimini azaltabileceği ve böylelikle sera gazı salınımını azaltabileceği ifade edilmiştir (Canbolat ve ark., 2010).

Yapılan bir çalışmada üzüm çekirdeği ekstraktının verilmesinin rumen fermantasyonu üzerine etkisini inceledikleri çalışmada; üzüm çekirdeği ekstraktlarının farklı dozlarda uygulanmasında ruminal pH, propiyonat üretimi, asetatın propiyonata oranı, toplam protozoon sayısı,

amonyak azotu konsantrasyonu ve yemlerin kuru madde sindirilebilirlik düzeyinde istatistiksel açıdan herhangi bir farklılık olmadığını fakat deneme grubu ile kontrol grubu kıyaslandığında toplam UYA, asetat ve bütüratin günlük üretim miktarlarındaki artışların olduğu anlaşılmış ve bu durum istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Öztürk ve ark., 2011). Üzüm çekirdeği ile ilgili yapılan başka bir çalışmada ise üzüm çekirdeğinin geniş spektrumlu olarak birçok gram negatif ve gram pozitif bakterilere karşı antibakteriyel özellik gösterdiği tespit edilmiştir. (Jayaprakasha ve ark., 2003).

Ruminantlarda rumen ortamı üzerine yapılan diğer bir araştırmada; rasyona ilave edilen kekik yağı, nane yağı, portakal yağı, karanfil yağı ve tarçın yağının toplam UYA, asetik asit ve propiyonik asit üzerine önemli düzeyde düşürücü etki gösterdiği tespit edilmiştir. Aynı çalışmada en etkili sonucu kekik yağı vermiştir ve UYA miktarındaki azalma rumen mikroorganizmaları üzerine antimikrobiyal etki göstererek fermentasyonun sınırlandırılmasının aromatik yağlar ile ilgili olduğu ifade edilmiştir (Canbolat, 2012). Curabay ve ark. (2019) yaptıkları benzer bir çalışmada ruminant rasyonlarına sarımsak yağı, nane yağı, kekik yağı ve portakal yağının ilave edilmesinin rumen pH' ı dışında rumen sıvısı metabolitleri ile rumendeki fermentasyonu azaltıcı yönde etki ettiği görülmüştür. Bu çalışmada araştırmacıların elde ettikleri bulgulara göre en fazla azaltıcı etkiye sahip olan aromatik yağlar sırasıyla kekik, nane, sarımsak ve portakal yağları olmuştur. Aromatik yağların en etkili olduğu doz 1200 mg L⁻¹ RS olarak bulunmuş ve bunun sonucunda da ruminant rasyonlarına düşük dozlarda aromatik yağ ilave edilmesinin ruminantlarda verim performansını düşürücü etki göstermeyeceği kanısına varılmıştır.

Canbolat ve ark. (2011) yapmış oldukları çalışmada 3 adet kıvrık ırkı koç kullanılmış olup bu koçlara rumen kanülü uygulaması yapılmıştır. Bu hayvanlardan elde edilen rumen sıvılarına nane yağı, kekik yağı ve portakal yağı ilave edilerek çalışmayı gerçekleştirmişler ve yapılan analizlere göre asetik asit ve propiyonik asit oranındaki en yüksek oran kontrol grubunda en düşük oran ise kekik yağında bulunmuştur.

Busquet ve ark. (2005) yapmış oldukları çalışmaya göre karvakrol maddesinin rasyonda 300 mg/lt rumen sıvısındaki düzeyin artması rumendeki pH ve bütirik asit seviyesini arttırdığı fakat toplam UYA miktarını ve asetik asit ile propiyonik asit oranını ise düşürdüğünü tespit etmişlerdir.

Benchaar ark. (2007) Holstein süt inekleri üzerinde yaptıkları çalışmaya göre; aromatik yağlar ve aromatik yağ bileşiklerinin sadece fenolik bileşikler olan karvakrol, timol ve eugenol ruminal fermentasyonu etkilediğini göstermiştir. Aromatik yağlar ve aromatik yağların bileşikler rumen mikrobiyal fermentasyonu üzerinde yararlı etki göstermemiştir. Fenolik bileşikler temel olarak rasyon fermente edilebilirliğini azaltarak ve UYA modelini daha az propiyonat ve daha fazla bütirata kaydırarak antimikrobiyal aktiviteler sergilemiştir. Aynı etkilerin in vivo ifade edilmesi durumunda, fenolik bileşikler, yem kullanımının etkinliğini artırmak için süt ineği beslenmesinde kullanım için faydalı olmayabileceği ifade edilmiştir.

Yu ve ark. (2020) Crossbreed Boer cinsi keçilerden elde ettikleri rumen sıvıları üzerine timol ilave edilerek yapılan in

vitro çalışmada timol ilavesinin bakteriler, arkeler ve protozoa dahil olmak üzere rumen mikroorganizmaları üzerine etkilerine bakılmış. Rumendeki üretimin sürdürülmesi ve rumen mikroorganizmalarındaki genel değişiklikler dikkate alındığında metan üretiminin azaltılması için etkili timol dozu 200 mg/L olarak belirlenmiştir. Ayrıca timol ilavesinin; arkea ve protozoaya kıyasla rumen bakterileri üzerinde daha güçlü bir etki yaptığı ifade edilmiştir.

Ruminantların yaşadığı coğrafyadaki deniz seviyesine göre yüksekliğin rumende yaşayan mikroorganizmalar üzerindeki etkilerini araştırmak üzere Fan ve ark. (2020) tarafından yapılmış olup bu çalışmaya göre; 2800 metre, 3700 metre ve 4700 metre yükseklikte beslenen Yak sığırlarında Christensenellaceae R-7 group, Ruminococcus 1, Romboutsia, Alloprevotella, E. coprostanoligenes ve Clostridium dahil olmak üzere bazı potansiyel probiyotiklerin, yüksek seviyelerde yaşayan yakların rumeninde zenginleştiğini göstermiştir. Bu farklılığın soğuk havalar, hipoksi ve yüksek lifli ot üretimi ile karakterize edilen yüksek rakımlı bir ortamdan kaynaklandığı ifade edilmiştir (Fan ve ark., 2020).

Canbolat (2012) araştırması ve daha önceki çalışmalar ile yaptığı kıyaslamaya göre; aromatik yağlar ruminant beslemede yemden yararlanmayı düşürerek verim performansını azaltabileceğini ifade etmiştir. Bu nedenle ruminant beslemede aromatik yağların kullanılmasında önce yemden yararlanma, verim düzeyi ve çevresel etkileri göz önünde bulundurularak hangi aromatik yağın ne kadar kullanılması gerektiği tespit edilmelidir.

Rumen ortamını anlamaya yönelik uygulanan teknolojik yenilikler: Çok farklı firma tarafından üretilmiş olan ve rumen içerisine yerleştirilen birçok aparatlar ile rumen içerisinde var olan sıcaklık, pH vb. rumen içi değerlerin ölçümüne olanak sağlanmaktadır. Böylelikle rumen içerisinde anlık olarak alınan verilere göre hayvanın genel sağlık durumu hakkında bilgiler edinilmiş olup bunlara göre de kararlar alınabilmektedir. Hayvan besleme açısından Subakut Rumen Asidozu (SARA) gibi birçok beslenme hastalığına daha yakalanmadan müdahale edilmesine beslenme hastalıkları gibi birçok hastalığın olumsuz sonuçlarının kısmi ya da tamamen ortadan kaldırılmasına yardımcı olabilmektedir.

Geliştirilen bir ekipman ile hayvanların rumen içerisine yerleştirilen bir aparat ile birlikte hayvanın rumen pH ve sıcaklık ölçümleri anlık olarak yapılmakta ve veri olarak 15 dakikada bir olmak kaydı ile sistem üzerinden gösterilmekte olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca cihazın rumen içerisinde herhangi bir zararı olmadan 5 ay boyunca veri toplayabileceği de aktarılmıştır (Mottram ve ark., 2010). Zhang ve ark. (2016) rumen içi pH değerinin gerçek zamanlı olarak ölçülebilmesi ve verilerin aktarılmasını sağlayabilen bir cihaz geliştirmişler (Zhang ve ark., 2016).

Kim ve ark. (2019) süt sığırlarının mastitis hastalığı sebebiyle yaşadıkları sağlık sorunları ve oluşan ekonomik kayıplara dikkat çekmek istemişler. Mastitisi erken olarak tespit edebilmek için rumen içerisinde sindirilebilir gerçek zamanlı ölçüm yapabilen bir biyosensörü rumen içerisine yerleştirmişler. Çalışma 50 adet inekte gerçekleştirilmiş.

Çalışma 6 ay süreyle uygulanmış ve çalışma kapsamında normal rumen sıcaklık aralık olarak 38-39.4 °C ifade edilmiştir. Ortalama olarak kabul edilen rumen sıcaklık değerlerinden yüksek olan sıcaklık değerleri yerleştirilen biyosensör tarafından algılanarak uyarı sinyali gönderilmiş. Gelen yüksek sıcaklık değerlerinin mastitis ile alakalı olup olmadığını doğrulamak için hayvanlara California Mastitis Test (CMT) uygulaması yapılarak mastitis varlığı doğrulanmış. Çalışma kapsamında ifade edildiğine göre rumende zamanla sindirilerek kaybolan bu biyosensörlerle hem insan gücünün kullanımını azaltan hem de hayvanlarda meydana gelebilecek olan stresi azaltabilen bu uygulama sayesinde mastitisi erken tespit etmenin mümkün olabileceği ifade edilmiştir.

Sonuç

Sonuç olarak anlaşılmaktadır ki; rumen ruminantların sindirim sistemi içerisinde yer alan en önemli bileşenlerden bir tanesidir. Yeni doğan buzağılarda gelişmemiş olan rumenin gelişiminin sağlanabilmesi için hayvanın daha buzağı döneminde dikkatli bir şekilde beslenmesi gerekmektedir. Rumen gelişim aşamalarının devamında da rumen ortamında yer alan mikroorganizmaların sindirim üzerinden direkt etkisinin bilinmesinden dolayı rumen ortam standartlarının korunmasına önem gösterilmelidir.

Rumen ortam standartlarının devamlılığının sağlanabilmesi için hayvanların rasyonlarına çok farklı yem katkı maddeleri ilave edildiği görülmüştür. Aynı zamanda rumen içerisindeki sıcaklık, pH gibi değerlerin sürekli ve güncel olarak takip edilebilmesi için rumen içerisine sensörlerin yerleştirildiği ve bu sayede teknolojik imkânlar ile birlikte rumen sağlığının kontrol altında tutulmasına çalışıldığı fark edilmektedir.

Tüm bu bilgiler ışığında rumen içerisindeki ortam koşullarının istenilen ölçülerde kalması için ileride yapılacak olan çalışmalar ile teknolojik gelişmelere bağlı olarak daha doğru ve daha uzun süreli sonuçlar veren uygulamalarda yapılabilecektir. Bu sayede sağlıklı bir rumen ortamı ile sağlıklı ve yüksek verimli hayvanlar üretilebilecektir.

Çıkar çatışması

Yazarlar bu yazı için gerçek, potansiyel veya algılanan çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Benzerlik Oranı

Makalenin benzerlik oranının sisteme yüklenen raporda belirtildiği gibi % 3 olduğunu beyan ederiz.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: SH, İŞÇ
Tasarım: SH, İŞÇ
Denetleme/Danışmanlık: SH, İŞÇ
Veri Toplama ve/veya İşleme: SH, İŞÇ
Analiz ve/veya Yorum: SH, İŞÇ

Kaynak Taraması: SH, İŞÇ
Makalenin Yazımı: SH, İŞÇ
Eleştirel İnceleme: SH, İŞÇ

Kaynaklar

- Acharya S, Pretz JP, Yoon, I, Scott MF, Casper DP, 2017: Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on the lactational performance of mid-lactation dairy cows. *Transl Anim Sci*, 1(2), 221-228.
- Alataş M, Umucalı H, 2011: Rumenin mikrobiyel ekosistemindeki bakteriler ve rolleri. *Ataturk Univ Vet Bilim Derg*, 6(1), 71-83.
- Alugongo, GM, Xiao JX, Chung YH, Dong SZ, Li SL, Yoon I, Wu ZH, Cao ZJ, 2017: Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products on dairy calves: Performance and health. *J Dairy Sci*, 100(2), 1189-1199.
- Argov-Argaman N, Eshel O, Moallem U, Lehrer H, Uni Z, Arieli A, 2012: Effects of dietary carbohydrates on rumen epithelial metabolism of nonlactating heifers. *J Dairy Sci*, 95(7), 3977-3986.
- Baldwin RL, McLeod KR, Klotz JL, Heitmann RN, 2004: Rumen Development, Intestinal Growth and Hepatic Metabolism in the Pre- and Postweaning Ruminant. *J. Dairy Sci*, 87, E55-E65.
- Bannink A, France J, Lopez S, Gerrits WJJ, Kebreab E, Tamminga S, Dijkstra J, 2008: Modelling the implications of feeding strategy on rumen fermentation and functioning of the rumen wall. *Anim Feed Sci Technol*, 143(1-4), 3-26.
- Beauchemin KA, 2018: Invited review: Current perspectives on eating and rumination activity in dairy cows. *J Dairy Sci*, 101(6), 4762-4784.
- Benchaar C, Chaves AV, Fraser GR, Beauchemin KA, McAllister TA, 2007: Effects of essential oils and their components on in vitro rumen microbial fermentation. *Can J Anim Sci*, 87(3), 413-419.
- Busquet M, Calsamiglia S, Ferret A, Kamel C, 2005: Screening for effects of plant extracts and active compounds of plants on dairy cattle rumen microbial fermentation in a continuous culture system. *Anim Feed Sci Technol*, 123, 597-613.
- Canbolat O, Kalkan H, Karaman S, Filya İ, 2011: Esansiyel yağların sindirim, rumen fermantasyonu ve mikrobiyal protein üretimi üzerine etkileri. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 17(4).
- Canbolat Ö, 2012: Bazı esansiyel yağların in vitro sindirim, rumen fermantasyonu ve metan gazı üretimi üzerine etkileri. *J Inst Sci Technol*, 2(1), 91-98.
- Canbolat Ö, Karaman Ş, Filya İ, 2010: Farklı kekik yağı dozlarının mısır silajının sindirimi ve rumen fermantasyonu üzerine etkileri. *16(6)*, 933-939.
- Chaucheyras-Durand F, Fonty G, 2001: Establishment of cellulolytic bacteria and development of fermentative activities in the rumen of gnotobiotically-reared lambs receiving the microbial additive *Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-1077. *Reproduction Nutrition Development*, 41(1), 57-68.
- Cobellis G, Tralbalza-Marinucci M, Marcotullio MC, Yu Z, 2016: Evaluation of different essential oils in modulating methane and ammonia production, rumen fermentation, and rumen bacteria in vitro. *Anim Feed Sci Technol*, 215, 25-36.
- Cunningham JG, Klein BG, 2008: Tratado de Fisiologia Veterinária. 4ª edição. Rio de Janeiro, Brasil.
- Curabay B, Filya İ, Canbolat Ö, 2019: Bazı esansiyel yağların yonca kuru otunun in vitro sindirilebilirliği, rumen fermantasyonu ve metan gazı üretimi üzerine etkileri. *Bursa Uludağ Univ Ziraat Fak Derg*, 34(1), 19-35.
- De Boever JL, Andries JI, De Brabander DL, Cottyn BG, Buysse FX, 1990: Chewing activity of ruminants as a measure of physical structure. A review of factors affecting it. *Anim Feed Sci Technol*, 27(4), 281-291.

- Deters EL, Stokes RS, Genther-Schroeder ON, Hansen SL, 2018: Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product in receiving diets of newly weaned beef steers. II. Digestibility and response to a vaccination challenge. *J Anim Sci*, 96(9), 3906-3915.
- Dijkstra J, France J, Davies DR, 1998: Different mathematical approaches to estimating microbial protein supply in ruminants. *J Dairy Sci*, 81(12), 3370-3384.
- Erasmus LJ, Botha PM, Kistner A, 1992: Effect of yeast culture supplement on production, rumen fermentation, and duodenal nitrogen flow in dairy cows. *J Dairy Sci*, 75(11), 3056-3065.
- Fan Q, Wanapat M, Yan T, Hou F, 2020: Altitude influences microbial diversity and herbage fermentation in the rumen of yaks. *BMC Microbiol*, 20(1), 1-13.
- Garipoğlu AV, Sarıççek BZ, 2000: Rumen bakterileri. *Ondokuz Mayıs Univ Ziraat Fak Derg*, 15 (3), 131-137.
- Gharechahi J, Vahidi MF, Bahram M, Han JL, Ding XZ, Salekdeh GH, 2021: Metagenomic analysis reveals a dynamic microbiome with diversified adaptive functions to utilize high lignocellulosic forages in the cattle rumen. *ISME J*, 15(4), 1108-1120.
- Górka P, Kowalski ZM, Pietrzak P, Kotunia A, Jagusiak W, Zabielski R, (2011): Is rumen development in newborn calves affected by different liquid feeds and small intestine development?. *J Dairy Sci*, 94(6), 3002-3013.
- Gruninger RJ, Ribeiro GO, Cameron A, McAllister TA, 2019: Invited review: Application of meta-omics to understand the dynamic nature of the rumen microbiome and how it responds to diet in ruminants. *Animal*, 13(9), 1843-1854.
- Guzman CE, Bereza-Malcolm LT, De Groef B, Franks AE, 2015: Presence of selected methanogens, fibrolytic bacteria, and proteobacteria in the gastrointestinal tract of neonatal dairy calves from birth to 72 hours. *PLoS ONE*, 10(7), e0133048.
- Gümüş H, Şehu A, 2016: Besi sığırı rasyonlarına maya kültürü ilavesinin besi performansı ile bazı rumen ve kan parametreleri üzerine etkisi. *Ankara Univ Vet Fak Derg*, 63(1), 39-46.
- Gümüş E, Küçükarsan S, 2018: Buzağlarda preruminant dönem beslenmesinin rumen gelişimi üzerine etkisi. *Ankara Univ Vet Fak Derg*, 13(1), 98-105.
- Henderson G, Cox F, Ganesh S, Jonker A, Young W, Janssen PH, 2015: Rumen microbial community composition varies with diet and host, but a core microbiome is found across a wide geographical range. *Sci Rep*, 5(1), 14567.
- İslam M, Lee SS, 2019: Advanced estimation and mitigation strategies: a cumulative approach to enteric methane abatement from ruminants. *J Anim Sci Technol*, 61(3), 122.
- Jami E, Israel A, Kotser A, Mizrahi I, 2013: Exploring the bovine rumen bacterial community from birth to adulthood. *ISME J*, 7(6), 1069-1079.
- Jami E, White BA, Mizrahi I, 2014: Potential role of the bovine rumen microbiome in modulating milk composition and feed efficiency. *PLoS ONE*, 9(1), e85423.
- Jayaprakasha GK, Selvi T, Sakariah KK, 2003, Antibacterial and antioxidant activities of grape (*Vitis vinifera*) seed extracts. *Food Res Int*, 36(2), 117-122.
- Ji X, Tong H, Settlege R, Yao W, Jiang H, 2021: Establishment of a bovine rumen epithelial cell line. *J Anim Sci*, 99(10), skab273.
- Jia P, Cui K, Ma T, Wan F, Wang W, Yang D, Wang Y, Guo B, Zhao L, Diao Q, 2018: Influence of dietary supplementation with *Bacillus licheniformis* and *Saccharomyces cerevisiae* as alternatives to monensin on growth performance, antioxidant, immunity, ruminal fermentation and microbial diversity of fattening lambs. *Sci Rep*, 8(1), 16712.
- Kim H, Min Y, Choi B, 2019: Real-time temperature monitoring for the early detection of mastitis in dairy cattle: Methods and case researches. *Comput Electron Agric*, 162, 119-125.
- Kumar U, Sareen VK, Singh S, 1997: Effect of yeast culture supplement on ruminal microbial populations and metabolism in buffalo calves fed a high roughage diet. *J Sci Food Agric*, 73(2), 231-236.
- Lan W, Yang C, 2019: Ruminal methane production: Associated microorganisms and the potential of applying hydrogen-utilizing bacteria for mitigation. *Sci Total Environ*, 654, 1270-1283.
- Lederberg J, 1992: Encyclopedia of Microbiology. Academic press. Inc. Harcourt Brace Jovanovich Publishers, New York, USA.
- Liebe DL, Hall MB, White RR, 2020: Contributions of dairy products to environmental impacts and nutritional supplies from United States agriculture. *J Dairy Sci*, 103(11), 10867-10881.
- Liu C, Wu H, Liu S, Chai S, Meng Q, Zhou Z, 2019: Dynamic alterations in yak rumen bacteria community and metabolome characteristics in response to feed type. *Front Microbiol*, 10, 1116.
- Maia MR, Chaudhary LC, Figueres L, Wallace RJ, 2007: Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. *Antonie Leeuwenhoek*, 91, 303-314.
- Meale SJ, Li S, Azevedo P, Derakhshani H, Plaizier JC, Khafipour E, Steele MA, 2016: Development of ruminal and fecal microbiomes are affected by weaning but not weaning strategy in dairy calves. *Front Microbiol*, 7, 582.
- Millen DD, Arrigoni MDB, Pacheco RDL, (Eds.). 2016: *Rumenology* (pp. 39-40). Cham, Switzerland: Springer International Publishing.
- Miron J, Ben-Ghedalia D, Morrison M, 2001: Invited review: adhesion mechanisms of rumen cellulolytic bacteria. *J Dairy Sci*, 84(6), 1294-1309.
- Moe PW, Tyrrell HF, 1979: Methane production in dairy cows. *J Dairy Sci*, 62:1583-1586.
- Mottram T, 2010: Detecting sensor drift in rumen pH data. 1st International Conference on Precision Dairy Farming. Leeuwarden, The Netherlands, 12(3), 481- 490.
- Mullins CR, Mamedova LK, Carpenter AJ, Ying Y, Allen MS, Yoon I, Bradford BJ, 2013: Analysis of rumen microbial populations in lactating dairy cattle fed diets varying in carbohydrate profiles and *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product. *J Dairy Sci*, 96, 5872-5881.
- Murphy MR, Baldwin RL, Koong LJ, 1982: Estimation of stoichiometric parameters for rumen fermentation of roughage and concentrate diets. *J Dairy Sci*, 55(2), 411-421.
- O'Hara E, Kenny DA, McGovern E, Byrne CJ, McCabe MS, Guan LL, Waters SM, 2020: Investigating temporal microbial dynamics in the rumen of beef calves raised on two farms during early life. *FEMS Microbiol Ecol*, 96(2), f2203.
- Orpin CG, Joblin KN, 1997: The rumen anaerobic fungi. In The rumen microbial ecosystem 140-195, Dordrecht: Springer Netherlands.
- Orskov ER, 1992: Protein Nutrition in Ruminants. 2nd Edition. Academic Press. London, UK.
- Özel O, Sarıççek B, 2009: Ruminantlarda rumen mikroorganizmalarının varlığı ve önemi (derleme). *TUBAV Bilim Derg*, 2(3), 277-285.
- Öztürk H, 2008: Ruminant beslenmesinde probiyotik mayalar. *Vet Hekim Der Derg*, 79(3), 37-42.
- Öztürk H, Demirtaş A, Salgırlı Y, Meral Ö, Pişkin İ, Emre B, Fidancı UR, 2011: Üzüm çekirdeği ekstraktının rumen mikroorganizmalarının fermentasyon aktivitesi üzerine in vitro etkileri. *Etlik Vet Mikrobiyol Derg*, 22, 1-6.

- Patterson JA, 1992: Rumen microbiology. in-Chief Lederberg, J. Encyclopedia of Microbiology. Academic press. Inc. Harcourt Brace Jovanovich Publishers. New York, 3, 623-542.
- Phakachoe N, Lounglawan P, Suksombat W, 2012: Effects of xylanase supplementation on ruminal digestibility in fistulated non-lactating dairy cows fed rice straw. *Livest Sci*, 149(1-2), 104-108.
- Regensbogenova M, Kisidayova S, Michalowski T, Javorsky P, Moon-Van Der Staay SY, Hackstein JHP, McEwan NR, Jouany JP, Newbold JC, Pristas P, 2004: Identification of rumen protozoa by restriction analysis of amplified 18s Rrna gene. *Acta Protozool*, 43, 219– 224.
- Russell JB, Rychlik JL, 2001: Factors that alter rumen microbial ecology. *Science*, 292, 1119-1122
- Steele MA, Croom J, Kahler M, AlZahal O, Hook SE, Plaizier K, McBride BW, 2011: Bovine rumen epithelium undergoes rapid structural adaptations during grain-induced subacute ruminal acidosis. *Am. J Physiol-Regul Integr Comp Physiol*, 300(6), 1515-1523.
- Tekce E, Gül M, 2014: Ruminant Beslemede NDF ve ADF nin önemi. *Ataturk Univ Vet Bilim Derg*, (9)-1, 63-73.
- Theodorou MK, France J, 1993: Rumen microorganisms and their interactions. Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism, 145-163.
- TÜİK, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Kirmizi-Et-Uretim-Istatistikleri-2023-53540>; 10.10.2024.
- Wang Y, McAllister TA, 2002: Rumen microbes, enzymes and feed digestion-a review. *Asian-Australasian J Anim Sci*, 15(11), 1659-1676.
- Xu Q, Qiao Q, Gao Y, Hou J, Hu M, Du Y, Zhao K, Li X, 2021: Gut microbiota and their role in health and metabolic disease of dairy cow. *Front Nutr*, 8, 701511.
- Yu J, Cai L, Zhang J, Yang A, Wang Y, Zhang L, Guan LL, Qi D, 2020: Effects of Thymol Supplementation on Goat Rumen Fermentation and Rumen Microbiota In Vitro, *Microorganisms*, 8(8), 1160.
- Zebeli Q, Metzler-Zebeli BU, 2012: Interplay between rumen digestive disorders and diet-induced inflammation in dairy cattle. *Res Vet Sci*, 93(3), 1099-1108.
- Zhang L, Lu J, Okada H, Nogami H, Itoh T, Arai S, 2016: Low-power and high-sensitive pH sensor for monitoring of cow-rumen in real time. In *2016 IEEE SENSORS*, Japan, pp. 1-3.
- Zhou Z, Fang L, Meng Q, Li S, Chai S, Liu S, Schonewille JT, 2017: Assessment of ruminal bacterial and archaeal community structure in yak (*Bos grunniens*). *Frontiers in Microbiology*, 8, 179.