

Subakut ruminal asidozislı sığırlarda rumen pH'sı ile dışkı skoru arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi

Onur ÖRTLEK¹, Hasan ERDOĞAN¹, Deniz Alç URAL², Songül ERDOĞAN¹, Kerem URAL¹

¹Adnan Menderes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Aydın/TÜRKİYE

²Adnan Menderes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği, Aydın/TÜRKİYE

Anahtar Kelimeler:

subakut rumen asidozu
sığır
erken laktasyon
rumen pH
fokal skor

Key Words:

subacute rumen acidosis
cattle
early lactation
rumen pH
fecal score

Geliş Tarihi: 13.06.2018
Kabul Tarihi: 03.12.2018
Yayın Tarihi: 31.12.2018
Makale Kodu: 433720

Sorumlu Yazar:
O. ÖRTLEK
(ortlekonur@gmail.com)

ORCID:

O. ÖRTLEK: 0000-0002-0292-7833
H. ERDOĞAN: 0000-0001-5141-5108
DA. URAL: 0000-0002-2659-3495
S. ERDOĞAN: 0000-0002-7833-5519
K. URAL: 0000-0003-1867-7143

ÖZ

Subakut ruminal asidozis (SARA) süt sığırı işletmelerinin önemli bir bozukluğu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışma ile bir işletmedeki erken laktasyon döneminde bulunan hayvanların rumen pH'ları ile fekal skorları arasındaki değişimin belirlenmesi ve söz konusu işletmedeki süt sığırlarındaki şüpheli SARA durumunun tespitinin yapılması amaçlandı. Bu kapsamda işletmedeki erken laktasyon döneminde (0-70. günler) bulunan toplam 50 hayvan seçildi. Subakut ruminal asidozisin tanısı; rumen sıvısının pH değeri (dijital pH metre) ile fekal skorlamanın ise inspeksiyon yöntemi ile gerçekleştirildi. Çalışma kapsamında erken laktasyon döneminde bulunan 50 hayvanın 20'sinde (%40) SARA bulunduğu ve SARA tanısı konulan hayvanların rumen pH'ı ile fekal skorları arasında zayıf düzeyde anlamlı korelasyon ($r=0.50$ $p<0,05$) olduğu saptandı. Sonuç olarak SARA ile ilişkili biyobelirteçlerden rumen pH ve fekal skor arasındaki korelasyonlar değerlendirilmiş olup, dışkı skorlamanın SARA'nın tanısına zayıf düzeyde yön verebilecek parametreler arasında bulunabileceği belirlenmiştir.

Evaluation of the relationship between rumen pH and fecal score in cows with subacute ruminal acidosis

ABSTRACT

Subacute ruminal acidosis (SARA) is emerging disorder of dairy cattle operations. This study aimed to determine the relation between rumen pH and fecal scores of cows in early lactation period and to determine the suspected SARA status in dairy cows in this farm. For this propose, a total of 50 animals in early lactation period (0-70 days) were enrolled to the study. Rumen pH and fecal scores were determined by a portable pH meter and inspection method, respectively. It was determined that there was a weak correlation between rumen pH and fecal scores ($r = 0.50$, $p < 0.05$) in cows with SARA and 20/50 (40%) cows in early lactation period diagnosed SARA. In conclusion, correlations between rumen pH and fecal score were evaluated and it was determined that fecal scoring could be a weak parameter to SARA diagnosis.

GİRİŞ

Subakut ruminal asidozis (SARA) süt sığırı işletmelerindeki sığırların ruminal sağlığını ifade eden rumen pH'ındaki depresif değişimlerin tanımlanmasında kullanılan günümüz işletmelerinin en yaygın sorunları arasındadır (1,2). Günümüze kadar yapılan araştırmalar incelendiğinde SARA gün içerisinde birkaç saatlik süre içerisinde rumen pH'ının 5.5-5.8 değerleri aralığında bulunduğu durum ile ilişkilendirildiği görülmektedir (2). Rumen pH'ında meydana gelen bu değişimlerin rumen mikrobiyotası üzerinde olumsuz etkilerin gerçekleşmesine neden olduğu karbohidratlardan kısa zincirli yağ asidi üretimindeki değişimlerin rumenin tamponlama, emilim ve rumen hareketlerini olumsuz yönde etkilediği bildirilmektedir (3). Subakut ruminal asidozisin oluşturduğu bu değişimin yansımaları süt üretimi ve süt yağı (4,5) azalmalarından başlamak üzere karaciğer apseleri (6,7) laminitis (8,9) gibi komplikasyonların yanında ABD' de laktasyondaki her bir sığır için yıllık 400 \$ kayba neden olduğu bilinmektedir (2).

Sütçü sığırlarda SARA gibi beslenme ile ilişkili hastalıkların

takibi sürü bazında tanı değerlendirmelerinin yapıldığı diagnostik uygulamalar ile ortaya konulabilmektedir. Özellikle subklinik ketozis, subklinik hipokalsemi ve subklinik ruminal asidozis sürü bazında sürekli takip edilmesi gereken hastalıklar arasındadır (10). Bu kapsamda yapılan değerlendirmelerde saranın tanısı amacı ile sürü içindeki örnekleme sayıları ve alarm seviyeleri araştırmacılar tarafından ortaya konmuş ve tüm dünyada kabul bulmuş uygulamalar arasındadır (10,11). Söz konusu uygulamalar arasında en yaygın ve güvenilir olanının rumen pH değişimlerinin gün boyu takip edilmesi olduğu bildirilmektedir (12).

Subakut ruminal asidozislı hayvanların rumen pH'larında meydana gelen değişimlerin aynı zamanda dışkının yapısı, pH'sı ve kıvamı ile ilişkili değişimlere de neden olduğu araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur. Bununla birlikte söz konusu değişimlerin değişken olduğu ve hastalıktan etkilenen hayvanların hemen tamamında farklı düzeylerde gerçekleştiği bildirilmektedir (13,14). Nordlund (15) rasyonda bulunan lif oranına göre dışkı kıvamında değişimlerin bulunabileceğini bu yüzden işletmelerde SARA'nın tanısının konulmasında ve monitörizasyon

yonunda kullanımının çok güvenilir olmadığını savunmaktadır.

Söz konusu araştırmada, Aydın bölgesinde bulunan SARA tanısı konulmuş bir işletmede rumen pH'ındaki değişimlerin sağlıklı ve saralı sığırlarda dışkı skoru üzerine olan etkisinin belirlenmesi ve daha geniş popülasyondaki araştırmalar ışık tutacak verilerin elde edilmesi amaçlandı.

GEREÇ ve YÖNTEM

Hayvan Materyali ve Örnekleme İşlemi

Araştırma kapsamında Aydın ili sınırları içerisinde bulunan 200 baş sağmal kapasiteli işletmedeki erken laktasyondaki multiparöz holştayn ırkı süt inekleri kullanıldı. Erken laktasyon grubu içerisinde bulunan süt ineklerinin beslenme rejiminde Tablo 1' de belirtilen formülasyonun kullanıldığı ve bahsedilen grubun doğum sonrası 70 gün boyunca aynı rasyonla beslenildiği öğrenildi.

Subakut ruminal asidozisin tanısının konulabilmesi ve işletmedeki sığırların değerlendirmesi amacı ile gıda alımından 4 saat sonra Garrett ve ark (16) belirttiği şekilde rumen içerik sondası aracılığı ile rumen sıvısı örneklemeleri tekniğine uygun olarak gerçekleştirildi (Resim 1).



Resim 2 Rumen sıvı örneklerinin dijital pH metrede ölçümünün yapılması.
Picture 2 Measurement of rumen liquid samples at digital pH meter.



Resim 1 Rumen sıvısı örneklemeye işlemleri.
Picture 1 Rumen fluid sampling procedures.

Elde edilen rumen sıvıları beher kaba alınarak portabl bir pH metre (EDGE pH meter, HANNA, Spain) yardımı ile pH değerleri hasta başında ölçüldü (Resim 2).

Rumen sıvısı pH değerinin 5.5 ve 5.8 aralığında bulunan hayvanların subakut ruminal asidozis olduğu kabul edilip hasta grubu olarak değerlendirildi. Rumen sıvısı pH değeri 5.8' in üzerinde olan süt inekleri ise sağlıklı gruba dahil edildi (17).

Rumen sıvısı örneklemelerinin hemen akabinde dışkı skorları aynı kişi tarafından Melendez ve Roy (18) belirttiği şekilde (Skor 1; sıvı kıvamda, yayılmış, şekilsiz ve çapı 50' cm'den fazla miktarda Skor 2; dışkı skor 1' e nazaran daha katı kıvamda, çapı en fazla 30 cm yayılmış Skor 3; pasta kıvamında, çok fazla



Resim 3 Fekal skorlama yapılan dışkı örnekleri.
Picture 3 Fecal scored stool samples

katı ve sert olmayan, çapı en az 30 cm ve yuvarlak şekilli Skor 4; sert, kuru görünümlü, en az 30 cm çapında) gerçekleştirildi (Resim 3).

İstatistiksel Analizler

Subakut ruminal asidozis ve sağlıklı gruplara ayrılan hayvanlara ait rumen pH değerleri ve fekal skorların tanımlayıcı istatistikleri yapıldıktan sonra, her grubun kendi içerisinde Pearson korelasyon analizleri gerçekleştirildi. Gruplar arasındaki farklılığın belirlenmesinde ise Mann-Whitney U testinden yararlanıldı. İstatistiksel analizlerin tamamında SPSS 21.0 (IBM,

Chicago, USA) programından yararlanılarak tüm analizlerde $p < 0.05$ değeri anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Sağlıklı ve subakut ruminal asidozisli ineklere ait rumen pH' sı ve fekal skorların ortalamalarının istatistiksel anlamlı farklı olduğu belirlendi (Tablo 2). Sağlıklı hayvanların rumen pH' sı ile fekal skorları arasında düşük düzeyde istatistiksel önemi bu-

Tablo 1 Rasyon içerik bileşimi.

Table 1 Composition of ration content.

Bileşen	%Kuru Madde (KM)
Mısır Silajı (%35 KM)	49,79
Saman	15,80
Ayçiçeği Küspesi	4,45
Soya Küspesi	6,75
Buğday Kepeği	22,76
Dikalsiyum Fosfat	0,10
Kalsiyum Karbonat	0,25
Tuz	0,05
Vitamin ve Mineral Karışımı	0,05
Kimyasal İçerik ve Beslenme Etkisi	
NDF, % KM	45,80
Günlük KM tüketimi	19,77
Ham protein, % KM	14,5
Ca, % KM	0,45
Nel, Mcal/kg KM	0,45

Tablo 2 Sağlıklı ve SARA' lı sığırlardaki rumen pH' sı ve Fekal skor değerlendirmelerinin tablosu.

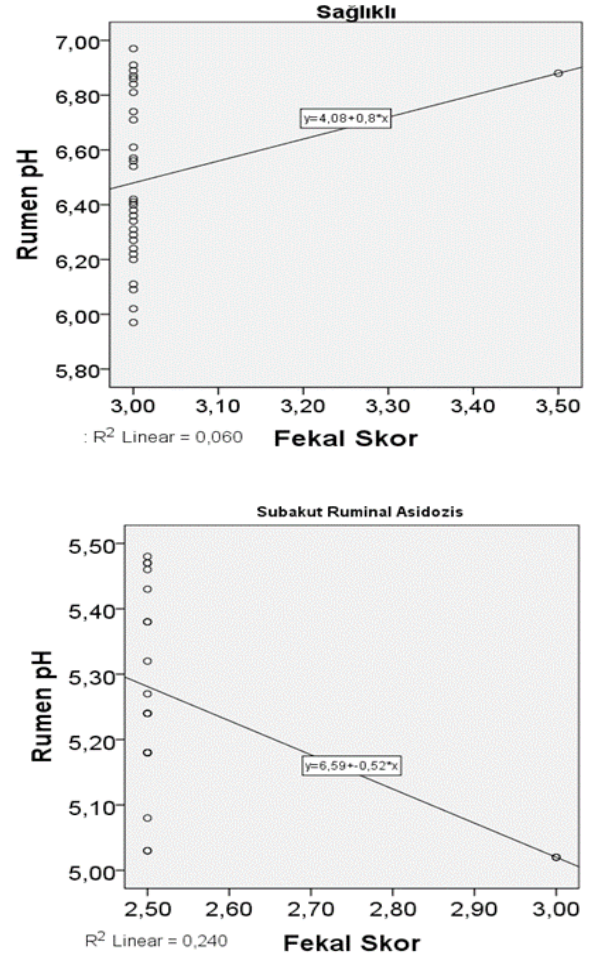
Table 2 Table of rumen pH and Fecal score assessments in healthy and SARA cattle.

	Rumen pH	Fekal Skor
Sağlıklı (n=30)	6,4930 - 0,05436	3,0167 - 0,01667
SARA (n=20)	5,2550 - 0,03668	2,5500 - 0,03441
p value	0,05	0,05

lunmayan bir korelasyon olduğu ($r=0.25$) ancak SARA olduğu tespit edilen hayvanlarda ise negatif yönde istatistiksel anlamlı zayıf bir korelasyonun ($r=-0.50$) bulunduğu belirlendi. Saçılım grafikleri incelendiğinde ise (Resim 4) saralı hayvanların (n=20) rumen sıvısındaki değişimlerin yalnızca %24 düzeyinde ($R^2=0.24$) fekal skoru yansıttığı tespit edildi

TARTIŞMA

Son on yıl içerisinde, süt ineklerinin artan verim özellikleri besin ihtiyaçlarının karşılanmasında zorluklar meydana getirmiş ve beraberinde gelen yönetsel sorunlar subklinik hastalıkların görülmesinde artışlara yol açmıştır (19). Özellikle erken laktasyondaki sığırların enerji ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla lif bakımından düşük karbonhidrat bakımında ise zengin beslenmesi ile ilişkili olarak söz konusu hastalığın arttığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (20,21). SARA'nın tanımı ve özellikle ruminal pH' nın söz konusu hastalık ile



Resim 4 Sağlıklı (n=30) ve SARA' lı (n=20) sığırlardaki rumen pH' sı ve Fekal skor değerlendirmelerinin saçılım grafiği.

Picture 4 Spread chart of rumen pH and Fecal score evaluations in healthy and SARA cattle.

ilişkili olarak yapılan çeşitli araştırmalarda farklılıklar gösterdiği bildirilmektedir (22). Çalışmamız kapsamında değerlendirilen işletmede bulunan hayvanlarda SARA tanısı için rumen pH değeri 5.2 ile 5.8 aralığı kabul edilmiş ve işletmede kontrol edilen erken laktasyon dönemindeki 50 hayvandan 20' sinde SARA bulunduğu tespit edilmiştir.

Fekal skorlama sistemi, dışkıının fiziksel özelliğinin yapısının değerlendirilmesine dayanan Ireland-Perry ve Stallings (23) tarafından tanımlanıp, Melendez ve Roy (18) tarafından güncellenen fekal materyalin kıvamı ve fiziksel yapısına dayanan özellikleri tanımlanarak yapılmaktadır (kıvamı, yere düştüğünde dağıldığı yarı çapı, şekilsel yapısı, su içeriği). Araştırmamızda kullanılan skorlama sistemi araştırmacıların belirttiği ölçütler çerçevesinde gerçekleştirilmiş ve SARA tanısı kapsamında ruminal pH ile arasındaki ilişkiyi bildiren ilk araştırmadır.

Süt sığırların da rasyonun ve rumen pH değişimlerinin yapıldığı çalışmaların ağırlıklı olarak Pen State eleği yardımı ile yapılan partikül büyüklüklerinin hesaplanması ve değişimlerinin incelenmesine yönelik araştırmalar olduğu görülmektedir (24-27). Özellikle rasyonda bulunan partikül büyüklüğünün >19 mm'den büyük olduğu durumlarda çiğneme aktivitesi, tükürük sekresyonu rumen pH' sı ve hayvanın genel sağlık durumunun olumlu yönde etkilendiği birçok araştırmacı tarafından belir-

tilmiştir (28-32). Araştırmamız kapsamında erken laktasyon dönemindeki hayvanlara sunulan rasyonda partikül büyüklüğü ölçümü yapılmamış olup yalnızca SARA varlığında fekal skorlardaki değişimin değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Araştırmamızda değerlendirilen sağlıklı hayvanların fekal skorlarının skor 3 seviyesinde yoğunlaştığı görülürken, SARA'lı hayvanların çoğunluğunun Skor 2,5 seviyelerinde olduğu gözlemlendi (Resim 4).

Subakut ruminal asidozis görülen sığırlarda dışkıının parlak sarımsı renkte tatlımsı bir kokusunun yanında içerisinde küçük gaz kabarcıkları ve içerisinde sindirilmemiş konsantre yem partikülleri bulunmaktadır (13). Deneysel olarak oluşturulan SARA olgularında fekal pH' da değişimlerin olmadığı belirtilmektedir (33). Bunun yanında fekal pH değişimlerinin ve kıvamın takibinin işletmelerde SARA' nın monitörizasyonunda sınırlı bir ölçüt olabileceği düşünülmektedir (15). Buna karşın birçok araştırmacı da süt işletmelerinde şekillenen ishal olgularının SARA ile doğrudan ilişkili olduğunu da bildirmektedir (11,13,34). Araştırmamızdaki hayvanların rumen pH' ları ve fekal skorlamalarının karşılaştırılmasında fekal skorlamada meydana gelen değişimlerin yalnızca %24' ünün rumen pH' sı ile ilişkili olduğu görülmüştür.

Dışkı skorlaması yönteminin, SARA' nın tanısına ulaşılmasında rutin konvensiyonel belirteçlere katkı sağlayacak bir parametre olduğu düşünülmektedir. Söz konusu araştırmamızda Rumen pH' sı ile dışkı skoru arasında yapılan korelasyonun yazarlar tarafından yetersiz olduğu da düşünülmekte ve bu durumun çalışmanın kısıtlayıcı unsurları arasında yer aldığı kanısını doğurmaktadır. Çalışmanın ilerleyen yıllar içerisinde daha geniş sürülerde ve diğer parametrelerinde dahil edilmesi ile çok daha anlamlı korelasyonlara ulaşılacağı düşünülmektedir.

Rasyon bileşimleri içerisinde sindirilebilir karbonhidrat miktarının yüksek olması ya da selüloz miktarının düşük olmasına bağlı olarak istenilen ruminal fermentasyon zamanlarına uzaklaşmakta ve rumen boşalma zamanında kısılma yönlü değişimlere neden olmaktadır. Bu durum yalnızca SARA gelişimini değil beraberinde içeriğin mikrobiyatasındaki değişimler ile birlikte fermentasyon süreçlerine de yansımakta ve dışkıdaki sıvı yükünde artmasına neden olmaktadır (35). Söz konusu bilgiler ışığında, incelenen işletmedeki rasyonun NDF değerlerinin (Tablo 1) dışkıdaki sıvı yüküne ve SARA gelişimine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Sürü bazında yönetimsel olarak yapılan sağlık değerlendirmelerinde, fekal skorların değerlendirilmesinin çok yönlü bir parametre olduğu, fermentasyon bozuklukları temeline dayanan hastalıkların tanısından başlayan ve rasyonun kimyasal içeriğinin dahi gözden geçirilmesini sağlayacak olan ölçülebilir klinik bir parametre olduğu görülmektedir.

SONUÇ

Sonuç olarak erken laktasyon dönemindeki SARA'lı hayvanlarda rumen pH' sı ile fekal skorlama arasında zayıf bir ilişkinin bulunduğu, klinik değerlendirmelerin yapıldığı işletmelerde fekal skorlamasının yalnız başına SARA tansının konulmasında yeterli olmadığı sonucuna varıldı.

KAYNAKLAR

1. Richert RM, Cicconi KM, Gamroth MJ, Schukken YH, Stiglbauer KE, Ruegg PL. Perceptions and risk factors for lameness on organic and small conventional dairy farms. *J Dairy Sci.* 2013; 96(8): 5018–5026.
2. Pilachai R, Schonewille JTH, Thamrongyoswittayakul C, Aiumlamai S, Wachirapakorn C, Everts H, Hendriks WH. Diet factors and subclinical laminitis score in lactating cows of smallholder dairy farms in Thailand. *Livest Sci.* 2013; 155(2–3): 197–204.
3. Bell NJ, Knowles TG, Whay HR, Main DJ, Webster AJF. The development, implementation and testing of a lameness control programme based on HACCP principles 364 and designed for heifers on dairy farms. *Vet J.* 2009; 180: 178-188.
4. Harris DJ, Hibburt CD, Anderson GA, Younis PJ, Fitzpatrick DH, Dunn AC, Parsons IW, McBeath NR. The incidence, cost and factors associated with foot lameness in dairy cattle in south-western Victoria. *Aust Vet J.* 1988; 65: 171-176.
5. Bicalho RC, Oikonomou G. Control and prevention of lameness associated with claw lesions in dairy cow. *Livest Sci.* 2013; 156: 96–105.
6. Enemark JMD. The monitoring, prevention and treatment of sub-acute ruminal acidosis (SARA): a review. *Vet J.* 2008; 176:32–43.
7. Ural DA, Cengiz O, Ural K, Ozaydin S. Dietary clinoptilolite addition as a factor for the improvement of milk yield in dairy cows. *J Anim Vet Adv.* 2013; 12(1): 85-87.
8. Greenough PR. Bovine laminitis and lameness: a hands-on approach. 1st ed. p328. España: Elsevier; 2007.
9. Morgante M, Ganesella M, Casella S, Ravarotto L, Stelletta C, Giudice E. Blood gas analyses, ruminal and blood pH, urine and faecal pH in dairy cows during subacute ruminal acidosis. *Comp Clin Pathol.* 2009; 18: 229-232.
10. Cook N, Oetzel G, Nordlund K. Modern techniques for monitoring high-producing dairy cows 1. Principles of herd-level diagnosis. *J Dairy Sci.* 2006; 28(9): 510.
11. Oetzel GR. Monitoring and testing dairy herds for metabolic disease. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2004; 20(3): 651-674.
12. Abdela N. Sub-acute ruminal acidosis (SARA) and its consequence in dairy cattle: A review of past and recent research at global prospective. *Achievements in the Life Sciences.* 2016; 10(2): 187-196.
13. Kleen JL, Hooijer GA, Rehage J, Noordhuizen, J. Subacute ruminal acidosis in Dutch dairy herds. *Vet Rec.* 2009; 164(22): 681-684.
14. Grove-White D. Rumen healthcare in the dairy cow. In *Practice* 2004; 26(2): 88.
15. Nordlund KV, Cook NB, Oetzel GR. Investigation strategies for laminitis problem herds. *J Dairy Sci.* 2004; 87: 27-35.
16. Garrett EF, Perreira MN, Nordlund KV, Armentano LE, Goodger WJ, Oetzel GR. Diagnostic methods for the detec-

- tion of subacute ruminal acidosis in dairy cows. *J Dairy Sci.* 1999; 82: 1170–1178.
17. Kitkas GC, Valergakis GE, Karatzias H, Panousis N. Subacute ruminal acidosis: prevalence and risk factors in Greek dairy herds. *IJVR.* 2013; 14(3): 183-189.
18. Melendez P, Roy E. The Association between Total Mixed Ration Particle Size and Fecal Scores in Holstein Lactating Dairy Cows. Department of Large Animal Clinical Sciences, College of Veterinary Medicine, University of Florida. 2015.
19. Sundrum A. Metabolic disorders in the transition period indicate that the dairy cows' ability to adapt is overstressed. *Anim.* 2015; 5(4): 978-1020.
20. Kmicikewycz AD. Effects of Diet Particle Size and Supplemental Hay on Mitigating Subacute Ruminal Acidosis in High-Producing Dairy Cattle, Animal Science, The Pennsylvania State University of USA. 2014.
21. Bipi KC, Ramesh PT, Yathiraj S. Impact of subacute ruminal acidosis (SARA) on milk yield and milk fat content in crossbred dairy cows. *PARIPEX-Indian J Res.* 2016; 5(4).
22. Li S, Gozho GN, Gakhar N, Khapour E, Krause DO, Plazier JC. Evaluation of diagnostic measures for subacute ruminal acidosis in dairy cows. *Can J Anim Sci.* 2012; 92(3): 353.
23. Ireland-Perry RL, Stallings CC. Fecal consistency as related to dietary composition in lactating Holstein cows. *J Dairy Sci.* 1993; 76: 1074-1082.
24. Lammers BP, Heinrichs AJ. A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *J Dairy Sci.* 1996; 79: 922-928.
25. Kononoff PJ, Heinrichs AJ, DR Buckmaster. Modification of the Penn state forage and total mixedration particle separator and the effects of moisture content on its measurements. *J Dairy Sci.* 2003; 86: 1858-1863.
26. Melendez P, Back SA. Particle size evaluation and its association with feed intake, milk yield and chewing activity in mid-lactation Holstein cows. *Bov Pract.* 2006; 40: 39-45.
27. Melendez P, Rodriguez O, Madrid S, Donovan A. The association between forage particle size at initial feeding and the weigh-back and chewing activity in dairy cattle. *Bov Pract.* 2002; 36: 66-70.
28. Armentano L, Pereira M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. *J Dairy Sci.* 1997; 80(7):1416-25.
29. Heinrichs AJ, DR Buckmaster, Lamers BP. Processing, mixing and particle size reduction of forages for dairy cattle. *J Anim Sci.* 1999; 77: 180-186.
30. Goff JP. Major advances in our understanding of nutritional influences on bovine health. *J Dairy Sci.* 2006; 89: 1292-1301.
31. Zebeli Q, Aschenbach M, Tafaj J, Ametaj BN. Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. *J Dairy Sci.* 2012; 95: 1041-1056.
32. Lean IJ, Golder HM, Hall MB. Feeding, evaluating and controlling rumen function. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 2014; 30(3):539-75.
33. Gakhar N. Development of alternate markers for subacute ruminal acidosis (SARA). Department of Animal Science The University of Manitoba Winnipeg, Manitoba, 2008.
34. Nocek JE. Bovine acidosis: Implications on laminitis. *J Dairy Sci.* 1997; 80: 1005-1028.
35. Mertens DR. Creating a system for meeting the fibre requirement of dairy cows. *J Dairy Sci.* 1997; 80: 1463-1481.