

## RUMİNANT RASYONLARINDA YAĞ KULLANIMI

Osman KÜÇÜK\*

Haydar ÖZPINAR\*\*

### ÖZET

Ülkemizde ruminant rasyonlarının enerji yoğunluğunu artırmak için kullanılan ve ekonomik bir enerji kaynağı olan yağların kullanımı yaygınlaşmaktadır. Uygun miktarda ve korunmuş formda kullanıldığı takdirde besin maddeleri sindirimini olumsuz etkilemeyen yağlar ruminantlarda reproduksiyon dahil performansı artırmaktadır. Yağların negatif etkilerinin azaltılması için fiziksel ve kimyasal olarak muameleye tabi tutulurlar (korunurlar).

### SUMMARY

The practice of supplementing fat as an economic energy source to increase the energy density of the ruminant diets is getting more common in Turkey. When used in protected form and in a proper amount, fats do not negatively influence the digestion of nutrients and improve performance of ruminants including reproductive functions. In order to reduce the negative effects of them, fats are treated (protected) physically and chemically.

### 1. GİRİŞ

Yaşayan bütün canlı organizmaların yapısında bulunan lipitler yaşamın devamı için elzemdir. Lipitler suda çözünmemesine karşın eter, kloroform ve benzin gibi apoler çözücülerde çözünen maddelerdir. Yapı olarak çok büyük çeşitlilik gösteren lipitlerin en basiti yağ asitleridir (YA). Diğer lipit çeşitleri trigliseritler, fosfolipitler, glikolipitler, steroidler, karotinoidler ve mumlar olarak sıralanabilir. Yapısında fosfor bulunan YA fosfolipit, karbonhidrat bulunduran YA ise glikolipit olarak adlandırılır. Yağ asitleri serbest halde bulunabileceği gibi trigliserol, gliserofosfolipit, sifingolipit, mum ve eikosanoidlerin yapısında kompleks halde bulunabilirler. Bir yağ asidinin karbon atomları arasında çift bağ bulunup bulunmaması o yağ asidine doymuş yada doymamış yağ asidi özelliği kazandırır. Örneğin; doymuş yağ asitlerinden stearik asit (18:1) yapısında çift bağ bulundurmazken, doymamış bir YA olan oleik asit (18:1) yapısında bir adet çift bağ bulundurur. Yağ asitlerinin yazılımında ilk numara YA deki karbon sayısını ikinci numara ise çift bağ sayısını ifade eder (Stryer, 1995). Birden fazla çift bağ içeren (polidoymamış) YA inde çift bağlar birbirinden metil gruplarla ayrılmıştır. Ancak bu bağlar konjuge olmuş halde mevcut olabilirler. Çift bağları konjuge olmuş YA inden konjuge linoleik asit (Conjugated Linoleic Acid, CLA) özellikle kanser önleyici özelliği ile öne çıkmıştır (Bauman, 1999). Sırasıyla 2 ve 3 çift bağ içeren linoleik (18:2) ve linolenik asitler (18:3) esansiyel yağ asitleri olarak kabul edilirler. Hayvan ve bitki dokularında daha çok 16 ve 18 karbon atomlu YA mevcuttur.

## 2. RUMİNANT BESLEMEDE KULLANILAN YEMLERDEKİ YAĞ ASİTLERİ

Ruminant beslemede sıkça kullanılan kaba ve konsantre yemler içerdikleri YA bakımından farklılıklar gösterirler. Kaba yemlerin daha çok yaprak kısımlarında (kloroplast ta) bulunan yağ miktarı olarak azdır (% 6-8 KM) ve daha çok glikolipit (% 70-80) ve fosfolipit formundadır. Kaba yem yapraklarında bulunan YA çoğunlukla linolenik (% 30-61), linoleik (% 8-26) ve küçük miktardaki oleik asitten (% 3.4-19) ibarettir (Harfoot, 1981; Harfoot ve Hazlewood, 1988; Küçük, 2000).

Pamuk, soya ve ayçiçeği gibi yağlı tohumlar yüksek miktarda yağ (% 20-40) ve doymamış YA içerirler. Kaba yemlerin çok miktarda 18:3 içermesine karşın çoğu tane yem büyük miktarda 18:2 içerir. Örneğin; mısır, % 12.5 (16:0), % 2.1 (18:0), % 29.1 (18:1), % 52.2 (18:2), % 1.8 (18:3) kapsar (Küçük, 2000).

Ruminant beslemede rasyona ilave edilen yağlar sıvı (bitkisel) katı (hayvansal) yada sıvı ve katı yağların karışımı şeklinde olabileceği gibi korunmuş yağlar olarak da kullanılmaktadır. Korunmuş yağlar genellikle Ca ile muamele edilirler (Ca sabunları yada tuzları). Hayvansal yağlar doymuş yağ asitlerinden buna karşın bitkisel yağlar ise doymamış yağ asitleri bakımından zengindir. Deniz ürünleri uzun zincirli (20-22 karbonlu) ve doymamış YA içerirler.

## 3. RUMİNANTLARDA YAĞ İLE BESLEME VE ETKİLERİ

Hayvan beslemede rasyonlara yağ katılımı daha önceleri sadece kanatlılar (broiler) ve genç hayvanlarda (süt ikame) yaygın iken günümüzde ruminantlar da özellikle süt sığırcılığında yaygın halde kullanım alanı bulmuştur. Ruminantlarda rasyona katılan yağlar kuru maddenin (KM) sadece % 5-6 olarak sınırlıdır. Bu sınırlamadaki en büyük etken fazla miktarda rasyona ilave edilen yağın yem tüketimini azaltması, selüloz sindirimini baskılaması ve ayrıca hipokalsemi ve hipomagnezemiye neden olmasıdır (Steele, 1983; Park ve ark., 1983).

Ruminant rasyonlarına yağ katılımı öncelikle ekonomik bir enerji kaynağı olarak değerlendirilir. Rasyondaki yağ yağda eriyen vitaminlerin emilimini artırırken aynı zamanda yem karışımında tozu önler. Rasyondaki yağ metabolizmada en az miktarda ısı oluşumu sağlar ve dolayısıyla bünyesindeki enerjinin oransal olarak daha fazlasını ısı oluşturarak kaybolmasına değil hayvanda verime dönüşmesine katkıda bulunur (Larick ve ark., 1992). Tüketilen besin maddeleri vücutta ısı artışına neden olmaktadır. Bu bağlamda en çok proteinler daha sonra ise karbonhidratların metabolize olmaları sonucu ısı açığa çıkarırlar. Antiketojenik etkiye de sahip olan yağlar metabolizmada glikozun oksidasyonunu azaltarak glikozun süt şekeri (laktöz) için kullanımına katkıda bulunur (Grummer ve Carrol, 1991).

### 3.1. Yem Tüketimi

Yem tüketimindeki düşüş rasyona katılan yağla birlikte izlenen bir özelliktir. Rasyona ilave edilen % 5 ten fazla miktardaki yağ kuru madde ve organik madde tüketimini azaltmaktadır (Zinn, 1992; Bateman ve Jenkins, 1998; Wachira ve ark. 2002). İyot indeksinin yükselmesiyle birlikte kuru madde tüketimi azalmakta ve bu düşüş rasyondaki yağ miktarının artmasıyla birlikte artmaktadır (Firkins ve Eastrich, 1994). İyot indeksi bir YA de doymamışlık derecesi olarak ifade edilir ve iyot indeksi yükseldikçe doymamışlık artar.

Ancak, kuru madde tüketimindeki azalmanın rasyonda yağların sağladığı ekstra enerji ile kapatılması ve hayvanın aslında enerji olarak kaybının söz konusu olmaması muhtemeldir (Grummer, 1996).

### 3.2. Canlı Ağırlık Artışı, Yemden Yararlanma ve Karkas Özellikleri

Özellikle bitirme rasyonlarına (finishing) ilave edilen yağların ruminantlarda günlük canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanmayı artırdığı rapor edilmiştir (Fluharty ve Loerch, 1997; Plascencia ve ark.,

1999). Örneğin, kastre edilmiş boğaların bitirme rasyonlarına (arpa ağırlıklı) ilave edilen % 4-8 yağ (bitkisel-hayvansal yağ karışımı) günlük canlı ağırlık ve yemden yararlanmayı önemli miktarda artırmıştır (Zinn, 1989). Preston ve ark. (1989) iğdiş edilmiş boğaların rasyonlarına ilave ettikleri % 6 yağın karkasın tat, yumuşaklık ve duyuşal özelliklerinin değiştirmediği ancak sıcak karkas ağırlığı ve Longissimus kas bölgesinin (ribeye) büyüklüğünü azalttığını bulmuşlardır. Ayrıca, Garcia ve ark. (2003), rasyonda % 7 oranında ayçiçeği tohumlarıyla (% 55 yağ ve % 70 lileik asit) besledikleri düvelerde karkas toplam yağında (%) değişikliğe rastlamamış ancak linoleik asit ve *cis*-9, *trans*-11 CLA düzeyini yüksek bulmuşlardır.

### 3.3. Süt Verimi ve Kompozisyonu

Ruminant rasyonlarına ilave edilen yağ laktasyondaki hayvanlarda süt verimini artırır ancak süt yağını düşürür. Süt yağındaki düşüş genellikle doymamış yağ asitlerinin rumendeki selüloz sindirimini baskılaması ve asetat/propionat molar oranını düşürmesi nedeniyle gerçekleşir (Sutton, 1989). Ruminant rasyonlarına yağ katılımı özellikle doymuş yağların varlığında süt protein oranı düşer (Firkins ve Eastrich, 1994). Ayrıca laktöz miktarının rasyondaki yağ ilavesiyle birlikte arttığı gözlenmiştir (Rodriguez ve ark., 1997). Ancak rasyona ilave edilen yağın yukarıda bahsedilen süt verim ve bileşenleri üzerine etkisi literatürde tartışma konusudur. Örneğin, Khorasani ve Kennelly (1998), Holstein süt siğiri rasyonlarına ilave ettikleri % 10 yağın süt verimi ve bileşenlerine etkisinin olmadığını bulmuşlardır.

### 3.4. Reprodüksiyon

Rasyona yağ ilavesi ineklerde reprodüktif performansı artırıcı etkiye sahiptir. Bu etki muhtemelen yağların prostaglandin ve kolesterol metabolizması üzerine etkisinden kaynaklanmaktadır (Grummer ve Carroll, 1991; Sklan ve ark., 1991). Prostaglandin F2 sentezinde prokürsör olarak görev yapan linoleik asidin ince bağırsaktan emiliminin artması ile ruminantlarda reprodüktif performansın artması beklenir (Lucy ve ark., 1991). Benzer şekilde, Thomas ve ark. (1997), balık yağı (20:0, 20:1, 20:4, 22:5 ve 22:6 içeren) yada doymuş yağ içeren yağ kaynakları ile karşılaştırdıklarında, büyük bir çoğunluğu 18:2 den ibaret soya yağının inek rasyonlarına ilavesinin birlikte ovaryumların gelişimini daha çok stimüle ettiğini gözlemişlerdir. Rasyonlarına yağ ilave edilen ineklerin follikül sayı ve büyüklüklerinin arttığı (Lammoglia ve ark., 1996), normale oranla iki katı fazla gebe kalma oranı gösterdikleri (Ferguson ve ark., 1997) ve aşımaya daha erken zamanda geldikleri (Whitney ve ark., 2000) gösterilmiştir. Bunlara ilaveten, yağ ile (18:2) beslenen gebe ineklerin yavrularında yaşama oranının arttığı rapor edilmiştir (Lammoglia ve ark., 1999).

### 3.5. Kan Parametreleri

Rasyondaki yağın kan parametreleri üzerindeki etkisi literatürde bulunan farklı sonuçlar ışığında tartışma konusudur. Khorasani ve Kennelly (1998), laktasyondaki süt inekleri rasyonuna ilave ettikleri artan miktardaki yağın (% 0-10.3) plazma insülin konsantrasyonunu arttırdığını fakat plazma glikoz düzeyinin ise küçük miktardaki yağ miktarıyla (% 3.75) belli bir noktaya kadar arttığını ve daha fazla yağ verildiğinde (% 7.5) tekrar düştüğünü rapor etmişlerdir. Ancak yağ miktarının maksimum düzeyde (% 10.3) tekrar verilmesi durumunda ise plazma glikoz düzeyi tekrar yükselmeye başlamıştır (Kübik ilişki). Whitney ve ark. (1998) düve rasyonuna ilave ettikleri % 3 ve % 6 soya yağının serum glikoz düzeyini arttırdığını göstermişlerdir. Soya yağında çok miktarda bulunan linoleik asit (18:2) rumende propionata çevrilip emildiği için glikoz prekürsörü olarak görev yapmakta ve kan glikoz düzeyini arttırmaktadır. Yukarıda verilen sonuçların tersine, Johnson ve ark. (1988) rasyondaki yağın kan glikoz düzeyine etkisini bulamamıştır. Ruminant rasyonlarındaki yağın plazma serbest yağ asitlerini ve serum kolesterol düzeyine arttırdığı bildirilmiştir (Khorasani ve Kennelly, 1998; Whitney ve ark., 1998). Rasyondaki yağ miktarındaki artış yağların ince bağırsaktan emilimi ve transportasyonu için gerekli bağırsak kolesterol sentezini stimüle ettiği için kan kolesterol düzeyini de arttırmaktadır

(Nestel ve ark., 1978). Garcia ve ark. (2003), rasyonda % 7 oranında ayçiçeği tohumlarıyla (% 55 yağ ve % 70 linoleik asit) besledikleri düvelerde serum insülin-benzer büyüme faktörü 1 (IGF-I) düzeyini düşük bulmuşlardır.

### 3.6. Yağlar ve Besin Maddeleri Sindirimi

Rasyona yağ ilavesi rumende yapısal olmayan karbonhidratların (nişasta) sindirimini etkilemezken yapısal karbonhidratların (ADF, NDF) sindirimini sekteye uğratar (Zinn, 1988; Zinn, 1992; Zinn ve Shen, 1996; Küçük, 2000). Ikwuegbu ve Sutton (1982), koyun rasyonuna (% 66 konsantre) ilave ettikleri keten tohumu yağının ADF sindirimini büyük ölçüde düşürdüğünü rapor etmişlerdir.

	Keten tohumu yağı, g/kg rasyona			
	0	20	39	60
Rumen ADF sindirimi, %	44	24	18	14
Tüm Sindirim Kanalı ADF Sindirimi, %	82	55	40	35

<sup>a</sup>Ikwuegbu ve Sutton (1982)

Rumen selüloz sindirimdeki baskılanma daha yüksek konsantre yem ile de rapor edilmiştir. Zinn ve Shen (1996) besi sığır rasyonlarına (% 88 konsantre) ilave ettiği % 5 yağın rumen NDF sindirimini % 25 ve tüm sindirim kanalındaki NDF sindirimini ise % 20 oranında düşürdüğünü bulmuştur. Genellikle rumende sekteye uğratan selüloz sindirimini sindirim kanalındaki kalan kısım tarafından telafi edileceği iddia edilmiştir (Elliott ve ark., 1997; Bateman ve Jenkins, 1998). Ancak, Plancencia ve ark. (1999) besi sığırları rasyonuna (% 88 konsantre) ilave ettikleri % 5 yağın ne rumen ADF sindirimini nede tüm sindirim kanalındaki ADF nin sindirimini etkilemediğini bulmuştur.

Rumendeki protein sindirimi de rasyondaki yağlardan olumsuz etkilenir ve rumende oluşan amonyak miktarı azalır. Rasyondaki doymuş yağ oranının artmasıyla bu azalma daha da artar (Ikwuegbu ve Sutton, 1982; Jenkins ve Fotouhi, 1990). Bazı araştırmacılar rasyondaki yağın rumende amonyak oluşumuna etkisini kabul etmemektedir (Schauff ve ark., 1992; Harrison ve ark., 1995; Elliott ve ark., 1997). Tüm sindirim kanalındaki bireysel ve toplam YA sindirimini rasyona katılan yağ miktarının artmasıyla birlikte azaldığı gözlenmiştir (Küçük ve ark., 2001).

Süt sığırlarında rasyona yağ ilavesi rumende toplam uçucu yağ asit (UYA) miktarını azaltır, asetatın molar oranını düşürür ve propionik asidin molar oranını yükseltir (Schauff ve ark., 1992; Bateman ve Jenkins, 1998; Küçük, 2000). Bunun yanı sıra, bir çok araştırmacı rasyona ilave edilen yağın Rumen pH sını, UYA miktar ve bireysel UYA molar oranlarını etkilemediği ortaya koymuştur (Bock ve ark., 1991; Pantoja ve ark., 1996). Literatürdeki bu çelişkili sonuçlar kullanılan yağ miktarı ve formundan kaynaklanmaktadır. Örneğin, rasyondaki yağ miktarının artması karbonhidrat sindirimini negatif yönde etkilemekte (Kowalczyk ve ark., 1977) ancak yağ kaynaklarındaki YA nin esterifiye olması (Ca sabunları) ve doymuş yağların kullanılması ise karbonhidrat sindirimini daha az olumsuz etkilemektedir (Zinn, 1989; Pantoja ve ark., 1994; Elliott ve ark., 1997).

### 4. KORUNMUŞ YAĞLAR

Ruminant rasyonlarında kullanılan yağların sindirim üzerine olan negatif etkilerini azaltmak ve ince bağırsağa daha çok doymamış yağ akışını temin etmek (biyohidrojenasyonu engellemek) için yağlar fiziksel ve kimyasal olarak korunurlar. Coppock ve Wilks (1991) ruminant rasyonlarına katılacak yağ miktarının % 2-3 den fazla olması durumunda yem tüketimini ve selüloz sindirimini

baskılamamaları için korunmaları gerektiğini ifade etmiştir. Yağların küçük çapta korunmaları için yağ yerine yağlı tohum kullanmak etkili bir yoldur (Jenkins, 1993). Formaldehid ile muamele edilmiş proteinle yağların kaplanması (encapsulation) rumende mikroplar tarafından hidrolize edilmesini engelleyerek sadece ince bağırsakta hayvanın kendi enzimleri ile hidrolize olunmasını sağlar (Scott ve ark., 1971). Ancak, kaplama işleminin geçerliliği ve etkisi çiğneme hareketleri ile bozulmakta ve sınırlandırılmaktadır (Ashes ve ark., 1979). Ülkemizde ve dünyada sık kullanılan bir yöntem olan yağların sabunlaştırılması (saponification) etkili bir koruma yöntemidir. Ca sabunları yada Ca tuzları olarak ta adlandırılan sabunlaştırılmış yağlardaki Ca ve YA nin rumendeki pH = 6-7 'de ayrışması güçtür. Ancak Rumen pH 'sının düşmesiyle birlikte ayrışma daha olasıdır (Van Nevel ve Demeyer, 1996). Diğer bir yağ koruma metodu ise yağların doymuş hale getirilerek kristalleştirilmesidir (fat prill). Kombine koruma metodu olarak, yağlar önce kimyasallarla (NaOH, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) muamele edildikten sonra ısıtılır ve rumendeki mikrobiyal hidrolize karşı dayanıklı hale getirilirler (Hussein ve ark., 1995a; Hussein ve ark., 1995b).

## 5. SONUÇ

Ülkemizde giderek yaygınlaşmakta olan yağ, avantajları göz önüne alındığında kullanılması gerekli ekonomik bir enerji kaynağıdır. Yağlar ruminant rasyonlarında artan süt veriminin karşılanması, enerji eksikliğine bağlı olarak açığa çıkan (ketosiz, asidozis, gebelik toksemisi) problemlerin azaltılması, reproduktif performansın artırılması, besi performansının artırılmasında ve diğer bir çok avantajları için tercih sebebidir.

## 6. KAYNAKLAR

- ASHES, J. R., S. K. GULATI, L. J. COOK, T. W. SCOTT, AND J. B. DONNELLY 1979. Assessing the biological effectiveness of protected lipid supplements for ruminants. J. Amer. Oil Chem. Soc. 56:522-527.
- BATEMAN, H. J. II AND T. J. JENKINS 1998. Influence of soybean oil in high fiber diets fed to nonlactating cows on ruminal unsaturated fatty acids and nutrient digestibility. J. Dairy Sci. 81:2451-2458.
- BAUMAN, D. E. 1999. Conjugated linoleic acid: a potential anticarcinogen found in milk fat. Winter Dairy Management School. Anim. Sci. Mimeograph Series, No. 201 Pp. 6-12.
- BOCK, B. J., D. L. HARMON, R. T. BRANDT, JR, AND J. E. SCHNEIDER 1991. Fat source and calcium level effects on finishing steer performance, digestion, and metabolism. J. Anim. Sci. 69:2211-2224.
- COPPOCK, C. E., AND D. L. WILKS 1991. Supplemental fat in high-producing rations for lactating cows: effects of intake, digestion, milk yield, and composition. J. Anim. Sci. 69:3826-3837.
- ELLIOTT, J. P., J. K., DRACKLEY, C. G. ALDRICH, AND N. R. MERCHEN 1997. Effects of saturation and esterification of fat sources on site and extent of digestion in steers: Ruminal fermentation and digestion of organic matter, fiber, and nitrogen. J. Anim. Sci. 75:2803-2812.
- FERGUSON J. D., S. SHOTZBERGER, W. CHALUPA, D. SKLAN, AND D. S. KRONFELD 1997. Reproductive responses in lactating cows fed diets supplemented with long chain fatty acids. J. Dairy Sci. 70:207(Suppl 1) (Abstr).
- FIRKINS, J. L. AND M. L. EASTRIDGE 1994. Assessment of the effects if iodine value on fatty acid digestibility, feed intake, and milk production. J. Dairy Sci. 77:2357-2366.
- FLUHARTY, F. L. AND S. C. LOERCH 1997. Effects of concentration and source of supplemental fat and protein on performance of newly arrived feedlot steers. J. Anim. Sci. 75:2308-2316.
- GARCIA M. R., AMSTALDEN M., MORRISON C. D., KEISLER D. H., AND WILLIAMS G. L. 2003. Age at puberty, total fat and conjugated linoleic acid content of carcass, and circulating metabolic hormones in beef heifers fed a diet high in linoleic acid beginning at four months of age. J. Anim. Sci. 81:261-268.
- GRUMMER, R. R. 1996. Feeding fat: Strategies for successful supplementation. Large Animal

- Veterinarian. (July/August):10-16.
- GRUMMER, R. R. AND D. J. CARROLL 1991. Effects of dietary fat on metabolic disorders and reproductive performance of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 69:3838-3852.
- HARFOOT, C. G. 1981. Lipid metabolism in the rumen. In: W. W. Chrisie (Ed.) *Lipid Metabolism in Ruminant Animals*. pp. 21-55. Pergamon Press, New York.
- HARFOOT, C. G., AND G. P. HAZLEWOOD 1988. Lipid metabolism in the rumen. In: P. N. Hobson (Ed.) *The Rumen Microbial Ecosystem*. pp. 285-322. Elsevier Applied Science, New York.
- HARRISON, J. H., R. L. KINCAID, J. P. MCNAMARA, S. WALTNER, K. A. LONEY, R. E. RILEY, AND J. D. CRONRATH 1995. Effect of whole cottonseeds and calcium salts of long-chain fatty acids on performance of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78:181-193.
- HUSSEIN, H. S., N. R. MERCHEN, AND G. C. FAHEY, JR. 1995a. Effects of forage level and canola seed supplementation on site and extent of digestion of organic matter, carbohydrates, and energy by steers. *J. Anim. Sci.* 73:2458-2468.
- HUSSEIN, H. S., N. R. MERCHEN, AND G. C. FAHEY, JR. 1995b. Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influenced by dietary forage level and fat supplementation. *J. Anim. Sci.* 73:2469:2473.
- IKWUEGBU, O. A. AND J. D. SUTTON 1982. The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. *Br. J. Nutr.* 48:365-375.
- JENKINS, T. C. 1993. Lipid metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.* 76:3851-3863.
- JENKINS, T. C., AND N. FOTOUHI 1990. Effects of lecithin and corn oil on site of digestion, ruminal fermentation and microbial protein synthesis in sheep. *J. Anim. Sci.* 68:460-466.
- JOHNSON, J. C., JR., P. R. UTLEY, B. G. MULLINIX, JR., AND A. MERRIL 1988. Effects of adding fat and lasolosid to diets of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71:2151-2165.
- KHORASANI, G. R. AND J. J. KENNELLY 1998. Effect of added dietary fat on performance, rumen characteristics, and plasma metabolites of midlactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81:2459- 2468.
- KOWALCZYK, J., E. R. ORSKOV, J. J. ROBINSON, AND C. S. STEWARD 1977. Effect of fat supplementation on voluntary food intake and rumen metabolism in sheep. *Br. J. Nutr.* 37:251- 257.
- KÜÇÜK, O. 2000. Duodenal flow of nutrients and fatty acids in sheep supplemented with soybean oil. PhD dissertation. University of Wyoming, Laramie, Wyoming, USA.
- KÜÇÜK, O., B. W. HESS, P. A., LUDDEN, D. C. RULE 2001. Effect of forage:concentrate ratio on ruminal digestion and duodenal flow of fatty acids in ewes. *J. Anim. Sci.* 79:2233-2240.
- LAMMOGLIA, M. A., S. T. WILLARD, J. R. OLDHAM, AND R. D. RANDEL 1996. Effects of dietary fat and season on steroid hormonal profiles before parturition and on hormonal, cholesterol, triglycerides, follicular patterns, and postpartum reproduction in Brahman cows. *J. Anim. Sci.* 74:2253-2262.
- LAMMOGLIA, M. A., R. A. BELLOWS, E. E. GRINGS, AND J. W. BERGMAN 1999. Effects of prepartum supplementary fat and muscle hypertrophy genotype on cold tolerance in newborn calves. *J. Anim. Sci.* 77:2227-2233.
- LARICK, D.K., B. E. TURNER, W. D. SCHOENHERR, M. T. COFFEY, AND D. H. PILKINGTON 1992. Volatile compound content and fatty acid composition of pork as influenced by linoleic acid content of diet. *J. Anim. Sci.* 70:1397-1403.
- LUCY, M. C., C. R. STAPLES, F. M. MICHEL. W. W. THATCHER, AND D. J. BOLT 1991. Effect of feeding calcium soaps to early postpartum dairy cows on plasma prostaglandin F<sub>2</sub>, luteinizing hormone, and follicular growth. *J. Dairy Sci.* 74:483-495.
- NESTEL, P. J., A. POYSER, R. L. HOOD, S. C. MILLS, M. R. WILLIS, L. J. COOK, AND T. W. SCOTT 1978. The effect of dietary fat supplements on cholesterol metabolism in ruminants. *J. Lipid. Res.* 19:899-909.
- Pantoja, J., J. L. Firkins, M. L. Eastridge, and B. L. Hull. 1994. Effects of fat saturation and source of fiber on site of nutrient digestion and milk production by lactating cows. *J. Dairy Sci.* 77:2341-2356.

- PANTOJA, J., J. L. FIRKINS, AND M. L. EASTRIDGE 1996. Fatty acid digestion in lactating dairy cows fed fats varying in degree of saturation and fiber sources. *J. Dairy Sci.* 79:575-584.
- PARK, C. S., W. RAFALOWSKI, AND G. D. MARX 1983. Effect of dietary fat supplement on lipid metabolism of Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 66:528-534.
- PLACENCIA, A., M. ESTRADA, AND R. E. ZINN 1999. Influence of free fatty acid content on feeding value of yellow grease in finishing diets for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 77:2603-2609.
- PRESTON, R. L., S. J. BARTLE, AND D. C. RULE 1989. Effect of whole cottonseeds in cattle finishing diets on growth, efficiency, and body fat composition. *Asian-Austroasian J. Anim. Sci.* 2:505-511.
- RODRIGUEZ, L. A., C. C. STALLINGS, J. H. HERBEIN, AND M. L. MCGILLIARD 1997. Effect of degradability of dietary protein and fat on ruminal, blood, and milk components of Jersey and Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 80:353-363.
- SCHAUFF, D. J., J. P. ELLIOTT, J. H. CLARK, AND J. K. DRACKLEY 1992. Effects of feeding lactation dairy cows diets containing whole soybeans and tallow. *J. Dairy Sci.* 75:1923-1935.
- SCOTT, T. W., L. J. COOK, AND S. C. MILLS 1971. Protection of dietary polyunsaturated fatty acids against microbial hydrogenation in ruminants. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 48:358-364.
- SKLAN, D., U. MOALLEM, AND Y. FOLMAN 1991. Effect of feeding calcium soaps of fatty acids on productive responses in high producing lactating cows. *J. Dairy Sci.* 74:510-517.
- STEELE, W. 1983. Lipid supplementation of dairy cow diets. *J. Dairy Sci.* 67:1716-1724.
- STRYER, L. 1995. *Biochemistry* (4th Ed.). W. H. Freeman and Company, New York.
- SUTTON, J. D. 1989. Altering milk composition by feeding. *J. Dairy Sci.* 72:2801-2815.
- THOMAS, M. G., B. BAO, AND G. L. WILLIAMS 1997. Dietary fats varying their fatty acid composition differentially influence follicular growth in cows fed isoenergetic diets. *J. Anim. Sci.* 1997. 75:2512-2519.
- VAN NEVEL, C. J. AND D. I. DEMEYER 1996. Effect of pH on biohydrogenation of polyunsaturated fatty acids and their Ca-salts by microorganisms in vitro. *Archives Anim. Nutr.* 49:151-158.
- WACHIRA A. M., SINCLAIR L. A., WILKINSON R. G., ENSER M., WOOD J. D., AND FISHER A. V. 2002. Effects of dietary fat source and breed on the carcass composition, n-3 polyunsaturated fatty acid and conjugated linoleic acid content of sheep meat and adipose tissue. *Br. J. Nutr.* 88:697-709.
- WHITNEY, M. B., B. W. HESS, L. A. BURGWALD-BALSTAD, J. L. SAYER, C. M. TSOPITO, C. T. TALBOTT, AND D. M. HALLFORD 2000. Effects of supplemental soybean oil level on in vitro digestion and performance of prepubertal beef heifers. *J. Anim. Sci.* 78:504-514.
- ZINN, R. A. 1988. Comparative feeding value of supplemental fat in finishing diets for feedlot steers supplemented with and without monensin. *J. Anim. Sci.* 66:213-227.
- ZINN, R. A. 1989. Influence of level and source of dietary fat on its comparative feeding value in finishing diets for steers: feedlot cattle growth and performance. *J. Anim. Sci.* 67:1029-1030.
- ZINN, R. A. 1992. Comparative feeding value of supplemental fat in steam-flaked corn- and steam-flaked wheat-based finishing diets for feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 70:2956-2969.
- ZINN, R. A. and Y. Shen. 1996. Interaction of dietary calcium and supplemental fat on digestive unction and growth performance in feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 74:2303-2309.