

## YEMLİK YAĞLARIN RUMENDE MİKROBİYAL PARÇALANMADAN KORUNMASINDA KULLANILAN TEKNİKLER

Ahmet ALÇİÇEK<sup>1</sup>

Hülya ÖZKUL<sup>2</sup>

### ÖZET

Uzun yıllardan beri, yüksek verimli süt ineklerinin laktasyon başlangıcında enerji bakımından yeterli beslenmelerini sağlamak için yağlardan faydalanma amaçlanmaktadır. Yağların içerdiği yüksek enerji, kurumadde tüketiminin aynı kalması durumunda daha fazla enerji tüketimini mümkün kılmaktadır. Yapılan pek çok çalışmada, % 5'in üzerinde muamele edilmemiş yağ yemlemesi rumende sellülozun sindirimini olumsuz etkilemiştir. Bu çalışmaların sonucunda, rumende fermentasyon olaylarını mümkün olduğunca olumsuz etkilememek, hayvanın verim ve sağlığını iyileştirmek amacıyla yemlik yağların çeşitli tekniklerle muamelesi gündeme gelmiştir. Burada, yağların formaldehitle kaplanması, sabunlaştırılması ve kristalize edilmesi üzere üç önemli teknik söz konusu olmaktadır. Bu teknikler sayesinde ruminal parçalanmaya dayanıklı hale getirilen yağların yüksek verimli süt ineklerinin beslenmesinde kullanımı ile daha fazla süt ve yağ verimi, ketosis olaylarında azalma ve döl veriminde iyileşme elde edilmektedir.

### 1. GİRİŞ

Bilindiği gibi, süt inekleri özellikle laktasyon başlangıcında süt sentezi için ihtiyaç duyulan enerjiyi yem ile tüketemedikleri bir döneme girerler. Bu nedenle süt ineklerinde negatif bir enerji bilançosu meydana gelir. Böylece süt inekleri vücut rezervlerindeki enerjiyi kullanmak zorunda kalırlar. Vücut rezervlerinin kullanımı, özellikle yağ depolarının parçalanması şeklinde olur. Sonuçta ortaya çıkan asetonemi veya ketosis gibi metabolik aksaklıklar da, önemli tehlikelere yol açar. Dolayısıyla süt ineklerinin rasyonel bir şekilde beslenmesinde, olabildiğince dengeli bir enerji bilançosunun sağlanması büyük önem ifade eder.

Süt hayvanlarında tüketilen enerjinin artırılması, ya rasyondaki yoğun yemin payının artırılması ya da yoğun yemin enerji içeriğinin yükseltilmesi ile sağlanmaktadır. Günlük rasyondaki yoğun yem miktarının gereğinden fazla artırılması, süt yağ içeriğinde azalma ve rumen asidozu rizikosunu beraberinde getireceğinden, fizyolojik açıdan uygulanması güç bir

<sup>1</sup> Dr., E. Ü. Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, İzmir.

<sup>2</sup> Arş. Gör., E. Ü. Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, İzmir.

durumdur. Diğer yandan yoğun yemin enerji içeriğinin yükseltilmesi, besleme fizyolojisi bakımından daha uygulanabilir gözükmektedir. Yoğun yemdeki enerji konsantrasyonunun yükseltilmesinde çeşitli yöntemler kullanılmakta olup bunlardan birisi de, süt karma yemlerinde yağ kullanımıdır. Ancak süt ineklerinin karmalarında % 5'in üzerinde yağ kullanımı rumendeki mikrobiyal olayları olumsuz etkileyerek gerek yem tüketimini gerekse süt miktar ve besin madde içeriğini değiştirmektedir. Bu nedenle, karmalarda % 5'in üzerinde yağ kullanımı amaçlandığında, kullanılan yağın rumendeki mikrobiyal sindirimi negatif yönlü bir etki altında bırakmaması için rumen koşullarına dayanıklı olması şarttır. Gerek hayvansal gerekse bitkisel kaynaklı yağların rumende parçalanmasını engellemek için, çeşitli koruma yöntemleri geliştirilmiş ve bu yöntemler pek çok ülkede pratiğe aktarılmıştır. Bu sayede rumende mikrobiyal parçalanmaya dayanıklı yağ (korunmuş yağ) rumende değil, tek midelilerde olduğu gibi ince barsakta enzimatik olarak parçalanmakta ve emilmektedir. Yağların ince barsakta sindirimi ve emilimi sonucu açığa çıkan yağ asitleri, bir yandan kan yolu ile süte geçip süt yağındaki uzun zincirli yağ asitlerinin önemli bölümünü oluştururken, diğer yandan da kan şekeri ve vücut yağı sentezleme işinde görev almaktadır. Bu derlemede korunmuş yağların süt ineklerinin beslenmesindeki önemi ve bugün dünyada uygulanan çeşitli koruma yöntemleri üzerinde durulacaktır.

## 2. YAĞLARI RUMİNAL PARÇALANMADAN KORUMA TEKNİKLERİ

Bugün bitkisel veya hayvansal yağların rumendeki parçalanmadan korunmasında üç önemli teknik kullanılmaktadır. Bu teknikler şu şekilde isimlendirilmektedir:

- Yağların formaldehit ile kaplanması
- Yağların kalsiyumla sabunlaştırılması
- Yağların kristalizasyonu

### 2.1. Yağların Formaldehit ile Kaplanması

Bu teknik, ilk olarak 1970'li yılların başında, yem yağlarının rumenden geçişi esnasında hidrojenize olmasını engellemek amacıyla geliştirilmiştir. Yağların korunması, yağca zengin yemlerin formaldehit ile muamelesi sayesinde sağlanmakta olup yem yağının korunmasını güçlendirmek bakımından Kazein de ilave edilmektedir. Formaldehit ile muamele edilmiş yağların süt karma yemlerinde kullanılmasının süt ve yağ verimine olumlu etkileri olduğu bildirilmektedir (Dunkley ve ark.,1977; Sharma ve ark.,1978). Ayrıca söz konusu yöntem sayesinde fazla miktarda yağ tüketiminin, rumen fonksiyonlarının yürütülmesine olan olumsuz etkileri de ortadan kaldırılmaktadır.

Formaldehit ile muamelede kullanılan ikinci bir teknik de, yem proteinlerinin formaldehit ile denatürasyonu esnasında katı veya sıvı saf yağların formaldehit ile kaplanmasıdır. Proteinlere

uygulanan söz konusu denatürasyon işlemi rumende mikrobiyal parçalanmayı engelleyecek bir protein molekül yapısının oluşmasına yardımcı olmaktadır. Korunmuş protein olarak da isimlendirilen bu yapı, sadece esas mideden (Abomasum) salgılanan hidroklorik asit etkisi ile bozulmakta ve böylece yağlar barsaklarda enzimatik sindirime hazır hale gelmektedir. Aynı zamanda incebarsağa kadar herhangi bir parçalanmaya maruz kalmayan yağ, barsakta tekrar serbest hale gelmekte ve emilim olayı gerçekleşmektedir. Diğer yandan Scott ve ark. (1971), yüksek oranda doymamış yağ asiti içeren bir yağ ve sodyum kazeinat ile birlikte bir emülsiyonun oluşturulduğu yeni bir yöntem önermiştir. Bu emülsiyon tekniği, süt tozu üretiminde kullanılan tekniğe benzer bir şekilde üflemlerle kurutma tekniği ile elde edilmektedir. Daha sonra yağ-kazein partiküllerine formalin püskürtülmekte ve formalin ya kurutma öncesi ya da kurutmadan sonra verilmektedir. Ancak sodyum kazeinatın pahallı oluşu nedeni ile daha ucuz olan soya proteininin kullanıldığı bir kaplama tekniği geliştirilmiştir (Astrup 1976). Formalin ile muamele edilmiş karışım % 50-60 soya proteini, % 50 don yağı, % 2.8 NaOH ve % 1.2 formaldehit'ten oluşmaktadır (Smith ve ark. 1978, McLeod ve ark. 1977, Sharma ve ark.,1978). Bu konuda daha ayrıntılı bilgi, bunları üreten firmaların lisansı altında bulunduğundan, literatürde bulunmamaktadır. Bu yöntem ile elde edilmiş yağların karma yem endüstrisinde kullanımı esnasında dikkat edilecek en önemli konu, karmanın ham protein ve ham selüloz içeriğinin yağ ilavesi ile kurumadde bazında değişmemesi konusudur. Tablo 1'de korunmuş yağ ilave edilmiş karma yem ile norm karma yemin yağ asitleri içeriği karşılaştırılmalı olarak verilmiştir (Wrenn ve ark., 1978)

Tablo 1: Formaldehit ile korunmuş yağ ilavesinin karma yemin yağ asitlerine etkisi

Komponentler	Norm karma yem	Korunmuş yağ ilaveli karma yem
Kurumadde, %	87.30	88.10
Yağ (kurumadde de)	3.9	13.20
Yağ asidi içeriği, %		
Myristik asit, C14:0	0.2	2.5
Palmitik asit, C16:0	13.4	25.5
Palmitoleik asit, C16:1	0.1	2.8
Stearik asit, C18:0	1.8	14.2
Yağ asidi, C18:1	22.6	36.7
Linoleik asit, C18:2	55.5	14.4
Linolenik asit, C18:3	3.6	1.5
Diğer yağ asitleri	2.8	2.5

Tablo'dan da görüleceği gibi, korunmuş yağ karıştırılması halinde karma yemlerin yağ asidi içerikleri önemli ölçüde değişmektedir. Nitekim palmitik, palmitoleik, stearik ve yağ asitleri korunmuş yağ ilaveli karmada oldukça yüksek düzeyde olmasına rağmen, linoleik ve linolenik asit gibi doymamış yağ asitlerinde ise bir düşme meydana gelmektedir. Karmalarda kullanılacak yağın seçiminde en önemli kriter ekonomik olup olmadığıdır. Nitekim pratikte hayvansal yağlar, özellikle sığır yağı, ve bitkisel yağlar ya da bunların karışımları pek çok ülkede yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak karmalara formaldehit ile korunmuş yağ ilavesinde, karmanın ve kaba yemin özelliklerinin de büyük önem taşıdığını vurgulamak yerinde olacaktır.

## 2.2. Yağların sabunlaştırılması

Hayvan beslemede yüksek oranda yağ kullanımının olumsuz etkilerinden kaçınmanın bir diğer yolu yağların sabunlaştırılmasıdır (Palmquist, 1984; Palmquist ve ark., 1986; Abel, 1988). Söz konusu yöntemde serbest yağ asitleri kalsiyum hidroksit (CaOH) ile nötralize edilmektedir. Bu işlemle yaklaşık % 7-8 kalsiyum içeren uzun zincirli yağ asitlerinin tuzları meydana gelmektedir. Oluşan uzun zincirli yağ asitlerinin kalsiyum tuzları suda çözünür özellikte değildir. Chalupa ve ark. (1986) yürüttükleri in-vivo ve in-vitro çalışmalarda, kalsiyum ile sabunlaştırılmış uzun zincirli yağ asitlerinin rumen mikroorganizmalarının fermentasyon yeteneklerini etkilemediğini saptamıştır. Sabunlaştırılmış yağ asitleri rumen, reticulum ve omasumu geçtikten sonra abomasumdaki düşük pH değerlerinde ve incebarsağın ön kısımlarında serbest yağ asitlerine ve kalsiyuma parçalanarak emilebilir forma dönüşmektedir. Ancak burada önemli olan nokta, pek çok araştırmacının da saptadığı gibi, karmaya artan oranda yağ ilavesinin ham sellülozun sindirim derecesini düşürmesidir. Bu sellüloz depresyonu, uzun zincirli serbest yağ asitlerinin rumen bakterilerinin üzerinde gösterdiği toksik etki ile açıklanmaktadır. Bu olumsuz etki, karmalara sabunlaştırılmış yağ ilavesi durumunda gözlenmemektedir (Palmquist, 1984, Palmquist ve ark., 1986). Bu yöntemle gerek bitkisel gerekse hayvansal kaynaklı yağlar sabunlaştırılabilmektedir. Tablo 2'de sabunlaştırılmış yem yağının yağ asitleri içerikleri verilmiştir (Abel, 1988).

Tablo 2: Sabunlaştırılmış yem yağlarının yağ asiti içeriği

Yağ asitleri	%
Myristik asit, C14:0	1
Palmitik asit, C16:0	45
Stearik asit, C18:0	5
Yağ asidi, C18:1	40
Linoleik asit, C18:3	9

Pek çok araştırmacı, süt karma yemlerine % 8-10 oranında sabunlaştırılarak korunmuş yağ karıştırmanın, süt miktar ve yağ içeriğine olumlu etkileri olduğunu bildirmiştir (Abel, 1988).

### 2.3. Yağların Kristalizasyonu

Yağların kristalizasyonu işlemi de rumendeki fermentasyona olumsuz etkisi olmayan bir yöntemdir. Bu yöntemde, kısmen hidrolizasyona ve oksidasyona karşı stabilize edilmiş iç yağların işlenmesi, soğuk hava üfleme kristalleştirme tekniği ile yapılmaktadır. Kristal yapıya genellikle % 8 nişasta verilmesi ile ulaşılmaktadır. Buna göre yağ-nişasta partiküllerinin çapı en fazla 50 µm, erime noktası 46-48 °C ve iyot sayısı ise 35-45 arasında değişmektedir. Bu özellikleri taşıyan yağ-nişasta partikülleri rumenden herhangi bir parçalanmaya uğramadan ince barsaklara geçmektedir. Böylece rumende yaşayan ve sellülozun parçalanmasında rol alan sellülotik bakteriler, yağ ilavesinden dolayı herhangi bir olumsuz etki ile karşılaşmamaktadırlar. Bunun nedeni rumendeki yem partiküllerinin bir yağ tabakası ile kaplanmasının engellenmiş olmasıdır (Klein 1987).

Kristalize edilmiş yem yağlarının yağ asidi içerikleri norm ve yağ karıştırılmış bir karma yemle birlikte karşılaştırmalı olarak Tablo 3'te verilmiştir (Klein1987).

Tablo 3. Kristalize edilmiş yağın yağ asidi içeriğinin diğer yağ asitleriyle karşılaştırılması

Yağ asidi	Toplam yağ asitleri içerisinde, %		
	Norm karma yem	Yağ ilaveli karma yem	Kristalize yağ
Laurik asit, C12:0	0.05	1.05	0.42
Myristik asit, C14:0	0.24	1.76	1.79
Palmitik asit, C16:0	14.95	21.75	23.80
Palmitoleik asit, C16:0	0.56	2.07	2.28
Stearik asit, C18:0	4.13	15.47	23.59
Yağ asitleri, C18:1	27.0	41.95	42.93
Linoleik asit, C18:2	41.20	10.65	0.90
Linolenik asit, C18:3	9.36	1.57	0.56
Diğer yağ asitleri	2.51	3.70	3.88

Tablo 3'den de anlaşılacağı gibi, kristalize yağ karıştırılmış bir karma yemin yağ asitleri, normal yeme kıyasla daha yüksek oranda palmitik, palmitoleik, stearik ve yağ asidi, buna karşın daha az doymamış yağ asidi (linol ve linolenik asit) içermektedir. Pek çok araştırmacı karma yeme % 10 oranında kristalize yağın rahatlıkla katılabileceğini bildirmektedir (Aesbacher, 1984; Klein 1987).

Literatür derlemelerinde de görüleceği gibi, yağların ruminal parçalanmadan korunmasında çeşitli teknikler uygulanmaktadır. Uygulanan bu teknikler sayesinde karma yemlere % 10 ve üzerinde yağ karıştırılması, yem tüketimi ve sellülozun sindiriminde bir azalma olmaksızın, başarıyla uygulanmaktadır. Süt ineklerinde yürütülen pek çok çalışmada, süt miktar ve yağının korunmuş yağların kullanımı durumunda arttığı ve ketosis olaylarının azalması ile birlikte döl veriminde bir iyileşmenin olduğu saptanmıştır (Murphey ve Morgan, 1983; Ohajuruka ve ark., 1991; Erickson ve ark., 1992; Salfer ve ark., 1995). Süt ineklerinde karmalara yüksek oranda karbonhidrat ilavesi asidoza neden olduğundan, karbonhidrat yerine korunmuş yağ kullanımı alternatif bir enerji kaynağı olarak önem taşımaktadır. Ancak yağların formaldehit ile korunması yöntemi, hayvan sağlığı ve süt kalitesini etkileyeceği endişesi ile biraz daha az bir kullanım alanı bulmuştur. Fakat literatür bulguları, formaldehit muameleli yağın karmalara karıştırılması durumunda sütte herhangi bir kalıntı bırakmadığı ve lezzetini de olumsuz etkilemediğini göstermektedir (McLeod ve ark., 1977; Woller, 1982). Bugün en yaygın biçimde kullanılan teknik, yağların kalsiyumla sabunlaştırılması ve kristalize edilmesi teknikleridir. Bu teknikler ticari pek çok firma tarafından Avrupa ve Amerikada geniş boyutlarda uygulanarak çeşitli isimler altında piyasaya sürülmüştür.

### ZUSAMMENFASSUNG

Seit vielen Jahren wird die Nutzung der Fettfütterung als Möglichkeit der leistungsgerechten Energieversorgung bei Hochleistungskühen zu Beginn der Laktation angesehen. Die höhere Energiedichte der Fette ermöglicht einen höheren Energieverzehr bei gleicher Trockenmasseaufnahme. In verschiedenen Untersuchungen verursachte die unbehandelte Fettfütterung über 5 % einen negativen Einfluß auf die Rohfaserverdaulichkeit im Pansen. Die Konsequenz aus diesen Untersuchungen führte zu verschiedenen Verfahren der Futterfettbehandlung, um die negative Beeinflussung der Fermentationsvorgänge im Pansen so gering wie möglich zu halten und positive Effekte auf die Leistung und Gesundheit der Tiere zu ermöglichen. Im einzelnen handelt es sich um folgende drei Verfahren; Umhüllung der Fette mit formaldehydbehandeltem Protein, Verseifen der Fette und Veränderung der Fette durch das Kristallisationsverfahren. Mit dem Einsatz dieser "pansenstabilen" Futterfette in der Ernährung von Hochleistungskühen sollen eine höhere Milchleistung, höhere Milchfettprozentage, eine gesunde Dauerleistung und die Verhinderung von Ketose sowie verbesserte Fruchtbarkeit erreicht werden.

### 3. LİTERATÜR

1. Abel, H.J. (1988). Fett in der Fütterung von Milchkühen-Wirkung eines verseiften Futterfettes auf die Parameter der Milchleistung. *Fat Sci. Technol.* 3, 113-117.
2. Aesbacher, G. (1984). "Kristallines Fett". Einfluß der Fütterung auf Energieversorgung, Milchleistung und Stoffwechselfparameter der Hochleistungskuh. *Diss. med. vet.*, Bern 1984.
3. Chalupa, W.; Veccharelli, B.; Elser, A.E.; Kronfeld, D.S.; Sklan, D.; Palmquist, D.L. (1986): Ruminal fermentation in vivo as influenced by long chained fatty acids. *J. Dairy Sci.* 69, 1923.
4. Dunkley, W.L.; Smith, N.E.; Franke, A.A. (1977). Effect of feeding protected tallow on composition of milk and milk fat. *J. Dairy Sci.* 60, 1863-1869.
5. Ericson, D.S.; Murphy, M.R.; Clark, J.H. (1992). Supplementation of dairy cow diets with calcium salts of long-chain fatty acids and nicotinic acid in early lactation. *J. Dairy Sci.* 75, 1078.
6. Klein, F. (1987). Untersuchungen zum Einfluß von kristallinem Fett auf einige Leistungs- und Stoffwechselfparameter während der ersten Laktationsmonate bei Milchkühen. *FB. Landwirtschaft der Ges. Hochschule Kassel. Dissertation 1987.*
7. MacLeod, G.K.; Yu, Y.; Schaffer, L.R. (1977). Feeding value of protected animal tallow for high yielding dairy cows. *J. Dairy Sci.* 60, 726-738.
8. Murphey, J.J.; Morgan, D.J. (1983): Effect of inclusion of protected and unprotected tallow in the supplement of the performance of lactating dairy cows. *Anim. Prod.* 37, 203-210.
9. Ohajuruka, O.A.; Zhiguo, WU; Palmquist, D.L. (1991). Ruminal metabolism, fiber and protein digestion by lactating cows fed calcium soap or animal-vegetable fat. *J. Dairy Sci.* 74, 2601-2609
10. Palmquist, D.L. (1984): Calcium soaps of fatty acids with varying unsaturation as fat supplements for lactating cows. *Can. J. Anim. Sci.* 64, 240-241.
11. Palmquist, D.L.; Jenkins, T.T.; Joyner, A.E. (1986): Effect of dietary fat and calcium source on insoluble soap formation in rumen. *J. Dairy Sci.* 69, 1020-1025.
12. Salfer, J.A.; Linn, J.G.; Otterby, D.E.; Hansen, W.P. (1995). Early lactation responses of holstein cows fed a rumen-inert fat prepartum, postpartum or both. *J. Dairy Sci.* 78, 368-377.
13. Scott, T.W.; Cook, L.J.; Miller, S.C. (1971): Protection of dietary polyunsaturated fatty acids against microbial hydrogenation in ruminants. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 48, 358.

14. Sharma, H.R.; Ingalls, J.R.; Mckirdy, J.A. (1978): Replacing barley with protected tallow in ration of lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 61, 574-583.
15. Smith, N.E.; Dunkley, W.L.; Franke, A.A. (1978): Effect of feeding protected tallow to dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 61, 747-756.
16. Woller, I. (1982): Quantitative and qualitative effects of feeding protected fat. *Fats in feeds and feeding*. Edited by Marcure, J.R., 68-77.
17. Wrenn, T.R.; Bitmann, J.; Waterman, R.A.; Weyant, J.R.; Wood, D.L.; Stronzinsky, L.L.; Hooven, N.W. (1978): Feeding protected and unprotected tallow to lactating cows. *J. Dairy Sci.* 61, 49-58.