

**Süt İneği Beslemesinde Son Gözlemler:
Diyetin Katyon-Anyon Farkı, Bypass Protein ve Takviye Yağlar**

**Charles C. Stallings
Sütçülük Bilimi Profesörü
Virginia Tech Üniversitesi
Blacksburg - Virginia
A.B.D.**

cstallin@vt.edu

Web sitesi: www.vtdairy.dasc.vt.edu

Son yayınlanan araştırma raporları üzerinde yapılan bu tarama çalışması, laktasyondaki süt ineklerinin beslenmesinde önemli yer tutan bazı spesifik konulardaki bilgilerimizi güncelleştirmemizi sağlayacaktır. Bu konular; diyetteki katyon-anyon farkı, rumen korumalı veya bypass protein ve takviye yağ kaynaklarıdır.

Diyetin Katyon-Anyon Farkı (DCAD)

Mineraller, hem doğumu yaklaşmış kuru ineklerin, hem de laktasyondaki ineklerin beslenmesinde dikkate alınması gereken unsurlardır. Doğumu yaklaşmış kuru inek diyetlerinde genellikle sodyum (Na) ve potasyum (K) fazlalığından kaçınmak gerekir. Ama bu katyonlar laktasyondaki ineklerin diyetlerinde arzu edilen unsurlardır. Kimi zaman kükürt (S) ve klor (Cl), sodyum ve potasyumu dengelemek için anyonik tuzlar şeklinde diyeteye katılır ve anyon olarak adlandırılırlar. Burada kullanılan denklem, miliekivalan (Na + K) – (S + Cl) şeklindedir. Her bir mineralin miliekivalan (mEq) değeri ise, % kuru madde / mineralin atom ağırlığını esas alan sabit sayısı = mEq/100 g KM formülüyle bulunur.

Katyon-Anyon farkını, hammadde veya rasyon bazında hesaplamak mümkündür. Kuru çayır otu üzerinde yapılan hesaplama örneği ve diğer yem hammaddelerine ait bir tablo aşağıdadır:

Na	$\%0.04 / 0.023 = 2$
K	$\%2.44 / 0.039 = 63$
S	$\%0.26 / 0.016 = 16$
Cl	$\%0.08 / 0.0355 = 6$

Toplam katyon miliekivalanı / 100 gram	$= 2 + 63 = 65$
Toplam anyon miliekivalanı / 100 gram	$= 16 + 6 = 22$
Katyon-Anyon farkı (DCAD)	$= 65 - 22 = +43$

Hammadde	Na (%)	K (%)	S (%)	Cl (%)	DCAD
Çayır Otu	0.04	2.44	0.26	0.08	+43
Soya Küspesi	0.03	2.14	0.47	0.08	+25
Yonca	0.12	1.71	0.28	0.38	+20
Mısır Silajı	0.06	1.00	0.14	0.08	+18
Dane Arpa	0.02	0.61	0.15	0.18	+3
Dane Mısır	0.02	0.37	0.14	0.05	0

Diğer mineraller sabit kalırken potasyum seviyesinin artmasının, diyetin katyon-anyon farkını da arttıracığı hatırd tutulmalıdır. %3 potasyum içerikli bir çayır otu, yukarıdaki örnekte gösterilenden 14 miliekivalan daha yukarıda olacaktır. Kuru inek rasyonlarında yüksek potasyum seviyeli kaba yemler kullanıldığında, durumu düzeltmeye yetecek kadar anyonik tuz ilavesi zorlaşır, zira tuzların palatabilitesi kötüdür. Bu gibi durumlarda, yüksek potasyum içerikli kaba yemlerin, daha az potasyum içeren yemlerle seyreltilmesi gerekir. Hem buzağılaması uzak, hem de buzağılaması yakın kuru inek gruplarında mısır silajı gibi hammaddelere yer verilerek ve kuru ot / ot silajı kullanımını sınırlandırarak bu seyreltme işlemi yapılabilir. Buzağılaması yakın grupların çoğunda, düşük potasyum içerikli tahıllar da kullanılmaktadır.

Laktasyon diyetlerindeki katyon-anyon farkı da ilgi çeken yeni bir konudur. NRC 2001 baskısında günde 45 kg süt verimi için belirtilen KM %'si cinsinden Na, K, S ve Cl ihtiyaç miktarları esas alındığında şu değerler bulunur:

$$\begin{aligned} \text{Na} &= \%0.22 \\ \text{K} &= \%1.06 \\ \text{S} &= \%0.2 \\ \text{Cl} &= \%0.28 \end{aligned}$$

Yukarıdaki örnekte yem hammaddeleri için yaptığımız hesaplamaların aynısını bu diyet yoğunlukları için tekrar edersek karşımıza şu sonuçlar çıkacaktır:

$$\begin{aligned} \text{Na} & \quad \%0.22 / 0.023 = 10 \\ \text{K} & \quad \%1.06 / 0.039 = 27 \\ \text{S} & \quad \%0.20 / 0.016 = 13 \\ \text{Cl} & \quad \%0.28 / 0.0355 = 8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Toplam katyon miliekivalanı} &= 10 + 27 = 37 \\ \text{Toplam anyon miliekivalanı} &= 13 + 8 = 21 \\ \text{Katyon-Anyon farkı} &= 37 - 21 = +16 \end{aligned}$$

Dolayısıyla, laktasyondaki inekler için minimum diyet katyon-anyon farkı +22 civarında olmalıdır. Chan et al. tarafından 2005 yılında yayınlanan yeni bir araştırmada erken laktasyondaki Holstein ineklerde 20, 35 ve 50 mertebelerindeki diyet katyon-anyon farkları incelenmiştir. Araştırma kapsamında uygulanan diyet (kg KM) aşağıdaki gibidir:

Katyon-Anyon Farkı	<u>20</u>	<u>35</u>	<u>50</u>
Mısır Silajı	6.1	6.2	5.4
Yonca Otu	1.7	1.8	1.6
Çiğit	1.5	1.6	1.4
Mısır (Buharla Pullanmış)	3.8	3.9	3.5
Mineral/vitamin premiks	2.6	2.7	2.4
%48'lik Soya Küspesi	1.4	1.5	1.3
Sodyum seskikarbonat	0.13	0.20	0.24
Potasyum Karbonat	0.05	0.17	0.26
Magnezyum sülfat	0.09	0.09	0.08

Rasyon kuru maddesindeki besin yoğunlukları ise şöyledir:

Katyon-Anyon Farkı	<u>20</u>	<u>35</u>	<u>50</u>
Ham Protein (%)	16.7	16.8	16.2
Bypass protein (% HP)	39	39	39
Net Enerji (Mcal/kg)	1.8	1.7	1.7
NDF (%)	34	33	35
Lifsiz Karbonhidratlar - NFC (%)	41	40	40
Yağ (%)	5.0	4.3	4.0
Sodyum (%)	0.45	0.49	0.63
Potasyum (%)	1.3	1.6	2.1
Kükürt (%)	0.33	0.31	0.29
Klor (%)	0.30	0.30	0.29

Hayvanların bu diyetlere verdikleri cevaplar aşağıdadır:

Katyon-Anyon Farkı	<u>20</u>	<u>35</u>	<u>50</u>	<u>Anlamlılık</u>
KM Alımı (kg/gün)	16.4	17.1	15.3	NS
KM Alımı (% Vücut Ağırlığı)	3.30	3.38	2.96	*
Süt Verimi (kg/gün)	25.5	24.2	22.4	*
%3.5 Sabit Yağlı Süt (kg/gün)	27.8	25.6	25.7	*
Süt Yağı (%)	4.1	4.0	4.3	NS
Süt Proteini (%)	2.9	3.0	2.9	NS

NS = İstatistiki olarak anlamlı farklılık yok * = İstatistiki olarak anlamlı farklılık var

Araştırmacılar, nispeten serin havalarda laktasyondaki inekler için optimum diyet katyon-anyon farkının muhtemelen 23 ilâ 33 arasında bulunacağı sonucuna varmışlardır. Sodyum ve potasyum tedariki için bu çalışmada sodyum seskikarbonat (bir sodyum bikarbonat formu) ve potasyum karbonat kullanılmıştır. Muhtemelen rasyonu fazla bazik veya lezzetsiz kılarak yem alımını baskılaması yüzünden 50 mertebesindeki diyet katyon-anyon farkı hiç şüphesiz çok aşırıdır.

Fransa'da yapılan diğer bir yeni çalışmada da (Apper-Bossard et al.) laktasyon rasyonlarında artan katyon artışına verilen cevapları incelemek için 0, 15 ve 30'luk diyet katyon-anyon farkları kullanılmıştır. Araştırmacılar, bu seviyelerdeki katyon-anyon farklarını diyet kuru maddesinde %20 ve %40 kesif yemle vermiştir. Yükselen katyon-anyon farkının; yem alımı, sabit yağlı süt miktarı ve süt yağı yüzdesini sadece %40 kesif yemli diyetle arttırması enteresandır. Bu da en olumlu cevabın, kesif yem içeriği daha yüksek rasyonlardan bekleneceğine işaret etmektedir. Araştırmacılar bunun sebebini; lokal bir rumen tamponlama etkisinin yanı sıra ineklerin, rumende asit ürettiklerinde kandaki asit-baz durumunu muhafaza edebilme yeteneğine bağlamaktadır.

En pratik katyon kaynakları sodyum bikarbonat ve potasyum karbonattır. Kolay tedarik edilebilmesi ve uygun maliyeti nedeniyle genellikle ilk tercih sodyum bikarbonat olur. Sodyum karbonat ve potasyum bikarbonat da piyasada mevcuttur fakat daha pahalıdır.

Havanın sıcak olması bir fark yaratır mı? Bu noktada 37 seviyesinde bir katyon-anyon farkı gerekli gibi görünmektedir. Zira sodyum ve potasyum seviyeleri, sıcak iklim şartları için tavsiye edilen miktara yakın değerlere çıkmıştır. Böyle durumlarda 16 mertebesinde bir katyon-anyon farkı yeterli olmaz. Mısır silajı bazlı diyetlerde ve/veya özellikle de sıcak havalarda verilen yüksek kesif yem içerikli diyetlerde 150 ilâ 250 gram sodyum bikarbonat verilmesi yerinde olur.

Rumende Degrade Olmayan (Bypass) Protein

Azot, ruminantlarda mikrobiyal proteine dönüştürülerek süt proteini üretimi ve diğer fizyolojik prosesler için amino asit kaynağı olarak kullanılır. Buna mukabil, proteinin parçalanma süreci sonunda hayvan tarafından dışarı atılması gereken bir miktar azot açığa çıkar. Üç farklı yoğunlukta ham proteinle beslenen laktasyondaki ineklerin dışarı attığı azotun dağılımı aşağıda gösterilmiştir. Değerler hayvan başına gram / gün şeklinde ifade edilmiştir:

	N alımı (g/gün)	İdrarda N (g/gün)	Dışkıda N (g/gün)	Toplam Atık N (g/gün)	Alınan/Atılan N oranı (%)
% 12 protein	359	99	158	257	72
% 15 protein	449	138	179	317	71
% 18 protein	582	228	199	427	73

Kaynak: Tomlinson et al. 1996. Amerikan Ziraat Mühendisleri Derneği

Azot alımı arttıkça hem dışkı, hem idrar yoluyla gerçekleşen azot atımı da artar. Ama en büyük artış idrar yoluyla atılan azotta görülür. %12 proteinli rasyonda, idrarla atılan azot yüzdesi 39'ken, %15 ve 18 proteinli rasyonlarda azot atımının sırasıyla %44 ve 53'ü idrar yoluyla gerçekleşir. Bunun anlamı, hayvana verilen fazla azotun büyük çoğunluğunun böbrekler vasıtasıyla idrara geçirileceğidir. Ayrıca, idrardaki azotun ekseriyeti üre formundadır. Bu da parçalanarak amonyak oluşturur ve kısmen uçarak atmosfere karışır. Azot kullanım verimliliğinin (atılan N / alınan N) her üç protein seviyesinde de aynı çıkması dikkat çekicidir. Bu araştırmada süt üretimi hayvan başına 20 kg/gün olup sütle salgılanan azot miktarı hayvan başına yaklaşık 100 gramdır ve rasyonun protein içeriği bu miktarı etkilememiştir. Ancak, hayvan tarafından tutulan azot miktarı rasyondaki proteinin artışına paralel olarak yükselmiş ve %12, 15 ve 18 proteinli rasyonlarda sırasıyla 16, 43 ve 55 gram olmuştur.

Wisconsin Üniversitesi'nde yapılan yeni bir araştırmada protein kaynağının azot atımı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Hayvanlara rasyon kuru maddesinin %50'si mertebesinde eşit oranda yonca silajı ve mısır silajı verilmiştir. Rumende degrade olan protein - bypass protein oranını (RDP/RUP) değiştirmek için farklı miktarlarda solvent ekstraksiyon soya küspesi (protein çözünürlüğü yüksek - HD) ve ekspeler soya küspesi (protein çözünürlüğü düşük - LD) kullanılmıştır. Araştırmada uygulanan dört diyetin hepsinde iki tip soyası küspesi

de birlikte kullanılmış, sadece bunların birbirlerine olan oranları değiştirilmiştir. Şöyle ki, yüksek çözünürlüklü (HD) diyetlerde ağırlıklı olarak solvent ekstraksiyon soya küspesine, düşük çözünürlüklü (LD) diyetlerde ise daha ziyade eşit miktarda solvent ekstraksiyon ve ekspeler soya küspesi karışımlarına yer verilmiştir.

	KM Alımı (kg/gün)	Süt (kg/gün)	Süt Azotu (g/gün)	Süt Azotu (% Alım)	Süt Üre Azotu (mg/dl)
% 17 protein (LD)	10.4	39	177	29	11.9
% 18 protein (LD)	10.9	41	189	27	12.5
% 17.6 protein (HD)	9.5	37	169	28	12.6
% 18.7 protein (HD)	10.9	39	181	25	13.4

Kaynak: Flis & Wattiaux, 2005. Journal of Dairy Science.

Hem LD hem de HD diyetlerde KM alımı ve süt üretimi ekspeler soya küspesi ilavesiyle artmıştır. Gram / gün cinsinden süt azotu da ekspeler SK ilavesiyle artmıştır, ki bu da süt proteini sentezi için daha fazla amino asidin mevcudiyetine işaret eder. Süt üre azotu (MUN) farklılık göstermemekle birlikte yüksek proteinli diyetlerde daha yüksek çıkma temayülü arzemiştir. Bu deneyden elde edilen azot atımı bilgileri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

	N alımı (g/gün)	İdrarda N (g/gün)	Dışkıda N (g/gün)	Toplam Atık N (g/gün)	Alınan/Atılan N oranı (%)
% 17 protein (LD)	618	194	209	403	65
% 18 protein (LD)	707	213	232	445	63
% 17.6 protein (HD)	596	202	190	392	66
% 18.7 protein (HD)	712	223	208	431	61

Kaynak: Flis & Wattiaux, 2005. Journal of Dairy Science.

Daha fazla azot alımının, daha fazla azot atımına sebep olduğu açıktır. Bu araştırma, rumen degradabilitesi solvent ekstraksiyon soya küspesine nispetle daha düşük (yani bypass oranı daha yüksek) olan ekspeler soya küspesi kullanımı artırıldığında KM alımı ve süt üretiminin yükseldiğini de ortaya koymuştur. Solvent ekstraksiyon soya küspesinin aşırı verilmesi durumunda ise durumun aksi geçerlidir. Demek ki, rasyondaki proteinin seviyesi kadar kaynağı da önem taşımaktadır. Ayrıca, azot atımının şekli, hayvanın yaşı veya laktasyon adedine bağlı olarak da farklılıklar göstermektedir. İlk laktasyondaki inekler ilave azot atımı yaparken, birden fazla laktasyon geçirmiş hayvanlar daha fazla azot tutmaktadır. Araştırmacılar, ilk laktasyondaki ineklere dengeli ve aşırı protein içermeyen (özellikle de degradabilitesi yüksek protein kaynakları kullanılıyorsa) rasyonlar verilmesi gerektiği sonucuna varmışlardır. Dolayısıyla, ilk buzağısını doğuran düveler için ayrı bir grup oluşturulması gerekebilir.

Üre, ineğin sulu fazlarında dolaşan ve kanda, idrarda ve sütte ortaya çıkan küçük bir moleküldür. Süt üre azotu (MUN) proteinin parçalanma ürünlerinden olması itibarıyla ineklerin protein durumunu izlemek için kullanılabilir. Wattiaux tarafından yayınlanan yeni bir raporda (Hoard's Dairyman, 2005), 11.5 ilâ 12 mg/dl arasında bir MUN değerinin rasyonda %16.5'lik bir protein seviyesine tekabül edeceği ve bunun hem süt üretimini azaltmayan, hem de idrarla aşırı azot atımına yol açmayan optimum bir durum olduğu ifade

edilmektedir. Wattiaux, %15 ilâ 18.5 protein içeren rasyonlarda, proteindeki her bir yüzde puanlık artışın MUN değerinde 2 mg/dl'lik bir değişim getireceğini öngörmektedir. MUN değeri 14'ün üzerindeki sürülerin idrarla azot atımı artacaktır.

Laktasyondaki ineklere ne kadar protein lazımdır? Hiç şüphesiz, yukarıdaki araştırmada yer verilen %12 proteinli diyet günümüz süt ineklerinin pek çoğu için yeterli değildir. Süt üretiminde kayıp yaşamaksızın %18'in altına inmek mümkün müdür? Şayet yeterli rumende kullanılabilir enerji seviyeleriyle birlikte doğru RDP/RUP (Bypass Protein) dengesi kurulabilirse, bunun bazı durumlarda mümkün olabileceği görülmektedir. Aynı zamanda, laktasyondaki sürülerin yönetiminde yaş ve laktasyon adedinin de hesaba katılması gerektiği anlaşılmaktadır. İlk laktasyondaki ineklerin sürünün geri kalanından ayrı tutulmasının, hem besleme açısından, hem de sosyal açıdan faydaları vardır. İlk laktasyondaki ineklere daha düşük protein seviyeleri de uygulanabilir. Zira bunlar genellikle daha yaşlı hayvanlar kadar üretim yapamaz ve azottan onlar kadar verimli şekilde yararlanamaz.

Takviye Yağlar

Süt ineklerine rasyon kuru maddesinin %7'sine kadar çeşitli formlarda yağ verilebilir. Silajlar, mısır ve soya küspesi içeren tipik rasyonlarda yüksek yağ içerikli herhangi bir hammadde kullanmaksızın %3 yağ bulunur. Bir başka ifadeyle, enerji yoğunluğunu artırmak için rasyona %4 yağ ilavesi yapılabilir. Bunun için yağlı tohumlar (soya fasulyesi ve çığit) ve rumen korumalı (Bypass) yağ kaynakları kullanılabilir. Ekstrüzyon ve ekspeler metoduyla elde edilmiş soya küspelerinin yağ içeriği daha yüksektir. Aşağıdaki tabloda, NRC 2001'e göre bazı yağ kaynaklarının yağ ve enerji içerikleri gösterilmiştir:

	<u>Yağ (%)</u>	<u>TDN (%)</u>	<u>Net enerji (mcal/kg)</u>
Rumen korumalı kaynaklar:			
Hidrolize Yağ Asitleri	99	176	5.41
Yağ Asitlerinin Ca Sabunları	84.5	164	5.02
Yağlı tohumlar:			
Çığit	19	77	1.94
Isıl İşlemlili Soya Fasulyesi	19	99	2.75
Soya küspeleri:			
Ekstrüde, tam yağlı	19	99	2.75
Ekspeler	8	90	2.38
Solvent	2	57	2.13

Yağlı tohum veya ekstrüde soya küspesi kullanarak %2 takviye yağ verilmesi genellikle en ekonomik çözümdür. Bu uygulama neticesinde %5 yağ içerikli rasyonlar elde edilir. Bunun üzerindeki miktarlar rumen korumalı veya rumende âtil bypass yağlar şeklinde ilave edilmelidir (ticari bypass yağ kaynakları piyasada mevcuttur). Piyasada, hidrolize yağ asitleri ve yağ asitlerinin kalsiyum sabunları şeklinde iki çeşit bypass yağ bulunmaktadır. Hidrolize yağ asitleri, %100 yağ asidi olukları için, %18 kalsiyum içeren Ca sabunlarından daha fazla yağ içerirler. Dolayısıyla bu iki ürünün enerji değerleri farklıdır. Ancak, Ca sabunlarının sindirilebilirliğinin daha yüksek olduğuna işaret eden bazı araştırmalar da vardır. Hangi kaynaktan olursa olsun, rasyon kuru maddesinin genel yağ içeriği toplam

%7'yi aşmamalıdır. Rasyonun yağ içeriğini yaklaşık 2 puan veya 0.5 kg artırmak için kullanılması gereken hammadde miktarları aşağıda verilmiştir:

	<u>Gereken Miktar (kg)</u>
Rumen korumalı kaynaklar:	
Hidrolize Yağ Asitleri	0.51
Yağ Asitlerinin Ca Sabunları	0.59
Yağlı tohumlar:	
Çiğit	2.6
Isıl İşlemlili Soya Fasulyesi	2.6
Soya küspeleri:	
Ekstrüde, tam yağlı	2.6
Ekspeler	6.3
Solvent	bu amaçla kullanılamaz

Yağ asitleri kalsiyum ve magnezyumun intestinal absorpsiyonunu azalttığı için, hayvana yağ verildiğinde bu iki mineralin ihtiyaç miktarlarını yükseltmek gerekir. Takviye yağ kullanıldığında rasyon %0.9 Ca ve %0.35 Mg sağlamalıdır. Özellikle de sıcak havalarda aşırı yağ beslemesinden kaçınılmalıdır. Aksi takdirde rumen fonksiyonları bozulabilir ve KM alımı düşebilir.

Referanslar

Apper-Bossard, E., J. L. Peyraud, P. Faverdin, and F. Meschy. 2006. Changing Dietary Cation-Anion Difference for Dairy Cows Fed with Two Contrasting Levels of Concentrate in Diets. *Journal of Dairy Science* 88:749-760.

Chan, P. S., J. W. West, J. K. Bernard, and J. M. Fernandez. 2005. Effects of Dietary Cation-Anion Difference on Intake, Milk Yield, and Blood Components of the Early Lactation Cow. *Journal of Dairy Science* 88:4384-4392.

Flis, S. A. and M. A. Wattiaux. 2005. Effects of Parity and Supply of Rumen-Degraded and Undegraded Protein on Production and Nitrogen Balance in Holsteins. *Journal of Dairy Science* 88:2096-2106.

National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy of Science, Washington D. C.

Tomlinson, A. P., W. J. Powers, H. H. Van Horn, R. A. Nordstedt, and C. J. Wilcox. 1996. Dietary Protein Effects on Nitrogen Excretion and Manure Characteristics of Lactating Cows. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* 39:1441-1448.

Wattiaux, M. A. 2005. What Can MUN's Really Tell Us? *Hoard's Dairyman*, page 697.