

Kaba Yemlerin Çeşitli İnkübasyon Periyotlarındaki *in vitro* Gaz Oluşumları ve Farklı Regresyon Eşitlikleri ile Tahminlenen *in vitro* Metabolik Enerji Değerleri

Muazzez POLAT¹ Yılmaz ŞAYAN² Hülya ÖZKUL³
Sibel Soycan ÖNENÇ¹

Geliş tarihi: 15.08.2007

Kabul edilmiş tarihi: 27.09.2007

Öz: Bu çalışma, *in vivo* ME değerleri bilinen bazı kaba yemlerin çeşitli inkübasyon periyotlarındaki *in vitro* GO değerlerini bularak, bu parametrelerden *in vivo* ME değeri ile ilişki düzeyi en yüksek olanını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada ayrıca, yemlerin Şayan ve ark. (2004)'nın çalışmasında aynı kaba yemlere ait elde edilen ME_{in vivo} değeri ile yemlerin ilişki düzeyi yüksek bulunan 24 saatlik GO ve bazı ham besin maddelerinin kullanıldığı farklı regresyon eşitlikleri ile hesaplanan *in vitro* metabolik enerji (ME_{in vitro}) değerleri de karşılaştırılmıştır. Bu amaçla, 5'i yonca kuruotu, 5'i çayır kuruotu, 5'i buğday samanı olmak üzere toplam 15 kaba yemin 3, 6, 9, 24, 48, 72, 96 saatlik inkübasyon periyotlarındaki GO değerleri ile 24 saatlik GO ve bazı besin maddelerinin kullanıldığı farklı regresyon eşitliklerinden yararlanılarak ME_{in vitro} değerleri elde edilmiştir. Bulgulardan, yemlerin ME_{in vitro} değerlerinin tahminlenmesinde kullanılan GO değerlerinden 24 saatlik inkübasyon periyodunda elde edilen bulgunun, ME_{in vivo} değeri ile ilişkisinin önemli derecede en yüksek olduğu (r=0.82, P<0.01), ME_{in vivo} değerleri ile farklı regresyon eşitlikleri kullanılarak bulunan ME_{in vitro} değerleri arasındaki korelasyonların da tüm ME_{in vitro} eşitlikleri için önemli (P<0.01) olduğu görülmüştür. İleriki çalışmalarda, daha doğru tahminlemeler için regresyon eşitliklerin son zamanlarda yemlerin karbonhidrat ve protein içeriklerinin daha ayrıntılı tanımlanmasına bağlı olarak bazı yeni parametrelerle (ADF:Asit Deterjan Lifi, ADIP:Asit Deterjanda Çözünmeyen Protein gibi) modifiye edilmesi ve her bir yem türüne ilişkin ayrı regresyon eşitlikleri geliştirilmesi hedeflenmelidir.

Anahtar kelimeler: Kaba yemler, gaz oluşumu, metabolik enerji.

¹ Araş. Gör., E.Ü. Z. F. Zootečni Bölümü, 35100 Bornova-İzmir, muazzez.polat@ege.edu.tr

²Prof. Dr., E.Ü. Z. F. Zootečni Bölümü, 35100 Bornova-İzmir

³Dr., E.Ü. Z. F. Zootečni Bölümü, 35100 Bornova-İzmir

***In Vitro* Gas Production of Roughages at Various Incubation Periods and Estimation of Their *in Vitro* Metabolizable Energy Values By Using Different Regression Equations**

Abstract: The aim of the study was to find out *in vitro* gas productions (GP) of some roughages at various incubation periods and to estimate their *in vitro* metabolizable energy (ME_{in vitro}) values by using different regression equations. Also, the *in vivo* metabolizable energy (ME_{in vivo}) value obtained by Şayan et al, (2004) was compared with ME_{in vitro} values by using different regression equations based on 24 h GP and some crude nutrients of roughages. The GP production of totally 15 roughages from five samples of alfalfa hay, grass hay and wheat straw were tested at 3, 6, 9, 24, 48, 72, 96 hours of incubation periods and ME_{in vitro} values were estimated by using different regression equations. Obtained findings revealed that 24 h *in vitro* GP from among the tested incubation periods showed the highest correlation with ME_{in vivo} (r=0.82, P<0.01). The correlation between ME_{in vivo} value and ME_{in vitro} values calculated by using different regression equations was significantly important and similarly accurate for all ME_{in vitro} equations (P<0.01). Further research is needed to find new parameters such as acid detergent fiber (ADF) and acid detergent insoluble protein (ADIP) to modify regression equations for more accurate precision and to develop special regression equations for specific feedstuffs.

Key words: Roughages, gas production, metabolizable energy.

Giriş

Yemlerin *in vivo* metabolik enerji (ME) değerlerinin tahminlenmesinde kullanılan klasik sindirim denemelerinin zaman alması, hayvan gerektirmesi ve zahmetli olması nedeni ile, *in vivo* yöntemlere alternatif olabilecek ucuz, güvenilir ve pratik uygulanan çeşitli *in vitro* yöntemler geliştirilmiştir (Menke ve Steingass, 1988; Zincirlioğlu ve Yılmaz, 1989). *In vitro* yöntemlerden Menke ve ark. (1979) tarafından geliştirilen Gaz Üretim Tekniği (Hohenheim Futter Test=HFT) kaba yemlerin *in vivo* organik madde sindirim derecesi, metabolik enerji ve net enerji değerlerinin belirlenmesinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Williams, 2000; Rymer ve ark, 2005). Zira, yemlerin sindirebilirlikleri ile gaz oluşum (GO) değerleri arasında yüksek düzeyde ilişki olduğu bildirilmektedir (Iantcheva ve ark., 1999; Lee ve ark., 2000; Duan ve ark., 2006). Diğer yandan ruminantlarda yem değeri takdirinde, farklı inkübasyon periyotlarına göre elde edilen GO değerlerinin iyi bir parametre olduğu da bildirilmektedir (Menke ve ark., 1979; Schofield ve ark., 1994).

Yemlerin *in vivo* ME değerlerinin tahminlenmesinde, regresyon eşitliklerinde *in vitro* GO yanında yemin bir veya birkaç ham besin maddesinin de tahminleyici olarak kullanımı yaygındır (Robinson

ve ark., 2004). Bu amaçla, eşitliklerde besin maddelerinden ham protein, ham yağ ve N-siz öz maddelerinin, inkübasyon periyotlarından da 24 saatlik GO değerlerinin kullanıldığı bildirilmektedir (Iantcheva ve ark., 1999, Lee ve ark., 2000, Robinson ve ark., 2004, Kamalak ve ark., 2004). Gaz üretim tekniği, kaba yemlerin *in vitro* ME değerlerinin tahmininde sadece hızlı, güvenilir ve ucuz olması açısından değil, son zamanlarda süt keçileri ve sığırlar için rasyon formülasyonunda uygun olması nedeni ile de kullanılmaktadır (Lee ve ark., 2000). Tekniğin zor olan tarafı ise birden fazla rumen kanüllü hayvan gerektirmesidir ve çalışmaların cerrahi müdahale gören sayısının azaltılmasına yönelik olması gerektiği bildirilmektedir (Rymer ve ark., 2005).

Bu çalışma, *in vivo* ME değerleri bilinen bazı kaba yemlerin çeşitli inkübasyon periyotlarındaki *in vitro* GO değerlerini bularak, bu parametrelerden *in vivo* ME değeri ile ilişik düzeyi en yüksek olanını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada ayrıca, yemlerin *in vivo* ME değeri ile yemlerin ilişik düzeyi yüksek bulunan 24 saatlik GO ve bazı ham besin maddelerinin kullanıldığı farklı regresyon eşitlikleri ile hesaplanan *in vitro* ME değerleri de karşılaştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Araştırmanın yem materyalini, Batı Anadolu koşullarında yetiştirilerek Şayan ve ark. (2004) tarafından yürütülen bir çalışmada kullanılan 5'i yonca kuruotu (YKO), 5'i çayır kuruotu (ÇKO), 5'i buğday samanı (BĞS) olmak üzere toplam 15 adet kaba yem örneği oluşturmuştur. Bu çalışmada kullanılan yemlerin ham besin maddeleri ve *in vivo* klasik sindirim denemeleri ile elde edilen metabolik enerji değerleri ($ME_{in vivo}$) Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Kaba yemlerin ($n=15$) ham besin maddeleri ve $ME_{in vivo}$ değerleri¹

YEM	g/kg yem		g/kg KM				MJ/kg KM
	KM	HK	HP	HY	HS	NÖM	$ME_{in vivo}$
YKO1	883.5	105.8	183.9	16.2	267.3	426.8	8.58
YKO2	871.6	107.8	219.4	12.4	235.4	425.0	9.52
YKO3	895.4	118.3	196.0	14.4	281.7	389.6	8.14
YKO4	890.7	134.7	154.6	17.9	232.7	460.1	8.81
YKO5	871.1	163.6	193.5	18.7	201.5	422.7	9.08
ÇKO1	890.0	99.9	93.7	15.7	318.4	472.3	8.79
ÇKO2	899.6	119.9	102.5	17.3	315.0	445.3	7.99
ÇKO3	902.6	99.3	91.1	20.4	275.2	514.0	8.88
ÇKO4	915.9	96.0	91.6	23.1	262.3	527.0	9.06
ÇKO5	922.7	93.1	66.3	11.7	362.1	466.8	7.26
BĞS1	935.4	80.3	34.6	11.4	360.8	512.9	7.26
BĞS2	903.0	130.8	54.7	9.6	367.4	437.5	6.78
BĞS3	921.9	111.1	54.8	11.2	365.4	457.5	7.17
BĞS4	929.0	86.0	29.3	8.6	359.7	516.4	6.43
BĞS5	909.3	59.9	28.7	11.4	406.4	493.6	7.65

YKO: Yonca kuruotu, ÇKO: Çayır kuruotu, BĞS: Buğday samanı; KM: Kurumadde, HK: Ham Kül, HP: Ham Protein, HY: Ham Yağ, HS: Ham Selüloz, NÖM: Nitrojensiz Öz Maddeler, ME: Metabolik enerji
¹: Şayan ve ark. (2004) literatüründen alınmıştır.

Yöntem

Kaba yemlerin *in vitro* gaz üretim tekniği ile çeşitli inkübasyon periyotlarına göre gaz oluşum (GO) değerleri, Menke ve Steingass (1988) önerileri doğrultusunda, İngiltere Macaulay Araştırma Enstitüsü Uluslararası Yem Araştırma Ünitesi'nde yapılmıştır. Bu amaçla, 3 adet ergin rumen kanüllü koçtan yararlanılmıştır. Koçlar deneme süresince pelet çayır otu ile serbest kuruot tüketmiş, koçlara temiz içme suyu ve yalama taşının verilmesine dikkat edilmiştir.

Kuru ve 1 mm'den geçecek şekilde öğütülmüş yem örnekleri kurumadde'de 200 mg olacak şekilde 100 ml'lik cam silindirlere dikkatlice tartılmış ve cam silindirlerin pistonları vazelinlenerek yeme temas etmeyecek şekilde yerleştirilmiştir. Daha sonra 39 °C sıcaklıkta su banyosunda 1 saat ısıtılan ve hazırlanan karışım (yapay tükrük + rumen sıvısı) cam silindirin uç kısmından yarı otomatik pipetle 30 ml olacak şekilde doldurulmuş ve el ile hafifçe çalkalanarak tekrar 39°C sıcaklıkta (Blümmel ve Orskov, 1993) su banyosuna dik konumda yerleştirilmiştir. İnkübasyon süresi olan 0, 3, 6, 9, 24, 48, 72, 96 saatlerdeki GO'ları kaydedilmiştir. İnkübasyon süresince ilk 8 saatte bir defa, bunu takiben günde 4 defa cam silindirlere elle çalkalama işlemi uygulanmıştır. Her bir kaba yem örneği, iki farklı günde 3'er paralel çalışılmıştır. Hesaplama işlemleri, inkübasyon periyotlarına göre GO

değerleri, aynı işlemlere tabii tutulan kör ve kuruot standardından yararlanılarak yapılmıştır. Kaba yemlerin 24 saatlik GO değerleri ile Şayan ve ark. (2004) çalışmasından alınan ham besin maddeleri kullanılarak aşağıdaki farklı regresyon eşitliklerine göre *in vitro* ME değerleri hesaplanmıştır.

${}^1ME_A =$	$1.54+(0.145xGO)+(0.00412xHP)+(0.0065xHPxHP)$ $+ (0.0206xHY)$, $R^2=0.98$	Menke ve ark., 1979
${}^1ME_B =$	$0.691+(0.118xGO)+(8.72xHP)+(19.21xHY)+(3.38x$ $NÖM)$, $R^2=0.98$	Menke ve ark., 1979
$ME_C =$	$1.20+(0.1456xGO)+(0.007675xHP)+(0.01642xHY)$, $R^2=0.96$	2 Steingass ve Menke, 1980
$ME_D =$	$3.16+(0.0695xGO)+(0.00073xGOxGO)+$ $(0.00732xHP)+(0.02052xHY)$, $R^2=0.96$	2 Steingass,1983
$ME_E =$	$1.56+(0.139xGO)+(0.0074xHP)+(0.0178xHY)$, $R^2=0.95$	2 Menke,1983
$ME_F =$	$2.20+(0.136xGO)+(0.0057xHP)+(0.00029xHYxHY)$ $, R^2=0.94$	2 Close ve Menke,1986
$ME_G =$	$-0.58+(0.159xGO)+(0.0102xHP)+(0.0314x HY)$, $R^2=0.90$	2 Rohr ve ark.,1986
$ME_H =$	$0.98+(0.1049xGO)+(0.0088xHP)+(0.0268x$ $HY)+(0.0038xNÖM)$, $R^2=0.94$	Menkeve Steingass,1988

GO: 24 saatlik gaz oluşumu (ml/200 mg KM), HP: Ham Protein, HY: Ham Yağ, NÖM: Nitrojensiz Öz Maddeler, ME: Metabolik Enerji, R^2 : regresyon eşitliğinin belirleme katsayısı. 1 : HP, HY ve NÖM eşitliklerde g/g KM olarak alınmıştır. 2 , Menke ve Steingass (1988) literatüründen alıntı yapılmıştır.

Elde edilen araştırma bulgularının istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS paket programından yararlanılmıştır (SPSS, 2002).

Bulgular ve Tartışma

Araştırma materyali kaba yemlerin 3, 6, 9, 24, 48, 72 ve 96 saatlik inkübasyon periyotlarındaki gaz oluşumları Çizelge 2'de, *in vivo* ME değerleri ile bu inkübasyon periyotları arasındaki korelasyon katsayıları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 2. Kaba yemlerin inkübasyon periyotlarına göre gaz oluşum değerleri

YEM (n=15)	GO, ml/200 mg KM						
	3 s	6 s	9 s	24 s	48 s	72 s	96 s
YKO1	6.85	13.17	17.12	31.08	37.40	40.04	41.36
YKO2	5.59	10.92	15.19	29.57	34.37	35.44	36.77
YKO3	6.90	13.26	17.76	31.28	35.27	37.91	39.24
YKO4	9.22	15.73	20.62	33.64	37.42	38.50	41.51
YKO5	6.28	12.28	17.20	30.58	34.68	36.60	37.97
ÇKO1	5.65	10.22	12.64	27.42	38.72	46.26	49.22
ÇKO2	3.52	5.14	7.58	21.65	30.85	33.56	35.99
ÇKO3	8.21	12.97	16.68	30.98	39.19	44.48	46.60
ÇKO4	9.94	15.59	19.35	32.79	46.22	49.45	50.52
ÇKO5	7.72	12.79	15.72	27.97	37.28	39.94	41.28
BĞS1	2.90	6.32	8.70	25.57	39.80	46.66	48.50
BĞS2	1.32	2.65	5.29	18.23	29.04	33.00	34.58
BĞS3	1.85	3.70	5.80	17.95	28.78	33.28	35.11
BĞS4	1.58	3.70	5.55	14.59	26.24	28.07	29.38
BĞS5	2.67	3.74	5.07	20.03	32.58	36.59	40.59
Ort.	5.35	9.48	12.68	26.22	35.19	38.65	40.57
Mak.	9.94	15.73	20.62	33.64	46.22	49.45	50.52
Min.	1.32	2.65	5.07	14.59	26.24	28.07	29.38
Std hata	0.74	1.22	1.48	1.59	1.33	1.53	1.56

YKO: Yonca kuruotu, ÇKO: Çayır kuruotu, BĞS: Buğday samanı, GO: Gaz oluşum değeri

Çizelge 3. Kaba yemlerin *in vivo* ME değerleri ile inkübasyon periyotlarına göre GO değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r)

Anlamı	GO, ml/200 mg KM						
	3 s	6 s	9 s	24 s	48 s	72 s	96 s
ME _{in vivo}	0.73**	0.75**	0.76**	0.82**	0.61*	0.48	0.47
Önemlilik	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	ÖD	ÖD

** P<0.01; * P<0.05; ÖD, Önemli değil (P>0.05)

Çizelge 2’de görüldüğü gibi, kaba yemlerin 3, 6, 9, 24, 48, 72 ve 96 saatlik inkübasyon periyotlarındaki GO değerleri sırasıyla 1.32-9.94, 2.65-15.73, 5.07-20.62, 14.59-33.64, 26.24-46.22, 28.07-49.45, 29.38-50.52 ml/200 mg KM arasında değişmiştir. Buna göre, inkübasyon periyotlarının ilerlemesine bağlı olarak GO değerlerinin de arttığı görülmektedir. Bu bulgular, benzer kaba yemler için bildirilen bazı bulgularla uyumlu (Blümmel ve Orskov, 1993, Khazaal ve ark., 1993, Tolera ve ark., 1997, Iantcheva ve ark., 1999), ancak Andres ve ark. (2005)’nin 62 kaba yemin 24 ve 48 saatlik GO değerleri için

(sırasıyla 31-51 ve 50-64 ml/200 mg KM), Robinson ve ark. (2004)'nın YKO'nda 24 saatlik GO değeri için (41.6 ml/200 mg KM) ve Kamalak ve ark. (2004)'nın 3-96 saatler arasındaki GO değerleri için (YKO'nda 17-64 ve BGS'nda 14-45 ml/200 mg KM) bildirdikleri bulgulardan düşük bulunmuştur. Çizelge 3'de görüldüğü gibi, *in vivo* ME değerleri ile 3, 6, 9 ve 24 saatlik inkübasyon periyotları arasındaki korelasyon katsayıları (r) 0.73, 0.75, 0.76, 0.82 ile $P < 0.01$ 'e göre önemli, 48 saatlik inkübasyon periyodunda 0.61 ile $P < 0.05$ 'e göre önemli, 72 ve 96 saatlik inkübasyon periyotlarında ise önemsiz ($P > 0.05$) bulunmuştur. Bu bulgular, Iantcheva ve ark. (1999)'nın YKO ($n=20$) ve ÇKO ($n=22$) için, *in vivo* ME değerleri ile 24 ve 48 saatlik GO değerleri arasındaki ilişkileri bildirdikleri çalışma sonuçları (YKO için sırasıyla $r=0.66$ ve $r=0.61$, $P < 0.01$; ÇKO için sırasıyla $r=0.73$ ve $r=0.70$, $P < 0.001$) ile uyumludur. Nitekim yemlerin *in vivo* ME değerleri ile inkübasyon periyotları arasında yüksek ve önemli düzeydeki korelasyona bağlı olarak, regresyon eşitliklerinde yemin ham besin madde içerikleri ile birlikte özellikle 24 saatlik GO değerlerinin tahminleyici parametre olarak kullanılması önerilerini (Menke ve Steingass, 1988, Iantcheva ve ark., 1999) desteklemektedir.

Kaba yemlerin ham besin maddeleri (bkz. Çizelge 1) ve 24 saatlik GO değerleri (bkz. Çizelge 2) kullanılarak farklı regresyon eşitlikleri ile hesaplanan *in vitro* ME değerleri Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4'de görüldüğü gibi, kaba yemlerin *in vitro* ME_A , ME_B , ME_C , ME_D , ME_E , ME_F , ME_G ve ME_H regresyon eşitliklerinden hesaplanan ME değerleri sırasıyla 3.66-6.42, 4.58-7.91, 3.69-7.58, 4.72-7.82, 3.96-7.70, 4.37-7.75, 2.31-6.91, 4.96-8.10 MJ/kg KM arasında değişmiştir. Söz konusu regresyon eşitlikleri ile ilgili sınırlı sayıda literatür elde edilmiştir. Buna göre, bulgularımız Kamalak ve ark. (2004)'nın ME_C , ME_D , ME_E regresyon eşitliklerini kullandıkları bir çalışmada, YKO için sırasıyla 9.4, 8.9, 10.7 MJ/kg KM ve BGS için 6.5, 6.2, 6.9 MJ/kg KM olarak bildirdikleri değerlerden oldukça düşük olduğu görülmüştür. Bu durum, aynı çalışmada kaba yemlerin 24 saatlik GO değerlerinin muhtemelen yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Kaba yemlerin *in vivo* ME değerleri ile *in vitro* ME değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ise, Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 4. Kaba yemlerin farklı regresyon eşitlikleri ile hesaplanan *in vitro* ME değerleri (MJ/kg KM)

YEM	ME _A	ME _B	ME _C	ME _D	ME _E	ME _F	ME _G	ME _H
YKO1	6.05	7.72	7.40	7.70	7.53	7.55	6.75	7.91
YKO2	5.83	7.77	7.39	7.71	7.51	7.52	6.75	7.96
YKO3	6.08	7.69	7.50	7.78	7.61	7.63	6.84	7.85
YKO4	6.42	7.91	7.58	7.82	7.70	7.75	6.91	8.10
YKO5	5.98	7.77	7.44	7.77	7.58	7.56	6.84	8.00
ÇKO1	5.52	6.64	6.17	6.62	6.34	6.54	5.23	6.90
ÇKO2	4.68	5.98	5.42	6.11	5.64	5.82	4.45	6.31
ÇKO3	6.03	7.27	6.74	7.10	6.90	7.05	5.92	7.53
ÇKO4	6.30	7.58	7.06	7.37	7.21	7.34	6.29	7.85
ÇKO5	5.60	6.37	5.97	6.40	6.15	6.42	4.91	6.58
BĞS1	5.25	5.96	5.38	5.90	5.57	5.91	4.20	6.22
BĞS2	4.18	4.98	4.43	5.27	4.67	5.02	3.18	5.29
BĞS3	4.14	5.05	4.42	5.27	4.66	4.99	3.19	5.38
BĞS4	3.66	4.58	3.69	4.72	3.96	4.37	2.31	4.96
BĞS5	4.44	5.19	4.52	5.29	4.76	5.13	3.26	5.51
Ort.	5.34	6.56	6.07	6.59	6.25	6.44	5.14	6.82
Mak.	6.42	7.91	7.58	7.82	7.70	7.75	6.91	8.10
Min.	3.66	4.58	3.69	4.72	3.96	4.37	2.31	4.96
Std hata	0.23	0.31	0.35	0.29	0.34	0.30	0.42	0.30

YKO: Yonca kuruotu, ÇKO: Çayır kuruotu, BĞS: Buğday samanı, ME_A= 1.54+(0.145xGO)+(0.00412xHP) + (0.0065xHPxHP) + (0.0206xHY) ; ME_B = 0.691+(0.118xGO)+(8.72xHP)+(19.21xHY) + (3.38xNÖM) ; ME_C = 1.20 + (0.1456xGO) + (0.007675xHP) + (0.01642xHY) ; ME_D = 3.16+ (0.0695xGO) + (0.00073xGOxGO)+(0.00732xHP)+(0.02052xHY) ; ME_E = 1.56+ (0.139xGO) + (0.0074xHP) + 0.0178xHY) ; ME_F = 2.20 + (0.136xGO) + (0.0057xHP) + (0.00029xHYxHY) ; ME_G = - 0.58+(0.159xGO)+(0.0102xHP)+(0.0314xHY) ; ME_H= 0.98+(0.1049xGO)+(0.0088xHP) +(0.0268xHY) +(0.0038xNÖM)

Çizelge 5. Kaba yemlerin *in vivo* ME ve farklı regresyon eşitlikleri ile hesaplanan *in vitro* ME değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r)

Anlamı	ME _A	ME _B	ME _C	ME _D	ME _E	ME _F	ME _G	ME _H
ME _{in vivo}	0.82**	0.88**	0.87**	0.87**	0.87**	0.86**	0.87**	0.89**
Önemlilik	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

** P<0.01

Çizelge 5’de görüldüğü gibi, kaba yemlerin *in vivo* ME değeri ile çeşitli regresyon eşitliklerinden hesaplanan *in vitro* ME değerleri arasındaki r değerleri 0.82 ve 0.89 arasında ve önemli (P<0.01) düzeyde yüksek bulunmuştur. Bu bulgular, Lee ve ark. (2000)’nın *in vivo* ME değerleri ile ME_C, ME_D, ME_E, ME_F eşitlikleri arasındaki korelasyonları ortaya koydukları çalışmadan elde ettikleri sonuçlar

(sırasıyla, $r=0.92$, $r=0.83$, $r=0.84$, $r=0.84$, $P<0.01$) ile oldukça benzerdir. Buna göre, söz konusu eşitliklerin tümünün *in vivo* ME değerlerinin tahminlenmesinde güvenilir şekilde kullanılabilceği söylenebilir. Bu konuyla ilgili çalışmalarda, kaba yemler için genellikle Close ve Menke (1986)'a atfen Menke ve Steingass (1988)'in önerdiği regresyon eşitliğinin (ME_F) yaygın kullanıldığı görülmektedir. Nitekim çalışmamızda da, ilgili eşitliğe ait r değerinin ($r=0.86$, $P<0.01$) önemli düzeyde yüksek olduğu görülmüştür. Ancak son zamanlarda, Menke ve Steingass (1988) eşitliğini modifiye eden Robinson ve ark. (2004)'na göre, yemlerin *in vivo* ME değerlerinin tahminlenmesinde regresyon eşitlikliğine, yemlerin *in vitro* GO değerleri ve ham besin maddeleri yanında asit deterjanda çözünemeyen protein (ADIP) parametresi dahil edilmiştir.

Sonuç

Sonuç olarak, kaba yemlerin *in vivo* ME değerlerinin tahminlenmesinde kullanılan *in vitro* GO değerlerinden 24 saatlik inkübasyon periyodunda elde edilen bulgunun, *in vivo* ME değeri ile ilişkisinin önemli derecede yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim, 24 saatlik GO ve bazı ham besin maddeleri kullanılarak geliştirilen farklı regresyon eşitliklerinden elde edilen *in vitro* ME değerleri ile *in vivo* ME değerleri arasındaki ilişkinin tümü yüksek bulunmuş ve birbirine yakın doğrulukta tahminleyici oldukları görülmüştür. Ancak, son yıllarda yemler ham besin maddeleri yanında karbonhidrat ve protein içerikleri bakımından daha ayrıntılı bir şekilde tanımlanmaktadır. Bu nedenle yemlerin *in vivo* ME değerlerinin tahminlenmesinde, *in vitro* GO değerleri ve ham besin maddelerine ilaveten asit deterjan lif (ADF), asit deterjanda çözünemeyen protein (ADIP) gibi yeni parametrelerin de yer aldığı regresyon eşitlikleri geliştirilmeye devam edilmelidir. Ayrıca yemlerin *in vivo* ME değerlerinin daha isabetli tahminlenmesi için ileriki çalışmalar, belli bir yem hammaddesine ilişkin regresyon eşitliklerinin geliştirilmesini de hedeflemelidir.

Teşekkür

Bu çalışmada kaba yemlerin *in vitro* gaz oluşumlarının saptanması Arş. Gör. Muazzez Polat'ın TÜBİTAK NATO-A2 bursu ile İngiltere'de bulunduğu zaman gerçekleştirilmiştir. Yazarlar, çalışmanın gerçekleşmesinde yardımları olan İngiltere Macaulay Araştırma Enstitüsü'nden, Prof. Dr. E. Rob Ørskov ve Dr. Brenda Hector'a teşekkürlerini sunarlar.

Kaynaklar

Andres, S., A., Calleja, S., Lopez, J.S., Gonzalez, P.L.Rodriguez and F.J. Giraldez, 2005. Prediction of gas production kinetic parameters of forages by chemical

- composition and near infrared reflectance spectroscopy. *Anim. and Feed Sci.* 123-124:487-499.
- Blümmel, M and E.R. Ørskov, 1993. Comparison of *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 40:109-119.
- Duan, Z.Y., W.J. Yan, Y.M. Wu, J.A. Ye and J.X. Liu, 2006. Comparison of gas test system basen on the syringe with the reading pressure technique. *Journal of Anim. and Feed Sci and Tech.* 15:121-129.
- Iantcheva, N.,H. Steingass, N. Todorov and D. Pavlov, 1999. A comparison of *in vitro* rumen fluid and enzymatic methods to predict digestibility and energy value of grass and alfalfa hay. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 81 : 333-344.
- Kamalak, A., O. Canbolat, Y. Gürbüz, A.Erol and O. Ozay, 2004. Variation in Metabolizable Energy content of forages estimated using *in vitro* gas production technique. *Pakistan J. Bio. Sci.* 7 (4): 601-605.
- Khazal, K., X. Markantanatos, A., Nastis and E.R. Ørskov, 1993. Changes with maturity in fibre composition and levels of extractable polyphenols in Greek Browse: Effects of *in vitro* gas production and in sacco dry matter degradation. *J. Sci. Food Agric.* 63:237-244.
- Lee, M.J., S-Y. Hwang, P. W-S. Chiou, 2000. Metabolizable energy of roughage in Taiwan. *Small Rum. Res.* 36:251-259.
- Menke, K.H, L., Raab, A., Salewski, H. Steingass, D. Fritz and W. Schneider, 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *J. Agric. Sci. Camb.* 93:217-222.
- Menke, K.H. and H. Steingass, 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Dev.*, 28:7-55.
- Robinson, P.H., D.I. Givens and G. Getachew 2004. Evaluation of NRC, UC Davis and ADAS approaches to estimate the metabolizable energy values of feeds at maintenance energy intake from equations utilizing chemical assays and *in vitro* determinations. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 114 : 75–90.
- Rymer, C. J.A. Hunginton, B.A. Williams and D.I. Givens, 2005. In Vitro Cumulative Gas Production Techniques: History, Methodological considerations and challenges. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 123-124:9-30.
- Schofield, P., R.E. Pitt and A.N. Pell, 1994. Kinetics of fiber digestion from *in vitro* gas production. *J. Anim Sci.* 72:2980-2991.
- Şayan, Y., H. Özkul, A. Alçiçek, L. Coşkuntuna, S. Önenç ve M. Polat 2004. Kaba Yemlerin Metabolik Enerji Değerlerinin Belirlenmesinde Kullanılabilecek Parametrelerin Karşılaştırılması. *Ege Üniv. Ziraat Fak.Derg.*, 41 (2), 167-175.
- SPSS, 2002. for Windows, Relased 11.5 Version, SPPS Inc.
- Tolera, A., K. Khazaal and E.R. Ørskov, 1997. Nutritive evaluation of some browse species. *Anim. and Feed Sci.* 67:181-195.
- Williams, B.A., 2000. Cumulative Gas Production Techniques for forage evaluation, (Chapter 10). Ed. D.I. Givens, E. Owen, R.F.E. Axford, H.M.Omed, Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. CABI Publishing. 189-214.
- Zincirlioğlu, M. ve A. Yılmaz, 1989. Metabolik enerji değerlerini hesaplama. *Yem Magazin* 14-16; 46-48.