

***In Vitro* Gaz Üretim Tekniği Çalışmalarında Metabolize Edilebilir Enerji Değerinin Belirlenmesi İçin Geliştirilen Bazı Eşitliklerin Değerlendirilmesi**

Ünal Kılıç*, Ömer Gülboy

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü 55139 Samsun
*e-posta: unalk@omu.edu.tr; Tel: +90 (362) 3121919 / 1453; Faks:+90 (362) 4576034

Özet

In vitro gaz üretim tekniğinde (İVGÜT) üretilen gaz miktarından faydalanılarak geliştirilen bazı eşitliklerin kullanılmasıyla yemlerin metabolik enerji (ME) içerikleri hesaplanabilmektedir. Ancak, ME hesaplanması için geliştirilen oldukça farklı eşitlikler kullanılabilmekte olup, aynı yemler için farklı eşitlikler kullanılarak hesaplanan ME içerikleri arasında önemli farklılıklar görülebilmektedir. Bu çalışmada, kaba yemlerin ME içeriklerinin hesaplanmasında İVGÜT çalışmalarında elde edilen gaz miktarı ile gaz üretim parametreleri kullanılarak ve yemlerin besin madde içerikleri dikkate alınmaksızın geliştirilen 5 farklı eşitlik test edilmiştir. Denemede kullanılan 5 farklı modelden elde edilen ME değerleri ile yaygın olarak kullanılan eşitlikten elde edilen ME değerleri arasında önemli farklılıklar saptanmıştır ($P<0.001$). Yemlerin besin madde içerikleri dikkate alınmadan geliştirilen bu eşitliklerin kaba yemlerin ME içeriklerinin belirlenmesinde kullanımının uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: *In vitro* gaz üretim tekniği, metabolize edilebilir enerji, eşitlikler

Evaluation of Some Equations Developed for Determining Metabolizable Energy Values in *In Vitro* Gas Production Techniques

Abstract

Metabolizable energy (ME) contents of feedstuffs can be estimated by some equations using gas amount in *in vitro* gas production technique (IVGPT). However, there are some different equations for estimation of ME content and it can be huge differences between these equations for the similar feedstuffs. In this study, five different equations, which were developed by using *in vitro* gas production (IVGP) amounts and gas production parameters obtained in laboratory studies without considering nutrient contents of feedstuffs, were tested. The result obtained in the experiment showed that significant differences were found between the ME values obtained by using 5 different models and those obtained by using common equations ($P<0.001$). It was concluded that the equations developed without considering nutrient contents were not suitable for ME determination in forages.

Key words: *In vitro* gas production technique, metabolizable energy, equations

Giriş

Son yıllarda hayvan beslemeciler tarafından oldukça geniş bir kullanım alanı bulan *In vitro* Gaz Üretim Tekniğinde (İVGÜT) üretilen gaz miktarından faydalanılarak birçok parametre hesaplanabilmektedir. Bu parametreler arasında yemlerin metabolik enerji (ME) ve net enerji (NE) içeriklerinin saptanması da yer almaktadır (Kılıç ve Sarıççek, 2006). Nitekim bu teknikte yemlerin metabolize edilebilir enerji içerikleri belirlenirken farklı araştırmacılar tarafından geliştirilen oldukça farklı eşitlikler kullanılabilmektedir. Bu nedenle, İVGÜT uygulamalarında elde edilen ME sonuçları arasında, kullanılan eşitliklere bağlı olarak önemli farklılıklar görülebilmektedir. Bu konuda yapılmakta olan birçok çalışmada, yemlerin enerji değerlerinin belirlenmesinde en uygun eşitliklerin belirlenmesi üzerinde çalışmalar devam etmektedir. Genel olarak yemlerin ME içeriklerinin belirlenmesinde

kaba yemler ve kesif yemler için ayrı ayrı eşitlikler kullanılmaktadır. Bu eşitliklerde; yemlerin gaz üretim parametreleri ve besin madde içeriklerinden faydalanılmaktadır ve eşitlikler birbirinden farklılık göstermektedir (Menke ve Steingass, 1988).

In vitro gaz üretim tekniğinde ME hesaplanmasında kullanılabilecek eşitlikler üzerinde yapılan bir çalışmada Gülboy (2014) tarafından Yüksek Lisans tezi hazırlanmış ve araştırmacı kaba yemlerin ME içeriklerinin hesaplanmasında İVGÜT verilerini inceleyerek geliştirdiği 5 modelin İVGÜT çalışmalarında, kaba yemlerin besin madde içeriklerine gereksinim duyulmadan ME içeriklerinin hesaplanmasında kullanılabileceğini bildirmiştir.

Bu çalışmanın amacı, Gülboy (2014) tarafından geliştirilen modellerin güvenilirliğini belirlemek için daha önce Kılıç (2005) tarafından İVGÜT yöntemiyle ME içerikleri (Menke ve Steingass., 1988) belirlenen

kaba yemlere ait verilerin, Gülboy (2014) tarafından geliştirilen 5 ayrı modele göre ayrı ayrı ME değerlerinin hesaplanması ve elde edilen verilerin karşılaştırılmasıdır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada Kılıç (2005) tarafından yürütülen *in vitro* gaz üretim tekniği çalışmaları sonucunda yonca kuru otu, fiğ kuru otu, çayır kuru otu ve mısır kuru otu (hasıl) ile bunlardan yapılan silajlardan elde edilen 358 veri serisi kullanılmıştır. Bu kaba yemlerin ME değerleri Menke ve Steingass (1988) tarafından aşağıda belirtilen eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır. Yemlerin ME içeriklerinin hesaplanmasında yemlerin; HP (% KM), HY (% KM) içerikleri ile 24 saatlik gaz üretim miktarından (ml/200 mg KM) yararlanılmıştır.

$$ME (MJ/kg KM) = 2.20 + 0.1357GÜ + 0.057HP + 0.002859 HY^2 (R^2=0.94)$$

Gülboy (2014), belirli inkübasyon sürelerindeki gaz üretim miktarı ve gaz üretim parametrelerini kullanarak ME tahmininde uygun regresyon denklemini belirlemede, verilerin dağılımlarını dikkate alan modeller oluşturmuş ve modelleri belirtme katsayıları ve hata kareler ortalamalarına göre karşılaştırmıştır. Çalışmada, Gülboy (2014) tarafından geliştirilen aşağıdaki eşitlerde Kılıç (2005) tarafından kullanılan kaba yemlere ait gaz üretim miktarları ve gaz üretim parametrelerinden faydalanılarak ME değerleri (MJ/kg KM) 5 farklı modele göre hesaplanmıştır. Söz konusu maodellerin hiç birinde yemlerin besin madde içeriklerinden faydalanılmamıştır.

$$1. Model = 2.29083 + 0.1533802X_{24} (R^2=0.960)$$

$$2. Model = 2.92797 + 0.094988X_{24} + 0.061959X_{12} (R^2=0.976)$$

$$3. Model = 2.507393 + 0.075823X_{24} + 0.117352X_{12} - 0.0000248154X_6^2 (R^2=0.986)$$

$$4. Model = 2.448791 + 0.078338X_{24} + 0.118904X_{12} - 0.000037223X_6^2 + 0.045611X_a (R^2=0.989)$$

$$5. Model = 2.068975 + 0.083249X_{24} + 0.077479X_{12} - 0.0000682X_6^2 + 0.039561X_a + 0.103347X_6 (R^2=0.991)$$

Kaba yemlerin, ME içeriklerinin hesaplanmasında Menke ve Steingass (1988) tarafından bildirilen eşitlikte yemlerin; HP (% KM), HY (% KM) içerikleri ile 24 saatlik gaz üretim miktarından (ml/200 mg KM) yararlanılırken; Gülboy (2014) tarafından geliştirilen 5 modelde ise yemlerin 6, 12, 24 saatlik gaz üretimleri (ml/200 mg KM) ile a değeri (ml) kullanılmıştır. Hesaplamalar yapılırken her bir model için bildirilen formüle göre ayrı ayrı ME hesabı yapılmıştır.

Farklı modellerle elde edilmiş ME değerlerine varyans analizi uygulanıp uygulanamayacağını belirlemek için Kolmogorov Smirnov normallik testi yapılmış verilerin normal dağılmadığı belirlenmiştir (P<0.05). Bu nedenle farklı modellerle tahmin edilen ME değerlerini İVGÜ tekniğiyle hesaplanan ME değerleriyle karşılaştırmak için Wilcoxon testi kullanılmıştır. Verilerin analizinde SPSS 15.0 paket programından yararlanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Denemede kullanılan 5 farklı modelden elde edilen ME değerleri ile yaygın olarak kullanılan eşitlikten elde edilen ME değerleri arasında önemli farklılıklar saptanmıştır (P<0.001). Bununla beraber, Çizelge 1'de de görülebileceği gibi modeller arasında en yakın sonuçları Model 3 göstermiştir. Bununla beraber, kullanılan eşitlikler içerisinde en düşük (2.69 MJ/kg KM) ve en yüksek ME değerleri (14.59 MJ/kg KM) 5 nolu modelle belirlenmiştir. Dolayısıyla 5 nolu eşitlik kullanılarak hesaplanan ME değerleri oldukça geniş sınırlar içerisinde kalmıştır. Benzer durum çalışmamızda kullanılan diğer eşitlikler için de söz konusu olup, bütün eşitlikler için güvenilir sonuçlar elde edilememiştir.

Çizelge 1. Geliştirilen modellerle, orjinal model kullanılarak hesaplanan ME değerlerinin karşılaştırılması

Modeller	En düşük değer	En yüksek değer	Ortalama	Standart hata	Önemlilik
Model 1	3.48	12.05	7.45	0.092	0.000
Model 2	3.73	11.76	7.50	0.087	0.000
Model 3	3.21	12.60	7.67	0.102	0.006
Model 4	3.01	12.99	7.76	0.112	0.000
Model 5	2.69	14.59	7.95	0.132	0.000
IVGU ME (MJ/kg KM)	4.25	11.37	7.59	0.079	

Genel olarak yemlerin gaz üretim miktarlarının kullanılmasıyla ME içeriklerinin belirlendiği eşitlikler kaba yemler ve kesif yemler için ayrı ayrı kullanılmakta olup, kaba yemler için yaygın olarak kullanılan 5 eşitlik aşağıda görülmektedir (Menke ve Steingass, 1988). Ancak, farklı araştırmacılar tarafından bu 5 eşitlikten daha fazla eşitliğin kullanıldığı ve elde edilen sonuçlar arasında kullanılan eşitliğe bağlı olarak ciddi farklılıklar olduğu görülmektedir.

1. ME, (MJ/kg KM)= $2.0+0.1357G\ddot{U}+0.0057HP+0.0002859HY^2$
2. ME, (MJ/kg KM)= $0.139xG\ddot{U}+0.074xHP+0.179xHY+1.55$
3. ME, (MJ/kg KM)= $1.20+0.1456xG\ddot{U}+0.007675xHP+0.01642+HY$
4. ME, (MJ/kg KM)= $1.136xG\ddot{U}+0.0057xHP+0.000286xHY^2+2.2$
5. ME (MJ/kg DM) = $1.06 + 0.1570G\ddot{U} + 0.0084HP + 0.0220HY - 0.0081HK$

Burada; GÜ: 24 saatlik net gaz üretim miktarı (ml/200 mg KM), HP: ham protein (g/kg KM), HY: ham yağ (g/kg KM), HK: ham kül(g/kg KM)

Yemlerin metabolize edilebilir enerji içerikleri üzerine besin madde içeriklerinin oldukça önemli katkısının olduğu bilinmektedir. Bu nedenle çalışmamızda kullanılan eşitliklerde olduğu gibi, yemlerin besin madde içeriklerinin kullanılmaksızın ME değerlerinin tahmin edildiği eşitliklerde her zaman doğru sonuçların elde edilemeyeceği dikkate alınmalıdır. Hatta bazı araştırmacılar tarafından (Polat ve ark., 2007) yemlerin ham besin maddelerine ilaveten asit çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler (ADF), asit çözücülerde çözünmeyen protein (ADIP) içeriklerinin de eşitliklerde yer alması gereği vurgulanmaktadır.

Sonuç

Sonuç olarak, çalışmada test edilen modellerin kullanılmasıyla hesaplanan ME değerlerinin, yaygın olarak kullanılan modellerle belirlenen ME değerlerinden önemli düzeyde farklılık gösterdiği saptanmıştır. Yemlerin besin madde içerikleri dikkate alınmadan geliştirilen bu eşitliklerin *in vitro* gaz üretim tekniğinde kaba yemlerin ME içeriklerinin belirlenmesinde kullanımının uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte, *in vitro* gaz üretim tekniği uygulamalarında, kaba yemlerin ME içeriklerinin belirlenmesinde yemlerin ham besin madde içerikleri ve *in vitro* gaz üretim parametreleri yanında daha gerçekçi

sonuçlar elde etmek için ADF, NDF, ADIP gibi bazı parametrelerin de yer aldığı regresyon eşitlikleri geliştirilmelidir.

Kaynaklar

- Gülboy, Ö. 2014. İn vitro gaz üretim tekniği ile metabolik enerji değerlerinin tahmininde en uygun regresyon yönteminin belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış. Yüksek Lisans Tezi, Samsun. 59 Sayfa.
- Kılıç Ü, Sarıççek B.Z. 2006. İn vitro gaz üretim tekniğinde sonuçları etkileyen faktörler. Hayvansal Üretim 47(2): 54-61.
- Kılıç, Ü. 2005. Ruminant Beslemede Kullanılan Bazı Yem Hammaddelerinin İn Vitro Gaz Üretim Tekniği Kullanılarak Bazı Fermentasyon Ürünlerinin Ve Enerji İçeriklerinin Belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Samsun. 160 Sayfa.
- Menke K.H., Steingass, H. 1988. Estimation of the Energetic Feed Value Obtained from Chemical Analysis and *in vitro* Gas Production Using Rumen Fluid. Anim. Res. Devel., Separate Print, 28: 7-55.
- Polat, M., Şayan, Y., Özkul, H., Soyman Önenç, S. 2007. Kaba Yemlerin Çeşitli İnkübasyon Periyotlarındaki in vitro Gaz Oluşumları ve Farklı Regresyon Eşitlikleri ile Tahminlenen in vitro Metabolik Enerji Değerleri. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg. 44(1): 113-122.