

YUMURTA TAVUKLARINDA KROMOKSİT İNDİKATÖRÜ KULLANILARAK YEM GEÇİŞ HIZININ BELİRLENMESİ

Gültekin Yıldız¹

Detection of velocity of feed passage in laying hens using chromoxide indicator.

Summary: *This study was undertaken to investigate the effect of addition of chromoxide and chromoxide + calcium carbonate mixture to feeds on feed passage through gastrointestinal tract. The study was carried out on 9 brown hybrid laying hens with fifty weeks old. Animals were divided into three groups: I. Control Group (0.25 % chromoxide), II. Experimental Group 1. (0.25% chromoxide + 0.5 % calcium carbonate), III. Experimental Group 2 (0.25 % chromoxide + 1 % calcium carbonate). Feeces samples were collected from chickens 2., 4., 6., 8., 10., 12., 14., 20., 26., 32. and 38. h. after the consumption of marked feed. In all groups, the first excretion of chromoxide mark was within first 2 h. Indicator reached the highest level at 4th h. ($p < 0.001$). Gradual decrease in the excretion of chromoxide was observed in control and trial groups from 6th h., onward. At 38th h., concentrations were found to 165.54 mg/kg, 69.50 mg/kg, and 51.70 mg/kg in control and trial groups 1 and 2 respectively. The excretion was found to be lower in both trial groups compared to the control groups ($p < 0.001$). On the whole excretion of chromoxide in feeces in trial group I was lower compared to other groups. It is conceivable therefore that mixture of indicator + calcium carbonate (0.25 % chromoxide + 0.5 % calcium carbonate) play a role in the slow feed passage through gastrointestinal tract.*

In this study carried out on chickens using chromoxide indicator, uncomplete excretion of indicator even after 38 h. points out the fact that in order to defect period of feed passage in chickens, at least 48 h. are required. In conclusion, use of calcium carbonate might cause slower excretion of feed from gastrointestinal tract.

¹ Arş. Gvl. Dr., A.Ü. Veteriner Fakültes Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Dışkapı, Ankara.

Özet: Rasyona ilave edilen krom oksit ve krom oksit + kalsiyum karbonat karışımının yemlerin sindirim sisteminden geçiş süresi ve yoğunluğuna etkisini incelemek üzere yürütülen bu çalışmada, hayvan materyalini toplam 9 adet 50 haftalık kahverengi yumurtacı melez tavuklar oluşturdu. Çalışma, I. Kontrol (% 0.25 kromoksit), II. Deneme Grubu 1 (% 0.25 kromoksit + % 0.5 kalsiyum karbonat) III. Deneme Grubu 2 (% 0.25 kromoksit + % 1 kalsiyum karbonat) olmak üzere 3 grup halinde yürütüldü. Tavuklardan işaretlenmiş yem tüketimini izleyen 2., 4., 6., 8., 10., 12., 14., 20., 26., 32. ve 38., saatlerde dışkı örnekleri toplandı. Tüm gruplarda krom oksit işaretli atımın ilk 2 saatte olduğu, indikatörün 4. saatte pike ulaştığı gözlemlendi ($p < 0.001$). Kontrol ve deneme gruplarında krom oksit atımında 6. saatten itibaren tedrici azalmalar gözlenmiş ve 38. saate ait yoğunluk miktarları kontrol ve deneme grupları için sırasıyla 165.54., 69.50 ve 51.70 mg/kg olarak bulunmuştur. Dışkı ile kromoksit atımı, her iki deneme grubunda kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur ($p < 0.001$). Tüm veriler incelendiğinde birinci deneme grubuna ait dışkı ile krom oksit atımının, diğer gruplara göre daha düşük yoğunlukta gerçekleştiği ve indikatör + kalsiyum karbonat (% 0.25 krom oksit + % 0.5 kalsiyum karbonat) kombinasyonunda yemlerin sindirim kanalından düşük bir hızla geçmesinde etkili olduğu kabul edilebilir.

Tavuklarda krom oksit indikatörü kullanılarak yapılan bu çalışmada 38 saat sonrasında da indikatör atımının tamamlanamaması, bu hayvanlarda yem pasajının te tspi için en az 48 saatlik bir sürenin gerekli olduğunu göstermektedir.

Krom oksit + kalsiyum karbonat kombinasyonu kullanılarak yapılan bu çalışma, kalsiyum karbonat kullanımının, yemlerin sindirim kanalından daha vavaş atılmasına neden olabileceğini ortaya koymuştur.

Giriş

Yemlerin değerlendirilmesinde ilk aşama olan sindirim kanalından geçiş hızlarının belirlenmesi önemli bir konudur. Bu amaçla yapılan çalışmalarda sindirim kanalı geçiş hızını belirlemek için indikatör olarak amorf karbon, metilen mavisi ve jansiyon moru, jelatin ile kaplanmış kapsüller halinde ferrik asit ve karbon kömürü kullanılmış, bunların dışkıdaki miktarı araştırılarak geçiş hızı belirlenmiştir. Ancak bunların bazılarının konstipasyon ve diyareye neden olduğu gözlemlendiğinden kullanımlarından vazgeçilmiştir. Daha sonraları herhangi bir yan etkisi bulunmayan krom oksit (Cr_2O_3) indikatör olarak katılmaya başlanmıştır (8,10,13,21). Bu metod ile dışkıdaki indikatör

miktarının spektrofotometrede belirlenmesi, bireysel etkinliğin ortadan kalkmasını sağlamıştır.

Hillerman (7)'in bildirdiğine göre, röntgen cihazı kullanılarak yapılan bir çalışmada, tavuklar yulaf, baryum sülfat ve su'dan oluşan rasyonla beslenmiş, verilen yem kalın barsağa 2 saatte ulaşmış ve 4 saat sonrada kalın barsaktan kaybolmuştur. Röntgen cihazıyla yapılan başka bir çalışmada da, yemlerin sindirim kanalından geçiş süresi 4 saat olarak bildirilmiştir (5). Silbald ve Slinger (15) Cr_2O_3 metodunun dezavantajlarını ve uygulama zorluklarını açıklamışlardır. Buna karşılık, indeks materyal miktarının tayini için yem ve dışkı ile kontamine ekstraktan örnek toplanabilmesi avantaj olarak kabul edilmiştir (6).

Bu yöntem insan ve çeşitli hayvan denemelerinde kullanılmıştır. Yeme ilave edilen kromoksit miktarının dışkıda tekrar kantitatif olarak belirlenmesi çok güç olduğundan elde edilen sonuçlar yetersiz kalmakta ve besin maddelerinin sindirilebilirliklerinin değerlendirilebilmesinde yanılgıya yol açmaktadır (14). Sindirilebilirlik çalışmalarında kullanılan bir indikatör olan krom oksitin, sindirim denemeleriyle ilgili bazı problemleri azalttığı, sindirim sistemi içeriği ile tamamen karıştığı ve hayvanda absorpsiyona katılmadığı bildirilmiştir (22, 23).

Kane ve ark. (9) krom oksitin dikromata oksidasyonu için sodyum peroksit kullanılarak volumetrik bir metot tanımlamışlardır. Bolin ve ark. (1) ise oksidant olarak molibdat katalisti sülfirik perklorik asit karışımı kullanarak kolorimetrik bir metot geliştirmişlerdir. Fakat bu yöntemlerin uygulanabilirliği çok güçtür.

Vohra ve Kratzer (21) inert indikatör madde olarak Cr_2O_3 'i baryum sülfat ile kıyaslamış ve baryum analizinin zorluğundan dolayı krom oksiti tercih etmişlerdir. Buna karşılık Naber (4) krom tayini problemlerinden dolayı total biriktirme metodunu kullanırken, Ousterhout (4) ve Sell (4) krom tayininde atomik absorpsiyon spektrofotometresini kullanmışlardır. Peterson (4), krom oksit ile yapılan denemelerde rasyonlara katılan taşıyıcının homojenizasyonunun büyük önem taşıdığını ve aynı zamanda fekal materyalin indikatör maddeyi gerçekten temsil eden bir örnek olması gerektiğini belirtmiştir.

Kessler ve Thomas (11) yaptıkları bir zorlamalı besleme çalışmasında dışkı toplama periyodunun uzunluğunun ölçülmesinde soya küspesi ve balık unu için 24 ve 30 saat; kan unu için 24, 30, 48, 60 ve 72 saatlik süreye ihtiyaç bulunduğunu bildirmişlerdir. Yem

kalıntılarının tamamının geçişi için gerekli süre soya küspesi ve balık ununda 30 saat, kan ununda ise 48 saat olarak ifade edilmiştir.

Sibbald (16) daha önce yaptığı çalışmalarda aç bırakma ve ekstrakt toplama periyodlarının herbirini 24 saat olarak bildirmiş ise de araştırmacı son zamanlarda yürüttüğü denemelerde her iki periyod için sırasıyla 24 ve 48 saatlik süreleri kullanmıştır.

Sindirim kanalının yem artıklarından tamamen temizlenmesi için gereken süreyi Chami ve ark. (2) 24 saatten biraz fazla Fisher (3) ise 32 saat olarak bildirmiştir.

Fisher (3) zorla beslenmiş horozlarda balık ununun sindirim kanalından geçiş süresinin 24 saatten daha uzun olduğunu, Kessler ve Thomas (11) ise bu değerini soya küspesi ile balık ununda 30 saat; tüy ununda ise 24 saatten daha az olduğunu belirtmişlerdir.

Sibbald (19) tarafından yapılan bir başka çalışmada, 24 saat aç bırakılan erişkin horozlar 0, 6, 12, 18, 24, ve 30 gr. yulafı zorla yemlenmiştir. Sözü edilen çalışmada yem kalıntıları 2 saat içinde gübrede görülmüş ve 52 saate kadar atılmaya devam etmiştir. Yem kalıntısının çıkış hızı ve süresinin yem tüketim miktarından etkilendiği; yulaf, buğday, balık unu ve yonca unu için sürenin 48 saat olduğu gösterilmiştir.

Sibbald (17,18) yaptığı çalışmada, iyi şekilde öğütülmüş mısır, buğday, yulaf ve arpa (30 g) 24 saatte sindirim kanalından geçmiştir. Kursağa yerleştirilen 10, 20, 30 gramlık buğday ya da buğday kepeği miktarı geçiş hızını etkilemiş, fakat temizlenme 24 saat içinde bitmiştir. Bu durum farklı tüketim düzeylerinin ve bir taşıyıcı ile karıştırmanın temizleme süresini fazla etkilemediğini göstermektedir. Mısır ve soya fasulyesi küspesi kalıntıları 24 saat içinde sindirim kanalını terk ederken, et unu için yaklaşık 30 saat temizlenme süresine gerek duyulmuştur. Pelet yemlerin sindirim kanalından daha yavaş bir geçiş oranına sahip olduğu gözlenmiştir. Diğer yandan bu çalışmada yonca ve balık ununun, kanatlıların sindirim sisteminden 24 saatten çok daha fazla sürede geçtiği ortaya konulmuştur.

Hillerman ve ark. (7) yaptıkları çalışmalarda hindilerde yemin sindirim kanalından geçiş süresini; yumurtacı dişilerde 3 saat 13 dakika, yumurtacı olmayanda 4 saat 16 dakika, genç dişilerde 2 saat 27 dakika, yaşlı dişilerde 3 saat 52 dakika olarak bulmuşlardır. Bu sonuçlar, yaş ve verimin geçiş hızını etkilediğini göstermektedir.

Yumurtacı ve yumurtacı olmayan tavuklarda bu sürenin sırasıyla 3 saat 42 dakika ve 3 saat 50 dakika olduğu bildirilmiştir. Kanatlıların 24 saat aç bırakılması suretiyle yürütülen çalışmalarda yemlerin 181. 61. cm'lik sindirim kanalından geçiş süresi yumurtacı tavuklarda 3 saat 46 dakika, yumurtacı olmayanlarda 8 saat, kuluçkada olanlarda 11 saat 44 dakika, piliçlerde ise 3 saat 52 dakika olarak saptanmıştır(10).

Deneme hayvanlarında sindirim kanalı boyunca geçiş oranının belirlenmesi, bir yem maddesinin enerji ve değerlendirilebilir besin maddeleri oranının tespit edilmesinde önem taşımaktadır. Rasyona ilave edilen krom oksit ve krom oksit + kalsiyum karbonat karmasının yemlerin sindirim sisteminden geçiş süresi ve yoğunluğuna etkisini incelemek üzere bu çalışma yürütülmüştür.

Materyal ve Metot

1. Materyal

a. Hayvan Materyali

Denemede toplam 9 adet klinik olarak sağlam, birbirine yakın canlı ağırlığa sahip, 50 haftalık kahverengi yumurtacı melez tavuklar kullanıldı.

b. Yemler

Hayvanlara bileşimi tablo 1'de gösterilen hazır yumurta tavuğu rasyonu verildi. Hayvanlara su ad lib. olarak sunuldu. Krom oksit indikatörü yardımı ile yemlerin sindirim kanalı geçiş hızının tespit edilmesi amacıyla yapılan bu çalışmada, hayvanlara 12 gün süre ile indikatör kapsamayan normal rasyon tartılarak verildi. Bu süre sonunda kontrol grubu rasyonuna % 0.25 kromoksit, 1. deneme grubu

Tablo 1. Yumurta tavuğu rasyonu*, %

Mısır	30.0	Melas	1.1
Kurutulmuş mısır ıslatma suyu	7.0	Ayçiçeği küspesi	3.0
Mısır gluteni	2.0	Tapiyoka	4.0
Buğday	20.0	Et-kemik unu	3.0
Bezelye	14.0	Bitkisel-hayvansal yağ	1.4
Yemlik bakla	2.0	Soya fasulyesi küspesi	4.0
Vitamin Karması	1.0	Kalsiyum Karbonat	7.5
12 000 IU/kg Vit. A			
2400 IU/kg Vit. D3			
15 mg/kg Vit. E			

* ("Club Goldgelb" Club-Konsantre Yem Şirketi, Hamburg)

rasyonuna % 0.25 kromoksit + % 0.5 kalsiyum karbonat ve 2. deneme grubu rasyonuna ise % 0.25 kromoksit + % 1 kalsiyum karbonat ilave edildi.

2. Metot

a. Deneme Düzeni

Hayvanlar, 35x45x45 cm boyutlarında, rahat hareket edebilecek ve beslenebilecek bireysel kafeslerde bakıldı. Deneme her birinde 3 hayvan olacak şekilde üçer grup halinde yürütüldü ve hayvanlar oda sıcaklığı 18-22°C, nem oranı % 60-70 bulunan odalarda tutuldular.

b. Örneklerin Alınması ve Analizleri:

İndikatörlü yem tüketiminden önce hayvanlar bir gün aç bırakıldı. Tavuklar bu işaretlenmiş yemi 2 saat içinde tükettikten sonra, tüketimi izleyen 2., 4., 6., 8., 10., 12., 14., 20., 26., 32. ve 38. saatlerde olmak üzere toplam 38 saatte dışkı örnekleri toplandı.

Yemde besin maddeleri miktarı ile dışkı kuru madde miktarı Weende analiz yöntemine göre yapıldı.

Krom oksit tayini Petry ve Rapp (14)'in bildirdiği yöntemle göre şu şekilde yapıldı: Na-Molibdat-Sülfirik asit karışımı ile kromun kromata oksidasyonu sağlandı ve % 70 lik perklorik asit ilave edilerek numuneler yakıldı. Soğutmayı takiben % 32 lik NaOH ilave edilerek ortamın alkalileşmesi sağlandı. NaOH ile bir çok defa yıkanıp santrifüj edilerek üstteki berrak kısımda da fotometrik olarak 370 nm'de ölçümler yapıldı.

Numune hazırlanması ve deneyin yapılışı: 0.5 g numune (% 0.25 Cr₂O₃) 5 ml oksidasyon karışımında 100 ml'lik kjeldahl balonunda yakıldı. Oksidasyon sonu kromat oluşumu 5 dakika içinde yeşil rengin portakal-kırmızı renge dönüşümü ile anlaşıldı. Berraklaşan çözeltiye 2 ml % 70'lik perklorik asit katıldı ve 5 dakika ısıtıldı. Soğutularak üzerine saf su katıldı. Ayrıca üzerine 25 ml % 32'lik NaOH konarak alkali olması sağlandı. 10 dakika boyunca 3500 devir /dak.'da santrifuj edildi ve 2 defa 5 ml % 32'lik NaOH konarak bu işlem tekrarlandı. Berrak ve yeşil - sarı renkli üst kısım toplanarak 100 ml'lik balon jöjeye alındı ve 0.1 N NaOH ile 100 ml'ye tamamlandı. Spektrofotometrede 370 nm de suya karşı ölçüm yapıldı.

Sonuçların istatistiki açıdan önemliliği "t-testi" kullanılarak değerlendirildi (20).

Bulgular

Çalışmada kullanılan temel rasyon besin maddeleri miktarı ile dışkı kuru madde içerikleri sırasıyla tablo 2 ve 3'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Tavuk Yemi Besin Maddeleri Miktarı

KM	%	88.30		
Kuru maddede				
OM	%	85.52	Şeker (sakkaroz)	31.0 gr/kg KM
HK	%	14.48	NDF	187.5 gr/kg KM
HP	%	18.75	ADF	96.1 gr/kg KM
HY	%	6.6	Nişasta	407.6 gr/kg KM
HS	%	5.91	ME	10.9 MJ/kg
N-ÖM	%	54.26		
Ca	%	3.5		
Na	%	0.15		
P	%	0.55		

KM: Kuru Madde, OM: Organik Madde, HK: Ham Kül HP: Ham Protein, HY: Ham Yağ, HS: Ham Selüloz N-ÖM: Azotsuz Öz Madde, NDF: Nötral Deterjan Fiber ADF: Asit Deterjan Fiber, ME: Metabolik Enerji

Tablo 3. Dışkı örneklerinde kuru madde miktarı, %, n=3

Zaman Saat	Kontrol		Grup 1		Grup 2	
	\bar{X}	S \bar{x}	\bar{X}	S \bar{x}	\bar{X}	S \bar{x}
2.00	17.72	± 6.23	21.01	± 7.96	16.75	± 1.58
4.00	21.25	± 7.70	22.19	± 3.66	28.75	± 4.59
6.00	22.88	± 4.71	23.58	± 2.45	23.11	± 3.92
8.00	23.95	± 1.75	23.39	± 2.17	23.08	± 3.97
10.00	24.63	± 2.53	23.77	± 0.86	20.16	± 8.01
12.00	24.12	± 4.13	20.32	± 4.98	20.52	± 6.84
14.00	23.85	± 5.71	22.71	± 4.83	28.44	± 0
20.00	28.85	± 1.43	23.71	± 7.03	23.10	± 4.91
26.00	22.77	± 4.51	24.24	± 3.03	25.31	± 5.33
32.00	25.73	± 6.21	25.00	± 7.83	23.34	± 1.21
38.00	33.23	± 3.27	26.65	± 3.47	28.38	± 4.38

Krom oksit ölçümü, tavukların işaretli yem tüketimlerini izleyen 2,4,6,8,10,12,14,16,18,20,26,32 ve 38. saatlerde toplanan dışkı numunelerinde yapılmıştır. 38 saat süreyle toplanan değişik dışkı örneklerinde krom oksit işaretli ilk atıma yemlemeden sonraki ilk 2 saatte rastlanmıştır. Dışkı örneklerinde krom oksitin zamana bağlı yoğunluğunun verildiği tablo 4 incelendiğinde krom oksitin pik yaptığı çıkarıma 4. saatte rastlandığı görülecektir ($p < 0.001$).

Kontrol grubunda krom oksit atımının ilk 4 saat içinde en yüksek olduğu, bu değer 6. saatte önemli derecede düştüğü gözlenmiştir.

Krom oksit atımı 30. saate kadar tedrici azalma ve artışlar göstermiş, 32. saatte ise daha belirgin bir şekilde yükselmiştir.

Rasyonlarına % 0.25 krom oksit ile birlikte sırasıyla % 0.5 ve % 1 kalsiyum karbonat katılan 1. ve 2. deneme gruplarında krom oksit atılımı ilk 4 saatte en yüksek düzeye ulaşmış ise de bu gruplarda 4. saatte elde edilen veriler kontrol grubundan oldukça düşük bulunmuştur ($p < 0.001$). Her iki grupta da krom oksit atılımında 6. saatten itibaren tedrici azalmalar gözlenmiştir.

Birinci deneme grubunda 26. saatte yükselen atılım sonraki saatlerde tekrar azalmış ve 38. saatte 69.50 mg/kg düzeyine inmiştir. İkinci deneme grubunda da krom oksit atımında benzer bir yükselme 14. saatte gözlenmiş daha sonra azalan değerler 38. saatte 51.70 mg/kg ile minimum düzeye düşmüştür. Her iki deneme grubunda da 38. saatte krom oksit atım konsantrasyonu kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur ($p < 0.001$).

İkinci deneme grubuna ait 14. saat kromoksit atım değeri (206.78 mg/kg), gerek kontrol gerekse birinci deneme grubuna göre yüksektir ($p < 0.001$).

Tartışma ve Sonuç

Kalsiyum karbonat ilave edilen deneme gruplarında sindirilmeyen kalıntının, kontrol grubuna göre daha düzenli bir pasaj siklusu ile uzaklaştığı kabul edilebilir. Rasyona % 0.25 krom oksit ve % 0.5 kalsiyum karbonat ilave edilen 1. deneme grubunda dışkı ile krom oksit atımının diğer gruplara göre daha düşük yoğunlukta gerçekleştiği görülmüştür. Bu verilerin ışığı altında, 1. deneme grubunda diğer deneme grubuna göre krom oksitin sindirim kanalının değişik segmentlerinden daha düşük bir hızla ve düzenli geçtiği anlaşılmaktadır.

Tavuklarda krom oksit indikatörü kullanılarak yapılan bu çalışmada 38 saat sonunda da indikatör atımının tamamlanamaması, bu hayvanlarda yem geçiş süresinin tespiti için en az 48 saatlik bir sürecin gerekli olduğunu göstermektedir. Sibbald (16) da rutin çalışmalara uygun olarak 24 saatlik bir süreyi ön görürken, Fisher (3) bu süreyi 32 saat olarak belirtmiştir. Sindirim kanalının temizlenmesinde görülen düzensiz hızın (Tablo 4) nedeni, düşük ve değişken su tüketimine bağlanabilir. Aynı şekilde McNab ve Blair (12) yaptıkları bir çalışmada bu duruma işaret etmişlerdir.

Krom oksit-kalsiyum karbonat kombinasyonu kullanılarak yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre, kalsiyum karbonat kulla-

Tablo 4. Zamana bağlı olarak dışkı krom oksit (mg/kg) atımı (n=6)

Zaman Saat	Kontrol		Grup 1		Grup 2	
	\bar{X}	S \bar{x}	\bar{X}	S \bar{x}	\bar{X}	S \bar{x}
2.00	887.85	± 575.82	253.25	± 75.32*	292.51	± 124.23*
4.00	1096.88	± 175.32	522.27	± 208.84***	668.13	± 105.48***
6.00	215.82	± 99.70	311.30	± 110.71	290.50	± 107.80
8.00	225.14	± 84.92	130.79	± 12.85*	155.65	± 14.75++
10.00	129.86	± 8.84	78.96	± 23.45***	147.88	± 42.29++
12.00	166.53	± 103.44	70.13 ¹	± 18.04	105.23	± 28.20
14.00	132.49	± 15.14	57.42 ¹	± 12.13***	206.78 ¹	± 2.37*****
20.00	105.63	± 38.80	78.53	± 28.95	103.14 ¹	± 47.31
26.00	135.09	± 13.55	169.91	± 71.09	107.91	± 36.22
32.00	361.58	± 301.93	96.47	± 18.72	103.81	± 6.92
38.00	165.54	± 55.47	69.50	± 23.16**	51.70 ¹	± 15.26**

1: n=4, p<0.05=*, + p<0.001 = ***, ++

nımı, yemlerin sindirim kanalında daha uzun süre kalmasında etkili olabilmektedir. Her ne kadar bu çalışmada, sindirilebilme kapasiteleri ölçülmemiş ise de alınan sonuçlar, yemlerin bu kapasitelerinin, kalsiyum karbonat ilavesi ile artmış olabileceği kanısını vermektedir.

Kaynaklar

1. **Bolin, D.W., R.P. King, and E.W. Klosterman** (1952). *A simplified method for the determination of chromic oxide (Cr₂O₃) when used as an index substance.* Science, 116: 634
2. **Chami, D.B., P. Vohra and F.H. Kratzer** (1980). *Evaluation of a method for determination of true metabolizable energy of feed ingredients.* Poultry Sci., 59: 569-571
3. **Fisher, C. and J.M. McNab** (1989): *Techniques for determining the metabolizable energy content of poultry feeds. Recent Developments in Poultry Nutrition.* Butterworths. 54-69.
4. **Halloran, H.R.** (1972). *A major problem in metabolizable energy determinations of feedstuffs for poultry.* Feedstuffs, 14: 38-39.
5. **Henry, K.M., A.J. Macdonald and H.E. Magee** (1933). *Observation on the functions of the alimentary canal in fowls.* J. Exp. Biol., 10: 153-171.
6. **Hill, F.W., D.L. Anderson, R. Renner, and L.B. Carew, Jr.** (1960). *Studies of the metabolizable energy of grains and grain products for chickens.* Poultry Sci., 39: 573.

7. **Hillerman, J.P., F.H. Kratzer and W.O. Wilson** (1953). *Food passage through chickens and turkeys and some regulating factors*. Poultry Sci., 32: 332-335.
8. **Jensen, L.S., L.H. Merrill, C.V. Reddy and J. McGinnis** (1962). *Observations on eating patterns and rate of food passage of birds fed pelleted and unpelleted diets*. Poultry Sci., 41: 1414-1419.
9. **Kane, E.A., W.C. Jacobson and L.A. Moore** (1950). *A comparison of techniques used in digestibility studies with dairy cattle*. J. Nutr. 41: 583
10. **Kaupp, B.F., and J.E. Ivey** (1923). *Time required for food to pass through the intestinal tract of fowls*. J. Agr. Res. 23: 721-725.
11. **Kessler, J.W. and O.P. Thomas** (1981). *The effect of cecectomy and extension of the collection period on the true metabolizable energy values of soybean meal, feather meal, fish meal, and blood meal*. Poultry Sci., 60: 2639-2647.
12. **McNab, M.J., and J.C. Blair** (1988). *Modified assay for true and apparent metabolizable energy based on tube feeding*. British Poultry Sci., 29: 697-707.
13. **Persson, V.S. and S.A. Svenson** (1960). *Die Ddurchgangszeit des Futters durch den Verdauungstractus von Küken*. Arch. f. Geflügelk. 24: 407-416.
14. **Petry, H. und W. Rapp** (1971). *Zur Problematik der Chromoxidbestimmung in Verdauungsversuchen*. Z. Tierphysiol. Tierernähr. u. Futtermittelkd. 27 (4): 181-189.
15. **Sibbald, I.R. and S.J. Slinger** (1961). *Measuring available energy in poultry feeds*. Feedstuffs 33 (30): 18
16. **Sibbald, I. R.** (1976). *A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs*. Poultry Sci., 55: 303-308.
17. **Sibbald, I.R.** (1979 a). *Effects of level of feed input, dilution of test, material, and duration of excreta collection on true metabolizable energy values*. Poultry Sci., 58: 1325-1329
18. **Sibbald, I.R.** (1979 b). *Passage of feed through the adult rooster*. Poultry Sci., 58: 446-459.
19. **Sibbald, I.R.** (1980). *Passage of oat and other feed residues through the adult cockerel*. Poultry Sci., 59: 2136-2144.
20. **Student** (1908). *The probable error of a mean*. Biometrika, 6: 1-25.
21. **Tuckey, R., B.E. March and J. Biely** (1958). *Diet and the rate of food passage in the growing chick*. Poultry Sci., 37: 786-792.
22. **Utley, P.R., J.A. Boling, N.W. Bradley, and R.E. Tucker** (1970). *Recovery of radioactive chromic oxide from the bovine gastrointestinal tract*. J. Nutrition, 100: 1227.
23. **Utley, P.R., N.W. Bradley, and J.A. Boling** (1971). *Recovery of radioactive chromic oxide from the bovine gastrointestinal tract*. J. Dairy Sci. 54 (7): 1091-1093.
24. **Vohra, P. and F.H. Kratzer** (1967). *A major problem in metabolizable energy determinations of feedstuffs for poultry*. Feedstuffs, 14: 38-39.