

Kondense Tanenin Olumsuz Etkilerini Azaltmak İçin Kullanılan Katkı Maddeleri ve Yemlere Uygulanan İşlemler

Adem KAMALAK

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü Kahramanmaraş

Geliş Tarihi: 24.04.2006

Kabul Tarihi: 18.10.2006

ÖZET: Bu derlemenin amacı, yemlerde bulunan tanenin negatif etkisini elemine etmek için yemlere katılan katkı maddeleri ve yemlere uygulanan işlemler hakkında daha önce yapılan çalışmaları özetlemektir. Tanenin, yemlerin beslenme değeri üzerine olan negatif etkisini azaltmak için kurutma, depolama, alkalilerle muamele ve funguslarla fermentasyona tabi tutma şeklinde farklı yöntemler uygulanmaktadır. Bu yöntemler yemlerdeki analiz edilebilir kondense tanen içeriğini değişik oranlarda azaltmaktadır. Kurutma ve depolamanın yemlerin tanen içeriği üzerine etkisi çok küçük bulunmuştur. Kurutma ve depolama yemlerin kondense tanen içeriğini azaltmakta ve besleme değeri artmaktadır. Ancak besleme değerindeki artış istenilen düzeyde olmamaktadır. Bununla birlikte, alkali muamelenin yemlerin besleme değeri üzerindeki etkisi tartışmalıdır. CaOH ve kül solüsyonuyla muamele analiz edilebilir tanen miktarını önemli derecede azaltmasına rağmen sadece kül solüsyonuyla muamele edilen yemlerin besleme değerinde önemli sayılabilecek iyileşmeler olmuştur. Bu yüzden alkali muamelenin yemlerin besleme değeri üzerindeki etkisini kesin olarak söylemek zordur. Alkalilerle muamele etmenin yemlerin besleme değeri üzerine etkisini kesin olarak belirlemek amacıyla daha çok sayıda *in vivo* deneylerin yürütülmesi gerekir. Bu konuda yürütülen mevcut *in vitro* ve *in vivo* denemelerde, yemlere Polietilen glikol (PEG) ilavesinin, yem tüketimine ve yemin sindirim derecesine önemli bir etkisinin olduğu görülmüştür. Ancak Polietilen glikol (PEG) fiyatının yüksek olması bu kimyasal maddenin kullanımını kısıtlamaktadır. Tanen içeriği yüksek olan yem ve yem hammaddelerinin odun külü ile muamele edilmesi Polietilen glikol'e alternatif bir metot olarak tavsiye edilmektedir. **Anahtar Kelimeler:** Kondense Tanen, Muamele, Sindirilme derecesi.

Feed Additives and Some Chemical Treatment to Decrease the Negative Effect of Condensed Tannin

ABSTRACT: The aim of this review is to summary the studies related to feed additives and processes employed to eliminate the negative effect of condensed tannin. There are several methods such as drying, storing, alkali treatment, fermentation with fungi and PEG supplementation to eliminate the negative effect of condensed tannin on the nutritive value of feedstuffs. All treatment significantly decreased the assayable condensed tannin content of feedstuffs. The effect of drying and storing on the tannin content of feedstuff has been found to be very small. Although the drying and storing decreased condensed tannin content and increased the nutritive value the improvement in nutritive value was not as much as expected. However, the effect of alkali treatment on the nutritive value of leaves was controversial. Although alkali treatment of tree leaves with CaOH and ash solution decreased assayable condensed tannin only the treatment with ash solution increased the nutritive value of feedstuffs. Therefore it is very difficult to be conclusive about the effect of alkali treatment on the nutritive value of tree leaves. *In vivo* experiments are required to be more conclusive about the effect of alkali treatment on the nutritive value of tannin rich feedstuffs.

On the other hand, *in vitro* and *in vivo* experiments clearly showed that PEG supplementation had a significant effect on the feed intake, digestibility and animal production. However, the high cost of this reagent limits its use in practice. Treatment of tannin rich feedstuffs with wood ash solution was recommended as a cheap alternative method to PEG.

Key Words: Condensed Tannin, Polyethylene Glycol, Alkali, Digestibility.

GİRİŞ

Yemlerde bulunan ve fenolik bir bileşik olan tanen, kondense ve hidrolize olabilir tanen olmak üzere iki formda bulunur. Bitkilerde bulunan tanen önemli bir savunma mekanizmalarından birini oluşturmaktadır. Tanen bitkiyi herbivorlara, patojenik mikro-organizmalara karşı koruyan ve antifungal özelliğe sahip bir bileşiktir (Provenza, 1995; Scalbert, 1991; Hart ve Hillis, 1972). Tanenlerin fenolik hidroksil grubu yemlerde bulunan diğer besin maddeleri, özellikle proteinlerle bileşik oluşturma eğilimindedirler. Yemlerde bulunan tanenin etkisi, tanenin konsantrasyonuna, hayvanın türüne, hayvanın fizyolojik

durumuna, rasyonun kompozisyonuna bağlıdır (Makkar, 2003). Tanen yemlerin beslenme değerini ligninden daha fazla azaltabilir ve hayvanın sağlığını da olumsuz yönde etkileyebilir. Yemlerin tanen içeriği mevsime ve bitkinin yetiştiği bölgeye göre değişmektedir (Ben Salem ve ark., 1999a b, 2000, 2002). Bitki ne kadar çok strese maruz kalırsa bitki o kadar fazla tanen sentezler (Makkar, 2003)

Düşük konsantrasyonlarda (%1) tanenin, şişmeyi önlediği, bypass proteini artırdığı, yüksek konsantrasyondaki tanenin ise yemden tikslenme, meydana getirdiği, proteinin sindirilme derecesini azalttığı, rumen mikroflorasının faaliyetlerini kısıtladığı,

sindirim sistemindeki enzimlerinin aktivitelerini azalttığı, sindirim sistemine zarar verdiği ve besin maddelerinin emilimini düşürdüğü bildirilmiştir (Silanikove ve ark., 1994; Kumar ve D'Mello, 1995; Barry ve McNabb, 2000; Norton, 2000). Kuru madde bazında % 20'den fazla hidrolize edilebilir tanen içeren rasyonlarla beslenen sığır ve koyunlarda yüksek oranlarda zehirlenme ve ölümler meydana geldiği bildirilmiştir (Jansman, 1993). Kondense tanen ise hidrolize olabilir tanene göre daha büyük molekül olup, rumende parçalanmaz ve sindirim sisteminden emilmez. Genellikle negatif etkisini besin maddelerinin sindirimini azaltarak göstermektedir. Fakat çok yüksek oranda tanen ve düşük oranda protein içeren tropikal baklagil ağaç yapraklarıyla beslenen ruminantlarda ölümlerin olduğu bildirilmiştir (Rittner ve Reed, 1992). Kondense tanen özellikle metiyonin ve sistin gibi amino asitlerin emilimini azaltmaktadır. Özellikle metiyoninin emilimindeki azalma hayvanı, siyanogenik glikosidler gibi toksik bileşiklere karşı daha duyarlı hale getirmekte ve zehirlenmelere neden olmaktadır. Bilindiği gibi metiyonin, toksik siyanitlerin inaktif hali olan tiyosiyanat haline dönüşümünde rol almaktadır (Reed, 1995). Ruminant hayvanlar kondense tanene karşı farklı tolerans göstermektedirler. Keçilerin koyunlara göre tolerans seviyesi oldukça yüksektir. Dolayısıyla keçiler, aynı koşullar altında koyunlara nazaran, daha fazla tanen bakımından zengin ağaç yaprağı tüketebildikleri bildirilmiştir (Silanikove ve ark., 1996). Meşe, menengiç, ve keçiboynuzu yapraklarıyla yapılan bir çalışmada, keçilerin günlük 40 ile 95 gr kadar kondense tanen tüketebildikleri ve herhangi bir zehirlenme olayına rastlanmadığı bildirilmiştir (Silanikove ve ark., 1996).

Tanenin, yemlerin beslenme değeri üzerine olan negatif etkisini azaltmak için kurutma, ıslatma, depolama, alkalilerle muamele ve funguslarla fermentasyona tabi tutma şeklinde farklı yöntemler uygulanmaktadır. Yemlerin Üre, CaOH, NaOH ve kül solüsyonları ile muamele edilmesinde kondense tanen miktarı önemli derecede azalmaktadır. Alkali ortamda tanen oksitlenerek quinone dönüşmektedir (Price ve ark., 1979; Makkar, 2003). Islatılma sonucunda ise yemde bulunan kondense tanen suyla birlikte uzaklaşmaktadır (Wina ve ark., 2005). Ayrıca yemlerin funguslarla fermentasyonu sonucunda da kondense tanen parçalanarak daha zararsız küçük moleküllere parçalanmaktadır (Gamble et al. 1996).

Bu derlemenin amacı, yemlerde bulunan tanenin negatif etkisini elemine etmek için yemlere katılan katkı maddeleri ve yemlere uygulanan işlemler hakkında daha önce yapılan çalışmaları özetlemektir.

YEMLERE UYGULANAN İŞLEMLER

Kurutma ve Bekletme

Kurutma işlemi su içerikleri yüksek olan bütün yemlerin güvenli bir şekilde depolanması için uygulan bir işlem olup değişik şekillerde yapılmaktadır. Pratikte

en çok uygulan ve ekonomik olan kurutma şekli güneşte ve gölgede kurutmadır.

Türkiye'de bazı bölgelerde kesilen ağaç dalları kesilip gölgede veya güneşte kurutularak kışın küçükbaş hayvanların besin madde ihtiyacını karşılamak için kullanılmaktadır. Kurutma sonunda yapraklarda bulunan tanenin azaldığı veya aktivitesini yitirdiği sanılmaktadır. Halbuki laboratuvar ortamında yapılan değişik kurutma şekillerinin yaprakların tanen içeriklerini fazla etkilemediği bildirilmiştir (Vitti ve ark., 2005). Güneşte kurutma, kondense tanen içeriğini önemli derecede azalttığı bildirilmiştir (Makkar ve Sing, 1991). Kurutma sırasında tanenin inaktif hale gelmesinde suyun önemli rol oynadığı bildirilmiştir. Kurutma sırasında tanen içeriğinde meydana gelen azalma, tanenin proteinlerle bileşik oluşturmamasından, polimerisasyonundan ve oksitlenmesinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Ben-Salem ve ark., 1997; Makkar, 2003). Kurutulmuş olarak depo edilen yemlerin tanen içeriklerinin zamanla azaldığı bildirilmiştir (Makkar ve Sing, 1993).

Stewart ve ark.(2000)'nın yaptığı çalışmada havada kurutma kondense tanen içeriğini azaltmasına rağmen dondurularak yapılan kurutmanın tanen içeriğini değiştirmediğini, havada veya dondurularak yapılan kurutma sonunda elde edilen örneklerin sindirilme derecesini taze olan örneklerle göre daha yüksek olduğu bulunmuştur (Stewart ve ark., 2000).

Tablo 1. Kurutma şeklinin tanen (g/kg KM) ve *in vitro* sindirim derecesine (%) etkisi (Stewart ve ark, 2000)

Kurutma metodu	Kondense Tanen	İVKMSD(%)
Havada	152.9	62.4
Dondurarak	178.8	61.8
Taze (Kontrol)	178.3	53.0

İVKMSD: İn vitro kuru madde sindirim derecesi

Islatma

Tanen, buruk ekşimsi tadından dolayı yemlerin tüketimini olumsuz yönde etkilemektedir (Reed, 1995; Barry ve McNabb, 1999). Bu buruk ekşimsi tadın giderilmesi için yemler hayvana verilmeden önce belirli bir süre suda bekletilmektedir. Bu bekletme sırasında kondense tanenin suda çözünerek yapraklardan uzaklaşmaktadır.

Tablo 2'de görüldüğü gibi tanen içeriği yüksek olan *Acacia villosa* yapraklarının hayvanlara verilmeden önce 24 saat süre ile suda bekletilmesi hem yem tüketimini hem de sindirilme derecesini yükseltmiştir (Wina ve ark., 2005). Sindirilme derecesindeki artışın yıkama ile kaybolan tanenden kaynaklandığı sanılmaktadır.

Tablo 2. Yıkamanın *Acacia villosa* yapraklarının sindirilme derecesine, yem tüketimine ve kondense tanen içeriğine etkisi(Wina ve ark., 2005)

Parametreler	Taze (kontrol)	Su ile yıkanmış
KMSD(%)	49.5	51.1
OMSD(%)	46.8	54.2
PSD(%)	54.6	61.8
GCAA(gr)	38.86	44.71
Yem tüketimi(gr)	557	615
KT (gr/kg KM)	12.7	8.3

KMSD: Kuru madde sindirim derecesi, OMSD: organik madde sindirim derecesi, PSD: Proteinin sindirim derecesi, KT: Kondense tanen, GCAA: Günlük canlı ağırlık artışı

ALKALİLERLE MUAMELE

Yemlerin üre, CaOH, NaOH ve kül solüsyonu gibi alkalilerle muamele edilmesinin amacı yem içerisinde bulunan tanenin negatif etkisi azaltmak veya tamamen ortadan kaldırmaktır. Alkalilerle muamelelenin uygulanış şekiller arasında önemli farklar olmasına rağmen, alkali muamele sonunda elde edilen yemlerin kondense tanen içerikleri önemli miktarda azalmıştır. Alkali muamele sonunda uygulanan yıkama işlemi önemli miktarda çözünebilir maddenin kaybolmasına da neden olmaktadır (Ben Salem ve ark., 2005).

Üre ile Muamele

Protein içeriği düşük olan yemlerin, özellikle arpa ve buğday samanları gibi kaba yemlerin azot içeriğini yükseltmek için üre ile muamelesi en çok uygulanan bir işlemdir. Bazı araştırmacılar, tanen içeriği yüksek olan yemlerin üre ile muamelesinin tanen içeriğini ve aktivitesini azaltacağını söylemektedir (Vitti ve ark., 2005). Üre ile muameleden kaynaklanan tanendeki azalma, üreden amonyak oluşumuyla ilgilidir (Price ve ark., 1979; Makkar, 2003). Üre ile muameleye tabi tutulan materyallerde pH 8 civarında olup, alkali ortamda tanen oksitlenerek quinine dönüşmektedir. Quinin ise yem içerisinde bulunan diğer bileşiklerle kovalent bağ oluşmaktadır (Rawel ve ark., 2000). Bu bileşik, nötr ve asit deterjan solüsyonlarda çözünmez. Bu yüzden üre ile muamele yemin nötr deterjan fiber ve asit deterjan fibre içeriklerini yükseltir (Terril ve ark., 1994; Shayo ve Uden, 1999).

Ülkemizde kesme şeklinde elde edilen meşe gibi ağaç yaprakları güneşte veya gölgede kurutulularak hayvanlara verilmektedir. Oysa bu ağaç yapraklarının protein içerikleri düşük fakat tanen içerikleri oldukça yüksektir. Bu ağaç yapraklarında bulunan az miktardaki proteinden yararlanma yüksek miktardaki tanen nedeniyle kısıtlanmaktadır. Bazı çalışmalarda ağaç yapraklarının üre ile muamelesi sonucunda azot içeriği yükselmiş ve analiz edilebilir kondense tanen miktarında % 90–98 oranında azalma görülmüştür. Vitti ve ark (2005)'nın yaptıkları çalışmada, üre uygulamasından meydana gelen kondense tanen miktarında azalma, kurutmadan meydana gelen azalmadan daha fazla olmuştur. Bu yüzden üre ile muamele daha uygun gözükmektedir(Tablo 3).

Tablo 3. Farklı muamelelerin *Astronium urundeuva* yapraklarının kondense tanen (g/kg KM) içeriğine etkisi (Vitti ve ark., 2005)

Muamele metotları	Kondense tanen
Fırında kurutma	56
Güneşte kurutma	43
Gölgede kurutma	47
Üreyle muamele	5

Üre ile muamelelenin etkisi sadece *in vitro* koşullarda ölçülmüştür. Üre ile muamele edilen ağaç yaprakları henüz hayvanlar tarafından denenmemiştir. Hayvanlar üzerinde nasıl etki yapacağı henüz bilinmemektedir. Dolayısıyla üre ile muamelelenin olumlu ya da olumsuz etkisinin olup olmadığını belirlemek için *in vivo* denemelere ihtiyaç vardır.

CaOH ile Muamele

CaOH ile muamele sonucunda yemlerde bulunan tanen oksitlenerek quinine dönüşmektedir. Böylece yemde bulunan analiz edilebilir kondense tanen azalmaktadır. CaOH ile *Albiza procere*'nin muamele edilmesi tanen içeriğini %92 oranda azaltmış fakat besleme değerini tek başına CaOH muamelesi iyileştirmemiştir. CaOH muamele edilen yemlerin PEG ile takviyesi sadece CaOH ile muamelelenin sadece analiz edilebilir tanen miktarını azalttığını, tanenin negatif etkisini azaltmadığını göstermiştir (Alam ve ark., 2005).

Yapılan *in vivo* bir çalışmada (Tablo 4), CaOH ile muamele edilmiş Albiza yapraklarına ait kuru madde, organik madde ve proteinin sindirim derecesinin muamele edilmemiş Albiza yapraklarından farklı olmadığı bildirilmiştir (Alam ve ark., 2005).

Tablo 4. CaOH ile muamelelenin Albiza yapraklarının sindirilme derecesi ve kondense tanen içeriğine olan etkisi (Alam ve ark., 2005)

Parametreler	Taze (Kontrol)	CaOH muamele
KMSD(%)	64	62
OMSD(%)	69	65
PSD(%)	60	61
KT(gr/kg KM)	10.6	0.7

KMSD: Kuru madde sindirim derecesi, OMSD: organik madde sindirim derecesi, PSD: Proteinin sindirim derecesi, KT: Kondense tanen

NaOH ile Muamele

Diğer alkalilerde olduğu gibi, NaOH ile muamele sonucunda yemlerde bulunan tanen oksitlenerek quinine dönüşmektedir. Böylece yemde bulunan analiz edilebilir kondense tanen azalmaktadır. Meşe yapraklarının NaOH ile muamele edilmesi sonucunda kondense tanen içeriğinde %90'lık bir azalma olmuştur (Makkar ve Sing, 1992). Diğer taraftan kahve posasının NaOH muamelesi edilmesi kondense tanen içeriğinde yaklaşık %93'lük bir azalma meydana getirmiştir (Rojas ve ark., 2002). NaOH ile muamelelenin etkisi sadece *in vitro*

koşullarda ölçülmüştür. Hayvanlar üzerinde nasıl etki yapacağı henüz bilinmemektedir. Dolayısıyla NaOH ile muamelenin olumlu ya da olumsuz etkisinin olup olmadığını belirlemek için *in vivo* denemelere ihtiyaç vardır. Uygulanan muamele sonucu yem içerisindeki tanen miktarının azalmasına rağmen tanenin yemin besleme değeri üzerindeki negatif etki göstermektedir (Alam ve ark., 2005).

Kül Solüsyonuyla Muamele

PEG'nin fiyatının yüksek olması ve pratik olmaması sebebiyle PEG'ye alternatif bazı maddeler kullanılmıştır. Odun külü PEG ye alternatif olabilecek ve kırsal kesimde rahatlıkla bulunabilecek bir madde olduğu bildirilmiştir (Makkar ve Sing, 1992). Tanen içeren yemler üzerindeki külün etkisi, suyla oluşturduğu solüsyonun alkali olmasından kaynaklandığı bildirilmektedir (Ben Salem ve ark., 2005). Kül ile yapılan solüsyonlarla oluşturan ortamların pH'sı genellikle 11'in üzerinde olmaktadır (Ben Salem ve ark., 2005). Bu alkali ortamda lignin-karbonhidrat (Chaudhry, 1998) ve tanen-protein kompleksleri (Jones ve Magan, 1977) bileşenlerine ayrılmaktadır. Ayrıca bu alkali ortamda kondense tanen alkali ortamda tanen oksitlenerek quinone dönüşmektedir. Yapılan çalışmalarda odun külünün kimyasal kompozisyonu hakkında fazla bilgi verilmediğinden sonuçların yorumlanmasında oldukça zorlanılmaktadır. Odun külünün içerisinde bulunan potasyum sülfat gibi bazı maddeler kondense taneni bağlayarak onun protein ile birleşmesine engel olur ve böylece yemin beslenme değerinde önemli düzeyde bir iyileşme meydana getirir.

Meşe ve çam külüyle oluşturulan solüsyonlarla tanen içeren yaprakların muamelesi tanen içeriklerini önemli derecede azaltmıştır (Makkar and Sing, 1992).

Yapılan bir *in vivo* çalışmada (Tablo 5), kül solüsyonuyla muamele edilen *Acacia cyanophylla* Lindl yaprakların kuru ve organik madde sindirilme derecesinin azaldığı, proteinin sindirilme derecesinin ise %55'e yükseldiği bildirilmiştir (Ben Salem ve ark., 2005).

Tablo 5. Odun külüyle muamelenin *Acacia cyanophylla* yapraklarının sindirim derecesine ve kondense tanen (g/kg KM) içeriğine etkisi (Ben Salem ve ark., 2005)

	Taze (Kontrol)	Odun Külü
KMSD(%)	48	44.4
OMSD(%)	51.1	47.3
PSD(%)	25.1	38.8
KT(gr/kg KM)	27.3	10.3

KMSD: Kuru madde sindirim derecesi, OMSD: organik madde sindirim derecesi, PSD: Proteinin sindirim derecesi, KT: Kondense tanen

FERMANTASYON

Yemlerde bulunan tanen miktarının negatif etkisini azaltmak için uygulanan diğer bir yöntem ise tanen bakımından zengin yemlerin funguslarla fermantasyona

tabi tutulmasıdır. Fermantasyon sırasında yemlerde bulunan kondense tanen olumsuz etkisi az olan veya hiç olmayan daha küçük moleküllere parçalanmaktadır (Gamble et al. 1996).

Meşe yaprağının *Sporotricum pulverulentum* ile fermantasyonu kondense tanen içeriğini %66 oranında azaltmıştır (Makkar ve ark., 1994). *Sericea lespedeza* yapraklarının *Ceriporiopsis subvermispora* ve *Cyathus stercoreus* ile fermantasyona tabi tutulması sırasıyla kondense tanen içeriğini %56 ile 65 oranında azaltmıştır (Gamble ve ark., 1996).

POLYETHYLENE GLYCOL (PEG)

Laboratuar çalışmalarında tanenin negatif etkisini ortadan kaldırmak için kullanılan polyvinyl pyrrolidone (PVPP), polyvinyl pyrrolidone (PVP) ve polyethylene glycol (PEG) gibi bileşikler olmasına rağmen pratikte yüksek oranda tanen içeren yemlerle beslenen hayvanların rasyonlarına sadece PEG katkı maddesi kullanım alanı bulmuştur (Makkar ve ark., 1995). Pratikte kullanılan PEG bileşikleri PEG 2000, PEG 4000, PEG 6000 ve PEG 8000'dir. Bunlardan tanenin negatif etkisini elemine etmede en etkin olanı PEG 6000 olduğu bildirilmiştir (Makkar ve ark., 1995).

Koyun ve keçilerde yem tüketimini, yemin sindirilme derecesini, canlı ağırlık artışını ve yapağı verimini yükseltmek için yem katkı maddesi olarak PEG kullanılmaktadır (Jones ve Mangan, 1977; Waghorn ve ark., 1987; Waghorn ve ark., 1994; Waghorn ve Shelton, 1997; Barry ve McNabb, 1999; Barry ve ark., 2001).

Tablo 6'da görüldüğü gibi *Pistia lentiscus* ağaç yaprakları ile beslenen keçilere günlük 50 gram PEG verilmesi, yem tüketimini etkilemediği halde proteinin sindirilme derecesini %37.5'den % 71.5'e çıkarmıştır. Ayrıca süt verimini ve sütün üre içeriğini arttırmıştır (Decandia ve ark., 2000).

Tablo 6. *Pistia lentiscus* ile beslenen keçilerin PEG suplementasyonun yem tüketimine *in vivo* kuru madde, organik madde ve proteinin sindirilme derecesine etkisi (Decandia ve ark, 2000)

	PEGO	PEG25	PEG50
Yem Tüketimi(gr)	620	662	634
KMSD(%)	66.1	68.3	68.5
OMSD(%)	67.8	70.1	70.2
PSD(%)	37.5	63.3	71.5

KMSD: Kuru madde sindirim derecesi, OMSD: organik madde sindirim derecesi, PSD: Proteinin sindirim derecesi

PEG tanenle bileşik oluşturarak, tanenin yemlerde bulunan diğer besin maddeleriyle özellikle proteinle bileşik oluşturması önlenmektedir (Makkar ve ark., 1995; Silanikove ve ark, 2001). Ayrıca daha önce tanenlerle bileşik oluşturan proteinlerde PEG varlığında serbest kalmaktadırlar (Barry ve ark, 1986). Bir baklagil bitkisi olan *Hedysarum coronarium* L ile beslenen kuzulara PEG verilmesi karkas ve et kalitesi üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Priolo ve

ark., 2005). Akasya ile beslenen koyunlarda PEG önemli iyileşmelere neden olduğu fakat PEG'nin kullanımının pratik ve ekonomik olmadığı bildirilmiştir (Ben Salem ve ark., 1999a, b, 2000, 2002).

PEG'nin yüksek verimli süt keçilerinde süt verimini artırdığı fakat düşük verimli süt keçilerinde PEG'nin fazla bir etkiye sahip olmadığı bildirilmiştir (Gilboa ve ark., 2000). Keçi boynuzu posası ile beslenen kuzularda yapılan bir çalışmada PEG katkı maddesi günlük canlı ağırlık artışını üç katına çıkarmıştır (Priolo ve ark., 2000).

%8–10 oranında tanen içeren *Prosopis cineraria* ile beslenen oğlaklarda günlük 5 gram PEG'nin suda çözülerek ağız yoluyla verilmesi, tanenin negatif etkisini ortadan kaldırmış ve günlük canlı ağırlık artışını kontrol grubuna göre %20 arttırmıştır (Bhatta ve ark., 2002).

Akasya ile beslenen koyunlara günlük 23 gram PEG katkı maddesi verilmesi, yem tüketimini, vücutta depo edilen azot miktarını, rumende sentezlenen mikrobiyal protein sentezini ve günlük canlı ağırlık kazancını olumlu yönde etkilemiştir (Ben Salem ve ark., 2000).

İn vitro çalışmalarda PEG ilavesi yemlerde bulunan proteinin sindirilme derecesini önemli derecede arttırmış. Fakat bu artış ağaçtan ağaca ve yemin içerdiği tanen ve protein miktarına göre değişmiştir. Örneğin, *C. Calothyrsus* proteininin sindirim derecesi %64'lük bir artış sağlarken, *G. Sepium*'daki artış ancak %5.2'lik olmuştur (Jones ve Palmer, 2000).

PEG katkı maddesi küçükbaş hayvanlarda çeşitli şekillerde verilmektedir. Hazırlanan PEG solüsyonları yapraklar üzerine sprey şeklinde veya toz şeklinde yapraklarla karıştırılarak uygulanmaktadır (Kumar ve Vaithyanathan, 1990). Diğer bir uygulama ise PEG solüsyonların hayvanın ağızına boşaltılarak yapılan uygulamadır (Pritchard ve ark., 1992; Terril ve ark., 1992).

Bu sayılan metotların zaman ve iş gücü gereksinimi fazla olduğu için pratik kullanımı oldukça zor olduğu bildirilmiştir (Gilboa ve ark., 2000). Zaman ve iş gücü gereksinimi azaltmak için Silanikove ve ark. (1994) tarafından geliştirilen bir uygulamada hayvanlara meraya çıkmadan önce az miktarda PEG içeren konsantre yem verilmektedir.

Ayrıca PEG katkı maddesinin tek doz olarak değil birden fazla doz şeklinde verilmesi enerji ve protein senkronizasyonuna olumlu katkısından dolayı, tanen içeren yemlerin daha iyi değerlendirilmesine neden olabileceği bildirilmiştir (Getachew ve ark., 2001).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Kurutma ve depolama yemlerin kondense tanen içeriğini azaltmasına ve besleme değerini yükseltmesine rağmen yemlerin besleme değerindeki iyileşme beklenildiği kadar olmamıştır. Bununla birlikte, alkali muamelesinin yemlerin besleme değeri üzerindeki etkisi tartışmalıdır. CaOH ve kül solüsyonuyla muamele analiz edilebilir tanen miktarını önemli derecede azaltmasına rağmen sadece kül solüsyonuyla muamele

edilen yemlerin besleme değerinde önemli sayılabilecek iyileşmeler olmuştur. Bu yüzden alkali muamelesinin yemlerin besleme değeri üzerindeki etkisini kesin olarak söylemek zordur. Diğer taraftan, *in vitro* ve *in vivo* denemeler, PEG suplementasyonu yem tüketimine, yemin sindirilme derecesine önemli bir etkisinin olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, PEG fiyatının çok yüksek olması bu kimyasalın pratikte kullanımını kısıtlayan en önemli unsurdur. Tanen içeriği yüksek olan yemlerin odun küllüyle muamelesi PEG'ye alternatif bir metot olarak tavsiye edilmiştir.

İn vitro olarak yapılan çalışmalarda, tanen içeren yemlerin alkalilerle muamelesi sonucunda yemlerde bulunan tanenin büyük bir kısmının yok olduğu diğer bir ifadeyle tanenin inaktif olduğu bildirilmiştir. Birçok araştırmacı, analiz edilebilir tanen miktarındaki azalmayı yemlerin besleme değerini iyileşme olarak yorumlamıştır. Halbuki son zamanlarda yapılan bazı *in vivo* denemeler, *in vitro* çalışmalarda elde edilen sonuçlarının bu şekilde yorumlanmasının yanlış olduğunu ve sonuçların yorumlanırken daha dikkatli olunması gerektiğini göstermiştir. Yemlerde bulunan analiz edilebilir tanen miktarının azalmasının yemin besleme değerini yükselteceği anlamına gelmediği birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir. Son yapılan çalışmalar ışığında, alkali muameleler sadece yemlerde analiz edilebilir tanen miktarını % 90–95 oranında azaltmaktadır. Alkalilerle muamelesinin tanenin proteinler veya diğer besin maddeleri üzerindeki olumsuz etkisini azaltmadığı bildirilmiştir. Hatta alkali muamelesinin tanen içeren yemlerin besleme değerini negatif yönde etkilediği belirtilmiştir (Alam ve ark., 2005; Vitti ve ark., 2005). Ayrıca Türkiye'de yetiştirilen küçükbaş hayvanlar düşük verimli oldukları için tanence zengin olan yemlerin kimyasallarla muamele edilmesi veya PEG suplementasyonun pek ekonomik olacağı söylenemez. Türkiye'de yetişen ve küçükbaş hayvan beslemede kullanılan ağaçların ham protein içerikleri oldukça düşük, protein içeriklerinin ise oldukça yüksek olduğu göz önünde bulundurulmalıdır (Kamalak ve ark., 2005). Dolayısıyla yüksek miktarda kondense tanenin negatif etkisini elemine etmek için fazla miktarda kimyasala ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ise uygulamayı ekonomik olmaktan uzak kılacaktır. Fakat tanen içeriği yüksek ve protein içeriği düşük olan yemlerin üre ile muamele edilmesi yemlerin azot içeriğini yükselteceği için söz konusu uygulamalar arasında en mantıklı gelmektedir. Fakat tanence zengin yemlerin üre ile muamelesinin ekonomik ve yararlı olup olmadığı ancak *in vivo* denemelerle belirlenebilecektir.

KAYNAKLAR

Alam, M.R., Kabir, A.K.M.A., Amin, M.R., McNeill, DM. 2005. The effect of calcium hydroxide treatment on the nutritive and feeding value of *Albiza procera* for growing goats. Animal Feed Science Technology. 122:134-148.

- Barry, T.N and McNabb, W.C, 2000. The effect of condensed tannins in temperate forages on animal nutrition and productivity. ACIAR Proceedings. No: 92, 30-39, Australia.
- Barry, T.N., Manley, S.J., Duncan, S.J. 1986. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. 4. Site of carbohydrate and protein digestion as influenced by dietary reactive tannin concentration. British Journal of Nutrition. 55:123-137.
- Barry, T.N., McNabb, W.C 1999. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. British Journal of Nutrition. 81:263-272.
- Barry, T.N., McNabb, D.M., McNabb, W.C. 2001. Plant secondary compounds, their impact on forage nutritive value and upon animal production. Proceedings of the XIX International Grassland Congress, 2001/2002, Sao Paulo Brazil. 445-452.
- Ben Salem, H., Atti, Priolo, A. 2002. Polyethylene glycol in concentrate or feed blocks to deactivate condensed tannins in *Acacia cyanophylla* Lindl. Foliage. 1. Effects on intake, digestion and growth by barbarine lambs. Animal Science. 75:127-135.
- Ben Salem, H., Nefzaoui, A., Ben Salem, Tisserand, J. L. 1997. Intake and digestion in sheep given fresh or air dried *Acacia cyanophylla* Lindl. Foliage. Animal Science. 68:809-818.
- Ben Salem, H., Nefzaoui, A., Ben Salem, Tisserand, J. L. 1999a. Intake, digestibility, urinary excretion of purine derivatives and growth by sheep given fresh, air-dried or polyethylene glycol treated foliage of *Acacia cyanophylla* Lindl. Animal Feed Science and Technology. 78:297-311.
- Ben Salem, H., Nefzaoui, A., Ben Salem, Tisserand, J. L. 1999b. Different means of administering polyethylene glycol to sheep, effect on the nutritive value of *Acacia cyanophylla* Lindl. foliage. Animal Science. 68: 809-818.
- Ben Salem, H., Nefzaoui, A., Ben Salem, Tisserand, J. L. 2000. Deactivation of condensed tannins in *Acacia cyanophylla* Lindl. foliage by polyethylene glycol in feed blocks. Effect on feed intake, digestibility, nitrogen balance, microbial synthesis and growth by sheep. Livestock Production Science. 64:51-60.
- Ben Salem, H., Saghrouni L., Nefzaoui, A. 2005. Attempts to deactivate tannins in fodder shrubs with physical and chemical treatments. Animal Feed Science Technology. 122:109-121.
- Bhatta, R, Shinde, A.K, Vaithyanathan, S, Sankhyan S.K, Verma, D.L. 2002. Effect of polyethylene glycol-6000 on nutrient intake, digestion and growth of kids browsing *Prosopis cineraria*. Animal Feed Science and Technology. 101:45-54.
- Chaudhry, A.S. 1998. Chemical and biological procedures to upgrade cereal straw for ruminants. Nutrition Abstracts and Reviews. 68: 319-331.
- Decandia, M., Sitzia, M., Cabiddu, A., Kababya, D., Molle, G. 2000. The use of polyethylene glycol to reduce the anti-nutritional effects of tannins in goats fed woody species. Small Ruminant Research. 38:157-164.
- Gamble, G.R., Akin, D.E., Makkar, H.P.S., Becker, K. 1996. Biological degradation of tannin in *Sericea lespedeza* by the white fungi *Ceriporiopsis subvermispota* and *Cyathus stercoreus* analysed by solid state ¹³C NMR spectroscopy. Applied Environmental Microbiology. 62: 3600-3604.
- Getachew, G., Makkar, H.P.S., Becker, K. 2001 Method of polyethylene glycol application to tannin containing browses to improve microbial fermentation and efficiency of microbial protein synthesis from tannin-containing browses. Animal Feed Science and Technology. 92:51-57.
- Gilboa, N., Perevolotsky, A., Landau, S., Nitsan, Z., Silanikove, N. 2000. Increasing productivity in goats grazing Mediterranean woodland and Scrubland by supplementation of polyethylene glycol. Small Ruminant Research. 38:183-190.
- Hart, J.H., Hillis, W.E. 1972. Inhibition of wood-rooting fungi by ellagitannins in the heartwood of *Quercus alba*. Phytopathology. 62: 620-626.
- Jones, R. J., Palmer, B. 2000. *In vitro* digestion studies using ¹⁴C-labelled polyethylene glycol (PEG) 4000: comparison of six tanniniferous shrub legumes and the grass *Panicum maxicum*. Animal Feed Science and Technology. 85:215-221.
- Jones, R.J., Mangan, W.T. 1977. Complexes of condensed tannins of sainfoin with fraction 1 leaf protein and with submaxillary mucoprotein and their reversal by PEG and pH. Journal of the Science of Food and Agriculture. 28:26-36.
- Kamalak, A., Canbolat, O., Gurbuz, Y., Ozay, O., Ozkose, E. 2005. Chemical composition and its relationships to *in vitro* gas production of several tannin containing trees and shrub leaves. Asian-Australasian Journal of Animal Science. 18(2):203-208.
- Kumar, R., D'Mello, J.P.F. 1995. Antinutritional factors in forage legumes (Tropical legumes in animal nutrition, Wallingford, Oxon, UK: Ed. D'Mello, J.P, F., Devendra, C.) pp. 95-133.
- Kumar, R., Vaithyanathan, S. 1990. Occurrence, nutritional significance and effect on animal productivity of tannins in tree leaves. Animal Feed Science Technology. 30:21-38.
- Makkar, H.P.S, Blummel, M., Becker, K. 1995. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidone or polyethylene glycols and tannins and their implication in gas production and true digestibility in *in vitro* techniques. British Journal of Nutrition. 73(6):897-913.
- Makkar, H.P.S., Singh, B., Kamra, D.N. 1994 Biodegradation of tannins in oak (*Quercus incana*) leaves by *Sporotrichum pulverulentum*, Letters in Applied Microbiology. 18: 39-41.

- Makkar, H.P.S., Singh, B. 1993. Effect of dosage and urea addition on detannification and *in sacco* dry matter digestibility of mature oak leaves. *Animal Feed Science Technology*. 41:247-259
- Makkar, H.P.S. 2003. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin rich feeds. *Small Ruminant Research*, 49:241-256.
- Makkar, H.P.S., Singh, B. 1991. Distribution of condensed tannins in various fibre fractions in young and mature leaves of some oak species. *Animal Feed Science Technology*. 32:253-260.
- Makkar, H.P.S., Singh, B. 1992. Effect of wood ash on tannin content of oak (*Quercus incana*) leaves: treatment and their optimization. *Bioresource Technolgy*. 41:85-86
- Norton, B.W. 2000. The significance of tannin in tropical animal production. *ACIAR Proceedings*. No: 92, pp. 14-23, Australia.
- Price, M.L., Butler, L.G., Rogler, J.C., Featherston, W.R. 1979. Overcoming the nutritionally harmful effects of tannin sorghum grain by treatment with inexpensive chemicals. *Journal of Agricultural Food and Chemistry*. 27:441-445.
- Priolo, A., Waghorn, G.C., Lanza, M.J., Biondi, L., Pennisi, P. 2000. Polyethylene glycol as a means for reducing the impact of condensed tannin in carop pulp: Effect on lambs growth performance, carcass and meat quality. *Journal of Animal Science*. 78:810-816.
- Pritchard, P.H, Martin, P.R, O'Rourke P.K. 1992. The role of condensed tannins in the nutritional value of mulga (*Acacia aneura*) for sheep. *Australian Journal of Agricultural Science*. 43:1739-1756.
- Provenza, F.D. 1995. Postingestive feedback as an elementary determinant of food selection and intake in ruminants. *Journal of Range Management*. 48:2-17.
- Rawel, H.M., Rohn, S., Kroll, J. 2000. Reactions of selected secondary plant metabolites with food proteins and enzymes-influence on physico-chemical protein properties, enzyme activity and proteolytic degradation. *Recent Research Development in Phytochemistry*. 4:115-142.
- Reed, J.D. 1995. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. *Journal of Animal Science*. 73:1516-1528.
- Rittner, U, Reed, J.D. 1992. Phenolic and *in vitro* degradability of protein and fibre in West African browse. *Journal of Science of Food and Agriculture*. 58:21-28.
- Rojas, J.B.U, Verreth, J.A.J, Van Weer, J.H., Huisman E.A. 2002. Effect of different chemical treatments on the nutritional and antinutritional properties of coffee pulp. *Animal Feed Science Technol*, 99:195-204.
- Scalbert, A. 1991. Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry*. Vol: 30, No: 12, Pergamon Press, Oxford, pp.3875-3883.
- Shayo, C.M., Uden, P. 1999. Nutritional uniformity of crude protein fraction in some tropical browse plants estimated by two *in vitro* methods. *Animal Feed Science Technology*. 78:141-151.
- Silanikove, N., Nitsan, Z., Perevolotsky, A., 1994. Effect of daily supplementation of polyethylene glycol on intake and digestion of tannin containing leaves (*Ceratonia siliqua*) by sheep. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 42: 2844-2847.
- Silanikove, N., Gilboa, A., Perevolotsky, A., Nitsan, Z. 1996. Goats fed tannin-containing leaves do not exhibit toxic syndromes. *Small Ruminant Research*. 21:195-201.
- Silanikove, N., Perevolotsky, A., Provenza, F.D. 2001. Use of tannin-binding chemicals to assay for tannins and their negative postingestive effects in ruminants. *Animal Feed Science and Technology*. 91:69-81.
- Stewart, J.L., Mueller-Harvey, I. 2000. The effect of drying treatment on the fodder quality and tannin content of two provenances of *Calliandra calothyrsus* Meissner. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80:1461-1468.
- Terril, T.H., Windham, R., Evans, J.J., Hoveland, C.S. 1994. Effect of drying method and condensed tannin on detergent fiber analysis of *Sericea lespedeza*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 66:337-343.
- Terrill, T.H., Douglas, G.B., Foote, A.G., Purchas, R.W., Wilson, G.F, Barry, T.N. 1992. Effect of condensed tannins upon body growth, wool growth and rumen metabolism in sheep grazing Sulla and perennial pasture. *Journal of Agricultural Science*. (Camb). 119:265-274.
- Vitti, D.M.S.S., Nozella, E.F, Abdalla, A.L., Bueno, I.C.S., Silva Filho, J.C., Costa, C., Bueno, M.S., Longo, C., Vieira, M.E.Q., Cabral Filho, S.L.S., Godoy, P.B, Mueller-Harvey, I. 2005. The effect of drying and urea treatment on nutritional and anti-nutritional components of browses collected during wet and dry seasons. *Animal Feed Science Technology*. 122:123-133.
- Waghorn, G.C, Ulyatt, M.J, John, A., Fisher, M.T, 1987. The effect of condensed tannins on the site of digestion of amino acid and other nutrients in sheep fed on *Lotus corniculatus* L. *British Journal of Nutrition*. 57:115-126.
- Waghorn, G.C., Shelton, I.D, McNabb. W.C. 1994. Effects of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on its nutritive value for sheep. I. Non-nitrogenous aspect. *Journal of Agricultural Science (Camb.)*. 123:99-107.
- Waghorn, G.C., Shelton, I.D. 1997. Effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* on the nutritive value of pasture for sheep. *J. Agric. Sci. Camb*. 128:365-372.
- Wina, E., Tangendjaja, B., Susana, I.W.R. 2005. Effects of chopping and soaking in water, hydrochloric acidic and calcium hydroxide solutions on the nutritional value of *Acacia villosa* for goats. *Animal Feed Science and Technology*. 122:79-92.