

Ruminant Hayvanların Beslenmesinde Guar Fasulyesi K syesinin Kullanımı

Arzu Erol Tun¹, Yusuf Cufadar²

¹Uluslararası Hayvancılık Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Lalahan/ANKARA

²Seluk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Selçuklu/KONYA

Geliş Tarihi / Received: 12.09.2018, Kabul Tarihi / Accepted: 17.05.2019

 zet: Guar (*Cyamopsis tetragonoloba*); kuraklığa dayanıklı, yazlık olarak yetiştirilen, tek yıllık bir baklagil olup insan ve hayvan tüketime yönelik olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Guar fasulyesinin birincil ürünü guar sakızı olup, sakız çıkarıldıktan sonra kalan guar k syesi yan ürün olarak üretildiği için nispeten ucuz ve yüksek protein içeriğine sahip bir yem hammaddesidir. Guar fasulyesi k syesi, yüksek protein içeriği sebebi ile genellikle soya fasulyesi k syesi yerine kullanılmakta olup galaktomannan ve saponin içeriğinden dolayı antimikrobiyal aktiviteye sahiptir. Bu derlemede guar fasulyesinin yan ürünü olan ve ruminant hayvanların beslenmesinde yüksek protein içeriği ile soya fasulyesi k syesine alternatif olabilecek guar fasulyesi k syesi üretimi, besin madde içeriği, antinurisyonel faktörleri ve ruminant hayvanların beslenmesinde kullanımına y nelik yapılan alışmalar hakkında bilgiler verilecektir.

Anahtar kelimeler: Guar, guar fasulyesi k syesi, ruminant besleme, alternatif yem hammaddesi

Use of Guar Meal in the Feeding of Ruminant Animals

Abstract: Guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) is a single-year-old leguminous, drought-tolerant, summer-growing, and cultivated for human and animal nutrition. The primary product of guar bean is guar gum and the guar meal which is a feed ingredient having a relatively inexpensive and high protein content since it is produced as a residual by-product after the gum has been removed. The guar bean meal also has antimicrobial activity due to the content of galactomannan and saponin which is usually used instead of soybean meal because of its high protein content. In this review, information on the production, nutrient content, anti-nutritional factors and the utilization of guar bean meal that can be an alternative to soybean meal with high protein content in the feed of ruminant animals and is a by-product of the guar bean will be given for ruminant animals.

Key words: Guar, guar bean meal, ruminant nutrition, alternative feed

Giriş

Guar fasulyesi (*Cyamopsis tetragonoloba*), kuraklığa dayanıklı yazlık olarak yetiştirilen tek yıllık bir baklagil bitkisi olup, insan ve hayvan tüketime yönelik olarak yetiştirilmektedir [1, 2]. Guar fasulyesi, yaygın olarak Hindistan ve Pakistan başta olmak üzere, ABD, Avustralya ve Afrika'nın yüksek düzlüklerinde ve yarı kurak bölgelerde de yetiştiriciliği yapılmaktadır. Dünya çapındaki üretim yaklaşık % 90'ı Hindistan ve Pakistan'da gerçekleşmektedir [3].

Guar fasulyesi kuraklığa karşı dayanıklı dolayısıyla su ihtiyaı d şuk ve birçok toprak tipinde yetiştirilmeye uygun bir bitkidir. Bitkinin en iyi gelişimi sağlaması için; tam güneş işiği, hafif sıklıkta yağan yağmurlar ve iyi drene edilmiş toprak gerekmektedir. Yapılan bir çalışmada guar fasulyesinin 20 cm sıra aralığında belirlenen en yüksek yeşil ot verimi 2323,7 kg da⁻¹ olup kuru ot verimi ise 714,1

kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir [4]. Farklı bir çalışmada farklı dönemlerde ekimi yapılan guar fasulyeleri tane verimi 381 - 1399 kg ha⁻¹ arasında verim tespit edilmiştir [5]. Baklagil yem bitkilerinden olan soya fasulyesinin yeşil ot verimi ve kuru madde verimi ise farklı bir araştırmada sırasıyla 522- 2101 kg/da ve 204-805 kg/da olarak tespit edilirken [6] bir başka çalışmada ele alınan hat ve çeşitlerin tane verimleri dekara 281 kg ile 498 kg arasında tespit edilmiştir [7]. Ot verimleri yönünden guar ve soya fasulyeleri karşılaştırıldığında birbirlerine yakın değerlere sahip oldukları, tohum verimleri yönünden karşılaştırıldıklarında ise soya bitkisinin daha yüksek verime sahip olduğu gözlenmektedir. Fakat bahsi geçen çalışmalar farklı ekolojik şartlarda yürütülmüş olup aradaki verim farkının daha iyi anlaşılabilmesi ve yorumlanabilmesi için yeni çalışmalara ihtiyaç vardır. Guar fasulyesi baklagiller familyasından olması sebebi ile kendisi ve kendisinden sonraki ürün için

toprağa azot bağlayarak verimliliğinin sürdürülmesine yardımcı olmaktadır [2].

Guar fasulyesinin birincil ürünü olan guar sakızı; gıda ve yağ endüstrilerinde emülgatör, koyulaştırıcı ve stabilizatör olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır [8]. Sakız çıkarıldıktan sonra kalan küspe yüksek sıcaklıkta işlenir. Isıl işlem ile tripsin inhibitörleri inaktif hale gelir böylece guar fasulyesi küspesinin (GFK) besleyici değeri ve sindirilebilirliği artırılır. Guar fasulyesi küspesi, guar sakızı üretiminin yan ürünü olarak üretilen nispeten ucuz ve yüksek proteinli bir yem hammaddesi olup [8] genellikle soya fasulyesi küspesi (SFK) yerine sığırların beslenmesinde kullanılmaktadır [9]. Ayrıca, guar bitkisi ruminant hayvanlarının beslenmesinde kaba yem kaynağı olarak taze, kurutulmuş ya da silajı yapılarak da kullanılabilir. Kaba yem kaynağı olarak yetiştiriciliği yapılan guar bitkisi; yem bitkilerinin önemini ve kaliteli kaba yem ihtiyacının gün geçtikçe arttığı ülkemizde, bir alternatif kaba yem kaynağı olarak, dikkati çekebilecek yazlık baklagil yem bitkisi de olabilecek durumdadır [10].

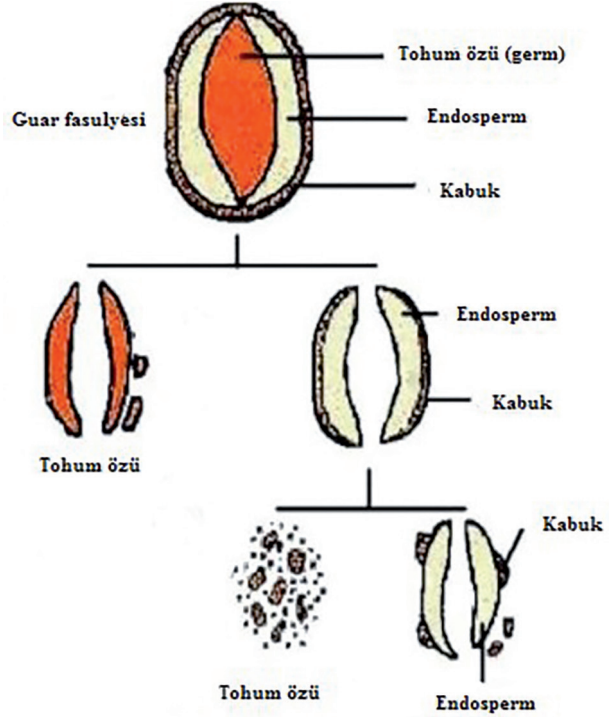
Bu derlemede guar fasulyesinin yan ürünü olan ve ruminant hayvanların beslenmesinde yüksek protein içeriği ile SFK'ne alternatif olabilecek GFK'nin üretimi, besin madde içerikleri, antinutrisyonel faktörleri ve ruminant hayvanların beslenmesinde kullanımı ile ilgili bilgiler verilecektir.

Guar Sakızı ve Guar Fasulyesi Küspesi Üretimi

Guar fasulyesi üç fraksiyondan oluşmakta olup bu fraksiyonlar endosperm, kabuk ve tohum özü (germ)'dür. Bu fraksiyonlar guar fasulyesinin sırasıyla, %35-42, % 14-17 ve % 43-47'sini oluşturmaktadırlar [11].

Guar sakızı üretmek amacıyla ham guar fasulyesi yıpratma değirmenlerine dökülerek fasulyelerin kırılması sağlanır ve daha sonra 14 gözlü bir elekten geçirilir. Elekten geçirilen kırık guar fasulyesinin tohum özü fraksiyonu, elekten geçebilecek partikül boyutuna sahip olduğu için ayrılır. Kalan fraksiyonlar 93.3 °C ile 105 °C arasında sıcaklığa sahip bir döner fırın içinden geçirilir. Isı, guar endospermının ve kabuk fraksiyonlarının ayrılmasına yardımcı olur. Endosperm ve kabuk fraksiyonu mikro değirmenler olarak bilinen ikinci bir değirmen takımından geçirilerek kabuk kısmının parçalanması ve daha iri halde kalan endosperm kısmı 18

gözlü bir elekten daha geçirilerek guar endospermı ve kabuk fraksiyonları birbirinden ayrılır (11).



Resim 1. Guar sakızı üretimi [12]

Guar sakızı akışkan olup, soluk kirli beyaz renklidir. İri taneli veya toz formlarda üretimi yapılmaktadır. Guar sakızı üretimi ile yan ürün olarak guar tohum özü ve kabuk fraksiyonları ortaya çıkmaktadır. Guar fasulyesi küspesi guar tohumunun tohum özü ve kabuk kısımlarından oluşur. Guar fasulyesinin tohum özü ve kabuk miktarları sabit değildir, küspe elde edilirken bu miktarlar değişiklik gösterir. Ayrıca, tohum özü ve kabuk fraksiyonlarının guar sakızı ile kontaminasyon derecesi de farklı olup ticari GFK içinde bulunan guar sakızı miktarı da farklılık gösterir [8]. Guar fasulyesi ağırlıklı olarak guar sakızı elde etmek amacıyla üretilmektedir. Guar sakızı; bir galaktomannan polisakkaridi olup danenin endosperm kısmında bulunmaktadır. Guar sakızı, guar fasulyesinin ağırlığının yaklaşık % 13-18'ini oluşturmaktadır [13]. Ticari olarak satışa sunulan guar sakızı yaklaşık % 8-14 nem, % 75-85 galaktomannan, % 5-6 ham protein (HP), % 2-3 ham selüloz (HS) ve % 0.5-1.0 ham kül (HK) içermektedir [14]. Guar sakızı, gıda ürünlerinde bağlayıcı veya kıvam artırıcı olarak çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Şeker, dondurma, konserve et, makarna, puding, gazlı içecek üretimi ve peynir üretiminde

stabilizatör olarak kullanılmaktadır. Guar sakızının bu tip gıdaların üretiminde tekstürü iyileştirdiği ve nem dağılımını kontrol ederek lezzetini arttırdığı bildirilmiştir [2]. Boya, kozmetik ve ilaçlarda koyulaştırma ajanı olarak kullanılan guar sakızının aynı zamanda petrol, bez ve kağıt, patlayıcı madde üretimleri ile maden gibi çeşitli endüstriyel kullanım alanları da mevcuttur [11].

Ülkemizde guar sakızı üretimi dolayısıyla GFK üretimi yapan tesis bulunmamakla birlikte guar bitkisinin üretimi ile ilgili girişimler özel sektör, bazı kamu kurumları ve üniversitelerde başlatılmış olup çalışmaların yaygınlaşması ve hayvan besleme açısından alternatif yem bitkisi olarak öneminin anlaşılmasıyla önümüzdeki yıllarda GFK üretiminin ülkemiz sınırları içerisinde de yapılabileceği öngörülmektedir.

Guar Fasulyesi Küspesinin Besin Madde İçeriği

Guar fasulyesi küspesinin besin madde içeriğini belirlemek amacıyla farklı araştırmacılar tarafından yapılmış çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre; GFK'nin minimum HP içeriği %50 olarak tespit edildiği bildirilmiştir [8]. Yapılan bir başka çalışmada ise GFK'nin HP seviyesinin %62.33 olarak bulunduğu bildirilmiştir [15]. Konuyla ilgili olarak yapılmış diğer çalışmalarda ise GFK'nin HP seviyesinin % 43.60 [16], % 45.37 [17], % 48.07 [18] ve % 39.67 [3] olduğu bildirilmiştir. Çalışma sonuçlarında bulunan değerlerin GFK'nin HP içeriği açısından SFK'nin yerine kullanılabilir alternatif bir protein kaynağı olabileceğini göstermektedir. Guar fasulyesi küspesi aminoasit (aa) içerikleri bakımından incelendiğinde ise; %3.22 lizin, %0.79 sistin, %1.94 treonin, %3.62 arginin, %3.7 lösin, %0.73 metiyonin, %1.51 metiyonin+sistin, %0.68 triptofan, %2.31 izölösün ve %2.35 valin içerdiği bildirilmiştir [19]. GFK'nin aa içeriği SFK ile kıyaslandığında; metiyonin ve lizin içeriğinin SFK'ya göre daha düşük olduğu bildirilmiş olmasına rağmen [20], düşük maliyet ve daha düşük tripsin inhibitörü içermesi gibi avantajlara sahip olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir [21, 22].

Guar fasulyesi küspesine ait ham yağ (HY) içeriği farklı araştırmacılar tarafından %5 [8], %7.22 [15], %5.5 [16], %4.52 [17], %5.21 [18] olarak belirlenmiş olup aynı çalışmalarda SFK'nin HY içerikleri ise; %1 [8], %7.19 [15], %2.3 [16], %1.60

[17] olarak tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları incelendiğinde GFK'nin HY içeriğinin SFK'dan daha yüksek olduğu görülmektedir.

Kuru madde (KM) ve HK içeriklerine dair araştırma sonuçları incelendiğinde ise GFK'ne ait değerler sırası ile %97.40-%6.92 [15], %93.6-%5.9 [16], %93.30-%5.60 [18] olarak tespit edilmiş olup bir başka çalışmada GFK'nin HK içeriği %5.87 [18] olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmalarda SFK'ne ait KM ve HK değerleri sırasıyla %95.77-%6.42 [15], %91.5-%9.9 [16], %90-%8.50 [18] olduğu bildirilmiştir. Araştırma sonuçları incelendiğinde KM ve HK değerlerinin GFK'de bir miktar daha yüksek olduğu gözlenmektedir.

Bir hayvanın canlı ağırlığının %'si olarak, tüketileceği yem miktarının tahmin edilmesine dayanan kuru madde tüketiminin (KMT) hesaplanmasında kullanılan nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF) ile o yemin hayvan tarafından sindirilebilirliğinin belirlenmesinde kullanılan asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) içeriklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalardan elde edilen verilere göre GFK sırasıyla ; %31.22-%17.77 [17], %31.22-%17.77 [3] NDF ve ADF değerlerine sahiptir. Bir başka çalışmada ise GFK'nin %18.93 oranında NDF içerdiği belirtilmiştir [15]. SFK'ne ait veriler incelendiğinde ise NDF ve ADF miktarları sırası ile; % 13.64-% 8.80 [17] olarak belirlenmiş olup farklı bir çalışmada ise SFK'nin NDF içeriği %9.28 olarak tespit edilmiştir [15].

Guar fasulyesi küspesi ve SFK HS içerikleri açısından karşılaştırıldığında; yapılan çalışma sonuçlarına göre sırasıyla; %6.8-%3 [8], %12.54-%8.54 [17] HS içerdiği farklı bir çalışmada [18] ise GFK'nin HS içeriği %7.1 olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde SFK'nin HS içeriğinin GFK'den daha düşük olduğu gözlenmektedir.

Guar fasulyesi küspesinin makro-mineral ve mikro-mineral içeriklerinin incelendiği bir çalışmada Ca, P, Mg ve K içerikleri ise sırasıyla % 1.14, % 3.0, % 2.5 ve % 0.91; Zn, Cu ve Mn gibi mikro-mineral içerikleri ise sırasıyla 35 ppm, 21 ppm ve 15 ppm olarak belirlenmiştir [18]. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışma sonuçlarından elde edilen bilgiler ışığında GFK'nin besin madde içerikleri Tablo 3.1' de verilmiştir.

Tablo 1. Farklı araştırmacılar tarafından elde edilen sonuçlara göre GFK'nin besin madde içerikleri

Araştırmacılar	Besin Madde İçerikleri, %						
	KM	HK	HP	HY	NDF	ADF	HS
Sharif et al., (2014)	-	-	39.67	-	31.22	17.77	-
Salehpour and Qazvinian, (2011)	-	-	50	5.0	-	-	6.8
Soleimani et al., (2015)	97.40	6.92	62.33	7.22	18.93	-	-
Habib et al., (2013)	93.6	5.9	43.6	5.5	-	-	-
Garg et al., (2012)	93.30	5.60	45,37	4,52	31.22	17.77	12.54
Logaranjanai, (2015)	-	5.87	48.07	5.21	--		7.1

KM: Kuru madde, HK: Ham kül, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, NDF: nötr deterjanda çözünemeyen lif, ADF: Asit deterjanda çözünemeyen lif, HS: Ham selüloz

Antinutrisyonel Faktörleri

Yapılan çeşitli çalışmalarda GFK'de saponin, β -mannan ve tripsin inhibitörü gibi antinutrisyonel faktörlerin varlığı kanıtlanmıştır. [23].

Araştırmacılar tarafından; GFK'nin yüksek HP içeriği ve yüksek lizin ve arjinin içeriği ile iyi bir protein kaynağı olarak kabul gördüğü bildirilmiştir [24] bununla birlikte GFK'nin, broylerlerde yem değerlendirme katsayısı ile ve büyüme performansını etkileyen tripsin inhibitörü ve galaktomannan gibi bazı antinutrisyonel faktörleri içerdiği de belirtilmiştir [25]. Guar sakızında bulunan β -mannan, saponinler ve tripsin önleyiciler gibi beslenmeyi olumsuz etkileyen bileşenler, broyler rasyonlarında GFK kullanımını sınırladığı tespit edilmiş olup ısıtılmanın antinutrisyonel bileşen konsantrasyonunun azaltılmasında pozitif etkisi olduğu görülmüştür [9]. Avrupa'da, Milano merkezli bir şirket tarafından, GUAR 50PF (Pro-Fat) ve Guar 60PF (Pro-Fat) gibi bir dizi GFK ürününün üretildiğini, küspe üretme işleminin ardından bir ısıtılma işlemi (3 dakika 120-130°C) uygulanırsa Guar 70PFR'nin elde edildiği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir [26]. Araştırmacılar Guar 60PF ile Guar 70PFR'nin sırasıyla 3.36-3.15 mg/g tripsin inhibitörü, %1.71-%1.35 tanen, %0.38-%0.32 saponin ile %1.62-%1.23 fitik asit içerdiğini belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar GFK'nin antinutrisyonel faktörleri inhibe etmek için ısıtılma tabii tutulduğunu ve bu işlemin ürünün sindirilebilirliğini ve lezzetini önemli ölçüde artırdığını belirtmişlerdir [27].

Guar fasulyesi küspesi ruminantlar için galaktomannan ve saponin içeriğinden dolayı antimikrobiyal aktiviteye sahip olabilecek faydalı bir besin maddesi olma özelliğine de sahip olabileceği bildirilmiştir [11].

Yem katkı maddeleri olarak antibiyotik kullanımı ile ilgili olası sorunların farkındalığının artması, alternatif kullanımları belirleme çabalarını harekete geçirmiştir. Probiyotikler, prebiyotikler [27], organik asitler [28] ve tıbbi ve aromatik bitkiler [29, 30] hastalıkları tedavi etmek veya önlemek için kullanılmıştır. Bu bitkiler arasında, hayvan sağlığı üzerinde birçok yararlı etkiye sahip olan quillaja ve yucca saponinleri bulunmaktadır [31]. Bu bitkilerin dışında GFK %13-18 oranında galaktomannan sakızı [13], %5-13 oranında ise saponin içermektedir [11].

Son yıllarda yapılan birçok çalışmada saponinlerin rumen fermantasyonu üzerine etkileri araştırılmıştır. Rumende anaerobik fermentasyon sırasında yaklaşık %2-12 arasında metan (CH₄) üretimi [32] brüt enerji kaybına, çevrede sera gazı emisyonlarının artmasına ve küresel ısınma gibi ekolojik problemlere neden olmaktadır [33]. Yem katkı maddesi olarak kullanılan saponinlerin metan emisyonunu baskılayıcı özelliklerinin olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmiştir [34, 35]. Saponinlerin aynı zamanda rumen ciliata protozoalarını inhibe edici [36, 37] bağırsak geçirgenliğini artırarak besinlerin emilim oranlarını artırıcı [38], rumenden bağırsağa mikrobiyal protein akışını artırıcı ve yemden yararlanmayı olumlu yönde etkileyici özelliklerinin olduğu bildirilmiştir [31].

Guar fasulyesi küspesinin ruminant beslemede kullanımı

Guar fasulyesi küspesinin ruminant hayvanlarda kullanımı ile ilgili yapılan bazı çalışmaların sonuçları incelenmiş olup çalışma sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Mısır maddelerinde rasyonda GFK'nin yeni bir protein kaynağı olarak kullanılmasının etkile-

rini değerlendirmeyi amaçladıkları çalışmalarının ilk aşamasında araştırmacılar [9]; konsantre yem karışımında ayçiçeği küspesi proteininin yerine %0, %15, %30, %45, %60 ve %75 oranında GFK kaynaklı proteinin ikame edildiği çalışmada in vitro gaz üretiminde, in vitro KM ile in vitro OM sindirilebilirliğinde artış olduğunu ortaya koymuşlardır. Çalışmanın ikinci aşamasında ise; ortalama 450 kg CA ve aynı laktasyon döneminde bulunan 20 manda ile oluşturulan dört grup ile çalışılmış, ilk çalışmanın sonuçlarına bağlı olarak konsantre yemin içerisinde ATK yerine %0, %6, %8 ve %10 GFK içeren yem karması ile yemlenmişlerdir. Gerçek süt verimi ve düzeltilmiş süt verimi rasyonda artan GFK seviyesi ile artış göstermiş olup konsantre yem karışımında %0, 6, 8 ve 10 oranında GFK ile beslenen mandaların süt verimleri sırası ile 8.29, 12.26, 13.59 ve 14.11 kg/gün olarak belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonunda ise araştırmacılar rasyonda GFK düzeyinin artmasıyla her kg süt verimi başına ortalama yem maliyetinin düştüğünü bildirmişlerdir.

Laktasyondaki Holstein ineklerde farklı seviyelerde GFK kullanmanın performans ve kan metabolitleri üzerine etkilerini belirlemek için yapılan bir çalışmada araştırmacılar [8], rasyonda %0, 50, 75 ve 100 düzeylerinde bulunan pamuk tohumu küspesi (PTK) GFK ile ikame edilerek rasyonlar izokalorik ve izonitrojenik olarak dengelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; KM tüketimi ve süt verimleri, % 0 oranında GFK ile beslenen grupta daha yüksek olup, en düşük grup ise %100 PTK yerine GFK tüketen grupta gözlenmiştir. Düzeltilmiş süt veriminde ise istatistiksel açıdan önemli farklılıklara rastlanmamıştır. Sütteki yağ ve protein yüzdesi ile süt verimi % 50 PTK yerine GFK içeren grupta en yüksek olurken, sütteki laktoz miktarı ile Ca miktarı arasında anlamlı fark bulunamamıştır. Süt üre azotu ve kan üre azotu denemede kullanılan rasyonlardan önemli ölçüde etkilenmemiştir. Laktasyondaki süt ineklerinde, rasyonda % 5'ten fazla GFK kullanıldığında lezzet sorunları bildirilmiş olup % 10-15 GFK içeren rasyonlarla beslenen süt inekleri ve düvelerin, birkaç gün sonra GFK'nin kokusu ve tadını tanımış oldukları bildirilmiştir. Araştırmacılar yapmış oldukları bu çalışmanın neticesinde, PTK'nın % 50'sinin GFK ile ikame edilmesinin performans üzerinde en iyi etkisinin olduğu sonucuna vardıklarını bildirmişlerdir.

Sahiwal ırkına ait buzağılarda PTK yerine kısım veya tamamen GFK kullanımının besin madde tüketimi, sindirilebilirlik, büyüme performansı ve ekonomi üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yürütülen çalışmada araştırmacılar [3]; %15 PTK, %15 GFK ve %7.5 PTK + %7.5 GFK içeren üç farklı rasyon ile besleme yapmışlar, yem tüketimi ve sindirilebilirlik açısından istatistiksel açıdan önemli farklılıklara rastlanmadığını bildirmişlerdir. Kan şekeri, kan proteini ve kan üre azotu konsantrasyonlarında herhangi bir değişime rastlanmadığını, canlı ağırlık artışının da rasyondaki PTK'nın GFK ile değiştirilmesinden etkilenmediğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar; GFK içeren rasyonun PTK temelli rasyondan daha ucuza mal edildiğini, yürütülen çalışmanın rasyondaki PTK'nın GFK ile değiştirilmesinin, buzağılarda büyüme performansı üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi olmaksızın ekonomik rasyon formülasyonuna yardımcı olabileceğini bildirmişlerdir.

GFK'nin 30 adet Sudan çöl koyununda besi performansı ve sindirilebilirlik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada [39]; rasyonlarda yer fıstığı kabukları yerine farklı seviyelerde (%0, %10, %2, %30 ve %40) GFK kullanılmıştır. Kuru madde tüketiminde (g/kg CA), rasyona % 20 veya % 30 düzeyinde GFK dahil edildiğinde önemli ölçüde artış gözlenirken, diğer seviyelerde belirgin şekilde düşüş gözlenmiştir. Organik madde ve HP sindirilebilirliği rasyonda GFK'nin artan oranıyla önemli ölçüde artış göstermiştir. Naylon torba tekniğine göre KM sindirilebilirliklerinin de belirlendiği çalışmada 24. saat sonunda GFK tamamen sindirilmiştir. Araştırmacılar rasyona GFK ilavesiyle (tüm seviyelerde) CA'larda bir miktar artış olduğunu, rasyona ilave edilecek en uygun oranın %30 olduğu sonucuna varmışlardır.

Ruminant rasyonlarında SFK yerine GFK ikamesine ilişkin son yıllarda yapılan bazı çalışma [39, 40] sonuçlarına göre özellikle düşük seviyelerde GFK içeren rasyonla beslenen hayvanlar için [8,41] daha yüksek performans değerlerinin görüldüğü bildirilmiştir. Bu çalışmalarda rasyonda artan GFK'nin hayvanlarda meydana getirdiği düşük performansın sebebinin GFK proteininin SFK'ya kıyasla daha yüksek rumen parçalanabilirliğine sahip olmasından kaynaklanıyor olabileceği kanısına varılmıştır [42].

Pakistan'da içerisinde GFK'nın da bulunduğu 15 farklı bitkisel protein kaynağının, rumen kanüllü NiliRavi mandaları kullanılarak in situ teknik ile rumen parçalanabilirlik özellikleri açısından değerlendirildiği bir çalışmada araştırmacılar; SFK'nın kolay çözünebilen fraksiyonu a, rumen mikroorganizmaları tarafından parçalanmış fraksiyonu b, parçalanma hız sabiti c ile rumenden geçiş hız sabiti (k) değerlerinin 0.02, 0.05 ve 0.08 olarak baz alındığı bu çalışmada, etkin rumen protein parçalanabilirlik değerleri sırası ile %16.45, %71.77, 0.1776h⁻¹, %80.51, %71.72 ve %65.60 olarak belirlemiştir. Aynı çalışmada GFK için bu değerler ise sırası ile; %22.74, %72.54, 0.1523 h⁻¹, %86.82, %77.26, %70.20 olarak hesaplanmıştır [42]. Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde GFK'nın SFK'ya göre rumende daha yüksek protein parçalanabilirliğine sahip olduğu görülmektedir.

Farklı bir çalışmada ise; SFK'nın kolay çözünebilen fraksiyonu a, rumen mikroorganizmaları tarafından parçalanmış fraksiyonu b, parçalanma hız sabiti c ile rumenden geçiş hız sabiti (k) 0.02, 0.05 ve 0.08 olarak baz alındığında etkin rumen protein parçalanabilirlik değerleri sırası ile %16.8, %81.4, 0.129h⁻¹, %86.9, %75.0 ve %66.5 olarak belirlenmiş olup aynı değerler sırası ile GFK için ise; %18.4, %73.5, 0.109h⁻¹, %81.5, %71.7 ve %61.3 olarak tespit edilmiştir [16]. Bu çalışmada ise bir önceki çalışmada bildirilen değerlerin aksine GFK'nın etkin rumen parçalanabilirlik değerleri SFK'dan daha düşük bulunmuştur. Yayınlanan çalışma sonuçları arasındaki farklılıkların sebebinin; yem numunelerinin kimyasal kompozisyonundan [43] kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. SFK yerine farklı düzeylerde (% 0, 33, 67 ve 100) GFK kullanımının etkilerini değerlendirmek amacı ile yapılan çalışmada [15]; araştırmacılar SFK'dan gelen proteinin yerine %67'ye kadar olan seviyelerde GFK'nın kuzu besi rasyonlarında kullanılabileceği kanaatine varılmıştır. Ancak araştırmacılar SFK'nın rumen sindirilebilirliği ve fermentasyon üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle GFK'nın % 33 oranında ikamesinin daha uygun olabileceğini bildirmişlerdir.

Guar tohumundan sakız (galaktomannan) izolasyonu ile % 55 - 60 HP içeren yüksek bir protein yan ürünü elde edildiğini, elde edilen bu yan ürünün, geviş getiren hayvanlarda ve geviş getirmeyen monogastrik hayvan rasyonlarında protein kaynağı

olarak kullanılabileceğini belirten araştırmacılar [44] GFK kullanarak ile bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada ısıtılmış (HP: 566 ve 580 g/kgKM; sırasıyla GM566 ve GM580) ve ısıtılmamış (HP: 594 g/kg KM; GM594P) GFK numunelerini kullanmışlardır. Araştırmacılar; GM566 ve GM580'in KM'sinin, in vitro inkübasyonun 24. saatinden sonra tamamen sindirildiğini, GM594P'nin ise yaklaşık % 7'sinin sindirilmeden kaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, GM566'nın yani ısıtılmış uygulanmamış GFK'nın KM sindirilebilirlik oranının diğer numunelerden daha yüksek olduğu sonucuna varmışlardır.

GFK'nın yüksek mannan içeriğine rağmen yüksek HP içeriği ve in vitro KM sindirilebilirliğine sahip olması nedeniyle ruminant hayvanlar için iyi bir alternatif yem hammaddesi olma potansiyeli sahip olabileceğini ifade eden araştırmacılar GFK'nın 24. ve 48. saatlerdeki in vitro KM sindirilebilirlikleri sırasıyla % 35 ve % 47; toplam uçucu yağ asidi üretimlerini ise 43.7 mmol ve 44.5 mmol olarak bildirmişlerdir [18]. Araştırmacılar çalışmalarının sonucunda rumendeki amonyak konsantrasyonu ile mikrobiyal protein sentezi arasında yüksek korelasyon olduğu kanaatine varmışlardır.

GFK'nın rumen parçalanabilirliğinin azaltılmasının verim üzerine etkisinin incelendiği diğer bir çalışmada [45], GFK'nın %68-70 aralığında rumen parçalanabilirliğine sahip olduğu bildirilmiş olup, GFK'nın aldehid ile muamele edilmesi sonucu by-pass protein oranı % 72-75 değerlerine çıkarılmıştır. Çalışma sonucunda günlük hayvan başına 1 kg aldehid ile muamele edilmiş GFK tüketen süt sığırların aldehit ile muamele edilmemiş GFK tüketen süt sığırlarından 0,9 kg daha fazla süt, verdiği ve süt proteinin ise %0,2 oranında artış gösterdiği ifade edilmiştir.

Farklı seviyelerde guar tohum özü olarak bilinen guar germ ile beslenen Sudan Çöl Kuzularının besi performansının incelendiği bir çalışmada [46]; kuzular %0, % 15, %25 ve % 32 GG içeren 4 farklı rasyon ile beslenmiştir. Kuru madde tüketimleri ile deneme sonu canlı ağırlıklar açısından gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklara rastlanmamış olup (P>0.05), günlük canlı ağırlık artışı ve yem değerlendirme katsayısı (YDK), rasyonda GG'nin değişen seviyelerinden önemli derecede (P

<0.05) etkilenmiştir. Araştırmacılar; GG'nin koyun yemlerine protein kaynağı olarak eklenebileceğini, rasyonda % 15 GG kullanılması ile canlı ağırlık artışı ve yem değerlendirme katsayısı açısından en iyi sonuçların elde edildiğini ve rasyonda GG'nin hayvan performansını etkilemeden % 25'e kadar kullanılabileceği belirtmişlerdir.

Sonuç

Konuyla ilgili bilgi kısıtlı olmakla birlikte yapılan bazı çalışma sonuçlarına dayanarak guar fasulyesi küspesi; ruminant hayvanların rasyonlarına ilave edilebilecek alternatif bir yem hammaddesi olabileceği belirtilmektedir. Bu nedenle kaba yem kaynağı olarak da kullanılabilir olan bu gibi yeni yem bitkilerinin ekiminin yaygınlaştırılması temel hedef olmalıdır. Bunun yanında besleme değerinin daha iyi anlaşılabilmesi açısından özellikle yüksek protein içeriği ile SFK'ne alternatif olabileceği düşünülen GFK ile ilgili sindirilebilirlik çalışmalarına öncelik verilmesinin faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Rahman M and Shafivr M (1967): Guar meal in dairy cattle rations. PhD Diss. Texas A&M Univ., College Station, TX.
- Whistler RL and Hymowitz T (1979): Guar: Agronomy, Production, Industrial Use and Nutrition. Purdue Univ., Press, West Lafayette, IN.
- Sharif M, Nazar M, Sultanji Bilal MQ, Shahid M and Hussain A (2014): Effect of replacing cotton seed cake with guar meal on growth performance and economics in sahiwal calves. The Journal of Animal & Plant Sciences, 24(Suppl. 1): 2014, Page: 28-32 ISSN: 1018-7081.
- Cebeci G, Gökkuş A ve Alatürk F (2016): Farklı ekim sıklığının sakız fasulyesinde (*Cyamopsis tetragonoloba*) ot verimi ve bazı verim özelliklerine etkisi. Alnteri, Araştırma/Research Article, 30 (B) – 2016 53 - 59 ISSN:1307-3311.
- Sudhir S, Kulbhushan G, Sangamesh V A, Sultan H B, Brian S and Dawn VL (2016): Growth and (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) genotypes under different planting dates in the semi-arid southern high plains. American Journal of Plant Sciences, 7, 1246-1258.
- Erdoğan İ (2004): Farklı sıralara ekilen mısır ve soya bitkisinde ekim oranlarının bazı bitkisel özellikler ve yem verim etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.
- Mert M ve İlker E (2016): Ana ürün koşullarında bazı soya (*Glycine max* (L.) Merrill) hat ve çeşitlerinin Aksaray bölgesine adaptasyonu üzerine çalışmalar. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2016, 25 (2):176-181.
- Salehpour M ve Qazvinian K (2011): Effects of feeding different levels of guar meal on performance and blood metabolites in Holstein lactating cows. Lucrări Ştiinţifice - vol. 55, Seria Zootehnie Page: 196-200.
- Walaa M Abdel-Wahab, Salah K Sayed, Reda AM Sabek, Mohamed S. Abbas and Hassan M. Sobhy (2016): Research article effect of

- using guar korma meal as a new source of protein on productive performance of buffalos. Asian J. Anim. Sci., 10 (6): 300-306.
- Açıkgöz E, Uzun A, Bilgili U and Sıncık M (2004): Yield and quality performances of forage type pea strains contrasting leaf types. European J. Agronomy, 22: 85-94.
 - Hassan SM (2008): Antimicrobial activities of saponin-rich guar meal extract. Submitted to the Office of Graduate Studies of Texas A&M University in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy.
 - Srivastava S, ANEES K. and Ramani R (2011): Promose of guar meal, Science reporter, November 2011, <http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/13016/1/SR%2048%2811%29%2038-39.pdf>, Erişim Tarihi: 14.12.2018.
 - Lee JT, Connor-Appleton S, Haq AU, Bailey CA, and Cartwright AL (2004): Quantitative measurement of negligible trypsin inhibitor activity and nutrient analysis of guar meal fractions. J. Agric. Food Chem. 20:6492-6495.
 - Maier H., Anderson M, Karl C, Magnuson K, and Whistler RL (1993): Guar, locust bean, tara and fenugreek gums. Pages 81–1221 in Industrial Gums: Polysaccharides and Their Derivatives. R. L. Whistler, and J. N. BeMiller, eds. Acad. Press, London, UK.
 - Soleimani N, Malecky M, Aliarabi H, Zamani P and Dehghan-Banadaky M, (2015): In vitro evaluation of different substitution levels of soybean meal by guar meal in a fattening diet for lambs. Iranian Journal of Applied Animal Science 5(3), 615-621.
 - Habib G, Khan NA, Ali M and Bezabih M (2013a): In situ ruminal crude protein degradability of by-products from cereals, oilseeds and animal origin. Livest. Sci. 153, 81-87.
 - Garg MR, Kannan A, Shelke SK, Phondba BT and Sherasia PL (2012): Nutritional evaluation of some ruminant feedstuffs by in vitro gas production technique. Indian Journal of Animal Sciences 82 (8): 898–902.
 - Logaranjanai G, Banupriya S and Kathirvelan C (2015): Nutritional evaluation of guar meal by in vitro digestibility. International Journal of Science, Environment ISSN 2278-3687 (O) and Technology, Vol. 4, No 4, 2015, 1232 – 1235.
 - Heo P S, Lee SW, Kim D H, Lee G, Kim KH and Kim YY (2009): Various levels of guar meal supplementation on growth performance and meat quality in growing-finishing pigs. J. Anim. Sci., 87, E-Suppl. 2: 144.
 - Verma SVS and McNab JM (1984): Chemical, biochemical and microbiological examination of guar meal. Indian J. Poult. Sci. 19, 165-170.
 - Verma SVS and McNab JM (1982): Guar meal in diets for broiler chicks. Br. Poult. Sci. 23, 95-105.
 - Conner S (2002): Characterization of guar meal for use in poultry ration. PhD Thesis, Texas A&M Univ., College Station, Texas.
 - Acamovic T (2001): Commercial application of enzyme technology for poultry production. Worlds Poult. Sci. J. 57(3): 225-242.
 - Ahmed MB, Hamid RA, Ali ME and Hassan AB (2006): Proximate composition, antinutritional factors and protein fractions of guar gum seeds as influenced by processing treatments. Pakistan J. Nutr. 5(5): 481-484.
 - Saxena UC and Pradhan K. (1974): Effect of high protein level on the replacement value of guar meal in layer ration. Ind J Anim Sci. 44: 190-193.
 - Bençea MI and Şara A (2015): Nutritive traits and the use of guar meal in the nutrition of farm animals. Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies 72(2) / 2015 Print ISSN 1843-5262; Electronic ISSN 1843-536X DOI: 10.15835/buasvmcn-asb:11357.
 - Murry Jr AC, Hinton, Jr A and Morrison H (2004): Inhibition of growth of *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, and *Clostridia perfringens* on chicken feed media by *Lactobacillus salivarius* and *Lactobacillus plantarum*. Int. J. Poult. Sci. 3:603-607.

28. Van Immerseel F, Russell JB, Flythe MD, Gantois I, Timberront L, Pasmans F, Haesebrouck F and Ducatelle R [2006]: The use of organic acids to combat *Salmonella* in poultry: a mechanistic explanation of the efficacy. *Avian Pathol.* 35:182-188.
29. Du A and Hu S (2004): Effects of herbal complex against *Eimeria tenella* infection in chickens. *J. Vet. Med.* 51:194-197.
30. Arab HA, Rahbari S, Rassouli A, Moslemi MH and Khosravirad F (2006): Determination of artemisinin in *Artemisia sieberi* and anticoccidial effects of the plant extract in broiler chickens. *Trop. Anim. Heal. Prod.* 38:497-503.
31. Sen S, Makkar HPS, Muetzel S, and Becker K (1998): Effect of *Quillaja saponaria* saponins and *Yucca schidigera* plant extract on growth of *Escherichia coli*. *Lett. Appl. Microbiol.* 27:35-38.
32. Johnson KA and Johnson DE (1995): Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, 1995, 73: 2483-2492.
33. Hristov AN, McAllister TA, Van Herk FH, Cheng KJ, Newbold CJ and Cheeke PR (1999): Effect of *Yucca schidigera* on ruminal fermentation and nutrient digestion in heifers. *Journal of Animal Science*, 1999, 77: 2554-2563.
34. Santoso B, Mwenya B, Sar C and Takahashi J (2006): Ruminal fermentation and nitrogen metabolism in sheep fed a silage-based diet supplemented with *Yucca schidigera* or *Yucca schidigera* and nisin. *Animal Feed Science and Technology*, 2006, 129: 187-195.
35. Holtshausen L, Chaves AV, Beauchemin KA, McGinn SM, McAllister TA, Odongo NE, Cheeke PR and Benchaar C (2009): Feeding saponin-containing *Yucca schidigera* 73 and *Quillaja saponaria* to decrease enteric methane production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 2009, 92: 3543-3543.
36. Teferedegne B (2000): New perspectives on the use of tropical plants to improve ruminant nutrition. *Proceedings of the Nutrition Society*, 2000, 59: 209-214.
37. Hu WL, Liu JX, Ye JA, Wu YM and Guo YQ (2005): Effect of tea saponin on Rumen fermentation in vitro. *Animal Feed Science and Technology*, 2005, 120: 333-339.
38. Oleszek W, Junkuszew M and Stochmal A (1999): Determination and toxicity of saponins from *Amaranthus cruentus* seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1999, 47: 3685-3687.
39. Ahmed Muna MM, El Hag FM and Awouda Manahil M (2000): The use of guar meal in the diet of sheep. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 9, 2000, 91 – 98.
40. Turki IY, Elkadier OA, El-Amin M, El. Zuber D and Hassabo AA (2011): Effect of Guar meals and oilseed cakes on carcass characteristics and meat quality attributes of beef cattle. *Bio. Res. Commun.* 1, 66-75.
41. Mahdavi M, Torbatinejad NM, Moslemipur F and Samiei R (2010): Evaluation of guar meal replacement potential instead of some conventional meals for feedlot lambs. Pp. 11-15 in *Proc. 28nd ASAP Biennial Conf.*, Armidale, Australia.
42. Marghazani B, Jabbar MA, Pasha TN and Abdullah M (2013): Ruminal degradability characteristics in vegetable protein sources of Pakistan. *J. Anim. Plant Sci.* 23, 1578-1582.
43. Gonzalez J, Andres S, Rodriguez AC and Alvir MR, (2002): In situ evaluation of the protein value of soybean meal and processed full-fat soybeans for ruminants. *Anim. Res.* 51 (2002) 455-464.
44. Danesh Mesgaran M, Jahani-Azizabadi H, Vatandoost M, Mojtahedi M, Abdi Gheze/jeh E, Vakili AR and Fanaie-Nokar A (2009): In vitro first order dry matter disappearance kinetics of guar meal. *Proceedings of the XIth International Symposium on Ruminant Physiology* sayfa: 148-149.
45. Garg M R, Bhandari BM, Sherasia PL, Gulati SK and Scott TW (2004): Significance of feeding protected protein meals for improving efficiency of milk production in developing countries, Paper presented at International Nutrition Conference-2004, Lahore.
46. Turki IY, Hassabo AA, Ahmed DE, Khogali NME, Talib AI, and Omer ME (2011): Effects of Feeding Different Levels of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba*) Germ on Fattening Performance of Sheep. VOL. 1, NO. 1, November 2011, *ARPN Journal of Science and Technology*.