

TÜRKİYE'DE ÜRETİLEN PAMUK TOHUMU KÜSPELERİNDE
GOSİPOL DÜZEYLERİNİN TESBİT EDİLMESİ
ÜZERİNDE BİR ARAŞTIRMA

*A study of the determination of gossypol levels of
cottonseed meals produced in Turkey*

Şakir Doğan TUNCER¹
Sakine YALÇIN²

Summary : This experiment was carried out to determine free and total gossypol contents of cottonseed meals obtained from the different parts of Turkey.

Cottonseed meal plays an important role in supplying the protein needs of animals. However gossypol content, especially free gossypol content, is a restricted factor for the usage of this meal.

At the end of the experiment, free and total gossypol amounts of extraction cottonseed meal were found as 0.0573 and 0.418%; the amounts of expeller cottonseed meal were also found as 0.0694 and 0.565%, respectively.

Özet : Bu araştırma Türkiye'nin farklı yerlerinden temin edilen pamuk tohumu küspelerinde serbest ve toplam gosipol miktarlarını belirlemek için yapıldı.

Pamuk tohumu küspesinin hayvanların protein ihtiyacının karşılanmasında önemli bir rolü vardır. Bununla birlikte küspede gosipolün, özellikle serbest gosipolün, bulunması küspenin kullanılmasını sınırlandırmaktadır.

Araştırma sonucunda ekstraksiyon usulü ile elde edilen pamuk tohumu küspelerinde serbest ve toplam gosipol sırasıyla ortalama %0.0573 ve

(1) Doç. Dr., S. Ü. Veteriner Fak. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, KONYA

(2) Araş. Gör. A. Ü. Veteriner Fak. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, ANKARA

0.418; expeller usulü ile elde edilen küspede ise %0.0694 ve 0.565 olarak bulundu.

Giriş

Bitkisel protein kaynaklarından olan pamuk tohumu küspesi (= çiğit küspesi) hayvan beslemede büyük bir değere sahiptir. Özellikle et ve süt üreten hayvanlarda protein ihtiyacının önemli bir bölümünün karşılanması amacıyla rasyonlara katılan bu küspe, 1984 yılı verilerine göre ülkemizde yaklaşık 300.000 ton üretilmiştir. Ülkemizde üretilen pamuk tohumu küspesinin 80.000 tonu expeller yöntemi ile geriye kalan miktarı ise ekstraksiyon yöntemi ile elde edilmektedir.

Pamuk tohumunda sarı polifenolik bir pigment olan gosipol bulunmaktadır (5, 9). Gosipol aromatik aldehitlerden olup (12), pamuk tohumu küspesinin kanatlı ve tek mideli hayvanlar ile genç ruminantların rasyonlarında kullanılmasını sınırlandırmaktadır (9, 20, 22). Pamuk yağının renginde değişikliğe yol açan bu pigment, yağın insan tüketiminde kullanılmasını da olumsuz yönde etkilemektedir (16).

Gosipol'un kimyasal yapısı ilk defa 1938 yılında ortaya konulmuş olup (1); 1.1', 6.6', 7.7' - heksahidroksi - 5.5' dizopropil - 3.3' - dimetil (2.2' - binaftalen) - 8.8' dikarboksil - aldehit şeklindedir. Suda erime özelliği bulunmayan gosipol, sülfürik aside karşı dayanıklılık gösterir (6).

Pamuk tohumunda bulunan gosipolun tamamı, tek mideli hayvanlar için toksik etki gösteren serbest gosipol şeklindedir. Tohumun işlenmesi sırasında bunun bir kısmı toksik olmayan bağlı gosipole dönüşmekte, elde edilen küspede kalan her iki şekildeki gosipol ise toplam gosipol miktarını oluşturmaktadır (9). Başka bir deyişle, küspede bulunan toplam gosipol miktarı tohumun işlenmesi sırasında uygulanan yöntemden etkilenmemekte, ancak toplam gosipol içindeki serbest ve bağlı şekilde olan miktarlar yöntemlere göre önemli değişiklikler göstermektedir (9, 20, 21).

Gosipol ve diğer pigmentlerin ana depo organları olan pigment salgı hücreleri pamuk bitkisinin sap, yaprak ve çiçeklerinde bulunur. Pamuk tohumunun işlenme yöntemine ve salgı hücrelerinin kopma derecesine göre, gosipolun bir kısmı yağ ile birlikte ekstrakte olmakta, bir kısmı da lizin - gosipol kompleksi üzerinden bağlı şekle çevrilmekte, bir bölümü ise serbest gosipol olarak küspede kalmaktadır (9). Işığa maruz bırakılan pigment salgı hücrelerinin çok az miktarlarda gosipol kapsadığı ileri sürülmektedir (17). Gosipolün genç bitkilerin yapraklarında yüksek düzeyde bulunduğu, bitki kartlaştıkça azaldığı tesbit edilmiştir (11). Bitki genetiği üzerinde yapılan çalışmalarda pigment salgı hücreleri bu-

lanmayan pamuk tohumu türleri elde edilmiş ise de bu pamuk türü fazla ekilmemektedir. Bu tür tohumların %0.01'den daha az toplam gosipol kapsadığı ve bunlardan elde edilen ham yağ ve küspenin çok açık bir renge sahip olduğu bildirilmektedir (13). Etil alkol ve hegzan karışımı ile pamuk tohumunda bulunan gosipolun saf olarak ekstrakte edildiği ve bunun da başta doğum kontrolü olmak üzere çeşitli amaçlarla kullanıldığı belirtilmektedir (7).

Ekspeller ve prepres solvent küspeler, direkt solvet küspelere göre daha düşük düzeyde serbest gosipol kapsamaktadırlar (21, 24). Watts (24), serbest gosipol miktarını farklı fabrikalardan temin edilen ekspeller küspelerde %0.02 - 0.08; prepres küspelerde %0.03 - 0.05 ve solvent küspelerde ise %0.024 - 0.048 olarak bulmuştur. Smith (18) ise; %41 protein kapsayan ekspeller, prepres solvent ve solvent küspelerde serbest gosipol miktarlarını sırasıyla %0.03, %0.04 ve %0.24 olarak tesbit etmiştir. Ekspeller küspeler, serbest gosipol bakımından fakir olmakla beraber bunların protein kaliteleri oldukça düşüktür (20). Pamuk tohumundan küspe elde edilmesi sırasında uygulanan yüksek ısı proteinin kalitesini düşürmesinin yanısıra, serbest gosipol ile proteindeki serbest amino gruplarının sindirilmesi güç kompleks oluşumuna yol açmaktadır (3, 17). Bu bakımdan prepres solvent yöntemi ile elde edilen küspeler gerek düşük düzeyde serbest gosipol kapsamı, gerekse proteinin minimum düzeyde zarar görmesi bakımından en değerli küspelerdir (21).

Gosipol iki ya da daha fazla protein molekülleri arasında çapraz bir bağ oluşturmak suretiyle proteinin sindirilebilirliğini düşürmektedir (5). Cater ve Lyman (5), dikarboksilik amino asitlerin monokarboksilik amino asitlere göre gosipol ile daha yavaş reaksiyona girdiğini tesbit etmişlerdir. Küspede bulunan proteinin eriyebilirliği ve kullanılabilir lizin miktarı küspe üretimi sırasında uygulanan ısıya bağlıdır. Pamuk tohumunun işlenmesi sırasında uygulanan yüksek ısı, lizinin gosipol ile sindirilmeyen bir kompleks oluşturmasına yol açmaktadır (21). Nitekim Cater ve Lyman (5)'a göre Baliga ve Lyman, gosipolün pamuk tohumu proteini ile reaksiyona girmesiyle lizinin değerlendirilme oranının %82.9'dan %48.7'ye düştüğünü bulmuşlardır.

Pamuk tohumunun bazı varyetelerinde protein ile gosipol arasında negatif bir korelasyon bulunmasına karşılık yağ ile gosipol arasında gerçek bir korelasyon olmadığı bildirilmektedir (16). Buna göre gosipol miktarının azalması ile tohum proteininin yükseleceği ifade edilmektedir (16).

Pamuk tohumu küspesi bulunan rasyonlara demir bileşiklerinin katılması halinde barsaklarda demir ile gosipol arasında sıkı bir komp-

leks meydana geldiği, bunun da gosipolun emilmesini düşürdüğü bildirilmektedir (20). Bu bakımdan kolay çözünme özelliğine sahip olan demir sulfat, pamuk tohumu küspesinin kullanıldığı kanatlı rasyonlarına katılmaktadır (21). Böylece kanatlı rasyonlarında gosipolun olumsuz etkisi bir ölçüde ortadan kaldırılabilir. Amerikan Yem Üreticileri Birliği, yumurta tavuklarının 50 ppm miktarındaki gosipole herhangi bir yan etki görülmeden dayanabildiklerini bildirmiş ise de gosipole karşı çok duyarlı olan bu hayvanlarda 40 ppm, broylerde 150 ppm en üst sınır olarak önerilmiştir (21). Ancak; her ppm serbest gosipol için yumurta tavuklarında 4 ppm, broylerde ise 1 - 2 ppm demir sülfatın rasyonlara katılması ile tavuklarda 150 - 200 ppm (9, 22), broylerde 400 ppm (9) miktarındaki gosipolun zararlı etki yapmadığı bildirilmiştir. Yumurta tavuklarında gosipolun zararlı etkisi, sindirim kanalında, kan dolaşımında veya yumurta sarısında görülmektedir (21). Pamuk tohumu küspesi siklopropenoid yağ asitleri olarak bilinen ve değişik bir yapı gösteren yağ asitleri kapsarlar. Bu bileşikler broylerde büyümeyi olumsuz yönde etkilemekte, yumurta albumininde ise pembe lekeler meydana getirmektedir.

Waldroup (21) düşük düzeyde gosipol kapsayan pamuk tohumu küspesini demir sülfat ile birlikte tavuk rasyonlarına ilave etmiştir. Bu araştırmada, %15 düzeyinde kullanılan pamuk tohumu küspesi yumurta verimi, yumurta ağırlığı ve iç kalitesini etkilememiştir. Broylerde rasyonda bulunan 230 ppm düzeyindeki serbest gosipolun büyümeyi olumsuz yönde etkilediği, gosipolu nötralize etmek amacıyla demir sülfat katılması ile soya küspesi grubuna yakın değerler elde edildiği bildirilmektedir (15).

Ruminantlar, rumenin fermentatif aktivitesi ile gosipolun etkisinden korunmaktadır. Ancak yüksek süt verimine sahip ineklerde fazla miktarlarda alınan gosipol verimi olumsuz yönde etkilemektedir (10). Süt ineklerinde günde 24 g miktarındaki serbest gosipolun kritik bir düzey olduğu bildirilmektedir (9).

Yüksek düzeyde gosipol alan ineklerin sütünde bu pigment tesbit edilememiştir (9). Buzağılarda, 48 güne kadar olan dönemde, rasyonla alınan serbest gosipol miktarı ile ölüm olayları arasında pozitif bir ilişkinin bulunduğu bildirilmiştir (8).

Bu çalışma, Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden temin edilen pamuk tohumu küspelerinin serbest ve toplam gosipol miktarlarını belirlemek, dolayısıyla hayvan besleme uzmanları ile yem üreticilerine bir fikir vermek amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırmada, gosipol miktarları tesbit edilmek üzere, başta aşağıda isimleri verilen yağ fabrikalarından 8 adet ekstraksiyon, 12 adet ekspeller olmak üzere toplam 20 adet pamuk tohumu küspesi çeşitli bölgelerden temin edildi.* Sözü edilen küspelerde besin maddeleri analizleri yapıldı (2).

Pamuk tohumu küspelerinde gosipol, 3 - amino - 1 - propanol ile serbest gosipol için isopropanol - hegzan karışımı kullanılarak, tüm gosipol için ise dimetil formamid kullanılarak ekstrakte edildi ve anilin maddesi ile gosipoldianilide çevrildi. Daha sonra 440 nm dalga uzunluğunda Beckman spektrofotometresinde absorpsiyon okundu. Bu değerlerden yararlanılarak küspelerdeki serbest ve toplam gosipol miktarları hesaplandı (2).

Bulgular

Araştırmada besin maddeleri ve gosipol yönünden analizleri yapılan ekstraksiyon ve expeller pamuk tohumu küspelerine ait sonuçlar ayrı ayrı olarak sırasıyla tablo 1 ve 2'de gösterilmiştir.

(*) *Pakyağ San. ve Tic. A. Ş., Paymar Pamuk Yağı ve Margarin Tic. ve San. A. Ş., Antbirlük Pamuk Yağı Kombinasi, Atarcın San. ve Tic. Koll. Şti., Hatay Yağları Tic. A. Ş., Tüz - Ben Yağ San. Komandit Şti., Ulaş Koll. Şti., Kara Mehmetler Yağ San. ve Tic. A. Ş., Paksoy Tic. ve San. A. Ş., Altıny yağ Kombinaları A. Ş., Çukobirlik Merkez Yağ Tesisleri, Marsa Margarin San. A. Ş., Antalya Yağ San. A. Ş., Emeksizler Nebati Yağ Fab., Ceyhan Yağ San. ve Tic. A. Ş., Akkent Yağ San. Koll. Şti.*

Tablo 1 : Ekstraksiyon pamuk tohumu küspelerinin besin madde miktarları ile serbest ve toplam gosipol düzeyleri, %.

Numune No :	Kuru Madde	Su	Ham Protein	Ham Yağ	Ham Selüloz	Ham Kül	Azotsuz Öz madde	Serbest Gosipol	Toplam Posipol
1	91.20	8.80	30.24	0.68	19.02	5.53	35.73	0.0650	0.530
2	91.00	9.00	30.20	0.87	16.89	4.77	38.18	0.0656	0.669
3	89.77	10.23	37.34	1.75	12.77	6.52	31.39	0.0536	0.500
4	90.69	9.31	27.97	0.72	20.16	5.60	36.24	0.0506	0.479
5	91.19	8.81	34.79	1.40	16.77	6.16	32.07	0.0756	0.581
6	91.85	8.15	38.57	1.71	13.37	5.92	32.28	0.0580	0.661
7	90.56	9.44	34.88	1.28	15.29	5.52	33.59	0.0396	0.534
8	89.06	10.94	33.31	1.66	14.52	6.10	33.47	0.0500	0.458
Ortalama : 90.67		9.34	33.41	1.26	16.10	5.77	34.12	0.0573	0.418

Tablo 2 : Ekspeller pamuk tohumu küspelerinin besin madde miktarları ile serbest ve toplam gosipol düzeyleri. %.

Numune No :	Kuru Madde	Su	Ham Protein	Ham Yağ	Ham Selüloz	Ham Kül	Azotsuz Öz madde	Serbest Gosipol	Toplam Posipol
1	95.28	4.72	40.64	6.79	12.95	5.88	29.02	0.0306	0.687
2	92.26	7.74	31.88	6.95	15.17	5.29	32.97	0.0256	0.589
3	95.49	4.51	39.82	8.32	13.63	6.60	27.12	0.0586	0.654
4	93.84	6.16	27.68	6.33	20.26	5.51	34.06	0.1160	0.571
5	92.58	7.42	33.06	5.52	15.50	5.77	32.73	0.0684	0.544
6	93.51	6.49	26.18	6.40	20.50	5.33	35.10	0.0712	0.642
7	92.47	7.53	22.13	7.41	27.10	5.05	30.78	0.0744	0.438
8	92.62	7.38	31.29	5.37	16.65	5.64	33.67	0.0544	0.604
9	92.60	7.40	26.80	6.77	23.00	5.00	31.03	0.0864	0.489
10	93.82	6.18	24.65	6.43	23.24	5.18	31.32	0.1160	0.571
11	92.26	7.74	22.66	6.47	16.66	4.90	41.57	0.0748	0.479
12	93.70	6.30	26.03	6.64	22.73	4.86	33.44	0.0566	0.508
Ortalama :	93.37	6.63	29.40	6.62	19.20	5.42	32.73	0.0694	0.565

Tartışma ve Sonuç

Bir yağlı tohum küspesinin özellikle kanatlı rasyonlarına ne miktarda katılabileceğine karar verebilmek için makro düzeyde ham protein ve ham selüloz değerleri incelenir. Bu çalışmada besin maddeleri yönünden analize tabii tutulan 8 adet ekstraksiyon pamuk küspesinde en düşük ve en yüksek ham protein miktarları sırasıyla %27.92 ve %38.57 olarak bulunmuştur (Tablo 1). Bu yöntemle elde edilen pamuk küspelerinde ortalama protein değeri ise %33.41'dir. Bu rakamlardan da anlaşılacağı gibi çeşitli fabrikalardan alınan küspelerde ham protein değerleri büyük farklılıklar göstermekte olup numunelerden 2'si hariç diğerleri standart değerlerin altında proteine sahiptirler. Ekspeller yöntemle elde edilen 12 değişik küspede de aynı şekilde ham protein değerleri %22.13 ile %40.64 arasında değişmektedir. Ortalama değer ise %29.40'dır (Tablo 2). Gerek ekspeller gerekse ekstraksiyon yöntemlerle elde edilen küspelerde ortalama ham protein miktarları yerli ve yabancı literatürlerde gösterilen değerlerden düşüktür (4, 14, 18, 20, 23). Bunun tersine olarak da selüloz miktarları genellikle yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada ekstraksiyon küspelerinde ortalama serbest ve total gosipol miktarları sırasıyla %0.0573 ve %0.418 olarak tesbit edilmiştir (Tablo 1). Bu değerler ekspeller küspelerde ise aynı sıraya göre %0.0694 ve %0.565 şeklindedir (Tablo 2). Bu değerlerden, ekspeller pamuk küspesine ait serbest gosipol değeri Smith (18)'in bulduğu değere (%0.03) göre daha yüksek, toplam gosipol miktarı ise aynı araştırmacının elde ettiği değerden (%0.96) daha düşüktür. Bu çalışmada ekstraksiyon küspeler için tesbit edilen serbest ve toplam gosipol miktarları Smith (18)'in bulduğu değerlerden (sırasıyla %0.24 ve %0.98) oldukça düşüktür. Watts (24), ekspeller küspelerde serbest gosipol miktarını %0.02 - 0.08, ekstraksiyon küspelerde ise %0.24 - 0.48 olarak tesbit etmiştir. Buna göre araştırmacının (24) ekspeller küspeler için bulduğu serbest gosipol değerleri ile bu araştırma sonuçlarının benzerlik gösterdiği kabul edilebilir. Ancak belirtilen literatürde (24) ekstraksiyon küspelerde tesbit edilen değerler bu çalışmaya ait değerlerden daha yüksektir. Diğer taraftan benzer bir karşılaştırma Tanksley (19)'in elde ettiği serbest gosipol sonuçları (ekspeller için %0.02, ekstraksiyon için %0.2) arasında da yapılabilmektedir. Ülkemizde bu konuda çok sınırlı sayıda yapılmış olan araştırmaların birinde Ege Bölgesinde üretilen küspelerde serbest gosipol tayinleri yapılmıştır (4). Bu çalışmada (4) ortalama serbest gosipol miktarı ekspeller küspelerde %0.032, ekstraksiyon küspelerde ise %0.076 şeklinde tesbit edilmiştir.

Yumurta tavuklarının en fazla 40 - 50 ppm düzeyindeki gosipole dayanabildikleri (21) dikkate alınır, bu çalışmada gosipol yönünden analiz edilen ekspeller küspelerden sadece ikisinin, ekstraksiyon küspelerden

ise üçünün tavuk rasyonlarında %10'a kadar, diğerlerinin ise daha az miktarlarda kullanılabileceği ileri sürülebilir.

Kaynaklar

- 1 — Adams, R., Morris, R. C., Geissman, T. A., Butterbaugh, D. J. and Kirkpatrick, E. C. (1938). J. Amer. Chem. Soc. 60, 2193. (Alınmıştır : Edwards, J. D. (1970). Synthesis of gossypol and gossypol derivatives. J. Am. Oil. Chem. Soc., 47: 441 - 442).
- 2 — Akkılıç, M. ve Sürmen, S. (1979). «Yem Maddeleri ve Hayvan Besleme Laboratuvar Kitabı.» A. Ü. Veteriner Fakültesi Yayınları, No: 357, A. Ü. Basımevi, Ankara.
- 3 — Baliga, B. P. and Lyman, C. M. (1957). Preliminary report on the nutritional significance of bound gossypol in cottonseed meal. J. Am. Oil. Chem. Soc., 34: 21 - 24.
- 4 — Bulgurlu, Ş. ve Ergül, M. (1970). Uygulanan üretim usulünün pamuk tohumu küspesindeki serbest gosipol miktarına etkisi üzerinde bir araştırma. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 7 (2) A: 51 - 63.
- 5 — Cater, C. M. and Lyman, C. M. (1969). Reaction of gossypol with amino acids and other amino compounds. J. Am. Oil. Chem. Soc., 46: 649 - 653.
- 6 — Edwards, J. D. (1970). Synthesis of gossypol and gossypol derivatives. J. Am. Oil. Chem. Soc., 47: 441 - 442.
- 7 — Fu - Kuangliu, S. Y. Jou and Jung, L. Y. (1981). A new method of detoxification of cottonseed by means of mixed solvent extraction. J. Am. Oil. Chem. Soc., 58: 93 - 96.
- 8 — Hollen, M. F., Wagh, R. K., Wise, C. H. and Smith, F. H. (1958). Cottonseed meals as the primary protein supplement in concentrate feeds for young calves. J. Dairy Sci., 41: 286 - 293.
- 9 — Jones, L. A. (1981). Nutritional values for cottonseed meal. Feed-stuffs, 53 (52): 19 - 21.
- 10 — Lindsey, T. O., Hawkins, G. E. and Guthrie, L. D. (1980). Physiological responses of lactating cows to gossypol from cottonseed meal rations. J. Dairy Sci., 63: 562 - 573.
- 11 — Loewenschuss, H. and Wakelyn, P. J. (1972). Occurrence of gossypol in dried bract of the cotton plant. J. Am. Oil. Chem. Soc., 49: 678 - 680.

- 12 — McDonald, P., Edwards, R. A. and Greenhalgh, J. F. D. (1981). «Animal nutrition» 3rd Ed. William Clowes. Limited. Beccles and London, England.
- 13 — Miravalle, R. J. (1972). The plant geneticist's contribution toward changing the lipid and amino acid composition of cottonseed. J. Am. Oil. Chem. Soc., 49: 24 - 26.
- 14 — Özgen, H. (1980). «Hayvan Besleme.» 262. A. Ü. Veteriner Fak. Yayınları. No: 364, Ankara.
- 15 — Packham, R. G., Royal, A. J. E. and Payne, C. G. (1973). Cottonseed meal in broiler diets. 1. The use of cottonseed meal as a replacement for soybean meal in broiler starter diets. Aust. J. Exp. Ag. Anim. Husb., 13: 649 - 655.
- 16 — Pandey, S. N. and Thejappa, N. (1975). Study on relationship between oil, protein and gossypol in cottonseed kernels. J. Am. Oil. Chem. Soc., 52: 312 - 314.
- 17 — Smith, F. H. (1972). Effect of gossypol bound to cottonseed protein on growth of weaning rat. Agr. and Food Chem., 20: 803.
- 18 — Smith, K. J. (1970). Nutrient composition of cotton seed meal. Feedstuffs, 42 (16): 19 - 20.
- 19 — Tanksley, T. D. (1970). Use of cottonseed meal in swine rations. Feedstuffs, 46 (16): 22 - 24.
- 20 — Tanksley, T. D. and Knabe, D. A. (1981). Use of Cottonseed meal in swine rations. Feedstuffs., 53 (52): 24 - 27.
- 21 — Waldroup, P. W. (1981). Cottonseed meal in poultry diets. Feedstuffs, 53 (52): 21 - 24.
- 22 — Waldroup, P. W. and Goodner, T. O. (1973). Tolerance levels of free gossypol in layer diets as influenced by iron=gossypol ratios. Poultry Sci., 52: 20 - 28.
- 23 — Waldroup, P. W., Goodner, T. O. and Sloan, D. R. (1970). Use of Cottonseed meal in diets for commercial egg production. Feedstuffs, 42 (16): 20 - 22.
- 24 — Watts, A. B. (1970). Use of cottonseed meal in rations for young chickens. Feedstuffs, 42 (16): 24, 50 - 51.