



# SOYA VE ÜRÜNLERİNDE FENOLİK BİLEŞİKLER VE BESLENMEYİ KISITLAYICI FAKTÖRLER

**Oğuz GÜRSOY, Ramazan GÖKÇE**

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çamlık/Denizli

Geliş Tarihi : 23.06.2000

## ÖZET

Protein bakımından zengin bir ürün olan soya fasulyesinin kullanım alanları hızla artmaktadır. Soya ve soya proteini ürünlerinin teknolojik açıdan çok iyi özellikleri olmasına rağmen, bazı istenmeyen renk ve koku karakteristikleri ile yapılarında bulunan beslenmeyi kısıtlayıcı faktörler kullanımını sınırlandırmaktadır. Bu derlemede, soya fasulyesi ve ürünlerindeki fenolik bileşikler ile beslenmeyi kısıtlayıcı faktörler ve bunların giderilmesi konusu üzerinde durulmuştur.

**Anahtar Kelimeler** : Soya fasulyesi, Fenolik bileşikler, Tripsin inhibitörü, Hemagglutinin

## PHENOLIC COMPOUNDS AND ANTINUTRITIONAL COMPONENTS IN SOYBEAN AND SOYBEAN PRODUCTS

### ABSTRACT

Soybean's rather rich about the protein and increasing of using place. Soybean and soy protein products have excellent technological properties, however, their utilization is still limited due to the presence of some undesirable color and flavor characteristics and antinutritional components. In this review, phenolic compounds of soybean and soybean products and antinutritional components and remove of these factors was discussed.

**Key Words** : Soybean, Phenolic compounds, Tripsin inhibitor, Hemagglutinin

## 1. GİRİŞ

Hayvansal gıdaların protein yapısına benzer yapıda protein içeren tek bitki olarak değerlendirilen ve bu özelliğiyle "kemiksiz et" olarak nitelendirilen soya fasulyesi, halen dünyada 1 milyar insanın en önemli protein kaynağıdır. Geleneksel olarak Uzak Doğu ülkelerinde yıllardan beri gıda maddesi olarak kullanılmakta ve büyük ölçüde halkın protein ihtiyacını karşılamaktadır. Avrupa ve Amerika'da ise 19. yüzyıla kadar hayvan yemi olarak kullanılan soyanın insan gıdası olarak diyetlerde kullanımı 1950'li yıllardan sonra yaygınlaşmıştır (Artık, 1985; Fenercioğlu, 1986; Yanık, 1994).

Soya Leguminosae takımının Papilionotea familyasından, kazık köklü bir kültür bitkisidir. Köklerinde havanın azotunu bağlayan azoto

bakterilerinin yerleştiği nodoziteler mevcuttur. Besleyici değeri oldukça yüksek olan soya tohumu yuvarlak ve uzunca olup sarı, siyah, kahverengi ve yeşil çeşitleri vardır. Dünyada Soybean, Sojabean, Chiangyiu, Çin bezelyesi veya Mançurya fasulyesi olarak tanınırken ülkemizde, soya, soya fasulyesi ve Çorum fasulyesi olarak bilinmektedir (Güney, 1985; Karacaoğlu, 1986; Bozkurt, 1988; Var, 1999).

Soyanın doğrudan gıda veya gıda bileşeni olarak kullanımı sahip olduğu bazı istenmeyen renk ve koku karakteristikleri ile antibesinsel faktörlerden dolayı sınırlıdır (Hou et al., 2000). Soya proteinlerinin arzu edilmeyen renk ve aroması; fenolik bileşikler başta olmak üzere, bazı alifatik karbonlar, uçucu yağ asitleri, aminler, esterler ve alkollerden kaynaklanmaktadır (How and Morr, 1982). Bunun yanı sıra karbonhidrat yapısı,

bileşiminde bulunan tripsin inhibitörleri, fitik asit ve tuzları ile diğer bazı bileşenler de antibesinsel faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır (Kınık, 1992; Shahidi and Nacz, 1995).

## 2. FENOLİK BİLEŞİKLER

Fenolik bileşikler son 30 yıl içinde üzerinde oldukça fazla çalışılmış ve yapıları daha iyi aydınlatılmıştır. Fenolik bileşikler temel yapılarında benzen halkası içeren maddelerdir. En basit fenolik madde hidroksibenzen olup başlıca fenolik maddeler; hidroksibenzoik asitler (quinik asit, gallik asit, 4-hidroksibenzoik asit vb.), hidroksisinamik asitler (kafeik asit, ferulik asit ve p-kumarik asit vb.) ve flavanoidlerdir. Fenolik bileşiklerin çeşitli gıdaların organoleptik özelliklerine olan olumsuz etkileri bazı literatürlerde özetlenmiştir (Cemeroğlu ve Acar, 1986; Liener, 1993; Gökmen, 1995; Shahidi and Nacz, 1995). Bununla beraber özellikle son yıllarda yapılan çalışmalarda soya fasulyesi ve işlenmiş soya ürünlerinde bulunan fenolik bileşiklerin osteoporoz, kalp hastalıkları ve çeşitli kanserlerin gelişimini engellediği çeşitli araştırmalarda gösterilmiştir (Messinai, 1995; Bourquin and Bennink, 1996; Artuk ve Murakami, 1997; Smith, 1997; Choi et al., 2000; Friedman and Jürgens, 2000; Kishida et al., 2000; Prestamo et al., 2000). Örneğin yapılan bir çalışmada kültürü hazırlanan insan kolon kanseri hücrelerinin gelişimi üzerinde soya fenolik bileşiklerinden genistein ve daidzeinin etkileri incelenmiştir. Deneylede HCT-116 ve HT-29 olmak üzere iki hücre hattı kullanılmış ve hücreler % 90 Mc Coy's 5A medyum bazlı ortamda kültüre alınmıştır. 1. deneyde 0'dan 80 M'a artan izoflavin konsantrasyonunun etkisi test edilmiştir. Yaklaşık 15 M genistein konsantrasyonu HCT-116 için, 50 M'da HT-29 için hücre gelişiminin % 50 inhibisyonuna sebep olmuştur. İkinci deneyde, izoflavinler hücre hatlarına tek ve kombinasyon halinde verilmiştir. Sonuçta, genistein ve daidzein ile hücre gelişimi inhibisyonunun arttığı görülmüştür. Üçüncü deneyde izoflavinlerin hücre hattının sürekli çoğalmasına karşın aralıklı etkisi (6 saat/gün) incelenmiştir. Hücre hattı için izoflavinlerin aralıklı verilmesi izoflavinlerin gelişmeyi inhibe edici etkisinin önemli derecede azalmasıyla sonuçlanmış ancak bu etkinin geçici olduğu bildirilmiştir (Bourquin and Bennink, 1996).

Soya fasulyesinin fenolik madde içeriği ile ilgili

olarak yapılan çalışmalarda; soya fasulyesi ununun 73.6 mg/100g fenolik madde içerdiği (Dobrowski and Sosulski, 1984), ticari soya unlarının ise % 48'inde 455 mg/100g toplam fenolik madde bulunduğu bildirilmiştir (Nacz et al., 1986). Konu ile ilgili diğer bir çalışmada da (Shahidi and Nacz, 1995) yağsız soya ununun etil alkol ile elde edilen ekstraktlarındaki fenolik asitlerden 7 tanesi tanımlanmış ve yağsız soya ezmelelerinde dominant fenolik bileşenin "syrinjik asit" olduğu bildirilmiştir. Diğer taraftan How and Morr (1982), HPLC tekniği kullanarak yağsız soya ezmelelerinde total fenolik fraksiyondaki 40 fenolik maddeyi izole etmişler, bunlardan 8 tanesini; gentisik, vanilik, klorojenik, syrinjik, orto ve para-kumarik, ferulik ve salisilik asit olarak tanımlamışlardır. Bunlar içerisinde o-kumarik, ferulik ve p-kumarik asit dominant olarak bulunmuştur. Aynı araştırmacılar, Supra 620 ve Cenpo-F soya fasulyesi izolatlarındaki temel fenolik asidin salisilik asit olduğunu bildirmişlerdir. Diğer bir çalışmada ise soya ununun, p-hidroksibenzoik, syrinjik, trans-p-kumarik, trans-ferulik ve trans-kafeik asitleri içerdiği bildirilmektedir (Shahidi and Nacz, 1995).

Soya fasulyesi izolatlarında fenolik fraksiyonun başlıca bileşenleri nötral fenolik bileşiklerdir. Yağsız soya fasulyesi ezmesi 2870 µg/g nötral fenolik bileşik (izoflavinler) içermektedir. Bunların yanında soya fasulyesi tohumunda daidzein ve genistein gibi 7-monoglikozitler bulunmaktadır. İzoflavinlerin baharat benzeri acı tatta ve ağız buruşturucu olduğu bildirilmektedir (Shahidi and Nacz, 1995). Bunun yanında genisteinin troid bezinin büyümesine ve troid tarafından salgılanan tiroksin aktivitesinin azalmasına yol açarak guatrojenik aktivite gösterdiği de bildirilmektedir (Monari, 1996). Soya fasulyesi ürünlerinde tanımlanan başlıca izoflavinler daidzein, glistein 7-β-o-glukozit ve genistein'dir. Soya fasulyesinin ısıtılması ile izoflavin glukozidler β-glukozidazlar ile glukon yapıda olmayan daidzein ve genisteine hidrolize olabilirler. Bunların soya fasulyelerinin ısıtılmaları sırasında gelişen ve soya sütlerinde arzu edilmeyen tat ve aromaya neden olduğu bildirilmektedir. Soya sütündeki miktarları soya fasulyesinin ısıtılma şartlarına bağlı olarak Tablo 1'de verildiği gibi değişim göstermektedir (Shahidi and Nacz, 1995). Yapılan bir çalışmada bu bileşiklerin meydana gelişinin etkili bir β glukozidaz inhibitörü olan Glukano Delta Lakton kullanımı ile engellenebileceği bildirilmektedir (Kınık, 1992).

Tablo 1. Islatılmış Yağsız Soya Ezmelelerinde Daidzein ve Genistein Miktarı (Kuru Maddede µg/g )

Islatma Şartları	Daidzein	Genistein
50°C'deki destile suda 6 saat	401± 99	355 ± 62
50°C'deki % 0.25 NaHCO <sub>3</sub> çözeltisinde 6 saat	362 ± 52	313 ± 64
Kaynayan % 0.25 NaHCO <sub>3</sub> çözeltisinde 30 dakika	18 ± 0.1	23 ± 09

Soya sütünden fenolik bileşiklerin ve istenmeyen fasulyemsi aromanın uzaklaştırılmasında aktif karbon kullanımının etkisiz olduğu belirlenmiş (Lee et al., 1990) olmasına rağmen daha sonra yapılan bir araştırmada (Shahidi and Nacz, 1995), soya proteini ürünlerinin renk ve aromalarını önemli ölçüde iyileştiren aktif karbon uygulamalarının izoflavinleri uzaklaştırmada etkili olduğu ortaya konulmuştur. Yine aynı şekilde soya fasulyesinin % 0.25'lik NaHCO<sub>3</sub> çözeltisinde kaynatılması β-glukozidaz deaktivasyonu nedeniyle daidzein ve genistein üretiminin azaltılması için etkili bir işlem olduğu gösterilmiştir (Shahidi and Nacz, 1995).

### 3. BESLENMEYİ KISITLAYICI FAKTÖRLER

#### 3. 1. Karbonhidrat Yapısı

Yağsız soya ununun alkol ekstraktlarında sakkaroz, rafinoz, stakiyoz, fruktoz, galaktoz, ramnoz, arabinoz ve glukuronik asit gibi birçok karbonhidratın bulunduğu bildirilmektedir. Soya fasulyesinin yapısında yaklaşık olarak % 10 oranında bulunan suda çözünebilir karbonhidratların % 5'ini sakkaroz, % 1'ini rafinoz ve % 4'ünü stakiyoz oluşturmaktadır (Anon., 1984). Adı geçen şekerlerden stakiyoz diğer şekerlerden farklı olarak ince bağırsakta parçalanmamaktadır. Doğrudan kalın bağırsağa geçen bu şeker buradaki bakteriler tarafından parçalanarak özellikle hidrojen, metan veya karbondioksit oluşturulmaktadır. Bu esnada bulantı, mide krampı ve diyare gibi birtakım sindirim sistemi rahatsızlıkları da meydana gelebilmektedir (Fenercioğlu, 1986; Var, 1999). Bu durum soya ve ürünlerinin direkt veya çeşitli gıdalarda ve yüksek oranlarda kullanımını kısıtlamaktadır (Kınık, 1992).

Bilindiği gibi soya sütü, soya fasulyesinden su ekstraksiyonu ile üretilen ve besleyici nitelikleri üstün olan bir gıda maddesidir (Artık, 1989; Yanık, 1994). Soya sütü sade, aromalı, kondanse ve rekonstitüe soya sütü olmak üzere değişik şekillerde sınıflandırılmaktadır. Aromalı soya sütü çeşitleri (kakaolu, kahveli, çikolata, çilek aromalı, kayısı aromalı vb.) Hong Kong, Tayvan ve Japonya gibi ülkelerde ve hatta son yıllarda batılı ülkelerde marketlerde ticari olarak farklı isimlerle satılmaktadır (Chen, 1981; Wang, 1986; Matsuura et al., 1989; Gürsoy ve ark., 1999). Soya sütü üretiminde oligosakkaritlerin mümkün olduğunca yıkımlanması için çeşitli yöntemler önerilmektedir. Örneğin Chen (1981), soya sütüne α-galaktozidaz ilave edilerek 50 °C'de 3 saat inkübe edilmesi, ardından karışımın 10 dakika kaynatılarak enzimin inaktif hale getirilmesi ile oligosakkaritlerin büyük oranda yıkımlandığını ve uygulanan işlemin aroma değişikliğine yol açmadığını bildirmektedir. Soya fasulyesi ve soya sütünden çok sayıda fermente ürünler de üretilmektedir.

Soya fasulyesinin yapısında bulunan ve tüketimi kısıtlayıcı faktör olan oligosakkaritlerin etkilerinin azaltılmasında önerilen diğer bir yöntem, fermentasyonda uygun enzim aktivitesine sahip mikroorganizma suşlarının kullanımınıdır. α-galaktozidaz, rafinoz, ve stakiyoz'un yapısında bulunan α-D-galaktozidik bağları parçalamaktadır. Bu enzim birçok küf, maya ve bitki ile az sayıda bakteri (*Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*) tarafından üretilmektedir. Fermente ürün üretiminde çeşitli laktik asit bakterilerinin mellebiyoz, sakkaroz, rafinoz ve stakiyoz şekerlerini parçalama oranları ve bu bakterilerin optimum α-galaktozidaz aktivitesi gösterdiği pH ve sıcaklık aralıkları Tablo 2 ve Tablo 3'te verilmiştir (Mital et al., 1973).

Tablo 2. Bazı Laktik Asit Bakterilerinin Çeşitli Karbonhidratları Parçalama Oranları

Bakteri Türü	Karbonhidratlar (μmol/mg Mikroorganizma × saat)			
	Mellebiyoz	Sükroz	Rafinoz	Stakiyoz
<i>Lactobacillus cellobiosis</i>	2.34	11.11	0.90	0.21
<i>Lactobacillus brevis</i>	4.60	-	0.19	0.24
<i>Lactobacillus buchneri</i>	6.50	2.30	1.20	0.29
<i>Lactobacillus fermenti</i>	12.70	-	0.64	0.75
<i>Lactobacillus salivarius</i> subsp. <i>salivarius</i>	10.60	2.00	0.90	0.48

Tablo 3. Bazı Laktik Asit Bakterilerinin Optimum α-Galaktozidaz Aktivitesi Gösterdiği pH ve Sıcaklık Aralıkları

Bakteri Türü	Optimum pH Değeri	Optimum Sıcaklık (°C)
<i>Lactobacillus cellobiosis</i>	5.4-5.7	38-41
<i>Lactobacillus buchneri</i>	5.2-5.5	38-41
<i>Lactobacillus brevis</i>	5.6-5.9	38-42
<i>Lactobacillus fermenti</i>	5.5-5.8	48-51
<i>Lactobacillus salivarius</i> subsp. <i>Salivarius</i>	5.4-5.8	40-44

Soya sütü üretimi sırasında uygulanan ıslatma işleminin de ıslatma şartlarına bağlı olarak soya fasulyesinde bulunan oligosakkaritleri çeşitli oranlarda azalttığı bildirilmektedir. Soya fasulyesinin 25 °C sıcaklıkta farklı sürelerde ıslatılmasıyla fruktoz, sakaroz, rafinoz ve stakiyozda meydana gelen azalma oranları Tablo 4'te verilmiştir (Wang, 1986). Yine su ile 1:10 oranında ıslatılan

soya fasulyelerinin çeşitli sürelerde kaynatılması ile fasulyedeki oligosakkaritlerin % 33-59 oranında azaldığı, ayrıca soya fasulyelerinin sulu ekstraktlarından oligosakkaritlerin ultrafiltrasyon tekniği ile % 96 oranında elimine edilebileceği bildirilmektedir (Omosaiye et all., 1978; Wang, 1986; Artık, 1987; Artık, 1989).

Tablo 4. 25 °C Sıcaklıkta Farklı Sürelerle ıslatılan Soya Fasulyesinde Şekerlerin Azalma Oranları (g/100g)

Şeker	Islatma Süresi (saat)			
	2	6	12	18
Azalış (%)				
Fruktoz	7.7	11.5	23.1	26.9
Sakkaroz	1.5	13.4	25.4	41.8
Rafinoz	0	8.3	33.3	47.5
Stakiyoz	0	11.8	20.6	32.4

Tüm bunların yanısıra, soya fasulyesinin yapısında doğal olarak bulunan enzimlerin aktivitelerinin maksimuma çıkarılması, ıslatma ve çimlendirme işlemlerinin kombine olarak uygulanması ve ikinci kez ıslatma işleminin soya fasulyesindeki oligosakkaritleri çeşitli oranlarda azalttığı bildirilmektedir (Kınık, 1992). Yine Miso (soya salçası) ve Tempeh gibi fermente soya ürünlerinde fermentasyon sırasında protein, yağ gibi besin öğelerinin yanısıra karbonhidratların da mikroorganizmalar tarafından parçalanması sonucu bu ürünlerin sindirimini kolaylaştığı bildirilmektedir (Ayhan ve ark., 1991).

### 3. 2. Tripsin İnhibitörleri ve Hemagglutininer

Yenilebilir baklagiller içerisinde bulunan tripsin inhibitörleri ve hemagglutininer oldukça önemlidir (Wang, 1986). Soya fasulyesinde de pankreasın salgıladığı tripsin enzimini etkisiz hale getiren 5 veya daha fazla tripsin inhibitörü bulunduğu bildirilmektedir (Matrai et all., 1996; Monari, 1996). Söz konusu inhibitörlerden sadece iki tanesi saflaştırılıp üzerinde detaylı çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan Kunitz (% 1.4), 20.083 dalton molekül ağırlığında, 181 aminoasitten oluşan ve iki disülfid bağı içeren inhibitör olup, tripsinin 63-64. aminoasit (arginin-izolösin) bağı üzerine etkilidir. Bowman-Birk (% 0.6) ise, 7848 dalton molekül ağırlığında, 71 aminoasit ve 7 disülfid bağından oluşan ve tripsinin serin-lisin ve kimotripsinin lösin-serin bölgelerine etkili bir inhibitördür (Sessa and Nelsen, 1991; Monari, 1996). Bu iki inhibitörün fare ve civcivlerin pankreaslarında aşırı büyümeye (hypertrophy) sebep olduğu belirlenmiş olmasına rağmen, aynı etki domuz ve buzağı pankreaslarında tespit edilememiştir. Tripsin inhibitörleri nemli sıcaklık ile büyük oranda inaktive edildiklerinden, bunları içeren hayvan yemi ve gıdaların tüketilmesi

ile ciddi problemlerle karşılaşmamaktadır (Chen, 1981).

Soya ve ürünlerindeki tripsin inhibitörlerinin tüketilmeden önce parçalanarak etkisiz hale getirilmesi gerekmektedir. Tripsin inhibitörlerinin inaktivasyon oran ve derecesi üzerinde; ıslatma süresi ve şartları, sıcaklık, nem içeriği ve partikül büyüklüğü gibi faktörler etkilidir (Chen, 1981). Tripsin inhibitörlerinin inaktif hale getirilmesinde en çok uygulanan yöntem, esansiyel aminoasit ve lisin kayıplarının en düşük seviyede olduğu 100 °C'de 14-30 dakikalık veya 110 °C'de 8-22 dakikalık nemli ortamda ısıtma işlemidir (Chen, 1985).

Konu ile ilgili olarak, soya fasulyesi proteaz inhibitörlerinin kimyasal inaktivasyonu konusunda yapılan bir çalışmada, soya fasulyesi unu farklı konsantrasyondaki Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CuSO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+CuSO<sub>4</sub> çözeltileri ile değişik süre ve sıcaklıklarda muamele edilmiştir. Çalışma sonunda Bowman-Birk İnhibitörünün (BBI) % 98 ve Kunitz Tripsin İnhibitörünün (KTI) de % 95 oranında inaktive edilebildiği tespit edilmiştir (Sessa and Nelsen, 1991).

Tavşan ve sıçanlarda yapılan invitro çalışmalarda soya fasulyesinin içerdiği en az 4 proteinin kırmızı kan hücrelerini aglutine etme yeteneğinde olduğu bulunmuş ve bunların hemagglutininer olduğu bildirilmiştir. Yağı alınmış soya unu %3 hemagglutininer içermektedir (Monari, 1996). Ancak bu durum, soya ve ürünleri tüketildiğinde diğer bir ifade ile hemagglutininer sindirildiğinde, kırmızı kan hücrelerinde aglutinasyon meydana geleceği anlamına gelmemektedir. Zira hemagglutininer pepsin enzimi ile kolaylıkla inaktive olduklarından midede etkisiz hale gelebilmektedirler. Bundan dolayı, ısıtma işlemi maruz bırakılarak üretilen soya

ürünlerinde hemagglutininden kaynaklanan bir problem bildirilmemiştir (Chen, 1981).

Gerek hemagglutininer ve gerekse lektinler, bağırsak mukozasının hücreleri ile bağlanarak besin öğelerinin emilme düzeyini azaltmaktadır. Bununla beraber bu faktörlerin etkilerinin ham soyanın besin değeri üzerindeki etkisinin proteaz inhibitörleri kadar olmadığı bildirilmektedir (Monari, 1996).

Wang (1986), soya fasulyesinin su ile ıslatılması sonucunda tripsin inhibitörü ve hemagglutinin faktörlerinin su ile uzaklaştığını tespit etmiştir. Ancak aynı çalışmada, tripsin inhibitörünün uzaklaşan miktarının önemsiz olmasına rağmen, 25 °C'de 18 saat ıslatılan soya fasulyelerinde hemagglutinin aktivitesinin % 25 azaldığı bildirilmiştir. Bunun yanında ıslatma işlemi bu iki faktörün ısı ile inaktivasyonunu kolaylaştırabilmektedir. Yine fasulyelerin bütün toksik bileşenlerinin yıkılınması ve inaktive edilmesi için ısı işleminden önce mutlaka ıslatma işleminin yapılması gerektiği vurgulanmaktadır (Lo et al., 1968; Wang, 1986; Chen, 1987).

Fenercioğlu (1986) ve Ergen (2000), soya küspesine uygulanan ısıtma (toasting) işlemi ile kolayca parçalanarak tripsin inhibitörünün, soya ununun katıldığı gıdaların pişirilmesi sırasında da parçalanarak etkisini kaybettiğini ve bu etkinin kaybolmasının ancak ürünün üreaz aktivitesinin ölçülmesiyle belirlenebildiğini bildirmektedirler. Yenilebilir yağsız soya ununda tripsin inhibitörlerinin bulunmaması ve üreaz aktivitesinin de 0.2 den küçük olması öngörülmektedir.

### 3. 3. Saponinler ve Allerjenik Faktörler

Saponinler soyada nispeten düşük düzeyde bulunan (yaklaşık % 0.5) glikozitlerdir. Bunların genelde acı tatları vardır ve kırmızı kan hücrelerini hemoliz ederler. Diğer taraftan, beslenmeyi kısıtlayıcı etkileri ise bir hayli düşük düzeydedir (Monari, 1996).

Piştirilmiş soyanın insanlarda ve özellikle tavuklarda allerjik reaksiyonları teşvik ettiği bilinmektedir. Bununla beraber kan dolaşımını hızlandırıcı etkilerinin de olduğu ve bu faktörlerin hayvanlar üzerinde olumsuz etki yaptığına dair kanıtlar henüz kesin değildir. Ancak, süttten yeni kesilmiş buzağılarda bu durumun istisna olabileceği bildirilmektedir (Monari, 1996).

### 3. 4. Fitik Asit ve Tuzları

Soya fasulyesinde bulunan beslenmeyi kısıtlayıcı faktörlerden birisi de altı fosfat radikali içeren, siklik bir madde olan fitik asit ve tuzlarıdır. Yenilebilir

baklagillerde fitatların fizyolojik önemi; demir, bakır, kalsiyum ve çinko gibi iki veya üç değerli metal iyonları ile suda zor çözünen kompleks bileşikler oluşturarak bunların vücut tarafından emilimini güçleştirmeleri ve böylece bu elementlerin yetersizliğine yol açmalarından kaynaklanmaktadır. Ancak ham baklagiller ve dolayısıyla soya fasulyesi tanelerinde fitat yada fitik asit miktarı pH 5.2'de, 35-55 °C'de, 20-48 saat ıslatılarak azaltılabilmektedir. Ayrıca, danenin içerdiği doğal fitaz enziminden yararlanılarak % 6'lık soya protein konsantratinin fitat içeriğinin minimize edilebileceği de belirtilmektedir. Soya fasulyelerinde bulunan fitatların eliminasyonu için, fitaz aktivitesine sahip mikroorganizmalarla fermentasyon (*Rhizopus oligosporus*, *Aspergillus ficcum*, *Leuconostoc mesenteroides* vb.) ve iyon değiştirme tekniği gibi yöntemler de önerilmektedir (Kınık, 1992).

### 3. 5. Diğer Faktörler

Yukarıda sıralanan faktörlerin dışında soya ve ürünlerinin tüketimini kısıtlayıcı başlıca faktör fasulyemsi tat ve aromadır. Uzak Doğuda ve özellikle Çin ve Japonya'da soya ve ürünlerinin doğal tat ve aroması beğenilmekte iken, batılı ülkelerde söz konusu doğal tat ve aroma fazla beğenilmemektedir (Chen, 1981; Chen, 1987; Matsuura et al., 1989; Che Man et al., 1991). Ancak yapılan çalışmalarla beğenilmeyen fasulyemsi tat ve aromanın değişik yöntemlerle elimine edilmesi bu ürünlerin batılı ülkelerdeki tüketimini arttırmıştır. Soya fasulyesinin bünyesinde doğal olarak bulunan lipoksidaz enziminin soya fasulyesinde arzu edilmeyen fasulyemsi tat ve aromaya neden olduğu bilinmektedir. Bu istenmeyen aromanın, soya lipoksidazının linoleik ve linolenik asidin "cis-cis 1.4" formunun "1.3 cis-trans" formuna oksidasyonu sonucu meydana gelen hidroperoksidazın daha sonra fasulyemsi aromaya sebep olan bileşiklere dönüşümünden kaynaklandığı tespit edilmiştir. Bununla beraber, soya fasulyesi lipoksidazının pH 3'ün altında veya pH 10'un üstündeki ıslatma şartlarında, 80-100 °C arasında 10 dakika süre ile uygulanan ısı işlemi ve soya fasulyesine uygulanacak haşlama sonucu tamamen ortadan kaldırılabilirliği bildirilmektedir (Wilkins et al., 1967; Wilson, 1984; Che Man et al., 1991).

Soya sütlerindeki fasulyemsi aromanın giderilmesi ile ilgili olarak; sıcak parçalama, alkali ve seyreltik asit solüsyonlarında ıslatma, açık pişirme, uçucu aroma bileşenlerinin uzaklaştırıldığı vakum deodorizasyon, enzimatik fermentasyon, soya sütü üretiminde soya protein izolatu veya konsantratu kullanma, aroma maddesi kullanımı, kabuk soyma ve ısı işlemi gibi birçok yöntemin kullanılabileceği çeşitli kaynaklarda bildirilmektedir (Wilkins et al., 1967; Chen, 1981; Chen, 1987).

#### 4. SONUÇ

Soya ve ürünlerinde çeşitli olumsuz etkileri bulunan fenolik bileşenler ile uygun olmayan karbonhidrat yapısı, tripsin inhibitörleri ve hemagglutininer, fitik asit ve tuzları ile istenmeyen tat ve aroma gibi birtakım faktörler bulunmaktadır. Adı geçen faktörler soya ürünlerinin üretimi sırasındaki çeşitli aşamalarda uygulanan bazı işlemler ile elimine edilebilmektedir. Dolayısıyla ülkemizde ve diğer batılı ülkelerde soya fasulyesi ürünlerinin tüketiminde başlıca kısıtlayıcı faktör olan fasulyemsi tat ve aroma başta olmak üzere, diğer faktörlerin de yukarıda bahsedilen metotlarla elimine edilmesi gerekmektedir. Bunun yanında, yapılacak yeni çalışmalarla antibesinsel faktörlerin eliminasyonunu sağlayacak basit ve pratik metotların geliştirilmesi de gerekmektedir. Yapılacak bu çalışmalar, ekonomik olduğu kadar diyetetik ve terapötik açıdan da bir takım avantajlara sahip soya fasulyesi ve ürünlerinin tüketimini arttıracaktır.

#### 5. KAYNAKLAR

Anonmyous, 1984. Soymilk in Brief. A Case That Makes Sense. STS Soya Technology Systems Ltd. 11 Dhoby Ghaut 11-06 Cathay Building Singapore, 0922.

Artık, N. 1985. Soya Fasulyesinden Konsantre Protein Üretimi ve Soya Ürünlerinin Bileşim Unsurları. Gıda 10 (5), 293-310.

Artık, N. 1987. Türkiye’de Yetiştirilen Bazı Soya Varyetelerinden Soya Peyniri (Tofu) Üretimi Üzerinde Araştırmalar. Gıda 12 (5), 313-322.

Artık, N. 1989. Türkiye’de Yetiştirilen Bazı Soya Varyetelerinden Elde Edilen Soya Sütlerinin Amino Asit Profiline Belirlenmesi. Gıda 14 (6), 381-384.

Artık, N. ve Murakami, H. 1997. Türk Elma Suyu Konsantrelerinin Fenolik Madde ve Procyanidin Bileşiminin HPLC ile Belirlenmesi. Gıda 22 (5), 327-335.

Ayhan, K., Artık, N. ve Gürgün, V. 1991. Fermente Bir Soya Ürünü “Miso”. Gıda 16 (6), 397-400.

Bourquin, L. D. and Bennink, M. R. 1996. Different Effects of Genistein and Daidzein on Growth of Human Colon Cancer Cell Lines. **Second International Symposium on the Role of Soy In Preventing and Treating Chronic Disease**. Poster Abstracts, September 15-18, Brussels, Belgium.

Bozkurt, S. 1988. “Soya Tarımı ve Sorunlar (I)”. **Soya Sempozyumu** 8 Kasım 1988 Adana.

Cemeroğlu, B. ve Acar, J. 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Tek. Derneği Yay. No: 6, Ankara, 508s.

Che Man, Y. B., Wei, L. S., Nelson, A. I., Yamashita, N. 1991. Effects of Soaking in Dilute Acids on Biologically Active Components. JAOCS 68 (7), 471-473.

Chen, S. 1981. Nutrition & Production of Soymilk. Food Industries, 13 (4), 5-14.

Chen, S. 1985. Principles of Soymilk Production. American Soybean Association. P. O. Box 3512. Taipei, Taiwan.

Chen, S. 1987. Soymilk Without Beany Flavor. Food Manufacture 3 (2), 31-32.

Choi, Y. S., Lee, B.H., Kim, J.H. and Kim, N. S. 2000. Concentration of Phytoestrogens in Soybeans and Soybean Products in Korea. J. Sci. Food Agric. (80), 1709-1712.

Dobrowski, K. and Sosulski, F. 1984. Composition of Free and Hydrolyzable Phenolic Acids In Defatted Flours of Ten Oilseeds. J. Agric. Food Chem. (32), 128.

Ergen, A. 2000. Yemlerde Bulunabilecek Zararlı Maddeler. Tarım ve Köy (135), 19-21.

Fenercioğlu, H. 1986. Soya Fasulyesinin Gıda Sanayiindeki Yeri ve Gelecekteki Önemi. **Gıda Sanayiinin Sorunları ve Serbest Bölgelerin Gıda Sanayiine Beklenen Etkileri Sempozyumu** Bildiriler Kitabı, 15-17 Ekim, 335-344, Adana.

Friedman, M. and Jürgens, H. S. 2000. Effect on pH on the Stability of Plant Phenolic Compounds. J. Agric. Food Chem. (48), 2101-2110.

Gökmen, C. 1995. Improvement of Quality Parameters of A Yogurt-Like Soybean Product, Sogurt. A Master’s Thesis. In “Food Engineering Middle East Technical University”, Ankara, 60s.

Güney, E. 1985. Soya Ürünleri ve Üretim Teknolojisi. Seminer. Ege Üniv. Zir. Fak. Tarım Ür. Tek. Böl., Bornova, İzmir.

Gürsoy, O., Gökçe, R., Kınık, Ö. 1999. Beslenmede Yeni Yaklaşımlar: Soya Sütü ve Ürünleri. Pamukkale Üniversite Mühendislik Bilimleri Dergisi, 5 (2-3), 1123-1130.

Hou, J. W., Yu, R. C. and Chou, C. C. 2000. Changes in Some Components of Soymilk During Fermentation With Bifidobacteria. Food Research International (33), 393-397.

How, J. S. L. and Morr, C. V. 1982. Removal of Phenolic Compounds From Soy Protein Extracts Using Activated Carbon. J. Food Sci. 47: 933.

- Karacaoğlu, M. 1986. Soya. Ekonominin Sarı Altını. Maya Matbaacılık Yayıncılık Ltd. Şti., Ankara. 181 s.
- Kımk, Ö. 1992. Bazı Süt Mamullerinin Üretiminde Soya Sütünden Yararlanma Olanakları Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi. Ege Üniv. Fen Bil. Enst. Süt Tek. A.B.D., Bornova, İzmir.
- Kishida, T., Nashiki, K., Izumi, T. and Ebihara, K. 2000. Soy Isoflavonoid Aglycons Genistein and Daidzein Do Not Increase the Cytocrome P-450 Content of the Liver Microsomes of Mice. *J. Agric. Food Chem.* (48), 3872-3875.
- Lee, S-Y., Morr, C.V., Seo, A. 1990. Comparison of Milk-Based and Soymilk-Based Yogurt. *J. Food Sci.* 55 (2), 532-536.
- Liener, I. E. 1993. Implications of Antinutritional Components in Soybeans. *Food Sci. and Nutrition* 34 (1), 31-67
- Lo, W. Y., Steinkraus, K. H., Hand, D. B., Hackler, L. R. and Wilkens, W. F. 1968. Soaking Soybeans before Extraction as it Affects Chemical Composition and Yield of Soymilk. *Food Technol.* 22 (138), 1188-1190.
- Matrai, T., Kokai, S., Salamon, I., 1996. Tam Yağlı Soya Küşesi ile Yem Karışımlarında Antitriptik Aktivite (TIA) Belirlemek İçin Basit Agar-Kolonu Yöntemi. **2. Uluslar arası Tam Yağlı Soya Konferansı** Bildiriler Kitabı, 8-12s, 21-24 Ağustos 1996, Budapeşte, Macaristan.
- Matsuura, M., Obata, A., Fukushima, D. 1989. Objectionable Flavor of Soy Milk Developed During the Soaking of Soybeans and Its Control. *J. Food Sci.* 54 (3), 602-605.
- Messinai, M. 1995. Modern Applications For an Ancient Bean; Soybeans and the Prevention and Treatment of Chronic Disease. *J. Nutr.* (125), 567-569.
- Mital, B. K., Shallenberger, R. S. and Steinkraus, K. H. 1973.  $\alpha$ -Galactosidase Activity of Lactobacilli. *Applied Microbiol.* 26 (5), 783-788.
- Monari, S. 1996. Tam Yağlı Soya El Kitabı (Çeviren: Dilek Öney). Published ASA and USB, 34 s, İzmir.
- Naczki, M., Diosady, L. L. and Rubin, L. J. 1986. The Phytate and Complex Phenol Content of Meals Produced By Alkanol-Ammonia/Hexane Extraction of Canola. *Lebensm.-Wiss. u. Technol.* 19:13.
- Omosaiye, O., Cheryan, M. and Matthewra, M. E. 1978. Removal of Oligosaccharides from Soybean Water Extracts by Ultrafiltration. *J. Food Sci.* (43), 354-360.
- Prestamo, G., Lesmes, M., Otero, L. and Arroyo, G. 2000. Soybean Vegetable Protein (Tofu) Preserved With High Pressure. *J. Agric. Food Chem.* (48), 2943-2947.
- Sessa, D. J. and Nelsen, T. C. 1991. Chemical Inactivation of Soybean Protease Inhibitors. *JAOCs.* 68 (7), 463-470.
- Shahidi, F. and Naczki, M. 1995. Food Phenolics. Sources, Chemistry, Effects, Applications. Technomic Publishing Companies Inc., 851 New Holland Avenue, Box 3535, Lancaster, Pennsylvania, 17604, USA, 331p.
- Smith, B. 1997. Soyfoods Protect From Heart Disease. **Second Annual Soyfoods Symposium Proceeding**, 11-12 November 1997, Kentucky, USA.
- Var, I. 1999. Soya Fasulyesinin Gıda Endüstrisinde ve Beslenmedeki Yeri ve Değeri. *Gıda Bilimi ve Teknolojisi.* 3 (4), 74-88.
- Wang, H. L. 1986. Production of Soymilk and Tofu. *French Soy Food Industry.* March 12-15, Paris, France.
- Wilkens, W.F., Mattick, L.R. and Hand, D.B. 1967. Effect of Processing Method on Oxidative Off-Flavors of Soybean Milk. *Food Technol.* 21 (86), 1630-1633.
- Wilson, J. C. 1984. The Manufacture of Soymilk Which is not Contaminated With Undesirable "Beany Flavor", Resulting From Enzyme Induced Oxidation of the Fats. **The Singapore Institute of Food Science & Technology Symposium**, 14-15 June, Hyatt Hotel, Sin
- Yanık, H. 1994. Çeşitli Sütlerden Yapılan Peynir Üretiminde Soya Sütünden Yararlanma Olanakları Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Gıda Bilimi ve Tek. Anabilim Dalı, Adana, 85 s.