



TAM TANE BAKLAGİL UNLARININ KİMYASAL, FONKSİYONEL VE REOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Seçil Türksoy*

Hitit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Çorum, Türkiye

Geliş / Received: 17.08.2017; Kabul / Accepted: 28.11.2017; Online baskı / Published online: 27.12.2017

Türksoy, S. (2018). Tam tane baklagil unlarının kimyasal, fonksiyonel ve reolojik özelliklerinin belirlenmesi. *GIDA* (2018) 43 (1): 78-89 doi: 10.15237/gida.GD17078

ÖZ

Zengin bir protein kaynağı olmaları sebebiyle günlük beslenmede önemli bir rol oynayan baklagiller besinsel lifler, dirençli nişasta, vitamin ve mineraller ile bazı fitokimyasallar gibi pek çok bileşiği de önemli oranda içermektedir. Bu çalışmada, Çorum İl'inde yetiştirilen baklagillerden (nohut, fasulye, bezelye, kırmızı ve yeşil mercimek) elde edilen unların kimyasal (rutubet, kül), besinsel (protein, yağ, nişasta, lif) ve antibesinsel (fitik asit) bileşimleri ile termal (Rapid Visco Analyser, RVA) özellikleri saptanmıştır. Ayrıca baklagillerin öğütülmesi ile elde edilen unlar belirli oranlarda (% 10, 15 ve 20) buğday ununa ilave edilerek elde edilen hamurların reolojik özellikleri belirlenmiştir. Baklagil unlarının toplam fitik asit miktarları 5.95 ile 11.77 mg/g değerleri arasında değişirken, toplam besinsel lif içerikleri ise %14.2 ile %24.4 değerleri arasında saptanmıştır. Farklı baklagil unlarının jelatinizasyon sıcaklıkları 63.7 °C (nohut) ile 78.6 °C (fasulye) arasında değişmiştir. Farinogram parametreleri incelendiğinde, baklagil unlarının maksimum % 15 oranında buğday ununa katılmasının reolojik özellikler bakımından optimum olduğu sonucuna varılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Baklagil, besinsel lif, fitik asit, çirilenme özellikleri, reoloji

DETERMINATION OF CHEMICAL, FUNCTIONAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF WHOLE LEGUME FLOURS

ABSTRACT

Legumes that play an important role in daily nutrition due to being a rich protein source contain many important components such as resistant starch, vitamins, minerals and some phytochemicals besides dietary fibers which are important for health and have high biological activity. Within the scope of this study, chemical (moisture, ash), nutritional (protein, lipid, starch and dietary fiber) and antinutritional (phytic acid) compositions and thermal (RVA, Rapid Visco Analyzer) properties of the legume (chickpea, bean, pea, red lentil and green lentil) flours were determined. Furthermore, the legume flours were added to wheat flour with different ratios (10, 15 and 20%) and the rheological properties of the doughs were investigated. Total phytic acid and total dietary fiber contents of whole legume flours changed between 5.95 - 11.77 mg/g and 14.2 - 24.4%, respectively. The results showed that the gelatinization temperatures of different whole legume flours varied from minimum 63.7 °C with chickpea to maximum 78.6 °C for bean. According to the rheological parameters, the optimum addition level for whole legume flours into the wheat flour was 15%.

Keywords: Legume, dietary fiber, phytic acid, pasting properties, rheology.

* Yazışmalarda sorumlu yazar / Corresponding author

✉ secilturksoy@hitit.edu.tr,

☎ (+90) 364 227 4533 / 1220

☎ (+90) 364 227 4535

GİRİŞ

Günümüzde olumsuz yönde değişen beslenme koşullarına bağlı olarak başta sindirim sistemi hastalıkları olmak üzere, kardiyovasküler hastalıklar, obezite, diyabet, kolesterol, hipertansiyon ve çeşitli kanser türlerinin görülme sıklığı giderek yükselen bir grafik çizmektedir. Bu durum, sağlıklı ve fonksiyonel özellikteki yeni çeşitlerin üretilmesine yönelik taleplerin giderek artmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla günlük beslenmemizin vazgeçilmez bir parçası olan ekmek, makarna vb fırın ürünlerine fonksiyonellik katacak yeni bileşenlerin formülasyona dahil edilmesi yönündeki yeni araştırmalara gereksinim duyulmaktadır. Buğday, ekmek üretiminde en yaygın olarak kullanılan tahıllardan biri olmakla birlikte; rafine buğday unu ile hazırlanan ekmekler özellikle protein, besinsel lif vb besleyici özellikleri bakımından oldukça yetersizdir.

Baklagiller zengin protein, karbonhidrat (nişasta ve besinsel lif), vitamin ve mineral madde içeriklerinden dolayı dünyada en önemli gıda grupları arasında yer almaktadırlar. Bileşimlerinde az miktarda yağ bulunmakla birlikte, kolesterol içermeyen baklagiller ayrıca düşük glisemik indeksli gıdalar olarak tanımlanmaktadırlar. Bu özellikleri nedeniyle baklagillerin diyabet hastalığının beslenme yolu ile tedavisinde şeker ve lipid metabolizmasının sağlıklı işleyişi üzerinde de oldukça önemli etkileri bulunmaktadır. Baklagillerin besleyici faydalarının bileşimlerdeki besinsel lif ve düşük sindirilebilirlikteki nişastaya bağlı olduğu bildirilmektedir (Chung vd., 2008). Önemli besin grupları bakımından zengin kimyasal kompozisyonlarına bağlı olarak baklagillerin obezite, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, bazı kanser türleri ile iskelet sağlığı üzerinde önemli koruyucu ve tedavi edici etkileri bulunmaktadır (Tharanathan ve Mahadevamma, 2003; Hera vd., 2012). Baklagiller, dengeli aminoasit bileşimleri ve beslenme üzerine faydalı etkileri nedeniyle fırın ürünlerinin besleyici özelliklerinin geliştirilmesinde de ideal bir bileşen olarak dikkat çekmektedirler. Tahıl bazlı gıda formülasyonlarına baklagillerin ilave edilmesi, tüketim miktarlarının artırılması için iyi bir uygulama alanı oluşturmaktadır. Tahıl proteinleri ile kıyaslandığında baklagillerin esansiyel

aminoasitler bakımından daha dengeli bir bileşim içermeleri (lisin miktarı yüksek, kükürtlü aminoasit miktarı düşük) tahıl ve baklagillerin birlikte kullanımlarındaki önemi daha da arttırmaktadır (Eggum ve Beame, 1983; Livingstone vd., 1993; Iqbal vd., 2006).

Son 30 yıllık dönemde, baklagil unlarının belirli oranda buğday ununa ilavesi ile elde edilecek hamur ve ekmeğin fonksiyonel özellikleri üzerinde etkilerini araştırmak amacıyla çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla; nohut, bezelye, bakla, mercimek ve fasulye (Meksika fasulyesi, soya fasulyesi vb) gibi baklagil unları buğday ununa belirli oranlarda katılarak, ekmek ve diğer benzeri tahıl bazlı ürünlerin üretiminde kullanım olanakları araştırılmıştır (Hera vd., 2012). Farklı tipteki baklagil unlarının fizikokimyasal ve fonksiyonel özelliklerinin incelendiği bir çalışmada; fasulye (pinto, lima, kırmızı barbunya, siyah fasulye, navy, mung), mercimek ve nohut unları su ve yağ absorpsiyon kapasiteleri, suda çözünürlük kapasiteleri, emülsiyon aktivitesi ve stabilitesi ile çirşlenme özellikleri bakımından analiz edilmiştir. Baklagil unlarının içerdikleri protein/nişasta oranlarına bağlı olarak fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri bakımından önemli farklılıklar gösterdikleri, çirşlenme özelliklerindeki farklılıkların ise büyük oranda içerdikleri nişastanın şişme ve su tutma kapasitesi ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Du vd., 2014). Buğday ununa farklı oranlarda nohut unu ilave edilerek (%10, %20 ve %30) elde edilen hamurların reolojisi ile ekmek kalitesinin incelendiği diğer bir çalışmada ise; artan nohut unu miktarına bağlı olarak hamurun su absorpsiyon değerlerinde bir artış gözlenmiştir. Çalışma sonucunda, %10 ve %20 oranlarında nohut unu ilave edilerek hazırlanan ekmeklerin kabul edilebilir düzeyde oldukları ve ayrıca yeni fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi bakımından nohut unu ilavesinin iyi bir bileşen olduğu ifade edilmektedir (Mohammed vd., 2012). Buğday ununa soya fasulyesi ve arpa unu ilave edilerek (%5, 10, 15 ve 20) hazırlanan ekmeklerin organoleptik ve besleyici özelliklerinin değerlendirildiği bir araştırma sonucunda, artan katma oranlarına bağlı olarak son ürünün çeşitli besinsel özellikler bakımından zenginleştiği (protein, yağ, toplam lisin, mineral madde,

besinsel lif, β -glukan) ifade edilmiştir. % 10 ve 15 oranlarında soya ve arpa unu ilave edilerek hazırlanan ekmeklerin organoleptik özellikler bakımından kabul edilebilir düzeyde olduğu belirtilmiştir (Dhingra ve Jood, 2001). Gómez vd. (2008) tarafından buğday ununun nohut unu ile zenginleştirilmesi ile elde edilen keklerin kalite özelliklerinin değerlendirilmesine yönelik yapılan çalışma sonucunda, nohut ununun kek formülasyonu için uygun bir bileşen olduğu, ancak artan katma oranlarına bağlı olarak kek hacmi ve simetrisinde azalma, tekstürel olarak daha katı ve yapışkan yapıda bir ürün elde edildiği belirtilmiştir.

Farklı baklagil unlarının (fasulye, yeşil mercimek, bezelye) değişik oranlarda ve değişik partikül iriliğinde formülasyona ilave edilerek hazırlanan bisküvilerin bazı fiziksel, kimyasal ve besleyici özelliklerinin değerlendirildiği bir araştırma sonucunda; baklagil unu ilavesinin araştırılan özellikleri önemli oranda değiştirdiği, en büyük etkinin ise yeşil mercimek unu ilavesi ile sağlandığı belirtilmektedir. Baklagil unları ile zenginleştirilmiş bisküvilerin kontrol örneğe kıyasla protein miktarı ve antioksidan aktivite bakımından da daha yüksek değerler sergilediği ifade edilmektedir (Zucco vd., 2011). Wood (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, nohut unu ile zenginleştirilen (%0-30) makarnanın tekstürel, işleme ve organoleptik özellikleri değerlendirilmiş ve sonuçta; nohut unu ilavesinin makarnanın toplam protein ve lizin miktarını önemli ölçüde arttırdığı, bazı fonksiyonel ve teknolojik işleme özelliklerini olumsuz (hamur işleme özellikleri ile makarna sertliği), bazı tekstürel özelliklerini (yapışkanlık, pışme kaybı) ise olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Beslenme ve sağlık üzerindeki olumlu etkileri kanıtlanmış besinsel lif bileşikleri bakımından iyi bir kaynak olmaları, baklagillerin fonksiyonel katkı olarak kullanılması ve gıda formülasyonlarına dahil edilmesi uygulamalarında da önemli oranda artışa neden olmuştur. Çeşitli baklagillerin (bezelye, fasulye, nohut, mercimek) besinsel lif ve dirençli nişasta miktarları bakımından incelendiği bir araştırma sonucunda; baklagillerin içerdiği toplam besinsel lifin büyük bir kısmını çözünmez özellikteki besinsel liflerin oluşturduğu, fasulye ve

bezelyenin besinsel lif miktarı bakımından diğerlerine göre daha zengin kaynaklar olduğu ifade edilmiştir (Costa vd., 2006).

Önceki literatür verileri baklagil unlarının besinsel açıdan iyi birer kaynak olduklarını ve makarna, kek, bisküvi, ekmek vb tahıl ürünleri bileşiminde fonksiyonel bir unsur olarak kullanılabileceklerini belirtmektedir. Bu çalışmada; Çorum İli'nde yetiştirilen bazı baklagil çeşitlerinden (nohut, fasulye, bezelye, kırmızı ve yeşil mercimek) elde edilecek unların bazı kimyasal, besinsel, antibesinsel, reolojik ve termal özelliklerinin saptanması, elde edilen verilerin buğday unu özellikleri ile karşılaştırılması ve ekmek yapımında formülasyonda buğday ununa ilave edilecek baklagil oranlarının optimize edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırmada materyal olarak kullanılan baklagiller (nohut, fasulye, bezelye, kırmızı ve yeşil mercimek) Çorum İli'nde bulunan üretici bir fabrikadan, ekmeklik özellikteki buğday unu ise Çorum'da faaliyet gösteren yerel bir un fabrikasından temin edilmiştir. Baklagil örnekleri temel kimyasal, reolojik ve termokimyasal analizler için laboratuvar tipi diskli bir değirmende (Brabender, Germany) öğütüldükten sonra analize kadar ağzı kapalı iki katlı PVC poşetler içerisinde +4 °C' de muhafaza edilmiştir.

Yöntem

Kimyasal analizler

Baklagil unları ile buğday ununda rutubet (Metot No 44-01, AACC 2002), kül (Metot No 08-01, AACC 2002), protein (Metot No 46-12, AACC 2002), yağ (Metot No 30-25, AACC 2002), nişasta (Metot No 996.11, AOAC 2012; Metot No 76.13, AACC 2002), ham lif (Metot No 32-10, AACC 2002), suda çözünen, çözünmeyen ve toplam besinsel lif (Metot No 991.43, AOAC 2012) ve fitik asit (Lehrfeld, 1989) miktarları belirtilen yöntemlere göre tayin edilmiştir. İnositol fosfatların (IP₃-IP₆) ekstraksiyonu Pedrosa vd. (2012) tarafından belirtilen yöntemle gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, 0,5 g örnek 5 mL 0,5 M HCl çözeltisi ile 1 dk süre boyunca

ultratoraks kullanılarak homojenize edilmiştir. 2.5 mL homojenizat 25 mL deiyonize su ile seyreltikten sonra öncesinde 2 mL deiyonize su ile yıkanan SAX kolonundan 2 mL 2 M HCl ile ayrıştırılmıştır. Eluat kuruyana kadar evapore edildikten sonra kalıntı tampon çözelti içerisinde çözündürülmüştür. Çözelti HPLC analizi öncesinde enjekte edilmeden önce safsızlık unsurlarından arındırılmak için santrifüj (12,000 g, 6 dk) edilmiştir. 45°C’ de muhafaza edilen PRP-1 ters faz analitik kolon (150 x 4.1 mm, 5 µm, Hamilton, Reno, Nevada, USA) HPLC analizinde kullanılmıştır. HPLC analizinde mobil faz 560 mL metanol, 440 mL formik asit (0.035 M) karışımından hazırlanmıştır. Karışıma 10 mL tetrabütülamonyumhidroksit (%40, w/w) ilave edildikten sonra karışımın pH değeri %72’lik sülfirik asit (w/w) ile 4.3’e ayarlanmıştır.

Reolojik Analizler

Un miktarının azaltılması yoluyla buğday ununa değişen oranlarda (%10, 15 ve 20) baklagil unlarının katılmasıyla elde edilen hamurların reolojik özellikleri farinograf (Brabender Farinograph E, Germany) analizleri ile saptanmıştır. Farinograf analizleri (su absorpsiyonu, gelişme süresi, stabilite, yumuşama

derecesi değerleri) AACC Standart No 54/21 (2012) metoduna göre belirlenmiştir.

Çirişlenme Profili Analizleri

Buğday ve baklagil un örneklerinin çirişlenme özellikleri ile viskozite profilleri hızlı viskozite test cihazı (RVA – Rapid Visco Analyser Newport Scientific, Warriewood, Australia) kullanılarak belirlenmiştir. Analizde uygulanacak sıcaklık – süre parametreleri; 50°C (Bekletme – 1 dk), 50 – 95°C (Isıtma – 6°C/dk), 95°C (Bekletme – 5 dk), 95 – 50°C (Soğutma – 6°C/dk) ve 50°C (Bekletme – 2 dk) olacak şekilde uygulanmıştır.

İstatistiksel Analizler

Tüm analizler 3 tekrarlı olarak yapılmıştır. Sonuçlar ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. İstatistik analizlerde SPSS (SPSS Version 12.0, SPSS Inc., IL) paket programı kullanılmıştır. Elde edilen veriler ANOVA varyans analizi yöntemi ile değerlendirildikten sonra ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testleri ile belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Kimyasal Özellikler

Baklagil örnekleri ile buğday ununun temel kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Baklagil örneklerinin kimyasal özellikleri

Table 1. Chemical properties of legume samples

Örnek Sample	Rutubet miktarı Moisture content (%)	Protein miktarı* Protein content* (%, x5.40)	Kül miktarı* Ash content* (%)	Yağ miktarı* Lipid content* (%)
Buğday unu Wheat flour	12.40 ± 0.03 ^d	12.00 ± 1.01 ^a	0.60 ± 0.01 ^a	1.60 ± 0.06 ^a
Nohut Chickpea	7.79 ± 0.02 ^a	19.50 ± 1.00 ^b	2.90 ± 0.05 ^d	5.40 ± 0.07 ^f
Mercimek (yeşil) Lentil, green	12.00 ± 0.09 ^d	20.70 ± 0.80 ^c	1.90 ± 0.02 ^{bc}	2.10 ± 0.01 ^c
Mercimek (kırmızı) Lentil, red	11.30 ± 0.11 ^b	21.60 ± 1.12 ^d	1.70 ± 0.05 ^b	1.90 ± 0.02 ^b
Fasulye Bean	11.20 ± 0.30 ^b	22.50 ± 0.99 ^c	3.90 ± 0.03 ^e	2.60 ± 0.01 ^e
Bezelye Pea	11.60 ± 0.90 ^c	24.90 ± 0.07 ^f	2.10 ± 0.01 ^c	2.40 ± 0.03 ^d

*Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Her bir sütunda aynı harf ile gösterilen değerler istatistiksel olarak önemli değildir (P < 0.05)

*As dry basis.

For each cultivar, means with the same letter within a column are not significantly different (P < 0.05)

Baklagil çeşitleri ile buğday unlarına ait kimyasal analiz sonuçları birbirinden farklılık göstermekle birlikte, beklenildiği üzere baklagil örneklerinin protein miktarı bakımından buğday ununa kıyasla oldukça zengin bir bileşime sahip olduğu görülmektedir. Baklagiller içerisinde nohut unu en düşük protein (%19.5) ve en yüksek yağ miktarı (%5.4) değerleri ile dikkat çekmektedir. Bununla birlikte çalışma kapsamında analiz edilen baklagil

un örneklerinin protein miktarlarının önceki çalışmalar ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir (Costa vd., 2006; Kutoš vd., 2003; Ratnayake vd., 2001).

Baklagil un örnekleri ile buğday ununa ait ham lif ve toplam nişasta miktarları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Baklagil örneklerinin ham lif (g/100g) ve toplam nişasta miktarları (%)

Table 2. Crude fiber (g/100g) and total starch (%) contents of legume samples

Örnek Sample	Ham lif miktarı* Crude fiber content* (g/100g)	Toplam nişasta miktarı* Total starch content* (%)
Buğday Wheat	0.32 ± 0.01 ^a	62.80 ± 0.90 ^e
Nohut Chickpea	9.58 ± 0.04 ^e	45.10 ± 0.57 ^b
Mercimek (yeşil) Lentil, green	6.95 ± 0.07 ^c	46.50 ± 1.09 ^c
Mercimek (kırmızı) Lentil, red	6.57 ± 0.03 ^b	47.20 ± 0.09 ^d
Fasulye Bean	8.74 ± 0.02 ^d	39.60 ± 0.07 ^a
Bezelye Pea	11.2 ± 0.04 ^f	47.80 ± 1.03 ^d

*Kuru madde üzerinden verilmiştir.

Her bir sütunda aynı harf ile gösterilen değerler istatistiksel olarak önemli değildir (P < 0.05)

*As dry basis.

For each cultivar, means with the same letter within a column are not significantly different (P < 0.05)

Çizelge 2'deki veriler incelendiğinde ham lif miktarı bakımından baklagil unlarının (% 8.74-11.2) iyi birer kaynak olduğu gözlenirken, bu durum toplam nişasta miktarı bakımından tam tersi bir durum göstermektedir. Mohammed vd. (2012) tarafından nohut unu ilavesinin hamur reolojisi ve ekmek kalitesi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, buğday ununun nişasta içeriği (% 63.5) nohut ununun nişasta içeriğine (% 51.2) göre daha fazla bulunmuştur.

Baklagil un örneklerine ait fitik asit ve inositol fosfat alt fraksiyonları (IP₃-IP₆) ile toplam inositol fosfat miktarları Çizelge 3'te verilmiştir.

Baklagil unlarının toplam IP miktarları 5.95 mg/g KM (Mercimek^{yeşil}) ile 11.77 mg/g KM (Bezelye) değerleri arasında değişiklik göstermiştir. Analiz edilen baklagil unlarının fitik asit kompozisyonları

önceki çalışmalardan elde edilen değerler ile benzerlik göstermektedir (Diaz-Batalla vd., 2006; Graf ve Dintzis, 1982; Lehrfeld, 1989; Martin-Cabrejas vd., 2009; Pedrosa vd., 2012; Rubio vd., 2006; Trugo vd., 1999).

Çizelge verileri incelendiğinde, baklagil unlarının içerdiği toplam IP miktarının ortalama %74'ünü IP₆ (fitik asit) fraksiyonunun oluşturduğu görülmektedir. Bu değerler içerisinde en yüksek oran bezelye ununda %81 olarak bulunmuştur. Literatür verileri IP₃ – IP₆ fraksiyonları içerisinde sadece yüksek oranda fosforile olan IP₅ ve IP₆'nın minerallerin biyoyararlılıkları üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğunu, diğerlerinin ise zayıf mineral bağlama kapasitesinde olduklarını belirtmektedir (Martin-Cabrejas vd., 2009; Pedrosa vd., 2012).

Çizelge 3. Baklagil un örneklerinin toplam fitik asit ve inositol fosfat (IP₃-IP₆) miktarları (mg/g, KM)
 Table 3. Total phytic acid and inositol phosphate (IP₃-IP₆) contents of whole legume flour samples (mg/g, DM)

Örnek Sample	IP ₃	IP ₄	IP ₅	IP ₆ *	Toplam IP Total IP
Nohut unu Chickpea flour	0.16±0.01 ^a	0.37±0.01 ^b	1.43±0.03 ^c	5.57±0.02 ^c	7.53±0.04 ^c
Mercimek unu (yeşil) Lentil flour, green	0.27±0.01 ^c	0.41±0.00 ^c	0.97±0.00 ^b	4.30±0.01 ^a	5.95±0.02 ^a
Mercimek unu (kırmızı) Lentil flour, red	0.20±0.00 ^b	0.45±0.02 ^d	0.88±0.01 ^a	5.20±0.00 ^b	6.73±0.00 ^b
Fasulye unu Bean flour	0.27±0.00 ^c	0.66±0.0 ^e	2.70±0.01 ^e	7.60±0.01 ^d	11.23±0.03 ^d
Bezelye unu Pea flour	0.16±0.02 ^a	0.23±0.00 ^a	1.82±0.00 ^d	9.56±0.01 ^e	11.77±0.00 ^d

*IP₆: Fitik asit

Her bir sütunda aynı harf ile gösterilen değerler istatistiksel olarak önemli değildir (P < 0.05)

*IP₆: Phytic acid

For each cultivar, means with the same letter within a column are not significantly different (P < 0.05)

Baklagil unlarının çözünmeyen (IDF), çözünen (SDF) ve toplam besinsel lif (TDF) değerleri Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Baklagil unlarının çözünmez (IDF), çözünen (SDF) ve toplam besinsel lif (TDF) miktarları (%)
 Table 4. Insoluble (IDF), soluble (SDF) and total dietary fiber (TDF) contents of whole legume flours (%)

Örnek Sample	IDF* (%)	SDF* (%)	TDF (%)	IDF/SDF
Buğday unu Wheat flour	0.55±0.25 ^a	0.17±0.15 ^a	0.72 ^a	3.20 ^a
Nohut unu Chickpea flour	13.50±0.19 ^b	0.70±0.22 ^b	14.20 ^b	19.30 ^c
Mercimek unu (yeşil) Lentil flour, green	19.30±0.11 ^c	1.10±0.10 ^c	20.40 ^c	17.60 ^d
Mercimek unu (kırmızı) Lentil flour, red	20.40±0.52 ^d	1.90±0.17 ^d	22.30 ^d	10.70 ^c
Fasulye unu Bean flour	19.70±0.18 ^c	3.70±0.23 ^e	23.40 ^e	5.30 ^b
Bezelye unu Pea flour	22.30±0.40 ^e	2.10±0.28 ^d	24.40 ^f	10.60 ^c

*IDF: Suda çözünmeyen besinsel lif, SDF: Suda çözünen besinsel lif, TDF: Toplam besinsel lif

*KM üzerinden verilmiştir.

Her bir sütunda aynı harf ile gösterilen değerler istatistiksel olarak önemli değildir (P < 0.05)

IDF: Insoluble Dietary Fiber, SDF: Soluble Dietary Fiber, TDF: Total Dietary Fiber

**As dry basis

For each cultivar, means with the same letter within a column are not significantly different (P < 0.05)

Baklagil unlarının TDF değerleri en düşük nohut ununda %14.2 ile, en yüksek bezelye ununda %24.4 olarak tespit edilmiştir. Baklagil unlarının TDF değerleri buğday ununda belirlenen TDF miktarı (%0.72) ile kıyaslandığında baklagillerin besinsel lif miktarı açısından zengin birer kaynak

oldukları ortaya çıkmaktadır. Baklagil unlarının IDF değerleri %13.5 – 22.3 değerleri arasında değişirken, SDF değerleri ise %0.7 ile % 3.7 arasında değişmektedir. Bu değerler önceki çalışma verileri ile benzerlik göstermektedir (Costa vd., 2006).

Diğer gıda maddelerinde olduğu gibi baklagil unlarında da TDF miktarı içerisinde en büyük oranı IDF fraksiyonu oluşturmaktadır. Çizelge 4 verileri incelendiğinde TDF miktarı içerisindeki IDF yüzdesinin %84 ile %96 değerleri arasında değiştiği gözlenmektedir. Bednar vd. (2001) baklagil bileşimlerini analiz ettikleri çalışmalarında farklı fasulye ve mercimek çeşitleri için IDF/TDF oranlarını sırasıyla %92-100 ile %99.7 olarak belirtmişlerdir. Araştırmacılar geriye kalan % 0.0-3.2' lik oranı ise çözünür özellikteki besinsel liflerin oluşturduğunu ifade etmektedir. Benzer şekilde Li vd. (2002) tarafından yürütülen bir diğer araştırmada ise baklagillerin SDF miktarlarının IDF değerlerinin altında olduğu tespit edildiği ifade edilmiştir.

Baklagil un örnekleri için hesaplanan IDF/SDF oranları hem baklagillerin fonksiyonel özellikleri açısından hem de baklagil unlarının gıda formülasyonlarında bir gıda bileşeni olarak kullanılabilme potansiyelleri açısından oldukça önemli indikatörlerdir. Ayrıca bu oran yapısal ve duyuşal özellikler açısından da oldukça önemli bir kriter olarak belirtilmektedir (Martin-Cabrejas vd., 2004).

Reolojik Özellikler

Baklagil unlarının hamur reolojik özellikleri üzerindeki etkilerini görmek amacıyla buğday ununa % 10, 15 ve 20 oranlarında baklagil unu ilavesi yapılmış ve temel reolojik parametrelerin değişimi belirlenmiştir. Buna göre buğday ununa farklı baklagil unlarının değişen oranlarda ilave edilmesiyle elde edilen hamur yoğurma özelliklerine ait değerler Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5'te buğday ununa farklı oranlarda (%10, 15 ve 20) baklagil unları ilave edilmesiyle oluşan karışımların farinogram özellikleri incelendiğinde tüm baklagil çeşitleri için katıldıkları orana bağlı olarak farinografa unun su absorpsiyonunu önemli derecede arttırdıkları ve bu artışın en çok bezelye unu ilave edilen karışımda (%20 katma oranında %75.2 su absorpsiyonu) olduğu görülmüştür. Baklagil unlarının TDF değerleri incelendiğinde en fazla besinsel lif içeriğine sahip olan bezelye ununun su absorpsiyonunu en fazla arttıran çeşit olması beklenen bir sonuçtur. Artan

baklagil ilavesine bağlı olarak hamurun su absorpsiyon oranlarında meydana gelen artışlar önceki çalışmalar ile uygunluk göstermektedir (Dodok vd., 1993; Kohajdová vd., 2013; Mohammed vd., 2012; Sadowska vd., 2003; Shahzadi vd., 2005). Artan baklagil oranlarının su absorpsiyonunu arttırıcı etkisi artan protein miktarı ile ilişkilendirilmektedir. Toplam bileşenler içerisinde artan protein miktarı yüksek su bağlama kapasitesine sahip olan pentozanların (özellikle riboz ve deoksiriboz) miktarının artması ile sonuçlanmaktadır (Shahzadi vd., 2005).

Bileşenlerin karıştırılması aşamasında komponentlerin su ile hidratlanarak hamur gelişiminin sağlandığı süreç üzerine baklagil unlarının etkisi katıldıkları oranlardaki artış ile orantılı olarak arttırıcı yönde olmuştur. Hamur gelişme süresinde en önemli ve fazla artışı %20' lik ilave oranında kırmızı mercimek unu sağlarken (6.6 dk) bunu azalan bir sırayla nohut (6.0 dk), yeşil mercimek (5.9 dk), fasulye (3.7 dk) ve bezelye (3.6 dk) unları takip etmiştir. Baklagil unlarının hamur gelişme süresini arttırmasının nedeni; büyük bir olasılıkla bileşenlerin hidrasyon hızını ve hamurdaki buğday proteini olmayan proteinler ile gluten arasındaki etkileşimin hamur gelişmesini etkilemesinden kaynaklandığı ifade edilmektedir (Chen vd., 1988; Kohajdová vd., 2013; Sudha vd., 2007). Elde edilen bulgular önceki çalışmalar ile uygunluk göstermektedir (Dodok vd., 1993; Kohajdová vd., 2013; Mohammed vd., 2012; Sadowska vd., 2003; Shahzadi vd., 2005).

Hamur kuvvetinin bir göstergesi olan hamur stabilite değerinin artan oranları daha güçlü bir hamuru işaret etmektedir (Mohammed vd., 2012). Çizelge 5 verileri incelendiğinde buğday ununa %10 katma oranında kırmızı mercimek ve nohut unlarının hamur stabilite değerini arttırıcı (sırasıyla 7.1 dk ve 8.7 dk), artan katma oranlarında ise azaltıcı yönde etki ettiği görülmektedir. Diğer baklagil çeşitlerinde ise artan baklagil unu ilavesi stabilite değerini azaltıcı yönde olmuştur. Bu örneklerin stabilite değeri üzerindeki arttırıcı etkilerinin unun gluten özelliklerini iyileştirmesinden ziyade hamurdaki suyu yoğurma sırasında daha uzun süre tutmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Stabilite değerini azaltıcı etki ise

buğday gluten miktarının azalması ile ilişkilendirilmektedir (Shahzadi vd., 2005). Genel olarak buğday-baklagil un karışımlarında hamur gelişme süresindeki artış ve beraberindeki stabilite değerindeki azalma yoğurma sürecinde gluten ağ yapısının zayıflamasının bir göstergesi olarak ifade

edilmektedir (Mohammed vd., 2012). Baklagil unu ilavesinin hamur stabilitesi üzerinde önce artırıcı daha sonra azaltıcı etkisi Shahzadi vd. (2005) ile Abdel-Kader (2000) tarafından yapılan çalışma sonuçları ile uygunluk göstermektedir.

Çizelge 5. Baklagil - buğday unu karışımlarının farinogram karakteristikleri
Table 5. Farinogram characteristics of whole legume and wheat flour mixtures

Buğday – baklagil un karışımı <i>Wheat – legume flour mixture</i>		Su absorpsiyonu <i>Water absorption</i> (%)	Gelişme süresi <i>Development time</i> (dk, min)	Stabilite <i>Stability</i> (dk, min)	Yumuşama derecesi <i>Softening degree</i> (BU*)
Buğday unu <i>Wheat flour</i> (%)	Nohut unu <i>Chickpea flour</i> (%)				
100	0	63.20 ± 0.13 ^a	2.00 ± 0.18 ^a	6.20 ± 1.05 ^c	46 ± 0.35 ^a
90	10	64.40 ± 0.58 ^b	4.70 ± 1.10 ^b	8.70 ± 0.32 ^d	52 ± 0.26 ^b
85	15	64.60 ± 0.02 ^b	5.40 ± 0.26 ^c	5.20 ± 0.08 ^b	58 ± 1.17 ^c
80	20	67.30 ± 1.03 ^c	6.00 ± 0.10 ^d	4.70 ± 0.12 ^a	66 ± 1.25 ^d
Buğday unu <i>Wheat flour</i> (%)	Mercimek unu, yeşil <i>Lentil flour, green</i> (%)				
100	0	63.20 ± 0.13 ^a	2.00 ± 0.18 ^a	6.20 ± 1.05 ^c	46 ± 0.35 ^c
90	10	64.50 ± 0.34 ^b	2.40 ± 0.17 ^a	6.10 ± 0.16 ^c	30 ± 0.61 ^a
85	15	65.70 ± 0.41 ^c	4.10 ± 0.17 ^b	4.40 ± 0.03 ^b	34 ± 1.24 ^b
80	20	70.20 ± 1.17 ^d	5.90 ± 0.26 ^c	3.80 ± 0.20 ^a	42 ± 0.16 ^c
Buğday unu <i>Wheat flour</i> (%)	Mercimek unu, Kırmızı <i>Lentil flour, red</i> (%)				
100	0	63.20 ± 0.13 ^a	2.00 ± 0.18 ^a	6.20 ± 1.05 ^c	46 ± 0.35 ^d
90	10	66.10 ± 0.11 ^b	5.30 ± 0.23 ^b	7.10 ± 1.07 ^d	28 ± 0.16 ^a
85	15	67.70 ± 0.26 ^c	5.70 ± 0.28 ^b	5.90 ± 0.58 ^b	36 ± 0.12 ^b
80	20	74.90 ± 0.21 ^d	6.60 ± 0.12 ^c	4.90 ± 0.31 ^a	40 ± 0.42 ^c
Buğday unu <i>Wheat flour</i> (%)	Fasulye unu <i>Bean flour</i> (%)				
100	0	63.20 ± 0.13 ^a	2.00 ± 0.18 ^a	6.20 ± 1.05 ^d	46 ± 0.35 ^a
90	10	67.20 ± 0.17 ^b	2.60 ± 0.01 ^b	4.90 ± 0.09 ^c	48 ± 1.60 ^a
85	15	67.90 ± 0.19 ^{bc}	3.10 ± 0.02 ^c	3.20 ± 0.12 ^b	54 ± 1.24 ^b
80	20	68.30 ± 0.26 ^c	3.70 ± 1.02 ^d	2.30 ± 0.43 ^a	60 ± 0.87 ^c
Buğday unu <i>Wheat flour</i> (%)	Bezelye unu <i>Pea flour</i> (%)				
100	0	63.20 ± 0.13 ^a	2.00 ± 0.18 ^a	6.20 ± 1.05 ^d	46 ± 0.35 ^a
90	10	66.70 ± 0.31 ^b	2.20 ± 1.29 ^{ab}	4.20 ± 0.43 ^c	60 ± 0.33 ^b
85	15	68.00 ± 0.12 ^c	2.40 ± 0.03 ^b	2.40 ± 0.23 ^b	88 ± 1.12 ^c
80	20	75.20 ± 0.44 ^d	3.60 ± 0.01 ^c	2.00 ± 0.21 ^a	125 ± 1.17 ^d

*BU: Brabender ünitesi

Her bir sütunda aynı harf ile gösterilen değerler istatistiksel olarak önemli değildir (P < 0.05)

*BU: Brabender unit

For each cultivar, means with the same letter within a column are not significantly different (P < 0.05)

Buğday-baklagil un karışımlarının farinogramlarında yumuşama derecesi değerleri kırmızı ve yeşil mercimek ilaveli örnekler haricinde artan katma oranına bağlı olarak giderek artmıştır. Börülce ve nohut unu ilave edilerek yapılan önceki çalışmalarda da benzer sonuçlar gözlenmiştir (Fernandez ve Berry, 1989; Mustafa vd., 1986; Sharma vd., 1999). Kırmızı ve yeşil mercimek ununun % 20 ilavesi hamurun yumuşama değerini şahit örneklerin altına düşürmüştür.

Çizelge 6. Baklagil unlarının çirşlenme özellikleri

Table 6. Pasting properties of whole legume flours

Baklagil unu <i>Whole legume flour</i>	Çirşlenme Sıcaklığı <i>Pasting temperature</i> (°C)	Pik viskozitesi <i>Peak viscosity</i> (RVU)	İncelme sonrası viskozite <i>Breakdown viscosity</i> (RVU)	Son viskozite <i>Final viscosity</i> (RVU)
Nohut unu <i>Chickpea flour</i>	63.70 ± 0.4 ^a	94.30 ± 1.6 ^a	89.90 ± 5.7 ^a	112.50 ± 3.1 ^a
Mercimek unu (yeşil) <i>Lentil flour, green</i>	75.40 ± 1.2 ^c	132.30 ± 0.9 ^d	129.70 ± 4.2 ^c	230.10 ± 1.5 ^c
Mercimek unu (kırmızı) <i>Lentil flour, red</i>	75.20 ± 0.3 ^c	128.80 ± 0.2 ^c	121.20 ± 1.4 ^b	228.00 ± 2.0 ^d
Fasulye unu <i>Bean flour</i>	78.60 ± 0.6 ^d	149.20 ± 0.6 ^e	121.30 ± 0.7 ^b	204.30 ± 1.9 ^c
Bezelye unu <i>Pea flour</i>	69.80 ± 0.3 ^b	101.20 ± 0.7 ^b	92.00 ± 0.6 ^a	143.50 ± 0.9 ^b

Her bir sütunda aynı harf ile gösterilen değerler istatistiksel olarak önemli değildir (P < 0.05)

For each cultivar, means with the same letter within a column are not significantly different (P < 0.05)

Farklı baklagil unlarının jelatinizasyon sıcaklıkları 63.7 °C ile 78.6 °C arasında değişmiştir. Bu değerler arasında en yüksek jelatinizasyon sıcaklığı fasulye ununda, en düşük ise nohut ununda elde edilmiştir. Fasulye ununda elde edilen yüksek jelatinizasyon sıcaklığı fasulye nişastasının şişme ve bozulmaya karşı oldukça dayanıklı olduğunu göstermektedir. Baklagil unu örneklerinin pik viskozite değerleri ise minimum 94.3 RVU ile nohut ununda, maksimum 149.2 RVU ile fasulye ununda belirlenmiştir. Bütün örneklerde sıcaklık arttıkça viskozite değerlerinde de doğrusal bir artış gözlenmiştir. Baklagil unlarının final viskozite değerleri 112.5 RVU ile 230.1 RVU değerleri arasında değişmiştir.

Analiz edilen tüm baklagil un örnekleri içerisinde, nohut ununun en düşük jelatinizasyon sıcaklığı (63.7 °C), pik viskozitesi (94.3 RVU), breakdown (89.9 RVU), ve final viskozite (112.5 RVU)

Çirşlenme özellikleri

Baklagil unlarında nişastanın karakterizasyonu mikro viskoanalizör (RVA: Rapid Visco Analyser Newport Scientific, Warriewood, Australia) cihazı ile incelenmiş elde edilen sonuçlar (jelatinizasyon sıcaklığı, pik viskozitesi, breakdown ve son viskozite) Çizelge 6'da verilmiştir.

değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, nohut ununun diğerlerine kıyasla daha kolay çirşlendiğinin, kayma kuvvetine karşı daha az dayanıklı olduğunun ve daha zor retrograde olma eğiliminde olduğunun göstergesi olarak yorumlanmaktadır. Belirtilen bu özellikler ise nohutun yüksek yağ içeriği ile ilişkilendirilmektedir (Bkz. Çizelge 1). Yüksek yağ içeriği yüksek su absorbe etme özelliği ile nişastanın şişmesini sınırlandırarak nişasta molekülleri arasındaki etkileşimleri inhibe etmektedir. Böylece nişastanın çirşlenme viskozitesini etkilemektedir. Yüksek yağ içeriği ayrıca nişastanın moleküler zincirlerinin doğrusal dizilimini de engellemek yoluyla retrograde olma eğilimini azaltmaktadır. Retrogradasyona eğilimin azaltılması ise çorba ve sos gibi gıdaların üretiminde önemli bir avantaj olarak görülmektedir (Chung vd., 2008; Du vd., 2014).

SONUÇ

Baklagil unlarının besleyici özelliklerinin belirlenerek gıda formülasyonlarında zenginleştirici bir bileşen olarak kullanılma olanaklarının araştırıldığı bu çalışmada, baklagil unlarının kimyasal, fonksiyonel ve çirilenme özellikleri tespit edildikten sonra buğday ununa farklı oranlarda (%10, 15 ve 20) katılarak bunların reolojik etkileri araştırılmıştır.

Çalışma sonuçlarına göre materyal olarak kullanılan baklagillerin ucuz ve kaliteli protein kaynakları olmalarının yanı sıra toplam, çözünen ve çözünmeyen diyet lif bakımından zengin bir bileşime sahip oldukları anlaşılmıştır. Baklagillerin zengin besleyici kompozisyonları onların ekmek başta olmak üzere çeşitli fırın ürünlerinin bileşiminde başarılı bir şekilde kullanım olanaklarını arttırmaktadır.

Buğday ununa değişik baklagil unlarının farklı oranlarda katılması, elde edilen hamurların su absorpsiyonunu ve gelişme süresini arttırmak yoluyla Farinogram parametrelerini önemli oranda değişikliğe uğratmıştır. Farinogram parametreleri incelendiğinde, artan baklagil unu ilavesinin hamur kuvvetinin bir göstergesi olan stabilite değerini azaltıcı etkilerinin bir sonucu olarak baklagil unlarının maksimum % 15 oranında buğday ununa katılmasının reolojik özellikler bakımından optimum olduğu sonucuna varılmaktadır.

Teşekkür: Bu çalışma Hitit Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından MUH19001.14.002 numaralı proje ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

A.A.C.C. (2002) *Approved Methods of American Association of Cereal Chemists*. The Association: St. Paul, MN.

A.O.A.C. (2012) *Official Methods of Analysis*. 17th ed., Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA.

Abdel-Kader, Z.M. (2000). Enrichment of Egyptian 'Balady' Bread. Part 1. Baking studies, physical and sensory evaluation of enrichment with decorticated cracked broad beans flour (*Vicia faba* L.). *Nahrung*, 44:418-21.

Bednar, G.E., Patil, A.R., Murray, S.M., Grieshop, C.M., Merchen, N.R., Fahey, G.C.Jr., 2001. Starch and fiber fractions in selected food and feed ingredients affect their small intestinal digestibility and fermentability and their large bowel fermentability in vitro in a canine model. *J of Nutr.*, 131, 276-286.

Chen, H., Rubenthaler, G.L., Leung, H.K. and Baranowski, J.D. (1988). Chemical,

physical and baking properties of apple fiber compared with wheat and oat bran. *Cereal Chem.*, 65(3): 244-247.

Chung, H.J., Liu, Q., Hoover, R., Warkentin, T.D., Vandenberg, B. (2008). In vitro starch digestibility, expected glycemic index, and thermal and pasting properties of flours from pea, lentil and chickpea cultivars. *Food Chem.*, 111: 316-321.

Costa, G. E. A., Queiroz-Monici, K. S., Reis, S. M. P. M., Oliveira, A. C. (2006). Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. *Food Chem.*, 94: 327 – 330.

Dhingra, S., Jood, S. (2001). Organoleptic and nutritional evaluation of wheat breads supplemented with soybean and barley flour. *Food Chem.*, 77: 479 – 488.

Díaz-Batalla, L., Widholm, J.M., Fahey, G.C., Castaño-Tostado, E., Paredes-López, O. (2006). Chemical components with health implications in wild and cultivated Mexican common bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.). *J of Agric. and Food Chem.*, 54: 2045-2052.

Dodok, L., Modhir, A.A., Hozova, B., Halasova, G., Polacek, I. (1993). Importance and utilization of chickpea in cereal technology. *Acta Alimentaria*, 22: 119-129.

Du, S., Jiang, H., Yu, X., Jane, J. (2014). Physicochemical and functional properties of whole legume flour. *LWT – Food Sci. and Technol*, 55: 308-313.

Eggum, B. O., Beame, R. M. (1983). The nutritive value of seed proteins. In W. Gottschalk & P. H. Muller (Eds.), *Seed protein biochemistry, genetics and nutritive value*, p. 499 – 531.

- Fernandez, M.L., Berry, J.W. (1989). Rheological properties of flour and sensory characteristics of bread made from germinated chickpea. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 24:103-110.
- Gómez, M., Oliete, B., Rosell, C. M., Pando, V., Fernández, E. (2008). Studies on cake quality made of wheat – chickpea flour blends. *LWT – Food Sci. and Technol.*, 41: 1701 – 1709.
- Graf, E., Dintzis, F.R. (1982). Determination of phytic acid in foods by high-performance liquid chromatography. *J of Agric. Food Chem.*, 30: 1094-1097.
- Hera, E., Ruiz-Paris, E., Oliete, B., Gomez, M. (2012). Studies of the quality of cakes made with wheat-lentil composite flours. *LWT – Food Sci. and Technol.*, 49: 48 – 54.
- Iqbal, A., Khalil, I. A., Ateeq, N., Khan, M. S. (2006). Nutritional quality of important food legumes. *Food Chem.*, 97: 331 – 335.
- Kohajdová, Z., Karovičová, J., Magala, M. (2013).effect of lentil and bean flours on rheological and baking properties of wheat dough. *Chemical Papers*, 67(4): 398-407.
- Kutoš, T., Golob, T., Kač, M., Plestenjak, A. (2003). Dietary fibre content of dry and processed beans. *Food Chem.*, 80(2): 231-235.
- Lehrfeld, J. (1989). High-Performance liquid chromatography analysis of phytic acid on a pH-stable, macroporous polymer column. *Cereal Chem.*, 66(6): 510-515.
- Li, B.W., Andrews, K.W., Pehrsson, P.R. (2002). Individual sugars, soluble, and insoluble dietary fiber contents of 70 high consumption foods. *J of Food Comp. and Analysis*, 15: 715-723.
- Livingstone, A. S., Feng, J. J., Malleshi, N. G. (1993). Development and nutritional quality evaluation of weaning foods based on malted, popped and dried wheat and chickpea. *Int. J of Food Sci. and Technol.*, 28: 35 – 43.
- Martín-Cabrejas, M.A., Aguilera, Y., Pedrosa, M.M., Cuadrado, C., Hernández, T., Díaz, S., Esteban, R.M. (2009). The impact of dehydration process on antinutrients and protein digestibility of some legume flours. *Food Chem.*, 114: 1063-1068.
- Martin-Cabrejas, M. A., Sanfiz, B., Vidal, A., Molla, E., Esteban, R. M., & Lopez-Andreu, F. J. (2004). Effect of fermentation and autoclaving on dietary fiber fractions and antinutritional factors of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J of Agric. and Food Chem.*, 52: 261–266.
- Mohammed, I., Ahmed, A. R., Senge, B. (2012). Dough rheology and bread quality of wheat – chickpea flour blends. *Industrial Crops and Products*, 36: 196 – 202.
- Mustafa, A.L., Al-Wessali, M.S., Al-Basha, O.M., Al-Amir, R.H. (1986). Utilization of cowpea flour and protein isolate in bakery products. *Cereal Foods World* 31: 756-759.
- Pedrosa, M.M., Cuadrado, C., Burbano, C., Allaf, K., Haddad, J., Gelencsér, E., Takács, K., Guillaumon, E., Muzquiz, M. (2012). Effect of instant controlled pressure drop on the oligosaccharides, inositol phosphates, trypsin inhibitors and lectins contents of different legumes. *Food Chem.*, 131: 862-868.
- Ratnayake, W.S., Hoover, R., Shahid, F., Perera, C., Jane, J. (2001). Composition, molecular structure, and physicochemical properties of starches from four field peas (*Pisum sativum*) L. cultivars. *Food Chem.*, 74: 189-202.
- Rubio, L.R., Pedrosa, M.M., Cuadrado, C., Gelencser, E., Clemente, A., Burbano, C. (2006). Recovery at the terminal ileum of some legume non-nutritional factors in cannulated pigs. *J of the Sci. of Food and Agric.*, 86: 979-987.
- Sadowska, J., Blaszczyk, W., Fornal, J., Vidal-Valverde, C., Frias, J. (2003). Changes of wheat dough and bread quality and structure as a result of germinated pea flour addition. *Eur Food Res Technol*, 216: 46-50.
- Shahzadi, N., Butt, M.S., Rehman, S., Sharif, K. (2005). Rheological and baking performance of composite flours. *Int. J of Agricultura & Biology*, 7(1): 100-104.
- Sharma, S., Bajwa, U.H., Nagi, H.P.S. (1999). Rheological and baking properties of cowpea and wheat flour blends. *J. Sci. Food Agric.* 79: 657-662.

Sudha, M.L., Baskaran, V. and Leelavathi, K. (2007). Apple pomace as a source of dietary fibre and polyphenols and its effect on the rheological characteristics and cake making. *Food Chem.*, 104(2): 686-692.

Tharanathan, R. N., Mahadevamma, S. (2003). Grain legumes – a boon to human nutrition. *Trends in Food Sci. and Technol.*, 14: 507 – 518.

Trugo, L.C., Muzquiz, M., Ayet, G., Burbano, C., Cuadrado, C., Cavieres, C. (1999). Influence of malting on selected components of soya bean, black bean, chickpea and barley. *Food Chem.*, 65: 85-90.

Wood, J. A. (2009). Texture, processing and organoleptic properties of chickpea-fortified spaghetti with insights to the underlying mechanisms of traditional durum pasta quality. *J of Cereal Sci.*, 49: 128 – 133.

Zucco, F., Borsuk, Y., Arntfield, S. D. (2011). Physical and nutritional evaluation of wheat cookies supplemented with pulse flours of different particle sizes. *LWT – Food Sci. and Technol.*, 44: 2070 – 2076.