

Use of Plant Proteins as Dairy Protein Substitutes in Food Industry

Pınar Balkır*

Ege Üniversitesi, Ege Meslek Yüksekokulu, İzmir

*e-mail: pinar.balkir@ege.edu.tr

Abstract

The primary proteins in human nutrition are of animal origin. Dairy proteins are known to be used as reference proteins in the evaluation of protein quality. They are also used as ingredients in the food industry to enhance sensory, physical, functional and textural properties and increase the nutritive value. On the other hand, tendency to consume plant proteins has increased recently due to the fact that dairy proteins are expensive, dairy products can be allergenic and that animal breeding has negative impacts on the environment. Plant proteins appear to be cheap and sustainable proteins besides increasing the protein content and improving key functional properties. In this review, which is considered to enlighten further studies and provide valuable information to food sector in our territory, functional properties and use of proteins from various plant origins in food industry were discussed.

Keywords: plant proteins, dairy proteins, functional properties, gelation

Gıda Sanayiinde Bitkisel Proteinlerin Süt Proteinlerine Alternatif Olarak Kullanımı

Özet

İnsan beslenmesinde başlıca proteinler hayvansal kaynaklardan elde edilmektedir. Süt proteinlerinin protein kalitesinin saptanmasında referans olarak kullanıldığı bilinmektedir. Ayrıca, gıda endüstrisinde ürün formülasyonunda kullanıldığında istenen duyuşsal, fiziksel, fonksiyonel ve tekstürel özellikleri iyileştirmekte ve ürünün besin değerini arttırmaktadır. Ancak süt proteinlerinin pahalı olması, hayvan yetiştiriciliğinin çevre üzerindeki olumsuz etkisi ve süt ürünlerine karşı alerji geliştirilebilmesi nedeniyle bitkisel proteinlere olan eğilim artış göstermiştir. Bitkisel proteinler gıdanın besin değerinin ve protein içeriğinin yükseltilmesinin yanı sıra, fonksiyonel özelliklerin de iyileştirilmesi açısından ucuz ve sürdürülebilir bir kaynak olarak karşımıza çıkmaktadır. Farklı türde bitkisel proteinlerin fonksiyonel özelliklerinin ve gıdalarda kullanım alanlarının ele alındığı bu derlemenin, ülkemizde yakın gelecekte yapılacak araştırmalara ışık tutacağı ve gıda sektörü açısından da değerli bilgiler sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: bitkisel proteinler, süt proteinleri, fonksiyonel özellikler, jelleşme

1. Giriş

İnsan beslenmesinde çok önemli bir yere sahip olan proteinler gıdalarda katkı maddeleri olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Yüksek besin değerinin yanı sıra, gıda ürününe istenen fonksiyonel ve duyuşsal özellikleri kazandırması bakımından da son derece önemlidir. Başlıca proteinler hayvansal ve bitkisel kaynaklardan sağlanmaktadır (Rodriguez-Ambriz *ve ark* 2005; Day 2016). Dünyada nüfus artışına paralel olarak sürdürülebilir ve besleyici alternatif gıdalara olan ilgi son yıllarda artış göstermiştir. Gıda tüketim şekillerinin insan sağlığı ve çevre üzerinde önemli ölçüde etkileri bulunmaktadır. Bitkisel ürünlere eğilim önceleri vejeteryanları hedef almakla birlikte, hayvan yetiştiriciliğinin çok fazla enerji gerektirmesi ve sera gazı üretimine neden olması, ayrıca dünya nüfusunun yaklaşık %80'inin süt proteinine alerji geliştirmesi ve laktöz intoleransına sahip olması, alternatif, ucuz ve sürdürülebilir protein arayışını hızlandırmıştır (Pineli *ve ark* 2015; Vainio *ve ark* 2016; Jeske *ve ark* 2018; Banovic *ve ark* 2018; Gravely&Fraser 2018; Slade 2018). Avrupa ülkelerinde et, süt ve yumurta gibi hayvansal ürünlerin üretiminde 50% oranında azalma ile tarım kaynaklı sera gazı üretiminde de %25-40 oranında bir düşüş saptanmıştır (Hartmann & Siegrist 2017). Bitkiler, protein oluşumu için gerekli güneş ışığını fotosentez yoluyla depolayabilmekte ve gerekli besin maddeleri basit ve ucuz yöntemlerle sağlanabilmektedir (Xu *ve ark* 2012). Bitki proteinleri düşük glikemik endekse sahip olup, doğru bir kombinasyonla tüketildiğinde, insan sağlığı için gerekli esansiyel amino asitleri yeterli oranlarda sağlamakta ve kronik dejeneratif hastalıklara karşı koruyucu etki göstermektedir (Pineli *ve ark* 2015; Timilsena *ve ark* 2016). Besleyici özelliğinin yanı sıra, gıdalara katıldığında son ürünün emülsiyon ve köpüklenme kapasitesi, su ve yağ bağlama kapasitesi, jelleşme ve fırın ürünlerinde hamur oluşumu gibi fonksiyonel özellikleri üzerinde etkili olmaktadır (Day 2013; Timilsena *ve ark* 2016). Bu amaçla bitkilerden elde edilen protein konsantratları ve izolatları, birçok gıda ürünüde süt ve et proteinlerinin yerine kısmen veya tamamen kullanılmaktadır (Timilsena *ve ark* 2016). Bitki proteinleri sadece gıda sektöründe değil, kozmetik ve ilaç sektöründe de enkapsülasyon materyali olarak hayvansal proteinlere alternatif olarak kullanılmaktadır (Sharif *ve ark* 2018). Gıda sanayinde en çok kullanılan bitkisel kaynakların farklı tür ve iklim koşullarına bağlı olarak değişen yaklaşık protein içerikleri Tablo 1'de özetlenmiştir (Iqbal *ve ark* 2006; Aluko *ve ark*. 2009; Lu *ve ark* 2010; Li *ve ark* 2013; Pineli *ve ark* 2015; Joshi *ve ark* 2017; Kan *ve ark* 2018; Muneer *ve ark* 2018; Saatchi *ve ark* 2019).

Tablo 1. Farklı bitkisel kaynakların protein içerikleri

| Bitkisel kaynak | Protein oranı (%) |
|-----------------|-------------------|
| Soya | 30-40 |
| Bezelye | 20-25 |
| Acı baklagil | 40-44 |
| Bakla | 30-35 |
| Barbunya | 19.80-22.32 |
| Nohut | 19-24 |
| Mercimek | 23.30-31 |
| Susam | 18-23.5 |
| Kinoa | 9-18 |

2. Bitkisel proteinlerin fonksiyonel özellikleri

Proteinlerin fonksiyonel özellikleri gıdaların işlenmesi, depolanması, ısıtılması ve hatta tüketilmesi aşamasında fizikokimyasal davranışları şeklinde tanımlanmakta ve proteinlerin molekül boyutunu, yük dağılımını ve gıda sistemleri içerisinde protein-protein interaksiyonunu belirleyen üç boyutlu yapısı ile belirlenmektedir. Bitki proteinlerinin hayvansal proteinlerle karşılaştırıldığında sıvı faz içerisindeki çözünürlükleri düşük, viskoziteleri yüksektir. Çözünürlük, emülsiyon ve köpüklenme kapasitesi,

jelleşme gibi diğer fonksiyonel özellikleri doğrudan etkilemektedir. Bu proteinlerin yapıları fiziksel, kimyasal veya enzimatik modifikasyon, pH değerinin değiştirilmesi, ısıtma, kurutma ve yüksek basınçli homojenizasyon gibi yoğun ön işlemlerle değiştirilerek, çözünürlük ve emülsiyon oluşturma kapasiteleri iyileştirilerek, gıdalarda kullanıma uygun hale getirilmektedir (Yerramilli ve ark 2017; Li ve ark 2018; Lopez ve ark 2018; Nazari ve ark 2018).

Proteinler çok çeşitli yüzeylere tutunabilen polimerlerdir. Arayüzeyler birçok gıda içerisinde köpük (hava-su arayüzeyi), emülsiyon (sıvı-sıvı arayüzeyi) ve köpüklü emülsiyonlar (hava-sıvı-sıvı arayüzeyi) şeklinde bulunmaktadır. Bu köpük ve emülsiyonlar termodinamik olarak stabil olmayan sistemlerdir, bu nedenle sürekli ve dağılmış fazlar zamanla birbirinden ayrılma eğilimi gösterir ve sistemin serbest enerjisini düşürmek üzere arayüzey alanını en aza indirir. Proteinler amfifilik (hem hidrofilik hem hidrofobik) makro moleküller olup bu özelliklerinden dolayı gıda endüstrisinde köpüklenme ajanı ve emülgatör olarak kullanılmaktadır (Karaca ve ark 2011; Amagliani & Schmitt 2017). Baklagil proteinlerinin, bezelye ve bakla gibi diğer proteinlere göre oksidatif stabilitesinin daha iyi olduğu ve yağ-su emülsiyonlarında iyi bir emülgatör olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Gümüş ve ark 2017). Proteinlerin bu arayüzeylerdeki davranışı emülsiyon ve köpük bazlı ürün oluşumu ve stabilizasyon üzerinde önemli ölçüde etkiye sahiptir. Birçok gıdanın üretiminde uygulanan işlemler sırasında proteinlerin hidrofobik, elektrostatik ve kovalent bağlarla kümelenerek fibriler veya küresel parçacık yapısında bir ağ oluşturduğu bilinmektedir. Bu ağ yapısı protein sisteminin reolojik ve tekstürel özellikleri üzerinde etkilidir (Boire ve ark 2018; McCann ve ark 2018). Küresel tip proteinler ısı işlemlere hassastırlar, sıcaklık kritik noktayı aşarsa katlı yapı açılarak içinde bulunan apolar gruplar ve sülfidril grupları açığa çıkar. Bu tip proteinlerde arayüzeye tutunma daha yavaş gerçekleşmekle birlikte film oluşumundan sonra kalın arayüzey tabakası nedeniyle oldukça stabil bir emülsiyon oluşur. Fibriler proteinler ise yağ-su arayüzeyine daha hızlı tutunur ancak arayüzey film kalınlığı daha ince olduğundan dolayı kırılma gerçekleşebilir (McClements 2004; Primozic ve ark 2017). Gıdaları işleme sırasında protein ile stabilize edilmiş emülsiyonlar, pişirme, pastörizasyon ve sterilizasyon gibi ısı işlemlere maruz kalırlar. Isıl işlem sırasında proteinin doğal katlı konformasyonu açılır ve sülfidril grupları veya hidrofobik gruplar gibi bazı fonksiyonel gruplar açığa çıkar ve dolayısıyla sistemin enerjisini düşürmek amacıyla bu gruplar arasında disülfid bağları ve hidrofobik etkileşimler gerçekleşir. Sulu ortamda, apolar gruplar arasındaki hidrofobik etkileşimler protein-protein interaksiyonunu hızlandırır. Katlı yapının açılması moleküller arası kuvvetin yoğunluğuna bağlı olarak değişir. Proteinlerin yüzeye tutunabilme ve film oluşturabilme özellikleri küçük yüzey aktif moleküllerin varlığından etkilenebilir. Protein konsantrasyonu kritik jelleşme noktasının üzerinde ise protein kümesi jel oluşturur (Zayas 1997; Doxastakis 2000; Batista ve ark 2005). Bitki protein jel partikülleri hayvansal proteinlere göre çok daha fazla polidispers yapıdadır (Mäkinen ve ark 2015). Bitki proteinlerinin gıda üretiminde hayvansal proteinlerle birlikte kullanıldığında, ısı işlem, asitlendirme gibi bazı temel işlemler sonucu interaksiyona girdiği ve bu durumun da jel yapısı ve reolojisi üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Isıl işlem etkisiyle jelleşmede, pH'ın ısı işlem şiddetinden çok daha etkili bir faktör olduğu belirtilmektedir.

Gıda protein sistemlerinin jelleşmesi, bugüne kadar özellikle de soya protein-peynir suyu proteini, jel yapılarında çeşitli molekülleri tutması ve katkı olarak kullanıldığı gıdalara farklı tekstürel yapı kazandırmaları ve ısı ve asit etkisiyle jelleşme özellikleri açısından geniş çapta araştırmalara konu olmuştur (Schwenke ve ark 1998; Mohamad ve ark 2005; Yang ve ark 2014; Jose ve ark 2016; Ainis ve ark 2018). Ancak son yıllarda acı baklagil, bezelye ve fasulye başta olmak üzere, Afrika fasülyesi, kolza gibi farklı bitkisel kaynaklardan elde edilen proteinlerin de, gıdalarda kullanım potansiyelinin araştırılması açısından, fonksiyonel özellikleri ve jelleşme özelliklerinin incelendiği dikkat çekmektedir (Aluko ve ark 2009; Aregundade 2014). İstenen jel yapısının sağlanması ve kontrolü, özellikle yoğurt, peynir, puding, sosis, tofu gibi birçok üründe tüketici memnuniyeti açısından son derece önemlidir (Joshi ve ark 2014).

3. Bitki Proteinlerinin Gıda Formülasyonlarında Kullanımı

3.1. İçecekler ve Fermente Ürünler

Memeli hayvanlardan elde edilen süt ve ürünlerinin beslenme fizyolojisi açısından rolü Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve birçok bilim insanı tarafından ortaya konmakla birlikte, son yıllarda baklagiller, yağlı tohumlar, tahıllar ve tahılsızlar gibi çeşitli bitkilerden sulu ekstraksiyon ile elde edilen süt benzeri içecekler de “süt” olarak adlandırılmakta ve besleyici bir katkı olarak hayvansal süt içeceğinin

yerini almaktadır (Mäkinen ve ark 2016; Chalupa-Krebzdak ve ark 2018). Bu tür ürünlerin eldesinde, çeşitli işlemlerle yeniden yapılandırılan proteinler hayvansal kaynaklardan elde edilen süt ile kombine edilmektedir. Dünyanın çeşitli bölgelerinde bitki bazlı geleneksel içeceklerin üretimi söz konusudur. İspanya’da sık tüketilen pirinç ve yulaf sütünün yanı sıra, yer bademi sütü ile hazırlanan “Horchata”, Güney Kore’de pirinç, malt ekstraktı ve şeker ile hazırlanan “Sikhye”, Bulgaristan ve Arnavutluk’un yanı sıra ülkemizde de sıklıkla tüketilen ve mısır, buğday ve çavdar karışımından elde edilen ve fermente bir içecek olan “Boza”, Uganda’da mısır ve malt karışımının fermantasyonuyla elde edilen “Bushera” ve ilk olarak Çin’de üretilen ve tüm dünyada yaygın tüketilen “Soya sütü”, *Aspergillus oryzae* ile fermente edilmiş soya ürünü olan “Koji”, Japonya orijinli fermente soya ürünü olan “Tofu” da bitki bazlı ürünlere örnek olarak verilebilir (Mäkinen ve ark 2016; Menal-Puey & Marques-Lopes 2017; Jayachandran ve Xu 2019). Yakın zamanda ise tahıl proteinlerinin buzlu içecek, yoğurt vb gibi süt ürünlerine katılmasıyla elde edilen “kahvaltılık” ve INRA (Ulusal Tarım Araştırma Enstitüsü) tarafından üretilen ve süt ve acı baklagil protein kombinasyonu ile elde edilen “MilUP” adlı ürünlerin ticari olarak piyasaya sürüldüğü bildirilmiştir (Abecassis ve ark 2018).

Son yıllarda bitki bazlı proteinlerden fermente ve probiyotik ürün üretimi üzerine çalışmaların yoğunlaştığı görülmektedir. Yapılan çalışmalarda bitki bazlı sütlerin laktik asit bakterileri ve probiyotik bakteriler ile başarıyla fermente edilebildiği sonucuna varılmıştır. Sharma ve ark (2014), filizlenmiş buğday unu (%7.86), yulaf (%5.42) ve buğday kepeği (%1.42) karışımından elde ettikleri sütü *Lactobacillus acidophilus* ile fermente etmiş ve %13.19 kurumadde, %1.19 protein, %0.33 yağ, %11.56 karbonhidrat, %0.42 ham lif, 15.74 mg kalsiyum ve 10.43 log₁₀ kob/ml bakteri içeren probiyotik içecek elde etmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada kabak çekirdeği unu, bezelye ve kenevir proteinlerinin klasik yoğurt üretiminde katkı olarak kullanıldığında son ürünün sadece besin değerini arttırmakla kalmayıp, duyu ve reolojik özelliklerini de iyileştirdiği görülmüştür (Dabja ve ark 2018). Ayrıca, bitki protein katkısının termofil yoğurt kültürü ile elde edilen fermente ürünün pH, asitlik, protein, kurumadde ve kül içeriklerinin yanı sıra sinerez, vizkozite ve renk (L, b) değerleri üzerinde de önemli etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, soya, bezelye, buğday gluteni, mercimek ve pirinç proteini karşılaştırıldığında, esansiyel amino asit içeriği açısından en yüksek değerler soya proteini ile üretilen fermente üründe saptanmıştır (Akin & Özcan 2017). Ayrıca probiyotik bakterilerin gelişimini en çok destekleyen proteinlerin soya ve mercimek proteini olduğu ve mercimek proteini için duyu özellikler açısından en uygun zenginleştirme oranının %1-2 olduğu gözlenmiştir (Zare ve ark 2011; Zare ve ark 2012).

Tıpkı soya sütü gibi, acı baklagil sütü de yoğurt ve probiyotik ürün eldesi açısından oldukça uygun bir kaynaktır (Sipsas 2008). Acı baklagil izolatu süspansiyonu içerisinde 20 farklı laktik asit bakteri türünün gelişebildiği ve set tip yoğurt oluşturduğu bildirilmiştir. Acı baklagil sütü UHT işlemi ile sterilize edildiğinde fermantasyon süresi daha uzun (25 saat), pastörize edildiğinde ise daha kısa sürmüştür (14-24 saat). Buna karşın UHT sterilize süttten elde edilen fermente ürünün reolojik ve tekstürel özelliklerinin daha iyi olduğu saptanmıştır (Hickish ve ark 2016). Benzer şekilde, egzopolisakarit üreten laktik asit bakterilerinin de acı baklagil sütü içerisinde inek sütündeki gibi gelişebildiği belirtilmiştir, ancak *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* ile 25°C’de 72 saat fermantasyonu sonucu oluşan ürünün viskozitesinin inek sütü yoğurduna göre oldukça düşük olduğu belirlenmiştir (Jeske ve ark 2018).

Öztürk ve ark (2018), set tip yoğurt yapımında süte %1 ve %2 oranında kabuğu soyulmuş ve kabuğu soyulmamış iğde unu ilave etmişlerdir. Her iki tip unun %2 oranının klasik yoğurt kültürü ile fermantasyonu hızlandırdığı, su tutma kapasitesini artırarak soğuk depolama sırasında sinerezi azalttığını görmüşlerdir. İlginç bir şekilde %2 oranında kabuğu soyulmamış iğde unu katkısıyla üretilmiş yoğurtların duyu değerlendirme puanları inek sütü ile yapılan kontrolden farksız olmuştur.

3.2. Peynir

Peynir yüksek protein ve kalsiyum içeriğine sahip olması ve diğer süt ürünlerine göre daha kolay sindirilmesi nedeniyle çok tüketilmekle birlikte, yüksek oranda doymuş yağ içermesi ve peynir üretiminde verimin düşük olması nedeniyle pahalı bir üründür. Daha sağlıklı ve verimi yüksek bir ürün eldesi için peynir üretiminde bitkisel proteinlerin kullanımı iyi bir alternatif oluşturmaktadır. Yağsız sütün litresine 5, 10 ve 15 g soya proteini konsantratu ilavesi peynirin toplam protein miktarında %6.8-17 aralığında bir artışa sebep olmuştur. Ayrıca peynir veriminin arttığı da

görülmüştür. Bu durumun soya proteinlerinin yüksek oranda su tutma kapasitesine bağlı olduğu belirtilmiştir (Rinaldoni ve ark 2014). Soya sütünden peynir üretiminde ise glukono-delta-lakton, laktik asit bakteri fermantasyonu ve enzimatik hidroliz ile soya proteini molekülleri küçük parçalara ayrılarak kumlu yapı kusurunu ortadan kaldırmış, stabiliteyi arttırmış ve duyuşal özellikleri iyileştirmiştir (Li ve ark 2013). Matias ve ark (2014) tarafından yürütölen bir çalışmada soya sütünden üretilen Petit-Suisse peyniri üretiminde %100 soya sütünden elde edilen peynirlerin 21 günlük depolama sonucunda bile yüksek duyuşal puan aldığı belirtilmiştir.

Peynir üretiminde süte bitki proteinlerinin katılmasıyla oluşun son ürünün kazein jel yapısını ve reolojik özelliklerini değiştirdiği belirtilmiştir. İnek sütüne %12'ye kadar oranlarda susam proteini izolatu eklendiğinde, elde edilen yumuşak peynirin tekstürel ve reolojik özellikleri araştırılmıştır. Süte %4 ve %8 oranında susam proteini katıldığında fermantasyon süresinin ve enzim proteoliz süresinin kısaldığı, ancak peynir pıhtı oluşum süresinin uzadığı görölmüştür. Ayrıca, peynirin sertlik, yapışkanlık, sakızimsılık gibi tekstürel özelliklerini iyileştirdiği, ancak katılan susam protein izolatu oranı %12'ye çıkarıldığında peynir tekstürünün olumsuz yönde etkilendiği saptanmıştır (Lu ve ark 2010). Taze ve olgun peynir üretiminde acı baklagil proteini katkısının incelendiği bir başka çalışmada, acı baklagil ilavesinin toplam protein oranında artış sağladığı ve %25 oranında acı baklagil unu ilavesinin her iki peynir tipinde de lezzet ve duyuşal özellikleri iyileştirmenin yanı sıra, tekstür üzerinde de olumlu etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Elsamani ve ark 2014).

3.3. Ekmek ve Unlu Mamuller

Bitki proteinlerinin ekmek yapımında buğday unu ile birlikte kullanımına dair çok sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Buğday ununun fırıncılık ürünlerinde proteince zenginleştirilmesinde en çok kullanılan baklagiller soya, nohut, acı baklagil ve bezelyedir. Ekmek üretiminde buğday ununa kısmen soya proteini hidrolizatu ilavesinin özgül hacim ve sıklık açısından tamamen buğday unu ile üretilmiş ekmekten farksız bir ürün eldesine olanak tanıdığı gözlenmiştir (Schmiele ve ark 2017). Soya ununa ekmek formölasyonuna eklenmeden önce 95°C'de 1 dakika buharla ısıtma ve 140°C'de kavurma ile ısıl işlem uygulanması fasülyemsi lezzette azalmaya ve ekmek hacminde artışa yol açmıştır (Shin ve ark 2013). Soya sütü tozu da ekmeklerde bayatlamayı geciktirmesi açısından ekmek üretiminde iyi bir alternatiftir (Nilüfer-Erdil ve ark 2012). Buğday ununa %5 ve %10 soya ve acı baklagil unu ilavesi ekmek hamurunun stabilite ve tolerans indeks değerlerinde artışa yol açmıştır. Ancak, bitkisel protein katkısı hamur karışımı içindeki gluten miktarında azalmaya yol açtığı için, katılan bitki proteini miktarına paralel olarak ekmek hacminde azalma olduğu görölmüştür (Doxastakis ve ark 2002). Soya ekmeğinin saponin miktarını arttırmak amacıyla orijinalinde %27 oranında soya içeren ekmek formölasyonunda, soyanın 1/3'ü oranında nohut unu eklendiğinde, tekstürel özellikleri değiştirmeden saponin miktarında artış sağlandığı gözlenmiştir (Serventi ve ark 2018). Nohut ve bezelye proteinlerinin ise, ekmek formölasyonlarında kullanıldığında elde edilen ürünün fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri açısından soya proteinine iyi bir alternatif olabileceği bildirilmiştir (Miñarro ve ark 2012).

Baklagil proteinleri özellikle buğday unuyla birlikte kullanıldığında lizin ve triptofan açısından iyi bir kaynak sağlarlar. Acı baklagil ununun ekmek yapımında buğday ununa ilavesinin besin değerini, kimyasal özelliklerini ve biyoaktif bileşimini önemli ölçüde değiştirdiği (Villarino ve ark 2015), %10 acı baklagil katkılı ekmeklerin duyuşal ve tekstürel açıdan en iyi özellikte örneklerin, üç gün boyunca filizlendirilmiş acı baklagil ununun ekmek yapımında buğday ununa %10 oranında ilavesiyle elde edildiği (Ertaş 2015), %10 acı baklagil katkılı ekmeklerin duyuşal açıdan yeşil sebzemsi, topraksı, mantarimsı, yağlı ve kızarmış olarak tanımlandığı belirtilmiştir (Paraskevopoulou ve ark 2012). Benzer şekilde %10 oranında maltlı bezelye proteini izolatu ile zenginleştirilmiş buğday unu ile, protein oranının %20'den yüksek ekmek üretiminin mümkün olduğu, ve hamur karıştırma özelliğinin iyileştiği belirtilmiştir (Mondor ve ark 2014; Villeneuve ve Mondor 2014). Ayrıca, buğday ununa düşük oranda (1g/100) bile bezelye kabuğu ve fasulye lifi katkısı tekstürel özellikleri iyileştirmiş, sertliği önemli ölçüde azaltmıştır (Fendri ve ark 2016). Ekmek üretiminde %10 oranında bezelye proteini izolatu ilavesi su absorpsiyonunu arttırmış, %20'yi aşun oranlarda ilave edildiğinde özgül hacimde azalmaya yol açmıştır (Marchais ve ark 2011). Farklı bitki proteinlerinin kullanımının ekmeğin kalite özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada duyuşal açıdan en çok beğenilen ekmeğin bezelye proteini katkılı, en az beğenilen ekmeğin ise soya katkılı ekmek olduğu belirtilmiştir. Acı baklagil proteininin hamur reolojisini en az etkileyen protein olduğu, en düşük sertlik ve en

yüksek özgül hacme sahip örneklerin acı baklagil proteini katkısı ile gözlemlendiği bildirilmiştir (Ziobro ve ark 2013).

Susam proteini ilavesinin ekmek üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada, ekmek formülasyonlarında susam proteini konsantrasyonunun ve izolasyonunun buğday ununa %18, susam küspesinin ise %16'ya varan oranlarda katıldığında son ürünün duyu özelliklerini değiştirmediği bildirilmiştir (El-Adawy 1997). Ekmek karışımına %20 oranında barbunya unu ilavesi mineral miktarı ve besin değerinin artırılması açısından olumlu sonuç vermiştir. Aynı oranda mısır unu ile zenginleştirilmiş ekmeklerin duyu ve tekstürel özelliklerinin barbunya unu katkılı ekmeklere göre daha iyi olduğu gözlemlenmiştir (Bhol ve Bosco 2014). Glutensiz ekmek üretiminde keçiyoynuzu ununun ekmek kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, ekmek formülasyonunda %5-24 aralığında keçiyoynuzu unu kullanılmıştır. Keçiyoynuzu unu ilavesinin ekmeklerde protein, lif ve mineral oranında artış sağladığı, fonksiyonel özellikleri iyileştirdiği ve ekmek elastisitesini arttırdığı saptanmıştır. Ayrıca %10'luk zenginleştirmenin ekmek hacminde artış sağladığı kaydedilmiştir (Tsatsaragkou ve ark 2012, Turfani ve ark 2017). Fırıncılık ürünlerinde kullanılacak bir başka bitkisel protein kaynağı da mercimektir. Kek ununa %50 oranında yeşil mercimek unu ilavesi ile kek hacminde artış gözlemlenmiştir (Hera ve ark 2012).

Geleneksel bir Türk tatlısı olan revani üretiminde %5 oranında soya ve bezelye unu kullanımı sertlik derecesinde artışa yol açmıştır. Ayrıca, renk, görünüş, gözenekli yapı, pürüzlülük özellikleri de önemli ölçüde etkilenmiştir. Ancak yine de soya proteininin revani yapımında mısır ve pirinç unu ile birlikte başarıyla kullanılacağı belirtilmiştir (Yıldırım ve ark 2018).

3.4. Makarna

Makarnada hammadde olarak kullanılan buğday yerine kısmen bitki proteinlerinin kullanımı konusunda da bazı çalışmalar yapılmıştır. Spagetti üretiminde, %40 oranında fasulye unu ilavesinin optimum pişirme süresi ve su tutma kapasitesini arttırdığı ve tekstürel özellikleri değiştirmediği (Giuberti ve ark 2015), %30 oranında bakla unu ve mercimek unu ilavesinin tekstürel, fizikokimyasal ve duyu özelliklerini değiştirmeksizin besin değerini önemli ölçüde arttırdığı ve başarıyla kullanılacağı belirtilmiştir (Giménez ve ark 2012; Bouasla ve ark 2017). Laleg ve ark (2017), %80 ve %100 oranında bakla proteini katılmış makarnaların duyu puanlarının kontrole yakın olduğunu belirtmiştir. Yine, glutensiz makarna üretiminde bakla proteini, bakla unu ve fermente edilmiş bakla unu olmak üzere iki farklı şekilde kullanılmış ve bakla unu katkılı makarna örneklerinin tekstürel geleneksel makarnaya benzer özellik göstermiştir. Ancak bakla ununa uygulanan fermentasyon işlemi, sertlik ve çiğnenemeyebilirlik değerlerini artırarak tekstür üzerinde tam tersi etki göstermiş, ayrıca aroma yoğunluğu ve ekşiliği de arttırmıştır (Rosa-Sibakove ve ark 2016).

Makarnanın lizin içeriğinin düşük olduğu bilinmektedir. Çok tahıllı makarna üretiminde %15 oranında acı baklagil unu ilavesinin lizin oranını önemli ölçüde arttırdığı ve kabul edilebilir pişme özelliklerine ve duyu özelliklere sahip ürün elde edilmesine olanak tanıdığı (Rayas-Duarte ve ark 1996), %20 oranında ilave edildiğinde ise makarnanın renk, görünüş, lezzet, tekstür gibi özelliklerinde önemli ölçüde değişikliğe yol açmadığı gözlemlenmiştir (Jayasena & Nasar-Abbas 2012). Benzer şekilde %20 oranında kinoa unu ile zenginleştirilmiş makarnaların yapışkanlığında, fermente kinoa unu ile zenginleştirilmiş makarnaların ise elastikiyetinde ve sindirilebilirliğinde artış olduğu saptanmıştır (Lorusso ve ark 2017). Ancak, %30 oranında Meksika fasulyesi unu katkısının spagettide pişirme süresi, su absorpsiyonu ve sıklığı azalttığı, pişirme kaybını ise arttırdığı bildirilmiştir (Gallegos-Infante ve ark 2010).

4. Sonuç

Bitkisel proteinler gıda formülasyonlarında bitki unu, protein konsantrasyonu veya protein izolasyonu formunda kullanılmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmaların sonuçları, bitkisel proteinlerin gıdalarda kullanıldığında duyu ve tekstürel özellikleri değiştirmeden son ürünün protein içeriğini ve besin değerini arttırdığını göstermektedir. Bitkisel proteinlerin yol açtığı lezzet kusurlarının fermentasyon ile iyileştirilebileceği, fıncılık ürünlerinde %10 oranında kullanımının istenen kalite özelliklere sahip ürün elde edilmesine olanak sağladığı, makarnada bu oranın daha yüksek olabileceği ortaya çıkmaktadır. Ancak, her bitkisel proteinin farklı türde gıdalarda kullanıma uygunluğunu belirlemek açısından daha fazla araştırma yapılması gerektiği görülmektedir. Bu amaçla öncelikli olarak farklı bitkisel

kaynaklardan elde edilen proteinlerin fonksiyonel özellikleri ve süt proteinleriyle ısı veya asit etkisiyle jelleşme özellikleri ve hayvansal proteinlerle kombine halde kullanıldığında protein-protein interaksyonları araştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Abecassis, J., Cuq, B., Escudier, J.L., Garric, G., Kondjoyan, A., Planchot, V., Salmon, J.M. & de Vries, H. (2018), "Food chains; the cradle for scientific ideas and the target for technological innovations", *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 46, 7-17.
2. Ainis, W.N., Ersch, C. & Ipsen, R. (2018), "Partial replacement of whey proteins by rapeseed proteins in heat-induced gelled systems: Effect of pH", *Food Hydrocolloids*, 77, 397-406.
3. Akın, Z. & Özcan, T. (2017), "Functional properties of fermented milk produced with plant proteins", *LWT-Food Science and Technology*, 86, 25-30.
4. Aluko, R.E., Mofolasayo, O.A. & Watts, B.E. (2009), "Emulsifying and Foaming Properties of Commercial Yellow Pea (*Pisum sativum* L.) Seed Flours", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 9793-9800.
5. Amagliani, L. & Schmitt, C. (2017), "Globular plant protein aggregates for stabilization of food foams and emulsions", *Trends in Food Science & Technology*, 67, 248-259.
6. Aregundade, L.A., Mu.T.H., Deng, F.M., Abegunde, O.K. & Sun, M.J. (2014), "Nutrition, gelation rheology and gel microstructure of isoelectric and ultrafiltered/diafiltered African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*) protein isolates", *LWT-Food Science and Technology*, 59, 1018-1024.
7. Banovic, M., Arvola, A., Pennanen, K., Duta, D.E., Brückner-Gühmann, M., Lähtenmäki, L. & Krunert, K.G. (2018), "Foods with increased protein content: A qualitative study on European consumer preferences and perceptions", *Appetite*, 125, 233-243.
8. Batista, A.P., Portugal, C.A.M., Sousa, I., Crespo, C.G. & Raymundo, A. (2005), "Assessing gelling ability of vegetable proteins using rheological and fluorescence techniques", *International Journal of Biological Macromolecules*, 36, 135-143.
9. Bhol, S. & Bosco, S.J.D. (2014), "Influence of malted finger millet and red kidney bean flour on quality characteristics of developed bread", *LWT-Food Science and Technology*, 55, 294-300.
10. Boire, A., Bouchoux, A., Bouhallab, S., Chapeau, A.L., Croguennec, T., Ferraro, V., Lechevalier, V., Menut, P., Pézenec, S., Renard, D., Santé-Lhoutellier, V., Laleg, K., Micard, V., Riaublanc, R. & Anton, M. (2018), "Proteins for the future: A soft matter approach to link basic knowledge and innovative applications", *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 46, 18-28.

11. Bouasla, A., Wojtowicz, A. & Zidoune, M.N. (2017), "Gluten-free precooked rice pasta enriched with legumes flours: Physical properties, texture, sensory attributes and microstructure", *LWT-Food Science and Technology*, 75, 569-577.
12. Chalupa-Krebzdak, S., Long, C.J. & Bohrer, B.M. (2018), "Nutrient density and nutritional value of milk and plant-based milk alternatives", *International Dairy Journal*, 87, 84-92.
13. Dabja, A., Codina, G.G. & Sidor, A.M. (2018), "Plant proteins supplementation effects on the quality characteristics of yogurt", *Journal of Biotechnology*, 280S, S57.
14. Day, L. (2013), "Proteins from land plants-Potential resources for human nutrition and food security", *Trends in Food Science and Technology*, 32, 25-42.
15. Day, L. (2016), "Protein: Food Sources", *AgResearch Ltd., Palmerston North, New Zealand, Elsevier Ltd*, p:530-537
16. Doxastakis, G. (2000), "Lupin seed proteins", *Novel Macromolecules in Food Systems, Ed., G. Doxastakis and V. Kiosseoglou*, p:1-38, Elsevier Science B.V.
17. Doxastakis, G., Zafiriadis, I., Irakli, M., Marlani, H. & Tananaki, C. (2002), "Lupin, soya and triticale addition to wheat flour doughs and their effect on rheological properties", *Food Chemistry*, 77 (2), 219-227.
18. El-Adawy, T.A. (1997), "Effect of sesame seed protein supplementation on the nutritional, physical, chemical and sensory properties of wheat flour bread", *Food Chemistry*, 59 (1), 7-14.
19. Elsamani, M.O., Habbani, S.S., Babiker, E.E. & Ahmed, I.A.M. (2014), "Biochemical, microbial and sensory evaluation of white soft cheese made from cow and lupin milk", *LWT-Food Science and Technology*, 59, 553-559.
20. Ertaş, N. (2015), "Technological and chemical characteristics of breads made with lupin sprouts", *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 7 (3), 313-319.
21. Fendri, L.B., Chaari, F., Maaloul, M., Kallel, F., Abdelkafi, L., Chaabouni, S. & Ghribi-Aydi, D. (2016), "Wheat bread enrichment by pea and broad bean pods fibers: Effect on dough rheology and bread quality", *LWT-Food Science and Technology*, 73, 584-591.
22. Gallegos-Infante, J.A., Rocha-Guzman, Gonzales-Laredo, R.F., Ochoa-Martinez, L.A., Corzo, N., Bello-Perez, R.A., Medina-Torres, L. & Peralta-Alvarez, L.E. (2010), "Quality of spaghetti pasta containing Mexican common bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.)", *Food Chemistry*, 119, 1544-1549.
23. Giménez, M.A., Drago, S.R., De Greef, D., Gonzalez, R.J., Lobo, M.O. & Samman, N.C. (2012), "Rheological, functional and nutritional properties of wheat/broad bean (*Vicia faba*) flour blends for pasta formulation", *Food Chemistry*, 134, 200-206.

24. Giuberti, G., Gallo, A., Cerioli, C., Fortunati, P. & Masoero, F. (2015), "Cooking quality and starch digestibility of gluten free pasta using new bean flour", *Food Chemistry*, 175, 43-49.
25. Gümüş, C.E., Decker, E.A., McClements, D.J. (2017), "Impact of legume protein type and location on lipid oxidation in fish oil-in-water emulsions: Lentil, pea, and faba bean proteins", *Food Research International*, 100, 175-185.
26. Gravely, E. & Fraser, E. (2018), "Transitions on the shopping floor: Investigating the role of Canadian supermarkets in alternative protein consumption", *Appetite*, 130, 146-156.
27. Hartmann, C. & Siegrist, M. (2017), "Consumer perception and behaviour regarding sustainable protein consumption: A systematic review", *Trends in Food Science and Technology*, 61, 11-25.
28. Hera, E., Luis-París, E., Oliete, B. & Gómez, M. (2012), "Studies of the quality of cakes made with wheat-lentil composite flours", *LWT - Food Science and Technology*, 49, 48-54.
29. Hickish, A., Beer, R., Vogel, R.F. & Toelstede, S. (2016), "Influence of lupin milk heat treatment and exopolysaccharide producing lactic acid bacteria on the physical characteristics of lupin based yoghurt alternative", *Food Reserch International*, doi: [10.1016/j.foodres.2016.03.037](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.03.037)
30. Iqbal, A., Khalil, I.A., Ateeq, N. & Khan, M.S. (2006), "Nutritional quality of important food legumes", *Food Chemistry*, 97, 331-335.
31. Jayachandran, M. & Xu, B. (2019), "An insight into the health benefits of fermented soy products", *Food Chemistry*, 271, 362-371.
32. Jayasena, V. & Nasar-Abbas, S.M. (2012), "Development and quality evaluation of high-protein and high-dietary-fibre pasta using lupin flour", *Journal of Texture Studies*, 43, 153-163.
33. Jeske, S., Zannini, E. & Arendt, E.K. (2018), "Past, present and future: The strength of plant-based dairy substitutes based on gluten-free raw materials", *Food Research International*, 110, 42-51.
34. Jose, J., Pouvreau, L. & Martin, A.H. (2016), "Mixing whey and soy proteins: Consequences for the gel mechanical response and water holding", *Food Hydrocolloids*, 60, 216-224.
35. Joshi, M., Aldred, P., Panozzo, J.F., Kasapis, S. & Adhikari, B. (2014), "Rheological and microstructural characteristics of lentil starch-lentil protein composite pastes and gels", *Food Hydrocolloids*, 35, 226-237.
36. Joshi, M., Timilsena, Y. & Adhikari, B. (2017), "Global production, processing and utilization of lentil: A review", *Journal of Integrative Agriculture*, 16 (12), 2898-2913.

37. Kan, L., Nie, S., Hu, J., Wang, S., Bai, Z., Wang, J., Zhou, Y., Jiang, J., Zeng, Q. & Song, K. (2018), “Comparative study on the chemical composition, anthocyanins, tocopherols and carotenoids of selected legumes”, *Food Chemistry*, 260, 317-326.
38. Karaca, A.C., Low, N. & Nickerson, M. (2011), “Emulsifying properties of chickpea, faba bean, lentil and pea proteins produced by isoelectric precipitation and salt extraction”, *Food Research International*, 44, 2742-2750.
39. Laleg, K., Barron, C., Cordelle, S., Schlich, P., Walrand, S. & Micard, V. (2017), “How the structure, nutritional and sensory attributes of pasta made from legume flour is affected by the proportion of legume protein”, *LWT-Food Science and Technology*, 79, 471-478.
40. Li, Q., Xia, Y., Zhou, L. & Xie, J. (2013), “Evaluation of the rheological, textural, microstructural and sensory properties of soy cheese spreads”, *Food and Bioprocess Technology*, 91, 429-439.
41. Li, X., Feng, Y., Ting, S., Jiang, J. & Liu, Y. (2018), “Correlating emulsion properties to microencapsulation efficacy and nutrients retention in mixed proteins system”, *Food Research International*, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.07.059>.
42. López, D.N., Galante, M., Raimundo, G., Spelzini, D. & Boeris, V. (2018), “Functional properties of amaranth, quinoa and chia proteins and the biological activities of their hydrolyzates”, *Food Research International*, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.056>.
43. Lorusso, A., Verni, M., Montemurro, M., Coda, R., Gobetti, M. & Rizzello, C.G. (2017), “Use of fermented quinoa flour for pasta making and evaluation of the technological and nutritional features”, *LWT-Food Science and Technology*, 78, 215-221.
44. Lu, X., Schmitt, D. & Chen, S. (2010), “Effect of sesame protein isolate in partial replacement of milk protein on the rheological, textural and microstructural characteristics of fresh cheese”, *International Journal of Food Science and Technology*, 45, 1368-1377.
45. Mäkinen, O.E., Lowe, T.U., O’Mahony, J.A. & Arendt, E.K. (2015), “Physicochemical and acid gelation properties of commercial UHT-treated plant-based milk substitutes and lactose free bovine milk”, *Food Chemistry*, 168, 630-638.
46. Mäkinen, O.E., Walhalinna, V., Zannini, E. & Arendt, E.K. (2016), “Foods for Special Dietary Needs: Non-dairy Plant-based Milk Substitutes and Fermented Dairy-type Products”, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56, 339–349.
47. Marchais, L.P.D., Foisy, M., Mercier, S., Villeneuve, S. & Mondor, M. (2011), “Bread-making potential of pea protein isolate produced by a novel ultrafiltration/diafiltration process”, *Procedia Food Science*, 1, 1425-1430.

48. Matias, N.S., Bedani, R., Castro, I.A. & Saad, S.M.I. (2014), "A probiotic soy-based innovative product as an alternative to petit-suisse cheese", *LWT-Food Science and Technology*, 59, 411-417.
49. McCann, T.H., Guyon, L., Fischer, P. & Day, L. (2018), "Rheological properties and microstructure of soy-whey protein", *Food Hydrocolloids*, 82, 434-441.
50. McClements, D.J. (2004), "Protein-stabilized emulsions", *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 9, 305 – 313.
51. Menal-Puey, S. & Marques-Lopes, I. (2017), "Development of a Food Guide for the Vegetarians of Spain", *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 117, 10: 1509-1516.
52. Miñarro, B., Albanell, E., Aguilar, N., Guamis, B. & Capellas, M. (2012), "Effect of legume flours on baking characteristics of gluten-free bread", *Journal of Cereal Science*, 56, 476-481.
53. Mondor, M., Guévremont, E. & Villeneuve, S. (2014), "Processing, characterization and bread-making potential of malted yellow peas", *Food Bioscience*, 7, 11-18.
54. Mohamed, A., Peterson, S.C., Hojilla-Evangelista, M.P., Sessa, D.J., Rayas-Duarte, P. & Biresaw, G. (2005), "Effect of Heat Treatment and pH on the Thermal, Surface, and Rheological Properties of *Lupinus albus* Protein", *Journal of the American Oil Chemist's Society*, 82 (2), 135-140.
55. Nazari, B., Mohammadifar, M.A., Shojaee-Aliabadi, S., Feizollahi, E. & Mirmoghtadaie, L. (2018), Effect of ultrasound treatments on functional properties and structure of millet protein concentrate, *Ultrasonics-Sonochemistry*, 41, 382-388.
56. Nilüfer-Erdil, D., Serventi, L., Boyacıoğlu, D. & Vodovotz, Y. (2012), "Effect of soy milk powder addition on staling of soy bread", *Food Chemistry*, 131, 1132-1139.
57. Öztürk, H.İ., Aydın, S., Sözeri, D., Demirci, T., Sert, D. & Akın, N. (2018), "Fortification of set-type yoghurts with *Elaeagnus angustifolia* L. flours: Effects on physicochemical, textural, and microstructural characteristics", *LWT-Food Science and Technology*, 90, 620-626.
58. Paraskevopoulou, A., Chrysanthou, A. & Koutidou, M. (2012), "Characterisation of volatile compounds of lupin protein isolate-enriched wheat flour bread", *Food Research International*, 48, 568-577.
59. Pineli, L.L.O., Botelho, R.B.A., Zandonadi, R.P., Solorzano, J.L., de Oliveira, G.T., Reis, C.G.E. & Teixeira, D.S. (2015), "Low glycemic index and increased protein content in a novel quinoa milk", *LWT-Food Science and Technology*, 63, 1261-1267.
60. Primožic, M., Duchek, A., Nickerson, M. & Ghosh, S. (2017), "Effect of lentil proteins isolate concentration on the formation, stability and rheological behavior of oil-in-water nanoemulsions", *Food Chemistry*, 237, 65-74.

61. Rayas-Duarte, P., Mock, C.M. & Satterlee, L.D. (1996), "Quality of spaghetti containing buckwheat, amaranth and lupin flours", *Cereal Chemistry*, 73 (3), 381-387.
62. Rinaldoni, A.N., Palatnik, D.R., Zaritsky, N. & Campderrós, M.E. (2014), "Soft cheese-like product development enriched with soy protein concentrates", *LWT-Food Science and Technology*, 55, 139-147.
63. Rodríguez-Ambriz, S.L., Martínez-Ayala, A.L., Millán, F. & Dávilla-Ortíz, G. (2005), "Composition and functional properties of *Lupinus campestris* protein isolate", *Plant Foods for Human Nutrition*, 60, 99-107.
64. Rosa-Sibakov, N., Heiniö, R.L., Cassan, D., Holopainen-Mantila, U., Micard, V., Lantto, R. & Sözer, N. (2016), "Effect of bioprocessing and fractionation on the structural, textural and sensory properties of gluten-free faba bean pasta", *LWT-Food Science and Technology*, 67, 27-36.
65. Saatchi, A., Kiani, H. & Labbafi, M. (2019), "A new functional protein polysaccharide conjugate based on protein concentrate from sesame processing by-products: Functional and physico-chemical properties", *International Journal of Biological Macromolecules*, 122, 659-666.
66. Schmiele, M., Felisberto, M.H.F., Clerici, M.T.P.S. & Chang, Y.K. (2017), "Mixolab™ for rheological evaluation of wheat flour partially replaced by soy protein hydrolysate and fructooligosaccharides for bread production", *LWT-Food Science and Technology*, 76, 259-269.
67. Shin, D.J., Kim, W. & Kim, Y. (2013), "Physicochemical and sensory properties of soy bread made with germinated, steamed, and roasted soy flour", *Food Chemistry*, 141, 517-523.
68. Schwenke, K.D., Dahme, A. & Wolter, T. (1998), "Heat-induced gelation of rapeseed proteins: Effect of protein interaction and acetylation", *Journal of the American Oil Chemist's Society*, 75, 83-87.
69. Serventi, L., Vittadini, E. & Vodovotz, Y. (2018), "Effect of chickpea protein concentrate on the loaf quality of composite soywheat bread", *LWT-Food Science and Technology*, 89, 400-402.
70. Sharif, H.R., Williams, P.A., Sharif, M.K., Abbas, S., Majeed, H., Masamba, K.G., Safdar, W. & Zhong, F. (2018), "Current progress in the utilization of native and modified legume proteins as emulsifiers and encapsulants -A review", *Food Hydrocolloids*, 76, 2-16.

71. Sharma, M., Mridula, D. & Gupta, R.K. (2014), "Development of sprouted wheat based probiotic beverage", *Journal of Food Science and Technology*, 51 (12), 3926-3933.
72. Sipsas, S. (2008), "Lupin products-concepts and reality, Lupins For Health and Wealth", *Proceedings of the 12th International Lupin Conference*, 14-18 Septembre, Fremantle, Western Australia, pp: 506-513.
73. Slade, P. (2018), "If you build it, will they eat it? Consumer preferences for plant-based and cultured meat burgers", *Appetite*, 125, 428-437.
74. Timilsena, Y.P., Adhikari, R., Barrow, C.J. & Adhikari, B. (2016), "Physicochemical and functional properties of protein isolate produced from Australian chia seeds", *Food Chemistry*, 212, 648-656.
75. Tsatsaragkou, K., Yiannopoulos, S., Kontogiorgi, A., Poulli, E., Krokida, M. & Mandala, I., (2012), "Mathematical approach of structural and textural properties of gluten free bread enriched with carob flour", *Journal of Cereal Science*, 56, 603-609.
76. Turfani, V., Narducci, V., Durazzo, A., Galli, V. & Carcea, M. (2017), "Technological, nutritional and functional properties of wheat bread enriched with lentil or carob flours", *LWT-Food Science and Technology*, 78, 361-366.
77. Vainio, A., Niva, M., Jallinoja, P. & Latvala, T. (2016), "From beef to beans: Eating motives and the replacement of animal proteins with plant proteins among Finnish consumers", *Appetite*, 106, 92-100.
78. Villarino, C.B.J., Jayasena, V., Coorey, R., Chakrabarti-Bell, S., Foley, R., Fanning, K. & Johnson, S.K. (2015), "The effects of lupin (*Lupinus angustifolius*) addition to wheat bread on its nutritional, phytochemical and bioactive composition and protein quality", *Food Research International*, 76, 58-65.
79. Villeneuve, S. & Montor, M. (2014), "Processing and bread-making potential of proteins isolated from malted and non-malted pea seeds by ultrafiltration/diafiltration", *Food Bioscience*, 8, 33-36.
80. Xu, J., Dolan, M.C., Medrano, G., Cramer, C.L. & Weathers, P.J. (2012), "Green factory: Plants as bioproduction platforms for recombinant proteins", *Biotechnology Advances*, 30, 1171-1184.
81. Yang, C., Wang, Y., Vasanthan, T. & Chen, L. (2014), "Impacts of pH and heating temperature on formation mechanisms and properties of thermally induced canola protein gels", *Food Hydrocolloids*, 40, 225-236.
82. Yıldırım, R.M., Gümüş, T. & Arıcı, M. (2018), "Optimization of a gluten free formulation of the Turkish dessert revani using different types of flours, protein sources and transglutaminase", *LWT-Food Science and Technology*, 95, 72-77.

83. Yerramilli, M., Longmore, N. & Ghosh, S. (2017), "Improved stabilization of nanoemulsions by partial replacement of sodium caseinate with pea protein isolate", *Food Hydrocolloids*, 64, 99-111.
84. Zare, F., Boye, J.I., Orsat, V., Champagne, C.P. & Simpson, B.K. (2011), "Microbial, physical and sensory properties of yogurt supplemented with lentil flour", *Food Research International*, 44, 2482-2488.
85. Zare, F., Champagne, C.P., Simpson, B.K., Orsat, V. & Boye, J.I. (2012), "Effect of the addition of pulse ingredients to milk on acid production by probiotic and yoghurt starter cultures", *LWT-Food Science and Technology*, 45, 155-160.
86. Zayas, J.F. (1997), "Functionality of Proteins in Foods", *Joseph F. Zayas*, Springer, Verlag, Berlin, Heidelberg, 372 pgs.
87. Ziobro, R., Witczak, T., Juszczak, L. & Korus, J. (2013), "Supplementation of gluten-free bread with non-gluten proteins. Effect on dough rheological properties and bread characteristic", *Food Hydrocolloids*, 32, 213-220.