

Derleme Makale/Review Paper

Glutensiz beslenmede alternatif bitkisel gıdalar

Alternative plant foods in gluten-free nutrition

Ayşenur Arslan¹ , Erkan Yalçın^{1*} 

¹ Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Gıda Mühendisliği, BOLU, TÜRKİYE

(Yazar sıralamasına göre/By author order)

ORCID ID: 0000-0003-1658-746X, Dr.

ORCID ID: 0000-0002-7417-9088, Prof. Dr.

*Sorumlu yazar/Corresponding author: yalcin_e@ibu.edu.tr

Geliş Tarihi : 03.03.2025

Kabul Tarihi : 20.01.2026

Öz

Amaç: Yaşam tarzı, genetik çeşitlilikteki azalma, karbondioksit salınımındaki artış ile meydana gelen iklim değişikliği ve beslenme yetersizliğinin, gıda alerjileri ve intoleranslarında artışa sebep olduğu bildirilmiştir. Bunlardan biri olan çölyak hastalığı, ince bağırsak kaynaklı otoimmün enteropatidir. Çölyak hastalığında, gluten proteini, ince bağırsak mukozasında hasar meydana getirerek işlevselliğine zarar vermektedir. Çölyak hastalığının tek tedavi yöntemi hayat boyu glutensiz beslenmedir. Genellikle mısır ve pirinç tahıllarından hazırlanan glutensiz ürünleri tüketen çölyak hastalarının beslenmesinde; mineral, vitamin, besinsel lif ve protein eksikliği gözlenir. Bu derleme çalışmasının amacı; glutensiz beslenmede önerilen diğer bitkisel kaynaklar olan pseudo-tahıllar (karabuğday, kinoa, amarant) ve minör tahılların (millet (darı), sorgum, çiya ve tef) bazı besinsel özelliklerine ve çölyak hastalığının bilimsel temellerine değinmektir.

Sonuç: Pseudo-tahıllar ve minör tahıllara olan ilgi, alternatif protein kaynakları olmaları sebebiyle son yıllarda artmıştır. Pseudo-tahıllar ve minör tahıllar glutensiz olmaları sebebiyle çölyak hastaları ve gluten hassasiyeti olan bireylerin tüketimi için önerilebilir. Pseudo-tahıllar önemli protein, mineral, vitamin ve besinsel lif kaynaklarıdır. Pseudo-tahıl proteinlerinin biyolojik değeri tahıllardan daha yüksektir. Bu derleme çalışmada, glutensiz beslenmede alternatif bitkisel gıdalar olan pseudo-tahıllar ve minör tahılların besinsel özellikleri incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: glutensiz beslenme, çölyak hastalığı, pseudo-tahıllar, minör tahıllar

Abstract

Objective: Life style, decreasing of genetic biodiversity, increasing of carbon dioxide emission resulted to climate change and malnutrition cause increase in food allergenicity and intolerances. One of them is celiac disease which is an autoimmune enteropathy occurring in small intestine. In celiac disease, gluten causes damage on the mucosal layer of small intestine and destroys its function. Life-long gluten-free nutrition is the only solution for celiac disease. Celiac patients usually consume gluten-free foods prepared from corn and rice cereals. However it is observed that they are confronted with mineral, vitamin, dietary fibre and protein deficiencies in their nutrition. The purpose of this study was to review the nutritional properties of pseudocereals (buckwheat, quinoa, amaranth) and minor cereals (millet, sorghum, chia and teff) as additional recommended plant sources in gluten-free nutrition and to mention about scientific basis of celiac disease.

Conclusion: Pseudocereals and minor cereals are recently gaining more attention due to be alternative protein sources. Pseudocereals and minor cereals can be recommended to people suffering from celiac disease and gluten sensitivity for consuming due to their gluten-free characters. Pseudocereals are important sources of

protein, mineral, vitamin and dietary fibre. Biological value of pseudocereal proteins is higher than cereals. In this review, the nutritional properties of pseudocereals and minor cereals as alternative plant foods in a gluten-free diet were evaluated.

Keywords: gluten-free nutrition, celiac disease, pseudocereals, minor cereals

1. Giriş

Pseudo-tahıllar, botanik açıdan, monokotiledon tahılların (buğday, çavdar, arpa, yulaf, pirinç, mısır, tritikale, sorgum, millet) aksine dikotiledon bitki tohumlarıdır. Yapısal kısımları (kavuz, kepek, endosperm, embriyo), yüksek miktarda nişasta içermeleri ve diğer kimyasal kompozisyonları ile tahıllara benzerler. Bundan dolayı, “tahıl benzeri bitki tohumları” anlamına gelen “pseudo-tahıl” olarak adlandırılmıştır. Günümüzde tarımı yapılan pseudo-tahıllar, karabuğday, kinoa ve amaranttır. Bazı kaynaklarda, birer tahıl olan sorgum ve millet ve ayrıca tef (teff) ve çiya (chia) bitki tohumları da pseudo-tahıl olarak gösterilmiş olmakla birlikte, tarımı daha az yapıldığından daha çok “minör tahıllar” olarak tanımlanmışlardır. Her iki grubun besinsel özellikleri normal tahıllara göre bazı farklılıklar gösterir. Pseudo-tahıllar nişasta, protein, besinsel lif ve doymamış yağlar bakımından zengindirler. Ayrıca, mineraller ve vitaminler gibi önemli mikro besin öğelerini de yeterli seviyede içerirler. Pseudo-tahıllar fitosteroller, skualen ve polifenolik bileşikler gibi diğer biyoaktif bileşiklere de sahiptirler. Pseudo-tahıllar ve minör tahıllar glutensiz olmaları sebebiyle çölyak hastaları, gluten hassasiyeti, ve/veya gluten alerjisi olan bireyler için önemli bitkisel gıda alternatifleridir. Ayrıca, günümüzde fonksiyonel gıdalara olan talebin artmasından dolayı da önemleri daha fazla anlaşılmıştır (Krasina vd., 2021; Caeiro vd., 2022; Gazza ve Nocente, 2023; Nandan vd., 2024).

2. Çölyak hastalığı

Buğdayın depo proteinine gluten denir. Gluten proteini, glutenin ve gliadin proteinlerinden meydana gelir. Buğday, çavdar ve arpa tahıllarının başlıca proteinleri olan prolamin tip proteinler (sırasıyla gliadin, sekalin, hordein) çölyak hastalığına sebep olan toksik proteinlerdir ve kısaca “gluten” olarak adlandırılırlar. Gluten ile ilişkili rahatsızlıkların üç şekilde görüldüğü bildirilmiştir (Melini ve Melini, 2019; Monteiro vd., 2021):

- I. Gluten alerjisi (buğday alerjisi),
- II. Gluten hassasiyeti/duyarlılığı (bağışıklık aracılığıyla, örneğin dermatitis herpetiformis),

- III. Otoimmün bozukluklar (çölyak hastalığı, gluten ataksiya).

Çölyak hastalığı, gluten proteininin, genetik olarak yatkın bireylerin ince bağırsak mukozasını tahriş etmesiyle ortaya çıkan bir otoimmün enteropatidir. Glutene anormal bağışıklık reaksiyonunun gösterilmesinden kaynaklanan ve ince bağırsak villöz atrofisine ve bağırsak işlevlerinin zayıflamasına yol açan bir otoimmün rahatsızlık olduğu bildirilmiştir. Gluten, yüksek prolin içeriğinden dolayı gastrointestinal sistemdeki proteolitik hidrolize karşı oldukça dirençlidir. Çünkü gastrik ve pankreatik enzimlerin, gluten proteinindeki prolin (L-Pro) amino asitinden sonra gelen peptit bağına hidroliz ile parçalama aktivitesinin olmadığı bildirilmiş, dolayısıyla çölyak hastalarının ince bağırsağında kısa peptitler halinde kaldığı belirtilmiştir (Mooney vd., 2013; Theethira vd., 2015).

Dünya nüfusunun %1-1,5’inde görülen çölyak hastalığının tek tedavisi ömür boyu glutensiz beslenmektir. Glutensiz beslenme sonucunda semptomların, serolojik ve histolojik durumlarının azaldığı, büyüme ve gelişmenin normale döndüğü belirtilmiştir (Vici vd., 2016; Bascuñán vd., 2017).

Glutensiz gıdalarda, gluten miktarı toplamda 20 mg/kg (ppm)’i aşmaması gerektiği beyan edilmiştir. Dünya genelinde glutensiz etiketleme konusunda özel düzenlemelerin bulunduğu bildirilmiştir. Birçoğu Codex Alimentarius Standardı 118-1979’a dayanmakta olup, gluten çapraz kontaminasyonunu önlemek için iyi üretim uygulamalarının izlenmesi gerektiği tavsiye edilmiştir. Avrupa Birliği, Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada, Codex’in glutensiz beslenme limitine (20 ppm) uymaktadır. Arjantin’de bu sınır değer 10 ppm’dir. Avustralya ve Yeni Zelanda’da mevzuat daha katıdır ve gıdaların "glutensiz" kabul edilmesi için, gluten içermemesi gerektiği belirtilmiştir (Monteiro vd., 2021; Sofi vd., 2022).

3. Pseudo-tahıllar

3.1. Amarant

Amarant, yaklaşık 70 bitki türünü içeren *Amaranthaceae* familyasının bir üyesidir. Amarantın gluten içermemesi, gluten intoleransı olan bireyler için, onu önemli bir kaynak haline getirmiştir. Amarantın kimyasal bileşimi çeşit,

iklim, toprak özellikleri ve gübreleme yöntemine göre değiştiği bildirilmiştir. Amarant, yıllık veya kısa ömürlü çok yıllık bitki olarak bilinmektedir. *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus hypochondriacus* ve *Amaranthus caudatus* sırasıyla Guetemala, Meksika ve Peru ve diğer Güney Amerika ülkelerinde (And Dağları Bölgesi) gıda olarak tüketim amaçlı en çok yetiştirilen türler olduğu belirtilmiştir (Venskutonis ve Kraujalis, 2013; Baraniak ve Kania-Dobrowolska, 2022).

Amarantın besinsel değerinin diğer tahıllara göre üstünlüğü; zengin doymamış yağ asiti (palmitik, oleik, linoleik asit) kompozisyonuna sahip ham yağ miktarından (%4,8-8,1) ve FAO/WHO standartlarından daha iyi bir esansiyel amino asit bileşimine sahip yüksek protein (%12,5-16,0) içeriğinden kaynaklandığı bildirilmiştir. Amarant ham yağının, karabuğday ve mısır özü ham yağlarına tıpa tıp benzediği ve oksidasyona oldukça dayanıklı olduğu açıklanmıştır. Amarantın tohum ve yapraklarında, skualen, vitaminler (özellikle B grubu) ve minerallerin oldukça zengin olduğu rapor edilmiştir. Amarant ham yağındaki skualen içeriğinin %3,6-6,1 arasında değiştiği çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir. Ayrıca, lizin (L-Lys) esansiyel amino asitini iki kat, kalsiyum ve demir miktarını 5-20 kat daha fazla içermesi ile yüksek besleyici değere sahiptir. Amarant tohumundaki nişasta miktarı %65-75, sindirilebilir karbonhidrat miktarı ise %63,86 olarak bildirilmiştir. Amarantın besinsel lif miktarı %2-8 arasında değiştiği açıklanmıştır. Besinsel lif, vitamin ve mineral miktarında olduğu gibi kepekte daha fazla yoğunlaşmıştır. Çözünmeyen besinsel lifinin (lignin, selüloz ve hemiselüloz) sindirim sistemi üzerinde yararlı bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Amarant proteinlerinin %65'i embriyo ve tohum kabuğunda, %35'i ise nişasta bakımından zengin perisperm tabakasında bulunduğu ifade edilmiştir. Osborne sınıflandırmasına göre amarant proteinlerinin önemli bir kısmının albumin ve globulin tip proteinlerden meydana geldiği belirtilmiştir. Amarantın amino asit kompozisyonunun, tahıllardan daha çok baklagillere benzediği rapor edilmiştir. Ayrıca, amarantta, hem bebekler hem de çocuklar için esansiyel olan arjinin (L-Arg) ve histidin (L-His) amino asitlerinin miktarının yüksek olduğu ifade edilmiştir (Venskutonis ve Kraujalis, 2013; Mir vd., 2018; Baraniak ve Kania-Dobrowolska, 2022; Nandan vd., 2024).

3.2. Kinnoa

Kinnoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) *Chenopodiaceae* familyasından olup, orijini Güney Amerika'nın And Dağları Bölgesi'dir. İklim ve toprak koşullarına olağanüstü adaptasyonu sayesinde oldukça popüler olmuştur. Özellikle yüksek miktarda B grubu vitamin içermesi sebebiyle Kuzey Avrupa'da önemi anlaşılmış ve tarımının genişletildiği bildirilmiştir. Kinnoa tohumlarının (1,8-2,2 mm) yüksek miktarda protein (%11,3-18,9), ham yağ (%4,0-7,09), besinsel lif (%12,71-18,59) ve kül içeriğine sahip olduğu belirtilmiştir (Hälvin vd., 2014; Graf vd., 2015; Mu vd., 2023).

Kinnoadaki protein içeriğinin, mısır, arpa, çavdar tahıllarına göre daha yüksek, buğday tahılı ile benzer olduğu bildirilmiştir. Kinnoa proteinleri embriyoda yoğunlaşmıştır. Albumin ve globulinler kinnoada bulunan başlıca protein gruplarıdır. Proteininin dengeli bir amino asit kompozisyonuna sahip olduğu ve genellikle kazein proteinine benzediği belirtilmiştir. Kinnoa, lizin (%5,1-6,4), metyonin (L-Met), sistein (L-Cys), arjinin ve histidin amino asitleri bakımından zengindir. Kinnoa proteininin sindirilirliğinin (%84,3), kazein proteinine (%88,9) benzer veya biraz düşük bulunduğu belirtilmiştir (Scanlin ve Lewis, 2017; Mir vd., 2018).

Kinnoada nişasta miktarının %53,2-73,4 arasında değiştiği bildirilmiştir. Kinnoa nişastasının amiloz içeriğinin %3,5-22,5 arasında olduğu rapor edilmiştir. Amilopektin oranının yüksek olmasından dolayı yüksek su bağlama kapasitesi, şişme gücü, enzim hidrolizine duyarlılık ve yüksek donma-erime ve retrogradasyon mukavemeti gösterdiği bildirilmiştir. Ayrıca, kinnoa nişastası, tahıl nişastalarına göre daha düşük jelatinizasyon sıcaklığına ve yüksek çirilenme pik viskozitesine sahip olduğu belirtilmiştir (Li vd., 2016; Wu vd., 2017; Mu vd., 2023).

Kinnoanın ham yağ miktarının (%5,2-9,7) mısırdan (%4,7) daha yüksek, soyadan (%18,9) daha düşük olduğu belirtilmiştir. Ham yağ ağırlıklı olarak embriyoda yoğunlaşmıştır. Çoklu doymamış yağ asitleri (linoleik, linolenik) ve oleik asit bakımından zengindir. Kinnoanın, yüksek miktarda bir omega-3 yağ asiti olan α -linolenik asit (ALA, %3,8-8,3) içerdiği bildirilmiştir. Birçok kronik hastalığa (kardiyolojik rahatsızlıklar, kanser,

osteoporoz, bağışıklık ve yangılı iltihaplanma) sebep olan belirli biyolojik moleküllerin miktarının azaltılmasında α -linolenik asitin önemli role sahip olduğu ifade edilmiştir (Valcarcel-Yamani ve Lannes, 2012; Nandan vd., 2024).

Kinoa kalsiyum, magnezyum, demir ve fosfor bakımından zengindir. Tahıllara göre yüksek miktarda C ve E vitamini içerir. Özellikle γ -tokoferol açısından oldukça iyi bir kaynaktır. γ -tokoferol bileşenleri, kanser önleyici ve iltihap söktürücü özelliklere sahip olduğundan biyolojik öneminin bulunduğu bildirilmiştir. Ayrıca, kinoa tohumları flavanoidler açısından da zengindir. Antioksidan aktiviteye sahip olan başlıca flavanoidlerin; kaempferol ve kuersetin glikozitler olduğu belirtilmiştir (Valcarcel-Yamani ve Lannes, 2012; Mu vd., 2023). Bir çalışmada, günlük beslenmeye kinoanın eklenmesinin kolesterol seviyesinde önemli bir azalma sağladığı açıklanmıştır (Mithila ve Khanum, 2015).

Kinoanın geleneksel gıdalardan çorba, pilav, hamur işi ve ka'usa veya chicha adı verilen fermente edilmiş içeceklerde kullanıldığı beyan edilmiştir. Kinoa yapraklarının da salata ve çeşitli yemeklerle tüketilebileceği söylenmiştir. Yem ve geleneksel tıp gibi gıda dışı kullanımlarının da bulunduğu belirtilmiştir. Kinoa tüketiminin; glutensiz ve yüksek protein kalitesine sahip olması, biyoçeşitliliğinin (kırmızı, beyaz, siyah kinoa) ve farklı gıdalarda kullanılabilirliğinin bulunması bakımından arttığı açıklanmıştır (Scanlin ve Lewis, 2017; Nandan vd., 2024).

3.3. Karabuğday

Karabuğday, *Polygonaceae* familyasındandır, glutensiz olması, beslenmeyi ve sağlığı geliştirici eşsiz kimyasal kompozisyona sahip olması bakımından önemli bir pseudo-tahıldır. Karabuğday, Asya, Avrupa ve Amerika kıtalarında geniş çapta yetiştirilmektedir, ancak menşei güney Çin'in dağlık illeridir. Yaygın karabuğday (common buckwheat: *Fagopyrum esculentum* Moench) ve tartar karabuğdayı (*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn) dünyada en çok yetiştirilen ve tüketilen karabuğday türleridir. Karabuğday, protein, nişasta, antioksidan bileşik, besinsel lif ve eser elementler bakımından zengin bir üründür. Besinsel öneme sahip mineralleri (Zn, Cu, Fe, Mn, Se, K, Na, Ca ve Mg) pirinç, sorgum ve mısır gibi tahıllara kıyasla daha fazla içerdiği belirtilmiştir.

Ayrıca, karabuğdayın B grubu vitaminler bakımından zengin olduğu bildirilmiştir. Karabuğday proteinlerinin, dengeli amino asit kompozisyonuna ve yüksek biyolojik değere sahip olduğu çeşitli araştırmalarda açıklanmıştır (Nepali vd., 2019; Huda vd., 2021; Nandan vd., 2024).

Karabuğdayın protein miktarının çeşidine göre %8,51-18,87 arasında değiştiği bildirilmiştir. Karabuğday proteinleri ekmeklik buğday proteinleri ile kıyaslandığında glutamin (L-Gln) ve prolin amino asitleri hariç bütün amino asitleri yüksek veya benzer miktarda içerdiği belirtilmiştir. Özellikle ekmeklik buğdayda sınırlı miktarda bulunan lisin amino asiti, karabuğdayda 2,5 kat daha fazladır. Karabuğday, çölyak hastaları için toksik etkili prolamin proteinlerini çok az miktarda (3,8-5,2 mg/100 g) içerdiğinden glutensiz bir üründür. Tam karabuğday unundan elde edilen ürünlerdeki prolamin proteini miktarının, glutensiz ürünler için izin verilen miktarın altında olduğu tespit edilmiştir (Tang vd., 2009).

Karabuğdayın toplam karbonhidrat miktarının %67-70 arasında olduğu, bunun da %54,5'unun nişasta olduğu bildirilmiştir. Karabuğday nişastası, mısır ve buğday nişastası ile kıyaslandığında, yüksek amiloz içeriğine, yüksek su bağlama kapasitesine ve pik viskozitesine sahiptir. Ayrıca, karabuğday nişastasının tahıl nişastalarına göre daha yavaş sindirildiği belirtilmiştir (Mariotti vd., 2008; Pirzadah vd., 2019).

Karabuğdayın ham yağ miktarı %1,5-3,7 arasında değişmektedir. Karabuğdayda bulunan ham yağ embriyoda yoğunlaşmıştır ve öğütme sonucunda kepeğin ham yağ bakımından en zengin kısım olduğu bildirilmiştir. Karabuğdayın; rutin, orientin, viteksin, kuersetin, izoviteksin, kaempferol-3-rutinozid, izoorientin ve kateşin gibi polifenolik bileşikler yüksek miktarda içerdiği ifade edilmiştir. Karabuğday, tahıllar ile karşılaştırıldığında, tahıllardan daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu (özellikle kavuzunun), bunun rutin flavonoid bileşiğinden kaynaklandığı çeşitli çalışmalarda açıklanmıştır (Sedej vd., 2012; Mota vd., 2016).

4. Minör tahıllar

4.1. Sorgum

Sorgum (*Sorghum vulgare* ve *Sorghum bicolor*), *Poaceae* familyasına ait bir tahıldır. Ekimi 3700-

4000 yıl öncesine dayanan, Kuzeydoğu Afrika'ya özgü bir sıcak iklim tahıdır. Sorgum, tropikal ve subtropikal bölgelerde yaygın olarak yetiştirilir. Sorgum, kuraklığa dayanıklıdır ve yüksek rakımlardaki tuzlu-alkali ve çorak topraklarda yetiştiği bildirilmiştir. Asya'da Hindistan ve Afrika'da Nijerya ülkelerinin önemli mahsulleri arasındadır. Sorgumun dünyada temel enerji ve besin kaynağı olan gıdaların (ekmek, lapa çorbası, tortilla, kuskus, buharda pişirilmiş ürünler) yapımında ve ayrıca alkollü ve alkolsüz içeceklerin üretiminde kullanıldığı belirtilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri, Meksika ve Avustralya gibi ülkelerde ise ağırlıklı olarak hayvan yemi olarak kullanılır. Ayrıca, sorgum nişastasının biyoyakıt üretiminde kullanımına yönelik ilginin giderek arttığı belirtilmiştir (Kulamarva vd., 2009).

Sorgum glutensiz bir tahıdır ve çok çeşitli biyoaktif fenolik bileşiklere sahip olduğu bildirilmiştir. Sorgumun besinsel bileşimi çeşitleri arasında farklılık gösterir. Sorgumun ortalama %12,4 nem, ~%72,1 karbonhidrat (bunun %38,8-65,4'ü nişasta, %6,7'si besinsel lif), %10,6 protein ve %3,5 ham yağ içerdiği ve 330,0 kcal/100 g enerji sağladığı açıklanmıştır. Nişasta esas olarak amiloz ve amilopektinden oluşur, ancak bazı mumlu (waxy) sorgumlarda amiloz bulunmayabilir veya çok düşük miktarlarda bulunur. Yüksek miktarda dirençli nişasta ve yavaş sindirilebilir nişasta içerir, bununla birlikte nişasta granülleri, endosperm proteinleri ve kondense tanenler arasında güçlü kimyasal bağların bulunduğu açıklanmıştır. Bu nedenle, tahıllar arasında en düşük nişasta sindirilirliğine sahiptir. Düşük nişasta sindirilirliği ile diyabet ve obezite hastalarının beslenmesinde umut verici bir gıda olabileceği ifade edilmiştir. Sorgumun prolamin tip proteinlerine "kafirin" denmektedir ve ayrıca albumin, globulin ve glutelin tip proteinleri de içerdiği belirtilmiştir. Kafirinler, sorgum danesindeki başlıca depo proteindir ve toplam proteinin %70'ini oluşturur. Sorgum, glutamik asit (L-Glu), prolin ve lösin (L-Leu) amino asitleri bakımından zengindir. Sorgum proteinlerinin sindirilirliği düşüktür. Sorgum kafirinleri, yüksek miktarda disülfid bağları içermesi sebebiyle yüksek derecede polimerizasyon gösterir ve ayrıca tanenler ve nişasta ile güçlü etkileşimlerinin enzim hidrolizini engellediği belirtilmiştir. Sorgumun ham yağ profili mısıra benzer ancak daha doymamış yapıdadır. Sorgum tanesinde çoklu doymamış yağ asitlerinin yüksek miktarda

bulunduğu bildirilmiştir. Sorgumdaki başlıca yağ asitleri oleik, linoleik, linolenik, palmitik ve stearik asitlerdir. Sorgum aynı zamanda iyi bir vitamin ve mineral kaynağıdır. Temel vitaminlerden, B vitaminlerini (piridoksin, riboflavin ve tiamin) ve bazı yağda çözünen vitaminleri (A, D, E ve K vitaminleri) ve başlıca minerallerden ise potasyum, fosfor, magnezyum ve çinkoyu içerdiği bildirilmiştir. Yüksek miktardaki dirençli nişasta ve besinsel lif, düşük nişasta sindirilirliği ve yüksek doymamış yağ asiti profili sorguma benzersiz besin ve sağlığı iyileştirici özellikler kazandırdığı beyan edilmiştir (Kulamarva vd., 2009; Liu vd., 2012; Xiong vd., 2019).

4.2. Millet (Darı)

Darı, *Poaceae* familyasının, *Chloridodeae* alt sınıfına ait, tek yıllık, sıcak iklim tahıdır. Darı, Etiyopya kökenli bir tahıdır. Sınırlı düzeyde yağış alan kurak ve yarı kurak bölgelerde yetiştirilmekte olup, farklı iklim koşullarına uyum sağlayabilen bir üründür. İnci darı (Pearl millet, *Pennisetum glaucum*), ragi darısı (Finger millet, *Eleusine coracana*), kodo darı (*Paspalum setaceum*), kum darı (Proso millet, *Panicum miliaceum*), cin darı (Foxtail millet, *Setaria italica*), küçük darı (Little millet, *Panicum sumatrense*) ve darıcan (*Echinochloa utilis*) gibi çeşitlerinin bulunduğu rapor edilmiştir. Dünyada toplam yıllık darı üretiminin (4,5-5 milyon ton) yaklaşık %60'ını Hindistan, geri kalan kısmını ise Etiyopya, Kenya, Nijerya, Malavi, Tanzanya, Uganda, Zambiya ve Zimbabve gibi Afrika ülkelerinin yetiştirdiği bildirilmiştir (Abah vd., 2020; Bhatt vd., 2022).

Darı tane rengi (kahverengi, açık kahverengi ve beyaz) tür farklılığının ortaya çıkarılmasında önemli bir belirteçdir. Beyaz renkli türler esas olarak fırıncılık endüstrisine, kahverengi ve açık kahverengi türler ise lapa çorbası yapımına uygun olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, tane rengi kahverengi olan darı türü, Güney Afrika'da geleneksel opak bira yapımında kullanıldığı açıklanmıştır (Abah vd., 2020; Bhatt vd., 2022).

Darı, gluten içermeyen, düşük asitli ve düşük glisemik indekse sahip, sindirimi kolay bir tahıdır. Glisemik indeksi düşük olmasından dolayı çölyak ve diyabet hastalarına önerilebileceği bildirilmiştir. Kan şekeri seviyesinin düzenlenmesine yardımcı olmaktadır. Diğer tahıllara kıyasla yüksek miktarda besinsel lif, demir, kalsiyum, magnezyum ve fosfor

içerdiği beyan edilmiştir. Besleyici değerlerine ek olarak, kanser ve kardiyovasküler hastalıkları önleme, tümör insidansını azaltma, kan basıncını düşürme, kalp hastalığı riskini, kolesterolü ve yağ emilim oranını düşürme ve gastrointestinal sindirimde hacim sağlama gibi çeşitli potansiyel sağlık yararlarının bulunduğu açıklanmıştır (Abah vd., 2020; Bhatt vd., 2022).

Kullanılmadan önce kavuz ayırma, öğütme, malta işleme, kavurma ve fermentasyon gibi işlemlerin uygulanabileceği belirtilmiştir. Besinsel lif ve mineral içeriğinin buğday ve pirince kıyasla daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Bu sebeple buğday ve pirinç gibi başlıca tahıllarla karşılaştırılabilir besinsel değere sahip olduğu açıklanmıştır. Darı proteinlerinin lizin ve treonin (L-Thr) amino asitleri dışında diğer esansiyel amino asitler bakımından iyi bir kaynak olduğu bildirilmiştir. Darı ayrıca, fitokimyasallar, vitamin ve mineral besin ögeleri açısından önemli bir kaynaktır. Örneğin inci darı, enzim dirençli nişasta, çözünebilir ve çözünmeyen besinsel lif, mineraller ve antioksidanlar açısından zengin bir türdür. Yaklaşık %92,5 kuru maddenin, %2,1 kül, %2,8 besinsel lif, %7,8 ham yağ, %13,6 ham protein ve %63,2'si nişasta içerdiği bildirilmiştir. Ayrıca, cin darısı, esansiyel amino asitlerden lizin amino asiti açısından zengin olduğu için çoğu tahıl için tamamlayıcı bir protein kaynağı olarak önerilmiştir. Ragi darısı polifenol içeriği bakımından zengin olmakla birlikte, %81,5 karbonhidrat, %9,8 protein, %4,3 besinsel lif ve %2,7 mineral içermesi ile diğer tahıllara benzediği rapor edilmiştir. Ragi darısı proteinlerinin dengeli amino asit kompozisyonuna sahip olduğu ve yüksek miktarda lizin, treonin (L-Thr) ve valin (L-Val) amino asitlerini içerdiği bildirilmiştir. Kodo darısı ve küçük darının, sırasıyla %37 ve %38 oranlarında besinsel lif içerdiği rapor edilmiştir. Bu oranlar tahıllar arasında en yüksek besinsel lif oranıdır ve ayrıca ham yağ kompozisyonları çoklu doymamış yağ asitleri bakımından zengindir. Kum darının protein içeriğinin (%11,6), lösin, izolösin (L-Ile) ve metiyonin (L-Met) amino asitleri bakımından yüksek olmakla birlikte buğdaya eşdeğer olduğu tespit edilmiştir. İnsan beslenmesi için gerekli olan tüm besin ögelerini bulundurma sebebiyle, bebek mamaları, atıştırılabilir yiyecekler ve diyet gıdalarda kullanımının arttığı çeşitli çalışmalarda açıklanmıştır (Abah vd., 2020; Bhatt vd., 2022).

4.3. Tef (Teff)

Dünyanın en küçük tahılı olarak kabul edilen tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter), *Poaceae* familyasındandır ve Etiyopya'da keşfedilmiştir. Tef, yıllık olarak ekimi yapılan bir sıcak iklim bitkisidir. Tef taneleri, beyaz, kırmızı veya koyu kahverengi renklerinde olabilir ve tam tane olarak öğütüldükten sonra kepek ve embriyo bakımından zengin unu, başta besinsel lif, B₁ vitamini, demir, kalsiyum, magnezyum ve fosfor olmak üzere önemli besin ögelerini içerdiği belirtilmiştir. Özellikle demir ve kalsiyum miktarının sırasıyla 11-33 mg/100 g ve 100-150 mg/100 g arasında olduğu bildirilmiştir. Tef ununun, "ingera" denilen, yassı şeklindeki fermente ekmek yapımında kullanıldığı ifade edilmiştir. Düşük prolamin içeriğine ve mısır ve sorgum gibi tahıllara kıyasla daha iyi protein sindirilirliğine sahip olduğu için glutensiz kek ve bisküvilerde kullanılabileceği bildirilmiştir. Çünkü tefin alkolde çözünen prolamin proteininin immünolojik analizi, bu proteinin çölyak hastaları için güvenilir olduğunu göstermiştir (Shumoy ve Raes, 2016; Švec vd., 2017; Cheng, 2018; Zhu, 2018).

Tefin ham protein içeriğinin %10,5-13,3 arasında olduğu ve buğdaya (%11,7) benzer bulunduğu ve tahıllarda az bulunan lizin amino asiti bakımından zengin olduğu belirtilmiştir. Tefin ham yağ içeriğinin %3,7 olduğu ve serbest yağ asitlerinin büyük bir çoğunluğunun (%84) oleik ve linoleik asitlerden meydana geldiği rapor edilmiştir. Nişasta, tef tanesinin başlıca bileşenidir ve kuru ağırlığının %70'den fazlasını meydana getirir, bunun da %20-40'ının dirençli nişasta olduğu açıklanmıştır. Ayrıca, tef nişastasının %20-30'unun amiloz polisakkaritinden oluştuğu belirtilmiştir. Bununla birlikte, tef tanesinin fenolik bileşiklerinin büyük bir kısmının (%84) bağlı formda bulunduğu ayrıca rapor edilmiştir (Shumoy ve Raes, 2016; Zhu, 2018).

4.4. Çiya (Chia)

Çiya (*Salvia hispanica* L.), *Lamiaceae* familyasındandır, yılda iki kez yetişebilen otsu bir bitkidir ve tanelerinin siyah, beyaz veya gri renkte olduğu duyurulmuştur. Çiya, biyolojik değeri yüksek, iyi bir alternatif protein kaynağıdır. Çiya tanelerinin, buğday (%11,8), arpa (%11,5), yulaf (%13,6), mısır (%11,1) ve pirinç (%6,8) gibi tahıllara kıyasla daha yüksek miktarda protein (%15-23) içerdiği bildirilmiştir. Çiyanın, %30-34,4

ham yağ içerdiği ve önemli miktarının çoklu doymamış yağ asitlerinden (linoleik (ω -6) ve α -linolenik asit (ω -3)) meydana geldiği; yüksek miktarda besinsel lif (%30-40) ve fenolik bileşikler de içerdiği açıklanmıştır. Yağ asitlerinin %60'ını bir omega-3 yağ asiti olan α -linolenik asit (ALA) oluşturur. Sinamik, klorojenik ve kafeik asit gibi antioksidan etkili fenolik bileşikler ve mirisetin, kuersetin ve kaempferol gibi flavonoidler içerdiği belirtilmiştir. Böylece, kronik hastalıkları (kardiyovasküler ve bağırsak hastalıkları, tip II diyabet) önlediği çeşitli araştırmalarda ifade edilmiştir (Coelho ve Salas-Mellado, 2014; Švec vd., 2017; Kulczyński vd., 2019; Nyingi ve Mburu, 2021).

Çiya tohumlarının; tam tane, öğütülmüş un, jel veya ekstrakte edilmiş ham yağ formlarında kullanılabileceği bildirilmiştir. Çiya tohumları, hidrofilik doğası gereği kendi kütlelerinin yaklaşık 12 katı kadar suyu absorbe ederek müsilaaj oluşturma yeteneğindedir ve çiya müsilaajının gıdalara jel tekstürü sağladığı ifade edilmiştir. Çiya müsilaajının, kurutulduktan sonra da stabilizatör veya emülgatör olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. Çiya tohumu jelinin, keklerde yağ veya yumurta ikamesi (%25 oranına kadar) olarak; glutensiz makarnada %10 oranına kadar da kullanılabileceği rapor edilmiştir (Kulczyński vd., 2019; Nyingi ve Mburu, 2021).

5. Pseudo-tahıllar ve minör tahılların glutensiz gıdalarda kullanımı

Pseudo-tahıllar ve minör tahıllar, glutensiz gıdaların geliştirilmesinde iyi birer alternatif ürünlerdir. Pseudo-tahıllar ve minör tahıllar ile üretilen glutensiz ürünler, çölyak hastalığı veya glutene hassasiyeti/alerjisi olan bireylerin besin ihtiyaçlarının yeterli bir şekilde karşılanmasına önemli katkı sağlayacaktır. Son yıllarda yapılan araştırmalar, bu bitki tohumlarının gelecekte önemli besin kaynakları olacağını göstermiştir (Sedej vd., 2012; Rocchetti vd., 2018).

Glutensiz gıdalara (glutensiz un ve nişastalar, unlu mamuller, dondurma, hazır yemekler, glutensiz makarna ve ekmek) yönelik büyük talep bulunmaktadır fakat araştırmalar en çok ihtiyaç duyulan ürünün ekmek olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, çalışmalarda, glutensiz ekmeğin hoş görünümü, dokusu, ağızda bıraktığı his ve ekmek içi yumuşaklığı olmasına rağmen teknolojik

ve bileşim yönünden bazı eksikliklerinin olduğu belirtilmiştir, örneğin hızlı bayatlama, düşük besinsel lif oranı vb. (Rocchetti vd., 2018; Monteiro vd., 2021).

Pseudo-tahıllar arasında karabuğdayın buğdaya benzer şekilde işlenebileceği bildirilmiştir. Amarant ve kinoanın işleme yönteminin, tanelerinin farklı morfolojik ve fonksiyonel özelliklerinden dolayı özel uygulamalar gerektirdiği açıklanmıştır. Amarant ve kinoa, çorba, şekerleme, içecek, sos, kıvamlı çorba ve sufle gibi ürünlerin hazırlanmasında yaygın olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir. Amarant tohumlarının tam tane olarak, kinoa tohumlarının ise acı tat veren saponinleri uzaklaştırmak amacıyla dış kavuzunun ayrıldıktan sonra kullanılabileceği belirtilmiştir (Mir vd., 2018).

Coronel vd. (2021), ekmek formülasyonunda kullanılmak üzere karabuğday ve çiya unlarından glutensiz premiksler geliştirmişlerdir. Çiya unu (yağsız/deoiled) ve kepeksiz karabuğday unu veya tam karabuğday unu ile ksantan gam ekleyerek ve eklemekten 8 adet premiks hazırlamışlardır. Tam karabuğday unu, çiya unu ve ksantan gam eklenerek üretilen ekmeklerde kontrole kıyasla daha düşük pişme kaybı gözlenmiştir. Kepeksiz karabuğday unu ile hazırlanan tüm ekmekler, tam karabuğday unu ile hazırlananlara göre daha yüksek hacim, gözenek hacmi ve yumuşaklık gösterdiği beyan edilmiştir. Ksantan gam ve çiya ununun birlikte eklenmesi, kepeksiz karabuğday unlu ekmeklerin sertliğini azalttığı rapor edilmiştir. Seçilen premiks (kepeksiz karabuğday unu:ksantan gam:çiya unu) ve ekmeğinde, ticari premiks ve kontrol ekmeğine göre daha yüksek protein, kül, besinsel lif, çoklu doymamış yağ asidi ve antioksidan aktivite tespit edilmiştir. Karabuğday ve çiya unu ile hazırlanan premikslerin ekmek formülasyonlarında kullanılması sonucunda yeterli teknolojik özelliklere ve yüksek besinsel değere sahip ekmeklerin üretililebileceği gösterilmiştir.

Sandri vd. (2017), tam çiya unu, pirinç unu ve patates nişastası katkılı glutensiz ekmek formülasyonu geliştirmek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, en iyi formülasyonların %5, %10 ve %14 tam çiya unu katkılı karışımlardan elde edildiğini göstermişlerdir. Formülasyona %5-14 arasında tam çiya unu ilavesinin kontrol ekmeğine kıyasla kül, ham yağ, protein ve besinsel lif seviyelerini artırdığı bildirilmiştir. Ancak fiziksel

özellikler ve görünüş açısından tam çiya ununun tek başına ekmek üretimi için uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

Campo vd. (2016), tef unu (%5, 10, 20) ve karabuğday veya pirinç unundan *Lactobacillus helveticus* ile hazırlanan kurutulmuş veya taze ekşi maya ilavesinin glutensiz ekmeklerin duyu kalitesi ve tüketici tercihleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Buna göre; tef unu (%10) ve pirinç veya karabuğday ekşi hamuru kombinasyonu ile hazırlanan ekmeklerin aroma ve lezzeti artırılmıştır. Tef unu (%20) ve *Lb. helveticus* ile hazırlanan ekşi hamurdan yapılan glutensiz ekmeklerin somun hacmi azalmıştır. Tef unu (%20) ile hazırlanan glutensiz ekmeklerin görünüşü tüketiciler tarafından beğenilmiştir. Bununla birlikte tef unu (%10) ve pirinç ekşi hamuru ile hazırlanan glutensiz ekmeklerin aroması tercih edilmiştir. Karabuğday ekşi hamurunun acı tadı genellikle glutensiz ekmeklerin beğenilmemesine yol açmıştır. Fakat bir grup tüketici glutensiz ekmeklerdeki acı tadı beğenerek, geleneksel malt aromalı ekmek ile özdeşleştirmiştir.

Santillán-Álvarez vd. (2017), %0-8,0 arasında çiya unu ile pullu sazan balığı (*Cyprinus carpio*) miyofibriler proteininin jelleşmesi ile yeni bir form kazandırılmış fonksiyonel ürünün fizikokimyasal ve duyu özelliklerini incelemişlerdir. Buna göre, kontrole göre daha yüksek besinsel lif ve protein içeriği, daha düşük pişme kaybı ve yüksek nem tutma gözlenmiştir. Renk değerlerinden kırmızılık ve sarılık artmış, beyazlık indeksi ise azalmıştır. Kullanılan %4,0-8,0 oranındaki çiya unu ile fonksiyonel balık ürününde daha yüksek linoleik ve linolenik asit değerlerine ulaşılmıştır.

Schoenlechner vd. (2010) karabuğday, amarant ve kinoa unlarından glutensiz makarna üretmişlerdir. Tam pseudo-tahıl ununa albumin proteini, emülgatör, enzim ve ksantan gam katılması makarna kalitesini artırmıştır. Amarant unu, makarnanın sertliğini ve pişme süresini azaltırken, kinoa unu ise makarnanın pişme kaybını artırdığı rapor edilmiştir. Makarna kalitesine en az olumsuz etkiyi karabuğday unu göstermiştir. Karabuğday unundan üretilen makarnanın dayanıklılığının yüksek, pişme kaybının az olduğu bildirilmiştir. Bu bilgiler ışığında glutensiz makarna yapımı için en uygun unun karabuğday unu olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, bu üç glutensiz unun karıştırılması (%60

karabuğday, %20 amarant, %20 kinoa) ile üretilen makarnada en iyi kalite özellikleri gözlenmiştir.

Gebreil vd. (2020) yaptıkları bir çalışmada, amarant unu (%0, %25, %50, %75 ve %100 oranlarında) ve mısır unu kullanarak yüksek besinsel özelliklere sahip kraker ve tortilla ürünleri üretmeyi amaçlamışlardır. Buna göre, amarant unu ilavesi protein, ham yağ, kül ve besinsel lif seviyelerini artırmıştır. Mineral madde (özellikle Fe, Ca, K, Zn, Mg, Mn, Cu ve P) miktarı ve bazı esansiyel amino asit (lösin, lisin ve valin) miktarları, %75 amarant unu katkılı krakerlerde ve %50 amarant unu katkılı tortillalarda önemli düzeyde arttığı rapor edilmiştir. En yüksek doymamış yağ asidi miktarı ve en düşük toplam doymuş yağ asidi miktarı, %75 amarant unu katkılı krakerlerde tespit edilmiştir. Ayrıca, %75 amarant unu katkılı kraker (%91,3) ve %50 amarant unu katkılı tortillaların (%93,3) kontrollerine (sırasıyla %90,8 ve %92,6) kıyasla daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur.

Gao vd. (2018), farklı pseudo-tahıllardan üretilen makarnaların değerlendirilmesinde; tef ve karabuğday makarnasının tadı/lezzetinin, kinoa ve amarant makarnasından önemli düzeyde daha iyi bulunduğu; tef makarnasının dokusunun, buğday makarnasıyla benzer olduğu, ancak elastikiyetinin önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir.

Amarant, kinoa ve karabuğday unlarının farklı oranlarda (%25, %50, %75, %100) kullanılması ile üretilen bisküvilerdeki gevrekliğin karabuğday>kinoa>amarant olacak şekilde değiştiği, karabuğday ve amarant unundan yapılan bisküvilerin panelistler tarafından daha çok tercih edildiği belirtilmiştir (Mir vd., 2018).

Singh vd. (2022) yaptığı bir çalışmada, %40 oranında kinoa unu katılarak üretilen glutensiz bisküvilerin besinsel özelliklerinin, mısır (%20) ve pirinç unu (%80) ile üretilen kontrol bisküvisine göre daha üstün olduğunu tespit etmişlerdir. Kinoa unu ile üretilen bisküvilerin, çölyak hastalarının anti-tTG IgA (gliadine karşı geliştirilen antibadi) düzeylerini önemli düzeyde azalttığı ve besin maddesi alımını yeterli düzeyde iyileştirdiği rapor edilmiştir. Ayrıca, kinoa unu kullanımının, çölyak hastası çocuklar arasında yetersiz beslenme ve anemi görülme sıklığının azaltılmasında etkili bir yöntem olduğu bildirilmiştir.

6. Sonuç

Glutensiz gıdalardan pseudo-tahıllar (karabuğday, kinoa, amarant) ve minör tahılların (sorgum, millet, çiya, tef) tarımsal üretimi ve gıda sanayiinde kullanımı, çölyak hastalığı veya gluten hassasiyeti/alerjisi olan bireylerin, besinsel eksiklikler yaşamadan tüketebilecekleri gıda alternatiflerinin artırılması açısından önemlidir. Kimyasal ve fitokimyasal kompozisyonları sayesinde sağlık etkileri yüksek fonksiyonel gıda tasarımlarında tercih edilebilirler. Pseudo-tahıllar

7. Kaynaklar

Abah, C. R., Ishiwu, C. N., Obiegbuna, J. E. & Oladejo, A. A. (2020). Nutritional Composition, Functional Properties and Food Applications of Millet Grains. *Asian Food Science Journal*, 14(2), 9-19.

Baraniak, J. & Kania-Dobrowolska, M. (2022). The Dual Nature of Amaranth-Functional Food and Potential Medicine. *Foods*, 11(4), 618.

Bascuñán, K. A., Vespa, M. C. & Araya, M. (2017). Celiac Disease: Understanding The-Gluten-Free Diet. *European Journal of Nutrition*, 56(2), 449-459.

Bhatt, D., Fairos, M. & Mazumdar, A. (2022). Millets: Nutritional Composition, Production and Significance: A Review. *The Pharma Innovation Journal*, 11(7), 1577-1582.

Caeiro, C., Pragosa, C., Cruz, M. C., Pereira, C.D. & Pereira, S. G. (2022). The Role of Pseudocereals in Cereal Disease: Reducing Nutritional Deficiencies to Improve Well-Being and Health. *Journal of Nutrition and Metabolism*, doi:10.1155/2022/8502169.

Campo, E., Arco, L. del, Urtasun, L., Oria, R. & Ferrer-Mairal, A. (2016). Impact of Sourdough on Sensory Properties and Consumers' Preference of Gluten-Free Breads Enriched with Teff Flour. *Journal of Cereal Science*, 67, 75-82.

Cheng, A. (2018). Review: Shaping A Sustainable Food Future by Rediscovering Long-Forgotten Ancient Grains. *Plant Science*, 269, 136-142.

Coelho, M. S. & Salas-Mellado, M. M. (2014). Chemical Characterization of Chia (*Salvia*

ve minor tahıllar, protein, besinsel lif, doymamış yağ asitleri ile zengin ham yağ ve biyoaktif bileşikler bakımından önemli kaynaklardır. Besleyici bileşenleri ve düşük alerjik düzeyleri sayesinde glutensiz gıdaların ve tam taneli, yüksek besinsel lifli ve yüksek proteinli fonksiyonel gıdaların geliştirilmesinde kullanılmaktadırlar. Ayrıca, çeşitli çalışmalarda, pseudo-tahıllar ve minör tahıllar ile üretilen glutensiz gıdaların fiziksel ve duyuşal özelliklerinin iyileştirilmesi gerektiği bildirilmiştir.

hispanica L.) for Use in Food Products. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2, 263-269.

Coronel, E. B., Guitto, E. N., Aspiroz, M. C., Tomás, M. C., Nolasco, S. M. & Capitani, M. I. (2021). Development of Gluten-Free Premixes with Buckwheat and Chia Flours: Application in A Bread Product. *LWT – Food Science and Technology*, 141, 110916.

Gao, Y., Janes, M. E., Chaiya, B., Brennan, M., Brennan, C. S. & Prinyawiwatkul, W. (2018). Gluten-Free Bakery and Pasta Products: Prevalence and Quality Improvement. *International Journal of Food Science and Technology*, 53, 19–32.

Gazza, L. & Nocente, F. (2023). The Contribution of Minor Cereals to Sustainable Diets and Agro-Food Biodiversity. *Foods*, 12(18), 3500.

Gebreil, S. Y., Ali, M. I. K. & Mousa, E. A. M. (2020). Utilization of Amaranth Flour in Preparation in High Nutritional Value Bakery Products. *Food and Nutrition Sciences*, 11(5), 336-354.

Graf, B. L., Rojas-Silva, P., Rojo, L. E., Delatorre-Herrera, J., Baldeón, M. E. & Raskin, I. (2015). Innovations in Health Value and Functional Food Development of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14, 431-445.

Huda, M. N., Lu, S., Jahan, T., Ding, M., Jha, R., Zhang, K., ... & Zhou, M. (2021). Treasure from garden: Bioactive compounds of buckwheat. *Food Chemistry*, 335, 127653.

- Hälvin, K., Nisamedtinov, I. & Paalme, T. (2014). Comparison of Different Extraction Methods to Determine Free and Bound Forms of B-Group Vitamins in Quinoa. *Analytical Bioanalytical Chemistry*, 406, 7355-7366.
- Krasina, I. B., Filippova, E. V., Kurakina, A. N. & Fedorova, M. A. (2021). Use of pseudocereals in food production. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 845, 012112, doi:10.1088/1755-1315/845/1/012112.
- Kulamarva, A. G., Venkatesh, R. S. & Vijaya Raghavan, G. S. (2009). Nutritional and Rheological Properties of Sorghum. *International Journal of Food Properties*, 12, 55-69.
- Kulczyński, B., Kobus-Cisowska, J., Taczanowski, M., Kmiecik, D. & Gramza-Michałowska, A. (2019). The Chemical Composition and Nutritional Value of Chia Seeds-Current State of Knowledge. *Nutrients*, 11(6), 1242.
- Li, G., Wang, S. & Zhu, F. (2016). Physicochemical Properties of Quinoa Starch. *Carbohydrate Polymers*, 137(3), 28–38.
- Liu, L., Herald, T. J., Wang, D., Wilson, J. D., Bean, S. R. & Aramouni, F. M. (2012). Characterization of Sorghum Grain and Evaluation of Sorghum Flour in a Chinese Egg Noodle System. *Journal of Cereal Science*, 55, 31-36.
- Mariotti, M., Lucisano, M., Pagani, M. A. & Iametti, S. (2008). Macro Molecular Interactions and Rheological Properties of Buckwheat-Based Dough Obtained From Differently Processed Grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 4258–4267.
- Melini, V. & Melini, F. (2019). Gluten-Free Diet: Gaps and Needs for a Healthier Diet. *Nutrients*, 11(1), 170.
- Mir, N. A., Rair, C. S. & Singh, S. (2018). Nutritional Constituents of Pseudo Cereals and Their Potential Use in Food Systems: A Review. *Trends in Food Science & Technology*, 75, 170-180.
- Mithila, M. V. & Khanum, F. (2015). Effectual Comparison of Quinoa and Amaranth Supplemented Diets in Controlling Appetite; A Biochemical Study in Rats. *Journal Food Science and Technology*, 52, 6735.
- Monteiro, J. S., Farage, P., Zandonadi, R. P., Botelho, R. B. A., Oliveria, L., Raposo, A., ... & Shakeel, F. (2021). A Systematic Review On Gluten-Free Bread Formulations Using Specific Volume As A Quality Indicator. *Foods*, 10(3), 614.
- Mooney, P. & Sanders, D. (2013). Coeliac Disease Current Practice and Future Directions. *Complete Nutrition*, 12(2), 63-65.
- Mota, C., Santos, M., Mauro, R., Samman, N., Matos, A. S., Torres, D. & Castanheira, I. (2016). Protein Content and Amino Acids Profile of Pseudocereals. *Food Chemistry*, 193, 55-61.
- Mu, H., Xue, S., Sun, Q., Shi, J., Zhang, D., Wang, D. & Wei, J. (2023). Research Progress of Quinoa Seeds (*Chenopodium quinoa* Wild.): Nutritional Components, Technological Treatment, and Application. *Foods*, 12(10), 2087.
- Nandan, A., Koirala, P., Tripathi, A. D., Vikranta, U., Shah, K., Gupta, A. J., Agarwal, A., Nirmal, N. (2024). Nutritional and functional perspectives of pseudocereals. *Food Chemistry*, 448, 139072, 1-17.
- Nepali, B., Bhandari, D. & Shrestha, J. (2019). Mineral Nutrient Content of Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) for Nutritional Security in Nepal. *Malaysian Journal of Sustainable Agriculture*, 3(1), 1-4.
- Nyingi, J. W. & Mburu, M. (2021). Chia (*Salvia hispanica* L.) Seeds Phytochemicals, Bioactive Compounds, and Applications: A Review. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*, 3(6), 1-12.
- Pirzadah, T. B., Malik, B., Tahir, I. & Rehman, R. U. (2019). Buckwheat Journey to Functional Food Sector. *Current Nutrition & Food Science*, 15, 1-8.
- Rocchetti, G., Lucini, L., Lorenzo Rodriguez, J. M., Barba, F. J. & Giuberti, G. (2018). Gluten-Free Flours From Cereals, Pseudo-Cereals and Legumes: Phenolic Fingerprints and *in vitro* Antioxidant Properties. *Food Chemistry*, 271, 157-164.

- Sandri, L. T. B., Santos, F. G., Fratelli, C. & Capriles, V. D. (2017). Development of Gluten-Free Bread Formulations Containing Whole Chia Flour with Acceptable Sensory Properties. *Food Science & Nutrition*, 5, 1021-1028.
- Santillán-Álvarez, Á., Dublán-García, O., López-Martínez, L. X., Quintero-Salazar, B., Gómez-Oliván, L. M., Díaz-Bandera, D., & Hernández-Navarro, M. D. (2017). Effect of Chia Seed on Physicochemical and Sensory Characteristics of Common Carp Restructured as Functional Food. *Journal of Food Science and Engineering*, 7, 115-126.
- Scanlin, L. & Lewis, K. A. (2017). "Chapter 14-Quinoa as a Sustainable Protein Source: Production, Nutrition, and Processing". In "Sustainable Protein Sources", Ed: Nadathur, S.R., Wanasundara, J.P.D., Scanlin, L., Academic Press, Cambridge, 223-238.
- Schoenlechner, R., Drausinger, J., Ottenschlaeger, V., Jurackova, K., & Berghofer, E. (2010). Functional Properties of Gluten-Free Pasta Produced From Amaranth, Quinoa and Buckwheat. *Plant Foods for Human Nutrition*, 65, 339-349.
- Sedej, I., Sakač, M., Mandić, A., Mišan, A., Tumbas, V. & Čanadanović-Brunet, J. (2012). Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) Grain and Fractions: Antioxidant Compounds and Activities. *Journal of Food Science*, 77(9), 954-959.
- Shumoy, H. & Raes, K. (2016). Antioxidant Potentials and Phenolic Composition of Teff Varieties: An Indigenous Ethiopian Cereal. *Cereal Chemistry*, 93(5), 465-470.
- Singh, R., Kaur, N. & Grover, K. (2022). Development of Pseudo Cereal Quinoa Based Gluten Free Product to Manage Celiac Disease among Children. *Current Journal of Applied Science and Technology*, 41(14), 14-32.
- Sofi, S. A., Ahmed, N., Farooq, A., Rafiq, S., Zargar, S. M., Kamran, F., ... & Khaneghah, A. M. (2022). Nutritional and bioactive characteristics of buckwheat, and its potential for developing gluten-free products: An updated overview. *Food Science & Nutrition*, 11(5), 2256-2276.
- Švec, I., Hrušková, M. & Babiaková, B. (2017). Chia and Teff as Improvers of Wheat-Barley Dough and Cookies. *Czech Journal of Food Sciences*, 35(1), 79-88.
- Tang, C. H., Wang, X. Y., Liu, F. & Wang, C. S. (2009). Physico Chemical and Conformational Properties of Buckwheat Protein Isolates: Influence of Polyphenol Removal with Cold Organic Solvents From Buckwheat Seed Flours. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 10740-10748.
- Theethira, T. G. & Dennis, M. (2015). Celiac Disease and the Gluten-Free Diet: Consequences and Recommendations for Improvement. *Digestive Diseases*, 33(2), 175-182.
- Valcarcel-Yamani, B. & Lannes, S. C. S. (2012). Applications of Quinoa (*Chenopodium Quinoa* Willd.) and Amaranth (*Amaranthus* Spp.) and Their Influence in The Nutritional Value of Cereal Based Foods. *Food and Public Health*, 2(6), 265-275.
- Venskutonis, P. R. & Kraujalis, P. (2013). Nutritional Components of Amaranth Seeds and Vegetables: A Review on Composition, Properties, and Uses. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12, 381-412.
- Vici, G., Belli, L., Biondi, M. & Polzonetti, V. (2016). Gluten Free Diet and Nutrient Deficiencies: A Review. *Clinical Nutrition*, 35(6), 1236-1241.
- Wu, G., Morris, C. F. & Murphy, K. M. (2017). Quinoa Starch Characteristics and Their Correlations with The Texture Profile Analysis (TPA) of Cooked Quinoa. *Journal of Food Science*, 82(10), 2387-2395.
- Xiong, Y., Zhang, P., Warner, R. D. & Fang, Z. (2019). Sorghum Grain: From Genotype, Nutrition, and Phenolic Profile to Its Health Benefits and Food Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18, 2025-2046.
- Zhu, F. (2018). Chemical Composition and Food Uses of Teff (*Eragrostis tef*). *Food Chemistry*, 239, 402-415.