



## **Kimyasal Bileşim Bakımından Tahıllar ve Tahılımsılar**

**Gizem COŞKUN<sup>a</sup>, Bilge BAHAR<sup>b,\*</sup>**

<sup>a</sup> Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 29100, Gümüşhane, [gizemcosknn@gmail.com](mailto:gizemcosknn@gmail.com)

<sup>b</sup> Gümüşhane Üniv., Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fak., Gıda Mühendisliği Bölümü, 29100, Gümüşhane.

### **ÖZET**

Tahıllar, temel gıda maddesi olması nedeniyle ayrı bir öneme sahip olup; insanların, günlük beslenmesinde mutlak gereksinimlerini karşılamasından başka, milli gelir, iş istihdamının sağlanması, ticaret, tarım ve tarıma dayalı sanayiye yaptığı katkılardan dolayı çoğu ülkenin ekonomisinde önemli yer tutmaktadır. Tahıllar hem insan hem de hayvan beslenmesinde temel gıda maddesi durumundadır. Değişik ülkelerin insanları, temel besinlerini değişik tahıl cinslerinden karşılarlar. Örnek olarak, Batı ve Orta Avrupa, Akdeniz ülkeleri, Yakın Doğu ve Amerika'da buğday; Doğu Almanya, Polonya, Avrupa Rusyası'nda çavdar; Afrika ülkelerinde, Moğolistan, Türkistan, Kuzey Çin'de darı; Uzak Doğuda, Hint Okyanusu ve Büyük Okyanus adalarında çeltik başı çekmektedir. Ancak son zamanlarda tahıllara alternatif olarak, karabuğday, chia, kinoa, amarant gibi tahılımsılar, glutensiz içeriklerinin yanısıra yüksek lizin ve triptofan gibi esansiyel amino asitler bakımından cazip hale gelmiştir. Bu derlemede, insan beslenmesinde çok önemli rol oynayan tahıllar ile onlara alternatif olabilecek tahılımsılar, kimyasal bileşim bakımından karşılaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler** – Tahıllar, Tahılımsılar, Kimyasal Bileşim

## **Cereals and Pseudo-cereals in terms of Chemical Composition**

### **ABSTRACT**

Cereals are of particular importance as they are the main foodstuffs; in addition to meeting the absolute needs of people in their daily nutrition, it has an important place in the economy of most countries due to its contribution to national income, job employment, trade, agriculture and agriculture-based industries. Cereals are the main foodstuffs in both human and animal nutrition. People from different countries meet their basic nutrients from different kinds of cereals. For example, wheat in Western and Central Europe, the Mediterranean countries, the Near East and America; Rye in East Germany, Poland, European Russia; Millet in Mongolian, Turkestan, North China and African countries; In the Far East, the Indian Ocean and the Pacific Ocean are nourished with Rice. Recently, however, as an alternative to the cereals, pseudo-cereals such as buckwheat, chia, quinoa, amaranth have become attractive in terms of their gluten-free content as well as their high essential amino acid contents like lysine and tryptophan. In this review, cereals, which play a very important role in human nutrition, and pseudo-cereals that may be alternative to them are compared in terms of chemical composition.

**Keywords:** Cereals, Pseudo-cereals, Chemical composition

## 1. GİRİŞ

Dünya toplam tarım arazisinin (3.2 milyar ha), yaklaşık yarısı (1.48 milyar ha) işlenmekte; bunun da yarısında tahıl ekimi yapılmaktadır (FAO, 2017). Kurak ve yarı kurak bölgelerdeki nadas alanlarının da büyük çapta tahıllar için boş bırakıldığı göz önüne alınırsa, dünya tarım topraklarının büyük çoğunluğu tahıl üretimine ayrılmış demektir. Bu kadar geniş alanda üretimi yapılan tahıllar, insan beslenmesinde doğrudan ya da dolaylı olarak kullanılan temel ürünlerdir. Dünya insanların kalori ihtiyacının %90'ı bitkisel kaynaklı (%44'ü yalnız ekmekten) ve protein ihtiyacının %77'si bitkisel kaynaklı (bunun da %50'si yalnız ekmekten) ürünlerden karşılanmaktadır. Hayvansal besinlerin günlük kalori sağlamadaki yaklaşık payı da %20 ve hayvanların da çoğunlukla bitkisel yemlerle beslendikleri dikkate alındığında; insanlığın günlük besininin yaklaşık 3/4'ünü tahıllardan sağladığı anlaşılmaktadır. Tahıllar (buğday, mısır, çeltik, arpa, yulaf, çavdar, tritikale, darı, sorgum) ve tahılımsılar (kinoa, karabuğday, chia, amarant vb.) insan beslenmesinde önemli rol oynamakta olup; spesifik karbohidratlar, proteinler, lipitler, lif ve geniş vitamin ve mineral kaynağıdır. Ayrıca, tahılımsılar esansiyel amino asitlerce daha yüksek bir içeriğe sahiptirler. Ancak, her iki grup tahıllar da fitik asit, polifenoller, tripsin inhibitörleri ve alfa amilaz inhibitörleri gibi bazı beslenme karşıtı faktörleri de bünyelerinde barındırabilmektedirler (Kockova ve Valik, 2011). Ancak, tahılımsıları bazı tahıllara alternatif kılan, yüksek esansiyel amino asit içeriğinden çok, günümüzde artan çölyak hastalığı görünmektedir. Dünya nüfusunun %1-2'sinin çölyak hastalığına maruz olduğu (Rodrigo (2006); bu hastaların tek çarelerinin, yaşam boyunca diyetlerinden gluteni uzak tutmaları gerektiği belirtilmektedir (Niewinski 2008). Alvarez-Jubete vd. (2009), şu anda piyasada bulunan glutensiz ürünlerin, düşük kalite ve zayıf besin değeri olarak kabul edildiğini ve bu nedenle yaptıkları bir çalışmada, glutensiz ekmeklerin beslenme kalitesini arttırmak için, potansiyel sağlıklı bileşenleri taşıyan tahılımsılardan amarant, kinoa ve karabuğdayı ele aldıklarını ve bu tahılımsıların protein, yağ, toplam nişasta, diyet lifi, kül ve mineral içeriği ile yağ asidi bileşimleri açısından değerlendirildiğini ve tahılımsı içeren glutensiz ekmeklerin, kontrol ekmeğine göre önemli ölçüde daha yüksek protein, yağ, lif ve mineral seviyeleri gösterdiğini; kinoa, amarant ve karabuğday gibi tahılımsıların, piyasada glutensiz ekmek yapımında sık kullanılan hamur bileşenlerine sağlıklı bir alternatif olabileceğini ileri sürmüştür.

Bu derlemede, tahıllar ve tahıllara alternatif olabilecek tahılımsıların kimyasal bileşimleri bakımından karşılaştırılması amaçlanmıştır.

## 2. TAHILLAR VE TAHILIMSILARIN KİMYASAL BİLEŞİMLERİ

### 2.1. Proteinler

Tahılımsıların besin değeri esas olarak protein içeriğine bağlıdır (Schoenlechner vd., 2008). Tahılımsı daneleri, özellikle yüksek lizin ve sülfür içeren amino asitleri içeren, iyi dengelenmiş bir amino asit bileşimine sahip olan, çok değerli bir protein kaynağıdır. Chia, kinoa ve karabuğdaydaki proteinler esas olarak globülinler ve albüminlerden oluşur ve tahıllarda ana depolama proteinleri ve çölyak hastalığındaki toksik proteinler ya çok az ya da prolamin gibi depo proteinleri içermezler (Wijngaard ve Arendt, 2006; Alvarez -Jubete vd., 2010). Genellikle, chia protein içeriğinin (%14-16.5), kinoa (%11-16.5), karabuğdaydan (10.9-15.2) ve buğdaydan (%11.6-14.3) daha yüksek olduğu (Haros ve Schönlechner, 2017); aynı zamanda chia tohumlarının esansiyel amino asit içeriğinin daha yüksek ve amino asit kompozisyonunun da çoğu tahıldan daha dengeli olduğu

bildirilmektedir (Ballabia vd., 2011). Kowieska vd. (2011), protein içeriğinin yazlık arpada %13.2, kışlık arpada %11.3, buğdayda %13.9, çavdarda %9.4, yazlık tritikalede %13.1 ve kışlık tritikalede %11.7 olarak saptamışlardır. Sangeeta ve Grewal (2018), ham protein içeriğinin amarant için %15.9, karabuğday için %10.7 olduğunu bildirirken; Schoenlechner vd. (2008), protein içeriği ve amino asit yapılarının genotipe ve büyüme koşullarına bağlı olduğunu; Saunders ve Becker (1984) ise proteinlerin yaklaşık %65'inin tohum ve tohum katlarında, %35'inin de endospermde bulunduğunu bildirmişlerdir. Kinoa proteininin besin değerinin, süt proteini ile karşılaştırılabilecek derecede olduğu (Ranhotra vd., 1993); yüksek protein konsantrasyonundan dolayı, tüm önemli amino asitleri sağlayan yüksek bir biyolojik değere sahip olduğu (Ruales ve Nair, 1992; Abugoch, 2009; Gonzalez vd., 2012) ileri sürülmüştür. Tahıllımsıların esansiyel amino asit dengesi, sadece daha yüksek lizin içeriği ile sınırlı olmayıp, aynı zamanda metionini de içeren tahıllar ve baklagillerden daha geniş bir amino asit aralığı nedeniyle mükemmeldirler (Ruales ve Nair, 1993b; Abugoch, 2009). Karabuğday, esas olarak aleuron tabakası ve embriyoda uygun amino asit bileşimi olan bir diyet protein kaynağı olarak bilinen son derece besleyici bir tahıllımsıdır (Bonafaccia vd., 2003; Izydorczyk vd., 2014). Yüksek lizin içeriği nedeniyle, karabuğday proteinleri, tahıl proteinlerinden daha yüksek biyolojik değere sahiptirler.

## 2.2. Karbohidratlar

Tahıllarda en yaygın monosakkaritler, glukoz, fruktoz, arabinoz ve ksiloz ve en önemli disakkaritler sakaroz ve maltoz iken; tahıllımsılar, mono ve disakkaritler bakımından tahıllardan biraz daha yüksek içeriklidirler (Berghofer ve Schoenlechner, 2007). Tahıllar ayrıca, kompleks polisakkaritlerin kaynağıdır. Tahıl danelerinde bulunan polisakkaritler, dirençli yapıda olan nişasta ve ayrıca diyet lifleri olarak dahil edilen selüloz,  $\beta$ -glukanlar ve hemiselülozlerden oluşmakta olup; tahıllımsıların diyet lif içerikleri, tahıllardan hesaba katılır derecede yüksektir (Haros ve Schönlechner, 2017). Örnek olarak, yazlık arpa, kışlık arpa, buğday, çavdar, yazlık tritikale ve kışlık tritikalede ham lif içerikleri sırasıyla %3.7, 4.9, 2.9, 3.1, 2.6 ve 2.6 olarak bildirilirken (Kowieska vd., 2011); amarant ve karabuğdayın ham lifi sırayla %3.7 ve 12.9 (Sangeeta ve Grewal, 2018); kinoanın ise %4.2 (Abdellatif, 2018) olarak bildirilmiştir. Nişasta içeriği bakımından ise, tahıllımsılar %55.1 ile 70.4 arasında değişim göstermekteyken (Haros ve Schönlechner, 2017); Alvarez-Jubete vd. (2009), amarant, kinoa, karabuğday ve buğday tohumlarının sırasıyla %61.4, 64.2, 58.9 ve 63.0 nişasta içerdiğini bildirmişlerdir. Chiada nişasta, karbohidratların ana bileşenini içerir, ancak genellikle tahıllardakinden daha düşük miktarlarda ve perispermde bulunur. Chia nişasta granülleri diğer tahıllarda bulunanlardan daha küçüktür (Berghofer ve Schoenlechner, 2007; Valcarcel-Yamani vd., 2012). Chia nişastasının amiloz içeriği, tahıl nişastalarından (%0.1-11.1) daha düşüktür; normal ve balmumu tipi nişastalar, chia türlerinde meydana gelir. Ayrıca ekim ve çevresel etkilerden dolayı amiloz / amilopektin oranında birçok farklılığın olduğu bildirilmiştir (Stone ve Lorenz, 1984). Kinoa nişasta, en önemli karbohidrat olup; nişasta granülleri, tahıllarinkinden daha küçük ve 1.5-3.0  $\mu$ m çapa sahip, çokgen bir forma sahiptir. Amiloz içeriği (%11.0-12.4), çeltik, mısır veya buğdaydakinden daha düşüktür (Koziol, 1992; Vega-Galvez vd., 2010). Endosperm üzerindeki yerlerine bağlı olarak, karabuğday nişastasını granülleri (2-14  $\mu$ m) yuvarlak veya çok köşeli bir şekle sahiptir ve genellikle buğday, arpa veya mısır granüllerinden çok daha küçüktür (Izydorczyk vd., 2014). Amiloz içeriği, karabuğdayda olağanüstü derecede yüksek olup, özellikle *F. esculentum*'da %50'ye varan değerlere ulaşabilir (Berghofer ve Schoenlechner, 2007). Toplam karbohidrat olarak düşünüldüğünde, yapılan bir çalışmada tam buğday ve tam karabuğday ununun %73.6, amarantın %65.4, kinoanın ise %60.5

karbohidrat içerdiği (Skrobot vd., 2019); başka çalışmalarda ise bu değerin kinoa için %60.3 (Abdellatif, 2018), amarant ve karabuğday için %72 (Sangeeta ve Grewal, 2018) olduğu belirtilmiştir.

### 2.3. Lipitler

En yüksek lipit miktarları, karabuğdayda embriyo ve endospermde bulunurken, kinoada embriyo ve perispermde bulunur. Chia ve kinoadaki lipit içeriği buğday ve buğday gibi gerçek tahıllardan iki veya üç kat daha yüksektir (Alvarez-Jubete vd., 2010). Kowieska vd. (2011), tahıllardaki yağ oranlarını yazlık arpa, kışlık arpa, buğday, çavdar, yazlık tritikale ve kışlık tritikale için sırasıyla %2.2, 2.3, 1.8, 1.4, 1.5 ve 1.6 olarak bulmuşlardır. Yağ oranı, tahıllımsılardan amarant, kinoa ve karabuğday için sırasıyla %5.7, 5.2 ve 2.1 olarak bildirilmiştir (Alvarez-Jubete vd., 2009). Genel olarak, tahıllımsı lipitleri %70-86 arasında yüksek derecede doymamışlık gösterirler. Tahıllımsılarda ve çoğu tahıllarda en çok bulunan yağ asiti Linoleik asit olup, onu oleik asit ve palmitik asit izler. Oranları değişmekle birlikte; amarant, kinoa ve karabuğday için bu sıra değişmez. Bu yağ asitleri (linoleik, oleik ve palmitik) aynı sırayla amarantta %47.8, 23.7, 20.9; kinoada %48.2, 26.7, 11.0 ve karabuğdayda %33.7, 33.6, 20.5 oranlarda bulunurken; buğdayda oleik asit (%13.2) ile palmitik asit (%23.7) yerdeğiştirmiş ve ilk sırayı tahıllımsılarda olduğu gibi yine linoleik asit almıştır (%55.1). Steroidlerin öncüsü olan oldukça doymamış bir açık zincirli triterpen olan skualen, chiada yüksek seviyelerde bulunur. Skualen, kinoa tohumlarının lipit fraksiyonunda da %3.4 ile %5.8 arasında bulunmuştur (Valcarcel-Yamani vd., 2012). Chia ve kinoa lipitlerinin, tokoferollerin koruyucu etkisine, yüksek yağ içeriğine ve doymamışlık derecelerine rağmen oksidasyona karşı genellikle kararlı oldukları bildirilmiştir (Alvarez-Jubete vd., 2010). Öte yandan, buğday unu, lipit bileşiminden dolayı daha yüksek bir bozulma riskine sahiptir (Tomotake vd., 2000).

### 2.4. Mineraller

Bazı tahıl cinslerinin mineral içerikleri, Kowieska vd. (2011) tarafından Tablo 1'deki gibi bildirilmiştir.

**Tablo 1.** Bazı tahıl cinslerinin mineral içerikleri (mg kg<sup>-1</sup>)

	Ca	Mg	K	Na	P	Mn	Zn	Cu	Fe
Yazlık arpa	463	1290	3265	196	3696	17	35	6.4	74
Kışlık arpa	543	1217	3982	275	3822	17	27	5.9	74
Buğday	441	1166	2680	111	5122	28	21	5.8	49
Çavdar	441	988	4691	282	3714	46	28	7.1	63
Yazlık tritikale	341	1198	3641	118	6494	28	36	6.5	54
Kışlık tritikale	498	1098	3495	111	5808	30	32	5.6	57

Kinoada bulunan birçok mineral, çoğu tahıl ürünü için bildirilenden daha yüksek konsantrasyonlarda bulunur. Farklı kaynaklardan gelen kinoa mineral konsantrasyonlarının, toprak tipi ve mineral bileşimi veya gübre uygulaması nedeniyle önemli ölçüde değiştiği; P, K ve Mg gibi minerallerin embriyoda yer alırken, perikarpteki Ca ve P minerallerinin hücre duvarının pektik bileşenleri ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Vega-Galvez vd., 2010). Fe, Zn, Mn, Cu, MO, Ni ve Al gibi minerallerin hem bitki bazında hem de tohum kabuğunda yer alırken; Ca ve B elementlerinin bitki fraksiyonlarında bulunduğu bildirilmektedir (Wijngaard ve Arendt, 2006). Ayrıca, bazı tahıllımsılarda ve buğdaya ilişkin Ca, Mg, Zn ve Fe içerikleri, Alvarez-Jubete (2009) tarafından Tablo 2'deki gibi bildirilmiştir.

**Tablo 2.** Bazı tahılımsılar ve buğdaya ilişkin element içerikleri (mg 100g<sup>-1</sup>)

	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Zn</b>	<b>Fe</b>
<b>Amarant</b>	180	279	1.6	9.2
<b>Kinoa</b>	33	207	1.8	5.5
<b>Karabuğday</b>	61	203	1.0	4.7
<b>Buğday</b>	35	96	1.2	3.3

## 2.5. Vitaminler

Chia, iyi bir riboflavin kaynağıdır.  $\alpha$ -,  $\beta$ - ve  $\delta$ -tokoferolleri ve  $\beta$ - ve  $\gamma$ -tokotrienolleri içerir (Haros ve Schönlechner, 2017). Tokoferoller arasında, önemli antioksidan aktivite gösteren  $\alpha$ -tokoferol, kinoa tohumlarında en bol olanıdır (Leon-Camacho vd. 2001 ). Kinoa ayrıca buğday, çeltik, yulaf ve mısırdan daha fazla karoten, riboflavin, tokoferol ve folik asit içerir ve 1-3 yaş arası çocuklar için bazı vitaminlerin ve çeşitli minerallerin günlük ihtiyaçlarını karşılayabilir. Chia ve kinoa, karabuğday ve tahıllardan daha fazla riboflavin içerir ve özellikle yağın uzun süreli stabilitesine katkıda bulunan E vitamini ( $\alpha$ -tokoferol,  $\gamma$ -tokoferol ve  $\beta$ -tokotrienol) için iyi bir kaynaktır (Schoenlechner vd., 2008). Karabuğday aynı zamanda vitamin kaynağıdır (Bonafaccia vd., 2003). Genel olarak, Tatar karabuğday, yaygın karabuğdaydan daha yüksek B vitamini ve tokoferol seviyelerine sahiptir (Bonafaccia vd., 2003). Kim vd. (2002),  $\gamma$ -tokoferolün buğday tohumu içinde ana tokoferol olduğunu; Przybilski vd. (1998), ise  $\alpha$ -tokoferolün ana bileşen olduğunu belirtmişlerdir. Karabuğday tohumlarında hiçbir tokotrienol tespit edilmemiştir (Zielinski vd., 2001).

## 2.6. Biyoaktif Bileşikler

Polifenoller, kanser de dahil olmak üzere dejeneratif hastalıkların önlenmesi ile ilişkili önemli biyoaktif bileşiklerdir. Polifenol bileşikleri; karabuğdayda, quonsetin, apigenin veya luteolin flavonol glukozitleri; kinoada quercetin ve kaempferol glukozitleri; chia tohumlarında p-hidroksibenzoik asit ve ferulik asit olarak bulunabilmektedir (Alvarez-Jubete vd., 2010). Karabuğday tohumlarında, fagopritoller (1-D-chiro-inositol kaynağı) insüline bağımlı olmayan diyabetli hastalarda yararlı etkiler göstermiştir (Steadman vd., 2000). Kinoada, fenolikler ve antioksidanlar dahil olmak üzere biyoaktif bileşiklerin varlığı, bağırsak sağlığının iyileştirilmesi ile ilişkili bulunmuştur (Carrion vd., 2014).

## 2.7. Beslenme Karşıtı Faktörler

### 2.7.1. Saponinler

Saponinler, proteinler ve lipidler, çinko ve demir ile kompleks oluşturabilirler ve hemolitik bir etkiye sahiptirler. Sadece küçük miktarlarda emilirler ve ana etkileri bağırsaklarla sınırlıdır (Schoenlechner vd., 2008). Membran geçirgenliğini artırabilir, böylece bağırsak seviyesinde ve hatta ilaç asimilasyonunda besin alımını arttırmak için kullanımlarını sağlarlar (Vega-Galvez vd., 2010). Bununla birlikte, saponinler ayrıca antikanserojenik, antibiyotik/fungistatik, hipokolesterolemik, immün modüle edici ve anti-enflamatuar etkiler olarak sağlığı geliştirici etkiye sahiptir (Koziol, 1992). Kinoanın yaygın kullanımını sınırlayan faktörlerden biri, saponinlerin varlığından kaynaklanan acı tadıdır (Ruales ve Nair, 1993b). Kinoa saponinleri, metanol veya suda çözünür. Kinoa tohumlarında ve ayrıca kinoa kepeğinde iki ana saponin tespit edilmiştir. Bunlar nispeten yüksek miktarlarda bulunurlar (Ruales ve Nair, 1993b). Acı tadı çıkarmak için kinoa tohumlarını yıkama

işlemi, saponin A içeriğini yaklaşık %50 oranında azaltırken, saponin B tamamen uzaklaştırılmıştır (Ruales ve Nair, 1993b). Saponin içeriğini azaltmanın bir başka yolu, düşük saponin içeren tatlı kinoa türlerinin ıslahıdır. Öte yandan, chia tohumları oldukça az miktarda saponin içerir (yaklaşık %0.09). Chia tohumlarındaki düşük konsantrasyondaki saponin konsantrasyonu ve nispeten düşük toksisite, hayvansal kaynaklı ürünlerin tüketiciler açısından önemli bir tehlike oluşturmayacağı anlamına gelmektedir (Schoenlechner vd., 2008).

### 2.7.2. Fitik Asit

Kepekli tahıllar önemli miktarlarda fitik asit veya tuzlarını içerir. Fitik asit alımının, antioksidan fonksiyon, kalp hastalıklarının önlenmesi ve hidroliz ürünleri ile gerçekleştirdiği antikansorejen etkisi gibi olumlu etkileri bildirilmiştir (Haros vd., 2009). Diğer taraftan, fitik asitin mineral, protein ve bazı mikro elementlerin biyo yararlanımını engellediği bilinmektedir (Hurrell vd., 2003). Fitatların güçlü bir şekilde negatif yüklü olduğu ve Ca, Mg, Zn, Cu ve Fe gibi pozitif yüklü çok değerlikli katyonları komplekslemek için mükemmel potansiyele sahip olduğu; bu özelliği ile insan gastrointestinal kanalında emilemeyen, çözünmeyen oluşumu nedeniyle mineral biyo yararlanımı üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğu bildirilmiştir (Lopez vd., 2001). Chialı tam tahılda bulunan fitatların yüksek seviyelerinin Zn, Ca ve Fe'nin biyoyararlanımını olumsuz etkilediği bildirilmiştir (SanzPenella vd., 2013). Saponinler ve fitik asit, kinoa tohumlarında bulunan iki ana beslenme karşıtıdır. Karabuğday tohumları, genellikle baklagillerden ve tahıl tanelerinden daha yüksek miktarlarda fitik asit içerir ve esas olarak kepekte yoğunlaşır (Steadman vd., 2001). Tahıllımsılar, uygun bir mineral bileşimi göstermesine rağmen, yüksek fitik asit seviyeleri mineral mevcudiyetini olumsuz etkileyebilir. Böylece, sıklıkla mikrobese eksikliği gösteren çölyak hastaları için dezavantajlı olabilir (Hager vd., 2012). Makarna veya ekmek yapımı gibi geleneksel işleme koşullarında, fitatın bozulmasına yönelik optimal şartlara nadiren ulaşılmaktadır (Iglesias-Puig vd., 2015). Bununla birlikte, ekşi maya fermentasyonu, fitaz aktivitesi için ekmeğin toplam fitik asit hidrolizine alternatif olarak optimum pH koşulları sağlar (Garcia-Mantrana vd., 2015).

### 2.7.3. Proteaz İnhibitörleri

Proteaz inhibitörleri, proteolitik enzimlerle çok kararlı kompleksler oluşturan proteinlerdir. Tripsin inhibitörleri, chiada çok düşük seviyelerde bulunurlar ve beslenme durumları için bir risk oluşturmazlar (Bodroza-Solarov vd., 2008). Kinoa'nın, yaygın olarak tüketilen tahıllarda bulunanlardan çok daha düşük olan ve dolayısıyla ciddi bir endişe oluşturmayan küçük miktarlarda tripsin inhibitörleri içerdiği bildirilmiştir (Vega-Galvez vd., 2010). Bununla birlikte, karabuğday proteininin zayıf sindirilebilirliği, karabuğday fraksiyonlarının proteolitik etkisinin ve tanenler ve inhibitörler gibi bileşenlerin farklı duyarlılığından kaynaklanmaktadır. Karabuğday tohumlarında proteaz inhibitörleri ve ayrıca  $\alpha$ -amilaz inhibitörü gibi çeşitli inhibitörler tespit edilmiştir (Wijngaard ve Arendt, 2006).

### 2.7.4. Oksalatlar

Amarant, tohumlarının %0.23'ünün oksalat içermesi nedeniyle, yüksek oksalat kaynağı olarak kabul edildiği; ancak oksalatların çoğunun çözünmez formda olması ve yüksek Ca ve Mg konsantrasyonları nedeniyle oksalat absorpsiyonunun düşük olduğu, ancak bu sonuçların biyoyararlanım çalışmaları ile doğrulanması gerektiği bildirilmiştir (Gelinaz ve Seguin, 2007).

## 3. SONUÇ

Kimilerinin tahıllara alternatif olarak düşündüğü amarant, chia, karabuğday ve kinoa gibi tahılımsıların; günümüzde çölyak hastalığı gibi gluten duyarlılığı olanlara ya da diyet yapan kişilere belki de umut olarak görülmesi elzem olabilir. Ancak, dünya tarım arazilerinin dörtte birinde hala tahıl üretimi yapıldığı ve insan beslenmesinin enerji ve protein açısından neredeyse yarısını ekmeğin oluşturduğu dünyada tahılların ve özellikle de buğdayın önemini koruyacağı açıktır. Bununla birlikte, tohumlarının yüksek besin değeri, genetik çeşitliliği ve yüksek adaptasyon yeteneği bakımından tahılımsılar, gıda güvenliğine katkıda bulunmaları ve hepsi sağlığı geliştirici proteinler, vitaminler, lipidler ve biyoaktif bileşikleri içermeleri nedeniyle fonksiyonel tahıl ürünlerinde gerekli olmaya devam edecektir. Ancak, tahıllarda daha az sıklıkla görülen, fitik asit dışındaki diğer beslenme karşıtı maddeleri içermeleri nedeniyle; tahılımsılar, bu olumsuz özelliklerinin ve besin içeriklerinin ıslah edilmesine gereksinim duymaktadır.

## 4. KAYNAKLAR

- Abdellatif, A. S. A. (2018). Chemical and Technological Evaluation of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) Cultivated in Egypt. *Acta Scientific Nutritional Health*, 2(7), 42-53.
- Abugoch, J. L. E. (2009). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), Composition, Chemistry, Nutritional, and Functional Properties. *Advances in Food and Nutrition Research*, 58, 1-31.
- Alvarez-Jubete L., Holse, M., Hansen, A. (2009). Impact of Baking on Vitamin E Content of Pseudocereals Amaranth, Quinoa and Buckwheat. *Cereal Chemistry*, 86, 511-515.
- Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K., Gallagher, E., (2010). Nutritive Value of Pseudocereals and Their Increasing Use as Functional Gluten-Free Ingredients. *Trends in Food Science and Technology*, 21, 106-113.
- Ballabio, C, Uberti, E. Di Lorenzo, C., (2011). Biochemical and Immunochemical Characterization of Different Varieties of Amaranth (*Amaranthus* spp.) as a Safe Ingredient for Gluten-Free Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 12969-12974.
- Berghofer, E., Schoenlechner, R. (2007). Pseudocereals – An Overview, Department of Food Science and Technology, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, <http://projekt.sik.se/traditionalgrains/review/Oral%20presentation%20PDF%20files/Berghofer%20.pdf> (accessed 22 July 2016).
- Bodroza-Solarov, M., Filipcev, B., Kevresan, Z. (2008). Quality of Bread Supplemented With Popped *Amaranthus Cruentus* Grain. *Journal of Food Process Engineering* 31, 602-618.
- Bonafaccia, G., Marocchini, M., Kreft, I. (2003). Composition and Technological Properties of the Flour and Bran From Common and Tartary Buckwheat. *Food Chemistry*, 80, 9-15.
- Carrion, R., Murphy, K., Ganjyal, G. (2014). Quinoa as Source of Bioactive Compounds with Potential for Intestinal Health. *Journal of the Federation of American Societies for Experimental Biology*, 28, 647.18.
- FAO. (2017). FAOSTAT (Crop Statistics). The Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> . Erişim: 10.01.2020.
- Garcia-Mantrana, I., Monedero, V., Haros, M. (2015). Myo-inositol Hexakisphosphate Degradation By Bifidobacterium Pseudocatenulatum ATCC 27919 Improves Mineral Availability of High Fibre Rye-Wheat Sour Bread. *Food Chemistry*, 178, 267–275.

- Gelinas, B. and Seguin, P. (2007). Oxalate in Grain Amaranth. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 55, 4789-4794.
- Gonzalez, J. A., Konishi, Y., Bruno, M. (2012). Interrelationships Among Seed Yield, Total Protein and Amino Acid Composition of Ten Quinoa (*Chenopodium quinoa*) Cultivars from Two Different Agroecological Regions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92, 1222-1229.
- Hager, A.-S., Wolter, A., Jacob, F. (2012). Nutritional Properties and Ultra-Structure of Commercial Gluten Free Flours from Different Botanical Sources Compared to Wheat Flours. *Journal of Cereal Science*, 56, 239-247.
- Haros, M., Carlsson, N. G., Almgren, A. (2009). Phytate Degradation By Human Gut Isolated Bifidobacterium Pseudocatenulatum ATCC27919 and Its Probiotic Potential. *International Journal of Food Microbiology*, 135, 7-14.
- Haros, C. M., Schönlechner, R. (2017). Pseudocereals: Chemistry and Technology. Chichester, UK ; Hoboken, NJ : John Wiley & Sons, Ltd., NewYork, 37-48.
- Hurrell, R. F., Reddy, M. B., Juillerat, M. A. and Cook, J. D. (2003). Degradation of Phytic Acid In Cereal Porridges Improves Iron Absorption by Human Subjects. *American Journal of Clinical Nutrition*, 77, 1213-1219.
- Iglesias-Puig, E., Monedero, V., Haros, M. (2015). Bread with Whole Quinoa Flour and Bifidobacterial Phytases Improve Contribution to Dietary Mineral Intake and Their Bioavailability without Substantial Loss of Bread Quality. *LWT-Food Science and Technology*, 60, 71-77.
- Izydorczyk, M. S., McMillan, T., Bazin, S. (2014). Canadian Buckwheat: A Unique, Useful and Under-Utilized Crop. *Canadian Journal of Plant Science*, 94, 509-524.
- Kim, S. L., Kim, S. K., Park, C. H. (2002). Comparisons of Lipid, Fatty Acids and Tocopherols of Different Buckwheat Species. *Food Science and Biotechnology*, 11, 332-336.
- Kockova, M., Valik, L. (2011). Potential of Cereals and Pseudocereals for Lactic Acid Fermentations. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 5(2), 27-40. <https://doi.org/10.5219/127>.
- Kowieska, A., Lubowicki, R., Jaskovska, I. (2011). Chemical Composition and Nutritional Characteristics of Several Cereal Grain. *Acta Sci. Pol. Zootechnica*, 10(2), 37-50.
- Koziol, M. J. (1992). Chemical Composition and Nutritional Evaluation of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 5, 35-68.
- Leon-Camacho, M., Garcia-Gonzalez, D. L., Aparicio, R. (2001). A Detailed and Comprehensive Study of Amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) Oil Fatty Profile. *European Food Research and Technology*, 213, 349-355.
- Lopez, H. W., Krespine, V., Guy, C. (2001). Prolonged Fermentation of Whole Wheat Sourdough Reduces Phytate Level and Increases Soluble Magnesium. *Journal of Agricultural And Food Chemistry*, 49, 2657-2662.
- Niewinski, M. M. (2008). Advances in Celiac Disease and Gluten-free Diet. *J. Am. Diet Assoc.*, 108, 661-672.
- Ranhotra, G. S., Gelroth, J. A., Glaser, B. K. (1993). Composition and Protein Nutritional Quality of Quinoa. *Cereal Chemistry*, 70, 303-305.
- Rodrigo, L. (2006). Celiac Disease. *World J. Gastroenterol.*, 12(41), 6585-6593.
- Ruales, J. and Nair, B. M. (1993). Saponins, Phytic Acid, Tannins and Protease Inhibitors in Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) Seeds. *Food Chemistry*, 48, 137-143.
- Ruales, J., Nair, B. M. (1992). Nutritional Quality of The Protein in Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) Seeds. *Plant Foods For Human Nutrition*, 42, 1-11.
- Sangeeta, Grewal, R. B. (2018). Physico-chemical Properties of Pseudo-cereals (Amaranth and Buckwheat). *The Pharma Innovation Journal*, 7(3), 7-10.
- Sanz-Penella, J. M., Wronkowska, M., Soral-Śmietana, M., Haros, M. (2013). Effect of Whole Amaranth Flour on Bread Properties and Nutritive Value. *LWT-Food Science and Technology*, 50, 679-685.
- Saunders, R. M., Becker, R. (1984). Amaranthus: A Potential Food and Feed Resource. *Advance. Journal of Food Science And Technology*, 6, 357-396.
- Schoenlechner, R., Siebenhandl, S., Berghofer, E. (2008). Pseudocereals, In *Gluten-Free Cereal Products And Beverages*, ed: E. K. Arendt And F. Dal Bello., 1, Elsevier, Oxford, 149-190.
- Skrobot, D., Milovanovic, I., Jovanov, P., Pestoric, M., Tomic, J., Mandic, A. (2019). Buckwheat, Quinoa and Amaranth: Good Alternatives to Nutritious Food. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 23(3), 113-116.
- Steadman, K. J., Burgoon, M. S., Lewis, B. A. (2001). Minerals, Phytic Acid, Tannin and Rutin in Buckwheat Seed Milling Fractions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 1094-1100.
- Steadman, K. J., Burgoon, M. S., Schuster, R. L. (2000). Fagopyritols, D-Chiro-İnositol, And Other Soluble Carbohydrates in Buckwheat Seed Milling Fractions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 2843-2847.



- Stone, L. A., Lorenz, K. (1984). The Starch of Amaranth – Physicochemical Properties and Functional Characteristics. *Starch*, 36, 232-237.
- Tomotake, H., Shimaoka, I., Kayashita, J. (2000). A Buckwheat Protein Product Suppresses Gallstone Formation and Plasma Cholesterol More Strongly Than Soy Protein Isolate in Hamsters. *Journal of Nutrition*, 130, 1670-1674.
- Valcarcel-Yamani, B., Caetano, S., Lannes, S. (2012). Applications of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and Amaranth (Amaranth Spp.) and Their Influence in the Nutritional Value of Cereal Based Foods. *Food and Public Health*, 2(6), 265-275.
- Vega-Galvez, A., Miranda, M., Vergara, J. (2010). Nutrition Facts and Functional Potential of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and Ancient Andean Grain: A Review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90, 2541-2547.
- Wijngaard, H. H., Arendt, E. K. (2006). Buckwheat. *Cereal Chemistry*, 83, 391-401.
- Zielinski, H., Ciska, E., Kozłowska, H. (2001). The Cereal Grains: Focus on Vitamin E. *Czech Journal of Food Sciences*, 19, 182-188.