

Kinoa ve Sağlık Üzerine Etkileri

Quinoa and The Effects on Health

Maide BAYRAM¹, Sultan PEKACAR², Didem DELİORMAN ORHAN³

ÖZ

Amaranthaceae familyasına ait bir tür olan Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) farklı toprak ve iklim koşullarına uyum sağlayabilen 7000 yıldır And Dağlarında yetişen bir bitkidir. Bitki protein, karbonhidrat, esansiyel amino asitler, mineraller ve vitamin yönünden yüksek besin değerine sahiptir. Kinoa da bulunan fitoekdisteroitler, fenolik asitler, flavonoid gibi sekonder metabolitler sağlığı olumlu yönde etkilemektedir. Tohumlar gluten içermediğinden dolayı çölyak hastaları için güvenle tüketilen bir tahıl olmakla beraber antidiyabetik, antioksidan ve immünomodülatör aktiviteleri de mevcuttur.

Anahtar Kelimeler: Besin, Kinoa, Sağlık

ABSTRACT

Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) is a plant that belongs a family of the *Amaranthaceae* and has been cultivated along the Andes Mountains for 7000 years to adapt to different soil and climatic conditions. The plant has high nutritional value in terms of protein, carbohydrate, essential amino acids, minerals and vitamins. Secondary metabolites such as phytoecdisteroids, phenolic acids, flavonoids found in quinoas affect our health positively. Because these seeds do not contain gluten, it is a safe cereal for celiac disease as well as antidiabetic, antioxidant and immunomodulatory activities.

Keywords: Food, Quinoa, Health

¹Eczacı, Gazi Üniversitesi Eczacılık Fakültesi.

²Eczacı, Farmakognozi ABD., Gazi Üniversitesi Eczacılık Fakültesi.

³Prof. Dr., Farmakognozi ABD., Gazi Üniversitesi Eczacılık Fakültesi.

GİRİŞ

Kinoa, (*Chenopodium quinoa* Willd.), 4500 m yükseklikteki Bolivya'dan deniz seviyesindeki Şili'ye kadar çok değişik iklimsel koşullarda, 7000 yıldır And Dağlarında yetişen *Amaranthaceae* familyasına ait bir türdür.¹ Kuzey Şili'deki arkeolojik bulgular, kinoanın M.Ö. 3000'den önce kullanıldığını göstermektedir.²

'Ana tahıl' adı verilen Kinoa, besleyici değeri yüksek, genetik değişkenlik, olumsuz iklim ve toprak koşullarına iyi uyum sağlama, kullanım yöntemleri çeşitliliği ve düşük üretim maliyeti nedeniyle stratejik bir üründür.¹

Kinoanın beslenme ile ilgili yararları ve tarımsal çok yönlülüğü Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından vurgulanmıştır. FAO, ürünün Güney Amerika'dan diğer kıtalara yayılması, dünya çapında çeşitli bölgelerde özellikle nüfusun protein kaynaklarına erişiminin olmadığı veya üretim koşullarının düşük nem oranıyla sınırlandırıldığı ülkelerde gıda kaynaklarına katkıda bulunma potansiyeli yüksek bir ürün olduğunu rapor etmiştir. Temmuz 2011'de Latin Amerika ve Karayipler Bölge Ofisi tarafından 'Uluslararası Kinoa Yılı' bildirgesini destekleyen 37. FAO Konferansına, 'Kinoa: Dünya Gıda Güvenliği'ne Katkı Sağlayan Eski Bir Bitki' raporunun sunulmasından sonra 2013, Uluslararası Kinoa Yılı olarak ilan edilmiştir.³

Bitki, farklı ekolojik özelliklere sahip tarım alanları için kayda değer bir uyum sağlama özelliğine sahiptir¹. Kinoa tek yıllık, tohumla çoğalan (terofit) otsu bir bitkidir.⁴

Bağıl nem oranının %40 ile %88 arasında olduğu ortamlarda büyüebilir ve 4°C ila 38°C arasındaki sıcaklıklara dayanır. Çok verimli bir su bitkisidir, toprak nemi eksikliğine dirençlidir. Başlıca üretici ülkeler; Bolivya, Peru ve Amerika Birleşik Devletleri olmasına rağmen, kinoa üretimi

diğer kıtalara yayılmakta ve halen Avrupa ve Asya'daki birçok ülkede yüksek verimle yetiştirilmektedir.¹

Ülkemizde ise kinoa üretimi, 2010 yılında bu ürünü ilk kez duymuş çiftçiler tarafından başlatılmıştır. Bu süre zarfında üniversiteler ve araştırma enstitüleri tarafından yürütülen araştırmalar ile; kinoanın ülkemiz koşullarına adapte olan çeşitleri belirlenmeye, verim odaklı bitki besleme programları ve ekim dönemleri tespit edilmeye başlanmıştır. 2015 yılına gelindiğinde aradan geçen 4 yıllık süreçte, kinoa üretimini başarıyla sonuçlandıran profesyonel üreticiler ortaya çıkmaya başlamıştır ve 2015 yılından itibaren, ticari boyutta üretim modellerine geçilmeye başlanmıştır.⁵

Kinoa, geleneksel tahıllardan daha yüksek besin değerine sahiptir. Yüksek yağ ve protein içeriği nedeniyle yalancı-tahıl (tahıl benzeri) olarak adlandırılmıştır. Kinoa, tüm esansiyel amino asitleri, iz elementleri, vitaminleri içeren ve gluten içermeyen tek bitkisel kaynaklı besindir. Pirinç ve buğday gibi esansiyel aminoasitlerini kabukta içeren tahılların aksine kinoada bu aminoasitler tahıl çekirdeğinde bulunmaktadır.¹

Kinoa çeşitli hastalıkların riskini azaltmayı amaçlayan bir "fonksiyonel gıda" örneğidir. Fonksiyonel özellikleri, beyin nöron işlevlerinde özellikle hücre zarını koruyarak insan sağlığına ve beslenmesine güçlü katkıda bulunabilen; vitaminler, mineraller, yağ asitleri ve antioksidan içeriklerinden dolayıdır. Kinoa mineralleri enzimler için kofaktör görevi görür. Kinoa ayrıca insan beslenmesi için diğer bitki gıdalarına göre avantaj sağlayan fitohormonları da içermektedir.¹

Bu derlemede son 1-2 yıldır çok zengin besin içeriğinden dolayı "fonksiyonel bir gıda" olarak lanse edilen kinoa tohumlarının besin içeriklerinden ve özellikle obez kişiler tarafından kullanımının sağlık faydası

oluşturup oluşturamayacağı hususlarında yapılan son bilimsel çalışmaların ışığında yorumlar yapılacaktır.

Kimyasal İçerik

Proteinler

Çoğu tahıllarla karşılaştırıldığında, kinoa tohumlarının besin değeri çok yüksektir. Kinoa tohumları yüksek protein içeriğine sahiptir. Kinoa; albümin ve globulinler, proteinlerin büyük kısmını oluşturup prolaminlerden daha fazla miktarda bulunur (Tablo 1). Kinoa, glutensiz bir tahıl olarak düşünülür. Çünkü çok az veya hiç prolamin içermemektedir Kinoa, çölyak hastaları gibi gluten toleransına sahip olmayan kişiler için özel olarak besleyici, ekonomik, hazırlanması kolay, lezzetli bir besin kaynağıdır.^{6,7}

FAO/WHO'ya göre kinoa proteinleri, yeterli miktarda aromatik aminoasit (fenilalanin ve tirozin), histidin, izolösin, treonin ve valin içerir. Kinoa proteinlerinin içerdiği tüm esansiyel aminoasitler 10-12 yaş arası çocuklar için FAO/WHO'nun öngördüğü gereksinimler için yeterlidir.⁷

Tablo 1. Kinoa Tohum İçeriği⁶⁻⁸

İçerik	Miktar
Protein	
Total Protein	% 8-22
Albumin ve Globulinler	% 44-77
Prolaminler	% 0,5-7
Yağ asitleri	
Doymuş Yağ Asitleri	% 12,3-19
Tekli Doymamış Yağ Asitleri	% 25-28,7
Oleik Asit	% 58,3
Linoleik Asit	% 90
Skualen	33,9-58,4 mg/100 g
Mineral	
Demir	81 mg/kg
Kalsiyum	874 mg/kg
Vitamin	
Folik Asit	78,1 mg/100g
C Vitamini	16,4 mg/100g
E Vitamini	0,59-2,6 mg/100g
Tiamin	0,4 mg/100g

Karbonhidratlar

Kinoa, ihtiva ettiği karbonhidratlar ile (nişasta, diyet lifi, çözünebilir ve çözünemeyen diyet liflerine ek olarak maltoz, D-galaktoz, D-riboz, fruktoz ve glukoz gibi basit şekerler) temel bir besin içeriğine sahiptir. Enerji sağlanması, tokluk/gastrik boşalma üzerine etki, kan şekeri kontrolü ve insülin metabolizması, protein glikozilasyonu kolesterol ve trigliserit metabolizmasında farklı fizyolojik etkilere sahip olabilirler. Kinoa izole edilen karbonhidratlar yararlı hipoglisemik etkilere sahip oldukları ve serbest yağ asitlerinin indirgenmesine neden oldukları için nutrasötik bir gıda kaynağı olarak düşünülebilir.⁷

Yağlar

Kinoa tohumları, zengin lipit içeriği nedeniyle alternatif bir yağ bitkisi olarak düşünülebilir. Araştırmacılar, kinoa lipitlerinin doymuş yağ asit içeriğinin büyük bir kısmını palmitik asit oluşturduğunu görmüşlerdir. Doymamış yağ asit oranı yüksektir. Oleik asit büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Omega-6 ve omega-3 yağ asitleri, esansiyel yağ asitleri olup insan vücudunda sentezlenemez, gıdalardan elde edilmeleri gerekir. Esansiyel yağ asitleri, 20 ve 22 karbon atomlu daha uzun zincirli yağ asitlerine metabolize edilir. Linoleik asit, araşidonik asite ve linolenik asit, eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asite (DHA) metabolize edilir. EPA ve DHA, prostaglandin metabolizması, tromboz ve ateroskleroz, immünolojik ve enflamasyon olaylarında ve membran fonksiyonlarında rol oynarlar.⁷

Linoleik asit (C18:2), kinoa tohumlarında tanımlanan en bol miktarda bulunan çoklu doymamış yağ asitlerinden (PUFA) biridir; PUFA'ların kardiyovasküler hastalık ve artmış insülin duyarlılığı üzerinde çeşitli olumlu etkileri vardır. Bir diğer önemli özelliği ise, tohumlarda lipit oksidasyonuna karşı doğal bir savunma görevi gören E

vitamininin yüksek miktarda olmasıdır (Tablo 1).⁷

Skualen ve fitosteroller, gıdaların sabunlaşmayan lipit fraksiyonunda bulunan bileşenlerdir. Skualen, kolesterol biyosentezinde bir aracıdır ve kinoa lipit fraksiyonunda bulunur. Etkili antioksidan aktivitesinin yanı sıra tokoferollerin özellikle kardiyovasküler sistem sağlığı ve kansere karşı korunmada olası bir rol oynadığı bilinmektedir. Fitosteroller ise bitkisel yağlar, tohumlar ve tahıllarda bol bulunan bitki hücre zarlarının doğal bileşikleridir. Fitosterollerin de antiinflamatuvar, antioksidatif, antikanserojenik ve kolesterol düşürücü gibi farklı etkileri bulunmaktadır.⁷

Mineraller ve Vitaminler

Kinoa, iyi bir mineral kaynağıdır. Diğer tahıllardan daha fazla kalsiyum, magnezyum, potasyum, fosfor, çinko ve demir içermektedir.⁶

Ulusal Bilimler Akademisi'ne (2004) göre, 100 g kinoa tohumunda bulunan magnezyum, manganez, bakır ve demir, bebekler ve yetişkinlerin günlük ihtiyaçlarını karşılar, 100 g'daki fosfor ve çinko içeriği çocuklar için yeterlidir. Ancak yetişkinlerin günlük ihtiyaçlarının %40-60'ını karşılar. Potasyum içeriği, bebek ve yetişkin gereksinimlerinin %18 ile %22'sini, kalsiyum gereksinimlerinin de %10'unu karşılamaktadır.⁷ Demir ve kalsiyum içerikleri mısır ve arpadan daha yüksektir (Tablo 1).⁸

Kinoa, vitamin gibi mikro elementler bakımından da zengindir. Tohumları folik asit (78,1 mg/100 g) ve C vitamini (16,4 mg/100 g) kaynağı olmasının yanı sıra E vitamini (0,59-2,6 mg/100 g), tiamin (0,4 mg/100 g) için de iyi bir kaynaktır. Tohumların 100 g'lık miktarları çocukların ve yetişkinlerin günlük B6 vitamini ve folik asit gereksinimlerini karşılayabilmektedir. 100 g'daki riboflavin içeriği çocukların günlük ihtiyaçlarının %80'ini, yetişkinlerin %40'ını oluşturmaktadır.^{6,7} Niasin ve α -karoten açısından da çok zengindir.⁸

Fenolik Maddeler

Kinoada fenolik asitler ve flavonoidler ana fenolik madde grubu içinde yer alır. Yüksek fenolik madde içeriğine sahip tohumlar daha güçlü antioksidan aktivite, α -glukozidaz ve pankreatiklipaz enzim inhibitörü aktivite göstermiştir.⁹

Kinoadaki asit hidrolizi ile açığa çıkan kemferol ve kersetin miktarı geleneksel olarak kullanılan yenilebilir bitkilerden daha yüksektir. Japonya'da yetiştirilen kinoa tohumlarının, antioksidan ve biyoaktif flavonoid kaynakları olarak tahıllar ve yalancı tahıllar arasında en etkili fonksiyonel gıda olduğu sonucuna varılmıştır.¹⁰

Japonya'da 5 farklı tarlada kültürü yapılan kinoa örneklerinin tohumlarından hazırlanan ulu metanollü ekstraktlardan, kromatografik analiz tekniklerini kullanılarak kersetin ve kemferol glikozitleri izole edilmiştir.¹⁰

Tang ve ark. (2016), beyaz, siyah ve kırmızı kinoa tohumları üzerinde yaptıkları araştırmalarda; 8,5'-diferulik, 4-hidroksi-benzoik, kafeik, siringik, ferulik, sinapik, rosmarinik ve klorojenik asitlerin her üç örnekte de bulunduğunu HPLC ve LC-MS tekniklerini kullanarak tespit etmişlerdir.⁹

Kinoa tohumlarının dış kısmında böceklerle ve mikroorganizmalara karşı koruma görevi olan biyoaktif fitokimyasallar bulunur. Fenolik maddeler içinde; fenolik asitler, flavonoidler ve tanenler yer almaktadır. Fenolik asitler tohum kabuklarında mevcuttur. Kemferol ve glikozitleri (glukozit, galaktozit ve diramnozid), kersetin ve glikozitleri (rutinozit ve arabinozit), biochanin A, puerarin, naringin, mirsetin, daidzein, genistein, (-)-epikateşin, (-)-epigallokateşin, vanilin, gallik asit, izoferulik asit, benzoik, *p*-hidroksibenzoik, 3,4-dihidroksibenzoik asit ve 4-glukoziti, 2,5 ve 2,4-dihidroksi benzoik asitler ana fenolik maddeler olarak tespit edilmiştir.¹¹

Antinütrisyonel İçerikleri

Kinoadaki antinütrisyonel içerikler; saponin, fitik asit ve tripsin inhibitörleridir.⁶

Saponinler

Saponinler, bitkilerde bulunan geniş bir glikozit grubudur. Tohum kabuğunda bulunan temel besleyici öğelerin vücutta kullanılmasını engelleyen (antinutrisyon) bileşiklerdir. Sıçanlar üzerindeki çalışmalar, yıkanmamış kinoa diyetleri ile beslenen hayvanlarda, tüketilen gıdaların azalan absorpsiyonundan dolayı büyüme geriliği oluştuğu gözlenmiştir.⁷

Woldemichael ve Wink (2001), kinoa tohumlarından; fitolakkagenik asit, oleanolik asit ve hederagenin aglikon yapısını içeren saponin glikozitlerini kromatografik teknikler kullanarak izole etmişlerdir.¹²

Kinoada dört ana yapıya sahip saponenin teşhis edilmiştir: Doleanolik asit, hederagenin, fitolakkagenik asit ve 30-O-metilspergulagenat. En çok içerdikleri şeker molekülleri; glukoz, arabinoz ve galaktozdur.⁷

Kinoanın diğer kısımlarından da triterpen yapısında saponinler izole edilmiştir (3β-hidroksi-23-okso-olean-12-en-28-oik asit, 3β-hidroksi-27-okso-olean-12-en-28-oik asit, serjanik asit, oleanolik asit, fitolakkagenik asit, hederagenin ve 3β,23,30-trihidroksi olean-12-en-28-oik asit).¹³

Saponinlerin analjezik, antiinflamatuvar, antimikrobiyal, antioksidan, antiviral, hemolitik, immünoestimulan ve sitotoksik aktiviteleri, bağırsak mukozası sinir koruyucu etkisinin geçirgenliğinin artırılması ve yağ emiliminin azaltılması gibi çok çeşitli biyolojik aktiviteleri vardır.⁷

Fakat bazı saponinler çözünmez kompleksler oluşturabilirler. Ayrıca tadları acıdır ve sulu çözeltileri köpük oluşturmaktadırlar.⁷

Biyolojik Aktiviteleri

Antimikrobiyal ve Antifungal Etkileri

Kinoa tohumlarından hazırlanan saponin fraksiyonu, *Candida albicans* suşunun büyümesini 50 µg/ml (Minimum İnhibitör Konsantrasyonu (MİK)) konsantrasyonda inhibe etmiştir. Bu fraksiyondan izole edilen saponinlerden sadece 3-O-α-D-glukopiranozil-(1→3)-α-L-arabinopiranozilfitolakkagenik asit bu suş üzerinde ≤ 100 µg/ml MİK değeri ile etkili olmuştur.¹²

Şili’de 3 farklı coğrafi bölgeden toplanmış 6 farklı tohumdan absölu etanol ile hazırlanan ekstrelerin hepsi 8,3-14,8 mm inhibisyon çapı ile *E. coli*’ye, 8,5-15,0 mm inhibisyon çapı ile *S. aureus* suşlarına karşı etkili bulunmuştur. Pozitif kontrol olarak kullanılan Amoksisilin (100 µg/ml) 20,61±0,13 mm inhibisyon çapı ile *E. coli*, 28,03±1,19 mm. inhibisyon çapı ile *S. aureus* suşlarına karşı etkili bulunmuştur. Sonuçta tohum ekstrelerinin amoksisiline göre daha etkili antimikrobiyal etki gösterdiği tespit edilmiştir.¹⁴

Kinoa tohumlarından 6 farklı solvan (hekzan, aseton, etanol, metanol, etil asetat ve su) ile hazırlanan ekstrelerin, Gram pozitif bakterilerden *Enterococcus faecalis* ATCC43062 ve *Staphylococcus epidermidis* ATCC 33501 suşlarına karşı antimikrobiyal etkileri incelenmiştir. Metanol ekstresinin *E. faecalis* ATCC 43062 suşuna karşı IC₅₀ değeri 18,75±0,03 iken *S. epidermidis* ATCC 33501 suşuna karşı bu değerlerin 14,55±0,02 ila 15,59±0,05 arasında değiştiği tespit edilmiştir.¹⁵

Park ve ark. (2017), Amerika ve Peru’dan ithal edilen ve Kore’de kültürü yapılan kinoa örneklerinin antimikrobiyal etkilerini incelemişlerdir. Tohumların etanolü ekstrelerinin, gıda kaynaklı patojenlere (*Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium* ve *Campylobacter jejuni*) karşı herhangi bir etki göstermediği görülmüştür.¹⁶

Antidiyabetik ve Kilo Kontrolü Üzerindeki Etkileri

α -amilaz ve α -glukozidaz, ince bağırsakta karbonhidrat sindirimiyle ilgili anahtar enzimlerdir. Bu enzimlerin inhibitörleri, diyabetik hastalarda nişastanın parçalanmasını geciktirir ve tokluk kan glikoz seviyelerini düşürür. Sentetik inhibitörler, tip II diyabet hastalarında, hipergliseminin etkili kontrolü için klinik olarak kullanılmaktadır. Ancak bu sentetik antidiyabetik ilaçlar insanlarda advers etkilere sahiptir. Bu durum, doğal ve güvenilir alternatifler bulmak için zorlayıcı bir durum oluşturmuştur. Gıda tahıllar ve baklagil tohumları da dahil olmak üzere çeşitli bitkisel kaynaklardan elde edilen fenolik bileşiklerin, α -amilaz ve α -glukozidaz aktivitelerini inhibe ettiği ve kan glikoz seviyelerinin daha iyi kontrol altına alınmasına olanak sağladığı gösterilmiştir. Bu nedenle bu fitokimyasal maddeler, nişasta parçalanması ve bağırsak glikoz absorpsiyonu dahil ilgili enzim aktivitelerinin kontrol edilmesi için cazip bir strateji sunarlar.¹⁷

Hemalatha ve ark. (2016), kinoanın tam tane, kabuk, kabuğu çıkarılmış tane, öğütülmüş tane ve kepek fenolik ekstralarının α -glukozidaz ve α -amilaz enzim inhibitörü aktivitelerini test etmişlerdir. 108, 162 ve 216 $\mu\text{g/ml}$ konsantrasyonlarda kepek fenolik ekstresi %49,7, %70,6 ve %89,5 inhibisyon oranları ile diğer ekstralardan daha güçlü α -amilaz enzim inhibitörü aktivite göstermiştir. Bu çalışmada akarbozun IC_{50} değeri $7,21 \pm 0,40$ olarak bulunmuştur. Kepek fenolikekstresi, α -glukozidaz enzimi üzerinde de diğer enzimde olduğu gibi en yüksek inhibitör aktiviteyi (120 $\mu\text{g/ml}$ konsantrasyonda %91,8 inhibisyon) göstermiştir.¹⁷

Kinoa, haşaratlara karşı bitki savunmasıyla ilişkilendirilen ve memelilerde faydalı farmakolojik etki gösteren, biyolojik olarak aktif fitoekdisteroitleri yüksek miktarda içerir. En yaygın olarak bulunan 20-hidroksiekdisteroittir (20HE).¹⁸

Kinoa tohumlarından izole edilen 20HE, 25-50 mg/kg dozlarda yüksek yağ içeren diyet ile beslenen sıçanlara 12 hafta boyunca verilmiş, insülin hassasiyeti artmış, vücut ağırlığı ve kaslardaki yağ depolarında azalma tespit edilmiştir.¹⁹

Kinoa tohum ekstresinin, adiposit-spesifik gen ekspresyonunun düzenlenmesi ve diyet nedenli obezitenin önlenmesi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. 3 hafta boyunca, fareler 20HE ile zenginleştirilmiş kinoa diyeti, standart düşük yağ içeren diyet veya saf 20HE içeren yüksek yağ içeren diyet ile beslenmişlerdir. Kinoa ile desteklenmiş yüksek yağ içerikli diyet ile beslenen farelerin kilo artışında bir değişiklik olmamıştır. Bu adipoz dokuya özel etkinin, lipid depolamanın bir parçası olan birçok genin ekspresyonundaki azalmayla bağlantılı olduğu düşünülmüştür.²⁰

20HE'nin anti-obezite, antidiyabetik ve yüksek yağ içerikli diyet ile beslenen sıçanlardaki etkilerinin incelendiği çalışmalarda, 20HE'nin diyet ile alınan lipid absorpsiyonunu azalttığı, glikoz oksidasyonunda, enerji harcanmasında ve mitokondriyal oksidatif fosforilasyonda artış oluşturduğu tespit edilmiştir.^{19,20}

Diyet nedenli obezitenin önlenmesinde ve farelerde adiposit spesifik genlerin eksprese edilmesinin düzenlenmesi için 20HE ile zenginleştirilmiş kinoa ekstresinin etkilerinin incelendiği bir çalışmada, fareler 3 hafta boyunca düşük ve yüksek yağ içerikli diyet (HF) ile beslenmişlerdir. Daha sonra bu gruplara saf 20HE ve 20HE ile zenginleştirilmiş kinoa ekstresi verilmiştir. 20HE ile zenginleştirilmiş kinoa ekstresi uygulanan gruplarda vücut ağırlığı artmadan HF diyet ile beslenen hayvanların adipoz doku gelişimlerinde azalma tespit edilmiştir. Görülen azalmanın küçülen adiposit çapı, lipoprotein lipaz ve fosfoenolpiruvat karboksikinaz enzimlerini de kapsayan lipid depolanması ile ilgili spesifik genlerin ekspresyonundaki azalma ile bağlantılı olduğu düşünülmüştür. Bu sonuçlar, benzer miktarlarda saf 20E ile takviye edilmiş HF

diyeti ile beslenen farelerde de görülmüştür.²¹

Diyet-nedenli obez ve açlık kan şekeri 200 mg/dl üzerinde olan hiperglisemik farelere, akut oral olarak uygulanan kinoa tohumlarından elde edilen sulu ekstre (QL) 250 ve 500 mg/kg dozlarda verilmiştir. Kan şekeri QL grubunda doz bağımlı olarak %36,2 ve %18,5 oranında düşerken, Metformin grubunda (300 mg/kg) %26,4 oranında düşmüştür. Etkili olan QL'nin içeriğinde %0,86 20HE, %1 total fitoekdisteroit, %2,59 flavonoit glikozit, %11,9 yağ ve %20,4 protein olduğu tespit edilmiştir.¹⁸

Antioksidan Aktivite

DPPH Radikal Süpürücü Aktivite

Fenolik bileşiklerin biyolojik ve farmakolojik aktivitelerinin, serbest radikal süpürücü özellikleriyle ilişkili olduğu bilinmektedir. Yüksek DPPH radikal süpürücü aktive düşük bir IC₅₀ değeri ile ilişkilidir. Kinoanın tam tane, kabuk, kabuğu çıkarılmış tane, öğütülmüş tane ve kepek fenolik ekstrelerinin farklı IC₅₀ değerleri ile güçlü ve farklı DPPH radikal süpürücü etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada kepek (IC₅₀, 9,84 µg/ml) ve kabuk(IC₅₀, 12,45 µg/ml) fenolik ekstreleri güçlü radikal süpürücü aktivite sergilemiştir. Bununla beraber bütün tane (IC₅₀, 14,71 µg/ml), kabuğu çıkarılmış (IC₅₀, 23,61 µg/ml) ve öğütülmüş taneden (IC₅₀, 31,90 µg/ml) daha yüksek radikal süpürücü aktivite göstermiştir.¹⁷

Kinoa tohumlarından 6 farklı solvan (hekzan, aseton, etanol, metanol, etil asetat ve su) ile hazırlanan ekstrelerin, DPPH radikal süpürücü etkilerine baktığımızda sulu ekstrenin güçlü bir aktivite (%82,71±0,03) gösterdiği görülmüştür. Sulu ekstrenin IC₅₀ değeri 14,71±0,02, askorbik asitin IC₅₀ değeri ise 7,15±0,13 olarak tespit edilmiştir.¹⁵

Park ve ark. (2017), Amerika ve Peru'dan ithal edilen ve Kore'de kültürü yapılan kinoa

örneklerinin DPPH radikal süpürücünü etkilerini incelemişler ve Kore örneklerinden hazırlanan etanol ekstresinin (IC₅₀: 0,25±0,01) en yüksek aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur.¹⁶

Hidrojen Peroksit Süpürücü (H₂O₂) Aktivite

Kinoa'nın tam tane, öğütülmüş tane, kabukları ayrılmış tane, gövde ve kepek kısımlarından hazırlanmış fenolik ekstrelerin H₂O₂ süpürücü aktivite sonuçları, DPPH radikal süpürücü aktiviteye benzer olarak kepek ve kabuk fenolik ekstrelerinin diğer kısımlardan daha güçlü H₂O₂ süpürücü aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir.¹⁷

Demir III İyonu İndirgeme Gücü

Tam tane, öğütülmüş tane, kabukları ayrılmış tane, gövde ve kepek kısımlarından hazırlanmış fenolik ekstrelerin, demir (III) iyonu indirgeme gücü incelendiğinde kepek fraksiyonunun (10,15 mmol Fe⁺²ekivalen/g yağı alınmış kepek) indirgeme gücünün diğer ekstrelerden daha güçlü, öğütülmüş tane fenolik ekstrelerinin (3,85 mmol Fe⁺²ekivalen/g) ise en zayıf aktiviteye sahip olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, kinoa ekstrelerinin radikal zincir reaksiyonlarını sonlandırma ve oksidatif hasarı durdurma kapasitesine sahip olduklarını göstermektedir.¹⁷

Park ve ark. (2017), Amerika ve Peru'dan ithal edilen ve Kore'de kültürü yapılan kinoa örneklerinin etanol ekstrelerinin demir iyonu indirgeme gücünü test etmişler ve özellikle Kore örneğinin en güçlü aktiviteye (13,13±0,22 mM Fe⁺²/kg kuru materyal) sahip örnek olduğu sonucuna varmışlardır.¹⁶

Metal Şelatlama Aktivitesi

Tam tane, öğütülmüş tane, kabukları ayrılmış tane, gövde ve kepek kısımlarından hazırlanmış fenolik ekstrelerin metal şelatlama aktivitesinin test edildiği bir

çalışmada, özellikle öğütölmüş tanelerin (9,25±0,60 µmol EDTA ekivalen/g) ve kabukları ayrılmış tanelerin (6,89±0,80 µmol EDTA ekivalen/g) fenolik ekstralarının güçlü metal şelatlama aktivitesine sahip oldukları tespit edilmiştir. Sonuçlar, bu ekstraların metal şelatlama özelliklerinden dolayı fonksiyonel gıda bileşeni olarak kullanılabilceğini ve aşırı metal depolanmasına bağılı hastalıklarda ve bir geçiş metali iyonunu içeren tüm oksidatif stres koşullarında faydalı olabileceğini düşündürmektedir.¹⁷

Antikanser Aktivite

Kuljanabgavad ve ark.(2008), kinoadan elde ettikleri triterpen saponinlerin antikanser aktivitelerini test ettikleri bir çalışmada, bisdezmoidik yapıdaki 3β-[(O-β-D-glukopiranozil-(1→3)-α-l-arabinopiranozil)oksi]-23-okso-olean-12-en-28-oik asit β-D-glukopiranozit, 3β-[(O-β-D-glukopiranozil-(1→3)-α-l-arabinopiranozil)oksi]-27-okso-olean-12-en-28-oik asit β-D-glukopiranozit, 3-O-α-l-arabinopiranozilserjanik asit 28-O-β-D-glukopiranozil ester ve 3-O-β-D-glukuronopiranozilserjanik asit 28-O-β-D-glukopiranozil esterin, Caco-2 hücre dizilerinde apoptozise neden oldukları flowsitometrik DNA analizi yöntemi ile tespit etmişlerdir.¹³

Kinoa yapraklarından elde edilen polifenolik fraksiyonun sıçan prostat kanser AT-2 ve MAT-LyLu hücre dizileri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Fraksiyon, AT-2 hücrelerine düşük konsantrasyonlarda, MAT-LyLu popölasyonlarında ise daha yüksek konsantrasyonlarda etkili olmuştur. Bu çalışma ile fenolik bileşiklerin sinerjik etkiler yoluyla oksidatif stres ve reaktif oksijen türlerine bağılı hücre içi sinyalizasyon üzerinde kemopreventif ve antikarsinojenik bir etki gösterebileceği düşünölmüştür.²²

İmmünomodölatör Aktivite

Kinoa tohumlarının su (QWP) ve alkali (QAP) ile ekstre edilerek hazırlanmış polisakkarit ekstraları ve bunlardan izole edilen dört alt fraksiyonun (QWP-1, QWP-2, QAP-1 ve QAP-2) immünomodölatör aktiviteleri, RAW 264.7 makrofaj hücre dizileri üzerinde incelenmiştir. QWP ekstrelerinin, QAP ekstrelerinden daha güçlü immünomodölatör aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. QWP'den kromatografik teknikler kullanılarak elde edilen QWP-2 fraksiyonu, makrofajlardan nitrik oksit, interlökin-6 ve tümör nekroz faktör-α salınımını anlamlı bir şekilde arttırmıştır. Bu fraksiyonun bileşiminde ramnoz, arabinoz, galaktoz ve galaktozamin olduğu FT-IR tekniğı ve değışik kromatografik analizlerle tespit edilmiştir.²³

Hipokolesterolemik Aktivite

Takao ve ark. (2005), 4 hafta boyunca farelere %0, %2,5 ve %5 oranında kinoa tohumlarının protein (QP) fraksiyonunu içeren (kontrol sırasıyla %2,5 ve %5) %0,5'lik kolesterol diyeti uygulayarak hiperkolesterolemi oluşturmuşlardır. QP destekli diyet, besin alımı ve vücut ağırlığı artışında bir farklılık oluşturmamıştır. QP takviyesi, plazma ve karaciğerdeki total kolesterol düzeyindeki artışı belirgin olarak önlemiştir. Sonuç olarak, farelere kolesterol takviyeli bir diyet verilmesine rağmen kinoa proteini, plazma kolesterol konsantrasyonunu önemli ölçüde azaltmıştır. Bu nedenle, kinoa proteininin hipokolesterolemik etkisi, endojen kolesterol metabolizmasındaki değışiklikler ve safra asitlerinin bağırsaktan tekrar emilmesini inhibe etmesi şeklinde açıklanmıştır. Ancak, kinoa proteininin bu hipokolesterolemik etkiyi uyguladığı mekanizma halen belirsizliğini korumaktadır.²⁴

Gastroprotektif Aktivite

Kinoa tohumlarından izole edilen arabinan ve arabinan yönünden zengin pektin yapısındaki polisakkaritlerin gastroprotektif etkisi, sıçanlarda absolü etanol-nedenli gastriklezyon modelinde test edilmiştir. Pozitif kontrol olarak omeprazolün (40 mg/kg) kullanıldığı çalışmada, kinoadan elde edilen soğuk suda çözünebilir polisakkarit fraksiyonların (10, 30 ve 100 mg/kg) gastroprotektif etkisi mide lezyon alanlarının ölçümü ile değerlendirilmiştir. Sonuç olarak; 30 ve 100 mg/kg dozlarda polisakkarit fraksiyonu mide lezyonlarını %45,0±9,0 ve %72,0±7,0 oranında azaltmıştır. Bu etkinin polisakkaritlerin mukus sentezini ve/veya yüzey mukozasına bağlanma ve koruyucu bir kaplama yapma kabiliyetini artırma yeteneğinden kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır.²⁵

Diğer Kullanımları

Kinoa; un, çorba, kahvaltı ve alkol yapmak için kullanılmaktadır. Bira yapmak için mayalanma işlemine tabi tutulabilir. Bütün bitki sığır, domuz ve kümes hayvanlarını beslemek için yeşil yem olarak da kullanılır.²⁶

Kinoa unu, buğday unu veya mısır unu ile birlikte bisküvi, ekmek ve işlenmiş gıda üretiminde kullanılır. Tohum unu iyi jelasyon özelliğine, su emme kapasitesine ve emülsiyon kapasitesine sahiptir. Kinoa unu analiz edildiğinde glikoz (%55), fruktoz (%2,41) ve sakkaroz (%2,39) gibi serbest şekerler içerdiği tespit edilmiştir. Kinoa ununun şeker içeriği ve kimyasal bileşimi değerlendirilmiş, D-ksiloz (120 mg/100 g) ve maltoz (101 mg/100 g) oranının yüksek olduğu, glikoz (19 mg/100 g) ve fruktoz (19,6 mg/100 g) içeriğinin düşük olduğu görülmüştür. Bu nedenlerle kinoanın, içecek endüstrisinde malt içki formülasyonlarının hazırlanmasında etkili olarak kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır. Bir başka çalışmada önceden pişirilmiş bir kinoa unu bulamacının tamburlu olarak kurutulmasıyla hazırlanan bir bebek yemeğinin bir bölümünü tüketen çocukların plazmasında insülin benzeri büyüme faktörü-1 düzeyinde artış olduğu gösterilmiştir. Son derece besleyici olan kinoa unu, Hindistan'da insan tüketimi için yaygın olarak kullanılan protein eksikliği olan buğday ununu desteklemek için kullanılabilmesi düşünülebilir.²⁶

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) tohumları son yıllarda ülkemizde besin olarak çok rağbet görmeye başlamıştır. Anadolu'da geleneksel olarak bilinen bir besin maddesi olmayıp, ekimi Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılmaktadır. Fakat son yapılan çalışmalar Anadolu'da da bu bitkinin rahatlıkla yetişebileceğini göstermiş ve çiftçi tarafından ekilmeye başlamıştır. Piyasada "zayıflatıcı ve besleyicilik yönünden zengin" ifadeleri ile pazarlanmasından dolayı fiyatının çok yüksek olmasına rağmen bu tohumlara olan talep son derece fazladır.

Tohumlar üzerinde yapılan son çalışmalar incelendiğinde; mineral ve vitamin içeriğinin çocukların günlük ihtiyaçlarının tamamını, yetişkinlerin ise %40-60'ını karşılayabileceğini göstermiştir. Türkiye'de tanısı konulmuş 250 bin ile 750 bin arasında çölyak hastası vardır. Yine kinoa tohumları glüten içermediği için çölyak hastaları tarafından rahatlıkla tüketilebilir.

Diyete eklendiğinde tohumların total serum kolesterol, LDL ve trigliserit seviyelerini azaltarak hipokolesterolemik etki gösterdiği ve HDL seviyelerinin düşmesini engellediği rapor edilmiştir.

Herkes tarafından en çok sorulan sorulardan biri olan "beni zayıflatır mı?" konusuna açıklık getirmek gerekirse diyet ile alınan lipit absorpsiyonunu azalttığı, glikoz oksidasyonunda, enerji harcanmasında ve mitokondriyal oksidatif fosforilasyonda artış oluşturduğu tespit edilmiştir. Ayrıca lipoprotein lipaz ve fosfoenolpiruvat karboksikinaz enzimlerini de kapsayan lipit depolanması ile ilgili spesifik genlerin ekspresyonunda da azalma oluşturmaktadır. İçerdiği fitoekdisteroitlerin, insan metabolik sendromu ile ilişkili hiperглиsemi ve insülin direncini tedavi etme veya önlemede etkili olduğu bulunmuştur ki metabolik sendrom obezitenin oluşmasını sağlayan bir durumdur. İçerdiği fenolik bileşiklerin antidiyabetik etki ve obezite ile bağlantılı olduğu bilinen α -amilaz ve α -glukozidaz enzimleri üzerinde de inhibitör etkileri olduğu tespit edilmiştir. Sonuçta; kinoa tohumlarının fonksiyonel bir gıda olarak kullanılabilmesi ve özellikle metabolik sendromu olanlar, çölyak hastaları ve obez kişilerin tüketmesinde son derece önemli sağlık faydaları oluşturabileceği görülmüştür.

KAYNAKLAR

1. Collar, C. (2016). In Encyclopedia of Food and Health -Quinoa. Oxford: Academic Press.
2. Valencia-Chamorro, S. A. (2004). Quinoa. Encyclopedia of Grain Science, Three-Volume Set, 1-8.
3. International year of quinoa 2013, <http://www.fao.org/quinoa-2013/en/>, Erişim Tarihi:06.11.2017.
4. Tan, M.,Yöndem, Z. (2013). "İnsan ve Hayvan Beslenmesinde Yeni Bir Bitki: Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)/A New Crop for Human and Animal Nutrition: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)". Alınteri Zirai Bilimler Dergisi, 25(2):62-65.
5. Türkiye Kinoa Yetiştiricileri Derneği, <http://yerlitarim.istekobi.com/s3>, Erişim Tarihi:06.11.2017.
6. Jancurová, M., Minarovicová, L., Dandar, A. (2009)." Quinoa-a review". Czech Journal of Food Sciences, 27(2): 71-79.
7. James, L. E. A. (2009). "Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): composition, chemistry, nutritional, and functional properties". Advances in Food and Nutrition Research, 58: 1-31.
8. Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., Martínez, E. A. (2010). Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: a review. Journal of the Science of Food and Agriculture, 90(15): 2541-2547.
9. Tang, Y., Zhang, B., Li, X., Chen, P. X., Zhang, H., Liu, R., et al. (2016). "Bound phenolics of quinoa seeds released by acid, alkaline, and enzymatic treatments and their antioxidant and α -glucosidase and pancreatic lipase inhibitory effects". Journal of Agricultural and Food Chemistry, 64(8): 1712-1719.
10. Hirose, Y., Fujita, T., Ishii, T., Ueno, N. (2010)." Antioxidative properties and flavonoid composition of *Chenopodium quinoa* seeds cultivated in Japan". Food Chemistry, 119(4): 1300-1306.
11. Tang, Y, Tsao, R. (2017). "Phytochemicals in quinoa and amaranth grains and their antioxidant, anti-inflammatory and potential health beneficial effects: a review". Molecular Nutrition Food Research ,61(7): 1-16.
12. Woldemichael, G. M., Wink, M. (2001). "Identification and biological activities of triterpenoid saponins from *Chenopodium*

- quinoa*". Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49(5): 2327-2332.
13. Kuljanabagavad, T., Thongphasuk, P., Chamulitrat, W., Wink, M. (2008). Triterpene saponins from *Chenopodium quinoa* Willd". Phytochemistry, 69(9): 1919-1926.
 14. Miranda, M., Delatorre-Herrera, J., Vega-Gálvez, A., Jorquera, E., Quispe-Fuentes, I., Martínez, E. A. (2014). "Antimicrobial potential and phytochemical content of six diverse sources of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.)". Agricultural Sciences, 5(11):1015.
 15. Bhaduri, S. (2016). "An Assessment of Antioxidant and Antiproliferative Activities of Super Grain Quinoa.". Food Processing & Technology.
 16. Park, J. H., Lee, Y. J., Kim, Y. H., Yoon, K. S. (2017). "Antioxidant and Antimicrobial Activities of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Seeds Cultivated in Korea". Preventive Nutrition and Food Science, 22(3):195.
 17. Hemalatha, P., Bomzan, D. P., Rao, B. S., Sreerama, Y. N. (2016). "Distribution of phenolic antioxidants in whole and milled fractions of quinoa and their inhibitory effects on α -amylase and α -glucosidase activities". Food Chemistry, 199: 330-338.
 18. Graf, B. L., Poulev, A., Kuhn, P., Grace, M. H., Lila, M. A., Raskin, I. (2014). "Quinoa seeds leach phytoecdysteroids and other compounds with anti-diabetic properties". Food Chemistry, 163: 178-185.
 19. Wang, Z. Q., Yu, Y., Zhang, X.H., Ribnicky, D., Cefalu, W. T., (2011). "Ecdysterone enhances muscle insulin signaling by modulating acylcarnitine profile and mitochondrial oxidative phosphorylation complexes in mice fed a high-fat diet". Diabetes, 60(5): 1645-1645.
 20. Foucault, A. S., Even, P., Lafont, R., Dioh, W., Veillet, S., Tomé, D., et al. (2014). "Quinoa extract enriched in 20-hydroxyecdysone affects energy homeostasis and intestinal fat absorption in mice fed a high-fat diet". Physiology & Behavior, 128: 226-231.
 21. Foucault, A. S., Mathé, V., Lafont, R., Even, P., Dioh, W., Veillet, S., et al. (2012). "Quinoa Extract Enriched in 20-Hydroxyecdysone Protects Mice From Diet-Induced Obesity and Modulates Adipokines Expression". Obesity, 20(2): 270-277.
 22. Gawlik-Dziki, U., Świeca, M., Sułkowski, M., Dziki, D., Baraniak, B., Czyż, J. (2013). "Antioxidant and anticancer activities of *Chenopodium quinoa* leaves extracts- *in vitro* study". Food and Chemical Toxicology, 57:154-160.
 23. Yao, Y., Shi, Z., Ren, G. (2014). "Antioxidant and immunoregulatory activity of polysaccharides from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)". International Journal of Molecular Sciences, 15(10): 19307-19318.
 24. Takao, T., Watanabe, N., Yuhara, K., Itoh, S., Suda, S., Tsuruoka, Y., et al. (2005). "Hypocholesterolemic effect of protein isolated from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds". Food Science and Technology Research, 11(2): 161-167.
 25. Cordeiro, L. M., de Fátima Reinhardt, V., Baggio, C. H., de Paula Werner, M. F., Burci, L. M., Sasaki, G. L., et al. (2012). "Arabinan and arabinan-rich pectic polysaccharides from quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds: Structure and gastroprotective activity". Food Chemistry, 130(4): 937-944.
 26. Bhargava, A., Shukla, S., Ohri, D. (2006). "*Chenopodium quinoa*-an Indian perspective". Industrial Crops and Products, 23(1): 73-87.