

FİLİZLENME İŞLEMİNİN FİTOKİMYASAL BİLEŞİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

Evrım Özkaynak Kanmaz^{1*}, Gülден Ova²

¹Artvin Çoruh Üniversitesi, Sağlık Yüksek Okulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Artvin

²Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir

Geliş tarihi / Received: 14.02.2013

Düzeltilerek Geliş tarihi / Received in revised form: 12.12.2013

Kabul tarihi / Accepted: 25.12.2013

Özet

Filizlenmiş tohumlar ve filizler fonksiyonel gıda olarak tüketilmesinin yanı sıra gıda endüstrisinde kahvaltılık ürünler, salatalar, çorbalar, makarna ve unlu mamuller gibi çeşitli gıdalarda fonksiyonel bileşen olarak da kullanılmaktadır. Filizlenme işlemi ile özellikle fenolik bileşikler, vitaminler, mineraller ve aminoasitler gibi besin öğelerinin miktarı artarken; fitik asit, oligosakkaritler, tripsin inhibitörleri ve siyanojenik glikozitler gibi bazı bileşiklerin miktarı ise azalmaktadır. Filizlenme işlemi sırasında lipidler, karbonhidratlar ve depo proteinleri yıkılarak basit ve sindirimi daha kolay bileşikler meydana gelmektedir. Sıcaklık, süre ve ışık gibi filizlenme koşulları ile kültürel çeşitliliğin filizlenmiş tohumlarda ve filizlerde fitokimyasal bileşikler üzerine önemli düzeyde etkisi bulunmaktadır. Bu çalışmada, çeşitli tohum filizlerinin (tahıllar, baklagiller, yağlı tohumlar, sebzeler ve diğerleri) fitokimyasal bileşik içeriği incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Filiz, filizlenmiş tohum, filizlenme, fitokimyasal bileşikler.

THE EFFECT OF SPROUTING PROCESS ON PHYTOCHEMICAL COMPOUNDS

Abstract

Sprouted seeds and sprouts were consumed as functional foods and also they were used as functional ingredient in many different foods including breakfast items, salads, soups, pasta and baked products in the food industry. Sprouting process increase the nutritional components especially in phenolic compounds, vitamins, minerals and amino acids whereas, antinutritional factors such as phytic acid, oligosaccharides, trypsin inhibitors and gynogenic glycosides decrease. The lipids, carbohydrates and storage proteins are disintegrated into basical and more digestible nutrient units during sprouting process. Sprouting conditions as temperature, time and light and also cultivar variety had significant effects on phytochemical compounds in sprouted seeds and sprouts. In this study, it was investigated the content of phytochemical compounds in various seed sprouts (cereals, legumes, oil seeds, vegetables and others).

Keywords: Sprout, sprouted seed, sprouting, phytochemical compounds.

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ evrimka2000@yahoo.com,

☎ (+90) 536 766 6782,

☎ (+90) 466 212 3719

GİRİŞ

Filizlenme tohumda bulunan embriyonun uygun şartlar bulunca tohumdan çıkarak serbest hale geçmesi ve gelişmesidir (1). Filizlenme sırasında tohumda büyümenin başlaması ile birlikte karışık biyokimyasal ve fizyolojik değişiklikler (suyun emilmesi, enzim ve solunum faaliyeti, lipit, protein ve karbonhidrat gibi besin öğelerinin basit ve kullanılabilir forma dönüşmesi, nükleik asit ve protein sentezi, hücre farklılaşması ve büyüme) meydana gelmektedir (2). Tohumda filizlenmenin başlayabilmesi için ortam şartlarının uygun olması gerekir. Nem ve sıcaklık önemli dış faktörler olup oksijenin varlığı ise solunum için gereklidir (1). Ortamın karanlık veya ışık olması tohuma göre değişiklik göstermektedir. Tohum filizleri tohumların belirli bir süre suda bekletilmesi, yıkanması, süzülmesi, uygun nem ve sıcaklık koşullarında karanlıkta veya ışıkta bekletilmesi ile elde edilmektedir. Her tohumun filizlenmesi için gerekli çevresel koşullar hakkındaki standart bilgilere Uluslararası Tohum Test Birliği (International Seed Testing Association-ISTA) kataloglarından ulaşmak mümkündür (3).

Filizlenmiş tohumlar ve filizler birçok yemeğin tamamlayıcısı olarak Doğu Asya ülkelerinde tarih boyunca kullanılmıştır. Bazı baklagil filizlerinin sağlıklı besin olarak değerlendirilmesi ise Çin'de 5000 yıl öncesine kadar uzanmaktadır (4). Filizlerin biyoaktif bileşikler açısından zengin bir kaynak olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konulduktan sonra filizlenmiş tohumlar ve filizler Batı Avrupa'da ve Amerika'da tanınmaya başlanmıştır (5). Günümüzde de genellikle baklagiller, buğdaygiller, lahanagiller ve turpgiller familyasına ait türlerin tohumları filizlendirilerek oluşan sürgünleri gıda olarak tüketilmektedir. Ayrıca filizlendirilmiş tohumlar ve bu tohumların kullanıldığı fonksiyonel gıdalar da gıda endüstrisinde yerini almaya başlamıştır. Gıda endüstrisinde çeşitli filizler kahvaltılık ürünler, salatalar, çorbalar, makarnalar, unlu mamuller gibi çeşitli gıda ürünlerinde kullanılmaktadır (6-8).

Filizleniş Tohumlar ve Tohum Filizleri

Filizler genel olarak; tahıl filizleri (buğday, karabuğday, çavdar, arpa, yulaf, pirinç, mısır), baklagil filizleri (nohut, fasulye, mercimek, bezelye, bakla, börülce, yonca), yağlı tohum filizleri (soya, keten tohumu, susam, ayçiçeği çekirdeği, kabak çekirdeği), lahanagiller ailesine ait filizler (brokoli, brüksel lahanası, lahana, karnabahar), turpgiller ailesine ait filizler (turp, bayır turbu, şalgam, hardal, tere, roka), soğangiller

ailesine ait filizler (soğan, sarımsak, pırasa), diğer tohum filizleri (horozibiği, quinoa, vb.) ve bitki filizleri (asma filizi, bakla bitkisinin uç sürgün filizleri, ısırgan bitkisinin uç filizleri, vb.) şeklinde sınıflandırılabilir.

Tahıl Filizleri

Karabuğday tanelerinin 8 gün filizlendirildiği çalışmada, filizlenme süresince filizlerin askorbik asit ve monosakkarit ve içeriklerinin artarken disakkarit, trisakkarit ve tetrasakkarit içeriklerinin azaldığı görülmektedir. Filizlenme işlemi ile ve filizlenme süresince karabuğday tanelerinin ve filizlerinin stearik ve oleik asit içerikleri azalırken, linoleik ve α -linolenik asit düzeyleri ise artmaktadır. Karabuğday filizlerinde linoleik asit %51.10 oranla en yüksek düzeyde bulunan yağ asidi iken, bunu %18.90 ile α -linolenik asit ve %15.40 oranla da oleik asit takip etmektedir (9). Aynı çalışmada karabuğday filizlerinin şeker, toplam serbest aminoasit, C ve B₁+B₆ vitamin içerikleri de araştırılmıştır. 7 günlük filizler maltoz içermeyip ramnoz içerikleri %60 oranında azalmaktadır. Karabuğday tanelerinin toplam serbest aminoasit içeriği ise filizlenme ile artmakta ve bu artış 3-7 gün arasında da devam etmektedir. 7 günlük filizler tanelere kıyasla yaklaşık 5 kat daha yüksek toplam serbest aminoasit içermektedir. Tohumda C ve B₁+B₆ vitaminleri bulunmazken, 7 günlük filizlenme süresinin sonunda filizlerde düşük düzeyde C vitamini saptanırken, B₁+B₆ vitaminlerinin düzeyi ise oldukça yüksek oranda artış göstererek 175 mg/100g kuru ağırlık değerine ulaşmaktadır (9). Başka bir çalışmada ise iz elementlerle zenginleştirilmiş su ile yetiştirilen karabuğday filizlerinin bakır, çinko ve demir içeriklerinin arttığı buna karşın selenyum ve mangan içeriklerinin değişmediği saptanmıştır (10). 6-10 günlük karabuğday filizlerinin klorojenik asit, orientin, isoorientin viteksin, isoviteksin ve rutin içerikleri tanelere kıyasla önemli düzeyde yüksek olup (11) 4-10 günlük karabuğday filizlerinin toplam fenolik içeriğinin ve antioksidan kapasitesinin yüksek olduğu bildirilmektedir (12, 13).

Buğday filizleri 5 farklı fenolik bileşik (gallik asit, epigallokateşin-3-gallat, epigallokateşin, epikateşin ve kateşin) içermektedir (14). 110 saat filizlendirilmiş buğday tanelerinin toplam fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi artarken (13) buğday filizlerinin antioksidan aktivite içeriği 7. günden sonra maksimum düzeye ulaşmaktadır (15, 16). Buğday filizlerinin ORAC (oksijen radikal absorbans kapasitesi) değerlerinin soğan, sarımsak, çilek gibi bazı gıdalardan bile oldukça yüksek olduğu bil-

dirilmektedir (16-18). Isısal işlem sırasında ise arpa karabuğday, buğday ve yulaf filizlerinin toplam fenol içeriğinin ve antioksidan aktivitesi artmaktadır (19). Filizlenme süresinin artması ile tahıl tanelerinin fitik asit düzeylerinde önemli bir düşüş görülmektedir. Filizlenme işlemi ile fitaz aktivitesi arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmada fitaz aktivitelerinde 7 günlük pirinç filizlerinde 16 kat, 6 günlük mısır filizlerinde 5 kat, 5 günlük darı filizlerinde 7 kat, 7 günlük sorgum filizlerinde 3 kat ve 8 günlük buğday filizlerinde 6 kat artış olduğu saptanmıştır (20). Ayrıca literatürde, 15 günlük pirinç filizleri kullanılarak fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi yüksek toz içecek elde edildiği bildirilmektedir (21).

Baklagil Filizleri

Nohut filizlerinin polifenol ve fitik asit içeriğine ışığın etkisinin incelendiği çalışmada, karanlıkta, floresan, sarı, mavi, yeşil, kırmızı ve gama ışığı altında nohutlar filizlendirilmiştir. Araştırmada, asidik metanolla ekstrakte edilen polifenollerin miktarının filizlenme ile arttığı ve 48 saatte floresan ışık altında en yüksek değere ulaştığı, suyla ekstrakte edilen polifenollerin miktarının filizlenme ile azalarak 72 saatte gama ışını altında en yüksek değere ulaştığı ve metanolla ekstrakte edilen polifenollerin miktarının filizlenme ile azaldığı belirtilmektedir. Nohutların fitik asit içeriği ise mavi ve kırmızı ışık altında 48 saat filizlenme sonunda en düşük seviyeye inmektedir (5). Nohutta bulunan başlıca izoflavon bileşiklerinin ise nohudun filizlenmesi sırasında arttığı görülmektedir (22). Başka bir çalışmada da nohutların askorbik asit içeriğine ve filiz verimine filizlenme süresinin ve ışık çeşidinin önemli etkisinin olduğu saptanmıştır. Yeşil ışık altında nohutların askorbik asit içeriği önemli düzeyde artarak 96 saatlik filizlerde askorbik asit içeriği en yüksek düzeye ulaşmaktadır. Filiz veriminin ise karanlıkta, floresan ve gama ışık altında daha yüksek olduğu, gama ışığında 120 saatin sonunda en yüksek seviyeye çıktığı bildirilmektedir (23).

Filizlenme süresi ve kullanılan ışık çeşidi nohut filizlerin β -karoten içeriğini, protein sindirilebilirliğini ve protein çözünürlüğünü de önemli düzeyde etkilemektedir. En yüksek β -karoten içeriği 72 saatte sarı ışık altındaki filizlerde bulunurken, en düşük β -karoten içeriğine sahip filizler 120 saatte mavi ışık altında elde edilmektedir. Nohudun protein çözünürlüğü de 120 saatte gama ve yeşil ışık altında en yüksek düzeyde olup filizlerin protein sindirilebilirliği ise 96 saatte gama ışığı altında en yüksek seviyeye ulaşmaktadır (24). Nohut üzerinde yapılan başka bir çalışmada

filizlenme süresi ve kullanılan ışık çeşidinin nohut filizlerinin nem, protein, yağ, lif ve kül içeriklerini de önemli düzeyde etkilediği bildirilmektedir. Filizlenme işlemi ile nohudun nem, protein, kül ve yağ içerikleri artarken lif içeriğinin azaldığı ve filizlenme süresince kırmızı, yeşil, mavi ve sarı ışıklar altında filizlerin protein ve lif içeriklerinin; gama ışığı altında kül ve yağ içeriklerinin; karanlıkta ve floresan ışık altında ise nem içeriklerinin arttığı ve en yüksek yağ içeriğinin gama ışığı altında 48 saatte elde edilen filizlerde saptandığı bildirilmektedir (25). Nohut taneleri ile 4 günlük nohut filizlerinin karşılaştırıldığı bir başka çalışmada da filizlerin daha yüksek yağ ve askorbik asit içerdiği, fitik asit içeriğinin daha düşük olduğu ve protein sindirilebilirliğinin de oldukça iyi düzeyde olduğu belirtilmektedir. Ayrıca çalışmada filizlerin biyoaktif bileşen içeriğine ve kalite karakteristiklerine nohut çeşidinin önemli düzeyde etkisinin olduğu vurgulanmaktadır (26). Bazı araştırmacılar ise nohut filizi ununun fonksiyonel gıdalarda, yağ bazlı takviyelerde veya kapsül formundaki ilaçlarda doğal antioksidan olarak kullanılabilmesini bildirmektedir (27).

Maş fasulyesi ile yapılan bir çalışmada, 8 gün boyunca filizlendirilen maş fasulyesinin 1 günlük filizlerinin antioksidan ve antimikrobiyel özelliğe sahip fenolik bileşikler açısından daha zengin olduğu görülmektedir (28). Başka bir çalışmada ise, maş fasulyesinin toplam fenolik, toplam flavonoid ve antioksidan aktivite düzeylerinin 5 günlük filizlenme süresince önemli düzeyde arttığı bildirilmektedir (29). Beyaz fasulyelerin antioksidan aktivitesi de 2 günlük filizlenme işleminden sonra önemli bir artış göstermektedir (30). 5 gün boyunca filizlendirilen maş fasulyesi filizlerinde tripsin inhibitör aktivitesi 1. günde en düşük seviyede iken filizlenme süresince artarak 5. günde en yüksek düzeye ulaşmaktadır (31). Fasulye, kedi fasulyesi, mısır börülcesi, börülce ve soya fasulyesi ile yapılan bir çalışmada, filizlenme ile sözü edilen baklagillerin oligosakkarit içeriklerinde %63-98 arasında bir düşme saptanırken, çözünen toplam şeker içeriklerinde artış olduğu görülmektedir (32). C vitamini içermeyen börülce tanelerinin C vitamini içeriği filizlenme işlemi ile %58-67 arasında artarken börülcelerin fitik asit içeriği filizlenme ile düşmektedir. Börülce tanelerinin antioksidan aktivite değeri ise filizlenme işlemi ile artarak 6 günlük filizlerde en yüksek düzeye ulaşmaktadır (33). Ayrıca, moth fasulyelerinin saponin düzeyinin 60 saat filizlenme süresinin sonunda %4466 oranında düştüğü belirtilmektedir (34).

48 saat filizlendirilen barbunyalardan tanen içeriği teşhis edilemeyecek düzeye inerken, protein sindirilebilirliği %17 oranında artmakta, tripsin inhibitör aktivitesi ve fitat içeriği ise sırasıyla %70.7 ve %85.9 oranında azalmaktadır. Barbunyalardan kalsiyum, demir ve çinko mineral içerikleri ise bu süresin sonunda sırasıyla %52.2, 54.7 ve 53 oranında artmaktadır (28). Barbunyalardan toplam fenolik madde içeriğinin 5 günlük filizlerden 3 kat daha yüksek olduğu buna karşın barbunyalardan tripsin inhibitör aktivitesinin filizlenme işlemi ile ve filizlenme süresince azalarak 5. günde en düşük düzeye indiği bildirilmektedir (31).

Bezelyelerin 2 ve 4 gün filizlendirildiği bir çalışmada, filizlenme işlemi ile bezelyelerin organoleptik özelliklerinin iyileştiği, besinsel kalitesinin arttığı, karbonhidrat ve protein biyoyararlılıklarında artış olduğu görülmektedir (36). Bezelyelerin antioksidan aktivitesi de filizlenme işleminden sonra önemli bir artış göstermektedir. Yeşil mercimeklerde ise filizlenme ile antioksidan aktivite değerinde bir düşüş görülmektedir (30). Filizlenme işleminde kullanılan suyun önemine dikkat çeken bir çalışmada ise, zembek suyu ile sulanan 8 günlük mercimek filizlerinin çeşme suyu ile sulanan filizlerden 3 kat daha yüksek oranda antioksidan aktivite ve fenolik madde içerdiği saptanmıştır (37). Bezelye ile yapılan diğer bir çalışmada oligosakkaritlerin filizlenmenin başlangıç aşamasında önemli bir rol oynadığı bildirilmektedir (38).

Acı bakla tanelerinin toplam fenolik madde miktarı 9 günlük filizlenme işleminden sonra 2.5 kat artmakta olup tanelerin antioksidan aktivite değeri de filizlenme ile artış göstermektedir. Ayrıca, 9 günlük acı bakla filizlerinde flavon, izoflavon ve dihidroflavonol düzeyleri taneye göre oldukça yüksek oranda bulunmaktadır (39). 5 günlük acı bakla filizleri ise bakla tanelerine kıyasla daha yüksek protein içeriğine sahip olup filizler elzem aminoasitler açısından bakla taneleri kadar zengindir (40). Selenyum ile zenginleştirilen acı bakla filizlerinin antioksidan aktivitesinin ve aminoasit içeriğinin arttığı görülmektedir (41). 7 günlük baklagil filizlerinin antioksidan aktivitelerinin tohumlardan daha yüksek olduğu (42) ve 96 saat filizlendirilen yonca tohumlarının ise A ve C vitaminlerinin sırasıyla 1250 ve 10 kat arttığı görülmektedir (43).

Yağlı Tohum Filizleri

Fitoöstrojenler açısından oldukça zengin olan soya fasulyesinin genistein ve daidzein içeriğinin filizlenme ile sırasıyla 3 ve 10 kat arttığı rapor edilirken (41), yeşil ve sarı soya filizlerinin izoflavonoid içeriklerinin taneden sırayla

yaklaşık 100 ve 50 kat daha yüksek olduğu bildirilmektedir (44). Diğer bir çalışmada ise soya filizlerinin 3 farklı kısmındaki toplam izoflavonoid miktarları arasındaki farkın önemli olduğu ve filizlerin köklerinin en yüksek miktarda izoflavonoid içerdiği bunu sırayla kotiledon yaprakların ve hipokotillerin izlediği belirtilmektedir. Ayrıca 17 adet soya fasulyesi çeşidi ile yapılan bu çalışmada filizlerin izoflavonoid içeriğine kültürel çeşitliliğin etkili olduğu vurgulanmaktadır (45). Sarı ve yeşil soya filizlerinin toplam fenolik madde içeriğinin birbirinden farklı olduğunu belirten başka bir çalışmada, sarı soya filizlerinin toplam fenolik madde miktarı 9.88 ile 47.71 µg/g arasında değişirken, yeşil soya filizlerinde bu değişim 29.21-79.70 µg/g arasında saptanmış olup çalışma sonucunda soya filizlerinin renkli ışık altında üretilmesi gerektiği bildirilmektedir (44). 5 gün boyunca filizlendirilen soya fasulyesi filizlerinde tripsin inhibitör aktivitesi artarak 5. günde en yüksek seviyeye ulaşırken soya fasulyesinin toplam fenolik madde içeriğinin filizlenme ile azaldığı ve filizlenme süresince artarak 5. günde en yüksek düzeye ulaştığı ve bu miktarın tohumun toplam fenolik madde miktarına oldukça yakın olduğu görülürken (31) literatürde aynı zamanda 4 günlük soya filizlerinin antioksidan kapasitesinin tohumlara kıyasla %70 arttığı belirtilmektedir (46). Soya fasulyesinin 144 saat filizlendirildiği diğer bir çalışmada ise, soya filizlerinin lipoksigenaz izoenzim içeriğinin ve tripsin inhibitör aktivitesinin filizlenme süresince düştüğü ve düşüşün 35 °C de elde edilen filizlerde daha hızlı olduğu ayrıca söz konusu sıcaklıkta filizlerin besinsel ve duyu kalitesinin de daha iyi olduğu bildirilmektedir (47). Soya fasulyesi filizleri ve bu filizlerin çeşitli kısımları gıda endüstrisi tarafından soya bazlı fonksiyonel gıda üretiminde önemli hammaddeler olarak görülmektedir (48).

Keten tohumunun toplam yağ içeriği 5 ve 13 günlük filizlenme ile sırasıyla 3.5 ve 14 kat düşmektedir. Buna karşın keten tohumunda yüksek oranda bulunan α-linolenik asit, linoleik asit ve oleik asidin filizlerde de yüksek oranda bulunduğu ve 5 günlük filizlerin (kahverengi ve sarı) sırasıyla %53 ve 45 oranında α-linolenik asit içerdiği bildirilmektedir. Keten tohumunun toplam fenolik madde ve toplam flavonoid içeriği ise filizlenme işlemi ile önemli oranlarda artmaktadır. 13 günlük filizlerin toplam fenolik madde ve toplam flavonoid içeriğinin tohumla kıyasla sırasıyla 4-7.3 ve 26.8-33.5 kat daha yüksek olduğu belirtilmektedir. Buna karşın, SDG (sekoisolarikiresinol diglukosid) lignan açısından oldukça zengin olan keten tohumunun

filizlenme işlemi ile SDG lignan içeriğinin mg düzeyinden µg düzeyine gerilediği görülmektedir (49). Diğer bir çalışmada, 4 günlük keten tohumu filizlerinin demir (%63.4), manganez (%52.9) ve çinko (%44.4) içeriklerinin yüksek olduğu belirtilmektedir. Ayrıca, keten tohumu filizlerinin protein içeriğinin kültürel çeşitliliğe bağlı olarak önemli düzeyde değişkenlik gösterdiği ve filizlerin protein içeriğinin %25 olduğu rapor edilmektedir (50). 4 gün boyunca filizlendirilen susam tanelerinin nem, fosfor, sodyum, kalsiyum, α-tokoferol ve toplam tokoferol düzeyleri artarken toplam yağ, palmitik asit, potasyum ve demir içeriklerinin azaldığı görülmektedir. Susam tanelerinin protein, stearik asit, oleik asit, linoleik asit, magnezyum ve çinko düzeyleri ise filizlenme işlemi ile ve filizlenme süresince değişmemektedir. 4 günlük susam filizlerinin oleik asit ve linoleik asit içerikleri sırasıyla %40.98 ve 42.87 düzeyinde olup toplam yağ içerikleri ise susama kıyasla 2 kat azalarak %29 düzeyine gerilemektedir. Ayrıca, susam filizlerinin toplam tokoferol içeriğinin 4. günde en yüksek düzeye ulaştığı bildirilmektedir (51).

Lahanagiller ve Turpgiller Ailesine Ait Filizler

Lahanagiller ailesine ait sebzelerin (lahana, brokoli, karnabahar, vb.) glukozinolat içerikleri sebzelerin çeşidine, bitkinin kısımlarına ve filizlenme süresine göre değişmektedir. Filizlenme süresi artıkça beyaz lahana, kırmızı lahana, brokoli ve karnabahar filizlerinin alkil glukozinolat içerikleri düşerken indol-3metil glukozinolat içerikleri artmaktadır. Bu filizlerin kökleri 4. ve 7. günlerde en yüksek glukozinolat içeriğine sahip olup her iki günde de kotiledonlar en yüksek alkiltio ve alkilsülfinilglukozinolat bileşiklerini içermektedir (52).

Brokoli tohumlarının ve filizlerinin fitokimyasal kalitesine genetik yapının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada tohumlar 14 gün boyunca filizlendirilmiştir. C vitamini içermeyen brokoli tohumlarının filizlenme ile ve filizlenme süresince C vitamini içeriğinin arttığı ve kültürel çeşitliliğe göre önemli düzeyde değiştiği görülmektedir. Farklı brokoli kültürlerinin tohumlarının ve filizlerinin fenolik bileşik ve glukozinolat içeriği ile antioksidan aktivite değerleri arasında da önemli farkların olduğu bildirilmektedir. Brokoli tohumlarının filizlenme ile flavonoid içeriğinin 2-3 kat ve glukozinolat içeriğinin yaklaşık 2 kat azaldığı buna karşın fenolik asit içeriklerinin 2-6 kat arttığı rapor edilmektedir. Filizlenme süresince ise brokoli filizlerinin fenolik asit, flavonoid ve glukozinolat içeriklerinin azaldığı görülmektedir (53). 7 günlük brokoli filizlerinde ise 17 farklı antosiyanin bileşiği saptanmış olup bu bileşiklerin kalitatif ve kantitatif

içeriğinin kültürel çeşitliliğe göre değiştiği vurgulanmaktadır (54). Brokoli filizlerinin 7 gün süresince ışıktaki ve karanlıkta üretildiği diğer bir çalışmada, ışıktaki yetişen filizlerin daha yüksek düzeyde C vitamini (%83), glukozinolatlar (%33) ve fenolik bileşikler (%61) içerdiği bildirilmektedir (55). Brokoli filizleri gıda bileşenleri ve fitokimyasal bileşikler açısından zengin bir kaynak olması nedeni ile fonksiyonel gıda olarak yüksek bir potansiyele sahiptir (56). Brokoli filizlerinin oksidatif strese karşı önemli bir koruma sağlayacağı (57) ve yüksek izosiyanat içeriğinden dolayı ince bağırsak ve prostat kanseri riskini de düşürebileceği bildirilmektedir (58).

Turpgiller ailesi içerisinde seçilen küçük turp, turp, kolza tohumu ve beyaz hardal tohumlarının 4 gün filizlendirildiği çalışmada, 4 günlük yemeye hazır filizlerin tohumlara kıyasla 3 kat B₂ vitamini içerdiği ve filizlerin kalsiyum, magnezyum, bakır ve çinko içeriklerinin de tohumlardan sırasıyla %12, 14, 25 ve 45 oranında daha yüksek olduğu belirtilmektedir (59). Ayrıca, turp filizleri yüksek miktarda C vitamini içermesi nedeniyle iyi bir antioksidan olarak belirtilmekte ve turp filizlerinin A vitamini ve kalsiyum içeriklerinin yanı sıra sağlık üzerine olumlu etkileri olan glukozinolatlar ve fenolik bileşikler açısından da zengin olduğu vurgulanmaktadır (60). B₁₂ vitamini içeren çözültide bekletilen Japon turpu filizlerinin ise yüksek miktarda B₁₂ vitamini içerdiği rapor edilmektedir (61). Japon turpu filizleri ayrıca selenyum açısından da zengin olup filizlerin yapısındaki selenyumun %80'ini Se-metil-selenosistein bileşiği oluşturmaktadır (62).

Diğer Tohum Filizleri ve Bitki Filizleri

Horozibiği (*Amaranthus cruentus*) ve quinoa (*Chenopodium quinoa*) tohumlarının ve filizlerinin antosiyanin ve toplam fenolik madde içeriği ile antioksidan aktivite düzeyi üzerine yapılan bir çalışmada; filizlerin toplam fenolik madde miktarının ve antioksidan aktivitesinin tohumlardan daha yüksek olduğu, ışıktaki elde edilen filizlerin toplam fenolik madde ve antosiyanin içeriği ile antioksidan aktivite düzeyinin karanlıkta elde edilen filizlerden daha yüksek olduğunu belirtilmektedir. Horozibiği ve quinoa filizleri için en yüksek toplam fenolik madde miktarı ışık altında 4. günde saptanmış olup quinoa filizlerinin toplam fenolik madde miktarının horozibiği filizlerinden daha yüksek olduğu bildirilmektedir (63). Başka bir çalışmada da quinoa filizlerinin toplam fenolik madde miktarının horozibiği filizlerinden daha yüksek olduğu ve quinoa tohumlarının ve filizlerinin fenolik bileşikler açısından

zengin bir kaynak olduğu vurgulanmaktadır (13). Çeşitli asma yaprakları ile yapılan bir araştırmada, yapraklarda en fazla bulunan fenolik bileşikler arasında o-kumarik asit, rutin, kateşin ve kuarsetin bildirilmektedir. Asma yaprakları azot, fosfor, potasyum, magnezyum, kalsiyum, demir, çinko, mangan, bakır ve sodyum minerallerini de içerirken bu minerallerin miktarı asma çeşidine ve örnek alım dönemlerine göre değişmektedir (64).

SONUÇ

Filizlenmiş tohumlar ve filizler, fitokimyasal bileşikler açısından zengin olması ve düşük düzeyde antinutrient içermesi nedeni ile tüketimi gün geçtikçe artan fonksiyonel gıdalar arasında yerini almaktadır. Bu hızlı tüketimde insanların daha sağlıklı beslenme seçeneklerini aramasının etkisi bulunmakla birlikte, filizler her mevsim zengin çeşitlilikte üretilebilecek taze sebzeler olarak düşünülmektedir. Bu çeşitlilik ve üretim kolaylığı özellikle Avrupa, Amerika, Kanada ve Japonya gibi ülkelerde gıda endüstrisinin de ilgisini çekmektedir. Türkiye’de filizlenmiş tohumlara ve filizlere toplumun ve sektörün ilgisi az olsa da günümüzde bu gıdalara karşı ilginin artmakta olduğu görülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Martinez-Villaluenga C, Frias J, Gulewicz P, Gulewicz K, Vidal-Valverde C. 2008. Food safety evaluation of broccoli and radish sprouts. *Food Chem Toxicol*, (46) 1635-644.
2. Nonogaki H, Bassel WG, Bewley JD. 2010. Germination-still a msytery. *Plant Sci.*, 179 (6), 574-581.
3. Anonymous 2012. International rules for seed testing. Seed Science and Technology, http://www.seedtest.org/en/publications-_content---1--1013.html (Erişim tarihi: 29.11.2012)
4. Eşiyok D, Bozokalfa MK. 2002. Sebze olarak kullanılan çimlendirilmiş tohumlar. *Dünya Gıda Dergisi*, (6), 84-88.
5. Penas E, Gomez R, Frias J, Vidal-Valverde C. 2008. Application of high-pressure on alfalfa (*Medigo sativa*) and mung bean (*Vigna radiata*) seeds to enhance the microbiological safety of their sprouts. *Food Control*, (19), 698-705.
6. Mao JJ, Dong JF, Zhu MY. 2005. Effect of germination conditions on ascorbic acid level and yield of soybean sprout. *J Sci Food Agric*, (85), 943-947.

7. Khattak AB, Zeb A, Bibi N, Khalil SA, Khattak MA. 2007. Influence of germination techniques on phytic acid and polyphenols content of chickpea (*Cicer arietinum* L.) sprouts. *Food Chem*, 104 (3), 1074-1079.
8. Márton M, Mándoki Z, Csap -Kiss Zs, Csapo J. 2010. The role of sprouts in human nutrition. A review. *Acta Univ. Sapientiae, Alimentaria*, (3), 81-117.
9. Kim SL, Kim SK, Park CH. 2004. Introduction and nutritional evaluation of buckwheat sprouts as a new vegetable. *Food Res Int*, (37), 319-327.
10. Hsu CK, Chiang BH, Chen YS, Yang JH, Liu CL. 2008. Improving the antioxidant activity of buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn) sprout with trace element water. *Food Chem.*, (108), 633-641.
11. Kim SJ, Zaidul ISM, Suzuki T, Mukasa Y, Hashimoto N, Takigawa S, Noda T, Matsuura-Endo C, Yamauchi H. 2008. Comparison of phenolic compositions between common and tartary buckwheat (*Fagopyrum*) sprouts. *Food Chem.*, 110 (4), 814-820.
12. Kim SJ, Zaidul ISM, Maeda T, Suzuki T, Hashimoto N, Takigawa S, Noda T, Matsuura-Endo C, Yamauchi H. 2007. A time-course study of flavonoids in the sprouts of tartary (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) buckwheats. *Sci Hortic*, (115), 13-18.
13. Alvarez-Jubete L, Wijngaard H, Arendt EK, Gallagher E. 2010. Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. *Food Chem*, (119), 770-778.
14. Amici M, Bonli L, Spina M, Cecarini V, Calzuola I, Marsili V, Angeletti M, Fioretti E, Tacconi R, Gianfranceschi GL, Eleuteri AM. 2008. Wheat sprout extract induces changes on 20S proteasomes functionality. *Biochimie*, (90), 790-801.
15. Yang F, Basu TK, Ooraikul B. 2001. Studies on germination conditions and antioxidant content of wheatgrass. *Int J Food Sci Nutr*, (52), 319-330.
16. Kulkarni SD, Tilak JC, Acharya R, Nilima S, Rajurkar, Devasagayam TPA, Reddy AVR. 2006. Evaluation of the antioxidant activity of wheatgrass (*Triticum aestivum* L.) as a function of growth under different conditions. *Phytother Res*, (20), 218-227.
17. Lachnicht D, Brevard PB, Wagner TL, DeMars CE. 2002. Dietary oxygen radical absorbance capacity as a predictor of bone mineral density. *Nutr Res*, (22), 1389-1399.
18. Tilak JC, Banerjee M, Mohan H, Devasagayam TPA. 2004. Antioxidant availability of turmeric in relation to its medicinal and culinary uses. *Phytother Res*, (18), 798-804.

19. Randhir R, Kwon YI, Shetty K. 2008. Effect of thermal processing on phenolics, antioxidant activity and health-relevant functionality of select grain sprouts and seedlings. *Innovative Food Sci Emerging Technol*, (9), 355-364.
20. Azeke MA, Egielewa SJ, Eigbogbo MU, Ihimire IG. 2011. Effect of germination on the phytase activity, phytate and total phosphorus contents of rice (*Oryza sativa*), maize (*Zea mays*), millet (*Panicum miliaceum*), sorghum (*Sorghum bicolor*) and wheat (*Triticum aestivum*). *J Food Sci Technol*, 48(6), 724-729.
21. Kapkum N, Phimpilai S, Srichairatanakool S, Varith J. 2011. Reduction in antioxidant properties lost during processing of a powdered beverage from young organic rice plants. *As. J Food Ag-Ind*, 4 (06), 388-398.
22. Lv Q, Yang Y, Zhao Y, Gu D, He D, Yili A, Ma Q, Cheng Z, Gao Y, Aisa HA, Ito Y. 2009. Comparative Study on Separation and Purification of Isoflavones from the Seeds and Sprouts of Chickpea by HSCCC. *J Liq Chromatogr Relat Technol*, 32(19), 2879-2892.
23. Khattak AB, Zeb A, Khan M, Bibi N, Ihsanullah, Khattak MS. 2007. Influence of germination techniques on sprout yield, biosynthesis of ascorbic acid and cooking ability, in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Food Chem.*, 103 (1), 115-120.
24. Khattak AB, Zeb A, Bibi N. 2008. Impact of germination time and type of illumination on carotenoid content, protein solubility and in vitro protein digestibility of chickpea (*Cicer arietinum* L.) sprouts. *Food Chem*, (109), 797-801.
25. Bibi N, Aurang Z, Amal BK, Mohammad SK. 2008. Effect of germination time and type of illumination on proximate composition of chickpea seed (*Cicer arietinum* L.). *Am Food Technol*, (3), 24-32.
26. Khalil AW, Zeb A, Mahmood F, Tariq S, Khattak AB, Shah H. 2007. Comparison of sprout quality characteristics of desi and kabuli type chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.). *LWT- Food Sci Technol*, (40), 937-945.
27. Tarzi BG, Gharachorloo M, Baharinia M, Mortazavi SA. 2012. The Effect of Germination on Phenolic Content and Antioxidant Activity of Chickpea. *Iran J Pharm Res*, 11 (4), 1137-1143.
28. Randhir R, Lin YT, Shetty K. 2004. Stimulation of phenolics, antioxidant and antimicrobial activities in dark germinated mung bean sprouts in response to peptide and phytochemical elicitors. *Process Biochem*, (39), 637-646.
29. Kim DK, Jeong SC, Gorinstein S, Chon SU. 2012. Total Polyphenols, Antioxidant and Antiproliferative Activities of Different Extracts in Mungbean Seeds and Sprouts. *Plant Foods Hum Nutr*, (67), 71-75.
30. Lopez-Amor ML, Hernández T, Estrella I. 2006. Effect of germination on legume phenolic compounds and their antioxidant activity. *J Food Compos Anal*, (19), 277-283.
31. Rasha MK, Gibriel AY, Rasmy NMH, Abu-Salem FM, Abou-Arab EA. 2011. Influence of Legume Processing Treatments Individually or in Combination on Their Trypsin Inhibitor and Total Phenolic Contents. *Aust J Basic Appl Sci*, 5(5), 1310-1322.
32. Martín-Cabreja MA, Díaz MF, Aguilera Y, Benítez V, Mollá E, Esteban R M 2008. Influence of germination on the soluble carbohydrates and dietary fibre fractions in non-conventional legumes. *Food Chem.*, (107), 1045-1052.
33. Doblado R, Frías J, Vidal-Valverde C. 2007. Changes in vitamin C content and antioxidant capacity of raw and germinated cowpea (*Vigna sinensis* var. carilla) seeds induced by high pressure treatment. *Food Chem.*, (101), 918-923.
34. Khokhar S, Chauhan BM. 1986. Antinutritional factors in Moth Bean (*Vigna aconitifolia*): Varietal Differences and Effects of Methods of Domestic Processing and Cooking. *J Food Sci*, 51(3), 591-594.
35. Mbithi Mwikya S, Van Camp J, Rodriguez R, Huyghebaert A. 2001. Effects of sprouting on nutrient and antinutrient composition of kidney beans (*Phaseolus vulgaris* var. Rose coco). *Eur Food Res Technol*, (212), 188-191.
36. Urbano G, Aranda P, Vilchez A, Aranda C, Cabrera L, Porres JM, Lopez-Jurado M 2005. Effects of germination on the composition and nutritive value of proteins in *Pisum sativum*. *Food Chem*, (93), 671-679.
37. Alsokari SS. 2011. Zamzam Water-Induced Changes in Growth and Biochemical Parameters in Lentils. *Aust J Basic Appl Sci*, 5(9), 559-563.
38. Blöchl A, Peterbauer T, Richter A. 2007. Inhibition of raffinose oligosaccharide breakdown delays germination of pea seeds. *J Plant Physiol*, (164), 1093-1096.
39. Dueñas M, Hernández T, Estrella I, Fernández D. 2009. Germination as a process to increase the polyphenol content and antioxidant activity of lupin seeds (*Lupinus angustifolius* L.). *Food Chem*, (117), 599-607.
40. Gulewicz P, Martínez-Villaluenga C, Frias J, Ciesiolka D, Gulewicz K, Vidal-Valverde C. 2008. Effect of germination on the protein fraction composition of different lupin seeds. *Food Chem*, 107, 830-844.
41. Frias J, Gulewicz P, Martínez-Villaluenga C, Pilarski R, Blázquez E, Jiménez B, Gulewicz K, Vidal-Valverde C. 2009. Influence of germination with different selenium solutions on nutritional value and cytotoxicity of lupin seeds. *Agric Food Chem*. 57 (4), 1319-1325.

42. Ramesh CK, Abdul Rehman Prabhakar BT, Vijay Avin BR, Aditya Rao SJ. 2011. Antioxidant potentials in sprouts vs. seeds of *Vigna radiata* and *Macrotyloma uniflorum*. *Appl Pharm Sci*, 01 (07), 99-103.
43. Plaz L, de Ancos B, Pilar Cano M. 2003. Nutritional and health-related compounds in sprouts and seeds of soybean (*Glycine max*), wheat (*Triticum aestivum*.L) and alfalfa (*Medicago sativa*) treated by a new drying method. *Eur Food Res Technol*, (216), 138-144.
44. Kim EH, Kim SH, Chung JI, Chi JH, Kim YA, Chung IM. 2004. Analysis of phenolic compounds and isoflavones in soybean seeds (*Glycine max* (L.) Merrill) and sprouts grown under different conditions. *Eur Food Res Technol*, (222), 201-208.
45. Lee SJ, Ahn JK, Kahnh TD, Chun SC, Kim SL, Ro HM, Song HK, Chung IM. 2007. Comparison of isoflavone concentrations in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) sprouts grown under two different light conditions. *Agr Food Chem*, (55), 9415-9421.
46. Fernandez-Orozco R, Frias J, Zielinski H, Piskula MK, Kozłowska H, Vidal-Valverde C. 2008. Kinetic study of the antioxidant compounds and antioxidant capacity during germination of *Vigna radiata* cv. emerald, *Glycine max* cv. Jutro and *Glycine max* cv. Merit. *Food Chem*, (111), 622-630.
47. Kumar V, Rani A, Pandey V, Chauhan GS. 2006. Changes in lipooxygenase isozymes and trypsin inhibitor activity in soybean during germination at different temperatures. *Food Chem*, 99 (3), 563-568.
48. Dhakal KH, Jeong YS, Lee JD, Baek IY, Ha, TJ, Hwang YH. 2009. Fatty acid composition in each structural part of soybean seed and sprout. *Crop Sci Biotechnol*, 12 (2), 97-101.
49. Özkaynak E. 2011. Türkiye’de yetiştirilen bazı yağlık keten tohumlarının (*linum usitatissimum* l.) ve filizlerinin biyoaktif bileşikler açısından incelenmesi üzerine bir araştırma. Doktora tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 184 s.
50. Narina SS, Hamama AA, Bhardwaj HL. 2012. Nutritional and Mineral Composition of Flax Sprouts. *J Agric Sci*, 4 (11), 60-65.
51. Hahm TS, Park SJ, Lo YM. 2009. Effects of germination on chemical composition and functional properties of sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds. *Bioresour Technol*, (100), 1643-1647.
52. Bellostas N, Kachlicki P, S rensen JC, S rensen H. 2007. Glucosinolate profiling of seeds and sprouts of *B. Oleracea* varieties used for food. *Sci Hort*, (114), 234-242.
53. Pérez-Balibrea S, Moreno DA, Garc a-Viguera C. 2011. Genotypic effects on the phytochemical quality of seeds and sprouts from commercial broccoli cultivars. *Food Chem*, (125), 348-354.
54. Moreno DA, Pérez-Balibrea S, Ferreres F, Gil-Izquierdo A, Garc a-Viguera C. 2010. Acylated anthocyanins in broccoli sprouts. *Food Chem*, (123), 358-363.
55. Pérez-Balibrea S, Moreno DA, Garc a-Viguera C. 2008. Influence of light on health-promoting phytochemicals of broccoli sprouts. *J Sci Food Agric*, 88 (5), 904-910.
56. L pez-Cervantes J, Tirado-Noriega LG, Sánchez-Machado DI, Campas-Baypoli ON, Cant -Soto EU, N ez-Gastélum JA. Biochemical composition of broccoli seeds and sprouts at different stages of seedling development. *International Food Sci Technol*, DOI: 10.1111/ijfs.12213.
57. Li D, Wub K, Forbes Howie A, Beckett GF, Wang W, Bao Y. 2008. Synergy between broccoli sprout extract and selenium in the upregulation of thioredoxin reductase in human hepatocytes. *Food Chem*, (110), 193-198.
58. Clarke J, Dashwood RH, Hoa E. 2008. Multi-targeted prevention of cancer by sulforaphane. *Cancer Lett*, (269), 291-304.
59. Zielinski H, Frias J, Piskula MK, Kozłowska H, Vidal-Valverde C. 2005. Vitamin B1 and B2, dietary fiber and minerals content of Cruciferae sprouts. *Eur Food Res Technol*, (221), 78-83.
60. Yuan G, Wang X, Guo R, Wang Q. 2010. Effect of salt stress on phenolic compounds, glucosinolates, myrosinase and antioxidant activity in radish sprouts. *Food Chem.*, 121 (4), 1014-1019.
61. Sato K, Kudo Y, Muramatsu K. 2004. Incorporation of a high level of vitamin B12 into a vegetable, kaiware daikon (Japanese radish sprout), by the absorption from its seeds. *Biochim Biophys Acta*, (1672), 135-137.
62. Hama H, Jamanoshita O, Chiba M, Takeda I, Nakajima T. 2008. Selenium-enriched japanese radish sprouts influence glutathione peroxidase and glutathione S-transferase in an organ-specific manner in rats. *Journal Occup Health*, (50) 147-154.
63. Pasko P, Barton H, Zagrodzki P, Gorinstein S, Folta M, Zachwieja Z. 2009. Anthocyanins, total polyphenols and antioxidant activity in amaranth and quinoa seeds and sprouts during their growth. *Food Chem.*, (115), 994-998.
64. Türk FH. 2009. Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde Farklı Dönemlerde Alınan Yapraklardaki Fenolik ve Mineral Madde Değişimlerinin Belirlenmesi. Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 113 s.