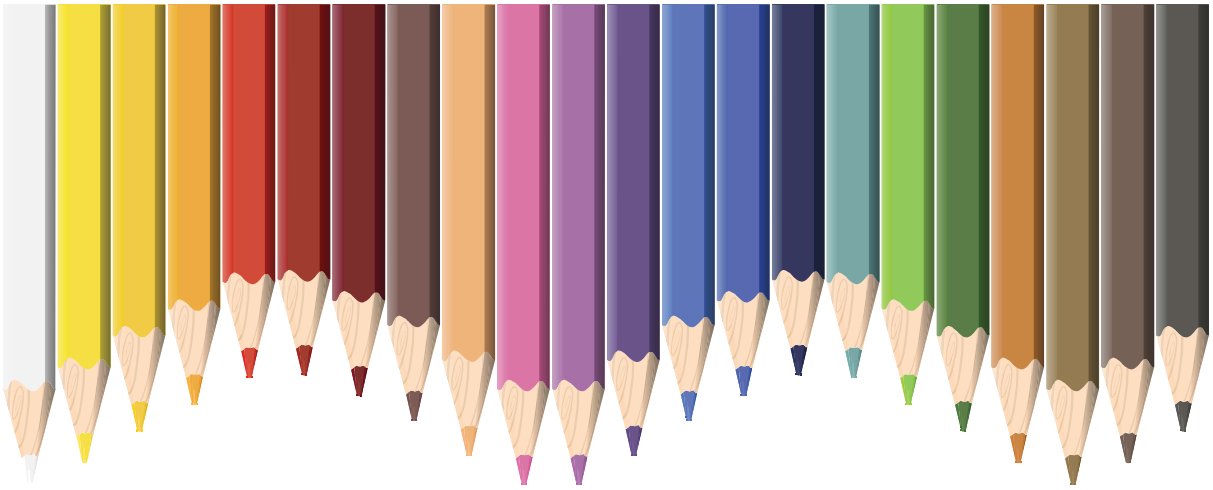


Bölüm 14

FONKSİYONEL BİR GIDA OLARAK KARABUĞDAY (*Fagopyrum esculentum*)

Birol TAŞ[1]

1 Prof. Dr. Birol TAŞ, Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, ORCİD: 0000-0003-4975-0278

Karabuğdayın Tarihçesi

"Karabuğday" ismi Anglo-Sakson dilindeki boc (kayın) ve wheat (buğday) kelimelerinden gelmektedir, çünkü tohumu küçük bir kayın cevizine benzemektedir. Karabuğday tohumları bitkinin meyveleridir. Ohnishi ve Matsuoka (1996) tarafından yapılan tohum toplama ve sınıflandırma çalışmaları sonucunda Karabuğdayın 14 türü bulunmuştur.

Karabuğdayın Botanik Özellikleri

Alem : Plantae

Bölüm : Magnoliophyta

Sınıf : Magnoliopsida

Takım : Caryophyllales

Familya: Polygonaceae

Cins : Fagopyrum



Şekil 1. *Karabuğday (Fagopyrum esculantum)*

Karabuğday tahıl familyasına (*Poaceae* = *Gramineae*) ait olmayıp *Polygonaceae* familyasına mensuptur (Wijngaard ve ark. 2005). Buğday, pirinç ve arpa gibi ziraati fazla yapılan tahıllardan farklı bir bitki olan karabuğday, tahıllarla hem benzerlik hem de farklılıklar gösteren pseudo-cereal (tahıl benzeri) grubuna dahildir.

Karabuğdayın gen merkezi konusunda iki farklı hipotez bulunmaktadır: Bunlardan birincisi DeCandolle'ün, karabuğdayın Kuzey Çin ya da Sibirya'da ortaya çıktığına dair hipotez, ikincisi ise Nakao'nun güneybatı Çin'in Himalaya Dağı'na kadar olan bölgesinde ortaya çıktığına dair hipotezdir. Çin antik kitaplarının ve arkeolojik alanlarının incelenmesi sonucunda, karabuğdayın 2000 yıl önce Çin'de yetiştirildiği ve bunun dünyada yetiştirilen en eski bitkilerden biri olduğu belirtilmiştir (Lin 1994). Çin'in Yunnan eyaletinde yabani *F. Esculentum*'un keşfi ve Çin'in Yunnan eya-

letinde karabuğday üzerine yapılan araştırmalar Nakao'nun hipotezlerini desteklemektedir (Lin 1994). Sonuç olarak, karabuğdayın güneybatı Çin'de ortaya çıktığı görüşü çoğu bilim insanı tarafından kabul görmüştür.

Kökeni Asya'dan gelen ve Avrupa'ya 15. yüzyılda giren karabuğday ekimi, Kanada, Amerika Birleşik Devletleri, Afrika ile Latin Amerika'nın belirli bölgelerinde, Nepal, Butan ve Hindistan dağlarının 3000 metrenin üzerindeki yüksek rakımlarında yapılabilmektedir (Li ve Zhang 2001, Koyama ve ark. 2013).

Bu bitkiyi tahıllardan ayıran temel yapısal farklılık; tek çenekli (monokotiledonik) olmayıp, çift çenekli (dikotiledonik) bir bitki olmasıdır (Mazza 1988). Karabuğday tarlada hızla büyüyen, geniş yapraklı, tek yıllık bir bitkidir. Mart sonunda veya Nisan başında 20-25 cm ara ile ekilen ve tohumları Eylül- Ekim aylarında hasat edilen karabuğday bitkisinin boyu yetiştirme koşullarına göre 60-120 cm arasında değişir. Bitkiler tek köke sahip olup üzerinde daha küçük dallar bulunur. Yapraklar düz olmayan üçgen şeklinde bir görünüme sahiptir. Çiçekler genellikle çanak yaprakların veya braktelerin rengi nedeniyle gösterişli kümeler halinde beyaz, pembe veya kırmızı renklidir (Şekil 1). Çiçekleri kokuludur ve bal arılarının nektar toplaması için çok caziptir. Karabuğdaydan üretilen bal koyu renklidir ve güçlü bir tat ihtiva eder. Çiçeklerde taç yaprağı bulunmaz. Bitkinin tohumları üç kenarlı ve üçgen şeklindedir. Bu tohumların ebatları 4mm x 6mm veya 2mm x 4mm şeklindedir. Tohum rengi siyah, gri ve kahverengi olabilir. Tahıl grubundan diğer bir farkı da embriyonun bulunduğu yerdir. Tahıllarda embriyo tanenin uç tarafında bulunurken Karabuğday'da endospermin tam orta noktasında bulunmaktadır.



Şekil 2. *Karabuğday (Fagopyrum esculantum) Tohumları*

Gövdelerin içi boştur. Bu nedenle şiddetli rüzgarlarda kırılma yaşanabilir. Dolu nedeniyle de çok zarar görürler. Ancak dolu, bitkiler nispeten olgunlaşmamışken meydana gelirse, bitki alt yaprak boğumlarından dal-

lanarak dolu hasarını telafi edebilir. Bitkiler kısa bir kazık köke ve ince yan köklere sahip olup toplam bitki ağırlığının yaklaşık %3-4'ü kadar bir kök sistemi oluştururlar. Bu nedenle bitkiler aşırı kuraklık koşullarından zarar görebilir ve bu da genellikle olgunlaşmanın gecikmesine neden olur. Olgunlaşmadan önce gövde ve dallar yeşilden kırmızıya kadar değişir. Olgunlukta kırmızımsı kahverengi olurlar (Mazza ve Oomah 2005).

Karabuğday tohumları yenilebilir ve nişastalı olmayan bir aleuron tabakasına sahiptir (Bonafaccia ve ark. 2003).

Karabuğday çeşitleri

Üç tür karabuğday vardır: Bunlar: Cymosum (yabani), Tartaricum (tartary) ve Esculentum (common)'dur.

a. Fagopyrum cymosum



Şekil 3. *Fagopyrum cymosum*

Ilıman Himalayalar'da yabani olarak yetişen ve genellikle yerleşim alanları ve çiftliklerin çevresinde bulunan tetraploid çok yıllık karabuğdaydır. Bazı bölgelerde yem olarak ve aynı zamanda tıbbi bir bitki olarak kullanılır. Bu türün dağılımı güneye doğru Çinhindi Yarımadası'nın kuzeyine, Çin'in güneyine ve batıya doğru Nepal ve Hindistan'ın Himalaya bölgesine, Karakoram ve Hindukuş'a kadar uzanır. Tibet'in doğu kesiminde de bulunur. Çiçeklenme deseni *F. esculentum*'a benzer, çünkü her ikisi de heterostyle çaprazlama türleridir ve beyaz çiçekli pin ve thrum şeklinde çiçekler üretirler. Ancak *F. cymosum* sitolojik ve morfolojik olarak farklıdır ve ayrı bir takson olarak öne çıkar (Kim ve ark. 2002).

b. ***Fagopyrum tataricum***



Şekil 4. *Fagopyrum tataricum*

Tek yıllık, 1 m'ye kadar boylanabilen, dallı veya dalsız, gövdesi çizgili, dalcıklarında her zaman papillat bulunan bir bitkidir. Yapraklar saplıdır, çoğu bıçak üçgen şeklindedir, genişlik uzunluğa eşittir, 2-8 cm ve tabanlar kordat veya hastat'tır. Çiçek salkımları sık salkımlı veya şemsiye şeklindedir. Çiçekler sarı-yeşil, 2,5 mm çapında, pediseller parçalı değildir; periantlar 2 mm uzunluğundadır; nektarları sarıdır, stamenler homostyly olup, stigmalar kapitattır. F. tataricum'un bitkileri genellikle daha az kabarıktır ve daha dallıdır ve yaprakları daha ok şeklindedir. Daha küçük çiçeklerin göze çarpmayan yeşilimsi beyaz çanak yaprakları vardır ve böcekler için çekici görünmezler. Çiçekler homomorfik, kendine döllenen ve çiçek açılmadan önce gerçekleşen tozlaşma ile kleistogamdır (Pomeranz 1983, Ohnishi ve Matsuka 1996)

c. ***Fagopyrum esculentum Moench***



Şekil 5. *Fagopyrum esculentum*

Tek yıllık, 1 m'ye kadar boylanabilen, dallı ve tüysüz bir bitkidir. Yapraklar saplı, üçgenimsi, 2-8 cm uzunluğunda, uçları akuminat, tabanları kordat veya hastat, üst yapraklar daha küçük ve sapsızdır. Çiçek salkımları terminal ve yardımcıdır, yoğun şemsiye veya paniculate simme şeklinde dallanır. Çiçekler beyaz veya pembe, 6 mm çapında, pedisel 2-3 mm uzunluğunda, eklemli, periantlar 3 mm uzunluğunda, nektaryumları sarı, stamenler heterostyly ve kapitat stigma ile dönüşümlüdür. Aken triquetrous, dar açılı, 5 mm'den uzun, kalıcı periantların uzunluğunun iki katından fazla, kahverengi veya siyah-kahverengi, berraktır. Bu tür kuzey ve bir dereceye kadar güney yarımkürede yaygın olarak yetiştirilir (Biacs ve ark., 2002).

Son zamanlarda keşfedilen yeni yabani türler, çeşit gelişimini ilerletmek için değerli genetik materyal sağlamıştır. Bu keşiflerin en dikkat çekeni *Fagopyrum homotropicum*'dur. Bu tür kendi kendine tozlaşır ve *F. esculentum*'a benzer birçok özelliğe sahiptir, böylece bitki ıslahçılarının arzu edilen üretim ve tüketim özelliklerine sahip yeni çeşitleri iyileştirmelerine ve geliştirmelerine olanak sağlar.

Karabuğdayın Kimyasal Bileşimi

a. Şeker İçeriği

Karabuğday bitkisinde bulunan nişastanın yaklaşık yarısını (% 45'ini) dirençli nişasta oluşturur. Karabuğdayda önemli düzeyde bulunan dirençli nişasta miktarı, sağlık ve beslenme açısından önemlidir. Karabuğdaya uygulanan işlemler dirençli nişasta miktarını etkiler. Dirençli nişasta, yararlı bakterilerin büyümesini ve aktivitesini uyarma, kısa zincirli yağ asitleri üretme gibi fonksiyonel özellikleri nedeni ile prebiyotik olarak kabul edilmektedir.

Monosakkaritler, glukoz ve fruktoz çoğunlukla karabuğdayın perikarp ve tohum kabuğunda bulunur. Sakkaroz birikimindeki artışlar hasad dönemlerine doğru embriyoda en yüksek seviyesine ulaşır. Sakkaroz tohum kabuğu ve nusellus dokularında bol miktarda bulunur ve daha sonra gelişen embriyoda birikir. Embriyo dokularındaki yüksek sakkaroz konsantrasyonu birçok yağlı tohumda tipiktir (Duffus ve Binnie 1990). Nişastalı endosperm sadece düşük geçici seviyelerde sakkaroz biriktirir.

b. D-chiro-inositol

D-chiro-inositol (DCI), karabuğday tohumlarında nispeten yüksek seviyelerde bulunan bir inositol izomeridir ve ana aktif besin bileşenidir (Steadman ve ark. 2000). DCI, insülinin etkisini artırarak ve kan basıncını, plazma trigliseritlerini ve glikoz konsantrasyonlarını azaltarak insülin metabolizmasının düzenlenmesinde aktif rol oynar (Prakash ve ark. 2015, Fonteles ve ark. 2000, Ueda ve ark. 2005). Karabuğdayın, yüksek düzey-

de anjiyotensin I-dönüştürücü enzim (ACE) inhibitör aktivitesine sahip olduğu bulunmuştur. ACE, renin-anjiyotensin (RA) kan basıncını kontrol sisteminde bir baskı hormonu olan anjiyotensin I'i II'ye dönüştürür (Higasa ve ark. 2011). Bu dönüşümün yüksek düzeyde E vitamini alımı, kardiyovasküler hastalıklarda azalma, Alzheimer hastalığı ve yaşa bağlı maküler dejenerasyonun geciktirilmesini sağladığına dair araştırma sonuçları vardır (Kalinova ve ark. 2006)

c. Nişasta

Karabuğday nişastasının kendine has özellikleri vardır; bazı özellikler yumru nişastalarına (yüksek viskozite değerleri) karşılık gelirken diğerleri daha çok tahıl nişastalarına (şekil ve bileşim) karşılık gelir. Karabuğday nişastası yüksek düzeyde ham yağ ve amilaz içerir. Nişastasının granül boyutları 2,9- 9,3 µm olup ortalama boyut 5,8 µm'dir, yuvarlak veya çokgen şeklindedir (Li ve ark. 1997). Karabuğday nişasta granülünün görünümü pürüzsüzdür (Li ve ark. 1997).

d. Nişastadaki amilazlar

Tahıl amilazları, ek gıdalar, bira fabrikaları ve nişasta sakkarifikasyonunda biyoteknolojik uygulamalara uygunlukları nedeniyle önem kazanmıştır (Mazza, 1993). Tahıl α-amilazları, gelişmekte olan ve çimlenmekte olan tahıllarda nişasta metabolizmasında çok önemli bir rol oynamaktadır. Yüksek oranda ifade edilen bu enzimler gibberellik asit (GA3) gibi bitki büyüme hormonlarının etkisi altında sentezlenir ve çoklu formlarda bulunurlar (MacGregor 1952). Tahıl amilazları kimyasal, fiziksel ve immünokimyasal özelliklerine göre iki gruba ayrılabilir. Amilaz sentez bölgesinin ya aleurone tabakasında ya da scutellum'da olduğu bildirilmiştir. Nişasta parçalayan amilolitik enzimler gıda, fermantasyon, tekstil ve kağıt endüstrileri gibi biyoteknolojik uygulamalarda büyük bir ticari değere sahiptir (Bewley ve Black 1985). Tahıl tanesi amilazı malt üretiminde anahtar rol oynar. Birçok mikrop da hücre dışı nişastaları parçalamak için amilaz üretir. Hayvan dokuları β- amilaz içermez, ancak sindirim sisteminde bulunan mikroorganizmalarda mevcut olabilir. Yüksek oranda dirençli nişasta (RS) içeren gıdalar genellikle düşük GI değerine sahiptir ve diyabetik kontrolün iyileştirilmesinde çoğu sağlıklı yetişkin için genellikle avantajlıdır ve kan şekeri değerlerine göre sıralanabilir yükseltme potansiyeli, yani glisemik indeks (Skrabanja ve ark. 2001). Karabuğday unu ekstraktı, insan tükürük amilazına karşı etki edebilen ve sindirilebilir nişasta seviyesini etkileyebilen tanenler, fitik asit ve proteinli inhibitörler gibi bileşikler içerir. Toplam nişasta içeriği %73,5 olan ham karabuğday kabuğu çıkarılmış tane ununun %33,5'i RS'dir (Skrabanja ve ark. 2004).

e. Dirençli nişasta (RS)

Nişasta, in vitro sindirim hızına ve derecesine bağlı olarak üç gruba ayrılabilir:

- Hızlı sindirilebilir nişasta,
- Yavaş sindirilebilir nişasta
- Dirençli nişasta (RS).

Nişastanın sindirilebilirliğini, nişastanın fiziksel formu, retrogradasyon derecesi, amilaz/amilopektin oranı ve nişastalı olmayan inhibitör bileşenleri etkiler (Skrabanja ve ark. 2001). Sindirilmemiş nişasta olumlu besinsel etkilere yol açabilir (Skrabanja ve ark. 2001, 2004). Yüksek oranda dirençli nişasta içeren gıdalar genellikle düşük GI değerine sahiptir ve diyabetik kontrolün iyileştirilmesinde çoğu sağlıklı yetişkin için genellikle avantajlıdır ve kan şekeri değerlerine göre sıralanabilir. Karabuğday unu ekstraktı, insan tükürük amilazına karşı etki edebilen ve sindirilebilir nişasta seviyesini etkileyebilen tanenler, fitik asit ve proteinli inhibitörler gibi bileşikleri içerir. Toplam nişasta içeriği %73,5 olan ham karabuğdaydan elde edilen ununun %33,5'i RS'dir (Skrabanja ve ark. 2004).

f. Lipidler

Lipitler, depolanmış tohumların veya unların bozulmasına neden olabildikleri için gıda kalitesinde önemli bir fizyolojik role sahip olan tahılların ve yalancı tahılların küçük bir bölümünü oluşturur (Chapkin 2000). Hem *F. esculentum* hem de tartar karabuğdayında lipitler ortalama % 6,5 yağ içeren embriyoda yoğunlaşırken, endosperm < %0,4 yağ içerir (Dorrell 1971).

Karabuğdayda 18 yağ asidi tanımlanmıştır ve bunların 14'ü tüm tohum dokularında görülür. Sekiz ana asit (oleik, linoleik, palmitik, linolenik, lignoserik, stearik, behenik ve araşidik) toplam yağ asitlerinin % 93'ünü temsil eder (Dorrell, 1971). Embriyo doymamış yağ asitlerinin çoğunu içerir (Dorrell 1971). Linoleik asit ve linolenik asit gibi bazı yağ asitleri çoklu doymamıştır ve bu esansiyel yağ asitleri insan vücudu tarafından üretilemez (Chapkin 2000). Bu esansiyel yağ asitlerinden biri olan linoleik asit karabuğdayda bulunan başlıca yağ asididir ve linoleik asit seviyesi özellikle tohum kabuğunda yüksektir (Dorrell 1971, Taira ve ark. 1986, Mazza 1988). Bazı yağ asitlerinin seviyeleri çimlenme ile arttırılabilir (Kim ve ark. 2002).

g. Aminoasitler

Karabuğday proteini çok çeşitli amino asitler içerir ancak çok az prolamin içerir veya hiç içermez (Pomeranz ve Robbins 1972). Proteinlerin çoğunluğunu ise globulinler ve albüminler oluşturur. Karabuğday protei-

ni yüksek düzeyde lizin (geri kazanılan 100 g amino asitin %6,1'i), arginin (%9,7), aspartik asit (%11,3) ve düşük düzeyde prolin (%3,9) ve glutamik asit (%18,6) içerir (Pomeranz ve Robbins 1972). Karabuğday proteini, iyi dengelenmiş amino asit yapısı nedeniyle yüksek biyolojik değer gösterir. Kan kolesterolünü düşürme, safra taşını küçültme, tümör büyümelerini engelleme ve baskılama, anjiyotensin I-dönüştürücü enziminin engellenmesi, 7, 12-dimetilbenzenin neden olduğu meme kanserini önlemek gibi birçok benzersiz fizyolojik fonksiyona sahiptir. (Prakash ve ark. 2015; Tomotake ve ark. 2006, Prakash ve Deshwal 2013).

Tablo 2. *Karabuğdaydaki ortalama amino asit konsantrasyonları (%).*

Amino asit	Tohumda	Çıplak tanede	Proteinde	Amino asit	Tohumda	Çıplak tanede	Proteinde
Glutamik asit	1.99	2.72	18.02	**Alanin**	0.45	0.61	4.03
Arginin	1.47	2.01	13.27	**Threonine**	0.43	0.58	3.87
Aspartik asit	1.20	1.64	10.86	**Proline**	0.41	0.55	3.66
Valin	0.85	1.17	7.71	**İzolösin**	0.39	0.53	3.48
Lösin	0.75	1.02	6.75	**Tirozin**	0.23	0.32	2.12
Lizin	0.66	0.90	5.99	**Histidin**	0.23	0.32	2.11
Glisin	0.61	0.83	5.52	**Sistein**	0.18	0.25	1.66
Fenilalanin	0.46	0.63	4.17	**Metiyonin**	0.15	0.21	1.37
Serin	0.46	0.62	4.12	**Triptofan**	0.14	0.19	1.29

Kaynak:*Robinson (1980)*

h. Lifler

Karabuğday tohumları %27,38 oranında Diyet lifi (DF) içerir ve bu oran esas olarak tohum kabuğu ve kabuk gibi dış tohum kaplamalarında bulunurken (Bonafaccia ve ark. 2003), karabuğday kabuğu çıkarılmış tane tohumlarında DF oranı ≈%7'dir (Steadman ve ark. 2000; Bonafaccia ve ark. 2003). Diyet lifi (DF) potansiyel olarak bazı hastalıklara karşı koruyucudur. DF, çözünmeyen diyet lifi (IDF) ve çözünebilir diyet lifi (SDF) olarak ikiye ayrılabilir. IDF, genellikle lignin ve selüloz içerirken, SDF pektin ve zamkları içerir. SDF özellikle kan kolesterol seviyelerini düşürerek insan sağlığına olumlu katkıda bulunabilir (Steadman ve ark. 2000). Buna ek olarak, DF proteinleri ve mineralleri bağlayabildiği, sindirim enzimlerini inhibe edebildiği ve böylece sindirilebilirliği veya emilimi azaltabildiği için olumsuz bir role de sahip olabilir (Ikeda 2002; Steadman ve ark. 2000).

Kabuğu çıkarılmış karabuğday tanesinde bulunan IDF ve SDF, yulaf ve buğday gibi tahıllarla benzerlik göstermektedir.

i. Mineraller

Mineraller insan vücudundaki çeşitli fizyolojik işlevler için önemlidir. İnsan vücudu her bir ana mineralden (Na, Mg, K, Ca, P, S ve Cl) günde 100 mg'dan fazla ve eser elementlerden (Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Se, Mo ve I) günde 100 mg'dan daha azına ihtiyaç duyar. Karabuğday bitkisi, pirinç, sorgum, darı ve mısır gibi birçok tahıldan daha zengin bir mineral kaynağıdır (Ca hariç). Özellikle Mg, Zn, K, P, Cu ve Mn seviyeleri diğer tahıllarla karşılaştırıldığında daha yüksektir (Mazza 1988; Steadman ve ark. 2000). Mg, Zn, K, P ve Co esas olarak protein gövdelerinde fitat olarak depolanır (Elpidina ve ark. 1990, Steadman ve ark. 2000). Çimlenme sırasında fitin hidrolize olur ve metal iyonları çözülür (Bewley ve Black 1985). Karabuğday 10.0 mg/g fitik asit ve 2.17 µmol inorganik fosfat/dk/g açığa çıkaran fitaz enzimi içerir (Englyst ve ark., 1990). Proteinler bitkinin gövde (ve dolayısıyla Mg, Zn, K, P ve Co), embriyo ve aleuron tabakasında bulunur (Steadman ve ark. 2000). Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, Ni ve Al gibi mineraller öncelikle hem tohumda hem de tohum kabuğunda lokalize olmuştur. Ca ve B kabuk fraksiyonlarında bulunur (Steadman ve ark. 2000; Bonafaccia ve ark. 2003; Skrabanja ve ark. 2004).

j. Fitokimyasallar

Fitokimyasallar, sağlığı destekleyebilen ancak yaşam için gerekli olmayan bitkisel maddelerdir. Vücutta serbest oksijen radikallerini serbest bırakan oksidatif stres, kardiyovasküler bozukluklar, katarakt, kanserler ve romatizma dahil olmak üzere bir dizi rahatsızlıkla ilişkilendirilmiştir. Meyve ve sebzelerde bulunan fitokimyasallar, serbest radikalleri temizleyerek ve hücreyi kurtararak antioksidan görevi görebilir (Kreft ve ark. 1996).

k. Flavonoidler

Karabuğdayın sağlıklı bir gıda olması içeriğindeki, hiperin, quersitrin ve quercetin gibi diğer fenolik bileşikler ve flavonlar gibi çeşitli doğal antioksidanlara sahip olmasından kaynaklanmaktadır (Dietrych-Szostak ve Oleszek 1999).Flavonoidler çoğu bitkide her yerde bulunur ve genellikle glikozidik formlarda bulunurlar (Rice-Evans ve ark. 1997). Son zamanlarda, flavonoidler gibi polifenolik bileşikler de antioksidan etkileri nedeniyle ilgi çekmiştir. En yaygın olarak bilinen antioksidanlar A, C ve E vitaminleridir. Rutin ve quercetin karabuğdayda bulunan antioksidan aktiviteye sahip ana polifenollerdir (Oomah ve Mazza 1996, Kreft ve ark. 1996, Steadman ve ark. 2000). Quercetin, quercetinin bir glikozidi olan rutinden daha yüksek bir antioksidan aktivite gösterir. Karabuğdaydaki rutin ve quercetin seviyeleri büyük ölçüde yetişme yeri ve çeşide bağlıdır (Oomah ve Mazza 1996, Steadman ve ark. 2000).

Kabuğu çıkarılmış karabuğdayda rutin ve quercetin seviyeleri sırasıyla ≈0,20 mg/g ve 0,001 mg/g'dır. Karabuğdayın gövdesinde ise daha yüksek seviyelerde rutin (0.84-4.41 mg/g) ve quercetin (0.009-0.029 mg/g) içermektedir (Oomah ve Mazza 1996). Rutin (quercetin-3-O-β-rutinoside), düz kaslar üzerinde rahatlatıcı etkileri olan, kılcal damar felci ve retinal kanamayı önlemede etkili olan, yüksek tansiyonu düşüren, antioksidan ve lipid peroksidasyon özellikler gösteren, flavonol quercetin'den türetilen en iyi bilinen glikozittir. Aynı zamanda diyetteki kolesterolün emilimini azaltarak plazma ve hepatik kolesterolü düşürerek lipit düşürücü aktiviteye de sahiptir (Jiang 2007; Prakash ve ark. 2015).

Tartar karabuğdayı mükemmel bir rutin kaynağıdır. Çünkü kabuğu soyulmuş tartar karabuğdayı 80.94 mg/g rutin seviyeleri göstermiştir.

l. Vitaminler

Vitaminler, insan vücudunun normal işleyişi için çok küçük miktarlarda gerekli olan bir grup organik bileşiktir. Kimyasal ve fizyolojik işlevleri bakımından büyük çeşitlilik gösterirler ve doğal gıda kaynaklarında geniş bir dağılım gösterirler (Belozersky ve ark. 1999). Tiaminin (B1 vitamini) karabuğday tohumlarındaki tiamin bağlayıcı proteinlerine güçlü bir şekilde yapıştığı bilinmektedir. Genel olarak, tartar karabuğdayı yaygın karabuğdaydan daha yüksek B vitamini seviyelerine sahiptir (Bonafaccia ve ark. 2003). C vitamini ve B1 ve B6 vitamini toplamı seviyeleri karabuğdayın çimlendirilmesiyle artırılabilir. C vitamini seviyesi karabuğday filizlerinde 25 mg/100 g'a kadar yükselebilir (Lintschinger ve ark., 1997; Kim ve ark., 2002). E vitamini doğal olarak oluşan tüm tokoferolleri ve tokotrienolleri içerir, ancak karabuğdayda tokotrienol tespit edilmemiştir (Zielinski ve ark. 2001). Tokoferoller doğal olarak oluşan antioksidanlardır (Dietrych- Szostak ve Oleszek 1999) ve α-, β- γ- ve δ- formlarında bulunurlar (Burton ve Traber 1990). Farklılıklar, karabuğdayın farklı çeşitlerine atfedilmiştir (Zielinski ve ark. 2001; Kim ve ark. 2002). Tartar karabuğdayı, *F. esculantum*'dan daha yüksek seviyelerde tokoferol içerir (Kim ve ark. 2002).

Karabuğdayın Fonksiyonel Özellikleri

Karabuğday protein ürünleri (BWP) çeşitli fonksiyonel özelliklere sahiptir. BWP, %65,8 w/w protein, %22,0 w/w lipid, %5,9 w/w lif olmayan karbonhidrat ve %3,1 w/w sudan oluşmaktadır. Yağı alınmış BWP, fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılmaya uygun değildir (Tomotake ve ark. 2002). BWP'nin, yüksek kolesterollü diyetle beslenen sıçanlarda hipokolesterolemik aktivite ve vücut yağının baskılanması (Kim ve ark. 2002) ve indüklenmiş kolon karsinogenezinin baskılanması (Liu ve ark. 2001) gibi çeşitli fonksiyonel özellikler sergilediği iddia edilmiştir. BWP geniş bir pH aralığında çözünebilir ve bu nedenle fonksiyonel içeceklerde kullanılabilir (Tomotake ve ark. 2002).

Tablo 3. *Karabuğday tanesi ve karabuğday ürünlerinin yüzde bileşimi*

Tahıl veya yan ürün	Nem (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Lif (%)	N içermeyen ekstrakt (%)	Kül (%)
Tam tahıl	10.0	11.2	2.4	10.7	64.0	1.7
Un, hafif	12.1	7.8	1.5	0.7	76.7	1.2
Un, koyu	11.7	15.0	2.8	1.1	67.7	1.7
Kabuksuz Tane	10.6	11.2	2.4	0.6	73.7	1.5
Gövde	8.0	4.5	0.9	47.6	36.8	2.2
Kabuklu Tane	10.7	27.2	7.0	11.4	39.1	4.6
İrmik	12.0	2.7	0.4	0.4	83.0	0.5

Karabuğdayın Tıbbi Önemi

• Karabuğday içerdiği diyet lifleri, vitamin ve mineraller ve dirençli nişastası ile kolon karsinogenezinin baskılanması ve serum estradiolünü düşürerek meme karsinogenezinin baskılanmasını sağlamıştır (Tomotake ve ark. 2000, Liu ve ark. 2001, Prakash ve Deshwal 2013, Prakash ve ark. 2015).

• Karabuğday proteinleri özütü, hipertansiyon, obezite, alkolizm, çölyak hastalığı ve kabızlığı tedavi etmek için potansiyel bir gıda katkı maddesi olarak kullanılabilir (Kato ve ark. 2001).

• D-chiro-inositol, Tip II diyabet ve Polikistik over sendromunda (PCOS) eksik olduğu tespit edilen insülin sinyal iletimi için ikincil haberci yolunun bir parçasıdır (Horbowicz ve ark. 1998, Prakash ve ark. 2015).

• Nişasta, lif, linoleik asitler gibi yüksek düzeyde çoklu doymamış temel yağ asitleri, vitaminler (B1, C ve E), mineraller, iyi dengelenmiş aminoasit ve düşük prolamin içeriği gastrointestinal sistem hastalıklarında profilaktik role sahiptir (Kreft ve ark. 1996).

• Karabuğday proteinleri güçlü bir kolesterol düşürücü etki gösterebilir ve yüksek bir biyolojik değere sahiptir. Karabuğday proteinlerindeki düşük Lys/Arg ve Met/Arg oranları kan kolesterol seviyesini düşürebilmektedir (Huff ve Carroll 1980, Wojciki 1995, Tomotake ve ark. 2000, Yoshimoto ve ark. 2004, Krkoškova 2005).

• Yüksek oranda dirençli nişasta içeren gıdalar genellikle düşük glisemik indekse (GI) sahiptir ve düşük GI'li gıdalar diyabetik kontrolün iyileştirilmesinde önemlidir ve kan glikozunu yükseltme potansiyellerine göre kullanılabilirler (Lerer ve ark. 1996).

• Karabuğdayda bulunan bor minerali kemiklerin sertleşmesine yardımcı olur ve osteoporoza karşı koruyucu etkiye sahiptir (Radovic ve ark. 1996).

• Karabuğdaydaki antioksidanlar olan rutin ve quercetin adlı glukozit, kılcal damar duvarlarını güçlendiren, yüksek tansiyonu olan kişilerde kanamayı azaltan ve kronik venöz yetmezliği olan kişilerde mikrosirkülasyonu artıran tıbbi bir kimyasal olarak, kronik venöz yetmezlik tedavisinde bahsedilmiştir (Prakash ve Deshwal 2013, Abascal ve Yarnell 2007)

Karabuğdayın Tarım ve Hayvancılık Yönünden Önemi

Karabuğday en çok yeşil gübre bitkisi olarak toprağı örtmek için veya bahçelerde veya küçük tarlalarda düzleştirici ürün olarak kullanılır. Yeşil gübre bitkisi olarak karabuğday sadece mütevazı bir biyokütle üretir, ancak hızlı büyüme sağlar, toprak eğimini iyileştirir ve fosforu daha kullanılabilir hale getirir, bu da kendine özgü bir tada sahip koyu renkli bir bal üretir. Bir dönüm karabuğday, 150 kiloya kadar bal üreten bir arı kovanını destekleyebilir. Geçerli hava koşulları iyi nektar üretimi için uygundur (bildirildiğine göre, güneşli günler ve serin geceler en iyisidir).

Karabuğday uzun zamandır çiftlik hayvanları ve kümes hayvanları yemi olarak kullanılmaktadır. Tahılın ana değeri, çoğu tahılın eksik olduğu temel bir amino asit olan lizin bakımından yüksek olmasıdır. Çeşitli araştırma raporları, karabuğdayın en iyi karma yem rasyonunda, genellikle toplam karışımın üçte birinden fazla olmayacak şekilde kullanıldığını göstermektedir (Ikeda 2002).

REFERANSLAR

Abascal, K., Yarnell, E. (2007). Botanicals for chronic venous insufficiency. J. Altern. Complement. Ther., 213, 304-311.

Bewley, J. D., Black, M. (1985). Seeds: Physiology of Development and Germination. Plenum Press, New York.

Biacs, P., Aubrecht, E., Léder, I., Lajos, J. (2002). Buckwheat. In: Pseudocereals and Less Common Cereals (eds.: Belton, P., Taylor, J.). Springer Verlag, Berlin, 123-151.

Bonafaccia, G., Gambelli, L., Fabjan, N., Kreft, I. (2003). Trace elements in flour and bran from common and tartary buckwheat. Food Chem., 83, 1-5.

Burton, G W , Traber, M G .(1990)Vitamin E: antioxidant activity, biokinetics, and bioavailability Annu Rev Nutr. 10:357-382.

Chapkin, R. S. (2000). Reappraisal of the essential fatty acids. In: Fatty Acids in Foods and Their Health Implications. 2 nd Edn. (Ed.: Chow, C. K.). Marcel Dekker, New York. 557-568.

Dietrych-Szostak, D., Oleszek, W. (1999). Effect of processing on the flavonoid content in buckwheat (Fagopyrum esculentum Möench) grain. J. Agric. Food Chem. 47 (10), 4384-4387.

Dorrel, D. G. (1971). Fatty acid composition of buckwheat seed. J. Am. Oil Chem. Soc., 48, 693-696.

Duffus, C.M., Binnie, J. (1990). Sucrose relationships during endosperm and embryo development in wheat. Plant Physiol. Biochem., 28, 161-165

Elpidina, E. N., Dunaevsky, Y. E., Belozersky, M. A. (1990). Protein bodies from buckwheat seed cotyledons: Isolation and characteristics. J. Exp. Bot., 41, 969-977.

Fonteles, M.C., Almeida, M.Q., Larner, J. (2000). Antihyperglycemic effects of 3-methyl-D- chiro-inositol and Dchiro- inositol associated with manganese in streptozotocin diabetic rats. Hormone and Metabolic Res., 32, 129-132.

Higasa, S., Fujihara, S., Hayashi. A., Kimoto K., Aoyagi, Y. (2011). Distribution of a novel angiotensin I-converting enzyme inhibitory substance (2''-hydroxynicotianamine) in the flour, plant parts, and processed products of buckwheat. Food Chem., 125, 607-613.

Horbowicz, M., Brenac, P., Obendorf, R.L. (1998). Fagopyritol B1, 0- α-d-galactopyranosyl-(1→2)-d-chiro-inositol, a galactosyl cyclitol in maturing buckwheat seeds associated with desiccation tolerance. Planta, 205, 1-11.

Huff, M.W., Carroll, K.K. (1980). Effects of dietary protein on turnover, oxidation, and absorption of cholesterol, and on steroid excretion in rabbits. J. Lipid Res., 21, 546-548.

Ikeda, K. (2002). Buckwheat: Composition, chemistry, and processing. Adv. Food Nutr. Res., 44, 395-434.

Jiang, P., Campbell, F.C.B., Pierce, G.J., Austria, A., Briggs, C.J. (2007). Rutin and flavonoid contents in three buckwheat species Fagopyrum esculentum, F. tataricum, and F. homotropicum and their protective effects against lipid peroxidation. Food Res. Int., 3, 356-367.

Kim, S. L., Kim, S. K., Park, C. H. (2002). Comparisons of lipid, fatty acids and tocopherols of different buckwheat species. Food Sci. Biotechnol., 11, 332-336.

Koyama, M., Nakamura, C., Nakamura, K. (2013). Changes in phenols contents from buckwheat sprouts during growth stage. J. Food Sci. Tech., 50(1), 86-93.

Kreft, I., Srabanja, V., Ikeda, S., Bonafaccia, G. (1996). Dietary value of buckwheat. Research Reports Biotechnical Faculty of the University of Lubljana. 67, 73-78.

Krkoškova, B., Mrazova, Z. (2005). Prophylactic components of buckwheat. Food Res. Int., 38, 561-568.

Lerer, M.M., Rizkalla, S.W., Luo, J., et al. (1996). Effects of longterm low-glycaemic index starchy food on plasma glucose and lipid concentrations and adipose tissue cellularity in normal and diabetic rats. Brit. J. Nutr., 75, 723-732.

Li, S., Zhang, Q. H. (2001). Advances in the development of functional foods from buckwheat. Crit. Rev. Food Sci., 41, 451-464.

Li, W., Lin, R., Corke, H. (1997). Physicochemical properties of common and tartary buckwheat starch. Cereal Chem.,74(1), 79-82.

Lin, RF. (1994). Buckwheat in China Peking, China: Agricultural Publishing House.97-105.

Lintschinger, J., Fuchs, N., Moser, H., Jäger, R., Hlbeina, T., Markolin, G., Gössler, W. (1997). Uptake of various trace elements during germination of wheat, buckwheat and quinoa. Plant Foods Hum. Nutr., 50, 223-237.

Liu, Z., Ishikawa, W., Huang, X., Tomotake, H., Watanabe, H., Kato, N. (2001). Buckwheat protein product suppresses 1,2- dimethylohydrazine-induced colon carcinogenesis in rats by reducing cell proliferation. J. Nutr., 131(6), 1850-1853.

Mazza G. (1988). Lipid content and fatty acid composition of buckwheat seed. Cereal Chem, 65 (2) 122-126

Mazza, G., 1993. Storage, processing, and quality aspects of buckwheat seed. In: New Crops (Janick, J., Simon, J. E.). Wiley, New York. pp.251-254.

Mazza, G., Oomah, B. D., 2005. Buckwheat as a food and feed. In: Speciality Grains for Food and Feed (Abdel-Aal, E., Wood, P.). AACC International, St. Paul, MN. pp.375-393.

McGregor, W. G., McKillican, M.E., 1952. Rutin content of varieties of buckwheat. Sci. Agric. 32, 48-51.

Ohnishi O. 1993. Population genetics of cultivated common buck wheat, *F. esculentum*11:510

Ohnishi, O., Matsuoka, Y., 1996. Search for the wild ancestor of buckwheat II. Taxonomy of Fagopyrum (Polygonaceae) species based on morphology, isozymes and cpDNA variability. Genes Genet. Syst. 71, 383-390.

Oomah, B. D. Mazza, G. (1996). Flavonoids and Antioxidative Activities in Buckwheat.J. Agric. Food Chem. 1996, 44, 7, 1746–1750

Pomeranz, Y., 1983. Buckwheat: Structure, composition, and utilization. CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 19, 213-258.

Pomeranz, Y., Robbins, G.S., 1972. Amino acid composition of buckwheat. J. Agric. Food Chem. 20, 270-274.

Prakash, S., Deshwal, S., 2013. Alpha and Beta amylase activity of Fagopyrum esculentum (Buckwheat): A medicinal plant. Janaki Med. Coll. J. Med. Sci. 1(1), 53- 58.

Prakash, S., Sharma, S., Yadav, K., Yadav, R., 2015. Biochemical analysis of amylases during germination of buckwheat (Fagopyrum esculentum) seeds: A pharmaceutical plant. Int. J. Sci. Res. Method. 2(1), 31-46.

Radovic, S. R., Maksimovic, V. R., Varkonji-Gasic, E. I., 1996. Characterization of buckwheat seed storage proteins. J. Agric. Food Chem. 44(4), 972-974.

Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., Paganga, G., 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. Trends Plant Sci. 2, 152.

Skerritt JH. 1986. Molecular comparison of alcohol-soluble wheat and buckwheat proteins. Cereal Chem, 63 (4) 365-369 Skerritt JH. 1986. Molecular comparison of alcohol-soluble wheat and buckwheat proteins. Cereal Chem, 63 (4) 365-369

Skrabanja, V., Elmstahl, H.G.M.L., Kreft. I., Bjorck, I.M.E., 2001. Nutritional properties of starch in buckwheat products: Studies in vitro and in vivo. J. Agric. Food Chem. 49(1), 490-496.

Skrabanja, V., Kreft, I., Golob, T., Modic, M., Ikeda, S., Ikeda, K., Kreft, S., Bonafaccia, G., Knapp, M., Kosmelj, K., 2004. Nutrient content in buckwheat milling fractions. Cereal Chem. 81, 172-176.

Steadman, K. J., Burgoon, M. S., Scuster, R. L., Lewis, B. A., Edwardson, S. E., Obendorf, R. L., 2000. Fagopyritols, D-chiro-inositol, and other soluble carbohydrates in buckwheat seed milling fractions. J. Agric. Food Chem. 48, 2843-2847.

Taira, H., Akimoto, A., Miyahara, T., 1986. Effect of seeding time on lipid content and fatty acid composition of buckwheat grains. J. Agric. Food Chem. 34, 14-17.

Tomotake, H., Shimaoka, I., Kayashita, J., Koyama, F., Nakajoh, M., Kato, N. (2000). A buckwheat protein product suppresses gallstone formation and plasma cholesterol more strongly than soy protein isolate in hamsters. J. Nutr. 130, 1670-1674.

Tomotake, H., Shimaoka, I., Kayashita, J., Nakajoh, M., Kato, N. (2002). Physicochemical and functional properties of buckwheat protein product J Agric Food Chem. 27;50(7):2125-9

Tomotake, H., Yamamoto, N., Yanaka, N., Ohinata. H., Yamazaki,R., Kayashita, J., Kato, N., 2006. High protein flour suppresses hypercholesterolemia in rats and gallstone formation in mice by hypercholesterolemic diet and body fat in rats because of its low protein digestibility. Nutrition. 22, 166-173.

Ueda, T., Coseo, M. P., Harrell, T.J., 2005. Amultifunctional galactinol synthase catalyzes the synthesis of fagopyritol A1 and fagopyritol B1 in buckwheat seed. Plant Sci. 168, 681-690.

Wieslander, G., 1996. Review on buckwheat allergy. Allergy. 51, 661-665.

Wijngaard, H. H., Ulmer, H. M., Neumann, M., Arendt, E. K., 2005. The effect of steeping time on the final malt quality of buckwheat. J. Inst. Brew. 111(3), 275-281.

Wojciki, J., Barcew, W.B., Samochowiec, L., Rozewicka. L., 1995. Extractum fagopyri reduces athreosclerosis in highfat diet fed rabbits. Die Pharmazie. 50, 560-562.

Yoshimoto, Y., Egashira, T., Hanashiro, L., Qhinata, H., Takase, Y., 2004. Molecular structure and some physiochemical properties of buckwheat starches. Cereal Chem. 81, 515-520.

Zielinski, H., Ciska, E., Kozlowska, H., 2001. The cereal grains: Focus on vitamin E. Czech J. Food Sci. 19, 182-188.