



ÇİMLENDİRİLEN TANE VE FİLİZ ÜRÜNLERİN BESLENMEDEKİ ROLÜ VE ÖNEMİ

Ayşe Nur KAHVE^{a*}, Ebru BAYRAK^b

^aAksaray Üniversitesi, Spor ve Sağlık Alanında İhtisaslaşma Koordinatörlüğü, Aksaray, Türkiye

^bSelçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Konya, Türkiye

Geliş /Received: 04.10.2022; Kabul /Accepted: 25.02.2023; Online baskı /Published online: 28.02.2023

Kahve, A. N., Bayrak, E. (2023). Çimlendirilen tane ve filiz ürünlerin beslenme rolü ve önemi. GIDA (2023) 48 (2) 333-346 doi: 10.15237/ gida.GD22094

Kahve, A. N., Bayrak, E. (2023). The role and importance of germinated grain and sprout products in nutrition. GIDA (2023) 48 (2) 333-346 doi: 10.15237/ gida.GD22094

ÖZ

Son yıllarda tüketicilerin besin tercihlerini ve beslenme alışkanlıklarını değiştirme yoluna gitmesi sonucunda organik, glutensiz ve fermente gıdaların tüketiminin yanı sıra çimlendirilmiş tane ve filiz ürünlerinin de tüketimi artmıştır. Çimlendirilmiş tanelerin vitamin, mineral, antioksidatif özellikler ve çeşitli biyoaktif bileşenler yönünden daha zengin olduğu, ayrıca besinlerin yalnızca kimyasal özelliklerinde değil lezzet, koku ve renk gibi duyuşal özelliklerinde de olumlu değişimler gözlemlendiği ortaya konulmuştur. Bununla birlikte çimlenme, makro ve mikro besin öğelerinin emilimini engelleyen enzimleri inaktive etmesinden dolayı yetersiz beslenme sorununa alternatif bir çözüm olarak değerlendirilmektedir. Bu derlemede, bazı besinlerin çimlendirilmesiyle besinsel kompozisyonunda ve fonksiyonel etkilerinde meydana gelen değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Beslenme, çimlendirme, filiz, fonksiyonel gıda

THE ROLE AND IMPORTANCE OF GERMINATED GRAIN AND SPROUT PRODUCTS IN NUTRITION

ABSTRACT

In recent years, as a result of consumers changing their food preferences and dietary habits, consumption of organic, gluten-free and fermented foods has increased as well as the consumption of germinated grain and sprout products. It has been revealed that germinated grains are richer in terms of vitamins, minerals, antioxidant properties and various bioactive components, and positive changes are observed not only in chemical properties but also in sensory properties such as flavor, smell and color. However, it is considered as an alternative solution to the problem of malnutrition because it inactivates enzymes that prevent the absorption of germination, macro and micro nutrients. In this review, it is aimed to examine the changes in the nutritional composition and functional effects of some nutrients by germination.

Keywords: Nutrition, germination, sprout, functional food

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉aysenur_acar993@hotmail.com

☎(+90) 506 278 4746

Ayşe Nur Kahve; ORCID no: 0000-0001-6960-7204

Ebru Bayrak; ORCID no: 0000-0001-7279-3255

GİRİŞ

Besinlerin raf ömrünün artırılması veya tekstürel özelliklerinin geliştirilmesi amacıyla çeşitli katkı maddelerinin kontrolsüzce kullanılması birçok sağlık probleminin ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır (Hosseini ve Jafari., 2020). Bu nedenle vitamin, mineral, biyoaktif bileşenler veya antioksidan maddeler yönünden zengin, olabildiğince geleneksel yöntemlerle üretilmiş doğal besinlere karşı ilgi giderek artmaktadır. Buna bağlı olarak son yıllarda tüketiciler besin tercihlerini ve beslenme alışkanlıklarını değiştirme yoluna gitmektedir. Organik, glutensiz, fermente terimlerinin yanı sıra son zamanlarda yenilebilir bitki ve tohum filizleri ve çimlendirme gibi kavramlar ile çığ beslenme akımı gibi farklı beslenme eğilimleri popüler hale gelmiştir (Karaman ve Soylu 2020).

Filizlenme veya çimlenme; su alımını takiben tohum metabolizması sırasında bir dizi enzimatik katabolik reaksiyonu, depo karbonhidratları ve proteinleri hidrolize ederek kökün tohumdan çıkması olayıdır (Beaulieu vd., 2022). Çimlenme, tohum verimini arttırmanın uygun maliyetli ve güvenilir bir yoludur. Çağlar boyunca, tahıl ve baklagillerde çekirdek yapısını yumuşatmak, besleyici bileşiklerin miktarını arttırmak ve besleyici olmayanları azaltmak için ısıtma ve/veya çimlendirme kullanılmıştır (Ikram vd., 2021).

Çimlendirme işlemi ile normal tanelere kıyasla çimlendirilmiş tanelerin vitamin, mineral, antioksidatif özellikler ve çeşitli biyoaktif bileşenler yönünden daha zengin olduğu ortaya konulmuştur (Lopez vd., 2017). Fenolik asitler, flavonoidler ve tanenler, çimlenmiş yenilebilir tohumlar ve filizlerde tespit edilen en yaygın fenolik bileşikler olarak öne çıkmaktadır (Gan vd., 2017). Ayrıca, bu işlem sayesinde besinlerin yalnızca kimyasal özelliklerinde değil lezzet, koku ve renk gibi duyuşal özelliklerinde de olumlu değişimler gözlenebildiği bildirilmiştir (Kılınçer ve Demir, 2019). Çimlenmenin makro ve mikro besin öğeleri kolay emilim için hazır hale getirerek yetersiz beslenmeyi azaltabileceği de öne sürülmektedir (Om vd., 2020).

Çimlendirilmiş besinler fonksiyonel besin kategorisinde değerlendirilmektedir. Bitkilerin yapılarında genellikle glikozidlere bağlı olarak veya esterleşmiş olarak bulunan, bitkinin büyümesi ve gelişmesinde çeşitli fonksiyonlara sahip sekonder metabolitler olarak bilinen biyoaktif bileşenlerin açığa çıkması veya miktarındaki artış besinlere 'fonksiyonel' özellik kazandırmaktadır. Ayrıca çimlendirilmiş taneler/filizler, filizlenmemiş tohumlara kıyasla daha yüksek polifenolik asit ve flavonoid içeriğine sahip olmasından dolayı fonksiyonel gıda olarak kabul edilebilmektedir. Bu nedenle daha sağlıklı gıda seçimleri için günlük beslenmeye bu ürünleri dahil etmek vurgulanması gereken bir konu haline gelmiştir (Francis vd., 2022).

Bu derlemede, her geçen gün tüketimi artan çimlendirilen tane ve filiz ürünlerin besinsel kompozisyon ve fonksiyonel etkisinde meydana gelen değişimler ile beslenmedeki rolü ve önemi ele alınmıştır.

ÇİMLENDİRİLMİŞ TAHILLAR VE YALANCI TAHILLAR

Küresel olarak, buğday, pirinç, mısır, yulaf, arpa, çavdar, darı, karabuğday ve kinoa gibi tahıllar, insanlara sağladıkları faydalardan dolayı ekilmekte ve bütün veya öğütülmüş formlarda tüketilmektedir. Son yıllarda bu yararların tüketici tarafından farkındalığının artmasından ötürü tüketimi önemli ölçüde artış göstermiştir. Çimlendirme, tahılların besin değerini artırmanın etkili yöntemlerinden biridir (Ding ve Feng, 2019). Bu bölümde tahılların çimlendirilmesi ve sağlığı geliştirici yönleri üzerinde durulmuştur.

Yulaf

Dünya çapında yaygın olarak yetiştirilen ve sıklıkla tüketilen yulaf (*Avena sativa* L.); proteinler, lipidler, vitaminler, mineraller, β -glukan, fitokimyasal bileşik olan polifenol ve avenantramidler gibi sekonder bileşikler açısından zengin bir besindir. (Yu vd., 2022). Yulafı yapılan çalışmalarda, yulafın çimlendirilmesi sırasında toplam fenolik içeriğinin (Thang vd., 2020) ve α -amilazın inhibitör aktivitesinin artması ve α -glukosidazın azalması ile de yulafın besin değerinin arttığı tespit edilmiştir (Khang vd., 2016). Aparicio-García, vd (2021) tarafından yapılan bir çalışmada filizlenmiş

yulaf tanesi tozuyla filizlenmemiş yulaf tanesi tozunun besinsel kompozisyonları karşılaştırıldığında filizlenmiş yulaf tanesi tozunun protein, β -glukan, tiamin, riboflavin ve mineraller (P, K, Mg ve Ca) açısından daha zengin bir kaynak olduğu bulunmuştur. Kontrol grubuna göre kıyaslandığında daha iyi bir amino asit ve yağ asidi bileşimleri ile γ -aminobütirik asit, serbest fenolik ve antioksidan kapasiteye sahip olduğu ve filizlenmiş yulaf tanesi tozunun glutensiz fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır (Aparicio-García, vd., 2021).

Arpa

Son yıllarda özellikle gelişmiş ülkelerde çimlendirilmiş filiz olarak kullanılan arpanın tüketimi de giderek artmaktadır (Al-Ansi vd., 2022). Yapılan bir çalışmada farklı arpa çeşitlerinin çimlendirilmesi kül, protein ve lif içeriğinde, antioksidan özelliklerinde (toplam flavonoid içeriği, toplam fenolik içerik, antioksidan aktivite, metal şelatlama aktivitesi) önemli bir artış sağlamıştır (Bangar vd., 2022). Çimlendirilen arpada taneye göre, doymuş yağ, kül ve toplam karbonhidrat miktarında azalma görülürken, lif, kalsiyum, magnezyum, fosfor ve çinko gibi mineral içeriğinde artış meydana geldiği ortaya konmuştur. Antioksidant aktivite ve total flavonoid içeriği gözlemlendiğinde ise çimlendirilen arpa da daha yüksek seviyelerde olduğu bulunmuştur (Farooqui vd., 2018). Paralel olarak 12 güne kadar çimlendirilen arpada 8.güne kadar fitaz aktivitesi önemli ölçüde artmış ve daha sonra azalma meydana geldiği rapor edilmiştir. Çimlenme sırasında fitaz aktivitesindeki artışa, arpadaki fitat içeriğinde önemli bir azalma (%92-97 oranında) eşlik etmiştir. Filizlenmiş arpanın fitat içeriğinin çimlenme ile azalması, tahılın fosfor kullanılabilirliğini iyileştirmiştir (Bouajila vd., 2020). Al Ansi vd., (2022) yaptıkları bir çalışmada, 24, 48 ve 72 saat boyunca çimlendirilmiş Highland arpası ekmeği üretiminde kullanılmış ve daha besleyici, antimikrobiyal ve antioksidan özelliklere sahip fonksiyonel bir ekmeği elde edilmiştir. Çimlenme süresinin uzaması (sırasıyla 48 ve 72 saat) gluten ağının oluşumunu olumsuz etkileyerek unun su emilimini, hamur geliştirme süresini ve stabiliteyi azaltmıştır. Yirmi-dört saat boyunca çimlendirilmiş arpa ile yapılan ekmeği, ekmeği

yapma performansını, raf ömrünü, duyu nitelikleri ve genel kabul edilebilirlik üzerindeki etkisini olumlu bir şekilde etkilemiştir. Çimlendirme işleminin, buğday ve arpada besin kalitesini ve fonksiyonel gıda bileşimini iyileştirmenin doğal ve sürdürülebilir bir yolu olduğu düşünülmektedir.

Karabuğday

Karabuğday (*Fagopyrum esculentum*), Polygonaceae familyasına ait alternatif bir tahıl ürünüdür ve yüzyıllardır kabuğu çıkarılarak tane, un ve erişte olarak tüketilmektedir (Li vd., 2021; Koyama vd., 2013). Karabuğday, önemli miktarda protein, vitamin ve mineral içermekle birlikte, kuersetin ve rutin gibi içerdiği fenolik bileşenlerden dolayı da beslenme açısından önemli bir tahıldır (Jin vd., 2022). Çimlendirilen karabuğdayda, rutin, kuersetin, isoorientin, orientin, isovitexin ve viteksin gibi flavonoller tohumla kıyasla daha yüksek oranda bulunmaktadır. Bu fenolik bileşikler, antimikrobiyal, antioksidan, antikanserojen ve antimutajen özelliklere sahiptirler (Hsu vd., 2008; Hao vd., 2021). Zhang vd. (2015) yaptıkları bir çalışmada, çimlenme süreci boyunca hem antioksidan aktivitenin hem de rutin, vitexin, isovitexin, orientin, izoorientin, klorojenik asit, trans-3-hidroksisinnamik asit ve p-hidroksibenzoik asit gibi fenolik bileşiklerin çimlenme sürecinde önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir. Çimlendirme, karabuğday tohumlarının biyokimyasal ve besinsel bileşimlerinde önemli değişikliklere neden olmuş ve besin değeri iyileştirilmiştir. Ispiryan vd., (2021) tarafından yapılan başka bir çalışmada, çimlendirilmiş karabuğday tanesinin içeriğindeki polioller, fermente olabilir oligosakkaritler, monosakkaritler ve disakkaritlerin değişimleri incelenmiş ve karabuğdayın bileşimindeki sindirilemeyen, çözünür ve fermente karbonhidratların çimlendirme sürecinde düzeylerinin azaldığı saptanmıştır. Bu sebeple karabuğday maltının sağlıklı bir besin olduğu görüşü bildirilmiştir. Bhinder vd., (2022) tarafından yapılan bir çalışmada ise, tartar karabuğdayı 72 saat boyunca çimlenme işlemine tabi tutulmuş ve karabuğdayın antioksidan aktivitesinde %64'lük bir artış sağlanmıştır. Karabuğdayın 48 saatten daha uzun bir süre boyunca çimlendirilmesi ile hamurun

viskoelastisitesi etkilenmiş ve keklerin özgül hacmi azalmış, kekin hamurunun kalın yapışkan olmasına yol açmıştır. Ancak 48 saat boyunca filizlenen karabuğdaydan üretilen keklerde daha düşük sertlikte ve yüksek özgül hacimde kekler elde edildiği belirlenmiştir. Ayrıca tartar karabuğdayı kullanılarak yapılan muffinlerde karabuğdayın neden olduğu acılığın da çimlenmiş karabuğday kullanılarak giderildiği bildirilmiştir. Karabuğdayın 48 saatlik çimlendirme süresi sonucunda fiziksel ve kimyasal özelliklerinde olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Kinoa

Kinoa, besinsel ve biyolojik özelliklerinin yanı sıra çevresel koşullara dayanıklılığı nedeniyle 21. yüzyılın tahıllarından biri olarak kabul gören yalancı tahıl grubuna sahip bir besindir (FAO, 2011). Glutensiz ve yüksek kaliteli protein, lif, karbonhidrat, vitamin, mineral, fitokimyasal ve biyoaktif peptit kaynağıdır. Saponinler, tanenler ve fitik asitler gibi kinoada bulunan antibesinsel faktörler, çinko ve demir gibi minerallerle çözünmeyen kompleksler oluşturarak biyoyararlılığı azaltabilmektedir. Ancak bu durumun kinoa tohumunun çimlendirilmesi ile azaltılabileceği bildirilmiştir (Desai vd. 2009). Kinoa tohumlarının çimlendirilmesinin kimyasal bileşim, mineral madde, C vitamini, antioksidan ve antibesinsel faktörler üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada, deneysel demir eksikliği anemisi oluşturulmuş albino ratların tedavisinde çimlenmiş kinoa tohumlarının beslenme profili üzerindeki etkisi ve kinoa ile güçlendirilmiş bitkisel beslenmenin antianemik potansiyelleri değerlendirilmiştir. Kinoa tohumlarının çimlenmesi demir, kalsiyum, çinko gibi mineral içerikleri ile C vitamini ve karotenoidleri arttırmış ve antinütrisyonel faktörler olan saponin, fitik asit ve tanenleri azaltmıştır. Ayrıca ratların kırmızı kan hücre profilinde (Hb, Hct, RBCs, WBCs, MCV, MCH) olumlu değişimler olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak çimlenmiş kinoa tohumlarıyla beslenen ratlarda antioksidan, vitamin ve mineral içeriği ile besin bileşiklerinin biyoyararlanımı artmış, antianemik sağlık potansiyelleri ile sonuçlanmıştır (Darwish vd., 2021). Çimlendirilmiş kinoa hakkında yapılan başka bir çalışmada,

çimlendirme işlemi sonucunda elde edilen kinoa ununda indirgen şeker, fenolik bileşik ve protein içeriğinin yanı sıra antioksidan aktivitenin önemli düzeyde arttığı tespit edilmiştir. Bu artışın ise özellikle çimlendirme işleminin 48. ve 72. saatleri arasında olduğu bulunmuştur. Diğer yandan, çimlendirilenin 96. saatinden itibaren örneklerin protein ve polifenol içeriklerinde azalmalar meydana gelmiştir (Bhinder vd., 2021). Suárez-Estrella vd., (2020) tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise, çimlendirilenin kinoadaki protein ve nişasta molekülleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Numunelerin protein yapısında meydana gelen değişimler sonucunda köpük stabilitesinin geliştiği, köpük kapasitesinin ise protein yapısında meydana gelen değişimlerden olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir. Filizlenmiş kinoada artan amilolitik enzim aktivitesi sebebiyle ısıtma sonucunda nişasta jelatinleşmesinde artış olduğu bildirilmiştir.

Amarant

Amarant (*Amaranthus hypochondriacus*) atalardan kalma bir besin maddesidir ve peptit kompozisyonu bakımından iyi bir biyoaktif bileşen kaynağıdır. Ayrıca, glutensiz içeriği dolayısıyla bu besine olan ilgi de giderek artmaktadır. Bu yalancı tahıl, yüksek lipid, diyet lifi, vitamin, antioksidan ve esansiyel amino asitlerin mükemmel dengesi nedeniyle iyi kalitede bir protein kaynağıdır (Tania vd., 2020). Çimlendirilmiş amarant, biyoaktif peptitleri geliştirmesinin yanı sıra fitokimyasal kompozitlerin biyoaktivitelerini ve biyoyararlanımını iyileştirmekte ve sağlık açısından değerli özellikleri artırmaktadır (Sandoval-Sicairos vd., 2021). Çimlendirilmiş amarant hidrolizatlarındaki antioksidan kapasite, işlenmemiş amarant hidrolizatlara kıyasla daha yüksektir. Bu etkinin hem çimlenme süreci hem de enzimatik hidroliz yoluyla fenolik bileşiklerin ve peptitlerin salınması ile ilgili olduğu bildirilmiştir (Sandoval-Sicairos vd., 2020). Amarant tanelerinin besinsel kompozisyonunu üst düzeye çıkarmak için çimlenme koşullarını optimize etmeyi amaçlayan bir çalışmada, 28 ila 36°C ve 12–22 saat arasında değişen farklı sıcaklık ve süreler ile çimlendiricide çimlendirilmiş amarant ununun, ham amarant ununa kıyasla daha yüksek protein, antioksidan bileşen, diyet lifi ve

daha az fitik asit ve tanen içerdiği gösterilmiştir. Çimlenme süresi ve sıcaklığındaki artış, protein, antioksidan aktivite ve toplam diyet lifinde önemli bir artışa ve fitik asit ve tanenlerde azalmaya neden olmuştur. Ayrıca ham ve optimize edilerek çimlendirilmiş amarant unu amino asitlerinin yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile kantitatif analizi sonucunda, amarant çimlenmesinin metionin, triptofan ve valin hariç tüm esansiyel amino asitlerinin miktarını artırdığı belirlenmiştir (Chauhan vd., 2022). Amarantın antimikrobiyal etkilerinin incelendiği bir çalışmada ise çimlenmiş ve çimlenmemiş amarant örneklerinden su içinde çözünmüş ekstraktlar hazırlanmış ve örneklerin antimikrobiyal aktiviteleri incelenmiştir. Bu aktivite sonuçlarına göre, çimlendirilmiş amarant örnekleri *Salmonella typhi* gibi şiddetli gastrointestinal sistem patojenlerine karşı dahi çok etkili bir antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Amarant tanelerine uygulanan çimlendirme işleminin duyuşal özellikleri geliştirdiği vitamin C ve posa içeriklerinin artış gösterdiği de rapor edilmiştir (Vora vd., 2014).

Chia

Chia (*Salvia hispanica L.*), anavatanı Güney Meksika ve Kuzey Guatemala olan ve günümüzde

tüm dünyada yetiştirilen yıllık otsu bir bitkidir. Son yıllarda sağlığı geliştirici özelliklere sahip bitkisel gıdalara olan talepte bir artış olmuştur ve chia, yüksek besinsel ve fonksiyonel değeri ve başta n-3 olmak üzere çoklu doymamış yağ asitlerinden zengin kimyasal bileşimi nedeniyle bu süreçte öne çıkmıştır (de Abreu Silva vd., 2021). Chia tohumunun %35 diyet lifi, %30 yağ, %18 n-3 yağ asidi ve %16.5 protein içermesi popüler olmasında etkili olmuştur (Otondi vd., 2020). Yapılan bir çalışmada, çimlendirilmiş chia tohumunun çığ tohuma kıyasla antioksidan aktivite, kateşin, rutin, ferulik asit ve kafeik asit gibi fenolik bileşenlerin değerlerinde artış olduğu belirlenmiştir. Ancak kumarik asit, resveratrol, sinnamik asit ve kemferol gibi fenolik bileşenlerde azalma meydana gelmiştir. Aynı çalışmada çimlendirilmiş chia tohumunun çığ tohuma kıyasla palmitik, stearik, oleik ve linoleik yağ asidi bileşenleri arttığı bildirilirken, çimlendirme işleminin chia tohumunu besleyici bir gıda haline getirdiği ve katma değeri açısından potansiyel olarak fayda sağlayabileceği sonucuna varılmıştır (Ghafoor vd., 2022). Bazı tahıl ve yalancı tahıllarda çimlendirme süresi ve sıcaklığına bağlı olarak gözlenen değişimler Çizelge 1'de özetlenmiştir.

Çizelge 1. Bazı tahıl ve yalancı tahıllarda çimlenme sonrasında meydana gelen değişimler

Tahıl/ yalancı tahıl	Çimlendirme Sıcaklığı / Süresi	Temel Bulgular	Kaynak
Yulaf	18°C / 96 saat	Protein, β-glukan, tiamin, riboflavin içeriğinde ve antioksidan kapasitede artış	Garcia vd., 2021
Arpa	21°C / 12 gün	Fitaz aktivite düzeyinde artış	Bouajila vd., 2020
Karabuğday	22-23°C / 72 saat	Antioksidan kapasitede artış	Bhinder vd., 2022
Kinoa	25°C / 48 saat	İndirgen şeker, protein, fenolik bileşen içeriğinde ve antioksidan aktivitede artış	Bhinder vd., 2021
Amarant	28- 36°C / 12-22 saat	Protein içeriği, antioksidan, diyet lifinde artış; fitik asit ve tanen miktarında azalış	Chauhan 2022
Chia	20°C / 4 gün	Antioksidan aktivite, kateşin, rutin, ferulik asit ve kafeik asit gibi fenolik bileşenlerde artış	Ghafoor vd., 2022

ÇİMLENDİRİLMİŞ BAKLAGİLLER

Baklagiller (bezelye, mercimek, fasulye, soya fasulyesi ve nohut), sadece besin kaliteleri nedeniyle değil, aynı zamanda çeşitli çevresel faydaları nedeniyle en önemli mahsullerden

biridir. Baklagil tohumları ve tozları önemli protein, karbonhidrat, vitamin, mineral ve diyet lifi kaynaklarıdır (Raza vd., 2019). Baklagillerin proteinlerinin bir kısmı, fitat ve polifenoller gibi diğer bileşenlerle etkileşim nedeniyle sindirilemez.

Bu nedenle, protein erişilebilirliğini iyileştirme arayışı birçok araştırmacının ilgisini çekmiştir. Çimlendirme, protein sindirilebilirliğini ve protein biyolojik özelliklerini iyileştirmek için bir biyoproses yöntemi olarak önerilmiştir (Ohanenye vd., 2020). Bu bölümde baklagillerin çimlendirme işlemleri ve gerçekleşen değişimler incelenmiştir.

Soya Fasulyesi

Soya fasulyesi, özellikle Güneydoğu Asya'da dünya çapında yetiştirilen, besin açısından zengin önemli baklagil bitkisidir. (Yim vd., 2009). Protein ve yağ tedarikinin yetersiz olduğu Güney Kore'de, soya fasulyesi, yerli nüfus için önemli besin kaynaklarını temsil eden birkaç geleneksel fermente gıda için birincil kaynak olarak kullanılmıştır. Soya fasulyesi içeren gıdaların tüketiminin meme ve prostat kanseri insidansını azaltmada etkili olduğu ve kardiyovasküler hastalık ve menopoza semptomları üzerinde etkili olduğu bulunmuştur (Khosravi ve Razavi 2021). Bu faydalı etkiler, soya fasulyesindeki çeşitli biyoaktif bileşiklerin, özellikle izoflavonların etkisine atfedilebilir (Eum vd., 2020). Soyanın çimlendirilmesi sonucunda, Cu, Mn, Zn ve Ca gibi minerallere ek olarak α -amilaz, lesitin, α -galaktosidaz ve lipaz gibi enzimler ile genistein ve daidzein bileşiklerinin miktarlarında artış meydana gelmektedir. Soyanın tadını olumsuz yönde etkilediği bilinen lipoksigenaz enzimi ile protein sindirilebilirliğini düşüren tripsin enziminin çimlendirme işlemi ile birlikte soya filizlerinde oransal olarak azaldığı bulunmuştur (Plaza vd., 2003). Filizlenen soya fasulyesinin tüketiminin sağlık açısından faydalı olduğu bilinmektedir. Güney Kore'de soya fasulyesinin çimlendirilmesiyle alakalı yapılan bir çalışmada izoflavon içeriği, biyoaktif bileşikleri, antioksidan aktiviteleri değişimleri incelenmiştir. Ayrıca tohum ve filizlerin besin değerleri karşılaştırılmıştır. Sonucunda toplam izoflavon içeriği, soya fasulyesinin tohum aşamasında daha yüksekken, 7 gün çimlendirilmiş soya fasulyesinde toplam fenolik içeriği ve antioksidan aktiviteleri artmıştır. Filiz özüleri, üstün anti-inflamatuar aktiviteler sergilemiştir. Çimlendirilmiş soya fasulyesinin besin kompozisyonu olarak geliştiği saptanmıştır (Eum vd., 2020). Mastropasqua vd.

(2020) tarafından yapılan bir çalışmada 5 günlük çimlenme sonrası soyanın kırmızı, mavi ve beyaz ışık ve karanlık koşullarının kalite parametreleri üzerindeki etkisi değerlendirilmiş toplam askorbat, çözümlü proteinler, şekerler, fenolik bileşikler ve karotenoidler, klorofiller ve antosiyaninler gibi pigmentler araştırılmıştır. Karanlık uygulama, aydınlatma nedeniyle kuru madde azalmasını engellerken, kırmızı ışık soya fasulyesinde polifenollerde artışa neden olmuştur. Karanlığa nazaran belli dalga boyundaki aydınlatma; C vitamini, karotenoid, klorofil ve antosiyanin içerikleri üzerinde olumlu etki göstermiştir. Soya fasulyesinde çözümlü protein, şekerler ve polifenollerde artış göstermiştir (Mastropasqua vd., 2020).

Soya fasulyesi çeşidinin ve çimlenme süresinin; yapısal değişiklikler, antibesinsel faktör içeriği ve çimlendirilmiş soya fasulyesinin antioksidan aktivitesi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmanın sonucunda, artan çimlenme süresi ile antioksidan aktivitenin arttığı, antibesinsel faktörlerin içeriğinin ise azaldığı belirlenmiştir. Çimlendirmenin soya fasulyesinin fonksiyonel özelliklerini iyileştiren etkili ve ucuz bir yöntem olduğu gösterilmiştir (Hu vd., 2021). Landfeld vd. (2014) soya sütünden yapılan yoğurda çimlendirilmiş soya taneleri eklemiş ve bu tanelerin yoğurdun duysal ve reolojik özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Çimlendirme işleminin soya fasulyesi tanelerinin kuru madde oranını yükselterek soya sütünden yapılan yoğurtlarda daha iyi bir kıvam elde edilmesi sağlanmıştır.

Nohut

Pek çok baklagil arasında, nohut (*Cicer arietinum*), besleyici ve biyoaktif bileşimleri nedeniyle insan beslenmesinin önemli bir parçasıdır (Raza vd., 2019). Çok eski zamanlardan beri üretilen nohut, önemli bir baklagildir ve farklı bileşiklerinde antioksidan, antihipertansif, hipokolesterolemik ve antikanser özellikler tanınmıştır (Faridy vd., 2020). Ayrıca, çimlendirilmiş nohutun ratlarda kolesterol düzeyine olumlu etkisinin olduğu bildirilmiştir (Khattak vd., 2007). Nohutun çimlenmesi sırasında farklı çimlenme süreleri ve aydınlatma koşullarının protein çözünürlüğü ve

karotenoid içeriği üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, tüm çimlendirme koşullarında protein çözünebilirliği olumlu yönde etkilenmiş ve en yüksek β -karoten düzeyine 72 saat sarı ışıkta çimlendirilen nohutlarda ulaşılmıştır (Khattak vd., 2008). Aydınlatma koşullarına ilişkin yapılan benzer bir çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, nohutların mavi ışık altında 48 saat süreyle çimlendirilmesi sonucunda nohutlarda istenmeyen bir bileşen olan fitik asit düzeyinin %1.01'den %0.6'ya düştüğü tespit edilmiştir (Khattak vd., 2007). Pigmentli Desi nohutun çimlendirilmesi hakkında yapılan bir çalışmada, 171 saat süreyle 33.7°C'de çimlendirme işleminden sonra çözünebilir lif içeriğinde %26, toplam diyet lifinde %15 ve çözünemeyen lifte ise %15 oranında anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur. Bunlara ek olarak, çimlendirme işlemi ile nohutta bulunan ham protein miktarında %16.4 oranında anlamlı bir artış olduğu bildirilmiştir (Domínguez-Arispuro vd., 2017). Nohutun dört günlük çimlendirme işlemi boyunca antioksidan aktivite, askorbik asit, toplam fenolik ve toplam flavonoid içerikleri değerlendirilmiştir. Kuru madde bazında protein içeriğinin arttığı tespit edilmiş, karbonhidrat ve yağ içeriğinin ise çimlenme sırasında azaldığı bildirilmiştir. Askorbik asit içeriğinin yaklaşık 3.52 katına çıktığı, antioksidan aktivitenin 4 günlük çimlenmeden sonra %24.14'den %58.50'ye yükseldiği raporlanmıştır. Ayrıca, su emme kapasitesinin düştüğü, yağ emme kapasitesinin ise arttığı tespit edilmiştir (Kaur ve Prasad, 2022).

Acı Bakla

Acı bakla (*Lupinus albus*), yaklaşık 2000 yıl önce Mısır'da ortaya çıktığı düşünülen ve daha sonra sağlık üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle geçmişten günümüze birçok toplum tarafından kullanılmaya başlanmış bir mevsim baklagilidir. Yüksek protein ve nispeten düşük yağ içeriğine sahip nişastasız baklagil tohumu olup, besin değeri ve marjinal topraklara ve iklimlere uyum sağlaması nedeniyle dünyanın çeşitli yerlerinde yetiştirilmektedir (Singla vd., 2021). Acı baklanın 2 ve 4 gün boyunca çimlendirilmesiyle mikroyapısal ve fizikokimyasal bileşimlerinin değişimleri araştırılmıştır. Çimlenme ile birlikte Na, Mg, Fe ve Zn miktarları ile asitlik değeri

artmış, dört günlük çimlenme süresi boyunca yağ ve karbonhidrat içeriği azalmıştır (Atudorei vd., 2021). Çimlendirme işleminin acı baklada bulunan fenolik bileşiklerin miktarını artırdığını ve böylece antioksidan kapasitesini yükselttiğini belirten çalışmalar bulunmaktadır (Khan vd., 2018; Saleh vd., 2019). Acı bakla tohumlarının toplam fenolik madde içeriğinin 9 günlük çimlendirme işlemi ile yaklaşık 3 kat arttığı tespit edilmiştir (Duenas vd., 2009).

Mercimek

Mercimek (*Lens culinaris* Medic.), başlıca Kanada ve Hindistan'da üretilen *Fabaceae* familyasına ait bir bakliyat bitkisidir. Küresel baklagil üretiminde fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), bezelye (*Pisum sativum* L.) ve nohuttan (*Cicer arietinum* L.) sonra dördüncü sırada yer almaktadır (Kumar ve Pandey 2020). Mercimeğin çimlendirilerek tüketilmesi ile ilgili yapılan bir çalışmada, 5 çeşit mercimek türü kullanılmış ve 16-18 saat boyunca 50±5°C'de, çimlendirme uygulanan mercimeklerin toplam çözünebilir şeker miktarında önemli bir değişiklik gözlenmemişken, nişasta içeriğinde ise %9.93-35.56 oranında bir azalma meydana geldiği saptanmıştır. Mercimeklerin ham protein miktarında ise ortalama olarak %21.63 oranında düşüş meydana geldiği bildirilmiştir. Bu azalışın sebebi olarak çimlendirme sırasında proteaz enzim seviyesinde meydana gelen artışın sorumlu olduğu düşünülmektedir (Pal vd., 2016). Dolayısıyla maksimum verim elde etmek için çimlenme şartlarının optimum düzeyde olması önem taşımaktadır. Geliştirilmiş besinsel ve fonksiyonel özelliklere sahip yeni mercimek unları üretmek için çimlenme koşullarının optimizasyonunu amaçlayan bir çalışmada; fitik asit, askorbik asit ve γ -aminobütirik asit (GABA), fenolik bileşiklerin içeriği ve profili, antioksidan aktivite, beklenen glisemik indeks (GI) ve çimlenme sırasındaki renkler incelenmiştir. Filizlenme, fitik asit içeriğinin azalmasını sağlamış ve askorbik asit, GABA, çözünmeyen fenolik bileşikler, antioksidan aktivite ve beklenen GI seviyelerini arttırmış ve elde edilen mercimek unlarının rengini değiştirmiştir. Filizlenmiş mercimek unlarının besinsel, biyoaktif ve kalite özelliklerini en üst düzeye çıkarmak için en uygun çimlenme sıcaklığı ve süresi gibi işlem koşullarının

3.5 gün boyunca 21°C olduğunu ortaya çıkarmıştır (Rico vd., 2021).

ÇİMLENDİRİLMİŞ BİTKİLER

Çimlendirme işleminin makromolekülleri üretebilen, parçalayabilen, sindirilebilirliği artıran ve besin değerlerini artıran ekonomik ve etkili bir teknoloji olduğu düşünülmektedir. Çimlendirilen besinlerin askorbik asit, antioksidan kapasite, fenolik asit ve izoflavon içeriklerinin yükseldiği belirlenmiştir (Huang vd., 2014). Bu bölümde bitkilerin çimlendirilmesi sonrasında besin değerlerinin değişimleri ve çimlendirme koşulları incelenmiştir.

Brokoli

Brokoli filizi, *Brassica* familyasına ait, besin kalitesi ve ticari değeri yüksek olan yenilebilir bitki türlerinden biridir. Brokoli filizlerinin, askorbik asit, antosiyaninler, glukosinolatlar, fenolik asitler, flavonoidler ve fitokimyasal içerikleri nedeniyle vücudumuzun bağışıklığını veya sağlık durumunu iyileştirmede hayati bir rol oynayabileceği bildirilmiştir (Krishna vd., 2022). Di Bella vd. (2020), üç brokoli çeşidinin brokoli gelişiminin üç farklı aşamasında (filizler, mikro yeşillikler ve bebek yaprakları) fenolik bileşiklerin profilini ve konsantrasyonunu araştırmış ve tüm çeşitlerin brokoli filizlerinde kaempferolün baskın fenolik bileşik olduğunu ortaya koymuştur. Brokoli filizlerinin çimlendirilmesinde LED ışıklarının etkisini araştıran bir çalışma da beyaz, yeşil ve mor LED ışıkların brokoli filizlerinin uzunluğu ve toplam su içeriğini azalttığı gözlemlenmiş, en yüksek askorbik asit ve antosiyanin içeriğinin ise mavi LED ışıkla bulunduğu bildirilmiştir. Perez-Balibrea vd. (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, ticari olarak satılan brokoli tohumlarında C vitamini eser miktarlarda saptanmasına rağmen, filizlenme sürecince C vitamini miktarının arttığı rapor edilmiştir. Ayrıca filizlenme ile tohumların flavonoid içeriğinin 2-3 kat, glukosinolat içeriğinin 2 kat azaldığı, bunun aksine fenolik asit içeriklerinin 2-6 kat arttığı tespit edilmiştir.

Turp

Turp (*Raphanus sativus* L.), Brassicaceae familyasının temel bir kök sebzesidir, yıllık

bahçecilik ürünü olarak yetiştirilmektedir ve besin değeri nedeniyle dünya çapında tüketilmektedir (Muleke vd., 2021). Turp kökü içerdiği protein ve polisakaritlerin yanı sıra önemli miktarda antioksidan, C vitamini ve glukosinolatlar ile fenolik bileşikler gibi sağlığı geliştirici bileşikler içerir (Attiri vd., 2021). Turp filizlerinin sağlık üzerindeki olumlu etkilerini artırmak için uygun sıcaklık ve su miktarı ile çimlenme süresinin seçiminin büyük önem taşıdığı bildirilmiştir (Bakhshandeh ve Gholamhossieni 2019). Janicki vd. (2005)'in yaptığı bir çalışmada 20°C'de çimlendirilen turpun flavonol içeriğinde anlamlı bir artış gözlemlendiği, sıcaklık değişimlerinin ise flavonol sentezini olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir (Janicki vd., 2005).

Yonca

Farklı topraklara ve iklim koşullarına yüksek adaptasyonu ve iyi yem kalitesi sağlamasından dolayı yonca (*Medicago sativa* L.), tüm dünyada yetiştirilen en önemli bitkilerden birisidir (Baxter vd., 2019). Günümüzde bazı ülkelerde yonca sadece hayvan yemi olarak değerlendirilirken, gelişmiş ülkelerde yüksek esansiyel aminoasit içeriği ve C ve B₂ vitamini gibi vitaminler ihtiva etmesinden ötürü insanlar tarafından da sıklıkla tüketilmektedir. Ayrıca çimlendirme uygulanan yonca tohumlarında, Mg, K, Na, Ca, Zn, Fe, Cu, Mn mineralleri ile C, B₁, B₂, B₆, E, C ve A vitaminlerinin tohumuna kıyasla yonca filizinde daha yüksek miktarda olduğu belirlenmiştir (Lee vd., 2007). Yapılan son çalışmalarda, kırmızı yonca ve yonca filizlerinde östrojenik aktiviteye sahip yüksek konsantrasyonlarda izoflavon ve flavonoidler bulunmuş ve nutrasötikler olarak insan beslenmesinde kullanımlarının desteklenebileceği vurgulanmıştır (Mattoli vd., 2016; Chiriac vd., 2020a). Yapılan başka bir çalışmada çimlendirilen yonca (*Medicago sativa*) ve kırmızı yoncada (*Trifolium pratense*) Mg, K, Na ve Ca gibi ana mineral elementler ve Zn, Fe, Cu, Ni ve Se gibi eser elementler açısından zengin olduğu bulunmuştur (Chiriac vd., 2020b). Özel bir firma tarafından temin edilen yonca ve soya örnekleri ile bu örneklerin filizlerinin içerikleri hakkında yapılan bir çalışmada yonca tohumları filizlendirildiğinde C ve A vitaminlerinde sırasıyla 10 ve 1.250 kat artış meydana geldiği, soya

tohumlarının filizlerinde ise genistein ve daidzein fitoöstrojenlerinde sırasıyla 3 ve 10 kat artış olduğu bildirilmiştir (Plaza vd., 2003). Başka bir çalışma da 120 saatlik çimlenmeden sonra bazı tohumların içeriği incelenmiş ve sonucunda tokoferol içeriği buğdayda 5.3 kat, turpda 5.4 kat, yoncada 6.9 kat ve amarantda 5.2 kat artmıştır. Ayrıca 24 saat ıslatma ve çimlenme sonrasında buğday, amarant ve bezelye tohumlarında toplam fenolik içerik azalırken, diğer türlerin tohumlarında neredeyse iki kat artmıştır (Tarasevičienė vd., 2019). Yonca, buğday ve turp filizleriyle yapılan bir çalışmada ham yağ, protein, polifenol, antioksidan aktivite ve vitamin değişimleri 7 günlük çimlenme boyunca araştırılmıştır. Fenolik bileşikler, antioksidan aktivite ve kateşin miktarları sırasıyla buğday, yonca ve turp filizleri için 7., 5. ve 6. günlerde maksimum seviyelere çıkmıştır. En uygun çimlenme günlerinde alınan yonca ve turp filizleri, E, A ve B₆ vitaminlerinin tavsiye edilen günlük tüketimi karşılamaya katkıda bulunacağı belirlenmiştir. Daha fazla besin içeriği olarak kullanımları için; buğday, yonca ve turp tohumlarının sırasıyla sadece 7, 4 ve 6 gün boyunca filizlenmesinin optimum olduğu ve ardından besin kalitelerinde azalma eğilimi görüldüğü sonucu ortaya çıkmıştır (Francis vd., 2022).

Börülce

Afrika'nın sosyoekonomik açıdan en önemli baklagillerinden biri olan börülce (*Vigna unguiculata*), özellikle gelişmekte olan ülkelerde sebze, atıştırılabilir ve yemek malzemesi olarak tüketilmektedir. Kuru olgun tohumlar, kaynatma ve konserve için de uygundur. Börülce ekonomik olmakla beraber yetersiz beslenme ve gıda güvensizliği tehditlerini çözmede anahtar olan temel bitki besinleri, mineraller ve proteinlerin sürdürülebilir bir kaynağı olarak kabul edilmektedir (Gonçalves vd., 2016; Ishikawa vd., 2020). Yapılan bir çalışmada üç günlük çimlenme sonucunda börülcenin antioksidan kapasitesinin önemli ölçüde arttığı ve çimlenme süresi uzadıkça içeriğindeki karotenoid miktarında ise azalma gözlemlendiği rapor edilmiştir (James vd., 2020). Börülce tohumlarının filizlendirilerek C vitamini düzeylerinin ve antioksidan aktivitelerinin

araştırıldığı bir çalışmada başlangıçta börülce tohumlarında C vitamini eser miktarlarda saptanmasına rağmen, filizlenme süresince C vitamini içeriğinin %58-67 dolaylarında arttığı tespit edilmiştir. Tohumun antioksidan aktivitesi ise filizlenme işlemi ile giderek artarak 6. günde en yüksek düzeye ulaşmıştır. Sonuç olarak araştırmacılar, filizlendirme işleminin börülce tohumlarının C vitamini içeriğini ve antioksidan kapasitelerini artırmak açısından iyi bir teknik olduğunu tavsiye etmişlerdir (Doblado vd., 2007).

SONUÇ

Besinlerin çimlendirilmesi uzak doğu ülkelerinde yüzyıllardır kullanılan oldukça eski bir işleme yöntemi olmasına rağmen günlük hayatımızda düşük kalori değeri, yüksek biyolojik aktivitesi, azaltılmış beslenme karşıtı bileşen içeriği ve geliştirilmiş sindirilebilirliği nedeniyle sağlıklı gıda olarak yeni nitelendirilmeye başlanmıştır. Gıdanın besleyici, biyokimyasal ve duyuşsal özelliklerini değiştirmesinin yanında antibesinsel faktörlerin azalmasına neden olduğu için tahılların işlenmesinde beslenme kalitesini iyileştirmek için kullanılmaktadır. Çimlendirilmiş besinler, çimlenmemiş tohumlara kıyasla besin kalitesini etkileyen bazı endojen enzimlerin aktivasyonu ile büyük ölçüde ilişkilidir. Çimlendirilmiş yenilebilir tohumların antioksidan, antidiyabetik ve antikanser etkileri gibi birçok biyoaktiviteye sahip olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle çimlendirme, yenilebilir tohumların sağlığa olan yararlarını artırmanın iyi bir yoludur. Çimlendirme işleminin bazı besin maddelerinin kompozisyonu ve biyoaktif bileşenlerini olumlu etkilemesinden ötürü insan beslenmesine katkıda bulunabileceği çalışmalarla gösterilmiştir. Çimlendirilmiş tanelerin, gelecekte yapılacak sağlık beyanlarında ve gıda endüstrisinin geliştireceği yeni ürünlerde yararlanılma potansiyeli yüksek besinler olacağı beklenmektedir. Bununla birlikte yapılan son araştırmalar, bazı çimlendirilmiş yenilebilir tahılların ve baklagillerin iyi birer gıda takviyeleri olduğunu ve bunların fonksiyonel gıda formülasyonlarına eklenmesinin sağlık stratejisi için önemli olduğunu göstermektedir. İnsanlar üzerindeki yararlı etkilerini daha iyi anlamak için çimlendirme hakkında daha fazla araştırma yapılmalıdır.

YAZAR KATKILARI

Bu çalışmanın hazırlanması ve yayımlanmasında ismi geçen yazarlar dışında hiç kimsenin ya da hiçbir kuruluşun katkısı olmamıştır. Her iki yazar da makalenin yazılmasında ve düzenlenmesinde eşit katkı sağlamıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar, bu derleme makalesiyle ilgili olarak başka kişiler ve/veya kurumlar arasında çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

KAYNAKLAR

Al-Ansi, W., Zhang, Y., Alkawry, T. A. A., Al-Adeeb, A., Mahdi, A. A., Al-Maqtari, Q. A., ... & Wang, L. (2022). Influence of germination on bread-making behaviors, functional and shelf-life properties, and overall quality of highland barley bread. *LWT*, 159, 113200.

Aparicio-García, N., Martínez-Villaluenga, C., Frias, J., & Peñas, E. (2021). Sprouted oat as a potential gluten-free ingredient with enhanced nutritional and bioactive properties. *Food Chemistry*, 338, 127972.

Attri, P., Ishikawa, K., Okumura, T., Koga, K., Shiratani, M., & Mildaziene, V. (2021). Impact of seed color and storage time on the radish seed germination and sprout growth in plasma agriculture. *Scientific reports*, 11(1), 1-10.

Atudorei, D., Stroe, S. G., & Codină, G. G. (2021). Impact of germination on the microstructural and physicochemical properties of different legume types. *Plants*, 10(3), 592.

Bakhshandeh, E., & Gholamhossieni, M. (2019). Modelling the effects of water stress and temperature on seed germination of radish and cantaloupe. *Journal of Plant Growth Regulation*, 38(4), 1402-1411.

Bangar, S. P., Sandhu, K. S., Trif, M., Manjunatha, V., & Lorenzo, J. M. (2022). Germinated Barley Cultivars: Effect on Physicochemical and Bioactive Properties. *Food Analytical Methods*, 1-8.

Baxter, L. L., Grey, T. L., Tucker, J. J., & Hancock, D. W. (2019). Optimizing temperature requirements for clover seed germination. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, 2(1), 1-7.

Beaulieu, J. C., Boue, S. M., & Goufo, P. (2022). Health-promoting germinated rice and value-added foods: a comprehensive and systematic review of germination effects on brown rice. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-34.

Bhinder, S., Kumari, S., Singh, B., Kaur, A., & Singh, N. (2021). Impact of germination on phenolic composition, antioxidant properties, antinutritional factors, mineral content and Maillard reaction products of malted quinoa flour. *Food Chemistry*, 346, 128915.

Bhinder, S., Singh, N., & Kaur, A. (2022). Impact of germination on nutraceutical, functional and gluten free muffin making properties of Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*). *Food Hydrocolloids*, 124, 107268.

Bouajila, A., Ammar, H., Chahine, M., Khouja, M., Hamdi, Z., Khechini, J., ... & López, S. (2020). Changes in phytase activity, phosphorus and phytate contents during grain germination of barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. *Agroforestry Systems*, 94(4), 1151-1159.

Cabrera-Santos, D., Ordoñez-Salanueva, C.A., Sampayo-Maldonado, S., Campos, J. E., Orozco-Segovia, A., & Flores-Ortiz, C. M. (2021). Chia (*Salvia hispanica* L.) Seed soaking, germination, and fatty acid behavior at different temperatures. *Agriculture*, 11(6), 498.

Chauhan, A., Kumari, N., Saxena, D. C., & Singh, S. (2022). Effect of germination on fatty acid profile, amino acid profile and minerals of amaranth (*Amaranthus* spp.) grain. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 16(3), 1777-1786.

Chiriac, E. R., Chițescu, C. L., Sandru, C., Geană, E. I., Lupoaie, M., Dobre, M., ... & Boscencu, R. (2020b). Comparative study of the bioactive properties and elemental composition of red clover (*Trifolium pratense*) and alfalfa (*Medicago sativa*) sprouts during germination. *Applied Sciences*, 10(20), 7249.

Chiriac, E.R., Chițescu, C.L., Borda, D., Lupoaie, M., Gird, C.E., Geana, E.-I., Blaga, G.-V., Boscencu, R. (2020a). Comparison of the Polyphenolic Profile of *Medicago sativa* L. and *Trifolium pratense* L. Sprouts in Different

- Germination Stages Using the UHPLC-Q Exactive Hybrid Quadrupole Orbitrap High-Resolution Mass Spectrometry. *Molecules*, 25, 2321.
- Darwish, A. M., Al-Jumayi, H. A., & Elhendy, H. A. (2021). Effect of germination on the nutritional profile of quinoa (*Cheopodium quinoa* Willd.) seeds and its anti-anemic potential in Sprague–Dawley male albino rats. *Cereal Chemistry*, 98(2), 315-327.
- de Abreu Silva, L., Verneque, B. J. F., Mota, A. P. L., & Duarte, C. K. (2021). Chia Seeds (*Salvia Hispanica* L.) Consumption and Lipid Profile: *A Systematic Review and Meta-analysis*. *Food & Function*.
- Desai, S. D., Desai, D. G., & Kaur, H. (2009). Saponins and their bio-logical activities. *Pharma Times*, 41(3), 13–16.
- Di Bella, M. C., Niklas, A., Toscano, S., Picchi, V., Romano, D., Lo Scalzo, R., & Branca, F. (2020). Morphometric characteristics, polyphenols and ascorbic acid variation in Brassica oleracea L. novel foods: Sprouts, microgreens and baby leaves. *Agronomy*, 10(6), 782.
- Ding, J., & Feng, H. (2019). Controlled germination for enhancing the nutritional value of sprouted grains. In *Sprouted grains* (pp. 91-112). AACC International Press.
- 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 Chemistry*, 101,918–923.
- Domínguez-Arispuro, D. M., Cuevas-Rodríguez, E. O., Milán-Carrillo, J., León-López, L., Gutiérrez-Dorado, R., & Reyes-Moreno, C. (2018). Optimal germination condition impacts on the antioxidant activity and phenolic acids profile in pigmented desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds. *Journal of food science and technology*, 55(2), 638-647.
- Duenas, M., Hernandez, T., Estrella, I., & Fernandez, D. (2009). Germination as a process to increase the polyphenol content and antioxidant activity of lupin seeds (*Lupinus angustifolius* L.). *Food chemistry*, 117(4), 599-607.
- Eum, H. L., Park, Y., Yi, T. G., Lee, J. W., Ha, K. S., Choi, I. Y., & Park, N. I. (2020). Effect of germination environment on the biochemical compounds and anti-inflammatory properties of soybean cultivars. *PLoS one*, 15(4), e0232159.
- FAO (2011). La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Oficina Regional Para America Latina Y El Caribe, FAO, 37, 66. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.03.010F>
- Faridy, J. C. M., Stephanie, C. G. M., Gabriela, M. M. O., & Cristian, J. M. (2020). Biological activities of chickpea in human health (*Cicer arietinum* L.). A review. *Plant foods for human nutrition*, 75(2), 142-153.
- Farooqui, A. S., Syed, H. M., Talpade, N. N., Sontakke, M. D., & Ghatge, P. U. (2018). Influence of germination on chemical and nutritional properties of Barley flour. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2), 3855-3858.
- Francis, H., Debs, E., Koubaa, M., Alrayess, Z., Maroun, R. G., & Louka, N. (2022). Sprouts Use as Functional Foods. Optimization of Germination of Wheat (*Triticum aestivum* L.), Alfalfa (*Medicago sativa* L.), and Radish (*Raphanus sativus* L.) Seeds Based on Their Nutritional Content Evolution. *Foods*, 11(10), 1460.
- Gan, Ren-You, Wing-Yee Lui, Kao Wu, Chak-Lun Chan, Shu-Hong Dai, Zhong-Quan Sui, and Harold Corke. "Bioactive compounds and bioactivities of germinated edible seeds and sprouts: An updated review." *Trends in Food Science & Technology* 59 (2017): 1-14.
- Ghafoor, K., Al Juhaimi, F., Özcan, M. M., Uslu, N., Ahmed, I. A. M., & Babiker, E. E. (2022). The effect of boiling, germination and roasting on bioactive properties, phenolic compounds, fatty acids and minerals of chia seed (*Salvia hispanica* L.) and oils. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 27, 100447.
- Gonçalves, A., Goufo, P., Barros, A., Domínguez-Perles, R., Trindade, H., Rosa, E. A., ... & Rodrigues, M. (2016). Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp), a renewed multipurpose crop for a more sustainable agri-food system:

- nutritional advantages and constraints. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(9), 2941-2951.
- Hosseini, H., & Jafari, S. M. (2020). Introducing nano/microencapsulated bioactive ingredients for extending the shelf-life of food products. *Advances in Colloid and Interface Science*, 282, 102210.
- Hsu, C. K., Chiang, B. H., Chen, Y. S., Yang, J. H., & Liu, C. L. (2008). Improving the antioxidant activity of buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn) sprout with trace element water. *Food Chemistry*, 108(2), 633-641.
- Hu, M., Du, X., Liu, G., Zhang, S., Wu, H., & Li, Y. (2022). Germination improves the functional properties of soybean and enhances soymilk quality. *International Journal of Food Science & Technology*, 57(7), 3892-3902.
- Huang, X., Cai, W., & Xu, B. (2014). Kinetic changes of nutrients and antioxidant capacities of germinated soybean (*Glycine max* L.) and mung bean (*Vigna radiata* L.) with germination time. *Food Chemistry*, 143, 268-276.
- Ikram, A., Saeed, F., Afzaal, M., Imran, A., Niaz, B., Tufail, T., ... & Anjum, F. M. (2021). Nutritional and end-use perspectives of sprouted grains: A comprehensive review. *Food science & nutrition*, 9(8), 4617-4628.
- Ishikawa, H., Ikazaki, K., & Iseki, K. (2021). Visual observation of cowpea pod elongation to predict nitrogen accumulation in immature seeds. *Plant Production Science*, 24(2), 224-229.
- Ispiryani, L., Kuktaite, R., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2021). Fundamental study on changes in the FODMAP profile of cereals, pseudo-cereals, and pulses during the malting process. *Food Chemistry*, 343, 128549.
- James, S., Nwabueze, T. U., Ndife, J., Onwuka, G. I., & Usman, M. A. A. (2020). Influence of fermentation and germination on some bioactive components of selected lesser legumes indigenous to Nigeria. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2, 100086.
- Janicki, B., Kupcewicz, B., Napierała, A., & Mądzielewska, A. (2005). Effect of temperature and light (UV, IR) on flavonol content in radish and alfalfa sprouts. *Folia biologica (Kraków)*, 53(4), 121-125.
- Jin, J., Ohanenye, I. C., & Udenigwe, C. C. (2022). Buckwheat proteins: Functionality, safety, bioactivity, and prospects as alternative plant-based proteins in the food industry. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(7), 1752-1764.
- Karaman, E. E., & Soyulu, A. G. *Gastronomi Ve Mutfak Sanatları Doktora Öğrencilerinin Çiğ Beslenme (Raw Food) Algılarının Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma*. *Gastroia: Journal of Gastronomy And Travel Research*, 4(2), 251-269.
- Kaur, R., & Prasad, K. (2022). Elucidation of chickpea hydration, effect of soaking temperature, and extent of germination on characteristics of malted flour. *Journal of Food Science*, 87(5), 2197-2210.
- Khan, M. K., Karnpanit, W., Nasar-Abbas, S. M., Huma, Z. E., & Jayasena, V. (2018). Development of a fermented product with higher phenolic compounds and lower anti-nutritional factors from germinated lupin (*Lupinus angustifolius* L.). *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(12), e13843.
- Khang, D. T., Vasiljevic, T., & Xuan, T. D. (2016). Bioactive compounds, antioxidant and enzyme activities in germination of oats (*Avena sativa* L.). *International Food Research Journal*, 23(5), 1980.
- Khattak, A. B., A. Zeb, N. Bibi, S. A. Khalil, and M. S. Khattak. (2007). Influence of germination techniques on phytic acid and polyphenols content of chickpea (*Cicer arietinum* L.) sprouts. *Food Chemistry*, 104 (3):1074–1079.
- Khattak, A. B., 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 chemistry*, 109(4), 797-801
- Khosravi, A., & Razavi, S. H. (2021). Therapeutic effects of polyphenols in fermented soybean and black soybean products. *Journal of Functional Foods*, 81, 104467.
- Kılınçer, F. N., & Demir, M. K. (2019). Çimlendirilmiş Bazı Tahıl Ve Baklagillerin Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri. *Gıda*, 44(3), 419-429.

- Hao, J., Li, J., & Zhao, D. (2021). Effect of slightly acidic electrolysed water on functional components, antioxidant and α -glucosidase inhibitory ability of buckwheat sprouts. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(7), 3463-3473.
- Koyama, M., Nakamura, C., & Nakamura, K. (2013). Changes in phenols contents from buckwheat sprouts during growth stage. *Journal of Food Science and Technology*, 50(1), 86-93.
- Krishna, H., Janakiram, T., Singh, M. K., Karuppaiah, V., Yadava, R. B., Prasad, R. N., ... & Behera, T. K. (2022). Immunomodulatory potential of vegetables vis-à-vis human health. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 1-20.
- Kumar, S., & Pandey, G. (2020). Biofortification of pulses and legumes to enhance nutrition. *Heliyon*, 6(3), e03682.
- Lee, S. J., Ahn, J. K., Khanh, T. D., Chun, S. C., Kim, S. L., Ro, H. M., ... & Chung, I. M. (2007). Comparison of isoflavone concentrations in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) sprouts grown under two different light conditions. *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(23), 9415-9421.
- Li, X., Liu, J., Chang, Q., Zhou, Z., Han, R., & Liang, Z. (2021). Antioxidant and antidiabetic activity of proanthocyanidins from *Fagopyrum dibotrys*. *Molecules*, 26(9), 2417. López-Martínez, L. X., Leyva-López, N., Gutiérrez-Grijalva, E. P., & Heredia, J. B. (2017). Effect of cooking and germination on bioactive compounds in pulses and their health benefits. *Journal of Functional Foods*, 38, 624-634.
- Mastropasqua, L., Dipierro, N., & Paciolla, C. (2020). Effects of darkness and light spectra on nutrients and pigments in radish, soybean, mung bean and pumpkin sprouts. *Antioxidants*, 9(6), 558.
- Mattioli, S., Dal Bosco, A., Martino, M., Ruggeri, S., Marconi, O., Sileoni, V., ... & Benincasa, P. (2016). Alfalfa and flax sprouts supplementation enriches the content of bioactive compounds and lowers the cholesterol in hen egg. *Journal of Functional Foods*, 22, 454-462.
- Muleke, E. M. M., Yan, W. A. N. G., Zhang, W. T., Liang, X. U., Ying, J. L., Karanja, B. K., ... & LIU, L. W. (2021). Genome-wide identification and expression profiling of MYB transcription factor genes in radish (*Raphanus sativus* L.). *Journal of Integrative Agriculture*, 20(1), 120-131.
- Murugkar, D. A. (2014). Effect of sprouting of soybean on the chemical composition and quality of soymilk and tofu. *Journal of food science and technology*, 51(5), 915-921.
- Ohanenye, I. C., Tsopmo, A., Ejike, C. E., & Udenigwe, C. C. (2020). Germination as a bioprocess for enhancing the quality and nutritional prospects of legume proteins. *Trends in Food Science & Technology*, 101, 213-222.
- OM, A., Kiin-Kabari, D. B., & Isah, E. M. (2020). Effects of Processing Methods on In-Vitro Protein Digestibility of Cookies Produced from Sesame Seed Flour Blends.
- Otondi, E. A., Nduko, J. M., & Omwamba, M. (2020). Physico-chemical properties of extruded cassava-chia seed instant flour. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2, 100058.
- Pal, R. S., Bhartiya, A., Yadav, P., Kant, L., Mishra, K. K., Aditya, J. P., & Pattanayak, A. (2017). Effect of dehulling, germination and cooking on nutrients, anti-nutrients, fatty acid composition and antioxidant properties in lentil (*Lens culinaris*). *Journal of food science and technology*, 54(4), 909-920.
- Pérez-Balibrea, S., Moreno, D. A., & García-Viguera, C. (2011). Genotypic effects on the phytochemical quality of seeds and sprouts from commercial broccoli cultivars. *Food Chemistry*, 125(2), 348-354.
- Plaza, L., de Ancos, B., & Cano, P. 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. *European Food Research and Technology*, 216(2), 138-144.
- Raza, H., Zaaboul, F., Shoaib, M., & Zhang, L. (2019). An overview of physicochemical composition and methods used for chickpeas

- processing. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 7(5), 495-500.
- Rico, D., Peñas, E., del Carmen García, M., Rai, D. K., Martínez-Villaluenga, C., Frias, J., & Martín-Diana, A. B. (2021). Development of Antioxidant and Nutritious Lentil (*Lens culinaris*) Flour Using Controlled Optimized Germination as a Bioprocess. *Foods*, 10(12), 2924.
- Saleh, H. M., Hassan, A. A., Mansour, E. H., Fahmy, H. A., & El-Bedawey, A. E. F. A. (2019). Melatonin, phenolics content and antioxidant activity of germinated selected legumes and their fractions. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18(3), 294-301.
- Sandoval-Sicairos, E. S., Domínguez-Rodríguez, M., Montoya-Rodríguez, A., Milán-Noris, A. K., Reyes-Moreno, C., & Milán-Carrillo, J. (2020). Phytochemical compounds and antioxidant activity modified by germination and hydrolysis in mexican Amaranth. *Plant Foods for Human Nutrition*, 75(2), 192-199.
- Sandoval-Sicairos, E. S., Milán-Noris, A. K., Luna-Vital, D. A., Milán-Carrillo, J., & Montoya-Rodríguez, A. (2021). Anti-inflammatory and antioxidant effects of peptides released from germinated amaranth during in vitro simulated gastrointestinal digestion. *Food Chemistry*, 343, 128394.
- Singla, P., Sharma, S., & Singh, A. (2021). Lupine: A Versatile Legume with Enhanced Nutritional Value. In *Handbook of Cereals, Pulses, Roots, and Tubers* (pp. 427-448). CRC Press.
- Suárez-Estrella, D., Bresciani, A., Iametti, S., Marengo, M., Pagani, M. A., & Marti, A. (2020). Effect of sprouting on proteins and starch in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Plant Foods for Human Nutrition*, 75(4), 635-641.
- Tang, S., Mao, G., Yuan, Y., Weng, Y., Zhu, R., Cai, C., & Mao, J. (2020). Optimization of oat seed steeping and germination temperatures to maximize nutrient content and antioxidant activity. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(9), e14683.
- Taniya, M. S., Reshma, M. V., Shanamol, P. S., Krishnan, G., & Priya, S. (2020). Bioactive peptides from amaranth seed protein hydrolysates induced apoptosis and antimigratory effects in breast cancer cells. *Food Bioscience*, 35, 100588.
- Tarasevičienė, Ž., Viršilė, A., Danilčenko, H., Duchovskis, P., Paulauskienė, A., & Gajewski, M. (2019). Effects of germination time on the antioxidant properties of edible seeds. *CyTA-Journal of Food*, 17(1), 447-454.
- Vora, J. D., Rane, A. G., & Jadhav, P. (2014). Biochemical, Antimicrobial And Organoleptic Studies On The Germination Profile Of Finger Millet (*Eleusine Coracana*). *International Journal of Life Sciences Biotechnology and Pharma Research*, 3(4), 123.
- Yim, J. H., Lee, O. H., Choi, U. K., & Kim, Y. C. (2009). Antinociceptive and anti-inflammatory effects of ethanolic extracts of *Glycine max* (L.) Merr and *Rhynchosia nulubilis* seeds. *International Journal of Molecular Sciences*, 10(11), 4742-4753.
- Yu, Y., Zhou, L., Li, X., Liu, J., Li, H., Gong, L., ... & Sun, B. (2022). The progress of nomenclature, structure, metabolism, and bioactivities of oat novel phytochemical: avenanthramides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(2), 446-457.
- Zhang, G., Xu, Z., Gao, Y., Huang, X., Zou, Y., & Yang, T. (2015). Effects of germination on the nutritional properties, phenolic profiles, and antioxidant activities of buckwheat. *Journal of food science*, 80(5), H1111-H1119.