

Türkiye’de Yetiştirmekte Olan Kırmızı Ejder Meyvesi (*Hylocereus polyrhizus*)’ nin Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi

Büşra YILMAZ*¹, Seda ERSUS¹

¹ Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir.
* busrayilmaz6991@gmail.com (Sorumlu yazar)

Özet

Türkiye’de Antalya ilinde yetiştirilen kırmızı ejder meyvesinin (*H.polyrhizus*), fiziksel ve kimyasal özellikleri çalışma kapsamında belirlenmiştir. Beyaz ve kırmızı ejder meyvesi cinsleri yetiştirilmekte birlikte özellikle kırmızı ejder meyvesinin et kısmında şeker içeriği düşük ve betasiyanin renk maddesi içeriği yüksektir. Renk maddesinin yanı sıra yapısında yer alan fenolik maddeler ile yüksek antioksidan kapasitesine de sahiptir. Taze ejder meyvesi, kabukları ayrıldıktan sonra et ve tohum kısmını içerecek şekilde tüketilmektedir. Yapılan çalışmada kabukları ayrılan meyvenin et ve tohum kısmı püre haline getirilerek fiziksel ve kimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda toplam kuru madde, pH değeri, toplam fenolik madde miktarı, betasiyanin içeriği, betaksantin içeriği, toplam ve invert şeker miktarı, antioksidan kapasitesi ve renk değerleri belirlenmiştir. Meyvenin CIE lab renk değerlerinden aydınlık özelliğini gösteren L^* değeri 6.44 ± 0.16 , kırmızı-yeşil koordinatında yer alan a^* değeri (+, kırmızılık) 35.11 ± 0.4 ve sarılık-mavilik koordinatındaki b^* değeri ise -5.70 ± 0.03 (-, mavilik) olarak ölçülmüştür. Örneklerin fenolik madde içeriği 519.07 ± 0.6 mg.GAE $100g^{-1}$ kuru madde, betasiyanin miktarı 296.88 ± 0.03 mg. $100g^{-1}$ kuru madde ve betaksantin miktarı 190.48 ± 0.9 mg. $100g^{-1}$ kuru madde olarak belirlenmiştir. Antioksidan kapasitesi (DPPH yöntemi ile) ise yüzde inhibisyon cinsinden $\%82.6 \pm 0.7$ olarak bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Ejder meyvesi, pitaya, betasiyanin, fenolik, antioksidan kapasite.

Determination of Physical and Chemical Properties of Red Dragon Fruit Grown in Türkiye

Abstract

In this study, the physical and chemical properties of the red-fleshed dragon fruit grown in Antalya, Turkey were determined. Although, white and red dragon fruits are grown in the world especially red dragon fruit has a low sugar content and high betacyanin content in flesh part. Also, red dragon fruits show high antioxidant capacity due to existing phenolic compounds in its structure. Flesh and the seeds of the fresh dragon fruit can be consumed after removal of peels. In study after the peels removal of the red fruits, flesh and seeds containing part were homogenized by ultraturax. Physical and chemical analysis such as total dry matter, pH value, total phenolic content, betacyanin content, betaxanthin content, total sugar content, antioxidant capacity and color values were analysed. The CIElab color values of red fruit; L^* value indicating brightness is 6.44 ± 0.16 , a^* value indicating redness was 35.11 ± 0.4 and b^* value indicating jaundice was measured as -5.70 ± 0.03 . In addition, the amount of the phenolic content of samples was 519.07 ± 0.6 mg.GAE $100g^{-1}$ dry matter, betacyanin content was 296.88 ± 0.3 mg. $100g^{-1}$ dry matter and betaxanthin was determined as 190.48 ± 0.9 mg. $100g^{-1}$ dry matter. The antioxidant capacity (by DPPH method) was ascertained to be $82.6 \pm 0.7\%$ in terms of inhibition.

Keywords: Red Dragon fruit, pithaya, betacyanin, phenolic, antioxidant capacity.

Giriş

Ejder meyvesi pitaya olarak da bilinen *Cactaceae* familyasına ve *Hylocereus* cinsine ait, dış görüntüsüyle dikkat çeken tropik bir kaktüs meyvesidir. İlk olarak Meksika’da keşfedilmiş daha sonra yetiştiriciliği Malezya, Filipinler, Vietnam, Tayland, Tayvan gibi birçok Asya ülkesine yayılmıştır (Hor vd., 2012). Meyvenin yetiştirilmekte olan üç çeşidi bulunmaktadır. Bunlar kabuk ve et rengine göre farklılık gösteren, *Hylocereus undatus* kırmızı kabuk ve beyaz et rengi, *Hylocereus polyrhizus* kırmızı kabuk ve kırmızı et rengi, *Hylocereus megalanthus* ise sarı kabuk ve beyaz et rengine sahip türleridir (Lim vd., 2010). Oval şekle sahip meyve, tatlı ve ekşi bir tada sahiptir. Kivi meyvesine benzeyen yenilebilir tohumları et kısmında dağınık şekilde bulunmaktadır (Ariffin vd., 2009). Biyoaktif fitobiyokimya içeren meyve fonksiyonel gıda tanımına uyan ve temel besleyici

özelliklerinin yanında sağlık yararlarına da sahip bir besin maddesidir (Lim vd., 2010). Meyve etinin temel vitaminlere ve kalsiyum, fosfor gibi minerallere sahip olduğu bilinmektedir (Rebecca vd.,2010). Et ve kabuk kısmında ise özellikle antioksidan kapasitesine önemli ölçüde katkıda bulunan fenolik bileşikler ve kırmızı rengi sağlayan betasiyaninler yüksek miktarda bulunmaktadır (Le vd., 2021). Betasiyaninler, betaksantinler ile betalain renk maddelerini oluşturan pigment grubudur. Betalain renk pigmentleri, meyve ve çiçeklerde betasiyaninler ile kırmızı-mor rengini, betaksantinler ile sarı rengini, sağlayan suda çözünür pigmentlerdir (Wu vd., 2006; Özcan ve Bilek, 2018). Çoğunlukla taze tüketilen meyve, çeşitli içecekler, şekerlemeler gibi gıdalarda da kullanılmaktadır (Dartsch ve ark., 2009). Gıda endüstrisinde ejder meyvesinin tüm bölümleri

farklı prosesler kullanılarak değerlendirilebilmektedir. Meyvenin et kısmı, çoğunlukla taze tüketilirken aynı zamanda meyve suyu (Nur Aliaa vd., 2011; Wong ve Siow, 2015; Siow ve Wong, 2017), reçel (Anwar vd., 2019; Castro vd., 2021), şarap (de Souza vd., 2018; Dimero ve Tepora, 2018; Jiang vd., 2020; Sudiarta vd., 2021) gibi farklı ürünlerin üretiminde de kullanılabilir. Bunun yanı sıra meyve püresinin, yoğurt (Zainoldin ve Baba, 2009; Jayasinghe vd., 2015; Wulansari ve Kusmayadi, 2016; Fitratullah vd, 2019), ekmek (Chong, 2021), bisküvi (Ardianto vd., 2019; Sawde vd., 2020) ve sakızlı şekerlemelere (Hani vd., 2015) işlendiği çalışmalarda bulunmaktadır. Ejder meyvesinin kabuk kısmı da değerli bir atıktır ve yüksek miktarda pektin ve renk maddesi içermektedir (Hossain vd., 2020). Pektin içeriği kullanılarak ambalaj (Chandran, 2009; Wang vd., 2021) ve film materyali (Truong ve Kobayashi, 2020; Azlim vd., 2022) üretimi üzerine çalışmalar bulunmaktadır. Meyvenin tohumu ise yüksek miktarda fenolik içeriğe sahiptir ve yapılan araştırma kapsamında tohum yağı üzerine çalışmaların popülerlik kazanmaya başladığı söylenebilir (Liaotrakoon ve ark., 2013^a; Akram ve Mushtaq, 2019; Boyapati ve ark., 2022). Türkiye’de kırmızı kabuk ve beyaz et rengine sahip *Hylocereus undatus*, kırmızı kabuk ve kırmızı et rengine sahip *Hylocereus polyrhizus* olmak üzere iki çeşidinin yetiştiriciliği bulunmaktadır. Yüksek besin içeriği ile sağlık yararlarına etki de bulunan ejder meyvesinin yan ürünlerinin de kullanılabilir olması ve çeşitli gıdalara kolaylıkla işlenebilmesi ile sektörde daha fazla kullanılması gereken bir gıdadır. Ülkemizde de tüketiciye ulaşımının kolaylaşması için yetiştiriciliğinin teşvik edilmesi ve desteklenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, Türkiye’de yetiştirilen kırmızı renkli ejder meyvesi (*Hylocereus polyrhizus*) kullanılarak ülkemiz literatüründe de bir basamak oluşturmak için meyveyi tanıtmak hedeflenmektedir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışmada, hammadde olarak kullanılması planlanan ejder meyvesi Antalya’nın Alanya ilçesinde yerli bir üreticiden temin edildi. Meyveler işleninceye kadar -18 °C’de muhafaza edilip analizlerden önce kabuk kısmı ayrılıp, et ve tohum kısımları püre haline getirildi. Tüm fiziksel ve kimyasal analizler püre halinde homojen hale getirilmiş ejder meyvesi kullanılarak gerçekleştirildi.

Yöntem

Toplam kuru madde tayini

Toplam kuru madde değeri, tartım kaplarına yaklaşık 1 gram örnek tartılıp, vakumlu etüvde (65 °C) sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulması ile

belirlenmiştir. Etüvden çıkarılan tartım kapları desikatörde soğutulduktan sonra tartılmış ve ölçümler üç kez tekrarlanmıştır (AOAC, 1990).

PH değeri analizi

Örneklerin PH değerleri potansiyometrik olarak PH-metre (Inolab WTW) kullanılarak belirlenmiştir. Ölçümler üç kez tekrarlanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

Toplam şeker analizi

Toplam şeker miktarı Lane-Eynon yöntemine göre belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2010).

Betalain miktarının belirlenmesi

Betalain miktarı, bazı modifikasyonlarla Castro-Muñoz ve arkadaşları (2015) tarafından açıklanan spektrofotometrik yöntemle ölçülmüştür. Püre haline getirilen homojen meyve %80’lik etanol ile 4 kat seyreltikten sonra 1 dakika vortekslenmiştir. Daha sonra 20 dakika süreyle 6000 rpm de santrifüjlenmiştir (Nüve NF 1200R, Türkiye). Alınan üst fazların 476 nm ve 538 nm dalga boylarında absorbanları okunmuş ve kör çözelti olarak %80’lik etanol çözeltisi kullanılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplandıktan sonra mg.g⁻¹ olarak verilmiştir.

$$\text{Betasiyanin (mg.L}^{-1}\text{)} = [(A \times SF \times MW \times 1000) / (e \times l)]$$

(Eşitlik 1)

$$\text{Betaksantin (mg.L}^{-1}\text{)} = [(A \times SF \times MW \times 1000) / (e \times l)]$$

(Eşitlik 2)

$$\text{Toplam betalain (mg.L}^{-1}\text{)} = \text{Betasiyanin (mg.L}^{-1}\text{)} + \text{Betaksantin (mg.L}^{-1}\text{)}$$

(Eşitlik 3)

A: absorpsiyon

SF: seyreltme faktörü

l: küvet katman kalınlığı (1 cm)

e: molar absorpsiyon katsayısı (L.mol⁻¹ cm⁻¹)

Betasiyanin için m_w=550 g.mol⁻¹; e=60,000 L.mol⁻¹.cm⁻¹

Betaksantin için m_w=308 g.mol⁻¹; e=48,000 L.mol⁻¹.cm⁻¹

Toplam fenolik madde miktarı tayini

Homojenize meyvenin toplam fenolik madde miktarı Folin Ciocalteu reaktifi ile spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Folin Ciocalteu reaktifi su ile 10 kat seyreltilmiş ve 2.5 ml reaktif 0.5 ml örnek ekstraktı üzerine eklenerek 4 dk boyunca karanlıkta inkübe edilerek üzerine 2 mL Na₂CO₃ çözeltisi (75 g.L⁻¹) eklenmiştir. Daha sonra örnek tüpleri 50 °C su banyosunda 5 dk bekletilip soğuduktan sonra spektrofotometre (Peak Instruments, T-9200) ile 760 nm’de absorban değerleri okunmuştur. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi amacıyla gallik asit çözeltileri (10, 20, 30, 40, 50 ppm) hazırlanıp aynı işlemler bu çözeltiler için de uygulanarak gallik asit

standart eğrisi çizilmiştir (Bilek, 2010). Örneklerin fenolik madde miktarı gallik asite eşdeğer mg.kg⁻¹ olarak verilmiştir.

Antioksidan Kapasitesi Analizi

Meyvenin antioksidan kapasitesinin yüzdesi (%AK), DPPH serbest radikal analizi ile değerlendirilmiştir (Garcia ve diğerleri, 2012). Numuneler, bir etanol çözeltisi içinde DPPH radikali ile reaksiyona girmiştir. Reaksiyon karışımı, 0.5 mL numune, 3 mL etanol ve 0.3 mL DPPH radikal çözeltisi (etanol içinde 0.5 mM) eklenmesi ile oluşturulmuştur. Renkteki spektrofotometre (Peak Instruments Inc., T-9200) ile 517 nm'de okunmuştur. Kör olarak etanol (3.3 mL) ve numune (0.5 mL) karışımı kullanılmıştır. Kontrol, etanol (3.5 mL) ve DPPH radikal solüsyonu (0.3 mL) karıştırılarak hazırlanmıştır. Süpürme kapasitesi yüzdesi (%AK) Eşitlik 4'e göre belirlenmiştir.

$$\%AK = 100 - \left[\frac{(Abs_{\text{örnek}} - Abs_{\text{kör}}) \times 100}{Abs_{\text{kontrol}}} \right] \quad (\text{Eşitlik 4})$$

Renk tayini

Homojenize edilmiş meyvenin, CIE LAB renk değerleri Hunterlab Colorflex CFLX 45-2, VA renk ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Aydınlık değerini gösteren L^* , kırmızı ve yeşil değerini gösteren a^* ($+a^*$: kırmızı, $-a^*$: yeşil), sarı ve mevi değerini gösteren b^* ($+b^*$: sarı, $-b^*$: mavi) cihazdan kaydedilmiş ve elde edilen sonuçlar yerine koyularak Eşitlik 5 ve 6'ten kroma ve Hue açısı değerleri hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

$$\text{Kroma (C)} = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \quad (\text{Eşitlik 5})$$

$$\text{Hue açısı (h}^\circ) = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad (\text{Eşitlik 6})$$

Bulgular ve Tartışma

Kırmızı ejder meyvesinin genel kimyasal analizleri

Analizler için Antalya'nın Alanya ilçesinde üretimi yapılan *Hylocereus polyrhizus* cinsi kırmızı et rengine sahip meyveler seçilmiştir. Çalışma da meyvenin et kısmı ve tohumları birlikte püre haline getirilerek kimyasal özellikleri Çizelge.1'de gösterilmiştir. Ejder meyvesinin kuru madde içeriği %8.79-9.01 olarak hesaplanmış ve PH değeri 4.97-5.13 olarak kaydedilmiştir. Lane-Eynon yöntemi kullanılarak belirlenmiş şeker analizi sonuçları toplam şeker için %5.78-5.82 arasında iken invert şeker miktarı %4.28-4.36 değerlerinin arasında saptanmıştır.

Çizelge 1. Ejder meyvesinin bazı kimyasal Özellikleri

Table 1. Some Chemical Properties of Dragon Fruit

Analiz	Kırmızı ejder meyvesi
pH değeri	4.97-5.13
Toplam kuru madde (%)	8.79-9.01
Toplam şeker miktarı (%)	5.80±0.2
İnvert şeker miktarı (%)	4.32±0.4

Liaotrakoon ve arkadaşlarının (2013b) kırmızı ve beyaz ejder meyvelerinin fizikokimyasal özelliklerini karşılaştırdıkları çalışma da kuru madde içeriğini %9.84 ile %10.18 aralığında bulmuşlardır. Esquivel ve arkadaşları (2007) ise farklı ejder meyvesi çeşitleriyle yaptıkları analizde kırmızı ejder meyvesi püresinin PH değerini 4.26 ve 4.98 aralığında bildirmişlerdir. Barcelon ve arkadaşlarının (2015) kırmızı ejder meyvesinin fizikokimyasal içeriğini incelediği çalışma da PH değerini 4.90 olarak bulmuşlardır. Türkiye'de yetiştirilen kırmızı ejder meyvesine ait değerlerin literatürle benzer olduğu görülmektedir.

Kırmızı ejder meyvesinin renk değerleri

L^* , a^* , b^* , ΔE kroma değeri ve hue açısı değerleri Çizelge.2'de verilmiştir. Meyvenin CIE lab renk değerlerinden aydınlık değeri olarak bilinen L^* değeri 6.44±0.16, kırmızı-yeşil koordinatında yer alan a^* değeri (+, kırmızılık) 35.11±0.4 ve sarılık-mavilik koordinatında yer alan gösteren b^* değeri -5.70±0.03 (-, mavilik) olarak ölçülmüştür.

Çizelge 2. Ejder meyvesi CIE lab renk değerleri
Table 2. Dragon fruit CIE lab color values

L^*	a^*	b^*	ΔE	Hue	Kroma
6.44 ± 0.16	35.11 ± 0.4	-5.70 ± 0.03	0.39	0.16	35.57 ± 0.4

Gıdalarda renk ve parlaklık özellikleri tüketici tercihi açısından önemli duyu özelliklerinden biridir (Bilek, 2010). Renk incelenirken L^* , a^* , b^* değerleri ile kroma değeri ve hue açısı ile değerlendirmeler yapılabilir. Kroma değeri rengin parlaklığı ile doyunluğunu ifade ederken değer artması renk parlaklığının arttığını göstermektedir. Hue açısı, renk tonunu ifade eden bir değerdir. 0° kırmızı-mor, 90° sarı, 180° mavimsi-yeşil, 270° mavi, 360° de kırmızı-mor rengini ifade etmektedir (Yeler, 2021). Betasiyaninler, ekstraktlarda en kırmızı tonu 0°'ye en yakın hue açısı değeri ile göstermektedir. Kroma değeri açısında ise en parlak renk 50°'dir. Mahayothee ve arkadaşları (2019) yaptıkları çalışma da dilim haline getirdikleri kırmızı ejder meyvesinin renk değerlerine

baktıklarında L^* 29.56±0.64, a^* 36.68±1.29, b^* - 5.19±0.57 ve kroma değeri 39.06±1.27, hue açısı 352.23±0.93 olarak bulmuşlardır.

Toplam betalain miktarı

Ejder meyvesinin etanol ile muamelesi ekstraksiyonu sonrasında elde edilen meyve ekstraktının toplam betalain miktarı, betasiyanin ve betaksantin miktarlarının ayrı ayrı hesaplanarak toplanmasıyla elde edilmiştir. Değerler ekstraktlarda toplam betasiyanin miktarı 538 nm ve toplam betaksantin miktarı 476 nm dalgaboyunda spektrofotometrik analiz sonunda elde edilen absorpsiyon değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. Toplam betasiyanin miktarı 296.88±0.3 mg.100g⁻¹ KM, betaksantin miktarı 190.48±0.9 mg.100 g⁻¹ KM ve toplam betalain miktarı 486.93±1.0 mg.100g⁻¹ KM olarak belirlenmiştir.

Farklı *Hylocereus* cinslerinde renk pigmenti çalışan Esquivel ve arkadaşları (2007) kullandıkları 5 farklı ejder meyvesinde toplam betalain miktarını 474.1±54.8-717.1±50.1 mg.L⁻¹ aralığında bulmuşlardır. Değerler göz önünde bulundurulduğunda, elde edilen analiz ve yapılan araştırma sonuçlarının uyumlu olduğu söylenebilir.

DPPH antioksidan kapasitesi tayini

Örneğin DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikaline hidrojen (H) verme yeteneğini analiz etmesi esasına dayanan bir analizdir. DPPH radikal süpürme aktivite testi antioksidan kapasitesini belirlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Choo, 2011).

Kırmızı ejder meyvesinin etanol kullanılarak elde edilen ekstraktında, DPPH yöntemi ile yapılan toplam antioksidan kapasitesi değeri % inhibisyon cinsinden 81.6±3.2 olarak bulunmuştur. DPPH, ortamdaki serbest radikalleri bağlama özelliğine sahip stabil bir maddedir. Bu özellik, ortamdaki serbest radikallerin sayısının azalmasına ve böylece oksidasyonun yavaşlamasına neden olmaktadır. Diğer bir ifadeyle, DPPH miktarı arttıkça oksidasyonun hızı azalır.

Mannan ve arkadaşlarının (2019) meyvenin su bazlı ekstraktının antioksidan kapasitesini %73.38 ± 2.24 olarak bulmuşlardır. Değerler arasındaki farklılıkların ekstraksiyon kullanılan çözücü farkından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Toplam fenolik madde miktarı

Kırmızı ejder meyvesinden etanol kullanılarak hazırlanan meyve ekstraktının toplam fenolik madde miktarı 715±23.10 mg.GAE 100 g⁻¹ KM olarak belirlenmiştir. Toplam fenolik madde içeriği için Wu vd. (2006) ise taze kırmızı ejder meyvesi pulpunda 42.4 mg.GAE 100 g⁻¹ taze meyve değerini saptamıştır. Ayrıca, Adnan vd. (2011), kırmızı ejder meyvesi tohum yağındaki fenolik madde içeriğini 1356±2.04 mg.GAE 100 g⁻¹ KM olarak

belirlemişlerdir. Contreras-Calderón (2011) 24 farklı egzotik meyvenin kabuk ve tohumundan yapmış oldukları çalışmada tohumlara ait toplam fenolik madde içeriğinin 61.5 ile 1712 mg.GAE100 g⁻¹ taze meyve değerleri arasında değiştiğini saptamışlardır. Bu bilgiler ışığında analiz örneğinde tohumların et kısmından ayrılmadan parçalanmasının toplam fenolik madde içeriğini yükseltmiş olacağı düşünülmektedir.

Sonuç

Türkiye’de son yıllarda tüketilmeye başlayan Antalya ilinde yetiştirilen kırmızı ejder meyvesi farklı meyve yapısı ve rengi ile tüketicinin ilgisini çekebilecek meyveler arasında yerini almıştır. Bunun yanı sıra hem düşük şeker içeriği hem de biyoaktif bileşen içeriği bakımından zengin besinsel içeriği olan bir meyve olarak değerlendirilebilir. Yapılan çalışmada elde edilen bileşen analiz sonuçları diğer ülkelerde yetiştirilen meyve bileşimi ile benzerlik göstermektedir. Ejder meyvesinin et ve çekirdek kısmında farklı oranlarda biyoaktif madde içeriği bulunmakla birlikte her iki kısımda insan beslenmesi için uygundur. Kırmızı ejder meyvesi rengi yüksek betasiyanin içeriğinden kaynaklanmaktadır. Gıda maddelerinden süt ürünleri, reçeller, şekerlemeler gibi birçok ürününde doğal bir renklendirici olarak kullanılabilmesi gibi gıdalara fonksiyonel özellik kazandırma niteliğindedir. Sonraki çalışmalarda ejder meyvesi renk maddesinin stabilitesinin belirlenmesi ve gıdalarda renklendirici olarak kullanım potansiyelinin belirlenmesi üzerine bilimsel çalışmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Kaynaklar

Abd Manan E, Abd Gani SS, Zaidan UH, Halmi MIE, 2019. Characterization of antioxidant activities in red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) pulp water-based extract. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 61(2): 170-180.

Adnan L, Osman A, Abdul Hamid A, 2011. Antioxidant activity of different extracts of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) seed. *International Journal of Food Properties*, 14(6): 1171-1181.

Akram S, Mushtaq M, 2019. Dragon (*Hylocereus megalanthus*) seed oil. In *Fruit Oils: Chemistry and Functionality* (pp. 675-689). Springer, Cham.

Anwar SH, Ayun SQ, Nasution IS, 2019. Shelf life estimation of red dragon fruit jam using accelerated shelf life testing (ASLT) method. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 365, No. 1, p. 012029). IOP Publishing.

AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed., USA.

Ardianto ET, Subaktilah Y, Widiyawati A, Elisanti AD, 2019. Biscuit organoleptic test of dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) and moringa leaves for anemia. In Proceeding of the 1st International Conference on Food and Agriculture (Vol. 2).

Ariffin AA, Bakar J, Tan CP, Rahman RA, Karim R, Loi CC, 2009. Essential fatty acids of pitaya (dragon fruit) seed oil. *Food chemistry*, 114(2): 561-564.

Azlim NA, Mohammadi Nafchi A, Oladzadabbasabadi N, Ariffin F, Ghalambor P, Jafarzadeh S, Al-Hassan AA, 2022, Fabrication and characterization of a pH-sensitive intelligent film incorporating dragon fruit skin extract. *Food science & nutrition*, 10(2): 597-608.

Barcelon E, Carreon L, Guillermo J, Jacob E, Jocson S, Panopio JG, Rosalinas S 2015. Consumer acceptability and physico-chemical content of red flesh dragon fruit spread. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 9(2): 18-21.

Bassey EJ, Cheng JH, Sun DW, 2022. Improving drying kinetics, physicochemical properties and bioactive compounds of red dragon fruit (*Hylocereus* species) by novel infrared drying. *Food Chemistry*, 375: 131886.

Bilek SE, 2010. The effects of time, temperature, solvent: solid ratio and solvent composition on extraction of total phenolic compound from dried olive (*Olea europaea* L.) leaves. *GIDA J. Food*, 35: 411-416.

Blois MS, 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical, *Nature*, 181: 1199-1200pp.

Boyapati T, Rana SS, Ghosh P, 2022. Microwave-Assisted Extraction of Dragon Fruit Seed Oil: Fatty acid Profile and Functional Properties. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*.

Castro JC, Dos Anjos MM, Hoinatski A, Klososki SJ, Mikcha JMG, Matshushita M, De Abreu Filho BA, 2021. Dragon fruit (*Hylocereus undatus* Haw.) jam: Use full, development and characterization. *Research, society and Development*, 10(7), e6510716255-e6510716255.

Castro-Muñoz R, Barragán-Huerta BE, Yáñez-Fernández J, 2015. Use of gelatin-maltodextrin composite as an encapsulation support for clarified juice from purple cactus pear (*Opuntia stricta*). *LWT-Food Science and technology*, 62(1), 242-248.

Cemeroğlu B, 2010. Gıda Analizleri. Bizim Grup Basımevi: Ankara.

Chandran S, 2009. Effect of film packaging in extending shelf life of dragon fruit, *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*. In Southeast Asia Symposium on Quality and Safety of Fresh and Fresh-Cut Produce 875, pp. 389-394.

Chong ZS, 2021. Quality Characteristics of Gluten-Free Loaf Bread Incorporated with Red Dragon Fruit Puree (Doctoral dissertation, Tunku Abdul Rahman University College).

Choo WS, Yong WK, 2011. "Antioxidant properties of two species of *Hylocereus* fruits." *Advances in Applied Science Research* 2(3): 418-425.

Dartsch PC, Kler A, Kriesl E, 2009. Antioxidative and antiinflammatory potential of different functional drink concepts in vitro. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 23(2): 165-171.

De Souza AC, Fernandes AC, Silva MS, Schwan RF, Dias DR, 2018. Antioxidant activities of tropical fruit wines. *Journal of the Institute of Brewing*, 124(4): 492-497.

Dimero FN, Tepora T F, 2018. Processing and Development of Dragon Fruit Wine. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 3(5): 266212.

Esquivel P, Stintzing FC, Carle R, 2007. Pigment pattern and expression of colour in fruits from different *Hylocereus* sp. genotypes. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 8(3): 451-457.

Fitratullah AMN, Maruddin F, Yuliati FN, Prahesti KI, Taufik M, 2019. Addition of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) on yogurt: Effect on lactic acid content, pH, and the inhibition of *Escherichia coli* growth. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* Vol. 343, No. 1, p. 012034. IOP Publishing.

Garcia EJ, Oldoni TLC, Alencar SMD, Reis A, Loguercio AD, Grande RHM, 2012. Antioxidant activity by DPPH assay of potential solutions to be applied on bleached teeth. *Brazilian dental journal*, 23: 22-27.

Goldman IL, 1995. "Differential effect of population density on shape and size of cylindrical red beet (*Beta vulgaris* L.) genotypes", *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 120: 908-909.

- Hani NM, Romli SR, Ahmad M, 2015. Influences of red pitaya fruit puree and gelling agents on the physico-mechanical properties and quality changes of gummy confections. *International Journal of Food Science & Technology*, 50(2): 331-339.
- Hor SY, Ahmad M, Farsi E, Yam MF, Hashim MA, Lim CP, Asmawi MZ, 2012. Safety assessment of methanol extract of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*): Acute and subchronic toxicity studies. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 63(1): 106-114.
- Hossain FM, Numan SM, Akhtar S, 2021. Cultivation, Nutritional Value, and Health Benefits of Dragon Fruit (*Hylocereus* spp.): A Review. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 8(3): 239-249.
- Jayasinghe O, Fernando S, Jayamanne V, Hettiarachchi D, 2015. Production of a novel fruit-yoghurt using dragon fruit (*Hylocereus undatus* L.). *European Scientific Journal*, 11(3).
- Jiang, X., Lu Y, Liu SQ, 2020. Effects of pectinase treatment on the physicochemical and oenological properties of red dragon fruit wine fermented with *Torulaspora delbrueckii*. *Lwt*, 132, 109929.
- Le TT, Le NL, 2021. Antioxidant capacities and betacyanin lc-ms profile of red-fleshed dragon fruit juice (*hylocereus polyrhizus*) extracted by ultrasound-assisted enzymatic treatment and optimized by response surface methodology. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(3), e15217.
- Li X, Zhang ZH, Qiao J, Qu W, Wang MS, Gao, Qi X, 2022. Improvement of betalains stability extracted from red dragon fruit peel by ultrasound-assisted microencapsulation with maltodextrin. *Ultrasonics Sonochemistry*, 82, 105897.
- Liaotrakoon W, De Clercq N, Van Hoed V, Dewettinck K, 2013a. Dragon fruit (*Hylocereus* spp.) seed oils: their characterization and stability under storage conditions. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 90(2): 207-215.
- Liaotrakoon W, De Clercq N, Van Hoed V, Van de Walle D, Lewille B, Dewettinck K, 2013b. Impact of thermal treatment on physicochemical, antioxidative and rheological properties of white-flesh and red-flesh dragon fruit (*Hylocereus* spp.) purees. *Food and Bioprocess Technology*, 6(2), 416-430.
- Lim HK, Tan CP, Karim R, Ariffin AA, Bakar J, 2010. Chemical composition and DSC thermal properties of two species of *Hylocereus* cacti seed oil: *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*. *Food Chemistry*, 119(4), 1326-1331. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.002>.
- Mahayothee B, Komonsing N, Khuwijitjaru P, Nagle M, Müller J, 2019. Influence of drying conditions on colour, betacyanin content and antioxidant capacities in dried red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *International Journal of Food Science & Technology*, 54(2): 460-470.
- Nur Aliaa AR, Siti Mazlina MK, Taip FS, 2011. Effects of Commercial Pectinases Application on Selected Properties of Red Pitaya Juice. *J. Food Process Eng.* 34(5): 1523-1534.
- Özcan K, Bilek SE, 2018. Kırmızı Pancardan Renk Maddesi Üretimi ve Stabilitesinin Sağlanması. *Akademik Gıda*, 16(4), 439-449.
- Pawde S, Talib MI, Parate VR, 2020. Development of fiber-rich biscuit by incorporating dragon fruit powder. *International Journal of Fruit Science*, 20(sup3), S1620-S1628.
- Prabowo I, Utomo EP, Nurfaizy A, Widodo A, Widjajanto E, Rahadju P, 2019. Characteristics and antioxidant activities of anthocyanin fraction in red dragon fruit peels (*Hylocereus polyrhizus*) extract. *Drug Invention Today*, 12(4).
- Rebecca OPS, Boyce AN, Chandran S, 2010. Pigment identification and antioxidant properties of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *African Journal of Biotechnology*, 9(10), 1450-1454.
- Stintzing FC, Carle C, 2003. Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition, *Trends Food Science Technology* 15:19p.
- Sudiarta IW, Saputra IWR, Singapurwa NMA, Candra IP, Semariyani AAM, 2021. Ethanol and methanol levels of red dragon fruit wine (*Hylocereus costaricensis*) with the treatment of sugar and fermentation time. In *Journal of Physics: Conference Series* Vol. 1869, No. 1, p. 012032. IOP Publishing.
- Thokchom A, Hazarika BN, Angami T, 2019. Dragon fruit-An advanced potential crop for Northeast India. *Agriculture & Food: eNewsletter*. 1(4): 253-254.

Truong TCT, Kobayashi T, 2020. Pectin bioplastic films regenerated from dragon fruit peels. *Vietnam Journal of Science, Technology and Engineering*, 62(4): 18-22.

Wang W, Xue G, Qu Y, Wang R, Wei Y, Liu M, Zhang S, 2021. Preparation and Characterization of Food Packaging Films Based on Dragon Fruit Peel Polysaccharide and Pomegranate Peel Polyphenol. Available at SSRN 4087231.

Wong YM, Siow LF, 2015. Effects of Heat, pH, Antioxidant, Agitation and Light on Betacyanins Stability Using Red-fleshed Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) Juice and Concentrate as Models. *J. Food Sci. Technol.* 52(5): 3086–3092.

Wu LC, Hsu HW, Chen YC, Chiu CC, Lin YI, Ho JAA, 2006. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food chemistry*, 95(2): 319-327.

Wulansari PD, Kusmayadi A, 2016. Chemical Properties and Characteristics of Cow Milk Yogurt with Different Additional Fruit and Storage Time. *Animal Production*, 18(2): 113-117.

Yeler HB, 2021. Kırmızı pancar ve üzüm kabuğundan farklı ekstraksiyon koşullarında boyar madde üretimi. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.

Zainoldin KH, Baba AS, 2009. The effect of *Hylocereus polyrhizus* and *Hylocereus undatus* on physicochemical, proteolysis, and antioxidant activity in yogurt. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 60(3): 361-366.

