



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.751167

Bazı pikan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] çeşitlerinin antioksidan özellikleri

Demet Yıldız Turgut*, Mehmet Özdemir, Tuba Seçmen, Orçun Çınar

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya, Türkiye

*Sorumlu yazar/corresponding author: demet.yildizturgut@tarimorman.gov.tr

Geliş/Received xx/xx/20xx

Kabul/Accepted xx/xx/20xx

ÖZET

Bu çalışmada Antalya ilinde yetiştirilen yirmi altı pikan çeşidinin toplam fenolik, flavonoid miktarı ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Pikan çeşitlerinin toplam fenolik ve flavonoid miktarları sırasıyla 372.94-1271.92 mg GAE/100 g ve 137.03-575.32 mg CE/100 g olarak belirlenmiştir. Shoshoni çeşidinin en yüksek toplam fenolik içeriğine sahip olduğu, bunu sırasıyla Wichita (1134.07 mg GAE/100 g), Mahan (1100.21 mg GAE/100 g) ve Moneymaker (1085.12 mg GAE/100 g) çeşitlerinin izlediği belirlenmiştir. En yüksek toplam flavonoid miktarı ise Wichita çeşidinde belirlenmiş, bunu sırasıyla Mahan (385.83 mg CE/100 g), Cherokee (335.94 mg CE/100 g) ve Big Z (344.45 mg CE/100 g) çeşitleri takip etmiştir. Çeşitler arasında en yüksek fenolik içeriğine sahip Shoshoni çeşidi, aynı zamanda en yüksek DPPH radikal giderme aktivitesi (3.50 mg/mL) göstermiştir. FRAP değerleri açısından, en yüksek değerler sırasıyla Wichita (147.93 mmol TE/g), Mahan (112.10 mmol TE/g), Harris Super (99.90 mmol TE/g) ve Shoshoni (99.17 mmol TE/g) çeşitlerinde belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:
Pikan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch]
Fenolik
Flavonoid
DPPH
FRAP

Antioxidant properties of some pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] cultivars

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the total phenolic, flavonoid contents and antioxidant activities of twenty-six cultivars of pecan grown in Antalya province. According to the research results, the total phenolic and flavonoid contents of pecan cultivars were determined as 372-1271.92 mg GAE/100 g and 137.03-575.32 mg CE/100 g, respectively. It was determined that Shoshoni cultivar had the highest total phenolic content, followed by Wichita (1134.07 mg GAE/100 g), Mahan (1100.21 mg GAE/100 g) and Moneymaker (1085.12 mg GAE/100 g), respectively. On the other hand, the highest total flavonoid content was determined in Wichita cultivar, followed by Mahan (385.83 mg CE / 100 g), Cherokee (335.94 mg CE/100 g) and Big Z (344.45 mg CE/100 g), respectively. Among cultivars, Shoshoni cultivar with the highest content of total phenolic showed also the highest DPPH radical scavenging activity (3.50 mg/mL). In terms of FRAP values, the highest values were determined in Wichita (147.93 mmol TE/g), Mahan (112.10 mmol TE/g), Harris Super (99.90 mmol TE/g) and Shoshoni (99.17 mmol TE/g) cultivars, respectively.

Keywords:
Pikan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch]
Phenolic
Flavonoid
DPPH
FRAP

1. Giriş

Anavatani Kuzey Amerika olan pikan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] Juglandaceae familyasına ait sert kabuklu bir meyvedir (de la Rosa ve ark., 2014). Dünyanın en büyük pikan üreticisi Amerika Birleşik Devletleri olup, Meksika, Avustralya, İsrail, Güney Afrika, Arjantin, Şili ve Brezilya pikan yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı diğer ülkelerdir (Eitenmiller ve Pegg, 2009).

Türkiye’de pikan adaptasyon çalışmaları, ilk olarak 1969 yılında FAO kanalıyla İsrail’den getirilen 14 çeşitle Antalya Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nde (BATEM) başlamış, daha sonraki yıllarda getirilen diğer çeşitlerle çalışmalara devam edilmiştir. Choctaw, Mahan, Wichita, Western ve Burkett çeşitleri 2006 yılında BATEM adına tescil ettirilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda ülkemizde ticari fidan üretimleri ve buna bağlı olarak kapama bahçeler artış göstermiştir (Alkan ve ark., 2014; Anonim, 2020). Ülkemizde pikan cevizi olarak bilinen bu meyve kendine has tat ve aroması nedeniyle kurutularak tüketilmekle birlikte, tatlı, şekerleme ve dondurma gibi gıda ürünlerine de ilave edilebilmektedir (Lombardini ve ark., 2007; Alkan ve ark., 2014).

Canlı organizmalarda normal oksijen metabolizması sonucu oluşan serbest radikaller hücrelerdeki lipid, protein, karbonhidrat ve DNA’ya zarar vermek suretiyle kardiyovasküler hastalıklar, kanser, diyabet ve katarakt gibi kronik hastalıklara neden olabilmektedir (Singh ve ark., 2004). Antioksidanlar, serbest radikallerle etkileşime giren ve biyomoleküller zarar görmeden zincir reaksiyonunu sonlandıran bileşikler veya sistemlerdir. Böylece biyomoleküllerin oksidatif hasarını engelleyerek veya geciktirerek hastalık riskini azaltmada önemli bir rol oynarlar (Oroian ve Escriche, 2015). Diyetle alınan antioksidanların başında gelen fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesi serbest radikalleri tutma ve metallerle şelat oluşturma özellikleri ile ilişkilidir (Shahidi ve Ambigaipalan, 2015). Fenolik bileşiklerin sahip oldukları yüksek antioksidan gücü ile kanser, diyabet ve kardiyovasküler rahatsızlıklar gibi kronik hastalık riskini azalttığı bildirilmektedir (Jia ve ark., 2018). Ayrıca fenoliklerin antiviral ve antihipertansif aktiviteleri kanıtlanmıştır (Corthout ve ark., 1991; Okuda, 2005).

Düzenli pikan tüketiminin insanlarda toplam kolesterol ve düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol seviyelerini düşürdüğü ve buna bağlı olarak kardiyovasküler hastalık riskini azalttığı tespit edilmiştir (Morgan ve Clayshulte, 2000; Rajaram ve ark., 2001). Son yıllardaki bilimsel çalışmalar beslenme ve sağlık üzerine olumlu etkileri nedeniyle pikan türlerinin fitokimyasal içeriği ve antioksidan aktivitelerinin araştırılmasına yoğunlaşmıştır. Pikanın fenolikler (de la Rosa ve ark., 2011; de la Rosa ve ark., 2014; Jia ve ark., 2018), proantosiyandinler, (Gu ve ark., 2004), hidrolize

tanenler (de la Rosa ve ark., 2011; Villarreal-Lozoya ve ark., 2007), antosiyaninler (USDA, 2013), doymamış yağ asitleri (Ryan ve ark., 2006; Venkatachalam ve ark., 2007), tokoferoller (Ryan ve ark., 2006) ve fitosteroller (Segura ve ark., 2006; Bouali ve ark., 2014) gibi biyoaktif bileşenleri önemli miktarda içerdiği tespit edilmiştir. Bunun yanında bu meyve kalsiyum, demir, potasyum, magnezyum, fosfor ve çinko gibi mineraller ile tiamin, folat, niacin, riboflavin, vitamin E ve vitamin B6 gibi vitaminleri de içermektedir (Eitenmiller ve Pegg, 2009; Haddad, 2011). Pikan, sert kabuklu meyveler içerisinde yüksek fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi ile öne çıkmaktadır. Wu ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada sert kabuklu meyveler arasında pikanın en yüksek toplam fenolik madde ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Pikanın antioksidan aktivitesinin fenolik bileşiklerden kaynaklandığı bildirilmektedir. Pikan meyvesinde bulunan fenolik grupların başlıcalarını flavan-3-oller, antosiyanidinler, proantosiyandinler, fenolik asitler ve polimerik tanenler oluşturmaktadır (Jia ve ark., 2018). Pikan meyvelerinin fitokimyasal kompozisyonu ve antioksidan aktivitesi çeşit, genotip, kültürel uygulamalar, olgunluk durumu ve ekolojik şartlar gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Thompson ve ark., 1996; Wakeling ve ark., 2001; Venkatachalam, 2004). Ülkemizde pikan çeşitlerinin antioksidan özellikleri ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ülkemiz genetik kaynaklarında bulunan pikan çeşitlerinin bu özelliklerinin ortaya konması sağlık yararları kanıtlanmış ve besin değeri yüksek bu meyvenin üretiminin ve tüketiminin artması açısından önemlidir. Bu doğrultuda, çalışmada Antalya ilinde yetiştirilen 26 pikan çeşidinin toplam fenolik ve flavonoid içeriği ile antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Materyal

Çalışmada Antalya Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Kayaburnu Meyvecilik yerleşkesindeki pikan genetik kaynak parselinde bulunan 30 yaşında, 26 adet pikan çeşidi (Çizelge 1.) kullanılmıştır. Meyveler 20 Kasım-1 Aralık 2018 tarihleri arasında hasat edilmiştir.

2.2 Yöntem

2.2.1 Örnek hazırlama ve ekstraksiyon

Analizler için hasat edilen pikan meyvelerinin kabukları ayrılmış, yenilebilir kısımları laboratuvar tipi sıcak hava kurutma fırınında 40°C’de sabit ağırlığa kadar kurutulmuş ve bıçaklı bir öğütücü (Retsch GRINDOMIX GM 200) yardımıyla öğütülmüştür. Ekstraksiyon için Rosales-Martínez ve ark. (2014)

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan pikan çeşitleri
Table 1. *The pecan cultivars used in the research*

Big Z	Cheyenne	Green River	Mohawk	Shoshoni
Bradley	Choctaw	Harris Super	Moneymaker	Stuart
Burkett	Comanche	Hasting	Royal	Tejas
Curtis	Cape Fear	Mahan	Schley	Western
Cheroke	Desirable	Mohawk*Stuart	Shawnee	Wichita
				Woodard

tarafından önerilen yöntemden yararlanılmıştır. Buna göre, 5 g öğütülmüş örnek metanol:su (80:20; v/v) ile 3 kez ekstrakte edilerek, her seferinde 4°C'de, 5000 rpm hızda, 15 dk santrifüj edilmiş ve üst fazlar biriktirilerek aynı ekstraksiyon çözeltisi ile 30 mL'ye tamamlanmıştır.

2.2.2 Toplam fenolik Miktarı

Pikan ekstraktlarının toplam fenolik miktarı Singleton ve ark. (1999)'a göre Folin Cioceltue reaktifi kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla distile su ile 10 kat seyreltilen 100µL ekstrakt üzerine, sırasıyla 5 mL 0.1 N Folin Cioceltue çözeltisi ve 4 mL %7.5'lük sodyum karbonat çözeltisi eklenmiş ve karanlık ortamda 90 dk inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda karışımın absorbansı 765 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak ölçülmüş ve sonuçlar gallik asit cinsinden (GAE) g/100 g kuru ağırlık olarak verilmiştir.

2.2.3 Toplam flavonoid miktarı

Örnek ekstraktlarının toplam flavonoid miktarı kolorimetrik yöntemle spektrofotometrik olarak belirlenmiştir (Zhishen ve ark. 1999). Distile su ile 5 kat seyreltilen 1 mL ekstrakt üzerine, 300 µL % 5'lik sodyum nitrit çözeltisi eklenerek 5 dk bekletilmiştir. Süre sonunda karışıma 600 µL %10'luk alüminyum klorür çözeltisi ilave edilmiştir. 6 dk sonra karışıma 1 mL, 1 mol/L sodyum hidroksit çözeltisi ve 2.1 mL distile su eklenerek karışımın absorbansı 510 nm dalga boyunda okunmuştur. Sonuçlar kateşin cinsinden (CE) g/100 g kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir.

2.2.4 Antioksidan aktivite

Pikan ekstraktlarının antioksidan aktivitesi DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikali giderme aktivitesi ve Demir İyonu İndirgeme Gücü (FRAP-Ferric reducing antioxidant power) yöntemleri ile belirlenmiştir.

Örnek ekstraktlarının DPPH radikali giderme aktivitesi analizleri Cemeroğlu (2010) tarafından önerilen prosedüre göre yürütülmüştür. Bu doğrultuda, içerisinde 600 µL 1 mM'lık DPPH solüsyonu bulunan cam tüplere 25, 50, 100, 150 ve 200µL hacimlerinde ekstrakt ilave edilmiş ve hacim saf metanol ile 6 mL'ye

tamamlanmıştır. 15 dk inkübasyon sonunda karışımların absorbansı 517 nm dalga boyunda okunmuştur. Ekstrakt hacimlerine karşılık gelen yüzde (%) inhibisyon değerleri Eşitlik 1 ile hesaplanmıştır. DPPH radikalının %50'sini gideren etkili ekstrakt konsantrasyonu olarak ifade edilen EC₅₀ değeri ise % inhibisyon oranından elde edilen doğru denklemi yardımıyla hesaplanarak mg/mL olarak verilmiştir.

$$\text{İnhibisyon (\%)} = [(A_{\text{DPPH}} - A_{\text{ekstrakt}}) / A_{\text{DPPH}}] \times 100 \quad (1)$$

Örneklere ait ekstraktların FRAP analizleri Thaipong ve ark. (2006)' ya göre gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla sodyum asetat (300 mM, pH 3,6), 40 mM HCl ile hazırlanmış 10 mM TPTZ (2,4,6- Tris (2-pyridyl)-s- triazin) ve 20 mM demir (III) klorür çözeltisi 10:1:1 oranında karıştırılarak FRAP çalışma çözeltisi hazırlanmıştır. 150 µL örnek ekstraktı üzerine hazırlanan FRAP çalışma çözeltisinden 2850 µL ilave edilmiş ve karışım 20 °C'de karanlık ortamda 30 dk bekletilmiştir. Süre sonunda karışımın absorbansı 593 nm dalga boyunda UV-VIS spektrofotometrede okunmuş ve sonuçlar mmol Trolox Eşdeğeri (TE)/ g olarak ifade edilmiştir.

2.2.5 İstatistiksel değerlendirme

Çalışma 26 pikan çeşidi, 2 tekerrür ve her tekerrürde 2 analiz şeklinde yürütülmüştür. Her tekerrür için 20'şer meyve kullanılmıştır. Analiz verileri SAS istatistik paket programı (Version 6.12, SAS Institute, Cary, NC, ABD) kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile P<0.05 seviyesinde karşılaştırılmıştır. Sonuçlar ortalama±standart sapma (ort±ss) şeklinde verilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Pikan çeşitlerinin toplam fenolik ve flavonoid miktarları

Araştırmaya konu olan pikan çeşitlerinin toplam fenolik ve flavonoid miktarları Çizelge 2'de verilmiştir. Pikan çeşitleri arasında en yüksek toplam fenolik miktarı Shoshoni (1271.92 mg GAE/100 g) çeşidinde, daha sonra sırasıyla Wichita (1134.07 mg GAE/100 g), Mahan (1100.21 mg GAE/100 g) ve Moneymaker (1085.12 mg GAE/100 g) çeşidinde tespit edilmiştir. En

düşük toplam fenolik içeriği ise Tejas (372.94 mg/100 g) ve Curtis (373.16 mg GAE/100 g) çeşitlerinde tespit edilmiştir. Meksika'nın farklı bölgelerinde yetiştirilen Western çeşidine ait pıkan ekstraktlarında toplam fenolik miktarı 829-959 mg GAE/100 g olarak bulunmuştur (de la Rosa ve ark., 2014). Abe ve ark. (2010) 11 farklı sert kabuklu meyvede yaptıkları araştırmada pıkan bulunan toplam fenolik miktarını 703 mg GAE/100 g olarak belirlemiştir. Farklı sert kabuklu meyvelerde yapılan bir diğer çalışmada pıkan

meyvesinde toplam fenolik içeriği 1463.9 mg GAE/100 g olarak tespit edilmiştir (Yang ve ark., 2009). Rosales-Martínez ve ark. (2014) ve Wu ve ark. (2004) ise pıkanın toplam fenolik içeriğini sırasıyla 1225 mg GAE/100 g ve 20.16 mg GAE/g olarak belirlemiştir. Tunus'ta yetiştirilen Mahan, Moore ve Burkett çeşitlerinin toplam fenolik içerikleri 12.45-23.52 mg GAE/g aralığında belirlenmiştir (Bouali ve ark., 2020).

Çizelge 2. Pıkan çeşitlerinin toplam fenolik ve flavonoid miktarları

Table 2. Total phenolic and flavonoid contents of the pecan cultivars

Çeşitler	Toplam fenolik miktarı (mg GAE/100g)	Toplam flavonoid miktarı (mg CE/100 g)
Big Z	753.69±6.50 g	344.45±5.74 c
Bradley	606.34±2.98 n	282.38±0.57 f
Burkett	661.12± 3.57 l	240.58±4.32 h
Curtis	373.16±3.76 t	153.95±4.12 m
Cherokee	637.19±5.35 m	335.94±4.80 c
Cheyenne	739.37±3.09 h	313.21±3.15 d
Choctaw	605.63±5.16 n	194.42±5.53 k
Comanche	563.75±4.73 o	213.74±3.99 j
Cape Fear	395.71±4.76 s	137.03±4.42 n
Desirable	904.35±5.46 f	234.08±3.42 i
Green river	438.67±5.02 r	193.65±1.97 k
Harris Super	995.30±6.28 e	388.65±3.40 d
Hasting	565.50±6.95 o	274.29±5.48 f
Mahan	1100.21±2.63 c	385.83±5.27 b
Mohawk*Stuart	719.30±2.23 i	312.60±3.30 d
Mohawk	642.70±3.50 m	178.28±3.76 l
Moneymaker	1085.12±3.82 d	232.85±4.39 i
Royal	680.02±5.71 k	247.60±4.84 h
Schley	509.01±4.70 q	275.45±1.25 f
Shawnee	549.66±0.05 p	191.94±4.05 k
Shoshoni	1271.92±3.86 a	233.51±3.86 i
Stuart	671.00±6.84 lk	154.53±4.31 m
Tejas	372.94±3.21 t	260.21±4.87 g
Western	734.79±5.43 h	296.58±5.19 e
Wichita	1134.07±6.03 b	575.32±6.83 a
Woodard	696.82±7.89 j	195.92±2.65 k

Aynı kolonda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler arasındaki farklılık P<0.05 seviyesinde önemlidir

Toplam flavonoid miktarı sonuçlarına göre 575.32 mg CE/100 g ile en yüksek toplam flavonoid içeriğine sahip pıkan çeşidi Wichita olarak belirlenmiştir. Toplam flavonoid içeriği açısından bu çeşidi sırasıyla Mahan (385.93 mg CE/100 g), Cherokee (335.94 mg CE/100g) ve Big Z (344.45 mg CE/100 g) çeşitleri takip etmiştir. Cape Fear çeşidi ise 137.03 mg CE/100 g ile toplam flavonoid miktarı en düşük çeşit olarak belirlenmiştir. de la Rosa ve ark. (2014) Western pıkan çeşidi ekstraktlarında toplam flavonoid içeriğini 345-397 mg CE/100 g olarak tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmada pıkanın toplam flavonoid miktarı 704.7 mg CE/100 g olarak belirlenmiştir (Yang ve ark., 2009). Jia ve

ark.(2019) Çin'de yetiştirilen farklı pıkan çeşitlerinde toplam flavonoid içeriğini 240-640 mg CE/100 g arasında tespit etmişlerdir. Bouali ve ark. (2020) ise pıkan çeşitlerinde toplam flavonoid miktarını 8.64-16.07 mg CE/100 g olarak tespit etmişlerdir.

Toplam fenolik ve flavonoid miktarı açısından çalışmamızdaki çeşitler arasında farklılıklar olmakla birlikte, literatür değerleri ile karşılaştırıldığında çalışmamızdaki bazı çeşitlerin toplam fenolik ve flavonoid miktarları uyumlu, bazılarının ise düşük düzeydedir. Söz konusu farklılıkların çeşit, genotip, yetiştirme bölgesi, iklim ve toprak özellikleri gibi faktörlerin yanında, analiz yöntemleri ve ekstraksiyon

koşullarından kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

3.2. Pikan çeşitlerinin antioksidan aktiviteleri

Pikan çeşitlerinin antioksidan aktivitelerinin belirlenmesinde DPPH radikali giderme aktivitesi ve FRAP yöntemleri kullanılmış ve sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir.

Çalışmamızda pikan çeşitlerine ait metanol ekstraktlarının serbest radikal giderme aktivitesi DPPH radikali kullanılarak belirlenmiştir. Kararlı bir serbest radikal olan DPPH radikali koyu mor renktedir ve 515 nm'de maksimum absorpsiyon gösterir. Bu yöntemde DPPH radikali antioksidan madde ile reaksiyona girdiğinde radikal indirgenerek renk açılması gözlemlenir ve bu renk açılması spektrofotometrik olarak izlenir. Reaksiyon ortamında DPPH radikalının % 50'sinin yok edilmesi için gereken etkili antioksidan konsantrasyonu EC₅₀ (veya IC₅₀) değeri olarak

tanımlanır ve düşük EC₅₀ değeri yüksek radikal giderme aktivitesine işaret eder (Delgado ve ark., 2010; Büyüktuncel,2013).

Analiz sonuçlarına göre pikan çeşitlerinin EC₅₀ değerleri 3.50-11.31 mg/mL arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3). En yüksek radikal giderme aktivitesi Shoshoni çeşidinde, daha sonra sırasıyla Choctaw (5.36 mg/mL DPPH), Stuart (5.43 mg/mL) ve Burkett (5.84 mg/mL) çeşitlerinde belirlenmiştir. En yüksek EC₅₀ değerleri dolayısıyla en düşük radikal giderme aktivitesi Shawnee (11.31 mg/mL DPPH), Schley (11.01 mg/mL DPPH), Cape Fear (10.67 mg/mL) ve Curtis (10.93 mg/mL) çeşitlerinde saptanmıştır. He ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada pikan metanolik ekstraktının EC₅₀ değeri 3.682 mg/mL olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızdaki Shoshoni çeşidine ait EC₅₀ değeri bu değerden düşük olup, dolayısıyla serbest radikal giderme aktivitesi yüksektir.

Çizelge 3. Pikan çeşitlerinin antioksidan aktiviteleri

Table 3. Antioxidant activities of the pecan cultivars

Çeşitler	EC ₅₀ (mg/mL)	FRAP (mmol TE/g)
Big Z	8.71 ±0.03 cb	61.19± 3.51 ₁
Bradley	7.71 0.28 fde	46.02±1.20 ml
Burkett	5.84± 0.63 jlk	66.87 ±2.48 h
Curtis	10.93±0.09 a	47.33± 1.00 ml
Cheroke	9,29± 0.25 b	81.05± 1.11 ed
Cheyenne	7.91±0.03 cde	80.83± 1.93 ed
Choctaw	5.36±0.12 l	43.80±1.73 mn
Comanche	6.36 ±0.07 jh ₁	34.14±1.49 p
Cape Fear	10.67± 0.62 a	29.63± 1.10 q
Desirable	7.09 ±0.04 fhge	72.33± 0.71 g
Green river	7.92 ±1.01 cde	37.71± 2.45 o
Harris Super	6.78± 0.48 hg ₁	99.90 ±3.06 c
Hasting	8.62± 0.48 cb	66.58± 1.38 h
Mahan	7.30 0.04 fge	112.10± 0.28 b
Mohawk*Stuart	8.29± 0.01 cd	83.36± 2.97 d
Mohawk	6.15± 0.19 jlk ₁	49.46± 1.34 kl
Moneymaker	6.25 ±0.07 jhk ₁	77.86± 1.20 ef
Royal	6.30± 0.26 jh ₁	55.14±0.74 j
Schley	11.01± 0.09 a	74.79± 0.56 gf
Shawnee	11.31± 0.21 a	26.21± 1.17 q
Shoshoni	3.50± 0.16 m	99.17±0.91 c
Stuart	5.43± 0.62 lk	41.22± 0.26 on
Tejas	6.45± 0.23 jhg ₁	59.80± 1.75 i
Western	6.90± 0.64 fhg ₁	62.47± 1.24 i
Wichita	7.71± 0.08 fde	147.93 ±1.00 a
Woodard	8.43± 0.06 cd	51.74±2.34 kj

Aynı kolonda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler arasındaki farklılık P<0.05 seviyesinde önemlidir

Pikan çeşitlerinin FRAP değerleri Çizelge 3'te verilmiş olup, 26.21-147.93 mmol TE/g arasında değişim göstermiştir. En yüksek FRAP değeri Wichita çeşidinde, daha sonra sırasıyla Mahan (112.10 mmol

TE/g), Harris Super (99.90 mmol TE/g) ve Shoshoni (99.17 mmol TE/g) çeşitlerinde belirlenmiştir. En düşük FRAP değeri ise Shawnee (26.21 mmol TE/g) çeşidinde saptanmıştır. Bouali ve ark. (2020) üç pikan çeşidinin

yenilebilir kısımlarında FRAP değerini 36.279-115.428 mmol/ 100 g olarak belirlemiş, Mahan çeşidinin en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir. Bulgularımız bu değerlerle uyumludur.

Çalışmamızda EC₅₀ ve FRAP değerleri incelendiğinde, iki yöntemde de antioksidan aktivitesi yüksek olarak değerlendirilen çeşitlerin farklı olduğu görülmektedir. Kullanılan yöntemlerin farklı reaksiyonlara dayalı olması, bu yöntemlerin birbiriyle kıyaslanmasını güçleştirmektedir. Ayrıca uygulanan yöntemlerde farklı standartlar ve parametreler kullanılması aynı çeşit için farklı sonuçlar verebilmektedir (Büyüktuncel, 2013). Diğer yandan, Shawnee, Schley ve Cape Fear çeşitlerinin her iki yöntemin sonuçlarına göre antioksidan aktivite açısından düşük değerlerde olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda pikanın içerdiği fenolik ve flavonoid içeriği ile antioksidan aktivitesi arasındaki korelasyonun yüksek olduğu bulunmuştur (Yang ve ark., 2009; Abe ve ark., 2010; Jia ve ark., 2018; Bouali ve ark., 2020; Flores-Córdova ve ark., 2016; He ve ark., 2011). Çalışmamızda antioksidan aktivite açısından öne çıkan Shoshoni, Wichita ve Mahan gibi bazı çeşitlerin toplam fenolik ve flavonoid miktarlarının da diğer çeşitlere göre daha yüksek olduğu Çizelge 2'den görülmektedir. Literatürde pikan meyvesinde elajik asit, gallik asit, kateşin, epikateşin, *p*-hidroksibenzoik asit, protokateşinik asit gibi antioksidan etkili fenolik bileşenler bulunduğu tespit edilmiştir (de La Rosa 2014; Jia ve ark., 2018; Jia ve ark., 2019; Bouali ve ark., 2020). Jia ve ark. (2018) pikanda tespit edilen (+)-kateşin ve (-)-epikateşinin antioksidan aktiviteden sorumlu başlıca fenolik bileşenler olduğunu rapor etmişlerdir.

4. Sonuç

Bu çalışma ile Antalya ili BATEM genetik kaynak parselinde bulunan 26 pikan çeşidinin toplam fenolik, flavonoid ve antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Söz konusu çeşitler arasında incelenen kriterler açısından önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre Shoshoni, Wichita ve Mahan çeşidi antioksidan özellikler açısından öne çıkmıştır. Araştırma sonuçlarının, sağlık üzerine yararlı bileşenler içerdiği saptanan pikanın tüketiminin artırılması yönünde olumlu etkisi olacağı ve üretiminin artırılmasına katkı sunması bakımından yararlı olacağı değerlendirilmektedir. Ayrıca yeni çeşitlerin geliştirilmesi açısından, bu çeşitlerin antioksidan özelliklerinin ortaya konulması ileride yapılacak ıslah çalışmalarına da bir temel teşkil edebilecektir. Bu alanda yapılacak bilimsel çalışmalarda, pikan çeşitlerinde fenolik bileşenler, tokoferoller, yağ asidi bileşenleri gibi diğer özelliklerin araştırılması da tavsiye edilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen TAGEM/BBAD/B/18/A1/P5/341 No'lu proje verilerinden derlenmiştir.

Kaynaklar

- Abe, L. T., Lajolo, F. M., Genovese, M. I., 2010. Comparison of phenol content and antioxidant capacity of nuts. *Food Science and Technology*, 30: 254-259. Doi:10.1590/S0101-20612010000500038.
- Alkan, G., Algül, B. E., & Dalkılıç, Z., 2014. Pikan tohumlarının çimlenme hızının belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(2): 1-6.
- Anonim, 2020. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/batem>. (Erişim tarihi: 03.06.2020).
- Bouali, I., Trabelsi, H., Herchi, W., Martine, L., Albouchi, A., Bouzaïen, G., Berdeaux, O., 2014. Analysis of pecan nut (*Carya illinoensis*) unsaponifiable fraction. Effect of ripening stage on phytosterols and phytostanols composition. *Food chemistry*, 164, 309-316. Doi:10.1016/j.foodchem.2014.05.029.
- Bouali, I., Tsafouros, A., Ntanos, E., Albouchi, A., Boukhchina, S., Roussos, P. A., 2020. Inter-cultivar and temporal variation of phenolic compounds, antioxidant activity and carbohydrate composition of pecan (*Carya illinoensis*) kernels grown in Tunisia. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 61(1): 183-196. Doi:10.1007/s13580-019-00188-8.
- Büyüktuncel, E., 2013. Toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite tayininde kullanılan başlıca spektrofotometrik yöntemler, *Marmara Pharmaceutical Journal*, 17: 93-103. Doi: 10.12991/201317377.
- Cemeroğlu, B., 2010. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34, Genişletilmiş 2. Baskı, 657s, Ankara
- Corthout, J., Pieters, L. A., Claeys, M., Berghe, D. V., Vlietinck, A. J., 1991. Antiviral ellagitannins from *Spondias mombin*. *Phytochemistry*, 30(4): 1129-1130. Doi:10.1016/S0031-9422(00)95187-2.
- de la Rosa L.A., Vazquez-Flores, A. A., Alvarez-Parrilla, E., Rodrigo-García, J., Medina-Campos, O. N., Ávila Nava, A., González-Reyes, S., Pedraza-Chaverric, J., 2014. Content of major classes of polyphenolic compounds, antioxidant, antiproliferative, and cell protective activity of pecan crude extracts and their fractions. *Journal of functional foods*, 7: 219-228. Doi:10.1016/j.jff.2014.02.008.
- de la Rosa, L. A., Alvarez-Parrilla, E., Shahidi, F., 2011. Phenolic compounds and antioxidant activity of

- kernels and shells of Mexican pecan (*Carya illinoensis*). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59(1): 152-162. Doi:10.1021/jf1034306.
- Delgado, T., Malheiro, R., Pereira, J. A., Ramalhosa, E., 2010. Hazelnut (*Corylus avellana* L.) kernels as a source of antioxidants and their potential in relation to other nuts. Industrial Crops and Products, 32(3): 621-626. Doi:10.1016/j.indcrop.2010.07.019.
- Eitenmiller, R. R., Pegg, R. B., 2009. Compositional characteristics and health effects of pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch]. Tree Nuts. Composition, Phytochemicals and Health Effects, 259-283.
- Flores-Córdova, M. A., Sánchez Chávez, E., Chávez-Mendoza, C., García-Hernández, J. L., Preciado-Rangel, P. (2016). Bioactive compounds and phytonutrients in edible part and nutshell of pecan (*Carya illinoensis*). Cogent Food and Agriculture, 2(1):1262936.
- Gu, L., Kelm, M. A., Hammerstone, J. F., Beecher, G., Holden, J., Haytowitz, D., Prior, R. L., 2004. Concentrations of proanthocyanidins in common foods and estimations of normal consumption. The Journal of nutrition, 134(3): 613-617. Doi:org/10.1093/jn/134.3.613.
- Haddad, E. H., 2011. Health effects of a pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] Nut-rich Diet. In: Preedy, V. R., Watson, R. R. (Eds.) Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention. Academic Press, pp. 891-898.
- He, Z., Fu, M., Mao, L., 2011. Total phenolic, condensed tannin and antioxidant activity of four *Carya* species from China. African Journal of Biotechnology, 10(51): 10472-10477. Doi: 10.5897/AJB10.1501.
- Jia, X., Luo, H., Xu, M., Wang, G., Xuan, J., Guo, Z., 2019. Investigation of Nut Qualities of Pecan Cultivars Grown in China. Journal of Plant Sciences, 7(5): 117-124. doi:10.11648/j.jps.20190705.13.
- Jia, X., Luo, H., Xu, M., Zhai, M., Guo, Z., Qiao, Y., Wang, L., 2018. Dynamic changes in phenolics and antioxidant capacity during pecan (*Carya illinoensis*) kernel ripening and its phenolics profiles. Molecules, 23(2): 435. Doi:10.3390/molecules23020435.
- Lombardini, L., Villarreal-Lozoya, J. E., Cisneros-Zevallos, L., 2007. Antioxidant properties of pecan kernels. II International Symposium on Human Health Effects of Fruits and Vegetables: FAVHEALTH 2007, 841: 91-96.
- Morgan, W. A., Clayshulte, B. J., 2000. Pecans lower low density lipoprotein cholesterol in people with normal lipid levels. Journal of the American Dietetic Association, 100(3): 312-318. Doi:10.1016/S0002-8223(00)00097-3.
- Okuda, T., 2005. Systematics and health effects of chemically distinct tannins in medicinal plants. Phytochemistry, 66(17): 2012-2031. Doi:10.1016/j.phytochem.2005.04.023.
- Oroian, M., Escriche, I., 2015. Antioxidants: Characterization, natural sources, extraction and analysis. Food Research International, 74: 10-36. Doi:10.1016/j.foodres.2015.04.018.
- Rajaram, S., Burke, K., Connell, B., Myint, T., Sabaté, J., 2001. A monounsaturated fatty acid-rich pecan-enriched diet favorably alters the serum lipid profile of healthy men and women. The Journal of Nutrition, 131: 2275-2279. Doi:10.1093/jn/131.9.2275.
- Rosales-Martínez, P., Arellano-Cárdenas, S., Dorantes-Álvarez, L., García-Ochoa, F., López-Cortez, M. D. S., 2014. Comparison between antioxidant activities of phenolic extracts from Mexican peanuts, peanuts skins, nuts and pistachios. Journal of the Mexican Chemical Society, 58(2), 185-193.
- Ryan, E., Galvin, K., O'connor, T. P., Maguire, A. R., O'brien, N. M., 2006. Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of brazil, pecan, pine, pistachio and cashew nuts. International journal of food sciences and nutrition, 57(3-4): 219-228. Doi:10.1080/09637480600768077.
- Segura, R., Javierre, C., Lizarraga, M. A., Ros, E., 2006. Other relevant components of nuts: phytosterols, folate and minerals. British Journal of Nutrition, 96(S2): 36-44. Doi:10.1017/BJN20061862.
- Shahidi, F., Ambigaipalan, P., 2015. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects—A review. Journal of functional foods, 18: 820-897. Doi:10.1016/j.jff.2015.06.018.
- Singh, R. P., Sharad, S., Kapur, S., 2004. Free radicals and oxidative stress in neurodegenerative diseases: relevance of dietary antioxidants. Journal, Indian Academy of Clinical Medicine, 5(3): 218-225.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R.M., 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Method Enzymology, 299: 152-178. Doi:10.1016/S0076-6879(99)99017-1.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., Byrne, D. H., 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. Journal of food composition and analysis, 19(6-7): 669-675. Doi: 10.1016/j.jfca.2006.01.003.
- Thompson, T. E., Grauke, L. J., Young, E. F., 1996. Pecan kernel color: standards using the Munsell color notation system. Journal of the American Society for Horticultural Science, 121(3): 548-553. Doi:10.21273/JASHS.121.3.548.
- USDA, 2013. USDA Database for the Flavonoid Content of Selected Foods, Release 3.1 In: U.S. Department of Agriculture.

- Venkatachalam, M., 2004. Chemical composition of select pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] varieties and antigenic stability of pecan proteins. 2004. 90p. (Dissertation) - College of Human
- Venkatachalam, M., Kshirsagar, H. H., Seeram, N. P., Heber, D., Thompson, T. E., Roux, K. H., Sathe, S. K., 2007. Biochemical composition and immunological comparison of select pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] cultivars. Journal of agricultural and food chemistry, 55(24): 9899-9907. Doi:10.1021/jf0714721.
- Villarreal-Lozoya, J. E., Lombardini, L., Cisneros-Zevallos, L., 2007. Phytochemical constituents and antioxidant capacity of different pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] cultivars. Food Chemistry, 102: 1241-1249. Doi:10.1016/j.foodchem.2006.07.024.
- Wakeling, L. T., Mason, R. L., D'Arc, B. R., Caffin, N. A., 2001. Composition of pecan cultivars Wichita and western Schley [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] grown in Australia. Journal of agricultural and food chemistry, 49(3): 1277-1281. Doi:10.1021/jf000797d.
- Wu, X., Beecher, G. R., Holden, J. M., Haytowitz, D. B., Gebhardt, S. E., Prior, R. L., 2004. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. Journal of agricultural and food chemistry, 52(12): 4026-4037. Doi:10.1021/jf049696w.
- Yang, J., Liu, R. H., Halim, L., 2009. Antioxidant and antiproliferative activities of common edible nut seeds. LWT-Food Science and Technology, 42(1): 1-8. Doi:10.1016/j.lwt.2008.07.007.
- Zhishen, J., Tang, M., Wu, J., 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chemistry, 64: 555-559. Doi:10.1016/S0308-8146(98)00102-2.