

Amino Acid Composition of the Seeds of Three *Trigonella* Species Growing In Turkey

S. Selma Uras Gungor (Corresponding author)
Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy
Mersin University, 33169, Mersin, Turkey
E-mail: urasselma@hotmail.com

Gamze Kokdil
Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy
Mersin University, 33169, Mersin, Turkey
E-mail: gkokdil@gmail.com

“This study was supported by the Research Fund of Mersin University in Turkey with Project Number: 2016-1-AP2-1412.”

Abstract

The aim of the present study was to determine amino acid composition of the seeds of *Trigonella kotschy* Fenzl (endemic), *Trigonella cilicica* Hub.-Mor. (endemic) and *Trigonella fillipes* Boiss. which are growing wild in Turkey. The amino acid composition of the each species was determined by using RP-HPLC technique. The results of the study revealed that lysine (1624-2093 mg/100 g) and leucine (1547-1822 mg/100 g) were the main essential amino acids, and glutamic acid (4507-6456 mg/100 g) and aspartic acid (3517-5780 mg/100 g) were the main non-essential amino acids. *T. fillipes* had the highest content of leucine (1822±0.04 mg/100 g) and glutamic acid (6456±0.06 mg/100 g). Lysine is the most abundant essential amino acid with the amount of 2093±0.05 mg/100 g in *T. cilicica*. Additionally, the highest amount of aspartic acid (5780±0.08 mg/100 g) was observed in *T. kotschy*.

Keywords: *Trigonella kotschy*, *Trigonella cilicica*, *Trigonella fillipes*, Amino acid composition

Türkiye'de Yetişen Üç *Trigonella* Türünün Tohumlarının Amino Asit Bileşimi

Özet

Bu çalışmada Türkiye'de yetişen *Trigonella kotschy* Fenzl (endemik), *Trigonella cilicica* Hub.-Mor. (endemik) ve *Trigonella fillipes* Boiss. tohumlarının amino asit içeriğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Analizlerde her türün amino asit bileşimi RP-HPLC tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Çalışma sonuçları lizin (1624-2093 mg / 100 g) ve lösinin (1547-1822 mg / 100 g) ana esansiyel amino asitler olduğunu ve glutamik asit (4507-6456 mg/100 g) ve aspartik asitin (3517-5780 mg/100 g) ana esansiyel olmayan amino asitler olduğunu göstermiştir. *T. fillipes* en yüksek glutamik asit(6456±0.06 mg/100 g) ve lösin (1822±0.04 mg/100 g) içeriğine sahiptir. Lizin, 2093 ± 0.05 mg/100 g miktarı ile *T. cilicica*'da en çok bulunan esansiyel amino asittir. En yüksek aspartik asit miktarı *T. kotschy*'de gözlenmiştir (5780±0.08 mg/100 g).

Anahtar Kelimeler: *Trigonella kotschy*, *Trigonella cilicica*, *Trigonella fillipes*, Amino asit bileşimi

1. Giriş

Tıbbi kullanımı olan bitkiler, dünya genelinde birçok ilacın önemli kaynağıdır (Moradi kor ve ark. 2013). Dünya Sağlık Örgütü'ne göre dünya nüfusunun yaklaşık %80'i sağlık gereksinimleri için bitkisel kaynaklı ilaçlar kullanmaktadır (Nagulapalli Venkata ve ark. 2017). Bitkilerin çeşitli şekillerde (sebze ve meyve

vb.) tüketimi; enflamatuar, kardiyovasküler hastalıklar ve kanser dahil olmak üzere çeşitli hastalıkların önlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Jaradat ve ark. 2016). Ayrıca beslenmeyle, ilgili fitokimyasalların alınması sağlıklı ilişkilendirilmiştir (Howes ve Simmonds 2014). Bitkisel kaynaklı ürünler yaprak, tohum, zambak, etli meyve, kök, kabuk ve çiçeklerden elde edilmekte ve flavonoidler, fenolik asitler, saponinler, alkaloidler, glikozitler, lipitler, karbonhidratlar, lignanlar ve çeşitli diğer bileşenleri içermektedir (Jaradat ve ark. 2016, Sellami ve ark. 2018). Günümüzde, bitkiler ve bileşenlerinin antioksidan, antiinflamatuvar, antiaterojenik, hepatoprotektif, antiallerjik, antiviral, antibakteriyel, kardiyoprotektif, antitrombotik, antikarsinojenik ve vazodilatör gibi farklı biyolojik etkileri bilinmektedir (Uras Güngör ve ark. 2014, Ahmad ve ark. 2016, Uras Güngör ve ark. 2016, Sellami ve ark. 2018, Wani ve Kumar 2018). Bu nedenle, bitkiler, bitkilerden elde edilen ekstraktlar, yağlar ve bileşikler gıda sanayii, farmasötik ve kozmetik endüstrisi gibi çeşitli alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır (Jaradat ve ark. 2016).

Akdeniz, Güney ve Kuzey Afrika, Kuzey Amerika, Avrupa, Batı Asya ve Güney Avustralya'da yaygın olarak bulunan *Trigonella* L., Fabaceae familyasına ait bir cins olup (Martin ve ark. 2010, Uras Güngör ve ark. 2017) dünya genelinde yaklaşık 260 türü içermektedir (Chaudhary ve ark. 2018). *Trigonella foenum-graecum* L., *T. occulta* Del., *T. incisae* Royle, *T. corniculata* L. (Jain ve ark. 1996, Toppo ve ark. 2009), *T. arabica* Delile ve *T. berythea* Boiss. & Blanche (Jaradat ve ark. 2016) gibi cinsin bazı türleri baharat ve/veya sebze olarak iyi bilinmekte ve çeşitli tıbbi sistemlerde geleneksel olarak hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Srinivasan 2006, Moradi kor ve ark. 2013, Rao ve Rao 2018). *T. foenum-graecum* türü, Fenugrec (Fransızca), Bockshorkele (Almanca), Pazhitnik (Rusça), Fieno greco (İtalyanca), Koroha (Japonca), Alholva (İspanyolca), K'u-Tou (Çince), Halba (Malaya dili) (Srinivasan 2006), Hulba (Arapça) (Srinivasan 2006, Ahmad ve ark. 2016), Çemen otu (Türkçe) (Altuntaş ve ark. 2005, Uras Güngör ve ark. 2017) Heyseed (İngilizce), Methi (Hintçe, Urduca, Punjabi ve Marathi), Dari (Farsça), Shoot (İbranice) ve Moshoseitaro (Yunanca) (Ahmed ve ark. 2016) olarak bilinmekte Akdeniz, Kuzey Afrika (Srinivasan 2006, Ciftci ve ark. 2011, Uras Güngör ve ark. 2014, Uras Güngör ve ark. 2017), Kuzey Amerika, Orta Asya ve Avustralya'nın bazı bölgelerinde (Ciftci ve ark. 2011) sağlıklı faydaları nedeniyle ve gıda olarak kullanılmakta olup tarımsal bir ürün olarak yaygın şekilde yetiştirilmektedir (Bienkowski ve ark. 2017, Rao ve Rao 2018). Çemen otu yaprakları, Unani tıp sisteminde yanık, şişlik ve saç dökülmesi problemlerinde kullanılmıştır (Uras Güngör ve ark. 2017). Tohumlar; hemoroit, ateş, ödem, epilepsi, lepra, gut, apse ve kronik öksürük (Uras Güngör ve ark. 2017), diyabet ve afrodizyak olarak (Srinivasan 2006, Uras Güngör ve ark. 2017) Unani, Ayurvedik, Çin (Uras Güngör ve ark. 2014, Uras Güngör ve ark. 2017) ve Tibet (Aasim ve ark. 2018) gibi bazı geleneksel tıp sistemlerinde kullanılmıştır. Ayrıca karminatif (Moradi kor ve ark. 2013, Rao ve Rao 2018), gastrik stimulan (Srinivasan 2006, Aljuhaimi ve ark. 2018, Wani ve Kumar 2018), galaktogog (Srinivasan 2006, Wani ve Kumar 2018), diüretik (Moradi kor ve ark. 2013, Aljuhaimi ve ark. 2018), tonik (Moradi kor ve ark. 2013, Uras Güngör ve ark. 2017), yumuşatıcı, yatıştırıcı, büzücü, emanogog ve ekspektoran (Moradi kor ve ark. 2013) olarak bilinmektedir. Tohum veya tozu, köri, çay ve baharat karışımı olarak kullanılmaktadır (Ciftci ve ark. 2011, Wani ve Kuma, 2018). Gıda endüstrisinde stabilizatör, katkı maddesi veya renklendirici olarak yaygın kullanımı vardır (Ciftci ve ark. 2011, Keskes ve ark. 2018, Wani ve Kumar 2018). Altın sarısı bir renk olan çemen tohumu yağı, acı tatta ve keskin kokuludur; böcek kovucu etkisi nedeniyle tahıllar ve kumaşlarda kullanılmaktadır (Suliman ve ark. 2008, Ciftci ve ark. 2011). Yapraklar; mineral, vitamin ve flavonoid bakımından zengindir (Uras Güngör ve ark. 2017). Tohumlar; sabit yağ (çoğunlukla oleik, linoleik ve linolenik asitler gibi çoklu doymamış yağ asitleri) (Bienkowski ve ark. 2017, Aljuhaimi ve ark. 2018), flavonoid, alkaloid (Ahmad ve ark. 2016, Wani ve Kumar 2018, Chaudhary ve ark. 2018) (trigonellin, kolin, gentianin, karpain) (Moradi kor ve ark. 2013), triterpenik ve steroidal saponinler (diosgenin, gitogenin ve yamogenin), müsilaj, kumarin (Uras Güngör ve ark. 2017, Rao ve Rao 2018), amino asit (globulin, histidin, albümin), protein, diyet lifleri (çözünür ve çözünmeyen lifler) (Uras Güngör ve ark. 2017, Aljuhaimi ve ark. 2018), uçucu yağ (n-alkanlar ve seskiterpenler) (Moradi kor ve ark. 2013), vitamin (A, B1, B2, C, D), mineral (Fe, Si, Na, P ve S) (Bienkowski ve ark. 2017) içermektedir. Çemen otu tohumları ve aktif bileşenlerinin farmakolojik etkileri daha önce çalışılmış olup gastroprotektif ve kemopreventif özellikleri, antiinflamatuvar, antiülser, hipokolesterolemik, analjezik, antidiyabetik, antipiretik, yara iyileştirici, SSS uyarıcı, immünomodülatör, antifertilite, antikanser, antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri bildirilmiştir (Ciftci ve ark. 2011, Uras Güngör ve ark. 2014, Uras Güngör ve ark. 2017, Aljuhaimi ve ark. 2018, Wani ve Kumar 2018). Günümüzde; tıbbi, gıda, kozmetik ve diğer endüstriyel özellikleri nedeniyle çemen otu üretimi ve pazarlaması giderek önem kazanmaktadır (Ciftci ve ark. 2011, Keskes ve ark. 2018, Rao ve Rao 2018).

Trigonella cinsi, Türkiye'de 13 seksiyon ve 8 grupta temsil edilen yaklaşık 54 taksondan oluşmaktadır (Huber-Morath 1970, Gokturk 2009, Martin ve ark. 2010). Dünya genelinde en yaygın çalışılan

Trigonella türü *T. foenum-graecum* olup cinsin diğer türleri üzerinde yapılmış az sayıda çalışma bulunmaktadır. Ekibimiz tarafından yapılan önceki çalışmalarda *T. monspeliaca* L. (Uras Güngör ve ark. 2014) ve *T. plicata* (Boiss. & Bal.) (Uras Güngör ve ark. 2016) türlerinin mineral bileşimi, antioksidan aktivitesi, toplam fenolik ve flavonoid içerikleri incelenmiştir. Ayrıca cinsin büyük seksiyonlarından olan *Cylindraceae* Seksiyonu'na ait tüm türlerin diosgenin, total fenol, yağ asidi profilleri, mineral içerikleri ve antioksidan aktivitesi araştırılmıştır (Uras Güngör ve ark. 2017). Literatür taramalarında *T. kotschy* Fenzl (endemik), *T. cilicica* Hub.-Mor. (endemik) ve *T. fillipes* Boiss. türlerinin amino asit içeriği ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Amino asitler proteinlerin temel yapı taşlarıdır ve protein sentezi için gereklidirler. Bunları beslenmeyle almak gereklidir, çünkü protein eksikliği ya da protein oluşumunun azalması gibi sonuçlar ortaya çıkabilmektedir (Akram ve ark. 2011). Bu nedenle bu çalışmada, Türkiye'de yetişen ikisi endemik olmak üzere üç *Trigonella* türünün tohumlarının amino asit bileşiminin RP-HPLC teknikleri kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Bitkisel Materyal

Çalışılan *Trigonella* türleri Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplandı (Tablo 1). Bitkiler Dr. Öğr. Üyesi Ş. Selma URAS GÜNGÖR ve Prof. Dr. Ahmet İLÇİM tarafından teşhis edildi. Bitkisel materyale ait herbarium örnekleri Hatay, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü Herbarium'unda saklanmaktadır.

Tablo 1. Çalışılan türlerin herbarium numarası, endemik türleri ve lokalitesi

Türler	Endemik türler	Herbarium Numarası	Lokalite
<i>T. kotschy</i> Fenzl	+	MKU1753	C6 Maraş:Kozludere 1300-1500 m.
<i>T. cilicica</i> Hub.-Mor.	+	MKU1756	C5 İçel:Tarsus 800-900 m.
<i>T. fillipes</i> Boiss.	-	MKU1757	C6 Maraş:Büyüknacar 1300 m.

2.2. Amino Asit İçeriği

Amino asit bileşiminin belirlenmesi; triptofan için proteinin alkali hidrolizi, diğerleri için ise asit hidrolizi ve türevlendirme şeklinde Eroğlu ve ark. 2016 ve Çevikkalp ve ark. 2016'da belirtilen yöntemlere göre gerçekleştirilmiştir.

İkili pompa ve UV/VIS detektör donanımlı ultra hızlı sıvı kromatografi (UFLC) sistemi, kromatografik analiz için seçildi; ayrıştırma ve tespit için floresan detektörlü HPLC ters faz analitik kolon kullanıldı (Eroğlu ve ark. 2016, Çevikkalp ve ark. 2016). Analizler üç tekrarlı olarak gerçekleştirildi.

3. Sonuç ve Tartışma

Çalışılan türlere ait detaylı bilgiler Tablo 1'de ve amino asit kompozisyonları Tablo 2'de verilmiştir. Tohumlarda çeşitli esansiyel amino asitlerin (histidin, izolösin, lösin, lizin, metionin, fenilalanin, treonin ve valin) ve esansiyel olmayan amino asitlerin (arjinin, alanin, aspartik asit, glisin, glutamik asit, prolin, serin, tirozin ve triptofan) varlığı gösterilmiştir. Her üç türün tohumlarında lösin, lizin, aspartik asit ve glutamik asit miktarlarının diğer amino asitlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Lösin miktarı en yüksek *T. fillipes* türünün tohumlarında bulunurken bunu *T. cilicica* ve *T. kotschy* türlerinin tohumları izlemiştir (1822±0.04, 1744±0.04 ve 1547±0.03 mg/100 g, sırasıyla). *T. kotschy*, *T. Cilicica* ve *T. fillipes* tohumlarının lizin miktarı ise sırasıyla 1624±0.06 mg/100 g, 2093±0.05 mg/100 g ve 2069±0.07 mg/100 g dir. Aspartik asit miktarı 5741±0.08 mg/100 g değeri ile en yüksek *T. kotschy* türünün tohumlarında bildirilmiş olup bunu 5346±0.08 mg/100 g değeri ile *T. fillipes* izlemiştir. En yüksek glutamik asit miktarı *T. fillipes* tohumlarında saptanmıştır (6456±0.06 mg/100 g). Tüm türler karşılaştırıldığında en düşük amino asit miktarları metionin (259±0.01-145±0.02 mg/100 g), triptofan (234±0.01-257±0.01 mg/100 g) ve tirozinde (768±0.04-901±0.03 mg/100 g) gözlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. *Trigonella kotschyi*, *T. cilicica* ve *T. filipes* türlerine ait tohumların amino asit kompozisyonları (mg/100 g)

Amino asitler	Sembolleri	<i>T. kotschyi</i>	<i>T. cilicica</i>	<i>T. filipes</i>
Esansiyel amino asitler				
Histidin	HIS	1101±0.03	908±0.03	1284±0.05
İzolösin	ILE	1053±0.02	1130±0.03	1275±0.03
Lösin	LEU	1547±0.03	1744±0.04	1822±0.04
Lizin	LYS	1624±0.06	2093±0.05	2069±0.07
Metionin	MET	145±0.02	205±0.02	259±0.01
Fenilalanin	PHE	1010±0.03	1220±0.04	1169±0.03
Treonin	THR	1021±0.03	956±0.02	1256±0.03
Valin	VAL	1023±0.04	1072±0.04	1273±0.05
Esansiyel olmayan amino asitler				
Arjinin	ARG	1503±0.03	1157±0.04	1658±0.06
Alanin	ALA	1167±0.03	1145±0.03	1298±0.03
Aspartik asit	ASP	5780±0.08	3517±0.06	5346±0.08
Glisin	GLY	1409±0.05	1311±0.03	1528±0.03
Glutamik asit	GLU	5241±0.08	4507±0.08	6456±0.06
Prolin	PRO	1204±0.02	1215±0.04	1358±0.03
Serin	SER	1431±0.03	1233±0.04	1684±0.04
Tirozin	TYR	768±0.04	901±0.03	860±0.02
Triptofan	TRP	257±0.01	234±0.01	256±0.01

Veriler ortalama±SS olarak verilmiş olup analizler 3 tekrarlı yapılmıştır.

El-Mahdy ve El-Sebaiy (1985) yaptıkları çalışmada çemen otu tohumlarının aspartik asit, glutamik asit, lösin, arjinin, lizin ve prolin bakımından zengin olduğunu bildirmiştir. Feyzi ve ark. (2015) çemen otu tohumlarının protein izolatu ile yaptıkları çalışmada glutamik asit (199.80 g/kg), aspartik asit (116.80 g/kg), lösin (93.70 g/kg), treonin (80.01 g/kg) ve arjinin (75.70 g/kg) amino asitlerini yüksek miktarlarda tespit etmiştir. Aljuhaimi ve ark. (2018) Hindistan, Suudi Arabistan, Yemen ve Türkiye’de yetişen *T. foenum-graecum* türünün tohumlarının amino asit kompozisyonunu araştırmış ve glutamik asit (% 3.79-4.82), aspartik asit (% 2.65-3.31), arjinin (% 2.45-3.26), lösin (% 1.67-2.09) ve lizin (% 1.63-1.95) majör amino asitler olarak bildirilmiştir. İkisi endemik olmak üzere *Trigonella* cinsine ait üç türün tohumları üzerinde yaptığımız çalışmada lösin, lizin, aspartik asit ve glutamik asit miktarları diğer amino asit miktarlarına göre daha yüksek bulunmuş olup sonuçların literatür verileri ile uyumlu olduğu gözlenmiştir.

T. kotschyi, *T. cilicica* ve *T. filipes* türleri üzerinde yaptığımız önceki çalışmamızda tohumların sabit yağ verimleri, yağ asidi kompozisyonları, diosgenin, fenolik ve mineral bileşimleri incelenmiştir (Uras Güngör ve ark. 2017). Türlerin tohum yağ verimleri %4.9-6.7 aralığında iken yağların başlıca çoklu doymamış yağ asitlerince (başlıca α -linolenik asit ve linoleik asit) zengin olduğu (%67.1-73.9) ve tohum ekstraktlarındaki diosgenin miktarlarının *T. kotschyi*, *T. filipes* ve *T. cilicica* türlerinde sırasıyla 0.07, 0.07 ve 0.52 mg/g olduğu saptanmıştır. Total flavonoid miktarı 92.72-118.89 mg RE/g aralığında olup *T. cilicica* türünde en yüksektir. DPPH radikal süpürücü aktivite açısından *T. cilicica* (%45.39) türünün en yüksek inhibisyon değerine sahip olduğu tespit edilmiştir (Uras Güngör ve ark. 2017).

Sonuç olarak çalışılan türler üzerinde, özellikle *T. cilicica* başta olmak üzere, ilk kez bu çalışmada belirlenen amino asit kompozisyonları da dikkate alınarak *T. foenum-graecum* gibi besleyici gıda olarak değerlendirilebilmeleri ve olası biyolojik aktiviteleri ile ilgili konularda ileri araştırmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Teşekkür

Yazarlar, bitkilerin teşhisindeki katkılarından dolayı Sayın Prof. Dr. Ahmet İLÇİM’e (Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Botanik Anabilim Dalı) ve analizlerdeki katkılarından dolayı TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'ne teşekkür ederler.

Kaynaklar

- Aasim M, Baloch FS, Nadeem MA, Bakhsh A, Sameeullah M, Day S (2018). Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.): An Underutilized Edible Plant of Modern World, in Ozturk M, Hakeem K, Ashraf M, Ahmad M (Eds) *Global Perspectives on Underutilized Crops*, Springer, Cham, pp. 381-408. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-77776-4_12
- Ahmad A, Alghamdi SS, Mahmood K, Afzal M (2016). Fenugreek a multipurpose crop: Potentialities and improvements. *Saudi Journal of Biological Science* 23(2): 300–310. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sjbs.2015.09.015>
- Akram M, Asif HM, Uzair M, Akhtar N, Madni A, Ali Shah SM, Hasan Z, Ullah A (2011). Amino acids: A review article. *Journal of Medicinal Plants Research* 5(17): 3997-4000.
- Aljuhaimi F, Şimşek Ş, Özcan MM, Ghafoor K, Babiker EE (2018). Effect of location on chemical properties, amino acid and fatty acid compositions of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seed and oils. *Journal of Food Processing and Preservation* 42(4): 1-6. <http://dx.doi.org/10.1111/jfpp.13569>
- Altuntaş E, Özgöz E, Taşer ÖF (2005). Some physical properties of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seeds. *Journal of Food Engineering* 71(1): 37-43. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.10.015>
- Bieńkowski T, Żuk-Gołaszewska K, Kaliniewicz J, Gołaszewski J (2017). Content of Biogenic Elements and Fatty Acid Composition of Fenugreek Seeds Cultivated under Different Conditions. *Chilean Journal of Agricultural Research* 77(2): 134-141. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392017000200134>
- Cevikkalp SA, Löker GB, Yaman M, Amoutzopoulos B (2016). A simplified HPLC method for determination of tryptophan in some cereals and legumes. *Food Chemistry* 193: 26–29. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.02.108>
- Chaudhary S, Chaudhary PS, Chikara SK, Sharma MC, Iriti M (2018). Review on Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) and its Important Secondary Metabolite Diosgenin. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici* 46(1): 22-31. <http://dx.doi.org/10.15835/nbha46110996>
- Ciftci ON, Przybylski R, Rudzinska M, Acharya S (2011). Characterization of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) seed lipids, *Journal of the American Oil Chemists' Society* 88(10): 1603-1610. <http://dx.doi.org/10.1007/s11746-011-1823-y>
- El-Mahdy AR, El-Sebaiy LA (1985). Proteolytic activity, amino acid composition and protein quality of germinating fenugreek seeds (*Trigonella foenum graecum* L.). *Food Chemistry* 18(1):19-33. [http://dx.doi.org/10.1016/0308-8146\(85\)90100-1](http://dx.doi.org/10.1016/0308-8146(85)90100-1)
- Eroglu N, Akkus S, Yaman M, Asci B, Silici S (2016). Amino Acid and Vitamin Content of Propolis Collected by Native Caucasian Honeybees. *Journal of Apicultural Science* 60(2): 101-110. <http://dx.doi.org/10.1515/jas-2016-0021>
- Feyzi S, Varidi M, Zare F, Varidi MJ (2015). Fenugreek (*Trigonella foenum graecum*) seed protein isolate: extraction optimization, amino acid composition, thermo and functional properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 95(15): 3165-3176. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.7056>
- Gokturk RS (2009). A new subspecies *Trigonella coeruleascens* (Fabaceae), from Turkey. *Annales Botanici Fennici* 46(1): 62-64. <http://dx.doi.org/10.5735/085.046.0106>
- Howes MJ, Simmonds MS (2014). The role of phytochemicals as micronutrients in health and disease. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 17(6): 558–566. <http://dx.doi.org/10.1097/MCO.0000000000000115>

- Huber-Morath A (1970). *Trigonella* L., in Davis PH (Ed.) *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol 3. Edinburgh University Press, Edinburgh, UK, pp. 452-482.
- Jain SC, Agrawal M, Sharma RA (1996). The Genus *Trigonella*-Phytochemistry and Biology. *Ancient Science of Life* 16(2): 108-117.
- Jaradat NA, Shawahna R, Hussein F, Al-Lahham S (2016). Analysis of the antioxidant potential in aerial parts of *Trigonella arabica* and *Trigonella berythea* grown widely in Palestine: A comparative study. *European Journal of Integrative Medicine* 8(5): 623-630. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eujim.2016.04.004>
- Keskes H, Belhadj S, Jlail L, El Feki A, Sayadi S, Allouche N (2018). LC-MS-MS and GC-MS analyses of biologically active extracts of Tunisian Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) Seeds. *Journal of Food Measurement and Characterization* 12(1): 209-220. <http://dx.doi.org/10.1007/s11694-017-9632-0>
- Martin E, Akan H, Ekici M, Aytac Z (2010). Karyology of ten Turkish *Trigonella* L. (Leguminosae) species from section *Cylindricae* Boiss., *Turkish Journal of Botany* 34(6): 485-494. <http://dx.doi.org/10.3906/bot-0809-17>
- Moradi kor N, Didarshetaban MB, Pour HRS (2013). Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) As a Valuable Medicinal Plant. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research* 1(8): 922-931.
- Nagulapalli Venkata KC, Swaroop A, Bagchi D, Bishayee A (2017). A small plant with big benefits: Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* Linn.) for disease prevention and health promotion. *Molecular Nutrition & Food Research* 61(6): 1-26. <http://dx.doi.org/10.1002/mnfr.201600950>
- Rao N, Rao PB (2018). Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) analysis for evaluation of variation in mineral content in different varieties of *Trigonella foenum-graecum* L. *Legume Research* 41(1): 132-134. <http://dx.doi.org/10.18805/lr.v0i0.8396>
- Sellami M, Slimeni O, Pokrywka A, Kuvačić G, Hayes LD, Milic M, Padulo J (2018). Herbal medicine for sports: a review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 15: 1-14. <http://dx.doi.org/10.1186/s12970-018-0218-y>
- Srinivasan K (2006). Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*): A Review of Health Beneficial Physiological Effects. *Food Reviews International* 22(2): 203-224. <http://dx.doi.org/10.1080/87559120600586315>
- Suliman AME, Ali AO, Hemavathy J (2008). Lipid content and fatty acid composition of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seeds grown in Sudan. *International Journal of Food Science & Technology* 43(2): 380-382. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01446.x>
- Toppo FA, Akhand R, Pathak AK (2009). Pharmacological actions and potential uses of *Trigonella foenum-graecum*: A Review. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research* 2(4): 29-38.
- Uras Güngör SŞ, Güzel S, İlçim A, Kökdil G (2014). Total phenolic and flavonoid content, mineral composition and antioxidant potential of *Trigonella monspeliaca*. *Turkish Journal of Pharmaceutical Science* 11(3): 255-262.
- Uras Güngör SŞ, Güzel S, İlçim A, Kökdil G (2016). *Trigonella plicata*'nın Toplam Fenol ve Flavonoid Miktarı, Mineral Kompozisyonu ve Radikal Süpürücü Aktivitesi. *Marmara Pharmaceutical Journal*. 20(3): 341-345. <http://dx.doi.org/10.12991/mpj.20162084302>

Uras Güngör SŞ, İlçim A, Kökdil G (2017). A Comparison of Diosgenin, Phenolics, Fatty Acid Profiles and Mineral Contents with Free Radical Scavenging Activity of *Trigonella L.* Species From Section *Cylindrica*. *Records of Natural Products* 11(1): 17-30.

Wani SA, Kumar P (2018). Fenugreek: A review on its nutraceutical properties and utilization in various food products. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences (JSSAS)* 17(2): 97-106. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2016.01.007>