



The effect of *Cuscuta babylonica* Aucher (*Cuscuta*) parasitism on the phenolic contents of *Alhagi maurorum*

Hilal SURMUŞ ASAN ^{*1}, Hasan Çetin ÖZEN ¹

¹ Dicle Universty, Science Faculty, Department of Biology, Diyarbakir, Turkey

Abstract

Parasitic plants are restrict the lives of earth plants. *Cuscuta* species are holoparasitic plants without leaves or roots. Water and nutrients are transferred through the haustorium from the vascular system of the host into the parasite. Parasitic plants are affected by host plant physiology because of similar hormonal pathways between parasite and host plants. Host plant secretes various phenolic compounds, as a response to parasitic plant. *Alhagi*, a plant genus from family Fabaceae, is widely distributed in many countries of Asia, Australia ve Europe. Abroad range of biological activities such as antioxidant, cardiovascular, antiulcer, antidiarrheal, antipyretic, anti-inflammatory, anti-rheumatic, antibacterial ve antifungal have been ascribed to different parts of *Alhagi*. In this study it is determined that the infection of *Cuscuta babylonica* Aucher (Cuscutaceae) on the phenolic compound changes of *Alhagi maurorum* by LC-MS/MS analysis. As our results, it is revealed that the *Cuscuta* infection lead to an important increasing on the amount of chlorogenic acid (67.64 fold), apigenin (23.18 fold) and quercetin (6.75 fold), besides improved the amount of hiperoside (3.94 fold), naringenin (2.92), p-cumaric acid (2.28 fold), quinic acid (2.08 fold), coumarin (1.74 fold), tr-caffeic acid (1.61 fold), salicylic acid (1.40 fold), 4-OH benzoic acid (1.36 fold), malic acid (1.109 fold) ve hesperidin (1.08 fold). The amount of kaemferol (5.04 fold), gallic acid (2.58 fold), vanillin (1.54 fold), tr-akonitic acid (2.41 fold), tannic acid (2.11 fold), rosmarinic acid (1.88 fold), and rutin (1.044 fold) decreased when it is observed an significant decline the amount of protocatecholic acid (36.34 fold). Hesperetin is found only infected samples.

Key words: *Cuscuta babylonica* Aucher, *Alhagi maurorum*, phenolic compound, LC/MS-MS

----- * -----

Cuscuta babylonica Aucher (Küsküt) parazitliğinin *Alhagi maurorum* 'un fenolik bileşikleri üzerine etkisi

Özet

Parazit bitkiler, yeryüzünde konuk oldukları bitkilerin yaşamlarını sınırlandıran türlerdir. Küsküt türleri, yaprak ve kökleri olmayan tam parazit bitkilerdir. Bu bitkiler, su ve besin elementlerini özelleşmiş beslenme yapıları olan hostoryumları aracılığıyla diğer bitkilerden elde ederler. Parazit bitkiler konukçularıyla benzer hormonal mekanizmalar içerdikleri için hem onları etkilerler hem de onlardan etkilenirler. Parazit bitkilerin saldırısına uğrayan konukçu bitki, en etkin savunma maddeleri olan çeşitli fenolik bileşikler sentezler. *Alhagi*, Fabaceae familyasından Asya, Avusturalya ve Avrupa'nın çoğu ülkesinde geniş dağılım gösteren bir bitki cinsidir. *Alhagi*'nin farklı kısımları, antioksidant, kardiyovasküler, antiülser, diare önleyici, ateş düşürücü, anti romatizmal, antibakteriyel, antifungal gibi geniş bir biyolojik aktiviteye sahiptir. Bu çalışmada patojen *Cuscuta babylonica* Aucher (Cuscutaceae) enfeksiyonunun *Alhagi maurorum* bitkisinin fenolik bileşik içeriğinde meydana getirdiği değişiklikler LC-MS/MS analizleri kullanılarak incelenmiştir. Analizler sonucunda, küsküt enfeksiyonunun klorojenik asit (67.64 kat), apigenin (23.18 kat) ve kuersetin (6.75 kat) içeriklerinde önemli bir artışa neden olurken, bunun yanında hiperosid (3.94 kat), naringenin (2.92 kat), p-kumarik asit (2.28 kat), kuinik asit (2.08 kat), kumarin (1.74 kat), tr- caffeik asit (1.61 kat), salisilik asit (1.40 kat), 4-OH benzoik asit (1.36 kat), malik asit (1.109 kat) ve hesperidin (1.08 kat) bileşiklerinde de artış olduğu ortaya çıkarılmıştır. Protokatesuik asit miktarında 36.34 kat gibi kaydadeğer bir düşüş gözlenirken, yine kaemferol (5.04 kat), gallik asit (2.58 kat), vanillin (1.54 kat), tr-akonitik asit (2.41 kat), tannik asit (2.11 kat), rosmarinik asit (1.88 kat), rutin (1.044 kat) gibi bileşiklerin miktarında da düşüşe neden olmuştur. Hesperetin(0.268) ise sadece, enfekte olmuş bitkilerde tesbit edilmiştir. Enfekte olmadan önce ve enfeksiyon sonrası yapılan analiz sonuçları küsküt enfeksiyonunun *Alhagi* bitkisinin fenolik bileşen içeriğinde önemli değişimlere neden olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar kelimeler: *Cuscuta babylonica* Aucher, *Alhagi maurorum* , fenolik bileşikler, LC/MS-MS

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +904122411000; Fax.: +904122488300; E-mail: hilalsuran@gmail.com

© 2008 All rights reserved / Tüm hakları saklıdır

BioDiCon. 717-1117

1. Giriş

Parazit bitkiler, yaşamları için gerekli olan karbon, besin elementleri ve suyu hostorium olarak bilinen özel yapılarıyla konak olarak buldukları bitkinin kök veya gövdelerindeki ksilem ve/veya floemlerinden temin eden kısmen veya tamamen konak bitkiye bağlı olarak yaşayan bitki türleridir. Angiospermilerin taksonomik olarak ayrı bir grubu olan parazit bitkiler, tropik yağmur ormanlarından yüksek arktiklere kadar dünyanın pek çok doğal ve yarı doğal ekosistemlerinde yayılış gösterirler (Press, 1998). Parazit bitkiler; konukçu oldukları bitkiler, çevre ve biyotik faktörler arasında karmaşık ve dinamik ilişkiler gösterirler.

Küsküt (Cuscuta) Cuscutaceae familyasına ait bir cinstir ve dünyada 200 civarında türü yayılış gösterir. Anadolu'da şeytan saçı, verem otu, kızıl ot, bereket otu gibi yöresel adlarla tanınır (Özer ve ark., 2003). *Küsküt* köksüz, klorofil içermeyen, dolayısıyla fotosentez yapamayan sarılıcı tam parazit bir bitkidir. Gövdeleri ile üzerinde buldukları bitkinin gövdesine sarılır ve emeçlerini gövde içerisine salarak su, mineral ve fotosentetik maddeleri emerler. Bu bitkiler aynı zamanda, konukçu bitkinin toprak, su, besin elementleri atmosferik karbondioksit ve ısı da dahil fiziksel çevresini değiştirebilirler (Sharma ve Kapoor, 2014).

Çalışmamızda konak bitki olarak kullanılan *Alhagi* cinsi, Fabaceae familyasına aittir ve genel olarak deve turnağı, Hazar kudret helvası ve İran kudret helvası olarak da bilinir. *Alhagi* çalıları, Merkez Asya, Kuzey Amerika, Avrupa, Ortadoğu Doğu ülkeleri, Kuzey Afrika, Güney Afrika ve Kuzeybatı Çin'de geniş olarak yayılış gösterirler. *Alhagi* bitkileri genellikle az yağmur alan, tuzlu ve alkali topraklarda gelişir. Bu bitkinin pek çok türünün tıbbi uygulamalarda kullanıldığı bildirilmektedir (Laghari ve ark., 2012). *Alhagi* bitkileri geleneksel olarak mide ve bağırsak iltihapları (Varshney ve Singh, 2008), ülserler (Awaad Amani ve ark., 2006), ateş (Khan, 2009), baş ve diş ağrıları (Zou ve ark., 2012), karaciğer bozuklukları (Shaker ve ark., 2010), hipertansiyon (Kouchmeshky ve ark., 2012) ve kanser (Zou ve ark., 2012) gibi pek çok hastalığın tedavisinde uygulanmaktadır. Örneğin *Alhagi pseudalhagi* (M.Bieb.) Desv. türünün Şanlıurfa'da geleneksel olarak astım ve ishal tedavilerinde kullanıldığı bildirilmiştir (Akan ve ark., 2013).

Fenolik bileşikler, bitkilerin antioksidant aktivitelerinde önemli rol oynamaktadırlar. Bu bileşikler fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Son dönemlerde, önleyici ve tedavi edici ilaçlar olarak fenolik bileşikler de içeren doğal antioksidantların kullanımı oldukça revaçtır. Bu bileşiklerin antioksidant ve antikanserijen potansiyellerinden dolayı çok sayıda sağlığı destekleyici özellikleri bulunmaktadır (Costa ve ark., 2012; Erdoğan-Orhan ve ark., 2014). Flavonoidler, genelde tozlaşma için çekici renklerin üretilmesinde, hücre döngüsünü engellemede, azot fiksasyonunda ayrıca kimyasal mesajcılar olarak ve UV filtrasyon ajanları olarak görev yaparlar (Kumar ve Pandey, 2013). Fenolik asitler üzerine yapılan pek çok çalışmada; gallik asit, malik asit, p-kumarik asit, siyirngik asit ve vanillik asit gibi belli fenolik asitlerin insan sağlığı üzerinde çok sayıda faydası olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Alhagi maurorum türü, geleneksel tedavide; müshil, terletici, balgam söktürücü ve idrar söktürücü olarak uzun zamandan kullanılmaktadır. Yerel olarak, tohumların sulu ekstraktları idrar yolunu rahatlatmak ve böbrek taşlarını uzaklaştırmak için kullanılır (Marashdah ve Farraj, 2010). Bu bitkinin çiçekleri, basur, migren ve siğil tedavisinde; yapraklarından elde edilen yağ romatizmada kullanılmaktadır (Brown, 1995). Ayrıca *A. maurorum*'un toz haline getirilmiş kökleri de diüretik özelliğinden dolayı, böbrek taşlarını uzaklaştırmakta kullanılır (Badshah ve Hussain, 2011). Bu bitkinin modern tıptaki kullanımına bakıldığında, üreaz inhibitör aktivitesi ile bilinen bir tür olduğu görülmektedir. Besin değeri yüksek, farklı yağlar ve minerallerce zengindir. Son yapılan bir çalışmada *A. maurorum* köklerinin etil asetat kısımlarından bir üreaz inhibitör flavanolenol olan 5,6,7,8,2',3',5',6'-octamethoxyflavan-3-en-4'- ol izole edildiği bildirilmiştir (Laghari ve ark., 2010). Ahmad ve ark. (2009) *A. maurorum*'un toprak üstü kısımlarının metanolik ekstraktlarından β -sitosterol, transsinnamik asit, p-kumarik asit, 4-hidroksi benzoik asit, 3'-O-metilorobol, metil β -D-glukopiranosid, β -sitosterol-3-O- β -D-glucopyranoside ve kuersetin-3-O- β -D-glucopyranosid bileşiklerini izole etmiştir. Daha sonraki bir çalışmalarında; *A. maurorum*'da antioksidant bileşikler olan izorhamnetin-3-O-[- α -L-rhamnopyranosil-(1 \rightarrow 3)]- β -D glukopiranosid, 3'-Ometilorobol ve kuersetin 3-O- β -D-glukopiranosid bulunduğunu bildirmişlerdir.

Bitkiler savunma sistemlerini aktive ederek, parazit saldırısına karşı koyma yeteneğine sahiptirler (Dangl ve Jones, 2001). Parazitliğin konak bitkide her zaman olumsuz etkilere sebep olmadığı bilinmektedir, örneğin *Küsküt* ile enfekte olan domates bitkisinin salisilik asit gibi belli bitki hormonlarını değiştirdiği ve savunma sistemini aktive ettiği bildirilmiştir (Runyon ve ark., 2008). Son çalışmalar, küsküt parazitliğinin konak bitkide önemli değişikliklere neden olduğunu ortaya çıkarmıştır (Surmus Asan ve Özen, 2016; Furuhashi ve ark., 2012; Vurro ve ark., 2011).

Bu çalışmada, küsküt parazitliğinin geleneksel tedavi ve modern tıpta pek çok kullanımı olduğu bilinen *Alhagi* bitkisindeki fenolik bileşen içeriği üzerindeki etkileri araştırıldı.

2. Materyal ve yöntem

1.1. Bitki materyali

Bu çalışma *Küsküt* enfeksiyonuna maruz bırakılan konak bitki olarak, Dicle Üniversitesi kampus alanında kontrollü bir bölgede doğal olarak yetişen *A. maurorum* türü kullanıldı.

Küsküt tohumlarının çimlendirilmesi: Parazit *C. Babylonica*'nın tohumları sert tohum kabuğunun çatlatılması için 30 dk. boyunca konsantrite sülfürik asit çözeltisinde bekletildi. Tohumlar daha sonra musluk suyu ile yıkandı ve nemli filtre kağıtları bulunan küçük plastik kaplara yerleştirilerek 4 °C'de buzdolabında 15 gün boyunca bekletildi. Soğutma işlemine maruz bırakılan tohumlar daha sonra çimlenmesi için 16 °C'ye alındı.

Çimlenmeden sonra doğal olarak yetişen *A. maurorum* bitkisi 15 gün *Küsküt* ile enfekte edildi ve daha sonra enfekte olan *A. maurorum* bitkileri toplandı ve oda sıcaklığında kurutuldu. Kontrol olarak kullanılan enfekte olmamış *A. maurorum* bitkileri de aynı alandan toplandı ve kurutuldu.

1.2. Ekstraksiyon

Oda sıcaklığında kurutulmuş olan *A. maurorum* örnekleri dövülerek toz haline getirildi. Hazırlanan toz halindeki örneklerden 200 mg tartılarak 10 ml kloroform ile ekstrakte edildi ve daha sonra 5 dk boyunca sonikasyon (Sanyo MSE-Soniprep 150, U.K.) işlemi yapıldı. Bu işlem üç kez tekrarlandı ve kloroform kısımları vakum yardımıyla uzaklaştırıldı. Kloroform kısmı ayrılmış olan örnekler daha sonra 10 ml metanol ile 5'er dk olmak üzere sonikasyon işlemi yapıldı. Yine bu uygulama da üç kez tekrar edildi ve metanol kısımları toplanarak vakum evaporatorü (IKA, RV 10 DS 99) ile konsantrite edildi. Arta kalan tortu kısım metanolla çözülüp 0.25 µM'lık filtreden süzöldükten sonra uygun seyreltme işlemi uygulanarak 27 adet fenolik bileşiğin analiz edilmesi için LC-MS/MS (Shimadzu marka LC-MS 8040 triple quadrupole mass spectrometry)'e verildi. Fenolik bileşik analizleri daha önce bildirilmiş olan (Ertas ve ark., 2014) yöntem doğrultusunda yapıldı.

Tablo 1. LC-MS/MS metodu analitik parametreleri

No	Analytes	RT ^a	Ionization Mode	R ^{2b}	RSD% ^c	Linearity Range (mg/L)	LOD/LOQ (µg/L) ^d	Recovery (%)	U ^e
1	Kuinik asit	3.32	Neg	0.9927	0.0388	250-10000	22.3 / 74.5	103.3	4.8
2	Malik asit	3.54	Neg	0.9975	0.1214	250-10000	19.2 / 64.1	101.4	5.3
3	tr-Akonitik asit	4.13	Neg	0.9933	0.3908	250-10000	15.6 / 51.9	102.8	4.9
4	Gallik asit	4.29	Neg	0.9901	0.4734	25-1000	4.8 / 15.9	102.3	5.1
5	Klorojenik asit	5.43	Neg	0.9932	0.1882	250-10000	7.3 / 24.3	99.7	4.9
6	Protokateşuik asit	5.63	Neg	0.9991	0.5958	100-4000	25.8 / 85.9	100.2	5.1
7	Tannik asit	6.46	Neg	0.9955	0.9075	100-4000	10.2 / 34.2	97.8	5.1
8	tr- kaffeika asit	7.37	Neg	0.9942	1.0080	25-1000	4.4 / 14.7	98.6	5.2
9	Vanillin	8.77	Neg	0.9995	0.4094	250-10000	10.1 / 33.7	99.2	4.9
10	p-Koumarik asit	9.53	Neg	0.9909	1.1358	100-4000	15.2 / 50.8	98.4	5.1
11	Rosmarinik asit	9.57	Neg	0.9992	0.5220	250-10000	10.4 / 34.8	101.7	4.9
12	Rutin	10.18	Neg	0.9971	0.8146	250-10000	17.0 / 56.6	102.2	5.0
13	Hesperidin	9.69	Poz	0.9973	0.1363	250-10000	21.6 / 71.9	100.2	4.9
14	Hiperosid	10.43	Neg	0.9549	0.2135	100-4000	12.4 / 41.4	98.5	4.9
15	4-OH Benzoic asit	11.72	Neg	0.9925	1.4013	25-1000	3.0 / 10.0	106.2	5.2
16	Salisilik asit	11.72	Neg	0.9904	0.6619	25-1000	4 / 13.3	106.2	5.0
17	Myrisetin	11.94	Neg	0.9991	2.8247	100-4000	9.9 / 32.9	106.0	5.9
18	Fisetin	12.61	Neg	0.9988	2.4262	100-4000	10.7 / 35.6	96.9	5.5
19	Kumarin	12.52	Poz	0.9924	0.4203	100-4000	9.1 / 30.4	104.4	4.9
20	Kuersetin	14.48	Neg	0.9995	4.3149	25-1000	2.0 / 6.8	98.9	7.1
21	Naringenin	14.66	Neg	0.9956	2.0200	25-1000	2.6 / 8.8	97.0	5.5
22	Hesperetin	15.29	Neg	0.9961	1.0164	25-1000	3.3 / 11.0	102.4	5.3
23	Luteolin	15.43	Neg	0.9992	3.9487	25-1000	5.8 / 19.4	105.4	6.9
24	Kaemferol	15.43	Neg	0.9917	0.5885	25-1000	2.0 / 6.6	99.1	5.2
25	Apigenin	17.31	Neg	0.9954	0.6782	25-1000	0.1 / 0.3	98.9	5.3
26	Rhamnetin	18.94	Neg	0.9994	2.5678	25-1000	0.2 / 0.7	100.8	6.1
27	Chrisin	21.18	Neg	0.9965	1.5530	25-1000	0.05 / 0.17	102.2	5.3

^aRT: Alınma süresi

^bR²: Belirleme katsayısı

^cRSD: Bağlı standart sapma

^dLOD/LOQ (µg/L): Belirlenme limiti

^e U (%):% 95 güven düzeyinde göreceli belirsizlik yüzdesi (k=2)

3. Bulgular

Küsküt ile bulaştırılan *A. maurorum* bitkisinin fenolik bileşik içerikleri LC-MS/MS ile analiz edilmiş, enfekte olan bitkilerdeki bileşik içerikleri, enfekte olmayan kontrol grubu örnekleri ile karşılaştırılarak, bu bitkinin *Küsküt* enfeksiyonu karşısında fenolik bileşik içeriğindeki değişimler incelenmiştir.

Tablo 2. Kontrol ve enfekte olmuş *A. maurorum* bitkilerindeki fenolik bileşiklerinin LC-MS/MS ile tanımlanması ve miktarlarının belirlenmesi.

Bileşik	Parent ion (m/z)	MS ² (CE)	Bileşen miktarları (µg analit/g ekstrakt)	
			Kontrol <i>A. maurorum</i>	Enfekte <i>A. maurorum</i>
Kuinik asit		85 (22),93 (22)	2210.850±106.1	4607.720±221.1
Malik asit	190,95	115 (14),71 (17)	320727.843±16998.5	355740.672±18854.2
tr-akontanik asit	133,05	85 (12),129 (9)	10868.788±532.5	4491.294±220.0
Gallik asit	172,85	125 (14),79 (25)	32.116±1.6	12.424±0.63
Klorojenik asit	169,05	191 (17)	6.699±0.3	453.124± 22.2
Protokateşoik asit	353	109 (16),108 (26)	963.726±49.1	26.519±1.3
Tannik asit	152,95	124 (22),78 (34)	47.780±2.4	22.578±1.1
tr- kafeik asit	182,95	135 (15),134 (24),89 (31)	2.302±0.1	3.709±0.1
Vanillin	178,95	136 (17),92 (21)	5.708±0.2	3.691±0.1
p- kumarik asit	151,05	119 (15),93 (31)	39.378±2.0	89.926±4.5
Rosmarinik asit	162,95	161 (17),133 (42)	6.167±0.3	3.278±0.1
Rutin	358,9	300 (37), 271 (51), 301 (38)	5296.145±264.8	5072.364±2
Hesperidin	609,1	303 (24),465 (12)	3223.199±157.9	3482.197±1
Hiperosid	611,1	300 (27),301 (26)	335.169±16.4	1321.447±6
4-OH Benzoik asit	463,1	93 (17),65 (27)	41.829±2.1	56.929±2.9
Salisilik asit	136,95	93 (16),65 (31),75 (30)	43.484±2.1	61.104±3.0
Myricetin	136,95	179 (19),151(23),137 (26)	T.E.	T.E.
Fisetin	317	135 (22),121 (27)	T.E.	T.E.
Kumarin	284,95	103 (17),91 (26),77 (27)	6.907±0.3	12.058±0.5
Kuersetin	146,95	179 (19),151 (21),121 (28)	9.590±0.6	64.733±4.5
Naringenin	300,9	151 (18),119 (24),107 (26)	0.669±0.0	1.955±0.1
Hesperetin	270,95	164 (25),136 (33),108 (42)	T.E.	0.268±0.0
Luteolin	300,95	175 (29),151 (25),133	1.9	T.E.
Kaemferol	284,95	217 (29),133 (32),151 (23)	2.566±0.1	0.509±0.0
Apigenin	284,95	151 (25),117 (35)	0.114±0.0	2.643±0.1
Rhamnetin	268,95	165 (23),121 (28),300 (22)	T.E.	T.E.
Chysin	314,95	143 (29),119 (32),107 (26)	T.E.	T.E.

Parent ion (m/z): Standart bileşiklerin moleküler iyonları;

MS²(CE): İlgili moleküler iyonların MRM parçaları;

T.E.: Tesbit edilemedi.

Yapılan LC–MS/MS analizleri sonucunda, *A. maurorum* bitkisinde küsküt enfeksiyonu ile; klorojenik asit (67.640 kat), apigenin (23.18 kat), kuersetin (6.75 kat), hiperosid (3.94 kat), p- kumarik asit (2.283 kat), kuinik asit (2.08 kat), naringenin (2.92 kat) bileşiklerinin miktarlarında önemli bir artış olurken, malik asit(1.109 kat), hesperidin (1.080 kat) tr- kafeik asit (1.611 kat), 4-OH Benzoik asit (1.36 kat), salisilik asit (1.40 kat) ve kumarin (1.74 kat) miktarlarında az olsa artış meydana geldiği tesbit edilmiştir. Bunun yanında kaemferol (5.04 kat), tr-akontanik asit (2.41 kat), gallik asit (2.58), protokateşoik asit (36.34 kat), tannik asit (2.11 kat), vanillin (1.54 kat) ve rosmarinik asit (1.88 kat) bileşiklerinin miktarları düşmüştür. Hesperetin sadece enfeksiyona uğrayan bitkilerde tesbit edilirken, rutin miktarında önemli bir değişiklik gözlenmemiştir(**Tablo 2.**).

4. Sonuçlar ve tartışma

Küsküt köksüz, klorofil içermeyen, dolayısıyla fotosentez yapamayan sarılıcı tam parazit bir bitkidir ve sarıldığı bitkiye tutunarak emeçleri vasıtasıyla floem dokusundan beslenir. Bu şekilde tutunduğu kültür bitkisini zayıf ve güçsüz bırakarak verim ve kalitenin düşmesine neden olur (Kadioğlu, 1992). Konak bitkiler, parazit bitki saldırılarına cevap olarak fenolik bileşikler salgırlar (Dangl ve Jones, 2001). Fenolik bileşikler genellikle bitki dokularında stres faktörleri ve patojenlere karşı üretilmekte ve biriktirilmektedir (Clé ve ark., 2008). Fenolik bileşikler fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

Yapılan çalışmalar flavonoidlerin çok sayıda enfeksiyon (viral, bakteriyel), kanserler, kardiyovasküler ve diğer yaşla ilgili hastalıklara karşı koruyucu etkilere sahip olduğunu göstermiştir (Kumar ve Pandey, 2013). Çalışma sonuçlarımız, küsküt saldırısı sonrasında *A. maurorum*'un klorojenik asit miktarında (67.640 kat) önemli bir artış olduğunu göstermektedir. Bu artış klorojenik asit'in bitki savunmasındaki önemli rolünü ortaya koymaktadır. Klorojenik asit bitkilerde en bol bulunan ve antioksidant özelliği ile bitki savunma sisteminde önemli yeri olan bir fenoliktir (Ngadze ve ark., 2012). Benzer şekilde küsküt enfeksiyonu, apigenin (23.18 kat), kuersetin (6.75 kat), hiperosid (3.94 kat), naringenin (2.92 kat), ve kumarin (1.74 kat) flavonoidleri miktarlarında da artışa neden olmuştur. Kuersetin, allelopatik özelliklere sahip olan bir flavonoiddir (Weir ve ark., 2004). Parazit ile enfekte olan bitkide kuersetin miktarının artışı, temel olarak bitkide toksisite ve bitki büyümesinin gerilemesine yol açmasına

dayandırılmaktadır (Lindroth ve Batzli 1984). Benzer şekilde, *Oryza sativa* L. bitkisinde patojen saldırısı sonrasında naringenin miktarında bir artış olduğu bildirilmiştir (Jwa ve ark., 2006). Yine hesperidin(1.080 kat) ve hesperetin (0.268 kat) bileşiklerinin miktarında küsküt saldırısı sonrası artış olduğu görülmüştür. Hesperidin ve hesperetin bileşiklerinin antikanser, antioksidant ve antiinflammatuar gibi çeşitli biyolojik aktivitelere sahiptir ve farklı patojenlere karşı bitki savunma sisteminde önemli role oynarlar (Soares ve ark., 2015).

Fenolik asitlerin insan sağlığı üzerine destekleyici özellikleri olduğu bilinmektedir. Fenolik asitler sinamik asit ve benzoik asit olmak üzere iki büyük gruba ayrılırlar (Tarnawski ve ark., 2006). En yaygın hidroksisinnamik asitler ferulik, kafeik ve p-kumarik asitlerdir. Bu bileşiklerden 4-OH Benzoik asit ve salisilik asit bitki savunmasında önemli bir fonksiyona sahiptir ve genellikle patojenlere cevap olarak salgılandığı bildirilmiştir (Loake ve Grant, 2007). Benzer şekilde sonuçlarımız, bu iki bileşiğin miktarının arttığını göstermiştir.

Küsküt saldırısı konak bitkide çeşitli morfolojik ve fizyolojik değişikliklere sebep olmaktadır (Walters 2011; Surmus Asan ve Özen, 2016). Analiz sonuçlarımız *Küsküt* enfeksiyonu sonrasında *Alhagi* bitkisinde kaemferol (5.04 kat), tr-akonitik asit (2.41 kat), gallik asit (2.58), protokateşoik asit (36.34 kat), tannik asit (2.11 kat), vanillin (1.54 kat) ve rosmarinik asit (1.88 kat) bileşiklerinin miktarlarının düştüğünü göstermiştir. Sham (1993), küsküt saldırısı sonrasında bitkilerde rutin miktarının genelde değişmeden kaldığını bildirmiştir. Analiz sonuçlarımız da bu veri ile örtüşmektedir.

Çalışma sonuçlarımız daha önce *Alhagi* türlerinde bulunduğu tesbit edilen kuersetin, rutin (Guijie vd., 2010; Sultan vd., 2011), p- kumarik asit, 4-OH benzoik asit (Ahmad vd., 2009), saliylic acid (Zhang vd., 2009) ve hesperitin (Boulus, 1983) bileşiklerinin miktarının arttığını ortaya koymuştur. Bu bağlamda çalışmamız, *Alhagi* türlerinde bulunan bu bileşiklerin tedavi edici özellikleri üzerine yapılacak olan ileriki modern tıp çalışmalarına öncülük edecektir..

Kaynaklar

- Ahmad, S., Riaz, N., Saleem, M., Jabbar, A., Nisar-Ur-Rehman, Ashraf, M. (2010). Antioxidant flavonoids from *Alhagi maurorum*. Journal of Asian natural products research, 12(2), 138-143.
- Ahmad, S., Ahmad, I., Saleem, M., Jabbar, A., Nisar-Ur-Rehman, Saeed-Ul-Hassan, S., Choudhary, M.I. (2009). Secondary metabolites from *Alhagi maurorum*. Journal of The Chemical Society of Pakistan, 31(6), 960-963.
- Awaad Amani, A.S., Maitland, D.J., Soliman, G.A. (2006). Antiulcerogenic Activity of *Alhagi maurorum*. Pharmaceutical biology, 44(4), 292-296.
- Akan, H., Aydogdu, M., Korkut, M.M, Balos, M.M. (2013). An ethnobotanical research of the Kalecik mountain area (Şanlıurfa, South-East Anatolia). Biological Diversity and Conservation, 6(2), 84-90.
- Badshah, L., Hussain, F. (2011). People preferences and use of local medicinal flora in District Tank, Pakistan. Journal of Medicinal Plants Research, 5(1), 22-29.
- Brown, D. (1995). Encyclopedia of Herbs and Their Uses. Dorling Indersley: London; 20.
- Clé, C., Hill, L. M., Niggeweg, R., Martin, C. R., Guisez, Y., Prinsen, E., Jansen, M. A. (2008). Modulation of chlorogenic acid biosynthesis in *Solanum lycopersicum*; consequences for phenolic accumulation and UV-tolerance. Phytochemistry, 69(11), 2149-2156.
- Costa, P., Gonçalves, S., Valentão, P., Andrade, P. B., Coelho, N., Romano, A. (2012). *Thymus lotocephalus* wild plants and in vitro cultures produce different profiles of phenolic compounds with antioxidant activity. Food chemistry, 135(3), 1253-1260.
- Dangl, J.L., Jones, J.D.G. (2001). Plant pathogens and integrated defence responses to infection. Nature, 411, 826–833
- Erdoğan Orhan, I., Atasu, E., Senol, F. S., Ozturk, N., Demirci, B., Das, K., Sekeroglu, N. (2013). Comparative studies on Turkish and Indian *Centella asiatica* (L.) Urban (gotu kola) samples for their enzyme inhibitory and antioxidant effects and phytochemical characterization. Industrial Crops and Products, 47, 316-322.
- Ertaş, A., Boğa, M., Yılmaz, M.A., Yeşil, Y., Haşimi, N., Kaya, M.S., Kolak, U. (2014). Chemical compositions by using LC-MS/MS and GC-MS and biological activities of *Sedum sediforme* (Jacq.) Pau. Journal of agricultural and food chemistry, 62(20), 4601-4609.
- Furuhashi, T., Fragner, L., Furuhashi, K., Valledor, L., Sun, X., Weckwerth, W. (2012). Metabolite changes with induction of *Cuscuta haustorium* and translocation from host plants. Journal of Plant Interactions, 7(1), 84-93.
- Guijie, Z., Ning, L., Yuanjun, X., Makhabel, B., Jinhui, W., Xian, L., Xiaoguang, J. (2010). Isolation and identification of chemical constituents of aerial parts of *Alhagi pseudalhagi* (MB). Modern Chinese Medicine, 5, 007.
- Jwa, N.S., Agrawal, G.K., Tamogami, S., Yonekura, M., Han, O., Iwahashi, H., Rakwal, R. (2006). Role of defense/stress-related marker genes, proteins and secondary metabolites in defining rice self-defense mechanisms. Plant Physiology and Biochemistry, 44(5), 261-273.
- Kadioğlu, Ğ. (1992). Küsküt (*Cuscuta* spp.) ve mücadelesi. Herboloji Haberleri, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 3 (5), 1-11.
- Khan, F. M. (2009). Ethno-veterinary medicinal usage of flora of greater Cholistan desert (Pakistan). Pakistan Veterinary Journal, 29(2), 75-80.
- Kouchmeshky, A., Jameie, S.B., Amin, G., Ziai, S.A. (2012). Investigation of Angiotensin-converting enzyme inhibitory effects of medicinal plants used in traditional Persian medicine for treatment of hypertension: screening study. Thrita, 1(1), 13-23.
- Kumar, S., Pandey, A. K. (2013). Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview. The Scientific World Journal, 2013, 162750.
- Kvasnička, F., Čopíková, J., Ševčík, R., Krátká, J., Syntytsia, A., Voldřich, M. (2008). Determination of phenolic acids by capillary zone electrophoresis and HPLC. Central European Journal of Chemistry, 6(3), 410-418.

- Laghari, A. H., Ali Memon, A., Memon, S., Nelofar, A., Khan, K. M., Yasmin, A. (2012). Determination of free phenolic acids and antioxidant capacity of methanolic extracts obtained from leaves and flowers of camel thorn (*Alhagi maurorum*). *Natural product research*, 26(2), 173-176.
- Laghari, A.H., Memon, S., Nelofar, A., Khan, K.M., Yasmin, A., Syed, M.N., Aman, A. (2010). A new flavanone with urease-inhibition activity isolated from roots of manna plant camelthorn (*Alhagi maurorum*). *Journal of Molecular Structure*, 965(1), 65-67.
- Lindroth, R.L., Batzli, G.O. (1984). Plant phenolics as chemical defenses: effects of natural phenolics on survival and growth of prairie voles (*Microtus ochrogaster*). *Journal of Chemical Ecology*, 10(2), 229-244.
- Loake, G., Grant, M. (2007). Salicylic acid in plant defence—the players and protagonists. *Current opinion in plant biology*, 10(5), 466-472.
- Marashdah, M. S., Farraj, A.I. (2010). Pharmacological activity of 2% aqueous acetic acid extract of *Alhagi maurorum* roots. *Journal of Saudi Chemical Society*, 14(3), 247-250.
- Ngadze, E., Icishahayo, D., Coutinho, T.A., Van der Waals, J.E. (2012). Role of polyphenol oxidase, peroxidase, phenylalanine ammonia lyase, chlorogenic acid, and total soluble phenols in resistance of potatoes to soft rot. *Plant Disease*, 96(2), 186-192.
- Özer, Z., Kadioglu, I., Önen, H., Tursun, N., (2003). *Herboloji (Yabancı Ot Bilimi)*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:20, Kitaplar Serisi No:10, 579 s, Tokat.
- Press, M.C. (1998). Dracula or Robin Hood? A functional role for root hemiparasites in nutrient poor ecosystems. *Oikos*, 82, 609–611.
- Runyon, J.B., Mescher, M.C., De Moraes, C.M. (2008). Parasitism by *Cuscuta pentagona* attenuates host plant defenses against insect herbivores. *Plant physiology*, 146(3), 987-995.
- Shaker, E., Mahmoud, H., Mnaa, S. (2010). Anti-inflammatory and anti-ulcer activity of the extract from *Alhagi maurorum* (camelthorn). *Food and Chemical Toxicology*, 48(10), 2785-2790.
- Sahm A, Czygan FC, Proksch P. (1993). Resistance of tomato, *Lycopersicon esculentum* to dodder, (*Cuscuta reflexa*). In *International Symposium on Natural Phenols in Plant Resistance*, 381, 650-653.
- Sharma, Y.P., Kapoor, V. (2014). Parasitic Angiosperms And Biology Of *Cuscuta* Species—An Overview. *Rev. Plant Pathol.* Vol. 6. Indian Society of Mycology And Plant Pathology Scientific Publishers (India), Jodhpur Pp. 577-608.
- Sultan, A., Moohammadnor, M., Eshbakova, K.A. (2011). Chemical constituents of *Alhagi pseudalhagi*. *Chemistry of Natural Compounds*, 47(1), 140–141.
- Surmuş Asan, H., Özen H. Ç. (2016). The effect of *Cuscuta babylonica* Aucher (*Cuscuta*) parasitism on the phenolic contents of *Carthamus glaucus* Bieb.subsp. *glaucus*. *Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.*, 6(4), 31-39.
- Soares, M.S., da Silva, D.F., Forim, M.R., Fernandes, J.B., Vieira, P.C., Silva, D.B., Machado, M.A. (2015). Quantification and localization of hesperidin and rutin in *Citrus sinensis* grafted on *C. limonia* after *Xylella fastidiosa* infection by HPLC-UV and MALDI imaging mass spectrometry. *Phytochemistry*, 115, 161-170.
- Tarnawski, M., Depta, K., Grejciun, D., Szelepin, B. (2006). HPLC determination of phenolic acids and antioxidant activity in concentrated peat extract—a natural immunomodulator. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 41(1), 182-188.
- Varshney, K., Singh, A.K. (2008). Inventory of some ethnomedicinal plant species used by rural people of Etah district, UP, India. *Plant Archives*, 8(2), 757–759.
- Vurro, E., Ruotolo, R., Ottonello, S., Elviri, L., Maffini, M., Falasca, G., di Toppi, L.S. (2011). Phytochelatin govern zinc/copper homeostasis and cadmium detoxification in *Cuscuta campestris* parasitizing *Daucus carota*. *Environmental and Experimental Botany*, 72(1), 26-33.
- Walters, D.R. (2011). Why Do Plants Need Defenses? *Plant Defense* 1-14.
- Weir, T.L., Park, S.W., Vivanco, J.M. (2004). Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. *Current opinion in plant biology*, 7(4), 472-479.
- Zhang, G.J., Li, N., Xiong, Y.J., Li, X., Li, Y., Jia, X.G. (2009). Studies on Chemical Constituents of *Alhagi pseudalhagi* (MB)[J]. *Chinese Pharmaceutical Journal*, 12, 009.
- Zou, G.A., Mansur, S., Hu, S.C., Aisa, H.A., Shakhidoyatov, K.M. (2012). Pyrrole alkaloids from *Alhagi sparsifolia*. *Chemistry of Natural Compounds*, 48(4), 635–637.

(Received for publication 29 December 2016; The date of publication 15 April 2018)