



Antimicrobial properties of wild fruits

İlkin YÜCEL ŞENGÜN^{*1}, Ersin YÜCEL²

¹Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

²Anadolu Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Eskişehir, Türkiye

Abstract

It is known that wild fruits, naturally grown in forest regions, are very important sources in terms of nutrient contents. In recent years, people are beginning to take care for consuming natural foods, because of their positive effects on health and the studies related with natural plants and fruits have also increased. Our country has a fairly rich diversity in wild fruits, which are consumed as food. In previous studies, wild fruits have been mostly examined in terms of food ingredients, while the antimicrobial properties of this type of fruits have been investigated in a limited number of studies. In this review, antimicrobial agents found in wild fruits, their antimicrobial mechanism and the effects on pathogenic microorganisms, important in food microbiology, were evaluated.

Key words: wild fruit, phenolic compounds, antimicrobial, pathogen

----- * -----

Yabani meyvelerin antimikrobiyal özellikleri

Özet

Yaygın olarak ormanlık alanlarda doğal olarak yetişen yabani meyvelerin besin içerikleri açısından oldukça önemli kaynaklar olduğu bilinmektedir. Son yıllarda insanların sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı doğal gıdalarla beslenmeye özen göstermeye başlamasıyla birlikte doğal bitki ve meyvelerle ilgili olarak yapılan çalışmalar da artış göstermiştir. Ülkemiz, gıda olarak tüketilen yabani meyveler açısından oldukça zengin çeşitliliğe sahiptir. Bu konuda yürütülen önceki çalışmalarda yabani meyveler daha çok gıda içerikleri açısından incelenmiş, bu tip meyvelerin antimikrobiyal özelliklerinin belirlenmesine yönelik olarak ise sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Bu derlemede, yabani meyvelerde antimikrobiyal özellik gösteren maddeler, bu maddelerin antimikrobiyal etki mekanizması ve gıda mikrobiyolojisi açısından önemli olan patojen mikroorganizmalar üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: yabani meyve, fenolik bileşikler, antimikrobiyal, patojen

1. Giriş

Yabani meyve terimi, ekimi yapılmadan belli bir bölgede gelişen bitkiler için kullanılmaktadır (Chua-Barcelo, 2014). Son yıllarda yabani meyveli orman ağaçlarının korunması adına yapılan çalışmalar ve eylem planları dahilinde, bozulan ekosistem dengesine olumlu katkı sağlanarak, yaban hayatının doğal ortamı kendi yaşam döngüsü içerisinde desteklenmeye çalışılmaktadır (BOBM, 2012). Ekolojik dengenin korunmasının yanı sıra bu tip meyvelerin tüketiminin birçok faydası da bulunmaktadır. Genel olarak dut, çilek, erik, böğürtlen, ahududu, Frenk üzümü, yaban mersini, mürver meyvesi gibi türleri içeren bu tip meyvelerin antioksidan kapasiteleri oldukça yüksektir (Tosun ve Yüksel, 2003). Günümüzde tüketicilerin herhangi bir kimyasal koruyucu içermeyen, doğal ve sağlıklı gıdaları tüketme konusuna önem göstermeye başlamasıyla birlikte, tıbbi özellikleri, besin değeri, vitamin ve mineral içerikleri açısından önemli

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +902323113028; Fax.: +902323427592; E-mail: ilkin.sengun@ege.edu.tr

kaynaklar olarak kabul edilen yabani meyveler üzerine yapılan çalışmalar da artış göstermiştir (Nahar et al., 1990; Fu et al., 2010). Meyvelerin besin değerinin belirlenmesinde en önemli faktörün mineral içerikleri olduğu bildirilmektedir (Valvi ve Rathod, 2011). Yabani meyvelerde bulunan en önemli minerallerin potasyum, kalsiyum ve magnezyum olduğu, sağlıklı bir yaşam sürmek için bu minerallerin günlük diyetinde yeterli miktarda alınması gerektiği bildirilmektedir (Lechaudel et al., 2005; San et al., 2009).

Farklı meyve türlerinin tüketiminin insan sağlığı üzerinde önemli faydalar sağladığı bildirilmekte, bunun nedeni olarak meyvelerin hastalıkları önleme konusunda önemli olan fitokimyasallar açısından zengin kaynaklar olması gösterilmektedir. Yapılan epidemiyolojik çalışmalar, meyve sebze tüketimi ile kardiyovasküler hastalıkların (Hu, 2003; Ikram et al., 2009), bazı kanser hastalıklarının (Ikram et al., 2009), bağışıklık sistemi problemlerinin, artrit, inflamasyon ve beyin fonksiyonu bozukluklarının oluşumlarının (Leong ve Shui, 2002) azaldığını göstermiştir. Özellikle yabani meyveler, makromoleküllerin oksidasyonunu engelledikleri ve oksidatif stresi azaltarak dejeneratif hastalıkların riskini azalttıkları için insan sağlığına faydalı olarak kabul edilen flavonoidler, fenolikler, karotenoidler ve vitaminler gibi farklı türde antioksidan bileşikler içermektedirler (Prior et al., 2003; Heber, 2004; Rangkadilok et al., 2007; Kubola et al., 2011). Meyve ve sebzelerin rengi, lezzeti ve dayanıklılığı üzerine etkili olan bu fenolik maddeler, antioksidan, antikarsinogen, antimutajen ve antimikrobiyal aktivite göstermeleri bakımından da insan sağlığı ile yakından ilişkilidirler (Argiles et al., 1998; De Groot ve Rauen 1998; Parthasarathy 1998; Smith et al., 2000).

2. Doğal antimikrobiyal maddeler

Antimikrobiyal bileşikler çoğunlukla ikincil metabolitler olan fenoller ve bunların oksijen-ikame türevleri olarak bitki ve/veya meyvelerde bulunmaktadır. Bitkilerde antimikrobiyal etkiden sorumlu olan temel bileşikler fenolikler, fenolik asitler, kuinonlar, saponinler, flavonoidler, taninler, kumarinler, terpenoidler ve alkaloidler olarak bilinmektedir (Gyawali ve Ibrahim 2014). Bitki ekstraktlarında bulunan biyoaktif fitokimyasalların kalitatif ve kantitatif olarak değişim göstermesi, farklı antimikrobiyal etkilerin oluşmasına neden olmaktadır. Yeterli etkinliğin sağlanmasında gerekli doğal koruyucu seviyesi, gıdalarda laboratuvar ortamında kullanılan besiyerlerine oranla daha yüksek olabilmekte ve bu durum gıdanın organoleptik özelliklerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Negi, 2012). Antimikrobiyal etkinin sağlanmasında bitki ve meyvelerden elde edilen esansiyel yağlar ve ekstraktlar rol almaktadır.

Esansiyel yağlar bitkilerden (çiçek, sap, tohum, yaprak, ince dal, yabani ot, meyve ve kökler) destilasyon yoluyla elde edilen aromatik yağlardır. Gıdalarda kullanılan esansiyel yağların her bir bileşeni ya bitki materyalinden ekstrakte edilmekte, veya sentetik olarak üretilmektedir. Esansiyel yağlar terpenler, alkoller, asetonlar, fenoller, asitler, aldehydler ve esterler gibi farklı bileşiklerin karışımından oluşmakta ve genellikle gıdalarda aroma artırıcı ve antimikrobiyal bileşik olarak veya ilaçlarda fonksiyonel bileşikler olarak kullanılmaktadırlar (Burt, 2004; Corbo et al., 2009). Yapılan farklı çalışmalar esansiyel yağlar ve bunların aktif bileşenlerinin patojenler ve bozulma yapan mikroorganizmalar üzerine etkisinin esansiyel yağın pH değerine, kimyasal yapısına, konsantrasyonuna bağlı olarak değişim gösterdiğini, bununla birlikte mikroorganizmanın tür ve sayısının da önemli olduğunu ortaya koymaktadır (Negi, 2012).

Bitki ekstraktlarının antimikrobiyal etkisi, farklı komponentlerden kaynaklanmakta ve bunların bazılarını fitokimyasal bileşikler oluşturmaktadır. Antimikrobiyal etkinin oluşumunda, polifenollerin bakteri membranı tarafından absorpsiyonu neticesinde membranın parçalanması ve hücre içi maddenin dışarı sızması, ayrıca polifenollerden de hidroperoksitlerin üretilmesi önemli rol almaktadır (Ikigai et al., 1993; Akagawa et al., 2003). Fenolik maddelerce zengin tat verici yabani ot ve baharat ekstraktlarının birçoğu bakteri, küf ve mayalara karşı antimikrobiyal ve antioksidan etki göstermektedir (Yanishlieva et al., 2006; Tajkarimi et al., 2010).

3. Meyvelerde bulunan fenolik maddeler

Yapısında bir veya birden fazla hidroksil grubunun bulunduğu, aromatik halka içeren, gıda renginin sarı veya yoğun kırmızıdan maviyeye değişim göstermesinden sorumlu maddeler olan fenolik bileşikler, bitkilerde fazla miktarda bulunan sekonder metabolitlerdir (Acar ve Gökmen, 2014). Fenolik bileşikler kılcal dolaşım sisteminde geçirgenliği düzenleyici ve kan basıncını düşürücü etki göstermekte ve bu nedenle de P faktörü veya P vitamini olarak da bilinmektedir. Özellikle yabani meyvelerde yaygın olarak bulunan fenolik asitler Tablo 1’de verilmiştir.

enolik maddeler basit fenolik maddeler ve polifenoller olmak üzere iki gruba ayrılmakla beraber meyve ve sebzelerde yaygın olarak bulunan fenolik maddeler fenolik asitler (hidroksibenzoik asitler ve hidroksisünamik asitler), flavonoidler ve küçük moleküllü ve çoğunlukla uçucu bileşikler olmak üzere üç kısımda incelenmekte, flavonoidler ise antosiyanidinler, flavonoller, flavonlar, flavanonlar, flavanoller ve izoflavonoidler olmak üzere altı alt gruba ayrılmaktadırlar (Acar ve Gökmen, 2014). Meyvelerde fenolik bileşikler dış yüzeyde yer almakta olup olgunlaşma süresince miktarları değişmektedir (Mphahlele et al., 2014). Polifenol yapısında ikincil metabolitler olarak bilinen taninler, özellikle hasat öncesi meyvelerde meydana gelebilecek mikrobiyal enfeksiyonlara karşı doğal bir savunma mekanizması oluştururlar. Taninler de diğer fenolik maddeler gibi bakteriler, küfler, mayalar ve bazı virüsler üzerine antimikrobiyal etkileri bulunmaktadır (Scalbert, 1991). Tablo 2’de yabani meyvelerde yaygın olarak bulunan flavonoidler ve taninler yer almaktadır.

Tablo 1. Bazı meyvelerde yaygın olarak bulunan fenolik asitler (Acar ve Gökmen, 2014'den adapte edilmiştir).

Fenolik asitler	Armut	Ahududu	Böğürtlen	Çilek	Erik	Frenk üzümü
Ellaik asit				+		
Ferulik asit		+	+		+	+
Gallik asit				+		
Gentisik asit				+		
İzoklorojenik asit	+				+	
Kafeik asit				+		
Klorojenik asit	+	+	+	+	+	+
Kriptoklorojenik asit	+				+	
Kuinik asit						
Neoklorojenik asit	+	+	+	+	+	+
p-hidroksibenzoik asit				+		
p-kumarik asit				+	+	+
Prokateşuik asit				+		
Salisilik asit				+		
Vanillik asit					+	

Fenolik maddelerin farmakoloji alanında kullanımları oldukça geniştir. İlaç sanayinde fenolik maddelerin özellikle antimikrobiyal özelliklerinden yararlanılmaktadır. Gallik asit, p-hidroksibenzoik asit gibi bazı fenoliklerin *Clostridium botulinum* tip A ve B sporlarına karşı etkili olduğu, hidrokisisinamatların uygun koşullarda küflere ve *Saccharomyces cerevisiae*, *Pseudomonas fluorescens* gibi mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etki gösterdiği, belirtilmiştir (Yıldız ve Baysal, 2003). Flavonal polimerlerinin, *Aeromonas*, *Bacillus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Shigella*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* ve *Vibrio* gibi mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal etki gösterdiği bildirilmiştir (Coşkun, 2006).

Tablo 2. Bazı meyvelerde bulunan flavonoidler ve taninler*

Bulunduğu meyveler	
Flavonoidler	
Antosiyaninler	Yabanmersini, siyah ve kırmızı kuş üzümü, kiraz, üzüm, çilek, böğürtlen, ahududu
Flavanoller	Yabanmersini, üzüm
Flavanonoller	Üzüm
Flavonoller	Yaban mersini, kızılıçık, böğürtlen, ahududu, çilek, Frenk üzümü
Flavonlar	Böğürtlen
Taninler	
Kondanse	Üzüm, erik, armut
Hidroliz olabilen	Nar, ahududu

*Kaynak: Tosun ve Yüksel, 2003; Ignat et al., 2011

4. Doğal antimikrobiyal maddelerin etki mekanizması

Antimikrobiyal maddelerin etkinliği, gıdanın su aktivitesi ve pH değerine, depolama sıcaklığına, atmosfer kompozisyonuna, kontaminant mikroorganizmanın tür ve sayısına bağlı olarak değişim göstermekte, antimikrobiyal maddenin tür ve konsantrasyonu da antimikrobiyal etki üzerinde belirleyici rol oynamaktadır (Gould, 1989; Friedman et al., 2004). Bunun dışında taninlerde, biyolojik aktivitenin belirlenmesinde orto-fenolik hidroksil gruplarının konfigürasyonunun etkili olduğu bildirilmektedir (Schofield et al., 2001). Doğal antimikrobiyal maddelerin etki mekanizmaları tam olarak anlaşılammış olmakla birlikte, terpenoidler ve fenoliklerin hücre membranını parçaladığı, flavonoidlerin metal şelasyonuna neden olduğu, kumarin ve alkaloidlerin ise genetik materyal üzerine etki ederek mikroorganizma gelişimini engellediği (Cowan, 1999). Bununla birlikte çoğu zaman aynı anda birden fazla bölgede ani etkiler oluşturabilen doğal antimikrobiyallerin tam olarak etki ettikleri bölgeyi tanımlamak oldukça güçtür. Hücre duvarının parçalanması, sitoplazmik membran ve membran proteinlerinde hasar, hücre içeriğinin dışarı sızması, sitoplazmanın koagülasyonu ve proton motiv kuvvetinin tükenmesi hücre ölümüne neden olabilmektedir (Nychas et al., 2003; Burt, 2004; Tiwari et al., 2009). Timol, öjenol ve karvakrol gibi antimikrobiyal bileşiklerin hücre zarını parçaladığı, ATPaz enzim aktivitesini engellediği ve mikroorganizmanın ATP ve diğer hücre içi bileşenlerinin salınımına neden olduğu bildirilmektedir (Burt, 2004; Gill ve Holley, 2006; Raybaudi-Massilia et al., 2009).

Fenolik maddeler toksik etkilerini genellikle membran seviyesinde göstermektedirler. Farklı fenolik bileşiklerin hidrofobisite ve toksisiteleri arasında yüksek bir korelasyon olduğu gözlemlenmiştir (Sierra-Alvarez ve

Lettinga, 1991). Örneğin fenol, membran fonksiyonlarını değiştirmekte, membran protein yağ oranını etkilemekte ve potasyum iyonlarının dışarı akışını teşvik etmektedir (Keweloh et al., 1990; Heipieper et al., 1991). Kateşinler ve epigallokateşin gallat, lipozomlarda lipid tabakasının dış polar bölgesinde etki göstererek membranın parçalanmasına neden olmaktadır (Hashimoto et al., 1999). Vanilin, membran fonksiyonlarını etkileyerek ve bazı bakterilerin respirasyonlarını engelleyerek antimikrobiyal etki göstermektedir (Fitzgerald et al., 2004). Terpenler ise membranda birikim yaparak membran bütünlüğünü bozmakta ve proton motiv kuvvetinin hızla harcanmasına neden olmaktadır (Sikkema et al., 1995).

5. Antimikrobiyal özelliklere sahip yabani meyveler

Gıdaların mikrobiyolojik güvenilirliği, gıda endüstrileri ve tüketiciler başta olmak üzere tüm dünyada en çok önem verilen konu olma özelliğini sürdürmektedir (Negi, 2012). Sadece Amerika Birleşik Devletlerinde her yıl 48 milyon kişinin gıda kaynaklı mikrobiyal hastalık geçirdiği, 128,000 kişinin hastanede tedavi edildiği ve yaklaşık 3,000 kişinin öldüğü ve ekonomik anlamda büyük kayıplar olduğu rapor edilmektedir (CDC, 2011). Bu durum, doğal olarak antimikrobiyal etkiye sahip bileşenler içeren yabani meyveler gibi ürünlerin önemini bir kez daha vurgular niteliktedir. Yabani meyvelerle ilgili yapılmış çalışmalarda ağırlıklı olarak antioksidant etki ve fenolik madde içeriklerinin incelendiği görülmektedir (Ndhlala et al., 2006; Lamien-Meda et al., 2008; Ikram et al., 2009; Egea et al., 2010; Fu et al., 2010). Fitokimyasal maddeler açısından zengin meyvelerin işleme aşamalarında fitokimyasal içeriklerinde bazı değişikliklerin oluşabileceği bildirilmektedir. Özellikle yüksek derecede ısıl işlem ve dehidrasyon işlemleri gıda içerisinde bulunan fitokimyasalların kaybına neden olmaktadır. Örneğin ahududu ve yaban mersinin de bulunan toplam antosiyaninlerin, ısıl işlem sonucunda önemli derecede azaldığı belirlenmiştir (Brownmiller et al., 2008; Hager et al., 2008). Bu durum, taze olarak tüketilmeyecek olan meyvelerin işlenmesi sırasında uygun yöntemlerin kullanılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Yabani meyveler özellikle içerdikleri fenolik bileşenler sayesinde antioksidatif etki göstermelerinin yanı sıra antimikrobiyal etki de göstermektedirler. Antimikrobiyal etkisi araştırılan meyveler arasında ahududu, alıç, armut, böğürtlen, erik, çilek, Frenk üzümü, kara dut, kekremiş, kızılıçık, kum diken, mürver, nar ve yaban mersini bulunmaktadır.

Alıç (*Crataegus* spp.), Türkiye'de fazla miktarda doğal olarak yetişmesine rağmen meyve değeri tam olarak anlaşılamamış ancak fenolik bileşikler açısından oldukça zengin meyvelerden birisidir. Alıç, kalp-damar sistemi üzerinde pozitif etkiler gösteren triterpenoid saponinler, aminler ve flavonoidler olmak üzere 3 grup ana bileşik içermektedir. Alıç'ın antioksidant etkisi sayesinde serbest radikal oluşumunu engelleyerek kalbin tümünü olumlu yönde etkilediği belirtilmektedir (Batu, 2012). Güven vd. (2006), Sarı alıç (*Crataegus tanacetifolia*) ve Türk alıcı/Kırmızı alıç (*Crataegus x bornmüellerii*) meyvelerinin antimikrobiyal etkisini belirlemek üzere 28 bakteri, 3 maya ve 9 küf türü kullanmışlar, Sarı alıç ekstraktlarının, bakteri ve mayaların birçoğu üzerinde antimikrobiyal etki gösterdiğini, ancak *Salmonella* Typhimurium, *Pseudomonas fluorescens* ve *P. gingeri* isolatları üzerine etkisi bulunmadığını, küfler içerisinde ise sadece *Penicillium notatum* üzerine antifungal etkinin gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Aynı çalışmada Türk alıcı/Kırmızı alıç ekstraktının bazı bakteri ve maya türleri üzerine antimikrobiyal etki gösterdiği, ancak *Yersinia enterocolitica* ve *P. fluorescens* üzerine herhangi bir etkisinin bulunmadığı, ayrıca bu meyve ekstraktının antifungal etkisinin de olmadığı belirlenmiştir.

Armut (*Pyrus* spp.), farklı türleri ile yaygın tüketilen meyveler arasında yer almaktadır. Güven vd. (2006), yaptıkları bir çalışmada farklı armut türlerinin (*Pyrus* spp.) mikroorganizmalar üzerine etkilerini incelemiş, Serik armudunun (*Pyrus serikensis*) incelenen tüm bakteriler üzerinde (28 adet) belli seviyelerde antibakteriyel etki gösterdiği, ancak maya ve küflerin sadece bazıları üzerinde etkili olduğunu belirlemişlerdir. Aynı çalışma kapsamında incelenen armut (*Pyrus communis*) ekstraktının ise *Salmonella* Typhimurium, *Brucella* spp., *Streptococcus faecalis*, *Pseudomonas fluorescens*, *P. tobacco*, *P. lachrymans*, *P. syringae* pv. *phaseolicola*, *P. gingeri* ve *Rhodotorula rubra* dışında incelenen diğer tüm bakteri ve mayaların gelişimini engellediği, ancak küfler üzerinde herhangi bir inhibitif etkisi bulunmadığını belirlemişlerdir.

Erik (*Prunus domestica*) püresinin (kurutulmuş erik), sığır etinde *Escherichia coli* ve *Salmonella* türlerinin sayısını düşürdüğü bildirilmiştir (Pszczola, 2002). Başka bir çalışmada kurutulmuş eriğin sıvı, toz ve püre formlarının *Salmonella* Typhimurium, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, *Yersinia enterocolitica* ve *Staphylococcus aureus* üzerine antimikrobiyal etkisi hem sıvı besi ortamında ve hem de sığır eti üzerinde belirlenmiştir (Fung ve Thomson, 2001). Kotzekidou et al., (2008) disk difüzyon metodu ile erik meyvesinin *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* ve *Bacillus cereus* üzerine antimikrobiyal etkisini belirlemişlerdir.

Kara dut (*Morus nigra*) meyvesi olgunlaştıktan sonra toplanan, taze yada kurutulduktan sonra meyve olarak veya şurup yapıldıktan sonra tüketilen bir meyvedir. Bileşiminde bulunan papiriflavanon A, kuaradin, saforaflavanon D ve saforaiso flavanon A güçlü antimikrobiyal aktivite göstermektedir (Barron ve İbrahim, 1996). Yapısında bulunan 2-arilbenzofuran metisilin dirençli stafilokoklar üzerinde antimikrobiyal etki göstermektedir (Fukai et al., 2005). Kara dut meyve ekstrelerinin *Candida albicans*, *C. parapsilosis*, *C. tropicalis* ve *Geotricum candidum* isolatları üzerinde antikandidal aktiviteleri belirlenmiştir (Yiğit vd., 2007).

Kızılcık (*Cornus mas*) tozunun % 1, % 2 ve % 3 seviyelerinde kürlenerek pişirilmiş et modeli sisteminde kullanımının, *Listeria monocytogenes* sayısını 2-4 log kob/g düşürdüğü tespit edilmiştir (Xi et al., 2011). Bunun dışında kızılcık meyve suyunun antibakteriyel özellikleri farklı araştırmacılar tarafından incelenmiştir (Wu, 2008; Côté et al., 2011a; Côté et al., 2011b). Caillet et al., (2012), kızılcık ve ürünlerinin yedi farklı gıda patojeni (*Enterococcus faecium*, *Escherichia coli* O157:H7, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella* Typhimurium ve *Staphylococcus aureus*) üzerine etkisini incelenmişler, kızılcık suyunun teknolojik olarak işlenmesi ile fenolik fraksiyonların antimikrobiyal etkisinin azalacağını belirtmişlerdir. Kızılcık-oregano (yabani mercanköşk) ekstrakt karışımının et dilimlerinin toplam mikrobiyal yükü üzerine pH 6'da daha yüksek antimikrobiyal etki gösterdiği, ayrıca elde edilen etkinin, ekstraktların ayrı ayrı kullanılması ile elde edilen etkiden daha fazla olduğu saptanmıştır (Lin et al., 2004).

Kum dikenini (*Hippophae rhamnoides*) dünyanın birçok yerinde geleneksel olarak özellikle medikal amaçla kullanılmaktadır. Kum dikenini meyvesi karotenoidler (β -karoten, likopen, lutein ve zeaksantin), tokoferoller, tokotrienoller, esansiyel çoklu doymamış yağ asitleri, organik asitler, flavonoidler (isorhamnetin, kuersetin, isorhamnetin-3-betad-glucozid; isorhamnetin-3-beta-d-glukozaminid, kamferol vd.) ve diğer biyoaktif bileşikler içerir (Yang ve Kallio, 2002; Zheng et al., 2009). Bitkinin yağ, su, yaprak ve kabuklarının bazı hastalıkların tedavisinde kullanıldığı, tüm kısımlarının, biyoaktif maddelerce zengin olduğu ve antimikrobiyal ve antioksidan etkisinin olduğu bildirilmektedir (Li ve Schroeder, 1996; Li ve Wang, 1998; Yang et al., 2000; Rosch et al., 2003; Negi et al., 2005; Chauhan et al., 2005, 2007; Gupta et al., 2011). Kum dikenini tohumlarının su ekstraktının *Listeria monocytogenes* ve *Yersinia enterocolitica* üzerine antimikrobiyal etki gösterdiği belirlenmiştir (Chauhan et al., 2007). Yapılan diğer bir çalışmada, kum dikenini yapraklarından elde edilen ekstraktın *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* ve *Enterococcus faecalis* üzerine antimikrobiyal etkisi kanıtlanmıştır (Upadhyay et al., 2011).

Nar (*Punica granatum*) ülkemizde yaygın olarak üretilen, hem taze meyve olarak, hem de özellikle son yıllarda popülerlik kazanan nar ekşisi, nar sirkesi gibi yan ürünlere işlendikten sonra tüketilen bir meyvedir. Nar ekstraktı, fenol, tanin ve flavonoidler gibi fitobileşikler açısından oldukça zengin bir kaynak olması nedeniyle medikal olarak da önem taşımaktadır (Jurenka, 2008). Nar bitkisinin farklı kısımları kullanılarak yapılan birçok çalışmada elde edilen ekstraktların, Gram pozitif ve Gram negatif bakterilerin gelişimi üzerine etkili olduğu belirlenmiştir (De et al., 1999; Ahmad ve Beg, 2001; Machado et al., 2003; Rani ve Khullar, 2004). Nar meyvesinin kabuğundan elde edilen ekstraktların *Escherichia coli* ve *Salmonella* Typhi üzerinde antimikrobiyal etki gösterdiği farklı araştırmacılar tarafından saptanmıştır (Perez ve Anesini, 1994; Nimri et al., 1999; Prashanth et al., 2001; Voravuthikunchai et al., 2004).

Yaban mersini (*Vaccinium* spp.), antosiyanin ve flavonoid içeriği ile birlikte sağlık üzerine potansiyel yararları en iyi bilinen meyvelerinden biridir. Yaban mersininin antimikrobiyal özelliğini belirlemek üzere yapılan birkaç çalışma bulunmaktadır (Wang et al., 1989; Polashock et al., 2007; Miles et al., 2013; Shen et al., 2014). Yaban mersini ekstraktında bulunan klorojenik asit, kuersetin, ellaiik asit ve kuersetin-3-galaktoz gibi fenolik bileşiklerin antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Shen et al., 2014). Yapılan çalışmalarda yaban mersini ekstraktının *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* Enteritidis (Shen et al., 2014) ve *Escherichia coli* O157:H7 (Lacombe et al., 2012) üzerine antimikrobiyal etkisi kanıtlanmıştır. Miles et al., (2013) tarafından yapılan bir çalışmada ise, yaban mersininden elde edilen ekstraktın *Colletotrichum acutatum* üzerine antifungal etki gösterdiği saptanmıştır. Antimikrobiyal etkinin yanısıra yaban mersininin antioksidan ve antikarsinojen özellikleri de belirlenmiştir. Smith et al. (2000), yabani yaban mersininin (*Vaccinium angustifolium*) antioksidan aktivitesi, kardiyoprotektif kapasitesi ve antikarsinojen özelliklerini incelemişler ve bu meyveden elde ettikleri ekstraktın, özellikle içerdiği yüksek orandaki antosiyanin ve proantosiyaninler sayesinde antioksidan özellikte olduğunu, magnezyum, sitrat ve trikalsiyum fosfat içeriği ile de kanser önleyici ve kardiyoprotektif özellik gösterdiğini belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada yaban mersinindeki fenolik maddelerin *Vaccinium myrtillus* ile fermente edildikten sonra ekstrakte edilerek damarların korunması amacıyla kullanılan ilaçlarda temel bileşeni oluşturdukları bildirilmiştir (Shahidi ve Nacz, 1995).

Farklı meyvelerin bir arada incelendiği çalışmalardan Puupponen-Pimiä et al. (2001) tarafından yürütülen bir çalışmada, böğürtlen (*Rubus chamaemorus*), ahududu (*Rubus idaeus*), Frenk üzümü (*Ribes aureum*), kekremiş (*Vaccinium vitis-idaea*), çilek (*Fragaria virginiana*), yabanmersini (*Vaccinium* spp.), kızılcık (*Cornus mas*) ve kum dikenini (*Hippophae rhamnoides*) meyvelerinde doğal olarak bulunan fenolik maddelerin antimikrobiyal aktiviteleri incelenmiştir. Çalışmada elde edilen meyve ekstraktlarının genel olarak Gram negatif bakterilerin gelişimini etkilediği ancak Gram pozitifler üzerinde etkili olmadığı saptanmıştır. Böğürtlen, ahududu ve çilek ekstraktlarının *Salmonella* gelişimi üzerine kuvvetli inhibitif etki gösterdiği, kum dikenini ve Frenk üzümünün ise Gram negatif bakteriler üzerine en düşük aktiviteyi gösteren meyveler olduğu tespit edilmiştir. Benzer bir çalışma Cavanagh et al., (2003) tarafından yapılmış, ahududu, Frenk üzümü, kızılcık ve yaban mersini taze meyveleri ve % 100 meyveden hazırlanmış suları 12 farklı bakteri üzerinde test edilmiş ve bu meyvelerin şüpheli su kaynaklarında suyun mikroorganizmalardan arındırılması ve gıda ürünlerinin raf ömrünü arttırmak üzere kullanımları önerilmiştir. Başka bir çalışma kapsamında mürver (*Sambucus nigra*) ve Frenk üzümü (*Ribes aureum*) meyve suları ve konsantrasyonlarının *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* gelişimini inhibe ettiği tespit edilmiştir (Werlein et al., 2005).

6. Sonuç

Yabani meyveler üzerine yapılmış çalışmalar incelendiğinde, birçok yabani meyvenin antimikrobiyal etkiye sahip olduğu görülmektedir. Bu meyveler arasında ahududu, alıç, armut, böğürtlen, erik, çilek, Frenk üzümü, kara dut, kekremiş, kızılıçık, kum diken, mürver, nar, yaban mersini gibi meyveler bulunmaktadır. Özellikle fenolik bileşikler açısından zengin olan yabani meyvelerin insan sağlığı üzerine pozitif etkileri üzerinde durulmakta, bu meyvelerin antimikrobiyal etkilerinin yanı sıra önemli antioksidan ve antikarsinojen etkilere sahip olduğu bildirilmektedir. Yabani meyvelerde bulunan etken bileşikler; bitki çeşidi, bitkinin yetiştirildiği coğrafik yapı, iklim, yetiştirilme şartları, bitkinin kullanılan kısmı, etken maddenin ekstrakte edilmesinde kullanılan yöntem veya hazırlık, paketleme ve depolama gibi şartlara bağlı olarak değişim göstermektedir. Yabani meyvelerin özellikle antimikrobiyal etkisi üzerine yapılacak olan çalışmalarla bu konu hakkında daha detaylı verilere ulaşılması gerekmektedir. Literatür incelendiğinde bu konuda yapılan çoğu çalışmanın yabancı orijinli olduğu görülmektedir. Ancak zengin biyolojik çeşitliliğe sahip ülkemizin de araştırmacılara materyal açısından önemli bir avantaj sağladığı düşünülmektedir. Bu nedenle ülkemizde yetişen yabani meyvelerin, yapılacak bilimsel çalışmalarla daha detaylı olarak incelenmesi, özellikle endemik türlerin koruma altına alınması ve bu tip meyvelerin tüketiminin insan sağlığı açısından faydaları konusunda halkın bilinçlendirilmesi gerekmektedir..

Kaynaklar

- Acar, J., Gökmen, V. 2014. Fenolik bileşikler ve doğal renk maddeleri. (Ed.) Saldamlı, İ., Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara. 557-585.
- Ahmad, I., Beg, A.Z. 2001. Antimicrobial and phytochemical studies on 45 Indian medicinal plants against multi-drug resistant human pathogens. *Journal of Ethnopharmacology*. 74: 113-123.
- Akagawa, M., Shigemitsu, T., Suyama, K. 2003. Production of hydrogen peroxide by polyphenols and polyphenol-rich beverages under quasi-physiological conditions. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 67: 2632-2640.
- Argiles, J.M., Carbo, N., Costelli, P., López-Soriano, F.J. 1998. Prevention of cancer and cardiovascular diseases - A common strategy. *Medicinal Research Reviews*. 18: 139-148.
- Barron, D. ve İbrahim, R.K. 1996. Isoprenylated Flavonoids-A Survey. *Phytochemistry*. 43: 921-982.
- Batu, A. 2012. Alıç meyvesinin fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmesi ve insan sağlığı bakımından önemi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*. 5: 1-5.
- BOBM (Bursa Orman Bölge Müdürlüğü). 2012. Yabani meyveli orman ağaçları eylem planı, 2012-2016. <http://www.bursaobm.ogm.gov.tr/documents/subeler/silvikultur/ymep.pdf>. Erişim tarihi: Mart 2015.
- Brownmiller, C., Howard, L.R., Prior, R.L. 2008. Processing and storage effects on monomeric anthocyanins, percent polymeric color, and antioxidant capacity of processed blueberry products. *Journal of Food Science*. 73: H72-H79.
- Burt, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential application in foods: a review. *International Journal of Food Microbiology*. 94: 223-253.
- Caillet, S., Côté, J., Sylvain, J.F., Lacroix, M. 2012. Antimicrobial effects of fractions from cranberry products on the growth of seven pathogenic bacteria. *Food Control*. 23: 419-428.
- Cavanagh, H.M.A., Hipwell, M., Wilkinson, J.M. 2003. Antibacterial activity of berry fruits used for culinary purposes. *Journal of Medicinal Food*. 6: 57-61.
- CDC (Center for Disease Control and Prevention). 2011. CDC 2011 estimates: Findings. <http://www.cdc.gov/foodborneburden/2011-foodborne-estimates.html>. Erişim tarihi: Mart 15.
- Chauhan, A.S., Negi, P.S., Ramteke, R.S. 2005. Preparation of antibacterial fraction of seabuckthorn useful as natural preservative, involves powdering dried seabuckthorn seeds to preset particle size, extracting with leotropic solvents and methanol and drying crude extract. US Patent No. US 6946154-B2.
- Chauhan, A.S., Negi, P.S., Ramteke, R.S. 2007. Antioxidant and antibacterial activities of aqueous extract of Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) seeds. *Fitoterapia*. 78: 590-592.
- Chua-Barcelo, R.T. 2014. Ethno-botanical survey of edible wild fruits in Benguet, Cordillera administrative region, the Philippines. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 4(Suppl 1): S525-S538.
- Corbo, M.R., Bevilacqua, A., Campaniello, D., D' Amato, D., Speranza, B., Sinigaglia, M. 2009. Prolonging microbial shelf life of foods through the use of natural compounds and non-thermal approaches—a review. *International Journal of Food Science and Technology*. 44: 223-241.
- Coşkun, F. 2006. Gıdalarda bulunan doğal koruyucular. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*. 2: 27-33.
- Côté, J., Caillet, S., Doyon, G., Dussault, D., Sylvain, J.-F., Lacroix, M. 2011a. Antimicrobial effect of cranberry juice and extracts. *Food Control*. 22: 1413-1418.
- Côté, J., Caillet, S., Dussault, D., Sylvain, J.-F., Lacroix, M. 2011b. Effect of juice processing on cranberry antibacterial properties. *Food Research International*. 44: 2922-2929.
- Cowan, M.M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Review*. 12: 564-582.

- De Groot, H., Rauen, U. 1998. Tissue injury by reactive oxygen species and the protective effects of flavonoids. *Fundamental and Clinical Pharmacology*. 12: 249-255.
- De, M., Krishna-De, A., Banerjee, A.B. 1999. Antimicrobial screening of some Indian spices. *Phytotherapy Research*. 13: 616-618.
- Egea, I., Sanchez-Bel, P., Romojaro, F., Pretel, M.T. 2010. Six edible wild fruits as potential antioxidant additives or nutritional supplements. *Plant Foods for Human Nutrition*. 65: 121-129.
- Fitzgerald, D.J., Stratford, M., Gasson, M.J., Ueckert, J., Bos, A., Narbad, A. 2004. Mode of antimicrobial action of vanillin against *Escherichia coli*, *Lactobacillus plantarum* and *Listeria innocua*. *Journal of Applied Microbiology*. 97: 104-113.
- Friedman, M., Henika, P.R., Levin, C.E., Mandrell, R.E. 2004. Antibacterial activities of plant essential oils and their components against *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* in apple juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52: 6042-6048.
- Fu, L., Xu, B.T., Xu, X.R., Qin, X.S., Gan, R.Y., Li, H.B. 2010. Antioxidant capacities and total phenolic contents of 56 wild fruits from South China. *Molecules*. 15: 8602-8617.
- Fukai, T., Kaitou, K., Terada, S. 2005. Antimicrobial activity of 2-Arylbenzofurans from *Morus* species against methicillin-resistance *Staphylococcus aureus*. *Fitoterapia*. 76:708-711.
- Fung, D., Thomson, L. 2001. Effects of dried plums on suppression of growth of foodborne pathogens in liquid medium and ground meat. A final report to the California dried plum board, Department of Animal Sciences and Industry Kansas State University, August, 2001. 27 s.
- Gill, A.O., Holley, R.A. 2006. Disruption of *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* and *Lactobacillus sakei* cellular membranes by plant oil aromatics. *International Journal of Food Microbiology*. 108: 1-9.
- Gould, G.W. 1989. Mechanisms of Action of Food Preservation Procedures. Elsevier Applied Science, London. 1-42.
- Gupta, S.M., Gupta, A.K., Ahmed, Z., Kumar, A. 2011. Antibacterial and antifungal activity in leaf, seed extract and seed oil of Seabuckthorn (*Hippophae salicifolia* D. Don) plant. *Journal of Plant Pathology and Microbiology*. 2: 105.
- Guven, K., Yucel, E., Cetintas, F. 2006. Antimicrobial activities of fruits of crataegus and pyrus species. *Pharmaceutical Biology*. 44: 79-83.
- Gyawali, R., Ibrahim, S.A. 2014. Natural products as antimicrobial agents. *Food Control*. 46: 412-429.
- Hager, T.J., Howard, L.R., Liyanage, R., Lay, J.O., Prior, R.L. 2008. Ellagitannin composition of blackberry as determined by HPLC-ESI-MS and MALDI-TOF-MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56, 661-669.
- Hashimoto, T., Kumazawa, S., Nanjo, F., Hara, Y., Nakayama, T. 1999. Interaction of tea catechins with lipid bilayers investigated with liposome systems. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 63: 2252-2255.
- Heber, D. 2004. Vegetables, fruits and phytoestrogens in the prevention of diseases. *Journal of Postgraduate Medicine*. 50: 145-149.
- Heipieper, H.J., Keweloh, H., Rehm, H.J. 1991. Influence of phenols on growth and membrane permeability of free and immobilized *Escherichia coli*. *Applied and Environmental Microbiology*. 57: 1213-1217.
- Hu, F.B. 2003. Plant-based foods and prevention of cardiovascular disease: An overview. *American Journal of Clinical Nutrition*. 78: 544S-551S.
- Ignat, I., Volf, I., Popa, V.I. 2011. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chemistry*. 126: 1821-1835.
- Ikigai, H., Nakae, T., Hara, Y., Shimamura, T. 1993. Bactericidal catechins damage the lipid bilayer. *Biochemistry Biophysics Acta*. 1147: 132-136.
- Ikram, E.H.K., Eng, K.H., Jalil, A.M.M., Ismail, A., Idris, S., Azlan, A., Nazri, H.S.M., Diton, N.A.M., Mokhtar, R.A.M. 2009. Antioxidant capacity and total phenolic content of Malaysian underutilized fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*. 22: 388-393.
- Jurenka, J.M.T. 2008. Therapeutic applications of pomegranate (*Punica granatum* L.): a review. *Alternative Medicine Review*. 13: 128-144.
- Keweloh, H., Weyrauch, G., Rehm, H.N. 1990. Phenol-induced membrane changes in free and immobilized *Escherichia coli*. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 33: 66-71.
- Kotzekidou, P., Giannakidis, P., Boulamatsis, A. 2008. Antimicrobial activity of some plant extracts and essential oils against foodborne pathogens in vitro and on the fate of inoculated pathogens in chocolate. *LWT-Food Science and Technology*. 41: 119-127.
- Kubola, J., Siriamornpun, S., Meeso, N. 2011. Phytochemicals, vitamin C and sugar content of Thai wild fruits. *Food Chemistry*. 126: 972-981.
- Lacombe, A., Wu, V. C. H., White, J., Tadepalli, S., Enroe, A. 2012. The antimicrobial properties of the lowbush blueberry (*Vaccinium angustifolium*) fractional components against foodborne pathogens and the conservation of probiotic *Lactobacillus rhamnosus*. *Food Microbiology*. 30: 124-131.
- Lamien-Meda, A., Lamien, C.E., Compaore, M.M.Y., Meda, R.N.T., Kiendrebeogo, M., Zeba, B., Millogo, J.F., Nacoulma, O.G. 2008. Polyphenol content and antioxidant activity of fourteen wild edible fruits from Burkina Faso. *Molecules*. 13: 581-594.

- Lechaudel, M., Joas, J., Caro, Y., Genard, M., Jannoyer, M. 2005. Leaf: fruit ratio and irrigation supply affect seasonal changes in minerals, organic acids and sugars of mango fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 85: 251-260.
- Leong, L.P., Shui, G. 2002. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. *Food Chemistry*. 76: 69-75.
- Li, T.S.C., Schroeder, W.R. 1996. Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*): a multipurpose plant. *Horticulture Technology*. 6: 370-378.
- Li, T.S.C., Wang, L.C.H. 1998. Physiological components and health effects of ginseng, echinacea and seabuckthorn. (Ed.) Mazza, G., *Functional Foods: Biochemical and Processing aspects*. Technomic Publishing, Lancaster. 329-356.
- Lin, Y.T., Labbe, R.G., Shetty, K. 2004. Inhibition of *Listeria monocytogenes* in fish and meat systems by use of oregano and cranberry phytochemical synergies. *Applied and Environmental Microbiology*. 70: 5672-5678.
- Machado, T.B., Pinto, A.V., Pinto, M.C.F.R., Leal, I.C.R., Silva, M.G., Amaral, A.C.F., Kuster, R.M., Netto-dosSantos, K.R. 2003. In vitro activity of Brazilian medicinal plants, naturally occurring naphthoquinones and their analogues, against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *International Journal of Antimicrobial Agents*. 21: 279.
- Miles, T.D., Vandervoort, C., Nair, M.G., Schilder, A.C. 2013. Characterization and biological activity of flavonoids from ripe fruit of an anthracnose resistant blueberry cultivar. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 83: 8-16.
- Mphahlele, R.R., Stander, M.A., Fawole, O.A., Oparaa, U.L. 2014. Effect of fruit maturity and growing location on the postharvest contents of flavonoids, phenolic acids, vitamin C and antioxidant activity of pomegranate juice (cv. Wonderful). *Scientia Horticulturae*. 179: 36-45.
- Nahar, N., Rahaman, S., Mosihuzzaman, M. 1990. Analysis of carbohydrates in seven edible fruits of Bangladesh. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 5: 185-192.
- Ndhlala, A.R., Mupure, C.H., Chitindingu, K., Benhura, M.A.N., Muchuweti, M. 2006. Antioxidant potentials and degrees of polymerization of six wild fruits. *Scientific Research and Essays*. 1: 87-92.
- Negi, P.S., Chauhan, A.S., Sadia, G.A., Rohinishree, Y.S., Ramteke, R.S. 2005. Antioxidant and antibacterial activities of various Seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed extracts. *Food Chemistry*. 92: 119-124.
- Negi, P.S. 2012. Plant extracts for the control of bacterial growth: efficacy, stability and safety issues for food application. *International Journal of Food Microbiology*. 156: 7-17.
- Nimri, L.F., Meqdam, M.M., Alkofahi, A. 1999. Antibacterial activity of Jordanian medicinal plants. *Pharmaceutical Biology*. 37: 196-201.
- Nychas, G.J.E., Skandamis, P.N., Tassou, C.C. 2003. Antimicrobials from herbs and spices. (Ed.) Roller, S., *Natural Antimicrobials for the Minimal Processing of Foods*. CRC Press, Washington DC. 177-199.
- Parthasarathy, S. 1998. Mechanisms by which dietary antioxidants may prevent cardiovascular diseases. *Journal of Medicinal Food*. 1: 45-51.
- Perez, C., Anesini, C. 1994. In vitro antibacterial activity of Argentinian folk medicinal plants against *Salmonella* Typhi. *Journal of Ethnopharmacology*. 44: 41-46.
- Polashock J, Saftner R, Kramer M. 2007. Postharvest highbush blueberry fruit antimicrobial volatile profiles in relation to anthracnose fruit rot resistance. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 132: 859-868.
- Prashanth, D., Asha, M.K., Amit, A., 2001. Antibacterial activity of *Punica granatum*. *Fitoterapia*. 72: 171-173.
- Prior, R. L., Hoang, H., Gu, L., Wu, X., Bacchiocca, M., Howard, L., 2003. Assays for hydrophilic and lipophilic antioxidant capacity (oxygen radical absorbance capacity (ORACFL) of plasma and other biological and food samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51: 3273-3279.
- Pszczola, D.E. 2002. Beefing up innovations for meat and poultry ingredients. *Food Technology*. 56: 54-67.
- Puupponen-Pimiä, R., Nohynek, L., Meier, C., Kähkönen, M., Heinonen, M., Hopia, A. 2001. Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries. *Journal of Applied Microbiology*. 90: 494-507.
- Rangkadilok, N., Sitthimonchai, S., Worasuttayangkurn, L., Mahidol, C., Ruchirawat, M., Satayavivad, J. 2007. Evaluation of free radical scavenging and antityrosinase activities of standardized longan fruit extract. *Food and Chemical Toxicology*. 45: 328-336.
- Rani, P., Khullar, N. 2004. Antimicrobial evaluation of some medicinal plants for their potential against multidrug resistant *Salmonella* Typhi. *Phytotherapy Research*. 18: 670-673.
- Raybaudi-Massilia, R.M., Mosqueda-Melgar, J., Soliva-Fortuny, R., Martin-Belloso, O. 2009. Control of pathogenic and spoilage microorganisms in fresh cut fruits and fruit juices by traditional and alternative natural antimicrobials. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 8: 157-180.
- Rosch, D., Bergmann, M., Knorr, D., Kroh, L.W. 2003. Structure-antioxidant efficiency relationships of phenolic compounds and their contribution to the antioxidant activity of seabuckthorn juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51: 4233-4239.
- San, B., Yildirim, A.N., Pola, T.M., Yildirim, F. 2009. Mineral composition of leaves and fruits of some promising jujube (*Zizyphus jujuba* Miller) genotypes. *Asian Journal of Chemistry*. 21: 2898-2902.
- Scalbert, A. 1991. Antimicrobial properties of tannin. *Phytochemistry*. 30: 3875-3883.

- Schofield, P., Mbugua, D.M., Pell, A.N. 2001. Analysis of condensed tannins: a review. *Animal Feed Science and Technology*. 91: 21-40.
- Shahidi, F., Naczki, M. 1995. *Food Phenolics, Chemistry, Effects, Applications*. Technomic, USA.
- Shen, X., Sun, X., Xie, Q., Liu, H., Zhao, Y., Pan, Y., Hwang, C. A., Wu, V. C. H. 2014. Antimicrobial effect of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) extracts against the growth of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella* Enteritidis. *Food Control*. 35: 159-165.
- Sierra- Alvarez, R., Lettinga, G. 1991. The effect of aromatic structure on the inhibition of acetoclastic methanogenesis in granular sludge. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 34: 544-550.
- Sikkema, J., De Bont, J.A.M., Poolman, B. 1995. Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons. *Microbiological Reviews*. 59: 201-222.
- Smith, M.A.L., Marley, K.A., Seigler, D., Singletary, K.W., Meline, B. 2000. Bioactive properties of wild blueberry fruits. *Sensory and Nutritive Qualities of Food*. 65: 352-356.
- Tajkarimi, M.M., Ibrahim, S.A., Cliver, D.O. 2010. Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Control*. 21: 1199-1218.
- Tiwari, B.K., Valdramidi, V.P., O'Donnell, C.P., Muthukumarappan, K., Bourke, P., Cullen, P.J. 2009. Application of natural antimicrobials for food preservation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57: 5987-6000.
- Tosun, İ., Yüksel, S. 2003. Üzümsü meyvelerin antioksidan kapasitesi. *Gıda*. 28: 305-311.
- Upadhyay, N.K., Kumar, R., Siddiqui, M.S., Gupta, A. 2011. Mechanism of wound healing activity of *Hippophae rhamnoides* L. leaf extract in experimental burns. *Evidence based Complementary and Alternative Medicine*. doi:10.1093/ecam/nep 189.
- Valvi, S.R., Rathod, V.S. 2011. Mineral composition of some wild edible fruits from Kolhapur district. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*. 2: 392-396.
- Voravuthikunchai, S., Lortheeranuwat, A., Jeeju, W., Sririrak, T., Phongpaichit, S., Supawita, T. 2004. Effective medicinal plants against enterohaemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7. *Journal of Ethnopharmacology*. 94: 49-54.
- Wang Y, Hamburger M, Gueho J, Hostettmann K. 1989. Antimicrobial flavonoids from *Psiadia trinervia* and their methylated and acetylated derivatives. *Phytochemistry*. 28: 2323-2327.
- Werlein, H.-D., Kütemeyer, C., Schatton, G., Hubbermann, E. M., Schwarz, K. 2005. Influence of elderberry and blackcurrant concentrates on the growth of microorganisms. *Food Control*. 16: 729-733.
- Wu, V. C. H., Qiu, X., Bushway, A., Harper, L., 2008. Antibacterial effects of American cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) concentrate on foodborne pathogens. *LWT - Food Science and Technology*. 41: 1834-1841.
- Xi, Y., Sullivan, G.A., Jackson, A.L., Zhou, G.H., Sebranek, J.G. 2011. Use of natural antimicrobials to improve the control of *Listeria monocytogenes* in a cured cooked meat model system. *Meat Science*. 88: 503-511.
- Yang, B., Kallio, H. 2002. Supercritical CO₂-extracted sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) oils as new food ingredients for cardiovascular health. In: *Proceedings of Health Ingredients of Europe*, Paris, France. 17-19.
- Yang, B., Kallio, H., Tahvonen, R., Kalimo, K., Mattila, L., Kallio, S. 2000. Effects of dietary supplementation of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) oils on fatty acids in patients with atopic dermatitis. *Journal of Nutrition and Biochemistry*. 1: 338-340.
- Yanishlieva, N.V., Marinova, E., Pokorny, J. 2006. Natural antioxidants from herbs and spices. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 108: 776-793.
- Yıldız, H., Baysal, T. 2003. Bitkisel fenoliklerin kullanım olanakları ve insan sağlığı üzerine etkileri. *GMO Gıda Mühendisliği*. 7: 29-35.
- Yiğit, N., Yiğit, D., Özgen, U., Aktaş, A.E. 2007. Kara dut (*Morus nigra* L.)'un antikandidal aktivitesi. *Türk Mikrobiyol Cemiyeti Dergisi*. 37: 169-173.
- Zheng, R.X., Xu, X.D., Tian, Z., Yang, J.S. 2009. Chemical constituents from the fruits of *Hippophae rhamnoides*. *Natural Product Research*. 23: 1451-1456.

(Received for publication 11 September 2014; The date of publication 15 April 2015)