

TOPLUMUMUZDA SIKLIKLA KULLANILAN BAZI BİTKİLERİN TOPLAM FENOLİK MADDE MİKTARLARININ SAPTANMASI

Banugül Barut Uyar, Makbule Gezmen-Karadağ*,
Nevin Şanlıer, Serkan Günyel

Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara

Geliş tarihi / Received: 04.07.2012

Kabul tarihi / Accepted: 20.07.2012

Özet

Bazı besinlerin, özellikle dejeneratif hastalıklar üzerinde yararlı etkileri olduğu ve etkilerinin temel olarak içlerinde bulunan biyoaktif bileşenlerden ileri geldiği düşünülmektedir. Bu biyoaktif bileşenlerden en yaygın olan fenolik bileşikler kuvvetli antioksidan aktiviteye sahiptirler. Çalışmamızda toplumumuzda sıklıkla tüketilen bazı bitkilerin toplam fenolik madde miktarlarını belirlemek amacı ile semt pazarından satın alınan maydanoz, tere, roka, kuzukulağı, dereotu, nane, semizotu ve radikanın kuru madde ve toplam fenolik madde miktarları incelenmiştir. Sebzelerin kuru madde miktarlarının %2.97 ile %13.06 arasında değiştiği ve kuru madde miktarı en yüksek olan sebzenin maydanoz olduğu belirlenmiştir. Sebzelerin toplam fenolik madde konsantrasyonları 1091.23- 4201.75 mg/kg arasında değişmektedir. En yüksek fenolik madde içeriğine sahip olan sebze nanedir. Naneyi azalan sırayla dereotu, maydanoz, kuzukulağı, roka, semizotu, tere ve radika takip etmiştir. Besinlerdeki fenolik maddeler bitkinin olgunluğuna, çevresel faktörlere, besinin işlenmesi ve saklanması gibi yöntemlere bağlı olarak değişiklik gösterdiğinden bu besinlerin tüketiminde besin çeşitliliğine dikkat edilerek, uygun pişirme ve saklama yöntemlerinin kullanılması ile en yararlı etkinin sağlanacağı unutulmamalıdır.

Anahtar kelimeler: Toplam fenolik madde, Folin-Ciocalteu's, kuru madde

DETERMINING THE AMOUNT OF TOTAL PHENOLIC COMPOUNDS OF SOME VEGETABLES FREQUENTLY USED IN OUR SOCIETY

Abstract

It is known that some foods have some beneficial effects especially on age-related diseases. These beneficial effects come from biologically active compounds into food. The most common biologically active compounds are phenolic compounds and they have strong antioxidant activities. The purpose of this study is to determine the amount of total phenolic compounds of some plants in our society are often consumed. For this reason amount of dry total phenol content of mint, *lepidium sativum*, *eruca sativa*, *rumex acetosa*, *portulaca oleracea*, chicory, dill and parsley purchased from local markets was determined. The range for dry matter rate in vegetables was 2.97% - 13.06% and the highest amount of dry matter was parsley. The range for total phenolic concentrations in vegetables was 1091.23 - 4201.75 mg/kg (chicory- mint). Among the vegetables studied, the highest total phenolic compound was calculated in the mint, followed by dill > parsley > *rumex acetosa* > *eruca sativa* > *portulaca oleracea* > *lepidium sativum* > chicory. The variety and amount of phenolic compounds into food depending on maturity of the plant, environmental factors and methods of food processing and storage. Therefore the consumption of these foods will be provided with the most beneficial effect, if pay attention to the diversity of food and use appropriate methods for cooking and storage.

Keywords: Total phenolic compounds, Folin-Ciocalteu's, dry matter

* Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ mgezmen@gazi.edu.tr ,

☎ (+90) 312 216 2638,

☎ (+90) 312 216 2636

GİRİŞ

Dünya genelinde görülmekte olan kanser hastalıklarının ortalama üçte ikisinin, kardiyovasküler hastalıklarında yarısından fazlasının diyetle ilişkili olduğu düşünülmektedir (1, 2). Beslenme davranışlarının modifikasyonu, meyve, sebze ve tam tahıllı yiyeceklerin tüketiminin artırılması ve yaşam stili değişiklikleri kronik hastalık riskinin azaltılmasında etkili olabilecek genel bir stratejidir (2). Bitki kökenli meyve, sebze, kırmızı şarap, fındık, tam tahıllar, kuru baklagiller ve baharatların, özellikle yaşlanmaya bağlı olarak ortaya çıkan hastalıklar ve insan sağlığı üzerine yararlı etkileri vardır (3). Yiyeceklerin bu olası yararlı etkileri temel olarak içlerinde bulunan biyoaktif bileşenlerden ileri gelmektedir (4). Biyoaktif bileşenleri içeren fonksiyonel besinler, diyetin bir parçası olarak düzenli aralıklarla tüketildiğinde sağlık üzerine potansiyel yararlı etkilerini göstermektedirler (5). Biyoaktif bileşenler, ek besin öğeleri veya ikincil metabolitler olarak tanımlanan bitkisel kaynaklarda ve yağ içeriği yüksek bileşiklerde az miktarda doğal olarak bulunan bileşiklerdir (6). Bitki fizyolojisinde önemli rolü olan, bitkiye renk, tat ve koku gibi özelliklerini kazandıran en önemli biyoaktif bileşen polifenolik bileşiklerdir (7, 8). Bütün bitkilerde özellikle tahıllarda, baklagillerde, fındık, zeytinyağı, sebze ve meyvelerde, çay ve kırmızı şarapta bulunurlar (9). Besin zincirinin bir parçasıdır ve insan sağlığı üzerinde etkilidirler (3, 10). Besin öğelerine göre etkileri farklı olan biyoaktif bileşenler yetersizliğe bağlı olarak ortaya çıkan hastalıkları önlemekten ziyade hastalık riskini azaltarak hücrel aktiviteyi etkilerler. Antioksidan, enzim inhibitörü ve indükleyicisi, reseptör aktivitesini inhibe edici ve indükleyicisi, gen ekspresyonunu inhibe edici olarak görev yaparlar. Fenolik bileşikler bu etkileri sayesinde kanser, katarakt, koroner kalp hastalıkları, sinir sistemi hastalıkları ve romatoid artrit gibi pek çok kronik hastalığın gelişiminin önlenmesinde önemli rollere sahiptir. (9). Bu bileşikler temelde fenolik asitler, flavanoidler, stilbenler ve lignanlar olmak üzere dört grupta sınıflandırılırlar (11, 12).

Fenolik Bileşikler

Bitkilerin sekonder metabolitleri olan polifenollerin bitkilerin normal gelişimine önemli katkıları vardır. Patojenlerin saldırılarına veya ultraviyole

ışınlar karşı bitkileri savunurlar (11, 13). Yapılarında en az bir aromatik halka ve bir yada daha fazla hidroksil (OH) grubu bulunduran bu bileşiklerin antikanser, antioksidan ve antiinflamatuvar özellikleri olduğunu belirten çalışmalar bulunmaktadır (14-16). Aromatik halkalarının yapısal farklılıklarına, OH gruplarının sayısına ve yerine, karbonhidratlarla ve organik asitlerle yapmış oldukları bağlara bağlı olarak 30.000'den fazla polifenolik bileşik olduğu ve bunların yaklaşık 5.000-10.000 kadarının günlük diyetimizde yer aldığı tahmin edilmektedir (11, 17). Bitkilerde bulunan fenolik bileşiklerin miktarı bitkinin türüne, çeşidine, iklim ve yetiştirme şekline göre değişiklik gösterdiğinden diyetle alım miktarı ile ilgili kesin bir bilgi verilememektedir. Ancak fenolik bileşikler arasında en yaygın olan flavonoidlerin günlük diyetle alım miktarının çay, kırmızı şarap, meyve ve sebze tüketimine bağlı olarak günde 50-800 mg arasında değiştiği belirtilmektedir (8).

Fenolik Bileşiklerin Sağlık Üzerine Etkileri

Fenolik bileşiklerin sağlık üzerine etkilerinin incelendiği *in vitro* çalışmalar serbest radikal süpürücü, enzimatik aktiviteyi düzenleyici, hücre proliferasyonunu inhibe edici, antibiyotik, antialerjik, antidiarrheal, antiülseratif ve antiinflamatuvar etki gösterdiklerini belirtmektedir (18).

Antioksidatif Etki

Meyve ve sebzelerden zengin diyetle beslenmenin kardiyovasküler hastalıklar ve kanser gibi bazı hastalıklara karşı koruyucu etki gösterdiği bilinmektedir. Meyve ve sebzelerde bulunan antioksidanlar ve diyet posasının özellikle bu koruyucu etkiden sorumlu olduğu belirtilmektedir. Serbest radikaller gibi organizmada geri dönüşsüz hasara neden olan ürünlerin birikimi kanser, ateroskleroz, diyabet ve kronik inflamasyon gibi birçok hastalığın gelişimine neden olmaktadır (19).

Bazı çalışmalar fenolik bileşiklerden zengin besinlerin antioksidan etki göstererek serbest radikal oluşumunu engellediğini belirtmektedirler. Fenolik bileşiklerin antioksidan kapasiteleri kimyasal yapılarına göre değişiklik göstermektedir. Yapılarındaki aromatik halkaları ile hidroksil (OH) gruplarını yakalayarak peroksit radikallerini etkisizleştirirler (20). Ayrıca -OH grubunun pozisyonu da antioksidan aktivite açısından

önemlidir. 4'-OH ve 3'-OH grupları içerenlerin antioksidan aktiviteleri daha yüksektir (21). Noroozi ve arkadaşlarının flavanoidler üzerine yaptığı bir çalışmanın sonuçlarına göre aglikon formdaki kuarsetin, kaempferol, mirisetin ve luteolinin antioksidan aktiviteleri kuarsetin-3-glikositleri, rutin ve kuarsitrinden yüksek bulunmuştur. Ayrıca Noroozi yine aynı çalışmada flavanoidlerin eşit konsantrasyonda ki C vitamininden daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğunu belirtmektedirler (22).

Anti-inflamatuar Etki

Proteinkinaz C, fosfodiesteraz, fosfolipaz, lipoksigenaz ve siklooksigenaz gibi enzimler endotel hücrelerin ve inflamasyonda görevli hücrelerin aktivitesinden sorumlu biyolojik mediyatörlerin oluşumunu kontrol ederler. Yaygın bir fenolik bileşik olan flavanoidler bu enzimleri inhibe ederek inflamatuvar yanıtı inhibe edici özellik gösterirler (23). Bunun yanı sıra antitrombotik etkileri sayesinde platelet agregasyonuna duyarlılığı, protrombotik ve proinflamatuvar aracı maddeleri azaltırlar (24, 25). Kao ve arkadaşları vücut ağırlığı başına 1 mg genistein alımının inflamasyonu azaltıcı etki gösterdiğini belirtmektedirler (26).

Antikanser Etki

Bazı araştırmalar diyet fenoliklerinin genel olarak kemopreventif etki gösterdiği ve antikanser ajan olarak metabolizmada rol aldığını göstermektedir. Fenolik bileşiklerden özellikle flavanoidlerin kolesterolden zengin beslenen ratlarda süperoksit dismutaz ve katalaz aktivitesini düzenleyerek ve süperoksit dismutaz, katalaz ve glutatyon peroksidazın gen ekspresyonunu artırarak antioksidatif kapasiteyi arttırdığı belirtilmektedir (27).

MATERYAL VE YÖNTEM

Örneklerin Analiz İçin Hazırlanması

Çalışmada kullanılan maydanoz (*Petroselinum crispum*), dereotu (*Anethum graveolens*), roka (*Eruca sativa*), tere (*Lepidium sativum*), kuzukulağı (*Rumex acetosa*), nane (*Mentha arvensis*), semizotu (*Portulaca oleracea*) ve radika (*Cichorium endiva*) Ankara semt pazarlarından temin edilmiştir.

Sebzeler distile su ile yıkanıp kurutulduktan sonra ayıklanarak, 1 dakika süresince azot gazı altında blenderda homojenize edilmiş ve bu işlem her bir sebze örneği için üç kez tekrarlanmıştır. Homojen karışımdan 0.5-1.5 g tartılarak analize alınmıştır.

Kuru Madde Analizi

AOAC 1984'de belirtilen yöntemle göre sebze ve meyve örneklerinden 2-3 g örnek tartılarak kurutulup darası alınmış kurutma kaplarının tabanına yayılmış ve etüvde 100 ± 2 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur (28).

Toplam Fenolik Madde (TFM) Analizi

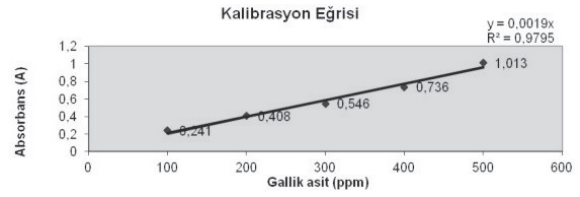
Çalışılan tüm sebze ve meyvelerin fenolik madde miktarlarının analizi fenolik bileşiklerin Folin-Ciocalteu's çözeltisinde bulunan fosfotungstik ve fosfomolibdik asitlerin kompleks polimerik iyonları ile oksidasyonu sonucu oluşan mavi renkli molibden-tungsten kompleksinin konsantrasyonunun 750 nm dalga boyunda ölçülmesi ilkesine dayanan Vinson ve arkadaşlarının Folin-Ciocalteu's spektrofotometrik yöntemine göre yapılmıştır (29). Homojenize edilen örneklerden 0.5-1.5 g tartılarak 1 ml HCl çözeltisi eklenmiştir (30). Örnekler 1000C'deki çalkalamalı su banyosunda 1 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda oda sıcaklığına soğutulan örneklerin hacmi deiyonize su ile 10 ml'ye tamamlanmış ve kaba filtre kâğıdından geçirilmiştir. Berrak kısım, toplam fenolik madde tayininde kullanılmıştır. 100 ml örnek ile 900 ml deiyonize su eklenerek, üzerine 5 ml 0.2 N Folin & Ciocalteu reaktifi ve ardından 4 ml doymuş sodyum karbonat (Na_2CO_3) (75g/l) eklenmiş ve vorteks ile karıştırılmıştır. 50 ± 5 °C'ye ayarlanmış su banyosunda 5 dakika bekletildikten sonra hemen soğutulmuş ve UV-VİS spektrofotometrede (T80/T80+ UV-VIS Spectrophotometer) 765 nm'de absorbansı ölçülmüştür. Gallik asitin çözeltileri aynı akım şemasına göre hazırlanmış ve standart eğri elde edilmiştir. Sonuçlar gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak verilmiştir. Toplam fenolik madde analizi her bir sebze ve meyve örneği için 3 kez tekrarlanmıştır. Çalışmada kullanılan Folin-Ciocalteu's fenol reaktifi Sigma Chemical Co.'dan, metanol, HCl ve etil asetat Merck Co.'den sağlanmıştır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Yapılan ölçümler sonucunda elde edilen kuru madde miktarlarına ait sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir. Çalışma kapsamında değerlendirilen sebzelerin kuru madde miktarları % 2.97 ile % 13.06 arasında değişmektedir. Kuru madde miktarı en yüksek olan maydanozdur. Maydanozu azalan sırayla nane, tere, roka, kuzukulağı, semizotu, radika, dereotu takip etmektedir. Eski çağlardan beri ülkemizde tüketimi ve buna bağlı olarak üretimi yüksek olan aynı zamanda mide-barsak sorunları, kusma, iştahsızlık gibi birçok hastalıkta geleneksel olarak kullanılan bu bitkiler fenolik bileşikler gibi biyolojik aktif maddelerden zengindirler. Analizde toplam fenolik madde konsantrasyonu gallik asit eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. Analize ait kalibrasyon eğrisi Şekil 1'de verilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı en yüksek olan nane, en düşük olan da radikadır (420.2 mg GAE /100 g). Sebzelere ait toplam fenolik madde analizinin sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı 1091.23- 4201.75 mg/kg arasında değişmektedir. Toplam fenolik madde konsantrasyonlarına göre nane > dereotu > maydanoz > kuzukulağı > roka > semizotu > tere > radika olarak sıralanmaktadır. TFM konsantrasyonları arasında kuvvetli bir lineer ilişki ($r^2= 0.979$) olduğu saptanmıştır.

Çizelge 1: Analizi yapılan sebzelere ait kuru madde miktarları (%)
Table 1. Amount of dry matter of vegetables used to analysis(%)

Sebze Vegetable	Kuru madde yüzdesi (%) Dry matter percentage (%)
Dereotu Dill	2.97
Nane Mint	8.40
Semizotu Portulaca oleracea	3.10
Kuzukulağı Rumex acetosa	4.23
Maydanoz Parsley	13.07
Roka Eruca sativa	6.57
Tere Lepidium sativum	6.97
Radika Chicory	3.06



Şekil 1: Toplam fenolik madde analizine ait kalibrasyon eğrisi

Figure 1. The calibration curve for the analysis of total phenolic

Çizelge 2: Analizi yapılan sebzelerin toplam fenolik madde miktarları (mg/kg)

Table 2. Amount of total fenolics of vegetables (mg/kg)

Sebze Vegetable	TFM (mg/kg)	TFM (mg/100 g)
Dereotu Dill	1865.79	186.58
Nane Mint	4201.75	420.18
Semizotu Portulaca oleracea	1319.30	131.93
Maydanoz Parsley	1826.32	182.63
Kuzukulağı Rumex acetosa	1605.26	160.53
Roka Eruca sativa	1552.63	155.26
Tere Lepidium sativum	1261.40	126.14
Radika Chicory	1091.23	109.12

Lamiaceae familyasına ait nanenin yaklaşık 30 farklı türü vardır ve antiviral, antifungal, antioksidan ve antimikrobiyel etkilerinin olduğu belirtilmektedir (31, 32). Shan ve arkadaşları 26 sebze türünde TFM miktarını inceledikleri çalışmalarında nanenin TFM miktarını 5.15 g GAE /100 g olarak bulmuşlardır. Nandede en fazla bulunan fenolik bileşiklerin kateşin, kafeik asit ve rosmarinik asit olduğu belirtilmektedir (33). Atanassova ve arkadaşları da çalışmamıza benzer olarak nanenin TFM miktarını 45.25 mg GAE / 100 g kuru ağırlık olarak bulmuşlardır (34). Maydanoz Akdeniz ve Avrupa ülkelerinde killi topraklarda yetişen halk arasında bazı hastalıklara karşı kullanılan bir bitkidir. Campanella ve Fejes taze maydanoz yapraklarının ve metanol ekstresinin süperoksit iyonlarını uzaklaştırıcı etkisi olduğunu belirtmektedirler (35, 36). Çalışmamızda maydanozun TFM miktarı 182.63 mg GAE /100g olarak

bulunmuştur. Bayili ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmanın sonuçlarında maydanozun TFM konsantrasyonunun 21.8 mg GAE /100 g olduğu belirtilmektedir (37). İnflamasyon ve konstipasyon gibi bazı hastalıklara karşı kullanılan kuzukulağının (*rumex*) birkaç farklı türü bulunmaktadır. *Rumex* türlerinin biyolojik aktiviteleri ile ilgili çalışmalar giderek artmaktadır. *Rumex acetosanın* vücut ağırlığı, serum amino asit ve mineral düzeylerine etkisi (38) *rumex nepalensisin* psikofarmolojik ve pürgeatif etkisi (39, 40), *rumex patientanın* antioksidatif etkisi (41), *rumex steudeliinin* antifertilite etkisi (42), *rumex nervosusun* antimikrobiyal ve antiinflatuar etkisi (43), *rumex maritimusun* antidiyarheal etkisi (44), *rumex bequaertinin* antiviral etkisinin de (45) temel olarak içerdikleri fenolik bileşiklerden kaynaklandığı belirtilmektedir. Kuzukulağının TFM konsantrasyonu analizde kullanılan türe, çözücüye ve standart solüsyona göre farklılık göstermektedir. Çalışmalar TFM miktarının 12.27 mg ile 26.78 mg tannik asit eşdeğeri (TA)/100 g arasında olduğunu belirtmektedir (46). Roka, farklı tat ve aroması ve sağlık üzerine etkileri nedeni ile sıklıkla tüketilen bir bitkidir. Kanamayı durdurucu, depüratif, antiflojistik, diüretik, sindirimi rahatlatıcı, ağrıyı azaltıcı, uyarıcı ve laksatif etkilerinden dolayı ilaç sanayinde de kullanılan bir bitkidir (47). Rokanın da sağlığı koruyucu bu olumlu etkileri yapısında bulunan karotenoid, C vitamini, posa, flavonoid ve glukosinolatlar gibi fitokimyasallardan ileri gelmektedir (48). Çalışmamızda rokanın total fenol miktarı 155.26 mg/100 g GAE olarak bulunmuştur. Bu sonuç Heimer ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışma (TFMROKA 100.1 – 208.1 mg/100 g gallik asit eşdeğeri) ile de paralellik göstermektedir. Aynı çalışmalarında radikanın TFM miktarını 573.6 mg/100g GAE olarak bulduklarını belirtmektedirler (49). Bizim elde ettiğimiz verilere göre radikanın TFM miktarı 109.12 mg/100 g GAE'dir. Sonuçlardaki farklılıklar kullanılan yöntem, mevsimsel farklılıklar ve kullanılan bitkinin alt türleri ile ilgili olarak değişiklik göstermektedir. Folin Ciocalteu yönteminin besinde şeker ve askorbik asit gibi diğer kimyasal bileşenlerle kompleks halinde bulunan fenolik bileşikleri tam olarak belirleyemediği ileri sürülmektedir. Ancak, bu yöntemle elde edilen verilerle besinlerin antioksidan aktivitesi ile ilgili yorumlama yapılabilmesi mümkün olmaktadır (13).

Besinlerdeki fenolik maddelerin çeşidinin ve miktarının bitkinin olgunluğuna, çevresel faktörlere, besinin işlenmesi ve saklanması gibi yöntemlere bağlı olarak değişiklik gösterdiği bilinmektedir. Fenoliklerin depolama ve işleme süreçlerinde oksidasyona maruz kalarak besinde istenmeyen bileşiklerin oluşmasına neden olabildiği de bilinmektedir (18). Ayrıca fenolik bileşikler mekanik streslere veya bakteri, virüs, mantarların neden olduğu enfeksiyonlara bağlı biyolojik streslere karşı savunma mekanizmalarında rol alırlar. Bu gibi durumlarda fenolik madde konsantrasyonunda azalma görülebilmektedir (29). Sağlık üzerine olumlu etkilerinin olduğu bilinen bu besinlerin tüketiminde besin çeşitliliğine dikkat edilerek, uygun pişirme ve saklama yöntemlerinin kullanılması ile en yararlı etkinin sağlanacağı unutulmamalıdır. Toplam fenolik madde içeriklerinin yanı sıra antioksidan kapasitelerinin de belirlenmesi bu bitkilerin sağlık üzerine olası etkilerinin anlaşılması açısından yararlı olacaktır. Bu nedenle yapılan çalışma ileriki çalışmalara bir ön hazırlık teşkil etmesi açısından önemlidir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje kodu: 47/2011-01)

KAYNAKLAR

1. De La Rosa Carrillo LA, Alvarez-Parilla E, Gonzalez-Aguilar GA. 2010. *Fruit and vegetable phytochemicals: Chemistry, nutritional value and stability*. Blacwell Publishing Ltd. Oxford, UK.
2. Liu RH. 2004. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: Mechanism of action. *J Nutrition*, 134, 3479-3485.
3. Espin JC, Garcia-Conesa MT, Tomas-Barberan FA. 2007. Nutraceuticals: Facts and Fiction. *Phytochemistry*, 68, 2986-3008.
4. Tripathi K, Mishra AS. 2007. Glucosinolates in animal nutrition: A review. *Anim Feed Sci and Technol*, 132, 1-27.

5. Bowman BA, Russell RM. 2001. *Present knowledge in nutrition*. 8. Edition, ILSI Press, Washington, DC.
6. Kris- E PM, Hecker KD, Bonanome A, Coval SM, Binkoski AE, Hilpert KF, Griel AE, Etherton TD. 2002. Bioactive compounds in foods: Their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *Am J Med*, 113(9B), 71-88.
7. Bravo LB. 1998. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutr Rev*, 56, 317-333.
8. Pietta PG. 2000. Flavonoids as Antioxidants. *J Nat Prot*, 63, 1035-42.
9. Kris E, Lefevre M, Beecher GR, Gros MD, Keen CL, Etherton TD. 2004. Bioactive compounds in nutrition and health-research methodologies for establishing biological function: The antioxidant and anti-inflammatory effects of flavonoids on atherosclerosis. *Annu Rev Nutr*, 24, 511-538.
10. Hans-Konrad B, Lars OD, Ibrahim E, Rolf G, Michael M, Dieter S, Walter P, Weber P. 2009. Bioactive compounds: Definition and assessment of activity. *Nutrition*, 25, 1202-1205.
11. Manach C, Scalbert A, Morand C. 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability. *Am J Clin Nutr*, 79, 727-747.
12. Tapiero H, Tew KD, Ba GN, Mathe G. 2002. Polyphenols: do they play a role in the prevention of human pathologies. *Biomed Pharmacother*, 56, 200-207.
13. Kahkonen MP, Hopia AI, Vuorela HJ. 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J Agric Food Chem*, 47, 3954-62.
14. Bhattacharya A, Sood P, Citovsky V. 2010. The roles of plant phenolics in defence and communication during Agrobacterium and Rhizobium infection. *Mol Plant Pathol*, 11, 705-719.
15. Borchardt JR, Wyse DL, Sheaffer CC, Kauppi KL, Fulcher RG, Ehlke NJ, Biesboer DD, Bey RF. 2008. Antioxidant and antimicrobial activity of seed from plants of the Mississippi river basin. *J Med Plants Res*, 2, 81-93.
16. Bowden GH. 1999. Controlled environment model for accumulation of biofilms of oral bacteria. *Methods Enzymol*, 310, 216-224.
17. Gibney M, Macdonald IA, Roche HM. 2003. *Nutrition and Metabolism*. Australia: Blackwell Science.
18. Bravo L. 1998. Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. *Nutr Rev*, 56, 317-333.
19. Halliwell B. 1994. Free radicals, antioxidants, and human disease: curiosity, cause, or consequence? *Lancet*, 13-23.
20. Halliwell B. 2000. Antioxidant activity and other biological effects of flavonoids. *Wake up to flavonoids*, in International Congress and Symposium Series 226, The Royal Society of Medicine Press Limited, Rice-Evans, Editor. 13-23.
21. Lien EJ, Ren SJ, Bui HUH, Wang RB. 1999. Quantitative structure-activity relationship analysis of phenolic antioxidants. *Free Radic Biol Med*, 26, 285-94.
22. Noroozi M, Angerson WJ, Lean MEJ. 1998. Effects of flavonoids and vitamin C on oxidative DNA damage to human lymphocytes. *Am J Clin Nutr*, 67, 1210-18.
23. Tripoli E, Guardia ML, Giammanco S, Majo DD, Giammanco M. 2007. Citrus flavonoids: Molecular structure, biological activity and nutritional properties: A review. *Food Chem*, 104, 466-479.
24. Rotondo S, Gaetano G. 2000. Protection from cardiovascular disease by winw and its derived products. Epidemiological evidence and biological mechanisms. *World Rev Nutr Diet*, 87, 90-113.
25. Wollin SD, Jones PJH. 2001. Alcohol, red wine and cardiovascular disease. *J Nutr*, 131, 1401-1404.
26. Kao TY, Wu WM, Hung CF, Chen BH. 2007. Antiinflammatory effects of isoflavone powder produced from soybean cake. *J Agric Food Chem*, 55, 11068-11079.
27. Jeon SM, Bok SH, Jang MK, Lee MK, Nam KT, Park YB. 2001. Antioxidative activity of naringin and lovastatin in high cholesterol-fed rabbits. *Life Sciences*, 69, 2855-2866.
28. AOAC. 1984. *Official Methods of Analysis*, vol. 67(14th ed.) Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, 503-515.

29. Vinson JA, Hontz BA. 1995. Phenol Antioxidant Index: Comparative Antioxidant Effectiveness of Red and Wine Wines. *J Agric Food Chem*, 43(2), 401-403.
30. Shahidi F, Naczki M. 1995. *Food Phenolics*. Technomic Publishing Company, Inc., Lancaster, USA, 331.
31. Hedges LJ, Lister CE. 2007. *Nutritional attributes of herbs, crop and food research confidential report*, New Zealand.
32. Choudhury RP, Kumar A, Garg AN. 2006. Analysis of Indian mint (*Mentha Spicata*) for essential, trace and toxic elements and its antioxidant behavior. *J Pharm Biochem Anal*, 41(3), 825-832.
33. Shan B, Cai YZ, Sun M, Corke H. 2005. Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. *J Agric Food Chem*, 53(20), 7749-7759.
34. Atanassova M, Georgieva S, Ivancheva K. 2011. Total phenolic and total flavonoid contents, antioxidant capacity and biological contaminants in medicinal herbs. *Journal of UCTM*, 46(1), 81-88.
35. Campanella L, Bonanni A, Favero G, Tomassetti M. 2003. Determination of antioxidant properties of aromatic herbs, olives and fresh fruit using an enzymatic sensor. *Anal Bioanal Chem*, 375, 1011-1016.
36. Fejes S, Blazovics A, Lemberkovics E, Petri G, Szoke E, Kery A. 2000. Free radical scavenging and membrane protective effects of methanol extracted fractions of parsley. *Acta-Alimentaria*, 29, 81-87.
37. Bayili RG, Abdoul-Latif F, Kone OH, Diao M, Bassole IH, Dicho MH. 2011. Phenolic compounds and antioxidant activities in some fruits and vegetables from Burkina Faso, *Afr J Biotechnol*, 62(10), 13543-13547.
38. Ladeji O, Okoye ZSC, Waidu Z. 1995. Effect of supplementation laboratory chow with leaf of *Rumex acetosa* (sorel) on body weight and serum levels of amino acids and minerals in rats. *Food Chem*, 59, 15-17.
39. Ghosh L, Arunachalam G, Murugesan T, Pal M, Saha BP. 2002. Studies on the psychopharmacological activities of *Rumex nepalensis* Spreng. root extract in rats and mice. *Phytomedicine*, 9, 202-206.
40. Ghosh L, Gayen JR, Murugesan T, Sinha S, Pal M, Saha BP. 2003. Evaluation of purgative activity of roots of *Rumex nepalensis*. *Fitoterapia*, 74, 372-374.
41. Demirezer LO, Bergere I, Schiewe H- J, Zeeck A. 2001. The structures of antioxidant and cytotoxic agents from natural source: anthraquinones and tannins from roots of *Rumex patientia*. *Phytochemistry*, 58, 1213-1217.
42. Gebrie E, Makonnen E, Debella A, Zerihun L. 2004. Phytochemical screening and pharmacological evaluations for the antifertility effect of the methanolic root extract of *Rumex steudelii*. *J Ethnopharmacol*, 96, 139-143.
43. Getie M, Gebre-Mariam T, Rietz R, Hoöhne C, Huschka C, Schmidtke M, Abate A, Neubert RHH. 2002. Evaluation of the anti-microbial and anti-inflammatory activities of the medicinal plants *Dodonaea viscosa*, *Rumex nervosus*, and *Rumex abyssinicus*. *Fitoterapia*, 74, 139-143.
44. Rouf ASS, Islam MS, Rahman MT. 2002. Evaluation of antidiarrheal activity of *Rumex maritimus* root. *J Ethnopharmacol*, 84, 307-310.
45. Cos P, Hermans N, Bruyne T, De Apers S, Sindambiwe JS, Witvrouw M, Clercq E, De Berge DV, Pieters L, Vlietinck AJ. 2002. Antiviral activity of Rwandan medicinal plants against human immunodeficiency virus type-1 (HIV-1). *Phytomedicine*, 9, 62-68.
46. Jimoh FO, Adedapo AA, Aliero AA, Afolayan AJ. 2008. Polyphenolic contents and biological activities of *Rumex ecklonianus*. *Pharm Biol*, 46(5), 333-340.
47. Yaniv Z, Schafferman D, Amar Z. 1998. Tradition, Uses, and Biodiversity of Rocket (*Eruca sativa*) in Israel. *Econ Botany*, 52, 394- 400.
48. Steinmetz KA, Potter JD. 1991. Vegetables, fruit, and cancer. II. Mechanisms. *Cancer Causes Control*, 2, 427-442.
49. Heimer D, Isolani L, Vignolini P, Tombelli S, Romani A. 2007. Polyphenol content and antioxidant activity in some species of freshly consumed salads. *J Agric Food Chem*, 55, 1724-1729.