

Çay, Baharat ve Bitki Kaynaklı Bazı Gıda Maddelerinin Flavonoid İçerikleri ve Antioksidan Özellikleri

FLAVONOID CONTENTS AND ANTIOXIDANT FEATURES OF TEA, SPICES AND OTHER COMESTIBLES OF PLANT ORIGIN: REVIEW

Dr. İdris MEHMETOĞLU,^a Cemile MUHTEŞEM ÜNLÜ,^a Recep GÖKÇE,^a Dr. Sevil KURBAN^a

^aBiyokimya AD, Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi, KONYA

Özet

Serbest radikaller ve antioksidan (AO) denge insan sağlığı açısından büyük öneme sahiptir. Dışardan besinlerle çeşitli AO'lar alınmakta olup bunların başlıcaları AO vitaminler ve flavonoidler adı verilen bileşiklerdir. Son yıllarda çok sayıda önemli AO flavonoid keşfedilmiş ve kaynakları incelenmiştir. Flavonoidlerin en önemli kaynağı da başta çay olmak üzere baharatlar ve çeşitli sebze ve meyvelerdir. AO içeriği yüksek gıdalarla beslenme (sebze, meyve ve diğerleri) kanser, diabetes mellitus, yaşlanma, kardiyovasküler ve serebrovasküler hastalıkları da kapsayan bir grup hastalığa karşı korunma sağlar.

Bu derlemedeki amacımız sıkça tüketilen çay, baharatlar ve bitki kaynaklı diğer bazı gıda maddelerinin flavonoid içeriklerini ve AO özelliklerini irdelemektir.

Anahtar Kelimeler: Çay, baharatlar, flavonoidler, antioksidanlar

Türkiye Klinikleri J Med Sci 2005, 25:407-411

Abstract

Free radicals and antioxidant balance are important for the maintenance of health in human beings. Various antioxidants (AO) are absorbed with diets of which antioxidant vitamins and flavanoids are principle components. Recently, various significant antioxidants have been discovered and their sources investigated. The most important sources of flavanoids are spices, certain tea types and various vegetables and fruits. Nourishment with foods containing high amounts of flavanoids may provide protection against a group of diseases including cancer, diabetes mellitus, aging, cardio- and cerebral-vascular diseases.

In the present review, our aim was to evaluate flavanoid content and antioxidant AO properties of teas, spices and other frequently consumed foods.

Key Words: Tea, spices, flavonoids, antioxidants

Çay Bitkisinin Antioksidan Özelliği

Tükettiğimiz gıdaların çoğunun antioksidan (AO) aktiviteye sahip olduğu gösterilmiştir. Çay ise güçlü AO özelliğinden dolayı, son 20 yıldır bilim adamlarının ilgisini çekmektedir. Sıvı tüketiminde sudan sonra 2. sırada olduğu düşünülen çay, dünya çapında oldukça yaygın bir içecektir. Dünya çay tüketiminin %78'ini oluşturan siyah çay, batı ülkeleri ve bazı Asya ülkelerinde tüketilirken; yeşil çay %20 oranında Çin, Japonya, Hindistan ve bazı Afrika ülkelerinde tüketilmektedir.

dir. Çay tüketiminin kalan %2'lik oranını ise pek yaygın olmayan oolong çayı oluşturmaktadır.¹

Çay tüketimiyle koroner arter hastalığı (KAH)'ndan kaynaklanan ölüm riskinin ters orantılı olduğu rapor edilmiştir.² Çayın antipiretik, diüretik ve diğer bazı özellikleri daha önceleri bilinmekteydi. Ancak, son yıllarda çayın farmakolojik özellikleri yeniden incelenerek çay bileşenlerinin antioksidatif, antikarsinojenik, antimitojenik, antitoksik, antiinflamatuvar, antibakteriyel, hipokolesterolemik ve antihepatotoksik etkilere de sahip olduğu gösterilmiştir.³⁻¹³ Ayrıca HIV virüsünün revers transkriptaz isimli enzimini ve hücre DNA ve RNA polimerazları inhibe ettikleri bildirilmiştir.¹⁴

Yeşil çay polifenollerinin etanol ekstraktlarının soya fasulyesini kuvvetlice, yer fıstığı, mısır ve hurma yağını ise daha zayıf olarak

Geliş Tarihi/Received: 26.07.2004

Kabul Tarihi/Accepted: 14.03.2005

Yazışma Adresi/Correspondence: Dr. İdris MEHMETOĞLU
Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi
Biyokimya AD, KONYA
imehmetoglu@hotmail.com

Copyright © 2005 by Türkiye Klinikleri

otooksidasyona karşı koruduğu tespit edilmiştir.^{15,16}

Yeşil çayın kanseri önleme mekanizmaları; mutajeniteyi ve genotoksisiteyi önleme, tümör başlama ve ilerlemesini geciktirme, detoksifikasyon enzimlerini etkinleştirme, karsinojenlerin aktifleşmiş mekanizmalarını tuzağa düşürme ve serbest radikal temizleme aktivitesi gösterme olarak açıklanmıştır.⁶

Yeşil çaydaki polifenollerin hücre membranını oksidatif hasara karşı koruduğu, ayrıca lipid peroksidasyonunu engellediği gösterilmiştir.¹⁷⁻¹⁹

Çay bitkisinin AO özelliğinin, ihtiva ettiği polifenollerden kaynaklandığı bilinmektedir.³⁻⁵ Ayrıca polifenoller dışında, yeşil ve siyah çayda bulunan pigmentlerin de AO aktivite gösterdiği belirtilmiştir.^{20,21} Yeşil çayda bulunan pigmentlerin arasında fenofitin a ve b en fazla miktarı oluştururken, klorofil a ve b ikinci sıradadır. Bu pigmentlerin AO aktivitesi; klorofil a > lutein > fenofitin a > klorofil b > beta-karotene > fenofitin b şeklinde sıralanmaktadır.²⁰ Siyah çay ve oolong çayının kahverengi-kırmızı pigmentleri olan teaflavin (TF)'ler (TF-1, TF-3-gallate, TF-3'-gallate ve TF-3-3'-digallate) AO aktivite gösterirler.²¹

Çay polifenollerinin düşük dozlarda prooksidan etkilerinin olabileceği bildirilse de AO özelliği daha üstündür.²² Polifenoller, çaydaki bileşiklerden çok hızlı ayrılan gruplardır ve total kuru muhtevası yeşil çayda %30-42, siyah çayda ise %3-10 olarak bulunmuştur.^{1,23} Bunlar, gallik asit ve katekin türevleridirler.^{23,24} Flavonoidlerin alt sınıflarından biri olan katekinler, insan besininin genel bileşeni olarak tanınmaktadırlar. Yapılan çalışmalarda, katekinlerden izole edilen (-)-epicatechin (EC), (-)-epicatechin gallate (ECG), (-)-epigallocatechin (EGC) ve (-)-epigallocatechin gallate (EGCG) bileşenlerinin yüksek AO aktiviteye sahip olduğu gösterilmiştir.^{4,6} Bu bileşenlerin %60-70'ini oluşturan EGCG'nin AO aktivitesinin en yüksek olduğu ve AO aktivitelerinin EC < ECG < EGC < EGCG olarak sıralanabileceği belirtilmiştir.^{4,17,25,26} Ayrıca ECG, EGC ve EGCG'in antikanserojen etkiye de sahip olduğu gösterilmiştir.^{6,25}

Çay polifenollerini reaktif oksijen ve nitrojen türlerini temizleyerek, hücre sistemlerinde lipid membranlarına, proteinlere ve nükleik asitlere zarar vermelerini önlerler.^{5,17} Bunun yanında, indüklenbilir nitrik oksit sentaz (NOS), lipooksijenaz, siklooksijenaz ve ksantin oksidaz gibi prooksidan enzimleri inhibe ederek ve glutasyon-S-transferaz, süperoksit dismutaz gibi antioksidan enzimleri indükleyerek de indirekt AO aktivite gösterirler.^{1,3-5} Çay polifenollerini metal iyonlarına ve proteinlere de bağlanırlar. Proteinlere bağlanma özellikleriyle belirli enzim ve reseptörleri etkileyebilirler.¹

Siyah çayla yeşil çay arasındaki en önemli fark, üretilen çayda bulunan polifenollerin nitelik ve niceliklerindeki ayırmadan kaynaklanır. Siyah çayın katekin muhtevası, yeşil çaydan %15-25 oranında daha azdır.²³ Taze yeşil çay yaprağının soldurma, kıvrırma ve fermantasyon işlemleri boyunca katekinlerin polifenol oksidaz enzimiyle uygun şekilde oksidasyonundan sonra kurutulmasıyla siyah çay üretilir. Kurutma işlemiyle siyah çayda enzimatik ve kimyasal tepkimeler son bulur.^{1,23} Siyah çayın işlenmesi sırasında çay katekinlerinin yaklaşık %15'i değişmeden kalırken, %10'u TF'ye, teaflavinik aside ve bisflavonole dönüşür. Katekinlerin geriye kalan yaklaşık %75'i ise tearubigin (TR) adı verilen karmaşık yapılı, tam olarak izole edilemeyen yüksek reaktif maddelere ayrılırlar.^{1,6,23} Her ne kadar polifenollerini değişikliğe uğrasa da, siyah çay da AO özellik gösterir.^{6,21,22} Ayrıca, siyah çayın C vitamini ve aminoasit (özellikle teanin) miktarının yeşil çaydan çok daha az olduğu ve bu farkın da çayın işlenmesiyle oluştuğu belirtilmiştir.²¹⁻²³

Çay katekinleri, oral alımı takiben bağırsaklardan absorbe edilir.²⁷ Katekinlerin majör üriner metabolitleri, dimetilkatekin glukuronidleri veya bir glukuronid ve bir sulfametil katekindir.²⁸ Katekinlerin hiç bir metabolik ve toksik etkisi rapor edilmemiştir. Çok büyük miktarlarda alınmadıkça, ciddi bir yan etki göstermezler.²⁷⁻²⁹

Baharatlar ve Çeşitli Gıda Maddelerinin Antioksidan Özelliği

Karanfil, adaçayı ve biberiye yüksek AO aktiviteye sahip baharatlardır.^{30,31} Antimikrobiyal özellik de gösterirler.³¹ Biberiye flavonoidler, fenoller, uçucu yağ ve terpenoidler içerir. Biberiye yapraklarında carnosol, carnosic asit, rosmanol ve rosmeridifenol tespit edilmiştir. Carnosol ve carnosic asitler AO aktivitenin ~%90'ından sorumludurlar. Rosmeridifenol ise butilhidroksitoluen (BHT)'e yakın AO aktivite gösterir.³² Ayrıca biberiye antikanserojen etkiye de sahiptir.³²

Kekik, biberiye ile aynı familyadandır. Esas AO bileşiği fenolik glikozid olarak ayrıştırılmıştır. Muskat, 2-allilfenol ve birkaç lignan ihtiva eder. Bu bileşiklerin güçlü AO aktiviteye sahip oldukları bulunmuştur. Ayrıca, bu baharattan yeni ve güçlü bir AO olan kapsisin izole edilmiş ve kekiğin antimikrobiyal etkisi de gösterilmiştir.^{10,30}

Karabiber, AO özellikli 5 çeşit fenolik asit amid ihtiva eder. Bu bileşikler yağsız, kokusuz ve tatsız olup, α -tokoferolden daha güçlü AO aktivite gösterirler.³³

Zerdeçal, genellikle gıdalarda renk verici olarak kullanılır. Kokusuz ve ısıya dayanıklı AO bir bileşik olan tetrahidrokurkumin ihtiva eder.³⁰

Soğan diyetdeki önemli flavonoid kaynaklarından biridir.³⁴⁻³⁷ Soğandaki bileşiklerin antikanserojen özellikleri, antiplatelet ve antitrombotik aktiviteleri, antiastmatik ve antibiyotik etkileri kaydedilmiştir.^{35,36} Soğanın bazı türlerinde kırmızı/pembe rengi sağlayan antosiyaninler ve diğer türlerde kahverengi/sarı renkli kabuğunda bulunan quercetin gibi flavonoller olmak üzere iki grup flavonoid bulunur.³⁵ Soğanın total fenolik ve flavonoid içeriği total AO aktivite ile korelasyon gösterir.³⁷ Kırmızı, sarı ve beyaz soğanın antitumör ve AO özelliğinin sindirim sisteminde kısmen kayba uğrayan, ısıya dayanıklı flavonoid ve fenollere bağlı olduğu gösterilmiştir.^{36,37} Renkli soğan çeşitleri beyaz olanlardan daha çok flavonoid ihtiva ederler.^{30,36} Yeşil soğan beyaz soğandan 11 kez daha yüksek flavonoid içeriğe sahip olup 69.2 ± 3.7 mg/100 gr fenolik içerir.³⁷ Beyaz soğan aglikon olarak 48-56 mg/100

gr ve kırmızı soğan 40-100 mg/100 gr doku başına flavonoid içerir.³⁶

Oldukça geniş bir tüketim alanına sahip olan elma, fitokimyasallar (fitokimyasallar; sebze ve meyvelerdeki fenolikleri, flavonoidleri ve karotenoidleri kapsarlar) açısından zengindir ve elma tüketiminin kardiyovasküler, astma, diyabet ve bazı kanserlerin riskinde azalma sağladığı epidemiyolojik çalışmalarda gösterilmiştir. İn vitro, elmanın güçlü bir AO aktiviteye sahip olduğu, kanser hücrelerinin proliferasyonunu inhibe ettiği, lipid peroksidasyonunu azalttığı ve kolesterolü düşürdüğü gösterilmiştir. Elma quercetin, katekin, phloridzin ve chlorogenik asit gibi güçlü AO'lar olan fitokimyasallar içerir. Farklı elma türlerinin fitokimyasal içeriği arasında oldukça büyük farklılıklar vardır ve yaklaşık olarak 14-36 mg/100 gr elma kadardır. Fakat, gelişme ve olgunlaşma süresince fitokimyasal içerik çok az değişir. Depolanmanın ise etkisi yok veya çok azdır.^{38,39}

Üzüm çekirdeği, çeşidine göre, lipid, protein, karbonhidrat ve %5-8 oranında polifenol içerir.³⁹ Üzüm çekirdeğinde bulunan polifenollerin başlıcaları gallik asit dahil flavonoidler, monomerik flavan-3-ol'ler olan katekin, EC, galloatec-hin, EGC ve EGCG'dir ve procynadin dimerler, trimerler ile çok daha polimerize olmuş procynadinlerdir.^{40,41} Üzüm çekirdeğinin içerdiği polifenollerden biri olan proanthocyanidin AO aktivitesi vit-E'den 20, vit-C'den ise 50 kat daha güçlüdür. Proanthocyanidinlerin vücudu güneş ışınlarına karşı koruduğu, görmeyi güçlendirdiği, eklem, arter ve kalp gibi dokuların fleksibilitelerini arttırdığı, arter, ven ve kapillerleri güçlendirmek suretiyle dolaşımı güçlendirdiği gösterilmiştir.⁴⁰

Domates, çoğu kabuğunda bulunan az miktarda flavonoid içerir. Bunlar esas olarak quercetin (majör bulunan quercetin 3-rhamnosylglucoside) ve kaempferoldür. Çeşitli domates türlerinin analizinde, domatesin flavonoid içeriği 1.3'ten 22.2 μ g/gr-taze ağırlığa kadar değişen oranlarda bulunmuştur. Sıcak, güneşli iklimlerde yetişen domateslerin flavonoid içeriği daha yüksektir.⁴²

Sarımsak vitamince zengin bir AO'dur.⁴³ Başlıca aktif kısmı, sülfür içeren allisindir. Onun parçalanma ürünleri sarımsağın kokusunu verirler.

Sarımsağın kardiyoprotektif etkisi onun, lipid ve kan basıncını düşürmesine, antiplatelet, AO ve antifibrinolitik etkilerine bağlanmaktadır. Çeşitli bulgular, sarımsak tozunun kardiyoprotektif olarak kullanımını desteklemektedir. Sarımsağın, Akdeniz diyetinin düşük KAH oranı ile ilgili olduğu düşünülmektedir.³⁰ Ayrıca sarımsağın antimikrobiyal ve antikanserojen etkileri de gösterilmiştir.^{10,44}

Soya fasulyesi nutrisyonel ve/veya fonksiyonel amaçlar için birçok gıda ürünlerinde kullanılır. Soya unu çeşitli gıda ürünlerinde AO özellik gösterir. Soya unundan izole edilen izoflavon glikozidler; genistein, daidzein, glisitein ve 7.4 dihidroksi-6-metil izoflavondur. AO bileşenleri; izoflavon glikozidler ve türevleri, tokoferoller, aminoasitler ve peptidler olarak görülmektedir.⁴⁵

Susam yağı diğer bitkisel yağlarla kıyaslandığında, yüksek oksidatif stabiliteye sahip olduğu görülmüştür. Bu özelliği büyük ölçüde sesamol varlığına bağlıdır. Sesamolün antioksidan kapasite bakımından BHT ve butilhidroksianisol (BHA) kadar güçlü olduğu bulunmuştur.^{33,46}

Pirincin metanolik ekstraktları yüksek AO aktivite göstermektedir.⁴⁷ Aktif bileşik izovitenin olarak karakterize edilmiştir. Pirinç tanelerinin depolanabilmeleri ve uzun ömürlü olabilmelerinin, tohumun kabuk ve dış yapraklarının AO kapasitesine bağlı olduğu gösterilmiştir. Pirinç kabuğunda bulunan tokotrinoller ve siyah pirinçte bulunan antosiyaninler de AO aktiviteye sahiptirler.⁴⁸

Hardal fenolik bileşik içerir. Fenolik asitler ve onların türevleri, yoğunlaştırılmış tannin formunda ortaya çıkarlar. Hardal unu ve ekstraktlarının güçlü AO aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Hardalın antimikrobiyal etkisinin de olduğu gösterilmiştir.^{10,33}

Fıstığın sıcak metanolik ekstraktlarında flavonoid olarak dihidroquercetin ve taksifelin tespit edilmiştir.³³

Pamuk tohumunun metanolik ekstraktlarında ise flavonoidlerden rutin ve quercetin bulunmuştur. Rutinin AO aktivitesi nispeten daha düşük olmakla birlikte quercetin ve rutin, her ikisinde güçlü AO aktiviteye sahiptir.³³

Zeytin ve yaprakları fenolik bileşikler bakımından zengindir. Bu bitkinin meyve ve yapraklarından elde edilen ekstraktın vazodilatör, hipotansif, antiromatizmal, diüretik, hipoglisemik ve kolesterol düşürücü olduğu ileri sürülmüştür. Ayrıca, bu ekstraktta bulunan apigenin, luteolin gibi flavonoidlerin AO aktivite gösterdiği bildirilmiştir. Zeytinyağı enoleuropein, hydroxytyrosol ve tyrosol başta olmak üzere en az 30 fenolik bileşik içerir ve bunlar yüksek oranda AO aktivite gösterirler.^{49,50}

Patatesten nişasta ve etanol üretimi sırasında elde edilen sıvı, çeşitli fenoliklerce zengindir. Patatesin metanol ekstresinin güçlü AO aktiviteye de sahip olduğu gösterilmiştir.³³

Potansiyel AO olarak öne sürülen yulafın AO kapasitesi ise, muhtemelen yüksek dihidrokafeik asit konsantrasyonuna bağlıdır.³⁰

Kahvenin mutajenik etki gösterdiği öne sürülmüştür. Bununla birlikte, t-butilhidroperoksidin indüklediği sitotoksikite ve mutajeniteye karşı koruyucu etki de gösterir. Böylece kahve, doz, atmosferik O₂, geçiş metalleri gibi parametrelere bağlı olarak mutajenik veya antimutajenik etkiler gösterilebilir.³³

Ayrıca burada hepsinden bahsedemediğimiz böğürtlen, çilek, yaban mersini, zencefil, ceviz, havuç, turp, brokoli, nar, biber, patlıcan ve diğer pek çok gıdaların da polifenolik içeriğe ve AO aktiviteye sahip olduğu gösterilmiştir.^{33,34}

KAYNAKLAR

1. Yang CS. Tea and health. *Nutrition* 1999;15:946-9.
2. Riemersma RA, Rice-Evans CA, Tyrrell RM, Clifford MN, Lean ME. Tea flavonoids and cardiovascular health. *QJM* 2001;94:277-82.
3. Yanagimoto K, Ochi H, Lee KG, Shibamoto T. Antioxidative activities of volatile extracts from green tea, oolong tea, and black tea. *J Agric Food Chem* 2003;51:7396-401.
4. Higdon JV, Frei B. Tea catechins and polyphenols: Health effects, metabolism, and antioxidant functions. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2003;43:89-143.
5. Rietveld A, Wiseman S. Antioxidant effects of tea: Evidence from human clinical trials. *J Nutr* 2003;133:3285-92.
6. Ahmad N, Mukhtar H. Green tea polyphenols and cancer: Biologic mechanisms and practical implications. *Nutr Rev* 1999;57:78-83.
7. Hour TC, Liang YC, Chu IS, Lin JK. Inhibition of eleven mutagens by various tea extracts, (-) epigallocatechin-3-gallate, gallic acid and caffeine. *Food Chem Toxicol* 1999;37:569-79.

8. Kozluca O, Olcay E, Surucu S, Guran Z, Kulaksiz T, Uskent N. Prevention of doxorubicin induced cardiotoxicity by catechin. *Cancer Lett* 1996;99:1-6.
9. Joubert E, Ferreira D. Antioxidants of rooibos tea-a possible explanation for its health promoting properties? *South African J Food Sci Nutr* 1996;8:79-83.
10. Lai PK, Roy J. Antimicrobial and chemopreventive properties of herbs and spices. *Curr Med Chem* 2004;11:1451-60.
11. Yang TT, Koo MW. Hypocholesterolemic effects of chinese tea. *Pharmacol Res* 1997;35:505-12.
12. Maron DJ, Lu GP, Cai NS, et al. Cholesterol-lowering effect of a theaflavin-enriched green tea extract: A randomized controlled trial. *Arch Intern Med* 2003;163:1448-53.
13. Bu-Abbas A, Dobrota M, Copeland E, Clifford MN, Walker R, Ioannides C. Proliferation of hepatic peroxisomes in rats following the intake of green or black tea. *Toxicol Lett* 1999;109:69-76.
14. Nakane H, Ono K. Differential inhibitory effects of some catechin derivatives on the activities of human immunodeficiency virus reverse transcriptase and cellular deoxyribonucleic and ribonucleic acid polymerases. *Biochemistry* 1990;29:2841-5.
15. Lee MH, Sher RL, Sheu CT, Tsai YC. Safety evaluation of natural antioxidant from tea. *J Chin Agric Chem Soc* 1984;22:128-35.
16. Lee MH, Sher RL. Extraction of green tea antioxidants and their antioxidant activities in various edible oils and fats. *J Chin Agric Chem Soc* 1984;22:226-31.
17. Saffari Y, Sadrzadeh SM. Green tea metabolite EGCG protects membranes against oxidative damage in vitro. *Life Sci* 2004;74:1513-8.
18. Miura Y, Chiba T, Miura S, Tomita I, Umegaki K, Tomita T. Green tea polyphenols (flavan 3-ols) prevent oxidative modification of low density lipoproteins: An ex vivo study in humans. *J Nutr Biochem* 2000;11:216-22.
19. Yamanaka N, Oda O, Nagao S. Green tea catechins such as (-)-epicatechin and (-)-epigallocatechin accelerate Cu²⁺-induced low density lipoprotein oxidation in propagation phase. *FEBS Lett* 1997;401:230-4.
20. Higashi-Okai K, Yamazaki M, Nagamori H, Okai Y. Identification and antioxidant activity of several pigments from the residual green tea (*Camellia sinensis*) after hot water extraction. *J UOEH* 2001;23:335-44.
21. Leung LK, Su Y, Chen R, Zhang Z, Huang Y, Chen ZY. Theaflavins in black tea and catechins in green tea are equally effective antioxidants. *J Nutr* 2001;131:2248-51.
22. Yen GC, Chen HY, Peng HH. Antioxidant and pro-oxidant effects of various tea extracts. *J Agric Food Chem* 1997;45:30-4.
23. Kaçar B. Çayın biyokimyası ve işleme teknolojisi. *Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü. Çay-Kur Yayını* 1986;6:134-7.
24. Hodgson JM, Morton LW, Puddey IB, Beilin LJ, Croft KD. Gallic acid metabolites are markers of black tea intake in humans. *J Agric Food Chem* 2000;48:2276-80.
25. L'Allemain G. Multiple actions of EGCG, the main component of green tea. *Bull Cancer* 1999;86:721-4.
26. Matsuzaki T, Hara Y. Antioxidative activity of tea leaf catechins. *J Agric Chem Soc Jpn* 1985;59:129-34.
27. Chen L, Lee MJ, Li H, Yang CS. Absorption, distribution and elimination of tea polyphenols in rats. *Dietary Metabolism and Disposition* 1997;25:1045-50.
28. Miyazawa T. Absorption, metabolism and antioxidative effects of tea catechin in humans. *Biofactors* 2000;13:55-9.
29. Lin JK, Lin CL, Liang YC, Shiau SYL, Juan IM. Survey of catechins, gallic acid, and methylxanthines in green, oolong, pu-erh and black teas. *J Agric Food Chem* 1998;46:3635-42.
30. Craig WJ. Health-promoting properties of common herbs. *Am J Clin Nutr* 1999;70:491-9.
31. Lo AH, Liang YC, Lin-Shiau SY, Ho CT, Lin JK. Carnosol, an antioxidant in rosemary, suppresses inducible nitric oxide synthase through down-regulating nuclear factor-kappaB in mouse macrophages. *Carcinogenesis* 2002;23:983-91.
32. Huang MT, Ho CT, Wang ZY, et al. Inhibition of skin tumorigenesis by rosemary and its constituents carnosol and ursolic acid. *Cancer Res* 1994;54:701-8.
33. Burak M, Çimen Y. Flavonoidler ve antioksidan özellikleri. *Turkiye Klinikleri J Med Sci* 1999;19:296-304.
34. Miean KH, Mohamed S. Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants. *J Agric Food Chem* 2001;49:3106-12.
35. Griffiths G, Trueman L, Crowther T, Thomas B, Smith B. Onions-a global benefit to health. *Phytother Res* 2002;16:603-15.
36. Shon MY, Choi SD, Khang GG, Nam SH, Sung NJ. Antimutagenic, antioxidant and free radical scavenging activity of ethyl acetate extracts from white, yellow and red onions. *Food Chem Toxicol* 2004;42:659-66.
37. Yang J, Meyers KJ, van der Heide J, Liu RH. Variety differences in phenolic content and antioxidant and antiproliferative activities of onions. *J Agric Food Chem* 2004;52:6787-93.
38. Lee KW, Kim YJ, Kim DO, Lee HJ, Lee CY. Major phenolics in apple and their contribution to the antioxidant capacity. *J Agric Food Chem* 2003;51:6516-20.
39. Boyer J, Liu RH. Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutr J* 2004;3:5.
40. Shi J, Yu J, Phoroly JE, Kakuda Y. Polyphenolics in grape seeds-biochemistry and functionality. *J Med Food* 2003;6:291-9.
41. Li Y, Gao JT, Zhang ZL, Liu HW, Zhao BL. Determination of catechins in grape seeds by capillary electrophoresis. *Se Pu* 2000;18:491-4.
42. Stewart AJ, Bozonnet S, Mullen W, Jenkins GI, Lean ME, Crozier A. Occurrence of flavonols in tomatoes and tomato-based products. *J Agric Food Chem* 2003;48:2663-9.
43. Durak I, Kavutcu M, Aytac B, et al. Effects of garlic extract consumption on blood lipid and oxidant/antioxidant parameters in humans with high blood cholesterol. *J Nutr Biochem* 2004;15:373-7.
44. Heber D. Vegetables, fruits and phytoestrogens in the prevention of disease. *J Postgrad Med* 2004;50:145-9.
45. Antony M, Clarkson T, Bullock B, Wagner J. Soy protein versus soy phytoestrogens in prevention of diet-induced coronary artery atherosclerosis of male cynomolgus monkeys. *Thromb Vasc Biol* 1997;17:2524-31.
46. Yoshida H, Takagi S. Antioxidative effects of sesamol and tocopherols at various concentrations in oils during microwave heating. *J Sci Food Agric* 1999;79:220-6.
47. Adom KK, Liu RH. Antioxidant activity of grains. *J Agric Food Chem* 2002;50:6182-7.
48. Ichikawa H, Ichyanagi T, Xu B, Yoshii Y, Nakajima M, Konishi T. Antioxidant activity of anthocyanin extract from purple black rice. *J Med Food* 2001;4:211-8.
49. Tuck KL, Hayball PJ. Major phenolic compounds in olive oil: Metabolism and health effects. *J Nutr Biochem* 2002;13:636-44.
50. Litridou M, Linssen J, Schols H, et al. Phenolic compounds in virgin olive oils: Fractionation by solid phase extraction and antioxidant activity assessment. *J Sci Food Agric* 1997;74:169-74.