

## ÇAY VE ÇAY FENOLİKLERİNİN ANTIOKSİDAN AKTİVİTESİ

İlkay Tosun      Bülent KARADENİZ  
O.M.Ü. Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, SAMSUN

Geliş Tarihi: 19. 02. 2003

**ÖZET:** Çay, dünyada sudan sonra en çok tüketilen bir içecektir. Son yıllarda, çayın fenolik madde içeriği ve insan sağlığı üzerine etkisi en fazla çalışılan konulardan biridir. Bu çalışmada, çayın fenolik madde içeriği, antioksidan özelliği ve çaydaki fenolik maddelerin sağlık üzerine etkisi tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çay, fenolik madde, antioksidan aktivite

### THE ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF TEA AND TEA PHENOLICS

**ABSTRACT:** Tea is the most consumed beverage after water in the world. In recent years, the phenolic matters contents of tea and its effects on human health are the most studied subject. In this study, contents of the phenolic matters of tea, its antioxidant properties and the effects of tea phenolic matters were argued.

**Key Words:** Tea, phenolic matter, antioxidant activity

#### 1.GİRİŞ

İnsan metabolizmasında vücudun oksijen kullanımındaki normal işlemler sırasında bazı etmenlerin teşviki ile aktif oksijen formları oluşmaktadır. Oluşan aktif oksijen formları engellenmediğinde, DNA, protein, karbonhidrat ve lipitlerde yapısal bozulmalara yol açmaktadır. Dolayısıyla, hücre membranının hem yapısını hem de fonksiyonlarını bozarak, birçok dejeneratif hastalıklara neden olmaktadır (Katiyar ve Mukhtar, 1997; Sivritepe, 2000).

Antioksidan maddeler, aktif oksijen oluşumunu engelleyerek ya da oluşan aktif oksijenleri tutarak, oksidasyonun teşvik etmiş olduğu zararlanmaları hücresel bazda engellemekte dejeneratif hastalıkların oluşumunu durdurmaktadır (Baublis ve ark., 2000; Sivritepe, 2000).

İnsan sağlığı bakımından antioksidan fonksiyonları ile ön plana çıkan maddeler E ve C vitaminleri, karotenoidler ve fenolik maddelerdir (Sivritepe, 2000).

Fenolik maddeler, meyve, sebze, baharat, tahıl ve içecekler gibi bitkisel gıdalarda yaygın olarak bulunmaktadır. Çay, fenolik maddelerce zengin içeceklerden birisidir.

Bu makalede, çayın fenolik madde dağılımı, çay ve çay fenoliklerinin antioksidan aktivitesi tartışılmıştır.

#### 2.ÇAYDA BULUNAN FENOLİK MADDELER VE ANTIOKSİDAN ÖZELLİKLERİ

Günümüzde, ticari amaçla üretimi yapılan, birbirinden farklı üç tip çay vardır. Bunlar: Siyah, yeşil ve oolong çaydır (Katiyar ve Mukhtar, 1997). Dünya çapında üretilen çayın, yaklaşık % 76'sını siyah çay, % 22'sini yeşil

çay ve % 2'sini oolong çay oluşturmaktadır (Trevisanato ve Young-In Kim, 2000).

Yeşil çay üretimi, polifenol oksidaz dahil tüm yükseltgenme enzimleri inaktif hale getirmek için yüksek sıcaklık veya buharla şok soldurma, kıvrırma ve kurutma; siyah çay üretimi, soldurma, kıvrırma, enzimatik oksidasyon ve kurutma aşamalarını; oolong çay üretimi ise hafif soldurmadan sonra hafif kıvrırma, kısmen enzimatik oksidasyon ve kurutma aşamalarını içermektedir (Katiyar ve Mukhtar, 1997).

Çay yapraklarının bileşimi klimatolojik, kültürel ve genetik faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Katiyar ve Mukhtar, 1997). Çay fenollerinin miktarı diğer bileşenlere göre oldukça fazladır (Çizelge 1).

Çay yaprağındaki polifenollerin yaklaşık  $\frac{3}{4}$ 'ünü flavanoller, flavanollerin de % 60-70'ini (-)epi gallokteşin-3-gallat oluşturur (Katiyar ve Mukhtar, 1997). Siyah çaya işleme aşamalarında flavanol içeriği giderek azalır. Siyah çaya işleme sırasında uygulanan oksidasyon sonucu flavanollerden teafavinler ve tearubuginler gibi sekonder polifenoller oluşmakta, flavanol içeriği azalmaktadır (Langley-Evans, 2000a; Richelle ve ark., 2001).

İşleme yöntemine bağlı olarak çayın fenolik madde miktarıyla birlikte fenolik madde kompozisyonu da değişmektedir (Çizelge 2). Örneğin siyah çay kuru maddede % 3-10, oolong çay % 8-20, yeşil çay ise % 30-42 oranında toplam flavanol içermektedir (Benzie ve Szeto, 1999).

Flavanolleri de içeren flavonoidlerin serbest radikalleri temizleme, güçlü antioksidan özelliği, hidrolitik ve oksidatif enzimleri (fosfolipaz A2, sitokrom oksijenaz, lipoksijenaz) inhibe etme ve iltihap önleyici aktiviteleri bilinmektedir (Kinsella

ve ark., 1993; Zhishen ve ark., 1999). Çay flavanollerinin antioksidan yeteneği hidroksil gruplarının sayısı, bağlandığı yer ve galloil parçalarının varlığına bağlı olarak değişmektedir (Benzie ve Szeto, 1999; Wang ve ark., 2000b). Vinson ve Dabbagh (1998), çay kateşinlerinin antioksidan gücünün vitaminlere göre daha yüksek olduğunu saptamışlar (Çizelge 3) ve büyükten küçüğe doğru, çay kateşinlerinin antioksidan aktivitesini epigallokateşin gallat> epigallokateşin> epikateşin gallat> epikateşin olarak sıralamışlardır. Diğer bir çalışmada bu

sıralama, epigallokateşin gallat> epikateşin gallat> gallokateşin> epikateşin> epigallokateşin olarak verilmiştir (Benzie ve Szeto, 1999). Çay kateşinleri yanında oksidasyon ile oluşan teafavin monogallat gibi sekonder fenolik maddeler de antioksidan özelliğe sahiptirler. Siyah çay üretimi sırasında oksidasyonla oluşan bu maddeler polimerizasyon nedeniyle monomerik kateşinlerden daha çok fenolik hidroksiller içerirler ve önemli ölçüde süperoksit ile hidroksil radikalini yok etme yeteneğine sahiptirler (Li ve Xie, 2000) (Çizelge 4 ve 5).

Çizelge 1. Çay Yaprağının Bileşimi (Kacar, 1987; Wu ve ark., 1998; Trevisanato ve Young-In Kim, 2000)

Bileşen	(%, kuru maddede)	Bileşen	(%, kuru maddede)
Flavanoller (kateşinler)	17-30	Kafein	3-4
Epikateşin (EC)	1-3	Aminoasit ve protein	15-19
Epikateşin gallat (ECG)	3-6	Basit karbohidratlar	4
Epigallokateşin (EGC)	3-6	Polisakaritler	13
Epigallokateşin gallat (EGCG)	9-13	Kül	5
Kateşin (C)	1-2	Selüloz	7
Gallokateşin (GC)	3-4	Lignin	6
Flavanoller ve flavonol glikozitleri	3-4	Lipitler	2-3
Leykoantosiyeninler	2-3	Organik asitler	0.5-1.5
Polifenolik asitler ve depsitler	5	Pigmentler	0.5
Toplam polifenoller	30-36		

Çizelge 2. Farklı Çay Tiplerinin Fenolik Madde Kompozisyonu (Bronner ve Beecher, 1998; Lin ve ark., 1998; Wu ve ark., 1998; Ding ve ark., 1999; Lee ve Ong, 2000; Wang ve ark., 2000a)

	Yeşil çay	Siyah çay	Oolong çay
Epikateşin	6.06a; 1.0-9.54b; 7.22-13.3c; 0.55-0.87e	4.0 b; 4.1d; 0.04e	1.75a; 0.34e
Epikateşin gallat	5.34a; 3-4.92b; 1.42-4.54c; 1.95-2.91e	1.19-11b; 8.0d	3.58a; 0.63e
Epigallokateşin	36.53a; 2.0-36.2b; 3.94-7.92c; 0.44-0.88e	0.9-6.0b; 10.5d; 0.19e	7.70a; 0.38e
Epigallokateşin gallat	18.10a; 6.0-32.6b; 5.55-10.4c; 13.37-13.74e	0.95-12.0b; 16.6d; 0.3e	8.99a; 3.62e
Gallokateşin gallat	0.26-0.38e	-	0.11e
Gallokateşin	2.57-2.81b	0.40-1.57b	-
Gallik asit	0.74-0.78b; 0.23-0.52e	2.79-3.33b; 1.83e	0.58e
Teaflavin	-	2.5d	0.66a
Tearubügin	-	59.4d	-

\* a mg/g; b mg/100 mL; c %; d mg/g (kuru maddede); e % (kuru maddede)

Çizelge 3. Saf antioksidanlar ve çay fraksiyonlarının antioksidan aktivitesi (Vinson ve Dabbagh, 1998)

	IC <sub>50</sub> ( $\mu$ M)		IC <sub>50</sub> ( $\mu$ M)
Vitaminler		Çay Fraksiyonları	
$\beta$ -karoten	4.30	Siyah çay ekstraktı (% 46.32)	0.59
E vitamini	2.40	Kafeinsiz siyah çay ekstraktı (% 47.08)	0.59
C vitamini	1.25	Teaflavinler	0.29
Çay Fenolleri		Yeşil çay ekstraktı (% 46.19)	0.22
Gallik asit	1.25	Kafeinsiz yeşil çay ekstraktı (% 49.15)	0.22
Kateşin	0.67	Saf siyah çay polifenolleri (% 91.38)	0.16
Klorojenik asit	0.30	Saf yeşil çay polifenolleri (% 95.22)	0.13
Epikateşin	0.19		
Epikateşin gallat	0.14		
Epigallokateşin	0.10		
Epigallokateşin gallat	0.08		

\* IC<sub>50</sub>: %50 inhibisyonu sağlayan antioksidan konsantrasyonu

Çizelge 4. Çay Kateşinleri ve Sekonder Fenolik Maddelerinin Süperoksit Radikalini Yok Etme Yeteneği (Li ve Xie, 2000)

Konsantrasyon (µg/mL)	Çay kateşinlerinin süperoksit radikalini yok etme oranı (%)	Çay sekonder fenolik maddelerinin süperoksit radikalini yok etme oranı (%)
8.3	52.75	56.93
16.6	57.14	68.44
24.9	64.83	74.84
33.3	75.91	81.24
67.0	91.97	92.11
100	96.9	91.55
133	93.35	83.8
167	89.88	83.52

Çizelge 5. Çay Kateşinleri ve Sekonder Fenolik Maddelerinin Hidroksil Radikalini Yok Etme Yeteneği (Li ve Xie, 2000)

Konsantrasyon (µg/mL)	Çay kateşinlerinin hidroksil radikalini yok etme oranı (%)	Çay sekonder fenolik maddelerinin hidroksil radikalini yok etme oranı (%)
5	27.6	38.5
10	50.9	49.1
20	58.9	66.7
50	83.1	71.7
100	83.4	74.9
200	76.8	88.5
500	62.4	72.9
600	53.1	63.6
800	43.9	68.5

Fareler üzerinde yapılan çalışmalar, çay sekonder fenolik maddelerinin tehlikeli türde radikalleri parçalama yeteneğine sahip bir enzim olan süperoksit dismutaz zararlanmasını ve oksidasyonunu önlediğini, böylece süperoksit dismutaz enziminin aktivitesini artırdığını ve lipid oksidasyon ürünü olan malondialdehit miktarını düşürdüğünü göstermiştir (Çizelge 6).

Çay fenolikleri farelerde deri ve akciğer tümörü oluşumunda, hücre çoğalmasını önlemekte, saf kateşinlerle teaflavinler hücre oluşumu ve büyümesini inhibe etmektedirler. Bunların kanseri önlemesi, aktivatör protein 1 (AP 1) aktivitesinin inhibisyonuyla olmaktadır (Yang ve Landau, 2000).

Çizelge 6. Çay Sekonder Fenolik Maddelerinin (TCOP) Süperoksit Dismutaz (SOD) Aktivitesi ve Serum Malondialdehit (MDA) Üzerine Etkisi (Li ve Xie, 2000)

Grup	Doz (mg/kg vücut ağı.)	SOD aktivitesi (Nu/mL)	Serumun MDA içeriği (nmol/mL)
Yaşlı	0	20074.7	12.26
TCOP uygulanan	100	22027.7	8.66
TCOP uygulanan	200	23802.3	7.67
TCOP uygulanan	400	24216.0	7.28
Genç	0	24696.7	8.37

Yeşil çay polifenol fraksiyonları H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oluşumunu teşvik eden 12-o-tetradekanoil porbol-13-asetat (TPA)'ı ve 8-hidroksideoksi guanozin oluşumunu inhibe etmektedir. Çay preparatlarının TPA tarafından teşvik edilen epidermal ornitin dekarboksilaz, protein kinaz C, lipoksigenaz ve cyclogenaz gibi kanser ilerlemesiyle ilgili enzimleri inhibe ettiği bilinmektedir (Yang ve ark., 2000).

Epigallokateşin gallatın prostat ve meme tümörlerinin büyümesini önlediği, ek olarak deri, mide, kolon ve akciğer kanserlerini, teaflavinlerin akciğer ve yemek borusu kanseri oluşumunu inhibe ettiği bildirilmektedir (Yang ve ark., 2000).

### 3. ÇAYIN ANTIOKSİDAN AKTİVİTESİ

Çayın antioksidan aktivitesi esas olarak içerdiği fenolik maddelerden kaynaklanmaktadır.

Langley-Evans (2000a), diyetle alınan antioksidanların % 35-45'inin çay flavonoidlerinden kaynaklandığını, demleme sırasında sıcaklık arttıkça deme geçen antioksidan miktarının arttığını belirtmiştir.

Dillard ve German (2000), 65-84 yaşları arasında 805 erkekte yapılan çalışmada, günlük flavonoid alımının ortalama günde 25.9 mg olduğunu, bunun % 61'inin çaydan kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Yen ve ark. (1997), günde ortalama 23 mg flavonoid alındığını bunun % 48'inin çaydan sağlandığını belirtmişlerdir.

Vinson ve Dabbagh (1998), A.B.D'de günlük çay tüketiminin kişi başına 1 g/gün olduğunu böylece çayla 200-300 mg/gün flavonoid alındığını, bu miktarın günlük tavsiye edilen C ve E vitaminleriyle β-karotenin toplamından (70 mg/gün) daha yüksek olduğunu bildirerek antioksidan kaynağı olarak çayın önemini vurgulamışlardır.

Çay tüketimi ülkeden ülkeye değişmektedir. Kuzey İrlanda'da çay tüketimi, yılda kişi başına 3.16 kg (yaklaşık 8.7 g/gün), İngiltere'de 2.53 kg (yaklaşık 7 g/gün), Türkiye'de 2.25 kg (yaklaşık 6.2 g/gün) olduğunu bildirilmektedir (Trevisanato ve Young-In Kim, 2000).

Diyetimizdeki fenolik maddelerin büyük kısmını karşılayan çayın antioksidan aktivitesi üzerine birçok çalışma vardır. Bu çalışmalar özellikle yeşil çayın fenolik maddelerce zengin bazı içeceklere göre daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermektedir (Çizelge 7).

Ayrıca siyah çaya göre daha yüksek antioksidan özelliğe sahip olan yeşil çay ekstraktlarının zincir kırma aktivitesi ve aktif oksijen yok etme özelliği de siyah çaydan daha yüksektir (Manzocco ve ark., 1998) (Çizelge 8).

Yüksek antioksidan aktiviteye sahip olan çay, düşük yoğunluklu kolesterolun (LDL) oksidasyonunu geciktirmektedir. Araştırmalar, çay tüketimiyle plazmadaki antioksidan potansiyelin önemli derecede arttığını göstermiştir (Vinson ve Dabbagh, 1998; Langley-Evans, 2000b).

*In vivo* koşullarda yapılan çalışmalar, siyah çayın antioksidan özelliğinin yeşil çayınkinden daha yüksek olduğunu göstermektedir (Çizelge 9). Bunun nedeni, siyah çay üretimi sırasında oluşan sekonder polifenollerin daha hızlı parçalanması, bunların antioksidan kapasitesi

yüksek farklı moleküler yapıya dönüşmesidir (Zeyuan ve ark., 1998).

Çay ve çay kateşinleri karsinojenler ile kanserin başlangıç, ilerleme ve transformasyon evrelerini inhibe etmekte, koroner kalp hastalıklarına karşı korumaktadır (Wang ve ark., 2000b). Çay tüketimi ile akciğer, özefagus, on iki parmak barsağı, pankreas, karaciğer, meme ve kolon kanseri oluşumuna neden olan kimyasal karsinojenlere karşı koruma sağlamaktadır (Katiyar ve Mukhtar, 1997).

Trevisanato ve Young-In Kim (2000), çay tüketimiyle bazı kanser türleri arasındaki ilişkiyi belirtmişlerdir (Çizelge 10).

Çizelge 7. Çeşitli Tip İçeceklerin Antioksidan Aktivitesi (Vinson ve ark., 1998; Benzie ve Strain, 1999; Benzie ve Szeto, 1999)

	FRAP	IC <sub>50</sub>	Gecikme zamanındaki artış (dakika)
Yeşil çay	272-1144a; 1600-2200b	0.23-0.99	186-338
Siyah çay	132-654a; 500-900b	0.38-1.07	67-277
Oolong çay	233-532a	0.57-0.6	-
Kırmızı şarap	2900-3700c	0.45	-
Beyaz şarap	380-520c	0.77	-
Taze portakal suyu	500-600 b	-	-
Saf askorbik asit	11.364d	-	-
Erik suyu	-	0.30	-
Papatya çayı	-	-	6
İhlamur çiçeği çayı	-	-	49
Nane çayı	-	-	75
Kuşburnu çayı	-	-	78

\*a  $\mu\text{mol/g}$  (kuru maddede); b  $\mu\text{mol}/200\text{mL}$ ; c  $\mu\text{mol}/150\text{mL}$ ; d  $\mu\text{mol/g}$

Çizelge 8. Yeşil ve Siyah Çay Ekstaktlarının Zincir Kıırma Aktivitesi ve Oksijen Yok Etme Özelliği (Manzocco ve ark., 1998)

Çay tipi	Zincir kırma aktivitesi (O.D <sup>3</sup> / dakika/mg)	Oksijen yok etme özelliği ( $\mu\text{mol O}_2$ /dakika/g)
Yeşil	5.60	1.95
Siyah	184.6	184.3

Çizelge 9. Siyah ve Yeşil Çayın Süperoksit Dismutaz (SOD), Malondialdehit (MDA), Kan Trigliserit ve Glikoz Üzerine Etkisi (Zeyuan ve ark., 1998)

Grup	SOD (unit/mg.Hb)	MDA (nmol/g)	Kan trigliseriti (mol/L)	Kan glikozu (mg/ 10 mL)
Kontrol	450	19.8	1.32	10.5
Yeşil çay ekstraktı (% 0.6'lık)	762	15.8	0.61	7.60
Yeşil çay ekstraktı (% 1.2'lık)	810	15.8	1.22	8.1
Yeşil çay ekstraktı (% 2.4'lık)	826	16.3	0.63	7.7
Yeşil çay, 5 g/kg	502	13.2	0.85	7.7
Yeşil çay, 10 g/kg	1122	14.2	1.18	7.9
Yeşil çay, 20 g/kg	1124	13.3	0.79	7.9
Siyah çay ekstraktı (% 0.6'lık)	832	12.6	0.99	8.5
Siyah çay ekstraktı (% 1.2'lık)	1200	12.2	0.92	7.8
Siyah çay ekstraktı (% 2.4'lık)	952	13.3	0.91	7.8
Siyah çay, 5 g/kg	867	12.9	0.89	8.2
Siyah çay, 10 g/kg	899	13.6	1.09	7.7
Siyah çay, 20 g/kg	1105	12.9	1.11	7.6
Yeşil çay	857.8	14.7	0.88	7.8
Siyah çay	975.7	12.9	0.99	7.9

Cizelge 10. Çay Tüketimiyle Bazı Kansere Türleri Arasındaki İlişki (Trevisanato ve Young-In Kim, 2000)

Yer	Çay tipi	Etkisi
Ağız	Yeşil	6 ay uygulamadan sonra lezyonlarda % 37.9 kısmi azalma
Yemek borusu	Yeşil ve siyah	Etkisiz
Mide	Yeşil ve siyah	Günde 7 fincan veya daha fazla yeşil çay tüketenlerde kanser riskinde % 31'e varan azalma
Pankreas	Yeşil	200 g/ay'a kadar tüketen erkeklerde kanser riskinde % 12, kadınlarda % 53; 200 g/ay'dan fazla tüketen erkeklerde % 43, kadınlarda % 47 azalma
Kolorektal	Siyah	Günde 2 veya daha fazla fincan çay tüketenlerde kolon kanser riskinde % 4, rektum kanseri riskinde % 44, kolorektumda % 21 azalma
Deri	Siyah	Farelerle yapılan çalışmada, çay+UV ışın uygulanan grupta su+UV ışın verilen gruba göre % 30-42 daha az keratoakantoma ve % 26-33'den daha az squamous deri tümörü
Akciğer	Siyah	Farelerle yapılan çalışmada, çay+4-metilnitrozamin-1-(3-piridil)-1-bütanon uygulanan grupta su+ 4-metilnitrozamin-1-(3-piridil)-1-bütanon uygulanan gruba göre tümör oluşumunda % 24 azalma, mevcut tümör boyutlarında % 38 küçülme
Prostat	Yeşil ve siyah	2 fincan/gün'den çok çay tüketenlerde kanser riskinde % 30 azalma
İdrar kesesi	Yeşil	Kadınlarda kanser riskinde % 50 azalma

#### 4. SONUÇ

Çay içerdiği flavanoller nedeniyle güçlü antioksidan aktiviteye sahip olup birçok hastalığın oluşum ve gelişimini önlemektedir. Yapılan çalışmalar, çay tipine bağlı olarak fenolik madde miktar ve kompozisyonunun dolayısıyla antioksidan aktivitesinin değiştiğini, yeşil çay içerdiği yüksek flavanoller nedeniyle, siyah çay ise flavanol içeriği yanında enzimatik oksidasyon aşamasında oluşan sekonder fenolik maddeler nedeniyle yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir.

#### 5. KAYNAKLAR

Baublis, A.J., Clydesdale, F.M., Decker, E.A. 2000. Antioxidants in Wheat-Based Breakfast Cereals. *Cereals Foods World*. 45:71-74.

Benzie, I.F.F., Strain, J.J., 1999. Ferric Reducing/Antioxidant Power Assay: Direct Measure of Total Antioxidant Activity of Biological Fluids and Modified Version for Simultaneous Measurement of Total Antioxidant Power and Ascorbic Acid Concentration. *Methods in Enzymology*. 299: 15-27.

Benzie, I.F.F., Szeto, Y.T. 1999. Total Antioxidant Capacity of Teas By The Ferric Reducing/Antioxidant Power Assay. *J Agric Food Chem*. 47: 633-636.

Bronner, W.E., Beecher, G.R., 1998. Method for Determining the Content of Catechins in Tea Infusions by High-Performance Liquid Chromatography. *J Chromatography A* 805: 137-142.

Dillard, C.J., German, J.B., 2000. Phytochemicals: Nutraceuticals and Human Health. *J Sci Food Agric*. 80:1744-1756.

Ding, M., Yang, H., Xiao, S., 1999. Rapid, Direct Determination of Polyphenols in Tea by Reversed-Phase Column Chromatography. *J Chromatography A*. 849 637-640.

Kacar, B., 1987. Çayın Biyokimyası ve İşleme Teknolojisi. Çaykur Yayınları, No: 6. 329 s.

Katiyar, S.K., Mukhtar, H. 1997. Tea Antioxidants in Cancer Chemoprevention. *J Cellular Biochem Suppl*. 27: 59-67.

Kinsella, J.E., Frankel, E German, B., Kanner J., 1993. Possible Mechanisms for the Protective Role of Antioxidants in Wine and Plant Foods. *Food Tech*. April, 85-89.

Langley-Evans, S.C., 2000a. Consumption of Black Tea Elicits an Increase in Plasma Antioxidant Potential in Humans. *Int J Food Sci Nutr*. 51: 309-315.

Langley-Evans, S.C., 2000b. Antioxidant Potential of Green and Black Tea Determined Using the Ferric Reducing Power (FRAP) Assay. *Int. J Food Sci Nutr*. 51: 181-188.

Lee, B., Ong, C., 2000. Comparative Analysis of Tea Catechins and Theaflavins by High-Performance Liquid Chromatography and Capillary Electrophoresis. *J. Chromatography A* 881: 439-447.

Li, C., Xie, B. 2000. Evaluation of the Antioxidant and Pro-oxidant Effects of Tea oxypolymers. *J Agric Food Chem*. 48: 6362-6366.

Lin, J., Lin, C., Liang, Y., Lin-Shiau, S., Juan, I., 1998. Survey of Catechins, Gallic acid, and Methylxanthines in Green, Oolong, Pu-erh, and Black Teas. *J. Agric. Food Chem*. 46: 3635-3642.

Manzocco, L., Anese, M., Nicoli, M.C. 1998. Antioxidant Properties of Tea Extracts as Affected by Processing. *Lebensm.-Wiss. u.-Technology*. 31: 694-698.

Richelle, M., Tavazzi, I., Offord, E. 2001. Comparison of the Antioxidant Activity of Commonly Consumed Polyphenolic Beverages (Coffee, Cocoa, and Tea) Prepared per Cup Serving. *J Agric Food Chem*. 49: 3438-3442.

Sivritepe, N. 2000. Asma, Üzüm ve Şaraptaki Antioksidantlar. *Gıda Dünya Yayınları*. 12: 73-78.

Trevisanato, S.I., Young-In Kim, M.D. 2000. Tea and Health. *Nutrition Reviews*. 58: 1-10.

Vinson, J.A., Dabbagh, Y.A., 1998. Tea Phenols: Antioxidant Effectiveness of Teas, Tea Components, Tea Fractions and Their Binding With Lipoproteins. *Nutrition Research*. 18: 1067-1075.

Wang, H., Helliwell, K., You, X., 2000a. Isocratic Elution System for the Determination of Catechins,

- Caffeine and Gallic Acid in Green Tea Using HPLC. *Food Chem.* 68: 115-121.
- Wang, H., Provan, G.J., Helliwell, K., 2000b. Tea Flavonoids: Their Functions, Utilisation and Analysis. *Trends in Food Sci Tech.* 11: 152-160.
- Wu, W.W., Chadik, P.A., Davis, W.M., Powell, D.H., Delfino, J.J., 1998. Disinfection Byproduct Formation from the Preparation of Instant Tea. *J Agric Food Chem.* 46: 3272-3279.
- Yang, C.S., Landau, J.M., 2000. Effects of Tea Consumption on Nutrition and Health. *American Society for Nutritional Sciences.* 130: 2409-2412.
- Yang, C.S., Chung, J.Y., Yang, G., Chhabra, S.K. and Lee, M., 2000. Tea and Tea Polyphenols in Cancer Prevention. *American Society for Nutritional Sciences.* 130: 472S-478S.
- Yen, G-C., Chen, H-Y., Peng H-H, 1997. Antioxidant and Pro-oxidant Effects of Various Tea Extracts. *J Agric Food Chem.* 46:3875-3878.
- Zeyuan, D., Bingyin, T., Xiaolin, L., Jinming, H., and Yifeng, C., 1998. Effect of Green Tea and Black Tea on the Blood Glucose, the Blood Triglycerids, and Antioxidants in Aged Rats. *J. Agric Food Chem.* 46: 3875-3878.
- Zhishen, J., Mengcheng, T., and Jianming, W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem.* 64: 555-559.