

## ELMANIN FENOLİK BİLEŞEN VE LİF İÇERİĞİ<sup>1</sup>

S. Seçil ERDOĞAN<sup>2</sup>

Mehmet DEMİRCİ<sup>3</sup>

### ÖZET

Elma, *Rosaceae* familyasından *Malus communis* L. cinsindedir. Genel olarak, elmalar %85 su, %11 karbonhidrat, %2 diyet lif, %0.6 yağ, %0.5 organik asit ve %0.3 proteinden oluşur. Malik asit en fazla bulunan asittir, ayrıca fenolik asitler (kafeik ve klorojenik gibi) ve vitaminlerde mevcuttur.

En sık tüketilen meyvelerden biri olarak elma; insan beslenmesinde monosakkaritlerin, minerallerin, diyet lifin, çeşitli biyolojik aktif bileşiklerin, C vitamini ve doğal antioksidan olarak bilinen fenolik bileşenlerin kaynağıdır. Bazı araştırmacılar polifenollerin antimitajenik ve antikanserijen etkileri olan bileşenler olduğunu düşünmektedirler.

Bu derlemede elmanın fenolik bileşenleri ve lif içeriği incelenerek bu iki unsurun sağlığımız için önemine değinilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Elma, Antioksidan Aktivite, Fenolik Bileşen, Lif

### SUMMARY

#### PHENOLIC COMPONENT AND FIBER CONTENT OF APPLE

The apple belongs to the family of the *Rosaceae* and the genus *Malus communis* L. Apple is composed of water (85%); carbohydrates (11%); dietary fibre (2%); fat (0.6%); organic acids (0.5%); and protein (0.3%). Malic acid is the most abundant acid; furthermore phenolic acids (such as caffeic acid and chlorogenic acid) and vitamins are present.

Apple, which is one of the most frequently consumed fruit, is source of monosaccharides, minerals, diet fibers, variety of biological active compounds, C vitamins and phenolic compounds known as natural antioxidant. Some researchers think that polyphenols are components which have antimutagenic and anticancerogenic effect.

In this compilation, importance of phenolic compounds and fiber content in apple is mentioned by examining these two components.

**Keywords:** Apple, Antioxidant Activity, Phenolic Compound, Fiber

<sup>1</sup> Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: Ocak, 2014

<sup>2</sup> Dr., Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Gıda Teknolojisi Bölümü, YALOVA

<sup>3</sup> Prof. Dr., Namık Kemal Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, TEKİRDAĞ

## GİRİŞ

Bitkiler, çevresel şartlara adaptasyonda çok önemli rolleri olan binlerce çeşit sekonder metabolitler üretirler (58). Büyük çeşitlilik gösteren sekonder metabolitlerin sayısı 50.000'den daha fazladır (10). Bunlar bitki hücre boşluklarında yer almaktadır (68). Fenolik bileşenler, pentoz fosfat, shikimate (enzim sistemi) ve fenilpropanoid metabolik yolunun türevleri olan (64), karbon temelli sekonder metabolitlerdir ve bitkiyi oksidatif hasardan, yaralanmalardan, patojen enfeksiyonlardan korurlar (10, 58, 76, 23).

Yapısal olarak fenolik bileşikler, aromatik bir halka oluşturan, bir veya daha fazla hidroksil gruplarını taşıyan, basit fenolik moleküllerden oluşmuş bileşenler ile yüksek polimerize olmuş bileşenleri kapsar (14). Fenolik bileşikler, meyve ve sebzelerdeki enzimatik esmerleşme olayında, metal iyonları ile tepkimeye girerek renk değişmesine yol açar. Ayrıca gıdalardaki buruk tat algılanmasının kaynağı olup, polimerizasyon veya proteinlerle tepkimeye girerek tortu oluştururlar (38). Fenolik bileşenler, anti-alerjik, anti-mikrobiyal, antioksidan, anti-kanserojen, anti-enflamatuvar, kalp ve damar koruyucu gibi çok çeşitli fizyolojik özellikler sergiler (25, 52, 77, 1, 48).

Elma, fitokimyasalların zengin kaynağıdır. Yaş ağırlık üzerinden her bir kilogram polifenollerin yaklaşık 2 gramını içerir (71). Elmaların fitokimyasal kompozisyonu büyük ölçüde çeşit farklılığına göre değişmekte olup, meyvenin olgunlaşması sırasında küçük değişiklikler olmaktadır (13, 56).

### ELMALARIN TOPLAM FENOLİK BİLEŞEN İÇERİĞİ VE ÖNEMİ

Elma ve elma sularında toplam fenolik içeriği geniş bir aralıkta değişkenlik gösterir. Toplam fenolik madde, çoğunlukla Folin-Ciocalteu yöntemi ile nadiren de HPLC ile belirlenir (11). Farklı araştırmacıların değişik elma çeşitlerinde elde ettikleri toplam fenolik madde sonuçları; Braeburn; HPLC ile taze ağırlık üzerinden elma etinde, 550±24 mg KE/kg; kabukta, 3212±146 mg KE/kg, Red Delicious; elma eti 430±2 mg KE/L; kabuk 1845±4 mg KE/L; meyve 710±10

mg KE/L, Cripps Pink, meyve 410.5±16.3 mg KE/100 g TA, Granny Smith; elma eti 929±150 mg KE/kg; kabuk 3149±142 mg KE/kg TA (36), Idared; elma eti 120.1±15.0 mg/100 g; kabuk 588.9±83.2 mg GAE/100 g, Rome Beauty; meyve 159.0±15.1 mg/100 g; kabuk 500.2±13.7 mg GAE/100 g (87), Pacific Queen; 263.1 mg GAE/elma (21), Sun ve ark. (77). süpermarketten alınan çeşidi belli olmayan elmada 272.1±6.2 mg GAE/100 g TA olarak tespit etmişler, Hassimoto ve ark. (31), toplam fenolik konsantrasyonunu, Gala çeşidinin elma pulpunda 82±10, kabuğunda 309±5 mg GAE/100 g TA olarak belirlemişlerdir. Amasya, Arap Kızı, Cooper, Gloster, Golden Delicious, Granny Smith, Rome Beauty ve Starking elma çeşitlerinde toplam fenolik madde sırasıyla; 1078±38.9, 1232±12.0, 876±21.2, 571±21.2, 1146±106.1, 541±23.3, 1110±21.2, 1333±3.5 KE mg/kg TA, olarak bildirilmiştir (38). Batı Avrupa'da en fazla kültürel yetiştiriciliği yapılan sekiz elma çeşidinin toplam polifenol içeriği çeşide bağlı olarak, 66.2 ve 211.9 mg/100 g TA arasında değişmiştir (80). Tsao ve ark. (79), elmada bulunan polifenollerin, kabukta meyve etine göre beş kat daha fazla; McGhie ve ark. (50) polifenollerin ortalama %46'sının elma kabuğunda olduğunu bildirmişlerdir. Biedrzycka ve Amarowicz'in (11) Cilliers ve ark.'na atfen bildirdiğine göre Jonathan ve Golden Delicious elma çeşitlerinin suyunda toplam fenolik madde, klorojenik asit eşdeğeri 12.7 mg/L ve 217 mg/L bulunduğunu belirtmişlerdir. Gardner ve ark. (26) ise ticari elma sularında 339±43 mg GAE/L, toplam fenolik madde tespit etmişlerdir. Pearson ve ark. (59), toplam fenol içeriğini Red Delicious elma çeşidinin meyve etinde 430±2 mg/L, kabukta 1845±4 mg/L, bütün meyvede 710±10 mg/L, altı farklı ticari elma sularında ise 423±9-990±8 mg GAE/L arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir.

Manach ve Donovan (47) tarafından derlenen verilere göre, elmaların polifenol içeriği 18-152 mg/200 g arasında değişmekte olup, en yaygın hidroksisinnamik asitler (10-120 mg/200 g) olup, bunu 4-8 mg/200 g ile flavonollar ve 4-24 mg/200 g ile kateşin ve proantosiyanidin içeren monomerik flavanollar izlemektedir. Hollanda'da yapılan bir çalışmada, farklı elma çeşitleri arasındaki kateşin miktarı taze ağırlık üzerinden 71.1-115.4 mg/kg arasında belirlenmiştir (76).

Flavonoidler bitkiler tarafından mikrobiyal işgale yanıt olarak sentezlenir (34). Flavonoidler in vitro çalışmalarda mikroorganizmalara karşı geniş antimikrobiyal aktivite göstermişlerdir (19). Olgunlaşma derecesi ile birlikte elmaların polifenol içeriği azalır. Temmuz ayında 3 g/kg TA olan kafeik asit, ekim ayında 0.1 g/kg daha azdır (65). "Gold Rush" çeşidi elmalarda (özellikle yaprakları) klorojenik asit içeriği en yüksek temmuz ve ağustos ayındadır. Bu olayın elma kabuğunun dayanıklılığın artmasıyla ilgili olabileceği düşünülmektedir (33).

Elma fenolikleri; sinamik asit türevleri, flavonollar ve antosiyanin, başlıca korteks ve kabukta lokalize olmuştur (67) ve güçlü antioksidan etkiye sahiptir (46, 81). Burda ve ark. (15) ile Guyot ve ark. (31) kuersetinin elma kabuğunda bulunduğunu, soyulmuş meyvede ise mevcut hiçbir flavonol olmadığını, yine Chinnici ve ark.'nın (18) Evans ve ark.'na atfen bildirdiğine göre rutin'in (kuercetin rutinoside) elma kabuğunda bulunduğunu bildirmişlerdir. Golden Delicious elma kabuğu dokusunda flavonollar, flavanoller, prosiyanidinler, dihidrokalkonlar ve hidroksisinnamik asit fenolik sınıfları belirlenmiş, bu fenoliklerden de epikateşin, prosiyanidin B2 ve floridzin en fazla miktarlarda mevcut bileşikler olarak belirlenmiştir.

Wolfe ve ark. (87), dört elma çeşidinden, Idared ve Roe Beauty elma çeşitlerinin kabuklarının en yüksek toplam fenolik madde (sırasıyla, 588.9 ve 500.2 mg GAE/100 g ile en yüksek flavanoid konsantrasyonu (sırasıyla, 303.2 ve 306.1 KE mg/100 g (Idared elma çeşidi en fazla antosiyanin miktarına sahip 26.8 mg/100 g siyanidin 3-glikozid) gösterdiğini ve 312.2 µmol/g C vitamini eşdeğeri antioksidan aktivitesine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Pearson ve ark. (59), altı farklı ticari elma suyunda, fenolik bileşenlerin konsantrasyonlarını toplam fenoliklerin yüzdesi olarak; floridzin %22-36, sinamatlar %25-36, antosiyaninler saptanamamış, flavan-3-ols %8-27, flavonollar %2-10 oranında belirlerken, Red Delicious elma çeşidinde; floridzin %11-17, sinamatlar %3-27, antosiyaninler 0-42, flavan-3-ols %31-54, flavonollar %1-10 oranında bulunduğunu bildirmişlerdir.

Van der Sluis ve ark. (82), Elstar, Golden Delicious ve Jonagold elma çeşitleri ile elde

edilen elma sularında klorojenik asit ve kateşinin taze elmaya göre %50 ve %3 oranında azaldığını belirterek, işlemenin ürünlerin biyoaktivitesi üzerinde büyük etkisi olabildiğini bildirmiştir.

Elma kabukları, elmanın diğer yenilebilir kısımlarına kıyasla daha yüksek fenolik içeriğe sahiptir (15, 87, 43) ancak pestisitlerden dolayı oluşan korku nedeniyle, elmayı tüketen kişi soyulmuş olarak yemeyi tercih etmektedir (43).

Elma eti kateşin, prosiyanidin, floretin glikozidleri, kafeik asit ve klorojenik asit; kabukları ise elma etinde olmayan kuersetin glikozidlerini (15, 27, 83) içerir. Awad ve ark. (8) ise floridzin ve klorojenik asiti kabukta, meyve etine göre daha düşük miktarlarda belirlemişlerdir.

Prosiyanidin içeriği elma çeşitleri arasında büyük farklılık göstermektedir. En yüksek miktar Red Delicious çeşidinde (207.7 mg/100 g) ve Granny Smith çeşidinde (183.3 mg/100 g) belirlenirken, en düşük miktar Golden Delicious (92.5 mg/100 g) ve McIntosh çeşidinde (105.0 mg/100 g) olarak tespit edilmiştir (33).

Elmalarda (+)-kateşin ve (-)-epikateşin kayda değer miktarda mevcuttur (76). Golding ve ark. (27), kabuklarda epikateşinin kateşinin yaklaşık iki katı olduğunu, en yaygın prosiyanidinlerin ise prosiyanidin B2, prosiyanidin B5 ve prosiyanidin trimerleri olduğunu bildirmişlerdir.

Lister ve ark. (45), Granny Smith çeşidinin kabuğunda kuersetin glikozidleri konsantrasyonunu 400-700 mg/100 g, Splendour çeşidinin kabuğunda 250-550 mg/100 g arasında belirlemişler, en fazla görülen kuersetin glikozidleri sırasıyla kuersetin 3-galaktozid (hyperin), kuersetin 3-flavonolları arabinofuranozid (avikulari), kuersetin 3-ramnozid (quersitin) olduğunu belirtmişlerdir. Golding ve ark. (27), kabuklardaki flavanolların miktarlarının 99-300 mg/100 g arasında birbirine yakın düzeylerde olduğunu bildirmişlerdir.

Fenolik bileşenlerin elmada düşük konsantrasyonda olması, elma suyu üretiminde oksidatif bozulmaları önlerken, fenoliklerin yüksek konsantrasyonda olması, elma sularında rengin değişmesine ve bulanıklığa sebep olmaktadır (9). Depolanmanın elma fitokimyasalları üzerine hiçbir etkisi olmamakta veya az olmaktadır ama işleme büyük ölçüde fitokimyasal profilini etkileyebilmektedir. Elma

suyu üretiminde elmadaki lif ve fenolikler önemli ölçüde azalmaktadır (56, 69). Meyve suyu üretiminde polifenolikler indirgenmekte ve toplam lif elimine olmaktadır (73, 74). İnsan sağlığında elmaların yararlı etkisi; elma suyu üretiminde elma pürelерinin bir ara ürün olarak kullanılması ve bebek gıdalarında vb. ürünlerin üretiminde elma pürelерinin kullanılması ile artmaktadır (57).

Epidemiyolojik çalışmalar, elma tüketimi ile astım, diyabet, kalp ve bazı kanser hastalık risklerindeki azalmanın bağlantılı olduğunu göstermiştir (13). Elma flavanoidlerin çok önemli bir kaynağı olmakla beraber diğer çeşitli fitokimyasalları da içerir. Elmalarda fenolik bileşen konsantrasyonu yüksektir ama daha da önemlisi serbest haldeki fenolikleri çok fazla içermesidir. Elmadaki fenolikler diğer bileşenlere bağlı değildirler bu yüzden kan dolaşımında emilim için daha elverişli olabilirler (77). Elma polifenollerinin karbonhidratı emme etkisi de bilinmektedir (20).

Kuersetinin farklı dozları, farelere kronik etanol uygulama öncesi ve etanol uygulama sonrası verilmiş. Sonuçta; kronik etanol uygulama öncesi verilen kuersetinin farelerde etanolün neden olduğu oksidatif strese karşı koruyucu olabildiği, ancak etanol uygulama sonrası verilen kuersetinin hiçbir koruyucu etkisi bulunmadığı bildirilmiştir (54).

Elma diyeti ile beslenen obez farelerde LDL kolesterol düzeyi %70 ve %22 oranında düşmüş, buna paralel olarak kalp ve karaciğerde trigliserid birikimi azalmıştır. Daha fazla dışkı ve safra atılımı olmuş, idrarda şeker ve protein miktarını azaltmıştır. Elma tüketimi kalp konsantrasyonunda ve idrarda malondialdehid (Malondialdehid seviyesinin yükselmesi, serbest oksijen radikallerinin etkisi ile artmış lipid peroksidasyonunu gösterir) atılımını azaltarak peroksidasyona karşı iyi bir koruma göstergesi olarak düşünülmüştür (1).

## **ELMADA BULUNAN POLİFENOLLERİN ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİ**

Antioksidanlar, oksidasyondan kaynaklanan acılaşmayı ve diğer tat bozulmalarını geciktirme veya önleme özelliğine sahip olan maddelerdir. Tokoferoller, askorbik asit, flavonoidler ve

fenolik asitler en önemli doğal antioksidan gruplarıdır. Antioksidanların oksidatif stres sonucu oluşan dejeneratif ve yaşla ilgili çeşitli hastalıkları önlemedeki rolü deneysel, klinik ve epidemiyolojik çalışmalar ile ortaya konmaya başlandıkça antioksidanlar gittikçe daha da çok önem kazanmaya başlamışlardır (16).

Gıda ürünlerindeki antioksidanlar karmaşık bir matriks içinde mevcuttur ancak antioksidan aktivitesi üzerine ürün matriksinin etkisi henüz bilinmemektedir. Antioksidanlar arasında bir sinerjik veya antagonist etkiden ya da antioksidanlar ve diğer bileşenlerle aralarında olan ürün matriksinden dolayı olabileceği düşünülmektedir (80).

Elma ve elma ürünlerinde güçlü antioksidan etkiye sahip flavanoidlerin biyoaktivitesini belirlemek için antioksidan aktivite ölçümü kullanılmaktadır (84). Thaipong ve ark. (78), antioksidan aktivite tayininde gerçekleştirilen analizlerden; ORAC, FRAP, TEAC veya ABTS, ile DPPH metotlarını karşılaştırmışlardır. Sonuçta; FRAP tekniği, basit ve hızlı uygulanan, en yüksek tekrarlanabilirlik veren, askorbik asit ve toplam fenolik ile en yüksek korelasyon gösteren analiz olarak değerlendirilmiştir.

Elma polifenolleri ve antioksidan özellikleri geniş şekilde pek çok araştırmacı tarafından incelenmiştir (46, 67, 83, 87, 42, 41, 40). Wojdylo ve ark. (86), altmış yedi elma çeşidinin FRAP metoduyla antioksidan aktivitesinin kuru ağırlık üzerinden 13–130  $\mu\text{mol}/100\text{ g}$  arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Beş farklı çiftçiden alınan Golden Delicious orijinli elmalarda antioksidan aktivitesi FRAP metodu ile 290–510  $\mu\text{mol}/100\text{ g}$  arasında değişmiştir (75). Kondo ve ark. (39), Fuji, Oorin ve Redfield elma çeşitlerinin DPPH yöntemi ile antioksidan aktivitelerini kabuklarında etine göre daha yüksek miktarda bulunduğunu tespit etmişlerdir. Pellegrini ve ark. (60) FRAP, ABTS (TEAC) ve TRAP metotları ile Red Delicious ve Yellow Golden elma çeşitlerinin antioksidan aktivitelerini inceledikleri çalışmada, Red Delicious çeşidinde sırasıyla, FRAP, TRAP ve ABTS metotları ile antioksidan aktiviteyi, 3.84 mmol Fe<sup>2</sup>/kg TA, 2.23 mmol Trolox/kg TA, 1.59 mmol Trolox/kg TA; Yellow Golden çeşidinde ise 3.23 mmol Fe<sup>2</sup>/kg TA, 1.54 mmol Trolox/kg TA, 1.31 mmol Trolox/kg TA olarak belirlemişlerdir. Karadeniz ve ark. (38), Amasya,

Arapkızı, Cooper, Gloster, Golden Delicious, Granny Smith, Rome Beauty ve Starking elma çeşitlerinin antioksidan aktivitelerini B-karoten haşlama (beta-carotene bleaching) metodu ile incelemişler. Sonuçta; %14.7±3.5 ile %40.7±0.9 arasında belirlemişlerdir. Halverson ve ark. (32), değişik meyvelerin antioksidan aktivitelerini incelemişler, farklı elma çeşitlerinde antioksidan aktiviteyi; Golden Delicious çeşidinde 0.15 mmol/100 g, Granny Smith çeşidinde, 0.51 mmol/100 g, Gala çeşidinde 0.22 mmol/100 g olarak belirlemişlerdir. Guo ve ark. (30), Banana Flavoured elmasında FRAP metodu ile antioksidan aktiviteyi taze ağırlık üzerinden C vitamini eşdeğeri olarak, pulpunda 0.80±0.05, kabuğunda 3.24±0.39, çekirdeğinde 0.84±0.09 mmol/100 g olarak belirlemişlerdir.

Plaza ve ark. (62) yaptıkları çalışmada elma özütlerinde başlıca fenolik asitlerin ve flavonolların (klorojenik asit, hiperosid, tanımlanmamış bir fenolik asit ve kuersetinin) bir türevinin, elmadaki yüksek antioksidan kapasitesinden sorumluğu olduğunu belirtmişlerdir.

Laboratuvarda yapılan çalışmalarda, elmaların güçlü antioksidan aktiviteleri nedeniyle (66) kanserli hücrelerin çoğalmasını inhibe ettiği, lipid oksidasyonunu azalttığı, kolesterolü düşürdüğü (13) ve kanda antioksidan düzeyini artırdığı bildirilmiştir (12). Eberhardt ve ark. (22), C vitamininin elmanın toplam antioksidan aktivitesine sadece %0.4 oranında katkıda bulunduğunu göstermiştir. Ayrıca, meyve ve sebzelerdeki fitokimyasalların kompleks karışımı veya kombinasyonunun birbirleri arasında olan sinerjik etkisi ile koruyucu etki sağladığını öne sürmüştür (77).

## ELMALARIN BESİNSEL LİF İÇERİĞİ VE ÖNEMİ

“Besinsel lif” terimi ilk olarak 1953’de Hipsley tarafından bilimsel terminolojiye kazandırıldı. Bu dönemden sonra terimin tam tanımı, bilim adamları tarafından tartışıldı. 2000 yılında besinsel lif “insan ince bağırsaklarında sindirime ve emilime dirençli, kalın bağırsaklarda tam veya kısmi fermentasyona uğrayan; bitki ile ilgili polisakkaritler, oligosakkaritler, lignin gibi maddeleri içeren; bağırsak faaliyetini artırmak,

kanda kolesterol ve glikoz seviyesine düşürmek gibi yararlı fizyolojik etkileri olan bitkiler veya benzer karbonhidratların yenilebilir parçalarıdır” tanımı ile AACC’nce kabul edildi (64).

Besinsel lif; selüloz, hemiselüloz, pektin, β-glukanlar, zamklar ve lignin içeren nişasta olmayan polisakkaritlerden oluşur (21). Su içinde dağıldığında suda çözünebilir ve çözünemeyen iki fraksiyona bölünebilir ve her bir fraksiyonun farklı fiziksel etkisi vardır. Suda çözünemeyen kısım, su absorpsiyonu ve bağırsak hareketlerini düzenleme ile ilgilidir. Bunlar selüloz, hemiselüloz ve lignindir. Bu tür lifler sindirim yolu ile gıda geçişini hızlandırabilir ve dışkı artırımını sağlar. Pektin ve zamklar bitki hücrelerinin içinde bulunan suda çözünebilir liflerdir; bağırsaklar boyunca gıda geçişini yavaşlatır, kandaki kolesterolün azaltılması ve glikozun bağırsaklarda emilimini azaltma ile ilişkilidir (53- 2). Lif kaynaklarının besinsel ve fonksiyonel özelliklerinin uygun olarak kullanımı için SDF/IDF oranı 1:2’ye yakın olmalıdır (53, 37). Sağlıklı yetişkinler için önerilen diyet lifi alımının 25–30 g/gün olması tavsiye dilmektedir (10). Besinsel lif kaynağı olarak, tahıllar lifçe zengin gıdalardır ancak meyveler besinsel lif açısından fizyolojik olarak uygun ve yeterli olabilir (70).

Besinsel lifin insan ve hayvansal organizmalardaki yararlı fizyolojik etkilerinden dolayı günümüzde bu konuya daha fazla önem verilmeye başlanmıştır. Besinsel lif her biri belirli özellikte olan bileşenleri içerir. Bu bileşenlerden önemli olanları selüloz, hemiselüloz, lignin ve pektinlerdir. Nawirska ve Kwasniewska (55) yaptıkları çalışmada elma, siyah frenk üzümü, chokeberry, armut, kiraz ve havuç posalarının liflerindeki bileşenleri karşılaştırmışlar (Çizelge 1). Sonuçta; elma posasının besinsel lif içeriği %98.74 olarak belirlenmiş ve selüloz açısından zengin olduğu, selülozun yaklaşık yarısını hemiselülozun oluşturduğunu, en küçük fraksiyonun pektin olduğunu bildirmişlerdir. Yine Grigelmo–Miguel ve Martin–Belloso (29) yaptıkları çalışmada elmalarda toplam besinsel lif içeriğini 60.1/100 g KM, ligninin 12.5 100 g KM bildirmişlerdir.

Gorinstein ve ark. (27), Lobo çeşidi elmanın pulpunda, kabuğunda ve meyvede, suda çözünebilir ve çözünemeyen lif değerlerini incelemişler (Çizelge 2).

Çizelge 1. Farklı meyve posaları içindeki besinsel lif oranları (%).

Table 1. Proportion of dietary fibre of different fruits in pomace (%).

	Elma <i>Apple</i>	Kiraz <i>Chery</i>	Aronia <i>Chokeberry</i>	Siyah Frenk Üzümü <i>Black Franc Grape</i>	Armut <i>Pear</i>	Havuç <i>Carrot</i>
Pektin <i>Pectin</i>	11.7	1.51	7.85	2.73	13.4	3.88
Hemiselüloz <i>Hemicellulose</i>	24.4	10.7	33.5	25.3	18.6	12.3
Selüloz <i>Cellulose</i>	43.6	18.4	34.6	12.0	34.5	51.6
Lignin <i>Lignin</i>	20.4	69.4	24.1	59.3	335	32.2

Çizelge 2. Lobo çeşidi elmanın pulpunda, kabuğunda ve meyvesinde toplam suda çözünebilir ve çözünemeyen lif (g/100 g TA).

Table 2. Total soluble, and insoluble fibers in whole apples, their pulps and peels (grams per 100 g of fresh fruit).

Besinsel lif <i>Dietary fiber</i>	Meyve <i>Fruit</i>	Pulp <i>Pulp</i>	Kabuk <i>Peel</i>
Toplam lif <i>Total fiber</i>	0.80±0.08	0.66±0.07	0.91±0.09
Suda çözünebilir lif <i>Insoluble fiber</i>	0.36±0.06	0.28±0.05	0.43±0.06
Suda çözünemeyen lif <i>Insoluble fiber</i>	0.43±0.06	0.37±0.06	0.46±0.06

Sonuçta; kabukta, hem meyveden hem de pulptan daha yüksek miktarda suda çözünebilir ve çözünemeyen lif belirlemişlerdir. Toplam lifin yaklaşık %50'sini suda çözünebilir diğer yarısını da çözünemeyen lif oluşturmuştur. Gorinstein ve ark. (27)'nin Schneeman'a atfen bildirdiğine göre elmanın toplam besinsel lifleri içinde, hem çözünür hem de çözünmez lifin fraksiyonlarının arasında dengeli bir oran vardır. Aynı görüş McKee ve Latner (51) tarafından da desteklenmiştir.

Figuerola ve ark. (24) tarafından yapılan çalışmada, Royal Gala, Granny Smith ve Liberty elma çeşitlerinde, suda çözünebilir lif içeriği 4.14–14.33 g/100 g, suda çözünemeyen lif içeriği 56.5 ile 81.6 g/100 g arasında değişmiş, IDF/SDF oranını ise Royal Gala çeşidinde 4.5:1, Granny Smith 12.9:1, Liberty çeşidinde 9.9:1 olarak tespit etmişlerdir. Li ve ark. (44), Red Delicious çeşidi elmada çözünebilir lifi 0.67 g/100 g, çözünemeyen lifi 1.54 g/100 g, Ramulu ve Rao (63) Hindistan'da yerel pazardan topladıkları değişik meyvelerde suda çözünebilir ve çözünmez lif miktarlarını sırasıyla, 0.9±0.05

g/100 g ve 2.3±0.19 g/100 g olarak belirlemişlerdir.

Elmadan suyun çıkarılmasından sonra kalan katı materyal olan elma posası, sadece iyi bir besinsel lif kaynağı değil aynı zamanda pektin içeren, fitik asit içermeyen, suda çözülebilir lifin önemli bir miktarını içerir (49).

Maddenin belli şartlarda, belli konsantrasyondaki asit (%1.25) ve sonrada baz çözeltisi (%1.25) ile muamelesinden sonra (72) suda çözünmeyen sellüloz, lignin, mineral madde vb. bileşiklerin toplamına ham lif denir. Bazen, ham lif ve besinsel lifin arasında fark karıştırılır, her ikisi de analiz yolu ile belirlenebilir ama ham lif miktarı, toplam besinsel lifin 1/7 ile 1/2'si arasında değişiklik göstermektedir (68). Ramulu ve Rao (63)'nun Gopalan ve ark.'na atfen bildirdiğine göre elmada ham lif miktarı 1.0 g/100 g'dır. Ham lif analizi ile örnekte geriye kalan lignin ve sellüloz miktarı belirlenir (88).

Chen ve ark. (17), yaptıkları çalışmada elma, buğday ve yulaf kepeklerinin fiziksel, kimyasal ve pişirme özelliklerini kıyaslamıştır. Spray yöntemi ile kurutulmuş elma lifi, buğday ve yulaf kepeklerinin kimyasal analiz sonuçları Çizelge

3'de verilmektedir. Sonuçlar karşılaştırıldığında elma lifinin daha fazla toplam diyet lif, ancak daha az su, kül ve protein içerdiği görülmektedir. Çizelge 4'de elma lifinde bulunan toplam diyet lifin bileşenleri verilmektedir sonuçlara göre elma lifini oluşturan majör bileşen selülozdur.

Yüksek besinsel lif alımı ile divertikül, koroner kalp hastalıkları ve yüksek kolesterol riskinin azaltılması, kilo kontrolü, azaltılmış kan basıncı, daha iyi glisemik kontrol, gelişmiş gastrointestinal fonksiyonu ve belirli bazı kanser riskinde azalma gibi, hastalıkların tedavisi, önlenmesi ve azaltılması ile ilişkilidir (10, 51, 85).

## SONUÇ

Sonuç olarak birçok meyvenin vitamin, mineral ve lif açısından önemi olmakla birlikte, elma gerek fenolik bileşenler gerekse lif açısından oldukça zengin ve kolay ulaşılabilir bir meyvedir. Son zamanlarda yapılan araştırmalarda sağlıklı bir diyetin parçası olarak elmanın dâhil olduğu düzenli bir meyve ve sebze tüketiminin, kronik hastalıkların önlenmesinde ve sağlığın korunmasında yardımcı olabildiğini göstermektedir.

Çizelge 3. Elma lifi, buğday ve yulaf kepeklerinin bazı kimyasal özellikleri.

Table 3. Composition of apple fiber and wheat and oat brans.

Bileşen <i>Constituent</i>	Elma lifi <i>Apple fiber</i>	Buğday kepeği <i>Wheat bran</i>	Yulaf kepeği <i>Oat bran</i>
Nem % <i>Moisture %</i>	1.18±0.05	9.45±0.05	7.69±0.11
Kül %KM <i>Ash DW %</i>	1.27±0.00	5.95±0.05	2.81±0.01
Yağ %KM <i>Oil DW %</i>	2.45±0.05	0.44±0.10	1.00±0.69
Protein%KM <i>Protein DW %</i>	7.25±0.55	16.20±0.20	5.54±0.11
TDF* %KM <i>TDF* DW %</i>	61.90 + 0.10	38.00	26.40±0.90

\*TDF Toplam Diet Lif, \*Total Dietary Fiber

Çizelge 4. Elma lifinin bileşenleri.

Table 4. Dietary fiber components of apple fiber

Bileşen (%) <i>Constituent (%)</i>	Suda çözünebilir lif <i>Soluble fiber</i>	Suda çözünemeyen lif <i>Insoluble fiber</i>
Galakturonik asit <i>Galacturonic acid</i>	0.74±0.04	–
Hemiselüloz <i>Hemicellulose</i>	19.20±0.06	4.26±0.52
Pektin <i>Pectin</i>	–	8.70±0.70
Selüloz <i>Cellulose</i>	–	39.90±3.40
Lignin <i>Lignin</i>	–	15.30±0.50

## KAYNAKLAR

1. Ali, M. B., E. J. Hahn and K. Y. Paek, 2005. CO<sub>2</sub>-induced Total Phenolics in Suspension

Cultures of Panax Ginseng C. A. Mayer Roots: Role of Antioxidants and Enzymes. *Plant Physiology and Biochemistry* 43:449–457.

2. Anderson, J., W. B. M. Smith and N. S. Guftanson, 1994. Health Benefit and Practical Aspects of High-Fibre Diets. *American Journal of Clinical Nutrition*, 595:1242–1247.
3. Anderson, J., S. Perryman, L. Young and S. Prior, 2007. Dietary Fiber. Food and Nutrition Series. (<http://www.ext.colostate.edu/pubs/foodnut/09333.html>) (Erişim Tarihi: 2010)
4. Anonim, 2001. The Definition of Dietary Fiber. Report of the Dietary Fiber Definition Committee to the Board of Directors of the American Association of Cereal Chemists. *Cereal Foods World* (46):112–126.
5. Arts, I. C. W., B. V. Putte and P. C. H. Hollman, 2000. Catechin Contents of Foods Commonly Consumed in The Netherlands. 1. *Fruits, Vegetables, Staple Foods, and Processed Foods. J. Agric. Food Chem.* 48:1746–1751.
6. Aprikian, O., J. Busserolles, C. Manach, A. Mazur, C. Morand, M. J. Davicco, C. Besson, Y. Rayssiguier, C. Remesy and C. Demigne, 2002. Lyophilized Apple Counteracts the Development of Hypercholesterolemia, Oxidative Stress, and Renal Dysfunction in Obese Zucker Rats. *Journal of Nutrition*, 132:1969–1976.
7. Arts, I. C. W., B. V. Putte and P. C. H. Hollman, 2000. Catechin Contents of Foods Commonly Consumed in The Netherlands. 1. *Fruits, Vegetables, Staple Foods, and Processed Foods. J. Agric. Food Chem.*, 48:1746–1751.
8. Awad, M. A., A. de Jager and L. M. van Westing, 2000. Flavonoid and Chlorogenic Acid Levels in Apple Fruit: Characterisation of Variation. *Sci. Hortic.* 83:249–263.
9. Ayaz, F. A., A. Kadioğlu and M. Reunanen, 1997. Changes in Phenolic Acid Contents of *Diospyros lotus* L. During Fruit Development. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45:2539–2541.
10. Beckman, C. H., 2000. Phenolic-Storing Cells: Keys to Programmed Cell Death and Periderm Formation in Wilt Disease Resistance and in General Defence Responses in Plants? *Physiological and Molecular Plant Pathology* 57:101–110.
11. Biedrzycka, E. and R. Amarowicz, 2008. Diet and Health: Apple Polyphenols as Antioxidants. *Food Reviews International* 24:235–251.
12. Bitsch, R., M. Netzel, E. Carle, G. Strassb, B. Kesenheimer, M. Herbst and I. Bitsch, 2001. Bioavailability of Antioxidative Compounds from Brettacher Apple Juice in Humans. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 1:245–249.
13. Boyer, J. and R. H. Liu, 2004. Apple Phytochemicals and Their Health Benefits. *Nutrition Journal* 3:5.
14. Bravo, L., 1998. Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance. *Nutrition Reviews* 56:317–333.
15. Burda, S., W. Oleszek and C. Y. Lee, 1990. Phenolic Compounds and Their Changes in Apples during Maturation and Cold Storage. *J. Agric. Food Chem.* 38:945–948.
16. Can, A., B. Özçelik ve G. Güneş, 2005. Meyve Sebzelerin Antioksidan Kapasiteleri. *GAP IV. Tarım Kongresi, Şanlıurfa* 1458–1461.
17. Chen, H., G. L. Rubenthaler, H. K. Leung and J. D. Baranowski, 1988. Chemical, Physical, and Baking Properties of Apple Fiber Compared with Wheat and Oat Bran. *Cereal Chemistry* 65(3):244–247.
18. Chinnici, F., A. Bendini, A. Gaiani and C. Riponi, 2004. Radical Scavenging Activities of Peels and Pulp from cv. Golden Delicious Apples as Related to Their Phenolic Composition. *Journal Agric. Food Chem.* 52:4684–4689
19. Cowan, M. M., 1999. Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clin. Microbiol. Rev.* 12:564–582.
20. Crespy, V., O. Aprikian, C. Morand, C. Besson, C. Manach, C. Demigne and C. Remesy, 2001. Bioavailability of Phloretin and Phloridzin in Rats. *J. Nutr.* 131:3227–3230.
21. El Kossori, R. L., C. Sanchez, E. S. El Boustani, M. N. Maucourt, Y. Sauvaire, L. Mejean and C. Villaume, 2000. Comparison of Effects of Prickly Pear (*Opuntia ficus indica* sp.) Fruits, Arabic Gum and Citrus Pectin on Viscosity and *in vitro* Digestibility of Casein. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80:359–364.



22. Eberhardt, M., C. Lee and R. H. Liu, 2000. Antioxidant Activity of Fresh Apples. *Nature* 405(6789):903–4.
23. Franklin, G., L. F. R. Conceição, E. Kombrink and A. C. P. Dias, 2009. Xanthone Biosynthesis in *Hypericum Perforatum* Cells Provides Antioxidant and Antimicrobial Protection Upon Biotic Stress. *Phytochemistry* 70:60–68.
24. Figuerola, F., M. L. Hurtado, A. M. Estevez, I. Chiffelle and F. Asenjo, 2005. Fibre Concentrates From Apple Pomace and Citrus Peel as Potential Fibre Sources for Food Enrichment. *Food Chemistry* 91:395–401.
25. Garcia, O. B., J. Castillo, F. R. Marin, A. Ortuno and J. A. D. Rio, 1997. Uses and Properties of Citrus Flavonoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45:4505–4515.
26. Gardner, P. T., T. A. C. White, D. B. McPhail and G. G. Duthie, 2000. The Relative Contributions of Vitamin C, Carotenoids and Phenolics to the Antioxidant Potential of Fruit Juices. *Food Chem.* 68:471–474.
27. Golding, J. B., W. B. McGlasson, S. G. Wyllie and D. N. Leach, 2001. Fate of Apple Peel Phenolics during Cool Storage. *J. Agric. Food Chem.* 49:2283–2289.
28. Gorinstein, S., Z. Zachwieja, M. Folta, H. Barton, J. Piotrowicz, M. Zember, M. Weisz, S. Trakhtenberg and O. Martin-Belloso, 2001. Comparative Content of Dietary Fiber, Total Phenolics, and Minerals in Persimmons and Apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49:952–957.
29. Grigelmo-Miguel, N. and O. Martin-Belloso, 1999. Comparison of Dietary Fibre from by Products of Processing Fruits and Greens and From Cereals. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.* 32:503–508.
30. Guo, C., J. Yang, J. Wei, Y. Li, J. Xu and Y. Jiang, 2003. Antioxidant Activities of Peel, Pulp and Seed Fractions of Common Fruits as Determined by FRAP Assay. *Nutrition Research* 23:1719–1726.
31. Guyot, S., C. Le Bourvellec, N. Marnet and J. F. Drilleau, 2002. Procyanidins are the Most Abundant Polyphenols in Dessert Apples at Maturity. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.* 35, 289–291.
32. Halvorsen, B. L., K. Holte, M. C. W. Myhrstad, I. Barikmo, E. Hvattum, S. F. Remberg, A. B. Wold, K. Haffner, H. Baugerod, L. F. Andersen, J. Moskaug, D. R. Jacobs and R. Blomhoff, 2002. A Systematic Screening of Total Antioxidants in Dietary Plants. *Journal of Nutrition* 132:461–471.
33. Hammerstone, J. F., S. A. Lazarus and H. H. Schmitz, 2000. Procyanidin Content and Variation in Some Commonly Consumed Foods. *J. Nutr.* 130:2086–2092.
34. Harborne, J. B. and C. A. Williams, 2000. Advances in Flavonoid Research Since. *Phytochem.* 55:481–504.
35. Hassimotto, N. M. A., M. I. Genovese and F. M. Lajolo, 2005. Antioxidant Activity of Dietary Fruits, Vegetables, and Commercial Frozen Fruit Pulps. *J. Agric. Food Chem.* 53:2928–2935.
36. Imeh, U. and S. Khokhar, 2002. Distribution of Conjugated and Free Phenols in Fruits: Antioxidant Activity and Cultivar Variations. *J. Agric. Food Chem.* 50:6301–6306.
37. Jaime, L., E. Molla, A. Fernandez, M. A. Martin-Cabrejas, F.J. Lopez-Andreu and R. Esteban, 2002. Structural Carbohydrates Differences and Potential Source of Dietary Fiber of Onion (*Allium cepa* L.) Tissues. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50:122–128.
38. Karadeniz, F. ve A. Ekşi, 2001. Elma Suyunda Fenolik Madde Dağılımı Üzerine Araştırma. *Tarım Bilimleri Dergisi* 7(3):135–141.
39. Kondo, S., K. Tsuda, N. Muto and J. Ueda, 2002. Antioxidative Activity of Apple Skin or Flesh Extracts Associated with Fruit Development on Selected Apple Cultivars. *Scientia Horticulturae* 96:177–185.
40. Lata, B., 2007. Relationship between Apple Peel and the Whole Fruit Antioxidant Content: Year and Cultivar Variation. *J. Agric. Food Chem.* 55:663–671.
41. Lee, K. W., J. Y. Kim, D. O. Kim, H. J. Lee and C. Y. Lee, 2003. Major Phenolics in Apple and Their Contribution to the Total Antioxidant Capacity. *J. Agric. Food Chem.* 51:6516–6520.
42. Leja, M., A. Mareczek and J. Ben, 2003. Antioxidant Properties of Two Apple

- Cultivars during Long-Term Storage. *Food Chemistry* 80:303–307.
43. Leontowicz, M., S. Gorinstein, H. Leontowicz, R. Krzeminski, A. Lojek, E. Katrich, M. Ciz, O. Martin-Belloso, R. Soliva-Fortuny, R. Haruenkit and S. Trakhtenberg, 2003. *J. Agric. Food Chem.* 51:5780–5785.
  44. Li, B. W., K. W. Andrews and P. R. Pehrsson, 2002. Individual Sugars, Soluble, and Insoluble Dietary Fiber Contents of 70 High Consumption Foods. *Journal of Food Composition and Analysis* 15: 715–723.
  45. Lister, C. E., J. E. Lancaster and K. H. Sutton, 1994. Developmental Changes in the Concentration and Composition of Flavonoids in Skin of a Red and a Green Apple Cultivar. *J. Sci. Food Agric.* 64:155–161.
  46. Lu, Y. and L. Y. Foo, 2000. Antioxidant and Radical Scavenging Activities of Polyphenols from Apple Pomace. *Food Chemistry* 68:81–85.
  47. Manach, C. and J. L. Donovan, 2004. Pharmacokinetics and Metabolism of Dietary Flavonoids in Humans. *Free Radic. Res.* 38:771–785.
  48. Manach, C., A. Mazur and A. Scalbert, 2005. Polyphenols and Prevention of Cardiovascular Diseases. *Current Opinions in Lipidology* 16:77–84.
  49. Masoodi, F. A., G. S. Chauhan, S. M. Tyagi, B. K. Kumbhar and H. Kaur, 2001. Effect of Apple Pomace Incorporation on Rheological Characteristic of Wheat Flour. *Int J. Food Prop.* 4:2156–223.
  50. McGhie, T. K., M. Hunt and L. E. Barnett, 2005. Cultivar and Growing Region Determine the Antioxidant Polyphenolic Concentration and Composition of Apples Grown in New Zealand. *J. Agric. Food Chem.* 53:3065–3070.
  51. McKee, L. H. and T. A. Latner, 2000. Underutilized Sources of Dietary Fibre: A Review. *Plant Foods for Human Nutrition* 55:285–304.
  52. Middleton, E., C. Kandaswami and T. C. Theoharides, 2000. The Effects of Plant Flavonoids on Mammalian Cells: Implications for Inflammation, Heart Disease and Cancer. *Pharmacological Reviews* 52:673–751.
  53. Miguel, N. G. and O. M. Belloso, 1999. Comparison of Dietary Fibre from By-Products of Processing Fruits and Greens and from Cereals. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.* 32:503–508.
  54. Molina, M. F., I. Sanchez-Reus, I. Iglesias and J. Benedi, 2003. Quercetin, a Flavonoid Antioxidant, Prevents and Protects against Ethanol-Induced Oxidative Stress in Mouse Liver. *Biol. Pharm. Bull.* 26:1398–1402.
  55. Nawirska, A. and M. Kwasniewska, 2005. Dietary Fibre Fractions from Fruit and Vegetable Processing Waste. *Food Chemistry* 91:221–225.
  56. Oszmianski, J., M. Wolniak, A. Wojdylo and I. Wawer, 2008. Influence of Apple Pure'e Preparation and Storage on Polyphenol Contents and Antioxidant Activity. *Food Chemistry* 107:1473–1484.
  57. Oszmianski, J., M. Wolniak, A. Wojdylo and I. Wawer, 2007. Comparative Study of Polyphenolic Content and Antiradical Activity of Cloudy and Clear Apple Juices. *J. Sci. Food Agric.* 87:573–579.
  58. Pandolfil, P. P., F. Sonati, R. Rivil, P. Mason, F. Grosveld and L. Luzzattol, 1995. Targeted Disruption of the Housekeeping Gene Encoding Glucose 6-Phosphate Dehydrogenase (G6PD):G6PD is Dispensable for Pentose Synthesis but Essential for Defense against Oxidative Stress. *The EMBO Journal* 14:5209–5215.
  59. Pearson, D. A., C. H. Tan, J. B. German, P. A. Davis and M. E. Gershwin, 1999. Apple Juice Inhibits Human Low Density Lipoprotein Oxidation. *Life Sci.* 64:1913–1920.
  60. Pellegrini, N., M. Serafini, B. Colombi, D. Del Rio, S. Salvatore, M. Bianchi and F. Brighenti, 2003. Total Antioxidant Capacity of Plant Foods, Beverages and Oils Consumed in Italy Assessed by Three Different *in vitro* Assays. *J. Nutr.*, 133:2812–2819.
  61. Petkovsek, M. M., V. Usenik and F. Stampar, 2003. The Role of Chlorogenic Acid in the Resistance of Apples to Apple Scab (*Venturia Inaequalis* (Cooke) G. Wind. Aderh.). *Zb. Bioteh. Fak. Univ. Ljublj. Kmet* 81:233–242.
  62. Plaza, M., J. Kariuki and T. Charlaotta, 2013. Quantification of Individual Phenolic Compounds' Contribution to Antioxidant

- Capacity in Apple: A Novel Analytical Tool Based on Liquid Chromatography with Diode Array, Electrochemical, and Charged Aerosol Detection. *J. Agric. Food Chem.* 2014(62):409–418.
63. Ramulu, P. and P. U. Rao, 2003. Total, Insoluble and Soluble Dietary Fiber Contents of Indian Fruits. *Journal of Food Composition and Analysis* 16:677–685.
  64. Randhir, R., Y. T. Lin and K. Shetty, 2004. Phenolics, Their Antioxidant and Antimicrobial Activity in Dark Germinated Fenugreek Sprouts in Response to Peptide and Phytochemical Elicitors. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 13:295–307.
  65. Reinders, R. D., S. Biesterveld and P. G. Bijker, 2001. Survival of Escherichia Coli O157:H7 ATCC 43895 in a Model Apple Juice Medium with Different Concentrations of Praline and Caffeic Acid. *Appl. Environ. Microbiol.* 67:2863–2866.
  66. Rezk, B. M., R. M. M. Guido, J. F. Wim, V. D. Vijgh and A. Basta, 2002. The Antioxidant Activity of Phloretin: The Disclosure of a New Antioxidant Pharmacophore in Flavonoids. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 295:9–13.
  67. Robards, K., P. D. Prenzler, G. Tucker, P. Swatsitang and W. Glover, 1999. Phenolic Compounds and Their Role in Oxidative Processes in Fruits. *Food Chemistry* 66:401–436.
  68. Roytrakul, S. and R. Verpoort, 2007. Role of Vacuolar Transporter Proteins in Plant Secondary Metabolism: Catharanthus Roseus Cell Culture. *Phytochem Rev.* 6:383–396.
  69. Sanoner, P., S. Guyot, N. Marnet, D. Molle and J. F. Drilleau, 1999. Polyphenol Profiles of French Cider Apple Varieties (*Malus domestica* sp.). *J. Agric. Food Chem.* 47:4847–4853.
  70. Saura-Calixto, F., J. Perez-Jimenez and I. Goni, 2009. Contribution of Cereals to Dietary Fibre and Antioxidant Intakes: Toward More Reliable Methodology. *Journal of Cereal Science* 50:291–294.
  71. Scalbert, A. and G. Williamson, 2000. Dietary Intake and Bioavailability of Polyphenols. *Journal of Nutrition* 130:2073–2085.
  72. Smiechowska, M. and P. Dmowski, 2006. Crude Fibre as a Parameter in the Quality Evaluation of Tea. *Food Chemistry* 94:366–368.
  73. Spanos, G. A. and R. E. Wrolstad, 1992. Phenolics of Apple, Pear, and White Grape Juices and Their Changes with Processing and Storage—A Review. *J. Agric. Food Chem.* 40:1478–1487.
  74. Spanos, G. A., R. E. Wrolstad and D. A. Heatherbell, 1990. Influence of Processing and Storage on the Phenolic Composition of Apple Juice. *J. Agric. Food Chem.* 38:1572–1579.
  75. Stracke, B. A., C. E. Rufer, F. P. Weibel, A. Bub and B. Watzl, 2009. Three-Year Comparison of the Polyphenol Contents and Antioxidant Capacities in Organically and conventionally Produced Apples (*Malus domestica* Bork. Cultivar “Golden Delicious”). *J. Agric. Food Chem.* 57:4598–4605.
  76. Stratil, P., B. Klejdus and V. Kuban, 2007. Determination of Phenolic Compounds and Their Antioxidant Activity in Fruits and Cereals. *Talanta* 21:1741–1751.
  77. Sun, J., Y. F. Chu, X. Wu and R. H. Liu, 2002. Antioxidant and Ant Proliferative Activities of Common Fruits. *J. Agric. Food Chem.* 50:7449–7454.
  78. Thaipong, K., U. Boonprakob, K. Crosby, L. Cisneros-Zevallos and L. D. H. Byrnc, 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC Assays for Estimating Antioxidant Activity From Guava Fruit Extracts. *Journal of Food Composition and Analysis* 19:669–675.
  79. Tsao, R., R. Yang, S. Xie, S. Sockovie and S. Khanizadeh, 2005. Which Polyphenolic Compounds Contribute to the Total Antioxidant Activities of Apple? *J. Agric. Food Chem.* 53:4989–4995.
  80. Vrhovsek, U., A. Rigo, D. Tonon and F. Mattivi, 2004. Quantitation of Polyphenols in Different Apple Varieties. *J. Agric. Food Chem.* 52:6532–6538.
  81. Van der Sluis, A. A., M. Dekker, R. Verkerk and W. M. F. Jong, 2000. An Improved, Rapid *in vitro* Method to Measure Antioxidant Activity. Application on Selected Flavonoids

- and Apple Juice. *J. Agric. Food Chem.* 48:4116–4122.
82. Van der Sluis, A. A., M. Dekker, G. Skrede, W. M. F. Jongen, 2002. Activity and Concentration of Polyphenolic Antioxidants in Apple Juice. 1. Effect of Existing Production Methods. *J. Agric. Food Chem.* 50: 7211–7219.
83. Van der Sluis, A. A., M. Dekker, A. D. Jager, W. M. F. Jongen, 2001 Activity and Concentration of Polyphenolic Antioxidants in Apple: Effect of Cultivar, Harvest Year, and Storage Conditions. *J. Agric. Food Chem.* 49:3606–3613.
84. Van der Sluis, A. A., 2005. A Chain Analysis of the Production of “Healthy” Apple Juice. The Case of Polyphenolic Antioxidants. (PhD Thesis). *Wageningen University, the Netherlands.*
85. Villanueva–Suarez M. J., A. Redondo–Cuenca, M. D. Rodriguez–Sevilla, M. de las Heras, 2003. Characterization of Nonstarch Polysaccharides Content from Different Edible Organs of Some Vegetables, Determined by GC and HPLC: Comparative Study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51:5950–5955.
86. Wojdylo, A., J. Oszmianski and P. Laskowski, 2008. Polyphenolic Compounds and Antioxidant Activity of New and Old Apple Varieties. *J. Agric. Food Chem.* 56:6520–6530.
87. Wolfe, K. L., X. Wu and R. H. Liu, 2003. Antioxidant Activity of Apple Peels. *J. Agric. Food Chem.* 51:609–614.