دراسة التركيب الكيميائي والنشاط المضاد للأكسدة في التوت الأبيض والأسود

Chemical Composition and Antioxidant Activity of White and Black Mulberry

هاله يحيى خالد(1) د. غياث مصباح سمينة(2)

Halah Yahya Khaled(1) Prof. Giath Mesbah Suminah(2)

(1) قسم علوم الأغذية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق، دمشق، سورية.

(1) Dept. food science, Factually of Agriculture, university of Damascus, Damascus Syria.

(2) استاذ في قسم علوم الأغذية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق. سورية.

(2) Prophesour in Dept. food science, Factually of Agriculture, university of Damascus, Syria.

الملخص

نُفذ هذا العمل في قسم علوم الأغذية بكلية الزراعة في جامعة دمشق عام 2013، حيث دُرست الخصائص الأساسية (الرطوبة والمواد الصلبة الذائبة والرماد والألياف ودرجة الـ pH والحموضة القابلة للمعايرة والسكريات المرجعة والسكريات الكلية)، وبعض مضادات الأكسدة (فيتامينC والفلافونيدات والفينولات الكلية)، والنشاط المضاد للأكسدة وفق طريقتي DPPH وFRAP لثمار التوت الأبيض (*Morus alba*) والأسود (*Morus nigra*). بينت النتائج أن النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة والحموضة القابلة للمعايرة والسكريات المرجعة والكلية في التوت الأسود كانت أعلى مما هي عليه في التوت الأبيض، كما تفوقت ثمار التوت الأسود في محتواها من حمض الأسكوربيك والفلافونيدات والفينولات الكلية وفي نشاطها المضاد للأكسدة مقارنة بثمار التوت الأبيض.

الكلمات المفتاحية: التوت الأبيض، التوت الأسود، السكريات، الألياف، الفينولات الكلية، النشاط المضاد للأكسدة.

Abstract:

This study was carried out in food science department, faculty of agriculturem, Damascus university in 2013. The main properties (moisture, total soluble solids, ash, fiber, pH, total titratable acidity, total sugars, reducing sugars), some antioxidant compounds (vitamin C, flavonoids, total phenolics), and antioxidant activity measured by DPPH and FRAP methods for white and black mulberry were investigated. The results showed that the content of total soluble solids, total titratable acidity, total sugars, reducing sugars was higher in black mulberry than in white mulberry, also black mulberry was superior in its content of ascorbic acid, flavonoids, total phenolics, and in its antioxidant activity.

keywords: White mulberry, Black mulberry, Total sugar, Fiber, Total phenolics, Antioxidant activity.

©2022 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands, All rights reserved. **ISSN: 2305-5243; AIF-23 (p: 258 - 265)**

المقدمة

أكد علماء التغذية في الآونة الأخيرة أن تناول وجبات غنية بالفاكهة والخضار من شأنه أن يقلل من خطر الإصابة بأمراض القلب والسرطان والأمراض المزمنة، وقد أشار العلماء إلى أن فائدة هذه الوجبات ترتبط مع وجود المواد المضادة للأكسدة والتي تتضمن كل من الكاروتينات والأسكوربات والتوكوفيرولات والفينولات (Moyer وزملاؤه، 2002). تتميز هذه المركبات بقدرتها على إعاقة أكسدة الجزيئات من خلال تثبيط تفاعلات الأكسدة أو كبح الجذور الحرة المتولدة خلال تفاعلات الأكسدة في الجسم (Andallu وVaradacharyulu، 2003).

كما تحتل ثمار التوت الأسود مكانة هامة في الصناعات الغذائية (Stintzingوزملاؤه، 2002) فهي تستهلك بشكل طازج أو تصنع إلى عصائر، مرملاد، كحولات، نبيذ، أو تحفظ كثمار مجمدة تستخدم في صناعة المثلجات إضافة إلى استخدامها كصبغات طبيعية في مستحضرات التجميل، من جهة أخرى تستخدم ثمار شجرة التوت كدواء في الطب الشعبي وخاصة الطب الصيني لمعالجة مرض السكري وضغط الدم الشرياني وفقر الدم والتهاب المفاصل (Ozgen وزملاؤه، 2009)،

تعد التوتيات بشكل عام غنية بالعديد من المواد الفعالة بيولوجياً كالفينولات التي لها نشاطات حيوية على نطاق واسع كمضادات للأكسدة إضافة إلى قدرتها على تثبيط الطفرات والأورام (Lin وTang، 2007).

إن تناول الثمار غامقة اللون خاصة ثمار التوت الأحمر والأسود يمكن أن تقلل من مخاطر الإصابة بأمراض القلب والجلطات وبعض أنواع السرطانات إضافة إلى التقليل من أعراض الشيخوخةZafra (- Stone وزملاؤه، 2007). تعزى هذه الخواص الوقائية للتوت عموماً وللتوت الأسود خصوصاً إلى محتواها العالي من الفنولات (Lin وTang، 2007)، والتي تتضمن الأنثوسيانينات والفلافونيدات ذات القدرة الفعالة في تثبيط تفاعلات الأكسدة.

درس (Imran وزملاؤه، 2010) التركيب الكيميائي والنشاط المضاد للأكسدة لبعض أصناف التوت المزروعة في باكستان فوجد أنها مصدر غني بمضادات الأكسدة حيث تراوحت نسبة الفينولات الكلية فيها بين 880 إلى 1650مغ/100غ ثمار، إضافة إلى وجود ارتباط قوي بين النشاط المضاد للأكسدة والمركبات الفينولية. قارن (Ercisli وOrhan، 2010) في دراسته بين ثمار التوت والأبيض والأحمر والأسود المزروعة في تركيا فلاحظ أن أعلى نسبة فينولات كانت في التوت الشامي 1422 مغ/100غ ثمار.

مواد البحث وطرائقه

1- مواد البحث:

جمعت ثمار التوت من السوق المحلية لمدينة دمشق في شهري حزيران/يونيو وتموز/يوليو من عام 2013، وحُفظت في المجمدة على درجة حرارة -18مْ لحين التحليل.

تنتمي شجرة التوت (mulberry) إلى العائلة التوتية *Moraceae* والجنس (*Morus*)Ercisli وOrhan، (2006) وينتمي إلى هذا الجنس أكثر من 20 نوعاً لعل من أكثرها انتشاراً التوت الأبيض (white mulberry) (*Morus alba*) الذي تتميز ثماره بلون أبيض إلى أرجواني وطعم حلو وحموضة منخفضة، والتوت الأسود (black mulberry) (*Morus nigra*) وتتميز بلون أحمر داكن وطعم حامضي خفيف ونكهة غنية (Ozgen وزملاؤه، 2009).

تُعد شجرة التوت من الأشجار سريعة النمو ومتساقطة الأوراق (Vijayan وزملاؤه، 2009)، ويصل طولها 10 إلى 12م (Kumar وChauha، 2008).

تزهر هذه الشجرة في الربيع وبداية الصيف، وتنضج ثمارها بالتدريج من منتصف إلى أواخر الربيع وتتساقط أوراقها في الخريف (paliyath وزملاؤه، 1997). تنمو شجرة التوت في ظروف مناخية مختلفة في نصفي الكرة الشمالي والجنوبي كما تنمو في جميع أنواع الترب، وهي توجد على ارتفاعات قد تصل إلى4000 م عن سطح البحر (Machii وزملاؤه، 2000)، وتعد من الأشجار المتحملة للرطوبة الجوية العالية (65 إلى 80 %)، وتنتشر في الهند والصين واليابان وشمالي أفريقيا وجنوبي أوروبا وبعض الدول العربية (Kumar وChauha، 2008).

2- طرائق البحث:

2-1-التركيب الكيميائي:

تم تعيين الجوامد الكلية الذائبة (TSS) باستخدام مقياس انكسار ياباني نموذج A054 مزود بمقياس بركس، وعُبر عنها بدرجة بركس بالدرجة 20مْ، وقيس رقم pH بمقياس كهربائي مخبري، كما تم تقدير السكريات المرجعة والكلية والألياف والحموضة الكلية كنسبة مئوية لحمض الليمون (%) وفقاً للطرائق الواردة في(AOAC، 2000).

2-2- تعيين المواد الفعالة بيولوجياً:

2-2-1- حمض الأسكوربيك: تم تعيين حمض الأسكوربيك باستخدام طريقة المعايرة بصبغة 2، 6 -ثنائي كلوروفينول إندوفينول AOAC (2000).

2-2-2- الفينولات: الاستخلاص: استخلصت الفينولات الكلية وفقاً لطريقة Wada وOu (2002) أخذ 1غ من العينة وأضيف إليها 30 مل ميتانول مطلق ومُزجت بشكل جيد لمدة 15 دقيقة بدرجة حرارة الغرفة باستخدام محرك مغناطيسي على السرعة القصوى وبعدها ثُفلت العينة بجهاز طرد مركزي مخبري (3000 rpm) وأخذ السائل الرائق للتحليل.

التعيين: عُينت الفينولات كمياً باستخدام طريقة Folin–Ciocalteu المستخدمة من قبل Asami وزملائه (2003) مع بعض التعديل حيث أُخذ 2 مل من العينة التي سبق تحضيرها وأُضيف لها 3مل من الماء المقطر و0.2 مل من كاشف فولين، ووُضعت في دورق حجمي معياري سعة 10 مل. رُج المزيج باستخدام محرك الأنابيب لمدة دقيقتين، ثم أضيف بعدها 4 مل من كربونات الصوديوم (7 ٪) وأُكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة. خُلط المزيج السابق وترك لمدة ساعتين على حرارة الغرفة، ثم رشح وقيس امتصاصه بالمطياف الضوئي على طول موجة 750 نانومتر وعبر عن النتائج بـ مغ/100غ على أساس مكافئ حمض غاليك.

2-2-3- تعيين الفلافوئيدات: تم استخلاص الفلافوئيدات الكلية من العينات المدروسة وفق طريقة Marinova وزملائه (2005)، أُخذ 1 غ من العينة وأضيف إليها 50 مل ميثانول (80%)، ومُزجت بشكل جيد لمدة 10 دقائق بدرجة حرارة الغرفة باستخدام محرك مغناطيسي، ثم ثُفلت بجهاز طرد مركزي . أُخذ 1مل من المستخلص إلى دورق معياري(10مل) فيه 4 مل ماء منزوع الشوارد، بعدها أضيف الى الدورق 0.3 مل نتريت الصوديوم (5%) وبعد الانتظار5 دقائق أضيف 0.3 مل كلوريد الالمنيوم (10%). وفي الدقيقة السادسة أضيف 2مل ماءات الصوديوم1 مول، وأكمل الحجم بالماء المقطر حتى العلامة، ومُزج المحلول بشكل جيد. قيست الامتصاصية عند طول الموجة 510 نانومتر، وعُبر عن النتيجة على أساس مكافئ كيورستين (Quercetin) مغ/100غ.

2-3- تعيين النشاط المضاد للأكسدة:

2-3-1-النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة (2, 2'-diphenyl l,1-picrylhydrazyl):

قيس النشاط الكابح للجذور الحرة وفق طريقة DPPH المتبعة من قبل Singh وزملائه(2002) وهي كما يلي: أضيف إلى المستخلصات الكحولية للعينات (1 غ عينة في 100 مل ميتانول) نفس الحجم من محلول DPPH (60 ميكرومول في الميثانول)، وبعد مزج وخلط المزيج السابق بخلاط الأنابيب(Vortex) والانتظار لمدة 30 دقيقة، قيس الامتصاص على طول موجة 517 نانومتر، وعُبر عن النشاط المضاد للأكسدة بحساب النسبة المئوية لتثبيط الأكسدة من المعادلة:

$$\% \text{ Inhibition} = [(A - \acute{A})/ A] \times 100$$

حيث:

A: امتصاص الشاهد

Á: امتصاص العينة

تقابل النسبة المئوية للنشاط الكابح للجذور الحرة مايوجد في العينة من نشاط لمضادات الأكسدة، أي تعكس القدرة على القيام بدور مضادات الأكسدة.

2-3-2- تعيين النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة FRAP : (Ferric reducing antioxidant power)

قيس مدى القوة المضادة للأكسدة وهي قوة مرجعة، بإرجاع الحديد ثلاثي التكافؤ إلى حديد ثنائي التكافؤ وفق Gulcin(2006)، حيث أُخذ 1 مل من مستخلص العينة الكحولي (1 غ عينة في 100 مل ميثانول)، وأُضيف 2.5 مل محلول فوسفاتي موقي (0.1 مول و pH=6.6) و2.5 مل محلول فري سيانيد البوتاسيوم (0.1 %وزن/حجم)، ثم حُضن المزيج في حمام مائي عند درجة حرارة 50مْ لمدة 20 د، بعد ذلك أضيف للمزيج 2.5 مل محلول ثلاثي كلور حمض الخل 10%. أخذ من المزيج السابق 2.5 مل وأضيف إليه 2.5 مل ماء مقطر و 0.5 مل محلول كلور الحديد (0.1 %)، حضن المزيج لمدة نصف ساعة، وقيست الامتصاصية عند طول الموجة 700 نانومتر. وعُبر عن قيمة FRAP بـ ميكرومول مكافئ حمض الغاليك في غرام عينة.

4-2- التحليل الاحصائي:

حللت النتائج باعتبارها تصميم كامل العشوائية باستخدام برنامجMinitab وأدخلت نتائج المكررات الثلاثة لكل تعيين، ثم حسبت المتوسطات والانحراف المعياري لها والفروق المعنوية بين المتوسطات عند مستوى (P< 0.05) باستخدام اختبار T-test.

النتائج والمناقشة

1-3- التركيب الكيميائي:

بينت نتائج الدراسة أن المحتوى الرطوبي في ثمار التوت الأبيض بلغ 81.63% وفي ثمار التوت الأسود 76.06% (الجدول1)، وقد توافق ذلك مع ماوجده Imran وزملاؤه (2010) في دراستهم على أصناف التوت المزروعة في باكستان حيث بلغت النسبة المئوية للرطوبة في كل من ثمار التوت الأبيض والأسود كانت 81.72 و 78.03% على التوالي ، في حين بلغت 76.5 و71.5% في صنفي التوت الأبيض والأسود المزروعة في تركيا (Ercisli و Orhan، 2006).

بلغت النسبة المئوية للرماد في كل من ثمار التوت الأبيض والأسود المدروسة 1.12 و 1.00% (الجدول 1)، وقد تشابهت هذه النتيجة ما توصل إليه Imran وزملائه (2010) في دراستهم على صنفي التوت الأبيض والأسود حيث كانت 0.57 و 0.5% على التوالي.

بالنسبة للمواد الصلبة الذائبة كان هناك فرق معنوي واضح على مستوى P< 0.05 بين النوعين بالنسبة لهذا المؤشر حيث يبين الجدول1 أنها بلغت 13.57% في التوت الأبيض و20.36% في التوت الأسود.

أورد Ercisli و Orhan (2006) في دراستهم أن نسبة المواد الصلبة الذائبة كانت 20.4 و16.7% في التوت الأبيض والأسود على التوالي، في حين تراوحت في أصناف التوت الأبيض بين 17.8 و 29.4% وفي التوت الأسود 17.33 و21.17% (Yilmaz وزملاؤه، 2012).

بلغ محتوى كل من ثمار التوت الأبيض والأسود من الألياف 5.75 و 3.33غ/100غ على التوالي (الجدول1). أورد Talcott (2007) أن محتوى بعض أنواع التوتيات من الألياف تراوح بين 2 و6.5 غ/100غ، وهذا يجعل التوت مصدراً مهماً للألياف.

أما بالنسبة لدرجة pH فقد بلغت في ثمار التوت الأبيض 6 وفي ثمار التوت الأسود 3.45 (الجدول1)، وقد تشابهت هذه النتيجة مع ماتوصل إليه Ercisli وOrhan (2006).

يوضح الجدول 1 أن الحموضة القابلة للمعايرة في كل من ثمار التوت الأبيض والأسود بلغت 0.2 و 1.58غ/100غ مقدرة على أساس حمض الليمون على الترتيب، وقد تقاربت هذه النتيجة مما وجده Ercisli وOrhan (2006)، وأيضاً شابهت ماوجده Liang وزملاؤه (2012) حيث تراوحت بين 0.11 إلى 1.82 غ/100غ في أصناف التوت المزروعة في الصين.

الجدول1. التركيب الكيميائي لثمار التوت الأبيض والأسود.

التركيب الكيميائي	التوت الأبيض	التوت الأسود
الرطوبة%	81.63 [b] ± 0.1	76.06 [a] ±0.16
المواد الصلبة الذائبة%	13.57 [a] ±0.15	20.36 [b] ±0.03
الرماد%	1.12 [b] ±0.07	1.00 [a] ±0.02
الألياف%	5.75 [b] ±0.14	3.33 [a] ±0.29
درجة الـ pH	6.00 [b] ±0.17	3.45 [a] ±0.05
الحموضة القابلة للمعايرة%	0.2 [a] ±0.02	1.58 [b] ±0.03
السكريات المرجعة غ/100غ	10.15 [a] ±0.42	14.54 [b] ±0.13
السكريات الكلية غ/100غ	11.64 [a] ±1.02	16.84 [b] ±0.07

الأحرف المختلفة في السطر الواحد تدل على وجود فروق عند مستوى معنوية 0.05

يبين الجدول1 أن ثمار التوت الأسود كانت الأعلى من حيث محتواها من السكريات المرجعة والكلية حيث سجلت قيماً قدرها14.5 و16.84 غ/100غ على التوالي، في حين سجلت في ثمار التوت الأبيض 10.15 و11.64 غ/100غ، بالمقابل بين Imran وزملاؤه (2010) في دراستهم أن ثمار التوت الأبيض كانت الأعلى من حيث محتواها من السكريات المرجعة والكلية حيث بلغت في التوت الأبيض و8.11 10.89 غ/100غ وفي ثمار التوت الأسود5.9 و 6.64غ/100غ.

3-2- المركبات المضادة للأكسدة:

أظهرت نتائج الدراسة أن محتوى ثمار التوت الأبيض والأسود من حمض الأسكوربيك بلغ 6.84 و 15.47مغ/100غ على التوالي (الجدول 2)، وهي أقل من تلك التي حصل عليها Ercisli وOrhan (2006) في دراستهم على ثمار التوت الأبيض والأسود المزروعة في تركيا والتي بلغت 22.4 و21.8 مغ/100مل على التوالي، في حين تشابهت قيم التوت الأسود مع دراسة أجراها Imran وزملاؤه (2010).

أما الفلافونيدات فقد بلغ المحتوى الأعلى منها في ثمار التوت الأسود 375.1 مغ/100غ مقارنةً بثمار التوت الأبيض (158.79 مغ/100غ) مقدرة على أساس الكويرستين (الجدول 2). وجد Ercisli وOrhan (2006) في دراستهم أن محتوى الثمار من الفلافونيدات بلغت 29 مغ/100غ للأبيض و276 مغ/100غ للأسود وهي أقل من هذه الدراسة.

الجدول 2. مضادات الأكسدة في ثمار التوت الأبيض والأسود.

مضادات الأكسدة	التوت الأبيض	التوت الأسود
حمض الأسكوربيك مغ/100غ	6.84 [a] ±0.64	15.47 [b] ±0.49
الفلافونيدات مغ/100غ	158.79 [a] ±0.63	375.1 [b] ±6.03
الفينولات الكلية مغ/100غ	407.51 [a] ±8.11	1196.55±8.19 [b]

الأحرف المختلفة في السطر الواحد تدل على وجود فروق عند مستوى معنوية 0.05 .

تفوقت ثمار التوت الأسود في محتواها من الفينولات الكلية حيث سجلت في التوت الأبيض 407.51 مغ/100غ في حين كانت في التوت الأسود 1196.55 مغ/100غ مقدرة على أساس حمض الغاليك (الجدول2).

تباينت الدراسات بالنسبة لمحتوى الثمار من الفينولات الكلية حيث بلغت في التوت الأبيض والأسود على التوالي 1650 و880 مغ/100غ حمض غاليك في دراسة أجراها Imran وزملاؤه (2010)، في حين بلغت 181 و1422 مغ/100غ حمض غاليك على التوالي (Ercisli وOrhan، 2006). ويعود الاختلاف بين الدراسات في محتوى ثمار التوت من حمض الأسكوربيك والفلافونيدات والفينولات إلى عدة عوامل منها درجة النضج أثناء القطاف والفروق الوراثية والظروف البيئية خلال تطور الثمار، حيث تزداد نسبة الفينولات الكلية في الثمار الملونة بشكل واضح في آخر مراحل النضج بسبب التراكم الأعظمي للأنثوسيانينات والفلافونوئيدات (Zadernowski وزملاؤه، 2005).

3- 3- النشاط المضاد للأكسدة:

تعد المركبات الفينولية بما فيها الفلافونيدات والأحماض الفينولية مسؤولة بشكل أساس عن النشاط المضاد للأكسدة فكلما زاد المحتوى من تلك المركبات كان النشاط المضاد للأكسدة أعلى. ومن المعروف وجود تباين بين آليات النشاط المضاد للأكسدة في طريقتي DPPH وFRAP، إذ تعتمد طريقة DPPH على انتقال سريع للألكترونات من المركبات الفينولية إلى جذر الـ DPPH (Martin وزملاؤه، 2009).

أما في طريقةFRAP فيعبر النشاط المضاد للأكسدة على القدرة على إرجاع الحديد الثلاثي Fe^{+++} إلى حديد ثنائي Fe^{++} (Benzie وStrain، 1996).

يبين الشكل1 أن ثمار التوت الأسود كانت الأعلى من حيث النشاط المضاد للأكسدة وفق طريقة DPPH حيث سجلت قيمة قدرها 88.4% مقابل 50.28% لثمار التوت الأبيض (الجدول 3). وتراوح النشاط المضاد للأكسدة مقدراً وفق طريقة DPPH لبعض الأصناف التوت المزروعة في الصين بين 50 و96% (Liang وزملاؤه، 2012).

الجدول 3. النشاط المضاد للأكسدة في ثمار التوت الأبيض والأسود.

النشاط المضاد للأكسدة	التوت الأبيض	التوت الأسود
% DPPH	50.28^{a} ±0.19	88^{b}.4±0.26
FRAP ميكرومول حمض غاليك/غ	2.71^{a} ±0.19	14.2^{b} ±0.13

الأحرف المختلفة في السطر الواحد تدل على وجود فروق عند مستوى معنوية 0.05 .

لم يختلف الأمر كثيراً بالنسبة للنشاط المضاد للأكسدة مقدراً وفق طريقة FRAP فقد تفوقت أيضاً ثمار التوت الأسود في نشاطها المضاد للأكسدة على ثمار االتوت الأبيض حيث بلغت 14.2 و 2.71 ميكرومول حمض غاليك/غ على التوالي (الجدول 3).

تعزى بعض الاختلافات في النتائج بين هذه الدراسة مقارنة بالدراسات السابقة إلى الاختلافات الجغرافية والوراثية والظروف البيئية (Imran وزملاؤه، 2010).

الاستنتاجات

يتبين مما سبق ارتفاع محتوى ثمار التوت من السكريات والألياف والفينولات الكلية، الأمر الذي يزيد من أهميتها كغذاء وظيفي لما لها من تأثيرات إيجابية في صحة الإنسان، وعليه يُقترح الإكثار من تناول ثمار التوت وإدخاله في تصنيع بعض المنتجات الغذائية، ولا سيما منتجات الأطفال.

المقترحات

الاهتمام بزراعة شجرة التوت وذلك بزيادة المساحات المزروعة منها وخاصة الأنواع الغامقة اللون كالتوت الأسود والأحمر، وإجراء دراسات أخرى حول الخواص المضادة للأحياء الدقيقة خاصة الممرضة منها لكل من التوت الأبيض والأسود.

المراجع

- **Andallu, B., and N. Varadacharyulu**. 2003. Antioxidant role of mulberry (*Morus indica* L. cv. Anantha) leaves in streptozotocin- diabetic rats. Clinica chimica acta, 338: 3-10.
- **AOAC.** 2000. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Maryland.USA

- **Asami, D.K., Y.J. Hong., D.M. Barrett., and A.E. Mitchell**. 2003. Comparison of the total phenol and ascorbic content of freeze-dried and air- dried Marionberry, Strawberry and Corn grow using conventional, organic and sustainable agricultural practices. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51 (5):1237-1241.
- **Benzie, F.F.I., and J.J. Strain**. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a Measure of "antioxidant power": the FRAP assay. Analytical Biochemistry, 239:70-76.
- **Ercisli, S., E. Orhan**. 2006. Chemical composition of white *(Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. Food Chemistry, 103:1380–1384.
- **Gulcin, L.** 2006. Antioxidant activity of caffeic acid (3,4dihydroxycinnamic acid). Toxicology, 217: 213–220.
- **Imran, M., H. Khan, M. Shah., R. Khan., and F. Khan**. 2010. Chemical composition and antioxidant activity of certain Morus species. Journal of Zhejiang University-SCIENCE B (Biomedicine and Biotechnology), 11(12):973-980.
- **Kumar, V.R., and S. Chauhan**. 2008. Mulberry: Life enhancer. Journal of Medicinal Plants Research, 2(10): 271-278.
- **Liang, H.L., X. Wu., M. Zhu., W. Zhao., F. Li., Y. Zou**. 2012. Chemical composition, nutritional value, and antioxidant activities of eight mulberry cultivars from China, Pharmacognosy Magazine, 8(31): 215–224.
- **Lin, J.Y., and C.Y. Tang**. 2007. Determination of total phenolics and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. Food Chemistry, 101 (1):140–147.
- **Machii, H., A. Koyama., and H. Yamanouchi**.2000. Mulberry for animal production: FAO Electronic Conference.
- **Marinova, D., F. Ribarova., and M. Atanassova**. 2005. Total phenolics and total flavonoids in bulgarian fruit and vegetables. Journal of the university of chemical technology and metallurgy, 40(3):255- 260.
- **Martin, D.M., B.G. Torres., P.R. Spohr., P. Machado., H.G. Bonacorso., N. Zanatta., M.A.P. Martins., and T. Emanvelli**. 2009. Antioxidant potential of new pyrazoline derivatives to prevent oxidative damage. Basic and Clinical Pharmacologyand Toxicology, 104 :107-112.
- **Moyer, R.A., K.E. Hummer., C.E. Finn., B. Frei., and R.E.Wrolstad**. 2002. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: Vaccinium, Rubus, and Ribes. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50:519-525.
- **Ozgen, M., S. Serce., and C. Kaya**. 2009. Phytochemical and antioxidant properties of anthocyanin-rich *Morus nigra* and *Morus rubra* fruits. The Journal of Horticultural *Science* and Biotechnology, 119:275–279.
- **Paliyath, G., R.G. Pinhero., M.V. Rao., D.P. Murr., and R.A. Fletcher**. 1997. Changes in activities of antioxidant enzymes and their relationship to genetic and paclobutrazol-induced chilling tolerance in maize seedlings. Plant Physiology, 114, 695–704.
- **Singh, R.P., K.N. Chidambara., and G.K. Jayaprakasha**. 2002. Studies on the antioxidant activity of pomegranate *(punica granatum)* peel and seed extract using in vitro models. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50:81-86.

- **Stintzing F.C., R. Carle., B. Frei., and R.E. Wrolstad**. 2002. Color and antioxidant properties of cyanidin-based anthocyanin pigments. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50: 6172-6180.
- **Talcott, S.T**. 2007. Chemical compontents of berry fruits. In: Yanyun Z,ed. Berry fruit –Value- Added products for Health Promotion. USA.: CRC press. 51-71.
- **Wada, L., and B. Ou**. 2002. Antioxidant activity and phenolic content of Oregon Caneberries. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50:3495-3500.
- **Vijayan, K., S.G. Doss., S.P. Chakraborti., and P.D. Ghosh**. 2009. Breeding for salinity resistance in mulberry (Morus *spp*.). Euphytica 169: 403–411.
- **Yilmaz, K.U., Y. Zengin., S. Ercisli., M.N. Demirtas., T. Kan., and A.R. Nazli**. 2012. Morphological diversity on fruit characteristics among some selected mulberry genotypes from turkey. The Journal of Animal and Plant Sciences, 22(1): 211-214.
- **Zadernowski, R., M. Naczk., and Z.J. Nesterowic**. 2005. Phenolic acid profiles in some small berries. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(6):2118-2124.
- **Zafra-Stone S., T. Yasmin., M. Bagchi., A. Chatterjee., J.A. Vinson., and D. Bagchi**. 2007. Berry anthocyanins as novel antioxidants in human health and disease prevention. Molecular Nutrition and Food Research, 51(6):675–683.

N° Ref: 583