مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الصحية المجلد (40) العدد (5) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Health Sciences Series Vol (40) .No. (5) 2018

دراسة بعض العوامل المؤثرة على سويات المركبات الفينولية وفعاليتها المضادة للأكسدة في بعض العصائر الوظيفية

الدكتورة ديمة الدياب*

سندس ناصر**

(تاريخ الإيداع 28 / 6 / 2018. قُبِل للنشر في 24 / 9 /2018)

□ ملخّص □

تعد عصائر الفواكه من أهم المصادر الغنية بالمركبات الفينولية ذات الفعالية المضادة للأكسدة. تتعرض المركبات الفينولية للتخرب بتأثير عدة عوامل مثل التخزين والمعالجة الحرارية ، لذلك فإن الهدف من هذا البحث هو دراسة تأثير التخزين في (الثلاجة و البراد) و المعالجة الحرارية (80°C ولمدة 20 min) على سويات المركبات الفينولية وفعاليتها المضادة للأكسدة وفق طريقة FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) وذلك في عصائر الرمان والبرتقال والتوت حيث تم جمع عينات فواكه العصائر من مدينة اللاذقية، وأجريت الدراسة في كلية الصيدلة جامعة تشرين.

بينت النتائج أن تخزين العصائر في الثلاجة لم يؤثر بشكل هام على المحتوى الفينولي والفعالية المضادة للأكسدة حتى بعد مرور 60 يوم من التخزين حيث تراوحت قيمة الانخفاض في كمية الفينولات الكلية للعصائر المدروسة بين (3.62-1.42)% بينما كان الانخفاض في قيم FRAP بين (2.3-6.68) %.

وجدت الدراسة أيضاً انخفاضاً في كمية المركبات الفينولية والفعالية المضادة للأكسدة بعد تخزين العصائر لمدة 60 يوماً في البراد وصل إلى 10.07% و27.8% على التوالي . كان للمعالجة الحرارية تأثير هام على المحتوى الفينولي حيث انخفض في العصائر المعالجة حرارياً بين(3.8– 14.02)% وانخفضت قيم FRAP بين (6.8- 21.25)%، حيث كانت المركبات الفينولية في عصير التوت هي الأقل تأثراً بالمعالجة الحرارية فقد انخفضت كمية الفينولات الكلية بمقدار 3.8% والفعالية المضادة للأكسدة للفينولات حوالي 6.8%.

الكلمات المفتاحية : مضادات الأكسدة ، المركبات الفينولية ، التخزين ، معالجة حرارية

* مدرّسة – قسم الكيمياء التحليلية والغذائية – كلية الصيدلة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

**طالبة دراسات عليا(ماجستير) – قسم الكيمياء التحليلية والغذائية – كلية الصيدلة – جامعة تشرين – اللاذقية – سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الصحية المجلد (40) العدد (5) 2018
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Health Sciences Series Vol (40) .No. (5) 2018

Study of Some Affecting Factors on Phenolic Compounds Levels and Their Antioxidant Activity in Some Functional Juices

Dr. Dima AL-Diab [*]
Sendos Nasser [**]

(Received 28 / 6 / 2018. Accepted 24 / 9 / 2018)

□ ABSTRACT □

Fruit juices are one of the most important sources of phenolic compounds with antioxidant properties . Phenolic compounds are destroyed by several factors such as storage and heat treatment, Therefore, the aim of the study is to study the effect of both storage in the refrigerator and in the fridge and the effect of thermal processing (80 ° C and 20 min) on the levels of phenolic compounds and their antioxidant properties according to the method of FRAP in pomegranate, orange and raspberries juices,where fruit samples were collected from Lattakia city, and The study was conducted at the Faculty of Pharmacy, Tishreen University.

The results showed that storage of juices at refrigerator did not significantly affect phenolic content and antioxidant efficacy even after 60 days of storage in the refrigerator. The decrease in the total phenols of the studied juices ranged between (1.42-3.62)% while the decrease in FRAP values was between (2.3-6.68)%.

Significant decreases in phenolic compounds content and antioxidant efficacy were observed after 60 days of storage in the fridge, and the decrease of phenolic compounds up to 10.07%, 27.8% respectively, also, thermal processing had an important effect on phenolic content, with a values decrease between (3.8-14.02)%, and FRAP values decreased between (6.8-21.25)%.

The phenolic compounds in the raspberry juice were the least affected by the heat treatment , with a decrease in the total phenols 3.8% and the FRAP values was about 6.8%.

Keywords: antioxidants ; phenolic compounds; storage; thermal processing.

[*] **Assistant professor, Department of Analytical and Food Chemistry, Faculty of Pharmacy, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
[**] **Postgraduate student, Department of Analytical and Food Chemistry, Faculty of Pharmacy, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

مقدمة :

ازداد الاهتمام بالسنوات الأخيرة بمضادات الأكسدة لما تتمتع به من فعالية مضادة للجذور الحرة وبالتالي دورها الكبير في الوقاية من أضرارها حيث تتسبب الجذور الحرة وعمليات الأكسدة الناتجة عنها بالعديد من الأمراض (Hallowell, B, 1994) وفي مقدمتها الأمراض القلبية الوعائية وأمراض الشيخوخة والسرطان (Sies, H. et al 1992)، ومن هنا تأتي أهمية مضادات الأكسدة في حماية الجسم من الضرر التأكسدي الذي تسببه هذه الجذور لخلايا الجسم ومادته الوراثية (Hennekens , C.H, 1993).

توصي منظمة الصحة العالمية بضرورة استهلاك مضادات الأكسدة من مصادرها الطبيعية أي من الخضار والفواكه ومنتجاتها من العصائر للاستفادة من فوائدها الصحية (World Health Organization, 2002) .

أظهرت العديد من الدراسات العلاقة الإيجابية بين اتباع نظام غذائي غني بمنتجات الخضار والفواكه وبين تأخير تطور أمراض الشيخوخة وكذلك انخفاض نسب الإصابة بالسرطان والأمراض القلبية وغيرها من الأمراض المزمنة (Scalbert, A, 2005) ، وتعزى الفعالية المضادة للأكسدة التي تتمتع بها الخضار والفواكه للمركبات الفينولية بشكل أساسي بالإضافة للكاروتونيئدات وحمض الأسكوربيك (Percival, M,1998).

تضم المركبات الفينولية عدة مجموعات مثل: الحموض الفينولية Phenolic acids ، الستيلبينات Stilbenes، الكومارينات Coumarins، الليغنينات Lignins، التانينات Tannins، والفلافونوئيدات Flavonoids (Maria de Lourdes Reis Giada, 2013).

تعود الفعالية المضادة للأكسدة للمركبات الفينولية لوجود مجموعات هيدروكسيلية حرة في بنيتها الكيميائية مسؤولة عن خواصها الكانسة للجذور الحرة (Robards et al., 1999)، وبالتالي منع الضرر التأكسدي للعديد من الجزيئات الحيوية مثل DNA ,LDL والبروتينات (Rica-Evans et al .,1996) ، مما ساعد في الوقاية من العديد من أمراض الشدة التأكسدية مثل أمراض الشيخوخة والأمراض العصبية التنكسية كداء الزهايمر و الخرف (Rodriguez-Roque et al., 2015)، تمتلك المركبات الفينولية بالإضافة لفعاليتها المضادة للأكسدة فعالية مضادة للالتهاب، (Kim, H. P, et al., 2004)، وفعالية مضادة للجراثيم والفطور ومضادة للحساسية (Tanrioven and Eksi, 2005) بالإضافة لامتلاكها تأثيرات مضادة لارتفاع السكر (Wang et al., 2009) .

تتدرج المركبات الفينولية ضمن المركبات الوظيفية حيث تعتبر الأغذية الغنية بها من الأغذية الوظيفية.علماً أن الأغذية الوظيفية هي أغذية مشابهة للغذاء التقليدي من حيث المظهر، حاوية على مكونات وظيفية تلعب دوراً فيزيولوجياً وتقدم فوائد صحية أبعد من مجرد إعطاء الحاجات التغذوية فهي تساهم في تحسين الحالة الصحية و تخفض خطورة الإصابة ببعض الأمراض كالأمراض القلبية وأمراض هشاشة العظام . من شروط الأغذية الوظيفية استهلاكها كجزء من النظام الغذائي اليومي وألا تأتي بشكل مستحضر دوائي (Siro et al, 2008) .

تملك المركبات الفينولية بنية قليلة الثبات (Talcotts.T et al, 2003) مما يسبب تخربها وتحولها لمركبات أخرى مع فقدان كلي أو جزئي بالفعالية المضادة للأكسدة (Strivastava A et al, 2007) .

نذكر من العوامل المؤثرة على المحتوى من المركبات الفينولية أو على القدرة المضادة للأكسدة :

- ظروف التخزين (Howard, L.R, et al, 2012)
- المعالجة الحرارية (Vikram V.B et al 2005)
- الضوء (Rodriguez de Sotillo et al, 1994a)

- درجة الحموضة (Friedman et al, 2000)
- طرق المعالجة والعمليات الميكانيكية (V. Kondakova et al, 2009)

حيث تم تفسير آلية تخرب المركبات الفينولية بأن العوامل المذكورة سابقاً تؤدي إلى تحرر أنزيم بولي فينول أكسيداز Polyphenol Oxidase (PPO) (Markakis et al, 1982) وبالتالي تتحول المركبات الفينولية إلى كينونات ومن ثم تتشكل أصبغة بنية اللون (Kader.F et al, 1997) وهي عبارة عن مركبات متماثرة تؤدي لتغير في نوعية وجودة الغذاء (V.Kondakova et al, 2009).

عادة مايتم تحديد المحتوى الكلي من المركبات الفينولية بطريقة Folin-Ciocalteu المرجعية وهي من الطرائق الطيفية التي تسمح بتحديد تركيز المركبات الفينولية من خلال قياس امتصاصية المعقد الأزرق المتشكل نتيجة تفاعل كاشف Folin Ciocalteu مع المركبات الفينولية بمقياس الطيف الضوئي عند طول موجة 750 nm , Vermerris et al (2006)، كما يمكن تحديد نوعية وكمية المركبات الفينولية بالطرق الكروماتوغرافية (Sanza et al., 2004) أما تحديد الفعالية المضادة للأكسدة فيتم بعدة طرق مثل طريقة FRAP Antioxidant Power (Ferric Reducing) التي تعتمد على استخدام كاشف 2, 4, 6-tripyridyl-s-triazine (TPTZ) الذي يشكل معقداً بنياً محمراً مع شوارد الحديد، ويشكل معقداً أزرقاً بنفسجياً مع شوارد الحديدي، يسبب وجود المركبات الفينولية في العينة إرجاع معقد Fe^{3+}–TPTZ في شروط حمضية إلى معقد Fe^{2+}–TPTZ ذي اللون الأزرق البنفسجي، بحيث تقرأ امتصاصية هذا المعقد بمقياس الطيف الضوئي عند طول موجة 593 nm.

في هذا البحث تم دراسة تأثير كل من ظروف التخزين والمعالجة الحرارية على المركبات الفينولية في عدد من العصائر الوظيفية الطبيعية المتوافرة محلياً وهي عصائر الرمان و البرتقال والتوت، كما تم تحديد الفعالية المضادة للأكسدة للمركبات الفينولية وفق طريقة FRAP لهذه المركبات وذلك بعد تخريب حمض الأسكوربيك. أنجز هذا البحث في كلية الصيدلة بجامعة تشرين في الفترة الممتدة بين شهر تشرين الأول (2016) وشهر تشرين الأول (2017).

أهمية البحث وأهدافه:

تعد عصائر الفواكه من أهم المصادر الغنية بالمركبات الفينولية ذات الفعالية المضادة للأكسدة وبالتالي تساهم في الوقاية من الإصابة بالعديد من الأمراض، ونظراً لكثرة استهلاك هذه العصائر إما بشكل طازج أو بعد تخزينها وتطبيق المعالجة الحرارية عليها ومايرافق ذلك من عدم انتباه المستهلكين لظروف التخزين المتبعة فقد تتعرض المركبات الفينولية في العصائر لتأثير هذه العوامل مثل ظروف التخزين والمعالجة الحرارية والضوء وغيرها مما يؤثر على الفعالية المضادة للأكسدة ، و يقلل من أهميتها الصحية وفوائدها الهامة. وبالتالي فإن **هذا البحث يهدف** لدراسة تأثير ظروف التخزين والمعالجة الحرارية على سويات المركبات الفينولية وعلى فعاليتها المضادة للأكسدة في بعض العصائر الوظيفية المحلية.

طرائق البحث ومواده:

الأجهزة و الأدوات المستخدمة :

استخدمت مجموعة من الأجهزة والأدوات المخبرية المتوفرة في مخابر الكلية والموضحة في الجدول (1) كما استخدمت مجموعة من المواد والمحلات المذكورة في الجدول (2)

الجدول (1) الأجهزة المستخدمة في الدراسة

الجهاز	الطراز
ميزان ذو حساسية 0.0001g	RADWAG, AS 220/C/2
مقياس الطيف الضوئي spectrophotometer	Jasco V-530 UV
حمام مائي water path	K & H industries
ميكروبيبت Micropipette	Labkit (Chemelex,S.A.Spain)

الجدول(2) المواد والمحلات المستخدمة في الدراسة

المادة	الشركة	المادة	الشركة
كاشف Folin -Denis	Sigma-Aldrich, Switzerland	حمض كلور الماء Hydrochloric Acid Hcl	S D Fine Limited
كربونات الصوديوم Sodium Carbonate	BDH, England	كبريتات الحديدي المائية Ferrous Sulfate ($FeSO_4.7H_2O$)	BDH, China
حمض الغالي Gallic Acid	Biotech, LTD	خلات الصوديوم Sodium Acetate	BDH,China
حمض الخل الثلجي Glacial Acetic Acid	BDH, England	كلور الحديد اللامائي Ferric Chloride Anhydrous	Qualikems,India
كاشف TPTZ 2, 4, 6−tripyridyl−s−triazine	Sigma-Aldrich,Switzerland	ماء مقطر حديثاً	—

- **طرائق البحث:**

1- الاعتيان:

شملت الدراسة 3 أنواع من عصائر الفواكه وهي عصير الرمان وعصير البرتقال وعصير التوت الأسود.

جمعت العينات في موسم إنتاج هذه الفواكه وتم الحصول على ثلاث عينات من كل صنف من الفواكه المدروسة.

ثم عصرت الفواكه بعصارة يدوية منزلية ثم رشح العصير الناتج . وخزنت العصائر في البراد والثلاجة بدون معالجة حرارية مع أخذ عينات منها بعد(1،2،3،7،14،30،60) يوم ، وكذلك تمت المعالجة الحرارية لقسم منها (80°Cلمدة 20 min) .

حدد المحتوى من المركبات الفينولية بطريقة Folin-Ciocalteu بينما حددت الفعالية المضادة للأكسدة بطريقة FRAP وذلك بعد كل أخيذة خلال سواء خلال فترة التخزين أو بعد المعالجة الحرارية.

2- تحديد المحتوى الكلي من المركبات الفينولية :

جرى تحديد المحتوى الكلي من المركبات الفينولية بطريقة Folin-Ciocalteu التي ذكرها الباحثان Vermerris و Nicholson عام 2006 وذلك بعد تخريب حمض الأسكوربيك. يستخدم عادة حمض الغالي كمادة مناسبة للتعبير عن المركبات الفينولية (Kong et al, 2012) لذلك تم تحضير سلسلة عيارية من حمض الغالي بتراكيز (0.05 - 0.3) غ/ل وتم حساب المحتوى الكلي من المركبات الفينولية في العصائر الوظيفية المدروسة استناداً إلى المعادلة الخطية للسلسلة العيارية حيث كانت (y = 3.263x+ 0.0188)، وقيمة معامل التحديد R^2 تساوي 0.9997 .

تم في البداية تمديد العصائر بحيث يصبح تركيز المركبات الفينولية ضمن الحدود الممكن تحديدها وفق السلسلة العيارية لحمض الغالي . أثناء تطبيق طريقة Folin-Ciocalteu، أضيف 2 ml من محلول كربونات الصوديوم اللامائية 2 % إلى 0.1 ml من العصير الممدد ، بعد ذلك مزجت جيداً ثم أضيف 0.1 ml من كاشف Folin-Ciocalteu الممدد بالماء المقطر بنسبة (1:1) وترك المزيج الناتج بحرارة الغرفة مدة 30 دقيقة، ثم تمت قراءة الامتصاصية عند طول موجة 750 nm ، حيث يعبر عن النتائج بعدد جرامات حمض الغالي (Gallic Acid Equivalent GAE) المكافئة للمركبات الفينولية الموجودة في لتر من العصير.

تحضير blank بتطبيق نفس الخطوات السابقة لكن باستبدال 0.1 ml من العصير الممدد ب 0.1 ml من الماء المقطر ثم طرح امتصاصيته من امتصاصية العينات.

3- تخريب حمض الأسكوربيك:

يوجد حمض الأسكوربي بكثرة في الخضار والفواكه ويسهم بشكل كبير في الفعالية المضادة للأكسدة (Zulueta,2007)، لذا كان من الضروري التخلص منه بهدف تحديد الفعالية المضادة للأكسدة العائدة للمركبات الفينولية فقط، وبما أن حمض الأسكوربي حساس للحرارة (Castro et al,2004) فقد تم التخلص منه بالتسخين في حمام مائي بالدرجة 75°C مدة 30 دقيقة وهي الشروط المثلى لتخريب حمض الأسكوربي دون تخريب المركبات الفينولية في العصائر المدروسة .(AL Asaad N et al , 2015).

4- قياس الفعالية المضادة لأكسدة العصائر:

تم تحديد الفعالية المضادة للأكسدة لعينات العصائر بعد تخريب حمض الأسكوربيك بطريقة FRAP بعد الرجوع إلى الخطوات التي اتبعها الباحث George وزملاؤه (2004)، حيث تتم إضافة 100 µl من العينة إلى 1 ml من كاشف FRAP (المكون من وقاء أسيتات، و محلول كلور الحديد ، ومحلول مركب TPTZ). بعد المزج الجيد يترك المزيج ليرقد بحرارة الغرفة مدة 4 دقائق، ثم تمت قراءة الامتصاصية عند طول موجة 593 nm، في الوقت ذاته يتم تحضير blank مكون من كاشف FRAP ثم طرحت امتصاصيته من امتصاصية العينات .

حضرت سلسلة عيارية من كبريتات الحديدي تتراوح تراكيزها بين (100 – 1000 µM) ومن ثم تشكيل المعقد اللوني بين شوارد الحديدي وكاشف FRAP وقياس الامتصاصية . تم حساب الفعالية المضادة للأكسدة بالرجوع إلى السلسلة العيارية المذكورة حيث كانت المعادلة الخطية y = 0.0009x + 0.0039 وR^2 تساوي0.9984

5- التحليل الإحصائي:

تم التعبير عن النتائج بالمتوسط الحسابي لثلاثة مكررات ± الانحراف المعياري.

واستخدم اختبار ستيودنت T-student للتأكد من وجود فرق ذو دلالة نتيجة التخزين أو المعالجة الحرارية.

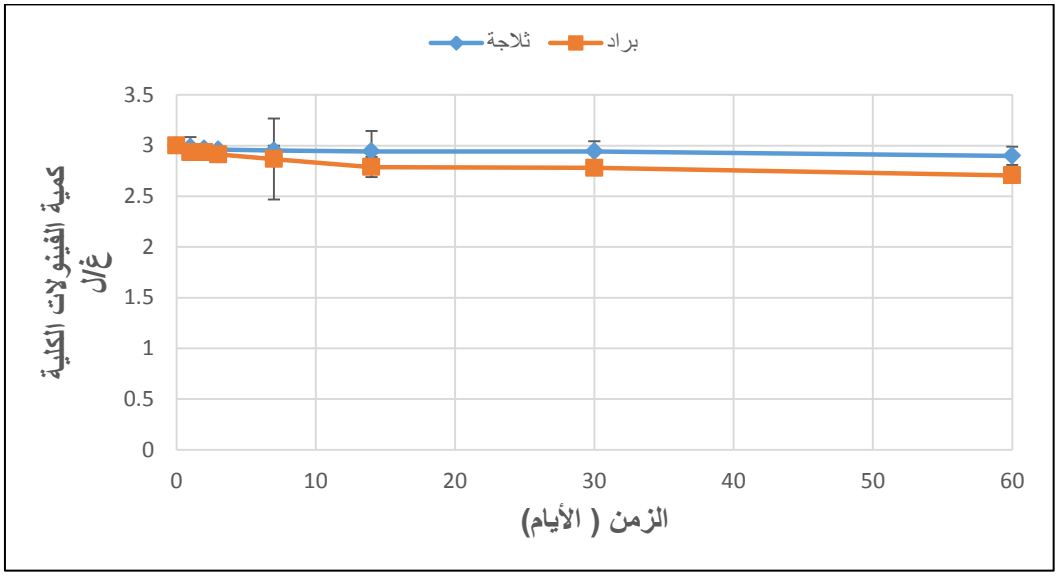
النتائج والمناقشة:

1- تأثير تخزين العصائر في الثلاجة على محتوى المركبات الفينولية والفعالية المضادة للأكسدة:

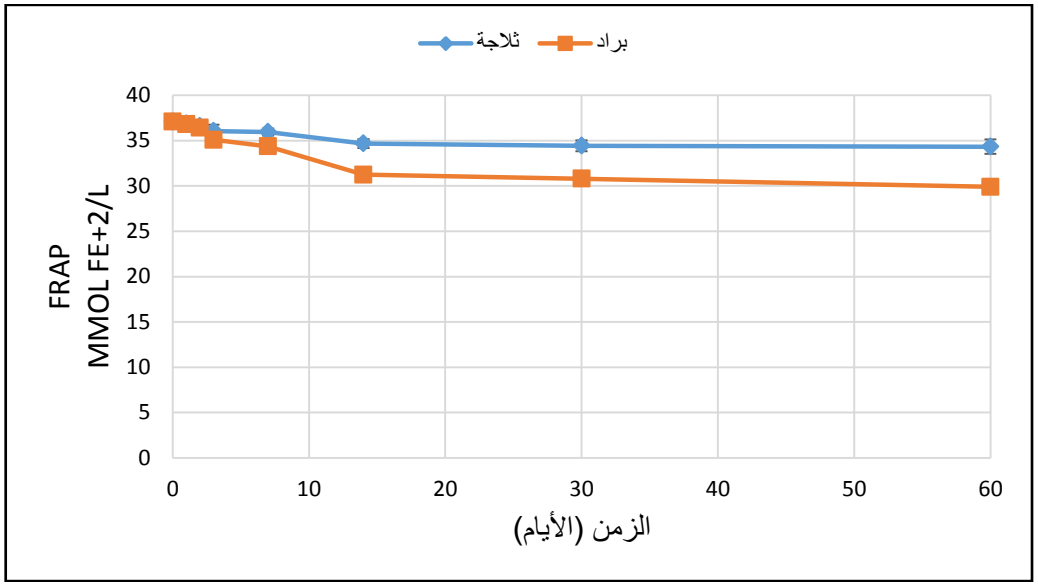
يظهر في الأشكال(من1إلى6) نتائج تأثير تخزين العصائر في الثلاجة والبراد على محتوى المركبات الفينولية و الفعالية المضادة للأكسدة لعصائر الرمان والبرتقال و التوت.

أدى تخزين عصير الرمان بالثلاجة لمدة 60 يوم لانخفاض كمية الفينولات الكلية **3.36%** (من 2.99 إلى 2.89غ/ل) وترافق ذلك بانخفاض قيم FRAP حوالي **8.3%**(من 37.11 إلى 34.34 $mmol\ Fe^{+2}/l\ juice$) . الأشكال(1 و2).

هذا الانخفاض في الفعالية المضادة للأكسدة أقل من النتائج التي وردت في دراسة للباحثH. Mirsaeedghazi وزملائه عند تخزين عصير الرمان بالدرجة 25°C- ولمدة 20 يوم حيث انخفض المحتوى الفينولي 29% كما انخفضت القدرة المضادة للأكسدة 50% (H. Mirsaeedghazi et al, 2014) .

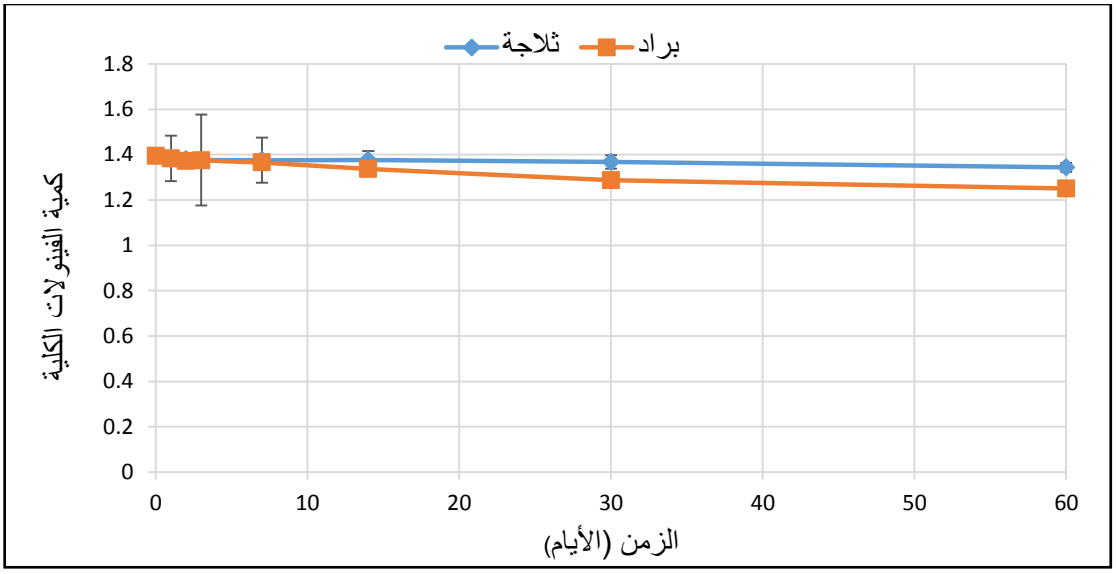


الشكل (1) تغيرات كمية الفينولات الكلية أثناء التخزين في البراد والثلاجة لعصير الرمان لمدة 60 يوم

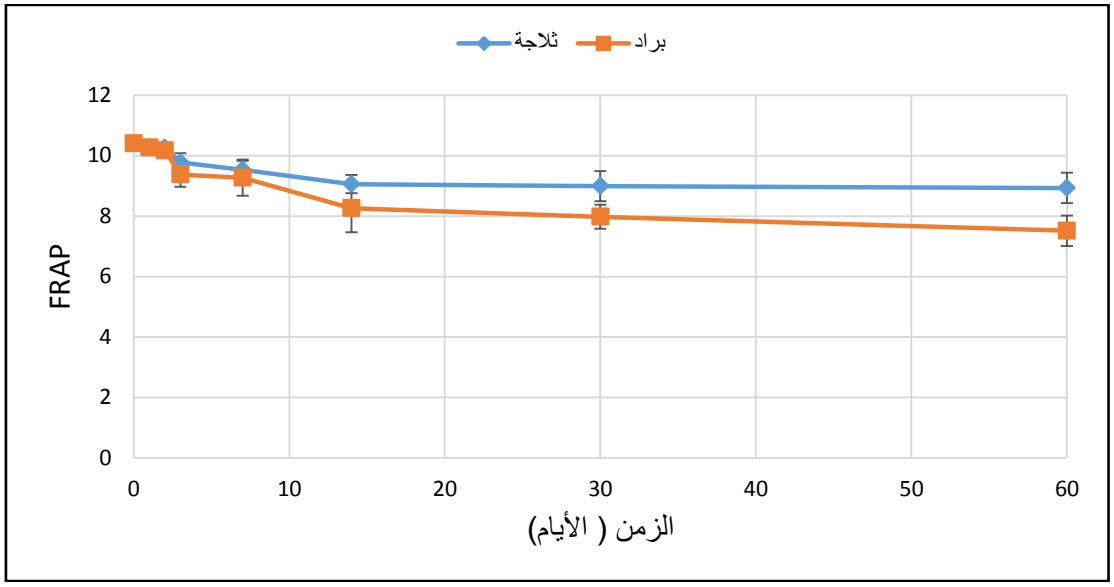


الشكل (2) تغيرات الفعالية المضادة للأكسدة وفق FRAP أثناء التخزين في البراد والثلاجة لعصير الرمان لمدة 60 يوم

أدى تخزين عصير البرتقال لمدة 60 يوم في الثلاجة لانخفاض كمية الفينولات الكلية **4.31%** وانخفاض قيم FRAP حوالي **14.13%**(من 10.4 إلى 8.93 mmol Fe^{+2}/l) . الأشكال(3 و 4)

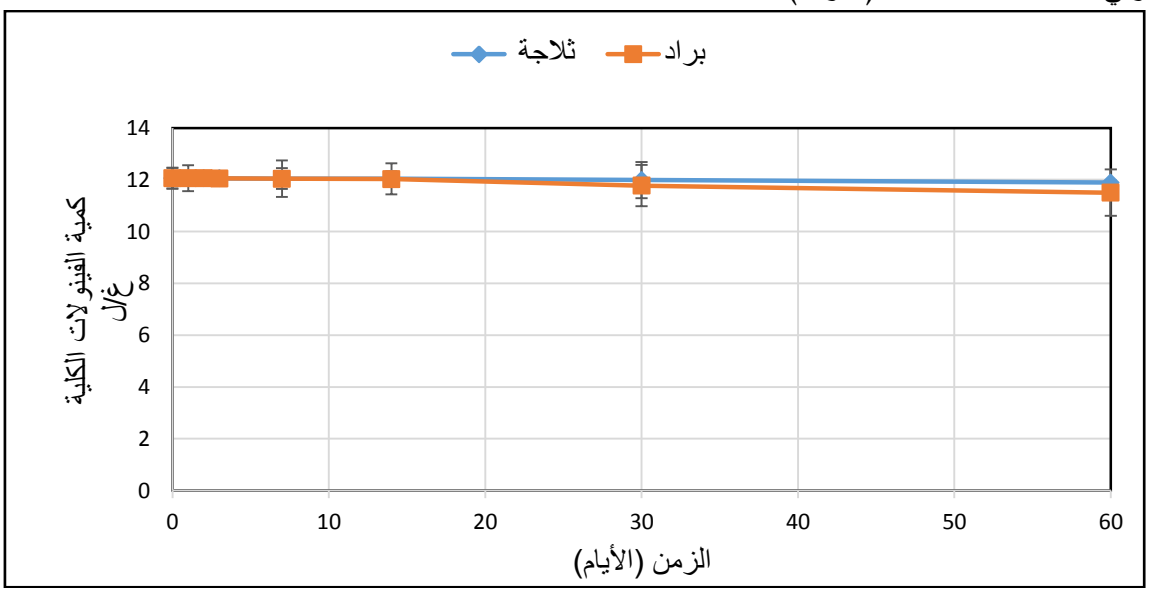


الشكل (3) تغيرات كمية الفينولات الكلية أثناء التخزين في البراد والثلاجة لعصير البرتقال لمدة 60 يوم

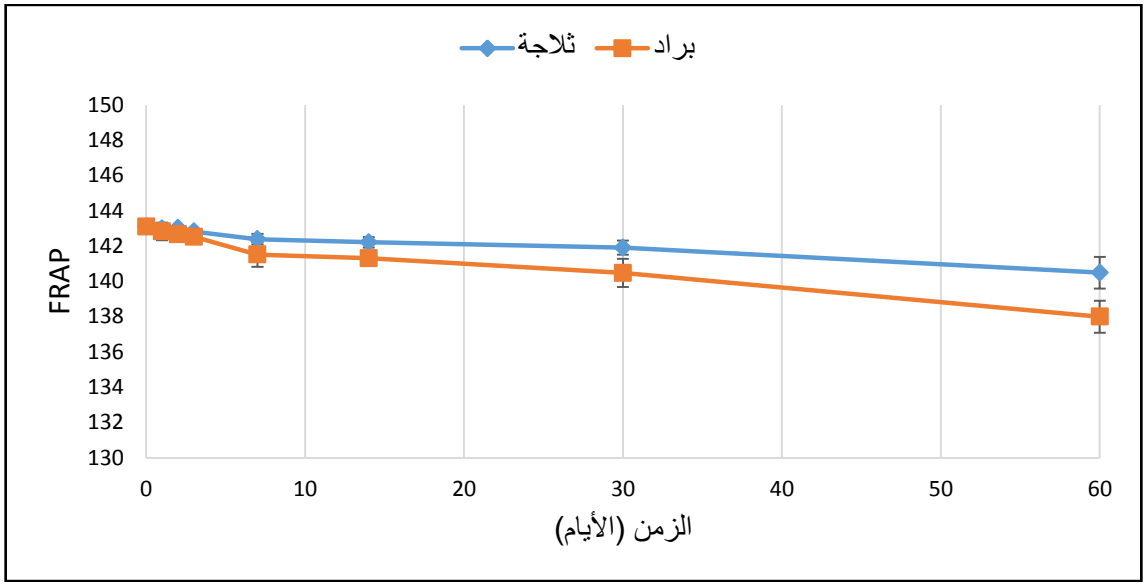


الشكل (4) تغيرات الفعالية المضادة للأكسدة وفق FRAP أثناء التخزين في البراد والثلاجة لعصير البرتقال لمدة 60 يوم

أماعصير التوت الأغنى بالمركبات الفينولية والذي يتميز بنشاطه المضاد للأكسدة الأعلى بين مختلف عصائر الفواكه (Moyer, R. A.2002) فقد أدى تخزينه لانخفاض كمية الفينولات الكلية بمقدار **1.42%** و انخفضت قيم FRAP حوالي **2.09%** . الأشكال (5 و 6)



الشكل (5) تغيرات كمية الفينولات الكلية أثناء التخزين في البراد والثلاجة لعصير التوت لمدة 60 يوم



الشكل (6) تغيرات الفعالية المضادة للأكسدة وفق FRAP أثناء التخزين في البراد والثلاجة لعصير التوت لمدة 60 يوم

بين اختبار ستيودنت عدم وجود فروق ذات دلالة سواء لمحتوى المركبات الفينولية أو للفعالية المضادة للأكسدة بعد 60 يوم من التخزين في الثلاجة بالمقارنة مع بداية التخزين سواء في عصير الرمان أو البرتقال أو التوت على حدى، أي أن التخزين في الثلاجة لم يؤثر سلباً على محتوى العصائر من المركبات الفينولية و فعاليتها المضادة للأكسدة . تتوافق هذه النتيجة مع دراسة أجريت عام 2004 وجدت ثباتية بمحتوى المركبات الأنتوسيانية وبالنشاط المضاد للأكسدة للتوت عند تخزينه بالدرجة −20°C ولمدة 3 أشهر(Lohachoompol,V et al, 2004) ، تعود الثباتية في محتوى المركبات الفينولية والفعالية المضادة للأكسدة في العصائر المخزنة في الثلاجة لانخفاض النشاط الأنزيمي نتيجة انخفاض درجة الحرارة وخاصة أنزيم PPO المؤكسد للمركبات الفينولية (Friedman,1997).

2- تأثير تخزين العصائر في البراد على محتوى المركبات الفينولية والفعالية المضادة للأكسدة:

أدى تخزين **عصير الرمان** في البراد لمدة 60 يوم لانخفاض كمية الفينولات الكلية **9.7%**(من2.99 إلى2.7 غ/ل) (شكل1) وترافق ذلك بانخفاض قيم FRAP حوالي**19.42%** (شكل 2) ، بينما أدى تخزين **عصير البرتقال** لانخفاض كمية الفينولات الكلية **10.07%** (شكل 3) وانخفاض قيم FRAP حوالي **27.8%** (شكل 4) ، أما**عصير التوت** فقد أدى تخزينه لانخفاض كمية الفينولات الكلية بمقدار **4.64%** (شكل5) وانخفضت قيم FRAP حوالي **3.5%** (من 143.11 إلى 138 mmol $_{Fe}^{+2}$/l) (شكل6).

أظهر اختبار ستيودنت وجود فروق ذات دلالة بين محتوى المركبات الفينولية والفعالية المضادة للأكسدة قبل وبعد 60 يوم من التخزين في البراد لكل من عصير الرمان والبرتقال والتوت على حدى، أي أن التخزين في البراد يسبب انخفاضاً في محتوى العصائر من المركبات الفينولية وانخفاضاً في فعاليتها المضادة للأكسدة . يعود سبب هذا الانخفاض بشكل رئيسي لعملية الأكسدة التي تتعرض لها المركبات الفينولية أثناء التخزين

(Vamos-Vigyazo,et al, 1981)، كما يمكن أن تتحول مونوميرات المركبات الأنتوسيانية إلى مركبات متماثرة أثناء التخزين مما يسبب انخفاضاً بالمحتوى من المركبات الأنتوسيانية وبالتالي المحتوى الفينولي (Balunkeswar Nayak, 2011).

3- تأثير المعالجة الحرارية للعصائر على محتوى المركبات الفينولية والفعالية المضادة للأكسدة:

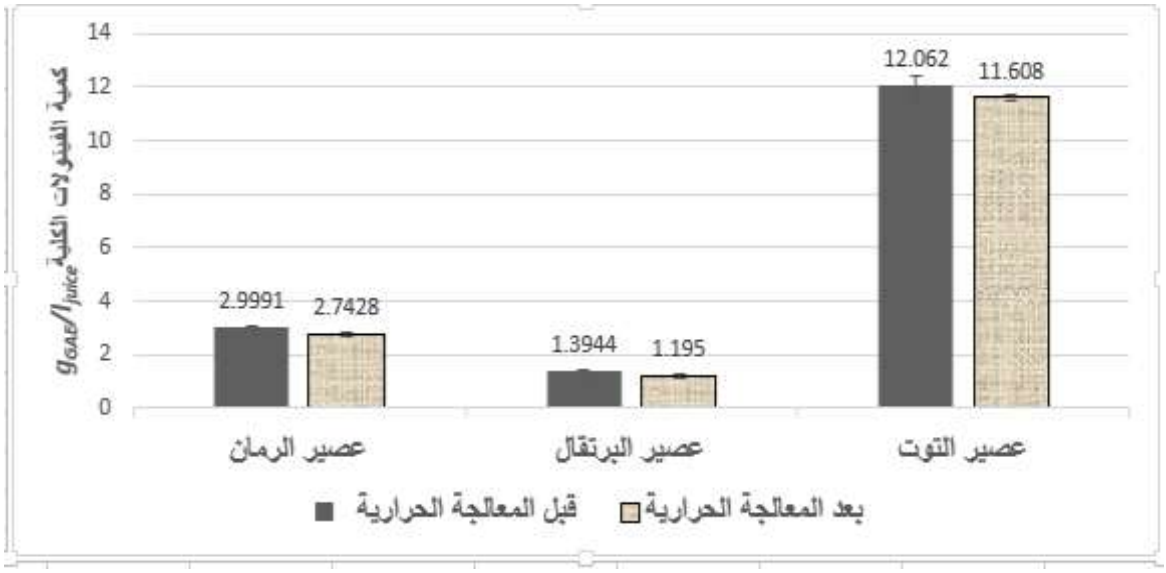
تستخدم المعالجة الحرارية كطريقة لتثبيط النمو الجرثومي في العصائر وزيادة عمرها التخزيني لكن هذه العملية تؤدي لفقدان بعض المركبات الوظيفية وأهمها المركبات الفينولية كما تؤدي المعالجة الحرارية لانخفاض في نشاط المركبات الفينولية المضاد للأكسدة (Alighourchi, H. R,et al, 2008). كانت درجة الحرارة المعتمدة في هذه الدراسة 80°Cلمدة 20 min ثم تم قياس كمية الفينولات الكلية لها وفعاليتها المضادة للأكسدة ويظهر في الأشكال رقم (7 و 8) كمية المركبات الفينولية والفعالية المضادة للأكسدة قبل وبعد المعالجة الحرارية.

أدت المعالجة الحرارية لعصير الرمان لانخفاض سويات المركبات الفينولية بمقدار 8.5% وانخفاضاً في الفعالية المضادة للأكسدة حوالي 12.72% . أي أن المعالجة الحرارية تسبب تأثيراً هاماً على المركبات الفينولية (Alighourchi, H. R et al, 2013). تختلف هذه النتائج عن النتائج التي وجدها الباحث Alper وزملاؤه عام 2005 حيث حصل انخفاضاً في كمية الفينولات الكلية حوالي 2.3% عند المعالجة الحرارية لعصير الرمان لمدة 20 دقيقة بالدرجة 90°C (Alper, et al, 2005) .

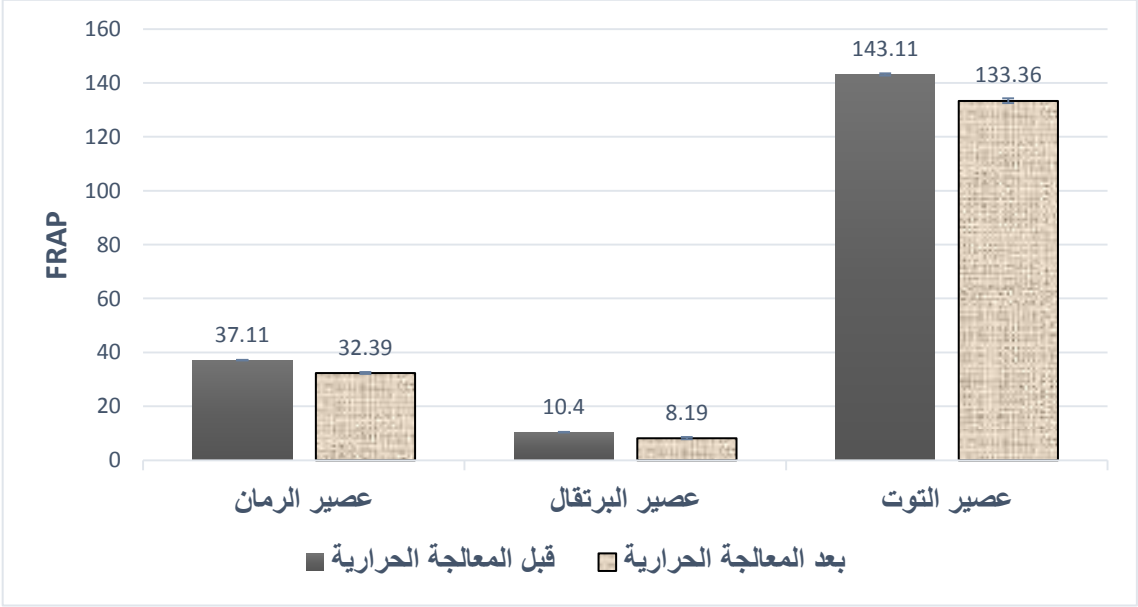
أما المعالجة الحرارية لعصير البرتقال فقد أدت لانخفاض كمية الفينولات الكلية بمقدار 14.02% وانخفاض الفعالية المضادة للأكسدة حوالي 21.25% . تؤكد العديد من الأبحاث على أن الحرارة تؤدي لتخرب فلافونات عصير البرتقال وانخفاض سوياتها (Gil-Izquierdo et al, 2001). حيث وجدت إحدى الدراسات أن بسترة عصير البرتقال بالدرجة 80°C ولمدة 60 ثانية أدى لانخفاض كمية الفينولات الكلية حوالي 5.3% ، بينما كان تأثر الفعالية المضادة للأكسدة شديد حيث انخفضت حوالي 38% نتيجة المعالجة الحرارية السابقة (Maria J.Esteve et al.,2008).

أخيراً تبين أن المعالجة الحرارية لعصير التوت أقل تأثيراً حيث لم ينخفض المحتوى الفينولي إلا 3.8% وانخفضت الفعالية المضادة للأكسدة للفينولات حوالي 6.8% ، وبذلك يكون تأثر المركبات الفينولية في عصير التوت أقل من عصيري الرمان والبرتقال ويمكن تفسير ذلك باختلاف أنواع المركبات الفينولية الرئيسية والأنتوسيانية في العصائر الثلاثة المدروسة (Lohachoompol et al, 2004).

أظهر اختبار ستيودنت وجود فرق ذو دلالة في محتوى المركبات الفينولية وكذلك الفعالية المضادة للأكسدة بعد المعالجة الحرارية في كل من عصائر الرمان والبرتقال والتوت على حدة وكانت قيمة Pvalue < 0.05 ، مما يسمح بالقول أن للمعالجة الحرارية تأثير سلبي على محتوى المركبات الفينولية و الفعالية المضادة للأكسدة . يمكن تفسير النتائج السابقة بأن الحرارة العالية يمكن أن تؤدي لزيادة نشاط أنزيم PPO المؤكسد للمركبات الفينولية كما أن الحرارة تنشط تشكل الأصبغة المتماثرة التي من شأنها أن تغير خصائص المركب الفينولي (Liu et al, 2014).



الشكل (7) كمية الفينولات الكلية في العصائر المدروسة قبل و بعد المعالجة الحرارية



الشكل (8) القدرة المضادة للأكسدة وفق FRAP للعصائر المدروسة قبل و بعد المعالجة الحرارية

الاستنتاجات والتوصيات:

الاستنتاجات:

- يحمي تخزين العصائر بدرجات حرارة منخفضة كحرارة الثلاجة المركبات الفينولية من التخرب ويحافظ بذلك على الفعالية المضادة للأكسدة.
- تؤثر المعالجة الحرارية للعصائر سلباً على المركبات الفينولية حيث تسبب خسارتها وخسارة بالفعالية المضادة للأكسدة.

- تملك المركبات الفينولية في عصير التوت ثباتية أعلى وكميات أكبر من المركبات الفينولية في كل من عصيري البرتقال والرمان.
- استهلاك الخضار والفواكه بشكلها الطازج قدر الإمكان دون تعرضها لأي عمليات حرارية أو ميكانيكية للحد من خسارة هذه المركبات أو على الأقل بالحد الأدنى من الخسارة .

التوصيات :

- تخزين عصائر الفواكه بالثلاجة لضمان حماية المركبات الفينولية و فعاليتها المضادة للأكسدة.
- استخدام التقانات الحديثة غير الحرارية كبديل عن المعالجة الحرارية في العصائر.

المراجع :

1. AL ASAAD, N; AL DIAB, D, *Determination of Phenolic Compounds Levels and Their Antioxidant Activity in Some Local Functional Juices*,Tishreen University Journal For Research and Scientific Studies, 2015,(37)**.**

2. ALIGHOURCHI, H.R; BARZEGAR, M ; SAHARI,M. A; ABBASI, S. *Effect of sonication on anthocyanins, total phenolic content*, International Food Research Journal 20(4), (2013), 1703-1709 .

3. ALIGHOURCHI, H.R.; BARZEGAR, M.; SAHARI, M .A.; ABBASI, S.. *Anthocyanins characterization of 15 Iranian pomegranate (Punica granatum L.) varieties and their variation after cold storage and pasteurization*. European Food Research and Technology 227 (3), 2008, 881-887.

4. ALPER, N.H; BAHCECI, K .S ; ACAR., J**.** *Influence of processing and pasteurisation on colour values and total phenolic compounds of pomegranate juice*, Journal of Food Processing and Preservation, 29, 2005, 357-368.

5. BAE, S.H; SUH, H. J).*Antioxidant activities of five different mulberry cultivers in Korea*. LWT, 40, (2007), 955-962.

6. CASTRO.I; TEIXEIRA,J; SALENGKE,S; SASTRY,S; VICENTE,A*Ohmic heating of strawberry products: electrical conductivity measurements and ascorbic acid degradation kinetics.Innovative*. Food Science and Emerging Technologies. 5**,** .(2004), 27-36.

7. CHUA, M .T; TUNG ,Y .T; CHANG.S.T. *Antioxidant activities of ethanolic extracts from the twigs of Cinnamomum osmophloeum*. Bioresource Technology. 2008, 99, 1918-1925.

8. FRIEDMAN, M. *Chemistry, Biochemistry, and Dietary Role of Potato Polyphenols.* A Review. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol.45, No.5, (1997), pp.1523-1540.

9. FRIEDMAN, M.; JURGENS,H.S. *Effect of pH on the stability of plant phenolic compounds.* Journal of Agricultural and Food Chemistry 48**,** 2000, 2101-2110.

10. GEORGE.B,KAUR, C; KHURDIYA ,D.S; KARPOOR, H.C. *Antioxidants in tomato (Lycopersium esculentum) as a function of genotype*. Food Chemistry.84, (2004), 45-51.

11. GIL-IZQUIERDO,A; GIL,M.I.,FERRERES,F; TOMA´S-BARBERA´N,F .A. *In Vitro availability of flavonoids and other phenolics in orange juice*. J. Agric. Food Chem. 2001, 49, 1035-1041.

12. HALLIWELL, B. *Free Radicals, Antioxidants, and Human Disease: Curiosity, Cause, or Consequence?* Lancet 1994, 344:721-724.

13. HENNEKENS, C.H,; GAZIANO, J. M. *Antioxidants and Heart Disease: Epidemiology and Clinical Evidence*. Clin Cardiol,16(suppl I), 1993, I-10, I-15.

14. HOSSEIN MIRSAEEDGHAZI ; ZAHRA EMAM-DJOMEH, *Effect of frozen storage on the anthocyanins and phenolic components of pomegranate juice*, J Food Sci Technol (February 2014) 51(2):382–386.
15. HOWARD, L.R.; PRIOR, R.L; LIYANAGE, R.; LAY,J.O. *Processing and storage effect on berry polyphenols: Challenges and implications for bioactive properties*. J. Agric. Food Chem., *60*, 2012, 6678–6693.
16. KADER ,F; ROVEL, B; GIRARDIN,M.; METCHE, M. *Mechanism of browning in fresh highbush blueberry fruit (Vaccinium corymbosum L). Role of blueberry polyphenol oxidase, chlorogenic acid and anthocyanins*. J. Sci. Food Agric., 74, 1997, 31-34.
17. KIM, H. P; SON,K. H; CHANG, H. W ; KANG, S. S. *Anti-inflammatory plant flavonoids and cellular action mechanisms*. Journal of Pharmacological Sciences, 96, 2004, 229–245.
18 . LIU F; WANGY.,LI R.,BIX; LIAO X. *Effects of high hydrostatic pressure and high temperature short time on antioxidant activity, antioxidant compounds and color of mango nectars*. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 21, 2014, 35–43.
19. LOHACHOOMPOL V; SRZEDNICKI G; CRASKE J. *The change of total anthocyanins in blueberries and their antioxidant effect after drying and freezing*. J Biomed Biotechnol 5, 2004, 248–252.
ark Percival.: Antioxidants- A review. Clinical Nutrition Insights., Advance Nutrition Publications, 31: 201-205 (1998)
ark Percival.: Antioxidants- A review. Clinical Nutrition Insights., Advance Nutrition Publications, 31: 201-205 (1998)
20. Mark Percival. *Antioxidants*- A review. Clinical Nutrition Insights., Advance Nutrition Publications, 31,1998, 201-205 .
21. MARIA DE LOURDES REIS GIADA, *Food Phenolic Compounds: Main Classes, Sources and Their Antioxidant Power*, Oxidative Stress and Chronic Degenerative Diseases - A Role for Antioxidants, (2013) 88-112.
22. MARIA J.ESTEVE.ANA FRIGOLA, *The Effects Of Thermal and Non-thermal Processing on Vitamin C,Carotenoids,Phenolic Compounds and Total Antioxidant Capacity in Orange Juice*,Tree and Forestry Science and Biotechnology, 2008 , 2 ,128-134 .
23. MOYER, R. A; HUMMER, K. E; FINN, C.E; FREI, B; WROLSTAD, R.E. *Anthtocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: Vaccinium, Rubus, and Ribes*. Journal of Food Chemistry, 50, 2002, 519-525.
24. NAYAK,B. *Effect Of Thermal Processing On The Phenolic Antioxidants Of Colored Potatoes*, Washington State University Department of Biological Systems Engineering,2011.
25. ROBARDS, K; PREZLER, P. D; TUCKER, G; SWATSITANG, P; GLOVER, W. *Phenolic Compounds and their Role in Oxidative Processes in Fruits*. Food Chem, *66*,1999, 401-466.
26. RODRIGUEZ DE SOTILO, D; HADLEY, M. ; HOLM, E. T. *Potato peel waste: Stability and antioxidant activity of a freeze-dried extract.* Journal of Food Science, ,1994, 1031-1033.
27. RODRIGUEZ-ROQUE M.J; DE ANCOS B; SANCHEZ-MORENO C; CANO M,P; ELEZ-MARTINEZ P; MARTIN-BELLOSO O. *Impact of food matrix and processing on the in vitro bioaccessibility of vitamin C, phenolic compounds, and hydrophilic antioxidant activity from fruit juice-based beverages*. Journal of Functional Foods. 14, 2015, 33–43.

28. SANZA, M; DOMINGUEZ, I; CRACIA, N. *Analysis for low mplecular weight phenolic compounds in a red wine aged in oak chips*. Analytical Chimica Acta.513,2004, 229-237.
29. SCALBERT, A; MANACH, C; MORAND, C; REMESY, C; JIMENEZ, L. *Dietary polyphenols and the prevention of diseases.* Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 45,2005, 287-306.
30. SIES, H ; STAHL, W; SUNDQUIST AR. *Antioxidant Function of Vitamins*. Ann N Y Acad Sci, Sep 30, 1992, 669:7-20.
31. SIRO, I; KAPOLNA, E; KAPOLANA,B; LUGASI, A. *Functional food, Product development, marketing and consumer acceptance*—A review. Appetite 51, 2008, 456–467.
32. STRIVASTAVA, A; AKOH, C.C; FISCHER, J; KREWER G. *Effect of storage conditions on the biological activity of phenolics compounds of blueberry extract packed in glass bottles*. J. Agric. Food Chem. Vol. 55, nr.7, 2007, 2705-2713,
33. TACOTT, S. T; BRENES, C.H; PIRES, D.M; DEL POZO-INSFRAN, D. *Phytochemical stability and color retention of copigmented and processed muscadine grape juice*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, 2003, 957-963.
34. TANRIOVEN, D; EKSI. A. *phenolic compounds in pear juice from different cultivars*. Food Chemistry, 93, 2005, 89-93.
35. VAMOS-VIGYAZO,L. *Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables.* Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 15,1981, 49–127.
36. VERMERRIS, W; NICHOLSON,R. *Phenolic Compound Biotchemistry*. The Netherland: Springer, 2006.
37. VIKRAM V B; RAMESH M N ; PRAPULLA S G. *Thermal degradation kinetics of nutrients in orange juice heated by electromagnetic and conventional method*, J Food Eng, 69 (2005) 31-40.
38. V. KONDAKOVA; I. TSVETKOV; R. BATCHVAROVA; I. BATCHVAROVA; I. BADJAKOV; T, DZHAMBAZOVA ; S. SLAVOV. *Phenol Compounds-Qualitative Index in Small Fruits*, Biotechnology & Biotechnological Equipment, 23:4, 2009, 1444-1448.
39.WANG, D.;WANG, L.; ZHANG, L. *Green Tea And Diabetes*. MCKINLEY ,H.;JAMIESON, M. Handbook of Green Tea and Health ResearchUSA: Nova Science Publishers, Inc, 2009, 393-418.
40. ZULUETA. A; ESTEVE.M.J; FRASQUET . I; FRIGOLA . A. *Vitamin C,vitamin A,phenolic compounds and total antioxidant capacity of new fruit juice and skim milk mixture beverages marketed in Spain*. Food Chemistry .103, 2007, 1365-1374.