Comparison The Effeciency of wild thyme leaf Extract (Oregano) as Natural Antioxidant in with some synthesized antioxidants

Dr. Sawsan saad*

(Received 10 / 1/ 2022. Accepted 7 / 8 /2022)

□ ABSTRACT □

This study has been done in order to study the influence of adding *wild thyme leaf* extract (ORG) as a natural antioxidant in Soybean Oil besides two synthesized antioxidants Butyl hydroxyl anyzol and Butyl hydroxyl toluene at different concentration (0.005, 0.01, 0.02, 0.04,)%, and its role to increase the shelf and to improve the properties of the Oil with the presence of control sample (with no additon).

Oil properties were studied after being stored in both transparent and opaque bottles and exposed to the light for 120 days with aninter wals of 15 days

This research showed significant effect of wild extract as antioxidant in oil samples, shelf life for all of the studied concentrations.

An obvious increase in both pyroxid and acidity values and a decrease in iodine value were noticed.

A positive impact of *wild thyme leaf* extract (ORG) was also noticed in keeping oil properties both in opaque bottles and transparent ones exposed to eight.

Results revealed that *wild thyme leaf* extract shows higher activity as a natural antioxidant compared to those of synthesized antioxidants, at the studied concentrations.

Keywords: Soybean Oil, wild thyme leaf**,** Extract, Butyl hydroxyl toluene, Butyl hydroxyl anyzol, antioxidant, shilf life

Associate Professor- Faculty department of chemistry- Tishreen University,Syria, sawsansaad954@Gmail.com

مقارنة فعالية مستخلص أوراق الزعتر البري (الأوريغانو) كمضاد أكسدة طبيعي مع فعالية بعض مضادات الأكسدة الاصطناعية

د. سوسن سعد *

(تاريخ الإيداع 10 / 1 / 2022. قبل للنشر في 7 / 8 / 2022)

□ ملخّص □

تمت دراسة تأثير إضافة مستخلص أوراق الزعتر البري (أوريغانو) (ORG) كمضاد أكسدة طبيعي في زيت فول الصويا ومضادا الأكسدة الصنعيين بوتيل هيدروكسي أنيزول (BHA) وبوتيل هيدروكسي تولوين (BHT) للمقارنة بتراكيز مختلفة (0.005% ,0.01% ,0.02% ,0.04%) ودوره في إطالة العمر التخزيني للزيت وتحسين خصائصه، مع وجود عينة زيت شاهد (غير مضاف لها مستخلص أوراق (ORG) أو أي من مضادّي الأكسدة الصنعيين).

دُرست بعض التغيرات على خصائص الزيت المخزن في عبوات زجاجية شفافة معرضة للضوء وأخرى عاتمة مدة 120 يوم كل 15 يوماً.

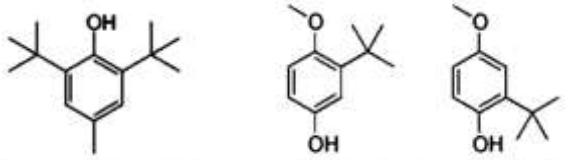
لوحظ التأثير الواضح للمستخلص كمضاد أكسدة بالتراكيز المضافة جميعها في الزيت المخزن في العبوات الزجاجية الشفافة والعاتمة إذ حدث ارتفاع واضح في قرينة البيروكسيد ومعدل الحموضة وانخفاض في قرينة اليود في عينتي الشاهد المخزنتين في عبوة شفافة وأخرى عاتمة مقارنة مع العينات المضاف إليها مستخلص (ORG) و(BHA) و(BHT)، وكان للعبوات العاتمة تأثير إيجابي واضح من ناحية التغير في خصائص الزيت بالمقارنة مع العبوات الشفافة المعرضة للضوء.

الكلمات المفتاحية: زيت فول الصويا، الزعتر البري، مستخلص، مضاد أكسدة، بيوتيل هيدروكسي أنيزول، بيوتيل هيدروكسي تولوين، مدة الصلاحية.

***أستاذ مساعد– كلية العلوم– جامعة تشرين – سورية.**

مقدمة:

استخدم كل من بوتيل هيدروكسي تولوين (BHT) وبوتيل هيدروكسي أنيزول (BHA) وهي مشتقات فينولية في الغذاء كمادة مضافة حافظة للغذاء، بشكل أساسي مضادات للأكسدة المسببة للتزنخ في الدهون والزيوت ولمنع تخرب الفيتامينات الذوابة في الزيوت وفقدانها لفعاليتها الغذائية والدوائية كمستحضرات صيدلانية.
(Waghray K.; Gulla S.; 2010) (Basma R.; *et al*, 2015) (Race, S.; 2009)



Butyl hydroxyl toluene (BHT) Butylated Hydroxyanisole (BHA)

أقرت معظم الدراسات العلمية وجود بعض المخاطر الصحية من استعمال هذه المضافات كمضادات أكسدة.
(Van Esch, G.J.; 1986) (Shahid Iq, Bhanger, M.I..; 2007)

زاد الاهتمام بمضادات الأكسدة الطبيعية في صناعة الأغذية بسبب التكهنات حول التأثيرات السامة المحتملة لمضادات الأكسدة الاصطناعية. استخدمت النباتات العطرية على نطاق واسع لأنها مصدرًا غنيًا بمضادات الأكسدة الطبيعية المتوفرة في زيوتها الأساسية أو مستخلصاتها المتنوعة. (ZIA–U. R .; 2006)

درس باحثون تأثير مستخلصات نباتية في بعض الزيوت.

درس تأثير مستخلص الثوم بثلاثة تراكيز مختلفة (250,500,1000 ppm) في زيت دوّار الشمس قبل عملية التسخين وبعد المعالجة الحرارية واستخدمت مضادات الأكسدة الصنعية بوتيل هيدروكسي أنيزول (BHA) وبوتيل هيدروكسي تولؤين (BHT) للمقارنة، وحدّدت قيم كل من الأحماض الدهنية الحرة، قرينة البيروكسيد وقرينة اليود. تبيّن أنّ لمستخلص الثوم قدرة على منح زيت دوّار الشّمس ثباتية أثناء التخزين بشكل يفوق قدرة مضادات الأكسدة الصنعية، تجاه العوامل المؤكسدة بشكل عام، ويمنح هذا المستخلص الثباتية العالية عند المعالجات الحرارية على عكس مضادات الأكسدة الصنعية. (SHAHID, I.; BHANGER M.I.; 2007)

درس تأثير مستخلصات قشر البطاطا بمذيبات عضوية مختلفة كمضاد أكسدة طبيعي في زيت فول الصويا المكرر خلال التخزين مدة 60 يومًا عند 45 درجة مئوية. اعتمدت اختبارات نسبة الأحماض الدهنية الحرة (FFA) وقرينة البيروكسيد (POV) وقرينة اليود (IV) كمعايير لتقييم النشاط المضاد للأكسدة. أظهرت المستخلصات نشاطًا قويًا مضادًا للأكسدة مساويًا تقريبًا لمضادات الأكسدة الصنعية (BHA & BHT). كانت هذه النتائج منسجمة مع النتائج التي أُجريت عام 1989 على مستخلصات القرنفل؛ حيث وجد بأن لهذه المستخلصات قدرة على تثبيط عملية الأكسدة عند إضافتها بنسب 1200 و2400 جزء في المليون. (ZIA–U.R.; *et al.*, 2004)

درس تأثير مستخلصات قشر الحمضيات بمذيبات مختلفة كمضاد أكسدة في زيت الذرة المكرر خلال 6 أشهر من التخزين المتواصل على درجات حرارة 25 و45 درجة مئوية. واعتمد كل من محتوى الأحماض الدهنية الحرّة وقرينة البيروكسيد وقرينة اليود في العينات وتبين أنّ فعاليّة المستخلص قوية للحدّ من التزنّخ التأكسدي في الزيوت والدّهون مساوية تقريباً لمضادات الأكسدة الصنعية. (ZIA–U. R–REHMAN, 2006)

تمّ استخلاص المركبات ذات الخصائص المضادة للأكسدة من كعكة فول الصويا باستخدام الإيثانول وأضيف بتراكيز 50، 100، 150 و200 جزء في المليون إلى زيت فول الصويا. أوضحت النتائج انخفاضاً في قيم كل من البيروكسيد والبارا أنيزيدين لزيت فول الصويا أثناء التخزين عند 65 درجة مئوية. (Nafiseh Z., *et al.,* 2017)

قُيّمت فعالية المستخلص الإيتانولي لقشر كل من (البرتقال الرمان والزنجبيل) كل على حدى في زيت النخيل المكرر والمخزن مدة 5 أيام في فرن درجة حرارته 63 م بتركيزين (100 و200) جزء في المليون، ومقارنتها بمضاد الأكسدة الصنعي بروبيل غالات. قدرت الفعالية من خلال تقدير قيم كل من الحموضة (AV)، البيروكسيد (PV) واليودي (IV)ومعامل الإنكسار(RI). أظهرت المعاملات جميعها فعالية مضادة للأكسدة مع تفوق مستخلص قشور الرمان تفوقاً معنوياً. (Talal, K.; Gamil , M, 2011)

درس تأثير مستخلصات من الهيل الأخضر والأسود كمضادات أكسدة في زيت دوار الشمس المخزن مدة 45 يومًا وتأثير مضادات الأكسدة الصنعية BHA / BHT للمقارنة. عن طريق قياس الأحماض الدهنية الحرة وقرينة البيروكسيد وقرينة اليود. أظهرت النتائج أن مستخلصات الهيل الأخضر أكثر فعالية مقارنة بمستخلصات الهيل الأسود. ولكن بالمقارنة مع BHA وBH (200 جزء في المليون)، وجد أنها فعالة بتراكيز أعلى. (Alia, N.; *et al.*, 2017)

الزعتر البري، نبات زاحف، الاسم العلمي له *Origanum Vulgare* من الفصيلة الشفوية Lamiaceae، من رتبة الشفويات Lamiales. نبات معمر دائم الخضرة، منخفض النمو يشكل بساطًا أخضراً داكنًا من الأوراق، أزهاره بنفسجية صغيرة جاذبة للفراشات والنحل. يستخدم في الطب التقليدي لعلاج الأمراض المتعلقة بالجهاز التنفسي والجهاز الهضمي. مصدرًا لمضادات الأكسدة الطبيعية أو المكملات الغذائية. (JARIĆ, S.; *et al.*, 2015)

تم اكتشاف اثنين وثلاثين مركباً في نبات الزعتر البري، حدّد منها اثني عشر مركبًا فينوليًا مصنفة كمشتقات أحماض هيدروكسي بنزويك، هيدروكسي سينامیك وفلافانون ومشتقات حمض الكافيئيك والفلافونات من بينها الكاتشين والأنثوسيانين وحمض غاليك، حمض بروتوكاتويك، حمض كلوروجينيك، حمض سيرينجيك، أبيجينين، إريوديكتيول، نارينجينين وحمض p– كوماريك مع أعلى محتوى من حمض روزمارينيك، لوتيولين، لوتيولين 7–O– غلوكوبيرانوزيد و(الثيمول وكارفاكرول) مشتقات تربينية، إضافة إلى بعض الستيرولات، مع التانينات الذوابة في الماء. (Michał A., *Seung,* j. l.; *et al.*, 2005), (Tea, K.; *et al.*, 2006), *et al.*, 2017)

أهمية البحث وأهدافه:

يحتوي زيت فول الصويا على كميات كبيرة من الأحماض الدهنية غير المشبعة الضرورية للجسم التي يجب حمايتها من الأكسدة ليستفيد الجسم منها. وتعد عمليات الأكسدة من أنواع الفساد التي تصادف جميع الزيوت والدهون، لذلكً استخدام مضادات الأكسدة الطبيعية من مصادرها النباتية مهم جداً في إطالة العمر التخزيني لزيت فول الصويا. لذا هدفت هذه الدّراسة إلى:

– دراسة تأثير مستخلص أوراق الزعتر البري (ORG) كمضاد أكسدة طبيعي بتراكيز مختلفة في زيت فول الصويا.

– مقارنة بين فعالية مستخلص أوراق الزعتر البري (ORG) مع فعالية مضادات الأكسدة الصنعية (BHA) و(BHT) وفق التراكيز المختلفة منه.

– دراسة تأثير زمن التخزين والضوء على فعالية هذا المستخلص وثباتيته.

– تحديد التركيز الأمثل من المستخلص وتحديد الفترة الزمنية الكافية لفعاليته. .

– دراسة فعالية هذا المستخلص على ثباتية فول الصويا (زمن التخزين والضوء) عند التراكيز المختلفة .
– تحديد التركيز الأمثل من المستخلص وتحديد الفترة الزمنية الكافية لفعاليته.

طرائق البحث ومواده:

المواد المستخدمة:

- زيت فول الصويا.
- أوراق الزعتر البري العريضة (أوريغانو) (ORG) المتوفر بكثرة في محافظة اللاذقية في سورية.
- بوتيل هيدروكسي أنيزول (BHA) للمقارنة صنع شركة Scharlau.
- بوتيل هيدروكسي تولوئين (BHT) للمقارنة صنع شركة Scharlau.
- المحلات المستخدمة: إيتانول 99.9%، كلوروفورم 99.5%، ثنائي إيتيل الإيتر 99.5% جميعها صنع شركة Scharlauورباعي كلوريد الكربون 99.8% صنع شركة SHAM LAB .
- حمض الخل الثلجي.
- هيدروكسيد البوتاسيوم أو هيدروكسيد الصوديوم.
- الأملاح المستخدمة: هيبوسولفيت الصوديوم، ثنائي كرومات البوتاسيوم ويوديد البوتاسيوم.
- الكواشف المستخدمة: الفينول فتالئين ومطبوخ النشاء.
- اليود الحر.

طرائق العمل:

جمع العينات وحفظها:

جمعت أوراق (ORG) العريضة خلال شهر تموز من العام 2020 في ريف محافظة اللاذقية. نظفت جيداً، جففت في مكان ظليل جيد التهوية في درجة حرارة الغرفة. طحنت بعد ذلك بمطحنة كهربائية حتى درجة النعومة المطلوبة وحفظت في أوعية زجاجية محكمة الإغلاق بعيداً عن الضوء والحرارة إلى حين إجراء الدراسات الكيميائية اللاحقة.

2 –2– تحضير مستخلص أوراق (ORG) وإضافته لعينات زيت فول الصويا المدروس

Preparation of wild thyme leaf extract:

• تم استخلاص مضادات الأكسدة من أوراق **(ORG)** الجافة بعد طحنها في طاحونة كهربائية كما يلي:

• تم تحضير ثلاثة أنواع من المستخلصات النباتية بطريقة النقع على البارد وهي: المستخلص المائي بنسبة [(5:1)(V:W)](غرام:مل)](مسحوق نباتي:ماء مقطر)، المستخلص الإيتانولي بنسبة [(2:1)(V:W)(غرام:مل)] (مسحوق نباتي:كحول ايتيلي99%) ومستخلص بالكلوروفورم [(2:1)(V:W)(غرام:مل)](مسحوق نباتي:كلوروفورم). للحصول على معظم مكونات أوراق الزعتر البري لأن بعضها ذواب في الكلوروفورم والبعض الآخر في الإيثانول والقسم الأكبر ذواب في الماء. تركت مدة أربع وعشرين ساعة في درجة حرارة الغرفة. تم الترشيح والتبخير تحت الفراغ والتجفيف عند الدرجة C° 40. أخذ من المستخلص الناتج عن مزج المستخلصات الثلاثة أوزاناً حسب التراكيز (0.005% ,0.01% ,0.02% ,0.04%) وخلطت مع بعضها جيداً.

• إضافة مستخلص ORG ومضادات الأكسدة الصنعية (BHA) و(BHT) للمقارنة بالتراكيز التالية: (0.005%، 0.01%، 0.02% و 0.04%) (W:W) لعينات زيت فول الصويا المعبأة في عبوات زجاجية شفافة معرضة للضوء

وأخرى عاتمة، مع ترك عينة زيت شاهدة (بدون إضافة مستخلص مضاد أكسدة) في زجاجة شفافة معرضة للضوء وأخرى في زجاجة عاتمة.

• تخزين العينات المدروسة والشاهد ضمن ظروف الوسط المحيط في الغرفة من درجة حرارة وإضاءة لمدة عام (وضعت العبوات العاتمة والشفافة على طاولة في المختبر).

• تحديد بعض الخصائص لعينات الزيت في اللحظة صفر وبعد كل 15 يوماً وهي: قرينة الحموضة، قرينة اليود، قرينة البيروكسيد، والتي تعتبر من أهم الاختبارات المعتمدة لتحديد نوعية وجودة الزيت.

طرائق العمل:

-تحديد قرينة البيروكسيد Peroxide Value معبراً عنه بـ (ميلي مكافئ أكسجين فعال/ كغ زيت):

تعرّف قيمة البيروكسيد بأنّها مقياس للبيروكسيدات المحتواة في الزيت، ويُعبّر عنها بعدد الميلي مكافئات الكلية في 1 كيلوغرام من الزيت. تتفكّك البيروكسيدات وتعطي مركبات مثل الألدهيدات والكيتونات المسبّبة للتزنخ.

حُددت قرينة البيروكسيد بطريقة معايرة اليود المتحرر من تفاعل الزيت المذاب في مزيج الكلوروفورم وحمض الخل الثلجي (3:2) (V:V) في الظلام مع يوديد البوتاسيوم المشبع باستخدام محلول ثيو كبريتات الصوديوم 0.01 نظامي ومشعر النشاء [16].

-تحديد قرينة اليود Iodine Value (طريقة Wijs):

تعتبر قرينة اليود مقياساً لعدم الإشباع، ويُعرّف بأنه عدد غرامات اليود التي تمتصها مئة غرام من الزيت.

تم تحديد قرينة اليود بطريقة معايرة اليود المتحرر من ضم الزيت المذاب في رباعي كلوريد الكربون في الظلام لشوارد اليوديد 10% باستخدام محلول ثيو سولفات الصوديوم 1 .0 نظامي [16].

- تحديد نسبة الحموضة الحرة (معبراً عنها بالنسبة المئوية لحمض الأوليك):

Determination of Free Acidity percent

تم تحديد نسبة الحموضة الحرة بطريقة معايرة محلول الزيت المذاب في مزيج الإيثانول وثنائي إيثيل إيثير (1:1) بمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم 0.1 عياري [16].

النتائج والمناقشة:

- مستخلص الزعتر البري Thymus extract:

تم اختبار فعالية كل مستخلص لوحده، فأظهر المستخلص المائي فعالية أعلى من المستخلص الإيثانولي ومستخلص الكلوروفورم. بما أن الهدف من البحث إظهار فعالية مكونات الزعتر البري كلها كمضاد أكسدة لذا مزجت المستخلصات الثلاثة مع بعضها البعض وحصلنا على مستخلص يحتوي على جميع المكونات الموجودة في أوراق الزعتر البري. أخذ من المستخلص الكلي التراكيز المحددة في البحث (0.005% ,0.01% ,0.02% ,0.04%) وأضيف إلى عينة زيت فول الصويا لدراسة تأثيره في ثباتية الزيت تجاه الأكسدة في درجة حرارة الغرفة.

تبين الجداول التالية (1) و(2) و(3) و(4) قيم الحجوم المستهلكة في معايرة زيت فول الصويا غير المعالج والمعالج باستخدام المستخلص المائي و المستخلص الإيتانولي ومستخلص الكلوروفورم كل على حدى المخزن في عبوات شفافة مدة أربعة أشهر.

جدول (1): قيم الحجوم المستهلكة في معايرة زيت فول الصويا
غير المعالج المخزن في عبوات شفافة مدة أربعة أشهر (الشاهد)

	زيت فول الصويا غير المعالج (الشاهد)								
العينة	1	2	3	4	5	6	7	8	9
حجم KOH المستهلك	0.425	0.602	1.170	1.590	2.624	2.907	3.156	3.226	3.581
نسبة الحموضة الحرة	0.12	0.17	0.33	0.55	0.74	0.82	0.89	0.91	1.01
ثيوكبريتات الصوديوم	1.042	1.178	1.312	1.384	1.522	1.706	1.884	2.136	2.346
قيمة البيروكسيد	5.21	5.89	6.56	6.92	7.61	8.53	9.42	10.68	11.73
ثيوكبريتات الصوديوم	18.805	18.567	18.280	16.097	14.269	14.201	12.428	12.050	11.779
القيمة اليودية	119.32	117.81	115.99	102.14	90.54	79.79	78.86	7646	74.74

جدول (2): قيم الحجوم المستهلكة في معايرة زيت فول الصويا
غير المعالج بالمستخلص المائي المخزن في عبوات شفافة مدة أربعة أشهر

	بمستخلص الماء								
العينة	1	2	3	4	5	6	7	8	9
حجم KOH المستهلك	0.425	0.460	0.638	0.815	1.028	1.453	1.808	2.092	2.446
نسبة الحموضة الحرة	0.12	0.13	0.18	0.23	0.29	0.41	0.51	0.59	0.62
ثيوكبريتات الصوديوم	1.042	1.076	1.082	1.104	1.136	1.168	1.202	1.248	1.338
قيمة البيروكسيد	5.21	5.38	5.41	5.52	5.68	5.84	6.01	6.24	6.69
ثيوكبريتات الصوديوم	18.805	18.721	18.591	19.490	18.411	18.225	17.985	17.725	15.899
القيمة اليودية	119.32	118.79	117.96	117.32	116.82	115.64	114.12	112.47	100.88

جدول (3): قيم الحجوم المستهلكة في معايرة زيت فول الصويا
غير المعالج بمستخلص الإيتانول المخزن في عبوات شفافة مدة أربعة أشهر

	بمستخلص الإيتانول								
العينة	1	2	3	4	5	6	7	8	9
حجم KOH المستهلك	0.425	0.496	0.886	0.992	1.524	2.021	2.198	2.411	2.588
نسبة الحموضة الحرة	0.12	0.14	0.25	0.28	0.43	0.57	0.62	0.68	0.73
ثيوكبريتات الصوديوم	1.042	1.092	1.128	1.142	1.178	1.202	1.296	1.334	1.366
قيمة البيروكسيد	5.21	5.46	5.64	5.71	5.89	6.01	6.48	6.67	6.83
ثيوكبريتات الصوديوم	18.805	18.655	18.441	18.349	18.260	17.894	17.862	15.914	15.568
القيمة اليودية	119.32	118.37	117.01	116.43	115.86	113.54	113.34	100.98	98.78

جدول (4): قيم الحجوم المستهلكة في معايرة زيت فول الصويا
غير المعالج بمستخلص الكلوروفورم المخزن في عبوات شفافة مدة أربعة أشهر

	بمستخلص الكلوروفورم								
العينة	1	2	3	4	5	6	7	8	9
حجم KOH المستهلك	2.412	2.482	2.482	2.588	2.412	2.446	2.482	2.412	2.446
نسبة الحموضة الحرة	0.12	0.16	0.11	0.37	0.59	0.71	0.79	0.83	0.86
ثيوكبريتات الصوديوم	1.042	1.124	1.144	1.186	1.242	1.308	1.386	1.432	1.576
قيمة البيروكسيد	5.21	5.62	5.72	5.93	6.21	6.54	6.93	7.16	7.88
ثيوكبريتات الصوديوم	18.805	18.614	18.417	18.249	18.020	15.765	14.080	13.041	12.567
القيمة اليودية	119.32	118.11	116.86	115.79	114.34	100.03	89.34	82.75	79.74

طبقت هذه الحجوم التي تمّ الحصول عليها في العلاقات الحسابية المبينة في طرائق العمل وتمّ الحصول على قيم كل من البيروكسيد واليود ونسبة الأحماض الدهنية الحرة المبينة في الجدول رقم (5).

يبين الجدول التالي تأثير فعالية المستخلصات الثلاثة (الماء، الإيثانول والكلوروفورم) كل على حدى في زيت فول الصويا المخزن في عبوات شفافة مدة أربعة أشهر.

جدول (5): قيمة البيروكسيد (ميلي مكافئ أكسجين فعال/1 كغ زيت)، القيمة اليودية
ونسبة الحموضة الحرة % لعينات زيت فول الصويا للمستخلصات الثلاثة منفردة في عبوات شفافة مع الزمن

الزمن (شهر)	زيت فول الصويا غير المعالج			زيت فول الصويا المعالج								
				مستخلص الكلوروفورم (0.05%)			مستخلص الإيثانول (0.05%)			مستخلص الماء (0.05%)		
	قيمة البيروكسيد	القيمة اليودية	نسبة الحموضة الحرة	قيمة البيروكسيد	القيمة اليودية	نسبة الحموضة الحرة	قيمة البيروكسيد	القيمة اليودية	نسبة الحموضة الحرة	قيمة البيروكسيد	القيمة اليودية	نسبة الحموضة الحرة
0	5.21	119.32	0.12	5.21	119.3	0.12	5.21	119.	0.12	5.21	119.3	0.12
15	5.89	117.81	0.17	5.62	118.1	0.16	5.46	118.	0.14	5.38	118.79	0.13
30	6.56	115.99	0.33	5.72	116.8	0.11	5.64	117.	0.25	5.41	117.9	0.18
45	6.92	102.14	0.55	5.93	115.7	0.37	5.71	116.	0.28	5.52	117.3	0.23
60	7.61	90.54	0.74	6.21	14.34	0.59	5.89	115.	0.43	5.68	116.8	0.29
75	8.53	79.79	0.82	6.54	100.0	0.71	6.01	113.	0.57	5.84	115.6	0.41
90	9.42	78.86	0.89	6.93	89.34	0.79	6.48	113.	0.62	6.01	114.1	0.51
105	10.68	7646	0.91	7.16	82.75	0.83	6.67	100.	0.68	6.24	112.4	0.59
120	11.73	74.74	1.01	7.88	79.74	0.86	6.83	98.7	0.73	6.69	100.8	0.62

1- يلاحظ في الجدول (5) تزايداً في قيم كل من قرينة البيروكسيد ونسبة الحموضة الحرة وتناقصاً في قرينة اليود في جميع عينات الزيت غير المعالج والزيت المعالج المضاف إليه مستخلصات أوراق الزعتر البري كل على حدى.

2- كانت قرينة البيروكسيد في جميع عينات الزيت المضاف له المستخلص بتركيز 0.05% أقل بالمقارنة مع قرينة البيروكسيد لعينة الشاهد حيث كانت قرينة البيروكسيد لعينة الشاهد 5.21 ميلي مكافئ أكسجين فعال/1 كغ **زيت** بلغت بعد أربعة أشهر 11.73 ميلي مكافئ أكسجين فعال/1 كغ زيت. بينما بلغت في عينة الزيت المعالج بمستخلص الكلوروفورم 7.88 ميلي مكافئ أكسجين فعال/1 كغ **زيت**، ولعينة الزيت المضاف لها مستخلص الإيتانول 6.83 ميلي مكافئ أكسجين فعال/1 كغ **زيت** ولكن لوحظ أن قرينة البيروكسيد لعينة الزيت المضاف إليه المستخلص المائي أقل مقارنة مع العينة الشاهدة والعينات المضاف إليها كلاً من المستخلص الكحولي ومستخلص الكلوروفورم حيث كانت

5.21 ميلي مكافئ أكسجين فعال/1 كغ **زيت** للعينة الشاهدة وصلت بعد أربعة أشهر إلى 6.69 ميلي مكافئ أكسجين فعال/1 كغ **زيت** في حالة المستخلص المائي.

يعزى ذلك لاحتواء المستخلص المائي على النسبة الأعلى من المركبات الفينولية المضادة للأكسدة التي تمنع أو تحد من تكوين الهيدروبيروكسيد وتحديداً الثيمول والكارفاكرول (التبينات الفينولية). (Tea, K.; *et al*, 2006)

3- كانت نسبة الحموضة الحرة في جميع عينات الزيت المضاف له المستخلص بتركيز 0.05% أقل مقارنة مع نسبة الحموضة الحرة لعينة الشاهد. يلاحظ أن نسبة الحموضة الحرة للعينة المضاف إليها المستخلص المائي أقل مقارنة مع العينة الشاهدة والعينات المضاف إليها كلاً من المستخلص الكحولي ومستخلص الكلوروفورم حيث كانت 0.12 للعينة الشاهدة ووصلت بعد أربعة أشهر إلى 1.01%، بينما وصلت في عينات الزيت المضاف لها المستخلص المائي إلى 0.62%، المستخلص الإيثانولي 0.73% أما في عينة الزيت المضاف إليها مستخلص الكلوروفورم كانت 0.86%. يعزى ذلك لاحتواء المستخلص المائي على النسبة الأعلى من التربينات الفينولية المضادة للأكسدة التي تمنع أو تحد من تكوين الهيدروبيروكسيد وتحديداً الثيمول والكارفاكرول. (Tea, K.; *et al*, 2006)

4- كانت القيمة اليودية في جميع عينات الزيت المضاف لها المستخلص بتركيز 0.05% أعلى بالمقارنة مع القيمة اليودية لعينة الشاهد، ولكن لوحظ أن القيمة اليودية للعينة المضاف إليها المستخلص المائي أعلى مقارنة مع العينة الشاهدة والعينات المضاف إليها كلاً من المستخلص الكحولي ومستخلص الكلوروفورم على حدى، حيث كانت 119.32 للعينة الشاهدة وصلت بعد أربعة أشهر إلى 74.74، بينما وصلت في عينات الزيت المضاف له المستخلص المائي 100.88 والمستخلص الإيثانولي 98.78، أما في عينة الزيت المضاف إليه مستخلص الكلوروفورم كانت 79.74.

يعزى ذلك لاحتواء المستخلص المائي على النسبة الأعلى من التربينات الفينولية المضادة للأكسدة لمكونات التي تمنع أو تحد من تكوين الهيدروبيروكسيد وتحديداً الثيمول والكارفاكرول. (Tea, K.; *et al*, 2006)

يبين الجدول التالي الحجوم المستهلكة في معايرة زيت فول الصويا المعالج بمستخلص ORG (مزيج الخلاصات الثلاث) بتركيز 0.005% المخزن في عبوات شفافة مدة أربعة أشهر.

جدول (6): قيم الحجوم المستهلكة في معايرة زيت فول الصويا المعالج

بمستخلص ORG (مزيج الخلاصات الثلاث) بتركيز 0.005% المخزن في عبوات شفافة مدة أربعة أشهر

العينة	1	2	3	4	5	6	7	8	9
حجم KOH المستهلك	0.425	0.602	0.780	0.851	0.957	1.099	1.241	1.347	1.524
نسبة الحموضة الحرة	0.12	0.17	0.22	0.24	0.27	0.31	0.35	0.38	0.43
ثيوكبريتات الصوديوم	1.042	1.044	1.046	1.05	1.054	1.058	1.062	1.066	1.070
قيمة البيروكسيد	5.21	5.22	5.23	5.25	5.27	5.29	5.31	5.33	5.35
ثيوكبريتات الصوديوم	18.805	18.802	18.794	18.786	18.781	18.776	18.770	18.765	18.754
القيمة اليودية	119.32	119.30	119.25	119.20	119.17	119.14	119.10	119.07	119.00

يبين الجدول التالي الحجوم المستهلكة في معايرة زيت فول الصويا المعالج بمستخلص ORG (مزيج الخلاصات الثلاث) بتركيز 0.005% المخزن في عبوات عاتمة مدة أربعة أشهر.

جدول (7): قيم الحجوم المستهلكة في معايرة زيت فول الصويا المعالج

بمستخلص ORG (مزيج الخلاصات الثلاث) بتركيز 0.005% المخزن في عبوات عاتمة مدة أربعة أشهر

العينة	1	2	3	4	5	6	7	8	9
حجم KOH المستهلك	0.425	0.425	0.460	0.531	0.567	0.673	0.744	0.815	0.851
نسبة الحموضة الحرة	0.12	0.12	0.13	0.15	0.16	0.19	0.21	0.23	0.24
ثيوكبريتات الصوديوم	1.042	1.042	1.044	1.044	1.046	1.048	1.056	1.058	1.060
قيمة البيروكسيد	5.21	5.21	5.22	5.22	5.23	5.24	5.28	5.29	5.30
ثيوكبريتات الصوديوم	18.805	18.805	18.802	18.799	18.795	18.792	18.789	18.786	18.783
القيمة اليودية	119.32	119.32	119.30	119.28	119.26	119.24	119.22	119.20	119.18

يبين الجدول التالي الحجوم المستهلكة في معايرة زيت فول الصويا المعالج بمستخلص ORG بتركيز 0.01% المخزن في عبوات شفافة مدة أربعة أشهر.

جدول (8): قيم الحجوم المستهلكة في معايرة زيت فول الصويا المعالج

بمستخلص ORG (مزيج الخلاصات الثلاث) بتركيز 0.01% المخزن في عبوات شفافة مدة أربعة أشهر

العينة	1	2	3	4	5	6	7	8	9
حجم KOH المستهلك	0.425	0.496	0.602	0.673	0.780	0.921	1.063	1.170	1.276
نسبة الحموضة الحرة	0.12	0.14	0.17	0.19	0.22	0.26	0.30	0.33	0.36
ثيوكبريتات الصوديوم	1.042	1.044	1.048	1.050	1.052	1.060	1.062	1.066	1.070
قيمة البيروكسيد	5.21	5.22	5.24	5.25	5.26	5.30	5.31	5.33	5.35
ثيوكبريتات الصوديوم	18.805	18.802	18.794	18.786	18.781	18.776	18.775	18.764	18.750
القيمة اليودية	119.32	119.30	119.25	119.20	119.17	119.14	119.13	119.06	118.97

يبين الجدول التالي الحجوم المستهلكة في معايرة زيت فول الصويا المعالج بمستخلص ORG بتركيز 0.01% المخزن في عبوات عاتمة مدة أربعة أشهر.

جدول (9): قيم الحجوم المستهلكة في معايرة زيت فول الصويا المعالج

بمستخلص ORG (مزيج الخلاصات الثلاث) بتركيز 0.01% المخزن في عبوات عاتمة مدة أربعة أشهر

العينة	1	2	3	4	5	6	7	8	9
حجم KOH المستهلك	0.425	0.425	0.460	0.531	0.567	0.673	0.744	0.815	0.851
نسبة الحموضة الحرة	0.12	0.12	0.13	0.15	0.16	0.19	0.21	0.23	0.24
ثيوكبريتات الصوديوم	1.042	1.042	1.044	1.044	1.046	1.048	1.056	1.058	1.060
قيمة البيروكسيد	5.21	5.21	5.22	5.22	5.23	5.24	5.28	5.29	5.30
ثيوكبريتات الصوديوم	18.805	18.805	18.802	18.799	18.795	18.792	18.789	18.786	18.781
القيمة اليودية	119.32	119.32	119.30	119.28	119.26	119.24	119.22	119.20	119.17

يبين الجدول التالي الحجوم المستهلكة في معايرة زيت فول الصويا المعالج باستخدام مستخلص ORG بتركيز 0.02% المخزن في عبوات شفافة مدة أربعة أشهر

جدول (10): قيم الحجوم المستهلكة في معايرة زيت فول الصويا المعالج

بمستخلص ORG (مزيج الخلاصات الثلاث) بتركيز 0.02% المخزن في عبوات شفافة مدة أربعة أشهر

العينة	1	2	3	4	5	6	7	8	9
حجم KOH المستهلك	0.425	0.567	0.709	0.780	0.886	1.028	1.170	1.276	1.418
نسبة الحموضة الحرة	0.12	0.16	0.20	0.22	0.25	0.29	0.33	0.36	0.40
ثيوكبريتات الصوديوم	1.042	1.046	1.050	1.050	1.054	1.060	1.064	1.068	1.072
قيمة البيروكسيد	5.21	5.23	5.25	5.25	5.27	5.30	5.32	5.34	5.36
ثيوكبريتات الصوديوم	18.805	18.800	18.791	18.781	18.778	18.773	18.772	18.762	18.747
القيمة اليودية	119.32	119.29	119.23	119.17	119.15	119.12	119.11	119.05	118.95

يبين الجدول التالي قيمة البيروكسيد لعينات زيت فول الصويا المعالج بمستخلص ORG و BHT وBHA المخزنة في عبوات عاتمة

جدول (11): قيم الحجوم المستهلكة في معايرة زيت فول الصويا المعالج

بمستخلص ORG (مزيج الخلاصات الثلاث) بتركيز 0.02% المخزن في عبوات عاتمة مدة أربعة أشهر

العينة	1	2	3	4	5	6	7	8	9
حجم KOH المستهلك	0.425	0.496	0.496	0.602	0.673	0.744	0.815	0.886	0.921
نسبة الحموضة الحرة	0.12	0.14	0.14	0.17	0.19	0.21	0.23	0.25	0.26
ثيوكبريتات الصوديوم	1.042	1.046	1.046	1.050	1.054	1.056	1.060	1.066	1.070
قيمة البيروكسيد	5.21	5.23	5.23	5.25	5.27	5.28	5.30	5.33	5.35
ثيوكبريتات الصوديوم	18.805	18.803	18.799	18.794	18.792	18.791	18.786	18.781	18.778
القيمة اليودية	119.32	119.31	119.28	119.25	119.24	119.23	119.20	119.17	119.15

يبين الجدول التالي قيمة البيروكسيد لعينات زيت فول الصويا المعالج بمستخلص ORG و BHT وBHA المخزنة في عبوات عاتمة.

جدول (12): قيم الحجوم المستهلكة في معايرة زيت فول الصويا المعالج

بمستخلص ORG (مزيج الخلاصات الثلاث) بتركيز 0.04% المخزن في عبوات عاتمة مدة أربعة أشهر

العينة	1	2	3	4	5	6	7	8	9
حجم KOH المستهلك	0.425	0.531	0.567	0.673	0.744	0.815	0.851	0.957	0.992
نسبة الحموضة الحرة	0.12	0.15	0.16	0.19	0.21	0.23	0.24	0.27	0. 28
ثيوكبريتات الصوديوم	1.042	1.050	1.052	1.054	1.058	1.062	1.066	1.070	1.074
قيمة البيروكسيد	5.21	5.25	5.26	5.27	5.29	5.31	5.33	5.35	5.37
ثيوكبريتات الصوديوم	18.805	18.802	18.795	18.792	18.789	18.784	18.781	18.776	18.772
القيمة اليودية	119.32	119.30	119.26	119.24	119.22	119.19	119.17	119.14	119.11

طبقت هذه الحجوم التي تمّ الحصول عليها في العلاقات الحسابية المبينة في طرائق العمل وتمّ الحصول على قيم كل من البيروكسيد واليود ونسبة الأحماض الدهنية الحرة.

تمّ الحصول على النتائج المبينة في الجداول رقم (13) و (14) و (15) بالإضافة إلى نتائج التحليل الإحصائي التالية:

جدول (13): قرينة البيروكسيد لعينات زيت فول الصويا المعالج بمستخلص ORG و BHT و BHA المخزنة في عبوات شفافة (ميلي مكافئ أكسجين فعال/1 كغ زيت)

الزمن (يوم)	زيت فول الصويا غير المعالج	زيت فول الصويا المعالج												متوسط القيم بالنسبة للزمن
		0.005%			0.01%			0.02%			0.04%			
		ORG	BHT	BHA	ORG	BHT	BHA	ORG	BHT	BHA	ORG	BHT	BHA	
0	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21
15	5.89	5.22	5.27	5.28	5.22	5.28	5.29	5.23	5.29	5.30	5.25	5.32	5.34	5.28
30	6.56	5.23	5.27	5.28	5.24	5.29	5.30	5.25	5.29	5.30	5.27	5.32	5.33	5.28
45	6.92	5.25	5.29	5.30	5.25	5.30	5.31	5.25	5.32	5.33	5.29	5.33	5.35	5.28
60	7.61	5.27	5.31	5.32	5.26	5.31	5.32	5.27	5.34	5.35	5.31	5.35	5.37	5.31
75	8.53	5.29	5.33	5.34	5.30	5.33	5.35	5.30	5.36	5.37	5.34	5.39	5.40	5.34
90	9.42	5.31	5.36	5.38	5.31	5.37	5.39	5.32	5.39	5.41	5.36	5.44	5.46	5.37
105	10.68	5.33	5.39	5.40	5.33	5.41	5.42	5.34	5.43	5.45	5.37	5.45	5.48	5.40
120	11.73	5.35	5.41	5.42	5.35	5.43	5.45	5.36	5.45	5.47	5.39	5.48	5.50	5.42
متوسط التراكيز	8.06	5.27	5.32		5.27	5.33		5.28	5.35		5.31	5.37		
متوسط ا للعبوات الشفافة													5.6176	

التحليل الإحصائي	F_{pr} [1]	L.S.D [2]
متوسط التراكيز	<.001	0.00823
متوسط التخزين	<.001	0.01539
متوسط زمن التخزين	<.001	0.01539
التأثير العوامل الثلاثة	<.001	0.05758

يبين الجدول (14) قرينة البيروكسيد في عينات زيت فول الصويا المعالج باستخدام مستخلص ORG و BHT وBHA كل على حدى المخزنة في عبوات عاتمة (ميلي مكافئ أكسجين فعال/1 كغ زيت)

جدول (14): قرينة البيروكسيد في عينات زيت فول الصويا المعالج باستخدام مستخلصORG و BHT وBHA كل على حدى المخزنة في عبوات عاتمة (ميلي مكافئ أكسجين فعال/1 كغ زيت)

الزمن (يوم)	زيت غير معالج	زيت فول الصويا المعالج												متوسط القيم بالنسبة للزمن
		0.005%			0.01%			0.02%			0.04%			
		ORG	BHT	BHA	ORG	BHT	BHA	ORG	BHT	BHA	ORG	BHT	BHA	
0	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21	5.21
15	5.34	5.21	5.23	5.24	5.21	5.23	5.24	5.23	5.24	5.25	5.25	5.26	5.27	5.24
30	5.52	5.22	5.23	5.25	5.22	5.24	5.25	5.23	5.24	5.25	5.26	5.28	5.29	5.24
45	6.02	5.22	5.24	5.25	5.22	5.25	5.26	5.25	5.26	5.27	5.27	5.28	5.30	5.25
60	6.94	5.23	5.25	5.26	5.23	5.26	5.27	5.26	5.27	5.28	5.29	5.32	5.33	5.27
75	7.33	5.24	5.27	5.28	5.24	5.28	5.29	5.28	5.29	5.29	5.31	5.33	5.34	5.29
90	7.52	5.28	5.39	5.30	5.28	5.30	5.31	5.30	5.32	5.33	5.33	5.35	5.36	5.32
105	7.86	5.29	5.31	5.32	5.29	5.32	5.33	5.32	5.34	5.35	5.35	5.37	5.38	5.33
120	8.20	5.30	5.33	5.34	5.30	5.34	5.35	5.34	5.36	5.37	5.37	5.39	5.40	5.35
متوسط التراكيز	6.66	5.24	5.27		5.24	5.27		5.27	5.28		5.29	5.31		
متوسط للعبوات العاتمة													5.4315	

التحليل الإحصائي	F_{pr} [1]	L.S.D [2]
متوسط التراكيز	<.001	0.00823
متوسط التخزين	<.001	0.01539
متوسط زمن التخزين	<.001	0.01539
التأثير العوامل الثلاثة	<.001	0.05758

بمقارنة النتائج المبينة في الجدولين السابقين نجد ما يلي:

- قرينة البيروكسيد Peroxide Value:

يبين الجدولان رقم (13 ,14) نتائج التحليل الإحصائي لقيم قرينة البيروكسيد في عينات زيت فول الصويا غير المعالجة (غير مضاف لها مستخلص ORG) والمعالجة بإضافة مستخلص ORG ومضادات أكسدة اصطناعية BHT وBHA والمخزنة لمدة أربعة أشهر في عبوات زجاجية شفافة معرضة للضوء وأخرى عاتمة وجود فروق معنوية (ملحوظة) واضحة عالية عند مستوى ($P<0.001$) ما بين تراكيز مستخلص (ORG) المضافة، طريقة التخزين (عبوة شفافة أو عاتمة)، زمن التخزين وفي التأثير المشترك للعوامل الثلاثة.

ونستنتج من الجدولين السابقين (13 و 14) ما يلي:

1- كانت قرينة البيروكسيد لعينات الزيت المخزن في عبوات زجاجية عاتمة أخفض بالمقارنة مع مثيلاتها للعينات المخزنة في عبوات شفافة، وكانت الفروق معنوية (ملحوظة) في قرينة البيروكسيد. حيث كانت قرينة البيروكسيد لزيت فول الصويا قبل بدء التخزين 5.21 وصلت بعد أربعة أشهر من التخزين في عبوة شفافة وأخرى عاتمة إلى 11.73 و8.20 على الترتيب. أي كان الانخفاض في قرينة البيروكسيد بسبب اختلاف طريقة التخزين ملحوظاً وذلك بسبب الأكسدة الضوئية للزيت إذ يلعب الضوء دوراً كبيراً في الأكسدة إذ تسرع الأشعة الضوئية التي أطوالها الموجية أقل من 380 نانو متر (الأشعة فوق البنفسجية) تفاعل الأكسدة وتشكيل الجذور الحرة، البيروكسيدات والهيدروبيروكسيدات.

2- كانت قرينة البيروكسيد في جميع عينات الزيت المضاف إليه ORG و BHT و BHA بتراكيز مختلفة المخزن في عبوات زجاجية شفافة وأخرى عاتمة أخفض بالمقارنة مع قيمة البيروكسيد في عينة الشاهد.

كانت الفروق معنوية إيجابية بين قرينة البيروكسيد والتي سببها تغير تركيز مضادات الأكسدة الطبيعية والصنعية المضافة.

وجد انخفاض في قرينة البيروكسيد عند التركيزين gr 0.005% gr 0.01% (التركيز المثالي) حيث بلغت قرينة البيروكسيد بعد أربعة أشهر 5.35 و 5.41 و5.42 في الزيت المضاف إليه ORG و BHT وBHA في العبوات الشفافة على الترتيب المخزن. وكانت في الزيت المخزن في العبوات العاتمة 5.30 و5.33 و5.34 على الترتيب. ثم التركيز gr0.02% من مستخلص ORG وBHT وBHA حيث بلغت قرينة البيروكسيد بعد أربعة أشهر 5.35 و 5.41 و5.42 في الزيت المضاف إليه ORG و BHT و BHA والمخزن في العبوات الشفافة 5.36 و5.45 و5.47 على الترتيب. وكانت في الزيت المخزن في العبوات العاتمة 5.35 و5.36 و5.37 على الترتيب. ثمّ التركيز 0.04% حيث بلغت قرينة البيروكسيد بعد أربعة أشهر 5.39 و5.48 و5.50 في الزيت المضاف إليه ORG و BHT وBHA والمخزن في العبوات الشفافة على الترتيب. بينما كانت في الزيت المخزن في العبوات العاتمة 5.37 و5.39 و5.40 على الترتيب.

يعزى ارتفاع قرينة البيروكسيد بارتفاع التركيز 0.02 والتركيز 0.04 السبب إلى أن بعض مضادات الأكسدة تؤدي بالتراكيز العالية إلى زيادة سرعة تفكك البيروكسيدات والهيدروبيروكسيدات.

3- ازدياد قرينة البيروكسيد مع الزمن في جميع عينات الزيت المخزنة مع وجود فروق معنوية أي فروق ملحوظة في ازدياد قرينة البيروكسيد مع الزمن، والسبب هو الأكسدة الذاتية للزيت بفعل أكسجين الهواء ولكن كانت قيم البيروكسيد في العينات المعالجة بمستخلص ORG تتزايد بقيم أقل مع الزمن بالمقارنة مع مثيلاتها في عينة الشاهد مما يدل على فعالية مستخلص (ORG) كمضاد أكسدة، وهذه نتيجة طبيعية إذ لا يمكن إيقاف عملية الأكسدة بشكل نهائي. يفسّر ذلك بالأكسدة الذاتية للزيت بفعل أكسجين الهواء الموجود في عبوات التخزين حيث لم يتم سحب الهواء من العبوات، بالإضافة إلى فتح العبوات كل خمسة عشرة يوماً لأخذ عينات للتحليل.

4- كانت قيم البيروكسيد في العينات المعالجة بمستخلص ORG تتزايد بقيم أقل مع الزمن بالمقارنة مع قيم البيروكسيد في العينات المعالجة بمضادات الأكسدة الاصطناعية BHT وBHA وعند جميع التراكيز المضافة مما يدل على فعالية مستخلص (ORG) كمضاد أكسدة، وهذه نتيجة طبيعية إذ يعزى ذلك إلى النشاط المضاد للأكسدة لمكونات زيت الزعتر البري الأساسي الذي يمنع تكوين الهيدروبيروكسيد وتحديداً الثيمول والكارفاكرول. إضافة إلى بعض الستيرولات مع التانينات الذوابة في الماء. وكانت فعالية BHT وBHA متساوية تقريباً. (Tea, K.; *et al*, 2006)

3 -قرينة اليود Iodine Value:

بينت نتائج التحليل الإحصائي لقرينة اليود في عينات الزيت غير المعالجة والمعالجة بإضافة مستخلص ORG و BHT وBHA والمخزنة لمدة أربعة أشهر في عبوات زجاجية شفافة معرضة للضوء وأخرى عاتمة وجود فروق معنوية واضحة عند مستوى ($P<0.001$) ما بين تراكيز مستخلص ORG وBHT و BHA المضافة، طريقة التخزين، زمن التخزين وفي التأثير المشترك للعوامل الثلاثة.

يبين الجدول (15) قيم قرينة اليود في عينات زيت فول الصويا المعالج باستخدام مستخلص ORG و BHT و BHA المخزنة في عبوات شفافة

جدول (15): قرينة اليود في عينات زيت فول الصويا المعالج

باستخدام مستخلص ORG و BHT و BHA المخزنة في عبوات شفافة

الزمن (يوم)	زيت غير معالج	زيت فول الصويا المعالج												متوسط القيم بالنسبة للزمن
		0.005%			0.01%			0.02%			0.04%			
		ORG	BHT	BHA	ORG	BHT	BHA	ORG	BHT	BHA	ORG	BHT	BHA	
0	119.32	119.32	119.32	119.32	119.32	119.32	119.32	119.32	119.32	119.32	119.32	119.32	119.32	119.32
15	117.81	119.30	119.28	119.27	119.30	119.27	119.25	119.29	119.26	119.24	119.28	119.24	119.22	119.26
30	115.99	119.25	119.23	119.22	119.25	119.22	119.20	119.23	119.20	119.18	119.21	119.17	119.15	119.21
45	102.14	119.20	119.18	119.17	119.20	119.18	119.17	119.17	119.15	119.13	119.15	119.12	119.10	119 16
60	90.54	119.17	119.13	119.11	119.17	119.13	119.10	119.15	119.11	119.09	119.10	119.07	119.06	119.11
75	79.79	119.14	119.11	119.10	119.14	119.10	119.08	119.12	119.09	119.07	119.09	119.06	119.04	119.09
90	78.86	119.10	119.08	119.07	119.13	119.08	119.07	119.11	119.07	119.06	119.08	119.05	119.01	119.07
105	7646	119.07	119.05	119.04.	119.06	119.05	119.04.	119.05	119.02	119.01	119.03	118.98	118.96	119.03
120	74.74	119.00	118.98	118.96	118.97	118.95	118.93	118.95	118.94	118,92	118.91	118.87	118.84	118.93
متوسط التراكيز	95.07	119.17		119.14	119.17		119.13	119.15		119.12	119.13		119.07	
متوسط ا للعبوات الشفافة		117.1977												

التحليل الإحصائي	$^{(1)}F_{pr}$	$^{(2)}L.S.D$
متوسط التراكيز	<.001	0.00823
متوسط التخزين	<.001	0.01539
متوسط زمن التخزين	<.001	0.01539
التأثير العوامل الثلاثة	<.001	0.05758

يبين الجدول (16) قرينة اليود في عينات زيت فول الصويا المعالج باستخدام مستخلص ORG و BHT و BHA المخزنة في عبوات عاتمة

جدول(16): قرينة اليود في عينات زيت فول الصويا المعالج

باستخدام مستخلص ORG و BHT و BHA المخزنة في عبوات عاتمة

الزمن (يوم)	زيت غير معالج	زيت فول الصويا المعالج												متوسط القيم بالنسبة للزمن
		0.005%			0.01%			0.02%			0.04%			
		ORG	BHT	BHA	ORG	BHT	BHA	ORG	BHT	BHA	ORG	BHT	BHA	
0	119.32	119.32	119.32	119.32	119.32	119.32	119.32	119.32	119.32	119.32	119.32	119.32	119.32	119.32
15	118.58	119.32	119.31	119.30	119.32	119.31	119.30	119.31	119.31	119.30	119.32	119.30	119.29	119.30
30	116.19	119.30	119.28	119.28	119.30	119.28	119.28	119.28	119.28	119.27	119.26	119.25	119.24	119.27
45	112.94	119.28	119.26	119.25	119.28	119.26	119.25	119.25	119.23	119.22	119.24	119.22	119.21	119.24
60	107.82	119.26	119.24	119.23	119.26	119.24	119.23	119.24	119.21	119.20	119.22	119.20	119.19	119.22
75	100.70	119.24	119.23	119.22	119.24	119.23	119.22	119.23	119.19	119.18	119.19	119.17	119.16	119.20
90	96.30	119.22	119.21	119.20	119.22	119.21	119.20	119.20	119.16	119.15	119.17	119.14	119.13	119.18
105	92.25	119.20	119.19	119.18	119.20	119.19	119.18	119.19	119.15	119.14	119.14	119.11	119.10	119.16
120	88.79	119.18	119.17	119.16	119.17	119.15	119.14	119.15	119.12	119.11	119.11	119.07	119.05	119.13
متوسط التراكيز	119.05	119.25	119.24		119.25	119.24		119.24	119.21		119.21	119.19		
متوسط العبوات العاتمة	117.7444													

التحليل الإحصائي	$^{(1)}F_{pr}$	$^{(2)}L.S.D$
متوسط التراكيز	<.001	0.00823
متوسط التخزين	<.001	0.01539
متوسط زمن التخزين	<.001	0.01539
التأثير العوامل الثلاثة	<.001	0.05758

نستنتج مما سبق ما يلي:

1 – انخفاضاً معنوياً (واضحاً) في قرينة اليود لجميع عينات الزيت سواء المعالج أو غير المعالج عند تخزينه في عبوات شفافة معرضة للضوء بالمقارنة مع عينات الزيت المخزن في عبوات عاتمة ويعزى ذلك إلى تحطم الروابط المضاعفة (الثنائية) بفعل الأكسدة الضوئية للزيت وبالتالي انخفاض القيمة اليودية.

كانت قرينة اليود في عينة الزيت غير المعالج (الشاهدة) 119.32، بلغت بعد أربعة أشهر 74.74 من التخزين في العبوة الشفافة و88.79 في العبوة العاتمة،

2 – تزايداً معنوياً (واضحاً) في قرينة اليود في جميع عينات الزيت المضاف لها مستخلص ORG وBHT وBHA المضافة بتراكيز مختلفة بالمقارنة مع عينة الشاهد.

يلاحظ أن قرينة اليود لزيت فول الصويا المعالج بمستخلص ORG وBHT وBHA عند التركيز 0.005 % والمخزن في عبوات شفافة كل على حدى أعلى حيث وصلت بعد أربعة أشهر إلى 119.00 و118.98 و118.96 على الترتيب. ثمّ التركيز 0.01% حيث بلغت قرينة اليود بعد أربعة أشهر 118.97 و118.95 و118.93.

كانت قرينة اليود في عينات الزيت المعالجة بمستخلص ORG وBHT وBHA عند التركيز 0.02% والمخزن في عبوات شفافة بعد أربعة أشهر 118.95 و118.94 و118.92 على الترتيب، وعند التركيز 0.04% بلغت قرينة اليودية 118.91 و118.87 و118.84 على الترتيب.

3 – تزايداً معنوياً (واضحاً) في قرينة اليود في جميع عينات الزيت المضاف لها مستخلص ORG وBHT وBHA المضافة بتراكيز مختلفة بالمقارنة مع عينة الشاهد.

يلاحظ أن قرينة اليود لزيت فول الصويا المعالج بمستخلص ORG وBHT وBHA عند التركيز % 0.005 والمخزن في عبوات عاتمة أعلى حيث وصلت بعد أربعة أشهر إلى 119.18 و119.17 و119.16 على الترتيب. ثمّ التركيز 0.01% حيث بلغت قرينة اليود بعد أربعة أشهر 119.17 و119.15 و119.14.

كانت قرينة اليود في عينات زيت فول الصويا المعالج بمستخلص ORG وBHT وBHA بالتركيز 0.02% والمخزن في عبوات عاتمة 119.15 و119.12 و119.1 على الترتيب، وعند التركيز 0.04% بلغت قرينة اليود 119.11 و119.07 و119.05 على الترتيب.

4– انخفاض قرينة اليود مع الزمن في جميع عينات زيت فول الصويا المخزن، مع وجود فروق معنوية أي انخفاض قرينة اليود كان ملحوظاً مع مرور الزمن بسبب تحطم الروابط الثنائية بفعل الأكسدة الذاتية

4– نسبة الحموضة الحرة (معبراً عنها بالنسبة المئوية لحمض الأوليك):

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي لنسبة الحموضة الحرة في عينات الزيت غير المعالج والمعالج بمستخلص ORG وBHT وBHA والمخزن لمدة أربعة أشهر في عبوات زجاجية شفافة معرضة للضوء وأخرى عاتمة وجود فروق معنوية عالية عند مستوى ($P<0.001$) ما بين تراكيز مستخلص ORG وBHT وBHA المضافة، طريقة التخزين (عبوة شفافة أو عاتمة)، زمن التخزين وفي التأثير المشترك للعوامل الثلاثة كما هو موضح في الجدولين رقم (17 ,18).

ونستنتج من الجدولين (17 ,18) التاليين ما يلي:

1– ارتفاعاً معنوياً (واضحاً) في نسبة الحموضة الحرة مع الزمن بسبب التحلل المائي للروابط الإستيرية بفعل الرطوبة الجوية وارتفاع نسبة الأحماض الدهنية الحرة ولكن كانت القيم في عينات الزيت المعالجة أقل من عينات الشاهد.

2– انخفاضاً معنوياً (واضحاً) في نسبة الحموضة الحرة في العينات المخزنة في العبوات العاتمة بالمقارنة مع العبوات الشفافة المعرضة للضوء والسبب هو التحلل المائي للروابط الإستيرية بفعل الرطوبة الجوية وارتفاع نسبة الأحماض الدهنية الحرة.

يبين الجدول (17) نسبة الحموضة الحرة لعينات زيت فول الصويا المعالج باستخدام مستخلص ORG و BHT وBHA المخزن في عبوات شفافة (mg KOH 0.1 N/1 g oil)

جدول (17): نسبة الحموضة الحرة لعينات زيت فول الصويا المعالج باستخدام مستخلص ORG و BHT و BHA المخزن في عبوات شفافة (mg KOH 0.1 N/1 g oil)

الزمن (يوم)	زيت غير معالج	زيت فول الصويا المعالج												متوسط القيم بالنسبة للزمن
		0.005%			0.01%			0.02%			0.04%			
		ORG	BHT	BHA	ORG	BHT	BHA	ORG	BHT	BHA	ORG	BHT	BHA	
0	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
15	0.17	0.14	0.16	0.16	0.14	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0.18	0.16
30	0.33	0.17	0.19	0.19	0.20	0.20	0.20	0.22	0.22	0.23	0.22	0.23	0.24	0.20
45	0.55	0.19	0.22	0.23	0.19	0.23	0.24	0.22	0.24	0.25	0.24	0.25	0.26	0.23
60	0.74	0.22	0.25	0.26	0.22	0.24	0.25	0.25	0.26	0.27	0.27	0.29	0.30	0.25
75	0.82	0.26	0.28	0.29	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.31	0.33	0.34	0.29
90	0.89	0.30	0.32	0.33	0.30	0.31	0.32	0.33	0.33	0.34	0.35	0.37	0.38	0.33
105	0.91	0.33	0.36	0.37	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.38	0.40	0.41	0.36
120	1.01	0.36	0.39	0.40	0.36	0.38	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.45	0.46	0.40
متوسط	0.61	0.23	0.25		0.23	0.25		0.25	0.27		0.27	0.29		

التراكيز										
متوسط ا للعبوات الشفافة							0.2821			
التحليل الإحصائي	$^{(1)}F_{pr}$						$^{(2)}L.S.D$			
متوسط التراكيز	<.001						0.00823			
متوسط التخزين	<.001						0.01539			
متوسط زمن التخزين	<.001						0.01539			
التأثير العوامل الثلاثة	<.001						0.05758			

يبين الجدول (18) نسبة الحموضة الحرة لعينات زيت فول الصويا المعالج باستخدام مستخلص ORG و BHT وBHA كل على حدى المخزنة في عبوات عاتمة (mg KOH 0.1 N/1 g oil)

جدول (18): نسبة الحموضة الحرة في عينات زيت فول الصويا المعالج

باستخدام مستخلص ORG و BHT و BHA المخزنة في عبوات عاتمة (mg KOH/ g oil)

الزمن (يوم)	زيت غير معالج	زيت فول الصويا المعالج												متوسط القيم بالنسبة للزمن
		0.005%			0.01%			0.02%			0.04%			
		OR	BHT	BHA	OR	BHT	BHA	OR	BHT	BHA	OR	BHT	BHA	
0	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
15	0.16	0.12	0.13	0.14	0.12	0.13	0.13	0.14	0.15	0.16	0.15	0.16	0.17	0.14
30	0.19	0.13	0.15	0.16	0.13	0.15	0.16	0.14	0.16	0.17	0.16	0.17	0.18	0.15
45	0.23	0.15	0.17	0.18	0.15	0.18	0.19	0.17	0.19	0.20	0.19	0.21	0.22	0.18
60	0.35	0.16	0.20	0.21	0.16	0.21	0.22	0.19	0.21	0.22	0.21	0.23	0.24	0.20
75	0.41	0.19	0.23	0.24	0.19	0.24	0.25	0.21	0.23	0.24	0.23	0.25	0.26	0.23
90	0.48	0.21	0.25	0.26	0.21	0.27	0.28	0.23	0.24	0.25	0.24	0.26	0.27	0.24
105	0.52	0.23	0.27	0.28	0.23	0.29	0.30	0.25	0.27	0.28	0.27	0.29	0.30	0.27
120	0.56	0.24	0.29	0.30	0.24	0.31	0.32	0.26	0.29	0.30	0.28	0.33	0.34	0.29
متوسط التراكيز	0.33	0.17	0.20		0.17	0.21		0.19	0.21		0.20	0.22		
متوسط ا للعبوات العاتمة	0.2150													
التحليل الإحصائي	$^{(1)}F_{pr}$						$^{(2)}L.S.D$							
متوسط التراكيز	<.001						0.00823							
متوسط التخزين	<.001						0.01539							
متوسط زمن التخزين	<.001						0.01539							
التأثير العوامل الثلاثة	<.001						0.05758							

ونستنتج من الجدولين السابقين (17 ,18) ما يلي:

1- كانت نسبة الحموضة الحرة لعينات الزيت المخزن في عبوات زجاجية عاتمة أخفض بالمقارنة مع مثيلاتها لعينات الزيت المخزن في عبوات شفافة، وكانت الفروق معنوية (ملحوظة) في نسبة الحموضة الحرة، أي كان الانخفاض في نسبة الحموضة الحرة بسبب اختلاف طريقة التخزين ملحوظاً وذلك بسبب الأكسدة الضوئية للزيت إذ يلعب الضوء دوراً كبيراً في الأكسدة إذ تسرع الأشعة الضوئية التي أطوالها الموجية أقل من 380 نانو متر (الأشعة فوق البنفسجية) تفاعل الأكسدة وتشكيل الجذور الحرة، البيروكسيدات والهيدروبيروكسيدات.

2- كانت نسبة الحموضة الحرة في جميع عينات الزيت المضاف إليها ORG و BHT و BHA بتراكيز مختلفة المخزنة في عبوات زجاجية شفافة وأخرى عاتمة أخفض بالمقارنة مع نسبة الحموضة الحرة في عينة الشاهد. كانت الفروق معنوية إيجابية بين نسبة الحموضة الحرة والتي سببها تغير تركيز مضادات الأكسدة الطبيعية والاصطناعية المضافة.

وجد انخفاض في قيم نسبة الحموضة الحرة لعينات زيت فول الصويا المضاف إليها ORG و BHT وBHA عند التركيزين 0.005% gr 0.01% gr (التركيز المثالي) ثم التركيزين و0.02% gr و 0.04% gr من

مستخلص (ORG) مقارنة بالتراكيز الأعلى، والسبب أن بعض مضادات الأكسدة تؤدي بالتراكيز العالية إلى زيادة سرعة تفكك البيروكسيدات والهيدروبيروكسيدات.

3- ازدياد قيم البيروكسيد مع الزمن في جميع عينات الزيت المخزنة مع وجود فروق معنوية أي فروق ملحوظة في ازدياد قيمة البيروكسيد مع الزمن، والسبب هو الأكسدة الذاتية للزيت بفعل أكسجين الهواء ولكن كانت قيم البيروكسيد في عينات الزيت المعالج بمستخلص (ORG) تتزايد بقيم أقل مع الزمن بالمقارنة مع مثيلاتها في عينة الشاهد مما يدل على فعالية مستخلص (ORG) كمضاد أكسدة، وهذه نتيجة طبيعية إذ لا يمكن إيقاف عملية الأكسدة بشكل نهائي.

4- كانت قرينة البيروكسيد في عينات الزيت المعالج بمستخلص ORG تتزايد بقيم أقل مع الزمن بالمقارنة مع قرينة البيروكسيد في عينات الزيت المعالج بمضادات الأكسدة الاصطناعية BHT و BHA وعند جميع التراكيز المضافة مما يدل على فعالية مستخلص (ORG) كمضاد أكسدة، وهذه نتيجة طبيعية بسبب احتواء مستخلص ORG على مجموعة من المركبات المضادة للأكسدة وهي: Gallic acid، Protocatechuic acid، Chlorogenic acid، Caffeic acid، Syringic acid، Luteolin-7-O-glucosid، p-Coumaric acid، Rosmarinic acid، Luteolin، Eriodictyol، Apigenin، Naringenin، Thymol و Carvacrol الذي يشكل النسبة الأعلى بين المكونات. إضافة إلى بعض الستيرولات مع التانينات الذوابة في الماء. بينما كانت فعالية BHT و BHA متساوية تقريباً.

4- كانت نسبة الحموضة الحرة في عينات الزيت المعالج بمستخلص ORG تتزايد بقيم أقل مع الزمن بالمقارنة مع نسبة الحموضة الحرة في عينات الزيت المعالج بمضادات الأكسدة الاصطناعية BHT و BHA وعند جميع التراكيز المضافة مما يدل على فعالية مستخلص (ORG) كمضاد أكسدة، وهذه نتيجة طبيعية بسبب احتواء مستخلص ORG على مجموعة من المركبات المضادة للأكسدة

نجد مما سبق ما يلي:

1- ارتفاع قيمة البيروكسيد ونسبة الحموضة الحرة في جميع عينات الزيت مع الزمن بسبب الأكسدة الذاتية والتحلل المائي للزيت، لكن هذا التزايد كان في عينات الزيت المعالج بمستخلص ORG و BHT و BHA أقل من عينات الزيت غير المعالج، وهذا يعود لفعالية مستخلص (ORG) كمضاد أكسدة وفي ازدياد ثباتية الزيت تجاه الأكسدة.

2- أبدت القيمة اليودية انخفاضاً مستمراً في جميع عينات الزيت مع الزمن بسبب تحطم الروابط الثنائية بفعل الأكسدة الذاتية، ولكن كان الانخفاض أقل في عينات الزيت المعالج بمستخلص (ORG) بالمقارنة مع عينات الزيت غير المعالج، وهذا يشير إلى تأثير مستخلص (ORG) في خفض التغير في خصائص الزيت وزيادة ثباتيته.

3- أظهرت جميع عينات الزيت سواء المعالج أو غير المعالج عند تخزينه في عبوات عاتمه خواص ثباتية أفضل بالمقارنة مع مثيلاتها من عينات الزيت المخزن في عبوات شفافة معرضة للضوء وهذا يشير إلى تأثير الضوء في الزيت وخفض جودته وهذا ما يعرف بالأكسدة الضوئية للزيت.

4-ازدادت ثباتية الزيت في جميع عينات الزيت المضاف له مستخلص (ORG) بمختلف التراكيز وذلك عند مقارنتها بعينة الشاهد. وكان التركيز المثالي 0.005% بسبب انخفاض فعاليتها كمضادات أكسدة عند التراكيز العالية. أي تختلف فعالية مستخلص (ORG) في الزيت باختلاف تراكيزه.

5- تبيّن بعد مقارنة النتائج التي تمّ الحصول عليها مع نتائج الدراسات المرجعية على مستخلصات نباتية مختلفة، تفوق مستخلص ORG بجميع التراكيز المدروسة كمضاد أكسدة على جميع المستخلصات المدروسة، وازدادت ثباتية الزيت أكثر. حيث كان مقدار التغير في قيم القرائن ضئيل جداً فمثلاً كان مقدار التغير في نسبة الحموضة الحرة بعد 120

يوم 0.24% في الزيت المخزّن في عبوات شفافة و 0.12% للزيت المخزّن في عبوات عاتمة عند التركيز 0.005%. بينما كان مقدار التغير في قيمة الحموضة الحرة لزيت دوار الشمس المعالج بمستخلص الثوم حوالي 3% علماً أن زيت فول الصويا يحتوي على أحماض دهنية عديدة عدم التشبع بنسبة أعلى من زيت دوار الشمس.

وكانت فعالية مستخلصات قشر الحمضيات وقشر البطاطا مساوية لفعالية مضادات الأكسدة الصنعية BHT وBHA هذا يدل على أن فعالية مستخلص ORG أعلى كمضاد أكسدة بسبب احتوائه على مجموعة من المركبات المضادة للأكسدة.

الاستنتاجات والتوصيات:

1- أظهر مستخلص (ORG) فعالية عالية كمضاد أكسدة طبيعي عند إضافته بتراكيز مختلفة، إذ ازدادت ثباتية الزيت، وحافظ على خصائصه مع الزمن عند مقارنته بعينات غير معالجة دون إحداث تغيرات حسية (طعم، لون ورائحة) في الزيت.

2- اختلفت فعالية مستخلص (ORG) كمضاد أكسدة باختلاف تركيزه في الزيت، وكانت أفضل النتائج عند التراكيز القليلة، وكان التركيز المثالي 0.005% ثم نتائج التركيزين 0.01% و 0.02% من مستخلص (ORG).

3- أظهر مستخلص (ORG) قدرة على منح زيت فول الصويا ثباتية أثناء التخزين بشكل يفوق قدرة مضادات الأكسدة الاصطناعية عند جميع التراكيز المدروسة.

4- أظهر مستخلص (ORG) فعالية أعلى كمضاد أكسدة طبيعي من فعالية مضادّي الأكسدة الاصطناعيين بيوتيل هيدروكسي تولوين و بيوتيل هيدروكسي أنيزول عند جميع التراكيز المدروسة.

5- يمكن استخدام مستخلص (ORG) كمضاد أكسدة طبيعي بديلاً عن مضادات الأكسدة الاصطناعية.

6- كفاءة المستخلصات المائية أعلى من كفاءة المستخلصات الأخرى بسبب احتوائها على الفلافونيدات والفينولات والتانينات الذوابة في الماء والتي تعد من أقوى مضادات الأكسدة.

8- يفضل تخزين الزيت في عبوات عاتمة أو مكان مظلم تجنباً لتأثير الضوء في خفض ثباتية الزيت وعمره التخزيني.

References:

(1) Waghray, K.; Gulla S.; *Butylated Hydroxyanisole (BHA) to Maximize the Oxidative Stability of Snacks: A Case Study with Sev and Boondi*, Journal of Human Ecology, 2010, Volume 32, Pages 97-99

(2) Basma R.; Sh, Suha M. I.; and Ahmed I.; *Detection and determination of Butylated Hydroxyl Toluene (BHT) in imported milk for adults and infants at Baghdad city Jessim International* Journal of Advanced Research. 2015, Volume 3, Issue 4, 1178-1185.

(3) Race, S.; *Antioxidants the truth about BHA, BHT, TBHQ and other antioxidants used as food additives. Part 1. Anti-Oxidants Hand book ISBN Edition*. 2009, Pp. 6-11.

(4) Van Esch, G.J.**;** *Toxicology of tetra –butyl hydroquinone (TBHQ)*. Food Chemistry and Toxicology; 1986, 24:1063-1065.

(5) SHAHID, I.; BHANGER M.I.; *Stabilization of sunflower oil by garlic extract during accelerated storage*, Food chemistry, 2007, 100 , P. 246-254.

(6) ZIA-U. R.; *Citrus Peel Extract: A Natural Source of Antioxidant*. Food Chemistry, 2006 (99), pp 450-454.
(7) SHAHIDIQBAL, BHANGER M.I., *Stabilization of Sunflower Oil by Garlic Extract during Accelerated Storage***.** Food chemistry, 2007, 100, pp 246 - 254..
(8) ZIA-U.R.; FARZANA, H.;, *Utilization of Potato Peels Extract as a Natural Antioxidant in Soy Bean Oil*. Food Chemistry, 2004, 85, 215-220.
(9) Nafiseh Z.; et al, *Antioxidant efficacy of soybean cake extracts in soy oil protection*, May Journal of Food Science and Technology -Mysore-, 2017, 54 (7) pp 1-8.
(10) Talal, K.; Gamil , M.; *Evaluation of Antioxidant Activity of Some Natural Extracts and Propyl Gallate in Refined Palm Oil*, Damascus University Magazine, 2011, (27) pp 213 - 228.
(11) JARIĆ, S.; MITROVIĆ, M.; PAVLOVIĆ, P.; *Review of ethnobotanical, phytochemical, and pharmacological study of Thymus serpyllum L. Evidence-based complementary and alternative medicine*, 2015.
(12) Michał A.; et al, *Effects of γ-irradiation of wild thyme (Thymus serpyllum L.) on the phenolic compounds profile of its ethanolic extract*. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 2017, 67.pp 309-315.
(13) Tea, K.; et al, *Antioxidant Activity of Aqueous Tea Infusions Prepared from Oregano, Thyme and Wild Thyme*, Food Technology and Biotechnology, 2006, 44(4) pp. 485-492.
(14) Seung, j. l.; et al, *Identification of volatile components in basil (Ocimum basilicum L.) and thyme leaves (Thymus vulgaris L.) and their antioxidant properties*, 2005, PP. 131-137.
(15) Spectrophotometric determination of conjugated dienoic acid, method Ti La-64, and peroxide value, method cd 8-53, – *Official methods and recommended practices of the AOCS* 1983, 3rd. ed., champaign I 11.
(16) IUPAC, Standard Method of the Oils and Fats, 1964, BS 543, P.85
(17) *Official Methods of Analysis*, J. Am. Oil Chem. Soc., 1993, 5a - 40.
(18) Tea, K.; et al, *Antioxidant Activity of Aqueous Tea Infusions Prepared from Oregano, Thyme and Wild Thyme*, Food Technology and Biotechnology, 2006, 44(4) pp. 485-492.
(19) Eleni, P.; Maria, T.; *Stability of virgin olive oil. Photo-oxidation studies*, J Agric Food Chem, 2002.
(20) International Oliv Oil - statistical databases, 2010