عنوان الاختراع

فصل وتشخيص مضادات اكسدة طبيعية من زيت بذور السمسم المحلية واستخدامها كبديل لمضادات الاكسدة الصناعية في اطالة العمر الخزني لزيت بذور الكتان وعباد الشمس

Separation and Identification of Natural Antioxidants From Local Sesame Seeds Oil as Alternative For Synthetic Antioxidant in Prolongation of Flaxseed and Sunflower Oil Shelf Life

اسماء الباحثين **الاختصاص الدقيق**

١-الاسم أ. د. خالدة عبد الرحمن شاكر محمد انزيمات

الايميل: dr_khalida55@yahoo.com

رقم المبايل: ٠٧٧٠٩٨١٨٧٢٩

العنوان: قسم علوم الاغذية- كلية علوم الهندسة الزراعية- جامعة بغداد

٢-الاسم السيدة هديل يوسف شامراد كاكه

٣-الأيميل: hadel93h@gmail.com

قم المبايل: ٠٧٧٠٠٧٩١٣٠٤

العنوان: المعهد الطبي التقني- بغداد- الجامعة التقنية الوسطى

الموجز

تم عزل اللكنان والسيسامين والسيسامولين والسيسامول من زيت بذور السمسم المحمصة وغير المحمصة وتم تأكيد نقاوتها بواسطة تقنية HPLC. قدر النشاط المضاد للأكسدة للكنان المستخلص من بذور السمسم غير المحمصة (LURSO) واللكنان المستخلص من بذور السمسم المحمصة (LRSO)، سيسامين، سيسامولين والسيسامول باستعمال فحص DPPH و فحص القوة الاختزالية. وكان ترتيب قوتها الاختزالية كالاتي: سيسامول>BHT > سيسامين> سيسامولين> LRSO> LURSO عند تركيز٠,٥ مغلم/مل. أما ترتيب نشاطها في كبح الجذور الحرة (عند نفس التركيز) كان كالاتي: سيسامول> BHT > LRSO > سيسامين> LURSO > سيسامولين. وكان النشاط المضاد للأكسدة لـLRSO أعلى من LURSO وذلك بسبب وجود السيسامول في LRSO والذي يمتلك أعلى نشاط مضاد للأكسدة. قد يكون وجود مجموعة الهيدروكسيل مع مجموعة ميثيل إينيدايوكسي هي المسؤوله عن ارتفاع نشاط السيسامول، بناء على النتائج المستحصلة في هذه الدراسة، يبدو ان جميع المركبات المدروسة تمتلك نشاط في كبح الجذور الحرة باستعمال الـ DPPH وقوه اختزالية لكن بدرجات مختلفة.

كما تضمنت هذه الدراسة التحري عن امكانية تحسين الثباتية الخزنية لزيت عباد الشمس وزيت الكتان لدى حفظهما على درجة حرارة الغرفه(٢٥°م) ودرجة حراره ٦٥°م بعد إضافة السيسامول، السيسامين، والسيسامولين، LRSO ،وLURSO ،كل على انفراد ، تم تقييم الثباتية اتجاه الاكسده خلال فترة التخزين عبر قياس قيمة البيروكسيد وتطور قيمة الـTBA. اظهرت النتائج ان السيسامول (عند ٠,٢ و٠,٣%) كان اكثر فعالية في زيادة العمر الخزني لزيت عباد الشمس والكتان من السيسامين، السيسامولين، LRSO و LUSO. وعليه يمكننا القول ان السيسامول، السيسامين، السيسامولين، LRSO و LURSO ممكن ان تكون مضادات اكسدة طبيعية واعدة وامنه في ان تحل محل مضادات الاكسدة الصناعية.

ABSTRACT

Total lignans from roasted seeds oil (LRSO), unrosted seeds oil (LURSO), sesamin, sesamolin and sesamol were isolated, and their purity was confirmed by HPLC analysis. The antioxidant activity of lignans, sesamin, sesamolin and sesamol were evaluated using free radical scavenging activity (RSA) and reducing power assay. The order of their reducing power activities (RPA) at (0.5mg/ml) was as follows: sesamol>BHT>sesamin>sesamolin> LRSO> LURSO. However, the order of radical scavenging activity at (0.5mg/ml) was as follows sesamol> BHT> LRSO> sesamin> LURSO> sesamolin. The higher antioxidant activity of (LRSO) over the (LURSO) activity was probably due to the presence of sesamol in LRSO which possess highest antioxidant activity. The presence of a hydroxyl group along with a methylenedioxy group may be responsible for the high activity of sesamol. On the basis of the results of this study, all of the studied compounds possess radical scavenging activity toward DPPH and reducing power activity but to different degrees. In addition, the present study is also investigated the possibility of improving sunflower oil and flaxseed oil storage stability at room temperature (25ºC) and at 65 °C, through addition of sesamol, sesamin, sesamolin, LRSO and LURSO. Oxidation stability during storage period was evaluated by measuring peroxide value and TBA value developments. The results showed that sesamol (at 0.02 and 0.03%) were more effective to increase the shelf life of sunflower oil and flaxseed oil than BHT, sesamin, sesamolin, LRSO and LURSO. In conclusion, the obtained results suggest that sesamol, sesamin, sesamolin, LRSO and LURSO could be a promising safe antioxidant in replacing the synthetic antioxidants.

المفصل

المقدمة: في الاونة الاخيرة استخدمت مضادات الأكسدة على نطاق واسع في الاغذية المصنعة والزيوت الأساسية والبلاستيك لتغليف المواد الغذائية وكذلك في المستحضرات الصيدلانية ومستحضرات التجميل. مضادات الأكسدة مفيدة ليس فقط في حفظ الاغذية ولكن أيضًا لمنع الأضرار التي يسببها الجذور الحرة والتي تؤدي الى العديد من الأمراض المختلفة مثل مرض الشريان التاجي والإجهاد التأكسدي.

ان مضادات الأكسدة الصناعية الاكثر شيوعاً في االاغذية والتي تستخدم لسيطرة على الأكسدة ومنع تطور النكهة تشمل BHT و BHA و PG و TBHQ بحد أقصى للاستخدام المسموح به وهو ٢٠٠ جزء في المليون ، وقد قيدت استخدامها في الاغذية حيث يشتبه في أن هذه المواد المضادة للاكسدة الاصطناعية مسببة للسرطان و لها سمية(Jayalekshmy et al. 2001)، لذلك ، ازدادت أهمية البحث عن مضادات الأكسدة الطبيعية واستخدامها في الغذاء في السنوات الأخيرة (Guan et al.، 2011).

نظرًا لتطور الأطعمة المعالجة التي تحتوي على الدهون والزيوت ، وان الدهون والمواد القابلة للذوبان في الدهون والتي قد تكون عرضة للأكسدة موجودة في جميع الأطعمة تقريبًا(Anilakumar et al. 2010)، لذلك يشكل التزنخ الناتج عن أكسدة الدهون مشكلة خطيرة، حيث تلعب أكسدة الدهون دورًا مهمًا في تدهور الاغذية أثناء التخزين عن طريق إنتاج روائح ونكهات غير مرغوب فيها وتقليل القيمة الغذائية، بالإضافة إلى ذلك ، قد تؤدي المواد السامة الناتجة عن الاكسدة الاولية إلى آثار ضارة أخرى مثل التسرطن والطفرات والشيخوخة. يعد دمج مضادات الأكسدة مع الدهون والمنتجات التي تعتمد على الزيوت أحد أكثر الطرق الفعالة لتثبيط أكسدة الدهون (Ahmed *et al*., 2016).

تعتبر بذور السمسم من احد البذور الزيتية المهمة منذ القدم، ليس فقط بسبب محتواها الزيتي المرتفع، ولكنه يُعرف ايضاً أنه أكثرثباتاً في عملية الأكسدة من الزيوت النباتية الأخرى ، على الرغم من أنه يحتوي على حوالي ٨٥٪ من الأحماض الدهنية غير المشبعة، ويعزى استقراره الملحوظ إلى وجود مركبات مضادة للأكسدة الطبيعية ، تتألف من اللكنان (سيسامين ، سيسامولين ، سيسامول) وتوكوفيرول (Sadeghi et al. 2010) ،

اللكنان هي مركبات ايض ثانوية تنتج من قبل النباتات. اللكنان الرئيسية في بذور السمسم الخام هي سيسامين وسيسامولين. السيسامولين هو صفة من صفات السمسم ولم يتم العثور عليها في النباتات غيرالسمسم، في حين تم العثور على السيسامين في النباتات الأخرى. يمكن تحرير سيسامول من سيسامولين أثناء تحميص البذور والقلي والهدرجة. يمتلك السيسامول نشاط مضاد للأكسدة عالية بالمقارنة مع السيسامين والسيسامولين ،لذلك يمكن استخدام هذه المركبات كمضادات الأكسدة

الطبيعية، عند اضافة زيت السمسم فأن ذلك يحسن من الاستقرار التأكسد الحراري من لزيوت القلي، ويعود ذلك الى وجود اللكنان.

الفن السابق

من خلال مراجع الادبيات المنشورة سابقا في الشبكة العالمية للمعلومات (الانترنت) بخصوص موضوع الدراسة الحالية لم نجد اي بحث او دراسة سابقة في العراق و الوطن العربي او العالم ككل تطرقت الى استخلاص السيسامول من زيت بذور السمسم او اضافة اللكنان والسيسامين والسيسامولين والسيسامول الى الزيوت الصالحة للاكل. وكان الهدف من هذه الدراسة استخراج اللكنان القابلة للذوبان في الزيت من بذور السمسم المحلية، ودراسة نشاطها المضادة للأكسدة، لاستخدامها كبديل آمن لمضادات الاكسدة الصناعية المحفوفة بالمخاطر في تحسين العمر الخزني للزيوت الصالحة للأكل والمنتجات الغذائية.

تفاصل الفكرة

المواد وطرائق العمل:

تم الحصول على بذور السمسم (*Sesamum indicum L.*) العراقي من الاسواق المحلية في بغداد- العراق، وهي من حصاد ٢٠١٧. تم فصل الشوائب مثل الغبار والرمال والحجارة وبذور الأعشاب الصغيرة وغيرها من المواد الإضافية بواسطة غربال، وغسلها في مياه وفيرة، وتجفيفها في فرن في في درجة حرارة٤٠°م.

استخلاص الزيت: تم الحصول على زيت بذور السمسم من بذور السمسم غير المحمص والمحمص (في ٢٠٠ درجة مئوية لمدة ٣٠ دقيقة) طريقة الكبس (العصر الهيدروليكي).

استخلاص اللكنان: استخلص اللكنان من زيت بذور السمسم الغير محمصة والمحمصة حسب ما جاء في (Cho *et al.* 2000) وزن ٢٠٠ غم من بذور السمسم، تم تحميصة على درجة حرارة ٢٠٠°م لمدة ٣٠ دقيقة حتى يتحول لونها الي بني غامق ويتم تبريد بذور السمسم. تم استخلاص الزيت من ١٠٠غم من بذور السمسم المحمصة و١٠٠غم من بذور السمسم غير المحمصة بأستخدام طريقة الكبس. مزج الزيت الناتج من بذور السمسم المحمصة وغير المحمصة مع الايثانول (٩٥٪) (زيت:ايثانول، ١:٢ وزن/وزن)، مزج الخليط بصورة جيدة لاستخلاص اللكنان بأستخدام الحاضنة الهزازة بدرجة حرارة ٥٠°م لمدة ٤ ساعات. تم تبريد مستخلص الزيت بدرجة حرارة -٥٠°م لمدة ٢٠-٢٤°م لاجل الحصول على طبقتين. يتم ترشيح الطبقة العليا (طبقة الايثانول)، ثم تم تركيزها بأستخدام المبخر الدوار تحت درجة حرارة ٥٠°م. جفف المستخلص في فرن التجفيف بدرجة حرارة ٥٠°م لمدة ٦-٨ دقيقة. تم تشخيص اللكنان بأستخدام HPLC

استخلاص السيسامين والسيسامولين: استخلص السيسامين والسيسامولين من زيت بذور السمسم الغير محمصة وفق الطريقة المذكورة في (Hemalatha 2004). اذيب ٥٠ غم من زيت السمسم الخام في ٤٠٠مل من الاسيتون (١:٨ وزن/وزن) ثم تبريدها الى درجة حرارة -٥٠°م لبلورة الكلسريدات وفصلها بأستخدام بالترشيح. تبخير الاسيتون بأستخدام المبخر الدوار تحت الظغط المخلخل بدرجة حرارة ٤٠°م. مزج المستخلص الاصفر الناتج مع الايزواوكتان (١:٨ وزن/وزن) وتركها بدرجة حرارة ٤°م لمدة ٤-٥ ايام للحصول على بلورات السيسامين. تبخير الايزواوكتان بأستخدام المبخر الدوار. صوبنة الراشح مع ٥٪ هيدروكسيد البوتاسيوم الايثانولي (٢٥مل) لمدة ساعة، اضافة ١٠٠مل ماء لمحلول الصابون واستخلاصها مع ٦٠مل داي اثيل ايثر ثلاث مرات. اذابة الراشح بعد ازالة الايثر في ١مل كلوروفورم، اضافة الايثر البترولي حتى يبدء التضبب. تم الحصول على بلورات السيسامولين. تم تشخيص السيسامين والسيسامولين بأستخدام الـHPLC.

استخلاص السيسامول: استخلص السيسامول من زيت بذور السمسم المحمص. تم خلط زيت السمسم المحمص (٢٠٠°م/٣٠دقيقة) (تم الحصول على الزيت باستخدام الكبس) مع الماء n-هكسان في النسب (١:١:٠,٥ و/ح/ح) في قمع فصل وترك لمدة ١٥ دقيقة لفصل مكونات الخليط الى طبقتين ، ثم تم فصل الطبقة المائية عن الزيت. وخضع الزيت المتبقي من الاستخلاص الأول لاستخلاص ثاني مع كمية جديدة من المياه، كما تم وصفه اعلاه، ثم أجريت ٣ عمليات استخلاص متتالية. تم تجميع الطبقة المائية وتركيزها باستخدام المبخر الدوارة، تم إجراء تشخيص السيسامول بأستخدام الـ HPLC.

تحليل RP-HPLC: تم تحلل السيسامين والسيسامولين والسيسامولين بأستخدام كروماتوغرافيا السائل عالية الدقة (HPLC) ومقارنتها مع السيسامين والسيسامولين والسيسامول القياسية وفق الطريقة المذكورة في (Lee and Choe 2006). اذابة ١ ملغم من اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة وغير المحمصة والسيسامين والسيسامولين والسيسامول والسيسامين والقياسي والسيسامولين القياسي والسيسامول القياسي في ١ مل ايثانول بتركيز ١ملغم/مل، تم ترشيح النماذج باستخدام مرشحات غشائية قطر فتحاته ٠,٤٥ مايكرون قبل البدء بعملية الفصل، بعدها تم حقن ٠,٢ مايكروليتر من كلاً من المحاليل القياسية والنماذج في جهاز الكروموتوكرافي السائل عالي الاداء (Shimadzo HPLC system model LC-2010A HT) وكان عمود الفصل من نوع (C18 column) ابعاده (١٥٠×٤,٦) ملم وحجم الجسيمات ٥ مايكرومتر باستعمال طور متحرك يتألف الايثانول والماء (٣٠:٧٠ حجم/حجم) على الترتيب وبمعدل جريان ٠,٥ مل/ دقيقة وحرارة العمود ٣٠ مْ واستعمل مكشاف الاشعة فوق البنفسجية UV Detection بطول موجي ٢٩٠ نانومتر.

القوة الاختزالية: قدرت القوة الاختزالية للكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة والغير محمصة والسيسامين والسيسامولين والسيسامول بتراكيز (٠,٠٥، ٠,٥، ١٠ ملغم/مل) وذلك حسب ماذكره Oyaizu (1986). اذ اخذ ١,٥ مل من العينه ومزجت مع ١ مل من دارئ فوسفات الصوديوم بتركيز ٠,٢ مولار ورقم هيدروجيني ٦,٦ و١,٥ مل من محلول ١ % فيري سيانيد البوتاسيوم (Potassium Ferricyanide) وبعد المزج الجيد على المازج الكهربائي نقلت الانابيب الى حمام مائي بحرارة ٥٠ مْ لمدة ٢٠ دقيقة ومن ثم بردت بصورة مباشرة الى درجة حرارة الغرفة واضيف اليها ١,٥ مل من محلول ١٠ % ثلاثي كلوريد حامض الخليك (TCA) وبعد المزج الجيد اجريت عملية الطرد المركزي بسرعة 5000g لمدة ١٠ دقائق، ثم إخذ ١,٥ مل من المحلول الرائق ومزج مع ١,٥ مل من الماء المقطر و ٣٠٠ مايكروليتر من محلول ٠,١ % كلوريد الحديديك Ferric Chloride وبعد المزج الجيد على المازج الكهربائي تمت قراءة الامتصاص الضوئي على طول موجي ٧٠٠ نانومتر واستخدم الماء المقطر عينة ضابطة Blank وتم اعتماد BHT كأنموذج للمقارنة وبنفس التراكيز.

واحتسبت القوة الاختزالية من المعادلة الاتية :

$$\text{Reducing power} = A_{1\,(700nm)} - A_{2\,(700nm)}$$

$A_{1\,(700nm)}$: قراءة الامتصاص الضوئي للعينة على طول موجي 700 nm

$A_{2\,(700nm)}$: قراءة الامتصاص الضوئي للعينة الضابطة على طول موجي 700 nm

تقدير فعالية كبح الجذور الحرة بأستخدام 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH): قدرت فعالية كبح الجذور الحرة للكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة والغير محمصة والسيسامين والسيسامولين والسيسامول بتراكيز (٠,٠٥، ٥، ١٠ ملغم/مل) وذلك وفقاً لماذكره Kitts *et al* (2000). وذلك بأضافة ١ مل من محلول DPPH (المحضر بتركيز ٠,١ ملي مولار في كحول الايثانول 95 %) الى ١ مل من العينة وبعد المزج الجيد تركت في الظلام على حرارة الغرفة لمدة ٣٠ دقيقة ثم اجريت عملية طرد مركزي ٥٠٠٠ دورة/ دقيقة لمدة ٥ دقائق بعدها تم قياس الامتصاص الضوئي على الطول الموجي ٥١٧ نانومتر واستخدم محلول الايثانول ٩٥ % في تصفير الجهاز (Blank)، وتم اعتماد BHT كأنموذج للمقارنة وبنفس التراكيز. وحسبت النسبة المئوية لقابلية النماذج في كبح الجذور الحرة من خلال المعادلة الاتية :

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = [(Abs_{control} - Abs_{sample})/ Abs_{control}] \chi 100$$

Abs_{sample}: قراءة الامتصاص الضوئي للعينة على طول موجي 517 nm

$Abs_{control}$: قراءة الامتصاص الضوئي للعينة الضابطة على طول موجي 517 nm

اضافة اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة والغير محمصة والسيسامين والسيسامولين والسيسامول والـBHT (للمقارنة) لزيت الكتان: تم استعمل زيت الكتان الخام (المستخلص عن طريق الكبس)، والذي تم الحصول عليه من السوق المحلي في بغداد. قدرت الثباتية لزيت الكتان بوجود المركبات اعلاها والبدون اضافة المركبات في درجة حرارة الغرفة لمدة ٧٥ يوم وبدرجة حرارة ٦٥ درجة مئوية لمدة ٢٠ يوم، استخدمت تراكيز (٠، ٠,٠١، ٠,٠٢، ٠,٠٣ ٪) من اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة والغير محمصة والسيسامين والسيسامولين والسيسامول والـBHT المذابة كل منها في ٢٠ غم من زيت الكتان، مزج الخليط بصورة جيدة، ثم تم ايصال الوزن لكل نموذج الى ١٠٠غم باضافة زيت الكتان. قسم كل نموذج من الزيت الى ٥٠ غم المضاف لة اللكنانات والغير مضاف له اللكنانات وخزن في علب معتمه في درجة حرارة الغرفة (٢٥ درجة مئوية) لمدة ٧٥ يوم، وال ٥٠ غم الباقية لكل نموذج من الزيت تم خزنها في فرن على درجة حرارة ٦٥ درجة مئوية لمدة ٢٠ يوم.

اختبار الاستقرار التأكسدي: تم قياس الاستقرار التأكسدي وفقا Khan and Shahidi (2001) من خلال تحديد قيمة الرقم البيروكسيدي(PV) واختبار حمض الثايوباربيوترك (TBA) لكل عينة. تم حفظ العينات في ٦٥ درجة مئوية في فرن واخذت العينات من الفرن بعد ٠ و ٤ و ٨ و ١٢ و ١٦ و ٢٠ يوما لتحديد الاستقرار التأكسدي. سحبت العينات من الزيوت المخزونة بدرجة حرارة الغرفة بعد ٠، ١٥، ٣٠، ٤٥ و٦٠ أيام أيضا لتحديد الاستقرارالتأكسدي.

تقدير الرقم البيروكسيدي: قدر الرقم البيروكسيدي لزيت الكتان وفق الطريقة المذكورة في (AOCS, 2001).

اختبار حمض الثايوباربيوترك: تم اجراء تحديد حمض الثايوباربيوترك لزيت الكتان لتحديد درجة اكسدة الزيت وذلك وفق لما ذكر في (AOCS, 2001)

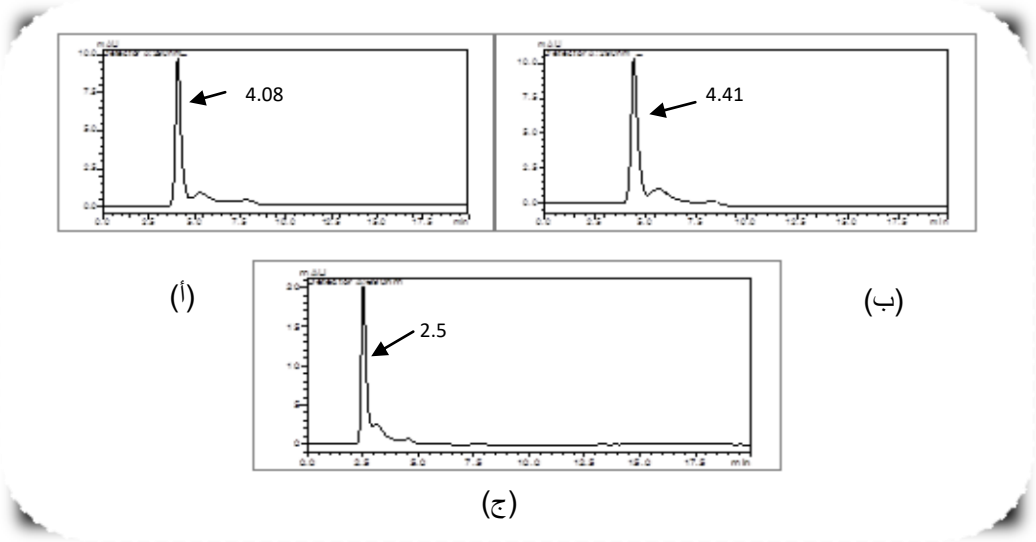
التحليل الاحصائي:Statistical analysis

استعمل التصميم العشوائي الكامل (CRD) (Complete Random Design) وقورنت الفروقات المعنوية بين المتوسطات بأختبار اقل فرق معنوي (LSD) واستعمل برنامج SAS, (2012) في التحليل الاحصائي للبيانات المدروسة.

النتائج والمناقشة

استخلاص اللكنان

استخدام تحليل HPLC لـتشخيص كل من السيسامول والسيسامين والسيسامولين القياسية، حيث عند امرار كل منها كان وقت النزول ٢,٥١و ٤,٠٨و٤,٤١ دقيقة على التوالي (الشكل ١).



شكل ١:تحليل الـRP-HPLC لكل من و(أ) السيسامين و(ب) السيسامولين و(ج) السيسامول القياسية

تبين النتائج الموضحة في الجدول (١) كمية اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة والغير محمصة. حيث كانت كمية اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة اعلى من اللكنان المستخلص من بذور السمسم غير المحمصة.

جدول١:كمية اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة والغيرمحمصة

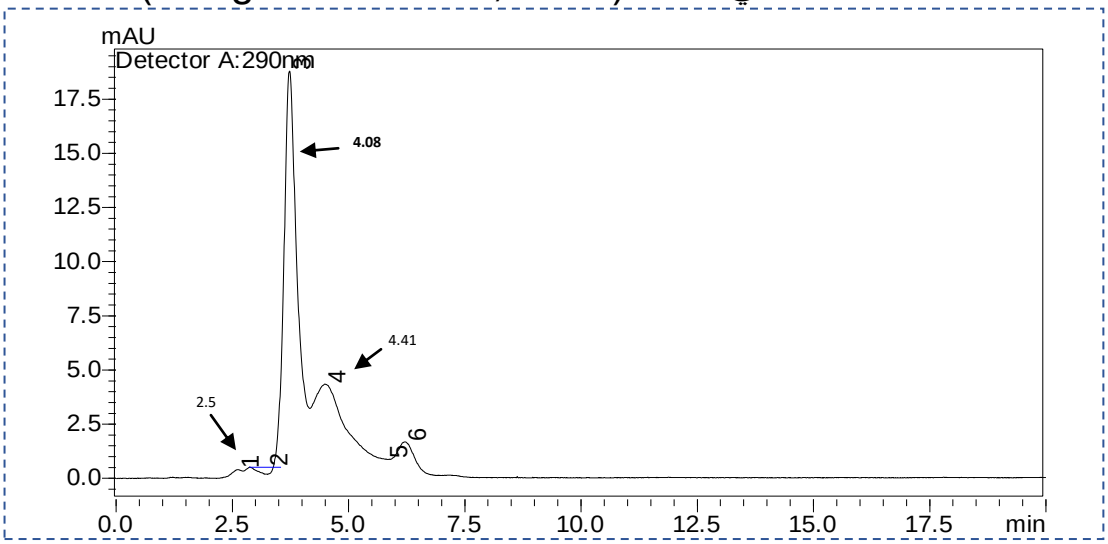
النموذج	من زيت بذور السمسم المحمصة	من زيت بذور السمسم غير المحمصة
اللكنان	0.2mg/100gm oil	0.18mg/100gm oil
LSD value	0.061 NS	

NS: عدم وجود فرق معنوية

اعطت النتائج في الشكل (٢) لتحليل RP-HPLC للكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة ثلاث قمم والتي تمثل سيسامين، سيسامولين وسيسامول. أظهرت القمة (٣) وقت نزول يتفق مع وقت النزول للسيسامين القياسي وكانت القمة الثانية (٤) لها وقت نزول مطابقة لسيسامولين القياسية. وكان وقت النزول للقمة الاولى (١) يتزامن مع وقت النزول للسيسامول القياسية.

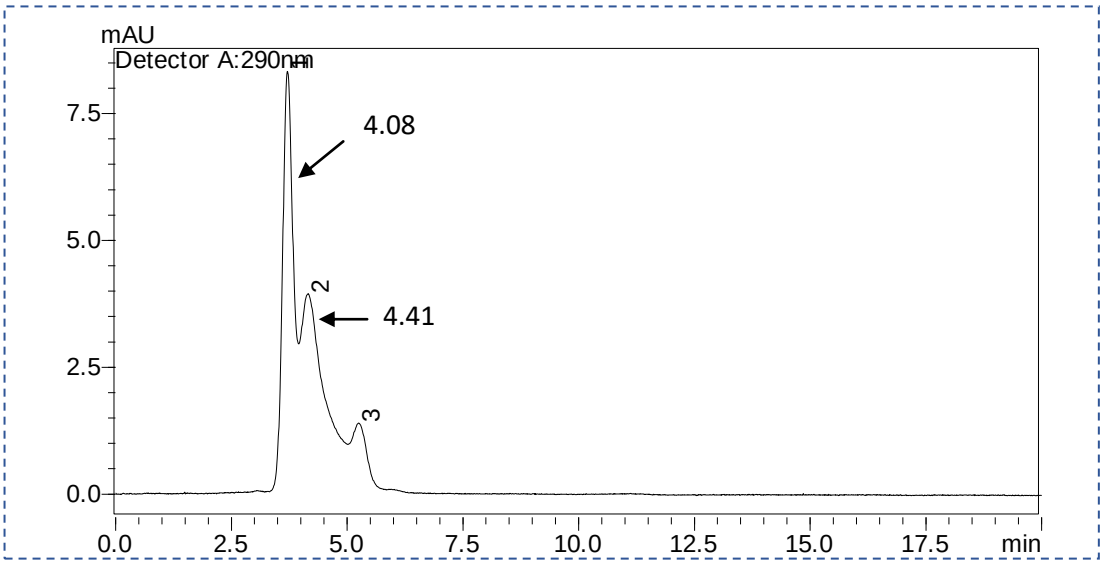
كانت كمية اللكنان ٠,٢غم/١٠٠غم زيت السمسم المحمص ، والذي يحتوي على ٠,١٠٥غم من السيسامين و٠,٠٦١غم من السيسامولين و ٠,٠٠٧غم من السيسامول. وهذا يتفق مع ما وجده Cho *et al.* (2004) الذي حصل على نفس

الكمية من مجموع اللكنان والسيسامول من زيت بذور السمسم المحمص، في حين أن كمية السيسامين والسيسامولين كانت أعلى من تلك التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة. ويمكن أن يعزى ذلك إلى محتوى اللكنان المتأثر بالعديد من العوامل مثل ألوان البذور، والأصناف، وسنوات المحاصيل، وأساليب الاستخلاص (Kim et al., 2014). وبالإضافة إلى ذلك، فإن الاختلافات في الظروف الوراثية والجغرافية وظروف النمو، وحجم البذور ، وما إلى ذلك، قد تساهم في تغيركمية السيسامين والسيسامولين في البذور (Rangkadilok et al., 2010).



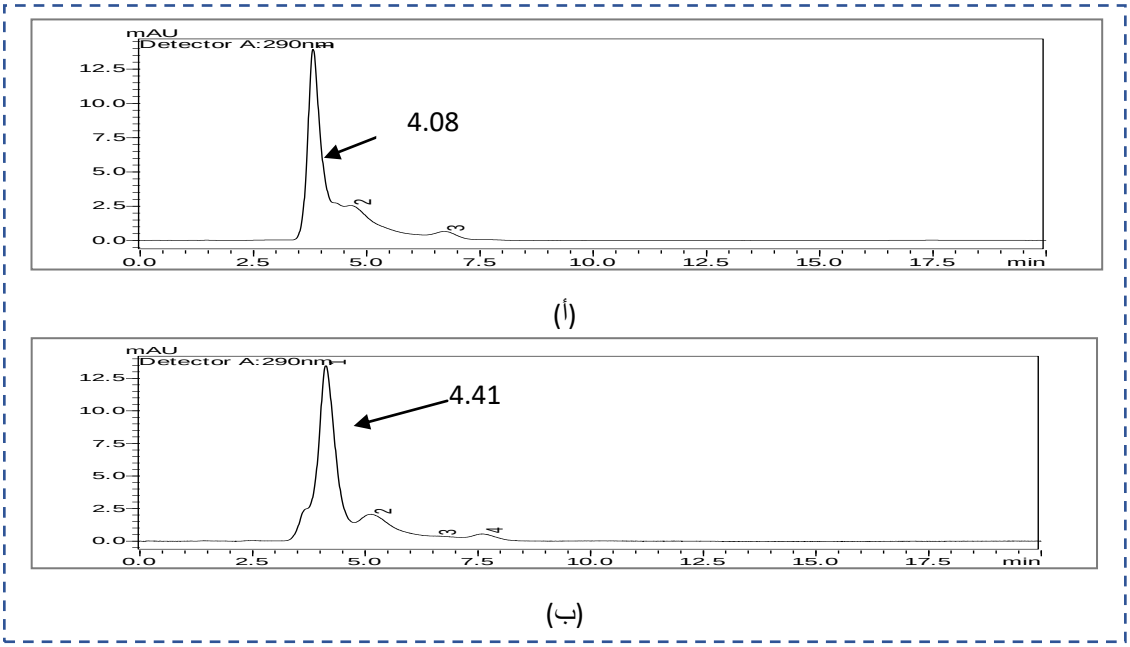
شكل ٢: تحليل الـRP-HPLC للسيسامين والسيسامولين والسيسامول في اللكنان المستخلص من بذور السمسم المحمصة

توضح النتائج المبينة في الشكل (٣) لتحليل RP-HPLC للكنان المستخلص من زيت بذور السمسم غير المحمصة وجود قمتين والتي تمثل سيسامين، سيسامولين، القمة الرئيسية (١) يمثل السيسامين والذي يتطابق مع السيسامين القياسي.القمة الثانية تمثل السيسامولين والذي يتطابق مع السيسامولين القياسي. الكمية الكلية للكنان المستخلص من زيت بذور السمسم غير المحمصة ٠,١٨ غم/١٠٠غم زيت والذي يحتوي على ٠,١٠٣غم من السيسامين و ٠,٠٦٦غم من السيسامولين. السيسامول غير موجود في اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم غير المحمصة او كانت الكمية قليلة جداً ولم يتحسسها الـHPLC وهذه النتيجة تتفق مع ما شار لهُ Helmalatha, (2004) والذي استخدم زيت بذور السمسم الغير محمصة.



شكل ٣: تحليل الـRP-HPLC للسيسامين والسيسامولين في اللكنان المستخلص من بذور السمسم غير المحمصة.

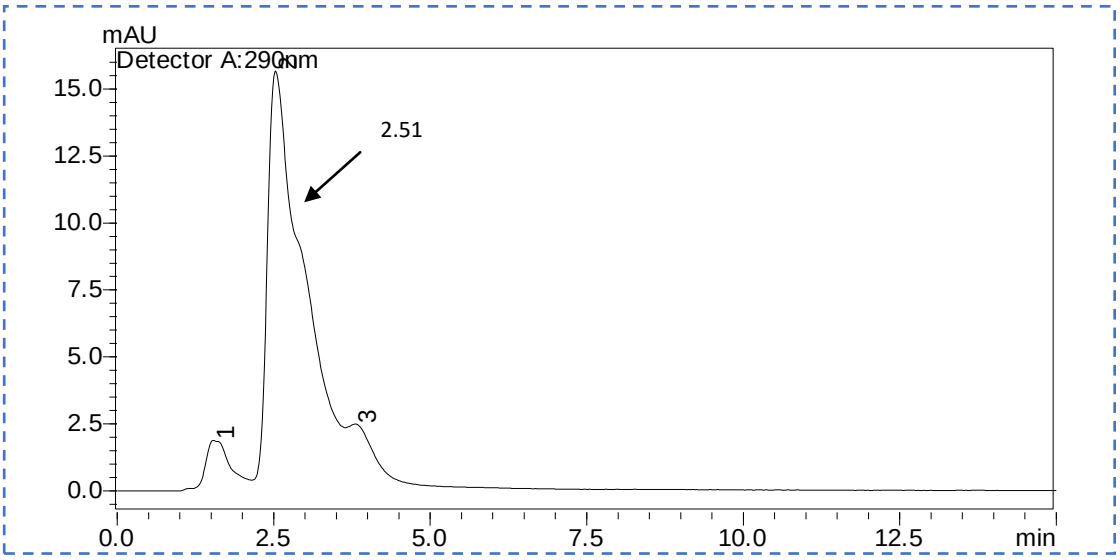
استخلاص السيسامين والسيسامولين: استخلص السيسامين والسيسامولين من زيت بذور السمسم غيرالمحمصة. يحتوي زيت بذور السمسم غير المحمصة على ١,١٩غم/١٠٠غم زيت سيسامين و٠,٨٤غم/١٠٠غم زيت، بينما السيسامين والسيسامولين المبلورة التي تم الحصول عليها كانت ٠,٧٥غم/١٠٠غم زيت و٠,٠٧٥غم/١٠٠غم زيت. في تحليل الـRP-HPLC للسيسامين والسيسامول (تم فصلهما وبلورتهما من زيت بذور السمسم غير المحمصة) يظهران بقمة واحدة كما في الشكل (٤).



شكل ٤:تحليل الـRP-HPLC(أ) للسيسامين و(ب)السيسامولين المستخلص من بذور السمسم غير المحمصة.

هذه النتائج تتفق مع ما وجده Hemalatha (2004) الذي أظهرت نتائجه أن كمية السيسامين والسيسامولين المتبلور التي تم الحصول عليها من ١٠٠غم من زيت السمسم، والذي يحتوي على ١,٨ غم سيسامين و١غم سيسامولين كان ١ غرام سيسامين و ٠,١ سيسامولين.

استخلاص السيسامول: استخلص السيسامول من زيت بذور السمسم غير المحمصة، وكانت كمية ٥ مل/١٠٠غم زيت بتركيز ٥,٦ملغم/غم. توضح نتائج الـRP-HPLC في الشكل (٥) ان وقت النزول للسيسامول يشابه وقت النزول للسيسامول القياسي.



شكل ٥: تحليل الـRP-HPLC للسيسامول.

وجد Sadeghi *et al*. (2010) أن محتوى السيسامول في ٧ انواع من بذور السمسم ٤,٦٧ ملغم/غرام، تتراوح بين ٢,٧٦ و٦,١٣ ملغم/غرام. وأفادوا بأن محتوى السيسامول قد يتأثر بشكل كبير بتحميص بذور السمسم ولون غلاف بذور السمسم. لذلك لا يمكن الكشف عن السيسامول أو قد يكون موجود في كمية صغيرة في زيت بذور السمسم غير المحمص.

لاحظ Wu (2007) أن العينات الداكنة تحتوي على محتوى أعلى من السيسامول، لذلك فإنها تؤكد أن لون الزيوت يعكس محتوى سيسامول. كما وجدة Nagashima *et al*. (1999) أن المستخلص المائي من اغلفة بذور السمسم الأسود تمتلك نشاط مضاد للأكسدة قوي.

القوة الاختزالية: نوضح النتائج المبينة في الجدول (٢) قدرة اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة وغير المحمصة والسيسامين والسيسامولين والسيسامول على اختزال Fe^{+3} إلى Fe^{+2} ومقارنتها مع الـ BHT. وأظهر القوة الاختزالية لجميع العينات زيادة مع زيادة التركيز وكان ترتيب أنشطتها المضادة للأكسدة على النحو التالي سيسامول> BHT> سيسامين> سيسامولين> اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة> اللكنان المستخلص من زيت بذور

السمسم غير المحمصة. وقد لوحظ أن القوة الاختزالية للسيسامول في ١,٥ و ٢,٥ملغم/مل كانت أكبر بكثير من BHT في ٥ و ١٠ملغم/مل، ومن جميع اللكنان في التجربة. ومع ذلك، لم تكن هناك اختلافات معنوية لجميع اللكنانات قيد الدراسة في ٠,٥ ملغم / مل باستثناء السيسامول وBHT بالمقارنة بشكل فردي مع قيم اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة وغير المحمصة حيث توجد فروقات معنوية.وكانت القوة الاختزالية للسيسامين أقل من BHT، ولكن التحليل الإحصائي لم تكشف عن أي فروقات معنوية. وعلى خلاف ذلك، كانت القوة الاختزالية اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة وغير المحمصة اقل من الـBHT وكانت الفروقات معنوية.

جدول٢:القوة الاختزالية اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة وغير المحمصة والسيسامين والسيسامولين والسيسامول وBHT

النموذج	التركيز (ملغم/مل)	القوة الاختزالية (Abs at 700nm)
اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة	0.5	0.07
	5	0.217
	10	0.323
اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم غيرالمحمصة	0.5	0.05
	5	0.189
	10	0.267
سيسامولين	0.5	0.155
	5	0.267
	10	0.589
سيسامين	0.5	0.250
	5	0.712
	10	0.730
BHT	0.5	0.386
	5	0.847
	10	0.955
سيسامول	0.5	0.545
	1.5	1.469
	2.5	2.035
LSD value	---	0.367 *
* (P<0.05).		

ان القوة الاختزالية العالية لسيسامول في هذه الدراسة تتفق مع ما وجده Kumer and Singh (2015) الذي اشارأن السيسامول يمتلك أعلى قوة اختزالية بالمقارنة مع BHT، في حين أن القوة الاختزالية لسيسامين وسيسامولين كانت أقل من ذلك من BHT. هذه النتيجة تؤكد أن السيامول لديه قدرة مضادة للأكسدة قوية لاختزال Fe^{+3} إلى Fe^{+2}.

اي، كانت جميع اللكنانات في هذه الدراسة قادرة على اعطاء الإلكترون للجذور. بالاضافة الى ذلك، كانت القوة الاختزالية لسيسامول في ٠,٥ملغم/مل أعلى من BHT (٠,٥ملغم/مل) بنسبة ٤٢٪، وعند ٢,٥ملغم/مل السيسامول يمتلك قوة

اختزال اعلى بخمس مرات من BHT (٠,٥ملغم/مل). وكانت القوة الاختزالية للكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة اعلى من القوة الاختزالية للكنان المستخلص من زيت بذور السمسم غير المحمصة. ارتفاع النشاط المضاد للأكسدة للكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة يعزى إلى وجود السيسامول بكمية اعلى.

تقدير فعالية كبح الجذور الحرة بأستخدام 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH): تم تقدير القوة المضادة للأكسدة اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة وغير المحمصة والسيسامين والسيسامولين والسيسامول ضد DPPH ومقارنتها مع مضاد للأكسدة االصناعي (BHT). يوضيح الجدول (٣) فعالية كبح الجذور الحرة للـBHT وغيرها من المركبات المضادة للأكسدة الطبيعية المذكورة في وبتراكيز مختلفة. وكانت فعالية كبح الجذور لجميع العينات متناسبة طردياً مع تركيزها. السيسامول بتركيز (٠,٥، ١,٥، ٢,٥ملغم/مل) وBHT بتركيز (٠,٥، ٥، ١٠ ملغم / مل) أظهرت قدرة أعلى بكثير في كبح الجذور الحرة بالمقارنة مع مركب آخر في هذه الدراسة. وقد لوحظت فروقات معنوية كبيرة ($P<0.05$) في فعالية كبح الجذور الحرة بين الـBHT والسيسامول في كل تركيز. بالإضافة إلى ذلك، لوحظت في تركيز ٠,٥ملغم/مل (لكل مركب قيد الدراسة) فروقات معنوية كبيرة بين قيم كبح الجذور الحرة، باستثناء تلك الخاصة بالسيسامول وBHT. وأظهرت الدراسة فروقات معنوية كبيرة في قيم فعالية كبح الجذور الحرة للكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة مقارنة مع السيسامين والسيسامولين واللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم غير المحمصة. وكان ترتيب قيم فعالية كبح الجذور الحرة في تركيز ٠,٥ملغم/مل كما يلي: سيسامول> BHT> اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة> سيسامين> اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم غير المحمصة> سيسامولين، بينما في تركيز ٥ و١٠ ملغم/مل كان الترتيب مختلف فكانت قيم فعالية كبح الجذور كما يلي: سيسامول> اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة> BHT> سيسامين> سيسامولين> اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم غير المحمصة.

جدول ٣: قابلية كبح الجذور الحرة اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة وغير المحمصة والسيسامين والسيسامولين والسيسامول وBHT

Sample	التركيز (ملغم/مل٩	DPPH (%)
اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة	0.5	36.041
	5	63.854
	10	67.708
اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم غيرالمحمصة	0.5	17.083
	5	22.812
	10	23.333
سيسامولين	0.5	6.145
	5	26.458
	10	27.395
سيسامين	0.5	17.500
	5	36.458
	10	37.083
سيسامول	0.5	91.145
	1.5	95.833
	2.5	98.437
BHT	0.5	51.979
	5	55.520
	10	61.145
LSD value	---	9.438 *
* (P<0.05).		

بصورة عامة، أظهرت جميع المركبات المدروسة فعالية كبح الجذورعند استخدام DPPH لكن بدرجات مختلفه. وكانت نتائج هذه الدراسة تتفق مع تلك التي ذكرتها Suja *et al*. (2004) ، الذي وجد ان فعالية كبح الجذور الحرة للسيامول اعلى من BHT ، وكانت فعالية كبح الجذور الحرة BHT اعلى من السيسامين والسيسامولين. وذكر Kumar and Singh (2015) ان الفعالية العالية لكبح الجذور الحرة للسيسامول تعود الى مجموعه هيدروكسيل بالامتداد مع مجموعة ميثيلين داي اوكسي. ذكر Hermann *et al*. (2000)ان المجموعة ميثيلين دي اوكسي يجعل السيسامول بحالتة الجذرية أكثر استقرارا ، بالتالي فان القدرة المضادة للاكسده المتميزة للسيسامول يمكن ان يعزي إلى الاستقرار العالي للسيسامول الجذري خلال الاكسده الحراري،وجد Yeo *et al.* (2011) نتائج تتفق مع نتائج هذه الدراسة، وذكر ان السيسامول يمتلك قوة مضادة للاكسده مماثله لمضادات للاكسده الصناعية.

وكان نشاط الكبح الجذري للمنان المستخلص من بذور السمسم المحمصة في جميع التركيزات (٠,٥، ٥، ١٠ مغلم/مل) اعلى بكثير من اللكنان المستخلص من بذورالسمسم غير المحمصة، هذا لأنه يحتوي على سيسامول النتاتج خلال عملية التحميص. وقد ثبت ان السيسامول يمتلك نشاط مضادات الاكسده قوي.

الرقم البيروكسيدي لزيت الكتان: الجدول (٤) يوضح تاثير أضافه تركيزات مختلفه (٠,٠١ ، ٠,٠٢ و ٠,٠٣٪) من اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة وغير المحمصة الى زيت الكتان الخام على تطور الرقم البيروكسيدي ومقارنتها مع الـBHT القياسي (٠,٠٢٪)وكذلك مقارنتها مع زيت الكتان الخام (بدون اضافة مضادات الاكسدة) تخزينها في درجة حرارة ٦٥°م لمدة ٢٠ يوم. يلاحظ من خلال الجدول وجود فروقات معنوية ($P < 0.05$) لجميع العينات عند مقارنتها مع زيت الكتان الخام الخالي من مضادات الاكسدة التي كانت ٠,٩٧ (ملي مكافئ/كغم زيت) في البداية، والتي ازدادت في نهاية التخزين إلى ٥٤,٨٨ ، ٤٥,٩٥ ، ٣٣,٢٠ ، ٣٢,١٢ (ملي مكافئ/كغم زيت) لزيت الكتان الخام بدون مضادات الاكسده ، BHT ، اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم الحمص وغير المحمص، على التوالي. وكانت اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمص وغير المحمص في تركيز ٠,٠١٪ اقل فعاليه بشكل ملحوظ في خفض الرقم البيروكسيدي لزيت الكتان الخام بالمقارنة مع BHT. وعندما زيدت تركيزهما إلى ٠,٠٢٪ ، ادي ذلك إلى زيادة طفيفه في الرقم البيروكسيدي لزيت الكتان الخام خلال الأيام الاربعه الاولى من التخزين ، وزيادة كبيره بعد ٨ أيام ، تلاها انخفاض كبير في الرقم البيروكسيدي إلى ٢٠ يوما من التخزين بالمقارنة مع BHT. وفي حين كان الرقم البيروكسيدي لزيت الكتان الحاوي على اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم غير المحمص اعلى من BHT، وزيادة تركيز اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمص وغير المحمص إلى ٠,٠٣%، وكان اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمص له فعاليه اعلى في اختزال الرقم البيروكسيدي بالمقارنة مع BHT علي طول فتره التخزين، في حين كان اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم غير المحمص لة فعالية كمضادات للاكسده مماثل للـ BHT وذلك بعد ١٢ يوم من التخزين.

في النتيجة، علي طول فتره التخزين كان اضافة اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة أكثر فعاليه في تقليل الرقم البيروكسيدي بالمقارنة مع اضافة اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم غير المحمصة.

جدول ٤:تأثير اضافة اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة وغير المحمصة على الرقم البيروكسيدي لزيت الكتان الخام في درجة حرارة ٦٥°م

ايام الخزن بدرجة حرارة ٦٥°م	تركيز مضادات الاكسدة (%)	الرقم البيروكسيدي (ملي مكافئ/كغم زيت)				
		اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة	اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم غير المحمصة	BHT (0.02%)	بدون مضادات الاكسدة	LSD value
0	0	0.976	0.976	0.976	0.976	--
4	0.01	3.92	5.86	3.12	12.40	2.57 *
	0.02	3.52	4.30	3.12	12.40	2.66 *
	0.03	1.56	2.34	3.12	12.40	3.07 *
8	0.01	22.66	26.24	12.08	32.01	3.64 *
	0.02	20.34	24.20	12.08	32.01	3.52 *
	0.03	10.94	19.34	12.08	32.01	3.41 *
12	0.01	33.30	40.94	23.42	38.46	2.67 *
	0.02	16.84	35.22	23.42	38.46	3.53 *
	0.03	16.06	23.52	23.42	38.46	3.75 *
16	0.01	40.74	46.92	35.34	47.96	3.96 *
	0.02	28.88	37.44	35.34	47.96	3.51 *
	0.03	24.80	25.40	35.34	47.96	4.20 *
20	0.01	45.68	52.06	45.94	54.88	3.75 *
	0.02	37.72	45.18	45.94	54.88	4.85 *
	0.03	32.12	33.20	45.94	54.88	4.71 *
LSD value		5.94 *	5.26 *	5.83 *	6.44 *	--

توضح النتائج المبينة في (الجدول ٥) قيمة الرقم البيروكسيدي لزيت الكتان الخام وزيت الكتان المضاف له سيسامين والسيسامولين والسيسامول بتراكيز(٠,٠١ ، ٠,٠٢ و ٠,٠٣ ٪)، زيت الكتان المضاف له ٠,٠٢ ٪ المخزونه في درجة حرارة ٦٥°م لمدة ٢٠ يوم. الرقم البيروكسيدي لزيت الكتان الخام (بدون اضافة مضادات الاكسدة) اعلى بكثير من الزيت المضاف له سيسامين والسيسامولين والسيسامول وBHT في جميع التركيز. السيسامول في تركيز ٠,٠٢ و ٠,٠٣ ٪ له رقم بيروكسيدي اقل من جميع العينات التجريبية، في حين ان السيسامول في تركيز ٠,٠١ ٪ كانت فعاله مماثله في التأثير على الرقم البيروكسيدي مع الـBHT،السيسامين في تركيز ٠,٠١٪ والسيسامولين في تركيز ٠,٠١و٠,٠٢ ٪ أظهرت قيم الرقم البيروكسيدي اعلى بالمقارنه مع الـBHT، زيادة تركيز السيسامين إلى ٠,٠٢% و السيسامولين إلى ٠,٠٣% اعطى قيم رقم بيروكسيدي مشابيه لقيم الرقم البيروكسيدي للـBHT، بينما سيسامين في تركيز ٠,٠٣% كان أكثر فعاليه من BHT.

جدول٥:نتائج الرقم البيروكسيدي لزيت الكتان الخام وزيت الكتان المضاف له سيسامين والسيسامولين والسيسامول والـBHT المخزونة في درجة حرارة ٦٥°م لمدة ٢٠ يوم

ايام الخزن بدرجة حرارة ٦٥°م	تركيز مضادات الاكسدة(%)	الرقم البيروكسيدي (ملي مكافئ/كغم زيت)					
		سيسامول	سيسامين	سيسامولين	BHT (0.02%)	بدون مضادات اكسدة	LSD value
0	0	0.976	0.976	0.976	0.976	0.976	--
4	0.01	4.70	6.26	12.14	3.12	12.40	2.67 *
	0.02	1.98	5.08	10.18	3.12	12.40	2.55 *
	0.03	0.80	2.34	3.56	3.12	12.40	2.72 *
8	0.01	16.46	23.44	28.90	12.08	32.01	2.68 *
	0.02	11.34	17.94	21.52	12.08	32.01	3.52 *
	0.03	3.12	14.44	14.88	12.08	32.01	3.85 *
12	0.01	21.92	35.54	34.18	23.42	38.46	3.53 *
	0.02	16.80	29.70	31.16	23.42	38.46	3.66 *
	0.03	12.52	15.66	22.82	23.42	38.46	4.09 *
16	0.01	32.66	34.54	40.12	35.34	47.96	3.86 *
	0.02	26.70	31.38	32.68	35.34	47.96	3.91 *
	0.03	27.10	23.10	26.30	35.34	47.96	4.77 *
20	0.01	45.06	39.70	40.60	45.94	54.88	4.01 *
	0.02	35.88	39.08	39.88	45.94	54.88	4.29 *
	0.03	21.88	24.32	16.70	45.94	54.88	3.76 *
LSD value		5.68 *	5.07 *	6.31 *	5.83 *	6.44 *	--

وكانت النتائج اعلاها تتفق مع اغلب ما جاءت به الدراسات النصبة في المجال عينه، حيث ان اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة لها تأثير اعلى في خفض الرقم البيروكسيدي من االكنان المستخلص من بذور السمسم غير

المحمصة وذلك بسب احتواء الاولى على السيسامول الذي ينتج خلال عملية التحميص،السيسامول لديه نشاط مضاد للاكسده قوي بسبب وجود مجموعه الهيدروكسيل بالمتداد مع ميثيلين داي اوكسي (Kahkonen et al., 1999).
ذكر Cho *et al*. (2004) ان النشاط المضادة للاكسده لزيت السمسم يرجع إلى وجود المركبات الفينولية المضاد للاكسده (اللكنان)، يعتبرالسيسامول مركب مضاد للأكسدة رئيسي، ينتج من تحلل السيسامولين إلى سيسامول في زيت البذور المحمصة في درجه حرارة تتراوح بين ١٢٠ إلى ٢٠٠ درجه مئوية.
مستخلص اللكنان من زيت بذور السمسم المحمص تثبيط أكسده الدهون لها فعاليه اكثر من السيسامين لوحده. لذلك ، فان العمل المتازر بين المكونات المختلفة لمستخلص لكنان السمسم يكون مهم ؛ مستخلص لكنان السمسم لها نشاطاً مماثلاً كمضاد للاكسدة حامض اللينوليك بالمقارنة مع BHA اوBHT، مستخلص اللكنان من زيت السمسم المحمص له مقاومة للاكسده اعلى من مستخلص اللكنان من زيت السمسم غيرالمحمص، وكان فعالاً في
تثبيط أكسده الدهون في منتجات لحم الخنزير المطحون المطبوخ عند استخدامها في تركيز اكثر ٠,٠٢ ٪. عينات لحم الخنزير المفروم الخام والنقانق التي تحتوي علي السيسامين لديها قيم بيروكسيد منخفضه مقارنه مع السيطرة حتى ٧ أيام من التخزين. العينات التي تحتوي على السيسامين لها قيم بيروكسيد منخفضه مثل تلك التي تحتوي علي اللكنان وBHT وBHA (Cho et al., 2002)
اختبار حامض الثايوباربيوترك (TBA): ويبين الجدول (٧) تأثير اضافة اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة وغير المحمصة بتراكيز (٠,٠١ و ٠,٠٢ و ٠,٠٣ ٪) على قيم الـTBA لزيت الكتان الخام ومقارنتها مع قيم الـ TBA لزيت الكتان المضاف له الـBHT بتركيز ٠,٠٢ ٪ (كمعيار) لمدة٢٠ يوما على درجة حرارة ٦٥ درجه مئوية. وكان تاثير اللكنان المستخلص من بذور السمسم المحمصة اعلى من اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم غير المحمصة كمضاد للأكسدة خلال فترة التخزين (٢٠ يوما) ، والقيم التي تم التوصل اليها للـTBA لزيت الكتان المضاف له اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة وغير المحمصة هي ٥,٥ و ١٠,٢٨ ملي مكافئ/كغم زيت في نهاية فترة الخزن، علي التوالي. وان جميع المضادات الاكسده المضافة ساهمت بشكل كبير زيادة فترة التخزين لزيت الكتان بالمقارنة مع زيت الكتان بدون اضافة اي مضادات الاكسده. التي كانت قيمتها ٢,٥١٨ ملي مكافئ/كغم زيت في اليوم الأول من التخزين و ٢٢,٥٩ ملي مكافئ/كغم زيت في نهاية فتره التخزين. كان ترتيب مضادات الاكسده المستخدمة في هذه الدراسة في السيطرة علي القيم الـTBA في نهاية فترة الخزن علي النحو التالي: اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة (٥,٥)> اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم غير المحمصة (١٠,٢٨) > BHT (١٠,٨٠).

جدول٦:قيم الـTBA لزيت الكتان المضاف له اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة وغير المحمصة والـBHT في درجة حرارة ٦٥°م لمدة ٢٠ يوم

ايام الخزن بدرجة حرارة ٦٥°م	تركيز مضادات الاكسدة (%)	TBAR (mg MDA/kg oil)				
		اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة	اللكنان المستخلص من زيت بذور السمسم المحمصة	BHT (0.02%)	بدون مضادات اكسدة	LSD value
0	0	2.518	2.518	2.518	2.518	--
4	0.01	4.047	4.091	3.191	6.587	1.46 *
	0.02	3.453	3.803	3.191	6.587	1.54 *
	0.03	3.271	3.272	3.191	6.587	1.52 *
8	0.01	4.585	4.817	3.340	9.592	2.17 *
	0.02	3.945	4.718	3.340	9.592	2.53 *
	0.03	3.456	3.633	3.340	9.592	2.66 *
12	0.01	6.895	7.492	6.027	11.663	2.85 *
	0.02	5.938	6.743	6.027	11.663	3.07 *
	0.03	4.623	6.040	6.027	11.663	2.78 *
16	0.01	8.575	10.357	7.878	14.682	3.64 *
	0.02	7.262	8.857	7.878	14.682	3.18 *
	0.03	5.081	6.118	7.878	14.682	3.17 *
20	0.01	21.692	24.419	10.806	22.592	3.55 *
	0.02	10.621	17.227	10.806	22.592	3.96 *
	0.03	5.500	10.280	10.806	22.592	3.60 *
LSD value		3.62 *	3.59 *	2.63 *	4.78 *	--

الجدول (٨) يوضح تطورقيم الـTBA لزيت الكتان الخام وزيت الكتان الخام المضاف له السيسامين والسيسامولين والسيسامول بتراكيز (٠,٠١ ، ٠,٠٢ و ٠,٠٣ ٪) والـBHT بتركيز٠,٠٢ ٪ (كمعيار) لمدة٢٠ يوما والتخزين في درجة حرارة ٦٥ درجه مئوية. وتشير النتائج التي تم الحصول عليها إلى ان قيم TBA التي تم التوصل اليها لزيت الكتان بدون مضارات اكسدة اعلى بكثير من جميع

العينات المتبقية علي طول فتره التخزين. وكانت السيسامول المضادة للاكسده الأكثر فعاليه في جميع التركيز بالمقارنة مع جميع العينات الاخرى خلال ١٦ أيام التخزين. لوحظ فروقات معنوية كبير بين السيسامول بتركيز (٠,٠٣ ٪) وBHT بعد ١٦ يوما من التخزين في درجة حرارة ٦٥ درجه مئوية. في اليوم ٢٠ من التخزين لم يكن هناك فروقات معنوية كبير بين العينات المضافة لها السيسامول و BHT. قد يكون هذا بسبب تاثير درجه الحرارة علي نشاط السيسامول. وأضاف كل من السيسامين والسيسامولين بتركيز (٠,٠٣ ٪) وأظهرت قيم TBA مقاربة لقيم الـTBA لعينات الـBHT حتى نهاية فتره التخزين ، في حين أظهرت العينات التي تحتوي على السيسامين قيم TBA اقل من قيم الـTBA للعينات المضافة لها السيسامولين.

جدول ٧:قيم الـTBA لزيت الكتان المضاف له السيسامين والسيسامولين والسيسامول والـBHT في درجة حرارة ٦٥°ملمدة٢٠ يوم

ايام الخزن بدرجة حرارة ٦٥°م	تركيز مضادات الاكسدة (%)	TBA (mg MDA/kg oil)					
		سيسامول	سيسامين	سيسامولين	BHT (0.02%)	بدون مضارت اكسدة	LSD value
0	0	2.518	2.518	2.518	2.518	2.518	--
4	0.01	3.384	4.781	4.291	3.191	6.587	1.65 *
	0.02	3.090	3.329	4.027	3.191	6.587	1.48 *
	0.03	2.763	3.211	3.691	3.191	6.587	1.73 *
8	0.01	3.575	4.930	5.430	3.340	9.592	1.88 *
	0.02	3.492	5.576	4.148	3.340	9.592	1.53 *
	0.03	3.160	3.225	3.768	3.340	9.592	1.61 *
12	0.01	6.371	6.253	7.470	6.027	11.663	2.39 *
	0.02	5.855	6.233	6.467	6.027	11.663	2.52 *
	0.03	5.363	5.561	5.859	6.027	11.663	2.71 *
16	0.01	8.747	6.504	7.593	7.878	14.682	2.49 *
	0.02	6.395	6.486	6.983	7.878	14.682	2.77 *
	0.03	4.831	6.120	6.442	7.878	14.682	2.65 *
20	0.01	10.733	12.040	20.04	10.806	22.592	3.28 *
	0.02	10.138	11.448	12.308	10.806	22.592	3.16 *
	0.03	8.506	8.400	9.218	10.806	22.592	3.52 *
LSD value		2.68 *	2.75 *	4.07 *	2.63 *	4.78 *	--

النتائج اعلاها تتفق مع ما وجده Pangawikan *et al*. (2015) الذي ذكر ان وجود اللكنان في زيوت السمسم التي تعمل كمضادات الاكسده والتي تكون العامل رئيسي في الوقاية من تلف الاكسده من اقراص السمك (fish crackers)، حيث تساعد في اختزال الزيادة في قيمة الـTBA، اختزال المركبات الاروماتية النتاجة من التزنخ.

وذكر Cho *et al.* (2004) ان لحم الخنزير المفروم الخام التي تحتوي علي أكثر من ٠,١ ٪ من مستخلص لكنان السمسم وأظهرت ان قيم الـTBA التي تم الحصول عليها منخفضه عند مقارنتها مع قسم الـTBA للحم الخنزير الحاوي على الـBHA، كما ذكر ان زيادة مستخلص اللكنان يؤدي الى تقليل قيمة الـTBA خلال فترة الخزن. الاضافه إلى ذلك ، فان لحم الخنزير المطحون المطبوخ الذي يحتوي علي مستخلص االلكنان بنسبه أكثر من ٠,٠٢% كانت له قيم الـTBA اقل بكثير من تلك التي تحتوي BHA، في حين ان سيسامين ثبط تاثير الاكسده في البداية، ولكن القيم الـTBA ازدادت في اليوم ٦ من التخزين ، وكانت مشابة لعينات لحم الخنزير الخام.

التطبيقات

١- يمكن الايعاز الى الجهات المستفيدة مثل مصانع الزيوت الحكومية والاهلية
٢- وزارة الصناعة
٣- وزارة الصحة

المميزات

١- خلال عملية التحميص لبذور السمسم ينتج السيسامول والذي يمتلك قابلة مضادة للأكسدة قوية مما يؤدي الى زيادة قابلية الزيت الناتج من بذور السمسم المحمصة على مقاومة الاكسدة.

٢- بذور السمسم تحتوي على مضادات اكسدة طبيعية يمكن اضافتها الى زيوت الطبخ والمود المعرضة للاكسدة.

٣- السيسامول النتاتج من زيت بذور السمسم المحمصة يمتلك قوة مضادة للاكسدة قوية وتكون افضل من مضارات الاكسدة الصناعية (BHT) وبتراكيز اقل من التراكيز المسموح بها لمضادات الاكسدة الصناعية.

٤- ان مضادات الاكسده الصناعية تكون مسرطنه ولها سميه ولذلك ، فان استخدام المواد المضادة للاكسده الطبيعية في الغذاء قد تكثفت في السنوات الاخير.

٥- استخدام مثل هذه المضادات تحمي المستهلك من الامراض المترتبه على تراكم مضادات الاكسدة الصناعية في انسجة الجسم والتي غالباً ما تقود الى الامراض السرطانية.

الادعاءات

١- فصل وتشخيص مضادات اكسدة طبيعية من زيت بذور السمسم المحلية واستخدامها كبديل لمضادات الاكسدة الصناعية في اطالة العمر الخزني لزيت بذور الكتان وعباد الشمس

٢- اشارة الى الادعاء رقم(١) تم استخلاص السيسامول من زيت بذور السمسم المحمصة.

٣- اشارة الى الادعاء رقم(١) تم اضافة اللكنان المستخلص من بذور السمسم المحمصة وغير المحمصة والسيسامين والسيسامولين والسيسامول الى الزيوت الصالحة للطبخ والمعرضة للاكسدة.

٤- اشارة الى الادعاء رقم(١) اضافة السيسامول بتركيز ٠,٠٢ و٠,٠٣٪ كان افضل في الحماية من الاكسدة من مضاد الاكسدة الصناعية BHT ٠,٠٢ ٪.

١- اشارة الى الادعاء رقم(١)، اللكنان المستخلص من بذور السمسم المحمصة وغير المحمصة والسيسامين والسيسامولين في تركيز ٠,٠٣٪ كان مشابة لتأثير مضادات الاكسدة الصناعية (BHT) بتركيز ٠,٠٢ ٪.

المصادر

Ahmed, M.; Pickova, J.; Ahmad, T., Liaquat, M.; Farid, A. and Jahangir, M. (2016). Oxidation of Lipids in Foods. Sarhad Journal of Agriculture, 32(3).

Anilakumar, K.R.; Pal, A.; Khanum, F. and Bawa, A.S. (2010). Nutritional, medicinal and industrial uses of sesame (Sesamum indicum L.) seeds-an overview. Agriculturae Conspectus Scientificus, 75(4), 159-168.

AOCS. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society. Champaign: American Oil Chemists' Society. (2001). method Cd 19-90

Cho, S.H.; Park, B.Y.; Kim, J.H.; Park, K.M.; Ryu, S.N. and Lee, J.M. (2004). Effects of sesame lignan extract on linoleic acid, lipid oxidation, color and textural properties of ground pork, and sausage products. Journal of Food Lipids, 11(2), 131-145.

Cho, S.H.; Park, B.Y.; Yoo, Y.M.; Lee, J.M. and Yun, S.G. (2000). Amethod preparing lignan powder and a method for preventing oxidizationof meat and meat products by addition of the lignan powder thereto. Korea Patent.11, 131-145

Chung, J.; Lee, J. and Choe, E. (2004). Oxidative stability of soybean and sesame oil mixture during frying of flour dough. Journal of food science, 69(7), 574-578.

Guan, Y.G.; Zhang, B.S.; Yu, S.J.; Wang, X.R.; Xu, X.B.; Wang, J.; Han, Z.; Zhang, P.J. and Lin, H. (2011). Effects of ultrasound on a glycin–glucose model system a means of promoting maillard reaction. Food and Bioprocess Technology, 4(8), 1391-1398.

Hemalatha, S. (2004). Lignans and tocopherols in Indian sesame cultivars. Journal of the American Oil Chemists' Society, 81(5), 467.

Hermann, R.; Naumov, S.; Mahalaxmi, G.R. and Brede, O. (2000). Stability of phenol and thiophenol radical cations–interpretation by comparative quantum chemical approaches. Chemical Physics Letters, 324(4), 265-272.

Jayalekshmy, A.; Arumugham, C. and Suja, K.P. (2001). Process for extraction of antioxidants from sesame seed/cake. US Patent Appl, 60(04.004), 583-591.

Kahkonen, M.P.; Hopia, A.I.; Vuorela, H.J.; Rauha, J.P.; Pihlaja, K.; Kujala, T.S. and Heinonen, M. (1999). Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. Journal of agricultural and food chemistry, 47(10), 3954-3962.

Kim, J.H.; Seo, W.D.; Lee, S.K.; Lee, Y.B.; Park, C.H.; Ryu, H.W. and Lee, J.H. (2014). Comparative assessment of compositional components, antioxidant effects, and lignan extractions from Korean white and black sesame (Sesamum indicum L.) seeds for different crop years. Journal of Functional Foods, 7, 495-505.

Kitts, D. D.; Wijewickreme, A. N., and Hu, C. (2000). Antioxidant properties of a North American ginseng extract. Molecular and Cellular Biochemistry. 203, 1–10.

Kumar, C.M. and Singh, S.A. (2015). Bioactive lignans from sesame (Sesamum indicum L.): evaluation of their antioxidant and antibacterial effects for food applications. Journal of food science and technology, 52(5), 2934-2941.

Lee, J. and Choe, E. (2006). Extraction of lignan compounds from roasted sesame oil and their effects on the autoxidation of methyl linoleate. Journal of food science, 71(7), C430-C436.

Nagashima, M.; Fukuda, Y. and Ito, R. (1999). Antioxidative lignans from industrial wastewater in cleaning of black

sesame seed. Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology (Japan).

Oyaizu, M. (1986). Studies on products of browning reaction. The Japanese journal of nutrition and dietetics, 44(6), 307-315.

Pangawikan, A.P..; Santoso, U.; Suparmo and Hastuti, P. (2015). Shelf-Life Prediction of Indonesian Fish Cracker Fried with Mix Palm-Sesame Oil using Accelerated Shelf-Life Test (ASLT). International Journal of Science and Research (IJSR), 6 (8), 921-926

Rangkadilok, N.; Pholphana, N.; Mahidol, C.; Wongyai, W.; Saengsooksree, K.; Nookabkaew, S. and Satayavivad, J. (2010). Variation of sesamin, sesamolin and tocopherols in sesame (Sesamum indicum L.) seeds and oil products in Thailand. Food Chemistry, 122(3), 724-730.

Sadeghi, N.; Oveisi, M.R.; Hajimahmoodi, M.; Jannat, B.; Mazaheri, M. and Mansouri, S. (2010). The contents of sesamol in Iranian sesame seeds. Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 101-105.

Sadeghi, N.; Oveisi, M.R.; Hajimahmoodi, M.; Jannat, B.; Mazaheri, M. and Mansouri, S. (2010). The contents of sesamol in Iranian sesame seeds. Iranian Journal of Pharmaceutical Research, 101-105.

Suja, K.P.; Jayalekshmy, A. and Arumughan, C. (2004). Free radical scavenging behavior of antioxidant compounds of sesame (Sesamum indicum L.) in DPPH• system. Journal of agricultural and food chemistry, 52(4), 912-915.

Wu, W.H. (2007). The contents of lignans in commercial sesame oils of Taiwan and their changes during heating. Food chemistry, 104(1), 341-344.

Yen, G.C., 1990. Influence of seed roasting process on the changes in composition and quality of sesame

(Sesame indicum) oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *50*(4), pp.563-570.

Yeo, J.; Park, J. and Lee, J. (2011). Evaluation of antioxidant capacity of sesamol and free radical scavengers at different heating temperatures. European journal of lipid science and technology, 113(7), 910-915.