

دراسة الأحماض الدهنية والتوكوفيرولات والاستيروولات والمركبات الفينولية والثباتية لثلاثة زيوت سودانية غير تقليدية مقارنة مع أربعة اخري تقليدية

عبد الباسط مريود¹، برتراند ماتيبوس²، كارل ايشنر³ و اسماعيل حسن حسين⁴

¹ قسم علوم وتكنولوجيا الاغذية كلية الدراسات الزراعية جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا الخرطوم بحري ص ب 71 السودان

² معهد بحوث الدهون المركز الفيدرالي لبحوث الغلال والبطاطس والدهون، مونستر، المانيا

³ معهد كيمياء الاغذية جامعة مونستر، مونستر، المانيا

⁴ المعهد القومي لبحوث تصنيع الحبوب الزيتية، جامعة الجزيرة، ومدني ص ب 21 السودان

موجز البحث

ثلاثة زيوت غير تقليدية هي زيت شجرة الحميض (*Sclerocarya birrea* (SCO) وزيت حشرة بق البطيخ Melon bug oil (MBO) وزيت حشرة عندت الذرة Sorghum bug oil (SBO) درست وقورنت مع أربعة زيوت تقليدية هي السمسم، الفول، بذرة القطن وزيت زهرة الشمس. الدراسة اظهرت ان نسبة الدهون الخام في الزيوت غير التقليدية اعلي من نظيرتها في الزيوت التقليدية حيث وجدت 60، 53.5 و 45% في كل من زيت حشرة عندت وزيت الحميض وزيت حشرة بق البطيخ علي التوالي مقارنة بـ 45.6، 35.1، 30 و 28.5% في كل زيت السمسم، الفول وزهرة الشمس وبذرة القطن علي التوالي. دراسة الاحماض الدهنية بجهاز الكروماتوغراف السائل اوضحت ان الاحماض السائدة في كل الزيوت هي احماض البالمتيك، استيريك، أوليك و لينوليك ولم توجد اي احماض دهنية غير عادية. دراسة التوكوفيرولات بجهاز الكروماتوغراف السائل عالي الكفاءة اوضحت ان زيت شجرة الحميض وحشرة بق البطيخ بهما نسبة قليلة من التوكوفيرولات و نسبة الاستيروولات التي قدرت بواسطة جهاز الكروماتوغراف الغازي كانت عالية في زيت الحميض وزيت حشرة عندت مقارنة بالزيوت التقليدية (عدا السمسم وبذرة القطن). زيت الحميض وزيت حشرة بق البطيخ أظهرتا ثباتية تأكسدية عالية جدا باستخدام جهاز الرانسيما (43.7، 38 ساعة علي التوالي) وتلك الثباتية تعتبر عالية جدا اذا ما قورنت بثباتية الزيوت التقليدية التي لم تتعد 5.2 ساعة. دراسة تقدير المركبات الفينولية الكلية اوضحت انها عالية في كل من زيت حشرة بق البطيخ يليه زيوت السمسم، الحميض وزيت حشرة عندت. مستخلصات المركبات الفينولية للزيوت غير التقليدية كانت ذات فعاله عاليه في تثبيط اكسدة البيتاكاروتين وحمض اللينوليك اكثر من مستخلصات الزيوت التقليدية.

المقدمة

الأغذية التقليدية تلعب دوراً هاماً في التغذية لدي قطاع كبير في المجتمعات الريفية السودانية اذ تستخدم بعض الزيوت غير التقليدية في الغذاء كما تستعمل كمصادر علاجية كما ان انتاج الحبوب الزيتية يلعب دور كبير في الاقتصاد السوداني اذ يعتبر السودان من اكبر الدول المنتجة للزيوت النباتية ومن اهم الزيوت المنتجة زيت الفول السوداني والسمسم تليها زيوت بذرة القطن وزهرة الشمس والتي تمثل 4-6% من الانتاج السنوي لمحاصيل الزيوت. (Mariod 2005) متوسط تركيب الاحماض الدهنية ل721 عينة مختلفة من السمسم جمعت من مناطق مختلفة من العالم كانت كالآتي: حمض البالمتيك 9.5%، استيريك 4.4%، أوليك 39.6% و لينوليك 46.0% (Yermanos et al. 1972) كما اشار باحثون اخرون الي ان نسبة حمض البالمتيك تتراوح بين 8.2-12.7% والاستيريك 5.6-9.1%

والاوليك 33.4-46.9% وحمض اللينوليك 33.2-48.4% هي الاحماض الدهنية الرئيسية في اربعة عينات من السمسم (Kamal-Eldin and Sheppard and 1994). زيت السمسم يحتوي علي 426مجم/كجم من التوكوفيرولات الكلية (Pennington 1993) الثباتية العالية لزيت السمسم ترجع لوجود نسبة قليلة من مادة السيسامول به (Gunstone et al 1994). تزرع سنويا مايقارب المليون هكتار بالبول السوداني بالسودان وذلك يمثل 90% من المساحة المزروعة بهذا المحصول في الوطن العربي. زيت الفول السوداني يحتوي 12.5، 37.0، 41.0% حمض بالميتيك، اوليك، و لينوليك علي التوالي ومحتوياته من الاحماض الدهنية والتوكوفيرولات وبعض مضادات الاكسدة تجعله زيت ذو ثباتية ملحوظة (Gunstone et al 1994) الاستيروولات الكلية في زيت الفول السوداني تتراوح بين 901-2850مجم/كجم وان البيتا-ستيوستيرول هي السائدة فيه اذ تمثل اكثر من 64% (Rossell et al 1983) وان جملة التوكوفيرولات الكلية بزيت الفول السوداني تصل 185 جزء في المليون (Kamal-Eldin and Andersson 1997) زيت بذرة القطن يحتوي علي نسبة 54.9% حمض لينوليك و 16.4% اوليك و 24.3% حمض بالميتيك (Warner et al 1997) وجملة التوكوفيرولات الكلية في زيت الفول السوداني تصل الي 983مجم/كجم (Muller-Mulot 1976) كما يحتوي علي 4490مجم/كجم من الاستيروولات (Rossell and Pritchard 1990). يعرف زيت زهرة الشمس باحتواءه علي نسبة عالية من حمض اللينوليك تصل الي 62% واوليك 25.2% وحمض بالميتيك بنسبة تصل الي 6.4% ولكن هناك اصناف من زهرة الشمس تحتوي نسبة عالية من حمض الاوليك تصل الي 80% وتعرف بالاصناف عالية الاوليك . التوكوفيرولات في زيت زهرة الشمس تصل الي 533مجم/كجم (Lampi and Kamal-Eldin 1998) وجملة الاستيروولات تصل الي 3387مجم/كجم (Muller-Mulot 1976) وجد بعض الباحثون ان الفا وجاما نوكوفيرول تزيدان من ثباتية زيت زهرة الشمس العالي في حمض الاوليك (Lampi and Kamal-Eldin 1998).

شجرة الاسكليروكاريا *Sclerocarya birrea* subsp. *caffera* من اشجار مناطق السافانا وتتبع الشجرة للعائلة Anacardiaceae وبذرهما تحتوي 2-3 نواة بها نسبة عليا من الزيت والبروتين ((Voget (1995)، FAO (1988) في السودان تعرف هذه الشجرة باسم شجرة الحميض وفاكهتها الصفراء المستديرة في حجم الليمون المتوسط وعند تمام نضجها يكون لونها اصفر وللثمرة الكاملة النضج رائحة المانجو وتحتوي علي نسبة عالية من العصير وهي مرغوبة جدا من قبل الاطفال لطعمها السكري بموضوعة خفيفة. بعض الباحثين سلط الضوء علي التركيب الكيميائي لزيت الحميض ((Salama (1973)، (Mariod ، Ogbobe (1992)، (2004). et al. (2005). (Mariod et al. (2004). التوكوفيرولات الكلية في زيت الحميض قليلة تصل الي 13.7مجم/كجم بينما جملة الاستيروولات تصل الي 287مجم/كجم من الزيت والجاما-توكوفيرول هي السائدة بين انواع التوكوفيرولات الاخرى وان الدلتا-افينواستيرول تصل الي 4.8مجم/100جم من الزيت وهي معروف عنها كمادة مضادة لعملية البلمرة في الزيوت اثناء القلي ومن الملاحظ ان زيت الحميض يمتاز بنباتية عالية جدا تصل الي 43ساعة علي درجة حرارة 120مئوي مقاسة بواسطة جهاز الرانسيمات Rancimat (Mariod et al 2004) . يعبر بق البطيخ *Aspongubus viduatus* من الحشرات ذات التأثير الاقتصادي الكبير علي محصول البطيخ بغرب السودان وبق البطيخ واسع الانتشار في ولايات كردفان ودارفور حيث تكثر مزارع البطيخ المطري واليق حشرة صغيرة نوعا ما بارتفاع 20مليمتر يعرف بق البطيخ محليا في ولاية شمال كردفان باسم ام بقة ويستعمل الزيت المستخلص بالماء الساخن في التغذية، في برنامج للمكافحة المتكاملة نفذ بواسطة ادارة وقاية النباتات بولاية شمال كردفان وبرنامج الغذاء العالمي (WFP) لمكافحة بق البطيخ تم جمع اكثر من 1400 طن من الحشرات الكاملة في مساحة 3مليون فدان كانت مزروعة بالبطيخ في موسم 2005-2006 (Alsudani 2006) newspaper 2006 ويستعمل زيت ام بقة في الطهي وله بعض الاستخدامات العلاجية مثل علاج بعض الاصابات الجلدية. حشرة بق البطيخ الجافة تحتوي علي زيت بنسبة 45% وهذا الزيت يحتوي 46.3، 3.4 و 44.2% من حمض الاوليك ، اللينوليك والبالميتيك علي التوالي كما يحتوي الزيت علي قدر قليل من التوكوفيرولات تصل الي 0.3مجم/100 جرام من الزيت وبه استيروولات تصل الي 17.0مجم/100 جرام وان البيتا-ستيروول هي الغالبة بنسبة تصل الي 60% من اجمالي الاستيروولات. لزيت بق البطيخ ثباتية عالية جدا تصل الي 38 ساعة علي درجة حرارة 120 مئوي مقاسة بجهاز الرانسيمات (Mariod et al 2004). ولرفع الثباتية التأكسدية لزيت زهرة الشمس تم خلطه بزيت بق البطيخ مما ادي لخفض نسبة حمض اللينوليك من 46.3 الي 30.1% بزيت زهرة الشمس وفي نفس الوقت

عملية الخلط رفعت نسبة حمض الاوليك من 41.3 الى 43.9 % مما حسن الثباتية المنخفضة لزيت زهرة الشمس (Mariod et al 2005). زيت بق البطيخ يمكن استرته بسهولة باستعمال كحول الايثانول او الميثانول في وجود حمض الكبريتيك المركز كعامل مساعد وذلك لانتاج بيوديزل يطابق المواصفات الاوروبية للبيوديزل (Mariod et al 2006) اشار تاوشر واخرون 1981م (Tauscher et al. 1981) ان في بعض مناطق السودان الزيت المستخلص من بق البطيخ يستعمل في الاكل وانه لم تثبت له اي سمية وان تركيبه الكيماوي يقارب الزيوت الحيوانية.

حشرة اقونوسيلس بيبسيسينس *Agonoscelis pubescens* وهي بق الذرة تتبع العائلة بنتاتوميدي Pentatomidae تعرف محليا في السودان باسم عندت الذرة وهي من الحشرات ذات التأثير الاقتصادي الكبير على محصول الذرة الرفيعة في كل من المناطق المروية والمطرية. في غرب السودان تجمع حشرات بق الذرة الكاملة وتؤكل بعد قليها في حين في بعض مناطق السودان تجمع الحشرات الكاملة وتعصر للحصول على زيت يستعمل في الطهي وبعض الاستعمالات العلاجية. في منطقة البطانة بوسط السودان يستعمل البدو الغار الناتج من حرق بق الذرة في علاج بعض الاصابات الجلدية للجمال. نسبة الزيت في حشرة بق الذرة تصل الي 60% من وزنها الجاف وان الاحماض الدهنية المكونة للزيت هي الاوليك بنسبة 40.9% اللينوليك بنسبة 34.5% والپالميتيك 12.1% وان الزيت يحتوي توكوفيرولات تعادل 34مجم / 100 جرام من الزيت (Mariod et al 2004). يمكن استرة زيت حشرة بق الذرة بسهولة باستعمال اي من كحول الايثانول او الميثانول في وجود حمض الكبريتيك المركز للحصول على بيوديزل يوافق المواصفات الاوروبية للبيوديزل (Mariod et al 2006). الزيوت النباتية هي المصدر الرئيسي للاحماض الدهنية الغذائية والتوكوفيرولات ولكن هناك فروق واضحة في الاحماض الدهنية وتركيبها ومستوي التوكوفيرولات بين هذه الزيوت ويجب الاهتمام بهذه الفروق لاعطاء معلومات لاجراء بحوث علي الاستعمالات التغذوية لهذه الزيوت (Kamal-Eldin and Andersson 1997). تركيز وتواجد الاستيروولات في الزيوت يختلف بمدى واسع عن تركيز ومحتوي هذه الزيوت من الاحماض الدهنية. يمكن استخدام تحليل محتوى الزيت من الاستيروولات لمعرفة نوع هذا الزيت وايضا للكشف عن اضافة زيوت رخيصة له او للتفريق بين انماط جودة مختلفة لنفس الزيت وهناك مجموعة من الباحثين اهتمت بتقدير محتوى الزيوت ومنتجاتها من الاستيروولات (Ballesteros et al., 1996; Grob et al., 1989; Holser et al., 2004; Fischer et al., 1991). درست اهمية الفيتواستيروولات وتأثيرها علي ثباتية زيوت كل من الشلجم ، زيت بذرة الكاكاو، الفسول السوداني وزيت فول الصويا اثناء استخدامها للقلي (While Oehrl et al. 2001).

تهدف هذه الدراسة لمقارنة التركيب الكيماوي لثلاثة زيوت سودانية غير تقليدية تستعمل في التغذية باربعة زيوت سودانية تقليدية وهذه المقارنة تشمل محتوى الزيوت من الاحماض الدهنية والتوكوفيرولات، الاستيروولات، المركبات الفينولية والثباتية. وتهدف الدراسة للاجابة علي التساؤل هل هناك فروق في الثباتية اعتمادا علي الفروق في التركيب الكيماوي لهذه الزيوت؟

طريقة ومواد البحث

المواد

المذيبات العضوية التي استعملت في هذا البحث مثل *n-hexane* و *n-heptane* and methanol، والهبتان والميثانول هي من نوع المستعمل في تحاليل الكروماتوغراف السائل عالي الكفاءة HPLC البتولين والتوكوفيرولات تم الحصول عليها من شركة ميرك الألمانية (Germany، Merck Darmstadt) الكلووروفورم، بيتا-كاروتين، حمض اللينولييك، 1،1-Diphenyl-β-picrylhydrazyl (DPPH)، فولن كالتشيو، وتوين 40 تم الحصول عليها من شركة ميرك الألمانية Merck chemical (Germany)، Darmstadt، company (Merck) زيوت السمسم، الفول السوداني، زهرة الشمس، وبذرة القطن تم شرائها من سوق مدينة الخرطوم بحري، السودان.

بذور الحميض الجافة جمعت يدويا من منطقتي غبيش وابي جيبهية بولاية شمال وجنوب كردفان علي التوالي. البذور كسرت لفصل القشور عن البذور الداخلية بواسطة ماكينة (Germany)، a Vice model 2XFRONT (Heuer مطحنة معملية (Petra electric)، Burgau، Germany) وتم استخراج الزيت من البذور المطحونة بواسطة الهكسان (درجة غليان 50-60م) باستعمال جهاز السوكسلت لمدة ست ساعات باتباع طريقة الجمعية الأمريكية لكيميائي الزيوت رقم AOCs method Aa 4-38 1993 والزيت الناتج تم تخزينه علي درجة حرارة 4مئوي الي حين اجراء التحليل.

حشرة بق البطيخ تم جمعها من منطقة غبيش بغرب السودان وتم الحصول علي الزيت منها بواسطة الاستخلاص باستخدام الماء الساخن حيث قتلت الحشرات بعد جمعها بغمرها في ماء ساخن لفترة قصيرة ثم طحنت بواسطة هاون منزلي ثم استخلص الزيت بوضعها في ماء ساخن يغلي ثم جمعت الطبقة الزيتية العلوية ثم عرضت لدرجة حرارة لطرد معلق بما من قطرات ماء وبالتالي حفظ الزيت المتحصل عليه علي درجة حرارة 4 م الي حين استعماله في التحاليل المختلفة (Mariod et al 2005). حشرة عندت الذرة جمعت من منطقة مشروع الرهد الزراعي بوسط السودان وحفظت الحشرات وهي حية في كيس بولي اثيلين محكم القفل ثم غمر الكيس في ماء ساخن لسبع دقائق وبعد التأكد من موت الحشرات جففت في الشمس (Mariod et al 2005) وطحنت بواسطة هاون معلمي بعد تمام جفافها واستخلص زيتها باستعمال مذيب الايثر ثنائي الايثايل باستعمال جهاز السوكسلت لمدة ست ساعات باتباع طريقة الجمعية الأمريكية لكيميائي الزيوت رقم AOCs method Aa 4-38 1993 والزيت الناتج تم تخزينه علي درجة حرارة 4مئوي الي حين اجراء التحليل.

طرق التحليل

تحليل الاحماض الدهنية

الاحماض الدهنية للزيوت الثلاثة قدرت باتباع طريقة الايزو (2000،ISO/FDS 5509) حيث اخذت نقطة من الزيت في انبوبة اختبار وذوبت في واحد ملتر من الهبتان الحلقي واضيف للخليط 50ميكروتر من الصوديوم ميثانوليت المذاب في كحول الميثانول وقفلت انبوبة الاختبار وحركت بشدة لمدة دقيقة واحدة. بعد اضافة 100ميكروتر من الماء المقطر وضعت الانبوبة بمحتوياتها في جهاز طراد مركزي بسرعة 4500جم للدقيقة وبعدها ازيلت الطبقة السفلية المتكونة ثم اضيفت 50 ميكروتر من حمض الهيدروكلوريك لطبقة الهبتان ومزجت تماما وتم التخلص من الطبقة المائية السفلية. اضيفت 20مجم من سلفات الصوديوم الهيدروجينية ثم ارجعت للطراد المركزي مرة اخري لنفس السرعة ولمدة 10 دقائق ثم نقلت طبقة الهبتان في قارورة صغيرة وحقت في جهاز الكروماتوغراف الغازي Varian 5890 به عمود شعري بطول 100 متر وقطر 0.25 مللمتر وسمك 0.2 ميكرومتر ودرجة حرارة فرن الجهاز 155-250 درجة مئوية ودرجة حرارة المكشاف 250 درجة مئوية والغاز المستعمل هو الهيدروجين وحقت العينة يدويا بمجم واحد ميكروتر وتم الحصول من الجهاز علي رسم يوضح النسبة المئوية لكل حمض دهني في العينة.

تحليل التوكوفيرولات

ذوبت 250 مجم من الزيت في 25 مللتر من الهبتان الحلقي واستعملت مباشرة في جهاز الكروماتوغراف السائل عالي الكفاءة HPLC ماركة Merck-Hitachi حيث حقنت 20 ميكروليتر من العينة بواسطة جهاز سحب عينات اتوماتيكي في عمود (Balz et al. 1992).

تحليل الاستيروولات

دراسة التركيب الكيميائي للاستيروولات لعينات الزيوت قيد الدراسة تم تحليلها باتباع طريقة منظمة التقييس الدولية الايزو (ISO\FIDS method 1999) وباختصار تم تصبين 250 مجم من الزيت بواسطة محلول من هيدروكسيد البوتاسيوم الايثانولي بغليها بجهاز تقطير عكسي وفصلت المواد غير المتصينة باستخلاصها في عمود معبأ بأكسيد الامونيوم حيث حجز الاحماض الدهنية وسمح بمرور الاستيروولات. الاستيروولات المتحصل عليها من العمود سابق الذكر تم فصلها الي اجزائها بواسطة كروماتوغراف الطبقة الرقيقة علي شرائح زجاجية بابعاد 20 X20 سم وبسبك 0.25 مللم باستعمال خليط من الهكسان والاثير ثنائي الايثايل بنسبة 1:1 حجم:حجم كسائل للفصل ثم كشتت العينات المنفصلة من الشرائح الزجاجية وتم تقدير وتحديد نوع الاستيروولات بواسطة جهاز الكروماتوغراف الغازي باستعمال البييتولين كعمود داخلي وتم فصل الاستيروولات علي عمود فصل من نوع SE 54 CB طوله 50 متر وقطره الداخلي 0.25 مللم باستعمال غاز الهيدروجين كغاز حامل ودرجة حرارة 230مئوي.

الثباتية التأكسدية للزيوت

قيست الثباتية التأكسدية للزيوت باستعمال جهاز الرانسيمات (Metrohm 1994) نوع (743 Rancimat (Methrom AG Switzerland).Herisau حيث وزنت 3.6 جرام من الزيت في انبوبة خاصة ووضعت بالجهاز علي درجة حرارة 120مئوي وتيار الهواء المار معدله 20لتر/ساعة لكل القياسات المركبات المتطايرة من العينة نتيجة الحرارة العالية استقبلت في كأس ملئ 60 مللتر ماء مقطر حيث قيست وسجلت درجة التوصيل الكهربائي له بعد مرور المركبات المتطايرة به. كل العينات قيست ثباتيتها مرتين واستخرج المتوسط لها.

اللزوجة

قيست درجة لزوجة الزيوت باتباع طريقة الجمعية الالمانية لكيميائي الزيوت رقم DGF method C-IV 7c (1968) باستعمال جهاز قياس اللزوجة نوع (Haake Meßtechnik CO MV1 (Germany), Karlsruhe) علي درجتي حرارة 25 و 60م وقيست اللزوجة كميليبوز m Pas

تقدير اجمالي المركبات الفينولية في الزيوت

المركبات الفينولية في الزيوت تم تقديرها باتباع طريقة سيلفيا واخرون (Silvia et al. 1984) حيث اخذت 5مجم من عينات الزيوت ونفس الوزن من حمض القاليك (كمعاير) وذوبت في واحد مللتر من الميثانول المائي (40:60) الحمض بحمض الهيدروكلوريك (0.3 % HCl) واخذت منها 100ميكرولتر واضيفت الي 2.0 مللم من كربونات الصوديوم تركيزها 2.0% وبعد دقيقتين اضيفت 100ميكرولتر من كاشف فولن-سايبوكالتسيو تركيزه 50% وترك التفاعل للاستقرار علي درجة حرارة الغرفة لمدة نصف ساعة ثم قيس امتصاص المحلول بجهاز الاسبيكتروفوتومتر نوع (Japan LTD. Tokyo Hitachi) علي طول موجي قدرة 750 نانوميتر وهو يعطي مؤشر واضح للتركيز وتم حساب تركيز المركبات الفينولية وعبر عنها كحامض قاليك.

تقدير النشاط التأكسدي

طريقة البيتا-كاروتين وحمض اللينوليك

تم تقدير النشاط التأكسدي لمستخلصات الزيوت المحتوية على المركبات الفينولية باتباع طريقة البيتا-كاروتين وحمض اللينوليك (Amarowics et al., 2003) حيث ذوبت 2مجم من البيتاكاروتين في 10مل من الكلوروفورم واخذ من الخليط واحد ملتر في دورق وبعد ازالة الكلوروفورم بالمبخر الدوار على درجة حرارة 40 مئوية اضيف لمكونات اللدورق 20مجم من حمض اللينوليك و200مجم من كاشف تويين 40 و 50 مل من الماء المقطر ومزجت كل المكونات جيدا. اخذت 5 مل من المعلق السابق وضعت في مجموعة من انابيب الاختبار كل انبوبة تحتوي على 2مجم من المستخلص الفينولي للزيت او 0.2مجم من مضاد الاكسدة الصناعي بيوتاليتيد هيدروكسي ايسول (BHA) ووضعت الانابيب في حمام مائي حرارته 50مئوي لفترة 120 دقيقة متواصلة تؤخذ منها كل 15 دقيقة عينة لقراءة درجة الامتصاص بواسطة جهاز الاسبكتروفوتومتر على طول موجي 470 نانومتر. تؤخذ العينات مكررة مرتين ويوجد متوسط للقراءات.

طريقة ال (DPPH)

تم تقدير النشاط التأكسدي للمستخلصات الفينولية للزيوت التقليدية وغير التقليدية بطريقة 1-Diphenyl-β-picrylhydrazyl (DPPH) حيث اخذت تخفيفات (25، 50، 100، 200، 300، 400، 500 μL) من المستخلص الفينولي للزيوت المذاب في كحول الميثانول ووضعت في انبوبة جهاز الاسبكتروفوتومتر واطيف اليها 0.5مل من ال DPPH وضعت في حضن مظلم على درجة حرارة 23مئوي لمدة نصف ساعة ثم قرأت درجة الامتصاص بواسطة جهاز الاسبكتروفوتومتر (Hitachi)، LTD.Tokyo، Japan، على طول موجي 515 نانومتر. تؤخذ العينات مكررة مرتين ويوجد متوسط للقراءات.

التحليل الاحصائي

كل التحاليل اجريت ثلاث مرات واخذ متوسط القراءات واستخرج الانحراف المعياري باستخدام Student *t*-test ($P < 0.05$) وحلل معامل الاختلاف لكل القيم بواسطة برنامج احصائي نوع (Statgrafics® Statistical Graphics System) (version 4.0 [28]).

النتائج والمناقشة

محتوي العينات من الزيت

تم تقدير محتوى الزيت في بذور كل من السمسم، زهرة الشمس، بذرة القطن (زيوت تقليدية) وبذور الحميض، وحشرة بق البطيخ، وعندت الذرة (زيوت غير تقليدية) هناك قليل من المعلومات عن الزيوت غير التقليدية بالرغم لها واسعة الانتشار والاستعمال في السودان وبعض الدول الافريقية. محتوى الزيت في عينات الزيوت غير التقليدية اعلى منه في التقليدية اذ كانت نسبة الزيت في بذور الحميض (SCO) *Sclerocarya birrea* oil 53.5% وفي حشرة بق البطيخ (MBO) *Melon bug oil* 60% بينما كانت في حشرة عندت الذرة (SBO) *Sorghum bug oil* 45% وكانت نسبة الزيت في المصادر التقليدية كما هو في بعض المراجع (Gunstone et al 1994) كلاتي سمسم (SEO) *Sesame oil* 40%، الفول السوداني (GNT) *Ground nut* 38% وزهرة الشمس (SFO) *Sunflower oil* 20% وبذرة القطن (CSO) *Cotton seed oil* كانت نسبة الزيت بها 16% كما هو موضح في الجدول رقم 1.1 (Table 1) وكما هو واضح فان نسبة الزيت في المصادر غير التقليدية اعلى منها في المصادر التقليدية المعروفة وبالتالي من الممكن من الناحية الاقتصادية انتاج الزيوت من بذور اشجار الحميض وحشرتي بق البطيخ وعندت الذرة.

محتوي الزيوت من الاحماض الدهنية

بالاضافة لنسبة الزيت التي لها اهمية اقتصادية فان معرفة انواع الاحماض الدهنية في الزيت لها اهمية في تحديد مجالات استخداماته. الاحماض الدهنية السائدة في العينات غير التقليدية كما حللت بواسطة جهاز الكروماتوغراف الغازي والتي يوضحها الجدول رقم 2 (Table 2) هي حمض البالميتيك، الاوليك، الاستريك وعندما قورنت هذه النتيجة بالاحماض الدهنية للعينات التقليدية التي تستعمل كزيوت غذائية (سمسم، زهرة شمس، فول و بذرة قطن) اوضحت ان المصادر غير التقليدية (عدا عينة بذرة القطن CSO) بها نسبة عالية من حمضي البالميتيك والاوليك ولقد ربطت بعض الدراسات (Wanasundara et al 2003) بين الاهمية الغذائية والمستوي العالمي من حمض الاوليك في بعض الزيوت. الزيوت غير التقليدية اظهرت محتوى منخفض من حمض اللينوليك (جدول رقم 2) ولم يظهر تحليل الاحماض الدهنية بالكروماتوغراف الغازي في الزيوت غير التقليدية اي اختلاف عن تلك التقليدية واوضحت هذه الدراسة ان توزيع الاحماض الدهنية الرئيسة لم يكن متماثلا في كل العينات اذ اظهرت النتائج ان الزيوت التقليدية بها نسبة منخفضة من الاحماض الدهنية غير المشبعة عديدة الروبط (PUFA) ونسبة الاحماض الدهنية المشبعة لغير المشبعة ايضا منخفضة (Table 3) مقارنة بالدراسات السابقة وبالتالي زيتي الحميض وبق البطيخ باحتوائهما علي نسبة منخفضة من الاحماض الدهنية عديدة التشبع تكون مفضلة اكثر. نتيجة تحليل اقسام المادة الدهنية (الليبيدات) بالزيوت اوضحت ان الجليسريدات الثلاثية (TAG) تمثل نسبة 71.6-85.3% كما في جدول رقم 4 (Table 4). لبيدات الزيوت غير التقليدية (حميض، بق بطيخ وعندت الذرة) تحتوي نسبة منخفضة من الجليسريدات الثلاثية (TAG) اذ كانت 74.9، 76.5، و 71.6% علي التوالي وتحتوي نسبة عالية من الليبيدات القطبية (polar lipids PL) اذ كانت 12.4، 14.4 و 11.7% علي التوالي عند مقارنتها بالزيوت التقليدية.

محتوي الزيوت من التوكوفيرولات

محتوي الزيت من التوكوفيرولات عادة يكون مؤشرا لجودته. محتوى الزيوت السودانية من التوكوفيرولات موضح بالجدول رقم 5 (Table 5) زيوت الحميض وبق البطيخ اظهرت نسبة منخفضة من التوكوفيرولات اذ كانت نسبتها 13.7 و 0.3مجم لكل 100جرام علي التوالي وعند مقارنة ذلك ببعض الزيوت التقليدية مثل السمسم والفول وزهرة الشمس او زيت بذرة القطن التي بها التوكوفيرولات 64.7، 27.9، 97.6 و 77.8مجم لكل 100جرام من الزيت علي التوالي. كمية التوكوفيرولات بزيت عندت الذرة (34.0 mg/100 g) فقط يمكن مقارنتها بتلك في الزيوت التقليدية. قسم التوكوفيرولات الرئيسي في كل من زيتي الحميض وعندت الذرة هي الجاما-توكوفيرول وتمثل 95% وذلك بمائل مافي زيت السمسم وبقية اقسام التوكوفيرولات اقل من واحد مجم/100جرام من الزيت. من

الجدول رقم 5 نلاحظ ان زيت بق البطيخ به كمية منخفضة جدا من التوكوفيرولات (0.3مجم/100جم) وان الفا-توكوفيرول هي القسم السائد. اشارت بعض البحوث العلمية ((Syvaaja et al. (1986) ان الجاما-توكوفيرول هي السائدة في الزيوت النباتية ان الالفيا-توكوفيرول هي السائدة في زيت زهرة الشمس وبمقدار 62.2مجم/100جم وهذه النتائج تتطابق تماما مع هذه الدراسة فيما يخص الزيوت التقليدية.

محتوي الزيوت من الاستيرولات

الفيستوستيرولات تثبط امتصاص الكلستيرول في الانسان ويمكنها تخفيض كل من اجمالي الكلستيرول بالدم والكلستيرول منخفض الكثافة low-density lipoprotein LDL cholesterol كما ان للفيستوستيرولات خاصية منع الالتهابات ومنع تكوين الاورام (1998،Ajana et al.) وهناك دراسات متزايدة لفصل الاستيرولات واستعمالها في مجالات التطبيقات العلاجية و اضافتها للاغذية الوظيفية (2004،Holser et al.) وهي من اكثر المواد غير المتصينة في الزيوت التي درست مؤخرا بل تعتبر هي الجزء الاكبر من المواد غير المتصينة في الزيوت (Besbes et al. 2004) جدول رقم 6 (Table 6) يوضح محتوى الزيوت من الاستيرولات في الزيوت السودانية التقليدية وغير التقليدية اذ رتبنا اقسام الاستيرولات علي حسب نتيجة تحليل الكروماتوغراف الغازي كالاتي: كولستيرول، كامبيستيرول، استحماسستيرول، بيتا-ستيستيرول، دلتا5 افيناسستيرول، دلتا7 افيناسستيرول و دلتا7 استحماسستيرول. كمية الاستيرولات في الزيوت غير التقليدية كانت 286.6مجم/100جم من الزيت في زيت الحميض (SCO) و 17.7مجم/100جم في زيت بق البطيخ و 449.9مجم/جم في زيت حشرة عندت الذرة وان البيتاستيرول هي السائدة في الزيوت غير التقليدية وعند مقارنة ذلك بالزيوت التقليدية نجد ان كمية الاستيرولات في الزيوت غير التقليدية اقل من تلك في الزيوت التقليدية. نتائج مختلفة حصل عليها Gunstone et al. (1994) الذين سجلوا كمية اقل من الاستيرولات في كل من زيتي زهرة الشمس والبقول السوداني. تعتبر البيتا-ستيستيرول هي المؤشر المهم لدراسة الاستيرولات في الزيوت ولقد تراوحت نسبتها في كل الزيوت بين 60-81% من اجمالي الاستيرولات في الزيت، نسبة البيتا-ستيستيرول العالية وجدت ايضا في كل من زيت الزيتون، زيت بذور العنب، زيت الفول وزيت زهرة الشمس باجمالي بلغ 84.3، 69.2، و 62.3 و 61.9% علي التوالي (Besbes et al. 2004). زيت حشرة بق البطيخ اظهر كمية منخفضة من الاستيرولات بين جميع الزيوت. من الاعتقادات الشائعة تواجد مادة الكلستيرول في الدهون الحيوانية فقط لكن هناك دراسات (1990،Rossell and Pritchard) اشارت الي معدلات منخفضة منه (0.01-0.7%) في بعض الزيوت النباتية. من جدول رقم 6 محتوى الكلستيرول في زيت الحميض وعندت الذرة هو 0.3 ، 0.5% علي التوالي وهو يماثل نظيره في زيت السمسم (0.01%) وزيت الفول السوداني (0.5%) وزيت زهرة الشمس (0.3%) وزيت القطن (0.6%) وان زيت حشرة بق البطيخ اظهر اعلي معدل للكلستيرول (8.0%) بين كل الزيوت. زيت الحميض به نسبة عالية من دلتا5-افيناسستيرول بنسبة 16% وهي الاعلي بين جميع الزيوت يليه زيت السمسم بنسبة بلغت 9.1% وزيت الفول السوداني بنسبة 9.8% وتشير بعض الدراسات (Savage et al. 1997; White and Armstrong 1986) الي ان هذه المادة تعمل كمضاد للاكسدة وكمادة مضادة للتبلر.

الثباتية التأكسدية

الثباتية التأكسدية من اهم المؤشرات لتقييم جودة الزيوت والدهون لانها تعطي صورة واضحة عن تدهور ثباتيتها وعن اسباب هذا التدهور. درس بعض الباحثين (Baldioli et al. (1996) اهمية التوكوفيرولات وتأثيرها علي ثباتية زيت الزيتون البكر ووجدوا ان هناك صلة ضعيفة بين تركيز الفا-توكوفيرول وثباتية هذا الزيت ، ودرست مجموعة باحثين آخرين (Gutierrez et al. (1992) الدور المهم لتكوين ومحتوي اصناف من الزيتون من الاحماض الدهنية وعلاقة ذلك بثباتية الزيت المستخرج منها. ثباتية الزيوت السودانية بشقيها التقليدي وغير التقليدي عبر عنها بفترة الحفظ (Induction Period IP) والتي قيست بجهاز الانسيما على درجة حرارة 120 مئوي كما هو مسجل في الجدول رقم 7 اذ نلاحظ ارتفاع قيمة الثباتية لزيتي الحميض وبق البطيخ اذ

سجلا 43.7 و 38.0 ساعة علي التوالي، وهي ثباتية عالية جدا اذا ماقورنت بثباتية زيوت النباتية والتي تتراوح بين 1.6 ساعة لزيت السمسم و 5.4 ساعة لزيت زهرة الشمس كما تلاحظ وقوع ثباتية زيت حشرة عندت الذرة في هذا المدى اذ وجدت ثباتيته 5.1 ساعة. وترجع الثباتية العالية لزيتي الحميض وبق البطيخ لاحتوائهما علي نسبة قليلة من الاحماض الدهنية عديدة التشبع مثل حمضي اللينولييك واللينولينيك مقارنة بنسبتهما العالية في بقية الزيوت، من جانب اخر فان ارتفاع كمية التوكوفيرولات (وهي مواد تزيد الثباتية) في زيوت السمسم، عندت الذرة، الفول، زهرة الشمس وبذرة القطن وحتوائها علي نسبة عالية من الاحماض عديدة التشبع يكونان هما العاملان المسئولان عن انخفاض ثباتية هذه الزيوت. درست مجموعة من الباحثين (Gutierrez et al. (1992) دور الاحماض الدهنية وتركيبها في ثباتية زيت الزيتون ووجدوا ان هذا الدور له الالهمية في الثباتية اكثر من احتواء الزيت علي مضادات الاكسدة الطبيعية فيه، كما يمكن ان نشير الي ان ثباتية زيتي الحميض وبق البطيخ ربما تعود ايضا لعوامل اخري مثل محتواهما من المركبات الفينولية والتي اشار باحثون (Psomiadou et al.، 1999; Cinquanta et al.، 1997; Psomiadou et al.، 2002) الي انها تزيد ثباتية زيت الزيتون ومن ذلك اشار باحثون اخرون (Tsimidou et al.، 1996) لاهمية المركبات الفينولية وتأثيرها علي ثباتية وجودة الزيوت النباتية.

لزوجة الزيوت

قيست لزوجة جميع العينات وهي في صورتها السائلة باستعمال جهاز قياس اللزوجة نوع MV1 Viscotester VT 550 من شركة Germany، Karlsruhe، Haake Meßtechnik CO في مدى درجة حرارة تراوح بين 25-125 مئوي والشكل رقم 1 يوضح ذلك والذي منه نلاحظ ان لزوجة الزيوت تتناقص بزيادة درجة تشبع احماضها الدهنية ومن المعلوم ان الزيوت المحتوية علي احماض دهنية منخفضة الوزن الجزيئي تكون دائما اقل في لزوجتها من تلك ذات الوزن الجزيئي المرتفع (Forma، 1979) من الشكل رقم 1 ان اللزوجة تنخفض بزيادة درجة الحرارة في كل الزيوت ولكن زيتي الحميض وعندت الذرة اقل لزوجة من بقية الزيوت.

محتوي الزيوت من المركبات الفينولية

تحتوي الزيوت علي المركبات الفينولية والتي تؤثر في ثباتيتها وتساهم ايضا في نكهتها ورائحتها، تؤثر طريقة الاستخلاص علي محتوى زيت الزيتون البكر من المركبات الفينولية (Goámez et al.، 2002)، وجود قدر يسير من مكونات الزيت الصغري والتي تساهم ايضا في ثباتيته كان موضوع بحث مجموعة من الباحثين (Litridou et al.، 1997) لدراسة زيت الزيتون وبالذات دراسة محتواه من المركبات الفينولية ونوعها وطريقة عزلها منه وعلاقتها بثباتيته، محتوى الزيوت من المركبات الفينولية والذي قدر بطريقة فولن-سايبو كالتسيو يوضحه الجدول رقم 9، النتائج بهذا الجدول توضح ان زيت بق البطيخ يحتوي اعلي كمية من المركبات الفينولية يليه زيت السمسم ثم الحميض واهيرا زيت حشرة عندت الذرة ومن الواضح ايضا ان زيتي الحميض وبق البطيخ يحتويان علي نسبة مركبات فينولية اعلي من باقي الزيوت التقليدية. عدا زيت السمسم.

نشاط المركبات الفينولية كمضادات للاكسدة يرجع لمعادلتها للافصول الحرة التي تثبط الاكسدة ولذلك هناك طريقتين استخدمتا في هذا البحث لتقدير ذلك النشاط هما: طريقة البيتا-كاروتين وحمض اللينولييك وطريقة الدايفيناييل بيكرابل هايدرازابل (DPPH) والشكل رقم 2 يوضح مدى انخفاض امتصاص البيتاكاروتين في وجود تركيزات مختلفة من المستخلصات الميثانولية للزيوت في نظام البيتاكاروتين وحمض اللينولييك علي درجة حرارة 50 مئوي. اذ يلاحظ الاكسدة السريعة للعينة بدون اي اضافة وان المستخلص الميثانولي للزيوت غير التقليدية تثبط اكسدة اللينولييك وبالتالي حدث تغير واضح وسريع في لون البيتاكاروتين بالمقارنة مع العينة بدون اي اضافة (control) وذلك ما يؤكد ان مستخلصات الزيوت غير التقليدية تثبط اكسدة نظام البيتاكاروتين وحمض اللينولييك.

مضادات الاكسدة الطبيعية في الزيوت تتفاعل مع كاشف الدايكرايل فينايل هايدرازابل (DPPH) وبالتالي الامتصاص علي موجة طولها 517 نانومتر يكون متناسبا مع كمية ومتبقي الكاشف (Xu et al (2005)، الشكل رقم 3 يوضح انخفاض امتصاص الاصل الحر من

الكاشف الذي يعود الي تأثير المستخلصات الفينولية من الزيوت وان ال50% فقد في كمية الكاشف تكون بالزيادة التالية زيت بق البطيخ > عندت الذرة>الحميض>الفول>زهرة الشمس>بذرة القطن>السسمم وهذا يعني اننا نحتاج الي 0.13 مجم من مستخلص زيت بق البطيخ لنصل الي فقد ال50% من الكاشف بينما نحتاج الي 7.1 مجم من مستخلص زيت السسمم.

الملخص

المجتمعات الريفية السودانية تعتمد كثيرا في غذائها علي بعض الاغذية التقليدية اذ تستخدم بعض الزيوت غير التقليدية في الغذاء كما تستعمل كمصادر علاجية، تعتبر الزيوت غير التقليدية من بذور اشجار الحميض وحشرتي بق البطيخ وبق الذرة ذات قيمة غذائية عالية لاحتوائها علي احمض دهنية ومركبات فينولية بنسب عالية خاصة زيت اشجار الحميض الذي تصل في نسبة حمض الاوليك الي 67% وهي الاعلي مقارنة مع الزيوت التقليدية كما انه يحتوي نسبة منخفضة من حمض اللينوليك وله ثباتية تاكسدية مرتفعة جدا مما يطول مدة حفظة ويعتبر زيت حشرة عندت الذرة مماثلا في محتواه من الاحمض الدهنية لمعظم الزيوت التقليدية. زيوت الحميض وبق البطيخ وعندت الذرة اظهرت نسبة منخفضة في كل من التوكوفيرولات والاسيروولات اقل من تلك في الزيوت التقليدية، زيت بق البطيخ يحتوي اعلي كمية من المركبات الفينولية يليه زيت السسمم ثم الحميض واحيرا زيت حشرة عندت الذرة ومن الواضح ايضا ان زيتي الحميض وبق البطيخ يحتويان علي نسبة مركبات فينولية اعلي من باقي الزيوت التقليدية عدا زيت السسمم كما ان الزيوت غير التقليدية تحتوي مركبات فينولية ذات نشاط مضاد للاكسدة.

References

1. Voget K (1995) Common Trees and Shrubs of Dry land Sudan. SOS Sahl International. U.K
2. FAO (1988) Food and Nutrition. Paper No. 42, Traditional Food Plants U.N Rome, Italy
3. R. B. Salama: The seed oil of *Sclerocarya birrea*. Sudan J. of Food. Sci. & Tech. **5** (1973) 4-6.
4. O. Ogbobe: Physico-chemical composition and characterization of the seed, and seed oil of *Sclerocarya birrea*. Plant Foods for Human Nutrition **42** (1992) 201-206.
5. A. A. Mariod, B. Matthaüs, and K. Eichner: Fatty acid, tocopherol and sterol composition as well as oxidative stability of three unusual Sudanese oils. J. Food Lipids **11** (2004) 179-189.
6. A. A. Mariod, A. O. Ali, S. A. Elhussein and I. H. Hussien: A Re-investigation of physicochemical characteristics and fatty acid composition of *Sclerocarya birrea* (Homeid) kernel oil. Sudan Journal of Science and Technology **6** (2005) 178-183
7. Alsudani daily newspaper Vol. 20, No.143 31.03.2006
8. International standard ISO 5509. 2000. Animal and vegetable fats and oils – Preparation of Methyl Esters of Fatty Acids. ISO, Geneva.
9. Metrohm (1994): Oxidationsstabilität von Ölen und Fetten – Rancimatmethode, Application Bulletin Nr. 204/1 d
10. DGF method C-IV 7c, (1968): Deutsche Gesellschaft für Fettwissenschaft Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, Germany
11. Xu J., S. Chen Q. Hu. 2005. Antioxidant activity of brown pigment and extracts from black sesame seed (*Sesamum indicum L.*) Food Chemistry. 91: 79–83.
12. Yen, G. C., P. D. Duh. 1994. Scavenging effect of methanolic extracts of peanut hulls on free-radical and active-oxygen species. J. Agric. Food Chem. 42: 629-63
13. Cesarettin Alasalar, Fereidoon Shahidi, Toshiaki Ohshima, Udaya Wanasundara, Hasan C. Yurttas, Chandrika M. Liyanapathirana, and Fabiana B. Rodrigues Turkish Tombul Hazelnut (*Corylus avellana L.*). 2. Lipid Characteristics and Oxidative Stability *J. Agric. Food Chem.* **2003**, 51, 3797-3805
14. Syväoja, E. L., Piironen, V., Varo, P., Koivistoinen, P., Salminen, K., (1986) Tocopherols and tocotrienols in Finnish foods: oils and fats. *JAOCS* 63 (3), 328-329.
15. Besbes, H., C. Blecker, C. Deroanne, N. Bahloul, G. Lognay, N. Drira, and H. Attia (2004) Dated seed oil: phenolic, tocopherol and sterol profiles. *Journal of Food Lipids*, (11) 251-265

16. Rossell, J. B. and Pritchard, J. L. R. (1990) *Analysis oilseeds, Fats and Fatty Foods*, Elsevier Applied Science, London, PP.315, 317.
17. Goñamez-Alonso, S., M. D. Salvador and G. Fregapane (2002): Phenolic compounds profile of Cornicabra virgin olive oil *J. Agric. Food Chem.* **50**, 6812-6817
18. Litridou, M., J. Linssen, H. Schols, M. Bergmans, M. Posthumus, M. Tsimidou and D. Boskou (1997): Phenolic compounds in virgin olive oils: fractionation by solid phase extraction and antioxidant activity assessment *J. Sci. Food Agric.* **74**, 169-174
19. Forma, M W. (1979): Physical properties of fats and fatty acids. In: Baileys industrial oil and fat products Vol. 1 edited by Daniel Swern, John Wiley New York pp 178-181
20. Psomiadou, E. and M. Tsimidou (1999): On the role of squalene in olive oil stability *J. Agric. Food Chem.* **47** 4025-4032
21. Psomiadou, E. and M. Tsimidou (2002): Stability of Virgin Olive Oil. 1. Autoxidation Studies *J. Agric. Food Chem.* **50**, 716 –721
22. Cinquanta, L. E., M. Esti and L. Ennio (1997): Evolution of phenolic compounds in virgin olive oil during storage *J. Am. Oil Chem. Soc.* **74**, 1259-1264
23. Tsimidou, M., M. Lytridou, D. Boskou, A. Pappa-Louisi, F. Kotsifaki and C. Petrakis (1996): On the determination of minor phenolic acids of virgin olive oil by RP-HPLC *Grasas y Aceites*, **47**, 151-157
24. Gutierrez -Rosales, F., J. Garrido-Fernandez, L. Gallardo-Guerrero, B. Gandul-Rojas, M. I. Minguez-Mosquera, (1992): Action of chlorophylls on the stability of virgin olive oil *J. Am. Oil Chem. Soc.* **69**, 866-871
25. Baldioli M., M. Servili, G. Perretti and G. F. Montedoro (1996): Antioxidant activity of tocopherols and phenolic compounds of virgin olive oil *J. Am. Oil Chem. Soc.* **73**, 1589-1593
26. Savage, G. P., Mcneil, D. L. and Dutta, P. C. (1997): Lipid composition and oxidative stability of oils in hazelnuts (*Corylus avellana L.*) grown in New Zealand *J. Am. Oil Chem. Soc.* **74**, 755-759
27. White, P. J. and L. S. A. Armstrong (1986): Effect of selected oat sterols on the determination of heated soybean oil *J. Am. Oil Chem. Soc.* **63**, 525- 529
28. Gunstone, F. D., J. L. Harwood and F. B. Padley (1994): The lipid handbook 2nd edn. Chapman and Hall, U.K
29. Ajana, H., A. Elantari and A. Hafidi (1998): Fatty acids and sterols evolution during the ripening of olives from the Moroccan picholine cultivar *Grasas y Aceites* **49**, 405-410

30. Holser, R. A., G. Bost, and M. Van Boven (2004): Phytosterol Composition of Hybrid *Hibiscus* Seed Oils *J. Agric. Food Chem.* **52**, 2546 -2548
31. A. A. Mariod: Investigations on the Oxidative Stability of some Unconventional Sudanese Oils, Traditionally used in Human Nutrition. Ph.D. Thesis, Westfälische-Wilhelms-University, Muenster, Germany 2005.

شكر وعرافان

يتوجه الباحث الاول في هذا البحث بجزيل الشكر والعرافان للمعهد القومي لبحوث تصنيع الحبوب الزيتية التابع لجامعة الجزيرة (NOPRI) بالسودان سويا مع المنظمة الالمانية لخدمات التبادل الاكاديمي (DAAD) لدعهمهما المالي لهذا البحث. كما يشكر الباحثون دكتور برول والسيدة بيليفيلد بمعهد اجاث الزيوت بمدينة مونستر بجمهورية المانيا الاتحادية علي مساعدتهما في التحليل بواسطة الكروماتوغراف الغازي وكروماتوغراف السائل عالي الكفاءة

جدول رقم 1. يوضح محتوى الزيت في عينات المصادر غير التقليدية والتقليدية للزيوت

المصدر	محتوي الزيت (%)
	53-63±3.6
<i>Sclerocarya birrea</i>	60±0.5
Sorghum bug	45±0.6
Melon bug	16-18±1.5
Cottonseed	20-40±1.6
Sunflower	40-50±2.3
Sesame	38-50±4.6
Groundnut	

All determinations were carried out in triplicate and mean value ± standard deviation (SD) reported.

جدول رقم 2. يوضح الاحماض الدهنية (%) في الزيوت غير التقليدية مقارنة بالزيوت التقليدية

Fatty acid	SCO	MBO	SBO	SEO	GNO	SFO	CSO
12:0	0.3±0.01	0.0±0.01	0.0±0.01	n.d±0.0	n.d±0.0	0.1±0.01	0.0±0.01
14:0	0.3±0.01	0.3±0.01	0.2±0.03	0.0±0.01	0.0±0.01	0.2±0.01	0.9±0.1
16:0	14.2±0.2	30.9±0.3	12.2±0.2	9.8±0.2	10.9±0.3	4.5±0.2	23.6±0.4
16:1	0.2±0.01	10.7±0.12	1.0±0.1	0.2±0.01	0.1±0.01	0.5±0.1	0.6±0.02
17:0	0.1±0.01	0.4±0.01	0.1±0.02	0.1±0.01	0.1±0.02	0.0±0.01	0.2±0.01
18:0	8.8±0.2	3.5±0.12	7.3±0.2	6.2±0.2	3.6±0.2	7.5±0.3	2.6±0.3
18:1Δ ⁹	67.3±0.3	46.6±0.3	40.9±0.4	39.8±0.3	45.8±0.4	33.1±0.4	17.5±0.4
18:1Δ ¹¹	0.8±0.01	0.5±0.02	0.7±0.02	0.9±0.2	0.6±0.1	0.0±0.01	0.9±0.1
18:2	5.9±0.1	3.9±0.1	34.5±0.3	41.4±0.6	29.8±0.3	51.5±0.5	48.8±0.4
18:3	0.1±0.01	0.0±0.01	1.1±0.1	0.3±0.1	0.1±0.01	0.1±0.01	0.2±0.01
20:0	0.9±0.1	0.2±0.01	0.8±0.01	0.7±0.1	1.6±0.1	0.2±0.01	0.3±0.02
20:1	0.4±0.02	0.2±0.01	0.2±0.01	0.2±0.01	1.2±0.1	0.2±0.02	1.3±0.1
22:0	0.2±0.01	0.2±0.01	0.2±0.01	0.2±0.01	3.4±0.2	0.4±0.01	0.2±0.01

All determinations were carried out in triplicate and mean value ± standard deviation (SD) reported. n.d not identified.* SCO (*Sclerocarya birrea*), MBO (Melon bug), SBO (Sorghum bug oil), SEO (Sesame oil), GNO (Groundnut oil), SFO (Sunflower oil) and CSO (Cottonseed oil) are codes based on oil names.

جدول رقم 3. يوضح مؤشرات ونوع الاحماض الدهنية في الزيوت غير التقليدية مقارنة بالزيوت التقليدية

Oil	PUFA* (g/100g)	TSFA** (g/100g)	TUSFA*** (g/100g)	Ratio Unsaturated/saturated
SCO	6.05	25.19	74.65	2.96
MBO	3.99	37.2	61.35	1.64
SBO	35.67	19.48	85.91	4.33
SEO	41.7	17.04	82.93	4.87
GNO	29.8	21.88	78.09	3.56
SFO	51.5	15.32	84.67	5.52
CSO	48.9	27.97	69.42	2.48

Data are means of triplicate results and mean value \pm standard deviation (SD) reported.* Polyunsaturated fatty acids. ** Total saturated fatty acids. *** Total unsaturated fatty acids. SCO (*Sclerocarya birrea*), MBO (Melon bug), SBO (Sorghum bug oil), SEO (Sesame oil), GNO (Groundnut oil), SFO (Sunflower oil) and CSO (Cottonseed oil) are codes based on oil names.

جدول رقم 4. يوضح النسبة المئوية لاقسام المواد الدهنية في الزيوت غير التقليدية مقارنة بالزيوت التقليدية

Oil	% TAG	% DAG	% FFA	% PL	% SE
SCO	76.5 \pm 0.3	5.6 \pm 0.3	4.3 \pm 0.1	12.4 \pm 0.4	1.3 \pm 0.1
MBO	74.9 \pm 0.4	5.8 \pm 0.2	2.7 \pm 0.1	14.4 \pm 0.3	2.2 \pm 0.1
SBO	71.6 \pm 0.2	13.6 \pm 0.3	2.3 \pm 0.1	11.7 \pm 0.3	0.8 \pm 0.1
SEO	85.3 \pm 0.5	4.3 \pm 0.1	1.4 \pm 0.1	3.8 \pm 0.2	5.2 \pm 0.2
GNO	81.2 \pm 0.4	7.1 \pm 0.2	7.5 \pm 0.2	3.1 \pm 0.1	1.1 \pm 0.1
SFO	81.5 \pm 0.5	4.4 \pm 0.1	3.1 \pm 0.2	10.1 \pm 0.4	0.9 \pm 0.1
CSO	71.7 \pm 0.2	13.6 \pm 0.3	2.3 \pm 0.1	11.7 \pm 0.3	0.8 \pm 0.1

All determinations were carried out in triplicate and mean value \pm standard deviation (SD) reported. TAG = triacylglycerol, DAG = diacylglycerol, FFA = free fatty acids, PL = polar lipids, SE = sterylesters. SCO (*Sclerocarya birrea*), MBO (Melon bug), SBO (Sorghum bug oil), SEO (Sesame oil), GNO (Groundnut oil), SFO (Sunflower oil) and CSO (Cottonseed oil).

جدول رقم 5. يوضح كمية ونوع التوكوفيرولات (مجم/100جم) في الزيوت غير التقليدية مقارنة بالزيوت التقليدية

Oil	α -T	β -T	γ -T	P8	δ -T	Total
SCO	0.36±0.1	0.00±0.1	13.05±0.3	0.00±0.1	0.32±0.1	13.73±0.3
MBO	0.17±0.1	0.00±0.1	0.13±0.1	0.00±0.1	0.00±0.1	0.30±0.1
SBO	0.88±0.1	0.00±0.1	32.16±0.3	0.21±0.1	0.78±0.1	34.03±0.3
SEO	0.60±0.1	0.00±0.1	63.32±0.2	0.23±0.1	0.59±0.1	64.74±0.2
GNO	12.66±0.3	0.56±0.2	12.99±0.2	1.02±0.2	0.72±0.2	27.96±0.3
SFO	91.17±0.4	3.02±0.2	2.51±0.1	0.87±0.1	0.00±0.1	97.58±0.4
CSO	28.62±0.2	0.35±0.1	45.88±0.6	2.61±0.1	0.33±0.1	77.83±0.5

All determinations were carried out in triplicate and mean value \pm standard deviation (SD) reported. T = tocopherol P8 = plastochromanol. SCO (*Sclerocarya birrea*), MBO (Melon bug), SBO (Sorghum bug oil), SEO (Sesame oil), GNO (Groundnut oil), SFO (Sunflower oil) and CSO (Cottonseed oil).

جدول رقم 6. يوضح كمية ونوع الاستيروولات (مجم/100جم) في الزيوت غير التقليدية مقارنة بالزيوت التقليدية

	SCO	MBO	SBO	SEO	GNO	SFO	CSO
Cholesterol	1.0±0.1	1.4±0.1	2.2±0.1	0.0±0.1	1.6±0.1	1.4±0.1	3.2±0.1
Campesterol	2.1±0.1	1.8±0.1	11.6±0.1	13.0±0.2	42.9±0.3	39.1±0.3	43.9±0.2
Stigmasterol	13.4±0.2	0.8±0.1	25.4±0.2	48.1±0.3	24.3±0.2	29.7±0.3	5.3±0.1
β -sitosterol	180.1±0.3	10.6±0.2	268.8±0.4	467.7±0.4	183.9±0.3	252.3±0.4	403.3±0.3
Δ 5-avenasterol	47.6±0.3	0.5±0.1	16.3±0.2	70.6±0.3	28.7±0.2	10.6±0.2	15.5±0.2
Δ 7-avenasterol	4.8±0.1	0.0±0.1	1.6±0.1	8.4±0.2	2.9±0.1	12.7±0.3	2.1±0.1
Δ 7-stigmasterol	4.8±0.1	0.9±0.1	2.8±0.1	6.4±0.1	0.7±0.1	46.9±0.4	3.4±0.1
*Others	32.8±0.1	1.5±0.1	121.2±0.3	170.7±0.3	9.0±0.1	24.7±0.3	15.7±0.2
Total	286.6±0.6	17.5±0.2	449.9±0.3	774.9±0.3	294.0±0.2	417.4±0.5	492.4±0.5

All determinations were carried out in triplicate and mean value \pm standard deviation (SD) reported. *Others include 24-methylcholesterol, campestanol, chlerosterol, sitostanol, 5 α -stigmastadienol. SCO (*Sclerocarya birrea*), MBO (Melon bug), SBO (Sorghum bug oil), SEO (Sesame oil), GNO (Groundnut oil), SFO (Sunflower oil) and CSO (Cottonseed oil).

جدول رقم 7. يوضح النباتية بالساعات في الزيوت غير التقليدية مقارنة بالزيوت التقليدية

Oil	Induction period IP (in hours)
SCO	43.7±0.3
MBO	38.0±0.2
SBO	5.1±0.1
SEO	1.6±0.1
GNO	5.2±0.1
SFO	5.4±0.1
CSO	3.4±0.2

All determinations were carried out in triplicate and mean value ± standard deviation (SD) reported. SCO (*Sclerocarya birrea*), MBO (Melon bug), SBO (Sorghum bug oil), SEO (Sesame oil), GNO (Groundnut oil), SFO (Sunflower oil) and CSO (Cottonseed oil)

جدول رقم 8. يوضح قياس اللزوجة في الزيوت غير التقليدية مقارنة بالزيوت التقليدية

Temperature °C	SCO	MBO	SBO	SEO	GNO	SFO	CSO
25	37.6±0.3	59.1±0.3	38.1±0.4	57.0±0.3	65.7±0.5	62.1±0.4	60.5±0.5
45	21.0±0.2	30.9±0.2	21.4±0.3	31.4±0.3	33.5±0.4	31.1±0.3	30.2±0.3
65	13.6±0.1	18.2±0.1	14.0±0.2	18.5±0.2	19.6±0.3	18.4±0.2	18.0±0.2
85	9.9±0.2	11.9±0.1	10.2±0.1	12.0±0.2	12.6±0.2	12.1±0.2	11.7±0.1
105	8.5±0.1	9.7±0.1	9.6±0.1	9.4±0.1	9.3±0.1	9.5±0.1	9.5±0.1
125	7.9±0.1	8.9±0.1	8.8±0.1	8.7±0.1	8.9±0.1	8.6±0.1	8.5±0.1

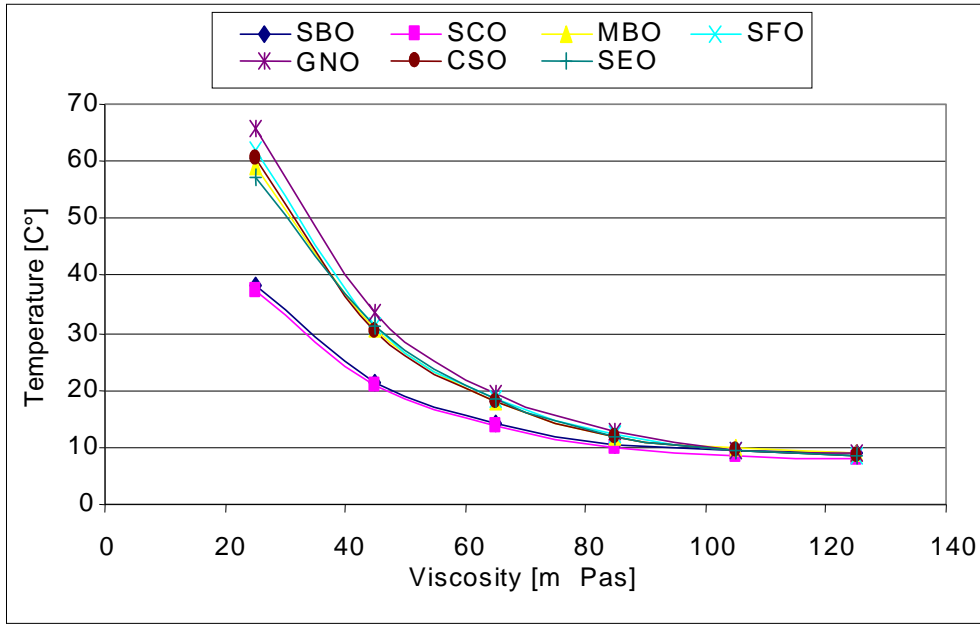
All determinations were carried out in triplicate and mean value ± standard deviation (SD) reported. SCO (*Sclerocarya birrea*), MBO (Melon bug), SBO (Sorghum bug oil), SEO (Sesame oil), GNO (Groundnut oil), SFO (Sunflower oil) and CSO (Cottonseed oil)

In general, the viscosity of oils decreased slightly with increase in unsaturation

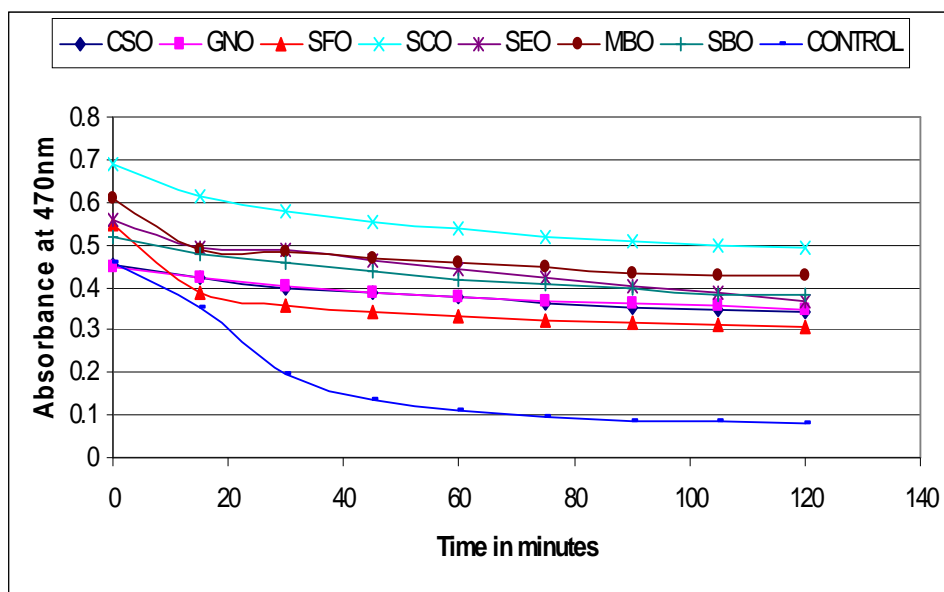
جدول رقم 9. يوضح كمية المركبات الفينولية (مجم/100جم) في الزيوت غير التقليدية مقارنة بالزيوت التقليدية

Oil	Total phenolics [mg/100 g oil]
SCO*	3.25±0.1
MBO	20.66±0.4
SBO	0.95±0.1
SEO	6.25±0.2
GNO	0.33±0.1
SFO	3.75±0.2
CSO	0.72±0.1

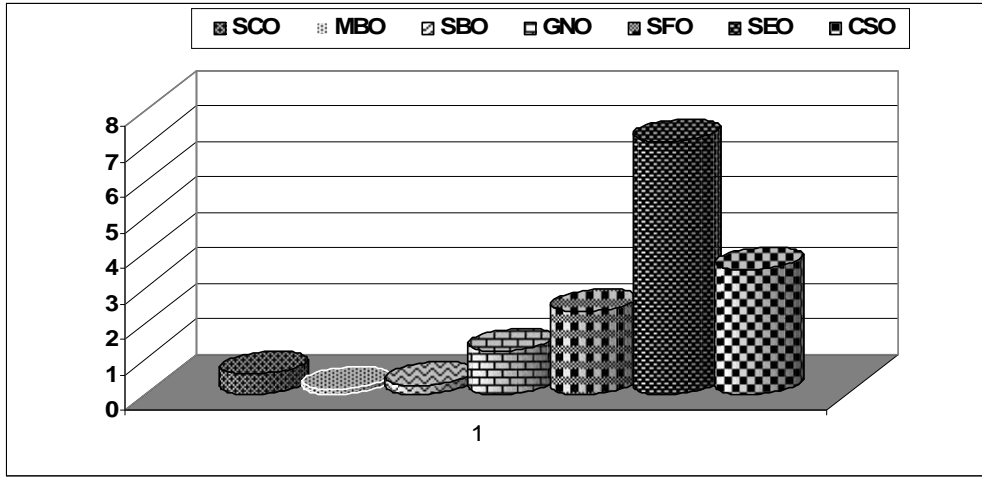
All determinations were carried out in triplicate and mean value \pm standard deviation (SD) reported. *SCO (*Sclerocarya birrea*), MBO (Melon bug oil), SBO (Sorghum bug oil), SEO (Sesame oil), GNO (Groundnut oil), SFO (Sunflower oil) and COT (Cottonseed oil)



شكل رقم 1. يوضح اللزوجة في الزيوت غير التقليدية مقارنة بالزيوت التقليدية اعتمادا علي درجات الحرارة



شكل رقم 2. يوضح امتصاص (0.6 مل) من مستخلص الزيوت المختلفة علي 470 نانومتر في الزمن بالدقائق



شكل رقم 3. يوضح تأثير مستخلصات الزيوت المختلفة علي الاصول الحرة من دايفيناييل بكارايل هايدرازيل معبر عنه مجم من المستخلص التي تقلل 50% من الكاشف