المركز العربي للتغذية
ARAB CENTER FOR NUTRITION
ACNU أسنو

المجلة العربية للغذاء والتغذية

مجلة فصلية محكمة يصدرها المركز العربي للتغذية

السنة الحادية و العشرون - العدد الحادي والخمسون - ٢٠٢١م

المجلة العربية للغذاء والتغذية
Arab Journal of Food & Nutrition

مجلة فصلية محكمة

تصدر عن المركز العربي للتغذية-مملكة البحرين

تعني بشؤون الغذاء والتغذية والأمن الغذائي في الوطن العربي

السنة الحادية و العشرون، العدد الحادي و الخمسون، ٢٠٢١م

رئيس التحرير

أ.د.عبدالرحمن عبيد مصيقر

المركز العربي للتغذية-مملكة البحرين

هيئة التحرير

أ. د.حامد رباح تكروري	الجامعة الأردنية- الأردن
أ. د.حمزة أبو طربوش	جامعة الملك سعود - السعودية
أ. د.أشرف عبد العزيز	جامعة حلوان - مصر
أ. د.نجاة مختار	جامعة بن طفيل - المغرب

سكرتارية المجلة

د. معتصم القاضي

الطباعة والصف

عبدالجليل عبدالله

المراسلات

رئيس التحرير، المجلة العربية للغذاء والتغذية

المركز العربي للتغذية

ص.ب:٢٦٩٢٣ المنامة-مملكة البحرين

هاتف: ٠٠٩٧٣١٧٣٤٣٤٦٠- فاكس: ٠٠٩٧٣١٧٣٤٦٣٣٩

البريد الالكتروني:amusaiger@gmail.com

التسجيل في وزارة الإعلام-البحرين SSRM 255

الرقم الدولي الموحد للمجلة: ISSN 1608-8352

الآراء الواردة في المقالات المنشورة بالمجلة تعبر عن وجهة نظر أصحابها،
ولاتعبر بالضرورة عن رأي المركز العربي للتغذية

المجلة العربية للغذاء والتغذية

المجلة العربية للغذاء والتغذية مجلة فصلية محكمة، تصدر عن المركز العربي للتغذية في مملكة البحرين، تهتم بالدراسات والبحوث المتعلقة بالغذاء والتغذية في الدول العربية، أو تلك التي لها علاقة بالعالمين العربي والإسلامي، وبرغم تركيز المجلة على شئون البلاد العربية والإسلامية، إلا أنها تستقبل الدراسات الرصينة عن مجتمعات العالم كافة، ويمكن تقسيم أهم المحاور التي تهتم بها المجلة كالتالي:

١ - التغذية في المجتمع والتغذية التطبيقية .
٢ - التغذية العلاجية والطبية.
٣ - تحليل الأغذية وتركيبها.
٤ - صحة الغذاء وسلامته.
٥ - تصنيع الأغذية وتأثيره في القيمة الغذائية.
٦ - العوامل الاجتماعية والاقتصادية والنفسية المؤثرة في السلوك الغذائي.
٧ - اقتصاديات الغذاء.
٨ - الأمراض المرتبطة بالتغذية.

كما تقوم المجلة بنشر المقالات المرجعية (Review paper) التي تهتم بمواضيع تمس صحة الإنسان وتغذيته، بالإضافة إلى ذلك تقوم المجلة بنشر التقارير العلمية عن المؤتمرات والندوات والحلقات العلمية، ومراجعات الكتب والدراسات التي تصدر في مجال علوم الغذاء والتغذية في الدول العربية والإسلامية، والتعليقات على البحوث العلمية التي سبق نشرها في المجلة، كما يتم إصدار ملحق أو عدد خاص بموضوع يتعلق بالغذاء أو التغذية عند الحاجة إلى ذلك.

ومنذ عام ٢٠٠٩ أصبحت المجلة الكترونية وتتواجد على الموقع الالكتروني للمركز العربي للتغذية .WWW acnut.com

سياسة النشر

١ - تخضع جميع البحوث المنشورة للتحكيم من قبل متخصصين من ذوي الخبرة البحثية والمكانة العلمية المتميزة.
٢ - لاتقل درجة المحكم العلمية عن درجة مؤلف البحث.
٣ - تستعين المجلة بمحكمين اثنين على الأقل لكل بحث، ويجوز لرئيس التحرير اختيار محكم ثالث في حالة رفض البحث من قبل أحد المحكمين، ويعتذر للمؤلف عن عدم نشر البحث في حالة رفضه من قبل المحكمين.
٤ - لرئيس التحرير حق الفصل الأولي للبحث وتقرير أهليته للتحكيم أو رفضه.
٥ - يعد رأي المحكمين استشاريا لرئيس التحرير وهيئته، ولهم وحدهم السلطة التقديرية في قبول رأي المحكمين أو رفضه .
٦ - حرص رئيس التحرير على إفادة مؤلف البحث غير المجاز للنشر برأي المحكمين أو خلاصته دون ذكر أسمائهم، ودون أي التزام بالرد على دفوعه.
٧ - يحرص رئيس التحرير على إفادة مؤلف البحث بصلاحية البحث أو عدم صلاحيته للنشر خلال فترة لاتزيد على ثلاثة أشهر من تاريخ استلام البحث.

قواعد النشر

١ - أن يكون البحث مكتوبا باللغة العربية.
٢ - ألا يكون البحث قد سبق نشره.
٣ - ألا يزيد عدد صفحات البحث على ٣٠ صفحة شاملة الجداول والمراجع، ويجوز في بعض الحالات التغاضي عن هذا الشرط في بعض البحوث الخاصة.
٤ - لايجوز نشر البحوث في مجلات علمية أخرى بعد إقرار نشرها في المجلة إلا بعد الحصول على إذن كتابي بذلك من رئيس التحرير.
٥ - تقدم البحوث مطبوعة بالحاسب الآلي، وينبغي مراعاة التصحيح الدقيق في جميع النسخ.
٦ - أصول البحث التي تصل إلى المجلة لاترد سواء نشرت أم لم تنشر.
٧ - أن يرفق الملف نبذة تعريفية عنه
٨ - أن يرفق بالبحث ملخص عنه باللغة العربية في حدود صفحة واحدة، بالإضافة إلى ملخص باللغة الانجليزية.

ترسل البحوث إلى العنوان التالي :

رئيس التحرير المجلة العربية للغذاء والتغذية
المركز العربي للتغذية ص.ب ٢٦٩٢٣
المنامة- مملكة البحرين
هاتف: ٠٠٩٧٣١٧٣٤٣٤٦٠
فاكس: ٠٠٩٧٣١٧٣٤٦٣٣٩
البريد الالكتروني: amusaiger@gmail.com

قواعد كتابة البحث

أولا: تعليمات عامة

١ - تقدم ثلاث نسخ محررة باللغة العربية مكتوبة على مسافة واحدة وذلك على ورق مقاس ٢١×٢٩,٧ (A4) على جهة واحدة ويجب ترقيم الصفحات والجداول والأشكال ترقيما مسلسلا.

٢ - يجب أن يتصدر البحث موجز لا يتجاوز ٢٠٠ كلمة يوضح الهدف والنتائج المهمة والخلاصة، كما يذيل بملخص شامل باللغة الانجليزية وفي حدود ٢٠٠ كلمة.

٣ - تنسيق الكتابة تحت عناوين رئيسية مثل المقدمة- طريقة ومواد البحث –النتائج ومناقشتها-المراجع.

٤ - ترسل النسخ الثلاث من البحث الى رئيس التحرير ويخطر الباحث باستلام البحث ، كما يبلغ بقبول البحث للنشر أو رفضه في غضون ثلاثة أشهر من استلام البحث.

ثانيا: المراجع

يشار إليها في المتن باسم المؤلف والسنة على أن تجمع في نهاية المتن في قائمة مرتبة أبجديا طبقا لاسم المؤلف، وسنويا طبقا للمؤلف الواحد وبحيث يشمل اسم المؤلف (أو المؤلفين) وسنة النشر وعنوان البحث ثم اسم الدورية ورقم المجلد وأرقام الصفحات المنشور تحتها البحث.

وفي حالة الكتب يذكر اسم المؤلف (أو المحرر) وسنة النشر وعنوان الكتاب واسم الناشر ومدينة النشر، أما الرسائل فيذكر عنوانها بعد اسم المؤلف مع الإشارة إلى الناشر وتاريخ النشر.

مثال: المبروك، أ.ع (١٩٨٠).. مجلة كلية الزراعة،٣،٦ .

ثالثاً: الوحدات

يجب إتباع الوحدات العالمية في ذلك (SI).

رابعا: الاختصارات

تختصر عناوين المجلات والدوريات طبقا للقائمة العالمية للدوريات العلمية.

خامساً: الجداول

توضع عناوين إشارة في المتن توضح موقع كل جدول حسب رقمه (جدول رقم (١) هنا).

سادسا: الأشكال والصور

ترسم الأشكال بالحبر الصيني على ورق أبيض كلك وتكون الخطوط بالسمك الناسب للظهور بوضوح- ويجب أن تكون الصور واضحة التفاصيل، ويكتب خلف كل شكل أو صورة بالقلم الرصاص عنوان البحث (مختصراً) ورقم الشكل أو المسلسل.

سابعاً: تعليمات الطباعة طبقا للبرنامج (IBM-MS Word Version 6 or the Latest)

نوع الخط **Traditional Arabic** على أن يكون حجم خط العنوان الرئيسي ١٦ وأسود **(Bold)** في طرف الصفحة، وحجم الخط ١٤ عادي وحجم الخط للحواشي ١٢ عادي، وتكون المسافة بين الخطوط مفردة (مسافة واحدة)، ويتم إرسال النسخة النهائية للبحث مع اسطوانة تتضمن جميع التصليحات.

مضادات الأكسدة الطبيعة ودورها الفعال في تثبيط أكسدة الكوليسترول : مراجعة شاملة

ناريمان عظيم شناع الغزي، علاء رياض عبد الستار
قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة، جامعة البصرة، العراق

الملخص

إن التأثير المحتمل والضار لمضادات الأكسدة الصناعية قد حفز منتجي الغذاء على البحث عن بدائل طبيعية. إن لمضادات الأكسدة الطبيعية القدرة على إعاقة أو منع أكسدة الدهون في الغذاء. تعد المنتجات الحيوانية مثل الحوم ، والأسماك ، و البيض ، و الحليب ومنتجاته من الأطعمة الأساسية لبناء جسم الإنسان التي تمتاز بمحتواها المرتفع من المركبات غير المشبعة كالأحماض الدهنية والكوليسترول التي قد تكون هدفاً للأكسدة عند توافر الظروف الملائمة مما ينتج عنه خسائر في الصفات الحسية والكيميائية من خلال تكوين مركبات مؤكسدة تعرف باسم منتجات أكسدة الكوليسترول (cholesterol oxidation products (COPs والتي تعرف بأثارها الصحية الخطيرة كالالتهابات و تصلب الشرايين و التسرطن فضلاً عن التغيرات في خصائص غشاء الخلايا وتطور في بعض الأمراض المزمنة مثل الزهايمر ، باركنسون وأمراض مزمنة أخرى. ترتبط منتجات أكسدة الكوليسترول بدرجة حرارة المعالجة، وقت التسخين، ظروف التخزين والتعبئة. تعد هيدروبيروكسيدات الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة التي تتكون أثناء أكسدة الدهون ضرورية لبدء أكسدة الكوليسترول. يمكن أن تصل كمية COPs في الأطعمة إلى ١٪ من إجمالي الكوليسترول وأحياناً ١٠٪ أو أكثر. من المعروف أن COPs أكثر ضررًا لخلايا الشرايين من الكوليسترول النقي وهي مرتبطة ارتباطًا مباشرًا بتطور تصلب الشرايين وأمراض القلب التاجية ، لذلك جاءت هذه المراجعة لبيان أهمية مضادات الأكسدة الطبيعية في إعاقة أو منع أكسدة الكوليسترول.

الكلمات المفتاحية : الكوليسترول ، أكسدة الكوليسترول ، الأوكسيستيرول ، مضادات الأكسدة الطبيعية

المقدمة

الكوليسترول هو ستيرول ضروري لحياة الإنسان والحيوان. وهو مكون مهم في غشاء البلازما ويشكل ٢٥-٢٦٪ من جزيء الدهون إذ يشكل حاجزاً شبه نافذ بين الأجزاء الخلوية تعمل على تنظيم نفاذية الغشاء وهو جزيء له رابطة مزدوجة غير مشبعة في الموضع ٦-٥ Δ من نواة الستيرول ، وبالتالي فهي عرضة للأكسدة التي تؤدي إلى تشكيل Oxysterols (Valenzuela *et al*., 2003 ; Ikonen,2008) . توجد منتجات الأكسدة هذه في العديد من الأطعمة الشائعة الاستهلاك التي تتكون أثناء تصنيعها أو معالجتها ، ينشأ القلق بشأن استهلاك Oxysterols من إمكانية تأثيره السام على الخلايا وإحداث طفرات مسببة أمراض سرطانية (Barriuso *et al*. 2016 ; Xu *et al*., 2016). تعد المنتجات الحيوانية كالحليب المعامل حرارياً والبيض واللحوم والأسماك المصادر الغذائية الرئيسة لـOxysterols في نظامنا الغذائي فضلاً عن الأطعمة المقلية بالزيت النباتي أو الحيواني ،حيث يؤدي التركيب الكيميائي للمنتج وانخفاض مستوى مضادات الأكسدة إلى تسريع تكوين (COPs) مثل 25-hydroxycholesterol ، 7-ketocholesterol ، α,β-epoxycholesterol ، 20α-hydroxycholesterol (Orczewska-Dudek *et al*.,2012). يعد إضافة مضادات الأكسدة في الأطعمة استراتيجية واضحة لتقليل المخاطر التي يمثلها استهلاك هذه المركبات إذ أن مضادات الأكسدة ليست فقط قادرة على التثبيط أكسدة الدهون الثلاثية ، بل يمكن لبعضها أن يمنع أكسدة الكوليسترول. من بين مضادات الأكسدة الطبيعية ألفا وجاما توكوفيرول وإكليل الجبل، يُظهر مستخلص أوليوريسين وكيرسيتين الفلافونويد تأثيراً مثبطًا قويًا ضد أكسدة الكوليسترول. (Armenteros *et al*., 2016; Barriuso *et al*., 2016; Barriuso *et al*., 2015; Islam *et al*., 2017). يعد الكوليسترول مقدمة للأحماض الصفراوية وهرمونات الستيرويد وفيتامين D (Simons and Ikonen, 2000; Otaegui-Arrazola et al., 2010). في الإنسان البالغ ، تقريباً يتم تحويل ٤٠٠ ملغم من الكوليسترول يوميًا إلى أحماض صفراوية وتقريبًا يتم تحويل ٥٠ ملغم إلى هرمونات (Valenzuela *et al*.,2003). يوجد الكوليسترول البشري في الجهاز العصبي المركزي Dietschy and Tutley, 2004) وفي غلاف الميالين myelin للألياف العصبية (Goritz *et al*. 2005) . تستخدم مضادات الأكسدة الاصطناعية بشكل شائع في معالجة الأغذية ؛ ومع ذلك، هناك اهتمام متزايد باستبدال هذه المضافات بالمستخلصات الطبيعية ، مثل الأعشاب والتوابل الغنية بالمركبات النشطة بيولوجيًا (Xu *et al*.,2016). تمتلك المركبات النشطة بيولوجياً الموجودة في المستخلصات النباتية تأثيرات مماثلة أو أعلى من مضادات الأكسدة الصناعية، علاوة على ذلك فإنها تقدم فوائد غذائية إضافية للصحة ويتم استيعابها بسرعة من قبل الكائن الحي (Barriuso *et al*., 2016; Embuscado, 2015). وبالتالي ، فإن إضافة مضادات الأكسدة الطبيعية يمكن أن تعطي استقراراً حرارياً وتؤخر من ظهور أكسدة الكوليسترول (Rahila *et al*., 2018) تعد مضادات الأكسدة الطبيعية المستخلصة من الأعشاب والتوابل بديلاً فعالاً لإعاقة أو منع تكوين COPs في الأطعمة

المصنعة. مقارنة بفعالية المضادات الأكسدة الصناعية واحتمالية تأثيرها الضار على صحة الإنسان ، تعرض هذه المراجعة استخدام الأعشاب والتوابل كمضادات أكسدة طبيعية لتثبيط أكسدة الكوليسترول.

مضادات الأكسدة

تعتبر مضادات الأكسدة أحد أكثر التعاريف المحيرة والمعقدة في العلوم الطبية والحيوية ، ومن الناحية الغذائية يمكن تعريفها ببساطة هي المركبات التي إن وجدت في النظام الغذائي بتراكيز منخفضة فإنها ممكن أن تؤخر ظهور أو منع التلف الحاصل نتيجة الأكسدة من خلال عدة آليات منها الارتباط مع الجذور الحرة ووقف سلسلة تفاعلات أكسدة الدهون وبلا شك تلعب نتيجة لذلك الدور الفعال في المحافظة على جودة الأغذية وإطالة مدة الحفظ وتقليل الفقد الحاصل في القيمة الغذائية خلال عملية أكسدة الدهون التي تعد من أهم مسببات تلف الأغذية وتدهور الجودة للمنتجات الغذائية خلال مدة التصنيع والخزن (Halliwei,1997 Embuscado,2015) . إن المركبات الكيميائية الصناعية الشائعة الاستخدام في الصناعات الغذائية مثل Butylated Hydroxy Toluene(BHT)و Butylated Hydroxy Anisole (BHA) و-tert butylhydroquinone(TBHQ) (Dolatabadi&Kashanian,2010) قد تظهر تأثيراً سلبياً على صحة وسلامة الإنسان لإمكانية سمية هذه المركبات وتأثيراتها السرطانية والأضرار الصحية الناجمة عن امتصاص هذه المركبات في الجسم ، إضافة إلى قلق المستهلك المستمر حول سلامة هذه المضافات (De&Chatterjee,2015). تم تأكيد العديد من الآثار السلبية الناجمة عن استخدام tert-butylhydroquinone(TBHQ) مشيراً إلى تكوين مركبhydroxydesoxyguanosine-8 وهو أحد أكثر تضررات ال DNA انتشاراً وينتج من أنواع الأكسجين التفاعلية (Nagai et al .,1996) ، كما أثبتت البحوث الأخرى أن الجرعات العالية من TBHQ ممكن أن تؤدي إلى حدوث أورام في المعدة وأضرار في DNA (Okubo et al., 2003) ، لقدرتها على إقحام نفسها ضمن تركيب DNA وارتباطها مع قواعد السايتوسين C وثايمين T Kashanian and Dolatabadi (2009,) ، لذلك أوصى الباحثون بقوة إلى عدم استخدامها في الصناعات الغذائية، مما حفز البحث عن بدائل طبيعية قادرة على تأخير أو منع أكسدة الدهون في الأغذية (Mi *et al* .,2016)

مضادات الأكسدة الطبيعية

إن المصدر الرئيس لمضادات الأكسدة الطبيعية هي المملكة النباتية أو نواتج التمثيل الغذائي الثانوي للنباتات والتي تتكون عادة من ردود الفعل الدفاعات ضد الإعتداءات البيئية (Oroian &Escriche,2015) ، ويتم توزيع هذه المركبات على نطاق واسع في الاعشاب والتوابل والبذور والزيوت العطرية والفواكه والخضراوات) Kumar *et al* .,2015. تتميز المنتجات الطبيعية بأمانها مقارنة بالمنتجات الصناعية وإضافة نكهات مميزة للغذاء إضافة إلى تجهيزها بالمغذيات الأساسية والتأثيرات الدفاعية كمضادات أكسدة طبيعية تعمل على إطالة العمر الخزني للغذاء بدون أي تأثيرات سلبية محتملة(Kumar *et al* .,2015) . تتشكل مضادات الأكسدة الموجودة

في المستخلصات النباتية عبر فئة غير متجانسة من الجزيئات ، وإن فعاليتها ترتبط بصورة مباشرة بالخصائص الكيميائية والفيزيائية لهذه المركبات مثل : الحجم ، عدد الشحنات ، درجة الهدرجة (اضافة ذرة هيدروجين) ، درجة المثيلة(إضافة مجموعة مثيل) والتي تختلف تبعاً لطبيعة المصدر Casal , Pena-Rosas& Malave (2016,). تتميز المستخلصات الطبيعية بتراكيزها العالية من المركبات الفينولية ذات القدرة العالية للتبرع بالهيدروجين H أو امتصاص الجذور الحرة ، وتعتبر مركبات الفينول من بين المركبات النشطة بيولوجياً الموجودة في المنتجات ذات الأصل النباتي والمسؤولة عن الخصائص المضادة للأكسدة لهذه النباتات ، وتختلف هيكلياً من جزئ فينولي واحد إلى معقدات من البوليمرات عالية الوزن الجزيئي Shahidi and (Ambigaipalan,2015) والتي تتكون من حلقات عطرية تحتوي على مجموعة هيدروكسيل واحدة أو أكثر ويمكن أن تحتوي أيضاً على مجاميع مستبدلة في بنيتها التركيبية مثل الاسترات ، استرات المثيل ، والكلايكوسيدات (Han and Lou,2007) وتسمح لها هذه المواد الكيميائية بالعمل كمانحة للهيدروجين وكاسحات للأكسجين والأيونات المعدنية في العديد من النظم الغذائية (Viji *et al* 2015) ، وبسبب تحكمها في تركيز المؤكسدات وتثبيط الجذور الحرة فهي تعمل على تأخير ومنع أكسدة الكوليسترول، وتعتمد أمكانيات مضادات الأكسدة للمركبات الفينولية على عدد وترتيب مجاميع الهيدروكسيل في الحلقة الأروماتية، على سبيل المثال فإن هياكل البوليمر التي تحتوي على عدد كبير من مجموعات الهيدروكسيل لديها إمكانات أعلى في كسح الجذور الحرة (Kumar et al,2015)، إن المستخلصات المائية والكحولية المحضرة من نوى التمر تحتوي على عدد من المركبات الفعالة التي تم تشخيصها بجهاز GC-MS والتي تفاوتت نسبها بحسب نوع المستخلص ونوع النوى، وقد اشتركت جميع المستخلصات ببعض المركبات الفعالة مثل -1 5-Methyl-2- و Octadecanoic acid وgamma.sitosterol و(+)-Ascorbic acid 2,6-dihexadecanoate ethylamino-2-thiazoline و(hydrixymethyl)-1-hydroxy-2, Hexadecanoic acid ethylester،والتي أظهرت فعالية مضادة للأكسدة تراوحت من ٣٧,٥٠٪ إلى ٨٨,٧٠٪ (الغزي ٢٠١٩: AlGhezi, *et al* .,2020)

وتنقسم المركبات الفينولية إلى عدة فئات رئيسة هي :

١-**الأحماض الفينولية** أهمها : Gallic acid و Caffeic acid و Rosmarinic acid : تمثل حوالي ثلث إجمالي المركبات الفينولية الموجودة في المستخلصات الطبيعية وهي مكونات وظيفية ، ويمكن تقسيمها إلى مجموعتين رئيسيتين، أحماض هيدروكسي بنزويك hydroxybenzoic acids وأحماض هيدروكسي سيناميك hydroxycinnamic acid ، وتحتوي هذه المكونات على حلقة عطرية واحدة على الأقل يتم فيها استبدال ذرة هيدروجين بمجموعة هيدروكسيل، وتؤثر المجاميع المستبدلة بالحلقة العطرية على استقرار هذه الأحماض الفينولية وقدرتها الكاسحة للجذور الحرة (Heleno et al ,2015) ، وكما تمنع تكوين الجذور الحرة وتعطيل الأنواع الجذرية الفعالة فهي تعمل أيضاً كعوامل خالبة chelators agent للأيونات المعدنية في المراحل الأولى للعملية التأكسدية(Shahidi &Ambigaipalan,2015) .

٢- التربينات مثل Carnosol و Carnosic acid : تعتبر التربينات والتربينويدات أكبر مجاميع النواتج الأيضية النباتية وهي واحدة من أكثر فئات المركبات الطبيعية تنوعاً هيكلياً ، تشبه الفينولات في خصائصها المضادة للجذور الحرة وإيقاف الإجهاد التأكسدي ، كما كشفت التحقيقات البيولوجية عن مجموعة واسعة من الأنشطة الفسيولوجية من التربينويدات ومشتقاتها(Jaeger and Cuny,2016)

٣-الفلافونويدات مثل quercetin و catechin و apigenin و kaempferol و naringenin .

تشكل الفلافونيدات المجموعة الأكبر من الفينولات وهي مركبات متعددة الفينولات polyphenols ذائبة في الماء ، وقد حضيت باهتمام واسع بسبب فعاليتها في خفض أخطار أمراض القلب وتتميز الفلافونيدات بثلاث حلقات عطرية متصلة بذرات الكربون A وBو C ويمكن تقسيمها إلى فئات فرعية بناءً على تباين الحلقة غير المتجانسة C مثل الفلافون والفلافونول والفلافونون والانثوسيانين (Ziberna *et al* .,2014)،ويتم منح تأثيرها المضاد للأكسدة من قبل مجموعة الهيدروكسيل الفينولية المرتبطة بهيكل الحلقة الفينولية ، وتعمل كعوامل اختزال أو مانحات للهيدروجين وكاسحات للجذور الحرة أو خالبات للأيونات المعدنية المحفزة للأكسدة كما تعمل مركبات الفلافونيد أيضاً على تنشيط الإنزيمات المضادة للأكسدة وتثبيط الإنزيمات المحفزة للأكسدة مثل الايبوكسيجينيز lipoxygenase وهي الإنزيمات المسؤولة عن تطور الزناخة التأكسدية في الأطعمة (Prochazkova *et al* ,2011)، ومن أهم الفلافونيدات الرئيسة المحددة في المستخلصات النباتية في الفلافونول ، الكيريستين ، الفلافونون والنارنجين (Shahidi &Ambigaipalan,2015) .

٤-الزيوت العطرية eugenol و thymol و menthol . يتم تقييم النشاط الطبيعي لمضادات الأكسدة للزيوت العطرية بكونها تجد استخداماً مكثفاً في صناعة الأغذية والمشروبات ، ويحتوي هيكلها البنائي على حلقة بنزين واحدة على الأقل مع مجموعة هيدروكسيل وظيفية وتعرف هذه المركبات مجتمعة بالمركبات الفينولية المانحة للهيدروجين أو الإلكترون المنفرد وتلعب دوراً مهماً في النشاط المضاد للأكسدة (Brewer,2011). وإلى جانب هذه المجاميع الرئيسة هناك مجموعة أخرى من المركبات النشطة هي:

أ.الكاروتينات

مركبات كيميائية نباتية تنتمي إلى مجموعة التربينويدات tetraterpenoid تتميز بالألوان الصفراء –البرتقالية الشائعة في العديد من الأزهار والنباتات مثل الجزر ، المشمش ، الفلفل الأصفر والأناناس) (Oroian & Escriche 2015,). تستخدم الكاروتينات في مقاومتها للأكسدة العديد من الآليات والطرق وتتميز بكونها كاسحات فعالة للجذور الحرة مثل الأكسجين المنفرد $^{\cdot}O$ وأنواع الأكسجين الفعالة ROS وأنواع النتروجين الفعالة RNS والمتسببة في تلف أنسجة وخلايا الجسم ، وتشير الدراسات المتنوعة بأن الكاروتينات هي عوامل فعالة للغاية في تعطيل هذه الجذور مما يؤدي إلى حد كبير في تجنب الضرر الناتج عن الأكسدة. تعتمد الخصائص المضادة للأكسدة لهذه المركبات على تركيبها الكيميائي وخاصة نظام الروابط المزدوجة في سلسلة البولين polyene مما يجعل امتصاصها للجذور ممكناً ويزداد نشاط مضادات الأكسدة مع زيادة عدد الروابط المزدوجة المقترنة

ومجموعات الكيتون ووجود حلقات السايكلوبنتان في بنيتها (Li *et al* ,2014) ،الكاروتينات هي كاسحات فعالة للأكسجين المفرد والجذور (Böhm et al ,2012) ، ويحتوي اللايكوبين، المتوافر بكثرة في الطماطم على قدرة تنظيف للأكسجين المفرد $O^{\cdot}$ عالية تشابه قدرة البيتاكاروتين و١٠ أضعاف قدرة α-tocopheros (Lee ,2017) ،وإن تفاعلات الكاروتينات مع الجذور الحرة أكثر تعقيداً وتعتمد بشكل أساس على طبيعة هذه الجذور ، فهي تتضمن آلية نقل للإلكترونات والهيدروجين (Böhm *et al* ,2012) ، وبالتالي يمكن أن تتحكم الكاروتينات في أكسدة الكوليسترول عن طريق إعاقة الهجوم التأكسدي في جزيئات الكوليسترول بواسطة أنواع الأكسجين التفاعلية .

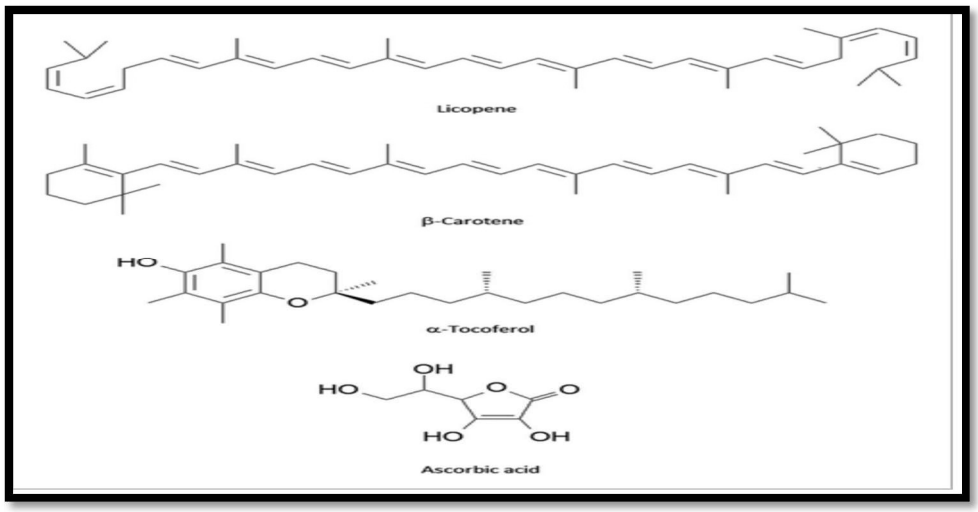
ب. التوكوفيرولات

فئة من المركبات الكيميائية العضوية وهي مجموعة من المركبات الفينولية القابلة للذوبان في الدهون و تتكون عائلة التوكوفيرول من ثمانية أشكال أحادية الفينول مع أربعة توكوفيرول , ألفا α و بيتا β وكابا Y و كاما δ وأربعة توكوترينول ألفا α و بيتا β وكابا Y و كاما δ ، كل أشكال التوكوفيرولات تتكون من حلقة كرومانول Chromanol وسلسلة اليفاتية تتكون من ١٦ ذرة كربون ، واعتماداً على عدد مجموعات الميثيل methyl group وموضعها يتم تحديد التوكوفيرول على أنها ألفا α أو بيتا β أو كاما δ ، وأن الشكل الأكثر فعالية ووفرة في النظم البيولوجية هو فيتامينE وهو أحد المركبات الثمانية الذائبة بالدهون والتي تشمل كلاً من التوكوفيرولات والتوكوترينولات . يمتلك فيتامين E نشاطاً مضاداً لأكسدة الأحماض الدهنية ذات الروابط غير المشبعة polyunsaturated fatty acid ويمنع أكسدة اللايبو بروتينات قليلة الكثافة LDL ، فهو يقلل من احتمالات الإصابة بتصلب الشرايين atherosclerosis . توجد التوكوفيرولات بشكل رئيس في زيوت البذور والأوراق والأجزاء الخضراء الأخرى من النباتات . تم العثور على التوكوترينولات tocotrienols في النخالة والبذور والحبوب (Shahidi &Ambigaipalan,2015). تتمثل آلية عمل α–tocopherols في التبرع بذرة الهيدروجين الفينولية لجذر البيروكسيل والذي يتم تحويله إلى هيدروبيروكسيد، ينتج التوكوفيرول جذور مستقرة وغير قادرة على مواصلة دورة الأكسدة ، ومن خلال هذه الآلية يمكن أن تتحكم التوكوفيرولات في أكسدة الكوليسترول ، والذي يكون عرضة للهجوم من قبل أصناف الأكسجين الفعالة ROS مثل جذر البيروكسيل ، بالإضافة ألى ذلك ، قد تعمل التوكوفيرولات بمفردها أو بالتآزر مع حامض الأسكوربيك (Li *et al* ,2014).

ج. حامض الأسكوربيك

هو الشكل الأساس النشط بيولوجياً لفيتامين C ، وله العديد من الوظائف البيولوجية ويلعب الدور الأهم كمضاد للأكسدة في الأنظمة الغذائية (Carocho & Ferreira ,2013). يعرف فيتامين C بأنه أهم مضادات الأكسدة المحبة للماء ، حيث يعمل على عزل جذور الانيونات الفائقة Superoxide anions وجذور الهيدروكسيل hydroxyl radical وبيروكسيد الهيدروجين وأصناف النتروجين الفعالة RNS والأكسجين المنفرد O ، ويحتوي في تركيبه على أربع مجموعات هيدروكسيل قادرة على التبرع بالهيدروجين (Brewer ,2011) . نظراً للطبيعة الحامضية

لحامض الأسكوربيك يكون أكثر ثباتاً في المحيط الحامضي وعندما يتأكسد حامض الأسكوربيك يتحول إلى حامض الأسكوربيك غير الهيدروجيني Dehydro ascorbic acid وجذر الاسكوربيل Ascorbyl radical وكلاهما غير متفاعل نسبياً ، على الرغم من أنهما يمكن أن يتفاعلا مع الجذور الحرة الأخرى ومثبطة بذلك من استمرار عمليات الأكسدة (Oroian &Escriche ,2015). على الرغم من أن حامض الأسكوربيك لا يعزل الجذور الحرة المحبة للدهون إلا أن هذا المركب له تأثير تآزري عند دمجه مع التوكوفيرول في ازالة جذور البيروكساييد Peroxide radical والتي يمكنها أن تنشر عمليات الأكسدة في جزيئات الكوليسترول Carocho and Ferreira ,2013)).



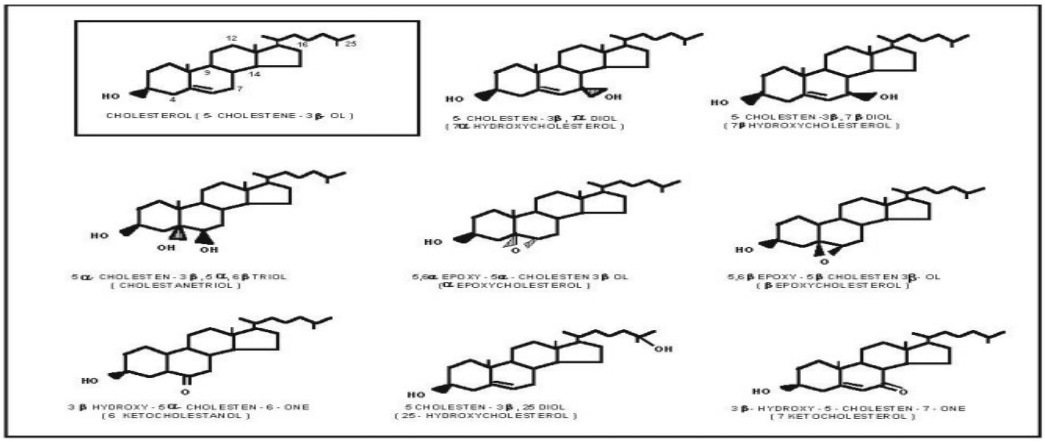
" التركيب الكيميائي للليكوبين ، بيتا كاروتين ، الفاتوكوفيرول وحامض الاسكوربيك "

أشار Wong,. and Wang (2013) إن إضافة حامض الأسكوربك بتركيز ٠,٤ ملي مول على ٣٠ غم من لحم البقر كان له تأثيراً مثبطاً قوياً بنسبة (٣٠-٥٠٪) اتجاه تكوين 7-ketocholesterol و بنسبة ٢٠٪ اتجاه تكوين 7β-hydroxycholesterol و 7α-hydroxycholesterol.

أكسدة الكوليسترول

الكوليسترول ($C_{27}H_{46}O$) هو المركب الرئيس لعائلة sterols وهو موجود في الخلايا من أصل حيواني ، ويمثل أبرز الدهون في الخلايا حقيقية النواة. يعمل على التحكم في سيولة ونفاذية أغشية الخلايا وأيضًا في تخليق الأحماض الصفراوية وفيتامين D وهرمونات الستيرويد. بالإضافة إلى ذلك ، فهو عنصر حاسم في تكوين البروتينات الدهنية التي تشارك في نقل واستقلاب الدهون في الجسم (Harper and Jacobson, 1999). قد يكون الكوليسترول موجودًا في شكله الحر ، مقترنًا بأحماض دهنية طويلة السلسلة ، أو كإسترات الكوليسترول (Morzycki, 2014). تقدر نسبة الكوليسترول المؤكسد المستهلك في خليط النظام الغذائي ١٪ (Vav de Bovenkamp *et al.*,1988) . التركيب الكيميائي للكوليسترول عرضة لعمليات الأكسدة التي تؤدي إلى تكوين مركبات أحادية أو متعددة الأكسجين

، تسمى COPs (Smith, 1987) . تحدث أكسدة الكوليسترول بطريقة مشابهة لأكسدة الدهون الأخرى غير المشبعة، التي تكون عرضة للهجوم من قبل أنواع الأكسجين التفاعلية (ROS) Reactive Oxygen Species. تتكون ROS من جزيئات جذرية وغير جذرية ، مثل مجموعات الهيدروكسيل (OH) والبيروكسيل (ROOH) ، وبيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2) ، والأكسجين المفرد ($^1O_2$) ، وثلاثي (O_2 ٣) وغيرها (Mariutti and Bragagnolo,2017). يمكن أن تتشكل هذه الأنواع إنزيمياً و كيميائياً أو كيميائياً ضوئياً ، عن طريق التشعيع وتحلل الهيدروبيروكسيدات ، أو تتفاعل مع بعضها البعض لتشكيل جذور جديدة. هذه العملية ذاتية التحفيز وتشكل نواتج أكسدة أولية ، وتؤدي التفاعلات اللاحقة إلى تكوين مجموعة متنوعة من منتجات الأكسدة الثانوية (Dantas *et al*., 2015; Medina-Meza and Barnaba, 2013) . قد تبدأ أكسدة الكوليسترول عن طريق أكسدة الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة (Kubow, 1993). تفاعل الدهون الثلاثية مع الكوليسترول قد يسرع من أكسدة الستيرول والكولسترول ويؤثر أيضاً على أكسدة الدهون الثلاثية (Kim and Nawar ,1991) أثناء أكسدة الدهون تتكون البيروكسيدات في الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة التي تحل محل الهيدروجين من الرابطة المزدوجة ٥-٦ Δ، مما يسمح بتكوين الجذور الحرة في تركيب الكوليسترول(Paniangvait et al., 1995).

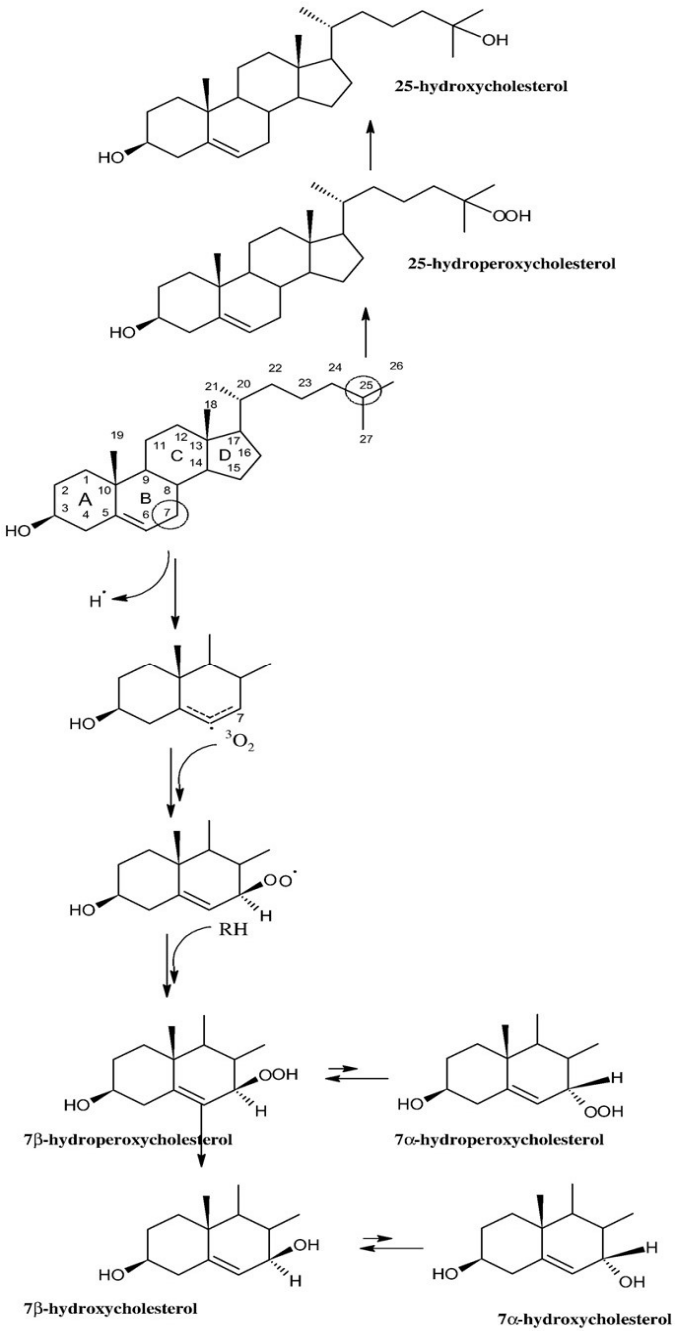


شكل ١ : أكاسيد الكوليسترول الرئيسة (أوكسيستيرول)

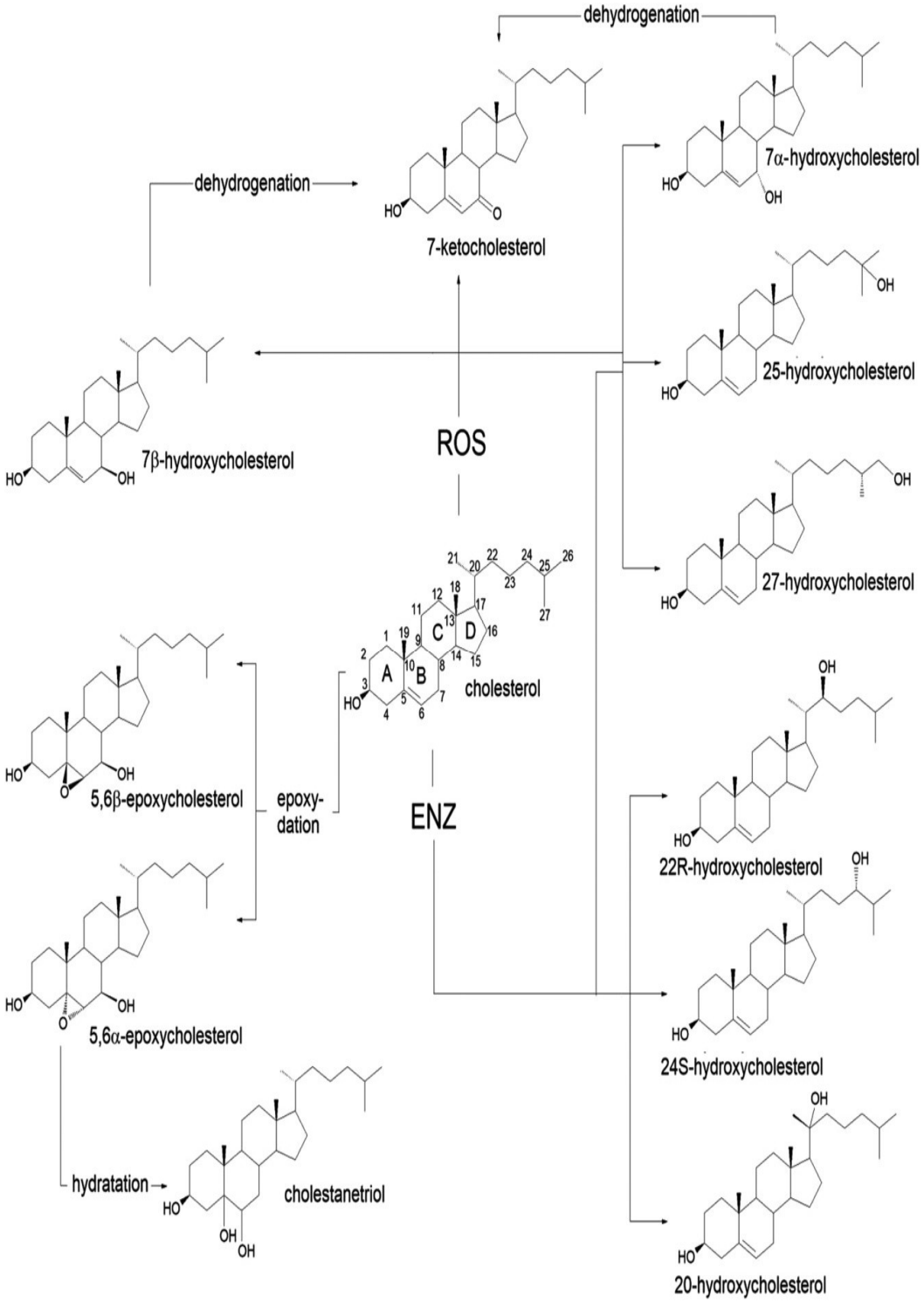
ميكانيكية أكسدة الكوليسترول

يحتوي الكوليسترول على الستيروييد المكونة من أربع حلقات (A , B , C, D) وسلسلة جانبية بها ثمان ذرات كربون (الشكل ٢). وجود الرابطة المزدوجة بين C5 و C6 في الحلقة A تجعل جزيء الكوليسترول عرضة للأكسدة، تسمى منتجات أكسدة الكوليسترول أكاسيد الكوليسترول أو الأوكسيستيرول Oxysterols. في الوقت الحاضر ٧٠ منتجاً من الكوليسترول المؤكسد معروفة، هيكلها تشبه تلك الموجودة في

الكوليسترول مع إضافة مجموعة وظيفية يمكن أن تكون هيدروكسيل أو كيتون أو مجموعة الإيبوكسيد إلى نواة الستيرول أو مجموعة الهيدروكسيل إلى السلسلة الجانبية. يمكن أن تتكون أكاسيد الكوليسترول من خلال آليتين ، إنزيمية أو غير إنزيمي (الشكل ٢). تحدث أكسدة الكوليسترول بشكل مشابه لأكسدة الأحماض الدهنية ، من خلال إنتزاع ذرة الهيدروجين وإضافتها إلى الرابطة المزدوجة ثم تشكيل جذر حليف غير متمركز بين ذرة الكربون C5 و C6 و C7 (الشكل ٢) (Smith, 1996; Lercker and Rodriguez-Estrada, 2002). بعد ذلك ، يهاجم الأكسجين الجزيئي بشكل تفضيلي حليف C7 إلى الرابطة المزدوجة للحلقة B ، لأن هذا التفاعل مفضل بسبب طاقة التنشيط المنخفضة لاستخراج الهيدروجين (Lengyel *et al.*, 2012). نتيجة لذلك، سيتكون 7β-hydroperoxycholesterol (7-OOH) و 7α epimers ، ولكن بعد التحويل البيني ، سوف يسود 7β-hydroperoxycholesterol , لأنه الأكثر استقراراً من الناحية الديناميكية (Nogueira, *et al.*,2010; Frankel, 2005) . يتم إعاقة هجوم الأكسجين على C4 بشكل معقد ، ربما بسبب مجموعة الميثيل في C19 أو مجموعة الهيدروكسيل في C3 (Frankel, 2005). تتحلل المنتجات الأولية لأكسدة الكوليسترول (7α epimers و 7β-hydroperoxycholesterol) إلى كحولات المقابلة لها 7α- and 7β-hydroxycholesterol (β-OH٧ and α-OH٧ ، الشكل ٢). نزع هيدروجين الكحول أو هيدروبيروكسيد يولد الجفاف 7 -ketocholesterol ، شكل ٣ (Smith, 1996). يتم تكوين 5,6 β-epoxycholesterol (β-epoxy) و 5,6α-epoxycholesterol (α-epoxy) (الشكل ٣) بواسطة آلية ثنائية الجزئيات التي تكونت فيها الجذور السابقة من الهيدروبيروكسيدات ، تتفاعل مع جزيء كوليسترول آخر (Rodriguez-Estrada *et al.*,2014). سيشكل ترطيب هذه المركبات cholestanetriol (triol) (الشكل ٣). تحدث أكسدة السلسلة الجانبية بشكل تفضيلي في C25 ، مكوناً hydroperoxycholesterol (25-OOH) -25، الذي يتحلل حراريًا بسهولة إلى 25-hydroxycholesterol (25-OH) (الشكل ٢).-Medina-Meza, (2011 ,*et al.* بالإضافة إلى ذلك ، يمكن لأكسدة السلسلة الجانبية أيضاً أن تولد monohydroperoxides في (C20, C22 , C24 C27) ومنتجات التحلل المقابلة لها مثل الكحولات والكيتونات والألدهيدات والأحماض الكربوكسيلية (Lercker and Rodriguez-Estrada, 2002; Smith, 1996). تعد أكاسيد الكوليسترول الرئيسة الموجودة في الطعام هي 7α-OH ، 7β-OH، 7-keto ، α-epoxy و β-epoxy ، المتكونة في الحلقة B الأكثر خطورة على صحة الإنسان (Otaegui-Arrazola *et al.*, 2010) ، و 25- OHو 20-OH المتكونة في السلسلة الجانبية . بالإضافة إلى هذه المركبات تم تحديد 22R-OH و 22SOH و 24S-OH في الدجاج النيء ، وربما نشأت إنزيمياً عن طريق التمثيل الغذائي للحيوان (Mariutti *et al.*, 2008).



شكل٢ : ميكانيكية أكسدة الكوليسترول



شكل ٣. أكاسيد الكوليسترول الرئيسة المتكونة من تفاعلات إنزيمية و غير إنزيمية، ROS: أنواع الأكسجين التفاعلية .

الأوكسي سيترول في الأغذية ذات المصادر الحيوانية

إن المصادر الحيوانية مثل السمك و البيض، واللحوم ومنتجات الألبان هي أغذية سريعة التأثر بالأكسدة وذلك يعود إلى محتواها المرتفع من الأحماض الدهنية غير المشبعة والكولسترول ، والكوليسترول الموجود في هذه الأنظمة الغذائية يمكن أن يتأكسد عند تعرضه للعوامل الملائمة (المعاملات الحرارية ، الضوء) والتي تقود إلى تشكيل نواتج أكسدة الكوليسترول وهكذا تعرض المستهلك إلى العديد من التأثيرات السلبية الناتجة من امتصاص هذه المركبات مثل الالتهابات ، و تسمم الخلايا ، و تصلب الشرايين ، و تكون المواد المسرطنة ، و تغييرات في غشاء الخلية وتطور في الأمراض الإنتكاسية مثل الزهايمر وباركنسون وغيرها من الأمراض المزمنة ، وأكثر من ذلك تعتبر أكسدة الكوليسترول مشكلة في الصحة العامة . إن استراتيجية استعمال مضادات الأكسدة الطبيعية كبدائل يمنع تشكيل منتجات أكسدة الكوليسترول وتقليل المخاطر الناجمة عنها ويطيل فترة حفظ الأغذية السريعة التأثر بالأكسدة ، لذلك تزايد الاهتمام باستبدال المضافات الصناعية بمستخلصات طبيعية مثل الأعشاب والتوابل الغنية بالمركبات الفعالة حيوياً، وإضافة إلى تجهيز فوائد إضافية فإن تمثيلها في الجسم يتم بسرعة وسهولة.

اللحوم ومنتجاتها

تعتبر اللحوم مصدر للبروتين ، و المعادن ، و الفيتامينات وغيرها من المغذيات الصغرى (Biesalski,2005) ، إن (الدرجات الحرارية والوقت المطلوب لتحضير هذه الأطعمة وكذلك العمليات التصنيعية مثل الثرم وظروف الخزن والنقص في مضادات الأكسدة الذاتية endogenous antioxidant والتراكيز العالية من محفزات الأكسدة pro-oxidant مثل الملح ،صبغة الهيم التي ترتبط بعنصر الحديد) تؤثر بشكل كبير على الدهون بفعل العمليات التأكسدية (Sabolova *et al* .,2017). تضمنت العديد من البحوث إضافة مضادات الأكسدة الطبيعية إلى اللحوم ومنتجاتها (Mi *et al* .,2016) . مقاومة انحلال الدهون اختبرت في لحم البقر المشوي الحاوي على زيت نخالة الرز ، إذ امتلك أعلى ثباتية خلال الخزن على ٤م مقارنة باللحم البقري المشوي الخالي من هذه الإضافة . وأن محتوى المركب 7-ketocholestrol الذي يعتبر من أكبر منتجات عملية أكسدة الكوليسترول كان أقل بوجود مضادات الأكسدة المضافة(Kim et al, 2000). وفي دراسة أخرى ل (Kim *et al* ,2003) قيمت فعالية Y-Oryzanol كمضاد أكسدة طبيعي للحم البقر المحفوظ بالتبريد ، إذ أظهرت النتائج أن تركيز ١٠٠ ppm من Y-Oryzanol يمتلك فعالية عالية في تثبيط عملية تشكيل 7-ketocholestrol خلال الخزن مقارنة بمضاد الأكسدة α-tocopherol عند نفس التركيز . تمتلك مركبات الشاي الفعالية القوية في تعزيز جودة اللحوم وسلامتها الصحية وخصوصاً (الكاتكينات) Catechins ، إذ وجد أنه فعال جداً في منع أكسدة الدهون ، و نمو البكتيريا ، و تشكيل الطفرة الوراثية ، فضلاً عن ذلك فإنه يعمل بالتآزر مع فيتامين C وفيتامين E وبعض الأحماض العضوية مثل الستريك والماليك والترتريك ، لذلك فإن إضافته تطيل فترة الحفظ وتحسن اللون والنكهة والقيمة الغذائية (Vuong *et al* .,2011) . أشار Al-farsi *et al*.(2007) إلى وجود نسبة

عالية من المركبات الفينولية ٣١,٠١-٤٤,٣٠ غم مكافئ من حامض الكاليك Gallic acid لكل كغم من نوى التمر وكشف Al-Farsi and Lee (2008b) وجود تسعة أحماض فينولية في نوى التمور وأن حامض الهيدروكسي بنزويك P-hydroxybenzoic acid كان بنسبة 98.9 ppm وحامض البروتوكاتيك Protocatechuic acid بنسبة 88.4 ppm وحامض الكوماريك m- coumaric acid بنسبة 84.2 ppm وهي الأحماض الفينولية الشائعة في نوى التمور فضلاً عن أنَّ هناك أحماضاً أخرى مثل Syringic acid و Ferulic acid ، ولذلك اعتبرت مستخلصات نوى التمر مصدراً طبيعياً مثبطاً لأكسدة الدهون في مختلف الأنظمة الغذائية والحيوية. أكدت العديد من البحوث إن المستخلصات النباتية مصادر غنية بالفينولات المتعددة Polyphenols مثل التوابل والتوت والجذور والأزهار والبذور ولقاح النحل وأنواع متعددة من المنتجات الثانوية By – product وبقايا القهوة والشاي (الغزي ،٢٠١٣)، تعمل جميعها على تثبط عملية أكسدة الدهون Lipid peroxidation في اللحوم ومنتجاتها، وتحافظ على لون اللحم بصورة أفضل بالمقارنة مع مضادات الأكسدة الصناعية (BHT) Butylated Hydroxy Toluene و(BHA) Butylated Hydroxy Anisole و (TBHQ) Tert -Butyl Hydroxy Quinone و(PG) Propyl gallate ذات التأثيرات السلبية المحتملة على الصحة، وتعد قيمة البيروكسيد(PV) Peroxide Value وتفاعل (TBAR) Thiobarbituric acid Reactive وقياس محتوى الأحماض الدهنية والمركبات الطيارة Volatiles compounds ومحتوى الكاربونيل الكلي والتغييرات اللونية هي المؤشرات الأساسية لقياس أكسدة الدهونLipid peroxidation وأكسدة البروتين Protein oxidation في اللحوم ومنتجاتها (Maqsood and Benjakul, 2010) . وفي دراسة قام بها (Balzan et al.,2017) حول تقييم تأثير المستخلص الغني بالفينولات المأخوذة من ماء نبات الزيتون (منتج ثانوي زراعي) على أكسدة الدهون لنقانق لحم الخنزير الطازج النيئة والمطبوخة المحضرة بدون إضافات كيميائية قبل وبعد التخزين الهوائي عند ٢ درجة مئوية لمدة ١٤ يومًا. كان COPالأكثر وفرة هو ٧ hydroxycholesterol - 7α ، يليه 7ketocholesterol و 7-β hydroxycholesterol. أدت إضافة المستخلص (٠,٠٧٥ و ٠,١٥ غم / ١٠٠ غم) إلى انخفاض في COPs. كانت مستويات COP أقل بمقدار ٤ درجات و ١٧ ضعفًا في النقانق النيئة والمطبوخة ، على التوالي. أظهرت عينات التحكم المطبوخة ١٠٦,٧٧ ميكروغرام / COPs غم من الدهون بعد ١٤ يومًا من التخزين ، مقابل ٦,١٢ ميكروغرام / COPs غم من الدهون في العينات مع إضافة المستخلص الطبيعي (٠,١٥ غم / ١٠٠ غم)

الدجاج

تعتبر أكسدة الدهون عاملاً رئيساً في تدهور الأطعمة التي تحتوي على الدهون ، لما لها من آثار سلبية على الصفات الغذائية والحسية. قد تكون أكسدة الدهون مسؤولة عن إنتاج المركبات السامة نظراً لتركيب الدهون في لحم الدجاج ، والغني بالكوليسترول والدهون غير المشبعة الأخرى التي تفضل الأكسدة وتكوينات (COPs). درس Polak *et al.*(2011) تقييم إضافة الإنزيم المساعد Q10 وحمض الأسكوربيك أو α - tocopherol ، بمفرده أو معًا ، لمنع الأضرار التأكسدية في كبد الدجاج. تم فصل العينات إلى أربع مجموعات

من فطائر كبد الدجاج، المجموعة الأولى عينة التحكم أما المجاميع الثلاث الأخرى هي عبارة عن الإنزيم المساعد Q10 (٠,٢ جم / كجم) ، حمض الأسكوربيك (٢ جم / كجم) ، ألفا - توكوفيرول (٠,٢ جم / كجم) ، أو كلاهما. تم بسترة جميع المنتجات (٨٢ درجة مئوية) أو تعقيمها (١٢١ درجة مئوية). تم العثور على أربعة من (COPs) وهي -7α، -7β، 20α و 25-hydroxycholesterol ، حيث كان الكاسح الأكثر كفاءة هو حمض الأسكوربيك إما بمفرده أو مع ألفا - توكوفيرول . قام Mariutti *et al.* (2011) بدراسة تأثير إضافة المريمية والثوم إلى لحم الدجاج على أكسدة الدهون والكوليسترول ، مع إضافة الملح والمعالجة الحرارية والتخزين المجمد كعوامل مؤكسدة. أدى الطهي والتخزين إلى زيادة أكاسيد الكوليسترول الكلية. إذ بلغت كمية 7-ketocholesterol المتكونة في العينات المشوية بالملح من دون مضادات الأكسدة ٤٠,٣٩ ميكروغرام / جرام لحم (أساس جاف) ، بينما انخفضت إلى أقل من ١٥,٤٩ و ٣٧,٥٤ ميكروجرام / جرام اللحم مع إضافة المريمية والثوم على التوالي. قام Sampaio *et al* (2012) بتقييم تأثير إضافة المريمية والأوريجانو والعسل على أكسدة الدهون في لحم الدجاج المطبوخ (الصدر والفخذ) أثناء التبريد عند ٤ درجة مئوية لمدة ٩٦ ساعة. استخدمت القياسات الكمية لحمض الثيوباربيتوريك - المواد المتفاعلة ، والأحماض الدهنية ، والكوليسترول ، وأكاسيد الكوليسترول كمؤشرات لأكسدة الدهون. تم أيضاً تقييم القبول والتفضيل. أكد الباحثون التأثير المضاد للأكسدة للأوريجانو والمريمية والعسل إذ زادت هذه المكونات من العمر الافتراضي للحم الدجاج المطبوخ بعد ٩٦ ساعة من التبريد عند ٤ درجة مئوية ، مما أدى إلى تثبيط تكوين أكاسيد الكوليسترول وإظهار قبول حسي جيد.

البيض

يعد البيض ذا أهمية كبيرة للاستهلاك البشري لما له من قيمة بيولوجية عالية بسبب محتواه من البروتين ؛ كما أنه مصدر للأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة من سلسلة أوميغا ٦ وسلسلة أوميغا ٣ ، وخاصة الأحماض اللينوليك والأراكيدونيك. ومع ذلك ، يعد البيض أيضاً أحد المصادر الرئيسة للكوليسترول . يحتوي صفار البيض على أعلى مستوى من الكوليسترول في جميع المنتجات الحيوانية. تقدر كمية الكوليسترول في صفار بالبيضة الواحدة بحدود ٢١٣ ملغم محتويات صفار البيض يساعد في عمليات أكسدة الدهون وتشكيل COPs بسبب وجود كمية عالية من الكوليسترول والحديد وكذلك وجود الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة. لذلك يعتقد أن مسحوق منتجات البيض يحتوي على أكبر قدر من COPs مقارنة مع الأطعمة الأخرى (Anon,1990). الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة معرضة بشكل خاص لعمليات الأكسدة التي تتشكل خلالها الجذور الحرة والبيروكسيدات ، والتي بدورها تساهم في أكسدة الكوليسترول وتكوين COPs (Ubhayasekera *et al.*, 2005). كما يؤثر كل من الضوء والمحتوى الرطوبي والتخزين وظروف النقل وكذلك التكنولوجية المستخدمة في إنتاج مسحوق البيض على تكوين COPs (Mazalli and Bragagnolo,2007) . تم إجراء الكثير من الأبحاث من أجل تحديد مستويات COPs في البيض ومنتجات البيض لأنها عنصر شائع في

العديد من الأنظمة الغذائية، أكثر أنواع COPs وفرة في البيض ومنتجات البيض هي α-hydroxycholesterol 7، 7 ß-hydroxycholesterol، إضافة إلى المنتجات منزوعة الهيدروجين مثل: 7α-ketocholesterol ، 5,6α-epoxycholesterol ، 5,6ß-epoxycholesterol ، cholestantriol ، 20ß-hydroxycholesterol و 25-hydroxycholesterol. قام (Paniangvait *et al*., 1995; Obara *et al*. 2006; Hur *et al*., 2007) Brinkerhoff *et al*. (2002) باستخدام صفار البيض المجفف بالرش لتقييم تثبيط مضادات الأكسدة لأكسدة الكوليسترول أثناء التخزين، إذ تمت معالجة صفار البيض السائل بكميات متساوية من BHA (٠,٠١٪ ، وزن / وزن من الدهن) ، بالميتات أسكوربيل (٠,٠٢٣٪) ، أو مزيج توكوفيرول (٠,٠٢٣٪). تم تجفيف دفعات صفار البيض بالرش ، وتخزينها عند ٦٠ ± ٢ درجة مئوية لمدة تصل إلى ٢٨ يومًا ، وتحليلها بحثاً عن منتجات أكسدة الكوليسترول (COPS) باستخدام صبغ الغاز. زادت مستويات COP بشكل عام أثناء التخزين مع ٧ - كيتوكوليسترول السائد. ظهرت تأثيرات كبيرة مضادة للأكسدة في انخفاض مستويات ٧-كيتوكوليسترول ، ٧-ألفا و ٧-هيدروكسي كوليسترول. بينما لم تتأثر مستويات الكوليستان - التريول والكولسترول ٥,٦ - الإيبوكسيد. أظهرت جميع مضادات الأكسدة تأثيرات مثبطة كبيرة بالنسبة للسيطرة ، وكانت توكوفيرول أكثر فعالية من بالميتات أسكوربيل.

المراجع

ألغزي ، ناريمان عظيم شناع . (٢٠١٩) . استخلاص وتشخيص عدد من النواتج الطبيعية لنوى التمر *Phoenix dactylifera* ودراسة فعاليتها المضادة للأكسدة والمثبطة للبكتيريا وتأثيرها في أقراص اللحم البقري. أطروحة دكتوراه ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة .العراق.

ألغزي ، ناريمان عظيم شناع . (٢٠١٣). تأثير مستخلص الشاي الأخضر على بعض أنواع البكتيريا إمكانية استخدامه في حفظ اللحوم. رسالة ماجستير ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة .العراق.

Al-Farsi , M.A. And Lee, C.Y.(2008). Nutritional and functional properties of dates : areview . Critical Reviews in Food Science and Nutrition 48(10):877-887.

Al-Farsi, M. ; Alasalvar,C. ;Al-Abid, M.; Alshoaily,K.;Amry, M. and Al-Rawahy,F.(2007). Compositional and functional characteristics of dates , syrups , and their products. Food Chem; 104:943-7.

AlGhezi,N.A.S.; Al-Mossawi,A.H.;Al-Rikabi,A.K.(2020).Antioxidant activity of date seed extraction of some date varieties . Medico Legal Update ,20(1),P488.

Anon (1990). Today's eggs contain 25% less cholesterol. Nutrition Close-Up, 6, p. 1.

Armenteros, M., Morcuende, D., Ventanas, J., & Estévez, M. (2016). The application of natural antioxidants via brine injection protects Iberian cooked hams against lipid and protein oxidation. *Meat Science*, **116**, 253– 259.

Balzan, S., Taticchi, A., Cardazzo,B., Urbani,S., Servili,M., Lecce, Di, … Fasolato, L. (2017). Effect of phenols extracted from a by-product of the oil mill on the shelf-life of raw and cooked fresh pork sausages in the absence of chemical additives. LWT-Food Science and Technology, 85, 89– 95.

Barriuso, B., Ansorena, D., Calvo, M. I., Cavero, R. Y., & Astiasarán, I. (2015). Role of Melissa officinalis in cholesterol oxidation: Antioxidant effect in model systems and application in beef patties. *Food Research International*, **69**, 133– 140

Barriuso, B., Mariutti, L. R. B., Ansorena, D., Astiasarán, I., & Bragagnolo, N. (2016). *Solanum sessiliflorum* (*mana-cubiu*) antioxidant protective effect toward cholesterol oxidation: Influence of docosahexaenoic acid. *European Journal of Lipid Science and Technology*, **118**(8), 1125– 1131

Biesalski,H.K.(2005). Meat as a component of a healthy diet –are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet ?. Meat Science ,70(3),509-524.

Böhm,F.,Edge,R.,&Truscott.G.(2012). Interactions of dietary carotenoids with activated (singlet) oxygen and free radical :Potential effects for human health .Molecular Nutrition &Food Research ,56(2),205-216**.**

Brewer,M.S.(2011). Natural antioxidant :sources ,compounds ,mechanisms of action and potential applications .Comprehensive Reviews in Food Science and Food safety ,10(4),221-247.

Brinkerhoff, B. E., Huber, K. C., Huber, C. S., & Pike, O. A. (2002). Effect of antioxidants on cholesterol oxidation in spray-dried egg yolk during extended ambient Storage. Journal of Food Science, 67(8), 2857– 2859.

Carocho,M.,&Ferreira,I.C.(2013)A review on antioxidants ,pro oxidants and related controversy:Natural and synthetic compounds ,Screening and analysis methodologies and future perspectives .Food and Chemical Toxicology ,51,15-25.

Dantas, N. M., Sampaio, G. R., Ferreira, F. S., Labre, T. D. S., Torres, E. A. F. D. S., & Saldanha, T. (2015). Cholesterol oxidation in fish and fish products. Journal of Food Science, 80(12), R2627– R2639.

De, B.&Chatterjee ,S.(2015). Impact of assorted spices on lipid quality alteration of refrigerated fish muscle ,International Food Research Journal ,22(1),304-310.

Dietschy, J. M. and Turley, S.D. (2004). Thematic review series: brain lipids. Cholesterol metabolism in the central nervous system during early development and in the mature animal. J. Lipid Res., 45,p. 1375.

Embuscado ,M.E.(2015). Spices and herbs : Natural sources of antioxidants –a mini reviewJournal of Functional Foods ,18,811-819.

Embuscado, M. E. (2015). Spices and herbs: Natural sources of antioxidants–a mini review. Journal of Functional Foods, 18, 811– 819. https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.03.005

Frankel, E. N. (2005). Lipid oxidation (2nd ed.). Bridgwater, England: The Oils Press 469 pp.

Gortiz, C. , Mauch, D.H. and Pfrieger, F.W. (2005). Multiple mechanisms mediate cholesterol-induced synapthogenesis in a CNS neuron. Moll. Cell. Neurosci., 29: 190–201.

Halliwell, B. (1997). Antioxidant in human health and disease . Annu. Rev. Nutr. 16 : 33 -50 .

Han, X., Shen,T. & Lou,H. (2007). Dietary polyphenols and their biological significance .International Journal of Molecular Science ,8(9),950-988.

Harper, C. R., & Jacobson, T. A. (1999). New perspectives on the management of low levels of high-density lipoprotein cholesterol. Archives of Internal Medicine, 159(10), 1049– 1057.

Heleno,S.A.Martins,A.,Queiros,M.J.R.&Ferreira,I.C.(2015). Bioactivity of phenolic acid : Metabolites versus parent compounds :A review .Food Chemistry ,173,501-513.

Hur S.J., Park , G.B. and Joo, S.T. (2007). Formation of cholesterol oxidation products (COPs) in animal products. Food Contr., 18: 939–947.

Ikonen, E. (2008). Cellular cholesterol trafficking and compartmentalization. Mol. Cell Biol., 9:125–138

Islam, R. U., Khan, M. A., & Islam, S. U. (2017). Plant derivatives as promising paterials for processing and packaging of meat-based products–focus on antioxidant and antimicrobial effects. *Journal of Food Processing and Preservation*, **41**(2), e12862

Jaeger, R., & Cuny, E. (2016). Terpenoids with special pharmacological significance: a review. Natural product communications, 11(9), 1934578X1601100946.

Kashanian, S. & Dolatabadi,,J. E. N. (2009). DNA binding studies of 2-tert-butylhydroquinone (TBHQ) food additive .Food Chemistry ,116(3),743-747.

Kim, J. S.,Godber, J. S. & Prinaywiwatkul,W. (2000). Restructured beef roasted containing rice brain oil and fiber influences cholesterol oxidation and nutritional profile .Journal of Muscle Foods ,11(2).111-127.

Kim, S.K, Nawar, W.W. (1991). Oxidative interactions of cholesterol with triacylglycerides. J Am **Oil Chem. Soc. 68: 931-934**

Kim.J.S.,Suh,M.H.,Yang ,C.B. & Lee,H.G.(2003). Effect of Y-oryzanol on the flavour and oxidative stability of refrigerated cooked beef .Journal of Food Science .68(8).2423-2429.

Kubow, S. (1993) Lipid oxidation products in food and atherogenesis. Nut Rev 51: 33-40.

Kumar ,Y.,Yadav,D.N.,Ahmad,T.,&Narsaiah,K.(2015). Recent trends in the use of natural antioxidants for meat and meat products .Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety ,14(6),796-812.

Lee, M. T. Lin, W. C. Yu, B. & Lee, T. T.(2017). Antioxidant capacity of phytochemicals and their potential effects on oxidative status in animals –A review .Asian-Australasian Journal of Animals Science,30(3),299.

Lercker, G., & Rodriguez-Estrada, M. T. (2002). Cholesterol oxidation mechanisms. In F. Guardiola (Ed.), Cholesterol and phytosterol oxidation products: Analysis, occurrence, and biological effects. Chapaing: AOCS Press.

Li,S.,Chen,G.,Zhang,C.,Wu,M.,Wu,S. & Liu,Q. (2014).Research Progress of natural antioxidants in food for the treatment of diseases .Food Science and Human Wellness ,3(3-4),110-116.

Mazalli, M. R. & Bragagnolo, N. (2007). Effect of storage on cholesterol oxide formation and fatty acid alterations in egg powder. Journal of agricultural and food chemistry, 55(7), 2743-2748.

Maqsood , S. and Benjakul ,S. (2010). Comparative studies of four different phenolic compounds on in vitro antioxidative activityand the preventive effect on lipid oxidation of fish oil emulsion and fish mince . Food Chemistry. 119 (1): 123-132 .

Mariutti, L. R. B., Nogueira, G., & Bragagnolo, N. (2008). Optimization and validation of analytical conditions for cholesterol and cholesterol oxides extraction in chicken meat using response surface methodology. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56, 2913–2918

Mariutti, L. R. B., Nogueira, G. C., & Bragagnolo, N. (2011). Lipid and cholesterol oxidation in chicken meat are inhibited by sage but not by garlic. *Journal of Food Science*, **76**(6), C909– C915.

Mariutti, L. R., & Bragagnolo, N. (2017). Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products: A review. Food Research International, 94, 90-100.

Medina-Meza, I. G. & Barnaba, C. (2013). Kinetics of cholesterol oxidation in model systems and foods: Current status. Food Engineering Reviews, 5(3), 171– 184.

Mi,H.B.,Guo.X.,&Li,J.R.(2016). Effect of 6-gingerol as natural antioxidant on the lipid oxidation in red drum fillets during refrigerated storage .LWT –Food Science and Technology ,74,70-76.

Morzycki,,J.W.(2014). Recent advances in cholesterol chemistry. Steroids, 83, 62– 79.

Nagai ,F.,Okubo.T.,Ushiyama ,K.,Satoh,K.,&Kano,I.(1996). Formation of 8-hydroxydeoxyguanosine in calf thymus DNA treated with tert –butylated hydroxyanisole .Toxicology Letters ,89(2),163-167.

Nogueira, G. C., Costa, B. Z., Crotti, A. E. M., & Bragagnolo, N. (2010). Synthesis of 7-hydroperoxycholesterol and its separation, identification, and quantification in cholesterol heated model systems. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58, 10226–10230.

Obara A., O b i e d z i n s k i M., K o l c z a k T. (2006). The effect of water activity on cholesterol oxidation in spray-and freeze-dried egg powders. Food Chem., 95: 173–179.

Okubo ,T.,Yokoyama ,Y.,Kano, K.,&Kano,I.(2003). Cell death induced by the phenolic antioxidant tert-butylhydroxyquinone and its metabolite tert-butylquinone in human monocytic leukmia U937 cells .Food and Chemical Toxicology .41(5),679-688.

Orczewska-Dudek, S., Bederska-Łojewska, D., Pieszka, M., & Pietras, M. (2012). Cholesterol and lipid peroxides in animal products and health implications-a review. *Annals of Animal Science*, *12*(1), 25-52.

Oroian,M.,&Escriche,I.(2015). Antioxidants:Characterization ,natural sources ,extraction and analysis .Food Research International ,74,10-36.

Otaegui-Arrazola, A., Menendez-Carreño, M., Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2010). Oxysterols: A world to explore. Food and Chemical Toxicology, 48(12), 3289-3303.

Otaegui-Arrazola, A., Menéndez-Carreño, M., Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2010). Oxysterols: A world to explore. Food and Chemical Toxicology, 48(12), 3289– 3303.

Paniangvait, P., King, A. J., Jones, A. D., & German, B. G. (1995). Cholesterol oxides in foods of animal origin. Journal of Food Science, 60(6), 1159-1174.

Polak, T., Žlender, B., Lušnic, M., & Gašperlin, L. (2011). Effects of coenzyme Q10, α-tocopherol and ascorbic acid on oxidation of cholesterol in chicken liver pâté. *LWT-Food Science and Technology*, **44**(4), 1052– 1058.

Prochazkova ,D.,Bousova,I., & Wilhemova,N.(2011). Antioxidant and properites of flavonoids .Fitoterapia,82(4),513-523.

Rahila, M. P., Surendra Nath, B., Laxmana Naik, N., Pushpadass, H. A., Manjunatha, M., & Franklin, M. E. E. (2018). Rosemary (Rosmarinus officinalis Linn.) extract: A source of natural antioxidants for imparting autoxidative and thermal stability to ghee. Journal of Food Processing and Preservation, 42(2), e14343. https://doi.org/10.1111/jfpp.13443

Rodriguez-Estrada, M. T., Garcia-Llatas, G., & Lagarda, M. J. (2014). 7-Keto-cholesterol as marker of cholesterol oxidation in model and food systems: When and how. Biochemical and Biophysical Research Communications, 446, 792–797

Sabolova,M.,Pohorela ,B.,Fisnar,J.,Kourimska.L.,Chrpova ,D.,&Panek ,J.(2017). Antioxidative effect of cracking hydrosates during frozen storage of cooked pork meatballs .European Food Research and Technology ,224(3),293.

Sampaio, G. R., Saldanha, T., Soares, R. A. M., & Torres, E. A. F. S. (2012). Effect of natural antioxidant combinations on lipid oxidation in cooked chicken meat during refrigerated storage. *Food Chemistry*, **135**(3), 1383– 1390

Shahidi,F.,&Ambigaipalan,P.(2015). Phenolics and polyphenolics in foods ,beverages and spices :Antioxidant activity and health effects-A review .Journal of Functional Foods,18,820-897.

Simons, K. and Ikonen E. (2000). How cells handle cholesterol. Science, 290: 1721–1726.

Smith, L. L. (1996). Review of progress in sterol oxidations: 1987–1995. Lipids, 31, 453–487.

Smith, L. L. (1987). Cholesterol autoxidation 1981–1986. Chemistry and Physics of Lipids, 44(2–4), 87– 125. https://doi.org/10.1016/0009-3084(87)90046-6

Ubhayasekera, S. J., Verleyen, T., & Dutta, P. C. (2004). Evaluation of GC and GC–MS methods for the analysis of cholesterol oxidation products. Food chemistry, 84(1), 149-157.

Valenzuela, A.; Sanhueza, J.; and Nieto, S. (2003). Cholesterol oxidation: health hazard and the role of antioxidants in prevention. Biological Research, 36(3-4), 291-302.

Van de Bovenkamp, P., Kosmeijer-Schuil, T. G., Katan, M. B. (1988). "Quantification of oxysterols in Dutch foods:eggs products and mixed diets".- Lipids 23, 1079-1085.

Viji,P.,**Binsi,P.K.,Visnuvinayagam,S.,Bindu,J.,Ravishankankar,C.N.&Gopal,T.K.S.(2015).**Efficac y of mint leaf and citrus peel extracts as natural preservatives for shelf life extension of chill stored indian mackerel .Journal of Food Science and Technology ,50(10),6278-6289.

Vuong, Q. V., Stathopoulos, C. E., Nguyen, M. H., Golding, J. B., & Roach, P. D. (2011). Isolation of green tea catechins and their utilization in the food industry. Food Reviews International, 27(3), 227-247**.**

Wong, D. & Wang, M. (2013). Inhibitory activities of some vitamins on the formation of cholesterol oxidation products in beef patties. Journal of agricultural and food chemistry, 61(35), 8471-8476**.**

Xu, G., Liu, D., Zhao, G., Chen, S., Wang, J., & Ye, X. (2016). Effect of eleven antioxidants in inhibiting thermal oxidation of cholesterol. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **93**(2), 215– 225.

Ziberna,L.Fornasaro,S.Cvorovic,J.,Tramer,F.,&Passamonti,S.(2014). Bioavailability of flavonoids : the roe of cell membrane transporters . in polyphenols in human health and disease (PP.489-511). SanDiego,CA,USA.

Arab Journal of
Food & Nutrition

Published (with an annual supplement)
by Arab Center for Nutrition
Focuses on Food, Nutrition, and Food Security in the Arab Countries.
Volume 21, No.51,2021

Chief Editor

Prof. Abdulrahman O.Musaiger
Arab Center for Nutrition, Kingdom of Bahrain

Editorial Board

Prof. Hamed Rabbah Takruri	Jordan University-Jordan
Prof. Hamaza Abu-tarboush	King Saud University- Saudi Arabia
Prof. Ashraf Abdulaziz	Halwan University - Egypt
Prof. Najat Mokhtar	Bin Tofil University - Morocco

Secretary

Dr. Mutasim Algadi

Typing

Abduljalil Abdulla

Correspondence

Chief Editor, Arab Journal of Food and Nutrition
Arab Center for Nutrition
P.O.Box:26923, Manama- Kingdom of Bahrain
Tel: 00973 17343460
Fax: 00973 17346339
Email:amusaiger@gmail.com

SSRM 255
ISSN 1608-8352

Arab Journal of Food & Nutrition

Volume 21, No. 51, 2021

View publication stats