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.

تكنولوجيا النانو في الغذاء نهج جديد في عمليات حفظ وسلامة وتصنيع الأغذية

سوسن علي حميد الحلفي، علي باسم لازم

قسم علوم الأغذية ، كلية الزراعة ، جامعة البصرة، العراق

الخلاصة

تقنية النانو هي تقنية متطورة وجديدة لتعبئة وتغليف المواد الغذائية ويمكن أن تزيد العمر الخزني للأغذية وتقلل التلف و تعالج العبوات، وتقلل مشكلة نقص الغذاء وضمان سلامته. الجسيمات النانوية في عبوات الأغذية يمكنها أن تنبه المستهلك حول سلامة المنتج. من المتوقع أن تحتل تقنية النانو مكانة كبيرة في مجال صناعة الأغذية وحفظها ومعالجتها وتطبيقها في التعبئة والتغليف في المستقبل القريب. ومع ذلك ، لا تزال هناك بعض المخاوف بشأن ما إذا كانت الجسيمات النانوية المستخدمة في مواد تغليف المواد الغذائية قد تهاجر أو تتسرب إلى الطعام. يجب البحث في التأثير المحتمل لهذه الجسيمات على صحة المستهلك ولتقييم سلامة الجسيمات النانوية قبل استخدامها في تغليف المنتجات الغذائية. تعتبر الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمادة النانوية مهمة لأنها يمكن أن تؤثر على نتيجة تقييم المخاطر. تقدم هذه المقالة نظرة عامة حول إمكانيات استخدام الجسيمات النانوية في صناعة الأغذية من أجل تزويد المستهلكين بأغذية آمنة وخالية من التلوث ولضمان قبول المستهلك للأغذية المعززة بخصائص وظيفية. كما تمت مناقشة جوانب تطبيق تكنولوجيا النانو فيما يتعلق بزيادة الجودة والخصائص الحسية للأغذية جنبًا إلى جنب مع بعض الأفكار حول قضايا السلامة والمخاوف المتعلقة بشأن المنتجات الغذائية المصنعة بتقنية النانو.

الكلمات المفتاحية: مواد النانو، مضادات الأكسدة النانوية، معالجة الغذاء، التغليف النانوي، سلامة الغذاء، منتجات غذائية نانوية .

المقدمة

إن الزيادة الكبيرة والمستمرة لسكان العالم تشكل خطراً يهدد الأمن الغذائي في كافة أنحاء العالم الأمر الذي دفع الباحثون إلى إيجاد تقنيات حديثة متطورة ومن بينها تقنية النانو Nano technology من أجل سد تلك الاحتياجات إذ تساعد هذه التقنية على زيادة إنتاج المواد الغذائية بصفات وخصائص حسية وكيميائية أفضل بالإضافة إلى زيادة العمر الخزني فهي لا تؤثر على القوام أو المذاق ولا الصفات الكيميائية للمادة الغذائية. وشهدت السنوات الأخيرة نموًا هائلاً في قطاع الأغذية في كل من الدول المتقدمة والنامية على حدٍ سواء، فالغذاء هو مادة صالحة للأكل عادة من أصل نباتي أو حيواني يحتوي على العناصر الغذائية الأساسية مثل الكربوهيدرات والبروتينات والدهون والفيتامينات والمعادن للحفاظ على الحياة وتوفير الطاقة والنمو السريع (Pal& Mahendra, 2015). وعلى مدى العقود القليلة الماضية أصبحت تكنولوجيا النانو تقنية جذابة ومتزايدة أحدثت ثورة في مجال الأغذية (Rai etal.,2009). إن تقنية Nanotechnology هي تقنية ناشئة حديثًا ، تتضمن توصيف وتصنيع ومعالجة الهياكل أو الأجهزة أو المواد التي لها بُعد واحد على الأقل يبلغ طوله ١- ١٠٠ نانومتر (Duncan,2013). تتعامل هذه التكنولوجيا مع المواد النانوية وأنظمة نانوية دقيقة جداً يقل حجمها عادة عن ١٠٠ نانومتر. يتم تعريف المواد النانوية على أنها مواد لها أي بُعد خارجي على المقياس النانوي ، ويتم تجميعها في ثلاث فئات ، وهي الجسيمات النانوية والألياف النانوية والصفائح النانوية. المركبات النانوية عبارة عن خليط من بوليمرات لمضافات غير عضوية ومشتقاتها لها قياسات هندسية معينة. تشتمل تقنية النانو على مجالات تطبيق متنوعة مثل الإلكترونيات النانوية والتعبئة والتغليف والطب الحيوي والمنسوجات ومستشعر نظام الأمان ومستحضرات التجميل والدهانات والرعاية الطبية والصحية وتصنيع الورق ومواد البناء ومواد التشحيم والأسلحة والمتفجرات والبطاريات والكيماويات الزراعية والطب البيطري و معالجة أو معاملة المياه. في الوقت الحاضر ، تعمل أكثر من ٤٠٠ شركة في العالم على تطوير تقنية النانو لتطبيقها في تغليف المواد الغذائية والمواد الغذائية (Neethirajan & Jayas,2011). تقنية النانو هي دراسة متعددة التخصصات تسمح لنا بتطوير مواد جديدة بخصائص فيزيائية وكيميائية فريدة ومثيرة للاهتمام مثل اللون والذوبان وقوة الإنتشار والسمية والديناميك الحراري وغيرها (Rai *etal.,* 2009; Gupta *etal.,*2016; Bratovcic,2019). تلعب تقنية النانو دورًا نشطًا في محاولة حل المشكلات مثل تغليف المواد الغذائية وحفظها (Cartelle & Zurita,2015). تعمل تقنية النانو على تطوير التكنولوجيا بسرعة وتؤثر على كل جانب من جوانب نظام الغذاء من الزراعة إلى إنتاج الغذاء إلى المعالجة والتعبئة والنقل والعمر التخزيني والتوافر البيولوجي للمغذيات. ترتبط تطبيقات تكنولوجيا النانو في قطاع تغليف المواد الغذائية بتحسين خصائص التغليف والتطبيقات الميكانيكية والحرارية والحواجز والحيوية (Bratovčić,2015). يواجه القطاع الزراعي تحديات عديدة تشمل الطلب المتزايد على الأغذية الصحية والأمينية، حيث أصبح المزيد من الناس يعتقدون أن الغذاء يمكن أن يساهم بشكل مباشر في صحتهم Siro)

(*etal.,*2008). كما أن التحول نحو الاقتصاد يشكل تحدياً كبيراً تبعاً لتغيرات العوامل الجوية الأمر الذي يتطلب طرائق معقدة تشترك فيها تفرعات العلوم المختلفة. تتضمن تقنيات النانو على إمكانية إحداث تغيرات جذرية في مجال الزراعة وصناعة الأغذية. تعمل المواد النشطة بيولوجياً على إطالة العمر الخزني للغذاء والمنتجات الغذائية عن طريق إبطاء أو منع عمليات التلف والتدهور المحتملة لحين استهلاكه، وهذا يتحقق بواسط التعبئة الذكية والنشطة التي تتمتع بالعديد من المزايا تفوق الطرائق التقليدية المتعارفة من خلال توفير مواد تغليف ذات قوة ميكانيكية أفضل وخصائص حجزية وأغلفة مضادة للميكروبات (Minhindukulasuriya & Lim,2014). تطبيقات هذه المواد النانوية تنمو في مختلف القطاعات بما فيها الطب والزراعة والغذاء والصحة العامة بسبب قدرتها الفريدة على زيادة الذوبان وحماية النشاط الحيوي للمكونات أثناء معالجتها وتخزينها (Pathkoti *etal.,*2017;Fu,2014;Hu *etal.,*2017). نظراً للطبيعة الفيزيوكيميائية الممتازة لجسيمات النانوية فإن سمة المضادات الميكروبات تعد إمكانيات ثنائية للمواد النانوية، وبالتالي استخدامها على نطاق واسع في المجالات الصحية وحماية المحاصيل ومعالجة المياة وسلامة الغذاء وحفظه (Fu,2014; Baranwal *etal.,*2018).

المواد النانوية الطبيعية في المواد الغذائية

تحتوي بعض الأنظمة الغذائية على مجموعة متنوعة من الأحجام النانوية وبالأخص العناصرالتي تمتاز بالتجمع البنائي الهيكلي العالي كالكربوهيدرات والدهون. وهذه المركبات تختلف بطبيعتها عن المواد النانوية المصنعة، وبالتالي يمكن استعمالها في إنتاج بعض المستحلبات والبوليمرات كمادة تغليف غذائية (Peters *etal.,*2016). أثناء العمليات التصنيعية أو المعاملات الحرارية مثل التخثر أو الاستحلاب تتكون الجسيمات النانوية دون الحاجة إلى تقنيات النانو لتشكيلها, باختصار البروتينات والسكريات والدهون هي جزيئات كروية يمكن أن يختلف حجمها من ١٠ إلى عدة مئات من النانومترات, ويعتمد التخثر أو الاستحلاب على التكوين الشبكي للهياكل النانوية ذات الأبعاد صفر ، واحد ، إثنان وثلاثة. أيضاً الحليب الطازج ومنتجاته تحتوي بشكل طبيعي على بنى نانوية مثل بروتينات الحليب والكالزين فعند إجراء عملية التجانس لكريات الدهن يتم تكسيرها إلى جزيئات أصغر بحجم ١٠٠نانومتر (Robertson,2006). تلعب تقنيات النانو دوراً أساسياً في الخصائص الوظيفية للأغذية وتصنيعها، فعملية التغليف الفعال بجسيمات النانو للجزيئات الحيوية تعزز من قابلية الذوبان ، و عوامل التلوين، و المغذيات الأساسية مثل الفيتامينات والمعادن، وبالتالي توفير الحماية والمحافظة على الفعالية البايلوجية النشطة للمركبات من خلال تغليفها في كبسولات نانوية قابلة للتحلل وصديقة للبيئة لا تسبب أي مشاكل للبيئة المحيطة أو الإنسان. وتوفرالكبسولات النانوية حماية لبعض العناصر الغذائية من الوسط الحامضي ونشاط إنزيمات المعدة والأمعاء والإثني عشر مما يمكنها من مقاومة كل هذه الظروف (Robertson,2006; Finnigan,2009; Singh *etal.,*2017). تمتلك تقنية النانو القدرة على إدارة وقيادة الإنتاج نوعاً وكماً من خلال إنتاج أغذية أكثر أماناً وعالية الجودة وغير قابلة أو شبه قابلة

للتلف،إذ تتفوق تقنيات النانو على تقنيات معالجة الأغذية التقليدية في زيادة العمر الخزني للمنتجات ومنع التلوث وزيادة الإنتاج. وإن تطوير الغذاء يخدم الاتجاهات الحالية ووجهات النظر المتسقبلية للمنتجين والمستهلكين على حدٍ سواء(Nile *etal.,*2020).

المواد النانوية وتطبيقاتها في صناعة الأغذية

أخذت تقنية النانو تنشر في مختلف مجالات الحياة كالإلكترونية والطبية والأدوية والعقاقير ومواد التجميل وفي مجال التغذية. ويعد تطبيقها في مجال الغذاء والزراعة حديثاً نسبياً إذا ما قورن مع تطبيقاتها في المجالات الأخرى. ويكمن دور تقنية النانو بتحسين إنتاج الغذاء بالكامل بدءً من عمليات الإنتاج وانتهاءً بالتعبئة والتغليف ومعالجة النفايات. تستخدم المواد النانوية في صناعة ومعالجة الأغذية بهدف وصول المكونات الغذائية إلى المواقع المستهدفة كعوامل مانعة للتكتل، و تحسين نكهة الأغذية و مضادات للبكتيريا والميكروبات لزيادة صلاحية الغذاء وإطالة عمره الخزني والإضافات النانوية للمغذيات التي تعمل على تحسين القيمة الغذائية، وعوامل الهلام لتحسين نسيج الطعام وتغليفه بالنانو وحاملات النانو. يمكن تعريف التغليف بأنه عملية حبس مادة داخل مادة أخرى، وبالتالي إنتاج جسيمات بأقطار تتراوح من بضعة نانومترات إلى بضع ملمترات. عادة ما تكون المادة المحبوسة سائلة، ولكنها قد تكون صلبة أو غازية. تحزم الكبسلة النانوية المواد في ناقلات نانوية توفر الوظيفة المطلوبة للمنتج النهائي من خلال التحكم في بنية وتركيب مكوناته و تحرير المواد الأساسية وانطلاقها. السبب الرئيس لاستخدام الكبسولة هو حقيقة أن بعض العناصر الغذائية لا تبقى في الطعام لفترة طويلة أو قد تتفاعل مع مكونات الغذاء ممايؤدي إلى حدوث تغيرات غير مرغوبة ;Bratovcic & Saric,2019 (Bartovcic & Saric, 2020). ويمكن استخدام أغلفة نانوية رقيقة من البولمرات الشفافة التي لا يزيد سمكها عن ٥ نانومترات في اللحوم والفواكه والخضروات والجبن والوجبات السريعة ومنتجات المخابز والمعجنات والحلويات كعازل يمنع نفاذ الغازات والرطوبة إلى الغذاء الطازج الموجود داخل العبوة , أيضاً تستخدم الجسيمات النانوية للمحافظة على مركبات النكهة والملونات والقيمية الغذائية وتحسين خواص الجودة. فمثلاً إزالة اللاكتوز من الحليب وجعله مناسباً للمرضى الذين يعانون من حساسية اللاكتوز(Yadv,2017). طبقت تقنية ناقلات النانو لتحميل المغذيات في مجال العقاقير وصناعة الأدوية أيضاً والمكملات الغذائية إذا استخدم زيت الكانولا ويطلق عليه active canola oil كمعزز نشط والذي يحمل نقاط نانوية تحمل الفيتامينات الذائبة في الدهون(E,A,D,K) والبيتا- كاروتين والأحماض الدهنية نوع أوميغا والعناصر المعدنية ومواد كيميائية نباتية. ويمكن تحميل العناصر المعدنية مثل الزنك والحديد كمكملات غذائية. وأيضاً إنتاج عصائر الفاكهة المدعمة والشوفان المدعم بزيت أسماك التونة بالإضافة إلى أغذية الدايت كشولاته الحمية التي تحتوي على جسيمات نانوية تعمل على إعطاء الطعم الحلو دون الحاجة إلى إضافة السكر. وتباع الأغذية المصنعة بتقنية النانو على نطاق واسع في الولايات المتحدة الأمريكية واستراليا والصين واليابان (Nile *etal.,* 2020; Poças *etal.,*2008).. في الوقت الحاضر لا توجد لوائح خاصة تسمح باستخدام تقنية النانو في الأغذية،إدارة الغذاء

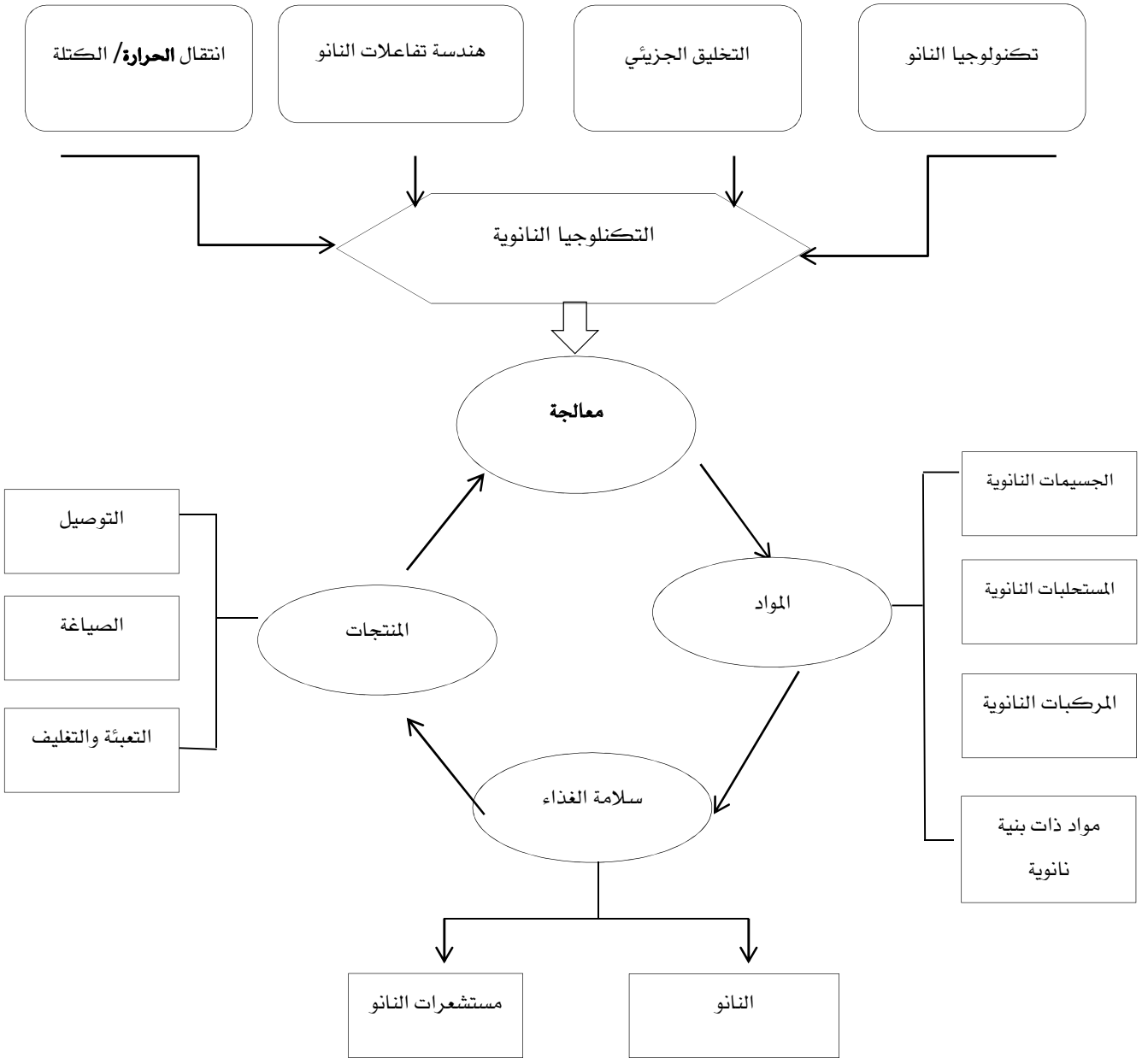
والدواءFAD تنظم كل منتج على حده بشكل منفرد وتشير إلى العديد من المنتجات التي تم تصنيعها أو إنتاجها من الجسيمات أو المواد النانوية (FAD,2004;Weiss *etal.,*2006). ورغم أن منظمة الغذاء والدواء تنظم العديد من المنتجات التي تحتوي على الجسيمات في نطاق حجم النانو ولكنها لم تركز على تطبيق هذه التكنولوجيا في أعدادهم الصادرة. ويتضح ان هناك العديد من الوكالات الحكومية تسعى إلى اعتماد هذه التقنية على اللوائح العالمية من خلال إبراز دور هذه التقنية في حل مشاكل البيئة والتلوث باستعمال مواد نانوية لها القدرة للتفاعل مع الأشعة فوق البنفسجية والتخلص من الملوثات كجسيمات ثاني أكسيد التيتانيوم وجسيمات الفضة وتحسين التكنولوجيا العلاجية والأمراض وغيرها (FAD,2004).

القيمة الغذائية

غالبية المواد النشطة بيولوجياً مثل الدهون والبروتينات والكربوهيدرات والفيتامينات حساسة لارتفاع الحموضة ونشاط إنزيمات المعدة والإثني عشر. وان تغليف هذه المركبات لا يمكنها من مقاومة مثل هذه الظروف فقط بل يسمح لها بالتغلل بسهولة في المنتجات الغذائية وهو أمر صعب للغاية لا يمكن تحقيقه إلا بشكل كبسولات من هذه المركبات النشطة بيولوجياً، وبالتالي الكبسولات النانوية الصالحة للأكل تحمل المغذيات الدقيقة والفيتامينات والمركبات الفعالة في الأغذية اليومية لتوفير فوائد صحية كبيرة للجسم (Yan &Glibert,2004; Koo *etal.,*2005). ومن المهم الحفاظ على توازن صحيح ودقيق بين تكنولوجيا النانو وفعالية المواد وتكلفتها والعثور على المزيد من المواد الحافظة الطبيعية ومواد مضادة للأكسدة والميكروبات تكون آمنه للاستهلاك تحافظ على المغذيات الأساسية والمركبات النشطة التي يحتاجها الإنسان يومياً(Siridhar *etal.,*2020) .

التعبئة والتغليف باستخدام المواد النانوية

تستخدم الجسيمات النانوية في مجال تصنيع الغذاء Processing Food و تعبئة والتغليف وسلامة الغذاء Food packaging لإنتاج أغلفة مقاومة و لتحسين الفعل الفيزيائي للأغذية ويعتقد العلماء أنه يمكن تصنيع أجهزة استشعار منخفضة التكلفة على الأسطح مثل أغشية البلاستيك الملتف حول الغذاء حتى يتمكن من الكشف عن حالات فساد وتلف الأغذية, إذ تم استعمال المركبات النانوية والنانولامينيت بشكلٍ فعال في تغليف المواد الغذائية لتوفير حاجز حماية من التأثيرات الحرارية والميكانيكية، وبالتالي إطالة العمر الخزني، وبهذه الطريقة فإن دمج الجسيمات النانوية مع مواد التعبئة والتغليف يوفر غذاءً ذو جودة عالية ومدة حفظ طويلة الأمد(; Roselli *etal.,*2003 الشريف،٢٠١٥). يعد تغليف المواد الغذائية من بين الخطوات الأكثر أهمية بالنسبة لحفظ الغذاء. و وتتصف المواد الطبيعية بكونها تتأثر بأبخرة الماء والغازات الجوية إذا لم يتم تعبئتها وتغليفها بشكل محكم (Robertson,2006;Finnigan,2009).



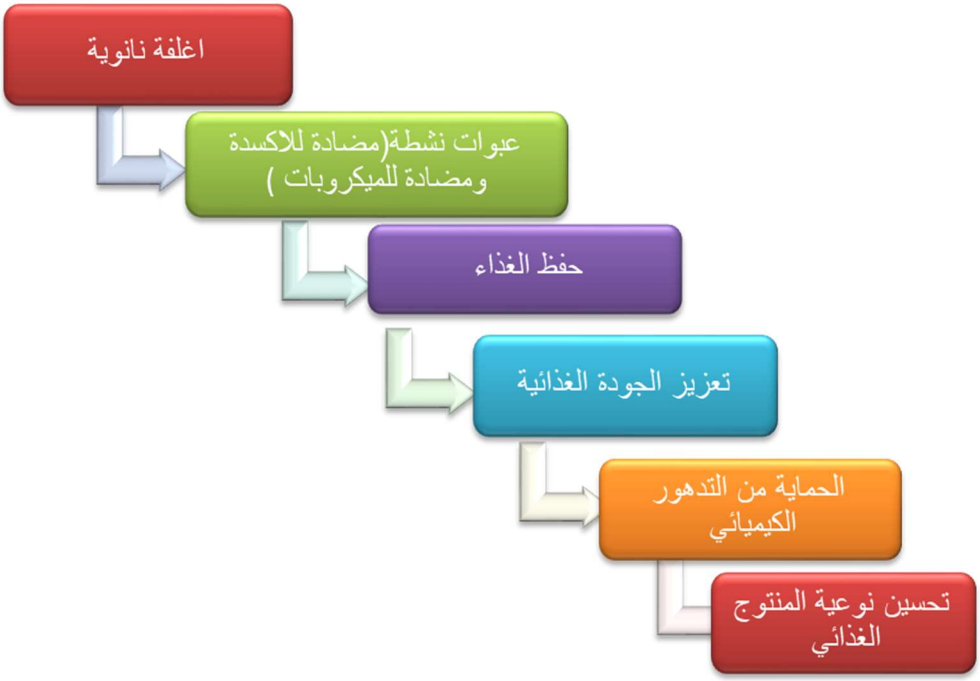
شكل ١: مساهمة تكنولوجيا النانو في إدارة الغذاء بطرائق متنوعة

ومع ذلك فإن عملية تغليف الفواكه والخضروات لمنع نفاذية الأبخرة والغازات غير مرغوبة لكون تعاني من استمرار عمليات التنفس الخلوي. وفي المقابل الأمر يتطلب عبوات مكبرته تقضي على ظاهرة تدفق الأكسجين وثاني أكسيد الكربون لمنع حدوث الأكسدة ونزع الكربون (Robertson,2006). يختلف تدفق ثاني أكسيد الكربون والأكسجين وأبخرة الماء باختلاف تركيب المواد الغذائية ومواد التعبئة والتغليف المستخدمة. ومن ثم ، يمكن معالجة هذه التعقيدات في تغليف المواد الغذائية والتغلب عليها من خلال استخدام مواد مركّبة نانوية مختلفة ، بما في ذلك البوليمرات(Abbaspour,2015). الاهتمام المتزايد بالتعبئة القائمة على البوليمر الحيوي أدى إلى تطوير أغلفة من بروتين الصويا وبروتين مصل الحليب والكازين وكلوتين القمح والجلاتين والكولاجين (Cuq et al. 1998). إن إضافة هذه المواد الحيوية الجديدة قد تكون مناسبة لتطبيقها في تغليف المواد الغذائية الجافة، ومع ذلك من الضروري التأكد من تفاعلاتها المحتملة داخل الجسم (Hossin *etal.,* 2015). أظهرت المواد النانوية المطورة قدرة هائلة على زيادة الخصائص الفيزيائية لكل من الغذاء ومواد التعبئة والتغليف(Youssef,2013). في التسعينيات من القرن المنصرم، تم استخدام مركبات البوليمر النانوية مع السيليكات المتعددة الطبقات والتي لها خصائص مهمة ،مثل مقاومة اللهب العالي(Laoutid *etal.,*2009). كما تمّ تطوير تقنية الحماية من الأشعة فوق البنفسجية (Lizundia *etal.,* 2016). علاوة على ذلك ، فإن عددًا من البوليمرات تم تطويرها لتعمل على زيادة صفات الجودة للغذاء كاللون والمظهر. وتمت الموافقة على TiO_2 كملون من المضافات الغذائية من قبل هيئة الغذاء والدواء الأمريكية مع الإتفاق على أن الحد الأقصى يجب ألا يتجاوز١٪ من TiO2 (وزن / وزن) كمكون مضاف(SFDA,2002). و إلى جانب TiO_2 ، قد تحتوي مضافات الألوان على خليط من SiO_2 و / أو $Al2O_3$ ، لكن استخدام الكربون الاسود محظور تمامًا بواسطة USFDA كمادة مضافة لتلوين الطعام (USFDA,2015) . مستقبلاً سيتم استخدام تقنية النانو لتصنيع عبوات ذكية لإطالة العمر الخزني للمنتج وتمكينه من النقل إلى أبعد حد. وتتجه البحوث والتكنولوجيا الحديثة إلى تطوير عبوات ذكية تحتوي على مستشعرات نانوية ومضادات ميكروبية لاكتشاف تلف الطعام وإطلاق مضادات الميكروبات النانوية لزيادة مدة الحفظ للغذاء ، مما يمكّن المتاجر الكبيرة من الاحتفاظ بالطعام لفترات أطول قبل بيعه (Sekhon, 2010) . وهناك محاولات مستمرة لتطوير عبوات منخفضة التكلفة باستخدام تقنية النانو.

جسيمات النانو عوامل مضادة للميكروبات

بناء على التقارير الأخيرة لمنظمة الصحة العالمية، زادت المقاومة تجاه المضادات الحيوية وإن انتشار البكتيريا يمثل التحدي الأكبر لصحة الإنسان، وبالتالي دفع الباحثين إلى استكشاف استراتيجيات مبتكرة جديدة للتغلب على هذه الميكروبات. نالت تكنولوجيا النانو اهتماماً كبيراً بسبب خصائصها الفيزيائية والكيميائية الفريدة واستهداف الأدوية وتعزيز الامتصاص والتوزيع الحيوي(Elerak *etal.,*2020). الخصائص الفيزيائية والكيميائية للنظم النانوية وحجم الجسيمات وشحنة السطح والذوبان هي العوامل الرئيسة التي تتحكم في العمليات الحيوية. فعلى سبيل المثال، الامتصاص داخل الخلايا أو التوزيع الحيوي تتيح لجسيمات بحجم نانومتر

بتحسين كفاءة حمل الدواء والماء للمضادات الحيوية المحبة للدهون، وبالتالي تعزيز تأثير المضاد تجاه الميكروبات (Lambardo *etal.,*2019).



شكل٢: ودور تكنولوجيا النانو في صناعة الأغذية

تلعب خاصية كره الماء للنظم النانوية دوراً رائعاً في استهداف توصيل الأدوية ذات الصلة لتفاعلات مع طبقة الفسفوليبيد في الغشاء الخلوي للبكتيريا(Patra *etal.,*2018). ومن المثير للاهتمام وجد أن الأنظمة ذات الحجم النانوي لا تعمل فقط على تحسين النشاط العلاجي للعوامل المضادة للبكتيريا ولكن أيضاً تكبح تحفيز المقاومة من خلال التغلب على البكتيريا التي لديها القدرة على تحلل الدواء بواسطة β-lactamase أو مضخات التدفق أو زيادة سمك جدران الخلية البكتيرية (Baptista *etal.,*2018). يسمح تطبيق تقنية النانو في مجال التعبئة والتغليف بتوفير قدر أكبر من الحماية للمواد الغذائية وذلك عن طريق زيادة الخصائص الميكانيكية والحرارية والصفات المضادة للبكتيريا ومنع نموها، ويوفر حماية ضد التسرب وتبخر ونفاذ الغازات. أجهزة الاستشعار الحيوية النانوية هي أجهزة تحليلية بيولوجية تم تطويرها باستخدام مختلف المواد ذات البنى النانوية nanostructured materials (NSMs) والمستقبلات البيولوجية وتم تصميم النظام بشكل متكامل (Chandra *etal.,*2011). تم استخدام أنواع مختلفة من أجهزة الاستشعار المتطورة لاكتشاف المسببات المرضية التي تنتقل عن طريق الغذاء أو الطعام الفاسد(Thakur *etal.,* 2013;Li *etal.,* 2014) . قد يؤثر حجم الجسيمات النانوية

بشكل مباشر على قابلية وصول أو اختراق المركبات النشطة بيولوجيا إلى المواقع الفعالة للكائن المجهري، إذا لوحظ أن بعض الخلايا يمكنها امتصاص الجسيمات النانوية دون الميكرون بكفاءة عالية مقارنة بالجسيمات ذات الحجم الأكبر (Ezhilarasi *etal.,* 2013). ومن بين جميع الجسيمات النانوية لأكاسيد المعادن ومنها ثاني أكسيد التيتانيوم وأكاسيد النحاس والمغنيسيوم والزنك تعتبر جسيمات الفضة النانوية AgNPs أقوى المضادات الميكروبية واسعة الطيف إذا تقضي المضادات الحيوية الشائعة على ٥- ٦ من مسببات الأمراض الميكروبية بينما يمكن لجسيمات الفضة النانوية أن تقتل أكثر من ٦٥٠ مسبب مرضي ميكروبي ;Han&Li,2008 Yoon *etal.,* 2007; Duncan,2011;Biswas,2020;)). والجسيمات النانوية الفضية هي المادة النانوية التي تتمتع بأفضل نشاط مضاد للميكروبات مع إمكانات كبيرة للتطبيق في معالجة الأغذية وسلامتها-Zorraquín Peña *etal.,*2020)) . يعود هذا التأثير الفعال للفضة النانوية إلى قدرتها على توليد كميات كبيرة من الجذور الحرة وأنواع الأكسجين الفعال ROs التي تمنع نمو مسببات الأمراض التي تنتقل بالغذاء وتسبب تلفه (Ghosh *etal.,*2019). ورغم الدور الذي تلعبه جسيمات الفضة كمادة مضادة للميكروبات إلا أنه يعتقد أن أيونات الفضة يمكن أن تنطلق في الوسط الحامضي للمعدة، وبالتالي امتصاصها من قبل الأمعاء وانتقالها إلى مجرى الدم و إلى أعضاء الجسم الحيوية، وعليه يوجد بعض التحفظ في هذا الجانب إذ من المهم تقييم المخاطر المحتملة من هذه الجسيمات حتى ولو بكميات قليلة في جسم الإنسان ومعالجة الآثار الصحية بشكلٍ صحيح لضمان سلامة الأغذية والتأكد من أن وجودها في المواد الغذائية ومواد التجميل يعتبر آمناً صحيا(Nas etal.,2018).

مضادات الأكسدة النانوية

يشار الى المواد النانوية عموما باسم مضادات الأ كسدة النانوية Nano- antioxidant و التي تشمل مضادات الاكسدة النانوية الجسيمات المعدنية مع مضادات الأكسدة الإنزيمية أو مضادات الأكسدة الطبيعية (Sandhir *etal.,* 2015). شهدت تقنية النانو نمو وتزايد كبير لما يعرف بتقنية الجزيئات النانوية المعدنية Metal nanoparticles (NPs) لتشمل مجموعة متنوعة من المنتجات والجسيمات النانوية مثل الفضة والتيتانيوم والذهب والرصاص والزنك والنحاس والسيليكون والبلاتين والمخلبيات المعدنية (علي والجوذري ,٢٠١٦). وتصنف المواد النانوية إلى عدة أنواع ولكن التصنيف الرئيس لها يعتمد على التكوين والشكل. يندرج الطب النانوي في إطار تكنولوجيا النانو التي اكتشفها الباحثون على نطاق واسع لتكون أحد الحلول في الوقاية والعلاج من العديد من الأمراض كسرطان الرئة. أن الجسيمات النانوية المعدنية مثل التيتانيوم و الجزيئات النانوية من الذهب والبلاتين قادرة على إخماد أيون الأكسجين السالب وبيروكسيد الهيدروجين إذ تعتبر جسيمات الذهب والفضة والبلاتين من مضادات الأكسدة الفعالة المحتملة (Kajita *et al.,* 2007).

إن استخدام جسيمات البلاتين النانوية (PtNPs) له دور كبير في إنتاج العديد من مستحضرات التجميل والأدوية كمضاد للأكسدة (Onizawa *et al.,* 2009). تشير الدراسات السابقة إلى أن PtNPs يمكن أن تعمل منشطات للإنزيمات الكاتلاز والأكسيد الفائق (SOD) وهي إنزيمات مهمة مضادة للأكسدة ضد أضرار الجذور الحرة(Shibuya *et al.,* 2014) . إن النقطة المهمة في مجال استخدام الجزيئات النانوية كمضادات أكسدة تعتمد على مستويات الجذور الحرة ROS التي تولدها فقد تؤثر المواد النانوية المختلفة على بيئة الأكسدة عن طريق التحفيز أو التثبيط لجذور الحرةROS فهي علاقة ثنائية الطور فجرعة منخفضه منها تعمل على التحفيز والجرعات العالية تلعب دور المثبط ، وبالتالي تلعب دوراً كبيراً في تفاعلات الأكسدة والاختزال (Lavicoli *etal*. 2018). إن التعرض لتراكيز عالية من الجسيمات النانوية عادة ما ينتج عنه زيادة في إنتاج الجذور الحرة وضغط مضاعف على الأنظمة الذاتية المضادة للأكسدة في الخلية مما يؤدي في النهاية إلى تسمم الخلايا وإصابتها (Nel *etal.,*2006) ، وبالتالي فإن تحديد الجرعات المسموح بإعطاها من هذه المضادات حاسماً لتجنب نتائجها الصحية الضارة. ويبقى التعرض لجرعات منخفضة من جسيمات البلاتين أو الذهب أو الفضة النانوية يعزز القدرة الدفاعية لمضادات الأكسدة ويقلل الإجهاد التأكسدي(Abdal Dayem *etal.,*2017).

المراجع

الشريف، ولاء محمود علي أحمد (٢٠١٥). النانو تكنولوجي في مجال صناعة الغذاء. مجلة أسيوط للدراسات البيئية.ا لعدد ٤٢.ص. ١- ٧.

علي، نور الدين شوقي والجوذري، حياوي ويوة. تطبيقات التقنية النانوية للغذيات الصغرى في الإنتاج الزراعية(مقالة علمية).مجلة العلوم الزراعية العراقية.٤٨(٤):٩٨٤- ٩٩٠.

Abbaspour A, Norouz-Sarvestani F, Noori A, Soltani N.(2015). Aptamer-conjugated silver nanoparticles for electrochemical dual-aptamer-based sandwich detection of Staphylococcus aureus. Biosens Bioelectron.68:149-55.

Abdal Dayem, A., Hossain, M. K., Lee, S. B., Kim, K., Saha, S. K., Yang, G. M., et al. (2017). The role of reactive oxygen species (ROS) in the biological activities of metallic nanoparticles. Int. J. Mol. Sci. 18:E120. doi: 10.3390/ijms18010120.

Baptista, P.V.; McCusker, M.P.; Carvalho, A.; Ferreira, D.A.; Mohan, N.M.; Martins, M.; Fernandes, A.R. Nano-strategies to fight multidrug resistant bacteria—"A Battle of the Titans". Front. Microbiol. 2018, 9, 1441. https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01441.

Baranwal, A., Srivastava, A., Kumar, P., Bajpai, V.K., Maurya, P.K., Chandra, P.(2018). Prospects of nanostructure materials and their composites as antimicrobial agents. Front Microbiol. 9:e422.

Biswas, K., et al.(2020). Nutritional assessment study and role of green silver nanoparticles in shelf-life of coconut endosperm to develop as functional food. Saudi Journal of Biological Sciences 27.(5) :1280-1288.

Bratovcic, A.(2019). Different Applications of Nanomaterials and Their Impact on the Environment. SSRG International Journal of Material Science and Engineering (IJMSE) 5(1) :1-7.

Bratovcic, A., and Saric, E.(2019). Determination of essential nutrients and cadmium in the white quinoa and amaranth seeds. Croatian Journal of Food Science and Technology 11.(1): 135-139.

Bratovcic, A., and Saric, E.(2020) "Biogenic Elements as Cofactors in Enzymes and Their Amount in the Chia Seed". In: Karabegović I. (eds) New Technologies, Development and Application II. NT 2019. Lecture Notes in Networks and System.Springer,Cham.

Bratovčić, A., et al.(2015). Application of polymer nanocomposite materials in food packaging. Croatian Journal of Food Science and Technology 7(2) : 86-94.

Cartelle M and Zurita J. (2015).La nanotecnología en la producción y conservación de alimentos. 608 RCAN Revista Cubana de Alimentación y Nutrición 25.(1): 184-207.

Chandra, P., Noh, H.B., Won, M.S., Shim, Y.B.(2001) Detection of daunomycin using phosphatidyl serine and aptamer coimmobilized on Au nanoparticles deposited conducting polymer. Biosens Bioelectron. 26(11):4442-9.

Cuq, B., Gontard, N. and Guilbert, S. (1998). Proteins as agricultural polymers for packaging production. Cereal Chem. 75, 1–9.

development, marketing and consumer acceptance-A review, Appetite 51(2008)456-467. doi: 10.3390/ijms19030805.

Duncan TV. "Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: barrier materials, antimicrobials and sensors". Journal of Colloid and Interface Science 363.1 (2011): 1-24.

Duncan, T.V. (2011) Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: barrier materials, antimicrobials and sensors. J Colloid Interface Sci 363: 1-24.

Eleraky, N., Allam, A.,Hassan,S.B., and Omar,M.M.(2020).Nanomedicin fight against antibacterial resistance:An overview of the reecent pharmaceutical innovations.*Pharmaceutics.*12(142):1-51.

Ezhilarasi, P. N., et al.(2013). Nanoencapsulation techniques for food bioactive components: a review. Food and Bioprocess Technology 6: 628-647.25.

Finnigan B. Barrier polymers. In: Yam KL, editor. (2009).The Wiley encyclopedia of packaging technology. New York: John Wiley and Sons Inc;. p. 103-9.

Food and Drug Administration (2004).FAD regulation of nanotechnology products. Available at phtt//w.w.w.fda.gov/nanotechnology/regulation.htm1(accessed 2004/03/05).

Fu, P.P.(2014). Introduction to the special issue: nanomaterials -toxicology and medical applications. J Food Drug Anal .22:1-2.

Ghosh, C., et al.(2019). "Role of Nano materials in Food Preservation". In: Prasad R. (eds) Microbial Nano bionics. Nanotechnology in the Life Sciences. Springer, Cham.

Gupta, A., Eral, H.B., Hatton, T.A. and Doyle, P.S. (2016). Nanoemulsions: formation, properties and applications. SoftMatter, 12: 2826–2841.

Han, M., and Li, S.(2008). Study on the medical application of silver material. Micro- and Nanotechnology, Materials, Processes, Packaging, and Systems IV. Melbourne, Australia, 09 December. Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, Washington, United States.

Hosseini,S.F.,Rezaei,M.,Zandi,M and Farahmandghavi,F.(2016). Preparation and characterization of chitosan nanoparticles-loaded fish gelatin-based edble films. Journal of Food Process Engineering.39(5):521-530.doi.org/10.1111/jfpe.12246.

Hu, B., Liu, X., Zhang, C., Zeng, X.(2017). Food macromolecule based nan delivery systems for enhancing the bioavailability of polyphenols. J Food Drug Anal. 25:3-15.

Iavicoli, I., Leso, V., Fontana, L., and Calabrese, E. J. (2018). Kajita M, Hikosaka K, Iitsuka M, Kanayama A, Toshima N, Miyamoto Y. Platinum Nanoparticle Is a Useful Scavenger of Superoxide Anion and Hydrogen Peroxide. Free Radical Res, 2007; 41(6): 615-626.

Laoutid, F., Bonnaud, L., Alexandre, M., Lopez-Cuesta, J.M., Dubois, P.(2009) New prospects in flame retardant polymer materials: from fundamentals to nanocomposites. Mater Sci Eng R

Rep.63:100-25.

Li YS, Church JS. Raman.(2014). spectroscopy in the analysis of food and pharmaceutical Nano materials. J Food Drug Anal .22(1):28-48.

Lizundia, E., Ruiz-Rubio, L., Vilas, J.L., Leon, L.M.(2016). Poly (l-lactide)/ ZnO nanocomposites as efficient UV-shielding coatings for packaging applications. J Appl Polym Sci. 133:e42426.

Lombardo,D.;Kiselev,M.A.;Caccamo,M.T.(2019).Smartnanoparticlesfordrugdeliveryapplication: Development of versatile nanocarrier platforms in biotechnology and nanomedicine. J. Nanomater., 3702518. [CrossRef]. | https://doi.org/10.1155/2019/3702518.

Mihindukulasuriya, S.D.F. and Lim, L.T. (2014). Nanotechnology development in food packaging: a review. Trends Food Sci. Technol., 40: 149–167.

Nas,F.S., Ali, M., and Muhammad, A.A.(2018). Application of nanomatrials as antimicrobial agents:A review.Arch Nano.1(3):59-64.dio:10.3274/ANOAJ.2018.01.000114.

Neethirajan, S, Jayas, D.S (2011). Nanotechnology for the food and bioprocessing industries. Food Bioprocessing Technology 4: 39-47.

Nel, A., Xia, T., Mädler, L., and Li, N. (2006). Toxic potential of materials at the an level. Science 311, 622–627. doi: 10.1126/science.1114397.

Nile, S.H., Baskar,V.,Selvaraj,D., Nile,A.,Xiao,J.,and Kai,G.(2020). “Nanotechnologies in Food Science: Applications, Recent Trends, and future Perspectives”. Nano-Micro Letters 12: 45.

Pal M, Mahendra R (2015) Sanitation in Food Establishments. LAMBERT Academic Publishers, Saarbrucken, Germany.

Pathkoti K, Manubolu M, Hwang HM. Nanostructures: current uses and future applications in food science. J Food Drug Anal 2017;25(2):245-53.

Patra, J.K.; Das, G.; Fraceto, L.F.; Campos, E.V.R.; del Pilar Rodriguez-Torres, M.; Acosta-Torres, L.S.; Diaz-Torres, L.A.; Grillo, R.; Swamy, M.K.; Sharma, S.(2018). Nano based drug delivery systems: Recent developments and future prospects. J. Nanobiotechnol. 19;16(1):71. doi: 10.1186/s12951-018-0392-8.

Peters, R.J., Bouwmeester, H., Gottardo., S., Amenta, V., Arena, M., Brandhoff ,P.(2016). Nanomaterials for products and application in agriculture, feed and food. Trends Food Sci Technol . 54:155-64.

Poças, M.F.F., et al. (2008).“Smart packaging technologies for fruits and vegetables” in Smart Packaging Technologies for Fast Moving Consumer Goods, ed. By J. Kerry, P. Butler .

Rai, M., Yadav, A. and Gade, A. (2009). Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials. Biotechnol. Adv. 27 76–83. 10.1016/j.biotechadv.2008.09.002.

Robertson GL. Food packaging: principles and practice. 2nd ed. New York: CRC Press, Taylor & Francis Group; 2006. ISBN 9781439862414.

Roselli M., et al.(2003). “Zinc oxide protects cultured enterocytes from the damage induced by Escherichia coli”. The Journal of Nutrition 133.12: 4077-4082.

Sekhon, B.S. (2010). Food nanotechnology- an overview. Nanotechnology Science and Applications 3: 1-15.

Shibuya, S., Ozawa, Y., Watanabe, K., Izuo, N., Toda, T., Yokote, K., Shimizu, T. Palladium and Platinum.(2014). Nanoparticles Attenuate AgingLike Skin Atrophy Via Antioxidant Activity in Mice. PloS One,; DOI: 10.1371/journal.pone.0109288.

Singh, T., et al.(2017) "Application of Nanotechnology in Food Science: Perception and Overview". *Frontiers in Microbiology* 8;1501.

Siro,I., Kapolna, E.,. Kapolna,B., Lugasi,A.(2008). , Functional food. Product Thakur MS, Ragavan KV. Biosensors in food processing. J Food Sci Technol 2013;50(4):625-41.

Sridhar,A., Ponnuchamy,M., Kumar, P.S.,Kapoor, A.(2020).Food preservation techniques and nanotechology for increased shelf life of fruits,vegetables,beverages and spices: A review.Envi.Chem. Letters.https://doi.org/10.1007/s10311-020-01126-2.

USFDA. (2002).Listing of color additives exempt from certification. In: Office USGP, editor. Code of federal regulations title 21dfood and drugs. Washington, DC: U.S. FDA; [Accessed 18.07.16].

USFDA. Color additive status list. (2015). http://www.fda.gov/ ForIndustry/ColorAdditives/ColorAdditiveInventories/ucm106626.html [Accessed 18.07.16].

Yadav SK.(2017). Tissue science and engineering realizing the potential of nanotechnology for agriculture and food technology. Journal of Tissue Science and Engineering., 8 8-11.21.

Yoon, K.Y., et al. (2007).Susceptibility constants of Escherichia coli and Bacillus subtilis to silver and copper nanoparticles". The science of total environment 373.2-3: 572-575.

Youssef, A.M.(2013). Polymer nanocomposites as a new trend for packaging applications. Polym Plast Technol Eng . 52:635-60.

Zorraquín-Peňa,I.,Cueva,C.,Bartolome,B., and Moreno-Arrobas, V.,(2020).Sliver nanoparticles against foodborne bacteria. Effects at intestinal level and health limitations. *Microogaisms*,8(132):1-25.

Koo, O. M., Rubinstein, I., and Onyuksel, H. (2005). Role of nanotechnology in targeted drug delivery and imaging: a concise review. Nanomed. Nanotechnol. Biol.Med.1,193–212.doi:10.1016/j.nano.2005.06.004.

Yan, S. S., and Gilbert, J. M. (2004). Antimicrobial drug delivery in food animals and microbial food safety concerns: an overview of in vitro and in vivo factors potentially affecting the animal gut microfl ora. Adv. Drug Deliv. Rev. 56, 1497–1521.doi:10.1016/j.addr.2004.02.010.

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