المبحث الثاني عشر

تطبيقات تقنية النانو في الغذاء الصحي

تمهيد:

في عام 1999م بدأت الصناعة الغذائية اهتمامها بتقنية النانو؛ إذ وصل حجم الاستثمار في هذه التقنية إلى قرابة 20 مليار دولار في الولايات المتحدة وحدها عام 2010 م[1]، وبحلول عام 2014م وصل هذا الاستثمار في تغليف الأغذية والمشروبات فقط إلى 14 مليار دولار[2].

ويُطلَق مصطلح (الغذاء النانوي أو Nanofood) على الغذاء الذي استعمل في إنتاجه أو في أي مرحلة من مراحل إنتاجه تقنية النانو، وبعبارة أخرى هو الغذاء الذي يتم استخدام تقنية النانو في زراعته أو معالجته أو تغليفه. وحاليًا يعد التغليف أحد أكثر التطبيقات العملية لتقنية النانو، حيث يتم فيها استعمال

---

(1) انظر: ملاحق البحث.

(2) Helmut Kaiser Consultancy, Study: Nanotechnology in Food and Food Processing Industry ,Worldwide 2003–2006–2010–2015. This is a study on nanofoods which can be purchased from the website. www.hkc22.com/nanofood.html.

جسيمات النانو طين (Nanoclay) في صنع أغلفة بلاستيكية قوية وخفيفة ومقاومة للحرارة و قادرة على منع الأكسجين وثاني أكسيد الكربون من الدخول وإفساد الأطعمة، وإضافة إلى ذلك يتم تطبيق تقنية النانو أيضًا لصنع تغليف خاص مقاوم للمكروبات والبكتيريا[1].

وثمة العديد من المراكز البحثية حول العالم لديها اهتمام بالغ بتقنية النانو وتطبيقاتها المختلفة في الصناعات الغذائية. وكان من اهتماماتها، كيفية تنقية المواد الغذائية بتقنية النانو وكذلك إمكانية عمل دراسات تتمحور حول إمكانية دراسة وجود السموم والميكروبات الضارة في المادة الغذائية.

(1) Weiss J., Takhistov, P., and McClements, D.J. (2006). Functional Materials in Food. Nanotechnology. J. Food Sci. 71 R107–R116.

المطلب الأول

استخدام تقنية النانو في مجال صناعة الأغذية

يتوقع خبراء صناعة الأغذية أن تؤثر تقنية النانو تأثيرًا كبيرًا، وبطرق عديدة في المنتجات الغذائية وحياة المستهلك، سواء بشكل مباشر أم غير مباشر[1]. ولقد أخذت الشركات العالمية بناصية الاستثمار في هذا المجال، مثل شركة (جنرال ميلز) General Mills، و(بيبسيكو Pepsico)، و(كامبيلز Campbells) و(كرافت للأغذية Kraft foods) وغيرها[2].

ولقد أنشأت شركة كرافت المتخصصة في الأغذية اتحاد لأقسام البحوث العلمية لاختراع مشروبات لا لون لها ولا طعم مبرمجة؛ فقريبًا يمكننا شراء مشروب لا لون له و لا طعم، يتضمن نانو جزيئات للطعم واللون عندما نضعه في الميكروويف

(1) انظر: ملاحق البحث.

(2) Chau C-F., Wu S-H. and Yen G-C. (2007). The development of regulations for food nanotechnology. Trends Food Sci. Technol. 18 269-280.

على تردد معين يصبح لدينا عصير ليمون، وعلى تردد آخر يصبح هو نفسه عصير تفاح، وتسمى هذه الأنواع من الأغذية بالأغذية الجذابة Interactive Food التي يتم فيها تغير الغذاء وفقًا للحاجة؛ والمبدأ في هذه الأغذية أن بها الآلاف من كبسولات النانو، والتي تحتوي على محفزات للنكهة واللون أو عناصر تغذية مضافة مثل الفيتامينات، والتي تكون سائدة في الغذاء وتحرر فقط عند رغبة المستهلك.

وتعمل العديد من شركات الأغذية على تصميم أغذية (ذكية) أو (تفاعلية) تتغير طبقًا للذوق الشخصي للأفراد فتغير اللون والطعم والمكونات الغذائية حسب الطلب أو لمنع تأثير بعض المركبات التي تتسبب في الحساسية لدى البعض[1].

وأبرز فوائد هذه التقنية الجديدة هي أنها تقوم على تحسين الوفرة الحيوية للمواد الغذائية، أي أن المادة الغذائية تبقى كما خلقها الخالق، ولا تتغيّر تركيبتها الكيميائية مثلما يحدث في تقنيات سبق أن جربها الإنسان، فهي تعمل فقط على تقليل حجم المادة الغذائية ولا تعمل على تغيير المادة نفسها.

(1) مجلة العربي، مجلة شهرية ثقافية عربية كويتية مصورة. تصدرها وزارة الإعلام الكويتية، التغذية وتكنولوجيا النانو: الطعام على الطريقة النانوية: محمد الإسكندراني، العدد 625، ديسمبر 2010م.

في الصين أنتجت شركة تقنية النانو منتجات شاي النانو المتعددة الغنية بالسيلينيوم، التي تؤدي إلى امتصاص أو اجتذاب الجذور الحرّة التي تدمر الخلايا، وتؤدي كذلك إلى تقليل الكوليسترول والدهون في الدم.

ومن بين الإيجابيات المهمة لاستخدامات تقنية النانو في الصناعات الغذائية هو التقليل من النفايات الناجمة عن المصانع الغذائية، وما لها من أضرار على الصحة والبيئة.

المطلب الثاني

استخدام تقنية النانو في مجال تغليف وتعبئة الغذاء

تعد تطبيقات تكنولوجيا النانو في تعبئة وتغليف المواد الغذائية، أحد أهم المُخرجات التقنية المتقدمة في قطاع الصناعات الغذائية، حيث يتم حتى يومنا هذا تعبئة وتغليف وحفظ أكثر من 600 منتج غذائي بواسطة تقنيات تلك التكنولوجيا. وتُقدم تكنولوجيا النانو فئة جديدة من المواد المتراكبة Nanocomposites، التي يتم فيها «تسليح» البلمرات المستخدمة في التعبئة والتغليف عن طريق «تطعيمها» بحبيبات أو أنابيب نانوية Nanotubes تتمتع بخفة الوزن والمتانة العالية. وهذا يؤدي إلى تحسين الخواص الميكانيكية للعبوة وزيادة قوتها وتحملها للضغوط التي تتعرض لها في أثناء عمليات النقل والتخزين.

وبالإضافة إلى توظيف تكنولوجيا النانو في مجال حفظ المنتجات الغذائية السابقة الإعداد أو الطهي، فهي تستخدم أيضًا في حفظ المواد الغذائية الطازجة مثل اللحوم بأنواعها،

الفواكه والخضراوات والمخبوزات ومنتجات الألبان والوجبات الطازجة السابق إعدادها، وذلك عن طريق تغليفها بأفلام رقيقة من البلمرات الشفافة، التي لا تزيد سماكتها على 5 نانومتر، حيث يُدمج بها حبيبات أو أنابيب نانوية تعمل على غلق مسامها بهدف منع وصول الرطوبة إلى الغذاء الطازج الموجود داخل العبوة.

وقد دخلت الأسواق العبوات الذكية أي الأغلفة المضادة للميكروبات Anti microbial Films، التي تحتوي على مستشعرات ومضادات ميكروبية نشطة، قد طورت لتمديد مدة حفظ الأغذية.كما أن المستشعرات يمكن أن تتبع الأغذية من الحقل إلى المصنع إلى السوق حتى تصل المستهلك.

ويمكن تصنيف تطبيقات التقنية النانوية في إنتاج مواد تعبئة وتغليف الأغذية حسب استخداماتها فيما يلي:

أ - تصنيع الأغلفة العادية:

يمكن استخدام هذه الأغلفة النانوية في تغليف اللحوم والأجبان والخضر والفواكه والحلويات والوجبات السريعة. وتتميز هذه الأغلفة بخواص ميكانيكية ووظيفية جيدة، تمكنها من منع حدوث تبادل للرطوبة والغازات مع الوسط الخارجي، التي تؤثر في عملية توزيع المواد الملونة، ومواد النكهة، والمواد المضادة للأكسدة، والإنزيمات، والمواد المضادة للتلون البني.

ولقد أقر العلماء بتطوير ونجاح الاختبارات المعملية على (الورقة القاتلة)، وهي المادة المراد استخدامها في عملية تغليف الطعام الجديدة، والتي تساعد على حفظ الطعام من البكتيريا التي تسبب له التلف. وقد تم وصف الورقة في ACS' journal Langmuir بأنها تحتوي على طلاء الفضة النانوي، الذي له تأثير قوي على محاربة البكتيريا. وفي المستقبل القريب، عندما تشتري مواد غذائية، عليك التأكد من أن الغلاف يحتوي على مادة مقاومة للبكتيريا، مثل جسيمات الفضة النانوية، حتى تضمن أن المواد الغذائية لن تتعرض للتلف، وأنها لن تسبب لك أي مشكلات صحية مثل التسمم الغذائي[1].

ب - تصنيع العبوات الحافظة:

تستطيع أغلفة هذه العبوة أن تطلق بعض المواد الكيميائية النانوية داخل العبوات، كالمواد المضادة لنمو الميكروبات والمواد المضادة للأكسدة والملونات والمدعمات الغذائية داخل الأغذية أو المشروبات، وذلك لإطالة مدة الصلاحية أو تحسين النكهة أو اللون أو القيمة الغذائية. كما تم تطوير عبوات غذائية نانوية

(1) Sonochemical Coating of Paper by Microbiocidal Silver Nanoparticles», Langmuir.http://www.physorg.com/news/2011-01-killer-paper-next-generation-food-packaging.html.

يمكنها امتصاص أي نكهات أو روائح غير مرغوب فيها تنشأ داخل العبوات الغذائية. كما تم إنتاج عبوات غذائية تحتوي على أنابيب كربونية نانوية تستطيع ضخ غازات ثاني أكسيد الكربون أو الأكسجين إلى خارج العبوات الغذائية في حالة تعرضها للتلف.

وفي السياق ذاته، فقد تم خلال السنوات الثلاث الماضية تسخير تكنولوجيا النانو في إنتاج أنواع متقدمة من القوارير البلاستيكية المستخدمة في حفظ عدد ضخم من الأطعمة، السوائل الغذائية والمشروبات الغازية، لتُستخدم كبديل عن القوارير الزجاجية التقليدية. وتتفوق تلك القوارير الجديدة على نظيرتها المصنعة من الزجاج بمتانتها وعدم تعرضها للكسر في أثناء عمليات النقل والتداول. كما تُتيح تلك القوارير التي يتم تقويتها عن طريق إضافة أنابيب وحبيبات نانوية من الصلصال إليها، بالقدرة على الاحتفاظ بمحتواها الغذائي السائل دون تلف، وذلك لمدد زمنية طويلة تصل إلى 18 شهرًا[1].

ونجح باحثون في زيادة أمد عصير البرتقال من أسبوعين إلى شهر واحد باستخدام علب تحتوي على الفضة وأكسيد الزنك النانوي. حيث ركزت الدراسة على استخدام علب بوليمر

(1) مجلة العربي، التغذية وتكنولوجيا النانو: الطعام على الطريقة النانوية: محمد الإسكندراني، العدد 625، مرجع سابق.

تحتوي على جزيئات الفضة وأكسيد الزنك النانوي كوسيلة من الوسائل الجديدة من أجل الحفاظ على عصير البرتقال الطازج والطبيعي[1].

ج - الكشف عن ملوثات الأغذية:

فيما يلي سوف نتعرف على نوعين من مجسات النانو Nano-Sensors الإلكترونية التي تستخدم في الكشف على جودة المنتج الغذائي، وهما الأنف الإلكتروني واللسانِ الإلكتروني، حيث إن لهما القدرة على كشف أسباب فساد الأغذية وتلوث الأطعمة أو تحللها.

أولًا: تقنية الأنف الإلكتروني:

الأنف الإلكتروني E-nose عبارة عن أداة (**شكل 37**)، تعمل على تمييز المكونات الخاصة للرائحة وتحلل تركيبها الكيميائي لمعرفة مكوناتها، فهو يحاكي بذلك أنف الإنسان، فهو يتميز بحساسية عالية للاشتمام، ويمكن أن يتتبع الروائح بدقة تصل إلى مستويات جسيمات النانو. هذه الأنوف الإلكترونية لَيست تقنية جديدةَ، وإنما هي موجودة منذ عدة سنوات، وكانت تستعمل

(1) وقد نشر هذا البحث بالتفصيل في مجلة علوم الأغذية المبتكرة والتكنولوجيات الناشئة Innovative Food Science and Emerging Technologies، المجلد. 11، صفحات 742-748، 2010.

أصلًا في تطبيقات مراقبة الجودة في الغذاء والشراب وصناعات مستحضرات التجميل. ولكن تعكف حاليًا مراكز أبحاث لتحسين صناعة الأنف الإلكتروني الجديد باستخدام تقنية النانو وتطويره، مما يجعله أصغر حجمًا وأقل تكلفة مع حساسية أكبر.

ثانيًا: تقنية اللسانِ الإلكتروني:

إن تقنية اللسان الإلكتروني E-tongue مشابهة وبشكل كبير لتقنية الأنف الإلكتروني، فهو يحاكي أيضًا لسان الإنسان، لَكنه أكثر حساسية في تمييز النكهات التي في الأطعمة، فمجسات اللسانِ الإلكترونية يمكن أن تكتشف المواد بدقة تصل إلى الجزء لكل تريليون، ويمكن أيضًا أن تستعمل داخل أغلفة المواد الغذائية حيث يمكنها أن تعطي إشارة تحذير تظهر بشكل تغير في اللون لكي تنذر المستهلك إذا كان الغذاء ملوثًا وإذا بدأ يفسد.، فإنه يمكن إلصاق لسان إلكتروني في رزمة اللحم، فيعطي إشارات ملونة كدلالة على مدى صلاحية الغذاء للمستهلك.

المطلب الثالث

استخدام تقنية النانو في مجال المدعمات الغذائية

تكنولوجيا النانو هو أحدث لاعب في صناعة المواد الغذائية، وإعادة بناء طعامك على المستوى الذري. هذه العملية هي من القوة بحيث إنها يمكن أن تغير المنتجات الغذائية إلى مئات من الاحتمالات التي تسمو على القوانين الفيزيائية.

ومن التطبيقات التي لها أهمية بالغة في مجال التصنيع الغذائي، والتي تحتاج إلى الكثير من الجهد لتفتح مجالات أوسع في نطاق التصنيع الغذائي تصنيع مواد المذاق المختلفة، علامات التذوق بالإضافة إلى المنشطات الغذائية المتعددة. يمكن استخدام تقنية النانو لتغيير منتجات الأغذية، لتكون ذات فعالية أكبر وبكفاءة أعلى في توصيل وامتصاص المواد الغذائية والبروتينات ومضادات الأكسدة إلى أنسجة الجسم المختلفة.

ومن أفضل الطرق في هذا المجال في الوقت الحالي هي تقنية Encapsulation[1]، ويتم من خلالها المحافظة أكثر على الروائح، ومواد التذوق والألوان المختلفة في أثناء التصنيع الغذائي. فقد أمكن حفظ زيت سمك السلمون عن طريق تغليفه[2] بوساطة بروتينات اللبن المنحلة (بروتينات مصل اللبن) وسكر اللاكتوز، وذلك لحماية الزيت الغني بالمواد الدسمة ذات الروابط المتعددة غير المشبعة (الأوميجا 3 Omega 3) من الأكسدة[3].

ومثال آخر هو تلك المشروبات الغذائية المعروفة باسم «المشروبات الصحية Healthy Drinks» التي يُضاف إليها حبيبات عنصر الحديد التي تقل أقطارها عن 300 نانومتر، والتي يُستفاد من تدني صغر أحجامها في سهولة امتصاص خلايا الجسم لعنصر الحديد والتفاعل السريع معه على مستوى

(1) Sonochemical Coating of Paper by Microbiocidal Silver Nanoparticles», Langmuir.http://www.physorg.com/news/2011-01-killer-paper-next-generation-food-packaging.html.

(2) انظر: ملاحق البحث.

(3) Psota T. L., Gebauer S. K., and Kris-Etherton P., PhD, RD: Dietary Omega-3 Fatty Acid Intake and Cardiovascular Risk. The American Journal of Cardiology (www.AJConline.org) Vol 98 (4A) August 21, 2006

الخلية الأحادية من الجسم. وهناك العديد من الأمثلة الخاصة بتخليق عناصر المواد الفلزية المهمة الأخرى مثل السيلينيوم، الزنك، الكالسيوم، الماغنسيوم وغيرها وتوظيفها كمكملات غذائية فعالة.

وقد نجحت أخيرًا إحدى الشركات الألمانية الكُبرى المتخصصة في إنتاج وتعبئة اللحوم المحفوظة في ابتكار كبسولات مسامية مصنعة من غرويات Colloids متدنية الأحجام تقل أبعاد أقطارها عن 30 نانومتر، يتم تعبئتها ببعض الفيتامينات المهمة مثل «ج، هـ» لتضاف إلى مُنتجات تلك اللحوم بغرض رفع قيمتها الغذائية ودون أن يفطن المستهلك إلى وجودها[1].

ولم تكن تكنولوجيا النانو في غيبة عن التصدي لأعداء صحة الإنسان التقليديين، مثل الملح والسكر المعروفة «بالسموم البيضاء». ولعل توافر حبيبات نانوية الأحجام من تلك المنتجات يمثل خبرًا سارًّا لمحبي المذاقين؛ الحلو والحاذق. والمبدأ الرئيس الذي ترتكز عليه فلسفة تكنولوجيا النانو وهو «تصغير أحجام المواد»، حيث إن تصغير مقاييس الحبيبات البلورية من كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) إلى نحو 10 نانومتر، يؤدي إلى

(1) مجلة العربي، التغذية وتكنولوجيا النانو: الطعام على الطريقة النانوية: محمد الإسكندراني، مرجع سابق.

زيادة مساحة أسطحها التي تلامس السطح الخارجي للسان داخل الفم، ومن ثم فإن هذا يؤدي إلى زيادة إحساسه بالمذاق «الحاذق» لتلك الحبيبات. وكذلك يتم تصغير أحجام حبيبات السكر والتحكم في مقاييس أبعاد أقطارها، كي تُستخدم في صناعة الحلويات التي تتسق مع مرضى السكري أو مع أولئك الذين يتبعون برامج غذائية خاصة.

وحديثًا، لبَّت تقنية النانو مطلب عُشَّاق المشروبات الغازية؛ فقد قامت إحدى الشركات البلغارية الشهيرة بإنتاج أقراص مضغ مكونة من مادة هلامية، تحتوي على بلورات نانوية الحجم تقبع بداخلها «فقاعات نانوية» من غاز ثاني أكسيد الكربون «الفوار». وبإضافة المذاق الخاص بالمشروب الغازي المفضل إلى تلك الأقراص الهلامية يشعر من يقوم بتناولها بأنه يشرب عبوة مشروبه المحبب الفوار.

المطلب الرابع

مستقبل تقنية النانو في مجال الغذاء الصحي

لقد تنبأ العلماء بمستقبل واعد لهذه التقنية، التي باتت الدول الصناعية تضخ الملايين من الدولارات من أجل تطويرها، وقد وصل تمويل اليابان لدعم أبحاث النانو إلى بليون دولار، أما في الولايات المتحدة فهناك 40000 عالم أمريكي لديهم المقدرة على العمل في هذا المجال، وتقدّر الميزانية الأمريكية المقدمة لهذا العلم بتريليون دولار حتى عام 2015 م[1].

وطبقًا لإعلان صدر عن منظمة (الفاو) – منظمة الغذاء والزراعة العالمية التابعة للأمم المتحدة– في 17 ديسمبر 2007م فإن البشرية تواجه اليوم تغيرات غير مسبوقة وغير معلومة العواقب في نظام الغذاء العالمي تهدد المليارات من البشر بالجوع، وتضاءل القدرة على الحصول على الغذاء، وربما ستكون الدول العربية من أكثر دول العالم تضررًا نظرًا؛ لأن غالبيتها

(1) www.foe.org/camps/comm./nanotech/introductionnanotechnology may2006.pdf.

لا تنتج ما تأكل حتى تلك التي حباها الله بالأراضي الزراعية الخصبة والمياه الوفيرة[1].

أكد العلماء أن تكنولوجيا النانو سوف تلعب دورًا مهمًّا في تغيير أنظمة إنتاج الطعام التقليدية على النحو الذي يجعل المنتجات رخيصة الثمن وآمنة، ويطيل زمن صلاحيتها للاستهلاك، ويقلل من تكلفة الإنتاج[2].

وتجدر الإشارة هنا إلى أن عدد أصناف الأغذية النانوية قد تضاعف خلال السنوات الأخيرة، حيث ازداد عددها من مجرد 700 مُنتَج في عام 2006 إلى أكثر من 2500 منتج في عام 2009م، تقوم بإنتاجها أكثر من 650 شركة على مستوى العالم[3].

أولًا: لحوم صناعية وأخرى مزيفة:

أكد العلماء أن المستقبل القريب سوف يعتمد على إنتاج اللحوم المصنعة في المختبرات (Growing meat in the Lab)

---

(1) جريدة المدينة: الدور المرتقب لتقنية النانو الحميدة في تحقيق الأمن الغذائي العربي: سامي سعيد حبيب، مدير مركز التقنيات متناهية الصغر، السبت 7/ 3/ 1429 هـ.

(2) جريدة الشرق الأوسط: طعام المستقبل.. لحوم صناعية وأطعمة نانونية: مدحت خليل، الأحد الموافق 2 محرم 1433هـ / 27 نوفمبر 2011م ، العدد12052.

(3) الدور المرتقب لتقنية النانو الحميدة في تحقيق الأمن الغذائي العربي: سامي سعيد حبيب، مرجع سابق.

أكثر من مزارع الأبقار، وسوف تسهم اللحوم الصناعية في مكافحة الفقر وحل أزمة الغذاء العالمية، نظرًا لقلة المراعي الطبيعية التي لا تتناسب مع الزيادة الكبيرة في تعداد سكان الكرة الأرضية، والتي من المنتظر أن يصل إلى نحو 8.9 مليار نسمة بحلول عام 2050م.

وإلى أن يأتي اللحم من المختبر، سيكون على الناس أن يعتمدوا على نوع آخر، هو «اللحم المُزَيَّف»، المصنوع من مستخلصات فول الصويا وغيره من بذور النباتات، وهذه المستخلصات غنية بالبروتين النباتي، وتتضمن خطوات تصنيعها تحويلها إلى معلّقات غليظة القوام تضغط في آلات خاصة شبيهة بآلات غزل خيوط الألياف الصناعية ثم تخلط بالدهون، ويضاف إليها مكسبات لون ونكهة مع بعض الفيتامينات، وتشكل على هيئة شرائح أو مكعبات، ثم تطرح في الأسواق[1].

ثانيًا: بروتين من النفط:

عندما تعرضت الجدران الداخلية لخزانات الوقود في الطائرات لهجوم مكثف من كائنات دقيقة. اكتشف علماء الأحياء الدقيقة أنواعًا من الخمائر والفطريات، لها القدرة على النمو في هذا الوسط النفطي. وهنا، اتخذت الأبحاث اتجاهًا آخر: دراسة

(1) طعام المستقبل.. لحوم صناعية وأطعمة نانونية: مدحت خليل، مرجع سابق.

إمكانات واحتمالات زراعة هذه الكائنات على مشتقات النفط. وتوصلت التجارب إلى أن أهم مشتقات النفط التي يمكن استخدامها في إنتاج البروتين النفطي هما الغاز الطبيعي وزيت الغاز.

واكتشف العلماء أكثر من ألف نوع من الكائنات المجهرية قابلة النمو على مشتقات النفط. وقد ثبت بالتحليل أن هذه الكائنات الحية الدقيقة تحتوي على بروتين يساوي 60 – 70% من وزنها؛ ووجد أيضًا أن هذا البروتين لا يقل جودة عن الأنواع الأخرى، فلم تظهر أي أعراض ضارة أو تسمم على الحيوانات التي تقتات عليه، ولا على الإنسان الذي يأكل لحوم هذه الحيوانات.

ولكن إن كان العلم لم يتوصل، بعد، إلى تقديم طبق من اللحم البترولي للإنسان، فإنه يقدِّم القيمة نفسها بشكل غير مباشر. ولا نستبعد أن يصبح هذا البروتين ذات يوم صالحًا للاستخدام المباشر في مطابخنا[1].

ثالثًا: خدمة توصيل الغذاء إلى الخلايا:

نحن نعرف نظام توصيل الطلبات إلى المنازل، غير أن الطلبات من أنواع الغذاء المختلفة سوف توصل في المستقبل إلى خلايا أنسجة الجسم البشري مباشرة.

---

(1) المرجع السابق نفسه.

إن خلاصة الأطعمة الاعتيادية التي نتناولها تصل إلى الخلايا، بعد أن تمضغ في الفم، وتهضم في المعدة، وتمتص في الأمعاء، ليحملها الدم إلى الخلايا. أما «الطعام النانو» فسيكون عبارة عن جزيئات، وستتولى إيصالها إلى الخلايا مَرْكِبات توصيل، عبارة عن جزيئات مختلفة من مُركّبات ذات خواص طبيعية وكيماوية، تمكنها من حمل الطلبات من غذاء أو دواء، وتتحرك بها متوجهة إلى خلايا محددة في نسيج الجسم البشري، حيث تحرر أحمالها لتستفيد بها تلك الخلايا، دون غيرها، ليتحقق الغرض الغذائي أو العلاجي[1].

رابعًا: استخدام «النانو» لإنتاج أغذية مقاومة للسرطان:

إن تكنولوجيا النانو هي الوسيلة الفعالة للقضاء على الجينات المسببة للسرطان لأكثر من نصف سكان العالم باستخدامها في إنتاج المواد الغذائية المصنعة أو الحبوب الطازجة.

ولعل جميع الأبحاث الحديثة تشير إلى أن استخدام تقنية النانو لإنتاج الأغذية الوظيفية يضيف لوظيفة الأطعمة وظائف علاجية لكثير من الأمراض، ومنها مقاومة مرض السرطان..!!

(1) مجلة العربي، التغذية وتكنولوجيا النانو: الطعام على الطريقة النانوية: محمد الإسكندراني، العدد 625، مرجع سابق.

خامسًا: مطبخ المستقبل:

يُهِمُّنا، ونحن بصدد الحديث عن الطعام في المستقبل، أن نبشِّر ربات البيوت بأن أعمال المطبخ لن ترهقهن مستقبلًا، بل ربما تختفي المطابخ من البيوت..!!

1. تجهيز الطعام النانوي بالجوال:

سوف تتابع سيدة المنزل ما تعده من وجبات، وهي موجودة في مقر عملها. فهي قد غادرت منزلها وقد تركت الطعام في فرن المطبخ المتصل إلكترونيًّا بتلفونها المحمول بحيث يتاح لها أن تراقب الوقت اللازم لنضج الطعام، فلا تلبث أن تطفئ الفرن باستخدام التلفون، كأنها تجري مكالمة عادية..!!

وبمرور الزمن، لن تحتاج الأسرة إلى المطبخ كثيرًا؛ ولن تقضي ربة البيت في المطبخ أوقاتًا طويلة، إذ سيشيع نظام «سخِّن وكُلْ». وثمة فكرة جديدة يجري تطويرها الآن، حيث تزود علبة الطعام بقسم معزول عن محتوياتها، مملوء بالجير المطفأ. ولن يكون على مستخدم هذه العلبة إلا أن يفتح هذا القسم، ويضيف قليلًا من الماء إلى الجير، فيحدث تفاعل كيميائي من النوع المعروف بمولد الحرارة، تكفي كمية الحرارة الناتجة عنه لتسخين الطعام داخل العلبة[1].

(1) المرجع السابق نفسه.

2. معالجة أسطح أواني الطهي:

لتكنولوجيا النانو دور بارز في المحافظة على «نظافة» الأدوات المُستخدمة في عمليات تجهيز ومعالجة الأطعمة، وتخليص أسطحها من التراكم البكتيري، وذلك في كل المراحل الإنتاجية المختلفة للغذاء. وقد استفاد قطاع الأغذية من مُنتجات حبيبات فلز الفضة الحرة، التي تقل أبعاد أقطار حبيباتها عن 10 نانومتر، والتي يجري توظيفها لتكون بمنزلة غطاء فلزي رقيق يُستخدم في طلاء أدوات قطع الأطعمة، وكذلك أدوات الطهي والمائدة.

وقد احتكرت إحدى الشركات الكورية الشهيرة المتخصصة في مجال تصنيع الأجهزة الإلكترونية والكهربية طريقة فريدة لطلاء الأسطح الداخلية للثلاجات المنزلية بطبقة رقيقة من الفضة، التي أظهرت قدرة فائقة في مقاومة التكاثر البكتيري وقتل الميكروبات، مما يضمن إطالة زمن حفظ الأطعمة والمنتجات الغذائية داخل الثلاجات وعدم تعرضها للتلف[1].

وأما خبراء النانو تكنولوجي في شركة «أويل فريش»، فقد طوَّروا مادة سيراميكية لها خاصية قوية مضادة للأكسدة،

(1) التغذية وتكنولوجيا النانو: الطعام على الطريقة النانوية: محمد الإسكندراني، مرجع سابق.

وصنعوا منها أداة صغيرة، يمكن وضعها في وعاء قلي الطعام، فتعطي الفوائد التالية: تقلل زمن القلي، ومن ثم توفر من كمية الوقود المستخدم في إعداد الطعام، وتحتفظ بزيت القلي صالحًا للاستخدام لمدة أطول، وتتيح استخدام الكمية نفسها من الزيت في قلي أنواع مختلفة من الطعام (لحوم وأسماك، مثلًا) دون أن يتأثر مذاق أي منهما بالآخر[1].

(1) المرجع السابق.