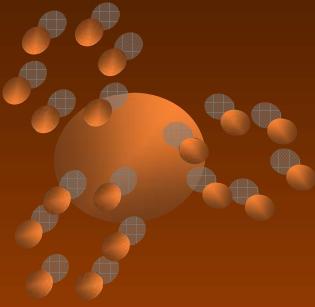


Les nanotechnologies dans le bioalimentaire

Veille technique et scientifique

Avril 2012
Bulletin n° 4



Lancement d'un observatoire sur les nanotechnologies dans le bioalimentaire.....p. 1

Nanoencapsulation d'huiles essentielles pour augmenter leur activité antimicrobienne dans les aliments.....p. 1

Nanotechnologie dans les aliments, couverture médiatique durant la dernière décennie.....p. 2

Préparation et caractéristiques de l'anode de nano-PbO₂ pour le traitement organique des eaux uséesp. 2

L'adsorption de vapeur d'eau et la dégradation photocatalytique des polluants avec les nano-composites de TiO₂-sépiolitep. 3

Produits commercialisés avec des nanomatériaux.....p. 4

Caractérisation des nanomatériaux par microscopie électroniquep. 5

Lancement d'un observatoire sur les nanotechnologies dans le bioalimentaire

Le 17 avril dernier se tenait, à la salle multimédia de l'INAF, le lancement du nouvel Observatoire sur les nanotechnologies dans le bioalimentaire. L'Observatoire accueillait pour son tout premier séminaire la Dr. Maria DeRosa, de l'Université Carleton, qui a présenté une conférence sur l'utilisation de la nanotechnologie dans les fertilisants, herbicides et pesticides. L'événement a attiré une quarantaine de participants.

Nanoencapsulation d'huiles essentielles pour augmenter leur activité antimicrobienne dans les aliments

Des chercheurs italiens travaillent sur les propriétés antimicrobiennes des huiles essentielles et comment elles peuvent être incorporées aux aliments.

L'équipe de l'Université de Salerne privilégie l'option d'encapsuler les huiles essentielles (terpène et limonène) dans des systèmes de transport de taille nanométrique. Ces « véhicules » nanométriques pourraient ensuite être incorporés dans des jus de fruits afin de préserver leur fraîcheur sur une plus longue période.

Des nanoémulsions ont été fabriquées avec de l'huile de tournesol, un mélange d'huile essentielle/eau, de lécithine ou de l'huile de palme avec des techniques d'homogénéisation sous haute pression.

Les nanoémulsions formaient des gouttelettes de taille variant de 75 nm à 175 nm. Les vecteurs nanométriques à base de lécithine se sont avérés efficaces pour encapsuler les terpènes. Le limonène fut encapsulé dans des gouttelettes de taille similaire fabriquées avec l'huile de tournesol.

L'efficacité des nanoémulsions d'huile essentielle a été analysée sur 3 différentes classes de micro-organismes (*Lacto-bacillus*, *Saccharomyces*, *Escherichia coli*).

L'augmentation de l'activité antimicrobienne est influencée par le type de formulation, le diamètre des gouttelettes des nanoémulsions et la classe de bactérie.

Les nanoémulsions ont été testées sur de vrais systèmes (jus de poire et d'orange inoculés avec *Lactobacillus delbrueckii*). Les nanoémulsions de terpènes se sont avérées efficaces même à de faibles concentrations pour diminuer la croissance microbienne ou complètement inactiver les micro-organismes tout en diminuant très peu les propriétés organoleptiques des jus.

Pour plus de renseignements sur cette étude :

Donsi, F., et al. (2011). *Nanoencapsulation of essential oils to enhance their antimicrobial activity in foods*. *Food Science and Technology*. 44: 1908-1911

Nanotechnologie dans les aliments, couverture médiatique durant la dernière décennie

Pour les nouvelles technologies, comme les nanotechnologies dans les aliments, les médias peuvent jouer un rôle important dans la structuration des perceptions et des associations mentales qui sous-tendent l'opinion publique.

Une étude du département de communication de l'Université du Wisconsin a évalué la couverture médiatique des journaux américains sur le sujet des nanotechnologies dans les aliments.

Les résultats de l'analyse indiquent que la couverture dans les journaux américains est relativement modeste pour ce qui est de la couverture, la diversité thématique, la proportion et le niveau d'expertise des journalistes qui écrivent les articles.

L'analyse explore le côté démographique et thématique des articles des journalistes. Habituellement, avec le temps, la couverture médiatique d'une technologie controversée devient de plus en plus complexe et les thèmes sont plus scrutés. Mais pour les nanotechnologies, il est difficile, selon les auteurs, de savoir comment va évoluer la couverture médiatique dans les prochaines années.

Dans la couverture médiatique étudiée, des lacunes importantes dans l'information divulguée étaient présentes. L'obtention de plus d'information sur un sujet scientifique, comme les nanotechnologies, ne signifie pas que les citoyens vont appuyer la technologie, mais une information de moins bonne qualité ou incomplète contribue à garder leur opinion incertaine.

Pour lire les résultats de l'étude :

Dudo, A., et al. (2011). Food nanotechnology in the news. Coverage patterns and thematic emphases during the last decade. Appetite. 56:78-89.

Préparation et caractéristiques de l'anode de nano-PbO₂ pour le traitement organique des eaux usées

L'augmentation croissante des émissions de polluants organiques réfractaires compromet les traitements conventionnels biologiques parce que, contrairement aux autres composés des eaux usées, ces polluants possèdent une grande résistance aux dégradations microbiennes. Afin de répondre aux normes de rejets de plus en plus sévères, les effluents doivent être traités par une technologie de traitement avancée. L'oxydation électrochimique a été jugée comme une technologie prometteuse pour le traitement des eaux usées contenant des polluants organiques réfractaires en raison de sa compatibilité avec l'environnement, son faible encombrement et sa forte capacité d'oxydation. Cependant, à cause des coûts de fabrication et d'exploitation des anodes, le prix de l'oxydation électrochimique est assez élevé. La matière première de l'anode est cruciale dans la réduction du coût de cette méthode. Il y a donc un besoin de développer des anodes combinant un fort potentiel d'oxydation à de faibles coûts de fabrication. Les anodes de PbO₂ sont des candidats potentiels pour répondre à ces critères.

Des matrices de nanotubes de TiO₂ (TiO₂ NT) ont été fabriquées par oxydation anodique de feuilles de titane (Ti) dans du fluorure contenant des électrolytes. Une couche de PbO₂ a été déposée sur les matrices de TiO₂ NT par la méthode de l'électrodéposition par courants pulsés. La caractérisation et les tests de propriétés catalytiques ont été réalisés et les résultats ont révélé les éléments suivants :

- La phase prédominante de l'anode nano-PbO₂ est le β -PbO₂.
- La microstructure des matériaux de l'anode change les résultats des expériences chronoampérométriques en présence du sel (NaCl). Le courant apparent sur le PbO₂/Ti diminuait en premier lieu pour ensuite

augmenter avec l'élévation de la concentration de NaCl dans les solutions alcalines. Toutefois, le courant apparent sur la nano-PbO₂ a augmenté tout au long du processus avec l'augmentation de la concentration en NaCl.

- L'effet de la densité de courant sur le pourcentage d'élimination du carbone organique total (COT) est différent lorsque le réactif change. Le pourcentage d'élimination du COT de l'isopropanol est principalement affecté par le contrôle des transferts de masse, tandis que l'effet de la passivité de l'anode causée par le 4-chlorophénol a joué un rôle plus important que l'effet du transfert de masse dans l'expérimentation d'incinération électrochimique. Le phénomène de passivité a été confirmé par la mesure de la voltampérométrie cyclique.
- Les expériences de dégradation qui ont été réalisées dans un circuit hydraulique ont montré que l'oxydation électrochimique se produit à un rythme beaucoup plus rapide qu'avec des électrolytes à base de sulfate. Le nano-PbO₂ était plus efficace que le PbO₂/Ti dans la conversion de l'isopropanol en carbonate, en bicarbonate ou en CO₂.
- La nature de l'électrolyte de soutien (Na₂SO₄, NaCl) a influencé le processus d'oxydation électrochimique. Dans le cas du Na₂SO₄, sur les deux électrodes, des réductions plus élevées du COT ont été obtenues pour de grandes vitesses d'écoulement, et ce, indépendamment du pH. Lorsque le NaCl a été utilisé comme électrolyte de soutien, de hauts débits ont favorisé l'électrooxydation dans le cas de PbO₂/Ti. Alors que dans le cas de nano-PbO₂, des vitesses d'écoulement élevées dans des conditions acides ou de faibles vitesses d'écoulement dans les conditions de base ont favorisé le retrait du COT.

Pour plus de détails sur cette étude :

Tan, C., (2011). Preparation and characteristics of a nano-PbO₂ anode for organic wastewater treatment. *Chemical Engineering Journal*. 166: 15–21

L'adsorption de vapeur d'eau et la dégradation photocatalytique des polluants avec les nanocomposites de TiO₂-sépiolite

Maintenir et améliorer la qualité de l'environnement représente un des défis les plus importants de notre siècle. Les polluants de plusieurs sources, dont l'écoulement de pesticides et des engrains, les sites industriels abandonnés et les particules des rejets automobiles aggravent la situation quotidiennement. Pour remédier à ce problème, un photocatalyseur à base de dioxyde de titane (TiO₂) a été étudié en profondeur, tant au niveau de la recherche fondamentale que pour ses applications concrètes, notamment dans l'assainissement de l'environnement.

Bien que des travaux antérieurs aient porté principalement sur les eaux usées, l'élimination des traces de contaminants organiques et inorganiques dans l'air à l'aide du TiO₂ a reçu beaucoup d'attention ces dernières années parce que cette technologie est potentiellement appropriée pour la purification de l'air dans les bureaux, les bâtiments, les maisons, les voitures et les avions. Cependant, sa faible capacité d'adsorption (en raison de sa nature non poreuse) et sa faible surface spécifique limitent l'utilisation du TiO₂ pour la photocatalyse. Les réactions photocatalytiques se produisent en surface du catalyseur. Des supports poreux y sont souvent utilisés pour adsorber plus efficacement les contaminants ciblés. Par ailleurs, pour les applications extérieures, la vapeur d'eau est un concurrent pour la dégradation des polluants par le TiO₂. En d'autres mots, lorsque l'on intègre des nanoparticules de TiO₂ avec des matériaux hydrophiles, l'effet global peut être réduit.

L'objectif principal de ce projet a été la préparation de photocatalyseurs de TiO₂ dans des proportions différentes supportés sur une argile poreuse. Ayant un faible coût et une bonne disponibilité, le phyllosilicate inorganique de sépiolite (avec des prix par tonne

allant de 50 à 500 euros pour les moins raffinés jusqu'aux très raffinés, respectivement) a été choisi parce qu'il peut retenir 200 à 250 % de son poids en eau. Par ailleurs, la sépiolite possède le plus haut pouvoir adsorbant de toutes les argiles minérales.

Pour ce faire, différentes préparations de sépiolite chargées en TiO₂ ont été préparées pour ensuite être caractérisées et testées pour l'adsorption de vapeur d'eau et la photodégradation du β-naphtol. Les résultats de caractérisation ont démontré que la structure de la sépiolite n'a pas changé après le chargement de TiO₂. Par ailleurs, il a été prouvé que le nanocomposite TiO₂-sépiolite conserve son caractère hydrophile avec une adsorption isotherme de type II et à une capacité maximale d'adsorption de 30 % à une humidité relative de 93,6 %.

Les capacités d'adsorption et l'activité photocatalytique de tous les catalyseurs supportés ont été meilleures que celui des TiO₂ purs. L'insertion d'ions de sodium à l'intérieur des canaux de la sépiolite et/ou à l'intérieur des trous octaédriques présents sur les bords des canaux améliore le taux de dégradation du β-naphtol, probablement en raison de la condensation accrue de polluants sur le support du catalyseur.

Les propriétés d'adsorption de vapeur d'eau du nanocomposite TiO₂-sépiolite et sa capacité de dégradation dans les expériences photocatalytiques ont prouvé que celui-ci a un bon potentiel pour les applications dans le domaine énergétique et environnemental.

Pour plus de détails sur cette étude :

Karamanis, D., et al. (2011). *Water vapor adsorption and photocatalytic pollutant degradation with TiO₂-sepiolite nanocomposites*. *Applied Clay Science*, 53(2): 181-187.

Nouvelle analyse des produits commercialisés dans le domaine agroalimentaire avec des nanomatériaux

Les nanotechnologies émergent comme une des technologies les plus innovantes pour augmenter la qualité et la sécurité des aliments.

Un article publié dans la revue *Trends in Analytical Chemistry* apporte de nouvelles informations sur les applications commercialisées, les réglementations européennes et les méthodes de caractérisation disponibles pour vérifier les nanomatériaux (NM).

Parmi les applications émergentes, on retrouve :

1. des nanosenseurs qui permettent l'identification bactérienne et le suivi de la qualité des aliments;
2. des nouveaux emballages alimentaires intelligents et actifs;
3. de la nanoencapsulation de composés bioactifs dans les aliments (micelles, liposomes, nanoémulsion, etc.)

Plusieurs types de NM sont utilisés : membranes, nanocapsules, nanoémulsion, nanovésicules liposomales, nanotubes, nanosphères, nanocéramique et nanofilms.

Les méthodes de détection et de caractérisation des NM se sont améliorées. Toutefois, les méthodes pour les quantifier demeurent rares.

Les préoccupations des agences internationales (FAO/WHO, l'EFSA et le US EPA) sur les effets toxiques potentiels des NM stimulent la recherche et développement sur les nouvelles méthodes de détection et de caractérisation.

L'abondante variété de NM engendre de nombreuses façons de les analyser.

Aucune technique ne peut être utilisée pour toutes les situations, on doit habituellement en employer une combinaison.

Pour plus d'information :

Blasco, C. et Y. Picò (2011). "Determining nanomaterials in food". *Trends in Analytical Chemistry*, 30(1): 84-98

Caractérisation des nanomatériaux dans les aliments, revue de littérature des méthodes de détection par microscopie électronique

Les nanomatériaux de synthèse se retrouvent de plus en plus dans l'industrie alimentaire. Plusieurs questions se posent sur leur détection adéquate. Afin de déterminer l'efficacité et les risques de ces matériaux, il est essentiel d'avoir accès à des méthodes qui, en plus de détecter leur présence, donnent des informations sur les caractéristiques des nanoparticules (NP) (ex. taille et forme). Depuis les dernières années, les méthodes évoluent et se perfectionnent pour devenir plus sensibles et pour détecter des objets à l'échelle nanométrique.

Un article publié dans la revue scientifique *Trends in Analytical Chemistry* propose une revue de littérature intéressante sur les méthodes de microscopie électronique (ME) utilisées ou qui ont le potentiel de l'être pour la détection des NP dans les denrées alimentaires. L'article présente :

- les différentes approches utilisables lors de la préparation des échantillons (séchage, traitements chimiques, fixation et méthodes de cryogénérisation);
- une comparaison des méthodes standardisées/non standardisées d'imagerie pour les échantillons préparés; et
- comment choisir la méthode la plus appropriée en fonction des aliments à analyser.

Les techniques de ME s'avèrent utiles pour détecter et caractériser les NP dans une large gamme de matrices. Toutefois, à ce jour, peu d'études ont analysé la présence de NP dans les aliments. Le défi pour les chercheurs demeure la préparation des échantillons pour la ME qui est difficilement conciliable avec les denrées alimentaires. La ME permet aussi une image en haute résolution et une caractérisation 3D des NP.

Pour plus d'information :

Dudkiewicz, A., et al. (2011). Characterization of nanomaterials in food by electron microscopy. *Trends in Analytical Chemistry*, 30 (1). Doi: 10.1016/j.trac.2010.10.007

Note : une base de données sur le nouveau sujet d'actualité des nanotechnologies dans le bioalimentaire est en élaboration. Vous pouvez communiquer avec la responsable de cette cellule de veille pour obtenir des documents ou en fournir des nouveaux. Si vous avez des sujets que vous souhaitez voir traiter dans ce bulletin de veille, veuillez communiquer avec la responsable aux coordonnées ci-dessous.

Ce bulletin est destiné aux membres de la cellule de veille Nano et ne peut être diffusé sans l'autorisation préalable des responsables.

MAPAQ

Pour de plus amples renseignements sur le contenu de ce bulletin ou pour transmettre des informations et/ou des commentaires, vous pouvez vous adresser à :

Madame France Brunelle, biochimiste, Ph. D.
Conseillère scientifique expert en biotechnologie
Direction de l'appui à la recherche et à l'innovation
200, chemin Sainte-Foy, 10^e étage
Québec (Québec) G1R 4X6

Téléphone : 418 380-2100, poste 3196
Télécopieur : 418 380-2162
Courriel : france.brunelle@mapaq.gouv.qc.ca

*Soyez des nôtres
à la prochaine*
Cellule de veille Nano 