



Réduire le gaspillage alimentaire grâce aux emballages intelligents

De nombreux aliments sont retirés de la vente ou jetés par les consommateurs car leur date de péremption est dépassée. Or, bien souvent, ces produits seraient consommables sans problème au-delà de cette date limite. Des scientifiques du PNR 69 ont développé différents procédés nanotechnologiques permettant d'indiquer, sur l'emballage, la qualité des aliments. Ils ont conçu des surfaces actives qui réagissent aux changements d'acidité et autres signes de dégradation des produits. Ces surfaces actives peuvent servir d'étiquettes sensibles montrant l'état de fraîcheur de l'aliment ou prolongeant sa durée de conservation. Elles contribuent ainsi à la réduction du gaspillage alimentaire.

Presque tous les emballages alimentaires possèdent une date de péremption, qui indique jusqu'à quand les produits peuvent être conservés. Or, les aliments emballés sont souvent comestibles bien au-delà de cette date limite, sans risques sanitaires, ni même une perte de goût. De nombreux consommateurs jettent quand même les aliments dont la date de péremption est dépassée – il en résulte des pertes alimentaires inutiles. Dans le cadre du PNR 69, des scientifiques de l'Université de Bâle ont développé des étiquettes intelligentes, capables de fournir des informations sur la qualité des denrées alimentaires emballées.

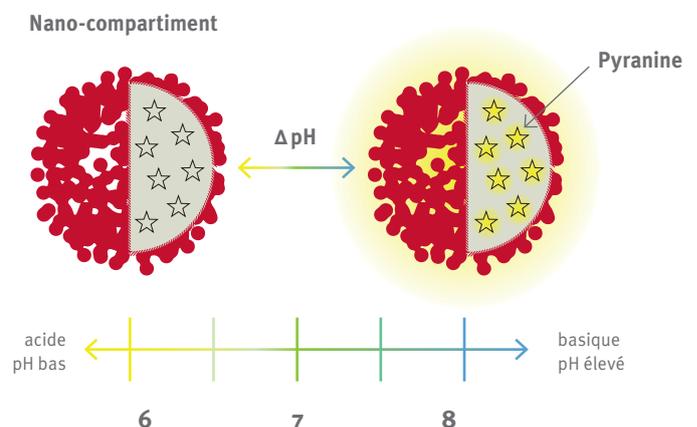
Pour que l'étiquette mentionne si le produit est encore comestible, les chimistes ont conçu des surfaces actives sur lesquelles sont fixés de petits compartiments qui jouent le rôle de nanoréacteurs. Ces derniers réagissent aux changements

dans l'environnement qui peuvent être liés à une altération de la qualité du produit emballé. Le principal indicateur est l'acidité (mesurée par le pH), très fiable pour monitorer les changements de qualité. Mais les nanoréacteurs développés dans cette étude peuvent aussi être rendus sensibles à l'apparition de radicaux libres, de certaines molécules ou de gaz dans l'emballage, tous marqueurs d'une dégradation de la nourriture. Les scientifiques ont adapté leurs nanoréacteurs à ces signes de détérioration. Deux manières de concevoir des étiquettes sensibles pouvant être fixées sur les surfaces des emballages ont été évaluées.

La première méthode monitoré les changements du pH. Pour ce faire, les scientifiques ont utilisé des nano-compartiments contenant la pyranine, un colorant fluorescent. L'intensité du si-

Des nano-compartiments indiquent les changements d'acidité

Des nano-compartiments contenant de la pyranine, un colorant fluorescent, sont fixés sur la surface des étiquettes. La fluorescence de cette substance change d'intensité en présence d'une variation de l'acidité, même faible. Quand le pH augmente, la fluorescence de la pyranine devient plus forte. Comme les variations du pH peuvent indiquer une perte de fraîcheur du produit, ce mécanisme peut être utilisé pour concevoir des étiquettes qui informent sur la qualité des aliments.



gnal fluorescent de cette substance change en présence d'une variation de pH, même faible. La pyranine se prête donc particulièrement bien à l'indication de l'état de fraîcheur des aliments. Après l'avoir encapsulée dans les nano-compartiments, les chimistes ont confirmé la sensibilité de la pyranine aux variations du pH lors d'essais avec de l'acide lactique et de l'éthylènediamine, des substances qui sont pertinentes pour évaluer la dégradation des aliments. En milieu acide, la pyranine encapsulée perd de son intensité fluorescente. A l'inverse, la fluorescence augmente dans un environnement basique. Les variations du pH peuvent indiquer une perte de fraîcheur du produit.

Les scientifiques ont ensuite développé deux procédés différents pour fixer ces nanoréacteurs sur les surfaces actives qui serviront d'étiquettes intelligentes une fois placées sur les emballages. L'un se base sur une réaction d'amination réductrice, l'autre sur une réaction thiol-ene-click. Les deux procédés ont été testés sur des surfaces en verre. La réaction thiol-ene-click s'est avérée être la plus stable. Elle permet en outre une disposition dense des nanoréacteurs sur la surface, ce qui rend l'étiquette plus efficace et plus fiable. Différents tests ont montré que l'intégrité des nanoréacteurs est maintenue; ces derniers restent viables et réactifs jusqu'à onze mois dans des environnements sombres et secs.

La deuxième méthode permet de détecter la présence de certaines molécules dans l'emballage lorsque les denrées se dégradent. Pour cela, les scientifiques ont créé des membranes polymères fonctionnelles. Des membranes à simple et à double couche ont été testées dans le cadre du projet; les membranes à double couche se sont ré-

Un système d'écluses pour rétablir la fraîcheur du produit

Les scientifiques voient un grand potentiel de développement pour des nanoréacteurs enzymatiques capables de prolonger la fraîcheur des aliments, et donc leur durée de conservation. Le concept se base sur un système d'écluses de dimension nanométrique: dès que la fraîcheur de l'aliment diminue, des substances stockées dans les nano-compartiments sont libérées et rétablissent la qualité du produit. Ce procédé fonctionne en incorporant dans les nano-compartiments des enzymes qui produisent les substances nécessaires à la conservation des aliments. Dans les membranes des nano-compartiments, des protéines jouent le rôle de portes: si le pH change, elles libèrent les produits des enzymes encapsulées. Ces derniers rétablissent alors la fraîcheur de l'aliment. Ce système est très complexe: pour l'instant, il pourrait avant tout s'appliquer à des aliments et produits de consommation ayant un prix élevé. Le secteur pharmaceutique serait un autre domaine d'application de cette technologie.

vélées être plus stables. Les chimistes ont incorporé des enzymes spécifiques (laccase et tyrosinase) dans ces membranes. Il est apparu que les deux enzymes sont efficaces et maintiennent leur bioactivité pendant longtemps. Ces combinaisons enzyme-membranes sont appropriées pour la création de petites étiquettes capables de mesurer les radicaux libres et les signes de dégradation dans l'environnement des denrées emballées.

Plus
d'informations:
www.pnr69.ch

Application

Les «Smart Labels», indicateurs de la dégradation des aliments

Les deux procédés nanotechnologiques explorés dans le projet ouvrent de nombreuses possibilités d'application pour des emballages alimentaires intelligents. Les «Smart Labels», qui indiquent l'état de qualité de l'aliment emballé, sont les plus faciles à mettre en œuvre. De ce point de vue, la procédure testée dans le cadre du PNR 69 avec des étiquettes sur lesquelles sont fixés des nano-compartiments contenant un colorant est prometteuse, car le colorant réagit de façon fiable à de faibles changements de pH. De plus, ce procédé ne

nécessite pas de contact physique entre les Smart Labels et l'aliment; la sécurité du système est donc garantie. Des étiquettes de couleur sur l'emballage, indiquant l'état de fraîcheur de la denrée, sont ainsi envisageables. De tels signaux intelligents pourraient remplacer les dates de péremption fixes. Cela contribuerait à diminuer la quantité d'aliments retirés de la vente ou éliminés par les consommateurs alors qu'ils sont encore comestibles. Il s'agit donc d'une approche prometteuse pour réduire le gaspillage alimentaire.