- réduction de perte de poids (dessiccation et flétrissement) ;
- ralentissement de la maturation ;
- diminution du risque de chilling injury ;
- maintien de la qualité (couleur, humidité, flaveur) ;
- diminution des pertes au niveau distribution ;

mais aussi des inconvénients :

- nécessité de matériel supplémentaire pour le conditionnement ;
- risque de problèmes si le film est mal identifié ou si la température n'est pas bonne ;
- possibilité de développement inhabituel d'une flore anaérobie ;
- problème de recyclage des films plastiques.

Les essais que nous réalisons sont suivis d'une évaluation des résultats par contrôle de qualité des fruits. Les critères contrôlés sont physiques (perte de poids, fermeté couleur) et chimiques (intensité respiratoire, acidité brix, teneur en éthanol). Il est particulièrement important d'avoir ces mesures de contrôle pour vérifier l'impact des techniques de conservation sur la qualité des fruits.

Films micro-perforés

Des tests ont été réalisés avec des films micro-perforés, dont les perméances variaient de 10 à 150 000 (exprimées en ml/m²/24 heures), avec un film totalement imperméable (OPP) et un autre très perméable (cryovac). Le but était de déterminer la meilleure atmosphère de stockage pour la mangue, afin d'avoir des données applicables à des films sélectifs. On constate que l'entreposage de mangues dans un film très imperméable peut tout à fait permettre le maintien extérieur du fruit : sa coloration est totalement bloquée. Par contre, ce blocage total de la maturation est irréversible, d'où l'utilité de « doser » le blocage en utilisant les films adéquats. On notera que toute perméabilité inférieure à 50 000 minimum ne sera pas utilisable sur mangue car elle provoquera des accumulations de gaz carbonique qui entraîneront des fermentations.

Films sélectifs

Les essais portant sur les films sélectifs doivent permettre d'intégrer les paramètres physiologiques du fruit, les facteurs qui peuvent les modifier (température, humidité, etc.) et les paramètres du film (épaisseur, composition, tous les facteurs susceptibles de modifier la perméance) afin de recréer l'atmosphère idéale à l'allongement de la durée de vie du fruit. Les paramètres cités peuvent être introduits dans un modèle qui nous permet d'anticiper les résultats et surtout de comparer l'expérimentation vraie à la modélisation. Nos travaux ont porté sur trois variétés de mangues (Kent, Keitt et Tommy Atkins), avec des films de perméance variable (de 5 à 20 000 pour l'oxygène et de 10 à 170 000 pour le gaz carbonique). Les différents films utilisés ont permis de provoquer un ralentissement de l'évolution des fruits, que ce soit au niveau de la coloration externe et interne ou du métabolisme global de la mangue. Cependant, ce blocage s'avère totalement irréversible si le film n'est pas bien choisi. Dans le cas où les perméances sont bien adaptées à la mangue (physiologie, etc.), on peut obtenir un retard de maturation de 5 à 7 jours sur la variété Kent (stade bateau) et de 6 à 12 jours pour les autres variétés.

Enrobages

Afin de modifier la composition gazeuse interne des fruits, nous travaillons sur la composition d'enrobages (style cire) qui, déposés à la surface, permettent de ralentir le métabolisme des fruits. Différentes formulations ont été mises au point et l'on a étudié leur effet sur la respiration des fruits, leur composition biochimique et leur évolution en cours de stockage. Un déplacement de la crise climactérique des fruits a été observé, ce qui démontre un ralentissement de l'évolution des mangues enrobées sans blocage total des mécanismes de mûrissement. Un tel blocage peut être observé lorsqu'on utilise des enrobages trop imperméables qui bloquent l'évolution de la coloration externe du fruit qui reste alors vert très longtemps, sans présenter ensuite les qualités organoleptiques requises. Dans ce cas là, la coloration ne peut plus évoluer. Les meilleurs résultats sont ceux obtenus avec des enrobages à base de cire de Carnauba auxquels nous avons ajouté des polysaccharides. Afin d'optimiser encore ces résultats, il nous faut ajuster cette quantité de polysaccharides dans la composition finale. Ces essais ont pu être menés grâce à nos partenaires du Mali, le CAE et la société Fruitex, qui ont mis des fruits à notre disposition. Nos essais sont effectués en collaboration avec l'USDA de Floride et doivent se poursuivre au cours de la prochaine campagne d'Afrique de l'Ouest. Nous envisageons d'entreprendre des essais sur d'autres variétés de mangue en provenance d'Afrique du Sud ■

Optimisation de l'emballage des fruits et légumes frais sous atmosphère modifiée

Résumé

Version intégrale
http://technofruits2001.cirad.fr

Patrick Varoquaux, Inra, patrick.varoquaux@avignon.inra.fr

L'optimisation du conditionnement des fruits et légumes frais conservés sous atmosphère modifiée impose une démarche rigoureuse. En premier lieu, il faut mesurer les paramètres respiratoires du produit (les intensités respiratoires O_2 et CO_2, le quotient respiratoire, la constante de Michaelis apparente pour l'oxygène, la constante d'inhibition du gaz carbonique et l'influence de la température de conservation sur tous ces paramètres). Ces mesures permettent de calculer l'intensité respiratoire des végétaux sous toutes conditions de température et d'atmosphère.

La deuxième étape est la détermination de la composition gazeuse la plus favorable pour le

maintien des qualités commerciales et sanitaires de ces fruits et légumes. Cette détermination impose la conservation sous atmosphère contrôlée et les résultats dépendent de la pondération des différents processus d'altération. Ensuite, on calcule, à l'aide d'un modèle mathématique, les perméances optimales du film à utiliser dans des conditions de conditionnement entrées dans le modèle. A l'aide de différents logiciels, on simule la conservation (évolution des atmosphères) avec les films disponibles sur le marché présentant des perméances voisines de celles calculées précédemment. A cette étape, on peut vérifier le fonctionnement du système en simulant le profil thermique d'un circuit commercial réaliste.

En dernier lieu, il faut impérativement vérifier ces résultats théoriques par l'expérimentation car aucun modèle à ce jour ne peut prévoir tous les types d'altération possibles ■

Nouvelles formulations d'enrobages pour la conservation des fruits tropicaux

Elizabeth Baldwin, USDA, ebaldwin@citrus.usda.gov

De nombreuses techniques ont été développées au cours des années afin d'allonger la durée de vie des fruits et légumes depuis leur lieu de production jusqu'au consommateur. Malheureusement, 25 à 80 % des produits frais récoltés sont perdus, surtout en zones tropicales. L'une des techniques permettant d'étendre la durée de vie des fruits et légumes consiste à utiliser des enrobages alimentaires.

Les fruits et légumes tropicaux présentent la particularité d'être sensibles au froid. Ainsi, les basses températures ne peuvent pas être utilisées pour allonger leur durée de vie, comme cela se fait pour la pomme. Bien souvent, ces produits sont expédiés par avion sur de longues distances à destination des consommateurs des zones tempérées, ce qui augmente leur prix. Le transport par bateau serait préférable, mais il est actuellement impossible à cause du mûrissement et de la détérioration rapides de ces produits.

Les fruits et légumes peuvent être classés en climactériques et non-climactériques. Les fruits climactériques continuent de mûrir après la récolte, ce qui n'est pas le cas des non-climactériques. Le processus de mûrissement comprend le développement de la couleur, de la flaveur et de la texture (assouplissement). Les principaux fruits tropicaux sont climactériques : banane, mangue, papaye, avocat et goyave. Ces fruits mûrissent rapidement pendant le transport et le stockage, ce qui nécessite leur expédition par avion. Toutefois, il est possible de ralentir leur mûrissement après la récolte et donc d'allonger leur durée de vie. Cela peut se faire en utilisant le stockage sous atmosphère contrôlée, les emballages sous atmosphère modifiée ou les enrobages alimentaires. Dans tous les cas, l'atmosphère créée contient peu d'oxygène (O_2) et beaucoup de gaz carbonique (CO_2), en comparaison avec une atmosphère standard. Les faibles taux de O_2 et ceux élevés de CO_2 diminuent la production d'éthylène nécessaire à l'activation des gènes intervenant dans le mûrissement au niveau des changements de couleur, d'arôme et de la dégradation des parois des cellules permettant l'assouplissement de la chair.

Les enrobages alimentaires peuvent créer une atmosphère modifiée, similaire à celle d'un emballage à atmosphère modifiée, qui est le résultat de la perméabilité de l'enrobage et de la respiration du fruit. Dans les deux cas, le contrôle de la température est très important car il peut affecter le taux de respiration du fruit. Les températures élevées augmentent les taux de respiration, alors que les températures basses les diminuent. Les enrobages ou les emballages à atmosphère modifiée conçus pour certaines températures peuvent causer des respirations anaérobies, des défauts de goût et des détériorations de fruits, s'ils sont utilisés à des températures différentes. Néanmoins, s'ils sont bien utilisés, les enrobages alimentaires peuvent retarder le mûrissement des fruits climactériques, les changements de couleur des fruits non-climactériques, réduire les pertes en eau, le pourrissement et améliorer l'apparence.

Les enrobages peuvent être formulés à l'aide de différents éléments tels que les lipides, les résines, les polysaccharides, les protéines et les polymères synthétiques. En fait, la plupart des enrobages sont composés de plusieurs éléments, permettant chacun la formation d'un film, auxquels on ajoute des molécules ayant un faible poids moléculaire, telles que les polyols, qui servent de plastifiants. Ces composants sont parsemés parmi les chaînes polymères, ce qui les éloignent les uns des autres et confère une plus grande souplesse à l'enrobage. Dans le cas contraire, l'enrobage serait trop friable et s'effriterait ou se craquellerait sur le produit. De même, des surfactants, des agents anti-mousse et des émulsifiants sont souvent utilisés dans les enrobages.

Les lipides utilisés dans les enrobages sont généralement incorporés sous forme de cires ou d'huiles. Le carnauba, le candelilla et les cires de son de riz sont des cires naturelles de plantes ; la cire d'abeille est aussi un produit naturel ; la paraffine et la cire de polyéthylène sont des produits dérivés du pétrole. Le shellac (laque) est un produit naturel provenant de la résine d'arbre, la colophane est un déchet de l'industrie du bois et la résine de coumarone-indène est un produit dérivé du pétrole. Les deux derniers produits sont utilisables seulement sur les agrumes aux USA, quand la peau n'est pas consommée. Les lipides représentent d'excellentes barrières contre l'eau, mais sont relativement perméables aux gaz et ne sont donc pas très utiles quand il s'agit de créer une atmosphère modifiée pour retarder le mûrissement. Les