Téc. Magali Parzanese

El envasado es una etapa muy importante en el procesado de alimentos, ya que la elección del material correcto es fundamental para contribuir a la preservación de la calidad del producto. El envase debe protegerlo de posibles daños microbiológicos y de cambios en sus atributos sensoriales, también funciona como contenedor y es un elemento de marketing dado que en este se resaltan atributos del producto y se brinda información al consumidor.

En la actualidad, debido al crecimiento de la producción sustentable se busca que los materiales con los que se fabrican los envases tengan el menor impacto posible sobre el medio ambiente. Como respuesta a esta necesidad surgieron los materiales biodegradables, una alternativa válida a la utilización de los plásticos tradicionales que se obtienen a partir del petróleo (un recurso natural no renovable) y que requieren de un tiempo de 200 años aproximadamente para ser asimilados nuevamente por la naturaleza.

Se conocen como plásticos biodegradables a aquellos materiales que cuando son expuestos a condiciones determinadas de humedad, flora microbiana y oxígeno durante un tiempo de varios meses, son transformados en sustancias sencillas (principalmente agua y dióxido de carbono (CO_2)) y biomasa mediante la acción enzimática de los microorganismos (bacterias, hongos y otros) presentes en el medio ambiente. Las unidades estructurales de los plásticos de este tipo se denominan polímeros biodegradables y se obtienen principalmente de materias primas renovables de origen animal, vegetal o microbiano, aunque también se generan sintéticamente a partir de derivados del petróleo. Dichos materiales biodegradables se utilizan actualmente en diversos sectores (medicina, agricultura, alimentación, envases y embalaje, entre otros) teniendo en cuenta las características funcionales que debe presentar el material según la aplicación específica a la que se destine.

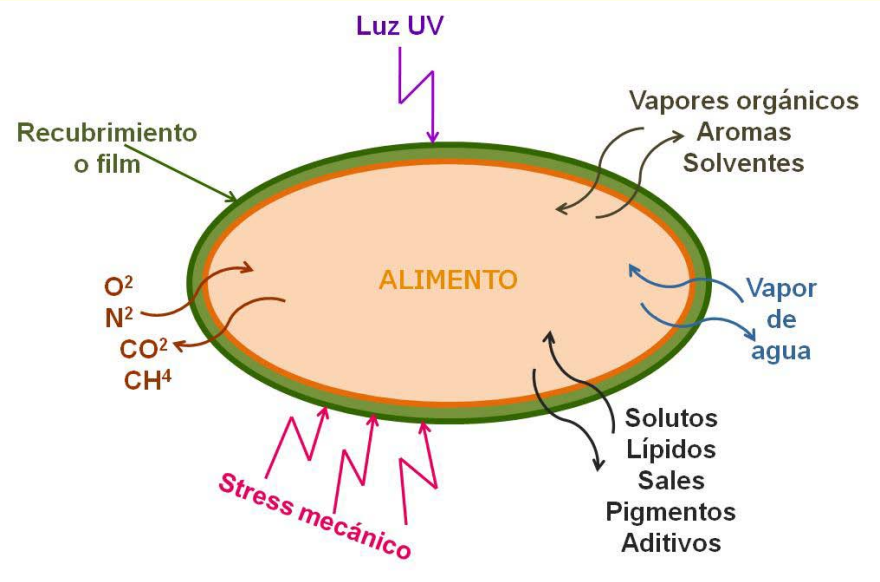
En el área de los alimentos estos polímeros se aplican en la fabricación de empaques biodegradables (mono y multicapa), empaques activos, Películas Comestibles (PC) y Recubrimientos Comestibles (RC) sobre frutas, carnes, pescados y otros alimentos, como también en el procesado de alimentos para la obtención de estabilizantes y gelificantes.

Entre estas aplicaciones se destaca la tecnología de PC y RC ya que cumple con las exigencias de los consumidores actuales: productos saludables, mínimamente procesados, sin agregado de agentes químicos, y de producción sustentable. Siendo por lo tanto una de las alternativas con más futuro en el campo del envasado y conservación de alimentos.

USOS DE PELÍCULAS Y RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES

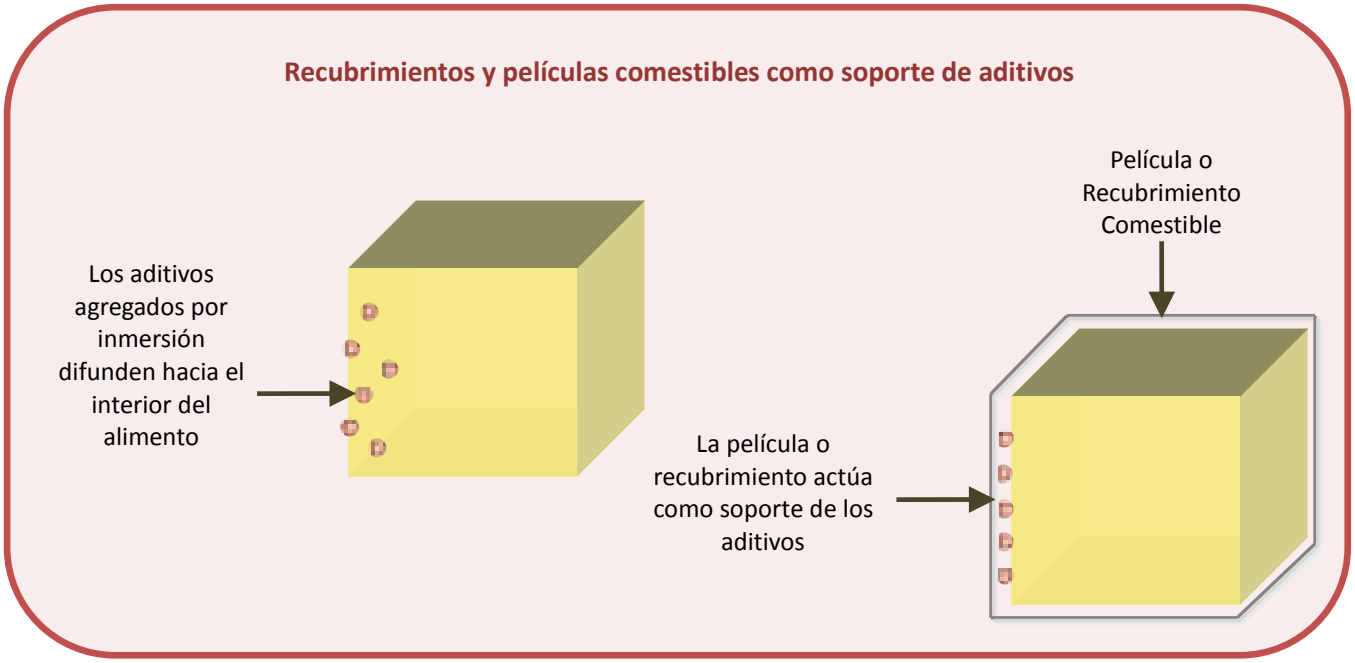
La utilización de películas comestibles sobre productos alimenticios no es un tratamiento innovador ya que se realiza desde hace años, con los objetivos de aumentar el tiempo de almacenamiento y mejorar el aspecto de muchos alimentos. Como ejemplo se puede mencionar el empleo de cera para retrasar la deshidratación de los cítricos que se realiza en China desde los siglos XII y XIII.

Actualmente el uso de películas comestibles se ha extendido a muchos alimentos: productos cárnicos, pescados y carne aviar tanto frescos como congelados, frutas y hortalizas enteras o en trozos, quesos, platos preparados entre otros. Esto se debe al desarrollo de formulaciones innovadoras respecto a los biopolímeros utilizados para su composición. Según el tipo de biopolímeros (proteínas, polisacáridos, lípidos) que componga la PC o RC sus características y funciones serán diferentes, ya que están ligadas a la composición química y estructural del mencionado biopolímero. Dichas funciones están asociadas a la preservación de la calidad de los alimentos sobre los cuales se aplica y consisten principalmente en servir como barrera en la transferencia de distintas sustancias, desde el alimento hacia el exterior y viceversa.



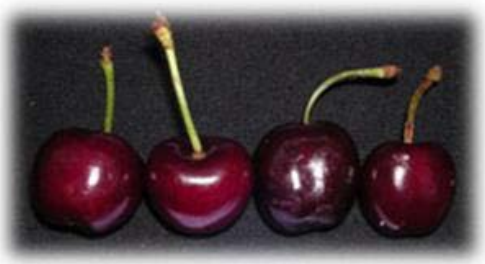
Transferencias que pueden ser controladas por barreras comestibles (adaptado de Dbeaufort y Voilley, 2009).

Una funcionalidad importante de los recubrimientos y películas comestibles es su habilidad para incorporar ingredientes activos, ya que pueden servir como soporte de aditivos capaces de conservar y mejorar la calidad del producto. Es posible utilizarlos, por ejemplo, en frutas frescas cortadas para mejorar su calidad y vida útil con la incorporación de antioxidantes, antimicrobianos, mejoradores de textura. Asimismo se pueden utilizar como alternativa a la aplicación de antimicrobianos por el método de inmersión, técnica que provocaba difusión de los agentes antimicrobianos hacia el interior del producto causando pérdida de efectividad de dichos agentes por no alcanzarse la concentración mínima necesaria para la inhibición del desarrollo de microorganismos.



Fuente: Edible Coatings as Carriers of Active Ingredients for Fresh-cut fruits. M Alejandra Rojas-Graü, Robert Soliva-Fortuny and Olga Martín-Belloso

Frutas y hortalizas



En los últimos años se presentaron en el mercado múltiples tipos de recubrimientos y películas comestibles destinados a la conservación de frutas y hortalizas trozadas o enteras, los cuales son resultado de las numerosas investigaciones desarrolladas sobre el tema. Los biopolímeros más utilizados en este tipo de films son ceras, derivados de la celulosa, almidón, gomas, alginatos, quitosano y proteínas. Con ellos más la adición de plastificantes y otros aditivos específicos se formulan los distintos tipos de recubrimientos adecuándose a las características que presentan la fruta u hortaliza a tratar.

Es necesario que estos recubrimientos exhiban óptimas propiedades de barrera tanto a gases (O_2 y CO_2) como al vapor de agua, debido a que las pérdidas en la calidad de estos productos se vinculan principalmente a procesos metabólicos de respiración y transpiración.

Como se mencionó antes, actualmente se utilizan distintos recubrimientos en una gran variedad de frutas y verduras, como ejemplo se pueden mencionar los siguientes:

Producto	Compuestos del recubrimiento	Funcionalidad del recubrimiento	Referencia
Mango (MP)[1]	Quitosano	Reducir la pérdida de peso y el deterioro de los caracteres sensoriales. Inhibir el crecimiento de microorganismos.	Chien et al., 2007

Zanahoria (MP)	Almidón + Glicerol y Quitosano	Inhibir el desarrollo de microorganismos presentes.	Durango et. al., 2006
Ciruela (MP)	Hidroxipropilcelulosa (HPC) + lípido	Preservar la calidad postcosecha de los frutos.	Pérez – Gago et al., 2003a
Pera (F)[2]	Carboximetilcelulosa (CMC) + aceite de soja + oleato sódico	Prolongar el tiempo de almacenamiento y vida útil.	Togrul y Arslan 2003b
Fresas y Frambuesas (F)	Quitosano	Reducir la pérdida de peso y el deterioro de los caracteres sensoriales (conservación del color). Inhibir el crecimiento de microorganismos.	Han et. al., 2004

1. Mínimamente procesado (MP).
2. Fresco (F).

Carnes y pescado

En la industria cárnica y pesquera la aplicación de PC y RC se desarrolla con el fin de controlar o reducir la pérdida de humedad de los productos y como soporte para la adición de agentes antimicrobianos u otro tipo de aditivos. Los beneficios que brindan estos tratamientos en carnes y pescado son los siguientes:

- Inhibir el crecimiento de bacterias patógenas que producen el deterioro.
- Ayudar a controlar la humedad del alimento, evitando pérdidas de textura, sabor, cambio de color y peso del producto.
- Mejorar la presentación o aspecto del producto.
- Evitar o disminuir la oxidación de los lípidos y la mioglobina.
- Mantener la humedad y disminuir la absorción de aceite o grasa durante la fritura de los productos cárnicos.

Es importante destacar que muchos de los biopolímeros utilizados como materia prima en la elaboración de PC o RC para productos cárnicos o pescados son derivados de estas industrias. Por ejemplo la queratina se extrae de las plumas de las aves de corral, la gelatina deriva del colágeno procedente del tejido conectivo animal, entre otros.

Quesos

Los recubrimientos comestibles para quesos se aplican con el fin de evitar aquellos problemas que se presentan durante el tiempo de almacenamiento. Por ejemplo se comprobó que RC formulados a partir de almidón, glicerol, sorbato de potasio y ajo en polvo inhiben el crecimiento de hongos sobre la superficie a la vez que disminuyen la pérdida de peso de los quesos. De esta manera se logra aumentar el tiempo de vida útil de estos productos. Sin embargo y a pesar de los resultados positivos obtenidos experimentalmente en laboratorios, los RC y PC en quesos no se aplican industrialmente en la actualidad por lo cual aún se encuentran en etapa de desarrollo.

VENTAJAS DE LOS RECUBRIMIENTOS Y PELÍCULAS COMESTIBLES

- Pueden ser ingeridos por los consumidores.
- Disminuyen los desechos de envasado. Un alimento al cual se aplica un recubrimiento comestible requiere de embalajes más simples.
- Regulan el intercambio de gases como O_2, CO_2 y de vapor de agua.
- Mejoran las propiedades mecánicas y preservan la textura.
- Prolongan la vida útil de alimentos mínimamente procesados a través del control sobre el desarrollo de microorganismos y de los cambios fisicoquímicos y fisiológicos.
- Pueden mejoran las características nutricionales y organolépticas.
- Pueden regular distintas condiciones de interfase o superficiales del alimento, a través del agregado de aditivos como antioxidantes, agentes antimicrobianos, nutrientes.

DEFINICIÓN, PROPIEDADES Y FORMULACIÓN

Los términos Recubrimientos Comestibles y Películas Comestibles se utilizan indistintamente para referirse a la aplicación de matrices transparentes y comestibles sobre las superficies de los alimentos, con el fin de servir de empaque y de preservar su calidad. Sin embargo ambos se distinguen por el modo en que son obtenidos y aplicados sobre el producto. Un RC es una matriz fina y continua que se dispone sobre la superficie del alimento mediante la inmersión o aplicación de un spray de la solución filmogénica formulada. Por otra parte las PC son matrices preformadas, obtenidas por moldeo, cuyo espesor es siempre mayor al de los RC. Estas son aplicadas sobre la superficie o como separador de los distintos componentes de un alimento, luego de ser producidas.

A pesar de esto ambos funcionan de igual manera como barrera frente a las distintas sustancias que interactúan con el alimento (O_2, CO_2, vapor de agua, lípidos, sales, minerales, etc.) durante su almacenamiento y comercialización. Es por esto que la característica más importante e innovadora de los RC y PC es su capacidad de servir al mismo tiempo de empaque y de tratamiento para la conservación del alimento.

Debido a que son considerados aditivos alimenticios y que es necesario que posean determinadas propiedades de barrera para la preservación de los productos, los RC y PC deben presentar las siguientes características:

i. Poseer propiedades nutricionales y organolépticas que sean compatibles con el alimento a recubrir.

ii. Presentar propiedades mecánicas adecuadas para evitar pérdidas por roturas o quiebre del material.

iii. Ser estables frente a las distintas condiciones de almacenamiento.

iv. Poder adherirse fácilmente a la superficie de los alimentos a tratar.

v. Responder a la reglamentación vigente (aditivos alimentarios).

vi. Requerir de tecnologías sencillas y de bajo costo para su fabricación y posterior aplicación.

Es importante destacar que las características funcionales de los RC y PC son consecuencia directa de la materia prima utilizada para su fabricación, la cual debe ser obtenida de fuentes naturales para asegurar su biodegradabilidad. Estos componentes que forman parte de la formulación de los films se clasifican en tres categorías:

1. HIDROCOLOIDES

Son polímeros hidrofílicos (contienen grupos oxhidrilos -OH) de origen vegetal, animal o microbiano. Producen un elevado aumento de la viscosidad y en algunos casos tienen efectos gelificantes ya que se disuelven y dispersan fácilmente en agua. En la industria de alimentos se los utiliza como aditivos con el fin de espesar, gelificar o estabilizar. Durante los últimos años se expandió el desarrollo de películas biodegradables utilizando hidrocoloides como materia prima, porque presentan excelentes propiedades mecánicas así como de barrera frente al O_2, CO_2 y lípidos. La desventaja es que por ser hidrofílicos permiten el transporte de humedad.

Debido a que se denominan hidrocoloides a aquellas sustancias solubles o dispersables en agua, este término se aplica generalmente a sustancias compuestas por polisacáridos, aunque también algunas proteínas reciben esta clasificación. Entre los más utilizados para la formulación de films y recubrimientos se encuentran:

a. Polisacáridos:

- **Almidones:** su uso en la fabricación de films y recubrimientos es muy conveniente ya que son polímeros biodegradables, comestibles y sus fuentes son abundantes (maíz, trigo, papa, arroz, etc.), renovables y de bajo costo. Su funcionalidad es principalmente servir como barrera al O_2 y a los lípidos, como también mejorar la textura.

- **Alginatos:** se obtienen de diferentes especies de algas, principalmente de *Macrocystis Pyrifera*. Presenta la propiedad de formar geles cuando se le adicionan iones calcio (Ca^{2+}) los cuales se utilizan en la formulación de PC y RC. Sus aplicaciones son variadas ya que poseen buenas propiedades de barrera frente al O_2 y lípidos, una de las más destacadas es en productos cárnicos frescos o congelados para evitar su deshidratación superficial. Además se lo utiliza en recubrimientos de partículas de café liofilizadas.

- **Pectinas:** corresponden a un grupo complejo de polisacáridos estructurales que están presentes en la mayoría de las plantas, principalmente en los cítricos. Para formar películas con este compuesto es necesario agregar una sal de calcio (cloruro de calcio) y

plastificante. Debido a que son altamente permeables al agua su uso se limita a mejorar el aspecto de algunos productos como frutas secas.

- **Quitina y Quitosano:** La quitina es el polisacárido más abundante en la naturaleza después de la celulosa. Las principales fuentes de este biopolímero son el exoesqueleto de muchos crustáceos, las alas de algunos insectos, paredes celulares de hongos, algas, y otros. En cuanto a su producción industrial se basa mayormente en el tratamiento de los caparazones de crustáceos como camarones, langostas y cangrejos los cuales son obtenidos fácilmente como desechos de las plantas procesadoras de estas especies. Además la quitina constituye la fuente industrial de quitosano más importante ya que mediante un proceso de desacetilación química o enzimática (eliminación del 50% aproximadamente de sus grupos acetilos) se convierte en quitosano, pudiendo obtenerse a gran escala. En los últimos años el quitosano se convirtió en el aditivo de alimentos de origen biológico preferido, debido a sus propiedades antimicrobianas, a su abundancia en la naturaleza y a su capacidad para formar películas. Estas se distinguen de las obtenidas a partir de otros polisacáridos por ser transparentes, de buenas propiedades mecánicas y de barrera frente al O^2. Las PC a base de quitosano fueron aplicadas en muchos productos, principalmente frutas y hortalizas como frutillas, pimientos, pepinos, manzanas, peras, duraznos y ciruelas con el objetivo de preservar su calidad y actuar como agente antimicrobiano.

- **Carragenanos:** se extraen de algas rojas como las especies *Chondrus* y *Gigarina*. Al igual que los alginatos requieren de la adición de sales de calcio para la formación de geles. Como resultado se obtienen películas transparentes, incoloras y de sabor ligeramente salado. Estas se aplican principalmente para retardar la pérdida de humedad de algunos frutos.

- **Derivados de la celulosa:** Los derivados de la celulosa son considerados buenos agentes formadores de películas debido a su estructura lineal. Generalmente las películas son sólidas y resistentes a los aceites y a la mayoría de los solventes orgánicos no polares. Se emplean para controlar la difusión de O_2 y CO_2, a fin de retrasar el proceso de maduración en frutas y vegetales.

b. <u>Proteínas</u>:

- **Caseína:** los caseinatos son buenos formadores de películas emulsionadas por su naturaleza anfifílica, su estructura desordenada y su capacidad para formar puentes de hidrógeno. Las películas de caseinato presentan características favorables para uso en alimentos como transparencia y flexibilidad. Se desarrollaron cubiertas protectoras para brownies, cubos de chocolate y donuts a partir de caseinato de sodio, aceite de algodón, soja o maíz y un plastificante.

- **Proteínas del suero lácteo:** Las películas basadas en proteínas del suero son excelentes barreras al O_2, aunque resultan ser muy frágiles. Como solución a este inconveniente se detectó que sus propiedades mecánicas mejoran considerablemente mediante la adición de un agente plastificante, como el glicerol. Para la fabricación de las películas y los recubrimientos se parte de un concentrado de proteínas al que se aplica calor para su desnaturalización. Tras su refrigeración se elimina el gas atrapado y se forma el material de envase. Dentro de las primeras aplicaciones consideradas en fase de experimentación se puede nombrar su uso como cobertura en productos sensibles al oxígeno, como nueces y maníes, para evitar su oxidación y prolongar su vida útil. También se investiga la formación de recubrimientos comestibles anti-moho para quesos, envases destinados a la leche en polvo y otros productos deshidratados, como barrera frente a la humedad y alternativas al colágeno de las coberturas empleadas en derivados cárnicos.

- **Colágeno:** es el mayor constituyente de la piel, tendones y tejidos conectivos, y se encuentra extensamente distribuido en las proteínas fibrosas de los animales. Las películas comestibles obtenidas a partir de este se aplican desde hace tiempo en productos y derivados cárnicos, principalmente como recubrimiento de salchichas y otros embutidos. Los beneficios que presenta este tipo de recubrimiento son evitar la pérdida de humedad y dar un aspecto uniforme al producto mejorando sus propiedades estructurales.

- **Zeína:** es una prolamina y la principal proteína de reserva del maíz. Se caracteriza por ser un material relativamente hidrofóbico y termoplástico por lo cual forman películas fuertes, con brillo, resistentes al ataque microbiano, insolubles en agua; con propiedades antioxidantes y capacidad de adhesión.

2. LÍPIDOS

Contrariamente a los hidrocoloides, los lípidos se caracterizan por ser hidrofóbicos y no poliméricos, presentando excelentes propiedades de barrera frente a la humedad. Dentro del grupo de lípidos aplicados a recubrimientos y films comestibles se pueden mencionar las ceras, resinas, ácidos grasos, monoglicéridos y diglicéridos. La característica negativa de estas sustancias es su escasa capacidad para formar films, es decir no poseen suficiente integridad estructural ni durabilidad.

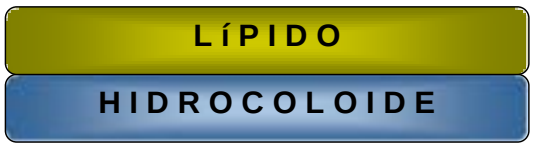
No obstante se los utiliza principalmente como protección de frutas, aplicándose una capa lipídica externa como suplemento a la cera natural que poseen los frutos, la cual es generalmente removida durante el lavado. Asimismo se emplean como barrera entre los distintos compuestos de un alimento heterogéneo, como soporte de aditivos liposolubles y para dar brillo a productos de confitería.

3. COMPUESTOS

Como su nombre lo indica los films compuestos son formulados mediante la combinación de hidrocoloides y lípidos permitiendo aprovechar las ventajas funcionales que presenta cada uno, reduciendo las características desfavorables.

Según la ubicación en el espacio de los lípidos respecto a los hidrocoloides, los recubrimientos y películas compuestas pueden ser de dos tipos:

- Laminados: se configuran mediante la superposición de una capa lipídica sobre una de hidrocoloides, formando una bicapa. De esta manera se logra una distribución homogénea de los lípidos controlando de manera satisfactoria la transferencia de agua.



Modelo de película compuesta tipo laminada.
Adaptado de Mendoza, 2009.

- Emulsiones: se trata de mezclas heterogéneas de lípidos dentro de una matriz de hidrocoloides, obtenidas por emulsión o microemulsión. Este tipo de películas son menos eficientes respecto a la transferencia de humedad ya que no se logra una distribución homogénea de los lípidos.

Modelo de película compuesta tipo emulsión.
Adaptado de Mendoza, 2009.

PROCESO DE FORMACIÓN Y APLICACIÓN DE RC Y PC

Para que los RC o PC resulten eficientes respecto a la conservación y empaque del alimento es esencial que su proceso de fabricación y posterior aplicación se lleve a cabo de manera correcta. Si bien existen varias técnicas tanto para la obtención como para la aplicación de aquellos, cada una de ellas deben respetar o cumplir con cinco etapas principales:

1. Formulación y obtención de los recubrimientos mediante la técnica adecuada (eliminación del solvente, solidificación de la mezcla, gelificación, extrusión, coacervación).
2. Aplicación de la matriz comestible sobre la superficie del producto.
3. Adhesión del material que compone la película o recubrimiento a la superficie del alimento.
4. Formación del RC sobre la matriz alimenticia, cuando se trata de PC por ser premoldeadas ya están constituidas cuando se aplican al producto.
5. Estabilización de las capas continuas del RC o de la PC mediante secado, calentamiento, enfriamiento o coagulación, lo cual depende tanto de la técnica para la aplicación elegida como de la formulación de la película o recubrimiento.

TECNOLOGÍAS PARA LA APLICACIÓN DE RC Y PC

Actualmente se desarrollaron varios métodos para la correcta aplicación de las matrices comestibles sobre los alimentos. Como se mencionó antes los RC se diferencian de las PC por el modo en que son aplicados. Las técnicas de Inmersión o Spray se utilizan para RC y el Casting para PC:

- INMERSIÓN: consiste en la aplicación de las matrices comestibles sumergiendo el alimento en la solución filmogénica preparada. Se utiliza especialmente en aquellos alimentos cuya forma es irregular que requieren de una cobertura uniforme y gruesa. Es importante que el producto a tratar esté previamente lavado y secado, y que una vez retirado de la solución se deje drenar el excedente de solución para lograr un recubrimiento uniforme.
- SPRAY: esta técnica se basa en la aplicación de la solución filmogénica presurizada. Permite obtener RC más finos y uniformes. Se usa en alimentos de superficie lisa o para la separación de componentes de distinta humedad de un alimento compuesto, por ejemplo en platos preparados como pizzas u otros.
- CASTING: mediante esta técnica se obtienen películas o films premoldeados. Consiste básicamente en la obtención de una dispersión uniforme compuesta por biomoléculas (proteínas, polisacáridos, lípidos), plastificante y agua. Luego se vierte sobre una placa de material inocuo (acero inoxidable) donde se deja secar para que se forme el film o película. La velocidad de secado junto con la temperatura y humedad son condiciones determinantes para la calidad del film (transparencia, consistencia, propiedades mecánicas), por lo tanto deben ser controladas correctamente. Una vez finalizado el

secado se tiene un film de gran tamaño, el cual es fraccionado para ser aplicado sobre los alimentos a tratar.

SITUACIÓN NACIONAL

Si bien aún no existe disponibilidad comercial de Recubrimientos Comestibles ni de Películas Comestibles en el mercado nacional, se cuenta con varias líneas de investigación, experimentación y desarrollo.

Entre estas se puede mencionar el Grupo de optimización de la calidad de alimentos preservados y/o almacenados del Departamento de Industrias de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FECyN) de la Universidad de Buenos Aires (UBA), el cual posee una línea de investigación en la aplicación de PC como soporte de aditivos y/o nutrientes. En la misma facultad se destaca el trabajo del Laboratorio de Polímeros y Materiales Compuestos perteneciente al Departamento de Física, en el cual durante los últimos años se desarrollaron múltiples estudios sobre el tema. Principalmente en este laboratorio se investiga sobre el desarrollo de materiales biodegradables y comestibles a partir de biopolímeros con aplicación en alimentos y/o productos farmacéuticos.

También es importante mencionar la tarea llevada a cabo en el Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA), donde se trabaja en el desarrollo, caracterización y aplicación de recubrimientos, películas y envases activos biodegradables a partir de proteínas de origen vegetal.

FUENTES

- Nuria Cubero, Albert Monferrer, Jordi Villalta. Aditivos Alimentarios. 2002 Ediciones Mundi Prensa.

- Famá Lucía, Flores Silvia, Rojas Ana M., Goyanes Silvia, Gerschenson Lia. Comportamiento mecánico dinámico de películas comestibles a bajas temperaturas. Influencia del contenido de sorbato y grado de acidez. Congreso CONAMET/SAM 2004.

- Escobar D., Sala A., Silvera C., Harispe R., Marquez R. Películas biodegradables y comestibles desarrolladas en base a aislado de proteínas de suero lácteo: estudio de dos métodos de elaboración y del uso de sorbato de potasio como conservador. Revista del laboratorio tecnológico del Uruguay. N° 4. 2009.

- Famá Lucía, Rojas Ana M., Goyanes Silvia, Gerschenson Lia. Películas comestibles de aplicación industrial. Jornadas SAM/ CONAMET/ SIMPOSIO MATERIA 2003.

- Dra. Zaritzky Noemí. Películas biodegradables y recubrimientos comestibles a base de hidrocoloides: caracterización y aplicaciones. Centro de Investigaciones y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA). UNLP – CONICET.

- Dra. Zaritzky Noemí. Evolución y desarrollo de plásticos biodegradables. Centro de Investigaciones y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA). UNLP – CONICET.

- Rojas Marzo Irene. Efecto del tipo de aceites esenciales sobre las propiedades mecánicas y barrera de películas comestibles basadas en zeína. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Pública de Navarra. Junio 2010.

- Miranda Patricia, Cárdenas Galo, López Damián, Sagahon Alma V. Lara. Comportamiento de películas de quitosán compuesto en un modelo de almacenamiento de aguacate. Journal of the Mexican Chemical Society, octubre – diciembre, año/vol. 47, número 004. México 2003.

- Lárez Velasquez Cristóbal. Quitina y quitosano: materiales del pasado para el presente y el futuro. Grupo de Polímeros, Departamento de Química, Racultad de Ciencias, Universidad de Los Andes. Venezuela 2006.

- Dra. Bosquez – Molina Elsa. Desarrollo de recubrimientos comestibles formulados con goma de mezquite y cera de candelilla para la conservación de frutas. Mundo Alimentario Julio/Agosto 2008.

- Escamilla García Ma., Calderón Dominguez Ga., Farrera Rebollo R. Ra., Chanona Perez Ja., Martinez Rivas Ab. Cambio en las propiedades mecánicas, ópticas y estructurales de películas comestibles elaboradas a base de mezcla zeína y quitosano.

- Ing. Aguilar Mendez Miguel Ángel. Propiedades físicas y mecánicas de películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de frutos de aguacate. Instituto Politécnico Nacional. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. México. Julio 2005.

- Tendencias de envasado en elaborados cárnicos. AINIA.

- Navarro Tarazaga, María Llanos. Efecto de la composición de recubrimientos comestibles a base de hidroxipropilmetilcelulosa y dera de abeja en la calidad de ciruelas, naranjasy mandarinas. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Tecnología de Alimentos. Valencia 2007.

- Landeta, María Cristina. Estudio de películas y recubrimientos comestibles y su aplicación en la industria alimentaria. Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires y Università degli Studi Di Parma. 2010