

Cítricos

¿Qué hay de nuevo en tratamientos poscosecha?

Alicia Namesny

agrocon@ediho.es

La importancia de la producción de cítricos en la economía española motiva que también se dediquen recursos a investigar en todos los aspectos que le atañen. El IVIA, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, convocó las Jornadas IVIA 2009 para exponer qué hay de nuevo en poscosecha de cítricos; esta jornada, llevada a cabo el 25 de junio 2009, tuvo como antecedente destacado a las convocadas también por esta institución en el marco de la feria Euroagro, los días 20 y 21 de octubre 2005, dedicadas a actualizar la investigación en cítricos y en las que la poscosecha fue objeto de una sesión. Los participantes en el encuentro del junio 2009 fueron investigadores de diferentes centros que trabajan en el tema y son una excelente oportunidad de conocer las nuevas herramientas con que podrá contar la práctica comercial.

En el almacén

La inspección automática de los productos hortofrutícolas es una aspiración para todas las especies y una realidad para muchas de ellas. Esto pasa por el desarrollo de sensores y equipos ópticos y por el diseño de elementos y automatización de equipos de visión y su integración en la maquinaria agrícola. La inspección automática de la fruta revierte los inconvenientes que tiene el hacerlo manualmente; es rápida, ininterrumpida, la calidad que se obtiene es uniforme; la productividad, mayor; se reducen los costes, aumenta la competitividad y mejora la imagen de la empresa. También permite inspeccionar toda la fruta, no solamente una muestra. Los programas informáticos permiten adaptar el tipo de inspección al tipo de fruta.

Las herramientas para lograr esto varían, y entre las principales están la fluorescencia y la aplicación de longitudes de onda en el rango del infrarrojo. José Blasco explicó los trabajos que lleva a cabo el Centro de Agroingeniería del IVIA, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, para el desarrollo de sistemas de visión artificial en relación a los cítricos.

En inspección automática se trabaja en el desarrollo de equipos de campo capaces de preclasificar la fruta, un desafío por las duras condiciones de trabajo (equipos en movimiento, presencia de luz, etc.). Han desarrollado equipos para la detección de podredumbres en cítricos basados en la obtención de imágenes hiperespectrales y en la fluorescencia (las cámaras oscuras que hay en los almacenes). También ha desarrollado equipos para la inspección automática de gajos de satsuma para quitar los defectuosos o que tienen semillas. La inspección para detectar semillas es también posible para fruta en fresco. José Blasco tratará estos temas con más profundidad en un próximo número de la revista Horticultura.

En la cámara frigorífica

La concentración de gases en una cámara frigorífica deter-

minará por un lado la calidad de la fruta y, por otro, será un indicio de cómo está evolucionando esta calidad.

Abelardo Gutiérrez explicó el proyecto Sensogest que tiene por objetivo construir una infraestructura capaz de obtener, preprocesar y transmitir a una estación remota información sobre el estado de maduración de frutas y hortalizas almacenadas en cámaras frigoríficas para controlar la atmósfera de las mismas. El primer paso de este proyecto es obtener sensores capaces de detectar concentraciones de dióxido de carbono y de etileno; en relación a este último gas, se estudió cómo afectaba su presencia al aroma de la fruta almacenada. Se midieron los volátiles que producía la fruta durante el almacenamiento, determinándose que los principales fueron limoneno y valenceno; su relación cambia cuando hay etileno en el ambiente. En el estado actual del proyecto el equipo es capaz de desarrollar detectores electrónicos capaces de monitorizar la evolución del estado de la fruta a través de la medida de las concentraciones de etileno, dióxido de carbono y etanol. El sistema de monitorización desarrollado podrá ser aplicado en un futuro próximo a la supervisión de la evolución poscosecha de la fruta almacenada en centrales hortofrutícolas, permitiendo establecer calendarios de comercialización que aseguren la llegada al consumidor final de fruta organolépticamente aceptable.

Los cítricos, una fuente de virtudes nutricionales - ¿cómo preservarlas?

Nutricionalmente hablando los cítricos, además de ser una reconocida fuente de vitamina C, aportan carotenoides, en particular, provitamina A, ácido fólico, potasio y fibra dietética. A estos compuestos se suman otros a los que hace menos tiempo que se da importancia, recaen también bajo el englobante nombre de “fitoquímicos” y entre ellos hay al menos 58 agentes anticancerígenos. Entre estos compuestos se establecen sinergias, de las que interesan particularmente las que ocurren con los

compuestos antioxidantes, que mejoran su acción (y valorizan los antioxidantes tomados de fuentes naturales en vez de los de “pastilla”, que difícilmente puedan incorporar estos efectos de sinergia al tratarse de sustancias de síntesis que no van acompañadas de esta pléyade de otros compuestos).

Cristina Rojas Argudo, en su conferencia sobre la “Calidad nutricional y funcional de los cítricos durante su manipulación y poscosecha”, resumió el contenido en compuestos de interés nutricional en los cítricos, para pasar a explicar qué pasa con ellos una vez separado el fruto del árbol, es decir, durante la poscosecha. El resultado global será el resultado de diferentes factores entre los que están las reacciones de senescencia, la genética, la velocidad del metabolismo, los factores precosecha y la manipulación poscosecha. En relación a los últimos, las bajas temperaturas disminuyen la respiración y los procesos metabólicos, haciendo que los cambios en la composición se ralenticen. Su uso debe tener en cuenta que no se produzcan daños por frío. Una alta humedad relativa disminuye la tasa de transpiración, lo que también disminuye los procesos vinculados a la senescencia. Procesos que aceleran los cambios composicionales son la exposición a etileno y daños en los frutos, que aceleran su metabolismo (magulladuras y otros daños mecánicos). El equipo del Ivía estudió el efecto de la manipulación poscosecha en un grupo de componentes funcionales, concretamente la capacidad antioxidante total, el contenido total de vitamina C y tres flavonoides. Se comprobó que no existen pérdidas importantes de vitamina C en naranjas Valencia almacenadas 3 meses a 5°C. El encurtido en general no afecta el contenido de estos compuestos y en algunos casos hubo más contenido de vitamina C. El curado es una práctica que consiste en mantener la fruta durante 3 días a una temperatura de 35 a 37°C para permitir que cicatricen pequeñas heridas y que disminuya la turgencia de las glándulas de la piel y se produzcan así menos daños en el pasaje por la línea de manipulación. Su efecto en los compuestos nutricionales es que a veces disminuye el contenido de vitamina C; esto podría evitarse utilizando la práctica de “calentamiento intermitente”, con dos ciclos a 38°C de 16 h de duración cada uno. Los investigadores también analizaron el efecto de prácticas poscosecha relativamente menos frecuentes como son las radiaciones ionizantes con rayos X y las atmósferas insecticidas.

Hay vida antes y después de los fungicidas “convencionales”

Para quienes hemos vivido la mayor parte de nuestra vida el siglo pasado, los fungicidas “convencionales” son los de síntesis; son conocidos los múltiples cuestionamientos a los que se enfrentan, de los cuales el más poderoso es el de dejar residuos sobre la fruta. A esta contaminación se agrega la que ocurre en el medio ambiente y se suman otros inconvenientes como son la proliferación de cepas resistentes, los cuestionamientos más allá de las especificaciones de las normativas vigentes de determinados mercados o sectores de mercados (requerimientos de residuos inferiores a los LMR, producción orgánica, etc.), y la duración del proceso de desarrollo de nuevos principios activos y, una vez desarrollados, de su registro.

Estos cuestionamientos han motivado la búsqueda de alternativas al control de enfermedades en poscosecha y al desarrollo de un tipo de estrategia de control que se basa en la utilización de múltiples “herramientas” cuyo uso separado es menos eficaz que la aplicación de fungicidas convencionales pero que empleadas de forma combinada permiten llegar a niveles importantes de control evitando los efectos negativos de los fungicidas o permitiendo su uso a dosis menores y que por tanto no generan problemas. Lluís Palou, en su ponencia “Alternativas a los fungicidas convencionales para el control de enfermedades de poscosecha” explicó la estrategia de control CINCEP y repasó los tratamientos poscosecha alternativos.

El Cincep, Control Integrado No Contaminante de Enfermedades Poscosecha, requiere el conocimiento de los patógenos y de los factores que determinan su incidencia en precosecha, cosecha y poscosecha y se basa en “incidir de forma global sobre el problema, actuando con medios no contaminantes sobre cada uno de esos factores en el momento adecuado para minimizar las pérdidas económicas debidas a enfermedades de poscosecha”.

Entre los aspectos esenciales se encuentran efectuar una recolección cuidadosa para minimizar heridas en la piel y otros daños físicos, realizar un manejo adecuado del producto una vez cosechado, para lo que se requiere tanto una tecnología y materiales apropiados como un equipo humano concienciado y bien entrenado.

Las actuaciones poscosecha en el marco del Cincep pasan por un manejo adecuado, la higienización de las centrales, la detección precoz y el uso de tratamientos antifúngicos poscosecha alternativos. Estos últimos son de cuatro tipos: físicos, químicos y biológicos.

Los principales tratamientos antifúngicos entre los físicos son la aplicación de calor (el curado, el uso de agua caliente) y la irradiación (UV-C, radiaciones ionizantes). Tratamientos complementarios basados en principios físicos son la conservación frigorífica (a la temperatura apropiada para cada variedad, para evitar que ocurran daños por frío; no debe olvidarse que la temperatura óptima para la mayoría de variedades de naranjas y mandarinas está entre 3 y 5°C). Otros tratamientos potencialmente aplicables es el uso de atmósferas controladas o modificadas, y entre ellas se encuentran las convencionales, con una reducción del oxígeno y un aumento del anhídrido carbónico al mismo tiempo, las hipobáricas (75 a 175 mm Hg), aplicación de monóxido de carbono o de ozono.

Analizando las opciones del tratamiento con calor, Lluís Palou indica que las condiciones para realizar curado son de una temperatura superior a 30°C, una humedad relativa superior al 90%, aplicadas durante 1 a 3 días, mediante la inyección de aire caliente. Pero que a nivel comercial resulta poco práctico, caro y puede tener efectos adversos en la calidad. En relación al uso de agua caliente, la inmersión durante 1 a 3 minutos en agua a más de 50°C resulta un método sencillo y práctico y da buenos resultados. Sí hay que tener en cuenta que hay un estrecho margen en que la temperatura sea efectiva o fitotóxica. También hay equipos que funcionan con cepillado con agua caliente (HWB,

hot water brushing), donde la fruta pasa durante 10 a 30 segundos sobre cepillos en rotación y reciben una ducha de agua caliente con una temperatura entre 55 y 65°C.

La irradiación con luz UV-C utiliza luz ultravioleta lejana o de baja longitud de onda (100 a 280 nm) a dosis bajas (0.5 a 8 kJ/m²) y debería ir integrada a la línea de confección. Las radiaciones ionizantes, otra teórica herramienta, se basan en aplicar rayos gama, rayos beta (electrones acelerados) o rayos X. Tienen el gran inconveniente que las dosis antifúngicas adecuadas son fitotóxicas. A ello se suma su “mala prensa” (rechazo por parte del consumidor; ello se intenta evitar con una legislación que sitúa la dosis máxima aplicable en 1 kGy) y el necesitar de plantas de tratamiento específicas.

La aplicación de ozono en las cámaras de conservación, tiene aparentemente más inconvenientes que virtudes. La dosis a aplicar sería de 0.1 a 1 ppm; por su gran poder oxidante, puede afectar la seguridad de los operarios y causar fitotoxicidades. Los estudios han demostrado que retrasa el desarrollo de podredumbres pero no reduce la incidencia; es decir, no sustituye a los fungicidas. Controla el crecimiento micelial aéreo y la esporulación solo si existe contacto directo con la atmósfera enriquecida en ozono. Además, no traspasa cartones ni plásticos. Y, finalmente, destruye el etileno ambiental, lo cual puede ser deseable o no, según lo que se desee.

Los tratamientos químicos con sustancias alternativas a los fungicidas y recubrimientos “convencionales” se basan en aditivos alimentarios y sustancias GRAS (Generally Recognized as Safe; generalmente reconocidas como seguras). Son muchas veces sustancias “naturales” (extractos de plantas, en oposición a sustancias de síntesis) y su efecto es a veces indirecto, induciendo la resistencia del fruto más que afectando al patógeno. También se incluyen en esta categoría recubrimientos con acción antifúngica.

Los aditivos alimentarios y sustancias GRAS pueden aplicarse en baños en soluciones acuosas calientes (2 a 3 minutos en soluciones del 2 a 3% a una temperatura entre 40 y 50°C) y los productos que se usan pueden ser sales inorgánicas, como carbonatos sódicos, u orgánicas, como sorbato potásico. Suelen tener alta compatibilidad con otros tratamientos. En algunas zonas citrícolas del mundo, como California, existen almacenes que las emplean a nivel comercial. Las “sustancias naturales” utilizadas abarcan sustancias volátiles (como acetaldehído, jasmonatos, etanol, hexanal, etc.), y extractos de plantas como varias que se obtienen de especies de Citrus (citral, flavanonas, cumarinas, ...) y de un número creciente de otras plantas entre las que ya se encuentran Thymus (tomillo), Mentha, Myrtus (mirto), Eucalyptus, Camelia, Cinnamomum (canela), Rosmarinus (romero), Origanum (orégano), Salvia, Acacia, Artemisia, etc. También se incluyen las sustancias naturales con utilidad para mejorar el comportamiento poscosecha péptidos y proteínas y quitosano y derivados (el quitosano es lo que compone la cubierta de insectos y crustáceos y suele extraerse de estos últimos).

En cuanto a sustancias que inducen la resistencia, se han evaluado para tratamientos poscosecha el silicato potásico, el si-

licato sódico, el ácido salicílico (base de la “aspirina”), ácido benzoico y el ácido beta aminobutírico.

Entre los recubrimientos con acción antifúngica se encuentran los recubrimientos comestibles; están compuestos a base de proteínas o polisacáridos y lípidos y su uso sustituye al de las ceras comerciales. Las ceras comerciales tienen también acción antifúngica cuando se las mezcla con fungicidas. Y existe un tercer grupo, mencionado por Palou, el de los “ingredientes antifúngicos”, entre los que hay aditivos alimentarios y sustancias GRAS, y comprende sustancias naturales (aceites esenciales) y agentes de biocontrol.

Estos últimos, los tratamientos biológicos, implican el uso de microorganismos antagonistas, entre los que pueden haber bacterias, levaduras u hongos. En todo el mundo se realizan investigaciones sobre este tema pero los registros son complicados y el uso comercial es escaso. Normalmente los mejores resultados se obtienen en usos preventivos, ya que la actividad fungicida o curativa es escasa. Tienen un gran potencial como tratamientos complementarios a otros sistemas alternativos.

Alcanzar niveles de efectividad, persistencia y espectro de acción similares a los que se obtienen con productos convencionales exige generalmente el uso de la combinación de dos o más tratamientos, con lo que pueden obtenerse efectos aditivos o sinérgicos al aumentar la efectividad y/o persistencia de los tratamientos individuales.

El conocimiento de las causas permite modificar los efectos

Ma. Teresa Lafuente y Lorenzo Zacarías, del IATA, Instituto de Agroquímica y Tecnología de los Alimentos, trabajan en el Grupo de Fisiología y Biotecnología Poscosecha, que lleva a cabo investigación básica para determinar los procesos que acaban manifestándose como una fisiopatía (daños por frío, colapso de corteza) y cómo puede inducirse a que estos procesos sean menos frecuentes (tolerancia inducida). También investigan procesos que afectan a la calidad, como es la biosíntesis de carotenoides, la emisión de volátiles, o la bioquímica de los fenilpropanoides. El Departamento se ocupa también de los entresijos de las patologías, para poder influir en su manifestación (respuesta de los cítricos a las infecciones, conocimiento del principal patógeno de los cítricos, *Penicillium*, acción de péptidos antimicrobianos, y otros tratamientos). Las herramientas genéticas están entre las principales en estos tipos de investigación.

Entre los tratamientos que han estudiado es la aplicación de calor para reducir los daños por frío, en forma de condiciones de curado y como tratamientos por inmersión en agua.

Una de las conclusiones de estos estudios es que la temperatura y el tiempo requeridos para aumentar la tolerancia al frío por los tratamientos en baños de agua caliente son próximas a las que originan daños de calor, por lo que la aplicación de estos tratamientos ha de ser sumamente precisa.

En relación al colapso de la corteza, se ha visto que es inducida por la deshidratación a baja humedad relativa (45%) previa al almacenamiento a alta HR (95%). El encerado en la línea de confección agrava los síntomas si el fruto ha sufrido deshidrata-

ción previa. Otros factores que intervienen en el nivel de severidad de colapso son el retraso en la confección, que agrava el daño en la piel. El etileno actúa reduciendo la alteración.

Otra línea de trabajo de este equipo ha sido ver cómo afectan el contenido de carotenoides, compuestos de interés nutricional, y el de volátiles, de interés cualitativo, los distintos procesos como la maduración, a desverdización con etileno, la conservación refrigerada y el curado térmico.

Para el control de patógenos se propone una nueva forma de aproximación, utilizando factores que sean necesarios para la infección pero no para la supervivencia del patógeno. Se reduce de esta forma la probabilidad de selección de cepas resistentes. Están desarrollando herramientas genómicas (basadas en los genes) para controlar *Penicillium*; para ello lo primero es la identificación de factores de patogenidad o virulencia para poder crear mutantes con su patogenidad alterada. Ello requiere también como paso previo el desarrollo de sistemas eficientes de transformación genética.

Los AMP, péptidos antimicrobianos, forman parte de los mecanismos de defensa de los todos los organismos, incluyendo los humanos; existen más de mil conocidos, tanto naturales como sintéticos. Un 2 a 3% de las ORF en genomas vegetales son AMP potenciales.

Un ejemplo de péptido sintético con acción antimicrobiana es el PAF26, que inhibe la germinación de conidios y el crecimiento de micelio; en relación a la podredumbre verde sobre frutos cítricos, inhibe la infección y la podredumbre. Es de baja toxicidad inespecífica y es activo frente a cepas resistentes a fungicidas.

Los recubrimientos, la primera barrera

La necesidad de utilizar un recubrimiento o encerar la fruta se origina en el propio proceso a que se somete la fruta en el equipo de almacén, que afectan a las ceras que naturalmente recubren el fruto. El restituirlas pretende restituir sus funciones, básicamente devolver a la cutícula su impermeabilidad al vapor de agua y al oxígeno. Además, las ceras y los recubrimientos tienen por finalidad aportar brillo, para aumentar el atractivo visual del producto. Los recubrimientos utilizados “tradicionalmente” han sido ceras solventes o al agua. Para el desarrollo de recubrimientos naturales, un tema en el que trabajan en el Centro de Tecnología de Post-recolección del Ivía, Ma. Bernardita Pérez Gago explica que se utilizan ingredientes naturales que se engloban en los grupos químicos de polisacáridos, proteínas o lípidos, todos ellos Gras. A ellos se suman componentes minoritarios como plastificantes, emulsificantes, etc. Las proteínas y polisacáridos comparten las propiedades de ser buenas barreras para el oxígeno, tener buenas propiedades mecánicas, pero ser malas barreras a la humedad. Por el contrario, los lípidos son buenas barreras a la humedad, malas para el oxígeno pero resultan muy quebradizos. Los recubrimientos compuestos buscan unir las mejores propiedades de estos grupos.

Los factores que condicionan la calidad de la fruta son la composición del recubrimiento, el contenido en sólidos, la viscosidad de las formulaciones, el tipo de fruta y cultivar y las

condiciones de almacenamiento (temperatura, humedad relativa, tiempo).

La línea de investigación llevada a cabo por este equipo en el Ivía busca el desarrollo y caracterización de recubrimientos naturales para cítricos que mantengan su calidad organoléptica y también el desarrollo de recubrimientos naturales con actividad antifúngica mediante la incorporación de aditivos alimentarios Gras para el control de las podredumbres verde y azul. Probaron recubrimientos en base a HPMC, hidroxipropil metilcelulosa y lípido, en mandarinas Fortune, Marisol, Ortanique y naranjas Valencia.

El recubrimiento de HPMC en naranja Valencia fue efectivo, reduciendo la pérdida de peso frente a la cera comercial de goma laca; también modificó la atmósfera interna de la fruta, pero en mucho menor medida que el recubrimiento comercial probado, que indujo malos sabores.

En los trabajos en que se agregaron compuestos destinados a evitar el desarrollo de *Penicillium*, los mejores resultaron los que contenían sorbato de potasio, benzoato de sodio o sus mezclas.

Más investigaciones

Otros temas en los que trabaja la poscosecha de cítricos incluyen el estudio de las condiciones óptimas de desverdización y frigoconservación de nuevas variedades, estudios de las formas de actuar de los hongos causantes de podredumbres en poscosecha, la incorporación de aceites esenciales naturales en la cera al agua para cítricos como una alternativa a los fungicidas sintéticos, y la gestión medioambiental integrada de subproductos cítricos. Un panorama general de los temas bajo investigación en poscosecha de cítricos fue expuesto por José Ma. Martínez Jávega, investigador del Ivía.

Para saber más:

Abelardo Gutiérrez
gutierrez_abe@gva.es

Cristina Rojo
rojas_cri@gva.es

José Blasco
jblasco@ivia.es

José Ma. Martínez Jávega
martinez_josjav@gva.es

Lluís Palou
palou_llu@gva.es

Lorenzo Zacarías
lzacarias@iata.csic.es

Ma. Bernardita Pérez Gago
perez_mbe@gva.es

Ma. Teresa Lafuente
mtlafuente@iata.csic.es



Florentino Juste, en el centro, director del IVIA, agradece la participación a los investigadores en poscosecha de la Jornada Poscosecha del 25 de junio 2009.



Las Jornadas suscitan la atención de numerosos técnicos que desarrollan su función en empresas productoras de cítricos.