



Periquetes de sandía MPF pozosur.

Innovaciones tecnológicas para preservar la calidad

Productos vegetales mínimamente procesados o de la "cuarta gama"

El incremento en el consumo de este tipo de alimentos, obliga a desarrollar nuevos métodos que garantizan la calidad de los mismos.



Francisco Artés-Hernández, Encarna Aguayo, Perla Gómez y Francisco Artés*

Grupo de Postrecolección y Refrigeración. Departamento de Ingeniería de Alimentos. Universidad Politécnica de Cartagena. fr.artes@upct.es

Introducción

Los hábitos de alimentación humana han cambiado mucho en las dos últimas décadas. El actual ritmo de vida, con escaso tiempo para preparar comidas equilibradas, ha provocado la demanda de productos vegetales naturales, frescos, saludables y dispuestos para consumir, como los mínimamente procesados en fresco (MPF), denominados comercialmente de la "cuarta gama" de la alimentación. Así, la oferta de productos MPF ha aumentado notablemente en los países industrializados, siendo muy competitivos y aportando

nuevos productos y desarrollando nuevas tecnologías emergentes y sostenibles para garantizar la calidad sensorial y nutritiva y la seguridad alimentaria.

En el procesado mínimo industrial en fresco, la única etapa que consigue disminuir la contaminación microbiana inicial es el lavado-desinfección con hipoclorito sódico (100-150 ppm a pH 6,5). Sin embargo, debido a los riesgos demostrados de formación de subproductos potencialmente cancerígenos tras su reacción con la materia orgánica, a que su eficacia es limitada en algunos productos

y a determinado rango de pH y a la contaminación medioambiental que produce, se está cuestionando mucho su uso en todo el mundo. Por ello, se están desarrollando diversas técnicas alternativas al empleo del cloro, emergentes y sostenibles, para prolongar la calidad de los elaborados MPF durante más tiempo. Éstas se pueden aplicar en diversos puntos de la cadena productiva: selección de variedades idóneas y métodos de cultivo menos agresivos, preparación y acondicionamiento del producto, nuevos agentes desinfectantes en la etapa de lavado, tratamientos anti-

crobianos previos al envasado, o en el envasado. El presente trabajo revisa algunos de los resultados técnicos más relevantes en este campo.

Selección de variedades y cultivo

El primer aspecto a considerar para el procesado mínimo en fresco de un producto hortofrutícola consiste en una adecuada selección del cultivar y, posteriormente, de la variedad idónea. Así, el melón cuenta con diversos tipos varietales o cultivares, como Galia, Cantaloupe, Piel de Sapo y Amarillo, cuyo comportamiento metabólico es diferente en cada uno de ellos, tanto enteros como MPF (Aguayo et al., 2004). Además, existen variedades de larga, media y vida comercial. Al estudiar su influencia sobre la vida útil del tomate MPF, las variedades Thomas (S&G), Sinatra (S&G) y Calvi (Gautier), de larga duración y bien valoradas por su producción en invernadero, mostraron muy buena aptitud para su procesado mínimo entre las dieciséis estudiadas (Aguayo et al., 2001a, 2001b). En las variedades de melón Galia y Cyro (este último, de De Ruijter) de larga vida, Solarking (Nunhems) de media vida y Galápagos (Hazera) como convencional, se ha observado que a pesar de la baja tasa respiratoria de 'Cyro', que permitiría extender su vida útil respecto al resto, adolecía de sabor, siendo 'Galápagos' de gran aceptación por su delicado sabor, característica muy valorada por el consumidor (Silveira et al. (2007a).

Frente al cultivo tradicional, el innovador sistema de producción en bandejas flotantes, sobre las que crecen las plantas en una solución nutritiva, es sencillo y rápido para producir hortalizas foliáceas de pequeño tamaño. Interesa particularmente para las que se aprovechan por sus hojas, logrando minimizar la acumulación de nitratos y la carga microbiana, lo que las hace idóneas como materias primas para el procesado mínimo en fresco (Fernández et al., 2006; Rodríguez-Hidalgo et al., 2006, 2007 y 2009).

Preparación del producto

Previo al acondicionamiento del producto, la aplicación de diversos tratamientos puede influir en un mayor éxito en la preparación de los elaborados MPF. Por ejemplo, el 1-metil ciclopropano (1-MCP) es un compuesto orgánico que, a concentraciones muy bajas, bloquea los receptores de etileno en las células ve-



tales e inhibe la respuesta fisiológica al etileno. No es tóxico y el residuo es insignificante. Se ha estudiado su aplicación en productos MPF como kiwi, mango, caqui, fresa, piña, fruta de hueso y granada y la respuesta varió con la especie y el tiempo de aplicación (6 ó 24 horas). En rodajas de kiwi y fresa el 1-MCP redujo la emisión de etileno sin afectar la tasa respiratoria, tanto si se aplicaba antes como después de procesar la fruta (Aguayo et al., 2006b). En cubos de mango, redujo el pardeamiento y el ablandamiento, pero sólo al aplicarlo en el producto procesado, sin observarse ningún efecto en producto entero. En general, el 1-MCP puede prolongar la vida útil 1 ó 2 días más, usándolo conjuntamente con la refrigeración y elevada humedad relativa (Vilas-Boas et al., 2004).

El agua electrolizada (AE) es un nuevo desinfectante para las industrias de procesado mínimo en fresco. Se produce por la electrólisis de una solución salina mediante la aplicación de un alto voltaje

Una vez seleccionada la variedad idónea, es necesario conocer el comportamiento fisiológico del producto cortado. Es bien conocido que en general, la tasa respiratoria y emisión de etileno de las frutas y hortalizas aumenta en proporción a la extensión del daño y división del producto entero, por tanto, a la intensidad del estrés (Artés-Hernández et al., 2007). También puede suceder en algunos productos, como el pimiento, que presenten la misma actividad respiratoria en distintos tipos de corte (dados, tiras, rodajas) (Artés-Hernández et al., 2005). Salveit (1997) mostró que la respuesta metabólica generalmente aumenta con el incremento del daño y que, después de alcanzar cierta severidad, un daño adicional no la incrementa. Se ha correlacionado positivamente la intensidad respiratoria con el grado de procesado de melón cortado (rodajas, trapecios y cilindros) y aumentó más con el mayor grado y superficie de corte (cilindros) (Aguayo et al., 2004). No obstante, determinados tipos de corte, como cilindros o bolas, resultan muy atractivos para los consumidores, favoreciendo su compra (Silveira et al., 2007a).

Innovaciones en la etapa de lavado

El lavado constituye un punto crítico en el procesado mínimo y resulta decisivo para la calidad, seguridad y vida útil del elaborado. Tiene como objetivo principal eliminar la suciedad y carga microbiana y los fluidos intercelulares tras el corte (Ahvenainen, 1996; Artés, 2000). Con ello se pretende reducir el crecimiento microbiano y los desórdenes fisiológicos. El cloro es el desinfectante más empleado industrialmente para los productos MPF y su forma más efectiva la de ácido hipocloroso (HOCl), pero la disociación del HOCl depende del pH del agua. A pesar de que es barato y efectivo, puede dejar residuos químicos en el medio ambiente o formar compuestos potencialmente cancerígenos como los trihalometanos (THM) y cloraminas. Por ello se están estudiando desinfectantes alternativos al cloro. Actualmente, los desinfectantes que pueden sustituir al NaClO son el ácido peroxiacético, clorito sódico acidificado, dodecil benzen sulfonato sódico, dióxido de cloro y ácido láctico (Aguayo et al, 2007; Artés et al., 2009). En este campo, se ha investigado y se continúa trabajando sobre su eficacia en productos MPF como lechuga, espinaca, escarola, pimiento, melón, hino-



Espinaca cultivadas en bandejas flotantes.

jo, colirrábano y en numerosos brotes de hortalizas foliáceas (tatsoi, rúcola, red-chard, mizuna, colleja, verdolaga, etc). Por lo general se evalúan descensos de 1 a 2 unidades log en el crecimiento de microorganismos mesófilos, psicrotrofos y de enterobacterias respecto al tratamiento con 100-150 ppm NaClO a pH 6,5. Otros desinfectantes que actualmente se propugnan son las bactericinas, compuestos de tipo proteico con efecto bactericida, producidos por diferentes estirpes bacterianas. Las más utilizadas son nisinas, aunque también se emplean pediocinas, plantaricinas y lactocinas. Con 250 mg/L de nisina combinada con 100 mg de EDTA, se ha logrado controlar el crecimiento microbiano en melón "Galia" MPF (Silveira et al., 2008).

El agua electrolizada (AE) es un nuevo desinfectante para las industrias de procesado mínimo en fresco. Se produce por la electrólisis de una solución salina mediante la aplicación de un alto voltaje. Se ha estudiado el comportamiento microbiológico y nutricional del AE neutra, mezclada en un 50% con agua de red, logrando éxito en la desinfección de hortalizas foliáceas (Aguayo et al., 2008a).

El ozono (O₃) puede ser muy importante en el lavado de productos MPF, al reducir la flora microbiana en la superficie de los alimentos. La solubilidad del O₃ depende de la temperatura, pureza y pH del medio. Los lavados de escarola MPF mediante duchas con agua ozonizada (0,4 ppm) incrementaron el efecto microbicida del O₃ frente al lavado por inmersión del producto (Aguayo et al., 2009a). En tomate "Thomas" cortado en cascotes y almacenados 10 días a 5°C se logró una notable reducción frente al testigo con los lavados ozonizados (3,8 ppm y 3 min) de 1,9; 1,6 y 0,7 unidades log en los recuentos de mesófilos, psicrotrofos y levaduras, respectivamente (Aguayo et al., 2005). También se ha comprobado que la conser-



Conservación de granada procesada en fresco.

vación de tomate MPF en O₃ gaseoso (4 ± 0,5 ppm O₃; 30 min cada 3 h) proporcionó un aumento en el contenido de vitamina C (Aguayo et al., 2006a).

Surge también el interés por los tratamientos térmicos, con vapor o agua, para reducir los daños por frío, controlar el crecimiento microbiano y prolongar la vida poscosecha al retardar procesos vinculados a la madurez y la incidencia de podredumbres. En concreto, un baño con agua a 60°C durante 90 ó 120 s, seguido de un lavado en agua fría (5°C, 60 s) potenció el efecto antimicrobiano de 68 ppm de ácido peroxiacético en secciones trapezoidales de melón "Galia" MPF, sin agravar su ablandamiento (Silveira et al., 2007b).

Los productos MPF pueden sufrir desórdenes fisiológicos como el amarillamiento (brócoli), blanqueamiento (zanahorias), pardeamiento (lechuga, hinojo), ablandamiento, etc. que podrían reducirse con la aplicación de disoluciones de productos químicos que pueden incorporarse en el lavado o tras el enjuague. Para evitar el pardeamiento existen acidulantes (ácido cítrico), agentes reductores (ácido ascórbico), e incluso quelantes (pírofosfato de sodio). Gómez y Artés (2004) observaron en apio cortado en secciones que una solución de ácido ascórbico (0,5 M) y ácido acético (0,1M) tenía igual eficacia para reducir la flora microbiana que el lavado con 100 mg L⁻¹ NaClO. En rodajas de manzana, la aplicación de ascorbato cálcico al 12% redujo el pardeamiento tras 28 días a 4°C (Aguayo et al., 2009b). Estos baños pueden incluir la aplicación de películas comestibles que reducen las pérdidas de agua (deshidratación y ablandamiento) y protegen al producto del O₂, retrasando el pardeamiento. Se han utilizado películas a base de calcio como puente de unión a las sustancias pécticas en la pared celular y lámina media (mejora la firmeza y disminuye el ablandamiento) y



Tarrinas de granada.

protegen la superficie cortada del pardeamiento. Además, el calcio puede inhibir la actividad de los enzimas que degradan la pared celular (Aguayo et al., 2008b). Este trabajo demostró que no todas las sales cálcicas presentan iguales beneficios para reducir el ablandamiento e inhibición microbiológica. Sales como CaCl₂, junto con el propionato y lactato cálcico proporcionaron muy buenos resultados.

Innovaciones previas al envasado

Antes del envasado conviene asegurar que no aumente la temperatura del producto, lo cual suele ser muy frecuente debido a las etapas de proceso por las que pasa el producto y resulta muy perjudicial en el comportamiento dentro del envase bajo AM. Se recomienda enfriar por aire frío forzado, con las debidas precauciones de no deshidratar al producto, o por aporte de nitrógeno líquido (Artés-Hernández y Artés, 2005), e incluso por combinaciones de aire frío y caliente.

Otra innovación tecnológica encaminada a preservar la calidad del producto vegetal durante su traslado desde el secado hasta el envasado es el empleo de la radiación UV-C. Esta emisión de luz en el UV tiene longitudes de onda de 190 a 280 nm, aunque aproximadamente el 95% de la energía UV emitida por las lámparas germicidas con presión de mercurio, que son las más habituales, emiten a una longitud de onda de 254 nm, que coincide con la efectividad germicida máxima. Se trata por tanto de una radiación no ionizante (tratamiento físico que no deja residuos) con efecto microbicida por dañar el ADN microbiano, llegando a causar la muerte celular, sin alterar la estructura de las células vegetales. Específicamente, la luz UV-C daña al ácido nucleico de los microorganismos, que forma los enlaces covalentes entre ciertas bases adyacentes en el ADN. La formación de tales enlaces previene al ADN de abrirse de la base



Conocimiento y control.

para la replicación, y el microorganismo es incapaz de reproducirse. Es un proceso simple, barato y requiere un coste de mantenimiento bajo. La eficacia de la radiación UV-C no parece depender de la temperatura en el rango de 5 a 37°C, pero sí de la incidencia de la radiación sobre el producto según su forma y superficie (Bintsis et al., 2000; Ben-Yehoshua y Mercier, 2005).

Lado y Yousef (2002) mostraron que la aplicación de 0,5 a 20 kJ m⁻² UV-C inhibió el crecimiento microbiano induciendo la formación de dímeros de pirimidina, los cuales distorsionan la doble hélice de ADN, bloqueando la replicación de la célula al mismo tiempo que se producían entrecruzamientos entre los dobles enlaces de los aminoácidos aromáticos. Sin embargo un exceso en la dosis de radiación UV-C puede alterar la permeabilidad de la pared celular aumentando la salida de electrolitos, amino ácidos y carbohidratos, que pueden derivar en un aumento del crecimiento microbiano (Allende et al., 2006; Artés-Hernández et al, 2009). Por tanto, se trata de encontrar dosis seguras que puedan inactivar el crecimiento microbiano sin producir daños al producto (Ben-Yehoshua y Mercier, 2005).

La eficiencia de la radiación UV-C en la inhibición del crecimiento microbiano in vitro fue demostrada hace años (Abshire and Dunton, 1981). Son más frecuentes los estudios in vivo, que además demuestran como su aplicación puede retrasar la maduración y deterioro de los productos vegetales aumentando su vida útil. Erkan et al. (2001) observaron que la luz UV-C redujo la contaminación microbiana y el deterioro de calabacín procesado en rodajas durante su almacenamiento a 5 ó 10°C. Civello et al. (2006) mostraron que la aplicación de 4 a 14 kJ UV-C m⁻² sobre floretes de brócoli retrasó el amarillamiento de las cabezuelas y la degradación de clorofilas durante su alma-



Corte.

cenamiento a 20°C al tiempo que encontraron un aumento en el contenido total en polifenoles y flavonoides y capacidad antioxidante total.

Igualmente se ha observado que diversos stresses abióticos, como la luz UV, pueden aumentar el contenido en compuestos bioactivos de diversas frutas y hortalizas, pudiéndolos convertir en alimentos funcionales, incluso nutraceuticos (Cisneros-Zevallos, 2003).

En lechuga "Hoja de roble" MPF se ha observado como la radiación UV-C aplicada por ambos lados, con dosis de 1,18; 2,37 y 7,11 kJm⁻², fue eficaz para reducir la microflora natural causante de deterioro tras 10 días a 5°C, aunque 7,11 kJm⁻² provocó ablandamiento y pardeamiento de tejidos tras 7 días a 5°C (Allende et al., 2006). Estos resultados concuerdan con los previamente observados al radiar por un solo lado lechugas "Hoja de roble" y "Lollo rosso" tras 10 días a 5°C (Allende et al., 2003ab). También un pre-tratamiento de 2,27 kJ UV-C m⁻² redujo el recuento de microorganismos aerobios mesófilos y enterobacterias

La aplicación de salas limpias o blancas (SB) como recinto técnicamente limpio, constituyen un procesado higiénico cuyo objetivo es controlar la contaminación del aire en áreas de trabajo, especialmente en el ambiente del envasado

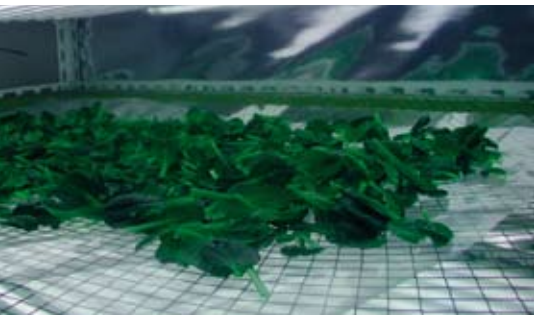


Microbiología.

en tiras de pimiento MPF, procedente de cultivo orgánico, tras 12 días a 5°C (Artés et al., 2006). Se observó igualmente como dosis de radiación moderadas (4,54 kJm⁻²), pueden disminuir la carga microbiana inicial en hortalizas de hojas (Artés-Hernández et al., 2009), preservando de este modo su calidad. Sin embargo se han encontrado efectos diferentes a los reseñados tras aplicar la radiación UV-C ya que un pre-tratamiento en arilos de granada MPF de 0,56 a 13,62 kJ m⁻² no controló sistemáticamente el crecimiento microbiano durante 15 días a 5°C y el crecimiento de hongos y levaduras no se vio afectado (López-Rubira et al., 2005). En este sentido, se observó cómo a pesar de que 4,54; 7,94 y 11,35 kJ UV-C m⁻² redujo la carga inicial de microorganismos mesófilos y psicrófilos en espinaca MPF, no se apreció un efecto residual en su crecimiento tras 6 y 13 días tanto a 5 como a 8°C (Artés-Hernández et al., 2009).

El empleo de 4,54 kJ·m⁻² UV-C como desinfección alternativa a 100 ppm NaClO redujo la carga microbiana y mantuvo la capacidad antioxidante y la calidad sensorial (apariciencia y sabor-aroma) global de Red Chard MPF mostrándose como una técnica sencilla de aplicar y respetuosa con el medio ambiente (Tomás-Callejas et al., 2008).

Al estudiar el efecto de la radiación UV-C sobre el producto vegetal entero tras una conservación frigorífica previa al procesado mínimo en fresco, se demostró que en pimientos de cultivo integrado, la exposición a 2,27 kJ UV-C m⁻² redujo la incidencia y severidad de podredumbres tras 3 semanas a 5°C (Artés et al., 2006). De igual manera un pre-tratamiento con 4 kJ UV-C m⁻² y su posterior conservación bajo una atmósfera controlada de 5 kPa O₂ + 1 kPa CO₂ durante 3 semanas a 12°C retardó la maduración de los mismos y mantuvo la firmeza y la calidad sensorial (Robles et al., 2007).



Tat soi UV-C y lavado de vegetales.

Alternativas en el envasado

Es recomendable para mantener la calidad nutritiva y microbiológica de las frutas y hortalizas MPF la conservación entre 0 y 5°C en una atmósfera modificada de 1 a 8 kPa O₂ y 10 a 20 kPa CO₂ (Gorny 1997; Artés, 2000; Artés et al., 2006), aunque existe tecnología innovadora concurrente para realizar el envasado.

La aplicación de salas limpias o blancas (SB) como recinto técnicamente limpio, constituyen un procesado higiénico cuyo objetivo es controlar la contaminación del aire en áreas de trabajo, especialmente en el ambiente del envasado. Muy pocos trabajos se han realizados con SB para productos MPF y al aplicarla se ha reducido en 1 unidad log la población psicrotrofa inicial de arilos de granada MPF (Conesa et al., 2005). También fue un eficaz coadyuvante de la radiación UV-C, O₃ o NaClO para reducir la población microbiana final en melón Galia MPF (Silveira et al., 2006; Silveira et al., 2009) aunque no mostró beneficios al utilizarse de forma aislada.

Un tipo de envasado en AM (EAM) alternativo, aún no implantado a escala industrial, es mediante elevadas concentraciones de O₂ (superatmosféricas) entre 40 y 100 kPa. Estas atmósferas pueden inhibir el pardeamiento enzimático, evitar la fermentación y la pérdida de aro-

mas y reducir el crecimiento microbiano (Day, 2001). Diversos estudios analizan el efecto de estas atmósferas en la calidad de varios productos hortofrutícolas (Geysen et al., 2006; Conesa et al., 2007a,b; Escalona et al., 2007; Sánchez-Ballesta et al., 2007). Sin embargo, se trata de una práctica incipiente, que necesita mayor investigación. Se ha observado que la exposición de muchos productos a elevado O₂ estimula la respiración y la producción de C₂H₄, mientras que en otros los reduce. Estos resultados dependen muchas veces del vegetal de que se trate, el estado de madurez, el nivel de O₂, la duración y temperatura de almacenamiento y la concentración de CO₂ y C₂H₄ en la atmósfera (Kader y Ben-Yehoshua, 2000). En cuanto al efecto sobre los microorganismos, los resultados también han sido variables. Así, el alto O₂ inhibió muy levemente el crecimiento microbiano, mientras que una alta concentración de CO₂ lo redujo algo más. Sin embargo, la combinación de alto O₂ y entre 10 y 20 kPa de CO₂ produjo la mayor inhibición (Allende et al., 2004; Geysen et al., 2006; Conesa et al., 2007ab; Escalona et al., 2007). Sin embargo, en levaduras, el crecimiento puede verse estimulado o inhibido dependiendo de la especie y cepa (Van der Steen et al., 2003).

Varios factores explican el efecto tóxico de las atmósferas con alto O₂. La mayoría de ellos se centran en su influencia negativa sobre el potencial de óxido-reducción celular, así como por oxidar algunas enzimas que poseen azufre en su estructura y por la acumulación de radicales libres (Kader y Ben-Yehoshua, 2000). Por otra parte, el alto CO₂ provoca una disminución del pH, tanto extra como intracelular, interfiriendo con el metabolismo de las células (Dixon y Kell, 1989). El efecto inhibitorio del CO₂ es más fuerte

El alto CO₂ provoca una disminución del pH, tanto extra como intracelular, interfiriendo con el metabolismo de las células



Planta Piloto GPR.

a menor temperatura, ya que aumenta su solubilidad. Existen pocos trabajos acerca de la influencia de las altas concentraciones de O₂ sobre el pardeamiento enzimático, si bien en estudios realizados in vitro se ha comprobado que inhibe la enzima polifenoloxidasas, principal responsable de esta alteración (Gómez et al., 2006). En esta línea se ha observado que 80 kPa O₂ + 20 kPa CO₂ redujo el pardeamiento de lechuga MPF almacenada 10 días a 5°C, comparada con el aire (Heimdal et al., 1995), aunque es conocido que la susceptibilidad al pardeamiento depende del cultivar (Day, 2001).

Se ha propuesto el empleo de gases no convencionales, como el argón (Ar), helio (He), xenón (Xe) u óxido nítrico (N₂O), para mantener la calidad de varios productos MPF. De hecho, existe una patente registrada para el uso de Ar para mantener la calidad de fruta cortada (Powrie et al., 1990). Estos gases son por lo general químicamente inertes, pero pueden tener cierto efecto antimicrobiano y/o sobre la fisiología del vegetal (Gorny y Agar, 1998), sin afectar la actividad enzimática. Burg y Burg (1965) indicaron que las atmósferas enriquecidas con He o Ar pueden modificar la difusión del O₂ del CO₂ y del C₂H₄. Las atmósferas con poco O₂ combinadas con alto Ar, He o N₂ tienen características difusivas diferentes ya que tanto el Ar como el He son monoatómicos y de menor tamaño que el diatómico N₂ (Jamie y Saltveit, 2002). Se ha reportado que un EAM enriquecido en Ar redujo el crecimiento microbiano y la pérdida de calidad tanto en brócoli como en lechuga (Day, 1996; Jamie y Saltveit, 2002). Recientemente Zhang et

al. (2008) mostrar resultados prometedores combinando Ar y Xe para prolongar la vida útil de espárragos, conservando su vitamina C y clorofila. Una atmósfera enriquecida en N₂O fue más apropiada para reducir la tasa respiratoria en bulbos de cebolla incrementando el contenido de ácidos orgánicos y reduciendo el desarrollo de enfermedades (Benkeblia and Varoquaux, 2003). Una AC de 90 kPa N₂O + 5 kPa CO₂ + 5 kPa O₂ mantuvo la calidad en rodajas de kiwi, evitando la pérdida de firmeza y el pardeamiento (Rocculi et al., 2005). Una AC de 98 kPa He + 2 kPa O₂ o combinada con moderado CO₂ (83 kPa He + 15 kPa CO₂ + 2 kPa O₂) redujo el crecimiento microbiano y preservó la calidad nutricional de brotes de mizuna MPF durante 8 días a 5° C (Robles et al., 2009)

Conclusiones

La información disponible sobre los efectos de las innovaciones tecnológicas aquí reseñadas en los productos MPF es todavía escasa y requiere de más investigación. Además, su implantación industrial para reemplazar la tecnología existente no es todavía fácil y requiere la puesta a punto en las instalaciones por técnicos especializados.

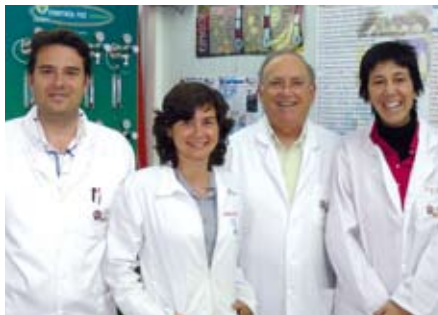


Agradecimientos

Se agradece la financiación de los trabajos de investigación en esta línea a la Unión Europea (CRAFT Program Contracts SMT4-CT98-5530, QLK1-1999-707917 y OLK1-CT-2002-70791), al Ministerio de Educación y Ciencia (ALI-95-0001, ALI-98-1006, AGL2005-08189-C02-01/ALI y AGL2007-63861/ALI), a la Comunidad Autónoma de Murcia (SUE-OA 06/02-0008) y a la Fundación Séneca de la Región de Murcia (AGR/92, PS96/CA/d3, AGR/3/FS/02, 00553/PI/04). También se agradece a Repsol Petróleo S.A. (Madrid), Plásticos de Alzira, S.A. (Valencia), Primaflor SAT (Almería), Canarihorta (Las Palmas de Gran Canaria), Frutas Mira Hermanos S.L. (Alicante) y Kernel Export S.L., Frutas Esparza S.L., Perichán SAT y Pozosur S.L. (Murcia), los encargos de contratos de investigación y asistencia técnica en esta actividad industrial. Igualmente se agradece a los actuales y anteriores miembros del Grupo la participación en la obtención de resultados aquí publicados.

Para saber más...

Puede encontrar la bibliografía y las referencias de este artículo en www.horticom.com?73132
www.upct.es/gpostref



De izq. a der.:
**Francisco Artés-Hernández,
Encarna Aguayo, Francisco Artés
y Perla Gómez**

Las investigaciones del Grupo de Postcosección y Refrigeración estudian las innovaciones en la tecnología postcosecha hortofrutícola para lograr la mejor calidad (sensorial, química y microbiológica) y seguridad global. Su oferta tecnológica consiste en optimizar técnicas de aplicación del frío, incluyendo el diseño de instalaciones industriales (prototipos y plantas completas) de manipulación-confeción y de procesado mínimo en cuarta y quinta gama; regulación de la maduración; conservación en atmósferas controladas y modificadas mediante envases plásticos para frutos individuales, tarrinas, cajas, palox y palets para productos enteros y mínimamente procesados; diseño y elaboración de nuevos alimentos funcionales y de cuarta y quinta gama mediante técnicas emergentes y sostenibles; revalorización de subproductos del procesado en fresco y la identificación de genes útiles para mejorar la calidad.

Entre sus desarrollos innovadores prácticos destacan los de tecnologías postcosecha (atmósferas controladas y modificadas, tratamientos modulados térmicos y gaseosos y cuarentenarios, inhibidores del etileno, desverdización y maduración acelerada) para cítricos, fruta de hueso, uva de mesa, granada, tomate, lechuga, alcachofa, melón, sandía, pimiento, brócoli, apio, hinojo y colirrábano, entre otros; optimización del tratamiento de cítricos para su exportación a EE.UU.; calidad postcosecha de cultivos sin suelo y de producción integrada, orgánica y biológica. Ha ideado técnicas emergentes en el procesado mínimo (ozono, UV-C, salas blancas, compuestos naturales, etc) de lechugas convencionales y pigmentadas, brotes foliares, escarola, melón, tomate, granada, pepino, sandía, haba, alcachofa, espinaca, rúcula, canónigos, verdolaga y colleja, innovando la elaboración de frutas y hortalizas mínimamente procesadas en cuarta y quinta gama, y ha identificado en melón genes responsables del aroma y otras preferencias del consumidor. También diseña proyectos innovadores de instalaciones frigoríficas polivalentes y de plantas industriales y piloto de procesado de hortalizas en cuarta y quinta gama.

el semanal
de Horticultura

revista digital
gratuita para imprimir

Descargar
Imprimir
Leer

Adobe

Información actualizada sobre la **industria y el comercio hortícola**: frutas, hortalizas, flores y plantas de vivero, el sector de la bricojardinería, construcción del paisaje y urbanismo.

Para recibir aviso de publicación
www.horticom.com/elsemanal