

Nuevas Tendencias de Procesado y Conservación de Alimentos Vegetales de IV Gama

María Isabel Gil, Ana Allende, David Beltrán y Victoria Selma. Grupo de Investigación en calidad, seguridad y bioactividad de alimentos vegetales. Departamento de ciencia y tecnología de alimentos. CEBAS-CSIC



Los productos de IV gama están teniendo cada vez más importancia en nuestro país, debido al aumento del consumo de frutas y hortalizas que son

claves en la dieta mediterránea, así como también debido a que son alimentos preparados y listos para su consumo o cocinado.

“Productos IV gama”

Los requisitos relativos a las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), Buenas Prácticas de Fabricación (BPF) y Buenas Prácticas de Distribución (BPD) tienen como objetivo minimizar el riesgo de contaminación de estos productos de IV gama. La implantación de estos programas de higienización resulta necesaria para garantizar la seguridad de las frutas y hortalizas de IV gama. A pesar de los avances que se están produciendo en el sector de la IV gama para reducir los riesgos de contaminación, estos productos hortofrutícolas se han visto involucrados en algunos problemas relativos a la salud pública. En particular, los microorganismos psicrótrofos alteradores y patógenos son el principal motivo de preocupación, ya que son capaces de crecer a temperaturas de refrigeración, necesarias en la conservación de productos de IV gama. En realidad, la alteración de la calidad organoléptica de un alimento está generalmente asociada a un excesivo crecimiento microbiano. Las guías sobre calidad y seguridad de frutas y hortalizas en IV gama (1), especifican la necesidad de una etapa de lavado o higienización que sea capaz de eliminar la suciedad, los residuos de plaguicidas así como los microorganismos causantes de la pérdida de calidad y podredumbre. No debe olvidarse que, en las etapas de elaboración de los productos vegetales en IV gama, no se emplean procedimientos que puedan garantizar la asepsia completa, como sería el caso de la utilización de los tratamientos térmicos. Por tanto, el control de la microflora sólo podrá conseguirse mediante una higienización muy



estricta durante las etapas de elaboración y una adecuada conservación en atmósfera modificada en condiciones de refrigeración.

Las técnicas de conservación más frecuentemente utilizadas hasta ahora para el mantenimiento de la calidad de productos vegetales de IV gama son las bajas temperaturas y el envasado en atmósfera modificada (AM). Sin embargo, la aplicación de nuevas tecnologías capaces de mantener la calidad organoléptica y de inhibir el crecimiento de la flora microbiana en todos y cada uno de los pasos de la cadena de producción, procesado y distribución resulta imprescindible. La principal razón es la adaptación que están experimentando los microorganismos a condiciones desfavorables, provocando que los métodos de control convencionales dejen de ser efectivos para inhibir la carga microbiana. La industria de las frutas y hortalizas en IV gama ha visto la necesidad de iniciar programas complejos de desinfección que aseguren

la calidad microbiológica de sus productos, debido a la capacidad de algunos microorganismos patógenos para sobrevivir e incluso desarrollarse en AM. Por esta razón, se está trabajando en la búsqueda de nuevas tecnologías que puedan proporcionar alimentos frescos y seguros.

En la actualidad este grupo del CE-BAS-CSIC está desarrollando el proyecto titulado “Control de microorganismos alteradores y patógenos bacterianos en productos vegetales de IV gama” (AGL2004-03060) financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia. El objetivo principal del proyecto es evitar la contaminación de las frutas y hortalizas en IV gama por bacterias patógenas, garantizando su seguridad microbiológica mediante el control de la contaminación bacteriana en el campo de cultivo y en la planta de procesado. Para ello se están evaluando diferentes residuos orgánicos y aguas de riego de distintos orígenes y calidades (aguas de pozos, aguas residuales depuradas, aguas del trasvase etc.). Se está trabajando especialmente en el control de la contaminación de las hortalizas frescas por microorganismos potencialmente patógenos durante el cultivo así como la proliferación tras la recolección mediante la higienización en campo. En la planta de procesado se está realizando la higienización del producto entero y tras el procesado en IV gama. La higienización se está llevando a cabo durante el lavado del producto cortado con la aplicación de distintos agentes químicos como por ejemplo, ozono en disolución, combinación ozono – ultravioleta, lavados con calor moderado (45-55 °C),



clorito de sodio (Sanova®), dióxido de cloro, peróxido de hidrógeno y lactoperoxidasa. Por último se están ensayando distintas atmósferas de envasado como tratamiento preventivo durante la conservación, mediante el empleo de atmósferas con niveles elevados de oxígeno (>60%), gases nobles (argón y helio), ozono y óxido nítrico.

En este trabajo se recogen los princi-

pales métodos de higienización así como algunas tecnologías de conservación disponibles para la industria de alimentos de IV gama y que pueden representar una alternativa a las técnicas convencionales.

Métodos de Higienización

La estrategia más efectiva para asegurar que un alimento en IV gama sea be-

neficioso y seguro para su consumo, es la prevención de la contaminación microbiana en todas las etapas, desde la producción al consumo. Por tanto, el mejor método para eliminar microorganismos patógenos es, en primer lugar, prevenir su contaminación. Sin embargo, esto no es siempre posible y el lavado e higienización del producto resulta de vital importancia para prevenir brotes de toxini-

PROCESADO, HIGIENIZACIÓN Y ENVASADO DE LECHUGA ICEBERG:



Fig 1. Lechuga Iceberg procesada



Fig 2. Lavado de lechuga procesada

Lechuga Iceberg

Cortado manual

Lavado (4°C)

Higienizantes químicos:

- Hipoclorito sódico
- Ác. Peroxiacético

Agua ozonizada

Agua (control)

Combinada con Ultrasonidos

Activada con UV-C

Envasado (100 g/barqueta)



Fig 4. Barquetas de lechuga



Fig 3. Equipo de ozono

Conservación
13 días a 4°C



fecciones alimentarias.

Los métodos convencionales utilizados para la higienización de alimentos vegetales enteros y de IV gama agrupan tratamientos físicos y químicos que se aplican al producto, a los equipos, e incluso a las superficies de trabajo. Se debe tener en cuenta que en general, cualquier método de desinfección tiene ventajas y desventajas, dependiendo de una serie de factores, como son las características de la superficie del producto o equipo, la fisiología de los microorganismos diana, el tiempo de exposición, la concentración del agente desinfectante a utilizar, el pH y la temperatura de lavado. Independientemente del tratamiento seleccionado, el lavado y/o higienización de frutas y hortalizas antes de la preparación del producto para su consumo está totalmente recomendada, a pesar de que esto no garantiza la total inocuidad del producto.

En la búsqueda de los tratamientos de higienización más efectivos para el lava-

do de frutas y hortalizas, la industria tiene que operar en áreas de incertidumbre, ya que la legislación vigente es en muchos casos escasa e incompleta. Para la aplicación de cualquier tratamiento químico o físico a productos vegetales, los manipuladores y procesadores deben asumir que dichos tratamientos han sido previamente probados y autorizados (Generally Regarded as Safe, GRAS). En la Tabla 1 se describen algunos ejemplos de higienizantes utilizados en la industria de vegetales de IV gama incluyendo el nombre comercial, el alimento vegetal, la dosis aplicada, la temperatura de lavado y la reducción de la microflora que ocasiona.

Entre estas nuevas tecnologías, los tratamientos de choque con agua caliente tienen un gran potencial para inhibir la actividad enzimática de los productos vegetales. Sin embargo, este tratamiento es incompatible con algunos alimentos frescos cortados como es el caso de las frutas ya que acelera su deterioro. No obstante,

los tratamientos cortos de agua caliente ofrecen una buena alternativa para el control de microorganismos patógenos además de inhibir las oxidaciones de algunos vegetales. Así se ha observado que los lavados con agua a 45-55 °C prolonga la vida útil manteniendo la calidad visual en lechuga IV gama (9). Por otro lado, también se ha observado en lechuga que estos tratamientos térmicos moderados cuando se combinan con agua clorada (100 ml L-1 a 47 °C durante 3 min) reducen hasta 2 unidades logarítmicas la carga microbiana inicial, frente al producto lavado a 4 °C. Además, con dichas combinaciones se consigue una reducción del pardeamiento en los cortes (10).

Desde que el uso del ozono fue aprobado por la legislación estadounidense en el año 2001, han sido muchas las expectativas de su empleo como agente antimicrobiano para el tratamiento de frutas y hortalizas enteras y en IV gama, tanto en su forma gaseosa como acuosa. El ozono tiene un gran poder oxidante

TABLA 1: HIGIENIZANTES UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS EN IV GAMA

Higienizante	Nombre comercial	Producto IV gama	Dosis=Concentración x tiempo	Tª lavado	Reducción microflora	Cita
Ácido láctico	Purac	Endibia	2% x 1.5 min	22 °C	RT: 1.6 log	2
Hipoclorito de sodio		Lechuga	100 mg/L - 30s, 2 y 5 min.	4° C	E. coli 0157:H7: 2.2-2.4 log	3
Hipoclorito de sodio		Brócoli	50 mg/L x 30s, 2 y 5 min.	4° C	E. coli 0157:H7: 1.9-2.6 log	3
Clorito de sodio	Sanova	Col china	500 mg/L x 15 min.	25° C	E. coli 0157:H7:c 0.9 log	4
Dióxido de cloro estabilizado	Oxine	Lechuga	5 min/	22° C Tres lavados consecutivos	E. coli 0157:H7 (Lavados 1,2 y 3): 1.2, 1.7 y 1.84	5
Ácido peroxiacético	Tsunami	Zanahoria	80 mg/L x 2 min.	25° C	E. coli 0157:H7: 1.65 log RT: 1.3 log. Hongos filamentosos: 0.35-0.92 log.	6
Peróxido de hidrógeno		Cantaloupe	5% x 2 min.	25° C	Salmonella: 1.8 log	7
Ozono en agua		Patata bastones	4 ppm x 3 - 7 min.	8° C Segundo lavado: 300 mg/L Tsunami	RT: 0 log (día 0); 1.14 (día 5); 0.75 (día 14) Psicrotrofos: 0.6 log (día 0); 1.14 (día 5) Bacterias anaerobias: 0 (día 0); 1.2 (día 14) Bacterias ácido lácticas: 0 (día 0); 3.29 (día 14) Coliformes: 0 (day 0); 3 (day 14)	8
UV-C		Lechuga	30 W x 15 min.	A 50 cm. por ambos lados	E. coli 0157:H7: 1-1.5 log.	5

RT: Recuento total de aerobios mesófilos



reaccionando rápidamente con moléculas orgánicas autodegradándose rápidamente hasta oxígeno, sin formar productos de reacción que deban ser eliminados. Una de las desventajas del ozono es que la materia orgánica interfiere en la deseada acción antimicrobiana. Por este motivo, el uso de mecanismos de filtración se considera esencial para aumentar la efectividad del ozono en sistemas de re-circulación de agua.

En trabajos llevados a cabo por el grupo de investigación del CEBAS-CSIC en el desarrollo del proyecto "Tratamientos con ozono de hortalizas mínimamente procesadas" (AGL 2001-1269), los lavados con agua ozonizada y agua ozonizada activada con luz UV han sido considerados como una alternativa prometedora al uso del cloro para la higienización de frutas y hortalizas. El ozono en disolución se aplicó en forma de baño activado por exposición a luz UV-C (Procesos de Oxidación Avanzada) garantizando la seguridad microbiológica de las muestras de lechuga "iceberg" en IV gama de forma semejante al lavado con hipoclorito. Además, el lavado con agua ozonizada y agua ozonizada activada con luz UV-C mantuvo la calidad sensorial y controló el pardeamiento de la lechuga sin causar una reducción en los constituyentes antioxidantes (11).

Recientemente en este grupo se han comparado diversos métodos de higienización en bastones de patata fresca donde se puso de manifiesto el efecto sinérgico del ozono con el ácido peroxiacético (8). Esto se debió a que los microorganismos supervivientes al tratamiento con estos agentes oxidantes fueron más sensibles durante la conservación.

El ozono gas se está utilizando actualmente en la industria a concentraciones muy bajas (0.2-1 ppm) durante tiempos de exposición muy prolongados, con el fin de inhibir el crecimiento fúngico durante la conservación a bajas temperaturas. En el CEBAS-CSIC, el ozono se está aplicando junto con la radiación UV-C para inducir la síntesis de compuestos beneficiosos para la salud, como es el ca-

so del resveratrol en uvas (12). En estudios recientes se ha observado el efecto beneficioso del choque de concentraciones elevadas de ozono para la eliminación de residuos de plaguicidas. Por tanto, el incluir un paso intermedio de tratamiento con ozono gas puede ser una buena alternativa para incrementar la seguridad de los productos vegetales en IV gama. La posible utilización de ozono gas como un tratamiento en el procesado de productos vegetales, debe ir acompañada de un estudio detallado que permita determinar las concentraciones máximas sin que la calidad del producto se vea perjudicada.

Tecnologías de conservación

Se ha observado que la exposición de un producto a concentraciones muy elevadas de O₂ reduce el crecimiento microbiano en algunas frutas y hortalizas de IV gama, pero los resultados obtenidos varían mucho dependiendo del grupo microbiano diana y del producto en estudio. Las atmósferas sobreoxigenadas afectan al metabolismo y a las diferentes propiedades de los productos vegetales, tales como la respiración, el color, la tex-

tura y la carga microbiana (13). Se ha observado que cuando altas concentraciones de O₂ (> 70 kPa) se combinan con concentraciones elevadas de CO₂ (ª 15 kPa), se produce una clara inhibición del crecimiento microbiano y de las reacciones anaerobias de fermentación, así como de las reacciones de oxidación enzimáticas (14). Estas atmósferas sobreoxigenadas se están empleando con gran éxito a nivel experimental en fresa donde se ha observado que se mantiene la calidad de las mismas durante la conservación. Las atmósferas sobreoxigenadas pueden ser consideradas como una buena alternativa a las AM convencionales. Sin embargo, el envasado perfecto en AM con alto oxígeno, aún no ha sido desarrollado con éxito y por este motivo, nuevas tecnologías que permitan aplicar estos tratamientos son todavía demandadas por productores y distribuidores.

Es de esperar que el uso de combinaciones de tratamientos higienizantes y de otros métodos de conservación pueda tener efectos aditivos o sinérgicos. Actualmente, la industria del procesado en IV gama tiende al uso de métodos de conservación combinados menos agresivos para reducir al máximo la pérdida de las características del producto fresco, sin perjudicar con ello la seguridad del producto.

Bibliografía

1. Gil, M.I. y Gorny, J.R. 2003. "Guía de seguridad alimentaria para la industria de productos vegetales frescos cortados". Editorial: Asociación Internacional de Productores de Vegetales Frescos Cortados (IFPA). 251 páginas. ISBN 800.452.6552.
2. PURAC. <http://www.purac.es/>
3. Behrsing, J., Winkler, S., Franz, P. y Premier, R. 2000. Efficacy of chlorine for inactivation of *Escherichia coli* on vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 19: 187-192.
4. Inatsu, Y., Bari, M.L., Kawasaki, S., Ishihiki, K. y Kawamoto, S. 2005. Efficacy of acidified sodium chlorite treatments in reducing *Escherichia coli* O157:H7



- on chinese cabbage. *J Food Prot.*, 68: 251–255.
5. Singh, N., Singh, R.K., Bhunia, A.K. y Stroshine, R.L. 2002. Efficacy of chlorine dioxide, ozone and thyme essential oil or a sequential washing in killing *Escherichia coli* O157:H7 on lettuce and baby carrots. *Lebensm.-Wiss. u. Technol.*, 35: 720–729.
 6. Gonzalez, R.J., Luo, Y., Ruiz-Cruz, S. y Mcevoy, J.L. 2004. Efficacy of sanitizers to inactivate *Escherichia coli* O157:H7 on fresh-cut carrot shredded under simulated process water conditions. *J Food Prot.*, 67: 2375–2380.
 7. Mendonca, A. Enhancing the microbial safety of fresh and fresh-cut melons. Presentation.
 8. Beltrán, D., Selma, M.V., Tudela, J.A. y Gil, M.I. 2005. Effect of different sanitizers on microbial and sensory quality of fresh-cut potato strips stored under modified atmosphere or vacuum packaging. *Postharvest Biology and Technology*, 37, 37–46.
 9. Loaliza-Velarde, J.G., Tomás-Barberán, F.A. y Saltveit, M.E., 1997. Effect of intensity and duration heat-shock treatments on wound-induced phenolic metabolism in iceberg lettuce. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 122: 873–877.
 10. Delaquis, P.J., Stewart, S., Cliff, M., Toivonen, P.M. y Moyls, A.L., 2000. Sensory quality of ready-to-eat lettuce washed in warm, chlorinated water. *J Food Qual.*, 23: 553–563.
 11. Beltrán, D., Selma, M.V., Marín, A. y Gil, M.I., 2005. Ozonated water extends the shelf life of fresh-cut lettuce. *J. Agric. Food Chem.*, 53: 5654–5663.
 12. Gonzalez-Barrio, R., Beltrán, D., Cantos, E., Gil, M.I., Espin, J.C., Tomás-Barberán, F.A. Comparison of ozone and UV-C treatments on the postharvest resveratrol and viniferins induction in 'Superior' white table grapes. *J. Agric. Food Chem. Enviado.*
 13. Jacxsens, L., Devlieghere, F. y Debevere, J., 2001. Effect of high oxygen modified atmosphere packaging on packaging on microbial growth and sensorial qualities of fresh-cut produce. *Int. J. Food Microbiol.*, 71: 197–210.
 14. Allende, A., Jacxsens, L., Devlieghere, F., Debevere, J. Y y Artés, F., 2002. Effect of super atmospheric oxygen packaging on sensorial quality, spoilage, and *Listeria monocytogenes* and *Aeromonas caviae* growth in fresh processed mixed salads. *J. Food Protect.*, 65: 1565–1573.

AgroCSIC

CENTRO DEL CSIC: Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS). Apartado de Correos 164, Campus Universitario de Espinardo. 30100 Murcia
Departamento: Ciencia y Tecnología de Alimentos; Grupo de Calidad, Seguridad y Bioactividad de Alimentos Vegetales.
Nombre Investigador: Dra. M.^a Isabel Gil Muñoz. Investigador Científico del CSIC.
E-mail: migil@cebas.csic.es
Líneas de Investigación:

- Seguridad y calidad de frutas y hortalizas.
- Desarrollo científico-tecnológico de alimentos vegetales en IV y V gama.
- Control de los riesgos de contaminación microbiológica durante la producción, procesado y conservación de alimentos vegetales.



El CTC
en su calidad
de ECA
empresa
colaboradora
con la
administración
en materia
ambiental,
realiza
las siguientes
actividades:

- Toma de muestras y análisis de aguas residuales y residuos sólidos.
- Realización de certificados ECA en materia ambiental.
- Realización de informes ambientales.
- Auditorías y diagnósticos ambientales.
- Asesoría en Legislación.
- Desarrollo de estudios y planes de adecuación ambiental.
- Declaraciones anuales de medioambiente.
- Certificaciones ambientales trianuales.

CTC
Centro
Tecnológico
Nacional de la
Conserva y
Alimentación

ECA