



**María I. Gil,
Ana Allende,
Francisco
López-Gálvez,
María V. Selma**

*Grupo de Calidad,
Seguridad y Bioactividad de
Alimentos Vegetales*

*Departamento de Ciencia y
Tecnología de los Alimentos
CEBAS-CSIC*

*Campus de Espinardo,
Espinardo, Murcia
migil@cebas.csic.es*

¿Hay alternativas al cloro como higienizante para productos de IV Gama?

En los últimos tiempos, la industria de la IV Gama ha intentado prescindir del uso del cloro y sus derivados como higienizante, por el riesgo que supone para el medioambiente y la salud.



El lavado y cortado son etapas decisivas de preparación de frutas y hortalizas listas para usar o consumir.

Resumen

El lavado es una de las etapas más críticas en el procesado de vegetales en IV Gama ya que está íntimamente relacionado con la seguridad y vida útil del producto final. El principal objetivo del lavado es eliminar los restos de suciedad y la carga microbiana presente en la superficie del tejido, una de las principales responsables de la pérdida de calidad. Asimismo, esta etapa sirve para enfriar el material vegetal y eliminar los exudados que se producen tras el corte y que pueden favorecer el crecimiento microbiano. Para garantizar la seguridad de estos alimentos, la industria de IV Gama emplea agua clo-

rada en el lavado, por ser el cloro uno de los higienizantes más efectivos. Sin embargo, en los últimos años se ha generalizado la recomendación de prescindir del uso del cloro y sus derivados. Los principales motivos son el riesgo medioambiental asociados al vertido de aguas con gran contenido en contaminantes y al posible riesgo para la salud debido a la formación de compuestos potencialmente cancerígenos (trihalometanos) formados por la reacción del cloro con la materia orgánica presente en el agua. Por este motivo, la mayoría de las investigaciones actuales se han centrado en la búsqueda de alternativas que permitan garantizar la seguridad

microbiológica de estos productos y evitar los efectos adversos mencionados. Sin embargo, a pesar de todos los estudios de investigación llevados a cabo, aún no se ha encontrado una alternativa eficaz al cloro. Algunos países defienden el uso de agua sin la adición de higienizantes, pero esta práctica supone un grave riesgo por no evitar la contaminación cruzada entre producto contaminado y producto limpio. Estudios recientes demuestran que el cloro y sus derivados clorados siguen siendo los higienizantes más efectivos para la higienización del producto y la desinfección del agua de lavado. Así, el cloro y sus derivados utilizados en dosis óptimas junto



con un sistema de prelavado que elimine la materia orgánica, representa una alternativa segura para la higienización y desinfección de las aguas de lavado en la industria de IV Gama. En España, no existe una reglamentación que regule el uso de higienizantes para IV Gama ni tampoco existe una reglamentación a nivel europeo armonizada para el empleo de estos "coadyuvantes tecnológicos" los cuales son necesarios en el lavado.

Lavado de hojas trozadas.

Desinfección del agua de lavado

El principal objetivo de los agentes higienizantes es mantener la calidad del agua de lavado con el fin de prevenir la contaminación cruzada del producto, pese a la opinión generalizada de que sólo se utilizan para higienizar el producto ve-

El principal objetivo de los agentes higienizantes es mantener la calidad del agua de lavado con el fin de prevenir la contaminación cruzada del producto

e pack

El envase más ligero del mercado

económico
ecológico
ergonómico

www.daumas.es **by daum+s**

getal (Zagory, 1999). En general, se puede afirmar que la acción del lavado es la eliminación de los microorganismos del producto y su posterior inactivación en suspensión. Si el método de desinfección seleccionado no es capaz de eliminar los microorganismos tanto de la superficie del producto como del agua, el producto lavado con el agua reutilizada se expone a un aumento de la carga microbiana, incluyendo posibles patógenos que pueden llegar del campo de cultivo.

En un estudio reciente, hemos demostrado que la presencia de una pequeña cantidad de producto contaminado en un lote es capaz de contaminar el agua de lavado y ésta a su vez, contaminar el producto que posteriormente es lavado. También hemos observado que la calidad del agua de lavado afecta a la efectividad del lavado de forma que al aumentar el contenido en materia orgánica en el agua de lavado, los microorganismos se adhieren más fácilmente al producto y es más difícil su eliminación (Allende y col., 2008a). Sin el uso de un agente higienizante, la calidad del agua de lavado se deteriora muy rápidamente, por lo que se hace necesario el aporte de grandes volúmenes de agua para controlar la carga microbiana y la materia orgánica. Sin embargo, a pesar de utilizar grandes volúmenes de agua, el riesgo de contaminación cruzada no se elimina sin la adición de un higienizante. Los resultados confirman la importancia de usar un higienizante en el agua de lavado ya que permite eliminar los microorganismos antes de que se adhieran o puedan internalizarse en el producto, evitando la contaminación cruzada (López-Gálvez y col., 2009).

El lavado y la desinfección tienen importantes implicaciones económicas y medioambientales, principalmente por el gran volumen de agua que es necesario emplear para asegurar que la calidad del agua de lavado sea la adecuada para el uso a la que se destina, tanto al comienzo como al final del proceso de lavado. Un reto para la industria alimentaria es reducir el consumo de agua y el caudal de los vertidos. Uno de los métodos usados para reducir el consumo de agua es la desinfección de la misma con un higienizante adecuado. En general, la cantidad de agua de vertido generada por masa de producto lavado dependerá de la tecnología de desinfección empleada. El uso de una tecnología capaz de desinfectar eficazmente tanto el agua de proceso como la

superficie del vegetal permitirá reducir el volumen de vertido, ocasionando menor impacto medioambiental.

Selección de un higienizante

La selección de una estrategia de desinfección adecuada para el lavado de los productos de IV Gama es muy difícil ya que, actualmente, los estudios llevados a cabo para evaluar el uso de distintas tecnologías no siguen un protocolo estándar y resulta casi imposible comparar los resultados obtenidos con diferentes tratamientos de desinfección. La eficacia de la desinfección está afectada por numerosos factores relacionados con el tipo de agua a tratar, el tratamiento de desinfección seleccionado, la forma de aplicación del tratamiento, el tipo de vegetal a lavar, la carga microbiana, el tiempo de contacto, la relación producto/volumen de agua, la aplicación de uno o varios lavados, el aclarado después de la higienización así como el intervalo de tiempo desde la contaminación al lavado, entre otros (Sapers, 2003). Muchos son los parámetros físico-químicos que afectan a la calidad del agua, entre ellos los más importantes son el pH, la temperatura, la DQO (Demanda Química de Oxígeno), la DBO (Demanda Biológica de Oxígeno), la turbidez y el contenido en materia orgánica. La forma de aplicación de los higienizantes influye en la recuperación de los microorganismos presentes en el material vegetal ya que no es lo mismo un lavado por inmersión con o sin agitación, spray, etc. El

tipo de material vegetal, y más concretamente las características de la superficie del producto afectan significativamente la eficacia del tratamiento de desinfección (roturas, hendiduras, e incluso del tipo de tejido, hojas internas o externas) (Allende y col., 2008b). También se debe tener en cuenta la diferencia entre el peso/superficie (g/cm_2) de algunos productos como por ejemplo la lechuga con una gran superficie y el tomate como fruto esférico. Una reducción de 3 unidades logarítmicas expresado en peso (ufc/g) equivale a reducciones de 0.114 y 18, respectivamente cuando se expresa en superficie (ufc/ cm_2).

La forma más habitual de evaluar la eficacia de un tratamiento de higienización es mediante la inoculación del producto vegetal con una carga determinada de uno o varios microorganismos. Las reducciones obtenidas con respecto a la carga inicial del inóculo determinan la efectividad del tratamiento. Sin embargo, dependiendo del proceso utilizado para la inoculación del material vegetal y la posterior recuperación de los microorganismos presentes en el producto tratado, los resultados pueden variar significativamente (Beuchat y col., 2001). Factores como el tipo de inóculo (cepas salvajes o procedentes de colecciones de cultivos tipos), la carga del inóculo (dosis de inóculo bajas, 102-103, o dosis elevadas, 106-108), el procedimiento de inoculación (inmersión o pulverización), el tiempo de incubación, el estado de desarrollo del microorganismo, así como el uso de cepas resistentes a antibióticos para una fácil recuperación del microorganismo, determinan los resultados obtenidos tras el tratamiento de higienización. Además, la mayoría de estudios de desinfección se han realizado a escala de laboratorio con resultados muy prometedores pero no se conocen su aplicación a escala piloto o industrial (Sapers, 2001). En general, la mayoría de los estudios tampoco tienen en cuenta la presencia de materia orgánica en el agua de lavado. De hecho, durante el lavado de vegetales en IV Gama, la calidad del agua de lavado se deteriora rápidamente por el aumento en la carga orgánica procedente de los restos de tierra, hojas, exudados del corte así como de microorganismos asociados al producto. Cuando se emplea agua potable para evaluar la eficacia de distintos desinfectantes, los resultados no tienen ninguna aplicación industrial. Por este motivo, se recomienda realizar los estudios en situaciones reales de bajo aporte

Durante el lavado de vegetales en IV Gama, la calidad del agua de lavado se deteriora rápidamente por el aumento en la carga orgánica procedente de los restos de tierra, hojas, exudados del corte así como de microorganismos asociados al producto

de agua, evaluando, además de la carga microbiana del producto después del lavado, la calidad del agua de lavado.

La legislación actual

La normativa que regula actualmente las sustancias que se pueden emplear para reducir la carga microbiana en frutas y hortalizas es muy compleja y en muchos casos, incierta. La reglamentación de los higienizantes es diferente en cada país. En EE.UU, el higienizante del agua de lavado se considera un "biocida" y está regulado por la EPA (Environmental Protection Agency, Agencia de Protección del Medio Ambiente) y en el producto de IV Gama se considera como aditivo y está regulado por la FDA.

La situación en Europa es incluso más compleja y debe ser armonizada en una reglamentación única. La Directiva Europea (89/107/EEC) sobre aditivos alimentarios incluye un listado de los aditivos alimentarios autorizados, aunque cada Estado miembro decide sus criterios y condiciones de uso incluyendo los niveles máximos autorizados. Existen

los llamados "coadyuvantes del proceso" que se definen como "aquellas sustancias que se emplean intencionadamente en el procesado con un propósito tecnológico, aunque puedan generar residuos de forma no intencionada son técnicamente inevitables, pero no presentan riesgo para la salud y no tienen un efecto en el producto final". En Inglaterra y Francia el cloro y sus derivados están autorizados como "coadyuvantes de proceso" como sustancias necesarias para el lavado de los productos de IV Gama, mientras que su uso no están permitidos ni regulado en otros Estados miembros. Aunque no se conoce con exactitud, su uso será regulado en breve, y parece ser que la definición de coadyuvante del proceso se va a restringir a aquellas sustancias que no presenten residuos en el alimento final, al menos que sean específicamente autorizados. Es imprescindible la elaboración de una reglamentación que regulen los higienizantes de lavado teniendo en cuenta que es necesario su uso para mantener la calidad del agua durante el lavado y evitar la contaminación cruzada entre productos.

El cloro y las alternativas

Durante los pasados 30 años numerosos estudios han constatado la gran eficacia del cloro y de sus derivados como desinfectantes del agua de lavado. El empleo de agua clorada en la etapa de lavado es una práctica común en la industria de IV Gama. Sin cloro, probablemente no existirían los productos de IV Gama. Casi un 80% de la industria de IV Gama usa hipoclorito, aunque en la mayoría de los casos no se conocen los aspectos más importantes relacionados con la química del cloro como el control del pH, el cloro libre y el potencial redox (Suslow, 2001). Por ello, muchas industrias hacen un uso incorrecto del cloro, ya que aumentan mucho la dosis y no consiguen la máxima efectividad. La mayoría de empresas que ofrecen otras alternativas resaltan los efectos negativos del hipoclorito como es la formación de productos de reacción no deseables, sugiriendo que la industria debe remplazar este método tradicional de desinfección. La sensibilidad de la detección de residuos ha aumentado en los últimos 10 años. Sin embargo, el hecho

Capaces de todo

FORIGO
roteritalia

Capable of everything

via A.Brennero Nord 9 Tel. +39 0386 32691 www.forigo.it
46035 Ostiglia MN Italy Fax. +39 0386 31260 info@forigo.it

de que puedan detectarse no significa que impliquen un riesgo. De cualquier forma, los resultados de estudios de toxicidad no indican que exista ninguna razón de preocupación en temas de seguridad sobre el lavado con cloro ya que la presencia de productos de reacción en el producto después del lavado es insignificante (Klaiber y col., 2005). Hasta hace muy poco, no existían datos sobre la formación de estos compuestos halogenados en el producto procesado cuando se lava con agua clorada. Por ello, la Asociación de Productores de Ensaladas Preparadas llevó a cabo una serie de análisis con el fin de detectar la presencia de estos compuestos en el producto vegetal. Los resultados demostraron que el producto vegetal lavado con dosis óptimas de hipoclorito, contenía menos cloro y subproductos de formación del cloro que en un vaso de agua del grifo (COT, 2007).

Desafortunadamente, el cloro no sólo es el agente higienizante más utilizado en la industria de IV Gama, sino que también es el higienizante peor utilizado, lo que puede causar su rechazo si no se controla adecuadamente. Sin embargo, los parámetros de control del cloro cuando se emplea en el lavado de frutas y hortalizas son bien conocidos. Existen numerosos trabajos en los que se describe el significado del control del pH para un uso eficiente y las medidas de las distintas formas de cloro, total, combinado y libre (Suslow, 1997). La efectividad del cloro depende de muchos factores siendo el pH y el contenido de materia orgánica en el agua los más importantes. En general, las reducciones microbianas obtenidas con el agua clorada aumentan cuando la concentración y la proporción agua/producto aumenta. Sin embargo, el tiempo de lavado parece que no tiene un gran efecto en la reducción microbiana ya que cuando se incrementa de 1 a 2 min, la eficacia del tratamiento no incrementa. Algunos estudios han demostrado que el mantenimiento de una dosis residual baja de cloro libre en el tanque de lavado es eficaz para mantener la calidad del agua de lavado de vegetales (Suslow, 2001), siempre y cuando los niveles seleccionados se mantengan durante todo el lavado mediante el uso de sistemas de dosificación automatizada. De hecho, un sistema de desinfección será efectivo siempre que sea capaz de mantener un nivel residual del agente higienizante a la salida de la lavadora, lo cual ocurre después de que la desinfección



ción haya tenido lugar. Estos sistemas garantizan la presencia de la cantidad necesaria de oxidante en el agua previniendo la contaminación cruzada entre producto contaminado y producto limpio. Los sensores específicos de cloro basados en técnicas amperométricas y de pH, aseguran que el nivel residual sea monitorizado en continuo y controlado consiguiendo una desinfección del agua adecuada todo el tiempo.

Higienización de frutas y hortalizas en IV gama

En los últimos años se han publicado un gran número de trabajos de investiga-

ción sobre la eficacia de distintos tratamientos de higienización en frutas y hortalizas en IV Gama. Sin embargo, muchos de los resultados obtenidos carecen de interés ya que se utilizan higienizantes no autorizados así como dosis y tiempos de lavado excesivos. Pese a las dificultades asociadas a la comparación de resultados obtenidos en distintos ensayos, existen diversas fuentes bibliográficas que comparan distintos métodos de higienización (IFPA, 2001; CCFRA, 2002- 2008; Parish et al., 2003; Sapers, 2003 Gómez-López et al., 2009; Ólmez and Kretzschmar, 2009), entre los que se incluyen los tratamientos físicos, químicos y sus combinaciones. De todos ellos cobran especial importancia algunos métodos de desinfección que se describen a continuación.

Numerosos estudios han demostrado que la fuerza mecánica del arrastre que ejerce el agua sobre la superficie del vegetal durante el lavado permite reducir la carga bacteriana en al menos 1 unidad logarítmica, siendo incluso mayor si se utilizan distintos sistemas de aireación modernos tipo "jacuzzi". Entre los tratamientos de desinfección no térmicos cabe destacar los ultrasonidos, la luz UV-C y la radiación ionizante. Sin embargo, en la actualidad sólo la luz UV-C se emplea como sistema de desinfección en algunas plantas de procesado. Este sistema, es capaz de mantener la calidad bacteriológica del agua de lavado pero, debido a su bajo poder de penetración, su eficacia es muy limitada ya que está muy influenciada por

Desafortunadamente, el cloro no sólo es el agente higienizante más utilizado en la industria de IV Gama, sino que también es el higienizante peor utilizado, lo que puede causar su rechazo si no se controla adecuadamente

la carga de materia orgánica presente en el agua, por lo que requiere el uso previo de sistemas de filtrado que eliminen los sólidos en suspensión. La eficacia de la desinfección por luz UV-C ha mejorado considerablemente mediante el uso de novedosos sistemas que aumentan la superficie de contacto del agua con las lámparas de luz UV-C. Otro sistema de desinfección es la irradiación, método muy prometedor por su gran capacidad antimicrobiana que no altera la calidad organoléptica ni ocasiona pérdidas nutricionales en los vegetales. Recientemente, en agosto de 2008, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos aprobó el uso de la irradiación para la desinfección de lechuga y espinaca tras la solicitud por parte de la Asociación Nacional de Alimentos Procesados, la cual representa a la mayoría de compañías de procesado. Comparada con otras tecnologías, la irradiación tiene un poder de penetración superior, por lo que puede llegar a ser una poderosa herramienta si se emplea de forma optimizada para cada tipo de producto y variedad. Esta tecnología se describe como la única capaz de destruir los microorganismos patógenos una vez internalizados en el tejido vegetal. Sin embargo, sigue sin ser totalmente aceptada por los consumidores y según la FDA, el uso de la radiación ionizante no es considerado como sustituto de la etapa de lavado (FDA, 2008).

Los métodos químicos de higienización conllevan la aplicación de un lavado mecánico con el higienizante, seguido de un aclarado en agua potable. En numerosos estudios, distintos agentes químicos han sido evaluados con el fin de determinar su grado de efectividad en el lavado de frutas y hortalizas. En la mayoría de estos estudios, sólo se evalúa la reducción del patógeno bacteriano inoculado justo después del lavado, y en algunos de ellos también se evalúa la supervivencia del mismo durante la conservación. Sin embargo, sólo en un número muy reducido se estudia el efecto del agente higienizante en las características físico-químicas del agua de lavado (Luo, 2007). El agua electrolizada ha resultado ser una alternativa muy prometedora para la desinfección del agua de proceso, la cual puede ser empleada tanto en el prelavado como en el aclarado (Ongen y col., 2006). Un ejemplo de esta tecnología es el sistema Ecodis® el cual genera una electrolisis mediante el paso de una corriente eléctrica a través de unos electrodos de titanio, causando una



Innovación para un éxito creciente



High Quality Printing

TEKU Macetas y Contenedores
como medio publicitario
con impresión o etiquetado
nuestro departamento de publicidad
le asesorará gustosamente.



PÖPPELMANN

Pöppelmann Ibérica S.R.L.U.
Plaça Vicenç Casanovas, 11-15
08340 Vilassar de Mar (Barcelona)
Tel. 93 754 09 20 • Fax 93 754 09 21
teku-es@poeppelemann.com • www.teku.com



gran oxidación y la formación de agentes oxidantes muy potentes derivados del cloro residual presente en el agua potable, como es el ácido hipocloroso (HOCl) y el ión hipoclorito (OCl⁻). El ácido peroxiacético (Tsunami[®]), también conocido como ácido peracético, tiene un gran interés debido tanto a su eficacia reduciendo la carga microbiana del producto como a la inocuidad de sus productos de reacción tras la descomposición espontánea, como son el ácido acético, agua y oxígeno (Dell'Erbaa y col., 2007). Estudios recientes han descrito que el ácido peroxiacético es menos efectivo que el hipoclorito sódico en la reducción de patógenos en el agua de red. Sin embargo, no se observaron diferencias entre ambos cuando se comparó su eficacia en agua de proceso en presencia de materia orgánica. Según los límites establecidos por la FDA, la concentración máxima permitida de ácido peroxiacético para el lavado de frutas y hortalizas de IV Gama son 80 ppm, aunque algunos estudios indican que esta concentración es insuficiente para garantizar la inocuidad de estos productos (Hellstrom y col., 2006). Otra ventaja que presenta el ácido peroxiacético es su baja reacción con la materia orgánica presente en el agua de proceso, al contrario que el hipoclorito sódico (Ruiz-Cruz y col., 2007). Una de las tecnologías de higienización que más atención ha acaparado en los últimos años es el uso del ozono. Nuestro grupo de investigación dispone de una planta piloto

de generación y aplicación de ozono gaseoso y acuoso, lo que ha permitido llevar a cabo numerosos estudios sobre la eficacia del ozono en frutas y hortalizas, así como en el agua de proceso (Beltrán y col., 2005, Selma y col., 2007, Selma y col., 2008). Los resultados obtenidos hasta el momento hacen pensar que el ozono es un excelente desinfectante para el agua, pudiendo ser utilizado como un sistema de desinfección paralelo a la línea de procesado, ya que su empleo en las lavadoras es complejo. Esta tecnología presenta grandes desventajas como es la dificultad de su dosificación debido a la escasa solubilidad del ozono en el agua, los riesgos laborales asociados a la emisión de ozono gaseoso en la planta de procesado, corrosión del equipamiento debido a su gran poder oxidante, además de precisar una optimización muy ajustada para cada tipo de producto. Otros higienizantes que se presentan como alternativas al hipoclorito sódico son los ácidos orgánicos como el ácido láctico (Purac[®]), ácido cítrico y vinagre, así como otras mezclas como la formada por bioflavonoides y ácidos orgánicos (Cítrax[®]). La acción antimicrobiana de estos desinfectantes se debe principalmente a la reducción en el pH, aunque su eficacia varía considerablemente dependiendo del tipo de ácido orgánico. En general, los tiempos de exposición deben ser muy largos (entre 5 y 15 min), lo que limita su aplicación. Además, todos los agentes higienizantes a base de ácidos or-

gánicos incrementan considerablemente la carga de materia orgánica presente en el agua de lavado (DQO y DBO), lo que supone un gran impacto en la calidad del agua de vertido, además de conferir sabores y olores desagradables al producto (Ölmez y Kretzschmar, 2009).

El dióxido de cloro, pese a ser un derivado clorado, representa una de las alternativas más interesantes por ser un potente oxidante como el ozono pero sin presentar muchas de las desventajas ya mencionadas del ozono (Gómez-López y col., 2009). El dióxido de cloro se puede formar "in situ" al reaccionar el clorito de sodio con un ácido o se puede obtener como solución acuosa, lista para ser utilizada. Las principales ventajas que presenta es su escasa capacidad de reaccionar con la materia orgánica, por lo que no genera productos de reacción, es más estable a amplios rangos de pH y menos corrosivo que el hipoclorito. Actualmente, la concentración máxima autorizada por la FDA es de 3 ppm, siendo necesario un aclarado. Estudios llevados a cabo en nuestro laboratorio han demostrado que el uso de 3 ppm no es suficiente para reducir significativamente la carga microbiana del producto vegetal, pero sí es eficaz reduciendo la carga del agua de proceso. Otros autores han descrito un efecto sinérgico mediante la combinación del dióxido de cloro y el uso de ultrasonidos (Huang y col., 2006).

El uso combinado de tratamientos de oxidación de forma simultánea se denomina Procesos de Oxidación Avanzada (Advanced Oxidation Processes, AOPs). Estas tecnologías representan un gran avance en la higienización ya que en la mayoría de los casos consigue importantes reducciones de los microorganismos presentes en el agua de lavado, sin que se generen productos de reacción. Éste es el caso de la combinación del uso de peróxido de hidrógeno y luz UV.

Presente y futuro de la higienización de productos de IV Gama

La mayoría de la bibliografía sobre el uso de higienizantes concluyen que el lavado reduce la carga microbiana saprofitas de la superficie del vegetal en 2 o 3 unidades logarítmicas (Allende y col., 2008b). A pesar de observarse diferencias entre los distintos higienizantes después del lavado, estas diferencias desaparecen durante la conservación, alcanzándose re-

cuentos similares en el producto lavado con agua del grifo o con un agente desinfectante. En general, el lavado del producto con un agente antimicrobiano reduce el recuento inicial de bacterias, pero puede incluso fomentar un aumento en el crecimiento y supervivencia durante la conservación (Ragaert y col., 2008). De gran relevancia es la calidad microbiológica de la materia prima que entra en la planta de procesado y, por lo tanto, en el tanque de lavado, ya que la eliminación de la contaminación microbiana durante el lavado tiene grandes limitaciones. Algunos autores han descrito que la formación de biopelículas reduce considerablemente la eficacia de los higienizantes en la superficie del tejido. Otro factor que afecta considerablemente la eficacia de los tratamientos higienizantes es la adhesión y localización de los microorganismos en el tejido vegetal. La ubicación de los microorganismos en zonas irregulares del tejido, como los estomas y pequeñas fisuras, los protegen de la acción antimicrobiana de los agentes higienizantes.

Es recomendable incluir una etapa de prelavado en forma de ducha donde se elimine la suciedad y los exudados celulares, seguida de la etapa de desinfección por inmersión donde se encuentre el higienizante y posteriormente el aclarado cuando el higienizante empleado y su dosis lo requieran. En esta línea de proceso ideal, el flujo de agua debe ir en contracorriente al movimiento de producto en toda la línea. Así, el agua del tanque de lavado puede ser reutilizada en la etapa de prelavado y lo mismo la del aclarado que puede ser recirculada al tanque de higienización. Si se cuenta con un sistema de recirculación de agua, se puede incorporar un sistema de desinfección del agua paralelo a la línea de proceso, en el que se puede aplicar ozono o cualquier otra tecnología de oxidación avanzada, altamente eficaces para la desinfección del agua de proceso.

Existe una gran incertidumbre sobre si el uso del cloro en el lavado de frutas y hortalizas de IV gama debe ser eliminado o no. Sin embargo, sin cloro, el mercado de la IV Gama se reduciría considerablemente o desaparecería, tal y cómo sucede en otros países como Alemania o Suiza, donde el cloro está prohibido. Una buena aproximación sería establecer las condiciones óptimas de control y dosificación para maximizar su eficacia y reducir los efectos adversos asociados a su uso. La reducción de la materia orgánica en el

tanque de desinfección mediante un prelavado y un sistema de filtración puede ser muy útil para evitar la formación de productos de reacción del cloro con la materia orgánica.

Conclusiones

Las empresas de procesado en IV gama confían en los higienizantes la reducción de la carga microbiana, como responsables de mantener la calidad y alargar la vida útil de sus productos. El agua es un medio idóneo para reducir la contaminación de los vegetales, ya que puede eliminar la suciedad y restos vegetales, pero puede servir de vehículo de transmisión de microorganismos patógenos. El lavado con higienizantes es imprescindible ya que además de mejorar la higiene del producto, mantiene la calidad microbiológica del agua de lavado, evitando la contaminación cruzada entre producto contaminado y no contaminado. La mayoría de los higienizantes son eficaces cuando se comparan con el lavado con agua, pero después de la conservación la microflora del producto vegetal es capaz de crecer rápidamente, alcanzando los niveles iniciales sin existir diferencias entre los distintos tratamientos, incluyendo el agua. De hecho, en contra de la idea general de que los higienizantes son empleados para reducir la carga microbiana del producto, su principal efecto es el de mantener la calidad microbiológica del agua. En muchos países europeos, se defiende el empleo de agua potable para el lavado de vegetales en IV Gama, en lugar del uso de agua con un agente higienizante. Sin embargo, sin la presencia de un higienizante, no se puede garantizar la seguridad microbiológica del vegetal lavado. En el tanque de lavado, donde el agua es reutilizado para muchos kilos de producto, siempre se debe utilizar el agente higienizante en la dosis adecuada que garantice una concentración residual a lo largo de todo el lavado, asegurando la calidad microbiológica del agua de lavado al mismo tiempo que se respeta el medio ambiente y la salud de los consumidores. Es muy importante tener en cuenta que la desinfección del agua debe llevarse a cabo con la finalidad de minimizar la dosis efectiva de higienizante sin disminuir la efectividad de la inhibición microbiana. Para ello, es necesario mejorar los sistemas de desinfección incluyendo un prelavado y un aclarado final en ducha.



De izq. a der.:
Victoria Selma, Ana Allende, Francisco López-Gálvez y María Isabel Gil.

La línea de investigación del Grupo de Calidad, Seguridad y Bioactividad de Alimentos Vegetales del CEBAS-CSIC (Murcia) se centra en proporcionar alimentos más seguros y atractivos para los consumidores, a través de una mejora en sus propiedades nutricionales y sensoriales, unas presentaciones más cómodas y una mayor facilidad de preparación para su consumo.

Los avances en el conocimiento de la seguridad y de las propiedades saludables de las frutas y hortalizas en particular y de los alimentos de origen vegetal en general, permiten el desarrollo de nuevos ingredientes y alimentos más atractivos y convenientes para el consumidor.

Con estos objetivos el Grupo de Calidad, Seguridad y Bioactividad de Alimentos Vegetales genera conocimientos sobre (1) los procesos biológicos y físico-químicos responsables de los distintos parámetros de calidad relacionados con las propiedades saludables de los alimentos de origen vegetal, (2) desarrolla procesos y productos innovadores más seguros y saludables, atractivos y convenientes para el consumidor y (3) participa en una investigación pluridisciplinar aprovechando los avances en las tecnologías genómicas, las nanociencias y la biotecnología para avanzar en los conocimientos sobre la influencia de la alimentación en la salud.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación a la CICYT (proyecto AGL2007-65056).

Para saber más...

Puede encontrar la bibliografía y las referencias de este artículo en www.horticom.com?73131