

Las Prácticas Básicas de Buena Higiene en Operaciones de Pequeña Escala: Equipo para Cosecha y Recipientes Reusables de Cosecha, Empaque y Transporte

*Dr. Trevor Suslow**

Los productores de pequeña escala se preocupan por las practicas de buena higiene durante el mercadeo directo y de menudeo. Prácticas simples y eficaces de limpieza y sanidad para su herramientas sencillas de cosecha, equipo y recipientes deben ser fáciles para estos productores. Los productores y distribuidores de escala mayor requieren el uso de prácticas mas complicadas para lograr la sanidad requerida. Los recipientes de agua, cubetas, y recipientes reusables, y los superficies de bandas y mesas de selección y empaque y otros equipos pueden ser pre-limpiados con agua potable y expuestos a un agente desinfectante apropiado para reducir al mínimo o eliminar cualquier levadura, hongo, bacteria, patógenos potenciales humanos, incluyendo virus (tales como Hepatitis A).

Limpiar, Luego Desinfectar

Para prevenir la contaminación cruzada, los recipientes de campo y tolvas de plástico de polietileno de alta densidad y de PVC (hoy en día más comunes que los de madera) para cosechar, almacenar o transportar al mercado requieren ser limpiados y saneados periódicamente o después de cada uso en algunos casos. Todo el equipo y las superficies de contacto deberán ser limpias de cualquier resto de suelo o suciedad utilizando mangueras de agua de alta presión o cepillos con buena fuerza manual. La pre-limpieza es un primer paso esencial en la reducción efectiva de rastros menos visibles o invisibles de contaminación microbiana.

¡Acuérdese, No se puede sanear la mugre!

En las superficies de contacto con los alimentos, solamente se permite el uso de productos químicos aprobados y etiquetados, tales como hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio y otros agentes desinfectantes y antimicrobianos. Después de limpiar el recipiente, remojelo por lo menos 20 minutos o, si es conveniente, por la noche en 100 ppm de ácido hipocloroso u otro desinfectante. Sólo se necesita alrededor de la mitad de una cucharita de hipoclorito liquido (compuesto activo de 5.25%) en una cubeta de 5 galones de agua limpia. Después del tratamiento, enjuague el equipo, la cubeta o el recipiente con agua potable y limpia.

El uso de otros compuestos alternativos al Cloro

Se sabe que los productos de la reacción hipoclorito y otros compuestos clorados pueden plantear riesgos a la salud o efectos negativos al ambiente. Algunas alternativas son fosfato trisódico, peróxido de hidrógeno (H_2O_2), ácido peroxiacético (CH_3CO_3H) u otros

* Especialista en Extensión de Manejo Postcosecha. Departamento de Hortallizas. Universidad de California, Davis

agentes desinfectantes aprobados para alimentos. La combinación de fosfato trisódico con un compuesto tenso-activo aprobado es generalmente efectivo sobre superficies de madera. Aunque más costoso que el hipoclorito, una mezcla de carbonato de sodio y de peróxido de hidrógeno (percarbonato de sodio), es muy efectiva en la limpieza y la desinfección. En general, deberá permanecer en contacto con la superficie por 15 minutos.

Los Iodóforos, compuestos derivados de yodo son alternativas eficaces al cloro para el saneamiento de superficies limpias. Una solución de 1 cucharada en 5 galones de agua fría (nunca use agua caliente) desinfectará el equipo o recipientes de cosecha en 2 minutos. Después del saneamiento, quite el equipo y deje que se seque al aire libre. No hay necesidad de enjuagar la superficie; el equipo ahora esta lista para usarse. Los Iodóforos son más costosos que el cloro y teñirán los plásticos y otros materiales absorbentes. Existe, sin embargo, un beneficio significativo en su uso: En tanto que la solución sea de un color ámbar claro, el yodo presente es suficiente para desinfectar.

El uso de soluciones fuertemente ácidas o cáusticas es muy peligroso y por lo general no es necesario, ni recomendado para el producto. No están aprobados productos como PineSol™, Lysol™ u otros productos similares para superficies de contacto con alimentos y jamás deben usarse para desinfectar herramientas o recipientes de cosecha.

Limpieza con prácticas de sentido común

Aunque el sentido común ayudará mucho en la limpieza y sanitización en el campo, es útil un repaso de algunas reglas fundamentales:
Siempre haga limpieza y sanidad en las superficies de adentro y fuera, labios y las mangos de los recipientes

No seque recipientes apilables sobre el suelo u otras superficies potencialmente contaminadas.

No apile recipientes limpios que han estado en contacto con el suelo.

Para el transporte de hortalizas mínimamente procesados, no use recipientes de cosecha sin haber sido limpiados o saneados.

Cuando sea posible, minimice la confusión acerca de cuales recipientes se usan en las operaciones de campo empleando colores para diferenciar su utilización.

Definiciones

Desinfección:

La desinfección se define, por lo general, como la destrucción de células microbianas viables excluyendo las esporas resistentes a calor. La desinfección no necesariamente conlleva la esterilización, la cual es especialmente cierto para las prácticas aquí descritas.

Esterilización:

En la microbiología, la esterilización significa la eliminación de todas las formas viables de una superficie. Esto incluye esporas y quistes resistentes. Los micro-organismos pueden ser destruidos por calor seco, calor húmedo, soluciones o vapores de varios productos químicos, o formas de irradiación ultravioleta, gama u otras.

La información en este folleto esta propuesta como guía y no deberá ser considerada como una fuente autorizada para el registro de productos o procesos o para recomendaciones de uso legal de productos o procesos.

Una taza de hipoclorito liquido (5.25% de hipochlorito de sodio) en 50 galones de agua produce una concentración de ingrediente activo de aproximadamente de 100 ppm (ácido hipocloroso, HOCl). Para mas detalles ver la publicación DANR #8003.

Algunas fuentes para la obtención de desinfectantes y agentes antimicrobianos

Aqua Systems	(916) 786-5326
Bonagra Technologies	(602) 884-1755
Brogdex Co.	(909) 662-1021
Decco/ Elf Atochem	(800) 211-0925
Ecolab	(916) 624-5308
Great Western Chem	(503) 227-1616
Zep Manufacturing	(404) 352-1680

Trevor Suslow, Ph. D.,
Especialista en Extensión de Manejo Postcosecha
Departamento de Hortalizas
Universidad de California, Davis
One Shields Ave.
Davis, CA 95616-8631
(530) 754-8313
tvsuslow@ucdavis.edu

Univ. California Publicación 8003

La Clorinación Postcosecha

Aspectos Básicos y Puntos Claves para una Desinfección Efectiva

Trevor Suslow*

Por lo general el manejo postcosecha de muchas frutas y hortalizas involucra el uso de canalones y tanques de agua, lavados por aspersión o hidrogenfriadores. Una gran parte de los procesos de postcosecha recirculan el agua usada (agua de proceso) para conservar agua y energía. La tierra, el material orgánico y los patógenos causantes de enfermedades se pueden acumular en el agua durante el vaciado de cajas de campo, el hidrogenfriamiento y recirculación de aguas de proceso.

La desinfección es el tratamiento del agua para inactivar o destruir bacteria, hongos, virus, quistes y otros microorganismos. El propósito de la desinfección es prevenir la transferencia de estos organismos desde el agua de proceso a los productos frescos y de un producto a otro durante el manejo postcosecha, aumentando la probabilidad que el producto sea microbiológicamente segura para el consumo humano. La desinfección puede emplear compuestos químicos como el cloro, el yodo, o el peróxido o puede emplear procesos físicos como la microfiltración o la iluminación ultravioleta.

La desinfección forma parte de un programa global de saneamiento y de seguridad alimentaria. La clorinación de los aguas de proceso es uno de los elementos primarios de un programa de sanidad postcosecha bien conducido. Junto con un programa que en su totalidad enfatiza la seguridad, la clorinación es generalmente efectiva, relativamente barata, y puede ser implementada en operaciones de cualquier tamaño.

La clorinación en si no es un programa de sanidad, es mejor visto como una técnica de minimizar la transmisión de patógenos de productos o escombros infestados a las superficies no infestadas como son cortes o heridas durante la cosecha o procesamiento, o aperturas naturales en los tejidos vegetales.

Formas del Cloro en el Agua

El cloro (Cl) es un desinfectante muy efectivo con poderosas propiedades oxidativas. Es soluble en agua, por la inyección del gas cloro o por la adición de sales de hipocloritos (ver Figura 1). Esta solución llamada agua de cloro (o agua clorinada) consiste de la mezcla del gas cloro (Cl₂), el ácido hipocloroso (HOCl) e iones hipocloritos (OCl⁻) en proporciones que varían con el pH del agua. Se emplean los términos *cloro libre*, *cloro reactivo*, *cloro disponible* (el término preferido) para describir la cantidad de cloro en cualquier forma disponible para la reacción oxidativa y la desinfección. El cloro disponible no incluye el cloro combinado con amonía u otras formas menos disponibles con actividad microbiana débil como son las chloraminas.

* Especialista en Postcosecha, Departamento de Hortalizas, Universidad de California, Davis
Traducción: Eleta Trejo y Marita Cantwell

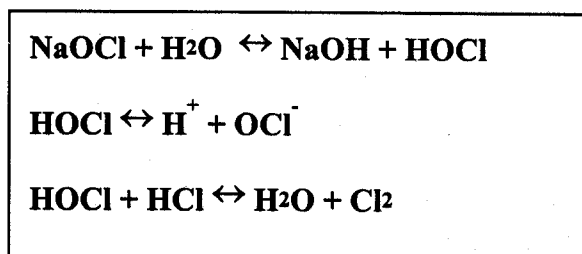


Figura 1. Las formas del cloro en el agua.

El *cloro total* se refiere a la cantidad total de cloro disponible y combinado que está presente en el agua y todavía disponible para la desinfección y oxidación de materia orgánica. Aunque los compuestos clorados combinados son más estables que las formas disponibles de cloro, son menos activos. En el agua de proceso, la forma deseada de cloro es el ácido hipocloroso, el cual es una bactericida mucho más efectiva que el ion hipoclorito.

La acidez o alcalinidad de una solución, medida en una escala de 0 a 14, se conoce como pH. El punto medio de 7.0 en la escala de pH representa la neutralidad; es decir, una solución neutral es ni ácida ni alcalina. Los valores menores a 7.0 indican soluciones ácidas; los valores mayores a 7.0 indican la alcalinidad. Aunque la concentración de ácido hipocloroso es mayor a pH de 6.0 (**Cuadro 1**), la mejor balanza entre la actividad y la estabilidad se logra al mantener el pH del agua entre 6.5 y 7.5. A un pH bajo, gas cloro es liberado del agua.

El cloro puede oxidar parcialmente materiales orgánicos para producir biproductos indeseables en el agua de proceso, como son el cloroformo (CHCl_3) u otros trihalometanos, que se conocen o sospechan de potencial carcinogénica. A un alto pH el cloro reacciona con sustancias que contienen nitrógeno orgánico para producir cloraminas. Desde una perspectiva regulatoria del gobierno estado unidense, los beneficios de la clorinación como una herramienta primaria de sanidad sobresalen la preocupación de la presencia posible de estos biproductos.

El uso de cloro para el lavado de frutas y hortalizas (agua clorinada en contacto directo con el producto) se ha prohibido en algunos países además de los EEUU y podría afectar la exportación de productos tratados con cloro. Asistencia e información sobre las regulaciones para la exportación pueden ser obtenidas del Centro de Seguridad de Alimentos y Nutrición Aplicada de la FDA (Administración de Alimentos y Farmacéuticos, 200 C St. SW, Washington, D.C. 20204).

Cuadro 1. La actividad de las formas de cloro en el agua en relación al pH.

pH del agua	% aproximado de cloro en forma de HOCl	% aproximado de cloro en forma de OCl ⁻
3.5	90	0
4.0	95	0
4.5	100	Traza
5.0	100	Traza
5.5	100	Traza
6.0	98	2
6.5	95	5
7.0	78	22
7.5	50	50
8.0	22	78
8.5	15	85
9.0	4	96
9.5	2	98
10.0	0	100

CUIDADO

Nunca combinar el cloro con amonio o acetileno ya que se producirá el gas cloro tóxico.

La preocupación por los peligros potenciales asociados con los biproductos de cloro y los efluentes de agua de proceso, ha conducido a mayor esfuerzos para evaluar y registrar tratamientos alternativos de desinfección de agua y de saneamiento postcosecha de frutas y hortalizas. Estos son brevemente presentados en la sección "Otros desinfectantes".

Productos Registrados de Cloro

Tres formas del cloro han sido aprobadas para su uso comercial (registrado) por la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (EPA) y para California, por el Departamento de Registro de Pesticidas (DPR). Para otros desinfectantes, incluyendo algunos que quizás no están registrados, vea la sección "Otros desinfectantes".

El Gas Cloro (Cl₂)

El gas cloro es la fuente más económica pero la más exigente con respecto a la seguridad y el monitoreo. Es por lo general restringido a uso en operaciones de gran escala, ya que su uso requiere de sistemas de inyección controladas y automatizadas, con un control continuo de pH. La inyección dl gas cloro reduce el pH del agua a menor de 6.5.

Hipoclorito de Calcio (CaCl_2O_2)

El hipoclorito de calcio es la fuente de cloro más común para la desinfección de frutas y hortalizas y para los aguas de proceso. Las formulaciones registradas incluyen un porcentaje de ingrediente activo (i.a.) de 65 a 68%. Esta disponible como un polvo granulado, como tabletas comprimidas u otras tabletas grandes de disolución lenta. Durante el almacenamiento en seco, el hipoclorito de calcio es más estable que el hipoclorito de sodio en líquido. La fitotoxicidad (blanquear o quemar) de productos frescos puede ocurrir si las gránulas de hipoclorito de calcio no disuelven en el tanque de agua fría de lavado o en el sistema de hidroenfriamiento. Hay que disolver los granulos en un volumen pequeño de agua tibia antes de añadirlos al agua de enfriamiento o lavado. El hipoclorito de calcio aumenta el pH del agua ligeramente por arriba del 7.5.

El Hipoclorito de Sodio (NaOCl)

El hipoclorito de sodio es la fuente de cloro comunmente usada en operaciones de pequeña escala. Por lo general se emplea formulaciones de 5.25 a 12.75% i.a. en forma líquida, porque las formas sólidas fácilmente absorben agua del aire y liberan el gas cloro. Sólo formulaciones registradas son aprobadas para los productos frescos (el cloro casero no es un material registrado para los productos perecederos). El hipoclorito de sodio es por lo general más caro que otras formas de cloro debido al costo adicional de transportar las formulaciones en agua. La acumulación excesiva de sodio debido a las aplicaciones repetidas de hipoclorito de sodio al agua recirculando puede dañar las hortalizas sensibles. El hipoclorito de sodio aumenta el pH del agua arriba del 7.5.

Puntos Claves para una Desinfección Adecuada con Cloro

Fuente de Agua

Se debe usar agua potable para todas las operaciones postcosechas de lavado, selección, y de enfriamiento. El uso de agua contaminado durante operaciones postcosechas puede transmitir enfermedades que pudran las hortalizas o que dañan la salud humana. No se debe usar directamente el agua del río o de estanques para el lavado o el enfriamiento postcosecha. Debido a que algunos patógenos de concierne a la seguridad humano no son matados fácilmente con la clorinación aún bajo condiciones óptimas, el mejor paso preventivo consiste de un lavado inicial con agua potable. La eficacia de otras opciones de desinfección, como el tratamiento ultravioleta or de ozono de los aguas de proceso, estan siendo actualmente evaluados con microorganismos resistentes al cloro. Cuando se emplea una fuente de agua no potable, se deben realizar evaluaciones de la calidad del agua por un laboratorio analítico registrado. Para mayor información vea A.E. Greenberg, ed., *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 19th ed. (Washington, D.C.: American Public Health Assn., 1995).

Temperatura Aunque la actividad de cloro aumenta ligeramente con la temperatura, se pierde gas cloro a la atmósfera al incrementar la velocidad de evaporación por el aumento de temperatura. Por ejemplo en el hidrogenamiento, las temperaturas bajas y los valores incorrectos de pH pueden reducir notablemente la eficiencia de desinfección. En general, la necesidad de un enfriamiento rápido para optimizar la calidad postcosecha supercede el ajuste de la temperatura del agua clorinada para optimizar la actividad de desinfección.

Materia Orgánica

El cloro es altamente reactivo con hojas, tierra, o cualquier material vegetal siempre cuando el oxígeno este presente. Cada reacción química reduce la cantidad de cloro activo.

Desecho de Agua de Desperdicio

Un plan de desecho para el agua clorinada tiene que estar vigente antes de que se utilice cualquier sistema de clorinación. Aunque se ha permitido la aplicación de efluentes sobre el suelo, siempre determine si un permiso local u otras restricciones son necesarios. La Oficina de Control de Agua de Desecho del EPA determina las políticas federales y las normas para el desecho de agua clorinada de proceso y de los impactos de biproductos clorinados al sistemas ambientales de agua. Las agencias estatales y locales de manejo de los recursos acuarios, comites de control de la calidad del aire, y comites de efluentes de agua son responsables de supervisión regulatoria.

La Seguridad de los Trabajadores

En forma concentrada, el gas cloro es extremadamente peligroso y sólo debe ser usado en sistemas cerrados correctamente diseñados que estan aislados del área de procesamiento. Los vapores de cloro provenientes de agua tratada ocasionarán incomodidad y irritación a los ojos del trabajador. Si un olor a cloro es apenas detectable por un trabajador entrando al area donde esta funcionando un proceso y sistema de enfriamiento de agua clorinado, es probable que se haya alcanzado la concentración máxima segura de cloro. Además de ser un riesgo a la salud, el olor excesivo por las reacciones del cloro (interacción del cloro con compuestos aminos orgánicos) o del gas cloro también pueden indicar un pH inapropiado. La Administración de Seguridad y Salud del Trabajador (OSHA) (veer website <http://www.osha.slc.gov>) establece y publica los valores limites de umbral y de exposición por corto tiempo para la exposición del trabajador al cloro, dióxido de cloro, ozono, y otros materiales peligrosos.

Producto	Tipo de tratamiento	Cloro disponible (ppm)
Ajo pelado†	Aspersión sobre transportadora continua	75-150
Alcachofas	Aspersión sobre transportadora continua	100-150
Apio	Hidrogenfriador*	100
Apio	Aspersión sobre transportadora continua	100-150
Brocoli	Aspersión sobre transportadora continua	100-150
Calabacita	Aspersión sobre transportadora continua	75-100
Calabaza	Aspersión sobre transportadora continua	100-200
Camote	Tanque de vaciado (prelavado)	100-150
Cebollín	Aspersión sobre transportadora continua	100-150
Champignones‡	Aspersión sobre transportadora continua	100-150
Chícharo en vaina	Aspersión sobre transportadora continua	50-100
Chili Bell	Aspersión sobre transportadora continua	150-200
	Tanque de vaciado	300-400
Chili picoso	Aspersión sobre transportadora continua	300-400
Col desmenuzado	Aspersión sobre transportadora continua	100-150
Coles de Brusela	Aspersión sobre transportadora continua	100-150
Coliflor	Aspersión sobre transportadora continua	100-150
Elote	Aspersión sobre transportadora continua	75-100
Espárragos	Aspersión sobre transportadora continua	100-150
	Hidrogenfriador*	125-150
Espinaca	Aspersión sobre transportadora continua	75-150
Hojas verdes, cortadas	Aspersión sobre transportadora continua	100-150
Lechuga de cabeza, intacto o cortado†	Aspersión sobre transportadora continua Enfriador de hidrovacio*	100-150
Lechuga de mantequilla	Aspersión sobre transportadora continua	100-150
Lechuga romana	Aspersión sobre transportadora continua	100-150
Melones	Aspersión sobre transportadora continua	100-150
Nabo	Tanque de vaciado	100-200
Name	Tanque de vaciado	100-200
Papa, blanca	Tanque de vaciado (blanquear)	500-600
Papa, café o roja	Agua de proceso	200-300
	Tanque de vaciado (prelavado)	30-100
	Aspersión sobre transportadora continua	100-200
Pepino	Aspersión sobre transportadora continua	100-150
Rábano	Aspersión sobre transportadora continua	100-150
	Tanque de vaciado	25-50
Tomate	Agua de proceso	200-350
	Tanque de vaciado	200-350
Zanahoria	Aspersión sobre transportadora continua	100-150
	Agua de proceso	150-200

Cuadro 2. Concentraciones de cloro generalmente usadas para las hortalizas.

Nota: Este cuadro representa el rango de concentraciones de las etiquetas de los productos y la información técnica de las formulaciones actualmente registrados en California. Las concentraciones citadas representan las usadas en la industria hortícola. Siempre seguir las indicaciones, los usos y las tolerancias anotados sobre las etiquetas de los productos aprobados. Determinar la sensibilidad de las variedades sobre un rango de concentración.

* Para mayor información sobre la clorinación de agua para el hidrogenoenfriado consultar UC Perishables Handling Newsletter no. 84 (Nov 1995), también disponible en el internet <http://postharvest.ucdavis.edu>

† El agua residual es removido por la centrifugación u otro proceso de secado después del tratamiento.

‡ No es tratamiento común. Después de usar, seguir con un antioxidante para reducir el pardeamiento. El ácido ascórbico o erythórbico en combinación con el ácido cítrico son ejemplos de antioxidantes.

Otros Desinfectantes

En la búsqueda de tratamientos efectivos de desinfección del agua, la industria de manejo postcosecha opera con frecuencia bajo incertidumbres regulatorios. Algunos distribuidores y procesadores de hortalizas usan dióxido de cloro y ozono para sanitizar y otras aplicaciones postcosechas, en parte debido a sus características en relación a materiales registrados (ver Figura 2). Para aplicaciones a hortalizas enteras o peladas, es posible que los distribuidores y los procesadores están asumiendo que estos materiales tengan el estado de aprobación de Generalmente Considerados como Seguros (GRAS). Esto se ha determinado por las recomendaciones recientes de un comité de expertos, pero hasta la fecha la Administración estadounidense de Alimentos y Farmacéuticos (FDA) no ha presentado una determinación oficial en relación a estos materiales. En la actualidad, a diferencia del gas cloro, del hipoclorito de calcio y de sodio, ningún uso postcosecha de dióxido de cloro o del ozono están registrados por el EPA de los EEUU o con el DPR de California.

OCI < HOCl < ClO₂ < O₃		
<i>Eficiencia relativa de desinfección microbiana</i>		
HOCl	O₃	ClO₂
Fuerte	Moderado	Bajo
<i>Eficacia afectada por el pH</i>		

Figura 2. La eficiencia de desinfección en relación al pH y diferentes químicos.

Dióxido de Cloro (ClO₂)

El dióxido de cloro, un gas amarillo o rojo con una potencial oxidativa 2.5 veces la del gas cloro, es explosivo a concentraciones excediendo 10 por ciento i.a. o a temperaturas mayores de 130°C (266°F). Por lo general es diluido a 10 por ciento i.a. y transportado en forma congelada para muchos usos industriales, incluyendo el tratamiento de agua y la desinfección de las superficies en contacto con los alimentos procesados. La generación in situ de dióxido de cloro es también posible a través de la combinación del gas cloro con el clorito de sodio o el hipoclorito de sodio con ácido hipoclorito y el clorito de sodio. Como es el caso con gas cloro, los peligros asociados con el uso de dióxido de cloro exigen una atención detallada al equipo de control para prevenir o reducir la exposición de los trabajadores. Pueden ocurrir explosiones violentas cuando dióxido de cloro entra en contacto con la amoníaco.

El poder desinfectante de dióxido de cloro es relativamente constante en un rango de pH de 6 a 10. Es efectivo contra la mayoría de los microorganismos a concentraciones de 3 a 5 ppm en agua limpia. La necesidad de generación en situ, programas especializados para la seguridad de los trabajadores, y sistemas de inyección cerrados para contener fugas y vapores concentrados hacen que el dióxido de cloro sea relativamente caro para aplicaciones de frutas y hortalizas.

En la actualidad, el dióxido de cloro no está registrado por el DPR de California como un tratamiento postcosecha para contacto directo con productos frescos.

Ozono (O₃)

El ozono es otro potente oxidante usado en la desinfección de agua de proceso, agua potable y agua de albercas. En el agua potable libre de desechos orgánicos y partículas de tierra, el ozono es un desinfectante sumamente efectivo a concentraciones de 0.5 a 2 ppm. El ozono es casi insoluble en agua (0.00003g/100mL a 20°C [68°F]); su actividad desinfectante resulta inafectada a un pH del agua de 6 a 8. El ozono es sumamente corrosivo a equipo y mortal a seres humanos expuestos a concentraciones mayores de 4 ppm por un tiempo prolongado. El ozono es detectado fácilmente por el olfato humano a concentraciones entre 0.01 y 0.04 ppm. A 1 ppm, el ozono tiene un olor pungente y desagradable e irrita los ojos y la garganta.

Concentraciones efectivas pero seguras son difíciles de mantener en los aguas de proceso por limitaciones en los sistemas automáticos de detección. Se emplean electrodos que miden la potencial de oxidación-reducción (ORP) del agua o estuches chlorimétricos para monitorear las concentraciones de ozono. El ozono es altamente inestable en el agua y se descompone al oxígeno en un tiempo muy corto (después de veinte minutos permanece menos de la mitad de la actividad). En el agua de proceso con tierra y material orgánico suspendidos, la vida-media de la actividad de ozono puede ser menos de un minuto. Ha sido difícil mantener concentraciones efectivas para la desinfección microbiana empleando la generación e inyección remota de ozono a un sistema de agua centralizado, como se realiza con el cloro o el dióxido de cloro.

En la actualidad, el ozono no está registrado con el DPR de California como un tratamiento postcosecha para contacto directo con frutas y hortalizas. La recomendación reciente de un comité de expertos al FDA apoyando la clasificación GRAS del ozono como un desinfectante para los alimentos, ha dado la oportunidad que la industria de frutas y hortalizas establezca una confirmación independiente de seguridad cuando es aplicada de una manera consistente con las buenas prácticas de manufactura (GMPs).

Ácido Peroxiacético (CH₃CO₃H)

El ácido peroxiacético ha sido aprobado recientemente por el DPR de California para uso en productos hortícolas. Para el tratamiento de superficies de frutas y hortalizas, las formulaciones actuales combinan peróxido de hidrógeno al 11% con el ácido peroxiacético al 15% i.a. La dosis registrada para contacto directo de los productos frescos es 80 ppm. Después de la aplicación del ácido peroxiacético para la desinfección es

necesario enjuagar el producto con agua potable. El ácido peroxiacético es un líquido con color con un olor acre; en forma concentrada se considera una sustancia peligrosa y un irritante severo al respirarlo.

Hipofosfito de sodio (NaH_2PO_2)

El hipofosfito de sodio es activo contra microorganismos que forman esporas y que son resistentes a concentraciones normales de cloro. Sin embargo ha sido poco evaluado en las aguas de proceso. Actualmente, no es registrado por el DPR de California como un tratamiento postcosecha para frutas y hortalizas.

Sulfito de Sodio (Na_2SO_3)

El sulfito de sodio ha sido evaluado como un desinfectante para las aguas de proceso. Sin embargo la FDA de los E.U. prohíbe el uso de sulfito de sodio o cualquier compuesto que genera el sulfito como aditivos a las aguas de proceso o de enfriamiento. No se permite ningún residuo o concentración de sulfito en los alimentos.

Iluminación ultravioleta

La Iluminación ultravioleta (UV) es una alternativa al uso de compuestos químicos para la desinfección de aguas recicladas. La Iluminación UV tiene actividad antimicrobiana en las longitudes de onda de 250 a 275 nm (UV de onda corta). La eficacia de UV de onda corta para la desinfección depende de agua limpia previamente filtrada. Sistemas de UV de onda corta de alta intensidad puede matar los microorganismos en varios segundos.

Información Relacionada del Internet

National Food Safety Database <http://www.foodsafety.org>

UC Postharvest Outreach Program <http://postharvest.ucdavis.edu>

Water Quality Association <http://www.wqa.org>

Occupational Safety and Health Administration (OSHA) <http://www.osha-slc.gov>

No se debe considerar la información en esta boletín como una fuente autorizada del estado actual de registro o de recomendaciones de uso legal de ningún producto. Para mayor información comuníquese con el Centro de Información del Departamento de Registro de Pesticidas (DPR) del estado de California al número telefónico (916) 324-0399.

La ayuda y información proporcionados por Duane Schnabel, CAL/EPA Pesticide Registration Branch, y el personal de DECCO Agrochemicals (Monrovia, California) y Brogdex Co. (Pomona, CA) para porciones de esta boletín son sinceramente agradecidas. Las revisiones y sugerencias de Marita Cantwell, Adel Kader y Linda Harris también son agradecidas.

Una versión electrónica de esta publicación es disponible <http://danrcs.ucdavis.edu>