	TECNOLOGIA ECA : APLICACIONES EN AGRICULTURA	AGR. 04
	Aplicación en tomates	

Inactivación de *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis* y *Listeria monocytogenes* en tomates utilizando agua activada electroquímicamente

M.A. Deza, M. Araujo y M.J. Garrido

*Instituto de Investigación y Análisis Alimentario,
de la Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, España*

2003/0553: recibido el 24 de junio de 2003, revisado el 22 de septiembre de 2003 y aceptado el 30 de septiembre de 2003

Traducido por Anselmo Fernández Aragón (Acuarioja S.L.) Febrero 2004

Resumen

M.A. DEZA, M. ARAUJO y M.J. GARRIDO. 2003.

Objetivos: Determinación de la eficacia del agua electrolizada neutra (*NEW* - Neutral Electrolysed Water) en la eliminación de *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis* y *Listeria monocytogenes*, así como el no-patógeno *E. coli* en la superficie de los tomates, y la evaluación del efecto de enjuague con "NEW" en las características organolépticas de los tomates.

Métodos y Resultados: Se evaluó sobre cultivos puros (8,5 log ufc/ml) de las cepas anteriormente citadas, la actividad bactericida de "NEW", conteniendo entre 444 y 89 mg /l de cloro activo. La reducción fue superior a 6 Log ufc/ml dentro de los 5 minutos de exposición a "NEW". La superficie de los tomates frescos se inocularon con las mismas cepas, y se enjuagaron en "NEW" (89 mg/l de cloro activo) y en agua desionizada estéril (control), durante 30 y 60 segundos. En los tratamientos con "NEW", independientemente de la cepa y del tiempo del tratamiento, una población de la superficie inicial de aproximadamente 5 Log ufc/cm² se redujo a <1 Log 10 ufc/cm², y no se descubrió ninguna célula en la solución del lavado al analizar las placas. Se realizó una evaluación gustativa para determinar las posibles alteraciones en las calidades organolépticas y no se ha encontrado ninguna diferencia significativa con respecto a los tomates sin tratamiento.


Significado e Impacto del Estudio: El enjuague con "NEW" se revela como un método eficaz para controlar la presencia de *E. coli* O157:H7, *S. enteritidis* y *L.monocytogenes* en la superficie de tomates frescos, sin afectar a sus características organolépticas. Esto indica su aplicación potencial para la desinfección de superficies de productos frescos.

Palabras Claves: Desinfectante, *E. coli* O 157: H7, *L.monocytogenes*, *S. enteritidis*, agua neutra electrolizada, ANK-Anolyte, calidad organoléptica, enjuagado de tomates frescos.

INTRODUCCIÓN

Las frutas y verduras se pueden contaminar con microorganismos patógenos mientras están creciendo en los campos, durante la recolecta, en el proceso de manejo , envasado y durante su distribución (Beuchat 1996).

La gastroenteritis humana ha sido epidemiológicamente unida al consumo de ensaladas "listas para comer" contaminadas con enterotoxigenico *Escherichia coli* (Abdul-Raouf et al. 1993) y *Listeria monocytogenes*

	TECNOLOGIA ECA : APLICACIONES EN AGRICULTURA	AGR. 04
	Aplicación en tomates	

(Beuchat y Brackett 1991); Se han atribuido epidemias de salmonelosis al consumo de tomates contaminados (Zhuang et al. 1995; Beuchat 1996). También, el crecimiento de *L. monocytogenes* y *Salmonella spp.* en la superficie de tomates enteros frescos y cortados ha sido informado por (Asplund y Nurmi 1991; Beuchat y Brackett 1991).

Se puede eliminar la tierra y otros restos lavando los productos frescos con agua de grifo corriente, pero tiene un efecto limitado en los microorganismos en la superficie con poblaciones microbianas comprendidas entre $3 \log_{10}$ y $9 \log_{10}$ ufc/gr (Koseki et al. 2001). Se han usado para reducir la población bacteriana en las frutas y verduras, variedad de desinfectantes (cloro, peróxido de hidrógeno, ácidos orgánicos, ozono, etc.) Sin embargo, además de su potencial toxicidad, no pueden eliminar completamente o inactivar los microorganismos en productos frescos (Koseki y Itoh 2001; Park et al. 2001).

En la actualidad, las aguas ácidas electrolizadas (AEW) y las aguas neutras electrolizadas (NEW) se han introducido para aplicaciones sanitarias. Estas soluciones son generadas por la electrólisis de una solución de salmuera (NaCl) en un electrolizador de membrana. AEW tiene un alto efecto bactericida frente a la mayoría de las bacterias patógenas conocidas debido a su pH bajo (2-4) y su alto potencial REDOX (ORP > 1000 mV), y porque contiene también oxidantes activos como el ácido hipocloroso (Kim et al. 2000b; Len et al. 2000), es eficaz matando patógenos en alimentos en condiciones in Vitro (Venkitanarayanan et al. 1999b; Kim et al. 2000a) y reduciendo los recuentos microbianos y patógenos en verduras (Koseki et al. 2001; Koseki y Itoh 2001; Park et al. 2001; Bari et al. 2003; Kim et al. 2003)

"NEW" se genera como el "AEW", pero la parte del producto generado en el ánodo es reintroducido en la cámara del cátodo, incrementando así el contenido de los iones ClO^- .

Debido a su pH neutro, "NEW" no contribuye tan agresivamente como AEW a la corrosión de los equipos de proceso o irritación de manos y es más estable respecto a la pérdida de cloro que está significativamente reducido a un pH 6-9. (Rojas y Guevara 2000; Len et al. 2002) Izumi (1999) han evaluado el efecto de "NEW" (pH 6-8 y 20 mg/l de cloro activo) en el recuento total microbiano en verduras frescas cortadas, obteniendo reducciones hasta $2,6 \log$ ufc/gr sin efecto significativo en el pH del tejido, color de la superficie y apariencia general de las verduras.


El objetivo de este trabajo era determinar la efectividad de "NEW" en la eliminación de *E. coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis*, *L. monocytogenes* y el no-patógeno *E. coli*, in Vitro y en la superficie de tomates, con vista a su aplicación potencial en los productos frescos y superficies de contacto de alimentos como tratamiento antimicrobiano. Se realizó también una evaluación gustativa para evaluar el efecto del enjuague con "NEW" en las características organolépticas de los tomates.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de las soluciones del tratamiento

"NEW" se generó con un Eurostel EE-90 unidad (Aquastel Balti OÜ, Tallinn Estonia)

Se bombea una solución de cloruro de sodio al 25% y agua del grifo simultáneamente en el generador para obtener un amperaje de $32 \pm 2A$. Para este estudio, "NEW" (conteniendo aprox. 444 mg/l de cloro activo) se diluyó 1:5 en agua desionizada estéril, para obtener una concentración de cloro activo final de aproximadamente 89 mg/l. Se usó también agua desionizada estéril como control, se determinaron el pH, REDOX y concentración de cloro activo para ambas soluciones del tratamiento.

	TECNOLOGIA ECA : APLICACIONES EN AGRICULTURA	AGR. 04
	Aplicación en tomates	

Las magnitudes anteriores se han medido después de la preparación, usando un medidor de iones pH/ conductividad (CRISON micro-pH 2001) con un electrodo de pH (CRISON, 52-11) y un electrodo de REDOX (CRISON electrodo de platino Ag / AgCl, 52-61). El último, por un método iodométrico (APHA 1998).

Tratamiento del cultivo puro

Se obtuvieron las cepas utilizadas en este estudio de la Colección española de Tipo de Cultivo (CECT): *E. coli* CECT 405 (ATCC cepa 10536, propuesta para probar a los antibióticos, preservativos antimicrobiano y agentes químicos terapéuticos), *E. coli* O157:H7 CECT 4267 (ATCC cepa Cartas en Microbiología Aplicada 2003, 37, 482-487, 35150, aislados de una epidemia de colitis hemorrágica, produciendo toxina Shigalike I y II) *S. enteritidis* CECT 556 (aislado del agua en Valencia, España) y *L. monocytogenes* CECT 4032 (aislado de queso suave, asociado con un caso de meningitis). Las cepas se han cultivado en placas TSA [Tryptone Soy Broth (Panreac Química S.A., Barcelona, España) con la adición de 15 g/l agar no.3 (Oxoid, Basingstoke, Hampshire, REINO UNIDO)] a 37°C durante 24 h.

La eficacia de "NEW" para producir una reducción de al menos 5 log en el recuento de las células viables (Actividad Bactericida) en condiciones limpias se evaluó según UNE-EN 1276 Normas Europeas (Anónimo 1998) Un mililitro de cultivo bacteriano de aproximadamente 8,5 Log ufc/ml se transfirió a los tubos estériles junto con 1 ml de agua estéril. Se agregó ocho mililitros de "NEW" puro (444 ± 8,15 mg/l de cloro activo) o diluido 1:5 en agua desionizada (89± 7,5 mg/l de cloro activo). Los tubos fueron agitados manualmente para mezclar la suspensión resultante, e incubado a temperatura ambiente (23± 2° C) en 5 min. Se usó agua desionizada como control.


El paso fue tomar, 1 ml de cada muestra se transfirió a 9 ml de solución neutralizante (tiosulfato sódico 0,5%) agitando la suspensión manualmente. Después de 5 min. de neutralización, 1 ml de la dilución apropiada 1:10 en la solución tryptone de cloruro de sodio (pH 7.2± 0.2) era depositada en las placas de TSA. Las plaquetas se incubaron a 37±1° C en 24 h. El procedimiento se repitió cuatro veces.

Preparación e inoculación de los tomates

Se compró los tomates (*Lycopersicum esculentum* var. Durinta) en un supermercado local y se guardó a 4°C, durante un máximo de 3 días antes de probar. Se usaron unidades de tamaño similar (70-80 g) sin lesiones en la piel. La superficie fue calculada para obtener el número de ufc/cm². Se lavaron primero los tomates con agua del grifo durante 1 min. y se secaron bajo aire estéril en un armario de flujo laminar durante 15 min. en canastas metálicas individuales.

Para la inoculación de tomates, se preparo una suspensión bacteriana de 8,98-9,23 log ufc/ml con 70 ml de solución tryptone de cloruro de sodio. Se confirmo la población bacteriana de cada inoculación vertiendo 1 ml (para *E. coli*) o 0,1 ml en la superficie de la placa (para *E. coli* O157:H7, *S. enteritidis* y *L. monocytogenes*) de diluciones apropiadas de la suspensión (usando la misma solución) en duplicado en las placas seleccionadas, usando Coli ID médium (bioMerieux, l'Etoile de Marcy, Francia) para *E. coli*, Sorbitol-MacConkey agar (Merck, Darmstadt, Denmark), para *E. coli* O157:H7, XLD agar (Oxoid) para *S. enteritidis*, y PALCAM agar (Merck) para *L. monocytogenes*. Las placas de Coli ID Sorbitol-MacConkey y agar de XLD se incubaron a 37°C durante 24 h, y las placas de agar de PALCAM a 37°C durante 48 h.

Se sumergieron los tomates durante 1 min. en la suspensión bacteriana de 9 log ufc/ml, y entonces se secó individualmente en las coladeras metálicas estériles bajo aire estéril en un armario de flujo laminar durante 15 min. a temperatura ambiente (23 ± 2°C).

	TECNOLOGIA ECA : APLICACIONES EN AGRICULTURA	AGR. 04
	Aplicación en tomates	

Tratamiento y análisis bacteriológico de los tomates

La población inicial en la superficie del tomate fue obtenida limpiando la superficie entera de un tomate secado con aire, inoculado con un algodón estéril humedecido con 5 ml de solución estéril de cloruro sódico de tryptone. Se pusieron las diluciones apropiadas de esta solución sobre las placas selectivas como se describió anteriormente. Se pusieron los tomates inoculados en bolsas estériles individuales que contienen 100 ml de agua neutra electrolizada diluida 1:5, o con agua desionizada estéril (control) Las bolsas se agitaron vigorosamente manualmente durante respectivamente 30 o 60 segundos. Después de la inmersión en el agua de tratamiento o agua de control se retiraron los tomates con una coladera metálica estéril y se dejaron escurrir completamente. Se limpió entonces con un algodón estéril la superficie entera de cada tomate. El algodón se lavó con 5 ml de solución neutralizante y se llevo las diluciones apropiadas de esta solución hacia las plaquetas selectivas. También se transfirió un volumen de 1 ml de agua de tratamiento o agua de control a 9 ml de una solución neutralizante y las diluciones apropiadas se llevaron sobre las plaquetas selectivas, como se describió en la "Preparación y inoculación de los tomates".

Todos los experimentos se realizaron a temperatura ambiente ($23 \pm 2^{\circ}\text{C}$) para imitar los procedimientos de lavados normales que se podrían realizar en casa.

Evaluación gustativa

Las propiedades organolépticas de los tomates "inoculados" tratados con "NEW" (puro o diluyó 1:5 en agua) y sin tratar (lavado con agua del grifo) fueron evaluadas por 12 catadores. Se lavaron los tomates bajo agua del grifo durante 1 min., se secaron y se sometieron durante 1 min. a las soluciones del tratamiento descritas anteriormente, y se secaron con aire durante 6 h a $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Los catadores evaluaron individualmente la apariencia, el color y el sabor de los tomates tratados y sin tratar. La evaluación de la calidad se ha basado en una escala de cinco puntos: 1, no aceptable; 2, calidad limitada; 3, normal; 4, bueno; 5, muy bueno.

Análisis de los datos

Todos los ensayos se repitieron cuatro veces. Los recuentos microbianos se expresaron como Log UFC mL^{-1} (soluciones de lavado y inoculación) o ufc/cm^2 (superficie del tomate). Los valores reportados del recuento de las placas o propiedades fisicoquímicas son los valores medios sobre los cuatro ensayos individuales \pm las desviaciones normales.


Las evaluaciones gustativas representan la media de 12 valores \pm las desviaciones normales. Los datos fueron sometidos al análisis de variación y a las pruebas de rango múltiples de Duncan usando el STATGRAPHICS (*Statistical Graphics Corporation, Englewood Cliffs, NJ, USA.*). Las diferencias significantes en los datos de recuento de plato y en las evaluaciones gustativas fueron establecidas por la última diferencia significativa al 0,05 de nivel de confianza.

RESULTADOS

El pH, REDOX y concentración de cloro activo de las soluciones del tratamiento usado para cada cepa, se muestra en Tabla 1

Tabla 1

Propiedades de Fisicoquímicas de las soluciones probadas *

	TECNOLOGIA ECA : APLICACIONES EN AGRICULTURA	AGR. 04
	Aplicación en tomates	

Cepa usada en cada tratamiento	Agua desionizada			NEW			NEW (dilución 1: 5)		
	pH	ORP mV	Cl,mg/l	pH	ORP mV	Cl,mg /l	pH	ORP mV	Cl,mg /l
<i>E. Coli</i>	6.01±1.10	587±9.0	0	8.13±0.11	803±11.0	430.6±9.0	7.99±0.21	750±10.0	86.12±7.2
<i>E.Coli O157:H7</i>	5.92±0.56	551±4.0	0	8.03±0.23	816±9.0	432±5.1	8.15±0.20	771±7.0	86.40±4.1
<i>S. enteritidis</i>	5.82±0.23	575±15.0	0	7.99±0.15	795±0.15	465±7.5	8.19±0.30	745±8.0	93.00±9.0
<i>L.monocytogenes</i>	6.30±0.15	662±9.0	0	8.20±0.09	808±7.5	450±11.0	8.09±0.05	760±11.0	92.10±10.0

* Los valores son las medias ± S.D de cuatro medidas repetidas
 "NEW", Agua neutra electrolizada [ANK-Anolyte]
 ORP, potencial de oxidación-reducción,
 Cl, cloro activo,

Todo las cepas tratadas durante 5 min. con "NEW" (conteniendo 444 y 89 mg /l de cloro activo) se han sido reducidas por más de 6 Log ufc mg/l, como se ha determinado en los ensayos en las plaquetas, usando la Norma Europea UNE-EN 1276 (Tabla 2) No se ha logrado ninguna reducción en los recuentos bacterianos en las muestras de control.

Tabla 2. Inactivación de *E.coli*, *E.coli* O157:H7, *S. enteritidis* y *L. monocytogenes* en cultivo puro por "NEW" (444 y 89mg/l de cloro activo) en 5 min. a 23 ± 2°C.

Tensión	Población inicial (Log ufc /ml)	Población superviviente despues de 5 minutos de tratamiento (Log ufc/ml)		
		Control (agua desionizada)	NEW (444 ±8.15 mg/l cloro activo)	NEW (dilución 1: 5) (89 ± 7.5 mg /l cloro activo)
<i>E. Coli</i>	7.51±0.11	7.50±0.20	<1	<1
<i>E.Coli O157:H7</i>	7.45±0.04	7.46±0.13	<1	<1
<i>S. enteritidis</i>	7.70±0.18	7.62±0.17	<1	<1
<i>L. monocytogenes</i>	7.51±0.17	7.53±0.21	<1	<1

Tabla 3: Muestra la inactivación de *E. coli*, *E. coli* O157:H7, *S. enteritidis* y *L. monocytogenes* en la superficie del tomate tratada con "NEW". La población inicial en la superficie del tomate después de inocular y secar dentro del armario durante 15 min. estaba entre 5.29 y 5.58 Log UFC/cm². Lavados con el agua desionizada (control) las células viables reducidas en todo las cepas en aprox. 2 Log UFC cm⁻² dentro de 30 o 60 s.

Bajo el tratamiento con "NEW", las poblaciones en la superficie del tomate de todas las cepas estaban reducidas en un promedio de 4,18 Log UFC/ cm² en 30 s. y 4,74 Log UFC/ cm² en 60 s. Poblaciones de *E. coli* O157:H7, *S. enteritidis* y *L. los monocytogenes* en la superficie de tomates no mostraron ninguna diferencia significativa con los tratamientos con "NEW" entre 30 o 60 s, considerando que la reducción en la población del no-patógeno *E. coli* después del tratamiento durante 60 s era significativamente más bajo ($P \leq 0.05$) que después del tratamiento durante 30 s. También, las poblaciones de todas las cepas, después de 30 s o 60 s, eran muy similares, independientemente del tipo las cepas.

La población superviviente en las soluciones del lavado ("NEW", diluido al 1:5 o agua desionizada) se indica en la Tabla 3.

Bajo el tratamiento con "NEW", no se ha encontrado ningún sobreviviente sobre el ensayo en las placas". En el agua de control, se recupero un promedio de 5,35 log ufc/ml.

No se encontraron ninguna diferencia significativa ($P \leq 0,05$) en la evaluación gustativa de los tomates inoculadas lavadas con "NEW" (puro o diluido 1:5) o con agua de grifo. En una escala de cinco puntos, para los dos, los tratados y los de control, los valores medios estaban entre 3,21 y 3,54 para la apariencia, entre 3,25 y 3,96 para olor, y entre 3,08 y 3,83 para el sabor.

Inactivación de *E.coli*, *E.coli* O157:H7, *S. enteritidis* y *L. monocytogenes* en la superficie del tomate por "NEW" (89 mg/l de cloro activo) a 23 ± 2°C *.

	Población superviviente en la superficie del tomate (Log UFC/ cm ²)	Población superviviente en la solución de lavado	Reducción en recuento bacteriano

						(Log UFC/ ml)		(Log UFC/ cm ²)	
Tensión	Tiempo de Tratamiento	Inoculación (Log UFC/ml)	Población Inicial (sin tratamiento)	NEW tratamiento (dilución 1:5)	H2O tratamiento (control)	NEW tratamiento (dilución 1:5)	H2O tratamiento (control)	NEW tratamiento (dilución 1:5)	H2O tratamiento (control)
E. Coli	30 60	8.98±0.30 9.23±0.05	4.93±0.69 5.53±0.25	0.87±0.66 0.52±0.58	3.05±0.13 3.36±0.33	<1 <1	4.60±1.13 5.54±0.60	4.06±0.07 5.01±0.46	1.88±0.77 2.17±0.33
E.Coli O157:H7	30 60	9.06±0.15 9.06±0.15	5.46±0.22 5.46±0.22	1.11±0.87 0.54±0.50	3.24±0.64 3.44±0.49	<1 <1	5.39±0.37 5.77±0.55	4.35±0.72 4.92±0.44	2.22±0.33 2.02±0.51
S. enteritidis	30 60	9.02±0.11 9.02±0.11	5.16±0.24 5.16±0.24	1.49±0.24 0.86±0.67	3.31±0.07 2.96±0.18	<1 <1	5.05±0.38 5.29±0.42	3.67±0.26 4.30±0.75	1.85±0.31 2.20±0.43
L. monocytogenes	30 60	9.01±0.18 9.01±0.18	5.34±0.35 5.34±0.35	0.73±0.61 0.54±0.37	3.15±0.64 2.69±0.54	<1 <1	5.49±0.34 5.60±0.34	4.66±0.74 4.47±0.69	2.19±0.85 2.65±0.84


* Los valores son la media de por lo menos cuatro medidas repetidas ± S.D.

DISCUSIÓN

En este estudio, se ha evaluado cuatro cepas bacterianas la efectividad bactericida del "NEW" diluido a 1:5, ambos en cultivo puro y en la superficie de los tomates. Tres de ellos (*E. coli* O157:H7, *S. enteritidis* y *L. monocytogenes*) han sido reconocidos como patógenos asociados en alimentación, por estar presente en verduras (incluso en los tomates), cuya detección en las comida es recomendada por la "European Fair Trade Association Surveillance Authority" (Anónimo 2002). El cuarto es un no-patógeno *E. coli* propuesta para probar a los antibióticos, conservantes antimicrobianos y agentes químicos terapéuticos, y es usado en UNE-EN 1276 Normas Europeas (Anónimo 1998) para la evaluación de la actividad bactericida de desinfectantes químicos y antisépticos, usados en los alimentos, áreas industriales, domésticas e institucionales.

La dilución concreta empleada en este trabajo (concentración 86-93 mg/l cloro activo) fue escogido sobre la base de unos estudios anteriores llevados a cabo en nuestros laboratorios (datos no mostrados), planteado para encontrar la concentración mínima de "NEW" cumpliendo con la UNE-EN 1276 Normas Europeas (Anónimo 1998), i.e. produciendo una reducción de más de 5 Log ufc mg/l en todo las cepas evaluadas con cultivo puro. También, las poblaciones de todas las cepas en cultivos puros se habían reducido en más de 5 log ufc/mg/l en el presente trabajo en 5 min. de exposición al "NEW" conteniendo 89 mg/l de cloro activo (444 mg/l antes de la dilución).

Es más, estos resultados son similares a aquellos obtenidos por otros autores que utilizaron AEW para inactivar los mismos patógenos (Venkitanarayanan et al. 1999b; Kim et al. 2000a). Este hecho nos lleva a la conclusión que es el volumen de cloro activo, el contribuyente principal a la actividad bactericida del agua electrolizada, en lugar del bajo pH o alto REDOX como originalmente supuso (Kim et al. 2000b; Len et al. 2000). El objetivo principal de este estudio era sin embargo evaluar la efectividad de "NEW" como desinfectante para la superficie del tomate. Se puede considerar, que poblaciones iniciales de 5 log ufc /cm² en la superficie de tomates se redujeron a < 1 log ufc/cm². Es más, no se ha descubierto en las placas ninguna célula de las cepas utilizadas en el procedimiento de ensayo, después del tratamiento con "NEW" y sugerimos que "NEW" podría prevenir la contaminación indirecta en los productos frescos y en los ambientes de procesos. En contraste, se descubrió en la superficie una media de recuentos de 3 log ufc/ cm² y aproximadamente 5 log ufc/ml se recuperó todavía de la solución del lavado, con el lavado con agua estéril desionizada.

	TECNOLOGIA ECA : APLICACIONES EN AGRICULTURA	AGR. 04
	Aplicación en tomates	

A parte de conocer lo que ocurre con "NEW" (Bari et al. 2003), el tratamiento con "NEW" también reveló tener un amplio espectro de acción sobre cepas patógenas: sus poblaciones en la superficie del tomate sufrían reducciones similares, sin mostrar diferencias significantes ($P \leq 0.05$), después de efectuar el lavado durante la misma cantidad de tiempo. Es más, la población superviviente de cada cepa patógena después de un enjuague de 60 s con "NEW" no mostró ninguna diferencia significativa ($P \leq 0.05$) con lo observado después de un enjuague de 30 s. Este hecho nos lleva a la conclusión que un tratamiento de 30 s con una dilución de 1:5 de "NEW" es bastante para efectuar las desinfecciones en la superficie del tomate.

La evaluación gustativa ha demostrado que después de lavar los tomates con "NEW", no se ha descubierto ninguna diferencia significativa en sabor, apariencia o olor por los catadores. Por lo tanto, además de la eficacia para controlar *E. coli* (cepas patógenas y no-patógenas), *S. enteritidis* y *L. monocytogenes* en superficies, no se espera que el tratamiento afecte a la aceptación del producto por parte del consumidor.

En relación con otros desinfectantes, AEW ha demostrado ser más eficaz que el agua ozonizada como desinfección de las verduras (Koseki et al. 2001), y similar o más eficaz que el tratamiento del agua con cloro (considerando el mismo pH, ORP y valor de cloro) en el tratamiento de las verduras (Park et al. 2001; Kim et al. 2003) o cultivo puro de patógenos relacionados con los alimentos (Kim et al 2000b). Las reducciones obtenidas en este estudio usando "NEW" son iguales o superiores a los resultados obtenidos lavando diferentes verduras y superficies con AEW con un volumen de cloro activo similar (Izumi 1999; Venkitanarayanan et al. 1999a; Koseki y Itoh 2001; Kim et al. 2003) Estos datos sugieren que "NEW" tiene una eficacia bactericida similar a estos otros agentes, con la ventaja de ser no-corrosivo, seguro y fácil para su empleo.

En resumen, los hallazgos de este estudio revelan que "NEW" es un método eficaz para reducir significativamente la presencia de micro-organismos patógenos como *E. coli* O157: H7, *S. enteritidis* y *L. monocytogenes* en las superficies de tomates, sin afectar a sus características organolépticas.


Esto demuestra su potencial aplicación para la desinfección de superficies de contacto de productos frescos.

RECONOCIMIENTOS

Este trabajo fue apoyado financieramente por la Xunta de Galicia (PGIDT01INN39E).

REFERENCIAS

- Abdul-Raouf, U.M., Beuchat, L.R. and Ammar, M.S. (1993) Survival and growth of *Escherichia coli* O157:H7 on salad vegetables. *Applied and Environmental Microbiology* 59, 1999-2006.
- Anonymous (1998) Chemical disinfectants and antiseptics. Quantitative suspension test for the evaluation of bactericidal activity of chemical disinfectants and antiseptics used in food, industrial, domestic, and institutional areas. Test method and requirements. *European Standard UNE-EN 1276. Phase 2, step 1. Madrid: AENOR.*
- Anonymous (2002) Recommendation of the EFTA Surveillance Authority of 5 March 2002 on a coordinated programme for the official control of foodstuffs for 2002. *Official journal of the European Communities* 45, 4-8. (C 216. 2002/C 216/05)
- APHA (1998) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20th edn. Washington, DC: American Public Health Association, Inc.
- Asplund, K- and Nunni, E. (1991) *The growth of salmonellae in tomatoes. International journal of Food Microbiology* 13, 177-182.
- Bari, M.L., Sabina, Y., Isobe, S., Uemura, T. and Isshiki, K- (2003) Effectiveness of electrolysed acidic water in killing *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis* and *Listeria monocytogenes* on the surfaces of tomatoes. *Journal of Food Protection* 66, 542-548.
- Beuchat, L.R. (1996) Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. *Journal of Food Protection* 59, 204-216.
- Beuchat, L.R. and Brackett, R-E. (1991) Behavior of *Listeria monocytogenes* inoculated into raw tomatoes and processed tomato products.
- Applied and Environmental Microbiology* 57, 1367-1371.
- Izumi, H. (1999) Electrolysed water as a disinfectant for fresh-cut vegetables. *Journal of Food Science* 64, 536-539.

	TECNOLOGIA ECA : APLICACIONES EN AGRICULTURA	AGR. 04
	Aplicación en tomates	

- Kim, C., Hung, Y.-C. and Brackett, R.E. (2000a) Efficacy of electrolysed oxidizing (EO) and chemically modified water on different types of food-borne pathogens. *International Journal of Food Microbiology* 61, 199-207.
- Kim, C. Hung, Y.-C. and Brackett, R.E. (2000b) Roles of oxidation- reduction potential in electrolysed oxidizing and chemically modified water for the inactivation of food-related pathogens. *Journal of Food Protection* 63, 19-24.
- Kim, C., Hung, Y.-C., Brackett, R.E. and Lin, C.-S. (2003) Efficacy of electrolysed oxidizing water in inactivating Salmonella on alfalfa seeds and sprouts. *Journal of Food Protection* 66, 208-214.
- Koseki, S. and Itoh, K. (2001) Prediction of microbial growth in fresh cut vegetables treated with acidic electrolysed water during storage under various temperature conditions. *Journal of Food Protection* 64, 1935-1942.
- Koseki, S., Yoshida K., Isobe S. and Itoh, K. (2001) Decontamination of lettuce using acidic electrolysed water. *Journal of Food Protection* 64, 652-658.
- Len, S.-V., Hung Y.-C., Erickson, M.C. and Kim C. (2000) Ultraviolet spectrophotometric characterization and bactericidal properties of electrolysed oxidizing water as influenced by amperage and pH. *Journal of Food Protection* 63, 1534-1537.
- Len, S.-V., Hung Y.-C., Chung, Do, Anderson, J.L., Erickson, M.C. and Morita K. (2002) Effects of storage conditions and pH on chlorine loss in electrolysed oxidizing (EO) water. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 50, 209-212.
- Park C.-M., Hung Y.-C., Doyle MoPo, Ezeike G.O.I. and Kim C. (2001) Pathogen reduction and quality of lettuce treated with electrolysed oxidizing and acidified chlorinated water. *Journal of Food Science* 66, 1368-1372.
- Rojas, R. and Guevara, S. (2000) Stability of Hypochlorite Produced in site by Electrolysis. Bv.SA-Repidisca Technical Divulagation Sheets. HOT 79 ([http:// w.w.cepisoops-oms.org](http://w.w.cepisoops-oms.org)) consulted: 28 Mayo 2003.
- Venkitanarayanan, K.S., Ezeike, G.O.I., Hung, Y.-C. and Doyle, M.P. (1999a) Inactivation of E. coli O157:H7 and L. monocytogenes on plastic kitchen cutting boards by electrolysed oxidizing water. *Journal of Food Protection* 62, 857-860.
- Venkitanarayanan, K.S., Ezeike, G.O.I., Hung, Y.-C. and Doyle, MoP 0 (1999b) Efficacy of electrolysed oxidizing water for inactivating *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella enteritidis* and *Listeria monocytogenes*. *Journal of Food Protection* 65, 4276-4279.
- Zhuang, R.-Y., Beuchat, L.R. and Angulc, F.J. (1995) Fate of *Salmonella montevideo* on and in raw tomatoes as affected by temperature and treatment with chlorine. *Applied and Environmental Microbiology* 61, 2127-2131.