

Artículo de Revisión

EFICACIA DE LOS PROCESADOS ALIMENTARIOS SOBRE LOS VIRUS ENTÉRICOS HUMANOS

Gloria Sánchez Moragas

Grupo de Seguridad Microbiológica de Alimentos: detección de patógenos, procesos de conservación y evaluación de riesgos
Departamento de Tecnologías de Conservación y Seguridad Alimentaria
Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA)
Avda. Agustín Escardino 7
46980 Paterna. Valencia

Resumen

Los virus entéricos humanos, como los norovirus humanos (NoV) y el virus de la hepatitis A (HAV), se propagan principalmente a través de la vía fecal oral. En los últimos años, la incidencia de brotes de transmisión alimentaria causados por virus entéricos ha experimentado un aumento considerable en países desarrollados, como consecuencia del comercio globalizado, y se asocia principalmente a moluscos bivalvos, hortalizas de hoja verde y frutos de baya y comidas listas para comer.

El propósito de esta revisión es resumir la literatura publicada sobre la estabilidad de los virus entéricos en alimentos, así como la eficacia de los tratamientos de conservación de los alimentos, convencionales y emergentes, para poder identificar los más efectivos sobre los virus entéricos. En general, algunos de estos tratamientos de conservación pueden mejorar la inocuidad de los alimentos; sin embargo, desde un punto de vista comercial, ninguno de ellos puede garantizar la inactivación total de los virus entéricos sin afectar propiedades organolépticas del alimento.

Abstract

Enteric viruses, mainly human norovirus (NoV) and hepatitis A virus (HAV), are the leading causes of foodborne illnesses and are mainly propagated via the fecal-oral route. Transnational outbreaks of foodborne infections are reported with increasing frequency as a consequence of international food trade. Foodborne outbreaks caused by enteric viruses are mainly associated with bivalve molluscs, produce (soft fruits and leafy greens), and ready-to-eat meals. The purpose of this review was to summarize the published literature on the current state of knowledge regarding the stability of enteric viruses in foods as well as the efficacy of food processing strategies and to identify and prioritize research gaps regarding practical and effective mechanisms to reduce enteric virus contamination of foods. In particular, processing and disinfection strategies for the three food categories have been compiled in this review, including common and emerging food technologies. Overall, most of these processes can improve food safety; however, from a commercial point of view, none of the methods can guarantee total enteric virus inactivation without affecting the organoleptic qualities of the food product.

Introducción

Los virus presentes en alimentos son responsables de numerosos y molestos trastornos digestivos, además de enfermedades graves como hepatitis aguda. En la última década, ha habido un incremento en el número de brotes de transmisión alimentaria causados por estos patógenos en países desarrollados. Esto supone un importante problema de salud pública, pudiendo ocasionar graves consecuencias en algunos grupos de población, como personas inmunodeprimidas, además de tener importantes repercusiones económicas.

Los virus entéricos humanos más relevantes en el ámbito de la seguridad alimentaria, son los norovirus humanos (NoV), causantes de gastroenteritis, y el virus de la hepatitis A (HAV). Además, recientemente se ha señalado la importancia del virus de la hepatitis E (HEV) que causa cuadros de hepatitis agudas, aunque en algunos casos puede evolucionar a hepatitis crónica^[1].

Según los últimos datos publicados en Estados Unidos y Europa, los norovirus humanos [Figura 1] son el primer agente causal de enfermedades de transmisión alimentaria (responsables etiológicos del 36 % y 20,4 % de los brotes, respectivamente), y se sitúan entre los cinco patógenos responsables de las enfermedades de transmisión alimentaria que suponen un mayor coste económico. Recientemente la OMS ha elaborado un informe según

el cual se estima que los microorganismos patógenos son responsables de 600 millones de casos de enfermedades de transmisión alimentaria y de 420 000 muertes anuales.

Según este informe, la enfermedad más común es la gastroenteritis (550 millones de casos), causada principalmente por norovirus humanos (120 millones)^[2].

Los virus entéricos son virus transmitidos principalmente por la vía fecal oral y, por tanto, pueden estar potencialmente presentes en alimentos que hayan sufrido contaminación directa con materia fecal, o a través de aguas contaminadas. Los principales alimentos involucrados en infecciones víricas transmitidas por alimentos son el marisco, las verduras y ensaladas, las frutas tipo baya, así como también los alimentos preparados y listos para su consumo que hayan sido contaminados por manipulación incorrecta después de su preparación o cocinado. Por otra parte, se ha demostrado recientemente un aumento de incidencia de casos de hepatitis E asociado al consumo de productos cárnicos y sus derivados^[1].

La importancia de los virus entéricos en el campo de la seguridad alimentaria se pone de

manifiesto por el interés que muestran las distintas instituciones internacionales. Este es el caso de la comisión del Codex Alimentarius, que ha publicado un documento sobre la relevancia de los virus en alimentos. En dicho documento se pone de manifiesto la importancia de desarrollar ciertos aspectos científicos y técnicos con la finalidad de reducir las infecciones víricas transmitidas por los alimentos. El plan estratégico a seguir menciona la necesidad de desarrollar métodos rápidos de diagnóstico, estudios para establecer la correlación entre infectividad y detección molecular y, finalmente, estudios sobre la efectividad de procesados para inactivación de virus entéricos (CX/FH 08/40/9). En este sentido, la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) también publicó una directriz sobre la relevancia y el control de virus en alimentos (EFSA, 2011); en línea

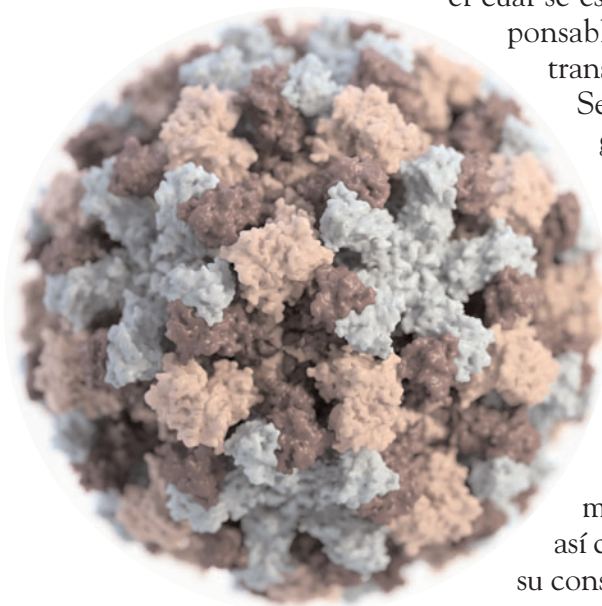


Figura 1: Representación gráfica en 3D de un único virión de *norovirus*, perteneciente al género *Norovirus*, familia *Caliciviridae*. Con ARN de cadena sencilla, son virus sin envuelta lipídica causantes de gastroenteritis aguda en seres humanos (Ilustración de Alissa Eckert, MS; CDC/ Jessica A. Allen, 2016).

con las directrices sobre principios generales de higiene para el control de virus en alimentos (CX/FH 10/42/5) elaboradas por la comisión Codex. En estos documentos se subraya que el control de los riesgos en alimentos debe empezar durante la producción agrícola o animal y continuar durante toda la cadena alimentaria (“de la granja a la mesa”). En este aspecto, los virus entéricos requieren especial atención debido a que se comportan de manera diferente a las bacterias, y las medidas de control implementadas actualmente en la industria alimentaria no han sido evaluadas o no son efectivas para la inactivación de virus entéricos. En el campo de la seguridad microbiológica de los alimentos es necesario, por tanto, conocer el riesgo real que supone la presencia de los virus entéricos en los alimentos, así como aquellas condiciones que garanticen la seguridad microbiológica del alimento.

▶ El control de los riesgos en alimentos debe empezar durante la producción agrícola o animal y continuar durante toda la cadena alimentaria

Estudios de inactivación

La mayoría de los estudios para determinar la eficacia de los tratamientos de conservación sobre los virus entéricos, se basan en añadir artificialmente una cantidad conocida de un virus concreto a una muestra determinada. Posteriormente se determina la reducción del título infeccioso después de someter la muestra a las condiciones designadas y se aplican procedimientos estadísticos sobre los datos. Obviamente, el proceso implica el uso de cepas víricas que pueden propagarse en cultivos celulares y que permitan hacer recuentos de la carga vírica, lo que restringe enormemente la gama de virus que pueden ser incluidos en estos estudios. Esto es especialmente importante para los norovirus humanos y las cepas silvestres del HAV y del HEV, que no se replican fácilmente en cultivos celulares. Este hecho dificulta el uso de estos métodos para evaluar el nivel de inactivación de estos patógenos de manera rutinaria, lo que ha conllevado el uso de virus *sustitutos*, como el norovirus murino (MNV), el calicivirus felino (FCV) y el virus Tulane en lugar del norovirus humano; o de cepas adaptadas a cultivo celular como es el caso del HAV. El uso de estos sustitutos no siempre reproduce la resis-

tenencia real de los virus entéricos humanos, por lo que es difícil extraer conclusiones fiables de la multitud de estudios que han evaluado la persistencia de estos patógenos en distintos alimentos y su resistencia a los diferentes tratamientos de inactivación aplicados.

Estabilidad de los virus entéricos en alimentos y en superficies de contacto alimentario

Los virus entéricos humanos no pueden multiplicarse ni producir toxinas en los alimentos pero son muy resistentes y pueden mantenerse infecciosos en alimentos como verduras, frutas y marisco conservados a temperaturas de refrigeración durante

▶ Los virus entéricos humanos pueden mantenerse infecciosos en alimentos como verduras, frutas y marisco conservados a temperaturas de refrigeración durante semanas o durante meses a temperaturas de congelación

semanas o durante meses a temperaturas de congelación. Hay que considerar, además, que los virus entéricos son extremadamente resistentes en el medio ambiente, y a modo de ejemplo destacar que el HAV puede mantenerse infeccioso durante meses en superficies tipo fórmica o acero [Figura 2]. En general, diferentes estudios han demostrado que los virus entéricos humanos son capaces de sobrevivir en la mayoría de alimentos evaluados, incluso en alimentos con pH muy ácido; y, además, pueden mantenerse infecciosos en condiciones normales de almacenamiento más allá de la vida útil del alimento^[3].

Tratamientos convencionales de conservación de los alimentos

Los virus de transmisión alimentaria más relevantes son virus desnudos (es decir, sin envuelta lipídica) los que, por lo general, tienden a ser más resistentes a los tratamientos de inactivación. El calor y el proceso de secado pueden usarse para inactivar a los virus entéricos, pero existen diferencias entre un virus y otro en cuanto a su resistencia a estos procesos. Además, la presencia de materia orgánica, como materia fecal y el tipo de alimento, influyen también



Figura 2: Clasificación manual de tomates semisecos. En muchas zonas de producción de alimentos semisecos, la prevalencia de la infección por hepatitis A es alta. El HAV se transmite principalmente por contacto persona a persona, por lo que se debe mantener una higiene manual adecuada para prevenir y controlar la contaminación viral en los productos semisecos listos para el consumo (Foto de dominio público, licencia CC0).

en el grado de resistencia al calor y al secado.

Los tratamientos térmicos, como la esterilización, la pasteurización o el escaldado, han sido ampliamente utilizados durante muchos años por la industria alimentaria y los consumidores para el procesamiento de alimentos. La eficacia de los tratamientos térmicos sobre la infectividad de los virus entéricos humanos depende en gran medida del (sub)tipo del virus y del tipo de alimento en que se aloje. Los tratamientos por calor en los que la temperatura interna del alimento alcanza al menos 90 °C durante un minuto y medio, se consideran tratamientos adecuados para destruir la infectividad de los virus entéricos humanos para la mayoría de los alimentos. Sin embargo, los tratamientos térmicos más suaves como pueden ser la cocción al vapor, o a la parrilla, de marisco o verduras, no son adecuados para inactivar completamente a los virus entéricos, principalmente al HAV y a los norovirus humanos.

Diversos estudios han demostrado que la pasteurización convencional utilizada por la industria alimentaria (p. ej., 63 °C durante 30 min, o 70 °C durante 2 min) es más eficaz que la pasteurización a altas temperaturas por un corto tiempo (HTST; 72 °C durante 15-20 segundos). Estos trabajos también indican que la pasteurización convencional no garantiza la completa inactivación de los virus entéricos si se encuentran contaminando una matriz alimentaria^[4]. Por ejemplo, la cocción a 60 °C durante 10 minutos, de mejillones o al-

▶ Se considera tratamiento adecuado para destruir la infectividad de los virus entéricos humanos el que la temperatura interna del alimento alcance al menos 90 °C durante un minuto y medio

mejias contaminadas, sólo reduce la infectividad del HAV en 2 órdenes logarítmicos^[5].

El consumo de carne cruda o poco cocinada es una de las vías principales de transmisión del HEV. Diversos estudios han demostrado que el HEV se mantiene infeccioso después de un tratamiento de 1 hora a 56 °C, y que hay que aplicar temperaturas de cocción de 71 °C durante 20 minutos para inactivarlo. Desde un punto de vista práctico, se ha establecido que la carne cocinada a 191 °C o hervida durante 5 minutos (asegurando una temperatura interna de 71 °C) inactiva completamente al HEV^[6].

En el caso concreto del marisco, la depuración es una forma efectiva de eliminar muchas bacterias fecales contaminantes, pero según las prácticas comerciales actuales, es mucho menos efectiva en la eliminación de virus entéricos. Se ha visto que la depuración del marisco durante 7 días reduce en menos de 1,5 órdenes logarítmicos la infectividad del HAV, mientras que para los NoV humanos se ha descrito que pueden detectarse virus infecciosos en el marisco después de más de 20 días de depuración^[7].

Los vegetales de IV gama, asociados frecuentemente a brotes víricos de transmisión alimentaria, están generalmente lavados con agua o higienizados con cloro o algún otro compuesto químico (por ejemplo, ozono). Basada en los estudios realizados, la eficacia de estos lavados es escasa, sobre todo si la superficie del producto vegetal es rugosa, está quebrada o picada. Además, cuando el agua de lavado contiene mucha carga orgánica, la eficacia de estos

compuestos disminuye. Otro factor crítico en cuanto a la eficacia de estos lavados, es la ubicación de la contaminación; por ejemplo, el lavado de cebollas tiernas con una solución de cloro a 150 ppm redujo la infectividad del HAV en 0,4 órdenes logarítmicos cuando el virus se encontraba localizado en el interior de las cebollas; mientras que si la contaminación era superficial, el mismo lavado reducía la infectividad del HAV en 2,6 ordenes logarítmicos^[5]. Dado que el lavado tiene lugar al inicio del procesamiento de los productos de IV gama, es muy importante evitar el contacto directo de estos productos con las manos de los manipuladores después de la fase de lavado.

Tecnologías emergentes de conservación de los alimentos

La industria alimentaria mantiene una búsqueda constante de aplicaciones innovadoras a través del uso de tratamientos de conservación alternativos al tratamiento térmico con el objetivo de poner en el mercado productos más frescos, naturales, seguros y con mínimo impacto sobre el medio ambiente. Como alternativa a los tratamientos térmicos tradicionales, han surgido nuevos métodos de conservación basados en diferentes fundamentos físicoquímicos que igualmente persiguen la inactivación de microorganismos patógenos para garantizar la seguridad alimentaria. Uno de los desarrollos de mayor éxito e implantación es el procesado por altas presiones. Esta técnica

Las altas presiones pueden considerarse una medida útil para reducir la carga vírica

de procesado en frío consiste en someter al alimento, previamente sellado en su envase final flexible, a altos niveles de presión hidrostática de hasta 600 MPa durante unos segundos a minutos. La eficacia del procesado por altas presiones sobre la infectividad de los virus de transmisión alimentaria es altamente dependiente del (sub)tipo del virus y del tipo de alimento, pero las altas presiones pueden considerarse una medida útil para reducir la carga vírica en algunas matrices como el marisco. Por ejemplo, el tratamiento de ostras y mejillones a 400 MPa durante 5 minutos reduce la infectividad del HAV y del MNV en casi tres órdenes logarítmicos. El tratamiento por altas presiones también se ha aplicado satisfactoriamente en otras matrices alimentarias inoculadas con

virus entéricos como purés de fresas, frambuesas o salchichas.

La radiación UV puede ser eficaz para la inactivación de los virus entéricos presentes en las superficies utilizadas para la elaboración de alimentos y para la inactivación de los virus presentes en el agua. La radiación UV reduce la infectividad de los virus entéricos, pero su eficacia depende en gran medida de la dosis aplicada, del tiempo de exposición, de la presencia del virus en la superficie del alimento, del (sub)tipo del virus y de la topografía del alimento. La radiación UV a una dosis superior a 40 mW s/cm² causa una reducción superior a 3 ordenes logarítmicos en modelos de norovirus humanos presentes en la superficie del alimento, mientras que para el HAV es muy dependiente de matriz alimentaria^[5].

Actualmente son escasos los estudios sobre los efectos de algunas tecnologías emergentes de conservación sobre la infectividad de los virus entéricos en los alimentos, como, por ejemplo, los pulsos eléctricos de alto voltaje, los ultrasonidos o el plasma atmosférico no térmico.

Debido a la demanda creciente por parte de los consumidores de productos más frescos, naturales y que contengan menos compuestos químicos, el uso de compuestos antimicrobianos naturales está en auge. Idealmente estos compuestos ejercerían su efecto a lo largo de la vida útil del alimento. La aplicación directa de estos compuestos naturales sobre la superficie del alimento, por inmer-

Compuesto natural		Aplicación	Eficacia (reducción de infectividad)
Extracto de <i>Aloe vera</i>		Lavado de repollo fresco	82 % MNV
Extracto de níspero			62 % MNV
Extracto de té verde		Lavado de hortalizas de hoja verde	95 % MNV 99,9 % HAV
		Desinfectante de superficies	99 % MNV 99,9 % HAV
Extracto de semilla de uva		Lavado de lechuga y pimientos	90 % MNV 92 % HAV
		Desinfectante de superficies	50 % MNV
		Zumo de manzana Leche desnatada	90-100 % MNV y HAV
Curcumina		Ostras	91 % MNV
Carvacol		Lavado de lechuga	98,2 % MNV
Cinamaldehído		Envase antimicrobiano	99,8 % MNV 48,7 % HAV
Aceites esenciales	<i>Zataria multiflora</i> Boiss	Lavado de hortalizas de hoja verde	0 % FCV
	<i>Eugenia caryophyllus</i>		

Figura 3: Uso de compuestos naturales virucidas en aplicaciones alimentarias. MNV: norovirus murino; HAV: virus de la hepatitis A; FCV: calicivirus felino.

sión o spray, parece no ser suficiente debido a la excesiva rapidez en la difusión de los grupos activos al interior del producto, dejando la superficie del mismo desprotegida y, por ello, susceptible de una posterior contaminación. Actualmente multitud de compuestos naturales, como diversos aceites esenciales, flavonoides, polifenoles, extractos de plantas o quitosano, han mostrado ser eficaces para la inactivación de virus entéricos en condiciones *in vitro* [8]. Esto suscita gran interés por parte de los investigadores y de la industria alimentaria en desarrollar y optimizar aplicaciones como los desinfectantes naturales o materiales que incorporan antimicrobianos naturales para el control de virus entéricos en alimentos [Figura 3]. Algunos de estos compuestos, como el extracto de semilla de uva y el extracto de té, han sido utilizados satisfactoriamente como higienizantes naturales para el control de virus entéricos [Figura 4].

El desarrollo de envases activos antimicrobianos que incorporen estas sustancias antimicrobianas y que, a su vez, las liberen lentamente hacia la superficie del producto, podría ser una propuesta viable para lograr una migración controlada. Por ello, el desarrollo de este tipo de envases activos ha suscitado un gran interés para numerosos investigadores en el área de la tecnología de alimentos. Los envases antimicrobianos han sido ampliamente utilizados para el control de la microbiota y determinados patógenos, principalmente bacterias, hongos y levaduras. Sin embargo, pocos estudios se han enfrentado a la tarea de evaluar envases con propiedades virucidas en aplicaciones reales con alimentos. Recientemente, se ha evaluado el potencial virucida de sales de plata incorporadas a biopelículas de ácido

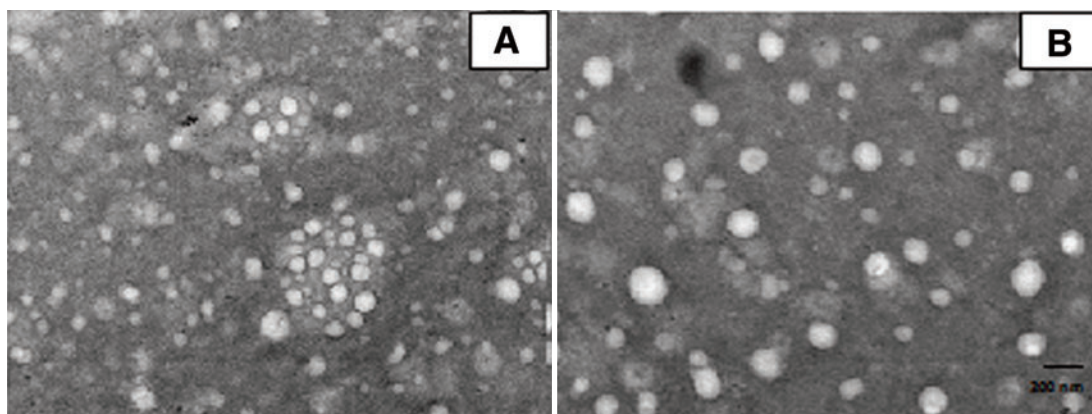


Figura 4: (A) Partículas pseudovíricas (VLP) de norovirus genogrupo II y (B) VLP tratadas con extracto de té (Imagen de microscopía electrónica cedida por el Dr. Jesús Rodríguez Díaz, IATA).

poliláctico [9] o el cinamaldehído a biopelículas de polihidroxibutirato [10] [Figura 5]. Los resultados de estos trabajos han demostrado el po-

▶▶ Queda mucho por aprender acerca de la eficacia de los tratamientos de conservación utilizados en la fabricación de alimentos, y de los parámetros críticos para eliminar o inactivar completamente la presencia de virus entéricos en alimentos

tencial de estos materiales para el control de virus entéricos en alimentos o en superficies de contacto alimentario.

Conclusiones y perspectivas futuras

Actualmente existen pocas estrategias eficaces, realistas y validadas para eliminar la contaminación por virus entéricos, tanto en marisco como en productos frescos, sin modificar significativamente sus propiedades organolépticas.

En general, los virus entéricos son mucho más resistentes a los tratamientos de conservación de los alimentos y a los procedimientos de descontaminación, que los patógenos bacterianos. Por ello, todavía queda mucho por aprender acerca de la eficacia de los tratamientos de conservación utilizados en la fabricación de alimentos, y de los parámetros críticos para eliminar o inactivar completamente la presencia de virus entéricos en alimentos.

Se ha demostrado que distintas tecnologías emergentes de conservación de los alimentos (p. ej., las altas presiones hidrostáticas o la higienización con compuestos naturales) pueden reducir la carga viral en ali-

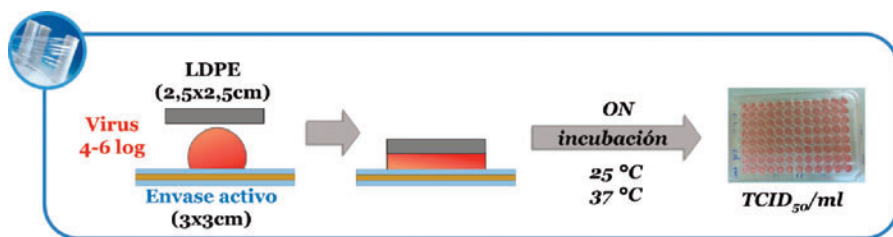


Figura 5: Evaluación de la capacidad virucida de materiales de contacto alimentario (adaptación ISO 22196: 2011).

mentos específicos. No obstante, la eficacia de estas tecnologías emergentes de conservación está sujeta a una gran variabilidad dependiendo del tipo y subtipo de virus, el tipo de alimento y la localización del virus en dicho alimento. Por otro lado hay que tener en cuenta que como la dosis infecciosa de los virus entéricos es muy baja, entre 10 a 100 partículas virales, estas tecnologías emergentes de conservación pueden prevenir completamente la transmisión de estos patógenos cuando el nivel de contaminación es inferior a 2 o 3 órdenes logarítmicos. Como tal, estas tecnologías emergentes por sí mismas serán inadecuadas para garantizar la inocuidad de los alimentos cuando la contaminación sea alta; pero si se combinan entre sí, su efecto acumulativo podría mejorar el nivel de inactivación de los virus entéricos presentes. La combinación de distintas tecnologías emergentes de conservación debería estar sujeta a una rigurosa validación para el virus entérico de interés en la matriz alimentaria

específica, antes de su aplicación, para asegurar la protección del consumidor.

Cabe reseñar que, para algunos alimentos tales como productos de IV gama o los alimentos listos para su consumo, los tratamientos que son eficaces sobre los virus entéricos no pueden aplicarse sin afectar a la calidad organoléptica de estos productos. Por lo tanto, prevenir la contaminación fecal a lo largo de la cadena alimentaria es la medida más eficaz para evitar la transmisión de los virus entéricos a los alimentos. Prevenir su presencia pasa por controlar la calidad de las aguas de riego en el cultivo de hortalizas y vegetales, así como las aguas donde se cultiva el marisco; limpiar bien para eliminar la posible contaminación fecal en las superficies de contacto alimentario; respetar un riguroso lavado de manos; y tener bien definidos en la industria alimentaria los planes de Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos (APPCC) así como monitorizar su aplicación.

REFERENCIAS

- [1] Kupferschmidt, K. (2016). "Europe's New Hepatitis Problem". *Science* **353**: 862-863
- [2] World Health Organization (2015). "WHO estimates of the global burden of foodborne Diseases: Foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015".
- [3] Sánchez, G. y Bosch, A. (2016). "Survival of Enteric Viruses in food and the environment", capítulo 13 en *Viruses in Food* (ISBN 978-3-319-30723-7) pp. 367-392
- [4] Codex Alimentarius Commission (CAC). 2012. "Directrices sobre la aplicación de principios generales de higiene de los alimentos para el control de virus en alimentos".
- [5] Sánchez, G. (2015). "Processing strategies to inactivate Hepatitis A virus in food products: a critical review". *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* **14**: 771-784.
- [6] Feagins, A. R. *et al.* (2008). "Inactivation of infectious hepatitis E virus present in commercial pig livers sold in local grocery stores in the United States". *International Journal of Food Microbiology* **123**: 32-37.
- [7] EFSA. (2012). "Scientific Opinion on Norovirus (NoV) in oysters: methods, limits and control options. *EFSA Journal* **10**: 2500-2539.
- [8] D'Souza, D. H. (2014). "Phytochemicals for the control of human enteric viruses". *Current Opinion in Virology* **4**: 44-49.
- [9] Martínez-Abad, A. *et al.* (2013). "Evaluation of silver-infused polylactide films for inactivation of *Salmonella* and feline calicivirus *in vitro* and on fresh-cut vegetables". *International Journal of Food Microbiology* **162**: 89-94.
- [10] Fabra, M. J. *et al.* (2016). "Efficacy of cinnamaldehyde against enteric viruses and its activity after incorporation into biodegradable multilayer systems of interest in food packaging". *Food and Environmental Virology* **8**: 125-132.

 gloriasanchez@iata.csic.es

Gloria Sánchez es científico titular del CSIC en el Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA). Actualmente dirige las actividades de seguridad vírica de los alimentos en el IATA. Su labor investigadora se centra en el desarrollo de métodos moleculares para la detección de virus entéricos en alimentos y agua, y en la evaluación de la eficacia de procesados alimentarios sobre los virus de transmisión alimentaria, principalmente los norovirus humanos y el virus de la hepatitis A.

