



Año
XXVI
178

La Industria Cárnica®

L A T I N O A M E R I C A N A

■ Congreso IUFoST ■ Tecno Fidta 2012 ■ CAICHA ■ Carne porcina ■ Clonación de animales ■ Ractopamina ■
■ Películas comestibles ■ Cepa bacteriocinogénica ■ Metabisulfito en camarón ■ Nitritos en carnes ■

ISSN 0325-3414

www.publitec.com



Arysa Argentina S.A.

Aditivos para alimentos

www.arysa.com.ar

Lerma 103 - V. Tesei - Tel.: (54-11) 4450-9297/4459-4985 - contacto@arysa.com.ar

Actividad antimicrobiana de películas comestibles elaboradas a base de proteínas del lactosuero y glicerol incorporadas con sales orgánicas

Leonardo Pérez¹; Marina Soazo¹; Mauricio David¹; Amelia Rubiolo²; Roxana Verdini^{1*}

¹Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas (UNR) - Instituto de Química Rosario (IQUIR, UNR-CONICET). Rosario, Argentina.

²Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC, UNL-CONICET). Santa Fe, Argentina. *verdini@iquir-conicet.gov.ar

Este artículo fue presentado en modalidad de póster en el 16° Congreso Mundial de Ciencia y Tecnología de Alimentos, organizado por la International Union of Food Science and Technology (IUFoST). 5-9 Agosto 2012. Foz do Iguacu, Brasil.

Resumen

El empleo de películas comestibles formuladas con compuestos antimicrobianos para recubrir alimentos es una forma de "envasado activo". Mediante esta tecnología, se busca extender la vida útil de un producto alimenticio y disminuir la tasa de contaminación microbiana favoreciendo la seguridad de los consumidores. Los ácidos orgánicos y sus sales han sido utilizados ampliamente como aditivos alimenticios para controlar el desarrollo de patógenos y evitar la diseminación de enfermedades. En el presente trabajo, se evaluó el potencial antimicrobiano de películas comestibles elaboradas a base de proteínas del lactosuero (WPC) y glicerol (Gli) con la incorporación de sorbato de potasio (SP), benzoato de sodio (BS) y propionato de sodio (PS) frente a la cepa shigatoxigénica *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 43895. La incorporación de las sales orgánicas en las películas ácidas de WPC/Gli obtenidas a pH 5,2 se realizó en cuatro concentraciones: 0,25%, 0,50%, 0,75% y 1,0% p/p. La actividad antimicrobiana se evaluó en medio agar Mueller-Hinton regulado a pH 5,2 a través de ensayos de difusión en agar y pruebas de barrera (cualitativa y cuantitativa). Además, se estudió la relación entre la capacidad antimicrobiana de las películas y la concentración de inóculo bacteriano (alto y bajo). El ensayo de difusión mostró que la incorporación de SP y BS a las películas comestibles de WPC/Gli redujo o inhibió el crecimiento de *E. coli*, excepto cuando la concentración de SP fue 0,25%. Este efecto fue más notorio a medida que la concentración de sales orgánicas en las películas aumentó y más evidente a inóculo bajo del patógeno. No se observó inhibición alguna ante la incorporación de PS en las películas. Los resultados de las pruebas de barrera cualitativa revelaron que tanto el SP como el BS a concentraciones iguales o superiores a

0,50% presentan excelentes propiedades para prevenir la contaminación externa, no siendo efectiva la adición de PS a las concentraciones ensayadas. Los resultados de las pruebas de barrera cualitativa y cuantitativa fueron coherentes con los obtenidos en los ensayos de difusión en agar. En conclusión, la adición de SP y BS a películas comestibles ácidas de WPC/Gli puede ser de suma utilidad para prevenir la contaminación post-proceso de los alimentos, demostrando un amplio potencial para su aplicación como recubrimiento activo en la industria alimentaria.

Palabras claves: películas comestibles, proteínas del lactosuero, sales orgánicas, actividad antimicrobiana, enfermedades transmitidas por los alimentos.

Introducción

En los últimos años la investigación sobre recubrimientos y películas comestibles ha sido tan variada como intensa, y varios factores indican que este interés continuará en lo sucesivo. Las motivaciones para el desarrollo de esta área surgen por la necesidad de reducir el impacto ambiental causado por el uso de envases sintéticos, la posibilidad de aprovechar materiales muy abundantes en la naturaleza que son considerados como desechos, el interés del consumidor por la calidad e inocuidad de los alimentos, y el desafío por desarrollar nuevos y mejores productos. En este sentido, el desarrollo en el campo de la elaboración de películas comestibles es un reto permanente para la tecnología de alimentos.

Los recubrimientos y películas comestibles han sido ampliamente utilizados durante siglos, principalmente con el objetivo de prevenir la pérdida de humedad y mantener la calidad y textura de los alimentos durante su almacenamiento (Jooyandeh, 2011). Los principales componentes de las películas comestibles son

sustancias reconocidas como seguras, denominadas GRAS de sus siglas en inglés (*Generally Recognized As Safe*), tales como polisacáridos, lípidos y proteínas; cada una de ellas con características funcionales distintivas. En especial, las proteínas han demostrado ser excelentes materiales formadores de recubrimientos y películas comestibles debido a sus características fisicoquímicas y estructurales.

Entre las proteínas más utilizadas en el desarrollo de películas comestibles se encuentran gluten de trigo, proteínas de soja, albúmina de huevo, gelatina, colágeno y proteínas del lactosuero. El lactosuero es el resultante líquido generado en el proceso de coagulación de las caseínas de la leche en la manufactura de quesos, tradicionalmente utilizado como alimento de cerdos y ganado, como fertilizante, o simplemente desechado. En la actualidad, existe un creciente interés mundial por el uso de estas proteínas como aditivo alimenticio debido a sus importantes propiedades funcionales y al mayor beneficio económico que se lograría en las industrias lácteas con el aprovechamiento de un subproducto proveniente de la elaboración de quesos.

Las proteínas del lactosuero poseen, además de excelentes propiedades nutricionales y funcionales, una probada capacidad para formar películas (Javanmard, 2009). Estas proteínas se comercializan como aislados (WPI, *Whey Protein Isolate*) o concentrados (WPC, *Whey Protein Concentrate*). Los beneficios de la utilización de

WPC y WPI en la industria alimentaria incluyen su elevada concentración de proteínas; su bajo contenido de calorías y grasas; la ausencia de patógenos, compuestos tóxicos y factores antinutricionales; su buena capacidad de emulsificación; la compatibilidad con otros ingredientes; la fácil disponibilidad; y la buena aceptación por parte del consumidor debido a la percepción que se trata de un producto natural.

Entre las propiedades más destacables de las películas comestibles como envase alimenticio se encuentra la posibilidad de aprovechar las interacciones entre la película y el alimento para promover la inocuidad del mismo. Teniendo en cuenta que las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) constituyen un importante problema de salud a nivel mundial y que las mismas son provocadas por el consumo de agua o alimentos contaminados con microorganismos o parásitos (o bien por las sustancias tóxicas que éstos producen), la preparación y manipulación de los alimentos son puntos clave de control sanitario.

La aplicación de agentes antimicrobianos en los recubrimientos y películas comestibles retardaría o evitaría el crecimiento de algunos microorganismos en la superficie del producto, extendiendo así su vida útil y evitando la diseminación del patógeno. Entre los agentes antimicrobianos incorporados a los recubrimientos y películas comestibles se encuentran tanto compuestos



PAGANINI, COMBA Hnos. y Cía S.R.L.

Industria Alimenticia | Productos para Frigoríficos

BOMBO MASAJEADOR DE CARNES



- Capacidad 2600, 4000, 6000, 10.000 lts.
- Sistema de masaje intenso o suave.
- Regulación de velocidad de 1 a 15 rpm.
- Rotación en sentido de masaje y contramarcha para descarga.
- Ventoo del sistema de vacío con aire o gas.
- Temperatura controlada por sensor en contacto con la carne.
- Carga por aspiración o cargador mecánico.
- Todas estas variables están controladas por un PLC y la comunicación con el mismo se realiza a través de una pantalla touch screen.
- 10 programas de ejecución independientes o combinados.
- Equipo construido en acero inoxidable AISI 304.

Cada vez que usted compra Industria Nacional, está ayudando a mantener el empleo de muchos Argentinos

www.paganini-comba.com.ar
Av. Los Piemonteses 1155, Brinkmann | Córdoba
Tel.: 03562 480184 | paganini@brinco.com.ar

sintéticos como naturales (Kuorwel y col., 2011). Algunos autores han demostrado la efectividad de ciertos aditivos alimenticios en películas comestibles elaboradas a base de biopolímeros. En particular, Cagri y col. (2001) realizaron la caracterización fisicoquímica y estudiaron las propiedades antimicrobianas de películas ácidas de proteínas del lactosuero (WPI) conteniendo ácido sórbico y ácido p-aminobenzoico frente a la inhibición de algunos patógenos alimenticios como *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 y *Salmonella typhimurium*. Teniendo en cuenta que las ETAs provocan no sólo daños a la salud de las personas sino además enormes pérdidas económicas, la aplicación de medidas oportunas de control y prevención es un desafío permanente.

Entre los patógenos emergentes más importantes asociados con ETAs se encuentran cepas de *Escherichia coli* productora de toxina Shiga (STEC). Esta bacteria puede causar enfermedades severas en el hombre como colitis hemorrágica, síndrome urémico hemolítico (SUH) y púrpura trombocitopénica trombótica. Las cepas STEC producen potentes citotoxinas denominadas toxinas Shiga Stx1, Stx2 y variantes de Stx2, que una vez liberadas en el intestino pasan a la circulación sanguínea causando daños a nivel del endotelio vascular. El síndrome urémico hemolítico (SUH), caracterizado por anemia hemolítica microangiopática, plaquetopenia y daño renal, constituye la primera causa de insuficiencia renal aguda en la edad pediátrica y la segunda causa de insuficiencia renal crónica. En la Argentina, las cepas STEC constituyen el primer agente etiológico de SUH siendo la variante O157:H7 el serotipo más frecuente (Ibarra y col., 2008).

Por este motivo, nuestro objetivo fue elaborar películas comestibles a base de WPC, glicerol y sales orgánicas con el fin de obtener películas con capacidad antimicrobiana. En particular, se estudió el efecto de la incorporación de sorbato de potasio (SP), benzoato de sodio (BS) y propionato de sodio (PS) en películas ácidas de WPC/Gli obtenidas a pH 5,2 y se analizó su potencial antimicrobiano frente a *Escherichia coli* O157:H7 ATCC 43895 productora de toxina Shiga.

Materiales y métodos

Microorganismo asociado a ETAs

En este estudio se utilizó la cepa *E. coli* O157:H7 ATCC 43895 que expresa los genes stx1 y stx2 codificantes de toxina Shiga (cedido por el Área Bacteriología Clínica de la Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, Universidad Nacional de Rosario, Argentina). Este microorganismo se conservó a -70°C en caldo Tripteína Soya (TSB, pH 7,2) conteniendo 10% (v/v) glicerol y se sub-cultivó *overnight* en TSB (pH 7,2) a 37°C sin agitación antes de su uso.

Preparación de películas de WPC/Gli formuladas con sales orgánicas

Las diferentes formulaciones de películas comestibles se prepararon a partir de WPC 80% (Arla Food Ingredients S.A., Argentina) como componente mayoritario y glicerol (Gli) como plastificante siguiendo la técnica descrita por Soazo y col. (2010). Se disolvieron en agua destilada WPC y Gli en proporción WPC/Gli 3:1 (concentración final de sólidos totales 11,5%). Luego de agitar las suspensiones durante 15 min, se trataron térmicamente colocándolas en un baño termostatzado a 90°C durante 30 min. A continuación, se homogeneizaron empleando un equipo Omni GLH (Omni International Inc., Estados Unidos) a 20.000 rpm durante 5 min. Posteriormente, se colocaron en un baño de hielo para frenar la desnaturalización proteica y se enfriaron hasta temperatura ambiente. Se incorporaron 0,25%; 0,50%; 0,75% o 1,0% (p/p) de sorbato de potasio (SP), benzoato de sodio (BS) o propionato de sodio (PS) y se ajustó el pH a 5,2 con HCl (1,0 N). Finalmente, las suspensiones fueron desgasificadas empleando vacío. Se pesaron 8 g de cada formulación en placas de Petri de 90 mm de diámetro. Las placas se secaron sobre una superficie nivelada en una cámara ambiental bajo condiciones controladas de temperatura (25°C) y humedad relativa (58%). Se efectuó un examen visual periódico de las placas y las películas fueron despegadas cuando se observaron signos indicativos de la finalización del proceso de secado. Una vez despegadas, se estabilizaron

SEPARADORAS CENTRIFUGAS



Equipos nuevos de 0,1 a 50 m3

- De discos convencionales
- De discos autolimpiantes
- Decanters - Tricanters

Equipos recitados con garantía.

Reparaciones, servicios y repuestos para todas las marcas y modelos

Plantas llave en mano - Optimización de plantas y procesos

Tratamiento de efluentes - Bombas, accesorios, equipos especiales

Industry & Separators Suppliers | Diagonal 115 (Goumes) N.º 1747 (1650) San Martín - Bs. As. - Argentina
Teléfax: (34 11) 4759 9702 Líneas rotativas / e-mail: iss@sdnet.com.ar / www.iss-separators.com.ar





durante 24 h en iguales condiciones a las de secado. Las películas utilizadas en los diferentes ensayos fueron seleccionadas en base a la ausencia de defectos físicos tales como quebraduras, burbujas o agujeros.

Determinación de la actividad antimicrobiana en medio sólido

Ensayos de difusión en agar. La actividad antimicrobiana de las películas de WPC/Gli formuladas con distintas concentraciones de sales orgánicas se evaluó según la técnica descrita por Pérez y col. (2011). Se cortaron en forma aséptica discos de 12 mm de diámetro de cada película con un sacabocados y se colocaron en una placa de Petri conteniendo 10 mL de agar Mueller-Hinton ajustado a pH 5,2 con HCl (1,0 N), previamente sembradas con un césped bacteriano con diferentes concentraciones de células viables (UFC/mL) de la cepa en estudio (inóculo bajo, 5×10^5 UFC/mL o inóculo alto, 5×10^7 UFC/mL). Luego de 24 h de incubación a 37°C en una estufa de cultivo, se determinó el halo de inhibición o disminución de crecimiento bacteriano alrededor de cada disco utilizando un calibre. Como control del ensayo se utilizaron discos de películas formuladas sin la adición de agente antimicrobiano. Los resultados fueron informados como el promedio de tres determinaciones.

Prueba de barrera cualitativa. Con el fin de estudiar la efectividad de las películas para prevenir la contaminación microbiana superficial, se utilizaron placas de agar Mueller-Hinton (pH 5,2) conteniendo cloruro de 2,3,5-trifenil tetrazolio (TTC). Los inóculos (bajo y alto) de *E. coli* O157:H7 ATCC 43895 se prepararon a partir de un cultivo *overnight* en caldo TSB (pH 7,2) ajustado a la escala 0,5 de McFarland en solución salina. Las películas se cortaron asépticamente en discos de 16 mm que fueron depositados sobre la superficie de las placas de Petri. Luego, se sembraron 10 µL de inóculo (bajo, 5×10^3 UFC/mL o alto, 5×10^5 UFC/mL) sobre la superficie

de los discos. Las placas se incubaron durante 24 h a 37°C en estufa y se evaluó el crecimiento de colonias coloreadas por acción del TTC. Como control negativo del ensayo se evaluaron discos obtenidos de cada formulación de película sin inocular.

Prueba de barrera cuantitativa. Se utilizaron microplacas de 24 pocillos cargadas con 0,5 mL de agar Mueller-Hinton ajustado a pH 5,2 (altura final aproximada en la microplaca 10 mm). El inóculo de *E. coli* O157:H7 ATCC 43895 se preparó a partir de un cultivo *overnight* en TSB (pH 7,2) ajustado a la escala 0,5 de McFarland en solución salina y diluido 1/100. Las películas se cortaron asépticamente en discos de 14 mm que fueron depositados sobre la superficie del agar nutritivo en cada pocillo de la microplaca. Luego, se sembraron 10 µL de inóculo (5×10^5 UFC/mL) sobre la superficie de los discos. Las microplacas se incubaron durante 24 h a 37°C en una estufa de cultivo. Posteriormente, a cada pocillo se le adicionaron 1000 µL de solución fisiológica estéril para resuspender los microorganismos que hayan crecido sobre la superficie del disco. Se realizaron diluciones seriadas y se sembraron 10 µL de cada dilución en placas de Petri con agar TSA para recuento de colonias. Como control negativo del ensayo se evaluaron discos obtenidos de cada formulación de película sin inocular. Los resultados fueron informados como el promedio de tres determinaciones.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa Sigma-Stat® (Versión 3.1, Systat Software Inc., USA). Los ensayos se diseñaron empleando un modelo completamente aleatorizado. Se utilizó el análisis de la variancia (ANOVA) para la comparación entre los distintos factores. Cuando los efectos fueron significativos ($p < 0,05$) se realizó la prueba de Tukey de comparaciones múltiples (con un intervalo de confianza del 95%).

Representantes exclusivos para el Mercosur
Contamos con una amplia red de concesionarios en todo el país para lograr el mejor servicio

FERREIRA
Plataformas para el frío
Para Transmisión Térmica
Refrigeración y Congelación
Calle 40 de Octubre 881 - Tel: 591 (0)21 411 1111 - Fax: 591 (0)21 411 1112

H
HWA SUNG THERMO

Visítenos en nuestra página web:
www.ferreirarefrigeracion.com

Tabla 1 - Actividad antimicrobiana de películas comestibles de WPC/Gli formuladas con SP, BS o PS frente a la cepa *Shigaloxigénica* *E. coli* O157:H7 ATCC 43895. Las diferentes letras en una misma columna indican diferencias significativas entre los grupos ($p < 0,05$)

Películas de WPC/Gli		Halo de inhibición (mm)		Prueba de barrera (Log UFC/mL)*
		Inóculo bajo	Inóculo alto	
+ SP % (p/p)	0,0	0 ^a	0 ^a	11,4 ± 0,2 ^a
	0,25	0 ^a	0 ^a	4,2 ± 0,9 ^b
	0,50	6,3 ± 0,6 ^d	3,5 ± 0,5 ^b	2,0 ± 0,0 ^c
	0,75	10,3 ± 0,6 ^b	7,3 ± 1,2 ^{abc}	2,1 ± 0,1 ^c
	1,0	13,3 ± 1,2 ^c	9,0 ± 1,0 ^{cd}	2,0 ± 0,0 ^c
+ BS % (p/p)	0,0	0 ^a	0 ^a	11,4 ± 0,2 ^a
	0,25	7,7 ± 1,2 ^{cd}	2,3 ± 1,5 ^b	2,7 ± 0,2 ^c
	0,50	9,3 ± 0,6 ^{ab}	6,0 ± 1,0 ^c	2,3 ± 0,0 ^c
	0,75	13,7 ± 0,6 ^c	8,3 ± 0,6 ^{bc}	2,5 ± 0,3 ^c
	1,0	15,3 ± 1,5 ^c	9,7 ± 0,6 ^{bc}	2,3 ± 0,4 ^c
+ PS % (p/p)	0,0	0 ^a	0 ^a	11,4 ± 0,2 ^a
	0,25	0 ^a	0 ^a	11,5 ± 0,2 ^a
	0,50	0 ^a	0 ^a	11,4 ± 0,4 ^a
	0,75	0 ^a	0 ^a	11,2 ± 0,5 ^a
	1,0	0 ^a	0 ^a	11,3 ± 0,3 ^a

*2.0 Log UFC/mL – límite de detección (<1 UFC/placa en la dilución más baja)

Resultados y discusión

Actividad antimicrobiana de películas de WPC/Gli formuladas con sales orgánicas

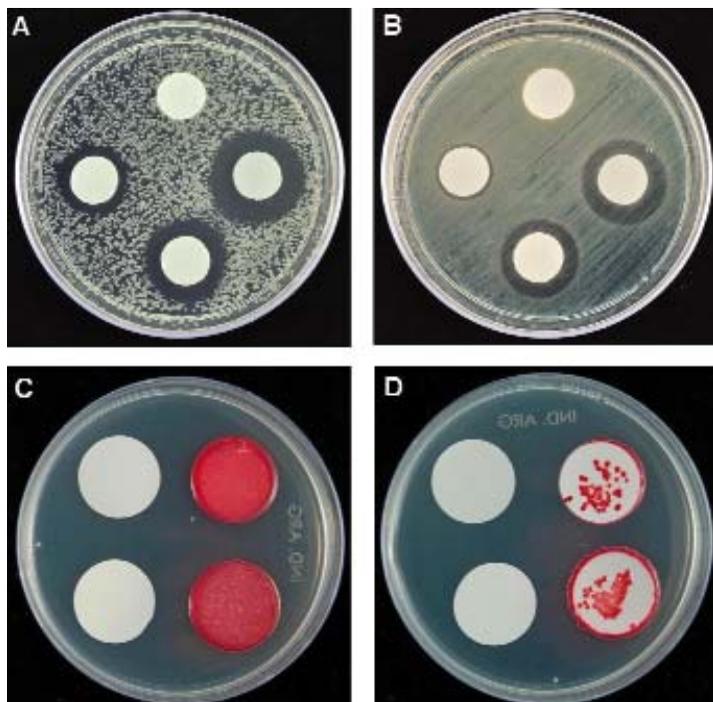
Los resultados obtenidos en los ensayos de difusión en agar mostraron que la incorporación de SP y BS a las películas comestibles de WPC/Gli fue capaz de reducir, o mejor aún, inhibir el crecimiento de la cepa patógena *E. coli* O157:H7 ATCC 43895 en medio Mueller-Hinton, excepto cuando la concentración de SP fue 0,25%. El efecto antimicrobiano se incrementó a medida que la concentración de sales orgánicas en la formulación de las películas fue mayor, y más evidente a menor concentración de inóculo bacteriano. En ningún caso se pudo determinar actividad antimicrobiana para el PS incorporado en las distintas formulaciones de películas comestibles (Tabla 1; Fig. 1A y B).

Por su parte, los resultados obtenidos en las pruebas de barrera cualitativa y cuantitativa mostraron que tanto el SP como el BS presentan excelentes propiedades para prevenir la contaminación externa superficial con *E. coli* O157:H7 ATCC 43895 a concentraciones superiores o iguales a 0,25%; no siendo efectiva la adición de PS en ninguna de las concentraciones ensayadas. Estos resultados se correlacionaron perfectamente con los obtenidos en los ensayos de difusión en agar (Tabla 1; Fig. 1C y D).

En este punto, es interesante notar que la contaminación superficial post-proceso de los alimentos es un grave problema para la industria alimentaria. Los resultados obtenidos en nuestros ensayos de barrera simularían una situación en donde un alimento envuelto o recubierto con una película es sometido a contaminación superficial externa, ya sea por una incorrecta manipulación o por alteraciones en la cadena de frío. Por lo tanto, la aplicación de películas comestibles con actividad antimicrobiana, como las desarrolladas en este trabajo, tendrían un impacto positivo para favorecer la seguridad e inocuidad alimentaria.

En el panel superior de la figura 1 se observan fotografías representativas mostrando el aumento en el diámetro de los halos de inhibición del crecimiento bacteriano alrededor de los discos para el caso de un césped de *E. coli* O157:H7 ATCC 43895 generado con inóculo A) bajo o B) alto. Nótese el incremento en la zona de inhibición a medida que aumenta la concentración de la sal orgánica en la formulación de la película (en sentido anti-horario, comenzando desde el disco superior, la concentración de BS en la película es: 0,25%; 0,50%; 0,75% y 1,0%). Además, en B) puede notarse la reducción en las aéreas de inhibición cuando el inóculo bacteriano es mayor. En el panel inferior de la figura 1 se muestran fotografías representativas de la prueba de

Figura 1 - Actividad antimicrobiana de películas comestibles de WPC/Gli formuladas con sales orgánicas



barrera cualitativa para el caso de inóculo C) alto o D) bajo de *E. coli* O157:H7 ATCC 43895 (disco superior izquierdo, WPC/Gli + SP 1.0%; disco inferior izquierdo, WPC/Gli + BS 1.0%; disco superior derecho, WPC/Gli sin la adición de sales orgánicas; disco inferior derecho, WPC/Gli + PS 1.0%). No se observó inhibición alguna cuando las películas fueron formuladas con PS a las concentraciones ensayadas.

Asimismo, las formulaciones de películas comestibles a base de WPC/Gli incorporadas con sales orgánicas deben ser sometidas a procesos de optimización con el fin de adecuar las concentraciones del agente antimicrobiano para obtener películas que cumplan satisfactoriamente con los estándares de calidad y seguridad alimentaria. Sin embargo, en la literatura aún no se encuentran tales estudios que permitan establecer límites a las concentraciones de conservantes permitidas e incorporados a las películas comestibles que aseguren tanto el control microbiológico como la salud del consumidor.

En conclusión, la aplicación de envases activos a base de proteínas del lactosuero, glicerol y sales orgánicas para prevenir la contaminación y diseminación de patógenos alimentarios podría convertirse en una alternativa eficaz, segura, ecológica y relativamente económica, demostrando un amplio potencial para su aplicación como recubrimiento activo en la industria de alimentos.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado con subsidios de la Universidad Nacional de Rosario (UNR), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina (CONICET) y Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica de la República Argentina (ANPCyT). Los autores desean agradecer al Área Bacteriología Clínica (Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, Universidad Nacional de Rosario, Argentina) por proveer la cepa STEC *E. coli* O157:H7 ATCC 43895 utilizada en este estudio y al editor de la revista por su invitación para la redacción del presente artículo.

Referencias

- Cagri, A.; Ustunol, Z.; Ryser, E.T. (2001). Antimicrobial, mechanical, and moisture barrier properties of low pH whey protein-based edible films containing p-aminobenzoic or sorbic acids. *Journal of Food Science*, 66(6): 865-870.
- Ibarra, C.; Goldstein, J.; Silberstein, C.; Zotta, E.; Belardo, M.; Repetto, H.A. (2008). Síndrome urémico hemolítico inducido por *Escherichia coli* enterohemorrágica. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 106: 435-442.
- Javanmard, M. (2009). Biodegradable whey protein edible films as a new biomaterials for food and drug packaging. *Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 5(3): 129-134.
- Jooyandeh, H. (2011). Whey protein films and coatings: A review. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10(3): 296-301.
- Kuorwel, K.K.; Cran, J.M.; Sonneveld, K.; Miltz, J.; Bigger, S. (2011). Antimicrobial activity of biodegradable polysaccharide and protein-based films containing active agents. *Journal of Food Science*, 76: R90-R102.
- Pérez, L.M.; Balagué C.E.; Rubiolo A.C.; Verdini R.A. (2011). Evaluation of the biocidal properties of whey-protein edible films with potassium sorbate to control non-O157 Shiga Toxin-producing *Escherichia coli*. *Procedia Food Science*, 1: 203-209.
- Soazo, M.; Rubiolo, A.C.; Verdini, R.A. (2011). Effect of drying temperature and beeswax content on physical properties of whey protein emulsion films. *Food Hydrocolloids*, 25(5): 1251-1255.



INFRIMAR S.A.
REFRIGERACION INDUSTRIAL

EVAPORADORES
TÚNELES DE CONGELADO
REFRIGERACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS



www.infrimar.com.ar E-mail - info@infrimar.com.ar

IRALA 5170 (B7608GMJ) - Mar del Plata - Argentina - Tel 0223-4103357

www.eportable.com.ar