

PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DE PRODUCTOS DE AGUACATE POR ALTAS PRESIONES HIDROSTATICAS: TENDENCIAS EMERGENTES E IMPLEMENTACION EN NUEVOS MERCADOS

Tonello-Carole, Wilches Diego; Onrubia, Marta; Peregrina, Roberto

Hiperbaric, S.A. Condado de Treviño, 6 09001 Burgos, España. Correo-
e: r.peregrina@hiperbaric.com

Resumen

La tecnología de procesamiento por altas presiones (HPP) surgió como una técnica post-cosecha, post-ensado para productos de aguacate de alto valor agregado a finales de los 90's. La demanda norteamericana de aguacate para productos frescos y duraderos fue la principal impulsora de esta tecnología innovadora y exitosa. Durante el siglo actual ha comenzado a convertirse en el tratamiento principal de propuestas de alto valor agregado como la pulpa fresca de aguacate, salsas, bocadillos o guacamole, tanto en México como en Estados Unidos. Las demandas del mercado y las tendencias hacia productos con atributos cercanos a los naturales, que pueden ser etiquetados como "naturales", "mínimamente procesados", "libres de aditivos o conservantes", y una etiqueta limpia empujó el nivel de su implementación. Esto, junto con la evolución de la tecnología y la mejora continua de los equipos industriales de HPP, que a partir de 2015 son 55% más productivos y rentables que los de 2007 o hasta 100% en comparación con los de 2005, han permitido que los sistemas HPP crucen fronteras para ampliar su utilización fuera de Norteamérica. En los últimos tres años, la demanda de productos de marca limpia ha impulsado a las industrias procesadoras de aguacate de Australia, Chile, República Dominicana, Guatemala, Nueva Zelanda, Perú, España y Sudáfrica a integrar líneas HPP en sus plantas en un esfuerzo para desarrollo de productos, propuestas de valor agregado, expansión del mercado y una mejor gestión de almacén y logística. Los aguacates continúan convirtiéndose en una de las frutas más saludables del mundo haciendo de HPP una de las mejores tecnologías para esta aplicación. Los efectos de la presión causan un impacto mínimo en su valor nutricional.

Palabras clave adicionales: Propuestas de valor para aguacate, procesamiento a altas presiones (HPP), desarrollo de nuevos productos, procesado mínimo, integración vertical.

INDUSTRIAL HIGH PRESSURE PROCESSING OF AVOCADO PRODUCTS: EMERGING TRENDS AND IMPLEMENTATION IN NEW MARKETS

Abstract

High pressure processing (HPP) technology emerged as a post-harvest, post-packaging technique for high value added avocado products in the late 90's. The North American avocado demand for fresh, long lasting products was the main drive for this innovative and yet successful technology, that during the current century has started to become mainstream treatment for high value added propositions such as fresh avocado pulp, dips, snacks or guacamole in both Mexico and the US. The market demands and trends towards products with close to natural attributes that can be labelled as "natural", "minimally processed", "free of additives or preservatives" and a clean label pushed the level of its implementation. This, together with the evolution in the technology and the continuous improvement of HPP industrial equipment - which beginning of 2015 are 55% more productive and cost effective than those of 2007, or up to 100% when compared to those of 2005- have allowed HPP systems to cross borders and broaden their utilisation outside North America. In the last

three years, the demand for clean-label products has pushed avocado processing industries in Australia, Chile, Dominican Republic, Guatemala, New Zealand, Peru, Spain and South Africa to integrate HPP lines in their plants, in an effort to new product development, value-added propositions, market expansion, and better management of stocks and logistics. Avocados continue trending up as one of the world's healthiest fruit making HPP one of the best technologies for this application, the effects of pressure causes minimum impact on its nutritional value.

Additional keywords: Avocado value propositions, high-pressure processing (HPP), new product development, minimally processed, vertical integration.

Introducción

Los productos alimenticios derivados del aguacate como lo son: guacamole, pulpa de aguacate, trozos de aguacate, pasta de aguacate, salsas de aguacate, etc., tienen una vida útil muy corta (5-7 días) debido a su pH neutro (6.3-6.6) y algunos efectos enzimáticos particularmente de la polifenol oxidasa (PPO) y la lipoxigenasa (LOX). Debido a estas características naturales estos productos tienen un alto riesgo de presencia de microorganismos patógenos como lo es Listeria, Salmonella o E. Coli.

Existe la posibilidad de alcanzar una reducción en la actividad enzimática de la PPO, LOX y la reducción o eliminación de microorganismos patógenos con el uso y/o combinación de métodos tradicionales como la pasteurización y/o la adición de aditivos y conservadores; sin embargo esto puede llegar a causar una pérdida significativa de en la calidad, en los atributos organolépticos y nutricionales comparados con un producto fresco.

Es importante mencionar que las tendencias globales de los consumidores están demandando la elaboración de productos más naturales, menos procesados y de etiqueta limpia y estos son preferidos en comparación con productos convencionales.

Las nuevas tecnologías industriales no térmicas están cada vez ganando mayor reconocimiento como una valiosa alternativa para extender la vida útil de los productos alimenticios derivados del aguacate. Particularmente el procesamiento por alta presión (high pressure processing o HPP), también conocido como: ultra alta presión (ultra high pressure processing o UHP), procesamiento por altas presiones hidrostáticas (high hydrostatic processing o HHP) o tecnología de presurización en frío (cold pressure technology (CPT) la cual reduce la cuenta microbiana e inactiva las enzimas en estos productos sin dañar las cualidades y propiedades organolépticas así como retener los valores nutricionales del producto.

El procesamiento por altas presiones es una intervención no térmica donde los productos previamente empacados son introducidos a una cámara o vasija de alta presión y sometidos

a altos niveles de presión hidrostática e isostática utilizando agua como medio de transmisión.

Los productos sometidos a este tratamiento comúnmente están empacados en su empaque primario (tarrinas, bolsas, charolas, botellas etc.) tanto para prevenir que entren en contacto con el agua utilizada para el proceso, como para evitar los riesgos de recontaminación. Los únicos requerimientos de empaque para usar esta tecnología es que este tenga la flexibilidad suficiente para recibir compresión isostática causada por la presión hidrostática aparte de tener una buena área de sellado.

Las presiones aplicadas para lograr una “pasteurización en frío” oscilan entre los 400-600 Mega Pascales (MPa), 4000 – 6000 Bares o 58,000 – 87,000 psi. Incluso a estos niveles de presión la forma e integridad de producto se mantienen intactas o de lo contrario con cambios insignificantes. HPP causa únicamente ligeras modificaciones en macro-moléculas como las proteínas y polisacáridos ya que solo afecta: enlaces no covalentes, enlaces de hidrogeno y las fuerzas de Van der Waals, mientras que las micromoléculas como las vitaminas, antioxidantes y todas moléculas responsables de la función funcional del alimento así como sabor, color y aroma permanecen intactos.

La funcionalidad en proteínas está fuertemente relacionada a su estructura tridimensional, es por eso que las altas presiones pueden causar efectos irreversibles en la pared celular de las proteínas afectando las estructuras terciarias y cuaternarias, así como modificar la estructura de las enzimas pudiendo lograr la inactivación de microorganismos y la reducción de la actividad enzimática

La industria del aguacate es una de las muchas industrias que pueden beneficiarse de las altas presiones en mayor medida. De hecho la aplicación de la tecnología en esta industria ha sido una de las primeras historias de éxito de esta innovadora técnica de procesamiento. Fresherized Foods Inc. (antes Avomex) comenzó en 1998 con el uso de la tecnología para el procesamiento de sus guacamoles completamente naturales, mitades de aguacates, salsas de aguacate. Desde entonces esta compañía se ha expandido en capacidad y continúa siendo uno de los mayores usuarios de esta tecnología a nivel mundial. Debido a su gran éxito otras compañías siguieron el modelo tanto en los Estados Unidos de América como en México y rápidamente expandiéndose a otros países productores de aguacate. Curiosamente en países donde la industria de procesamiento del aguacate ya existía y antes de la implementación de esta tecnología; la industria del aguacate ha sido “forzada” a mudarse de los métodos tradicionales de procesamiento (Congelación, pasteurización, adición de conservadores, etc.) a la implementación de las altas presiones con el fin de

asegurar no solo la inocuidad en los alimentos sino también la extensión de la vida de útil y con eso satisfacer la creciente demanda de alimentos mínimamente procesados y de etiqueta limpia.

Es importante recalcar que los productos tratados con alta presión pueden ser comercializados con atributos como: premium, clase exportación, alto valor agregado y completamente naturales incrementando así no solo la propuesta de valor sino creando un punto de diferencia en comparación con empresas que usan los métodos tradicionales.

La industrialización y procesamiento del aguacate juega un papel importante dentro de la industria aguacatera en general ya que coadyuva a la generación o incremento de los canales de ingresos de la industria agregando valor a un porcentaje de la fruta que de no haber sido aprovechada hubiese sido desechada por no cumplir con los estándares de la industria del aguacate fresco. Lo anterior mencionado en combinación con el uso las altas presiones puede ayudar enormemente a incrementar la propuesta de valor y ofrecer algunas ventajas para alcanzar mercados inexplorados donde factores como distancia, requerimientos fitosanitarios y educación del consumidor son algunos de los desafíos más comunes a los cuales se enfrenta la industria al entrar a nuevos mercados.

Revisión de Literatura

Muchos grupos de investigación en colaboración con procesadores de aguacate están llevando a cabo extensos estudios sobre diferentes aplicaciones y efectos del procesamiento con altas presiones desde finales de los años 80's. Existe un vasto número de referencias en cuando a microbiología, extensión de la vida útil, actividad enzimática enfocada en inactivación de PPO y LOX y atributos sensoriales de diferentes productos de aguacate tratados bajo esta tecnología. La literatura disponible ha sido analizada y utilizada para este trabajo y las referencias pueden ser encontradas en la sección de literatura citada.

Experiencia Industrial y Relevancia

Fresherized Foods, Inc (anteriormente Avomex) un empresa con sede en Texas inicia operaciones en 1966 con un restaurant Tex-Mex en Dallas el cual comenzó a importar aguacate fresco desde México vía aérea para obtener no solo la entrega rápida de aguacates de frescos sino garantizar la calidad y frescura de un producto con una baja vida de útil.

En su búsqueda por encontrar soluciones para este problema de vida útil, fueron los precursores de instalar la primera máquina tamaño industrial de alta presión a finales de la

década pasada. A partir del 2011 este grupo ha invertido en alrededor de 12 unidades HPP de alta capacidad para lograr satisfacer su creciente demanda, convirtiéndose en uno de los mayores usuarios de la tecnología HPP con una capacidad total instalada de aproximadamente 2000 L (Volumen total de la suma de todos sus equipos de procesamiento) operando en USA, México, Perú y Chile.

Fresherized Foods comercializa sus productos de aguacate en la mayoría de los supermercados Norteamericanos y exporta a Europa, Asia y Oceanía. Poco después del éxito de Fresherized, otras empresas rápidamente adoptaron la tecnología principalmente en USA y México. Los primeros adoptadores de la tecnología fueron: Calavo (USA/México), San Lorenzo (México), Simplot (México), Freshcourt (México), Sociedad Cooperativa Cupanda (México) y Frozavo (México), todos ellos ubicados en la región aguacatera más prominente de México (Michoacán)

La creciente demanda y popularidad del aguacate está impulsando una tremenda expansión en la industria haciendo que otros países se unan a la historia del éxito. Ahora es posible encontrar procesadores en Australia (Austchili, Simpson Farms, Advance Packaging), Chile (Fresherized), Republica Dominicana (Fresh Directions), Guatemala (Gordian, Highland Fresh), Nueva Zelanda (Fresh Technologies), Peru (AIB, Phoenix Foods, Camposol), España (Avomix, Frutas Montosa), Sudáfrica (Westfalia, Avolands), Estados Unidos de America (Good Foods, Garden Fresh, Hope). Desde 2011, un promedio de seis máquinas HPP son instaladas cada año para procesar productos de aguacate. Se estima que a mediados de 2015 había un total de 50 equipos procesando aguacate (representando cerca de 10,000 L en volumen instalado), cerca de un 15% de la capacidad de producción mundial de HPP es usada en la industria del aguacate. Los productos HPP comúnmente encontrados son: puré de aguacate o guacamole, trozos de aguacate, salsas de aguacate y bebidas. Es cierto que la tecnología de HPP se ha convertido en una de las soluciones para el éxito de cada uno de estos proyectos ya que hace factible a los fabricantes ofrecer propuestas de valor con productos premium refrigerados completamente naturales.

Producción y Datos Económicos

Los parámetros utilizados para producción industrial varían entre 500-600 Mega Pascales (MPa) durante 2 a 5 min en condiciones refrigeradas (0-6 °C). Los costos de inversión para máquinas de 600 MPa se han reducido al menos 3 veces en los últimos 10 años para una

producción similar. Esto se debe principalmente a las mejoras técnicas en la máquina llevando así a reducir tiempos de ciclo y aumento en el volumen nominal de la máquina. Aunque los costos de procesamiento de HPP son ligeramente más altos que aquellos asociados a métodos convencionales; esta aplicación está inclinada más hacia productos nicho de características premium y de alta calidad/valor agregado. Por ejemplo para un producto listo para comer (“ready to eat” o RTE) tratado con un sistema de compresión horizontal indirecto (bomba e intensificador) y con 3 min de retención a 600 Mega Pascales y una relación de llenado de 60% los costos de procesamiento por kilo oscilan entre los: €0.036 – €0.082 o US 0.042 – US 0.096 (Esta variación depende del modelo del equipo). Los costos más bajos de operación se consiguen con el equipo más grande. La depreciación del equipo es uno de los factores más significativos dentro de los costos de operación y el costo por litro disminuye al aumentar el volumen de la vasija. El costo de las máquinas HPP es oscila entre € 500,000-2,500,000 (US 580,000 – 2,940,000) dependiendo de su capacidad; Por lo tanto, la amortización del equipo es responsable de aproximadamente el 60% del costo de procesamiento. Las piezas de recambio, refacciones y consumibles representa el 36% del costo. El costo de la energía es 4% y el consumo de agua insignificante. Los costos de mano de obra pueden aumentar los costos de procesamiento de 20 a 50%. Esto depende del nivel de automatización de las líneas de procesamiento y del tipo de producto (que incluye la carga de productos en las cestas y el secado después de la elaboración)

Expansión de la Industria en Nuevos Mercados

La introducción de aguacates en países asiáticos como Japón se remonta a más de dos décadas cuando pequeños envíos aéreos de México tenían que cumplir con rigurosas restricciones fitosanitarias dentro de un país estrictamente tradicionalista en su alimentación.

Poco a poco, la evolución del consumo del aguacate en Japón continúa creciendo positivamente. Ahora este país es el segundo mayor importador de aguacates del mundo y su consumo se ha disparado durante los últimos tres años debido a los ya conocidos beneficios para la salud que parece ser la principal fuerza impulsora de este fenómeno, demostrando que a pesar de los desafíos, llegar a destinos lejanos no es imposible. Desde una perspectiva post-procesamiento, con las nuevas tecnologías como el HPP, ahora es más sencillo reducir o eliminar los desafíos más comunes que enfrenta el exportador de aguacate fresco cuando se dirigen a destinos lejanos como puede ser: la corta vida útil corta

a la llegada del producto, estrictas regulaciones fitosanitarias, complejas condiciones de envío.

Conclusión

Los productos de aguacate constituyen un buen prospecto para el uso de altas presiones ya que al ser un proceso no térmico, HPP respeta las propiedades cualitativas y naturales del aguacate y sus productos derivados, al tiempo que elimina tanto los microorganismos patógenos, como aquellos que causan el deterioro. El procesamiento por altas presiones también inactiva la actividad enzimática de la polifenoloxidasas evitando problemas de pardeamiento durante la vida útil del producto, manteniendo las propiedades organolépticas naturales de dichos productos. Esta tecnología aprobada por la Food and Drug Administration (FDA), es una valiosa herramienta para el desarrollo de nuevos productos, propuestas de valor agregado, expansión del mercado y una mejor gestión de la producción y la logística en el área de postcosecha e industrialización del aguacate.

Literatura Citada

- Manning, W.R.D. 1969. How strong is a cylinder? *High Temperature – High Pressure* 1:123-131.
- Balny C., R. Hayashi, K. Heremans and P. Masson. 1996. Colloque INSERM/ John Libbey Eurotext Ltd.
- Lopez-Malo, E. Palou, G. V. Barbosa-Canovas, J. Welti-Chanesa and B. G. Swanson. 1998. Polyphenoloxidase activity and color changes during storage of high hydrostatic pressure treated avocado puree. *Food Research International* 31(8): 549-556.
- Olsson, S. 1997. HP food production equipment. In: *High Pressure Research in the Biosciences and Biotechnology*. pp. 483-486. Eds: K. Heremans – Leuven University Press, Leuven, Belgium.
- Hori, K., Y. Matanabe, M. Kaneko, T. Sekimoto, Y. Sugimoto, and T. Yamane. 1992. The development of high pressure processor for food industries. In: *High Pressure and Biotechnology*. pp 499-507.
- Weemaes C. A., L. R. Ludikhuyze, I. V. Broeck, M.E. Hendrickx. 1998. Kinetics of Combined Pressure-temperature inactivation of avocado Polyphenoloxidase Department of Food and Microbial Technology, Faculty of Agricultural and Applied Biological Sciences, Katholieke Universiteit Leuven, Kard. Mercierlaan 92, B-3001 Leuven, Belgium.
- Weemaes C., V. B. and M.Hendrickx. 1999. Effects of ph and anti-browning agents on pressure stability of avocado and mushroom polyphenoloxidase. Department of Food and Microbial Technology Kard Mercierilaan. Katholieke Uni'ersiteir Leuven. Heverlee. Belgium.
- Palou E., C. Hernandez-Salgado, A. Lopez-Malo, G.V. Barbosa-Canovas, B.G. Swanson, J. Welti-Chanes. 2000. "High pressure-processed guacamole". *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 1:69-75.
- Balasubramaniam, V.M., E.Y. Ting, C.M. Stewart and J.A. Robbins, 2004. Recommended laboratory practices for conducting high-pressure microbial inactivation experiments. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 5:299-306.
- Cox K. A., T. K. Mc Ghie, A. White and A. B. Woolf. 2004. Skin colour and pigment changes during ripening of Hass avocado fruit. *Postharvest Biology and Technology* 31:287-294.
- Jung S. C. and M. de L. Tonello. 2011. Alternatives to conventional food processing". Chapter 6, 254-305, HPP Food Processing.