

Control biológico de las enfermedades fúngicas en poscosecha de fruta. Situación actual y perspectivas futuras

Inmaculada Viñas Almenar

Dra. en Ciencias Biológicas. Catedrática de Universidad. Departamento Tecnología de Alimentos. Universitat de Lleida. Agrotecnio Center. Rovira Roure 191. 25198 Lleida

Pilar Colás Medà

Dra. en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Investigadora Posdoctoral. Departamento Tecnología de Alimentos. Universitat de Lleida. Agrotecnio Center. Rovira Roure 191. 25198 Lleida

Iolanda Nicolau Lapeña

Dra. en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Investigadora Posdoctoral. Departamento Tecnología de Alimentos. Universitat de Lleida. Agrotecnio Center. Rovira Roure 191. 25198 Lleida

Isabel Alegre Vilas

Dra. en Ciencia y Tecnología de Alimentos Profesora. Departamento Tecnología de Alimentos. Universitat de Lleida. Agrotecnio Center. Rovira Roure 191. 25198 Lleida

En los últimos 35 años de investigación de los agentes de biocontrol en poscosecha se han llevado a cabo considerables avances y la comercialización de algunos productos. No obstante, todavía existen numerosos desafíos y obstáculos que dificultan la implementación de su uso como una estrategia de control a gran escala.



Fotografía 1. Palots de pera "Conference" situados en una cámara de frigoconservación.

Introducción

El 13,8% de los alimentos producidos a nivel mundial se pierden entre la poscosecha y la venta minorista, según el informe de la FAO sobre el Estado de la Alimentación y la Agricultura (SOFA) de 2019. En frutas y hortalizas las pérdidas representan un 22% del total.

Por lo general, las frutas se recolectan durante un periodo de tiempo corto y se almacenan en frío para poder regular mejor su comercialización (Fotografía 1). Las pérdidas causadas por las enfermedades fúngicas en la poscosecha de frutas pueden ser bastante significativas si las condiciones de manipulación, procesado y almacenamiento no son óptimas (Viñas et al. 2013) (Fotografía 2).

La constatación de que las superficies de las frutas albergan microorganismos beneficiosos fomentó el campo del control biológico utilizando microorganismos epifitos que condujeron al desarrollo de varios productos comerciales. El enfoque comúnmente utilizado para el desarrollo de un agente de biocontrol implica la identificación de un único antagonista que posee propiedades que le permiten desarrollarse rápidamente en el tejido herido de la fruta, evitando así que se establezcan los patógenos. Este enfoque, sin embargo, descuida el hecho de que el antagonista introducido no es el único microorganismo en el sistema, y en general no se tiene en cuenta las interacciones que experimentan los antagonistas como parte de una red microbiana y como componente de un sistema biológico.

Los agentes de control biológico surgen como una alternativa al uso de productos químicos de síntesis. Estos han sido objeto de una considerable investigación por

muchos científicos y varias empresas de todo el mundo. Este esfuerzo viene motivado por la necesidad de reducir el uso de fungicidas sintéticos para controlar los patógenos vegetales en la poscosecha de frutas y por la retirada de fungicidas clave, el desarrollo de biotipos de resistencia, junto con las consideraciones ambientales y de salud. Por todo ello, se ha impulsado el desarrollo de tecnologías alternativas de gestión de enfermedades que sean seguras y eficaces.

Las características que debe reunir un agente de biocontrol ideal para su desarrollo comercial fueron ya descritas por Wilson y Wisniewski en 1989 y son:

- Genéticamente estable.
- Eficaz a baja concentración.
- No exigente en sus requerimientos de nutrientes.
- Capacidad para sobrevivir en condiciones ambientales adversas.
- Efectivo contra una amplia gama de patógenos en diferentes productos.
- Susceptible de producción en medios de crecimiento económicos.
- Susceptible de formulación con una larga vida útil.
- Fácil de aplicar.
- Resistente a los productos químicos utilizados en el entorno de poscosecha.
- No perjudicial para la salud humana.
- Compatible con los procedimientos de procesamiento comercial.

El objetivo general de la mayoría de los grupos de investigación que trabajan en los agentes de biocontrol es desarrollar su propio producto comercial. Pero a pesar de todos sus esfuerzos, sólo unos pocos de ellos lo han conseguido. El primer producto comercializado en poscosecha de fruta de pepita de un agente de biocontrol *Pseudomonas syringae Van Hall* (BioSave, JET Harvest, Longwood, FL, US) fue desarrollado por el Dr. W.J. Janisiewicz en Estados Unidos en 1995. El primer registro fue el de un formulado en formato de pellet congelado Bio-SaveR. En 2001 se consiguió el registro del formulado liofilizado, hecho que produjo un rápido incremento en las ventas. Con posterioridad, se amplió el registro a cerezas, patatas, bananas y remolachas (1999-2009). Actualmente, Biosave es el producto de biocontrol en poscosecha más vendido en Estados Unidos, en particular para el control de las podredumbres de poscosecha de las frutas de pepita.

Otros agentes de biocontrol comercializados son: *Candida oleophila* (Aspire, Ecogen, Langhorne, PA, US), *Cryptococcus albidus* (YieldPlus, Lallemand, Montreal, Canada), *Candida sake* (Candifruit, Sipcam Inagra, Spain) desarrollado por el grupo de investigadores UdL-IRTA (Viñas et al 1998). Aspire, Yieldplus y Candifruit se comercializaron durante periodos cortos. El agente de biocontrol más recientemente comercializado ha sido *Candida oleophila*, (Nexy, Leasafre, Lille, France). Nexy recibió la aprobación de registro en toda la Unión Europea en 2013. *Metschnikowia fructicola* (Shemer, Bayer, Leverkusen, Germany) fue adquirida por Bayer CropScience (Alemania) y luego sublicenciada a Koppert (Países Bajos). Ahora bien, ninguno de los productos es usados como una alternativa real a los productos químicos de síntesis (Droby et al. 2016).

Curiosamente, la mayoría de los agentes de biocontrol de poscosecha comercializados son levaduras. Las levaduras, en general, son muy buenos candidatos porque tienen una alta tolerancia a las condiciones ambientales estresantes que prevalecen antes y

después de la cosecha (temperaturas bajas y altas, desecación, amplio rango de humedad relativa, bajos niveles de oxígeno, pH fluctuaciones, radiación UV) y se adaptan de manera única al microambiente (alta concentración de azúcar, alta presión osmótica y bajo pH) presentes en los tejidos de frutos heridos. Además, muchas especies de levaduras pueden crecer rápidamente en fermentadores con sustratos económicos y son, por lo tanto, fáciles de producir en grandes cantidades. (J. Liu et al. 2013)



Fotografía 2. Podredumbre causada por *P. expansum* en manzana "Golden Delicious".

Limitaciones de los Agentes de Biocontrol

En los últimos 35 años de investigación de agentes de biocontrol en poscosecha se han llevado a cabo considerables avances científicos por numerosos grupos de investigación a nivel mundial, pero tal y como hemos indicado, son pocos los productos comerciales que se encuentran actualmente utilizándose y estos tienen un éxito comercial muy limitado.

Los biopesticidas muchas veces requieren de un manejo y aplicación específicos por tratarse de seres vivos y en ocasiones este hecho no es bien entendido por los productores, comerciales y minoristas, además en ocasiones su actitud es negativa frente a esta nueva alternativa a los productos químicos.

Las limitaciones técnicas a tener en cuenta están referidas a la falta de consistencia en los resultados de efectividad en condiciones prácticas de algunos agentes de biocontrol en poscosecha. Estas limitaciones vienen motivadas por la formulación del producto, su vida útil y comportamiento bajo condiciones prácticas y la falta de actividad curativa. Otra limitación importante es el estrecho espectro de actividad, en términos de huéspedes y patógenos. Esta limitación es más crítica para los agentes de biocontrol en poscosecha dado su limitado potencial de mercado ya que no toda la fruta se almacena y, que por lo general, sólo una aplicación es necesaria. Por último, el registro es una limitación importante porque el proceso es generalmente largo, difícil y costoso. En Europa, los procedimientos para la aprobación de sustancias activas son los mismos para productos químicos y microorganismos (EC-1107/2009).

Perspectivas futuras

Los microorganismos son parte integral de la composición de frutas y hortalizas y se encuentran como epífitos en la superficie o como endófitos dentro de los tejidos. El conocimiento de que las superficies de las frutas albergan microorganismos beneficiosos fomentó el campo del control biológico utilizando microorganismos epífitos, lo que condujo al desarrollo de varios productos comerciales de biocontrol. Los avances en la secuenciación del ADN y las tecnologías "ómicas" han mejorado nuestra capacidad para caracterizar la diversidad y la función de las comunidades microbianas (microbioma) presentes en y sobre los tejidos vegetales. Los estudios del microbioma tienen el potencial de proporcionar conocimientos que conducirán a un cambio en las estrategias de biocontrol, los productos de biocontrol y la biología poscosecha, así como los atributos saludables de las frutas.

La investigación del microbioma de la fruta mejorará nuestra comprensión de los productos cosechados como un ecosistema en el que el microbioma desempeña un papel esencial en la sanidad y la fisiología de la fruta después de la cosecha. Las tecnologías meta-ómicas recién comienzan a aplicarse en los estudios poscosecha y revolucionarán nuestra comprensión de los sistemas de biocontrol en poscosecha, los patógenos transmitidos por los alimentos y la fisiología poscosecha. El papel del microbioma en la sanidad de las plantas, la productividad y el desarrollo de cultivares debe considerarse tanto como la planta misma. Un mayor conocimiento de los sistemas de la comunidad microbiana conducirá al desarrollo de consorcios naturales o sintéticos que se pueden utilizar para prevenir las enfermedades en poscosecha y mitigar los trastornos fisiológicos en los productos cosechados (Zhang, HY et al. 2021).

Droby et al. lanzó en 2009 la pregunta: "¿Se necesitan nuevos paradigmas para avanzar en el desarrollo de sistemas de biocontrol poscosecha?". Creemos que el campo de los estudios de microbiomas, que evoluciona rápidamente, será la fuente del desarrollo de estos nuevos paradigmas en los próximos años.

Bibliografía

Droby, S.; Wisniewski, M.; Macarasin, D.; Wilson, C. (2009). *Twenty years of postharvest biocontrol research: Is it time for a new paradigm? Postharvest Biology and Technology*. 52, 137–145.

Droby, S.; Wisniewski, M.; Teixidó, N.; Spadaro, D.; Jijakli, M.H. (2016). *The science, development, and commercialization of postharvest biocontrol products Postharvest Biology and Technology*. 122, 22–29.

FAO. (2019). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. (SOFA 2019)Progresos en la lucha contra la pérdida y desperdicio de alimentos.*

<https://www.fao.org/publications/sofa/2019/es>

Janisiewicz, W.J. (1985). *Biological-control of postharvest diseases of pome fruits*. *Phytopathology* 7, 1301.

Liu, J.; Suit, Y.; Wisniewski, M.; Droby, S.; Liu, Y. (2013). *Review: Utilization of antagonistic yeasts to manage postharvest fungal diseases of fruit*. *International Journal of Food Microbiology* 167,153-160.

Viñas, I.; Abadías, M.; Teixidó, N.; Usall, J.; Torres, R. (2013). *Aspectos básicos de la patología de la poscosecha*. En: Viñas, I.; Recasens, ; I.; Usall, J.; Graell, J. (Eds) *Poscosecha de pera, manzana y melocotón*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España. pp 203-245.

Viñas, I.; Usall, J.; Teixido, N.; Sanchis, V. (1998) *Biological control of major postharvest pathogens on apple with Candida sake*. *International Journal of Food Microbiology* 40, 9-16.

Wilson, CL.; Wisniewski, M. (1989). *Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables: an emerging technology*. *Annual Rev Phytopathology*, 27,425-441.

Zhang, HY.; Boateng, NAS.; Ngea, GLN.;; Lin, HT.; Yang, QY.; Wang, KL.; Zhang, XY.; Zhao, LN.; (2021). *Unravelling the fruit microbiome: The key for developing effective biological control strategies for postharvest diseases*. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. 20, (5), 4906-4930.