



SALES GRAS (ADITIVOS ALIMENTARIOS) PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES DE POSCOSECHA DE CÍTRICOS

Lluís Palou

Laboratori de Patologia, Centre de Tecnologia Postcollita (CTP), Institut Valencià d'Investigacions Agràries (IVIA), 46113 Montcada, Valencia, España

Palabras clave (3-5): *Citrus*, *Penicillium*, *Geotrichum*, podredumbres, control alternativo

RESUMEN

Las pérdidas económicas ocasionadas por las enfermedades de poscosecha de los frutos cítricos constituyen uno de los principales problemas del sector a nivel mundial. En zonas cítricas con verano poco lluviosos, como España o Uruguay, las principales enfermedades son las podredumbres verde y azul, causadas por los hongos *Penicillium digitatum* y *P. italicum* respectivamente, y la podredumbre amarga causada por *Geotrichum citri-aurantii*. El control de estas enfermedades se realiza mayoritariamente mediante tratamientos en las centrales cítricas con fungicidas químicos de síntesis (imazalil, ortofenilfenol, pirimetanil, etc.), pero la presión legislativa debida a la generación de residuos químicos, la proliferación de cepas de hongos patógenas resistentes, las limitaciones no reguladas por parte de grandes clientes de exportación y el incremento de los mercados con sello residuo cero y ecológicos evidencian la necesidad de encontrar alternativas a este control químico convencional. Por tanto, el desarrollo de métodos de control alternativos a los fungicidas, que según su naturaleza pueden ser físicos, químicos de bajo riesgo y biológicos, es un campo de investigación muy activo en todas las zonas cítricas del mundo. No obstante, debido a las limitaciones inherentes a los tratamientos de poscosecha alternativos, su utilización debe enmarcarse en una estrategia más amplia de control que podemos denominar 'Control integrado no contaminante de enfermedades de poscosecha' (CINCEP). Esta estrategia se basa en un conocimiento profundo de la epidemiología de los patógenos y de los factores que determinan su incidencia en precosecha, cosecha y poscosecha para incidir de forma global sobre el problema actuando sobre cada uno de estos factores en el momento adecuado para minimizar las pérdidas económicas. Por tanto, el concepto de CINCEP implica prestar toda la atención, aparte de a los tratamientos de poscosecha, a los factores de precosecha (cultivar, condiciones climatológicas y de parcela, manejo en campo, ...), cosecha (momento y modo) y poscosecha (higienización de centrales, diseño de instalaciones, manejo en las líneas de confección, condiciones de conservación y comercialización, mercado de destino, ...) definitorios de la epidemiología de cada enfermedad (triángulo de la enfermedad) y, por tanto, determinantes en cada caso particular de la cantidad, calidad y diseminación del inóculo fúngico, de las vías de infección, de la resistencia de los frutos a la infección y de las condiciones de desarrollo de la podredumbre.

Los productos químicos de bajo riesgo alternativos a los fungicidas convencionales deben ser sustancias, naturales o de síntesis, con efectos residuales sobre el medio ambiente y toxicológicos sobre personas y animales bien conocidos y muy bajos. Entre ellos destaca la utilización de sales GRAS ("generally recognized as safe", según la legislación de EE UU), clasificadas como aditivos alimentarios en la UE (sustancias con número E), que son sustancias permitidas para su uso directo en alimentos y que no precisan el establecimiento de un límite



máximo de residuos (LMR). Las sales se prefieren por su mayor disponibilidad y solubilidad en agua, que permite una mayor facilidad de aplicación. Son sales de ácidos inorgánicos u orgánicos que pueden sintetizarse fácilmente y cuya acción contra los microorganismos es bastante específica. Entre ellas destacan los carbonatos, bicarbonatos, acetatos, sorbato, benzoatos, propionatos, formatos, parabenes, etc., normalmente sódicos, potásicos o amónicos, muchos de los cuales se han evaluado como métodos alternativos de control de enfermedades de poscosecha de cítricos. En general, para este propósito se han ensayado dos modos de aplicación distintos: como soluciones acuosas, a temperatura ambiental o calentadas (sinergia con el calor) y como ingredientes antifúngicos de ceras o recubrimientos comestibles. En el primer caso, se ha observado que baños de 1-3 min en soluciones acuosas de estas sales GRAS a concentraciones del 2-3% reducen significativamente la incidencia de las podredumbres causadas por *P. digitatum* y *P. italicum*, especialmente si las soluciones se calientan a temperaturas de 40-55°C. Como sales más efectivas destacan el bicarbonato sódico, el carbonato sódico, el sorbato potásico, el benzoato sódico, las sales sódicas de parabenes y los metabisulfitos sódico y potásico. Además, debido a la cancelación de fungicidas convencionales eficaces contra la podredumbre amarga, como la guazatina o el propiconazol, actualmente existe también un marcado interés en la evaluación de la actividad de sales GRAS contra *G. citri-aurantii*. En este caso, los mejores resultados se han obtenido con soluciones calientes de benzoato sódico y sal sódica de metilparabeno.

Actualmente, en la UE, únicamente el bicarbonato sódico (aprobado como sustancia básica) y el sorbato potásico (con registro específico) pueden utilizarse como tratamientos antifúngicos en poscosecha de cítricos, y existen en el mercado productos comerciales que se están aplicando a nivel comercial contra las podredumbres verde y azul por su efectividad, fácil disponibilidad y precio ajustado. Las sales GRAS presentan la ventaja de que, a diferencia de otros métodos alternativos, pueden aplicarse en las mismas instalaciones que los fungicidas convencionales, es decir, en balsa, en dréncher o en la línea de confección. No obstante, en general, no ejercen acción preventiva, su actividad curativa y persistencia son limitadas y su eficacia es altamente dependiente de la especie y cultivar y de la condición física y fisiológica de los frutos tratados, por lo que no pueden igualar la capacidad de control de los fungicidas convencionales. Por tanto, frecuentemente se han ensayado también en combinación con otros tratamientos de poscosecha alternativos, como el control biológico con microorganismos antagónicos. Además, en algunos casos, el uso de concentraciones altas ($\geq 3\%$) puede requerir el enjuague con agua de frutos tratados destinados a conservación frigorífica prolongada para evitar deshidrataciones causadas por residuos de sal presentes en la superficie de la piel. En cualquier caso, para una implementación comercial efectiva, la aplicación de sales GRAS debe enmarcarse dentro de una estrategia más amplia de CINCEP que tenga en cuenta actuaciones adicionales como pueden ser la discriminación de partidas para tratar solo fruta con una buena calidad de piel y recolectada y manejada con extremo cuidado, la limpieza y desinfección estrictas y permanentes de todas las infraestructuras y equipamientos de la central cítrica y la optimización de las condiciones de conservación y envío de la fruta confeccionada, evitando la conservación frigorífica demasiado prolongada.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Montesinos-Herrero C, del Río MA, Pastor C, Brunetti O, Palou L. Evaluation of brief potassium sorbate dips to control postharvest penicillium decay on major citrus species and cultivars. *Postharvest Biol. Technol.* 2009;52:117-25.

Palou L. El control de las enfermedades de poscosecha y las alternativas a los fungicidas químicos convencionales. In: García Álvarez-Coque JM, Moltó E, editors. *Una Hoja de Ruta para la Citricultura Española*. Almería: Cajamar Caja Rural; 2020. Monografía N° 40. p. 259-72. Available from: www.publicacionescajamar.es.

Palou L. *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum* (Green mold, Blue mold). In: Bautista-Baños S, editor. *Postharvest Decay. Control Strategies*. London: Academic Press, Elsevier Inc.; 2014. p. 45-102.

Palou L, Pérez-Gago MB. GRAS salts as alternative low-toxicity chemicals for postharvest preservation of fresh horticultural products. In: Spadaro D, Droby S, Gullino ML, editors. *Postharvest Pathology. Next Generation Solutions to Reducing Losses and Enhancing Safety. Plant Pathology in the 21st Century*, vol. 11. Cham, Switzerland: Springer Nature Switzerland AG; 2021. p. 163-79.

Palou L, Smilanick JL, Usall J, Viñas I. Control of postharvest blue and green molds of oranges by hot water, sodium carbonate, and sodium bicarbonate. *Plant Dis.* 2001;85:371-6.

Smilanick JL, Erasmus A, Palou L. Citrus fruits. In: Palou L, Smilanick JL, editors. *Postharvest Pathology of Fresh Horticultural Produce*. Boca Raton, FL: CRC Press; 2020. p. 3-53.