

RESUMEN

Las podredumbres verde y azul, cuyos agentes causales son los hongos fitopatógenos *Penicillium digitatum* (Pers.: Fr.) Sacc. y *Penicillium italicum* Wehmer, respectivamente, son las responsables de grandes pérdidas de importancia económica en poscosecha de cítricos a nivel mundial. En España, las pudriciones de la fruta en poscosecha pueden llegar al 10% del producto cosechado en una estación típica. Sin embargo, bajo condiciones favorables a la enfermedad, las pérdidas pueden alcanzar el 50%. Actualmente, el sector aún depende del uso de fungicidas químicos sintéticos para controlar las enfermedades de poscosecha de fruta fresca en general y de cítricos en particular. Pero el uso de estos fungicidas conlleva el problema de la presencia de residuos químicos en la fruta, el desarrollo de cepas de *P. digitatum* y *P. italicum* resistentes a estos tratamientos y la contaminación del medio ambiente por vertido inadecuado de caldos fungicidas.

Un control adecuado de las enfermedades de poscosecha sin la utilización de fungicidas convencionales no puede enfocarse en una sola estrategia de control, sino que debe considerar todos los factores que influyen en la incidencia. En este sentido, el control integrado no contaminante de enfermedades de poscosecha (CINCEP) es una estrategia global, que toma en cuenta la epidemiología de la enfermedad y todos los factores de precosecha, cosecha y poscosecha para incidir sobre ellos en forma combinada para reducir las pérdidas económicas. En base a la problemática anterior y en un contexto de CINCEP, la meta general de la presente tesis doctoral fue profundizar en el conocimiento de algunos factores de incidencia de enfermedad y buscar estrategias alternativas no contaminantes para el control en poscosecha de las podredumbres verde y azul de los cítricos.

Primeramente se determinó el efecto de la desverdización comercial con etileno, en las condiciones españolas, en la susceptibilidad del fruto y el desarrollo de las podredumbres verde y azul en mandarinas ‘Clemenpons’, ‘Clemenules’ y ‘Nova’, y naranjas ‘Navelina’ de recolección temprana, así como también el efecto en los atributos de calidad de estos cultivares de alta importancia económica (capítulo 1). La desverdización comercial a $2 \mu\text{L L}^{-1}$ de

etileno a 21°C y 95-100% HR durante 3 días, no tuvo efecto en la susceptibilidad de frutos a las podredumbres verde y azul en los cultivares de cítricos desverdizados, inoculados unas 2 h después con *P. digitatum* o *P. italicum* e incubados a 20°C y 90% HR durante 7 días; y tampoco tuvo efecto en la incidencia de las podredumbres cuando los frutos se desverdizaron unas 2 h después de la inoculación fúngica y se almacenaron a 20°C y 90% HR durante 7 días o a 5°C y 90% HR durante 14 días. En cambio, incrementó la severidad de las podredumbres, pero sólo en frutos con un índice de color inicial de la piel relativamente alto. Por otro lado, con la excepción del color, la desverdización no afectó de manera general a los atributos de calidad externa e interna de los frutos.

Como una alternativa al control químico convencional, se evaluaron tratamientos de poscosecha en aplicaciones preventivas y curativas con inductores químicos seleccionados por su capacidad general para inducir resistencia en plantas (capítulo 2). Se evaluaron en pruebas primarias de selección *in vivo* distintas concentraciones de silicato de sodio (SSi), ácido 2,6-dicloroisonicotínico (INA), ácido β -aminobutírico (BABA), benzotiadiazol (BTH), ácido salicílico (SA), ácido acetyl salicílico (ASA) y la proteína Harpin. Solamente los cuatro primeros de estos siete compuestos a las concentraciones respectivas de 1000, 0,03, 0,3, y 0,9 mM, redujeron significativamente las podredumbres verde y azul en naranjas ‘Valencia’ o ‘Lanelate’ inoculadas unas 2 h después del tratamiento e incubadas a 20°C durante 7 días. SSi a 1000 mM fue el tratamiento más eficaz para prevenir las podredumbres, pero fue descartado por la presencia de residuos en la piel del fruto y los consiguientes riesgos de producción de fitotoxicidad. Los inductores químicos carecieron de actividad curativa contra las podredumbres cuando los patógenos se inocularon 24 h antes del tratamiento.

Se evaluó también la actividad preventiva y curativa de tratamientos de poscosecha con silicato de potasio (PSi) (capítulo 3). En pruebas primarias de selección *in vivo*, tratamientos preventivos con PSi a 90 mM, redujeron la incidencia de las podredumbres verde y azul hasta un 52% en naranjas almacenadas a 20°C durante 6 días. Un tiempo de 2 h entre este tratamiento y la inoculación de *P. digitatum* redujo significativamente la incidencia y la severidad de la

podredumbre verde, mientras que con tiempos de 24, 48, 72 y 96 h la reducción no fue significativa. En ensayos de influencia espacial, este tratamiento no tuvo la capacidad para inducir resistencia sistémica en la piel del fruto contra *P. digitatum* porque no hubo control en heridas inoculadas localizadas a 10, 20 o 30 mm de distancia del punto de aplicación del tratamiento. Las mejores condiciones de tratamiento con PSi a 90 mM en soluciones acuosas fueron una temperatura de 20°C y un tiempo de inmersión de 60 s, que redujeron la incidencia y la severidad de las podredumbres hasta un 50% en naranjas ‘Lanelate’ almacenadas a 20°C durante 7 días. Una temperatura de 50°C y un tiempo de 150 s no mejoraron significativamente la efectividad del tratamiento. Los baños seleccionados también redujeron, aunque en menor cuantía, las podredumbres en naranjas almacenadas a 5°C durante 6 semanas.

Finalmente, se evaluó la capacidad de control de tratamientos de poscosecha con sales sódicas de parabenos, sustancias catalogadas como GRAS (Generally Regarded as Safe), incluyendo el metil parabeno sódico (SMP) (capítulo 4), el etil parabeno sódico (SEP) (capítulo 5) y el propil parabeno sódico (SPP) (capítulo 6), en especies y cultivares de cítricos de importancia comercial. SMP a 200 mM, SEP a 80 mM y SPP a 100 mM se seleccionaron en ensayos primarios *in vivo* como las concentraciones más efectivas (reducción de incidencia de hasta el 100%) contra las podredumbres verde y azul en frutos inoculados unas 24 h antes del tratamiento. Las mejores condiciones de baño para estos tratamientos fueron una temperatura de 20°C y un tiempo de inmersión de 60 s. Los tratamientos calientes a 50°C no mejoraron la efectividad de los baños respecto a la temperatura ambiente. Estos tratamientos de baño fueron compatibles y sinérgicos con dosis bajas de imazalil a 25 $\mu\text{L L}^{-1}$ (IMZ 25), independientemente de los cultivares y de las condiciones de almacenamiento ensayados. Los tratamientos combinados de SMP, SEP y SPP con IMZ 25 redujeron en más del 90% la incidencia de las podredumbres verde y azul en naranjas ‘Valencia’ incubadas durante 7 días a 20°C. El control también fue satisfactorio en naranjas ‘Valencia’ almacenadas a 5°C durante 8 semanas.