



Eficacia del 1-Metilciclopropeno Acuoso (1-MCP) en la Fruta de Mango Con y Sin el Tratamiento Hidrotérmico

Los embarques marítimos refrigerados pueden requerir hasta cuatro semanas para llegar a los EE.UU. La demora en el arribo puede dar lugar a fruta demasiado madura ya que la refrigeración no es suficiente para demorar el proceso de maduración. El problema empeora si los empacadores cosechan fruta inmadura, lo cual da lugar a lesiones por hidrotérmico y por frío, ya que el mango inmaduro es más susceptible a estos trastornos. Asimismo, la cosecha de fruta inmadura impide que la fruta logre su máximo potencial de sabor, lo cual puede provocar un menor índice de aceptación por parte de los consumidores.

Existen distintas técnicas aparte de la cosecha temprana que pueden utilizarse para demorar la maduración, extender la vida de anaquel, y mantener la calidad de la fruta. El 1-metilciclopropeno (1-MCP) es un inhibidor potente de etileno que se adhiere a los receptores de etileno, bloqueando su liberación. El 1-MCP gaseoso demora la maduración de la fruta de mango, sin embargo, requiere de 12 horas de aplicación en contenedores sellados. Una solución acuosa de 1-MCP que sólo se aplica durante uno a cinco minutos ha registrado resultados similares al método con 1-MCP gaseoso. Sin embargo, existen efectos adversos que ocurren cuando se aplica el 1-MCP a fruta de mango que se ha sometido al tratamiento hidrotérmico.

El Dr. Jorge A. Osuna Garcia, investigador especializado en la postcosecha y la inocuidad alimentaria de la Estación Experimental del INIFAP-Santiago Ixcuintla, realizó un estudio para determinar la eficacia del 1-MCP acuoso en la demora del proceso de maduración, extensión de la vida de anaquel, y el mantenimiento de la calidad de la fruta en mango Ataulfo, Tommy Atkins, Haden, Kent, y Keitt con o sin el tratamiento cuarentenario hidrotérmico.

Metodología

Se realizaron dos experimentos durante las campañas de mango de 2013 y 2014 en Nayarit, México.

1) Metodología del Experimento A

Se recolectaron muestras de 70 mangos para cada variedad únicamente tomando en consideración fruta fisiológicamente madura con excelente aspecto externo y libre de

lesiones mecánicas y/o plagas y enfermedades. El mango se recolectó después de cursar los procesos de lavado y selección en la planta de empaque, antes de la aplicación del tratamiento cuarentenario hidrotérmico. Posteriormente, la fruta se sometió a los tratamientos enumerados a continuación:

- 1) Control absoluto – sin tratamiento hidrotérmico y sin la aplicación de 1-MCP
- 2) Control 1-MCP – Se aplicó 1-MCP a la fruta sin el tratamiento hidrotérmico
- 3) Control hidrotérmico – únicamente se aplicó el tratamiento hidrotérmico sin el hidrogenfriado (hydrocooling)
- 4) Aplicación de 1-MCP antes del hidrotérmico, sin el hidrogenfriado
- 5) Aplicación de 1-MCP después del tratamiento hidrotérmico, sin el hidrogenfriado
- 6) Aplicación de 1-MCP después del tratamiento hidrotérmico y del hidrogenfriado

El tratamiento con 1-MCP acuoso (AFxRD-038; 3.8% 1-MCP, \leq 5% dextrosa, 88-95% ciclodextrina y 1-5% material inerte) se efectuó como un paso separado utilizando una solución con agua de la llave de 1-MCP a $625 \mu\text{g L}^{-1}$ a.i., y mediante la inmersión de la fruta durante 5 minutos para todos los tratamientos que contenían 1-MCP.

2) Metodología del Experimento B

Se recolectaron muestras de 40 mangos para cada variedad únicamente tomando en consideración fruta fisiológicamente madura con excelente aspecto externo y libre de lesiones mecánicas y/o plagas y enfermedades. La fruta se recolectó después de cursar los procesos de lavado y selección en la planta de empaque, antes de la aplicación del tratamiento cuarentenario hidrotérmico. La fruta se dividió en dos grupos: a) fruta que recibió los tratamientos hidrotérmico e hidrogenfriado, y b) fruta que no recibió ni el tratamiento hidrotérmico ni el hidrogenfriado. Posteriormente, la fruta se sometió a los tratamientos que se enumeran a continuación:

- 1) Control absoluto – sin el tratamiento hidrotérmico y sin la aplicación del 1-MCP
- 2) Aplicación de 1-MCP a $400 \mu\text{g L}^{-1}$ sin tratamiento hidrotérmico
- 3) Aplicación de 1-MCP a $800 \mu\text{g L}^{-1}$ sin tratamiento hidrotérmico
- 4) Aplicación de 1-MCP a $1,200 \mu\text{g L}^{-1}$ sin tratamiento hidrotérmico
- 5) Control hidrotérmico sin 1-MCP, con tratamiento hidrotérmico
- 6) Aplicación de 1-MCP a $400 \mu\text{g L}^{-1}$ con tratamiento hidrotérmico
- 7) Aplicación de 1-MCP a $800 \mu\text{g L}^{-1}$ con tratamiento hidrotérmico

8) Aplicación de 1-MCP a 1,200 $\mu\text{g L}^{-1}$ con tratamiento hidrotérmico

El 1-MCP se aplicó antes del tratamiento hidrotérmico mediante la inmersión de la fruta en agua de la llave con la debida concentración durante 3 minutos.

El tratamiento hidrotérmico en ambos experimentos se realizó mediante inmersión de acuerdo con el peso de la fruta y los estándares del protocolo definidos por el USDA_APHIS. Ataulfo y Haden (75 minutos), Tommy Atkins, Kent y Keitt (90 minutos). La inmersión en el hidrogenfriado se realizó en agua con temperatura de 70-73 °F durante 30 minutos.

Luego de realizar el tratamiento hidrotérmico y el tratamiento de 1-MCP acuoso para ambos experimentos, la fruta se refrigeró (54 ± 1 °F; 90 ± 5 % RH) durante tres semanas y posteriormente se transfirió a condiciones de mercado simuladas (72 ± 2 °F; 75 ± 10 % RH) hasta quedar completamente madura. Se realizó muestreo al inicio y al final del período de almacenamiento refrigerado, y en los días 4 y 7 del simulacro del mercado. Se realizó análisis estadístico para cuantificar el impacto de los distintos tratamientos. Las variables medidas durante ambos experimentos incluyeron: materia seca, pérdida de peso, aspecto externo, color de la piel y de la pulpa, total de sólidos solubles (°Bx), y acidez titulable.

Conclusiones Claves

- **Se detectaron diferencias entre variedades en respuesta a la aplicación de 1-MCP acuoso.** El mango de la variedad Ataulfo, Tommy Atkins, y Kent, no demostró ninguna distinción entre todas las variedades, salvo en aspecto externo.
- **El aspecto externo se vio afectado en forma negativa por el 1-MCP en combinación con el tratamiento hidrotérmico en las cinco variedades.** Cada una de las variedades presentó manchas superficiales y lenticelas ennegrecidas. El mango Kent y Keitt mantuvo su firmeza durante un período más extenso durante el simulacro de embarque comercial.
- **Al concluir el simulacro de embarque comercial o en la etapa de consumo, la fruta tratada con 1-MCP antes o después del tratamiento hidrotérmico presentó un aspecto externo de calidad media a deficiente.** El control absoluto (sin 1-MCP, sin tratamiento hidrotérmico), o el control 1-MCP (con 1-MCP, sin tratamiento hidrotérmico) presentó un aspecto externo de calidad excelente a buena.
- **La aplicación de 1-MCP acuoso presentó un buen rendimiento en las variedades Kent y Keitt ya que provocó una demora en la maduración de la fruta.** Sin embargo,

presentó una interacción negativa con el tratamiento hidrotérmico, causando manchas superficiales y el desarrollo de lenticelas ennegrecidas durante el simulacro de embarque y la maduración final.

Evidentemente, el 1-MCP no es buena alternativa para el mango exportado a los EE.UU., pero puede ser de mucha utilidad para mercados de mango que no requieren el tratamiento hidrotérmico obligatorio.

Mirando hacia el Futuro

La NMB está investigando nuevas alternativas, como el Embalaje de Atmósfera Modificada que puede extender la vida de anaquel del mango y brindarles a los consumidores de EE.UU. mango de la mejor calidad.