

Jesús Chamarro Lapuerta
Javier Pozueta Romero

**IV - SIMPOSIO NACIONAL,
I - IBERICO,
SOBRE MADURACION Y
POST-RECOLECCION DE
FRUTOS Y HORTALIZAS**

Valencia 19-20 de Septiembre de 1996

INSTITUTO DE BIOLOGIA MOLECULAR Y CELULAR DE PLANTAS

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Servicio de Publicaciones

SPUPV-96.3034

Organizado

Entidades c

© Jesús Chamarro Lapuerta
Javier Pozueta Romero

Edita: SERVICIO DE PUBLICACIONES
Camino de Vera, s/n
46071 VALENCIA
Tel. 96-387 70 12
Fax. 96-387 79 12

Imprime: REPROVAL, S.L.
Tel. 96-369 22 72

I.S.B.N.: 84-7721-416-6
Depósito Legal: V-3456-1996

MODULACION DEL METABOLISMO FERMENTATIVO EN CHIRIMOYA POR ALTAS CONCENTRACIONES DE CO₂.

Muñoz, M.T; Escribano, M.I; Merodio, C.

Departamento de Ciencia y Tecnología de Productos Vegetales, Instituto del Frío (CSIC), Ciudad Universitaria s/n, 28040, Madrid (España). FAX: 5493627

INTRODUCCION

Es conocido el efecto beneficioso de los tratamientos con altas concentraciones de CO₂ en prolongar la vida útil de frutas y hortalizas (Kader, 1986). Aunque aún no se conoce el mecanismo de acción del CO₂, éste parece estar mediado tanto a través de una acción directa sobre la actividad de determinadas enzimas, como indirectamente a través de la inducción de cambios en el balance de protones citoplásmico y vacuolar (Sisler y Wood, 1988). En este sentido, dos de las enzimas implicadas en el metabolismo fermentativo, alcohol deshidrogenasa (ADH) y piruvato descarboxilasa (PDC), se ven afectadas por tratamientos con altas concentraciones de CO₂ (Ke *et al.*, 1994 a, b).

En general, se ha descrito incremento en la actividad ADH en frutos sometidos a tratamientos anaeróbicos (Lurie y Pesis, 1992) sin embargo, también se ha observado un aumento en la actividad ADH y en el contenido en etanol durante el proceso de maduración de algunos frutos (Longhurst *et al.*, 1990).

En este estudio analizamos la respuesta del metabolismo fermentativo en chirimoya durante la maduración en condiciones aeróbicas y el efecto de pretratamientos con elevados niveles de CO₂ sobre la actividad de las enzimas del metabolismo fermentativo, los niveles de etanol y acetaldehído, así como la evolución general del proceso de maduración bajo estas condiciones.

MATERIALES Y METODOS

Chirimoyas cv. "Fino de Jete" procedentes de Almuñécar (Granada), uniformes en tamaño y estado de madurez se almacenaron en cámaras respiratorias a 20°C. Los frutos control se mantuvieron en flujo continuo de aire y los frutos tratados se sometieron durante 3 días a un flujo continuo de 20% O₂-20% CO₂. Los frutos se analizaron al finalizar el tratamiento y después de 1 y 2 días de transferencia al aire. En el transcurso del ensayo se realizó el seguimiento de la respiración, determinando el consumo de O₂ por cromatografía de gases. La pulpa de los frutos fue congelada en N₂ líquido y almacenada a -80°C para posteriores análisis. Los niveles de etanol y acetaldehído fueron estimados a partir del homogeneizado de la pulpa en presencia de ADH y NAD⁺ en condiciones alcalinas, siendo cuantificados espectrofotométricamente a 340 nm. Las actividades ADH y PDC fueron ensayadas a partir de homogeneizados de la pulpa en tampón Mes 100 mM (pH 6,5) conteniendo 2mM DTT y 1% (w/v) PVP, siguiendo el método descrito por Ke *et al.*, (1994 b). Las actividades enzimáticas, medidas por el descenso de absorbancia a 340 nm, fueron expresadas como mmol de sustrato por minuto y por mg de proteínas.

RESULTADOS

La maduración de chirimoya se caracteriza por dos máximos respiratorios medidos a través del consumo de O₂ (datos no mostrados). Después de tres días de tratamiento con

altos niveles de CO₂, los frutos mostraron una menor tasa de respiración aeróbica que los frutos control. Durante la maduración a 20°C se observaron cambios significativos en los niveles de etanol y acetaldehído. Así, el contenido en etanol incrementó principalmente entre 1 y 2 días en aire y los mayores niveles de acetaldehído se cuantificaron al tercer día de maduración. Al finalizar el tratamiento con 20% de CO₂ los frutos presentaron mayores niveles de etanol (1,4 veces) y de acetaldehído (2,71 veces) que los frutos control, disminuyendo al ser transferidos los frutos tratados al aire (Tabla 1). El paso al aire también determinó el descenso del valor de pH del tejido, característico de la maduración de chirimoya (Tabla 1).

TABLA 1. Contenido de acetaldehído, etanol y valor de pH en pulpa de chirimoyas mantenidas en aire a 20°C con o sin tratamiento con altas concentraciones de CO₂.

Tratamiento	Acetaldehído (mg×100g ⁻¹ p.f)	Etanol (mg×100g ⁻¹ p.f)	pH
0 días	2,41±0,15	1,11±0,09	6,20
3 días aire	3,37±0,20	2,90±0,15	5,02
3 días CO ₂	9,12±0,50	4,17±0,30	6,19
4 días aire	0,30±0,01	3,05±0,25	5,05
3 días CO ₂ +1 aire	2,08±0,09	2,60±0,20	5,21

La actividad PDC se mantuvo relativamente constante a lo largo de la maduración. En cuanto a la ADH se observó un aumento progresivo en el tiempo, llegando a los niveles máximos entre el segundo y tercer día en aire. Esta actividad era siempre alrededor de 20 veces mayor a la PDC. El tratamiento con altos niveles de CO₂ durante tres días provocó un aumento del 15% para la actividad ADH y del 47% para la PDC. La transferencia al aire indujo, como en el caso de sus productos, un pronunciado descenso de las actividades enzimáticas (Tabla 2).

TABLA 2. Actividades de las enzimas piruvato descarboxilasa (PDC) y alcohol deshidrogenasa (ADH) en chirimoyas almacenadas en aire a 20°C con o sin tratamiento con altas concentraciones de CO₂.

Tratamiento	PDC (mmol×min ⁻¹ ×mg ⁻¹ proteína)	ADH
0 días	0,016±0,0017	0,254±0,014
3 días aire	0,015±0,0016	0,335±0,015
3 días CO ₂	0,022±0,0028	0,378±0,012
4 días aire	0,015±0,0020	0,314±0,027
3 días CO ₂ +1 aire	0,017±0,0020	0,246±0,009

DISCUSION

Los resultados obtenidos sobre consumo de oxígeno durante la maduración de chirimoya confirman la existencia de dos máximos respiratorios. Varios autores (Bruinsma y Paull, 1984; Sola *et al.*, 1994) coinciden en señalar que en *Annonas* tras el aumento inicial

de glucólisis, asociado con el primer pico respiratorio, ocurre un cambio importante en el metabolismo de azúcares. La acumulación de etanol y acetaldehído observada durante la fase inicial del proceso de maduración podrían estar indicando que algunos sustratos del metabolismo energético están desviándose a la vía anaeróbica. La alta actividad ADH podría ser una solución para utilizar o eliminar los altos niveles de piruvato y NADH producidos en esta fase. En línea con esta hipótesis se encuentran los resultados obtenidos por Bufler y Bangerth (1982) sobre la estimulación del metabolismo anaeróbico inducida por incremento de la respiración. El tratamiento con CO₂ llevó a índices de respiración más bajos y fermentación etanólica mayor. Los niveles de volátiles de fermentación eran mayores en estas condiciones que en los controles mantenidos en aire, siendo la concentración de acetaldehído doble que la de etanol, como describen Karaoulanis y Dilley (1993) en manzana. En cuanto a las enzimas implicadas, parece que la activación se da principalmente a nivel de PDC, lo que está de acuerdo con los resultados de Chang *et al.*, (1983).

En resumen, pretratamientos con elevadas concentraciones de CO₂ parece redirigir el metabolismo de chirimoya hacia una activación del metabolismo fermentativo, retrasando los cambios asociados al proceso normal de maduración. Además, confirmamos que dicho efecto cesa al finalizar el tratamiento con CO₂.

BIBLIOGRAFIA

- *BRUINSMA, J. and PAULL, R.E. (1984). *Plant Physiology*, **76**, 131-138.
- *BUFLER, G. and BANGERTH, F. (1982). *Scientia Horticulturae*, **16**, 137-146.
- *CHANG, L.A., HAMMETT, L.K. and PHARR, D.M. (1983). *Plant Physiology*, **71**, 59-62.
- *KARAOULANIS, G.D. and DILLEY, D. (1993). *International Journal of Refrigeration*, **16**, 364-366.
- *KADER, A.A. (1986). *Food Technology*, **40**, 99-104.
- *KE, D., YAHIA, E., MATEOS, M. and KADER, A.A. (1994a). *Journal of American Society for Horticultural Science*, **119**, 976-982.
- *KE, D., ZHOU, L. and KADER, A.A. (1994b). *Journal of American Society for Horticultural Science*, **119**, 971-975.
- *LONGHURST, T.J., TUNG, H.F. and BRADY, C.J. (1990). *Journal of Food Biochemistry*, **14**, 421-433.
- *LURIE, S. and PESIS, E. (1992). *Postharvest Biology and Technology*, **1**, 317-26.
- *SISLER, E.C. and WOOD, C. (1988). *Physiologia Plantarum*, **73**, 440-444.
- *SOLA, M.M., GUTIERREZ, M. and VARGAS, A.M. (1994). *Journal of Plant Physiology*, **144**, 569-575.

AGRADECIMIENTOS. El presente trabajo está financiado por la CICYT ALI 92-1272 y las Comunidades Europeas ST3*CT93-0205.

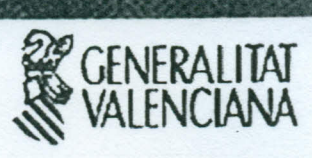
Producción y recolección de Frutos y Hortalizas

SEMINARIO NACIONAL DE FRUTAS Y HORTALIZAS

19-20 SEPTIEMBRE 1983



Sociedad Española de
Fisiología Vegetal



CONSELLERIA DE AGRICULTURA
Y MEDIO AMBIENTE