

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO, ENCERADO, PREACONDICIONADO Y CURADO EN LA CALIDAD DEL TANGELO MINNEOLA.

Abad, I; Martínez Jávega, J.M.; Navarro, P.

Instituto Valenciano De Investigaciones Agrarias,
Carretera Moncada-Náquera Km, 5 Apartado Oficial 46113, Moncada, Valencia.

Resumen

El tangelo Minneola (*Citrus paradisi* Duncan x *Citrus reticulata* Dancy), tiene buen tamaño y coloración naranja-rojiza.

El objeto de este trabajo es el estudio de la efectividad de las bajas temperaturas (1°, 5°, 7° y 9°C), encerado (5% polietileno + 5% resinas), preacondicionado (PA) a media temperatura y curado (Q) en la conservación de la calidad. La fruta fue almacenada dos años consecutivos durante 30 y 40 días más 7 días a 20°C simulando el periodo de almacenamiento y posterior comercialización. Se determinaron cambios en: peso, firmeza, color (IC), porcentaje de zumo, sólidos solubles (TSS), acidez (TA), atmósfera interna, volátiles en zumo, sabor, comestibilidad y alteraciones fisiológicas. No se detectaron diferencias significativas en IC y porcentaje de zumo. TA disminuyó durante la conservación y la deformación ecuatorial incrementó correlacionándose con las pérdidas de humedad. Se observó un mayor porcentaje de etanol en frutos encerados. El menor contenido de este parámetro fue para los tratamientos de PA y Q. Respecto a las características organolépticas las puntuaciones iniciales fueron similares en ambas campañas. En 1999 estos valores se mantuvieron estables en comestibilidad y descendieron en sabor en mayor medida en los frutos encerados. En el 2000 el descenso se produjo en ambos parámetros llegándose a detectar malos sabores. En el año 99, el tangelo Minneola mostró susceptibilidad a los daños por frío (DF) incluso a 9°C. El encerado fue efectivo en la reducción de los mismos. En el 2000 no se observaron DF significativos en ninguno de los tratamientos.

Parece que 5°C es la mejor temperatura de almacenamiento para conservar una calidad aceptable durante 40 días. La utilización de PA y Q para prevenir DF no afecta negativamente a los parámetros de calidad.

Palabras clave: cítricos, daños frío, frigoconservación, cera, temperatura.

Abstract

Fruits of Minneola tangelo (*Citrus paradisi* 'Duncan' x *Citrus reticulata* 'Dancy') are characterized by their good size and orange-reddish color.

The aim of the present work was to study the effects of storage temperature (1°, 5°, 7°, 9°C), waxing (5% polyethylene + 5% resins), preconditioning at medium temperature (PA) and curing (Q) on quality losses of Minneola tangelo. Fruits were stored at chilling temperatures for two consecutive seasons for 30 and 40 days following by 7 days at 20°C, which simulated cold storage and marketing conditions. Changes in weight, firmness, color, appearance, percentage of juice, total soluble solids (TSS), titrable acidity (TA), volatiles, CO₂, flavor and chewiness were determined. No significant changes in color and percen-

tage of juice were observed with storage time. However TA decreased with the storage time. Equatorial deformation increased, these results correlated with increase in water loss. Waxing of fruits increased the ethanol content. The increase in ethanol depended on the treatment. Preconditioning and curing produced lower ethanol levels than the rest of the treatments. Initial scores in sensory evaluation were similar in both seasons. Chewiness did not decrease in waxed fruits in the first season (1999). However, flavor scores decreased without reading off-flavor. In the second season (2000), off-flavor were detected on waxed fruits. In 1999, tangelo fruit showed susceptibility to chilling injury (CI) even at 9°C. Waxing was effective in reducing CI. In 2000, CI was not observed for any treatment.

Results show that storage at 5°C with waxing is the best method for keeping quality for 40 days. The use of PA or Q to prevent CI does not affect negatively the quality of tangelo Minneola.

Key words: citrus, chilling injury, cold storage, wax, temperature.

1.Introducción

La conservación y transporte refrigerados es el método más utilizado para mantener la calidad de los productos hortofrutícolas. Pero los cítricos son frutos subtropicales y son conocidos por su susceptibilidad a los daños por frío desarrollados durante este periodo (Kader y Apaia, 1992). Algunos tratamientos poscosecha han sido reportados para inducir la tolerancia de los frutos a las bajas temperaturas y reducir por tanto los daños por frío durante el almacenamiento frigorífico y tratamiento de cuarentena por frío (Lurie, 1998a,b; Schirra y Ben Yehoshua, 1999). En cítricos estos tratamientos incluyen encerado, calentamientos intermitentes, preacondicionamiento a temperaturas moderadas, acondicionamiento a altas temperaturas o curado que previamente al almacenamiento frigorífico, pueden aumentar la resistencia al frío. Este tipo de acondicionamiento a alta humedad produce además un curado de las heridas reduciendo las podredumbres (Del Río, et al., 1992; Martínez-Jávega., 1990).

En el presente estudio nosotros examinamos los efectos de varios tratamientos poscosecha, 1°, 5°, 7° y 9°C con recubrimiento céreo, preacondicionamiento a 16°C durante una semana y curado 3 días a 35°C en la calidad del tangelo Minneola. Nuestro mayor objetivo fue evaluar la susceptibilidad al frío del Minneola así como el tiempo y tratamiento ideales de almacenamiento para mantener una aceptable calidad.

2.Materiales y métodos

Dos experiencias fueron llevadas a cabo durante dos años consecutivos, con tangelos Minneola, recolectados en Betera el 22 de Febrero de 1999 y en Pego el 29 de Febrero de 2000 con una relación solubles/acidez de 9.7 y 11.06 respectivamente. Los frutos fueron seleccionados y sometidos a un baño fungicida (1000 ppm imazalil, 1min). En 1999 la fruta se pasó por la línea de manipulación de la planta piloto de IVIA donde fue sometida o no, a un tratamiento céreo. Se ensayaron tres temperaturas de conservación 1°C, 5°C y 9°C, estudiándose el efecto del encerado en cada una de ellas. La fruta se mantuvo en frigoconservación durante 40 días más una semana a 20°C, simulando el periodo de comercialización, tras el cual se realizaron las siguientes determinaciones: pérdida de peso, textura, sólidos solubles, acidez, % zumo, volátiles, atmósfera interna, color, índice de manchado y calidad organoléptica. En el año 2000, se ensayaron cinco tratamientos, 5°C, 7°C, y 9°C más cera y pre-

acondicionado (PA) 7 días a 16°C, 90% HR y curado (Q) 3 días a 35°C, 90-100% HR, posteriormente esta fruta fue encerada y almacenada a 5°C. En todos los casos la fruta se mantuvo durante 30 y 40 días en frío más una semana a 20°C simulando el periodo de comercialización. Se realizaron a continuación las mismas determinaciones que en el año anterior. La cera utilizada contenía: 5% polietileno + 5% resinas con un 10% de sólidos totales. La humedad relativa durante el almacenamiento se mantuvo en todos los casos entre 85 y 90%. La pérdida de peso se calculó en porcentaje de pérdida sobre 20 frutos previamente identificados. La textura, realizada sobre 20 frutos por tratamiento, se expresó en porcentaje de deformación tras la aplicación de una fuerza de 10 N. en la zona ecuatorial del fruto, utilizándose un texturómetro Instron Universal Machine mod. 4302. Los sólidos solubles, acidez, porcentaje de zumo y contenido en volátiles se determinaron en 3 zumos de 10 frutos por tratamiento. Los sólidos solubles (°Brix) se midieron con un refractómetro digital PR-1. La acidez (g. ácido cítrico/100 ml) se determinó por titulación con hidróxido sódico 0.1N. El contenido en volátiles se determinó por triplicado mediante cromatografía gaseosa de espacio de cabeza (Hagenmaier y Baker, 1994). El cromatógrafo utilizado fue un Perkin Elmer 9000, con una columna Porapark QS 80.100 de 1/8" de diámetro y 1.2 m de largo. Se trabajó con una temperatura de horno de 150°C, del inyector de 115°C y del detector (FID) de 200°C y una presión de 12.3 psi. Los porcentajes de CO₂ y O₂ internos se midieron mediante cromatografía gaseosa, realizándose 10 medidas por tratamiento, para ello se tomaron muestras de 1 ml de gas del interior de las mandarinas con una jeringuilla. El cromatógrafo utilizado fue el mismo citado anteriormente, con la misma columna y las temperaturas del horno, inyector y el detector fueron respectivamente 115°C, 35°C y 150°C. La evaluación organoléptica se hizo mediante un panel de catadores empleando una escala de sabor y comestibilidad de diez niveles. En el recuento de las alteraciones fisiológicas se han aplicado los coeficientes: 0 (sin lesiones), 1 (lesiones ligeras), 2 (lesiones moderadas), 3 (lesiones graves), calculando la media ponderada. Este recuento se ha efectuado sobre 100 frutos por tratamiento, tomados en grupos de 10. En los mismos grupos se han contabilizado podredumbres. El análisis de los datos se ha realizado con el paquete estadístico Statgraphics plus Versión 1.1, mediante el análisis de la varianza (ANOVA) con la función F de Snedecor. Las diferencias mínimas entre las medias se establecieron a través de intervalos LSD (diferencia mínima significativa) con un nivel de confianza del 95%.

3.Resultados y Discusión

El índice de color no se vio afectado por el encerado o no de los frutos, si se observó una ligera disminución en todos los tratamientos más pronunciada con el tiempo de conservación y las bajas temperaturas (Tablas 1 y 2). Las temperaturas más bajas de almacenamiento redundan en menores índices de color (Cuquerella et al., 1999). No hubieron cambios significativos en porcentaje de zumo manteniéndose el valor inicial hasta el final de la frigoconservación. El índice de madurez aumentó con el tiempo de la conservación, en todos los tratamientos ensayados (Tabla 3), debido a una ligera disminución de la acidez, ya que largos periodos de conservación frigorífica, disminuyen la acidez en determinadas variedades de cítricos, los sólidos solubles permanecieron prácticamente estables, esto coincide con trabajos presentados para Clementina 'Fina' (Martínez-Jávega, 1996), 'Clemenules' (Ben Abda et al., 1998) o 'Star Ruby' (Porat et al., 2000). Se observó una acusada disminución del sabor y comestibilidad en el transcurso de la frigoconservación sobre todo en la campaña 00, en la que se detectaron malos sabores, la aparición de malos sabores la podemos relacionar

con los altos niveles de etanol encontrados en la fruta, que llegaron alcanzar los 400 mg/100 ml de zumo. La mejores puntuaciones de sabor las obtuvieron los tratamientos de curado y preacondicionado, donde se observaron por otro lado los contenidos más bajos de volátiles (Tablas 4 y 5). El recubrimiento de polietileno de 10% de sólidos totales aumenta el contenido en etanol de forma notable. Cuando el porcentaje de sólidos correspondiente a resinas es superior al 8% pueden producirse desórdenes fisiológicos y malos sabores como consecuencia de una respiración anaerobia y acumulación de etanol (Martínez-Jávega y cols., 1995). El CO₂ aumentó del mismo modo que el etanol en mayor medida en los tratamientos de 5°, 7° y 9°C más cera (Tabla 5). El encerado afecta al incremento de CO₂ y detrimento del O₂ proporcional a este. Estos incrementos tanto de CO₂ como de etanol asociados a condiciones de anaerobiosis, se han relacionado con la aparición de malos sabores (Cohen et al., 1990). El uso de la cera comercial ensayada redujo significativamente las pérdidas de peso y deformación respecto a las pérdidas de peso de la fruta sin tratar (Tabla 3). La correlación entre pérdidas de peso y deformación ha sido reportado previamente (Cuquerella y Navarro, 1997; Balwin et al., 1995). Las mayores pérdidas de peso se observaron a 9°C y 7°C esto coincide con la afirmación del autor Ben-Yehoshua y cols. (1985) de que la conservación a altas temperaturas utilizada para evitar los daños por frío, presenta por otro lado problemas de excesivas pérdidas de peso y deformación. El tratamiento de curado ensayado en la campaña 00 redujo significativamente las pérdidas de peso y textura (Tabla 5) probablemente debido a la cicatrización de micro heridas (García-Redon et al., 1992). En el 99 el índice de manchado más alto correspondió a la temperatura de 1°C sin cera. En general los índices de manchado más bajos fueron para los frutos con recubrimiento céreo (Tabla 3). En la campaña 00 los daños por frío no fueron significativos excepto en la fruta almacenada a 5°C con tratamiento previo de curado, donde se observaron, manchas en la corteza de variable tamaño. También se observaron tanto en el tratamiento de PA como en el de Q ligeros daños en los frutos producidos por 'Serb', quizás debido a la mayor deshidratación que sufrieron la corteza de estos frutos durante estos tratamientos de calor. En los cítricos la deshidratación es mayor en la superficie del fruto que en la pulpa y además no es homogénea en toda la superficie, siendo la zona peripeduncular de la fruta la más susceptible a la senescencia, y por tanto, más proclive a las alteraciones fisiológicas. La aplicación industrial en cámaras con alta humedad puede generar lesiones en los frutos si no hay homogeneidad y si hay etileno presente (Ben-Yehoshua., et al 1990).

4. Conclusiones

Parece que 5°C con recubrimiento céreo es la mejor temperatura de almacenamiento para conservar el tangelo 'Minneola' con un calidad aceptable durante 4 semanas máximo, ya que la pérdida de sabor y comestibilidad limitan el tiempo de frigoconservación.

Los tratamientos de PA y Q ensayados para reducir los daños por frío, no afectan de forma negativa la calidad del 'Minneola', pero debido a que en la campaña 2000 los daños por frío no se manifestaron de la misma forma que en la anterior sería conveniente seguir con estos ensayos para determinar el grado de susceptibilidad al frío de este tangelo, y la conveniencia de aplicar aquellos tratamientos preventivos.

Bibliografía

- Balwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M., Shaw, P.E. y Burus, J.K. 1995. Effects of coating and prolonged storage conditions on fresh orange flavor volatiles, degrees Brix and ascorbic acid levels. *J. Agr. Food. Chem.* 43(5): 1321-1331.
- Ben Adba, J., Martínez-Jávega, J.M. y Navarro, P., 1998. Edible coating effects on postharvest quality of 'Clemenules' mandarin. Madrid98-Cost915 Conference. Instituto del frío – CSIC, Madrid, España.
- Ben Yehoshua, S., Burg, S.P. y Young, R. 1985. Resistance of citrus fruit to C₂H₄, O₂, CO₂ and H₂O mass transport. *Plant Physiol.*, 79: 1048-1053.
- Ben Yehoshua, S., Shapiro, B. y Shomer, M. 1990. Ethylene enhanced heat damage to flavedo tissue of cured citrus fruits. *HortScience* 25(1): 122-124.
- Cohen, E., Shapiro, B., Shalom, Y., Rosenberger, I. 1990. Postharvest behavior of 'Ortanique' (Topaz) tangor citrus fruit during long-term storage at various temperatures. *Scientific Horticulturae* 44: 235-240.
- Cuquerella, J. y Navarro, P., 1997. Medidas objetivas de la calidad en frutos cítricos con tratamiento de cuarentena de frío. En: *Medición de la calidad en frutos tropicales y subtropicales, con tratamientos físicos de cuarentena*. CYTED. Subprograma XI. Proyecto XI.10. Ed. C. Saucedo J.M. Martínez-Jávega, p. 10-15.
- Cuquerella, J., Navarro, P. y Salvador, S., 1999. Respuesta a la desverdización de nuevas variedades de cítricos. *Rev. Levante Agrícola*, N° 348, Especial postcosecha, p:263-271.
- Del Rio, M.A., Ragone, M.L. y Cuquerella, J., 1992. Effects of postharvest curing at high temperature on decay and quality of 'Marsh' grapefruit and 'Navel' oranges. *Proc. Int. Soc. Citriculture*. Vol. 3.1102-1103. *Acireale (Italia)*.
- García Redón, E., Pozzan, M. y Cuquerella, J., 1992. Influencia del acondicionamiento a elevadas temperaturas y de diferentes recubrimientos en la conservación de mandarina 'Fortune'. II Congreso Internacional de Tecnología y Desarrollo Agroalimentarios. p: 69-74. *Murcia*.
- Hagenmaier, R.D. y Baker, R.A., 1994. Internal gases ethanol content and gloss of citrus coated with polyethylene wax, carnauba wax, shellac or resin at different application levels. *Proc. Fla. State. Hort. Soc.* 107: 261-265.
- Kader, A.A. y Arpaia, M.L., 1992. Postharvest handling systems: subtropical fruit. In: Kader, A.A. (Ed.), *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. Regents of the University of California, Division of Agricultural and Natural Resources, Oakland, CA, pp. 233-240.
- Lurie, S., 1998a., Postharvest heat treatments of horticultural crops. *Hortic. Rev.* 22, 91-121.
- Lurie, S., 1998b., Postharvest heat treatments. *Postharvest Biol. Technol.* 14, 257-269.
- Martínez-Jávega, J.M., 1990. Recent researches in the application of individual seal packing in fruits and vegetables. *Actas I Congreso Int. De Tecnología y Desarrollo Alimentarios*, vol. 2: 439-451. *Murcia*.
- Martínez-Jávega, J.M., Cuquerella, J. Y Navarro, P. 1995., Perspectiva actual de la tecnología postcosecha de frutos cítricos. *Rev. Levante Agrícola*, n° 332: 220-225.
- Martínez-Jávega, J.M., 1996. Manejo del frío: Conservación y transporte de frutos

cítricos. Primera Reunión Internacional de Postcosecha y Mercados Cítricos. FAO-RIAC. Concordia, Arg., p: 73-81.

Porat, R., Pavoncello, D., Peretz, J., Ben-Yehoshua, S. y Lurie, S. 2000. Effects of various heat treatments on the induction of cold tolerance and on the postharvest qualities of 'Star Ruby' grapefruit. *Postharvest Biology and Technology*, 18:159-165.

Shirra, M., Ben-Yehoshua, S., 1999. Heat treatments: a possible new technology in citrus handling-challenges and Diseases and Disorders of Citrus Fruit. *Research Signpost*, Trivandrum, pp. 133-147.

Campaña 99

Tabla 1. Influencia de la temperatura en el contenido en volátiles, atmósfera interna, porcentaje de zumo, color y características organolépticas en el tangelo "Minneola"^z.

Temperatura	Etanol (mg/100m)	Acetald. (mg/100m)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	Zumo (%)	Color (1000a/Lb)	Sabor (0 a 10)	Comest (0 a 10)
1°C	138.2 a ^y	1.6 a	5.5 a	10.2 a	50.1a	18.7 a	5.0 a	7.6 a
5°C	219.6 b	1.6 a	6.0 a	10.4 a	50.1a	18.5 a	5.3 a	7.6 a
9°C	190.1 ab	1.6 a	6.2 a	10.8 a	51.4a	20.5 b	5.5 a	7.5 a

^yPara cada columna valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente en más del 5% (Test LSD).

^zDatos obtenidos tras 40 días de almacenamiento frigorífico más una semana a 20°C

Tabla 2. Influencia del encerado en el contenido en volátiles, atmósfera interna, porcentaje de zumo, color y características organolépticas en tangelo "Minneola"^z.

Trat.	Etanol (mg/100m)	Acetald (mg/100m)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	Zumo (%)	Color (1000.a/L.b)	Sabor (0 a 10)	Comest. (0 a 10)
SC	135.0 a ^y	1.5 a	5.3 a	11.2 a	50.9a	19.1 a	5.7 a	7.6 a
CC	230.2 b	1.7 b	6.5 b	9.7 a	50.2a	19.3 a	4.9 b	7.5 a

^yPara cada columna valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente en más del 5% (Test LSD).

^zDatos obtenidos tras 40 días de almacenamiento frigorífico más una semana a 20°C.

Tabla 3. Influencia de los tratamientos en el índice de madurez, índice de manchado, pérdida de peso y deformación del tangelo "Minneola"^z.

Tratamientos	I.M. (°Brix/acidez)	I manchado (0 a 3)	Perdida de peso (%)	Def. 10 N (%)
1°C	10.8 b ^y	1.4 c	3.6 b	4.5 ab
5°C	11.7 c	1.0 bc	4.7 c	5.0 b
9°C	10.0 a	0.8 b	6.4 d	6.6 c
1°C + C	9.3 a	0.9 bc	2.9 a	4.8 ab
5°C + C	10.9 b	1.0 bc	3.6 b	4.3 a
9°C + C	11.1 b	0.2 a	4.7 c	4.7 ab

^yPara cada columna valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente en más del 5% (Test LSD).

^zDatos obtenidos tras 40 días de almacenamiento frigorífico más una semana a 20°C.

Campaña 00

Tabla 4. Influencia del periodo de almacenamiento en, color, características organolépticas, porcentaje de zumo, índice de madurez, deformación, pérdida peso, en el tangelo "Minneola"^z.

Sal.	Color (1000a/Lb)	Comest. (0 a 10)	Sabor (0 a 10)	Zumo (%)	IM (°Brix/Acidez)	Def. 10Nw (%)	Perd. peso (%)	Etanol (mg/100 ml)
1ª Sal.	20.7 a ^y	5.6 a	3.7 a	39.3 a	11.8 a	4.8 a	6.75 a	306.4 a
2ª Sal.	20.0 a	5.8 a	4.3 a	39.2 a	12.8 b	5.3 b	8.64 b	372.3b

^yPara cada columna valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente en más del 5% (Test LSD).

^zDatos obtenidos tras 30 y 40 días de almacenamiento frigorífico más una semana a 20°C

Tabla 5 .Influencia de los diferentes tratamientos en color, características organolépticas, porcentaje de zumo, índice de madurez, deformación y pérdida de peso en el tangelo "Minneola"^z.

Trat.	Color (1000a/Lb)	Comest. (0 a 10)	Sabor (0 a 10)	Zumo (%)	IM (°Brix/Acidez)	Def.10Nw (%)	Pérd. peso (%)	Etanol (mg/100 ml)
5°C	20.2 b ^y	5.5 a	3.6 a	40.1 b	11.9 a	4.4 a	6.7 a	353.3 b
7°C	20.7 bc	6.0 a	3.4 a	39.8 ab	12.3 a	5.4 b	8.3 b	385.9 c
9°C	21.8 c	6.1 a	3.5 a	39.8 ab	11.7 a	5.6 b	8.3 b	398.1 c
PA	20.5 b	5.7 a	4.4 ab	38.1 a	12.3 a	5.2 b	8.4 b	283.2 a
Q	18.5 a	5.5 a	5.2 b	38.3 ab	13.4 b	4.6 a	6.6 a	276.4 a

^yPara cada columna valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente en más del 5% (Test LSD).

^zDatos obtenidos tras 30 y 40 días de almacenamiento frigorífico más una semana a 20°C