

FRUTAS Y HORTALIZAS FRESCAS MÍNIMAMENTE PROCESADAS: UNA NUEVA ALTERNATIVA

En los últimos 20 años, el mercado de los productos mínimamente procesados en fresco (MPF) creció fuertemente en países como EE.UU. y de la Unión Europea destinándose principalmente al sector de servicios de comidas y venta al detalle. Este aumento se debe al cambio en los hábitos familiares con la incorporación de las mujeres al trabajo formal unido a la falta de tiempo para cocinar productos sanos y a una mayor conciencia sobre la importancia de consumir alimentos frescos, bajos en calorías, sin aditivos e higiénicamente seguros.

Victor H. Escalona
Departamento de Producción
Agrícola
vescalona@uchile



Foto 1. Productos mínimamente procesados en fresco.

Los productos mínimamente procesados en fresco, se obtienen a partir de frutas y hortalizas preparadas que son procesadas mediante operaciones simples como lavado, cortado, picado, enjuague y envasado para ser conservados bajo refrigeración a temperaturas cercanas a los 5°C. El resultado es comestible en su totalidad, fácil de preparar y utiliza un espacio mínimo desde el transporte hasta su venta. Se debe puntualizar que toda la cadena desde la producción hasta su venta a consumidor debe realizarse a bajas temperaturas.



Foto 2

En cuanto a la oferta de estos productos, las hortalizas son las que poseen la mayor cuota destacándose las lechugas con más del 50% del mercado en EEUU, Francia y España. Otras hortalizas que se ofrecen en este formato son las zanahorias (mini y ralladas), apios, cebollas, papas peladas y picadas, floretes de brócoli y coliflor, pimiento, algunos brotes como rúcula y canónigos y mezclas de ensaladas (Foto 2). En el caso de las frutas lo más difundido son las mezclas a base de melón, sandía, uva, kiwi y naranja (Foto 1).

Con respecto a la vida comercial bajo refrigeración, las hortalizas MPF pueden llegar hasta 10 a 14 días mientras que en las frutas este periodo se reduce a menos de una semana por problemas de pardeamiento y ablandamiento de la pulpa. Los formatos de presentación varían ampliamente entre productos pero la tendencia general es a utilizar bolsas plásticas selladas herméticamente con un contenido neto de 0,2 y 4 kg para hortalizas y tarrinas (envases rígidos) cubiertos con una película plástica para frutas con un peso de 0,2 a 1 kg.

ESTRÉS DE LA HERIDA CAUSADO POR EL CORTE

Cuando un órgano vegetal es sometido a procesos de pelado, corte o picado su vida útil disminuye drásticamente. La pérdida de integridad celular tras el corte provoca la ruptura de compartimientos celulares colocando en contacto enzimas y sus sustratos. Esto genera el desarrollo de



pardeamientos enzimáticos y acelera los procesos de senescencia manifestados a través de un alza en la actividad respiratoria y la producción de etileno.

El incremento de la producción de etileno, ocurre después de practicado el corte y alcanza su máxima expresión durante las siguientes 6 a 12 h. Debido a este incremento se observó en plátanos y kiwis MPF un mayor ablandamiento y en espinacas, la pérdida de clorofilas. En tomates cortados en rodajas se obtuvo un aumento de la producción de etileno de 3 a 4 veces acelerando los procesos de maduración en comparación al fruto entero. Por otra parte, en lechugas MPF se observó que el etileno induce la actividad de las enzimas polifenoloxidasas (PPO) y fenilalanina amonio liasa (PAL), aumentando el pardeamiento y reduciendo su calidad visual. Por tanto, para reducir el daño celular provocado por el corte se debe emplear cuchillos afilados y posteriormente lavar o enjuagar los trozos con el propósito de eliminar los fluidos celulares y reducir la población microbiana inicial.

PÉRDIDA DE LA CALIDAD

PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO

Los pigmentos de color pardo aparecen al cortar una fruta u hortaliza y se producen debido a la ruptura celular que pone en contacto los sustratos fenólicos ubicados en la vacuola y las enzimas oxidativas de los polifenoles como la PPO y las

peroxidases de localización citoplasmática. La intensidad de la reacción depende de la actividad oxidativa relativa de la enzima, la concentración del sustrato (compuestos fenólicos y oxígeno molecular), pH del medio, temperatura y actividad de agua. Adicionalmente, hay otros factores que intervienen en esta reacción tales como la presencia de compuestos reductores (vitamina C, glutatión, etc.), los sistemas captadores de O_2 (actividad superóxido dismutasa) y los cofactores como los iones metálicos Fe^{2+} y Cu^{2+} . La especie, variedad y edad del órgano vegetal también debe considerarse al momento de seleccionar la materia prima.

ABLANDAMIENTO

Uno de los cambios más notables durante el proceso de maduración es el ablandamiento irreversible, el cual está íntimamente relacionado con las alteraciones bioquímicas en la pared celular, lámina media y membrana plasmática. La pared celular sufre una serie de modificaciones en parte por la expresión genética que codifica las modificaciones enzimáticas de la pared celular.

Las enzimas relacionadas con este ablandamiento son pectinasa, poligalacturonasa (PG) y pectin metil esterasa (PME). Estos cambios en la textura afectan tanto a la palatabilidad del producto como a su vida útil.

El procesado de una fruta u hortaliza conlleva, generalmente a una pérdida de firmeza como observaron Ponting y otros. (1972) en manzana. Qi y otros (1999) detectaron en cilindros de

Honeydew conservados en aire un ablandamiento de 66% y 29% después de 6 días a 5° y 10°C, respectivamente. Sin embargo estos valores descendieron a 27% cuando los cilindros se conservaron bajo 4% O₂ + 10% CO₂ a 10°C.

Watada y otros (1990) resaltaron el papel del etileno en la pérdida de firmeza en las rodajas de kiwi al envasarlas junto con trozos de plátano. La exposición de las rodajas de 2 a 20 ppm de etileno se tradujo en una aceleración de la pérdida de firmeza. Según Varoquaux y otros (1990), la pérdida de firmeza de las rodajas de kiwi comienza después de 6 a 12 h del corte.

CRECIMIENTO MICROBIANO

A pesar de que las especies de microorganismos encontradas en un producto entero o mínimamente procesado en fresco son tremendamente variables, se pueden esperar determinados grupos o especies según el tipo de producto. Las hortalizas frescas tienen como característica una elevada cantidad de agua, nutrientes y un pH cercano a la neutralidad. Por el contrario, las frutas poseen mayores cantidades de azúcar, son más ricas en ácidos orgánicos y tienen un pH más ácido (<4,6). Por ello, en las hortalizas crecen tanto bacterias como hongos, pero al tener las bacterias un crecimiento más rápido tienen cierta ventaja competitiva. Los microorganismos que suelen colonizar a las hortalizas MPF son *Pseudomonas* spp., *Xanthomonas* spp., *Enterobacter* spp., *Janthinobacterium* spp., levaduras, bacterias ácido lácticas y con menor frecuencia *Aeromonas hydrophila* y ocasionalmente *Listeria monocytogenes*. A pesar de que los productos MPF son lavados con soluciones cloradas, éstas no eliminan la totalidad de los microorganismos los que se hospedan en el interior de las células (o en células adyacentes a las rotas) o en zonas donde el desinfectante no penetra. En general los análisis en las distintas etapas de la cadena de procesamiento reflejaron que el producto final está menos contaminado que el crudo y entero del cual procedió, a pesar de

que los procesos de corte, aclarado o enjuague y centrifugación incrementan el crecimiento microbiano.

Según Kaneko y otros (1999), en ensaladas MPF los recuentos de bacterias aerobias totales a la llegada al expositor de venta fueron de 3,4 a 7,6 log ufc/g y después de 3 días a 10°C alcanzaron 4,7 a 8,7 log ufc/g. Normalmente, los recuentos totales tras el procesamiento oscilan entre 3 y 6 log ufc/g.

TÉCNICAS DE POSTCOSECHA QUE RETARDAN LAS PÉRDIDAS DE CALIDAD

REFRIGERACIÓN

Es imprescindible que la manipulación y el procesamiento de los productos MPF se realicen a bajas temperaturas, inferiores a los 10°C. En el lavado, ya sea de la materia prima o de los trozos cortados, debe utilizarse agua de excelente calidad microbiológica y sensorial a bajas temperatura (inferior a 4°C) para mantener frío el producto y disminuir su actividad metabólica. El pesado, envasado y sellado de los las bolsas o tarrinas plásticas junto con la conservación debe efectuarse entre 0° y 5°C, fundamentalmente para evitar el desarrollo de microorganismos, disminuir las reacciones de pardeamiento enzimático y otros procesos metabólicos.

Las bajas temperaturas son necesarias para preservar la calidad de lechugas cortadas y de las mezclas de naranja y pomelo. La temperatura ideal de conservación es cercana a 0°C (-1 a 4°C) con una supervivencia comercial de hasta dos semanas. La importancia de mantener estos productos a bajas temperaturas se debe a que su Q₁₀ es mayor a 7 en un rango de 1° a 10°C, y que habitualmente disminuye a 2 - 3 cuando la temperatura aumenta sobre 10°C. Por esta razón, en vegetales no sensibles al daño por frío se sugiere mantener una temperatura de 1° a 2°C sobre el punto de congelación.

ENVASADO EN ATMÓSFERA MODIFICADA

Los productos MPF son conservados, distribuidos y expuestos para su venta empleando un envase bajo atmósfera modificada (EAM). Mediante la interacción de factores como la respiración del producto, la permeación a los gases a través de la película plástica (O₂, CO₂, C₂H₄ y vapor de agua), la superficie del envase (en donde se produce este intercambio de gases), el espacio libre y el peso del producto determinan las concentraciones de O₂ y CO₂ dentro del envase. El propósito es obtener una concentración gaseosa que retarde la respiración, senescencia y ablandamiento de los tejidos (Cuadro 1). Al disminuir la concentración de O₂ se reducen las reacciones de pardeamiento, y al aumentar la concentración de CO₂ se inhibe la síntesis de la PPO inducida como consecuencia del corte. El CO₂ previene el pardeamiento sobre los tejidos dañados, porque bloquea la formación de compuestos fenólicos e inhibe la actividad de la PPO. Además, el CO₂ reduce la producción de etileno y su acción sobre el ablandamiento de los tejidos, y las pérdidas de clorofila. En la Foto 2 se observa el efecto beneficioso de la combinación de bajas concentraciones de O₂ y moderadas a altas de CO₂ sobre la reducción del pardeamiento en tiras de hinojo tras 14 días a 5°C. En general, las concentraciones gaseosas recomendadas varían de 2 a 8 % O₂ y de 5 y 15 % CO₂.

En productos vegetales con un alto potencial de pardeamiento se practica un vacío moderado (60 kPa) para envases rígidos. Se recomienda utilizar esta herramienta en combinación con soluciones antipardeantes para la conservación de endibias y rebanadas de manzana.

Es importante destacar que los productos MPF toleran concentraciones extremas de O₂, que en los mismos productos enteros no serían recomendadas, porque no poseen cutícula y piel que restrinja el paso de gases y la distancia de difusión de los gases entre el centro y el exterior del tejido es mucho menor que la del producto entero.

Investigación

En ocasiones los productos MPF son transportados y comercializados a temperaturas mayores a las recomendadas alcanzándose bajas concentraciones de O_2 y acumulación de etanol. Debido a estos cambios de temperatura y a la alta humedad relativa en el interior del envase se producen condensaciones sobre la película plástica y el producto. La presencia de agua en estado líquido puede promover el desarrollo de podredumbres y bloquear la difusión del O_2 dentro del tejido vegetal y a través de la película plástica.

En resumen para obtener un buen producto MPF se recomienda emplear materias primas de excelente calidad y tener un especial cuidado con la sanitización de las zonas de trabajo e higienización de estas materias primas. Se deben emplear cuchillas afiladas durante las operaciones



Foto 2. Tiras de hinojo "Orion" tras 14 días a 5°C bajo diferentes atmósferas (% O_2 / kPa CO_2). (Escalona, 2003).

de pelado, corte y picado para disminuir los daños mecánicos y considerar en la siguiente etapa un lavado con el propósito de eliminar los fluidos celulares. Finalmente se debe aplicar, un correcto

envasado bajo atmósfera modificada que permita alcanzar una concentración de gases adecuada y un estricto control de la temperatura durante toda la cadena de frío.

Bibliografía citada

1. AGUAYO E., ESCALONA, V.H., ARTÉS F. 2008. Effectiveness of Ca dips by temperature and kind of Ca salts on quality of fresh-cut 'Amarillo' melon (var. Saccharinus). *Postharvest Biol Technol*, 47, 397-406.
2. AGUAYO, E., ESCALONA, V.H., GÓMEZ, P., ARTÉS-HDEZ E, ARTÉS, F. 2007. Técnicas Emergentes y Sostenibles para la Desinfección de Frutas y Hortalizas Mínimamente Procesadas. *Phytoma*, Mayo N°: 189: 138 - 142.
3. AHVENAINEN, R. 1996. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruits and vegetables. *Trends Food Sci Tech*, 7, 179-186.
4. ALLENDE, A., ARTÉS, F. 2003. UV-C radiation as a novel technique for keeping quality of fresh processed 'Lollo Rosso' lettuce. *Food Res Int*, 36, 739-746.
5. ARTÉS, F. 2000. Productos vegetales procesados en fresco. En: Lamúa, M. (Ed), *Aplicación del frío a los alimentos*. Mundi-Prensa, Madrid, España, 127-141.
6. ARTÉS, F., GÓMEZ, P., ARTÉS-HERNÁNDEZ, F., AGUAYO, E., ESCALONA, V.H. 2007. Improved strategies for keeping overall quality of fresh-cut produce. En: Kanlayanarat, S., Toivonen, P.M.A., Gross, K.C. (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Quality Management of Fresh Cut Produce. QMCP 2007*, Acta Horticulturae 746. Bangkok, Tailand, 6-8 Agosto. 245-258.
7. BABIC, I., ROY, S., WATADA, A.E., WERGIN, W.P. 1996. Changes in microbial populations on fresh-cut spinach. *Int. J. Food Microbiol.*, 31, 107-119.
8. BARRETT, D.M. 1996. Special treatments to maintain product quality. En: *Fresh-cut products: Maintaining quality and safety*. Ed. Univ. of California. Postharv. Hort. Ser. 10.
9. BARRIGA, M.J., TRACHY, G., WILLEMOT, C., SIMARD, R.E. 1991. Microbial changes in shredded iceberg lettuce stored under controlled atmosphere. *J Food Sci*, 56, 1586-1588.
10. BARRY-RYAN, C., PACLUSSI, J.M., O'BEIRNE, D. 2000. Quality of shredded carrots as affected by packaging film and storage temperature. *J Food Sci*, 65, 726-730.
11. BOLIN, H.R., STAFFORD, A.E., KING, A.D. JR., HUXSOLL, C.C. 1977. Factors affecting the storage stability of shredded lettuce. *J Food Sci*, 42, 1319-1321.
12. BRACKETT, R.E. 1987. Microbial consequence of fresh-cut fruits and vegetables. *J Food Quality*, 10, 195-206.
13. BRECHT, J.K. 1995. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*, 30, 18-22.
14. CAMERON, A.C., TALASILA, P.C., JOLES, D.W. 1995. Predicting film permeability needs for modified-atmosphere packaging of lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*, 30, 25-34.
15. CANTWELL, M.I., SUSLOW, T.V. 2002. Postharvest handling systems: fresh-cut fruits and vegetables. En: Kader, A.A. (Ed), *Postharvest technology of horticultural crops*. Third edition. Pub 3311. University of California, pp. 445-463.
16. CARLIN, F., NGUYEN-THE, C., CHAMBROY, Y. Y REICH, M. (1990). Effects of controlled atmospheres on microbial spoilage, electrolyte leakage and sugar content of fresh 'ready-to-use' carrot. *J. Food Sci. Technol.*, 25, 110-119.

17. COUTURE, R., CANTWELL, M.I., KE, D., SALTVEIT M.E. 1993. Physiological attributes related to quality attributes and storage life of minimally processed lettuce. *HortScience*, 28, 723-725.
18. ESCALONA, V.H. 2003. Innovaciones tecnológicas en la conservación y procesado en fresco de hinojo y colirrábano mediante refrigeración y modificación de la atmósfera. Tesis doctoral. UPCT. Cartagena. 280 p.
19. ESCALONA, V.H., AGUAYO, E., ARTÉS, F. 2006a. Quality changes of intact and sliced fennel stored under different atmospheres. *Postharvest Biol Technol*, 41, 307-316.
20. ESCALONA, V.H., AGUAYO, E., ARTÉS, F. 2006b. Reducción del pardeamiento enzimático en hinojos enteros y mínimamente procesado en mitades. *Alimentaria, Revista de Tecnología e Higiene de los Alimentos*, 385, 89 - 100.
21. ESCALONA, V., VERLINDEN, B., GEYSEN, S., NICOLAÏ, B. 2006c. Changes in respiration of fresh-cut butterhead lettuce under controlled atmospheres using low and superatmospheric oxygen conditions with different carbon dioxide levels. *Postharvest Biol. Technol*, 39, 48-55.
22. FISCHER, R.L., BENNETT, A.B. 1991. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. *Plant Mol. Biol.*, 42, 675-703.
23. GARCÍA, E., BARRETT, D.M. 2002. Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetables. Dept. Food Science and Technology. University of California, Davis. 32 p.
24. GORNY, J.R. 1997. A summary of CA and MAP requirements and recommendations for fresh-cut fruits and vegetables. En: *Fresh-cut fruits and vegetables and MAP. CA'97 Proceedings 5*. University of California, EEUU, 30-33.
25. GOUPY, P., AMIOT, M.J., RICHARD-FORGET, E., DUPRAT, F., AUBERT, S., NICOLAS, J. 1995. Enzymatic browning of model solutions and apple phenolic extracts by apple polyphenol oxidase. *J Food Sci*, 60, 497-505.
26. HUXSOLL, C.C., BOLIN, H.R. 1989. Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol*, 43, 124-128.
27. JACKSENS, L., DEVLIEGHERE, F., DEBEVERE, J. 2002. Temperature dependence of shelf-life as affected by microbial proliferation and sensory quality of equilibrium modified atmosphere packaged fresh produce. *Postharvest Biol Technol*, 26, 59-73.
28. KANENO, K., HAYASHIDANI, H., OHTOMO, Y., KOSUGE, J., KATO, M., TAKAHASHI, K., SHIRAKI, Y., OGAWA, M. 1999. Bacterial contamination of ready-to-eat foods and fresh products in retail shops and food factories. *J Food Prot*, 62, 644-649.
29. KE, D., SALTVEIT, M.E. 1989. Carbon dioxide-induced brown stain developments as related to phenolic metabolism in iceberg lettuce. *J Am Soc Hortic Sci*, 114, 789-794.
30. KING, A.D. JR, MAGNUSON, J.A., TOROK, T., GOODMAN, N. 1991. Microflora and storage quality of partially processed lettuce. *J Food Sci*, 56, 459-461.
31. KING, A.D., BOLIN, H.R. 1989. Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol*, 43(2), 132-135, 139.
32. LAURILA, E., KERVINEN, R., AHVENAINEN, R. 1998. The inhibition of enzymatic browning in minimally processed vegetables and fruits. *Postharvest New and Information*, 9(4), 53-66.
33. MATEOS, M., KE, D., CANTWELL, M., KADER, A.A. 1993. Phenolic metabolism and ethanolic fermentation of intact and cut lettuce exposed to CO₂-enriched atmosphere. *Postharvest Biol Technol*, 3, 225-233.
34. NGUYEN-THE, C., CARLIN, F. 1994. The microbiology of fresh-cut fresh fruits and vegetables. *Crit Rev Food Sci*, 34, 371-401.
35. PONTING, J.D., JACKSON, R. Y WATTERS, G. 1972. Refrigerated apple slices: preservative effects of ascorbic acid, calcium and sulfites. *J Food Sci*, 37, 434-436.
36. PRIEPKE, P.E., WEI, L.S., NELSON, A.J. 1976. Refrigerated storage of prepackaged salad vegetables. *J Food Sci*, 41, 379-382.
37. QI, L., WU, T., WATADA, A.E. 1999. Quality changes of fresh-cut honeydew melons during controlled atmosphere storage. *J Food Qual*, 22, 513-521.
38. RUSHING, N.B., SENN, V. 1962. Effect of preservatives and storage temperatures on shelf life of chilled citrus salads. *Food Technol*, 16(2), 77-79.
39. SCHLIMME, D.V. 1995. Marketing lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*, 30, 15-17.
40. SIRIPHANICH, J., KADER, A.A. 1985. Effect of CO₂ on total phenolics, phenylalanine ammonia lyase and polyphenol oxidase in lettuce tissue. *J Amer Soc Hort Sci*, 110, 249-253.
41. VAMOS-VIGAZO, L. 1981. Polyphenol oxidase and preoxidase in fruits and vegetables. *Crit Rev Food Sci*, 15, 49-127.
42. VAN DE VELDE, M.D., HENDRICKX, M.E. 2001. Influence of storage atmosphere and temperature on quality evolution of cut Belgian endives. *J Food Sci*, 66, 1212-1218.
43. VAROQUAUX, P., LECENDRE, I., VAROQUAUX, F., SOUTY, M. 1990. Changes in firmness of kiwi fruit after slicing. *Sci. Alim*, 10, 127-139.
44. WATADA, A.E., ABE, K., YAMUCHI, N. 1990. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. *Food Technol*, 44(5), 116-122.
45. WATADA, A.E., QI, L. 1999. Quality of fresh-cut produce. *Postharvest Biol Technol*, 15, 201-205.