

EFFECTO DE LA ENVOLTURA PLÁSTICA Y EL TIEMPO DE ALMACENAMIENTO SOBRE EL COMPORTAMIENTO POSCOSECHA DE FRUTOS DE PARCHITA MARACUYÁ¹

Jesús Aular², Carlos Ruggiero³ y José Durigan³

RESUMEN

Frutos de parchita maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) cosechados en la planta con 40-50% de su cáscara con el color amarillo fueron acondicionados con diferentes envolturas plásticas y almacenados bajo condiciones ambientales (24 °C; 60% HR) por 15 días, para estudiar el efecto de la envoltura plástica sobre su comportamiento poscosecha. La modificación de la atmósfera interna de los embalajes fue de mayor intensidad cuando se usó polietileno de baja densidad. Los materiales plásticos retardaron la pérdida de humedad; sin embargo, propiciaron una alta incidencia de pudriciones en los frutos. El uso de la envoltura plástica no afectó las modificaciones de las características físicas del fruto y físico-químicas del jugo que ocurren normalmente durante la poscosecha. El aumento en el tiempo de almacenamiento indujo un incremento en la pérdida de masa fresca y en el número de frutos con pudrición, y a una disminución en los contenidos de SST, ATT y ácido ascórbico.

Palabras clave adicionales: *Passiflora edulis*, atmósfera modificada

ABSTRACT

Effect of plastic film and the storage time on postharvest of passion fruit

Fruits of passion (*Passiflora edulis* Sims) harvested at 40 to 50% of yellow color were packed inside plastic film and stored at laboratory conditions (24°C; 60% RH) for a period of 15 days, to study its effect in the postharvest evolution. Low-density polyethylene film cover affected the inner atmosphere in more intensity. Plastic films reduced fruit dehydration, but increased fruit diseases. The film did not affect physical characteristics of the fruit and chemical characteristics of the juice. Increasing the storage time caused an increase in the loss of fresh matter and the number of rotted fruits alongwith a reduction in the TSS, TTA and ascorbic acid content.

Additional key words: *Passiflora edulis*, modified atmosphere

INTRODUCCIÓN

Según Pruthi (1963), los frutos de la parchita maracuyá *Passiflora edulis* Sims f. *Flavicarpa Degener* son de difícil conservación. Durante el período de poscosecha la alta incidencia de pudriciones y la marchitez limitan su vida útil a pocos días (Ruggiero et al., 1996). A pesar de ser un fruto perecedero la mayoría de los productores lo cosechan en el suelo, lo cual reduce más su período de conservación (Durigan, 1998).

Durante el almacenamiento de este fruto ocurre disminución de los contenidos de sólidos solubles totales, de acidez total titulable (Sjostrom y Rosa, 1977) y de ácido ascórbico (Cereda et al., 1984). Cuanto más intensas sean las magnitudes de esas modificaciones, mayor es el deterioro de su calidad.

La combinación de envolturas plásticas con la refrigeración es de uso frecuente durante el transporte y el almacenamiento de los frutos (Moleyar y Narashimhan, 1994); entre estas envolturas se han destacado el polietileno de baja

Recibido: Septiembre 20, 2000

Aceptado: Enero 25, 2001

¹ Investigación parcialmente financiada por FAPESP, proceso N° 97/07 660-1

² Posgrado de Horticultura, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Apdo. 400. Barquisimeto, Venezuela.
e-mail: jesusaular@yahoo.com

³ Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal. Rodovia Prof. Paulo Donato Castellane, Km 5. 14870-000 Jaboticabal, SP. Brasil.

densidad y el policloruro de vinilo (Sacharon y Griffin, 1970). Las bajas concentraciones de oxígeno (O₂) y altas de dióxido de carbono (CO₂) reducen la tasa respiratoria y la producción de etileno originando un retardo en los cambios asociados a la evolución del color, la consistencia, el aroma y el sabor de los frutos, lo cual permite una mayor vida útil (Kader, 1995). Sin embargo, las bajas concentraciones de O₂ favorecen la producción de etanol y acetaldehído, lo que propicia el desarrollo de sabores y olores indeseables (Zagory y Kader, 1988).

Generalmente durante la poscosecha de la parchita maracuyá se emplea un manejo poco tecnificado, lo que propicia altas pérdidas de este fruto. No obstante, se han encontrado algunos resultados experimentales satisfactorios con el uso de plásticos y diferentes condiciones de almacenamiento, destacando los de Ganapathy y Sing (1976), Salazar y Torres (1977), Collazos et al. (1984), Gama et al. (1991), Saénz et al. (1991), Mohammed (1993) y Ruggiero et al. (1996). Los principales beneficios que han sido verificados por estos autores son el mantenimiento de la apariencia y el retardo en la evolución de la maduración y otros cambios asociados a la poscosecha.

La permeabilidad, el grosor y la presencia de perforaciones en la envoltura, entre otros factores, determinan la concentración de gases en el interior de los embalajes. Collazos et al. (1984) observaron que el retardo en la maduración de la parchita maracuyá fue mayor cuanto mayor era el espesor de la envoltura. Gama et al. (1991) y Mohammed (1993) han recomendado embalaje de polietileno de baja densidad para el almacenamiento de este fruto, sin perforaciones y con espesor entre 15 y 40 micras. Por otra parte, Ruggiero et al. (1996) también obtuvieron buena conservación de este fruto cuando usaron polietileno de baja densidad con perforaciones de 0,5 cm de diámetro.

La incidencia de pudriciones durante la poscosecha del fruto aumenta con el uso de envolturas plásticas (Saénz et al., 1991; Arjona et al., 1994), lo cual ha limitado su utilización. Generalmente el control de las pudriciones se realizan sobre la base del uso de fungicidas; sin embargo, esto propicia la presencia de residuos tóxicos. Aular et al. (1999) comprobaron que el tratamiento de frutos de parchita maracuyá con

agua a 47,5±0,5 °C por 5 minutos retardó el apareamiento de las pudriciones, sin que el calor modificase la maduración de los frutos.

El objetivo de este trabajo fue describir el efecto de la envoltura plástica y del tiempo de almacenamiento sobre la evolución de las características físicas y físico-químicas de frutos de parchita maracuyá durante su poscosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 120 frutos de parchita maracuyá producidos en la región de Taquaritinga, São Paulo, Brasil, (521 msnm, 21°24' de latitud Sur) cosechados en la planta en julio de 1999, con 40 a 50% de su cáscara con color amarillo. Se aplicó un tratamiento térmico con agua a 47 °C en todos los frutos por 5 minutos (Aular et al., 1999), y luego de transcurridos 15 minutos adicionales, se acondicionaron en:

1. Testigo (sin envoltura)
2. Bandejas de plástico recubiertas con una envoltura de policloruro de polivinilo, PVC (32 micras de espesor)
3. Bolsas de polietileno de baja densidad, FP (40 micras de espesor)

La permeabilidad de las envolturas al vapor de agua, oxígeno y gas carbónico utilizadas como referencia para este trabajo, y determinadas por Gaspar (1997) se resumen en el Cuadro 1.

El almacenamiento de los frutos se realizó durante 15 días en condiciones ambientales con temperatura promedio de 24±4 °C y humedad relativa promedio de 60±3%.

La concentración de O₂ y CO₂ en el interior de los embalajes se determinó mediante un cromatógrafo a gas marca Finnigan, modelo 9001. Se siguió un procedimiento similar al descrito por Arjona et al. (1994), usándose un septo de silicón colocado en los embalajes con cinta adhesiva, colectándose 0,3 mL de muestra gaseosa para proceder con las determinaciones en el equipo. La velocidad del flujo de la columna fue de 30 mL.min⁻¹ y el gas de transporte fue el hidrógeno, con una velocidad de 15 mL.min⁻¹. La temperatura de la columna fue de 53 °C, la del inyector de 150 °C y la del detector de 350 °C. Las proporciones de los gases fueron obtenidas en función de curvas de referencia realizadas con una

mezcla patrón de 0,1% de CO₂ y 10% de O₂. La composición gaseosa se determinó al inicio del experimento; luego cada 12 horas hasta el tercer día, después cada 2 días hasta el noveno día y finalmente cada 3 días hasta el 15° día del período de almacenamiento.

Se determinó la pérdida de masa fresca acumulada y el número de frutos con pudrición, cada 3 días, según lo descrito por Aular (1999). Se

estableció como criterio de descarte cuando un 50% del lote a ser analizado presentaba síntomas de pudrición. Por otro lado, después de cortar los frutos y proceder a la extracción del jugo más la pulpa, se determinaron cada 5 días, los contenidos de sólidos solubles totales (SST) por refractometría, acidez total titulable (ATT) según Tressler y Joslyn (1961) y ácido ascórbico según Rangana (1977).

Cuadro 1. Tasa de permeabilidad de las envolturas de PVC y FP al vapor de agua (TPVA) a 38 °C y 90% de HR, al oxígeno (TPO₂) y el gas carbónico (TPCO₂) a 25 °C y 1 atm de presión parcial.

Envoltura	TPVA	TPO ₂	TPCO ₂
	g. m. ⁻² día ⁻¹	cm ³ m. ⁻² día ⁻¹	cm. ³ m. ⁻² día ⁻¹
PVC	345,0	10.589,0	51.728,0
FP	21,4	6.253,0	18.826,0

PVC: Policloruro de vinilo

FP: Polietileno de baja densidad

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completamente al azar, considerándose tres repeticiones por tratamiento con tres frutos cada una. Se realizó la prueba de "F" y separación de medias de Tukey utilizando el sistema SAS (SAS Institute. Cary, NC).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las envolturas plásticas utilizadas en el acondicionamiento de los frutos afectaron las concentraciones de los gases en el interior de los embalajes (Figuras 1 y 2), mostrando el comportamiento climatérico de los frutos tal como fue señalado por Pruthi (1963). El PVC indujo los menores porcentajes de CO₂ y los mayores de O₂, lo cual pudo ocurrir debido a que este material es más permeable a esos gases que el FP (Cuadro 1). Sin embargo, diferentes resultados han sido reportados por Arjona et al. (1994), quienes no encontraron efecto del PVC sobre la concentración de los gases, después de un mes de almacenamiento de los frutos.

Se observó un aumento en el porcentaje de CO₂ y una disminución en el de O₂, lo cual fue más evidente durante el transcurso de las primeras 12 horas de almacenamiento. La concentración inicial de CO₂ fue de 0,06% y pasó en 12 horas a 16,53% para el FP y 6,95% para el PVC, y luego se mantuvieron hasta el 9° día en aproximadamente 11% (FP) y 8% (PVC); posteriormente, no se observaron diferencias entre

el tipo de envoltura hasta el final del experimento (Figura 1). La concentración inicial de O₂, 18,13%, disminuyó en las primeras 12 horas a 4,22%, para el FP y 10,56% para el PVC. Durante el resto del experimento la concentración del oxígeno varió poco, entre 4 y 5% para el FP y 10 al 11% para el PVC. Las diferencias en la concentración inicial, media y final de CO₂ y de O₂ están relacionadas con la respiración de los frutos y la permeabilidad de los envoltorios a los gases.

El aumento del tiempo de almacenamiento indujo a un incremento en la pérdida de masa fresca acumulada; sin embargo, se verificó un efecto retardante de las envolturas plásticas sobre esta pérdida (Cuadro 2). La pérdida de agua de los frutos embalados con FP a los 15 días fue de 1,46% y para los acondicionados con PVC, 2,91%; ambos valores fueron menores al del testigo, el cual alcanzó 21,85% de pérdida acumulada. Similares resultados han sido señalados por Collazos et al. (1984) usando FP y por Arjona et al. (1994) con PVC.

Las pudriciones en los frutos se hicieron evidentes alrededor del 12° día durante el período de almacenaje. La mayor incidencia ocurrió en aquellos frutos acondicionados con envolturas plásticas (Cuadro 2). Esto sugiere que la alta humedad relativa alcanzada en el interior de los embalajes pudo haber favorecido el desarrollo de los microorganismos según lo constatado por Saénz et al. (1991) y Arjona et al.

(1994). La vida útil de los frutos sin embalar fue de 15 días. No se observó que el uso de las envolturas plásticas pudiera prolongar este período. La alta incidencia de pudriciones en los frutos acondicionados con envolturas plásticas

limitaría el futuro uso de estos materiales en el manejo poscosecha de la parchita maracuyá, razón por la cual debe investigarse el control de las pudriciones cuando se usen materiales plásticos como acondicionadores.

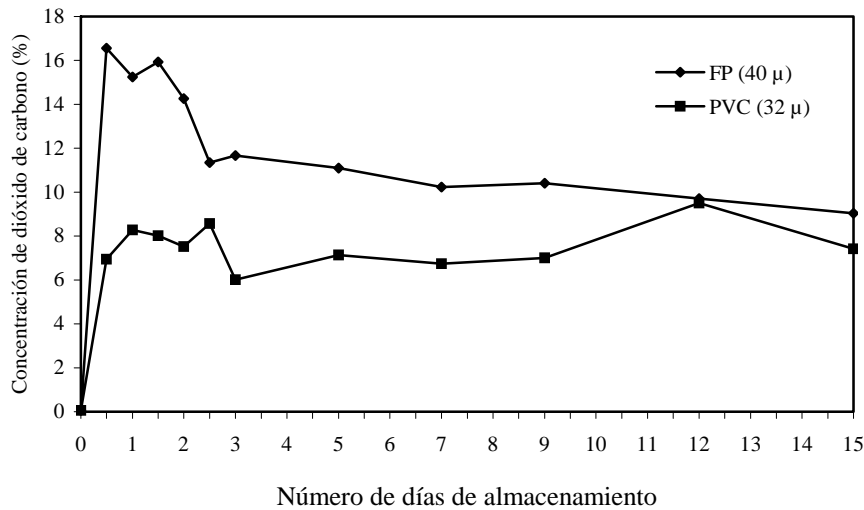


Figura 1. Evolución durante el almacenamiento de la concentración de dióxido de carbono en el interior de embalajes de policloruro de vinilo (PVC) y polietileno de baja densidad (FP) contentivos de parchita maracuyá

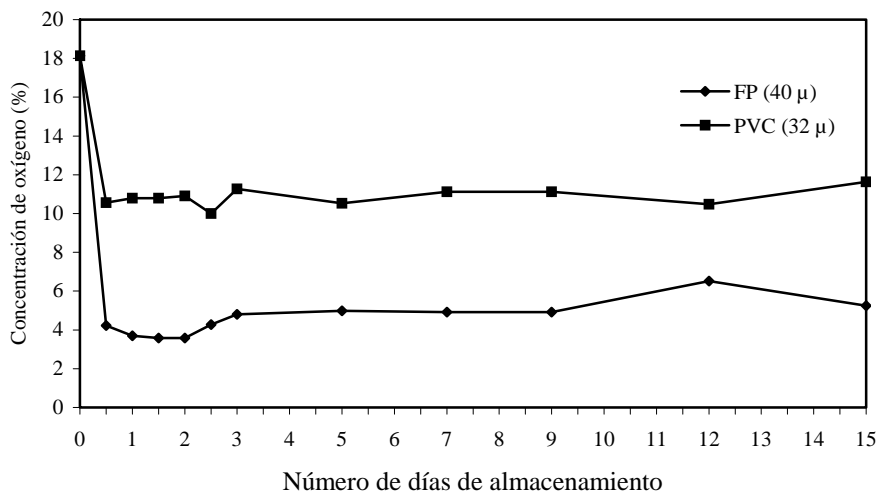


Figura 2. Evolución durante el almacenamiento de la concentración de oxígeno en el interior de embalajes de policloruro de vinilo (PVC) y polietileno de baja densidad (FP) contentivos de parchita maracuyá.

Cuadro 2. Efecto de la envoltura plástica y del tiempo de almacenamiento sobre la pérdida de masa fresca y el número de frutos con pudrición de parchita maracuyá.

Tiempo (días)	Pérdida de masa fresca acumulada (%)			Número de frutos con pudrición		
	TE	FP	PVC	TE	FP	PVC
0	0 Fa	0 Aa	0 Ba	0 Ca	0 Ca	0 Ca
3	3,49 Ea	0,46 Ab	0,65 Bb	0 Ca	0 Ca	0 Ca
6	9,19 Da	0,62 Ab	1,57 Abb	0 Ca	0 Ca	0 Ca
9	13,46 Ca	0,79 Ab	1,99 Abb	0 Ca	0 Ca	0 Ca
12	16,77 Ba	1,06 Ab	2,73 Ab	0,35 Bb	0,64 Ba	0,64 Ba
15	21,85 Aa	1,46 Ab	2,91 Ab	0,64 Ab	1,63 Aa	1,63 Aa

Tiempo = Tiempo de almacenamiento; TE = testigo; FP = envoltura de polietileno de baja densidad; PVC = envoltura de cloruro de polivinilo. Los valores con la misma letra, mayúscula en la columna y minúscula en la fila, son iguales entre si según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad

No hubo efecto del tipo de envoltura sobre el contenido de acidez total titulable y sólidos solubles totales aunque se detectó una disminución más rápida del ácido ascórbico en el embalaje con FP (Cuadro 3), lo cual contrasta con lo observado por Mohammed (1993) y Arjona et al. (1994), quienes encontraron un efecto

conservador del FP en los contenidos de ATT y ácido ascórbico. El aumento del tiempo de almacenamiento indujo a que los valores de las características físico-químicas presentaran tendencias decrecientes (Cuadro 3), lo cual confirma lo reportado por Gama et al. (1991) y Arjona et al. (1994).

Cuadro 3. Efecto de la envoltura plástica y del tiempo de almacenamiento sobre el contenido de acidez total titulable, sólidos solubles totales y ácido ascórbico del jugo de frutos parchita maracuyá.

Tiempo (días)	Acidez total titulable (ácido cítrico g.100g ⁻¹)			Sólidos solubles totales (°Brix)			Ácido ascórbico (mg. 100g ⁻¹)		
	TE	FP	PVC	TE	FP	PVC	TE	FP	PVC
0	5,94 Aa	5,04 Aa	5,94 Aa	13,37 Aa	13,37 Aa	13,37 Aa	21,28 Aa	21,28 Aa	21,28 Aa
5	4,28 Bb	4,78 Ba	3,84 Bb	13,97 Aa	13,14 Aa	13,28 Aa	21,13 Aa	19,85 Ba	21,50 Aa
10	3,62 Cb	4,47 Ba	3,61 Bb	12,07 Ba	11,42 Ba	12,06 Ba	17,26 Ba	19,11 Ba	16,05 Bb
15	3,29 Cc	4,18 Ba	3,82 Bb	12,47 Ba	11,31 Ba	11,64 Ba	16,01 Bb	18,09 Ba	16,60 Bb

Tiempo = Tiempo de almacenamiento; TE = testigo; FP = envoltura de polietileno de baja densidad; PVC = envoltura de cloruro de polivinilo. Los valores con la misma letra, mayúscula en la columna y minúscula en la fila, son iguales entre si según la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Kader (1995) señala que el retraso en la evolución de las características físico-químicas que ocurren durante la poscosecha de los frutos es una de las ventajas del uso envolturas plásticas. El PVC y el FP evaluados en este trabajo indujeron a variaciones importantes en las concentraciones iniciales de CO₂ y O₂, originando atmósferas modificadas. Sin embargo, no se pudo comprobar alguna modificación en la evolución de los SST, la ATT y del ácido ascórbico relacionada con las atmósferas generadas con el uso de las envolturas.

CONCLUSIONES

La modificación de la atmósfera interna de embalajes plásticos contentivos de frutos de

parchita maracuyá fue mayor cuando se usó la envoltura de polietileno de baja densidad (FP) que cuando se usó la de policloruro de polietileno (PVC).

Las envolturas plásticas retardaron la pérdida de humedad; sin embargo, propiciaron la incidencia de pudriciones en los frutos.

Hubo poco efecto del tipo de envoltura (PVC y FP) en la evolución de las características físico-químicas del jugo de los frutos durante la poscosecha.

El aumento en el tiempo de almacenamiento propició un incremento en la pérdida de masa fresca y en el número de frutos con pudrición, así como una disminución en los contenidos de SST, ATT y ácido ascórbico.

LITERATURA CITADA

1. Arjona, H., F. Matta y J. Garner. 1994. Wrapping in polyvinyl chloride film slows quality loss of yellow passion fruit. *HortScience* 29(4): 295-296.
2. Aular, J., J. Durigan y C. Ruggiero. 1999. Efeito do tratamento hidrotermico e da aplicação de fungicida sobre o comportamento pós-colheita de frutos de maracujá-amarelo. *In: Congresso Paulista de Fitopatologia, 21, UNESP. Jaboticabal. p.132.*
3. Cereda, E., U. Lima, R. Cunha y M. Cereda. 1984. Conservação e armazenamento do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa* Deg.) III. Variações no teor de ácido ascorbico. *Turrialba* 23(4): 517-523.
4. Collazos, O., A. Bautista, B. Millán y B. Mapura. 1984. Efecto de bolsas de polietileno en la conservación de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa*), curuba (*Passiflora mollissima* HBK Bailey) y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Acta Agronómica* 34(2): 53-59.
5. Durigan, J. 1998. Colheita e pós-colheita. *In: Ruggiero, C. Edt. Maracujá, do plantio à colheita. Anais do 5º Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Maracujazeiro. UNESP. Jaboticabal. São Paulo, Brasil. pp. 257-278.*
6. Gama, F., I. Manica, H. Kist y M. Accorsi. 1991. Aditivos e embalagens de polietileno na conservação do maracujá-amarelo armazenado em condições de refrigeração. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 26(3-4): 305-310.
7. Ganapathy, K. y H. Singh. 1976. Storage behavior of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) under different storage conditions. *Indian Journal of Horticultural* 33(3-4):220-223.
8. Gaspar, J. 1997. Influência da refrigeração e de filmes plásticos sobre a conservação pós-colheita da goiaba "Kumagai". Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa. 70 p.
9. Kader, A. 1995. Regulations of fruit physiology by controlled y modified atmospheres. *Acta Horticulturae* 398: 59-67.
10. Mohammed, M. 1993. Storage of passion fruits in polymeric films. *Proceeding of Interamerican Society of Tropical Horticulture* 37: 85-88.
11. Moleyar, V. y P. Narashimhan. 1994. Modified atmosphere packing of vegetables an appraisal. *Journal Food Science y Technology* 31(4):267-278.
12. Pruthi, J. 1963. Physiology, chemistry y technology of passion fruit. *Advances in Food Research* 12: 203-282.
13. Rangana, S. 1977. *Manual of analysis of fruits y vegetable products.* New Delhi. McGraw Hill. 634 p.
14. Ruggiero, C., A. São Jose, C. Volpe, J. De Oliveira, J. Durigan, J. Baungartner, J. Da Silva, K. Nakamura, M. Ferreira, R. Kavati y. V. Pereira. 1996. *Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção.* Brasilia. Frupex-Embrapa. 63 p.
15. Sacharon, S. y R. Griffin. 1970. *Food packaging.* Wesport. AVI Publication. 412 p.
16. Saénz, M., L. Castro, y J. González. 1991. Efecto del empaque y la temperatura de almacenamiento sobre la vida poscosecha y la calidad de los frutos de maracuyá amarilla (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa*) *Agronomía Costarricense* 15(1-2): 79-83.
17. Salazar, R. y M. Torres. 1977. Almacenamiento de frutos de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *Flavicarpa* Degener) en bolsas de polietileno. *Revista ICA* 12(1): 1-11.

18. Sjoström, G. y J. Rosa. 1977. Estudos sobre as características físicas e composição química do marujá-amarelo, *Passiflora edulis* f. Flavicarpa Deg. cultivado no município de Entre Rios, Bahia. Congresso Brasileiro de Fruticultura, 4. Sociedade Brasileira de Fruticultura. Anais. pp. 263-373.
19. Tressler, D. y M. Joslyn. 1961. Fruits y vegetables juice-processing technology. AVI Publications. 1028 p.
20. Zagory, D. y A. Kader. 1988. Modified atmosphere packaging of fresh product. Food Technology 4(1):70-86.