

재배시기에 따른 파슬리의 MA저장시 저장성 비교

양은미¹ · 박권우¹ · 강호민^{2*}

¹고려대학교 생명산업과학부, ²강원대학교 원예학과

Comparison of Storability of Fresh Parsley Grown in Different Seasons in MA Storage

Eun-Mi Yang¹, Kuen-Woo Park¹, and Ho-Min Kang^{2*}

¹Division of Bioscience and Technology, Korea University, Seoul 136-701, Korea

²Dept of Horticulture, Kangwon Nat. University, Chunchon 200-701, Korea

Abstract. This study was conducted to find out the influence of cultivation season for fresh parsley in modified atmosphere storage. As the qualities of fresh parsley grown in different seasons; autumn, winter, summer were compared, the chlorophyll and vitamin C showed the highest content in autumn and winter cultivation, respectively, but the firmness was the highest in summer cultivation treatment. These fresh parsleys grown in different seasons packaged with 0.04 mm ceramic film and stored at 0°C. The shelf life of these parsleys were 84 days in winter cultivation treatment, while parsleys cultivated in autumn and summer were able to be stored for 77 days and 56 days, respectively. The fresh weight loss of parsley was much more higher in summer than in both autumn and winter cultivation treatments. The carbon dioxide and ethylene contents in packages in summer were more than twice as high in autumn and winter cultivation treatment. There were not different between autumn and winter cultivation treatment in the two kinds of gas contents. This result should be caused by higher field heat that increased a respiration remarkably during the early storage. The highest field heat produced by summer cultivation resulted in remarkable decreases of firmness, chlorophyll and vitamin C during MA storage. As the results, the fresh parsley showed highest storability in winter cultivation treatment. The field heat of fresh parsley should be eliminated just after harvest for a long term storage.

Key words : carbon dioxide, chlorophyll, ethylene, field heat, firmness, vitamin C

*Corresponding author

서 언

파슬리(*Petroselinum crispum* Mill.)는 지중해 원산으로 생육적온이 15~20°C인 호냉성 작물인데, 5°C 이상으로만 온도관리를 하면 연중 수확이 가능하다. 이러한 파슬리는 신선한 외에 각종 비타민과 무기양분의 함량이 많은데, 특히 비타민 C는 생체 100g에 100mg 이상 함유하고 있다. 또한 Ca, P, Fe 등의 함량도 풍부하며 K의 경우 신선중의 약 1% 정도를 함유하고 있다(Park, 1996). 이러한 파슬리의 경우 잎이 차지하는 비율이 높아서 호흡률이 높은 산물이므로 상온에서는 빠른 시간 내에 수분이 손실되어 품질이 저하된다. 그러나 저온 장해를 일으키지 않는 산물이므로(Kader,

1992), 냉장 저장하게 되면 2개월 동안 양호한 상태를 유지할 수 있다(Snowdon, 1991). Aharoni 등(1989)은 파슬리를 포함한 몇 가지 허브류를 이용하여 필름 유형별 modified atmosphere(MA) 저장한 결과 무공 필름이 유공 필름에 비해 열록소 감소율이나 부패 정도를 상당히 지연시킬 수 있다고 하였다.

재배시기나 수확시기에 따른 원예작물의 저장성에 대해 국외에서는 사과, 망고 등에서 보고된 바가 있으나(Alique와 Zamorano, 2000; Echeverria 등, 2004), 이러한 기존의 연구는 연도별 재배 혹은 1달 정도의 수확시기 차이만이 비교되었으며, 작물의 재배시기별 저장성 비교에 관한 연구는 미비한 실정이다. 그러나 파슬리와 같이 연중 재배가 가능한 채소의 경우 재배

시기에 따라 완전히 생육환경이 바뀌어 저장성에 미치는 영향이 보다 클 것으로 생각된다.

본 연구에서는 재배시기별 파슬리의 저장성을 비교하여 생육환경이 저장에 미치는 영향을 알아보고자 실시하였다.

재료 및 방법

경기도 성남시에서 연중 생산하는 파슬리(품종: 파워플레이, 아시아종묘) 재배 농가에서 여름재배(8월 3일 수확), 가을재배(12월 9일 수확), 겨울재배(3월 5일 수확)된 것을 계절마다 수확하여 재료로 사용하였다. Park 등(1999)의 보고에서 파슬리 MA 저장에서 가장 우수한 성적을 보인 0.04mm 세라믹 필름으로 포장하여 0°C에 저장하였다. 저장중 2주 간격으로 생체중 변화와 가스 크로마토그래프(HP 5890II, Hewlett-Packard, USA)를 이용하여 포장내의 이산화탄소, 에틸렌 함량을 측정하였다(Park 등, 2000). 저장 개시일과 최종일에 경도, 엽록소와 비타민 C 함량 그리고 건물물을 측정하였다. 파슬리 엽병의 경도는 Instron(Model 1101, Instron LTD, England)을 이용하여 측정하였고, 엽록소 함량은 N,N-dimethyl formamide을 이용해 추출하여 spectrophotometer(Beckman DU- 64)로 663과 645nm의 파장에서 측정하였다(Inskeep와 Bloom, 1985). 비타민 C 함량은 형광광도법(AOAC, 1995)을 이용하여 측정하였고, 건물물을 잎과 엽병으로 나눈 파슬리를 열풍 건조기로 70°C에서 3주간, 100°C에서 3일간 건조시켜 건물중을 측정 후 생체중에 대한 백분율로 계산하였다. 통계분석은 Microsoft Excel 2002 program을 이용하여 평균과 표준편차로 나타내었으며 SAS(SAS Institute, 1985) program을 이용한 Duncan의 다중검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

여름(8월 3일 수확), 가을(12월 9일 수확), 그리고 겨울(3월 5일 수확)에 재배한 파슬리를 0.04mm 세라믹 필름에 포장하여 0°C에 저장한 결과(Fig. 1), 가을재배 처리구는 77일, 겨울에 재배한 것은 84일, 여름에 재배한 것은 56일 동안 저장이 가능하였다.

저장중 생체중 감소는 저장기간이 길었던 가을재배

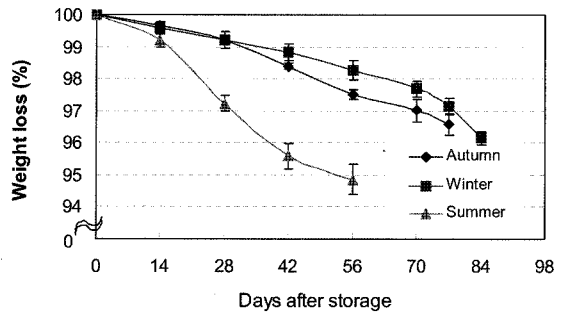


Fig. 1. The change of weight loss of parsley grown different seasons during 0°C MAP storage. Vertical bars represent SD (n=4).

와 겨울재배 처리구는 비슷한 수준으로 감소하였으나 여름재배 처리구에서 생체중 감소가 두드러졌다(Fig. 1). 일반적으로 엽채류의 저장 중 상품성을 유지할 수 있는 수분 손실의 최대 한계치는 약 5~7%인데(Robinson 등, 1975), 본 실험의 모든 처리구에서의 저장 최종일 생체중 감소는 약 3~5% 수준으로 수분 손실로 인한 품질저하는 없었다. 그러나 수분 감소는 팽압과 경도를 감소시켜 품질을 저하시키는 주요한 원인이 되는데(Kays, 1991), 위조가 발생되면 외형이 변하며, 연화로 인한 질감의 변화와 함께 영양적 품질의 변화를 초래하기 때문이다(Kader, 1986).

포장내의 이산화탄소 함량의 경우 가을재배와 겨울재배 처리구는 서로 유사한 경향을 보였으나 여름재배 처리구의 이산화탄소 함량은 이들 처리구에 비해 약 2배 수준이었다(Fig. 2). 이는 수확 당시 산물의 높은 포장열에 의한 호흡이 저장 기간 동안 계속 진행되었던 것으로 사료된다.

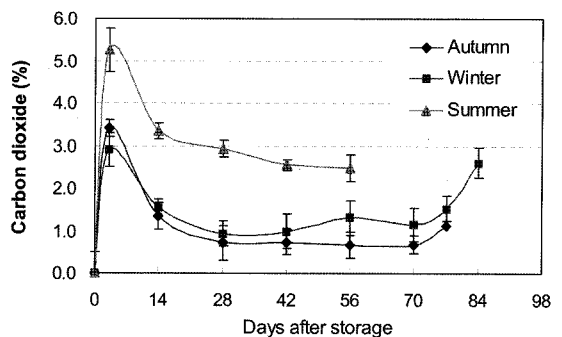


Fig. 2. The change of carbon dioxide conc. in MAP packed with parsley grown different seasons during 0°C storage. Vertical bars represent SD (n=4).

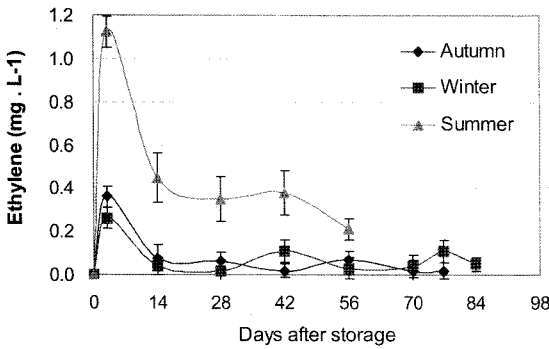


Fig. 3. The change of ethylene conc. in MAP packed with parsley grown different seasons during 0°C storage. Vertical bars represent SD (n=4).

에틸렌 농도 역시 가을재배와 겨울재배 처리구에서는 저장 기간 전반에 걸쳐 낮은 농도로 꾸준히 유지되는 경향을 보였으나 여름에 재배한 처리구는 저장 초기 1.1mg·L⁻¹까지 증가하였으며 저장이 진행되는 동안 계속 감소되는 경향이 있었음에도 겨울이나 봄에 수확한 처리구에 비해서는 확연히 높았다(Fig. 3).

에틸렌은 polygalacturonase를 활성화시켜 정도 감소를 초래한다(Lee, 1996). 파슬리를 장기 저장 한 후 외형을 살펴보게 되면 엽록소 감소로 인한 품질 저하도 발생하지만 그보다는 엽병의 수분 감소로 인한 산물의 탄력이 현저히 감소하여 상품성을 잃게 되었다. 저장 후 엽병의 정도변화를 보면 여름재배 처리구가 가장 저장기간이 짧았음에도 가장 낮게 유지되었는데 이러한 결과는 포장내 높았던 에틸렌의 영향과 함께 가장 컸던 생체중 감소로 인한 팽압 감소가 그 원인이라 생각된다. 식물 조직은 수분 손실 정도에 따라 여러 생리적인 변화를 일으키는데, 약 0.5% 정도 수

분이 손실되면 polygalacturonase 등의 가수분해 효소의 활성화되며, 2% 정도의 수분이 손실되면 팽압이 감소되기 시작한다(Lee, 1996). 본 실험에서 저장중 생체중 감소가 가장 컸던 여름재배 처리구에서 저장 최종일 엽병의 경도가 초기값의 56.0%수준으로 가장 많이 감소하였고 가을재배 57.3%, 겨울재배 58.2%를 유지하였다(Table 1). 또한 생체중 변화는 건물물과 밀접한 관계에 있는데 저장 전후 모두 겨울에 재배한 처리구의 건물물이 가장 높게 나타났다(Table 1). 이와 같이 건물물이 높다는 것은 전체 생체 무게에서 수분 함량은 적고 탄수화물과 같은 저장양분이 많다는 것을 의미하는데 이것이 겨울재배 처리구에서 저장중 생체중 감소가 가장 적었던 원인으로 보여 진다.

파슬리의 경우 가장 큰 품질 저하 원인 중 하나가 황화정도를 알아보기 위해 엽록소 함량을 측정하였는데 저장전 엽록소 함량은 잎의 경우 여름재배 처리구에서 가장 높았으며 엽병은 겨울재배 처리구에서 가장 높았다(Table 1). 그러나 저장최종일이 재배시기 처리별로 달라 재배시기별 비교는 다소 무리가 있었는데 재배시기별 엽록소 함량 감소정도가 77일 저장한 가을재배는 약 5%, 84일 저장한 겨울재배는 23%, 그리고 56일 저장한 여름재배 처리구는 32% 감소하였다. 엽병의 경우도 겨울에 수확한 처리구에서 초기 함량에 비해 가장 적게 감소되었다. MA저장시 엽채류의 엽록소 감소의 주 원인은 온도와 포장내 대기 조성 상태라 할 수 있다. 포장내 대기조성 중 에틸렌이 엽록소 함량 감소의 가장 큰 원인이라 알려져 있는데(Kays, 1991), 식물 조직이 1mg·L⁻¹ 미만의 에틸렌에 노출되어도 엽록소가 감소하며 노화의 여러 형태들이 시작되거나 가속화된다고(Kader, 1980; Watada, 1986). 파슬

Table 1. Comparison of the quality of fresh parsley grown in different seasons at 0 MA storage.

Cultured seasons	Firmness of petiole (g/mm ²)	Dry weight (%)		Total chlorophyll (mg/gFW)		Vitamin C content (mg/100 gFW)		
		Leaf	Petiole	Leaf	Petiole	Leaf	Petiole	
Initial	Autumn	1126.8 b ²	17.7 b	9.3 c	5.0 b	1.1 b	118.6 a	51.9 a
	Winter	1203.0 a	18.6 a	9.6 b	5.3 a	1.4 a	98.1 c	48.0 b
	Summer	1085.4 b	17.2 c	10.1 a	5.6 a	1.2 b	103.2 b	36.4 c
Final ³	Autumn	625.2 b	19.6 b	12.2 b	4.8 a	0.8 a	107.9 a	46.9 a
	Winter	700.6 a	20.7 a	11.7 c	4.1 b	0.7 b	73.0 b	28.8 c
	Summer	607.8 c	18.9 c	13.5 a	3.8 c	0.8 a	42.3 c	31.5 b

²Mean separation of within columns of harvest seasons by DMRT at 0.05 level.

³Final day of storage was 56 days in summer, 77 days in autumn, and 84 days in winter cultivation treatments.

리를 비롯한 허브의 MA 저장에서 포장내 산소 함량을 감소시키는 것보다는 호흡 산물의 이산화탄소 축적에 의해 부패나 엽록소의 감소를 지연시킬 수 있다(Aharoni 등, 1989)고 한다. 즉, 이산화탄소 농도가 높아지면 저장 산물의 호흡률이 감소되며, 저장 산물의 에틸렌 생성이 억제되거나 지연된다. 10%의 이산화탄소 농도는 $1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 에틸렌의 생화학적 활성을 상쇄시키는데, 이는 이산화탄소가 세포간극에 축적되어 자연적으로 에틸렌의 생성 억제 기능을 하기 때문이라 한다(Yang, 1985). 또한 Wang(1979)은 브로콜리의 경우 이산화탄소가 20~40% 정도일 때 엽록소와 비타민 C 함량의 감소를 지연시킬 수 있다고 하였고 Bac 등(2005)도 치콘의 MA저장에서 포장재내 이산화탄소 함량과 엽록소 함량 유지와 정의 상관관계가 있다고 하였다. 허브류의 경우 개방형 CA에 저장시 5% 이산화탄소 조건일 때 엽록소가 효과적으로 유지되지만, 이러한 CA 저장고내에 $10\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 의 에틸렌이 첨가되면 품종마다 차이는 있지만 산물의 호흡에 의해 축적된 이산화탄소가 지나는 에틸렌의 생성 억제 효과가 부분적으로 또는 전반적으로 없어지기도 하였다(Aharoni 등, 1989).

저장 초기 파슬리 잎의 비타민 C 함량은 가을재배한 처리구에서 가장 높게 나타났으며 다음으로 여름, 겨울 순이었는데 저장 후에는 가을재배 처리구는 초기 값의 9%, 겨울재배 처리구는 26%, 여름재배 처리구는 59% 정도 감소되어 계절적 차이가 뚜렷하였다. 엽병의 경우도 가을재배 처리구에서 비타민 C 함량이 가장 효과적으로 유지되었다(Table 1). 파슬리의 비타민 함량은 재배환경에 영향을 받는데, 광도는 ascorbic acid의 전구 물질인 glucose 합성을 도와 엽록체에 존재하는 ascorbic acid의 함량을 증진시킨다(Gillham과 Dodge, 1987). 비타민 C는 엽록체의 항산화제 중 하나로(Law 등, 1983), 불안정한 물질이지만, 재배 환경이나 저장 조건에 따라 파괴를 막을 수 있다(Vanderslice 등, 1990). 재배적인 측면에서 볼 때, 일반적으로 약광 하에서는 식물 체내의 비타민 C 함량이 낮아지며(Kader, 1987), 특히 엽채류의 경우 주로 광에 노출된 시간이 늘어날수록 비타민 C의 함량이 높아진다고 한다(Shewfelt, 1990). 파슬리, 시금치, 토마토의 경우에서도 일조 시간이 길어지거나 광도가 높을수록 비타민 C 함량이 증가하였다. 또한 생육 온도에 따라서도 비타민 C 함량이 변하는데, 파슬리를 포함한 대부분의 엽채류는 저

온에서 생육할 경우 고온에 비해 합성에 의한 함량의 증진이라기보다는 ascorbic acid oxidation이 감소되어 비타민 C 함량이 증진되는 것이다(Mozafar, 1994). 본 실험에서 광량과 광질이 좋은 여름재배한 처리구가 겨울재배 처리구보다는 높았으나 가을에 재배한 처리구에 비해 비타민 C 함량이 다소 낮았는데, 이는 생육 온도가 높아서 광량의 효과가 나타나지 않은 것으로 보인다.

비타민 C는 수확 후 처리나 수송의 과정을 통해서 수확 산물에 상처가 발생하거나 수분이 손실되는데, 특히 수확 후 수분 손실(위조)정도에 따라 ascorbate oxidase와 같은 비타민 산화 효소가 활성화 되어 파괴가 촉진된다(Bender, 1978). 파슬리의 경우도 이러한 결과와 동일하게 대체로 생체중 감소가 적었던 가을과 겨울재배 처리구에서 엽록소와 비타민 C 함량의 파괴가 적었다.

이러한 결과를 볼 때 파슬리의 경우 재배시기에 따라 저장 전·후 품질과 저장성이 크게 달라져 이에 맞는 수확후 관리가 필요한 것으로 생각된다. 또한 여름재배한 산물의 경우 포장열 제거가 꼭 필요하리라 본다.

적 요

파슬리의 재배시기별 MA 저장성을 비교하였는데, 먼저 수확 당시 파슬리의 품질을 보면 엽록소 함량은 여름재배, 비타민 C 함량은 가을재배에서 그리고 경도는 겨울재배에서 가장 높게 나타났다. 각각 가을, 겨울 여름에 재배한 파슬리를 0.04mm 세라믹 필름으로 포장하여 0°C에서 저장한 결과 겨울재배 처리구가 84일간 저장이 가능하였고 다음으로 가을재배가 77일, 여름재배는 56일로 가장 짧은 저장기간을 보였다. 생체중 감소는 여름재배 처리구에서 가장 컸다. 포장내 이산화탄소와 에틸렌 농도는 가을과 겨울에 재배한 처리구는 낮았고 서로 유사한 경향을 보였으나 여름재배 처리구는 수확 당시 높은 포장열과 이로 인한 저장중 높은 호흡으로 이보다 2~3배 높았다. 이러한 결과는 여름재배 처리구가 가을과 겨울에 재배한 처리구에 비해 경도, 엽록소, 비타민 C 함량 등의 품질이 단기간 내에 현저히 감소를 초래하였다. 이상의 결과로 보면 수확시기별로 겨울에 수확한 파슬리의 저장성이 가장 우수하였고 파슬리 MA저장시 장기저장을 위해서는 수

확직후 포장열 제거가 매우 중요하다는 것을 알 수 있었다.

주제어 : 정도, 비타민 C, 엽록소, 에틸렌, 이산화탄소, 포장열

사 사

본 연구는 강원대학교 농업과학연구소의 지원에 의해 논문으로 제출하였음.

인 용 문 헌

- Aharoni, N., A. Reuveni, and O. Dvir. 1989. Modified atmospheres: Film packages delay senescence and decay of fresh herbs. *Acta Horticulturae* 258:255-262.
- Alique, R. and J.P. Zamorano. 2000. Influence of harvest date within the season and cold storage on chirimoya fruit ripening. *J. Agric. Food Chem.* 48:4209-4216.
- AOAC. 1995. Vitamin C (total) in vitamin preparations. *AOAC Official Methods of Analysis* 2:967, 22.
- Bae, J.H., K.W. Park, and H.M. Kang. 2005. Effects of packing materials, light condition and storage temperature on MAP storage of chicon. *J. Bio-Environ. Cont.* 14(2):69-75 (in Korea).
- Bender, A.E. 1978. *Food processing and nutrition*. Academic Press, London.
- Echeverria, G., T. Fuentes, J Graell, I. Lara, and M.L. Lopez. 2004. Aroma volatile compounds of 'Fuji' apples in relation to harvest date and storage technology a comparison of two seasons. *Postharvest Bio. and Tech.* 32:29-44.
- Gillham, D.J. and A.D. Dodge. 1987. Chloroplast superoxide and hydrogen peroxide scavenging systems from pea leaves: Seasonal variations. *Plant Sci.* 105-109.
- Inskeep, W.P. and P.R. Bloom. 1985. Extinction coefficients of chlorophyll a and b in N, N-dimethylformamide and 80% acetone. *Plant Physiol.* 77:483-485.
- Kader, A.A. 1980. Prevention for ripening in fruits by use of controlled atmospheres. *Food Technol.* 34(3): 51-54.
- Kader, A.A. 1986. Biochemical and physiological basis for effect of controlled and modified atmospheres fruits and vegetables. *Food Technol.* 40(5):99-104.
- Kader, A.A. 1987. Influence of preharvest and postharvest environment on nutritional composition of fruits and vegetables. *Proc. 1st Int. Symp. Hort. & Human Health. ASHS Symp. Ser.* 1:18-32.
- Kader, A.A. 1992. *Postharvest technology of horticultural crops*. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. USA.
- Kays, J.S. 1991. *Postharvest physiology of perishable plant products*. AVI Publishing, New York.
- Law, M.Y., S.A. Charles and B. Haliwell. 1983. Glutathione and ascorbic acid in spinach (*Spinacia oleracea*) chloroplasts. *Biochem. J.* 210:889-903.
- Lee, S.K. 1996. *Postharvest physiology of horticultural crops*. Sungkunsu, Suwon (in Korea).
- Mozafar, A. 1994. *Plant Vitamins: Agronomic, physiological, and nutritional aspects*. CRC Press, Inc. USA.
- Park, K.W. 1996. *Cultivation and use of herb*. Press of Korea Univ. Seoul (in Korea).
- Park, K.W., H.M. Kang, E.M. Yang, and J.C. Jung. 1999. Effects of film package and storage temperature on the quality of parsley in modified atmosphere storage. *Acta Horticulturae* 483:291-298.
- Park, K.W., H.M. Kang, and C.H. Kim. 2000. Comparison of storability on film sources and storage temperature for fresh Japanese mint in MA storage. *J. Bio. Env. Con.* 9(1):40-46 (in Korea).
- Robinson, J.E., K.M. Browne, and W.G. Burton, 1975. Storage characteristics of some vegetables and soft fruits. *Ann. Appl. Biol.* 81:399-408.
- Salunkhe, D.K., H.R. Bolin, and N.R. Reddy. 1991. Preharvet factors on postharvest yield and quality, vol. 1, In: *Storage, processing, and nutritional quality of fruits and vegetables*. CRC Press, Boca Raton.
- SAS. 1985. *SAS/STAT User's Guide*, SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina.
- Shewfelt, R.L. 1990. Source of variation in the nutrient content of agricultural commodities from the farm to the consumer. *J. Food Qual.* 13:37-54.
- Snowdon, A.L. 1991. *A color atlas of post-harvest diseases & disorders of fruits & vegetables Volume 2, Vegetables*. Wolfe Scientific LTD (London).
- Vanderslice, J.T., D.J. Higgs, J.M. Hayes, and G. Block. 1990. Ascorbic acid and dehydroascorbic acid content of foods-as eaten. *J. Food Comp. and Anal.* 3:105-118.
- Wang, C.Y. 1979. Effect of short-term high CO₂ treatment on the market quality of stored broccoli. *J. Food. Sci.* 44:1478-1482.
- Watada, A.E. 1986. Effects of ethylene on the quality of fruits and vegetables. *Food Technol.* 40(5):82-85.
- Yang, S.F. 1985. Biosynthesis and action of ethylene. *HortScience* 20:41-45.