

온주밀감의 저장전 고온 예조가 저장중 과실의 착색 및 품질에 미치는 영향

남기웅* · 권혁모**

*농업과학기술원 작물보호부 식물병리과 · **제주시험장 원예작물과

Effects of High Temperature of Pretreatment on the Color Development and Quality of Satsuma Mandarins

Ki Woong Nam* · Hyeog Mo Kwon**

* Plant Pathology Division, Department of Crop Protection,

National Agricultural Science & Technology Institute, Suwon 441-707, Korea

** Horticultural Crop Division, Jeju Agricultural Experiment Station, Jeju 690-150, Korea

< 목 차 >

ABSTRACT

- I. 서 언
- II. 재료 및 방법
- III. 결 과

- IV. 고 찰
 - V. 적 요
- 인용문헌

ABSTRACT

The experiment described in this paper focused on determining the effects of high-temperature(20°C) treatment of Satsuma mandarins, prior to their storage, on their color development and quality. High-temperature treatment promoted fruit skin color during the storage, decreased the weight loss regardless of their color at the time of their harvest and reduced the decay occurrence until the middle of March, but there was no difference between treatments after the end of March. There was a tendency of higher

soluble solid and acid levels in the fruit when high-temperature treatment was applied but this difference was not significant.

Key Words : Storage period, peel color, weight loss, humidity

I. 서 언

우리나라는 감귤재배면적과 감귤나무의 수령이 증가됨에 따라 생산량이 증가하여 매년 약 60여만M/T이 생산되고 있다.⁹⁾ 이중 약 65%정도는 그해에 출하 판매되고 있으나 나머지 감귤은 저장 후 다음 해에 출하된다. 온주밀감 등 각종 감귤류를 저장할 때는 저장전에 예조라고 하는 건조처리를 해야하며, 특히 장기저장에 있어서는 예조처리를 반드시 해야한다.^{8,11,5,12)} 예조의 효과는 과피를 건조시키고 저장중 과실의 생리활성을 최대한 억제시켜 저장중 감귤의 부패와 과실성분의 변화를 최소화하기 위하여 실시하는데^{5,12)} 최근에는 품질 향상을 목적으로도 하고 있다.²⁾ 예조방법과 예조조건은 저장기간이나 목적에 따라 달라져야 하는데 일반적으로 온도와 습도, 예조기간 등 복잡한 요인이 작용하나 7~10℃의 온도와 75~85%의 상대습도 조건에서 감귤중량의 3~5%가 감소되도록 실시하는 것으로 알려져 있다.^{5,12,13)}

감귤의 수확적기는 과일의 성숙현상과 속도로 판정하는데 과피색의 변화는 성숙판단에 가장 용이하게 이용되고 있다. 감귤의 품질은 주로 과실의 색, 당도, 산도, 크기 등에 의해 좌우되는데 그 중에서도 특히 과피색은 소비자가 감귤을 구입하는데 결정적 역할을 한다.^{2,3)} 과피색은 가을철 성숙기의 기상여건과 아주 밀접한 관계가 있다. 즉 감귤의 성숙기에 고온이 지속되면 고형물이 많아져 과육이 성숙되어도 착색이 지연되고, 반대로 저온조건이면 착색은 촉진되나 과실이 작고 산함량이 높아 품질이 떨어지는 등^{7,8)} 기상 변화에 따라 감귤의 상품성은 물론 수확기의 조만이 크게 좌우된다. 또한 감귤의 성숙기 중에 과피의 당함량이 높고 질소함량이 낮을 때 착색이 잘 진행된다.^{14,15)} 수확 후에 착색이 촉진되는 요인은 성숙기와는 반대로 고온에 의해 촉진되는 것으로 알려져 있다. 즉 저온저장 보다는 상온저장 중에 감귤의 착색이 촉진되며,⁶⁾ 저장 전에 고온처리를 하면 호흡작용의 억제효과 뿐만 아니라 외관 및 내용성분을 기준으로 판단할 때 장기저장이 가능하고⁵⁾ 착색증진 효과도 있는 것으로 알려져 있다.^{1,2,3)}

제주도의 감귤은 해에 따라 기상여건 등 여러 요인에 의하여 12월 중·하순이 되어도 과육은 성숙되었으나 과피의 착색불량으로 수확이 늦어지고 때로는 한해나 눈의 피해를 받는 경우가 있어 상품화가 곤란할 뿐만 아니라 착색이 덜된 감귤을 수확하여 저장할 때에는 저장중 부패가 발생하여 농가의 손실이 크다.

따라서 본 시험에서는 이러한 문제점을 해결하고자 착색이 덜된 저장감귤에 어떠한 약제도 사용하지 않고 단지 고온예조를 통해 과피의 착색촉진 효과와 저장성향상을 위한 연구를 수행하

였다.

II. 재료 및 방법

- 시험감귤 : 본 시험에 사용한 감귤은 북제주군 소재 감귤원에서 재배되고 있는 17년생 입온주 (Citrus unshiu Marc.)를 수확적이인 11월 하순에 수확하였다. 과실은 부패가 없고 물리적 손상이 없는 중간크기(100g 내외)의 것으로 과피 착색이 40%, 60%, 80%정도 된 것을 구분 수확하여 시험과로 이용하였다.
- 저장전처리 : 예조 처리실은 2×2×1.7m 크기로 광이 없는 밀폐된 공간에 가습기를 이용하여 습도가 70-80%로 유지하도록 관리하였으며, 착색도별로 선별한 감귤을 예조온도 20℃, 10℃ 및 상온으로 3처리를 완전임의배치법 3반복으로 배치하였고, 구당 200과를 공시하였다. 예조기간은 각 처리 공히 10일로 하였는데 처음 1일간은 온도를 서서히 올려주고 예조 끝나기 2일전부터 온도를 저장온도로 낮추는 방법으로 Fig. 1과 같이 하였다. 예조감량은 각 처리 공히 3±1%가 되도록 하였다.

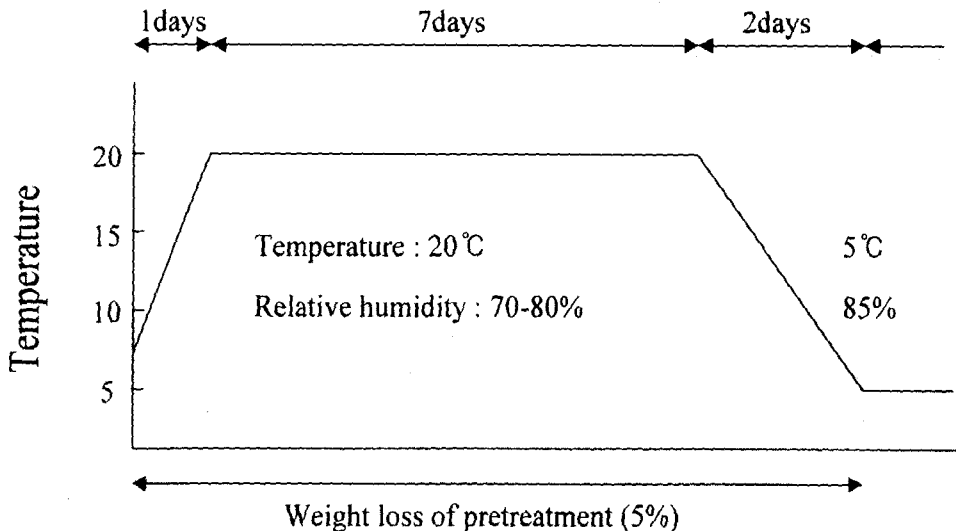


Fig. 1. Diagram of the high temperature by pretreatment

- 저장조건 : 본 시험에 이용한 저장고는 농가형 표준간이저장고에서 수행하였다. 간이저장고의 온도와 습도관리는 밤에는 외부의 찬 공기를 흡입하도록 하고, 습도는 분무를 하여 조절하였으며, 저장 기간중 온도와 습도는 Table 1과 같다. 예조가 끝난 후 저장고에 입고하기 전에 결점과일을 선별한 후 나무저장상자(71×52×12cm)에 넣고 관행으로 저장하였다.

Table 1. Average temperature and relative humidity during common storage.

Treatment	Dec.	Jan.			Feb.			Mar.		
	Early	Early	Mid	Late	Early	Mid	Late	Early	Mid	Late
Temperature(°C)	7.7	3.8	4.5	5.5	7.3	7.6	3.7	8.3	9.1	6.4
R. H.(%)	94.5	84.0	88.5	84.9	87.0	91.2	87.7	87.5	89.2	86.7

- 분석방법 : 착색촉진효과는 예조가 끝난 후 본 저장고에 입고하기 전에 공시한 과실을 처리별로 착색도 차트에 의해 착색촉진효과를 조사하였다. 자연감량 조사는 각 처리별로 15과를 선정 시기별로 전자저울을 이용 중량을 측정한 후 최초중량 비율로 환산했다. 부패과율은 구당 100과를 이용 시기별로 부패과를 제거한 후 백분비율로 나타내었다. 과즙내 성분분석은 조사 시기별로 구당 5과를 임의 선정하여 측정하였는데 당도는 Abbe 굴절계(Attago, 일본)에 의한 가용성 고형물을 측정하였으며, 총산함량은 100 mesh 체를 통과한 과즙 10ml을 0.1N NaOH로 적정하여 구연산으로 환산하였다.¹¹⁾

III. 결 과

1. 착색도 변화

저장할 과실을 착색도별로 예조온도를 달리하여 처리한 결과 예조전 40% 착색과에서는 각 처리 공히 착색촉진효과가 인정되지 않았고, 저장 후기에는 갈변과가 많이 발생하였다. 그러나 60% 착색과의 경우는 상온예조에서는 약간 착색이 증진되었고, 10℃ 예조구에서는 75%정도 착색되었으며, 20℃ 처리에서는 90%이상 착색이 되었다. 예조전 80% 착색과에서도 상온예조는 약간 착색이 증진되었으나 10℃, 20℃에서 예조처리 한 구에서는 90%, 100%로 착색이 증진되었다. 즉 착색촉진 효과만을 고려할 때 60%이상 착색된 감귤을 수확하여도 20℃의 고온 예조 처리를 하면 감귤고유의 착색효과를 얻을 수 있었다(Table 2).

Table 2. Effect of the prestorage treatment on the peel color developed of *citrus unshiu*.

Peel color(%)	Temperature (°C)	Proportion(%) ²	
		1st	2nd
40	20	55 a ^y	55 a
	10	50 b	50 b
	Control	45 c	45 c
60	20	95 a	90 a
	10	75 b	75 b
	Control	63 c	65 c
80	20	100 a	100 a
	10	95 b	90 b
	Control	90 c	85 c

²10 days after treatment.

³Mean separation within columns of each peel color treatment by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

2. 저장중 감량 변화

예조가 끝난 과실을 표준간이저장고에 저장하면서 자연감량을 조사하였다. 그 결과 10°C와 상온에서 예조처리를 한 구보다 20°C에서 예조처리 한 구가 적었다. 이러한 결과는 40%, 60%, 80%착색과 모두 같은 경향이었으나 통계적으로는 40%, 60%에서만 유의차가 인정되었다 (Table 3).

Table 3. Effect of the pretreatment temperature on weight loss of *citrus unshiu*.

Peel color(%)	Temperature (°C)	Weight loss(%)								
		Jan.6	Jan.16	Jan.26	Feb.5	Feb.16	Feb.25	Mar.7	Mar.17	Mar.27
40	20	1.27a ²	2.40a	3.75a	5.67a	6.78a	7.95a	9.55a	10.88a	12.86a
	10	1.36a	3.11a	5.48b	7.79a	9.16a	10.19b	11.75a	13.09a	14.89b
	Control	2.11a	4.27a	6.05b	8.44a	9.92a	11.18b	12.81a	14.28a	16.13b
60	20	1.26a	2.56a	3.77a	6.17a	7.42a	8.44a	10.41a	11.85a	13.88a
	10	1.14a	3.05a	4.51ab	7.19a	9.02a	9.98b	11.60a	12.84a	14.67a
	Control	2.06a	3.83a	5.21b	7.21a	8.78a	9.84b	11.35a	12.75a	14.51b
80	20	1.13a	2.19a	3.47a	5.52a	6.73a	8.53a	10.11	11.46a	13.32a
	10	1.23a	2.85a	5.63a	7.45a	8.98a	9.99a	11.53a	12.86a	14.65a
	control	2.01a	4.04a	5.43a	7.52a	9.17a	10.18a	11.66a	13.00a	14.55a

²Mean separation within columns of each peel color treatment by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

부패과 발생율은 각 착색도별로 공히 예조온도에 관계없이 3월 중순까지는 비슷한 경향으로 낮았으나 3월하순에는 상온예조보다 고온예조 처리에서 약간 높은 경향이었고, 착색도별로는

80% 착색구에서 부패과 발생이 많았다. 그러나 각 처리 공히 통계적인 유의차는 없었다 (Table 4).

Table 4. Effect of the pretreatment temperature on the occurrence of decay of *citrus unshui* during storage.

Peel color(%)	Temperature(°C)	decay(%)		
		26 Jan.	25 Feb.	27 Mar.
40	20	0.67 a ^z	1.50 a	6.50 a
	10	0.67 a	1.67 a	7.17 a
	Control	0.50 a	0.83 a	5.17 a
60	20	0.83 a	1.00 a	6.83 a
	10	1.17 a	1.67 a	8.67 a
	Control	0.00 a	1.17 a	3.83 a
80	20	0.83 a	1.33 a	11.17 a
	10	1.17 a	1.33 a	12.83 a
	Control	0.33 a	1.17 a	6.33 a

^zMean separation within columns of each peel color treatment by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

3. 저장중 당 산 변화

저장이 끝난 후에 과즙내 성분변화를 측정된 결과 40%, 60% 착색과에서는 상온예조보다 10°C, 20°C 예조 처리한 구에서 총 당함량이 높았고, 산함량도 적정선을 유지할 수 있어서 당산비가 높았다. 그러나 80% 착색과에서는 예조온도에 따른 당도, 산도의 차이는 없었다 (Table 5).

Table 5. Effect of the pretreatment temperature on the fruit quality^z of *citrus unshui*.

Peel color(%)	Temperature(°C)	Soluble solids (°Brix)	Acid (%)	SS ^y /Acid
40	20	10.2 a ^x	1.13 a	9.03 a
	10	10.3 a	1.30 a	7.92 a
	Control	9.9 a	1.23 a	8.02 a
60	20	11.0 a	0.95 a	11.58 a
	10	10.3 a	1.04 a	9.90 a
	Control	9.9 a	1.02 a	9.71 a
80	20	10.7 a	1.12 a	9.55 a
	10	10.9 a	1.00 a	10.90 a
	Control	10.3 a	1.23 a	8.38 a

^zFruit quality was analyzed on March 27.

^ySoluble solids.

^xFruit separation with columns in each peel color treatment by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

IV. 고 찰

과실의 색깔은 소비자들의 구매의욕과 깊은 관계가 있어 황색 또는 홍색 과일에 비해 붉은색 계통의 과일이 기호성이 높다.¹⁾ 일반적으로 감귤류는 과실의 성숙과 함께 chlorophyll이 분해되고 carotinoid계의 황적색이 나타난다. 감귤품질의 판단은 외관적으로는 과실의 크기와 색, 내적으로는 과즙의 당과 산함량으로 판단할 수 있다.^{7,8,9)} 이들의 품질과 과피색과의 상관을 경험적으로 알고있는 소비자들은 등적색 계통의 과실을 구매하기 때문에 과피색을 좀더 선명하게 하여 상품성을 높이려고 노력하고 있다.

과피색을 상품성 있게 하기 위해서는 과피에 함유한 chlorophyll의 분해를 촉진시키고 carotinoid계 색소를 증가시켜야 한다.^{2,3,16)} 이러한 착색증진을 위한 재배시험이나 성숙 중 감귤 과피색의 변화 등에 관한 연구는 많이 있으나 수확 후나 저장중에 있어서 과실의 과피색에 관한 연구는 아주 미흡하다.^{2,3,4,5,6,10)} 온주밀감에서는 수확 전에 주야간의 온도가 13~18℃에서 착색이 증진되고, 또한 과피의 당함량이 높고 질소함량이 낮을 때 착색이 잘 진행된다.^{14,15)} 수확 후에 착색이 촉진되는 요인은 성숙기와는 반대로 고온에 의해 촉진되며, 에틸렌에 의해 chlorophyll의 분해가 촉진하고 carotinoid계통의 색소가 증가하는^{2,3)} 것으로 알려져 있다. 또한 고온예조를 하면 착색증진은 물론 저장성이 향상된다는 보고는 많다.^{1,2,3,10)} 저장성이 좋은 청도온주는 15~20℃의 고온예조에서 착색이 좋았던 반면에 5℃이하에서는 과피색의 변화가 없었다 그리고 저장 전에 20℃의 고온예조를 한 감귤은 저장중에 과피색이 좋아졌다는 Hasekawa와 Iba 등^{1,2,3)}의 보고는 본 시험의 결과와 일치한다.

온주밀감의 저장전 예조처리는 부패과와 부피과의 방지, 호흡량이나 증산량 억제, 당과 산의 소모를 적게 하는 등 감귤의 품질향상 효과가 있다.^{2,3,4,5,6,10)} 예조 방법으로는 감귤중량의 3~5%정도 감량하는 것을 목표로 예조온도는 7~10℃, 습도는 75~85%에서 2주정도 예조를 하는 것을 관행으로 실시하여 왔다.^{2,5,12,13)} 최근에는 일반예조온도 보다 높여줌으로서 예조기간을 단축하고 동시에 품질을 향상시킬 수 있는 방법에 대해서 연구를 집중적으로 하고 있다.^{2,3,4,5,6,10)}

제주도는 해에 따라 과실의 성숙기인 가을철의 기상이변으로 감귤의 내적 요인인 과육은 성숙 되었어도 과피의 chlorophyll이 분해가 적어 착색이 불량한 상태로 남아 상품성이 저하되는 경우가 많다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 시험에서는 저장전에 일반적으로 하고있는 예조방법을 바꿔 예조온도를 20℃로 하고 기간을 7일정도 처리를 한 결과 착색과 과즙성분으로 판단할 때 상품성에는 문제가 없는 것으로 판단된다(Table 1, Table 4). 단 이러한 방법으로 착색증진 효과를 얻으려면 최소한 수확당시 착색이 60%정도 이상은 되어야 한다. 그 이하 40%정도 착색된 감귤은 고온예조 처리를 하여도 착색이 증진되지 않았고, 감귤 고유의 색보다는 갈색으로 변하여 상품성으로서의 가치를 인정할 수 없었다.

일반적으로 저장온도가 높으면 부패과가 증가하기 때문에 저온장해가 발생하지 않을 정도로 저

온에서 과실을 저장하는 것이 좋다.¹⁾ 본 시험에서 이용한 저장고는 일반농가표준저장고로 온도를 인위적으로 조절할 수는 없었다. 이러한 조건에서 볼 때 자연감량은 20℃로 고온예조 처리를 하면 적은 것으로 나타났으나 통계적인 유의성은 인정되지 않았다. 부패과 발생율을 보면 60, 80% 착색과에서 각 처리공히 3월 중순까지는 고온예조한 쪽에서 부패과 발생이 적었으나 3월하순에 가서는 반대로 고온예조 처리한 구에서 부패과가 많아지는 경향이였다(Table 4). 이러한 원인은 확실하지는 않으나 공시과실 품종이 임온주으로써 품종특성상 3월 하순까지의 저장은 무리였기 때문이거나 외기의 기온상승으로 저장한계가 지나서 일어난 것으로 추정된다. 일반적으로 보통온주의 저장한계를 3월 상중순으로 볼 때 본 시험결과는 저장성 품종에서 고온예조를 하면 저장중 부패감량이 적어진다는¹⁾는 보고와 일치된다.

감귤 품질면에서 보면 60% 이상의 착색과를 수확하여 고온예조를 하면 당도를 높일 수 있고, 감산의 억제효과가 있어 저장후기에 산의 유지력이 높아 품질을 유지할 수 있다. 즉 과실의 호흡량을 감소시키고 과실의 생리적 활성을 억제시켜 품질을 향상시킬 수 있다.¹⁾ 이상의 결과로 판단할 때 수확적기가 되어도 과피색이 불량할 경우 60%이상만 착색되면 수확하여 고온예조를 함으로써 상품성과 저장성을 향상시킬 수 있을 것으로 생각되며, 고온예조 뿐만 아니라 일정기간 고온저장 후에 저온저장하는 방법 즉 변온저장방법에 대해서도 연구해 볼 필요성이 있다고 생각된다.

V. 적 요

온주밀감 미착색 과실을 대상으로 고온 예조를 통해 과피의 착색 증진과 저장성 향상을 위하여 시험한 결과, 고온 예조 처리한 과실은 과피색을 촉진시켰다. 저장중 자연감량은 착색도와 관계없이 20℃ 예조처리 구에서 적었으며 부패과 발생은 3월 중순까지는 20℃예조 처리구에서 적었으나, 저장후기인 3월 하순부터는 효과가 없었다. 저장중 가용성고형물과 산함량은 상온 예조보다는 고온 예조구에서 높은 경향을 보였으나 각 처리간에 유의성은 없었다.

引用文獻

1. Hasegawa, Y. and Y. Iba. 1983. The effect of storage temperature on the quality of citrus fruit. I Color change of the citrus peel during storage. Bull. Fruit. Tree Res. Stn. B 10 : 119-128.
2. Hasegawa, Y. and Y. Iba.. 1984. The effect of storage temperature on the quality of citrus fruit. II the effect of the high temperature of pretreatment. Bull. Fruit Tree Res. Stn. B 11 : 53-61.
3. Hasegawa, Y. and Y. Iba. 1986. The studies on the storage of Ootani-Iyokan(*Citrusiyo* hort. ex Tanaka, var. Ootani). Bull. Fruit Tree Res. Stn. B 13 : 55-70.
4. Koh, J. S., Y. T. Yang, S. C. Song, S. H. Kim, and J. Y. Kim. 1997. Cold Stroage Characteristics of early variety of *citrus unshiu* produced in Cheju with various treatments. Agri. Chemi. and Bio. 40 : 117-122.
5. Koh, J. S., W. T. Kim, S. Y. Lee, J. Y. Kim, and C. H. Kang. 1998. Effect on the storage life of satsuma mandarin by the pretreatment at various temperatures. Agricultural Chemistry and Biotechnology. 41 : 228-233.
6. Koh, J. S. and S. Y. Lee. 1999. Effect of humidity on the storage life of satsuma mandarin. Kor. Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 42 : 223-228.
7. Kurihara, A. 1971. Fruit growth of satsuma orange under controlled condition. II. Effects of night temperature in the fall on fruit growth, color development and fruit quality of satsuma orange. Bull. Hort. Res. Stn. A10 : 29-37.
8. Kurihara, A. 1973. Fruit growth of satsuma orange under controlled condition. III. Effects of diurnal fluctuation in air temperature during the fall on the enlargement, color development and quality fruit. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 42 : 13-21
9. Ministry of agriculture & forestry republic of Korea. 2000. Agricultural & forestry statistical year book. p.320.
10. Murata, T and K. Yamawaki. 1992. Effect of conditioning at different temperatures and humidities on quality of several varieties of citrus fruits. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 61 : 205-2210.
11. Nam, K. W., H. M. Kweon, and N. H. Song. 1993. Storage of satsuma madarin. 1. Storability of satsuma mandarin influenced by thiophanate-methyle treatment and mechanical injuries. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 34 : 279-284.

12. National Food Research Institute. 1978. Food diffusion series, vol. 10, Storage and transportation of Satsuma mandarin.
13. Richardson, A. C., K. B. Marsh, and E. A. Macrae. 1997. Temperature effects on satsuma mandarin fruit development. *J. Hort. Sci.* 72 : 919-929.
14. Takagi, T., Y. Masuda, T. Ohnishi, and T. Suzuki. 1989. Effect of sugar and nitrogen content in peel on color development in satsuma mandarin fruits. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 58 : 575-580.
15. Takagi, T., H. Mukai, T. Ichikawa, and T. Suzuki. 1994. Effect of temperature and sugar accumulation in fruits on color development of satsuma mandarin. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 62 : 725-731.
16. Yamauchi, N., X. Xia, and F. Hashinaga. 1997. Involvement of flavonoid oxidation with chlorophyll degradation by peroxidase in wase satsuma mandarin fruits. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 66 : 283-288.