

에스렐과 탄산칼슘에 의한 하우스 밀감의 착색 촉진

김용호* · 문영일*

제주감귤연구소

Ethephon Mixed with Calcium Carbonate Accelerate Coloration of Satsuma Mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) in the Plastic House

Kim, Yong-Ho* · Moon, Young-Eel*

Cheju Citrus Research Institute, NHRI, Cheju, 699-800

Abstract

This experiment was conducted to study the effect of ethephon($100\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) and calcium carbonate ($10000\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) on the acceleration of peel coloration of 'Miyagawa Early' Satsuma Mandarin in the plastic house. The foliar application treatments were conducted once, twice or 3 time at intervals of 15 days from degreening of the fruit apex. Peel coloration of a value by spraying ethephon + clef-non was increased with treatment frequency. The a/b values ran similar to this trend. As a result of this, peel coloration was accelerated by foliar application of ethephon + clef-non. Glucose and fructose did not differ significantly among foliar application frequencies. Sucrose and total sugar increased as foliar application frequency increased, but there was no significant difference among foliar application frequency group. The brix values were higher than 12 °Bx in all treatments. However, a distinct difference between the control Brix value and the values for the treatment groups was found only in the level 3 frequency group.

주 제 어 : 탈록, 살포횟수, 과정부, 착색 촉진, 당도,

Key words : degreening, application frequency, fruit apex, peel coloration acceleration, brix

서 언

여름철 고온기를 경과하는 하우스 밀감은 착색이 되기 전에 과육이 선숙되는데, 일반적으로 착색은 고온에 의해 지연된다(Goldschmidt, 1988). 소비자들은 충분히 착색되지 않고 녹색을 띤 밀감은 성숙이 안된 것으로 생각하고 있기 때문에 수확 후 에테폰 처리에 의해 착색을 촉진시키고 있으나(Jimenez-Cuesta 등, 1983) 과정부의 꼭지가 쉽게 건조되어 변색되고 짙은 오렌지색으로 발색되지 않고 연한 노란 색으로 되어 상품성이 높지 못하다.

수확된 감귤에 에칠렌을 발생시키는 에테폰을 살포함으로써 탈락이 촉진되었다는 보고(Yoram과 Cohen, 1969) 이후에 감귤의 여러 품종에 있어서 수상살포에 의해서도 착색이 촉진되었다는 보고가 있다(Iwahori, 1979; Iwahori 등, 1977; Pons 등, 1992; Young 등, 1974).

에테폰은 에칠렌 발생제로 살포된 작물에 생리적 영향을 미쳐서 에칠렌 발생을 증가시키고, 여러 가지 생리작용을 발현시키는데 그 중에서도 이층형성 촉진작용에 대한 보고가 많다(Edgerton과 Greenhalgh, 1968; Hall과 Morgan, 1952). 과수의 실용화 방면에서 온주밀감의 수확제로서 과실의 성숙후기에 살포하여 진동수확 혹은 손으로 비틀어 따는 수확 보조제로서 검토된 보고도 있지만 이러한 시험에 있어서는 과실의 이층형성작용이 인정됨과 동시에 엽에 대한 이층형성에도 작용하여 구엽을 중심으로 낙엽이 심하게 발생되기 때문에 실용화에도 곤란한 점이 많다고 지적하였다(廣瀨 등, 1970). 에테폰에 의한 낙엽을 경감시키기 위해서는 이층부조직의 붕괴 방지를 목적으로 초산칼슘의 가용 등도 검토한 결과 에칠렌 발생량이 감소되고 동시에 과실에 대한 이층작용도 저하되어서 실용성이 높아졌다(鈴木 등, 1979). 그러나 이러한 방법이 감귤의 착색촉진에 도입되어 연구가 활발히 이루어져 왔는데 Iwahori와 Oohta(1980)는 뽕깡과 금감을 공시하고 ethephon 200mg·L⁻¹ + calcium

acetate 0.05M를 살포함으로써 낙엽·낙과가 되지 않고 착색이 촉진되었다고 보고하였고, ethephon은 온주밀감에서 부피를 조장(Maotani 등, 1983) 하였는데 clef-non 살포에 의해 부피를 경감시킬 수 있었다고 하였다(Kawase 등, 1981). 이와 관련하여 Kuraoka 등(1976)은 성숙기간에 과정부를 제외하고 당이 많은 부위에서 부피발생이 심했다고 보고하였는데, 부피가 안된 과피에서는 Ca와 펙틴 함량이 많았다고 하여(Kuraoka 등, 1975) Ca은 부피와도 밀접한 관계에 있음을 시사해 주고 있다. 최근에 이르러서는 온주밀감의 착색촉진에 관해서도 보고되고 있는데 일본의 온주밀감 산지 중에서도 비교적 따뜻한 곳에서 과육이 성숙되었으나 과피의 착색이 지연되어 수확이 늦어지는 곳에서 에스텔과 개미산 칼슘살포에 의해 착색이 촉진되었다고 하는 보고가 있다(橋田 등, 1995). 따라서 여름철 고온에 의해 과육이 성숙되어도 착색이 지연되는 하우스 밀감에 있어서 착색을 촉진시켜서 수확기를 앞당김으로써 생육기간을 충분히 확보하여 수세회복을 피하고 하우스 밀감의 출하를 조절할 수 있도록 하고자 본 시험을 수행하였다.

재료 및 방법

본 시험은 제주도 남제주군 남원읍에 소재한 제주감귤연구소 비닐하우스에서 탕자대목에 접목한 '궁천조생'(Citrus unshiu Marc. cv. Miyagawa Early) 8년생을 공시하고 수세가 비슷한 나무 5주를 1구로한 3반복의 난피법으로 포장을 배치하고 1997년 1월 20일부터 가온하였는데, 가온 전날에 50mm에 상당하는 양의 물을 스프링클러를 이용하여 관수를 하였다. 가온 개시 온도는 야간 15℃, 주간 22℃였고 1일에 1℃씩 승온하여 야간온도 22~24℃, 주간온도 28~30℃에서 발아시키고, 수관상부의 발아상태를 관찰하면서 주야온도를 1일에 1℃씩 내려서 주간온도 23~25℃, 야간온도 17℃에서 개화시켰다. 발아수를 증가시키고 가온후

의 발아를 균일하게 하기 위하여 가온직후에 발아촉진제로서 BA(Benzylaminopurine) 100mg · L⁻¹을 분무기로 250~300 ℓ · 10a⁻¹를 결과포지에 골고루 살포하였다. 개화기 이후에는 3~4일에 0.5℃씩, 7~8일에 1℃를 기본으로 승온하였다. 가온후 토양이 건조하지 않도록 5~7일에 20~30mm정도를 오전 11시경에 살수하였고 발아를 고르게 하기 위하여 오후 4시에 10a당 2~3mm정도의 엽면살수를 하여 하우스내의 공중습도를 높였다. 개화직전부터 제1차 낙과기까지는 관수량을 줄여서 회색곰팡이병의 발생을 억제하였다. 과피의 과장부가 탈락되고 황색을 띠기 시작하는 착색시(6월7일)부터 15일 간격으로 약제를 1회, 2회, 3회 살포하였는데 살포약제와 농도는 ethephon (2-chloroethylphosphonic acid) 100mg · L⁻¹ + calcium carbonate (Clefnon) 10000mg · L⁻¹로 하였다. 1회 처리구에서는 ethephon 단일효과를 알아보기 위하여 ethephon 단일처리구를 추가하고 무처리구를 포함해서 5처리로 하였다.

과피의 착색도는 적도부근 과피중 고르게 착색된 4지점을 색상색차계(Color-Eye 2145, Macbeth)로 측정된 착색정도를 평균하여 색채중 a값(적녹도) b값(황청도)으로 표시하였다. 가용성고형물(Brix) 및 산함량은 착즙된 과즙을 日園連糖酸度分析装置(NH-1000, Horiba)를 사용하여 실온에서 측정하였고 당산비는 가용성 고형물과 산함량의 비율로 나타내었다. 과즙의 유리당 정량은 조사과실을 착즙하여 3000rpm에서 10분간 원심분리한 뒤 상정액을 취하여 0.45μm millipore filter로 여과한 뒤 3차 증류수로 100배 희석하여 LC(Bio LC-Dionex Dx-500)에 주입하여 분석하였다.

결과 및 고찰

여름철 고온기에 성숙되는 하우스 밀감의 착색을 촉진시키고자 ethephon + clef-non을 엽면살포한 결과(Fig. 1) 과피의 착색도 a

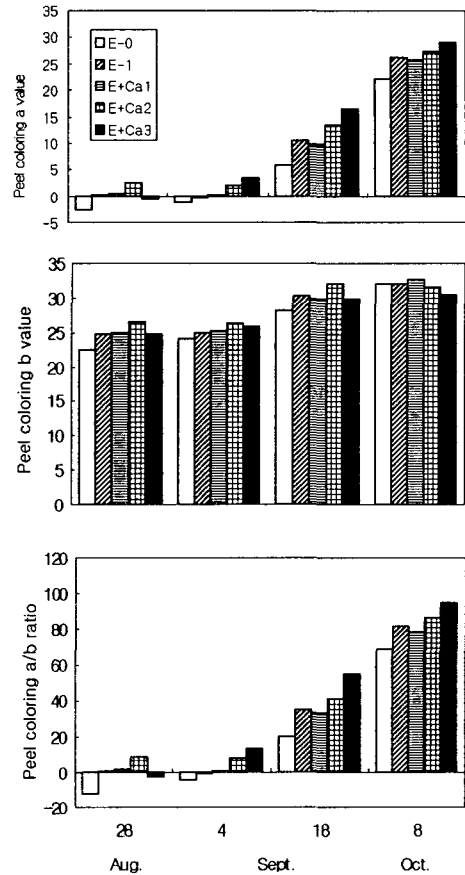


Fig. 1. Seasonal changes of peel coloring a, b value and a/b ratio of 'Miyagawa Early' Satsuma mandarin treated with different foliar spraying of ethephon and calcium carbonate in the plastic film house : E0, control ; E1, ethephon was sprayed once at 100mg · L⁻¹ ; E+Ca1, ethephon and calcium carbonate was sprayed once at 100 + 10000mg · L⁻¹ ; E+Ca2, ethephon and calcium carbonate was sprayed twice at 100+10000mg · L⁻¹ ; E+Ca3, ethephon and calcium carbonate was sprayed three time at 100+10000mg · L⁻¹.

는 경시적으로 처리간에 차이를 나타내어 ethephon + clef-non의 살포회수가 많아질수록 증가하는 경향이었으나 ethephon 1회 살포구와 ethephon + clef-non 1회 살포구

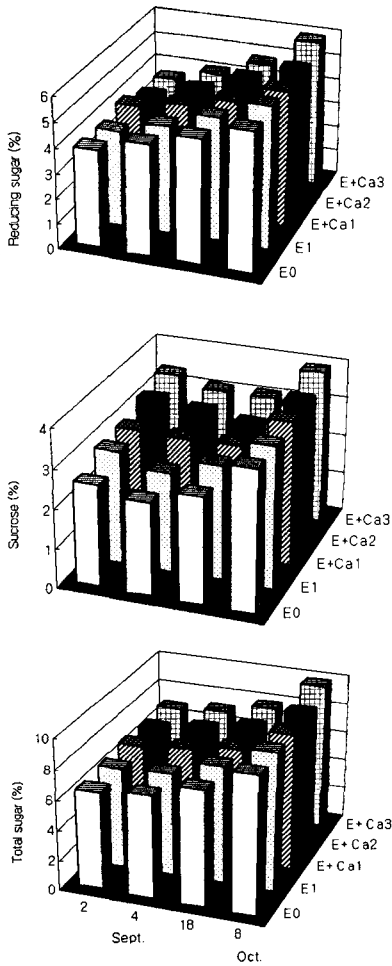


Fig. 2. Seasonal changes of reducing sugar, sucrose and total sugar of 'Miyagawa Early' Satsuma mandarin treated with different foliar spraying of ethephon and clacium carbonate in the plastic film house ; E0, Control ; E1, ethephon was sprayed once at $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; E+Ca1, ethephon and clacium carbonate was sprayed once at $100+10000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; E+Ca2, ethephon and calcium carbonate was sprayed twice at $100+10000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; E+Ca3, ethephon and calcium carbonate was sprayed three time at $100+10000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

사이에서는 차이가 없었다. E1-Otmani 등

(1996)은 Ca의 가용에 의하여 에테폰 분자 또는 에테폰 분해에 억제작용을 하거나 방출된 ethylene이 엽록소의 소실정도에 미치는 영향에 따라서 과실 착색에 영향을 미치기 때문이라고 보고한 바 있으며, Iwahori와 Oohta (1980)는 Ca 가용에 의해 탈록에 대한 ethephon의 효과를 떨어뜨릴 수 있다고 보고한바 있으나 본 연구의 결과 1회살포에서는 에칠렌 + Ca의 효과가 뚜렷하게 나타나지 않았다. b는 경시적으로 살포횟수가 많아질수록 증가되는 경향이었으나 수확기에 접어들어서는 반대로 감소되는 경향으로 처리간에 큰 차이를 볼 수 없었는데 ethephon 처리에 의해 발색속도는 빨라졌으나 연한 노란 색의 발색속도가 빠른 만큼, 발색의 질은 정도가 더 이상 진행되지 않고 오히려 과피색이 바래진 데에서 기인되는 것이 아닌가 하고 여겨진다. a/b는 a와 유사한 경향으로 살포횟수가 많아질수록 증가되는 경향이었으며 연한 노란색에 비해 짙은 주황색으로 발색 되었음을 알 수 있었는데 a와 더불어 과피색의 착색정도를 나타내는 대표치로서 적당하지 않은가 하고 생각된다.

수확당시에 과피의 착색도 a(Table 1)는 ethephon + clef-non 살포횟수가 많아질수록 증가되는 경향으로 ethephon+ clef-non 살포에 의해 착색이 현저하게 촉진되었음을 확인할 수 있었다.

b는 반대의 경향으로 살포횟수가 많아질수록 낮아졌으며 a/b는 a와 유사한 경향으로서 과피색의 대표치인 a와 a/b의 성적으로 볼 때 ethephon+clef-non의 착색 효과가 인정되어 공시된 품종은 다르지만 Iwahori(1978) 보고와 일치되었는데, Iwahori와 Oohta (1980)는 낙엽이 발생할 가능성이 높고 수세가 약한 폰강에 ethephon을 엽면살포한 결과 낙엽율이 20%에 달했는데, 여기에 초산칼슘을 가용한 결과 낙엽, 낙과가 발생하지 않고 착색이 촉진되었다고 보고하였다. 이러한 낙엽, 낙과가 발생하지 않는 Ca의 예방적 효과는 펙틴 화합물 사이에서 salt bridge 형성에 의해 세포벽을 튼튼하게 한 결과에 의한 것이라고 보

Table 1. Effects of ethephon and calcium carbonate on the peel coloring and pulp ratio of 'Miyagawa Early' Satsuma mandarin grown in the plastic house.

Treatment		Peel coloring			Defoliation ratio ^z	Peel thickness	Pulp ratio
Ethephon	CaCO ₃	a	b	a/b			
100mg · L ⁻¹	10,000mg · L ⁻¹				%	mm	%
0	0	22.08c ^y	32.08a	68.82c	1.5a	2.11b	80.6a
Once	0	26.14b	32.07a	81.59b	19.2b	2.30b	78.0b
Once	Once	25.63b	32.71a	78.37b	19.8b	2.16b	78.8ab
Twice	Twice	27.21ab	31.51ab	86.36b	19.4b	2.12b	79.6ab
3time	3time	28.98a	30.48b	95.18a	18.3b	2.72a	78.2b

^z Mean values at 50 days after treatment based on value 100 in the treatment days

^y Mean seperation within columns by Duncan's multiple range test at the 5% level.

고(Poovaiah와 Leopold, 1973)하고 있으며, Poovaiah 와 Rasmussen(1973b)는 탈락되지 않은 궤의 이층부위의 Ca 함량은 열병이나 줄기조직에 비해 많았으며 식물에 ethephon을 살포하였을 때 이층부위에 Ca 함량이 낮아지고 줄기의 이층부위에 많아진다고 하였는데, Ca는 ethephon으로 유기되는 이층의 형성을 지연시킨다는 보고(Poovaiah와 Rasmussen, 1973a)가 있어서 ethephon에 의해 발생하는 낙엽, 낙과의 경감에 대한 Ca 효과는 세포벽을 튼튼하게 할뿐만 아니라 세포의 노화를 지연시키는 데에 있지 않으나 생각된다. 그러나 본 시험에 있어서는 clef-non 가용에 의해 낙엽을 경감시킬 수 없었는데, 이는 clef-non은 탄산칼슘이어서 과피의 기공을 통해 흡수가 용이하지 않았기 때문이라고 생각된다. 따라서 Ca제를 달리하여 좀더 면밀한 검토가 이루어져야 될 것으로 본다. 과피두께는 무처리에 비해 ethephon+clef-non 살포구에서 특히 3회 살포구에서 두꺼운 편이었다. 과육율은 과피두께과 반대의 경향으로 ethephon+clef-non 살포구에 비해 무처리구에서 높은 편이었다.

Fig. 2에서 보는 바와 같이 환원당은 살포

회수가 많을 수록 경시적으로 증가경향이 뚜렷하였는데 자당은 살포회수가 많고 수확기에 이르러서야 증가경향이 뚜렷하여 Daito와 Sato (1985)의 보고와 유사하였다. 전당은 환원당과 유사한 경향으로 살포회수가 많을수록 증가하는 경향이었다. 노지재배에서 온주밀감의 당조성은 자당, 포도당, 과당으로 이루어지고 당의 집적은 10월부터 11월에 최고에 달하고 비환원당이 가장 많았다고 하였으나(伊藤 등, 1975; 垣内 등, 1970), 본 연구에서는 이와 상반된 결과를 나타내었는데, 이는 하우스 재배로 수분스트레스에 의하여 환원당 함량이 자당에 비해 월등히 많은 데에서 기인된 것이 아닌가 여겨진다(澤村 등, 1975). 온주밀감의 전류물질은 일반적으로 sucrose가 주체이나 과실내에 sucrose의 분해가 일어나고 있어서 전류당이 환원당이 주체가 되는 시기가 있는데 주로 수분스트레스에 의해 일어난다고 보고한 바 있다. 수확시 포도당은 Table 2에서 보는 바와 같이 무처리에 비해 증가되는 경향이었으나 유의차가 없었으며 과당도 이와 유사한 경향으로 처리간에 뚜렷한 차이가 없었다. 자당은 살포회수가 많을수록 증가되었는데 유의성이 인정되지 않았고 전당도 이와 비슷한 경향을 나

Table 2. Effect of ethephon and calcium carbonate on the fruit quality of 'Miyagawa Early' Satsuma mandarin grown in the plastic house.

Treatment		Sugar content ^z					Brix	Acidity	Brix/ acidity ratio
Ethephon	CaCO ₃	glu	fru	R.S.	suc	T.S.			
100mg · L ⁻¹	10,000mg · L ⁻¹	% / mL-juice					°Bx	%	
0	0	2.73	2.81	5.53	3.58	9.11	12.0b ^y	0.85b	14.18ab
Once	0	2.80	2.84	5.64	3.59	9.23	12.0b	0.95a	12.71b
Once	Once	2.95	2.48	5.73	3.66	9.39	12.1b	0.84b	14.40ab
Twice	Twice	2.74	2.77	5.51	3.63	9.14	12.0b	0.85b	14.46ab
3time	3time	2.92	3.00	5.92	3.91	9.83	13.0a	0.87ab	14.89a

^z glu, glucose; fru, fructose; R.S., Reducing Sugar; suc, sucrose; T.S. Total Sugar. ethephon and calcium carbonate

^y Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at the 5% level. ethephon and calcium carbonate

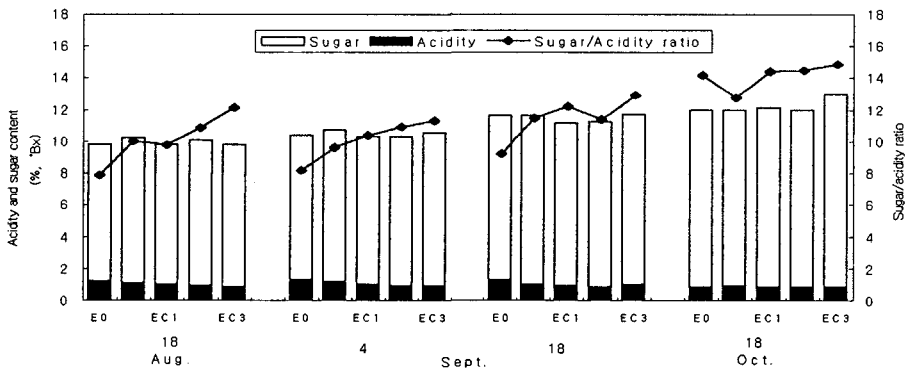


Fig. 3. Seasonal changes of sugar and acidity of 'Miyagawa Early' Satsuma mandarin grown at different foliar spraying of ethephon and calcium carbonate in the plastic house : E0, Control ; E1, ethephon was sprayed once at 100 mg · L⁻¹ ; EC1, ethephon and calcium carbonate was sprayed once at 100 + 10000mg · L⁻¹ ; EC2, ethephon and calcium carbonate was sprayed twice at 100 + 10000mg · L⁻¹ ; EC3, ethephon and calcium carbonate was sprayed three time at 100 + 10000mg · L⁻¹.

타내었다.

Ethephon + clef-non 살포에 의한 당의 경시적 변화를 Fig. 3에서 보면 살포회수에 따라서 경시적으로 차이가 없었으나 살포회수가 많아질수록 당산비가 증가되었다.

당도(Brix)는 모든 처리구에서 12 °Bx 이

상으로 높은 편이었으며, 3회 살포구에서만 1 °Bx 증가되어 착색촉진 이외에 증당에도 효과가 있었는지는 보다 심층분석이 필요하다. 산은 대체로 적정치를 나타내어 당산비를 14전후를 보여줌으로써 하우스 밀감의 목표치인 당도 12 °Bx, 산도 0.8, 당산비 15에 가까웠으나 작

색촉진제 처리에 의해 당도 및 산도에 영향을 미쳤다고는 할 수 없었다.

이상의 결과로는 ethephon + clef-non 살포에 의해 하우스 밀감의 착색이 촉진된 것을 확인할 수 있었는데, 이로 인하여 수확기를 앞당길 수 있었다(El-Otmani 등, 1996). 또한 유리당의 변화에도 영향을 미쳐서 살포회수가 많아질수록 환원당이 증가되었다. 본 시험에서도 낙엽이 발생되는 것이 관찰되었는데 이 정도의 낙엽은 다음해의 수량이나 과실의 크기에 영향을 미치지 않는다고 하나(Gallasch, 1978) 낙엽율을 경감시키기 위해서는 Ca제에 따라서 흡수정도가 다르기 때문에 Ca제를 달리하여 분석해야 한다고 생각한다. 또한 Kawase(1983)가 지적한 바와 같이 ethephon 살포에 의한 착색촉진에 관해서는 품종, 작형, 재배 조건에 따라서 여러 가지로 검토해야 될 것으로 본다.

적 요

하우스 밀감의 착색을 촉진시키고자 궁천조생 8년생을 공시하고 ethephon (2-chloro-ethylphosphonic acid) 100+calcium carbonate(clef-non) 10000mg·L⁻¹을 착색시부터 15일 간격으로 1회, 2회, 3회 살포하여 착색조사를 하였다. Ethephon + clef-non의 살포에 의한 과피의 착색도 a는 살포회수가 많아질수록 높아지는 경향이었으며 a/b도 이와 유사한 경향으로 ethephon + clef-non 살포에 의해 착색이 촉진되었다. 포도당과 과당은 처리간에 차이를 볼 수 없었고, 자당 및 전당은 살포회수가 많아질수록 증가되는 경향이었으나 유의차가 없었다. 당도는 모든 처리구에서 12 °Bx 이상으로 높은 편이었는데 3회 살포구(13 °Bx)를 제외하고는 살포회수 간에는 차이가 없었다.

인 용 문 헌

1. Daito, H. and Y. Sato. 1985. Changes in the sugar and organic acid

components of satsuma mandarin fruit during maturation. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 54(2) : 155-162.

2. Edgerton, L. J. and W. J. Greenhalgh. 1968. Relation of growth, flowering and fruit abscission of apples and peaches with AmChem 66-329. Abstr. Amer. Soc. Hort. Sci. Meeting. Hortscience 3 : 91.
3. El-Otmani, M. A. Tadili and A. Ait- Oubahou. 1996. Possibilities and limitations of using ethephon to promote colour development of clementine fruits. Proc. Int. Soc. Citriculture 1072-1075.
4. Gallasch, P. T. 1978. Thinning imperial mandarins with ethephon increased fruit size and grower returns. Proc. Int. Soc. Citriculture 276-279.
5. Goldschmidt, E. E. 1988. Regulatory aspects of chloro-chromoplast inter-conversions in senescing Citrus fruit peel. Isr. J. Bot. 37 : 123-130.
6. Hall, W. C. and P. W. Morgan. 1952. Evidence on the auxin-ethylene balance hypothesis of foliar abscission. Bot. Gaz. 113 : 310-322.
7. 橋田泰昌, 富永茂人, 國生伸子, 小崎 格. 1995. 에스렐과 칼슘에 의한 하우스 밀감의 착색 촉진. 園學雜別(2) : 96-97.
8. 廣瀬和榮, 山本正幸, 大東 宏. 1970. 칸킥트의 착색 촉진에 관한 연구 第1報. 에스렐(에틸렌가스 발생劑)處理による温州ミカンの 착색促進効果について. 園試報. B 10 : 17-23.
9. 伊藤三郎, 橋永文男, 澤 大作. 1975. 亞熱帶性 果實の果汁品質に関する研究 I. ポンカン, タンカンの有機酸, 糖分および香氣成

- 分等の時期別變化. 鹿兒島大(農)學術報. 25 : 73-83.
10. Iwahori, S. 1978. Use of growth regulators in the control of cropping of mandarin varieties. Proc. Int. Soc. Citriculture 263-270.
 11. Iwahori, S. 1979. Use of growth regulators in the control of mandarin varieties. Proc. Int. Soc. Citriculture (in press)
 12. Iwahori, S. and J. T. Oohta. 1980. Alleviative effects of calcium acetate on defoliation and fruit drop induced by 2-chloro- ethylphosphonic acid in Citrus. Scientia Horticulturae 12 : 265-271.
 13. Iwahori, S., S. Tominaga and J. T. Oohata. 1977. Degreening of ponkan (*Citrus reticulata* Blanco) fruit by ethephon(2-chloro- ethylphosphonic acid). Bull. Fac. Agric. Kagoshima Univ. 27 : 7-13
 14. Iwahori, S., M. Yoneyama and J. T. Oohata. 1979. Degreening of meiwa kumquat, *Fortunella crassifolia* Swingle, fruit by 2-chloroethylphosphonic acid. Bull. Fac. Agric. Kagoshima Univ. 29 : 43-48.
 15. 岩田久敏. 1960. 食品化學要説. 養賢堂. 東京. p. 61-63.
 16. Jimenez-Cuesta, M. J. Cuquerella and J. M. Martinez-Javega. 1983. Teoria y práctica de la desverdigación de los cítricos. Hoja Técnica INIA. 46 : 22.
 17. 垣内典夫, 伊庭慶昭, 伊藤三郎. 1970. カンキツ果汁の基礎的研究 I. 温州ミカンの有機酸および糖分の時期別變化. 園試報. B 10 : 149-162.
 18. Kawase, K and M. Hirai. 1983. Growth, sugar accumulation and puffiness of the mandarin peel during coloring. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 52(3) : 231-237.
 19. Kawase, K., K. Suzuki and K. Hirose. 1981. Use of growth regulators to control rind puffing of satsuma mandarin fruit. Proc. Int. Soc. Citriculture 237-239.
 20. Kuraoka, T. K. Iwasaki, A. Hino and H. Tsuji. 1975. Studies on the peel puffing of the satsuma mandarin III. The conversion of pectic substances and calcium distribution within the peel. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 44 : 15-21.
 21. Kuraoka, T., K. Iwasaki, A. Hino, Y. Kaneko and H. Tsuji. 1976. Studies on the peel puffing of satsuma mandarins IV. Changes in sugar content during the development of the fruit rind. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 44 : 375-380.
 22. Maotani, T., K. Kawase, Y. Kamuro and K. Hirai. 1983. Effects of ethylene on peel puffing of satsuma mandarin. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 52 : 238-242.
 23. Morgan, P. W. 1968. Effect of AmChem 66-239 on defoliation and ethylene production by cotton. Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf. 72-78.
 24. Pons, J., V. Almela, M. Juan and M. Agusti. 1992. Use of ethephon to promote color development in early ripening clementine cultivars. Proc. Int. Soc. Citriculture 1 : 459-462.
 25. Poovaiah, B. W. and A. C. Leopold. 1973. Inhibition of abscission by calcium. Plant Physiol. 51 : 848-851.

26. Poovaiah, B. W. and H. P. Rasmussen. 1973a. Effect of calcium, (2-chloroethyl) phosphonic acid and ethylene on bean leaf abscission. *Planta* 113 : 207-214.
27. Poovaiah, B. W. and H. P. Rasmussen. 1973b. Calcium distribution in the abscission zone of bean leaves. *Electron microprobe X-ray analysis. Plant Physiol.* 52 : 683-684.
28. Protopapadakis, E. and V. S. Manseka. 1992. Effect of ethylene-releasing compounds on color break and abscission in five clones of clementine. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 1 : 463-464.
29. 澤村正義, 中島正利, 箴島 豊. 1975. 14C-トレーサー法による温州ミカンの轉流物質に関する研究. *農藝化學會誌.* 49 : 603-607.
30. 鈴木邦彦, 廣瀬和榮, 上杉益美, 安武清治. 1979. 酢酸カルシウムの加用による 에스렐의 落葉害防止効果及び果實の品質に及ぼす影響. *果樹試興津支場年報(育·栽·貯·加)* 昭 53 : 100-101.
31. Suzuki, K, K. Kawase and K. Hirai. 1990. Effects of mixing ethephon with ethychlozate on fruit thinning and defoliation of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marcovitch). *Bull. Fruit Tree Res. Stn.* 17 : 45-54.
32. Yoram, F. and A. Cohen. 1969. Degreening of citrus fruit with ethrel(Amchem 66-329). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94 : 617-618.
33. Young, R., H. O. L. Jahn and J. J. Smoot. 1974. Coloring and loosening of citrus fruits with ethephon. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 87 : 24-28.