원예과학기술지 18(6):792-796. 2000

AVG 處理에 의한 支柱栽培 참외의 落果抑制

정희돈* · 최영준 · 주성돈[1]

영남대학교 원예학과, [1]경북 영주시 농업기술센터

Inhibition of Preharvest Drops by AVG Foliar Application in Staking Cultivation of Oriental Melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak.) Plants

Hee-Don Chung*, Young-Jun Choi, and Sung-Don Ju[1]

Deptartment of Horticulture, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea
[1]Youngju City Agriculture Technology & Extension Center, Youngju City, Kyoungbuk 750-870, Korea
*corresponding author

ABSTRACT The staking cultivation (SC) of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak.) produced more fruit yield than that of the conventional (creeping) growing. In the SC, preharvest fruit drop rate was high as 47.6% compared to 13.0% of the conventional cultivation. However, the foliar application of aminoethoxyvinylglycine (AVG, 100 mg · L^{-1}) at 2 weeks after flowering (20 days before harvest) greatly reduced fruit drops up to 10.9% without causing any effects on ripening and quality of fruits. The AVG application markedly suppressed ethylene production in harvested fruits.

Additional key words: ethylene, flesh firmness, soluble solids

서 언

참외는 포복성 식물이나 덩굴손에 의해서 높이 올라가며 많은 일조량과 고온을 요구하는 생태적 특성을 가진 식물이다. 그러나 참외는 오이나 멜론과는 달리 여름 노지포복재배가 관행의 작형이었는데 최근에는 저온기 시설재배가 총 재배면적의 92.5%를 차지하고 있다(농림부, 2000).

참외의 시설재배는 無加溫 小型 單棟 하우스에서 촉성 내지 조숙재배가 주 작형으로 저온과 일조가 부족한 조건에서 생육하게 되므로 과실의 품질저하와 여러 가지 생리적 장해발생의 원인이 되고 있다(Chung 등, 1998; 김 등, 1998; 성주농기센터, 1994). 시설내에서의 포복 재배는 제한된 면적에서 손자덩굴까지 전개시켜야 하므로 잎이 겹쳐져서 광합성을 감소시키는 동시에 지온상승을 방해하는 요인이 된다. 이러한 조건을 극복하는 방안으로 支柱栽培가 시도되고 있다. 지주재배는 덩굴을 인위적으로 만든 시렁 위에 올림으로써 밀식이 가능하며, 受光量이 많아 광합성을 촉진시킬 수 있어 증수와 함께 품질향상을 도모할 수 있다(Choi, 1997). 실제 경북 성주지역을 중심으로 오이나 토마토를 재배하던 대형 하우스에서 지주재배가 크게 늘어나고 있다. 그런데 아직 조사 보고된 자료는 없지만 참외는 지주재배시 완숙과의 낙과가 많은 것이 큰 문제로 되고 있다.

참외의 낙과예방에 대한 실험은 없으나, 사과(Bangerth, 1978; Park 등, 1999; Williams, 1980)와 포도(Hu 등, 1999)에 aminoethoxyvinylglycine(AVG)를 처리하면 수확전 낙과예방에 매우 효과적이라는 보고가 있다. 이 AVG는 과실의 성숙을 촉진시키고 낙과를 유발케 하는 에틸렌의 生合成을 억제(Abeles, 1973; Liberman, 1979)하기 때문이라고 한다.

본 실험에서는 참외의 안정적 지주재배법 확립을 위하여 먼저 참외의 지주재배와 포복재배간 과실의 수량 및 품질을 비교하고 낙과율을 조사하였다. 그리고 지주재배 참외에 대하여 AVG를 처리하였을 때 낙과 억제 효과와 과실의 품질을 조사 비교하였다.

재료 및 방법

育苗 및 栽培

포장 10a당 완숙퇴비 5톤, 석회 200kg을 시용한 후 깊이갈이를 하고 3주 후에 N : P : K=18 : 15 : 18kg을 기비로 시용하여 잘 혼합하였다. 이 포장에 너비 590cm, 높이 210cm의 PE 하우스를 설치하고 그 안에 200cm 높이의 파이프를 5m 간격으로 꽂고 투명 PE 필름으로 이중 커튼을 쳤다. 그리고 너비 210cm의 이랑 두 줄

※ This research was financially supported by the Youngju City Agriculture Technology & Extension Center, Youngju, Kyoungbuk, Korea.

을 만들고 그 위에 점적관수호수를 깔고 투명 PE 필름으로 멀칭하였다. 참외 품종 '금싸라기 은천'을 대목 '금슬 신토좌'에 접목한 35일 묘를 구입(한미 프러그)하여, 한 이랑에 35cm 간격으로 두 줄로 심었다. 정식 후 초기에는 포복재배를 하다가 손자덩굴에 착생된 자화에 착과제(토마토톤 100배+GA_3 50mg · L^{-1})를 처리하고 10일이 지난 후 참외 덩굴을 지주에 유인하였다. 지주세우기는 Fig. 1과 같이 하였는데 높이 130cm의 철근파이프를 양쪽에 세우고 상부에 角木을 얹고 철사로 지주를 고정하였다. 그리고 나이론 그물을 걸쳐 줄기를 유인하였고 4월 중순까지 야간에 PE 필름을 덮어 보온하였다. 착과방법은 관행(성주군, 1994)에 준하였고 포복재배는 주당 5-6개, 지주재배는 세력이 왕성하여 8-9개를 착과시켰다. 연장재배는 거의 방임상태로 관리하였다.

AVG 처리

분말의 AVG(Abbot Co., Ltd. USA)을 물에 녹여 50, 100, 200mg · L^{-1}의 농도가 되게 한 다음 AVG 전용 전착제인 Silwet L-77(Abbot Co., Ltd.)을 0.1%가 되게 첨가하였다. 이 액을 개화 후 15일(수확예정 20일 전)에 분무기로 식물체에 1회 살포하였다.

에틸렌 측정

개화 후 36일째 과실을 수확하여 무게를 단 후 크기와 숙도가 비슷한 것을 용적이 7L인 에틸렌 측정용 플라스틱 용기에 3개씩 넣고 완전 밀봉하였다. 밀봉 후 6시간부터 24시간까지 매 6시간마다 용기 윗부분의 가스를 syringe로 채취하여 FID detector가 장착된 gas chromatography(Hewlett Packard 6890)로 에틸렌 함량을 측정하였다. 이때 porapak Q column(Sigma)을 사용하였고 carrier gas는 helium이었으며 oven과 detector의 온도는 80℃와 150℃로 각각 고정하였다.

과실의 수확, 낙과율 및 당도

착과제를 처리한 과실에 개화날짜를 기록한 표지를 달았다. 그리고 육안으로 완전히 성숙하였다고 인정되는 개화 후 36-39일 사이에 수확하였다. 낙과율은 매일 오전 10시까지 이랑에 떨어져 있는 과실수를 착과수로 나누어 표시하였다. 과실의 특성은 10개의 과실에 대하여 조사하였고 당도는 과실의 중간을 잘라서 과육과 태좌부의 당도를 측정하였다. 과육의 경도는 penetrometer(McCormic TF 11)을 이용하여 측정한 값(kg/ ϕ8mm)을 Newton(N)으로 환산하였다. 果皮의 色은 色差計(Minolta CR-300)로 'b'값을 측정하여 나타내었다.

결과 및 고찰

果實의 收量 및 品質

참외를 같은 시설내에서 포복재배(이하 무지주)와 지주재배(이하 지주)시 과실의 수량을 조사한 결과(Table 1), 포기당 수량은 무지주가 2.93kg인 데 비하여 지주는 3.29kg으로 유의성 있게 증수되었다. 증수의 요인은 포기당 착과수가 지주(8.87개)가 무지주(6.62개)에 비하여 많았기 때문이었다. 착과수가 많음으로 과실 평균무게는 오히려 무지주(443.4g)가 지주(371.2g)보다 무거웠으나, 果重보다 着果數가 증수에 더욱 크게 작용하였다. 무지주는 포기당 6

Table 1. Comparison of fruit yield between conventional and staking cultivations of oriental melon.

Cultivation method	No. of fruits harvested/plant	Mean fruit weight (g)	Yield/plant (kg)
Conventional	6.62 a[z]	443.4 b	2.94 a
Staking	8.87 b	371.2 a	3.29 b

[z]Mean separation within columns Duncan's multiple range test, P=0.05.

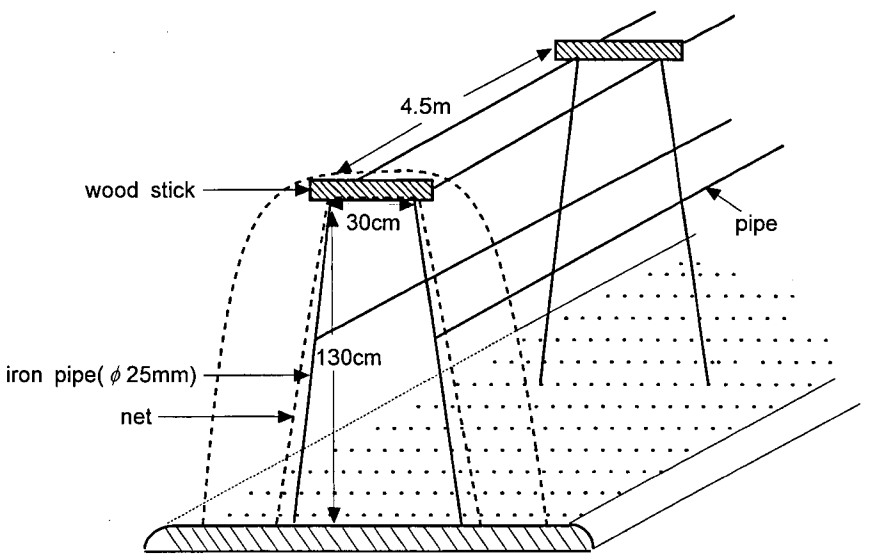

Fig. 1. Diagram of staking system for oriental melon cultivation.

개 이상 착과시키면 식물체가 세력이 약해지고 과실의 품질이 저하(김 등, 1998; 성주군, 1994)되기 때문에 많이 착과시키는 것은 어렵다. 그러나 지주는 수세가 너무 좋아서 착과수를 적게 하면 오히려 생장이 과번무하게 되고 품질이 떨어질 위험이 있었다. 이번 실험에서는 포기당 9개 정도만 착과시켰으나 10개 이상 착과시켜도 품질에 이상이 없을 것으로 보였다.

과실의 품질(Table 2)을 보면, 지주재배에서 과육의 두께가 더 두꺼웠고 硬度도 더욱 단단한 것으로 나타나 지주에서 좋은 품질의 과실을 생산할 수 있음을 보여주었다. 연장재배(Table 2)에서는 지주의 과실무게(373.8g)는 1차 수확기의 과중(370.2g)과 차이가 없었으나, 무지주에서는 果重이 오히려 감소하였다. 연장재배는 웃자란 가지만 제거하고 거의 방임상태로 관리하였고 착과수 조절이나 줄기유인 같은 작업은 하지 않았다. 그래서 무지주는 덩굴이 엉키고 흰가루병의 발생이 심하였으나 지주재배는 아주 건강한 상태를 유지하였다. 연장재배에 있어서 지주와 무지주간의 수량은 관리상태에 따라 너무나 차이가 있어 이번 조사에서는 생략하였다.

참외품질에서 가장 중요한 요인이라고 할 수 있는 당도(Fig. 2)는 前期 수확에서는 果肉 및 태좌 모두 차이가 없었으나 연장재배에서는 果肉과 태좌 모두 지주에서 높은 당도를 보였다. 이것은 연장재배는 6월 이후 고온기에 수확하는 것인데 본 실험을 수행하면서 관찰한 바에 의하면 지주는 건전한 잎이 많아 광합성이 원활하였기 때문인 것으로 생각된다.

落果率

착과제를 처리한 후 果皮色을 눈으로 보아 충분히 익었다고 생각되는 과실을 수확하였는데 그 시기가 평균 개화 후 36일 경이었다. 수확예정일 이전에 낙과한 것을 조사한 결과(Fig. 3), 무지주(13.0%)에 비하여 지주(47.6%)가 현저히 많았다. 시설내 포복재배할 경우 낙과율은 크게 문제가 되지 않지만, 본 실험에서 13.0%나 되는 것은 이상발효과의 발생을 억제하기 위하여 과실 비대기 이후 낮에는 잎이 시들 정도로 관수를 하지 않았으므로 일반 농가보다 더욱 완숙한 과실을 수확하였기 때문인 것으로 생각된다. 어떻든 지주에서 47.6%가 낙과하였다는 것은 지주 재배시 수확기를 조금만 놓치면 낙과의 피해가 클 것으로 보인다. 따라서 효과적인 낙과 방지 대책이 없으면 지주재배에서의 낙과는 심각한 문제가 될 수 있을 것으로 생각되었다.

AVG 처리에 의한 낙과 방지 및 과실 품질

과수의 조기낙과 방지제로 소개된 AVG(Bangerth, 1978; Hu 등, 1999; Park 등, 1999)를 지주재배 포장에서 수확예정 20일 전에 1회 엽면 처리한 결과(Fig. 4), 무처리가 50.1%의 낙과율을 보인 반면 AVG 처리구의 낙과율이 50mg · L^{-1}에서는 28.8%,

Table 2. Effect of cultivation methods on fruit quality of oriental melon.

Cultivation method	Fruit			Hue value of rind 'b'	Flesh	
	Weight (g)	Height (cm)	Width (cm)		Thickness (mm)	Firmness (N/ϕ8 mm)
Conventional	444.9±12.2[z]	12.6±0.1	8.1±0.1	70.6±0.3	16.2±0.2	77.8±1.9
Staking	370.2±13.8	11.8±0.2	7.5±0.2	69.3±0.5	17.4±0.3	85.0±1.0
			Extension cultivation			
Conventional	323.8±12.2	10.2±0.2	8.0±0.1	65.4±0.5	18.6±0.7	78.4±1.9
Staking	373.3±9.9	11.6±0.1	8.2±0.1	66.0±0.9	18.5±0.3	77.2±2.0

[z]Values are mean±SE of 10 fruits.

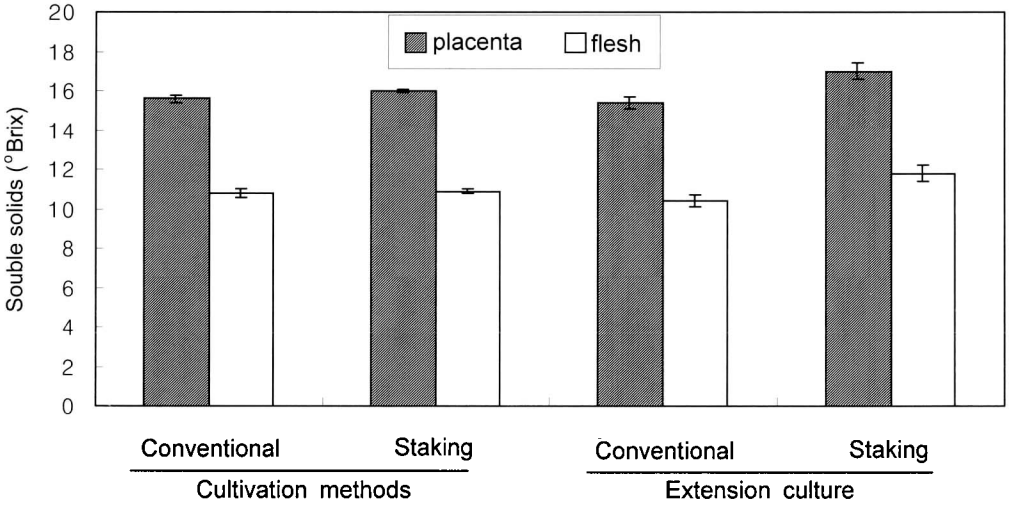

Fig. 2. Effect of cultivation methods on soluble solids of oriental melon fruits. Vertical bars represent±SE, n=10.

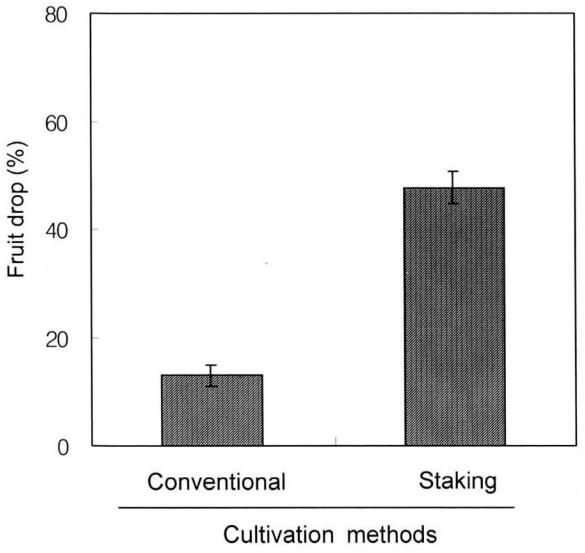

Fig. 3. Effect of cultivation methods on preharvest fruit drops rate of oriental melon.
Vertical bars represent±SE, n=10.

100mg · L^{-1} 처리는 10.9%, 200mg · L^{-1} 처리는 22%의 낙과율을 각각 나타내었다. 즉 AVG 처리에 의하여 생장에는 하등의 특이현상이 나타나지 않았고, 다만 낙과율을 현저히 감소시킬 수 있었으며 AVG 100mg · L^{-1}를 살포하는 것이 낙과 방지에 가장 효과적임을 알 수 있었다. AVG를 처리한 과실의 품질은 Table 3과 같다. 과실의 크기, 과육두께 및 당도에 있어서 차이가 없었으나 과육의 경도는 AVG 농도가 증가할수록 높아지는 경향을 보였다. 그리고 AVG를 처리한 사과(Park 등, 1999)에서는 果重의 증가가 있었다고 하였으나 참외에서는 과실의 비대에 영향을 미치지 않았다. 한편 AVG를 처리한 과실은 숙기지연(Autio와 Bramlage, 1982; Bramlage 등, 1980)과 저장기간중 과육의 경도가 오래도록 유지(Williams, 1980; Park 등, 1999)되었다고 하였으나, 본 실험에서는 숙기의 차이는 볼 수 없었고 과실의 저장력은 조사하지 않았다. 그리고 AVG 처리가 당 함량에는 영향이 없었다고 하였는데(Autio와 Bramlage, 1982; Hu 등, 1999), 참외에서도 당도에는 차이가 없었다.

에틸렌 發生

AVG는 성숙을 촉진시키고 낙과를 유도하는 ethylene(Lieberman, 1979)의 生合成을 억제(Boller 등, 1979)하는 작용이 있어 과수의 조기 낙과방지(Bangerth, 1978; Park 등, 1999)에 유효하다고 하였다. 본 실험에서도 참외의 낙과억제에 현저한 효과가 있었으므로 그것이 에틸렌 생성과 어떤 관련이 있는지를 알아보기 위하여 수확한 과실에 대하여 에틸렌 발생량을 측정하였다. Fig. 5에서 볼 수 있는 바와 같이 무처리구에 비하여 AVG 처리구는 에틸렌 발생량이 유의성이 있게 감소하였다. AVG 처리 농도가 높을수록 에틸렌 발생량이 낮은 경향을 보였다.

AVG처리에 의한 과실의 조기낙과억제 및 수확 후 저장기간의

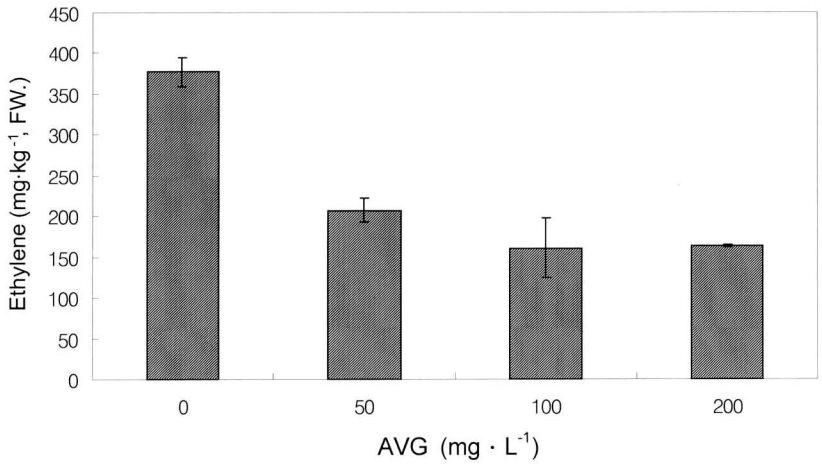

Fig. 4. Effect of AVG application on preharvest fruit drops in staking cultivation of oriental melon.
[z]Mean separation within AVG concentrations by Duncan's multiple range test, p=0.05.

Table 3. Effect of AVG foliar application on fruit quality of oriental melon in the staking cultivation.

AVG (mg · L^{-1})	Fruit			Soluble solid (°Brix)		Hue value of rind 'b'	Flesh	
	Weight (g)	Height (cm)	Width (cm)	Placenta	Flesh		Thickness (mm)	Firmness (N/ϕ8mm)
0	370.2±13.8[z]	11.8±0.2	7.5±0.2	16.0±0.2	10.8±0.2	69.3±0.5	17.4±0.3	85.0±1.0
50	365.0±16.8	11.6±0.2	7.5±0.1	16.2±0.1	11.3±0.1	68.2±0.2	15.6±0.2	87.5±1.0
100	382.8±20.1	11.8±0.2	7.6±0.1	16.2±0.1	11.3±0.2	69.8±0.3	15.5±0.2	86.6±0.9
200	377.5±16.6	11.7±0.2	7.6±0.1	16.3±0.1	11.7±0.1	69.4±0.3	15.6±0.3	88.7±1.0

[z]Values are mean±SE of 10 fruits.

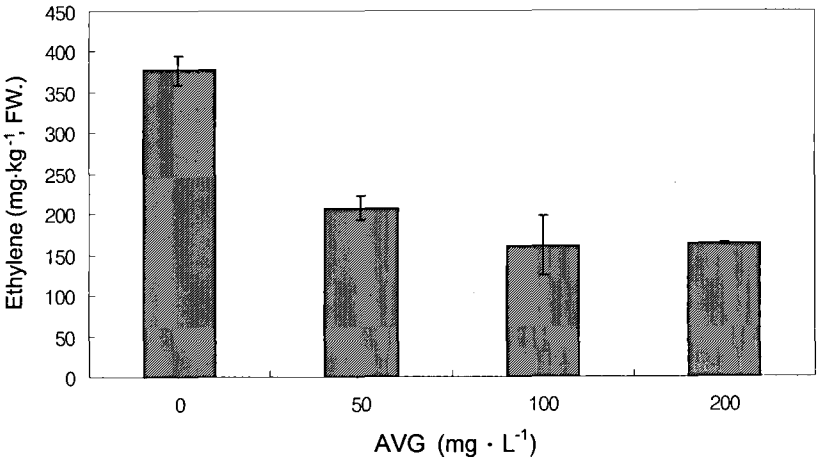

Fig. 5. Effect of AVG application on ethylene production of oriental melon fruits. Vertical bars represent±SE, n=10.

연장효과 등이 모두 에틸렌의 생성억제와 관련이 있고(Autio와 Bramlage, 1982; Bramlage 등, 1980; Park 등, 1999), 이것은 AVG가 에틸렌의 生合成 과정의 1-aminocylopropane-1-carboxylic acid 합성효소의 활성을 억제하기 때문이라고 하였다(Boller 등, 1979). 본 실험의 결과, 참외의 지주재배시 낙과예방에는 AVG의 효과가 충분히 인정되었으므로 앞으로 이의 활용이 기대된다.

초 록

참외의 지주재배는 포복재배에 비하여 과실의 수량이 증가하였다. 지주재배는 수확전 낙과율이 47.6%로 무지주의 13.0%에 비하여 현저히 높았다. 그러나 개화 후 15일에 aminoethoxyvinylglycine(AVG, 100mg · L^{-1})을 엽면살포한 결과 낙과율이 10.9%까지 감소하였다. AVG처리는 과실의 품질이나 숙기에는 영향이 없었다. AVG처리는 과실의 에틸렌 발생을 현저히 감소시켰다.

추가 주요어 : 과육경도, 당도, 에틸렌

인용문헌

Abeles, F.B. 1973. Ethylene in plant biology. Academic Press. NY.

Autio, W.R. and W.J. Bramlage. 1982. Effects of AVG on maturation, ripening, and storage of apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:1074-1077.

Bangerth, F. 1978. The effects of substituted amino acids on ethylene biosynthesis, respiration, ripening, and preharvest drop of apple fruits. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103:401-404.

Boller, T, R.C. Herner, and H. Kende. 1979. Assay for and enzymatic formation of an ethylene precursor, 1-aminocylopropane 1-carboxylic acid. Planta 145:293-303.

Bramlage, W.J. , D.W. Greene, W.R. Autio, and J.M. McLaughlin. 1980. Effects of aminoethoxyvinylglycine on internal ethylene concentrations and storage of apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105:847-851.

Choi, J.K. 1997. Analysis for effects of fruit on the quality and yield in staking cultivation of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. Makuwa). MS Diss., Kyungpook Natl. Univ. Taegu, Korea.

Chung, H.D., S.J. Youn, and Y.J. Choi. 1998. The effects of $CaCl_2$ foliar application on inhibition of abnormally fermented fruits and chemical composition of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. Makuwa Mak.). Kor. J. Hort. Sci. Technol. 16:215-218.

Hu, J.F., T. Fukuda, H. Ohara, E. Takahashi, and H. Matsui. 1999. Effect of AVG application on berry set of 'Kyoho' grape. J. Jpn. Soc. Hort. Sci. 68:833-837.

김병수, 김희태, 이호철. 1998. 참외. 농민신문사. 서울.

Lieberman, M. 1979. Biosynthesis and action of ethylene, Annu. Rev. Plant Physiol. 30:533-591.

농림부. 2000. '99 채소생산실적. 농림부. 대한민국.

Park, M.Y., H.J. Kweon, I.K. Kang, and J.K. Byun. 1999. Effects of AVG application on harvest time extention and storability improvement in 'Tsugaru' apples. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40: 577-580.

성주군농업기술센터. 1994. 참외 · 수박. 성주군농업기술센터, 경북.

Williams, M.W. 1980. Retention of fruit firmness and increase in vegetative growth and fruit set of apples with aminoethoxyvinylglycine. HortScience 15:76-77.