

저광도 조건시 참외의 적과와 엽면시비 효과

이상규* · 서태철 · 강용구 · 윤형권 · 김영철 · 서효덕

*원예연구소 채소재배과

Effect of Fruit Thinning and Foliar Fertilization under the Low Light Intensity in Oriental Melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* MAKINO)

Lee, Sang Gyu*, Tae Cheol Seo, Yong Gu Kang, Hyung Kweon Yun,
Young Chul Kim, and Hyo Duk Suh

*Department of Vegetable Culture, National Horticultural Research Institute, Suwon 440-310, Korea

Abstract. This experiment was conducted to find out the method of preventing decrease in the marketable yield of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* MAKINO) under low light intensity. By maintaining low light of $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ from 10 days after fruit set to fruit enlargement period, the photosynthetic rate and chlorophyll contents of leaf were reduced. Leaves which had no urea application showed largely decreased photosynthetic rate. The content of soluble solids was lower in the low light than natural light treatment. Regardless of foliar application of urea, % fermentation fruits was under 4% in the natural light treatment and over 10% in the low light treatment. The less the fruit thinning, the greater was % fermentation fruits under low light condition. The % fermentation fruits were 39% and 48% in no fruit thinning treatment. The harvest was delayed under low light condition regardless of foliar fertilization. As the number of thinned fruits was decreased, the harvest time was delayed more. Marketable yield per plant sharply decreased under low light intensity. Compared with natural light, the yield under low light treatment was 16~34%. The treatment fertilized with 0.5% urea on leaf had 34% greater harvest index of marketable yield than other treatments. In conclusion, when the long low light condition from 10th day after fruiting was forecasted, thinning two fruits out of six fruits and two times foliar fertilization with 0.5% urea should be applied.

Key words : photosynthesis, chlorophyll, foliar fertilization, fruit thinning, low light

*Corresponding author

서 언

참외의 재배면적은 '90년도에는 8,160 ha로, 시설재배 비율이 52% 정도를 차지하여 노지재배와 비슷한 비율을 보였으나, 2000년도에는 10,203 ha로 92%인 9,449 ha가 대부분 시설재배로 한겨울에도 생산이 되는 연중생산 체제로 바뀌었다(MAF, 2000). 겨울철 시설재배시는 저온과 일조량 부족으로 양수분 흡수불량에 따른 과실의 품질저하, 수량저하 및 생리장해가 많이 발생(Chung 등, 1998; Sin 등, 1991)된다. 또한 생육기의 저온과 약광, 토양수분 과습, 질소과다 시용, 환기불량 및 Ca 부족 등은 발효과 발생율을 높이는 것으

로 알려져 있다(Bouwkamp 등 1978; Chung 등 1998; Daito와 Sato, 1985; Hwang과 Lee 1993; Ishida와 Nukaya, 1984; Kim과 Ito, 1983; Shin 등 1996; Shin 등 1997; Sin 등 1991). CaCl_2 0.5%액의 엽면시비는 질소 시비량에 관계없이 발효과 발생을 줄일 수 있으나 당도향상에는 효과가 없는 것으로 알려져 있으며(Chung 등, 1998), 토마토, 가지, 피망 등은 광도가 낮은 조건에서 생육이 떨어지고, 당도가 낮아지며 수량도 저하되었고, 일비액중의 trans-zeatin 함량과 각종 무기물 함량이 저하되었다(Zhong과 Kato, 1988)고 하였으며, 토마토의 경우는 70% 차광처리를 하면 목부 일비액량도 적어지고, 생육도 저하된다고 하였다

(Masuda와 Shimada, 1993). 저광도 조건시 참외의 생육반응은 앞에 Chlorosis 현상이 나타나고, 광합성 능력이 저하되며, 과실이 비대되지 않는 것으로 나타났다(Choi, 1997; Lee와 Seong, 2001). 그러나 저광도 조건시 참외에 대한 요소 엽면시비와 착과수 조절 효과에 대한 연구 결과가 없기 때문에 본 실험은 참외 재배시 저광도 조건이 지속될 경우를 예상하여 상품수량 저하를 막기 위한 착과수 조절과 요소 엽면시비 효과를 구명하고자 수행하였다.

재료 및 방법

홍토좌(신젠타종묘) 대목종자는 2002년 3월 4일에 50공 플러그트레이에 바로커상토(서울농자재)를 담은 후 파종하였고, 금싸라기참외(세미니스종묘) 종자는 파종상에 줄뿌림방법으로 파종하였다. 집목은 3월 15일에 편엽합접 방법으로 하였고, 정식은 4월 12일에 실시하였다. 재식거리는 이랑폭을 3 m, 주간거리를 50 cm로 하였고, 어미덩굴을 6절에서 적심한 후 아들덩굴 2줄기를 길러 12절에서 적심하였다. 초기 생육을 촉진시키기 위해서 아들덩굴의 6절이하에서 발생하는 손자덩굴과 암꽃은 모두 제거하였고, 착과는 아들덩굴 6절 이후에서 발생한 손자덩굴에 줄기당 3개씩 주당 6개를 착과시켰다.

저광도 처리는 참외를 착과시킨 후 10일부터 수확 시까지 25일간 실시하였는데, 비가림시설 위에 암막을

설치하여 자연광을 차단한 후 삼파장 형광등을 참외의 상부 80 cm에 설치하여 광량계(Quantum sensor, LI-COR)로 참외 잎 부근의 광도가 400 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 정도 되도록 조절하였고, 암막을 씌우지 않은 자연광 상태를 대조구로 하였다.

착과수 조절은 저광 처리후 7일경에 주당 6개씩 착과되어 있는 것 중에서 적과를 하지않은 처리와 주당 2개 적과한 것과, 4개 적과한 것으로 조절하였다.

엽면시비는 적과와 동시에 참외 잎에 요소 0.5%액(물 1 L+요소 5 g)을 1주일 간격으로 2회 살포한 처리와 무살포구를 두어 비교 시험하였다.

광합성능력은 광처리 후 25일에 광합성측정기(LI-6400, LI-COR)를 이용하여 반복당 3주씩 3반복으로 측정하였다. 측정위치는 엽령이 같은 생장점으로부터 5번째 잎으로 하였고, 측정시의 조건은 광도조건이 1,200 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 엽온이 25 \pm 1.5 $^{\circ}\text{C}$, 습도는 35 \pm 3%, CO₂ 농도는 350 \pm 10 ppm, chamber내 유속은 500 $\mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1}$ 이었다. 엽록소 함량은 휴대용 엽록소 측정기(SPAD 502, Minolta)를 이용하여 반복당 5주씩 3반복으로 측정하였다.

품질은 참외를 수확한 후 Brix 당도계를 이용하여 측정하였으며, 과장, 과폭 및 과중을 조사하였다. 발효과는 과실을 절단한 후 과육의 상태를 육안으로 확인하여 발효과를 판단하였다. 숙기지연 정도는 자연광 상태를 비교하여 수확시기의 지연정도를 전부 조사하였다.

Table 1. Effect of light intensity on photosynthetic rate, stomatal conductance and chlorophyll content in oriental melon on the 25th day after treatments.

Foliar fertilization	Treatment		Photosynthetic rate ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	Stomatal conductance ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	Chlorophyll content (SCDSV ^x)
	Light intensity ^z	No. of fruits thinned			
None	Low	4	6.16 cd ^y	0.032 b	39.0 b
	Low	2	5.27 d	0.033 b	37.8 b
	Low	0	4.61 d	0.031 b	36.2 b
	Natural light		22.90 a	0.076 a	57.1 a
Fertilization	Low	4	11.90 b	0.032 b	41.8 b
	Low	2	10.02 b	0.028 b	38.1 b
	Low	0	9.34 bc	0.036 b	37.6 b
	Natural light		25.50 a	0.065 a	59.5 a

^zLow, 400 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; and natural light, average 2,000 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

^yLSD 0.05.

^xSpecific color difference sensor value.

결과 및 고찰

저광도 처리 후 25일에 광합성 속도와 엽록소 함량을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 광합성 속도는 적과수가 많을수록 높았으며, 요소 엽면시비가 무살포구보다 높았는데, 적과를 많이 함으로써 담과능력이 줄었고, 엽면시비를 통해 부족한 양분을 어느정도 보충해주었기 때문으로 생각된다. 기공전도도와 엽록소 함량은 저광도 조건시 대조구에 비해 훨씬 낮았으며, 요소 엽면시비 여부와 적과수에 관계없이 저광도 처리구간에는 유의성이 없었다. 이것은 Lee와 Seong(2001)이 참외재배시 저광도 조건에서 광합성에 의한 탄수화물 생성량이 적어 뿌리로의 전류량이 상대적으로 줄어들기 때문에 뿌리의 활력도 떨어지고, *trans-zeatin* 생합성량도 적었으며 광합성 속도가 저하되고, 엽록소 함량이 떨어진다는 내용과 같은 결과를 보였다. 또한 저광도에서 토마토, 가지, 피망의 생육이 떨어지고, 일비액 중의 *trans-zeatin* 함량이 저하되었다(Zhong과 Kato, 1988)는 내용과 유사한 결과를 보였다.

저광도 조건에서의 착과수 조절과 요소 엽면시비에 따른 품질을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 과장은 처리간 유의성이 없었고, 과폭은 자연광 처리와 요소 엽면시비를 하고 적과를 2개 실시한 처리가 컸으며 나머지 처리간에는 유의성이 없었다. 당도는 자연광에 비해 저광도 처리구가 전반적으로 낮았는데, 착과수가 많고 무엽면시비구일수록 낮은 경향을 보였다. 무엽면시비구에서는 적과를 하지않은 처리가 11.0Brix로 가장 낮았고, 2개 적과구는 12.4Brix, 4개 적과구는 13.2

Brix로 저광도 조건에서 적과를 하지 않으면 당도가 낮아지는 것으로 나타났다. 엽면시비 처리구에서는 당도가 11.9~13.4Brix로 적과수에 따른 유의성은 없었다. 그러나 요소 엽면시비에 따른 당도의 향상 효과는 없었지만 적과수가 적을수록 잎과 줄기가 빨리 고사되어 상품수량을 저하시키는 원인으로 작용하였다. 이것은 신은천 참외의 경우, 자연광 조건에서 주당 착과수를 8개로 하는 것보다는 4개로 줄여주는 것이 상품수량을 증가시킨다고 보고한 내용(Choi 등, 1990)과 유사한 결과로써, 참외 착과후 과실비대기에 저광도 조건이 계속될 경우, 광합성능력이 떨어져 탄수화물 전류량이 부족하고, 뿌리의 활력도 떨어짐으로써 과실비대가 정상적으로 이루어지지 않았기 때문으로 생각되었다. 따라서 상품수량의 저하를 막기 위해서는 주당 착과수를 줄여주고, 요소 엽면시비를 해주는 것이 좋을 것으로 생각되었는데, 광도가 낮고 일조량이 부족한 조건에서는 고품질 참외를 생산하기가 어렵다는 보고(Choi, 1997; Chung 등, 1998; Sin 등, 1991) 내용과 유사한 결과를 보였다.

발효과 발생률은 요소 엽면시비 유무에 관계없이 자연광에서는 4% 미만으로 발생되었는데, 저광도 조건에서는 10% 이상 발생되었다. 특히 저광도 조건에서 적과수를 적게 한 처리구일수록 발효과 발생률이 높았는데, 적과를 하지 않은 처리구는 각각 39와 48%로 매우 높은 발생율을 보였고, 2개 적과구는 20과 27%, 4개 적과구는 10%의 발생율을 보였다. 이것은 일조량 부족시 양수분 흡수불량에 따른 과실품질 및 수량저하 등 여러 가지 생리장해가 발생되고(Chung 등, 1998;

Table 2. Effect of foliar fertilization and fruit thinning on fruit quality and harvest delay under low light condition.

Foliar fertilization	Treatment		Fruit length (cm)	Fruit diameter (cm)	Soluble solids content (Brix)	Fermentation fruit (%)	Harvest delay (day)
	Light intensity ^z	No. of fruits thinned					
None	Low	4	10.6 a ^y	6.8 b	13.2 abc	10.0	1-3
	Low	2	9.8 a	6.6 b	12.4 bcd	27.8	3-5
	Low	0	10.5 a	6.3 b	11.0 d	48.0	5-10
	Natural light		10.9 a	7.1 ab	14.5 ab	4.0	0
Fertilization	Low	4	10.0 a	6.8 b	13.4 abc	10.0	1-3
	Low	2	10.2 a	7.2 ab	12.4 bcd	20.8	3-5
	Low	0	10.1 a	6.7 b	11.9 cd	39.5	5-10
	Natural light		11.9 a	8.1 a	14.6 a	3.2	0

^zLow, 400 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; and natural light, average 2,000 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

^yLSD 0.05.

Table 3. Effect of foliar fertilization and fruit thinning on the fruit weight and marketable yield of oriental melon under low light condition.

Treatment		No. of fruits thinned	Mean fruit weight (g)	Marketable fruits (%)	Marketable yield (kg/10a)	Index
Foliar fertilization	Light intensity ^z					
None	Low	4	285.8 bc ^y	90.0	514 bcd	26
	Low	2	243.1 cd	61.1	594 bc	30
	Low	0	217.9 d	24.0	314 d	16
	Natural light			345.8 a	94.0	1,950 a
Fertilization	Low	4	311.3 ab	92.3	575 bc	29
	Low	2	247.7 cd	66.7	661 b	34
	Low	0	228.7 d	31.6	434 cd	22
	Natural light			355.2 a	96.8	2,063 a

^zLow, 400 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; and natural light, average 2,000 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

^yLSD 0.05.

Sin 등, 1991), 발효과 발생에는 생육기 동안의 약광 등 환경조건이 크게 영향을 미친다는(Shin 등 1991; Shin 등 1996; Shin 등 1997; Hwang과 Lee 1993; Chung 등 1998)보고와 같은 결과를 보였다.

수확시기 지연 정도는 요소 엽면시비 유무와 관계없이 자연광에 비해 저광도 조건에서 늦어지는 경향을 보였는데, 주당 4개 적과구는 1~3일 정도 지연되었고, 2개 적과구는 3~5일정도, 그리고 적과를 하지 않은 처리구는 5~10일정도 늦어졌다. 이것은 저광도 조건에서 탄수화물 전류량이 적었고, 양수분 흡수능력이 저하되었기 때문으로 생각된다.

평균과중과 상품수량을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 평균과중(Fig. 1)은 저광도 처리구의 경우 217~311 g으로 자연광의 345~355 g 보다 훨씬 작았고, 요소 엽면시비 여부에 따른 차이는 없었지만 적과를 많이 할수록 과중이 무거웠다.

과중이 170 g 이상인 것을 기준으로 한 상품률에 있어서는 자연광에서 94% 이상을 보인 반면 저광도의 경우 적과수가 많았던 4개 적과구가 92와 90%로 높았고, 2개 적과구는 66과 61%, 적과를 하지 않은 처리구는 31과 24%로 매우 낮았다.

주당 상품수량에 있어서는 저광도 조건하에서 자연광에 비해 16~34% 수준 정도로 매우 낮은 수량을 보였는데, 요소 0.5% 액을 엽면시비하고 2개를 적과한 처리구가 34% 수준으로 자연광에 비해 다른 처리보다 높은 상품수량을 보였다.

따라서 참외재배시 과실 착과후 10일경부터 강우 등

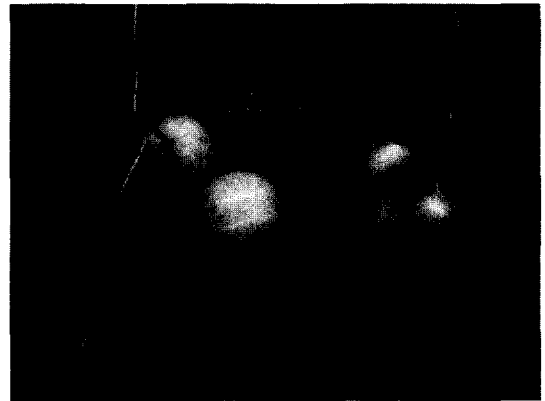


Fig. 1. Effect of fruit thinning on the fruit development of oriental melon under low light (Left, two fruits thinned; and right, no fruit thinned).

에 의해 장기간 일조부족 상태가 지속될 것으로 전망되면 상품수량의 급격한 저하를 막기 위하여 주당 6개가 착과되어 있던 것중에서 2개를 적과하고, 요소 0.5%액을 2회 정도 엽면시비 해주는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.

적 요

참외재배시 저광도 조건시 상품수량의 급격한 저하를 막기 위하여 본 연구가 수행되었다. 과실 비대기에 해당되는 착과후 10일부터 400 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 정도의 저광도 조건이 지속되면 광합성 속도도 떨어지고, 엽록소 함량도 낮았으며 특히 요소 무엽면시비구의 광합성

속도는 크게 저하되었다. 당도에 있어서는 자연광에 비해 저광도 처리구가 전반적으로 낮았는데, 착과수가 많고 무엽면시비구일수록 낮았다. 발효과 발생률은 요소 엽면시비 유무에 관계없이 자연광에서는 4% 미만으로 발생되었는데, 저광도 조건에서는 10% 이상 발생되었다. 특히 저광도 조건에서 적과수를 적게 한 처리구일수록 발효과 발생률이 높았는데, 적과를 하지 않은 처리구는 각각 39와 48%로 매우 높은 발생율을 보였다. 수확시기 지연은 요소 엽면시비 유무와 관계없이 자연광에 비해 저광도 조건에서 늦어지는 경향을 보였는데, 적과수가 적을수록 지연정도는 심했다. 주당 상품수량에 있어서는 저광도 조건하에서 자연광에 비해 16~34% 수준 정도로 매우 낮은 수량을 보였는데, 요소 0.5% 액을 엽면시비하고 2개를 적과한 처리구가 34% 수준으로 자연광에 비해 다른 처리보다 높은 상품수량을 보였다.

따라서 참외재배시 과실 착과후 10일경부터 강우 등에 의해 장기간 저광도 조건이 지속될 것으로 전망되면 상품수량의 급격한 저하를 막기 위하여 주당 6개의 착과 과실중에서 2개를 적과하고, 요소 0.5%액을 2회 정도 엽면시비 해주는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.

주제어 : 광합성, 엽록소, 엽면시비, 적과, 저광도

인용문헌

1. Bouwkamp, J.C., F.F. Angell, and F.D. Schales. 1978. Effects of weather conditions on soluble solids of muskmelon. *Sci. Hort. Netherland.* 8:265-271.
2. Choi, J.K. 1997. Analysis for effects of fruit on the quality and yield in staking cultivation on oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak.). MS Diss., Kyungpook Natl. Univ., Taegu, Korea.
3. Choi, Y.H., J.K. Ahn, K.H. Kang, J.S. Choe, and Y.C. Um. 1990. Search for the origin of physiological disorder occurrence of oriental melon. *Res. Rept. ORD.* pp. 429-446.
4. Chung, D.G., S.J. Yong, and Y.J. Choi. 1998. The effect of CaCl₂ 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.
5. Daito, H. and Y. Sato. 1985. Changes in the ethanol and acetaldehyde contents of Satsuma mandarin fruit during maturation. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 54:33-38.
6. Hwang, Y.S. and J.C. Lee. 1993. Physiological characteristics of abnormal fermentation in melon fruit. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 34:339-343.
7. Ishida, A. and A. Nukaya. 1984. Respiration and ethylene production in muskmelon in relation to nitrogen and calcium nutrition. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 52:429-433.
8. Kim, H.T. and T. Ito. 1983. Effect of nitrogen and potassium levels on yield and quality of melon. *Res. Rept. ORD.* 25(H):1-12.
9. Lee, S.G. and K.C. Seong. 2001. Effects of low light intensity on the growth of oriental melon. *Res. Rept. NHRI.*
10. Masuda, M. and Y. Shimada. 1993. Diurnal changes in mineral concentrations of xylem exudate in tomato plants and their concentrations as affected by sunlight intensity and plant ages. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 61: 839-845.
11. Ministry of Agriculture and Forestry. 2000. *Crops. Statistical yearbook.*
12. Sin, G.Y., C.S. Jeong, and K.C. Yoo. 1991. Effects of temperature, light intensity and fruit setting position on sugar accumulation and fermentation in oriental melon. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 32:440-446.
13. Shin, Y.S., I.K. Yeon, H.W. Do, D.H. Suh, S.G. Bae, S.K. Choi, and B.S. Choi. 1996. Effect of the ventilation method on the growth and quality of melon in greenhouse of tunnel type. *J. Bio-Environment Control* 5:187-193.
14. Shin, Y.S., W.S. Lee, I.K. Yeon, S.K. Choi, and B.S. Choi. 1997. Effect of root zone warming by hot water on rhizosphere environment and growth of greenhouse-grown oriental melon. *J. Bio-Environment Control* 6:103-109.
15. Zhong, L.F. and T. Kato. 1988. The effect of sunlight intensity on growth, yield and chemical composition of xylem exudate in Solanaceous fruits. *Research Reports of Kochi Univ. Agricultural Sci.* 37:39-40.