

착과기 이후의 약광 조건이 백침계 오이의 생육반응 및 품질에 미치는 영향

성기철* · 문지혜¹ · 이상규² · 강용구² · 김광용² · 서효덕²
난지농업연구소 난지원에작물과, ¹농촌진흥청 국제협력, ²원에연구소 채소과

Effect of Low Light Intensity after Fruit Set on the Growth and Quality of Cucumber(*Cucumis sativus* cv. Hyakunari-3).

Ki Cheol Seong*, Gi Hye Moon¹, Sang Gyu Lee², Yong Gu Kang²,
Kwang Yong Kim², and Hyo Duck Seo²

National Institute of Subtropical Agriculture, RDA, Jeju 690-150, Korea

¹Department of International Cooperation, RDA, Suwon 441-707, Korea

²National Horticultural Research Institute, RDA, Suwon 440-310, Korea

Abstract. This experiment was conducted to investigate the effects of different levels of light intensity (100, 200, 400 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, and natural light) on the growth and the fruit quality of cucumber(*Cucumis sativus* cv. Hyakunari-3). The results of this experiment indicated that plant height and length of lateral shoots were decreased under low light condition, but it was not significantly different among treatments. Leaf area and root weight were lowest under low light intensity(100 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), but no significant differences were noted between 200 and 400 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Photosynthesis rate was decreased with reduced light intensity and total chlorophyll contents, root activity and xylem sap were also decreased under low light intensity, but there was no significant difference between 200 and 400 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. From the SEM observation the erosion of the guard cells and closed stomata in low light treatment were shown and the size of stoma were small also the stomatal aperture were decreased with reducing the light intensity. Chlorosis in leaves and aborted-like fruits were appeared under low light condition and Ca and Mg uptake in leaves were decreased by shading in proportion to the decrease of light intensity. Fruit yields were decreased by 65% under 400 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, and by 80~90% under 200 and 100 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, compared to those under the natural light. This low intensity of light caused the sharp decrease in the early harvested yields within two weeks and the fruit yields of lateral shoots were greatly decreased.

Key words : chlorosis, photosynthesis, root activity, SEM, stoma

(*Corresponding author)

서 언

우리나라의 신선오이 수출은 1985년에 2.5톤이 일본으로 수출되었으며, 이후 재배면적과 수출량이 계속 증가되어 2002년에 재배면적은 152ha에 이르렀고 수출량 3.6천톤, 수출금액은 5,113천불에 달하였다. 수출오이의 이러한 증가 추세는 당분간 계속될 것으로 전망되며 일본 국내의 재배면적 및 생산량 감소로 연간 10,000톤 내외는 지속적으로 수출이 가능할 것으로 추정된다.

현재 수출오이를 재배하는데 있어서 가장 큰 문제점은 생산성 및 품질 저하이다(Seong, 2001). 수출오이의 국내 단위수량은 일본의 약 75% 수준인 7,218 kg/10a로 낮은 편이며 국내 수출단지 내에서도 2.8톤~12톤 정도로 지역별 농가간에 큰 차이를 보이고 있는 실정이다. 이처럼 생산성이 낮은 원인은 수출용 오이인 백침계 오이는 측지 재배형으로 국내 내수용인 주지재배 방식의 흑침계와는 재배방식이 다르며 온도와 수분에 대한 요구도가 민감하여 환경 관리에 세심한 주의를 해야함에도 불구하고 흑침계 관행재배의 틀을 벗어나

지 못하는 재배관리 기술 미흡에 큰 원인이 있다. 또한 주 수확기간이 10월에서 이듬해 3월로 재배시기가 겨울철에 집중되어 있어 온도와 일조 등 기상환경이 열악한 조건에서 각종 환경관리가 어렵게 이루어지고 있기 때문이다. 따라서 측지발생 저조와 생리장해 등의 발생은 수량저하의 큰 원인이 되고 있다.

본 시험은 이러한 일조부족 하에서의 대응 기술을 마련코자 우선 착과기 이후의 약광조건이 백침계 수출 오이의 생육반응 및 품질에 미치는 영향을 구명코자 수행하였다.

재료 및 방법

재배품종으로는 백침계 수출오이인 百成3號(Hyakunari-3, 久留米種苗)를, 대목은 bloomless 대목인 슈퍼雲龍1號를 이용하였다. 오이 종자와 대목 모두 홍농플러그 상토(홍농)를 이용하여 3월 19일에 오이는 72공 플러그 트레이에, 대목은 50공 플러그 트레이에 각각 피종하였다. 피종 후 10일째인 3월 28일에 편엽 단근 합접 방법(Seong, 2003)으로 접목하였다. 정식은 4월 24일 비닐 하우스내에 120 cm 이랑을 만들고 주간 50 cm 간격으로 중앙에 정식하고 각각 좌우로 유인하였다. 정지방법은 주지는 25마디 전후에서 적심을 하고, 주지 5마디 이하의 암꽃과 측지는 모두 제거하였다. 측지는 1본을 주지 6마디에서 유인하고 15마디에서 적심 하였다. 나머지 주지상의 측지는 6~9마디와 20마디 이상은 1마디에서, 나머지 측지는 2마디에서 적심 하였는데 예비지를 2~3본 유지시켰으며 2차 측지는 방입하였다.

광 처리는 오이정식 후 착과가 시작되는 5월 25일부터 6월 30일까지 5주 동안 실시하였다. 처리방법은 비가림시설 위에 암막을 설치하여 완전히 자연광을 차

광한 후 삼파장 형광등을 오이의 식물체 위에 설치하여 광도계(LI-188B, LI-COR)로 오이 잎 부근의 광도가 PPF 100, 200, 400 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 가 되도록 조절하였고, 암막을 씌우지 않은 자연광 상태(800~900 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)를 대조구로 하였다.

광합성 능력, 엽록소 함량, 뿌리활력과 일비액은 각각 처리 후 25일째에 측정하였다. 광합성 능력은 광합성 측정기(LI-6400, LI-COR)를 이용하였으며, 측정 위치는 엽령이 같은 생장점으로부터 10번째 잎으로 하였고, 광합성 측정시의 조건은 엽온이 $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 습도는 $35 \pm 3\%$, CO_2 농도는 350 ± 10 ppm, 유속은 $500 \mu\text{mol} \cdot \text{s}^{-1}$ 이었다. 상대 엽록소 함량은 휴대용 엽록소 측정기(SPDA 502, Minolta)를 이용하였다. 근활력은 뿌리를 채취하여 TTC(triphenyl tetrazolium chloride) 방법으로(Yoshida, 1966), 일비액은 지체부로부터 5cm 상단 부위 줄기를 자른 후 분비되는 액을 24시간 동안 채취하여 측정하였다. 기공세포 관찰은 처리 후 3주된 식물체의 상단부로부터 7~10번째 잎을 채취하여 SEM(STEREO 440, Carl Zeiss, Germany)으로 관찰하였다. 식물체 무기성분 분석은 처리 후 7일 간격으로 식물체 잎을 Moon(2001)의 방법으로 분석하였다. 기타 일반적인 재배관리는 농촌진흥청 표준 영농 교본 백침계 오이 재배법(Chung 등, 1999)에 준하였다.

결과 및 고찰

수확시의 생육특성을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 초장은 저광도 조건에서는 처리간 차이가 없었으나 자연광에 비하여 현저하게 낮아졌으며, 측지길이 역시 비슷한 경향으로 저광도 하에서는 처리간 차이가 없이 작아졌다. 지상부 생체중과 엽면적 및 근중에서도 자연광에 비하여 저광도하에서 크게 억제되었으며 저광도

Table 1. Effect of light intensity on growth of cucumber on the 30 day after shading treatments in PE house.

Light intensity ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	Plant height (cm)	Length of lateral shoot (cm)	Fresh weight (g/plant)		Leaf area (cm^2)
			Top	Root	
100	151.0	155.3	540.0	16.0	7,766
200	160.1	153.5	587.5	17.5	8,268
400	166.2	165.2	697.5	18.5	8,436
Control	206.7	179.6	1,525	21.5	18,854
LSD .05	12.6	9.6	38.6	0.5	271.2

Table 2. Effect of light intensity on photosynthesis, chlorophyll contents and root activity in cucumber on the 25th day after shading treatments.

Light intensity ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	Photosynthesis ($\mu\text{mol} \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	Chlorophyll contents (SPDA value)	Formazan content ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) WT	Bleeding xylem sap ($\text{ml}/\text{plant}/\text{day}$)
100	7.5	49.7	9.3	21.8
200	9.7	54.0	10.1	32.8
400	12.3	55.3	15.0	61.9
Control	23.8	59.7	72.1	343.3
LSD .05	2.1	4.0	4.5	28.1

일수록 심하였다. 전체적인 생육에 있어서 $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이하의 저광도 조건에서 생육이 크게 억제되었는데, $100 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서 가장 심하였다. 이는 Zhong과 Kato(1988)의 피망시험에서 저광을 많이 할수록 자엽광에 비하여 생육이 감소되는 현상과 유사한 결과를 보였다. 한편 Lee(2003)는 참외의 경우 $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서 자엽광과 비교해 초장 등에서 차이를 보이지 않아 본 시험의 오이와는 약간 다른 결과를 보였는데 이는 참외의 경우 지상에서 포복재배가 되므로 오이와 같이 잎에 의한 차광이 없었기 때문으로 생각되었다.

광 처리 후 25일째 광합성 속도, 엽록소 함량 및 뿌리의 활력을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 잎의 광합성 속도의 경우 $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이하의 저광도 하에서 크게 감소되었는데, $100 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 과 $200 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서는 각각 자엽광의 1/3과 1/2 이상이 감소되었다. 엽록소의 경우 큰 $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 과 $200 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서는 차이를 보이지 않았으나 $100 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서 가장 낮은 결과를 보였는데, 이는 저광도로 인한 Mg흡수 불량에 의한 것으로 생각되었다(Bottrill, 1970; Hanada, 1981). 일반적으로 엽록소가 감소되면 광합성량이 감소되는데 (Hanada, 1981), 본 시험에서도 저광도 조건에서 뚜렷한 결과를 보였다. 뿌리활력과 인피액은 $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이하에서 크게 감소되었는데 100 과 $200 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서는 차이를 보이지 않았다.

광도 처리별 잎의 기공을 관찰한 결과(Fig. 1), 자엽광의 정상적인 기공에 비하여 광도가 낮을수록 기공 밀도수가 적었으며, 공변세포 및 부세포의 발달이 현저하게 억제되었고, 기공의 열림도 작았는데, 일반적으로 저광도 하에서는 기공수가 적어지는 것은 잘 알려져 있다(Knecht와 O'Leary, 1972).

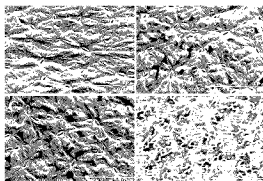


Fig. 1. Scanning electron micrographs of stomata in cucumber leaves after 21 day's treatment. $\times 500$, Scale bars-100 μm . A, $100 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ guard cells and subsidiary cells of stomata were deteriorated; B, $200 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; C, $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; D, control. guard cells and subsidiary cells of stomata were well developed and numerous.

Hanada(1981)는 오이에서 N, Mg를 결핍시키거나 극히 비광으로 사용 할 경우 엽신에서 chlorosis현상이 발생되었다고 하였는데, 본 시험에 나타난 황화현상도 엽분석 결과에서도 유추할 수 있듯이 Mg결핍이 확인되어 Mg결핍에 원인이 있었던 것으로 판단되었으나 잎 가장자리의 결핍증상을 보아 K결핍도 복합적으로 작용했을 것으로 생각되었다. 또한 광도가 낮은 경우 잎이 비늘쪽으로 밀리고 잎 끝에 위축 및 황화현상이 나타나는 생리장애 증상을 보였으며, 과일의 경우 껍과 발생이 많았고, 과일 끝이 뾰족해지면서 마르는 流果(Kim, 1996) 형태의 특징을 보였는데(Fig. 2), Kim (1996)은 차광조건이 유과 발생을 증가시킨다고 보고한 바 있다.

잎의 무기양분 흡수 특성을 보면(Fig. 3), N과 P의 경우 자엽광에 비하여 광도가 낮은 경우 잎에 많이 축적이 되는 경향을 보였다. 이는 낮은 광도로 인하여 그만큼 동화작용이 이루어지지 않아 과실로 분배되지

착과기 이후의 약광 조건이 백쵸계 오이의 생육반응 및 품질에 미치는 영향

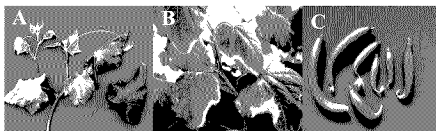


Fig. 2. Physiological injuries of leaves and fruits of cucumber as affected by low light ($100 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ and $200 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) intensity after three weeks treatment. A; leaf curl shows in upper leaves. B; chlorosis were appeared in leaves. C; fruits were curved fruits mostly and fruit shape were sharp pointed with looked aborted fruit.

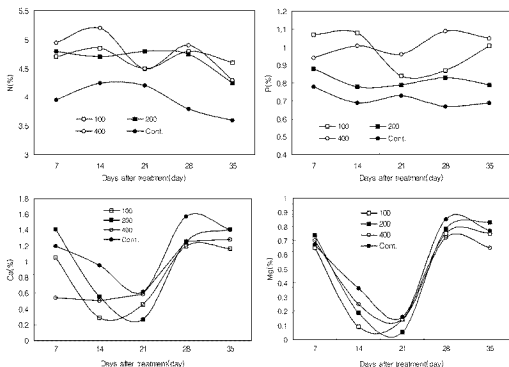


Fig. 3. Changes of inorganic nutrient content in leaves of cucumber 'Hyakunari-3' as affected by light intensity. 100, $100 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; 200, $200 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; 400, $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

못하고 상대적으로 잎에 남아있었던 것으로 생각되었다(Tachibana, 1982). 그러나 Ca와 Mg함량은 자연광보다도 광도가 낮아짐에 따라 적어지는 경향을 보였는데, 흡수량은 차광 처리 후 2~3주 경에 심하게 저하되었다. 이처럼 저광하에서의 Ca와 Mg흡수저하는 Yasui와 Honda(1982)가 토마토와 오이에서 K, Ca, Mg 등의 흡수가 광평에 따른 일사량의 저하와 비례하여 감소되었다고 한 것과 유사한 결과를 보였다. 전체

적으로 본 때 저광도에 의한 초기의 양분흡수는 N, P 보다는 Mg나 Ca의 흡수에 큰 영향을 미치는 것으로 생각되었다. 한편 저광처리 후 3주 정도에서 대체적으로 양분 흡수량이 적은 경향을 보이고 있는데 이는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 이시기에 주지의 착과 수 증가로 인하여 뿌리 활동이 약해지고 따라서 양분 흡수가 저하되었기 때문으로 생각되었다(Park, 1988; Katou, 1989).

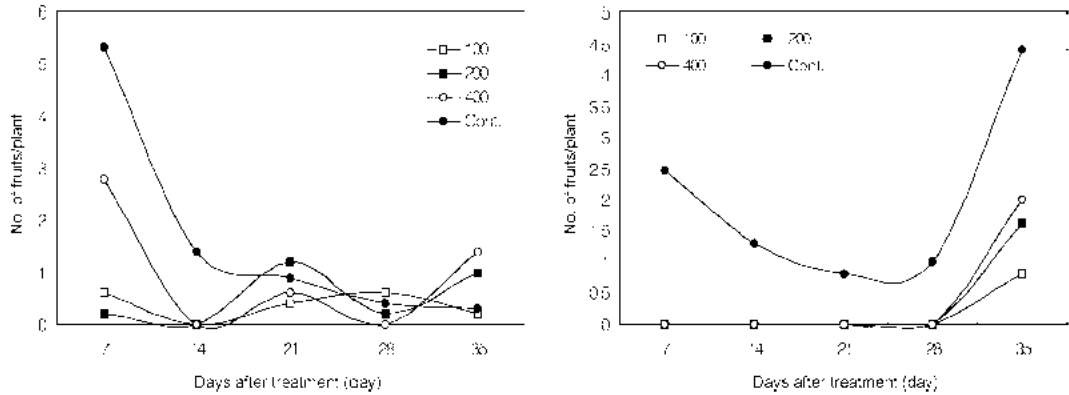


Fig. 4. Changes of harvested fruit in cucumber 'Hyakunari-3' as affected by light intensity. 100, 100 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; 200, 200 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$; 400, 400 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

시기별 수확과수를 보면 Fig. 4와 같다. 처리 후 14일까지의 초기수량이 자연광처리에서 많은 반면, 저광도 처리에서는 400 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이하에서 감소되어 초기수량이 크게 감소되는 경향을 보였다. 21일 이후의 수확과수에 있어서는 처리간 큰 차이를 보이지 않았다. 측지 수확과수의 경우 자연광 처리를 제외하고는 28일까지 거의 수확이 이루어지지 않았으며, 35일째에 접어들어 수확이 이루어졌다. 이처럼 저광도의 경우 측지 수확에 큰 영향을 미치는 것으로 생각되었다.

처리 35일 후에 조사한 수확시의 수량특성을 보면 Table 2와 같다. 과수, 과중 역시 광도가 낮아짐에 따라 적어지는 경향을 보였다. 주지 수확과수는 자연광에서 9.3개에 비하여 400 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서는 자연광의 1/2, 200 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서는 1/3, 100 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서는 1/5 정도로 크게 감소하였다. 측지 수확과수에 있어서는 주지의 수확과수 보다 현저하게 억제되었는데 무처리 10개에 비하여, 400 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서

2개, 200 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서 1.6개, 100 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서 1개미만으로 크게 억제됨을 알 수 있었다. 이는 측지수 발생 억제에 따른 것으로 생각되었으며, 저광도에 의한 측지 발생의 억제가 심한 것을 알 수 있었다. Kim(1996)은 차광정도에 따라 유과(流果) 발생률이 증가되었으며 착과 위치에 따른 영향이 현저하였는데 주지에 비해 자만(子蔓)에서, 자만에 비해 손만(孫蔓)에서의 유과 발생률이 급속히 증가한다고 하였다. 본 시험결과에서도 주지보다는 측지에서 수확과가 적었고 비정상과가 많았던 것과 유사한 결과를 보였다. 이는 광 조건이 유과 발생에 큰 영향을 미치는바 주지에 비해 자만으로 갈수록 수광량이 적어진 것도 한 원인이 되었던 것으로 생각된다.

총 수확과는 무처리 19개에 비하여 400 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서 7개, 200과 100 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서 3~4개로 크게 감소되었다. 이는 자연광을 100으로 볼 때, 400 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 경우 66%의 감수가 되었고, 200

Table 3. Fruit characteristics of cucumber as affected by shading treatments.

Light intensity ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	Main shoots				Lateral shoots				No. of normal fruits/plant
	Normal		Abnormal		Normal		Abnormal		
	No. of fruits /plant	Fruit wt. (g/plant)	No. of fruits /plant	Fruit wt. (g/plant)	No. of fruits /plant	Fruit wt. (g/plant)	No. of fruits /plant	Fruit wt. (g/plant)	
100*	1.8	251	0.4	40.2	0.8	96	0	0	2.6(14)
200	2.6	447	0.8	99.6	1.6	195	0.2	18.6	4.2(22)
400	4.6	638	1.4	135.6	2.0	246	0.6	68.9	6.6(34)
Control	9.3	1,192	1.5	224.4	10.0	1,421	4.0	515.4	19.3(100)
LSD.05	0.7	128.9	0.1	7.9	0.9	58.4	0.2	8.4	

$\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서는 78%, $100 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서는 87%의 수량감소를 가져왔다.

이상의 결과 착과기 이후의 백침계 오이에 있어서 저광조건에서 생육과 수량이 크게 감소되는 결과를 보였다. 또한 광도가 낮은 처리구에서 낙과 현상이 많이 발생되었고 유과형태의 비정상과의 발생이 많았는데 이는 저광도에서 광합성능력이 떨어져 탄수화물 전류량이 부족하고, 뿌리의 활력도 떨어짐으로써 과실비대가 정상적으로 이루어지지 않았기 때문으로 생각된다 (Kim, 1996; Moon, 2001). 특히 $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이하에서 생육이 크게 억제되어 60% 이상의 수량감소를 보였다. 또한 $100 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 정도의 오이 보상점에 가까운 조건에서는 90%의 수량저하를 보여 정상적인 생육과 수확이 불가능 할 것으로 생각되었다. 또한 저광 조건은 처리 후 2주 정도의 초기수량에 크게 영향을 끼쳤으며, 특히 측지 수확과수가 현저히 줄어드는 결과를 보였다.

본 시험은 봄 재배에서 이루어졌으나 수출오이의 경우 주로 겨울철에 재배가 이루어지는 점을 고려한다면 금후 축성 및 반축성 재배에서의 구체적인 검토가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

적 요

본 시험은 백침계 오이에 있어 착과기 이후의 저광도 조건이 생육 및 수량에 미치는 영향을 검토코자 수행되었다. 광도 처리는 무처리를 비롯하여 100, 200, $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 되도록 하였다. 초장과 측지길이는 광도가 낮았던 처리에서 크게 감소되었으나, 저광도 처리간에는 차이를 보이지 않았다. 엽면적과 근중은 $100 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서 가장 적었으나, 200과 $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 처리간에는 차이를 보이지 않았다. 광합성량은 저광도가 될수록 감소되었다. 엽록소 함량과, 근활력 및 일비액 역시 낮은 광도에서 감소하였는데, $200 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 과 $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 처리간에는 차이를 보이지 않았다. 잎의 기공 관찰 결과 낮은 광도에서 기공세포의 발달이 억제되었고 기공의 개도도 완전하지 않았으며, 기공크기가 작았으나 기공수는 증가하였다. 낮은 광도 하에서 잎에 황화현상과 유과 형태의 비정상과가 발생되었다. 또한 잎의 Mg와 Ca의 흡수량이 광도가 낮아짐에 따라 저하되었다. 수

확과수는 자연광에 비하여 $400 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서 65%, 200과 $100 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 에서 각각 80%와 90%의 수량감소를 보였다. 이러한 저광 조건은 처리 후 2주 정도의 초기수량에 크게 영향을 끼쳤으며, 특히 측지 수확과수가 현저히 줄어드는 결과를 보였다.

주제어 : 기공, 광합성, 뿌리활력, 전자현미경, 황화현상

인 용 문 헌

1. Bottrill, D.E., J.V. Possingham, and P.E. Kriedemann. 1970. The effect of nutrient deficiencies on photosynthesis and respiration in spinach. *Plant Soil*. 32:424-438.
2. Chung, J.H., K.J. Choi, K.D. Ko, J.B. Seo, and K.Y. Kim. 1999. Cultivation of white spine cucumber. RDA, Suwon, Korea (in Korean).
3. Hanada, T., T. Kazuhiko, N. Masaaki, and Y. Hiroshi. 1981. Effect of nitrogen, magnesium and phosphorus concentration in nutrition solution on the photosynthesis of cucumber leaves. *Bull. Natl. Res. Inst. Veg., Ornament. Plant, Tea Japan*. 9:83-96 (in Japanese).
4. Katou, T. 1989. Vegetable growth and root distribution. *Biam Heungjin. Japan*. p. 6-32 (in Japanese).
5. Kim, S.U. 1996. Factors affecting on the fruit abortion of cucumber (*Cucumis sativus* L.). PhD Diss., Seoul Natl. Univ., Seoul, Korea (in Korean).
6. Knecht, G.N. and J.W. O'Leary. 1972. The effect of light intensity on stomate number and density of *Phaseolus vulgaris* L. leaves. *Bot. Gaz.* 133:132-134.
7. Lee, S.G., K.C. Kim, T.C. Seo, Y.K. Kang, H.G. Yun, and H.D. Seo. 2003. Effects of low light intensity after fruit set on growth and quality of oriental melon. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44:31-34 (in Korean).
8. Moon, J.H. 2001. Physiological response of cucumber to root-zone temperature. PhD Diss., Seoul Natl. Univ., Seoul, Korea (in Korean).
9. Park H.Y. 1988. Factors in relations to development lateral shoots in cucumber plant (*Cucumis sativus* L.). PhD Diss., Tokyo. Univ., Japan (in Japanese).
10. Seong, K.C. 2001. The review of cultivation techniques for lateral shoot development in white spined cucumber. *Kor. Res. Soc. Protected Hort.* 14:25-35 (in Korean).
11. Seong, K.C., J.H. Moon, S.K. Lee, Y.K. Kang, K.Y. Kim, and H.D. Seo. 2003. Growth, lateral shoot development, and fruit yield of white-spined cucumber (*Cucumis sativus* cv. Baekseong-3) as affected by grafting methods. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44: 478-482 (in Korean).

12. Tachibana, S. 1982. Comparison of effects of root temperature on the growth and mineral nutrition of cucumber cultivars and figleaf gourd. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 51: 299-308 (in Japanese).
13. Yoshida, O.K. 1966. Analytical method of root activity. *J. Japan. Soc. Soil Sci. Fert.* 37:63-68 (in Japanese).
14. Yasui, H. and F. Honda. 1982. The effects of nitrogen on the growth of tomato and cucumber plants growth under the different solar radiations. *Bull. Natl. Res. Inst. Veg., Ornam. Plant, Tea Japan.* 6:1-19 (in Japanese).
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. *Res. Rep. Kochi Univ. Agr. Sci.* 37:39-40 (in Japanese).