

## 연질필름의 장기사용이 참외의 생육 및 수량에 미치는 영향

신용섭<sup>1\*</sup> · 연일권<sup>2</sup> · 이지은<sup>2</sup> · 도한우<sup>2</sup> · 정종도<sup>2</sup> · 박종욱<sup>2</sup> · 최성용<sup>1</sup> · 정두석<sup>3</sup>

<sup>1</sup>경북농업기술원 원예경영연구과, <sup>2</sup>성주과채류시험장, <sup>3</sup>에이알티에스(주)

## Effect of Long Time Usage of Soft Film on the Growth and Yield in Oriental Melon (*Cucumis melo* L. var *makuwa* Makino)

Yong-Seub Shin<sup>1\*</sup>, Il-Kweon Yeon<sup>2</sup>, Ji-Eun Lee<sup>2</sup>, Han-Woo Do<sup>2</sup>, Jong-Do Cheung<sup>2</sup>,  
Jong-Wook Park<sup>2</sup>, Seong-Yong Choi<sup>1</sup>, and Doo-Seok Chung<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Horticultuer & Management Division, Gyeongbuk AR&ES, Taegu 702-708, Korea

<sup>2</sup>Seongju Fruit Vegetable Experiment Station, Gyeongbuk AR&ES, Seongju 719-861, Korea

<sup>3</sup>A.R.T.S Co., Ltd, Gyeongnam Yangsan 626-120, Korea

**Abstract.** This experiment was conducted to investigate the difference among 3-years-used polyolefin films which were J-1, J-2 and J-2 having differences in film thickness, infrared absorption and ultraviolet penetration from Jan. 16, 2006. And 1-year-used polyethylene film K-1 used from Jan. 16, 2009, for covering film of greenhouse for oriental melon cultivation. J-2, J-3 and J-1 films were better for keeping heat in order, and J-2 film was the best in plant growth at early stage. The first blooming and harvesting days in J-2 film were earlier 15 days than those in K-1 film. Chromaticity and soluble solid of harvested fruit in J-2, J-3 and J-1 films were higher than those in K-1 film. Marketable yields in J-2, J-3 and J-1 films were higher in order.

**Key words :** fruit skin color, marketable yield, temperature, quality

### 서 론

참외는 광 요구도가 높은 작물로 저온기 시설재배시 약광조건에서 온도가 낮으면 엽면적, 근장, 생체중, 건물중 및 광합성율과 엽록소 함량이 감소하여 생육이 저해되어 수량이 감소하고 품질이 떨어지기 때문에 이를 해결하기 위한 연구가 진행되어 왔으며(Lee 등, 2003; Shin 등, 2007b), 이러한 문제점을 해결하기 위해서 시설의 구조 및 자재, 시설환경 관리, 재배기술 등 종합적인 관리 및 기술투입이 필요한 것으로 생각된다. 고품질의 과채류 생산을 위하여 야간의 방열을 억제하기 위해 주간에는 열을 많이 축적하는 것이 중요하며 이를 위해서는 보온성이 우수한 필름으로 피복하는 것이 무엇보다도 중요하다(Chun 등, 2006a; Choi 등, 2007). 참외 시설재배에 많이 사용되고 있는

polyethylene계 film은 결로현상이 심하고 투명도가 떨어지며 수명 또한 길지 않아 매년 교체가 요구되고 있으며, 교체하지 않으면 피복재의 오염으로 생육이 불량하고 품질이 저하한다(Chun 등, 1997; Shin 등, 2005). 최근 고품질 과채류 생산을 위하여 투광율이 우수하고 특정 파장을 흡수, 차단하는 polyolefin계 film을 사용하는 농가가 증가하고 있으나 장기 사용에 대한 연구 보고는 미흡한 수준이다. 하우스 피복필름을 매년 교체한다면 교체 및 수거에 필요한 인력 및 인건비 문제, 폐비닐 방치 및 소각으로 인한 환경오염 문제 등 사회적, 환경적으로 많은 문제가 예상된다. 이러한 문제점 해결을 위해서라도 하우스 피복필름의 장기사용에 대한 검토는 필요한 것으로 생각된다. 따라서 본 연구는 하우스 피복필름의 장기사용을 위하여 필름 두께, 자외선 및 적외선 흡수 수준이 다른 polyolefin계 film을 2006년에 피복하여 3년이 경과한 하우스에 참외를 정식하여 시설내 온도, 생육 및 수량을 검토하여 연질필름의 장기사용 가능성을 검토하기 위하여 수

\*Corresponding author: sys1962@korea.kr  
Received March 31, 2010; Revised July 8, 2010;  
Accepted September 27, 2010

행되었다.

### 재료 및 방법

필름두께, 적외선 흡수율, 자외선 투과율이 다른 polyolefin계 film(J-1, J-2, J-3)을 2006년 1월 16일 피복한 하우스와 우리나라 참외 재배농가에서 관행으로 사용하는 polyethylene계 film(K-1)을 2009년 1월 16일 피복한 하우스를 대조구로 하였다(Table 1). 재배 품종은 ‘오복꽃참외’를 ‘뚝싹토 호박’ 대목에 편엽합접하여 2009년 1월 25일에 폭 180cm 이랑에 40cm 간격으로 정식하였다. 정식 1개월 전에 10a당 질소, 인산, 칼리를 18.7, 6.3, 10.9kg의 40%와 우분 발효 퇴비 1,500kg, 고토석회 200kg과를 기비로 사용한 후 경운하였으며, 질소와 칼리의 60%를 추비로 5회 분시하였다. 야간에 보온을 위하여 하우스 내에 길이 2.4m 강선으로 소형터널을 설치하여 두께 0.03mm의 터널용 비닐과 12온스 보온 부직포를 피복하여 보온 재배하였다. 적심은 정식 전에 주지 4번째 마디에서 실시하였으며 2개의 아들덩굴을 유인하여 17번째 마디에서 적심하였다. 착과는 아들덩굴 5번째 마디 이상에서 나온 손자덩굴에 착과시켜 한 포기에 4-5개의 과실이 달리도록 한 후, 도마도톤(4-chlorophenoxy acetic acid) 50배액과 GA3(gibberellic acid) 50mg · L<sup>-1</sup>를 개화당일 지방에 분무 처리 하였다. 파장별 일사투과량은 휴대용 분광광도계(LI-1800, EKO)를, 기온은 자동 온도측정기(TR-71S, T&D, Japan)를 이용하여 측정하였다. 당도는 정상과의 과육부를 착즙한 후 당도계(Atago N1, Taiwan)로 가용성 고형물 함량을 측정하였다. 색도는 과실 중앙부의 과피를 색도계(NR-3000, Denshoku Ind. Co., Japan)로 측정하였으며, 품질 및 수량은 4월 13일부터 6월 10일까지 수확 조사하였다. 시험구는 하우스 300m<sup>2</sup> 1동을 1처리로 하여 하우스내

에 시험구 면적을 반복당 18m<sup>2</sup>로 하여 난괴법 3반복으로 조사하였으며, 기타 재배관리는 농촌진흥청 표준 영농교본에 준하여 재배하였다.

### 결과 및 고찰

시험에 사용된 필름의 두께, 자외선 차단율 및 적외선 흡수율이 다른 4종의 기능성 강화 연질필름의 특성을 조사한 결과(Table 1), 일본에서 수입 판매되는 polyolefin계 필름인 J-1, J-2, J-3는 두께가 각각 0.1, 0.15, 0.13mm이고, 실내에서 인공광원(550nm)으로 측정한 전광선 투과율은 모두 93%이고, 자외선 투과율은 76, 62, 0%이고, 적외선 흡수율은 66, 91, 90%이었다. 국내에서 생산 판매되는 polyethylene계 필름인 K-1은 두께가 각각 0.06mm이고, 실내에서 인공광원(550nm)으로 측정한 전광선 투과율은 92%, 자외선 투과율은 70%, 적외선 흡수율은 48%이었다. 소재별로 파악된 기본 특성에서는 자외선 투과가 전혀 이루어지지 않는 J-3를 제외하고는 자외선 투과율이 62~76% 정도이었다. 실제로 시설내 휴대용 분광광도계를 이용하여 측정한 결과, 노지와 대비하여 J-3에서는 380nm 이하가 완전히 차단되었고, 나머지 필름들은 파장별로 다소 차이를 보였으나 300~380nm 사이에서는 전반적으로 기본 특성과 유사한 결과를 보였다(Fig. 1).

정식 직후부터 40일 동안 참외재배 하우스의 터널내 일평균 기온은 J-2에서 가장 높았고 J-3, J-1, K-1의 순이었으며 K-1에 비하여 J-2는 주간에는 3.2~5.6°C, 야간에는 약 2~3°C 높은 경향이었는데(Fig. 2), 이것은 적외선 흡수율이 높을수록 시설 내 적산기온과 적산기온이 높다는 보고(Chun 등, 2006b)와 같이 필름 두께가 두껍고 적외선 흡수율이 높았기 때문으로 생각된다. 정식 당일부터 28일까지는 하우스를 밀폐관리하여 필름종류별 온도차이가 많았으나 28일 이후부터는

Table 1. Characteristics of the plastic greenhouse covering films used in the experiment.

Covering films <sup>2)</sup>	Film thickness (mm)	Light transmittance (%)	Ultra violet transmittance (%)	Infrared ray absorption (%)
J-1	0.10	93	72	66
J-2	0.15	93	62	91
J-3	0.13	93	0	90
K-1	0.06	92	70	48

<sup>2)</sup>J-1, J-2 and J-3 were polyolefin films supplied from Smitomo chemical Co., Japan and K-1 was domestic polyethylene films.

연질필름의 장기사용이 참외의 생육 및 수량에 미치는 영향

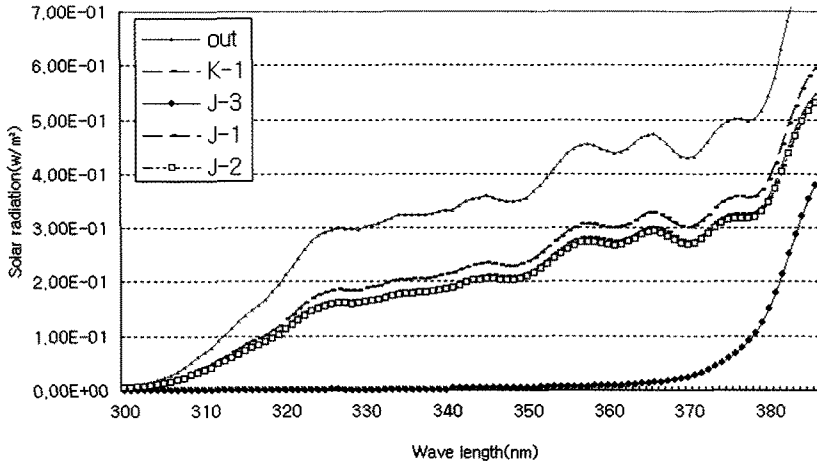


Fig. 1. Spectral solar radiation of the plastic greenhouse covering films measured by spectroradiometer (LI-1800, EKO). This was measured on March 26, 2009.

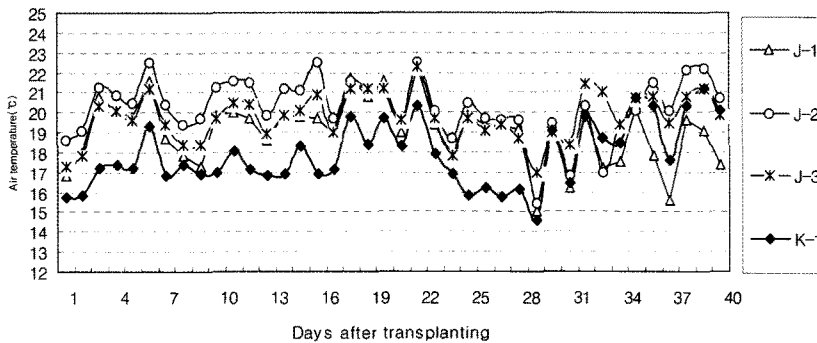


Fig. 2. Changes of air temperature during 40 days after transplanting in the plastic greenhouse covered with various films. Oriental melon was transplanted on January 25, 2009.

환기를 실시함에 따라 온도가 큰 차이가 없었다.

정식 30일 후 참외의 초장은 K-1의 63.8cm에 비하여 J-2, J-3, J-1 처리에서 각각 30.0, 23.3, 11.9cm 더 길었고, 건물중도 K-1에 비하여 J-2, J-3, J-1 처리 순으로 무거웠으나 엽록소 함량은 처리간 차이가 없었다 (Table 2). 이러한 결과는 품종에 관계없이 polyethylene 계 film에 비하여 polyolefin계 film 처리에서 생육이 촉진되었다는 보고(Shin 등, 2007a, 2007b)와 같은 경향이였다.

암꽃의 첫 개화는 K-1 처리에서는 정식 후 45일이 소요된 것에 비해 J-2, J-3 및 J-1 처리에서 각각 7일, 6일 및 5일 빨랐으며, 개화에서 수확까지 소요일수는 K-1 처리에서는 83일이 소요된 것에 비해 J-2, J-3 및 J-1 처리에서 각각 15일, 13일 및 12일 단축

Table 2. Growth of oriental melons transplanted after 30 days in the plastic greenhouse with different covering films.

Covering films <sup>2</sup>	Plant height (cm)	Chlorophyll content (SPAD value)	Dry weight (g)
J-1	75.7 ab <sup>y</sup>	38.1 a	18.6 b
J-2	93.8 a	39.4 a	30.6 a
J-3	87.1 a	38.6 a	20.4 b
K-1	63.8 b	39.7 a	14.2 c

<sup>2</sup>See Table 1. <sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test,  $P \leq 0.05$ . Transplanted on January 25, 2009.

되었다(Table 3). 이러한 결과는 Table 1과 Fig. 1의 결과에서도 알 수 있듯이 polyolefin계 필름은 백화현상이 있는(Chun 등, 2006b) polyethylene계 필름에 비해 투명도가 높고(Shin 등, 2009) 필름두께가 두꺼

**Table 3.** First flowering and harvesting dates of oriental melon covered with different films.

Covering films <sup>z</sup>	First flowering (day)	First harvesting (day)	Total day (day)
J-1	40	31	71
J-2	38	30	68
J-3	39	31	70
K-1	45	38	83

<sup>z</sup>See Table 1. Transplanted on January 25, 2009.

워 기온과 적외선 흡수율이 높았기 때문으로 생각된다.

피복종류별 과실 특성 및 품질을 조사한 결과(Table 4), 과중 및 과육두께는 처리간 차이가 없었으나, 과육 부 당도는 K-1 처리의 14.1°Brix에 비하여 J-2, J-3 J-1 처리에서는 1.1~1.6°Brix가 높았고, 과피의 색도도 K-1 처리에 비하여 J-2, J-3, J-1 처리에서 0.5~0.8이 높았다. polyethylene계 film 처리에 비하여 polyolefin계 film 처리에서 당도가 높은 것은 저온기 지중가온 재배시 기온 및 지온이 높을수록 당도가 증가한다는 Shin(2005)과 Sin 등(1991)의 보고와 같이 적외선 흡수와 투광성이 향상되므로 보온효과가 높아져 이것이 가용성 고형물에 영향을 미친 것으로 생각된다. Shin 등(2009)은 과피의 색도 중 a값은 적색도로 참외의 경우 과피의 색깔이 진한 노란색일수록 a값이 높아지며 과피의 색도는 저온기 시설재배시 시설내 온도가 높을수록 색도가 우수하다고 보고하였다. 채소작물을 비롯한 phytochemical의 생성과 축적은 온도와 광의 영향을 많이 받는데(Atkinson 등, 2005; Welsch 등, 2000), 광도는 carotenoid의 생합성에 절대적으로 필요하지 않으나 온도는 고온성 작물의 경우 30°C 부근에서 최대의 함량을 보이며 citrus의 경우에는 20~25°C가 가장 효과적이라고 하였다(Simkin 등, 2003; Kitagawa 등, 1978). 따라서 고온성 작물인 참외는

**Table 4.** Fruit characteristics of oriental melon in the plastic greenhouse covered with different films.

Covering films <sup>z</sup>	Fruit weight (g)	Flesh thickness (mm)	Soluble solids (°Brix)	Fruit skin color <sup>y</sup> (a value)
J-1	339.4 a <sup>x</sup>	16.2 a	15.2 a	3.4 a
J-2	345.7 a	17.1 a	15.7 a	3.7 a
J-3	342.3 a	17.1 a	15.6 a	3.6 a
K-1	331.7 a	16.9 a	14.1 b	2.9 b

<sup>z</sup>See Table 1. <sup>y</sup>a = bluish-green/red-purple. <sup>x</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test,  $P \leq 0.05$ . Transplanted on January 25, 2009.

대체로 30°C까지 높은 온도가 색소형성에 유리하게 작용한 것으로 생각된다(Choi 등, 2006). 본 실험에서도 polyethylene계 film(K-1) 처리구에 비하여 polyolefin계 film 처리구인 J-2, J-3, J-1 처리구에서 필름두께가 두껍고 적외선 흡수율이 높아 보온효과가 우수하여 과실내  $\beta$ -carotene 함량이 높아진 것으로 생각된다.

10a당 상품수량은 K-1 처리의 3,024kg에 비하여 J-2, J-3 및 J-1 처리에서 각각 17%, 14%, 12% 증가하였다(Table 5). J-2의 처리의 초기와 중기의 수량이 전체의 79%로 많아 초기 수량이 많았다. 그러나 K-1 처리는 중기와 후기에 수량이 증가하였다. 본 실험에서 polyethylene계 필름인 K-1 처리의 필름두께가 얇고 적외선 흡수율이 낮은 반면, polyolefin계 필름인 J-1, J-2, J-3 처리는 필름두께가 각각 0.1, 0.15, 0.13mm 이고 적외선 흡수율은 66, 91, 90%로 상대적으로 높아 온도가 높았기 때문으로 생각된다. 이상의 결과로 볼 때 새로이 피복한 polyethylene계 필름 처리에 비하여 피복 후 3년 동안 사용한 polyolefin계 필름 처리에서 시설내 온도가 높게 유지되고 참외의 생육이 우수하고 품질 및 수량이 증가되어 금후 polyolefin계 필름에 대해서 많은 검토가 필요한 것으로 사료된다.

**Table 5.** Marketable yield of oriental melon 'Obokggulchamweo' fruits covered with different films.

Covering films <sup>z</sup>	Early <sup>y</sup>	Middle	Late	Total yield (kg/10a)
	Yield (kg/10a)	Yield (kg/10a)	Yield (kg/10a)	
J-1	762.9	1,234.7	1,398.1	3,395.7 a <sup>x</sup>
J-2	1,637.4	1,110.5	781.5	3,529.4 a
J-3	1,257.1	1,042.8	1,149.5	3,449.4 a
K-1	0	1,421.7	1,602.3	3,024.0 ab

<sup>z</sup>See Table 1. <sup>y</sup>Early: April 13 to 20, Middle: April 21 to May 27, Late: May 28 to June 10. Transplanted on January 25, 2009.

<sup>x</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test,  $P \leq 0.05$ .

## 적 요

참외 하우스 피복필름 장기사용을 위하여 필름두께, 적외선 흡수율, 자외선 투과율이 다른 polyolefin계 film(일본산, J-1, J-2, J-3)을 2006년 1월 16일 피복하여 3년 사용한 처리와 우리나라의 참외 재배농가에 서 관행으로 사용하는 polyethylene계 film(K-1)을 2009년 1월 16일 피복하여 1년 사용한 처리를 대조로 설치하여 피복필름의 장기사용 가능성을 검토한 결과, 보온성은 J-2 처리에서 가장 높았고 J-3, J-1 순이었으며, 초기생육도 J-2 처리에서 가장 좋았다. 개화 및 수확소요일수는 K-1 처리에 비하여 J-2 처리에서 15 일 단축되었다. 과피의 색도 및 당도는 K-1에 비하여 J-2, J-3, J-1 처리에서 높았고 상품과 수량은 J-2, J-3, J-1 처리 순으로 높았다.

**주제어** : 과실색도, 상품수량, 온도, 품질

## 사 사

본 연구는 경북 성주군 성주참외 구조 고도화사업 연구비에 의해 수행되었음.

## 인 용 문 헌

- Atkinson, C.J, R. Nestby, Y.Y. Ford, and P.A. Dodds. 2005. Enhancing beneficial antioxidants in fruits: a plant physiological perspective, *Biofactors* 23:22-234.
- Choi, Y.J., H. Chun, H.J. Kim, S.Y. Lee, S.H. Yum, Y.H. Choi, Y.S. Shin, and D.S. Jeong. 2006. Nutritional components content of oriental melon (*Cucumis melo* L. var *makuwa* Makino) fruits cultivated with different greenhouses. *J. Bio-Env. Con.* 15(II):282-287(in Korean).
- Choi Y.J., H. Chun, H.J. Kim, S.Y. Lee, S.H. Yum, Y.H. Choi, Y.S. Shin, and D.S. Jeong. 2007. Nutritional components content of oriental melon fruits cultivated under different greenhouses covering films. *J. Bio-Env. Con.* 16(I):72-77 (in Korean).
- Chun, H., Y.J. Choi, Y.H. Choi, H.J. Kim, S.Y. Lee, S.H. Yum, and D.S. Jeong. 2006a. Microclimate analysis of greenhouses covered with functional film. *J. Bio-Env. Con.* 15(II):265-271(in Korean).
- Chun, H., Y.J. Choi, Y.H. Choi, H.J. Kim, S.Y. Lee, S.H. Yum, and D.S. Jeong. 2006b. Infrared absorption film on oriental melon (*Cucumis melo* L. var *makuwa* Makino) growth in greenhouses. *J. Bio-Env. Con.* 15(II):272-276(in Korean).
- Chun, H., Y.S. Kwon, H.H. Kim, and S.Y. Lee. 1997. Effect of anti-dropping on environment and oriental melon (*Cucumis melo* L. var *makuwa* Makino) growth in soft plastics film house. *J. Bio-Env. Con.* 6(1):53-58 (in Korean).
- Kitagawa, H., K. Kawada, and T. Tarutani. 1978. Effectiveness of ethylene degreening of certain citrus cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103(1):113-115.
- Lee, S.K., Y.C. Kim, T.C. Seo, Y.G. Kang, H.K. Yun, and H.D. Suh. 2003. Effects of low light intensity after fruit set on growth and quality of oriental melon (*Cucumis melo* L. var *makuwa* Makino). *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44:31-34(in Korean).
- Shin, Y.S. 2005. Influence of root hydraulic conductance, soil water potential and atmospheric vapor pressure deficit on fruit fermentation of oriental melon (*Cucumis melo* L. var *makuwa* Makino) grown in plastic greenhouse. Thesis for Ph D. Kyungpook National University(in Korean).
- Shin, Y.S., I.K. Yeon, H.W. Do, J.E. Lee, J.D. Jeong, C.K. Kang, C.D. Choi, and D.S. Jeong. 2007a. Effect of differnet greenhouse film on growth and quality in oriental melon (*Cucumis melo* L. var *makuwa* Makino). *J. Bio-Env. Con.* 16:140-148(in Korean).
- Shin, Y.S., I.K. Yeon, H.W. Do, J.E. Lee, Y.J. Seo, C.K. Kang, C.K. Choi, L. Chun, Y.H. Choi, and D.S. Jeong. 2007b. Effect of differnet greenhouse film on growth and yield in oriental melon (*Cucumis melo* L. var *makuwa* Makino). *J. Bio-Env. Con.* 16:338-343(in Korean).
- Shin, Y.S., I.K. Yeon, J.E. Lee, J.D. Cheung, S.Y. Choi, and D.S. Jeong. 2009. Effect of long usage of polyolefin film on growth and fruit quality in korea melon (*Cucumis melo* L. var *makuwa* Makino). *J. Bio-Env. Con.* 18:9-4(in Korean).
- Shin Y.S., I.K. Yeon, J.H. Kim, and S.D. Park. 2005. Effcet of used polyethylene film for vinyl house on the growth and quality of oriental melon. *Kor. J. Hort. Sci. Technol* 23(1):65-65(in Korean).
- Simkin, A.J., C.F. Zhu, M. Kuntz, and G. Sandmann. 2003. Light-dark regulation of catotenoid biosynthesis in pepper (*Capsicum annum* L) leaves. *J. Plat Physiol.* 16-:439-443.
- Sin G.Y., C.H. Jeong, and K.C. Yoo. 1991. Effects of temperature, light intensity and fruit setting position on sugar accumulation and fermentation in oriental melon (*Cucumis melo* L. var *makuwa* Makino). *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 32:440-446(in Korean).
- Welsch, R., P. Beyer, P. Huguene, H. Kleinig, and J. von Lintig. 2000. Regulation and activation of phytoene synthase, a key enzyme in carotenoid biosynthesis, during photomorphogenesis. *Planata* 211:846-854.