

## 조광필름을 피복한 시설 내 기온변화와 참외의 수량

신용섭<sup>1\*</sup> · 이지은<sup>1</sup> · 도한우<sup>1</sup> · 전희<sup>2</sup> · 정두석<sup>3</sup>

<sup>1</sup>경상북도농업기술원성주참외과채류연구소, <sup>2</sup>국립원예특작과학원, <sup>3</sup>에이알티에스(주)

### Changes in Air Temperature of Plastic House as Affected by Light Control Film and Their Impacts on Korean Melon Yield

Yong Seub Shin<sup>1\*</sup>, Ji Eun Lee<sup>1</sup>, Han Woo Do<sup>1</sup>, Hee Chun<sup>2</sup>, and Doo Seok Chung<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Seongju Korean Melon Fruit Vegetable Research Institute,  
Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Seongju 40054, Korea

<sup>2</sup>National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Wanju 55365, Korea

<sup>3</sup>A.R.T.S Co., Ltd, Gyeongnam Yangsan 50568, Korea

**Abstract.** This study was carried out to clarify the effect of CHO-CO and PO film on air temperature in greenhouse and Korean melon fruit characteristics and yield. On January 8 in 2017, the maximum, minimum and average air temperature in greenhouse covered with CHO-CO film were 38.9°C, 13.4°C and 20.1°C, respectively. At the same date, the maximum, minimum and average air temperature in greenhouse covered with PO film were 40.0°C, 14.9°C and 20.3°C, respectively. On August 7 in 2017, the maximum, minimum and average air temperature in greenhouse covered with CHO-CO film were 47.2°C, 23.1°C and 32.4°C, respectively, and the maximum, minimum and average air temperature in greenhouse covered with PO film were 50.3°C, 23.6°C and 34.0°C, respectively. The results of investigation of qualities and yields of Korean melons from May 26 to August 15 in 2017 were as follows. The fruit weight of Korean melon harvested in CHO-CO film's greenhouse was 371.6g which was 22.2g less than that of PO film greenhouse. The sugar contents of Korean melon harvested in CHO-CO film greenhouse was 14.5°brix which was 1.4°brix greater than that of the fruits harvested in PO film greenhouse. The chromaticity (a-value) of fruit skin of Korean melon harvested in CHO-CO film greenhouse was 12.3 which was 1.5 greater than that of the fruits harvested in PO film greenhouse. The marketable yield rate of Korean melon harvested in CHO-CO film's greenhouse was 89.4% which was 8.0% higher than the fruits harvested in PO film greenhouse. The yield of Korean melon harvested in CHO-CO film's greenhouse was 2694kg per 10 a which was 26% more than that harvested in PO film greenhouse. In conclusion, the CHO-CO film could be effective to produce Korean melon in high temperature season.

**Additional key words :** fruit weight, haze, soluble solids, temperature decreasing, yield.

## 서 론

참외는 주산지인 경상북도 성주지역에서 12월에 정식 하여 이듬해 2월부터 9월까지 수확하는 작형으로 재배 되고 있으며 시설 재배로 이른 봄철을 대표하는 한국적인 채소다(Shin 등, 2016a). 참외의 영명은 오래전부터 Oriental melon으로 사용되어 왔는데 수출을 위하여 국제 식품분류에 없던 '국내산 참외'가 2016년 제48차 국제식품규격위원회(CODEX) 농약잔류분과에서 멜론류로 분류 되면서 '코리아 멜론(Korean melon)' 이라는 국제 명칭

(<http://www.yonhapnews.co.kr>)으로 채택된 이후 멜론의 31개 농약 잔류허용 기준을 활용하여 일부 국가에 한정되어 있던 한국산 참외 수출을 확대할 수 있는 계기가 되었다. 1970년 이전의 참외는 노지 또는 소형터널이나 대나무를 이용한 시설 재배가 일부 시도되었고, 1980년대부터 PE 필름을 이용한 시설 재배가 본격적으로 도입되었다(Shin 등, 2015a). 현재 참외는 12월에 정식하여 무가운으로 저온기 참외의 활착 및 생육을 촉진시키기 위하여 피복재료가 Poly Ethylene (이하 PE로 표기) 필름에서 Poly Olefin(이하 PO로 표기) 필름으로 2010년에 비해 2014년에 3.4배로 증가하여 바뀌는 추세이고(Shin 등, 2016a), 하우스 내부의 보온재료도 짚을 이용한 거적에서 가능성 보온 부직포와 터널에 비닐을 덮어서 재배하여 저온장애 극복은 물론 고품질의 상품생산이 가능하게 되었다(Shin 등,

\*Corresponding author: sys1962@korea.kr

Received November 27, 2017; Revised January 17, 2018;

Accepted January 18, 2018

2015a). 참외는 광 요구도가 높은 작물로 광 투과율이 떨어지는 조건에서는 엽면적, 근장, 생체중, 건물중, 엽록소 함량과 광합성율이 감소하며 과중이 작아지고 자당의 축적량도 감소한다(Lee 등, 2003; Sin 등, 1991). 또한 온도가 낮으면 생육이 저조하여 품질이 떨어지고 수량이 감소하기 때문에 이를 극복하기 위한 많은 연구가 진행되었다(Shin 등 2005; Lee 등, 2003). 참외 보온 재배 시 야간의 방열을 억제하기 위하여 주간에 열을 많이 축적하는 것이 중요하며 이를 위해서 보온성이 우수한 필름으로 피복하는 것이 중요하다(Chun 등, 2007; Choi 등, 2007). 특히 외피복 필름으로 사용한 PE, Ethylene Vinyl Acetate (EVA), Poly Vinyl Chloride(PVC) 필름에서 필름의 투광성과 보온성이 우수한 PO필름 이용으로 기온과 지온이 3~5°C 정도 상승하여 활착이 빠르고 생육과 개화가 촉진되고 수확일수가 단축되어 품질과 수량이 증가하여 저온기 참외재배에 큰 기여를 하였다(Choi 등, 2007; Lee 등, 2016a; Lee 등, 2016b; Shin 등, 2007). 그러나 여름철 고온기에는 열축적이 되어 시설 내 온도를 낮추기 위하여 차열망, 차광막, 도포제, 공기순환기, 환기팬, 저압포그, 적외선 차단필름, 산란광 필름, 조광필름 등 다양한 재료를 이용한 연구 결과(Lee 등, 2017a; Lee 등, 2017b; Shin 등, 2016c; Shin 등, 2017a)가 있으나 실용적인 온도 하강 기술이 미흡한 실정이다. 최근에 개발되어 보급되고 있는 조광(調光, CHO-CO)필름은 PE를 주성분으로 외부 기온에 따라 탁도(Haze) 값이 변동하는 특징을 가진 필름으로 외부 기온이 낮을 때는 필름의 투명도에 변화가 없으나 22°C 이상으로 올라가면 탁도가 커져 시설 내부의 산란율이 높아져 온도가 하강하는 효과가 있다고 보고되어 있다(Lee 등, 2016a; Lee 등, 2016b). 본 연구는 참외 연중재배 시 시설 외피복 재료로 조광필름을 피복하여 저온기에는 투명도를 높이고, 고온기에는 산란율을 높여 온도하강 효과로 참외의 품질과 수량성을 향상시키는 기술을 개발하고자 수행하였다.

### 재료 및 방법

조광필름의 효과를 검토하기 위하여 2016년 11월 25일 경상북도농업기술원 성주참외과채류연구소 참외 재배하우스 폭 6m, 길이 50m, 동고 2.3m 비닐하우스에 조광필름(CHO-

CO, San Terra, Japan)을 피복한 처리구와 PO필름(크린알파-S, San Terra) 피복을 대조구로 기온, 참외 생육과 수량을 비교하였다. Table 1은 시험 시설의 피복소재로 사용된 조광필름과 PO필름의 특성을 나타낸 것으로 두께 0.1mm를 기준으로 실내 상온에서 농업용 필름의 물성을 측정된 결과로서 광 투과성은 비슷하나 탁도의 차이를 보이고 있다. 시비는 정식 1개월 전에 10a당 우분 발효퇴비 1,500kg, 고토석회 200kg, 질소, 인산, 칼리를 각각 18.7, 6.3, 10.9kg을 시비하였으며, 질소와 칼리는 60%를 추가로 5회 분시하고 나머지는 전량 기비로 사용한 후 경운하였다. 시험에 사용된 품종은 호박(슈퍼매직토좌, 농우바이오, Korea)대목에 참외(꿀사탕, 농우바이오, Korea)를 편엽합접한 모종을 2016년 12월 9일 정식하였다. 야간의 보온을 위하여 하우스 내에 길이 2.4m 강선으로 소형터널을 설치하여 두께 0.04mm의 터널용 비닐과 12온스 보온 부직포를 피복하여 무기온으로 재배하였다. 적심은 정식 전에 주지 4번째 마디에서 실시하여 그 후 2개의 아들덩굴을 유인하여 방입시켰다. 아들덩굴 5마디 이상에서 나온 손자덩굴에 착과시켜 한 포기에 4-5개의 임꽃이 달리도록 한 후, 토마토톤(4-chlorophenoxy acetic acid, 4-CPA) 50배액과 GA<sub>3</sub>(gibberellic acid) 50mg·L<sup>-1</sup>를 개화 당일 자방에 분무하였다. 시험구의 환기는 시설 내 작물이 재배되고 있는 지표면 20cm 부위의 기온이 35°C 이상이면 자동으로 환기 되도록 관리하였다. 정식 20일 후 초장, 엽수 등 초기생육을 조사하였고, 저온기인 12월과 1월, 고온기인 7월과 8월로 나누어 지상 20cm 부위의 기온의 변화를 조사하였고, 저온기(2017년 2월 28일~5월 25일)와 고온기(5월 26일~8월 15일)로 나누어 참외 과실의 특성, 품질 및 수량성을 조사하였다. 기온 조사는 하우스 입구에서 25m 지점의 중간부분 오른쪽 이랑 지표 20cm 높이에서 온도 기록계(TR-72Ui, F8043D60, Japan)를 이용하여 측정하였다. 과실특성 및 품질 조사를 위하여 처리구별 3회 반복하여 각각 10개의 과실을 수확하여 측정하였는데, 당도는 정상과의 과육 및 태좌부를 착즙한 후 당도계(N1, Atago, Japan)로 가용성 고형물 함량을 측정하였고, 색도는 과실 중앙부의 과피를 색도계(Spectrophotometer, CM-2600d, Konica minolta, Japan)로 측정하였다. 조사된 모든 데이터 통계는 'R' 프로그램(Ver. 2.13.0)의 'Rcmdr' package(Ver. 1.6.4)를 이용하여 t-검정을 실시하였다.

**Table 1.** Characteristics of the plastic films used in covering materials.

Covering materials	Film thickness (mm)	Light transmittance (%)	Haze at 22°C (%)	Ultra violet transmittance (%)	Infrared ray absorption (%)
CHO-CO film <sup>2</sup>	0.1	93	39	45	90
PO film <sup>2</sup>	0.1	93	11	43	91

<sup>2</sup>Origin of San Terra Co. in Japan

### 결과 및 고찰

조광필름과 PO필름 시설의 기온 차이를 분석하기 위하여 저온기인 12월과 1월, 고온기인 7월과 8월로 나누어 시설 내 지상 20cm 부위의 기온의 경시적 및 일변화를 조사하였다(Fig. 1, 2). 저온기인 2016년 12월 23일부터 3일간 기온의 경시적 변화를 조사한 결과(Fig. 1), 조광필름 처리구의 최고, 최저 및 평균기온은 각각 31.9°C, 11.1°C, 17.5°C 이었고, PO필름 처리구에서 각각 33.4°C, 11.5°C, 17.8°C로 처리 간 차이가 미미하였다. 12월 24일부터 1일간 온도의 일변화에서도 조광필름 처리구의 최고, 최저 및 평균 기온은 각각 29.7°C, 11.1°C, 17.0°C 이었고, PO필름 처리구에서 각각 27.4°C, 11.5°C, 17.3°C로 처리 간 차이가 미미하였다. 2017년 1월 7일부터 3일간 온도의 경시적 변화를 조사한 결과, 조광필름 처리구의 최고, 최저 및 평균온도는 각각 38.9°C, 12.6°C, 19.0°C 이었고, PO필름 처리구에서 각각 38.2°C, 12.8°C, 19.2°C로 처리 간 차이가 미미하였다. 1월 8일부터 1일간 온도의 일변화에서도 조광필름 처리구의 최고, 최저 및 평균온도는 각각 38.9°C, 13.4°C, 20.1°C 이었고, PO필름 처리구에서 각각 40.0°C, 14.9°C, 20.3°C로 처리 간 차이가 미미하였다. Shin 등(2016a)은 PE필름에 비해 PO필름 처리구에서 기온이 2.1°C 더 높았는데 이것은 투광율이 우수하고 적외선 흡수율이 높은 필름특성 차이라고 보고하였고, Lee 등(2017a)과 Shin 등(2017a)은 PO필름과 특성이 유사한 조광필름(Table 1)을 피복하여 저온기 참외를 재배한 결과 온도, 생육, 품질 및 수량성 차이가 없었다는 본 연구 결과와 같은 경향을 보고하였다. 저온기 참외 재배 시 시설 내 기온을 높이기 위해서는 직달광 비율이 높

아야 기온 상승에 유리하지만, 고온기에는 직달광 비율이 낮고 탁도가 높으면 산란율도 높아지므로 기온 하강에 유리한 것으로 생각된다. 이와 같이 저온기인 12월과 1월의 조광필름과 PO필름 처리 간 기온 차이가 없는 것은 Table 1 에서 제시된 광 투과율, 자외선 차단율, 적외선 흡수율이 차이가 두 필름간에 거의 없었기 때문으로 사료된다.

Table 2는 저온기인 정식 20일 후 참외의 초기 생육과 52일 후 개화율 그리고 첫 수확소요일수를 조사한 것으로 초장, 엽수, 엽록소 함량, 개화율, 첫 수확소요일수는 처리 간 차이가 없었다. 참외의 경우 무가운으로 재배하기에 지중난방, 축열물주머니, 보온부직포, 피복필름, 전기히터를 사용하여 초기 생육을 촉진시키고 개화를 앞당겨 첫 수확 소요일수를 단축시키기 위한 많은 연구(Shin 등, 1999; Shin 등, 2016a; Shin 등, 2017b)에도 불구하고 설치가 곤란하고 비용이 많이 들어 실용화에 어려움이 많다. 하지만 기존의 PE필름을 사용하는 농가에서 첫 수확일이 100일 이상인 것을 감안하면 숙기를 10일 정도 단축할 수 있을 것으로 판단되며, 이에 대한 후속 연구가 필요할 것이다.

저온기인 2017년 2월부터 5월까지 과실의 특성, 품질 및 수량에서도 조광필름과 PO필름 처리 간 차이가 없었다(Table 3). 본 시험에서는 PE필름과 비교를 하지 않았지만 기존의 연구결과에서 Shin 등(2016a)은 PE필름 처리에 비하여 PO필름 처리에서 품질이 우수하고 수량이 증가하는 것은 저온기 지중가온 재배 시 기온 및 지온이 높을수록 품질과 수량이 증가한다는 Shin 등(1999)과 Sin 등(1991)의 보고와 같이 PO필름 특성상 적외선 흡수율이 높아 보온효과가 우수하여 상품과율이 증가하고 품질이 향상되고 이로 인하여 상품수량이 증가한다는 보고하였는데

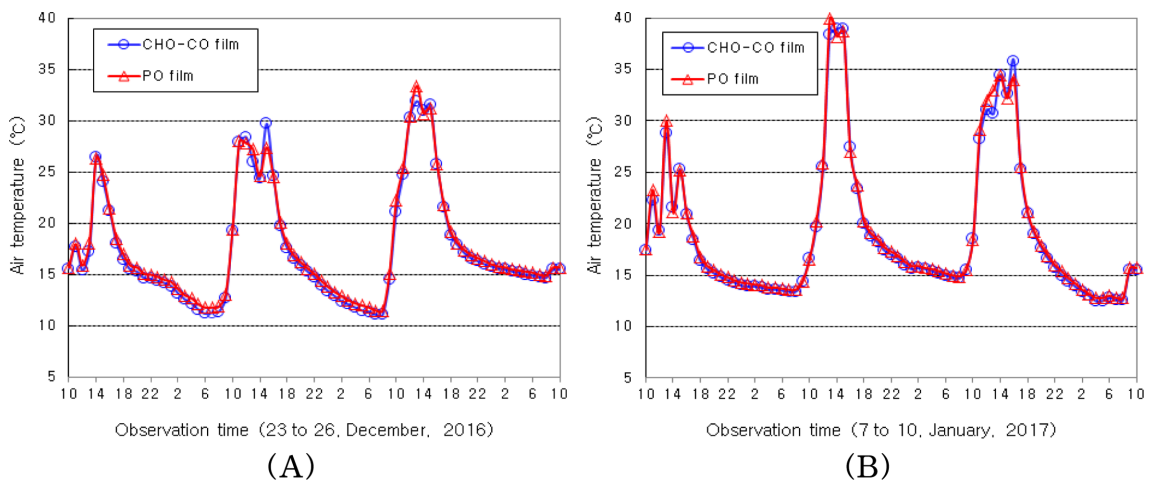
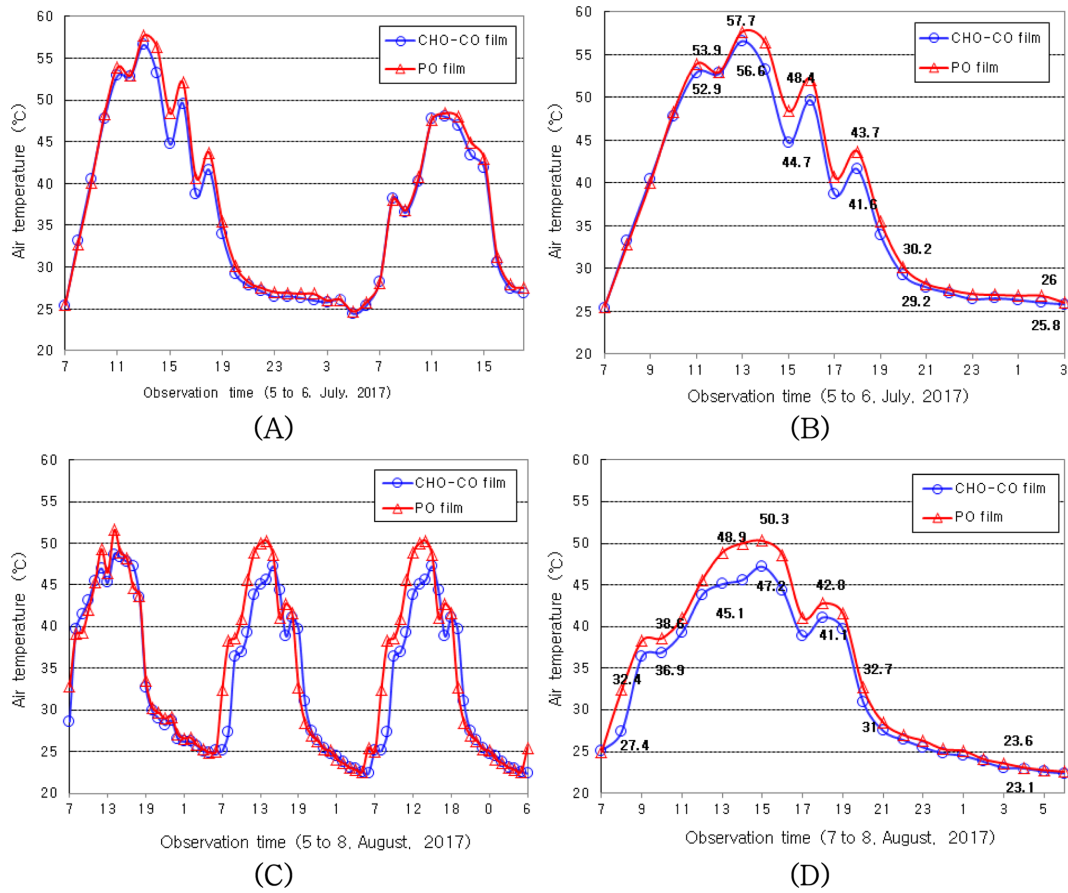


Fig. 1. Day and night time changes of air temperature between CHO-CO and PO film house in low temperature season. Continuous air temperature under (A) cloudy condition and (B) sunny condition for 3 days.

조광필름을 피복한 시설 내 기온변화와 참외의 수량



**Fig. 2.** Day and night time changes of air temperature between CHO-CO and PO film house in high temperature season. Continuous air temperature under (A) sunny condition and (C) cloudy condition for 3 days. Continuous air temperature under (B) sunny condition and (D) cloudy condition for 24 hours.

**Table 2.** Growth characteristics after 20 days of transplanting, flowering rate and days at first harvest by different film in Korean melon.

Treatments	Plant height (cm)	No. of Leaf	SPAD Value	Flowering rate (%) <sup>z</sup>	Days at first harvest <sup>y</sup>
CHO-CO film	55.8	6.9	36.2	99	85
PO film	53.5	6.5	34.4	98	86
Significance	NS	NS	NS	NS	NS

<sup>z</sup>After 52 days of transplanting

<sup>y</sup>Seedlings were transplanted on December 9 in 2016.

<sup>NS</sup>Non-significant at  $P \leq 0.05$  level.

**Table 3.** Effect of CHO-CO film on fruit characteristics, quality and yield of low temperature period (Feb. 28 to May 25, 2017) in Korean melon.

Treatments	Fruit weight (g)	Soluble solids(°Brix)		Color characteristics (a*) <sup>z</sup>	Marketable fruit rate (%)	Yield (kg/10a)	Yield index
		Flesh	Placenta				
CHO-CO film	342.6	13.6	16.5	12.9	92.4	3,186	101
PO film	348.8	13.3	16.7	12.4	91.9	3,209	100
Significance	NS	NS	NS	NS	NS	NS	

<sup>z</sup>Hunter Lab (a\* = bluish-green/red-purple)

<sup>NS</sup>Non-significant at  $P \leq 0.05$  level.

**Table 4.** Effect of CHO-CO film on fruit characteristics, quality and yield of high temperature period(May. 26 to Aug. 15, 2017) in korean melon.

Treatments	Fruit weight (g)	Soluble solids(°Brix)		Color characteristics (a*) <sup>z</sup>	Marketable fruit rate(%)	Yield (kg/10a)	Yield index
		Flesh	Placenta				
CHO-CO film	371.6	12.7	14.5	12.3	89.4	2,264	126
PO film	393.8	12.1	13.1	10.8	81.4	1,796	100
Significance	*	NS	*	*	*	*	

<sup>z</sup>Hunter Lab (a\* =bluish-green/red-purple)  
<sup>NS,\*</sup>Non-significant or significant at  $P \leq 0.05$  level.

본 시험에 사용된 조광필름의 경우 저온기에 PO필름의 투광성이 비슷하여 온도환경이 비슷하기 때문에 과실특성, 품질 및 수량 차이가 없었던 것으로 생각된다.

고온기인 2017년 7월 5일부터 2일간 기온의 경시적 변화를 조사한 결과(Fig. 2), 조광필름 처리구의 최고, 최저 및 평균온도는 각각 56.6°C, 25.8°C, 36.6°C 이었고, PO필름 처리구에서도 각각 57.7°C, 26.0°C, 37.4°C로 조광필름 처리구에서 최고 및 평균온도가 각각 1.1°C, 0.8°C 더 낮았다. 7월 5일부터 1일간 기온의 일변화에서도 조광필름 처리구의 최고, 최저 및 평균온도는 각각 56.6°C, 25.8°C, 37.5°C 이었고, PO필름 처리구에서도 각각 57.7°C, 26.0°C, 38.5°C로 조광필름 처리구에서 최고 및 평균온도가 각각 0.1°C, 1.1°C 더 낮았다. 8월 5일부터 3일간 기온의 경시적 변화를 조사한 결과, 조광필름 처리구의 최고, 최저 및 평균온도는 각각 48.7°C, 22.4°C, 34.1°C 이었고, PO필름 처리구에서는 각각 51.6°C, 22.5°C, 35.1°C로 조광필름 처리구에서 최고기온 및 평균기온이 각각 2.9°C, 1.0°C 더 낮았다. 8월 7일부터 1일간 온도의 일변화 조사에서도 조광필름 처리구의 최고, 최저 및 평균기온은 각각 47.2°C, 23.1°C, 32.4°C 이었고, PO필름 처리구에서도 각각 50.3°C, 23.6°C, 34.0°C로 조광필름 처리구에서 최고 및 평균기온이 각각 3.1°C, 1.6°C 더 낮았다. 특히 주간의 기온을 비교해 보면 저온기에는 차이가 거의 없지만 고온기에는 조광필름 처리구에서 3.0°C까지 기온이 낮아지는 것을 알 수 있었다. 이와 같이 고온기에서 기온 차이가 나는 것은 필름의 특성인 탁도(Table 1)가 커져 산란율이 높아 온도가 하강하는 것으로 사료된다.

고온기인 2017년 6월부터 8월까지 과실의 특성, 품질 및 수량을 조사한 결과, 과육부위 당도를 제외한 과중, 태좌부 당도, 과피 색도, 상품과율, 수량 모두 PO필름 처리구에 비하여 조광필름 처리구에서 품질이 우수하고 수량이 26% 증가하였다(Table 4). PO필름은 투명도가 높고 적외선 흡수율이 우수하여 저온기 참외 생산에는 유리하지만 고온기에는 단점이 되어 고온으로 인한 문제

가 대두되어 농가에서는 차광막을 설치하고 공기순환기를 설치하는 등 냉방에 비용이 많이 소요되었는데, 조광필름의 경우 저온기에는 PO필름과 동일한 효과를 나타내고 고온기에는 탁도가 높은 특성으로 산란율이 증가하여 여름철 고온기 기온이 하강하여 품질이 향상되고 수량이 증가하는 것으로 생각된다. 참외의 경우 6월부터 8월까지 여름철 고온기에 생산되는 품질의 가장 큰 문제점은 과중이 지나치게 크고 당도가 낮고 과피의 색도가 불량하여 품질이 낮고 수량도 감소하는 것이다. 이를 위해서 환기방법, 피복필름, 저압포그, 외부살수, 도포제 처리 등의 연구결과(Shin 등, 2015b; Shin 등, 2016b; Shin 등, 2016c)에도 불구하고 여름철 고온기 참외의 품질향상에 한계가 있었는데 본 연구결과를 감안하면 금후 조광필름 이용으로 고품질 생산이 가능 할 것으로 생각된다.

## 적 요

이 연구는 CHO-CO와 PO필름이 시설 내 기온과 참외의 특성, 수량에 미치는 영향을 구명하고자 수행되었다. 2017년 1월 8일 기온의 일변화 조사에서 조광필름 처리구의 최고, 최저 및 평균 기온은 각각 38.9°C, 13.4°C, 20.1°C 이었고, PO필름 처리구에서 각각 40.0°C, 14.9°C, 20.3°C로 처리 간 차이가 거의 없었고, 2월부터 5월까지 과실특성, 품질 및 수량 조사에서도 처리 간 차이가 없었다. 그러나 고온기인 8월 7일부터 1일간 기온의 일변화에서 조광필름 처리구의 최고, 최저 및 평균 기온은 각각 47.2°C, 23.1°C, 32.4°C 이었고, PO필름 처리구에서도 각각 50.3°C, 23.6°C, 34.0°C로 조광필름 처리구에서 최고 및 평균기온이 각각 3.1°C, 1.6°C 더 낮았다. 특히 주간의 기온만 비교해 보면 저온기에는 차이가 거의 없지만 고온기에는 PO필름에 비해 조광필름 처리구에서 3.0°C까지 기온이 낮아지는 것을 알 수 있었다. 2017년 5월 26일부터 8월 15일까지의 고온기의 품질 및 수량 조사에서도 PO필름 처리구에 비해 조광필름 처리구에서 과중이 371.6g으로 22.2g 더 가볍고, 태

좌부의 당도는 14.5° brix로 1.4° brix 더 높고, 과피의 색도(a값)도 12.3으로 1.5 더 높고, 상품과율도 89.4%로 8.0%P 증가하였고 10a당 상품수량도 2,694kg으로 26% 증가하였다. 결론적으로 고온기에 조광필름은 참외 생산에 효과적으로 이용될 수 있을 것이다.

**추가 주제어** : 과중, 당도, 수량, 온도하강, 훈탁도

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 지역특화작목기술개발과제(PJ011341)의 지원에 의해 수행되었음.

## Literature cited

- 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.* 16:72-77 (in Korean).
- Chun, H., Y.J. Choi, Y.H. Choi, H.J. Kim, S.Y. Lee, D.S. Jeong, Y.S. Shin, and C.D. Choi. 2007. Microclimate of greenhouses covered with functional film. *J Bio-Env. Con.* 16:96-100 (in Korean).  
<http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2016/05/03/0200000000AKR20160503175900017.HTML?input=1195m>
- Lee, J.E., Y.S. Shin, H.W. Do, H.R. Sohn and J.D. Cheung. 2016a. Effect of package technology for energy saving on single-span plastic greenhouse of strawberry cultivation in gyeong-buk province. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 34(Suppl.I):69-70 (in Korean).
- Lee, J.E., Y.S. Shin, H.W. Do, H.R. Sohn and J.D. Cheung. 2016b. Effect of package technology for energy utilization efficiency on single-span plastic greenhouse of korean melon cultivation in gyeong-buk province. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 34(Suppl.I):93-94 (in Korean).
- Lee, J.E., Y.S. Shin, and Y.H. Kang. 2017a. Seasonal environment and plant physiological changes by application of light controlling coating film in korean melon. *J. Bio-Env. Con.* 26(Suppl.II):115 (in Korean).
- Lee, J.H, J.S. Lee, K.S. Park, G.H. Yeo, G.H. Kim, J.K. Kwon, and Y.U. Choe. 2017b. Effects of white wash coating agent on the microclimate of the plastic greenhouse in summer season. *J. Bio-Env. Con.* 26(Suppl.):121 (in Korean).
- Lee, S.G., 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. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44:31-34 (in Korean).
- 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. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 32:440-446 (in Korean).
- Shin, Y.S., H.W. Do, I.K. Yeon, S.K. Choi, and B.S. Choi. 1999. Effect thermokeeping-water bag on growth, fruit quality and yield of oriental melon. *J. Bio-Env. Con.* 8:67-73 (in Korean).
- Shin, Y.S., H.W. Do, J.D. Chung, J.E. Lee. M.K. Kim, Y.J. Seo, and D.W. Choi. Series of korean melon. 2015a. Seongju korean melon fruit vegetable research institute, gyeongsangbuk-do agricultural research & extension services. 105-115 (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. 2007. Effect of different greenhouse film on growth and quality in oriental melon. *J. Bio-Env. Con.* 16:140-148 (in Korean).
- Shin, Y.S., J.E. Lee, H.W. Do, H. Chun, and D.S. Chung. 2016a. Effect of polyolefin film on korean melon quality and industry. *J. Bio-Env. Con.* 25:95-99 (in Korean).
- Shin, Y.S., J.E. Lee, H.W. Do, H. Chun, and D.S. Chung. 2017a. Effect of CHO-CO film on korean melon yield and temperature change. *J. Bio-Env. Con.* 26(Suppl.II):68 (in Korean).
- Shin, Y.S., J.E. Lee, H.W. Do, K.T. Na, and M.K. Kim. 2016b. Effect of air circulation fans in greenhouse on temperature distribution and quality in korean melon. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 34(Suppl.I):987 (in Korean).
- Shin, Y.S., J.E. Lee, M.K. Kim, H.W. Do, and J.T. Park. 2016c. Effect of low pressure fog and external watering on the fruit quality of korean melon grown in summer. *J. Bio-Env. Con.* 25:24-29 (in Korean).
- Shin, Y.S., J.E. Lee, M.K. Kim, J.D. Cheung, H.R. Sohn, H.W.Do, and J.T. Park. 2015b. Effect on temperature drop of plastic house by low pressure fog and external watering system in Korean melon. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 33(Suppl.II):103 (in Korean).
- Shin, Y.S., J.E. Lee, S.W. O, J.D. Cheung, H.R. Sohn, H.W.Do, and M.K. Kim. 2017b, Beneficial effect of heat fans on quality and yield of korean melon cultivated in greenhouses at winter season. *J. Bio-Env. Con.* 26:188-193 (in Korean).
- Shin Y.S., S.D. Park, H.W. Do, S.G. Bae, J.H. Kim, and B.S. Kim. 2005. Effect of double layer nonwoven fabrics on the growth, quality and yield of oriental melon under vinyl house. *J. Bio-Env. Con.* 14:22-28 (in Korean).