

시설하우스 필름종류가 참외의 생육 및 수량에 미치는 영향

신용섭^{1*} · 연일권¹ · 도한우¹ · 이지은¹ · 서영진² · 강찬구¹

최충돈¹ · 전희³ · 최영하³ · 정두석⁴ · 박진순⁵

¹경북농업기술원 성주과채류시험장, ²경북농업기술원, ³원예연구소 시설원예시험장,

⁴에이알티에스(주), ⁵경북 성주군 월항면 모암리

Effect of Different Greenhouse Film on Growth and Yield in Oriental Melon (*Cucumis melo* L. var *makuwa* Makino).

Yong-Seub Shin^{1*}, Il-Kweon Yeon¹, Han-Woo Do¹, Ji-Eun Lee¹, Young-Jin Seo², Chan-Ku Kang¹, Chung-Don Choi¹, Hee Chun², Young-Ha Choi², Doo-Seok Chung³, and Jin-Soon Park⁵

¹Seongju Fruit Vegetable Experiment Station, Gyeongbuk ATA, Seongju, 719-861, Korea

²Gyeongsangbuk-do Agriculture Technology Administration, Daegu, 702-702, Korea

³Protected Horticulture Experiment Station, NHRI, RDA, Busan 618-800, Korea

⁴A.R.T.S Co., Ltd, Gyeongnam Yangsan 626-120, Korea

⁵Boamri, Wheolhang, Seongju, Gyeongbuk, 719-852, Korea

Abstract. This experiment was conducted to improve light environment of oriental melon cultivation in winter season. Three polyolefin (J-1, J-2 and J-3), two polyethylene (K-1 and K-2) films and K-3 commonly used in farmhouses, with different film thickness, ultraviolet ray interception and infrared ray absorption ratio were used. Heat conservation of J-2 was highest, compare to K-3, J-3 and J-1. Early growth of J-1, J-2 and J-3 were faster than K-3, and Days required to harvest of K-3 were shortened about 10 days. Marketable yield of K-3 was 991kg per 10a, those of J-1, J-2, J-3, K-1 and K-2 were increased 21%, 37%, 24%, 13% and 4% compare to K-3, respectively. Especially, harvesting of J-1, J-2, J-3 and K-1 were focused on early (50%) and middle stage (40%). Polyolefin with higher heat conservation improved growth and harvesting in early and shortened days to harvesting in winter season.

Key words : growth, harvesting, infrared ray, polyolefin film, ultra violet, yield

*Corresponding author

서 언

참외는 고온성, 호광성 작물로 저온기 무거운 재배 시 광량, 광질 및 하우스 필름 종류에 따라 생육과 품질에 많은 영향을 받고 있다(Chun 등, 2006a, b; Choi 등, 2006). 국내에서 이용되고 있는 하우스 피복 비닐의 대부분은 폴리에틸렌 필름으로 전국 채소재배 시설 48,573ha중 86.1%인 41,821ha를 차지하고 있다(MAF, 2006). 고품질 참외를 생산하기 위해서는 투광율이 우수하고 특정 파장을 흡수, 차단하는 기능성 필름 개발이 요구되고 있으나, 국내에서는 아직 미흡한 수준이다(Choi 등, 2006). 참외는 광 요구도가 높은 작물이지만 약광 조건에서는 초장, 경경은 큰 차이가

없으나 엽면적, 근장, 생체중, 건물중 및 엽록소 함량과 광합성율이 감소하며 과중이 작아지고 sucrose 축적량이 감소한다(Lee 등, 2003; Sin 등, 1991). 또한 온도가 낮으면 생육이 저해되고 품질이 떨어지고 수량이 감소하기 때문에 이를 극복하기 위한 보고도 있다(Shin, 2005). 우리나라 참외 재배면적의 85%를 차지하고 있는 경북지역은 12~1월에 정식하여 재배하기 때문에 저온과 일조부족으로 생육이 불량하고 품질이 저하하는 등 많은 문제가 있다. 따라서 본 연구는 보온성을 강화시키기 위하여 적외선 투과수준을 달리하고, 생육을 촉진시키기 위하여 자외선 투과수준이 다른 기능성 필름을 피복하여 참외의 생육 및 수량을 향상시킬 목적으로 수행하였다.

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

Covering materials ^a	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	0.10	92	76	65
K-2	0.08	92	68	55
K-3	0.06	92	70	48

^aJ-1, J-2 and J-3 were polyolefin films supplied from Japan and K-1, K-2 and K-3 were domestic polyethylene films.

재료 및 방법

본 시험은 2006년 경북농업기술원 성주과채류시험장의 폭 6.0m, 동고 2.6m, 길이 50m의 터널형 하우스와 경북 성주군 월항면 보암리 참외 재배농가의 폭 5.3m, 동고 2.3m, 길이 85m의 터널형 하우스를 각각 6동씩 설치하여 수행하였다. 시험에 사용한 품종은 ‘윈윈도좌호박’에 ‘오복꽃참외’, ‘슈퍼골드참외’를 편엽합접한 모종과 ‘참도좌호박’에 ‘슈퍼금싸라기참외’를 편엽합접한 모종을 정식하였는데, 재배농가에서는 슈퍼금싸라기참외가 제외되었다. 참외는 재배농가에서는 1월 31일, 성주과채류시험장에서는 2월 2일 180cm 이랑에 40cm 간격으로 정식하였고 정식 1개월 전에 6종류의 필름으로 각각 한 동씩 피복하였다. 시험에 이용된 필름은 일본산 기능성 필름 3종(J-1, J-2, J-3), 국산 기능성 필름(K-1, K-2)과 농가에서 많이 사용하는 일반 폴리에틸렌 필름(K-3)을 대조구로 하여 비교하였다. 정식 1개월 전에 10a당 우분 발효퇴비 1,500kg, 고토석회 200kg, 질소, 인산, 칼리를 18.7, 6.3, 10.9kg을 시비하였으며, 질소와 칼리는 60%를 추비로 5회 분시하고 나머지는 전량 기비로 사용한 후 경운하였다. 야간에 보온을 위하여 하우스 내에 길이 2.4m 강선으로 소형터널을 설치하여 두께 0.03mm의 터널용 비닐과 12온스 보온 부직포를 피복하여 무거운 재배하였다. 적심은 정식 전에 주지 4번째 마디에서 실시하여 그 후 2개의 아들덩굴을 유인하여 17마디에서 적심하였다. 착과는 아들덩굴 5마디 이상에서 나온 손자덩굴에 착과시켜 한 포기에 4~5개의 과실이 달리도록 한 후, 도마도톤(4-chlorophenoxy acetic acid, 4-CPA) 50배액과 GA₃(gibberellic acid) 50mg·L⁻¹를 개화 당일 지방에 분무처리 하였다. 과장별 일사투과량은 휴대용 분광광도계(LI-1800, EKO)를, 기온은 자동온도측정기(TR-71S, T&D, Japan)를 이용하여 측정하였다. 수량은 4월 1일부터 30일까지 3회 처리별로 10주 10과를 조사하였다.

결과 및 고찰

시험에 사용된 필름의 두께, 자외선 차단율 및 적외선 흡수율이 다른 6종의 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 측정된 전광선 투과율은 모두 93%이고, 자외선 투과율은 76, 62, 0%이고, 적외선 흡수율은 66, 91, 90%이었다. 국내에서 생산 판매되는 polyethylene계 필름인 K-1, K-2, K-3는 두께가 각각 0.1, 0.08, 0.06mm이고, 실내에서 인공광원(550nm)으로 측정된 전광선 투과율은 모두 92%이고, 자외선 투과율은 76, 68, 70%이고, 적외선 흡수율은 65, 55, 48%이었다.

소재별로 파악된 기본 특성에서는 자외선 투과가 전혀 이루어지지 않는 J-3를 제외하고는 자외선 투과율이 62~76% 정도이었다. 실제로 시설내 휴대용 분광광도계를 이용하여 측정된 결과, 노지와 대비하여 J-3

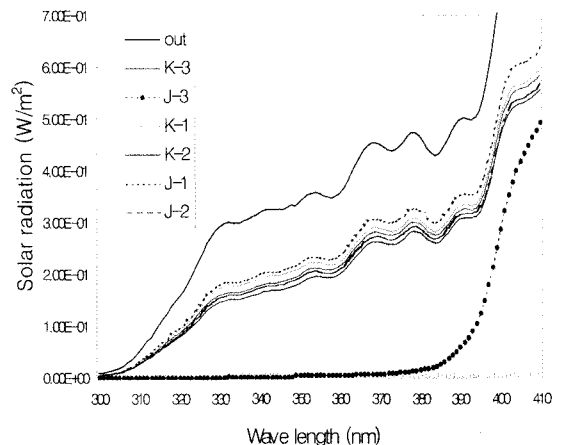


Fig. 1. Spectral solar radiation of the plastic greenhouse covering films measured by spectroradiometer (LI-1800, EKO). This was measured on March 29, 2006.

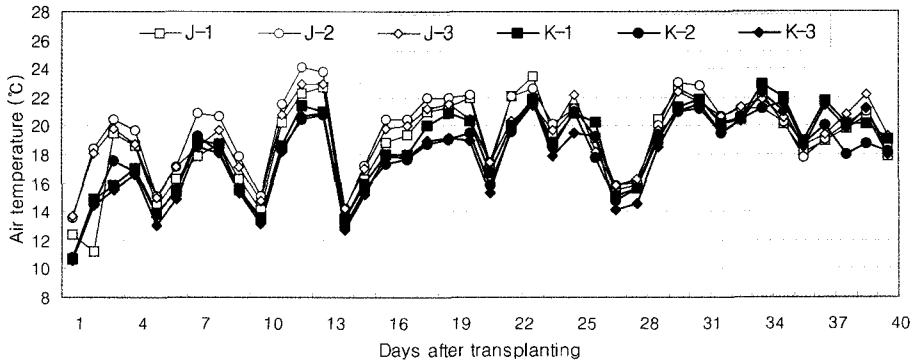


Fig. 2. Changes of air temperature during 40 days after transplanting in the plastic greenhouse covered with various films. The transplanting date was on February 2, 2006 at Seongju Fruit Vegetable Experiment Station.

에서는 380nm 이하가 완전히 차단되었고, 나머지 필름들은 파장별로는 다소 차이를 보였으나 300~380nm 사이에서는 전반적으로 기본 특성과 유사한 결과를 보였다(Fig. 1).

정식직후부터 40일 동안 참외재배 하우스의 터널내 일평균 기온은 J-2에서 가장 높았고 J-3, J-1, K-1, K-2 및 K-3의 순으로 polyethylene film에 비하여 polyolefin film에서 높은 경향이였다(Fig. 2). 농가에서 가장 많이 사용하고 있는 K-3에 비하여 J-2는 주간에는 약 3~5°C, 야간에는 약 2~3°C 정도 높았는데, K-3에 비하여 J-2는 필름두께가 두껍고 적외선 흡수율이 높았기 때문으로 생각된다.

정식 30일후 참외의 초장을 조사한 결과, 농가 및 시험장 공히 K-1, K-2 및 K-3에 비하여 J-1, J-2, J-

3에서 생육이 우수한 경향이였다(Table 2). 농가 하우스에서는 오복골참외의 경우 K-3의 87.5cm에 비하여 J-2, J-3, K-1, J-1 처리구에서 각각 21.5, 16.4, 12.2, 4.5cm 더 길었으나 K-2는 큰 차이가 없었다. ‘슈퍼골드참외’의 경우 K-3의 82.1cm에 비하여 J-3 처리구에서 36.4cm 더 길었고 K-1, J-2, J-1, K-2 처리구에서 각각 24.8, 16.4, 7.0cm 더 길었다. 성주과채류시험장에서는 ‘오복골참외’의 경우 K-1, K-2, K-3에 비하여 J-1, J-2, J-3 처리구에서 초장이 길어 초기생육이 우수하였는데, ‘슈퍼골드’, ‘슈퍼금싸라기’도 같은 경향이였다. 이와 같이 품종에 관계없이 polyethylene계 필름에 비하여 polyolefin계 필름에서 생육이 빠른 것은 필름두께가 두껍고 적외선 흡수율이 높았기 때문으로 생각되었는데, 시설내부의 온도는 필름 두께가 두껍

Table 2. Plant height of 30 days after transplanting by cultivars and different covering films in oriental melon(*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Makino).

Region of experiment	Covering materials ^z	Cultivar		
		‘Obokggul’ (cm)	‘Supergold’ (cm)	‘Supergeumssaragi’ (cm)
Boamri, Wheolhang, Seongju, Gyeongbuk	J-1	92.0±8.9 ^y	98.5±7.2	-
	J-2	109.0±9.8	101.2±8.1	-
	J-3	103.9±9.1	118.5±8.8	-
	K-1	99.7±9.4	106.9±9.4	-
	K-2	88.9±8.9	89.1±9.1	-
	K-3	87.5±7.2	82.1±9.1	-
Seongju Fruit Vegetable Experiment Station	J-1	81.1±8.7	56.5±8.3	59.6±9.3
	J-2	66.4±7.9	68.8±9.9	65.1±7.1
	J-3	69.5±9.9	80.1±8.7	81.3±7.8
	K-1	55.7±8.4	53.3±9.1	56.4±8.1
	K-2	52.1±9.1	32.6±9.9	23.6±9.7
	K-3	53.9±9.8	41.5±8.2	47.8±8.2

^zSee Table 1.

^yMean ± SE(n=10).

시설하우스 필름종류가 참외의 생육 및 수량에 미치는 영향

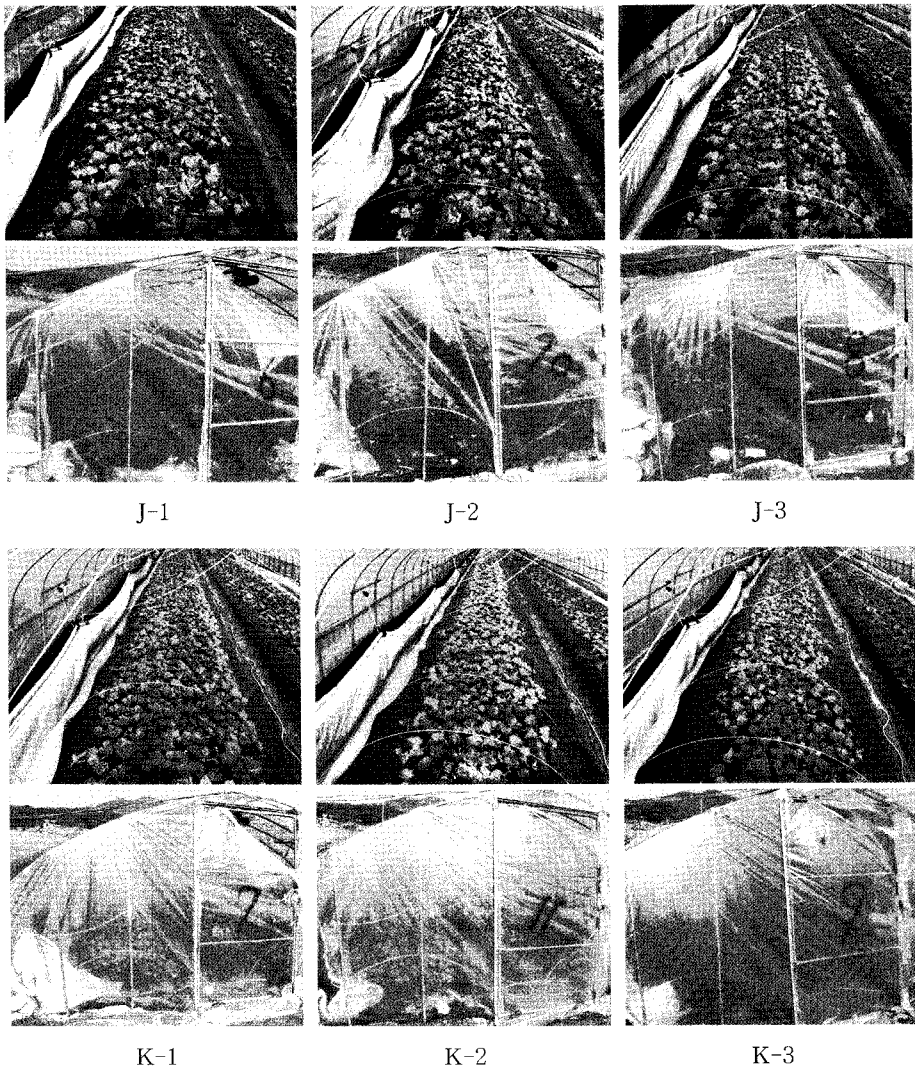


Fig. 3. Growth of 20 days after transplanting by covering films and exterior of the plastic greenhouse. polyolefin film (J-1, J-2, J-3) and polyethylene film (K-1, K-2, K-3). The transplanting date was on January 31, 2006 at Farmhouse.

고 자외선 차단율 및 적외선 흡수율이 높을수록 온도가 높아진다는 Chun 등(2006b)의 보고와 같은 경향이였다.

무거운 상태에서 참외재배 시설내 투광율에 영향을 주는 피복자재의 특성과 방직성을 관찰한 결과, 투명도는 K-1, K-2, K-3 처리구보다 J-1, J-2, J-3 처리구에서 대체적으로 높게 나타났다. 특히 K-1, K-2, K-3 처리구에서는 필름이 육안으로도 뿌옇게 보여 하우스 내부의 모습이 불투명하게 보여 백화현상이 심하였다 (Fig. 3). Chun 등(2006a)은 폴리에틸렌 필름에서 백화현상은 폴리에틸렌 첨가제인 계면활성제 또는 보온제 사이에 친화력이 떨어져 나타나는 현상으로 배합비율이나 처리온도, 보관 및 유통과정에서의 환경변화로

발생할 수 있다고 보고하였다. 본 실험에서도 K-1, K-2, K-3 처리구에서는 백화현상이 심한 반면, J-1, J-2, J-3 처리구에서는 투명도가 높아 Chun 등(2006a)의 보고와 일치하였으며, 이러한 결과는 Table 2와 Fig. 3에서 보는 바와 같이 참외의 생육촉진 현상으로 나타나는 것을 알 수 있었다. 본 시험에 사용된 J-1, J-2, J-3는 상온에서 정상적인 관리가 이루어 질 때는 투명도가 높게 유지되나 탄성을 잃을 정도의 무리한 힘을 주어 늘어났을 때는 K-1, K-2, K-3 보다 백화현상이 심하게 나타나는 것으로 관찰되었는데, 동일한 필름을 공시하여 시험한 Chun 등(2006a)의 결과와 일치하여 금후 인장강도 등의 기계적인 물성에 대한 검

Table 3. First flowering and harvesting days of oriental melon by cultivars and different covering films.

Covering materials ²	Cultivar					
	‘Obokggul’		‘Supergold’		‘Supergeumssaragi’	
	FF ^y (day)	FH ^x (day)	FF (day)	FH (day)	FF (day)	FH (day)
J-1	39 ^w	70	39	71	41	77
J-2	40	70	38	70	40	77
J-3	38	69	38	70	41	79
K-1	41	75	40	79	44	87
K-2	42	77	43	85	43	88
K-3	43	80	44	89	44	94

²See Table 1.

^yFirst flowering.

^xFirst harvesting.

^wDays after transplanting. The transplanting date was on February 2, 2006 at Seongju Fruit Vegetable Experiment Station.

Table 4. Marketable yield of Obokggulchamweo fruits by cultivars and different covering films.

Region of experiment	Covering materials ²	Early ^y		Middle		Late		Total yield (kg/10a)	Index
		Yield (kg/10a)	Rate (%)	Yield (kg/10a)	Rate (%)	Yield (kg/10a)	Rate (%)		
Boamri, Wheolhang, Seongju, Gyeongbuk	J-1	552.6	46.2	523.3	43.8	118.6	10.0	1,194.5±134 ^x	121
	J-2	597.7	44.1	601.0	44.4	153.8	11.5	1,352.5±147	137
	J-3	561.3	45.6	487.9	39.6	182.6	14.8	1,231.8±139	124
	K-1	559.6	50.0	455.1	40.7	103.4	9.3	1,118.1±128	113
	K-2	315.1	30.7	440.2	42.9	270.8	26.4	1,026.1±109	104
	K-3	281.2	28.3	476.2	48.0	233.3	23.7	990.7±95	100
Seongju Fruit Vegetable Experiment Station	J-1	437.0	42.0	555.1	53.4	46.8	4.6	1,038.9±154	123
	J-2	495.5	45.1	511.4	46.6	90.2	8.3	1,097.1±161	130
	J-3	490.5	48.1	459.6	45.1	68.3	6.8	1,018.4±149	120
	K-1	485.1	48.4	474.7	47.4	41.3	4.2	1,001.1±135	118
	K-2	321.2	32.9	551.9	56.5	102.7	10.6	975.8±118	115
	K-3	205.9	24.3	502.4	59.7	137.0	16.0	845.3±104	100

²See Table 2.

^yEarly: April 1 to 12, Middle: April 13 to 24, Late: April 25 to 30.

^xMean±SE (n=10)

토가 필요한 것으로 생각된다.

필름 종류별 암꽃개화 및 수확소요일수를 조사한 결과, K-3 처리구에 비하여 J-2, J-3, J-1, K-1 처리구에서 암꽃의 첫 개화가 촉진되었고, 첫 수확 소요일수가 단축되었다(Table 3). 참외 품종에 따라 개화 및 수확소요일수가 다소 차이가 있었는데, 오복꽃참외의 경우 암꽃의 첫 개화는 K-3처리구에서는 정식 후 43일이 소요되었으나 J-3, J-1, J-2, K-1, K-2 처리구에서 각각 5일, 4일, 3일, 2일, 1일 정도 빨랐으며, 수확소요일수는 K-3 처리구에서는 정식 후 80일이 소요되었으나, J-3, J-2, J-1, K-1, K-2 처리구에서 각각 11일, 10일, 10일, 5일, 3일 정도 단축되었다. ‘슈퍼골드참외’의 경우 수확소요일수는 K-3 처리구에서는 정

식 후 89일에 비하여 J-2, J-3, J-1의 polyolefin계 필름 처리구에서는 18~19일 정도 단축되었으나, K-1, K-2의 polyethylene계 필름 처리구에서는 4~10일정도 단축되었다. ‘슈퍼금싸라기참외’의 수확소요일수는 K-3 처리구에서는 정식 후 94일에 비하여 J-2, J-1, J-3의 polyolefin계 필름 처리구에서는 15~17일 정도 단축되었으나, K-1, K-2의 polyethylene계 필름 처리구에서는 6~7일정도 단축되었다. 이는 앞에서 언급한 것처럼 polyolefin계 필름이 polyethylene계 필름 보다 필름두께가 두꺼워 기온이 높고 적외선 흡수율이 높았기 때문으로 생각된다. Chun 등(2006b)도 몇 가지 필름을 달리하여 참외의 착과특성을 조사한 결과, 적외선 흡수율이 48%인 처리구에 비하여 91% 처리구에서

적외선 흡수율이 높을수록 시설 내 적산지온과 적산기온의 차이로 인하여 개화가 촉진되고 수확소요일수가 단축된다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다.

농가에서 재배한 과실의 10a당 상품수량은 K-3 처리구의 991kg에 비하여 J-1, J-2, J-3, K-1 및 K-2 처리구에서 각각 21%, 37%, 24%, 13%, 4% 증가하였다(Table 4). J-1, J-2, J-3 및 K-1 처리구는 초기, 중기, 후기의 수량 비율이 각각 50%, 40%, 10%로 초기에 수량이 많았고 초기 및 중기에 전체의 90% 정도 수확이 가능하여 초기 수량이 많았다. 그러나 K-2 및 K-3 처리구는 초기, 중기, 후기의 수량 비율이 각각 30%, 40%, 30%로 초기보다 중기에 많았다. 이러한 경향은 재배지역을 달리하여 생산한 과채류시험장에서도 다소의 차이는 있으나 비슷한 경향이였다.

본 실험에서는 polyolefin계 필름인 J-1, J-2, J-3는 두께가 각각 0.1, 0.15, 0.13mm이고, 전광선 투과율은 모두 93%이고, 적외선 흡수율은 66, 91, 90%이었고, polyethylene계 필름인 K-1, K-2, K-3는 두께가 각각 0.1, 0.08, 0.06mm이고, 전광선 투과율은 모두 92%이고, 적외선 흡수율은 65, 55, 48%이었다는 점을 감안하면, J-1, J-2, J-3 및 K-1 처리구에서 상품수량이 증가한 것은 Table 1에서와 같이 필름두께가 두껍고 적외선 흡수율이 높아 보온효과가 좋았기 때문으로 생각된다. 이상의 결과로 볼 때 보온성이 강화된 polyolefin계 필름은 저온기 참외 시설재배시 생육을 촉진시키고 수확소요일수를 단축시켜 조기수확이 가능하고 초기수량도 증가되는 것으로 생각된다.

적 요

참외 재배시설의 광 환경 개선을 위하여 필름두께, 자외선 차단율, 적외선 흡수율이 다른 polyolefin계 필름 3종(J-1, J-2, J-3), polyethylene계 필름(K-1, K-2)과 농가에서 관행으로 사용하는 폴리에틸렌 필름(K-3)을 대조구로 시험한 결과, 보온성은 K-3처리구에 비하여 J-2 처리구에서 가장 높았고 J-3, J-1 순이었다. 초기생육, 암꽃 개화 및 수확소요일수는 재배지역과 품종에 따라 다소 차이는 있으나 K-3 처리구에 비하여 J-1, J-2, J-3 처리구에서 초기생육이 촉진되었고 첫 수확소요일수도 10일 이상 단축되었다. 10a당 상품수량은 K-3 처리구의 991kg에 비하여 J-1, J-2, J-3, K-1 및 K-2 처리구에서 각각 21%, 37%, 24%, 13%, 4% 증가하였다. 특히 J-1, J-2, J-3 및 K-1 처리구는 초기, 중기, 후기의 수량 비율이 각각 50%,

40%, 10%로 초기 및 중기의 수량이 많았다. 이상의 결과로 볼 때 보온성이 강화된 polyolefin계 필름은 저온기 참외 시설재배 시 생육을 촉진시켜 수확소요일수를 단축시키고 초기수량을 증가시키는 것으로 생각된다.

주제어 : PO계 필름, 생육, 수확, 수량, 자외선, 적외선

사 사

본 논문은 경북 성주군 성주참외 구조 고도화사업 연구용역비에 의해 수행되었음.

인 용 문 헌

1. 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(2):282-287 (in Korean).
2. 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(2):265-271 (in Korean).
3. Chun H., Y.J. Choi, Y.H. Choi, H.J. Kim, S.Y. Lee, 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(2):272-276 (in Korean).
4. Lee S.K., Y.C. Kim, T.C. Seo, Y.G. Kang, H.K. Yum, 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).
5. Ministry of Agriculture and Forestry (MAF). 2006. Crop statistic (in Korean).
6. 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(*Cucumis melo* L. var *makuwa* Makino). *J. Bio-Env. Con.* 16:140-148 (in Korean).
7. 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).
8. 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).