

## PO 필름이 성주참외 품질 및 산업에 미치는 영향

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

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

## Effect of Polyolefin Film on Korean Melon Quality and Industry

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 Fruit Vegetable Experiment Station, GARES, 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.** As the survey results of cultivation area, farmhouse, yield and income to clarify the effect of PO Film on Korean melon industry in Seongju region, the covering areas of PE film of Korea, Kyungsangbuk-do and Seongju-gun in 2014 were decreased 91.5%, 94.9% and 95.2% as to 2010. In contrary, the covering areas of PO film of Korea, Kyungsangbuk-do and Seongju-gun in 2014 were increased 342.5%, 500% and 825% as to 2010. The cultivation area and farmhouse in 2015 were decreased 8.8% and 11.9% than those in 2010. The yield and production in 2015 were 38.2% and 25.9% increased than those in 2010. The gross and net income in 2015 were 1.3 and 2.7 times increased than those in 2010. Finally, to change as PO film, the productivity will be increased. And cleaning work and noxious materials discharge will be decreased.

**Additional key words :** fermented fruit, yield, net income, temperature, gross income

### 서 론

인류의 먹거리를 해결한다는 것은 과거, 현재, 미래를 통털어 과학자들이 해결해야 할 가장 기본적인 인류 최고의 지상과제이다. 세계인구는 1850년 11억 7,000만명, 1950년 24억 9,000만명, 2050년 92억명으로 증가하며 개발도상국 보다는 선진국에서 급속도로 증가(<http://terms.naver.com/entry.nhn>)한다고 한다. 인구가 증가함에 따라 먹거리는 필수적인 과제이고 이를 위해 세계에서 많은 농업연구가 진행되고 있다. 우리나라에서도 1970년대 IR 667을 통한 녹색혁명, 1980년대에는 비닐하우스를 통한 신선채소의 주년공급으로 백색혁명을 통해 국민의 먹거리를 해결하였다. 참외, 멜론, 수박 등 과채류의 소비는 국민소득이 증가할수록 수요가 증가한다는 점을 감안하면 고품질 과채류 생산은 국민의 먹거리와 관계가 있다고 생각된다. 성주지역에서 재배되고 있는 성주참외는 이른 봄철을 대표하는 가장 한국적인 채소이다. 참외는 광 요구도가 높은 작물로 광 투과율이 저하하는 조건에서는 엽면적, 근장, 생체중, 건물중 및 광합성율과

엽록소 함량이 감소하며 과중이 작아지고 sucrose의 축적량이 감소한다(Lee 등, 2003; Sin 등, 1991). 또한 온도가 낮으면 생육이 저해되고 품질이 떨어지고 수량이 감소하기 때문에 이를 극복하기 위한 많은 연구가 진행되었다(Shin 등 2005b; Lee 등, 2003). 참외 보온 재배시 야간의 방열을 억제하기 위하여 주간에 열을 많이 축적하는 것이 중요하며 이를 위해서 보온성이 우수한 필름으로 피복하는 것이 중요하다(Chun 등, 2006a; Choi 등, 2007). 최근 농림축산식품부 주관으로 실시하고 있는 에너지절감사업단에서 추진하고 있는 패키지기술투입에서도 PO 필름피복이 메인으로 사용되고 있고 PO 필름의 효과에 대한 연구도 보고되고 있다(Lee 등, 2016a; Lee 등, 2016b). 이러한 연구는 플라스틱 하우스 피복필름의 하나인 Polyolefin Film은 2006년 경북농업기술원 성주과채류시험장, 농촌진흥청 원예연구소, 성주군농업기술센터, 에이알티에스(주) 공동연구로 참외에 처음 도입된 후 현재 우리나라 전역에 사용되고 있다(Chun 등, 2006b; Choi 등, 2007; Shin 등, 2007a). 기능성이 강화된 Polyolefin Film은 매년 교체하는 노동력 절감은 물론 소각에 따른 다이옥신 등 각종 유해물질 배출을 줄일 수 있고, 저온기 참외 재배시 보온성, 방적성, 투광성 등이 향상되어 활착촉진, 숙기단축, 품질향상, 수량증가 및 농가 소득증대에 획기적으로 기여하고 있다

\*Corresponding author: sys1962@korea.kr

Received May 25, 2016; Revised June 21, 2016;

Accepted June 21, 2016

(Lee 등, 2016a; Lee 등, 2016b). 특히 참외 생리장애의 대표적인 물참외 해결도 그 중 하나이다. Polyolefin Film이 참외산업에 미친 영향을 구명하기 위해 시험연구 결과를 바탕으로 생산성 및 농가소득 향상과 환경개선 효과를 제시하고자 한다.

### 재료 및 방법

PO 피복필름의 효과를 검토하기 위하여 2014년 11월 20일 경북농업기술원 성주과채류시험장의 폭 6m, 길이 50m 터널형 하우스에 PO 필름(0.1mm, 크린알파-S, 에이알티에스)을 피복한 처리구와 PE 필름(0.1mm)처리구를 대조구로 하여 비교하였다. 시험구의 환기는 하우스내 작물이 재배되고 있는 지표면의 온도가 30 이상이면 자동으로 환기가 되도록 관리하였다. 시험에 사용된 품종은 참사랑꿀참외(농우바이오)를 슈퍼매직(농우바이오)대목에 편엽합접한 모종을 2014년 12월 31일 정식하여 무가운으로 재배하였다. 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 무가운 재배하였다. 적심은 정식 전에 주지 4번째 마디에서 실시하여 그 후 2개의 아들덩굴을 유인하여 17마디에서 적심하였다. 착과는 아들덩굴 5마디 이상에서 나온 손자덩굴에 착과시켜 한 포기 4~5개의 과실이 달리도록 한 후, 도마도톤(4-chlorophenoxy acetic acid, 4-CPA) 50배액과 GA<sub>3</sub>(gibberellic acid) 50mg·L<sup>-1</sup>를 개화 당일에 분무처리 하였다. 2015년 1월부터 온도, 조도, 참외 생육, 품질, 수량성 등을 조사하였다. 광투과율과 기온 및 조도는 하우스 입구로부터 50m지점의 중간부분 1개소에서 북쪽과 남쪽 이랑의 중앙에 분광광도계(LI-1800, EKO)와 온도 기록계(TR-71S, Japan) 및 조도계(PHR-51, Japan)를 이용하여 측정하였고, 당도는 정상과의 과육 및 태좌부를 착즙한 후 당도계(Atago N1, Taiwan)로 가용성 고형물 함량을 측정하였고, 색도는 과실 중앙부의 과피를 색도계(NR-3000 Denshoku Ind. Co., Japan)

로 측정하였고, 기타사항은 농촌진흥청 조사기준에 의해 조사하였다. 2010년과 2014년 PO 및 PE 필름의 보급면적은 농림축산식품부와 에이알티에스의 자료를 이용하였고, 재배면적, 농가수, 생산량, 조수입, 소득 등은 성주군 홈페이지 자료를 이용하여 분석하였다.

### 결과 및 고찰

PO 필름은 회사별, 두께별 종류가 다양하지만 국내에서 생산되는 PE 필름 0.1mm와 유사한 두께를 가진 크린알파-S(에이알티에스)와 필름특성을 검토한 결과, 광투과율은 93%로 동일하지만 PE 필름에 비해 PO 필름이 자외선 투과율은 23%p 낮고 적외선 흡수율은 25%p 높아 PO 필름이 자외선에 안정적이어서 장기간 사용이 가능하고 열선 방출이 적어 보온력이 우수한 것을 알 수 있었다(Table 1). 피복필름 후 2015년 2월 18~19일 기온 및 조도를 조사한 결과, 14시경 최고온도는 PE 필

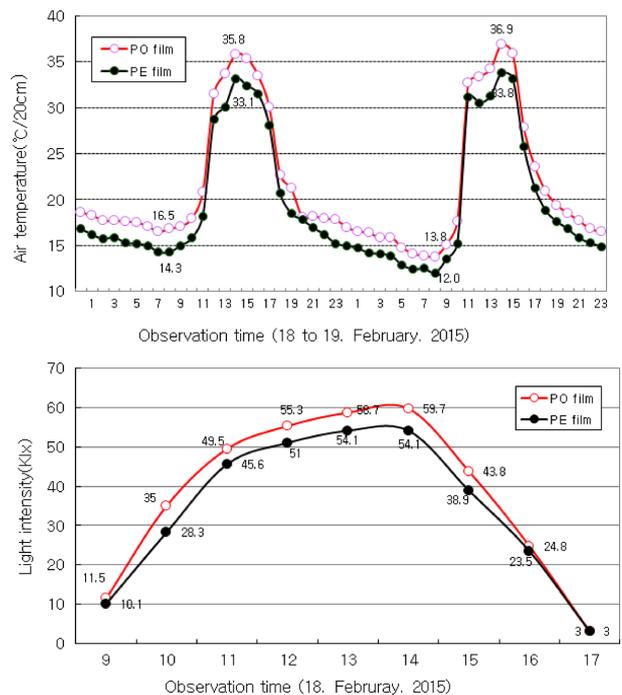


Fig. 1. Diurnal changes of air temperature and light intensity as to covering materials.

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

Covering materials	Film thickness (mm)	Light transmittance (%)	Ultra violet transmittance (%)	Infrared ray absorption (%)
PO film <sup>z</sup>	0.1	93	52	80
PE film <sup>y</sup>	0.1	93	75	55

<sup>z</sup>Made in Japan, <sup>y</sup>Domestic.

름 처리구의 33.8에 비해 PO 필름처리구에서 36.9로 3.1 더 높았고, 일평균 온도도 PE 필름 처리구의 19.5에 비해 PO 필름처리구에서 21.6로 2.1 더 높았다. 일평균 조도도 14시경 PE 필름 처리구의 54.1klux에 비해 PO 필름처리구에서 59.7klux로 5.6klux 더 높았다(Fig. 1). 이러한 결과는 Table 1과 Fig. 1의 결과에서도 알 수 있듯이 polyolefin계 필름이 polyethylene계 필름에 비해 투명도가 높고 필름두께가 두꺼워 기온과 적외선 흡수율이 높았다고 보고한 연구결과(Chun 등, 2006b; Shin 등, 2009)와 일치하고 있다.

피복필름 처리별 수확 소요일수, 과실의 특성과 품질을 조사한 결과, PE 필름 처리구에 비해 PO 필름 처리구에서 첫 수확 소요일수가 7일 촉진되었고, 과중이 43.6g 더 무거워 통계적 유의성이 인정되었으나 당도 및 과피의 색도는 처리간 차이가 없었다(Table 2). 과실품질 및 수량을 조사한 결과, PE 필름 처리구에 비해 PO 필름 처리구에서 발효과율은 5.1%P, 기형과율은 3.2%P 감소하여 상품과율이 8.3%P 증가하였고 수확 초기(3월 19일~26일)의 상품과 수량도 28% 증가하였다(Table 3). polyethylene계 film 처리에 비하여 polyolefin계 film 처리에서 과중이 무겁고 품질이 우수한 것은 저온기 지중가온 재배시 기온 및 지온이 높을수록 당도가 증가한다는 Shin(2005a)과 Sin 등(1991)의 보고와 같이 적외선 흡수율이 향상되어 보온효과가 우수하여 발효과율이 감소하고 상품과율이 증가하는 등 품질이 향상되고 이로 인하여 상품수량이 증가되었다고 생각된다.

2015년 3월 19일부터 7월 31일까지의 10a당 상품과수량을 조사한 결과, PE 필름 처리구의 6,340kg에 비해 PO 필름 처리구에서 6,643kg으로 5% 정도 증가하여 큰 차이는 없었으나, 참외 재배시 소득과 직결되는 3월 19

일부터 26일까지 10a당 초기의 상품과 수량은 PE 필름 처리구의 722kg에 비해 PO 필름 처리구에서 228% 증가하였다(Fig. 2). 이러한 결과는 필름두께가 얇고 적외선 흡수율이 낮은 polyethylene계 필름처리구에 비해 필름두께가 두꺼울 수록 적외선 흡수율이 높을수록 온도가 높아 품질이 우수하고 초기 수량이 증가한다는 연구결과와 일치하고 있다(Choi 등, 2006; Choi 등, 2007; Chun 등, 2006a; Shin 등, 2007a; Shin 등 2007b)

PO 필름 연구가 시작된 이후 본격적으로 공급된 2010년을 기준으로 2014년과 비교해 보면, 2010년 PE 필름 전국 피복면적은 48,835ha에서 2014년 44,667ha로 8.5%, 경북 9,668ha에서 9,170ha로 5.4%, 성주군 4,200ha에서 4,000ha로 4.8% 각각 감소하였다. 이에 비해 PO 필름은 2010년 전국 피복면적은 730ha에서 2014년 2,500ha로 343%, 경북 110ha에서 550ha로 500%, 성주군 40ha에서 330ha로 825% 각각 증가하였다. 이와 같이 PE 필름은 2010년에 비해 2014년도에는 전국, 경북 성주 지역에서 각각 91.5%, 94.9%, 95.2%로 감소한

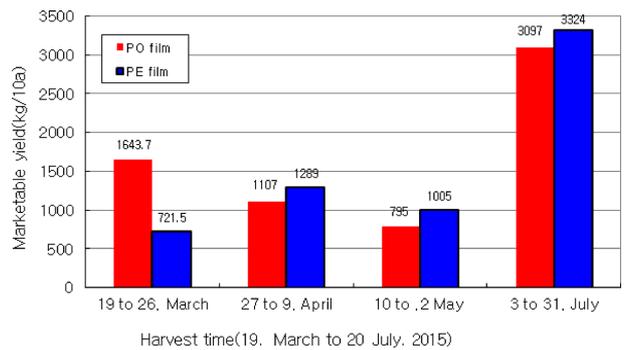


Fig. 2. Marketable yield of Korean melon fruits at different harvest time as to covering materials.

Table 2. Effect of covering materials on fruit characteristics in Korean melon.

Treatments	Harvesting time (day) <sup>z</sup>	Fruit weight (g)	Soluble solids (°Brix)		Color characteristics <sup>y</sup>	
			Flesh	Placenta	L	a
PO film	75	385.4 a <sup>x</sup>	14.3 a	18.2 a	72.4 a	18.5 a
PE film	82	341.8 b	14.2 a	18.1 a	71.8 a	17.3 a

<sup>z</sup>Days after sowing.

<sup>y</sup>L=Lightness, a=bluish-green/red-purple.

<sup>x</sup>Mean separation within columns by DMRT at 5% level.

Table 3. Effect of covering materials on fruit quality and yield in Korean melon.

Treatments	Fermented fruit rate (%)	Malformed fruit rate (%)	Marketable fruit rate (%)	Marketable yield (kg/10a) <sup>z</sup>	Marketable yield Index
PO film	3.2 a <sup>y</sup>	5.7 a	91.1 a	1,643.7 a	228
PE film	8.3 b	8.9 a	82.8 b	721.5 b	100

<sup>z</sup>First harvest(19 to 26. March. 2015).

<sup>y</sup>Mean separation within columns by DMRT at 5% level.

**Table 4.** Estimated covering area of polyethylene and polyolefin film for protected cultivation in Korea.

Division		2010 (A)	2014 (B)	B/A (%)
PO film area <sup>z</sup> (ha)	Total	730	2,500	342.5
	Gyeongbuk	110	550	500.0
	Seongju	40	330	825.0
PE film area <sup>y</sup> (ha)	Total	48,835	44,667	91.5
	Gyeongbuk	9,668	9,170	94.9
	Seongju	4,200	4,000	95.2

<sup>z</sup>Founded from Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.

<sup>y</sup>Founded from A.R.T.S Co., Ltd, Gyeongnam Yangsan, Korea

**Table 5.** The cultivation area, production and net income of Korean melon in Seongju<sup>z</sup>.

Division	2010 (A)	2015 (B)	B/A (%)
Cultivation area(ha)	4,011	3,655	91.2
Farmhouse(No.)	4,795	4,224	88.1
Yield(Kg/10a)	3,177	4,390	138.2
Production(M/T)	127,436	160,460	125.9
Gross income (Hundred million Won)	3,051	4,020	131.8
Operating cost (Hundred million Won)	1,115	1,568	140.6
Net income (Hundred million Won)	1,936	2,452	126.7

<sup>z</sup>Seongju-gun agricultural extension services center home page

반면, PO 필름은 각각 342.5%, 500%, 825%로 매우 큰 증가를 보였다(Table 4).

PO 필름 공급이 경북 성주지역 참외 산업에 미치는 영향을 분석하기 위하여 경북 성주군의 참외 재배면적, 재배 농가수, 수량 및 소득 등을 분석한 결과, 2010년에 비해 2015년 재배면적과 농가수는 각각 8.8%, 11.9% 감소하였지만, 10a당 수량과 생산량은 각각 38.2%, 25.9% 증가하였다. 조수입은 2010년 3,051 억원에서 2015년 4,020 억원으로 1.3배 증가하였고 소득도 2010년 1,936 억원에서 2015년 4,020 억으로 2.7배 증가하였다(Table 5). 이와 같이 PO 필름이 급속하게 공급된 것은 위에서 살펴본 연구결과와 기존의 연구결과(Choi 등, 2006; Choi 등, 2007; Chun 등, 2006a; Shin 등, 2007a; Shin 등 2007b)로 인해 참외 주산지 성주지역 참외의 품질 향상과 수량 증가로 인해 소득 증가에 크게 영향을 미쳤기 때문으로 생각된다. PO 필름 피복면적이 2010년에 비해 2014년 3.4배 증가함에 따라 상품과율 및 상품수량이 각각 8.3%P, 2.3배 증가하고(Table 3), 재배면적이 8.8% 감소함에도 불구하고 소득이 27% 증가한(Table 5) 점을 감안해 볼 때, PO 필름으로의 피복 확

대가 더욱 필요한 것으로 생각된다. 하지만 보온력 향상에 따른 토양수분 및 환기관리 등에 대한 추가적인 연구와 피복 교체에 따른 작업노동력 절감, 폐비닐 저감에 따른 환경오염 분석에 대한 추가적인 연구도 필요한 것으로 생각된다.

이상의 결과를 종합하면 국내에서 사용하고 있는 PO 필름(크린알파-S, 에이알티에스)은 PE 필름과 비교하여 광 투과율은 93%로 동일하지만 자외선 투과율은 23%P 낮고 적외선 흡수율은 25%P 높아 장기간 사용이 가능하고 열선 방출이 적어 보온력이 우수한 것을 알 수 있었다. 피복필름 후 2015년 2월 18~19일 동안 기온 및 조도를 측정된 결과, 일평균 온도는 PE 필름의 19.5에 비해 PO 필름 처리구에서는 21.6로 2.1 더 높았다. 일평균 조도는 PE 필름이 54.1klux 이었으며 PO 필름에서는 59.7klux 이었다. PE 필름에 비해 PO 필름에서 참외 첫 수확 소요일수가 7일 빨랐고, 과중이 43.6g 무거웠다. PE 필름에 비해 PO 필름에서 발효 과율 및 기형 과율이 각각 5.1%P, 3.2%P 감소하였다. 초기 상품과 수량은 PE 필름에 비해 PO 필름에서 228% 증가하였다. 또한 PO 필름으로 교체가 많아지면서, 폐비닐 수거 등 노동력 절감, 폐비닐 소각에 따른 유해물질 배출 경감, 광, 기온, 지온 등 시설환경 개선으로 무가온으로 재배하는 참외에 있어 재배면적과 농가수가 감소하였어도 수량이 증가하고 품질이 향상되어 생산성 향상으로 소득이 증가하여 우리나라 참외생산 및 주변산업 발전에 기여가 큰 것으로 생각되었다.

## 적 요

PO 필름 공급이 경북 성주지역 참외 산업에 미치는 영향을 분석하기 위하여 참외 재배면적, 재배 농가수, 수량 및 소득 등을 분석한 결과, PE 필름은 2010년에 비해 2014년도에는 전국, 경북 성주 지역에서 각각 91.5%, 94.9%, 95.2%로 감소한 반면, PO 필름 보급은 각각 342.5%, 500%, 825% 이었다. 2010년에 비해

2015년 재배면적과 농가수는 각각 8.8%, 11.9% 감소하였다. 수량과 생산량은 각각 38.2%, 25.9% 증가하였다. 조수입은 2010년 3,051 억원에서 2015년 4,020 억원으로 1.3배 증가하였고 소득도 2010년 1,936 억원에서 2015년 4,020 억원으로 2.7배 증가하였다. 이상의 결과를 종합 하면 PO 필름으로 교체되면서, 참외 생산성은 증대되고, 작업 노력 및 유해물질 배출은 감소될 것으로 보여진다.

**추가 주제어** : 발효과, 수량, 소득, 온도, 조수입

## 사 사

본 연구는 농림축산식품부(농림수산식품기술기획평가원)지원 농업에너지절감모델개발사업단과제(514005-03-2-CG000)로 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. 2006. Nutritional components content of oriental melon 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 growth in greenhouses. *J. Bio-Env. Con.* 15(II):272-276 (in Korean).

<http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1571279&cid=49018&categoryId=49018>

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(1):000 (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(1):000 (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(1):31-34 (in Korean).

Seongju-gun agricultural extension services center home page (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 different greenhouse film on growth and quality in oriental melon. *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 different greenhouse film on growth and yield in oriental melon. *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. *J. Bio-Env. Con.* 18:9-4 (in Korean).

Shin Y.S., I. K. Yeon, J.H. Kim, and S.D. Park. 2005a. Effect 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).

Shin Y.S., S.D. Park, H.W. Do, S.G. Bae, J.H. Kim, and B.S. Kim. 2005b. Effect of double layer nonwoven fabrics on the growth, quality and yield of oriental melon under vinyl house. *J. Bio-Env. Con.* 14(1):22-28 (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).