

## 시설하우스 외피복재 종류에 따른 참외과실의 성분 함량

최영준<sup>1\*</sup> · 전 희<sup>1</sup> · 김학주<sup>1</sup> · 이시영<sup>1</sup> · 염성현<sup>1</sup> · 최영하<sup>1</sup> · 신용습<sup>2</sup> · 정두석<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>원예연구소 시설원예시험장, <sup>2</sup>경상북도농업기술원 성주과채류시험장, <sup>3</sup>에이알티에스(주)

## Nutritional Components Content of Oriental Melon Fruits Cultivated under Different Greenhouse Covering Films

Young-Jun Choi<sup>1\*</sup>, Hee Chun<sup>1</sup>, Young-Ha Choi<sup>1</sup>, Sung-Hyun Yum<sup>1</sup>, Si-Young Lee<sup>1</sup>,  
Hark-Joo Kim<sup>1</sup>, Yong-Seop Shin<sup>2</sup>, and Doo-Seok Chung<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Protected Horticulture Experiment Station, NHRI, Busan 618-800, Korea  
<sup>2</sup>Seongju Fruit Vegetable Experiment Station, GATA, Seongju 719-816, Korea  
<sup>3</sup>All Round Technical Service Co., Ltd, Yangsan 626-120, Korea

**Abstract.** This study was conducted to investigate the effect of functional cover film on oriental melon fruit quality under unheated plastic greenhouse cultivation in cold period. The 6 kind of films having different characteristics were covered at plastic greenhouses and oriental melon seedlings were cultivated at 2 regions of Seongju, respectively. The air-temperatures in plastic greenhouses of J-1 and J-2, having high infrared absorption rate, were about 2~5°C higher than K-3. The contents of  $\beta$ -carotene and sugar of fruit showed significant difference between functional and normal films. The sucrose, determining a sweetness during maturation, and soluble solids content of fruits cultivated in J-1, J-2, J-3, and K-1 were higher than those of K-2 and K-3. Ascorbic acid of fruits was highest in K-2 having low light transmission rate and thermo-keeping capacity. There was no significant difference in mineral content among all of cover films. These results indicated that the use of functional greenhouse covering films could improve fruit quality such as  $\beta$ -carotene and sugar content of oriental melon.

**Key words :**  $\beta$ -carotene, functional film, sucrose

\*Corresponding author

### 서 언

참외는 주로 축성이나 조숙재배 작형으로 재배되고 있는데 매년 수확시기가 앞당겨져 무가온임에도 불구하고 12~1월에 정식하는 농가가 많다(Shin 등, 2005). 겨울철 저온기의 참외재배는 주산지인 성주를 중심으로 무가온 단동하우스에서 주로 이루어지고 있는데 무가온 재배는 하우스의 보온성을 높이고 태양에너지를 최대한 이용하는 것이 매우 중요하다. 특히 하우스 내 광환경과 보온성은 일차적으로 하우스 피복필름의 영향을 크게 받는다(Baille, 1999).

국내에서 이용하는 하우스 피복 필름은 대부분 폴리에틸렌(PE) 필름으로 86.1%까지 보급되어 있다(농림부, 2006). PE 필름은 결로현상이 심하고 투명도가

떨어지며 먼지부착이 심해 광투과성이 떨어진다. 이로 인해 과실품질이 떨어지고 필름수명도 길지 않아 매년 교체가 요구되는데 교체에 따른 생산비 상승이 문제된다(Chun 등, 1997). 그러므로 현재 주로 사용하는 PE필름에 내구성 향상과 보온성, 방적성, 투명성 등의 기능이 첨가된 필름개발이 절실한 실정이다. 현재 국내에서 소규모로 보급되고 있는 기능성 필름은 농가의 만족도가 높지 않는데 일본을 비롯한 해외 필름제조업체에서 하우스 외피복자재에 대한 개발이 활발하게 진행되어 원격외선의 흡수율을 높이고 방적성을 강화한 피복자재가 국내에 도입되어 좋은 반응을 보이고 있다. 따라서 이러한 기능성 피복재에 대한 실증실험과 함께 국내 재배에 적합한 피복자재의 개발이 시급하다.

한편 참외의 품질은 주로 과실의 단맛을 나타내는

당함량(°Brix)으로 나타내고 있으나 최근에는 보건의적 가능성을 나타내는 항산화성분이 과실품질로 주목받고 있다. 또한 참외의 가공이나 식품에 대한 수요와 연구가 증가되는 추세(Lee 등, 2005)로 향후 참외의 품질은 당도와 함께 일부 비타민류나 색소 등의 존재 및 함량이 중요한 요인으로 작용하는 사례가 확대될 전망이다. 본 실험에서는 참외 재배에 적합한 가능성 피복재 개발을 위한 기초 자료를 얻고 실제 농가 재배 환경에서 기능성 강화 외피복재 사용이 참외 과실의 품질에 미치는 영향을 구명하기 위해 항산화 성분인  $\beta$ -carotene을 비롯한 몇가지 성분함량을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 하우스피복 및 참외재배

성주과채류시험장 시험포장과 재배농가(성주군 대가면)포장에 터널형 하우스를 각각 6동씩 설치하여 수행하였다. 이때 참외 품종으로는 ‘슈퍼금싸라기’(세미니스코리아), ‘오복꽃’(농우바이오) 및 ‘슈퍼골드’(세미니스코리아)를 재배농가에서는 1월31일, 성주과채류시험장에서는 2월 2일에 각각 정식하였다. 정식 1개월 전에 6종류의 필름을 2곳 모두 피복하였는데 필름의 특성은 Table 1에 나타난 바와 같다. 기타 시비, 관수, 착과, 순치기 등 재배는 참외표준재배법에 준하였으며 실험 기간 중 정식부터 40일 까지 항온항습계로 온도와 습도변화를 측정하였다.

### 2. 과실 성분함량 분석

각 처리구에서 2회 수확한 10개의 과실의 가운데 부위를 잘게 자른 후 섞어서  $-78^{\circ}\text{C}$  냉동고에 저장하

면서 시료로 사용하였다. 착과 후 시기별 성분비교를 위해 착과제 처리 후 25일부터 45일까지 5일 간격으로 수확한 과실에 대해서도 같은 방법으로 시료를 채취하였다.  $\beta$ -carotene 분석은 시료 10g을 acetone과 석유 ether가 1:1인 용매로 마쇄한 후 석유 ether 층만 모아 질소농축기(MG 2200, EYELA)로 농축한 후 hexane으로 녹이고 0.2 $\mu\text{m}$  filter로 여과시킨 후 HPLC로 분석하였다. 이때 C18  $\mu$ -Bondapak column과 UV detector(waters 410)를 이용하여 436nm에서 흡광도를 측정하였다. 당 종류 및 함량분석은 참외 과육 5g에 3차 증류수와 섞어 믹서기로 마쇄하고 이것을 80°C의 water bath에 1시간 동안 처리한 후 여과지(Whatman No. 2)로 여과한 용액을 Sep Pak C18 컬럼을 통과시키고 0.45 $\mu\text{m}$  필터로 걸러서 HPLC로 분석하였다. HPLC 분석은 Sugar-Pak column을 이용하였고 용매는 3차 증류수로 하여 RI detector(Waters)에서 데이터를 추출한 후 당 표준품(Sigma Co.)의 농도별 데이터와 비교하여 계산하였다. 비타민 C 함량 분석은 시료를 6%  $\text{HPO}_3$  용액으로 마쇄한 후 여과하여 HPLC를 이용하여 분석하였다. 이때 이동상은 0.1M sodium acetate (pH 4.25) 용액이었고, C18  $\mu$ -Bondapak column과 UV detector(waters 410)를 이용하여 254nm에서 흡광도를 측정하여 표준품의 크로마토그램과 비교하여 분석하였다. 무기성분분석은 시료를 80°C의 건조기에서 48시간 건조시키고 분해한 후 비색계(UV-visible spectrophotometer, Cary-100, Varian, Austria)와 원자흡광 분광광도계(SpectrAA, Varian, USA)를 사용하여 분석하였다. 각각의 실험은 3반복으로 실행하였으며 모든 결과는 덩컨 다중검정(Duncan's multiple range test)을 통해 분석하였다.

Table 1. Characteristics of outer covering films used this experiment.

Covering films <sup>2</sup>	Cover film thickness (mm)	Total light transmittance (%)	Ultraviolet ray 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

<sup>2</sup>J-1, J-2, and J-3 were come from Japan and K-1, K-2, and K-3 were domestic films. These data were supported by manufactured corporations, respectively.

**결과 및 고찰**

본 실험에 사용한 필름들의 두께는 0.06mm(K-3)에서 0.15mm(J-2)까지 다양하였고 투광률은 큰 차이가 92%와 93%로 나타났다(Table 1). 그러나 피복 후 시간이 지남에 따라 먼지 부착과 백탁현상 및 물방울 맺힘은 필름에 따라 다양하게 나타나 하우스 내부로의 전체 투광량은 차이가 클 것으로 예상되었다. 자외선 흡수율은 자외선이 완전 차단된 J-3를 제외한 모든 필름에서 62~76%까지 약간씩 달랐다. 하우스의 보온효과에 가장 큰 영향을 미치는 적외선 흡수율의 경우 피복재 종류간에 뚜렷한 차이를 보였는데 K-3는 48%로 가장 낮은 반면 J-2와 J-3는 90% 이상으로 높아 보온효과가 좋을 것으로 생각되었다.

정식 초기부터 중기까지 40일간 일평균 기온은 J-2, J-1, J-3, K-1, K-2 및 K-3의 순으로 기능성 필름에서 대체로 높았다(Fig. 1). 시설내 온도가 가장 높았던 J-2와 가장 낮았던 K-3의 차이는 야간에 약 2~3°C, 주간에는 약 3~5°C정도였다. J-1 필름은 적외선 흡수율이 66%로 상대적으로 낮았으나 뛰어난 방진, 방적성으로 투광률이 높아 기온이 높게 나타난 것으로 보인다.

$\beta$ -carotene은 채소에 함유된 대표적인 항산화성분으로 주목받고 있어 과실품질에 영향을 미치는 중요한 요인으로(Ha 등, 2003) 참외에는 약 100 $\mu$ g·100g<sup>-1</sup> FW정도로 함유된 것으로 보고되었다(Korean nutritional Society, 2000). Table 1에 제시된 온실 피복자재

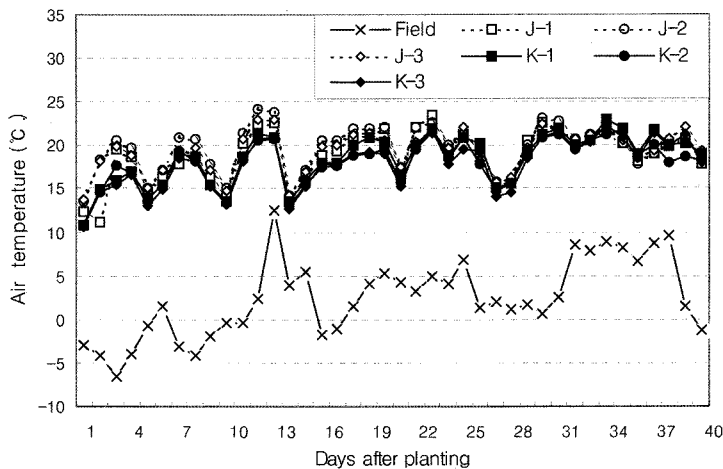
를 설치한 하우스에서 재배한 참외 과실의  $\beta$ -carotene 함량을 과육과 태좌로 나누어 분석한 결과는 태좌에서 18.9~27.9 $\mu$ g·100g<sup>-1</sup>FW로 과육(2.01~2.38 $\mu$ g·100g<sup>-1</sup>

**Table 2.** Difference in  $\beta$ -carotene content of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak.) fruits cultivated under different greenhouse covering films.

Cultivar	Covering films <sup>z</sup>	$\beta$ -carotene ( $\mu$ g·100 g <sup>-1</sup> FW.)	
		Placenta	Flesh
'Obokggul'	J-1	21.7a <sup>y</sup>	2.02a
	J-2	21.6a	2.23a
	J-3	23.7a	2.31a
	K-1	21.2a	2.31a
	K-2	20.4b	2.31a
	K-3	18.4b	2.18a
'Super gumssaragi'	J-1	22.7a	2.23a
	J-2	24.2a	2.38a
	J-3	23.1a	2.26a
	K-1	24.5a	2.20a
	K-2	18.1b	2.31a
	K-3	20.3b	2.23a
'Supergold'	J-1	21.0ab	2.10a
	J-2	20.5abc	2.15a
	J-3	21.7a	2.13a
	K-1	18.7cd	2.05a
	K-2	15.9d	2.02a
	K-3	16.0d	2.01a

<sup>z</sup>See Table 1.

<sup>y</sup>Mean difference within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.



**Fig. 1.** Changes of air temperature in the greenhouse covered with various films after transplanting. Transplanting date was Feb. 2, 2006 at Seongju Fruit Vegetable Experiment Station.

시설하우스 외피복재 종류에 따른 참외과실의 성분 함량

FW.)보다 10배 이상 높은 함량을 보였다(Table 2). 피복재 처리 간  $\beta$ -carotene 함량차이는 과육에서는 비교하기 어려울 정도로 적었고 태좌에서는 참외품종에 따라 다소 차이가 있었지만 대체로 J-1, J-2, J-3 및 K-1에서 높게 나타났다. 이들 필름의 경우 원적외선 흡수와 투광성이 향상되므로 보온효과가 높은 것으로 나타났는데 이것이  $\beta$ -carotene의 과실 내 함량을 높인 것으로 생각된다. 채소작물에서  $\beta$ -carotene을 비롯한 phytochemical의 생성과 축적에 대한 온도와 광의 영향에 관한 연구는 적지 않다(Atkinson 등, 2005; Welsch 등, 2000). 광도는 카로티노이드의 생합성에 절대적으로 필요하지 않으나(Simkin 등, 2003) 온도는 고온성 작물의 경우 30°C 부근에서 최대의 함량을 보였다고 하였는데 citrus의 경우에는 20~25°C가 가장 효과적이었다(Kitagawa 등, 1978)고 하였다. 따라서 고온성 작물인 참외는 대체로 30°C까지 높은 온도가  $\beta$ -carotene 축적에 유리할 것으로 유추할 수 있어 Table 2에서 보여준 결과는 광량의 증가에 따른 효과 보다는 보온

효과에 의한 것으로 생각된다.

참외과실에서 과육과 태좌에서 당 종류 및 함량은 피복자재에 따라 다소 차이가 있지만 J-1, J-2, J-3 및 K-1 처리에서 높게 나타났고 K-3에 비해 유의성 있게 증가한 것을 확인할 수 있었다(Table 3). 과실 성숙중

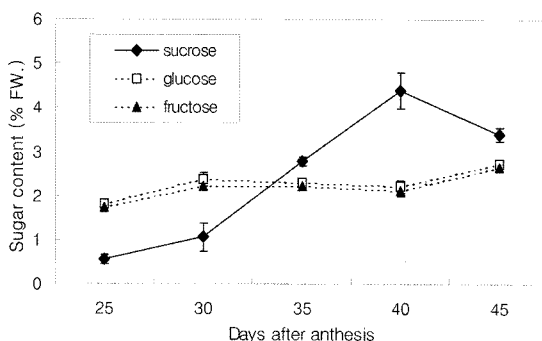


Fig. 2. Changes of sugar content in flesh of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak.) 'Obokggul' fruits after anthesis. Bars indicate SE of the means from five replications.

Table 3. Content and kind of sugar of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak.) fruits cultivated under different greenhouse covering films.

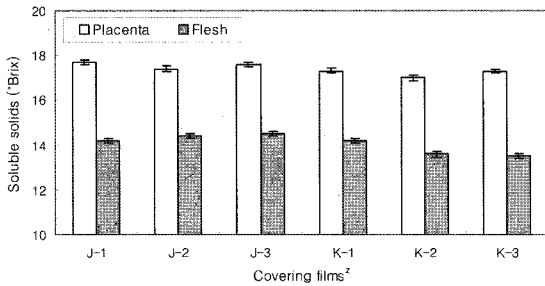
Cultivar	Covering films <sup>2</sup>	Flesh			Placenta		
		Sucrose	Glucose	Fructose	Sucrose	Glucose	Fructose
(% FW.)							
'Obokggul'	J-1	2.67a <sup>y</sup>	2.98a	3.09a	8.21a	1.53a	2.18a
	J-2	3.66a	2.89a	3.42a	8.52a	1.68a	1.80b
	J-3	2.58a	3.12a	3.62a	9.41a	1.16a	1.55b
	K-1	3.41a	2.91a	2.85b	8.31a	1.25a	1.78b
	K-2	2.98a	3.14a	3.52a	6.43b	2.05a	2.35a
	K-3	1.95b	3.08a	3.83a	5.72b	2.37a	2.79a
'Super gumssaragi'	J-1	2.37a	2.81a	3.12b	8.41a	1.87a	1.92a
	J-2	2.65a	2.98a	3.71a	8.88a	1.60a	1.75a
	J-3	2.34a	3.41a	3.86a	7.62a	2.04a	2.29a
	K-1	2.75a	2.88a	3.35a	8.23a	1.57a	1.59b
	K-2	1.82a	3.17a	3.76a	7.48b	1.92a	2.22a
	K-3	1.41b	3.32a	3.96a	8.14a	1.71a	1.90a
'Supergold'	J-1	4.25a	3.39b	3.06b	7.80a	0.97a	1.44a
	J-2	3.63a	3.21b	3.14b	7.99a	1.40a	1.61a
	J-3	4.17a	2.98b	2.83c	8.53a	1.58a	1.55a
	K-1	3.70a	3.32b	3.33b	7.05b	1.61a	2.27a
	K-2	2.24b	4.62a	4.26a	7.69a	1.04a	1.79a
	K-3	3.56a	3.05b	3.12b	7.98a	1.41a	1.95a

<sup>2</sup>See Table 1.

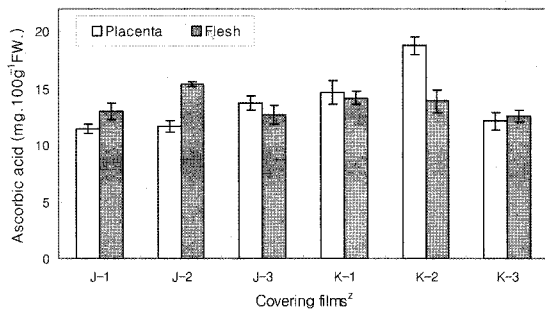
<sup>3</sup>Mean difference within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

당 종류별 함량 변화는 glucose나 fructose보다 sucrose의 함량 증가가 현저하게 나타났다(Fig. 2). 과실의 성숙에 따른 풍미의 결정요인은 sucrose로 판단되었는데 기능성 피복재는 K-3에 비해 과육과 태좌 모두에서 sucrose 함량이 높아 단맛이 증가하는 것으로 나타났다. 과실의 가용성 고형물 함량(°Brix)에서도 K-2나 K-3에 비해 J-1, J-2, J-3 및 K-1에서 높은 것으로 나타나(Fig. 3) 이를 뒷받침하였다. 이것은 기능성 필름에서 광투과율과 보온효과가 높아 광합성작용이 원활할 뿐만 아니라 수체생장도 증가하면서 당의 축적이 높아진 것으로 생각되었다. 대체로 광도가 낮고 일조량이 부족한 경우 당도가 낮아 고품질 참외의 생산이 어렵다는 보고(Chung 등, 1998; Sin 등, 1991)가 있어 이를 간접적으로 확인할 수 있었다.

외피복재 종류에 따른 ascorbic acid 함량의 차이는 과육의 경우 처리간에 차이가 거의 없었고 태좌에서 J-3, K-1 및 K-2순으로 유의성있게 높았다(Fig. 4). Ascorbic acid 함량은 저온이나 자외선이 강한 불량환경



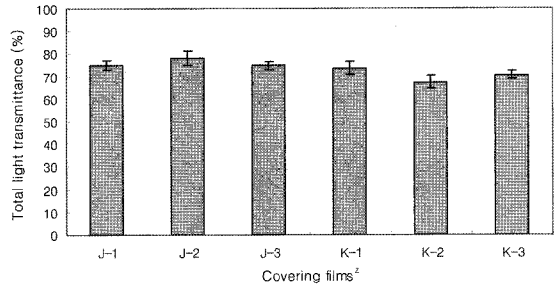
**Fig. 3.** Effect of greenhouse covering films on content of soluble solids (°Brix) in oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak.) 'Obokggul' fruits. <sup>2</sup>See Table 1. Bars indicate SD of the means from 3 replications.



**Fig. 4.** Effect of greenhouse covering films on ascorbic acid content in oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak.) 'Obokggul' fruits. <sup>2</sup>See Table 1. Bars indicate SE of the means from 3 replications.

에서 증가한다는 보고가 많은데(Schreiner, 2005). 본 실험에서도 K-2 피복이 다른 처리구보다 온도가 낮았는데 비슷한 온도분포를 보였던 K-3보다 ascorbic acid 함량이 높았던 것은 투광량의 차이 때문인 것으로 생각된다. 실험기간 중 하우스에서 육안으로 관찰했을 때 K-2와 K-3의 경우 물방울 맺힘과 먼지부착이 심하게 나타났고 피복 3개월 후 투광율이 67.4%와 70.5%로 78.2%를 보인 J-2에 비해 현저하게 낮았는데(Fig. 5) 이것이 어느 정도 영향을 미쳤을 것으로 판단되었다. Smiroff(2000)에 따르면 동일한 기온조건 하에서는 광도가 증가할수록 L-galactono-1, 4-lactone dehydrogenase의 광의존성 때문에 ascorbic acid의 축적이 증가한다고 하여 이를 뒷받침하고 있으나 보다 정밀한 실험이 필요할 것으로 생각된다.

한편 무기성분 함량은 처리 간에 유의적인 차이가 없었다(Table 4). 이상과 같이 저온기 무거운 시설재배가 주로 이루어지는 참외재배에서 투광성과 보온성 및 방적성 등의 기능이 강화된 필름의 피복은 참외과실



**Fig. 5.** Total light transmittance after 3 months covering at greenhouse. <sup>2</sup>See Table 1. Bars indicate SD of the means from 3 replications.

**Table 4.** Mineral content of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak.) 'Obokggul' fruits cultivated under different greenhouse covering films.

Covering films <sup>2</sup>	Minerals (% DW.)			
	T-N	Ca	Mg	K
J-1	1.48a <sup>y</sup>	0.06a	0.08a	1.10a
J-2	1.45a	0.07a	0.08a	1.08a
J-3	1.37a	0.07a	0.08a	1.08a
K-1	1.54a	0.07a	0.07a	1.09a
K-2	1.36a	0.08a	0.07a	1.09a
K-3	1.46a	0.08a	0.07a	1.21a

<sup>2</sup>See Table 1.

<sup>y</sup>Mean difference within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

의 당과 색소축적 등을 일정정도 증가시키므로써 품질을 향상시킬 수 있을 것으로 생각된다.

## 적 요

참외의 저온기 무가온 시설재배에서 원적외선 흡수율이나 무적성 등의 물리적 특성을 향상시킨 필름 피복이 참외 과실품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 과실 성분을 조사하였다. 일반 PE필름과 기능성이 추가된 5가지의 필름을 6종의 하우스에 피복하여 성주지역 2곳에 각각 설치한 후 재배하였다. 하우스 내부 온도는 높은 적외선 흡수를 보였던 필름인 J-1과 J-2에서 K-3에 비해 약 2~5°C정도 높았다. 과실의  $\beta$ -carotene 함량과 당함량은 기능성 필름과 일반필름에서 유의성 있는 차이를 보여 J-1, J-2, J-3 및 K-1에서 높게 나타났는데 이것은 필름의 특성에 따른 보온효과 때문인 것으로 생각된다. 성숙후 단맛을 좌우하는 sucrose 함량도 기능성 필름에서 높았는데 이로 인해 당도도 향상되는 결과를 보였다. Ascorbic acid 함량은 투광량과 보온성이 낮은 K-2에서 더 높은 경향을 보였고 무기원소 함량은 처리 간에 차이가 없었다. 이상의 결과는 참외의 저온기 단동 하우스재배에서 보온성과 투광성을 향상시킨 필름을 피복함으로써 참외 과실의 품질을 일부 개선할 수 있음을 시사하였다.

**주제어** : 기능성필름,  $\beta$ -carotene, sucrose

## 사 사

본 논문은 성주군의 성주참외 구조고도화 사업의 용역연구로 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* 23:229-234.
- Baille, A. 1999. Greenhouse structure and equipment for improving crop production in mild winter climates. *Acta Horticulturae* 491:37-48.
- Chun, H., Y.S. Kwon, H.H. Kim and S.Y. Lee. 1997. Effect of anti-dropping on environment and oriental melon (*Cucumis melo*. var. *makuwa* Mak.) growth in soft plastics film house. *J. of Bio-Env. Con (Abstract)*. 6(1):53-58.
- Chung, H.D, S.J. Youn, and Y.J. Choi. 1998. The effect of  $\text{CaCl}_2$  foliar application on inhibition of abnormally fermented fruits and chemical composition of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak). *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 16:215-218.
- Ha, G.H., J.B. Kim, J.S. Park, T.H. Ryu, K.H. Kim, B. S. Han, J.B. Kim, and Y.H. Kim. 2003. Carotenoids biosynthesis and their metabolic engineering in plants. *Kor. J. Plant Biotech.* 30(1):81-95.
- Kitagawa, H., K. Kawada, and T. Tarutani. 1978. Effectiveness of ethylene degreening of certain citrus cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103:113.
- Korean Nutritional Society. Recommended dietary allowances for Koreans, 7th revision, Seoul, 2000.
- Lee, G.D., S.K. Kim, and M.H. Lee. 2005. Quality change of beverage containing muskmelon vinegar and concentrated muskmelon juice during storage. *Kor. J. Food. Preserv.* 12:223-229.
- Ministry of Agriculture & Forestry Republic of Korea. 2006. Internet (<http://maf.go.kr>).
- Schreiner, M. 2005. Vegetable crop management strategies to increase the quantity of phytochemicals. *Eur. J. Nutr.* 44:85-94.
- 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 (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak.) under vinylhouse. *J. Bio-Env. Con.* 14(1):22-28.
- Simkin, A.J., C.F. Zhu, M. Kuntz, and G. Sandmann. 2003. Light-dark regulation of carotenoid biosynthesis in pepper (*Capsicum annuum*) leaves. *J. Plant Physiol.* 160:439-443.
- Sin, G.Y., C.S. 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.
- Smiroff, N. 2000. Ascorbate biosynthesis and function in photoprotection. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Biological Sciences* 355: 1455-1464.
- Welsch, R., P. Beyer, P. Huguency, H. Kleinig, and J. von Lintig. 2000. Regulation and activation of phytoene synthase, a key enzyme in carotenoid biosynthesis, during photomorphogenesis. *Planta* 211:846-854.