

판매용 숙주나물의 形態 및 綠化에 미치는 광질의 효과

홍동오* · 전승호* · 강진호***† · 류영섭*** · 이야성****

*경상대학교 농생대, **경상대학교 생명과학연구원, ***농림기술관리센터, ****전남농업기술원

Effect of Light Quality on Shape and Greening of Selling Mungbean Sprouts

Dong Oh Hong*, Seung Ho Jeon*, Jin Ho Kang***†, Yeong Seop Ryu***, and Ya Seong Lee****

*College of Agriculture & Life Sci., Gyeongsang Natl. Univ., Jinju 660-701, Korea

**Research Institute of Life Sci., Gyeongsang Natl. Univ., Jinju 660-701, Korea

***Agri. R & D Promotion Center, Dogokdong-Gil, Ganganm-gu, Seoul 135-860, Korea

****Jeonnam Agricultural Research & Extension Services, Naju 520-715, Korea

ABSTRACT Storage conditions of selling mungbean sprouts should affect their marketability. The study was done to examine the effect of light quality (blue, green, yellow, red, far-red) on greening period, shape, fresh and dry weights of mungbean (cv. Zhong Lu 1) sprouts for 5 days to get some information on designing their various polyethylene envelopes with different colors. Periods taking to green were 2 to 3.5 days in blue, red and far-red lights but longer than 6 days in green and yellow lights. Yellow lights had the longest total length adding hypocotyl and root, and blue light did the widest hypocotyl diameter while all light treatments showed similar lateral roots for the period. Total fresh and dry weights were the highest in red light but the least in far-red light. Their lengths and weights in green and yellow lights showing the longest periods for their greening declined with increased storage periods but showed no difference between them, meaning that the envelopes should be designed mainly by green and yellow colors.

Keywords : mungbean (*Vigna radiata* L.) sprout, light quality, shape, weights, greening

최종소비자에게 공급되는 숙주나물의 품질은 생산 뿐만 아니라 유통 중의 관리에 의해서도 크게 영향을 받는다. 대형매장을 통하여 유통되는 숙주나물은 진열대에 부과되는 환경의 영향을 받는다. 대형매장의 진열대는 상품의 유통기간을 연장할 목적으로 비교적 저온인 8°C 내외로 유지되고 있으나, 소비자의 시선을 유도하고자 형광등과 같은 인공

광원으로 비교적 밝게 빛을 비춘다. 그러나 대형매장을 통하여 판매되는 숙주나물은 인공광원이 그대로 투과되는 투명 비닐이 아닌 생산회사 고유의 도안으로 채색된 소봉지로 포장되어 있다. 따라서 진열장을 통하여 판매되는 숙주나물은 소봉지의 색상에 따라 다양한 빛에 노출될 수 있으며, 그 결과 상품성, 나아가 유통기간에도 영향을 받는다고 할 수 있다.

판매를 위하여 진열장에 전시되는 숙주나물은 살아 있는 유식물이라 할 수 있기 때문에 빛에 노출된다면 빛의 인지 색소인 Phytochrome의 광가역적 반응으로 나타나는 형태, 생장 및 색상에서의 변화일 것이다. 적색광과 초적색광이 관여하는 Phytochrome의 광가역적 반응은 청색광을 인지하는 Cryptochrome의 영향으로 증폭 또는 반감되는 것으로 알려져 있기 때문에(Mohr, 1994; McNellis & Deng, 1995) 판매되는 숙주나물의 형태, 생장 및 색상은 청색, 적색 또는 초적색 광의 영향을 주로 받는다고 할 수 있다. 따라서 소봉지로 포장된 숙주나물은 이러한 색상의 빛을 조절하는 것이 유통중 상품의 변화를 줄일 수 있는 방법이라 할 수 있다.

식물의 생장과 형태에 미치는 단색광의 영향으로서 적색광을 조사하면 하배축은 생장이 억제되는 반면, 뿌리는 생장이 촉진된 결과 하배축은 짧게, 뿌리는 길게 성장한다. 그러나 초적색광은 하배축에 더 많은 물질을 분배시킴으로서 하배축을 도장시킨다. 이에 반하여 청색광은 적색광과 초적색광이 나타내는 이러한 특성들을 증폭시키는 것으로 요약되고 있다(McNellis & Deng, 1995; Mohr, 1994; von Arnim & Deng, 1996). 이러한 특성 이외에도 단색광은 색상과 관련된 자엽의 엽록소 형성에 커다란 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 적색광 처리는 출현중인 유묘의 자엽, 나아가 잎의 엽록소 형성을 촉진·증가시키는 반면, 초적색광 처리는

†Corresponding author: (Phone) +82-55-751-5427

(E-mail) jhkang@gnu.ac.kr

<Received July 12, 2007>

출현중인 유묘의 자엽을 녹화시키지 못하고 黃化(etiolated) 상태로 지속시킨다(Bukhov *et al.*, 1992; Kang & Jeon, 2001; McNellis & Deng, 1995; Nowak *et al.*, 1996). 따라서 성장 또는 저장중인 유식물은 빛의 종류, 즉 광질에 따라 형태와 성장에서의 차이 뿐만 아니라 색상과 관련된 엽록소 형성에도 영향을 미친다고 할 수 있다.

판매중인 숙주나물은 녹색으로 색상이 변화됨으로서 상품성을 잃어버린다. 암조건에서 자라 황화 상태에 있는 숙주나물은 소비지의 색상에 따라 판매중 받는 빛이 결정된다. 광질에 따라 綠化에 걸리는 시간은 25°C에서 재배중인 콩나물의 경우 청색과 적색은 50분, 초적색은 300분 정도 소요되는 것으로 알려져 있으나(Park *et al.*, 2002), 재배중 또는 재배 후 판매중인 숙주나물에 대한 연구는 전무한 실정이다. 본 연구는 유통기간중 광질에 따른 숙주나물의 녹화 시간, 형태 및 무게의 변화를 조사하여 판매용 소비지의 도안에 대한 정보를 제공하기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

본 연구는 2004년 4월부터 2005년 3월까지 경상대학교 농생명학부 농업생태학 실험실과 경남 사천시 사천읍 두랑리 소재 두채 생산회사인 초록빛마을에서 수행되었다. 시험용 숙주나물은 중록1호 종자를 형태, 종피색 및 크기가 다른 것을 제거한 후 류(2006)가 제시한 방법과 같이 50 ppm BA 용액에 5시간 침종시킨 후에 건져 암상태에서 4시간 aeration 시켰으며, aeration이 끝난 종자를 사각 플라스틱 재배통(334×329×304 mm)에 넣고는 상면살수기(자동살수기, 대덕기계공업사)를 이용하여 22°C로 가온된 물을 3시간마다 2회 왕복하는 방법으로 관수함과 아울러 재배실의 대기온도는 22°C 내외가 되도록 조절하면서 재배하였다.

판매중인 숙주나물에 대한 광질처리가 형태 및 저장성에 미치는 영향을 파악하고자 이상과 같이 재배된 숙주나물을 투명 polyethylene(PE) 봉지(20.5×29.5 cm)당 330 g씩 포장한 후에 판매장 진열대의 평균온도인 8°C로 조절된 생육장에 5반복 치상하였다. 치상된 숙주나물은 LED[GF-320S, (주)좋은인상]로 제작된 plate를 이용하여 4시부터 24시까지 Fig. 1과 같은 청색광, 녹색광, 황색광, 적색광 및 초적색광을 비추면서 숙주나물의 녹화에 걸리는 시간을 측정하였으며, 처리 직전 또는 처리 후 5일간 숙주나물의 형태, 생체중과 건물중을 조사하였다.

숙주나물의 형태와 생체 및 건물중은 처리 직전과 처리 후부터 5일간 1회씩 총 6회에 걸쳐 실시되었다. 봉지당 20

개를 취하여 세근수, 하배축 길이 및 직경, 뿌리길이, 본엽을 포함한 자엽 윗부분, 하배축 및 뿌리로 분리하여 이들의 생체중 및 75°C에서 2일간 이들을 건조시킨 후에 건물중을 측정하였다. 개체당 전체 생체중과 건물중은 본엽까지를 포함한 자엽 윗부분, 하배축 및 뿌리의 생체중과 건물중을 각각 합하는 방법으로 계산하였다. 각 광질별 숙주나물의 자엽과 본엽의 녹화에 걸리는 시간은 육안으로 3시간마다 조사하였다.

결과 및 고찰

판매장 진열대의 평균온도인 8°C에 숙주나물을 저장할 경우 광질별 녹화 일수는 Fig. 2와 같다. 녹색광과 황색광을 처리할 경우 6일 이상 소요된 반면, 청색광, 적색광과 초적색광을 처리할 경우 녹화되는 기간은 2.5~3.5일 정도 소요되

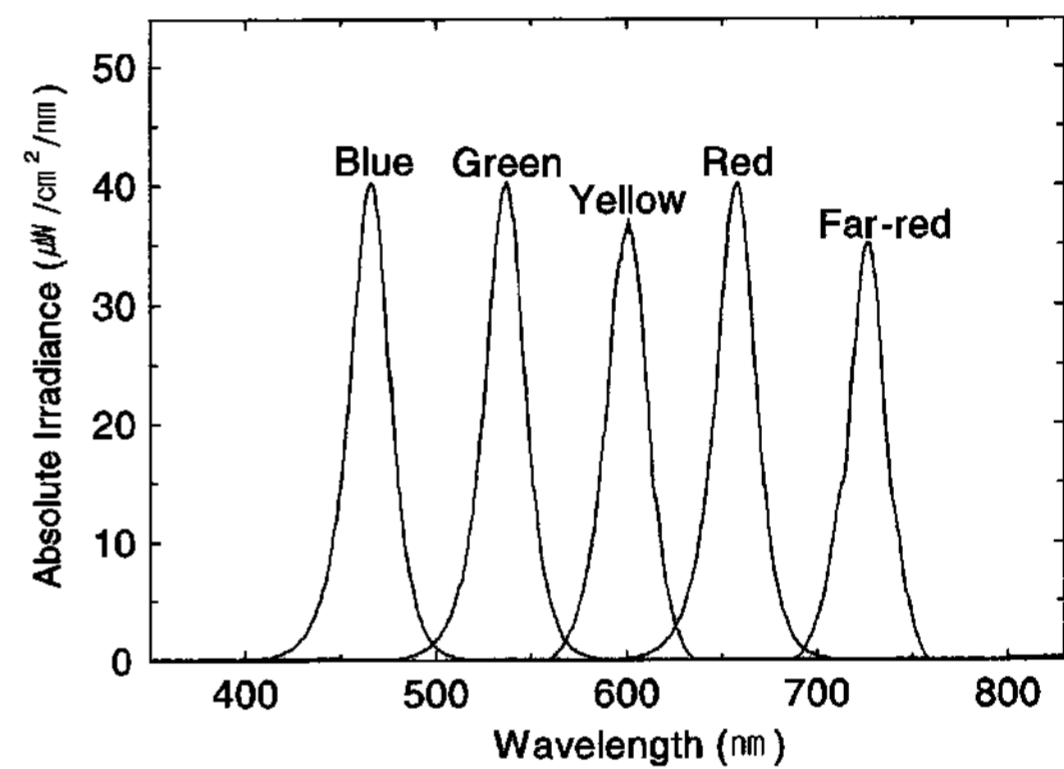


Fig. 1. Light spectrum used for the treatments to mungbean sprouts.

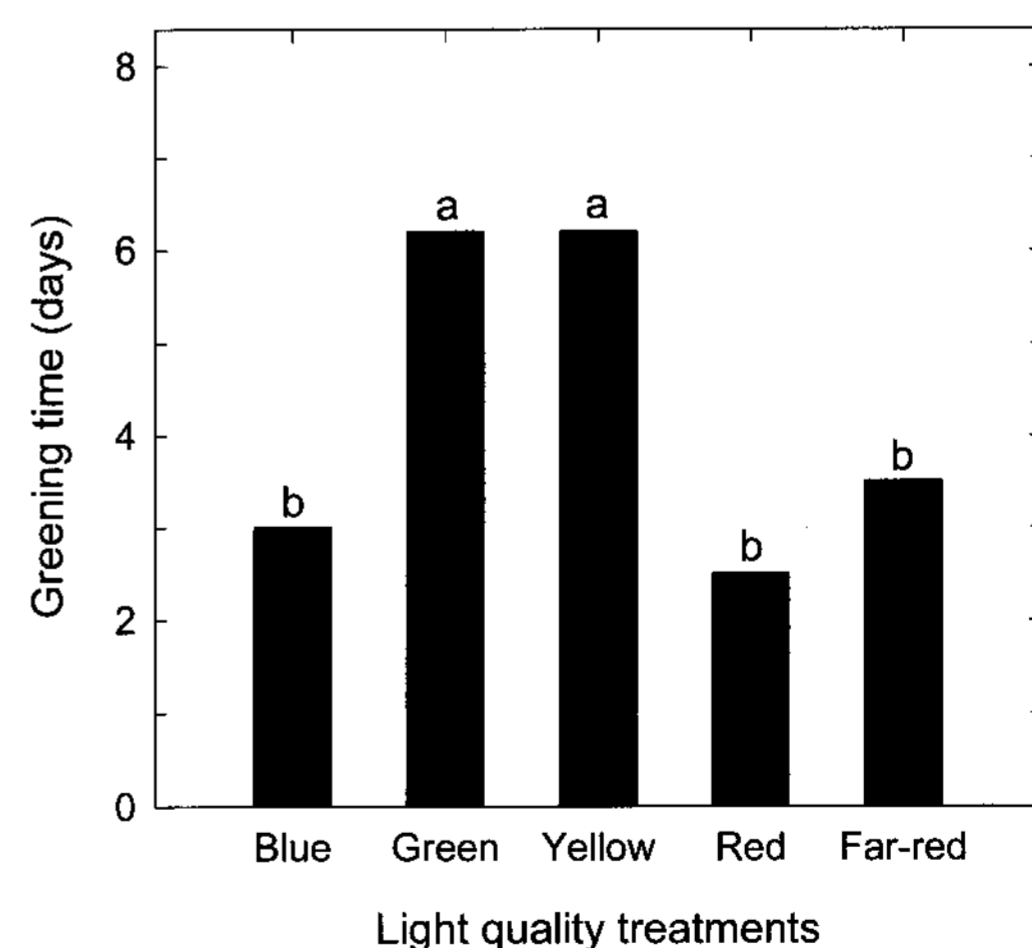


Fig. 2. Effect of light quality on greening time of mungbean sprouts at 8°C. Bars having the same letter are not significantly different at the level of LSD.05.

는 것으로 조사되었다. 녹화와 관련된 엽록소는 녹색광과 황색광 처리에 비하여 청색광과 적색광 처리에서 함량이 높고 형성도 빠른 것으로 알려져 있다(McNellis & Deng, 1995; Moran *et al.*, 1984). 재배중인 보리와 맨드라미의 엽록소 함량은 적색광보다는 청색광 처리에서 상대적으로 높아(Bukhov *et al.*, 1992; Nowak *et al.*, 1996), 청·적색광간에도 차이를 보일 것으로 예상되기 때문에 받는 빛에 따라 숙주나물의 녹화에 걸리는 시간에 차이가 많을 것으로 예상되었다. 그러나 비교적 온도가 낮은 저온에서 행한 본 시험의 결과에서는 청색과 적색광에 비하여 녹색과 황색광 처리에서 녹화 시간이 길었기 때문에 녹색과 황색으로 숙주나물의 판매용 소봉지를 도안할 경우 유통기간이 보다 연장될 것으로 판단된다.

8°C에 저장된 숙주나물을 저장 직후부터 5일까지 매일

형태적 형질을 조사하여 이들을 평균한 것은 Table 1과 같다. 개체당 형성 세근수는 처리 광질간 차이가 없었다. 숙주나물의 전체 길이는 황색광을 처리할 경우 가장 길었던 반면, 청색광과 초적색광을 처리할 경우 가장 짧았다. 하배축 중간과 자엽 부분의 직경은 청색광 처리에서 가장 굵었던 반면, 하배축 중간 부분의 직경은 하배축 길이가 가장 길었던 황색광 처리에서 가장 가늘었다.

8°C에 저장된 숙주나물을 저장 직후부터 5일까지 매일 생체중과 건물중을 조사하여 이들을 평균한 것은 Table 2와 같다. 개체당 전체 생체중은 적색광 처리에서 가장 많았던 반면, 청색광과 초적색광 처리에서 가장 적었는데, 이러한 처리간 차이는 주로 하배축 생체중의 다소에서 기인되는 것으로 나타났다. 한편 개체당 각부위 및 전체 건물중도 생체중과 유사한 반응을 보였다. 맨드라미와 줄맨드라미는 적색

Table 1. Effect of light quality on lateral root formation, hypocotyl and root lengths, hypocotyl and hook diameters of mungbean sprout stored 8°C.[†]

Light quality	Lateral roots	Lengths			Hypocotyl diameters	
		Hypocotyl	Root	Total	Middle	Upper
	--- no sprout ⁻¹ ---	cm sprout ⁻¹			mm sprout ⁻¹	
Blue	0.2	9.7	4.9	14.6	3.20	2.55
Green	0.5	9.7	5.4	15.1	3.11	2.46
Yellow	0.5	10.1	5.3	15.4	3.09	2.49
Red	0.3	9.8	5.1	14.9	3.14	2.49
Far-red	0.4	9.5	5.1	14.6	3.17	2.46
LSD.05	ns	0.2	0.3	0.4	0.07	0.07

[†]Mungbean sprouts cultured for 6 days after imbibed for 5 hours into 50 ppm BA solutions were used as experimental materials, and stored for 5 days while examined everyday.
ns Nonsignificant between the treatments.

Table 2. Effect of light quality on fresh and dry weights of mungbean sprout stored at 8°C.[†]

Light quality	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	mg sprout ⁻¹				mg sprout ⁻¹			
Blue	68.4	782.4	29.7	880.5	10.5	27.8	2.1	40.4
Green	67.4	769.8	29.5	866.7	10.0	27.2	2.1	39.2
Yellow	64.1	788.5	31.6	884.3	9.7	27.2	2.0	38.8
Red	68.3	795.4	28.0	891.0	10.4	28.5	1.9	40.8
Far-red	69.8	764.0	26.8	860.6	10.7	26.3	1.9	38.9
LSD.05	4.3	28.8	2.0	28.3	0.8	1.5	0.1	1.6

[†]Mungbean sprouts cultured for 6 days after imbibed for 5 hours into 50 ppm BA solutions and then aerated for 4 hours were used as experimental materials and stored for 5 days while examined everyday.
ns Nonsignificant between the treatments.

광 처리보다는 청색광을 처리할 경우 상품성과 밀접하게 관련된 세근 형성과 하배축 및 뿌리의 신장이 현저히 억제된다고 보고되고 있기 때문에(Nowak *et al.*, 1996) 본 시험에서의 저장 숙주나물의 세근형성 및 형태도 광질처리에 의하여 영향을 많이 받을 것으로 예상되었다. 그러나 본 시험의 결과 광질처리간 세근 형성은 차이가 없을 뿐만 아니라 형태에서도 차이가 적었던 것은 본 시험이 23°C보다는 훨씬 낮은 8°C에서 이루어진 결과에 기인된 것으로 해석된다.

이상의 시험결과를 요약하면 각광질에 따른 형태 및 무게 차이는 적은 반면, 청색광, 적색광 및 초적색광에 비하여 녹색광과 황색광 처리에서 녹화에 소요되는 기간이 길었다. 숙주나물은 단체급식용이 아닐 경우 색깔을 인위적으로 조절할 수 있는 소형 비닐봉지에 포장되어 형광등으로 조사되는 저온의 진열대에서 판매되고 있다. 비닐봉지의 색상에 따라 포장된 숙주나물의 녹화, 즉 유통기간과 상품성은 큰 영향을 받는다고 할 수 있기 때문에 녹색과 황색으로 숙주

나물 판매용 소봉지를 도안하여야 할 것으로 사료된다.

판매장 진열대의 평균온도인 8°C에 저장된 숙주나물을 상기 시험의 결과와 같이 녹화에 소요되는 기간이 가장 긴 녹색광과 황색광을 처리하기 직전 또는 처리 후 매일 형태적 형질을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 개체당 세근수는 녹색광과 황색광 처리 모두 저장기간간에는 차이가 없었다. 그러나 저장기간에 따른 변화로서 녹색광과 황색광 처리 모두 하배축과 뿌리, 이들을 합한 전체 길이와 하배축 중간 및 자엽 부분의 직경은 저장기간이 길어질수록 짧아지거나 감소하는 경향을 보였다.

판매장 진열대의 평균온도인 8°C에 저장된 숙주나물을 상기 시험의 결과와 같이 녹화에 소요되는 기간이 가장 긴 녹색광과 황색광을 처리하기 직전 또는 처리 후 매일 생체중과 건물중을 조사한 결과는 Table 4와 같다. 개체당 각부위 및 전체 생체중은 녹색광과 황색광 처리 모두 저장 1일 이후부터는 저장기간이 길어질수록 감소하였으며, 건물중

Table 3. Storage period effect of green and yellow lights on lateral root formation, hypocotyl and root lengths, hypocotyl and hook diameters of mungbean sprout stored at 8°C.[†]

Storage period (days)	Lateral roots	Lengths			Hypocotyl diameters	
		Hypocotyl	Root	Total	Middle	Upper
--- no sprout ⁻¹ ---		----- cm sprout ⁻¹ -----			----- mm sprout ⁻¹ -----	
Green						
0	0.5	10.0	5.7	15.7	3.32	2.57
1	0.6	10.6	5.7	16.3	3.24	2.52
2	0.6	10.0	5.6	15.6	3.24	2.47
3	0.5	9.4	5.6	15.0	3.10	2.45
4	0.5	9.3	5.4	14.7	3.04	2.43
5	0.5	9.1	4.2	13.4	2.73	2.33
LSD.05	ns	0.5	0.6	0.7	0.15	0.17
Yellow						
0	0.5	10.3	5.6	15.9	3.22	2.57
1	0.5	10.2	5.6	15.8	3.15	2.53
2	0.5	10.2	5.4	15.6	3.12	2.49
3	0.5	10.0	5.2	15.2	3.08	2.46
4	0.5	9.8	4.9	14.7	2.90	2.44
5	0.5	9.6	4.5	14.1	2.70	2.33
LSD.05	ns	0.9	1.1	1.1	0.10	ns

[†]Mungbean sprouts cultured for 6 days after imbibed for 5 hours into 50 ppm BA solutions and then aerated for 4 hours were used as experimental materials.

ns Nonsignificant between the treatments.

Table 4. Storage period effect of green and yellow lights on fresh and dry weights of mungbean sprout stored at 8°C.[†]

Storage period (days)	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	----- mg sprout ⁻¹ -----				----- mg sprout ⁻¹ -----			
Green								
0	70.8	796.0	34.2	901.0	10.7	30.4	2.6	43.7
1	72.0	804.8	32.8	909.6	10.8	31.1	2.3	44.2
2	67.3	774.9	30.8	873.0	10.4	28.7	2.0	41.1
3	65.7	772.9	29.5	868.1	10.1	27.4	2.0	39.5
4	64.6	741.1	26.2	831.9	9.5	24.4	1.7	35.6
5	63.9	728.9	23.7	816.5	8.5	21.0	1.7	31.2
LSD.05	ns	53.9	3.5	53.9	1.7	3.3	0.6	4.4
Yellow								
0	70.3	796.0	36.2	902.5	10.6	28.7	2.3	41.6
1	67.7	832.5	35.8	936.0	10.5	30.2	2.1	42.8
2	64.0	797.9	34.6	896.5	9.9	28.3	2.1	40.3
3	62.0	785.2	31.2	878.4	9.6	26.4	2.0	38.0
4	61.1	764.9	28.2	854.2	8.8	25.0	1.8	35.6
5	59.9	754.6	23.5	838.0	8.5	24.6	1.6	34.7
LSD.05	ns	ns	6.6	73.4	ns	3.0	0.5	3.1

[†]Mungbean sprouts cultured for 6 days after imbibed for 5 hours into 50 ppm BA solutions and then aerated for 4 hours were used as experimental materials.

ns Nonsignificant between the treatments.

도 생체중과 유사한 반응을 보였다. 따라서 숙주나물의 녹화에 걸리는 시간이 가장 긴 녹색과 황색으로 판매용 소봉지를 도안하더라도 포장된 숙주나물의 형태와 무게에 미치는 영향은 비슷할 것으로 판단되기 때문에 숙주나물의 판매용 소봉지는 녹색과 황색을 기본으로 소비자의 시각적 효과를 높일 수 있도록 도안하는 것이 이상적일 것으로 사료된다.

적 요

유통기간중의 환경조건은 숙주나물의 상품성에 영향을 미친다. 본 연구는 유통과정중 필연적으로 부딪히는 빛이 숙주나물의 상품성에 미치는 영향을 추적하여 판매용 소봉지 도안에 필요한 정보를 제공하고자 광질(청색, 녹색, 황색, 적색 및 초적색) 처리가 8°C에 저장중인 숙주나물의 녹화 시간, 저장 5일후까지 매일 형태와 무게에 미치는 영향을 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 숙주나물의 녹화에는 2.5~3.5일이 소요된 청색광, 적색광과 초적색광에 비하여 6일 이상 소요된 녹색광과 황색광

처리에서 상대적으로 길었다.

2. 발생된 개체당 세근수는 광질 처리간 차이가 없었으나 전체 길이는 황색광 처리에서, 하배축 직경은 청색광 처리에서 가장 길고 굵은 것으로 조사되었다.

3. 개체당 전체 생체중과 건물중은 적색광 처리에서 가장 많았던 반면, 초적색광 처리에서 가장 적었다.

4. 녹화에 걸리는 시간이 가장 길었던 녹색과 황색 모두 저장기간이 길어질수록 숙주나물의 길이, 직경과 무게가 감소되었으나 그 영향은 유사한 것으로 나타났다.

5. 이상의 결과로부터 숙주나물의 판매용 소봉지는 형태와 무게의 변화보다는 녹화로 인한 상품성 손실이 크기 때문에 주로 녹색과 황색으로 도안이 이루어져야 한다.

사 사

본 논문은 경남 생명공학과제의 연구비로 수행된 연구 결과의 일부로 연구비를 지원하여 주신 경상남도 관계자에게 감사드립니다.

인용문헌

- 류영섭. 2006. 숙주나물의 생산성과 품질 향상을 위한 대량생산 기술확립. 박사학위논문, 경상대학교대학원.
- Bukhov, N. G., I. S. Drozdova, V. V. Bondar, and A. T. Mokronosov. 1992. Blue, red and blue plus red light control of chlorophyll content and CO₂ gas exchange in barley leaves: quantitative description of the effects of light quality and fluence rate. *Physiol. Plant.* 85 : 632-638.
- Kang, J. H. and B. S. Jeon. 2001. Effect of blue, red and far-red lights on seedling growth and cotyledon chlorophyll content of *Lagenaria siceraria* Standl. *Korean J. Life Sci.* 11(2) : 166-172.
- McNellis, T. W. and X. W. Deng. 1995. Light control of seedling morphogenetic pattern. *Plant Cell.* 7 : 1749-1761.
- Mohr, H. 1994. Coaction between pigment systems. p. 353-373. *In* R. E. Kendrick, G. H. M Kroneberg (eds.). *Photomorphogenesis in plants* (2nd ed.). Kluwer Academic Pub., 101 Philip Drive, Norwell, MA 02061, USA.
- Moran, R., T. Arzee, and D. Porath. 1984. A double enhancement of greening in the cotyledons of cucumber seedlings by excision and red light. *Physiol. Plant.* 61 : 455-458.
- Nowak, J., R. M. Rudnicki, and M. Grzesik. 1996. Effect of light quality on seed germination, seedling growth and pigment content in *Amaranthus caudatus* and *Celosia cristata nana*. *J. Fruit and Ornamental Plant Research.* 4(4) : 179-185.
- Park, A. J., J. H. Kang, B. S. Jeon, S. Y. Yoon, and S. W. Lee. 2002. Effect of light quality during imbibition and culture on growth of soybean sprout. *Korean J. Crop Sci.* 47(6) : 427-431.
- von Arnim, A. and X. W. Deng. 1996. Light control of seedling development. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 47 : 215-243.