

광질에 따른 콩나물의 생장

박아정* · 강진호*† · 전병삼* · 윤수영* · 이상우*

*경상대학교 농과대학

Effect of Light Quality During Imbibition and Culture on Growth of Soybean Sprout

A-Jung Park*, Jin Ho Kang*†, Byong Sam Jeon*, Soo Young Yoon*, and Sang Woo Lee*

*College of Agriculture, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

ABSTRACT – Lateral roots of soybean sprout might reduce the quality. The study was done to measure the effect of light quality treated during 24 hour imbibition or 6 day culture on growth and development of soybean sprouts on the 6th day after culture. With the soybean seeds imbibed in 4 ppm benzyladenopurine (BA) solution for last 6 hours of the imbibition, blue and red lights were treated during the imbibition, but during 6 day culture, blue and red or far-red light treatments were done for 50 minutes or 5 hours a day, respectively, the periods taking for their cotyledons to turn green color. On the 6th day after culture, the soybean sprouts were classified by 4 categories on the base of hypocotyl length; >7 cm, 4 to 7 cm, <4 cm and non-germination, and their lateral roots, hypocotyl diameters and fraction dry weights were measured. Blue and red lights treated during the imbibition completely blocked lateral root formation regardless of the lights treated during the culture, and showed nearly the same rate of hypocotyls of longer than 4 cm. The period of each light treatment forced during the culture did not influence the growth of soybean sprouts. Far-red light treated for 5 hours everyday, however, had the least rate of seed germination and hypocotyls of longer than 7 cm of the light quality treatments. In addition, red and far-red lights almost equally having the commercial soybean sprouts of longer than 4 cm hypocotyls more elongated and slenderized than blue light and dark treatment, meaning the growth and morphology of soybean sprouts was affected by light treatments during the culture.

Keywords: soybean (*Glycine max* L.), sprout, light quality, growth, morphology.

식품소재로 다양하게 이용되고 있는 콩나물은 등록 및 미등록 업체를 포함한 4,000여개 회사에서 생산되고 있으며, 이의

내수규모는 연간 7,000억원 정도로 추정되고 있다. 그러나 거래규모가 아주 크다고 하나 생산과 유통을 겸하고 있는 일부 대형회사를 제외하면 개개 업체는 아주 영세한 실정이다. 그러므로 콩나물 생산업체 대부분은 설비투자 및 콩나물 생산과정에서 일어나고 있는 제문제점을 극복하기 위한 기술개발에 투자할 수 있는 여력이 거의 없다고 할 수 있다.

이러한 여건에 처하여 있는 콩나물의 생산에서 가장 큰 문제점중의 하나가 재배시작 후 5~6일경에 일어나는 세근발생이라 할 수 있다. 이러한 세근발생은 돌출된 세근을 제거하는 번거로움과 노력소모, 세근제거로 인한 이용부위의 감소, 하배측 생장 억제, 영양소 감소, 섬유소의 증가로 인한 식미감퇴, 상품성 하락 및 상질 등 많은 부분에 영향을 미친다. 현재 대부분의 생산업체는 세근발생을 억제하기 위하여 재배 직전에 행하여지는 침종 과정 또는 말미에 성장조절제 benzyladenopurine (BA) 또는 BA가 포함된 인돌비를 살포하고 있다. 그러나 지금까지 이러한 성장조절제가 인체에 미치는 영향이 검증되지 않아 처리하지 않거나 처리가 불가피하다면 투입량을 줄일 수 있는 방법이 모색되어야만 할 것이다.

BA 처리를 통하여 콩나물의 세근발생을 억제하기 위한 지금까지의 연구결과로는 침종과정이 아닌 재배과정에서 분무형태로 처리할 경우 적정농도는 12.5~15.0 ppm이나 침종기간에 처리할 경우 4 ppm으로 처리농도를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 처리효과도 오히려 안정적인 것으로 알려져 있다(Kang *et al.*, 1989; Kang *et al.*, 1996). 그러나 Kang *et al.* (2000, 2002)은 침종 시작 후 6시간까지 건조 원료콩의 수분흡수가 주로 이루어지기 때문에 침종 시작 6시간 이후에 BA를 처리하는 것이 실질 흡수량을 줄일 수 있으며 24시간의 침종과정에서 빛을 처리함과 아울러 수분흡수가 거의 일어나지 않는 침종 말미 6시간 BA를 처리할 경우 현재 처리되고 있는 성장조절제를 1/125까지 줄여도 세근이 전혀 발생되지 않는 것으로 보고한 바 있다. 그러므로 BA와 여타 처리를 조합하여 최적 처리방법을 설정할 수 있다면 세근발생을 억제하기 위

†Corresponding author: (phone) +82-55-751-5427 (E-mail) jhkang@gshp.gsnu.ac.kr <Received August 7, 2002>

한 성장조절제 BA 투입량을 현저히 줄일 수 있을 것으로 예상된다.

그러나 혼용처리를 통하여 세균발생을 억제할 수 있는 방법이 설정되더라도 콩나물의 생장에 영향을 미쳐 상품성을 떨어뜨린다면 그 방법을 생산현장에 적용시키는 것은 불가능할 것이다. 원료콩의 수분 흡수가 거의 끝나는 침종 6시간 이후에 극미량의 BA와 침종기간에 가하여지는 빛 처리로 세균발생을 방지할 수 있다는 前報(Kang *et al.*, 2002)와 특정 빛의 처리가 콩나물의 생장에 영향을 미친다는 기존의 연구결과(Kim *et al.*, 1982; Tajiri, 1981, 1982)로부터 극미량 BA 처리시 침종 또는 재배중 처리되는 光質이 발아, 세균발생, 하배축 비대 등 생장에 미치는 영향을 구명하고자 본 연구가 실시되었다.

재료 및 방법

본 연구는 1999년 3월부터 1999년 9월까지 경상대학교 식물자원환경학부 농업생태학 실험실에서 수행되었다. 1998년도에 영남농업시험장 전작과에서 분양 받은 은하공과 한남공을 3°C로 고정된 냉장고에 보관하면서 콩의 형태, 종피색 및 크기가 다른 것을 제거한 후 시험재료로 사용하였다. 시험은 24시간 침종에 이어 6일간 재배하는 과정으로 수행되었다. 아래에 언급되는 처리를 제외하고는 24시간의 침종은 BA 처리량을 줄임과 동시에 계속 8시간 이상 침종시 일어나는 soaking injury를 방지하고자 25°C의 증류수에 5.5시간 침종된 종자를 건져서 30분간 공기 중에 노출시키는 과정을 3회 반복한 후 마지막 6시간에는 측근발생을 억제하기 위하여 증류수 대신 BA 4.0 ppm 용액에 침종하는 방식으로 행하여졌다(Kang *et al.*, 2000; Woodstock & Taylorson, 1981). 반면 6일간의 재배는 25°C로 고정된 온·습도가 조절되는 항온항습실에 콩나물 재배를 위해 커다란 플라스틱 상자를 아크릴 판으로 칸막이된 9.5 cm×8.5 cm×13 cm container 속에 150립씩 완전임의배치법 3반복으로 치상하여 재배시험을 수행하였다. 관수는 1일에 6회 상면살수기로 물을 뿌려주는 방식으로 행하였다.

본 연구는 콩나물 재배과정에서 관리를 위하여 불가피하게 일어나는 빛의 영향을 추적하고자 각광질별 상품성과 관련된 子葉 綠化에 소요되는 시간을 먼저 측정된 후 처리시간의 長短에 대한 영향을 측정하였다. 콩나물 자엽은 청색광과 적색광에서는 1일 50분, 초적색광은 1일 300분 이상 처리할 경우 녹화가 육안으로 관찰되었으며, 각광질별 이상의 시간과 이들 시간을 반분한 처리로 구분하여 시험을 수행하였다. 이상의 시험 결과를 이용하여 前報(Kang *et al.*, 2002)에 이미 보고한 바와 같이 세균발생이 전혀 없을 뿐만 아니라 발아와 생장에 미치는 영향이 비슷한 청색광과 적색광을 이용하여 상기와 같이 침종과정에서 빛처리를 가하거나 자엽의 녹화를 방지하고자 6일간의 재배기간중 청색광과 적색광은 1일 50분, 초적색광은 1일 5시간 또는 암 처리로 구분하여 光質處理를 가하는

방법으로 시험을 수행하였다. 침종 또는 재배중 처리되는 光源의 특성은 前報(Kang *et al.*, 2002)와 같으며, 광도가 $5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 이 되도록 거리를 조절하여 처리하였다.

6일간 재배된 콩나물은 하배축 길이를 기준으로 7 cm 이상, 4~7 cm, 비정상 개체, 미발아 개체로 구분하여 조사한 후 이들의 비율을 계산하였다. 각 크기별로 20개체를 취하여 콩나물의 세근수, 하배축 길이, 하배축 중간 직경, 뿌리의 길이를 조사한 후 자엽, 하배축, 뿌리로 분리하여 이들의 생체중과 70°C에 2일간 건조한 후 乾物重을 측정하였다. 경제수량은 식용으로 이용되고 있는 하배축과 뿌리를 합한 무게로, 전체는 자엽, 하배축, 뿌리를 합한 무게로 표시하였다.

결과 및 고찰

침종 후 콩나물 재배시 가하여지는 光質處理의 영향을 추적하고자 먼저 子葉의 綠化에 소요되는 시간을 조사하였던 바 24시간 침종된 원료콩을 6일간의 재배기간중에 적색광과 청색광은 1일 50분, 초적색광은 1일 300분간 처리하였을 때 綠化가 일어나 이들 처리(T2)와 이들을 반분(T1)하여 빛처리를 가한 결과 처리시간별 성장정도는 Fig. 1과 같다. 7 cm 이상, 4~7 cm의 상품화가 가능한 비율과 4 cm 이하의 비정상, 미발아 개체의 비율간에는 전혀 차이가 없었다. 따라서 콩나물 재배를 위하여 불가피하게 수반되는 재배사의 관리작업을 고려

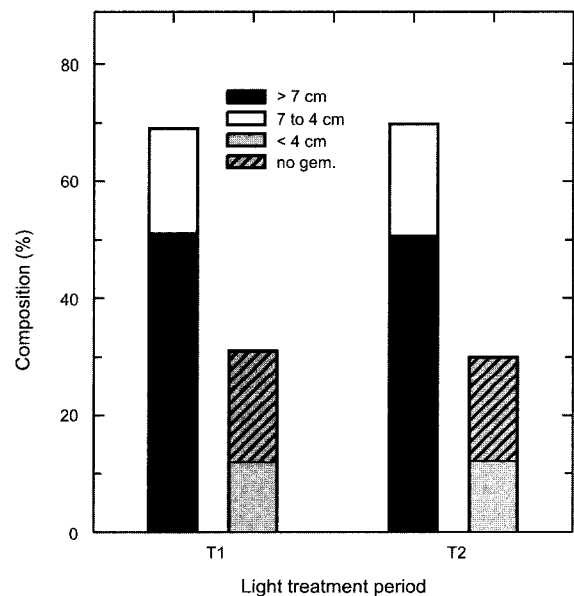


Fig. 1. Duration effect of light quality treated during 6 day culture on seed germination and sprout growth of soybean. T2 on the X axis was treated everyday for 50 minutes in red and blue light and for 5 hours in far-red light but T1 was just half to T2. Bars having no letter in the comparison between the normal or the abnormal sprouts were not significantly different from LSD.05.

할 경우 1일 50분 이내 작업이 가능할 정도의 밝기를 나타내는 光源으로 조명하는 것은 콩나물의 성장에 영향을 미치지 않을 것으로 예상된다.

24시간의 침종중 가하여지는 적색광과 청색광 처리가 공시품종별 하배축 성장에 미치는 정도는 Fig. 2와 같다. 하배축 길이를 기준으로 상품화가 가능한 7cm 이상과 4~7cm의 개체의 합한 비율은 은하콩에서는 차이가 없었으나 한남콩에서는 청색광을 처리할 경우 낮았다. 한편 은하콩은 하배축 길이가 7cm 이상의 개체 비율은 침종중 청색광을 처리하는 것보다 적색광을 처리할 경우 낮았던 반면, 하배축이 4~7cm의 개체 비율은 이와 반대로 높아 상품화가 가능한 비율은 비슷한 경향을 보였다. 한편 침종중 처리되는 청색광보다는 적색광에서 은하콩의 미발아 종자의 비율이 높은 반면, 한남콩의 미발아 종자는 오히려 청색광 처리에서 높아 침종중 가하여지는 빛처리에 대한 공시품종의 반응은 다르다고 할 수 있다.

한편 6일간의 재배기간중 가하여지는 光質處理가 공시품종별 하배축의 성장에 미치는 정도는 Fig. 3과 같다. 공시품종 모두 초적색광을 처리할 경우 7cm 이상의 비율은 가장 낮았던 반면, 미발아 종자의 비율은 가장 높은 것으로 조사되었다. 그러나 하배축 길이가 7cm 이상인 것과 4~7cm인 개체의 비율은 24시간의 침종중 가하여지는 빛처리의 결과와 같이 은하콩에서는 청색광이, 한남콩에서는 적색광이 상대적으로 양호한 것으로 나타났다. 따라서 침종 및 재배중 처리되는 청색광과 적색광이 콩나물의 생육에 미치는 정도는 거의 비슷하

기 때문에 추후 상품화 비율이 높으면서도 구입이 쉬운 형광등을 대체광원으로 이용할 수 있는가에 대한 검토가 필요한 실정이다.

24시간의 침종기간 내내 적색광과 청색광을 처리한 후 6일간의 재배과정에서 적색광, 초적색광, 청색광, 암 처리로 구분하여 처리한 후 재배 6일차에 하배축 길이를 기준으로 분류하여 이들의 하배축과 뿌리 길이 및 하배축 중앙부의 직경을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 하배축 길이가 7cm 이상 또는 4~7cm 모두 한남콩은 은하콩에 비하여 뿌리의 길이가 길었던 반면, 하배축 중앙부의 직경은 은하콩이 굵은 것으로 조사되었다. 24시간의 침종중 처리되는 적색광은 하배축 길이가 7cm 이상 또는 4~7cm 모두 하배축의 평균길이가 짧은 반면, 하배축 중앙부의 평균직경이 굵은 경향을 보였다. 한편 6일간 재배되는 과정에서 처리되는 광질의 효과로는 하배축 길이가 7cm 이상 또는 4~7cm 모두 적색광과 초적색광 처리는 청색광 또는 암 처리에 비하여 하배축 및 뿌리의 길이가 짧은 반면, 하배축 중앙부의 직경은 굵은 것으로 나타났다. 이러한 시험결과로부터 콩나물은 하배축과 뿌리 길이가 길어지면 하배축 직경이 작아지기 때문에 가는 형태를 띤다고 할 수 있다.

24시간의 침종기간 내내 적색광과 청색광을 처리한 후 6일간의 재배과정에서 적색광, 초적색광, 청색광, 암 처리로 구분하여 처리할 경우 재배 6일 후에 하배축 길이를 기준으로 분

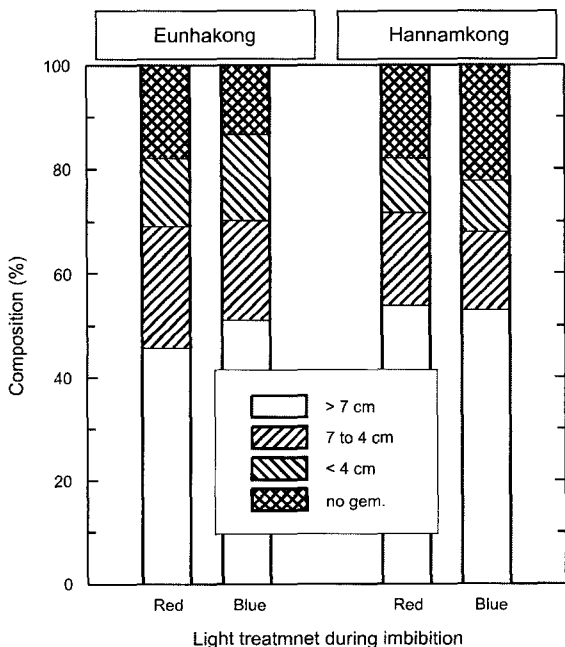


Fig. 2. Treatment effect of light quality lasted during 24 hour imbibition on seed germination and sprout growth of soybean cv. Eunhakong and Hannamkong. The categories in the legend refer to Table 1.

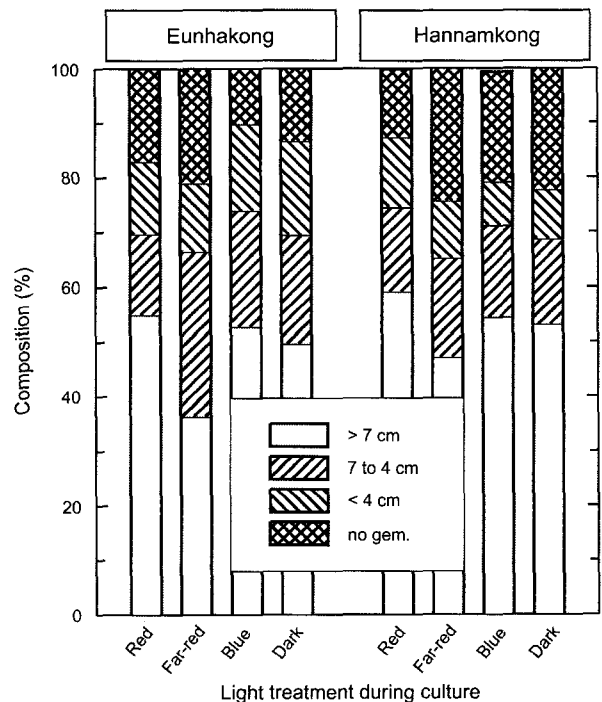


Fig. 3. Effect of light quality treated during 6 day culture on seed germination and sprout growth of soybean cv. Eunhakong and Hannamkong. The light treatments were done everyday for 50 minutes in red and blue but for 5 hours in far-red. The categories in the legend refer to Table 1.

Table 1. Effect of light quality during imbibition and culture on hypocotyl and root length or hypocotyl diameter of soybean sprout[†].

Parameters	Length				Diameter	
	Hypocotyl		Root		Hypocotyl	
	> 7 cm [‡]	4~7 cm	> 7 cm	4~7 cm	> 7 cm	4~7 cm
 cm sprout ⁻¹ mm sprout ⁻¹	
Cultivar (V)						
Eunhakong	9.6	5.5	1.7	1.2	2.3	2.6
Hannamkong	9.5	5.6	3.4	2.3	2.0	2.1
LSD.05	ns	ns	0.1	0.2	0.1	0.1
Light quality during 24-hour imbibition (I)						
Red	9.2	5.4	2.6	1.9	2.2	2.4
Blue	9.8	5.8	2.5	1.7	2.1	2.3
LSD.05	0.2	0.3	ns	ns	0.04	0.05
Light quality during culture (C)[§]						
Red	8.7	5.4	2.5	1.6	2.2	2.4
Far-red	9.1	5.2	2.4	1.6	2.2	2.4
Blue	9.9	5.8	2.7	1.9	2.1	2.3
Dark	10.5	5.8	2.6	2.0	2.0	2.3
LSD.05	0.5	0.4	0.1	0.2	0.1	0.08
V×I	**	ns	**	**	ns	*
V×C	**	*	**	**	ns	ns
I×C	**	ns	*	*	ns	*
V×I×C	**	ns	**	ns	ns	**

[†] For its last 6 hours of 24 hour imbibition, the seeds were soaked into 4 ppm BA solution.

[‡] Hypocotyl length of soybean sprouts cultivated for 6 days after the imbibition.

[§] During 6 day culture, red, and blue or far-red light were treated for 50 minutes or 5 hours a day, respectively.

ns, *, ** Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

Table 2. Effect of light quality during imbibition and culture on fraction and total dry weight of soybean sprout[†].

Parameters	Cotyledon		Hypocotyl		Root		Total		Economic yield	
	> 7 cm [‡]	4~7 cm	> 7 cm	4~7 cm	> 7 cm	4~7 cm	> 7 cm	4~7 cm	> 7 cm	4~7 cm
 mg sprout ⁻¹									
Light quality during 24-hour imbibition (I)										
Red	73.9	72.0	22.4	18.9	2.5	2.2	98.8	93.1	24.9	21.1
Blue	77.0	72.0	23.1	19.7	2.7	2.3	102.8	94.1	25.8	22.0
LSD.05	2.0	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Light quality during culture (C)[§]										
Red	78.9	74.6	22.8	20.8	2.5	2.3	104.2	97.7	25.3	23.1
Far-red	74.9	73.0	22.5	19.0	2.4	2.5	99.9	94.6	25.0	21.6
Blue	73.2	71.1	24.3	19.2	2.6	2.2	100.1	92.5	26.8	21.4
Dark	74.8	69.4	21.4	18.2	2.8	2.0	98.9	89.6	24.2	20.3
LSD.05	2.9	3.8	1.7	1.1	ns	0.3	3.3	3.8	1.6	1.1
I×C	ns	*	ns	**	ns	ns	ns	**	ns	**

[†] For its last 6 hours of 24 hour imbibition, the seeds were soaked into 4 ppm BA solution.

[‡] Hypocotyl length of soybean sprouts cultivated for 6 days after the imbibition.

[§] During 6 day culture, red and blue or far-red light were treated for 50 minutes or 5 hours a day, respectively.

ns, *, ** Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

류하여 각부위별 건물중, 하배축과 뿌리의 무게를 합한 무게 인 경제수량 및 전체 건물중은 Table 2와 같다. 하배축 길이

가 7 cm 이상에서는 침중 및 재배중 가하여지는 광질처리간 에는 상호작용이 없는 것으로 분석되어 처리요인의 단순효과

만 있는 것으로 나타났다. 24시간 침종중 처리되는 적색광과 청색광간에는 하배축 길이가 7 cm 이상인 개체의 자엽 무게를 제외하고는 차이가 없는 것으로 조사되었다. 6일간의 재배중 가하여지는 광질처리중에서 전체건물중 또는 경제수량은 빛을 처리하는 것보다 빛이 가하여지지 않는 암처리에서 적은 것으로 조사되어 콩나물 재배과정에서 전혀 빛이 없는 상태에서는 오히려 물질소모가 많은 것으로 분석된다.

침종 또는 재배중 가하여지는 光質處理의 효과를 요약하면 24시간 침종중 청색광과 적색광을 가하면서 마지막 6시간 동안 BA 용액에 침종하면 세근발생을 효과적으로 방지할 수 있으나 재배중 가하여지는 광질처리는 발아율과 콩나물의 생장과 형태를 고려할 경우 암 또는 초적색광 처리에 비하여 상대적으로 적색광과 청색광 처리에서 우수한 것으로 나타났다. 그러나 前報(Kang et al., 2002)와 마찬가지로 침종 또는 재배과정에서 처리되는 적색광과 청색광은 세근발생, 발아율, 생장과 형태를 고려할 때 처리효과는 비슷하다고 할 수 있다. 따라서 단가가 저렴하면서도 초적색광의 비율은 적은 대신 적색광과 청색광을 많이 방사하면서도 가격이 저렴한 형광등을 이용하여 침종 또는 재배과정에서 처리를 가하는 것이 효율적일 것으로 예측되어 추후 이에 관한 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

적 요

콩나물의 내수규모는 아주 크면서도 실용적인 기술개발은 미진한 실정이다. 본 시험에서는 24시간의 침종 및 6일간의 재배중 가하여지는 光質處理가 콩나물의 발아, 세근발생 및 생장에 미치는 영향을 구명하고자 침종기간에는 청색광과 적색광을, 재배기간에는 청색광, 적색광, 초적색광 및 암 처리를 가하면서 콩나물을 재배한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 침종시 가하여지는 적색광과 청색광 처리는 재배중 가하여지는 광질처리에 관계없이 세근이 전혀 발생되지 않았다.
2. 침종시 가하여지는 적색광과 청색광 처리는 하배축 길이가 상품으로 출하 가능한 4 cm 이상의 비율이 비슷한 것으로 조사되었다.

3. 콩나물 子葉의 綠化는 적색광과 청색광은 50분, 초적색광은 300분이 소요되었으나 재배기간중 매일 이러한 범위 내에 처리할 경우 콩나물의 생장에는 영향이 없는 것으로 나타났다.

4. 재배기간중 가하여지는 여타 광질처리에 비하여 초적색광 처리에서 하배축 길이가 7 cm 이상인 개체의 비율은 가장 낮은 반면, 미발아 종자의 비율은 가장 높았다.

5. 재배기간중 가하여지는 적색광과 초적색광 처리는 청색광과 암 처리보다 하배축을 신장을 억제시킴과 동시에 굵게 하는 것으로 조사되었다.

인용문헌

- Kang, C.K., J.M. Lee, and H. Saka. 1989. Effect of plant growth regulator treatments on the growth and lateral root formation in soybean sprouts. I. Effect of plant growth regulator treatments on the growth in soybean sprouts. *Korean J. Weed Sci.* **9**(1): 56-68.
- Kang, C.K., D.W. Yun, Y.K. Kim, and H.T. Choe. 1996. Determination of minimum concentration and dipping time for inhibition of lateral root and growth stimulation in soybean sprouts as influenced by benzyladenine. *J. Korean Soc. Hort. Sci.* **37**(6): 773-776.
- Kang, J.H., B.S. Jeon, A.J. Park, and G.A. Song. 2000. Production system of clean soybean sprout using light, ultra-minimum benzyladenopurine and food additives. Patent pending number: 10-2000-0049859, Korean Patent Administration.
- Kang, J.H., A.J. Park, B.S. Jeon, S.Y. Yoon, and S.W. Lee. 2002. Light quality treatment during seed imbibition affects germination and growth of soybean sprout. *Korean J. Crop Sci.* **47**(4): 292-296.
- Kim, K.S., S.D. Kim, J.K. Kim, J.N. Kim, and K.J. Kim. 1982. Effect of blue light on the major components of soybean-sprouts. *Korean J. Food Nutrition.* **11**(4): 7-12.
- Tajiri, T. 1981. Studies on cultivation and keeping quality of bean sprouts. V. Effect of application of artificial light on the growth of hypocotyl and vitamin C content of bean sprouts. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* **28**(8):430-460.
- Tajiri, T. 1982. Studies on cultivation and keeping quality of bean sprouts. VI. Improvement of bean sprout cultivation by application of artificial sunlight lamp. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* **29**(6): 359-365.
- Woodstock, L.W., and R.B. Taylorson. 1981. Soaking injury and its reversal with polyethylene glycol in relation to respiratory metabolism in high and low vigor soybean seeds. *Physiol. Plant.* **53**: 263-268.