

## BA 처리 직후의 Aeration 온도와 기간이 콩나물의 생장과 세근발생에 미치는 영향

강진호\*<sup>†</sup> · 전병삼\*\* · 조용준\*\* · 박철중\*\* · 윤수영\*\* · 전승호\*\*

\*경상대학교 생명과학연구소, \*\*경상대학교 농업생명과학대학

## Effects of Aeration Temperature and Period after BA Treatment on Growth and Lateral Root Formation of Soybean Sprouts

Jin Ho Kang\*<sup>†</sup>, Byong Sam Jeon\*\*, Yong Joon Cho\*\*, Cheol Jong Park\*\*,  
Soo Young Yoon\*\*, and Seung Ho Jeon\*\*

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

\*\*College of Agriculture and Life Sci., Gyeongsang Natl. University, Jinju 660-701, Korea

**ABSTRACT :** Treatment effect of benzyladenopurine (BA) used to block the lateral roots formed on soybean sprouts should be influenced by its applying methods. This study was done to check the effects of temperature and period from seed imbibition into 2 ppm BA solution to the first watering for sprout culture on growth and morphology of soybean sprouts. Imbibed three cultivar (cv. Pungsannam-ulkong, Sowonkong and Junjery) seeds for 5 hours into 2 ppm BA solution were placed under different temperatures (AT; 20, 30, 40°C) and periods (AP; 0, 1, 2, 3, 4 hours). On the 6th day, 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 to calculate their composition rates, number of lateral roots, lengths of hypocotyl and root, diameters at middle and hook of hypocotyl, and fraction dry weights were measured. Germination and growth responses of the cultivars were changed by AT and AP treatments. The responses, lateral root formation and fresh weights were, however, mainly affected by the cultivars used rather than AT treatment. Rate of the sprouts which formed lateral roots was decreased with increased periods to 4 hours, but their number per sprout was not different between the treatments of longer than 3 hours. Lengths of hypocotyl and root, organ and total fresh weights were the highest in an hour AP treatment although longer than 3 hour AP treatments did not showed the significant difference in the lengths. Conclusively AP treatment was more important than AT one in seed aeration for soybean sprout culture immediately after imbibition into BA solution, and was done at least for 3 hours.

**Keywords:** soybean sprout, aeration temperature, aeration period, lateral root, growth

**식품의** 안정성에 대한 욕구가 날로 높아 가고 있다. 이러한 시대적 흐름에 따라 콩나물의 생산 및 관리도 변화되고 있다. 1990년 하반기까지도 일정농도 이하까지 농약의 잔류를 허용 하였으나 현재는 법으로 농약의 사용을 금지시키고 있다. 2000 년대에 들어서 정부는 식품의 안정성을 더욱 높이고자 친환경 농산물 인증제도를 실시하고 있으며, 이러한 제도에 포함된 무 농약콩나물은 농약 뿐만 아니라 BA로 대표되는 성장조절제의 활용도 규제하고 있다. 그러나 콩나물 재배시 성장조절제의 이용은 친환경농산물로서의 무농약콩나물 인증을 허가하거나 취득하는 판단의 기준으로 기능할 뿐이며 콩나물의 생산 및 판매의 법적 구속력에 해당되는 사항이 아니다. 이러한 여건 때문에 주로 가정용 소분지로 판매되고 있는 것을 제외하고는 콩나물 생산현장에서 성장조절제가 광범위하게 이용되고 있는 것이 현재의 실정이다 (Kang *et al.*, 1996; Kang & Song, 2003; Park *et al.*, 1995).

콩나물을 생산하는데 있어서 불가피하게 성장조절제인 BA를 처리할 수밖에 없다면 처리량을 줄일 수 있도록 처리효과를 극대화하는 방법을 모색하는 것도 합리적인 방안의 하나라 할 수 있다. 관행적으로 BA를 처리하던 방식보다는 체계적인 연구를 통하여 4 ppm에 6시간 침종할 경우 흡수량을 90% 이상 줄일 수 있는 것으로 알려져 있다(Kang *et al.*, 1996). BA 흡수량을 더욱 줄이기 위한 연구로 Kang *et al.*(2003b)은 수분이 주로 흡수되는 침종 첫 6시간보다는 수분 흡수가 완만한 6~12시간 사이에 BA를 처리하는 것이 합리적이라고 보고한 바 있다. 이러한 연구와 아울러 BA 처리효과를 극대화하기 위한 방법으로 Kang *et al.*(2002, 2003a)과 Park *et al.*

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-55-751-5427 (E-mail) jhkang@nongae.gsnu.ac.kr

<Received February 27, 2004 >

(2002)은 침종 또는 재배중에 BA와 빛처리를 동시에 가할 경우 세균발생을 방지할 수 있으나, 재배과정보다는 침종중에 가하는 것이 더욱 효과적이라 하였다. 따라서 침종방법의 개선과 여타 처리와의 혼용으로 BA 흡수량을 현저히 줄일 수 있을 것으로 예측된다.

BA 흡수량을 줄이기 위한 침종 및 재배 과정에서의 이러한 방법 이외에도 8시간 이상 침종시 나타나는 imbibition injury로 인하여 (Woodstock & Taylorson, 1981) 침종 이후와 재배를 위한 첫 관수까지의 aeration 기간이 BA 처리효과에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다 (Kang *et al.*, 1997; Kang *et al.*, 2003a). Kang & Kim (1997)은 BA 처리 후 첫 관수까지 2시간정도 경과시켜야 BA 처리효과를 높일 수 있다고 보고하였다. 그러나 대부분의 콩나물 생산업체는 물 소비를 줄이기 위하여 3시간 이상으로 관수간격을 늘려 잡고 있기 때문에 BA 처리 후 첫 관수까지 3시간보다 길 경우 BA 처리효과에 대한 정보가 전혀 없는 실정이다. 한편 수분 흡수와 마찬가지로 수분 증발도 온도의 영향을 크게 받기 때문에 BA를 처리한 침종 직후의 aeration 온도가 수분 이동에도 영향을 미치고 이로 인하여 BA 흡수도 영향을 받을 것으로 예측된다 (Bae *et al.*, 2002; Kang *et al.*, 2003a; Kang & Song, 2003). 본 연구는 이러한 연구결과와 생산현장의 여건을 고려하여 불가피하게 BA를 처리하여야 한다면 처리효과를 극대화하여 그 처리량을 줄일 수 있는 방법을 모색하여 보고자 BA 처리 직후 첫 관수까지 aeration 온도와 기간이 콩나물의 성장과 세균발생에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시되었다.

## 재료 및 방법

본 연구는 2003년 10월부터 2003년 5월까지 경상대학교 농업생명과학대학 농업생태학 실험실과 사천시 사천읍 두랑리 소재 콩나물 생산회사인 초록빛마을에서 수행되었다. 2002년도에 경남농업기술원에서 분양 받은 풍산나물콩 및 소원콩과 시중에서 구입한 준저리를 형태, 종피색 및 크기가 다른 것을 제거한 후에 3°C의 냉장고에 저장하였으며 이를 공시재료로 사용하였다. 시험은 2 ppm BA 용액에 5시간 침종된 종자를 건져서 아래의 처리와 같이 aeration 온도와 기간을 달리하여 처리한 후에 6일간 재배하였다. 침종된 종자의 빛처리는 aeration 시작 30분 후부터 5분간의 적색 LED plate [GF-520S, (주)좋은인상]로 행하였다. 재배는 실내온도가 주야 20~23°C로 유지되는 재배실에서 상면살수기를 이용하여 23°C로 조절된 물을 3시간마다 2회 왕복 관수하는 방식으로 이루어졌다. 기타 관리 는 Kang *et al.* (2003b)과 동일한 방식으로 행하였다.

본 연구는 BA 처리 직후부터 재배를 위한 첫 관수까지의 aeration중의 온도와 기간이 콩나물의 성장과 세균발생에 미치는 영향을 구명하기 위하여 2개의 시험으로 분리하여 실시되었다. 시험 1은 앞서 설명한 바와 같이 소봉지용 콩나물의 원

료로 주로 이용되거나 유망시 되는 풍산나물콩, 소원콩 및 준저리를 2 ppm BA 용액에 5시간 침종시켜 건진 종자를 3시간의 aeration중 20, 30 또는 40°C로 aeration 온도를 달리하여 처리를 가한 후 재배하였다. 시험 2는 시험 1과 동일하게 침종된 종자를 첫 관수까지 공기중에 노출되어 있는 aeration 기간을 1, 2, 3, 4시간으로 달리하여 처리한 후 재배하였다. 2개 시험 모두 처리된 종자를 9.5 cm × 8.5 cm × 13 cm 크기의 container 20개로 구성된 stainless steel cage에 container당 150립씩 완전임의배치법 3반복으로 배치한 후 상면살수 방식으로 관수하면서 6일간 재배하였다.

BA 처리된 종자에 aeration 온도와 기간을 달리하여 처리한 후 6일간 재배된 콩나물을 Kang *et al.* (2002)이 제시한 바와 같이 하배축 길이를 기준으로 7 cm 이상 (A), 4~7 cm (B), 비정상 개체 (C), 미발아 개체 (D)로 구분하여 조사한 후 이들의 비율을 계산하였다. 하배축 길이가 7 cm 이상으로 상품성이 있는 개체를 시험구별로 20개를 취하여 세균수, 하배축 길이, 하배축 중간과 hook 직경, 뿌리의 길이를 조사하였다. 조사가 이루어진 개체는 자엽, 하배축, 뿌리로 분리하여 이들의 생체중과 70°C에 2일간 건조한 후 乾物重을 측정하였으며, 전체 생체중과 건물중은 자엽, 하배축, 뿌리를 합한 무게로 표시하였다.

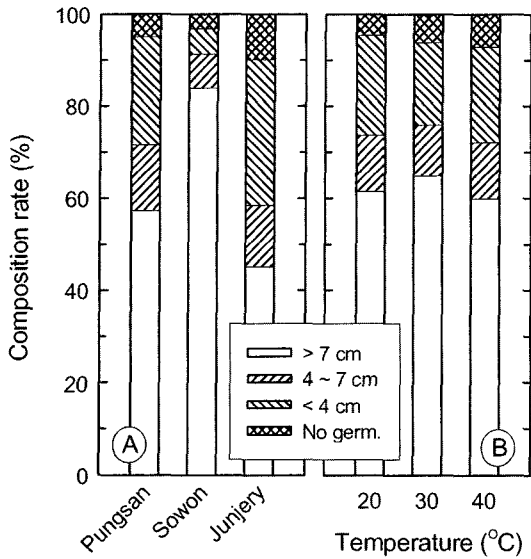
## 결과 및 고찰

### Aeration 온도의 영향

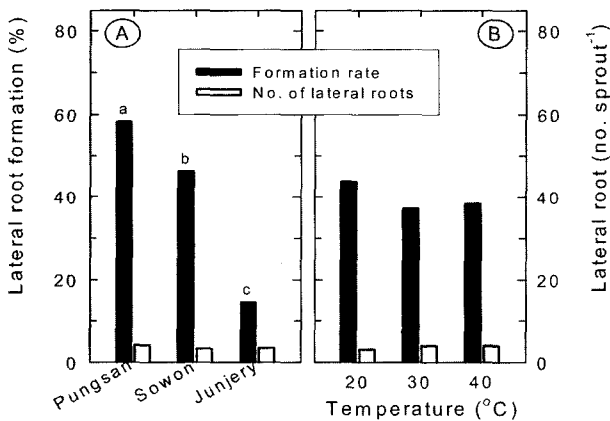
BA 용액에 침종한 후 첫 관수를 시작할 때까지 침종종자가 공기중에 노출되어 있는 3시간 동안 각각 20, 30 및 40°C로 유지한 후 6일간 콩나물을 재배하여 조사한 결과는 Fig. 1, 2, 3과 같다. 콩나물의 발아 및 성장에 미치는 영향을 구명하고자 하배축 길이로 분류하여 그 비율을 도시한 것은 Fig. 1로서 aeration 온도간에는 뚜렷한 차이가 없었다. 그러나 공시품종간에는 뚜렷한 차이가 있었는데, 7 cm 이상의 A급 비율은 소원콩에서 가장 높았던 반면, 준저리에서 가장 낮았다.

상품성에 가장 큰 영향을 미치는 세균 형성 비율 (Fig. 2)과 생산수율과 관련된 생체중 (Fig. 3)도 콩나물의 발아 및 성장과 유사한 경향으로 aeration 온도보다는 공시품종의 영향을 크게 받는 것으로 나타났다. 세균 형성 비율은 풍산나물콩에서 가장 높았으며, 소원콩, 준저리 순으로 감소하였던 (Fig. 2) 반면, 개체당 생체중은 소원콩에서 가장 높았고, 풍산나물콩, 준저리 순으로 감소하였다.

BA의 흡수와 직접 관련된 수분 흡수는 침종 온도가 높을 경우 많고 빠르며, 침종 직후 첫 6시간내에 집중적으로 일어나는 것으로 보고되고 있다 (Bae *et al.*, 2002; Kang *et al.*, 2003b). 그러나 imbibition injury로 인한 발아율 감소를 방지하기 위하여 8시간 이내로 침종시킨 종자를 건져 공기중에 노출시킬 경우 노출 온도에 따라 BA 용액의 수분 증발정도는

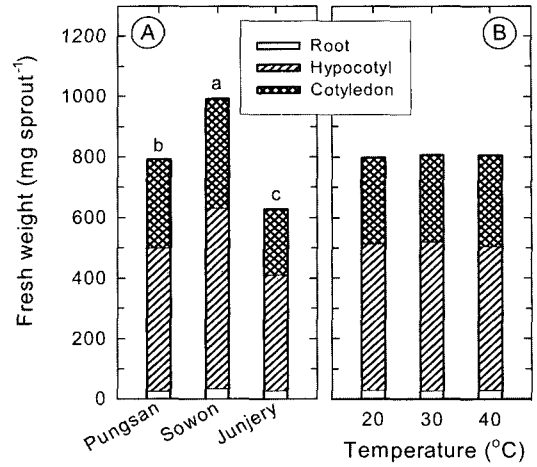


**Fig. 1.** Effect of cultivar (A) and aeration temperature (B) on composition rates of soybean sprouts classified by their hypocotyl length after germination. Pungsan and Sowon in Fig. (A) are the abbreviations of Pungsannamulkong and Sowonkong, respectively.



**Fig. 2.** Effect of cultivar (A) and aeration temperature (B) on lateral root formation (filled bars) and its number (hollowed bars) of soybean sprouts after 6 day culture. Pungsan and Sowon in Fig. (A) are the abbreviations of Pungsannamulkong and Sowonkong, respectively. In Fig. (A), bars having different letters indicate significant difference at 5% level of LSD.

다르기 때문에 BA의 처리효과도 다를 것으로 예상되었으나 (Woodstock & Taylorson, 1981), 노출 온도, 즉 aeration 온도는 콩나물의 발아, 성장 세균발생 등에는 영향이 없는 것으로 해석할 수 있다. 따라서 콩나물 생산회사의 재배시설을 고려한 온도범위내에서 BA 침종 직후부터 첫 관수까지 침종된 콩을 유지하여도 콩나물의 성장, 형태 및 생산수율은 영향을 받지 않을 것으로 사료된다.



**Fig. 3.** Effect of cultivar (A) and aeration temperature (B) on cotyledon, hypocotyl, root and their total fresh weights of soybean sprouts after 6 day culture. Pungsan and Sowon in Fig. (A) are the abbreviations of Pungsannamulkong and Sowonkong, respectively. Bars having the same letter indicate insignificant difference at 5% level of LSD.

**Aeration 기간의 영향**

BA 용액에 침종한 후 재배를 위한 첫 관수까지의 기간이 발아 및 이후의 하배축 신장에 미치는 영향은 Table 1과 같다. 공시품종중에서 하배축 길이가 4cm 이상으로 상품화가 가능한 A+B급 최근에 육성된 소원콩에서 가장 높고, 재래종 준저리, 풍산나물콩 순으로 낮아졌다. 이러한 차이는 주로 하배축 길이가 7cm 이상인 A급의 차이에 기인되는 것으로 나타났다. 그러나 침종 직후 첫 관수까지의 기간은 처리간 차이가 없어 발아 및 발아 이후 하배축 신장에는 영향을 미치지 않았다. 그러므로 BA 처리 후 첫 관수까지의 長短이 발아 및 하배축 신장에 미치는 영향보다는 품종의 영향을 크게 받는다고 할 수 있다.

BA 처리 이후 첫 관수까지 기간이 상품성과 가장 밀접히 관련된 세균의 발생, 하배축 길이 및 직경, 뿌리 길이에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 세균 발생개체 비율과 개체당 세균수 모두 풍산나물콩과 준저리에 비하여 소원콩에서 많았다. 첫 관수까지의 aeration 기간이 1시간에서 4시간으로 늘어날수록 세균 발생개체 비율은 비례하여 감소하였으나, 개체당 세균수는 3시간까지 감소하는 것으로 조사되었다. 하배축과 뿌리 길이, hook 직경은 2시간 이상 aeration 시킨 것에 비하여 1시간 aeration 시킬 경우 길고 굵었던 반면, 하배축 중간부분의 직경은 aeration 기간간에 차이를 보이지 않았다. 이러한 시험결과는 BA 용액에 침종한 후 재배를 위한 첫 관수까지의 기간이 하배축의 길이와 직경보다는 세균의 발생에 더 큰 영향을 미친다고 할 수 있다. 이상의 본 시험결과는 Kang & Kim(1997)이 BA 처리 후 첫 관수까지 2시간 이상을 경과시켜야 세균발생 억제를 위한 BA 처리효과를 높

**Table 1.** Effect of aeration period after BA treatment on composition rate of soybean sprouts classified by their hypocotyl length<sup>†</sup>.

Parameters	Normal		Abnormal	No-germ.	A+B	C+D
	>7 cm (A) <sup>‡</sup>	4~7 cm (B)	<4 cm (C)	0 cm (D)		
----- % -----						
Cultivar (C)						
Pungsannamulkong	40.5	18.1	29.6	11.9	58.6	41.4
Sowonkong	77.6	10.2	10.2	2.0	87.8	12.2
Junjery	51.9	17.3	26.9	3.9	69.2	30.8
LSD.05	5.0	3.5	2.7	2.9	3.6	3.6
Aeration period (hrs; P)						
1	57.6	14.4	23.4	4.6	72.0	28.0
2	55.5	15.5	23.3	5.8	71.0	29.0
3	55.2	16.9	22.3	5.6	72.1	28.0
4	58.4	14.0	19.9	7.8	72.4	27.6
LSD.05	ns	ns	3.2	ns	ns	ns
C × P	*	ns	*	ns	*	*

<sup>†</sup>Seeds were imbibed for 5 hours into 2 ppm BA solution and then illuminated for 5 minutes with red light during different aeration periods immediately before 6 day culture.

<sup>‡</sup>Hypocotyl length of the sprouts cultivated for 6 days after the aeration.

ns, \*Nonsignificant or significant at 0.05 probability, respectively.

**Table 2.** Effect of aeration period after BA treatment on morphological characters of soybean sprouts<sup>†</sup>.

Parameters	Lateral root formation		Length		Diameter	
	Rate	Number	Hypocotyl	Root	Hypocotyl	Hook
----- % -----      -- no. sprout <sup>-1</sup> --      ----- cm sprout <sup>-1</sup> -----      ----- mm sprout <sup>-1</sup> -----						
Cultivar (C)						
Pungsannamulkong	2.5	0.2	10.5	4.1	2.25	1.53
Sowonkong	18.6	2.2	11.7	5.6	2.44	1.83
Junjery	3.8	0.7	12.0	4.0	2.15	1.64
LSD.05	4.7	0.3	0.3	0.3	0.07	0.04
Aeration period (hrs; P)						
1	11.0	1.4	11.8	5.2	2.27	1.71
2	9.4	1.1	11.1	4.6	2.28	1.65
3	6.8	0.8	11.3	4.2	2.28	1.64
4	5.9	0.8	11.3	4.2	2.29	1.67
LSD.05	3.1	0.4	0.4	0.3	ns	0.04
C × P	ns	*	*	**	ns	ns

<sup>†</sup>Seeds were imbibed for 5 hours into 2 ppm BA solution and then illuminated for 5 minutes with red light during different aeration periods immediately before 6 day culture.

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

일 수 있다고 보고한 결과와 유사하였다. 그러나 Kang & Kim(1997)은 3시간 이상의 aeration 효과를 검정하지 못하였기 때문에 이들과 본 연구결과를 종합하면 세균 발생 억제용 BA를 처리한 이후 첫 관수까지 3~4시간 정도는 침종콩을 공

기중에 노출시켜야 처리효과를 극대화시킬 수 있을 것이다.

BA 처리 이후 첫 관수까지의 경과시간에 따른 공시품종과 처리별 생체중 및 건물중은 Table 3과 같다. 전체 및 각 부위별 생체중은 소원콩에서 가장 많았으며, 풍산나물콩, 준저리

**Table 3.** Effect of aeration period after BA treatment on fresh and dry weights of soybean sprouts<sup>†</sup>.

Parameters	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	----- mg sprout <sup>-1</sup> -----				----- mg sprout <sup>-1</sup> -----			
<b>Cultivar (C)</b>								
Pungsannamulkong	246.9	493.5	46.6	787.0	59.1	20.4	2.3	81.8
Sowonkong	283.9	563.3	48.4	892.6	62.3	23.1	2.4	87.7
Junjery	227.2	450.2	42.5	720.0	53.4	17.6	2.0	73.0
LSD.05	10.8	17.2	3.4	28.0	3.2	0.9	0.2	4.0
<b>Aeration period (hrs; P)</b>								
1	267.5	526.4	52.1	846.0	60.0	20.9	2.5	83.4
2	244.5	488.2	43.6	776.3	58.6	20.3	2.2	81.1
3	248.7	494.4	43.9	787.0	56.7	20.0	2.2	78.9
4	250.1	496.4	43.8	790.2	57.8	20.2	2.1	80.1
LSD.05	12.5	19.9	3.8	32.4	ns	ns	0.2	ns
<b>C × P</b>	ns	**	ns	*	ns	*	ns	ns

<sup>†</sup>Seeds were imbibed for 5 hours into 2 ppm BA solution and then illuminated for 5 minutes with red light during different aeration periods immediately before 6 day culture.

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

순으로 감소하였다. 가공식품종의 건물중도 이와 유사한 반응을 보였다. 한편 aeration 기간에 따른 건물중은 거의 차이가 없었으나, 생체중에서는 1시간 aeration을 가할 경우 자엽, 하배축, 뿌리와 이들의 합계치인 전체 생체중도 가장 많았으며, 이보다 aeration 기간이 길어질수록 각부위별 및 전체 생체중은 처리간 차이가 없었다. 따라서 생산수를 측면에서는 1시간 aeration시키는 것이 합리적이라 할 수 있으나 콩나물 상품성에 현저히 영향을 미치는 세근의 발생을 고려할 경우 (Table 2) BA 처리 직후부터 재배를 위한 첫 관수까지는 적어도 3~4 시간 정도는 침종된 콩을 공기중에 노출시키는 것이 세근 발생을 억제하여 상품화율을 높일 수 있는 적절한 방법으로 사료된다.

## 적 요

콩나물 재배에서 성장조절제 BA 흡수량은 처리방법에 따라 커다란 영향을 받는다. 본 연구는 BA 처리효과를 극대화하여 처리량을 줄일 수 있는 방법을 모색하고자 BA 처리 직후 첫 관수까지 경과시간이 콩나물의 성장과 세근발생에 미치는 영향을 조사하기 위하여 2 ppm BA 용액에 5시간 침종한 풍산나물콩, 소원콩 및 준저리의 종자를 재배시 첫 관수까지 20, 30 및 40°C로 aeration 온도를 달리하거나, 25°C에서 1, 2, 3, 4시간으로 aeration 기간을 달리하여 처리한 후에 6일간 재배한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 침종과 첫 관수간 aeration 온도 및 기간에 따라 가공시

품종의 발아 및 성장 정도는 다른 것으로 조사되었다.

2. 콩나물의 발아 및 성장, 세근발생 개체비율, 개체당 세근수 및 생체중은 BA 용액에 침종한 후 첫 관수까지의 aeration 온도의 영향은 미미한 반면, 가공식품종의 영향을 크게 받는 것으로 조사되었다.

3. 세근발생 개체비율은 aeration 기간을 4시간으로 길게 할수록 감소하였던 반면, 개체당 세근수는 3시간 이상의 aeration 기간간에는 차이가 없었다.

4. 하배축 및 뿌리의 길이는 1시간의 aeration을 가할 경우 가장 길었으나, 3시간 이상 aeration을 가할 경우 차이가 없었다.

5. 자엽, 하배축, 뿌리 및 전체 생체중도 1시간 aeration을 가할 경우 가장 많았으며, 3시간 이상 aeration을 가할 경우 차이가 없었다.

## 사 사

본 논문은 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구비 지원으로 수행된 연구 결과의 일부이며 이에 감사 드립니다.

## 인용문헌

- Bae, K. G., S. W. Nam, K. N. Kim, S. J. Shin, and Y. H. Hwang. 2002. Water uptake and germination of soybean seed as affected by soaking condition. *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 47(3):244-249.
- Kang, C. K., D. W. Yun, Y. K. Kim, and H. T. Choe. 1996. Determina-

- tion 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., A. J. Park, B. S. Jeon, S. Y. Yoon, and S. W. Lee. 2002. Light quality during seed imbibition affects germination and sprout growth of soybean. *Korean J. Crop Sci.* 47(4):292-296.
- Kang, J. H., B. S. Jeon, A. J. Park, and G. A. Song. 2003a. Production system of clean soybean sprout using light, ultra-minimum benzyladenopurine and food additives. Patent number: 0382558, Korean Patent Administration.
- Kang, J. H., B. S. Jeon, S. W. Lee, J. I. Chung, and S. I. Shim. 2003b. Effect of benzyladenopurine treatment time during imbibition on growth of soybean sprouts and its cost. *Korean J. Crop Sci.* 48(3):232-237.
- Kang, J. H. and G. A. Song. 2003. Clean soybean sprouts produced by using light and seed floating on water and its production model. Patent number: 0379839, Korean Patent Administration.
- Kang, C. K. and Y. K. Kim. 1997. Effect of plant growth regulators on growth of soybean sprouts. *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 38(2):103-106.
- 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.
- Park, M. H., D. C. Kim, B. S. Kim, and B. Nahmgoong. 1995. Studies on pollution-free soybean sprout production and circulation market improvement. *Korea Soybean Digest* 12(1):51-67.
- 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.