

BA 침종기간이 숙주나물의 형태와 생장에 미치는 영향

강진호*[†] · 류영섭** · 윤수영** · 전승호** · 김희규**

*경상대학교 생명과학연구소, **경상대학교 농업생명과학대학

Effect of Benzyladenopurine Soaking Period on Growth of Mungbean Sprouts

Jin Ho Kang*[†], Yeong Seop Ryu**, Soo Young Yoon**, Seung Ho Jeon**, and Hee Kyu Kim**

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

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

ABSTRACT: In bean sprout culture water imbibition and benzyladenopurine (BA) treatment are done at the same time. The study was carried out to check the effect of treatment period (3, 5, and 7 hours) on growth of mungbean (cv. Keumseongnogdu, Owoolnogdu, and Zhong Lu 1) sprouts and to analyse its absorption amount on the base of their moisture content. The 3 cultivar seeds were soaked in 50 ppm BA solution immediately before 3 hour aeration and then cultured for 6 days. The sprouts were sorted by 4 categories on the base of hypocotyl length; > 7 cm, 4 to 7 cm < 4 cm, and non-germination, and their morphological characters, fresh and dry weights were measured. The cultivar Zhong Lu 1 had the highest rate in longer than 7 cm hypocotyls of the three cultivars but the lowest one in shorter than 4 cm. Rates of the above 4 categories in cv. Keumseongnogdu, Owoolnogdu showed no significant difference between the treatment periods while one of longer than 7cm hypocotyls in cv. Zhong Lu 1 was decreased with longer treatment period. Lateral roots were less formed with longer treatment period, especially as lengthened from 3 to 5 hours. Hypocotyl and root were also lengthened with longer treatment period and hypocotyl was more thickened in 5 hour treatment period than in the two others. Total fresh and dry weights per sprout showed no significant difference between treatment periods although cv. Zhong Lu 1 relatively faster grew than the other cultivars. In the case of shorter than 5 hour treatment periods the absorption amount of BA was the greatest in cv. Zhong Lu 1 but in 7 hour treatment period it was the greatest in cv. Keumseongnogdu and Zhong Lu 1.

Keywords: mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) sprout, imbibition period, growth, morphological characters, BA absorption

숙주나물의 소비량은 우리나라를 제외한 대부분의 국가에서 콩나물보다 훨씬 많으나, 우리나라에서도 소득수준과 함께 소비도 증가될 것으로 예측되는 작목이다. 우리 국민이 즐겨 먹는 콩나물과 마찬가지로 숙주나물도 생산과정에서 부패와 세균 형성이라는 문제점을 안고 있다. 숙주나물의 생산에서 노출되고 있는 이러한 문제점중에서 부패는 최근 *Colletotrichum acutatum*가 야기하는 탄저병이 주원인인 것으로 보고되고 있어서 가까운 장래에 인체에 해롭지 않는 방제방법이 설정될 수 있을 것으로 예상된다(Kim *et al.*, 2003). 그러나 지구상의 많은 인구가 숙주나물을 즐겨 먹음에도 불구하고 품질을 현저히 떨어뜨리는 세균의 형성을 효율적으로 억제할 수 있는 방법에 관한 연구는 극히 미미한 실정인바 이를 이용하는 사람에게 해가 없으면서 세균의 형성을 억제할 수 있는 방법이 시급히 강구되어야만 할 것이다

숙주나물의 세균 형성 방지에는 다양한 방법이 이용될 수도 있다. 그러나 현재까지 학계에 보고된 것은 indole acetic acid(IAA)나 gibberellic acid(GA₃)보다 BA가 더욱 효과적이며 100 ppm BA 처리농도에서 세균이 거의 돌출되지 않는다는 극히 제한된 내용에 국한되고 있다(Jeong, 1982). 현재로서는 BA를 이용하여 숙주나물의 세균 형성을 효과적으로 억제하기 위한 방법은 생장속성 또는 재배과정에서 숙주나물과 유사한 콩나물의 연구결과를 응용하는 것이 가장 합리적이라고 할 수 있다. 콩나물의 세균 형성을 억제하기 위한 BA 처리는 침종이 끝난 원료콩에 분무하는 기존의 방식보다는 침종과 동시에 BA를 처리하는 침수방식이 보다 효과적이며, 침수방식으로 BA 처리할 경우 4 ppm까지도 처리농도를 낮출 수 있는 것으로 알려져 있다(Kang *et al.*, 1989, 1996, 2002; Park *et al.*, 2002). 이와 더불어 BA와 특정 빛을 복합적으로 처리할 경우 2 ppm에서도 세균 형성을 아주 효과적으로 억제할 수 있는 것으로 보고되고 있다(Kang *et al.*, 2004a, 2004b) 따라서 이러한 연구결과를 숙주나물 생산에 활용할 경우 BA 처리농도를 최소화할 수 있는 방법이 도출될 수도 있을 것이다.

그러나 BA의 처리비용과 인체에 미치는 영향을 고려할 경

[†]Corresponding author (Phone) +82-55-751-5427 (E-mail) jhkang@nongae.gsnu.ac.kr

<Received August 25, 2004>

우 BA 처리농도보다는 BA 흡수량이 더 중요하게 고려되어야 할 요소이다. 콩나물에 있어서 침종기간에 처리가 이루어지는 종자의 BA 흡수량은 수분흡수와 밀접하게 관련되어 있다 (Kim *et al.*, 1988) 종자의 수분흡수는 침종 시작 6시간 정도 까지 급격하게 이루어지고 그 이후에는 아주 완만하나(Kang *et al.*, 2003), 품종, 수온, 침종방법, 침종 이후의 aeration 등이 총체적으로 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Bae *et al.*, 2002, Kang *et al.*, 2004a) 한편 콩나물 재배에서 BA 흡수량은 침종 첫 6시간에 처리하는 것보다 거의 흡수가 이루어진 6시간 이후에 BA 용액에 침종할 경우 성장과 세균 형성에는 영향을 미치지 않으면서도 BA 흡수량을 1/35로 감소시킬 수 있는 것으로 보고되고 있으나(Kang *et al.*, 2003), 노동자의 근무시간이 한정된 생산회사에 이를 적용시키는 데는 한계가 따르는 것으로 평가되었다. 따라서 숙주나물 재배시 BA 흡수량을 최소화하면서도 처리효과를 극대화할 수 있는 침종기간을 우선적으로 설정할 필요가 있다. 본 연구는 숙주나물 재배시 BA 처리량 경감에 필요한 정보를 제공하고자 BA 처리기간에 따른 숙주나물의 성장과 형태 변화, 침종기간에 따른 수분흡수 정도를 기초로 BA 흡수량을 추정하여 보고자 실시되었다.

재료 및 방법

본 연구는 2002년 5월부터 2004년 5월까지 경상대학교 식물자원환경농부 농업생태학 실험실과 경남사천시 사천읍 두랑리 소재 콩나물 생산회사인 초록빛마을에서 수행되었다. 시험재료는 전남농업기술원에서 분양 받은 국내 육성품종 금성녹두와 어울녹두 이외에 수입품종인 중록1호를 3°C의 저온저장고에 보관하면서 녹두종자의 형태, 종피색 및 크기가 다른 것을 제거한 후 시험재료로 사용하였다. 재배는 아래에서 설명하는 바와 같이 BA 농도가 다른 용액에 5시간 침종시킨 후에 전저 3시간 aeration 시킨 종자를 플라스틱 재배통에 넣고는 상면살수기를 이용하여 22°C로 가온된 물을 3시간마다 2회 왕복하는 방법으로 관수함과 아울러 재배실의 대기온도는 22°C 내외가 되도록 조절하였다.

녹두종자를 BA 용액에 침종시키는 기간이 숙주나물의 발아, 성장 및 형태에 미치는 영향을 구명하고자 금성녹두, 어울녹두와 중록1호를 공시품종으로 수온이 20°C 정도인 50 ppm BA 용액에 3, 5, 7시간으로 침종기간을 달리하여 침종한 후에 6일간 재배하였다. 침종기간에 따른 BA 흡수량을 추적하고자 15, 20, 25, 30°C에서 상기 3개 품종의 흡수량을 30분 간격으로 측정하였으며, BA 소모량을 대비하고자 본 시험에서의 침종온도인 20°C의 흡수량을 기준으로 환산하였다.

조사는 상품으로서 출하가 가능한 6일차에 실시하였으며, 발아 및 성장비율은 하배축의 길이를 기준으로 7 cm 이상, 4~7 cm, 4 cm 이하 또는 미발아 종자로 분류하여 전체에 대한 백분율로 환산하였다. 여타 형질은 하배축 길이가 7 cm 이상

인 개체중에서 20개를 취하여 세균수, 하배축 길이 및 직경, 뿌리길이, 본엽을 포함한 자엽 윗부분, 하배축 및 뿌리로 분리하여 이들의 생체중 및 75°C에서 2일간 건조시킨 후에 이들의 건물중을 측정하였다. 세균발생 비율은 전체개수에 대한 세균이 1개 이상 돌출된 개체를 백분율로, 개체당 세균수는 세균이 발생된 개체를 대상으로 계산하였다. 개체당 전체 생체중과 건물중은 본엽까지를 포함한 자엽 윗부분, 하배축 및 뿌리의 생체중과 건물중을 각각 합하는 방법으로 계산하였다.

결과 및 고찰

숙주나물 재배시 침종기간 설정에 관한 기초자료를 확보하고자 증류수에 침종시 침종온도를 달리하여 1시간 간격으로 녹두 종자의 흡수율을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 수분 흡수의 경시적 변화는 공시품종 모두 침종온도가 상대적으로 높은 30°C에서 가장 높았으며, 침종온도가 상대적으로 낮은 15°C에서 가장 낮았다. 그러나 15°C와 30°C 중간 정도의 흡수율을 보인 20°C와 25°C에서는 공시품종 모두 흡수 형태가 거의 유사한 것으로 측정되었다. 한편 침종 초기의 수분 흡수는 중록1호에서 가장 빨랐으나 시간이 경과할수록 금성녹두의 수분 흡수가 촉진되어 침종 후기에는 금성녹두와 중록1호의 수분함량이 거의 비슷하였던 반면, 어울녹두는 이들 품종에 비하여 수분 흡수가 적은 경향을 보였다. 이러한 품종간 흡수량의 차이가 침종시 처리되는 BA의 흡수량 차이로 이어지기 때문에 이러한 흡수량 차이가 녹두 종자로 생산되는 숙주나물의 성장 및 형태에도 크게 영향을 미칠 것으로 예측된다.

20°C의 50 ppm BA 용액에 3, 5, 7시간으로 침종기간을 달리한 후 6일간 재배한 숙주나물의 하배축 길이를 기준으로 7 cm 이상, 4~7 cm, 4 cm 이하 및 미발아 종자의 비율을 조사한 결과는 Fig 2와 같다. 상품성이 가장 높은 하배축 길이가 7 cm 이상인 비율은 침종기간에 관계없이 중록1호에서 가장 높고, 금성녹두, 어울녹두 순으로 낮아졌다. 그러나 금성녹

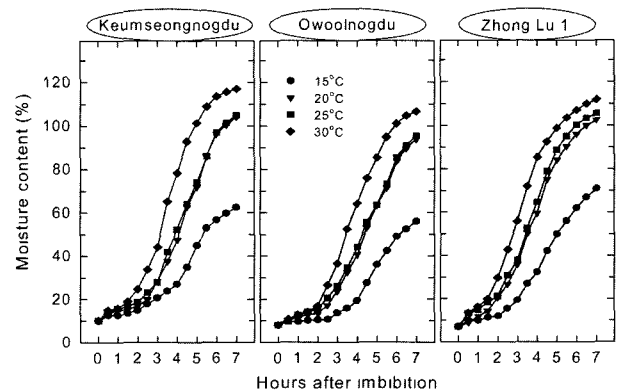


Fig. 1. Effect of imbibition period and temperature on moisture content of three mungbean cultivars

Table 1. Effect of imbibition period on lateral root formation, hypocotyl and root lengths, hypocotyl and root diameters of mungbean sprouts[†].

Parameters	Lateral root formation		Length		Hypocotyl diameter	
	Rate	Number	Hypocotyl	Root	Middle	Upper
	--- % ---	--- no. sprout ⁻¹ ---	--- cm sprout ⁻¹ ---		--- mm sprout ⁻¹ ---	
Cultivars (C)						
Keumseongnogdu	39.7	1.5	9.0	5.6	2.16	1.57
Owoolnogdu	35.9	1.0	7.7	4.4	2.62	1.82
Zhong Lu 1	52.4	4.8	9.8	6.5	2.59	1.98
LSD ₀₅	10.8	0.4	0.2	0.4	0.07	0.07
Imbibition period (hrs, I)						
3	87.1	3.7	9.6	7.2	2.34	1.76
5	26.9	2.3	8.9	5.2	2.52	1.85
7	13.9	1.3	7.9	4.1	2.50	1.77
LSD ₀₅	10.8	0.4	0.2	0.4	0.07	1.07
C × I	*	ns	**	ns	**	ns

[†]Seeds were soaked during different periods into 50 ppm BA solution and then aerated for 3 hours immediately before 6 day culture. ns,***Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

두와 어울녹두는 침종기간에 차이가 거의 없었던 반면, 중록1호는 처리기간이 가장 긴 7시간 침종시 감소되는 경향을 보였다. 상품으로 출하가 가능한 하배축 길이가 4~7cm의 비율은 침종기간이 3 또는 5 시간에서는 하배축 길이가 7cm 이상인 비율과는 달리 어울녹두에서 가장 높고, 금성녹두, 중록1호 순으로 낮아졌으며, 이러한 품종간 차이가 하배축 길이가 극히 짧고 기형인 4cm 이하의 비율에서도 동일한 경향을 보였다. 시판중인 숙주나물은 대부분 중록1호 종자를 수입하여 생산된 것이기 때문에 3~5시간 침종시키는 것이 적절할 것으로 사료된다

BA 용액에 3, 5, 7시간으로 침종시간을 달리한 후 6일간

재배한 숙주나물의 형태를 조사한 결과는 Table 1과 같다. 세균 발생비율, 개체당 세균수, 하배축과 뿌리 길이, 자엽 바로 아래의 하배축 상단 부분의 직경은 금성녹두와 어울녹두에 비하여 중록1호에서 큰 것으로 나타나 중록1호가 상대적으로 생장속도가 빠른 것으로 나타났다 침종기간에 따른 변화로서 세균발생 비율과 개체당 세균수는 침종기간이 3시간에서 7시간으로 길어질수록 감소하였으나 3시간에서 5시간으로 연장할 경우 현저히 줄어드는 것으로 나타났다 하배축과 뿌리 길이도 세균 형성과 유사한 결과를 보였으나, 하배축 직경은 5시간 침종시 상대적으로 굵은 경향을 보였다. 상품성에 큰 영향을 미치는 하배축 길이와 중간부분의 직경은 공시품종과 침종

Table 2. Effect of imbibition period on fresh and dry weights of the components in mungbean sprouts[†]

Parameters	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	----- sprout ⁻¹ -----				----- sprout ⁻¹ -----			
Cultivars (C)								
Keumseongnogdu	58.9	376.6	28.5	463.9	8.8	16.9	1.6	27.2
Owoolnogdu	81.2	397.4	27.1	505.7	13.1	18.0	1.4	32.6
Zhong Lu 1	68.3	630.5	39.5	738.2	11.6	28.4	2.1	42.2
LSD ₀₅	4.6	31.9	2.4	34.7	0.9	1.4	0.2	2.3
Imbibition time (hrs, I)								
3	69.8	458.2	35.3	563.3	10.4	20.8	2.0	33.2
5	66.5	475.9	30.3	572.7	10.8	21.3	1.7	33.8
7	72.0	470.4	29.5	571.9	12.3	21.2	1.5	35.0
LSD ₀₅	4.6	ns	2.4	ns	0.9	ns	0.2	ns
C × I	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

[†]Seeds were soaked during different periods into 50 ppm BA solution and then aerated for 3 hours immediately before 6 day culture. ns Nonsignificant between treatment levels or factors at 0.05 probability

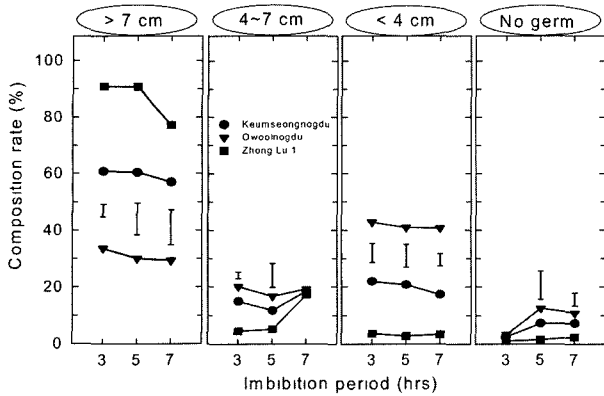


Fig. 2. Effect of imbibition period into 50 ppm BA solution on composition rate of mungbean sprouts sorted by their hypocotyl length. The sprouts were cultured for 6 days after BA treatment. The vertical bars indicate values of LSD 05

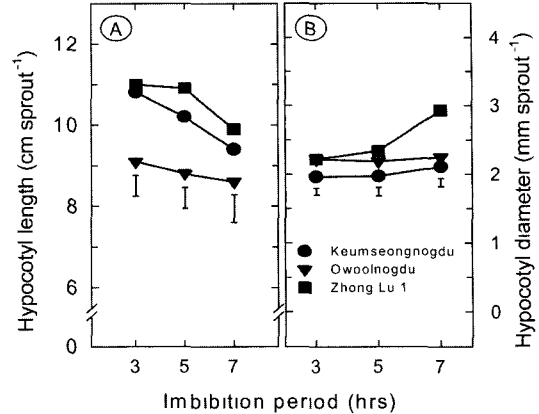


Fig. 3. Effect of imbibition period into 50 ppm BA solution on hypocotyl length (A) and diameter (B) of mungbean sprouts. The sprouts were cultured for 6 days after BA treatment. The vertical bars indicate values of LSD 05.

Table 3. Effect of imbibition period done at 20°C on moisture content (MC) of mungbean cultivars and their indexes.

Imbibition period	Keumseongnogdu		Owoonogdu		Zhong Lu 1	
	MC	Index	MC	Index	MC	Index
-- hours --	-- % --		-- % --		-- % --	
3	28.5	40	23.7	33	36.0	50
5	72.0	100	63.3	88	84.1	117
7	104.0	144	93.8	130	102.5	143

기간간에 상호작용이 있는 것으로 분석되어 이를 도시한 것은 Fig 3으로서 금성녹두와 어울녹두의 하배축 길이와 중간부분의 직경은 침종시간이 길어질수록 계속 짧아지거나 굵기에 변화가 없는 반면, 중록1호는 5시간에서 7시간으로 연장할 경우 하배축이 짧아지고 하배축 직경은 현저히 굵어지는 것으로 나타났다. 세근의 발생, 하배축 길이 및 직경을 고려할 경우 숙주나물의 재배를 위한 침종은 5시간 이상 행하여져야 할 것으로 판단된다.

BA 용액에 3, 5, 7시간으로 침종시간을 달리한 후 6일간 재배한 숙주나물의 생체중과 건물중을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 중록1호는 금성녹두와 어울녹두에 비하여 하배축과 뿌리의 무게 증가로 개체당 전체 생체중 및 건물중이 가장 큰 것으로 조사되었다. 침종시간에 따른 변화로서 개체당 전체 생체중과 건물중은 침종기간간에 차이가 없었으며, 공시품종과 침종기간간에도 상호작용이 없는 것으로 분석되어 이들 처리요인의 단순효과만 영향을 미친다고 할 수 있다. 그러므로 침종기간의 長短은 숙주나물의 생산수율에 영향을 미치는 것이 아니라 상품성과 관련된 하배축의 성장과 형태에 크게 영향을 미친다고 할 수 있다 따라서 하배축의 구성비율(Fig. 2)과 세근형성과 하배축 길이 및 직경을 고려할 경우(Table 1) 5시간

침종시키는 것이 적절한 방법으로 사료된다.

생산단가에 영향을 미치는 BA의 소모량을 상기에 제시된 20°C에서의 흡수형태로 분석한 것은 Table 3과 같다. 금성녹두 종자를 5시간 침종시킬 경우의 흡수량을 100으로 환산한 지수는 금성녹두와 중록1호에 비하여 침종기간에 관계없이 어울녹두에서 가장 낮았다. 그러나 중록1호는 금성녹두에 비하여 5시간 이하로 침종할 경우 높았으나, 7시간 침종할 경우 거의 비슷한 것으로 분석되었다. 시중에 판매되는 대부분의 숙주나물이 중록1호인 점을 고려할 경우 세근 발생을 방지하기 위하여 이용되는 BA의 처리비용은 침종기간이 긴 경우 보다 짧을수록 증가된다고 할 수 있다. 특히 5시간 정도 침종이 이루어져야 한다는 본 시험의 결과로부터 시판 숙주나물의 대부분이 중록1호라는 점을 고려할 경우 BA 소모량이 다른 품종에 비하여 월등히 많기 때문에 침종 후에 남은 BA 용액을 재이용하는 방법 등 BA의 소모량을 경감시킬 수 있는 방법도 아울러 강구되어야 할 것으로 사료된다.

적 요

숙주나물의 세근 발생을 방지하기 위한 BA 처리는 주로 침종기간에 행하여진다. 본 연구는 숙주나물 생산에서 BA 흡수량과 관련된 침종기간의 설정에 필요한 정보를 제공하고자 3개 공시품종(금성녹두, 어울녹두, 중록1호)을 이용하여 침종기간(3, 5, 7시간)에 따른 숙주나물의 성장과 형태, 이들 품종의 흡수량으로 BA 소모량을 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 종자의 수분흡수에서 어울녹두는 침종기간 내내 가장 낮았던 반면, 금성녹두와 중록1호는 침종초기에서는 중록1호가 많았으나 침종 후기에는 거의 비슷한 것으로 나타났다.
2. 상품성이 가장 높은 하배축 길이가 7 cm 이상의 비율은

중록1호에서 가장 높았고, 금성녹두, 어울녹두 순으로 낮아졌으나, 상품화가 불가능한 4 cm 이하의 비율은 7 cm 이상과는 반대의 결과를 보였다. 침종기간이 7시간으로 길어질수록 하배축 길이가 7 cm 이상의 비율이 감소되는 중록1호를 제외하고는 침종기간간에 뚜렷한 차이가 없었다

3. 세근은 침종기간이 길수록 적게 형성되었으나 3시간에서 5시간으로 연장할 경우 현저히 줄어드는 경향을 보였다. 하배축과 뿌리 길이는 침종기간이 길수록 짧아졌으나 하배축 직경은 5시간 침종시 대체로 굵은 것으로 나타났다.

4. 개체당 전체 생체중과 건물중은 생장이 상대적으로 빠른 중록1호에서 가장 많았으며, 침종기간의 장단간에는 차이가 없었다.

5. 흡수량으로 평가된 BA 소모량은 침종기간이 5시간보다 짧은 경우 중록1호에서 가장 많았던 반면, 7시간 침종시킬 경우 금성녹두와 중록1호가 거의 비슷하게 많은 것으로 분석되었다.

사 사

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

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 Korean J Crop Sci. 47(3) . 244-249
- Jeong, S H. 1982 Studies on sprout production and effect of some growth regulator treatment on the growth of soybean and mungbean sprout MSc Thesis, Kyung Hee University
- 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, 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
- Kang, J H, B. S Jeon, S W Lee, J I Chung, and S I. Shim 2003 Effect of benzyladenopurine treatment time during imbibition on growth of soybean sprouts and its cost Korean J Crop Sci 48(3) 323-237
- Kang, J H, B. S Jeon, Y J Cho, C J Park, S Y Yoon, and S H Jeon 2004a Effects of aeration temperature and period after BA treatment on growth and lateral root formation of soybean sprouts Korean J Crop Sci 49(3) 216-221
- Kang, J H, Y J. Cho, B. S. Jeon, S Y. Yoon, S H. Jeon, and H K Kim 2004b. Effects of benzyladenopurine concentration on growth and morphology of soybean sprouts and comparison with selling products Korean J Plant Res 17(2) · 94-101
- Kim, D. Y, I S. Suh, and C O Rhee 1988 Effect of temperature on the water uptake during soaking of soybeans J Korean Agric Chem 31(1) · 46-51
- Kim, D K, S C Lee, J H Kang, and H K Kim 2003. Colletotrichum disease of mungbean sprout by *Colletotrichum acutatum* Plant Pathology J 19(4) 203-204
- 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