

침종액 중 BA 농도에 따른 숙주나물의 생장

강진호*† · 류영섭** · 윤수영** · 전승호** · 김승락**

*경상대학교 생명과학연구소, **경상대학교 농업생명과학대학

Effect of Benzyladenopurine Concentration in Soaking Solution on Growth of Mungbean Sprouts

Jin Ho Kang*†, Yeong Seop Ryu**, Soo Young Yoon**, Seung Ho Jeon**, and Seung Rack Kim**

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

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

ABSTRACT: Benzyladenopurine (BA), a synthetic chemical commonly used for bean sprout culture, should be minimized for wellbeing foods or not be applied. The study was done to check the effect of different BA concentrations treated during 5 hour imbibition on growth and morphological characters of mungbean sprouts. The mungbean seeds of 3 cultivars (Keumseongnogdu, Owoolnogdu, and Zhong Lu 1) were imbibed for 5 hours in the solutions with different BA concentrations (0, 25, 50, 75, and 100 ppm) before 3 hour aeration. On the 6th day after culture, the mungbean 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 morphological characters, fresh and dry weights were measured. Regardless of cultivars the composition rate of hypocotyls of longer than 7 cm was decreased with increased BA concentration over 50 ppm while the reverse result was true in the rate of shorter than 4 cm. In the rate of 4 to 7 cm. cv. Owoolnogdu showed the highest rate in its 50 ppm concentration although cv. Keumseongnogdu and Zhong Lu 1 showed similar result to the above two rates. Formation rate and its number of lateral roots were largely changed around 50 ppm concentration but the roots was not formed in over its 75 ppm concentration. Hypocotyl and root lengths of all the cultivars were shortened with increased BA concentration. In the diameter of middle part of hypocotyl, 3 cultivars showed nearly the same responses as the rate of 4 to 7 cm hypocotyls. Hypocotyl and total fresh weights per sprout were heavier in BA treated sprouts than in no treated ones but the weights of the former sprouts were not influenced by its different concentrations.

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

식품으로부터 제공되는 필수 영양분은 우리나라의 경우 옛부터 식량과 원예작물의 생산물로부터 주로 공급되어져 왔다. 곡류는 저장을 통하여 연중 이용되는 반면, 채소는 저장기간이 비교적 짧고 계절적으로 생산의 제약을 받기 때문에 수급이 일정하지 않다. 현재는 영농기술 및 농자재 확보가 용이하여 원예작물 수급의 계절적 편중 현상이 완화되었다고는 하나 가격편차가 심하기 때문에 일반 서민은 이용에 대한 부담을 느끼고 있다. 이러한 이유로 인하여 예로부터 우리 조상들이 이용하여 왔던 두채, 주로 숙주나물과 콩나물은 가격 등락이 적을 뿐만 아니라 여타 원예작물과는 달리 계절적으로 공급의 제한을 받지 않기 때문에 꾸준히 애용되어 왔다(Park *et al.*, 1995). 이러한 특성을 갖고 있는 콩나물과 숙주나물은 내수시장이 연간 1조원 정도로 평가되고 있으며, 이중 숙주나물은 연간 2,000억 정도의 거래 규모를 갖고 있는 것으로 추정되고 있다.

숙주나물은 콩나물에 비하여 부드럽고, 식품소재로서 이용범위도 넓은 특성을 가지고 있다. 인구가 많은 일본, 중국, 인도 등 대부분의 국가에서는 숙주나물을 우리나라에서 소비되고 있는 콩나물처럼 이용하고 있다. 세계적으로 많은 인구가 숙주나물을 이용하고 있음에도 불구하고 아직도 숙주나물 생산에서 해결하여야 할 과제는 콩나물 재배에서 노출되는 문제점과 같이 주로 *Colletotrichum acutatum*에 의하여 일어나는 부패와 세균 발생으로 집약되고 있다(Kang *et al.*, 1989, 1996, Kim *et al.*, 2003). 전자는 부패원인균의 동정이 이루어져 가까운 시기에 방제방법이 확립될 수 있을 것으로 예상되나 후자의 문제점을 해결하기 위한 연구는 극히 미미한 실정에 있다. 숙주나물의 세균 형성으로 생장억제, 영양분 감소, 섬유소의 증가, 식미 감소, 이의 제거를 위한 시간소모와 번거로움, 이용부위의 감소 등 많은 손실을 소비자는 감수하여야 하고, 생산자는 상품성 하락 및 상실 등으로 결국 생산회사의 경영을 압박하는 경제적 손실로 연결된다. 그러므로 숙주나물 생산에서 세균발생을 확실하게 차단할 수 있는 방법을 확립하

†Corresponding author (Phone) +82-55-751-5427 (E-mail) jhkang@nongae.gsnu.ac.kr <Received August 25, 2004>

는 것이 아주 중요하다고 할 수 있다.

세균발생을 방지하는 방법에 대한 연구결과는 콩나물에서는 다수 보고되고 있으나 숙주나물에서는 극히 미미한 실정이다. 콩나물과 숙주나물 모두 침종 과정 또는 말미에 처리되는 생장조절제 BA에 주로 의존하여 오고 있다(Kang *et al.*, 1989, 1996). 콩나물에 있어서 세균 발생억제를 위한 BA 처리는 분무보다는 침종이 보다 효과적이며, 침종시 4 ppm BA 농도로도 세균의 발생을 방지할 수 있는 것으로 보고되고 있다(Kang *et al.*, 1996; Kang *et al.*, 2002a). 이와 더불어 BA 흡수량을 줄이기 위하여는 흡수량이 많은 침종 초기보다 침종 시작 6시간 후에 처리하여야 하며(Kang *et al.*, 2003), BA 용액에 침종시 특정과장대의 빛을 처리할 경우 처리량을 경감시키는 것은 가능하며(Kang *et al.*, 2002a; Park *et al.*, 2002), 심지어 생산수율이 낮더라도 BA를 처리하지 않고도 재배가 가능한 것으로 알려져 있다(Kang *et al.*, 2002b, 2004).

그러나 숙주나물에서 세균 형성을 억제하기 위한 연구는 극히 미미한 실정으로 Jeong(1982)은 gibberellic acid(GA)와 indole acetic acid(IAA)보다는 BA의 처리효과가 크며 100 ppm BA 처리농도에서 세균 발생을 방지할 수 있다고 보고한 바 있다. 콩나물에 비하여 상대적으로 고농도의 BA를 처리하고 있는 숙주나물에서도 앞서 설명한 바와 같이 콩나물에 대한 연구결과를 활용한다면 이의 처리량을 줄이는 것은 가능할 것으로 예측된다. 본 연구는 세균 발생억제를 위하여 처리되는 BA 농도가 숙주나물의 발아와 생장 정도에 미치는 영향을 조사하여 숙주나물 재배에서 BA 처리량을 줄일 수 있는 방법을 강구하고자 실시되었다.

재료 및 방법

본 연구는 2002년 5월부터 2004년 5월까지 경상대학교 식물자원환경학부 농업생태학 실험실과 경남 사천시 사천읍 두량리 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 종자를 3시간 aeration 시킨 후에 플라스틱 재배통에 넣고는 상면살수기를 이용하여 22°C로 가온된 물을 3시간 간격으로 각각 2회 왕복하는 방법으로 관수함과 아울러 재배실의 대기온도를 22°C 내외가 되도록 조절하였다.

시험은 2개 항목으로 분리되어 실시되었다. 먼저 BA 처리농도가 숙주나물의 품질에 가장 밀접하게 관련된 세균의 발생에 미치는 영향을 파악하여 BA 처리농도를 일정 범위 내로 좁혀보고자 어울녹두와 중록1호를 공시품종으로 수온이 20°C로 조절된 0, 50, 100 ppm BA 용액에 5시간 침종시킨 종자

를 3시간 aeration 시킨 후에 6일간 재배하였다. 선행된 시험에서 100 ppm 처리농도에서 세균이 거의 관찰되지 않아 BA 처리농도를 줄일 수 있는 방법을 모색하여보고자 금성녹두, 어울녹두와 중록1호를 공시품종으로 0, 25, 50, 75, 100 ppm BA 용액에 5시간 침종시킨 종자를 3시간 aeration 시킨 후에 6일간 재배하였다.

조사는 상품으로서 출하가 가능한 6일차에 실시하였으며, 발아 및 생장비율은 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 이상인 개체를 20개 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 세균이 1개 이상 돌출된 개체를 전체개수에 대한 백분율로, 개체당 세균수는 세균이 발생된 개체를 대상으로 계산하였다. 개체당 전체 생체중과 건물중은 본엽을 포함한 자엽 윗부분, 하배축 및 뿌리의 생체중과 건물중을 각각 합하는 방법으로 계산하였다.

결과 및 고찰

녹두종자를 5시간 동안 0, 50, 100 ppm BA 용액에 침종시킨 후 재배한 숙주나물의 개체당 세균수를 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 세균수는 BA를 처리하지 않을 경우 도입품종인 중록1호보다 국내 육성품종인 어울녹두에서 적었다. 그러나 무처리와는 반대로 BA를 처리할 경우 중록1호에서 돌출된 세균이 적었다고 하나 100 ppm에서는 공시품종 모두 돌출된 세균수는 아주 적었다. 이러한 시험결과는 100 ppm의 BA 농도에서 숙주나물의 세균 형성을 억제할 수 있다는 Jeong (1982)의 연구결과와 유사하였다. 따라서 재배기간을 몇 시간 만이라도 줄일 경우 100 ppm 농도에서도 숙주나물의 세균 형

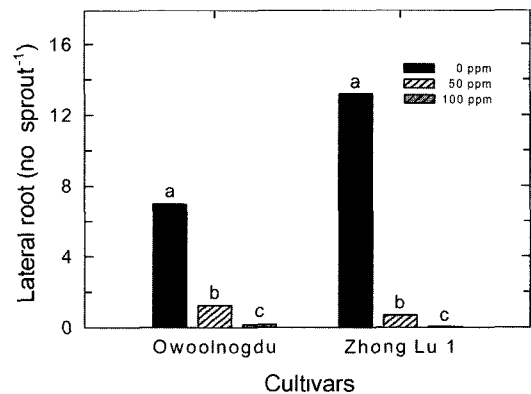


Fig. 1. Effect of BA concentration on formation of lateral roots in mungbean sprouts. Bars having different letters within each cultivar indicate significant difference at 5% level of LSD.

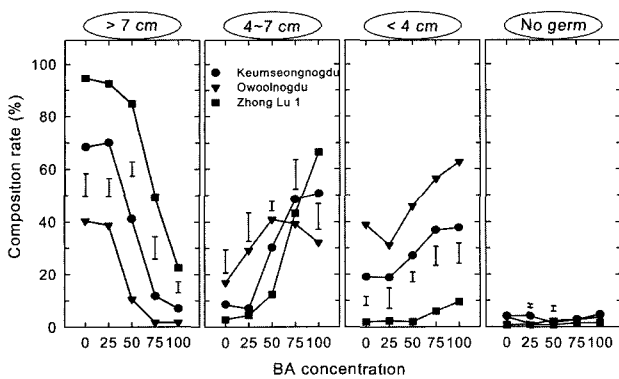


Fig. 2. Effect of BA concentration on composition rate of mungbean sprouts sorted by their hypocotyl length. The sprouts were cultured for 6 days after the BA treatment. The vertical bars indicate the values of LSD.05.

성을 억제할 수 있을 것으로 보이나, BA는 합성된 화학물질이기 때문에 이를 처리하지 않거나 불가피하게 처리하여야 한다면 처리농도를 더욱 줄일 수 있는 방법을 모색하여야 할 것으로 사료된다.

BA 처리농도를 줄일 수 있는 가능성을 모색하여 보고자 BA 처리농도를 달리하여 5시간 침종시킨 후에 재배한 숙주나물의 성장 및 발아 정도를 하배축 길이를 기준으로 분류한 결과를 도시한 것은 Fig. 2와 같다. BA 처리농도에 관계없이 하배축 길이가 7 cm 이상인 A급의 비율은 중록1호에서 가장 높고, 금성녹두, 어울녹두 순으로 감소하였다. 하배축 길이가

4~7 cm인 B급의 비율은 저농도의 BA 처리시에는 어울녹두에서 높았던 반면, 고농도 처리에서는 중록1호에서 높은 것으로 나타났다. 하배축 길이가 4 cm 이하로 비정상 개체인 C급의 비율은 A급과는 반대로 어울녹두에서 가장 높고, 금성녹두, 중록1호 순으로 감소하였다. 한편 BA 처리농도의 영향으로는 처리농도가 증가할수록 A급은 비율이 감소하였던 반면, B급은 50 ppm 이상으로 처리농도를 증가시키면 오히려 감소하였던 어울녹두를 제외하고는 B급과 C급 모두 처리농도가 증가할수록 그 비율이 증가하는 경향을 보였다.

BA 처리농도가 숙주나물의 형태에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 세근발생 비율은 어울녹두와 중록1호에 비하여 금성녹두에서 낮았으며, 개체당 세근수는 중록1호에서 가장 많았고, 어울녹두, 금성녹두 순으로 감소하였다. BA 처리농도에 대한 세근발생 비율과 세근수는 75 ppm BA 농도까지는 처리농도가 증가할수록 감소하였으며, 특히 25 ppm에서 75 ppm 중간인 50 ppm을 기준으로 현저히 줄어드는 것으로 나타났다. 하배축과 뿌리의 길이는 중록1호에서 가장 길고, 금성녹두, 어울녹두의 순으로 짧아졌으며, 하배축 중간과 자엽 아래 부분의 직경도 어울녹두와 중록1호에 비하여 금성녹두에서 가는 경향을 보였다. 한편 BA 처리농도에 대한 하배축과 뿌리의 형태변화로는 하배축과 뿌리 길이는 처리농도가 증가할수록 짧아지는 경향을 보였다. 하배축 직경에서 중간부분은 BA 처리농도가 증가할수록 굵어졌던 반면, 자엽 아래 부분은 BA를 처리할 경우 처리농도간 차이가 없었다 할지라도 증류수에 침종하는 BA 무처리에 비하여 BA를 처리할

Table 1. Treatment effect of BA concentration on lateral root formation, hypocotyl and root lengths, hypocotyl and root diameters of mungbean sprout[†]

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	34.6	1.1	9.1	5.2	2.24	1.53
Owoolnogdu	44.7	1.8	7.8	4.4	2.47	1.68
Zhong Lu 1	45.4	3.6	10.1	6.1	2.67	1.98
LSD 05	10.1	0.4	0.2	0.4	0.06	0.03
BA concentration (ppm; B)						
0	96.4	5.0	10.4	9.4	2.00	1.52
25	82.0	3.8	9.7	6.1	2.35	1.77
50	21.0	1.8	9.0	4.3	2.62	1.76
75	4.4	0.1	8.2	3.5	2.60	1.80
100	5.9	0.1	7.6	2.8	2.72	1.79
LSD 05	13.1	0.5	0.2	0.5	0.08	0.05
C × B	ns	**	**	**	**	**

[†]Seeds were soaked for 5 hours into the solutions with different BA concentrations and then aerated for 3 hours immediately before 6 day culture.

ns, **Nonsignificant or significant at 0.01 probability, respectively.

Table 2. Treatment effect of BA concentration on fresh and dry weights of the components in mungbean sprout[†].

Parameters	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	----- mg sprout ⁻¹ -----				----- mg sprout ⁻¹ -----			
Cultivars (C)								
Keumseongnogdu	58.6	375.6	31.4	465.5	9.2	16.3	1.8	27.3
Owoolnogdu	75.6	374.7	27.6	477.9	12.9	17.1	1.7	31.7
Zhong Lu 1	71.9	591.1	36.6	699.6	13.7	26.4	2.4	42.4
LSD.05	3.3	19.7	1.6	21.6	0.8	0.9	0.1	1.6
BA concentration (ppm, B)								
0	67.3	365.9	47.4	480.6	11.4	18.2	3.3	32.8
25	68.1	471.6	33.8	573.6	10.8	19.8	1.9	32.5
50	71.7	477.8	29.2	578.7	12.1	20.7	1.7	34.5
75	69.3	456.6	24.6	550.5	12.6	20.2	1.3	34.2
100	66.9	463.8	24.4	555.1	12.8	20.8	1.4	35.0
LSD.05	4.3	25.4	2.1	27.9	1.1	1.2	0.1	2.1
C × B	*	*	**	ns	ns	ns	**	ns

[†]Seeds were soaked for 5 hours into the solutions with different BA concentrations and then aerated for 3 hours immediately before 6 day culture
 ns,***Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

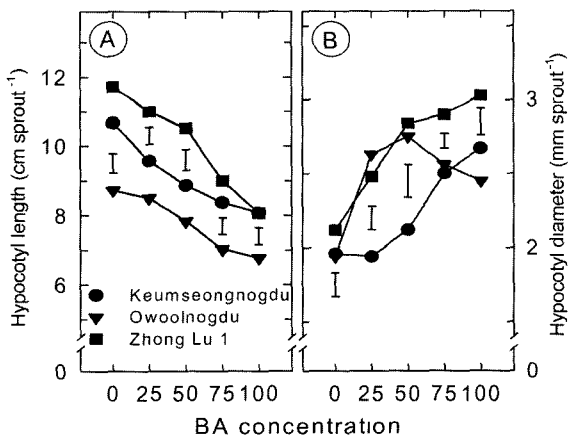


Fig. 3. Effect of cultivar and BA concentration on hypocotyl length and diameter of mungbean sprouts. The sprouts were cultivated for 6 days after the BA treatment. The vertical bars indicate values of LSD.05.

경우 굵어지는 것으로 조사되었다. 두채의 상품성에 가장 큰 영향을 미치는 세근의 형성은 BA만 처리할 경우 100 ppm 농도로 처리되어야 방지할 수 있었다(Fig 1; Jeong, 1982). BA 처리농도 이외에도 BA 흡수량과 관련된 침종시간과 aeration 방법, 관수, 재배조건과 이러한 과정을 총체적으로 연계시켜 숙주나물의 재배방법을 최적화함으로써(Table 1) 세근 형성 억제용으로 이용되고 있는 BA의 처리량을 더욱 줄일 수 있는 방법이 설정될 수 있을 것으로 사료된다

숙주나물의 상품성에 가장 큰 영향을 미치는 하배축 길이와 직경에서 공시품종과 BA 처리농도간 상호작용이 있어 이를

도시한 것은 Fig. 3과 같다. BA 처리농도가 증가할수록 공시 품종 모두 하배축 길이는 짧아졌던 반면, 하배축 직경은 금성 녹두와 중록1호에서는 처리농도가 증가할수록 굵어졌으나 어울녹두는 50 ppm까지는 증가하였다가 그 이상의 농도에서는 오히려 가늘어지는 경향을 보였다.

BA 처리농도에 따른 개체당 각부위 및 전체 생체중과 건물중의 변화는 Table 2와 같다 전체생체중은 중록1호에서는 주로 하배축의 증가로 현저히 증가되었던 반면, BA를 처리하지 않은 것보다는 BA를 처리할 경우 많았으며, BA를 처리할 경우 25-50 ppm에서 많은 것으로 나타났다. 한편 건물중은 생체중과는 달리 처리농도간 일정한 경향을 보이지 않았다. 따라서 숙주나물 생산수율을 고려한다면 BA 농도를 50 ppm 까지 낮추는 것은 가능할 것으로 예측된다.

이상의 연구결과로 현재 시판 숙주나물의 주원료로 이용되고 있는 중록1호는 50 ppm BA 처리농도에서 상품화율과 관련된 하배축 길이가 7 cm 이상인 비율의 감소가 적었으며, 상품성과 관련된 세근의 형성도 현저히 줄어들었으며, 생산수율과 관련된 개체당 생체중도 가장 많았다 따라서 시장출하용 숙주나물은 수확시기를 약간 앞당긴다면 BA 처리농도를 50 ppm까지도 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

적 요

숙주나물의 세근 발생 억제용으로 이용되고 있는 BA의 처리량을 경감시킬 수 있는 가능성을 탐색하고자 3개 공시품종(금성녹두, 어울녹두, 중록1호)을 이용하여 BA 농도 (0, 25,

50, 75, 100 ppm)를 달리하여 5시간 침종시킨 후에 6일간 재배된 숙주나물의 성장과 형태를 조사하였던 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 공시품종 모두 하배축 길이가 7 cm 이상의 개체비율은 50 ppm 이상에서는 처리농도가 증가할수록 감소하였던 반면, 4 cm 이하의 비율은 오히려 처리농도가 증가할수록 증가하였다. 그러나 4~7 cm의 비율은 처리농도가 증가할수록 증가하였던 금성녹두와 중록1호와는 달리 어울녹두는 50 ppm까지는 증가하였다가 그 이상의 농도에서는 오히려 감소하였다.

2. 세근은 75 ppm 이상의 처리농도에서는 거의 형성되지 않았으며, 세근발생 비율과 개체당 세근수는 50 ppm 처리농도를 기준으로 증감이 큰 것으로 조사되었다.

3 공시품종 모두 하배축과 뿌리 길이는 BA 처리농도가 증가할수록 감소하였다. 그러나 하배축 중간 부분의 직경은 처리농도가 증가할수록 금성녹두와 중록1호에서는 굵어졌던 반면, 어울녹두는 50 ppm 까지는 증가하였다가 그 이상의 농도에서는 오히려 가늘어지는 경향을 보였다

4 하배축 및 전체 생체중은 BA를 처리하지 않은 것에 비하여 처리할 경우 많았던 반면, BA를 처리할 경우 처리농도 간에는 차이가 없었다.

사 사

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

인용문헌

- 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. 2002a 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, 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) : 232-237.
- Kang, J H, G. A Song, B S Jeon, S Y. Yoon, and S H Cho 2002b. Clean soybean sprouts produced by using light and seed floating on water and its production model. Patent number. 379839, Korean Patent Administration
- Kang, J. H., Y J Yoon, B S Jeon, S Y. Yoon, S H Jeon, and H K. Kim. 2004 Effect 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 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
- Park, M H., D. C Kim, B S Kim, and B Nahmgoong. 1995 Studies on pollution-free soybean sprout production and circulation market improvement Korean Soybean Digest 12(1) . 51-67