

관수방법과 BA 처리농도가 숙주나물의 생장과 형태에 미치는 영향

류영섭* · 홍동오* · 이창우* · 김홍영* · 강진호****†

*경상대학교 농업생명과학대학, **경상대학교 생명과학연구원

Effects of Watering Method and BA Concentration on Growth and Morphological Characteristics of Mungbean Sprouts

Yeong Seop Ryu*, Dong Oh Hong*, Chang Woo Lee*, Hong Young Kim*, and Jin Ho Kang****†

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

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

ABSTRACT Utilization of synthetic benzyladenine (BA) for bean sprout production should be reduced or minimized because of elevating production cost and not ascertaining action mechanism to human body. The study was done to compare the effects of BA concentrations under different watering methods (overspraying or underwatering) on growth and morphological characteristics of mungbean sprouts. Seeds of cv. Zhong-Lu 1 were soaked for 5 hours in the solutions with different BA concentrations (0, 10, 20, 30, 40, 50 ppm) before 4 hour aeration, and then were cultured for 6 days by both watering systems. Their morphological characters, fresh and dry weights were measured. Regardless of watering methods, lateral roots were sharply dropped over 30 ppm BA concentrations, and hypocotyl, root and total lengths were shortened with increased BA concentrations although ratios of hypocotyl to root lengths and hypocotyl diameters were enlarged with their increment. Total fresh weights were increased up to 20 ppm in overspraying method but up to 30 ppm in underwatering method mainly due to increment of hypocotyl fresh weights. The sprouts were faster grown in overspraying method than in under-watering method because the former showed longer lengths of hypocotyl and root, and total fresh weights.

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

콩나물과 숙주나물을 일컫는 豆菜는 오래 전부터 인공적으로 재배되어 식품으로 이용되어 왔다. 그럼에도 불구하고

재배형태는 물을 위에서 공급하는 상면살수 방식으로 재배되어 왔으나 최근 들어 물을 아래에서 공급하는 하면담수 방식이 콩나물 재배에 도입되고 있다. 이러한 관수방법의 차이가 재배환경을 변화시킴으로서 상품성과 생산수율에 영향을 미치는 것으로 알려지고 있다. Bae *et al.*(1999)은 3 시간마다 15분간 관수하는 방식으로 콩나물을 재배할 경우 하면담수 방식보다 상면살수 방식에서 재배통 내의 온도가 상대적으로 낮아 생장과 생산수율을 보다 많이 떨어뜨리며, Park *et al.*(1998)도 생산수율 및 온도변화에서 이와 유사한 결과를 보고한 바 있다. 그러나 Kang *et al.*(2004a)은 이들의 보고와는 달리 숙주나물 재배에서 관수간격은 같으나 관수시간을 약 3분간으로 짧게 할 경우 앞서 설명한 이들의 보고와는 상반된 결과를 보고한 바 있다. 따라서 숙주나물의 관수방법에 따라 상면살수 방식과 하면담수 방식의 생산수율과 이에 영향을 미치는 재배환경은 변화될 것으로 예상된다.

세균 형성 유무와 그 정도가 숙주나물의 상품성에 큰 영향을 미친다. 숙주나물의 세균 형성 억제제는 전적으로 BA에 의존하고 있다. 그러나 숙주나물의 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. 그러나 BA는 인체에 대한 유·무해가 논란이 되고 있는 합성화학물질이기 때문에 처리농도를 더욱 줄일 필요가 있다. Kang *et al.*(2004b, d)은 5시간 이상 처리함과 아울러 처리농도를 50 ppm까지 줄여도 세균의 형성을 효과적으로 억제할 수 있다고 보고한 바 있다. 그러나 콩나물의 세균 형성 억제는 BA를 분무보다는 침종 처리하

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

(E-mail) jhkang@gnu.ac.kr <Received February 27, 2006>

는 것이 보다 효과적이며, 침종시 BA 4 ppm으로도 세균 형성을 억제할 수 있는 것으로 보고되고 있다(Kang *et al.*, 1996). 이와 더불어 BA 처리 기간 및 시기(Kang *et al.*, 2003a), BA와 특정 빛의 혼용처리(Kang *et al.*, 2002)로 BA 처리량을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 생산수율이 낮더라도 BA를 처리하지 않고도 재배가 가능한 것으로 알려져 있다(Kang *et al.*, 2003b, 2004e).

숙주나물은 콩나물에 비하여 세균 형성 억제를 위한 BA 투입량이 상대적으로 많다고 할 수 있다. Kang *et al.*(2004c)은 숙주나물 재배시 BA 처리량을 줄여보고자 BA 처리 이후 기간과 온도를 달리하여 aeration 시킨 결과 온도의 영향은 미미한 반면, aeration 기간의 영향을 크게 받으며, 3시간의 aeration을 요하는 콩나물과는 달리 4시간이 가장 적절한 것으로 보고한 바 있다. 따라서 숙주나물 재배시 세균 형성 억제를 위하여 투입되는 BA의 처리효과는 다양한 요인이 단순 또는 복합적으로 영향을 미친다고 할 수 있다. 본 연구는 숙주나물의 재배형태를 구분하는 상면살수 방식과 하면담수 방식의 관수방법에 따라 세균 형성 억제용으로 투입되는 BA의 처리효과를 구명하고자 관수방법별 BA 처리농도가 숙주나물의 성장, 형태 및 세균 형성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시되었다.

재료 및 방법

본 연구는 2002년 5월부터 2004년 5월까지 경상대학교 식물자원환경학부 농업생태학 실험실과 경남 사천시 사천읍 두량리 소재 콩나물 생산회사인 초록빛마을에서 수행되었다. 시험재료는 중록1호 종자를 형태, 종피색 및 크기가 다른 것을 제거한 후 3°C의 저온저장고에 보관하였다. 재배는 아래와 같이 BA 농도가 다른 용액에 5시간 침종시킨 종자를 4시간 aeration 시킨 다음 상면살수 방식에서는 사각플라스틱 재배통(334 × 329 × 304 mm)에, 하면담수 방식에서는 재배기(Ø 850 × 750 mm)에 각각 1.2 kg과 12 kg의 건조종자를 치상하였다. 재배중 관리로 관수는 상면살수 및 하면담수 방식 모두 22°C로 가온된 물을 3시간 간격으로 행하였으며, 상면살수 방식은 살수기(자동살수기, 대덕기계공업사)를 매회 2회 왕복하는 방법으로, 하면담수 방식은 하면담수재배기(치수형재배기, 대덕기계공업사) 위로 약 30초간 물이 넘치도록 3분간 물을 공급하였으며, 재배실의 대기온도도 22°C 내외가 되도록 조절하였다. 기타 관리는 Kang *et al.*(2004a)의 방법에 준하였다.

시험은 2개 항목으로 분리되어 실시되었다. 숙주나물을

재배하던 기존의 상면살수 방식과 최근 기술발달로 인하여 생산현장에 활용되고 있는 하면담수 방식이 BA 처리농도에 영향을 미치는가를 파악하고자 시험1은 0, 10, 20, 30, 40, 50 ppm BA 용액에 5시간 침종시킨 중록1호 종자를 암 상태에서 4시간 aeration 시킨 다음 상면살수 방식으로 수주하면서 재배하였다. 시험2는 시험1과 동일한 방법으로 처리한 중록1호 종자를 하면담수 방식으로 수주하면서 재배하였다.

조사는 상품으로서 출하가 가능한 6일차에 하배축 길이가 7 cm 이상인 20개체를 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. 전체길이는 하배축과 뿌리 길이를 합하는 방식으로, 하배축과 뿌리 길이의 비율은 하배축 길이를 뿌리 길이로 나누는 방법으로 계산하였다. 그리고 개체당 전체 생체중과 건물중은 본엽을 포함한 자엽 윗부분, 하배축 및 뿌리의 생체중과 건물중을 각각 합하는 방법으로 계산하였다.

결과 및 고찰

관수방법이 BA 처리에 미치는 영향을 파악하고자 BA 농도를 달리하여 5시간 침종시킨 후에 상면살수 방식으로 재배한 숙주나물의 세균수, 하배축과 뿌리 길이, 하배축의 중간과 자엽 바로 아래 부분의 직경을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 상면살수 방식으로 재배할 경우 BA 처리농도에 관계없이 세균은 형성되었으나 처리농도가 20 ppm에서 30 ppm으로 증가되면 개체당 세균수는 현저히 줄어들었다. BA 농도가 증가할수록 하배축과 뿌리 길이, 이를 합한 전체 길이는 짧아졌으나, 하배축과 뿌리의 길이 비율(H/R ratio)과 하배축 중간과 자엽 바로 아래 부분의 직경은 커지고 굵어지는 것으로 나타났다.

BA 처리농도를 달리하여 상면살수 방식으로 재배한 숙주나물의 개체당 각부위 및 전체 생체중과 건물중은 Table 2와 같다. 자엽과 뿌리의 생체중은 BA 처리농도가 증가할수록 감소하였던 반면, 하배축과 전체 생체중은 30 ppm까지 처리농도가 증가할수록 증가하였으나 그 이상의 농도에서는 차이가 없었다. 그러나 전체 건물중은 처리농도간 차이가 없었으나, BA를 처리한 것에 비하여 BA를 처리하지 않을 경우 자엽과 뿌리의 건물중은 많았으나 하배축 건물중은 적은 경향을 보였다. 상면살수 방식으로 숙주나물을 재배할 경우 30 ppm 이상 처리할 경우 세균의 형성도 현저히

Table 1. Effect of BA treatment concentration on lateral root formation, hypocotyl and root lengths, hypocotyl and root diameters of mungbean (cv. Zhong-Lu 1) sprout cultured by overspraying method.[†]

BA concentration	Lateral root	Length			H/R ratio	Hypocotyl diameter	
		Hypocotyl	Root	Total		Middle	Upper
-- ppm --	-- no sprout ⁻¹ --	cm sprout ⁻¹				mm sprout ⁻¹	
0	6.9a [‡]	11.0a	12.6a	23.6a	0.87c	2.31d	1.69d
10	5.6ab	11.0a	9.6b	20.3b	1.14b	2.59c	1.98c
20	5.3b	10.4b	8.5b	18.6c	1.22b	2.89b	2.10b
30	0.9c	9.2c	7.1c	17.2c	1.30b	3.14a	2.40a
40	0.2c	9.0cd	5.4cd	14.4d	1.67a	3.15a	2.49a
50	0.2c	8.7d	4.9d	13.6d	1.76a	3.26a	2.46a

[†] Seeds were imbibed for 5 hours into the above BA solutions, and then aerated for 4 hours before 6 day culture.

[‡] For comparison of BA concentrations within the same column, values followed by the same letter are not significantly different by DMRT ($p = 0.05$).

Table 2. Effect of BA treatment concentration on fresh and dry weights of the components in mungbean (cv. Zhong-Lu 1) sprout cultured by overspraying method.[†]

BA concentration	Fresh weight				Dry weight			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
-- ppm --	mg sprout ⁻¹				mg sprout ⁻¹			
0	88.6a [‡]	532.7c	60.1a	681.4c	18.1a	28.0b	4.3a	50.4a
10	81.5b	638.5b	55.4b	775.4b	16.4b	30.8b	3.6ab	50.8a
20	79.2b	740.0a	55.9b	875.1a	16.5b	31.8ab	3.5ab	51.8a
30	74.5c	740.3a	48.9c	863.7a	17.5ab	32.4a	3.1b	53.0a
40	68.7d	720.3a	46.7c	835.7a	16.2b	34.2a	3.0b	53.4a
50	68.0d	716.5a	43.5d	828.0a	16.0b	33.6a	2.9b	52.5a

[†] Seeds were imbibed for 5 hours into the above BA solutions, and then aerated for 4 hours before 6 day culture.

[‡] For comparison of BA concentrations within the same column, values followed by the same letter are not significantly different by DMRT ($p = 0.05$).

줄어들 뿐만 아니라 개체당 전체생체중도 많았던 이상의 시험결과로부터 상면살수 방식에서의 BA 처리농도는 30 ppm이 적절한 것으로 평가된다.

농도가 다른 BA 용액에 5시간 침종시킨 종자를 상기 시험과는 달리 하면담수 방식으로 재배한 숙주나물의 세근수, 하배축과 뿌리 길이, 하배축의 중간과 자엽 바로 아래 부분의 직경을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 하면담수 방식으로 재배할 경우 30 ppm 이상의 BA 처리농도에서는 세근이 전혀 형성되지 않았다. BA 농도가 증가할수록 하배축과 뿌리 길이, 이들을 합한 전체 길이는 짧아졌던 반면, H/R ratio와 하배축 중간과 자엽 바로 아래 부분의 직경은 커져 상기 상면살수 방식의 시험결과와 유사한 경향을 보였다. 그러나 앞서 설명한 상면살수 방식과 하면담수 방식으로 재

배된 숙주나물의 형태와 관련된 시험결과를 비교하면 하면담수 방식으로 재배할 경우 하배축과 뿌리는 짧고, H/R ratio는 작았으며, 자엽 바로 아래의 하배축은 가는 반면, 하배축 중간부분은 굵은 경향을 보였다.

농도가 다른 BA 용액에 5시간 침종시킨 종자를 하면담수 방식으로 재배한 숙주나물의 개체당 각부위 및 전체 생체중과 건물중은 Table 4와 같다. 하배축과 전체 생체중은 30 ppm까지는 처리농도가 증가할수록 증가하였으나 그 이상의 농도에서는 비슷하였다. 그러나 개체당 하배축 및 전체 건물중은 처리농도간 차이가 없었으나, 자엽의 건물중은 40 ppm 이상에서는 적은 경향을 보였다. 상기 상면살수 방식과 하면담수 방식으로 재배한 숙주나물의 생산수율과 관련된 시험결과를 비교하여 보면 건물중은 관수방법간 큰 차

Table 3. Effect of BA treatment concentration on lateral root formation, hypocotyl and root lengths, hypocotyl and root diameters of mungbean (cv. Zhong-Lu 1) sprout cultured by underwatering method.[†]

BA concentration -- ppm --	Lateral root -- no sprout ⁻¹ --	Length			H/R ratio	Hypocotyl diameter	
		Hypocotyl	Root	Total		Middle	Upper
		cm sprout ⁻¹			mm sprout ⁻¹		
0	2.9a [‡]	9.4a	12.9a	22.3a	0.73d	2.69c	1.55c
10	2.4a	8.9b	10.1b	19.0b	0.88c	2.83c	1.70b
20	2.3a	8.6b	8.7c	17.3c	0.99b	3.02bc	1.74b
30	0.0b	7.3c	7.2c	14.5d	1.01b	3.39ab	1.74b
40	0.0b	6.7d	5.9d	12.6e	1.14a	3.55a	1.93a
50	0.0b	6.3d	5.3d	11.6e	1.19a	3.78a	1.87a

[†] Seeds were imbibed for 5 hours into the above BA solutions, and then aerated for 4 hours before 6 day culture.

[‡] For comparison of BA concentrations within the same column, values followed by the same letter are not significantly different by DMRT ($p = 0.05$).

Table 4. Effect of BA treatment concentration on fresh and dry weights of the components in mungbean (cv. Zhong-Lu 1) sprout cultured by underwatering method.[†]

BA concentration -- ppm --	Fresh weight				Dry weight				
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	
		mg sprout ⁻¹				mg sprout ⁻¹			
0	72.5a [‡]	568.7b	60.1a	701.3b	16.2a	30.2a	3.6a	50.0a	
10	72.4a	611.3ab	47.8b	731.5ab	16.4a	31.9a	3.0ab	50.3a	
20	68.6b	636.7a	46.6b	751.9a	16.0a	31.7a	2.7b	50.4a	
30	70.6ab	651.7a	49.5b	771.8a	15.4ab	31.8a	2.6b	49.8a	
40	64.4c	658.4a	47.1b	769.9a	14.6b	31.5a	2.4b	48.4a	
50	66.2c	655.9a	44.6b	766.8a	14.7b	31.8a	2.3b	49.9a	

[†] Seeds were imbibed for 5 hours into the above BA solutions, and then aerated for 4 hours before 6 day culture.

[‡] For comparison of BA concentrations within the same column, values followed by the same letter are not significantly different by DMRT ($p = 0.05$).

이가 없었으나 하면담수 방식으로 재배할 경우 개체당 전체 생체중이 적었으며, 이는 주로 하배축의 생체중 감소에 기인된 것으로 나타났다. 따라서 상면살수 방식보다는 하면담수 방식으로 재배할 경우 재배통 내의 온도가 낮다는 Kang *et al.*(2004a)의 연구결과로부터 재배중의 온도 변화가 숙주나물의 성장에 영향을 미친 결과로 해석된다.

이상의 시험결과를 요약하면 상면살수 방식과 하면담수 방식 모두 30 ppm BA 처리농도를 기점으로 상품성에 가장 큰 영향을 미치는 숙주나물의 세근은 현저히 감소되거나 거의 형성되지 않았으며, 형태와 관련된 길이 및 직경도 짧아지거나 굵어지는 경향을 보였다. 한편 생산수율과 관련된 개체당 전체생체중도 30 ppm 내외에서 증감이 많은 경향을 보였다. 따라서 숙주나물의 세근 형성 억제를 위하여는 100

ppm의 BA를 처리하여야 한다는 Jeong(1982)의 연구결과와 50 ppm BA 농도까지도 감소시킬 수 있다는 Kang *et al.*(2004d)의 연구결과와는 달리 본 시험의 연구결과로는 숙주나물의 성장에 가장 커다란 영향을 미치는 관수방법에 관계없이 30 ppm까지도 BA 농도를 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

적 요

숙주나물의 세근 발생 억제용으로 이용되고 있으나 인체에 대한 유·무해가 밝혀져 있지 않은 BA의 처리량을 경감시킬 수 있는 가능성을 탐색하고자 중록1호를 공시재료로 BA 농도 (0, 10, 20, 30, 40, 50 ppm)를 달리하여 5시간 침

종시킨 후에 상면살수 방식과 하면담수 방식으로 6일간 재배한 숙주나물의 생장과 형태를 조사하였던 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 개체당 세근수는 상면살수와 하면담수 방식 모두 20 ppm에서 30 ppm으로 처리농도가 증가될 경우 급격히 감소하는 경향을 보였다.
2. 관수방법에 관계없이 BA 농도가 증가할수록 하배축, 뿌리 및 전체 길이는 짧아졌던 반면, 하배축과 뿌리 길이의 비율과 하배축 직경은 커지는 경향을 보였다.
3. 개체당 전체생체중은 상면살수 및 하면담수 방식 모두 20 ppm까지 BA 처리농도가 증가될수록 증가되는 경향을 보였으며, 이러한 증가는 주로 하배축의 증가에 기인되었다.
4. 하면담수 방식에 비하여 상면살수 방식으로 재배할 경우 하배축과 뿌리 길이도 길고, 개체당 전체생체중도 많아 숙주나물의 생장은 하면담수 방식보다는 상면살수 방식에서 촉진되는 것으로 나타났다.

사 사

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

인용문헌

- Bae, K.G., I.H. Yeo, and Y.H. Hwang. 1999. Methods of water supply of growth technology on best soybean sprouts. *Korea Soybean Digest*. 16(2) : 57-63.
- 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., 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 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. 2003a. 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. 2003b. Clean soybean sprouts produced by using light and seed floating on water and its production model. Patent pending number 379839, Korean Patent Administration.
- Kang, J.H., Y.S. Ryu, S.Y. Yoon, S.H. Jeon, and B.S. Jeon. 2004a. Growth of mungbean sprouts and commodity temperature as affected by water supplying method. *Korean J. Crop Sci.* 49(6) : 487-490.
- Kang, J.H., Y.S. Ryu, S.Y. Yoon, S.H. Jeon, and H.K. Kim. 2004b. Effect of benzyladenopurine soaking period on growth of mungbean sprouts. *Korean J. Crop Sci.* 49(6) : 477-481.
- Kang, J.H., Y.S. Ryu, S.Y. Yoon, S.H. Jeon, and S.H. Cho. 2004c. Effect of aeration period and temperature after imbibition on growth of mungbean sprouts. *Korean J. Crop Sci.* 49(6) : 472-476.
- Kang, J.H., Y.S. Ryu, S.Y. Yoon, S.H. Jeon, and S.R. Kim. 2004d. Effect of benzyladenopurine concentration in soaking solution on growth of mungbean sprouts. *Korean J. Crop Sci.* 49(6) : 482-486.
- Kang, J.H., Y.J. Yoon, B.S. Jeon, S.Y. Yoon, S.H. Jeon, and H.K. Kim. 2004e. Effect of benzyladenopurine concentration on growth and morphology of soybean sprouts and comparison with selling products. *Korean J. Plant Res.* 17(2) : 94-101.
- Park, W.M. and J.H. Kim. 1998. Effects of watering on yield of soybean sprout. *Korea Soybean Digest* 15(1) : 46-57.