

관수방식에 따른 숙주나물의 성장과 품온 변화

강진호*† · 류영섭** · 윤수영** · 전승호** · 전병삼**

*경상대학교 생명과학연구소, **경상대학교 농업생명과학대학

Growth of Mungbean Sprouts and Commodity Temperature as Affected by Water Supplying Methods

Jin Ho Kang*†, Yeong Seop Ryu**, Soo Young Yoon**, Seung Ho Jeon**, and Byong Sam Jeon**

*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 : Methods for culturing bean sprouts could be divided into two main groups of overspraying and underwatering according to water supplying. The study was done to measure the effect of water supplying method on growth of mungbean sprouts and temperatures inside their culture boxes. The morphological characters, fresh and dry weights were measured on the 6th day after culturing, but temperatures of the boxes were recorded daily by dataloggers. Lateral roots was not formed in the under-watering method (UM) while partially done in the overspraying method (OM). OM had longer hypocotyl but UM had longer root compared to the other. Two water supplying methods, however, had nearly similar total length adding hypocotyl and root lengths, diameters of middle and upper parts of hypocotyl. OM showed more total fresh weight than UM mainly resulting from increment of hypocotyl fresh weight. The fresh weight increment in OM was caused by relatively higher temperature of culture box compared to UM.

Keywords: mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) sprout, water supplying method, growth, morphological characters, temperature

숙주나물은 세계적으로 콩나물보다 소비량이 월등히 많다 우리나라에서는 옛날부터 가정에서 숙주나물을 콩나물처럼 사 계절 길러먹었으나 근년에는 수요가 급격히 증가함에 따라 가정이 아닌 생산업체에서 이를 재배하여 공급하고 있다. 특히 산업기술의 발달로 재배환경을 제어할 수 없는 전통적인 생산방식에서 탈피하여 일부 회사를 중심으로 재배환경을 엄격히 제어할 수 있는 시설까지 나아가고 있다(Park *et al.*, 1995) 그러나 환경을 정밀하게 제어할 수 있는 시설을 갖추려면 초

기 투자비가 많이 투입되어야 하나 투자 대비 수익성이 낮기 때문에 생력화 정도는 업체간 큰 차이를 보이고 있다. 이러한 생력화를 위한 설비중에서 거의 모든 두채생산회사가 사람에 전적으로 의존하여 오던 관수방식을 자동화로 전환시킨 것이라고 할 수 있다

숙주나물 재배를 위한 이러한 자동화된 관수방법은 다양한 형태로 변형되어 이용되고 있다. 그러나 크게는 위로부터 물을 주는 기존의 상면살수 방식과 최근에 개발 보급되고 있는 아래로부터 물을 공급하는 하면담수 방식으로 크게 구분되고 있다. 이러한 방식들은 관수간격을 일정하게 조절할 수 있는 공통점을 가지고 있다(Bae *et al.*, 1999; Park & Kim, 1998). 그러나 물이 공급되는 시간은 상면살수 방식은 살수기가 왕복하는 회수에 따라, 하면담수 방식은 물이 공급되어 배출되는 시간을 조절하는 형태로 관수량이 결정된다. 이와 더불어 상면살수 방식은 숙주나물이 물에 완전히 잠기지 않는 반면, 하면담수 방식은 물 속에 잠기는 차이점을 가지고 있다 이러한 차이점으로 인하여 재배기 또는 재배통 내의 온도를 포함한 미세환경이 변화될 것으로 보이며 그 결과 숙주나물의 성장에도 영향을 미칠 것으로 예상된다(Kim *et al.*, 2000a, 2000b).

재배형태를 구분하는 이러한 관수방법이 재배중인 숙주나물에 미치는 영향을 조사한 연구는 거의 전무하나 콩나물에 있어서 일부 연구가 진행되어 그 결과가 보고되고 있다(Jeong, 1982). Bae *et al.* (1999)은 3시간마다 15분간 관수하는 방식으로 재배할 경우 하면담수 방식보다 살수기가 왕복하는 상면살수 방식에서 발아속도, 생산수율 뿐만 아니라 재배통내의 CO₂ 농도와 품온도 낮으며, Park *et al.* (1998)도 생산수율 및 온도 변화에서 이와 유사한 결과를 보고한 바 있다. 한편 숙주나물의 부패는 주로 *Colletotrichum acutatum*가 야기하는 탄저병으로서 고온에서 발병이 현저한 것으로 알려져 있다(Kim *et al.*, 2003). 따라서 관수방식에 따라 초래되는 온도를 포함한 미기상의 차이가 콩나물과 유사한(Kim *et al.*, 2000a; Park

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

& Kim, 1998) 숙주나물의 성장, 형태, 부패, 나이가 최종적으로 생산업체의 제품경쟁력에도 영향을 미칠 것으로 예측된다. 본 연구는 두채생산에서 재배형태를 구분하는 상면살수 방식과 하면담수 방식이 숙주나물의 성장, 색도 및 재배과정에서 온도변화에 미치는 영향을 조사하여 숙주나물 생산에 필요한 정보를 제공하기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

본 연구는 2002년 5월부터 2003년 8월까지 경상대학교 식물자원환경학부 농업생태학 실험실과 경남 사천시 사천읍 두량리 소재 콩나물 생산회사인 초록빛마을에서 수행되었다. 시험재료는 시중에 판매중인 숙주나물의 원료로 주로 이용되고 있는 수입품종 중록1호 종자를 형태, 종피색 및 크기가 다른 것을 제거한 후 3°C의 저온저장고에 보관하였다. 재배 직전 보관중인 녹두종자를 50 ppm BA 용액에 5시간 침종시킨 후 3시간의 aeration 시켰다. 재배는 아래와 같이 관수방법을 달리하면서 대기온도가 22°C인 재배실에서 6일간 재배하였으며 기타 관리방법은 Kang *et al.*(2003)의 방법에 준하여 실시하였다.

숙주나물의 재배형태를 결정하는 요소인 상면살수와 하면담수의 관수방법 차이가 숙주나물의 성장, 색도 및 물성에 미치는 영향을 구명하고자 중록1호 종자를 12 kg 생산용 사각 플라스틱 재배통과 100 kg 생산용 하면담수 재배기에 각각 1.8 kg과 18 kg의 건조종자를 상기와 같이 침종한 후 재배하였다. 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 공급하였다.

조사는 재배를 시작한 6일 후에 반복당 하배축 길이가 7 cm 이상인 20개체를 취하여 세근수, 하배축과 뿌리 길이, 하배축 중간부분과 자엽 바로 아래의 직경을 측정하였다. 이러한 형질을 측정된 개체들을 하배축, 뿌리 및 자엽 이상의 부분으로 분리한 후 생체중을 측정하였으며, 이들을 개별 봉투에 넣어 75°C에서 2일간 건조시킨 후에 건물중을 측정하였다. 개체당 전체 생체중과 건물중은 하배축, 뿌리 및 자엽 이상의 부분을 각각 합산하는 방법으로 계산하였다.

한편 대기 또는 재배기와 재배통의 온도는 하면담수 재배기와 플라스틱 재배통의 중앙에 방수용 온도측정기(Water Pro, HOBO Co., USA)가 항상 위치하도록 4개 방향으로 끈으로 묶어 고정시킨 후에 계속 측정하였다. 색도는 색도계(CM-3500d, Minolta Co., Japan)를 사용하여 L, a, b값으로, 전단력은 Texture Analyzer(TA-XT2, Haslemere Co., England)에 Warner-Bratzler blade를 장착시켜 shearing force를 측정하였다.

결과 및 고찰

상면살수와 하면담수의 관수방법 차이가 숙주나물의 하배축과 뿌리 길이, 하배축의 중간 부분과 자엽 바로 아래 부분의 직경에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 하배축 길이는 하면담수 방식으로 재배한 것에 비하여 상면살수 방식으로 재배할 경우 길었던 반면, 뿌리 길이는 짧았으나, 하배축과 뿌리를 합한 전체길이는 관수방법간에 차이가 없었다. 하배축 직경도 관수방법간에 차이가 없었다. 이와 더불어 개체당 세근수와 하배축과 뿌리 길이의 비율을 계산한 것은 Fig. 1의 (A) 및 (B)로서 세근수는 하면담수 방식에 비하여 상면살수 방식으로 관수할 경우 많이 형성되었고, 뿌리 대비 하배축 길이의 비율도 높았다. 따라서 상면살수 방식은 뿌리보다는 하배축의 신장을 촉진시킨다고 할 수 있다.

상면살수와 하면담수의 관수방법 차이가 숙주나물의 각부

Table 1. Effect of water supplying method on lateral root formation, hypocotyl and root lengths, hypocotyl and hook diameters of mungbean (cv. Zhong Lu 1) sprouts[†].

Supplying method	Length		Hypocotyl diameter	
	Hypocotyl	Root	Middle	Upper
	---- cm sprout ⁻¹ ----		---- mm sprout ⁻¹ ----	
Overspraying	12.9	7.5	2.65	2.07
Underwatering	11.0	9.2	2.67	1.92
LSD ₀₅	1.7	0.9	ns	ns

[†]Seeds were imbibed for 5 hours into 50 ppm BA solutions, and then aerated for 3 hours immediately before 6 day culture. ns Nonsignificant between the treatments.

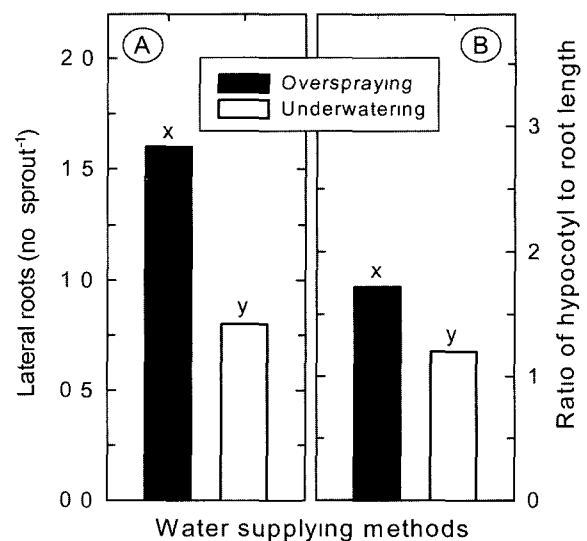


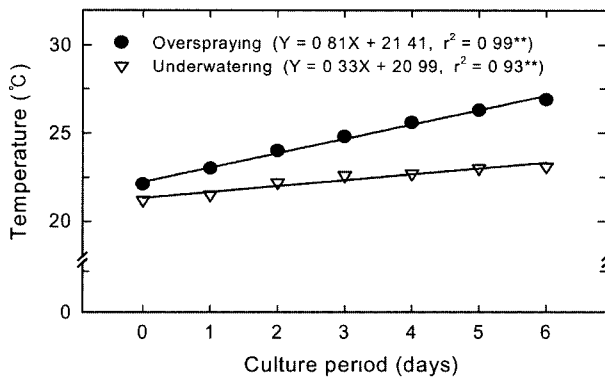
Fig. 1. Effect of water supplying method on lateral root formation (A) and ratio of hypocotyl to root length (B) in mungbean (cv. Zhong Lu 1) sprouts. Bars having different letters are significantly different by LSD₀₅.

Table 2. Effect of water supplying method on fresh and dry weights of the components in mungbean (cv Zhong Lu 1) sprouts[†].

Parameters	Fresh weight				Dry weight			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	---- mg sprout ⁻¹ ----				---- mg sprout ⁻¹ ----			
Overspraying	51.2	909.6	38.5	999.3	8.0	37.7	1.9	47.6
Underwatering	63.8	746.4	40.2	850.4	10.5	33.9	2.3	46.7
LSD ₀₅	6.4	*38.7	ns	44.7	0.6	1.9	0.2	ns

[†]Seeds were imbibed for 5 hours into 50 ppm BA solutions, and then aerated for 3 hours immediately before 6 day culture

^{ns}Nonsignificant between the treatments

**Fig. 2.** Temperature affected by different watering methods in culturing mungbean sprouts

위, 전체 생체중과 건물중에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 하배축 및 개체당 전체 생체중은 하면담수 방식에 비하여 상면살수 방식으로 재배할 경우 많았던 반면, 자엽 윗부분의 생체중은 오히려 하면담수 방식으로 재배할 경우 많았다. 개체당 전체 건물중은 관수방법간 차이가 없었으나, 자엽 윗부분과 하배축의 건물중은 이들 부위의 생체중과 유사한 결과를 보였다. 숙주나물의 생체중에 크게 영향을 미치는 상면살수와 하면담수 방식에서의 플라스틱 재배통 및 재배기 내의 온도 변화를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 하면담수보다는 상면살수 방식으로 재배할 경우 재배통 내의 온도가 높았으며 재배기간이 길어질수록 상면살수 방식에서 온도 상승이 커서 관수방법간 온도 차이는 더욱 커지는 경향을 보였다.

숙주나물의 전체길이와 하배축 직경은 관수방법간 차이가 없었던 반면, 하면담수 방식보다는 상면살수 방식에서 하배축이 길고, 하배축 및 개체당 전체 생체중이 많고 재배통 내의 온도도 높았던 본 시험결과는 Bae *et al.*(1999)과 Park & Kim(1998)이 콩나물 재배에서 왕복 살수기를 이용한 상면살수 방식보다 하면담수 방식에서 하배축과 뿌리 길이가 길고 생산수율과 재배통 내의 온도도 높다는 보고와는 상이한 것으로 나타났다. 재배 및 관수 온도가 콩나물의 성장에 주로 영향을 미치나 상대적으로 관수온도의 영향이 큰 것으로 보고되고 있다(Kim *et al.*, 2000a, 2000b) 그러나 본 시험과 Bae *et al.*(1999)과 Park & Kim(1998)이 수행한 시험에서 관수간격과 수주되는 물, 즉 관수 온도가 22°C와 23°C로 거의 같음에도 불구하고 관수방법에 따른 재배통 내의 이러한 온도 차이는 관수시간이 본시험에서는 3분 정도로 짧았던 반면, Bae *et al.*(1999)과 Park & Kim(1998)은 15분 정도로 길게 수주한 결과에서 기인된 것으로 해석된다. 하면담수 방식에서 콩나물의 생장이 양호하다는 Bae *et al.*(1999)과 Park & Kim(1998)의 시험결과와 상면살수 방식에서 숙주나물의 생장이 양호하였던 본 시험의 결과는 재배통 내의 온도가 상면살수 방식 또는 하면담수 방식에 비하여 상대적으로 많이 상승한데 기인된 것으로 해석된다. 본 시험에서 상면살수 방식에서의 이러한 온도 상승이 숙주나물의 성장을 촉진하는 측면도 있으나, 과도한 온도상승이 숙주나물 부패의 주요 원인인 탄저병을 유발시킬 수 있기 때문에(Kim *et al.*, 2003) 각관수방법별로 재배과정에서의 이러한 온도상승을 고려하여 수주온도를 조절하여야 할 것으로 사료된다.

Table 3. Effect of water supplying method on colour and cutting resistance in hypocotyl and root of mungbean (cv Zhong Lu 1) sprouts[†].

Supplying method	Hypocotyl			Root			Cutting resistance
	L	a	b	L	a	b	
							-- g sprout ⁻¹ --
Overspraying	48.89	0.31	10.41	56.37	-1.18	4.39	1928.5
Underwatering	50.21	-0.14	10.73	52.62	-0.65	4.56	1336.7
LSD ₀₅	ns	ns	ns	ns	ns	ns	546.3

[†]Seeds were imbibed for 5 hours into 50 ppm BA solutions, and then aerated for 3 hours immediately before 6 day culture

[‡]L, brightness, a, + red ~ - green; b, + yellow ~ - blue.

ns Nonsignificant between the treatments.

상면살수와 하면담수로 대표되는 관수방법 차이가 숙주나물의 하배축과 뿌리의 색도 및 전단력에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 명도 및 색도는 관수방법간 차이가 없었으나, 전단력은 하면담수 방식보다는 상면살수 방식으로 재배할 경우 높았다. 관수방법을 달리하여 숙주나물을 재배하여도 색감을 통한 시각적인 차이는 없을지라도 상면살수 방식으로 재배된 숙주나물은 섬유소를 상대적으로 많이 함유하여 이를 조리한 음식도 부드럽다는 것보다는 질기다는 느낌을 많이 받게 될 것으로 예상된다.

적 요

두채생산에서 관수는 상면살수 방식과 하면담수 방식으로 대별된다. 본 연구는 관수방식에 따른 숙주나물의 생산과 상품성에 관한 정보를 제공하고자 중록1호를 공시재료로 상면살수와 하면담수 방식으로 대별되는 관수방식의 차이가 숙주나물의 생장, 형태, 색도, 전단력과 재배용기내의 온도변화를 조사하고자 실시되었으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 품질과 밀접히 관련된 세근은 하면담수 방법으로 재배할 경우 전혀 형성되지 않았던 반면, 상면살수 방법으로 재배할 경우 일부 개체에서 발생하는 것으로 조사되었다.

2. 하배축은 상면살수 방식에서, 뿌리는 하면담수 방식에서 길었으나, 하배축과 뿌리 길이를 합한 전체길이의 하배축 중간 및 자엽 바로 아래의 직경은 관수방법간에 차이가 없었다

3. 개체당 전체건물중은 관수방법간에 차이가 없었던 반면, 전체생체중은 하면담수 방식보다 상면살수 방식에서 많았다. 이러한 차이는 주로 하배축 생체중의 차이에 기인되는 것으로 나타났다

4. 두 관수방법 모두 재배중 플라스틱통 및 재배기내의 온도가 상승되었으나, 상면살수 방식에 이용되는 플라스틱 재배통 내의 온도 상승이 큰 것으로 측정되었다. 이러한 온도 상승이 하면담수 방식보다 상면살수 방식에서 하배축 및 개체당

전체 생체중을 증가시킨 원인으로 해석되었다.

사 사

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

인용문헌

- Bae, K G, I K., 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, J H., B S Jeon, S. W. Lee, J. I. Chung, and S. I. Shum. 2003 Effect of benzyladenopurine treatment time during imbibition on growth of soybean sprouts and its cost Korean J Crop Sci. 48(3) · 232-237
- 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
- Kim, S. L., J J Hwang, Y. K Son, J C Song, K Y Park, and K S Choi 2000a Culture methods for the production of clean soybean sprouts I Effect on growth of soybean sprouts under the temperature control of culture and water supply Korea Soybean Digest 17(1) · 69-75
- Kim, S. L., J Song, J C. Song, J J Hwang, and H. S. Hur. 2000b Culture methods for the production of clean soybean sprouts. II. Effect of the growth of soybean sprouts according to interval and quantity of water supply Korea Soybean Digest 17(1) 76-83
- 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
- Park, W M and J H Kim 1998 Effects of watering on yield of soybean sprout Korea Soybean Digest 15(1) · 46-57