식물조직배양학회지 제26권 제2호
Korean J. Plant Tissue Culture
Vol. 26, No. 2, 137~142 (1999)

조직배양 마늘의 양액재배시 종구크기, 상토, 재식깊이 및 양액조성이 맹아 및 생육에 미치는 영향

최영일 · 선정훈 · 정경호[1] · 신성련[2] · 백기엽*
충북대학교 첨단원예개발연구센터, [1]동양물산연구소, [2]중부대학 원예학과

Effects of Bulb Size, Type of Media, Depth of Planting, and Nutrient Compositions on the Growth of Tissue Cultured Garlic Microbulbs in Hydroponic Culture

CUI, Yong Yi · SEON, Jeong Hoon · CHUNG, Kyung Ho[1] · SHIN, Sung Ryeon[2] · PAEK, Kee Yoeup*
Research Center for the Development of Advanced Horticultural Technology, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea
[2]Tong Yang Mool San Co., Ltd. R & D Institute, Yong In 449-870, Korea
[3]Department of Horticultural Science, Joongbu University, Kum San 312-763, Korea

ABSTRACT This study was carried out to investigate the effects of bulb size, type of media, depth of planting, and nutrient compositions on sprouting and growth of tissue cultured garlic microbulbs in hydroponic culture. Early and increased sprouting were observed when the microbulbs were transplanted into soil planted in shallow (1 cm in depth), while bulb size and fresh weight of the whole plant increased in deep planting (3 cm in depth). Bulb size have greatly influenced on not only sprouting rate but also plant growth after planting. Large bulbs resulted in high growth rate such as number of leaves, stem width, plant height, and increase in bulb size after planting. It was shown that Oriental nutrient solution (N=0.17, P=0.45, K=1.29, Ca=2.44, and Mg=0.98 me/L) was more effective in sprouting and further growth of microbulbs as compared to Yamazaki solution (N=0.27, P=0.16, K=1.50, Ca=1.36 and Mg=0.78 me/L). Microbulbs grown in mixture of leaf mould + bark + sand or Baroko showed the most vigrous growth.

Key words: Bulb weight, EBB bed, plant height, sprouting rate

서 론

마늘은 우리 국민의 식생활에서 필수 조미 채소로 매우 중요한 위치를 차지하고 있을 뿐만 아니라 항암 및 강장 등 약리작용도 가지고 있으며, 생식 및 건조분말 등으로 이용되고 있다. 마늘 재배 분포를 보면 열대에서 한대지역까지 널리 분포되어 있으며, 우리나라의 재배기원이나 도입시기에 대한 명확한 증거는 없으나 재배 역사가 매우 오래된 것으로 생각된다 (Chang 1972). 우리나라의 1990년도 재배면적은 43,643 ha로 1980년도에 대비하여 77% 증가하였으며, 한국의 1인당 마늘 소비량은 6.3 kg으로 세계에서 가장 높다 (Horticultural Research Institute 1989). 그러나 마늘은 영양번식 식물로서 건전한 종구의 사용 여부가 생산량 증가에 가장 큰 요인으로 작용하며 적어도 20%는 종구로 이용되어야 한다 (Lee 1974). 전국에서 재배되고 있는 마늘은 지역별로 다소 차이는 있으나 거의 바이러스에 감염되어 있고 감염된 마늘은 품질

*Corresponding author. Tel 0431-61-2529
E-mail paekky@cbucc.chungbuk.ac.kr

이 저하되며 수량이 감소한다 (Chung and Chang 1979; Chang et al. 1988; Choi et al. 1992). 따라서 건전한 종구의 생산을 목적으로 조직배양 방법을 이용하여 무병종구를 생산하려는 많은 연구가 행해져 왔으나 지금까지 조직배양에 의한 대량번식 실험은 주로 기내에서 기관형성을 조절하는 데 치중하여 왔으며 생산된 마늘의 노지 순화방법이나 저온처리의 필요성 및 저온처리에 의한 생육촉진에 관해서는 소홀히 취급해 왔다 (Havranek 1972; Paek 1987; Cui et al. 1997). 특히 마늘과 같이 저장조직을 가지고 있으면서 휴면성이 있는 식물은 기내에서 구형성을 유도하거나 혹은 포장에 옮겨 심기 전에 휴면을 타파하지 않으면 활착율이 매우 낮아지고 구의 비대기간이 현저히 연장된다 (Moon et al. 1984; Paek and Thorpe 1990; Choi et al. 1993). 또한 영리적 재배측면에서 볼 때 생산비 절감과 더불어 생장촉진 기술은 필수적이며 이를 달성하기 위해서는 조직배양 마늘의 재배기술 시스템 개발이 필요하다. 과채류나 화훼류의 양액재배는 연작 장해의 우려가 없고 토양 전염성 병을 방지할 수 있으며, 관수, 시비에 소요되는 노동력을 절감할 수 있다. 또한 생육조절 및 품질관리가 용이하고 수확기간을 단축시킬 수 있으며, 양수분 관리의 적정화를 통하여 불량한 환경요인을 보상할 수 있는 장점이 있다. 따라서 본 실험은 기내에서 대량생산된 무병종구를 양액재배를 통하여 그 재배법 및 생산성을 구명함으로써 무병주 씨마늘의 재배법을 확립하고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시재료는 동양물산기술연구소에서 분양받은 단양재래종의 정단배양유래 캘러스로부터 재분화시켜 얻은 신초를 5~10%의 당을 첨가한 MS 배지에 6주 정도 배양하여 형성된 종구를 분양받아 실험에 공시하였다. 종구의 크기는 291 mg (평균구의 직경: 8.8±0.02 mm)과 89 mg (3.5±0.02 mm)으로 나누어 재식하였다. 재식시 상토로는 바로커 (서울농자재, N=300, P=350, K=400, Ca=250, Mg=30 ppm)전용배지, 펄라이트 (1) +버미큘라이트 (1), 부엽 (1) +바크 (1)+모래 (1)로 혼합한 3가지를 이용하였다. 재식용기는 50공인 플러그판 (깊이 4.5 cm)을 사용하여 1공당 1개체씩 재식하였으며 재식깊이는 1과 3 cm로 구분하였다. 실험은 주간온도 26~28℃로, 야간온도 10~12℃로 유지한 충북대학교 농대온실에서 저면담액배액식 (ebb and flow)배드를 이용하여 1997년 11월 6일부터 저면관수법으로 재배하였다. 양액으로는 오리엔탈 (N=0.17, P=0.45, K=1.29, Ca=2.44, Mg=0.98 me/L)과 야마자끼 (N=0.27, P=0.16, K=1.50, Ca=1.36, Mg=0.78 me/L) 처방, 두가지를 전반실험에 사용하였으며 한달 간격으로 양액을 전부 교체하였다. 모든 처리는 3개의 플러그판 (총 150공) 3반복으로 실시하였다. 저면관수는 3일마다 1회씩 시행하였다. 맹아조사는 3일 간격으로 최초맹아일수, 양액종류, 종구크기, 배양상토, 재식깊이별 맹아율을 조사하였으며, 상토에서 약 1 cm 정도 맹아하였을 때를 맹아시점으로 간주하였다. 맹아율은 각 플러그판에 대해 맹아된 종구를 백분율로 나타내었다. 재식 6개월 후 생육조사를 실시하였으며 조사항목으로는 초장, 엽수, 종구직경, 종구무게, 전체 생체중 등을 포함하였다.

결과 및 고찰

맹아율

본 실험에서의 각 처리구와 최초 발아일수를 조사한 결과 (결과 생략) 재식 깊이 1 cm인 처리구에서 양액별, 배양상토별, 종구 크기에 관계없이 최초 맹아일수가 6일 정도 소요된 데 비해 재식 깊이 3 cm 처리구에서는 12~16일 정도로 6~10일 더 소요되었다. 일반적으로 마늘종구의 맹아율과 속도는 저온처리 유무에 따라 차이가 있는데 (Lee 1974) 한지형인 '단양종'은 저온처리를 하였을 경우 처리기간에 관계없이 최초 맹아일수가 7~8일 정도 소요되며, 저온처리를 하지 않은 종구에 비해 약 일주일 정도 단축효과가 있는 것으로 보고되고 있다 (Paek 1987; Choi et al. 1993). 또한 Paek (1987)은 기내배양시 당 농도에 따라 구비대뿐만 아니라 포장 재식 후 발아일수에 차이를 나타낸다고 하였다. 이와 같이 조직배양 마늘의 맹아 소요일수는 저온처리나 배양조건에 따라 차이가 있으나 재식 깊이도 크게 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

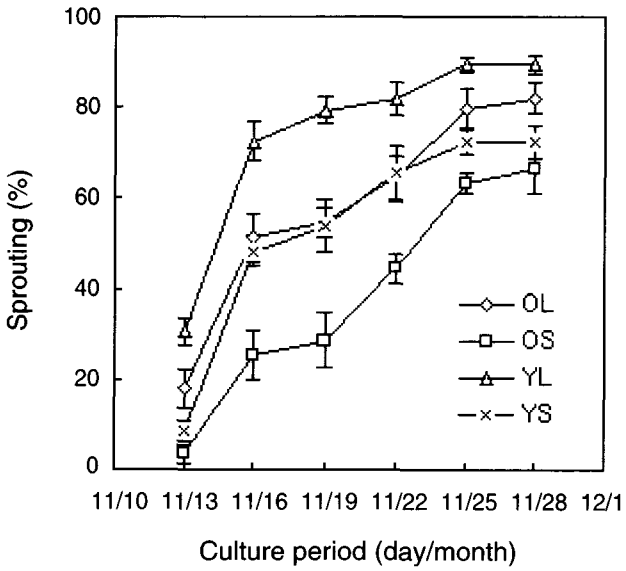

Figure 1. Effects of nutrient solutions and bulb size on sprouting of garlic microbulb after transplanting in the substrate. O: Oriental solution. Y: Yamazaky solution. L: Large bulb (291 mg). S: Small bulb (89 mg). Bar lines indicate standard errors of the means.

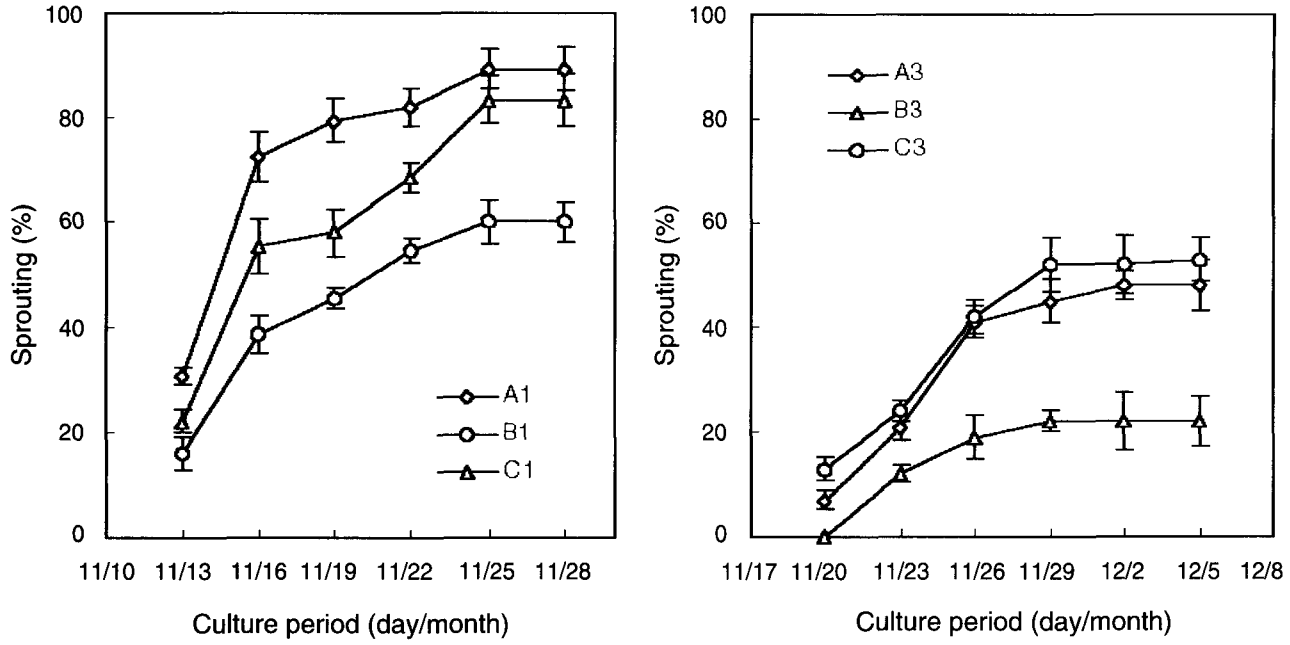

Figure 2. Effects of substrates and depth of planting on sprouting of garlic microbulb after transplanting in the substrate. A: Baroko. B: Perlite (1)+vermiculite (1). C: Leaf mould (1)+ bark (1)+sand (1). 1 and 3 means planting depth (cm). Bar lines indicate standard errors of the means.

양액을 오리엔탈 및 야마자끼로 구분하고 종구의 크기를 대구 (291 mg), 소구 (89 mg)로 나누어 재식한 후 맹아율을 조사한 결과 (Figure 1) 오리엔탈 양액을 이용하였을 경우 맹아율이 80%였으나 야마자끼는 90%에 달하여 10%의 맹아율 차이를 나타냈다. 종구 크기별 맹아율을 보면 양액의 종류에 관계없이 대구는 80% 이상의 높은 맹아율을 나타낸 반면 소구는 60~70%로 다소 저조하였다. 종구의 활력은 발아율, 생장률, 수량 등 여러 가지 방법으로 측정될 수 있으나, 발아속도가 중요한 지표가 된다는 사실로 (Bruce and Roos 1981) 미루어 볼 때 본 실험에서도 소구에 비해 대구에서 맹아율이 높아 가능한 기내에서 크고 균일한 종구를 생산하는 것이 바람직하다고 생각되었다.

배양상토별 및 재식 깊이별 맹아율을 조사한 결과 (Figure 2) 바로커를 이용했을 경우 약 90%의 맹아율을 나타내었고, 펄라이트와 버미큘라이트를 혼합한 상토는 60%의 저조한 맹아율을 나타내었다. 그러나 저온처리한 마늘 종구를 포장에 재식하였을 경우 배양토로 버미큘라이트를 이용했을 때 비교적 높은 생존율을 나타내었다고 하여 (Choi et al. 1992) 생존률과 맹아율을 높이는데 적합한 상토는 차이가 있다는 것을 알 수 있으며, 본 실험의 결과로부터 볼 때 조직배양 마늘종구의 맹아에는 바로커가 적당한 것으로 나타났다. 재식 깊이별 맹아율을 볼 때 재식 깊이 3 cm인 처리구에서는 50% 정도의 맹아율을 나타낸 반면 재식 깊이 1 cm인 처리구에서는 90% 정도의 높은 맹아율을 나타내어 재식 깊이별로 큰 차이를 나타냈다.

생육특성

양액, 종구크기, 배양상토, 재식 깊이별 식물체의 생장특성을 재식 6개월 후 조사한 결과는 다음과 같다 (Table 1, 2). 초장을 보면 양액을 오리엔탈로 이용했을 때 야마자끼에 비해 초장이 증가함을 나타냈고, 종구가 클수록 초장이 증가하였는데 펄라이트와 버미큘라이트를 혼합한 상토에서 자란 식물체의 초장은 기타 상토에 비해 현저하게 억제되었다. 엽수의 경우 전반적으로 큰 차이를 나타내지 않았으며 펄라이트와 버미큘라이트를 혼합한 상토에서 자란 식물체의 엽수는 기타 처리구에 비해 감소하였다. 소식물체의 줄기 직경을 조사해본 결과 (결과 미제시) 재식 깊이에 상관없이 종구크기, 양액별 및 상토별로 영향을 다소 받는 것으로 나타났다. 종구가 클수록 식물체의 줄기 직경이 증가하였고 부엽, 바크, 모래를 혼합한 상토 및 바로커를 이용했을 때 줄기가 비대하였으나 펄라이트와 버미큘라이트를 혼합한 상토에서 자란 식물체의 줄기는 연약해 보였다. 카네이션 양액재배시 엽수와 엽면적은 배지의 종류에 따라서는 차이를 보이지 않았으나 (Kang et al. 1998) 본 실험에서는 재식 시 종구의 크기나 배양상토가 초장이나 줄기 직경에 영향을 미치는 것으로 나타났는데 바로커나 부엽이 섞인 상토는 보수력이 좋고 자체내에 양분이 함유되어 있어 초기 생장이 촉진되었다고 생각되며, 펄라이트인 경우 자체가 갖는 모관력은 크지만 입자의 직경에 따라 배수성이 양호하여 수분결핍으로 인한 맹아율뿐 아니라 초기생장이 저조한 것으로 생각된다.

종구의 직경과 무게는 재식깊이 3 cm인 처리구에서 증가하였고 (Figure 3), 재식 깊이 1 cm인 처리구에서는 종구가 크고 오리엔탈 양액을 사용하였을 때 구의 직경과 무게가 증가함을 나타냈다. 상토별로는 배양액, 종구 크기, 재식 깊이 등

Table 1. Effects of nutrient solution, bulb size and substrate on growth of garlic microbulb after 6 month transplanting (1 cm depth) in the substrate.

Treatment			Plant	No. leaves	Bulb	Bulb	Fresh
Nutrient solution (A)	Substrate (C)	Bulb size (mm) (B)	height (cm)		diameter (mm)	weight (g)	weight (g)
Oriental	Large (8.8)	Baroko	24.5 a[z]	7.3a	9.8a	0.66a	1.98a
		Perlite (1)+ vermiculite (1)	17.7 de	6.7ab	8.1bc	0.39bc	0.83e
		Sand (1)+bark (1) +leaf mould (1)	24.0 ab	7.3a	8.6ab	0.52abc	1.88a
	Small (3.5)	Baroko	21.2 bc	7.0ab	7.6bcd	0.56ab	1.44b
		Perlite (1)+ vermiculite (1)	16.7 e	5.7ab	7.5bcd	0.44bc	0.84e
		Sand (1)+bark (1) +leaf mould (1)	21.5 abc	6.0ab	7.4bcd	0.44bc	0.87e
Yamazaki	Large (8.8)	Baroko	21.2 bc	7.3a	9.5a	0.60ab	1.34bc
		Perlite (1)+ vermiculite (1)	16.8 e	5.3b	7.1cd	0.44bc	1.12d
		Sand (1)+bark (1) +leaf mould (1)	20.1 cd	6.7ab	8.2bc	0.53abc	1.26bcd
	Small (3.5)	Baroko	19.1 cde	6.3ab	6.6d	0.39bc	1.16cd
		Perlite (1)+ vermiculite (1)	16.3 e	6.0ab	6.4d	0.32c	0.73e
		Sand (1)+bark (1) +leaf mould (1)	19.5 cde	6.7ab	7.0cd	0.39bc	1.11d
Significance							
Nutrient solution (A)			**	ns	**	**	**
Bulb size (mm) (B)			**	ns	**	**	**
Substrate (C)			**	**	**	**	**
Interaction (AxB)			ns	ns	ns	**	**
Interaction (AxC)			*	ns	ns	**	**
Interaction (BxC)			ns	ns	**	**	**
Interaction (AxBxC)			ns	ns	ns	ns	**

[z] Mean separation within columns by Duncan' s multiple range test, 5% level.
NS, *, **: Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$, or 0.01, respectively.

Table 2. Effects of nutrient solution and substrate on growth of garlic microbulb (291mg) after 6 month transplanting (3 cm depth) in the substrate.

Treatment		Plant	No. leaves	Bulb	Bulb	Fresh
Nutrient solution (A)	Substrate (B)	height (cm)		diameter (mm)	weight (g)	weight (g)
Oriental	Baroko	28.3a[z]	7.7ab	11.5ab	0.82b	2.07b
	Perlite (1)+vermiculite (1)	19.3b	6.3b	8.2d	0.49c	1.25c
	Sand (1)+bark (1)+leaf mould (1)	24.6a	8.0a	10.3bc	0.81b	2.23b
Yamazaki	Baroko	25.0a	7.3ab	9.6cd	0.65bc	2.07b
	Perlite (1)+vermiculite (1)	18.2b	6.3b	8.3d	0.52c	0.94d
	Sand (1)+bark (1)+leaf mould (1)	26.5a	8.0a	12.4a	1.05a	2.72a
Significance						
Nutrient solution (A)		ns	ns	ns	ns	ns
Substrate (B)		**	**	**	**	**
Interaction (AxB)		*	ns	**	**	**

[z] Mean separation within columns by Duncan' s multiple range test, 5% level.
NS, *, **: Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$, or 0.01, respectively.

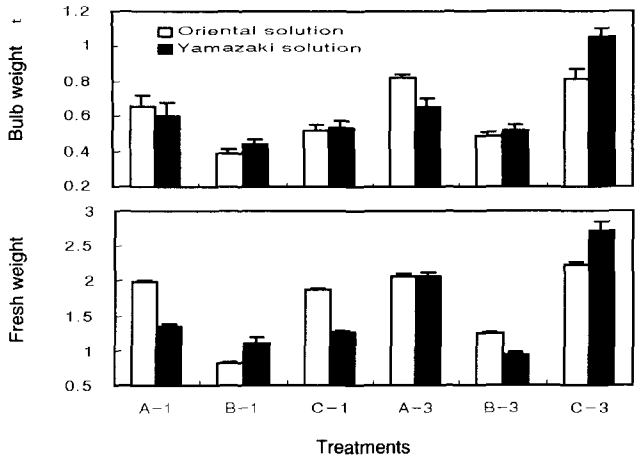

Figure 3. Effects of nutrient solutions, substrate, and depth of planting on bulb weight and fresh weight of garlic microbulb (291 mm) after 6 month transplanting in the substrate. A: Baroko. B: Perlite (1)+ vermiculite (1). C: Leaf mould (1)+bark (1)+sand (1). 1 and 3 means planting depth (cm). Bar lines indicate standard errors of the means.

에 상관없이 부엽, 바크, 모래를 혼합한 상토 및 바로커를 이용했을 때 펄라이트와 버미큘라이트를 혼합한 상토에 비해 종구의 직경 및 무게가 현저하게 증가함을 알 수 있었다. Choi 등 (1992)은 조직배양한 마늘 종구를 포장에 재식하였을 때 수확 후 종구의 크기는 재식시의 종구의 크기에 따라 비례하며 가능한 기내에서 구의 비대를 촉진시킨 다음 포장에 재식하는 것이 생존율을 높일 수 있고 종구로 보급할 수 있는 기간을 단축시킴과 동시에 생산량을 높일 수 있다고 하였다. 생체중의 경우 배양액, 종구 크기, 배양토, 재식 깊이 등에 따라 차이를 나타내었다. 전반적으로 재식 깊이 3 cm인 처리구에서 식물체 생체중이 더 많이 증가하였으나 (Figure 3) 재식 깊이 1 cm인 처리구에서 오리엔탈 양액을 시용했을 때 야마자끼에 비해 생체중이 증가함을 나타냈으며 종구가 클수록 생체중이 증가함을 보였다. 상토별 생체중은 배양액, 종구 크기, 재식 깊이 등에 상관 없이 부엽, 바크, 모래를 혼합한 상토 및 바로커를 이용했을 때 펄라이트와 버미큘라이트를 혼합한 상토에 비해 현저하게 증가함을 알 수 있었다. 따라서 양액재배 시스템 및 양액조성, 적정배지의 선택, 계절에 따른 양분흡수 변화 등 상호관계를 잘 이용하면 조직배양 마늘의 생장과 구비대를 촉진하여 양구기간을 단축시킬 수 있다고 생각된다.

적 요

양액재배에 의한 조직배양 마늘의 종구 생산시 종구의 크기, 배양토 종류, 재식 깊이와 양액조성이 맹아 소요일수, 맹아율 및 생육에 미치는 영향에 대해 실험하였다. 양액종류, 종구의 크기에 관계없이 재식깊이를 1 cm로 하였을 때 깊게 심은 (3 cm) 식재구에 비해 최초 맹아일수 및 맹아율이 크게 단축되었다. 반면 수확 후 종구의 직경, 무게 및 식물체 생체중은 재식 깊이 3 cm로 하였을 때 다소 증가하였다. 종구의 크기는 맹아율, 맹아일수뿐만 아니라 식재 후의 생육에도 크게 영향을 미쳤는데 조직배양시 가능한 큰 종구를 생산하는 것이 토양이식 후 양호한 생육을 촉진할 수 있을 것으로 나타났다. 오리엔탈 양액 (N=0.17, P=0.45, K=1.29, Ca=2.44, and Mg=0.98 me/L)은 야마자끼 (N=0.27, P=0.16, K=1.50, Ca=1.36, and Mg=0.78 me/L) 양액보다 종구의 생장과 맹아율이 높았다. 식재용토로써 부엽, 바크, 모래를 혼합한 상토나 바로커를 이용하였을 때 수확 후의 종구의 직경, 무게 및 식물체 생체중이 현저히 증가하였다.

사사 - 본 연구는 한국과학재단 지정 충북대학교 첨단원예기술개발연구센터의 지원에 의한 것입니다.

인용문헌

Bruce MP, Rose EE (1981) Seeds and seeding vigor. In: Kozlowski, TT (ed), Seed biology, Vol 1, pp 314-353 Acadamic Press London

Chang JH (1972) History of vegetable cultivation in Korea. J Agri Sci SIVU **6**:1-4

Chang MU, Paek WW, Chung JD, Lim KB, La YJ (1988) *Distribution of garlic latent virus and garlic mosaic virus in* infected garlic tissues. J Kor Soc Hort Sci **29**:253-256

Choi SY, Paek KY, Jo JT (1992) Virus detection in tissue-cultured *Allium sativum* L. Kor J Plant Tiss Cult **19(5)**:283-287

Choi SY, Paek KY, Jo JT (1993) Field performance of tissue cultured garlic (*Allium sativum* L.). Kor J Plant Tiss Cult **20 (1)**:15-19

Chung HD, Chang MU (1979) Studies on the infection of virus in garlic in Korea. J Kor Soc Hort Sci **20**:123-133

Cui YY, Seon JH, Kim JH, Chung KH, Paek KY (1997) Effect of chilling treatment on sprouting of tissue cultured garlic microbulb. J Kor Soc Hort Sci **38(6)**:629-632

Havranek P (1972) The virus free garlic clones obtained from meristmatic culture. Orchrana Rostlin Praha **8**:291-298

Horticultural Research Institute (1989) Trends of the inside and outside of the Korea in the production and research horticultural plants. Rural Development Administration Suwon

Kang JG, Lee BS, Chung SJ (1998) Effect of planting date and substrate on the growth and flowering of hydroponically-grown carnation. J Bio Fac Env **7(2)**:116-122

Lee WS (1974) Studies on dormancy of Korean local garlic. J Kor Soc Hort Sci **15(2)**:119-141

Moon W, Lee BY, Kim JK (1984) Studies on the rest physiology of garlic. Ⅱ. Effect of temperature on the growth of sprout leaf of

clove during storage. J Kor Soc Hort Sci **25(1)**:17-22

Paek KY (1987) Reestablishment in soil of high frequency of apical meristem culture derived microplants of *Allium sativum*. Res Rept RDA (Agri Institutional Cooperation), pp 71-80

Paek KY, Thorpe TA (1990) Hyacinth. In: Evans DA, Sharp WR, Ammirato PV, Bajaj YPS (eds), pp 279-508. Handbook of Plant Cell Culture Vol **5**. Macmillan New York

(접수일자 1999년 3월 24일)