

남도마늘 대주아 재배시 지온, 파종시기 및 시비량이 이차생장에 미치는 영향

최학순^{1*} · 양은영¹ · 채원병² · 광용범² · 김홍림²
¹국립원예특작과학원 채소과, ²국립원예특작과학원 남해출장소

Effect of Soil Temperature, Seedtime, and Fertilization Rate on the Secondary Growth in the Cultivation of the Big Bulbils of Namdo Garlic (*Allium sativum* L.)

HakSoon Choi^{1*}, Eun Young Yang¹, Won Byoung Chae², Yong Bum Kwack², and Hong Lim Kim²

¹Vegetable Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Suwon 440-706, Korea

²Namhae Sub-Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Namhae 668-812, Korea

Abstract. The secondary growth of garlic depreciates the quality of a bulb and, in the worse cases, makes it difficult to be used as a seed bulb due to many insertions of small cloves in the seed bulb. Therefore, the effect of soil temperature, seedtime, and fertilization rate on the secondary growth of the big bulbils of Namdo garlic has been examined. When we analyzed into the growth characteristics of big bulbils of Namdo garlic under different fertilizer application levels (50% increased fertilization, experimental fertilization and 50% decreased fertilization), the plant height, numbers of leaf, sheathe diameter, leaf length, and leaf width were the best in 50% increase of the test rate of fertilizer. The occurrence rates of secondary growth were 34.2% in 50% decrease of the test rate of fertilizer, 44.3% in the test rate, and 54.1% in 50% increase of the test rate of fertilizer. In other words, the occurrence rate of secondary growth increased by increasing the fertilization rate. While the average harvested bulb weight were 34.1g in 50% decrease of the test rate of fertilizer, 35.1g in the test rate of fertilizer, and 33.9g in 50% increase of the test rate of fertilizer, there were no changes in the number of cloves under different fertilization rates. As the correlation diagram between the soil temperature and occurrence of the secondary growth showed very high relation with 0.892~0.997, the secondary growth in cultivation of Namdo garlic big bulbils had considerably close correlation with the soil temperature. As the earlier the seedtime was, the growth of the above-groundparts including the plant height, numbers of leaf, and sheath diameter were the better. The averages of bulb weight were 36g in the mid September sowed seed bulb, 29.6g in the late September sowed seed bulb, and 27.9g in the early October sowed seed bulb. Overall, our results showed that the bulb size is dependent on the seedtime and the seedtime has no particular effects on the secondary growth.

Key words : *Allium sativum* L., bolting rate, clove

서 론

마늘은 전 세계에서 재배되고 있는 과속작물 중에서도 경제적으로 중요한 위치를 차지한다. 마늘은 모체의 일부인 인편을 통해 번식하는 작물이기 때문에 재배를

거듭할수록 바이러스의 감염율이 증가하여 수량과 품질을 감소시키며 경제적으로 심각한 문제를 야기한다 (Fujisawa, 1989; Hwang 등, 1986; Ogawa and Mori, 1976; Walkey and Antil, 1989). 국내에 재배되는 마늘도 대부분 바이러스에 감염되어 있어서 수량이 급격히 줄어드는 것으로 보고되고 있다(Chung와 Chang, 1979; Hwang 등, 2004). 이런 문제를 해결하기 위해서는 성장점 배양을 통한 바이러스 무병주를 생산하여

*Corresponding author: tara0808@hanmail.net
Received September 4, 2009; Revised September 14, 2009;
Accepted December 8, 2009

남도마늘 대주아 재배시 지온, 파종시기 및 시비량이 이차생장에 미치는 영향

보급하는 것이 가장 좋은 방법으로 알려져 있다(Kehr and Schaeffer, 1976; Matsubara and Chen, 1986). 국내에는 오래전부터 생장점배양을 통한 마늘의 바이러스 무병주 생산에 관한 연구가 진행되어 왔으나 종구 개량실적은 저조한 편이다. 마늘 종구를 갱신하는 또 다른 방법 중에 하나가 주아재배이다. 마늘은 총포 내에 화기와 주아가 착생하는데 이는 유전적으로 지하부의 인편과 동일하며 지상부에 착생되므로 바이러스와 토양 병해충 감염이 적어 종구로 이용했을 때 인편에 비해서 수량이 20-30% 정도 증가되는 것으로 알려져 있다(李 등, 1987). 따라서 이를 이용한 종구 개량법이 국내에서는 많이 연구되어지고 있으며 현재는 소주아(0.5g 이하)와 대주아(0.5g 이상)를 이용한 기술이 병행하여 이용되어지고 있다. 소주아 재배는 지역적인 제한이 없이 난지형 마늘이나 한지형 마늘 모두에서 이용할 수 있으나 수확 및 갈무리에 너무 많은 노력이 요구되는 단점이 있어서 현재 재배면적이 점차 줄어드는 경향이다. 반면에 대주아는 종구 이용률이 높고 구마늘로 당년에 판매할 수 있는 장점이 있어서 점차 재배면적이 증가하는 추세이다. 이런 장점이 있는 반면에 대주아 재배는 인편 재배에 비해서 이차생장이 많이 발생하는 단점을 안고 있다. 따라서 본 연구는 남도마늘 대주아 재배시 몇 가지 환경 즉, 지온, 파종시기 및 시비량이 이차생장에 어떤 영향을 미치는지 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

본 시험은 난지형 마늘의 주산지인 남해에 위치한 국립원예특작과학원(구 원예연구소) 남해출장소 포장에서 2007년부터 2008년까지 수행하였다. 모든 시험은 남도마늘 대주아(무게: 1 ± 0.1g)를 시험재료로 사용하

였으며 각 처리구별 파종간격은 10 × 20cm로 남도마늘 인편 파종간격과 동일하게 하였다.

지온이 이차생장에 미치는 영향을 알아보기로 하자 투명비닐, 녹색 비닐 멀칭 및 무멀칭 3처리를 난괴법 3반복으로 파종하였다. 파종 후 처리구별 지온의 변화를 알아보기로 하자 오전 10시와 오후 4시에 토양 10cm와 15cm 깊이의 지중온도를 2007년 11월 5일부터 2008년 5월 23일까지 조사하였다. 각 처리구별 출현율은 월동 후 3월 상순에 조사하였으며 생장특성은 생육 최성기인 4월 하순에 조사하였다. 이차생장은 4월 중순부터 5월 중순까지 일주일에 두 번씩 조사하였다. 인경은 5월 하순에 수확하여 30일간 건조 과정을 거쳐 구중, 구경 등 기본적인 특성을 6월 하순에 조사하였다.

파종시기가 이차생장에 미치는 영향을 알아보기로 하자 남도마늘 대주아를 9월 중순, 9월 하순 및 10월 상순으로 나누어 파종하였으며 각 처리구는 투명비닐을 멀칭 하였다. 이차생장과 구중 등 생장 및 구 특성 조사는 위의 처리와 동일한 시기와 방법으로 실시하였다.

시비량이 남도마늘 대주아 이차생장에 미치는 영향을 알아보기로 하자 파종 전 시험포장의 토양분석을 실시하였다(Table 1). 토양분석은 농촌진흥청 농업기술연구소 토양화학분석법에 준하여 실시하였다. 토양 pH는 건조한 토양과 증류수를 1 : 5의 비율로 하여 측정하였으며 토양 검정 결과를 토대로 검정시비구를 결정한 다음 검정시비구의 50% 감량, 검정시비구, 검정시비구의 50% 증비 3처리를 난괴법 3반복으로 파종하였다. 각 처리구는 투명비닐을 멀칭하였으며 이차생장과 구중 등 생장 및 구 특성조사는 위의 처리와 동일한 시기와 방법으로 실시하였다. 파종 후 관수 및 병해충 관리는 관행재배에 준하여 실시하였다.

통계분석은 SAS 통계 프로그램을 이용하여 던컨다중검정으로 처리 간의 유의성을 분석하였다.

Table 1. Correlation of mulching method and secondary growth of big bulbils in 'Namdo' garlic.

Treatment	Mulched			Correlation
	Polyethylene vinyl	Green P. E.	Non-mulched	
AM 10, underground 15cm	1080.2	1022.3	882.2	0.982
AM 10, underground 10cm	1009.0	947.7	805.1	0.983
PM 4, underground 15cm	1336.1	1210.0	1097.2	0.997
PM 4, underground 10cm	1533.0	1353.8	1247.1	0.982
Secondary growth (%)	50.3	29.6	5.7	-

*Measure time: 2007. 11. 5~2008. 5. 23

결과 및 고찰

1. 지온이 이차생장에 미치는 영향

남도마늘 대주이재배시 지중온도가 이차생장 발생에 미치는 영향을 알아보려고 투명비닐, 녹색비닐 무멀칭으로 처리하여 오전 10시와 오후 4시에 지중 10cm와 15cm 깊이의 토양온도를 2007년 11월 5일부터 2008년 5월 23일까지 조사하였다. 조사결과 투명비닐을 멀칭하였을 경우가 지중온도가 가장 높았으며 그 다음 녹색비닐, 무멀칭 순이었다. 모든 처리구에서 지중온도가 가장 높을 때는 오후 4시경 이었으며 그중에서도 10cm 깊이가 가장 높았다. 토양습도를 배제하고 단순히 지중온도만 비교한 면이 있기는 하지만, 지중온도와 이차생장 발생과의 상관도를 보면 0.982~0.997로 매우 높게 나타났다(Table 1). 따라서 남도마늘 대주아 재배시 이차생장 발생은 지중온도와 상당히 밀접한 상관관계가 있음을 알 수 있었다. 남도마늘 이차생장에 많은 영향을 미치는 시기는 인편 분화기인 1월에서 3월까지로 볼 수 있는데 특히 이 시기에 투명비닐 멀칭 하였을 경우가 녹색비닐 멀칭 하였을 경우보다는 평균지온이 2.2°C, 무멀칭에 비

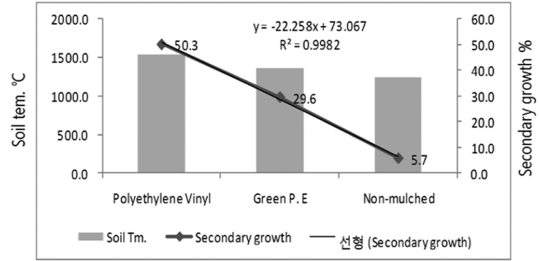


Fig. 2. Correlation of mulching method (soil temperature) and secondary growth of big bulbils (1 ± 0.1g) in 'Namdo' garlic.

해서는 3.3°C 높게 나타났다(Fig. 1).

투명비닐을 멀칭하였을 경우가 초장, 엽초경, 등 지상부 생장이 가장 좋았으며 추대율도 99%로 무멀칭 81.8%에 비해서 상당히 높게 나타났다. 이차생장은 투명비닐 멀칭 하였을 경우가 50.3%, 녹색비닐이 29.6%, 무멀칭이 5.7%로 나타났다(Fig. 2). 평균구중은 투명비닐이 33.9g, 녹색비닐이 28.6g, 무멀칭 하였을 경우가 23.8g로 역시 근권부의 지중온도가 높을수록 구중이 커지는 경향을 보였다(Table 2). 이는 마늘

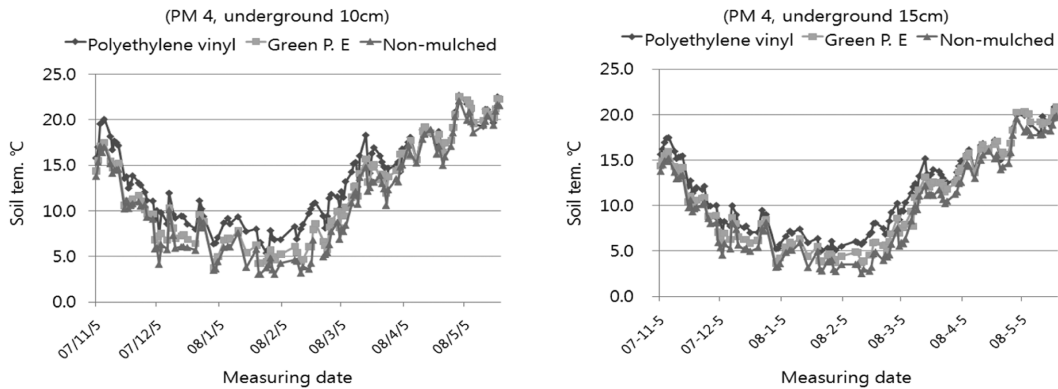


Fig. 1. Change of soil temperature during the garlic growth under different mulching. Underground 10cm depth is left and 15cm depth is right.

Table 2. Growth and bulb characteristics of big bulbils (1 ± 0.1g) under different mulching.

Mulched	Plant height (cm)	Diameter of leaf sheath (mm)	Emergency rate (%)	Bolting rate (%)	Secondary growth (%)	Bulb weight (g)	Bulb diameter > 4.5cm (%)	Cloves weight (g)	No. of cloves
Polyethylene film	97.0 a ^z	16.2 a	97.0 a	99.0 a	50.3 a	33.9 a	62.9 a	4.4 a	7.8 a
Green P.E	92.4 b	15.3 a	95.0 a	96.7 a	29.6 b	28.6 b	44.3 b	3.9 b	7.8 a
Non-mulched	87.4 c	13.2 b	97.0 a	81.8 b	5.7 c	23.8 c	24.2 c	3.3 c	8.1 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at P = 0.05.

남도마늘 대주아 재배시 지온, 파종시기 및 시비량이 이차생장에 미치는 영향

인편을 종구로 사용해서 재배할 때 P.E. 멀칭을 하면 조기수확이 가능하며 수확량도 많아지는 동시에 이차생장과 벌마늘 발생이 많아진다는 기존의 보고(유장현과 한규평, 1973; 조진태, 1974; 조진태와 송영준 1979; 최병운, 1977)와 같은 결과를 보였다. 마늘 인편보다는 대주아가 좀더 지온에 민감하게 반응하는 것으로 보이기 때문에 대주아를 재배할 경우에는 인편분화기(1~3월)를 전후해서 지온이 너무 많이 올라가지 않도록 관리해 주는 것이 이차생장을 낮추는데 효과가 있을 것으로 기대한다.

2. 파종시기가 이차생장에 미치는 영향

파종시기가 이차생장에 미치는 영향을 알아보기 위하여 9월 중순, 하순 및 10월 상순에 대주아를 파종하였다. 파종시기가 빠를수록 초장, 엽수, 엽초경 등 지상부 생육이 좋았으며 평균구중도 9월 중순 파종구가 36g, 9월 하순 파종구가 29.6g, 10월 상순 처리구가 27.9g으로 파종이 빠를수록 구가 컸다. 반면 파종시기와 이차생장발생은 9월 중순에 파종하였을 경우 50%, 9월 하순에 파종하였을 경우 48.5%, 10월 상순에 파종하였을 경우에 55.2%로 처리 간에 유의차는 없었다(Table 3). 파종이 빠를수록 생육이 좋아서 이차생장 발생이 많을 것으로 예상하였으나 결과는 그렇지 않았다. 이는 파종시기보다 생육 중에 지온 등 다른 환경이 이차생장 발생에 더 큰 요인으로 작용하는 것으로 보인다.

3. 시비수준이 이차생장에 미치는 영향

남도마늘 대주아 파종시 시비수준이 이차생장에 미

치는 영향을 알아보기 위하여 파종 전에 토양검정을 실시하였으며 이를 기초로 검정시비구를 결정하였다. 시험에 사용한 재배지의 토양분석 결과 유기물 함량은 48.7g kg⁻¹로 마늘 적정유기물 범위인 25~35g kg⁻¹보다 약간 많았으며, 인산도 482mg kg⁻¹로 적정 인산범위인 300~400mg kg⁻¹보다는 약간 많았다. 토양 pH와 EC는 7.0과 0.1로 마늘 재배에 적합한 범위 안에 있었다. 그 밖에 무기이온은 적정 범위보다 약간 많은 편이었으나 Mg은 1.6cmol⁺ kg⁻¹로 적정 범위 2.0~2.5보다 약간 적었다(Table 4).

토양검정 결과를 기준으로 검정시비구(질소 15.2, 인산 10.8kg 10a⁻¹/성분량기준)와 50% 감비 및 증비를 결정하였다. 인산은 전량 기비로 사용하였으며 질소는 36%를 기비로 사용하고 나머지 64%는 2회에 걸쳐서 추비로 사용하였다. 시비수준별 생장특성을 살펴보면 초장, 엽수, 엽초경, 엽장, 엽폭은 검정시비구의 50% 증비를 하였을 경우가 가장 좋았다. 이차생장 발생률은 검정시비구의 50% 감비시 34.2%, 검정시비구에서는 44.3%, 검정시비구의 50% 증비하였을 경우는 54.1%로 시비량이 증가할수록 이차생장 발생률도 증가하였다. 마늘 인편을 파종하였을 경우에 질소질 비료의 시비량이 많고 횡수가 잦을 때 이차생장이 많이 발생한다는 보고(Moon and Lee, 1985)와 동일한 결과를 얻을 수 있었다. 수확한 구의 평균무게는 검정시비구의 50% 감비시 34.1g, 검정시비구에서는 35.1g이었으며 검정시비구의 50% 증비시에는 33.9g로 시비량에 따른 수량변화는 없었다. 그 밖에 구경, 구고, 인편수 등 인경의 특성도 시비량에 따른 일정한 경향은 없었다

Table 3. Growth and bulb characteristics of big bulbils (1 ± 0.1g) under different sowing time.

Sowing time	Plant height (cm)	Diameter of leaf sheath (mm)	Emergency rate (%)	Bolting rate (%)	Secondary growth (%)	Bulb weight (g)	Bulb diameter > 4.5cm (%)	Cloves weight (g)	No. of cloves
Sep-mid	101.6 a ^z	17.1 a	99.1 a	97.9 a	50.0 a	36.0 a	65.1 a	4.5 a	7.9 a
Sep-late	94.0 b	16.3 a	99.3 a	97.9 a	48.5 a	29.6 b	44.9 b	4.0 b	7.6 a
Oct-early	90.5 c	15.4 a	97.0 a	96.2 a	55.2 a	27.9 b	48.8 b	3.5 b	8.2 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at P = 0.05.

Table 4. Physiochemical properties of the soil used.

pH (1 : 5)	EC (dS m ⁻¹)	OM (g kg ⁻¹)	Av. P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ex. cation (cmol ⁺ kg ⁻¹)				NH ₄ -N (mg kg ⁻¹)	NO ₃ -N (mg kg ⁻¹)
				K	Ca	Mg	Na		
7.0	0.1	48.7	482.0	1.7	10.1	1.6	0.3	5.4	32.8

Table 5. Plant growth and bulb characteristics in big bulbils (1 ± 0.1 g) of ‘Namdo’ garlic under different fertilization levels.

Treatment	Plant height (cm)	Diameter of leaf sheath (mm)	Emergency rate (%)	Bolting rate (%)	Secondary growth (%)	Bulb weight (g)	Bulb diameter > 4.5cm (%)	Cloves weight (g)	No. of cloves (ea)
T1 ^z	98.0 b ^y	15.5 c	99.1 a	97.9 a	34.2 c	34.1 a	58.2 a	4.5 a	7.9 b
T2	98.7 ab	16.7 b	100.0 a	98.1 a	44.3 b	35.1 a	66.0 a	4.5 a	7.8 b
T3	99.2 a	17.9 a	97.8 a	96.2 a	54.1 a	33.9 a	62.1 a	3.9 b	8.6 a

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

^zT1: 50% decreased fertilization of the test rate of fertilizer, T2: Test rate of fertilizer, T3: 50% increased fertilization of the test rate of fertilizer.

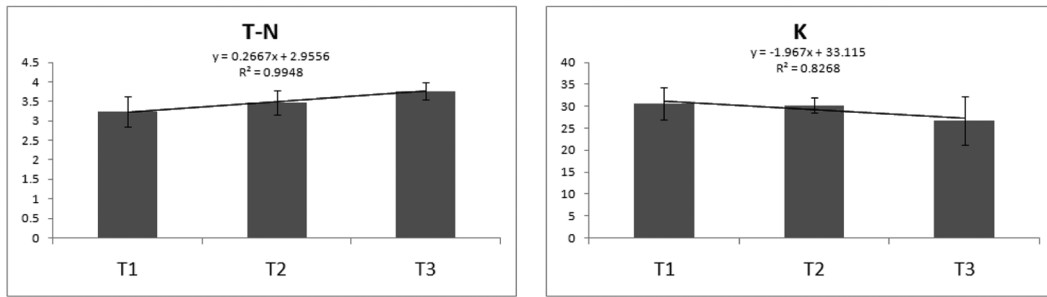


Fig. 3. T-N and K ion contents as affected by amount of applied fertilizer of big bulbils in ‘Namdo’ garlic (T1: 50% decreased fertilization of the test rate of fertilizer, T2: Test rate of fertilizer, T3: 50% increased fertilization of the test rate of fertilizer).

Table 6. Inorganic ion content as affected by amount of applied fertilizer in big bulbils (1 ± 0.1 g) of ‘Namdo’ garlic.

Treatment ^z	Total-N (%)	Ex. cation (cmol ⁺ kg ⁻¹)			
		Ca	Mg	K	Na
T1	3.2	5.3	1.4	30.6	0.49
T2	3.5	4.6	1.3	30.2	0.50
T3	3.8	5.9	1.6	26.7	0.53

^zT1: 50% decreased fertilization of the test rate of fertilizer, T2: Test rate of fertilizer, T3: 50% increased fertilization of the test rate of fertilizer.

(Table 5).

시비수준별 식물체내 무기이온 검정결과 T-N과 Na는 시비량이 많을수록 증가하였으며 칼륨은 시비량이 많을수록 흡수가 저해되는 것으로 나타났다(Table 6, Fig. 3).

적 요

마늘에 있어서 이차생장은 구의 품위를 떨어뜨리며

심할 경우에는 작은 인편이 많이 착생하는 등 종구로 사용하기에도 어렵게 된다. 따라서 남도마늘 대주아 재배시 지온, 파종시기 및 시비량이 이차생장에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 시비수준별 남도마늘 대주아 재배시 생장특성을 살펴보면 초장, 엽수, 엽초경, 엽장, 엽폭은 검정시비구의 50% 증비를 하였을 경우가 가장 좋았다. 이차생장 발생율은 검정시비구의 50% 감비시 34.2%, 검정시비구에서는 44.3%, 검정시비구의 50% 증비하였을 경우는 54.1%로 시비량이 증가할수록 이차생장 발생률도 증가하였다. 수확한 구의 평균무게는 검정시비구의 50% 감비시 34.1g, 검정시비구에서는 35.1g 이었으며 검정시비구의 50% 증비시에는 33.9g로 시비량에 따른 수량변화는 없었다. 지중온도와 이차생장 발생과의 상관도를 보면 0.982~0.997로 매우 높게 나타나는 것으로 보아 남도마늘 대주아 재배시 이차생장 발생은 지중온도와 상당히 밀접한 상관관계가 있었다. 파종시기가 빠를수록 초장, 엽수, 엽초경 등 지상부 생육이 좋았으며 평균구중도 9월 중순 파종구가 36g, 9월 하순 파종구가 29.6g, 10월 상순 처리구가 27.9g으로 파종이 빠를수록 구가 컸다. 반면

파종시기와 이차생장발생 간에는 별영향이 없는 것으로 조사되었다.

주제어 : 벌마늘, 인편수, 종구, 추대율

인 용 문 헌

1. Monn, W. and B.Y. Lee. 1985. Studies on the factors affecting the secondary growth in garlic (*Allium sativum* L.) Hort. Environ. and Biotech. 26(2):103-112.
2. 조진태. 1974. 마늘 파종기별 멀칭시험. 충북 농진원 연구보고서 pp. 331-336.
3. 조진태, 송영준. 1979. 마늘에 대한 비닐멀칭 효과 시험. 충북 농진원 연구보고서 pp. 286-289.
4. 최병윤. 1977. 마늘의 파종적기와 P.E. 회복효과시험. 경기도 농진원 연구보고서 pp. 341-347.
5. Chung, H.D. and M.U. Chang. 1979. Studies on infection of virus in garlic in Korea. J. Kor. Soc. Horti. Sci. 20(2):123-129.
6. Fujisawa, I. 1989. Loss of garlic yield by double infection of garlic viruses. Agric. Hortic. 64:737-741.
7. Hwang, J.M., J.H. Chung, and S.K. Park. 1986. Yield performance test of virus-free garlic seed bulb (*Allium sativum* L.). Res. Rep. RDA (Hort) 28:24-31.
8. Hwang, J.M., J.I. Kim, S.M. Oh, J.S. Uhm, and H.T. Ha. 2004. Field test of virus-free seed garlic derived from tissue culture. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 22:411-415
9. Kehr, A.E. and G.W. Schaeffer. 1976. Tissue culture and differentiation of garlic. HortScience 11:422-423.
10. Matsubara, S. and D. Chen. 1986. In vitro production of garlic plants and field acclimatization. HortScience 24: 677-679.
11. 이재욱, 서효덕, 박상근. 1987. 마늘무병종구 주아크기에 따른 재식밀도 및 파종기 구명 시험. 원시연보 pp. 172-176.
12. Nam, S.S., I.H. Choi, S.K. Bae, and J.K. Bang. 2005. Effect of planting dates and planting density using large bulbils for seed clove production of garlic 'Namdo' in southern regions. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 23:265-268.
13. Ogawa, T., N. Matsubara, and N. Mori. 1976. Rearing of virus-free garlic. Agric. Hortic. 51:551-554.
14. Walkey, D.G.A. and D.N. Antil. 1989. Agronomic evaluation of virus-free and virusinfected garlic (*Allium sativum* L.). J. Horti. Sci. 64:53-60.
15. 유장현, 한규평. 1973. 프라스틱 필름 피복에 의한 마늘 조기생산에 관한 시험. 전남농진원연보 pp. 420-421.