

마늘 珠芽에 대한 KNO₃ 및 K₃PO₄ 처리와 播種時期가 種球 生産에 미치는 影響

趙鏞祚¹ · 鄭秉龍^{2*}

¹慶尙南道農村振興院, ²慶尙大學校 農科大學 園藝學科

Effect of Soaking in KNO₃ or K₃PO₄ Solution and Sowing Date of Bulbils on the Seed Bulbs Production of Garlic (*Allium sativum* L.)

Cho, Yong-Cho¹ · Jeong, Byoung-Ryong^{2*}

¹Kyeongnam Provincial Rural Development Administration, Chinju 660-360, Korea

²Dept. of Horticulture, Gyeongsang National Univ., Chinju 660-701, Korea

*corresponding author

ABSTRACT This study was carried out to investigate seed bulb production of 'Namdo' garlic (*Allium sativum* L.) by treating with 200 mM K₃PO₄ and 200 mM KNO₃ solution to bulbils. The growth characteristics of garlic plants derived from bulbils sown on 3 different dates were compared to those of plants derived from non-treated bulbils. Time required for 50% shoot emergence (T₅₀) was shortened as the sowing dates delayed. However, the final emergence rate was increased in the early sowing dates, and was high when treated with K₃PO₄ and sown on Oct. 10. The % clove differentiation of bulb was not significantly affected by sowing date and chemicals treatment of the bulbils. In all treatments, % clove differentiation was greater than 85%. The average bulb weight was increased with earlier sowing. Bulbils treated with K₃PO₄ and sown on Oct. 10 exhibited the best growth and yield, which was 27% higher compared to the non-treated bulbils.

Additional key words: bolted plants, clove differentiation, emergence

서 언

마늘은 증식률이 6~12배(박 등, 1988) 정도밖에 되지 않으며 경영비중 중구비가 차지하는 비율이 56% 정도로 매우 높다. 또한 인편에 의한 무성번식이 계속됨에 따라 각종 바이러스 및 병해충의 감염률이 높고 이들이 수량감소의 주요 원인이 되고 있어 조직배양에 의한 무병중구 생산연구도 진행되고 있다(황 등, 1985; 서와 박, 1993; 양 등, 1993).

주아는 발생학적으로 지하부에 형성되는 인편과 동일 형태로 지상부의 총포 내에 착생하는데 총포 내에는 화뢰와 주아가 혼생하고 있는 것과 주아만 있는 것이 있다. 주아는 인편의 비대와 거의 평행하여 발달 성숙되는데 일반적으로 구중의 20% 내외이며, 각종 토양병해충의 감염이 적으며 조직이 치밀하여 중구로 사용하였을 때 인편에 비하여 수량 증가가 높다. 종자에 화학물질을 처리하면 수용성 단백질(Mazor 등, 1984), 불용성 단백질(Khademi 등, 1991), ATP(Mazor 등, 1984), DNA(Clark와 James, 1991) 및 효소(Mazor 등, 1984) 등이 빠른 시간 내에 활성화되어 발아 및 유묘 출현까지의 소요 일수가 단축되며, 그 효과는 토마토(Nonogaki 등, 1992), 부추(Clark와 James, 1991), 고추(정, 1993; 강, 1994), 수박(강과 조, 1996), 박(유 등, 1996), 쑥갓(장과 박, 1994) 등에서 검증된 바 있다. 마늘 주아는 인편에 비해 출현속도가 더디고 생육과 생산량이 떨어진다. 그리하여 주아를 이용한 중구의 생산성을 향상시키기 위하여 얼마간의 연구는 있으나 주아에 화학물질 처리로 중구의

생산성을 증대시키기 위한 연구는 거의 없으므로 본 시험을 수행하게 되었다.

재료 및 방법

본 실험은 1993년 9월부터 1995년 6월까지 진주시 경남농촌진흥원 포장에서 남부지역에서 가장 많이 재배되고 있는 난지형인 '남도' 마늘(*Allium sativum* L.)의 주아를 공시재료로 2년간 수행하였다. 주아는 조직배양된 마늘을 망실에서 2년차 재배하여 6월에 채취한 것을 상온에 보관하였다가 사용하였다. 주아의 평균무게는 0.45±0.05g이었다. 주아의 화학적 처리는 파종시기별로 200mM K₃PO₄, 200mM KNO₃, 무처리로 구분하여 비교 시험하였다. 내경 14.5cm petri dish에 흡습지(Whatman No. 1) 2매를 깔고, 그 위에 주아 200개씩을 치상하여 용액을 100mL씩 첨가한 후 10°C 암상태의 항온기에서 7일간 처리하였다. 처리후 즉시 흐르는 수돗물에 5분간 수세하고 30분간 통풍 건조시킨 후 파종하였다. '남도' 마늘의 파종적기인 10월 10일을 전후로 하여 9월 20일, 10월 10일 및 10월 30일에 파종하였다. 재식거리는 20 x 10cm로 하여 처리구당 180개씩 파종하였으며 파종 후 수확까지 0.03 mm 투명 PE필름으로 멀칭하여 재배하였다. 10a당 N 22kg, P₂O₅ 20kg 및 K₂O 22kg을 파종 5일전에 뿌리고 퇴비 3,000kg와 석회 150kg은 파종 15일 전에 전량 기비로 사용하였다. 생육 및 수량 조사는 농촌진흥청 농사시험연구조사기준에 의하여 실시하였는데 초장, 엽수, 엽초경은 파종 60일 후에, 엽면적 및 생체중과 건물중은 3월 30일에, 그리고 추대는 수확일인 6월 10일에 각각

조사하였다. 인편분화율, 인편수, 평균구중은 수확하여 30일간 음건 후 조사하였다. 수량은 파종구수에 평균구중과 수확구중을 곱하여 산출하였다. 다음에 제시되는 자료는 연차간 시험결과와 경향이 비슷하여 1년차와 2년차 성적을 평균한 것이다. 시험구배치는 파종시기를 주구로 하고 화학적 처리를 세구로 하여 분할구배치법 3반복으로 하였고, 통계분석은 SAS의 T-tests (LSD)로 하였다.

결과 및 고찰

그림 1의 A는 9월 20일에 파종하여 10일 간격으로 60일간 출현율을 나타낸 것이다. 공시주수의 50%가 출현하는 데에 소요되는 일수(T₅₀)는 주아에 화학제를 처리하지 않는 것에 비해 K₃PO₄ 처리는 28일, KNO₃는 32일로서 각각 7일과 3일이 단축되었다. 한편, 파종후 60일의 출현율은 모든 처리에서 90% 이상이었다.

그림 1의 B는 '남도' 마늘의 파종적기인 10월 10일 파종구로 T₅₀은 K₃PO₄의 처리효과가 무처리에 비해 6일정도 단축되었으며 9월 20일 파종(그림 1A)시에 비해 출현속도가 빨라 T₅₀이 단축되었다. 이와 같이 파종시기에 따라 출현속도가 달라지는 것은 파종 당시 주아의 휴면성, 즉 휴면이 타파된 정도의 차이에 기인하는 것으로 생각된다. 신 등(1988)도 '남도의' 파종

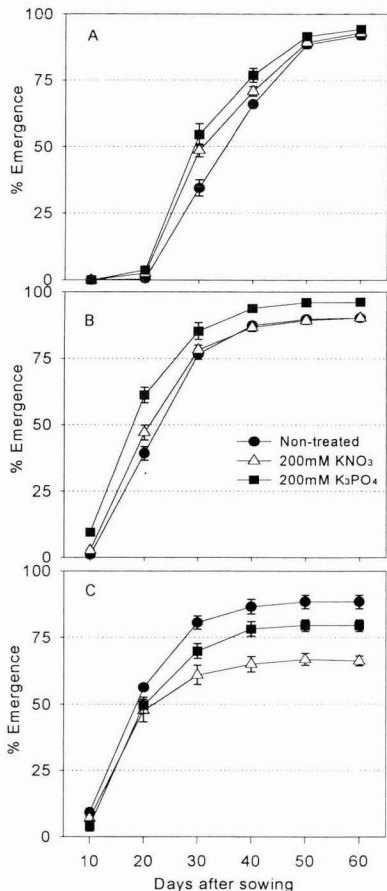


Fig. 1. Effect of chemical treatment and sowing date on % shoot emergence of bulbils of garlic 'Namdo'. A : sown on Sept. 20, B : sown on Oct. 10, C : sown on Oct. 30. Bars represent SE of three replications.

Table 1. Effect of chemical treatment and sowing date on the growth of garlic bulbils.

Sowing date	Treatment ²	Plant height (cm)	No. of leaves	Sheath diameter (mm)	Bolted plants (%)
Sept. 20	Non-treated	22.8	3.7	4.1	98.3
	200mM KNO ₃	24.6	3.9	4.4	91.1
	200mM K ₃ PO ₄	26.8	4.2	4.8	93.9
Oct. 10	Non-treated	22.3	3.4	3.7	86.8
	200mM KNO ₃	23.1	3.4	3.8	84.9
	200mM K ₃ PO ₄	26.3	3.8	4.8	90.2
Oct. 30	Non-treated	15.4	2.6	2.4	90.1
	200mM KNO ₃	15.9	2.2	2.5	72.7
	200mM K ₃ PO ₄	14.8	2.2	2.5	69.9
LSD 5%	Sowing date (Sd)	1.69	0.33	0.47	6.82
	Treatment (Tr)	NS	NS	NS	NS
	Sd x Tr	**	NS	NS	**

²Bulbils were soaked in the chemical solution at 10°C in the dark for 7 days.
^{NS}, ^{**} : Nonsignificant or significant at P=0.01, respectively.

시기와 출현소요일수와의 관계에 대해 유사한 결과를 보고한 바 있다. 그리고, 화학제 처리를 한 것이 무처리에 비해 초기발아가 촉진되어 T₅₀에 도달하는 기간이 단축된 것은 정(1993)이 고추종자에서 얻은 결과와 일치한다.

그림 1의 C는 10월 30일 파종구의 출현율로서 화학적 처리효과가 9월 20일 파종(그림 1A) 및 10월 10일 파종(그림 1B)과는 상이하게 나타났다. 즉, 9월 20일의 조기 파종과 10월 10일의 적기 파종에서는 T₅₀이 K₃PO₄와 KNO₃을 처리한 것이 무처리에 비해 단축되었으나 파종시기가 늦은 10월 30일 파종에서는 오히려 지연되었다. 그리고 파종 후 60일의 출현율도 무처리에는 89% 이상으로 높았으나 K₃PO₄ 및 KNO₃ 처리는 각각 67%와 80%로 낮았다. 일반적으로 마늘은 한지형이 난지형에 비해 휴면이 깊고(문 등, 1984) 휴면의 타파시기는 신생엽의 생장개시기와 일치한다(문 등, 1983). 따라서 10월 30일 파종시 화학제 처리에서 무처리보다 출현율이 낮은 원인은 휴면이 타파된 후 신생엽이 어느 수준이상으로 생장한 시점에서는 화학제 침지처리 과정에서 이온화된 염들이 신생엽에 장애를 유발하는 것으로 추정된다. 이상의 결과로 화학제 처리에 의한 출현 소요기간의 단축효과는 10월 30일 파종을 제외하고는 무처리보다 양호하였다. 특히 K₃PO₄ 처리는 KNO₃ 처리보다 출현율 및 출현속도의 증진효과

가 더 우수하였다.

표 1은 파종기별로 파종후 60일의 초장, 엽수 및 엽초경의 생육으로서 파종시기가 빠를수록 생육이 양호하였으며, 화학적 처리효과에 있어서는 9월 20일 파종과 10월 10일 파종은 무처리에 비해 생육이 양호하였으나 10월 30일 파종에서는 화학적 처리가 무처리보다 오히려 생육이 저조하였는데 이는 출현시기(그림 1)와 밀접한 관계가 있는 것으로 판단된다. 그리고, 10월 30일 파종이 9월 20일 파종이나 10월 10일 파종보다 지상부 생육이 저조한 주된 원인은 출현시기인 11월의 평균기온이 10°C 이하로 낮았고, 기온 및 지온이 점차적으로 내려가는 시기였으므로 저온으로 인한 생장속도의 감소라고 할 수 있다. 이를 뒷받침하는 결과로 송 등(1988)은 마늘의 생육적온은 18~20°C 범위이고 -7°C 이하에서는 생육에 장애를 받으며 난지형은 한지형에 비하여 저온에 약한 특징이 있다고 보고하였다. 추대율은 9월 20일 파종에서는 90% 이상이었으나 파종시기가 늦을수록 감소하였다. 특히, 10월 30일 파종에서는 KNO₃과 K₃PO₄를 처리했을 경우 추대율이 각각 72.7%와 69.9%로 낮았다. 이와 같은 결과는 지상부 생육(표 1)과 연관이 있는데 이는 식물체 생육이 양호하면 추대율이 높아진다는 보고(최 등, 1992)와 일치한다.

표 2는 화학적 처리 효과가 가장 뚜렷하게 나타난 10월 10일 파종구의 엽면적

및 생체중과 건물중을 3월 30일에 조사한 결과로서 엽면적은 다른 처리에 비해 생육이 가장 왕성한 K₃PO₄ 처리가 175.1cm²로 컸고 KNO₃과 무처리는 차이가 없었다. 그리고 생체중 및 건물중 역시 K₃PO₄ 처리가 KNO₃ 및 무처리에 비해 1.6배 무거웠다. 그러나 생체중에 대한 건물중의 비는 모든 처리에서 차이가 없었다.

표 3의 수확주율은 파종시기가 빠를수록 높았고 화학제처리 간에는 일정한 경향은 없으나 K₃PO₄ 처리에서 대체적으로 높았다. 인편분화율은 파종시기가 늦을수록 감소되는 경향이었으나 85% 이상 분화되었다. 주아배에서 인편의 분화 정도는 품종에 따라 상이한데 본 시험에 공시한 '남도' 주아의 인편분화율이 높은 것은 구 등(1974)이 얻은 결과와 일치하였고, 최 등(1992)도 '남도' 주아의 크기별로 양액재배한 결과 크기에 관계없이 100% 인편분화가 된다고 하였으나, 반 등(1982)은 '서산종'의 경우 주아재배 1년차에는 대부분 인편이 분화되지 않고 통마늘이 된다고 하였다. 이런 결과로 볼 때 난지형 주아가 한지형 주아보다 인편분화가 잘 이루어짐을 알 수 있다. 구당 인편수는 파종시기가 빠를수록 많았으나 화학제처리 간에는 차이가 없었다. 한편, '남도' 마늘의 구당 인편수는 대개 6~8개 정도인데 주아 1년재배로 인편분화와 함께 인편수의 확보도 가능하였다. 인편중은 파종시기가 빠를수록, 화학제처리 간에는 K₃PO₄에서 무거웠다. 수량은 10월 10일 파종의 K₃PO₄ 처리가 10a당 1,356kg이고 무처리가 1,070kg으로 27%의 증수효과가 있어서 중구로 이용할 수 있는 인편(5g이상)으로 환산하면 K₃PO₄ 처리가 119,700개로서 무처리 110,000개보다 9,700개의 인편을 더 확보할 수 있었다. 한편 9월 20일 파종이 10월 10일 파종보다 전반적으로 수량이 많았으나 대부분이 논마늘을 재배하고 있는 실정에서 수도의 수확시기에 이르지 못하여 파종이 불가능하며, 10월 30일 파종은 화학제 처리의 수량이 무처리보다 낮았을 뿐만 아니라 10월 10일 파종 수량에 훨씬 미치지 못하였다.

초 록

'남도' 마늘의 주아를 이용한 중구 생산성을 검토하기 위하여 주아를 200mM K₃PO₄와 200mM KNO₃ 용액에 파종전 침지처리(7일간, 10°C)한 후 파종기를 9월 20일, 10월 10일 및 10월 30일로 달리하여 시험하였다. 출현속도는 파종기가 늦을수록 빨라졌는데 10월 10일 K₃PO₄ 처리에서 출현소요일수가 단축되었다. 식물체 생육 역시 K₃PO₄ 처리후 10월 10일 파종에서 우수하였다. 인편분화율은 모든 처리구에서 85% 이상이었고, 평균구중은 파종시기가 빠를수록 높았다. 수량은 K₃PO₄ 처리후 10월 10일 파종이 무처리에 비해 27% 증수되어 주아를 마늘 파종적기에 화학제를 처리함으로써 더 많은 중구를 획득할 수 있었다.

추가 주어: 인편분화, 추대, 출현

Table 2. Effect of chemical treatment on the leaf area, and fresh and dry weights of garlic bulbils planted on 10 Oct. (measured on March 30 after overwintering).

Treatment ²	Leaf area (cm ² /plant)	Fresh weight (A) (g/plant)	Dry weight (B) (g/plant)	B/A
Non-treated	134.5	24.1	3.4	0.14
200mM KNO ₃	126.0	24.2	3.3	0.14
200mM K ₃ PO ₄	175.1	37.4	5.3	0.14
LSD 5%	28.0	3.39	0.95	NS

²Bulbils were soaked in the chemical solution at 10°C in the dark for 7 days.
^{NS} : Nonsignificant.

Table 3. Effect of chemical treatment and sowing date of bulbils on growth characteristics and the bulb yield of 'Namdo' garlic.

Sowing date	Treatment ^z	Bulb harvest rate (%)	Differentiation of clove (%)	No. of cloves per bulb	Average bulb weight (g/bulb)	Yield (kg/10a)	Yield Index
Sept. 20	Non-treated	92.0	96.1	6.9	39.2	1,469	100
	200mM KNO ₃	92.1	97.4	7.1	33.0	1,207	82
	200mM K ₃ PO ₄	94.4	98.4	6.9	37.9	1,428	97
Oct. 10	Non-treated	93.7	94.3	6.5	29.3	1,070	100
	200mM KNO ₃	89.8	91.0	6.4	31.2	1,102	103
	200mM K ₃ PO ₄	89.2	95.2	6.8	36.9	1,356	127
Oct. 30	Non-treated	90.8	92.5	6.0	24.1	775	100
	200mM KNO ₃	45.5	85.6	5.5	21.7	420	54
	200mM K ₃ PO ₄	87.9	91.5	5.5	22.2	628	81
LSD 5%	Sowing date(Sd)	12.7	3.88	0.29	3.16	157.4	
	Treatment(Tr)	13.2	NS	NS	NS	NS	
	Sd x Tr	***	NS	NS	**	**	

^zBulbils were soaked in the chemical solution at 10°C in the dark for 7 days.

NS, **, *** : Nonsignificant or significant at P=0.01, 0.001, respectively.

인 용 문 헌

- 반채돈, 황재문, 최진규. 1982. 주아를 이용한 마늘재배에 관한 연구. 농시보고 24 (원예편):72-76.
- 장매희, 박권우. 1994. KOH 처리가 싹자 종자의 구조 및 발아생리에 미치는 영향. 한원지 35: 540-546.
- 최경주, 한규평, 이운직. 1992. 마늘주아의 구형성 비대에 관한 생리적 연구. I. 주아크기가 생육 및 구형성 비대에 미치는 영향. 한국원예학회논문발표요지 10:118-119.
- 정연옥. 1993. 고추의 초기발아 촉진을 위한 종자 Priming 효과와 이의 생리적 기작에 관한 연구. 경상대학교 박사학위논문.
- Clark, N.A. and P.E. James. 1991. The effects of priming and accelerated aging upon the nucleic acid content of leek seeds and their embryos. J. Exp. Bot. 42:261-268.
- 황재문, 정주호, 박상근. 1985. 마늘무병종구의 차대생산력검정. 농시논문집(원예) 28(2):24-31.
- 강남준. 1994. 고추 종자에 있어서 K₃PO₄를 이용한 Priming과 침지용액의 pH 조절에 따른 저온 발아촉진에 관한 생화학적 연구. 경상대학교 박사학위논문.
- 강남준, 조정래. 1996. 수박 종자의 Priming 처리가 발아와 유효생장에 미치는 영향. 한원지 37:12-18.
- Khademi, M., D. S. Koranski, D. J. Hannapel, A. D. Knapp, and R.J. Gladon. 1991. Water stress and storage-protein degradation during germination of *Impatiens* seed. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116:302-306.
- 구영서, 노승균, 이기전, 정동식, 강제철. 1974. 마늘주아재배에 관한 연구. 농시보고 16(원예편): 99-100
- Mazor, L., M. Peal, and M. Negbi. 1984. Changes in some ATP- dependent activities in seeds during treatment with polyethylene glycol and during the redrying process. J. Exp. Bot. 35:1119- 1127.
- 문원, 이병일, 김종기. 1983. 마늘의 휴면생리에 관한 연구. I. 휴면의 유기 및 타과에 대하여. 한원지 34:175-180.
- 문원, 이병일, 김종기. 1984. 마늘의 휴면생리에 관한 연구. II. 저장온도가 인편내 발아엽 생장에 미치는 영향. 한원지 25:17-22.
- Nonogaki, H., H. Matsushima, and Y. Morohashi. 1992. Galactomannan hydrolyzing activity develops during priming in the micropylar endosperm tip of tomato seeds. Physiol. Plant. 85:167-172.
- 박상근, 김광용, 이재욱, 서효덕. 1988. 마늘의 주아 이용에 관한 연구. I. 주아를 이용한 동계 풋마늘생산. 농시논문집(원예편) 30:16-21.
- 신기호, 박중훈, 이기성, 한길영, 이유식. 1988. 남도마늘의 파종별 및 종구크기가 생육 및 수량에 미치는 영향. 농시논문집(원예편) 30:41-52.
- 송정섭, 노태홍, 장영선, 김영삼, 신철우. 1988. 도입 남도마늘의 재배법 개선에 관한 연구. I. 도입 남도마늘 재배 지대 설정. 농시논문집(원예편) 30:53-58.
- 서상기, 박효근. 1993. 마늘의 미성숙 주아 배양을 통한 급속 증식. 한원지 34: 173-178.
- 양승균, 이행순, 정원중, 민성란, 유장열. 1993. 마늘(*Allium sativum* L.)의 미숙 총포내의 영양아 및 소화아의 기내배양에 의한 무병종구생산. 한원지 34:179- 183.
- 유근창, 김종화, 용영록, 이상호. 1996. Priming 처리가 박 종자의 발아율 향상에 미치는 영향. 한원지 37:42-47.