

조직배양에 의한 씨마늘의 상업적 생산

남상일* · 박주현 · 최종인 · 권기석 · 엄정식

동양불산기업(주) 중앙기술연구소

Commercial Production of Seed Garlic by Tissue Culture Technique

NAM, Sang-Il* · PARK, Ju-Hyun · CHOI, Jong-In · KWON, Ki-Seok · UHM, Jeong-Sik

R&D Institute, TongYang Moolsan Co. Ltd., Yongin, 449-871, Korea

ABSTRACT We, Tong Yang Moolsan Co. Ltd. (TYM) set up the mass-production system for virus-free seed garlic via tissue culture technique. TYM's tissue culture technique is called as 'Multiple shoot propagation technique'. This technique can lead mass propagation of genetically homogeneous seed garlic in a short period because of its highly proliferation rate of *in vitro* shoots (15^{10} /year). TYM researchers applied the technique to some selected garlic cultivars with superior characteristics and carried out field test of productivity in the inside and outside of the country for several years. According to the yearly results of field test with virus-free seed garlic, we ascertained that virus-free seed garlic can produce the highly yield increase (max. above 50%) and also can enhance the product quality. Consequently, we estimated that TYM's seed garlic will contribute to farmers with increase of income and can elevate the national position of garlic market in the world for its competitive power of technical and production cost.

Key words: Garlic, massproduction, multiple shoot, tissue culture, virus free

서 론

마늘 (*Allium sativum* L.)은 백합과 파屬에 속하는 인경채소로 우리 나라 국민 식생활에 필수적인 양념채소이며 최근에는 많은 약리 작용에 대한 보고 등으로 관심이 집중되고 있는 작물이다. 단위 면적당 수익성이 높고 다른 작물과 2모작이 가능하다는 재배상의 장점이 있지만 총 경영비중 종구비의 비중이 75%에 달하여 생산비가 타 작물에 비해 높다. 즉, 총생산량의 20~25%를 종구로 다시 이용해야 하므로 1998년 현재 국내 마늘 시장규모가 1조 700억 원인 것을 감안하면 (김 2001) 연간 약 2,000억 원대의 잠재적인 종구의 수요가 형성되어 있다고 평가된다.

또한, 마늘은 번식방법이 인편을 나누어 심는 영양번식에 의존하므로 만성적인 바이러스병의 피해가 심각해 생산량이 점차 감소하고 있는 형편이다. 바이러스병은 다른 병해충과는 달리 화학적 방제가 불가능하므로 현 기술단계에서는 조직배양기술을 이용하여 무병 (virus-free) 주 마늘을 생산하는 방법이 가장 효과적인 방제수단이라고 판단된다. 무병주 씨마늘을

종구로 이용하여 바이러스 병해를 해결하면 단위면적당 마늘 생산이 50% 정도까지 증수된다는 여러 시험보고가 있으나 현재 무병주 씨마늘을 경제적으로 대량 생산할 수 있는 기술개발이 미진하여 농가보급이 소규모에 그치고 있는 실정이므로 산업화된 무병주 씨마늘 생산 시스템 개발이 필요하다.

조직배양기술을 이용한 인공씨 마늘의 대량증식방법이 확립되면 무병 씨마늘의 지속적인 공급이 가능하므로 산지의 특이한 향미를 지닌 지역종이나 형태·수량면에서 우수한 형질을 가진 계통을 유전적으로 균일하게 대량으로 유지할 수 있고 필요에 따라 단기간 내에 확대 보급할 수 있는 장점이 있다.

식물조직배양을 이용하여 무병 종구를 생산하는 방법으로서는 현재까지 개발된 방법들을 정리하면 다음과 같이 분류할 수 있다.

첫째, 마늘 인편의 정단을 적출 배양하여 하나의 시료에서 1개 내지 수개의 신초 (shoot)를 유도하는 방법 (Mirghis et al. 1989),

둘째, 적출한 마늘 인편의 정단으로부터 캘러스를 유도하여 shoot를 재분화시키고 증식하는 방법 (Kida et al. 1989),

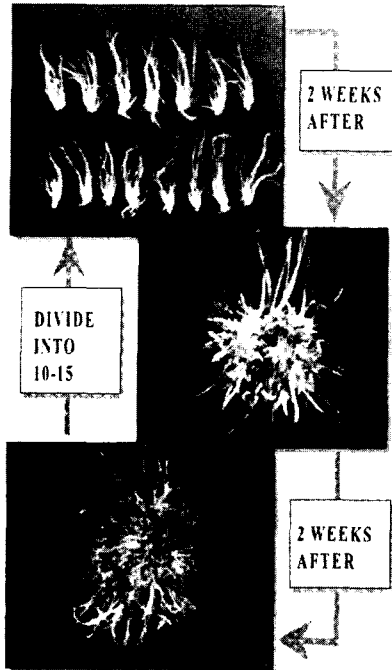


Figure 1. Propagation process of multiple shoots.

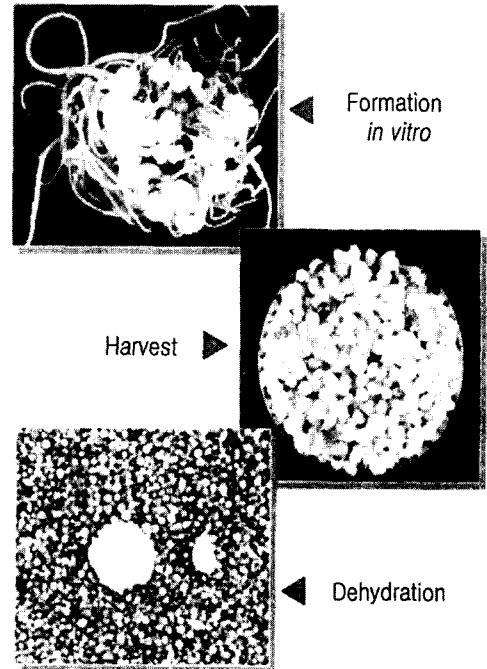


Figure 2. Mass production process of microbulbs.

셋째, 정단유래 신태를 계대배양에 의해 증식시키는 방법 (Nagakubo et al. 1993),

넷째, 인편의 정단에서 미분화 신태덩어리 (묘조원기)를 유도하여 증식한 다음 증식된 묘조 원기에서 다수의 shoot를 유도하고 저온에서 씨마늘을 생산하는 방법 (Yoshida et al. 1989)

위에서 언급한 방법들의 한계는 기내 식물체의 증식효율이 낮아 생산비용이 너무 높아진다는 것이다. 이러한 점을 고려할 때 무병주 씨마늘의 대량생산에 있어서 해결해야 할 가장 큰 요인은 저비용·고효율로 충실한 신태를 기내에서 대량증식할 수 있는 기술을 확보하는 것이라 할 수 있다. 또한 고품질의 무병주 씨마늘을 생산하기 위해서는 효율적으로 충실한 신태를 육성하는 기술개발 못지 않게 기내 식물체로부터 단구를 생산하기 위한 기술개발 또한 필수적이다. 즉, 조직배양 마늘의 산업화를 성공시키기 위해서는 조직배양 과정에서의 비용 절감뿐만 아니라 조직배양 식물체의 효율적인 순화법 개발, 養球기술, 조직배양 마늘에 적합한 재배 작형과 재배법 개발 등과 같은 포장단계에서의 다각적인 연구가 필요하다.

다신태 (Multiple shoot) 무한 계대배양과 기내소구 (Microbulbs) 대량생산

무병주 씨마늘을 생산하기 위해서는 먼저 마늘의 인편 하부에 존재하는 생장점을 현미경 하에서 적출, 배양하여 캘러스를 유도한다. 유도된 캘러스는 신태 재분화배지에서 배양하고, 이로부터 다신태를 유도한 후 이들 다신태를 계속적으로 계대배양하여 대량증식하게 된다. 대량으로 증식된 이들 신태들을 3~4개월 동안 저온처리한 후에 구형성배지로 옮겨 무

병주 인공씨마늘을 형성시키게 되는데 저온처리를 하지 않아도 기내에서 구가 형성되거나 수율이 현저히 떨어지므로 저온처리를 하는 것이 유리하다.

이상과 같은 기내소구 생산시스템은 소규모 생산에 그쳤던 기존의 방법의 한계를 극복할 수 있게된 것으로서 일례로 쓰미토모 화학에서 개발한 방법이 전체 27주 동안에 4회의 계대배양을 통해 128배 증식되어 한달 평균 약 2.5배의 증식률을 보였던 것과 비교하여 볼 때 (Nagakubo et al. 1993), 당 동양물산 중앙기술연구소에서 개발한 방법으로는 매 5주마다 약 15배의 증식률을 보여 상대적으로 월등히 적은 노동력, 시간 및 경비로 씨마늘 대량생산이 가능하게 된 것이다.

무병주 씨마늘 관련 동양물산기업 특허 등록 현황

- 대한민국 특허 제134140호 “조직배양기술을 이용한 무병주 씨마늘의 생산 방법” (1997년 12월 29일 등록)
- 스페인 특허 제 950239호 “조직배양기술을 이용한 무병주 인공씨마늘의 급속 대량생산 방법” (1998년 10월 1일 등록)
- 미국 특허 US 6,265,217B1 “Method for producing microbulbs of Garlic *in vitro*” (2001년 7월 24일 등록)

단신태 유도와 순화

조직배양을 통해 생산된 기내소구를 씨마늘로 이용시 발생하는 초기 발아율 저하와 활착에 상당한 기간이 필요하게 되는 등의 단점을 극복하기 위해 지속적으로 다신태화가 진행되는 것을 정지시키고 하나의 신태로서 분리시켜 토양에 직

접 식재하여 재배하는 시스템을 개발하는 연구를 수행하게 되었다.

다신초로부터 단신초 (single shoot)를 유도하기 위하여 배지 조성 변화, 호르몬 첨가, 배양단계의 조절 등을 통해 하나의 petri-dish에 치상한 5개의 shoot clumps로부터 15개 이상의 단신초를 생산하는 배양시스템을 확립하였다. 이러한 배양시스템을 이용하여 2001년 현재 동양불산 중앙기술연구소가 보유하고 있는 약 10평 규모의 배양실에서 생산한 30만 개의 단신초를 포장에 식재하여 조직배양 1세대 씨마늘을 생산하였고, 이 과정에서 식재된 신초의 활착률을 80% 이상 확보할 수 있는 순화법을 개발하였다.

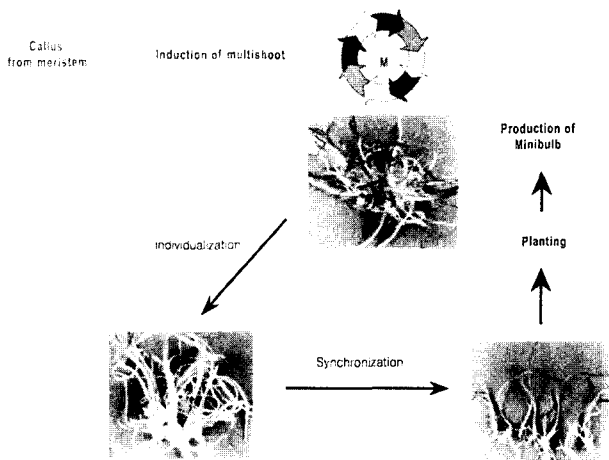


Figure 3. Induction and production process of single shoot.

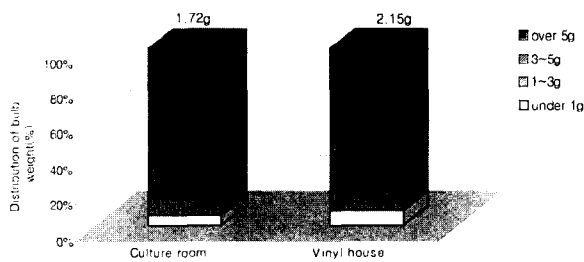


Figure 4. Comparison of single bulb(G1) productivity according to acclimatization place.

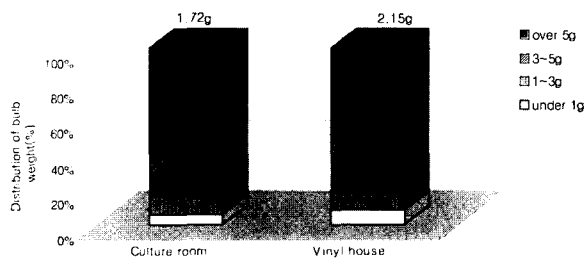


Figure 5. Development of acclimatization method for *in vitro* shoots (Aomori cultivar); A, direct planting; B, planting after bottle closure opening for 3 days, C, planting after acclimatization in the vinyl house for 10 days; D, planting after acclimatization at culture room and vinyl house for 10 days, respectively.

조직배양 씨마늘 생산성 검정

1998년 국내 4개 지역 10농가에 조직배양 씨마늘을 보급하여 생산성 검정을 수행한 이래 2001년 현재 그 규모를 확대하여 국내 10개 지역 7개 기관 20 농가, 일본 2개 지역, 미국 2개 지역에서 생산성 검정 시험을 수행하여 오고 있다.

국내에서의 시험 결과 난지형, 한지형 마늘재배 지역 모두에서 조직배양 2년차 씨마늘이 현지재배 마늘 대비 28%~32%의 증수효과를 보여 일반적으로 조직배양 효과가 가장 큰 것으로 알려진 조직배양 3년차 씨마늘을 재배할 경우 그 증수효과는 50% 이상이 될 것으로 예상된다 (Table 1). 또한 증수효과뿐만 아니라 판매가격에 절대적인 영향을 미치는 수확물의 상품성에 있어서도 조직배양 2년차 씨마늘 재배 결과 60g 이상 되는 특상품(한지형 마늘 기준) 마늘의 전체 수확물에서 차지하는 비중이 약 20%에까지 이르는 것으로 나타나

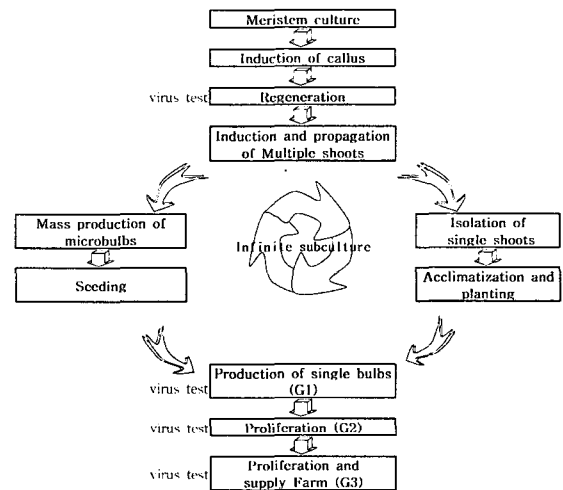


Figure 6. A schematic process for production of virus free seed garlic.

Table 1. Regional productivity test of TYM's seed garlic (Aomori cultivar)

Region	Mean weight of bulbs harvested (Aomori cultivar)			Control (Korean domestic)	Remarks
	G1 (under 1g)	G1 (1~3g)	G2 (5.79g)		
Dan-yang	-	23.0	40.1	31.36	Yield increase rate† (G2) ○ in Dan-yang : 128%
Ham-an	19.7	35.3	41.3		○ in Ham-an : 132%

*data from TYM's research in the year 2001

†; yield increase rate of TYM's seed garlic compared to each local variety

Table 4. 1st practical examination of TYM's seed garlic(Aomori cultivar) in U.S.A.

	G1		G2	
	California	Nevada	California	Nevada
Bulb circumference (cm)	14.27 ± 3.92	16.82 ± 0.72	19.50 ± 2.05	16.70 ± 3.52
Bulb diameter (cm)	4.54 ± 1.25	5.36 ± 0.23	6.21 ± 0.65	5.32 ± 1.12
Bulb weight (g)	34.45 ± 20.29	50.10±8.12	73.20±16.66	51.58 ± 1.56
No. cloves / bulb		5.1±0.9	7.0±1.4	6.1±0.8

* Those of data were collected in August, 2001.

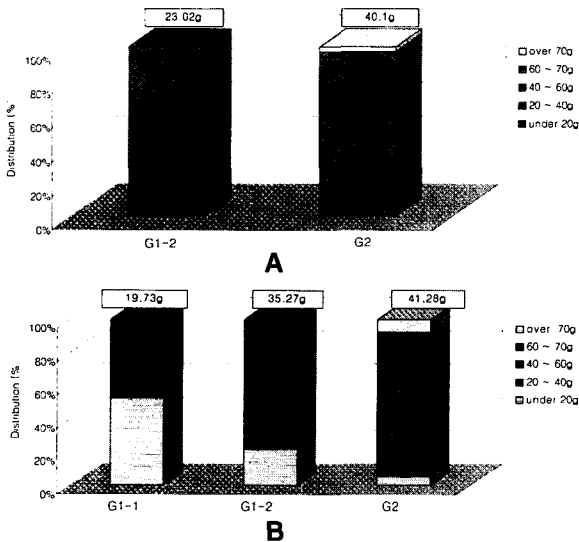


Figure 7. Distribution of bulb weight after cultivated of TYM's seed garlic (Aomori cultivar). A; Dan-yang, B; Ham-an

*Those of data were collected from TYM's research in the year 2001

농가 소득 증대에 실제적으로 기여할 수 있을 것으로 기대하고 있다 (Figure 7).

국내뿐만 아니라 해외 진출 가능성을 살펴보기 위해 일본 아오모리 지역에는 1999년 가을, 미국 캘리포니아 지역에는 2000년 가을부터 동양물산 중앙기술연구소에서 생산한 조직배양 씨마늘을 보급하여 적응성 및 생산성 검정을 수행한 결과 생산성에 있어서 오히려 국내에서보다 월등한 성적을 나타내었고 (Table 2, Table 3, Table 4), 마늘 품질에 주요 지표가 되는 인편 수도 6~7쪽인 것으로 확인되어 상품성 또한 뛰어난 것으로 평가되었다 (Figure 8). 또한 현지에서 생산·공급된 조직배양 씨마늘과 비교하여 조직배양 2년차 씨마늘을 재배했을 경우 이미 그에 버금가는 구가 생산되어 증식에 소요되는 기간을 단축할 수 있는 것으로 나타나 현지에서의 호응이 높아 해외 수출에 대한 가능성이 증대되고 있는 상황에 이르고 있다.

조직배양 씨마늘 생산비 분석

당 동양물산기업에서는 조직배양 기술을 이용한 씨마늘 대량생산 연구를 시작한 이래 지속적인 원가절감에 대한 연구를 수행하여 오고 있다. 이는 농가에 실제 공급되는 조직배양

Table 2. 1st practical examination of TYM's seed garlic(Aomori cultivar) in Japan

Classification (mean weight)	Mean weight of bulbs harvested (g)	Rate of increase in weight (%)
G1 - 1 (1.63g)	42.6	2613
G1 - 2 (2.97g)	49.3	1660
G2 - HK* (5.72g)	44.4	776
G2 - LK (4.88g)	54.6	1118
G2-HA** (6.2g ?)	81.6	
G2-LA (7.0g ?)	82.4	
G3 - White (7.1g ?)	72.2	
G3 - Red (4.3g ?)	66.5	
MGS †	85.4	

*l, m, s are the size of G1 bulbs that large, medium and small, respectively

**regions of G1 bulbs harvested (H; Pyung-chang, L; Yong-in) Those of data were collected in July 5, 2000.

Table 3. 2nd practical examination of TYM's seed garlic(Aomori cultivar) in Japan

Classification (mean weight)	Mean weight of bulbs harvested (g)	Rate of increase in weight (%)
H** - l* (1.68g)	15.3	910
H - m (0.72g)	13.9	1930
H - s (0.42g)	8.5	2023
L - l (1.46g)	32.2	2205
L - m (0.71g)	18.5	2605
L - s (0.37g)	12.7	3432
G2 - white	42.7	
G2 - red	25.9	

*G2 seeds harvested at Dan-yang (G2-HK) and at Ui-sung (G2-LK) in Korea

**G2 seeds harvested at Tenmabayashi in Japan

† tissue cultured seed garlic distributed from Sumitomo Chemical in Japan, Those of data were collected in June 27, 2001.

씨마늘의 가격은 생산비용을 감안하여 결정되어지므로 일반 씨마늘 가격과 크게 차이가 나지 않는 합리적인 가격으로 공급하기 위해서는 생산에 소요되는 비용을 크게 낮추는 것이 필수적이기 때문이다.

또한, 공급가격은 조직배양 씨마늘을 이용하여 재배할 경우 실제 농가에서 이익을 거둘 수 있는지, 이익이 있다면 어느 정도인지 등을 분석하고 이를 바탕으로 결정되어야 한다. 따라서 매년 포장시험 결과와 당시 시장 가격을 바탕으로 재배 농가의 예상 수익분석을 수행하고 있다. 이러한 분석이 필요

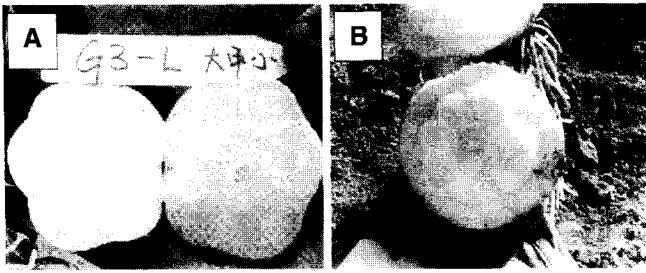


Figure 8. Features of cross section of TYM's garlic harvested. A; cultivated in Aomori, Japan, B; cultivated in Fresno valley, U.S.A.

한 이유는 본 연구의 성과가 단지 대량생산 체계개발에만 머무르는 것이 아니라, 상업화에 성공하여 실수요자에게 공급이 되었을 경우 그들에게도 이익을 줄 수 있어야 한다는 기본 전제에 충실하기 위해서는 생산물이 재배 농가에 미치는 파급효과까지도 고려되어야 하기 때문이다.

이상과 같이 생산원가 절감, 생산비를 고려한 농민소득 증대 여부의 판단은 조직배양 씨마늘의 상업화에 필수적 요인들이기 때문에 당 동양물산 중앙기술연구소에서는 수년에 걸쳐 조직배양 과정, 신초 재배과정, 조직배양 씨마늘 재배과정 등에서 발생하는 비용을 대상으로 다양한 조건을 두어 simulation 분석을 수행하여 왔다. 이러한 분석 결과는 실제 상

업적으로 대량생산된 무병주 씨마늘을 농가에 보급할 경우 예상되는 투입 생산비 대비 소득증대 효과 등을 예측하는 주요 지표로 활용될 수 있는 것으로 현재까지의 분석 결과 무병주 씨마늘을 이용할 경우 3개년 평균 최대 81.3%까지 (1999년 한지형 마늘 기준) 농가소득 증대 효과가 있을 것으로 예상하고 있다 (Table 5, Table 6).

향후 전망

국내 마늘산업은 최근 수년에 걸쳐 중국산 마늘의 국내 대량유입으로 인하여 붕괴 위기에 처해 있다 해도 과언이 아닐 것이다. 이렇듯 국내 마늘산업의 붕괴라는 위기의식이 고조됨에 따라 국내 마늘산업 경쟁력 제고 방안이 절실하게 요구되고 있고 현재 다양한 방법들이 모색되고 있다. TYM은 국내 마늘산업의 경쟁력 제고를 위한 방안의 일환으로 우수한 품질의 마늘을 선발하여 이에 조직배양 기술을 적용, 생산된 무병주 씨마늘을 수년에 걸쳐 국내 마늘 주산지들 중심으로 여러 지역에서 생산성 검정을 수행하여 오고 있다 (Figure 9). 현재 이러한 생산성 검정시험 결과를 바탕으로 재배적지로 판단되는 몇 지역을 선정할 수 있게 되었으며, 이들 지역에

Table 5. Production cost and income analysis for Garlic using TYM's seed garlic.

구분	일반마늘				무병주형 재배마늘				조직배양 마늘			
	1년차	2년차	3년차	3년차 평균	1년차	2년차	2년 합계	1년차	2년차	3년차	3년차 평균	
	종묘구입	재배비용	재배비용	100%	종묘구입	회수·보급	6배	종묘구입	재배비용	재배비용	100%	
총합	100%	100%	100%	100%	4배	6배	6배	14배	17배	12배	130%	
1. 생산원가	3,593,896	3,563,886	3,565,769	3,574,382	2,640,000	10,339,100	12,677,000	4,384,412	4,653,286	4,271,629	4,655,228	
2. 판매수입	374	914	413	314	144,000	864,000	864,000	1,469	1,469	1,469	1,469	
3. 이익	374	914	413	314	7,200	43,200	43,200	41,940	41,940	41,940	41,940	
4. 이익률	10.4%	25.6%	11.6%	9.9%	2.7%	5.0%	3.4%	0.9%	0.9%	0.9%	0.9%	
5. 이익증대율	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
6. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
7. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
8. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
9. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
10. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
11. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
12. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
13. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
14. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
15. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
16. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
17. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
18. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
19. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
20. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
21. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
22. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
23. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
24. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
25. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
26. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
27. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
28. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
29. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
30. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
31. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
32. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
33. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
34. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
35. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
36. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
37. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
38. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
39. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
40. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
41. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
42. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
43. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
44. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
45. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
46. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
47. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
48. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
49. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	
50. 이익증대율(%)	0%	14.5%	6.5%	9.9%	14.7%	47.9%	34.7%	95.4%	95.4%	95.4%	95.4%	

*This table was collected from analyze data of TYM R&D Institute, 2001.

Table 6. The estimated income analysis of farm in case of cultivation with TYM's seed garlic.

Unit value of a TYM's seed garlic (won)		Annual yield increase rate with TYM's seed garlic			Average of 3 years' net income with general garlic	Index
		150% → 140% → 130%	140% → 130% → 120%	130% → 120% → 110%		
60	Net income	2,353,516 won	1,997,130 won	1,640,743 won	1,297,637 won (unit cost a seed garlic : 29 won)	* unit: 10 a * selling price : 3,659 won/kg * Increase rate of net income ; compare to average of 3 years' net income with general garlic
	Increase rate of net income	81.4% ↑	53.9% ↑	26.4% ↑		
80	Net income	2,113,516 won	1,757,130 won	1,400,743 won		
	Increase rate of net income	62.9% ↑	35.4% ↑	7.9% ↑		
100	Net income	1,873,516 won	1,517,130 won	1,160,743 won		
	Increase rate of net income	44.4% ↑	16.9% ↑	10.5% ↓		

*This table was collected from analyze data of TYM R&D Institute, 2001.

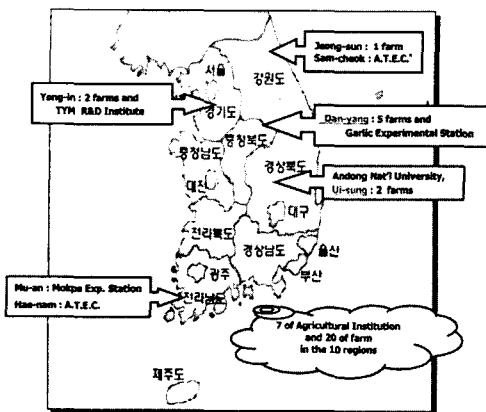


Figure 9. Features of cross section of TYM's garlic harvested. A; cultivated in Aomori, Japan, B; cultivated in Fresno valley, U.S.A.

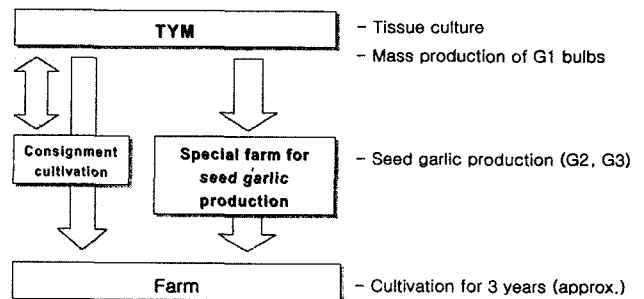


Figure 10. Features of cross section of TYM's garlic harvested. A; cultivated in Aomori, Japan, B; cultivated in Fresno valley, U.S.A.

전문 생산능가나 단지를 육성하여 안정적인 무병주 씨마늘 공급이 이루어진다면 체계적인 씨마늘 공급체계가 확립될 수 있을 것으로 판단된다 (Figure 10).

국내에는 아직까지 기술적인 문제로 인해 무병주 인공씨마늘을 생산하여 공급하는 업체가 없기 때문에 실제적인 조직배양 씨마늘 시장은 형성되어 있지 않으나 다신초 증식기술을 이용하여 대량생산 예정인 동양물산 (TYM) 무병주 씨마늘은 현재 농민이 사용하고 있는 씨마늘에 비해 혁신적인 수량증대, 상품성 제고가 예상되고 이에 따른 농민의 소득 증대가 이루어질 것으로 예상된다.

또한 국내뿐만 아니라 해외진출 가능성이 높아짐에 따라 생산성뿐만 아니라 virus control 등 품질 인증 체계에 관련된 연구, 생산원가절감에 대한 연구 등도 함께 지속적으로 진행하여 무병주 씨마늘 보급지역이 해외지역에까지 확대된다면 국내 마늘산업의 국제경쟁력은 한층 제고될 것이다.

적 요

동양물산 중앙기술연구소에서 개발한 다신초 (multiple shoot) 증식기술을 이용하면 1회 계대배양으로 신초의 수가 약 15배 증가하고 1년에 10회의 계대배양이 가능하므로 계산상 1개의 신초로부터 5,700억 개 (1510)의 신초 생산이 가능하므로 유전적으로 동질의 씨마늘을 단기간에 대량증식시키는 것이 가능하다. 이러한 기술을 우수한 형질을 가진 마늘종에 적용하여 현재 국내·외 여러 지역에서 적응성 및 안정적 생산성 검정 시험을 수행하여 산업화 진입을 준비하는 단계에까지 도달하였다. 수년에 걸친 검정시험 결과 조직배양 씨마늘을 이용할 경우 최대 50% 이상의 증수효과는 물론 상품성이 증대되는 효과도 확인하여 우리 나라 마늘산업의 국제경쟁력을 향상시키고 농민 소득 증대에 크게 기여할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 조직배양을 통해 대량생산된 무병주 씨마늘을 농가 위탁, 계약재배 등을 통해 증식하여 실수요 농가에 공급하는 체계를 갖추게 된다면 타 주요작물에 비해 상대적으로 미진한 종구 보급체제도 확립될 수 있을 것이다. 더

불어 국제경쟁력을 갖춘 기술력, 원가 등을 기반으로 국내뿐만 아니라 일본, 미국 등 국외지역에도 공급지역을 확대할 수 있을 것으로 기대된다.

인용문헌

- Kida T, Hayashi T, Oosumi C** (1989) Preparation of plant body. Japan patent #JP-3160935-A
- Mirghis E, Mirghis R, Sectorul A I** (1989) Prodedeu de inmultire rapida a usturoiului. Roumania patent #Ro-96914-A
- Nagakubo T, Nagasawa A, Ohkawa H** (1993) Micropropagation of garlic through *in vitro* bulblet formation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. **32**:175-183
- Tong Yang Moolsan Co., Ltd.** (1997) Method for producing virus-free seed garlic sing tissue culture technique. Korea patent #134140
- Tong Yang Moolsan Co., Ltd.** (1998) Process for mass producing virus free microbulbs of garlic throughout plant tissue culture technique. Spain patent # 950239
- Tong Yang Moolsan Co., Ltd.** (2001) Method for producing microbulbs of Garlic (*Allium sativum* L.) *in vitro*. U.S patent #US 6,265,217B1
- Yoshida K, Sato H, Ohashi S** (1989) Multiplication of large amount of plant of genus *Allium*. Japan patent #JP-2200131-A
- 김재왕 (2001) 마늘수입동향과 대응방안, 우량마늘 종구생산 및 보급방안 학술세미나 자료. 안동대학교 농업과학기술연구소. pp 29-42