

감자 플러그묘의 정식 후 괴경 생산⁺

Tuber Production after Transplanting of Potato Plug Seedlings

김용현* 이명규** 최유화**

정희원

Y.H. Kim M.G. Lee Y.H. Choi

1. 서론

씨감자 생산은 보통 조직배양 → 기본종 → 기본식물 → 원원종 → 원종 → 보급종의 6단계의 증식과정을 거치면서 이루어진다. 씨감자 생산에서 가장 중요한 것은 바이러스에 감염되지 않은 무병 씨감자의 생산이다. 이를 위하여 정부에서는 엄격한 생산 계획과 관리하에 격리된 포장에서 씨감자를 생산하여 보급하고 있으나, 보급율은 25%에 불과한 실정이다.

이제까지 국내에서 씨감자를 급속·대량으로 증식하고자 기내소괴경으로 불리우는 인공씨감자(Joung, 1989), 양액재배(Kim et al., 1997), 경삽(Ku, 1998) 등이 시도되었다. 인공씨감자는 무균 배양실에서 대량생산이 가능한 장점을 지니고 있으나, 생산비가 많이 들고, 크기가 작으며, 발아율이 낮고, 수량이 작기 때문에 보급용 씨감자로 사용하기에는 부적합하다. 양액재배를 이용한 씨감자 생산은 품종에 따른 편차가 심하고, 양액 오염의 가능성이 있으며, 피목이 비대해지는 등의 단점이 있으나, 인공씨감자에 비해서 비교적 큰 씨감자를 대량으로 얻을 수 있고, 지하부 환경을 쉽게 조절할 수 있기 때문에 씨감자 증식 방법으로 널리 보급되고 있다. 경삽은 씨감자를 증식하기 위한 유효한 수단(Ewing and Wareing, 1978; Seabrook, 1990)이며, 온실에서 경삽을 이용하여 단기간에 씨감자를 대량으로 증식시키기 위한 시도가 보고되었다(구, 1998). 그런데 온실과 같은 개방형 시스템에서 경삽을 이용하여 씨감자를 증식할 때 씨감자의 수량과 품질은 외부 환경의 영향을 크게 받게 된다.

최근 들어 폐쇄형 묘생산 시스템을 이용하여 묘소질이 우수하면서 기계적 정식이 가능한 감자 플러그묘의 생산 체계가 개발되었다(Kim, 2002; 김 등, 2003). 기온, 상대습도, 광, 기류속도, CO₂ 농도 등 물리적 환경요소의 제어가 가능한 폐쇄형 묘생산 시스템을 이용한 감자 플러그묘의 생산 체계는 씨감자 생산체계를 단축시키면서 씨감자 생산에 소요되는 노력과 비용을 절감시킬 것으로 기대된다. 폐쇄형 묘생산 시스템에서 생산된 감자 플러그묘의 정식 후 수량을 분석하고자 시도된 본 연구의 목적은 감자 플러그묘의 육묘 단계에서 광합성유효광양자속(photosynthetic photon flux, PPF)과 플러그묘의 정식 시기가 괴경수량에 미치는 영향을 분석하는 데 있다.

* 본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2000-000-00391-0) 지원으로 수행되었음.

* 전북대학교 생물자원시스템공학부(농업과학기술연구소)

** 전북대학교 대학원 농업기계공학과

2. 재료 및 방법

가. 감자 배양 식물체와 모주의 배양

무병 감자(*Solanum tuberosum* L. cv. *Dejima*)의 shoot 성장점을 이용하여 8주간 MS+GA 0.1ppm에 Kinetin 0.1ppm이 첨가된 배지에서 성장점 배양을 실시한 후 250ml의 삼각 플라스크를 이용하여 액체 진탕 배양을 실시하였다. 액체 진탕 배양중의 기온은 20℃를 유지하였고, 3,000 lx의 조도로 연속 조명을 실시하였다. 다음으로 액체증식배양을 위해서 유식물체를 1 cm 정도의 크기로 절단하여 100 mL 삼각플라스크에 치상하였다. MS배지에 sucrose를 3% 첨가하여 증식한 후 액체증식배양에서 생산된 유식물을 발근 배양으로 옮겼다. 즉 증식된 유식물을 1.5 cm 정도의 크기로 절단하여 직경과 길이가 각각 1.0 cm, 10 cm인 시험관 내에서 IAA 0.1 mL·L⁻¹이 첨가된 배지에서 14일간 발근이 이루어지도록 하였다. 배양환경 조건은 기온 18-22℃, 상대습도 60-70%, 광주기 16/8 h, PPF 30~40 μmol·m⁻²·s⁻¹이다.

시험관 내에서 14일간 발근 배양된 감자 배양식물체를 육묘용 혼합배지(BM2, Berger Peat Moss, Canada)가 충전된 50공의 플러그트레이(Bumnong, Korea)에 옮겨 심었다. 배양식물체는 Kim(2002)이 개발한 폐쇄형 묘생산 시스템에서 20일 동안에 삼수 채취가 가능한 모주로 생산한다. 이 단계에서의 기온, 상대습도, PPF 및 광주기를 각각 20℃, 70%, 50 μmol·m⁻²·s⁻¹, 16/8 h로 조절하였다.

나. 감자 플러그묘의 생산

감자 플러그묘의 생산은 감자 모주로부터 삼수를 절단하여 육묘용 혼합배지(BM2, Berger Peat Moss, Canada)가 충전된 50공의 플러그트레이(Bumnong, Korea)에 경삽 후 4-5째에 발근이 이루어지고, 경삽 후 20일이 경과하면 정식에 적합한 플러그묘로 완성된다. 정식 후 피경 수량에 미치는 감자 플러그묘 육묘단계에서의 광강도의 영향을 살펴보고자 냉백색의 3과장형광등(DULUXL55W/21-840, OSRAM, Germany)을 인공광원으로 사용한 가운데 3수준(100, 200, 300 μmol·m⁻²·s⁻¹)의 PPF를 설정하였다. 이때 기온과 광주기는 각각 20℃, 16/8 h로 조절하였다. 경삽 후 5일 동안 상대습도는 90%를 유지하였으며, 발근이 이루어진 후에는 70%로 낮추어 조절하였다. PPF 처리에 따른 감자 플러그묘의 생장을 비교하고자 초장, 줄기직경, 줄기길이, 마디수, 뿌리길이, 생체중, 건물중, 엽수, 엽면적, 엽록소함량을 조사하였다. 또한 주사식전자현미경(JSM-5600LV, JEOL, Japan)을 이용하여 서로 다른 PPF하에서 생산된 감자플러그묘의 기공을 관찰하였다.

다. 감자 플러그묘의 정식과 피경 수확

경삽 후 20일 정도 지나면 감자 플러그묘가 정식할 상태에 도달하므로 경삽일을 다르게 설정하여 각각 7월 17일, 7월 27일, 8월 6일, 8월 16일에 경삽을 실시하였다. 폐쇄형 묘생산 시스템에서 20일 동안 육묘된 감자 플러그묘는 원예연구소 남해출장소의 시험 포장으로 운반되어 정식되었다. 정식 시기에 따른 피경 수량을 살펴보고자 2002년 8월 6일부터 10일 간격으로 4수준(8월 6일, 8월 16일, 8월 26일, 9월 5일)의 정식시기를 설정하였다. 피경 수확은 2002년 11월 24일에 실시하였다.

라. 조사 항목

괴경 수량에 미치는 감자 플러그묘 육묘 단계의 PPF와 정식 시기가의 영향을 검토하고자 수확시기에 각 처리별로 총 괴경수와 괴경 크기를 조사하였다. 또한 감자 플러그묘의 정식 후 생육 특성을 살펴보고자 중간생육조사를 실시하였다. 생육조사 항목은 초장, 생체중, 건물중, 엽수, 엽록소함량 및 괴경 수량 등이다. 아울러 괴경 수량에 미치는 기상 조건의 영향을 분석하고자 정식일로부터 수확일에 이르기까지 시험 포장 부근에서 기온, 지온, PPF의 변화를 30분 간격으로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 감자 플러그묘의 성장 특성

3수준(100, 200, 300 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)의 PPF에서 육묘된 감자 플러그묘의 성장 특성은 표 1과 같다. 감자묘의 초장은 PPF가 증가할수록 유의차가 인정될 정도로 작게 나타났다. 감자묘의 엽록소함량과 지하부건물중은 PPF가 증가할수록 유의차가 인정될 만큼 크게 나타났다. 그러므로 감자 플러그묘의 육묘 단계에서 PPF의 증가는 초장을 작게 하는 대신에 건물중과 엽록소함량의 증가에 기여하는 것으로 판단된다.

감자 플러그묘의 기공은 엽면에 고르게 분포하였으며, PPF의 변화에 따른 기공밀도의 차이는 확인할 수 없었다(그림 1). 그러나 기공의 크기와 개도는 PPF가 증가할수록 크게 나타났다.

Table 1. Growth indices of potato plug seedlings nursed at different photosynthetic photon flux.

PPF ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Plant height (mm)	Stem length (mm)	Stem dia. (mm)	No. of nodes	No. of leaves	Leaf area (mm^2/plant)
100	135.6 a ^z	74.2 a	2.50 a	6.0 a	16.2 a	4142.5 a
200	118.6 b	61.0 ab	2.70 a	6.6 a	13.6 a	4354.6 a
300	103.6 c	45.6 b	2.51 a	6.8 a	15.6 a	3941.2 a

^z Mean separation within columns by least significance test at $P \leq 0.05$.

Table 1(Continued).

PPF ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Root length (mm)	Fresh weight. (mg/plant)		Dry weight (mg/plant)		ODD ^y
		Shoot	Root	Shoot	Root	
100	117.8 a	2.06 a	0.216 a	0.1436 b	0.0212 c	35.1 c
200	158.6 a	2.18 a	0.372 a	0.1817 a	0.0375 b	42.5 b
300	136.6 a	2.04 a	0.694 a	0.2079 a	0.0595 a	48.7 a

^y Optical density difference measured by chlorophyll meter (SPAD-502, MINOLTA)

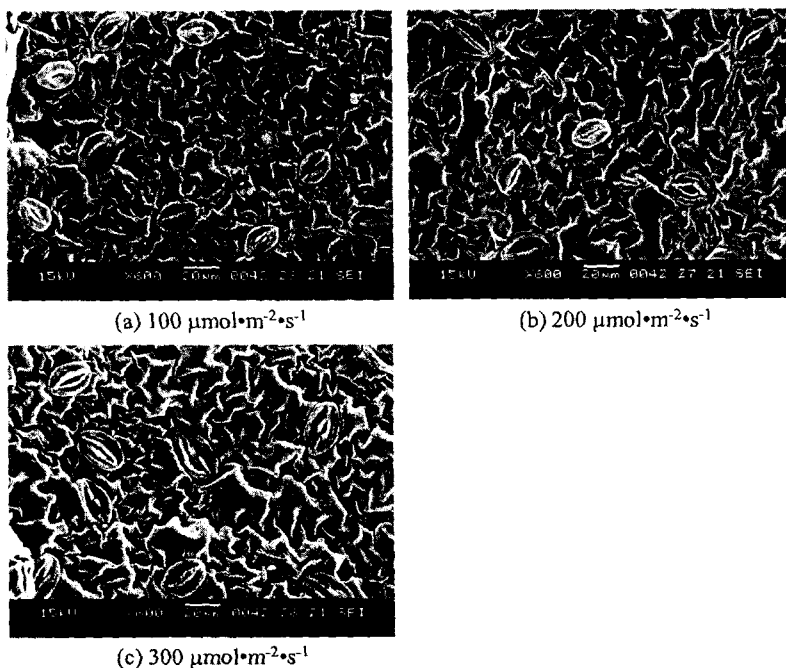


Fig. 1. Photographs of stoma of potato plug seedlings nursed at different PPF.

나. 정식 후 피경 수량

감자 플러그묘의 정식 후 성장 및 수량은 플러그묘의 묘소질, 플러그묘의 정식 시기와 정식 깊이, 생육단계의 기상 환경, 병충해 방제, 복토 회수, 비배관리 등의 영향을 받을 것이다. 그럼에도 불구하고 본 연구에서 감자 플러그묘의 육묘 단계에서의 PPF와 정식시기에 따른 정식 후 피경 수량을 살펴본 것은 기존의 씨감자 생산 방법 대신에 감자 플러그묘를 이용한 피경 생산의 가능성을 검토하기 위함이었다.

육묘단계의 PPF와 정식시기에 따른 감자 플러그묘의 정식 후 피경 수량은 표 2와 같다. 전체적으로 1주당 평균 피경중은 $100 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 PPF에서 육묘되고 9월 5일에 정식된 경우를 제외하면 PPF가 낮을수록 감자묘의 정식 후 피경중이 증가한 가운데 $100 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 PPF에서 육묘되고 8월 16일에 정식된 처리구에서 906.4g 으로 가장 높게 나타났다. 한편 평균 피경중에 미치는 정식시기의 영향은 없는 것으로 나타났다. 그러므로 감자 플러그묘를 이용하여 피경을 생산하고자 할 때 강광조건보다 $100 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 상대적인 약광하에서 육묘하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 정식시기에 따른 평균 피경수는 8월 6일에 정식한 처리구에서 8~9개로 가장 높게 나타났다. 한편 피경수에 미치는 PPF의 영향은 없는 것으로 나타났다. 감자 플러그묘를 이용하였을 때 평균 피경중과 피경수가 기존의 씨감자를 이용한 경우의 수량에 비해서 높게 나타나 피경 생산에 있어서 감자 플러그묘의 이용 가능성은 매우 높은 것으로 평가된다. 한편 감자 플러그묘를 이용한 피경 생산에서 $600\sim 900\text{g}$ 의

대서와 형상이 불균일한 기형서가 나타났다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 충분한 복토, 적정 정식 깊이, 적정 수준의 토양수분 관리 등이 요구된다.

Table 2. Yield of tubers as affected by transplanting date & PPF at nursery stage

Transplanting date	PPF ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Wt. of tubers (g/plant)	No. of tubers per plant
8/6	100	840.0 \pm 319.2	8.1 \pm 2.7
	200	728.1 \pm 311.4	8.4 \pm 2.1
	300	503.9 \pm 167.2	9.1 \pm 3.5
8/16	100	906.4 \pm 369.6	7.4 \pm 2.3
	200	698.4 \pm 341.3	6.5 \pm 2.6
	300	622.4 \pm 298.2	8.8 \pm 3.6
8/26	100	827.6 \pm 366.2	7.9 \pm 3.8
	200	814.6 \pm 375.0	8.5 \pm 2.8
	300	666.5 \pm 355.4	6.5 \pm 2.6
9/5	100	597.4 \pm 231.1	6.4 \pm 3.0
	200	841.3 \pm 176.3	8.5 \pm 2.2
	300	696.9 \pm 283.9	7.1 \pm 2.9
Transplanting date (A)			*
PPF (B)		***	
A x B		***	***

* Significant at $P = 0.05$, *** Significant at $P = 0.001$

4. 결론

본고에서는 폐쇄형 묘생산 시스템에서 생산된 감자 플러그묘를 이용하여 괴경 생산의 가능성을 검토하였다. 감자 플러그묘의 정식 후 평균 괴경중은 육묘단계의 PPF가 낮을수록 괴경중이 높게 나타났다. 그러므로 감자 플러그묘를 이용하여 괴경을 생산하고자 할 때 강광 조건보다 $100 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 상대적인 약광하에서 육묘하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 정식시기에 따른 평균 괴경수는 8월 6일에 정식한 처리구에서 8~9개로 가장 높게 나타났으나, 유의차가 크지 않음을 고려할 때 본 연구에서 검토된 정식시기에 따른 차이는 거의 없는 것으로 판단된다. 결론적으로 감자 플러그묘를 이용하였을 때 평균 괴경중과 괴경수가 기존의 씨감자를 이용한 경우의 수량에 비해서 높게 나타나 괴경 생산에 있어서 감자 플러그묘의 이용 가능성은 매우 높은 것으로 평가된다.

5. 참고문헌

1. 김용현, 김진국, 이상현, 최유화, 이명규. 2003. 폐쇄형 묘생산 시스템을 이용한 감자 플러그묘의 생산. 한국농업기계학회 학술대회 논문집 8(1):139-144.
2. Ewing, E.E. and P.F. Wareing. 1978. Shoot, stolon, and tuber formation on potato (*Solanum tuberosum* L.) cuttings in response to photoperiod. *Plant Physiol.* 61:348-353.
3. Joung, H. 1999. Commercial mass production of potato microtuber and its agricultural application in Korea. *Proceedings of the first Kangwon International Potato Symposium*, 63-68, Institute of Biodiversity Research, Kangwon National University.
4. Kim, H.J., S.Y. Ryu, K.S. Choi, B.H. Kim, and J.K. Kim. 1997. Mass production of seed potato via hydroponic culture. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 38(1):24-28.
5. Kim, Y.H., J.K. Kim, S.H. Lee, Y.H. Choi, M.G. Lee, and H.J. Kim. 2002. Production of potato transplants under controlled environment. ASAE Paper No. 024114.
6. Ku, O.S. 1999. A comparison of basic seed-potato production systems of microtuber, stem cuttings, and hydroponics. *Proceedings of the first Kangwon International Potato Symposium*, 126-140, Institute of Biodiversity Research, Kangwon National University.
7. Seabrook, J.E. 1990. Optimizing the propagation of potato by stem cuttings. *Am. Potato J.* 67:267-275.