

감자의 광독립영양 미세증식에 있어 생육단계별 환경조절이
기의 생육에 미치는 영향

Effect of Environment Control with Growth Stage on *Ex*
Vitro Plantlets Growth in Photoautotrophic
Micropropagation of Potato
(*Solanum tuberosum* L. cv. Dejima)

손정익 · 장 일* · 이 훈

서울대학교 원예학과

J. E. Son · Y.* Jang · H. Lee

Department of Horticulture, Seoul National University

서 론

감자는 오랜 재배 역사를 가진 세계4대 식량작물로 영양가가 풍부하며 생산량이 어느 작물보다 많기 때문에 전락식량으로 많이 이용되고 있다. 최근 가공산업의 발달로 감자의 수요가 급격히 증가함에 따라 감자의 대량 생산에 관련된 많은 연구들이 수행되어 왔으며, 그 중 미세증식 기법은 단기간에 대량 생산할 수 있다는 점에서 각광을 받고 있다.

기존의 미세증식을 위하여 사용되는 배지에 식물의 영양공급원인 탄소를 직접 첨가해주는 광혼합영양변식 방법은 식물체의 생장이 느리고 기형 식물체가 나올 수 있는 문제점이 있다. 따라서 정상적으로 광합성을 하여 탄소를 공급하는 광독립영양변식을 통해 이러한 문제점을 해결할 필요가 있으며, 이를 위하여 광독립영양변식을 할 수 있는 방법 및 대량 생산에 관한 연구가 진행되고 있다. 특히, 기존의 일정한 환경조절에서 벗어나 생육단계별로 환경조절을 통해 성장속도의 증가 및 이에 따른 생육량의 증가를 기대할 수 있다.

본 연구에서는 감자 소식물체의 광독립영양 미세증식에 있어 생육단계별 환경조절이 기의 생육에 미치는 영향을 구명함에 목적을 두었다.

재료 및 방법

공시작물로는 감자 대지 품종(*Solanum tuberosum* L. cv. Dejima)을 이용하였다. 감자의 기내 배양은 2001년 11월 9일부터 2001년 11월 29일까지 20일 동안 하였고, 실험은 4가지 처리를 두었으며, 환경조절 요소는 PPFDF와 CO₂농도의 2가지로 하였다.

PMC은 대조구로서 3%의 sucrose를 첨가한 관행의 광혼합영양번식의 조건을 따른 처리구이고, POG는 주요 실험구로서 환경조절요소를 생육단계별로 최적 환경조건의 PPFDF와 CO₂농도로 맞춘 처리구이다. POG의 최적 환경조건이라 함은 환경조절요소인 PPFDF와 CO₂농도를 포화점에 맞춘 것이다. PCA는 PPFDF 및 CO₂의 적산량을 POG와 동일한 수준으로 하여 환경조절요소를 일정하게 유지한 처리구이고, PCM은 환경조절요소를 POG의 생육단계별 처리 중 최대의 상태로 일정하게 유지한 처리구이다.

POG에서 생육단계는 3단계로 나누었으며 각각 6, 7, 7일로 하였다. 환경조절요소는 첫 번째 단계에서는 PPFDF를 $80 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 으로 하고 CO₂농도를 $350 \mu\text{mol mol}^{-1}$ 으로 하였고, 두 번째 단계에서는 PPFDF를 $160 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, CO₂농도를 $700 \mu\text{mol mol}^{-1}$ 으로 하였으며, 세 번째 단계에서는 PPFDF를 $320 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, CO₂농도를 $1800 \mu\text{mol mol}^{-1}$ 으로 하였다. PCA는 POG의 환경적산량을 고려하여 PPFDF를 $191 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 으로, CO₂농도를 $1020 \mu\text{mol mol}^{-1}$ 으로 하였다. PCM은 환경조절요소를 POG의 최대수준으로 하여 PPFDF를 $320 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, CO₂농도를 $1800 \mu\text{mol mol}^{-1}$ 으로 하였다. PMC는 PPFDF를 $80 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, CO₂농도를 $350 \mu\text{mol mol}^{-1}$ 으로 하였다.

감자의 기외 생육군은 2001년 11월 29일부터 2001년 12월 21일까지 22일 동안 하였다. 재배 시스템은 점적관수로서 베드 크기는 세로120cm×가로190cm×높이80cm이고, 양액 탱크의 체적은 50L였다. 실험에 사용된 화분은 직경 15.5cm, 높이 18.5cm이며, 완전임의배치법으로 배치하였다. 사용한 배지는 펄라이트:피트모스를 1:1(v/v)의 비로 섞어서 사용하였다. 배양액은 하루에 4번, 20분씩 점적관수하였고, 배양액의 조성은 Table 1과 같다.

생육량 측정은 마디수, 전개엽수, 초장, 직경, 건물중을 측정하였으며, 통계분석은 SAS를 이용하였다.

Table 1. Chemical composition of the nutrient solution used in this experiment.

Nutrient solution ²			
Macro-nutrients		Micro-nutrients	
	(me · L ⁻¹)		(ppm)
NO ₃	8	Fe	3
NH ₄	0.7	B	0.5
P	2	Zn	0.5
K	4	Mn	0.05
Ca	4	Cu	0.02
Mg	2	Mo	0.01
S	2		

²Half-strength of Japanese Horticultural Experiment Station's solution.

결과 및 고찰

측정 결과는 Table 2와 같다. 마디수의 경우에는 PCA, POG, PCM은 처리간 유의적인 차이가 존재하지 않았고, 이들과 PMC간에는 유의적인 차이가 존재하였다. 전개엽수, 직경, 건물중의 경우에는 PCA와 POG간에는 유의적인 차이가 존재하지 않았고, 이들과 PMC, PCM과는 유의적인 차이가 존재하였다. PCM의 생육량이 POG보다 높은 것은 PFD 및 CO₂ 적산량의 영향으로 판단된다.

초장의 경우, PMC, PCA, PCM간 유의적인 차이가 존재하였는데 POG는 PCA과 유의적인 차이는 존재하지 않았고, PCM과도 유의적인 차이는 존재하지 않았다. 즉 유의성은 없으나 가시적인 차이는 있으며, 생육단계별 환경조절이 생육에 보다 효율적인 것으로 판단된다.

PPFD와 CO₂농도를 생육단계별로 최적 환경조건에 맞춘 것에서 최대의 상태로 일정하게 유지한 처리구의 생육량이 좀더 높지만, 높은 PPFD 때문에 잎의 장해율이 높게 나타났다.

전체적으로 관행의 광혼합영양번식의 조건을 따른 처리구보다 광독립영양번식을 한 처리구의 생육량이 높았으며, 광독립영양번식의 조건을 따른 처리구 중 PPFD와 CO₂농도를 생육단계별로 최적 환경조건으로 맞춘 처리구가 미세증식에 있어 가장 효율적인 것으로 판단되었다.

Table 2. Growth characteristics of potato plantlets under PMC, PCA, POG, and PCM treatments on day 42.

Treatment	No. of nodes	No. of unfolded leaves	Shoot height (cm)	Shoot diameter (mm)	Dry weight (mg/plantlet)
PMC ^z	9.33 b ^y	15.67 c	17.35 c	2.05 c	59.53 c
PCA	11.73 a	30.73 b	26.54 b	2.73 b	160.91 b
POG	13.13 a	41.00 b	28.70 ab	3.10 b	229.13 b
PCM	12.80 a	58.00 a	31.36 a	3.65 a	364.40 a

^zPMC : PhotoMixotrophically Conventional condition(with 3% sucrose)

PCA : Photoautotrophically Constant condition equal to Accumulated optimal condition

POG : Photoautotrophically Optimal condition with Growth stages

PCM : Photoautotrophically Constant condition equal to Maximum condition

^yMean separation within columns by LSD test at 5% level.

인용문헌

1. Kozai, T. and Y. Iwanami. 1988. Effects of CO₂ enrichment and sucrose concentration under high photon fluxes on plantlet growth of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) in tissue culture during the preparation stage. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 57:279-288.
2. Figueira, A. and J. Janick. 1994. Optimizing carbon dioxide and light levels during in vitro shoot growth and development of *Theobroma cacao*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119:865-871.
3. Yang, C.S., T. Kozai, and B.R. Jeong. 1995. Ionic composition and strength of culture medium affect photoautotrophic growth, transpiration and net photosynthetic rates of strawberry plantlets in vitro. Acta Hort. 393:219-226.
4. Zobayed, S.M.A., F.A. Zobayed, C. Kubota, and T. Kozai. 1999. Stomatal characteristics and leaf anatomy of potato plantlets cultured in vitro under photoautotrophic and photomixotrophic conditions. In vitro Cell Dev. Biol. Plant. 35:183-188.