

배양액 순환형 광독립영양 미세증식 시스템에서 지지물의
물리화학적 특성이 감자 소식물체의 생육에 미치는 영향
Effect of Physicochemical Property of Supporting Material on
Growth of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Plantlets in
Nutrient-Circulated Photoautotrophic Micropropagation System

서정혁 · 박현준 · 정용교 · 손정익

서울대학교 원예학과

Jung Hyuk Seo · Hyun Jun Park · Young Kyo Jung · Jung Eek Son

Dept. of Horticultural Science, Seoul National Univ., Seoul 151-742, Korea

서 론

대형 배양용기를 이용한 광독립영양 미세증식 시스템은 건전한 소식물체를 대량생산할 수 있는 기술로서 오염 감소, 지상·지하부 환경조절 용이, 배양액 순환가능, 생산비용 절감 등의 장점을 가진다(Zobayed and Kozai, 1999). 현재 대형용기를 이용한 광독립영양 미세증식에 관한 연구가 많이 진행되고 있으나, 담액 상태에서 지상부(광, 이산화탄소, 온도, 습도, 등)와 지하부(지지물, 배양액 조성 등) 환경조절에 대한 연구가 주를 이루며, 배양액 순환 상태에서의 연구가 미흡하다. 배양액을 순환시킴으로써 양액의 조성, pH 등의 측정과 조절, 양액의 추가를 가능하게 하고 근권부에 산소공급을 원활하게 하여 뿌리의 생육을 좋게 한다(Zobayed and Kozai, 1999, 2000). 이러한 배양액 순환형 광독립영양 미세증식 시스템(NCM)에서는 배양액이 순환되기 때문에 지지물의 물리·화학적 특성이 담액 상태에 비해 크게 작용을 한다(Jang, 2004). 또한 소식물체의 종류 및 생육특성에 따라 적절한 물리·화학적 특성이 다르므로 원하는 수준의 물리·화학적 특성의 조절이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 물리·화학적 특성이 다른 지지물을 혼합하여 원하는 수준의 물리·화학적 특성을 조절하고 그것이 감자 소식물체의 지하부와 지상부 생육에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 지지물의 물리·화학적 특성

NCM 시스템에서 감자 소식물체의 광독립 미세증식을 위한 지지물의 최적 물리·화학적 수준의 결정을 위해 물리·화학적 특성(공극률, 수분함량, 용적밀도, 산도, 전기전도도, 양이온치환용량)이 다른 세 가지 입도를 가지는 펄라이트 혹은 버미큘라이트(PL, PM, PS = 펄라이트 대, 중, 소; VL, VM, VS = 버미큘라이트 대, 중, 소)를 혼합하여 이용하였다. 배지 처리는 각 배지의 조합에 의해 물리적 특성인 수분함량과 화학적 특성인 양이온치환용량에 중점을 두어 총 9가지로 설정하였다:

A=PL60:PM40, B=PM80:PS20, C=PM15:PS85, D=PL30:PM30:VL40, E=PM60:VM40, F=PM25:PS25:VS50, G=PL30:VL70, H=PM20:PS10:VL40:VM30, I=PS15:VL10:VM35:VS40 (A=수분함량 35%, 양이온치환용량 0 $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, B=45%, 0 $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, C=55%, 0 $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, D=35%, 10 $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, E=45%, 10 $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, E=45%, 10 $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, F=55%, 10 $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, G=35%, 20 $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, H=45%, 20 $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$, I=55%, 20 $\text{cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$).

2. 기내 환경 조절

NCM 시스템에서, 배양 용기(8.57 L)와 배양액 저장고(3 L) 사이에 배양액을 순환시켰고, 마젠타 용기(0.37 L)에서는 담액을 하였다. 마젠타 용기를 대조구로서 사용하였다. 54 그리고 4개체의 소식물체를 이식할 수 있는 플러그 셀 트레이를 각각 설치하였으며, 환기횟수는 강제 그리고 자연환기 하에 10 그리고 3.9 h^{-1} 로 각각 설정하였다. 모든 처리구에서, 잎이 하나 달린 단일 마디 절편체를 충분한 CO_2 (3, 7, 13일에 각각 350, 700, 1500 $\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ 로 증가시킴)와 높은 PPF (3, 7, 13일에 각각 80, 120, 250 $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 증가시킴)상태에서 21일간 배양하였다.

결과 및 고찰

1. 지지물의 물리·화학적 특성의 조절

각각의 지지물이 입도별 물리·화학적 특성에 있어서 상당한 차이를 보였다. 물리성에서는 입도별로 기상과 액상의 비율 차이가 현저하게 나타났으며, 화학성에서는 pH와 CEC에서 각각의 지지물 별 차이가 컸다. 입도별 지지물과 혼합지지물의 물리적 특성에서 혼합지지

물이 우수한 경향을 보였다. 각각의 입도별 지지물의 혼합을 통해 원하는 물리·화학적 수준에 근접할 수 있었다. 하지만 배지의 종류에 따른 흡습성의 차이에 의해 시간이 경과함에 따라 보수성의 변화가 발견되었다.

Table 3. Physicochemical properties of supporting material mixtures used in the experiment.

Treatment	Physical property					Chemical property		
	B_D^y ($g \cdot mL^{-1}$)	Wc (%)	Ps (%)	Ws (%)	As (%)	pH	EC ($dS \cdot m^{-1}$)	CEC ($cmol \cdot kg^{-1}$)
A ^z	0.14	34.32	43.23	31.12	12.11	6.72	1.24	-
B	0.15	44.48	53.60	43.23	10.38	6.59	1.36	-
C	0.11	56.10	61.71	54.58	7.12	6.33	1.58	-
D	0.12	35.24	51.23	37.13	14.10	6.83	1.83	9.72
E	0.12	45.80	56.54	46.37	10.17	6.68	2.32	9.99
F	0.13	56.03	57.15	51.14	6.01	8.21	7.70	11.88
G	0.12	37.02	52.42	38.98	13.44	7.08	2.30	17.33
H	0.12	46.97	57.44	46.56	10.88	7.20	2.52	17.81
I	0.12	57.13	63.21	55.59	7.62	8.19	4.90	20.54

^zTreatments of A, B, C, D, E, F, G, H, and I are corresponding to those in Table 2.

^y B_D = bulk density, Wc = water content, Ps = percent porosity, Ws = water filled porosity, As = air filled porosity.

2. 기내 생육

높은 CEC ($17-18 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$)를 가지는 G와 H 혼합물을 이용하여 21일간 배양한 소 식물체의 모든 생육 요소가 나머지 혼합물(A, B, C, D, E, F, 그리고 I)을 이용하여 배양한 소 식물체보다 유의적으로 더 컸다. G 혼합물을 이용하여 배양한 소 식물체의 건물중은 A와 F 혼합물을 이용한 것보다 각각 4 그리고 20배 더 컸다. 그리고 G 혼합물을 이용하였을 때 뿌리의 생육에 주목할 만한 차이를 발견할 수 있었다. 마젠타 용기에서 배양한 소 식물체의 생육은 혼합 처리구간에 유의적인 차이가 없었다. 그리고 전체적인 소 식물체 생육도 NCM 시스템에서의 생육보다 저조했다.

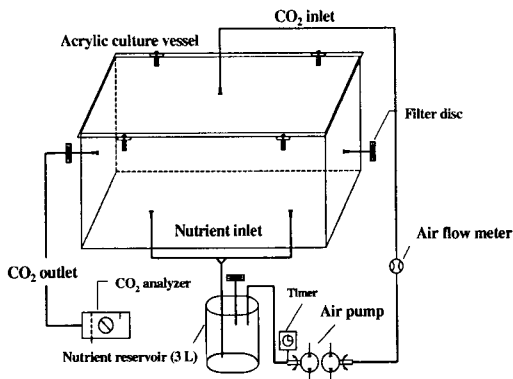


Fig. 1. Schematic diagram of the nutrient-circulated micropropagation (NCM) system.

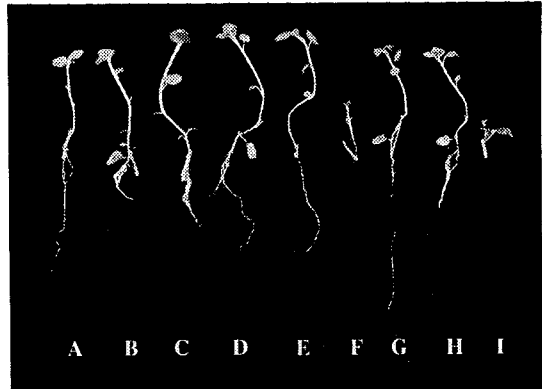


Fig. 2. Comparison of growth of potato plantlets grown for 21 days at different supporting materials in the NCM system.

결 론

기본적으로 NCM 시스템이 마젠타 박스보다 월등한 생육을 보였으며, 또한 NCM에서 물리·화학적 특성이 다른 지지물의 혼합을 통해 원하는 물리·화학적 수준에 근접한 지지물을 만들 수 있었다. 감자 소식물체의 생육은 지지물의 물리·화학적 특성에 큰 영향을 받았다. 특히, 수분함량과 양이온치환용량의 영향이 크게 나타났다. 왕성한 뿌리의 생육을 보이는 고품질 소식물체는 NCM 시스템에서 적절한 물리·화학적 특성을 가지는 지지물을 사용하였을 때 얻을 수 있었다.

인 용 문 헌

- Afreen-Zobayed, F., S. M. A. Zobayed, C. Kubota, T. Kozai, and O. Hasegawa. 1999. Supporting material affects the growth and development of in vitro sweet potato plantlets cultured photoautotrophically. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant.* 35:470-474.
- Afreen-Zobayed, F., S. M. A. Zobayed, C. Kubota, T. Kozai, and O. Hasegawa. 2000. A combination of vermiculite and paper pulp supporting material for the photoautotrophic micropropagation of sweet potato. *Plant Sci.* 157:225-231.

- Han, E. J. and Y. B. Lee, A new method on mass-production of micropropagated chrysanthemum plants using microponic system in plant factory. *Acta Hort.* 440:527-532.
- Jang, Y. 2004. Development of a nutrient-circulated photoautotrophic micropropagation system for mass production of potato (*Solanum tuberosum* L.) plantlets. MS. Diss., Seoul Natl. Univ., Korea.
- Zobayed, S. M. A., F. Afreen-Zobayed, C. Kubota, and T. Kozai. 2000. Mass bpropagation of *Eucalyptus camaldulensis* in a scaled-up vessel under in vitro photoautotrophic condition. *Ann. Bot.* 85:587-592.