

# Phenolic Foam 배지를 이용한 파프리카의 플러그묘 생산

박지은<sup>1</sup> · 안철근<sup>2</sup> · 정병룡<sup>1,3,4</sup> · 황승재<sup>1,3,4\*</sup>

<sup>1</sup>경상대학교 대학원 응용생명과학부(BK21 Program), <sup>2</sup>경상남도농업기술원 수출농식품 연구과,

<sup>3</sup>경상대학교 농업생명과학연구원, <sup>4</sup>경상대학교 생명과학연구원

## Use of Phenolic Foam as a Medium for Production of Plug Seedlings of Paprika

Ji Eun Park<sup>1</sup>, Chul Geon An<sup>2</sup>, Byoung Ryong Jeong<sup>1,3,4</sup>, and Seung Jae Hwang<sup>1,3,4\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Horticulture, Division of Applied Life Science (BK21 Program), Graduate School of Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

<sup>2</sup>Gyeongsangnam-do Agricultural Research & Extension Services, Jinju 660-360, Korea

<sup>3</sup>Institute of Agriculture & Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

<sup>4</sup>Research Institute of Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

**Abstract.** The study was conducted in a glasshouse to examine the possibility of producing paprika plug seedlings in a newly developed inert phenolic foam growing medium. Plug seedlings of ‘Fascinato’ paprika were grown in five media, Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea), phenolic foam LC (Smithers Oasis Korea Co. Ltd., Korea), phenolic foam RC, and phenolic foam 3813-4 all in a pellet type. Seeds were germinated in a growth chamber (25°C, 90% RH, dark) for 4-5 days and then seedlings were grown in a glasshouse with nutrient solution supplied by an overhead irrigation system. Seedling growths were measured 20 days after sowing. The medium pH was the highest in the Grodan rockwool, and medium EC was the highest in phenolic foam 3813-4, although no nutritional excess disorders were observed. Germination rates of paprika were higher than 90% in all the media. Plant height, stem diameter, T/R ratio, leaf area, and chlorophyll showed a similar to those in the rockwool medium. Number of leaves, length of the longest root and dry weights of shoot were not significantly different among treatments. Overall, phenolic foam LC and RC produced seedlings with a similar growth as the rockwool medium. The results obtained suggest that rockwool can be replaced with a new material such as phenolic foam in the commercial scale production of plug seedlings of ‘Fascinato’ paprika.

**Additional key words:** growing medium, pellet, rockwool

### 서 언

파프리카는 1994년 국내에 도입되어 1996년부터 수출용 재배가 시작되었고, 신선농산물 중 수출비중이 높은 농가 고소득 작물로 각광 받고 있다. 또한 비타민C 함량이 높아 국내외의 소비량도 점차 증가하고 있는 추세이다. 파프리카의 국내 재배면적은 2000년에 52ha였지만 2005년 249ha, 그리고 2009년에 약 367ha에 이를 정도로 급격히 증가하고 있으며, 재배면적이 많아질수록 육묘의 중요성도 높아지고 있다.

플러그 묘는 1990년대 초반 국내에 도입된 이후 육묘 노력이 절감되고 균일묘의 대량생산이 가능하게 되었으며, 작물생산을 분업화할 수 있는 장점(Ito, 1992; Jeong, 1998) 때문에 그 이용이 급속히 확산되었다. 파프리카의 경우는 생산 농가에서 자가육묘 또는 묘 생산회사에서 육묘한 것을 구매하여 재배하고 있는 실정이다. 이에 따라 육묘용 배지의 이용이 증가하고 있으나, 대부분의 공정 육묘용 배지는 외국에서 거의 전량 수입한 원재료에 의존하고 있다(Jeong, 2000). 국내에서는 1990년 초부터 농가에서 손쉽게 구할 수 있고 값이 싼 부존자원의 활용 연구가 활발히 이루어져 송

\*Corresponding author: hsj@gnu.ac.kr

※ Received 24 August 2011; Revised 31 October 2011; Accepted 4 November 2011. 본 연구는 농림수산식품부 농림수산식품기술기획평가원 (iPet) 농림기술개발사업의 지원으로 수행되었음.

이(Han et al., 1993), 왕겨, 훈탄, 목재입자(Hwang and Jeong, 2002; Lim et al., 1995), 톱밥(Lee et al., 1996), 우레탄 스펀지(Shin and Jeong, 2002), 그리고 목탄(Park et al., 1992) 등의 유기배지 및 암면, 펄라이트 등의 무기배지 재료를 이용한 육묘 전용배지의 연구가 수행되었다.

한국스미더스오아시스(주)에서 개발중인 phenolic foam은 꽃꽂이용 플로탈폼으로 활용되고 있으나, 현재 대규모 상업적 과채류 수경재배에 활용할 수 있는 육묘용과 재배용 배지 개발에 관한 연구를 진행하고 있다(Park et al., 2010, 2011). 육묘와 재배용 phenolic foam 배지는 비유기물인 합성수지 발포체로서 수입대체 효과가 크고, 기존 관행적으로 사용되어 오고 있는 배지의 문제점인 균일성, 가공성, 경량성, 흡수성 및 경제성 등을 개선할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 생산과정에서 물리성(총공극, 용기용수량, 가비중 등) 조절을 통해 배지 기능을 최적화시킬 수 있는 원예용 배지로서 활용도가 높을 것으로 기대하고 있다.

현재까지 파프리카 육묘 전용배지에 관한 연구가 거의 없는 실정이다. 그래서 재배 현장에서는 보다 저렴하고 안정성이 높으면서 식물생육 및 묘소질을 향상시킬 수 있는 배지 개발의 필요성이 대두되고 있다. 파프리카 육묘에는 240공 스티로폼 트레이에 펠릿형 암면 배지를 채워 사용하고 있다. 암면은 무균의 배지로, 육묘기에 발생되기 쉬운 잘록병 등의 병해를 줄일 수 있으며, 용기용수량과 총공극이 높아 양수분 관리가 용이하고, pH와 EC를 재배자가 원하는 적정수치로 유지하기 쉽다는 장점이 있다. 또한 배지의 물리성이 균일하고 어린묘들 사이의 생육이 일정하여 재배 관리가 매우 편리하다. 그러나 암면의 원료는 전량 외국에서 수입하고 있으며, 원료나 완제품의 구입단가가 높아 생산비를 증가시키는 원인이 되고 있다. 또한 사용 후 폐기가 어렵고, 환경오염을 유발하는 문제가 있다. 유럽에서는 폐암면을 수거하여 벽돌제조용이나 건축용 소재로 재활용하고 있지만, 국내에서는 방출량이 적어 경제성이 부족하기 때문에 거의 전량 폐기하는 수준이다. 암면의 많은 장점에 비해 여전히 해결되지 못하고 있는 경제성이나 환경오염 및 폐기문제들이 있다. 이를 대체할 수 있는 육묘용 및 수경재배용에 적합한 배지 탐색을 위해 많은 노력이 진행되고 있다.

따라서 파프리카 육묘에 사용되고 있는 암면을 대체하기 위한 새로운 펠릿형 개발배지인 phenolic foam LC (phenolic foam light cube)와 phenolic foam RC (phenolic foam root cube) 및 phenolic foam 3813-4의 사용가능성을 확인하기 위해 본 연구를 수행하였다.

실험재료

파프리카 *Capsicum annuum* 'Fascinato'(신젠타 종묘주)를 2010년 8월 12일에 각각 5종류의 펠릿형 인공배지에 파종하였다. 240공 플러그 트레이(60cm × 41cm × 5cm, cell volume 15mL)에 5종류의 펠릿 배지를 넣고 충분히 배지를 포수시켰다. 파종 전 phenolic foam 펠릿 배지의 상부 표면에 종자를 안착시키기 위해 원통형으로 폭 0.3mm, 깊이 0.5mm의 구멍을 뚫었다. 파종 후 버미큘라이트로 복토하여 온도 25°C, 상대습도 90%을 유지한 암조건에서 생장상에서 발아시켰다. 펠릿 배지는 기존의 파프리카 육묘재배에 사용되고 있는 Grodan암면(RW(G))과 UR암면(RW(U))을 대조구로 사용하였고, phenolic foam 배지 3종류(LC, RC, 3813-4)를 사용하였다(Fig. 1). 배지 처리별 완전임의배치법 3반복으로 60개체씩 파종하였다. 암상태에서 4-5일간 발아 후 파프리카 재배 전용 유리온실로 옮겨 재배하였다. Grodan 표준양액을 조제하여 주당 125mL씩 암면배지는 오전 9시경 1회/일, phenolic foam 배지는 오전 9시경, 오후 2시경에 2회/일 두상관수 하였다. 양액의 pH는 5.5, EC는 2.0dS·m<sup>-1</sup>로 유지하였다. 파종 20일 후 초장, 상배축, 하배축, 경경, 엽수, T/R률, 엽면적, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중, 엽록소 함량을 측정하였다. 줄기 직경인 경경을 측정하기 위해 식물체 지체부의 가장 굵은 부분을 디지털 버니어 캘리퍼스(CD-20CPX, Mitutoyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 엽면적 측정기(LI-3100, LI-COR Inc., USA)를 이용하여 지상부 전체의 엽면적을 조사하였다. 엽록소 함량은 본엽기 잎을 엽록소 측정기(SPAD 502, Minolta, Japan)를



Fig. 1. Five pellet type media used in the experiment. RW (G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW (U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Korea Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC; 3813-4, phenolic foam 3813-4.

이용하여 측정하였다. 뿌리 형성은 뿌리가 펠릿 배지를 감싸고 있는 정도에 따라 가장 우수한 1에서 가장 불량한 5로 등급을 매겼다. 건물중은 60°C의 드라이오븐(OF-22GW, Jeio Tech, Korea)에서 72시간 건조한 직후 측정하였다.

### 발아율

파종 후 5일째부터 10일간 발아율, 평균 발아일수, 평균 발아속도 및 50% 발아소요일수를 조사하였다(Coolbear et al., 1984; Hartmann and Kester, 1983). 계산식은 아래와 같다.

발아율(percent germination: PG)

$$PG = (N/S) \times 100$$

N, 총 발아수; S, 총 공시 종자수

평균 발아일수(mean germination time: MGT)

$$MGT = \sum(T_i \times N_i)/N$$

T<sub>i</sub>, 치상후 조사일수; N<sub>i</sub>, 조사당일 발아수; N =  $\sum N_i$ , 총 발아수

평균 발아속도 (mean daily germination: MDG)

$$MDG = N/T$$

N, 총 발아수; T, 총 조사일수

50% 발아소요일수(T<sub>50</sub>)

$$(T_{50}) = T_i + [((N + 1)/2 - N_i)/(N_i - N_j)] \times (T_i - T_j)$$

N, 발아조사 종결일까지의 총 발아수

N<sub>i</sub>, N에 대한 50% 직전까지의 총 발아수

N<sub>j</sub>, N에 대한 50% 직후까지의 총 발아수

T<sub>i</sub>, N<sub>i</sub> 시점까지 소요된 발아기간

T<sub>j</sub>, N<sub>j</sub> 시점까지 소요된 발아기간

### 배지의 화학성과 물리성

pH와 EC meter(HI 98130, Hanna Instruments Co. Ltd., USA)를 사용하여 배지의 화학성을 측정하였다. 배지는 사용 전과 사용 후 각 처리별 3반복으로 70mL의 시료에 2차 증류수 350mL를 넣어 1:5(v/v) 부피 비율을 만들었다. 그리

고 3시간 동안 희석한 후 거름종이로 걸러진 용액의 pH와 EC를 측정하였다(Kim et al., 2000).

배지의 물리성은 Fonteno(1996)가 제시한 공식을 사용하여 총공극(total porosity), 용기 용수량(container capacity), 기상물(air space), 그리고 가비중(bulk density)을 계산하였다. 본 실험에 사용된 플러그 트레이에 배지를 채우고 48시간 동안 침지하여 포화된 무게를 측정하였다. 그 후 상온에서 2시간 동안 배수시켜 배지의 무게를 측정하였다. 그리고 배수된 배지를 72시간 동안 완전 건조하여 배지의 무게를 측정하였다. 물리성 측정을 위한 실험은 3반복으로 수행되었다. 위의 실험으로부터 용기 용수량(container capacity, CC), 총공극(total porosity, TP), 그리고 기상물(air space, AS)을 다음의 공식으로 계산하였다.

$$\text{용기 용수량(container capacity, CC)} = [\text{습윤중량(wet weight)} - \text{건조중량(dry weight)}] / \text{배지의 용적(volume of sample)} \times 100$$

$$\text{기상물(air space, AS)} = [\text{배수된 용적량(volume of water drained)}] / \text{배지의 용적(volume of sample)} \times 100$$

$$\text{총공극(total porosity, TP)} = CC + AS$$

실험결과는 SAS(Statistical Analysis System, V. 9.1, Cary, NC, USA) 프로그램을 이용하여 Duncan 다중검정으로 통계적 유의성을 검정하였으며, 그래프는 Sigma Plot (10.0, Systat Software, Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 사용하여 작성하였다.

## 결과 및 고찰

육묘 전과 육묘 후 배지의 pH와 EC의 변화 정도를 Table 1에 나타냈다. 육묘전 RW(G)와 RW(U) 배지를 제외한 신개발 배지 LC, RC, 3813-4배지의 pH가 6.0-6.3 범위의 값으로 측정되어 Nelson(1991)이 제시한 적정 pH범위인 5.6-6.5

**Table 1.** pH and EC of growing media before and after 20 days of culture of plug seedling.

Media <sup>2</sup>	pH		EC (dS·m <sup>-1</sup> )	
	Before	After	Before	After
RW (G)	6.8 a <sup>y</sup>	6.6 a	0.02 d	0.5 c
RW (U)	6.8 a	6.7 a	0.10 c	0.6 b
LC	6.3 b	6.7 a	0.13 b	0.3 e
RC	6.1 c	6.2 b	0.21 a	0.5 d
3813-4	6.0 d	6.2 b	0.10 c	0.7 a

<sup>2</sup>RW (G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW (U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Korea Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC; 3813-4, phenolic foam 3813-4.

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p = 0.05$ .

에 포함되었다. 그래서 기존의 관행적으로 사용되고 있는 육묘용 압면배지보다 우수한 화학성을 갖추고 있음을 알 수 있었다. 육묘 후 압면 배지를 포함해서 배지의 pH가 6.2-6.7 범위의 안정적인 결과를 나타내어 육묘용 배지에 적합한 것으로 보였다. 특히 신개발 배지인 RC와 3813-4 배지의 pH가 각각 6.2로 측정되어 최적의 조건을 나타냈다. RW(G)와 RW(U)배지 및 LC배지에서는 적정 pH 값보다 다소 높았다. Choi et al.(1997)이 몇 가지 배지를 이용하여 고추를 육묘한 결과와 유사하게 본 실험에서도 작물 재배 중에 특별한 무기원소의 결핍증상이나 독성증상이 관찰되지 않았다. 그리고 안전한 작물관리를 위해 배지에 화학물질(산처리, 질산, 인산, 황산)의 첨가, 또는 양액관리로 배지의 pH를 관리할 수 있을 것으로 보였다. 또한 Bunt(1998)나 Nelson(1991)이 제시한 적정 pH 범위의 조절을 위해 산성이나 알칼리성 비료의 첨가 등의 방법으로 보정이 가능할 것이라고 판단된다. 실험 전·후 육묘 배지의 전기전도도(EC)를 조사한 결과 전체적으로 육묘 전보다 육묘 후 배지의 EC가 증가하였다. 이는 발아가 시작된 파종 4-5일 후부터 온실로 옮겨 양액관주를 시작하였는데 총 관수한 물의 양 중 배수된 물의 양이 적어 발생된 문제라고 판단된다. 그래서 관수량을 증가시킬 경우 실험 시작 전과 유사한 수준으로 유지할 수 있다고 생각된다. 실험 전 측정된 5가지 배지의 EC 값이 0.02-0.21dS·m<sup>-1</sup>의 범위로 측정되어 전형적인 무기물 배지의 특성을 나타내었다. RW(G)배지의 EC가 0.02dS·m<sup>-1</sup>로 가장 낮았고, 다음으로 RW(U)와 3813-4배지가 0.10dS·m<sup>-1</sup>로 낮았다. 이는 재배자가 원하는 근권의 화학성을 작물 생육에 적합하도록 조절할 수 있는 무기물 배지의 장점을 잘 나타내 준 결과이다. 전체적으로 육묘 후 모든 배지의 EC가 0.3-0.7dS·m<sup>-1</sup>로 증가하였다. 특히 RW(U)배지와 3813-4배지에서 각각 0.6과 0.7dS·m<sup>-1</sup>로 가장 높게 측정되었다. 이는 발아 후 온실 베드의 생육상에서 양액이 공급되면서 배지내 염이 잔류되어 축적된 것으로 보였다. 근권의 EC가 지나치게 상승하게 되면 양분흡수의 균형이 깨지고 뿌리에 스트레스를 주게 되어, 심하면 광

합성이 저하되는 등 생육이 억제된다(Aljibury and May, 1970; Martin et al., 1970)는 보고가 있다. 본 결과에서는 배지의 EC는 Nelson (1991)이 제시한 1.50dS·m<sup>-1</sup> 이하의 안정적인 범위에 있었으며, 높은 EC로 인한 묘의 생육에 악영향은 없었다. 5가지 배지 중 EC 값은 LC 배지에서 0.3dS·m<sup>-1</sup>로 가장 낮았다.

발아율은 모든 처리에서 94% 이상을 나타내었다. 그리고 평균 발아일수를 나타내는 MGT는 기존의 사용하던 RW(G)와 RW(U) 배지에 비하여 LC와 RC 배지에서 약 3-4일 정도 오래 걸렸으며, RW(G), RW(U), 3813-4 배지에서는 평균 34일-35일로 유사한 경향을 나타내었다. 특히 3813-4 배지에서 34.5일로 단축되었다. 평균발아속도를 나타내는 MDG는 LC 배지에서 5.8로 가장 빨랐고, 반대로 3813-4 배지 처리에서는 5.65로 가장 느렸다. 50% 발아소요일수를 나타내는 T<sub>50</sub>은 모두 6일 이내에 완료 되었으며, 특히 RC 배지 처리에서 5.55일로 다른 처리와 비교하여 빠른 것으로 나타났다(Table 2).

발아율을 제외한 MGT, MDG 및 T<sub>50</sub>의 각 배지별 차이는 처리별 배지마다의 완충작용 능력과 표토의 발아환경이 상이(Hwang and Jeong, 2004; Kim and Lee, 1999)함을 의미한다. 본 실험결과에서도 5가지 인공배지가 가지고 있는 고유의 특성에 따라 결과가 다양하게 나왔는데 신개발 배지인 LC, RC 및 3813-4 배지 처리에서 MGT, MDG 및 T<sub>50</sub>이 RW(G)와 RW(U) 배지 처리에 비해 양호한 결과를 나타냈다.

파종 후 20일째 파프리카 ‘Fascinato’ 묘의 생육을 보면, RW(U) 배지에서 초장 11.1cm로 생육이 가장 좋았다(Table 3). 그리고 신개발 배지인 3813-4 배지의 초장이 9.1cm로 가장 짧았다. 엽폭은 2.9-3.3cm의 범위로 RW(G), RW(U) 및 RC 배지에서 가장 넓었고, 다음으로 LC배지와 3813-4배지에서 각각 3.1cm와 2.9cm로 측정되었다. 엽장은 RW(G), RW(U), LC 및 RC 배지에서 통계적으로 차이가 없었지만, 3813-4배지에서 5.0cm로 가장 짧았다. 상배측과 하배측을 비교하였을 때 RW(G), RW(U), 3813-4 배지에서는 상배측

**Table 2.** Seed germination percentage in a plug tray of ‘Fascinato’ paprika as influenced by the various media.

Media <sup>z</sup>	Germination (%)	MGT (days)	MDG	T <sub>50</sub> (days)
RW (G)	95.0 b <sup>y</sup>	35.86 c	5.70 b	6.08 c
RW (U)	94.6 c	34.93 d	5.67 c	6.32 a
LC	96.7 a	38.29 b	5.80 a	5.59 d
RC	94.6 c	38.42 a	5.67 c	5.55 e
3813-4	94.2 d	34.50 e	5.65 d	6.20 b

<sup>z</sup>RW (G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW (U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Korea Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC; 3813-4, phenolic foam 3813-4.

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at *p* = 0.05.

**Table 3.** The effect of root media on the growth of 'Fascinato' paprika plug seedling measured at 20 days after sowing.

Media <sup>z</sup>	Plant height (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Epicotyl length (cm)	Hypocotyl length (cm)	Stem diameter (mm)	No. of leaves	Length of longest root	Chlorophyll (SPAD)
RW (G)	9.9 b <sup>y</sup>	3.3 a	5.6 a	4.2 c	4.5 b	2.6 b	3.8 a	3.7 a	30.0 a
RW (U)	11.1 a	3.3 a	5.6 a	4.5 bc	5.0 a	2.9 a	3.9 a	3.8 a	28.6 b
LC	10.0 b	3.1 b	5.6 a	4.7 b	4.2 c	2.6 b	3.9 a	3.9 a	30.3 a
RC	10.8 a	3.3 a	5.8 a	5.1 a	4.3 bc	2.8 a	4.0 a	3.8 a	29.8 a
3813-4	9.1 c	2.9 c	5.0 b	3.7 d	4.3 bc	2.5 b	3.9 a	3.9 a	30.5 a

<sup>z</sup>RW (G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW (U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Korea Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC; 3813-4, phenolic foam 3813-4.

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p = 0.05$ .

**Table 4.** Leaf area, fresh and dry weights, dry matter, T/R ratio, and rot grade of 'Fascinato' paprika plug seedling measured at 20 days after sowing.

Media <sup>z</sup>	Leaf area (cm <sup>2</sup> /plant)	Fresh wt. (g)		Dry wt. (g)		Dry matter (%)	T/R ratio	Root grade <sup>y</sup>
		Shoot	Root	Shoot	Root			
RW (G)	23.2 b <sup>x</sup>	1.4 b	0.08 a	0.18 a	0.13 a	22.9 a	1.2 b	2.7 c
RW (U)	22.6 b	1.4 b	0.05 b	0.08 a	0.14 a	15.6 ab	0.7 b	3.3 ab
LC	23.5 b	1.4 b	0.08 a	0.09 a	0.05 b	9.6 b	1.7 b	3.4 ab
RC	27.8 a	1.6 a	0.06 b	0.09 a	0.05 b	8.8 b	2.8 a	3.0 bc
3813-4	19.2 c	1.2 c	0.06 b	0.07 a	0.05 b	9.6 b	1.7 b	3.6 a

<sup>z</sup>RW (G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW (U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Korea Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC; 3813-4, phenolic foam 3813-4.

<sup>y</sup>Root formation was evaluated based on grades 1 to 5 (1 = excellent, 2 = good, 3 = moderate, 4 = bad, 5 = poor).

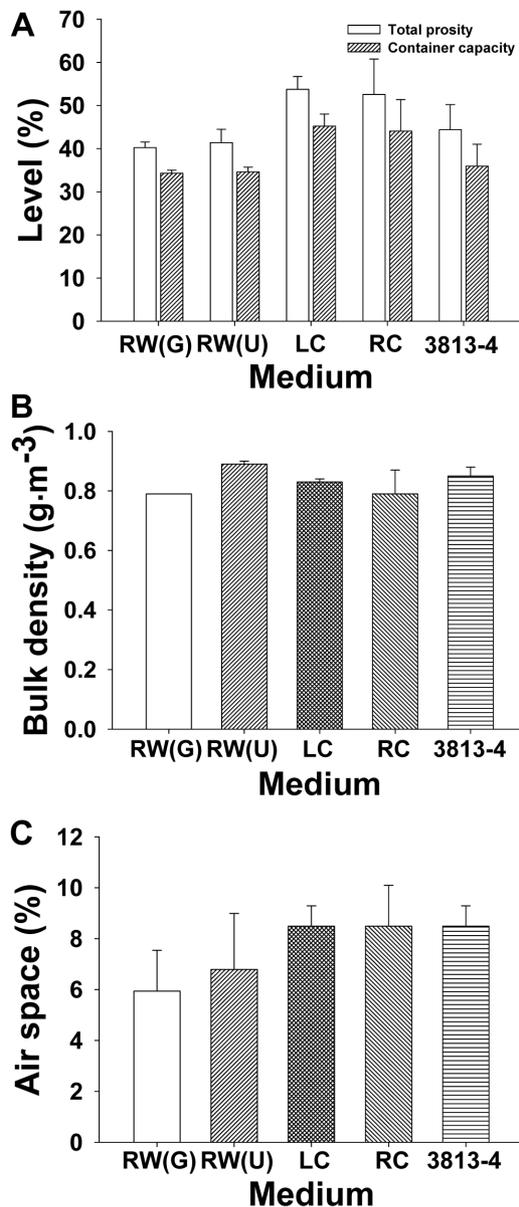
<sup>x</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $p = 0.05$ .

보다 하배축의 길이가 긴 반면, LC와 RC 배지에서는 상배축의 길이가 더 길었다. RW(G), RW(U), 3813-4 배지가 전체 초장에 비해 하배축의 길이가 다소 신장하여 도장의 우려를 보였고, 하배축의 생육결과로만 판단할 때는 LC와 RC 배지가 더 우수하다고 판단된다. 줄기의 굵기를 나타내면서 성장강도를 나타내는 묘의 생육지표(Stradiot and Battistel, 2003)인 경경은 RW(U)와 RC 배지에서 각각 2.9mm와 2.8mm로 굵었으며, 이는 강건하고 품질 좋은 묘가 될 수 있는 조건으로 충족된다. 다음으로 RW(G), LC 및 3813-4 배지 처리에서는 통계적인 차이가 없었다. 염수와 최대근장은 5종류의 배지에서 통계적인 차이가 없이 유사하게 측정되었고, 엽록소 함량은 RW(U) 배지가 28.6의 값으로 가장 낮았다. 파종 후 30-60일간 묘를 키울 때 배지의 차이보다는 공급되는 양액의 질소질 비료의 농도에 영향을 받는다는 Hwang and Jeong(2002), Hwang and Jeong(2004)의 결과와 유사하게 본 실험결과에서도 Grodan 표준양액을 조제하여 pH는 5.5, EC는 2.0dS·m<sup>-1</sup>로 공급한 결과, RW(U) 배지를 제외한 4개 배지 처리에서 유사한 값을 나타냈다.

Table 4에 나타난 바와 같이 엽면적은 대조구인 암면배지와 비교해서 RC 배지에서 27.8cm<sup>2</sup>로 가장 넓었다. 다음으로 RW(G), RW(U) 및 LC 배지에서 유사하게 측정되었고,

3813-4배지 처리에서 19.2cm<sup>2</sup>로 가장 작았다. 지상부의 생체중은 큰 차이는 없었지만 RC 처리에서 식물체 한 포기당 1.6g으로 무거웠고, 지하부 생체중은 대조구인 RW(G)와 LC 배지에서 0.08g으로 무거웠다. 지하부의 건물중과 건물율은 RW(G), RW(U)배지처리에서 가장 높았다. 지상부와 지하부 건물 비율을 나타내는 T/R률은 RC배지에서 2.8%로 가장 높은 값을 보였다. 주로 지상부의 생육을 촉진시키고자 할 목적을 가진 육묘 생산을 계획할 때는 본 결과를 참고할 수 있을 것으로 판단된다. RC배지를 제외한 4개 배지의 T/R률은 통계적인 차이가 없이 유사한 결과를 보였다. 뿌리 등급은 기존 파프리카 육묘시 사용되고 있는 RW(G) 배지에서 2.7등급으로 뿌리분포와 근군의 형성이 가장 우수하였으며, 다음으로 RC, RW(U), LC, 3813-4 배지 처리에서 각각 3.0, 3.3, 3.4 및 3.6의 등급 순서로 뿌리 발육성적을 보였다.

육묘배지의 물리적 특성을 알아보기 위하여 총공극과 용기용수량을 조사하였다(Fig. 2). 총공극은 배지내에 공급되는 공기와 수분에 따라 달라지는데, 공극이 많은 배지는 용기내 배지의 수분과 산소의 공급을 증가시킨다. 용기용수량은 배지를 물로 포화시킨 후 자연상태에서 배수를 한 다음 배지가 함유할 수 있는 양수분을 말하는 것으로 배지가 보유할 수 있는 최대의 함수량이다. 용기용수량이 중요한 이



**Fig. 2.** Total porosity, container capacity, bulk density, and air space of the media used in experiment. RW (G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW (U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Korea Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC; 3813-4, phenolic foam 3813-4. A, total porosity and container capacity; B, bulk density; and C, air space.

유는 근권에 함수율이 장기간 낮게 유지되면 뿌리에 스트레스가 발생하고 양수분의 흡수가 저해되어 초세가 약해지기 때문이다(Aljibury and May, 1970; Martin et al., 1970). 총공극은 LC와 RC배지에서 높았으며, 용기용수량 역시 LC와 RC 배지에서 40% 이상 유지하였다. 식물생장을 위한 최적 근권 환경을 조성하기 위해 고상, 액상, 기상이 적절한 균형을 이루어야 하고(Bunt, 1984), 배지의 총공극에 대한 기상률(Hartmann et al., 1997; Lemaire, 1995; Soffer and Burger, 1989)은 근권부 산소의 이용에 중요하다. 가비중은 기존에



**Fig. 3.** *Capsicum annuum* 'Fascinato' plug seedlings at 20 days after sowing as affected by the various media. Five pellet type media used in the experiment. RW (G), grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW (U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Korea Co. Ltd., Korea); RC, phenolic foam RC; 3813-4, phenolic foam 3813-4.

사용하는 RW(G)배지와 신개발배지인 RC배지가  $0.8\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  이하로 가벼웠으나, 모든 배지에서 뚜렷한 통계적 차이를 나타내지 않고 유사한 값을 나타냈다. 기상률은 LC, RC, 3813-4배지에서 기존에 사용하고 있는 RW(G), RW(U)보다 높았다. 파프리카 육묘시 관수 후 배수가 잘되고 통기성이 좋아야 도장을 억제하면서 강건한 고품질 묘를 생산할 수 있다. 또한 배지가 오랫동안 수분을 보유하여 과습하게 되면 기부가 부패하게 된다. 그러므로 기상률을 적정한 수준으로 높여주는 것이 파프리카 육묘에 더욱 효과적인 물리적 조건의 배지라 할 수 있다.

생육조사 결과 기존 파프리카 육묘시에 사용되고 있는 RW(G)와 RW(U) 배지와 비교하여 LC와 RC배지는 묘의 생육에 큰 차이가 없이 유사하게 균일한 생육을 보였다(Fig. 3). 이러한 결과는 배지 실험시 암면과 phenolic foam 배지의 수분관리를 다르게 하였기 때문이다. 기존의 암면은 보수성이 양호 하여 1회/일 관수하였고, 개발배지인 phenolic foam은 보수성이 낮아서 2회/일 관수하였을 때 암면 배지와 비슷한 생육을 보였다. 하지만 3813-4배지는 다른 배지와 비교하여 초장이 짧았고, 엽폭, 엽장, 상배축, 하배축, 경경, 생체중과 건물중 및 엽면적 등에서도 저조한 결과를 보였다. 향후 3813-4배지 처리를 제외한 phenolic foam LC와 RC 배지를 토마토, 파프리카 등 다양한 과채류의 육묘실험에 적용하여 보완 실험을 진행해야 할 것으로 판단된다. 또한 펠릿형의 육묘전용 배지 뿐만 아니라 가식을 위한 큐브(Cube) 형태의 배지와 슬래브(Slab) 형태의 이용을 위한 실험도 이루어져야 할 것으로 보여진다. 파프리카 육묘는 전체 재배 과정 중 가장 중요한 단계로 묘소질이 초기 생육과 수량에 많은 영향을 미치므로 좋은 묘에 대한 관심과 요구가 많다.

그러나 국내에서는 파프리카의 수출시기를 고려해 대부분의 육묘가 7, 8월의 하절기에 이뤄지므로 도장으로 인해 묘가 연약하거나 균일하지 않아 정식 후에 개체 간의 생육차이가 발생하거나 초기의 과실 착과수가 적어 초기수량 감소의 원인이 되기 때문이다(An et al., 2002).

암면은 원료나 완제품의 구입단가가 높아 생산비를 증가시키는 원인이 되고 있었는데, phenolic foam LC, RC 배지는 기존 암면 배지와 비교하여 더 저렴한 가격으로 구매가 가능해 질 것으로 보여진다. 기존의 펠릿형 암면으로 충진된 파프리카 전용 240공 트레이의 단가가 7,000-8,000원 정도에서 거래가 이루어지고 있지만, 개발 배지인 phenolic foam LC, RC는 암면보다 20-30% 저렴하게 개발하는 것이 목적이다. 그래서 추후 RW(G)와 RW(U)의 가공 단가와 폐기 방법에 관한 문제를 해결 할 수 있는 phenolic foam LC와 RC 배지의 이용 가능성에 대한 폭넓은 실증 실험이 보완되어야 할 것으로 판단한다.

초 록

본 연구는 새롭게 개발된 무기물인 phenolic foam 배지를 이용한 파프리카 파종용 플러그묘의 생산 가능성을 알아보기 위해 유리온실에서 수행하였다. Grodan 암면, UR 암면, phenolic foam LC, phenolic foam RC, phenolic foam 3813-4의 5종류 펠릿형 배지에 파프리카 ‘Fascinato’를 파종하였다. 종자는 식물생장상(25°C, 상대습도 90%, 암상태)에서 4-5일 동안 발아시켰고, 발아가 시작된 후에는 유리온실로 옮겨 두상관수로 양액을 관주하였다. 파프리카의 생육은 파종 20일 후에 측정하였다. 배지의 pH를 측정한 결과 Grodan 암면이 가장 높았고, EC는 phenolic foam 3813-4가 가장 높았지만 식물의 독성 증상은 관찰되지 않았다. 모든 배지에서 90% 이상의 발아율을 보였다. 초장, 경경, T/R률, 엽면적, 엽록소 함량은 암면 배지와 비교하였을 때 생육이 유사한 것으로 나타났다. 엽수, 최대근장, 지상부의 건물중은 유의적인 차이가 없었다. 전체적으로 phenolic foam 배지인 LC와 RC는 암면배지와 비교하여 유사한 생육을 보였다. 본 실험결과 파프리카 ‘Fascinato’의 상업적 규모의 육묘를 위해 암면을 신개발 물질인 페놀릭 폼으로의 대체 가능성을 확인하였다.

추가 주요어 : 생육배지, 펠릿, 암면

Aljibury, F.K. and D. May. 1970. Irrigation schedules and production of processing tomatoes on the San Joaquin Valley Westside. Calif. Agr. 24(8):10-11.

An, C.G., D.S. Kang, C.W. Rho, and B.R. Jeong. 2002. Effects of transplanting method of seedlings on the growth and yield of paprika. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 20:15-18.

Bunt, A.C. 1984. Physical properties of mixtures of peats and minerals of different particle size and bulk density for potting substrates. Acta Hort. 150:143.

Bunt, A.C. 1998. Media and mixes for container grown plants. Unwin Hyman, London.

Choi, J.M., J.W. Ahn, J.H. Ku, and Y.B. Lee. 1997. Effect of medium composition on physical properties of soil and seedling growth of red-pepper in plug system. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 36:618-624.

Coolbear, P., A. Francis, and D. Grierson. 1984. The effect of low temperature presowing treatment on the germination performance and membrane integrity of artificially aged tomato seeds. J. Exp. Bot. 35:1609-1617.

Fonteno, W.C. 1996. Growing media: Types and physical/chemical properties, p. 93-102. In: D.W. Reed (ed.). Water, media, and nutrition for greenhouse crops. Ball Publishing, Batavia, IL.

Han, W.T., Y.D. Kim, S.G. Kang, J.S. Moon, C.H. Song, J.I. Chang, and Y.B. Park. 1993. Studies on the establishment of hydroponics for fruit vegetable. 1. The effect of media on the quality and yield of strawberry in hydroponics. RDA J. Agr. Sci. 35:401-409.

Hartmann, H.T. and D.E. Kester. 1983. Plant propagation: Principles and practices. 4th ed. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T. Davis, Jr., and R.L. Geneve. 1997. Plant propagation: Principles and practice. 6th ed. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ.

Hwang, S.J. and B.R. Jeong. 2002. Effect of medium composition of cellular glass foam particles and carbonized chestnut woodchips on growth of plug seedlings of ‘Nokkwang’ pepper and ‘Segye’ tomato. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43:399-405.

Hwang, S.J. and B.R. Jeong. 2004. Use of CGF and CCW as medium components for commercial production of plug seedlings of seogun tomato. J. Bio-Env. Cont. 13:81-89.

Ito, T. 1992. Present state of transplant production in Japanese horticultural industry, p. 65-82. In: K. Kurata and T. Kozai (eds.). Transplant production systems. Kluwer Academic Publ., Dordrecht, The Netherlands.

Jeong, B.R. 1998. Technology and environment management for the production of plug transplants of flower crops. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 16:282-286.

Jeong, B.R. 2000. Current status and perspective of horticultural medium reuse. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 18:876-883.

Kim, H.J. and J.M. Lee. 1999. Seed germination of *Sicyos angulatus* L. as affected by seedcoat clipping, low temperature treatment and germination media. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 17:627. (Abstr.).

Kim, O.I., J.Y. Cho, and B.R. Jeong. 2000. Medium composition including particles of used rockwool and wood affects growth

- of plug seedling of petunia 'Romeo'. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 18:33-38.
- Lee, E.H., J.W. Lee, J.S. Kwon, Y.I. Nam, I.H. Cho, and Y.S. Kwon. 1996. Effect of substrates on growth and yield of hydroponically grown cucumber in bag culture. *Kor. J. Biol. Fac. Environ.* 5:15-22.
- Lemaire, F. 1995. Physical, chemical and biological properties of growing medium. *Acta Hort.* 396:273-284.
- Lim, J.H., J.T. Yoon, I.S. Kim, and B.S. Choi. 1995. Effect of amount of rice hulls mixture on growth and yield of tomato by nutritive-culture media. *RDA J. Agr. Sci.* 37:363-366.
- Martin, P.E., J.C. Lingle, R.M. Hagan, and W.J. Flocker. 1970. Irrigation of tomatoes in a single harvest program. *Calif. Agr.* 6:13-14.
- Nelson, P.V. 1991. *Greenhouse operation and management*, 4th ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Park J. E., J.H. Kang, C.G. An, J.S. Jeong, S.H. Park, Y.J. Cheon, K.S. Kim, and S.J. Hwang. 2010. Use of phenolic foam as a medium for production of plug seedlings of 'Fascinato' paprika. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 28 (Suppl. II):47. (Abstr.)
- Park J.E., C.H. Ko, S.B. Lee, C.G. An, K.S. Kim, B.R. Jeong, and S.J. Hwang. 2011. Use of pellet and cube type phenolic foam as the medium for production of plug seedlings of 'Fascinato' paprika. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 29 (Suppl. I):79-80. (Abstr.)
- Park, S.K., K.Y. Kim, E.H. Lee, N.D. Hur, and J.B. Suh. 1992. Effect of charcoal on tomato cultivation by hydroponic media. *Res. Rep. RDA (Hort.)* 34:51-56.
- Shin, W.G. and B.R. Jeong. 2002. Growth and development of pot chrysanthemum 'Pink Pixie Time' in various mixtures of shattered PUR and CGF. *J. Bio. Environ. Control* 11:29-34.
- Soffer, H. and D.W. Burger. 1989. Plant propagation using an aero-hydroponics system. *HortScience* 24:154.
- Stardiot, P. and P. Battistel. 2003. Improved plant management with localized crop heating and advice on distance in the Mediterranean climate. *Acta Hort.* 614:461-467.