

토마토 플러그 묘 생산을 위한 배지로서 펠릿형 Phenolic Foam의 이용

노경옥¹ · 강정화² · 김혜민² · 안철근⁴ · 정병룡^{1,2,3} · 황승재^{1,2,3*}

¹경상대학교 농업생명과학연구원, ²경상대학교 대학원 응용생명과학부(BK21 Program),

³경상대학교 생명과학연구원, ⁴경상남도농업기술원 수출농식품연구과

Use of Pellet Type Phenolic Foam as a Medium for Production of Plug Seedlings of 'Madison' Tomato

Kyoung Ok No¹, Jeong Hwa Kang², Hye Min Kim², Chul Geon An⁴,
Byong Ryoung Jeong^{1,2,3}, and Seung Jae Hwang^{1,2,3*}

¹Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

²Department of Horticulture, Division of Applied Life Science (BK21 Program),
Graduate School of Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

³Research Institute of Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

⁴Gyeongnam Agriculture Research & Extension Services, Jinju 660-985, Korea

Abstract. This study was conducted in a glasshouse to examine the possibility of producing tomato plug seedlings in a newly-developed inert phenolic foam medium. Plug seedlings of 'Madison' tomato were grown in four pellet type media, Grodan rockwool, UR rockwool, phenolic foam LC, and phenolic foam LC-lite. Seed germination was checked for 7 days. Seedling growth was measured at 19 days after sowing. The greatest germination was obtained in the phenolic foam LC and phenolic foam LC-lite. Plant height, hypocotyl length, leaf area, dry weight, and fresh weight were significantly greater in the rockwool medium than those in the other media. However, the T/R ratio and stem diameter were the greatest in the phenolic foam LC than those in the other media. The total porosity and container capacity of the phenolic foam LC was higher than in the other media. The air space (%) was lowest in the phenolic foam LC. Overall, the phenolic foam LC and phenolic foam LC-lite produced seedlings with similar growth as the rockwool. These results suggested that both phenolic foam LC and phenolic foam LC-lite have potential to be used in production of plug seedlings of 'Madison' tomato.

Key words : air space, container capacity, germination, propagation medium, rockwool stem diameter

서 론

토마토는 세계적으로 재배되고 있는 주요 과채류 작물 중의 하나로 최근 국민소득향상과 건강에 대한 관심이 늘어남에 따라 재배 면적이 1998년 4,106ha에서 2008년 6,144ha로 10년간 약 1.5배가량 증가하였으며, 생산량은 23만 톤에서 41만 톤으로 약 2배 수준으로 증가하였다. 2008년 기준 노지재배 면적은 136ha, 시

설재배 면적은 6,008ha로 전체 면적의 98%가 시설재배 형태를 띠고 있어, 노지 재배 면적은 점차 줄어드는 반면 시설재배 면적은 지속적으로 증가하고 있는 추세이다(KAFTC, 2009). 최근에는 농업분야에서도 분업화가 이루어져 육묘용 상토의 수요가 증가함에 따라 새로운 배지에 대한 연구가 다양하게 진행되고 있다(Jeong과 Hwang, 2001; Kimberly, 1999; Zbigniew, 1996). 식물 개체 당 생산비의 감소, 묘의 균일도 증대, 이식 후의 활착력 증진, 공간 이용효율의 제고, 정식의 용이성, 기계화의 가능성, 종자 절약 등의 장점(Kim 등, 1999)으로 농가에서는 자가 묘 보다는 생산

*Corresponding author: hsj@gnu.ac.kr
Received May 10, 2012; Revised June 8, 2012;
Accepted August 15, 2012

회사에서 전문적으로 재배된 묘를 많이 사용하는데 이에 필요한 육묘용 배지는 대부분 외국에서 전량 수입한 원재료에 의존하고 있다(Jeong, 2000).

토마토의 플러그 묘 생산을 위한 배지의 원자재 또한 수입에 의존하고 있는데 대표적인 것은 암면을 사용한 플러그 묘이다. 하지만 이는 가격이 높고, 인체에 자극적이며, 폐기시 환경문제를 야기하고 있다. 대부분의 농가에서 사용된 암면 플러그 배지의 폐기를 위해 온실 주위의 빈터에 적재해 두거나, 매장 처리하고 있으며, 양이 많은 농가의 경우 폐기물 처리 대행업체에서 농가 비용으로 부담하여 처리되고 있는 실정이다. 개발 중인 phenolic foam은 꽃꽂이용 오아시스 플로랄 폼으로 활용되고 있으나, 현재 대규모 상업적 과채류 수경재배에 활용될 수 있는 과중용, 육묘용, 재배용 배지로의 사용을 위한 연구가 진행되고 있다(Park 등, 2010, 2011).

과중용, 육묘용 혹은 재배용 배지로 개발하고자 하는 phenolic foam 배지는 생산과정에서 물리성(공극율, 용기용수량, 가비중 등)조절 및 다양한 특성화 기능 부여를 통해 배지 기능을 최적화 시킬 수 있는 신개념의 소재로 원예용 배지로서의 활용도가 매우 클 것으로 기대된다. 또한 비유기물인 합성수지 발포체로서 수입대체 효과가 크고, 기존에 관행적으로 사용되어 오고 있는 배지의 문제점인 균일성, 가공성, 경량성, 흡수성 및 경제성 등을 개선할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

따라서 본 연구는 토마토 육묘에 있어 기존에 사용하고 있는 암면을 대체하기 위한 새로운 개발배지 phenolic foam LC와 LC-lite의 과중용 펠릿 배지로서의 사용가능성을 확인하기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

토마토 *Lycopersicon esculentum* Mill. 'Madison' 품종(Syngenta Seed Co. Ltd., Korea)을 2011년 8월 29일에 각각 4종류의 펠릿형 인공배지 Grodan 암면(RW(G); Grodan Co. Ltd., Denmark), UR 암면(RW(U); UR Co. Ltd., Korea), phenolic foam LC와 phenolic foam LC-lite(Smithers Oasis Co. Ltd., Korea)에 각각 과중하였다(Fig. 1). 240공 플러그 트

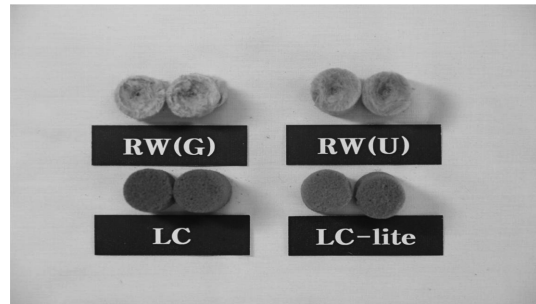


Fig. 1. Four pellet type media used in the experiment. RW (G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW (U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); and LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

레이(60cm × 41cm × 5cm)에 4종류의 펠릿 배지를 넣고 충분히 포수시켰다. 과중 후 버미큘라이트로 복토하여 25 ± 2°C 온도와 상대습도 90 ± 5% 이상을 유지하는 압조건의 향온발아챔버(DS-10L-2, Dasol Scientific, CO. Ltd., Korea)에서 발아 시켰다. 배지는 기존의 토마토 육묘재배에 사용되고 있는 RW(G)와 RW(U) 배지를 대조구로 사용하였고, 2종류의 신개발배지 phenolic foam LC와 phenolic foam LC-lite를 사용하였다. 총 4처리 4반복 반복당 60개체로 완전임의배치하여 발아시켰다. 암 상태에서 4일간 발아시킨 후 토마토 재배 전용 유리온실로 옮겨 관리하였다. Sonneveld 표준양액(Table 1)을 조제하여 하루에 한번씩 오전 9시경 저면 관수하였다. 양액의 pH는 5.5, EC는 3.0dS · m⁻¹로 유지하였다. 과중 19일 후 초장, 최대근장, 엽폭, 엽장, 상배축, 하배축, 경경, 엽수, 엽록소함량, 엽면적, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중,

Table 1. Chemicals and their concentrations used in the nutrient solution for the culture of tomato plug seedlings.

Chemical	Conc. (mg · L ⁻¹)	Chemical	Conc. (mg · L ⁻¹)
Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	1,097	H ₃ BO ₃	1.86
KNO ₃	500	CuSO ₄ · 5H ₂ O	0.186
FE-EDTA	6	MnSO ₄ · 4H ₂ O	2.2
MgSO ₄ · 7H ₂ O	332	ZnSO ₄ · 7H ₂ O	1.43
KH ₂ PO ₄	170	Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O	0.08
K ₂ SO ₄	61		
NH ₄ NO ₃	170		

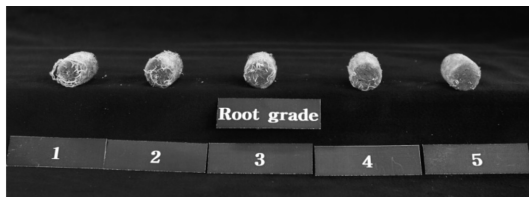


Fig. 2. Evaluation of root ball formation. Root ball formation was evaluated based on grades 1 to 5 (1 = excellent, 2 = good, 3 = moderate, 4 = bad, and 5 = poor).

T/R율을 측정하였다. 줄기 직경인 경경을 측정하기 위해 식물체 지체부 최하단의 가장 굵은 부분을 기준으로 디지털 버니어 캘리퍼스(CD-20CPX, Mitutoyo, Co. Ltd., Japan)를 이용하여 측정하였으며, 엽면적은 엽면적 측정기(LI-3100, LI-COR Inc., USA)를 이용하여 지상부 전체의 잎을 측정하였다. 엽록소함량은 본엽기 제2번째 잎을 기준으로 엽록소 측정기(SPAD 502, Minolta, Japan)를 이용하여 측정하였다. 뿌리 형성은 뿌리가 펠릿 배지를 감싸고 있는 정도에 따라 가장 우수한 1에서 가장 불량한 5로 등급을 매겼다 (Fig. 2). 건물중은 60의 드라이 오븐(OF-22GW, Jeio Tech, Korea) 에서 72시간 건조한 직후 측정하였다.

2. 발아율

파종 후 3일째부터 7일간 발아율, 평균 발아일수, 평균 발아속도 및 50% 발아소요일수를 조사하였으며 계산식은 아래와 같다(Coolbear 등, 1984; Hartmann 과 Kester, 1983).

1. 발아율(percent germination: PG)

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

N, 총 발아수; S, 총 공시 종자수

2. 평균 발아일수(mean germination time: MGT)

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

T_i, 치상후 조사일수; N_i, 조사당일 발아 수;

N = $\sum N_i$, 총 발아수

3. 평균 발아속도(mean daily germination: MDG)

$$MDG = N/T$$

N, 총 발아 수; T, 총 조사일수

4. 50% 발아소요일수(T50)

$$(T50) = T_i + [((N + 1)/2 - N_i) / (N_i - N_j)] \times (T_i - T_j)$$

N, 발아조사 종결일 까지의 총 발아 수

N_i, N에 대한 50% 직전까지의 총 발아 수

N_j, N에 대한 50% 직후까지의 총 발아 수

T_i, N_i 시점까지 소요된 발아기간

T_j, N_j 시점까지 소요된 발아기간

3. 배지의 화학성과 물리성

배지의 화학성 측정을 위해 pH와 EC meter(HI 98130, Hanna Instruments Co. Ltd., USA)를 사용하여였고, 배지의 물리성은 총공극, 용기용수량, 가비중, 기상률을 측정하였다. 실험에 사용된 배지는 사용 전과 사용 후 각 처리별 3반복으로 시료를 채취하여 2차 증류수로 1:5(v/v) 로 3시간 동안 희석 후 용액의 pH와 EC를 측정하였다(Kim 등, 2000).

물리성 측정을 위해 본 실험에 사용된 플러그 트레이에 배지를 채우고 48시간 동안 배지를 침지하여 포화된 무게를 측정하였다. 그 후 실험실 상온에서 2시간 동안 배수하여 배지의 무게를 측정 후 배수된 배지를 72시간 동안 완전 건조하여 배지의 무게를 측정하였다. 위 실험은 3반복으로 수행되었다. 배지의 물리성은 Fonteno(1996)와 Choi 등(1997)이 제시한 공식을 사용하여 총공극(total porosity, TP), 용기용수량(container capacity, CC), 기상률(air space, AS), 그리고 가비중(bulk density, BD)을 다음의 공식으로 계산하였다.

용기용수량(container capacity, CC)

$$= [\text{습윤중량(wet weight)} - \text{건조중량(dry weight)}] /$$

$$\text{배지의 용적(volume of sample)} \times 100$$

기상률(air space, AS)

$$= [\text{배수된 용적량(volume of water drained)}] /$$

$$\text{배지의 용적(volume of sample)} \times 100$$

총공극(total porosity, TP) = CC + AS

가비중(bulk density, BD)

$$= \text{건조중량(dry weight)} /$$

$$\text{배지의 용적(volume of sample)}$$

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.

Table 2. Seed germination percentage in a plug tray of 'Madison' tomato as influenced by the medium.

Medium ^z	Germination (%)	MGT ^x (day)	MDG ^w	T ₅₀ ^v (day)
RW (G)	94.75 ab ^y	4.65 a	7.42 a	4.11 a
RW (U)	92.75 b	4.65 a	6.83 a	3.91 a
LC	97.00 a	4.59 a	7.18 a	4.09 a
LC-lite	97.00 a	4.74 a	5.99 a	3.94 a

^zRW (G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW (U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); and LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

^xMean germination time: MGT.

^wMean daily germination: MDG.

^vDays to 50% germination: T₅₀.

결과 및 고찰

Table 2는 4종류의 배지에 육묘한 토마토 'Madison' 품종의 발아율을 나타낸 결과이다. 발아율은 phenolic foam 배지인 LC와 LC-lite 배지에서 97%로 92~94%로 나타난 암면배지 RW(G)와 RW(U) 처리구보다 높게 나타났다. 평균 발아일수는 약 4일 정도로 모든 처리구에서 유사한 결과를 나타냈다. 평균 발아속도는 LC-lite 배지에서 5.99로 가장 빨랐으며, 암면배지인 RW(G) 처리구에서는 7.42로 가장 늦었다. 50% 발아 소요일수는 모두 4일내에 완료되었으며, 이는 Hwang과 Jeong(2004)이 발포유리, 탄화 밤나무 칩, 피트모스, 입상암면배지에서 토마토 '서건' 품종의 육묘과정에서 T₅₀이 4일 이내 완료 되었다는 보고와 일치한다. 발아율을 포함한 평균 발아일수, 평균 발아속도, 50% 발아소요일수의 각 배지 별 차이는 처리별 배지마다 완충작용 능력과 배지가 가진 고유의 이화학성이 상이 (Kim과 Lee, 1999; Hwang과 Jeong, 2004)함을 의미한다. 본 실험 결과에서 4가지 인공배지가 가지고 있는 고유의 특성에 따라 다양한 결과가 나타났는데, 발아율을 제외한 다른 항목에서 통계적인 유의성은 없었다. 하지만 발아율 항목에서 신개발배지인 phenolic foam LC와 LC-lite 배지에서 우수한 결과를 보여 대체배지로서의 가능성을 보여주었다. 이러한 결과는 암면배지인 RW(G)와 RW(U) 처리구보다 phenolic foam LC 배지의 총공극율과 용기용수량이 높은 등의 다양한 발아 환경조건이 토마토 초기 발아 시 뿌리

Table 3. pH and EC of growing medium before and after 19 days of culture of plug seedlings.

Medium ^z	pH		EC (dS · m ⁻¹)	
	Before	After	Before	After
RW (G)	7.21 a ^y	6.24 bc	0.02 d	1.14 a
RW (U)	6.98 b	6.21 c	0.09 a	1.12 a
LC	6.58 c	6.68 a	0.07 b	0.86 b
LC-lite	5.94 d	6.41 b	0.04 c	1.19 a

^zRW (G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW (U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); and LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

발근에 좋은 영향을 미친 것으로 판단된다(Fig. 3). 배지 근권의 화학성을 나타내는 pH는 배지의 수소이온(H⁺) 농도의 지수를 나타내는 값이며, 전기전도도(EC)는 배지 속에 녹아있는 양이온과 음이온의 비료성분의 함을 전기가 통하는 정도의 기준으로 나타낸 염 농도의 단위이다(Kim 등, 1997). 육묘 전후 재배 배지의 pH와 EC의 변화 정도를 Table 3에 나타내었다. 육묘 전 RW(G)와 RW(U) 배지를 제외한 LC, LC-lite 배지에서 pH가 각각 6.58과 5.94로 토마토 육묘의 적정 pH값인 6.0~6.5 범위(Choi, 1986; Kang 등, 2006)로 우수한 화학성을 갖추고 있음을 알 수 있다. 육묘 후 대조구를 포함해서 배지의 pH가 6.21~6.68 범위의 값을 나타내어, 모든 처리구의 pH가 안정적인 결과를 보였다. 본 실험에서는 작물 재배 중에 특별한 무기원소의 결핍증상이나 독성증상이 관찰되지 않았지만, 석회질 비료를 양액 내에 첨가하거나, 산성이나 알칼리성 비료의 첨가 및 조절 등의 방법으로 Bunt(1998)나 Nelson(1991)이 제시한 5.4~6.0의 최적 pH 조건으로 조절 할 수 있으리라 판단된다.

근권의 EC가 지나치게 상승하게 되면 양분흡수의 균형이 깨지고 뿌리에 스트레스를 주게 되어, 심하면 광합성이 저하되고 생육이 억제된다(Aljibury와 May, 1970; Martin 등, 1970)고 보고된 바 있다. 재배 전 EC는 RW(U) 배지에서 0.09dS · m⁻¹로 가장 높았으나, 재배 후에는 LC-lite 배지에서 1.19dS · m⁻¹로 가장 높은 값을 나타냈다. 또한 재배 전후 EC 차이는 LC-lite 배지와 RW(G) 배지에서 각각 1.15dS · m⁻¹, 1.12dS · m⁻¹로 가장 컸다. 이는 배지 자체에서 염을

토마토 플러그 묘 생산을 위한 배지로서 펠릿형 Phenolic Foam의 이용

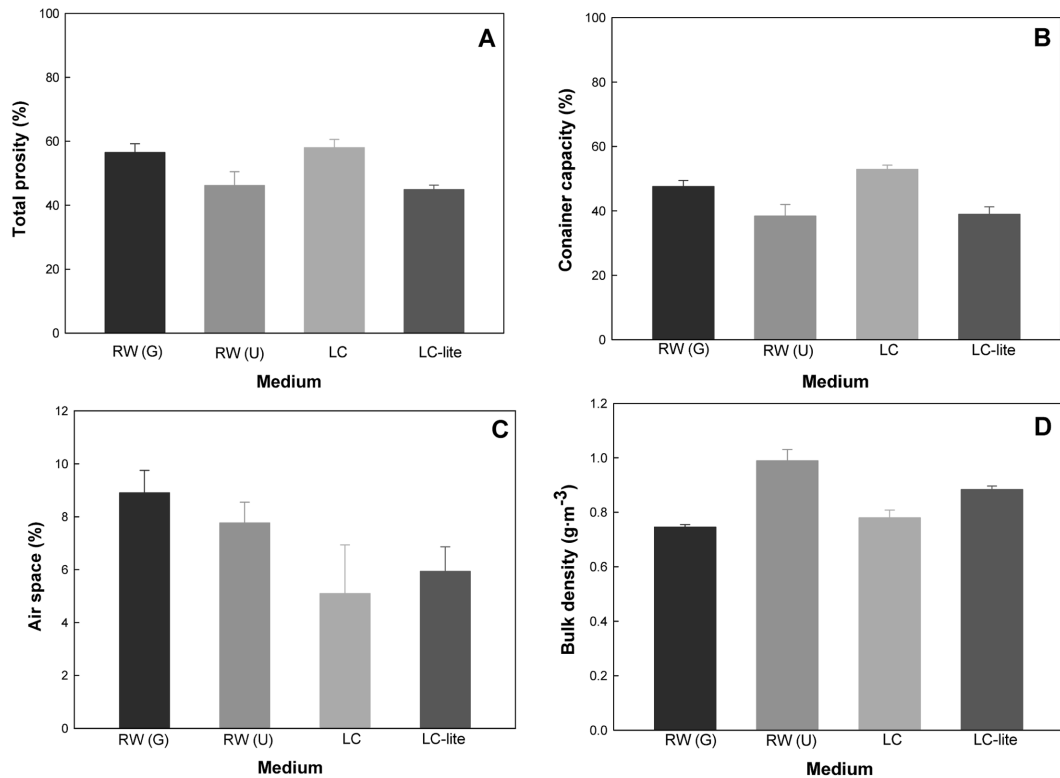


Fig. 3. Total porosity (A), container capacity (B), air space (C), and bulk density (D) of the media used in experiment. RW (G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW (U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); and LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

흡수하는 성질이 크며 Fig. 3의 데이터에서 보여주는 바와 같이 용기용수량이 타 처리구에 비해 LC-lite와 RW(G) 배지에서 다소 높은 특성을 가지고 있으며 이로 인해 배지자체에 잔존 양수분이 다량 존재하였기 때문이다. 실험 전후 육묘 배지의 EC를 조사한 결과 Bunt(1998)나 Nelson(1991)이 제시한 $1.50\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 이하의 안정적인 범위에 포함되었다.

토마토 육묘배지의 물리적 특성 조사결과를 Fig. 3에 나타내었다. 총공극은 배지 내에 공급되는 공기와 수분에 따라 달라지는 부분인데, 공극이 많은 배지는 용기내 배지의 수분과 산소 공급을 증가시킨다. 용기용수량은 배지를 물로 포화시킨 후 자연 상태에서 배수를 한 다음에 배지가 함유 할 수 있는 최대 양수분의 양을 나타내는 지표로서 배지가 보유할 수 있는 최대의 흡수량이다. 용기용수량이 중요한 이유는 양수분 이용 효율을 증가시키고, 관수횟수를 줄일 수 있는 장점이 있다. 용기 용수량이 불량한 배지는 쉽게 배지가

건조해 질 수 있으며 이로 인해 근권의 흡수율이 장기간 낮게 유지되면 뿌리에 스트레스가 발생하고 양수분의 흡수가 저해되어 초세가 약해지기 때문이다 (Aljibury와 May, 1970; Martin 등, 1970). 식물생장을 위한 최적 근권 환경을 조성하기 위해 고상, 기상, 액상이 적절한 균형을 이루어야 하고(Bunt, 1984), 고행배지의 물리성과 화학성을 고려하여 관수 방법, 비율, 시기 및 횟수가 결정되어야 한다(Leskovar, 1998). 배지의 총공극에 대한 기상(Hartmann 등, 1997; Lemaire, 1995; Soffer와 Burger, 1989)은 근권부 산소의 이용에 중요한 요소이다.

본 실험에서 총공극은 LC배지에서 58.1%로 가장 높은 값을 나타냈으며, RW(G), RW(U) 및 LC-lite 배지에서 각각 56.47%, 46.15%, 44.90% 순으로 나타났다. 용기용수량 역시 LC 배지에서 52.91%로 가장 높았고, RW(G), LC-lite, RW(U) 배지 순으로 각각 47.57%, 38.97%, 38.38%의 값으로 측정되었다.

Table 4. The effect of root medium on the growth of ‘Madison’ tomato plug seedling measured at 19 days after sowing.

Medium ^z	Plant height (cm)	Length of the longest root (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Stem diameter (mm)	Epicotyl length (cm)	Hypocotyl length (cm)	No. of leaves
RW (G)	12.07 b ^y	5.47 b	3.09 a	4.03 a	1.79 b	7.39 a	4.35 b	3.25 a
RW (U)	13.21 a	6.88 a	3.04 a	4.37 a	2.45 a	8.01 a	4.89 a	3.00 a
LC	10.84 c	6.28 ab	3.10 a	4.01 a	2.30 a	7.04 a	3.11 c	3.00 a
LC-lite	10.93 c	6.02 ab	3.97 a	4.14 a	1.73 b	10.70 a	3.25 c	4.40 a

^zRW (G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW (U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); and LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $P = 0.05$.

Table 5. Chlorophyll, leaf area, root grade, fresh and dry weights, T/R ratio, and dry matter of ‘Madison’ tomato plug seedlings measured at 19 days after sowing.

Medium ^z	Chlorophyll (SPAD)	Leaf area (cm ²)	Root grade ^y	Shoot		Root		T/R ratio	Dry matter (%)
				Fresh wt.(g)	Dry wt.(g)	Fresh wt.(g)	Dry wt.(g)		
RW (G)	32.63 a ^x	21.82 a	3.10 a	1.00 b	0.06 b	0.08 a	0.007 a	14.62 bc	6.73 a
RW (U)	32.02 a	23.33 a	3.22 a	1.12 a	0.07 a	0.14 a	0.008 a	12.62 c	6.63 a
LC	30.83 a	17.09 b	3.30 a	0.76 c	0.05 c	0.04 a	0.004 a	24.94 a	6.73 a
LC-lite	31.96 a	15.84 b	3.21 a	0.77 c	0.05 c	0.77 a	0.108 a	18.88 b	6.62 a

^zRW (G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW (U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); and LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

^yRoot ball formation was evaluated based on grades 1 to 5 (1 = excellent, 2 = good, 3 = moderate, 4 = bad, and 5 = poor).

^xMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $P = 0.05$.

기상률에 있어서는 RW(G)와 RW(U) 배지에서 각각 8.90%와 7.77%로 높았으며, 다음으로 LC-lite, LC 배지에서 각각 5.93%, 5.09% 순으로 측정되었다. 가비중은 RW(G), LC, LC-lite, RW(U) 순으로 각각 $0.75\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, $0.78\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, $0.88\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, $0.99\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 로 가벼웠다. 가비중이 너무 낮은 경우 식물을 지지할 수 있는 능력이 약해질 수 있으며, 용기용수량이 낮아져 단시간 내에 배지에서 양수분이 소실되어 양수분의 보유능력이 떨어지는 문제점이 있다(Hwang과 Jeong, 2004).

신개발 배지인 LC와 LC-lite 배지가 가지고 있는 물리성이 기존에 사용하는 암면배지 RW(G), RW(U)와 비교 분석한 결과 총공극과 용기용수량이 우수하였다. 이는 향후 토마토 공정묘 생산뿐만 아니라 화훼류와 과채류의 상업적 생산을 위한 육묘용 배지로 활용하기 위한 상업적 배지로써 용기용수량, 기상률 및 가비중의 적정 물리성을 충족한 최적 배지 개발을 위한 추가 연구의 가능성을 제시하였다.

대조구인 RW(G), RW(U) 배지와 신개발 배지인

LC, LC-lite 배지의 파종 후 19일째 토마토 묘의 생육은 Table 4에 나타난 바와 같다. 초장은 RW(U) 배지가 13.21cm로 유의성 있게 가장 길었으며, LC-lite와 LC 배지에서 각각 10.93cm와 10.84cm로 가장 짧았다. 최대 근장은 RW(U) 배지가 6.88cm로 가장 길었으며, LC, LC-lite, RW(G) 처리구 배지에서 각각 6.28cm와 6.02cm, 5.47cm 순서로 나타났다. 엽폭과 엽장은 배지 간 통계적 유의차가 없었다. 경결은 RW(U) 배지와 LC 배지에서 각각 2.45mm와 2.30mm로 두꺼웠으며, 다음으로 RW(G)배지가 1.79mm, LC-lite 배지가 1.73mm로 가장 얇았다. 상배축은 LC-lite 배지의 식물체가 가장 길었지만 배지처리 간의 통계적 유의성은 인정되지 않았다. 하배축은 RW(U) 배지에서 식물체가 가장 길었다. 토마토의 엽수는 유의성이 없었다. Table 5는 엽록소 함량, 엽면적, 뿌리등급, 지상부와 지하부의 생체중과 건물중, T/R율 및 건물율을 나타낸 결과이다. 엽록소 함량은 배지간 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 엽면적은 RW(U) 배지에서 23.33cm²로 높은 값이 나타났으며, 뿌리등급에서는 유

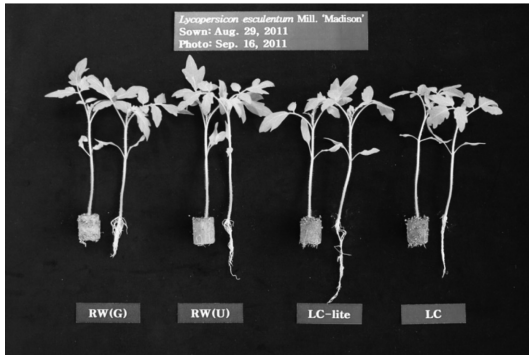


Fig. 4. Growth of 'Madison' tomato plug seedlings measured at 19 days after sowing as affected by the medium. RW (G), Grodan rockwool (Grodan Co. Ltd., Denmark); RW (U), UR rockwool (UR Co. Ltd., Korea); LC, phenolic foam LC (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea); and LC-lite, phenolic foam LC-lite (Smithers Oasis Co. Ltd., Korea).

의적 차이가 없이 균일한 생육을 나타냈다. 토마토 'Madison'의 파종 후 19일째의 지하부 생체중, 건물중과 건물율에서는 유의적인 차이가 없었다. 지상부와 지하부 건물중 비율을 나타내는 T/R율에서 LC 배지가 높았다(Table 5와 Fig. 4).

위 실험들을 종합한 결과 신개발 배지인 LC와 LC-lite는 발아율과 평균 발아속도에서 기존의 암면배지보다 우수한 결과를 보여주었고, pH는 LC와 LC-lite 배지에서 토마토 육묘의 적정 pH값인 6.0~6.5 범위에 있었으며, EC 또한 $1.5\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 이하의 안정적인 범위를 유지하여 배지 자체의 화학적 성질이 작물재배에 적합한 특성을 나타내었다. 펠릿형과 큐브형 그리고 슬래브형 암면은 제품의 구입단가가 높아 묘의 생산비를 증가시키는 원인이 되고 있는데, 신개발 배지 LC와 LC-lite 배지는 기존 암면 배지와 비교하여 더 저렴한 가격으로 구매가 가능해질 것으로 보여진다. 기존의 펠릿형 암면으로 충전된 파종용 240공 트레이의 단가가 7,000~8,000원 정도에서 거래가 이루어지고 있지만, 개발 배지인 LC와 LC-lite는 암면보다 20~30% 저렴하게 개발하는 것이 목적이다. 신개발 배지의 가장 큰 장점인 재배 후 배지의 폐기방법으로 건조 후 탄화가 용이하며, 폐고형 연료로의 사용도 가능하여 이를 활용하기 위한 다각적인 노력이 진행되고 있다.

향후 다양한 과채류의 육묘실험에 적용하여 보완실험을 진행해야 할 것으로 판단되며, 추가적으로

RW(G)와 RW(U)의 가공 단가와 폐기 방법에 관한 문제를 해결 할 수 있는 phenolic foam LC와 LC-lite 배지의 이용 가능성에 대한 폭넓은 실증 실험이 보완되어야 할 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 새롭게 개발된 무기물인 phenolic foam 배지를 이용한 토마토 파종용 플러그 묘의 생산 가능성을 평가하기 위하여 수행되었다. 토마토 'Madison' 품종을 Grodan 암면, UR 암면, phenolic foam LC, phenolic foam LC-lite 4종류의 펠릿 배지를 플러그 트레이에 파종하였다. 파종 후 7일 동안 발아율을 조사하였다. 묘의 생육은 파종 후 19일째에 측정하였다. Phenolic foam LC와 LC-lite 배지에서 가장 높은 발아율을 보였다. 초장, 하배축, 엽면적, 건물중, 생체중은 암면배지에서 유의적으로 양호한 결과를 나타냈다. 하지만 T/R율과 경경은 phenolic foam LC 배지에서 양호한 결과를 나타냈으며, 총공극과 용기용수량 또한 다른 배지와 비하여 가장 높게 측정되었다. 기상률은 phenolic foam LC 배지에서 가장 낮았다. 전체적으로 phenolic foam 배지인 LC와 LC-lite는 암면배지와 비교하여 유사한 생육을 보였다. 본 연구에서 'Madison' 토마토의 공정 묘 생산을 위한 배지로서 phenolic foam LC와 LC-lite 배지의 이용 가능성이 입증되었다.

주제어 : 경경, 기상률, 발아율, 암면, 용기용수량, 증식 배지

사 사

본 연구는 농림수산식품부 농림수산식품기술기획평가원(iPET) 농림기술개발사업의 지원으로 수행되었음 (Project No. 110023-03-2-SB010).

인 용 문 헌

1. Aljibury, F.K. and D. May. 1970. Irrigation schedules and production of processing tomatoes on the San Joaquin Valley Westside. Calif. Agr. 24:10-11.
2. 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.
3. Bunt, A.C. 1998. Media and mixes for container grown plants. Unwin Hyman. London.
 4. Choi, G.S. 1986. Theory and practice of high-yielding culture for pepper and tomato. Publisher Ohsung p. 384.
 5. 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.
 6. 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.
 7. Fonteno, W.C. 1996. Chapter 5. Growing media; Types and physical/chemical properties. pp. 93-102. In David Wn. Reed (ed.). *Water, media, and nutrition for greenhouse crops.* Ball. Publishing. Batavia. IL.
 8. Hartmann, H.T. and D.E. Kester. 1983. *Plant propagation: principles and practices.* 4th Ed. p. 127. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
 9. 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.
 10. 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.
 11. Jeong, B.R. 2000. Current status and perspective of horticultural medium reuse. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 18:876-883.
 12. Jeong, B.R. and S.J. Hwang. 2001. Use of recycled hydroponic rockwool slabs for hydroponic production of cut roses. *Acta Hort.* 554:89-94.
 13. Kang, G.Y., H.C. Lee, and Y.H. Choi. 2006. Tomato physiology and cultivation RDA. p. 98.
 14. Kimberly, A.K. 1999. Bedding plant growth in greenhouse waste and biosoild compost. *HortTechnology* 9:210-213.
 15. Kim, H.G., B.S. Seo, and S.J. Chung. 1997. Effects of compost mixed with microorganism compost fermented on the seedlings growth of tomato and red pepper. *Kor. J. Orga. Agr.* 5:129-140.
 16. 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.).
 17. Kim, Y.B., Y.H. Hwang, and W.K. Shin. 1999. Effects of root container size and seedling age on growth and yield of tomato. *Kor. J. Soc. Hort. Sci.* 40:163-165.
 18. 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.
 19. Korea Agro-Fisheries Trade Corporation (KAFTC.). 2009. Circumstances and strategy for tomato exports into foreign markets. P. 7-31 (in Korean).
 20. Leskovar, D.I. 1998. Root and shoot modification by irrigation. *HortTechnology* 8: 510-514.
 21. Lemaire, F. 1995. Physical, chemical and biological properties of growing medium. *Acta Hort.* 396:273-284.
 22. 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.
 23. Nelson, P.V. 1991. *Greenhouse operation and management,* 4th ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
 24. 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.* 28:47. (Abstr.).
 25. 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.* 29:79. (Abstr.).
 26. Soffer, H. and D.W. Burger. 1989. Plant propagation using an aero-hydroponics system. *HortScience* 24: 154.
 27. Zigbniew, S. 1996. Used rockwool slabs for pot plants. *ISSO proceedings* pp. 515-521.