

ORIGINAL ARTICLE

## 코이어 배지를 재활용한 혼합 상토가 배추 및 상추의 생육에 미치는 영향

이규빈 · 최윤의 · 박은지 · 박영훈 · 최영환 · 손병구 · 강점순\*

부산대학교 원예생명과학과

### Effect of Horticultural Media with Recycled Coir Substrates on Growth of Chinese Cabbage and Lettuce Crop

Gyu-Bin Lee, Yun-Ui Choe, Eun-Ji Park, Young-Hoon Park, Young-Whan Choi, Beung-Gu Son, Jum-Soon Kang\*

Department of Horticulture Bioscience, Pusan National University, Miryang 50463, Korea

#### Abstract

This study investigated the applicability of horticultural media with recycled coir substrates the growth of Chinese cabbage (*Brassica campestris* L. ssp. *Pekinensis*) and lettuce (*Lactuca sativa* L.) crop. The six different types of coir based substrates were A, Coir 45: Perlite 35: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), B, Coir 55: Perlite 25: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), C, Coir 65: Perlite 15: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), D, Coir 75: Perlite 5: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), E, Coir 85: Perlite 5: Vermiculite 5: Zeolite 5 (%) and F, nursery media (control). The pH and Electric conductivity of the horticultural nursery media were 6.06–7.00 and 0.45–1.10 dS/m<sup>-1</sup>, respectively. The nursery media containing coir substrates had higher level of Total N, Ca, K, Mg and P than those without coir. Additionally, it was observed that the growth of Chinese cabbage was the best on D (containing 75% coir) while that of lettuce was the best on E (containing 85% coir). In general, when substrates containing a higher percentage of coir were used, the growth of Chinese cabbage and lettuce was ideal. Additionally, the P, Ca, and Mg content in both plants was not significantly altered by the amount of coir present in the media. However, with an increase in the amount of coir substrate, the chlorophyll, N, and K content was increased. After harvesting, there was no significant difference in the chemical properties of the horticultural nursery media of both plants. Thus, it can be suggested that, coir substrate after a single use could be recycled as horticulture nursery media.

**Key words** : Chinese cabbage, Coir substrate, Lettuce, Nursery media, Physical properties

#### 1. 서론

상토란 양질묘 생산에 적합한 물리성, 화학성 및 생물성을 갖춘 자재로서 식물체를 기계적으로 지지해 주고 작물의 생육에 필요한 각종 양분과 수분을 공급해 주는

물질이며 육묘의 가장 기본이 되는 요소이다(Choi et al., 1997; Kim and An, 2002; Byun et al., 2012). 원예작물의 육묘용 상토는 통기성, 보수성, 흡수력 등의 물리성이 우수하여야 하며(Robert et al., 1989), 안정된 pH를 유지하면서 불필요한 무기 및 유기성분의 함량이 낮고

Received 2 April, 2018; Revised 4 September, 2018;

Accepted 6 September, 2018

\*Corresponding author: Jum-Soon Kang, Department of Horticultural Bioscience, Pusan National University, Miryang 50463, Korea  
Phone : +82-55-350-5523  
E-mail : kangjs@pusan.ac.kr

The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.  
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

양이온 치환용량(Cation exchange capacity)이 높아 완충력이 높아야 한다. 이뿐 아니라 병해충이나 잡초 증가가 없어야 하며, 무게가 가벼워 취급이 용이하고, 재료가 저렴하여야 한다(Kim and An, 2002; Byun et al., 2012).

국내외에서 많이 이용되고 있는 유기성 상토의 원자재는 코이어와 피트모스가 있다. 코이어는 야자나무 열매의 껍질을 가공한 것으로 용적밀도가 낮고 양이온 치환용량이 높으며(Lee et al., 2007a; Lee et al., 2007b), 배수성과 보비력 및 통기성이 우수하여 피트모스 대용으로 많이 이용하고 있는 친환경인 배지 재료이다(Meerow, 1994; Lee et al., 2006a).

원예용 상토는 코이어나 피트모스 단독 소재를 사용하기 보다는 상토의 물리성과 이화학성을 증진시키기 위해 질석, 펄라이트, 모래, 바크와 같은 다른 원자재를 함께 혼합하여 사용한다(Wilson, 1986; Choi et al., 1997; Lee et al., 1999). 대표적으로 사용되는 무기성 상토 재료는 질석, 펄라이트, 제올라이트 등이 있다(Lee et al., 2006a; Byun et al., 2012; Jung et al., 2015). 이들 무기 재료들의 특성은 비중이 낮아 가볍고, 공극율, 보수성, 통기성, 배수성이 우수하고 완충력 또한 크다는 장점이 있다(Jeong, 1995). 이에 따라 질석, 펄라이트, 제올라이트 등은 토양개량제, 비료혼합제, 농약 증량제, 상토 혼합제 등으로 다양하게 이용되고 있다(Carlino et al., 1998).

산업 부산물인 목탄, 페탄광 슬러지 등을 이용하여 농업용 상토를 개발하려는 시도는 있어 왔고(Lee et al., 2006a), 부산물을 활용한 혼합상토의 산도 조절(Le Gouellec et al., 2002; Lee et al., 2006b) 및 혼합비율 설정에 관한 연구가 진행되었다(Lee et al., 1999; Lee et al., 2007a; Byun et al., 2012).

최근 우리나라는 수경재배 면적이 증가하고 있고 수경재배 배지로 코이어를 이용하는 농가도 증가하고 있다(RDA, 2008, Lee et al., 2015). 하지만 수경재배용 유기배지로 널리 사용되는 코이어는 수입에 의존하고 있으며(Jeong, 2000), 사용 후 버려지는 경우가 많아 코이어 배지의 재활용 방안이 시급히 요구되고 있다.

따라서 사용 후 버려지는 코이어 배지를 원예용 혼합상토로 재활용한다면 그 의미가 클 것으로 판단된다. 본 연구는 폐코이어를 원예용 혼합상토로 재활용하기 위해 폐코이어를 질석, 펄라이트, 제올라이트의 첨가하여 최

적 혼합 비율을 모색하며, 이들 혼합 상토가 배추 및 상추의 생육에 미치는 효과를 검증하기 위해 수행되었다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 공시재료 및 혼합 상토제조

실험에 사용된 코이어 배지는 부산대학교 온실에서 유립형 토마토를 2년간 재배한 폐코이어 배지(100×20×10 cm, L×W×H, Daeyoung, Korea)를 12 1℃에서 1.5 MPa로 30분간 증기소독하여 병원균 및 잡초종자를 소거한 배지였다.

혼합상토를 제조를 위해 사용된 무기질 재료는 질석(KyungDong, Kdceratech, Korea), 펄라이트(Chamjon, HohyunBio, Korea) 및 제올라이트(Zeolite, Bioagro, Korea)를 이용하였다.

폐코이어를 첨가한 원예용 혼합상토의 최적 비율을 설정하고자 폐코이어를 무기재료인 질석, 펄라이트 및 제올라이트에 혼합비율을 달리하였다. 이를 위해 A; 폐코이어 45% + 펄라이트 35% + 질석 12% + 제올라이트 8%, B; 폐코이어 55% + 펄라이트 25% + 질석 12% + 제올라이트 8%, C; 폐코이어 65% + 펄라이트 15% + 질석 12% + 제올라이트 8%, D; 폐코이어 75% + 펄라이트 5% + 질석 12% + 제올라이트 8%, E; 폐코이어 85% + 펄라이트 5% + 질석 5% + 제올라이트 5% (w/w) 등을 혼합하였다. 대조구(F)는 시판중인 일반상토(바로키, 서울바이오)를 이용하였다. 실험에 사용된 시판상토의 물리성인 수분함량은 40-60%, 보수력 30-50%, 용적밀도는 0.15-0.25 g/cm<sup>3</sup>였고, 화학성인 pH(1:5, v/v)는 5.5-7.0, Electric Conductivity (EC)는 0.65 dS/m<sup>-1</sup> 그리고 양이온 치환용량은 35-55 cmol+/L였다.

### 2.2. 혼합 상토의 이화학적 특성 분석

폐코이어를 첨가한 혼합 상토를 배추와 상추를 재배 전과 30일간 재배후 상토의 이화학성을 조사하였다. 폐코이어를 무기재료인 질석, 펄라이트 및 제올라이트에 혼합비율은 실험 2.1의 방법과 동일하게 하였다. 이화학성 조사 항목은 pH(1:5), EC 및 Total Nitrogen (T-N), carbon-nitrogen ratio(C/N율), Ca, K, Mg, P 및 Na였다. pH(1:5)는 pH meter로 EC는 EC meter로 측정하였다.

탄소분석은 상토를 dry oven에 110℃로 1시간동안

완전 건조 시킨 후 각 처리구당 1 g 씩을 회화로에 550 °C 4시간 처리하여 시료의 무게를 측정하였고, 총질소 (total-N) 분석은 Kjeldahl method(Bremner, 1965)에 의하여 건조된 0.2 g의 시료를 황산으로 분해한 후 킬달 증류법으로 측정하였다. 인산은 비색법에 의해 spectrophotometer(UV/VIS, Optizen 3220 UV, Korea)를 사용하여 파장 470 nm에서 유효인산을 측정하였다. 양이온인 Ca, K, Mg, Na은 Atomic absorption spectrometer(HG-AAS, Perkin Elmer Model 3300, USA)를 이용하여 측정하였다.

### 2.3. 혼합 상토의 작물 생육검정

페코이어가 첨가된 혼합상토에 작물을 재배하여 페코이어가 혼합상토의 재료로서의 활용 가능성을 모색하고자 하였다. 실험에 사용된 작물은 배추(씨알장금이, 신젠타)와 상추(뚝섬, 팜한농) 였고, 파종은 상추와 배추종자를 240구 압면 트레이(2.7×2.7×2.7 cm, L×W×H, 가화텍, 한국)에 파종하여 본엽이 2장 전개되는 15일째까지 생육시켰다. 그런 다음 각각의 혼합비율로 조제된 상토를 6 kg 충진한 후 와그로 Pot(1/5,000)에 정식하여 30 일 동안 생육시켰다. 시험구는 완전임의배치 3반복 이었으며 처리구당 9주씩 정식하였다.

생육 실험은 부산대학교 온실(경상남도 밀양시 삼랑진읍 청학리 산50번지)에서 수행되었다. 생육시의 야간 최저 온도는 15 °C, 주간 최고온도는 28 °C로 유지하였다. 정식 후 관수는 주 3회 공급하였다.

생육조사는 정식 후 30일째 반복 당 3주의 식물체를 채취하여 엽수, 엽면적, 생체중, 건물중을 측정하였다. 엽수는 1 cm 이상 된 것을 조사하였으며, 엽면적은 엽면적 측정기(LI-3100, AREA METER, USA)를 이용하였다. 생체중은 흙을 완전히 제거한 후 저울을 이용하여 측정하였으며 건물중은 105 °C의 건조기(LOD-080N, DAEHAN, Korea)에서 48시간 건조 후 측정하였다.

### 2.4. 식물체의 엽록소 함량 및 무기성분 분석

각각의 페코이어가 첨가된 혼합 상토에서 30일간 재배한 배추 및 상추를 채취하여 분석 시료로 사용하였다. 엽록소는 Chlorophyll meter(SPAD-502, Minolta, Japan)를 이용하여 측정하였고, 식물체의 수분함량 측정 은 105 °C에서 건조기에서 48시간 건조시킨 후 건물단위 중으로 산출하였다.

무기성분 분석은 T-N, P, K, Mg 및 Ca을 분석하였고, 이를 위해 식물체의 지상부를 70 °C의 건조기에서 72시간 동안 건조 후 분쇄기로 이용하여 100 mesh 통과한 시료를 사용하였다.

이와 같이 분쇄된 시료는 0.2 g을 채취하여 termaly solution으로 분해시킨 후 ICP-OES(Inductively coupling plasma optical emission spectroscopy, Perkin elmer model DV 4300, Shelton, CT, USA)로 P, K, Mg, Ca을 측정하였다. 총질소는 시료 0.2 g의 시료를 황산으로 분해한 후 킬달 증류법(Kjeldahl method; Bremner, 1965)으로 측정하였다.

### 2.5. 통계 분석

본 실험의 모든 추출 및 정량 분석은 3반복으로 실험하였다. 통계분석은 SAS 통계프로그램(SAS version 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 최소유의차 검정(Least significant difference test)을 실시하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 원예용 혼합상토 최적화를 위한 혼합 비율 설정

혼합 상토 원료의 화학적 특성은 작물의 근권환경을 결정하는 중요한 요인이기 때문에 혼합 상토의 화학성에도 관여한다(Jung et al., 2015). 페코이어를 무기질 재료인 질석, 펄라이트 및 제오라이트를 비율별로 혼합조제한 상토의 화학성 분석결과를 Table 1에 나타내었다.

혼합상토의 pH는 6.1-7.0 범위로 적정 범위보다 약간 높았고, 코이어의 혼합비율이 높아질수록 pH는 낮아지는 경향이였다. EC는 0.45-1.10 dS/m<sup>-1</sup>로 Bunt(1988)와 Nelson(2003)이 보고한 상토의 적절한 EC 범위인 0.75-2.00 dS/m<sup>-1</sup> 보다 약간 낮았다.

EC 농도는 시판용 상토인 F 처리구에서 1.10 dS/m<sup>-1</sup>으로 가장 높았으며, 페코이어가 첨가되면 상토의 EC는 0.45-0.62 dS/m<sup>-1</sup>로 크게 낮아지는 경향이였다. 반면 페코이어의 혼합비율이 높아질수록 상토의 총질소(T-N)와 칼륨(K) 농도는 높아졌다. 이는 페코이어가 함유하고 있는 질소와 칼륨의 농도 의한 것으로 판단된다(Nelson, 2003).

C/N율은 유기물 분해도 지표로 활용되는 중요 인자로서 상토로 이용하기 위해서는 약 50-70:1 수준의 C/N율이

**Table 1.** Physicals properties of mixed nursery media by recycled coir substrates used in the study

Mixing ratio <sup>2)</sup>	pH (1:5)	EC (dS/m <sup>-1</sup> )	T-N (%)	C/N ratio	Ca (g/kg)	K (g/kg)	Mg (g/kg)	P (g/kg)	Na (g/kg)
A	7.00	0.45	0.28	252.5	10.62	5.65	7.91	1.92	9.64
B	6.91	0.48	0.32	231.1	9.95	10.61	4.32	2.12	10.52
C	6.82	0.62	0.42	157.2	13.12	15.91	8.34	3.64	7.91
D	6.84	0.49	0.49	111.2	13.34	17.32	7.61	2.44	5.70
E	6.49	0.59	0.73	60.1	15.61	20.41	8.52	4.25	5.24
F	6.06	1.10	0.88	77.4	8.22	6.94	2.91	2.13	6.62
LSD <sup>3)</sup>	0.15	0.03	0.02	4.3	0.35	0.35	0.35	0.35	0.33

<sup>2)</sup> A; Recycled coir 45: Pearlite 35: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), B; Recycled coir 55: Pearlite 25: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), C; Recycled coir 65: Pearlite 15: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), D; Recycled coir 75: Pearlite 5: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), E; Recycled coir 85: Pearlite 5: Vermiculite 5: Zeolite 5 (%), F; Nursery media (Control).

<sup>3)</sup> Means separation within column by Least Significant Difference (LSD) at  $P = 0.05$ .

적합하다(Han et al., 2008). C/N율이 과도하게 높은 상토에서 재배된 작물은 질소 결핍증상이 나타나 생장이 불량해진다(Nelson, 2003).

페코이어 혼합비율에 따른 상토의 C/N율은 페코이어 혼합비율이 85%로 가장 높은 E 처리구에서 C/N율이 60.1:1로 적정 범위에 가장 근접하였다. 반면 페코이어가 45% 및 55% 혼합된 A와 B 처리구에서는 C/N율이 252 및 231로 작물의 질소 결핍이 우려되었다.

양이온 치환용량인 칼륨(K), 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 나트륨(Na) 함량은 페코이어의 혼합 비율이 높아질수록 높아졌다. 페코이어가 첨가된 혼합상토는 양이온 치환용량이 시판상토보다 높게 나타나 페코이어는 상토 제조에 활용될 수 있는 우수한 유기재료였다.

### 3.2. 혼합 상토가 상추 및 배추 생육에 미치는 영향

페코이어가 펄라이트, 질석, 제오라이트에 비율별로 혼합한 상토에서 배추 및 상추를 재배하여 생육을 조사하였다(Table 2 및 Fig. 1, 2). 배추의 생육은 페코이어의 혼합비율이 75%인 D 처리구에서 가장 좋았다. 대조구로 사용된 시판상토(F 처리구)에서 재배한 배추는 엽수가 14.3장 이었으나, 페코이어 75% + 펄라이트 5% + 질석 12% + 제오라이트 8%의 D 처리구에서는 엽수가 18.0장으로 가장 높았다.

또한 페코이어가 첨가되지 않은 F 처리구의 엽면적은 466.6 cm<sup>2</sup>였으나, D 처리구에서는 엽면적이 724.6 cm<sup>2</sup> 가장 높았고, 페코이어 55% + 펄라이트 25% + 질석

12% + 제오라이트 8%가 혼합된 B 처리구에서도 607.8 cm<sup>2</sup>으로 엽면적이 높았다.

상추의 생육은 페코이어의 혼합비율이 높을수록 좋았다. 시판상토에서 재배한 상추의 엽수는 6.3장 이었으나 페코이어의 혼합비율이 85%로 가장 높은 E 처리구에서는 엽수가 8장으로 가장 많았다. 전반적으로 페코이어가 첨가된 상토들은 대조구(F 처리구)에 비해 엽수가 많았다.

또한 엽면적도 페코이어의 혼합비율이 높아질수록 증가하였으며, 대조구(F 처리구)의 엽면적은 512.8 cm<sup>2</sup>였으나 페코이어가 85% 함유된 E 처리구에서는 엽면적이 851.2 cm<sup>2</sup>로 높았다(Table 2).

페코이어의 혼합 비율에 따라 배추의 생체중과 건물중은 통계적으로 유의성은 없었으나 D 처리구와 B 처리구에서 높게 나타났다. 대조구인 F 처리구에서 재배한 배추의 생체중과 건물중은 각각 24.37 g과 1031.0 mg 이었다. 반면 페코이어 75% + 펄라이트 5% + 질석 12% + 제오라이트 8%의 D 처리구에서는 생체중과 건물중은 38.35 g과 1593.6 mg 으로 대조구에 비해 생체 및 건물중이 높아지는 경향이였다.

상추에서도 페코이어의 혼합 비율에 따라 생체중과 건물중에는 유의성은 없었으나 페코이어의 혼합비율이 높아지면 생체 및 건물중이 증가하는 경향이였다. 대조구인 F 처리구에서 재배한 상추의 지상부 생체중과 건물중은 각각 31.23 g과 1195.5 mg 이었다. 반면 E 처리구에서는 생체중과 건물중이 39.21 g과 1583.1 mg으로

**Table 2.** The effect of mixed nursery media by recycled coir substrates on number leaves, leaf area, fresh weight and dry weight of Chinese cabbage and lettuce plants measured at 30 days after transplanting

Mixing ratio <sup>2)</sup>	Leaf number	Leaf area (cm <sup>2</sup> )	Fresh weight (g/plant)			Dry weight (mg/plant)		
			Shoot	Root	Total	Shoot	Root	Total
<i>Chinese cabbage</i>								
A	14.6	378.7	16.0	0.62	16.62	640.0	30.6	670.6
B	15.0	607.8	27.5	0.52	28.02	1166.7	30.0	1196.7
C	14.6	441.0	21.3	0.37	21.67	806.7	16.7	823.4
D	18.0	724.6	37.9	0.45	38.35	1563.3	30.3	1593.6
E	15.0	472.6	21.1	0.39	21.49	856.7	18.3	875.0
F	14.3	466.6	23.8	0.57	24.37	1006.7	24.3	1031.0
LSD <sup>y)</sup>	NS	122.1	NS	NS	NS	NS	NS	NS
<i>Lettuce</i>								
A	6.0	577.9	23.8	1.53	25.33	1023.3	73.6	1096.9
B	9.0	679.1	28.1	1.13	29.23	960.0	61.2	1021.2
C	6.7	729.6	32.9	1.51	34.41	1363.3	84.2	1447.5
D	7.0	652.6	31.4	1.83	33.23	1023.3	115.8	1139.1
E	8.0	851.2	37.6	1.61	39.21	1496.6	86.5	1583.1
F	6.3	512.8	29.9	1.33	31.23	1120.0	75.5	1195.5
LSD	1.7	118.7	NS	NS	NS	NS	NS	NS

<sup>2)</sup> A; Recycled coir 45: Pearlite 35: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), B; Recycled coir 55: Pearlite 25: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), C; Recycled coir 65: Pearlite 15: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), D; Recycled coir 75: Pearlite 5: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), E; Recycled coir 85: Pearlite 5: Vermiculite 5: Zeolite 5 (%), F; Nursery media (Control).

<sup>y)</sup> Means separation within column by Least Significant Difference (LSD) at  $P = 0.05$ .

대조구에 비해 생체 및 건물중이 높지는 경향이였다.

배추와 상추의 생육반응을 검정한 결과 배추는 페코이어가 75% 포함된 D 처리구, 상추는 페코이어가 85% 포함된 E 처리구에서 생육이 향상되었다. 또한 시판상토에 비해 페코이어의 혼합비율이 높아질수록 생육이 향상되는 경향이였다. 이는 페코이어가 상토의 물리성과 화학성을 향상시키고 페코이어에서 분해된 무기양분이 작물생육에 유효하게 이용된 것으로 판단된다.

이상의 결과로 페코이어는 원예용 혼합상토의 원료로 우수성이 입증되었다. 이는 1회 사용하고 버려지는 코이어 배지를 원예용 상토로 재활용할 수 있음 제시하는 결과이다.

### 3.3. 페코이오 혼합비율에 따른 배추 및 상추의 무기성분 변화

페코이어의 혼합비율을 달리한 상토에 배추 및 상추

를 재배한 후 식물체의 엽록소, 수분함량 및 무기이온 함량에 미치는 영향을 분석한 결과는 Table 3에 나타내었다.

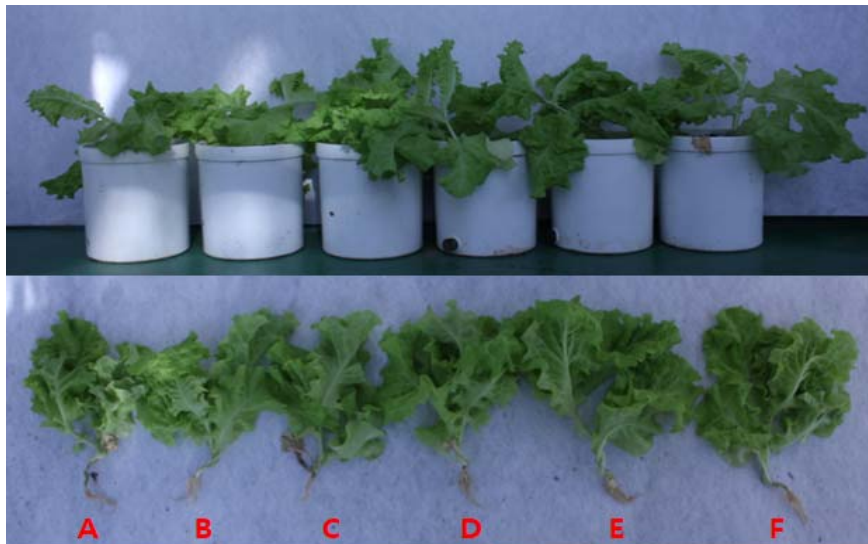
배추에서 엽록소 함량은 페코이어 75% + 펄라이트 5% + 질석 12% + 제오라이트 8%인 D 처리구에서 22.60 mg/g, 상추에서는 페코이어 85% + 펄라이트 5% + 질석 5% + 제오라이트 5%의 E 처리구에서 16.32 mg/g으로 가장 높았다. 두 작물 모두 상토내에 페코이어 함량이 증가할수록 엽록소는 증가하는 경향이였다. 반면 상추 및 배추의 수분함량은 95.7-96.5% 범위로 상토내에 페코이어 혼합비율에 따라 큰 차이가 없었다.

식물체내의 무기양분은 상토에 첨가되는 페코이어의 비율에 따라 차이가 있었으며, 페코이어의 혼합비율이 높을수록 식물체내의 무기양분이 증가하였다. 특히 식물체의 N, K 함량은 페코이어 혼합비율이 증가할수록



**Fig. 1.** The effect of mixed nursery media by recycled coir substrates on number leaves, leaf area, fresh weight and dry weight of Chinese cabbage plants measured at 30 days after transplanting.

Mixing ratio were A; Recycled coir 45: Pearlite 35: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), B; Recycled coir 55: Pearlite 25: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), C; Recycled coir 65: Pearlite 15: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), D; Recycled coir 75: Pearlite 5: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), E; Recycled coir 85: Pearlite 5: Vermiculite 5: Zeolite 5 (%), F; Nursery media (Control).



**Fig. 2.** The effect of mixed nursery media by recycled coir substrates on number leaves, leaf area, fresh weight and dry weight of lettuce plants measured at 30 days after transplanting.

Mixing ratio were A; Recycled coir 45: Pearlite 35: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), B; Recycled coir 55: Pearlite 25: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), C; Recycled coir 65: Pearlite 15: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), D; Recycled coir 75: Pearlite 5: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), E; Recycled coir 85: Pearlite 5: Vermiculite 5: Zeolite 5 (%), F; Nursery media (Control).

**Table 3.** The effect of mixed nursery media by recycled coir substrates on chlorophyll, moisture contents, mineral nutrient of Chinese cabbage and lettuce plants measured at 30 days after transplanting

Mixing ratio <sup>2)</sup>	Chlorophyll (mg·g <sup>-1</sup> FW)	Moisture contents (%)	Mineral nutrient (DW)				
			N (%)	P (%)	K (g/kg)	Mg (g/kg)	Ca (g/kg)
<i>Chinese cabbage</i>							
A	21.05	95.96	2.96	0.65	7.41	2.04	7.37
B	21.13	95.72	3.36	0.74	7.69	2.32	4.40
C	21.50	96.20	3.66	0.63	7.55	2.76	7.29
D	22.60	95.84	3.86	0.53	7.97	2.48	5.68
E	22.10	95.92	3.83	0.40	8.00	2.64	7.68
F	21.60	95.76	3.61	0.88	7.11	2.46	7.43
LSD <sup>y)</sup>	0.26	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	2.11
<i>Lettuce</i>							
A	15.89	95.66	3.36	0.84	9.12	2.50	4.42
B	16.01	96.50	3.05	0.67	9.41	2.32	3.31
C	16.20	95.79	3.44	0.79	9.49	2.62	5.49
D	15.98	96.57	3.38	0.95	9.64	2.30	5.38
E	16.32	95.96	3.86	0.93	9.47	3.12	5.03
F	15.28	96.17	3.75	1.01	7.95	2.64	5.27
LSD	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03

<sup>2)</sup> A; Recycled coir 45: Pearlite 35: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), B; Recycled coir 55: Pearlite 25: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), C; Recycled coir 65: Pearlite 15: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), D; Recycled coir 75: Pearlite 5: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), E; Recycled coir 85: Pearlite 5: Vermiculite 5: Zeolite 5 (%), F; Nursery media (Control).

<sup>y)</sup> Means separation within column by Least Significant Difference (LSD) at  $P = 0.05$ .

함량도 증가하였다. 이러한 결과는 페코이어에서 분해한 무기이온들이 식물생장을 촉진하는 영양급원으로 이용된 것으로 해석되며(Nelson, 2003), 페코이어 함량이 높은 상토일수록 식물체내의 무기양분 함량이 증가한다는 Choi et al.(2011)의 선행연구와 유사한 결과였다.

식물체내 P, Mg 및 Ca 함량은 상토에 페코이어 혼합 비율에 따라 뚜렷한 경향을 나타나지 않았으나 대체적으로 혼합비율이 높을수록 이들 함량은 증가하는 경향이 있었다. 따라서 페코이어가 첨가된 상토는 식물체의 무기성분 함량 증가에도 유효하였다.

#### 3.4. 페코이어 혼합상토의 화학성

페코이어의 첨가비율을 달리한 상토에서 배추와 상추를 30일간 재배한 후 상토의 이화학성을 조사한 결과는 Table 4에 나타내었다.

페코이어의 혼합비율에 관계없이 상토의 pH는 5.53-

6.37 범위였고, 이는 작물 재배전의 보다 pH가 0.64-0.90 정도 낮아졌다. 이는 뿌리에서 분비되는 유기산들이 상토내에 축적되어 상토의 pH를 떨어뜨리는 것으로 추측된다. 반면 EC는 작물 재배 후에 증가하였는데, 특히 페코이어 75% + 펄라이트 5% + 질석 12% + 제올라이트 8%인 D 처리구에서 3.82 dS/m<sup>1</sup>로 가장 높았다. 그 원인은 상토내에 불용성 상태로 있는 무기성분들이 작물재배 후 가용성으로 전환된 것에 기인한 것으로 해석된다.

배추를 재배한 후 상토내의 총질소(T-N)는 페코이어 85% + 펄라이트 5% + 질석 5% + 제올라이트 5%인 E 처리구에서 0.79% 가장 높았고, 칼슘(Ca)은 D 처리구에서 5.18 g/kg으로 가장 높았다. 반면 칼륨(K), 마그네슘(Mg), 인(P), 나트륨(Na)은 시판 상토인 F 처리구에서 가장 높았다. 이는 작물재배 전 상토의 칼륨(K), 마그네

**Table 4.** Physicals properties of mixed nursery media by recycled coir substrates of Chinese cabbage and lettuce plants cultivated at 30 days after cultivation in greenhouse

Mixing ratio <sup>2)</sup>	pH (1:5)	EC (dS/m <sup>-1</sup> )	T-N (%)	C/N ratio	Ca (g/kg)	K (g/kg)	Mg (g/kg)	P (g/kg)	Na (g/kg)
<i>Chinese cabbage</i>									
A	6.37	1.96	0.47	32.6	3.87	0.21	0.42	0.90	1.73
B	6.32	3.52	0.57	34.8	4.05	0.30	0.51	1.58	1.85
C	6.25	3.19	0.60	35.7	4.38	0.30	0.52	1.82	2.34
D	5.95	3.82	0.63	42.9	5.18	0.27	0.57	1.80	1.81
E	5.53	3.69	0.79	48.9	4.55	0.42	0.61	1.97	1.24
F	5.58	3.08	0.42	47.6	4.40	1.15	1.62	2.26	2.57
LSD <sup>3)</sup>	0.03	0.03	0.03	0.35	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
<i>Lettuce</i>									
A	5.76	0.97	0.67	31.3	4.67	0.4	0.64	3.24	3.24
B	5.70	1.53	0.81	30.8	5.03	0.47	0.73	3.25	3.16
C	5.44	2.30	0.88	35.1	7.11	0.56	0.97	4.23	3.35
D	5.39	2.31	0.92	32.9	6.73	0.38	1.01	4.45	2.89
E	5.36	1.75	1.00	36.7	6.32	0.44	0.81	4.97	1.66
F	5.41	2.65	0.42	47.6	3.42	1.25	1.53	2.22	2.70
LSD	0.07	0.03	0.03	0.28	0.03	0.05	0.06	0.04	0.03

<sup>2)</sup> A; Recycled coir 45: Pearlite 35: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), B; Recycled coir 55: Pearlite 25: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), C; Recycled coir 65: Pearlite 15: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), D; Recycled coir 75: Pearlite 5: Vermiculite 12: Zeolite 8 (%), E; Recycled coir 85: Pearlite 5: Vermiculite 5: Zeolite 5 (%), F; Nursery media (Control).

<sup>3)</sup> Means separation within column by Least Significant Difference (LSD) at  $P = 0.05$ .

슘(Mg), 인(P), 나트륨(Na) 함량이 낮았던 것을 감안한다면 이들 무기성분이 식물체내로 흡수가 원활하지 못했던 것으로 생각된다.

상토의 C/N율은 작물재배 전후로 가장 많은 변화가 있었다. 폐코이어 혼합비율에 관계없이 작물재배전 상토의 평균 C/N율은 148.4 였으나 배추를 재배하고 난 후 평균 C/N율은 40.4로 107.8가 감소하였다. 그 원인은 작물 재배전 상토에서는 부숙되지 않은 코이어가 많아 C/N율이 높게 나타났으나 작물을 재배하는 과정에서 유기물 분해되면서 Han et al.(2008)의 결과와 유사하게 C/N율이 작물생육에 적합한 50-70:1 수준으로 낮아진 것으로 판단된다.

두 번째로 많이 감소한 것은 무기성분은 칼륨(K) 였으며, 폐코이어 혼합비율에 관계없이 작물 재배전 상토의 칼륨(K)의 평균값은 12.80 g/kg 이었다. 그러나 배추를 재배한 후 상토의 칼륨(K) 평균값은 0.44 g/kg으로

12.36 g/kg이나 감소하였다. 이와 같이 작물 재배 후에 칼륨(K)이 감소한 것은 이동성이 강한 칼륨(K)이 식물체에 흡수되어 생육에 이용된 것에 원인이 있었던 것으로 해석된다.

폐코이어가 첨가된 상토에서 상추를 재배한 후 상토의 pH 변화는 배추와 유사한 경향을 보였고, 작물을 재배하고 나면 상토의 pH는 낮아졌다. 반면 EC는 작물 재배 후에 증가하였다. 또한 작물재배 후 상토의 C/N율도 감소하였다.

상토내의 총질소(T-N), 칼슘(Ca), 칼륨(K), 마그네슘(Mg), 나트륨(Na) 함량은 작물 재배 전 상토에 비해 작물재배 후 감소하였다. 그 원인은 뿌리에서 흡수된 무기양분이 작물생육의 영양급원으로 이용된 것에 기인한 것으로 해석된다.

인(P) 함량은 재배 전 상토에 비해 오히려 증가하였는데, 이 현상은 근권부에 존재하는 인산은 쉽게 Ca, Mg



또는 Na와 결합하여 식물체가 흡수되지 못하는 불용태 (Marschner, 1995; Hanan, 1998)에 의한 것으로 판단된다.

페코이어를 혼합한 상토에서 작물을 재배한 후 상토의 무기성분의 뚜렷한 변화는 관찰되지 않았다. 그러나 페코이어를 혼합하면 상토의 무기성분 함량이 작물을 재배하기전보다 재배 후 감소하였는데 이는 상토 내의 무기성분이 식물체에 흡수되어 작물생장에 이용된 것으로 해석된다. 따라서 페코이어는 엽채류 육묘용 또는 재배용 상토에 적합한 첨가재료였다. 최적 혼합비율은 배추 페코이어 75% + 펄라이트 15% + 질석 5% + 제올라이트 5%인 D 처리구, 상추에서는 페코이어 85% + 펄라이트 5% + 질석 5% + 제올라이트 5%인 E 처리구가 좋았다.

이상의 결과로 수경재배 배지로 사용되고 난 후 버려지는 페코이어를 육묘용 상토의 첨가재료로 우수성이 입증되었고, 육묘용 상토를 개발함으로써 원예자원화 할 수 있었다.

#### 4. 결론

본 연구는 페코이어를 질석, 펄라이트, 제올라이트를 혼합한 상토를 조제한 후 배추 및 상추를 재배하여 원예 상토를 개발하기 위한 기초자료를 얻고자 일련의 실험을 수행하였다.

페코이어가 첨가된 상토의 pH는 6.06-7.00 범위로 상토의 최적 pH 보다는 약간 높은 경향이었으나 페코이어의 혼합비율이 높아질수록 pH는 안정화 되었다. EC는 0.45-1.10 dS/m<sup>-1</sup>로 상토의 적정 EC 범위보다 약간 낮았다. 페코이어의 혼합비율이 높아질수록 상토의 총질소(T-N)함량과 칼륨(K) 농도는 증가하였다.

또한 양이온 치환용량인 칼륨(K), 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 나트륨(Na) 함량은 페코이어 혼합비율이 높아질수록 증가하였다.

배추와 상추의 생육도 페코이어가 첨가된 상토에서 생육이 우수하였다. 최적 혼합비율은 배추에서는 페코이어가 75% 포함된 D 처리구, 상추는 페코이어가 85% 포함된 E 처리구였다.

식물체내 무기이온 성분분석 결과 배추 및 상추의 P, Ca, Mg 이온은 상토에 첨가되는 페코이어 비율에 따라

큰 차이가 없었다. 반면 엽록소, N 및 K의 함량은 페코이어의 혼합비율이 높을수록 증가하는 경향이였다. 페코이어를 육묘용 상토로 개발하기 위한 일련의 실험에서 페코이어는 육묘용 상토의 첨가재료로 우수성이 입증되었다.

#### 감사의 글

이 논문은 부산대학교 기본연구지원사업(2년)의 지원에 의하여 연구되었음.

#### REFERENCE

- Arenas, M., Vavrina, C. S., Cornell, J. A., Hanlon, E. A., Hochmuth, G. J., 2002, Coir as an alternative to peat in media for tomato transplant production, HortScience, 37, 309-312.
- Bremner, J. M., 1965, Total nitrogen. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, (methodsofsoilanb), 1149-1178.
- Bunt, A. C., 1988, Media and mixes for container grown plants: a manual on the preparation and use of growing media for growing pot plants, Unwin Hyman, London.
- Byun, H. J., Kim, Y. S., Kang, H. M., Kim, I. S., 2012, Effect of mixture rate of used media and perlite on physico-chemical of properties root media and seedling quality in fruit vegetables plug nursery system, J. Bio-Envir. Cont., 21, 213-219.
- Carlino, J. L., Williams, K., Allen, E. R., 1998, Evaluation of zeolite-based soilless root media for potted chrysanthemum production, HortTechnol., 8, 373-378.
- Choi, J. M., Ahn, J. W., Ku, J. H., Lee, Y. B., 1997, Effect of medium composition on physical properties of soil and seedling growth of red-pepper in plug systems, J. Kor. Soc. Hort. Sci., 38, 618-624.
- Choi, J. M., Park, J. Y., Latigui, A., 2011, Impact of physicochemical properties of root substrates on growth of mother plants and occurrence of daughter plants in 'Seolhyang' strawberry propagation through bag culture, J. Kor. Soc. Hort. Sci., 29, 95-101.
- Degryse, F., Smolders, F., Parker, D. R., 2009, Partitioning of metals(Cd, Co, Cu, Ni, Pb, Zn) in soils; concepts, methodologies, prediction and applications-

- a review, *Eur. J. Soil Sci.*, 60, 590-612.
- Han, S. I., Cho, M. H., Hwang, K. S., 2008, Comparison of phylogenetic characteristics of bacterial populations in a *Quercus* and pine humus forest soil, *Kor. J. Microbiol.*, 44, 237-243.
- Hanan, J. J., 1998, *Greenhouses: Advanced technology for protected horticulture*, Prentice Hall. N. J., 302-313.
- Jeong, B. R., 2000, Current status and perspective of horticultural medium reuse, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 18(1), 876-883.
- Jeong, P. G., 1995, Use of vermiculite in agriculture, *J. Kor. Mineralogical Soc.*, 8, 23-26.
- Jeong, S. J., Oh, J. S., Seok, W. Y., Cho, M. Y., 2008, The effect of treatment of woody charred materials on the growth and components of tomato and Chinese cabbage, *Kor. J. Organic. Agri.*, 16, 455-469.
- Jung, J. Y., Lim, K. B., Kim, J. S., Park, H. M., Yang, J. K., 2015, Utilization of wood by-product and development of horticultural rowing media, *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, 33, 435-442.
- Kim, L. Y., Ahn, I., 2002, The characteristics and circulation of korea media, *Kor. Soc. Soil Sci. Fert.*, 10, 17-33.
- Le Gouellec, Y., Elimelech, M., 2002, Calcium sulfate (gypsum) scaling in nanofiltration of agricultural drainage water, *J. Membr. Sci.*, 205, 279-291.
- Lee, G. B., Park, E. J., Park, Y. H., Choi, Y. W., Suh, J. M., Kang, J. S., 2015, Effect of the organic fertilizer mixed with various recycled coir substrates on Chinese cabbage (*Brassica Campestris* L. Ssp. *Pekinensis*) and Lettuce (*Lactuca Sativa*. L) *J. Environ. Sci. Inter.*, 24, 1221-1231.
- Lee, B. S., Gi, P. S., Goo, K. J., Ju, C. S., 1999, Effect of mixing ratio of perlite and coir dust on the growth and nutrient uptake of hydroponically grown chrysanthemum, *J. Kor. Soc. Soil Sci. Fert.*, 40, 225-230.
- Lee, H. H., Ha, S. K., Kim, B. H., Seol, Y. J., Kim, K. H., 2006a, Optimum physical condition of peatmoss-based substrate for growth of chinese cabbage (*Brassica campestris* L. ssp.) Plug Seedlings, *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, 24, 322-329.
- Lee, H. H., Ha, S. K., Kim, K. H., Kang, J. Y., 2006b, Comparison of the european standard methods and the rural development administration methods for determining chemical properties of horticultural substrates, *Kor. Soc. Soil Sci. Fert.*, 39, 116-122.
- Lee, H. H., Ha, S. K., Kim, K. H., 2007a, Optimum condition of the coir-based substrate for growth of red pepper (*Capsicum annuum* L.) Plug Seedlings, *Kor. J. Soil. Fert.*, 40, 369-376.
- Lee, H. H., Ha, S. K., Kim, B. H., Seol, Y. J., Kim, K. H., 2007b, Optimum physical condition of peatmoss-based substrate for growth of red pepper (*Capsicum annuum* L.) Plug Seedlings, *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, 40, 392-399.
- Marschner, H., 1995, *Mineral nutrition of higher plants*, 2nded. Academic Press Inc., San Diego, CA., 657-680.
- Meerow, A. W., 1994, Growth of two subtropical ornamentals using coir (coconut mesocarp pith) as a peat substitute, *HortScience*, 29, 1484-1486.
- Nelso, P. V., 2003, *Greenhouse operation and management*, 6thed. Prentice Hall. Englewood Cliff, N. J., 180.
- Rural Development Administration (RDA), 2008, *Hydro-ponic culture dissemination present status*, Suwon, Korea.
- Robert, R. M., William, C. F., Roy, A. L., 1989, Hydrologt of horticultural substrates: 1. Mathematical models for moisture characteristics of horticultural container media, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 114, 48-52.
- Wilson, G. C. S., 1986, Tomato production in different growing media, *Acta Hort.*, 178, 115-119.