

ORIGINAL ARTICLE

폐코이어를 재활용한 혼합 유기질 비료가 배추와 상추의 생육에 미치는 영향

이규빈 · 박은지 · 박영훈 · 최영환 · 서정민¹⁾ · 강점순*

부산대학교 원예생명과학과, ¹⁾부산대학교 바이오환경에너지학과

Effect of the Organic Fertilizer Mixed with Various Recycled Coir Substrates on Chinese Cabbage(*Brassica Campestris* Ssp. *Pekinensis*) and Lettuce(*Lactuca Sativa*)

Gyu-Bin Lee, Eun-Ji Park, Young-Hoon Park, Young-Whan Choi, Jeong-Min Suh¹⁾,
Jum-Soon Kang*

Department of Horticultural Bioscience, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea

¹⁾*Department of Bioenvironmental Energy, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea*

Abstract

The present study was conducted to find a way to recycle the coir substrate by investigating changes in its physical and chemical properties based on the number of use year. Specific gravity of unused coir substrate was 0.212 g/cm³, while it was higher for the substrate used for 2 years. Porosity was different depending on the number of use year. The porosity of unused substrate was 51.9%, but it increased to 68.6% after used for 2 years. In general, physical and chemical properties were better in the coir substrate used for 2 years than in unused one.

The number of leaves, leaf area, flesh weight and dry weight of oriental cabbage and lettuce were higher in coir substrate used for 2 years than those in unused one. Whereas, no significant difference was observed between the substrates used for one year and 2 years, indicating that the one time-used waste substrate could be recycled for cultivating vegetables.

Growth of the vegetables was improved when organic fertilizer composed of complex organics with different mixing ratios was provided to the coir substrate, compared to untreated plot. The optimum mixing ratio of the waste substrate and complex organics was 2:8(v/v) for fertilization using waste coir substrate. Therefore, coir substrate generally wasted after being used for one time was reuseable by supplying organic fertilizer.

Key words : Chinese Cabbage, Lettuce, Coir Substrate, Organic Fertilizer, recycle

1. 서론

국민보건 및 환경보전에 대한 관심이 높아지면서 수경재배시 배액의 배출이나 폐배지의 방출을 규제하는 상

황으로 변화되고 있다. 전국적으로 수경재배 농가가 급증하면서 양액재배 농업은 폐배지의 방치로 인한 환경오염의 표적으로 오인 받고 있는 실정이다. 수경재배의 고형배지로 약 34% 차지하고 암면은 공극율, 보수력 및 배

Received 28 August, 2015; Revised 8 September, 2015;

Accepted 21 September, 2015

*Corresponding author : Jum-Soon Kang, Department of Horticultural Bioscience, Pusan National University, Miryang 627-706, 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.

수성이 우수하여 과채류 재배에 널리 이용되고 있다 (Jeong, 2000; Park 등 2003).

고형배지로서 주로 이용되는 암면은 단가가 고가이고 장기적 사용 시 구조적으로 틀리는 등의 형태의 변화와 사용 후 자연분해가 되지 않아 폐기 처리가 곤란한 문제점이 있다(Jeong, 2000). 폐암면의 환경오염 문제가 대두되면서 농경지에 퇴비로 활용할 수 있는 환경 친화적 고형배지 소재로 바크, 피트모스, 페버릿 배지(Kim 등, 2007; Lemaire, 1985), 밤나무 파쇄입자(Kim과 Jeong, 2003) 등의 유기배지가 주목받고 있다. 코이어 배지는 높은 수분 보유능력, 유효양분함량, 수분 침투율, 공극, 토양의 수분전도율이 우수하여 이용이 증가하고 있다 (Kim 등, 2012; Lee 등, 2006).

우리나라는 시설원에 재배면적이 증가하고 있고 전체 수경재배 면적에서 코이어를 배지로 이용하는 면적도 증가하고 있다(RDA, 2008). 이러한 이유는 암면에 비해 가격이 저렴하고, 배지 원재료에 수급이 용이 할 뿐만 아니라 환경오염을 유발하지 않은 친환경 배지라는 인식 때문으로 판단된다(Kim, 등 2012). 이러한 추세를 반영 하듯 최근 코이어 배지에 대한 적정 전처리 방법(Kim 등, 2012), 배지의 수분흡수 특성(Kang 등, 2004; Park 등, 2008; Park 등, 2010; Park 등, 2014), 배지의 물리, 화학적 특성(Kang과 Kim, 2004), 배지소독(Kim 등, 2008; Lee 등, 2002), 배지 재활용에 따른 생육 검증 (You 등, 2008)에 대한 연구가 수행되었다.

수경재배용 유기배지로 널리 사용되는 코이어는 전량 수입에 의존하고 있으며(Jeong, 2000), 한번 사용한 후 방치되는 경우가 대부분임으로 작물재배의 생산단가를 가중시키는 요인이 되어왔다. 유기배지의 수입비용을 절감하는 차원에서 1회 사용 후 버려지는 유기폐배지의 재활용 기술이 개발되어야 한다.

유기폐배지의 재활용 기술의 확보는 수경재배의 영농 현장에서 고가의 배지 사용에 의한 경영비 부담을 줄이고, 폐배지의 처리 문제를 일시에 해결할 수 있어 농가소득 향상에도 기여할 것이다. 수경재배 농가에서는 사용 후 폐기되는 코이어를 블루베리 재배의 배지로 활용하거나 단순히 퇴비 등으로 사용하고 있어 이들의 재활용에 대한 연구가 필요하다.

수경재배 면적의 증가하면서 폐기되는 배지의 재활용 방안에 대해 많은 연구가 있었으나(An 등, 2003; Cheong

등, 2012; Hwang 등, 2003; Jeong과 Hwang, 2001; Kim과 Jeong, 2003; Park 등, 2003; Shin과 Jeong 2000), 대부분이 암면이었고(Hwang 등, 2003; Jeong과 Hwang, 2001; Kim 등, 2004) 페코이어를 대상으로 한 체계적인 연구는 없었다(Lee 등, 2009).

코이어를 배지로 사용한 일부 수경재배 농가에서는 생산비를 절감하기 위해 사용한 배지를 재활용하고 있으나, 재활용 기준이 설정되어 있지 않다. 또한 재배과정 중 배지의 물리성이나 화학성이 변화하고, 병원균 감염 (Lee 등, 2002)에 의한 수량감소 및 품질저하 등으로 인해 대부분의 농가에서는 재사용을 기피하고 있는 실정이다. 따라서 *Fusarium*에 의한 청고병이나 *Phytophthora*에 의한 역병 등을 예방하기 위해 소독처리(Lee 등, 2002)를 한 후 엽채류 배지로 재활용하거나 유기질 비료화한다면 그 의미가 클 것으로 판단된다.

본 연구는 페코이어를 엽채류 배지로 재활용할 수 있는 가능성을 검증하며, 또한 페코이어를 유기질 비료화하여 배추와 상추의 생육에 미치는 영향을 검토하고자 수행되었다.

2. 재료 및 방법

2.1. 코이어 배지의 사용연수에 따른 물리, 화학성

코이어 배지의 사용연수에 따른 물리, 화학성을 조사하기 위해 신규배지(대영)와 경남 밀양시의 수경농장에서 유럽형 토마토를 1년 및 2년 재배 페코이어 배지(대영)를 수집하여 분석 시료로 사용하였다.

코이어 배지의 물리성은 가비중, 공극률 및 수분보유력을 조사하였다. 배지의 화학성은 pH(1:5), EC 및 T-N, C/N율, Ca, K, Mg, P, Na를 조사하였다. 탄소 분석은 시료를 dry oven에 110℃로 1시간동안 완전 건조시킨 후 각 처리구 당 1 g씩을 회화로에서 550℃ 4시간 처리하여 시료 무게를 측정하였다. 총질소는 킬달중류법 (Kjeldahl method; Bremner, 1965)으로 측정하였으며, 인산은 비색법에 의해 spectrophotometer를 사용하여 파장 470 nm로 측정하였다. 양이온인 Ca, K, Mg, Na은 Atomic absorption spectrometer 이용하여 측정하였다.

2.2. 코이어 배지의 사용연수에 따른 배추와 상추의 생육에 미치는 영향

본 시험의 공시작물 및 품종은 신통노랑배추(현대종묘), 청측면 상추(현대종묘) 였고, 생육온도를 20℃로 제어한 부산대학교 온실에서 수행하였다.

폐코이어를 엽채류 배지로 재활용 할 수 있는 가능성을 타진하고자 신규배지(대영)와 1년 및 2년 사용한 폐코이 배지(대영)에 배추와 상추를 정식하여 생육을 비교하였다. 실험에 사용된 모든 폐코이 배지는 120℃에서 1.5 MPa로 30분간 증기소독 한 후 생육검정에 이용하였다.

생육검정은 배추와 상추종자를 240구 암면 트레이(2.7 × 2.7 × 2.7 cm, L × W × H, 가화텍, Korea)에 파종하여 본엽이 2장 전개되는 15일째까지 생육시킨 후 폐코이 배지에 정식하여 생육을 조사하였다. 시험구는 난괴법 3반복으로 하였으며, 처리구당 6개의 코이 배지에 슬라브 당 3주의 식물체를 정식하였다.

재배기간중 양액은 400배로 희석한 물푸레 1호(대유)를 사용하였고, 자동 타이머를 이용하여 하루에 각 2분씩 5회 걸쳐 점적튜브를 통해 양액을 공급하였다. 공급되는 양액의 pH는 6.7 이었으며, EC는 1.3 dS.m⁻¹ 였다.

생육조사는 폐코이 배지에 정식 한 후 30일째에 실시하였다. 조사방법은 반복 당 10주의 식물체를 채취하여 초장, 경직경, 엽면적, 엽수, 근장, 생체중 및 건물중을 조사하였다. 엽면적 측정기는 엽면적 측정기를 이용하였고, 근장은 뿌리를 물로 완전히 씻어 흙을 제거한 후 뿌리의 가장 긴 부분을 측정하였다. 엽수는 잎의 길이가 1 cm 이상인 것을 조사하였다.

생체중은 생체 무게를 건물중은 105℃에서 3시간 건조 후 측정하였다. 실험 결과의 통계분석은 SAS 프로그램(SAS 9.3 SAS Institute Inc., USA)을 이용하였다. 분산분석(AVOVA)을 실시하였으며, 평균간 비교는 덩컨다중범위 검정을 이용하였다.

2.3. 폐코이어를 재활용한 혼합 유기질 비료가 배추와 상추의 생육에 미치는 영향

본 시험의 공시작물 및 품종은 신통노랑배추(현대종묘), 청측면 상추(현대종묘) 였다. 폐코이어를 유기질 비료의 혼합소재로 재활용 할 수 있는 가능성을 모색하고자 1년 사용한 폐코이 배지(대영)를 수집하여 분쇄기로 분쇄하였다. 그런 다음 120℃에서 1.5 MPa로 30분간 증기소독 한 후 복합 유기물(계분, 어분, 골분 혼합물)

에 부피비로 혼합하여 유기질 비료를 조성 하였다. 이와 같이 폐코이어가 혼합된 유기질 비료를 재배토양에 공급하여 미치는 영향을 조사하였다. 폐코이어를 혼합하기 위하여 사용된 유기물은 무항생제계분 75%, 어분 12.5%, 골분 12.5%의 비율로 조합된 복합 유기물이었다(Table 1).

Table 1. Compositions of mixed organic fertilizer materials used in the experiment

Materials	Composition (%)
Chicken manure	75.0
Fish meal	12.5
Bone meal	12.5

폐코이어를 유기질 비료화 하기 위한 최적 비율을 설정하고자 1 폐코이 : 9 복합유기물, 2 폐코이 : 8 복합유기물, 3 폐코이 : 7 복합유기물, 4 폐코이 : 6 복합유기물, 5 폐코이 : 5 복합유기물(v/v) 등의 부피비로 혼합하였다.

복합유기물에 폐코이 혼합비율에 따른 화학성을 비교하기 위해 pH, EC, T-N, P, C/N율과 치환성 양이온인 Ca, K, Mg, Na 등을 조사하였다. 폐코이 혼합된 유기질 사용이 엽채류 생육에 미치는 영향을 조사하기 위해 부산대학교 부속농장에서 논토양의 표토(0~15 cm)를 채취하여 풍건세토 후 2 mm 체에 통과시켰다. 그런 다음 1/5,000 와그너 포트에 건조된 토양 6 kg을 충전한 후 가비중이 1.25 g/cm³이 되도록 다졌다.

폐코이어가 혼합된 복합유기물이 작물생육에 미치는 효과를 검정하기 위해 배추와 상추 모두 표준량 유기물 사용량인 15 Mg/ha 사용하였다. 시험구는 난괴법 3반복으로 하였으며, 처리구당 10주의 식물체를 정식하였다. 실험은 2014년 8월 20일에 240구 암면 트레이(2.7 × 2.7 × 2.7 cm, L × W × H, 가화텍, Korea)에 파종하였고, 본엽이 2장 전개되는 9월 5일에 와그너 포트에 정식하여 11월 5일까지 재배하여 30일째와 60일째에 시기별 생육을 조사하였다. 조사방법은 반복 당 5주의 식물체를 채취하여 초장, 경직경, 엽면적, 엽수, 근장, 생체중 및 건물중을 조사하였다. 그 외의 재배방법은 농시표준법에 준하여 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 코이어 배지의 사용연수에 따른 물리, 화학성

수경재배 배지는 우수한 양분저장 능력, 수분보유력 및 가스유통 및 식물체의 지지 기능을 담당한다. 수경재배에 이용되는 유기배지의 경우 1회 사용 후 버려지는 경우가 많아 폐배지의 재활용 할 수 있는 기술이 개발된다면 배지 사용에 의한 경영비 부담을 줄이고, 농가의 소득 향상에도 기여할 것이다. 그러나 한번 사용한 배지는 신규배지와는 다르게 물리성과 화학성이 변화한 상태이므로(Park 등, 2003) 배지의 재활용 측면에서 사용연수별 폐배지의 물리화학성 규명이 전제되어야 한다. 따라서 폐코이어를 재활용할 수 있는 방안을 모색하고자 사용연수별 코이어 배지의 물리성(Table 2)과 화학성(Table 3)을 조사하였다.

우수한 유기배지는 작물재배에 적합한 물리성과 화학성을 유지하여야 한다. 가비중은 배지의 비중을 뜻하며, 배지의 식물지탱 능력과 관련이 있다. 가비중이 높으면 식물을 잘 지지할 수 있는 능력이 우수하며, 가비중이 낮으면 이동, 수송, 취급에 용이해진다(Lee 등, 2006).

신규배지는 가비중이 0.212 g/cm³ 였으나, 배지의 사용연수가 많아지면 가비중이 높았다. 배지의 공극은 수분과 공기를 함유할 수 있는 능력을 의미하며, 공극이 높으면 관수횟수를 줄일 수 있는 이점이 있다(Park 등, 2014). 코이어 배지의 사용연수에 따라 공극율이 달랐으며 신규배지는 공극율이 51.9% 였으나, 2년 사용된 배지

는 공극율이 68.6%로 증가하였다. 수분보유력도 신규배지는 54.5% 였으나 2년 사용된 배지는 수분보유력이 79.0%로 신규배지보다 높았다. 따라서 유기배지의 물리적 특성을 조사한 결과 신규배지보다 2년 사용된 배지에서 물리성이 작물 재배에 더 좋은 것으로 나타났다.

신규 코이어 배지의 pH는 4.95였으나 2년 사용한 배지에서는 pH가 5.23로 안정화되는 현상을 보였다. EC도 신규 배지에서는 4.32로 높았으나 사용연수가 경과하면 안정화되는 경향이었고, 2년 사용된 배지에서는 EC가 1.43으로 안정화되었다. 그 외에 전질소 함량도 신규 배지에서는 0.39% 였으나 사용연수가 경과하면 전질소 함량이 증가하였다. C/N율은 신규배지의 경우 238.5로 높았으나 사용연수가 경과하면 C/N율이 낮아졌다. 배지의 산도 안정화에 관련성이 높은 Ca 함량은 신규배지에서는 낮았으나 2년 사용된 유기배지에서는 증가하는 경향을 보였다. 또한 Mg 및 P도 신규배지 보다는 2년 사용한 배지에서 높았다. 반면 Na은 배지의 사용연수 많아지면 감소하였다. 따라서 유기배지의 사용연수에 따른 배지의 화학적 특성은 신규배지보다 2년 사용된 배지에서 화학성이 양호함을 알 수 있었다(Table 3).

3.2. 코이어 배지의 사용연수에 따른 배추와 상추의 생육에 미치는 영향

1회 사용하고 폐기된 코이어 배지를 채소 재배용 배지로 재활용한다면 폐배지의 처리문제를 일시에 해결할 수 있을 것이다. 이러한 관점에서 1년 및 2년 사용 후 폐기

Table 2. Physicals properties of coir substrates used in the study

Substrates	Bulk density (g/cm ³)	Pore space (%)	Water holding capacity(%)
New coir	0.212	51.9	54.5
1 year reused coir	0.168	52.3	67.3
2 year reused coir	0.142	68.6	79.0

Table 3. Chemicals properties of coir substrates used in the study

Substrates	pH (1:5)	EC (ms/cm)	T-N (%)	C/N ratio	Ca (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	P (g/kg)	Na (mg/kg)
New coir	4.95	4.32	0.39	238.5	3	17	13	5.4	6
1 year reused coir	5.18	1.53	1.59	57.9	16	11	15	4.3	3
2 year reused coir	5.23	1.43	1.43	43.5	45	5	22	8.9	3

Table 4. Effect of reused coir substrates on number leaves, leaf area, fresh weight and dry weight of Chinese cabbage plants 30 days after transplanting

Substrates	No. of Leaves	Leaf area (cm ²)	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (mg/plant)
New coir	9	94.2	7.17	65
1 year reused coir	18	960.9	66.1	373
2 year reused coir	22	1,540.4	85.2	416
LSD(0.05)	1.2	23.1	23.8	36.2



Fig. 1. Effect of reused coir substrates on growth of Chinese cabbage plants 30 days after transplanting.

되는 코이어 배지에 배추와 상추를 재배하여 생육을 조사하였다.

배추의 생육은 신규배지보다는 2년 사용배지에서 좋았다. 엽수는 신규배지에서는 9장 이었으나 1년 사용배지에서는 18장 그리고 사용연수가 경과한 2년 사용배지에서는 엽수가 22장으로 가장 많았다. 엽면적 또한 신규배지에서는 94.2 cm²인데 비해 2년 사용배지에서 1,540.4 cm²으로 가장 높았다. 생체중과 건물중도 신규배지보다는 2년 사용한 배지에서 높았다(Table 4, Fig. 1).

코이어 배지의 사용연도에 따른 상추의 생육정도를 조사한 결과는 Table 5와 같다. 전반적인 경향은 배추와 유사하였고, 신규배지보다는 1년 및 2년 사용한 배지에서 생육이 높았다. 신규배지에서 30일간 생육시킨 상추의 엽수는 13장 이었으나 1년 사용배지는 20장 이었고, 2년 사용배지에서는 24장으로 신규배지 보다는 재사용된 배지에서 엽수가 많았다.

엽면적도 이와 유사한 경향으로 신규 배지보다는 재

사용된 배지에서 엽면적이 높았다. 또한 생체중과 건물중도 재사용된 배지에서 높았다(Table 5, Fig. 2). 그러나 1년 사용배지와 2년 사용배지간에는 큰 차이는 없었다. 신규배지에서 엽채류의 생육이 부진했던 이유는 배지내에 집적되어 있는 높은 염 때문으로 판단되며, 작물 재배에 적합한 물리, 화학성이 안정화 되지 않았던 것으로 해석된다. 이러한 결과는 1번 사용한 후 폐기되는 코이어 배지를 채소생산용 배지로 재활용 할 수 있음을 시사하고 있다. 그러나 본 실험은 생육이 짧은 엽채류를 대상으로 한 실험이므로 토마토, 파프리카처럼 장기재배하면 신규배지에서 초기생육이 부진한 것들이 회복될 것으로 예측된다.

3.3. 페코이어를 재활용한 혼합 유기질 비료의 화학적 특성

수경재배용 배지로 널리 사용되고 있는 코이어는 사용 후 많은 양이 방치되거나 버려지고 있는 실정이다.

Table 5. Effect of reused coir substrates on number leaves, leaf area, fresh weight and dry weight of lettuce plants 30 days after transplanting

Substrates	No. of Leaves	Leaf area (cm ²)	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (mg/plant)
New coir	13	74.0	2.24	39.1
1 year reused coir	20	140.0	2.41	42.2
2 year reused coir	24	139.1	2.41	41.2
LSD(0.05)	3.2	13.1	0.7	1.2



New coir

1 year reused coir

2 year reused coir

Fig. 2. Effect of reused coir substrates on growth of lettuce plants 30 days after transplanting.

Table 6는 사용 후 폐기되는 코이어 배지를 유기질 비료 화하고자 페코이어와 혼합하는 복합유기물(무항생제계 분 75%, 어분 12.5%, 골분 12.5%)의 화학성을 조사한 결과이다. 복합유기물의 화학적 특성은 pH는 5.64였고, EC는 5.84였다. 총질소 함량은 8.7% 이었고, 인산은 0.8%, 칼리는 0.2%를 함유하였다. 유기물 함량은 84.8% 였으며, 수분함량은 4.54% 였다. 중금속은 검출되지 않았거나 유기질 비료의 허용량을 초과하지 않았다(Table

6).

Table 7은 페코이어를 유기물 비료의 혼합소재로 재 활용하고자 페코이어를 부피비로 복합유기물에 다양한 비율로 혼합하여 화학성을 비교하였다. 페코이어를 혼합 하지 않은 복합유기물은 pH가 5.64였으나, 페코이어의 혼합비율이 높아질수록 pH가 약간씩 낮아졌고, 페코이어와 복합유기물을 5:5(v/v) 혼합한 처리구에서는 pH가 5.43으로 낮아졌다. EC도 페코이어가 혼합되지 않은 복

Table 6. Chemicals properties of mixed organic fertilizer used in the experiment

pH (1:5)	EC (ms/cm)	T-N (%)	P (%)	K (%)	Organic matter (%)	Water content (%)	As (mg/kg)	Hg (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
5.64	5.84	8.7	0.8	0.2	84.8	4.54	ND ^z	ND	ND	105.92

^z Not detected.

Table 7. Chemicals properties of mixed organic fertilizer with waste coir substrates used in the experiment

Compositions (ratio v/v)	pH (1:5)	EC (ms/cm)	C/N ratio	T-N (%)	P (%)	Cation exchange capacity (mg·kg ⁻¹)			
						K	Mg	Ca	Na
Mixed organic materials									
1 Reused coir + 9 Mixed organic materials	5.64	8.01	10.3	8.79	0.80	22.8	5.2	48.2	32.0
2 Reused coir + 8 Mixed organic materials	5.57	8.03	10.8	8.35	0.64	28.7	5.7	42.6	38.8
3 Reused coir + 7 Mixed organic materials	5.59	7.91	11.0	8.19	0.94	19.8	5.6	36.7	34.2
4 Reused coir + 6 Mixed organic materials	5.58	7.78	11.2	8.07	0.73	22.8	6.3	47.6	30.6
5 Reused coir + 5 Mixed organic materials	5.46	7.80	11.9	7.70	0.82	15.5	6.1	40.1	28.0
Control	5.43	7.41	14.2	6.41	0.81	19.6	6.3	38.8	28.2
LSD(0.05)									

합유기물은 8.01 ms/cm 였으나, 페코이어 혼합비율이 높아질수록 EC는 약간씩 낮아지는 경향이었고, 페코이어와 복합유기물을 5:5(v/v) 혼합한 처리구에서는 EC가 7.41 ms/cm로 낮아졌다. 또한 페코이어를 혼합하지 않은 복합유기물의 탈질율은 10.3였고, 페코이어 혼합비율이 높아질수록 탈질율이 높아졌고, 페코이어와 복합유기물을 5:5(v/v) 혼합한 처리구의 탈질율은 14.2였다 (Table 7).

페코이어를 혼합하지 않은 복합유기물의 총질소 함량은 8.79%를 보였다. 그러나 페코이어의 혼합비율이 높아질수록 총질소 함량은 약간씩 감소하였고, 페코이어와 복합유기물을 5:5(v/v) 혼합한 처리구의 총질소 함량은 6.41% 였다.

인산은 복합유기물에서는 0.8% 였고, 페코이어와 복합유기물을 5:5(v/v) 혼합한 처리구에서도 0.81%의 인산함량을 보여 페코이어 혼합비율에 따른 차이는 없었다. 치환성 양이온인 K, Ca, Mg, Na 등은 페코이어가 혼합되지 않은 복합유기물에서 높았으나 페코이어의 혼합비율이 높아질수록 낮아지는 경향을 보였다(Table 7). 이는 페코이어의 혼합비율이 높을수록 비료성분의 감소를 의미하지만 작물생육에 촉진할 수준의 영양성분은 함유하였다.

3.4. 페코이어를 재활용한 혼합 유기질 비료가 배추와 상추의 생육에 미치는 영향

유기배지의 재활용 기술의 확보는 수경재배의 영농현장에서 배지구입의 경영비 부담을 줄이고, 폐배지의 처리문제를 일시에 해결할 수 있어 농가소득 향상에도 기

여할 것이다. Table 8은 페코이어를 유기질 비료로 재활용하기 위해 페코이어를 복합유기물 원재료에 혼합비율을 달리하여 조제한 유기질 비료를 배추재배에 사용하여 생육에 미치는 영향을 조사하였다.

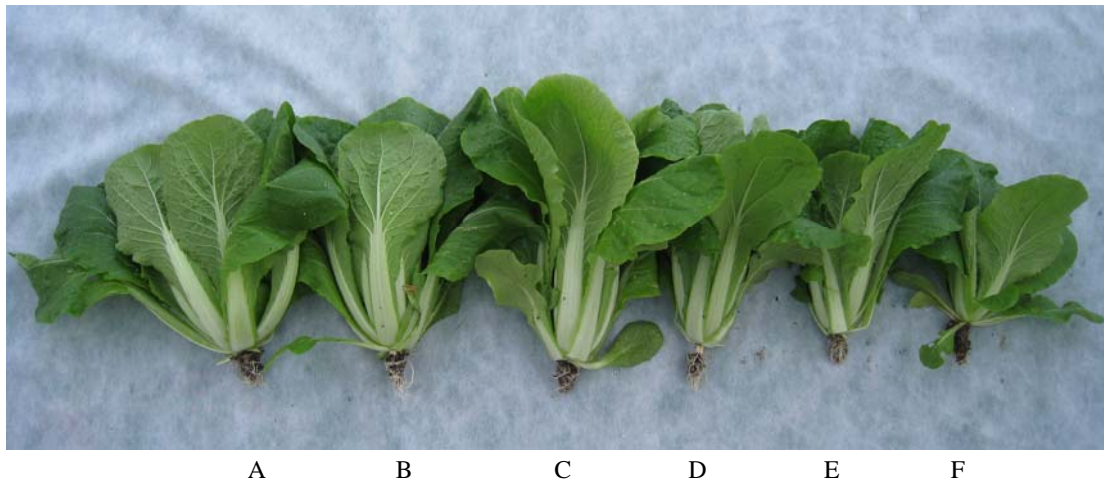
무시용구에서 30일간 생육시킨 배추의 엽수는 12.6장이었으나, 페코이어가 혼합된 유기물을 사용한 처리구들은 대조구보다 보다 엽수가 0.8~1.1장 까지 증가하였다. 그러나 페코이어의 혼합비율이 높아질수록 엽수가 감소하는 경향이었으나 페코이어와 복합유기물을 2:8(v/v) 혼합하더라도 엽수에는 큰 차이가 없었다.

엽면적도 페코이어가 혼합된 유기물을 사용한 처리구들은 무시용구 보다 엽면적이 증가하였다. 무시용구에서 30일간 생육시킨 배추의 엽면적은 904.2 cm²였다. 반면 복합유기물을 단용으로 사용하면 엽면적이 967.7 cm²로 무시용구에 비해 높았다. 그러나 페코이어의 혼합비율이 높아지면 엽면적은 약간씩 감소되었다. 이러한 경향은 생육 60일째에서도 유사하였다.

생체 및 건물중도 복합유기물에 페코이어의 혼합비율에 따라 차이가 있었다. 무시용구에서 30일간 생육시킨 배추의 생체중과 건물중은 각각 68.2 g과 1.43 g이었다. 반면 페코이어가 혼합되지 않고 복합유기물을 단용으로 사용한 처리구에서는 생체중과 건물중은 75.4 g과 1.54 g으로 무시용구에 비해 생육이 좋았다. 전반적으로 복합유기물에 페코이어의 혼합비율이 높아질수록 생체중과 건물중이 약간씩 감소되었다. 그러나 페코이어를 복합유기물에 부피비로 2:8(v/v) 혼합한 유기물을 사용한 처리는 복합유기물을 단용으로 사용한 처리구에 비해 생체,

Table 8. Effect of mixed organic fertilizer with waste coir on number leaves, leaf area, fresh weight and dry weight of Chinese cabbage plants 30 and 60 days after transplanting

Compositions (ratio v/v)	No. of Leaves	Leaf area (cm ²)	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (g/plant)
30 days after transplanting				
Mixed organic materials	14.5	967.7	75.4	1.54
1 Reused coir + 9 Mixed organic materials	14.4	970.4	75.9	1.56
2 Reused coir + 8 Mixed organic materials	14.7	962.7	74.8	1.54
3 Reused coir + 7 Mixed organic materials	14.5	954.4	73.9	1.53
4 Reused coir + 6 Mixed organic materials	13.7	947.6	73.1	1.52
5 Reused coir + 5 Mixed organic materials	13.2	943.4	72.8	1.50
Control	12.6	904.2	68.2	1.43
LSD(0.05)	1.1	32.7	2.3	0.08
60 days after transplanting				
Mixed organic materials	64.2	3,978.4	655.4	56.8
1 Reused coir + 9 Mixed organic materials	64.5	3,934.2	645.6	55.9
2 Reused coir + 8 Mixed organic materials	63.8	3,856.5	652.7	56.1
3 Reused coir + 7 Mixed organic materials	62.5	3,846.9	644.3	54.3
4 Reused coir + 6 Mixed organic materials	62.8	3,710.4	647.6	54.5
5 Reused coir + 5 Mixed organic materials	63.5	3,714.5	644.9	53.2
Control	60.2	3,475.2	624.2	51.2
LSD(0.05)	1.2	105.8	13.3	0.82

**Fig. 3.** Effect of mixed organic fertilizer with waste coir on growth of Chinese cabbage plants 30 days after planting. A: mixed organic materials, B: 1 reused coir + 9 mixed organic materials, C: 2 reused coir + 8 mixed organic materials, D: 3 reused coir + 7 mixed organic materials, E: 4 reused coir + 6 mixed organic materials, F: 5 reused coir + 5 mixed organic materials.

건물중에 큰 차이가 없었다(Table 8, Fig. 3).

Table 9는 폐코이어의 혼합비율을 달리한 유기질 비료를 상추재배에 사용하여 생육을 조사한 결과이다. 상

추의 생육은 폐코이어가 혼합된 유기질 비료를 사용한 처리에서 좋았다. 무시용구에서 30일간 생육시킨 상추의 엽수는 13.5장 이었으나, 폐코이어가 혼합된 유기질

Table 9. Effect of mixed organic fertilizer with waste coir on number leaves, leaf area, fresh weight and dry weight of lettuce plants 30 and 60 days after transplanting

Compositions (ratio v/v)	No. of Leaves	Leaf area (cm ²)	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (mg/plant)
30 days after transplanting				
Mixed organic materials	15.6	139.7	2.14	39.5
1 Reused coir + 9 Mixed organic materials	15.8	136.4	2.12	38.4
2 Reused coir + 8 Mixed organic materials	15.8	137.5	2.13	38.3
3 Reused coir + 7 Mixed organic materials	14.4	130.7	2.10	36.9
4 Reused coir + 6 Mixed organic materials	15.6	129.7	2.08	36.4
5 Reused coir + 5 Mixed organic materials	15.2	132.4	2.11	35.4
Control	13.5	126.2	1.87	35.6
LSD(0.05)	1.2	2.8	0.03	2.1
60 days after transplanting				
Mixed organic materials	38.9	344.3	4.22	78.8
1 Reused coir + 9 Mixed organic materials	37.2	348.4	4.18	78.4
2 Reused coir + 8 Mixed organic materials	37.6	346.5	4.17	78.5
3 Reused coir + 7 Mixed organic materials	36.7	340.7	4.15	77.2
4 Reused coir + 6 Mixed organic materials	35.3	342.7	4.13	76.9
5 Reused coir + 5 Mixed organic materials	35.1	342.4	4.14	76.2
Control	32.5	308.6	3.87	68.6
LSD(0.05)	2.1	3.1	0.04	3.3



Fig. 4. Effect of mixed organic fertilizer with waste coir on growth of lettuce plants 30 days after planting. A: mixed organic materials, B: 1 reused coir + 9 mixed organic materials, C: 2 reused coir + 8 mixed organic materials, D: 3 reused coir + 7 mixed organic materials, E: 4 reused coir + 6 mixed organic materials, F: 5 reused coir + 5 mixed organic materials.

비료를 사용한 처리들은 무시용구 보다 엽수가 많았다 (Fig. 4).

복합유기물을 단용으로 사용한 상추의 엽수는 15.6장이었는데, 이는 무시용구보다 엽수가 2장이 많았다. 그러

나 페코이어의 혼합비율이 증가하면 엽수는 약간씩 감소 되었으나 유의적인 차이는 없었다.

엽면적도 페코이어가 혼합된 유기질 비료를 사용하면 무시용구 보다 엽면적이 증가하였다. 엽수와 마찬가지로

페코이어의 혼합비율이 높아지면 엽면적은 약간씩 감소되었다.

생체중도 건물중도 페코이어가 혼합된 유기질 비료를 사용한 처리구에서 높았다. 무시용구에서 30일간 생육시킨 상추의 생체중과 건물중은 각각 1.87 g과 35.6 mg 였으나 페코이어가 혼합된 유기질 비료를 사용하면 무시용구에 비해 생체 및 건물 생산량이 높았다.

전반적으로 페코이어를 복합유기물에 혼합하는 비율이 높아지면 엽수, 엽면적, 생체중 및 건물중이 약간씩 감소되었다. 그러나 페코이어와 복합유기물을 2:8(v/v) 혼합하더라도 무시용구에 비해 생육이 좋았다. 또한 복합유기물을 단용으로 사용한 처리구에 비해서도 큰 차이가 없었다.

따라서 페코이어를 유기질 비료화 하기 위한 최적 페코이어와 복합유기물 혼합비율은 2:8(v/v) 이었다.

페코이어를 복합유기물에 혼합하여 유기질 비료를 개발하기 위한 일련의 실험에서 페코이어 배지는 파쇄 후 소독과정을 거치면 유기질 비료 생산의 첨가재료로 우수하였다. 따라서 1회 사용하고 버려지는 페코이어를 유기질 비료로 재활용 할 수 있었다(Table 9).

4. 결론

코이어 배지의 사용연수별 물리화학적 규명하여 배지를 재활용할 수 있는 방안을 모색하고자 하였다. 신규배지는 가비중은 0.212 g/cm³ 였으나, 2년 사용배지에서는 가비중이 높았다. 코이어 배지의 사용연수에 따라 공극율이 달랐으며 신규배지는 공극율이 51.9%인 반면 2년 사용된 배지는 공극율이 68.6%로 증가하였다. 전반적인 코이어 배지의 물리, 화학성은 신규배지보다 2년 사용된 배지에서 더 좋았다.

코이어 배지의 사용연도에 따른 배추와 상추의 엽수, 엽면적, 생체중 및 건물중 등 전반적인 생육이 신규배지 보다는 2년 사용한 배지에서 높았다. 반면 1년 사용배지와 2년 사용배지 간에는 큰 차이는 없었다. 이러한 결과는 1년 사용한 후 폐기되는 코이어를 채소생산용 배지로 재활용 할 수 있었다.

페코이어를 복합유기물에 혼합비율을 달리하여 유기질 비료를 조성한 후 이를 배추와 상추재배에 사용하면 무시용구에 비해 생육이 향상되었다. 페코이어를 이용한

유기질 비료화를 위한 최적 페코이어와 복합유기물 혼합 비율은 2:8(v/v) 이었다. 따라서 1회 사용하고 버려지는 페코이어를 유기질 비료로 재활용할 수 있었다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 : PJ010479022015)의 지원에 의해 수행되었습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

REFERENCE

- An, D. C., Chin, Y. D., Hwang, J. C., Kim, J. G., Kim, J. B., Jeong, B. R., 2003, Cut flower yield and quality of *Rosa hybrida* 'Vital' grown in hydroponics using mixed mediums with waste rock wool, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 44(5), 762-766.
- Bremner, J. M., 1965, Total nitrogen. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, (methodsofsoilab)*., 1149-1178.
- Cheong, J. C., Lee, C. J., Shin, P. G., Suh, J. S., 2012, Recycling post-harvest medium from bottle cultivation for oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*), *Journal of Mushroom Science and Production*, 10(4), 167-173.
- Hwang, S. H., Kim, O. I., Kim, I. J., Jeong, B. R., 2003, Growth of plug seedlings of 'nokkwang' pepper in mixture of used rockwool and woodchip particles, *J. Bio-Env. Con.*, 12(3), 166-172.
- Jeong, B. R., 2000, Current status and perspective of horticultural medium reuse, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 18(1), 876-883.
- Jeong, B. R., Hwang, S. J., 2001, Use of recycled hydroponic rockwool slabs for hydroponic production of cut roses, *Acta Hort.*, 554, 89-94.
- Kang, J. Y., Kim, K. H., 2004, Determination of physical and chemical properties of organic and inorganic substrates for horticultural by european standard method, *Korean J. Soil Sci. Fert.*, 37(3), 143-148.
- Kang, J. Y., Park, S. N., Lee, H. H., Kim, K. H., 2004, Determination of water retention characteristics of organic and inorganic substrates for horticulture by european standard method, *Korean J. Soil Sci. Fert.*, 37(2), 55-58.

- Kim, G. H., Jeong, B. R., 2003, Hydroponic culture of a pot plant *Ficus benjamina* 'King' using mixtures of used rockwool slab particles and chestnut woodchips, *Kor. J. Hort. Sci.*, 44(2), 251-254.
- Kim, J. G., Kim, H. H., Kim, D. E., Kim, S. K., Lee, S. K., Woo, Y. H., 2008, Development of culture medium sterilizing system of horticulture, *J. Bio-Env. Con.*, 17(1), 309-313.
- Kim, M. K., Ryu, J. S., Lee, Y. H., Park, J. S., Jung, J. I., Kwon, J. H., Rho, C. W., Yun, H. D., 2007, The production of media and optimal additive rate using the cultivation media wastes of *Pleurotus eryngii*, *Journal of Mushroom Science and Production.*, 5(2), 76-80.
- Kim, S. E., Lee, M. H., Kim, Y. S., 2012, Appropriate pretreatment method of coir bag in coir culture, *J. Bio-Env. Con.*, 21(3), 170-179.
- Kim, Y. H., Hwang, S. J., Jeong, B. R., 2004, Effect of various mixtures of used perlite and rockwool slabs on growth of *Euphorbia pulcherrima* 'Freedom Red' in a mat subirrigation system, *J. Bio-Env. Con.*, 13(2), 107-111.
- Lee, C. J., Cheong, J. C., Jhune, C. S., Kim, S. H., 2009, Applicability of spent mushroom media as horticultural nursery media, *Korean J. Soil Sci. Fert.*, 42(2), 117-122.
- Lee, H. H., Ha, S. K., Kim, K. H., 2007, Optimum condition of the coir-based substrate for growth of red pepper (*Capsicum annuum* L.) plug seedlings, *Korean J. Soil Sci. Fert.*, 40(5), 369-376.
- Lee, H. H., Ha, S. K., Kim, K. H., Ryu, J. H., Park, E. H., 2006, Optimum physical condition of coir-based container substrate for growth of chinese cabbage (*Brassica campestris* L. ssp.) plug seedlings, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 24(3), 330-337.
- Lee, S. W., Seo, M. W., Lee, S. Y., Sim, S. Y., Lee, S. H., Lee, Y. H., 2002, Effect of washing and steam sterilization of perlite medium on the tomato cultivation in the recycling hydroponic system, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 20(2), 90-94.
- Lee, S. W., Sim, S. Y., Lee, S. Y., Seo, M. W., Lim, J. W., Lee, H. G., Park, K. W., 2005, Effect of amount of reutilized sawdust after enokitake cultivation on growth and yield of tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill) in recycled or non-recycled hydroponics, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 23(4), 372-376.
- Lemaire, F., A. Dartigues, L. M. Riviere., 1985, Properties of substrate made with spent mushroom compost, *Acta Hort.*, 172, 13-19.
- Park, K. W., Lee, H. S., Kang, H. M., 2003, Effect of recycled substrates culture on the growth and some quality components of hydroponically grown cucumber, *J. Bio-Env. Con.*, 12(3), 160-165.
- Park, K. W., Lee, H. S., Kang, H. M., Jeong, B. Y., 2003, Effect of reused substrates on the growth of cucumber and tomato seedlings, *J. Bio-Env. Con.*, 12(4), 190-194.
- Park, K. W., Lee, H. S., Kang, H. M., Lee, Y. J., 2003, Effect of recycled substrates culture on the growth and quality components of hydroponically grown tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill), *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 21(4), 267-272.
- Park, S. T., Choi, K. Y., Lee, Y. B., 2010, Water content characteristics of coconut coir substrates on different mixture ratios and irrigation rates and times, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 28(2), 227-233.
- Park, S. T., Jung, G. H., You, H. J., Choi, E. Y., Choi, K. Y., Lee, Y. B., 2014, Measuring water content characteristics by using frequency domain reflectometry sensor in coconut coir substrate, *Protected Horticulture and Plant Factory.*, 23(2), 158-166.
- Park, S. T., You, H. J., Lee, H. J., Lee, Y. B., 2008, Examination of water content measuring methods for coconut coir media in hydroponics, *J. Bio-Env. Con.*, 17(1), 335-339.
- Rural Development Administration (RDA), 2008, Hydroponic culture dissemination present status, Suwon, Korea.
- Shin, W. G., Jeong, B. Y., 2000, Growth of plug seedlings of petunia 'Madness rose' and pansy 'Magestic GT' in various mixtures of recycled horticultural media, *Kor. J. Hort. Sci. Technol.*, 18(4), 523-528.
- You, H. J., Park, S. T., Lee, S. H., Lee, H. J., Lee, Y. B., 2008, Effects of the different culture system and mixture ratio of coir dust and fiber on growth and number of cucumber fruit, *J. Bio-Env. Con.*, 17(1), 340-343.