

양액재배용 목재고형배지의 이화학적 특성과 작물생육 특성¹

권 구 중² · 양 지 욱² · 박 효 섭² · 조 준 형² · 김 대 영^{2,†}

Physiochemical Properties and Plant Growth of The Hydroponic Substrate Using Waste Wood Chip¹

Gu-Joong Kwon² · Ji-Wook Yang² · Hyo-Sub Park² · Joon-Hyeong Cho² · Dae-Young Kim^{2,†}

요 약

본 연구는 폐목재칩, 라디에타파인칩 그리고 폐목재칩을 매트타입으로 제조한 것을 이용한 양액재배용 고형배지에 대한 특성과 엽채류를 이용한 작물생육발달특성을 검토하였다. 가비중은 폐목재칩이 0.20 g/cm², 라디에타 파인칩이 0.16 g/cm²였고, 수분보유율은 폐목재칩과 라디에타파인칩으로 제조한 목재고형배지가 대조구인 암면과 코코피트 배지보다 낮았고, 매트타입의 배지가 가장 낮았다. 폐목재 고형배지는 pH 6.59, 전기전도도 6.76 dS/m, 총질소함량 0.50%, 탄질율 113%, 인산(P)함량 10.1 ppm, 칼리(K) 77 ppm, 칼슘(Ca)성분 531 ppm, 마그네슘(Mg) 49 ppm, 나트륨(Na) 96 ppm으로 구성되었다. 라디에타파인 고형배지는 pH 5.29, 전기전도도 4.49 dS/m, 총질소함량 0.32%, 탄질율 180%, 인산(P)함량 6.4 ppm, 칼리(K) 83 ppm, 칼슘(Ca)성분 97 ppm, 마그네슘(Mg) 29 ppm, 나트륨(Na) 59 ppm으로 구성되었다. 매트형태의 배지를 제외한 목재고형배지의 작물생육발달특성은 암면배지와 코코피트 배지와 유사한 경향을 보여주었다. 이상의 결과에서 폐목재자원을 이용한 유기고형배지는 기존의 배지인 암면배지와 코코피트 배지를 대체할 수 있는 고형배지로서의 가능성을 시사하였다.

ABSTRACT

This study examined the plant growth and development characteristics of leafy vegetables on the hydroponic substrates of waste wood chips, radiata pine chips, and mat type of waste wood chips. The bulk density of waste wood chips and radiata pine chips were 0.2 g/cm³ and 0.16 g/cm³, respectively. The moisture retention properties of both the radiata pine chips and waste wood chips were found to be similar but not better than those of the control rock wool and coco peat hydroponic substrates. The moisture retention property of the mat type was found to be the lowest. The chemical analysis of waste wood hydroponic substrates (w/v) was as follows.; The pH was 6.59, electric conductivity was 6.76 dS/m, total nitrogen content was 0.5%, C/N ratio was 113%, phosphorus was 10.1 ppm, potassium was 77

¹ Date Received September 19, 2014, Date Accepted January 20, 2015

² 동국대학교 바이오시스템 대학. College of Life Science & Biotechnology, Dongguk University, Seoul, 100-715, Korea

[†] 교신저자(Corresponding author) : 김대영(e-mail: sbpkim@dongguk.edu)

ppm, calcium was 531 ppm, magnesium was 49 ppm, and sodium was 96 ppm. The results from the radiata pine chemical analysis showed that it had a pH of 5.29, electric conductivity of 4.49 dS/m, total nitrogen content of 0.32%, C/N ratio of 180%, phosphorus of 6.4 ppm, potassium of 83 ppm, calcium of 97 ppm, magnesium of 29 ppm, and sodium of 59 ppm. Except for the plants grown in mat type, the developmental characteristics of the plants grown in rock wool and coco peat hydroponic substrates were similar. Based on the results of the experiment, waste wood resources may possibly be used as an organic solid medium in place of the existing rock wool and coco peat medium.

Keywords : waste wood chip, hydroponic substrates, physiochemical properties, plant growth

1. 서 론

최근, FTA협약 체결과 소비자의 안전농산물 선호 등 농산물 시장여건 변화와 국민소득향상으로 다양한 농작물을 섭취하는 식생활 패턴변화에 따라 품목별 경쟁력을 높이기 위한 대응기술로 양액재배를 활용한 시설원예가 주목을 받고 있다. 또한 4계절이 뚜렷한 우리나라는 노지에서 작물생육기간이 180~200일로 연간 150일 이상 노지에서 작물재배가 어렵기 때문에, 시설재배를 통한 작물생산방법이 농업에서 차지하는 중요성이 매우 크다.

이러한 시설원예는 주로 수경재배와 고행배지를 활용한 양액을 이용하여 재배하고 있다. 양액재배는 연작장해를 피할 수 있고, 지하부의 환경을 최적화하여 생산성 향상과 토양 전염성 병해충의 예방을 가능하게 하며 생력화, 자동화 및 고품질 다수확으로 규모화를 이룰 수 있는 장점이 있어(Kim *et al.* 2012) 계속 증가하고 있는 추세이다. 토양재배와 달리 수경재배에서는 암면을 인공배지로 많이 이용하기 때문에 폐배지의 처리문제가 심각하게 대두되고 있어, 최근 수경재배농가에서는 잘 분해되지 않는 암면대신 환경친화적인 고행배지에 대한 관심이 높아지고 다양한 배지 개발과 그 이용이 늘어가고 있다(Jeong *et al.* 2010). 그러나 양액재배에 사용되는 배지는 일반토양에 비해 완충능력이 적기 때문에 정확한 양액의 조성 및 관리가 필요하며(Kil *et al.* 2011), 작물의 종류에 따라 물리적 및 화학적 특성을 고려하여 선정(Jun *et al.* 2011)하여야 한다. 과채류의 경우, 사용되는 고행배지는 펄라이트와 암면이 가장 많이 사용되고 있으며, 최근에는 코코피트 배지와 같은

유기질 배지의 사용이 증가하고 있어(Jun *et al.* 2006), 유기물을 혼합 및 단독으로 활용하는 유기배지에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다(Choi *et al.* 2009; Na *et al.* 2013; An *et al.* 2009).

일반적으로 유기질배지는 양액조성 시 사용하는 용수의 질이 그다지 좋지 않아도 양액재배가 가능하며 사용 후에는 퇴비로써 재활용이 가능하다는 장점을 갖고 있지만, 유기질배지로 많이 이용되는 코코피트 배지는 전량 외국에서 수입되고 있어 수입의 지속 가능 여부와 안정적인 가격보장이 되지 않아 문제점이 대두되고 있다. 이에 국내 자원을 이용하여 안정적인 공급과 가격경쟁력을 갖춘 유기질 배지를 개발할 필요성이 제기되고 있다.

본 연구는 양액재배용 고행배지의 경제성과 작물의 안전한 생육을 고려해서 폐목재자원을 기존에 사용된 고행배지 원료 특성과 작물생육특성을 비교분석하여 폐목재가 양액재배의 고행배지로서의 활용가능성을 검토하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

공시재료는 인천소재의 합판 및 MDF공장에서 사용되고 있는 여러 수종과 수피가 혼합된 폐목재칩과 라디에타 파인칩을 분양받아 이용하였고, 대조구로 시중에서 판매되고 있는 코코피트, 암면을 구입하여 이용하였다. 또한 폐목재칩을 매트형 배지로 제조하여 원재료와의 작물생장을 비교·분석하였다. 이 매트형 배지는 Kim and Kim (2010)가 제조한 방법에

의한 것으로 폐목재와 펄프슬러리의 8 : 2의 비율로 하여 제조하였다.

2.2. 실험방법

폐목재칩과 라디에타 파인칩에 대한 물리적 특성은 가비중으로 분석하였고, 화학적 특성은 농촌진흥청 퇴비분석법에 의한 방법으로 pH, 전기전도도, 유기물함량, 총질소함량, K₂O, CaO, MgO 등의 성분 분석을 통해 비교하였다.

2.2.1 가비중

가비중(Bulk density)은 자연상태의 토양을 파괴하지 않고 시료를 채취하여 토양의 건조중량을 측정하여 그 중량을 토양전체 용적으로 나눈 것이다.

$$\text{가비중} = (\text{시료 전중량/Core용적}) \times (\text{건조토양의 중량/건조토양} + \text{수분중량})$$

2.2.2 수소이온농도

수소이온농도(pH)는 조제된 시료 10 g을 100 ml 비이커에 취하여 증류수 50 ml를 가하고 때때로 유리봉으로 저어 주면서 1시간 방치 후 pH완충용액으로 보정한 pH미터와 전극을 사용하여 pH를 측정하여 그 값을 이용하여 분석하였다.

2.2.3. 전기전도도

전기전도도(EC, electrical conductivity)는 조제된 시료 10 g을 100~200 ml 삼각플라스크에 취하여 증류수 50 ml를 가하고 진탕기에서 30분간 진탕하였다. 여과 후 EC meter로 측정하였다.

2.2.4. 유기물 및 전탄소 함량

유기물 함량분석은 수분함량을 측정한 시료를 550℃의 전기로에서 시료를 완전히 회화시켜 원료시료무게에 대한 건조시료무게에서 회분의 무게를 뺀 값의 백분율로 계산하였다.

$$\text{유기물 함량(\%)} = (1 - (\text{회화시료무게} / \text{건조시료$$

$$\text{무게})) \times 100$$

$$\text{전탄소 함량(\%)} = \text{유기물 함량} \div 1.724$$

2.2.5. 총질소함량

총질소함량 분석은 단백질 자동분석기를 이용한 Kjeldal법으로 분석하여, 다음과 같은 식에 의해 계산하였다.

$$\text{총질소함량(\%)} = (T-B) \times N \times f \times 14 \times 1/1000 \text{ (ml)} \\ \times 1/W \times 100$$

T : 황산표준용액 적정에 소요된 ml 수

B : Blank의 황산표준용액 적정에 소요된 ml 수

f : 황산표준액의 보정치(factor)

14 : N (질소분자)

N : 황산표준액의 Normality

W : 토양시료의 무게(g)

2.2.6. 무기물 함량

먼저 시료 0.5~2 g을 100~200 ml 삼각플라스크에 넣어 평량하였다. 분해액 10 ml~20 ml를 넣고 하루 저녁 방치 후 전열판에 올려놓고, 낮은 온도로 가열한 후 온도를 단계적으로 높였다. 분해과정에서 시료가 검고 혼탁하면 살며시 흔들여 주었다. 냉각 후 분해된 시료를 100~200 ml 메스플라스크에 pp여두를 덮고 여과지로 여과하였다. 증류수로 여과지를 충분히 적신 후 여과하였다. 이때 증류수는 60℃정도 데워서 사용하였다. 메스플라스크 안의 여과된 여액이 완전 냉각되면 정확히 100~200 ml 메스플라스크에 취하였다. Perchloric acid + Sulfuric acid로 분해한 방법에 따라 이 용액으로 K, Ca, Mg, Na, P 등의 정량분석에 사용하였다. 분해 여과된 시료액을 ICP (Inductively Coupled Plasma ; 고주파 유도 결합 플라즈마) 분석장비를 이용하여 측정하여 다음과 같은 식에 의해 계산하였다.

$$\bullet \text{ K}_2\text{O (\%)} = 100 \times 1.205 \div 10,000 \times \text{희석배수} \times \text{측정치}$$

$$\bullet \text{ CaO (\%)} = 100 \times 1.40 \div 10,000 \times \text{희석배수} \times \text{측정치}$$

Table 1. Nutrient composition of the nutrient solution

	Major element				
	KNO ₃	Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	MgSO ₄ · 7H ₂ O	NH ₄ H ₂ PO ₄	KH ₂ PO ₄
Concentration (me · L ⁻¹)	4.00	2.50	1.00	0.50	0.50
Application amounts (g/t)	404.4	295.2	123.2	57.5	43.5
	Trace element				
	Fe-EDTA	H ₃ BO ₃	MnSO ₄ · 4H ₂ O	ZnSO ₄ · 7H ₂ O	CuSO ₄ · 5H ₂ O
Concentration (ppm)	5.00	0.75	0.75	0.20	0.20
Application amounts (g/t)	40.00	4.50	3.00	0.88	0.50

- MgO (%) = 100 × 1.66 ÷ 10,000 × 희석배수 × 측정치
- Na₂O (%) = 100 × 1.35 ÷ 10,000 × 희석배수 × 측정치

2.2.7. 양액재배용 배지의 수분변화율

각 시료를 양액재배에 사용 후 배지의 잔류수분 보유량을 검토하기 위해 점적공급을 중단한 후 5일간 각 배지에 대한 수분변화율을 분석하였다.

2.2.8. 엽채류를 이용한 작물생장발달 및 품질 평가

본 실험에서는 생육기간이 과채류에 비해 짧으며, 동절기 시장성이 높은 작물로 엽채류인 청치마상추와 적치마상추(아시아종묘)를 공시작물로 이용하였다. 배지는 폐목재칩과 라디에타파인칩, 폐목재칩을 이용한 매트형 배지를 처리구로, 암면슬라브와 코코피트슬라브를 대조구로 사용하였다. 양액은 1시간 간격으로 1일 12회 점적관수를 이용하여 급액하였으며, 두 개의 펌프간의 압력을 일정하게 조절하여 동일량의 양액이 공급되도록 하였다. 동절기 및 춘절기 하우스 내 재배환경 및 설치 양액시스템에 대한 양액조건을 검토하기 위해 선행 실험으로 5주간 실시하였다. 이들 작물에 대한 작물생장발달 및 품질평가는 72공 트레이에 파종하여 3주간 생육시킨 적치마상추와 청치마상추를 큐브 당 유도1주씩, 큐브간에

Table 2. Bulk density of raw materials

	Waste wood chip	Radiata pine chip
Bulk density (g/cm ³)	0.20	0.16

는 6~8 cm의 정식거리를 두어 고형배지에 정식시켜 주차별 엽수, 엽장, 엽폭, 뿌리길이, 생체중, 건물중, 등을 분석하였다. 본 연구에서 사용된 공시양액은 Table 1과 같다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 가비중

Table 2는 각 시료에 대한 가비중을 나타낸 것이다. 가비중은 고상·액상·기상이 종합된 밀도를 의미하는 것으로, 부피로 측정되는 특성인 공극률과 기상에 큰 영향을 미치므로 중요하다(Hwang *et al.* 2005). 본 연구에서 사용된 원료들에 대한 가비중은 폐목재칩이 0.20 g/cm³, 라디에타 파인이 0.16 g/cm³로 폐목재칩이 라디에타 파인칩보다 다소 높았다. 이것은 폐목재칩은 폐기된 여러 종류의 목재칩과 20% 정도의 수피도 포함되어 있기 때문에 가비중이 높게 나타난 것으로 생각된다. 또한 Abad *et al.* (2005)은 각 나라별로 제조되어 판매되고 있는 코코피트에 대한 가비중을 조사한 결과값이 0.03~0.09 g/cm³의 범

Table 3. Chemical characteristics of raw materials

	pH	EC	Organic content (T-C)	Total nitrogen (T-N)	C/N ratio	P	K	Ca	Mg	Na
		dS/m	%							
Waste wood chip	6.59	6.76	56.6	0.50	113.22	10.1	77	531	49	96
Radiata pine chip	5.29	4.49	57.7	0.32	180.43	6.4	83	97	29	59
Cocopeat ^{a)}	5.31	0.77	75.5	-	-	2.2	481	4.4	4	256

^{a)} Kim and Ryu 2010.

위로 나라별로 제조되는 코코피트가 차이가 있었지만, 대부분은 목재보다 낮았다.

3.2. 화학적 특성

유기질 고형배지의 원료인 폐목재칩, 라디에타파인칩과 대조구로 코코피트에 대한 화학적 특성은 Table 3에 나타났다. pH는 양분흡수에 영향을 미치는 중요한 요인으로서 일반적으로 엽채류 수경재배에 있어서 적절한 pH의 범위는 5.5~6.5범위로 관리하면 적절한 것으로 알려지고 있다(Huang *et al.* 2007). pH는 폐목재칩 6.59, 라디에타파인칩 5.29로 약산성과 중성으로 우수한 화학성을 갖추고 있는 것으로 판단된다. 전기전도도(EC, Electric conductivity)는 토양용액의 염류농도를 알 수 있는 것으로 원료들에 대한 전기전도도는 폐목재칩 6.76 dS/m, 라디에타파인칩은 4.49 dS/m로 코코피트보다 높은 값을 보여주었다.

원료들에 대한 총질소함량은 폐목재칩 0.32%, 라디에타파인칩 0.50%였다. 유기물 함량은 모든 원료가 비슷한 경향을 나타냈다. 유기물중의 탄소와 질소의 함량비를 나타내는 탄질률은 폐목재칩 113%, 라디에타파인칩 180%였다. 원료들의 인산 함량은 폐목재칩 10.1 ppm, 라디에타파인칩 6.4 ppm의 범위였다. 카리(K)성분은 폐목재칩 77 ppm, 라디에타파인칩 83 ppm였다. 칼슘(Ca)은 폐목재칩 531 ppm, 라디에타파인칩 97 ppm였다. 마그네슘(Mg)은 29~49 ppm 범위였다. 나트륨(Na)은 59~96 ppm 범위였으며, 코코피트보다 낮은 값을 보여주었다.

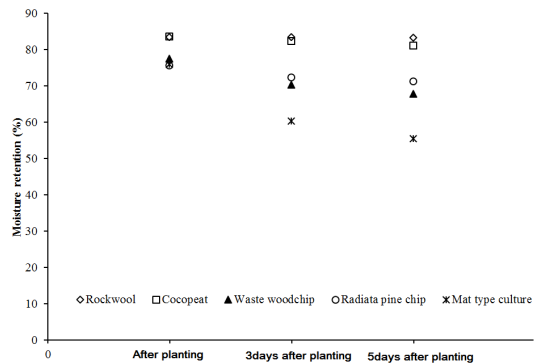


Fig. 1. Moisture retention of substrates after planting.

3.3. 양액재배용 배지의 수분보유율 변화

Fig. 1은 양액재배가 끝난 후 양액 공급 종료에 따른 각 배지에 대한 5일간 수분보유율을 나타낸 것이다. 무기배지인 암면배지는 양액공급을 중단해도 수분보유량의 변화가 가장 적은 것으로 나타나 보수성이 우수한 것으로 나타났다. 유기배지인 코코피트도 수분변화량이 2% 정도로 나타나 높은 수분함유능력을 보여주었다. 목재고형배지 중에서는 라디에타파인칩이 높은 수분함유능력을 보여주었고, 식생매트가 가장 낮은 수분보유능력을 보여주었다. 식생매트가 다른 재료에 비해 낮은 이유는 두 개의 층으로 구성되어 있고, 사용된 목재칩의 크기가 길이 0.3~0.5 cm, 폭 2~3 cm로 다른 원료에 비해 입자가 크기 때문에 수분 보유 능력이 낮은 것으로 생각된다.

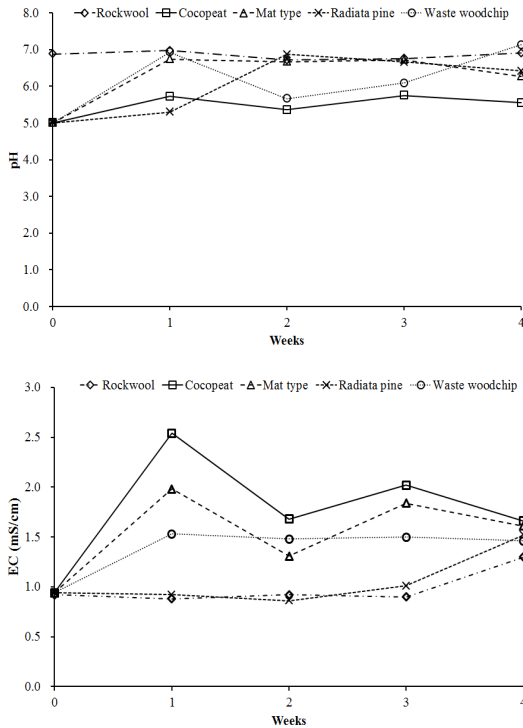


Fig. 2. Changes in pH and EC of nutrient solution in different hydroponic substrates.

3.4. 양액처리에 의한 목재 유기고형배지의 화학적 특성 변화

Fig. 2는 양액 주차별 pH 및 EC농도변화에 대한 결과를 나타낸 것이다. Park *et al.* (1999)은 무기성분의 흡수에 있어서 주요한 요인인 배양액의 pH에 대한 엽채류(적치마상추, 청치마상추)의 최적조건이 pH 5.5~6.0 범위, EC는 1.2~1.6 mS/cm 범위에서 뿌리의 양수분 흡수가 원활히 이루어져서 생육이 왕성하게 나타난 것으로 보고하였다. 본 연구결과, pH는 코코피트슬라브 이외의 슬라브에서 pH 6 이상으로 다소 높게 나타났다. 암면과 코코피트슬라브는 생육기간동안 pH의 변화가 적었지만, 목재를 이용한 유기슬라브들은 pH의 변화의 폭이 암면과 코코피트에 비해 크게 나타났다. EC는 암면슬라브가 생육기간동안 변화폭이 다른 배지들에 비해서 크지 않았다.

본 연구결과, 목재를 이용한 슬라브의 pH는 대조구인 암면슬라브와 비슷한 수준으로 나타났지만, 코코피트 슬라브보다는 다소 높게 나타났다. 또한 목재를 이용한 슬라브들의 pH와 EC의 변화가 큰 것은 각각의 원료들이 가지고 있는 양액흡착특성의 차이와 양액의 양이온이 복합적으로 작용하였기 때문인 것으로 생각된다.

3.5. 목재 유기고형배지를 이용한 엽채류의 작물생장발달 특성

Table 4는 처리배지별로 생육한 적치마상추와 청치마상추에 대한 주차별 엽수를 조사한 것으로 작물의 생육추세를 검토하였다. 엽수측정은 엽장이 1 cm 이상인 것만 이용하였다. 적응기간 1주 후 암면슬라브, 코코피트슬라브, 라디에타파인칩슬라브, 폐목재칩슬라브 처리구에서 모두 엽 발달이 우수하게 나타난 것을 확인하였다. 암면슬라브와 코코피트슬라브, 라디에타파인칩슬라브, 폐목재칩슬라브는 잎의 발달이 일정하게 증가하였지만, 매트는 3주차부터 잎의 발달이 다른 슬라브에 비해 증가폭이 적었다.

엽면적은 엽채류에서 작물의 생육정도를 가장 잘 나타낼 수 있는 지표로서 일반적으로 엽장과 엽폭을 측정한다. Table 5와 6은 처리 배지별 생육한 적치마상추와 청치마상추에 대한 엽장과 엽폭을 측정하여 나타낸 결과이다. 엽장은 이식 후 1주간의 적응기간 동안 암면슬라브, 코코피트슬라브, 목재 유기고형배지(매트), 라디에타파인칩슬라브, 폐목재칩슬라브의 엽 길이생장이 일정하게 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 2주차에서 5주차까지의 엽 길이생장 결과를 검토한 결과, 매트가 암면슬라브, 코코피트슬라브, 라디에타파인칩슬라브, 폐목재칩슬라브에 비해 다소 낮았다. 엽폭은 이식 1주 후 암면슬라브, 코코피트슬라브, 매트, 라디에타파인칩 슬라브, 폐목재칩슬라브의 엽폭 성장 발달이 일정하게 증가하는 것이 나타났다. 2주차에서 5주차까지 각각의 슬라브가 유의성있는 변화를 보였다.

Table 7은 적치마상추와 청치마상추에 대해 생육기간중의 뿌리생체중을 측정한 결과를 나타낸 것이

Table 4. Changes in leaf number in different hydroponic substrates

		Green leaf lettuce										
		Rockwool		Cocopeat		Radiata pine chip		Waste wood chip		Mat		
Week	1	5.0 ± 0.00		5.0 ± 0.00		5.0 ± 0.00		5.0 ± 0.00		5.0 ± 0.00		
	2	10.3 ± 0.47	c	13.3 ± 1.25	a	13.0 ± 0.82	a	12.7 ± 1.25	ab	10.7 ± 0.47	bc	
	3	17.3 ± 0.94	bc	19.7 ± 0.47	d	19.7 ± 0.94	a	18.7 ± 0.94	ab	16.0 ± 0.82	c	
	4	25.3 ± 1.25	a	26.0 ± 1.63	a	25.3 ± 0.47	a	25.0 ± 2.16	a	20.7 ± 0.47	b	
	5	32.7 ± 1.25	a	33.7 ± 1.70	a	33.3 ± 0.47	a	33.3 ± 1.70	a	21.3 ± 1.25	b	
	Red leaf lettuce											
			Rockwool		Cocopeat		Radiata pine chip		Waste wood chip		Mat	
	1	5.0 ± 0.00		5.0 ± 0.00		5.0 ± 0.00		5.0 ± 0.00		5.0 ± 0.00		
	2	12.7 ± 0.94	ab	14.7 ± 0.94	a	14.3 ± 0.47	ab	14.0 ± 0.82	ab	12.3 ± 1.25	c	
	3	19.7 ± 0.47	b	24.3 ± 0.47	a	22.7 ± 1.25	a	22.7 ± 1.70	a	18.0 ± 0.82	b	
4	29.7 ± 1.70	a	30.7 ± 0.94	a	30.3 ± 0.47	a	30.3 ± 2.05	a	23.0 ± 0.82	b		
5	40.7 ± 1.25	a	40.3 ± 1.25	a	39.7 ± 0.47	a	39.3 ± 1.25	a	25.7 ± 0.47	b		

^y Values represent the mean ± standard deviation (SD) of three independent experiments.

^z Mean separation in columns by duncan's multiple range test, p = 0.05.

Table 5. Changes in leaf length in different hydroponic substrates

		Green leaf lettuce										
		Rockwool		Cocopeat		Radiata pine chip		Waste wood chip		Mat		
Week	1	4.0 ± 0.55	ab	4.6 ± 0.14	a	4.6 ± 0.16	a	4.5 ± 0.15	a	3.8 ± 0.02	b	
	2	8.8 ± 0.30	a	8.7 ± 0.31	a	8.7 ± 0.33	a	8.7 ± 0.12	a	8.8 ± 0.33	a	
	3	12.7 ± 0.45	a	13.1 ± 0.06	a	13.0 ± 0.09	a	12.9 ± 0.12	a	12.3 ± 0.59	a	
	4	18.6 ± 0.36	a	19.0 ± 0.26	a	19.0 ± 0.16	a	19.0 ± 0.20	a	17.2 ± 0.21	b	
	5	23.1 ± 0.67	b	25.3 ± 0.24	a	25.3 ± 0.22	a	25.0 ± 0.06	a	19.8 ± 0.35	c	
	Red leaf lettuce											
			Rockwool		Cocopeat		Radiata pine chip		Waste wood chip		Mat	
	1	4.3 ± 0.02	a	4.7 ± 0.29	a	4.8 ± 0.33	a	4.7 ± 0.14	a	4.7 ± 0.05	a	
	2	10.8 ± 0.34	a	11.0 ± 0.26	a	11.1 ± 0.27	a	10.9 ± 0.12	a	10.7 ± 0.25	a	
	3	15.5 ± 0.10	b	16.5 ± 0.12	a	16.4 ± 0.08	a	16.5 ± 0.20	a	13.4 ± 0.16	c	
4	21.9 ± 0.14	b	22.4 ± 0.19	a	22.4 ± 0.21	a	22.0 ± 0.16	ab	18.3 ± 0.22	c		
5	26.0 ± 0.67	a	26.9 ± 0.52	a	26.7 ± 0.17	a	26.5 ± 0.18	a	21.0 ± 0.14	b		

^y Values represent the mean ± standard deviation (SD) of three independent experiments.

^z Mean separation in columns by duncan's multiple range test, p = 0.05.

다. 1주간의 적응기간이 지나고 적치마상추와 청치마상추의 뿌리 생체중은 생육기간 중에 매트타입 배지를 제외하고는 증가하는 것으로 나타났다. 매트타입 배지는 상추생육 3주 후부터 뿌리의 생체중이 감소하는 것으로 나타났다. 엽채류인 상추를 이용한 목재고형배지의 작물생육발달 특성은 기존 코코피트와

암면배지에 비교해서 큰 차이를 보이지 않았지만, 매트타입은 다소 작물생육발달이 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 이유는 매트타입은 매트 크기 20 cm (가로) × 20 cm (세로) × 4 cm (높이)인 것을 두 개 포개어서 이용하였기 때문에 층사이의 공간이 생겨서 양액공급에 다소 문제가 있어 다른 배지들에

Table 6. Changes in leaf width in different hydroponic substrates

		Green leaf lettuce									
		Rockwool		Cocopeat		Radiata pine chip		Waste wood chip		Mat	
Week	1	1.9 ± 0.10	b	2.2 ± 0.04	a	2.2 ± 0.10	a	2.1 ± 0.05	a	2.1 ± 0.02	a
	2	3.3 ± 0.15	a	3.4 ± 0.15	a	3.3 ± 0.10	a	3.3 ± 0.13	a	3.3 ± 0.09	a
	3	3.9 ± 0.29	a	3.9 ± 0.29	a	3.8 ± 0.20	a	3.9 ± 0.18	a	3.9 ± 0.15	a
	4	5.3 ± 0.03	ab	5.5 ± 0.14	a	5.5 ± 0.24	a	5.4 ± 0.14	a	5.1 ± 0.09	b
	5	7.7 ± 0.42	b	8.3 ± 0.12	a	6.2 ± 0.04	a	8.1 ± 0.08	ab	6.2 ± 0.17	c
		Red leaf lettuce									
		Rockwool		Cocopeat		Radiata pine chip		Waste wood chip		Mat	
Week	1	1.9 ± 0.02	bc	2.0 ± 0.00	b	1.9 ± 0.02	c	2.0 ± 0.00	b	2.2 ± 0.05	a
	2	3.8 ± 0.27	a	3.9 ± 0.19	a	4.0 ± 0.22	a	3.9 ± 0.16	a	3.7 ± 0.18	a
	3	4.7 ± 0.05	b	4.9 ± 0.06	a	4.8 ± 0.08	ab	4.9 ± 0.10	a	4.3 ± 0.08	c
	4	6.0 ± 0.10	a	6.2 ± 0.03	a	6.2 ± 0.10	a	6.0 ± 0.21	a	5.5 ± 0.10	b
	5	8.9 ± 0.48	a	9.3 ± 0.14	a	9.3 ± 0.17	a	9.2 ± 0.11	a	7.3 ± 0.17	b

^y Values represent the mean ± standard deviation (SD) of three independent experiments.

^z Mean separation in columns by duncan's multiple range test, p = 0.05.

Table 7. Changes in fresh weight in different hydroponic substrates

		Green leaf lettuce									
		Rockwool		Cocopeat		Radiata pine chip		Waste wood chip		Mat	
Week	1	0.90 ± 0.20 ^y	ab ^z	0.86 ± 0.07	ab	0.65 ± 0.05	b	1.03 ± 0.04	a	0.70 ± 0.22	ab
	2	0.84 ± 0.34	b	0.79 ± 0.13	b	1.31 ± 0.18	a	0.44 ± 0.08	b	0.67 ± 0.20	b
	3	1.11 ± 0.24	a	0.73 ± 0.05	b	1.04 ± 0.01	a	0.92 ± 0.03	ab	0.78 ± 0.02	b
	4	0.98 ± 0.15	a	0.67 ± 0.13	a	1.05 ± 0.62	a	0.89 ± 0.16	a	0.95 ± 0.12	a
		Red leaf lettuce									
		Rockwool		Cocopeat		Radiata pine chip		Waste wood chip		Mat	
Week	1	1.11 ± 0.43	a	1.32 ± 0.16	a	1.07 ± 0.16	a	1.07 ± 0.13	a	0.76 ± 0.15	a
	2	1.64 ± 0.63	a	0.49 ± 0.03	b	0.83 ± 0.13	b	1.03 ± 0.11	ab	0.80 ± 0.07	b
	3	1.41 ± 0.16	a	1.22 ± 0.14	ab	1.08 ± 0.10	bc	1.07 ± 0.18	bc	0.77 ± 0.05	c
	4	1.46 ± 0.29	a	1.39 ± 0.46	a	1.43 ± 0.04	a	1.25 ± 0.39	a	0.89 ± 0.26	a

^y Values represent the mean ± standard deviation (SD) of three independent experiments.

^z Mean separation in columns by duncan's multiple range test, p = 0.05.

비해 생육발달이 낮은 것으로 생각된다.

4. 결 론

본 연구는 폐목재자원을 이용한 양액재배용 고품 배지의 특성과 엽채류를 이용한 생육발달특성을 검토하였다. 고품배지는 폐목재칩, 라디에타파인칩 그

리고 폐목재칩을 매트타입으로 제조한 것을 이용하였다. 가비중은 폐목재칩이 0.20 g/cm², 라디에타 파인이 0.16 g/cm²였고, 수분보유율은 폐목재칩과 라디에타파인칩으로 제조한 목재고형배지는 대조구인 암면과 코코피트 배지보다 낮았고, 매트타입의 배지가 가장 낮은 수분보유율을 보여주었다. 목재고형배지의 화학적 특성은 pH가 폐목재칩 6.59, 라디에타파

인칩 5.29로 약산성과 중성으로 나타났고, 전기전도도는 폐목재칩 6.76 dS/m, 라디에타파인 칩 4.49 dS/m였다. 총질소함량은 폐목재칩 0.50%, 라디에타파인칩은 0.32%였으며, 유기물 중의 탄소와 질소의 함량비를 나타내는 탄질률은 폐목재칩은 113%, 라디에타파인칩은 180%였다. 인산(P)함량은 폐목재칩 10.1 ppm, 라디에타파인칩은 10.1 ppm였다. 칼리(K)는 폐목재칩 77 ppm, 라디에타파인칩 83 ppm였고, 칼슘(Ca)성분은 폐목재칩은 531 ppm, 라디에타파인칩은 97 ppm였다. 마그네슘(Mg)은 폐목재칩 49 ppm, 라디에타파인칩은 29 ppm였고, 나트륨(Na)은 폐목재칩 96 ppm, 라디에타파인 칩 59 ppm였다.

목재고형배지와 대조구로서 이용된 압면배지, 코코피트 배지에 대한 엽채류의 생육발달특성을 엽수, 엽면적(엽길이와 엽폭), 뿌리생체중을 분석하여 검토하였다. 엽수는 적치마상추의 경우, 매트형태의 배지를 제외한 다른 배지 모두 엽발달로 엽수가 증가하였고, 청치마상추는 모든 배지에서 좋은 생육상태를 보여주었다. 엽면적을 측정하기 위해 엽길이와 엽폭을 측정하였다. 적치마상추와 청치마상추의 엽길이와 엽폭은 매트형태의 배지를 제외한 모든 배지에서 생육기간이 늘어날수록 엽길이와 엽폭이 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 매트형태의 배지는 4주 후부터 다른 배지와 비교해서 엽길이와 폭이 생장이 다소 저조하였다. 뿌리생체중도 비슷한 결과를 보여주었다.

이상의 결과로부터 폐목재자원을 이용한 유기고형배지는 엽채류를 이용한 작물생육발달특성을 검토하여 대조구로 사용된 압면배지와 코코피트 배지와 비슷한 생육발달 정도를 보여주고 있어 양액재배용 고형배지로서 양호하다고 판단된다. 그러나 매트형태는 생육발달정도가 다른 배지에 비해 낮은 것으로 나타나, 매트형태의 크기를 보완하여 검토할 필요성이 있는 것으로 사료된다.

사 사

This research was supported by advanced production technology development program(No:112049-

03), Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Republic of Korea.

REFERENCES

- Abad, M., Fornes, F., Carrion, C., Noguera, V. 2005. Physical properties of various coconut coir dusts compared to peat. *Hortscience* 40(7): 2138-2144.
- An, C.G., Hwang, Y.H., Shon, G.M., Lim, C.S., Cho, J.L., Jeong, B.R. 2009. Effect of irrigation amount in rockwool and cocopeat substrates of growth and fruiting of sweet pepper during fruiting period. *Korean Journal of horticultural science and technology* 27(2): 233-238.
- Choi, G.L., Cho, M.W., Seo, T.C., Roh, M.Y., Rhee, H.C. 2009. Effect of EC Level of nutrient solution on the yield and quality of cut rose based on mixed coir and perlite. *Journal of bio-environment control* 18(4): 348-353.
- Huang, H.Z., Zhang, C.H., Yang, E.Y., Lee, S.G., Choi, K.Y., Yun, H.K. 2007. Effect of nutrient solution for hydroponics of Loliaceae leaf vegetables on the amount of ascorbic acid in chinese chive. *Journal bio-environment control* 16(3): 222-227.
- Hwang, Y.H., Yoon, H.S., An, C.G., Hwang, H.J., Rho, C.W., Jeong, B.R. 2005. Development of a hydrponic technique for fruit vegetables using synthetic fiber medium. *Journal of bio-environment control* 14(2): 106-113.
- Jeong, S.W., Seok, Y.C., Bae, E.J., Kwon, K.Y., Huh, M.R. 2010. Utilization of coconut based substrates for nutriculture of cut-chrysanthemum. *Journal of agriculture and life science* 44(5): 9-13.
- Jun, H.J., Hwang, J.G., Kim, I.G., Son, M.J., Lee, K.M., Udagawa, Y. 2006. Effect of double layered substrate on the growth, yield and fruit quality of strawberry in elevated hydroponic

- system. Korean Journal of horticultural science and technology 24(2): 157-161.
- Jun, H.J., Hwang, J.G., Liu, S.S., Jang, M.S. 2011. Characteristics of inorganic ion absorption of strawberries cultivated in closed hydroponic system with different substrates. Journal of bio-environment control 20(1): 33-39.
- Kil, M.J., Shin, M.S., Park, S.K., Jung, A.A, Kwon, Y.S. 2011. Selection of nutrient solution strength and media in potting without nutrient solution recycling in gerbera ‘Sunny Lemon. Korean Journal of Soil Science and fertilizer 44(6): 1300-1305.
- Kim, D.Y., Kim, M.M. 2010. A Study on manufacturing condition of vegetation mat for greening impermeable surfaces using wood waste. Journal of the Korean Wood Science and Technology 38(3): 165-169.
- Kim, J.H., Lee, J.W., Kim S.D., Kim, T.J., Paek, K.Y. 2012. Applicability Using Floral Foam Media in Hydroponic of Rosa hybrida. The Korean society of international agriculture 24(5): 573-578.
- Kim, Y.H., Ryu, B.Y. 2010. Selection of culture media applied to grafted cactus ‘Hwangwall’ for export, Flower research journal 18(3): 171-178.
- Na, T.S., Choi, K.J., Yoon, B.G., Cho, M.S., Kim, H.G., Kim, H.J., Son, D.M., Yoo, Y.K. 2013. Effect of mixture media of red clay and peat-moss on quality and drainage solution in hydroponics of solanum lycopersicum ‘Mascara’. Protected horticulture and plant factory 22(1): 1-6.
- Park, M.H., Shim, M.Y., Lee, Y.B. 1999. Effects of pH level and electrical conductivity of growth, nutrient absorption, transpiration and CO₂ assimilation of leaf lettuce in hydroponics. Journal of bio-environment control 8(2): 115-124.