

ORIGINAL ARTICLE

수경재배 잎들깨의 생육과 수량에 미치는 코이어 배지의 혼합비율 효과

박평식* · 박종원 · 현혜경 · 김현숙 · 함수상 · 김학현 · 최효길¹⁾

충청남도농업기술원, ¹⁾공주대학교 원예학과

Effect of Coir Substrate Mixing Ratios on the Growth and Yield of *Perilla* Leaves under Hydroponics

Pyeong-Sic Park*, Jong-Won Park, Hye-Kyeong Hyeon, Hyun-Sook Kim, Soo-Sang Hahm, Hak-Hun Kim, Hyo-Gil Choi¹⁾

Chungcheongnam-do Agricultural Research and Extension Services, Yesan 32418, Korea

¹⁾Department of Horticulture, Kongju University, Yesan 32439, Korea

Abstract

This study aimed to determine the most suitable coir substrate mixing ratio for optimizing the growth and yield of the "Ipduelkkae 1" cultivar. We comprehensively analyzed the physicochemical properties, growth, and yields of four different substrate combinations: perlite (coir with mixing ratios of 70:30 (PC30), 50:50 (PC50), and 30:70 (PC70)) and 100% coir (C100). The results revealed substantial differences in substrate properties. C100 exhibited the highest total porosity and the lowest solid phase, indicating excellent air permeability. The pH levels and electrical conductivity (EC) values ranged from 5.4-6.8 and 1.2-3.1 dS·m⁻¹, respectively. Leaf growth parameters, including length, width, and dry weight, showed positive correlations with high coir ratios, except for PC30. PC70 and C100 outperformed other substrates in stem growth, exhibiting superior stem diameter and fresh and dry weights. The quantity of marketable leaves was the highest in the C100 substrate. Furthermore, C100 comprised integrated levels of essential nutrients, such as Ca and Mg, owing to its high coir content. In conclusion, a coir ratio of approximately 70% (v/v) should be maintained in the substrate for creating an optimal cultivation environment. Furthermore, the selection of humidity-resistant varieties as well as precise nutrient and moisture management for different seasons and growth stages are crucial for a successful *perilla* leaf hydroponic cultivation.

Key words: Coir, Perlite, Hydroponic culture, Ssam vegetable

1. 서 론

잎들깨(*Perilla frutescens* (L.) Britton)는 1년생 단 일성 초본 식물로 중국, 인도 등 동부아시아 지역이 원산지이다. 우리나라에서는 주로 쌈용으로 소비되며 잎들깨 또는 깻잎으로 불리며 수분함량이 80 - 90%이고 비타민과 무기질이 풍부하다(RDA, 2018). 최근 잎들

깨의 생산과 소비가 증가하면서 잎들깨 전용 종자가 개발되어 연중 신선한 깻잎을 먹을 수 있게 되었다(Choi, 2003). 잎들깨는 2020년 대략 4만 톤이 생산되었고 재배 면적은 약 1,100 ha, 생산액은 2,200억원 수준이다(MAFRA, 2022). 잎들깨는 안토시아닌계 색소와 *perilla* ketone 등 방향성 정유성분이 함유되어 있어 독특한 향을 내며, 입맛을 돋우어 주는엽채류로 가장

Received 11 October, 2023; Revised 22 November, 2023;

Accepted 30 November, 2023

*Corresponding author : Pyeong-Sic Park, Chungcheongnam-do Agricultural Research and Extension Services, Yesan 32418, Korea
Phone : +82-41-635-6072
E-mail : franky80@hanmail.net

© 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.

많이 소비되는 쌈채소 중 하나이다(Choi et al., 2019a).

수경재배는 작물의 생육에 필요한 양분을 물에 녹인 양액으로 공급함으로써 작물에 필요한 양분을 적절하게 관리할 수 있으며, 또한 토경재배에 비해 용수를 줄일 수 있고 재배환경과 작물의 생육단계별로 배양액을 필요한 만큼 공급할 수 있기 때문에 지하부 환경 관리가 용이하여 작물의 수확량과 품질을 향상시킬 수 있다(Dorais et al., 2002; Choi et al., 2019b). 국내 수경재배 면적은 2020년 기준 3,949 ha이며, 이 중 고형 배지경은 3,591 ha(약 91%)로 대부분을 차지하며 주요 배지별로는 코이어 1,771 ha, 펠라이트 869 ha, 암면 321 ha 순이다(MAFRA, 2022). 코코넛 열매의 부산물로 만들어지는 코이어 배지는 친환경 재료로 물리성과 화학성이 작물재배에 적합하고 장기간 사용이 가능하여 사용량이 크게 증가하는 추세로 2021년 기준으로 전체 사용되는 배지 중에 약 70%를 차지하고 있다(MAFRA, 2022). 펠라이트는 단용 배지로 사용시 관수 방식에 따라 배지내 수분 변화가 크고 완충능력이 낮은 단점이 있어 다른 배지와 혼합하여 사용되고 있다(Bae et al., 2008). 무기배지인 암면은 양분과 수분 관리가 용이하지만 가격이 비싸고 사용 후 폐기가 어려운 단점이 있다.

우리나라의 전체 수경재배 중 약 96.4%가 딸기, 토마토, 파프리카 등의 과채류에 집중되어 있으며 상추를 포함한 엽채류의 수경재배는 1%에 불과하다(MAFRA, 2022). 잎들개는 토경재배가 대부분이며, 연작에 의한 생리장애나 토양전염성 병해충의 발생이 많아 장기재배에서는 품질과 생산성이 떨어지기 쉽다(Park et al., 2021). 잎들개에 수경재배를 도입할 경우 토양 유래 병해충으로 인한 문제를 예방할 수 있으며, 토양 병해충이 발생 시에도 배지 교체 등으로 적절하게 대처할 수 있는 장점이 있다. 하지만 잎들개의 수경재배에 이용되는 배지를 어떠한 성분으로 사용할지에 대한 정보가 미흡한 실정이다.

수경재배를 하고 있는 농가 현장에서는 주로 고설벤치를 이용하여 베드에 코이어와 펠라이트를 혼합한 형태로 배지를 충전하여 재배한다. 하지만 재배 관리와 생산력이 좋은 배지 혼합 비율이 확립되지 않았고 기존 선행연구에서 소형 포트재배 등에 대한 연구가 있었지만 실제 현장에서 재배되는 베드(가로 140 cm×세로 600 - 800 cm×깊이 15 cm)와는 차이가 있다. 따라서 본 연구에서는 코이어 배지와 펠라이트 배지를 혼합하여 사용할 때 적절한 혼합 비율의 선정을 위해 배지의 조합에 따른 잎들개의 생육 및 수량을 분석하여 잎들개 수경재배에 효율적인 배지혼합 비율을 제시하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 작물재배 및 재배환경

실험재료는 잎들개(*Perilla frutescens* (L.) Britton)로 ‘잎들개 1호’ 품종(RDA, ‘95년 등록)을 이용하였다. 재배 시험은 충청남도농업기술원(충남 예산군 소재) 내의 아치형 단동 비닐하우스(폭 7 m×동고 3.9 m×길이 26 m) 내에서 수행되었다. 정식은 충남 금산 잎들개 전문 육묘장에서 105구 플러그트레이에서 육묘된 묘를 구입하여 실제 잎들개 농가에서 많이 재배하는 스티로폼 베드(가로 140 cm×세로 780 cm×높이 15 cm)에 배지 혼합 비율이 다른 배지별로 상토를 각각 충전한 후 2021년 12월 1일에 5주씩 정식하였다. 정식일로부터 시험종료시까지 단일성 식물인 잎들개의 화아분화를 억제하기 위하여 12W 주광색 LED(Dongyang Tospo Lighting Optoelectronic Co. Ltd., China)를 잎들개 베드로 부터 높이 1.5 m, 전구 간격은 2 m로 설치하고 매일 일몰시부터 다음날 일출시까지 7시간 이상 야간 조명을 하였다(RDA, 2018). 배양액은 한국원시 엽채류 범용액을 사용하였으며, 조성은 NO₃-N 14.0, NH₄-N 1.0, PO₄-P 3.0, K 6.0, Ca 8.0, Mg 4.0, SO₄-S 4.0 me·L⁻¹(Table 1)이었다(Park et al., 1998).

Table 1. The composition of HES² nutrient solution recommended for the cultivation of perilla leaves

Element	Macro-elements(me·L ⁻¹)						Micro-elements(ppm)						
	NO ₃ -N	NH ₄ -N	PO ₄ -P	K	Ca	Mg	SO ₄ -S	Fe	Cu	Mn	Zn	B	Mo
Mineral content	14.0	1.0	3.0	6.0	8.0	4.0	4.0	3.00	0.02	0.50	0.05	0.05	0.01

²HES: The nutrient solution developed by the horticultural experiment station in Korea.

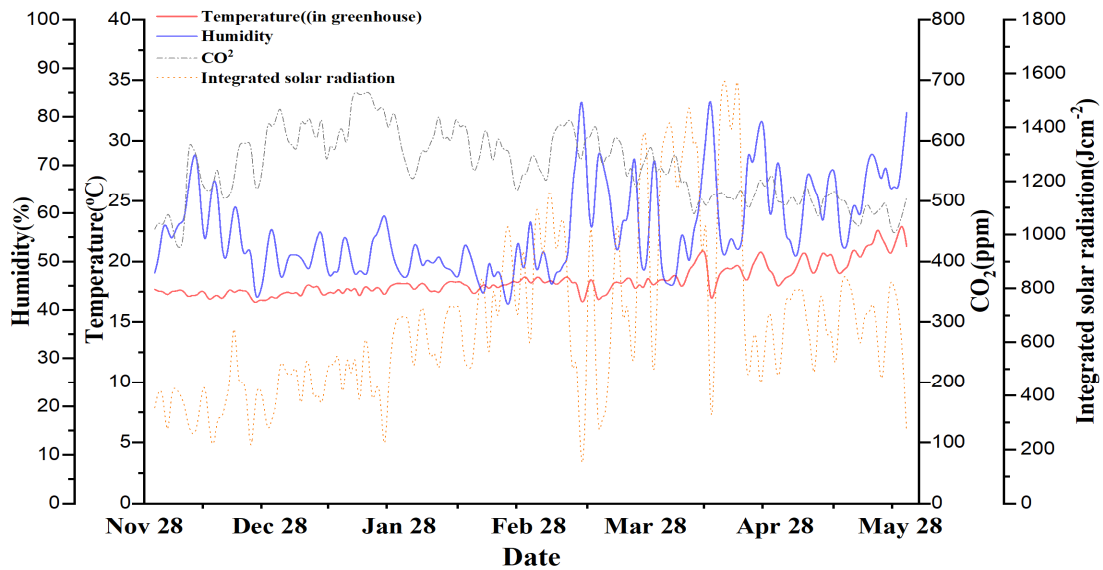


Fig. 1. Daily temperature, humidity, CO₂ levels, and integrated solar radiation in the perilla greenhouse during the cultivation period.

배양액 농도는 정식 전 재배조를 $0.7 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 로 버퍼링 한 후 초기 $1.0 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 에서 시작하여 수확기 $1.6 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 까지 생육단계별로 점차 농도를 높여가며 관리하였다. 관수는 타이머로 조정하여 오전 8시부터 오후 4시까지 하루 1 - 3회 관수하였고, 1회 관수량은 식물 체당 70 - 90 mL이었다. 온실 내 온도, 습도는 환경계 측정 데이터로거(ZL6, METER Group, Inc. Pullman, WA, USA)를 사용하여 10분 간격으로 측정하여 온실 재배 환경을 기록하였다. 또 4월 부터는 일조량이 높아 차광막을 이용하여 오전 11시부터 오후 2시까지 차광하였다(Fig. 1).

2.2. 배지 혼합 처리

배지 혼합비율에 따른 수경재배 잎들깨의 생육 및 수확량 비교를 위해서 스티로폼 베드에 배지별 혼합량을 달리하여 증진하였다. 배지 종류로는 펠라이트(HP508, Hohyunbio, Hadong, Korea) 단용, 코이어더스트(JS International trading, Seoul, Korea) 단용배지를 혼합하여 펠라이트:코이어(v/v=70:30, PC30), 펠라이트:코이어(v/v=50:50, PC50), 펠라이트:코이어(v/v=30:70, PC70), 코이어(v/v=100, C100)를 사용하였다. 각각의 증진된 배지 위에 양액공

급용 점적호스를 10 cm 간격으로 배치하여 양액을 공급하였다.

2.3. 배지 물리성 및 화학성 분석

4종류의 혼합 배지의 물리성(고상물, 액상물, 기상물, 총 공극률, 용적밀도)은 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준(RDA, 2012)에 따라 각 배지별 3반복으로 측정하였다. 또한, 배지에서 배출된 배액의 화학성 분석을 위해 각 처리구마다 집수한 배액을 pH/EC 미터(LAQUA PC220, Horiba, Ltd., Japan)를 사용하여 매주 배액의 pH와 EC를 측정하였고, 음이온인 질산태질소($\text{NO}_3\text{-N}$)와 인산(PO_4^{3-})은 이온크로마토그래피(882 Compact IC Plus, Metrohm, Swiss)로, 양이온인 칼륨(K), 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 나트륨(Na), 철(Fe), 아연(Zn), 망간(Mn)은 각 파장별로 유도결합플라즈마발광광도계(Avio 500, Perkin-Elmer, USA)를 사용하여 격주 1회 측정하였다.

2.4. 생육 및 수량 조사

농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준(RDA, 2012)에 따라 잎들깨의 생육 및 수확량을 조사하였다. 잎은 정식 후 175일째에 각 처리별로 초장, 엽장, 엽폭,

Table 2. Physical characteristics of the substrates used in experiments for hydroponic cultivation of "Ipdeulkkae 1" perilla leaves

Substrate	Solid phase(%)	Liquid phase(%)	Air phase(%)	Total porosity(%)	Bulk density(g·cm ⁻³)
PC30 ^a	16.90±0.75 a ²	34.47±1.19 b	48.63±1.87 a	83.10±0.75 b	0.11±0.00 b
PC50	16.43±0.39 a	39.33±1.55 a	44.23±1.29 b	83.57±0.39 b	0.11±0.00 b
PC70	15.43±1.81 a	39.50±1.34 a	45.07±0.53 ab	84.57±1.81 b	0.11±0.01 b
C100	11.73±1.63 b	40.20±2.11 a	48.03±3.66 ab	88.27±1.63 a	0.14±0.02 a

^aPC30: Perlite+coir dust (70:30, v/v), PC50: Perlite+coir dust (50:50), PC70: Perlite+coir dust (30:70), C100: coir dust (100). All values are means ± SD from experiments.

²Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

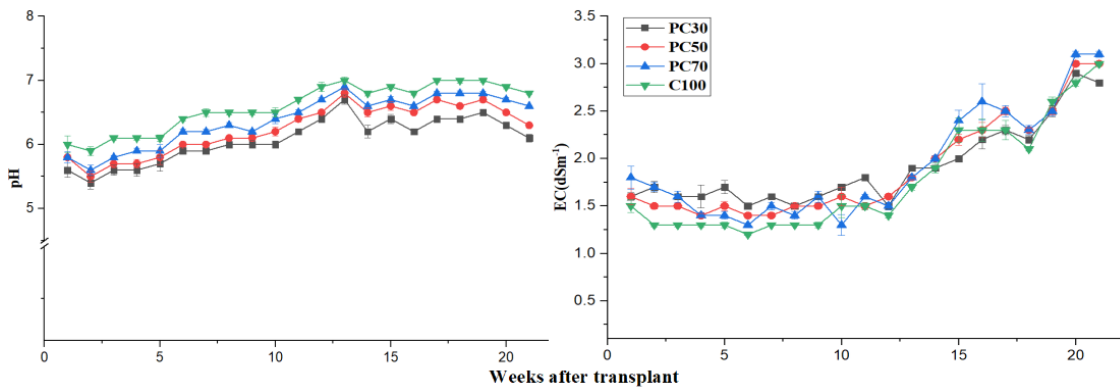


Fig. 2. Variations in pH and EC levels of the drainage under the influence of different substrate in the hydroponic cultivation of 'Ipdeulkkae 1' perilla. Bars indicate SD.

엽록소 함량, 엽중 등을 측정하였고, 마디는 마디수, 경경, 경중 등을 측정하였다. 마디수는 개체당 원줄기의 마디수를 조사하였고, 경경은 지표면에서 상단 1 cm 부위에 디지털 버니어캘리퍼스(Absolute 500, Mitutoyo Corp., Japan)를 이용하여 측정하였다. 엽록소 함량은 수확 잎을 SPAD meter(SPAD-502 Plus, Konica Minolta Inc., Japan)로 잎당 4회 반복 측정하여 평균값을 사용하였으며 엽형지수는 엽장/엽폭의 비율로 계산하였다. 생체중과 건물중은 식물체의 잎과 줄기를 각각 분리하여 생체중을 측정한 다음 70℃ 건조기에서 72 시간 건조한 후 무게를 측정하여 건물중으로 하였다. 수확량은 정식 후 본엽 4장째 부터 상품잎(성엽, 엽장 12 cm 이상)을 대상으로 최종 수확일인 5월 30일까지 매주 1 - 2회 수확하여 총량을 계산하였다.

2.5. 통계처리

시험구 배치는 난괴법 3반복 처리하였고 그래프 작성은 Origin 프로그램(OriginPro 2018, OriginLab Corp., Northampton, MA, USA)을 이용하였으며, 통

계분석은 SAS 프로그램(Statistical Analysis System, V. 9.4, Cary, NC, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA)과 Duncan의 다중범위 검정을 수행하였다($p \leq 0.05$).

3. 결과 및 고찰

3.1. 배지의 물리성, 화학성 비교

수경재배 시 배지의 성분 조성에 따라 배지의 물리적, 화학적 특성이 달라지며, 이러한 배지의 이화학적 특성은 배양액의 조성, EC 및 pH 등에도 영향을 미치므로 작물에 따른 적절한 배지의 조성이 필요하다. 배지의 물리적 특성은 배지의 종류, 입자의 크기, 용기의 모양과 크기, 수분 보유 상태 등에 따라 달라진다(Milks et al., 1989; Nelson, 2014; Rhie et al., 2018). 또한 액상과 기상의 비율에 따라 배지의 보수성과 통기성을 확인할 수 있으며, 배지의 화학적 특성은 양수분관리에 있어 매우 중요한 요인으로 EC, pH, 다량원소 및 미량원소 등의 효과적인 공급과 관련된다(Gabriels et al.,

Table 3. Leaf growth characteristics of “Ipdeulkkae 1” perilla hydroponically grown in different mixing ration substrates at 175 days after transplanting

Substrate	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf shape index	Chlorophyll content (SPAD value)	Leaf fresh weight (g/Leaf)	Leaf dry weight (g/Leaf)
PC30 ^y	10.8±1.29 ab ^z	8.1±1.35 b	1.35±0.11 a	28.10±2.15 b	2.70±0.32 a	0.28±0.03 ab
PC50	10.2±1.94 b	7.8±1.31 b	1.31±0.18 ab	30.30±2.77 ab	2.23±0.30 a	0.24±0.05 b
PC70	11.5±1.72 a	9.3±1.48 a	1.24±0.06 b	28.73±0.85 ab	2.65±0.31 a	0.29±0.03 ab
C100	11.8±1.70 a	9.6±1.61 a	1.24±0.07 b	30.51±1.32 a	2.64±0.40 a	0.33±0.04 a

^yPC30: Perlite+coir dust (70:30, v/v), PC50: Perlite+coir dust (50:50), PC70: Perlite+coir dust (30:70), C100: coir dust (100). All values are means ± SD from experiments.

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

Table 4. Stem growth characteristics of “Ipdeulkkae 1” perilla hydroponically grown in different mixing ration substrates at 175 days after transplanting

Substrate	Number of nodes	Internode length (cm)	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Stem fresh weight (g/Plant)	Stem dry weight (g/Plant)
PC30 ^y	17.7±1.42 a ^z	3.3±0.45 b	54.5±8.25 b	6.7±0.85 b	17.88±2.19 c	1.82±0.27 b
PC50	17.3±1.18 a	3.5±0.43 ab	54.6±6.25 b	6.6±0.80 b	20.63±2.14 b	1.96±0.33 b
PC70	17.3±1.44 a	3.6±0.31 ab	58.0±3.61 ab	7.7±0.57 a	23.52±1.51 a	2.27±0.23 a
C100	17.5±1.05 a	3.7±0.27 a	59.9±3.23 a	7.3±0.84 ab	24.33±0.79 a	2.09±0.11 ab

^yPC30: Perlite+coir dust (70:30, v/v), PC50: Perlite+coir dust (50:50), PC70: Perlite+coir dust (30:70), C100: coir dust (100). All values are means ± SD from experiments.

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

1985; Nelson, 2014; Kim et al., 2016).

작물의 생육을 위해서는 고상, 기상, 액상의 적절한 근권 환경이 중요한데(Bunt, 1984), 본 실험에 이용된 코이어와 펄라이트 혼합 비율에 따른 배지의 물리적 특성을 고상률, 액상률, 기상률, 총 공극률, 용적밀도로 분석하였다(Table 2).

고상률은 PC30이 16.9%로 가장 높았고, C100 (11.73%)에서 가장 낮았다. 반면에 액상률은 PC30 (34.47%)이 가장 낮았고, C100(40.20%)에서 가장 높게 나타났다. 또한 기상률은 PC30이 48.63%로 가장 우수한 통기성을 보였다. 총 공극률은 C100이 88.27%로 다른 배지에 비해서 유의하게 높았으며, 용적밀도는 C100이 $0.14 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 로 다른 배지들의 평균적인 $0.11 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 값보다 유의적으로 높았다. Resh (2013a)는 배지의 수분 보유력은 입자 크기, 입자 형태 및 공극률에 의해 결정되며 입자가 작으면 작을수록 표면적과 공극률이 더 커지기 때문에, 배지의 수분 보유력이 증가된다고 하였으며 본 실험에서도 동일하게 총 공극률이 높을

수록 수분 보유율이 커지는 것으로 나타났다. 또 코이어 더스트 함량이 많을수록 액상률이 증가하였는데 이는 더스트가 양수분을 흡착하기 때문으로 생각된다. 또 야자껍질의 셀룰로스나 리그닌 성분 등이 음전하성을 가진 분자들로 구성되어 있기때문에 코이어 배지가 양이온을 흡착하는 특징이 있다는 보고(Resh, 2013b)와 본 실험의 결과는 일치하였다.

배지의 화학적 특성은 배지의 양분 보유력의 지표로서 양분관리 및 수분관리에 있어 매우 중요하다(Nelson, 2014). pH는 배지의 산성도를 가늠하는 척도로(Kim et al., 1997), 작물의 균형적 양분 흡수에 중요한 요인이다. 작물 영양 흡수에 있어 많은 문제를 배지 pH를 원하는 범위로 유지함으로써 예방할 수 있다. 온실 작물 재배의 최적 pH는 무토양 배지에서 5.4 - 6.6이다(Nelson, 2014). 근권의 pH가 3.0 이하로 낮거나 8.0 이상 높으면 작물에 가시적인 장애가 나타나며 뿌리 세포의 효소활성이 H^+ 의 농도에 영향을 받아 옥신이나 사이토키닌의 활성이 낮아져 뿌리 신장에 해

Table 5. Comparison of quantity of "Ipdeulkkae1" according to different mixing ratio substrates in the hydroponics culture

Substrate	Leaf number			Leaf yield		
	Total leaf number (1,000 leaf/10a)	Marketable rate (%)	Marketable leaf number (1,000 leaf/10a)	Total leaf yield (kg/10a)	Marketable rate (%)	Marketable yield (kg/10a)
PC30 ^y	1,264 c ^z	57 c	720 c	1,959 c	65 c	1,268 c
PC50	1,298 bc	77 b	1,001 b	2,303 b	82 b	1,894 b
PC70	1,398 a	92 a	1,291 a	2,731 a	95 a	2,581 a
C100	1,409 a	97 a	1,362 a	2,854 a	98 a	2,796 a

^yPC30: Perlite+coir dust (70:30, v/v), PC50: Perlite+coir dust (50:50), PC70: Perlite+coir dust (30:70), C100: coir dust (100).

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

를 줄 수 있다(Yamazaki, 1982; Park et al., 1999).

코이어와 펄라이트 혼합비율에 따른 재배기간 동안의 배지 내 pH와 EC를 확인하였다(Fig. 2). 들깨잎 재배기간 동안 배지의 pH는 모든 혼합 배지 처리구에서 pH 5.4 - 6.8의 범위에서 관리되었다. 양액기를 이용하여 적정 배지의 pH를 관리하였는데 코이어 더스트의 함량이 많은 배지일수록 배지 pH가 높은 경향을 보였다. 용존 염류의 농도를 확인할 수 있는 EC(전기전도도)(Brady et al., 2008)는 근권의 EC가 높을 경우 배지 내의 염류 함량이 높아져 수분 흡수 및 이온 흡수 장애를 받거나(Yamaguchi, 1989; Marschner, 1995), 기공전도도를 낮추고, 광합성을 억제하여 총 생산량의 감소에 영향을 줄 수 있다(Park et al., 1999; Kim et al., 2016). 따라서 본 실험에서는 전 생육기간 동안 EC 1.2 - 3.1 $\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 범위에서 관리되었는데 생육 후기로 갈수록 배액 EC는 모든 혼합 배지에서 높아지는 경향을 보였다. 생육 후기 EC가 높아지는 이유는 공급되는 양액의 EC가 높은 원인도 있지만, 코이어 더스트에 함유된 Cl, K 및 Na 등의 이온들이 원인이 될 수 있다(Nelson, 2014). Shin et al.(2012)은 배지에 포함된 가용성 탄수화물, 탄닌, 저분자 리그닌, 수지산, 유지 등이 원인일 수 있다고 보고하였다. 본 실험에서도 이러한 보고와 유사하게 코이어 더스트를 사용한 배지에서 양이온이 흡착되어 생육 후기로 갈수록 EC가 높게 나타났다. 이처럼 코이어 더스트가 많으면 배지 내의 EC 함량을 높일 수 있으므로 적절한 혼합 배지를 이용하는 것이 효율적인 양액 관리에 도움이 될 것으로 판단된다.

3.2. 생육 및 수량성 비교

혼합 배지 4종에 따른 '잎들깨 1호'의 생육 및 수량을

확인한 결과(Table 3), 엽장과 엽폭은 C100(11.8 cm, 9.6 cm)에서 가장 컸고, PC50(10.2 cm, 7.8 cm)에서 가장 작았다. 반면에 엽형지수는 PC30(1.35)로 값이 가장 컸으며 PC70와 C100(1.24)로 작았다. 엽형지수가 크면 잎이 긴 형태로 보이고 반대의 경우에는 잎이 비교적 둥근 모양을 나타내는데 모든 배지에서 통계적 차이는 있었지만 육안으로는 큰 차이를 확인할 수 없는 수준이었다. 엽록소 값은 C100(30.51)에서 가장 높았고 PC30(28.10)에서 가장 낮았으며 이는 엽형지수와 비슷하게 외관상 색의 차이를 확인할 수는 없었지만 배지 별로 평균간 차이를 보여 펄라이트 함량이 많을수록 낮아지는 경향을 보였다. 하지만 잎의 생체중은 모든 배지 처리에서 평균간 차이가 없었으나, 건물중은 C100에서 생육된 들깨잎이 0.33 g으로 가장 높았고 다음으로 PC70이 0.29 g, PC30이 0.28 g 순으로 낮아졌고 PC50이 0.24 g으로 가장 낮았다. 본 실험에서 펄라이트 함량이 가장 높은 PC30을 제외하고 코이어 더스트 비율이 높을수록 엽장과 엽폭이 커지고 건물중은 증가하였는데, 이는 배지 함수율과 높은 관련이 있다. 즉, 선행연구(Choi et al., 2019b)의 배지 함수율이 증가할수록 수량이 높다는 결과와 일치한다. 같은 맥락으로 배지의 함수율이 떨어지면 근권의 양수분 흡수 균형이 깨지고 뿌리에 스트레스를 주며 광합성이 저하되고 생육이 억제되므로 (Martin et al., 1966), 뿌리가 충분히 호흡을 할 수 있는 수준에서의 기상물을 제외하고는 충분히 양수분을 보유할 수 있는 배지가 작물의 생육 및 수확량 증대에 유리할 것으로 판단된다.

혼합 배지 4종에 따른 '잎들깨 1호'의 마디수는 17.3 - 17.7개로 유의한 차이는 없었다 (Table 4). 절간장과 초장은 코이어 더스트 함량이 높을수록 크게 나타났는

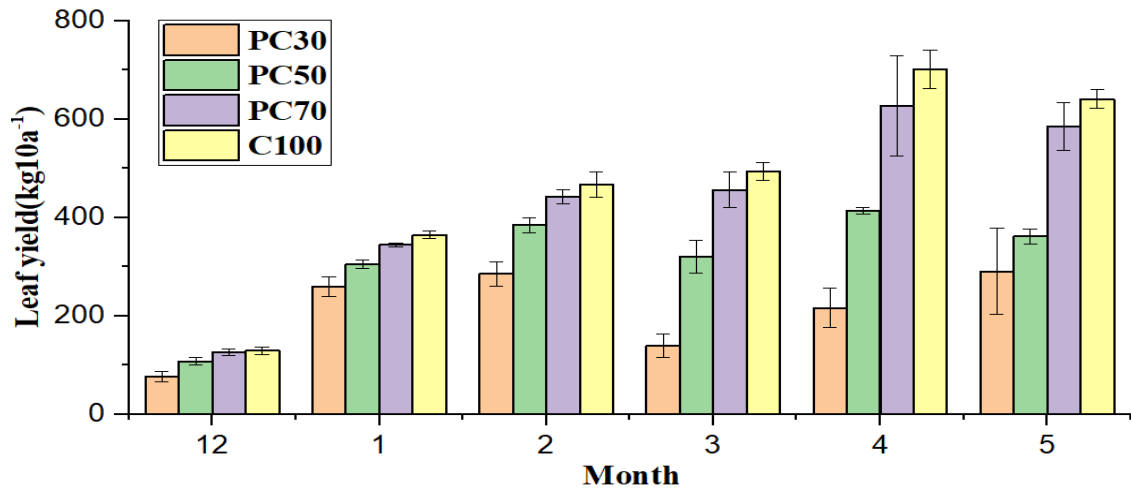


Fig. 3. Monthly yield of "Ipdeulkkae 1" perilla hydroponically grown in different substrate mixing ratios. Bars indicate SD.

Table 6. The inorganic mineral contents of the drained solution under different mixing ratio substrates were analyzed weekly during the period from December 20, 2021, to April 8, 2022

Substrate	NO ₃ (mg·L ⁻¹)	PO ₄ (mg·L ⁻¹)	K (mg·L ⁻¹)	Ca (mg·L ⁻¹)	Mg (mg·L ⁻¹)	Na (mg·L ⁻¹)	Cu (mg·L ⁻¹)	Fe (mg·L ⁻¹)	Zn (mg·L ⁻¹)	Mn (mg·L ⁻¹)
PC30 ^a	182.8 a ²	7.7 a	230.1 a	83.7 a	28.9 ab	35.8 a	0.25 a	1.1 b	0.17 ab	0.19 a
PC50	199.8 a	8.1 a	227.0 a	73.3 ab	30.0 ab	31.8 b	0.17 a	1.3 a	0.14 b	0.11 b
PC70	189.8 a	8.0 a	241.9 a	63.6 b	32.0 a	33.2 ab	0.26 a	1.4 a	0.21 ab	0.12 b
C100	168.3 a	7.0 a	255.3 a	47.9 c	26.5 b	34.4 ab	0.19 a	1.4 a	0.22 a	0.10 b

^aPC30: Perlite+coir dust (70:30, v/v), PC50: Perlite+coir dust (50:50), PC70: Perlite+coir dust (30:70), C100: coir dust (100).

²Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p \leq 0.05$.

데, PC100의 절간장은 3.7 cm, 초장은 59.9 cm로 가장 길었고 나머지 배지의 절간장과 초장은 PC70 (3.6 cm, 58.0 cm) > PC50(3.5 cm, 54.6 cm) > PC30 (3.3 cm, 54.5 cm) 순으로 작아졌다. 줄기직경은 PC70에서 7.7 mm로 C100 7.3 mm 보다 약간 높았고 PC30과 PC50은 6.6 - 6.7 mm로 비슷하였다. 줄기의 생체중과 건물중에서도 코이어 퍼스트 비율이 높은 C100 (24.33 g, 2.09 g)과 PC70 (23.52 g, 2.27 g)으로 상대적으로 높았고, PC50 (20.63 g, 1.96 g)과 PC30 (17.88 g, 1.82 g)은 낮았다. 줄기생육에서는 PC70과 C100이 다른 혼합 배지에 비해서 줄기직경과 생체중, 건물중에서 생육이 유의하게 높은 것으로 나타났다.

잎들깨 잎의 수량을 비교한 결과 (Table 5), 총 잎수는 C100에서 가장 많았고 PC70, PC50 순으로 낮아져, PC30에서 가장 적었다. 또한 상품율에서도 C100

(98%), PC70 (95%)로 높았고, PC30(65%)에서 가장 낮게 나타났다. 잎의 수량은 잎수와 유사한 패턴을 보였는데, C100의 상품잎이 2,796 kg/10a로 최고에 도달한 반면, PC30은 1,268 kg/10a로 가장 낮았다. 또 잎들깨의 배지별 월별 수확량을 확인한 결과, 12월부터 1월까지의 수확량에서 C100이 가장 많았으며, 3월 이후에는 차이가 더 크게 벌어졌다 (Fig. 3).

Yoo et al.(2008)은 오이 수경재배에서 코이어 퍼스트(dust)와 칩(fiber)에 따른 배지 혼합 비율에서 퍼스트 함량이 높을수록 수량과 생산성이 높았으며, 퍼스트 100%와 50% 배지에서 베드층진>자루재배>생장포트 순으로 작아진다고 보고하였다. 또 Shin et al.(2022)은 잎들깨 수경재배 시 원통형 포트 재배에서 원예용상토 (코코피트 50%) > 입상 암면 > 코이어(chip:dust=5:5) > 펄라이트 순으로 생육과 수량이 줄어드는 것으로 보고

하였다. 본 실험에서도 수분보유력이 좋은 배지에서 더 많은 수량을 보였으며 선행연구에서 배지의 부피가 적은 포트 재배에서 보다 베드 충진 재배에서 더스트 함량에 따른 차이를 보였는데 이는 배지내 수분 보유력 차이가 원인인 것으로 판단된다.

있들개 재배 기간 동안의 매주 배액의 무기이온 함량을 측정할 결과, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn 등은 코이어와 펠라이트 혼합 배지 비율 차이에 따라 유의한 변화가 있었으나, NO₃는 168.3 - 199.8 mg·L⁻¹, PO₄는 7.0 - 8.1 mg·L⁻¹, K는 227.0 - 255.3 mg·L⁻¹, Cu는 0.17 - 0.26 mg·L⁻¹ 범위 수준으로 배지 별 차이는 없었다 (Table 6). 배액 내 Ca, Na, Mn 농도는 PC30에서 다른 배지에 비해 가장 높은 반면에 Fe, Zn은 C100에서 높았다. 또 Ca, Mg 등은 배지에서 흘러나온 배액의 낮은 농도로 보아 C100에서 배지 내에 집적이 된 것으로 판단된다. 이는 딸기 수경재배 기간동안 더스트 비율이 높은 배지의 Ca, Mg 등이 집적된다는 보고와 일치한다 (Lee et al., 2018).

4. 결 론

본 연구 결과 코이어와 펠라이트 배지의 혼합 비율별로 총 공극량과 양수분 보유력을 비교하였을 때, 총 공극량이 많고 양수분 보유력이 좋은 배지에서 생육한 잎들개의 생육과 수량이 높았다. 이는 코이어 더스트 함량이 증가할수록 총 공극량과 배지 함수량이 증가하여 배지 물리성이 향상되어 결과적으로 PC70과 C100에서 재배된 잎들개의 생육과 수량이 다른 배지에 비하여 증가한 것으로 판단된다. 하지만 코이어 더스트 비율이 높을수록 배지내 수분 배수 속도가 늦어져 과습에 의한 장해(Choi et al., 2017)가 유발될 수 있으므로 배지의 혼합 비율을 잘 설정해야 한다. 따라서 배지 내에 적절한 배수를 유지하기 위해 코이어 더스트 비율을 70%(v/v) 정도로 하여 건전한 배지 환경을 조성하고 수경재배 시에 습도에 강한 품종을 선택하여 계절별, 생육기간별로 배지내 적절하게 양·수분을 관리한다면 균일하고 생산성 높은 잎들개를 생산할 수 있을 것으로 판단된다.

REFERENCES

- Bae, J. H., Lee, Y. B., Kim, H. C., Cha, S. H., Lee, H. J., 2008, Development of suitable alternative substrates in hydroponics of sweet pepper, *Journal of bio-environment control*, 17(2), 138-142.
- Brady, N. C., Weil, R. R., 2008, *The nature and properties of soils*, Prentice hall upper saddle river, NJ, 13, 415-416.
- Bunt, A., 1984, Physical properties of mixtures of peats and minerals of different particle size and bulk density for potting substrates, *Acta Hort.*, 150, 143-154.
- Choi, G., Yeo, K., Choi, S., Jeong, H., Kim, S., Kang, N., Choi, H., 2017, Moisture retention and diffusion characteristics of the coir substrate according to the ratio of chip and dust, *Korean J. Hortic. Sci. Tech.*, 35(Suppl II), 92.
- Choi, J. W., Choi, H. C., Kim, J. G., Lee, J. H., Kim, C. K., Shin, I. S., Hong, Y. P., 2019a, Review of post-harvest management to expand the export of fresh perilla leaves, *Korean J. Food preserv.*, 26(7), 730-739.
- Choi, S. H., Lim, M. Y., Choi, G. L., Kim, S. H., Jeong, H. J., 2019b, Growth and quality of two melon cultivars in hydroponics affected by mixing ratio of coir substrate and different irrigation amount on spring season, *Protected horticulture and plant factory*, 28(4), 376-387.
- Choi, Y. H., 2003, Changes in vitamin C and minerals content of perilla leaves by different cooking methods, *Korean J. Soc Food Cookery Sci.*, 19(2), 174-180.
- Dorais, M., Papadopoulos, A., Gosselin, A., 2002, Greenhouse tomato fruit quality, *Horticult. Rev.*, 26, 239-349.
- Gabriels, R., Verdonck, O., Meekers, O., 1985, Substrate requirements for pot plants in recirculating water culture, *Symposium on nutrition, growing techniques and plant substrates*, 178, 93-100.
- Kim, H. G., Seo, B. S., Chung, S. J., 1997, Effects of compost mixed with microorganism compost fermented on the seedlings growth of tomato and red pepper, *Korean J. Orga Agric.*, 5, 129-140.
- Kim, H. M., No, K. O., Hwang, S. H., 2016, Use of pellet or cube-type phenolic foam as an artificial medium for production of tomato plug seedlings, *Korean J. Hortic. Sci. Technol.*, 34(3), 414-423.
- Lee, S. G., Choi, E. Y., Lim, G. H., Choi, K. Y., 2018, Yield and inorganic ion contents in drained solution by different substrate for hydroponically grown strawberry, *Horticultural science and technology*, 36(3), 337-349.
- MAFRA., 2022, *Agricultural business registration information statistics service*, Ministry of agriculture,

- food and rural affairs.
- Marschner, H., 1995, Mineral nutrition of higher plants, 2nd eds., Academic Press, New York, 15-22.
- Martin, P., Lingle, J., Hagan, R., Flocker, W., 1966, Irrigation of tomatoes in a single harvest program, California agriculture, 20(6), 13-14.
- Milks, R. R., Fonteno, W. C., Larson, R. A., 1989, Hydrology of horticultural substrates: III. Predicting air and water content of limited volume plug cells, Journal of the american society for horticultural Science, 114(1), 57-61.
- Nelson, P. V., 2014, Greenhouse operation and management, Pearson education limited, 169-202.
- Park, K. W., Kim, Y. S., 1998, Hydroponics in horticulture, Academybook, Seoul, Korea, 76-90.
- Park, M. H., Shim, M. Y., Lee, Y. B., 1999, Effects of pH level and electrical conductivity on growth, nutrient absorption, transpiration and CO₂ assimilation of leaf lettuce in hydroponics, J. Bio-environ. Con., 8, 115-124.
- Park, S. R., Park, K. S., Lee, C. H., Oh, S. Y., 2021, Growth characteristics of leaf perilla grown in nutrient solution according to antibacterial treatment, 39, 86-86.
- RDA., 2012, Manual for agriculture investigation, Rural development administration, 453-458.
- RDA., 2018, Manual for perilla leaf cultivation, Rural development administration, 7-36.
- Resh, H. M., 2013a, Hydroponic food production, A definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower, CRC press, 89-96.
- Resh, H. M., 2013b, Hydroponic food production: A definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower, CRC press, 293-307.
- Rhie, Y. H., Kang, S. H., Choi, M. J., Kim, J. Y., 2018, Physical and chemical properties of bottom ash and coir dust mix used as horticultural substrates, Horticultural science and technology, 36(2), 161-171.
- Shin, B. K., Son, J. E., Choi, J. M., 2012, Physico-chemical properties of peatmoss and coir dust currently used as root medium components for crop production in korean plant factories, Journal of bio-environment control, 21(4), 362-371.
- Shin, M. J., Jeong, H. J., Roh, M. Y., Kim, J. H., Song, K. J., 2022, Growth and yield response of perilla plants grown under different substrates in hydroponic system, Journal of bio-environment control, 31(4), 292-299.
- Yamaguchi, Y., 1989, Initiation mechanism on the salt tolerance of rice varieties, Japanese J. soil sci. Plant nutrient, 60, 210-219.
- Yamazaki, K., 1982, The whole book for hydroponics, Hakyusha, Tokyo, Japan.
- Yoo, 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, 17, 340-343.
-
- Researcher. Pyeong-Sic Park
Chungcheongnam-do Agricultural Research and Extension Services
franky80@hanmail.net
 - Researcher. Jong-Won Park
Chungcheongnam-do Agricultural Research and Extension Services
jjong1park@korea.kr
 - Researcher. Hye-Kyeong Hyeon
Chungcheongnam-do Agricultural Research and Extension Services
hhg1234@korea.kr
 - Senior Researcher. Hyun-Sook Kim
Chungcheongnam-do Agricultural Research and Extension Services
hskim0405@korea.kr
 - Senior Researcher. Soo-Sang Hahm
Chungcheongnam-do Agricultural Research and Extension Services
hahmsoo@korea.kr
 - Senior Researcher. Hak-Hun Kim
Chungcheongnam-do Agricultural Research and Extension Services
hakhum@korea.kr
 - Professor. Hyo-Gil Choi
Department of Horticulture, Kongju University
hg1208@kongju.ac.kr