

잎들깨 수경재배에서 배지 종류에 따른 식물 생육 및 수량의 반응

신민주¹ · 정호정² · 노미영² · 김진현¹ · 송관정^{3*}

¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 시설원예연구소 농업연구사, ²농촌진흥청 국립원예특작과학원 시설원예연구소 농업연구관,
³제주대학교 원예학과 교수

Growth and Yield Response of Perilla Plants Grown under Different Substrates in Hydroponic System

Minju Shin¹, Ho Jeong Jeong², Mi Young Roh², Jin Hyun Kim¹, and Kwan Jeong Song^{3*}

¹Researcher, Protected Horticulture Research Institute, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Haman 52054, Korea

²Senior Researcher, Protected Horticulture Research Institute, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Haman 52054, Korea

³Professor, Department of Horticultural Science, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

Abstract. This study was conducted to analyze physical and chemical properties of horticultural substrates and response of hydroponically grown two cultivars of 'Namcheon' and 'Somirang' perilla by four different substrates: coir (chip:dust = 5:5), perlite, granular rockwool, and commercial mixed substrate (cocopeat:peatmoss:vermiculite:perlite:zeolite = 50:25:10:10:5). There were no significant differences in EC and pH according to substrates. Container capacity was the greatest in granular rockwool, and it showed appropriate levels in mixed substrate and coir. Air space was higher in coir and perlite than the other treatments. Bulky density reached a proper standard in all substrates excepting coir. The leaf length and width of 'Namcheon' indicated the most in mixed substrate, though the value of 'Somirang' was greatest in coir substrate. The leaf weight of both cultivars was highest in mixed substrate, and relatively low in coir and perlite. The total yield of leaves was separated by two groups: higher group, which are mixed substrate and granular rockwool, and lower group, which are coir and perlite. There was a large gap by 28% between these two groups. Therefore, this study suggests that substrates with high water holding capacity such as mixed substrate or granular rockwool are most suitable for the hydroponic cultivation of perilla, which require sufficient moisture supply to the root zone.

Additional key words: coir, granular rock wool, hydroponics, perilla leaf, perlite

서 론

잎들깨(*Perilla frutescens* Britt.)는 꿀풀과(Labiatae)에 속하는 1년생 초본으로 동부아시아 지역이 원산지이며 한국, 인도 및 중국 동북부 지역에서 재배되어 온 여름작물이다(RDA, 2018). 우리나라 잎들깨 재배면적은 2020년 기준으로 약 1,100ha이며, 생산량으로 연간 4만톤, 생산금액은 약 2,200억 원을 웃도는 농가의 주요한 소득작목이다(KAFFTC, 2022; MAFRA, 2022). 특유의 식감과 향으로 대표적인 쌈채소로 재배되어 온 잎들깨는 갈슘, 무기질 등이 풍부할 뿐 아니라 최근 항산화 효과가 높은 로즈마린산이 많이 함유되어 있는 것

이 알려지면서 재배가 증가하고 일본 등으로의 수출도 확대되고 있다(Kim 등, 2021).

수경재배는 토양이 아닌 배지에서 양액을 이용하여 작물에 양분을 공급하는 방법이다. 수경재배를 통해 집약적이고 효과적인 작물 관리가 가능하며(Dorais 등, 2000), 양·수분의 정밀 관리가 가능하여 품질 향상과 수량 증대 및 생력화를 이룰 수 있다(Choi 등, 2019; Nam 등, 2019). 국내 수경재배 농가 중 약 91%가 고품 배지를 이용한 수경재배 시스템을 사용하고 있다(MAFRA, 2021). 고품배지경은 수분 공급을 용이하게 조절할 수 있고 코이어, 펄라이트, 암면 등 여러 배지의 종류에 따라 근권 환경의 물리성과 화학성이 변화하므로 양수분 흡수 형태가 달라지며 이는 작물의 수확량 및 품질에 큰 영향을 미칠 수 있다(Kim과 Chang, 2004; Urrestarazu 등, 2008; Hanna, 2009). 토마토, 딸기 등 여러 시설원예 작물에서 배지

*Corresponding author: kwansong@jejunu.ac.kr
Received June 7, 2022; Revised September 29, 2022;
Accepted September 29, 2022

에 따른 작물의 생육 및 수량 차이가 보고된 바 있다(Lee 등, 2018; An과 Shin, 2021).

현재 우리나라는 전체 수경재배 중 약 96.4%가 딸기, 토마토, 파프리카 등 과채류에 집중되어 있으며 상추를 포함한 엽채류 수경재배는 약 1%에 불과하다(RDA, 2021). 잎들깨는 토양재배가 대부분이며, 연작에 의한 생리장해나 토양전염성 병해충의 발생이 많아 장기재배에서는 품질과 생산성이 떨어지기 쉬운 것이 농가에서 문제가 되고 있다. 수경재배 방식을 도입할 경우 토양 유래 병해충으로 인한 문제가 잘 발생하지 않으며, 문제 발생 시 배지 교체 등 대처가 용이하므로 이러한 문제점을 해결할 수 있는 적절한 방법이 될 수 있다. 현재까지 잎들깨의 수경재배를 위한 재배법이 확립되어 있지 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 수경재배에 중요한 환경 요소 중 하나인 배지 선정에 대해 배지의 조합에 따른 잎들깨의 생육 및 수량 분석을 통해 잎들깨 수경재배 최적화를 위한 기초연구로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 식물재료 및 재배관리

식물재료로 잎들깨(*Perilla frutescens* Britt.)의 ‘남천’과 ‘소미랑’ 품종을 이용하였다. 수경재배 시험은 국립원예특작과학원 시설원예연구소(경남 함안군 소재) 내의 아치형 단동 비닐하우스(폭 10m×동고 6m×길이 40m) 내에서 수행되었다. 육묘용 시판상토(Tosilee, Shinan Growth Co. Ltd., Korea)를 충전한 200구 플러그트레이에 2021년 7월 5일에 파종하였고, 원통형 포트(지름 7cm×높이 11cm) 플라스틱 재배조에 고품 배지를 각각 충전한 후 8월 10일 정식하였다. 8월 24일부터 시험종료 시까지 화학분화를 억제하기 위하여 15W 주광색 LED(A70, Dongyang Tospo Lighting Optoelectronic Co. Ltd., China)를 잎들깨 재배조로부터 높이 1.5m, 전구 간격 2m로 설치하고 밤 11시부터 새벽 3시까지 광중단 처리를

하였다. 재배조 높이 기준으로 라이트 미터(LI-250A, LI-COR Biosciences Inc., USA)를 이용하여 광량속밀도(PPFD)를 측정하였을 때 $1.86\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 이었으며, 조명광도는 $0.75\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 이상일 때 식물체가 감응하므로 전조용으로 충분하였다(RDA, 2018).

배양액은 한국원시 엽채류 범용(Park과 Kim, 1998)을 사용하였으며, 조성은 $\text{NO}_3\text{-N}$ 14.0, $\text{NH}_4\text{-N}$ 1.0, $\text{PO}_4\text{-P}$ 3.0, K 6.0, Ca 8.0, Mg 4.0, $\text{SO}_4\text{-S}$ $4.0\text{me}\cdot\text{L}^{-1}$ 이었다. 배양액 농도는 정식 초기 $0.7\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 에서 시작하여 수확기 $1.2\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ 까지 생육단계별로 점차 농도를 높여가며 관수하였다. 타이머로 조정하여 오전 8시부터 오후 17시까지 일 5-6회 관수하였으며, 1회 관수 시 한 식물체 당 관수량은 15mL이었다.

온실 내 온도, 상대습도는 환경계측기 데이터로거(CR1000, Campbell Scientific Inc., UT, USA)를 사용하여 10분 간격으로 측정하여 온실 재배 환경을 조절하였다(Fig. 1).

2. 배지 종류 처리

배지 종류에 따른 잎들깨의 생육 및 수량 비교를 위해 정식용 원통형 포트 플라스틱 재배조에 충전하는 배지 종류를 달리 처리하였다. 배지 종류로는 펄라이트(Parat, Kyungdong One Co. Ltd, Korea) 단용, 칩:더스트 비율이 5:5인 코이어(Daeyoung GS, Korea) 단용, 입상 암면(Woollite, Korea Agro-media Corp, Korea) 단용, 시판 원예용 상토(Tosilee, ShinanGro Co. Ltd., Korea, 코코피트 50%, 피트모스 25%, 질석 10%, 펄라이트 10%, 제오라이트 5%) 단용 총 4종을 이용하였다. 이들 각각의 배지를 재배조에 가득 채운 후 그 위에 양액공급용 점적호스를 4줄로 배치하여 양액을 공급하였다.

3. 배지 물리적 및 이화학적 특성 분석

배지의 물리성인 용기용수량(container capacity, CC), 기상률(airspace, AS), 총 공극률(total porosity, TP), 가비중(bulk density, BD)을 측정하기 위해서 4종류의 배지의 부피

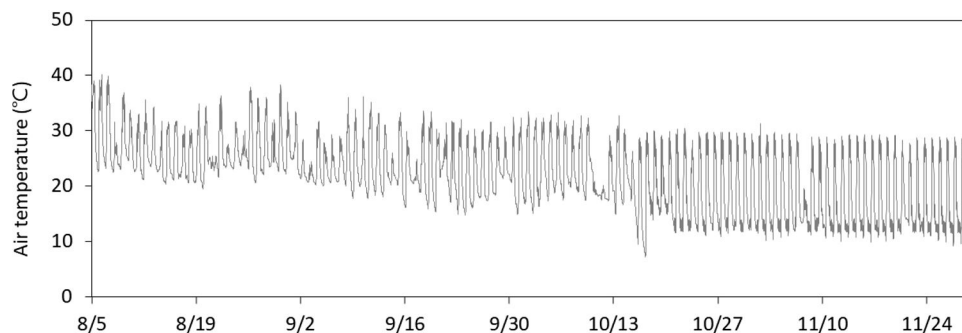


Fig. 1. Daily temperature in the greenhouse of perilla during the cultivation period.

(volume of substrate, VS)를 측정한 후 48시간 동안 침지하여 포화된 무게를 측정하였고, 이후 상온에서 2시간 동안 배수하여 배지의 무게(습윤 중량, wet weight, WW)와 배수된 물의 용적(volume of water drained, VWD)을 측정하였다. 배수시킨 배지를 80°C에서 5일간 완전 건조하여 배지의 무게(건조 중량, dry weight, DW)를 측정하였으며 실험은 3반복으로 수행하였다. Kim 등(2016)의 방법에 따라 측정된 값을 Fonteno (1996)와 Choi 등(1997)이 제시한 공식을 사용하여 CC, AS, TP, BD를 계산하였다.

$$CC = (WW - DW) / VS \times 100$$

$$AS = (VWD / VS) \times 100$$

$$TP = CC + AS$$

$$BD = DW / VS$$

또한, 배지 내 이화학적 분석을 위해 일주일 간격으로 처리구마다 수집된 배액을 pH 미터(STAR A211, Thermo Scientific™, USA)와 EC 미터(STARTER-3100C, OHAUS, USA)를 사용하여 배액의 pH와 EC를 측정하였다.

4. 생육 및 수량 특성 조사

농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준(RDA, 2012)에 따라 식물체의 생육량을 조사하였다. 정식 후 106일째(생육 중기)에 각 처리별로 초장, 엽장, 엽폭, 엽병장, 엽중 등 잎의 생육과 마디수, 경경, 경중 등 줄기의 생육을 측정하였다. 수량은 첫 수확개시일 8월 30일(본엽 4장)부터 최종수확일 11월 30일까지 주 1-2회 수확한 것의 총량을 계산하였으며, 엽장 14cm 이상인 성엽만 수확하였다. 마디수는 수확엽(정단부로부터 세 번째 잎) 윗마디까지 조사하였고, 경경은 지제부 상단 1cm 부위에 디지털 버니어캘리퍼스(Digimax, Wiha Tools Ltd., Germany)를 이용하여 측정하였다. 엽록소 함량은 수확엽을 SPAD meter(SPAD-502 Plus, Konica Minolta Inc., Japan)로 3회 반복 측정하였으며 엽형지수는 엽장/엽폭의 비율로 계산하였다. 잎과 줄기를 분리하여 생체중을 측정한 후 70°C 건조기에서 7일 동안 건조한 후 무게를 측정하여 건물중으로 삼았다.

5. 통계분석

시험구는 난괴법 3반복으로 배치하여 각 요인별로 분산분석(ANOVA)을 실시하였다. 통계분석은 SAS 프로그램(Statistical Analysis System, V. 9.4, Cary, NC, USA)을 이용하여 유의성을 분석하였으며, 평균 간 비교는 Duncan's multiple range test(DMRT)로 수행하였다($p \leq 0.05$).

결과 및 고찰

수경재배 시 고품배지의 물리성과 이화학적성은 매우 중요하며 물리성은 배지의 종류 및 입자 크기에 따라 좌우된다. 배지의 물리적 특성은 수분과 공기의 상대적인 비율에 따른 배지의 보수성과 통기성의 지표이며, 이화학적 특성은 식물생육에 적합한 근권환경의 양분에 따른 배지의 양분보유력의 지표로서 이는 적절한 배지의 선정, 양분관리, 수분관리에 있어 매우 중요한 요인이 될 수 있다(Milks 등, 1989; Nelson, 1991; Kang과 Kim, 2004). 따라서 앞들개 수경재배에 적합한 배지를 선발하기 위하여 먼저 시험에 사용된 네 종류의 배지의 물리적 특성과 이화학적 특성을 비교 분석하였다.

식물 성장을 위한 최적 근권 환경을 조성하기 위해서는 고상, 기상, 액상의 적절한 균형이 필요하다(Bunt, 1984). 용기용수량은 배지의 함수율을 나타내며, 배지가 포수된 후에 중력수가 배출되면서 근권부에 산소가 들어갈 공간이 생기는데 배지에서 이 공간의 비율을 기상물이라고 한다(Soffer와 Burger, 1989; Lemaire, 1995). 식물 생육에 적합한 배지 물리성에 대한 기존의 연구결과는 공극률이 75-90%, 액상 65-70%, 기상 20%, 유효수분은 10-30%, 완충수분은 4-10%로 보고되고 있다(Cattivello, 1990; Fonteno와 Nelson, 1990). 배지의 가비중이 너무 낮은 경우에는 식물체를 충분히 지지할 수 없고, 배지가 건조하였을 때 식물이 쓰러지는 문제점을 가지므로 배지는 식물체를 지지할 만큼 적당한 가비중을 가져야 하며(Choi 등, 1997), Bilderback 등(2005)은 안정적인 원예작물 재배를 위하여 배지의 가비중은 0.19-0.7g·cm⁻³ 사이의 범위로 제시하고 있다.

본 실험에서 각 배지의 용기용수량은 입상 압면이 74.3%로 가장 높았고, 원예용 상토 64.5%, 코이어 59.6%로 약 60% 내외의 값으로 적절한 함수율을 보인 반면, 펄라이트는 40.5%에 불과해 보수력이 떨어졌다. 각 배지의 기상물은 코이어와 펄라이트는 30%를 기록하여 통기성이 매우 우수하였으나 입상 압면은 15%, 원예용 상토는 12%로 상대적으로 낮은 값을 보였다. 총 공극률은 코이어가 89.6%, 입상 압면이 89.3%로 매우 높고, 원예용 상토, 펄라이트 순으로 낮아졌으나 4종류의 배지 모두 공극률이 70% 이상으로 안정적인 공극률을 가진 것을 알 수 있었다. 가비중은 원예용 상토가 0.21g·cm⁻³로 가장 높고 입상 압면, 펄라이트, 코이어가 각각 0.19, 0.19, 0.10g·cm⁻³의 값을 보였다. 이에 대한 결과로 입상 압면이 가장 보수성이 좋고 코이어와 펄라이트는 통기성이 우수하였으며, 가비중은 코이어 배지를 제외한 모든 배지가 기준을 충족하였다(Table 1).

본 실험과 유사한 결과는 선행연구에서도 찾아볼 수 있었는

Table 1. Physical characteristics of substrates used in experiments for hydroponic culture of perilla.

Substrate	Container capacity (%)	Air space (%)	Total porosity (%)	Bulk density (g·cm ⁻³)
Coir	59.6 c ²	30 a	89.6 a	0.10 c
Mixed substrate	64.5 b	12 b	76.5 b	0.21 a
Granular rock wool	74.3 a	15 b	89.3 a	0.19 b
Perlite	40.5 d	30 a	70.5 b	0.19 b
F-test	***	***	***	***

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

NS, *, **, ***Not significant or significant at $p \leq 0.05, 0.01$ or 0.001 , respectively.

데 배지 종류에 따른 함수량은 암면이 82%로 유효수분이 가장 높고 코이어 67%, 펄라이트 52% 순으로 낮아지며, 펄라이트와 버미큘라이트에 피트모스를 혼합하면 용기용수량이 증가한다고 보고하였다(Gaag와 Wever, 2005; Choi 등, 2011). 또한, Shin과 Son(2015)은 암면에 비하여 코이어 배지는 입자가 크고 거친 특성 때문에 전체적으로 보수력이 낮았다고 보고하였으며, Rhee 등(2006)은 펄라이트를 단용으로 사용하였을 때 피트모스와 혼합한 배지에 비하여 용수량이 15.5% 감소한다고 하였다.

배지의 이화학적 특성은 작물에 적합한 근권환경을 결정하는 요인이며 pH, EC, 다량원소 및 미량원소 함량 등에 따라 달라진다(Gabriels 등, 1986). 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 해를 줄 수 있다고 보고하고 있다(Yamazaki, 1982; Park 등, 1999). 그리고 EC가 높으면 배지 내의 염류의 함량이 높아져 여러 이온들의 흡수가 억제되고(Yamaguchi, 1989), 작물에 수분 스트레스를 유도하여 생리대사에 영향을 주며(Boyer, 1970), 기공전도도를 낮추고, 광합성속도를 감소시켜 총 생산량에 영향을 줄 수 있다(Park 등, 1999; Kim 등, 2016).

배지 종류에 따른 이화학적 특성을 분석하고자 배지에서 흘러나온 배액을 비커에 받아 EC를 측정하고 결과 4종류의 배지 모두 전 생육기간 동안 EC 1.0 - 1.3dS·m⁻¹로 안정적인 수준의 배액 EC를 유지하였으며, 처리 간의 유의성은 나타나지 않았다. 배액의 pH 역시 생육단계에 따라 6.9 - 7.7 수준을 유지하였으며 배지에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다(Fig. 2).

잎들깨 수경재배용 배지 선발을 위하여 '남천'과 '소미랑' 2개의 잎들깨 품종에 대해 4종류의 배지를 이용하여 생육 및 수량을 분석하였다. 수경재배용 배지의 종류를 달리하여 잎의 생육을 조사한 결과 엽장과 엽폭에서 품종간 차이는 없었으며 배지 간에 유의한 차이를 나타내었다(Table 2). '남천' 품종의

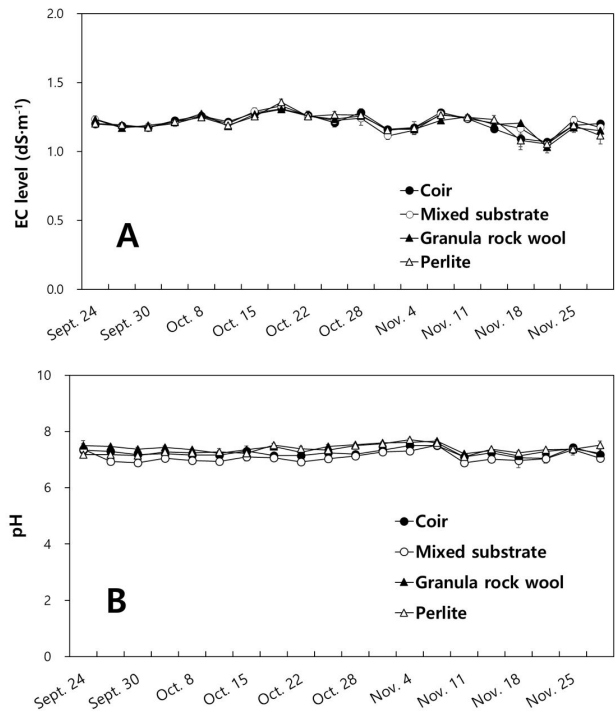


Fig. 2. Changes in the EC (A) and pH (B) of the Drainage as affected by different substrates in the hydroponic culture of 'Namcheon' and 'Somirang' perilla. Vertical bars represent the standard deviation of a sample (n = 3).

경우 원예용 상토에서 엽장 15.8cm, 엽폭 14.2cm로 평균값이 가장 컸고 코이어에서 엽장 14.8cm, 엽폭 12.8cm로 가장 작았으나, '소미랑' 품종은 코이어에서 엽장 15.1cm, 엽폭 13.8cm로 가장 크고 펄라이트에서 각각 14.6cm, 13.1cm로 가장 작아 품종에 따라 다른 결과를 나타내었다. RDA(2018)에 따르면 들깨의 잎 상품성이 뛰어나려면 소비자의 선호에 따라 상품 잎의 엽장이 16cm 이상 크지 않아야 하므로 두 품종 모두 네 종류의 배지에서 적합하였다.

코이어 배지에서 재배한 '남천'은 엽형지수가 1.16으로 가

장 커 상대적으로 길쭉한 엽형을 띠는 반면에 ‘소미랑’은 1.09로 가장 작아 둥근 형태를 띠었으나 육안상 뚜렷한 차이는 없었다. 엽병장과 엽록소 함량은 품종 간의 차이만 있을 뿐 배지에 따른 유의한 차이는 나타나지 않았다. 엽중은 두 품종 모두 원예용 상토에서 재배한 것이 가장 높았고, 코이어와 펄라이트에서 재배한 것이 상대적으로 낮았다. 깃잎은 잎살이 두꺼울수록 저장성이 좋으며 무게 단위 포장에 유리하므로 엽중이

높을수록 상품성이 좋다(RDA, 2018). 따라서 잎의 생육 특성을 보아 엽중이 비교적 높은 원예용 상토에서 생육에 유리할 것으로 판단한다.

줄기의 생육을 측정한 결과 두 품종 모두 입상 압면, 원예용 상토, 코이어, 펄라이트 순으로 마디수가 많았다. 두 품종 모두 입상 압면에서 12.3개의 마디수를 보여 가장 우수하였으며, 코이어와 펄라이트 배지에서는 11.8개 이하로 유의하게 낮게

Table 2. Leaf growth characteristics of ‘Namcheon’ and ‘Somirang’ perilla hydroponically grown in different substrates at 106 days after planting.

Cultivar (A)	Substrate (B)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf shape index	Petiole length (cm)	Chlorophyll content (SPAD value)	Leaf fresh weight (g/leaf)	Leaf dry weight (g/leaf)
Namcheon	Coir	14.8 bc ^z	12.8 c	1.16 a	2.5 b	35.70 c	2.40 abc	0.28 b
	Mixed substrate	15.8 a	14.2 a	1.11 ab	2.9 ab	37.89 b	2.78 a	0.33 a
	Granular rock wool	15.4 ab	13.6 ab	1.13 ab	2.7 b	35.80 c	2.72 ab	0.29 b
	Perlite	15.2 abc	13.5 abc	1.13 ab	2.8 ab	36.10 c	2.44 abc	0.29 b
Somirang	Coir	15.1 bc	13.8 ab	1.09 b	2.8 ab	40.36 a	2.29 bc	0.27 b
	Mixed substrate	15.0 bc	13.4 abc	1.12 ab	2.7 b	38.61 ab	2.66 ab	0.31 ab
	Granular rock wool	15.0 bc	13.5 abc	1.12 ab	2.9 ab	39.50 ab	2.62 ab	0.30 ab
	Perlite	14.6 c	13.1 bc	1.12 ab	3.5 a	39.28 ab	2.08 c	0.28 b
F-test	A	NS	NS	NS	**	***	NS	NS
	B	*	***	***	NS	NS	*	**
	A×B	NS	*	NS	NS	**	NS	NS

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test ($p \leq 0.05$).

NS, *, **, ***Not significant or significant at $p \leq 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.

Table 3. Stem growth characteristics of ‘Namcheon’ and ‘Somirang’ perilla hydroponically grown in different substrates at 106 days after planting.

Cultivar (A)	Substrate (B)	Number of nodes	Internode length (cm)	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Stem fresh weight (g/plant)	Stem dry weight (g/plant)
Namcheon	Coir	11.8 bc ^z	4.83 a	56.8 ab	5.14 bc	17.31 a	1.57
	Mixed substrate	12.0 abc	4.83 a	57.5 a	5.25 abc	18.49 a	1.62
	Granular rock wool	12.3 a	4.46 b	54.9 bc	5.13 bc	16.50 ab	1.50
	Perlite	11.8 bc	4.63 ab	54.3 c	4.89 c	14.49 bc	1.43
Somirang	Coir	11.8 bc	4.03 d	47.3 f	5.33 abc	13.36 c	1.28
	Mixed substrate	12.1 ab	4.10 cd	49.7 de	5.65 a	17.98 a	1.55
	Granular rock wool	12.3 a	4.22 cd	51.6 d	5.57 ab	17.60 a	1.65
	Perlite	11.6 c	4.24 c	49.0 ef	5.17 bc	13.60 c	1.44
F-test	A	NS	***	***	**	NS	NS
	B	***	NS	*	*	***	NS
	A×B	NS	***	***	NS	NS	NS

^zMean separation within columns by Duncan’s multiple range test ($p \leq 0.05$).

NS, *, **, ***Not significant, significant at $p \leq 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.

조사되었다. 초장과 줄기의 직경은 품종 간 차이가 뚜렷하였으며 배지 간에도 다소 유의한 결과를 나타내었다(Table 3). 초장의 경우 ‘남천’은 원예용 상토와 코이어에서 각각 57.5cm, 56.8cm로 컷고 입상 압면과 펄라이트에서 54.9cm, 54.3cm로 짧았으나 ‘소미랑’은 입상 압면과 원예용 상토에서 51.6cm, 49.7cm로 초장이 크고 코이어에서 47.3cm로 가장 작아 품종 간에 코이어 배지에서 반응이 다르게 나타났다. 경경은 두 품종 모두 원예용 상토에서 가장 두꺼웠으며, 펄라이트에서 가장 낮게 측정되었다. 줄기의 생체중 측정 결과 두 품종 모두 원예용 상토에서 가장 높고 펄라이트에서 가장 작았다.

잎들개 재배 시에는 초장이 작으나 줄기가 굵고 마디수가 많으며 절간이 짧을수록 좋다(RDA, 2018). ‘남천’ 품종에 비하여 ‘소미랑’ 품종이 초장이 작고 줄기의 직경이 굵은 품종 특성을 보여 특히 재배조를 띄워 재배하는 수경재배 시스템에서 노동력을 적게 요하므로 재배에 유리한 것으로 보인다. 배지 종류에 따른 줄기의 생육으로 보아 두 품종 모두 마디수가 많고 줄기의 생육이 양호한 입상 압면과 원예용 상토가 적절할 것으로 판단한다.

수량에 직접적인 연관을 가지는 주당 엽수를 조사한 결과, ‘남천’과 ‘소미랑’ 2품종 모두 배지 종류에 따라 유의적인 차이를 보였으며 원예용 상토, 입상 압면, 코이어, 펄라이트 순으로 감소하였다. 1개체당 수확된 잎의 총량 또한 같은 양상을 보였으며 수량이 높은 원예용 상토 및 입상 압면과 수량이 낮은 코이어, 펄라이트로 두 그룹으로 구분되는 형태를 보였다. ‘소미랑’ 품종은 원예용 상토에서 51.8g, 입상 압면에서 50.4g이었으며 ‘남천’은 각각 50.5g, 48.7g인 반면에, 코이어와 펄라이트에서는 ‘소미랑’은 41.5g와 40.4g, ‘남천’의 경우 42.9g, 41.7g로 수량이 높은 그룹과 낮은 그룹 간에 최대 28% 차이를 보였다(Fig. 3과 Fig. 4).

Lee 등(1993)은 토마토 수경재배에서 바크(bark)와 같이 입자가 큰 고품배지에서 생육 초기 낮은 유효수분으로 인하여 활착이 지연되어 생육량이 적었으며 함수율이 높은 압면배지에서 많은 생육량을 보였다고 보고하였다. 또한 오이를 수경재배 할 경우 유효수분이 가장 높은 버미쿨라이트+펄라이트+피트모스 혼합배지(1:1:1)에서 초장, 엽수 등의 영양생장량뿐만 아니라 과실생산량이 가장 많았다(Lee 등, 1996).

본 연구 결과 역시 수분 보유력이 좋은 배지일수록 생육량이 많아졌으며 보수력이 다소 낮은 코이어와 펄라이트보다 유효수분이 많은 원예용 상토와 입상 압면에서 생육 및 수량이 우수한 것을 알 수 있었다. 그러나 용기용수량이 두 번째로 낮았던 원예용 상토에서 수량이 가장 많았던 것은 선행연구에서 제시한 액상의 이상적인 비율에 가장 근접하였기 때문으로 판

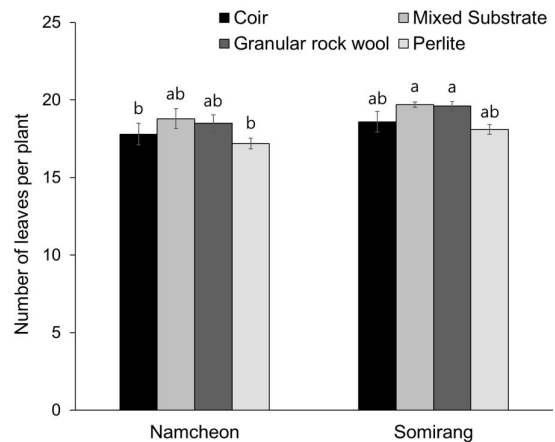


Fig. 3. Number of leaves affected by different substrates in the hydroponic culture of ‘Namcheon’ and ‘Somirang’ perilla. Bars indicate standard error. Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $p \leq 0.05$.

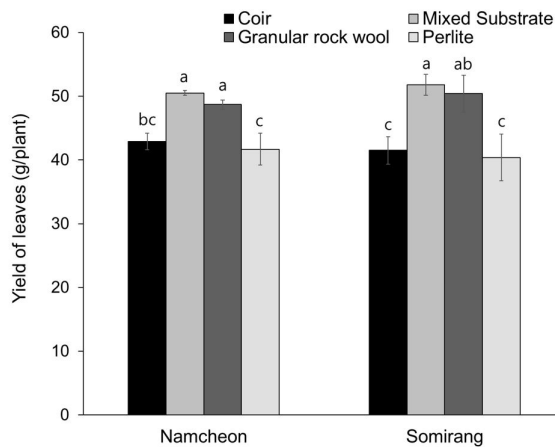


Fig. 4. Yield of leaves affected by different substrates in the hydroponic culture of ‘Namcheon’ and ‘Somirang’ perilla. Bars indicate standard error. Mean separation within columns by Duncan’s multiple range test at $p \leq 0.05$.

단한다. 배지가 양수분을 많이 포함할 수 있으면 근권의 함수율이 급격히 낮아지지 않아 양수분의 이용효율이 증대되므로 (Aljibury와 May, 1970; Martin 등, 1966) 이러한 차이가 생육에 결정적인 영향을 미쳤을 것으로 보인다. 일반적으로 수분 스트레스를 받은 식물은 스트레스를 받지 않은 식물에 비해 일일 줄기 수축이 더 크고 줄기 생장률이 낮으며(Molz와 Klepper, 1973; Goldhamer와 Fereres, 2001), 작물의 수분 스트레스는 식물이 수분을 유지하기 위해 기공을 닫고, 이것은 작물의 생육 및 증산량 감소로 이어지게 한다(Stewart 등, 1977). 본 연구 역시 배지 종류에 따른 이화학적 변화는 없

었으므로 물리성, 즉 함수율 차이로 인해 근권에 공급된 양수분의 양이 달라졌으므로 잎들개의 생육과 수확에 큰 영향을 미친 것으로 판단한다.

이상의 결과를 종합하여 보았을 때 잎들개와 같은 엽채류 재배에서는 충분한 수분 공급이 매우 중요하며, 이는 배지의 보수력과 관계된다. 따라서 원예용 상토와 입상 압면에서 대체로 생육이 좋고 수량이 많은 것으로 나타나 잎들개 수경재배용 배지로 코이어와 펄라이트보다는 보수력이 좋은 원예용 상토와 입상 압면이 적합한 것으로 판단한다.

적 요

잎들개 수경재배 시 적합한 고품배지를 선발하기 위하여 본 연구를 수행하였다. ‘남천’과 ‘소미랑’ 2품종에 대해 코이어(chip:dust = 5:5), 펄라이트, 입상 압면, 원예용 상토(cocopeat: peatmoss:vermiculite:perlite:zeolite = 50:25:10:10:5) 등 4종의 배지에 따른 배지의 물리화학적 특성 및 생육반응을 분석하였다. 배지 간의 EC와 pH의 차이는 보이지 않았으나, 용기용수량 측정 결과 입상 압면이 가장 높고 원예용 상토와 코이어가 적절한 수준을 유지하였다. 배지의 기상률은 코이어와 펄라이트가 30% 이상으로 높은 경향을 보였으며 가비중은 코이어 배지를 제외한 모든 배지가 기준을 충족하였다. 잎의 크기는 품종 간에 배지에 따른 반응이 다르게 나타났는데 ‘남천’ 품종은 원예용 상토에서 엽장, 엽폭이 가장 컸고 ‘소미랑’의 경우 코이어에서 재배하였을 때 가장 컸다. 엽중은 두 품종 모두 원예용 상토에서 재배한 것이 가장 높았고, 코이어와 펄라이트에서 재배한 것이 상대적으로 낮았다. 총 생산량을 조사한 결과 수량이 높은 원예용 상토 및 입상 압면과 수량이 낮은 코이어, 펄라이트로 두 그룹으로 구분되는 형태를 보였으며 그룹 간에 최대 28% 차이를 보였다. 따라서 근권에 충분한 수분 공급이 필요한 잎들개를 수경재배하기 위해서는 보수력이 좋은 원예용 상토와 입상 압면을 이용하는 것이 적합할 것으로 판단한다.

추가주제어: 시판상토, 입상 압면, 코이어, 펄라이트, 엽수, 건물률

사 사

이 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ0160262 02107)의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

Literature Cited

- Aljibury F.K., and D. May 1970, Irrigation schedules and production of processed tomatoes on the San Joaquin Westside. Calif Agric 24:10-11.
- An C.B., and J.H. Shin 2021, Comparison of rockwool, reused rockwool and coir medium on tomato (*Solanum lycopersicum*) growth, fruit quality and productivity in greenhouse soilless culture. J Bio-Env Con 30:175-182. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2021.30.3.175
- Bilderback T.E., S.L. Warren, J.S. Owen, and J.P. Albano 2005, Healthy substrates need physicals too. HortTechnology 15:747-751. doi:10.21273/HORTTECH.15.4.0747
- Boyer J.S. 1970, Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybean and sunflower at various leaf water potentials. Plant Physiol 46:233-235. doi:10.1104/pp.46.2.233
- Bunt A.C. 1984, Physical properties of mixtures of peats and minerals of different particle size and bulk density for potting substrates. Acta Hort 150:143-154. doi:10.17660/ActaHortic.1984.150.15
- Cattivello C. 1990, Physical parameters in commercial substrates and their relationships. Acta Hort 294:183-196. doi:10.17660/ActaHortic.1991.294.20
- Choi J.E., N.R. Lee, J.S. Han, J.S. Kim, S.R. Jo, C.Y. Sim, and J.M. Choi 2011, Influence of various substrates on the growth and yield of organically grown ginseng seedlings in the shaded plastic house. Korean J Med Crop Sci 19:441-445. (in Korean) doi:10.7783/KJMCS.2011.19.6.441
- Choi J.M., J.W. Ahn, J.H. Ku, and Y.B. Lee 1997, Effect of medium composition on physical properties of soil and seedling growth of red pepper in plug system. J Korean Soc Hort Sci 36:618-624. (in Korean)
- Choi S.H., M.Y. Lim, G.L. Choi, S.H. Kim, and H.J. Jeong 2019, Growth and quality of two melon cultivars in hydroponics affected by mixing ratio of coir substrate and different irrigation amount on spring season. Protected Hort Plant Fac 28:376-387. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2019.28.4.376
- Dorais M., A. Papadopoulos, and A. Gosselin 2000, Greenhouse tomato fruit quality. Hort Rev 26:239-319. doi:10.1002/9780470650806.ch5
- Fonteno W.C. 1996, Growing media; Types and physical/chemical properties. In DW Reed, ed, A Grower's Guide to Water, Media, and Nutrition for Greenhouse Crops. Ball Publishing, IL, USA, pp 93-122.
- Fonteno W.C., and P.V. Nelson 1990, Physical properties and plant response to rockwool-amended media. J Am Soc Hort Sci 115:375-381. doi:10.21273/JASHS.115.3.375
- Gaag D.J.v.d., and G. Wever 2005, Conduciveness of different soilless growing media to *Pythium* root and crown rot of cucumber under near-commercial conditions. Eur J Plant

- Pathol 112:31-41. doi:10.1007/s10658-005-1049-7
- Gabriels R., O. Verdonck, and O. Mekers 1986, Substrate requirements for pot plants in recirculating water culture. *Acta Hort* 178:93-100. doi:10.17660/ActaHortic.1986.178.11
- Goldhamer D.A., and E. Fereres 2001, Irrigation scheduling protocols using continuously recorded trunk diameter measurements. *Irrig Sci* 20:115-125.
- Hanna H.Y. 2009, Influence of cultivar, growing media, and cluster pruning on greenhouse tomato yield and fruit quality. *HortTechnology* 19:395-399. doi:10.21273/HORTSCI.19.2.395
- Kang J.Y., and K.H. Kim 2004, Determination of physical and chemical properties of organic and inorganic substrates for horticulture by European standard method. *Korean J Soil Sci Fert* 37:143-148. (in Korean)
- Kim H.M., K.O. No, and S.J. Hwang 2016, Use of pellet or cube-type phenolic foam as an artificial medium for production of tomato plug seedlings. *Hortic Sci Technol* 34:414-423. (in Korean)
- Kim S.B., and J.I. Chang 2004, Effect on nutrient supply methods on the growth of hydroponically grown melon. *J Bio-Env Con* 13:125-129. (in Korean)
- Kim Y.O., Y.S. Kim, H.Y. Sim, D.H. Yoon, C.H. Lee, and S.Y. Oh 2021, Growth characteristics of leaf perilla according to nutrient solution composition. *Hortic Sci Technol* 39:79-80. (in Korean)
- Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation (KAFFTC) 2022, aT agro-market. <https://at.agromarket.kr>
- Lee E.H., J.W. Lee, J.S. Kwon, Y.I. Nam, I.H. Cho, and Y.S. Kwon 1996, Effect of substrates on growth and yield of hydroponically grown cucumber in bag culture. *J Bio Fac Env* 5:15-22. (in Korean)
- Lee S.G., E.Y. Choi, G.H. Lim, and K.Y. Choi 2018, Yield and inorganic ion contents in drained solution by different substrate for hydroponically grown strawberry. *Hortic Sci Technol* 36:337-349. (in Korean) doi:10.12972/kjhst.20180033
- Lee Y.B., K.W. Park, M.Y. Roh, E.S. Chae, S.H. Park, and S.H. Kim 1993, Effects of ecologically sound substrates on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in bag culture. *J Bio Fac Env* 2:37-45. (in Korean)
- Lemaire F. 1995, Physical, chemical and biological properties of growing medium. *Acta Hort* 396:273-284. doi:10.17660/ActaHortic.1995.396.33
- Martin P.E., J.C. Lingle, R.M. Hagan, and W.J. Flocker 1966, Irrigation of tomatoes in a single harvest program. *Calif Agric* 20:13-14.
- Milks R.R., W.C. Fonteno, and R.A. Larson 1989, Hydrology of horticultural substrate: III. Predicting air and water content of limited-volume plug cells. *J Am Soc Hortic Sci* 114:57-61.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA) 2021, Present status of greenhouse and vegetable production in 2020. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Sejong, Korea, p 116.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA) 2022, Agricultural business registration information statistics service. Available via <https://uni.agrix.go.kr/>
- Molz F.J., and B. Klepper 1973, On the mechanism of water stress-induced stem deformation. *Agron J* 65:304-306. doi:10.2134/agronj1973.00021962006500020035x
- Nam D.S., T. Moon, J.W. Lee, and J.E. Son 2019, Estimating transpiration rates of hydroponically-grown paprika via an artificial neural network using aerial and root-zone environments and growth factors in greenhouses. *Hortic Environ Biotechnol* 60:913-923. doi:10.1007/s13580-019-00183-z
- Nelson P.V. 1991, Greenhouse operations and management. Prentice Hall, NJ, USA, pp 198-223.
- Park K.W., and Y.S. Kim 1998, Hydroponics in horticulture. Academybook, Seoul, Korea.
- Park M.H., M.Y. Shim, and Y.B. Lee 1999, Effect of pH level and electrical conductivity on growth, nutrient absorption, transpiration and CO₂ assimilation of leaf lettuce in hydroponics. *J Bio-Env Con* 8:115-124.
- RDA 2012, Manual for agriculture investigation. Rural Development Administration, Suwon, Korea, pp 453-458.
- RDA 2018, Manual for perilla leaf cultivation. Rural Development Administration, Wanju, Korea, p 7.
- RDA 2021, Report for rural guidance business. Rural Development Administration, Wanju, Korea, p 106.
- Rhee H.C., N.J. Kang, I.R. Rho, H.J. Jung, J.K. Kwon, K.H. Kang, J.H. Lee, and S.C. Lee 2006, Effect of media on the growth of 'Pechika' strawberry grown in hydroponics on highland in summer. *J Bio-Env Con* 15:257-263. (in Korean)
- Shin J.H., and J.E. Son 2015, Comparisons of water behavior and moisture content between rockwools and coir used in soilless culture. *Protected Hort Plant Fac* 24:39-44. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2015.24.1.039
- Soffer H., and D.W. Burger 1989, Plant propagation using an areo-hydroponics system. *HortScience* 24:154. doi:10.21273/HORTSCI.24.1.154
- Stewart J.I., R.M. Hagan, W.O. Pruitt, R.E. Danielson, W.T. Franklin, R.J. Hanks, J.P. Riley, and Jackson E.B., 1977, Optimizing crop production through control of water and salinity levels in the soil. Utah State University, Reports Paper 67.
- Urrestarazu M., P.C. Mazuela, and G.A. Martínez 2008, Effect of substrate reutilization on yield and properties of melon and tomato crops. *J Plant Nutr* 31:2031-2043. doi:10.1080/01904160802405420
- Yamaguchi Y. 1989, Initiation mechanism on the salt tolerance of rice varieties. *Jpn J Soil Sci Plant Nutr* 60:210-219.
- Yamazaki K. 1982, The whole book for hydroponics. Hakyusha, Tokyo, Japan.