



잎들깨 품종별 토경 및 수경재배에 따른 생육 및 품질 비교

김정인^{1†} · 이명희² · 김상우³ · 오기원⁴ · 박재은⁵ · 김민영⁶ · 김성업⁷ · 오은영⁸ · 이정은⁹ · 이은수¹⁰ · 조광수¹¹ · 정찬식¹²

Comparison of Growth Characteristics and Quality of Soil-based and Hydroponic Cultured Leaf Perilla Leaves of Different Cultivars

Jung In Kim^{1†}, Myoung Hee Lee², Sang Woo Kim³, Ki Won Oh⁴, Jae Eun Park⁵, Min Young Kim⁶, Sung Up Kim⁷, Eun Young Oh⁸, Jeong Eun Lee⁹, Eun Soo Lee¹⁰, Kwang Soo Cho¹¹ and Chan Sik Jung¹²

ABSTRACT

Received: 2023 March 9
1st Revised: 2023 March 27
2nd Revised: 2023 May 8
3rd Revised: 2023 May 22
4th Revised: 2023 May 23
Accepted: 2023 May 23

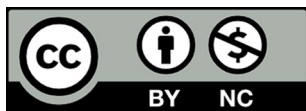
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Background: Soil salinization and disease incidence in perilla leaves have increased recently due to continuous cultivation.

Methods and Results: Hydroponic cultivation of perilla leaves is needed to address this issue and, research on this topic is currently insufficient. This study compared the growth, leaf quantity, quality, and storage of different leaf perilla cultivars in hydroponic and soil cultivation to select suitable varieties for hydroponic cultivation. Results showed that hydroponic cultivation resulted in better growth and increased leaf weight and quantity than soil cultivation. However, soil cultivation resulted in higher levels of functional components and antioxidant activity in all cultivars than hydroponic cultivation. Among the cultivars tested, 'Soim' had the highest leaf weight and quantity, whereas 'Somirang' was the most suitable cultivar for hydroponic cultivation due to its leaf shape, thickness, and edible leaf proportion.

Conclusions: As the area of hydroponic cultivation of perilla leaves increases in the future, additional research is needed to develop suitable cultivars and cultivation techniques for hydroponic cultivation.

Key Words: *Perilla frutescens* (L.) Britton, Cultivar, Growth Characteristics, Hydroponic Culture, Leaf Perilla, Quality, Soil-based Culture



서 언

들깨 [*Perilla frutescens* (L.) Britton]는 꿀풀과 (Lamiaceae) 1년생 초본으로 한국을 중심으로 중국, 네덜, 러시아 등 동아시아에 분포하고 있다 (Lee *et al.*, 2011). 들깨잎에는

luteolin, β-carotene, caffeic acid, quercetin, rosmarinic acid 등의 페놀 및 플라보노이드 성분이 다량 함유되어져 있는 것으로 알려져 있다 (Yamazaki and Saito, 2006; Asif, 2012).

들깨잎에 포함된 luteolin은 항바이러스와 미백 효과가 있고, rosmarinic acid은 항산화와 치매 예방에 좋은 것으로 알려져

[†]Corresponding author: (Phone) +82-55-350-1228 (E-mail) kji1204@korea.kr

¹농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 연구사 / Researcher, Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang 50424, Korea.

²농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 연구관 / Researcher, Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang 50424, Korea.

³농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 연구사 / Researcher, Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang 50424, Korea.

⁴농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 연구관 / Researcher, Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang 50424, Korea.

⁵농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 연구원 / Researcher, Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang 50424, Korea.

⁶농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 연구사 / Researcher, Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang 50424, Korea.

⁷농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 연구사 / Researcher, Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang 50424, Korea.

⁸농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 연구사 / Researcher, Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang 50424, Korea.

⁹농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 연구사 / Researcher, Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang 50424, Korea.

¹⁰농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 연구사 / Researcher, Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang 50424, Korea.

¹¹농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 연구관 / Researcher, Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang 50424, Korea.

¹²농촌진흥청 국립식량과학원 남부작물부 연구관 / Researcher, Department of Southern Area Crop Science, National Institute of Crop Science, RDA, Miryang 50424, Korea.

있다 (Kim *et al.*, 2019). 들깨잎에 포함되어있는 caffeic acid는 발암 억제제로 작용하고 산화스트레스 유발 및 aflatoxin의 생산을 억제할 수 있다고 알려져 있으며 (Oh and Lee, 2003), caffeic acid의 이합체인 rosmarinic acid는 체내에서 생성되는 활성산소를 제거하는 역할을 함으로써 인체 노화 및 각종 질병을 예방해주고 항돌연변이작용, 항바이러스작용, 항암 활성을 가지고 있다고 알려져 있다 (Cho, 2003; Oh, 2003; Ryu and Kim, 2008).

또한 들깨잎에는 독특한 향을 내는 식물성 성분인 perillaketone이 포함되어 있어 고기나 생선의 느끼한 맛이나 비린내를 없애주고 항균 작용을 나타낸다고 보고되고 있다 (Kang *et al.*, 1992).

우리나라 잎들깨 재배면적은 2020년 기준으로 약 1,100 ha이며, 생산량은 연간 4 만톤, 생산액은 약 2,200 억원으로 (MAFRA, 2022), 고소득작물로 인식됨에 따라 잎들깨의 생산량과 재배면적이 증가하고 있다 (Kwak *et al.*, 2003).

시설 재배의 발달과 함께 채소류의 주년 공급이 가능하게 됨에 따라 다양하게 재배양식의 분화가 이루어지게 되고 재배양식에 적합한 품종들이 출현하게 되었다. 초기에는 종실과 엽채소 겸용 품종인 엽실들개 (1988), 대엽들개 (1992) 등이 육성되었으나, 1995년 순계분리에 의한 엽채소 전용 품종으로 잎들개1호가 최초로 육성되었다. 그 이후 꾸준히 품종연구를 한 결과로 속잎이 잘나며 잎의 수량성도 높고 잎 뒷면에 자색 발현이 좋은 품종들이 꾸준히 개발되고 있다. 현재 국립식량과학원에서 개발한 잎들개 품종은 잎들개1호 (1995), 남천 (1998), 소임 (2009), 상엽 (2011), 소미랑 (2019), 새봄 (2020) 등 15 품종이 있다.

잎들개의 재배양식을 노지재배, 축성재배, 반축성재배로 나눌 수가 있으며 재배양식의 선택은 지역적인 특성과 경제성 등을 고려해야 한다. 노지재배는 늦서리 피해가 없는 4월 하순 - 5월 상순에 파종하여 개화기인 9월 하순까지 잎을 수확하고 후기에는 종실을 수확하는 재배양식으로 차년도 씨앗을 수확할 수 있는 재배양식이다 (RDA, 2003).

축성재배와 반축성재배는 겨울철 가온과 조명처리가 필요하기 때문에 주로 시설에서 이루어진다. 축성재배는 남부지방에서 재배하고 있는 재배양식으로 8월 중순 - 9월 초순에 파종하여 10월 상순부터 다음 해 5월까지 수확하는 재배양식이다. 반축성재배는 중부지방에서 1월 중순 - 2월 초순에 2중 하우스 내에 파종하여 11월 중순까지 수확할 수 있는 재배양식이다. 재배법은 10 cm × (5 cm - 10 cm) 간격으로 1 주, 1 본으로 밀식하여 재배하고 분지는 제거하면서 주경의 잎의 길이가 10 cm - 15 cm이 되었을 때 수확하게 된다 (RDA, 2003).

잎들개는 주로 토양에서 재배하고 있는데, 시설에서 재배하는 경우 연작 재배로 인해 토양 염류집적이 심해지고 병 발생이 증가하고 있다. 토양 유래 문제점 해결, 재배관리 자동화

및 농작업 친화형 재배환경을 통해 생산성을 높이고 노동력을 절감하기 위해 수경재배 도입이 필요하게 되었다. 수경 재배는 균형 시비, 토양 전염성 병원균의 회피, 위생적 재배환경 관리, 연작 장애 감소, 생산과정의 생력화 등 재배적 측면에서 많은 장점이 있다 (Choi *et al.*, 2019; Nam *et al.*, 2019).

수경재배는 토양 없이 인공배지와 배양액을 이용하여 작물을 재배하는 가장 정밀하고 효과적인 양수분 관리 방법이며 (Dorais *et al.*, 2000) 디지털 농업의 핵심 기반 기술이다. 국내 수경재배 농가 중 약 91%가 고품 배지를 이용한 수경재배 시스템을 사용하고 있다 (MAFRA, 2021). 수경재배의 면적은 계속 증가 추세이며, 시설 재배의 약 8%를 점유하고 있다.

국내의 수경재배는 채소가 92.1%로 대부분이며, 농가 규모는 영세하다. 딸기가 54%로 가장 많으며, 토마토 21%, 파프리카 14%, 장미 6% 정도이다. 우리나라 농가당 수경재배 면적은 0.47 ha ('19)로 네덜란드의 온실 허용 최소 규모가 4.5 ha로 한국의 10 배이다. 현재 잎들개의 수경 재배는 2018년 시범사업을 중심으로 현재 전국 7 개 시군, 26 개소 약 4.5 ha로 전체 재배면적의 0.4% 수준이며 점차 확대될 계획이지만 잎들개에 대한 수경재배에 있어 알맞은 품종과 재배기술 등의 연구는 아직 미비한 실정이다.

본 연구를 통해 현재 많이 재배하고 있는 기존의 잎들개 품종을 대상으로 토경과 수경재배로 나누어 재배하였을 때, 각 품종과 재배방식에 따른 생육과 잎 수량성, 품질, 저장성 등을 비교하고 수경재배에 적합한 잎들개 품종을 선발하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 시험 재료

공시 재료로 국립식량과학원에서 개발한 남천 등 6 품종 (남천, 동글2호, 상엽, 소임, 잎들개1호, 소미랑)을 사용하였다. 각 품종을 2020년 9월 1일 - 2021년 4월 20일, 2021년 9월 1일 - 2022년 4월 20일 까지 2 년 동안 시설 온실에서 토경과 수경재배를 통해 품종별 비교시험을 수행하였다.

파종면적은 각각 가로 1 m, 세로 20 m이고 재식거리는 10 cm × 5 cm 간격으로 9월 1일에 파종하여 수확작업을 통해 1 주씩 남겼으며 품종별로 1 m × 1 m 구역에 200 주씩 3 반복으로 임의배치하였다. 토경에 비료는 10 a 기준으로 기비로 N : P₂O₅ : K₂O = 1.9 : 3.0 : 2.7, 석회 150 kg, 퇴비 1 ton을 주었다.

수경재배의 경우 배지는 고체인 펄라이트를 사용하였고, 양액 조성은 잎들개 전용 양액이 개발되어 있지 않기 때문에 잎들개와 같이 잎을 수확하는 작물인 상추를 기준으로 기존 개발된 상추 표준 양액을 조제하여 사용하였으며, 양액제어시스템 (Aqua-S, SINHAN A-TEC, Changwon, Korea)을 이용하여 양액 농도를 EC 1.2 ds/m, pH는 6.0으로 처리하였다. 관

수량은 1 회당 40 l 씩, 1 일 9 회 (오전 9시 - 오후 5시)로 맞추었으며, 동계 재배 시 생육상황에 따라 조절을 하였다. 온실의 온도는 주간은 무가온, 야간은 10℃ 이상을 유지하였으며, 꽃이 피는 것을 방지하기 위해 일장에 따라 4 시간 - 8 시간 야간 조명을 하였다.

2. 생육 조사

원줄기만 남기고 분지를 모두 제거하면서 잎들깨를 재배하였다. 잎 수확 시 한 달에 한 번씩 반복 별로 엽장, 엽폭을 10 장씩 측정 (30 cm, Songhwa, Gimpo, Korea)하였으며, 10 장 묶음으로 잎자루 두께와 잎끝 두께를 캘리퍼스 (Digimatic Caliper, Mitutoyo Co., Kawasaki, Japan)로 측정하였다.

마지막 수확인 4월에 최종적인 생육을 반복별 10 주 씩 줄기 길이 (2 m, Stabila, Annweiler am Trifels, Germany)와 마디 수, 지표 5 cm 의 줄기 굵기 (Digimatic Caliper, Mitutoyo Co., Kawasaki, Japan), 최대 엽장, 속잎 길이 (30 cm, Songhwa, Gimpo, Korea)를 농업과학기술 연구조사 분석기준에 따라 조사하였다 (RDA, 2012).

3. 잎 수량성

재배 방식과 품종에 따른 들깨잎에서의 잎 수량성 비교를 위해 4 번째 본엽부터 매주 1 회 - 2 회 상품잎을 수확하였으며, 잎 무게와 잎 수를 각각 누적하여 10 a 기준으로 환산하였다.

4. 잎 기능성분, 항산화 활성 비교

재배 방식과 품종에 따른 들깨잎에서의 rosmarinic acid, total phenol, total flavonoid 함량과 항산화 활성인 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)를 분석하기 위해 5 본엽기의 잎 시료를 사용하였다.

4-1. 로즈마린산 UHPLC 분석

분쇄된 잎들깨 시료 1 g에 80% methanol 30 ml 를 분주하여 3 시간 교반하면서 추출하여 분석 시료를 제조하였으며 시료 중 rosmarinic acid의 함량을 분석하기 위하여 Ultra High Performance Liquid Chromatography (UHPLC, Ultimate 3000, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA)를 사용하였다.

칼럼은 YMC Triart C-18 (50 mm × 2 mm, 1.9 μm, YMC Co., Ltd., Kyoto, Japan)을 사용하였고, 이동상의 경우, 이동상 A는 0.1% acetic acid를 포함한 water, 이동상 B 용매는 0.1% acetic acid 포함한 acetonitrile을 조제하여 사용하였으며 모든 용매는 사용 전 탈기 및 필터로 여과 후 사용하였다. 칼럼의 유속은 0.4 ml/min이었으며 분석 시간은 gradient

system을 적용하여 0 분에서 1 분까지 이동상 B를 5%로 용리하였고, 1 분에서 3 분까지 이동상 B를 15%로 증가시켰다. 이후 9 분까지 19%, 12 분까지 28%, 16 분까지 60%로 증가시켰다. 이후 22 분까지 이동상 B를 5%로 내려 초기 용매 조건으로 조정하였고, 검출파장은 330 nm로 고정하여 분석하였다.

4-2. 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu phenol reagent가 추출물의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 분석하였다 (Folin and Denis, 1912). 재배 방식과 품종에 따른 잎들깨 추출물에 Folin-Ciocalteu reagent (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 100 μl 가하고 5 분간 방치한 후 7.5% Na₂CO₃를 80 μl 수준으로 가하여 혼합하였다.

암소에서 30 분간 발색시킨 후 750 nm에서 microplate reader (VERSAmax, Molecular devices, San Jose, CA, USA)로 흡광도를 측정하였다. 표준물질로서 gallic acid (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하여 검량선을 작성하였고, mg-gallic acid equivalent (GAE)/g (dry basis)로 나타내었다.

4-3. 총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량은 추출물 100 μl 에 증류수 400 μl 와 5% NaNO₂ 30 μl 를 첨가하고 혼합한 다음, 5 분 후에 다시 10%의 AlCl₃·6H₂O 30 μl 를 첨가하였다. 6 분 후 1N의 NaOH 200 μl, 증류수 240 μl 를 추가로 첨가한 후 강하게 vortex 해 주었고, 13,500 rpm, 5 분 동안 원심분리 (Eppendorf centrifuge 5810R, Eppendorf, Hamburg, Germany) 하여 상등액 200 μl 에 대한 흡광도 값을 microplate reader (VERSAmax, Molecular Devices, San Jose, USA)를 사용하여 510 nm에서 측정하였다.

표준물질인 (+)-catechin (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)을 사용하여 검량선을 작성하였고, mg-catechin equivalent (CE)/g (drybasis)로 나타내었다.

4-4. DPPH 및 ABTS radical 소거활성 측정

항산화 활성 측정에 사용된 Trolox, ABTS, DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), potassium persulfate는 Sigma-Aldrich 사 (St. Louis, MO, USA)로부터 구입하여 사용하였다. 사용된 시약은 analytical 및 HPLC 등급을 사용하였다.

DPPH, ABTS 라디칼 소거활성은 Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) 방법 (Re et al., 1999)을 변형하여 측정하였다. DPPH 라디칼 소거 활성은 농도별 시료 20 μl, 0.2 mM DPPH solution 200 μl 를 분주하였고 30 분간 암반

응 시킨 후 microplate reader (VERSAmax, Molecular devices, San Jose, USA)로 520 nm에서 흡광도를 측정하였다.

ABTS 라디칼 소거 활성은 7.4 mM ABTS 용액과 2.6 mM potassium persulfate 용액을 1 : 1 비율로 섞고 상온에서 12 시간동안 정치시켜 ABTS 양이온을 형성시킨 후 흡광도 값이 0.8 - 1.1의 수치가 되도록 증류수로 희석하여 사용하였다. 농도별 시료 20 μ l에 증류수로 희석시킨 ABTS solution 200 μ l를 분주하여 30 분간 암반응 시킨 후 microplate reader (VERSAmax, Molecular devices, San Jose, USA)를 사용하여 735 nm에서 흡광도를 측정하였다.

4-5. 잎 저장성 평가

잎들개 품종 및 재배방식에 따른 저장성 비교하기 위하여 상품잎 수확 시 1 달에 한번 습식 처리하여 20 장씩 포장 후 4°C 냉장 보관하였으며, 30 일 후 10 장을 달관으로 꼭지 갈변 (0 - 4), 물러짐 (0 - 4), 신선도 (0 - 4)를 평가하였다.

꼭지 갈변은 깃잎 엽경 부위의 갈변 정도를 0은 갈변 없음, 1은 갈변 시작 (테두리만 살짝), 2은 1/2 갈변, 3은 1/2 이상 변색, 물러짐, 4는 전체 변색으로 평가하였다. 물러짐은 깃잎의 표면 물러짐을 조사하였는데, 0의 경우 물러짐 없음, 1은 물러짐 시작 단계 (물러짐 부위 1 곳), 2는 물러짐 진행 중 (물러짐 부위 2 곳, 혹은 범위가 깃잎의 1/4), 3은 물러짐 부위

3 곳 혹은 범위가 깃잎의 1/2), 4는 물러짐 범위가 1/2 이상으로 평가하였다.

신선도는 깃잎의 신선한 정도를 휘어지는 각도를 고려하여 점수를 부여하였다. 0의 휘어지는 각도가 90도 이상, 1은 60도에서 90도, 2의 경우 30도에서 60도, 3은 휘어짐 시작 단계, 4는 휘어짐 없음으로 평가하였다.

4-6. 통계분석

각 시험 결과의 통계분석은 R-4.2.2 (R Studio, Boston, MA, USA)를 이용하여 이원분산분석 (Two-way ANOVA) 하였으며, 실험군 간의 유의성은 DMRT (Duncan's Multiple Range Test)을 이용하여 5% 수준에서 검정하였다 ($p < 0.05$).

결과 및 고찰

1. 잎들개 품종 및 재배방식에 따른 생육 특성

남천, 동글2호, 상엽, 소미랑, 소임, 잎들개1호 등 잎들개 6 품종을 대상으로 수경과 토경 재배방식에 따른 생육 특성을 비교하였다.

수경재배 시 6 품종의 줄기 길이는 동글2호가 58.2 cm로 가장 작았으며, 소미랑 63.9 cm, 상엽 65.5 cm, 남천 70 cm,

Table 1. Comparison of plant growth according to hydroponic and soil-based cultivation by leaf perilla cultivars.

Culture method	Cultivars	Plant height (cm)	No. of node	Stem diameter (mm)
Hydroponic	Namcheon	70.0±4.5 ^b	22±1 ^a	7.91±0.23 ^a
	Donggeul2	58.2±5.4 ^d	20±1 ^c	7.36±0.23 ^b
	Sangyeup	65.5±2.4 ^c	21±0 ^b	7.68±0.36 ^{ab}
	Somirang	63.9±1.4 ^c	21±0 ^b	7.97±0.21 ^a
	Soim	74.1±2.0 ^{ab}	22±1 ^a	7.88±0.41 ^a
	Ipdeulkkae1	74.9±3.2 ^a	22±0 ^{ab}	7.74±0.42 ^{ab}
	Mean	67.8±6.8	21±1	7.76±0.38
Soil-based	Namcheon	61.2±3.3 ^a	20±1 ^a	6.87±0.37 ^a
	Donggeul2	50.1±4.9 ^b	18±2 ^a	6.22±0.49 ^a
	Sangyeup	50.1±4.2 ^b	20±1 ^a	6.52±0.59 ^a
	Somirang	54.3±1.0 ^b	19±1 ^a	7.00±0.57 ^a
	Soim	61.2±2.0 ^a	20±1 ^a	6.61±0.39 ^a
	Ipdeulkkae1	64.2±2.3 ^a	20±1 ^a	6.82±0.53 ^a
	Mean	56.9±6.5	20±2	6.67±0.56
Significant				
	Cultivar (A)	***	***	*
	Culture method (B)	***	***	***
	A × B	ns	ns	ns

All values are means ± SD from triplicate separated experiments. Means with different superscripts in the each column indicate significant difference by Duncan's Multiple Range Test at 5%, 1%, and 0.1% (DMRT, * $p < 0.05$, ** $p < 0.05$, and *** $p < 0.001$).

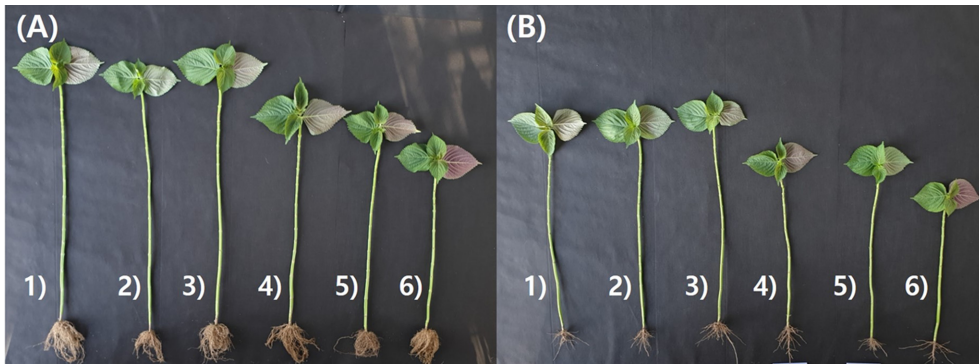


Fig. 1. Comparison of plant growth and leaf characteristics according to hydroponic (A) and soil-based (B) cultivation by leaf perilla cultivars. 1); Namcheon, 2); Ipdeulkkae1, 3); Soim, 4); Sangyeup, 5); Somirang, 6); Donggeul2.

소임 74.1 cm 순이었으며, 잎들깨1호 품종이 74.9 cm로 가장 컸다. 토경에서는 동글2호와 상엽이 50.1 cm로 가장 작았으며, 소미랑 54.3 cm, 남천, 소임이 61.2 cm, 잎들깨1호 품종이 64.2 cm로 가장 컸다. 수경재배 시 줄기 길이는 58.2 cm - 74.9 cm로 평균 67.8 cm을 나타내었고, 토경재배에서는 50.1 cm - 64.2 cm, 평균 56.9 cm로 수경재배에서 평균 10.9 cm 증가하였다. 두 재배방식 모두 동글2호의 줄기 길이가 가장 작았으며, 잎들깨1호가 가장 컸다.

마디 수의 경우 수경재배의 평균은 21 개, 토경 재배는 20 개로 수경재배의 마디 수가 많았고, 줄기 굵기에서도 수경재배 시 평균 7.76 mm, 토경재배 시 6.67 mm로 모든 품종에서 토경재배보다 수경으로 재배하였을 때 증가하였다. 통계분석을 하였을 때 줄기 길이, 마디 수, 줄기 굵기에서 품종 간에 유의한 차이가 있었으며, 수경재배와 토경재배에 따라 고도로 유의한 차이가 나타났다 (Table 1 and Fig. 1).

수경재배에서의 생육의 증가는 다른 작물의 연구 결과에서도 나타났는데, 상추에서 엽면적과 엽수, 평균 수확지수가 토경재배보다 유의한 증가를 보였고 (Anver *et al.*, 2005), 상추의 경우에도 토경재배보다 수경재배에서 초장의 길이가 커졌다고 보고되었다 (Lee *et al.*, 2005).

잎의 특성을 비교한 결과 최대엽장은 잎을 수확하지 않고 그대로 뒀을 때 최대로 자라는 길이인데, 잎들깨 재배 시 최대 엽장은 작은 것이 더 유리하다고 보고되고 있다 (Lee *et al.*, 2014). 수경재배에서 소미랑이 16.0 cm로 가장 작았으며 잎들깨1호가 18.1 cm로 가장 컸다. 토경재배에서는 동글2호가 13.1 cm로 가장 작았으며, 잎들깨1호가 15.5 cm로 가장 컸다. 최대엽장은 수경재배에서 토경재배 보다 3 cm 정도 크게 차이를 보였고, 상품잎의 엽장, 엽폭의 경우에도 수경재배에서 커졌다. 수경재배의 경우 엽장은 평균 13.8 cm, 엽폭은 11.6 cm였고, 토경재배에서는 엽장이 12.7 cm, 엽폭은 10.7 cm로 나타났다.

잎들깨의 경우 상품잎을 수확을 할 때 가장 중요한 점이 속

잎이 잘 자라는 것이다. (Lee *et al.*, 2014). 상품잎 당 속잎 비율 (%)을 비교하였을 때 수경재배에서는 소미랑이 53%로 가장 높았으며, 상엽 51.8%, 남천 50.7%, 소임 50.0%, 잎들깨1호 48.9% 순이었고, 동글2호가 46.7%로 가장 낮았다. 토경재배에서는 남천이 53.2%로 가장 높았고, 소임 52.7%, 잎들깨1호 52.3%, 소미랑 51.6%, 상엽 49.6% 순이었고, 동글2호가 46.8%로 가장 낮았다.

10 장 단위로 잎자루와 잎끝 두께를 측정하였을 때 수경재배는 평균 3.32 mm, 2.21 mm로 토경재배에서 3.01 mm, 2.03 mm보다 두꺼우며 유의한 차이를 나타내었다. 품종에서는 소미랑 품종이 수경에서 잎자루 두께가 3.59 mm, 잎끝 두께가 2.40 mm로 모든 품종 중에서 가장 두꺼워 무게 단위로 포장하여 판매하는 경우에 유리할 것으로 생각된다 (Table 2).

2. 잎들깨 품종 및 재배방식에 따른 잎 수량성 비교

잎의 수량성을 비교한 결과 수경재배 시 잎 무게는 평균 8,523 kg/10a, 토경재배 시 5,799 kg/10a로 1.47 배 증가하였고, 잎 수도 수경재배 시 평균 5,201 천매/10a, 토경재배 시 4,525 천매/10a로 1.15 배 증가 하였다.

수경재배에서 10a 당 잎 무게가 가장 무거운 품종은 소임으로 9,088 kg 이었고 다음으로 소미랑 (8,980), 잎들깨1호 (8,892), 남천 (8,426), 상엽 (8,385), 동글2호 (7,366) 순이었다. 잎 수에서도 10a 당 소임이 5,606 천매로 가장 많았고 그 다음으로 소미랑 (5,396), 잎들깨1호 (5,198), 상엽 (5,192), 남천 (5,167), 동글2호 (4,646) 순이었다. 토경재배에서는 잎들깨1호의 잎 무게가 6,178 kg/10a로 가장 무거웠으며, 소임 (6,154), 상엽 (5,812), 남천과 소미랑 (5,717), 동글2호 (5,214) 순이었다. 잎 수는 소임이 4,819 천매/10a로 가장 높게 나타났다, 소미랑 (4,630), 남천 (4,584), 상엽 (4,548), 잎들깨1호 (4,425), 동글2호 (4,142) 순이었다 (Fig. 2). 잎 무게와 잎 수 모두 품종과 재배방식에 따라 고도로 유의한 차이가 나타났다.

Table 2. Comparison of leaf characteristics according to hydroponic and soil-based cultivation by leaf perilla cultivars.

Culture method	Cultivar	Max. leaf length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Apical leaf length (cm)	(Apical leaf length/Leaf length)×100 (%)	10 leaves thickness (mm)	
							Leaf stalk	Leaf apex
Hydroponic	Namcheon	17.6±1.5 ^a	13.6±0.6 ^a	11.6±0.6 ^a	6.9±1.3 ^a	50.7	3.02±0.19 ^b	2.13±0.14 ^{bc}
	Donggeul2	16.8±1.7 ^a	13.5±0.8 ^a	11.3±0.3 ^a	6.3±1.6 ^a	46.7	3.40±0.30 ^{ab}	2.31±0.12 ^{ab}
	Sangyeup	17.5±1.6 ^a	13.9±0.7 ^a	11.6±0.5 ^a	7.2±1.2 ^a	51.8	3.20±0.32 ^{ab}	2.08±0.17 ^c
	Somirang	16.0±1.5 ^a	13.4±0.8 ^a	11.3±0.9 ^a	7.1±1.3 ^a	53.0	3.59±0.29 ^a	2.40±0.20 ^a
	Soim	18.0±2.1 ^a	14.0±0.4 ^a	12.1±0.8 ^a	7.0±1.3 ^a	50.0	3.37±0.42 ^{ab}	2.19±0.15 ^{bc}
	Ipdeulkkae1	18.1±1.9 ^a	14.1±0.7 ^a	12.0±0.9 ^a	6.9±1.4 ^a	48.9	3.34±0.20 ^{ab}	2.17±0.11 ^{bc}
	Mean	17.3±1.9	13.8±0.7	11.6±0.8	6.9±1.4		3.32±0.35	2.21±0.19
Soil	Namcheon	14.7±1.7 ^a	12.6±0.6 ^a	10.6±0.5 ^a	6.7±0.4 ^a	53.2	2.97±0.25 ^{ab}	1.96±0.18 ^b
	Donggeul2	13.1±2.3 ^a	12.6±1.2 ^a	10.6±0.6 ^a	5.9±1.1 ^a	46.8	3.39±0.39 ^a	2.22±0.12 ^a
	Sangyeup	14.4±1.0 ^a	13.1±0.8 ^a	10.8±0.5 ^a	6.5±0.5 ^a	49.6	2.81±0.20 ^b	1.91±0.14 ^b
	Somirang	13.4±1.2 ^a	12.2±1.0 ^a	10.3±0.7 ^a	6.3±0.6 ^a	51.6	3.01±0.15 ^{ab}	2.18±0.19 ^{ab}
	Soim	14.9±1.3 ^a	12.9±0.9 ^a	10.8±0.7 ^a	6.8±0.3 ^a	52.7	3.00±0.16 ^{ab}	1.96±0.15 ^b
	Ipdeulkkae1	15.5±1.9 ^a	12.8±0.7 ^a	10.7±0.5 ^a	6.7±0.7 ^a	52.3	2.87±0.23 ^b	1.96±0.03 ^b
	Mean	14.3±1.8	12.7±0.9	10.7±0.6	6.5±0.7		3.01±0.31	2.03±0.19
Significant								
Cultivar (A)		ns	ns	ns	*		*	***
Culture method (B)		***	***	***	ns		***	***
A × B		ns	ns	ns	ns		ns	ns

All values are means ± SD from triplicate-separated experiments. Means with different superscripts in the each column indicate significant difference by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at 5%, 1%, and 0.1% (**p* < 0.05, ***p* < 0.05, and ****p* < 0.001).

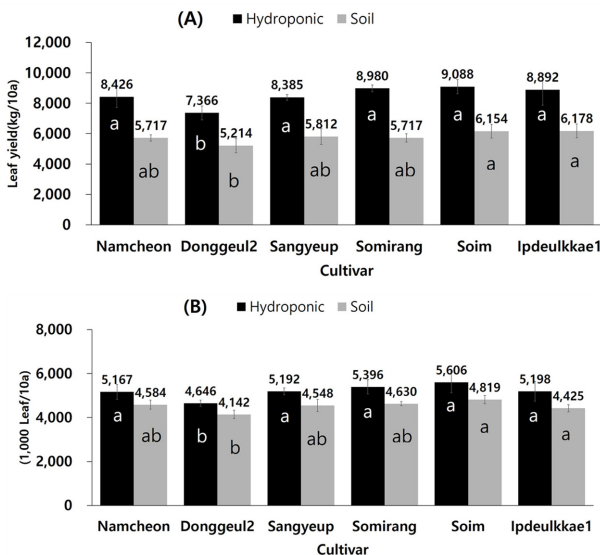


Fig. 2. Comparison of leaf yield (A, kg/10a), leaf number (B, 1,000 leaf/10a) according to hydroponic and soil-based cultivation by leaf perilla cultivars. All values are means ± SD from triplicate separated experiments. Means with different superscripts in the each column indicate significant difference by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at 5%, 1%, and 0.1% (**p* < 0.05, ***p* < 0.05, and ****p* < 0.001).

3. 잎들개 품종 및 재배방식에 따른 잎 기능 성분, 항산화 활성 비교

5 본엽의 잎으로 잎들개 품종 및 재배방식에 따라 잎에 포함된 기능 성분과 항산화 활성을 비교한 결과 주요 기능 성분이 수경재배에 비해 토경 재배에서 함량이 높게 나타났다. 로즈마린산 함량이 수경에서는 1,231.7 mg/100g - 1,622.1 mg/100g, 토경에서는 1,666.1 mg/100g - 2,792.5 mg/100g 범위로 나타났으며, 두 재배방식 모두 동글2호의 함량이 가장 높게 나타났다.

식물계에 널리 분포된 폴리페놀 및 플라보노이드 화합물들은 우수한 항산화력을 가지는 것으로 알려져 있으며, 이 물질들은 노화의 원인인 자유라디칼을 안정시킬 수 있는 phenolic ring을 가지고 있다 (Middleton and Kandaswami, 1994). 총 폴리페놀 함량은 수경에서는 1,563.0 mg-GAE/100g - 2,254.6 mg-GAE/100g, 토경은 2,080.7 mg-GAE/100g - 3,121.5 mg-GAE/100g 범위로 함량을 나타내었으며, 총 플라보노이드 함량은 수경에서 1,883.1 mg-CAE/100g - 2,543.9 mg-CAE/100g, 토경은 2,193.6 mg-CAE/100g - 3,423.6 mg-CAE/100g 범위에 있었으며, 로즈마린산과 마찬가지로 동글2호의 함량이 가장 높았으며 토경 재배 시 더 높게 나타났다.

채내 노화가 진행됨에 따라 동시에 다양한 장기에서 세포

잎들깨 품종별 생육 및 품질 비교

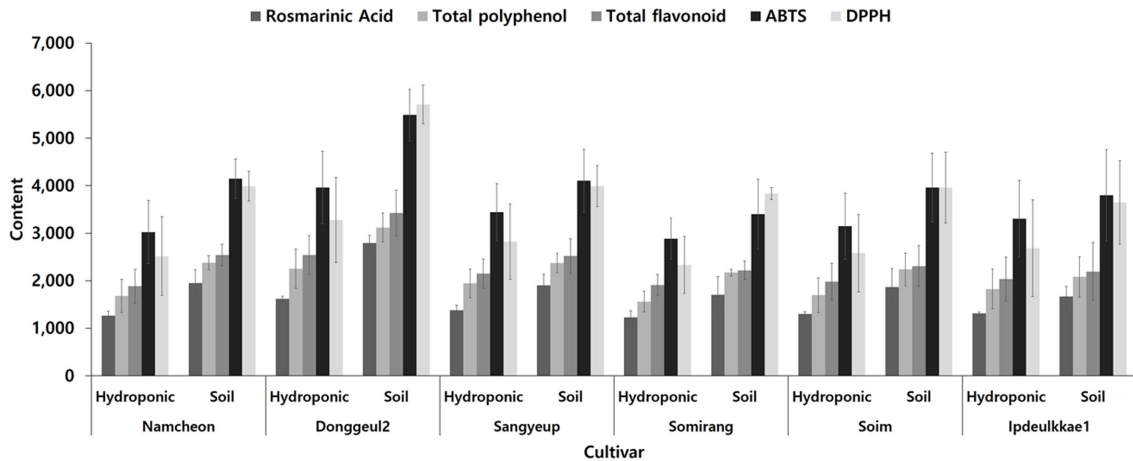


Fig. 3. Contents of rosmarinic acid (mg/100 g), total polyphenol (mg·GAE/100 g), total flavonoid (mg·CAE/100 g), ABTS and DPPH (mg·TE/100 g) radical scavenging activity of various cultivars of perilla leaves according to hydroponic and soil-based cultivation. All values are means \pm SD from triplicate separated experiments. Means with different superscripts in the each column indicate significant difference by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at 5%, 1%, and 0.1% ($p < 0.05$, $^{**}p < 0.05$, and $^{***}p < 0.001$).

손상, 염증 유발 및 노화의 원인이 되는 자유라디칼 소거 활성을 분석하였다. 시료의 특성에 따라 ABTS와 DPPH 라디칼과의 결합 정도가 다를 수 있으므로 (Shin *et al.*, 2008), 잎들깨 품종 및 재배방식에 따른 추출물의 항산화 활성을 ABTS와 DPPH 라디칼 소거 활성을 대상으로 분석하였다.

ABTS 라디칼 소거활성은 수경재배에서는 2,886.5 mg·TE/100g - 3,960.5 mg·TE/100g, 토경은 3,399.3 mg·TE/100g - 5,487.2 mg·TE/100g 범위의 활성을 나타내었으며, DPPH 라디칼 소거활성은 수경에서는 2,517.8 mg·TE/100g - 3,276.8 mg·TE/100g, 토경은 3,645.9 mg·TE/100g - 5,706.8 mg·TE/100g 범위였으며, 기능 성분들과 마찬가지로 동글2호의 활성이 가장 높았으며 수경재배 보다는 토경재배 시 더 높은 항산화 활성을 나타냈다.

4. 잎들깨 품종 및 재배방식에 따른 저장성 비교

품종과 재배방식에 따른 저장성은 꼭지 갈변, 물러짐, 신선도 지표에서 모두 큰 차이를 보이지 않았다. 꼭지 갈변과 물러짐은 수경, 토경에서 모든 품종에서 평균 1로 측정되었고, 신선도는 3 - 4로 측정되었다. 통계적으로 품종과 재배방법에 따라 저장성은 유의적이 차이를 나타내지 않았다 (Table 3).

이상의 연구 결과를 종합하면 모든 품종에서 토경재배 보다 수경재배에서 줄기 길이, 마디 수, 줄기 굵기, 상품잎의 엽장, 엽폭, 최대 엽장, 잎 두께가 수경재배에서 모두 증가하였고 고도로 유의한 차이가 나타났다.

상품잎 당 속잎 비율 (%)을 비교하였을 때 수경재배에서는 소미랑이 53%, 토경에서는 소임이 52.7%로 가장 높게 나타났다. 잎두께의 경우에는 수경재배 및 토경재배, 모두에서 소미랑 품종이 가장 두꺼웠다. 잎의 수량성을 비교한 결과 수경재

배 시 잎 무게는 평균 8,523 kg/10a, 토경재배 시 5,799 kg/10a로 나타나 수경재배가 토경재배보다 1.47 배 높게 나타났고, 잎 수도 수경재배 시 평균 5,201 천매/10a, 토경재배 시 평균 4,525 천매/10a로 나타나 수경재배가 토경재배보다 1.15 배 높았다. 잎을 수확을 목적으로할 경우 들깨잎 재배는 토경재배에 대비하여 수경재배를 재배방법을 선택하는 것이 수량이 증대와 함께 농가 소득도 약 1 - 1.5 배 증가할 것으로 예상된다. 실제로 2022년 충청남도 금산군에서 농촌진흥청 신기술시범사업으로 잎들깨 수경재배를 한 결과 토경 대비 수량이 44.5% 증가하였고, 소득도 58.3% 증가함을 보고한 바 있다 (RDA, 2022). 경제성을 분석해 보면 10 a 기준으로 수경재배 시설 설치에는 약 6 천만원이 소요된다. 시범사업 결과 1년에 9개월 잎 수확 시 소득은 수경재배는 5,402 만원, 토경재배는 3,412 만원이었다. 따라서 10 a 면적으로 3년을 재배할 경우 수경재배 시설 설치 비용이 차감되고, 그 이후에는 수익이 발생하게 된다.

Lee 등 (2010)은 특히 돌나무와 같이 밀식이 가능한 작물의 수경재배에서 단위 면적당 수량이 크게 증가하기 때문에 유리하다고 하였다. 또한 과채류인 딸기의 경우, 식물체 당 수량은 토경재배에서 높지만, 단위면적 당 수량과 생산량은 밀식한 수경재배에서 3 배 이상 높게 나타났다고 보고한 바 있다 (Paraskevopoulou-Paroussi and Paroussis, 1995).

Anver 등 (2005)에 따르면 수경재배에서 생산성이 증가하는 이유는 단위면적당 광합성이 증가하고, 잎·화기·과일 등에 대한 탄소 분배능 (carbon partitioning) 등이 높아지기 때문이라고 하였다.

수경재배에서 10a 당 잎 무게가 가장 무거운 품종은 소임으로 9,088 kg 이었고 다음으로 소미랑은 8,980 kg 을 나타내었

Table 3. Comparison of leaf stalk browning, leaf lot, leaf freshness according to hydroponic and soil-based cultivation by leaf perilla cultivars.

Culture method	Cultivar	Leaf stalk browning (0 - 4)	Leaf lot (0 - 4)	Leaf freshness (0 - 4)
Hydroponic	Namcheon	1 ^a	1 ^a	3 ^{ab}
	Donggeul2	1 ^a	1 ^a	4 ^{ab}
	Sangyeup	1 ^a	1 ^a	4 ^a
	Somirang	1 ^a	1 ^a	3 ^b
	Soim	1 ^a	1 ^a	3 ^b
	Ipdeulkae1	1 ^a	1 ^a	3 ^b
Soil	Namcheon	1 ^a	1 ^a	3 ^{ab}
	Donggeul2	1 ^a	1 ^a	3 ^{ab}
	Sangyeup	1 ^a	1 ^a	4 ^a
	Somirang	1 ^a	1 ^a	4 ^a
	Soim	1 ^a	1 ^a	3 ^{ab}
	Ipdeulkae1	1 ^a	1 ^a	3 ^b
Significant				
cultivar (A)		ns	ns	**
culture method (B)		ns	ns	ns
A × B		ns	ns	ns

Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, $P = 0.05$. ns, *, **, *** non significant or significant at $P = 0.05$, 0.01 or 0.001 respectively.

다. 잎 수에서도 10a 당 소임이 5,606 천매로 가장 많았고 그 다음으로 소미랑이 5,396 천매를 나타내었다. 수경재배에 적합한 품종은 수량성으로만 검토하면 소임 품종이 잎 무게, 잎 수가 가장 많아 우수하다고 평가할 수 있지만, 잎 크기 (엽장, 엽폭), 잎 두께 등 잎의 상품성과 상품잎 당 속잎비율과 같은 채엽 효율과 함께 평가한다면 소미랑이 가장 적합한 품종으로 생각된다.

5 본엽의 잎으로 잎의 기능 성분과 항산화 활성을 비교한 결과 두 재배방식 모두 동글2호의 함량이 가장 높게 나타났고, 주요 기능 성분이 수경재배에 비해 토경 재배에서 함량이 모두 높게 나타났다. 기능 성분과 항산화 활성은 수경재배 시 토경과의 비교에서 재배방식 및 작물의 종류에 따라 다른 경향을 보이는데, 토마토와 상추 (Chiesa *et al.*, 2005)에서는 토경재배와 수경재배 간의 비타민 C 함량에 차이가 없었으나, 고추 (Flores *et al.*, 2009)와 basil (Sgherri *et al.*, 2010)에서는 수경재배에서 더 높게 나타났다고 하였다. 토마토에서는 수경재배에서 N, Mg, Na, Fe, Cu, Mn, Zn 등의 흡수가 증가하였으나 (Rouphael *et al.*, 2004), 상추 수경재배에서는 Mg, Fe, Mn 등이 낮고, N과 P 함량은 높게 나타났다고 하였으며 (Siomos *et al.*, 2001), 인삼의 경우 배양액의 pH, EC에 따라 진세노사이드 함량이 다르게 나타났다고 하였다 (Yu *et al.*, 2016; Park *et al.*, 2017; Yu *et al.*, 2017; Suh *et al.*, 2022).

이와같이 수경재배 시 작물의 종류, 배양액 종류 및 재배환

경 등에 따라 무기성분의 흡수와 기능성분의 함량이 다르므로 건강 기능성 성분을 증가시키기 위한 재배기술의 연구는 좀 더 진행되어야 할 것으로 생각된다.

품종과 재배방식에 따른 저장성은 꼭지 갈변, 물러짐, 신선도 지표에서 모두 큰 차이를 보이지 않았다. 멜론과 파프리카에서는 수경재배보다 토경재배에서 생산된 과실의 경도가 높아 저장성이 우수하다고 하였지만 (Choi *et al.*, 2001; Kang *et al.*, 2008), 잎과 과실은 차이가 있을 것으로 판단된다.

잎들깨 수경재배의 면적이 늘어남에 따라 처음부터 수경재배에 맞는 잎들깨 품종 육성을 목표로 하여 새로운 품종을 개발할 필요가 있으며, 그에 따라 잎들깨 수경 재배기술의 연구가 추가적으로 필요할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ015952)의 지원에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

Anver MAMS, Bandara DC and Padmathilake KRE. (2005). Comparison of the carbon partitioning and photosynthetic efficiency of lettuce (*Lactuca sativa* L.) under hydroponics and soil cultivation. Tropical Agricultural Research. 17:194-202.
Asif M. (2012). Phytochemical study of polyphenols in *Perilla*

- frutescens* as an antioxidant. *Avicenna Journal of Phytomedicine*. 2:169-178.
- Chiesa A, Frezza D, Moccia S, Oberti A, Fraschina A and Diaz L.** (2005). Vegetable production technology and postharvest quality. *Acta Horticulturae*. 682:565-572.
- Cho MS.** (2003). A study of intakes of vegetables in Korea. *Korean Journal Food Culture*. 18:601-612.
- Choi HK, Park SM and Jeong CS.** (2001). Comparison of quality changes in soil and hydroponic cultured muskmelon fruits. *Journal of The Korean Society for Horticultural Science*. 42:264-270.
- Choi SH, Lim MY, Choi GL, Kim SH and Jeong HJ.** (2019). Growth and quality of two melon cultivars in hydroponics affected by mixing ratio of coir substrate and different irrigation amount on spring season. *Journal of Bio-environment Control*. 28:376-387.
- Dorais M, Papadopoulos AP and Gosselin A.** (2002). Greenhouse tomato fruit quality. *Horticultural Reviews*. 26:239-319.
- Flores P, Hellin P, Lacasa A, Lopez A and Fenoll J.** (2009). Pepper antioxidant composition as affected by organic, low-input and soilless cultivation. *Journal of the Science of Food Agriculture*. 89:2267-2274.
- Folin O and Denis W.** (1912). On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *Journal of Biological Chemistry*. 12:239-243.
- Kang HM, Choi IL and Kim IS.** (2008). Effect of cultural regions or methods on postharvest physiological characteristics and qualities of paprika fruits. *Journal of Bio-environment Control*. 17:325-329.
- Kang R, Helms R, Stout MJ, Jaber H, Chen Z and Nakatsu T.** (1992). Antimicrobial activity of the volatile constituents of *Perilla frutescens* and its synergistic effects with polygodial. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 40:2328-2330.
- Kim DJ, Assefa AD, Jeong YJ, Jeon YA, Lee JE, Lee MC, Lee HS, Rhee JH, Lee HS, Rhee JH and Sung JS.** (2019). Variation in Fatty Acid Composition, Caffeic and Rosmarinic Acid Content, and Antioxidant Activity of Perilla Accessions. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 27:96-107.
- Kwak YH, Kwon JK, Kim SD, Kim HK, Park CB, Pae SB, Pae SD, Oh KW, Yoon ES, Lee DC, Lee MH, Jung CS, Choi YH and Hong YK.** (2003). Perilla. *Yongnam Agricultural Research Institute, Rural Development Administration*. p.3-42.
- Lee JS, Choi JW, Chung DS, Lim CI, Seo TC, Do GL and Chun CH.** (2005). Effects of lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivars and cultivation methods on growth, quality, and shelf-life. *Horticultural Science and Technology*. 23:12-18.
- Lee MH, Jung CS, Ha TJ, Pae SB, Hwang JD, Park CH, Shim KB, Park KY and Ahn JG.** (2014). 'Soim' a high yielding edible tender leaves producing perilla cultivar. *Korean Journal of Breeding Science*. 46:178-182.
- Lee MH, Jung CS, Oh KW, Park CB, Kim DG, Choi JK and Nam SY.** (2011). A new perilla cultivar for edible seed 'Dayu' with high oil content. *Korean Journal of Breeding Science*. 43:616-619.
- Lee SY, Kim HJ and Bae JH.** (2010). Effect of planting density on growth and quality in hydroponics of *Sedum sarmentosum*. *Horticultural Science and Technology*. 28:580-584.
- Lim SU, Seo YH, Lee YG and Baek NI.** (1994). Isolation of volatile allelochemicals from leaves of *Perilla frutescens* and *Artemisia asiatica*. *Journal of Korean Society of Agricultural Chemistry and Biotechnology*. 37:115-123.
- Middleton E and Kandaswami C.** (1994). Potential health-promoting properties of citrus flavonoids. *Food Technology*. 48:115-119.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA).** (2021). 2020 Status of facility vegetables greenhouse and vegetable production performance. *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. *Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs*. Sejong, Korea. <https://uni.agrix.go.kr/docs7/biOlap/dbdEqptOudor.do> (cited by 2023 March 1).
- Nam DS, Moon TW, Lee JW and Son JE.** (2019). Estimating transpiration rates of hydroponically-grown paprika via an artificial neural network using aerial and root-zone environments and growth factors in greenhouses. *Horticulture, Environment and Biotechnology*. 60:913-923.
- Oh SI and Lee MS.** (2003). Screening for antioxidative and antimutagenic capacities in 7 common vegetables taken by Korean. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 32:1344-1350.
- Paraskevopoulou-Paroussi G, Grafiadellis M and Paroussi E.** (1995). Precocity, plant productivity and fruit quality of strawberry plants grown in soil and soilless culture. *Acta Horticulturae*. 408:109-117.
- Park HW, Song JH, Kwon KB, Lee UH and Son HJ.** (2017). Growth characteristics of ginseng seedling transplanting by self soil nursery, nursery or hydroponic culture on main field. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 25:238-243.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M and Rice-Evans C.** (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*. 26:1231-1237.
- Rouphael Y, Colla G, Battistelli A, Moscatello S, Proietti S and Re A.** (2004). Yield, water requirement, nutrient uptake and fruit quality of zucchini squash grown in soil and closed soilless culture. *The Journal Horticultural Science and Biotechnology*. 79:423-430.
- Rural Development Administration(RDA).** (2003). *Agricultural technology guide*. Perilla. *Rural Development Administration*. Suwon, Korea. p.84-85.
- Rural Development Administration(RDA).** (2012). *Agricultural science and technology research. Analysis criteria*. *Rural Development Administration*. Suwon, Korea. p.453-458.
- Rural Development Administration(RDA).** (2022). *Exemplary cases of innovative technology pilot projects*. *Rural Development Administration*. Jeonju, Korea. p.38-41.
- Ryu HS and Kim HS.** (2008). Studies on the effects of water extract from mixture of pine needles, *Sedum sarmentosum* bunge, hijkiaorme, buckwheat and perilla leaves on the immune function activation. *Korean Journal of Food and Nutrition*. 21:269-274.
- Sgherri C, Ceconami S, Pinzimo C, Navari-Izzo F and Izzo R.**

- (2010). Levels of antioxidants and nutraceuticals in basil grown in hydroponics and soil. *Food Chemistry*. 123:416-422.
- Shin JH, Lee SJ, Seo JK, Cheon EW and Sung NJ.** (2008). Antioxidant activities of hot water extract from Yuza(*Citrus junos* SIEB ex TANAKA) peel. *Journal of Life Science*. 18:1745-1751.
- Siomos AS, Beis G, Papadopoulou PP, Nasi P, Kaberidou I and Barbayiannis N.** (2001). Quality and composition of lettuce(cv. 'Plenty') grown in soil and soilless culture. *Acta Horticulturae*. 548:445-449.
- Suh SJ, Yu J, Kim DH and Jang IB.** (2022). Influence of freezing damage during sprouting periods on root growth characteristics and saponin contents in *Panax Ginseng* C. A. Meyer. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 30:99-107.
- Yamazaki M and Saito K.** (2006). Isolation and characterization of anthocyanin 5-O-glucosyltransferase in *Perilla frutescens* var. *crispa* by differential display. *Differential Display Methods and Protocols*. 317:255-266.
- Yu J, Jang IB, Suh SJ and Kweon KB.** (2016). Effects of nutrient solution on growth and amount of ginsenoside of two year old ginseng grown under hydroponic culture. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 24:198-206.
- Yu J, Kang SH, Jang IB, Jang IB, Park KC, Lee UH, Park HW, Suh SJ, Seo CS and Kim KH.** (2017). Influence of boron and iron toxicity on the physiological status, growth, and mineral uptake of ginseng in hydroponic culture. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 25:175-182.