

배초향의 성장과 기능성 물질 함량을 고려한 실내재배 적합 최적 품종 선정

도종원^{1,2†} · 노승원^{2†} · 복권정² · 이현주² · 이종원³ · 박종석^{2*}

¹한국농어촌공사 수자원기획처 통합물관리지원단, ²충남대학교 농업생명과학대학 원예학과,
³한국농수산대학 원예환경시스템학과

Selection of Optimal Varieties Suitable for Indoor Cultivation Considering the Growth and Functional Content of *Agastache* Species

Jong Won Do^{1,2†}, Seung Won Noh^{2†}, Gwon Jeong Bok², Hyun Joo Lee²,
Jong Won Lee³, and Jong Seok Park^{2*}

¹Integrated Water Management Supporting Department, Water Resources Planning Office, Korea Rural Community Corporation, Sejong 30083, Korea

²Department of Horticultural Science, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

³Department of Horticulture Environment System, Korea National College of Agriculture and Fisheries, Jeonju 54874, Korea

Abstract. The objective of this study was to select the right species among *Agastache* in the family Lamiaceae as the result of growth analysis and functional substance analysis. Among 22 species of *Agastache*, five species (*Agastache cana*, *Agastache foeniculum*, *Agastache rugosa* ‘Spike Blue’, *Agastache rugosa* ‘Spike Snow’, *Agastache rupestris*) were selected by referring to United States Department of Agriculture (USDA)’s plant hardiness zone area and Korea’s one based on USDAs. These plants were cultured at $24 \pm 1^\circ\text{C}$ and $18 \pm 1^\circ\text{C}$ (day and night temperatures, respectively) and 65 ~ 75% relative humidity in a hydroponic culture system for 4 weeks. In terms of growth analysis experiment, stem length, root length, leaf width, leaf area, leaf number, SPAD value, and fresh and dry weights of shoots and roots were measured. The results showed that *A. rugosa* SS and *A. rugosa* SB have a higher overall balance value than other species. When compared functional substance value (rosmarinic acid, tilianin, and acacetin) of five species, *A. rugosa* SS and *A. rugosa* SB are significantly higher than other species in *Agastache*. It seems to be directly proportional to the growth analysis results. When considering the growth and functional substance part comprehensively, *A. rugosa* SS and *A. rugosa* SB are the most optimal high-value species among *Agastache*.

Additional key words : acacetin, agastache, plant growth, rosmarinic acid, tilianin

서 론

최근 건강에 대한 경각심 확대가 전 연령대에 걸쳐 나타나면서 건강기능식품 소비 비율이 점차적으로 증가하는 가운데, 2020년에 한국건강기능식품협회에서는 2019년 기준으로 국내 건강기능식품 시장 규모가 4조 6,000억을 형성하는 것으로 조사하였다. 건강 기능성 식품은 인체에 유용한 기능성을 가진 원료나 성분을 사용하여 제조하는 식품을 말하는데, 식물 추출물을 원재료로 하는 경우가 많다. 생활수준의 향상과 함께 건강의 중요성은 계속적으로 부각되고 있으며, 이에 따

라 건강 기능성식품 관련 시장은 지속적인 성장이 예측된다. 현재 평균 연령이 높아지는 추세에 식물의 기능성 물질을 활용하여 식품적 가공이나 제품으로 개발을 통해 이용하고자 하는 연구가 이루어지고 있으며(Lee 등, 2018), 소비자들의 이목이 건강에 초점을 두면서 면역력 증진, 항암효과, 항바이러스 효과 증대 등 건강을 위한 식물의 식품소재로서의 이용에 대한 관심이 모아지고 있다(Rha 등, 2014).

꿀풀과(Lamiaceae)에 속하는 배초향(*Agastache*)속 식물은 다년생 초본으로 북미에 22종과 동아시아 지역인 한국 및 중국에 1종이 서식하고 있으며(Zielinska 등, 2014), 우리나라에서는 향신료와 약초용으로 예전부터 지속적으로 사용해 왔다(Ahn과 Yang, 1991). 이러한 배초향(*Agastache*)속 식물은 외부의 환경 스트레스, 해충 침입 및 병원균 유입 등을 방어하는 이차대사산물(Secondary metabolite)인 페닐프로파

†These authors contributed equally to this work

*Corresponding author: jongseok@cnu.ac.kr

Received April 14, 2020; Revised April 21, 2020;

Accepted April 22, 2020

노이드(Phenylpropanoid)화합물 함유량이 크다고 알려져 있다(Han, 1987; Bourgaud 등, 2001). 그리고 폴리페놀(polyphenol) 화합물이면서 타닌(tannin) 유형인 rosmarinic acid (RA)는 꿀풀과 식물에서 전반적으로 높은 함유량을 보이고 있는데(Hakkim 등, 2007), 이러한 RA가 식물의 병원균과 초식동물로부터의 방어 화합물의 역할을 해줌으로써(Ellis와 Towers, 1970) 항바이러스, 항염제, 항진성 및 항균성 등의 기능을 나타낸다고 한다(Cuvelier 등, 1996; Chen과 Ho, 1997; Takeda 등, 2002). 또한, 플라보노이드(flavonoid)계통 화합물인 tilianin 함유량도 많다고 보고되었는데(Han, 1987), 이러한 식물 내 tilianin 추출 성분은 인체 내 혈관 콜레스테롤 축적 방지, 항염 및 항암 등의 효능이 있다고 보고되었다(Hong 등, 2001; Nam 등, 2006). 이렇듯, 배초향은 건강 기능성식품의 소재종으로써 이용 가치가 높으며 적절한 선발 또는 품종 개발 및 생산 기반을 갖추는 것은 매우 중요한 부분이라 판단된다.

식물의 생육과 발달에 영향을 미치는 요인으로 광, 온도, 습도, CO₂ 농도, 토양의 양수분 조건 등의 재배적 요인과, 기능성 물질 축적과 관련된 생물적(biotic) 또는 비생물적 스트레스(abiotic stress) 조건은 배초향의 생산성과 품질에 절대적인 영향을 미친다. 배초향(*Agastache*)속의 여러 품종들은 체내 함유되어 있는 이차 대사산물(secondary metabolite)의 종류와 함량적 측면에서 건강기능식품의 소재 식물로 활용 가치가 높다. 국내 일부 지역에 자생하는 종과 북미와 아시아에 자생하는 23종 등 다양한 종에 대하여 국내 기후 조건에서 재배에 적합한 종 선발이 필요하다.

Lee 등(1994)과 Ko 등(1996)은 꿀풀과(Lamiaceae) 배초향(*Agastache*)속 식물 경우, 꽃에서는 tilianin, 잎에서는 essential oil, 뿌리에서는 RA가 생산되는 등 꽃, 잎, 열매, 목질부 및 수피 등 모든 부분에서 이차 대사산물이 생산된다고 하였다. 배양액의 EC를 2.0, 4.0, 6.0 dS·m⁻¹ 등으로 조절하여 배초향을 수경재배 방식으로 4주 재배한 결과 EC 4.0에서 총 tilianin 함량이 제일 높았으며, rosmarinic acid 함량 또한 증가한다고 하였다(Lam 등 2019). 배초향을 다른 LED 광질 조건에서 재배 시, 적색광만 처리했을 때 rosmarinic acid 함량이 증가하였고, tilianin은 적색광에 청색광을 추가하였을 때 농도가 증가되었다고 보고되었다(Kim 등, 2018). Lee 등(2002)은 배초향 추출물과 주성분 tilianin이 고지혈증 생쥐 모델에서 동맥경화성 병변을 뚜렷하게 개선시켜 염증반응에 근거한 항동맥경화 활성 효과를 최초로 보고하였다. Asensi-Fabado 등(2013)은 꿀풀과(Lamiaceae) 식물들의 온도에 따른 호르몬 반응 분석에서 식물들마다 고온 스트레스에 대한 알파 토코페롤(α -tocopherol) 등의 수치 반응이 다르게 나타

남에 따라 결국 식물마다 생화학적 매커니즘이 다르다는 점을 알 수 있었다. Rao(2002)은 배초향 경우 노지에서 생산할 때 1년에 2회 수확이 가능하며, 기능성 물질 함량에서는 계절적인 재배환경에 따라 각기 다른 함량을 보이고 있다고 보고하였다. Genhua Niu(2006)는 *Agastache*속 식물 중 하나인 *Agastache cana* 경우 내염성이 상대적으로 약하므로 생육 환경에 알맞은 재배지역을 선택할 필요가 있다고 하였다. 이러한 보고와 같이 배초향의 기능성 물질의 산업적 이용 가능성은 매우 높으며, 주년 생산 시스템을 갖추고 생산할 경우, 원료 수급을 일정하게 하여 산업화를 가능하게 할 수 있다. 본 연구는 배초향(*Agastache*)속에 포함되는 다양한 종들을 대상으로 생장 및 기능성 물질에 대한 비교 분석을 통해 국내 환경에 적합하면서 식물 부가가치가 상대적으로 높은 최적 종 선발을 목적으로 하였다.

재료 및 방법

1. 식물 재료 선정

B&T World seeds (Paguignan, 34210 Aigues-Vives, France)를 통해서 *Agastache astromontana* (agastache Pink Pop, Mexican Balm), *Agastache aurantiaca* (Orange Humming-bird Mint), *Agastache cana* (Double Bubble Mint, *Graue Agastache*, Humming Bird Mint), *Agastache foeniculum* (Anise Hyssop, Anisysop), *Agastache Mexicana* blue form (Giant Hyssop), *Agastache nepetoides* (Catnip Giant Hyssop, Giant Yellow Bubble-Mint), *Agastache rugosa* Spike Blue (Anise Hyssop blue, Liquorice Blue), *Agastache rugosa* Spike Snow (Anise Hyssop white, Liquorice White), *Agastache rupestris* (Apache Sunset, Licorice Mint), *Agastache scrophulariifolia* (Prairie Hyssop, Purple Giant Hyssop), *Agastache urticifolia* (Horse mint, Nettle-Leaf Girant Hyssop) 등 총 11개 종의 배초향(*Agastache*)속 종자를 구입하였다.

다음으로 국내 자생지 환경조건과 적합한 종을 연구 대상 식물로 선정하는데 있어서 미국 농무성(United States Department of Agriculture, USDA) 식물 내한성 지도(Plant Hardiness Zone Map)와 이를 기준으로 국내에 적용 개발한 농촌진흥청 국립원예특작과학원의 식물 내한성 지도를 참고하였다. 미국 농무성(USDA) 식물 내한성 지도(USDA Plant Hardiness Zone Map)는 미국과 캐나다 지역을 대상으로 미국 연중최저기온 평균을 5.6°C(10°F) 단위로 하여 총 10개의 지역으로 구분하였다. 우리나라 식물 내한성 지도(농촌진흥청 국립원예특작과학원, 2012)는 기상청 기상 자료인 최근 30

년(1981~2010년) 최저온도 값을 분석하여 미국 식물 내한성 지도와 같이 10개의 지역으로 나누었다. 이 식물 내한성 지역(Plant Hardiness Zone)을 구분하는 온도범위는 다음과 같으며, 우리나라 대부분 지역은 식물 내한성 지역(Plant Hardiness Zone)의 6a ~ 9b(-23.3 ~ -1.2°C) 사이에 분포하고 있다.

B&T World seeds에서 구매한 배초향(*Agastache*)속 11개 종을 대상으로 우리나라 식물 내한성 지역(Plant Hardiness Zone)에 적용한 결과, 최종적으로 5개 종인 *Agastache cana*, *Agastache foeniculum*, *Agastache rugosa* ‘Spike Blue’ (SB), *Agastache rugosa* ‘Spike Snow’(SS), *Agastache rupestris*를 실험 연구 대상으로 선택할 수 있었다.

2. 재배 환경

배초향(*Agastache*)속 5개 종자를 240공 파종용 암면배지(Kiemplug standard tray, Grodan, Denmark)에 80개씩 파종하여 25±2°C에서 5일간 발아시켰다. 이후 발아된 식물체는 형광등(T514EX-D, Byulpyo Co. Ltd., Korea)을 이용하여 광강도 180±15 μmol·m⁻²·s⁻¹, 주간 온도 24±1°C, 야간 온도 18±1°C, 상대습도 65 ~ 75%의 조건에서 6주간 육묘하였다. 육묘 후, 미량 원소(mM: 45 B, 9 Mn, 0.4 Zn, 0.2 Cu, 0.1 Mo, 16 Fe)가 함유된 오츠키 하우스 A(Otsuka House A, OAT Agri Co., Ltd. Tokyo, Japan: NO₃-N 17.4 me·L⁻¹, NH₄-N 1.2 me·L⁻¹, P 5.1 me·L⁻¹, K 8.6 me·L⁻¹, Ca 8.2 me·L⁻¹, Mg 3.6 me·L⁻¹) 배양액을 이용하여 플라스틱 온실(단동)에서 nutrient film technique (NFT) 방식의 수경재배 시스템에 각 품종 당 20주씩 정식하였다.

재배베드는 poly vinyl chloride (PVC) 재질을 이용하여 1,100mm (wide), 1,000mm (length) 및 100mm (height)로 제작하여 각 골조 프레임에 수평으로 설치하였다. 온실은 복합환경제어기(Magma, Green Control System Ltd., Korea)를 설치하여 주간 난방설정온도 20°C 환기설정온도는 25°C를 유지하였으며, 야간 난방설정온도 15°C, 상대습도가 95% 이상일 경우 스크린 천창을 3% 오픈하였다. 난방은 온풍난방기(DL20-6K, Daelim Energy, Korea)를 이용하였다. 양액 제어실의 양액탱크 내 수증펌프(UP100, Hyupshin Design Co. Ltd., Korea)를 설치하여 재배베드로 15분 On/Off 주기로 양액을 공급하였으며, 배수는 독립된 배수구를 통해 다시 양액탱크로 순환하도록 설치하였다. 휴대용 온습도 센서(testo-174H, TESTO Co. Ltd., Germany)를 이용하여 재배베드의 온도와 상대습도를 모니터링 하였다.

3. 생육 조사

정식 4주 후 배초향(*Agastache*)속 5종을 각각 수확하였으며, 줄자를 이용하여 초장, 엽장, 엽폭 그리고 엽록소 비파괴 분석을 위한 SPAD(SPAD-502, Minolta, Japan)값을 측정하였다. 또한, 지하부 생체중 측정을 위해 실험용 티슈(Kimtech Science, Yuhan-Kimberly, Korea)로 뿌리 부분의 수분을 제거 후 전자저울(CAL MW-2N, CAS Co. Ltd., Korea)로 종별 뿌리 생체중 값과 지상부 생체중 값을 측정하였으며, 건물중 분석에서는 종별로 분리한 지상부 및 지하부를 시료분석용 봉투에 넣은 후 7일간 건조(70°C)한 후 동일한 전자저울을 이용하여 측정하였다.

4. 기능성 함량 분석

수확한 배초향 5종을 시료분석용 봉투에 넣은 후 동결건조기(TFD5503, Ilshin BioBase, Korea)를 이용하여 3일간 건조(-70°C)시켰다. 건조된 식물체들은 믹서기(SMX 800SP, Shinil Co. Ltd., Korea)를 이용하여 분쇄 및 분말화 하였다. 각 배초향 분말(0.1g)을 MeOH (2ml의 80%)에 넣은 후 1시간 동안 초음파처리(sonication)를 하고 10분 동안 원심분리(1,300 rpm)를 진행하였다. 그리고 상등액을 0.45mm PTFE syringe filter로 필터링하고 HPLC용 vial에 담았다. 기능성 함량 분석은 NS-4000 HPLC system (Futechs Co., Daejeon, Korea)을 이용하였고, 컬럼(column)은 ProntoSIL 120-5 C18 ace-EPS column (1500, 5 mm; ProntoSIL, Bollinger, Germany)을 사용하였으며, 컬럼 온도는 30°C를 유지하였고, 유량은 1.0mL·min⁻¹ 및 검출파장은 340nm로 설정하여 분석하였다. 시료는 자동주입기로 20mL씩 주입하였으며, 이동상 용매로는 0.2% 아세트산을 포함하는 초순수 solvent A와 100% MeOH를 solvent B로 사용하였으며, RA, tilianin과 acacetin 분리에 70% solvent와 30% solvent B가 되도록 용액을 증가시켰다. 표준물질 RA(SIGMA-ALDRICH, Korea), tilianin (Ensol Biosciences Inc., Korea)을 이용하여 calibration curve를 작성하여 정량화(mg·g⁻¹ DW)하였다.

5. 통계 분석

본 실험은 완전임의 배치법(completely randomized designs)으로 수행되었으며, 생육 및 기능성 물질 분석은 각 처리구별 3회 반복수행하였다. 측정 데이터의 통계 분석은 SPSS 20(SPSS 20, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 프로그램을 이용하여 ANOVA(변량분석)를 실시하였으며, 각 처리간 평균 비교를 위하여 Tukey의 다중검정법(P≤0.05)을 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 생육 분석

정식 4주 후, 배초향의 초장은 *A. rugosa*의 SB와 SS가 각각 35.29cm, 32.26cm로 가장 낮은 수치를 나타낸 *A. foeniculum* 과 비교했을 때 유의적으로 높은 값을 나타냈다(Fig. 1A). *A. foeniculum*의 초장은 가장 큰 값을 보인 *A. rugosa*의 SB 혹은 SS와 비교하여 3.6배, 3.2배 적은 값을 보였으며, *A. rupestris*와 비교했을 때 2.2배 적은 값을 나타내었다. 근장의 경우 *A. rugosa*의 SB와 SS가 각각 34.78cm, 34.39cm로 가장 높은

수치를 보였으며, *A. cana*가 10.62cm로 *A. rugosa*의 SB, SS와 비교했을 때 각각 2.2배 차이가 났다. 엽장은 *A. rugosa*의 SB와 SS가 유의적으로 가장 높은 값을 보였으며, *A. foeniculum*과 *A. rupestris*가 낮은 값을 나타냈다(Fig. 1B). 엽폭의 경우 엽장과 동일하게 *A. rugosa*의 SB 및 SS가 유의적으로 높았던 반면에 *A. rupestris*가 가장 낮은 수치를 나타내었다. *A. foeniculum*의 경우 엽장과 엽폭이 각각 28.9 cm, 28.5 cm로 다른 4개 품종에 비해 엽장과 엽폭의 길이가 적은 경향을 보였다. 엽수는 *Agastache* 5개 품종의 엽장이 1cm 이상인 것을 골라서 측정하였는데(Fig. 1C), *A. rupestris*가 *A.*

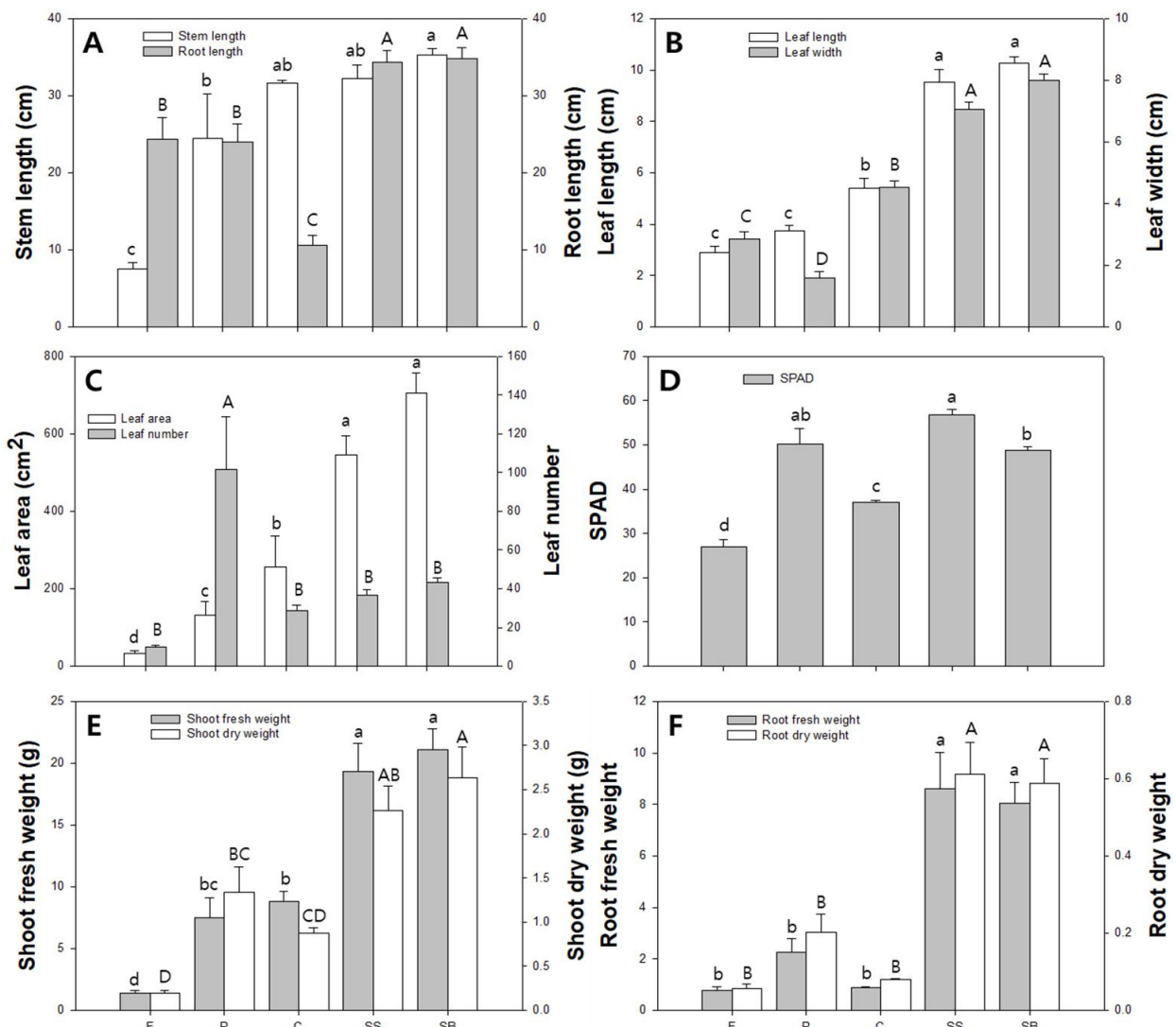


Fig. 1. Stem length and root length (A), leaf area and leaf number (B), leaf length and leaf width (C), SPAD (D), shoot fresh weight and shoot dry weight (E), root fresh weight and root dry weight (F) of five *Agastache* species grown under a hydroponic culture system for 4 weeks. F: *Agastache foeniculum*, R: *Agastache rupestris* C: *Agastache cana*, SS: *Agastache rugosa* ‘Spike snow.’, and SB: *Agastache rugosa* ‘Spike blue’. The data represent the means and the vertical bars indicate standard errors (n = 7). Different letters at the top of bars indicate significances in different species of *Agastache* ($P \leq 0.05$)

foeniculum, *A. cana*, *A. rugosa*의 SS, SB와 비교했을 때 유의적으로 높은 결과를 보였으며, 가장 낮은 값을 보인 *A. foeniculum*와 비교했을 때 9.3배 높은 수치를 보였다. 엽면적은 엽장과 엽폭의 결과와 마찬가지로 *A. rugosa*의 SB와 SS가 유의적으로 높은 값을 보였다. 또한 *A. foeniculum*가 가장 낮은 값을 나타내었고, *A. rupestris*, *A. cana*, *A. rugosa*의 SS 및 SB와 비교했을 때 2.9배, 6.6배, 15배 및 20배 적은 수치를 보였다. *Agastache* 5가지 품종을 동일한 환경에서 재배시 엽수와 엽면적이 반비례하는 경향을 보였다. 휴대용 엽록소 측정기로 측정된 엽내의 엽록소 함량의 많고 적음을 나타내는 SPAD값은 *A. rugosa*의 SS 종과 *A. rupestris* 종에서 각각 56.7, 50.3으로 26.9로 가장 낮은 수치를 보인 *A. foeniculum*와 비교하였을 때 유의적으로 높았다(Fig. 1D). 그러나 *A. rupestris*의 SPAD 수치는 *A. rugosa*의 SS 및 SB와 비교했을 때 유의적 차이는 없었다. 지상부 생체중의 경우 *A. rugosa*의 SB와 SS가 유의적으로 높은 값을 나타내었으며, 가장 낮은 값을 보인 *A. foeniculum*와 비교하여 14배와 12배 많은 결과를 보였다(Fig. 1E). 그리고 지상부 건물중에서는 *A. rugosa*의 SB 품종이 *A. foeniculum*, *A. cana*와 비교했을 때 각각 11배, 1.7배 더 많았다. 또한 *A. rupestris*는 *A. cana*, *A. rugosa*의 SS와 비교했을 때 지상부 건물중은 유의적 차이는 보이지 않았다. 뿌리의 생체중과 건물중 모두 *A. rugosa*의 SS와 SB가 가장 높은 수치를 보였으며, *A. foeniculum*, *A. rupestris*, *A. cana*를 비교했을 때 유의적 차이는 없었다(Fig. 1F).

식물의 생육에 영향을 미치는 여러 가지 요인들 중에서 광합성은 식물이 필요로 하는 에너지를 공급하는 역할을 하고 있으며 광합성은 엽면적, 엽수, CO₂, 광도 등 여러 가지 요인에 의해 결정이 된다(Jones 등, 1991). 배초향의 경우 엽면적이 가장 높은 수치를 기록한 *A. rugosa*의 SS와 SB가 지상부 생육이 좋았으며 이는 엽의 부착밀도가 낮은 종들이 지상부의 생육이 뛰어나고 광합성의 효율을 증대시키는 데에 엽면적이 큰 식물이 유리하다는 보고와 일치하였다(Lee 등, 2010). 두 과 식물인 콩의 경우 잎의 무게, 두께, 엽육세포, 엽록소의 함량은 광합성량과 정비례하는 관계를 가지고 있으며(Sung 등, 1990), 단위엽면적은 생산량과 높은 상관성을 보이는 사례가 있었다고 보고되었다(Fehr 등, 1981). 따라서 배초향 5가지 품종의 생육조사를 실시한 결과 *A. rugosa*의 SS와 SB가 엽이 가장 발달되어 광합성율이 높아 생장에 긍정적인 영향을 미친 것으로 판단된다.

2. 기능성 분석

실험에 이용된 5개 품종의 phenyl propanoide 계통 rosmarinic acid (RA), tilianin, acacetin 성분 분석을 실시하였다.

*Agastache*속 5개 품종에 대한 단위 중량당 RA 함량에서는 *A. foeniculum* 및 *A. cana*가 유의적으로 높았으며, 가장 낮은 수치를 보인 *A. rupestris* 종과 비교했을 때 각각 37배와 36배 더 많았다(Fig. 2A). 반면에 식물체 한 주당 함량 분석에서는 *A. cana*, *A. rugosa*의 SS, SB 순으로 높은 값을 나타냈으며, *A. rupestris* 품종이 가장 낮은 값을 보였다(Fig. 2B). *A. rupestris*를 *A. foeniculum*, *A. rugosa* ‘Spike Blue’와 비교했을 때는 유의적인 차이를 볼 수 없었으나, *A. cana* 및 *A. rugosa* ‘Spike Snow’와 비교했을 때 유의적으로 낮았다. 단위 중량당 tilianin 함량은 *A. rupestris*와 *A. rugosa*의 SB는 다른 품종과 비교를 했을 때 유의적 차이를 보이지 않았다(Fig. 2C). 가장 낮은 수치를 기록한 *A. foeniculum*는 *A. cana*와 *A. rugosa* ‘Spike Snow’ 품종과 비교했을 때 유의적으로 낮았으며 각 3.5배와 3.0배 적은 값을 나타냈다. 단위 중량당 acacetin의 함량은 *A. foeniculum* 품종이 유의적으로 높았으며, *A. rupestris*, *A. rugosa*의 SS, SB 3개의 품종 사이에서는 유의적 차이가 보이지 않았다. 식물체 한 주당 tilianin의 함량은 *A. rugosa* ‘Spike Snow’ 품종이 *A. foeniculum*, *A. rupestris*, *A. cana*와 비교했을 때 유의적으로 높은 값을 나타내었으며 *A. rugosa* ‘Spike Blue’ 품종과는 유의적 차이가 없었다(Fig. 2D). 식물체당 acacetin 함량 분석에서는 *A. rugosa*의 SS, SB, *A. foeniculum*, *A. rupestris* 순서로 수치가 높았으나 5가지 품종 전부 유의적인 차이를 보이지 않았다. 식물의 성분 합성에는 유전적인 부분이 영향을 미치는데 5가지 품종에 따른 기능성 성분의 분석 결과 단위 무게당 RA 함량은 생육결과가 제일 좋았던 *A. rugosa*의 SS와 SB가 가장 적었던 반면에 지상부의 발달이 유의적으로 낮았던 *A. foeniculum*과 *A. cana*가 높은 값을 보였다. 그러나 식물체당 함량으로 보았을 때는 지상부의 생육이 좋았던 *A. rugosa*의 SS와 SB가 가장 함량이 많았다. 그리고 tilianin과 acacetin 함량 또한 RA와 마찬가지로 식물체당 함유량으로 보았을 때 지상부가 발달할수록 성분 함량이 높은 것으로 나타났다. 이러한 성분의 차이에는 유전적인 부분이 영향을 미치는데(Hay와 Waterman, 1993), *A. rugosa*와 *A. foeniculum* 간의 carotenoid 함량이 부위별로 차이가 발생했다고 보고되었으며(Chae 등, 2013), 기능성 물질 뿐만이 아니라 정유 성분에서도 *Agastache*종마다 함량이 달랐고, *A. rugosa* 품종에 비해 *A. foeniculum* cultivar에서 함유량이 더 많았다는 연구결과도 보고되었다(Lim 등, 2013). 같은 *Agastache*속이라고 해도 품종의 유전자에 따라 성분의 함유량이 달라지는 것으로 판단된다.

*Agastache*속 5가지 종에 대한 생육 및 기능성 성분을 분석

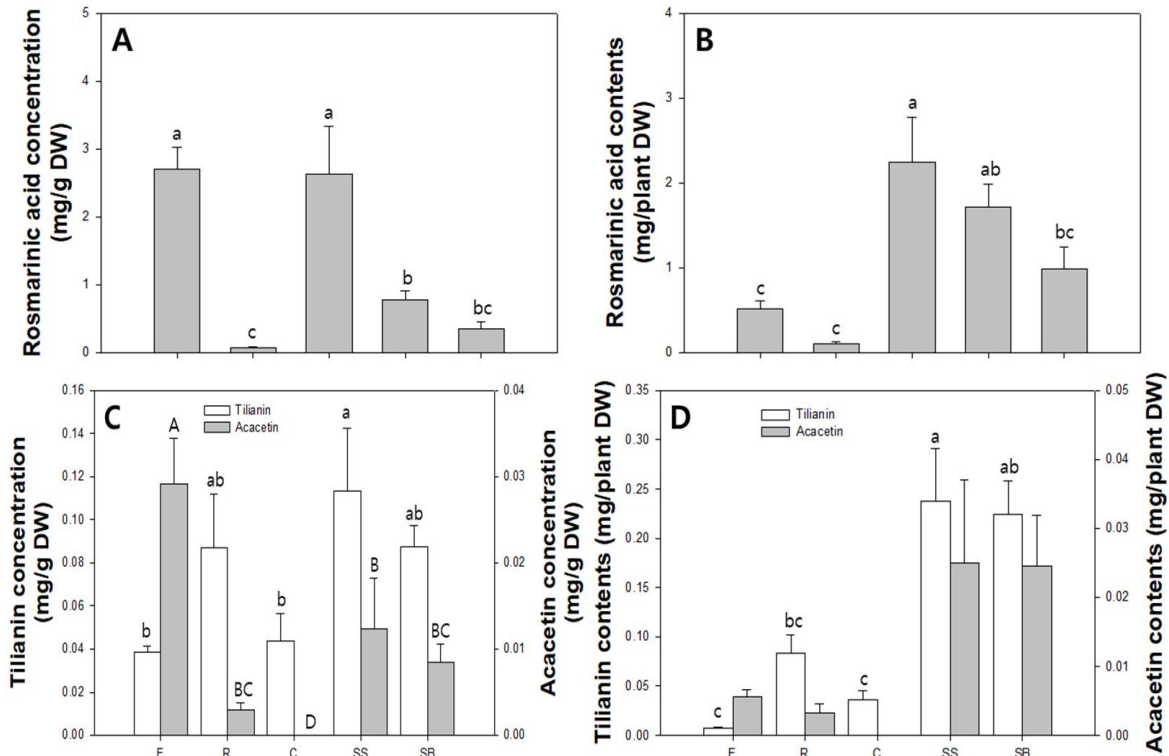


Fig. 2. Rosmarinic acid concentration (A), rosmarinic acid contents (B), tilianin and acacetin concentration (C), tilianin and acacetin contents (D) of five *Agastache* species grown under a hydroponic culture system for 4 weeks. F: *Agastache foeniculum*, R: *Agastache rupestris*, C: *Agastache cana*, SS: *Agastache rugosa* ‘Spike snow.’, and SB: *Agastache rugosa* ‘Spike blue’. The data represent the means and the vertical bars indicate standard errors (n = 7). Different letters at the top of bars indicate significances in different species of *Agastache* ($P \leq 0.05$)

한 결과를 전체적으로 봤을 때 *A. rugosa* ‘Spike Blue’, *A. rugosa* ‘Spike snow’가 생육이 좋았으며 식물체당 성분 함유량도 높았으므로 *A. rugosa* 계통이 같은 환경 아래에서 재배 시 효율적이고 높은 가치를 가지는 작물로 사료된다.

적 요

본 연구는 *Agastache* 속 여러 종에서 국내 자생지 환경요건에 적합하면서 생육 및 기능성 물질 함량면에서 가장 최적의 종을 선정하고자 하였다. 첫째, 11종의 배초향(*Agastache*)속 종자를 구입하여 미국 농무성(USDA) 식물 내한성 지도 (plant hardiness zone map) 및 국내 식물 내한성 지도를 참고하여 11종에서 생육 및 기능성 분석을 할 5종을 선정하였다. 둘째, 배초향(*Agastache*) 속 5개 품종인 *A. cana*, *A. foeniculum*, *A. rugosa* ‘Spike Blue’, *A. rugosa* ‘Spike Snow’, *A. rupestris*에 대해 초장, 엽장, 엽폭, 엽면적, 엽수, SPAD, 지상부 생체중 및 건물중, 지하부 생체중 및 건물중 등의 생육 분석을 실시하였다. 생육 분석 결과, *A. rugosa* SB 및 *A. rugosa* SS 종에서 전체적으로 균형 있게 높은 수치를 나타

냄을 알 수 있어, 생육 부문에서는 *A. rugosa* 계통의 품종이 다른 품종에 비해서 유리하다고 볼 수 있다. 셋째, rosmarinic acid, tilianin, acacetin 성분에 대해 단위 중량당 함량 및 식물체 1중량당 함량 등의 기능성물질 함량 분석을 실시하였다. 기능성 물질 분석 결과, *A. rugosa* 계통 중에서 기능성 물질 및 항산화물질 함량이 유의적으로 높았으며, 이는 생육 결과값과 정비례적인 연계성이 크다고 보여진다. 따라서, 배초향 (*Agastache*)속 종에 대한 생육과 기능성 부분을 종합적으로 고려할 때, *A. rugosa* SS 및 *A. rugosa* SB 등 *A. rugosa* 계통이 가장 최적의 고부가가치 작물로 적합할 것이라고 판단된다.

추가 주제어 : 로즈마리산, 배초향속, 식물 생장, 아카세틴, 티리아닌

사 사

본 연구는 농림축산식품부(MAFRA)의 재원으로 농림식품기술기획평가원(IPET)의 농생명기술개발사업(317005-04-4)의 지원에 의해 수행되었음.

Literature Cited

- Ahn, B. and C.B. Yang. 1991. Volatile flavor components of Bangah (*Agastache rugosa* O. Kuntze) Herb. Korean Journal of Food Science and Technology. 23:582-586.
- Asensi-Fabado, M.A., A. Olivan, and S. Munne-Bosch. 2013. A comparative study of the hormonal response to high temperatures and stress reiteration in three Labiatae species. Environ. Exp. Bot. 94:57-65.
- Bourgau, F., A. Gravot, S. Milesi, and E. Gontier. 2001. Production of plant secondary metabolites: a historical perspective. Plant Science. 161:839-851.
- Cuvelier, M.E., H. Richard, and C. Berset. 1996. Antioxidative activity and phenolic composition of pilot plant and commercial extracts of sage and rosemary. Journal of the American Oil Chemists Society. 73:645-652.
- Chen, J.H., and C.T. Ho. 1997. Antioxidant activities of caffeic acid and its related hydroxycinnamic acid compounds. J. Agric. Food Chem. 45:2374-2378.
- Chae, S.C., S.W. Lee, J.K. Kim, W.T. Park, M.R. Uddin, H.H. Kim, and S.U. Park. 2013. Variation of carotenoid content in *Agastache rugosa* and *Agastache foeniculum*. Asian J. Chem. 25:4364-4366.
- Ellis, B.E., and G.H.N. Towers. 1970. Biogenesis of rosmarinic acid in *Mentha*. The Biochemical Society. 118:291-297.
- Fehr, W.R., B.K. Lawrence, and T.A. Thompson. 1981. Critical stages of development for defoliation of soybean. Crop. Sci. 21:257-261.
- Han, D.S., Y.C. Kim, S.E. Kim, H.S. Ju, and Byun, S.J. 1987. Studies on the diterpene constituent of the root of *Agastache rugosa* O. Kuntze. Korean Journal of Pharmacognosy. 18: 99-102.
- Hay, R.K.M., and P.G. Waterman. 1993. Volatile oil crops. Longman Scientific & Technical. p.185.
- Hong, J.J., J.H. Choi, S.R. Oh, H.K. Lee, J.H. Park, K.Y. Lee, J.J. Kim, T.S. Jeong, and G.T. Oh. 2001. Inhibition of cytokine induced vascular cell adhesion molecule 1 expression; possible mechanism for anti-atherogenic effect of *Agastache rugosa*. Federation of European Biochemical Societies Letters. 495:142-147.
- Hakkim, F.L., C.G. Shankar, and S. Girija. 2007. Chemical composition and antioxidant property of holy basil (*Ocimum sanctum* L.) leaves, stems, and inflorescence and their in vitro callus cultures. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 55:9109-9117.
- Jones, J.W., E. Dayan, L.H. Allen, H. Van Kuelen, and H. Challa. 1991. A dynamic tomato growth and yield model. Amer. Soc. Agricultral. Eng. 34:663-672.
- Ko, S.R., K.J. Choi, and Y.H. Kim. 1996. Comparative study on the essential oil components of *Panax* species. Korean Society of Ginseng. 20:42-48.
- Kim, S.J., G.J. Bok, J.S. Park. 2018. Analysis of antioxidant content and growth of *Agastache rugosa* as affected by LED light qualities. Protected Horticulture and Plant Factory. 27: 260-268.
- Lee, C.L., Y.H. Choi, and Y.H. Kim. 1994. Essential oils in aerial parts of *Agastache rugosa* O. Kuntze. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 2:168-173.
- Lee, H.K., and S.R. Oh. 2002. Bioactive compounds and anti-atherosclerotic effect of *Agastache rugosa*. Korean Society of Crop Science Conference. 77-81.
- Lee, I.H., J.I. Park, G.H. Jung, and I.S. Nou. 2010. Variaton of characteristics and photosynthetic rates among the species of leaf mustard (*Brassica juncea*). Journal of Life Science. 20: 1127-1133.
- Lim, S.S., J.M. Jang, W.T. Park, M.R. Uddin, S.C. Chae, H.H. Kim and S.U. Park. 2013. Chemical composition of essential oils from flower and leaf of Korean mint, *Agastache rugosa*. Asian Journal of Chemistry. 25:4361-4363.
- Lee, K.W., H.J. Je, T.H. Jung, Y.L. Lee, J.H. Choi, H.J. Hwang, and K.O. Shin. 2018. Comparison of components and antioxidant activity of cherry, aronia, and maquiberry. The Korean Journal of Food and Nutrition. 31:729-736.
- Lam, V.P., S.J. Kim, H.J. Lee, and J.S. Park. 2019. Root pruning increased bioactive compounds of hydroponically-grown *Agastache rugosa* in a greenhouse. Korean Society for Horticultural Science. 60:647-657.
- Nam, K.H., J.H. Choi, Y.J. Seo, Y.M. Lee, Y.S. Won, M.R. Lee, M.N. Lee, J.G. Park, Y.M. Kim, H.C. Kim, and C.H. Lee. 2006. Inhibitory effects of tilianin on the expression of inducible nitric oxide synthase in low density lipoprotein receptor deficiency mice. Experimental & Molecular Medicine. 38:445-452.
- Niu, G.H., and D.S. Rodriguez. 2006. Relative salt tolerance of five herbaceous perennials. American Society for Horticultural Science. 41:1493-1497.
- Rao, S.R., and G.A. Ravishankar. 2002. Plant cell cultures: chemical factories of secondary metabolites. Biotechnology Advances. 20:101-153.
- Rha, Y.A., M.S. Choi and S.J. Park. 2014. Antioxidant and anti-adipogenic effects of fermentation *Rhus verniciflua*. Culinary Schience & Hospitality Research. 20:137-147.
- Sung, D.K., D.C. Shin, Y. Son, and Y.C. Kim. 1990. Photosynthesis and some characteristics in different stages of soybeen cultivars (*G. max*). The Research Reports of the RDA Upland and Indus. Crops, Korea. 32:32-37.
- Takeda, H., M. Tsuji, J. Miyamoto, and T. Matsumiya. 2002. Rosmarinic acid and caffeic acid reduce the defensive freezing behavior or mice exposed to conditioned fear stress. Psychopharmacology. 164:233-235.
- Zielinska, S., and A. Matkowski. 2014. Phytochemistry and bioactivity of aromatic and medicinal plants from the genus *Agastache* (Lamiaceae). Phytochem. Rev. 13:391-416.