



단삼 신품종 ‘다산’의 재배 및 품질특성

정진태^{1,2†} · 이정훈³ · 이우문⁴ · 안태진⁵ · 이윤지⁶ · 허목⁷ · 마경호⁸ · 김영국^{9*} · 한종원^{10‡}

Cultivation and Quality Characterization of New Variety *Salvia miltiorrhiza* ‘Dasan’

Jin Tae Jeong^{1,2}, Jeong Hoon Lee³, Woo Moon Lee⁴, Tae Jin An⁵, Yun Ji Lee⁶, Mok Hur⁷, Kyung Ho Ma⁸, Young Guk Kim^{9*} and Jong Won Han^{10‡}

ABSTRACT

Received: 2023 November 16
1st Revised: 2023 December 5
2nd Revised: 2023 December 12
3rd Revised: 2023 December 15
Accepted: 2022 December 15

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: *Salvia miltiorrhiza* Bunge, a perennial medicinal plant belonging to the family Lamiaceae, is native to China and is cultivated in South Korea for its roots. Initially dependent on Chinese imports, recent cultivation advancements have expanded domestic production, however, developed varieties remain lacking.

Methods and Results: The best lines were selected from among the offspring in 2010, replicated yield trials (RYT) were conducted in 2014, and local adaptability testing (LAT) was performed in 2015. The ‘Dasan’ line showed beneficial characteristics, including increased emergence rate and superior disease resistance against root rot compared with those of the local variety. Salvianolic acid B and tanshinone IIA were quantified as active ingredients using high performance liquid chromatography: these showed higher levels in ‘Dasan’, than in the local variety indicating its potential as a valuable medicinal variety. Simultaneously the dried root yield was 365 kg per 10 a at four different regions, representing a 125% yield increase compared to that of the local variety.

Conclusion: ‘Dasan’ shows promise as a variety of *S. miltiorrhiza* with superior growth, disease resistance, and high yield potential. This research plays a crucial role in establishing ‘Dasan’ as the first domestically developed *S. miltiorrhiza* variety in South Korea, marking a milestone in the pursuit of a standardized herbal medicine.

Key Words: *Salvia miltiorrhiza*, Breeding, High Active Ingredient, High Yield, New Variety

서 언

단삼 (*Salvia miltiorrhiza* Bunge)은 꿀풀과 다년생 약용식물로 단삼 (丹蔘)이라는 이름처럼 뿌리가 붉고 꽃은 보라색인 것이 특징이며, 중국이 원산이고 국내에서는 약용 목적으로 소면적 재배되고 있다 (Lee, 2006; Lu, 2019).

『대한민국약전 제10개정』에 따르면 단삼은 뿌리를 약재로 사용하며 salvianolic acid B가 4.1% 이상 함유하여야 한다고

규정하고 있다 (KFDA, 2012). 주요 성분으로 tanshinone I, IIA, IIB, cryptotanshinone, dihydrotanshinone, isotanshinone I, IIB, isocryptotanshinone과 같은 지용성 디테르펜 화합물, 그리고 tanshinol, lithospermic acid, rosmarinic acid, salvianolic acid A, B와 같은 페놀 화합물, β -sitosterol, bai-caline, ursolic acid, 탄닌, 비타민 E와 같은 화합물이 포함되어 있다고 알려져 있다 (Chen *et al.*, 2017; Wan *et al.*, 2008).

본초강목 (本草綱目)에서 五參 (오삼) 중 하나로, 한의학에

[†]Corresponding author: (Phone) +82-43-871-5672 (E-mail) pyphan@korea.kr

[‡]Co-corresponding author: (Phone) +82-43-871-5672 (E-mail) kimyuk@korea.kr

¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 약용작물과 연구사 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

²충북대학교 특용식물학과 박사과정생 / Ph. D. student, Department of Industrial Plant Science and Technology, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea.

³농촌진흥청 국립원예특작과학원 약용작물과 연구사 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

⁴농촌진흥청 국립원예특작과학원 약용작물과 연구관 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

⁵농촌진흥청 국립원예특작과학원 약용작물과 연구관 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

⁶농촌진흥청 국립원예특작과학원 약용작물과 연구사 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

⁷농촌진흥청 국립원예특작과학원 약용작물과 연구사 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

⁸농촌진흥청 국립원예특작과학원 약용작물과 연구관 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

⁹농촌진흥청 국립원예특작과학원 약용작물과 연구관 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

¹⁰농촌진흥청 국립원예특작과학원 약용작물과 연구사 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

서는 청심제번(淸心除煩), 활혈(活血), 거어(祛瘀), 배농지통(排膿止痛) 등의 효능이 있다고 알려져 있다 (Chang *et al.*, 2008). 향균 (Choi and Han, 2003), 항산화 (Kim *et al.*, 2008), 항암 (Kim *et al.*, 1999), 간 보호 (Yin *et al.*, 2009), 세포 지방축적 감소 (Ji and Gong, 2008) 등의 연구 결과가 보고 되어 있으며, 심혈관 질환을 치료하고 혈소판 응집을 억제하며 심장의 수축을 높이고 맥박을 낮추는 효과가 알려져 있다 (Fugh-Berman, 2000).

단삼은 국내 생산이 거의 없어 전량 수입에만 의존하였으나 잔류농약, 중금속에 대한 안전 한약재 선호 경향에 따라 농촌진흥청 약용작물과에서 단삼 국내 재배기술을 확립한 2010년을 전후로 국내에서 재배하기 시작하여 2016년 16 톤의 생산량을 나타내었다 (MAFRA, 2022). 또한 최근 동물실험을 통한 단삼의 항비만 효과 (Ai *et al.*, 2022; Wu *et al.*, 2022)가 밝혀지는 등 다양한 기능성 연구 결과로 수요 또한 급증하여 2021년에는 66 톤으로 크게 증가하였다 (MAFRA, 2022).

하지만 단삼은 국내에서 생산된 역사가 짧아 육종 기술 및 품종개발 성과가 미흡하며 기원 정립과 무분별한 국내 재배 확대를 위해 표준 품종의 조기 육성이 절실한 상황이다. 단삼의 국외 육종연구 현황을 보면 독일에서는 다수성, 성분 고품량 품종 ‘BLBP 01’을 육성 보고한 바 있고 (Bomme *et al.*, 2009) 중국에서는 이미 다수성, 고기능성 ‘Zhongdanyaozhi No. 1’과 ‘Zhongdanyaozhi No. 2’ 외 다수의 품종을 육성하였다 (Chen *et al.*, 2016).

이에 본 연구진은 유효 성분을 높은 수준으로 함유하면서도, 병에 강하고 다수성인 단삼 품종을 개발하였고 수량성, 병 저항성 등의 재배특성과 성분 분석 등 품질특성에 관한 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 시험재료

본 연구는 육성품종 ‘다산’ 및 대비종 ‘재래종’를 이용하여 수행하였다.

2. 재배지 기후 및 토양 화학성

농업기상정보서비스 (<http://weather.rda.go.kr>)를 이용하여 지역적응성시험을 수행한 3 개 재배지 인근 지역 (음성군 소이면, 봉화군 봉성면, 철원군 동송읍)을 대상으로 생육 기간 (2015년, 4월 - 10월) 동안 기상을 분석한 결과, 평균 기온은 각각 18.5°C, 17.9°C, 18.3°C이었으며, 평년 (2011년 - 2020년) 대비 음성군과 봉화군은 월 평균 0.6°C, 0.4°C 낮았으며 철원 지역은 0.5°C 높았다. 평균 강수량은 각각 78.9 mm, 53.4 mm, 115.6 mm에 불과하여 평년 (2011년 - 2020년) 대비 각각 51.8 mm, 71.4 mm, 51.3 mm 적었다 (RDA, 2023).

재배지 (충북 음성) 토양화학성을 농촌진흥청 토양화학분석법에 준하여 분석한 결과, pH는 7.7, EC는 1.28 ds/m 이었으며, NO₃는 6.47 mg/kg, P₂O₅는 178.3 mg/kg, K는 0.33 cmol⁺/kg, Mg는 1.9 cmol⁺/kg, Na는 0.21 cmol⁺/kg, Ca는 7.5 cmol⁺/kg 그리고 organic material (OM)은 10.3 g/kg으로 확인되었다.

3. 재배 방법 및 생육 조사

시비량은 N-P₂O₅-K₂O를 9-8-10 kg/10a의 수준으로 하고 퇴비는 1,000 kg/10a를 전량 기비로 사용하였다. 3월경에 채취한 1년생 뿌리 중 직경이 0.5 cm - 1 cm 이고 병충해를 받지 않은 건전한 것을 종근으로 하여 약 5 cm 길이로 잘라서 4월 하순에 흑색비닐로 피복한 두둑에 조간 (포기 간격) 30 cm, 주간 (줄 간격) 15 cm 간격으로 종근의 윗 부분을 위로 향하게 세워놓고 3 cm 두께로 덮었으며, 시험구는 난괴법 3 반복으로 배치하였다.

생육 및 수량 특성은 시험구별로 20 개체 이상 조사하였으며 작약의 농업과학기술 연구조사분석기준에 준하여 실시하였다 (RDA, 2012). 병해는 상위 3 엽으로 대상으로 20 주씩 뿌리썩음병 발생 여부를 조사하였으며 이병되지 않음 (0), 10% 미만 (1), 10% 이상 - 30% 미만 (3), 30% 이상 - 40% 미만 (5), 40% 이상 - 60% 이하 (7), 60% 이상 (9)로 등급을 나눠 육안으로 판단하였다.

3. 성분 분석

유효성분인 salvianolic acid B와 tanshinone IIA 성분을 분석하기 위해 Kim 등 (2015)의 방법으로 수행하였다. 이 분석에 사용한 기기는 HPLC (Agilent 1260 series, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)이며 컬럼은 Sunfire C18 column (3.5 μm, 4.6 mm × 150 mm, Waters, Milford MA, USA)을 사용하였다.

표준용액을 제조하기 위해서 대한민국 식품의약품안전처 (Cheongju, Korea)에서 분양받은 salvianolic acid B (순도 98% 이상)와 tanshinone IIA (순도 98% 이상)의 표준물질을 각각 10 mg씩 정밀하게 측정 후, 100 ml 플라스크에 70% 메탄올로 용해하고 그 후에는 각각의 용액을 5, 10, 20, 40, 80 ml로 정확하게 측정하여 별도의 100 ml 플라스크에 넣은 후, 70% 메탄올로 100 ml 까지 채워 넣은 뒤, 0.45 μm 필터를 통과시켜 표준용액으로 사용하였다.

분석을 위한 검액을 제조하기 위해서, 단삼을 균질하게 분쇄한 뒤 80 메쉬 필터로 통과시키고 정확히 0.3 g을 측정하였다. 그 후에 70% 메탄올 50 ml를 첨가하고, 30 분 동안 초음파 추출한 뒤 여과하였으며 용액 손실이 발생한 경우 70% 메탄올을 추가하여 최종 용량을 50 ml로 조정하였고 이 용액을 0.45 μm 필터로 여과한 후 20 μl을 검액으로 사용하였다.

4. 통계 분석

조사한 결과는 SAS Enterprise Guide 4.3 (Statistical Analysis System, 2009, Cray, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 사용하여 분석하였으며, 3번 반복하여 얻은 결과값을 평균 ± 표준편차 (means ± SD)로 표현 하였다. 시료 간의 유의적인 차이를 확인하기 위해 Duncan's Multiple Range Test (DMRT)를 수행하여 5% 수준에서 유의수준을 검증하였다 ($p < 0.05$).

결과 및 고찰

1. 재배특성

1-1. 육성경위

'다산'은 2007년 수집, 선발된 계통에서 2009년에서 2013년 까지 다수성 단삼 개체를 분리, 선발, 증식 후 2014년 생산력 검증 시험하였다 (Fig. 1).

그 결과 수량성이 높고 병해에 강하며 품질이 좋은 단삼 계

통-24를 SM 5호로 계통명을 부여하였다. 2015년 철원 등 4 지역에서 단삼 표준재배법에 준하여 지역적응시험을 실시한 결과 우수성이 인정되어 2015년 12월 직무육성 품종심의회를 거쳐 뿌리 수량이 많다는 의미로 '다산'으로 명명하였으며, '식물신품종보호법'에 의거 2015년 12월 29일에 품종보호출원을 하였고 현재 품종보호등록이 이루어졌다 (제6467호).

1-2. 형태적 특성

'다산' 품종의 형태적 특성은 Table 1과 같다. 초형이 '재래'에 비해 직립형이며, 엽색은 '재래'는 녹색인데 반하여, '다산'은 연녹색이며 주당 엽수는 '재래'에 비해 상대적으로 많은 편이다. 뿌리 색깔은 포피가 적자색이며 심부는 연황색을 띤다.

1-3. 기변특성 및 병저항성

지상부 생육 조사 결과는 Table 2와 같다. '다산'은 출현율이 82.1%로 72.9%인 '재래'에 비하여 9.2% 높았고 개화기는 7월 14일로 7월 21일에 비해 7일 빨랐다. 특히 초장이 9.1 cm

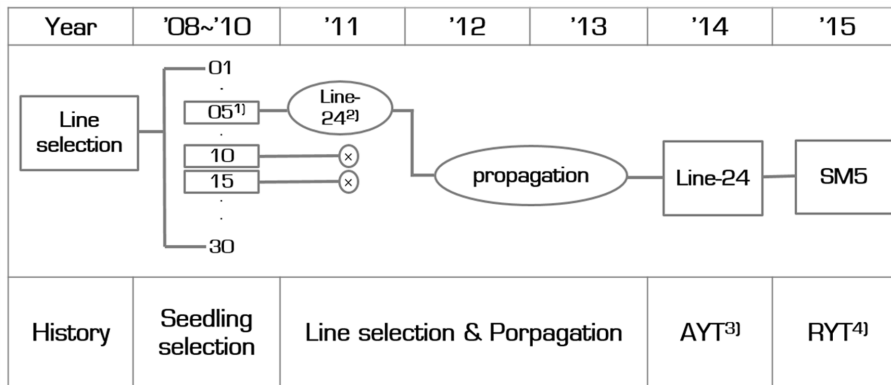


Fig. 1. Pedigree diagram of *S. miltiorrhiza* 'Dasan'. ¹⁾selected from 30 cross. ²⁾Line-24 (temporary line name) are assigned to selected resources. ³⁾AYT; advanced yield trial. ⁴⁾RYT; regional yield trial. ⁵⁾SM5; line name are assigned to selected resources.

Table 1. Morphological characteristics of *S. miltiorrhiza* 'Dasan'.

Variety	Plant type	Leaf shape	No. of main stem leaves	Color of leaves	Color of flowers	Color of roots	
						Epidermis	Cortex
Dasan	Erect	Elliptic	Many	Pale green	Purple	Crimson	Pale Yellow
Local variety	Semi-runner type	Elliptic	Few	Green	Purple	Crimson	Pale Yellow

Table 2. Agronomic characteristics of *S. miltiorrhiza* 'Dasan'.

Variety	Emergence rate (%)	Flowering date	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (mm)	Root length (cm)	Root diameter (mm)	No. of Roots per plant	Disease injury ¹⁾ (0 - 9)
Dasan	82.1	July 14	61.6±8.6 ^a	11.4±1.9 ^a	7.0±0.3 ^a	38.5±14.0 ^a	16.1±1.8 ^a	22.1±7.9 ^a	1
Local variety	72.9	July 21	52.5±5.7 ^b	11.7±1.9 ^a	6.1±0.4 ^b	36.7±13.0 ^a	18.3±2.8 ^a	20.9±3.0 ^a	2

¹⁾Disease injury is graded by visually observing root rot symptoms. (0); tolerant - (9); susceptible. *Columns labeled with distinct letters indicate statistically significant differences based on the Duncan's Multiple Range Test (DMRT, $p < 0.05$).

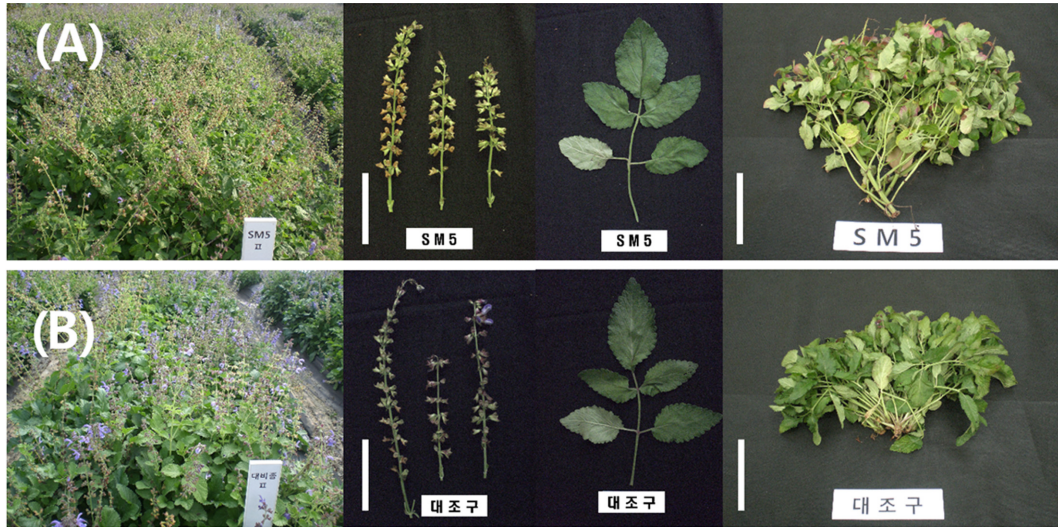


Fig. 2. Phenotype of aerial part of *S. miltiorrhiza* 'Dasan' (A) and local variety (B). From left to right, cultivated plants, flower stalk, leaf shape and aerial part. The white bar indicates 10 cm.

육이 왕성한 특징을 나타내었다 (Table. 2, Fig. 2).

지하부는 근경이 16.1 cm로 18.3 cm 보다 2.2 cm 얇았으나, 근장이 38.5 cm 36.7 cm 보다 1.8 cm 길고 근수는 22.1 개로 20.9 개 보다 1.2 개 많았으며 모두 유의적인 차이는 없었다 (Table. 2, Fig. 3).

Kim (1998) 등은 작약의 지상부 생육인 경장, 경수가 근장, 근직경, 근수 등 수량 특성과 상관관계가 높다고 한 내용과 일치한다고 보고된 것처럼 일반적으로 뿌리 작물은 지상부 생육이 좋을수록 뿌리 수량이 높다. 그러나 시호의 경우 분지수가 많으며 하위엽이 광엽이면서 상위엽은 엽폭이 좁은 세침형

의 초형인 경우 광합성이 유리하여 건근중이 높아지는 경향을 나타낸다고 보고한 바 있다 (Kim *et al.*, 1995).

따라서 단삼의 경우에도 세부적으로 지상부 형질을 조사한 결과로 지하부 수량 특성과 상관관계를 밝힌다면 이상적인 초형을 기준으로 품종개발이 가능할 것으로 생각된다.

'다산'은 뿌리썩음병 발병률율은 10% 미만으로 10% - 30% 이하인 '재래'에 비하여 강하였다 (Table 2). 단삼의 병해에 대한 국내의 연구는 도입 시기가 늦어 아직 알려진 바가 없으나 연구가 활발한 중국에서는 지속적인 재배 면적의 증가에 따라 연작 문제로 뿌리썩음병 발생이 극심하여 품질과 생산량을 저하시키는 요인으로 알려져 있으며 지역마다 우세종이 다르지만 대표적으로 *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *F. proliferatum* 등 푸사리움 균 (*Fusarium* spp.)으로 보고 된 바 있다 (Yang *et al.*, 2021).

연작장해, 농작업 및 해충으로 인한 뿌리 손상 및 집토질



Fig. 3. Phenotype of whole plant (Left), harvested root (Right) of *Salvia miltiorrhiza* 'Dasan' and local variety. Comparison of the roots between varieties of *S. miltiorrhiza*. (A); 'Dasan', (B); local variety. The white bar indicates 10 cm.

Table 3. Root yields of *S. miltiorrhiza* 'Dasan' on regional yield trial at four regions.

Regions	Root yield (kg/10 a)		Index ¹⁾
	Local variety	Dasan	
Eumseong	266	363	136
Chulwon	275	332	121
Bonghwa	206	303	147
Naju	417	463	111
Average	291 ± 89.4 ^b	365 ± 69.6 ^a	125

¹⁾Index; (root yield of 'Dasan' / root yield of local variety) × 100. *Data with different letters on the columns represent significant difference according to the Duncan's Multiple Range Test (DMRT, $p < 0.05$).

Table 4. Salvianolic acid B and tanshinone IIA contents and its yield of *S. miltiorrhiza* 'Dasan'.

Variety	Salvianolic acid B		Tanshinone IIA.	
	mg/g	kg/10a	mg/g	kg/10a
Dasan	86.5±0.0 ^a	31.6±0.0 ^a	3.8±0.0 ^a	1.39±0.0 ^a
Local variety	71.0±0.0 ^b	20.7±0.0 ^b	3.0±0.0 ^b	0.87±0.0 ^b

^aData with different letters on the columns represent significant difference according to the Duncan's Multiple Range Test (DMRT, $p < 0.05$).

토양으로 인해 발병이 심해진다고 알려져 있으며 병징으로 잎 가장자리가 자홍색을 띠다가 나중에 노란색으로 변하여 잎이 떨어지고 줄기가 고사하거나 줄기와 잎이 동시에 마르면서 땅 속에 있는 뿌리가 먼저 감염되어 갈변되면서 점차 썩기 시작하여 흰뿌리가 갈색으로 변하고 썩으며 잎이 황변하는 과정에서 줄기 속 (pith)의 갈변을 볼 수 있고, 뿌리에서도 목질 섬유질의 갈변을 볼 수 있다. (Yang *et al.*, 2021).

Yang 등 (2021)에 따르면 중국 허난성의 심천, 방성, 송현, 여주 지역에서 단삼 발병주율을 조사한 결과 각각 34.2%, 32.2%, 37.1%, 7.2%를 나타내었다고 하였다. 이에 비교하여 전체적으로 뿌리썩음병의 발병률이 낮은 편이었는데 본시험은 초작지에서 재배한 것이며 중국은 주로 대면적에서 재배하며 연작지가 포함된 것이 영향을 미친 것으로 생각된다.

1-4. 지역 적응성 및 수량 특성

단삼은 소면적 작물이며 지금까지 국내 육성품종이 없었으므로 최초 품종의 조기 육성을 위해 2015년, 1년간 육성을 포함하여 4 개 지역에서 지역적응시험 실시하였다. 그 결과, 대비종인 '재래'의 평균 건근 수량이 291 kg/10a인 반면 '다산'은 365 kg/10a로 '재래' 대비 25% 증수하였다 (Table 3).

증수 요인으로는 큰 잎과 많은 엽수 등 지상부 생육이 왕성하며 뿌리 수가 많은 편이며 길이가 긴 점 그리고 뿌리썩음병의 증상에 비교적 강한 품종의 특성으로 재배 안정성이 증가하였기 때문으로 생각된다. 단삼 육성품종 '다산'은 분근하여 영양번식법으로 증식하므로 매우 균일하여, 본 결과는 국내 육성품종으로서의 재배 면적의 확대뿐만 아니라 한약재 원료 표준화에도 귀중한 자료가 될 수 있을 것으로 보인다.

2. 성분특성

'다산'과 '재래'의 유효성분 함량을 분석한 결과 salvianolic acid B은 '다산'이 86.5 ± 0.0 mg/g 함유되어 71.0 ± 0.0 mg/g의 '재래'와 비교하여 22%가 높았으며, tanshinone IIA는 '다산'이 3.8 ± 0.0 mg/g 함유되어 3.0 ± 0.0 mg/g를 나타낸 '재래' 대비 27% 수준으로 높은 함량을 나타내었다. salvianolic acid B와 tanshinone IIA를 합한 총 유효 성분 함량도 '다산'이 90.3 mg/g으로 나타나 74.0 mg/g을 나타낸 '재래' 보다 높았다 (Table. 4).

중국에서 발표한 대표적인 단삼 육성품종을 보면 'Danza 1'

의 경우 tanshinone IIA 함량은 2.5 mg/g이며 salvianolic acid B 함량은 81 mg/g의 수준이었고, 'Danza 2'의 경우 tanshinone IIA 함량은 2.9 mg/g이며 salvianolic acid B 함량은 117 mg/g을 나타낸다고 하였다 (Wen *et al.*, 2017).

본 결과를 통하여 국내에서 생산된 단삼의 유효 성분은 주로 재배되는 중국의 육성품종과 대비하여 큰 차이를 나타내지 않았고, 특히 '다산'의 경우 tanshinone IIA 함량이 더 높은 수준으로 확인되어 중국 육성품종에 대한 경쟁력이 있음을 확인할 수 있었다.

선행 연구에 따르면 tanshinone IIA는 지용성 다이테펜으로 항산화, 항염증 특성을 나타내며 다양한 질환에 대한 약리 효과를 나타내는 물질로 알려져 있다 (Ansari *et al.*, 2021). 또한 tanshinone IIA는 마우스 유래 대식세포주인 RAW264.7 세포에서 lipopolysaccharide (LPS) 자극에 의한 NF-κB 경로의 활성을 억제하고 IκB 분해를 방지하여 전염증 매개체를 억제하는 역할을 한다고 하였다 (Jang *et al.*, 2003; Jang *et al.*, 2006).

Gong 등 (2009)은 3T3-L1 세포에서 tanshinone IIA 처리가 지방형성 억제 신호전달 기전 중 peroxisome proliferator activated receptor γ (PPAR-γ)의 활성에 개입함을 확인하였고, tanshinone IIA의 처리에 의해 지방세포 성장을 시간 및 농도에 따라 유의적으로 감소시켰다는 결과도 보고된 바 있다 (Jeong *et al.*, 2009). 이러한 연구 결과는 tanshinone IIA이 지방형성 억제에 영향을 끼칠 수 있음을 시사한다.

본 연구를 통해 '다산'은 '재래' 대비 건근 수량이 많을 뿐 아니라 유효 성분 함량이 높은 품종이라는 것을 확인하였고, 이를 통해 단삼의 국내 육성 품종 '다산'은 생약재 또는 기능성 식품 원료로의 활용이 가능하다고 판단된다.

감사의 글

본 성과물은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: RS-2022-RD 010073)에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

Ai ZL., Zhang X, Ge W, Zhong YB, Wang HY, Zuo ZY and Liu DY. (2022). *Salvia miltiorrhiza* extract may exert an anti-

- obesity effect in rats with high-fat diet-induced obesity by modulating gut microbiome and lipid metabolism. *World Journal of Gastroenterology*. 28:6131-6156.
- Ansari MA, Khan FB, Safdari HA, Almatroudi A, Alzohairy MA, Safdari M, Amirzadeh M, Rehman S, Equbal MJ and Hoque M.** (2021). Prospective therapeutic potential of tanshinone IIA: An updated overview. *Pharmacological Research*. 164: 105364. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1043661820316728> (cited by Nov. 2023).
- Bomme U, Rinder R, Bauer R and Heubl G.** (2009). Field cultivation of *Salvia miltiorrhiza* Bunge as a new medicinal plant in Germany, used for the traditional Chinese medicine. *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen*. 14:25-31.
- Chang BY, Oh BR, Sohn DH, and Kim SY.** (2008). Single oral toxicity study on the standardized extract of *Salvia miltiorrhiza*. *Korean Journal of Pharmacognosy*, 39:352-356.
- Chen F, Li L, Tian DD.** (2017). *Salvia miltiorrhiza* roots against cardiovascular disease: consideration of herb-drug interactions. *BioMed Research International*. 2017:9868694. <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2017/9868694/> (cited by Nov. 2023).
- Chen M, Yang C, Sul C, Jin Y and Wei J.** (2016). Zhongdanyaozhi No. 1 and Zhongdanyaozhi No. 2 are hybrid varieties of *Salvia miltiorrhiza* with high yield and active compounds content. *Plos One*. 11:e0162691. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0162691> (cited by Nov. 2023).
- Choi HY and Han YS.** (2003). Isolation and identification of antimicrobial compound from Dansam(*Salvia miltiorrhiza* Bunge). *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 32:22-28.
- Fang ZY, Lin R, Yuan BX, Yang GD, Liu Y and Zhang H.** (2008). Tanshinone IIA downregulates the CD40 expression and decreases MMP-2 activity on atherosclerosis induced by high fatty diet in rabbit. *Journal of Ethnopharmacology*. 115: 217-222.
- Fugh-Berman A.** (2000). Herbs and dietary supplements in the prevention and treatment of cardiovascular disease. *Preventive Cardiology*. 3:24-32.
- Gong Z, Huang C, Sheng X, Zhang Y, Li Q, Wang MW, Peng L, Zang YQ.** (2009). The role of tanshinone IIA in the treatment of obesity through peroxisome proliferator-activated receptor gamma antagonism. *Endocrinology* 150:104-113.
- Jang SI, Jeong SI, Kim KJ, Kim HJ, Yu HH, Park R and You YO.** (2003). Tanshinone IIA from *Salvia miltiorrhiza* inhibits expression of inducible nitric oxide synthase and production of TNF- α , IL-1 β and IL-6 in activated RAW 264.7 cells. *Planta Medica*. 69:1057-1059.
- Jang SI, Kim HJ, Kim YJ, Jeong SI, You YO.** (2006). Tanshinone IIA inhibits LPS-induced NF- κ B activation in RAW 264.7 cells: Possible involvement of the NIK-IKK, ERK1/2, p38, and JNK pathways. *European Journal of Pharmacology*. 542:1-7.
- Jeong SI, Lee JW and and Jang SI.** (2009). Effects of tanshinone IIA from *Salvia Miltiorrhiza* Bunge on induction of apoptosis and inhibition of adipogenesis in 3T3-L1 cells. *Korean Journal of Oriental Physiology and Pathology*. 23:1409-1415.
- Ji W and Gong BQ.** (2008). Hypolipidemic activity and mechanism of purified herbal extract of *Salvia miltiorrhiza* in hyperlipidemic rats. *Journal of Ethnopharmacology*. 119:291-298.
- Kim JC, Kim JH, Kim KJ, Ryu JK., Park SD, and You OJ.** (1998). Correlation between growth characteristics and root yield in collected peony lines. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 6:188-192.
- Kim JY, Kim HS, Kang HS, Choi JS, Yokozawa T, and Chung HY.** (2008). Antioxidant potential of dimethyl lithospermate isolated from *Salvia miltiorrhiza*(red sage) against peroxyxynitrite. *Journal of Medicinal Food*. 11:21-28.
- Kim KS, Seong NS, Chang YH, Lee ST, Lee JI, Oak HC and Chae YA.** (1995). Variation of plant characters and correlation analysis of its in *Bupleurum falcatum* L. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 3:71-76.
- Kim OH, Chung SY, Park MK, Rheu HM and Yang JS.** (1999). Anticancer activity of natural products including *Salvia miltiorrhiza*. *Journal of Applied Pharmacology*. 7:29-34.
- Kim, YG, An TJ, Hur M, Lee JH, Lee YJ and Cha SW.** (2015). Changes of major components and growth characteristics according to harvesting times of *Salvia miltiorrhiza* Bunge. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 23:395-399.
- Korea Food and Drug Administration(KFDA).** (2012). The Korean pharmacopoeia. The second section of each item in medicine and medical supplies. Korea Food and Drug Administration. Chongju, Korea. p.25-26.
- Lee YN.** (2006). New flora of Korea(Ⅱ). Kyohaksa corporation. Seoul, Korea. p.376-378.
- Lu S.** (2019). *Salvia miltiorrhiza*: An economically and academically important medicinal plant. The *Salvia miltiorrhiza* Genome. Springer, Cham. New York. NY, USA. p.1-15.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA).** (2022). Final results of the 2021 census of agriculture, forestry and fisheries. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Sejong, Korea. p.84-88.
- Rural Development Administration(RDA).** (2012). Standard method of investigation and analysis for research on the agricultural science and technology. Rural Development Administration, Jeonju, Korea. p.771-772.
- Rural Development Administration(RDA).** (2023). Data by period of agricultural meteorology. <https://weather.rda.go.kr/w/analysis/avrgyear.do> (cite by 2023 December 14).
- Wan X, Jung YA and Row KH.** (2008). Solvent extraction of tanshinone IIA from *Salvia Miltiorrhiza* Bunge. *Korean Chemical Engineering Research*. 46:660-664.
- Wen C, Liu L, Xie X, Wei, Tian W, Jia D, Bian J, Wang M, Yanfei O and Dandan G.** (2017). New cultivars of *Salvia miltiorrhiza* 'Danza 1' and 'Danza 2'. *Acta Horticulturae Sinica*. 44:2747-2748.
- Wu YL, Lin H, Li HF, Don MJ, King PC and Chen HH.** (2022). *Salvia miltiorrhiza* extract and individual synthesized component derivatives induce activating-transcription-factor-3-mediated anti-obesity effects and attenuate obesity-induced metabolic disorder by suppressing C/EBP α in high-fat-induced obese mice. *Cells*. 11:1022. <https://www.mdpi.com/2073-4409/11/6/1022> (cited by Nov. 2023).
- Yang J, Wen Y, Gao S, Liu Y, Lu C and Wang F.** (2021). Identification of pathogens causing *Salvia miltiorrhiza* root rot disease in henan province. *Journal of Henan Agricultural Sciences*. 50:92-98.
- Yin HQ, Choi YJ, Kim YC, Sohn DH, Ryu SY and Lee BH.** (2009). *Salvia miltiorrhiza* Bunge and its active component cryptotanshinone protects primary cultured rat hepatocytes from acute ethanol-induced cytotoxicity and fatty infiltration. *Food and Chemical Toxicology*. 47:98-103.