



감초 중간교잡 육성품종 ‘다감’의 재배 및 품질특성

이정훈^{1†} · 오명원^{2‡} · 서경혜³ · 박춘근⁴ · 정진태⁵ · 한종원⁶ · 마경호⁷ · 장재기⁸

Cultivation and Quality Characterization of ‘Dagam’, a Licorice Interspecific Hybrid Cultivar

Jeong Hoon Lee^{1†}, Myeong Won Oh^{2‡}, Kyung Hye Seo³, Chun Geun Park⁴, Jin Tae Jeong⁵,
Jong Won Han⁶, Kyung Ho Ma⁷ and Jae Ki Chang⁸

ABSTRACT

Received: 2020 December 22
1st Revised: 2021 January 19
2nd Revised: 2021 February 15
3rd Revised: 2021 March 24
Accepted: 2021 March 24

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: Licorice is an important medicinal plant, but climate conditions can hinder seed production. Because it is difficult to produce the seeds, Korea mostly depends on the imported product. In addition, when grown domestically, the standard ingredients do not comply with those of the Korean Pharmacopoeia (glycyrrhizin 2.5% and liquiritigenin 0.7%). Therefore, it is necessary to develop licorice variety suitable for the domestic environment.

Methods and Results: A new interspecific hybrid cultivar designated ‘Dagam’, was developed from *Glycyrrhiza glabra* × *G. uralensis* (*G. korshinskyi* Grig.) and is regarded as a high-yielding and high-quality licorice by Rural Development Administration. On average the yield for ‘Dagam’ was recorded 431.5 kg/10a. The cultivar displayed strong brown spot disease and lodging resistance. Additionally, the glycyrrhizin and liquiritigenin contents of ‘Dagam’ (3.0 and 0.7%, respectively) met, the Korean Pharmacopoeia standard. This cultivar can widely adapt to most cultivation areas in Korea except Jeju, Gangwon, and the mountain-alpine regions. Furthermore, ‘Dagam’ was not showed any cytotoxicity and high cell viability compared to ‘*G. uralensis*’.

Conclusions: The interspecific hybrid cultivar ‘Dagam’ will contribute to the stability of domestic cultivation of licorice in Korea.

Key Words: *Glycyrrhiza glabra*, *G. uralensis*, High-yielding, Interspecific Hybrid, Licorice

서 언

감초 (甘草, Chinese licorice)는 콩과 (Leguminosae) 감초속 (*Glycyrrhiza* L.)에 속하는 다년생 초본식물로 만주감초 (*Glycyrrhiza uralensis*), 광과감초 (*G. glabra*), 창과감초 (*G. inflata*), 개감초 (*G. pallidiflora*) 등 세계적으로 22 종이 분포한다 (Çetina *et al.*, 2015). 광과감초는 중앙아시아와 유럽 등

에 자생하며 만주감초는 중국, 몽골 등 아시아 지역에서 자생하고 있다.

대한민국약전 (12 개정)에서 감초는 그 기원식물을 *G. uralensis* Fisch. (甘草), *G. glabra* L. (光果甘草) 및 *G. inflata* Batal. (脹果甘草) 3 종으로 규정하고 있다 (MFDS, 2020).

감초는 주성분으로 사포닌 계통의 glycyrrhizin과 미량성분

[†]Corresponding author: (Phone) +82-43-871-5670 (E-mail) artemisia@korea.kr

[‡]Co-corresponding author: (Phone) +82-43-871-5683 (E-mail) mwon0501@korea.kr

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

²농촌진흥청 국립원예특작과학원 약용작물과 박사 후 연구원 / Researcher, Herbal Crop Research Division, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

³농촌진흥청 국립원예특작과학원 화훼과 연구사 / Researcher, Floriculture Research Division, NIHHS, RDA, Wanju 55365, Korea.

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

⁵농촌진흥청 국립원예특작과학원 약용작물과 연구사 / Researcher, Herbal Crop Research Division, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

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

⁷농촌진흥청 국립원예특작과학원 약용작물과 연구관 / Researcher, Herbal Crop Research Division, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

⁸농촌진흥청 국립식량과학원 작물재배생리과 연구관 / Researcher, Crop Production and Physiology Division, NICS, RDA, Wanju 55365, Korea.

인 liquiritin, liquiritigenin 및 isoliquiritigenin 등의 플라보노이드와 licoricidin 등의 아이소플라보노이드를 함유하고 있다 (Kondo *et al.*, 2007).

감초는 동서양에서 대략 6천년 전부터 약용식물로 널리 쓰여 왔으며 (Woo *et al.*, 2006), 독성이 있는 약재성분을 완화시키거나 모든 약을 조화롭게 어우러지도록 도와, ‘약방의 감초’라고 불린다. 현대에 들어서는 항염증, 항암, 항에스트로겐 활성, 혈압강하 및 식이지방 흡수 억제 등의 효능이 밝혀졌다 (Birari *et al.*, 2011; Singh *et al.*, 2016; Chen *et al.*, 2017; Wang *et al.*, 2018; Frattaruolo *et al.*, 2019). 또한 항산화 활성, 면역 증강 및 항균 활성 등의 기능이 있다고 알려져 있다 (Wu *et al.*, 2017; Frattaruolo *et al.*, 2019; Yang *et al.*, 2020). 뿐만 아니라, 감초는 감미가 높고 기포력, 유희력 및 풍미 개선 능력이 있어 식품, 의약품 및 화장품 산업에서도 널리 사용하고 있다 (Fenwick *et al.*, 1990). 그리하여 감초는 생약 및 건강기능성 식품의 재료로써 가장 널리 이용되는 약용작물 중 하나이다.

이처럼 전통 한방 약재로써의 쓰임에 더해 식료품, 의약품 등 널리 활용되고 있는 감초는 국내 생산량은 37 ha (MAFRA, 2019)로, 국내에서는 자생하지 않아 중국 등에서 주로 수입에 의존하고 있으며, 수입량은 초본류 약용작물 중에서 첫 번째로 많은 품목이다 (MFDS, 2019). 더욱이 감초의 국내 재배 시 지표성분 함량은 대한민국약전 등재 기준인 glycyrrhizin 2.5% 이상 및 liquiritigenin 0.7% 이상에 미치지 못할뿐더러 생리적 장애가 발생하여 감초 국산화에 어려움을 겪고 있다.

따라서 본 연구는 감초를 국내환경에서 품질이 우수하고 수량이 높게 재배하기 위하여 선발된 우수자원을 지역적응성, 병저항성, 지표성분 등 재배특성 및 품질특성에 대한 연구를 수행하여 품종을 개발하였다.

재료 및 방법

1. 연구재료

본 연구는 육성된 우수자원 ‘다감’ 및 대비종 만주감초 (*G. uralensis*)를 이용해 수행하였으며, 2년생을 대상으로 평가하였다.

2. 재배 방법

감초의 육성된 우수자원 ‘다감’을 대상으로 하여 2006년부터 2015년까지 충북 음성군 소재 국립원예특작과학원에서 재배 시험을 수행하였으며 생육특성, 지표성분 함량 및 수량성 등을 대비종 (만주감초 *G. uralensis*)과 비교하였다.

시비량은 N-P₂O₅-K₂O를 17-11-14 kg/10a의 수준으로 사용하였다. 재식거리는 조간거리 40 cm, 주간거리 35 cm 로 하였

으며, 난괴법 3 반복으로 시험구를 배치하였다. 생육특성조사는 시험구별로 2년생 20 개체씩 조사하였으며, 품종출원 특성조사표에 준하여 실시하였다. 수량성 조사는 농촌진흥청 시험 연구 조사기준에 준하여 실시하였다.

지역적응성 검정은 북부 (강원도 철원군), 중부 (충청북도 음성군), 남부 (전라남도 나주시) 등 3 개 권역으로 나누어 국내 재배 적응성을 평가하였다. 갈색점무늬병 (*Phoma* sp.) 및 뿌리썩음병의 이병정도 (0 - 9), 응애 (*Tetranychus kanzawai* Kishida) 피해정도 (0 - 9) 및 도복정도 (0 - 9)는 수확기에 특성조사기준에 준하여 실시하였다 (RDA, 2012).

갈색점무늬병 및 뿌리썩음병의 발병정도는 육안으로 무병징 (0), 병반 면적 10% 미만 (1), 10% - 30% (3), 30% - 40% (5), 40% - 60% (7), 60% 이상 (9)으로 등급을 정하여 판단하였다.

3. 성분분석

지표성분 2 종의 분석법은 대한민국약전 제12개정 의약품각조 제2부에 명시된 방법을 따랐다 (MFDS, 2020). Glycyrrhizic acid는 2년생 감초 뿌리 분말 약 0.5 g의 시료를 ethanol (EtOH) 추출 및 정량한 후 Agilent 1260 Series HPLC System (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)으로 254 nm 하에 분석하였다. Liquiritigenin은 2년생 감초 뿌리 분말 약 0.5 g의 시료를 dichloromethane으로 추출한 뒤, 276 nm 파장에서 HPLC 시스템으로 분석하였다. 자세한 분석 조건은 Table 1에 나타내었다.

4. 세포독성 측정

2년생 육성품종 다감과 대비종 (*G. uralensis*)을 에탄올 (100%, 70%, 30% 및 0%)로 24 시간 실온에서 3 반복 추

Table 1. Analysis conditions of glycyrrhizin and liquiritigenin in licorice.

HPLC	Agilent 1260 series		
Column	YMC-PACK ODS-AM (205 mm × 4.6 mm, 5 μm)		
Wavelength	254 nm (Glycyrrhizin) and 276 nm (Liquiritigenin)		
Mobile phase	Solvent A: 0.1(v/v)% formic acid in distilled water Solvent B: 0.1(v/v)% formic acid in acetonitrile		
Flow rate	1 ml/min		
Column temperature	40°C		
Injection volume	5 μl		
	Time (min)	Solvent A (%)	Solvent B (%)
Gradient elution	0 - 3	95	5
	3	95	5
	40	0	100
	50	0	100

출한 후 회전증발농축기 (N-1200NB, Eyla, Kesenuma, Japan)로 농축하였다.

RAW264.7 대식세포 (한국세포주은행, Korea Cell Line Bank, Seoul, Korea)를 96 well plate에 1×10^7 cell로 배양 후 추출물을 농도별로 24 시간 동안 처리한 후 CellTiter 96 Aqueous One Solution Cell Proliferation Assay Kit (MTS, Promega, Madison, WI, USA) 용액을 넣고 4 시간 반응시킨 뒤 multi-plate reader (Bio-Tek Synergy HT, BioTeK, Winooski, VT, USA)로 490 nm 에서 흡광도를 측정하였다. 세포 증식률 (cell proliferation rate)은 감초 추출물의 흡광도를 무처리군의 흡광도에 대한 백분율 (%)로 나타내었다.

5. 통계분석

통계분석은 SAS Enterprise Guide 7.1 (Statistical Analysis System, Cary, NC, USA)로 분석하였으며, 육성품종과 대비종간의 차이는 Student' t-test를 이용해 유의수준 5% ($p < 0.05$) 혹은 1% ($p < 0.01$)에서 검증하였다. 세포독성 실험 결과는 Student' t-test를 이용해 품종 간 농도별 차이를 유의수준 5%에서 검증하였다 ($p < 0.05$).

결과 및 고찰

1. 재배특성

1-1. 육성경위

2006년에 감초 중간교잡 육성품종인 ‘다감’은 *G. glabra*를 모본으로, *G. uralensis*를 부본으로 하여 교배되었다. 2007년 - 2010년에 교배하여 얻어진 F₁ 종자 중 우수자원 (GGU06-16)을 선발하여 특성 검정을 수행한 후 증식하였다. GGU06-16을 GLYES9호로 계통명을 부여하고 생산력 검정시험 (2012년

- 2013년)과 지역적응성 검정시험 (2014년 - 2015년)을 실시하였다.

그 결과 ‘GLYES9호’는 대비종 (*G. uralensis*)에 비해 갈색점무늬병과 쓰러짐에 강하며 수량이 많고 성분함량이 높은 것이 인정되어 품종심의회를 거쳐 신품종으로 등록하였다. 수량과 성분이 많다는 의미로 ‘다감’이라 명명하였으며, 품종보호출원을 실시하여 현재 품종보호권 등록 (품종등록번호 195)이 완료되었다. Fig. 1은 ‘다감’의 육성계통 및 계보를 보여준다.

1-2. 기원식물

식의약품의 원료로 이용되는 약용식물은 최근 들어 약용작물 오남용의 사례에 따라 한약재와 식물종 (scientific name)의 매칭, 즉 기원식물을 매우 중요하게 여기고 있다.

약효가 같거나 유사한 여러가지 약용식물이 하나의 한약재로 통용되므로 본초학적 분류 및 약초에 근거한 응용을 위해서는 식물분류학적인 종, 품종 및 산지 등 기원을 명확하게 하는 것이 중요하다 (Kim and Kim, 2003).

한편 Kim 등 (2019)은 *G. glabra*와 *G. uralensis*의 자연교잡과 인위교잡이 내부조직 및 외부형태학적으로 동일한 특성을 증명하였다. 또한 *G. glabra*와 *G. uralensis*의 교잡된 종은 기후변화 등 오랜 생태적·생리적 격리장벽을 통해 모본본에서 새롭게 진화된 신종임을 분자적 특성으로 입증되었다 (Hantemirova et al., 2020) 따라서 육성된 감초 중간교잡종 ‘다감’은 *Glycyrrhiza korshinskyi* Grig.와 동일한 기원식물로 보는 것이 타당하다고 판단된다.

1-3. 고유특성

‘다감’의 초형은 반직립형이며, 잎의 형태는 장타원형, 색깔

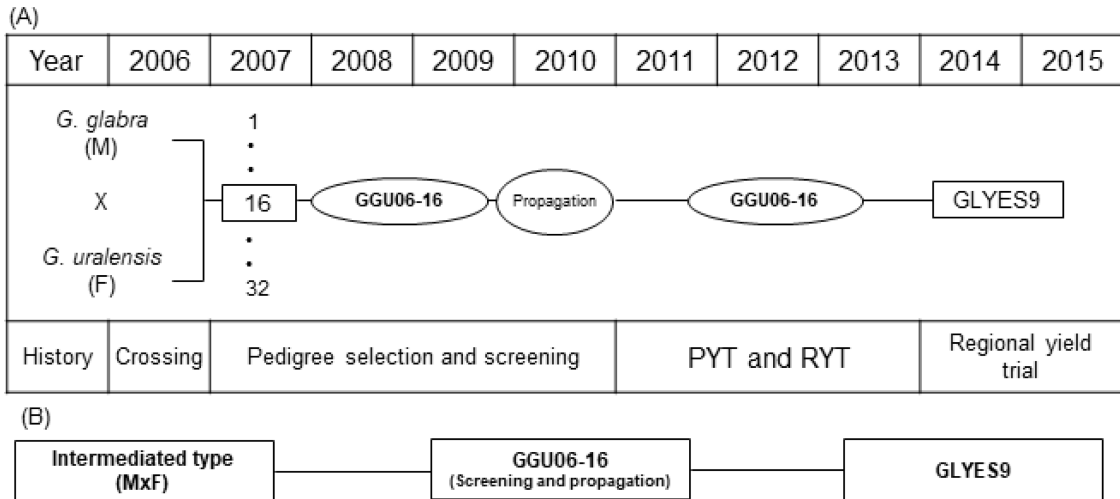


Fig. 1. Pedigree diagram (A) and genealogical diagram (B) of hybrid variety ‘Dagam’. PYT means preliminary yield trial and RYT means replicated yield trial. M and F mean mother parent and father parent, respectively.



Fig. 2. The morphological characteristics of 'Dagam' (left side) and *G. uralensis* (right side). (a); leaf shape, (b); root cross section, (c); whole plant (biennial) of 'Dagam', (d); main root (biennial), respectively. Dagam and *G. uralensis* showed a distinct difference between the leaf shape, root cross section and main root.

Table 2. Inherent characteristics of *Glycyrrhiza glabra* (♀) × *G. uralensis* (♂) hybrid cultivar 'Dagam'.

Cultivar	Plant type	Leaf		Root color		Root shape	
		Shape	Color	Cortex	Endodermis	Rhizodermis	Vascular bundle
Dagam	Erect type	Oblong	Green	Reddish-brown	Yellow-white	Thick	Developed
<i>G. uralensis</i> (Control)	Semi-runner type	Round-oval	Green	Reddish-brown	Light-yellow	Thin	Undeveloped

은 녹색인데 이는 대비종인 만주감초와 뚜렷하게 구별된다. 뿌리는 굵으며 표피색은 갈색, 심부색은 연황색이었고 뿌리껍질이 두껍다 (Fig. 2). 만주감초는 뿌리 내부의 유관속이 발달하지 않았지만, '다감'은 잘 발달한 유관속을 가지고 있다 (Table 2).

1-4. 기변특성, 병해충 및 도복저항성

'다감'의 초장은 90.7 cm, 경경은 8.2 mm로 대비종 만주감초에 비해 초장이 길고 줄기가 굵으며, 잘 쓰러지지 않는 특성이 있다. 주근경은 다감과 만주감초 사이에 유의성은 없었으나 '다감'의 근경이 15.9 mm로 만주감초 보다 1.3 mm 굵었으며, 근장이 길고 지근 수가 많았다 (Table 3). 또한 '다감'은

Table 3. Agronomical characteristics of *Glycyrrhiza glabra* (♀) × *G. uralensis* (♂) hybrid cultivar ‘Dagam’.

Cultivar	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	Branch number (ea/plant)	Root length (cm)	Main root diameter (mm)	Supporting root number (ea/plant)	Dry-weight of root (g/plant)	Yield (kg/10a)
Dagam	90.7**	8.2*	11.6**	58.8**	15.9 ^{ns}	4.4**	117.5**	431.5**
<i>G. uralensis</i> (Control)	60.3	7.0	7.8	53.8	14.6 ^{ns}	3.4	54.9	213.7

Significant difference according to Student’s t-test (* $p < 0.05$ and ** $p < 0.01$). NS means not significantly difference between Dagam and *G. uralensis*.

감초에 주로 발생하는 갈색점무늬병에 대한 저항성이 만주감초보다 강하며 조기에 낙엽하지 않는 특성으로 인해 국내에서 안정적 재배가 가능한 품종이라 여겨진다 (Table 4).

1-5. 지역적응성 및 수량특성

2014년 - 2015년까지 충북 옥성을 포함한 3 개 지역에서 2 년간 지역적응성 검정시험을 실시한 결과, 10 a 당 건근 수량이 만주감초는 213.7 kg 인데 비해 ‘다감’은 431.5 kg 으로 만주감초 대비 102% 증수한 것으로 나타났다 (Table 5). 또한 지역별 감초 수량은 강원도 북부 지역보다 충청도 이남에서 수량이 유의적으로 높게 증대되었으며, ‘다감’은 연차별 수량이 증대하는 반면, 대비종은 감소하는 경향을 보였다. 이는 대비종 만주감초 보다 육성품종 다감이 갈색점무늬병에 대한 높은 저항성, 후기낙엽성 및 내도복성 (쓰러짐)이 재배 안정성에 기여하였다고 여겨진다.

따라서 감초 신품종 ‘다감’의 국내 재배지역은 강원도 북부 지역보다는 제주도 및 산간고랭지를 제외한 충청도 이남을 추천하며, 국내 재배 시 배수가 용이하고 기후가 온난한 평야지에서 재배하는 것이 수량을 안전적으로 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

Table 4. Disease and pest injury and lodging resistance of *Glycyrrhiza glabra* (♀) × *G. uralensis* (♂) hybrid type cultivar ‘Dagam’.

Cultivar	Brown spot disease (0 - 9)	Root rot (0 - 9)	Mite (0 - 9)	Lodging (0 - 9)
Dagam	1	0	1	1
<i>G. uralensis</i> (Control)	3	2	3	7

0; None, 1; less than 10%, 3; 10% - 30%, 5; 30% - 40%, 7; 40% - 60%, 9; more than 60%.

Table 5. Regional yield (kg/10a) of *Glycyrrhiza glabra* (♀) × *G. uralensis* (♂) hybrid cultivar ‘Dagam’.

Region	Gangwon Cheorwon			Chungbuk Eumseong			Jeonnam Naju			Mean	Index ¹⁾
	2014	2015	Mean	2014	2015	Mean	2014	2015	Mean		
Dagam (kg/10a)	95.0	280.0	187.5 ^{ns}	478.5	720.6	599.6*	396.0	619.0	507.5*	431.5*	202
<i>G. uralensis</i> (kg/10a)	151.0	72.0	111.5	253.8	155.6	221.2	372.0	245.0	308.5	213.7	100

¹⁾Index; Yield of ‘Dagam’ / yield of ‘*G. uralensis*’. *means significant difference by Student’ t-test ($p < 0.05$, NS; not significant difference).

로 판단된다.

2. 품질특성

2-1. 지표성분

감초의 지표성분인 glycyrrhizin 함량을 측정한 결과 신품종 ‘다감’은 glycyrrhizin 함량이 3.0%로 만주감초 (1.9%)보다 약 1.6 배 정도 높았으며, 대한민국약전 기준 2.5%을 충족하였다. 또한 liquiritigenin 함량도 다감이 0.7%로 약전 기준에 충족하였을 뿐만 아니라, 만주감초보다 1.4 배 높아 뚜렷한 차이가 나타났다 (Table 6).

최근 Lee 등 (2019)은 감초 육성품종별 liquiritin 함량을 정량하였는데, ‘다감’은 liquiritin 함량이 19.07 mg/g으로 농진청 육성품종인 원감 (12.40 mg/g) 및 신원감 (10.42 mg/g)보다 높은 수치를 보였다.

2-2. 세포독성

신품종 ‘다감’의 세포독성을 측정한 결과, 모든 추출물에서 100 μ g/ml 이하의 농도에서 세포독성이 나타나지 않았다 (Table 7). 30% 에탄올 추출물에서는 200 μ g/ml 이상의 농도에서 78.3%의 세포 생존을 하였으며, 대비종인 만주감초는 저농도인 50 μ g/ml 이상부터 90.0% 이하의 생존율이 나타났다.

Table 6. Comparison of major component (%) of licorice in (*Glycyrrhiza glabra* (♀) × *G. uralensis* (♂) hybrid cultivar ‘Dagam’.

Cultivar	Glycyrrhizin	Liquiritigenin
Dagam	3.00±0.01*	0.70±0.00*
<i>G. uralensis</i> (Control)	1.90±0.01	0.51±0.00

Significant difference between Dagam and *G. uralensis* according to Student’s t-test (* $p < 0.05$).

Table 7. Cytotoxicity in *Glycyrrhiza glabra* (♀) × *G. uralensis* (♂) hybrid cultivar ‘Dagam’.

Sample	Concentration ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	Percentage of viability (%)			
		100% EtOH	70% EtOH	30% EtOH	100% H ₂ O
Dagam	25	109.7±6.7 ^{ns}	98.7±3.8 ^{ns}	98.0±2.4 ^{ns}	100.6±4.6*
	50	119.1±1.8*	106.8±0.7 ^{ns}	99.9±1.8*	95.6±4.2*
	100	119.2±7.0*	102.7±2.0 ^{ns}	91.9±2.5*	100.2±3.3*
	200	105.1±12.8 ^{ns}	104.4±2.1 ^{ns}	78.3±1.8 ^{ns}	102.7±9.4*
<i>Glycyrrhiza uralensis</i>	25	108.7±10.6	98.3±5.9	91.6±6.6	116.1±3.9
	50	122.5±0.9	110.9±23.4	85.3±1.3	110.9±3.4
	100	125.1±6.5	108.3±10.6	79.2±1.1	117.8±5.4
	200	109.7±12.4	106.2±15.5	77.3±1.4	119.7±5.1

Significant difference between Dagam and *G. uralensis* according to Student’s *t*-test (**p* < 0.05, NS; not significant difference).

그러므로 다감이 대비종보다 세포독성이 낮았다.

감초 원산지별 항균 활성, 정량 및 방부력에 관한 연구에서 한국 감초가 중국 및 우즈베키스탄 감초보다 높은 항균 활성이 확인되었다 (Kim *et al.*, 2014). 이는 신품종 ‘다감’이 세포독성이 거의 없기 때문에 일반식품뿐만 아니라 의약품, 기능성 화장품 등 다양한 곳에 이용될 수 있음을 시사한다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ014371052021)에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

Birari RB, Gupta S, Mohan CG and Bhutani KK. (2011). Antiobesity and lipid lowering effects of *Glycyrrhiza* chalcones: Experimental and computational studies. *Phytomedicine*. 18: 795-801.

Çetina Ö, Duran A, Marthin E and Küçüködük M. (2015). Karyological studies in some *Glycyrrhiza*(Fabaceae) taxa from Turkey. *Caryologia: International Journal of Cytology, Cytosystematics and Cytogenetics*. 68:254-264.

Chen X, Liu Z, Meng R, Shi C and Guo N. (2017). Antioxidative and anticancer properties of licochalcone A from licorice. *Journal of Ethnopharmacology*. 198:331-337.

Fenwick GR, Lutomski J and Nieman C. (1990). Licorice, *Glycyrrhiza glabra* L.-composition uses and analysis. *Food Chemistry*. 38:119-143.

Frattaruolo L, Carullo G, Brindisi M, Mazzotta S, Bellissimo L, Rago V, Crucio R, Dolce V, Aiello F and Cappello AR. (2019). Antioxidant and anti-inflammatory activities of flavanones from *Glycyrrhiza glabra* L.(licorice) leaf phytocomplexes: Identification of licoflavanone as a modulator of NF-κB/MAPK pathway. *Antioxidants*. 8:186. <https://www.mdpi.com/2076-3921/8/6/186> (cited by 2020 Nov 22)

Hantemirova EV, Belyaev AY, Korchagina OS and Laletina IA. (2020). Genetic differentiation and phylogenetic relationships of

Glycyrrhiza glabra L., *G. uralensis* Fisch., and *G. korshinskyi* Grig. inferred from chloroplast DNA variation. *Russian Journal of Genetics*. 56:810-821.

Kim HJ, Jang HN, Bae JY and Park SN. (2014). Antimicrobial activity, quantification and bactericidal activities of licorice active ingredients. *Korean Journal of Microbiology and Biotechnology*. 42:386-392.

Kim KS and Kim HC. (2003). Review on original plants of oriental medicines used in Korea. *Korean Journal of Crop Science*. 48:79-95.

Kim YS, Park CG, Choi G, Chang JK, Lee JH and Ju YS. (2019). Comparative study of external-internal morphological shape in origins and hybrids for *Glycyrrhizae Radix et Rhizoma*. *The Korea Journal of Herbology*. 34:1-12.

Kondo K, Shiba M, Nakamura R, Morota T and Shoyama Y. (2007). Constituent properties of licorice derived from *Glycyrrhiza uralensis*, *G. glabra*, or *G. inflata* identified by genetic information. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. 30:1271-1277.

Lee SE, Lee JH, Park CG, Kim HD, Lee YJ, Seo KH, Jeong HS, Chang JK and Kim DH. (2019). Evaluation of the *in vitro* activity of *Glycyrrhiza* cultivar roots. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 27:115-125.

Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA). (2019). Industrial crop production statistics. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Sejong, Korea. p.86.

Ministry of Food and Drug Safety(MFDS). (2019). Food & Drug Statistical Yearbook. Ministry of Food and Drug Safety. Cheongju, Korea. p.433.

Ministry of Food and Drug Safety(MFDS). (2020). The Korean Pharmacopoeia. Ministry of Food and Drug Safety. Cheongju, Korea. p.129.

Rural Development Administration(RDA). (2012). Standard method of investigation and analysis for research on the agricultural science and technology (5th). Rural Development Administration. Jeonju, Korea. p.771-772.

Singh K, Zaw AM, Sekar R, Palak A, Allam AA, Ajarem J and Chow BKC. (2016). Glycyrrhizic acid reduces heart rate and blood pressure by a dual mechanism. *Molecules*. 21:1291. <https://www.mdpi.com/1420-3049/21/10/1291> (cited by 2020

- Nov 22).
- Wang S, Dunlap TL, Huang L, Liu Y, Simmler C, Lantvit DD, Crosby J, Howell CE, Dong H, Chen SN, Pauli GF, van Breemen RB, Dietz BM and Bolton JL.** (2018). Evidence for chemopreventive and resilience activity of licorice: *Glycyrrhiza glabra* and *G. inflata* extracts modulate estrogen metabolism in ACI rats. *Cancer Prevention Research*. 11:819-829.
- Woo KS, Jang KI, Kim KY, Lee HB and Jeong HS.** (2006). Antioxidative activity of heat treated licorice(*Glycyrrhiza uralensis* Fisch) extracts. *Korean Journal of Food Science and Technology*. 38:355-360.
- Wu Y, Yi L, Li E, Li Y, Lu Y, Wang P, Zhou H, Liu J, Hu Y and Wang D.** (2017). Optimization of glycyrrhiza polysaccharide liposome by response surface methodology and its immune activities. *International Journal of Biological Macromolecules*. 102:68-75.
- Yang SY, Choi YR, Lee MJ and Kang MK.** (2020). Antimicrobial effects against oral pathogens and cytotoxicity of *Glycyrrhiza uralensis* extract. *Plants*. 9:832. <https://www.mdpi.com/2223-7747/9/7/838> (cited by Nov 22).