



Powered by iThenticate depositor



감초 유전자원의 생육 및 수량 특성

손동균^{1,2} · 오명원³ · 황호섭⁴ · 한종원⁵ · 정진태⁶ · 마경호⁷ · 윤영호⁸ · 우선희^{9*} · 이정훈^{10†}

Growth and Yield Characteristics of *Glycyrrhiza* spp. Resources

Dong Kyun Son^{1,2}, Myeong Won Oh³, Ho Sop Hwang⁴, Jong Won Han⁵, Jin Tae Jung⁶, Gyeong Ho Ma⁷, Young Ho Yoon⁸, Sun Hee Woo^{9*} and Jeong Hoon Lee^{10†}

ABSTRACT

Received: 2021 April 26
1st Revised: 2021 May 19
2nd Revised: 2021 June 9
3rd Revised: 2021 June 23
Accepted: 2021 June 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: When the licorice cultivated in Korea, the quality index components are lower than the standard value, and physiological disorders occur frequently. Therefore, we evaluated the growth and yield characteristics of resources to develop licorice varieties suitable for the domestic environment.

Methods and Results: *Glycyrrhiza* resources were collected from five nations. Leaf margin has been identified as a species-specific characteristic that distinguishes *G. uralensis* and *G. glabra*. *Glycyrrhiza* resources were observed in flowers and seeds for 2 years. Leaf abscission began to fall from July and lasted until November according to the characteristics of the resources. As the number of cultivation years increased, root length, rhizome length, and rhizome number were not significantly related, however, root diameter, root weight and rhizome weight were significantly related. The skin root color became dark after a year. Yield (dry weight of underground part) increased mostly from the first to second year, whereas the yield changed depending on resource characteristics in three years. The yield was positively correlated with dry rhizome weight, plant height, stem diameter, and root diameter. Cluster analysis indicated that, they were classified into three clusters. Among them, the resources in group III were confirmed to be of high quantity and quality.

Conclusions: GLY13-05, GLY14-02, and GLY14-06 of *Glycyrrhiza* resources were evaluated as having excellent growth and yield characteristics. Moreover, they can be cultivated in domestic environments.

Key Words: *Glycyrrhiza glabra*, *Glycyrrhiza uralensis*, Correlation, Growth Characteristics, Licorice

서 언

감초 (甘草)는 콩과 (Leguminosae) 감초속 (*Glycyrrhiza* L.) 에 속하는 다년생 초본으로 전 세계 약 30 여종이 분포하며 (Nomura *et al.*, 2002), 지중해 유럽, 중부 및 남부 러시아,

아시아 온대지역 등 주로 개화시기에 강수량이 적고 모래가 많은 반건조 혹은 건조지역에서 자생한다 (Kiyotomo *et al.*, 2012; Marui *et al.*, 2012).

감초는 나라별로 약으로 쓰이는 종의 기준이 서로 다르며 우리나라는 *Glycyrrhiza uralensis* Fisch., *G. glabra* L. 및 *G.*

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

†Co-corresponding author: (Phone) +82-43-261-2515 (E-mail) shwoo@chungbuk.ac.kr

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

²충북대학교 농학과 / Master's degree, Department of Agronomy, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea.

³농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 박사 후 연구원 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

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

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

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

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

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

⁹충북대학교 농학과 교수 / Professor, Department of Agronomy, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea.

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

inflata Batal.의 뿌리와 뿌리줄기를 그대로 또는 주피를 제거하여 약재로 사용된다 (MFDS, 2019). 반면, 중국은 *G. uralensis*, *G. glabra*, *G. inflata*. 3 종, 일본은 *G. uralensis*, *G. glabra*. 2 종을 기원식물로 사용하고 있다 (ChPC, 2015; MHLW, 2016).

감초의 해외수입은 자생지인 우즈베키스탄, 카자흐스탄 등 중앙아시아에서 대부분 무단 채취하여 유통되고 있다. 이로 인해 토양오염과 사막화의 가속화는 생태계 파괴로 이어져 전 세계적인 황사 발생에 문제가 됨으로써, UN에서는 사막화 방지 협약 체결을 통해 야생 감초의 수출을 제한하기 시작했다 (Yamamoto and Tani, 2005; Marui *et al.*, 2012). 그러한 결과는 유럽, 중동 및 아시아 지역에서 감초 재배를 견인하게 되었고 (Blumenthal *et al.*, 2000), 재배는 가격 상승에 주요인이 되고 있다.

오래전부터 감초는 한의학에서 가장 대표적인 한약재로 특히 모든 약재의 독성을 해독 (Gong *et al.*, 2015)하고, 서로 다른 약재를 조화시켜 약효를 배가시키는 작용을 한다 (Shin *et al.*, 2020). 이렇듯 다양한 처방에 활용되어 ‘약방의 감초’라고 불리고 있다. 최근 들어서는 항바이러스 (Fiore *et al.*, 2008), 항균 (Gupta *et al.*, 2008), 항암 (Rathi *et al.*, 2009) 및 항알레르기 효과 (Kwak and Park, 2004) 등 다양한 효능이 규명되었다.

2000년대 이후 웰빙 문화의 확산으로 한약재로만의 역할을 해왔던 감초는 소비의 형태가 변화하면서 산업 규모도 커져 식품으로는 음료, 김치, 천연조미료 등으로 사용되고, 생활소재로는 샴푸, 세정제, 기능성 화장품 (Kao *et al.*, 2014) 등으로 확대되어 활용되고 있다. 특히 감초의 많은 비중을 차지하고 있는 것은 현대사회와 직결된 담배에서 가장 많은 수요를 보이고 있다 (Kao *et al.*, 2014). 감초는 담배의 풍미를 높이고, 담배의 보습 특성을 향상시키는 조화제 역할을 하며, 분무 중에는 표면활성제로 작용하여 거친 연기를 줄여주는 중화제 역할로써 사용된다 (Carmines *et al.*, 2005). 이처럼 감초는 전통적인 한약재 틀에서 벗어나 다양한 식의약 산업의 연구재료로 활용되고 있다.

한편 감초는 지속적으로 수입이 증가하는 약용작물으로써 해외 의존도가 높으며, 국내생산 및 재배면적은 최근 10년간 각 6 배 ('08, 6 ha → '18, 36 ha), 10 배 ('08, 23 ton → '18, 246 ton)씩 증가하고 있다 (MAFRA, 2019).

하지만 감초는 우리나라에서 자생하지 않으며, 국내 재배 시기후적 생리장애에 의해 종자 결실률이 매우 낮고, 재배가 되더라도 지표성분의 함량이 대한민국약전 기준치 (glycyrrhizin 2.5%, liquiritigenin 0.7% 이상)에 미달되는 문제가 발생한다. 또한 다양한 산업 소재로 이용되는 감초는 일반작물보다 재배 및 육종에 관한 연구가 많이 부족하며 신제품을 육성하기 위한 유전자원에 대한 연구가 극히 제한되어있다.

따라서 본 연구는 대한민국약전 지표성분 기준에 충족하며 국내 환경에 재배 가능한 감초를 개발하기 위해 수집자원의 생육, 수량 특성의 상관관계를 분석함으로써 새로운 품종연구의 기초 연구 자료로 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에 사용된 감초 (*Glycyrrhiza* spp.) 유전자원은 농촌진흥청 농업유전자원정보센터 (National Agrobiodiversity Center, Rural Development Administration, Jeonju, Korea)에서 종자로 분양받았다. 분양받은 자원은 중국, 몽골, 우즈베키스탄 등 5 개국에서 수집되었으며, 자원 증식은 2015년도부터 2016년도까지 충북 음성에 있는 국립원예특작과학원 인삼특작부 약용작물과 시험포장에서 수행되었다.

종자는 200 구 연결포트에 수집 종별로 종자를 피종한 후 45 일간 육묘한 재료를 이용하여 증식하였다. 이후 각각의 개체는 영양체 (지하경)를 이용하여 증식하였다. 감초의 종 동정은 주로 엽연의 모양, 줄기 도복의 유무, 화기 특성, 꼬투리 모양 등을 주요 핵심 형질로 활용되고 있어 증식된 자원은 생육 상태에서 엽형 및 화기 특성 관찰을 통해 종 동정을 실시하였다. 동정이 끝난 증식자원은 석엽표본으로 제작하여 농촌진흥청 국립원예특작과학원 한국약용자원표본관 (Korea Medicinal Resources Herbarium, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration, Eumseong, Korea)에 확증 표본으로 보관하였다 (Table 1).

시비량은 N-P₂O-K₂O = 17-11-14/10a의 비율로 정식하기 2 주 전에 시험포장에 사용하였고 퇴비는 2,000 kg/10a 전량 기비로 사용한 다음 두둑을 형성하고 검정비닐로 피복하였다. 시험포장의 재식밀도는 생육 특성 조사를 위하여 90 cm 두둑에 조건 50 cm, 주간 20 cm 간격으로 식재하였고, 시험구 배치는 난괴법 3 반복으로 배치하였다. 선발된 유전자원의 증식은 지하경을 약 7 cm 간격으로 분주하여 종근으로 이용했으며, 정식은 4월 하순, 수확시기는 11월 하순에 수행하였다.

2. 생육 및 수량 특성조사

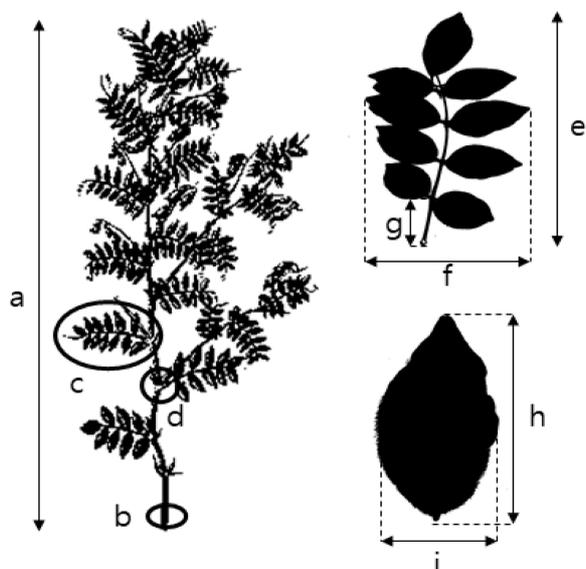
생육 특성 평가는 시험포장에서 시험구 당 20 개체씩 3 반복, 총 60 개체를 임의로 선발하여 조사하였다. 조사기준은 농촌진흥청 시험연구조사 기준 (RDA, 2012)에 따랐다.

지상부 생육 특성은 정식 후 90 일에 실시하였고, 시험구의 생육을 대표할 수 있는 개체를 임의로 채취하였다. 초장은 지면에서 줄기 정단까지의 길이, 경경은 절간 중앙부의 굵기, 분지수는 주경에서 발생한 분지의 수, 마디 수는 제 1 절에서 끝 절까지의 마디수, 엽수는 지상부 전체 엽의 수 등을 조사하였다 (Fig. 1).

Table 1. The list of *Glycyrrhiza* species used in this study.

No.	Resource	Species	Origin	Accession number	Voucher number
1	GLY13-02	<i>G. uralensis</i>	China	903683	MPS005322 (KMRH ¹⁾)
2	GLY13-03	<i>G. uralensis</i>	China	903685	MPS004531 (KMRH)
3	GLY13-04	<i>G. uralensis</i>	Canada	K000940	MPS005322 (KMRH)
4	GLY13-05	<i>G. uralensis</i>	China	K024694	MPS005329 (KMRH)
5	GLY13-06	<i>G. uralensis</i>	Russia	K045097	MPS005330 (KMRH)
6	GLY13-07	<i>G. uralensis</i>	China	K160944	MPS005332 (KMRH)
7	GLY13-08	<i>G. glabra</i>	China	K16082	MPS005334 (KMRH)
8	GLY14-02	<i>G. glabra</i>	Canada	K001022	MPS005336 (KMRH)
9	GLY14-03	<i>G. uralensis</i>	Mongolia	K014454	MPS005338 (KMRH)
10	GLY14-06	<i>G. glabra</i>	Uzbekistan	K155112	MPS005343 (KMRH)
11	GLY14-07	<i>G. uralensis</i>	China	K205978	MPS005344 (KMRH)

¹⁾KMRH; Korea Medicinal Resources Herbarium at the National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration



- a : Plant height
- b : Stem
- c : Branch
- d : Node
- e : Leaf length
- f : Leaf width
- g : Leaf petiole length
- h : Leaflet length
- i : Leaflet width

Fig. 1. Growth characteristics of above-ground part.

지하부 생육 특성은 정식 후 180 일 이후에 실시하였다. 조사항목은 근장은 뿌리의 길이, 근경은 뿌리의 가장 굵은 부분, 건근중은 뿌리 전체의 건조무게, 지하경장은 지하경 전체의 길이, 지하경경은 지하경 최대 직경의 지하경 굵기, 지하경건중은 지하경 전체의 건조무게 등을 조사하였다 (Fig. 2).

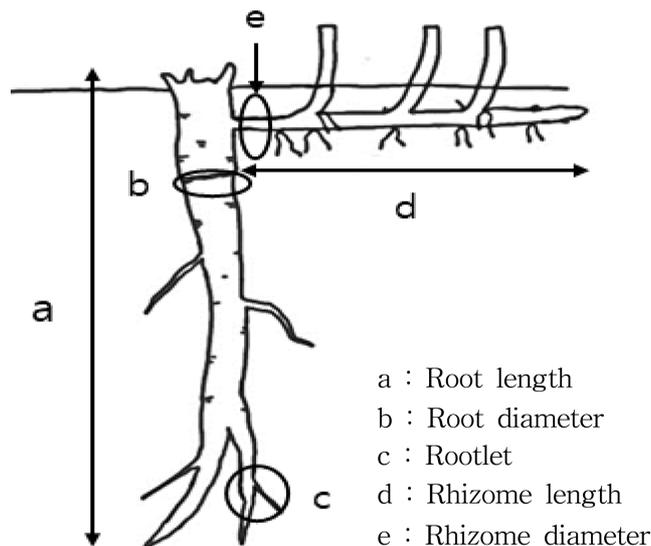


Fig. 2. Growth characteristics of underground part

3. 통계분석

통계처리는 SAS Enterprise Guide 4.2 (Statistical analysis system, 2009, SAS Institute Inc., Cray, NC, USA)를 이용하여 난괴법 실험에 대한 각 측정군의 평균과 표준편차를 산출하고, 분산분석을 수행하였다. 시료 간의 유의적인 차이는 Duncan's Multiple Range Test (DMRT)로 유의수준 5% ($p < 0.05$)에서 검증하였고, 상관관계는 Pearson의 적률상관계수 (Pearson's correlation coefficient)를 이용하여 유의성을 표기하였다. 군집분석 (cluster analysis)은 평균연결법 (average linkage cluster)을 수행하였고, 군집 간의 유의성 검증은 DMRT 분석으로 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 지상부 생육 특성

감초 (*Glycyrrhiza* spp.)의 지상부 생육 특성은 자원 특성에 따라 유의적인 차이를 보였다. 수집된 감초 유전자원의 초장은 평균 92.0 cm, 경경은 7.4 mm로 조사되었다. GLY14-03은 초장이 53.3 cm, 경경이 5.5 mm로 다른 자원들보다 상대적으로 초장이 짧고 줄기가 얇은 특성을 보이지만, GLY14-02는 초장은 134.3 cm, 경경은 9.8 mm로 초장이 길고 줄기가 굵은 생육 특성을 보였다 (Table 2).

본 연구에서는 자원 간의 차이는 있었지만, 감초 유전자원의 초장과 경경은 높은 양의 상관관계 ($r = 0.953$, $p < 0.01$)로 분석되었고, 이는 Kim 등 (1998a)과 같은 동일한 결과를 보였다. 초장이 길었던 자원인 GLY14-02 (134.3 cm), GLY14-06 (100.4 cm)이 경경도 굵은 자원 (9.8 mm, 9.0 mm)으로 관찰되었다.

엽장과 엽폭은 각각 평균 16.0 cm, 7.4 cm으로 조사되었다. 한편 GLY13-07, GLY14-06은 엽장이 18.0 cm 이상, 엽폭이 8.0 cm 이상으로 광엽인 특성을 보였다. 엽수는 유전자원 간 평균 32 개/주로 조사되었고, GLY14-02는 상대적으로 가장 많은 엽수 (43 개/주)를 보였다. 엽연의 형태는 2 가지 형태로 관찰되었는데, 대부분 가장자리가 구불거리는 특성을 보였으며, GLY14-02와 GLY14-06의 엽연은 매끈한 특성을 보였다 (Table 3). 이 결과는 엽연의 특성이 유전자원 간의 생육 특성에 따른 차이로 보여지며, *G. uralensis*와 *G. glabra* 2 종을 구분할 수 있는 중 특이적 형질로 나타났다. *G. uralensis*의

엽연은 파상 (repand)의 형태를 보였으며, *G. glabra*의 엽연은 전연 (entire)의 형태로 관찰되었다.

낙엽은 국내 장마시기에 따라 유동적으로 대략 7월부터 시작하여 자원 특성에 따라 11월까지 지속되었다. 일반적으로 작물의 광합성 속도는 엽이 전개되기 시작하면서 증가하며 잎이 최대로 전개된 후에 서서히 감소되는 것으로 알려져 있다. 하

Table 2. Growth characteristics of stem in *Glycyrrhiza* resources.

Resources	Length (cm)	Diameter (mm)	Node (ea/plant)	Lodging resistance ¹⁾ (0 - 9)
GLY13-02	104.6	8.0	39	7
GLY13-03	84.2	6.9	40	7
GLY13-04	87.6	6.2	41	9
GLY13-05	87.8	7.3	39	3
GLY13-06	66.9	4.9	30	5
GLY13-07	109.6	8.4	34	5
GLY13-08	90.6	7.6	36	5
GLY14-02	134.3*	9.8*	50*	1
GLY14-03	53.3	5.5	24	3
GLY14-06	100.4	9.0	43	3
GLY14-07	92.2	7.6	27	3
Average	92.0	7.4	37	-
CV(%)	23.21	19.88	20.55	-

¹⁾lodging resistance; 0 (none), 1 (below 10.0%), 3 (10.1% - 30.0%), 5 (30.1% - 50.0%), 7 (50.1% - 70.0%), 9 (more than 70.1%). Not significantly different based on the Duncan's Multiple Range Test (DMRT, * $p < 0.05$).

Table 3. Growth characteristics of leaf and pod in *Glycyrrhiza* resources.

Resources	Leaf			Leaf abscission ¹⁾ (1 - 9)	Flowering date ²⁾ (Month, Day.)	Number of pod	
	Length (cm)	Width (mm)	Number (ea/plant)			1 year	2 years
GLY13-02	17.4*	7.8	35	3	June, 4.	0	0
GLY13-03	13.4	7.3	36	3	June, 15.	0	1
GLY13-04	14.6	6.9	35	9	June, 4.	0	2
GLY13-05	14.1	7.2	36	1	June, 4.	3	2
GLY13-06	14.9	6.8	23	5	June, 4.	0	0
GLY13-07	18.6*	8.9*	28	5	May, 25.	0	0
GLY13-08	17.4*	7.7	26	5	June, 25.	0	0
GLY14-02	17.7*	7.9	43*	1	June, 4.	0	0
GLY14-03	12.4	5.0	20	9	-	0	0
GLY14-06	18.6*	8.2	39	3	June, 27.	0	0
GLY14-07	17.1*	7.3	29	3	June, 17.	0	0
Average	16.0	7.4	32	-	-	-	-
CV(%)	13.63	13.40	22.52	-	-	-	-

¹⁾leaf abscission; 1 (below 10%), 3 (10.1% - 30%), 5 (30.1% - 50%), 7 (50.1% - 70%) 9 (more than 70.1%). ²⁾flowering date; flowering is two years old. Not significantly different based on the Duncan's Multiple Range Test (DMRT, * $p < 0.05$).

지만 감초는 우리나라 기후환경에 재배 시 발생하는 문제점으로 장마 기간에 집중된 강우로 인한 생리장애로 인해 잎이 조기 낙엽하는 재배상의 문제점이 나타난다.

본 연구에서는 GLY13-04, GLY14-03은 조기낙엽 하였으며, 반면 GLY14-02, GLY13-05 등은 겨울까지 엽이 지속되는 후기 낙엽 특성을 보였다 (Table 3).

개화 특성은 2년생에서 GLY14-03을 제외한 모든 유전자원에서 개화가 관찰된 반면, GLY13-05는 1년생에서 개화 및 결실이 관찰된다. 결실은 GLY13-05, GLY13-04, GLY13-06 등 3 점만 관찰되었다. GLY13-07은 가장 빠른 개화 (5월 25일)를 보였다 (Table 4).

감초의 개화 및 결실은 단순 교배 육종을 통한 변이창출 이외에도 의약 및 재료산업과의 융복합 산업화 등 생명과학기술 산업으로 그 의미가 커지고 있다. 하지만 우리나라 감초 재배는 강수량이 집중되는 여름철 기후와 개화 시기가 겹쳐 개화가 되더라도, 결실되지 않는 특성을 보인다. 이러한 이유는 집중 강우 등으로 인한 조기 낙엽과 낙화, 그리고 감초와 수분 매개자의 공생관계 변화에 따른 낮은 결실률이 원인으로 생각된다.

본 연구에서 수집된 유전자원 중 GLY13-05는 비가림 재배 시 종자 생산에 유리한 우수 자원으로 평가되며, 국내에서 감초 노지재배 시 1년생에서는 개화 및 결실이 되지 않고, 2년생 이상부터 종자를 채종할 수 있는 가능성이 확인되었다.

2. 지하부 생육 특성

근장과 근경은 1년생에서 평균 각 62.8 cm, 15.2 mm로 조사

되었다. 2년생 근장의 평균은 73.4 cm로 조사되었으며, 근경의 평균은 19.8 mm로 조사되었다. 3년생 근장의 평균은 96.5 cm로 조사되었으며, 근경의 평균은 32.5 mm로 조사되었다. 수집 자원들의 비교에서는 GLY14-02가 재배 년수에 따라 근장, 근경이 유의적으로 증가되며, 재배 년수별로 가장 높은 값을 보였다.

Ozaki 등 (2010)은 감초의 근경이 재배 년수에 따라 유의적으로 높아지는 경향을 나타낸다고 보고하였으며, Moon 등 (2019)은 인삼의 재배 년수에 따른 생육 특성 변화를 조사한 결과 근장과 근경이 모두 증가하는 경향을 분석하였다. 본 연구에서도 근장은 자원에 따른 생육 차이가 보였지만, 대부분 재배 년수에 따라 증가하는 경향을 보였다. 근경은 재배 년수에 따라 11 점 모두 증가하는 경향을 보였고, 1년생에서 2년생으로 증가하는 값보다 2년생에서 3년생으로의 증가하는 값이 유의적으로 높게 관찰되었다 (Table 4).

근피색은 재배 년수에 따라 대부분 짙어지는 경향을 보이며, 2년생 이후에 자원 간 특성으로 근피색이 결정되는 것으로 판단된다. 1년생에서 갈색이 7 점 (GLY13-05), 황갈색이 4 점 (GLY13-06 등)으로 관찰되었다. 2년생에서는 적갈색이 2 점 (GLY13-05 등), 갈색이 8 점 (GLY14-06 등), 흑갈색은 GLY14-02만이 관찰되었다. 3년생에서는 적갈색이 2 점 (GLY13-05 등), 갈색이 8 점 (GLY14-06 등), 흑갈색은 GLY14-02만이 관찰되었다.

1년생에서 2년생으로 재배 년수에 따라 감초 유전자원의 근피색 변화는 자원 특성에 따른 차이를 보였다. GLY14-06 등 5 점은 갈색으로 근피색의 변화가 없었고, GLY13-06 등 3

Table 4. Growth characteristics of root in *Glycyrrhiza* resources.

Resources	Length (cm/plant)			Diameter (mm/plant)			Color ¹⁾		
	1 year	2 years	3 years	1 year	2 years	3 years	1 year	2 years	3 years
GLY13-02	73.8	75.5	84.5	16.4	17.0	36.2	B	B	B
GLY13-03	56.0	70.3	87.7	12.2	17.5	37.1	B	B	B
GLY13-04	64.3	88.0*	97.0	14.8	22.7	32.9	B	B	B
GLY13-05	82.4*	87.9*	111.4	14.7	21.5	33.2	B	RB	RB
GLY13-06	58.9	71.0	80.5	12.5	16.3	23.6	YB	B	B
GLY13-07	59.8	72.2	112.1	16.1	20.5	33.7	YB	RB	RB
GLY13-08	54.6	66.7	92.7	15.0	16.2	30.1	YB	B	B
GLY14-02	61.6	82.5*	120.3*	20.0*	28.3*	39.6*	B	BB	BB
GLY14-03	57.7	55.8	82.3	11.6	18.2	24.5	YB	B	B
GLY14-06	61.0	76.1	107.0	17.1	23.0	36.7	B	B	B
GLY14-07	60.3	61.4	85.9	16.9	16.5	29.8	B	B	B
Average	62.8	73.4	96.5	15.2	19.8	32.5			
CV(%)	13.17	13.86	14.46	16.21	19.24	15.75			

¹⁾Color; B (brown), YB (yellow brown), RB (red brown), BB (black brown). Not significantly different based on the Duncan's Multiple Range Test (DMRT, *p < 0.05).

점은 황갈색에서 갈색으로 변하였고, GLY14-02는 갈색에서 흑갈색으로 변하였다. GLY13-05는 갈색에서 적갈색으로 변하였으며, GLY13-07은 황갈색에서 적갈색으로 변하였다. 2년생 이후에는 근피색의 변화는 나타나지 않았다.

근피색은 고품질 감초의 선발 지표로 활용된다. 중국 문헌에서 감초의 근피색은 적색이며, 근피가 단단하고 촘촘하며 분질이 강한 양외감초가 제일 좋은 품질을 나타낸다고 보고되어 있다 (Kezhi, 1989).

본 연구에서 근피색은 갈색, 적갈색, 흑갈색 등 3 가지 색으로 조사되었는데, 그 가운데 근피색이 적색에 가까운 적갈색의 우수 품질자원으로 GLY13-05, GLY13-07이 선발되었다 (Table 4).

지하경장은 재배 년수에 따라 증가 또는 유지되는 경향을 보였다. 1년생에서 48.2 cm - 109.1 cm의 범위로 조사되었으며, 지하경경은 3.3 mm - 6.4 mm의 범위로 조사되었다. 2년생 지하경장 평균은 111.9 cm로 조사되었으며, GLY13-06 (141.9 cm)은 유의적으로 높게 관찰되었다. 지하경경은 평균 7.7 mm로 조사되었으며, GLY14-02 (11.0 mm)는 유의적으로 높게 관찰되었다. 3년생 지하경장의 평균은 149.5 cm로 조사되었으며, GLY14-06가 204.3 cm로 유의적으로 높게 관찰되었다. 지하경경의 평균은 7.7 mm로 조사되어 2년생 평균값과 같은 값을 나타내었다.

Park 등 (2003)은 감초의 재배 년수에 따라 지하경수와 지하경경이 증가한다고 보고되어 있다. 하지만 본 연구에서는 지하경경은 연속적으로 증가하였지만, 지하경수는 재배 년수에 따라 연속적으로 증가하지는 않았으며, 자원간 특성으로 유의적인 차이를 보였다 (Table 5).

3. 수량 형질특성

건근중은 재배 년수가 증가함에 따라 대부분 증가하는 경향을 보였다. 1년생 건근중의 평균은 60.47 g/주로 조사되었으며, GLY14-06 (114.00 g/주), GLY14-02 (96.40 g/주), GLY13-05 (95.80 g/주) 자원의 순으로 높게 관찰되었다. 2년생은 GLY14-02 (134.30 g/주), GLY13-05 (115.08 g/주), GLY14-06 (103.80 g/주) 등이 개체당 100 g 이상 조사되었다. 3년생의 평균은 259.04 g/주로 조사되었으며, GLY14-02 (557.30 g/주), GLY14-06 (398.70 g/주), GLY13-05 (368.70 g/주) 자원의 순으로 높게 관찰되었다.

Ozaki 등 (2010)에 의하면 근중은 재배 년수가 증가함에 따라 유의적으로 높아지는 경향을 나타낸다고 보였던 선행결과와 유사한 결과값을 보였다. 특히 건근중은 1년생에서 2년생으로 증가할 때보다 2년생에서 3년생으로 재배할 때 유의적으로 높은 값 (59.6%)을 나타내었다 (Table 6).

지하경건중은 재배 년수에 따라 대부분 증가하는 경향을 보였고, 자원간의 특성과 환경변화에 따라 유의적으로 큰 차이가 있었다. 2년생에서 자원간의 지하경 발달이 15.00 g/주 - 102.40 g/주의 큰 폭으로 조사되었고, 3년생도 61.64 g/주 - 247.50 g/주의 범위로 조사되었다 (Table 8). 영양체 증식자원의 특성상 1년생에서는 주로 뿌리의 길이 생장이 주로 나타나는 특성이 나타나 지하경 발생이 미비하였다. 2년생부터 자원간의 차이는 있었지만, 지하경의 의미 있는 수량을 평가할 수 있었다. 자원간의 특성 차이에 따라 2년생보다 3년생에서 굵거나 수량이 증가하는 경향을 보였다.

건근수량은 1년생에서 2년생으로 재배 년수가 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었지만, 2년생에서 3년

Table 5. Growth characteristics of rhizome in *Glycyrrhiza* resources.

Resources	Length (cm/plant)			Diameter (mm/plant)			Number (ea/plant)		
	1 year	2 years	3 years	1 year	2 years	3 years	1 year	2 years	3 years
GLY13-02	108.4*	120.3	153.5	4.5	6.6	6.2	3	2	8
GLY13-03	48.2	110.4	130.4	3.3	6.6	5.8	2	5*	12
GLY13-04	77.9	112.9	144.6	4.9	7.9	7.3	4*	4	8
GLY13-05	80.2	128.7	169.1	4.4	7.5	7.5	3	3	11
GLY13-06	106.6*	141.9*	190.2	5.6	7.1	7.4	3	3	6
GLY13-07	102.2*	113.1	108.1	6.0	9.0	6.6	3	3	4
GLY13-08	106.6*	109.3	119.4	5.9	7.5	7.4	2	2	5
GLY14-02	69.3	92.7	143.0	6.3*	11.0*	11.4*	2	2	2
GLY14-03	73.2	66.0	122.5	4.5	8.3	6.3	3	2	5
GLY14-06	97.4	126.6	204.3*	6.4*	9.1	11.2*	3	3	14*
GLY14-07	109.1*	108.7	156.7	6.3*	7.5	7.7	3	3	6
Average	89.0	111.9	149.5	5.3	7.7	7.7	3	3	7
CV(%)	22.89	17.80	19.83	19.25	11.46	24.35	21.40	32.45	49.81

Not significantly different based on the Duncan's Multiple Range Test (DMRT, * $p < 0.05$).

생으로 증가함에 따라 자원 간에 수량이 증가하거나 감소하는 다양한 경향을 보였다.

이러한 결과는 1년생에서 뿌리 내림이 생육을 유지하는데 유리할 것으로 판단되고, 2년생에서는 환경에 따라 자원 간의 뿌리 수량의 증가 또는 감소의 경향을 보이는 것으로 판단된다.

건근수량은 1년생에서 평균 423 g/m³로 조사되었으며, GLY14-06 (815 g/m³)이 유의적으로 높게 나타났다. 2년생의 건근수량은 평균 849 g/m³로 조사되었으며, GLY14-02 (1,617 g/m³)가 유의적으로 높게 나타났다. 3년생의 건근수량은 평균 532 g/m³로 조사되었으며, GLY13-05 (963 g/m³)가 유의적으로 높게 나타났다. GLY13-05는 1년생에서 629 g/m³에서 2년생에서는 1,468 g/m³로 약 2 배 증가하는 경향을 보였다. 하지만 3 년생에서는 963 g/m³로 감소하는 경향을 보였다.

Douglas 등 (2004)은 우리나라와 비슷한 연중 온도 (13.9°C)와 강수량 (1,315 mm)을 보이는 지역 (Rukuhia)에서 감초의 연생별 뿌리 및 뿌리줄기의 건근수량은 2년생에서 3년생으로 재배 년수가 증가함에 따라 15.6% 증가한 결과와 다르게, 본 연구에서는 2년생 이후에 유전자원의 대부분 수량이 감소하는 경향을 보였다. 이와 같이 감소하는 경향은 과학적 수치를 제시하지 못했으나, 연차적 달관 조사에서 감초 노지 재배 시 이른 봄에 큰 일교차로 뇌두가 동사되어 고사하는 자원들이 매년 유의적으로 증가함에 따라 수량에 영향을 미쳤을 것으로 판단된다.

또한 본 연구 당시 높은 고온과 연속적인 강수로 인한 다습한 환경은 지상부의 생리장애를 발생시켜 수량 감소가 이어졌을 것으로 판단되며, 이는 추가적으로 연구할 필요성이 있다.

감초의 수량 특성은 근경, 건근중, 지하경건중 등이 수량구성 요소로 작용했다.

Kim 등 (1998b)의 연구에서는 황기의 지하부 재배 년수가 증가함에 따라 근장, 근경이 1년생에 비해 2년생에서 각 55%, 78% 정도로 증가하였고, 최종적으로 건근수량이 148%로 증수하는 결과를 보였다. 본 연구에서도 감초 뿌리는 1년생에서 길이 생장이 주로 나타났으며, 2년생은 계통 간에 유의적으로 부피 생장이 이루어짐에 따라 전체적인 수량이 1년생에 비해 2년생에서 급격히 증가하였다. 이를 통하여 감초의 경제적인 재배기간은 2년생 이상의 늦가을에 수확하는 것이 유리할 것으로 판단하였다 (Table 6 and Fig. 3).

4. 생육 및 수량 특성간의 상관관계

감초 유전자원의 생육 특성과 수량 특성 간의 상관관계 분석을 수행하였다. 수량의 주요 특성 중 건근중은 초장 ($r=0.910, p<0.01$), 경경 ($r=0.851, p<0.01$), 엽수 ($r=0.822, p<0.01$), 지하경건중 ($r=0.822, p<0.01$), 근경 ($r=0.755, p<0.01$), 근장 ($r=0.653, p<0.05$), 엽장 ($r=0.651, p<0.05$)과 양의 상관관계를 나타내었다. 건근수량은 지하경건중 ($r=0.889, p<0.01$), 초장 ($r=0.872, p<0.01$), 건근중 ($r=0.840, p<0.01$), 경경 ($r=0.796, p<0.01$), 근경 ($r=0.778, p<0.01$), 엽장 ($r=0.701, p<0.05$), 엽폭 ($r=0.691, p<0.05$), 엽수 ($r=0.652, p<0.05$)와 양의 상관관계를 보였다. 그중 초장, 경경, 근경, 지하경건중, 건근중은 수량 특성과 높은 양의 상관관계를 나타내었다.

Mork 등 (1981)은 인삼의 근수량이 엽장, 엽폭, 경경, 초장과 양의 상관관계가 나타난다고 보고하였고, Park 등 (2000)은

Table 6. Yield characteristics of *Glycyrrhiza* resources.

Resources	Dry rhizome weight (g/plant)		Dry root weight (g/plant)			Dry yield (g/m ³)		
	2 years	3 years	1 year	2 years	3 years	1 year	2 years	3 years
GLY13-02	51.40	122.56	72.60	46.87	238.10	467	541	712
GLY13-03	61.90	196.92	43.10	56.94	350.70	367	854	607
GLY13-04	55.83	124.00	48.90	88.64*	241.40	298	585	884
GLY13-05	70.94	183.51	95.80	115.08*	368.70	629	1,468	963
GLY13-06	71.85	129.36	16.30	31.25	78.80	219	525	313
GLY13-07	56.39	61.64	57.50	66.51	259.60	375	941	497
GLY13-08	38.03	81.83	50.50	33.33	137.20	312	706	509
GLY14-02	102.40*	169.50	96.40	134.30*	557.30*	650	1,617	436
GLY14-03	15.00	78.50	16.30	12.83	98.50	86	42	208
GLY14-06	82.32	247.50*	114.00*	103.80*	398.70	815	1,347	322
GLY14-07	42.47	111.91	53.80	31.61	120.40	438	712	405
Average	58.96	137.02	60.47	65.56	259.04	423	849	532
CV (%)	39.66	41.43	52.40	60.53	57.52	49.50	55.12	44.95

Not significantly different based on the Duncan's Multiple Range Test (DMRT, * $p < 0.05$).



Fig. 3. Growth characteristics of underground part in *Glycyrrhiza* resources. [A; GLY13-05 (1 year), B; GLY13-05 (2 years), C; GLY13-05 (3 years), D; GLY14-02 (1 year), E; GLY14-02 (2 years), F; GLY14-02 (3 years), G; GLY14-06 (1 year), H; GLY14-06 (2 years), I; GLY14-06 (3 years)].

감초의 근중은 초장과 경경과 높은 양의 상관관계가 나타난다고 보고한 바 있으며, 본 연구에서도 지상부의 생육 특성과 건근수량이 높은 양의 상관관계를 나타내는 것을 확인하였다.

지상부 생육 특성과 비교해 보면 초장과 경경이 굵고, 후기 낙엽으로 선발되었던 우수자원들이 수량 특성인 근장, 근경, 건근중 등의 우수자원 선발과 비슷한 결과로 이루어졌다 (Table 7).

또한, 감초 유전자원의 군집분석을 통해 계통선발에 유용한 형질을 파악하고 형질별로 자원을 분류하여 육종 연구의 기초 자료로 활용하고자 하였다.

본 연구는 수집된 감초 유전자원을 군집분석 중 평균연결법

(average linkage cluster analysis)으로 수행한 결과에 의하면 평균거리 (average distance between clusters) 0.9에서 생육 특성에 따라 3 군 (제 I 군, 제 II 군, 제 III 군)을 형성하였다.

제 I 군은 GLY13-02, GLY13-03, GLY13-04, GLY13-06, GLY13-07, GLY13-08, GLY14-07 등 7 분류군이 속하였으며, 제 II 군은 GLY14-03이 단독으로 분류되었고, 제 III 군은 GLY13-05, GLY14-02, GLY14-06 등 3 분류군이 구분되었다. 그중 제 III 군은 주요 특성으로 초장, 경경, 근장, 근경, 건근중, 지하경건중, 건근수량 등 특성에서 제 I 군, 제 II 군에 비해 유의적으로 높은 값을 나타냈다 (Fig. 4). 엽수, 지하경경 특성에서는 각 군의 유의적인 차이를 나타내지 않았다 (Table

Table 7. Correlation coefficients between growth and yield characteristics in *Glycyrrhiza* resources (2 years old).

	PH ¹⁾	SD ²⁾	LN ³⁾	LL ⁴⁾	LW ⁵⁾	RL ⁶⁾	RD ⁷⁾	RhL ⁸⁾	RhD ⁹⁾	DRhW ¹⁰⁾	DRW ¹¹⁾	DY ¹²⁾
PH	1.000	0.953**	0.847**	0.633*	0.607*	0.511	0.821**	0.215	0.684*	0.800**	0.910**	0.872**
SD		1.000	0.857**	0.548	0.525	0.523	0.832**	0.143	0.739**	0.767**	0.851**	0.796**
LN			1.000	0.238	0.188	0.630*	0.855**	-0.037	0.648*	0.778**	0.822**	0.652*
LL				1.000	0.957**	0.399	0.382	0.706*	0.202	0.547	0.651*	0.701*
LW					1.000	0.318	0.368	0.619*	0.280	0.499	0.581	0.691*
RL						1.000	0.693*	0.371	0.242	0.847**	0.653*	0.601
RD							1.000	-0.087	0.837**	0.923**	0.755**	0.778**
DRhL								1.000	-0.381	0.194	0.461	0.304
DRhD									1.000	0.592	0.476	0.534
DRhW										1.000	0.822**	0.889**
DRW											1.000	0.840**
DY												1.000

¹⁾PH; plant height, ²⁾SD; stem diameter, ³⁾LN; leaf number, ⁴⁾LL; leaf length, ⁵⁾LW; leaf width, ⁶⁾RL; root length, ⁷⁾RD; root diameter, ⁸⁾RhL; rhizome length, ⁹⁾RhD; rhizome diameter, ¹⁰⁾DRhW; dry rhizome weight, ¹¹⁾DRW; dry root weight, ¹²⁾DY; dry yield. Significant difference by Pearson correlation analysis (* $p < 0.05$ and ** $p < 0.01$).

8 and Fig. 4).

본 연구는 수집된 감초 유전자원을 대상으로 하여 생육 특성과 수량 특성을 평가하고 상관관계와 군집분석을 조사하였

다. 생육 특성 측정 결과 GLY14-02는 초장 (134.3 cm), 경경 (100.4 mm)에서 우수한 생육 특성을 나타냈고, GLY14-02, GLY13-05는 11월까지 낙엽을 하지 않는 생육 특성이 관찰되

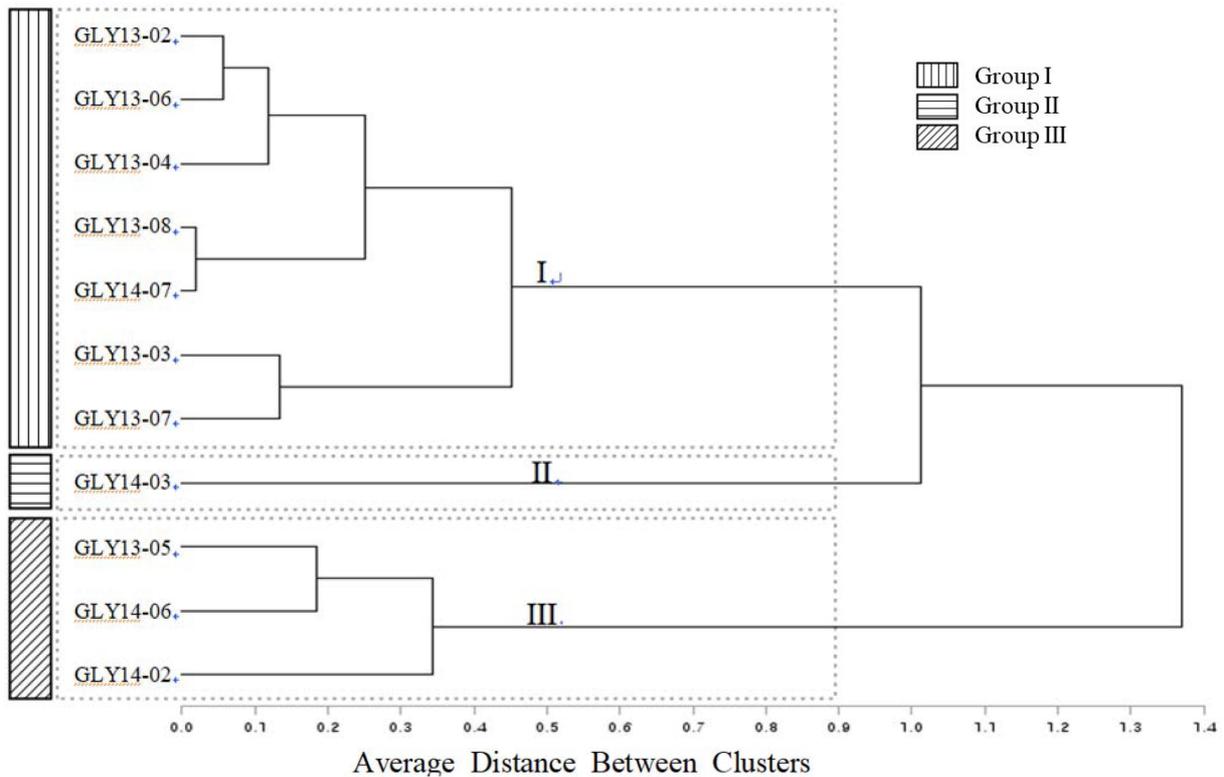


Fig. 4. Dendrogram of *Glycyrrhiza* resources classified by cluster analysis using qualitative characters. Group I ; GLY13-02, GLY13-03, GLY13-04, GLY13-06, GLY13-07, GLY13-08, GLY14-07, Group II ; GLY14-03, Group III ; GLY13-05, GLY14-02, GLY14-06.

Table 8. Major growth characteristics of *Glycyrrhiza* resources group.

	PH ¹⁾	SD ²⁾	LN ³⁾	LL ⁴⁾	LW ⁵⁾	RL ⁶⁾	RD ⁷⁾	RhL ⁸⁾	RhD ⁹⁾	DRhW ¹⁰⁾	DRW ¹¹⁾	DY ¹²⁾
Group I	63.71	5.72	15.55*	18.05*	8.54*	72.13	17.96	116.65*	7.46*	50.74	53.98	694.87
Group II	34.25	3.77	11.56*	10.22	5.89	61.00	17.11	66.00	8.33*	12.83	15.00	41.80
Group III	92.09*	7.52*	22.73*	20.10*	9.31*	82.25*	24.24*	115.97*	9.19*	117.73*	85.22*	1477.30*

¹⁾PH; plant height, ²⁾SD; stem diameter, ³⁾LN; leaf number, ⁴⁾LL; leaf length, ⁵⁾LW; leaf width, ⁶⁾RL; root length, ⁷⁾RD; root diameter, ⁸⁾RhL; rhizome length, ⁹⁾RhD; rhizome diameter, ¹⁰⁾DRhW; dry rhizome weight, ¹¹⁾DRW; dry root weight, ¹²⁾DY; dry yield. Not significantly different based on the Duncan's Multiple Range Test (DMRT, * $p < 0.05$).

었다. 엽연의 특성으로 *G. uralensis*는 파상 (repand)의 형태를 보였으며, *G. glabra*는 전연 (entire)의 형태로 관찰되었다. 결실 및 채종은 GLY13-05 자원이 우수한 생육 특성을 나타냈다. 근장 (120.3 cm)과 근경 (39.6 mm)은 GLY14-02 자원이 재배 년수에 따라 우수한 생육 특성을 보였고, 근피색은 GLY13-05, GLY13-07이 적갈색으로 고품질 감초로 평가되었다. 건근수량은 GLY13-05 (1,468 g/m²), GLY14-02 (1,617 g/m²), GLY14-06 (1,347 g/m²) 등이 우수 자원으로 평가되었다.

따라서 지상부 생육 특성으로도 지하부 생육이 우수한 자원을 선발하기 위한 방법으로 고려해 볼 수 있을 것으로 판단된다. 또한 본 연구에서 구명된 생육 특성 및 수량 특성의 관계를 기초로 감초 자원의 새로운 선발방법을 제시하였으며, 노지재배 시 유용한 정보로 활용될 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ014371052021)의 지원으로 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

Blumenthal M, Goldberg A and Brinckmann J. (2000). Herbal medicine: Expanded commission E monographs. American Botanical Council. Austin, TX, USA. p.233-236.

Carmines EL, Lemus R and Gaworski CL. (2005). Toxicologic evaluation of licorice extract as a cigarette ingredient. Food Chemical Toxicology. 43:1303-1322.

Chinese Pharmacopoeia Commission(ChPC). (2015). Chinese pharmacopoeia. Chemical Industry Press. Beijing, China. p.86-87.

Douglas JA, Douglas MH, Lauren DR, Martin RJ, Deo B, Follett JM and Jensen DJ. (2004). Effect of plant density and depth of harvest on the production and quality of licorice (*Glycyrrhiza glabra*) root harvested over 3 years. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 32:363-373.

Fiore C, Eisenhut M, Krausse R, Ragazzi E, Pellati D, Armanini D and Bielenberg J. (2008). Antiviral effects of *Glycyrrhiza* species. Phytotherapy Research. 22:141-148.

Gong H, Zhang B, Yan M, Fang P, Li H, Hu CP, Yang Y, Cao P, Jiang P and Fan XR. (2015). A protective mechanism of

licorice(*Glycyrrhiza uralensis*): Isoliquiritigenin stimulates detoxification system via Nrf2 activation. Journal of Ethnopharmacology. 162:134-139.

Gupta VK, Fatima A, Faridi U, Negi AS, Shanker K, Kumar JK, Rahuja N, Luqman S, Sisodia BS, Saikia D, Darokar MP and Khanuja SPS. (2008). Antimicrobial potential of *Glycyrrhiza glabra* roots. Journal of Ethnopharmacology. 116:377-380.

Kao T, Wu C and Yen G. (2014). Bioactivity and potential health benefits of licorice. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 62:542-553.

Kezhi F. (1989). On the transforming of Chinese licorice from wild growing into domestication [M]. Northeast Forestry University Press. Harbin, China. p.1-73.

Kim JC, Kim JH, Ryu JK, Kim KJ, Park SD and You OJ. (1998a). Correlation between growth characteristics and root yield in collected peony lines. Korea Journal Medicinal Crop Science. 6:188-192.

Kim YG, Kim KS, Bang JK, Yu HS and Lee ST. (1998b). Growth characteristics, glycyrrhizin and free sugar content of licorice species. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 6:108-113.

Kiyotomo H, Omine K, Yasufuku N, Kobayashi T, Furukawa Z and Shinkai A. (2012). Comparison of quality of *Glycyrrhiza uralensis* under different groundwater levels and soil conditions. Journal of Arid Land Studies. 22:275-278.

Kwak SK and Park YC. (2004). Effects of Gamcho on cytokine production in asthma model mouse. Korean Journal Oriental Physiology and Pathology. 18:463-467.

Marui A, Nagafuchi T, Shinogi Y, Yasufuku N, Omine K, Kobayashi T, Shinkai A, Tuvshintogtokh I, Mandakh B and Munkhjargal B. (2012). Soil physical properties to grow the wild licorice at semi-arid area in Mongolia. Journal of Arid Land Studies. 22:33-36.

Ministry of Food and Drug Safety(MFDS). (2019). Korean pharmacopoeia(12th eds.). Ministry of Food and Drug Safety. Cheongju, Korea. p.129.

Ministry of Health, Labour and Welfare(MHLW). (2016). Japanese pharmacopoeia(17th eds.). Pharmaceutical and Medical Device Agency. Ministry of Health, Labour and Welfare. Tokyo, Japan. p.1862.

Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA). (2019). 2018 production data of industrial crops. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Sejong, Korea. p.79-85.

Moon JW, Jang IB, Yu J, Jang IB, Seo SJ and Lee SW. (2019). Changes in growth characteristics, biological activity and active

- compound contents in ginseng of different ages. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 27:383-389.
- Mork SK, Son SY and Park H.** (1981). Root and top growth of *Panax ginseng* at various soil moisture regime. Korean Journal of Crop Science. 26:115-120.
- Nomura T, Fukai T and Akiyama T.** (2002). Chemistry of phenolic compounds of licorice(*Glycyrrhiza* species) and their estrogenic and cytotoxic activities. International Union of Pure and Applied Chemistry. 74:1199-1206.
- Ozaki K, Shibano M, Kusano G and Watanabe H.** (2010). Aim for production of *Glycyrrhizae* radix in Japan(2). Selection of pharmaceutically fine strains from *Glycyrrhiza uralensis* Fisher. Japanese Journal of Pharmacognosy. 64:76-82.
- Park CG, Yu HS, Park CH, Sung JS, Park HW and Seong NS.** (2003). Development of cultural practices in *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. Crop Research Bulletin. 4:1-17.
- Park JM, Jang KH, Lee ST, Song GW and Kang JH.** (2000). Growth characteristics of *Atractylodes japonica* Koidz. in its native habitat. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 8:327-333.
- Rathi SG, Suthar M, Patel P, Bhaskar VH and Rajgor NB.** (2009). *In-vitro* cytotoxic screening of *Glycyrrhiza glabra* L. (Fabaceae): A Natural anticancer drug. Journal of Young Pharmacology 1:239-243.
- Shin SW, Yoon EK, Jo SH and Hwang JH.** (2020). A study on the 'Harmonizing all medicinals' property of Gancao. Journal of Korean Medical Classics. 33:179-196.
- Yamamoto Y and Tani T.** (2005). Field study and pharmaceutical evaluation of *Glycyrrhiza uralensis* roots cultivated in China. Journal of Traditional Medicine. 22:86-97.