



한국과 중국 인삼자원들의 양적 형질 특성과 유전적 유연관계 분석

송범헌*† · 오문국* · 김도현* · 정종욱**

*충북대학교 식물자원학과, **충북대학교 특용식물학과

Comparative Analysis of Genetic Relationships by Quantitative Characters and Their Characteristics in Germplasm of *Panax ginseng* C. A. Meyer Collected in Korea and China

Beom Heon Song*†, Wen Guo Wu*, Do Hyun Kim* and Jong Wook Chung**

*Department of Crop Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea.

**Department of Industrial Plant Science and Technology, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea.

ABSTRACT

Background: This study was conducted to acquire basic information on the phenotypic and genotypic characteristics of the germplasm of *Panax ginseng* C. A. Meyer collected from China and Korea, and identify the variations that can be utilized in ginseng breeding programs.

Methods and Results: Quantitative parameters were evaluated, and used to compare and analyze on genetic polymorphisms in the germplasm. The genetic characteristics and classifications were compared and analyzed for each character. Stem length followed a normal frequency distribution ranging from 15.5 cm to 40.5 cm, with showing approximately 40% having a stem length of 20 - 30 mm. Stem diameters ranged from 2.7 mm to 11.3 mm. Stem number per plant ranged from 1 to 3; approximately 50% had a single stem, and 45% had two stems. A non-normal frequency distribution was observed for petiole number, with approximately 60% of the germplasm having 3 - 5 petioles. Petiole length exhibited a normal frequency distribution, ranging from 4.5 to 10.6. Petiole angle in the germplasm ranged from 28° to 89° and seedstalk length ranged from 5.6 cm to 27.3 cm.

Conclusions: The genetic polymorphisms identified by complete linkage clustering based on the quantitative characteristics of *Panax ginseng* C. A. Meyer collected from Korea and China were classified to 6 groups, namely I, II, III, IV, V, and VI with frequencies of 6.7%, 20.0%, 31.7%, 8.3%, 6.7%, and 26.7%, respectively.

Key Words: *Panax ginseng* C. A. Meyer, Cultivar, Germplasm, Growth Characteristic, Genetic Relationship, Quantitative Character

서 언

고려인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 오가피나무과 (Araliaceae) 인삼 속에 속하는 다년생 숙근초로 전통적으로 신비한 힘을 가졌다고 알려져 왔고, 2,000 여 년 전부터 동북아시아에서 보원기제로 사용되어 온 중요한 전통의약품 중의 하나이며, 생육환경에 따라서 산에서 야생하는 것을 산삼 또는 야생삼이라고 하고, 산림에서 직파 또는 이식 재배하는 것을

산양삼 또는 장뇌삼이라고 부르며, 밭이나 논에서 재배하는 것을 인삼이라고 부른다 (Ko *et al.*, 2005). 최근에는 세계적으로 널리 사용되고 있는 대표적인 약용작물 중 하나이다 (Choi and Yang, 2012).

인삼은 반음지성 식물이며, 고온 및 강한 광에 약한 특징 등으로 재배적지에 대한 선택성이 강하여 기후 및 토질 등 자연환경이 적합하지 않은 곳에서는 생육이 어렵다. 인삼속 식물이 생육할 수 있는 자연조건은 낙엽성 산림지역으로 강한

†Corresponding author: (Phone) +82-43-261-2511 (E-mail) bhsong@chungbuk.ac.kr

Received 2017 September 8 / 1st Revised 2017 September 29 / 2nd Revised 2017 October 20 / 3rd Revised 2017 October 26 / Accepted 2017 October 30

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.

광을 차단해주고 동계의 일정한 저온과 생장시기인 하계의 적당한 강우량 등이 유지되는 지역으로 인삼속 식물의 자생중심지는 동아시아 지역과 북미지역으로 2 곳이다. 동아시아에는 동경 85° (네팔)에서 140° (일본)사이로 한반도와 러시아 연해주 일부 및 중국 만주지방에 국한되어 자생하며, 북미지역에서는 서경 70°에서 90° 사이로 미국 동북부 및 캐나다 동남부지역에 자생한다 (Kang *et al.*, 2010).

인삼속은 약 12 종이 알려져 있고, 인삼속 식물 중 동북아시아에 10 종이 분포하고 북아메리카에 2 종이 분포하고 있다고 보고되어 있으며, 인삼 속에서 경제적으로 가치를 인정받아 상품화 되어 판매되고 있는 인삼은 *Panax ginseng* C. A. Meyer (고려인삼), *Panax quinquefolius* L. (화기삼) 및 *Panax notoginseng* (Burkill) F. H. Chen ex C. H. Chow (전칠삼)의 3 종이다 (Wen and Zimmer, 1996).

해가림 유형 및 농자재 종류에 따라 균락의 미기상과 토양의 수분함량 등이 차이가 있어 인삼의 생육 및 품질에 큰 영향을 미치는데, 밭토양에서 인삼재배 시 해가림의 색상, 해가림 유형 및 투광율의 차이에 따라 인삼의 생장반응, 수량 및 사포닌 함량이 차이가 있으며 (Mok *et al.*, 1994; Lee *et al.*, 2007), 논토양에서도 해가림 유형에 따른 온도, 토양수분 및 투광율의 차이에 따라 인삼의 생육과 수량 및 사포닌 함량이 다른 것으로 알려 진다 (Lee *et al.*, 2009). 인삼은 재배환경에 따라 생육이 달라 붕소와 철이 과잉처리될 때 지상부와 지하부의 생육이 감소되는 것으로 알려지며 (Yu *et al.*, 2017), 인삼의 뿌리썩음병의 발생특성을 조사하기 위하여 인삼연작지에 다양한 녹비작물들을 토양에 환원하며 인삼을 재배하면서 인삼의 지상부와 지하부의 생육특성을 조사한 결과 녹비작물별로 차이가 있는 것으로 보고되었다 (Lee *et al.*, 2017).

한국 인삼 품종은 재래종이 오랫동안 재배되어 오다가 2002년도에 천풍, 연풍, 2003년에 고평, 선풍, 금풍을 비롯하여 2009년까지 9 품종이 육성되었다 (Kwon *et al.*, 1998, 2000). 천풍은 체형이 양호하고 증속 시 내공 및 내백이 적어 홍삼제조용으로 적합하고, 연풍은 줄기가 2 개 이상으로 엽면적이 크고 수량성이 높은 특성들이 있으며 (Kwon *et al.*, 2000), 현재까지 30 품종 (천풍, 연풍, 고평, 선풍, 금풍, 선운, 선원, 청선, 선향, 천일, K-1, 금선, 선일, 천량, 고평 1호, 고평 2호, 금풍 1호, 금풍 2호, 선풍 1호, 선풍 2호, 선운 1호, 선운 2호, 핑크진, 지원, 금진, 선홍, 불로, 진사, 진삼, 고원)이 국립종자원에 등록되어 있다. 이들 품종 중 천풍, 연풍과 금풍 3 개의 품종이 농가에서 재배되고 있으나 품종의 특성과 종자보급체계 등의 문제로 신품종의 보급률은 5% 미만 정도로 매우 저조한 실정이며 (Bang *et al.*, 2011), 인삼은 다년생 작물이고 유전적인 다양성이 작아 변이의 창출이나 우량형질을 가진 개체를 선발하기가 까다롭기 때문에 인삼의 품종 육성은 주로

순계분리에 의한 선발육종방법이 이용되어 왔다 (Choi and Shin, 1982; Choi *et al.*, 1994).

인삼품종의 형태적 특징을 보면 천풍은 줄기의 기부 부분은 자색을 띠고 열매는 등황색을 나타낸다. 연풍, 고평, 선풍, 선운, 선원, 선향은 줄기색이 자색을 나타내며, 청선은 줄기색은 청색이고 열매색은 붉은p색을 나타내는 것이 특징이다 (Kwon *et al.*, 2001).

작물의 육종에 이용되는 품종이나 유전자원의 유전적 다양성과 유연관계는 품종육성의 효율성을 높이는데 매우 중요하다 (Li and Nelson, 2001). 다변량 분석은 수집한 자료를 여러 가지 측면에서 동시에 고려하여 요약하거나 분류하는 등의 통계적 방법으로 주성분분석, 상관분석, 군집분석 등이 있으며, 품종 또는 유전자원의 평가뿐만 아니라 육종에 다양하게 활용될 수 있어 매실 (Choi *et al.*, 2014), 등글레 (Yun *et al.*, 2002) 등의 작물에서 연구가 진행되고 있다.

하지만 인삼의 경우는 다년생 작물이고, 식물학적으로 지극히 유한 신육형인 동시에 음지성이며, 고온과 고평의 환경조건에서는 적응하기가 어렵고, 종자생산 주기가 다른 작물에 비해 느리고 적은 이유 등으로 유전형질 특성조사 및 유전변이 다양성에 대한 연구가 다른 작물에 비교해 매우 부족한 실정이다. 본 연구는 한국과 중국에서 수집한 유전자원들의 양적형질을 조사하고 기존의 품종인 천풍, 연풍, 금풍 및 자경재래종과 비교분석하여 유전적 유연관계를 파악하여 인삼의 신품종 육성을 위한 기초 및 응용자료로 활용하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

본 연구에 사용한 공시재료는 한국과 중국에서 종자를 구입하여 충북대학교 농장에서 2007년 4월에 파종하여 이듬해에 이식 재배해 온 4 년생 인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer)으로 Table 1과 같다. 한국에서 수집된 인삼 유전자원은 천풍, 연풍, 금풍 및 자경재래종 4 품종을 포함해 10 개 지역 (충남 금산, 충북 증평, 강원 홍천, 경기 파주, 경북 예천, 경북 영주, 강원 화천, 경북 상주, 충북 음성, 경기 포천)에서 수집된 30 종이며, 중국에서 수집된 인삼 유전자원은 중국 지린성의 연길, 집안, 무송 3 개 지역에서 수집된 30 종으로 총 60 종의 한국과 중국의 인삼 유전자원을 이용하였다.

2. 재배 및 조사방법

수집된 60 종의 인삼 유전자원은 충북대학교 농장에 인삼재배용으로 시설된 온실에서 2007년 4월에 종자를 파종하여 묘삼을 육묘하였으며, 이듬해에 1 년생 묘삼을 7 행 × 9 열의 간격으로 1 m² 당 19 주씩 정식하였으며, 이후 기타의 재배관리는 농촌진흥청 인삼 표준경작법에 준하여 수행하였다.

Table 1. Germplasms and cultivars of ginseng using to experimental materials collected in Korea and China.

| No. | Korea | | China | |
|-----|--------------------------|-----------------|--------------------------|-----------------|
| | Germplasms management No | Collected place | Germplasms management No | Collected place |
| 1 | CBG295 | Geumsan | CBG061 | Jian |
| 2 | CBG297 | Geumsan | CBG062 | Jian |
| 3 | CBG298 | Jeungpyeong | CBG063 | Jian |
| 4 | CBG299 | Jeungpyeong | CBG064 | Jian |
| 5 | CBG300 | Jeungpyeong | CBG065 | Jian |
| 6 | CBG302 | Hongcheon | CBG066 | Jian |
| 7 | CBG308 | Paju | CBG067 | Jian |
| 8 | CBG324 | Yecheon | CBG068 | Jian |
| 9 | CBG325 | Yeongju | CBG069 | Jian |
| 10 | CBG326 | Yeongju | CBG070 | Jian |
| 11 | CBG327 | Yeongju | CBG071 | Fusong |
| 12 | CBG328 | Yeongju | CBG072 | Fusong |
| 13 | CBG329 | Yeongju | CBG073 | Fusong |
| 14 | CBG330 | Hwacheon | CBG074 | Fusong |
| 15 | CBG331 | Yeongju | CBG075 | Fusong |
| 16 | CBG335 | Yeongju | CBG076 | Fusong |
| 17 | CBG336 | Sangju | CBG077 | Fusong |
| 18 | CBG337 | Sangju | CBG078 | Fusong |
| 19 | CBG338 | Sangju | CBG079 | Fusong |
| 20 | CBG339 | Sangju | CBG220 | Yanji |
| 21 | CBG340 | Eumseong | CBG221 | Yanji |
| 22 | CBG341 | Pocheon | CBG222 | Yanji |
| 23 | CBG342 | Pocheon | CBG224 | Yanji |
| 24 | CBG343 | Pocheon | CBG226 | Yanji |
| 25 | CBG344 | Pocheon | CBG228 | Yanji |
| 26 | CBG345 | Ganghwa | CBG230 | Yanji |
| 27 | Chunpoong | Sangju | CBG235 | Yanji |
| 28 | Yunpoong | Sangju | CBG236 | Yanji |
| 29 | Kumpoong | Sangju | CBG237 | Yanji |
| 30 | Jakyung | Sangju | CBG238 | Yanji |

2007년부터 재배 관리되어온 4 년생 인삼 유전자원들은 2011년 잎이 전개된 후 완전히 성장된 6월 15일에서 22일까지 경장, 경직경, 경수, 엽병수, 엽병각도, 엽병길이, 꽃대길이의 7 개 양적형질들이 조사되었다.

경장은 너두 위에서부터 엽병까지의 길이를 측정하였고, 경직경은 너두 위 3 cm 위치에서의 버니어캘리퍼스 (Mitutoyo Inc, Tokyo, Japan)를 이용해 측정하였으며, 줄기의 수에 따라 1 경, 2 경, 3 경으로 조사하였고, 엽병수는 주 줄기에서 나온 잎자루의 수에 따라 조사하였다. 엽병각도는 화경을 기준으로 잎자루의 각도로 조사하였고, 엽병길이는 잎자루의 길이로 측정하였으며, 꽃대길이는 줄기위에서부터 꽃받침까지의 길이로 측정 조사하였다.

3. 유연관계 분석

양적형질을 이용한 인삼 유전자원간의 유연관계 분석은 SAS program (SAS v9.2 SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하였으며, 군집분석 (Complete Linkage Cluster Analysis) 방법으로 Dendrogram화하여 비교분석하였다.

결과 및 고찰

1. 양적 형질 특성

한국과 중국에서 수집한 인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer) 유전자원들의 양적 형질을 비교분석하기 위하여 경장, 경직경, 경수, 엽병수, 엽병각도, 엽병길이, 꽃대길이의 총 7 개 형질을 조사하였다. 중국에서 수집된 유전자원의 양적 형질들의 조사결과는 Table 2와 같다.

유전자원들의 경장은 9.5 - 40.5 cm의 범위로 나타났으며 평균 경장은 25.79 cm 이었다. 경장이 제일 길은 유전자원은 CBG0068이었으며, 경장이 제일 짧은 것은 CBG0077이었다. 경직경은 2.7 - 11.34 mm의 범위로 평균은 5.72 mm이었다. 경직경이 가장 두꺼운 유전자원은 CBG0068이었고, 경직경이 제일 얇은 것은 CBG0221으로 조사되었다. 경수는 1 - 2.6 개의 범위로 평균은 1.37 개이었다. 대부분의 유전자원들이 1 개의 경만을 갖는 것으로 조사되었으며, 일부의 유전자원들이 1 개 이상의 경을 갖는 것으로 나타났고, 유전자원 CBG0075가 가장 많은 2.6 개의 경수를 갖는 것으로 나타났다.

엽병수는 3.0 - 5.6 개의 범위로 평균은 4.44 개이었다. 엽병수가 제일 많은 유전자원은 CBG0068이었고, 엽병수가 제일 작은 유전자원은 CBG0077로 나타났다. 엽병각도는 28° - 85°의 범위로 다양하게 조사되었으며, 평균 엽병각도는 59.07° 이었다. 엽병각도가 제일 큰 유전자원은 CBG0221이었고, 유전자원 CBG0061이 가장 적은 각도를 보였다. 엽병길이는 4.0 - 10.6 cm의 범위로 평균은 7.93 cm 이었다. 엽병길이가 제일 길은 자원은 CBG0068이었고, CBG0220 자원이 가장 짧았다. 인삼 유전자원들의 꽃대길이는 5.67 - 27.8 cm의 범위로 다양하게 나타났으며, 평균은 18.1 cm 였고, 꽃대길이가 가장 길은 유전자원 CBG0062이었고, 가장 짧은 유전자원은 CBG0224이였다.

한국에서 수집된 인삼 유전자원들과 천풍, 금풍, 연풍 및 자경재래종의 4 개 인삼 품종들에 대한 양적 형질의 조사 결과는 Table 3와 같다.

금산 등 10 개 지역에서 수집된 한국의 인삼 유전자원들의 경장은 15.5 - 33.9 cm의 범위로 평균은 25.58 cm 이었다. 경장이 33.9 cm로 아주 길게 조사된 유전자원은 CBG0299, CBG0325, CBG0340, Yunpoong이였으며, 경장이 제일 짧은 유전자원은 CBG0328로 조사되었다.

경직경은 3.6 - 8.0 mm의 범위로 중국에서 수집된 유전자원

Table 2. Quantitative characteristics on aerial part of ginseng germplasms collected in China.

| No. | Stem length (cm) | Stem diameter (mm) | Stem number | Petiole number | Petiole angle (°) | Petiole length (cm) | Seedstalk length (cm) |
|---------|------------------|--------------------|-------------|----------------|-------------------|---------------------|-----------------------|
| CBG0061 | 36.00 | 6.07 | 1.40 | 4.60 | 28 | 8.70 | 26.50 |
| CBG0062 | 40.10 | 6.78 | 1.20 | 4.60 | 42 | 9.30 | 27.80 |
| CBG0063 | 27.80 | 5.99 | 1.40 | 4.40 | 55 | 9.34 | 23.80 |
| CBG0064 | 33.75 | 7.22 | 1.25 | 5.00 | 54 | 9.00 | 23.25 |
| CBG0065 | 24.63 | 5.84 | 1.00 | 4.25 | 65 | 7.65 | 14.25 |
| CBG0066 | 34.00 | 8.09 | 1.00 | 5.00 | 70 | 10.02 | 21.40 |
| CBG0067 | 31.13 | 7.95 | 1.00 | 4.50 | 56 | 8.54 | 20.25 |
| CBG0068 | 40.50 | 11.34 | 1.00 | 5.60 | 50 | 10.63 | 21.70 |
| CBG0069 | 38.13 | 7.88 | 1.00 | 5.33 | 85 | 8.95 | 20.50 |
| CBG0070 | 29.13 | 6.12 | 2.00 | 4.50 | 25 | 8.79 | 22.18 |
| CBG0071 | 29.33 | 6.77 | 2.00 | 4.67 | 60 | 9.11 | 21.08 |
| CBG0072 | 38.67 | 7.99 | 2.33 | 5.33 | 55 | 9.36 | 25.00 |
| CBG0073 | 32.75 | 6.23 | 2.50 | 4.50 | 54 | 9.76 | 22.38 |
| CBG0074 | 32.10 | 7.27 | 2.00 | 5.00 | 54 | 9.35 | 23.80 |
| CBG0075 | 28.60 | 6.22 | 2.60 | 4.40 | 70 | 9.42 | 22.70 |
| CBG0076 | 26.00 | 6.83 | 1.40 | 4.40 | 70 | 9.70 | 23.80 |
| CBG0077 | 9.50 | 2.71 | 1.00 | 3.00 | 54 | 4.50 | 6.87 |
| CBG0078 | 21.75 | 7.66 | 1.50 | 4.00 | 54 | 9.25 | 21.25 |
| CBG0079 | 27.60 | 5.81 | 1.60 | 4.60 | 81 | 9.43 | 21.60 |
| CBG0220 | 14.75 | 3.39 | 1.00 | 5.00 | 80 | 4.00 | 12.00 |
| CBG0221 | 17.50 | 2.70 | 1.25 | 4.00 | 85 | 5.85 | 9.13 |
| CBG0222 | 22.64 | 4.25 | 1.00 | 4.00 | 60 | 7.79 | 19.86 |
| CBG0224 | 14.60 | 2.86 | 1.00 | 3.67 | 55 | 4.85 | 5.67 |
| CBG0226 | 20.70 | 4.54 | 1.40 | 4.40 | 65 | 6.39 | 13.10 |
| CBG0228 | 20.30 | 3.81 | 1.00 | 5.00 | 80 | 5.38 | 11.80 |
| CBG0230 | 16.80 | 4.08 | 1.20 | 3.80 | 55 | 6.88 | 16.38 |
| CBG0235 | 17.00 | 3.60 | 1.00 | 4.00 | 55 | 5.28 | 11.50 |
| CBG0236 | 16.20 | 3.21 | 1.00 | 3.60 | 50 | 6.53 | 10.70 |
| CBG0237 | 12.80 | 3.44 | 1.00 | 4.00 | 55 | 7.40 | 8.60 |
| CBG0238 | 19.00 | 4.90 | 1.00 | 4.00 | 50 | 6.78 | 14.30 |
| Mean±SD | 25.79±8.83 | 5.72±2.06 | 1.37±0.49 | 4.44±0.58 | 59.07±14.42 | 7.93±1.85 | 18.1±6.28 |
| C.V (%) | 34.2 | 36 | 35.8 | 13.1 | 24.4 | 23.3 | 34.7 |

들의 2.7 - 11.34 mm의 범위보다는 작은 분포를 보였으며, 평균은 6.05 mm 이었다. 경직경이 가장 두꺼운 유전자원 CBG0339 이었으며, 경직경이 제일 얇은 것은 CBG0298이었다. 경수는 1-2 개의 범위로 평균은 1.31 개이었다. 엽병수는 4.0 - 6.0 개의 범위로 평균은 5.0 개로 조사되었으며, 엽병수가 제일 많은 유전자원은 천풍, CBG0297 등 5 종이었고, 엽병수가 제일 작은 것은 CBG0308 등 4 종이였다. 엽병각도는 40° - 89° 의 범위로 다양하였으며, 평균 엽각도는 64.4° 이었다. 엽병각도가 제일 큰 유전자원은 Yunpoong, CBG0295, CBG0328 등 3 종이였으며, 천풍, 금풍, 자경재래종, CBG0308, CBG0330, CBG0331, CBG0338 등 7 종은 엽병각도가 작은 편이었다.

엽병길이는 5.2 - 8.4 cm의 범위로 평균은 6.72 cm이었다. 엽

병길이가 가장 길은 유전자원은 CBG0302였으며, 엽병길이가 제일 짧은 유전자원은 CBG0341로 나타났다. 꽃대길이는 10.3 - 24.0 cm 의 범위로 평균은 17.2 cm 이었다. 꽃대길이가 길은 유전자원들은 천풍, 금풍, 자경재래종, CBG0297, CBG0345이 있었고, 꽃대길이가 짧은 유전자원들은 CBG0341 등 7 종이 있었다.

경장은 인삼의 경우도 다른 작물들과 마찬가지로 균락조성, 도복성, 그리고 해가림 시설내에서 식물체의 온도조절 기능 등과 연결되는 주요 형질이다.

한국과 중국에서 수집되어 양적형질중의 하나인 인삼의 경장을 조사 비교분석한 결과는 Fig. 1과 같다. 중국에서 수집된 인삼 유전자원들이 한국에서 수집된 자원들보다 더 넓은 분포

Table 3. Quantitative characteristics on aerial part of ginseng germplasms collected in Korea.

| No. | Stem length (cm) | Stem diameter (mm) | Stem number | Petiole number | Petiole angle (°) | Petiole length (cm) | Seedstalk length (cm) |
|-----------|------------------|--------------------|-------------|----------------|-------------------|---------------------|-----------------------|
| CBG0295 | 29.36 | 7.13 | 1.00 | 4.80 | 88 | 7.98 | 20.60 |
| CBG0297 | 32.60 | 7.77 | 1.50 | 6.00 | 68 | 7.30 | 23.17 |
| CBG0298 | 16.60 | 3.64 | 1.00 | 4.00 | 65 | 5.26 | 12.90 |
| CBG0299 | 33.96 | 5.86 | 2.00 | 5.20 | 85 | 6.86 | 14.64 |
| CBG0300 | 22.80 | 3.71 | 1.20 | 4.00 | 65 | 7.93 | 17.20 |
| CBG0302 | 29.38 | 5.99 | 1.00 | 4.80 | 50 | 8.39 | 20.48 |
| CBG0308 | 25.00 | 7.83 | 1.00 | 4.00 | 42 | 6.87 | 20.00 |
| CBG0324 | 31.13 | 5.56 | 1.00 | 5.50 | 85 | 6.39 | 21.13 |
| CBG0325 | 33.96 | 5.86 | 2.00 | 5.20 | 84 | 6.86 | 14.64 |
| CBG0326 | 22.04 | 5.36 | 1.00 | 4.60 | 66 | 6.95 | 18.44 |
| CBG0327 | 17.38 | 6.62 | 1.25 | 5.25 | 84 | 5.68 | 15.45 |
| CBG0328 | 15.50 | 3.93 | 1.00 | 4.40 | 88 | 4.66 | 13.20 |
| CBG0329 | 27.00 | 6.89 | 2.00 | 5.00 | 68 | 8.15 | 22.25 |
| CBG0330 | 17.00 | 5.19 | 1.00 | 4.80 | 41 | 6.04 | 12.50 |
| CBG0331 | 23.00 | 6.65 | 1.00 | 5.33 | 44 | 6.04 | 13.00 |
| CBG0335 | 19.50 | 6.08 | 2.00 | 4.75 | 66 | 8.13 | 13.00 |
| CBG0336 | 23.00 | 7.60 | 1.00 | 5.00 | 66 | 6.50 | 19.50 |
| CBG0337 | 22.12 | 6.11 | 1.20 | 4.80 | 52 | 6.29 | 15.90 |
| CBG0338 | 26.34 | 6.46 | 1.40 | 5.20 | 40 | 6.42 | 13.30 |
| CBG0339 | 25.20 | 8.01 | 1.00 | 4.60 | 55 | 8.02 | 18.20 |
| CBG0340 | 33.96 | 5.86 | 2.00 | 5.20 | 86 | 6.86 | 14.64 |
| CBG0341 | 17.20 | 5.62 | 1.00 | 4.75 | 68 | 5.21 | 10.28 |
| CBG0342 | 20.05 | 5.51 | 1.25 | 4.25 | 66 | 6.25 | 14.80 |
| CBG0343 | 25.35 | 4.64 | 1.50 | 4.50 | 66 | 5.81 | 12.50 |
| CBG0344 | 19.16 | 4.86 | 2.00 | 4.80 | 52 | 6.34 | 14.06 |
| CBG0345 | 30.53 | 6.73 | 1.00 | 6.00 | 50 | 6.88 | 24.00 |
| Chunpoong | 31.23 | 6.73 | 1.00 | 6.00 | 50 | 6.88 | 24.00 |
| Jakyung | 30.33 | 6.73 | 1.00 | 6.00 | 51 | 6.88 | 24.00 |
| Kumpoong | 32.63 | 6.73 | 1.00 | 6.00 | 52 | 6.88 | 24.00 |
| Yunpoong | 33.96 | 5.86 | 2.00 | 5.20 | 89 | 6.86 | 14.64 |
| Mean±SD | 25.58±9.24 | 6.05±1.15 | 1.31±0.41 | 5±0.6 | 64.4±15.83 | 6.72±0.92 | 17.21±4.25 |
| C.V(%) | 42.2 | 19 | 31.3 | 12 | 24.6 | 13.7 | 24.7 |

를 보이며, 30 종의 유전자원 중 10 cm 이하가 1 종, 10 - 20 cm 가 8 종, 20 - 30 cm 가 11 종, 30 - 40 cm 가 8 종, 40 - 50 cm 가 2 종으로 나타났으며, 20 - 30 cm 범위가 36.7%로 가장 많았다.

한국에서 수집된 유전자원들의 중국의 자원들보다 좁은 분포를 보이며, 10 cm 이하의 없었고, 10 - 20 cm 가 7 종, 20 - 30 cm 가 13 종, 30 - 40 cm 가 6 종, 40 cm 이상은 없었으며, 20 - 30 cm 범위가 가장 많았다. 우리나라에서 가장 많이 재배되고 있는 자경재래종과 천풍, 연풍, 금풍들의 경장은 모두 30 - 40 cm 범위에 속하는 것으로 나타났다. 인삼에서는 품종육성의 이상초형이 아직 정해지지 않았으나 앞으로 정해져야 한다고 보고, 현재 재배중인 인삼품종들보다 경장은 더 짧아지는 것

이 바람직하다고 판단된다.

인삼을 건전하게 자랄 수 있도록 지상부를 지탱해 주는 줄기의 경직경을 조사 비교한 결과는 Fig. 2와 같다.

경직경의 분포는 2 mm 이하의 없었으며, 2 - 4 mm 가 11 종, 4 - 6 mm 가 19 종, 6 - 8 mm 가 27 종, 8 mm 이상이 3 종으로 6 - 8 mm 범위에 있는 경직경이 45%로 가장 많았다. 경직경의 경우는 한국과 중국의 유전자원간에 약간의 차이는 있는 것으로 나타났으나 큰 차이는 없었으며, 4 mm 이하와 8 mm 이상의 유전자원은 한국 유전자원보다 중국에서 수집된 자원에서 약간 더 많은 것으로 조사되었다. 인삼의 경우 경직경은 가능한 한 굵은 것이 이상초형에 부합된다고 판단된다.

한국과 중국에서 수집된 인삼 유전자원들의 경수를 조사하

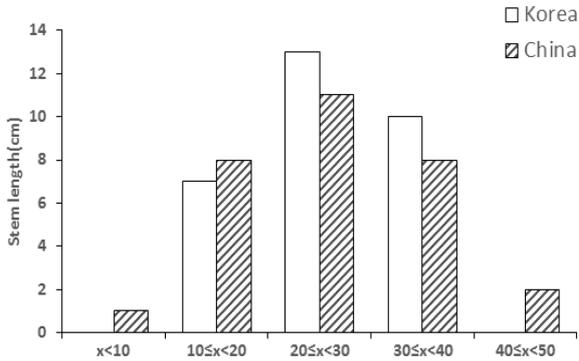


Fig. 1. Comparison on stem length of ginseng germplasms and cultivars, collected from Korea and China.

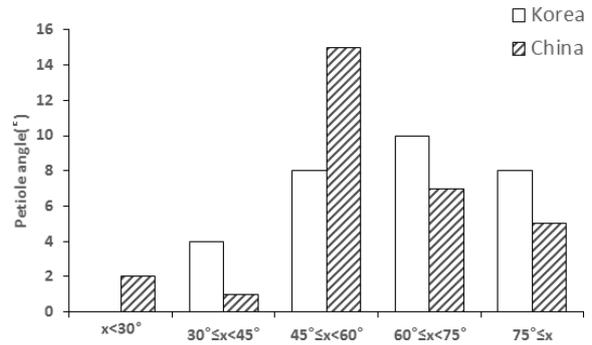


Fig. 4. Comparison on petiole angle of ginseng germplasms and cultivars collected from Korea and China.

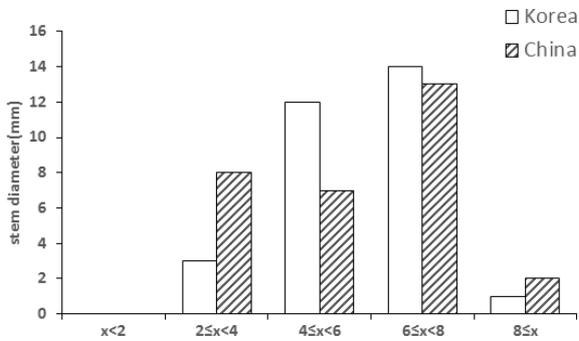


Fig. 2. Comparison on stem diameter of ginseng germplasms and cultivars collected from Korea and China.

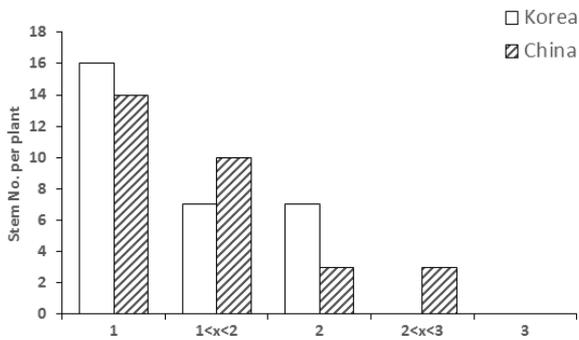


Fig. 3. Comparison on stem number per plant of ginseng germplasms and cultivars collected from Korea and China.

여 비교한 결과는 Fig. 3과 같다. 경수 1 개인 유전자원은 한국종이 16 종 중국종이 14 종으로 약 50%로 조사되었으며, 1-2 개는 한국종이 7 종 중국종이 10 종이었고, 경수가 2 개인 유전자원은 한국종이 7 종 중국종이 3 종이었으며, 경수가 2-3 개인 유전자원은 모두 중국에서 수집된 자원으로 3 종으로 조사되었고, 경수가 3 개 이상은 없는 것으로 나타났다. 경수에 대해 한국과 중국의 유전자원들을 비교해 보면 중국에서 수집된 유전자원들이 한국에서 수집된 자원들보다 약간 더 많

은 경수를 갖는 것으로 조사되었는데, 경수가 2 개 이상인 자원은 중국에서 수집된 3 종 뿐인 것으로 나타났다.

경수가 많아 지상부의 생육이 좋고 생산성이 높다고 알려진 인삼 품종인 연풍이 2 개로 조사되었는데, 연풍을 포함해 13 종의 유전자원들이 2 개 이상인 것으로 나타났다. 앞으로 인삼의 재배환경과 기후변화 등에 대비하여 인삼도 새로운 품종 육성이 필수적으로 요구되는데, 경수가 2 개 이상인 품종이 연풍품종 이외에 더 개발되는 것이 필요하다고 본다.

인삼의 화경을 기준으로 잎자루의 각도로 측정된 엽병각도는 인삼의 군락조성 및 재배환경에 밀접하게 연결되는데, 엽병각도를 조사하여 비교한 결과는 Fig. 4와 같다. 엽병각도는 한국에서 수집된 유전자원들은 40°-89° 범위의 분포로 조사되었고 65°-75° 범위내의 자원들이 가장 많은 것으로 나타났으며, 중국에서 수집된 유전자원들은 25°-85° 범위의 분포를 보였으며 45°-60° 범위내의 자원들이 가장 많은 것으로 나타났다.

우리나라에서 널리 가장 많이 재배되고 있는 자경재래종의 엽병각도는 51°로 조사되었으며, 연풍과 천풍도 자경재래종과 비슷한 엽병각도를 갖는 것으로 나타났지만 줄기가 더 많은 것으로 알려진 연풍의 경우는 89°로 아주 큰 엽병각도를 갖는 것으로 나타났다. 엽병각도는 인삼의 지상부 군락조성과 인삼의 재식밀도와 연결되어 중요하게 작용하는 양적형질로 판단되며, 새로운 품종 육성 시 엽병각도에 대해서도 관심을 더 가져야 할 것으로 판단된다. 또한 줄기수가 다른 품종들보다 상대적으로 약간 많아 지상부 군락조성이 잘 되어 생산성이 높다고 알려져 일부 농가에 보급되어 재배되고 있는 인삼품종 연풍의 경우에 줄기수는 많아 군락조성은 좋지만 엽병각도가 높아 효율적인 군락조성은 엽병각도 면에서 고려해 볼 필요가 있다고 판단되고 이에 따른 연구가 더 이루어져야 한다고 본다.

인삼을 재배하는 과정에서 많은 농가에서 꽃대는 일반적으로 제거되고 종자를 채취를 하려고 할 때만을 그대로 두는 꽃

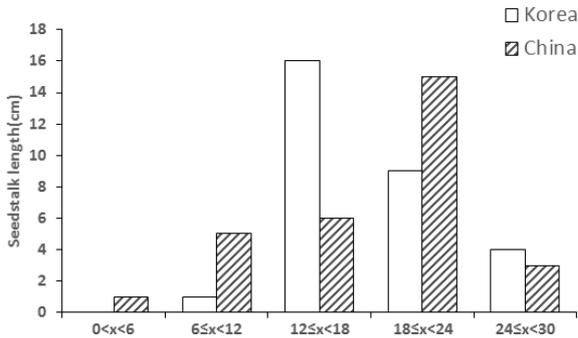


Fig. 5. Comparison on seedstalk length of ginseng germplasm and cultivars collected from Korea and China.

대길이를 조사 비교한 결과는 Fig. 5와 같다.

한국에서 수집된 유전자원들의 꽃대길이의 분포는 12.5 - 24.0 cm의 범위에 있었으며 유전자원 중 50% 이상이 12 - 18 cm 범위에 분포되어 있는 것으로 나타났다. 중국에서 수집된 유전자원들은 한국의 유전자원들보다 더 넓은 분포를 보이며 5.7 - 27.8 cm의 범위로 분포하였고, 50% 정도가 18 - 24 cm 범위에 분포하는 것으로 나타났다. 한국과 중국에서 수집된 유전자원들의 꽃대길이 분포를 비교해 보면, 한국에서 수집된 유전자원들은 56.7%가 18 cm 이하였고, 중국에서 수집된 자원들은 40.0%가 18 cm 이하로 조사되었으며, 12 cm 이하의 꽃대길이는 중국에서 수집된 자원에서 월등히 많은 것으로 나타났다.

인삼재배에 있어 꽃대길이는 종자채취를 목적으로 할 때를 제외하고는 제거되는 것이 일반적이지만, 인삼의 신품종 육성 시 하나의 중요한 양적형질이며, 인삼의 초형에 따라 적정한 길이가 선정되어지는 것이 바람직하다고 본다.

2. 양적 형질을 이용한 유연관계

한국과 중국에서 수집된 인삼 유전자원들에 대한 7 개 양적 형질특성을 군집분석을 통해 종간의 유연관계를 분석한 결과는 Fig. 6과 같다.

인삼의 양적형질 특성들을 감안한 유전 다양성의 군집을 분류해 본 결과 6 개 그룹으로 분류되었으며, I 그룹은 4 계통 (6.7%), II 그룹은 12 계통 (20%), III 그룹은 19 계통 (31.7%), IV 그룹은 5 계통 (8.3%), V 그룹은 4 계통 (6.7%), VI 그룹은 16 계통 (26.7%)으로 나타났다. 한국에서 재배되고 있는 자경재래종, 천풍, 연풍, 금풍의 4 인삼품종은 모두 I 그룹에 속하는 것으로 나타났으며, II 그룹에는 중국에서 수집된 12 종이 속해 있었고, III 그룹에는 한국에서 수집된 유전자원 17 종과 중국에서 수집된 2 종이 속해 있었으며, IV 그룹에는 한국에서 수집된 5 종이 분류되었고, V 그룹에는 한국에서 수집된 유전자원 4 종이 분류되었으며, VI 그룹에는 중국에서 수집된 유전자원 16 종이 분류되었다.

한국과 중국에서 수집된 유전자원 60 종에 대하여 양적형질을 조사하여 군집분석을 통해 종간 유연관계를 분류한 결과 한국과 중국에서 수집된 자원들이 같은 군에 속하는 것은 아주 적게 나타나났고, III 그룹에 일부가 겹치는 것 외에는 한국과 중국의 유전자원들은 유연관계가 다른 것으로 나타나 유전적으로 새로운 품종개발에 활용할 가능성이 높은 것을 판단 된다.

인삼과 같이 뿌리를 한약재로 이용하는 도라지의 작물학적 특성에 관한 연구 결과에서 경직경이 지하부의 형질과 고도의 정의 상관관계가 있으며 (Park et al., 2010), 인삼의 수량 결정에 지상부의 경직경과 엽중이 고도의 유의성을 나타내고 (Ahn et al., 1987), 인삼의 지상부 생육이 지하부의 생육과 고도의 정의 상관관계를 보인다 (An et al., 2002)는 연구결과들이 있는데, 생산성과 품질성이 높은 인삼 품종 육성을 위해

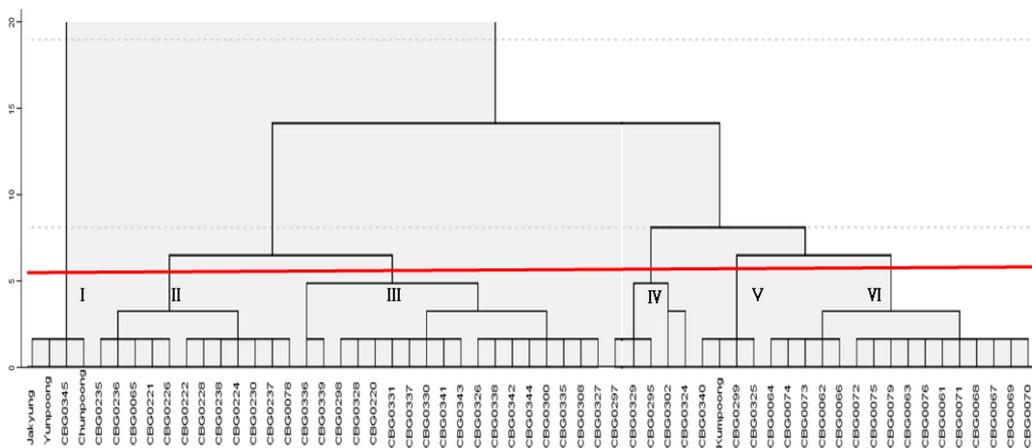


Fig. 6. Dendrogram on genetic relationship of Germplasm and cultivars of *Panax ginseng* C. A. Meyer collected from Korea and China based on 7 quantitative characteristics by complete linkage cluster analysis.

서는 경장, 경직경 등의 양적형질들을 육종목표에 활용하여 유전변이를 크게 유도 해내며 인공교배조합을 만들고 주요 계통들을 육성선발 활용해 나가야 할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 농업유전자원센터의 유전자원관리기관 지원사업과 충북대학교 학술연구사업 지원에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Ahn SD, Choi KT, Kwon WS, Chung CM, Chun SR and Nam KY.** (1987). Estimation of yield in *Panax ginseng*. Korean Journal of Ginseng Science. 11:46-55.
- An YN, Lee SY, Choung MG and Kang KH.** (2002). Optimum harvesting time based on growth characteristics of four-year ginseng. Korean Journal of Crop Science. 47:211-215.
- Bang KH, Jo IH, Chung JW, Kim YC, Lee JW, Seo AY, Park JH, Kim OT, Hyun DY, Kim DH and Cha SW.** (2011). Analysis of genetic polymorphism of Korean ginseng cultivars and foreign accessions using SSR markers. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 19:347-353.
- Choi GL, Hyun KH and Shin DY.** (2014). Multivariate analysis on quantitative characteristics of *Prunus mume*. Korean Journal of Plant Research. 27:89-94.
- Choi KT and Shin HS.** (1982). Morphological characteristics of inflorescence, flowering bud, fruit and leaf of Korean ginseng. Korean Journal of Ginseng Science. 6:67-74.
- Choi KT and Yang DC.** (2012). Pharmacological effects and medicinal components of Korean ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer). The Korean Ginseng Research and Industry. 6:2-21.
- Choi KT, Lee MG, Kwon WS and Lee JH.** (1994). Strategy for high-quality ginseng breeding. Korean Journal of Breeding. 26:83-91.
- Kang SW, Lee SW, Hyun DY, Yeon BY and Kim YC and Kim YC.** (2010). Studies on selection of adaptable varieties in paddy-field of ginseng culture. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 18:416-420.
- Ko SK, Kim YS, Kim YY, Kim JK, Mok SK, Park JD, Shin CG, Im BO, Jeong JH, Jeong HB, Choi YH and Ham YT.** (2005). The understanding of Korea Ginseng. The Publishing Company of Chung-Ang University, Seoul, Korea.
- Kwon WS, Chung CM, Kim YT, Lee MG and Choi KT.** (1998). Breeding process and characteristics of KG101, a superior line of *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Ginseng Science. 22:11-17.
- Kwon WS, Lee MG and Choi KT.** (2000). Breeding process and characteristics of Yunpoong, a new variety of *Panax ginseng* C. A. Meyer. Journal of Ginseng Research. 24:1-7.
- Kwon WS, Lee MG and Lee JH.** (2001). Characteristics of flowering and fruiting in new varieties and lines of *Panax ginseng* C. A. Meyer. Journal of Ginseng Research. 25:41-44.
- Lee SW, Kim GS, Hyun DY, Kim YB, Yeon BY, Kang SW and Kim YC.** (2009). Comparison of growth characteristics and ginsenoside contents of 3-year-old ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) by drainage class and shade material in paddy soil. Korean Journal of Crop Science. 54:390-396.
- Lee SW, Kim GS, Lee MJ, Hyun DY, Park CG, Park HK and Cha SW.** (2007). Effect of blue and yellow polyethylene shading net on growth characteristics and ginsenoside contents in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 15:194-198.
- Lee SW, Park KH, Lee SH, Jang IB and Jin ML.** (2017). Effect of green manure crop cultivation on soil chemical properties and root rot disease in continuous cropping field of ginseng. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 25:1-9.
- Li Z and Nelson RL.** (2001). Genetic diversity among soybean accessions from three countries measured by RAPDs. Crop Science. 41:1337-1347.
- Mok SK, Cheon SK, Lee SS and Lee TS.** (1994). Effect of shading net colors on the growth and saponin content of Korean ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer). Korean Journal of Ginseng Science. 18:182-186.
- Park CG, Lee SC, Kim GS, Sung JS, Kim DH, Park CB and Lee JH.** (2010). Agronomic characteristics of *Platycodon grandiflorum*(Jacq.) A. DC. collected from East-Asia. Korean Journal of International Agriculture. 22:158-163.
- Wen J and Zimmer EA.** (1996). Phylogeny and biogeography of *Panax* L.(the ginseng genus, Araliaceae): Inferences from ITS sequences of nuclear ribosomal DNA. Molecular Phylogenetic and Evolution. 6:167-177.
- Yu J, Kang SH, Jang IB, Jang IB, Park KC, Lee UH, Park HW, Suh SJ, Seo DC 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.
- Yun JS, Son SY, Kim IH, Hong EY, Yun T, Lee CH, Jong SK and Park SI.** (2002). Classification of *polygonatum* spp. collections based on multivariate analysis. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 10:333-339.