



## 인삼 지상부 질적 형질과 지하부 수량과의 상관관계

김영창<sup>1†</sup> · 이정우<sup>2</sup> · 권니영<sup>3</sup> · 정성민<sup>4</sup> · 방경환<sup>5</sup> · 김동휘<sup>6</sup> · 김장욱<sup>7‡</sup>

### Correlation between Qualitative Characteristics of Aerial Parts and Root Yield in Ginseng

Young Chang Kim<sup>1†</sup>, Jung Woo Lee<sup>2</sup>, Na Yeong Kwon<sup>3</sup>, Sung Min Jung<sup>4</sup>, Kyeong Hwan Bang<sup>5</sup>, Dong Hwi Kim<sup>6</sup> and Jang Uk Kim<sup>7‡</sup>

#### ABSTRACT

Received: 2023 March 27

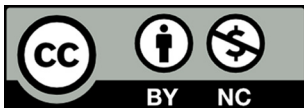
1st Revised: 2023 April 3

2nd Revised: 2023 April 5

3rd Revised: 2023 April 10

Accepted: 2023 April 10

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:** The qualitative characteristics of aerial parts, such as stem diameter or number of ginseng leaves, are highly correlated with the root yield. correlation between the qualitative characteristics of aerial parts and root yield are limited.

**Methods and Results:** The materials used in this study were cultivated after collecting 219 germplasms from nine regions in Korea, and the growth characteristics of the aerial and underground parts were investigated. The qualitative characteristics of eight 8 aerial parts such as stem color, leaf shape, and shape in cross-section of a leaflet, were investigated and their correlation with root yield was analyzed. The characteristics that showed a significant positive correlation with root yield were the shape in the cross-section of the leaflet ( $r = 0.71, p < 0.01$ ), degree of additional leaflets ( $r = 0.37, p < 0.05$ ), and color of leaf at senescence ( $r = 0.60, p < 0.01$ ). Contrastingly, leaf shape had a negative correlation ( $r = -0.42, p < 0.01$ ). Among the qualitative characteristics of aerial parts high-yield germplasms weighing more than 55 g per individual, 13 lines (65%) had a convex shape on the cross-section of the leaf. Germplasms that exhibited red color in leaf at senescence generally showed a high root yield.

**Conclusions:** High-yield varieties can be developed early through the correlation between root yield and qualitative characteristics of the aerial parts, this could also help farmers in harvesting high quality seeds.

**Key Words:** *Panax ginseng* C. A. Meyer, Correlation, Qualitative Characteristics, Yield

## 서 언

인삼속 (*Panax*)식물은 크게 우리나라와 북한, 중국 동북 3성, 일본에서 재배되고 있는 고려인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer), 미국, 캐나다, 호주, 뉴질랜드 재배되고 있는 북미삼 (*P. quinquefolium* L.), 중국의 운남성에서 재배되는 삼칠삼 (*P. notoginseng* Burkill), 일본에서 재배되는 죽절삼 (*P. japonicum* L.), 베트남에서 자생하는 베트남삼 (*P. vietnamsis* Haet grushv) 등이 있다.

인삼은 고온을 싫어하는 반 음지성 식물로 인위적인 해가림 시설하에서 재배함으로써 인해 심겨진 위치에 따라 광량, 온도, 토양의 비옥도, 수분함량, 통기성 등의 환경 조건의 차이가 있어 인삼의 생육 정도 및 생육 양상도 현저한 차이를 나타낸다 (Choi *et al.*, 1979; Kwon *et al.*, 1991; Kim *et al.*, 2003). 이런 생육 차이를 극복하기 위해 재배적 측면에서 해가림 구조 (Lee *et al.*, 2011; Yi *et al.*, 2018; Bae *et al.*, 2021) 및 피복물 개선 (Park, 1996; Chung, 2007; Jang *et al.*, 2019) 등에 연구가 많이 이루어졌다.

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-63-238-0883 (E-mail) ycpiano@korea.kr

<sup>‡</sup>Corresponding author: (Phone)+82-43-871-5617 (E-mail) k2korea@korea.kr

<sup>1</sup>농촌진흥청 융복합혁신전략팀 연구관 / Researcher, Convergence and Innovation Strategy Team, Research Policy Bureau, RDA, Jeonju 54875, Korea.

<sup>2</sup>농촌진흥청 인삼특작부 연구사 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

<sup>3</sup>농촌진흥청 인삼특작부 연구사 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

<sup>4</sup>농촌진흥청 인삼특작부 연구사 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

<sup>5</sup>농촌진흥청 인삼특작부 연구관 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

<sup>6</sup>농촌진흥청 인삼특작부 연구관 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

<sup>7</sup>농촌진흥청 인삼특작부 연구사 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

인삼은 주 목적 산물이 뿌리이며, 재배 농가에서는 뿌리 수량을 높이기 위해 많은 재배적인 방법을 시도하고 있으나 농가마다 방법이 각각 다르며, 재배 환경에 영향을 많이 받아 어려움을 겪고 있다 (Moon *et al.*, 2021). 따라서, 농가에서는 어떤 환경에서도 안정적으로 일정 수량을 올릴 수 있는 품종 개발을 요구하고 있다. 수량성이 높은 인삼 품종을 개발하기 위해서는 다양한 유전자원을 확보한 후 수량성이 높은 우량 계통을 선발하는 것이 우선이다.

수량성은 양적 형질에 의해서 좌우되는데, 인삼은 지상부 생육 상태를 통해 지하부 수량을 예측하기 위해 지상부 양적 형질과 지하부 수량과 상관관계를 많이 연구해 왔다. 인삼은 4년 생 때 전형적인 형질 특성이 나타나므로 품종 육성에 매우 오랜 시간이 소요된다 (Kim *et al.*, 2013; Kim *et al.*, 2017a).

4년생 인삼 지상부 양적 형질 중 경직경, 경장, 소엽수, 열매수는 근중과 정의 상관을 보인다고 보고하였고 (Choi *et al.*, 1980; Chung *et al.*, 1995; Kim, 2012), Son 등 (2021)은 감초 유전자원의 생육 특성과 수량 특성 간의 상관관계를 분석한 결과 건근중은 초장, 경경, 엽수, 엽장 등 지상부 형질과 양의 상관관계를 나타내었다고 보고했다.

한편, 이런 양적 형질은 환경에 영향을 많이 받으므로, 재배 환경이 변하더라도 특성이 변하지 않는 질적 형질과 연관된 품종을 개발하면 안정적으로 인삼을 생산할 수 있을 것으로 본다. 따라서, 인삼 우량품종 육성을 위해서 환경의 영향을 덜 받는 질적 형질 선발이 매우 중요하다.

인삼의 지상부 질적 형질은 줄기색, 줄기의 자색 분포 위치, 잎의 모양, 잎 단풍 색, 제 2측엽 발생 정도, 잎 표면의 주름 발생 정도, 소엽의 거치 정도, 열매색에 따라 구분할 수 있다

(Kim, 2012; UPOV, 2020).

인삼의 줄기색은 자색을 띠는 자경종과 녹색을 나타내는 황숙종, 청경종으로 구분하였으며, 자색 내에서도 진한 자색과 연한 자색으로 구분된다 (Cheon *et al.*, 1985). 잎 모양은 세엽형과 광엽형으로 구분하였으며 대체로 세엽형에 비해 광엽형이 많은 것으로 보고되었다 (Choi and Shin, 1982; Chung, 2007). 열매색은 과육이 성숙되었을 때 적색, 노란색, 등황색, 분홍색 등 4 가지로 구분된다 (Kim *et al.*, 2021).

인삼의 유전자원은 분자 유전학적 방법을 이용하여 중간 및 품종 구분 (Wang *et al.*, 2009; Bang *et al.*, 2011; Wang *et al.*, 2019) 및 수집한 유전자원을 분류한 결과들은 많이 보고되어 있으나 (Cha *et al.*, 2003; Seo *et al.*, 2003; Lee, 2010; Rhim *et al.*, 2010; Jand *et al.*, 2020), 질적 형질에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

특히, 앞에서 기술한 바와 같이 인삼의 지상부 양적 형질과 지하부 수량에 관한 연구는 많이 되어 있으나 질적 형질과 지하부 수량에 관한 연구는 전혀 없는 실정이다. 따라서, 본 연구는 환경의 영향을 덜 받는 지상부 질적 형질과 지하부 수량과의 상관관계를 통해 다수성 계통 및 품종을 육성하기 위한 유전자원 선발 효율을 높이고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험 재료

인삼 지상부 질적 형질과 지하부 수량과의 상관관계 분석을 위하여 총 219 유전자원을 조사하였다. 이 자원들은 여주, 수원, 대전 등 9 개 시군 14 개 지역의 4년생 포장에서 과육이

**Table 1.** Germplasms of Korean ginseng used in this study.

| No.   | Collection locations | Latitude        | Longitude     | No. of germplasms |    |
|-------|----------------------|-----------------|---------------|-------------------|----|
| 1     | Yeoju                | Ganam-myeon     | 37°12'16.73"N | 127°32'42.74"E    | 26 |
|       |                      | Neungseo-myeon  | 37°18'10.56"N | 127°34'24.68"E    | 29 |
| 2     | Suwon                | Dangsu-dong     | 37°17'19.61"N | 126°56'17.56"E    | 22 |
| 3     | Daejeon              | Sinseong-dong   | 36°23'21.17"N | 127°20'50.38"E    | 19 |
| 4     | Eumseong             | Soi-myeon       | 36°55'25.00"N | 127°45'27.42"E    | 23 |
| 5     | Pocheon              | Yeongbuk-myeon  | 38°5'20.67"N  | 127°16'31.68"E    | 15 |
|       |                      | Yeongjung-myeon | 38°0'08.99"N  | 127°14'36.78"E    | 10 |
|       |                      | Sinbuk-myeon    | 37°56'11.82"N | 127°13'35.34"E    | 9  |
| 6     | Hongcheon            | Dong-myeon      | 37°40'40.97"N | 127°56'16.24"E    | 12 |
|       |                      | Seo-myeon       | 37°41'18.98"N | 127°39'50.64"E    | 10 |
| 7     | Haenam               | Sani-myeon      | 34°38'40.93"N | 126°26'52.53"E    | 15 |
| 8     | Yangju               | Gwangjeok-myeon | 37°49'28.57"N | 126°59'15.25"E    | 12 |
|       |                      | Nam-myeon       | 37°53'53.52"N | 126°58'36.45"E    | 12 |
| 9     | Gimpo                | Wolgot-myeon    | 37°43'10.57"N | 126°33'19.05"E    | 5  |
| Total |                      |                 |               | 219               |    |

성숙한 7월 중·하순경 농가에서 직접 수집하였다.

**2. 재배 방법**

인삼 유전자원들의 지상부 및 지하부의 생육 특성 조사는 농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 인삼 시험포장에서 수행하였다. 수집된 개체별로 채종한 자원들을 2006년도 11월 15일 파종하여 2007년 1년 동안 묘삼으로 재배한 후 2008년 3월 26일 본포에 재식밀도 7 줄 × 10 열/3.3㎡로 자원별로 3 반복을 하였다.

해가림 시설을 설치한 후 청색 3 겹 + 흑색 1 겹의 4 중직 차광망을 출아 전에 피복하였고, 고온 피해를 줄이기 위해 흑색 2 중직 차광망을 6월 상순에 덧 씌웠다. 토양은 사질양토에 pH (1 : 5) 5.8, EC 0.6 dS/m, 질산태 질소 45 mg/kg, 유기물은 21 g/kg, 유효인산은 123 mg/kg이었으며, 병해충 방

제, 잡초 제거 등 기타 재배관리는 인삼 GAP 표준재배지침서에 준하였다 (RDA, 2012).

**3. 주요 형질의 특성 조사**

묘삼 이식 후 특성 조사는 품종 고유의 특성을 나타내는 4년생 때 실시하였으며, 유전자원별 반복 당 20 개체씩, 총 60 개체를 UPOV (UPOV, 2020) 조사 기준에 따라 경색, 줄기의 안토시아닌 색, 제 2측엽 발생 유무 등 10 개 항목의 지상부 질적 형질과 지하부 수량을 조사하였다 (Table 2).

형질별 조사 시기는 줄기, 잎에 대한 형질은 전엽 후 완전히 경화된 6월 중순 - 6월 하순까지 조사하였고, 열매 관련 형질은 과육이 성숙한 7월 중순 - 7월 하순까지 조사하였으며, 잎 노화색과 지하부 특성 조사는 9월 하순에 실시하였다.

**Table 2.** Qualitative characteristics of ginseng aerial part measured in this study.

| Organ               | Character                              | Classifications         | Note | Method of examination |
|---------------------|--|-------------------------|------|-----------------------|
| Stem                | Intensity of anthocyanin coloration    | Absent or very weak     | 1    | VG <sup>1)</sup>      |
|                     |  | Weak                    | 3    |                       |
|                     |  | Medium                  | 5    |                       |
|                     |  | Strong                  | 7    |                       |
|                     |  | Very strong             | 9    |                       |
|                     | Distribution of anthocyanin coloration | No anthocyanin          | 1    | VG                    |
|                     |  | On lower part only      | 3    |                       |
|                     |  | On lower and upper part | 5    |                       |
|                     |  | On upper part only      | 7    |                       |
|                     |  | Along the whole stem    | 9    |                       |
| Shape               | Broad elliptic                         | 1                       | VG   |                       |
|                     | Narrow elliptic                        | 2                       |      |                       |
|                     | Slender                                | 3                       |      |                       |
| Leaflet             | Shape in cross section                 | Concave                 | 1    | VG                    |
|                     |  | Flat                    | 2    |                       |
|                     |  | Convex                  | 3    |                       |
| Serration of margin | Weak                                   | 1                       | VG   |                       |
|                     | Moderate                               | 2                       |      |                       |
|                     | Strong                                 | 3                       |      |                       |
| Leaf                | Blistering of surface                  | Weak                    | 1    | VG                    |
|                     |  | Medium                  | 2    |                       |
|                     |  | Strong                  | 3    |                       |
|                     | Additional leaflets                    | Absent                  | 1    | VG                    |
|                     |  | Medium                  | 2    |                       |
|                     |  | Strong                  | 3    |                       |
|                     | Color at senescence                    | Yellow                  | 1    | VG                    |
|                     |  | Yellowish orange        | 2    |                       |
|                     |  | Brown                   | 3    |                       |
|                     |  | Reddish brown           | 4    |                       |
| Red                 |  | 5                       |      |                       |
| Berry               | Color                                  | Yellow                  | 1    | VG                    |
|                     |  | Yellowish orange        | 2    |                       |
|                     |  | Pink                    | 3    |                       |
|                     |  | Red                     | 4    |                       |

<sup>1)</sup>VG; visual assessment by a single observation of a group of plants or parts of plants.

4. 통계 분석

지상부 질적 형질과 지하부 수량과의 상관관계를 보기 위해 Pearson의 상관계수 (Pearson's correlation coefficient)를 이용하였고, 통계 프로그램은 SAS Enterprise Guide 4.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 활용하여 Duncan's Multiple Range Test (DMRT)로 5% 수준에서 유의성 검정을 실시하였다 ( $p < 0.05$ ).

결과 및 고찰

1. 지상부 질적 형질간 상관관계 및 지하부 근중 간의 상관 분석

보유한 인삼 유전자원에 대한 10 개 질적 형질간 상관관계와 지상부 질적 형질과 지하부 근중과의 상관관계를 나타낸 결과는 Table 3과 같다.

줄기색은 줄기의 자색분포 위치와 열매색 간에는 고도의 정 (+)의 상관을 나타냈고, 잎 단풍색 간에는 유의성 있는 정의 상관을 나타냈으나, 다른 형질 간에는 유의성을 나타내지 않았다. 줄기색은 줄기 아랫부분이나 윗부분에 조금이라도 자색이 발현된 것은 자색으로 분류해서 상관관계가 높았고, 줄기색이 녹색인 것은 안토시아닌 색소가 전혀 발현되지 않아 상관관계가 낮았다. 열매색은 자색 줄기를 가진 자원은 빨간색을 나타내었고, 녹색 줄기의 계통은 노란색으로 나타나 구별이 뚜렷하였다.

잎 모양은 단풍색과 고도로 유의한 부의 상관을 나타내었고, 잎 표면의 주름 정도와 제 2측엽 발생 정도와 유의한 부의 상관을 나타내었다. 즉, 장타원형 잎은 단풍색이 진한 적색으로 물들며 세엽형은 연한 적색으로 물드는 계통이 많았다. 장타원형 잎은 주름 정도가 심하고 세엽형 잎은 잎 주름 정도가 약하였다.

잎 가로 자른 면은 잎 표면의 주름 정도와 유의한 부의 관

계를 나타내어 가로 자른 면이 볼록할수록 잎 표면의 주름 정도가 약한 것으로 나타났다.

소엽의 거치 정도와 잎 표면의 주름 정도는 고도의 정의 상관을 나타내어 소엽이 거치가 심할수록 잎 표면 주름도 크게 나타났다. 또한, 거치 정도와 잎 단풍색과는 유의한 정의 상관을 나타내어 거치 정도가 클수록 잎 단풍색도 붉은색을 많이 나타냈다.

잎 표면의 주름 정도는 제2측엽의 발생 정도와 잎 단풍색과는 고도로 유의한 정의 상관을 나타내어, 잎 표면에 주름이 심할수록 제 2측엽이 많이 발생했고, 잎 단풍색도 적색을 많이 나타냈다.

제 2측엽의 발생 정도와 잎 단풍색은 고도의 정의 상관관계를 나타내어 제 2측엽이 많이 발생할수록 잎 단풍색은 적색을 많이 나타냈다.

잎 단풍색은 열매색과 고도로 유의한 정의 상관관계를 나타내어 단풍색이 적색을 나타낼수록 열매색도 더 붉은색을 나타냈다.

지상부 질적 형질과 지하부 수량과의 상관관계를 보면 소엽의 가로 자른 면, 소엽 거치, 잎 표면 주름 정도, 제 2측엽 발생 정도, 잎 단풍색, 열매색과 정의 상관관계를 나타냈다. 한편, 지하부 근중과 유의한 정의 상관관계를 나타낸 지상부 질적 형질은 소엽의 횡단면의 모양 ( $r = 0.71, p < 0.01$ ), 제 2측엽의 발생 정도 ( $r = 0.37, p < 0.05$ ) 및 단풍색 ( $r = 0.60, p < 0.01$ )이었다.

2. 지하부 수량과 상관관계 높은 지상부 형질 분석

지하부 근중과 고도로 유의한 상관관계가 있는 형질 중 소엽의 가로 자른면 모양의 각 계급과 근중과의 상관관계를 나타낸 결과는 Table 4와 같다.

소엽의 가로 자른면의 모양은 3 계급으로 나뉘는데 (Fig. 1), 이들 계급 중 소엽의 자른면이 볼록한 것이 옳은 잎보다 수

Table 3. Correlation coefficients among 10 agronomic characters in 219 ginseng germplasms.

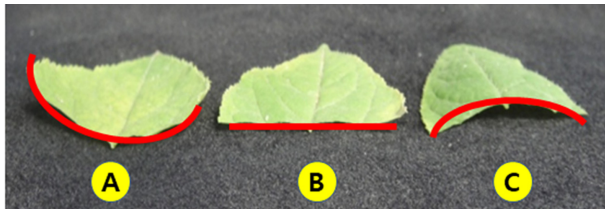
| Characters                        | 2      | 3     | 4     | 5     | 6      | 7      | 8       | 9      | 10      |
|-----------------------------------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 1. Stem color                     | 0.50** | -0.25 | 0.25  | -0.27 | -0.24  | -0.26  | 0.30*   | 0.89** | -0.23   |
| 2. Distribution of stem color     | -      | -0.30 | -0.22 | -0.26 | -0.24  | -0.30  | -0.25   | -0.31  | -0.28   |
| 3. Leaflet shape                  |        | -     | -0.31 | -0.22 | -0.36* | -0.36* | -0.50** | -0.23  | -0.42** |
| 4. Leaflet shape in cross section |        |       | -     | -0.22 | -0.36* | -0.24  | 0.21    | 0.21   | 0.71**  |
| 5. Leaflet serration of margin    |        |       |       | -     | 0.38** | 0.30   | 0.37*   | 0.22   | 0.21    |
| 6. Leaf blistering of surface     |        |       |       |       | -      | 0.53** | 0.56**  | 0.29   | 0.33    |
| 7. Additional leaflets            |        |       |       |       |        | -      | 0.51**  | 0.09   | 0.37*   |
| 8. Color at senescence            |        |       |       |       |        |        | -       | 0.51** | 0.60**  |
| 9. Berry color                    |        |       |       |       |        |        |         | -      | 0.23    |
| 10. Root weight                   |        |       |       |       |        |        |         |        | -       |

Significant at the level of 5% and 1% probability, respectively ( $p < 0.05$  and  $**p < 0.01$ ).

**Table 4.** Comparison of mean values in root weight among three classes of leaflet shape in cross section.

| Class   | No. of lines | Fresh root weight (g)   |
|---------|--------------|-------------------------|
| Concave | 43           | 39.6±7.59 <sup>b*</sup> |
| Plane   | 127          | 41.8±3.53 <sup>b</sup>  |
| Convex  | 49           | 46.3±5.04 <sup>a</sup>  |

\*Means followed by the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's Multiple Range Test (DMRT,  $p < 0.05$ ).



**Fig. 1.** Leaflet shape in cross section of ginseng. (A); concave, (B); flat, (C); convex.

량이 높은 것으로 나타났다. 인삼 품종 중 ‘천량’은 소엽의 가로 자른 면이 볼록한데, 대조 품종 천풍은 오목하여 천량의 수량이 25.8% 증수되는 것으로 나타났다 (Kim *et al.*, 2013).

볼록한 잎은 잎끼리 서로 겹치지 않고 광합성에 필요한 빛을 수용할 수 있는 엽면적이 많이 확보되기 때문에 광합성 효율이 높을 것으로 판단되며, 오목한 잎은 위쪽으로 약간 말려 있기 때문에 빛을 수용할 면적이 상대적으로 볼록한 면보다 부족하다. 따라서, 볼록한 잎이 오목한 잎보다 수량이 많을 것으로 판단되며, 또한, 엽면적도 대체로 볼록한 잎을 가진 계통이나 품종이 오목한 잎을 가진 계통보다 넓은 경향을 나타낸다는 것을 확인하였으며 이는 볼록형 천량의 엽면적은 오목형 천풍에 비해 74.7% 넓다고 보고한 결과에서도 확인할 수 있었다 (NIHHS, 2015).

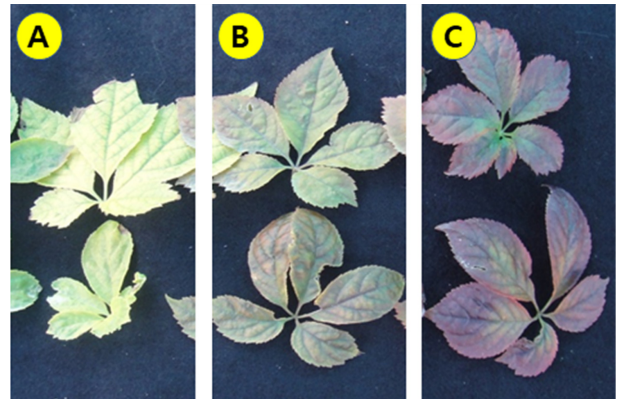
한편, 인삼 잎은 오목하더라도 직립하지 않기 때문에 수광태세가 양호하지는 않은 경향을 나타냈으며, 향후 품종별 엽면적, 균락 정도에 따른 광합성량 및 수량과의 관계에 대해서는 검토가 더 필요할 것으로 본다. 한편, Lee (2002)는 가로 자른 면이 평면인 연풍이 오목형인 천풍보다 광합성능이 높았다 보고하였기에 이를 종합하여 보면 인삼에서 수량과 관계된 질적 형질을 찾고자 할 때는 소엽 자른면의 모양에 따라 선발하면 목적 형질에 가까운 형질을 조기에 선발할 수 있을 것으로 생각된다.

잎 단풍색의 각 계급과 근중과의 상관관계를 나타낸 결과는 Table 5와 같다. 잎 단풍색 분류 시에는 5 계급으로 나눴지만, 수량과의 상관관계는 노란색, 갈색, 적색 등 3 계급으로 구분하여 상관관계를 보았다. 이들 계급 중 잎색이 적색을 나타내는 것이 노란색을 나타내는 계통보다 수량이 높은 것으로 나

**Table 5.** Comparison of mean values in root weight among three classes of leaf senescence color.

| Class       | No. of lines | Fresh root weight (g)   |
|-------------|--------------|-------------------------|
| Yellow type | 37           | 32.7±2.51 <sup>c*</sup> |
| Brown type  | 95           | 40.0±8.16 <sup>b</sup>  |
| Red type    | 87           | 45.1±8.72 <sup>a</sup>  |

\*Means followed by the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's Multiple Range Test (DMRT,  $p < 0.05$ ).



**Fig. 2.** Color at senescence of ginseng used in this study. (A); yellow type, (B); brown type, (C); red type.

타났다. 현재 농가에서 재배하고 있는 대부분의 품종은 가을에 단풍잎이 적색으로 변하는 재래종이나 품종이다. 이는 이들 품종이 노란색이나 갈색으로 변하는 잎을 가진 품종보다 수량이 많기 때문이다.

Cheon 등 (1985)은 줄기가 자색이고 단풍잎이 적색인 자경종과 줄기는 녹색이고 단풍색이 황색인 황숙종을 교배 후 유전양상을 봤을 때, F<sub>1</sub>에서는 100% 자색을 나타냈고, F<sub>2</sub>에서는 자색과 녹색이 3 : 1로 분리하여 자색이 녹색에 비하여 완전우성을 나타내었다고 보고했다. 본 연구에서 줄기색과 단풍색은 정의 상관관계가 있는 것으로 보아 (Table 3), 단풍잎이 적색을 나타내는 계통이나 품종이 우성으로 나타남을 알 수 있었으며 수량이 높은 계통을 선발하기 위해서는 잎 단풍색이 붉게 나타나는 계통을 선발하는 것이 효과적이라 할 수 있겠다.

**Table 6.** Comparison of mean values in root weight among three classes of leaflet shape.

| Class         | No. of lines | Fresh root weight (g)   |
|---------------|--------------|-------------------------|
| Long elliptic | 52           | 45.7±9.74 <sup>a*</sup> |
| Elliptic      | 125          | 41.5±8.44 <sup>a</sup>  |
| Slender       | 42           | 41.5±9.17 <sup>a</sup>  |

\*Means followed by the same letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's Multiple Range Test (DMRT,  $p < 0.05$ ).



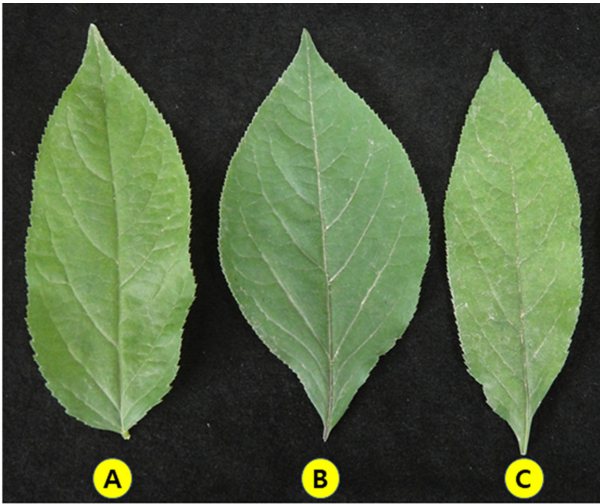


Fig. 3. Leaflet shape of ginseng used in this study. (A); long elliptic, (B); elliptic, (C); slender.

한편, 소엽 모양과는 근중이 고도로 유의한 부의 상관을 나타냈는데, 계급별로 유의성을 분석한 결과 (Table 6), 잎 모양이 장타원형, 타원형, 세엽형 간에는 수량의 차이가 없었다.

Table 3에서는 부의 상관으로 나왔는데, 이는 재식밀도, 해가림 차광 정도, 재배 여건에 따라 소엽 모양은 크게 변하지는 않으나, 지하부 수량과 관계가 깊은 엽면적은 환경에 영향을 받으므로 엽면적에 따라 수량이 변할 수 있어 (Kim *et al.*, 2017b) 연차간 엽면적에 따른 수량 분석을 면밀히 검토할 필요가 있을 것으로 본다.

### 3. 다수성 계통 선발

본 연구에 이용된 인삼 유전자원 219 점 중 질적 형질과 지하부 수량을 조사한 후 지하부 수량이 많은 자원을 선발하였다. 조사한 자원의 전체 지하부 평균 수량은 42.2 g이었으며, 평균보다 30% 이상의 수량을 나타내어 한 개체가 55.0 g 이상인 다수성 20 자원을 선발한 후 형질별 특성을 나타낸 결과는 Table 7과 같다.

전체 계통 중 개체당 근중이 55.0 g 이상인 자원은 20 자원이었고, 이 중 60.0 g 이상인 자원은 G04058, G03140, G04008, G04052, G03111, G03094 등 6 자원이었으며, 이 중 G04058이 72.5 g으로 가장 높은 수량을 나타내었다. 이들 다수성 자원들의 지상부 질적 형질별 특성을 보면, 소엽 자른면 모양은 다수성 계통 중에 G04058 등 불록형이 13 자원으로 선발한

Table 7. Comparison of 9 characters of 20 high yielding lines selected from total ginseng lines in this study.

| Lines  | SC <sup>1)</sup><br>(1 - 9) | DAC <sup>2)</sup><br>(1 - 9) | LS <sup>3)</sup><br>(1 - 3) | LSCS <sup>4)</sup><br>(1 - 3) | LSM <sup>5)</sup><br>(1 - 3) | LBS <sup>6)</sup><br>(1 - 3) | AL <sup>7)</sup><br>(1 - 3) | CS <sup>8)</sup><br>(1 - 5) | BC <sup>9)</sup><br>(1 - 4) | RW <sup>10)</sup><br>(g) |
|--------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| G04058 | 5                           | 3                            | 3                           | 3                             | 2                            | 3                            | 2                           | 4                           | 4                           | 72.5                     |
| G03140 | 5                           | 3                            | 1                           | 3                             | 1                            | 2                            | 3                           | 4                           | 4                           | 71.7                     |
| G04008 | 9                           | 7                            | 2                           | 3                             | 2                            | 2                            | 3                           | 3                           | 4                           | 64.0                     |
| G04052 | 5                           | 3                            | 3                           | 3                             | 2                            | 2                            | 3                           | 3                           | 4                           | 64.0                     |
| G03111 | 5                           | 7                            | 3                           | 3                             | 2                            | 1                            | 3                           | 2                           | 4                           | 61.3                     |
| G03094 | 5                           | 3                            | 3                           | 2                             | 2                            | 2                            | 3                           | 4                           | 4                           | 60.0                     |
| G04011 | 5                           | 3                            | 3                           | 2                             | 2                            | 3                            | 2                           | 5                           | 4                           | 59.0                     |
| G03088 | 5                           | 3                            | 1                           | 3                             | 2                            | 3                            | 3                           | 4                           | 4                           | 57.0                     |
| G04062 | 9                           | 7                            | 3                           | 3                             | 2                            | 3                            | 3                           | 4                           | 4                           | 57.0                     |
| G03083 | 9                           | 7                            | 3                           | 2                             | 2                            | 2                            | 3                           | 4                           | 4                           | 56.3                     |
| G04039 | 5                           | 3                            | 3                           | 3                             | 2                            | 3                            | 2                           | 4                           | 4                           | 56.0                     |
| G04045 | 5                           | 3                            | 1                           | 2                             | 2                            | 3                            | 2                           | 3                           | 4                           | 55.0                     |
| G04048 | 5                           | 3                            | 3                           | 2                             | 2                            | 3                            | 2                           | 5                           | 4                           | 55.0                     |
| G04049 | 5                           | 3                            | 3                           | 2                             | 3                            | 3                            | 1                           | 4                           | 4                           | 55.0                     |
| G04075 | 9                           | 7                            | 1                           | 3                             | 2                            | 3                            | 2                           | 4                           | 4                           | 55.0                     |
| G04077 | 7                           | 5                            | 3                           | 3                             | 3                            | 3                            | 3                           | 4                           | 4                           | 55.0                     |
| G04091 | 7                           | 7                            | 3                           | 2                             | 2                            | 3                            | 3                           | 4                           | 4                           | 55.0                     |
| G04099 | 9                           | 7                            | 1                           | 3                             | 2                            | 3                            | 3                           | 4                           | 4                           | 55.0                     |
| G04124 | 7                           | 7                            | 3                           | 3                             | 2                            | 3                            | 1                           | 5                           | 4                           | 55.0                     |
| G04037 | 5                           | 5                            | 2                           | 2                             | 2                            | 2                            | 1                           | 3                           | 5                           | 55.0                     |

<sup>1)</sup>SC; stem color, <sup>2)</sup>DAC; distribution of anthocyanin coloration, <sup>3)</sup>LS; leaflet shape, <sup>4)</sup>LSCS; leaflet shape in cross section, <sup>5)</sup>LSM; leaflet serration of margin, <sup>6)</sup>LBS; leaf blistering of surface, <sup>7)</sup>AL; additional leaflets, <sup>8)</sup>CS; color at senescence, <sup>9)</sup>BC; berry color, <sup>10)</sup>RW; root weight.

자원 중 65%를 차지하여, 볼록형 잎을 가진 자원이 지하부 수량이 높게 나타남을 알 수 있었다. 잎 단풍색에서 모든 자원들은 정도의 차이는 있지만 적색을 나타내는 자원이 뿌리 수량이 높았고, 단풍색과 상관관계가 높은 열매색도 진한 적색을 나타내는 계통들이 다수성 계통으로 나타났다.

인삼의 지하부 수량과 관계가 높은 지상부 양적 형질은 경장, 경직경, 경수, 엽수, 열매수 등이 있지만, 이들 형질은 예정지 관리 정도, 해가림 피복 자재에 따른 시설 내 미세 환경 등에 따라 발현 편차가 심하게 나타날 수 있다. 이런 편차를 줄이기 위해서는 환경에 영향을 덜 받는 질적 형질을 기반으로 하여 우량 계통을 선발하는 것이 효율적이다. 인삼은 지하부를 수확하지 않은 이상 뿌리 수량을 알 수 있는 방법이 거의 없는 실정이다. 따라서 지상부 질적 형질을 통해 인삼이 생육 중에 지하부를 수확하지 않더라도 지하부 수량이 높은 계통을 선발할 수 있다면 우량 계통 선발 효율을 상당히 높일 수 있다.

본 연구에서는 지상부의 잎 가로 자른 면이 볼록한 계통, 제 2측엽이 많이 발생하는 계통, 잎 단풍색이 적색으로 발현되는 계통이 지하부 수량이 높은 계통으로 나타났다. 따라서, 이런 질적 형질은 지하부 수량이 높은 우량 품종을 선발하기 위한 지표로 활용할 수 있을 뿐만 아니라, 대부분 재래종을 재배하는 농가에서도 종자 수확 시 이런 개체들을 골라서 채종하여 재배한다면 수량을 좀 더 높일 수 있을 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ006332012013)의 지원에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

## REFERENCES

- Bae YS, Lim ES, Suh SJ, Yu J, Jang IB, Jang IB, Kim DH and Kim YC. (2021). Comparison of growth, disease, and high temperature damage in slope and small tunnel-type shading of ginseng facilities. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 29:380-387.
- Bang KH, Jo IH, Chung JW, Kim YC, Lee JW, 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.
- Cha SK, Kim YC, Choi JE, Choi JS and Kang KK. (2003). Genetic variation in among cultivated field populations of Korean ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) using RAPD. *Korean Journal of Plant Resources*. 16:251-256.
- Cheon SR, Ahn SD, Choi KT and Kwon WS. (1985). Characters and inheritance of stem color in F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> of violet-stem variant x yellow-berry variant in *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Journal of Ginseng Research*. 9:264-269.
- Choi KT and Shin HS. (1982). Morphological characteristics of inflorescence, flowering bud, fruit and leaf of Korean ginseng. *Korean Journal of Breeding*. 6:67-74.
- Choi KT, Ahn SD and Shin HS. (1980). Correlations among agronomic characters of ginseng plants. *Korean Journal of Crop Science*. 25:63-67.
- Choi KT, Lee CH and Chen SR. (1979). Studies on the variation of flowering date in Korean ginseng plants. *Journal of Ginseng Research*. 3:35-39.
- Chung CM. (2007). Standard ginseng cultivation. Jungbu Press. Cheongju, Korea. p.144-146.
- Chung YY, Chung CM and Choi KT. (1995). The correlation of agronomic characters and path coefficient analysis in *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Journal of Ginseng Research*. 19:165-170.
- International Union for the Protection of New Varieties of Plants(UPOV). (2020). Guidelines for the conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability of ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer). Geneva, Switzerland. p.1-30.
- Jang IB, Moon JW, Yu J, Jang IB, Suh SJ and Chun CH. (2019). Analysis of microclimate responses and high-temperature injury in ginseng as affected by shading. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 27:278-283.
- Jang WJ, Jang YE, Kim NH, Waminal NE, Kim YC, Lee JW and Yang TJ. (2020). Genetic diversity among cultivated and wild *Panax ginseng* populations revealed by high-resolution microsatellite markers. *Journal of Ginseng Research*. 44:637-643.
- Kim JH, Yuk JA, Cha SG, Kim HH, Seong BJ, Kim SI and Choi JE. (2003). Genetic variation in pure lines of *Panax ginseng* based on by RAPD analysis. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 11:102-108.
- Kim JU, Kim YC, Kim DH, Lee JW, Bang KH, Hyun DY, Jang MH, Seong BJ, Park GH, Yoon YJ and Jo IH. (2021). New Korean ginseng cultivar ‘Cheonmyeong’ with high yield and rusty root tolerance. *Horticultural Science and Technology*. 39:132-140.
- Kim YC, Kim DH, Bang KH, Kim JU, Hyun DY, Lee SW, Kang SW, Cha SW, Kim KH, Choi JK, Han SH, An YN and Jeong HN. (2013). A high yielding and salt resistance ginseng variety ‘Cheonryang’. *Korean Journal of Breeding Science*. 45:434-439.
- Kim YC, Kim JU, Lee JW, Hong CE, Bang KH, Kim DH, Hyun DY, Choi JK, Seong BJ, An YN, Jeong HN and Jo IH. (2017a) ‘Kowon’, a new Korean ginseng cultivars with high yield and alternaria blight resistance. *Horticultural Science Technology*. 35:499-509.
- Kim YC, Kim JU, Lee JW, Jo IH, Bang KH, Kim DH, Hyun DY, Oh TK, Shinogi Y and Lee CH. (2017b). The classification of the morphological characteristics of aerial vegetative tissues in a large germplasm collection of Korean ginseng(*Panax sp.*). *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*. 62:69-74.
- Kim YC. (2012). Classification of the morphological characteristics of ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) germplasm and selection of useful resources. Ph. D. Thesis. Chungnam National University. p.1-113.
- Kwon WS, Chung CM, Kim YT and Choi KT. (1991). Comparisons of growth, crude saponin, ginsenosides, and

- anthocyanins in superior lines of *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Breeding. 23:219-228.
- Lee JW.** (2010). Development of DNA markers for identification of Korean ginseng cultivars(*Panax ginseng* C. A. Meyer). Master Thesis. Dongguk University. p.1-36.
- Lee SS.** (2002). Characteristics of photosynthesis among new cultivars of ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer). Journal of Ginseng Research. 26:85-88.
- Lee SW, Kim GS, Hyun DY, Kim YB, Kim JW, Kang SW and Cha SW.** (2011). Comparison of growth characteristics and ginsenoside content of ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) cultivated with greenhouse and traditional shade facility. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 19:157-161.
- Moon JW, Jang IB, Jang IB, Kim YC and Suh SJ.** (2021). Changes in the growth characteristics and compound contents of 2-year old ginseng according to chitosan and ultraviolet light treatment. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 29:253-262.
- National Institute of Horticultural and Herbal Science(NIHHS).** (2015). Research on breeding technology with climate change in *Panax ginseng*. National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration. Wanju, Korea. p.3-18.
- Park H.** (1996). Research on ginseng production during the past 20 years. Journal of Ginseng Research. 20:472-500.
- Rhim SY, Sohn JK, Ryu TS, Kwon TR, Choi JK and Choi HJ.** (2010). Analysis for the major traits and genetic similarity of native ginseng(*Panax Ginseng* C. A. Meyer) collections in Korea. Korea Journal of Breeding Science. 42:488-494.
- Rural Development Administration(RDA).** (2012). Good agricultural practice of ginseng. Rural Development Administration. Suwon, Korea. p.77-79.
- Seo SD, Yuk JA, Cha SK, Kim HH, Seong BJ and Kim SI and Choi JE.** (2003). Analysis of diversity of *Panax ginseng* collected in Korea by RAPD technique. Korean Journal Medicinal Crop Science 11:377-384.
- Son DK, Oh MW, Hwang HS, Han JW, Jung JT, Ma GH, Yonna YH, Woo SH and Lee JH.** (2021). Growth and yield characteristics of *Glycyrrhiza* spp. resources. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 29:242-252.
- Wang H, Sun H, Kwon WS, Jin H and Yang DC.** (2009). Molecular identification of the Korean ginseng cultivar “Chunpoong” using the mitochondrial *nad7* intron 4 region. Mitochondrial DNA. 20:41-45.
- Wang H, Xu F, Wang X, Kwon WS and Yang DC.** (2019). Molecular discrimination of *Panax ginseng* cultivar K-1 using pathogenesis-related protein 5 gene. Journal of Ginseng Research. 43:482-487.
- Yi ES, An YN, Han JA and Jo CH.** (2018). Changes of micro-environment in a wide-shading facility for Korean ginseng cultivation. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 26 (supplement 2):169-169.