



## 품종 증식을 위한 매년 채종시 직파와 이식에 따른 5년생 인삼의 품종별 지하부 생육 특성

김영창\*<sup>†</sup> · 김영배\* · 김장욱\* · 이정우\* · 조익현\* · 방경환\*\* · 김동희\* · 김기홍\*

\*농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부, \*\*농촌진흥청 국립원예특작과학원 기획조정과

## Difference in Growth Characteristics of 5-Year-Old Ginseng Grown by Direct Seeding and Transplanting

Young Chang Kim\*<sup>†</sup>, Young Bae Kim\*, Jang Uk Kim\*, Jung Woo Lee\*, Ick Hyun Jo\*,  
Kyong Hwan Bang\*\*, Dong Hwi Kim\* and Kee Hong Kim\*

<sup>†</sup>Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

\*\*Planning and Coordination Division, NIHHS, RDA, Wanju 55365, Korea.

### ABSTRACT

**Background** : In order to determine the effects of planting methods on root growth of ginseng varieties, two different methods, direct seed sowing and transplanting were compared in terms of their effects on different root growth characteristics.

**Methods and Results** : Higher fresh root weight was observed in ginseng grown by direct seed sowing. Direct seed sowing of three cultivars (Sunhyang, Chungsun and K-1) resulted in higher yield, whereas no difference was observed in the yield of one cultivar (Chungsun). Gumpoong was highly tolerant to physiological stress, as it showed fewer symptoms of rusty and rough skin root diseases in both direct seed sowing and transplanting. The average main root length per total root length of ginseng grown by direct seed sowing was 33.6%, whereas that of ginseng grown by the average of those by transplanting was 22.4%. Other root growth characteristics, including root length, main root diameter, and number of side roots, improved when the direct seed sowing method was used.

**Conclusions** : To our knowledge, this is the first study reporting the differences in root growth parameters of ginseng varieties grown by direct seed sowing or transplanting at the same planting density. Because of the advantages of direct sowing during ginseng planting, developing new varieties and improving cultivation methods are imperative.

**Key Words** : *Panax ginseng*, Direct Sowing, Ginseng Variety, Transplanting Cultivation

### 서 언

고려인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 조선 중기 이후부터 산에서 밭으로 정착되어 재배되어 왔으며 (Chung, 2007), 「승정원일기」 숙종 36년 (1710년) 기록에 보면 영남인 가운데 종삼을 밭으로 하는 사람이 많다고 보고된 (Ok, 2008) 것으로 보면 그 당시에는 묘삼을 1년간 재배하여 이식하는 방식으로 재배하여 왔다는 것을 알 수 있다. 인삼 재배

시 이식을 하는 이유는 홍삼, 백삼 및 태극삼 등 원형 유지 가공에 적합한 우량 체형을 가진 인삼을 생산하기 위해서이다 (Won and Jo, 1999). 이식삼은 주로 6년근 생산을 목적으로 하며 직파삼은 4년근 생산이 주를 이루고 최근에는 5-6년근까지 생산하는 면적이 늘어나는 추세이다.

직파재배는 이식재배에 필요한 육묘, 묘삼 채굴 및 선별 작업, 이식 작업을 할 필요가 없으므로 생산비를 감소시킬 수 있으며, 주로 가을에 파종하기 때문에 파종 후 해가림 시설을

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-43-871-5532 (E-mail) ycpiano@korea.kr

Received 2015 September 2 / 1st Revised 2015 September 21 / 2nd Revised 2015 October 7 / 3rd Revised 2015 October 21 / Accepted 2015 October 22

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.

설치함으로써 봄철에 집중되는 작업량을 분산시킬 수 있는 이 점이 있다. 그러나, 직파재배는 파종 후 1년간 관수, 모잘록병 방제 등 입모 확보를 위한 세밀한 관리가 필요하며, 예정지 관리가 불량하거나 1년생에서 재배 관리가 부실할 경우 입모 확보가 어려워 실패할 가능성이 높다. 또한, 밀식을 할 경우 수광량이 부족하여 광합성량이 떨어져 근비중이 낮아지며, 근 조직이 치밀하지 못하다고 하였으며, 조사포닌 함량도 이식삼에 비해 떨어진다는 보고가 있다 (Mok *et al.*, 1997; Lee *et al.*, 1998, 2005). 반면, 이식재배는 묘삼 생산비, 묘삼을 직접 생산하지 않을 경우 묘삼 구입비, 이식시 인건비 등이 추가적으로 투입되어 생산비 비율이 높아진다 (Lee *et al.*, 2005).

직파재배에 관해서는 파종밀도 및 적변발생 비율 (Lee *et al.*, 1998), 단위면적당 수확량 (Lee *et al.*, 1998; Won and Jo, 1999), 연생 및 계절별 광량조절방법 (Mok *et al.*, 1997), 조사포닌 함량 (Lee *et al.*, 2005)과 부위별 진세노사이드 함량 (Li *et al.*, 2010; Han *et al.*, 2013), 3년생에서 품종별 특성 (Park *et al.*, 2013), 직파재배시 파종입수 및 재식밀도에 따른 입모율 향상 (Mo *et al.*, 2014) 직파재배 시 유기물 처리에 따른 연차간 입모율 (Park *et al.*, 2015) 등이 연구되었다.

현재 인삼 품종은 천풍, 연풍, 고평, 선풍, 금풍, 선운, 선원, 청선, 선향, 천일, K-1, 천량, 금선, 선일, 고평1호, 고평2호, 금풍1호, 선운1호, 선운2호 등 19개 품종이 개발되었으며 (KSVS, 2015), 품종마다 고유의 특성을 보유하고 있어 농가는 재배 목적에 따라 품종을 선택하여 재배하고 있다 (Kim *et al.*, 2014).

최근 농촌 노동력 부족과 인건비 상승에 따른 생산비 절감을 위해서 직파 재배 면적이 매년 증가하고 있는 추세인데, 현재까지 이식삼과 직파삼에 대한 비교 연구는 많이 되어 있으나 대부분 재래종을 대상으로 실시하였으며, 같은 재식 밀도내에서 고년근 인삼과 품종에 대한 직파와 이식재배 연구는 더더욱 부족한 실정이다. 인삼 품종이 농가에 많이 보급됨에 따라 품종에 따른 직파삼과 이식삼에 대한 비교 연구가 필요하다. 따라서 본 시험은 품종별 직파와 이식삼의 생육 특성을 비교 분석하여 품종별 직파삼 재배에 대한 기초자료를 활용하고자 실시하였다.

### 재료 및 방법

**Table 1.** The physicochemical properties of the investigated field.

Classification	Soil texture	pH (1 : 5)	EC (dS/m)	NO <sub>3</sub> (mg/kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	OM (g/kg)	EX. cation (cmol <sup>+</sup> /kg)			
							K	Mg	Na	Ca
Measured value	Sandy loam	6.2	0.17	14.75	96.9	10.8	0.43	1.2	0.07	2.9
Common range for upland soil	Sandy loam - Silty loam	5.0-6.0	≥ 0.5	≥ 50	50 - 150	10 - 20	0.20 - 0.60	1.0 - 2.0	0.05 - 0.15	3.0 - 5.0

#### 1. 공시 재료

본 시험의 재료는 충청북도 음성군 농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 인삼 육종 포장에서 재배된 5년생 고려인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer)의 품종을 이용하였다. 품종은 천풍 (농업유전자원센터 국가등록자원 IT No. 239663), 연풍 (239664), 고평 (239665), 선풍 (239666), 금풍 (239667), 선운, 선원, 청선, 선향, K-1 등 10개 품종을 이용하였다.

#### 2. 재배방법

본 시험은 2008년에 예정지 관리한 포장에 직파 재배용은 2009년도 11월 3일에 파종하였으며, 파종밀도는 10행 × 10열/90 × 180 cm로 하였다. 이식 재배용은 직파한 포장과 동일한 포장에 모밭을 만든 후 동일한 날짜에 파종하여 2010년 1년 동안 묘삼으로 재배한 후 2011년도 3월 22일에 채굴하였다. 품종별 직파한 시험구 옆에 파종밀도와 동일하게 이식하였고, 직파와 이식재배를 각각 3반복씩 실시하였으며, 품종별 종자 확보를 위해 3년생 때부터 매년 종자를 수확하였다. 재배토양의 토성은 사질양토이며 토양의 이화학적 분석은 농촌진흥청 농업과학기술원 토양분석법 (RDA, 2009; NIAST, 2000)에 준하여 실시하였고 (Table 1) 청색 3겹 + 흑색 1겹의 4중직 차광망으로 출아전 해가림 시설을 설치하고, 고온장해를 예방하기 위해 6월 상순 흑색 2중직 차광망을 덧씌웠다. 예정지 관리, 병해충 관리 등 기타 재배관리는 인삼 GAP 표준재배지침서 (RDA, 2012a) 기준에 준하였다.

#### 3. 생육 특성, 생리장해, 병해 조사

2014년도 10월 16일 5년근을 수확하여 품종별로 근장, 동체장 등 8개 항목을 조사하였으며 생리장해 및 병해 조사는 농촌진흥청 연구조사분석기준 (RDA, 2012b)에 준하여 20개체씩 조사하였고, 지하부 부위별 측정 위치는 Fig. 1과 같다. 지하부 생리장해는 적변과 은피로 구분하였고 병해는 뿌리썩음병을 조사하였으며, 3등급으로 구분하였다. 1등급은 지하부 1개체에 생리장해와 병해가 발생하지 않았을 경우를 나타냈고, 2등급은 1 - 30% 발생, 3등급은 31% 이상 발생했을 때로 구분하였다.

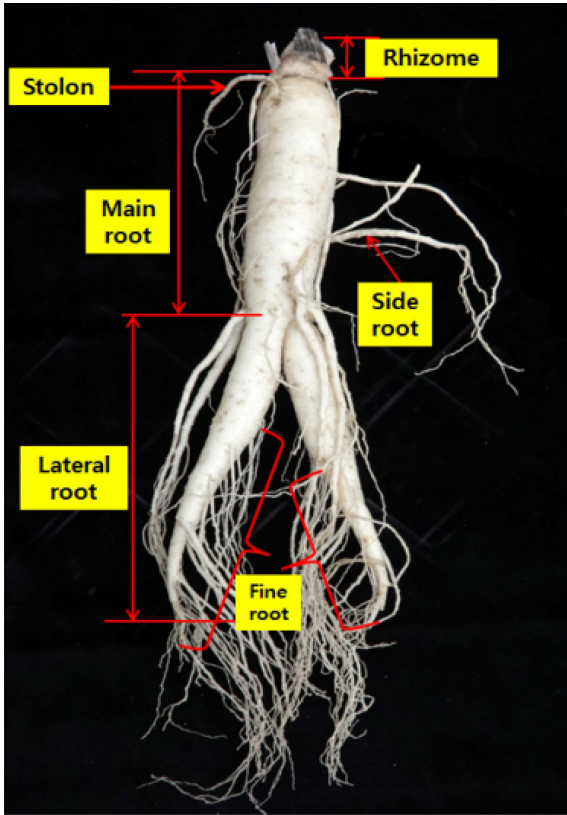


Fig. 1. Name of root parts on ginseng root.

#### 4. 통계 분석

통계처리는 SAS (version 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 Duncan's Multiple Range Test (DMRT)로 유의성 검정, *t*-test 그리고 2요인 분석을 실시하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 직파재배시 5년생 인삼의 품종별 지하부 생육 특성

인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer)을 품종별로 직파를 하여 5년생 지하부 생육 특성을 비교한 결과는 Table 2와 같다. 품종별 근장은 평균 32.7 cm였으며 품종별로 큰 차이는 없었으나 고품, 선풍, 선운이 각각 28.9 cm, 30.8 cm, 30.2 cm로 다른 품종에 비해 짧은 편이었다.

직파 재배시 동체장은 평균 11.0 cm이며 천풍, 연풍, 고품, 금풍, 선향, K-1은 비슷하였으나 선풍, 선운, 선원, 청선이 다른 품종에 비해 짧은 편이었다.

품종별 직파 재배시 지근장은 평균 21.8 cm로 품종 간에는 큰 차이는 없었고 고품과 선운이 각각 17.4 cm, 19.7 cm로 다른 품종에 비해 짧은 경향을 나타냈다. 동직경은 평균 19.9 mm였으며 연풍, 청선, 선향 등 3개 품종의 평균이 21.8 mm로 다른 품종에 비해 두꺼운 편이었으나 천풍, 선운은 각각

18.2 mm, 17.9 mm로 다른 품종에 비해 더 얇았다.

직파 재배시 품종별 지하부 전체 길이 중 동체장이 차지한 비율은 평균 33.6%를 차지했으며, 품종별로는 가장 낮은 선풍이 27.3%였고 고품이 39.4%로 고품은 직파 재배시 동체장이 상당히 긴 편이었다. 동체장이 길면 우량 원형홍삼의 비율이 높아지며, 지하부 수량도 증가하는 경향이 있기 때문에 고품 특성에 맞는 재배법과 예정지를 선정하여 재배하면 품질이 우수하고 수량을 높일 수 있을 것으로 판단된다. 품종별 지근 수는 평균 2.6개이며 천풍을 비롯한 9개 품종은 비슷했으며 금풍이 2.3개로 다른 품종에 비해 적은 편이었다. 측근 수는 평균 7.8개이며 고품, 선풍, 선운, 선원이 다른 품종에 비해 적은 편이었다. 수근 수는 평균 2.1개이며 천풍, 고품, 청선이 각각 1.1개, 1.5개, 1.6개로 적은 편이었고 다른 품종들은 비슷하였다. 품종별 수근 수는 평균 2.1개이며, 선원과 선향이 각각 2.7개, 2.6개로 가장 많았고, 연풍, 선풍, 선운, K-1도 많았으며 청선, 고품, 금풍, 청선은 적은 편이었다. 직파 재배시 품종별 주당 생근중은 평균 32.0 g 이고 품종 중에서는 선향이 39.9 g 으로 가장 무거웠고 청선과 K-1도 각각 39.2 g, 37.1 g 으로 다른 품종에 비해 유의 있게 높게 나타났으며, 천풍과 선운이 각각 25.0 g, 26.4 g 으로 품종 중에서 낮은 수량을 나타내었다. Park 등 (2013)은 3년생에서 재식밀도 72주/90×180 cm 에서는 금풍, 90주에서는 연풍, 120주에서는 고품이 생육이 우수하다고 보고하였는데, 고년생을 대상으로 한 본 시험과는 약간의 차이가 있음을 알 수 있었다. 본 시험의 결과로 지하부 근중은 지근수와 측근수가 많은 품종일수록 높아짐을 알 수 있었으며, 직파시 수량을 높이기 위해서는 선향, 청선, K-1 품종을 재배하는 것이 알맞을 것으로 판단된다. 한편, 선향은 직파시 지하부 생육에서 근장, 동체장, 지근장, 동직경, 근중 등에서 다른 품종에 비해 우수하여 직파재배 적응 품종으로 적합할 것으로 생각된다.

#### 2. 이식재배시 5년생 인삼의 품종별 지하부 생육 특성

10개의 인삼 품종을 이식하여 5년생 때 지하부 생육 특성을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 이식 재배시 품종의 평균 근장은 평균 30.3 cm였으며 품종 중에서는 선향이 32.9 cm 로 가장 길었으며 직파재배시도 34.6 cm 로 높은 수치를 나타냈다. 한편, 천풍, 청선, 금풍, 선원, 선운 등도 근장이 다른 품종에 비해 긴 편이었다. 품종별 너두장을 보면, 직파 재배시는 품종 간 큰 차이는 없었으나 이식 재배시는 평균 1.8 cm였고 선향이 1.7 cm로 다른 품종에 비해 짧은 편이었다.

품종별 동체장은 평균 6.8 cm이며 품종 중에서는 선향이 7.9 cm로 동체장이 가장 길었으며, 청선, 선원, 선운, 금풍이 각각 7.2 cm, 7.1 cm, 7.0 cm, 7.0 cm로 다른 품종에 비해 긴 편이었다. 품종별 이식 재배시 전체 지하부 길이에서 동체장이 차지하는 비율은 22.4% (1/5)정도 차지했으며 품종별 범위

직파와 이식에 따른 5년생 인삼의 품종별 지하부 생육 특성

**Table 2.** Growth characteristics of root parts in 5 year old of ginseng varieties by direct seeding.

Varieties	RL <sup>1)</sup> (cm)	RHL (cm)	ML (cm)	LL (cm)	RMR (%)	MRD (mm)	NLR (No.)	NSR (No.)	NS (No.)	RW (g)
Chunpoong	34.5±3.53ab	2.1±0.38a	11.6±2.06ab	22.9±3.83abc	33.6	18.2±2.85e	2.6±0.75abc	9.1±2.83ab	1.1±0.20d	25.0±5.00e*
Yunpoong	35.0±4.48a	2.0±0.33a	12.6±3.53abc	22.4±5.48abc	36.0	21.1±2.90abc	2.7±0.91abc	10.1±3.40a	1.9±0.71abc	34.6±7.20bcd
Gopoong	28.9±3.04d	2.0±0.51a	11.4±2.61abc	17.4±4.14d	39.4	20.0±2.92cd	2.7±0.66abc	7.2±2.70bc	1.5±0.63cd	33.2±5.20cd
Sunpoong	30.8±6.62bcd	2.0±0.29a	8.4±1.28d	22.5±5.98abc	27.3	19.6±2.42cd	3.0±0.82a	5.0±1.22d	2.3±0.35abc	31.7±5.50d
Gumpoong	33.8±5.26abc	2.1±0.43a	11.6±3.40abc	22.1±5.19abc	34.3	19.0±1.71cd	2.3±0.58bc	7.9±2.47abc	1.7±0.31bc	32.0±2.70cd
Sunun	30.2±4.37cd	2.0±0.28a	10.5±1.96bcd	19.7±4.95cd	34.8	17.9±2.00e	2.5±0.60abc	6.6±1.73cd	2.2±0.22abc	26.4±4.90e
Sunwon	31.8±3.01abc	2.1±0.29a	9.8±2.18cd	22.1±4.57abc	30.8	20.5±2.92bcd	2.9±0.73ab	6.8±2.68bcd	2.7±0.59a	33.1±5.80cd
Chungsun	31.8±2.90abc	2.1±0.30a	10.1±1.56cd	21.7±3.27abc	31.8	21.8±.93ab	2.8±0.75abc	8.4±3.12ab	1.6±0.25bcd	39.2±7.10ab
Sunhyang	34.6±4.30a	2.2±0.33a	11.3±2.86abc	24.1±5.73ab	32.7	22.6±2.28a	2.7±0.66abc	7.9±2.37abc	2.6±0.24a	39.9±4.90a
K-1	35.1±4.30a	2.1±0.33a	10.6±1.09abc	24.4±4.38a	30.2	20.0±1.71cd	2.4±0.75abc	8.0±1.83abc	2.5±0.21ab	37.1±4.80ab
Average	32.7±4.64	2.1±0.08	11.0±2.44	21.8±4.99	33.6	19.9±2.87	2.6±0.87	7.8±2.60	2.1±0.45	32.0±6.10

<sup>1)</sup>RL; Root length, RHL; Rhizome length, ML; Main root length, LL; Lateral root length, RMR; Ratio of main root length/root length, MRD; Main root diameter, NLR; Number of lateral root, NSR; Number of side root, NS; Number of stolon, RW; Weight per fresh root.  
\*Means within a column followed by the same letters are not significantly different based on the DMRT ( $p < 0.05$ ).

**Table 3.** Growth characteristics of root parts in 5 year old of ginseng varieties by transplanting.

Varieties	RL <sup>1)</sup> (cm)	RHL (cm)	ML (cm)	LL (cm)	RMR (%)	MRD (mm)	NLR (No.)	NSR (No.)	NS (No.)	RW (g)
Chunpoong	32.5±3.89ab	1.8±1.50ab	5.9±1.32c	26.6±4.00a	18.2	16.4±2.36e	2.7±0.90ab	2.0±0.73b	1.6±0.21ab	19.7±2.97c*
Yunpoong	27.7±2.25d	1.9±0.23ab	5.8±1.63c	21.9±2.06cd	20.9	19.6±1.71b	3.2±0.83ab	3.5±0.18ab	1.6±0.16ab	25.0±3.98b
Gopoong	29.0±3.64cd	1.8±0.23a	5.7±2.11c	23.3±3.99abc	19.7	17.8±2.03cd	2.8±0.93ab	2.2±0.73b	1.9±0.24ab	21.9±4.92bc
Sunpoong	27.6±2.30d	1.8±0.24ab	6.6±2.65bc	21.0±3.29d	23.9	17.6±1.92cde	2.8±0.93ab	2.6±0.47b	1.5±0.44ab	24.3±5.40b
Gumpoong	31.5±2.66abc	1.8±0.35ab	7.0±2.88ab	24.6±3.75abc	22.2	18.5±2.32bcd	3.0±1.28ab	3.4±0.60ab	1.1±0.04c	24.3±5.25b
Sunun	30.7±4.94abc	1.9±0.27ab	7.0±3.38ab	23.7±6.16abc	22.8	17.6±1.59cde	2.9±1.22ab	3.2±0.06ab	1.5±0.25ab	24.1±4.24b
Sunwon	30.8±2.88abc	1.9±0.27a	7.1±2.63ab	23.6±4.57abc	23.1	17.4±4.29de	2.7±1.10ab	3.1±0.16ab	1.7±0.31abc	23.1±3.46bc
Chungsun	31.9±3.48abc	2.0±0.19ab	7.2±2.50ab	24.7±3.27abc	22.6	21.2±4.83a	3.4±1.40a	4.6±0.55a	1.2±0.57bc	31.6±4.38a
Sunhyang	32.9±3.20a	1.7±0.43b	7.9±3.17a	25.0±5.73ab	24.0	18.0±4.76cd	2.6±0.86b	3.0±0.13ab	2.1±0.34a	23.9±3.48b
K-1	29.4±3.74bcd	1.8±0.23ab	6.4±2.61bc	23.0±4.38bcd	21.8	18.9±4.97bc	3.1±0.80ab	2.3±0.95b	1.0±0.54c	23.0±5.43bc
Average	30.3±3.64	1.8±0.07b	6.8±2.72	23.5±4.14	22.4	18.2±2.28	2.9±1.04	3.0±0.61	1.5±0.25	24.1±4.95b

<sup>1)</sup>RL; Root length, RHL; Rhizome length, ML; Main root length, LL; Lateral root length, RMR; Ratio of main root length/root length, MRD; Main root diameter, NLR; Number of lateral root, NSR; Number of side root, NS; Number of stolon, RW; Weight per fresh root.  
\*Means within a column followed by the same letters are not significantly different based on the DMRT ( $p < 0.05$ ).

는 18.2% (천풍) - 24.0% (선향)였다. 지근장은 평균 23.5 cm이며 천풍이 26.6 cm로 가장 길었으며, 선향, 청선, 금풍이 각각 25.0, 24.7, 24.6 cm로 다른 품종에 비해 길었다. 위의 결과로 볼 때 이식재배 시 지하부의 길이는 품종별로 다소 차이가 있지만 동체장이 1/5 - 1/4 정도, 지근장이 3/4 - 4/5 정도 차지하는 것으로 나타났다. 홍삼을 제조할 경우 1등급이 되기 위해서는 지근 (다리)의 길이가 동체장 (몸통길이)의 3/4이하

여야 하는데 (MAFRA, 2014), 이식재배시 지근장이 3/4 - 4/5 정도 차지함으로 이식재배가 원형홍삼 생산에 알맞은 것으로 나타났다.

이식재배시 품종별 평균 동체 직경은 18.2 mm였으며, 청선이 21.2 mm로 다른 품종에 비해 두꺼웠으며, 천풍이 16.4 mm로 가장 얇은 것으로 나타났다. 품종별 평균 지근수는 2.9개였으며, 대부분 품종간에 큰 차이를 나타내지 않았으나 선향이

**Table 4.** Growth characteristics of root parts in 5 year old of ginseng varieties by direct seeding and transplanting.

Varieties	Cultivating method	RL (cm)	RHL (cm)	ML (cm)	LL (cm)	RMR (%)	MRD (mm)	NLR (No.)	NSR (No.)	NS (No.)	RW (g)
Chunpoong	DS <sup>1)</sup>	34.5±3.53	2.1±0.38	11.6±2.06	22.9±3.83	33.6	18.2±2.85	2.6±0.75	9.1±2.83	1.1±0.20	25.0±5.00
	TP	32.5±3.89	1.8±1.50	5.9±1.32	26.6±4.00	18.2	16.3±2.63	2.7±0.90	2.0±0.73	1.4±0.21	19.7±2.97
	t-test	ns	ns	**	ns	*	ns	ns	**	ns	*
Yunpoong	DS	35.0±4.48	2.0±0.33	12.6±3.53	22.4±5.48	36.0	21.1±2.90	2.7±0.91	10.1±3.40	1.9±0.71	34.6±7.20
	TP	27.7±2.25	1.9±0.23	5.8±1.63	21.9±2.06	20.9	19.6±1.71	3.2±0.83	3.5±0.18	1.6±0.16	25.1±3.98
	t-test	*	ns	**	**	**	*	*	**	ns	**
Gopoong	DS	28.8±3.04	2.0±0.51	11.4±2.61	17.4±4.14	39.4	20.0±2.92	2.7±0.66	7.2±2.70	1.5±0.63	26.2±5.20
	TP	29.0±3.64	1.8±0.23	5.7±2.11	23.3±3.99	19.7	17.8±2.03	2.8±0.93	2.2±0.73	1.9±0.24	21.9±4.92
	t-test	ns	ns	*	ns	**	ns	ns	**	ns	ns
Sunpoong	DS	30.8±6.62	2.0±0.29	8.4±1.28	22.5±5.98	27.3	19.6±2.42	2.8±0.82	5.0±1.22	2.3±0.35	31.7±5.50
	TP	27.6±2.30	1.8±0.24	6.6±2.65	21.0±3.29	23.9	17.6±1.92	3.0±0.93	2.6±0.47	1.5±0.44	24.3±5.40
	t-test	**	ns	ns	**	ns	ns	*	ns	ns	**
Gumpoong	DS	33.8±5.26	2.1±0.43	11.6±3.40	22.1±5.19	34.3	18.5±1.71	2.3±0.58	7.9±2.47	1.7±0.31	27.0±2.70
	TP	31.5±2.66	1.8±0.35	7.0±2.88	24.6±3.75	22.2	18.0±2.32	3.0±1.28	3.4±0.60	1.1±0.04	24.3±5.25
	t-test	*	ns	*	ns	*	ns	**	*	ns	ns
Sunun	DS	30.7±4.37	2.0±0.28	10.5±1.96	19.7±4.95	34.8	17.9±2.00	2.5±0.60	6.6±1.73	2.2±0.22	26.4±4.90
	TP	30.2±4.94	1.9±0.27	7.0±3.38	23.7±6.16	22.8	17.6±1.59	2.9±1.22	3.2±0.06	1.5±0.25	24.1±4.24
	t-test	ns	ns	ns	ns	*	ns	**	ns	ns	ns
Sunwon	DS	31.9±3.01	2.1±0.29	9.8±2.18	22.1±4.57	30.8	20.5±2.92	2.7±0.73	6.8±2.68	2.7±0.59	33.1±5.80
	TP	30.8±2.88	1.9±0.27	7.1±2.63	23.6±4.57	23.1	17.4±1.69	2.9±1.10	3.1±0.16	1.7±0.25	23.1±3.46
	t-test	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	**
Chungsun	DS	31.9±2.90	2.1±0.30	10.1±1.56	21.7±3.27	31.8	21.8±2.93	2.8±0.75	8.4±3.12	1.6±0.25	39.2±7.10
	TP	31.8±3.48	2.0±0.19	7.2±2.50	24.7±3.27	22.6	21.2±1.96	3.4±1.40	4.6±0.55	1.2±0.31	31.6±4.38
	t-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	*
Sunhyang	DS	34.6±4.30	2.2±0.33	11.3±2.86	24.1±5.73	32.7	22.4±2.28	2.7±0.66	7.9±2.37	2.6±0.24	39.9±4.90
	TP	32.9±3.20	1.7±0.43	7.9±3.17	25.0±5.73	24.0	18.0±1.74	2.7±0.86	3.0±0.13	2.1±0.57	23.9±3.48
	t-test	ns	ns	ns	ns	**	ns	ns	*	ns	*
K-1	DS	35.1±4.30	2.1±0.33	10.6±1.09	24.4±4.38	30.2	20.0±1.71	2.4±0.75	8.0±1.83	2.5±0.21	37.1±4.80
	TP	29.4±3.74	1.8±0.23	6.4±2.61	23.0±4.38	21.8	18.9±1.97	3.0±0.80	2.3±0.95	1.0±0.54	23.0±5.43
	t-test	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	*	**	*
Average	DS	32.7±4.64	2.1±0.08	11.0±2.44	21.8±4.99	33.6	19.9±2.87	2.6±0.87	7.8±2.60	2.1±0.45	32.0±6.10
	TP	30.3±3.64	1.8±0.07	6.8±2.72	23.5±4.14	22.4	18.2±2.28	2.9±1.04	3.0±0.61	1.5±0.25	24.1±4.95
	t-test	ns	ns	*	ns	ns	ns	**	*	ns	*
Source	F-value										
		RL	RHL	ML	LL	RMR	MRD	NLR	NSR	NS	RW
	Varieties (A)	4.74***	-	-	2.63**	-	13.87***	-	3.43***	2.85**	13.02***
Cultivating method (B)	22.39***	49.82***	223.04***	13.35***	153.20***	68.09***	8.91**	250.45***	15.34***	215.95***	
A × B	2.95**	-	3.42***	2.17*	2.57**	3.72***	-	2.42*	2.16**	4.35***	

<sup>1)</sup>DS; Direct seeding, TP; Transplanting, RL; Root length, RHL; Rhizome length, ML; Main root length, LL; Lateral root length, RMR; Ratio of main root length/root length, MRD; Main root diameter, NLR; Number of lateral root, NSR; Number of side root, NS; Number of stolon, RW; Weight per fresh root.

\*Means in a column with a different letter are significantly different (\*p < 0.05, \*\*p < 0.01, \*\*\*p < 0.001) using DMRT.

2.6개로 다소 적은 편이었다. 측근수는 평균 3.0개였으며, 품종별로는 청선이 4.6개로 가장 많이 발생하였다. 뇌두에서 발생되는 수근은 평균 1.5개였으며 금풍, 청선, K-1이 각각 1.1개,

1.2개, 1.0개 다른 품종들에 비해 적게 나타났다. 이식재배시 개체당 지하부 평균 근중은 24.1g 였고 품종별로는 청선이 31.6g 으로 가장 많았고, 천풍이 19.7g 으로 가장 적었다. 청

직파와 이식에 따른 5년생 인삼의 품종별 지하부 생육 특성

선은 직파재배에서도 수량이 많은 것으로 나타나 고년생 재배 시 직파와 이식재배 모두 알맞은 품종으로 판단된다. 이식재배 시 인삼 지하부 수량은 근장, 동체장, 동직경, 지근수, 측근수가 많을수록 높게 나타났으며, 이는 Kim (2012)이 보고한 내용과 일치하는 것으로 나타났다.

3. 직파 및 이식재배에 따른 5년생 인삼의 품종별 지하부 생육특성 비교

직파와 이식재배에 따른 5년생 지하부 특성을 품종별로 통계 분석한 결과는 Table 4와 같다. 근장의 평균은 직파 재배는 32.7 cm 이고 이식재배는 30.3 cm로 2.4 cm 더 길었으며, 모든 품종에서 직파 재배한 것이 이식 재배한 것 보다 길었으며, 연풍, 선풍, 금풍이 유의 있게 길었다. 뇌두장은 직파와 이식재배에 따른 품종별 차이는 나타나지 않았다.

동체장은 모든 품종에서 직파 재배한 것이 이식 재배한 것 보다 길었고 천풍, 연풍, 고품, 금풍, K-1에서 유의성을 나타냈으며 평균 동체장도 직파재배가 11.0 cm, 이식재배가 6.8 cm로 직파재배가 유의성 있게 더 길었다.

품종별 직파 재배시 지근장은 평균 21.8 cm로 이식 재배시 23.5 cm보다 1.7 cm 짧았으나 유의성은 없었다. 대부분 품종 간에는 큰 차이는 없었고 연풍과 선풍은 직파재배보다 이식재배에서 지근장이 더 짧게 나타났다. 품종별 지하부 전체 길이 중 동체장이 차지한 비율은 직파재배가 평균 33.6%로 이식재배시 22.4%보다 11.2% 높게 차지했으며, 품종별로는 가장 낮은 선풍이 27.3%였고 고품이 39.4%로 직파 재배시 동체장이 상당히 긴 편이었다. 위의 결과에서 직파재배를 하면 이식재배보다 동체장이 길어지는데 동체장이 길면 지하부 수량은

증가하지만 상대적으로 지근의 길이가 짧아지며, 지근의 길이가 차지하는 비율도 낮아진다. Li 등 (2010)은 직파 재배할 경우 부위별 사포닌 함량 중에서 주근 23.8 mg/g, 지근이 40.9 mg/g, 세근이 78.8 mg/g 라고 했는데 본 시험 결과를 볼 때 직파를 하게 되면 지근과 세근 비율이 주근에 비해 상대적으로 차지하는 비율이 감소해서 사포닌 함량도 줄어들 것으로 유추할 수 있다.

동직경은 직파 재배한 평균은 19.9 mm, 이식 재배한 평균은 18.2 mm로 직파 재배한 평균이 이식 재배한 평균보다 컸으나 유의성이 없었으며, 품종 중에서는 연풍과 선원에서만 유의성이 인정되었다.

지근수는 이식 재배한 것이 직파 재배한 것보다 많은 경향을 나타냈으며, 선풍, 금풍, 선운, 청선, K-1에서 유의성을 나타냈다. 품종별 평균 지근수는 직파 재배시 2.6개, 이식 재배시 2.9개로 직파재배보다 이식재배에서 많은 것으로 나타났으며, 천풍, 고품, 선향을 제외하고는 유의성을 나타냈다. Lee 등 (2005)은 직파재배는 주근이 수직으로 신장하여 동체 발달이 양호하고 이식재배는 묘삼을 45°로 경사지게 이식하기 때문에 지근 발달이 촉진된다고 했는데 이는 본 연구와 일치하였다.

품종별 측근수는 직파 재배한 평균이 7.8개, 이식 재배한 평균이 3.0개로 직파재배가 4.8개가 많은 것으로 나타났고, 선풍, 선운, 청선을 제외한 대부분 품종에서 유의성을 나타냈다. 수근수는 직파 재배시 평균 2.1개, 이식 재배시 1.5개로 직파 재배시 수근수가 많았으나 K-1을 제외한 모든 품종에서 유의성을 나타내지 않았다.

인삼 품종별 직파재배와 이식재배를 하여 5년근 수확 후 개체당 생근중을 측정된 결과 직파 재배한 것이 32.0 g, 이식 재

Table 5. Reaction to disease and physiological injury according to direct seeding and transplanting in ginseng.

Varieties	Red skin (1 - 3) <sup>1)</sup>		Rough skin (1 - 3)		Root rot (1 - 3)	
	Direct seeding	Transplanting	Direct seeding	Transplanting	Direct seeding	Transplanting
Chunpoong	1.4c	2.1bc	1.4b	1.9a	1.2a	1.4ab*
Yunpoong	1.8ab	2.7a	1.8ab	1.9a	1.5a	1.5ab
Gopoong	1.6ab	2.6ab	1.6ab	1.8ab	1.3a	1.4ab
Sunpoong	2.1a	2.2abc	2.1a	1.9a	1.6a	1.7a
Gumpoong	1.4c	1.8d	1.4b	1.2b	1.2a	1.1b
Sunun	2.1a	2.1bc	2.1a	1.9a	1.5a	1.8a
Sunwon	1.7ab	2.8a	1.7ab	1.6ab	1.5a	1.9a
Chungsun	1.5b	1.9d	1.6ab	1.4ab	1.2a	1.4ab
Sunhyang	1.6ab	2.5ab	1.6ab	1.3ab	1.3a	1.3ab
K-1	1.8ab	2.0cd	1.8ab	1.3ab	1.4a	1.4ab
Average	1.6	2.3	1.7	1.6	1.4	1.5

<sup>1)</sup>Degree of disease occurrence; 1: immunity, 2: 1.0-under 30.0%, 3: over 30.0%-under 50.0%.

\*Means within a column followed by the same letters are not significantly different based on the DMRT ( $p < 0.05$ ).

**Table 6.** Reaction to disease and physiological injury according to direct seeding and transplanting in ginseng.

Varieties	Cultivating method	Rusty skin	Rough skin	Root rot
Chunpoong	DS <sup>1)</sup>	1.4±0.35	1.4±0.67	1.2±0.60
	TP	2.1±0.91	1.9±1.01	1.4±0.80
	t-test	*	*	ns
Yunpoong	DS	1.8±0.96	1.8±0.89	1.5±0.87
	TP	2.7±0.46	1.9±1.01	1.5±0.87
	t-test	**	ns	ns
Gopoong	DS	1.6±0.96	1.6±0.87	1.3±0.72
	TP	2.6±0.50	1.8±1.00	1.4±0.80
	t-test	**	ns	ns
Sunpoong	DS	2.1±0.96	2.1±0.94	1.6±0.93
	TP	2.2±0.89	1.9±0.96	1.7±0.96
	t-test	ns	ns	ns
Gumpoong	DS	1.4±0.54	1.4±0.74	1.2±0.60
	TP	1.8±0.81	1.2±0.60	1.1±0.44
	t-test	*	ns	ns
Sunun	DS	2.1±0.80	2.1±0.94	1.5±0.87
	TP	2.1±0.91	1.9±0.94	1.8±1.00
	t-test	ns	ns	ns
Sunwon	DS	1.7±0.97	1.7±0.90	1.5±0.87
	TP	2.8±0.54	1.6±0.86	1.9±1.01
	t-test	**	ns	ns
Chungsun	DS	1.5±0.51	1.6±0.87	1.2±0.60
	TP	1.9±0.89	1.4±0.80	1.4±0.80
	t-test	**	ns	ns
Sunhyang	DS	1.6±0.66	1.6±0.86	1.4±0.80
	TP	2.5±0.60	1.2±0.62	1.2±0.62
	t-test	*	ns	ns
K-1	DS	1.8±0.73	1.8±0.93	1.4±0.80
	TP	2.0±0.95	1.3±0.72	1.4±0.80
	t-test	ns	ns	ns
Average	DS	1.6±0.86	1.7±0.89	1.4±0.77
	TP	2.3±0.82	1.6±0.89	1.5±0.84
	t-test	*	ns	ns

Source	F-value		
	Rusty skin	Rough skin	Root rot
Varieties (A)	3.93***	3.08**	2.12*
Cultivating method (B)	60.55***	-	-
A × B	2.90**	-	-

<sup>1)</sup>DS; Direct seeding, TP; Transplanting.  
 \*Means within a column followed by the same letters are not significantly different based on the DMRT ( $p < 0.05$ ).  
 \*Means in a column with a different letter are significantly different ( $*p < 0.05$ ,  $**p < 0.01$ ,  $***p < 0.001$ ) using DMRT.

배한 것이 24.1 g으로 직파 재배한 것이 7.9 g 더 무거워 32.7% 높게 나타남을 알 수 있었다. 품종 중에서는 고품, 금품, 선운을 제외한 모든 품종에서 유의성을 나타냈다. 인삼 재

배기간 동안 1회 채종할 경우 근중은 10% 감소하고, 2회 채종할 경우 40% 이상 감소한다고 보고하였는데 (Chung, 2007), 본 시험에서는 품종당 종자 확보를 위해 3년생 때부터 5년생까지 종자를 3회 수확하여 일반적인 5년생 생근중에 비해 40% 정도가 적게 나타났다. 따라서, 생근중을 높이기 위해서는 종자를 수확하는 횟수를 줄이는 것이 효과적이라고 생각된다.

품종과 변수간의 요인분석을 한 결과 품종은 뿌리의 길이, 지근 길이, 동체 직경, 측근 수, 수근 수, 생체중과는 유의성을 나타내었다. 직파와 이식간의 요인분석을 한 결과, 모든 변수에서 유의성을 나타내었고, 품종과 재배방법간의 상호작용은 너두 길이와 지근 수를 제외한 모든 변수에서 유의성을 나타내었다 (Table 4).

현재까지 같은 재식 밀도내에서 품종별 직파 재배와 이식 재배를 비교한 연구는 보고된 바가 없다. 동일포장과 동일 재식밀도에서 직파재배를 할 경우 이식재배보다 지하부 수량이 높아지는 이유는 직파를 할 경우 파종 후 이동없이 제 자리에서 적응하여 양수분을 찾아 뿌리가 발달하지만, 이식재배인 경우 1년간 모밭에서 재배된 후 이식할 때 많은 스트레스와 상처로 인해 본밭에 안정적인 활착을 하기 위해서 직파 재배보다 많은 시간이 소요되기 때문이라고 생각된다.

이상의 결과를 요약해 보면 고년근 인삼 품종별 이식재배와 직파 재배를 비교한 결과, 근장, 동체장, 동직경, 측근수, 근중은 직파 재배한 것이 이식 재배한 것보다 큰 경향을 나타냈었고, 지근장, 지근수는 이식 재배한 것이 많은 경향을 나타내었다. 지하부 동체에서 발생하는 측근이 직파 재배에서 많이 발생하는 것은 인삼 뿌리가 땅속에서 수분을 찾아 가기 위해서 여러 곳에서 뿌리가 발달하지만 이식 재배에서는 묘삼을 이식한 후 동체와 지근 분기점에서 지근 생성이 측근 생성보다 먼저 되어 수분이 있는 쪽으로 발달하기 때문에 측근 발달이 약하고 오히려 지근 발달이 활발한 것으로 생각된다.

앞으로 직파 재배 면적이 확대될 것을 감안하면, 원형 홍삼용, 백삼용, 수삼용, 삼계용 등 다양한 품목에 맞는 재배법과 품종 개발이 필요할 것으로 사료된다.

#### 4. 직파 및 이식 재배에 따른 5년생 인삼의 품종별 지하부 생리장해 및 병해 특성 비교

직파 재배와 이식 재배에 따른 5년생 인삼의 품종별 지하부 생리장해와 병해를 조사한 결과는 Table 5, 6, Fig. 2와 같다. 지하부 생리장해는 적변과 은피, 병해는 뿌리썩음병을 조사하였다. 적변은 인삼 뿌리 표피가 붉은 반점을 나타내는 현상으로 적변이 많이 발생하면 수삼의 품질이 떨어져 농가 소득이 감소한다. 품종별 직파 재배와 이식 재배에 따른 품종별 적변 발생률은 직파재배는 평균 1.6이었고, 이식 재배는 2.3으로 직파 재배가 이식 재배에 비해 적변 발생률이 적었다. 직파 재

직파와 이식에 따른 5년생 인삼의 품종별 지하부 생육 특성

배시 품종간에는 천풍과 금풍 각각 1.4로 다른 품종에 비해 적변 발생률이 낮게 나타났으며, 선풍과 선운이 비교적 적변 발생률이 높았다. 이식 재배에서는 적변 발생률은 금풍과 청선이 각각 1.8, 1.9로 다른 품종에 비해 낮게 나타났고 연풍과 선원이 2.7과 2.8로 적변 발생률이 높았다 (Table 5). 품종간 직파와 이식 재배에 대한 *t*-test 한 결과 선풍, 선운, K-1을 제외한 모든 품종에서 직파 재배가 이식 재배보다 적변이 적게 발생했는데 (Table 6), 이는 직파 재배가 이식 재배보다 적변 발생률이 적다는 Lee 등 (1998)이 보고한 내용과 일치한다. 직파 재배시 적변발생률이 이식재배보다 현저히 감소한 이유는 이식할 경우 모밭에서 묘삼을 채굴할 때 뿌리에 상처가 나거나 뿌리가 끊어지는 경우가 발생해 상처부위에 적변 유발원이 붙음으로 인해 적변 발생이 많아질 것으로 생각된다. 품종별 직파와 이식 재배 모두 적변에 강한 품종은 금풍이었는데 Kang 등 (2010)이 논재배시 금풍이 적변이 적게 발생한다고 보고한 내용과 일치한다.

은피는 수삼의 표피가 코르크화 되어 외피와 피층 사이에 이층이 생겨 외피가 벗겨지고 내피층 표면이 울퉁불퉁해지며 심하면 뿌리 중심부에 구멍이 생겨 바람 든 것과 비슷한 양상을 나타내 수삼 품질을 떨어뜨린다 (RDA, 2014). 품종별 은피 발생률은 직파 재배가 평균 1.7, 이식재배가 1.6으로 직파와

이식간 큰 차이가 없었다. 직파 재배시 품종별 은피 발생률에서 천풍과 금풍이 각각 1.4로 다른 품종에 비해 낮은 비율을 나타냈고 선풍과 선운이 각각 2.1로 높은 발생률을 보였다. 이식배시에는 금풍이 1.2로 적게 발생했고 품종간 *t*-test 한 결과 천풍을 제외한 모든 품종에서 직파재배와 이식 재배시 유의성이 없는 것으로 나타났다 (Table 5, 6). 적변과 은피 발생률을 조사한 결과 금풍 품종이 직파와 이식 모두 적게 발생하여 금풍이 지하부 생리장애에 강한 품종으로 나타났다.

뿌리썩음병 발병률은 직파 재배와 이식 재배가 각각 1.4, 1.5로 직파와 이식간 차이가 없음을 알 수 있었다 (Table 5, 6). 또한, 품종간에도 직파시에는 차이가 없었으며, 이식시 금풍을 제외한 모든 품종간에는 차이가 없는 것으로 보아 뿌리썩음병 발병률과 직파이식 재배와는 큰 연관이 없는 것으로 나타났다.

품종과 변수간의 요인분석을 한 결과 품종은 적변, 은피 그리고 뿌리썩음병 모두 유의성을 나타내었고, 재배 방식에 따라서는 적변만 유의성이 인정되었으며, 품종과 재배방식 상호간에는 적변만 유의성을 보였다 (Table 6).

이상의 결과를 종합해 볼 때, 적변 발생률은 직파시 감소하며, 은피와 뿌리썩음병 발생률은 큰 차이가 없었으며, 적변, 은피, 뿌리썩음병에 강한 품종은 금풍으로 조사되어 직파와 이식 재배시 올바른 예정지 관리 및 병해 관리를 철저히 한다면 우

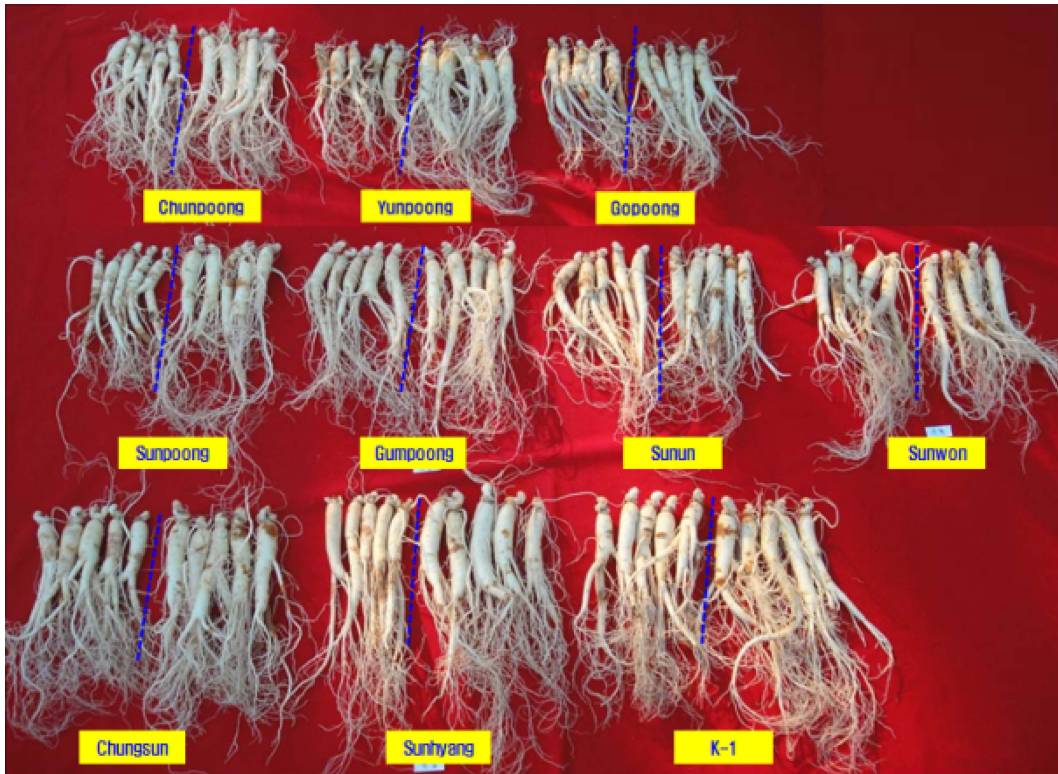


Fig. 2. Comparisons of root characteristics of 5 year old ginseng varieties by direct seeding and transplanting cultivation. Left part / varieties; transplanting, Right part / varieties; direct seeding.



수한 품질과 많은 양의 수량을 올릴 수 있을 것으로 생각된다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ01018701)의 지원에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

## REFERENCES

- Chung CM.** (2007). Standard ginseng cultivation. Jungbu Press. Cheongju, Korea. p.1-509.
- Han JS, Tak HS, Lee GS, Kim JS, Ra JW and Choi JE.** (2013). Comparison of ginsenoside content and ratio of root tissue according to root age and diameter in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 21:342-347.
- Kang SW, Lee SW, Hyun DY, Yeon BY, 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.
- Kim YC, Kim YB, Park HW, Bang KY, Kim JU, Jo IH, Kim KH, Song BH and Kim DH.** (2014). Optimal harvesting time of ginseng seeds and effect of gibberellic acid(GA<sub>3</sub>) treatment for improving stratification rate of ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) seeds. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 22:423-428.
- 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.
- Korea Seed and Variety Service(KSVS).** (2015). Searching plant variety protection database. Korea Seed and Variety Service. Gimcheon, Korea. [http://www.seed.go.kr/english/function/system\\_05.jsp](http://www.seed.go.kr/english/function/system_05.jsp) (cited 2015 Oct 10).
- Lee JC, Ahn DJ, Byen JS, Cheon SK and Kim CS.** (1998). Effect of seeding rate on growth and yield of ginseng plant in direct sowing culture. Journal of Ginseng Research. 22:299-303.
- Lee SW, Cha SW, Hyun DY, Kim YC, Kang SW and Seong NS.** (2005). Comparison of growth characteristics and extract and crude saponin contents in 4 year old ginseng cultured by direct seeding and transplanting cultivation. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 13:241-244.
- Li X, Kang SJ, Han JS, Kim JS and Choi JE.** (2010). Comparison of growth increment and ginsenoside content in different parts of ginseng cultivated by direct seeding and transplanting. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 18:70-73.
- Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs(MAFRA).** (2014). Ginseng industry law. Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs. Sejong, Korea. p.88-93.
- Mo HS, Park HW, Jang IB, Yu J, Park KC, Hyun DY, Lee EH and Kim KH.** (2014). Effect of sowing density and number of seeds sown on *Panax ginseng* C. A. Meyer seedling stands under direct sowing cultivation in blue plastic greenhouse. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 22:469-474.
- Mok SK, Shim YS, Cheon SK, Lee TS, Han JG and Seo MW.** (1997). Study of method for ginseng cultivation. Annual report of ginseng culture part of Central Research Center of Korea Tobacco and Ginseng. Daejeon, Korea. p.63-70.
- National Institute of Agricultural Science and Technology (NIAST).** (2000). Methods of soil chemical analysis. Rural Development Administration. Suwon, Korea. p.108-179.
- Ok SJ.** (2008). The story of ginseng for culture. Leegaseo Press. Seoul, Korea. p.1-360.
- Park HW, Jang IB, Kang SW, Kim YC, Kim JU, Bang KH, Kim GH, Hyun DY and Choi JE.** (2013). Growth characteristics and yields of 3 year old Korean ginseng with different planting densities in direct seeding cultivation. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 21:372-379.
- Park HW, Mo HS, Jang IB, YU J, Lee YS, Kim YC, Park KC, Lee EH, Kim KH and Hyun DY.** (2015). Emergence rate and growth characteristics of ginseng affected by different types of organic matters in greenhouse of direct sowing culture. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 23:27-36.
- Rural Development Administration(RDA).** (2009). Ginseng cultivation standard farming text book 103(Revised ed.). Rural Development Administration. Suwon, Korea. p.76-77.
- Rural Development Administration(RDA).** (2012a). Good agricultural practice of ginseng(Revised ed.). Rural Development Administration. Suwon, Korea. p.77-79.
- Rural Development Administration(RDA).** (2012b). Research criteria for agricultural science and technology research criteria. Rural Development Administration. Suwon, Korea. p.759-770.
- Rural Development Administration(RDA).** (2014). The guidebook to agricultural technique of ginseng(Revised ed.). Rural Development Administration. Jeonju, Korea. p.244-245.
- Won JY and Jo JS.** (1999). Farm study of direct seeding cultivation of the Korean ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer). Korean Journal of Medicinal Crop Science. 7:308-313.