

인삼 직파 3년생에서 재식밀도에 따른 품종별 생육특성

박홍우* · 장인배* · 강승원* · 김영창* · 김장욱* · 방경환* · 김기홍* · 현동윤*[†] · 최재을**

*농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부**충남대학교 농업생명과학대학

Growth Characteristics and Yields of 3 Year Old Korean Ginseng with Different Planting Densities in Direct Seeding Cultivation

Hong Woo Park*, In Bae Jang*, Seung Weon Kang, Young Chang Kim*, Jang Uk Kim*, Kyong Hwan Bang*, Gi Hong Kim*, Dong Yun Hyun*[†] and Jae Eul Choi**

*Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 369-873, Korea.

**Department of Crop Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea.

ABSTRACT : The present study was investigated the effect of planting density on plant growth and yield of *Panax ginseng* C. A. Meyer. Sowing density is one of the most important factors affecting yield. The value of roots have affected by shape, color, weight and degree of disease injury in *ginseng*. Also, it needed to minimize elapsed time for 5 years including pre-planting field management and cultivation period. We were conducted to evaluate that planting densities and varieties on the growth, yield and missing rate. The direct sowing was treated seeds density as a four levels (seeds; 72, 90, 120, 144) and 10 different varieties with 3 years old ginseng roots. Root weight was significantly affected by planting density and variety, but the number of lateral root and yield were affected by only planting density. Growth index was related to variety and planting density. Also, Root shape index was affected by both varieties and planting densities. Suitable planting density and variety were 120 plant per 1.62 m² and Gopoong, respectively. Results showed that it was also a significant difference (p = 5%) in variety of planting density on growth.

Key Words : *Panax ginseng*, Varieties, Direct Sowing Cultivation, Planting Density

서 언

인삼은 직파와 이식의 두 가지 재배방법에 의해 생산되고 있다. 현재까지 인삼산업은 많은 변화의 요인들이 있는데, 이는 초작지 부족, 재배농가의 노령화, 인건비 상승, 가공품의 다양화, 소비자의 기호변화 등이며, 이로 인해 과거 이식위주의 재배방식에서 직파재배 방식이 증가하고 있는 실정이다. 이식 재배는 5, 6년근의 홍삼가공을 목적으로 하였으나 현재에는 백삼가공 및 수삼용으로 직파재배를 통해서 고년근의 인삼이 생산되고 있으며, 그 면적은 재배적 여건의 변화에 의해 증가하고 있는 추세이다 (Won and Jo, 1999). 인삼재배는 1~3년의 예정지 관리와 4~6년의 재배기간 동안 많은 비용을 필요로 하는 작물로서, 생산량과 상품성의 최대화를 위해 개선과

변화가 절실히 필요하다. 인삼의 형태 및 생육특성은 품종 중 천풍, 연풍, 고품, 선풍, 금풍 등 일부 품종들이 알려져 있으나 (Kim, 1985; Kwon *et al.*, 1991, 2003; Chung *et al.*, 1995), 재배시 품종특성에 적합한 재식밀도에 의한 생육특성, 수량성, 결주율 등에 관한 연구는 보고되지 않았다. 한편 그동안 수행된 연구는 중, 품종, 지역 및 년생에 따른 출아시의 차이, 형태적 특성 등 일부가 보고 되었다 (Park, 1982; Lee and Choi, 1984; Chen *et al.*, 1991; Chung *et al.*, 1992, 1993). 최근 기후변화 (기온상승, 강수량 증가, 조기장마)는 재해 및 병해충 발생, 조기낙엽 등으로 재배안정성을 위협하고 있어, 향후 수량감소와 품질저하가 우려되고 있다 (Lee *et al.*, 2011; Oh *et al.*, 2012).

생산성 향상을 위한 밀식재배 연구는 타 작물도 선행된 바

[†]Corresponding author: (Phone) +82-43-871-5543 (E-mail) hyundy@korea.kr

Received 2013 January 24 / 1st Revised 2013 July 31 / 2nd Revised 2013 August 13 / 3th Revised August 26 / 4th Revised 2013 October 1 / Accepted 2013 Revised October 3

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.

있다. 황금 (Lee and Ahn, 1988)은 밀식재배 보다 소식재배에서 상품비율이 높았으나 밀식재배시 근장이 길고 수량이 증가하였다. 토친궁은 적정 밀식까지는 경장이 길었고 개체당 근경중과 세근중은 밀식할수록 작았으며, 세근과 수량은 밀식할수록 증가하였다 (Kim *et al.*, 1994). 백하수오는 밀식재배시 근수량이 증수한 것으로 보고하였다 (Kim *et al.*, 2002).

최근 들어 환경과 기후의 변화 (Lee *et al.*, 2011), 예정지 관리방법의 개선 그리고 재배시설환경 (Lee *et al.*, 2007, 2011; Won *et al.*, 2008; Song *et al.*, 2011)의 변화 등에 따라 적정 재식밀도의 재설정이 필요하다 (Paluch, 2011; Deng *et al.*, 2012). 따라서 본 실험은 직파재배를 위한 품종별 적정재식밀도를 확립하여 품종 선택의 지표를 만들기 위해 수행하였다.

재료 및 방법

본 실험에 사용한 품종은 천풍, 연풍, 고풍, 선풍, 선운, 선원, 청선, 선향 등 9품종과 재래종인 자경종을 사용하였다.

개입된 종자는 2009년 10월 20일에 물로 세척하고 표면의 물기를 제거하기 위해 서늘한 곳에서 24시간 방치 하였다. 저장은 지퍼백에 넣어 밀폐처리하여, $-2^{\circ}\text{C} \pm 1$ 조건의 저온 저장고 [KJS-1531C, (주)화인테크]에 저장하였으며, 파종 24시간 전에 꺼내 4 mm 이상의 건조한 종자는 선별하여 상온방치 후 파종하였다. 재식밀도는 1.62 m² 당 8주 × 9열, 9주 × 10열, 10주 × 12열, 12주 × 12열로 하였다. 처리구는 시험 구당 9.9 m² (9.9 m² ≍ 이랑 4.86 m² + 고랑 4.86 m²)의 파종면적으로 난괴법 3반복 처리하고 청색3 + 흑1의 4중직 차광망을 설치한 철재해가림시설에서 재배하였다. 개입처리, 파종, 병해충 방제 및 재배관리 등은 농촌진흥청 표준인삼재배지침서 (RDA., 2009)에 준하여 관리하였다.

3년생에서 지상부 생육조사는 6월 20일 이후 조사하였고 지

하부는 2012년 10월 15일에 채굴하여 조사 하였다. 지상부는 초장, 경장 경직경 엽장, 엽폭, 엽록소 [SPAD-502Plus, Konica Minolta]를 조사 하였다. 뿌리는 Fig. 1과 같이 근장, 근중, 뇌두장, 잠아직경, 뇌두직경, 근직경, 지근수, 수근수를 반복별 20 개체씩 조사하였다. 생존율 [(생존주수 ÷ 이식주수) × 100]과 결주율 [(결주수 ÷ 이식주수) × 100]은 수량성과 함께 전수 조사하였다. 체형은 육안으로 동체와 지근의 발달 상태를 분류하여 체형양호 (동체 7 cm 이상; 人 형태인 동체에 2개의 지근발달, 직근형태)와 체형불량 (난발삼; 동체미발달과 다수의 지근형태, 八 형태의 동체 미발달과 다수의 지근)으로 구분하였는데, 체형양호 비율은 [(체형양호 ÷ 생존주수) × 100]으로 나타내었고, 체형불량비율도 동일한 방법으로 산출하였다. 통계 처리는 SAS enterprise guide 4.3을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

인삼 품종별 지상부 생육특성은 파종밀도에 따라 다음과 같다 (Table 1). 공시품종들의 결과는 최대값을 기준으로 하여 72주, 90주, 120주, 144주 순으로 기술하였다. 재식밀도 72주 처리에서 초장은 선향이 42.1 cm, 경장 22.4 cm, 경직경 4.2 mm로 가장 좋았다. 엽장은 선원 12.7 cm로 가장 길었고, 엽폭은 선향이 5.0 cm로 가장 넓었으며 천풍과 연풍이 3.5 cm로 좁았다. 엽병장은 선운이 7.3 cm로 가장 길었고 엽병수는 3.9 개로 선향이 가장 많았고 연풍이 3.0 개로 가장 적었다. 엽록소 측정값은 32.9로 선향이 높았다.

재식밀도 90주 처리에서 연풍은 초장 43.1 cm, 경장 21.6 cm, 경직경 4.5 mm, 엽장 13.2 cm, 엽폭 5.1 cm, 엽병장 7.6 cm로 가장 좋았다. 엽병수는 선향이 3.8 개로 많았고 엽록소 측정값은 연풍이 38.2로 가장 높았다.

재식밀도 120주 처리에서 금풍은 초장 42.3 cm, 경장 22.3 cm, 경직경 4.2 mm, 엽장 13.1 cm, 엽폭 5.0 cm로 생육이 좋았다. 엽병장은 선운이 7.8 cm로 가장 길었고 엽병수는 재래종 3.9 개로 많았다. 엽록소 측정값은 재래종 32.8로 가장 높았다.

재식밀도 144주 처리에서 선향은 근장 35.0 cm, 경장 16.9 cm, 경직경 3.3 mm, 엽장 10.5 cm로 가장 양호하였다. 엽폭은 선풍과 선향이 4.2 cm로 넓었으며 엽병장은 재래종, 연풍, 선풍 그리고 청선이 6.5 cm 이상으로 길었고 금풍이 5.3 cm로 짧았다. 그리고 엽병수는 재래종이 3.7개로 가장 많았으며 선원이 3.1 개로 적었다. 엽록소 측정값은 연풍이 28.6으로 가장 높았다.

품종별 지상부 생육은 72주 선향, 90주 연풍, 120주 금풍, 144주 선향 이었는데 조사항목에서 SPAD 값을 제외한 형질이 양호하였고, 재식밀도에 따른 품종들의 생육은 90주 ~ 120주까지 지상부의 생육이 크게 차이를 보이지 않으나 144주에서는 생육이 저조한 경향이였다.

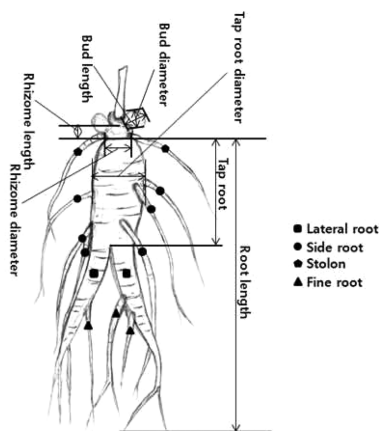


Fig. 1. Name of root parts on ginseng plant.

Table 1. Growth characteristics of aerial part in 3-year-old of ginseng varieties by four different planting densities.

Varieties	72 seeds							
	PH (cm)	SL (cm)	SD (mm)	LL (cm)	LW (cm)	PL (cm)	PE (No.)	SV
Violet ^{a)}	26.6e	13.2e	2.9ef	8.9f	3.5ed	5.3e	3.4bcd	25.5d*
Chunpoong	29.4d	14.2de	2.9f	9.3f	3.5d	5.2e	3.3bcde	24.8d
Yunpoong	29.9d	13.5e	3.2def	10.3de	3.9d	6.0dc	3.0de	24.2d
Gopoong	29.1d	13.1e	3.1def	9.8ef	3.7d	5.9d	3.1cde	28.9bc
Sunpoong	35.4c	16.6c	3.6dc	11.4bc	4.4c	6.4dc	3.1cde	27.7cd
Gumpoong	34.6c	16.1dc	4.1ab	11.4bc	4.3c	6.4bc	3.5abc	30.2abc
Sunun	34.8c	15.9dc	3.6bcd	11.0cd	4.5c	7.3a	3.6ab	29.7abc
Sunone	38.2b	18.5b	3.9abc	12.7a	4.6abc	7.2a	3.6ab	31.8ab
Cheongsun	35.8c	15.7dc	3.4cde	12.0ab	4.8ab	7.0a	2.9e	29.1bc
Sunhyang	42.1a	22.4a	4.2a	12.1ab	5.0a	6.9ab	3.9a	32.9a
Varieties	90 seeds							
Violet	35.8bc	17.2de	3.5bcd	11.2bcd	4.4bcd	6.5bc	3.3ab	29.5cd
Chunpoong	37.1bc	20.9ab	3.4cd	11.9bc	4.6bc	6.6bc	3.5abc	29.3cd
Yunpoong	43.1a	21.6a	4.5a	13.2a	5.1a	7.6a	3.8a	38.2a
Gopoong	39.8ab	20.1abc	4.2ab	12.1abc	4.6bcd	6.7bc	3.7ab	33.9b
Sunpoong	39.3ab	19.1bcd	3.6bcd	12.3ab	4.8ab	6.9b	3.5abc	32.7bc
Gumpoong	37.0bc	18.2cd	3.8bc	11.3bcd	4.5bcd	7.0ab	3.3abc	34.8ab
Sunun	30.2d	12.2f	3.3cd	10.5d	4.3cde	6.9bc	3.2bc	36.1ab
Sunone	33.1dc	15.7e	3.6bcd	11.1cd	4.1de	6.2cd	3.7ab	30.1cd
Cheongsun	29.2d	12.7f	3.1d	10.4d	3.9e	5.8d	3.1c	28.9d
Sunhyang	37.1bc	19.6abcd	3.9abc	11.1cd	4.6bc	6.4bcd	3.8a	32.7bc
Varieties	120 seeds							
Violet	42.1a	21.9a	3.8abc	12.1ab	4.5b	7.1abc	3.9a	32.8a
Chunpoong	33.7c	16.7d	3.1e	10.7cd	3.9b	6.1d	3.2b	25.1d
Yunpoong	35.5bc	17.2d	3.5cd	11.4bcd	4.3b	7.1abc	3.6a	31.1ab
Gopoong	41.1a	20.7ab	4.1ab	12.1ab	4.4b	7.7ab	3.6a	28.9bc
Sunpoong	40.2a	20.3ab	3.6cd	11.8bc	4.6ab	7.0abc	3.5ab	27.6c
Gumpoong	42.3a	22.3a	4.2a	13.1a	5.0a	7.4abc	3.7a	27.5c
Sunun	36.6b	17.4cd	3.6cd	11.2bcd	4.3b	7.8a	3.7a	30.5abc
Sunone	37.5b	19.1bc	3.3de	11.0bcd	4.1b	6.8c	3.8a	28.8bc
Cheongsun	35.1bc	15.9d	3.5cd	11.6bcd	4.5ab	7.0bc	3.5ab	28.6bc
Sunhyang	37.3b	18.9bc	3.7bcd	10.6d	4.5b	7.0abc	3.7a	28.1bc
Varieties	144 seeds							
Violet	31.7bcd	15.1ab	2.9bcd	9.4abc	3.6b	6.6a	3.7a	28.6a
Chunpoong	29.6cd	14.0b	2.8cd	9.8ab	3.6b	5.8bc	3.4ab	27.1ab
Yunpoong	31.3bcd	14.0b	3.2ab	10.3ab	3.8ab	6.6a	3.3ab	28.9a
Gopoong	29.3d	13.5b	2.9bcd	9.2bc	3.6b	5.9ab	3.3ab	27.7ab
Sunpoong	33.0ab	15.1ab	3.0abcd	10.5a	4.2a	6.6a	3.2ab	27.3ab
Gumpoong	24.9e	10.7c	2.8cd	8.6c	3.6b	5.3c	3.0b	22.6c
Sunun	30.2cd	15.0b	2.8cd	9.1bc	3.6b	5.9bc	3.2ab	24.2bc
Sunone	30.3cd	13.9b	2.6d	9.8ab	3.9ab	6.2ab	3.1b	22.5c
Cheongsun	32.1bc	15.3ab	3.0abc	10.1ab	3.9ab	6.6a	3.3ab	27.5ab
Sunhyang	35.0a	16.9a	3.3a	10.5a	4.2a	6.5a	3.4ab	26.6ab

^{a)}Violet; Violet Stem Variant, PH; Plant Height, SL; Stem Length, SD; Stem Diameter, LL; Leaf Length, LW; Leaf Width, LSL; Leaf Stalk Length, LS; Leaf Stalk, SV; SPAD Value. *Mean with difference letter within a column are significantly different at $p < 0.05$

지상부 생육이 중요한 작물에 관한 연구에서 벼는 재식밀도에 따른 수량성이 밀도가 높을수록 주당경수는 적고 단위 면적당 경수가 많으며 엽면적지수와 지상부 건물중이 증가하였다 (Lee *et al.*, 2004; Choi *et al.*, 2006). 옥수수는 고밀도

처리 (10,000주/10a)에서 수량 감소가 나타났고 (Lee, 1994), 대두는 경우 전장과 평균 절간장이 증가하였고, 수량성은 간작의 경우 주폭 60 cm × 주간 20 cm이 좋았고 후작인 경우 주폭 40 cm × 주간 20 cm가 적합하였다 (Ko, 1967; Cha and

Table 2. Growth characteristics of root parts in 3-year-old of ginseng varieties by four different planting densities.

Varieties	72 seeds							
	RL (cm)	TR (cm)	BD (mm)	RD (mm)	RW (g)	LR (No.)	SR (No.)	ST (No.)
Violet ^{a)}	25.0ab	10.2ab	6.1a	11.2a	12.1abc	1.9a	5.3a	1.1abc*
Chunpoong	24.1ab	9.6ab	5.9a	11.2a	10.5c	1.7a	5.1a	1.0bc
Yunpoong	23.7b	9.8ab	7.0a	12.0a	12.3abc	1.6a	5.3a	1.0bc
Gopoong	25.6ab	10.4ab	6.4a	11.5a	11.4bc	1.7a	5.2a	0.8abc
Sunpoong	26.1ab	10.4ab	6.4a	11.9a	13.7ab	1.5a	4.7a	1.5ab
Gumpoong	27.7a	10.6ab	6.7a	11.6a	14.3abc	1.6a	5.7a	1.1abc
Sunun	25.7ab	11.0ab	6.4a	12.0a	12.9abc	1.6a	5.7a	1.6a
Sunone	26.2ab	11.7a	7.0a	12.2a	13.3ab	1.3a	6.1a	1.3abc
Cheongsun	25.1ab	9.0b	6.5a	12.7a	12.6abc	1.8a	5.7a	1.0abc
Sunhyang	27.0ab	11.3a	6.4a	11.8a	12.9abc	1.5a	6.7a	1.5ab
Varieties	90 seeds							
Violet	26.9a	10.6a	6.3a	12.1a	11.6bc	1.8a	5.9a	1.4a
Chunpoong	25.7a	9.8a	5.4a	12.0a	10.6c	1.8a	5.6a	0.6b
Yunpoong	26.9a	10.5a	6.6a	12.1a	13.2a	1.8a	6.4a	1.0ab
Gopoong	25.8a	10.5a	6.2a	11.9a	11.8bc	1.7a	5.4a	1.0ab
Sunpoong	26.9a	10.3a	5.7a	11.1a	10.8c	2.0a	4.5a	1.1ab
Gumpoong	26.3a	9.8a	6.7a	12.0a	10.8c	1.9a	4.0a	0.9ab
Sunun	26.2a	10.3a	5.8a	11.1a	12.4ab	1.7a	4.0a	1.5a
Sunone	26.3a	10.8a	6.3a	12.0a	11.9bc	1.9a	4.7a	1.4a
Cheongsun	25.5a	9.7a	5.8a	11.7a	12.4ab	1.6a	4.9a	1.0ab
Sunhyang	24.8a	9.2a	5.7a	11.4a	11.0c	1.9a	4.2a	1.5a
Varieties	120 seeds							
Violet	26.3a	11.1a	6.2a	12.0a	12.7abc	1.7a	5.7a	1.4ab
Chunpoong	27.3a	9.2a	5.7a	11.6a	12.3abc	1.8a	5.4a	1.2ab
Yunpoong	27.2a	11.4a	6.3a	11.8a	11.3bc	1.6a	5.5a	1.1bc
Gopoong	27.4a	11.2a	5.7a	10.6a	13.5a	1.5a	5.5a	0.9c
Sunpoong	27.8a	11.0a	6.4a	12.6a	11.2c	1.9a	5.3a	1.5ab
Gumpoong	28.9a	10.5a	6.6a	12.0a	12.8abc	1.5a	5.5a	1.3abc
Sunun	26.6a	11.3a	5.7a	11.0a	11.4bc	1.5a	5.3a	1.4ab
Sunone	28.3a	11.1a	8.0a	11.6a	12.8abc	1.5a	5.3a	1.5ab
Cheongsun	26.7a	9.4a	6.4a	12.4a	12.0abc	1.9a	5.4a	1.2abc
Sunhyang	28.0a	11.5a	6.4a	11.5a	13.0ab	1.9a	4.9a	1.6a
Varieties	144 seeds							
Violet	26.4a	10.2ab	5.7a	11.2a	10.1ab	1.5a	4.8a	1.2a
Chunpoong	26.1a	10.4ab	5.4a	10.3ab	9.7abc	1.6a	5.4a	1.2a
Yunpoong	26.0a	10.9a	5.9a	11.1a	10.8a	1.5a	5.2a	1.0a
Gopoong	26.4a	11.1a	5.9a	10.4ab	10.2ab	1.4a	5.6a	1.2a
Sunpoong	25.3a	10.1ab	5.1a	10.4ab	8.0dec	1.5a	4.4a	1.2a
Gumpoong	25.7a	10.3ab	5.0a	9.5ab	8.6bcde	1.5a	4.3a	1.0a
Sunun	22.2b	8.6ab	4.4a	8.6b	7.4de	1.8a	3.6a	1.1a
Sunone	24.0ab	10.1b	5.1a	10.2ab	7.3e	1.5a	4.1a	1.2a
Cheongsun	25.0a	9.1ab	5.4a	11.1a	8.7bcde	1.8a	4.6a	1.0a
Sunhyang	27.0a	10.0ab	5.9a	10.7ab	9.1abcd	1.6a	4.2a	1.5a

^{a)}Violet; Violet Stem Variant, RL; Root Length, TR; Tap Root, BD; Bud Diameter, RD; Root Diameter, RW; Root Weight, LR; Lateral Root, SR; Side Root, ST; Stolon. *Mean with difference letter within a column are significantly different at $p < 0.05$.

Lee, 1979). 또한 담배는 재식밀도가 높을 때 질소화합물의 함량은 감소하였고 지방산의 함량이 증가 하였다 (Jeong *et al*, 1989). 인삼 품종들의 지상부 생육은 품종이 갖는 고유의 형태적 특성이 있어, 동일 재식밀도 내에서 다양한 생육을 보이

며 분포하였다.

인삼 3년생 지하부의 생육특성과 수량성은 파종밀도에 따라 다음과 같다 (Table 2). 재식밀도 72주 처리에서 각각의 생육 특성은 금풍이 근장 27.7 cm로 가장 길었고, 연풍이 23.7 cm

로 가장 짧았다. 동체장은 선원 11.7 cm, 선향 11.3 cm을 나타냈고 청선이 9.0 cm 이었다. 근중은 연풍 12.3 g, 금풍 14.3 g, 선풍 13.7 g, 선운 12.9 g, 선원 13.3 g, 청선 12.6 g 으로 금풍이 가장 양호하였다. 너두직경, 근직경, 지근수 측근수는 품종간에 차이가 없었으며, 수근수에서 선운이 1.6 개, 선향 1.5 개, 선풍 1.5 개로 비교적 많았고 고품이 0.8 개로 가장 적었다.

재식밀도 90주 처리에서 근장, 동체장, 너두직경, 근직경, 지근수, 측근수는 유의성이 없었으며, 근중과 수근수에서 유의적 차이를 보였다. 근중은 고품이 13.2 g로 가장 높았다. 수근수는 선운 1.5 개, 선향 1.5개, 선원 1.4개, 자경종 1.4로 비교적 높았으며, 천풍이 0.6 개로 가장 낮았다.

120주 처리에서 근중은 자경종 12.7 g, 고품 13.5 g, 선향 13.0 g으로 양호하였다. 근장, 동체장, 너두직경, 근직경, 지근수, 측근수에서 유의성을 보이지 않았다. 수근은 선향이 1.6개로 가장 높았고 고품이 0.9개로 가장 저조하였다.

재식밀도 144주 처리에서 근장은 선원과 선운 24.0 cm 이하였으나 타 품종이 25 cm 이상으로 길었다. 동체장은 고품 11.1 cm, 연풍 10.9 cm로 가장 길었고, 잠아직경은 4.4 mm 이상으로 유의성이 없었다. 근직경은 자경종, 청선, 연풍 11.1 mm 이상으로 가장 높았다. 근중은 연풍이 10.8 g, 고품 10.2 g, 자경종 10.1 g, 천풍 9.7 g, 선향 9.1 g, 청선 8.6 g, 금풍 8.6 g, 선풍 8.0 g, 선운 7.4 g, 선원 7.3 g 순이었다. 그리고 지근수, 측근수, 수근수에서는 품종간 차이를 보이지 않았다.

재식밀도 144주에서는 자경종을 포함한 품종들은 불량한 생육을 보였다. 그리고 연풍의 경우 144주 처리를 제외한 72주, 90주, 120주에서 근중에서 큰 차이를 보이 않았고 유사한 생육특성을 보였다 (Fig. 6).

재식밀도별 품종 간 근중을 비교해 보면 근중은 72주의 경우 금풍 > 선풍 > 선원 > 선운 > 선향 > 청선 > 연풍 > 자경종 > 고품 > 천풍 순이었고, 90주의 경우 연풍 > 선운 > 청선 > 고품 > 자경종 > 선향 > 금풍 > 선풍 > 천풍 순이었다. 그리고 120주의 경우 고품 > 선향 > 금풍 > 자경종 > 천풍 > 선원 > 청선 > 연풍 > 선운 > 선풍 순 이었으며, 144주의 경우 연풍 > 고품 > 자경종 > 천풍 > 선향 > 청선 > 금풍 > 선풍 > 선운 > 선원 등의 경향이었다. 근중을 제외한 각각의 생육특성은

통계적인 데이터 축적을 위해 지속적인 연구가 필요하다.

Table 3과 Fig. 3, 5, 6에서와 같이 3년근 인삼에서 품종을 통합한 재식밀도에 따른 뿌리 성장관련 형질은 근장이 120주에서 27.5 cm로 가장 우수하였고 동체장 또한 10.75 cm로 양호하였다. 잠아장 + 너두장은 72주, 90주, 120주 1.1 cm 이상 144주가 1.0 cm 이었다. 너두장은 모든 처리에서 0.5 cm로 나



Fig. 2. Body shape of root on different plating density in 3-year-old *Panax ginseng* C. A. Meyer.

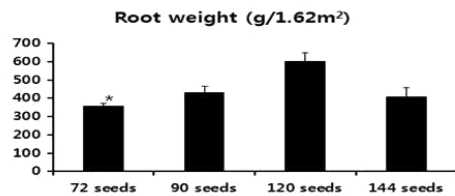


Fig. 3. Root yield as affected by planting density in 3-year-old *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Error bars represent \pm SE from three independent samples.

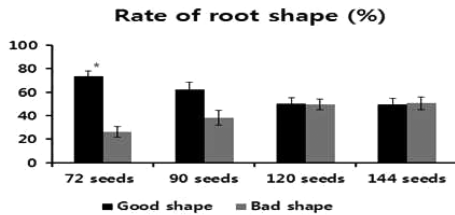


Fig. 4. Rate of root shape as affected by planting density in 3-year-old *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Error bars represent \pm SE from three independent samples.

Table 3. Growth characteristics of root parts in 3-year-old ginseng varieties by planting density.

Plant density	RL ^{a)} (cm)	TR (cm)	BRL (cm)	RZ (cm)	BD (mm)	RZD (mm)	RD (mm)	RW (g)	LR (No.)	SR (No.)	ST (No.)
72 Seeds	25.7b	10.4ab	1.1a	0.5a	5.1a	6.5a	11.8a	12.6a	1.6ab	5.5a	1.2a*
90 Seeds	26.1b	10.2ab	1.1a	0.5a	4.7b	6.0a	11.7a	11.7b	1.8a	5.0ab	1.2a
120 Seeds	27.4a	10.8a	1.1a	0.5a	4.8ab	6.3a	11.7a	12.3a	1.7ab	5.4ab	1.3a
144 Seeds	25.4b	10.1b	1.0b	0.5a	4.2c	5.4b	10.4b	9.0c	1.6b	4.6b	1.1a

^{a)}RL; Root length, TR; Tap root, BRL Bud length + Rhizome length, RZ; Rhizome length, BD; Bud diameter, RZD; Rhizome diameter, RD; Root diameter, RW; Root weight, LR; Lateral root, SR; Side root, ST; Stolon.

*Mean with difference letter within a column are significantly different at $p < 0.05$.

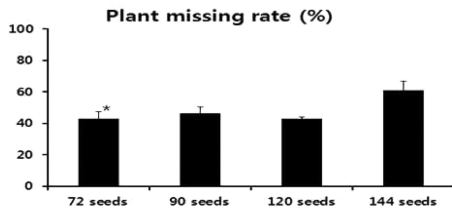


Fig. 5. Plant missing rate as affected by planting density in 3-year-old *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Error bars represent \pm SE from three independent samples.

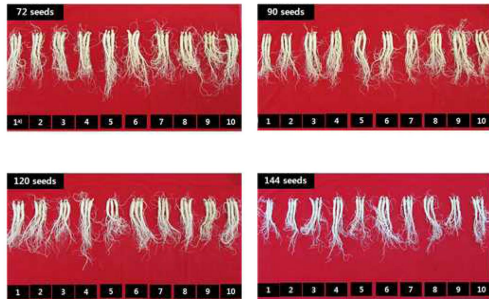


Fig. 6. Root growth of various under different planting density in 3-year-old *Panax ginseng* C. A. Meyer. ^{a)1}; Violet-Stem Variant, 2; Chunpoong, 3; Yunpoong, 4; Gopoong, 5; Sunpoong, 6; Gumpoong, 7; Sunun, 8; Sunone, 9; Cheongsun, 10; Sunhyang.

타났다. 그리고 잠아직경은 72주가 5.1 mm로 가장 두꺼웠고 뇌두의 직경 또한 6.5 mm로 가장 두꺼웠다. 근직경은 72주, 90주, 120주, 144주로 각각 11.8 mm, 11.7 mm, 11.7 mm, 10.3 mm 파종주수에 비례하는 결과였다. 근중은 72주, 120주, 90주, 144주 순으로 12.6 g, 12.3 g, 11.7 g, 9.0 g을 보였다. 지근수는 90주, 120주, 72주, 144주로 각각 1.8, 1.7, 1.6, 1.6 개였고, 측근수는 72주, 120주, 90주, 144주 순으로 5.5, 5.4, 5.0, 4.6 개로 나타났다. 또한 유의차는 없었지만 수근수에서 120주, 72주, 90주, 144주 순이었으며, 각각 1.3, 1.2, 1.2, 1.1 개를 나타냈다. 따라서 근부 조사형질의 측정값이 144주에서 가장 작아 직파재배시 120주 내외로 파종하는 것이 적합할 것으로 보인다 (Table 3). Ahn 등 (1987)은 이식재배 (45주/1.62 m²)에서 근부의 생장에 미치는 요인으로 지상부의 경직경, 엽장, 및 엽수 등과 상관관계가 있고 연생에 따라 수량의 차이를 보이며 해가림시설, 토양환경, 기후 및 재배방법에 의하여 수량에 영향을 미친다고 하였다.

지하부의 생육조사 결과는 품종의 재식밀도별 72주시 금풍이 가장 생장이 우수하였고 선풍, 선원 그리고 선운, 선향, 청선, 연풍, 자경종, 고평, 천풍 순이었다. 90주에서는 연풍, 선운, 청선 순이었으며 선원, 고평, 자경종, 선향, 금풍 선풍, 천풍 순으로 72주와 동일하게 천풍의 생육이 저조했다. 120주의 경우 연풍, 고평, 선향이 우수하였고, 금풍, 자경종, 천풍, 청선 선운, 연풍, 선풍 순으로 낮게 나타났다. 또한 144주에서는 연

풍, 고평 자경종의 생육이 유리한 것으로 나타났고, 천풍, 선향, 청선, 금풍, 선풍, 선운, 선원 순으로 생육이 저조하였다. 그리고 지하부의 수량성을 기준으로 각각의 품종들의 적합한 재식밀도는 금풍 72주, 연풍 90주, 고평 120주, 연풍 144주로 나타났다.

재식밀도별 체형과 결주율을 분석하였는데, 체형 구분의 기준은 양호한 체형은 동체길이 7 cm 이상이며 지근이 발달한 형태이고, 불량한 체형은 동체의 길이가 짧거나 동체가 없고 지근만 있는 형태였다 (Fig. 2).

재식밀도별 체형양호 인삼의 비율은 각각 72주에서 73.6%, 90주에서 61.9%, 120주에서 50.4%, 144주에서 49.5%였고 이와 반대로 불량체형의 비율은 재식밀도에 따라 각각 26.4%, 38.1%, 49.6%, 50.5%로 나타나 재식밀도가 적을수록 양호한 체형의 비율이 높았다 (Fig. 4). 결주율은 72주, 90주, 120주에서 각각 43.1%, 46.1%, 42.9% 이었고 144주에서 60.7%로 72주 ~ 120주에 비하여 17% 이상 높았다 (Fig. 5). 단위 면적 (90 cm × 180 cm)당 각각의 평균 수량성은 72주 359.8 g, 90주 431.1 g, 120주 603.4 g, 144주 408.9 g으로 나타났다 (Fig. 3). 이러한 결과는 수량성과 결주율에 있어, 120주 파종이 직파재배시 가장 적합한 것으로 나타났다. 그러나 3년근을 조사한 결과이므로 4년근 이상의 고년근 재배에서 생육특성에 대한 추가적인 비교실험이 이루어져야 할 것이다.

Seong 등 (2010)은 직파재배시 파종밀도에서 지하부 생육 중 주당 근중과 동직경은 1.62 m²에 352립 파종이 가장 양호하였고 수량 또한 3.15 kg으로 가장 높은 유의성이 있음을 보고 하였고, 이식 재배시 재식밀도 (40, 56, 90/1.62 m²)에 따른 수량과 홍삼의 품질은 2차 곡선상에서 64주가 적합하다고 하였다 (Park et al., 1987). 작물의 이용부위나 재배방법에 따라 적합한 재식밀도의 설정은 고품질의 인삼생산을 위해 중요한데, 직파재배에서도 최적화 시킬 수 있는 품종적용을 위한 다양한 연구가 이루어져야 할 것이다. 재식밀도에 따라 인삼의 결주율에 차이가 있는 것을 감안할 때 직파재배시 적정 주수가 확보되면 생산량과 상품성이 향상될 것으로 판단된다. 한편 과도한 입모시 중간에 채굴하여 추가적인 소득 창출효과를 가져올 수 있을 것으로 보인다.

본 실험의 결과들은 3년근 인삼에서 9개 품종들과 자경종의 생육특성 중, 특히 근중에서 유의성을 보이고 다른 조사형질들도 유의성이 있어, 고년근의 수량성 및 뿌리형태가 예측 가능할 것으로 보였다. 그러나 3년근 이상의 고년근에서도 뿌리특성을 순차적으로 조사하여야 확실한 결과를 도출할 수 있을 것이다.

현재까지는 인삼에서 체형과 표피색, 무게 등이 상품의 가치를 결정짓는 주요인으로 알려져 있다. 최근 인삼은 말재배 중심에서 논재배 (Lee et al., 2012), 비닐 하우스재배 (Choi et al., 2012), 수경재배 (Lee et al., 2012) 등의 다양한 재배

환경조건에서 재배되고 있고 이들의 재배방식이 점차 증가되고 있는 실정이다. 앞으로 이러한 결과들을 포함하여 묘상에서 6년생까지 재식밀도에 따른 품종발달 특성의 데이터가 축적된다면 꾸준히 증가하고 있는 직파재배에 적용할 수 있는 지표가 될 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청에서 주관하는 인삼 생산비 절감을 위한 직파재배기술 확립연구(PJ0074142013) 연구비지원으로 수행된 결과로 이에 감사드립니다.

LITERATURE CITED

- Ahn SD, Choi KT, Kwon WS, Chung CM, Chun SR and Nam KY.** (1987). Estimation of yield in *Panax ginseng*. Journal of Ginseng Research. 11:46-55.
- Cha YH and Lee JY.** (1979). Effect of seeding time and seeds density on the yield and its component of soybean intercropped with barley or aftercropped. Korean Journal of Crop Science. 24:43-50.
- Chen SK, Mok SK and Lee SS.** (1991). Effects of light intensity and quality on the growth and quality of Korean ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer). II. Relationship between light intensity and seeds density. Journal of Ginseng Research. 15:31-35.
- Choi JE, Lee NR, Jo SR, Kim JS and Choi YK.** (2012). Effects of various bed soil substrates on the growth and yield of 2-year-old ginseng grown in th closed plastic house. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 20:217-221.
- Choi WY, Moon SH, Park HK, Lim SS and Kim CK.** (2006). Optimum seeds density in low fertilizing culture of machine transplanting in rice. Korean Journal of Crop Science. 51:379-385.
- Chung YY, Chung CM, Kang JY, Kim YT and Choi KT.** (1992). The comparison of growth characteristics of *Panax ginseng* C. A. Meyer and *Panax quinquefolium* L. Korean Journal of Breeding Science. 24:81-86.
- Chung YY, Chung YY, Kang JY, Kim YT and Choi KT.** (1993). Characteristics of early and late emergence groups in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Breeding Science. 25:204-210.
- 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.
- Deng JM, Ran JZ, Wang ZQ, Fan ZX, Wang GX, Ji MF, Liu J and Wang Y.** (2012). Models and tests of optimal density and maximal yield for crop plants. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 109:15823-15828.
- Jeong HJ, Kim KU and Park SJ.** (1989). Effect of nitrogen level and seeds density on chemical properties in Korean native tobacco varieties. Korean Journal of Crop Science. 34:288-295.
- Kim CG, Im DJ, Yu HS and Lee ST.** (1994). Effect of planting density on the growth and yield of *Ligusticum chuanxiong* Hort. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 2:26-31.
- Kim MJ, KimJI, Nam SY, Lee CH and Song BH.** (2002). Effect of sowing method and seeds density on growth and root yield of *Cynachum wilfordii* hemisly. Korean Journal of Crop Science. 47:418-421.
- Kim YT.** (1985). Effects of cultural environment on ginseng yield. Journal of Life Science and Natural Resources Research. 8:178-209.
- Ko MS.** (1967). Effects on some soybean characters by the changes of sowing dates and plant density. Journal of Agriculture & Life Sciences. 1:21-29.
- 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 Science. 23:219-228.
- Kwon WS, Lee JH, Park CS and Yang DC.** (2003). Breeding process and characteristics of gopoong, a new variety of *Panax ginseng* C. A. Meyer. Journal of Ginseng Research. 27:86-91.
- Lee JC and Choi CY.** (1984). Effect of plant age and cultural conditions on leaf shape of Korean ginseng. Journal of Ginseng Research. 8:178-183.
- Lee JI and Ahn SD.** (1988). Variation of yield and major agronomic characters under the different seeds densities of *Scuellaria baicalensis*. Korean Journal of Crop Science. 33:1-4.
- Lee GA, Chang YK, Park SY, Kim GA, Kim SH, Park KC, Kim YB, Cha SW and Song BH.** (2012). Comparative analysis on concentration and uptake amount of mineral nutrients in different growth stages and temperatures of *Panax ginseng* C. A. Meyer grown with hydroponic culture. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 20:251-258.
- Lee KG, Baek HJ, Cho CH and Kwon WT.** (2011). The recent(2010-2010) changes on temperature and precipitation related to normals(1971-2000) in Korea. The Geographical Journal of Korea. 45:237-248.
- Lee MH.** (1994). Growth and response of corn hybrids with different canopy types to seeds density. Korean Journal of Crop Science. 39:353-358.
- Lee SH, Hong YK, Yun NK, Kim KW and Cho YH.** (2007). A study material properties and disaster reduction of ginseng shading facility. Journal of Biosystems Engineering. 12:310-313.
- 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.
- Lee SW, Park JM, Kim GS, Park KC, Jang IB and Lee SH.** (2012). Comparison of growth characteristics and ginsenosides content of 6-year- old ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) by drainage class in paddy field. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 20:177-183.
- Lee Y, Shin HR, Kim SW, Park HG and Kwon OD.** (2004). Growth and yield of paddy rice as affected by seeding method and planting density under th upland condition. The Journal of the Korean Society of International Agriculture. 16:214-221.
- Oh YJ, Kim MH, NA YE, Hong SH, Paik WK and Yoon ST.** (2012). Vulnerability assessment of soil loss in farm area to climate change adaptation. Korean Journal of Science and

- Fertilizer. 45:711-716.
- Rural Development Administration(RDA).** (2009). Standard cultivation guidebook for good agricultural practice. Rural Development Administration. Suwon, Korea. p.47-117.
- Paluch JG.** (2011). Ground seed density patterns under conditions of strongly overlapping seed shadows in *Abies alba* Mill. stands. *European Journal of Forest Research.* 130:1009-1022.
- Park H, Yoon JH, Byen JS and Cho BG.** (1987). Effect of growth light and seeds density on yield and quality of *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean Journal of Crop Science.* 32:386-391.
- Park H.** (1982). Water physiology of *Panax ginseng*. III. Soil moisture, physiological disorder, diseases, insects and quality. *Journal of Ginseng Research.* 6:168-203.
- Seong BJ, Kim GH, Kim HH, Kim SI, Han SH and Lee KS.** (2010). Physicochemical characteristics of 3-year-old ginseng by various seeding density in direct-sowing culture. *Korean Journal of Medicinal Crop Science.* 18:22-27.
- Song BH, Chang YG, Lee KA, Lee SW, Kang SW and Cha SW.** (2011). Studies on analysis of growth characteristics, ability of dry matter production, and yield of *Panax ginseng* C. A. Meyer at different growth stages with different cultivars and shading nets in paddy field. *Korean Journal of Medicinal Crop Science.* 19:90-96.
- 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.