

인삼 하우스 직파재배 시 파종입수 및 재식밀도가 입모율 향상에 미치는 영향

모황성* · 박홍우* · 장인배* · 유 진* · 박기춘* · 현동윤** · 이응호*[†] · 김기홍*

*농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부, **농촌진흥청 국립원예특작과학원 기획조정과

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

Hwang Sung Mo*, Hong Woo Park*, In Bae Jang*, Jin Yu*, Kee Choon Park*, Dong Yun Hyun**, Eung Ho Lee*[†] and Ki Hong Kim*

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

**Planning and Coordination Division, NIHHS, RDA, Suwon 440-706, Korea.

ABSTRACT : This study was performed to investigate the effects of sowing density and number of seeds sown on the emergence rate and growth characters of *Panax ginseng* C. A. Meyer under direct sowing cultivation in a blue plastic greenhouse. Ginseng seedlings, derived from seeds sown directly at different densities (90, 108, 135, and 162 seeds per 1.62 m²), were cultivated in sandy loam soil within a blue plastic greenhouse. In contrast to the emergence rate, which decreased with an increase of sowing density, number of survival plant showed an increasing trend. Interestingly, the emergence and number of survival plant were significantly enhanced when 2 or 3 seeds were sown per hole compared with when one seed was sown per hole. Growth of the aerial parts of ginseng were not markedly influenced by sowing density or the number of seeds sown. However, chlorophyll content (SPAD values) increased with an increase in sowing density. Root parameters, such as root length, diameter, and weight, and the number of lateral roots decreased with an increase in sowing density, but were not noticeably influenced by the number of seeds sown. Total saponin content was the highest in the treatment plot containing 135 seeds. Similarly, the content of each ginsenoside was also tended to be higher in this treatment than in other treatment plots. On the basis of the results obtained in this study, it was possible to determine the optimal sowing density and seed number for the direct sowing cultivation of ginseng in blue plastic greenhouse.

Key Words : Ginseng, Direct Sowing, Sowing Density, Plastic Greenhouse

서 언

인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 기능성 물질을 다량 함유하고 있어 항암작용 등 약리적인 효능이 다른 작물에 비해 뛰어나서 (Chung *et al.*, 1980; Hwang and Oh, 1984) 고부가가치 산업으로 이어질 수 있는 매우 가치 있는 작물이지만 다년생 반음지성 식물의 재배 특성상 병해충의 피해가 크다 (Jo *et al.*, 1996). 최근에는 집중호우와 같은 이상기상 등으로 인하여 인삼의 탄저병과 점무늬병의 발생 시점은 매년 앞당겨지고 있으며 빠른 속도로 확산되어 큰 피해를 준다. 특

히 인삼은 고온 다습한 장마철에 점무늬병과 탄저병의 발생 (Kim *et al.*, 1990)이 많아져 낙엽이 일찍 지면 광합성의 감소로 수량이 크게 줄지만 (Lee, 2007; Lee *et al.*, 2004), 비가림 하우스에서 인삼을 재배하면 빗물에 의해 전파되는 탄저병과 점무늬병의 발생 (Madden, 1992)을 크게 줄일 수 있다 (Kim *et al.*, 2006; Lee *et al.*, 2011). 또한 인삼의 비가림재배는 관행 해가림재배보다 수량은 증가하고 (Lee *et al.*, 2011) 적변과 같은 생리장해의 발생은 감소된다 (Kim *et al.*, 2006). 그러나 비닐하우스는 밀폐도가 높아 관행 해가림보다 기온과 습도가 쉽게 높아져 인삼의 생육에 불리한 면이 있을

[†]Corresponding author: (Phone) +82-43-871-5551 (E-mail) leh6565@korea.kr

Received 2014 October 2 / 1st Revised 2014 October 30 / 2nd Revised 2014 November 3 / 3rd Revised 2014 November 5 / Accepted 2014 November 5

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.

뿐만 아니라, 빗물이 완전히 차단되어 토양수분이 부족할 수 있으므로 별도의 차광 및 환기 시설과 관수 장치를 설치해야 하는 단점이 있다.

인삼은 주로 직파와 이식재배에 의하여 생산되지만 직파재배에 대한 연구는 그다지 많지 않다 (Lee *et al.*, 2005; Li *et al.*, 2010; Seong *et al.*, 2010). 인삼의 품질은 주로 체형에 의해 결정되므로 농가에서는 직파재배보다 우수한 체형의 인삼을 생산할 수 있는 이식재배를 더 선호하고 있다. 그러나 노동력 부족과 고용 노동비의 상승에 따른 인삼 생산비의 증가로 육묘, 이식, 묘삼 채굴 등의 작업이 생략되어 노동력이 절감되고, 단위면적당 생산성을 높일 수 있는 직파재배 면적은 꾸준히 증가하고 있다. 직파재배 인삼은 모잘록병이나 역병과 같은 토양전염성 병과 줄기에 발생하는 줄기 점무늬병에 쉽게 걸리는 단점은 있지만 (Lee *et al.*, 1998; Won and Jo, 1999) 뿌리가 수직으로 뻗어 표토층에 주로 집적되는 염류의 피해를 적게 받아 적변과 근부병의 발생은 감소한다 (Lee *et al.*, 2005). 따라서 직파재배는 1년생 때 모잘록병 관리만 잘한다면 이식재배보다 입모와 최종 생존개체의 확보가 쉽다. 직파재배 인삼은 이식재배 인삼에 비해 비교적 뿌리의 길이는 길고 직경은 작은 경향이지만 단위면적당 수량은 이식재배보다 더 많다 (Lee *et al.*, 2005; Won and Jo, 1999).

하우스를 이용한 인삼 재배는 기존 해가림재배에 비하여 병 발생이 적고 수량이 많기 때문에 그와 관련된 연구 또한 지속적으로 이루어지고 있지만 (Kim *et al.*, 2006; Lee *et al.*, 2007, 2011) 인삼 직파재배 시 파종밀도에 관한 연구 (Lee *et al.*, 1998; Park *et al.*, 2013; Seong *et al.*, 2010)가 대부분이고 혈당 파종립수에 관한 보고는 아직 없다. 따라서 본 연구는 인삼의 비가림하우스 직파재배 시 종자의 파종 밀도와 혈당 파종립수의 조절을 통한 입모율 향상 방안을 마련하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료, 종자 파종밀도 및 혈당입수

본 연구는 강원도 평창군 진부면에 있는 시험포장의 비닐하우스에서 수행하였다. 비닐하우스는 2 연동으로써 총고 2.3 m, 동고 4.3 m, 폭 6 m, 길이 52 m이었으며 피복재는 투광률이 10%인 청색필름을 사용하였다.

2012년 3월 수단그라스를 파종하여 재배한 후 8월 중순 유박과 함께 토양에 혼입하여 예정지관리를 하고 2013년 3월 중순에 인삼 종자를 파종하였다. 종자는 2012년 8월에 채종한 자경종 (재래종)으로 개갑 후 $-2 \pm 1^\circ\text{C}$ 범위로 온도가 유지되는 저온저장고 ((주)화인테크)에 저장해오던 것을 꺼내어 직경 4 mm 이상의 건실한 종자를 골라 상온에서 24시간 동안 순화시킨 후 파종하였다. 재식밀도는 이랑면적 1.62 m² 당 90주

(9행 × 10열), 108주 (9행 × 12열), 135주 (9행 × 15열) 및 162주 (9행 × 18열)로 하였으며 재식밀도별 파종립수는 혈당 1, 2, 3립으로 하였고, 파종 후 점적관수 시설을 설치하여 정기적으로 관수하였다. 시험포장의 토성은 사질토양이었으며 병해충 방제 및 재배관리 등은 농촌진흥청 표준 인삼재배 지침서 (RDA, 2011)에 준하여 실시하였고 시험구 배치는 난괴법 3반 복으로 하였다.

2. 종자 파종밀도와 혈당입수에 따른 입모율 및 생육조사

입모율은 파종 후 60일에, 지상부 생육은 지상부의 생장이 정점에 도달한 2013년 6월 20일에, 뿌리의 생육은 수확 시기인 10월 18일에 반복별로 20개체의 시료를 채취하여 각각 조사하였다. 지상부는 초장, 경장, 경경, 엽장, 엽폭 등을, 뿌리는 근장, 근중, 잠아폭, 잠아길이, 근경, 지근수 등을 각각 조사하였고, 엽록소 함량은 엽록소 측정기 (SPAD-502Plus, Konica Minolta Inc., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다.

3. 인삼의 ginsenoside 분석

지하부의 사포닌 분석을 위해 10월에 1년생 묘삼을 채굴하여 9종의 Ginsenoside를 분석하였다. Ginsenoside 표준품 9종은 Rg1, Re, Rf, Rb1, Rg2, Rc, Rb2, Rb3, Rd (Chroma Dex Inc., Santa Anna, CA, USA)이고 분석을 위한 용매는 GR-grade였다. Ginsenoside의 분석을 위해 2ml tube에 인삼 분말시료 0.2g과 70% MeOH 1ml를 넣고 잘 혼합한 후 ultrasonic bath에 넣고 50°C에서 30분 동안 초음파 추출한 뒤 원심분리 (4°C, 13000 rpm, 15 min.)하여 얻은 상등액을 2ml tube에 취한 후 1ml를 Sep-Pak C₁₈ cartridge (Waters Corp., Milford, MA, USA)를 이용하여 정제하였다 (Kim *et al.*, 2008). 정제한 추출액은 0.45 μm membrane filter (Waterman No.2)로 여과하여 분석시료로 사용하였고, ginsenoside 함량은 Agilent 1100 series HPLC system (Agilent Technologies Inc, Waldronn, Germany)을 이용하여 측정하였다. 칼럼은 Halo RP-amide column (4.6 × 150 mm, 2.7 μm, Advanced Materials Technology Inc, Wilmington, DE, USA)을 사용하였으며, 이때 인삼 뿌리 추출액은 10 μl씩 주입 하였고 이동상의 유속 0.5 ml/min., 칼럼온도 50°C, UV 검출기의 파장 203 nm에서 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 종자 파종밀도와 혈당입수에 따른 입모율

비가림 하우스 직파재배에서 인삼 종자의 파종밀도에 따른 입모율과 생존주수는 Table 1과 같다. Lee 등 (1998)과 Seong 등 (2010)에 의하면 생존주수는 파종밀도에 비례하여 증가한다고 보고하였는데, 본 연구에서도 파종밀도가 높을수

Table 1. Effect of sowing density on the emergence and survival rate under direct sowing cultivation of ginseng.

Sowing density (Seeds/1.62 m ²)	No. of survival (plant/1.62 m ²)	Emergence rate (%)	Miss-plant rate (%)
90	71.0cd	85.2a	14.8b*
108	82.0c	85.2a	14.8b
135	115.0b	75.9b	24.1a
162	138.0a	78.9b	21.1a

*Mean separation within columns by DMRT at $p = 0.05$.

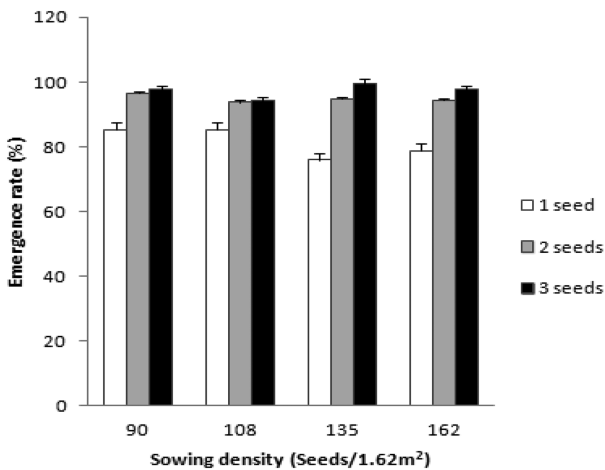


Fig. 1. Comparison of emergence rate according to the number of seeds sown per hole under direct sowing cultivation of ginseng. Vertical vars represent mean \pm standard error (n = 90).

록 입모율은 감소하지만 생존주수는 증가하는 경향을 보였다. 90립 파종구와 108립 파종구는 가장 높은 입모율을 보인 반면 결주율은 가장 낮았고, 파종밀도가 높은 162립 파종구의 결주율은 21.1%로 높았으나 파종량이 많기 때문에 생존주수도 138주로 타 처리에 비하여 많았다. 해가림 재배 시 인삼 종자를 고밀도로 파종할 경우 과번무에 따른 엽면적지수의 과도한 증가로 인한 수광량 감소와 광합성의 저해로 식물체가 연약하게 자라 병 발생이 급증한다 (Lee *et al.*, 1998; Won and Jo, 1999). 비가림 하우스재배는 빗물에 의해 전파되는 탄저병과 점무늬병의 방제에는 효과적이지만 (Madden, 1992; Kim *et al.*, 2006; Lee *et al.*, 2011) 기온 및 습도가 높아서 모잘록병이나 역병과 같은 토양전염병에 쉽게 감염되어 결주율이 높아진다 (Kim *et al.*, 2014; Lee *et al.*, 2011). 그러나 본 연구에서는 모잘록병이나 역병과 같은 토양전염성 병에 의한 결주는 발생하지 않았고, 미개갑 종자가 있거나 밀식에 따른 생육불량에 기인된 결주가 대부분이었다.

혈당 파종립수가 증가할수록 인삼의 입모율도 높아졌다 (Fig. 1). Won과 Jo (1999)는 관행 해가림 시설에서 직파재배 1년생의 생존율은 67%라고 하였는데, 본 연구에서는 1립 파

종 시 85% 이하, 2립과 3립 파종에서는 94% 이상의 높은 생존율을 보였다. 이러한 결과는 관행 해가림 시설보다 하우스 직파재배를 할 경우 생존율을 높일 수 있고 또한 파종립수가 2립 이상일 때 안정적으로 입모를 확보 할 수 있음을 보여 주는 것이다.

2. 종자 파종밀도와 혈당입수에 따른 생육특성

본 실험 결과 파종밀도에 따른 1년생 인삼의 초장, 경장, 경경, 엽폭, 엽록소함량 (SPAD 값) 등은 차이가 없었다 (Table 2). 혈당 파종립수는 파종밀도보다 생육에 더 큰 영향을 주었지만 기대한 만큼 큰 영향을 미치지 못했다. 인삼은 다른 작물에 비해 내비성이 약해서 성장속도가 느리고 (Lee *et al.*, 1978) 연생별로 볼 때 3년생 이후부터 지상부와 지하부 생장이 현저하게 증가하면서 양분흡수 또한 급증한다 (Jin *et al.*, 2009; Lee *et al.*, 1978). 본 연구에서 파종밀도에 따른 생육의 차이가 크지 않았던 것은 1년생 인삼의 지상부 생육은 고년근과 같이 급속히 이루어지지 않아 개체간의 경쟁이 심하지 않았을 것으로 판단된다. 따라서 파종밀도에 따른 연생별 생육특성을 좀 더 면밀하게 검토할 필요가 있다. 이식재배 인삼보다 현저히 밀식된 상태인 직파재배에서는 지상부가 과번무하고 웃자라서 초장이 길어진다는 보고 (Won and Jo, 1999)와 같이 혈당 파종립수가 증가할수록 초장과 경장은 길어지는 경향을 보였다. 3년생의 경우 파종밀도가 높으면 인삼의 엽장은 길어지고 엽폭은 좁아지는 경향을 보인다고 했지만 (Won and Jo, 1999) 본 실험의 1년생에서는 파종밀도와 파종립수에 따른 엽장과 엽폭은 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. 엽록소 함량은 (SPAD)은 파종밀도가 증가할수록 많아지는 경향을 보였다. 반면 혈당 파종립수에 따른 엽록소 함량은 차이가 없었다. Cheon 등 (1991)은 해가림 내 광 투과율이 증가할수록 인삼 잎의 엽신을 제외한 엽맥의 무게가 증가하고 엽록소 함량은 감소한다고 보고하였는데, 파종밀도가 높아질수록 엽면적지수도 높아지고 수광량은 감소된다. 따라서 수광량과 부의 상관성이 있는 엽록소의 함량은 증가한 것으로 판단된다 (Cheon *et al.*, 1991).

파종밀도 및 파종립수별 인삼의 지하부 생육 및 수량은 Table 3과 같다. 근장과 근경은 파종밀도가 높아질수록 작아졌고 근중 또한 감소하는 경향을 보였다. Lee 등 (1998)은 파종밀도가 높으면 개체 간 경쟁이 심하여 뿌리 생장이 억제된다고 하였는데, 본 연구에서도 유사한 경향을 보였다. 인삼은 재식밀도가 낮을수록 좋은 체형의 인삼 생산비율이 높아진다고 하였는데 (Park *et al.*, 2013), 본 실험에서도 파종밀도가 낮아질수록 지근의 분지수가 증가하여 주근의 비율이 낮아지고 체형이 좋아질 수 있는 조건이 갖추어지는 것으로 나타났다. 인삼의 뿌리는 분지성이 강한 식물학적 특성을 가지고 있지만 (Lee, 1996) 밀식을 하면 개체간 경쟁과 광합성의 저하로 인

Table 2. Effect of sowing density and number of seeds sown per hole on the growth of the aerial parts under direct sowing cultivation of ginseng.

Sowing density (Seeds/1.62 m ²)	No. of seeds sown per hole	Plant height (cm)	Stem length (cm)	Stem diam. (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	SPAD value
90	1	9.2	5.4	0.9	3.8	2.0	35.0
	2	10.1	6.2	1.0	3.9	2.0	34.9
	3	9.3	5.5	0.9	3.8	1.9	34.8
	Mean	9.5	5.7	0.9	3.8	2.0	34.9
108	1	9.3	5.5	1.0	3.8	1.9	34.4
	2	9.4	5.6	1.0	3.8	1.9	35.2
	3	9.8	6.0	1.0	3.8	2.0	35.3
	Mean	9.5	5.7	1.0	3.8	1.9	35.0
135	1	9.0	5.2	0.9	3.8	2.0	36.1
	2	9.7	5.7	1.0	3.9	2.0	37.1
	3	9.8	5.8	1.0	4.0	1.9	33.8
	Mean	9.5	5.6	1.0	3.9	2.0	35.7
162	1	9.3	5.4	1.0	3.9	1.9	36.1
	2	9.5	5.7	0.9	3.8	2.0	34.4
	3	9.5	5.6	1.0	3.9	1.9	34.7
	Mean	9.4	5.6	1.0	3.9	1.9	35.1
Sowing density (A)		ns*	ns	ns	ns	ns	ns
No. of seeds sown per hole (B)		ns	ns	ns	ns	ns	**
Interaction (A × B)		ns	ns	ns	*	ns	*

*ns, *, **; Not significant, significant at the 5% and 1% level, respectively.

Table 3. Effect of sowing density and number of seeds sown per hole on the growth of root parts of ginseng.

Sowing density (Seeds/1.62 m ²)	No. of seeds sown per hole	Root length (cm)	Root diam. (mm)	Latent bud width (mm)	Latent bud length (mm)	Root weight (g/plant)	No. of lateral root
90	1	10.9	4.4	1.3	1.6	0.6	13.6
	2	11.4	4.6	1.3	1.6	0.5	14.6
	3	10.9	4.5	1.2	1.5	0.5	12.8
	Mean	11.1	4.5	1.3	1.6	0.5	13.7
108	1	11.5	4.2	1.3	1.5	0.5	11.8
	2	11.1	4.6	1.2	1.6	0.5	13.3
	3	10.5	4.7	1.1	1.6	0.5	14.4
	Mean	11.0	4.5	1.2	1.6	0.5	13.2
135	1	11.3	4.4	1.2	1.6	0.4	13.0
	2	11.0	4.2	1.2	1.5	0.4	13.5
	3	9.4	4.0	1.1	1.5	0.4	12.9
	Mean	10.6	4.2	1.2	1.5	0.4	13.1
162	1	9.6	4.2	1.1	1.5	0.4	10.4
	2	10.1	3.8	1.2	1.6	0.5	12.6
	3	9.1	3.9	1.2	1.7	0.4	11.3
	Mean	9.6	4.0	1.2	1.6	0.4	11.4
Sowing density (A)		*	**	*	*	*	ns
No. of seeds sown per hole (B)		ns*	ns	*	ns	ns	ns
Interaction (A × B)		*	*	**	ns	*	ns

*ns, *, **; Not significant, significant at the 5% and 1% level, respectively.

Table 4. Total saponin and each ginsenoside content of ginseng root cultivated in the different sowing density.

Sowing density (Seeds/1.62 m ²)	Total saponin content ^{a)} (%)	PD/PT ^{b)}	Ginsenoside content (w/w%)									
			Rb ₁	Rb ₂	Rb ₃	Rc	Rd	Re	Rf	Rg ₁	Rg ₂	Rh ₁
90	0.827a	0.618b	0.091b	0.072a	0.005a	0.089b	0.055a	0.096a	0.057a	0.318a	0.040a*	.
108	0.829a	0.934a	0.129a	0.075a	0.009a	0.114a	0.075a	0.054b	0.054a	0.276b	0.044a	.
135	0.872a	0.948a	0.136a	0.075a	0.009a	0.119a	0.081a	0.055b	0.053a	0.292b	0.048a	.
162	0.796b	0.907ab	0.120a	0.068a	0.008a	0.108a	0.071a	0.052b	0.057a	0.263b	0.044a	.

^{a)}Total saponin; Rb₁ + Rb₂ + Rc + Rd + Re + Rg₁ + Rh₁.

^{b)}PD; Rb₁ + Rb₂ + Rc + Rd, PT: Re + Rf + Rg₁ + Rh₁.

*Mean separation within columns by DMRT at p = 0.05.

한 생육 부진으로 인삼 뿌리의 분지성이 억제된다는 것을 본 실험을 통하여 확인할 수 있었다. 전체적으로 볼 때 인삼 뿌리의 생육은 파종밀도의 영향을 크게 받았다. 1~2년생 인삼은 고년근에 비해 성장속도가 느리고 양분 흡수량이 상대적으로 적어서 뿌리의 생육 차이가 현저하지 않았지만, 3년생 이후부터 급격하게 지하부 생장이 이루어지기 때문에 (Jin *et al.*, 2009; Lee *et al.*, 1978) 수확 시에는 생육 차이가 더 크게 나타날 것으로 생각된다.

3. 종자 파종밀도에 따른 ginsenoside 함량

종자 파종밀도별 인삼의 ginsenoside 함량을 Table 4에 나타내었다. 총 사포닌 함량은 135립 파종구에서 가장 많았다. Seong 등 (2010)은 파종밀도가 증가할수록 사포닌 함량은 적어진다고 보고했지만 본 실험에서는 135립 파종구까지 총 사포닌 함량은 증가하다가 162립 파종구에서 감소하는 경향을 보였다. 또한 Rb₁, Rb₂, Rc, Rd의 protopanaxadiol (PD)계와 Re, Rf, Rg₁, Rh₁의 protopanaxatriol (PT)계 사포닌의 비율 (PD/PT)도 총사포닌 함량과 같은 경향을 나타내었다. 파종밀도가 높아지면 상대적으로 양분경합이 커져서 생육이 제대로 이루어지지 않기 때문에 1차 대사산물이 제대로 생성되지 못하고 (Lee *et al.*, 2008), 사포닌이 가장 많이 분포되어 있는 세근과 지근이 (Han *et al.*, 2013) 제대로 발달하지 못하여 이와 같은 결과가 나타난 것으로 생각된다. 특히 지근은 PD 계열의 사포닌인 Rb₁, Rb₂, Rb₃, Rc, Rd를 가장 많이 함유하고 있다 (Hong and Eom, 2012). 투광량과 PD 계열의 사포닌은 긴밀한 관계가 있다는 Yu 등 (2014)의 보고와 같이 인삼이 심하게 밀식되면 투광량이 적어 PD 계열의 사포닌이 감소한 것으로 생각된다. Ginsenoside 중에서 Re와 Rg₁은 파종밀도가 증가할수록 감소하였고, Rb₁, Rc, Rd는 135립 파종구까지는 증가하였지만 162립 파종구에서 다시 감소하는 경향을 보였다. Ginsenoside Rb₂, Rb₃, Rg₂는 파종밀도에 관계 없이 비슷한 함량을 나타내었다. Ginsenoside Rb₁, Rc, Rd, Rg₂의 함량은 135립 파종구에서 많았고 Re와 Rg₁의 함량은 파종밀도가 가장 낮은 90립 파종구에서 많았다. Seong 등

(2010)은 파종밀도가 높아지면 ginsenoside Rg₁의 함량은 적어지고 Rc와 Rb₂의 함량은 많아진다고 하였는데, 본 실험에서 ginsenoside의 종류는 앞의 보고와 일치하지 않지만 파종밀도는 ginsenoside의 조성 및 함량에 영향을 미친다는 것이 확인되었다.

연생별 입모을 및 생육을 포함한 ginsenoside 함량의 변화에 대하여 추후 수확시 까지 지속적으로 수행하여 비닐하우스에서 직파재배시 파종립수와 밀도가 수량 및 사포닌 함량에 미치는 영향을 구명할 계획이다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청에서 주관하는 인삼 시설하우스 이용 직파재배 기술 개발(과제번호: PJ00941401) 과제의 연구비 지원으로 수행된 결과로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Cheon SK, Mok SK, Lee SS and Shin DY. (1991). Effects of light intensity and quality on the growth and quality of Korean ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) I. Effects of light intensity on the growth and yield of ginseng plants. Korean Journal of Ginseng Science. 15:21-30.
- Chung NJ and Koo JH. (1980). Biochemical study of some pharmacological effects of *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Biochemistry. 2:63-80.
- Han JS, Hyun ST, Lee GS, Kim JS and Choi JE. (2013). Comparison of ginsenoside content according to age and diameter in *Panax ginseng* C. A. Meyer cultivated by direct seeding. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 21:184-190.
- Hong HD and Eom MN. (2012). Research on ginsenoside characteristics of Gyeonggi ginseng. Bulletin of Food Technology 25: 258-266.
- Hwang WI and Oh SK. (1984). A study on the anticancer activities of lipid soluble ginseng extract and ginseng saponin derivatives against some cancer cells. Korean Journal of Ginseng Science. 2:153-167.

- Jin HO, Kim UJ and Yang DC.** (2009). Effect of nutritional environment in ginseng field. *Journal of Ginseng Research*. 33:234-239.
- Jo JS, Kim CS and Won JY.** (1996). Crop rotation of the Korean ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) and the rice in paddy field. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 4:19-26.
- Kim DW, Kim JY, You DH, Kim CS, Kim HJ, Park JS, Kim JM, Choi DC and Oh NK.** (2014). Effect of cultivation using plastic-film house on yield and quality of ginseng in paddy field. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 22:210-216.
- Kim DW, Cheong SS, Park JS, Park CB, Ryu J and Yang JC.** (2006). Disease incidence and growth characteristics under the shading type of vinyl-covered house in *Panax ginseng*. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 51:476-477.
- Kim GS, Hyun DY, Kim YO, Lee SW, Kim YC, Lee SE, Son YD, Lee MJ, Park HK, Cha SW and Song KS.** (2008). Extraction and preprocessing methods for ginsenosides analysis of *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 16:446-454.
- Kim YH, Yu YH and Lee JH.** (1990). Effect of shading on the quality of raw, red and white ginseng and the contents of some minerals in ginseng roots. *Journal of Ginseng Research*. 14:36-43.
- Lee CY.** (2007). Effects of shading material of rain shelter on growth and quality in *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 15:291-295.
- Lee JC, Ahn DJ, Byen JS, Chen 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 JH, Nam KY, Kim MS and Bae HW.** (1978). Relationship between the mineral nutrients uptake and the age of ginseng plant(*Panax ginseng* C. A. Meyer). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 21:58-62.
- Lee KS, Kim GH, Kim HH, Seong BJ, Lee HC and Lee YG.** (2008). Physicochemical characteristics on main and fine root of ginseng dried by various temperature with far-infrared drier. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 16:211-217.
- Lee SS.** (1996). Effect of transplanting angle of seedling on root shape and growth of ginseng plant(*Panax ginseng* C. A. Meyer). *Korean Journal of Ginseng Science*. 20:78-82.
- Lee SW, Yeon BY, Hyun DY, Hyun GS, Park CG, Kim TS and Cha SW.** (2007). Effect of compost application level on seedling growth of *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 15:138-141.
- 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, 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.
- Lee SW, Kang SW, Seong NS, Hyun GS, Hyun DY, Kim YC and Cha SW.** (2004). Seasonal changes of growth and extract content of roots in *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 12:483-489.
- 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.
- Madden LV.** (1992). Rainfall and the dispersal of fungal spores. *Advance Plant Pathology*. 8:39-79.
- 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 Medicinal Crop Science*. 21:372-379.
- RDA(Rural Development Administration).** (2011). Ginseng cultivation standard farming text book-103(Revised Ed.). Rural Development Administration. Suwon, Korea. p.108-149.
- Seong BJ, Kim GH, Kim HH, 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.
- 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.
- Yu J, Park KC, Lim JS, Jang IB, Mo HS, Park HW, Lee EH and Kim KH.** (2014). Changes of the ginsenoside contents by planting position in 6 year old ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer). *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 22:65-66.