



토직, 상토 및 양액육묘에 의해 생산된 묘삼의 본포 이식 후 성장특성

박홍우* · 송정호* · 권기범** · 이응호*** · 손호준*†

*산림청 국립산림과학원 산림약용자원연구소, **농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부, ***(주)이노진팜

Growth Characteristics of Ginseng Seedling Transplanting by Self Soil Nursery, Nursery or Hydroponic Culture on Main Field

Hong Woo Park*, Jeong Ho Song*, Ki Bum Kwon**, Ueong Ho Lee*** and Ho Jun Son*†

*Forest Medicinal Resources Research Center, NIFOS, KFS, Punggi 36040, Korea.

**Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

***INNOGINFARM Co., Pungyang 36863, Korea.

ABSTRACT

Background: The production method of ginseng seedlings for ginseng cultivation is very important to ensure healthy rooting system as well as high quality, and yield of the resultant plants. This study was carried out to compare the growth characteristics of 2-year-old ginseng plants that were produced from seedlings grown in self soil nursery (SSN), nursery soil (NS) or hydroponic culture (HC).

Methods and Results: The shading prop used was composed of four-layered 4 polyethylene (blue 3 + black 1) shade screen. The management of main field was done by inserting oil cake (1,200 kg/10 a) and then allowing Sudan grass to grow for a year. Seedling transplantation was carried out on April 6. Root growth was measured on October 25. Root weight was observed to be excellent at 6.0 g, following SSN transplantation. Root length was 21.2 cm for HC seedlings, but these plants had a physiological disorder (i.e., rusty root), in 83.5% plants of this treatment. The ratio of PD/PT (protopanaxadiol saponins / protopanaxatriol saponins) was higher in NS seedlings. Plant analysis revealed that Fe content was lower in HC seedlings with high rustiness. The growth of 2-years-old ginseng was different following these varying seedling cultivation methods, but seedlings from NS were not different from those grown in SSN.

Conclusions: For the propagation of 2-year-old ginseng plants, NS seedlings may be a good substitute for SSN seedlings.

Key Words: *Panax ginseng* C. A. Meyer, Ginseng Seedling, Growth, Physiological Disorder

서 언

과거부터 인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer) 재배를 위한 묘삼 생산은 일반적으로 양직, 반양직, 토직묘포 등의 묘상을 만들어 생산하였으며, 묘의 생산기술, 경험, 재배여건에 따라 선호하는 방법에 차이가 있다.

일반적으로 묘삼소질의 차이는 종자의 상태 (Kim *et al.*, 1981), 토양환경 (Yang *et al.*, 1997), 묘포 내 미기상 (Hyun *et al.*, 2009), 수분관리 (Nam *et al.*, 1980), 종자의 유전적

균일성 (Kim *et al.*, 1980), 생산농가 (Lee *et al.*, 1998) 등으로 인하여 차이를 보인다고 하였다 (Lee *et al.*, 1984). 묘삼 생산시 모잘록병 (Lee *et al.*, 1978), 뿌리썩음 (Lee *et al.*, 2017), 고온장해 (Lee *et al.*, 2010) 등의 병해발생으로 어려움이 있다. 또한 현재 묘삼생산은 과거 청초, 원야토, 활엽수 등으로 만든 약토와 원야토를 섞은 양직묘포 방식에서 토직묘포 방식으로 전환되어 생산되고 있다 (Yi *et al.*, 2007). 우량 묘삼의 생산량이 높은 양직묘포는 약토 재료 확보와 노동력의 문제가 있어 현재에는 예정지 관리 후 약토 투입 없이 예정지

†Corresponding author: (Phone) +82-54-630-5632 (E-mail) shj7400@korea.kr

Received 2017 June 30 / 1st Revised 2017 July 21 / 2nd Revised 2017 August 8 / 3rd Revised 2017 August 23 / Accepted 2017 August 24

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.

토양을 그대로 이용하여 파종상을 만들어 파종하는 방식인 토직묘포 (Kim *et al.*, 2010)에서 생산하며, 이마저도 직파재배로 대체되고 있는 실정이다 (Won and Jo, 1999).

묘삼의 소질은 근중, 동체의 길이, 생리장해, 너두의 상태 등으로 분류된다 (Lee *et al.*, 1998). 묘삼의 이용 범위가 확대되어 현재에는 관행재배, 수경재배, 새싹삼재배 등이 행해지고 있으며 이에 적합한 묘삼에 대한 수요가 지속적으로 창출되고 있다. 이를 공급하기 위한 우량한 청정묘삼의 안정적인 생산 방식과 다양화된 인삼의 산업화에 적합한 효율적인 생산 방식에 대한 연구가 필요하다. 묘삼생산 방법에 공정육묘 (Park *et al.*, 2014)와 수경재배 (Li, 2005)에 관한 연구 보고가 있다. 그러나 묘삼의 생산방식이 다른 토직육묘, 공정육묘, 양액육묘 등의 본포이식으로 성장특성을 비교한 연구는 보고된 바 없다.

인삼재배는 다년간 동일한 장소에서 토양에서 재배 (Kim *et al.*, 2015)되는 특성을 갖고 있어 재배에 적합한 묘삼의 선별 이식은 중요하며 양질의 묘삼은 생산성에 커다란 영향을 미친다. 과거 묘삼재배용 퇴비연구를 시작으로 최근에 상토를 이용한 공정육묘, 양액육묘 등의 상토를 이용한 묘삼생산 방식의 연구가 시도 되고 있다. 산업화를 위한 종자의 균일성, 종묘삼의 균일한 생산은 가공적성에 맞는 인삼생산의 기본이 된다. 따라서 본 연구에서는 다양한 육묘방식으로 생산된 묘삼을 관행해가림에서 이식배시 묘삼 생산방식별 생육특성을 비교하여 묘삼생산 방식의 변화를 위한 이용가능성 검토하고 기초자료로 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 묘삼 소질 및 재배환경

실험에 이용한 묘삼 (재래종, *Panax ginseng* C. A. Meyer)은 다음과 같은 조건에서 생산되었다. 토직육묘 [self soil nursery (SSN), sandy loam, shade condition], 공정육묘 [nursery soil (NS), nursey of ginseng seedling production (Nongkyong Co., Jincheon, Korea), plastic house condition], 양액육묘 [hydroponic culture (HC), nursey of ginseng seedling production + modified nutrient solutions of Korea Wonsi, Venlo-type grasshouse condition (Mokmin Co., Ltd., Suwon, Korea)] 등 이었다. 각각의 생산방식에서 1g 이상의 조건으로 생리장해가 낮은 개체를 선별하여 사용하였다. 본포는 해가림 시설은 4 중직 (청 3 + 흑 1) 차광막을 사용하여 재배하였다. 남계통의 사질양토로 인삼재배 가능지에 속하였으며 시험 전년도에 유박 1,200 kg/10 a을 투입하고 호밀, 수단그라스를 심어 1년간 예정지관리를 하였다. 각각의 다른 방식에서 생산된 묘삼은 묘소질 조사 후 실험을 위해 2015년 4월 6일에 이식하였다 (Table 1). 처리구는 완전임의배치하고 반복당 면적 (90 cm × 90 cm)에 행열 간격은 10 cm × 15 cm로 이식하였다.

Table 1. Characteristics of seedling qualities before transplanting.

Seedling type	RL ¹⁾ (cm)	RD ²⁾ (mm)	BL ³⁾ (mm)	BW ⁴⁾ (mm)	RW ⁵⁾ (g)	Rusty rate ⁶⁾ (%)
SSN ⁷⁾	16.6 ^{a*}	4.9 ^c	1.43 ^a	1.66 ^a	1.1 ^b	0 ^b
NS ⁸⁾	13.4 ^b	5.7 ^b	1.21 ^b	1.51 ^b	1.0 ^b	0 ^b
HC ⁹⁾	10.8 ^c	6.9 ^a	1.23 ^b	1.61 ^a	1.3 ^a	15 ^a

*Mean with same letters are not significantly different in DMRT ($p < 0.05$). ¹⁾RL; Root length, ²⁾RD; Root diameter, ³⁾BL; Bud length, ⁴⁾BW; Bud width, ⁵⁾RW; weight, ⁶⁾Rusty rate; 0 = 0%, 1 = 0 - 10%, 2 = 20 - 40%, 3 = 40 - 80%, 4 = above 80%, ⁷⁾SSN; Self soil nursery, ⁸⁾NS; Nursery soil, ⁹⁾HC; Hydroponic culture.

2. 이식 묘삼 2 년생 성장조사

지상부 성장특성은 5월 25일에 조사하였으며, 지하부는 10월 25일 처리당 15 개씩 3 반복으로 채굴하여 성장조사와 분석을 위한 시료로 사용하였다. 뿌리의 생육을 조사하고 너두를 포함한 동체 7 cm 이내 (동체)와 7 cm 이상 나머지 뿌리부분 및 측근을 포함한 부위 (지근)로 구분하였다. 샘플의 저장 조건은 -70°C 이하의 초저온냉장고 DF8524 (ILShinBioBase Co., Ltd., Dongducheon, Korea)에 저장하였다.

3. 2년생의 토양분석 및 식물체분석

토양은 이식전 실험구의 토양을 분석하였고 이식 후 2 년생의 시료 채취시 근권의 토양을 채취하여 분석에 이용하였다. 토양화학성 분석은 농촌진흥청 식물체 및 토양 분석법에 준하여 실시하였다 (NIAS, 2000). 무기성분은 ICP OES (GBC Scientific Equipment, Braeside, Australia)를 이용하여 함량을 측정하였다. 재배관리는 농촌진흥청 표준인삼재배지침서에 준하여 관리하였다 (RDA, 2014).

4. 2 년생의 진세노사이드 분석

진세노사이드의 분석을 위한 표준품 9 종 은 Rg1, Re, Rf, Rb1, Rg2, Rc, Rb2, Rb3, Rd (ChromaDex Inc., Irvine, CA, USA)이고 분석을 위한 용매는 GR-grade였다. 분석은 HPLC 1100 series (Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA)를 사용하였고, column (Halo RP-amide, 4.6 × 150 mm, 2.7 μm, Advanced Analytical Tehnologies, Ankeny, IA, USA)을 사용하였으며, injection volume은 10 μl 였다. HPLC 검출조건은 detector DAD 203 nm, run time 35 min 이었고 이동상은 0.5 - 0.8 ml/min이었으며, elution condition 각각 0 - 1 min, 27% B; 1 - 6 min, 28% B; 6 - 10 min, 28% B; 10 - 30 min, 34% B; 30 - 33 min, 80% B and 33 - 35 min, 27% B였다.

분석에 사용된 인삼 샘플은 동결건조하여 분쇄한 200 mg을 2 ml micro tube에 취해 70% MeOH 2 ml 를 넣고 혼합하여, 50°C에서 30 분 동안 초음파추출 (Powersonic 410, Hwashin

Technology Co., Seoul, Korea)하였다. 추출된 용액은 4°C, 13,000 rpm 조건에서 15 분 동안 원심분리 하였고, 상등액 1 ml 를 Sep-Pak Plus C18 cartridges (Waters, Milford, MA, USA)로 정제한 후 membrane filter (0.45 µm)로 여과하여 분석하였다.

모든 통계분석은 SAS (Statistical Analysis System, Enterprise Guide 7.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 프로그램을 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 시험전후 토양의 이화학적 특성

묘삼이식 전 토양의 토양분석 결과에서 pH는 6.3으로 허용 범위에 있었고, EC (electrical conduction)는 0.2 dS/m로 적합, 칼슘은 5.35 cmol⁺/kg 로 적합범위였다 (RDA, 2014). 예정지관리 기준에서 질소, 유효인산, 칼륨의 함량이 낮았다. 예정지시점과 묘삼 이식 1 년 후 모든 처리에서 pH는 낮아졌고 EC는 증가하였으며, 특히 이식전과 비교하여 NO₃가 토양 화학성 중에서 크게 증가하였으며 또한 유기물의 함량이 증가하였다. 앞선 연구결과에 의하면 인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer)의 이식재배시 2 년차에서 NO₃ 함량이 증가하는 것으로 보고한 결과와 일치하였다 (Lee *et al.*, 1989). 또한 P₂O₅의 함량이 증가 한 것으로 나타났다. pH는 묘삼의 이식전보다 감소하였으며 유기물은 함량이 증가한 경향이었다 (Table 2). 처리간 비교에서 토직묘 이식은 유기물, Mg, Na, Ca의 함량이 높았고 양액육묘 이식은 pH와 EC가 높았고 NO₃ 함량이 높았다. 이식 후 처리별 토양의 이화학적 성이 차이를 보였다. 토양 화학성 중에서 EC, NO₃, P₂O₅, Mg, Na의 증가는 뿌리의 생리장해를 유발한다고 하였다 (Hyun *et al.*, 2009).

2. 묘삼 종류별 이식 1 년 후의 생장특성

묘삼 별 생장 결과는 Table 3, 4와 같다. 토직묘 이식의 지상부 생육은 공정육묘와 양액육묘에 비하여 초장, 엽장, 엽폭, 엽병장, 경직경 등의 항목이 우수하였다. 경장은 양액육묘 묘삼이 5.6 cm 로 토직묘와 공정육묘 보다 길었다. 지하부의 생육은 토직묘 이식이 우수하였고, 근장은 양액육묘 이식이

Table 3. Aerial part growth of 2-year-old ginseng.

Seedling type	PL ¹⁾ (cm)	LL ²⁾ (cm)	LW ³⁾ (cm)	PEL ⁴⁾ (cm)	SD ⁵⁾ (mm)	SL ⁶⁾ (cm)	SPAD value
SSN ⁷⁾	18.6 ^{a*}	8.3 ^a	3.4 ^a	10.3 ^a	2.5 ^a	4.8 ^{ab}	35.2 ^a
NS ⁸⁾	14.1 ^c	6.1 ^b	2.8 ^b	8.0 ^b	2.1 ^c	3.8 ^b	33.0 ^a
HC ⁹⁾	15.8 ^b	6.4 ^b	2.6 ^b	9.4 ^a	2.3 ^b	5.6 ^a	34.4 ^a
Mean	16.2	6.9	2.9	9.2	2.3	4.7	34.2

*Mean with same letters are not significantly different in DMRT ($p < 0.05$). ¹⁾PL; Plant length, ²⁾LL; Leaf length, ³⁾LW; Leaf width, ⁴⁾PEL; Petiole length, ⁵⁾SD; Stem diameter, ⁶⁾SL; Stem length, ⁷⁾SSN; Self soil nursery, ⁸⁾NS; Nursery soil, ⁹⁾HC; Hydroponic culture.

Table 4. Root part growth of 2-year-old ginseng.

Seedling type	RL ¹⁾ (cm)	TR ²⁾ (cm)	RD ³⁾ (mm)	BL ⁴⁾ (mm)	BW ⁵⁾ (mm)	RW ⁶⁾ (g)	LR ⁷⁾ (no)
SSN ⁸⁾	19.4 ^{ab*}	9.4 ^a	10.9 ^a	11.4 ^a	9.4 ^a	6.0 ^a	10.2 ^a
NS ⁹⁾	17.1 ^b	8.6 ^a	10.6 ^a	10.8 ^a	8.5 ^{ab}	5.1 ^{ab}	8.1 ^a
HC ¹⁰⁾	21.2 ^a	8.1 ^a	9.8 ^a	7.5 ^b	7.6 ^b	3.9 ^b	3.6 ^a
Mean	19.4	8.8	10.4	10.1	8.6	5.0	7.4

*Mean with same letters are not significantly different in DMRT ($p < 0.05$). ¹⁾RL; Root length, ²⁾TR; Tap root, ³⁾RD; Root diameter, ⁴⁾BL; Bud length, ⁵⁾BW; Bud width, ⁶⁾RW; Root weight, ⁷⁾LR; Lateral root, ⁸⁾SSN; Self soil nursery, ⁹⁾NS; Nursery soil, ¹⁰⁾HC; Hydroponic culture.

21.2 cm 로 신장이 좋았으나 지세근의 발달이 불량하였다. 양액육묘 이식은 근장을 제외한 지하부의 발달이 낮았고, 잠아가 타 처리에 비해 생장이 낮았다. 적변, 은피, 뿌리썩음, 무늬두 발생율은 양액육묘 묘삼 처리가 각각 83.5%, 43.3%, 53.3%, 3.7%로 타 처리에 비해 높게 발생하여 생장에 장애가 있었던 것으로 판단하였다.

3. 묘삼 종류별 이식 1 년 후의 뿌리 진세노사이드 함량

인삼 동체의 총 진세노사이드함량은 0.763%로 양액육묘가 높았고 지근에서는 공정육묘 이식이 2.532%로 높은 것으로 나타났다. 진세노사이드 동체의 Rg1 함량은 적변이 발생이 심한 양액육묘에서 높았다. 지근에서는 토직묘구 보다 공정육묘와 양액육묘에서 높았다. 또한 공정육묘는 동체에서 Re의 함량이 높았으며 지근에서도 토직묘 이식에 비하여 Re의 함량이 높았다. 그리고 공정육묘 이식은 Rd의 함량이 동체와 지근에서

Table 2. Changes chemical property of soil management after one year.

Type	pH	EC ¹⁾ (dS/m)	OM ²⁾ (g/kg)	NO ₃	P ₂ O ₅	K	Mg	Na	Ca
				(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(cmol ⁺ /kg)	(cmol ⁺ /kg)	(mg/kg)
SSN ³⁾	5.1 ^{b*}	0.6 ^c	7.5 ^a	53.7 ^c	194.9 ^a	0.12 ^a	1.10 ^a	0.06 ^a	5.39 ^a
NS ⁴⁾	5.2 ^b	0.7 ^b	6.6 ^b	69.1 ^b	191.4 ^a	0.11 ^a	0.94 ^b	0.05 ^b	4.57 ^b
HC ⁵⁾	5.3 ^a	0.8 ^a	6.8 ^{ab}	73.6 ^a	190.9 ^a	0.10 ^b	0.93 ^b	0.05 ^b	4.42 ^b
Preparation field	6.3	0.2	4.6	12.8	180.2	0.07	0.94	0.05	5.35

*Mean with same letters are not significantly different in DMRT ($p < 0.05$). ¹⁾EC; Electrical conduction, ²⁾OM; Organic matter, ³⁾SSN; Self soil nursery, ⁴⁾NS; Nursery soil, ⁵⁾HC; Hydroponic culture.

Table 5. Ginsenoside content of 2-year-old ginseng root.

Types	Rb1	Rb2	Rb3	Rc	Rd	Re	Rg1	Rg2	Rf	Total	PD ¹⁾ /PT ²⁾	
TAP ³⁾	SSN ⁵⁾	0.135 ^{c*}	0.043 ^b	0.013 ^b	0.073 ^b	0.027 ^b	0.085 ^b	0.109 ^c	0.021 ^b	0.045 ^c	0.551 ^c	1.116 ^a
	NS ⁶⁾	0.175 ^b	0.049 ^a	0.015 ^a	0.095 ^a	0.036 ^a	0.163 ^a	0.098 ^b	0.017 ^c	0.071 ^a	0.719 ^b	1.059 ^a
	HC ⁷⁾	0.233 ^a	0.043 ^b	0.015 ^a	0.067 ^b	0.030 ^b	0.084 ^b	0.203 ^a	0.029 ^a	0.058 ^b	0.763 ^a	1.036 ^a
	Mean	0.181	0.045	0.014	0.078	0.031	0.111	0.137	0.022	0.058	0.678	1.070
LAT ⁴⁾	SSN	0.644 ^a	0.192 ^b	0.051 ^b	0.363 ^b	0.177 ^b	0.186 ^b	0.318 ^b	0.060 ^a	0.118 ^a	2.109 ^b	2.089 ^b
	NS	0.661 ^a	0.249 ^a	0.068 ^a	0.516 ^a	0.287 ^a	0.206 ^a	0.360 ^a	0.060 ^a	0.127 ^a	2.532 ^a	2.366 ^a
	HC	0.504 ^b	0.164 ^c	0.047 ^b	0.296 ^c	0.131 ^c	0.082 ^c	0.371 ^a	0.063 ^a	0.077 ^b	1.735 ^c	1.926 ^c
	Mean	0.603	0.201	0.055	0.392	0.198	0.158	0.350	0.061	0.107	2.125	2.127

^{*}Different letters indicate values significantly different by the DMRT ($p < 0.05$). ¹⁾PD; Rb1 + Rb2 + Rb3 + Rc + Rd, ²⁾PT; Re + Rg1 + Rg2 + Rf, ³⁾TAP; within 7 cm of root (bud + taproot), ⁴⁾LAT; more than 7 cm of root (taproot + lateral root), ⁵⁾SSN; Self soil nursery, ⁶⁾NS; Nursery soil, ⁷⁾HC; Hydroponic culture.

각각 0.036, 0.287%로 높았고 Rc와 Rb2의 함량이 동체와 지근에서 높게 나타났다. 공정육묘 이식에서 PD/PT (PD, Rb1 + Rb2 + Rb3 + Rc + Rd; PT, Re + Rg1 + Rg2 + Rf)의 비율은 Table 5에서와 같이 동체는 차이가 없었으나, 공정육묘 이식의 지근에서 PD의 함량이 2.4 배로 높았다 (Table 5). 양액육묘는 동체에서 Rg1, Rb1, Rg2, Rb3의 함량이 높고 동체의 총 진세노사이드 함량이 높았으며, 지근에서는 Rg1의 함량이 높고 총 진세노사이드 함량이 가장 낮았다. 이는 적변발생이 높았던 것과 관계가 있을 것으로 생각된다. 그러나 Campeau 등 (2003)은 4 년생 미국삼에서 Rb1, Rb2, Rc, Rd, Re, Rg1, Ro 등 7 종의 진세노사이드 분석으로, 적변삼 조직에서는 모든 성분함량이 낮은 것으로 보고 하였지만 중, 연생, 재배방법이 달라 명확하지가 않은 것으로 판단된다.

4. 묘삼 종류별 이식 1 년 후의 식물체 성분 함량

2 년근 동체의 식물체 분석결과 Fe, Mg, Mn, Na, P₂O₅의 함량에 차이가 있는 것으로 나타났다 (Table 6). 또한 토직묘와 공정육묘 간에도 차이를 보였다. Fig. 1, 2에서와 같이 적

변발생이 83.5%인 양액육묘 이식은 Mg, Na, P₂O₅의 함량에 차이가 있었다. 2년생 지하부의 지근과 측근의 분석결과에서 다른 무기물의 함량은 유사하였으며 Fe, Mn, Zn의 함량은 토직묘 및 공정육묘 이식에서 함량이 높은 것으로 나타났다.

Jung (2004)은 white clover에서 Fe와 Mn의 길항작용을 보고하였다. 2 년생 인삼에서는 Fe와 Mn의 흡수량 비율이 부위별로 비교하였을 때, 동체는 토직묘 이식과 공정육묘 이식이 6 : 1이었고 양액육묘는 5 : 1이었고 지근은 13 : 1이었고 양액육묘 이식은 8 : 1이었다. 양액육묘 이식이 Fe의 흡수율이 낮음에도 적변발생이 심한 것은 상대적으로 많이 흡수된 Mg, Na, P₂O₅ 등의 함량이 높은 것과 비교하여 생각해 볼 수 있다.

양액육묘 이식은 총 진세노사이드 함량이 동체에서 높고 지근에서는 낮은 결과를 보였으며, 적변이 83.5% 적변이 발생하고 타처리에 비하여 K, Mg, P₂O₅의 함량이 높게 흡수된 것으로 나타났다. 적변부위에서 Fe의 함량이 높았다는 보고와는 달리 오히려 동체와 지근 모두에서 Fe의 함량이 낮은 것으로 나타났다 (Yang *et al.*, 1997; Choi *et al.*, 2002). 또한 미국삼 4 년생 적변조직에서 K의 함량이 낮고 Ca, Mn, Fe 등의

Table 6. Organic and inorganic material content of 2-year-old ginseng roots.

Types		OM ⁴⁾	P ₂ O ₅	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
		%						mg/kg			
TAP ¹⁾	SSN ³⁾	705.08 ^{a*}	0.59 ^b	1.87 ^a	0.49 ^a	0.41 ^b	0.04 ^b	289.77 ^a	47.59 ^a	22.57 ^a	11.79 ^b
	NS ⁵⁾	686.21 ^b	0.58 ^b	1.66 ^b	0.49 ^a	0.35 ^c	0.02 ^c	240.23 ^b	43.41 ^b	19.90 ^a	16.41 ^a
	HC ⁶⁾	712.66 ^a	0.74 ^a	1.90 ^a	0.58 ^a	0.55 ^a	0.05 ^a	187.42 ^c	35.70 ^c	22.21 ^a	18.45 ^a
	Mean	701.32	0.64	1.81	0.52	0.44	0.04	239.14	42.23	21.56	15.55
LAT ²⁾	SSN	733.22 ^a	0.52 ^b	2.96 ^b	0.49 ^a	0.61 ^b	0.070 ^b	859.09 ^b	67.90 ^b	46.61 ^a	19.97 ^b
	NS	746.63 ^a	0.56 ^b	3.19 ^a	0.56 ^a	0.60 ^b	0.067 ^c	988.35 ^a	77.86 ^a	50.80 ^a	24.97 ^a
	HC	749.59 ^a	0.74 ^a	2.86 ^b	0.52 ^a	0.71 ^a	0.083 ^a	294.23 ^c	36.77 ^c	33.85 ^b	23.99 ^{ab}
	Mean	743.15	0.61	3.00	0.52	0.64	0.07	713.89	60.84	43.75	22.98

^{*}Different letters indicate values significantly different by the DMRT ($p < 0.05$). ¹⁾TAP; within 7 cm of root (bud + taproot), ²⁾LAT; more than 7 cm of root (taproot + lateral root), ³⁾SSN; Self soil nursery, ⁴⁾OM; Organic matter, ⁵⁾NS; Nursery soil, ⁶⁾HC; Hydroponic culture.

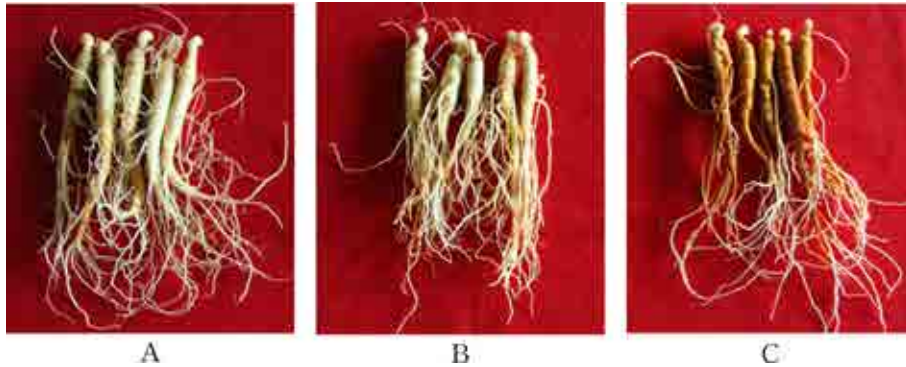


Fig. 1. Growth status of 2-year-old ginseng grown with field condition. A; self soil nursery, B; nursery soil, C; hydroponic culture.

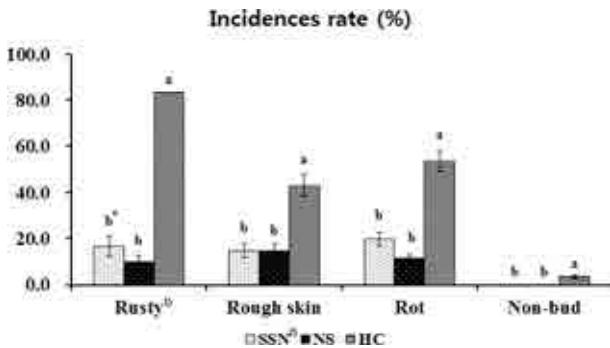


Fig. 2. Disease occurrence in ginseng root. *Different letters indicate values significantly different by the DMRT ($p < 0.05$). ¹Rusty; 0 = 0%, 1 = 0 - 10%, 2 = 20 - 40%, 3 = 40 - 80%, 4 = above 80%, Rough skin, Rot and Non-bud; levels of disease were evaluated existence and non-existence, ²SSN; Self soil nursery, NS; Nursery soil, HC; Hydroponic culture.

함량이 높은 것으로 보고한 바 있다 (Campeau *et al.*, 2003).

토직묘와 공정육묘의 묘삼은 정상적으로 성장하였고, 양액육묘 이식은 측근의 발달이 불량하고 적변이 발생하거나, 너무 가 부패하는 등의 근부 발달이 비정상적인 것으로 나타났다. 공정육묘 묘삼은 이식 후에도 근중의 발달과 뿌리의 발달이 토직묘 보다 낮았으나, 총 진세노사이드 함량이 토직묘 보다 높고 고품질인삼 생산에 이용 가능성이 있는 것으로 나타났다. 공정육묘 방식에서 생산된 묘삼은 저년근의 이용이 많은 삼계용이나 새싹삼 등에 적용 가능할 것으로 생각되며, 앞으로 년차에 따른 생장의 변화를 분석한다면 고년근 생산에 적용가능성을 평가할 수 있을 것이다. 토직묘, 공정육묘, 양액육묘의 시험결과들에서 공정육묘에 의한 묘삼 생산방식의 발전가능성이 보였다.

본 실험에 사용된 생산방식이 다른 이식 묘삼은 식재 가능한 묘삼을 선별하는 과정에서 묘소질에 차이가 있었고, 묘삼의 소질은 2년생에서도 성장에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 묘삼 재배시 근장은 유기물과 무기물의 과다에 의한 상토내 EC의 증가가 원인이라고 보고하였다 (Choi *et al.*, 2011). 또한

크기 이외에 이식묘삼 수집시 묘포장의 육묘환경의 비옥도와 유기질비료 시용을 언급하였다 (Lee *et al.*, 1998). 양액묘삼은 근장이 짧았으나 2년생에서 생리장애인 적변발생이 높았고 근장이 증가한 부분을 대해 추가적인 연구가 필요한 것으로 나타났다. 이러한 차이는 성장환경, 묘삼 생산기술, 관리방식 등의 복합적인 요인에 의한 것으로 생산방식이 다르더라도 표준준거에 맞는 묘삼을 생산하여야 할 것이다. 결론적으로 토직묘는 자연환경 하에서 다양한 요인들이 작용하는 반면 공정육묘는 멸균된 상토와 환경제어가 가능한 상태에서 성장하게 되므로 묘삼의 성장 안정성을 확보할 수 있어, 향후 이에 대한 지속적인 연구가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 산림청 국립산림과학원 석·박사 연구원섭의 지원에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Campeau C, Prpctor JT, Jackson CJC and Rupasinghe HV. (2003). Rust-spotted North American ginseng roots: Phenolic, antioxidant, ginsenoside, and mineral nutrient content. *HortScience*. 38:179-182.
- Choi JE, Lee JS, Yoon SM and Cha SK. (2002). Comparison of inorganic elements and epidermis structures in healthy and rusty ginseng. *Korean Journal of Crop Science*. 47:161-166.
- Choi JE, Lee NR, Han JS, Kim JS, Jo SR, Shim CY and Choi JM. (2011). Influence of various substrates on the growth and yield of organically grown ginseng seedlings in the shaded plastic house. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 19:441-445.
- Hyun DY, Yeon BY, Lee SW, Kang SW, Hyeon GS, Kim YC, Lee KW and Kim SM. (2009). Analysis of occurrence type of physiological disorder to soil chemical components in ginseng cultivated field. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 17:439-444.
- Jung YK. (2004). Effects of systematic variation application of Fe,

- Mn, Cu, and Zn on the growth, root/nodule, and flowering of orchardgrass and white clover. *Journal of the Korean Society of Grassland Science*. 24:105-114.
- Kim DW, Kim HJ, Park JS, Kim DH, Cheong SS and Ryu J.** (2010). Selection of suitable organic matter for To-jik nursery in *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 18:74-78.
- Kim JM, Cheon SR, Kim YT, Lee CH and Bae HW.** (1980). Effect of seedling characters on the growth of ginseng plant in field: I. Relationship between some seedling characters and growth of two-year-old ginseng plant. *Korean Journal of Ginseng Science*. 4:65-71.
- Kim JM, Lee SS and Kim YT.** (1981). Effect of seed size on seedling performance in *Panax ginseng*. *Korean Journal of Ginseng Science*. 5:85-91.
- Kim YC, Kim YB, Kim JU, Lee JW, Jo IH, Bang KH, Kim DH and Kim KH.** (2015). Difference in growth characteristics of 5-year-old ginseng grown by direct seeding and transplanting. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 23:480-488.
- Lee CH, Kim HJ and Bae HW.** (1978). Chemical control of damping-off of ginseng caused by *Rhizoctonia solani*. *Korean Journal of Plant Protection*. 17:143-147.
- Lee HI, Park H and Yuk CS.** (1989). Yield and missing plant rate of *Panax ginseng* affected by the annual change in physico-chemical properties of ginseng cultivated soil. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*. 22:18-24.
- Lee JC, Ahn DJ, Byen JS and Jo JS.** (1998). Relationships between growth characteristics as well as mineral contents of ginseng seedlings and yield of ginseng roots. *Journal of Ginseng Research*. 22:294-298.
- Lee JS, Lee JH and Ahn IO.** (2010). Characteristics of resistant lines to high-temperature injury in ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). *Journal of Ginseng Research*. 34:274-281.
- Lee SS, Cheon SR, Kim YT and Lee CH.** (1984). Effect of seedling characters on the growth of ginseng plant on field: 3. Relationship between seedling plant field. *Korean Journal of Ginseng Science*. 8:57-64.
- Lee SW, Park KH, Lee SH, Jang IB and Jin ML.** (2017). Effect of green manure crop cultivation on soil chemical properties and root rot disease in continuous cropping field of ginseng. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 25:1-9.
- Li TSC.** (2005). Hydroponic and organically grown American ginseng. *Journal of Ginseng Research*. 29:182-184.
- Nam KY, Park H and Lee IH.** (1980). Effect of soil moisture on growth of *P. ginseng*. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*. 13:71-76.
- National Institute of Agricultural Science and Technology (NIAST).** (2000). Methods of soil chemical analysis. Rural Development Administration. Suwon, Korea. p.103-130.
- Park HW, Jang IB, Kim YC, Mo HS, Park KC, Yu J, Kim JU, Lee EH, Kim KH and Hyun DY.** (2014). Growth characteristics of ginseng seedlings as affected by mixed nursery soil under polyethylene film covered greenhouse. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 22:363-368.
- Rural Development Administration(RDA).** (2014). Standard cultural practice of ginseng. Rural Development Administration. Jeonju, Korea. p.94-110.
- 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.
- Yang DC, Kim YH, Yun KY, Lee SS, Kwon JN and Kang HM.** (1997). Red-colored phenomena of ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) root and soil environment. *Korean Journal of Ginseng Science*. 21:91-97.
- Yi ES, Choi BY, Yoon ST and Kim YH.** (2007). Effect of nurseries on production of high quality seedlings in *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 15:177-182.