

## 폐쇄형 하우스를 이용한 인삼 재배에서 상토의 조성이 2년 근 인삼의 생육 및 수량에 미치는 영향

최재을<sup>†</sup> · 이누리 · 조서리 · 김정선 · 최영규

충남대학교 농업생명과학대학

### Effects of Various Bed Soil Substrates on the Growth and Yield of 2-Year-Old Ginseng Grown in the Closed Plastic House

Jae Eul Choi<sup>†</sup>, Nu Ri Lee, Seo Ri Jo, Jung Sun Kim and Yeong Kyu Choi

College of Agric. & Life Science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea.

**ABSTRACT :** This research was conducted to investigate the influence of various organic substrates on growth and yield of ginseng seedling grown organically in the closed plastic house. The pH and EC of substrates used for organically ginseng cultivation ranged 5.93~6.78 and 0.03~0.15 dS/m respectively. The concentrations NH<sub>4</sub>-N and NO<sub>3</sub>-N respectively was 14.01~68.63 mg/L, 5.60~58.83 mg/L. The average quantum of the closed plastic house was range from 10 to 16% of natural light. In July and August, the maximum temperature of the closed plastic house did not exceed 30 and the average temperature was maintained within 25 lower than the field because air conditioning ran. The PPV-1 and PPV-2 bed soil substrates produced higher stem length, stem diameter, shoot fresh weight and leaf area than those of conventional culture. In PPV-2 bed soil substrates, root fresh weight and root diameter was the highest. The root fresh weight of PPV-2 bed soil substrates in closed plastic house was maximum 25% heavier than the conventional cultivation. The results of this experiment will be utilized for making new substrate application for organic ginseng culture in the plastic house.

**Key Words :** *Panax ginseng*, Substrates, Yield, Organic Culture, Vinyl House

### 서 언

하우스 인삼재배는 점무늬병과 탄저병의 발생을 현저히 감소시키고 인삼의 수량증대 효과 (Lee *et al.*, 2011)가 있어 친환경 인삼재배법으로 활용할 수 있게 되었다. 그러나 하우스 인삼재배는 외부 환경을 완전히 차단할 수 없으므로 무농약 재배가 곤란하고 고온장해가 발생하기 쉬우며 연작장해 등을 해결할 수 없다는 단점이 있다.

이러한 단점을 보완할 수 있는 방법 중의 하나가 식물공장이다. 식물공장은 시설 내에 냉난방시설, 조명시설, 재배시설 등을 갖춘 공장식 농업생산시스템으로 연작장해의 해결, 생육 촉진 및 생육기간의 단축, 단위면적당 수량증대, 연중 안정적인 생산, 고품질 상품생산, 계획적인 재배와 출하, 병충해 발생억제, 자동화에 의한 노동력 부족 해결 등의 장점이 있다.

인삼은 연작피해가 심하여 대부분의 주산지에서는 초작지 부족으로 초작이 가능한 지역으로 이동하여 인삼을 재배하고 있다. 초작지 부족 및 농촌인구의 고령화와 함께 잦은 기상재

해 등도 인삼생산의 안정화에 걸림돌이 되고 있다. 따라서 이러한 문제점을 극복하기 위해서는 식물공장 재배법을 활용하는 것도 그 대책 중의 하나라고 생각된다.

그러나 국내에서 설립된 식물공장은 대부분이 막대한 자금을 투입하여 외관상으로는 식물공장의 형태를 갖추었으나 대부분이 영리적 목적보다는 전시홍보용, 연구용 등으로 이용될 뿐이고 경제성이 고려되지 않아 농가 보급에는 많은 어려움이 남아있다. 즉 식물공장은 고품질, 친환경, 고기능성, 안전성 등에 능동적으로 대처할 수 있는 장점도 있지만 건물, 생산라인, 보광 등의 초기시설 투자비용이 많이 들며, 특히, LED 조명을 설치할 경우에는 시설비가 급격히 증가한다.

그러므로 식물공장의 시설비를 줄일 수 있는 기술이 개발되어야 다양한 작물에서 활용할 수 있을 것이다. 시설비를 줄이는 방법으로는 건물대신 비닐하우스를 사용하고, 태양광만을 활용하며, 양액시설은 일반 점적관수, 봄과 가을에는 차광, 송풍, 환기시설을 이용하여 온도를 조절하고 고온기인 늦봄에서 초가을까지는 냉방시설을 이용하는 방법 등이 있을 것이다. 하

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) 82-42-821-5729 (E-mail) choije@cnu.ac.kr

Received 2012 March 20 / 1st Revised 2012 April 6 / 2nd Revised 2012 April 16 / Accepted 2012 April 19

우스형 식물공장에서 인삼을 재배하면 빗물의 유입을 막아 병해의 발생을 억제하고, 폭풍우, 저온, 폭설 등의 자연재해를 줄일 수 있으므로 연작 피해 및 농약잔류 해결과 함께 예정지 관리, 농약살포 및 제초작업 등에 필요한 노동력의 절감이 가능하다. 또한 최근에 유기농 묘삼생산용 상토가 개발되었으며, 유기농재배를 위한 묘삼생산 기술, 유기재배용 하우스 시설 등도 보고되어(Choi *et al.*, 2011) 유기농 인삼의 생산에 활용할 수 있을 것이다.

Proctor 등 (2010)은 온실에서 버미큘라이트, 피트모스 배지 등을 이용하여 미국삼을 대상으로 유기농 육묘를 하였으나 포장 재배보다 좋은 결과를 얻지 못하였다. Li (2005)는 미국삼 종자를 펠라이트, 피트모스 등을 혼합한 상토에 파종하여 수경재배를 한 결과 포장재배에 비하여 근중은 50% 이하이나 총 사포닌은 큰 차이가 없었다고 하였다. Park 등 (2002)은 피트모스, 모래, 재활용 압면 등을 이용한 양액재배를 실시한 결과 인삼의 지상부 및 뿌리 생체중과 뿌리의 건물중은 재활용 압면 배지에서 높았으며, 사포닌 함량에서는 일반토양에서 생육한 인삼과 차이를 나타내지 않았다고 하였다. Kim 등 (2010)은 수경재배 묘삼의 생육과 사포닌 함량은 황토, 펠라이트, 팽화왕겨 및 모래와 원예 상토를 혼합한 배지에서 가장 우수하다고 하였다.

인삼 종자의 발아나 너두에서의 출아에는 수개월의 저온기간이 필요하고, 인삼의 출아 및 발아적온은 10~15℃, 전엽 후 생육적온은 21~25℃이며, 30℃ 이상이 되면 광합성이 중단되어 고온피해를 받는다고 하였다. 또한 반음지성 작물인 인삼의 최적 광량은 자연광의 10% 내외 (Jeong, 2007)라 하였으므로, 광량과 기온조절을 위하여 초봄부터 늦가을까지는 차광과 송풍 등을 이용하고, 늦봄부터 초가을까지의 고온기 동안에는 냉방시설을 이용한다면 생산비를 크게 줄일 수 있을 것이다.

이상과 같은 인삼의 식물학적 특성과 우리나라 기후 특성을 잘 활용한다면 인삼은 식물공장에서 재배할 수 있는 최적의 작물이다. 따라서 본 연구는 우리나라에서 가장 중요한 약용작물인 인삼을 대상으로 하우스형 식물공장에서 유기농 인삼을 생산할 수 있는 기술을 개발하기 위하여 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 하우스 시설

본 실험은 2010년 12월부터 충남대학교 부속농장의 폐쇄형 비닐하우스에서 수행하였다. 폐쇄형 하우스는 너비 8.4 m, 길이 31 m, 높이 5 m의 단동하우스로 직사광선을 차단하기 위하여 차광율 85%의 검정색 차광망을 비닐 위에 씌웠다. 온도조절시설은 냉온풍기 (ACP WHISEN, LG전자)를 앞과 뒤쪽에 2대 설치하였다.

**Table 1.** The combinations of root bed soil substrates used in this study.

Substrates	Composition <sup>a)</sup>				
	% (v/v)				
	Pt	Pl	Vc	Co	Rh
PPV-1	50	40	10	-	-
PPV-2	50	40	10	-	-
PPV-3	50	30	10	-	-
PPVC	25	40	10	25	-
PVC	-	40	10	50	-
PVR	50	-	10	-	20

<sup>a)</sup>Abbreviations; Pt: Peatmoss, Pl: Perlite, Vc: Vermiculite, Co: Cocopeat, Rh: Rice hulls.

### 2. 상토 조성

상토는 피트모스, 펠라이트, 버미큘라이트, 코코피트, 왕겨의 혼합비율을 조절하여 묘삼 생장에 적합하도록 물리적 특성을 조절하였으며, 상토 조제과정에서 천연 인광석, 랑베나이트, 고토석회 (dolomite), 피마자박을 소량 첨가하였다. 상토 구성 재료의 혼합비율은 Table 1과 같다.

### 3. 재배법

스티로폼 포트 (L × W × D; 501 × 315 × 215 mm)에 혼합한 상토를 충전하고 충분히 물을 준 다음, 농가에서 구입한 0.6 g 내외의 묘삼을 6 × 6 cm의 간격으로 농한기의 노동력을 이용하고 조기에 출아시키기 위하여 12월 1일에 이식하였다.

이식한 이후에는 하우스의 옆창 비닐을 올려서 외기 온도와 유사하도록 하였으며, 2011년 2월 21일부터는 출아를 돕기 위하여 옆창 비닐을 내렸으며, 야간온도가 10℃ 이하로 내려갈 때는 냉온풍기로 가온하였다. 출아 후 잎이 완전히 전개하기 전까지는 15℃ 이상이 되면 온도 감지센서에 의해 측창 비닐이 자동으로 개폐되도록 조절하였고, 주간에는 25℃ 이상이 되면 서부터 냉풍기(용량 29 kW, 전력소모량 7.27 kW)를 가동하였다. 수분공급은 지하수로 관수하였으며, 화학 비료나 농약은 전혀 처리하지 않았다.

### 4. 상토분석

상토의 화학성 분석은 상토를 1:5 (상토 : 증류수; v/v)로 희석한 후 추출용액의 pH와 EC를 측정하였다. 이 용액에서 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>는 Thermo Genesys 10 (Thermo Fisher Scientific Inc.)을 이용하여 비색 측정하였고, K, Ca 및 Mg는 NH<sub>4</sub>OAc (pH 7.0)용액으로 추출한 후 원자흡광분석계(Perkinelmer, Analyst 800)로 분석하였다. 전반적인 분석 방법은 농촌진흥청 토양화학성 분석 방법(RDA, 2003)에 준하여 수행하였다.

5. 광량 및 온도 조사

하우스의 광량은 LI-1400 Datalogger (LI-COR)를 이용하여 오전 6시부터 오후 5시까지 1시간 간격으로 광량을 측정하였고, 온도는 Thermo Recorder (T&D Co.)를 이용하여 30분 간격으로 측정하였다.

6. 생육조사

생육조사는 2011년 9월 28일에 관행재배 인삼과 폐쇄형 하우스 3층 베드에 위치한 인삼의 경장, 경직경, 지상부 생체중, 엽면적, 근장, 근직경, 지하부 생체중을 3반복, 반복별 40개체를 조사하였다. 통계분석은 Duncan's Multiple Range Test를 이용하여 유의차를 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 상토 성분

유기농 인삼을 재배하기 위해 사용된 상토의 화학적 특성은 Table 2와 같다. 상토의 pH는 5.93~6.78의 범위를 보였으며, 코코피트나 왕겨의 비율이 증가하면 pH가 약간 상승하였다. EC는 천연인광석 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 20.25%), 랑베나이트 (K<sub>2</sub>O 21.5%, MgO 17.87%), 고토석회 (MgO 5%, CaO 29%), 피마자박 (N 5%, P 2%, K 15)을 첨가한 PPV-2와 코코피트를 첨가한 PPVC, PVC 상토가 0.1 dS/m 이상으로 다른 상토에 비하여 약간 높게 나타났다.

상토의 NH<sub>4</sub>-N과 NO<sub>3</sub>-N 농도는 각각 14.01~68.63 mg/L, 5.60~58.83 mg/L로 피트모스 함량이 증가함에 따라 이들 성분의 농도도 높아졌다. 인산농도는 6.06~18.56 mg/L 범위로 코코피트와 천연인광석의 첨가량이 많아질수록 농도가 증가하였다. K 농도와 Ca 농도는 피트모스와 버미큘라이트를 혼합한 상토는 각각 4.47~9.66 cmol/L, 30.19~35.89 cmol/L 범위를 보였으며, 상토의 종류에 따라 차이가 크지 않았으나, PPV 조성비에서 펄라이트함량을 줄인 PPV-3 상토는 각각 17.83 cmol/L, 64.23 cmol/L로 다른 상토에 비하여 월등히 높게 나타났다. 이

상과 같이 몇몇 인공상토의 화학성분 중에서 인산이 다소 부족하고 치환성 Na 함량이 높으므로 상토의 보완이 필요하다고 생각된다.

2. 폐쇄형 하우스 내의 광량 및 온도 변화

7월 각각 맑은 날, 흐린 날 오전 6시~오후 5시까지 하우스 내의 광량을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 시설하우스의 맑은 날, 흐린 날의 평균광량은 각각 104.8, 27.9 μmol/s/로 자연광 924.2, 242.2 μmol/s/의 약 11%를 나타냈다. 이 광량은 인삼의 광합성에 필요한 최적의 광량인 자연광의 10~15% (Jeong, 2007)의 범위에 속하였다.

1월부터 4월까지의 외부와 폐쇄형 하우스 내의 평균온도 변화는 Fig. 2와 같다. 폐쇄형 하우스의 평균온도는 -3.76~16.19°C로 외부 온도 -5.73~11.41°C에 비하여 높게 나타났다. 이러한 결과는 인삼의 출아를 빠르게 하기 위하여 2월 21일 부터 축창의 비닐을 내렸고 야간에 온풍기로 가운을 하였기 때문이다.

냉온풍기를 주야로 가동한 4월 중순부터 9월 말까지 폐쇄형 하우스 내의 평균온도와 최고온도의 변화는 Fig. 3과 같다. 폐쇄형 하우스의 경우에는 한 여름인 7, 8월에도 최고온도는 29.8~31.0°C로 31°C를 넘기지 않았다. 하우스의 평균온도도 4월 중순에서 5월 하순까지 14.5~19.3°C를 나타내었고, 6월 초순부터 8월 중순까지는 21.0~24.6°C까지 올라갔다가 8월 하순부터 온도가 점점 낮아져 9월 초순에는 평균 20.1°C를 나타내었다. 폐쇄형 하우스의 평균 온도는 25°C 이하로 외부온도에 비해 최대는 3°C 가량 낮게 나타났다.

폐쇄형 비닐하우스의 2011년 7월 18일과 8월 5일 일중 온도변화를 경시적으로 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 7월 18일 하우스 온도는 냉풍기를 가동되지 않은 오전 6~8시경에는 30°C에 근접 하다가 냉풍기를 가동한 오전 8시~오후 6시까지 평균온도 24.9°C이었다. 8월 5일의 경우 냉풍기가 가동되지 않은 오전 6~8시 온도는 7월 18일과 유사하였으나 냉풍기를 가동한 10시~13시 온도는 7월 18일 보다 약간 높

Table 2. Chemical properties of bed soil substrates used in this study.

Substrates <sup>a)</sup>	pH	EC (1:5) (dS/m)	NH <sub>4</sub> -NO <sub>3</sub> -Av. (mg/L)			Ex. Ex - Ex - (cmol/L)		
			N	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-Ca	K	Na
PPV-1	5.93	0.04	68.63	58.83	9.70	33.21	4.47	2.64
PPV-2	6.08	0.10	46.22	23.81	16.75	35.89	4.61	3.17
PPV-3	6.30	0.03	30.82	5.60	6.46	64.23	17.83	27.39
PPVC	6.61	0.08	23.81	22.41	18.56	30.19	8.23	24.52
PVC	6.78	0.15	14.01	19.61	15.13	31.05	9.40	21.95
PVR	6.58	0.04	28.01	22.41	6.06	30.97	9.66	2.65

<sup>a)</sup> See Table 1 for treatment description.

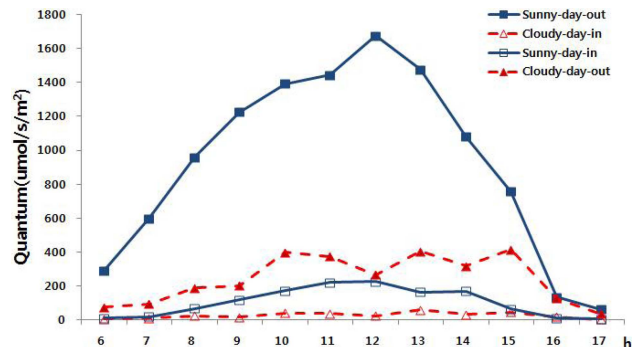


Fig. 1. Comparison of quantum in the inside and the outside of the closed plastic house during a daytime.

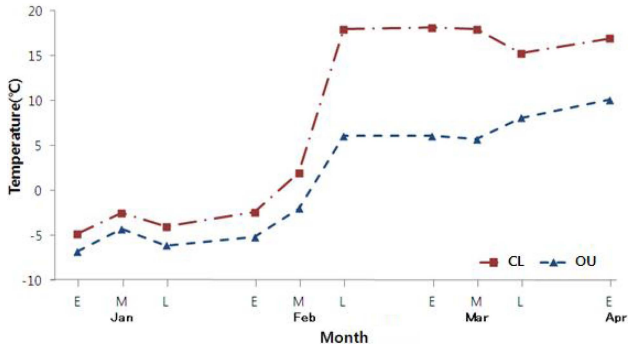


Fig. 2. Monthly changes of temperature in the inside and the outside of closed plastic house. Closed plastic house ran heating from February 21 to April 3. CL: Closed plastic house; OU: outside.

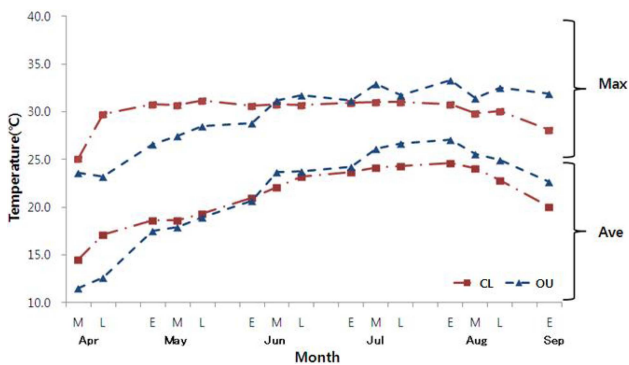


Fig. 3. Monthly changes of max., min., and ave. temperature in the inside and the outside of closed plastic house. Closed house ran air-conditioning from May 21 to September 7. CL: Closed type plastic house; OU: outside.

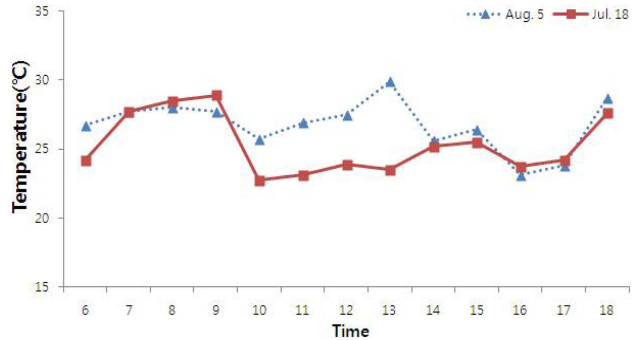


Fig. 4. Temperature change of the closed plastic house during a daytime.

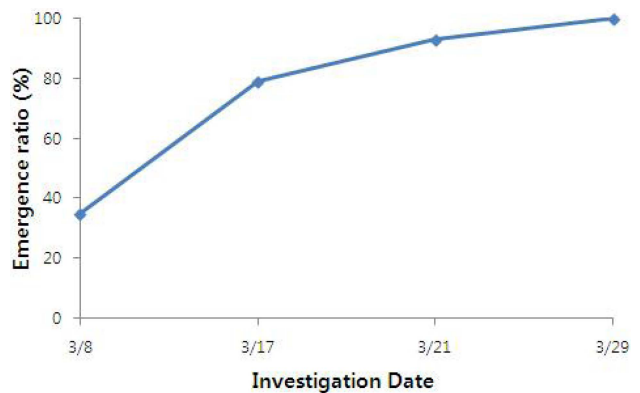


Fig. 5. Changes of emergence ratio in closed plastic house.

Table 3. Growth characteristics of 2-year-old ginseng by various combinations of bed soil substrates in closed plastic house.

Substrates <sup>a)</sup>	Trait <sup>a)</sup>						
	SL (cm)	SD (mm)	SFW (g/plant)	LA (cm <sup>2</sup> /plant)	RL (cm)	RD (mm)	RFW (g/plant)
PPV-1	25.3a	2.28a	1.86b	82.4a	15.0ab	8.99a	2.85ab*
PPV-2	24.4ab	2.22a	2.16a	82.0a	15.6ab	9.22a	3.24a
PPV-3	22.5b	2.23a	1.87b	81.8a	15.5ab	8.68ab	2.89ab
PPVC	19.7c	2.00ab	1.97ab	82.2a	16.5a	9.08a	2.82ab
PVC	18.1c	1.79b	1.87b	78.3a	13.5b	8.07bc	1.92c
PVR	18.0c	1.85b	1.73b	78.7a	17.4a	7.83c	1.90c
Field	25.8a	2.20a	1.73b	82.1a	13.0b	8.22bc	2.58b

\*Mean separation within each column by Duncan's multiple range test at 5% level.

<sup>a)</sup> SL: Stem length, SD: Stem diameter, SFW: Shoot fresh weight, LA: Leaf area, RL: Root length, RD: Root diameter, RFW: Root fresh weight.

<sup>b)</sup> See Table 1 for treatment description.

왔다. 그러나 14~18시 온도는 유사하였으며 평균온도는 25.1 °C로 약간 높았다. 이상과 같이 폐쇄형 하우스의 온도는 인삼이 고온피해를 받지 않도록 조절이 가능하였으나, 시설내에서 인삼 재배시 건조나 과습으로 인삼의 생육을 억제 할 수 있으므로 습도조절이 필요하며 과습으로 인한 잿빛곰팡이병 예방에도 주의가 요구된다.

## 2. 폐쇄형 하우스 내에서의 인삼생육

2월 21일부터 하우스를 가온시킨 폐쇄형 하우스의 출아율 및 출아시기를 조사한 결과 3월 8일 출아율이 35%, 3월 17일 79%, 3월 21일 93%, 3월 29일 100%로 일반포장의 인삼 출아시기인 4월 하순 보다 약 20일 이상 빨랐다(Fig. 5).

12월 1일 0.6 g 내외의 묘삼을 이식하여 9월 28일에 생육 특성을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 경장은 PPV-1, 2, 3 배지와 관행재배에서 각각 25.3, 24.4, 22.5, 25.8 cm로 PPVC, PVC, PVR 배지에서 각각 18.0 (PVR)~19.7 (PPVC) cm보다 길었으며 유의성이 인정되었다. 경직경은 PPV-1 배지에서 2.28 mm로 가장 굵게 나타났으며, PVC 배지에서

1.79 mm로 가장 작았다. 개체당 엽면적은 78.3 (PVC)~82.4 (PPV-1) cm<sup>2</sup>의 분포를 보였으며, PPV-1에서 82.4 cm<sup>2</sup>로 가장 넓었으나 상토간의 유의성은 보이지 않았다. 지상부 개체당

생체중은 PPV-2 배지에서 2.16 g으로 가장 무거웠으며, PVR 배지와 관행재배에서는 1.73 g으로 가장 가벼웠다.

이상과 같이 경장, 경직경 및 엽면적은 PPV-1, 2 배지 및 관행재배에서 양호하였고, 지상부 생체중은 PPV-2, PPVC 배지에서 생육이 우수한 경향이었으며, PVC와 PVR 배지에서 지상부의 생육이 대체로 저조한 경향이였다.

뿌리의 길이는 PPVC, PVR 배지에서 각각 16.5, 17.4 cm이었으며, PVC 배지와 관행재배에서는 13.5, 13.0 cm로 짧았다. 뿌리의 직경은 PPV-1, 2, PPVC 배지에서 8.99 (PPV-1)~9.22(PPV-2) mm 범위를 나타냈고, PVR 배지 7.83 mm 보다 굵었으며 유의성이 인정되었다.

뿌리 개체당 생체중은 PPV-2 배지가 3.24 g으로 가장 무거웠고, PPV-3 배지 2.89 g, PPV-1 배지 2.85 g, PPVC 배지 2.82 g, 관행재배 2.58 g, PVC 배지 1.92 g, PVR 배지 1.90 g 순으로 가벼웠다. PPV-2 배지의 뿌리 생체중은 PVC, PVR 배지보다 무거웠으며 유의성이 인정되었다.

이상과 같이 뿌리의 길이는 PVR, PPVC 배지, 뿌리 생체중은 PPV-1, 2, 3, PPVC 배지에서 가장 양호하였다. 즉 피토모스, 펠라이트 및 버미큘라이트의 혼합배지에서 지상부 및 지하부의 생육이 가장 좋았다. 피토모스, 펠라이트 및 버미큘라이트를 5 : 4 : 1로 혼합한 기본 배지에 유기질 및 무기질 자재를 소량 첨가한 경우 인삼의 생육이 촉진되었으며, 왕겨와 코코피트 첨가량이 증가 할수록 인삼 생육의 억제정도가 증가하였다. 이러한 현상은 유기질 및 무기질 자재의 첨가가 pH를 증가시켰기 때문으로 생각된다. 따라서 지상부와 지하부의 생육관계를 보면 지상부의 생육이 좋은 PPV-1, 2 배지에서 뿌리의 생체중도 우수한 경향이였다.

## 감사의 글

본 연구는 2011년 농림수산식품기술기획평가원 “인삼의 유기농 재배 시스템 개발”의 지원에 의하여 수행된 연구결과와의 일부로 이에 감사를 드립니다.

## LITERATURE CITED

- 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.
- Jeong CM. (2007).** Standard ginseng cultivation method. Joongbu Publisher. Chongju. Chungbuk, Korea. p. 530.
- Kim GS, Hyun DY, Kim YO, Lee SE, Kwon H, Cha SW, Park CB and Kim YB. (2010).** Investigation of ginsenosides in different parts of *Panax ginseng* cultured by hydroponics. *Korean Society for Horticultural Science*. 28:216-226.
- 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 green house and traditional shade facility. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 19:157-161.
- Li TSC. (2005).** Hydroponic and organically grown American ginseng. *Journal of Ginseng Research*. 29:182-184.
- Park KW, Yang DS and Lee GP. (2002).** Effect of substrate on the production of Korean ginseng(*Panax ginseng* C.A. Meyer) in nutrient culture. *Journal of Bio-Environment Control*. 11:119-204.
- Proctor JTA, Palmer JW and Follett JM. (2010).** Growth, dry matter partitioning and photosynthesis in American ginseng seedlings. *Journal of Ginseng Research*. 34:175-182.
- Rural Development Administration (2003).** Agricultural science technique research investigation and analysis standard. Rural Development Administration. Suwon, Korea. p. 15-240.