

녹비작물 재배에 따른 인삼의 생육과 진세노사이드 함량

성봉재* · 한승호* · 김선익* · 김관후* · 이가순* · 김현호* · 원준연** · 서정덕*** · 조진웅****[†]

*충청남도 농업기술원, **중부대학교, ***전주대학교, ****충남대학교 농업생명과학대학

Growth Characteristics and Ginsenoside contents of Korean Ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) by Green Manure Crops

Seong, Bong-Jae*, Seong-Ho Han*, Sun-Ick Kim*, Gwan-Hou Kim*, Ka-Soon Lee*, Hyun-Ho Kim*, Jun-Yeon Won**, Jung D. So***, and Jin-Woong Cho****[†]

*Chungnam Agricultural Research & Extension Service, Keumsan 312-804, Korea

**Joongbu University, Keumsan 312-702, Korea

***Jeonju University, Jeonju 560-759, Korea

****College of Agricultural and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

ABSTRACT This study investigated ginseng growth and ginsenoside contents after control a reserved ginseng cultivation land using various green manure crops for stable ginseng cultivation. Followings are results obtained from this research. After cultivate the green manure crops, microbial flora in soil was diversified, organic matter and total-N content increased, but salt content decreased. The highest output obtained from the wheat cultivated area among various green manure crops. Growth of shoot and root of two years old ginseng increased significantly at the green manure crop cultivated area. Specially, the wheat cultivated area was the most effective in growth. Also, the rate of the leaf discoloration at the aerial part and the rusty root at the root was the least at the wheat cultivation area. Meanwhile, the ginsenoside content was the most at the wheat cultivation area. Thus, the reserved ginseng cultivation land could be managed by cultivating wheat for effective ginseng growth.

Keywords : ginseng, green manure crop, ginsenoside

인삼은 연작장해가 매우 심하여 초작지에서 재배해야 하지만 인삼재배를 위한 초작지 부족으로 최근에는 재작지 토양을 이용하거나, 밭을 깎아내고 관리하여 재배하는 방법, 인삼을 수확하고 1m 이상 뒤집어 관리하여 재배하는 방법 및 Dazomet 입제를 사용하는 화학적 방법 등을 사용하여 인삼

을 재배하고 있으며, 우리나라의 인삼 재배면적은 초작지 부족, 연작장해 발생 및 기상여건 변화 등의 원인으로 2009년 19,702ha로 가장 높은 재배면적을 보이다가 점차 감소되어, 2013년 15,824ha로 크게 감소되었다(MAFRA, 2014). 이로 인해, 연작장해 해결을 위하여 논을 밭으로 전환하는 답전윤환방식으로 토양을 관리하여 인삼을 재배하는 경작 방법(Jo *et al.*, 1996)이 전국적으로 확대되고 있으며, 논에서는 인삼 뿌리썩음병원균의 기주 범위에 포함되지 않는 벼를 지역에 따라 2~5년간 지으면 인삼을 다시 경작할 수 있으며(Lee *et al.*, 2004), 답수에 의한 인삼 연작장해의 주요 원인균인 *Cylindrocarpon destructans* 등의 밀도가 감소하고, 인삼생육을 억제하는 독소물질이 희석되어 다시 인삼의 재배가 가능한 것으로 알려져 있다(Cho *et al.*, 1995; Kang *et al.*, 2007; Lee *et al.*, 2007).

인삼을 4~6년 동안 안정적으로 재배하기 위해서는 양분의 공급이 중요하며, 인삼재배에서 토양 유기물함량은 인삼 뿌리 수량과 정의상관관계에 있으며(Park *et al.*, 1982), 토양에 존재하는 미생물 및 미소동물은 유기물의 분해과정 및 양분의 이동에 중요한 역할을 하며, 이들의 밀도와 다양성에 따라 유기물의 분해가 영향을 받는다(Fagan *et al.*, 2006)고 알려져 있다. 또한, 유기물 시용이 토양의 미생물량을 증가시킨다는 연구결과들과 더불어(Peacock *et al.*, 2001; Pascual *et al.*, 2000), 유기물시용은 다양한 종류의 효소 활성을 높

[†]Corresponding author: (Phone) +82-42-821-5725 (E-mail) jwcho@cnu.ac.kr
<Received 25 June, 2014; Accepted 26 August, 2014>

인다는 보고(Crecchio *et al.*, 2001; Madejon *et al.*, 2001)도 있다.

따라서 본 연구는 인삼재배를 위하여 예정지 토양에 재배하는 녹비작물의 종류가 인삼인삼의 생육과 조사포닌 함량 등을 조사하여 수량성 및 품질향상 조건을 개선하는 기초자료로 활용하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

녹비작물 재배

본 시험은 2010년까지 벼를 재배하던 논을 밭으로 전환한 충청남도 금산군 제원면에 위치한 금산약초시험장 농가 입차포장에서 2011년부터 실시하였다. 시험전 토양분석결과 화학성은 양호하였다(Table 1).

시험에 사용된 녹비작물은 호밀, 보리 및 헤어리베치였으며, 2011년 10월 13일에 파종하였다. 녹비작물별로 재배한 토양의 화학성의 변화는 녹비작물을 재배하지 않은 무처리 토양과 비교하였고(Table 2), 녹비작물을 재배한 포장은 경운과 로타리를 2012년 7월부터 10월까지 15일 간격으로 8회 실시하여 녹비작물을 부숙시켰으며, 2012년 10월 하순에 두둑을 만들어 2013년 3월 23일 묘삼을 이식할 수 있도록 준비 하였다.

토양화학성분 중 pH, EC, 유기물, 유효인산 및 치환성 양이온 K, Ca 및 Mg은 농촌진흥청 토양화학분석법에 따랐다.

생육조사 및 통계분석

녹비작물인 호밀, 보리, 헤어리베치 및 보리+헤어리베치 혼파재배 토양에 묘삼을 이식한 후에 2013년 4월 하순에

청색 3+흑색 1의 4중직 차광망으로 해가림을 설치하여 인삼을 재배하였다. 조사는 2년생 인삼을 대상으로 하여 2013년 6월 중순에 황증 발생주율을 조사하였고, 7월 상순에 엽장, 엽폭 및 경장 등 지상부 생육을 조사하였으며, 10월 중순경에 채굴하여 녹비작물 재배구별로 근중, 근장 및 근직경 등의 지하부 생육을 측정하였다. 각각의 형질은 처리구마다 10개체씩 표본을 채취하여 조사하였다. 통계분석은 통계처리 프로그램인 SAS 9.2를 이용하여 분산분석 후 평균값 비교(DMRT)를 하였다.

조사포닌 및 진세노사이드 함량

녹비작물 재배지에서 생산된 2년생 인삼의 뿌리는 세척 후 Lee *et al.* (2008)의 방법에 따라 70°C의 온도에서 열풍 건조한 인삼을 100 mesh 입자의 크기로 분쇄한 것을 이용하였다. In *et al.* (2006) 및 Ando *et al.* (1971)의 수포화부탄을 추출법으로 조사포닌을 추출 정량하였으며, 진세노사이드 조성 및 함량은 조사포닌 추출한 것을 HPLC용 MeOH에 용해한 후 이를 membrane filter (0.20 μm pore size)로 여과, HPLC(Agilent 1200, USA)에 10 μl씩 주입하여 분석하였으며, 분석조건은 Lee *et al.* (2008)의 방법과 같다.

결과 및 고찰

녹비작물 재배지 토양의 화학성 특성 및 녹비생산량

인삼예정지 토양에 녹비작물을 재배한 결과 토양의 염류농도는 감소되었고, 호밀재배구의 감소폭이 가장 컸으며, 유기물 함량과 Total-N 함량은 증가된 결과를 나타냈으며, 녹비재배 무처리구에 비해 인삼함량은 다소 증가되었고,

Table 1. Chemical properties of before the management of preplant paddy-converted soils.

pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Total-N (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cation (cmol ⁺ kg ⁻¹)		
					K	Ca	Mg
5.4	0.33	10.9	0.04	199	0.33	2.9	0.9

Table 2. Chemical properties of after cultivating green manure in paddy field soil.

Green manures	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	Total-N (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cation (cmol ⁺ kg ⁻¹)		
						K	Ca	Mg
Control	5.6	0.23	11.2	0.14	148	0.1	4.0	1.1
Rye	5.7	0.14	19.6	0.18	161	0.1	3.4	0.8
Barley	5.8	0.16	17.1	0.16	255	0.1	2.6	0.6
Hairy vetch	5.6	0.17	17.9	0.17	195	0.1	3.2	0.7
Hairy vetch+Barley	5.5	0.17	18.9	0.17	264	0.1	2.7	0.6

Ca과 Mg은 감소되는 경향을 보였으나 칼륨함량에는 큰 변화가 없었다(Table 2). 또한 녹비작물을 재배한 토양은 세균, 곰팡이 및 방선균 모두 증가된 결과(Table 3)를 보였고,

세균과 곰팡이는 호밀재배구가, 방선균은 보리재배구에서 밀도가 높은 결과를 보였는데, 미생물량은 토양의 유기탄소 함량이 높아지면 많아진다(DHillion, 1997)는 보고와 일치하였고, m²당 녹비의 생산량은 호밀이 2.57 kg으로 가장 많았고, 헤어리베치+보리, 보리, 헤어리베치 순으로 생산량이 적었다(Table 4).

Table 3. Changes of microorganisms after cultivating green manure (CFU/g. soil).

Green manures	Bacteria (×10 ⁶ /g)	Fungus (×10 ⁵ /g)	Actinomyces (×10 ⁶ /g)
Control	27.6	2.2	4.5
Rye	40.1	8.6	6.0
Barley	36.7	5.2	9.5
Hairy vetch	25.6	5.0	3.0
Hairy vetch+Barley	32.1	3.6	7.3

Table 4. Yields of green manure in replanting ginseng field.

Green manures	Fresh weight (kg/m ²)
Rye	2.57a*
Barley	1.84b
Hairy vetch	1.18c
Hairy vetch+Barley	1.97b

*Means with same letters are not significantly different in DMRT (p<0.05)

인삼 생육특성

녹비작물재배지에서의 2년생 인삼 지상부의 엽장, 엽폭 및 경장과 경직경 등은 처리간에 유의성은 보이지 않았으나 호밀로 녹비재배를 한 후의 인삼의 엽록소 함량이 가장 높았고 생리장해인 황증의 발생량은 16.4%의 가장 적은 발생율을 보였다(Table 5). 또한 보리재배구도 무처리구의 52.1%보다 적은 18.2%의 황증이 발생되어 녹비작물을 이용하여 인삼의 재작지 토양을 관리하게 되면 황증 발생량이 유의하게 감소되는 결과를 보이고 있는데 황증과 같은 인삼에 발생하는 생리장해는 수분결핍 및 산화 스트레스 등에 의해 심할 경우 인삼이 고사하게 되므로(Lee *et al.*, 2008) 속효성 비료나 축분퇴비 보다는 식물성유기물을 이용하여 인삼 재배예정지를 관리하는 것이 안전하다고 할 수 있다.

한편, 2년생 인삼의 근장은 대조구에 비하여 녹비작물재배에 의한 차이가 없었으나 근중은 녹비작물 재배가 유의하게 증가하는 경향을 보였는데 특히 헤어리베치+보리처리구

Table 5. Aerial growth characteristics of 2 years old ginseng by green manures.

Green manures	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Stem length (cm)	Stem diameter (mm)	Chlorophyll content (SPAD value)	Ratio of leaf discoloration (%)
Control	8.17a	4.01a	7.65a	2.41a	31.4b	52.1a*
Rye	8.73a	4.36a	8.04a	2.47a	34.0a	16.4b
Barley	8.93a	4.26a	7.59a	2.39a	31.6b	18.2b
Hairy vetch	8.80a	4.23a	8.50a	2.46a	32.4b	36.7ab
Hairy vetch+Barley	8.40a	4.03a	8.25a	2.39a	33.0b	21.5b

*Means with same letters are not significantly different in DMRT (p<0.05)

Table 6. Growth characteristics of 2 years old ginseng root by green manures.

Green manures	Root length (cm)	Root weight (g/plant)	Root diameter (mm)	Ratio of rusty root (%)	Ratio Survived root (%)
Control	17.0a	4.14b	9.45b	59.8ab	85.4b*
Rye	19.4a	4.38ab	10.94a	47.7b	91.7a
Barley	20.6a	4.83ab	9.33b	65.2a	90.6a
Hairy vetch	17.3a	4.38ab	9.38b	48.2b	88.3a
Hairy vetch+Barley	20.5a	5.43a	9.83ab	51.6b	89.5a

*Means with same letters are not significantly different in DMRT (p<0.05)

Table 7. Ginsenoside composition by green manure in 2 years old ginseng

Green manures	Ginsenosides concentration (mg/g DM)							Total
	Rg2	Rg1	Rf	Re	Rd	Rc+Rb2	Rb1	
Control	0.43a	1.07a	0.97b	3.42a	0.03b	0.25b	0.55b	6.72b*
Rye	0.21b	1.03a	1.26a	3.73a	0.15a	0.31a	0.59ab	7.28a
Barley	0.11b	0.87a	0.82b	3.27a	0.13a	0.09c	0.74a	6.03b
Hairy vetch	0.32b	1.19a	1.17ab	3.53a	0.08b	0.02c	0.84a	7.15ab
Hairy vetch+Barley	0.18b	1.09a	1.08b	3.60a	0.14a	0.36a	0.66ab	7.12ab

*Means with same letters are not significantly different in DMRT ($p < 0.05$)

가 5.43 g으로 가장 근중이 컸으며, 근직경은 호밀재배처리구가 10.84 mm로 가장 두꺼운 효과를 보였다. 적변율을 보면 대조구가 59.8%를 보였지만 보리재배구(65.2%)를 제외하고는 적변발생율이 일반적으로 저하되었는데 호밀재배구가 47.7%로 가장 낮았다. 생존율은 대조구가 85.6%를 보였고 호밀재배구가 91.7%로 가장 높았으며 보리, 헤어리베치 및 헤어리베치+보리 등 모든 녹비작물에 의한 예정지를 관리했을 때 생존율이 높은 경향을 보였다(Table 6). 일반적으로 인삼 뿌리의 적변발생은 토양수분, 염류농도, 인산함량 및 미숙유기물 시용 등의 영향을 받아 촉진된다고 알려져 있는데(Park *et al.*, 2006; Reeleder *et al.*, 2006) 이와 같이 호밀, 보리 및 헤어리베치로 예정지를 관리하면 인삼의 적변발생이 감소되며 생존율이 증가된다는 것을 알 수 있다.

진세노사이드 함량

녹비작물을 이용하여 인삼재배 예정지를 관리한 후 2년생 인삼의 진세노사이드 함량을 살펴보면 총 함량의 경우 대조구가 6.72 mg였으며 호밀로 녹비로 이용했을 때 7.28 mg, 헤어리베치 7.15 mg, 헤어리베치+보리 7.12 mg, 그리고 보리가 6.03 mg을 보여 녹비작물을 이용하여 예정지를 관리한 후의 2년생 인삼의 진세노사이드 함량이 증가되는 것을 알 수 있었다(Table 7). Lee *et al.* (1983)과 Lee *et al.* (2007b)는 투광량이 많은 조건에서 뿌리의 진세노사이드 함량이 증가되고, 사포닌 함량 증가에는 엽의 생존기간이 중요한 역할을 한다고 하였는데 이와 같이 녹비재배구들의 진세노사이드 함량이 높은 이유는 녹비재배로 인삼 지상부의 황증이 상대적으로 적게 발생되어 사포닌 생합성량이 증가된 결과로 생각된다. 진세노사이드 성분 중 Rg2는 무처리구보다 녹비작물구들의 함량이 감소하는 경향을 보였으며, Rg1과 Re는 무처리와 비교하여 차이를 보이지 않았고, Rf는 호밀과 헤어리베치 및 헤어리베치+보리는 함량이 증가하였으나 보리는 무처리구와 비교할 때 차이를 보이지 않

았다. Rd와 Rb1은 녹비작물 재배로 무처리에 비하여 증가하는 경향을 보였고, Rc+Rb2는 호밀재배구와 헤어리베치+보리재배구가 높았으나 보리와 헤어리베치재배구는 감소되는 경향을 보였다.

적 요

본 연구는 안정적 인삼재배를 위하여 여러 가지 녹비작물을 이용하여 인삼 예정지를 관리한 후 인삼생육과 진세노사이드 함량 등을 조사한 결과 다음과 같다.

인삼예정지 토양에 녹비작물을 재배하면 미생물상이 다양해지고, 유기물 함량과 Total-N 함량은 증가되며, 염류가 감소되는 경향을 보였다. 녹비의 생산량은 호밀이 가장 많았고, 녹비작물을 재배한 후 2년생 인삼의 지상부와 지하부의 생육은 유의적으로 증가하였으며 특히 호밀재배구가 가장 좋았다. 또한 인삼의 지상부 황증과 지하부의 적변 발생량은 호밀재배구가 가장 적었으며 진세노사이드 함량은 가장 높았다. 따라서 인삼재배지의 토양관리는 호밀을 재배하여 예정지를 관리하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청에서 주관하는 녹비작물을 이용한 원예특작물의 연작장해 경감연구과제(과제번호 PJ00735805)의 연구비 지원에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

인용문헌(REFERENCES)

Cho D. H., K. J. Park, Y. H. Yu, S. H. Oh, and H. S. Lee. 1995. Root rot development of 2-year old ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) caused by *Cylindrocarpon destructans* (Zinssm.) Scholten in the continuous cultivation field. *J. Ginseng Res.* 19 : 175-180.

- Crecchio, C., M. Curci, R. Mininni, P. Ricciuti, and P. Ruggiero. 2001. Short term effects of municipal solid waste compost amendments on soil carbon and nitrogen content, some enzyme activities and genetic diversity. *Biol. Fertil. Soils*. 34 : 311-318.
- Dhillon, S. S. 1997. Fallow age influences microbial functional abilities, soil properties and plant functional groups. In: Insam, H., Rangger, A. (Eds.), *Microbial Communities*, Springer, Berlin, pp. 140-148.
- Fagan, L. L., R. K. Didham, N. N. Winchester, V. Behan-Pelletier, M. Clayton, E. Lindquist, and R. A. Ring. 2006. An experimental assessment of biodiversity and species turnover in terrestrial vs canopy leaf litter. *Oecologia*. 147 : 335-347.
- Jo J. S., C. S. Kim and J. Y. Won. 1996. Crop rotation of the Korean ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) and the rice in paddy field. *Korean J. Medi. Crop Sci.* 4 : 19-26.
- Kang S. W., B. Y. Yeon, G. S. Hyeon, Y. S. Bae, S. W. Lee, and N. S. Seong. 2007. Changes of soil chemical properties and root injury ratio by progress years of post-harvest in continuous cropping soils of ginseng. *Korean J. Medi. Crop Sci.* 15 : 157-161.
- Lee J. C., J. H. Choi, S. K. Cheon, C. H. Lee, and J. S. Jo. 1983. Studies on the optimal light intensity for growth of *Panax ginseng*. II. Effect of light intensity on the contents of saponin and free sugar in the ginseng leaf. *Korean J. Ginseng Res.* 29(s) : 3-18.
- Lee S. W., S. W. Kang, D. Y. Kim, N. S. Seong, and H. W. Park. 2004. Comparison of growth characteristics and compounds of ginseng cultivated by paddy and upland cultivation. *Korean J. Medi. Crop Sci.* 12 : 10-16.
- Lee S. W., B. Y. Yeon, D. Y. Hyun, G. S. Hyun, C. G. Park, T. S. Kim, and S. W. Cha. 2007. Effects of compost application level on seedling growth of *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean J. Medi. Crop Sci.* 15 : 138-141.
- Lee S. W., C. G. Kim, M. J. Lee, D. Y. Hyun, C. G. Park, H. K. Park, and S. W. Cha. 2007b. Effects of blue and yellow polyethylene shading net on growth characteristics and ginsenoside contents in *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean J. Medi. Crop Sci.* 15 : 194-198.
- Lee S. W., C. G. Kim, D. Y. Hyun, B. Y. Yeon, K. W. Lee, and S. W. Cha. 2008. Effects of light transmission ratio and soil moisture content on growth characteristics of seedling in *Panax ginseng* C.A. Meyer. *Korean J. Medi. Crop Sci.* 16 : 207-210.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA). 2014. Statistical source book of ginseng 2013. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Sejong, Korea. pp. 2-3.
- Madejon, E., R. Lopez. Burgos, and F. Cabrera. 2001. Soil enzymatic response to addition of heavy metals with organic residues. *BBiol. Fertil. Soils*. 34 : 144-150.
- Park, H., S. K. Mok, and K. S. Kim. 1982. Relationship between soil moisture, organic matter and plant growth in ginseng plantation. *J. Korean Soc. Soil Fert.* 15 : 156-161.
- Park H. W., T. Y. Lim, C. H. Choi and J. E. Choi. 2006. Factors, and cause of rusty-ginseng occurrence. *Korean J. Crop Sci.* 51 : 396-400.
- Pascual, J. A., C. Garcia, T. Hernandez, J. L. Moreno, and M. Ros. 2000. Soil microbial activity as a biomarker of degradation and remediation processes. *Soil Biol. Biochem.* 32 : 1877-1877.
- Peacock, A. D., M. D. Mullen, D. B. Ringelberg, D. D. Tyler, D. B. Hedrick, P. M. Gale, and D. C. White. 2001. Soil microbial community responses to dairy manure or ammonium nitrate applications. *Soil Biol. Biochem.* 33 : 1577-1585.
- Reeleder R. D., S. M. T. Hoke, and Y. Zhang. 2006. Rusted root of ginseng (*Panax quinquefolius*) is caused by a species of *Rhexocercosporidium*. *Canadian J. Plant Path.* 96 : 1243-1254.
- Suh, J. S., H. J. Noh, and J. S. Kwon. 2008. Effects of amendments on the phosphate-solubilizing bacteria in rice paddy soils. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 41 : 342-347.