

국내 유기와 관행 재배 인삼의 토양화학성과 생육 특성 조사

임진수*

Research of Chemical Properties of Soil and Growth Characteristics of *Panax ginseng* under Organic and Conventional Cultivation Systems in Korea

Lim, Jin-Soo

The objective of the present study was to perform a comparative analysis of the chemical properties of the cultivation site soil and growth characteristics of organically and conventionally cultivated ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). Organically and conventionally cultivated ginseng samples (4-, 5-, and 6-year-old) were collected from 52 fields at 14 locations throughout Korea. The samples were collected over three years from 2013 to 2015, with the collection period between October and November of each year. In order to increase the yield of organically cultivated ginseng, the amount of nutrients was increased to match that of the conventional cultivation system, which highlights the need for proper management in accordance with the standards for chemical properties of soil. Growth duration of organic ginseng was ≥ 60 days shorter than that of conventional ginseng and its average yield per 1ha was 60% that of conventional ginseng. Root weight of organically cultivated ginseng was approximately 54% that of conventionally cultivated ginseng. Rhizome diameter and body shape index of organically cultivated ginseng were lower than those of conventionally cultivated ginseng, indicating that organically cultivated ginseng was thinner and longer than conventionally cultivated ginseng. Root length was greater in 5-year-old conventionally cultivated ginseng with a low percentage of paddy-upland rotation fields. The number of rootlets was lower in 5- and 6-year-old organically cultivated ginseng with a high percentage of direct seeding cultivation. Dry weight was distinctly lower in 5- and 6-year-old organically cultivated ginseng with early defoliation than that of conventionally cultivated ginseng. Incidences of notched belly and root rot tended to be higher in conventional cultivation, with the incidence of notched belly being distinctly higher

* Corresponding author, 농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 약용작물과(3663225@gmail.com)

in 4- and 6-year-old roots and root rot being more prevalent in 5- and 6-year-old roots. Red discoloration and eelworm damage, which are highly affected by soil moisture, were most common in the organically cultivated 4-year-old roots. Organically cultivated ginseng showed early defoliation than conventionally cultivated ginseng, as a result, its yield and weight were low, while the incidence of physiological disorders was low. In order to increase the yield of organically cultivated ginseng, studies on cultivation technology that can overcome early defoliation, as well as soil moisture management that can minimize physiological disorders, are required.

Key words : *conventional ginseng, ginseng characteristic, organic ginseng, soil chemical properties*

I. 서 론

인삼은 다년생 고투자 작물로 생산 및 경영의 위험 부담이 높고(Seo et al., 2008) 한번 병해가 발생되면 피해가 커서 회복이 거의 불가능하다는 인식이 많아 주로 예방위주로 병방제를 하고 있다(Kang et al., 2003). 예방위주의 화학농약 살포로 인해 인삼재배에서 농약의 과다 사용이 보편화 되어 있다. 인삼은 주로 건강을 위하여 소비가 이루어짐(Sung et al., 2004)에도 불구하고 병해충 방제를 위하여 매년 농약을 사용하고 있어(Bae et al., 2005) 인삼제품에서 잔류농약의 검출로 인해 수출의 어려움이 발생되고 있다(Sung et al., 2004). 인삼 잔류농약에 대한 언론매체의 보도가 나오면서 일반 소비자들은 인삼 선택기준에 있어서 외관 품질과 더불어 안전성을 중요시하고 있다(Jang et al., 2011). 이로 인해 생산자들은 새로운 활로를 모색하고자 화학농약의 사용을 억제하는 친환경재배방식을 도입하고 있으며 유기재배 인삼의 생산자 또는 법인 수는 2007년 1개에서 2014년 49개로 매년 증가하고 있다(National Agricultural products Quality management Service, 2014).

관행재배 인삼의 6년근 단위 수량은 1973년 $3.5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Combination Association of Korea ginseng cultivation, 1979)이었으나 재식본수의 증가, 예정지관리 방법 개선 및 기경의 깊이 변화에 따른 양분공급량 증가와 화학농약 사용량 증가 등 재배기술의 변화로 40년이 지난 2013년에는 $6.7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ 으로 2배 가까이 수량이 늘어났다(Rural Development Administration, 2013). 유기재배 인삼의 단위 수량은 2009년 $1.2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Lim, 2011)이었으나 유기 재배기술의 변화로 2013년에는 $3.3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Park et al., 2013)으로 2배 이상 늘어났다. 5년 사이에 유기재배 인삼의 단위 수량이 2배 이상 높아졌지만 그래도 관행재배 인삼의 절반수준이며 40년 전의 생산량 수준이다. 인삼의 수량은 생존주수와 개체근중에 의해 차이가 난다. 생존주수가 많은 직파재배는 이식재배보다 수량이 많다(Won and Jo, 1999; Lee et al., 2005b; Li et al., 2010). 개체근중은 단위면적당 생존주수에 의해 차이가 나며(Mok, 1986) 발 포장보다

토양수분이 많은 논 포장에서 대체로 근중이 높다(Lee et al., 2004). 또한 근중은 지상부가 늦게까지 생존할수록 광합성작용이 길어져 뿌리의 비대가 지속되어(Lee et al., 2004) 높아지게 된다.

반면 조기낙엽은 토양수분 부족(Park et al., 1982), 누수율 증가(Cheon et al., 1991; Lee, 2007b), 포장 내 온도 상승(Park, 1991) 등에 의한 이병률 증가 및 고열·고광에 의한 잎의 조기노화(Jo et al., 1986)와 고온에 의해서도 조기낙엽은 발생된다(Park, 1980; Mok, 1986; Mok et al., 1994). 이처럼 조기낙엽은 토양수분과 광 및 병해 등 복합적인 원인으로 발생되거나 증가되며 조기낙엽에 의해 근중 감소가 현저하게 나타나(Park et al., 1987; Lee et al., 1988; Lee et al., 2004) 수량 감소의 원인이 된다. 이외 관행 인삼 생육특성에 관한 연구로는 해가림 종류별(Lee et al., 2007), 투광율과 토양수분(Lee et al., 2008)과 예정지 녹비작물(Sung et al., 2014) 등의 연구가 있다. 수량과 생육특성에 관한 연구는 광도와 온도(Lee, 1988), 광량(Cheon et al., 1991)과 해가림 방향(Lee et al., 2006) 등의 연구가 있다. 유기재배 인삼의 연구는 상토의 구성에 따른 묘삼 생육(Choi et al., 2011)과 2년근의 생육 및 수량(Lee et al., 2012b), 논과 밭에 따른 생육특성과 수량을 비교(Lee et al., 2011a)하였다. 유기와 관행재배간 비교는 유기와 관행재배의 토양화학성 및 진세노사이드 비교(Mo et al., 2015) 연구만 있을 뿐이다. 인삼은 건강식품으로써 안전성이 중요시되고 있으며 건강을 중요시하는 소비문화 시대에 유기재배 인삼의 생산과 소비는 늘어나고 있지만, 유기재배 인삼의 특성에 대한 연구는 많지 않다. 본 연구는 유기재배 인삼과 관행재배 인삼의 토양화학성 및 수량과 생육 특성의 조사·비교를 목표로 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시 재료

유기재배 인삼시료는 철원, 포천, 안성, 괴산, 증평, 청주, 영동, 공주, 상주, 함양, 무주, 진안, 순천, 곡성 등 14지역 52개 포장에서 채취하였다. 관행재배 인삼 시료는 평창, 영월, 안성, 여주, 제천, 충주, 음성, 괴산, 증평, 청주, 공주, 장수, 진안, 남원 등 14지역 52개 포장에서 채취하였다. 모든 시료는 4, 5, 6년근을 대상으로 하였다. 시료 채취는 2013년부터 2015년까지 3년에 걸쳐 10월부터 11월까지 2개월 동안 이루어졌다. 토양시료는 각 포장에서 3곳을 선정하여 15 cm 깊이의 흙을 오거로 채취하였다. 인삼시료는 토양을 채취한 곳에서 채굴하였다.

2. 토양화학성 분석

채취 토양을 상온에서 건조한 후 pH, EC, 유기물, 유효태 인산, 질산태 질소, 치환성 양이온을 분석하였다. pH와 EC는 초자전극법을 이용하였고, 유효인산 함량은 Lancaster법으로 측정하였다. 총 탄소 및 총 질소 함량은 CN 분석기(Vario Max CN, Elementar Analysensysteme, Germany)를 이용하여 측정하였으며 토양의 유기물 함량은 측정된 총 탄소 함량을 이용하여 환산계수에 의해 계산하였다. 치환성 양이온 함량은 1 N NH₄OAc (pH 7.0)으로 침출한 후 그 여과액을 ICP (Integra XL DUAL, GBC Scientific Equipment, USA)를 이용하여 측정하였다.

3. 농가별 낙엽기 및 수량 조사

인삼의 잎이 떨어지거나 줄기가 고사된 비율이 전체 주수의 40% 이상 되는 시기를 낙엽기로 하여 육안으로 관찰 조사하였으며(Rural Development Administration, 2012) 수량은 수확 후 조사하여 단위면적으로 환산하였다.

4. 뿌리 생육특성 및 생리장해 조사

인삼시료를 깨끗이 세척한 후 물기를 제거하고 근중, 동직경, 동장, 근장, 체형계수 및 건물중을 조사하였다. 건물중은 2013년과 2015년 2년 동안 조사한 성적을 활용하였다. 생리장해는 동할, 뿌리썩음병, 적변과 선충을 조사하였다. 적변은 5% 이상 증상이 보이는 것을 적변으로 분류하였으며(National Agricultural products Quality management Service, 2016) 동할, 뿌리썩음병, 선충은 증상이 조금이라도 보이는 것을 증상개체로 하여 조사하였다. 생리장해는 2014년과 2015년 2년 동안 조사한 성적을 활용하였다.

5. 통계

유기재배와 관행재배 인삼의 생육특성, 생리장해 및 토양화학성 비교는 t-검정을 이용하여 분석하였다. 모든 분석은 SAS프로그램(SAS 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

유기재배의 토양 pH는 5.2~5.9인 반면 관행재배 토양의 pH는 5.3~6.1로써 6년근에서는 관행재배지에서 높았다(Table 1). 4, 5년근에서는 유기재배 토양과 관행재배 토양 간에 유의성 있는 차이가 없었으며 적정 토양화학성 기준에 근접한 수치(pH 5~6)를 보였다. 유기재배 토양의 전기전도도는 0.7~1.1 $\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 였으며 관행재배 토양의 전기전도도는 0.5~1.4 $\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 였다. 4, 5년근에서는 관행재배와 유기재배에 모두 적정 토양화학성 기준치 0.5 $\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 를 초과하는 0.8~1.4 $\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 였다. 관행재배는 유기재배보다 0.2~0.3 $\text{dS} \cdot \text{m}^{-1}$ 정도 더 높은 경향을 보여 Mo 등(2015)의 결과와 같았다. 6년근에서는 유기재배가 관행재배보다 더 높아 다른 결과를 나타냈다. 인삼재배에서 토양 유기물함량은 수량과 밀접한 관계가 있는데 (Park et al., 1982) 토양유기물 함량은 13.1~19.7 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 로서 적정 토양 기준치인 10~20 $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 범위 내에 있었으며 유기재배와 관행재배 토양 간 차이는 없었다.

질산태 질소는 유기재배 토양이 36.3~77.1 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 이었으며 관행재배 토양은 33.7~101.1 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 로 관행재배가 다소 높은 경향이었으나 유의적인 차이는 아니었다. 가용성 인산은 223.8~352.7 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 으로 적정 토양화학성기준인 100~150 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 을 넘은 과잉상태를 보였지만 유기재배와 관행재배 간 차이는 없었다. Mo 등(2015)은 유기재배 포장에 비하여 관행재배 포장에서 질산태질소와 가용성인산의 함량이 높다고 하였지만 본 연구에서는 유기재배와 관행재배 간 질산태질소와 가용성인산의 함량 차이가 없었다.

치환성 염기중 K, Mg 함량은 유기재배와 관행재배 간 차이가 없었으며 적정 토양화학성 기준치 내에 포함되었다. Na 함량은 5, 6년근에서 유기재배가 관행재배보다 더 높은 함량을 보였지만 유기재배와 관행재배 모두 적정 토양화학성 기준치 내에 있었다. 높은 Na 함량은 황증, 적변증 등의 생리장해를 유발할 수 있으므로(Hyun et al., 2009) 적정기준치를 넘지 않도록 관리할 필요가 있다. 유기재배의 Ca 함량은 4, 5년근에서 적정기준치를 넘어서며 관행재배보다 높은 함량을 보였다. Jin 등(2009)에 의하면 K 함량에 비하여 Ca 함량이 높을수록 생육이 양호하다고 하였다. 그러나 본 결과에서는 Ca 함량이 높은 유기재배가 관행재배보다 생육이 저조하여 다른 결과를 보였는데 이는 유기재배에서 Ca 함량이 적정기준치보다 높았기 때문이기도 하지만 토양화학성보다 조기낙엽에 의해 생육기간이 짧은 영향으로 뿌리의 생육이 저조한 것으로 보인다. 전반적으로 치환성 염기 함량은 관행재배보다 유기재배에서 높았는데 Hyun 등(2009)에 의해 보고된 것 같이 높은 치환성 염기 함량에서는 황증, 적변증 등의 생리장해 현상들이 많이 발생할 수 있다. 아직 유기재배에서 생리장해는 관행재배보다 많지 않았지만, 치환성 염기 함량 등이 더 높아진다면 생리장해를 유발할 가능성이 높다.

Table 1. Soil chemical characteristics of organic and conventional cultivation

Year-old	Culture	pH	EC	SOM	NO ³⁻	Av. P ₂ O ₅	K ⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺
		(1:5)	(dS · m ⁻¹)	(g · kg ⁻¹)	--- (mg · kg ⁻¹) ---	----- (Ex. Cations cmol ⁺ · kg ⁻¹) -----				
4	Organic farming	5.9 ^{ns1)}	1.1 ^{ns}	18.1 ^{ns}	77.1 ^{ns}	301.1 ^{ns}	0.4 ^{ns}	1.9 ^{ns}	0.14 ^{ns}	6.4 [*]
	Conventional farming	5.7	1.4	15.0	101.1	334.2	0.4	1.6	0.14	5.1
5	Organic farming	5.6 [*]	0.8 ^{ns}	19.7 ^{ns}	49.7 ^{ns}	352.7 ^{ns}	0.4 ^{ns}	1.7 ^{ns}	0.13 [*]	5.4 [*]
	Conventional farming	5.3	1.0	16.0	70.0	223.8	0.4	1.4	0.10	4.2
6	Organic farming	5.2 ^{**}	0.7 [*]	14.6 ^{ns}	36.3 ^{ns}	288.8 ^{ns}	0.4 ^{ns}	1.5 ^{ns}	0.14 [*]	4.5 ^{ns}
	Conventional farming	6.1	0.5	13.1	33.7	247.3	0.4	1.2	0.09	4.1
Standard for upland soil		5.0~6.0	0.5 ≥	10~20	50 ≥	100~150	0.3~0.7	1.0~2.0	0.05~0.15	3.5~5.0

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

종합적으로 볼 때 인삼 유기재배지 토양화학성은 Mo 등(2015)의 2013년 결과보다 EC, 유기물함량, 질산태 질소, 가용성 인산 및 치환성염기의 함량이 관행재배지 토양화학성과 비슷하거나 높아졌는데 이는 유기재배에서도 관행재배와 비슷하게 양분의 공급량이 높아지고 있음을 나타낸다. 수량을 높이기 위해서는 적당한 양분의 공급이 필요하나 너무 과한 양분공급은 생리장해를 유발할 수 있으므로 유기재배에서도 토양화학성 기준에 맞는 적당한 관리가 필요하다.

2. 유기재배와 관행재배 인삼 포장의 낙엽 특성 및 담전순환지 · 직파재배 비율

유기재배 포장은 6월부터 낙엽이 시작되어 11월에 모두 낙엽 되었다. 8월에 낙엽 된 포장의 비율은 50%로 가장 높았으며 평균 낙엽기는 8월 초순이었다(Fig. 1). 관행재배 포장은 9월부터 낙엽이 시작되어 서리가 내리는 11월까지 낙엽이 되었다. 11월에 낙엽 된 포장의 비율은 48%로 가장 높았으며 평균 낙엽기는 10월 중순으로 관행 포장이 유기재배 포장보다 60일 이상 생육기간이 길었다. Park 등(2014)도 유기재배 인삼은 관행재배 인삼보다 조기낙엽 현상이 뚜렷하다고 하였다. 인삼 조기낙엽의 원인으로는 온도(Park, 1980; Mok, 1986; Mok et al., 1994), 광도(Jo et al., 1986; Park et al., 1987; Cheon et al., 1991; Park, 1991), 토양수분(Nam et al., 1980; Mok et al., 1981; Park et al., 1982; Park, 1991), 염류농도(Mok et

al., 1994), 생리장해(Hyun et al., 2009), 병해(Park et al., 1982; Kim et al., 1990; Lee et al., 2004; Lee, 2007a; Lee et al., 2010) 등이 있으나 주원인은 이 요인들의 복합적인 영향에 의한 이병을 증가(Kim et al., 1990; Cheon et al., 1991; Lee, 2007a)로 판단된다. 유기재배의 경우 병이 발생되면 화학농약 대신 미생물제제와 석회보르도액이나 황 및 목초액, 규산액, 해충기피제 등의 친환경자재를 주로 사용하는데 화학농약보다 대부분 효과가 낮을 수 있다(Lee et al., 2005a; Lim et al., 2014). 유기재배와 관행재배 포장의 답전윤환지와 직파재배의 비율은 Table 2와 같다. 답전윤환지의 비율은 4, 6년근에서는 유기재배가 더 높은 비율을 보였으나 5년근에서는 관행재배에서 더 높은 비율을 나타냈다. 직파재배는 4년근에서 관행재배가 더 높은 비율을 보였으며 5, 6년근에서는 유기재배가 더 높은 비율을 보였다.

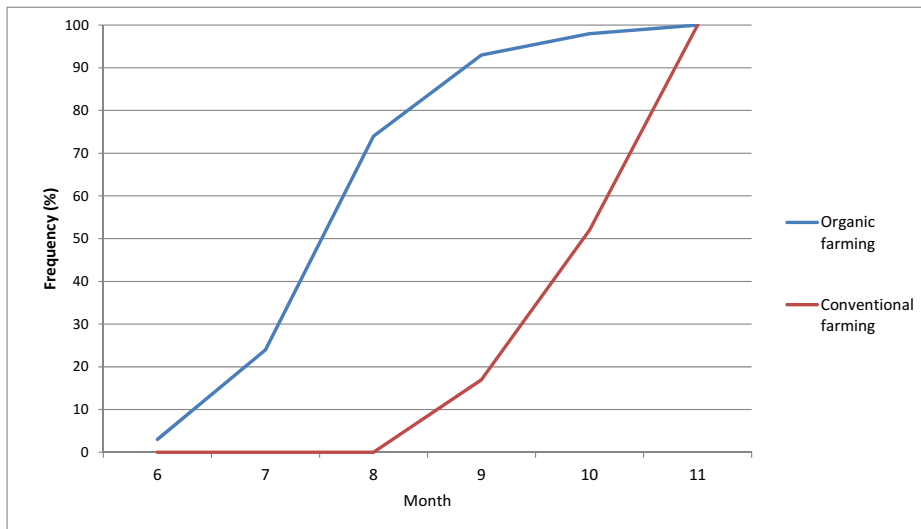


Fig. 1. Cumulative ratio of early defoliation in aerial parts of organic and conventional ginseng.

Table 2. Ratio of direct seeding and paddy-conversion in organic and conventional cultivation field

Year-old	Culture	Paddy-conversion	Direct seeding
		----- (%) -----	
4	Organic farming	25.0	35.0
	Conventional farming	40.0	45.0
5	Organic farming	27.2	38.9
	Conventional farming	22.2	33.3
6	Organic farming	5.0	40.0
	Conventional farming	7.1	0.0

3. 유기재배 및 관행재배 인삼의 수량 특성 비교

유기재배 인삼의 1 ha당 평균 수량은 3,875 kg (Fig. 2)으로 3,300 kg이라는 Park 등(2013)의 결과보다 조금 높았는데 Park 등(2013)은 무농약 재배 포장도 포함시켰기 때문이다. 유기재배 인증은 무농약으로 3년 이상 재배한 후 인증이 가능하므로 유기재배 인증 농가는 무농약 인증 농가보다 재배기술이 높아 수량이 더 많아진 것으로 판단된다. 관행 포장의 1 ha당 평균 수량은 6,605 kg으로 RDA (2013)의 결과와 비슷하였다. 유기농 인삼의 1ha당 수량을 연근별로 보면 4년근은 3,421 kg, 5년근은 3,778 kg, 6년근은 4,425 kg의 수량을 보였으며 관행 인삼의 1ha당 수량을 연근별로 보면 4년근은 4,940 kg이었으며 5년근은 7,102 kg, 6년근은 7,775 kg이었다. 비율로 나타내면 유기재배 4년근의 수량은 관행 수량의 69%, 5년근은 53%, 6년근은 57% 수준을 보였으며 연근 구분 없이 유기재배의 평균수량은 관행재배의 60% 수준이었다. 유기재배 인삼에서 관행재배보다 수량이 적은 것은 조기낙엽에 의한 근의 비대가 적었기 때문으로 보인다(Lee et al., 2004; Lee et al., 2012b; Kim et al., 2014). Cheon 등(2004)은 지상부 생존기간이 길어야 수량이 많다고 하였으며 Park 등(2014)도 유기재배 인삼은 관행재배 인삼보다 조기낙엽 현상이 뚜렷하며 수량이 적다고 하였다.

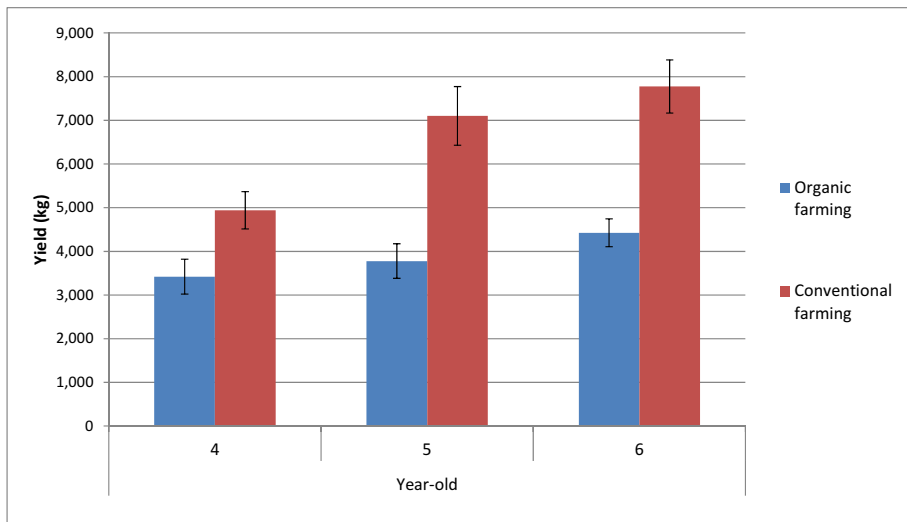


Fig. 2. Yield characteristics of ginseng roots produced by organic and conventional cultivation. The vertical bars represent standard error.

4. 유기재배 및 관행재배 인삼 뿌리의 생육 특성 비교

유기재배와 관행재배 인삼의 뿌리 생육특성을 조사한 결과 4년근 유기재배 인삼의 근중

은 관행재배 인삼의 67%, 5년근은 44%, 6년근은 50% 수준이었으며 전체적으로 유기재배는 관행재배 인삼의 54% 수준이었다(Table 3). 주당근중은 조기낙엽에 의해 감소하게 되며 (Lee, 1988; Kim et al., 1990; Lee et al., 2004; Lee et al., 2012b), 지상부 생존기간이 길수록 광합성작용이 길어져 높아진다(Lee et al., 2004; Lee et al., 2011b; Lee et al., 2012a). 동직경은 근중이 뚜렷이 컸던 4, 5, 6년근에서 동직경도 컸다. Lim (2011)은 근중이 클수록 동직경도 크다고 하였으며 동직경의 비대는 생육후기에 뚜렷하다(Song et al., 2011)고 하여 10월 이전에 조기낙엽 된 인삼은 동직경이 작음을 시사한다. 근장은 4, 6년근에서는 유기재배보다 관행재배가 길은 경향이었으나 5년근에서는 관행재배 인삼이 뚜렷하게 길었다. 지근수는 유기재배 인삼이 2.6~3.0개로 관행재배 인삼의 3.1~3.6개 보다 적었다.

근장은 발 재배보다는 상대적으로 수분함량이 많은 답전윤환지에서 짧다(Lee et al., 2004). 답전윤환지의 비율이 낮은 관행재배 5년근에서는 근장이 짧아 Lee 등(2004)의 결과와 같았지만 답전윤환지의 비율이 낮은 유기재배 4, 6년근에서는 관행재배와 근장의 차이가 없어 다른 결과를 보였다.

Table 3. Growth characteristics of ginseng roots produced by organic and conventional cultivation

Year-old	Culture	Root wt. per plant	Main root diameter (D)	Main root length (L)	Root length	No. of lateral root	Coefficient of body from D/L	Dry weight content
		-- (g) --	----- (mm) -----			-- (ea) --		-- (%) --
4	Organic farming	17.3 ^{**1)}	16.0 ^{**}	64.5 ^{ns}	209.7 ^{ns}	2.6 ^{**}	0.26 [*]	26.2 ^{ns}
	Conventional farming	25.7	18.8	67.8	227.7	3.1	0.30	27.1
5	Organic farming	19.7 ^{**}	16.4 ^{**}	66.6 ^{ns}	222.1 ^{**}	3.0 [*]	0.27 ^{**}	25.3 ^{**}
	Conventional farming	44.7	22.6	66.2	241.2	3.5	0.35	28.1
6	Organic farming	28.2 ^{**}	19.6 ^{**}	66.1 ^{ns}	245.5 ^{ns}	2.9 ^{**}	0.31 ^{**}	25.4 ^{**}
	Conventional farming	56.6	25.7	67.4	260.5	3.6	0.39	28.3

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

직파재배는 곧게 뻗는 직삼의 형태가 많아 지근의 발생이 이식재배보다 적다(Lee et al., 2005; Li et al., 2010). 직파재배의 비율이 높은 유기재배 5, 6년근에서는 지근수가 적어 Lee 등(2005)과 Li 등(2010)의 결과와 같았지만 4년근에서는 이식재배의 비율이 높은 유기재배

에서 지근수가 적어 다른 결과를 보였다. 이처럼 조기낙엽 된 유기재배 인삼의 근장과 지근수에서 다른 결과를 보인 것은 유기재배 인삼이 조기낙엽에 의해 전체적인 생육이 저하되어 나타난 결과로 판단되는데 Lim(2011)은 근중이 낮을수록 근장도 작다고 하였으며 Lee 등(2005)과 Li 등(2010)의 결과에서도 근중이 작을수록 지근의 발달이 작게 나타났다.

체형계수는 동직경 대비 동장의 비율로 대체로 0.5 이하일 때 수삼 및 홍삼의 품질이 좋다(Chung and Shin, 2006). 유기재배의 체형계수는 0.26~0.31로 관행의 0.3~0.39보다 작아 유기농이 가늘고 긴 특징을 보였다.

5, 6년근의 유기재배 인삼은 관행재배보다 건물중이 적어 탄수화물 등 전분의 축적이 적었음을 알 수 있는데, Lee 등(2004)은 근중비대 감소가 건물중 감소로 이어진다고 하였다. Cheon 등(2004)도 지상부 생존기간이 길수록 광합성에 의한 동화산물이 뿌리로 이동 축적되는 양이 많다고 하였다. Song 등(2011)도 건물생산능력은 생육후반기인 8~10월에 왕성하다고 함으로써 조기낙엽에 의해 건물중이 적음을 나타내었다.

5. 유기재배 및 관행재배 인삼의 생리 장애 특성 비교

동할은 수삼의 동체나 지근부위가 터져 있는 상태(Ginseng & Medicinal Plants Research Institute, 2008)로 4년근과 6년근에서는 관행재배보다 유기재배 인삼에서 더 적었지만 5년근에서는 차이가 없었다(Table 4). 동할은 토양수분이 많거나 또는 양분과다에 의해 근의 비대가 급격하게 일어날 경우 발생되는데 유기재배 인삼에서 동할율이 낮은 것은 조기낙엽에 의해 근의 비대가 적었기 때문으로 보인다. 뿌리썩음병은 4년근에서는 유기재배와 관행재배 인삼 간 차이가 없었지만 5, 6년근에서는 유기재배 인삼의 뿌리썩음병율이 낮았다. 뿌리썩음병은 우기시 과습 및 미부숙 축분등의 유기물 공급으로 많이 발생된다(Park, 1982). 유기재배에서는 유기물의 공급을 제한하지만(Lim et al., 2014) 관행재배에서는 축분 등의 유기물 공급량이 많아(Kim, 2011) 뿌리썩음병율이 높아진 듯하다. 적변은 치환성염기의 Ca, Na, Mg의 영향을 많이 받으며(Hyun et al., 2007), 토양수분 함량이 높을수록 많이 발생되는데(Park et al., 2006; Lee et al., 2009) 치환성염기의 함량이 높았던 유기재배 4년근에서 많았다. 선충은 환경요인 중 토양수분의 영향을 많이 받는다(Holland et al., 2013). 토양이 건조하거나 담수의 상태에서는 선충의 밀도가 적어지나 토양수분이 비교적 높게 유지되는 곳에서는 선충의 밀도가 높는데(Kim, 2013) 유기재배 4년근에서 선충의 발생이 높았다. 적변과 선충은 5, 6년근에서 유기재배와 관행재배 간 차이가 없었다. 토양수분이 많은 곳에서 발생율이 높은 적변과 선충의 피해는 4년근에서 유기재배가 관행재배 보다 많았으며 뿌리썩음병 또한 유기재배에서도 관행재배와 비슷하게 발생율이 높았다.

Table 4. Physiological disorder characteristics of ginseng roots produced by organic and conventional cultivation

Year-old	Culture	Cracking	Root rot	Rusty root	Root knot nematode
		----- (%) -----			
4	Organic farming	16.7 ^{**1)}	13.8 ^{ns}	28.7 [*]	15.2 [*]
	Conventional farming	35.3	18.5	10.8	3.1
5	Organic farming	17.2 ^{ns}	5.4 ^{**}	24.8 ^{ns}	5.6 ^{ns}
	Conventional farming	22.8	17.2	26.7	4.2
6	Organic farming	19.0 ^{**}	11.4 [*]	18.4 ^{ns}	8.3 ^{ns}
	Conventional farming	43.8	23.5	25.3	14.7

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

건물증은 조기낙엽에 의해 낮아지지만 토양수분이 많으면 높아진다(Lee et al., 2004). Mok 등(1981)도 토양수분이 충분하지 못한 곳의 조기낙엽은 조직이 치밀하지 않다고 하였는데 조기낙엽이 발생된 유기재배 4년근이 관행재배와 건물증 차이가 없는 것은(Table 1) 유기재배 4년근 포장에서 토양수분이 많았음을 나타낸다. 이로 인해 토양수분의 영향을 많이 받는 적변, 선충이 유기재배 4년근에서 많이 발생된 것으로 보여 진다.

생리장해는 특정성분의 과다에 의해 복합적으로 많이 나타난다(Hyun et al., 2009). 동할, 뿌리썩음병은 관행이 높은 경향을 보였고, 유기재배 4년근에서 적변과 선충피해가 많았다. 대체로 유기재배에서 생리장해가 적게 발생되었는데 그 원인은 유기재배에서는 축분 등의 유기물 공급을 제한하며 예정지관리를 하기 때문으로 보인다(Lim et al., 2014).

IV. 적 요

본 연구는 유기재배와 관행재배지의 토양화학성 및 인삼의 생육특성을 비교·분석하기 위하여 수행하였다. 유기재배 인삼과 관행재배 인삼 시료 채취는 전국 14개 지역 52개 포장에서 4, 5, 6년근을 대상으로 2013년부터 2015년까지 3년에 걸쳐 10월부터 11월까지 2개월 동안 이루어졌다. 인삼 유기재배에서는 수량을 높이기 위해 관행재배지와 비슷하게 양분의 함량이 높아지고 있어 토양화학성기준에 맞는 적합한 관리가 요구된다. 유기재배 인삼은 관행재배 인삼보다 생육기간이 60일 이상 짧은 특징을 보였으며 1 ha당 평균 수량도 관행 수량의 60% 수준이었다. 근중은 유기재배 인삼이 관행재배 인삼의 54% 정도였다. 동직경 및 체형계수도 유기재배 인삼이 관행재배보다 더 작아 유기재배 인삼이 가늘고 긴 특

징을 보였다. 근장은 답전윤환지의 비율이 낮은 관행재배 인삼 5년근에서 길었다. 지근의 수는 직파재배의 비율이 높은 유기재배 인삼 5, 6년근에서 적었다. 건물중은 관행재배보다 조기낙엽이 발생된 유기재배 인삼의 5, 6년근에서 뚜렷하게 낮았다. 동할과 뿌리썩음병은 관행재배에서 많은 경향이었는데 동할은 4, 6년근에서 뚜렷하게 많았으며 뿌리썩음병은 5, 6년근에서 많이 발생되었다. 토양수분의 영향을 많이 받는 적변과 선충의 피해는 유기재배 4년근에서 많았다. 즉 유기재배 인삼은 관행재배보다 조기낙엽 현상이 뚜렷하여 수량 및 근중이 낮은 반면 생리장해는 적었다. 유기재배 인삼의 수량을 높이기 위해서는 조기낙엽의 문제를 극복할 수 있는 재배 기술적인 연구가 필요하며 생리장해를 줄일 수 있는 토양수분관리가 필요하다.

[Submitted, April. 5, 2016; Revised, July. 16, 2016; Accepted, July. 22, 2016]

References

1. Bae, Y. S., B. Y. Park, S. W. Kang, S. W. Cha, K. S. Hyun, B. Y. Yeun, T. J. Ahn, S. W. Lee, D. Y. Hyun, Y. C. Kim, K. C. Chung, S. K. Kim, and M. J. Han. 2005. Handbook of ginseng diseases and pests. National Institute of Crop Science Press. Suwon, Korea. pp. 1-79.
2. Cheon, S. K., S. K. Mok, S. S. Lee, and D. Y. Shin. 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 J. Ginseng Sci. 15(1): 21-30.
3. Cheon, S. K., T. S. Lee, J. H. Yoon, S. S. Lee, and S. K. Mok. 2004. Effect of light transmittance control on the root yield and quality during the growing season of *Panax ginseng*. J. Ginseng Res. 28(4): 196-200.
4. Choi, J. E., N. R. Lee, J. S. Han, J. S. Kim, S. R. Jo, C. Y. Shim, and J. M. Choi. 2011. Influence of various substrates on the growth and yield of organically grown ginseng seedlings in the shaded plastic house. Korean J. Medicinal Crop Sci. 19(6): 441-445.
5. Chung, C. M. and J. S. Shin. 2006. Comparison of grade of raw and red ginseng on each factor of quality in Korean and American ginseng. Korean J. Medicinal Crop Sci. 14(4): 229-233.
6. Combination Association of Korea ginseng cultivation. 1979. Culture of ginseng. Jungmoon

- Press. Seoul, Korea. pp. 1-264.
7. Ginseng & Medicinal Plants Research Institute. 2008. Korean Ginseng Terms Guide. Future project Press.
 8. Holland, T. C., A. G. Reynolds, P. A. Bowen, C. P. Bogdanoff, M. Marciniak, R. B. Brown, and M. M. Hart. 2013. The response of soil biota to water availability in vineyards. *Pedobiologia*. 56: 9-14.
 9. Hyun, D. Y., B. Y. Yeon, G. S. Hyeon, Y. C. Kim, S. W. Lee, S. W. Kang, C. G. Kim, T. S. Kim, and N. S. Seong. 2007. Effect of soil chemical properties on the occurrence of physiological disorders in *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* p 119-120.
 10. Hyun, D. Y., B. Y. Yeon, S. W. Lee, S. W. Kang, G. S. Hyun, Y. C. Kim, K. W. Lee and S. M. Kim. 2009. Analysis of occurrence type of physiological disorder to soil chemical components in ginseng cultivated field. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 17(6): 439-444
 11. Jang, I. B., K. C. Park, B. S. Yun, and S. W. Cha. 2011. Consumer preferences for organic Korean ginseng and development strategies for organic Korean ginseng industry. *J. Agr. Sci. Chungbuk Nat'l Univ.* 27(4): 245-251.
 12. Jin, H. O., U. J. Kim, and D. C. Yang. 2009. Effect of nutritional environment in ginseng field on the plant growth of ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) *Korean J. Ginseng Sci.* 33(3):234-239.
 13. Jo, J. S., J. Y. Won, and S. K. Mok. 1986. Studies on the photosynthesis of Korean ginseng III. Effects of the light transparent rate of shading on the photosynthesis ability of Korean ginseng plant (*Panax ginseng* C. A. Meyer). *Korean J. Crop Sci.* 31(4): 408-415.
 14. Kang, S. W., S. W. Lee, G. S. Hyun, D. Y. Hyun, and N. S. Sung. 2003. Analysis ginseng cultivation techniques and technology issues unearthed. Rural Development Administration. p. 167.
 15. Kim, D. 2011. Relationship between physiological interference and cultivated area for ginseng. *Korean Society of Soil Science and Fertilizer, Proceedings of fall conference.* p. 115.
 16. Kim, D. W., J. Y. Kim, D. H. You, C. S. Kim, H. J. Kim, J. S. Park, J. M. Kim, D. C. Choi, and N. K. Oh. 2014. Effect of cultivation using plastic-film house on yield and quality of ginseng in paddy field. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 22(3): 210-216.
 17. Kim, S. J. 2013. Control effects and mass culture process of chicken feather protein hydrolysate produced by *Chryseobacterium* sp. FBF-7 against *meloidogyne incognita*. Ph. D. Thesis, Mokwon University, Daejeon.

18. Kim, Y. H., Y. H. Yu, and J. H. Lee. 1990. Effects of shading on the quality of raw, red and white ginseng and the contents of some minerals in ginseng roots. *Korean J. Ginseng Sci.* 14(1): 36-43.
19. Lee, S. W., G. S. Kim, D. Y. Hyun, Y. B. Kim, B. Y. Yeon, S. W. Kang, and Y. C. Kim. 2009. Comparison of growth characteristics and ginsenoside contents of 3-year-old ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) by drainage class and shade material in paddy soil. *Korean J. Crop Sci.* 54(4): 390-396.
20. Lee, C. H. 1988. Effect of light intensity and temperature on the growth and root yield of *Panax ginseng*. *Korean J. Ginseng Sci.* 12(1): 40-46.
21. Lee, C. Y. 2007a. Characteristics of photosynthesis with growing stages by different shading materials in *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Koeran J. Medicinal Crop Sci.* 15(4): 276-284.
22. Lee, C. Y. 2007b. Effedts of shading material of rain shelter on growth and quality in *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 15(4): 291-295.
23. Lee, J. C., D. J. Ahn, and J. S. Byen. 1988. Studies on the growth and change of mineral nutrient contents in ginseng (*Panax ginseng*) plant during the growing process. *Korean J. Crop Sci.* 32(4): 471-475.
24. Lee, K. A., S. R. Park, W. G. Wu, Y. G. Jang, H. Y. Hwang, B. H. Song, K. C. Park, and S. W. Cha. 2011a. Comparison of major growth characteristics and yields with different growth stages and year-olds of ginseng grown with organic cultivation in between paddy and upland fields. *Korean J. Medicinal Crop Sci. Proceedings of fall conference.* pp. 150-151.
25. Lee, K. M., H. R. Kim, H. Lim, and Y. H. You. 2012a. Effect of elevated CO₂ concentration and temperature on the growth and ecophysiological responses of ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). *Korean J. Crop Sci.* 57(2): 106-112.
26. Lee, N. R., J. S. Kim, S. L. Jo, Y. K. Choi, and J. E. Choi. 2012b. Effects of various bed soil on the growth and yield of organically grown 2-year-old ginseng in the shaded plastic houses. *J. Agr. Sci. Chungbuk Nat'l Univ.* 39(1): 35-41.
27. Lee, S. G., Y. H. Lee, J. S. Kim, B. M. Lee, M. J. Kim, J. H. Shin, H. M. Kim, D. H. Choi, 2005a. Diseases and weeds occurrence and control in organic and conventional rice paddy field. *Korean J. Organic Agric.* 13(3): 291-300.
28. Lee, S. W., C. G. Kim, D. Y. Hyun, B. Y. Yeon, K. W. Lee and S. W. Cha. 2008. Effect of light transmission ratio and soil moisture content on growth characteristics of seedling in *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 16(4): 207-210,
29. Lee, S. W., G. S. Kim, D. Y. Hyen, Y. B. Kim, S. W. Kang, and S. W. Cha. 2010. Effects of spraying lime-bordeaux mixture on yield, ginsenoside, and 70% ehtanol extract contents

- of 3-year-old ginseng in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean J. Medicinal Crop Sci. 18: 244-247.
30. Lee, S. W., G. S. Kim, D. Y. Hyun, Y. B. Kim, J. W. Kim, S. W. Kang, and S. W. Cha. 2011b. Comparison of growth characteristics and ginsenoside content of ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) cultivated with greenhouse and traditional shade facility. Korean J. Medicinal Crop Sci. 19(3): 157-161.
31. Lee, S. W., G. S. Kim, M. J. Lee, D. Y. Hyun, C. G. Park, H. K. Park and S. W. Cha. 2007. Effect of blue and yellow polyethylene shading net on growth characteristics and ginsenoside contents in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean J. Medicinal Crop Sci. 15(3): 194-198.
32. Lee, S. W., S. W. Cha, D. Y. Hyun, Y. C. Kim, S. W. Kang, and N. S. Seong. 2005b. Comparison of growth characteristics and extract and crude saponin contents in 4 year old ginseng cultured by direct seeding and transplanting cultivation. Korean J. Medicinal Crop Sci. 13(6): 241-244.
33. Lee, S. W., S. W. Cha, D. Y. Hyun, Y. C. Kim, S. W. Kang, and N. S. Sung. 2006. Effect of furrow directions on growth and yield in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean J. Medicinal Crop Sci. 14(4): 221-224.
34. Lee, S. W., S. W. Kang, D. Y. Kim, N. S. Seong, and H. W. Park. 2004. Comparison of growth characteristics and root chemical components of ginseng cultivated paddy and upland fields. Korean J. Medicinal Crop Sci. 12(1): 10-16.
35. Li, X. G., S. J. Kang, J. S. Han, J. S. Kim, and J. E. Choi. 2010. Comparison of growth increment and ginsenoside content in different parts of ginseng cultivated by direct seeding and transplanting. Korean J. Medicinal Crop Sci. 18(2): 70-73.
36. Lim, J. S. 2011. The growth characteristics and profitability of organic cultivation in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Master degree of Chungbuk National University.
37. Lim, J. S., K. C. Park, and J. U. Eo. 2014. Soil chemical properties and soil biota under organic ginseng farming system in Sangju region. Korean J. Soil Sci. Fert. 47(6): 500-505.
38. Mo, H. S., J. S. Lim, J. Yu, and K. C. Park. 2015. Comparison of chemical properties of soil and ginsenoside content of ginseng under organic and conventional cultivation systems. Korean J. Organic Agric. 23(3): 509-522.
39. Mok, S. K. 1986. Studies on the effects of rice straw mulching in korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) cultivation. Ph. D. Thesis. Chungnam National University.
40. Mok, S. K., S. K. Cheon, S. S. Lee, and T. S. Lee. 1994. Effect of shading net colors on the growth and saponin content of Korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). Korean J.

- Ginseng Sci. 18(3): 182-186.
41. Mok, S. K., S. Y. Son, and H. Park. 1981. Root and top growth of *Panax ginseng* at various soil moisture regime. Korean J. Crop Sci. 26(1): 115-120.
 42. Nam, K. Y., H. Park, and I. H. Lee. 1980. Effect of soil moisture on growth of *Panax ginseng*. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 13(2): 369-374.
 43. National Agricultural products Quality management Service (NAQS). 2014. Information of environment-friendly agricultural products certification. (<http://www.enviagro.go.kr/>)
 44. National Agricultural products Quality management Service (NAQS). 2016. Agricultural standard specifications information. (<http://www.naqs.go.kr/>)
 45. Park, H. 1980. Physiological response of *Panax ginseng* to temperature. Leaf physiology, soil temperature, air temperature, growth of pathogene. Korean J. Ginseng Sci. 4(1): 104-120.
 46. Park, H. 1982. Water Physiology of *Panax ginseng* III. Soil moisture, physiological disorder, diseases, insects and quality. Korean J. Ginseng Sci. 6(2): 168-203.
 47. Park, H. 1991. Physiological disorder of *Panax ginseng*. Korean J. Crop Sci. 36(5): 459-480.
 48. Park, H. W., T. K. Lim, C. H. Choi, and J. E. Choi. 2006. Factors and cause of rusty-ginseng occurrence. Korean J. Crop Sci. 51(5): 396-400.
 49. Park, H., M. G. Lee, J. S. Byen, and J. R. Lee. 1987. Relation between crop stand and yield in white ginseng cultivation area. Korean J. Crop Sci. 32(3): 369-374.
 50. Park, H., S. K. Mok, and K. S. Kim. 1982. Relationship between soil moisture, organic matter and plant Growth in ginseng plantations. Korean J. Soil Sci. Fert. 15(3): 156-161.
 51. Park, K. C., B. H. Song, B. S. Yun, I. B. Jang, J. S. Lim, J. U. Eo, M. S. Kim, K. A. Lee, and K. D. Choi. 2014. Development of a model for safe production of *Panax ginseng* C. A. Meyer under organic cultivation system. Rural Development Administration.
 52. Park, K. C., S. W. Lee, and S. H. Lee. 2013. Development of model for production and sales for organic ginseng. Data for Agricultural Business in RDA.
 53. Rural Development Administration (RDA). 2012. The standard of study research analysis in agricultural science and technology.
 54. Rural Development Administration (RDA). 2013. 2012 Regional Agricultural Income Instruction Manual.
 55. Seo, S. T., S. W. Kim, and G. H. Kim. 2008. Profitability analysis of Korean ginseng production. Korean Journal of Agricultural Management and Policy. 35(1): 121-140.
 56. Song, B. H., Y. G. Chang, K. A. Lee, S. W. Lee, S. W. Kang, and S. W. Cha. 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 J. Medicinal Crop Sci. 19(2): 90-96.
57. Sung, B. J., S. H. Han, S. I. Kim, G. H. Kim, K. S. Lee, H. H. Kim, J. Y. Won, J. D. So, and J. W. Cho. 2014. Growth characteristics and ginsenoside contents of Korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) by green manure crops. Korean J. Crop Sci. 59(3): 364-368.
58. Sung, M. H., D. P. Lee, S. W. Yu, C. M. Kim, M. H. Park, W. J. Lee, S. K. Mok, S. K. Yang, and Y. W. Choi. 2004. Effects of WTO/DDA negotiation settlement on ginseng industry and alternatives for improving competitiveness of ginseng industry. Korea Rural Economic Institute. Seoul, Korea. pp. 93-144.
59. Won, J. Y. and J. S. Jo. 1999. Farm study of direct seeding cultivation of the Korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). Korean J. Medicinal Crop Sci. 7(4): 308-313.