

경기지역 인삼재배지의 토양 및 엽중 적정양분함량 검정

진현오, 권혁범, 양덕춘^{1*}경희대학교 식물·환경신소재공학과, ¹경희대학교 고려인삼명품화사업단 및 인삼유전자원소재은행**The Characterization of Critical Ranges of Soil Physico-chemical Properties of Ginseng Field and Nutrient Contents of Ginseng Leaves in Gyeonggi Province****Hyun O Jin, Hyuck Bum Kwon and Deok Chun Yang^{1*}**Department of Plant & Environmental New Resources, Kyung Hee University, Suwon 449-701, Korea
¹Korean Ginseng Center & Ginseng Genetic Resource Bank, Kyung Hee University, Suwon 449-701, Korea

Abstract - Ginseng growth is largely affected by characteristics of soil in Ginseng field. In this study, we determined the critical ranges of physico-chemical properties of soil for optimization of ginseng growth by analyzing the soils from Anseong and Pocheon regions in Gyeonggi province. Fresh weight of ginseng was 2 to 5 fold higher in good growth field compared to poor growth field within Anseong region. In the case of Pocheon region, 1.5 to 2 fold differences of fresh weight of ginseng was observed between good and poor growth field. These results indicate the difference of ginseng growth even in the same region. Based on these results, critical ranges of physico-chemical properties of soils were determined by comparing the good and poor growth field of each regions, which are follows; more than 50% of soil porosity, 2.0~2.8 g/kg of total nitrogen, 500~900 mg/kg for Av. P₂O₅, 2.3~3.5 cmol_c kg⁻¹ for Exch. Ca in Anseong; less than 13% of liquid phase, 400~650 mg/kg for Av. P₂O₅, 4.0~4.7 cmol_c kg⁻¹ for Exch. Ca, less than 0.8 and 0.5 cmol_c kg⁻¹ for Exch. Mg and K, respectively, in Pocheon. Interestingly, we found that ginseng growth was affected by exchangeable base ratio (Ca:Mg:K) especially in Anseong region, which were 6:2:1 in good growth field while 4:2:1 in poor growth field. Critical ranges for nutrient contents of ginseng leaves were also characterized, which are less than 0.2% and 0.22% of each P and Mg, respectively, in Anseong, while less than 1.8% and 0.18% of each N and P, respectively, and 1.5~3.0% of K in Pocheon. In addition, we determined critical ranges for inorganic nutrient contents in the current study.

Key words - *Panax ginseng*, Nutrient content, Critical range, Soil, Leaf

서 언

우리나라의 경작지 토양은 화학비료와 석회질 비료의 연용으로 비옥도가 높아졌으며, 재배작물이나 경작지의 재배 방법에 따라 지역별, 동일지역 내에 있어서 비옥도 차이가 크고 양분 간의 균형에도 많은 문제점을 가지고 있다. 인삼 (*Panax ginseng* C.A. Meyer)은 다년생 작물로서 본포에 이식한 후 수확시 까지 긴 생육기간을 동일한 위치에서 자라기 때문에 토양, 기후 등 생육환경과 재배방법에 따라 인삼생육뿐만 아니라 내용성분이나 함량면에서 상당한 차이

를 보이고 있다(Lee *et al.*, 2002).

우리나라의 인삼재배에 관련된 연구 중 인삼의 생육과 토양특성에 관한 연구는 다수 보고되었는데(Lee *et al.*, 1980; Lee *et al.*, 1989; Lee *et al.*, 1995, Lee *et al.*, 2004), 이는 인삼생육과 단일요인과의 상호관계를 구명한 연구가 대부분이며 토양양분 상호간의 균형에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 또한, 타 작물의 경우 생육 및 수량의 증대를 목표로 한 엽중 적정양분함량 설정에 관한 연구는 수행되고 있으나(Lee *et al.*, 2006; Lee *et al.*, 2007), 인삼에 있어서는 미미한 실정이다. 현재까지 내비성이 약하고 적정비옥도 수준의 폭이 좁은 인삼의 생육 및 수량의 증

*교신저자(E-mail) : dcyang@khu.ac.kr

대를 위한 토양 및 엽중 적정양분함량 설정에 관한 연구는 대부분 소규모 지역을 대상으로 한 연구가 수행되어왔으나 지역별 토양특성 및 엽중 영양상태 등의 영양환경을 비교 분석한 연구는 전무한 실정이다. 작물의 경우 지역별 토양 특성 및 엽중 무기양분 함량 조사를 통한 영양환경의 파악은 생육특성, 토양조건, 재배기술 등의 기초자료의 확보를 통하여 시비개선 및 토양개량 등 토지의 합리적 이용방안을 위해 매우 중요하다 할 수 있다(Jung *et al.*, 2001).

본 연구는, 인삼의 생육 및 수량증대를 위한 토양표준화 및 개선재료 생산의 기초자료를 제공하기 위하여 경기도 지역내 주요 인삼 재배지인 안성, 포천 2개 지역의 토양특성 및 엽중 적정양분함량을 비교 분석함과 동시에 결핍, 과잉증상의 한계농도의 범위를 구명하고자 수행하였다.

재료 및 방법

조사지역은 경기도 지역내 주요 인삼 재배지인 안성지역과 포천지역으로 이 지역에 위치한 인삼재배 농가에서 안성은 2년근에서 5년근까지 포천은 2년근에서 6년근까지 연근별로 생육상황이 양호한 포지와 불량한 포지를 대상으로 하였다. 인삼시료는 포지별로 생육별, 연근별로 각각 3지점에서 평균적인 생육상태를 보이고 있는 개체 5-6본을 채취하였다. 또한 토양시료는 인삼시료가 채취된 지점의 직하부 표토(0-15 cm)를 토양 sampler를 사용하여 채취하였다. 지상부 생육은 줄기, 잎의 형질에 대하여 지하부 생육은 뿌리의 형질에 대하여 측정하였으며 지상부, 지하부 생육상태 특히, 주당 근중의 차이에 따라 우량포지, 불량포지로 구분하였다.

토양 및 엽분석은 국립농업과학원의 토양 및 식물체 분석법(RDA, 2010)에 준하여 측정하였다. 공시토양은 풍건 후, 2 mm체를 통과한 세토에 대하여 pH는 초자전극법, 유기물은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법, 질소는 Kjeldahl 증류법에 의해 측정하였다. 치환성 염기(Exch. Ca, Mg 및 K)는 1N-NH₄OAc(pH 7.0)용액으로 침출 여과 후 원자흡광도계로 분석하였다. 엽분석을 위하여 채취한 잎은 70°C 건조기에서 7일간 건조한 후 N, P, K, Ca 및 Mg 등의 무기성분을 조사하였다. 질소는 Kjeldahl 증류법, 그 외의 원소는 HNO₃-HClO₄ 습식분해 후 인산은 비색법, Ca, Mg 및 K는 원자흡광도법으로 분석하였다. 분석자료의 통계분석은 SAS program(SAS Institute Inc.)을 이용

하여 주성분 분석 및 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

지역별 생육특성

인삼생육에서 지하부 생육의 분기점은 4년생에서 5년생으로 넘어가는 1년이 가장 중요한 기간이므로 4년생의 생육비교는 의미가 크다(Kwon *et al.*, 2000). 인삼은 연간 생장량이 매우 작으며 4년생 주당 근중은 4년생에서 62 g의 평균값을 보이는데(Lee *et al.*, 2002), 이 값과 본 조사지의 우량포지 4년근(안성 : 47.5 g, 포천: 40.3 g)과 불량포지 4년근(안성: 9.9 g, 포천: 21.8 g)의 주당 근중과 비교하면(Table 1), 안성지역과 포천지역의 우량포지에서 각각 77%, 65%, 불량포지에서 각각 16%, 35%의 낮은 값을 나타내었다. 이와 같이 재배지역간, 또는 동일재배지역내 포지별 생육에 큰 차이를 보이고 있는 것은 토양수분 및 양분조건에 따른 결과라 예상되며 불량포지에 있어서의 토양환경의 개선이 크게 요구된다. 두 지역 모두 생육은 2년근에 있어서는 포지 간 큰 차이가 없었으나, 3년근 이후부터는 우량포지에서는 급격하게 증가하는 반면 불량포지에서는 완만한 증가경향을 보여 포지 간 생육차이가 뚜렷하였으며 특히 안성지역의 4년근 이후의 우량포지의 생육은 식물체 부위별 차이는 있으나 불량포지에 비하여 1.5-5배 정도의 높은 값을 보였다.

지역별 토양의 이화학적 성질

토양의 이화학적 성질은 안성지역이 포천지역에 비하여 토양의 물리성과 pH를 제외하고는 높은 값과 넓은 범위를 보이고 있었다(Table 2). 두 지역 모두 사양토(SL)와 양토(L)가 대부분이었으며 토성과 인삼의 생육과의 관계는 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 공극률(액상+기상)은 안성지역에 있어서는 우량포지에서 53-56%, 불량포지에서 48-53%의 값을 나타내어 인삼의 생육에 영향을 미치는 토양의 이화학적 성질 중 주요 인자임을 알 수 있었으나 포천지역에 있어서는 뚜렷한 경향을 보이고 있지 않았다. 안성지역에 있어서는 결과는 인삼의 생육 및 수량에 공극률 등이 깊게 관여하고 있다는 연구결과와 일치하였다(Lee *et al.*, 1980; Lee *et al.*, 2004).

우리나라에 있어서 인삼재배지의 토양 양분함량 적정치(Park, 1996)는 pH 4.8-5.3, 유기물 1.9%, 유효인산 200

Table 1. The growth characteristics of ginseng in surveyed areas

Region	Age	Growing status	Leaf		Stem		Root			
			length	width	lenth	diameter	length	diameter	fresh weight	
			(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(mm)	(g)	
Anseong	2	good	7.6	3.5	14.1	2.0	11.2	5.1	4.0(100)	
		poor	7.5	3.5	11.4	1.2	10.0	4.2	2.0(50)	
	3	good	12.1	5.0	30.8	4.4	18.7	11.2	15.8(100)	
		poor	7.8	3.4	19.0	3.7	17.4	9.7	7.9(50)	
	4	good	16.3	5.7	47.5	10.2	17.2	20.9	47.5(100)	
		poor	7.4	3.2	19.3	3.5	13.8	10.8	9.9(21)	
	5	good	15.0	6.2	44.8	8.5	23.1	24.1	58.7(100)	
		poor	11.5	4.5	17.3	5.3	15.2	15.9	21.8(37)	
	Pocheon	2	good	6.9	3.5	15.7	2.3	8.6	6.5	6.8(100)
			poor	6.2	3.1	11.4	2.1	9.7	6.2	7.7(113)
3		good	13.2	5.4	33.4	4.7	16.1	16.2	21.1(100)	
		poor	9.3	4.2	20.2	2.2	12.7	9.0	14.5(69)	
4		good	15.2	5.8	46.9	9.3	16.0	21.0	40.3(100)	
		poor	12.8	4.9	23.9	8.1	15.3	17.1	21.8(54)	
6		good	17.2	6.8	48.6	8.8	23.1	22.4	51.7(100)	
		poor	No data (Missing rate 100%)							

() : Relative index

Table 2. Physico-chemical properties of ginseng cultivated soil

Region	Growing status	Soil texture	Phase (%)			pH (1:5)	OM (g/kg)	T-N (mg/kg)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cation (cmol _c kg ⁻¹)			
			Solid	Liquid	Air					K	Ca	Mg	
Anseong	good	SL, L	M±SD	45.2±1.8	8.6±2.1	46.2±2.6	6.2±0.6	29.2±6.5	2.5±0.6	719±212	1.3±0.5	6.9±1.1	3.1±1.2
			Range	42.8-46.7	6.5-10.9	42.3-48.0	5.4-6.8	23.2-35.8	1.9-3.3	493-992	0.61-1.66	5.58-8.09	1.48-4.06
	poor	SL, L	M±SD	49.2±2.7	10.2±3.2	40.6±3.8	5.4±0.8	25.2±14.2	2.2±1.0	849±146	1.5±0.9	5.1±1.9	2.4±1.2
			Range	46.7-52.1	6.6-14.2	38.4-46.3	4.6-6.2	15.3-45.7	1.4-3.6	647-994	0.67-2.7	3.61-7.8	1.62-4.12
Pocheon	good	SL, L	M±SD	49.2±2.2	14.3±1.7	36.5±0.8	5.7±0.8	16.1±5.4	1.4±0.3	531±127	0.6±0.4	4.4±1.8	1.3±1.0
			Range	46.4-51.5	13.1-16.8	35.3-36.9	5.2-6.9	12.2-24.1	1.2-1.8	415-672	0.39-1.25	3.20-6.97	0.74-2.79
	poor	SL, L	M±SD	48.4±5.5	10.4±1.8	41.3±6.7	6.3±0.6	21.9±4.2	1.8±0.4	466±256	0.8±0.3	5.3±1.0	1.8±0.8
			Range	41.2-54.3	8.3-12.7	33.1-48.7	5.6-7.0	21.6-26.2	1.3-2.1	236-737	0.53-1.15	4.47-6.75	0.84-2.85

ppm 이하, 치환성 K, Ca, Mg(cmol_c kg⁻¹)에서 각각 0.5, 3.0, 1.5로 되어 있는데, 본 조사지역의 토양 양분함량은 이에 비해 모든 인자에서 높은 값을 보였다. 특히 유효인산의 경우 안성지역에서 5배, 포천지역에서 3배 이상의 큰 값을 보였으며 치환성 Ca, Mg, K에서도 두 지역 모두 2-3배 이상의 큰 값을 보여 인삼생육에 필요한 적정양분함량보다 과잉상태를 보이고 있었다. 따라서, 치환성 염기와 염류농도가 높은 포지에서 황증, 적변증 등의 생리 장애현상 발생이 증가한다는 연구결과(Lee *et al.*, 2004; Kang *et al.*,

2007)로 보아 고염류 포지에 대한 합리적인 토양관리 및 시비체계 수립이 필요하다고 사료된다. 한편, pH가 낮고 치환성 염기량이 낮은 불량포지에서는 유기물 공급에 의해 인삼의 생존율과 수량이 증대하였다는 연구결과(Nadeau *et al.*, 2003)와 일반과원에서 유기물 함량이 높을수록 pH가 높고 치환성 염기함량이 높았다는 Lee *et al.*(1989)의 연구결과로 보아 불량포지에서의 인삼생육 및 수량의 증대를 위해 적정수준의 pH 및 치환성 염기량을 고려한 유기물의 공급이 필요하다고 생각된다.

지역별 엽중 무기양분 함량

엽중 무기양분 함량(평균치)은 안성지역이 N 2.45%, P 0.25%, K 3.03%, Ca 0.26%, Mg 0.23%, 그리고 포천지역이 N 2.37%, P 0.20%, K 2.02%, Ca 0.74%, Mg 0.29%의 값을 보였다(Table 3). 지역 간 비교에 있어서는 K는 안성지역에서 1.5배, Ca는 포천지역에서 3배 높은 값을 보이고 있는 외의 다른 원소함량에 있어서는 비슷한 값을 보이고 있었다. 엽중 원소함량의 크기는 안성지역에 있어서 K > N > P ≒ Ca ≒ Mg 순이었으며, 포천지역에 있어서는 N > K > Ca > Mg > P 순이었다. 선행된 연구(Ko *et al.*, 1996)에 의하면 대부분의 인삼 속 식물에 있어서 엽중 무기양분 함량은 N > K > P ≒ Ca > Mg 순으로 안성지역의 엽중 무기원소 중 K가 N보다 높은 함량을 보이고 있었는데 이는 무기양분의 흡수량은 토양 배치 조건과 품종 차이에 따른 인삼의 양분흡수 특성(Seo *et al.*, 2002)에 기인한 결과로 추측된다. 두 지역의 엽중 무기양분 함량(평균치)과 Khwaja

and Roy(1995)에 의해 설정된 복미삼 엽중 무기함량 적정 범위인 N 2.5-5.0%, P 0.31-0.95%, K 3.1-5.5%, Ca 0.51-1.0%, Mg 0.26-2.5%와 비교하면 포천지역에 있어서 Ca과 Mg은 비슷한 값을 그 외의 원소에 있어서는 두 지역 모두 낮은 값을 보이고 있으며, 특히 안성지역의 Ca성분에서는 하한값의 1/2정도의 수준으로 현저하게 낮았다. 이러한 원인은 토양의 유효태 양분의 존재양식 및 식물의 양분흡수 특성 차이에 따른 결과라 사료된다.

인삼생육에 관여하는 토양 및 엽중 인자추출

본 조사지역의 인삼의 생육에 영향을 미치는 인자추출과 토양 및 엽중 무기양분 함량의 적정 범위를 설정을 위하여 주성분 분석을 이용하였다. 주성분분석에 있어서 주성분의 수는 누적기여율(Cumulative propotion)이 80%이상, 고유치(Eigen value)가 1이상의 2개의 주성분(제1주성분, 제2주성분)을 추출하였다. 토양의 물리적 성질과 생육포지 간

Table 3. Nutrient contents in leaves of ginseng

Region	Growing status		N	P	K	Ca	Mg
Anseong	good	M±SD	2.76±0.38	0.22±0.04	2.97±0.46	0.32±0.05	0.26±0.03
		Range	2.31-3.16	0.18-0.27	2.32-3.38	0.24-0.35	0.23-0.30
	poor	M±SD	2.15±0.86	0.27±0.03	3.09±0.37	0.20±0.10	0.20±0.02
		Range	1.27-2.97	0.24-0.31	2.60-3.41	0.11-0.29	0.17-0.22
Pocheon	good	M±SD	2.48±0.12	0.19±0.03	2.19±0.26	0.68±0.06	0.30±0.06
		Range	2.32-2.59	0.17-0.24	1.97-2.56	0.6-0.74	0.25-0.38
	poor	M±SD	2.23±0.58	0.22±0.12	1.80±0.27	0.83±0.27	0.28±0.14
		Range	1.64-2.79	0.13-0.35	1.53-2.06	0.66-1.14	0.18-0.44

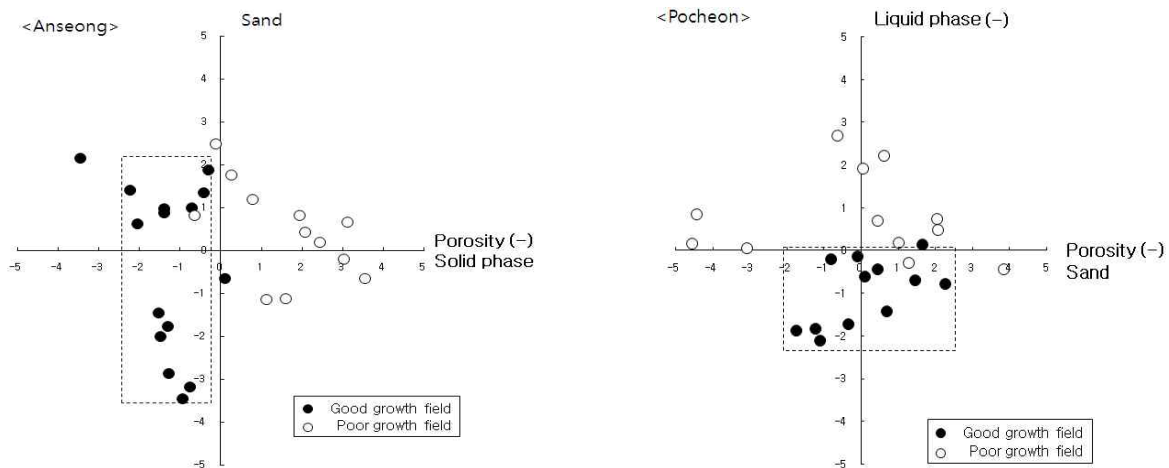


Fig. 1. Positional relationships between the growth status of ginseng and soil physical properties analyzed by principal components.

의 위치관계를 보면(Fig. 1), 안성지역의 경우 제1주성분에 있어서 공극률(-)이 우량포지에서 큰 값을, 불량포지에서 작은 값을 나타내는 위치에 분포하고 있었으며, 제2주성분에 있어서 일부 우량포지에 있어서 모래 함량이 작은 값을 나타내는 위치에 분포하고 있었으나 뚜렷한 위치관계는 보이지 않았다. 또한 포천지역의 경우 제1주성분은 공극률(-)과 모래로 대표되었으나 생육포지 간 위치관계는 뚜렷하지 않았다. 그러나 제2주성분에 있어서는 액상(-)이 우량포지에서 큰 값을, 불량포지에서 작은 값을 나타내는 위치에 분포하고 있었다. 따라서 안성지역은 공극률이, 포천지역은 액상이 각각 인삼 생육에 크게 관여하는 물리적 요인이라는 것을 알 수 있었다.

토양의 화학적 성질과 생육포지 간의 위치관계를 보면(Fig. 2), 안성지역에 있어서는 전질소와 치환성 Ca(-)로

대표되는 제1주성분과 유효인산으로 대표되는 제2주성분에 있어서 우량포지는 모두 중앙부분 위치에 분포하고 있었으며, 불량포지는 우량포지의 상한값 이하, 하한값 이상의 값을 나타내는 위치에 분포하고 있었다. 따라서 인삼생육에 밀접한 관계를 보이고 있는 화학적 요인으로는 전질소, 치환성 Ca 및 유효인산이며, 또한 중간값을 나타내는 위치에 분포하고 있는 것으로 보아 이 값의 상한값과 하한값이 적정범위임을 알 수 있었다. 포천지역에 있어서는 제1주성분인 치환성 염기는 일부 예외는 있으나 우량포지 모두 상한값을 나타내고 있었으며, 제2주성분에 있어서는 유효인산이 우량포지는 중간값을 나타내는 위치에 분포하고 있음을 알 수 있었다. 이에 비해 불량포지는 치환성 염기가 큰 값, 유효인산이 낮은 값을 나타내는 위치에 분포하고 있었다.

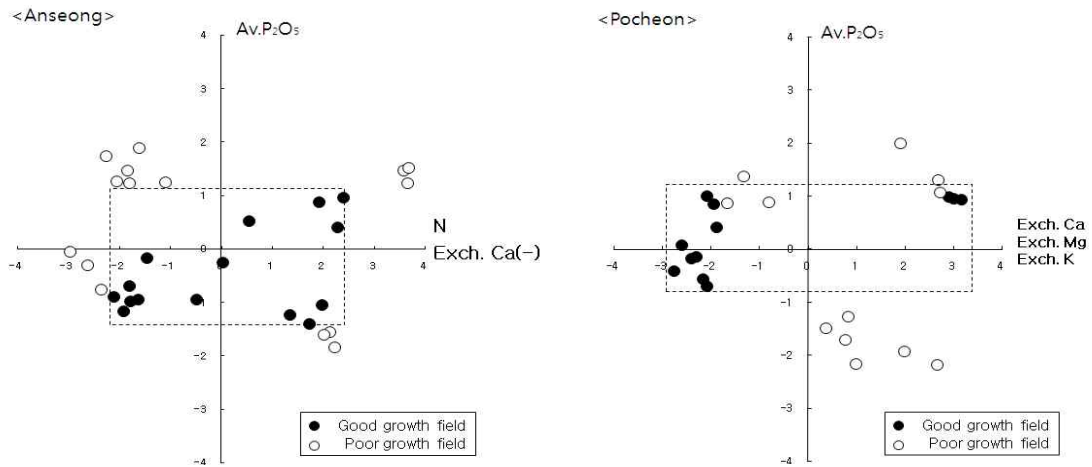


Fig. 2. Positional relationships between the growth status of ginseng and soil chemical properties analyzed by principal components.

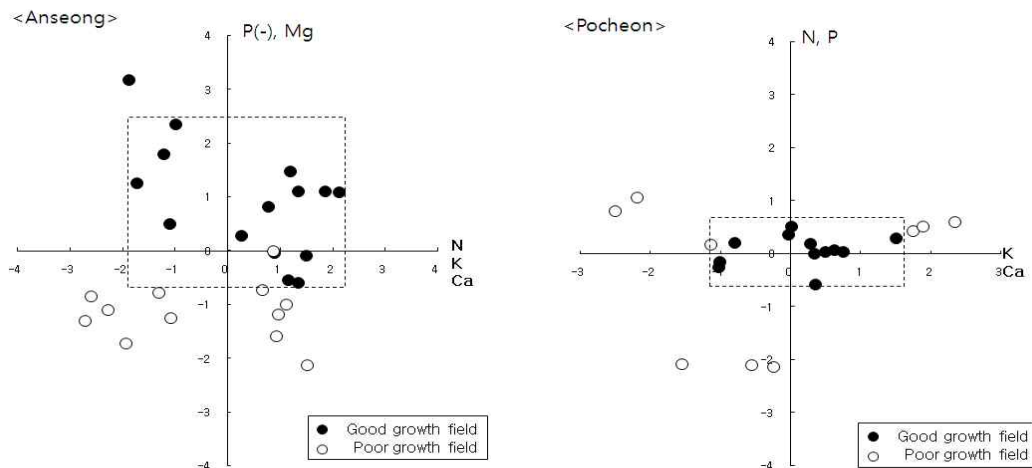


Fig. 3. Positional relationships between the growth status of ginseng and nutrient contents of leaves analyzed by principal components.

Table 4. Critical ranges of the nutrient contents in soil and leaves

Region	critical range	Anseong			Pocheon			
		Low	Sufficient	High	Low	Sufficient	High	
Soil physical properties	Prosity (%)	<50	50<		Liquid phase (%)	<13	13<	
	Sand (%)	30<	<30					
Soil chemical properties	T-N (%)	<2.0	2.0-2.8	2.8<	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	<400	400-650	650<
	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	<500	500-900	900<	Exch. Ca (cmol _c kg ⁻¹)	<4.0	4.0-4.7	4.7<
	Exch. Ca (cmol _c kg ⁻¹)	<2.3	2.3-3.5	3.5<	Exch. Mg (cmol _c kg ⁻¹)		<0.8	0.8<
	Exch. Ca:Mg:K	4:2:1	6:2:1		Exch. K (cmol _c kg ⁻¹)		<0.5	0.5<
leaf mineral content	P (%)	0.25<	<0.25		N (%)	<1.8	1.8<	
	Mg (%)	<0.22	0.22<		P (%)	<0.18	0.18<	
	N/P	<10	10<		K (%)	<1.5	1.5-3.0	3.0<
	N/Mg	<10	10-13	13<	N/Mg	<5	5-10	10<
	K/Mg		<14		K/Mg	<5	5-10	10<
	Ca/P		1<		Ca/Mg	<2	2-3	3<

식물체 엽중 무기양분 함량과 생육포지 간의 위치관계 (Fig. 3)에 있어서는 안성지역이 엽중 N, K, Ca 성분으로 대표되는 제1주성분에서는 우량포지, 불량포지 모두 비슷한 위치에 분포하고 있었으나, P(-)와 Mg로 대표되는 제2주성분에서는 P(-)함량이 낮고 Mg함량이 높은 값을 나타내는 위치에 우량포지가 분포하고 있음을 알 수 있었다. 따라서 생육차이에 따른 엽중 무기성분은 P와 Mg성분으로 나타났으며, 전술한 토양의 화학적 성질과는 다르게 적정범위보다는 적정값을 기준으로 포지 간 위치관계가 뚜렷하게 구분되었다. 포천지역은 제1주성분인 K, Ca에 있어서 우량포지가 중간 값을 나타내고 있었으나 N과 P로 대표되는 제2주성분에서는 우량포지에서 중간값을 나타내고 있었다.

지역별 토양 및 엽중 무기양분 함량의 적정 범위

주성분 분석으로부터 얻어진 인삼생육에 관여하는 토양 및 엽중 인자 추출 결과로부터 우량포지가 분포하는 토양의 이화학적 성질 및 엽중 무기양분 함량의 적정범위 (sufficient) 또는 적정값의 하한값 이하를 결핍(low), 상한값 이상을 과잉(high)으로 설정하였다(Table 4). 그 결과, 안성지역의 경우 토양의 물리적 성질에 있어서 공극률 50% 이상이 적정치를 나타내었으며, 토양의 화학적 성질에 있어서는 전질소 0.20-0.28%, 유효인산 500-900 mg/kg, 치환성 Ca 2.3-3.5 cmol_c kg⁻¹이 적정범위로 나타났으며, 하한값 이하는 결핍범위, 상한값 이상은 과잉범위로 표시하

였다. 토양의 치환성 Ca과 인삼생육과의 관계는 미국삼 재배 연구결과에서 다수 보고되고 있으며(Stoltz, 1982; Konsler and Shelton, 1990), 일본의 작물재배에 있어서 치환성 염기의 성분비(Exch. Ca:Mg:K)목표를 13:2:1로 설정하고 있다(Jin *et al.*, 1988). 본 연구에 있어서 인삼의 생육과 치환성 염기의 성분비와의 관계를 검토한 결과 안성지역의 우량포지에서 6:2:1, 불량포지에서 4:2:1로 나타나 치환성 K에 대하여 치환성 Ca의 함량이 많은 토양조건에서 인삼의 생육이 양호하였으나, 치환성 Mg의 영향은 그다지 크지 않음을 시사하고 있다. 포천지역의 경우 토양의 물리적 성질에 있어서는 액상이 13% 이상의 적정치를 나타내었으며, 화학적 성질에 있어서는 유효인산 400-650 mg/kg, 치환성 Ca 4.0-4.7 cmol_c kg⁻¹, 치환성 Mg 0.8 cmol_c kg⁻¹ 이하, 치환성 K 0.5 cmol_c kg⁻¹ 이하가 적정범위로 나타났으며, 하한값 이하는 결핍범위, 상한값 이상은 과잉범위로 표시하였다.

엽중 양분함량에 있어서는 안성지역의 경우 P 0.25%이하, Mg 0.22%이상이 적정치를 나타냈으며, 그 외 원소 간 성분비에서도 적정범위를 보였는데 우량포지에서 N/P 10 이상, N/Mg 10-13, K/Mg 14 이하, Ca/P 1이상의 값을 보였다. 포천지역의 경우 N 1.8%이상, P 0.8%이상, K 1.5-3.0%에서 적정치를 나타냈으며, 그 외 원소 간 성분비에서도 적정범위를 보였는데 우량포지에서 N/Mg 5-10, K/Mg 5-10, Ca/Mg 2-3의 값을 보였다.

이상의 연구 결과로부터 인삼의 생육에 관여하는 토양의 이화학적 성질 및 엽중 무기양분 함량은 지역에 따라 다른

경향을 보였으며, 토양 및 엽중 무기양분 함량의 적정 범위를 선행 연구결과와 비교하면 인삼생육에 적정 양분 함량보다 과잉 또는 결핍농도를 보인 불량 포지가 많이 분포하였는데, 이는 지역 간, 또는 동일지역 내 인삼포지의 토양 특성 및 시비방법 등의 재배법에 따른 차이 때문인 것으로 추측된다. 앞으로 토양 및 엽중 무기양분 함량 설정을 위해서는 인삼재배지의 지역별 영양환경에 대한 지속적인 연구가 필요하다고 생각된다.

적 요

본 연구는 경기도 안성, 포천지역 인삼재배지의 이화학적 성질 및 인삼의 엽 분석을 실시하여 인삼의 생육에 적합한 토양 및 엽중 적정 양분 농도를 설정하고자 수행하였다.

인삼 생근중은 우량포지가 불량포지에 비하여 안성지역이 2-5배, 포천지역이 1.5-2배 차이를 보여 동일 지역내에서도 큰 생육차이를 보이고 있었다.

인삼 생육에 관여하는 토양의 이화학적 성질의 적정 범위는 안성지역에서 공극률(>50%), 전질소(2.0-2.8 g/kg), 유효인산(500-900 mg/kg), 치환성 Ca(2.3-3.5 cmol_c kg⁻¹)이었으며, 포천지역에서는 액상(13%<), 유효인산(400-650 mg/kg), 치환성 Ca(4.0-4.7 cmol_c kg⁻¹), 치환성 Mg(<0.8 cmol_c kg⁻¹), 치환성 K(<0.5 cmol_c kg⁻¹)로 나타났다. 특히, 안성지역에 있어서는 치환성 염기 성분비(Exch Ca:Mg:K)도 인삼생육에 관여하고 있었는데 우량포지에서 6:2:1, 불량포지에서 4:2:1의 값을 보였다. 엽중 무기양분 함량 적정 범위는 안성지역에서 P(<0.25%), Mg(0.22%<), 포천지역에서 N(1.8%<), P(0.18%<), K(1.5-3.0%)의 값을 보였으며 그 이외의 일부 엽중 무기양분 성분비에서도 적정 범위가 설정되었다.

사 사

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업의 지원에 의해 선정된 고려인삼명품화사업단(GRCMVP)의 지원에 의하여 이루어진 것임.

인용문헌

Jin, H.O., K. Haibara and Y. Aiba. 1988. Nutrient characteristics of different site quality of sugi (*Cryptomeria japonica*)

forests in Cheju prefecture, Korea. J. Japanese For. Soc. 70:177-181 (in Japanese).
Jung, B.G., J.W. Choi, E.S. Yun, J.H. Yoon and Y.H. Kim. 2001. Monitoring on chemical properties of bench marked upland soils in Korea. Korean J. Soil Sci. Fert. 34:326-332 (in Korean).
Kang, S.W., B.Y. Yeon, G.S. Hyun, Y.S. Bae, S.W. Lee and N.S. Seung. 2007. Changes of soil chemical properties and root injury ratio by progress years of post-harvest in continuous cropping soils of ginseng. Korean J. Medicinal Crop Sci. 15:157-161 (in Korean).
Khwaja, A. and R. Roy 1995. Roy R. Ginseng soil and plant analysis. In Proc. Intl. Ginseng Conf. Vancouver, Canada. pp. 269-277.
Ko, S.R., K.J. Choi, H.K. Kim and K.W. Han. 1996. Comparison of proximate composition, mineral nutrient, amino acid and free sugar contents of several *Panax* species. J. Ginseng Res. 20:36-41 (in Korean).
Konsler, T.R. and J.E. Shelton. 1990. Lime and phosphorus effects on American ginseng: I. Growth, soil fertility, and root tissue nutrient status response. J. ASHS. 115:570-574 (in Korean).
Kwon, W.S., M.G. Lee and K.T. Choi. 2000. Breeding process and characteristics of Yunpoong, a new variety of *Panax ginseng* C.A. Meyer. J. Ginseng Res. 24:1-7 (in Korean).
Lee, I.H., C.S. Yuk, K.W. Han, C.S. Park, H.S. Park and K.Y. Nam. 1980. Influence of various soil characteristics in ginseng field on the growth and the yield of ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer). J. Ginseng Res. 4:175-185 (in Korean).
Lee, I.H., C.S. Park and K.J. Song. 1989. Growth of *Panax ginseng* affected by the annual change in physicochemical properties of ginseng cultivated soil. J. Ginseng Res. 13:84-91. (in Korean).
Lee, J.C., J.S. Byen, D.J. Ahn and J.S. Ho. 1995. Effect of physical properties of soil on ginseng seedling growth in nursery bed. J. Ginseng Res. 19:287-290 (in Korean).
Lee, J.W., S.K. Lee and J.H. Do. 2002. Comparison of the content of saponin and mineral component in Korean red ginseng and other red ginseng. J. Ginseng Res. 26:196-201 (in Korean).
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. Medicinal Crop Sci. 12:10-16. (in

- Korean).
- Lee, S.W., S.W. Kang, N.S. Seong, G.S. Hyun, D.Y. Hyun, Y.C. Kim and S.W. Cha. 2004. Seasonal changes of growth and extract content of root in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean J. Medicinal Crop Sci. 12:483-489 (in Korean).
- Lee, C.H., C.H. Shin, K.S. Kim and M.S. Choi. 2006. Effect of inorganic components on the seedling growth performance of *Kalopanax pictus* Nakai. Korean J. Medicinal Crop Sci. 14:173-177 (in Korean).
- Lee, J.Y., J.H. Park, B.C. Jang, K.S. Lee, B.K. Hyun, S.W. Hwang, Y.S. Yoon and B.H. Song. 2007. The establishment of critical ranges of inorganic nutrition contents in leaves of net melon (*Cucumis melo* L.) in protected cultivation. Korean J. Soil Sci. Fert. 40:471-475 (in Korean).
- Nadeau, I., R.R. Simard and Olivier, A. 2003. The impact of lime and organic fertilization on the growth of wild-simulated American ginseng. Canadian J. Plant Sci. 83:603-609.
- Park, H. 1996. Research on ginseng production during the past 20 years. J. Ginseng Res. 20:472-500 (in Korean).
- RDA (Rural Development Administration). 2010. Soil and Plant Analysis.
- Seo, Y.J., J.S. Kim, J.K. Kim, J.U. Cho, T.Y. Kwon and J.S. Lee. 2002. Soil chemical properties of peach orchard and nutrient content of peach leaves in Gyeongbuk area. Korean J. Soil Sci. Fert. 35:175-184 (in Korean).
- Stoltz, L.P. 1982. Leaf symptoms, yield, and composition of mineral-deficient American ginseng. Hortscience 17:740-741.
- (접수일 2011.8.31; 수정일 2011.9.21; 채택일 2011.9.30)