

과제구분	기본연구	수행시기	전반기		
종장기 Code		RIMS Code	2007B00110000058		
연구과제 및 세부과제		연구분야 (Code)	수행 기간	연구실	책임자
친환경농업 토양환경 관리방안연구		토양 ES0101	'05 ~'08	환경농업연구과 토양관리연구실	안문섭
1) 우량인삼생산을 위한 토양환경요인 분석		농업환경 ES0101	'05 ~'07	"	"
2) 인삼축적농경지의 인산 시비량 저감 방법 구명		농업환경 ES0101	'06 ~'08	"	"
색인용어	친환경농업, 토양환경, 인삼, 인산, 인산축적				

ABSTRACT

This investigation was carry out to find out soil characteristics such as soil physico-chemical properties of ginseng field. Soil pH was decreased and EC was increased with the duration of cultivation year. Cheorwon region was higher than Chuncheon and Weonju region on soil pH, EC, OM, P₂O₅, K, Mg and NO₃-N. Soil chemical properties of ginseng field was so important in ginseng yield but the soil physical properties was much effective. In ginseng cultivation high bed can be gained higher yield due to soil air improvement, etc.

1. 연구목표

인삼은 한국과 일본, 중국을 비롯한 동양에서 많이 이용되고 있으며 한국인삼의 호칭은 중국에서는 고려인삼, 일본에서는 조선인삼, 구미에서는 Korea Ginseng이라고 불리며, 역사적으로 고려인삼을 약용으로 사용한 기록은 1597년 이시진의 본초강목에 있다. Engler의 계통분류법에 의한 식물학상 분류는 유관유배식물(Embryophyta Siphonogama), 피자식물문(Angiospermae), 쌍자엽식물강(Dicotyledoneae), 이변화식물아강(Archichamydeae), 형화목(Umbellales), 오가피과(Araliaceae), 인삼속(*Panax*), 고려인삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)이고, 식물분포상 고려인삼은 아시아 극동지방에서 자생하는 약용식물로 북위 30°에서 48°지역인 한국(33.7°~43.1°), 중국(만주, 43°~47°), 러시아(극동연해주, 40°~48°)의 3개 지역에서 재배되고 있다.(농촌진흥청, 2000)

인삼재배는 광이나 대기 및 토양 온도, 대기습도, 풍향과 같은 기상조건과 토양수분, 토양물리성, 토양화학성과 같은 토양조건 등 여러 가지 복합적인 요인에 의해 생육과 수량이 좌우되는 것으로 궁극적으로는 인삼이 잘 생육하는 산림지역 자연과 같은 환경조건(박 등, 1983)을 조성하는 것이 중요하다.

인삼재배에 관한 본격적인 연구는 1978년 이후라고 할 수 있으며 과거 소수의 한국인삼연구소 연구원에 의해서만 연구가 진행되었기 때문에 현지포장에서 발생하는 여러 가지 생리장해 현상에 대한 연구가 제한적이었다(박 훈, 1991).

인삼은 타작물과 상이한 재배적 특수성을 가지고 있고(이 등, 1978) 이러한 인삼에 관한 연구는 인삼생육에 적합한 토양이화학성 개량을 위한 토양 및 수분관리, 인삼재배시 발생하는 병충해방제, 해가림자재 및 설치방법 등에 관한 연구와(이 등, 1987) 직파재배방법과 같은 재배법(원 등, 1999)등 다양한 많은 연구가 진행되어져 가고는 있지만 인삼은 파종에서 수확까지 4~6년이 소요되는 다년생식물로(김 등, 2002) 단기성 작물이 아니어서 연구하는 방법과 결과 도출에 또한 어려움이 있는 실정에 있다.

또한 국제무역 자유화에 편승한 국내시장 개방과 인삼산업법의 개정으로 인삼연구에 대한 필요성과 인삼재배 주산지의 초작지 고갈에 의한 홍삼포의 북상으로 도내 인삼재배 면적이 점증적으로 증가 추세에 있고 인삼재배는 한번 식재후 동일한 토양에서 5개년간 작물이 생육하는 특성이 있어 초기 토양관리(예정지) 및 작물생육기간 중의 양분관리방법에 대한 연구가 필요한 작물로 현재 우리도의 인삼재배 농가의 인삼재배포장의 토양이화학성분 분포에 대한 기초자료가 부족한 상태이다. 본 연구는 인삼의 친환경재배법을 확립하는 기초자료로 이용하고자 도내 인삼재배농가의 포장을 인삼 연근별로 토양의 이화학성을 조사하였다.

2. 재료 및 방법

조사대상 인삼포장의 선정은 강원도 홍천군에 위치한 강원인삼농협의 협조로 춘천, 원주, 홍천, 횡성, 영월, 철원, 화천 7개 시군에서 시군별로 3개농가씩 선정하여 21지점의 인삼재배 농가의 포장을 선정하여 4년, 5년, 6년된 포장의 토양시료를 매년 같은 포장에서 6~7월경 채취하였으며 장뇌삼 토양시료는 화천의 장뇌삼 재배농가 포장과 산림연구원에서 삼척지방의 장뇌삼 재배농가에서 채취한 토양시료를 확보하였다. 토양의 이화학성중 일반화학성분은 pH, EC, OM, P₂O₅, K, Ca, Mg, NO₃-N를 분석하였으며, 중금속은 Cd, Cu, Ni, Zn, Pb, Cr 을 분석하였다. 사용기기는 UV/VIS(Secoman, UVIKON XS), ICP(GBC, Integra-XL), Nitrogen Analyzer(Tecator, Kjeltac-1035)등을 이용하였다. 토양의 물리성 분석은 일반 인삼재배포장에서 Eijkelkamp Agrisearch Equipment의 100ml의 코아를 이용하여 토양시료를 현지에서 채취 후 마스킹 테이프로 밀봉하여 수분이 휘산되지 않도록 실험실까지 운반후 즉시 토양수분을 분석하고, 토양삼상은 Daki의 SPAD(Model kik-1130)을 이용하였다. 토양분석은 농촌진흥청 토양분석법에 준하여 분석을 수행하였고, 인삼재배 포장내의 광, 습도, 토양수분, 온도는 Spectrum Technologies, inc의 Model 400, 150의 Watch Dog를 이용하여 조사 하였다.

3. 결과 및 고찰

조사대상 인삼재배지 포장의 연근별로 일반화학성분 함량 분포를 보면 토양 pH는 4군에서 6군으로 연수가 진행될수록 낮아지고 있었으며, EC는 반대로 약간씩 높아지는 경향을 보이고 있어 이는 고년근이 될수록 유기물이나 화학비료의 투입이 증가됨으로 나타나는 결

과로 생각되며 토양중 인산은 예정지 관리 기준이 70~200수준인데 비해 년근별 포장에서 300mg/kg을 상회하는 경향을 보이고 있는데 이는 인삼재배포장이 초작지이어야 하지만 포장을 입차하는데 어려움이 있어 일반 재배농가들은 일반 채소재배포장을 입차하여 2년정도 예정지관리를 하고 인삼을 입식하게 됨으로 나타나는 결과로 생각되며, 실제로 질산태 질소의 함량은 기준치 50mg/kg을 약간 상회하는 수준에 있어 문제를 야기할 소지가 있어 예정지 관리의 철저가 요구된다고 하겠다. 이 등(1980)은 경기도 강화, 김포, 포천, 용인, 이천지역의 결주율이 높은 인삼포지와 낮은 인삼포지의 토양산도의 평균이 같은 5.5수준이라고 하였으며 생육 및 수량과 유의성 있는 상관성이 없었다고 보고하였다. 김 등(1995)은 인삼재배재배지 토양화학성 조사결과 토양 pH는 5.0~5.5사이로 4, 5, 6년근 별로 큰 차이가 없지만 NO₃-N 함량이 NH₄-N 함량보다 높게 나타났다고 하였는바, 이는 이번 조사와 같은 결과였다.

표 1. 인삼재배 포장의 년근별 일반 화학성분 함량 분포

구 분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. Cation(cmol+/kg)			NO ₃ -N (mg/kg)	NH ₄ -N (mg/kg)	
					K	Ca	Mg			
4년	2005	5.21	0.74	15.9	456	0.50	3.66	1.10	64.8	7.3
	2006	5.28	0.68	14.5	343	0.47	3.90	1.22	50.6	5.3
	2007	5.33	0.82	15.6	315	0.43	4.37	1.33	48.2	4.5
	평균	5.27	0.75	15.3	371	0.47	3.98	1.22	54.5	5.7
5년	2005	4.98	0.63	16.4	468	0.51	3.41	0.87	55.5	7.7
	2006	5.07	1.27	15.6	317	0.54	4.25	1.34	71.5	7.1
	2007	5.20	0.75	13.5	319	0.38	3.94	1.08	44.3	5.4
	평균	5.08	0.88	15.1	368	0.48	3.87	1.10	57.1	6.7
6년	2005	4.90	0.67	16.2	392	0.49	2.93	0.88	60.1	8.4
	2006	4.92	0.81	15.8	381	0.55	3.40	1.04	69.3	9.2
	2007	5.24	1.10	15.7	377	0.49	4.85	1.29	75.0	7.5
	평균	5.02	0.86	15.9	383	0.51	3.73	1.07	68.1	8.3
적정범위 (예정지)	5.0~6.0	<0.5	15~25	70~200	2.0~4.5	1.0~2.0	0.2~0.5	<50	-	

1) 적정범위 : 예정지 관리토양이 무기성분 함량, 21농가 평균

또한 지역별로 인삼재배포장의 일반토양화학 성분함량을 보면 토양 pH는 춘천지역이 4.95로 낮았고 반면에 철원지역은 5.27로 높은 것으로 나타나고 있으며, EC와 P₂O₅도 춘천, 원주지역에 비해 철원지역이 각각 1.21dS/m, 490mg/kg으로 높은 경향이였다. 또한 NO₃-N도 철원지역이 높게 나타나는데 이는 일부 특정농가에서 그 함량이 높아 타지역보다 높게 나타나고 있으며 대부분 농가에서는 기준치에 근접한 결과를 나타내었다. 박 등(1983)은 인삼의 생육과 무기 양분의 부위별 분포를 질소형태별로 조사한 결과 형태에 관계없이 50mg/kg 수준에서 지상부 및 근부생육이 최대였다고 보고 한 자료에 비하면 도내 인삼재배 농가의 토양중의 질소 함량은 높은 경향으로 나타나 이 또한 예정지 관리의 중요성을 일깨워 준다고 하겠다.

표 2. 지역별 인삼재배 포장의 일반 화학성분 함량

지역	pH (1.5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. Cation(cmol+/kg)			NO ₃ -N (mg/kg)	NH ₄ -N (mg/kg)	
					K	Ca	Mg			
춘천	2005	4.96	0.68	16.2	311	0.45	3.17	0.80	65.0	8.5
	2006	4.99	0.66	14.9	318	0.49	3.41	0.95	54.1	8.0
	2007	4.90	0.78	14.7	160	0.39	4.27	1.04	50.2	4.8
	평균	4.95	0.71	15.2	263	0.44	3.62	0.93	56.4	7.1
원주	2005	5.02	0.45	15.6	439	0.46	3.37	0.86	35.2	6.2
	2006	5.08	0.75	14.2	303	0.43	4.14	1.13	64.4	6.9
	2007	5.36	0.76	13.7	372	0.41	4.62	1.14	47.1	6.2
	평균	5.15	0.65	14.5	371	0.43	4.04	1.04	48.9	6.4
철원	2005	5.12	1.15	15.8	575	0.64	3.33	1.31	105.9	11.2
	2006	5.19	1.36	16.8	419	0.65	4.00	1.51	72.8	6.8
	2007	5.50	1.13	16.5	478	0.52	4.27	1.52	70.1	6.3
	평균	5.27	1.21	16.3	490	0.60	3.87	1.45	82.9	8.1
적정범위 (예정지)	5.0~6.0	<0.5	15~25	70~200	0.2~0.5	2.0~4.5	1.0~2.0	<50	-	

1 춘천지역(춘천, 홍천), 원주(원주, 횡성, 영월), 철원(철원, 화천)

장뇌삼 재배포장의 토양 pH는 6.0정도이나 10~15근은 pH6.0을 상회하고 있으며 이는 삼척지역이 석회암지대 토양이기 때문이라 생각되며, EC, P₂O₅, NO₃-N, OM는 일반 인삼 재배포장의 예정지 적정범위보다 매우 낮게 나타나는 반면, Ca의 경우는 적정범위보다 매우 높게 나타나고 있는데 이는 앞서 언급한 석회암지 토양의 특성이라 생각된다.

표 3. 장뇌삼 재배 포장의 토양 무기화학성분 함량 분포

년차별	pH (1.5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. Cation(cmol+/kg)			NO ₃ -N (mg/kg)	NH ₄ -N (mg/kg)
					K	Ca	Mg		
2년	5.93	0.12	37.0	2	0.35	5.24	0.87	4.7	6.91
3	6.55	0.16	40.1	4	0.32	9.81	1.34	12.2	6.13
5	5.84	0.12	33.2	3	0.25	5.16	1.01	4.0	3.67
6	5.61	0.11	45.9	7	0.23	5.22	0.83	6.3	5.60
7	5.90	0.14	41.8	2	0.34	6.02	0.99	5.3	7.52
8	5.96	0.09	32.1	1	0.36	4.45	0.75	4.0	6.30
10	6.53	0.11	23.8	5	0.20	6.78	0.7	2.5	7.52
11	6.82	0.14	39.2	3	0.33	11.40	1.47	2.8	5.60
12	6.28	0.17	41.0	4	0.31	8.22	1.21	21.5	6.65
13	6.45	0.15	40.6	7	0.31	8.33	1.32	6.3	3.50
15	6.91	0.13	37.3	2	0.36	10.11	1.23	4.0	2.97
적정범위 (예정지)	5.0~6.0	<0.5	15~25	70~200	0.2~0.5	2.0~4.5	1.0~2.0	<50	-

1 2년, 3년은 화천농가, 5~15년 삼척농가(산림환경개발연구원 토양시료)

인삼 및 장뇌삼 제배포장의 토양중금속 함량은 토양환경보전법의 기준함량에 비하면 매우 낮은 경향인 것으로 나타났다.

표 4. 인삼 및 장뇌삼 제배 포장의 토양중금속 함량 (단위 : mg/kg)

년근별		Cd	Cu	Ni	Zn	Pb	B	Fe	Mn
2근	평균	0.09	6.37	7.50	5.76	2.57	0.69	77.8	28.5
	최고	0.20	20.47	21.94	32.51	5.07	1.57	194.9	68.9
	최저	0.00	0.00	0.08	0.78	0.98	0.36	18.9	8.5
	중앙	0.03	5.53	7.88	1.97	2.43	0.63	70.2	27.0
3	평균	0.02	4.22	7.68	2.60	2.23	0.75	69.1	24.33
	최고	0.09	20.08	23.15	7.70	4.98	1.45	173.7	49.81
	최저	0.00	0.00	0.07	0.96	1.08	0.22	8.8	0.00
	중앙	0.02	2.69	6.45	1.79	2.11	0.63	55.7	23.7
4	평균	0.03	4.80	7.54	2.99	2.19	0.75	75.6	25.86
	최고	0.08	18.78	27.80	12.40	3.32	1.42	187.0	53.85
	최저	0.00	0.00	0.10	0.86	1.04	0.31	9.8	0.00
	중앙	0.03	3.62	6.76	2.06	2.03	0.70	59.3	21.67
5	평균	0.03	6.60	6.19	4.71	2.27	0.83	53.2	26.05
	최고	0.00	23.65	15.45	31.49	3.57	1.60	166.9	61.55
	최저	0.00	0.18	0.08	1.04	1.10	0.39	19.9	13.9
	중앙	0.03	4.90	5.47	2.33	2.30	0.74	43.6	23.74
6	평균	0.02	7.72	6.02	3.11	2.60	0.70	53.8	21.5
	최고	0.06	24.05	14.74	22.67	5.15	1.38	134.1	45.5
	최저	0.00	0.52	0.15	0.94	1.16	0.38	18.0	9.16
	중앙	0.02	5.21	5.69	1.66	2.45	0.64	41.5	19.26
장뇌1 지점		0.13	0.14	6.18	3.95	4.67	0.67	8.45	58.56
장뇌2 지점		0.07	0.82	5.51	0.99	3.48	0.55	37.23	5.93
우려기준		1.5	50	40	300	100	-	-	-
대책기준		4.0	125	100	700	300	-	-	-

매년 6년근을 대상으로 인삼수량별 토양성분함량 분포를 살펴보면 수량이 높은 농가는 1,264kg/10a 정도의 수량성이 있었으나 반면에 547kg/10a의 수량을 보여주는 농가도 있어 인삼제배에 있어 토양 등 환경요인이 매우 중요한 요소임을 알 수 있었다. 그러나 인삼수량과 토양의 화학성의 직접적인 상관관계는 찾기가 어려웠다.

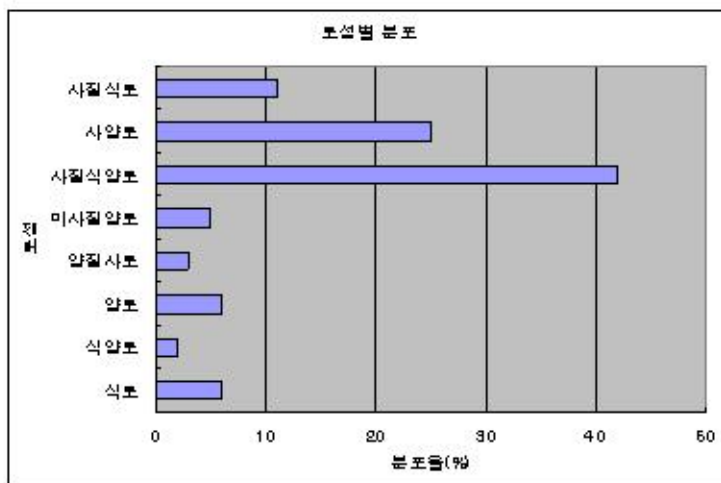
표 5. 인삼 수량별 토양성분함량(6년근, '05~'07)

년차별	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. Cation(cmol+/kg)			NO ₃ -N (mg/kg)	수량 (kg/10a)
					K	Ca	Mg		
2005	4.84	0.87	14.3	583	0.61	2.21	0.87	78.5	499
2006	4.85	0.85	15.1	434	0.56	3.21	0.89	70.0	597
2007	5.56	0.94	16.3	290	0.47	5.54	1.22	73.9	544
평균	5.08	0.89	15.2	436	0.55	3.65	0.99	74.1	547 ^b
2005	4.90	0.53	14.2	307	0.51	3.19	0.98	48.0	741
2006	4.84	0.50	16.1	255	0.43	2.86	0.86	53.2	802
2007	5.17	0.53	15.0	330	0.47	4.78	1.36	26.0	790
평균	4.97	0.52	15.1	297	0.47	3.61	1.06	42.4	777 ^b
2005	5.04	0.55	16.7	322	0.29	2.72	0.59	42.9	1,595
2006	4.51	0.98	14.4	274	0.42	2.80	1.09	91.5	1,010
2007	5.34	1.55	20.3	517	0.69	4.93	1.34	112.2	1,188
평균	4.96	1.03	17.1	371	0.47	3.48	1.01	82.2	1,264 ^a

* DMRT(95%)

이 등(1989)은 인삼수량 및 결주율은 토양물리성과 유의성 있는 상관성이 있다고 하여 인삼 재배에서 토양의 물리성이 중요한 요인임을 말하였다.

인삼 재배지 농가포장 토양의 토성은 주로 사질식양토가 42%, 사양토 25%, 사질식토 11%로 사질식양토가 재배농가의 대부분을 차지하고 있었으며 모래가 포함된 토양은 토양양분 및 수분관리에 용이하여 결과적으로 수량성이 높게 나타나는 것으로 생각된다. 정 등(1983)은 병의 발병에 영향을 주는 요인으로 토양물리성 중 토성 및 토양구조, 공극량 등이 직접적인 상관관계가 있음을 보고하였다.



<그림 1> 인삼재배지 토양의 토성별 분포율(%)

따라서 토양의 물리성을 검토한 결과 수량이 많은 농가의 포장은 인삼재배 상황의 높이가 높고 토양삼상중 기상이 차지하는 비율이 높게 나타나는 것을 볼 때 결과적으로 상황높이가 높으면 토양수분 보유 등의 조절능력이 상대적으로 높게 나타나 인삼의 수량성이 높아지게 됨을 알 수 있었다. 박 등(1985)는 토양의 공극율의 증대는 통기성을 양호하게 하고 근의 생리기능을 향상시켜 근부를 방지하고 결근율의 감소를 가져올 것이라고 하였다.

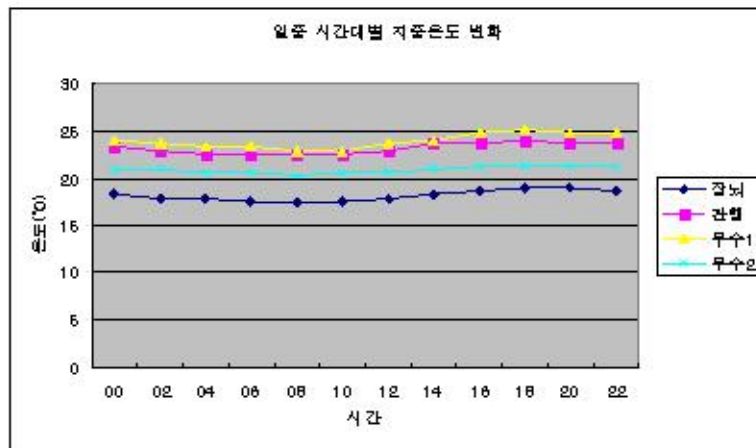
바. 인삼 포장의 토양물리성과 수량과의 관계(6년근, '05~'07)

년차별	토양삼상(%)			상황 높이 (cm)	수분함량(%)		수량 (kg/10a)
	고 상	액 상	기 상		0.1bar	0.3bar	
2005	42.2	16.9	40.8	-	9.1	13.6	499
2006	42.6	15.9	41.4	35.2	9.0	12.7	597
2007	40.0	17.3	42.7	35.4	8.4	13.8	544
평균	41.6	16.7	41.6	35.3	8.8	13.4	547 ^b
2005	42.9	20.4	36.7	-	6.5	13.0	741
2006	38.7	19.3	42.0	38.2	13.2	16.0	802
2007	44.1	15.3	40.6	33.6	9.1	13.3	790
평균	41.9	18.3	39.7	35.9	9.6	14.1	777 ^b
2005	41.3	15.3	43.5	-	9.9	15.9	1,595
2006	40.7	16.9	42.4	39.9	10.8	12.3	1,010
2007	40.3	15.5	44.2	40.6	11.9	14.2	1,188
평균	40.7	15.9	43.4	40.3	10.9	14.1	1,264 ^a

* DMRT(95%)

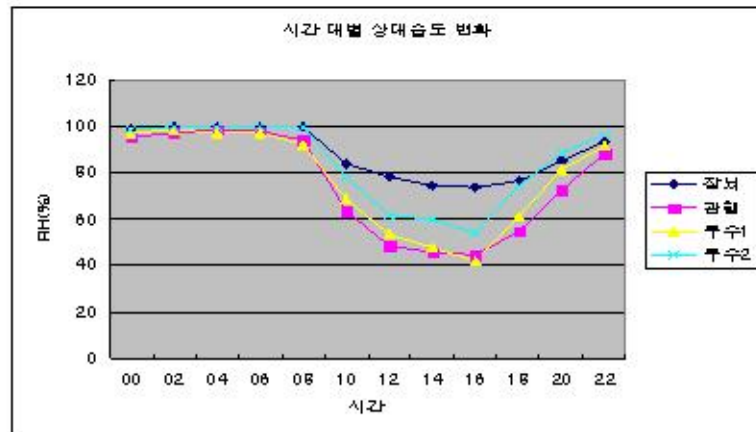
목 등(1981)은 인삼생육에 대한 토양의 적정수분 함량은 포장용수량의 65.5%(절대수분 22.1%)였고 생육이 정지되는 토양수분 함량은 포장용수량의 31.5%(절대수분 10.7%)라고 하였으며, 이 등(1982)은 토양함수량이 많을수록 단위 면적당 광합성량이 증가하였고 수분 62% 시 개체당 광합성량이 가장 양호하였다고 보고하였고, 박 등(1982)은 근수량 2kg/칸이상을 기대하려면 토양수분이 17%이상은 되어야 한다고 하였으며 박 등(1997)은 토양수분 함량에 따라 경시적 균밀도 변화는 사상균의 경우 그 변화가 적었던 반면 세균과 방선균은 심하였다고 보고하여 토양수분의 관리가 인삼재배에 중요한 요소임을 알 수 있다.

인삼재배지 토양의 지중온도, 상대습도, 광량, 지상부 온도는 3년간 조사한 결과 차이는 있으나 그 경향은 매년 비슷한 경향으로 나타나고 있었다. 2007년도 인삼 및 장뇌삼 재배지의 일중 시간대별 지중온도 변화를 살펴보면 관행적으로 재배하는 농가포장을 기준으로 수량을 많이 생산하는 농가의 온도변화는 같거나 약간 낮은 경향인데 이는 재배방법과 차광시설의 차이에 기인되는 것으로 사료되며, 장뇌삼 재배포장의 온도는 매우 낮은 경향으로 노지와 산림에서 재배하는 재배지의 특성의 차이인 것으로 사료 된다.



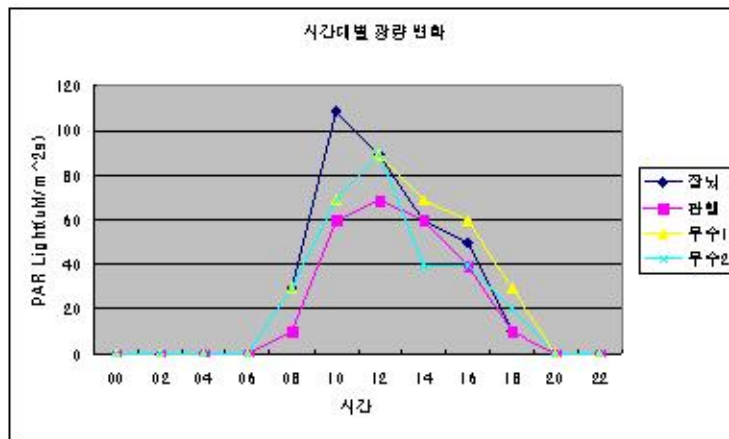
<그림 2> 인삼 및 장뇌삼 재배지의 일중 지중온도의 경시적 변화('07.7.31)

인삼 및 장뇌포장의 토양층 상대습도는 장뇌포장에서 습도가 높고 관협이나 선도농가의 습도는 같거나 약간 높은 경향이였다.



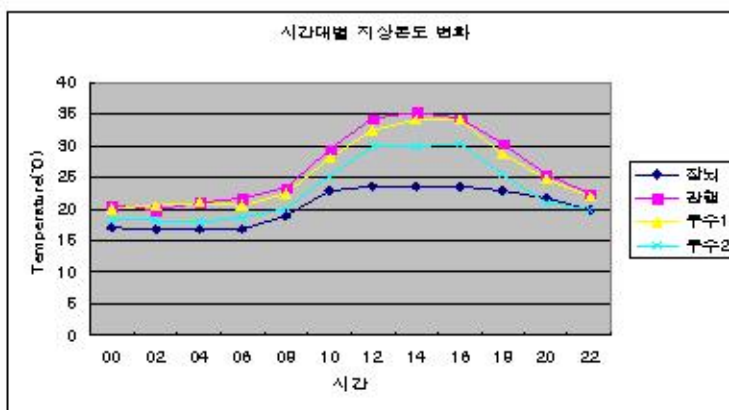
<그림 3> 인삼 및 장뇌삼 재배지의 일중 상대습도의 경시적 변화('07.7.31)

장뇌포장의 일중 광량 변화를 살펴보면 시간대별로 광량이 높았다 낮았다 하는 경향이 있는데 이는 산림에서 재배하는 특성상 광이 들거나 안들거나 하는 경우가 있었으며 일반재배 농가 포장의 광량은 시간대별로 높아지다가 다시 낮아지는 것을 알 수 있었으나 우수재배농가포장이 광량이 다소 높음을 알 수 있었다.



<그림 4> 인삼 및 장뇌삼 재배지의 일중 경시적 광량 변화('07.07.31)

일중 지상부 온도변화를 살펴보면 장뇌 재배포장의 온도가 가장 낮고 그다음 선도농가 및 관행의 순으로 온도가 높아짐을 알 수 있었다. 안 등(2003)은 묘삼포장내 온도가 높아지면 고온에 의한 생리작용으로 묘삼생산에 있어 단위면적당 사용하는 묘삼수가 감소한다고 하였다. 인삼재배에 있어 적당한 일복시설 및 포장 위치 등에 의한 일복시설내 온도관리가 수량성의 제고에 매우 중요한 요인인 것으로 사료된다.



<그림 5> 인삼 및 장뇌삼 재배지 포장의 일중 경시적 지상부 온도 변화('07.7.31)

4. 적 요

인삼재배포장의 토양의 이화학적성을 조사하여 우량인삼을 생산하는 농가의 포장상태를 파악하여 인삼재배시 수량성을 높이는 요소를 찾아보고자 시험을 수행한 결과는 다음과 같다. 인삼재배시 재배년수가 경과 할수록 토양중 pH는 낮아지고, EC는 높아지고 있었으며, 지역별로 볼때 철원지역이 춘천이나 원주지역에 비해 pH, EC, OM, P₂O₅, K, Mg, NO₃-N의 성분들이 높게 나타나고 있었다. 인삼의 수량성이 높은 토양과 낮은 토양의 화학성분을

비교해 보면 특이점을 발견할 수 없어 토양의 화학성이 수량성에 미치는 영향은 매우 적은 것으로 판단되며, 토양의 물리적 성질중 수량성이 높은 토양은 상광높이가 높고 토양의 삼상중 기상이 차지하는 비율이 높아 인삼수량에 미치는 영향은 토양화학성보다 물리성이 좌우됨을 알 수 있었다.

5. 인용문헌

- 김동철, 장상문, 최경. 1995. 재배지토양의 화학성이 인삼근중 당류 및 saponin 함량에 미치는 영향. 한국농화학회지 38(1):72~77
- 김효근, 이규승. 2002. 인삼재배를 위한 차광조건이 인삼의 생육과 토양중 Procymidone의 잔류에 미치는 영향. 한국환경농학회지 21(1):24~30
- 농업과학기술원. 2000. 토양 및 식물체 분석법
- 농촌진흥청. 2000. 표준영농교본-103 인삼재배. p.23~30
- 목성균, 손용, 박훈. 1981. 토양수분 함량별 인삼의 근 및 지상부 생육. 한국작물학회지 26(1):115~120
- 박훈, 조경식, 최병주. 1983. 인삼의 생육과 양분조성에 대한 질소형태의 영향. 한국토양비료학회지 16(3):260~265
- 박훈, 목성균, 이종화. 1985. 벧짚부초가 토양의 이화학성 및 인삼의 생육에 미치는 영향. 한국토양비료학회지 18(1):32~37
- 박훈. 1991. 인삼의 생리장애. 한국작물학회지(기상재배연구Ⅱ) : 459~480
- 박규진, 유연현, 오승환. 1997. 토양수분 함량에 따른 인삼 뿌리썩음병균 *Cylindrocarpon destructans* 및 토양미생물의 밀도 변화. 한국식물병리학회지 13(2):100~104
- 박훈, 목성균, 김갑식. 1982. 산지토양의 수분 및 유기물함량과 인삼생육과의 관계. 한국토양비료학회지 15(3):156~160
- 안문섭, 강안석, 김세원, 이세종. 2003. 약토 혼합비율과 헤가림 전주 높이에 따른 인삼유묘의 생장. 한국약용작물학회 11(5):340~346
- 원준연, 조계성. 1999. 고려인삼의 적과재배에 관한 조사 연구. 한국약용작물학회지. 7(4):308~313
- 이일호, 육창수, 한강원, 남기열, 배효원. 1980. 인삼포지의 토양화학성이 생육 및 수량에 미치는 영향. 한국토양비료학회지 13(4):99~105
- 이성식, 양현조, 김경태. 1982. 토양함수량이 인삼의 광합성 및 생육에 미치는 영향. 한국작물학회지 27(2):175~181
- 이성화, 남기열, 김명수, 배효원. 1978. 인삼의 년근별 무기양분흡수에 관한 연구. 한국농화학회지 21(1):58~62
- 이성식, 천성기, 목성균. 1987. 인삼포의 환경조건과 인삼(*Panax ginseng* C.A.Meyer) 생육과의 관계(Ⅲ. 수광량과 포장에서의 광합성). 한국작물학회지 32(3):256~267
- 이일호, 육창수, 박훈. 1989. 토양이화학성의 년차변화가 인삼수량 및 결주율에 미치는 영향.

한국토양비료학회지 22(1):18~24

영남대 자원문제연구소. 2003. 고려인삼의 경쟁력강화를 위한 신기술 보급 및 발전방안 심포지움.

정영린, 김홍진, 오승환, 이일호. 1983. 인삼근부병 억제토양 및 슈발토양의 특성. 한국식물보호학회지 22(3):203~207

6. 연구결과 활용

연도 (연차)	활용구분	계 목
2007년도 (3년차)	영농활용	인삼재배시 적정 상광높이

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					05	06	07
책임자	환경농업연구과	농업 연구사	안문섭	세부과제 총괄	○	○	○
공동 연구자	"	"	최승출	연구협조	○	○	○
"	"	"	김세원	연구협조	○	○	○