

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야(Code)	수행기간	연구실	책임자
인삼재배 생력기계화 작업체계개발 연구			'07~'11	농과원	이채식
인삼 논재배 예정지 관리 방법 개선 연구		"	'07~'10	인삼약초시험장	허수정
색인용어	인삼, 논재배, 예정지 관리				

## ABSTRACT

It is very important to manage soil in preparation field because ginseng cultivation in paddy-field can cause poor drainage by destruction of soil aggregation in submerged condition and inorganic salts stress by residue of chemical fertilizer. This study was conducted to establish management system of preparation field for high quality ginseng production in paddy-field. As green manure crops, rye, soybean, sorghum, and corn were examined to search the effective management crops in paddy-soil. Yield of 4-year-old and 5-year-old ginseng were improved by cultivation with sorghum and rye (7%) and corn and rye (20%) as preparation field crops, respectively. Compared year variation of soil with ginseng yield by management of preparation field crops, nitrate (NO<sub>3</sub>) content in soil was correlated with yield of the following year.

### 1. 연구목표

인삼은 연작기피가 심한 작물로 수확 후 10년 이상 다른 작물을 재배한 후에야 재작이 가능한 작물로 알려져 있다. 금산과 풍기 등 주산지의 연작장애로 인해 홍삼포가 점차 중복부로 부상하고 있어, 강원도는 새로운 6년근 주산지로 떠오르고 있다. 그 면적은 1995년 451ha에서 2009년 현재 2,277ha로 5배가 증가하여 전국대비 11%를 차지하며(농림수산식품부, 2010) 대부분의 농가에서 6년근을 생산하고 있다. 밭 초작지 확보의 어려움과 쌀 시장 개방으로 인한 쌀 대체작목으로 인삼이 고소득 작목으로 주목받고 있어 논 인삼식부면적이 확대되고 있다. 그러나 인삼 논재배 시 담수상태의 토양입단 파괴로 인한 배수불량과 화학비료 잔류 등으로 인한 무기염류의 과다는 황병 등을 유발할 수 있으며 이러한 염류장애와 장마기 배수불량으로 인한 습해는 적변삼 등 불량삼 발생을 조장하여 품질과 생산성을 저하시키는 요인으로 작용함으로 예정지 관리를 통한 안정적 토양관리는 필수적이라 할 수 있다. 6년근 인삼의 건물생산량은 지상부가 350kg/10a, 지하부 400kg/10a로 이는 1년생 일반작물의 건물생산량과 비슷한 수준이며, 양분흡수 역시 일반작물의 1/5수준으로 10a당 질소 16.3kg, 인산 4.4kg, 칼리 16.5kg, 칼슘 7.5kg에 불과하다. 또한 연차별 양분흡수율 역시 차이가 있는데 질소와 칼리는 4-5년생 인삼이 높으나 6년생은 낮아지고 지하부는 인삼연생이 높아질수록 낮아진다고 한다(이 등 1983). 인삼의 염류피해는 지상부 출아억제와 생육억제, 잎

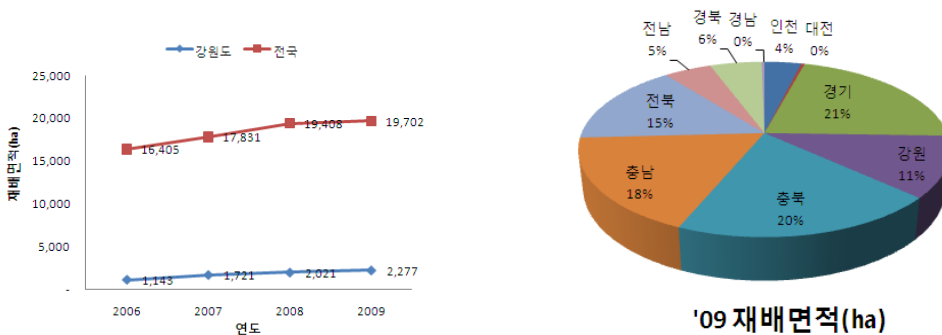
의 황화현상 및 조기낙엽 근적변과 뿌리생장억제 등으로 발생하고 있다. 출아율은 염류농도가 높을수록 낮아지며 뇌두의 무기염에 의한 부패가 현저히 증가되고 2-3년근의 출아율과 EC, 질산 및 암모늄 농도와 부의 상관관계가 있다고 하며(김 등, 1985, 목 등 1999) 염류장애는 지상부보다 지하부에서, 동체보다는 지근에서 크게 발생한다고 하였다(김 등, 1985). 인삼은 예정지 관리 후 4-6년간 한자리에서 재배하여 토양관리가 어려운 작물임을 고려할 때 예정지관리의 중요성 매우 크다 하겠다.

본 연구에서는 인삼 논재배 면적의 증가추세를 고려하여 논재배지의 예정지관리방법 개선을 통한 안정적 인삼재배조건을 제시하고자 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 인삼재배 농가 예정지 관리실태 조사

강원도의 인삼재배면적이 빠르게 증가하고 있으며, 고소득 작목으로 각광받으면서 새롭게 인삼재배를 시도하는 농가도 늘어나고 있다(그림 1). 도내 인삼재배는 홍천지역을 중심으로 춘천, 화천, 횡성, 철원 등에 집중되어 있었으나 최근 영월, 정선 등과 영동지역에서의 인삼재배 면적도 꾸준히 증가하는 추세이다.



<그림 1> 인삼재배 면적 변동 추이

그러나 실제 농가에서의 인삼재배실태에 관한 조사가 이루어져 있지 않으므로 강원도 내 인삼재배농가의 현지방문, 전화, 기술센터 설문조사 협조 등을 통해 춘천, 철원, 화천, 홍천의 100여 농가의 예정지 관리기간, 관리작물 등 실태를 조사하였다.

### 나. 예정지 관리방법에 따른 인삼의 생육비교

2005년부터 2006년까지 2년에 걸쳐 인삼식재를 위한 논 예정지를 관리하였다(그림 2). 관리작목으로 호밀, 콩, 수수, 옥수수를 재배하여 경운한 후 호밀을 재배하고 10회 이상 경운을 반복하여 인삼을 식재할 수 있도록 포지를 조성하였다.

2007년 묘삼식재 후 해가림은 후주연결식의 지주를 이용하였으며, 차광자재는 PE4중직으로 설치하였다. 2007년부터 2010년까지 2~5년근까지의 인삼의 지상부 및 지하부의 생육을 조사였다.



콩

수수

호밀

옥수수

<그림 2> 관리작목별 예정지 관리

#### 다. 예정지 관리방법에 따른 인삼재배 토양 변화

예정지 관리 토양의 변화를 보기 위해 예정지 관리 후부터 묘삼 정식 전과 2년부터 4년근 수확 후까지의 연차별 토양 화학성을 분석하였다.

토양화학성을 분석하고자 시험포장에서 년차별로 채취된 토양을 풍건하고 2mm체를 이용하여 자갈을 분리하였고, 2mm이하의 입자에 대해 화학성을 조사하였다. 토양의 화학성은 pH, 전기전도도, 유기물, 유효인산, 치환성양이온, 질산태질소, 양이온치환용량(CEC) 등을 분석하였는데, pH와 전기전도도는 초사전극법(1:5), 유기물은 Tyurin법, 유효인산은 Lancaster법, 치환성양이온은 ICP법, 질산태질소는 Kjeldahl증류 적정법, 양이온 치환용량은 1N 초산암모늄법으로 측정하였다(1988, 농촌진흥청).

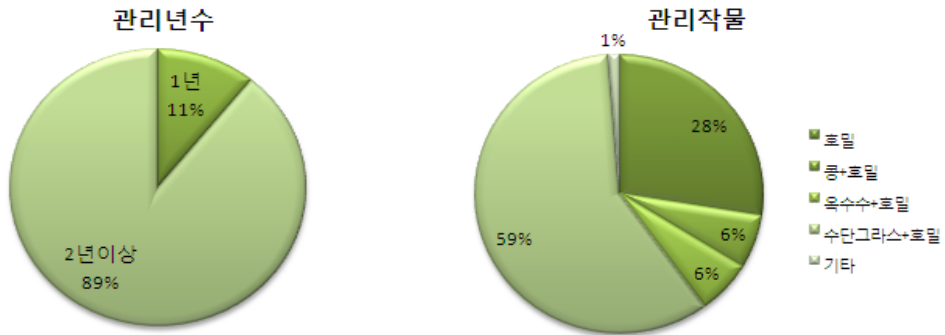
#### 라. 예정지 관리방법에 따른 인삼사포닌 비교

예정지 관리 방법에 따른 인삼의 사포닌 함량을 비교하기 위해 4년생 인삼을 수확하여 총사포닌과 Rg1, Rb2 등 12종 개별사포닌의 함량을 조사하였다. 동결건조 후 마쇄한 시료 0.1g을 2ml microtube에 넣고 80% MeOH를 1ml 첨가하여 voltex를 이용해 시료를 잘 혼합한 후, ultrasonic bath에서 1시간 추출하였다. 추출 후 원심분리기에서 5,000rpm으로 10분간 원심분리한 다음, 상등액을 취하여 새로운 2ml microtube에 옮겨 담았다. 남은 분말에 다시 80% MeOH를 0.8ml 첨가하여 voltex를 이용해 시료를 잘 혼합한 후, 원심분리하여, 취한 상등액을 먼저 따라놓은 상등액과 혼합하여 0.45µm PVDF membrane syringe filter로 여과하여 HPLC 분석 시료로 사용하였다. HPLC 분석은 Waters 2690모델을 이용하였으며 column은 Capcell-pak C18 MG(3.0mm ID × 150mm, 3µm, Shiseido, Japan)을 사용하였다. 분석 조건은 flow rate 1.0ml/min, Coln. temperature 40°C, injection volume 10µl이었고, detector는 : DAD 203nm를 사용하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 인삼재배 농가 예정지 관리실태 조사

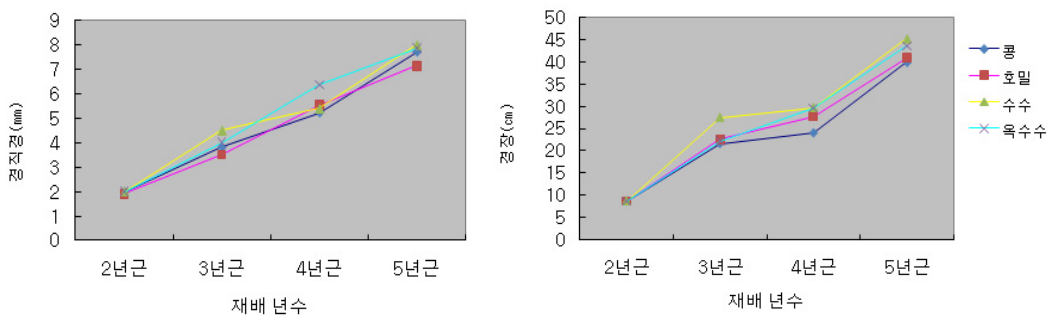
강원도 내 인삼재배농가의 예정지 관리실태를 조사해본 결과 그림3에서 보이는 것과 같이 예정지 관리는 89%의 농가에서 2년 이상 관리하는 것으로 나타났고, 관리방법으로 단일 작물보다는 콩 등 발작물과 호밀 재배 후 10회 이상의 반복 경운 관리하는 경우가 70%이상으로 대부분이었으며, 관리 작목으로는 호밀, 수단그라스, 콩, 옥수수 등이 이용되고 있었다.



<그림 3> 강원도 인삼재배농가의 예정지 관리 형태

#### 나. 예정지 관리방법에 따른 인삼의 생육비교

재배기간이 경과함에 따라 지상부 생육의 차이를 관찰할 수 있었고, 2년근 묘삼 정식 후 수수와 옥수수 재배관리구에서의 생육이 콩과 호밀 재배관리구보다 우수한 것으로 나타났으며 4년차의 지상부 생육은 수수처리구가 월등히 우수한 것으로 나타났대(그림 4).



<그림 4> 재배년수 경과에 따른 지상부 생육 변화

표 1. 인삼 논재배 시 예정지 관리에 따른 지상부 생육 비교(5년근)

예정지관리체계	초장(cm)	경장(cm)	경경(mm)	엽장(cm)	엽폭(cm)	SPAD
콩 → 호밀	68.5±6.99	39.9±4.53	7.7±1.13	15.7±1.86	6.5±0.89	36.6±4.98
수수 → 호밀	74.6±6.24	45.2±3.39	8.0±1.33	16.7±2.04	6.8±1.07	40.3±0.53
호밀 → 호밀	68.8±6.16	40.9±3.79	7.1±1.36	15.0±1.96	5.9±0.83	38.2±2.98
옥수수→호밀	72.4±7.06	43.6±5.25	7.9±1.31	16.5±1.83	6.6±0.78	39.4±2.54

예정지 관리방법에 따른 5년근 인삼의 지상부 생육은 표 1과 같이 수수와 호밀을 재배한 처리구에서 잎과 줄기의 생육이 우수하였으나 4년차의 생육차와 비교하여 옥수수처리구의 생육과 큰 차이를 보이지 않았다. 출아기 등의 생육단계는 예정지관리 방법에 따른 차이는 없었으나, 광, 온도 등을 조절할 수 있는 해가림 자재에 따른 차이는 보였다

5년차 재배 시 처리구별 점무늬병 발생상황을 조사한 결과 콩과 호밀을 재배한 처리구의 병 발생율이 가장 높았으며 옥수수와 호밀을 재배한 처리구는 줄기와 잎 모두 2%미만으로 가장 낮은 발병율을 나타냈다(표 2, 그림 5).

표 2 인삼 논재배 시 예정지 관리체계에 따른 이병율 비교(5년근)

예정지관리체계	이병율(%)	
	잎	줄기
콩 → 호밀	15.09	7.55
수수 → 호밀	8.47	1.69
호밀 → 호밀	4.17	8.33
옥수수→호밀	1.96	1.96



<그림 5> 옥수수 처리구 포장

지하부의 생육상황은 지상부와 마찬가지로 2년근부터 5년근까지 생육상황을 조사하였다. 5년근의 지하부(그림 6) 생육은 표 3에서 보는 것과 같이 옥수수 처리구의 생육이 다른 처리구에 비해 높아 20%정도의 증수효과 나타냈으며, 다른 처리구간에는 차이를 보이지 않았다.



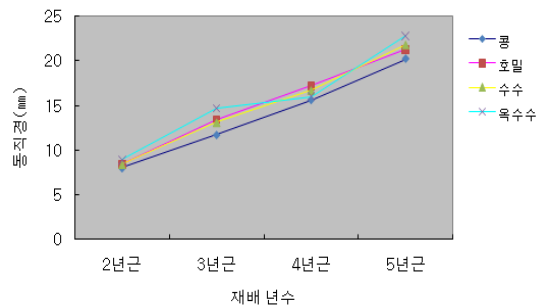
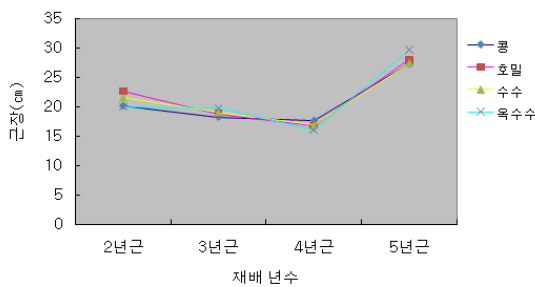
**콩 수수 호밀 옥수수**

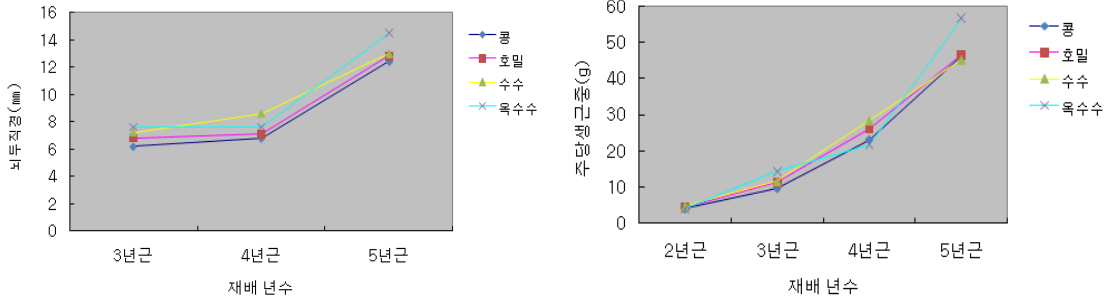
<그림 6> 예정지 관리체계별 뿌리 생육(5년근)

표 3. 예정지 관리체계에 따른 지하부 생육(5년근)

예정지관리체계	근장 (cm)	동장 (cm)	너두직경 (mm)	동직경 (mm)	생근중 (g/본)	총근중 (g/칸)
콩 → 호밀	27.2±5.63	7.1±2.82	12.4±3.03	20.2±4.02	46.4±21.64	2,505
수수 → 호밀	27.3±6.77	6.2±1.24	13.0±2.27	21.8±4.05	45.2±18.19	2,457
호밀 → 호밀	27.9±2.78	5.9±1.55	12.8±3.08	21.3±5.04	46.5±20.57	2,511
옥수수→호밀	29.6±4.76	7.2±3.53	14.5±3.87	22.8±4.68	56.7±23.90	3,062

2년근에서 5년근까지의 지하부 생육 변화를 보면 옥수수처리구의 경우4년근까지는 완만한 증가추세를 보이다가 5년근에서 두드러지게 향상되는 생육증가를 나타냈으며, 다른 처리구들의 변화 추이는 비슷한 양상을 나타냈다(그림 7). 4년근의 지하부 생육은 수수처리구가 우수하여4년근을 수확하고자 할 경우는 수수를 예정지 관리작목으로 선택하는 것이 유리할 것으로 사료된다

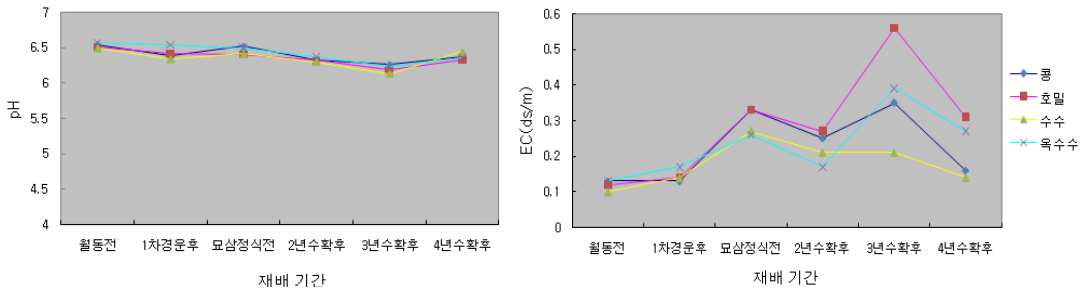




<그림 7> 재배 년 수에 따른 관리체계별 지하부 생육변화

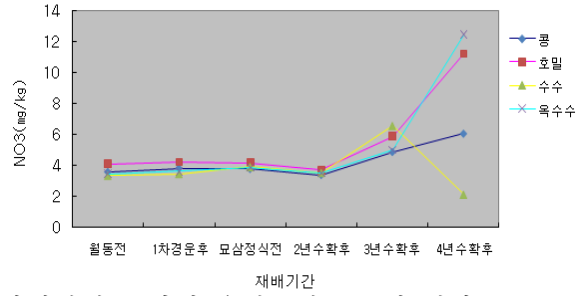
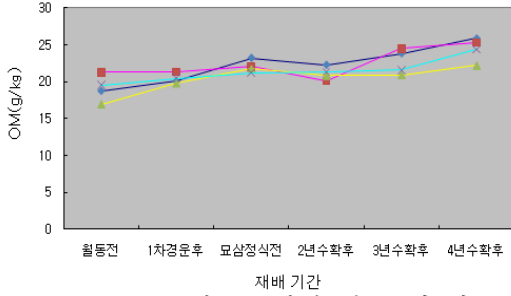
#### 다. 예정지 관리방법에 따른 인삼재배 토양 변화

예정지 관리 토양의 변화를 보기 위해 예정지 관리 후부터 묘삼 정식 전과 2년부터 4년근 수확 후까지의 연차별 토양 화학성을 분석한 결과, pH의 변화는 예정지관리 후부터 4년근 수확 후까지 거의 차이를 나타내지 않았고(그림 8), EC는 예정지 관리 후부터 점차 증가추세를 보였으며 3년근 수확 후 가장 높게 나타났다가 4년근 수확 후부터 감소 추세를 나타냈으나 그 역시 큰 차이를 보이는 변화는 아니었다(그림 8).

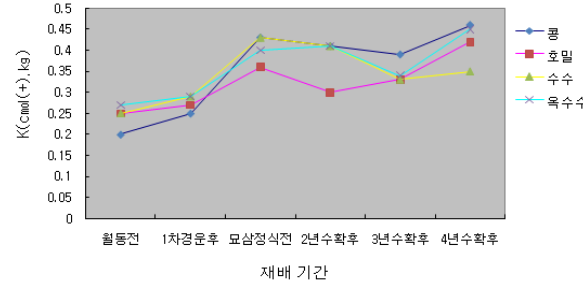
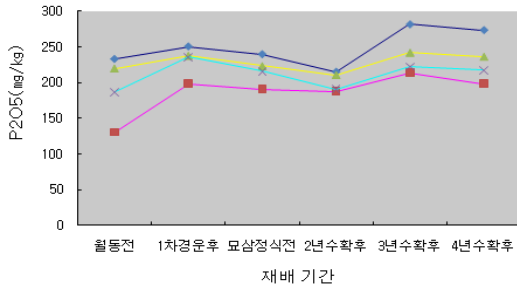


<그림 8> 재배 년 수에 따른 관리체계별 토양의 pH, EC 변화

유기물과 인산의 함량은 모든 관리체계에서 다소 증가와 감소추세를 반복하고 있으나 큰 변화를 나타내지 않았으며(그림 9, 10), NO<sub>3</sub>의 함량은 3년근 재배시기까지 모든 관리체계에서 증가추세를 나타냈으나, 이후 4년근 재배기간 동안 관리체계별 변화가 현저히 나타나 옥수수과 호밀의 경우 함량이 크게 증가한 반면 수수 처리구의 경우는 급격한 감소를 나타냈다(그림 10). 4년근, 5년근 생육상황과 NO<sub>3</sub> 함량 변화를 비교해본 결과 이듬해 생육에 정적 상관관계를 보이는 것으로 나타났으며, 양이온의 변화는 관리체계별 차이가 거의 없었다(그림 10).



<그림 9> 재배 년 수에 따른 관리체계별 토양의 유기물과 NO<sub>3</sub>의 변화



<그림 10> 재배 년 수에 따른 관리체계별 토양의 인산과 K의 변화

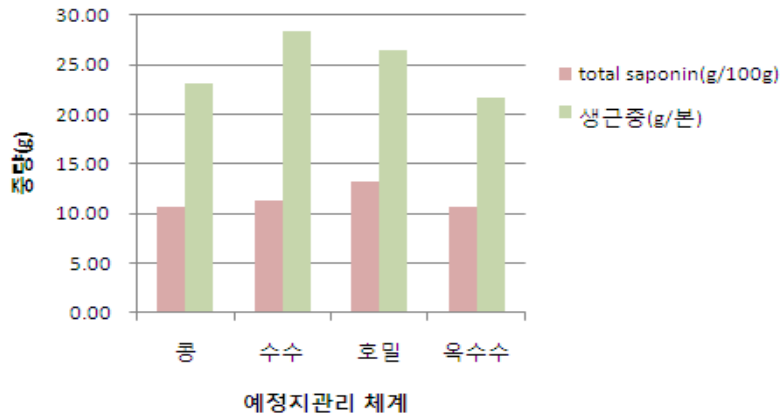
라. 예정지 관리방법에 따른 인삼사포닌 비교

인삼은 각각 부위별로 구분하여 사포닌 함량을 조사한 결과는 표 4와 같다. 단위당 총사포닌 함량은 호밀 > 수수 > 옥수수, 콩 처리 순으로 높았고(그림 11), 뿌리의 부위별 총사포닌 조성비에는 처리 간 차이가 없었다(그림 12). 총 사포닌 중 인삼 특이 사포닌들의 비율은 Rg1, Rb1, Rg2는 옥수수 처리구에 높은 비율로 함유되어 있는 등 처리간의 두드러진 차이를 보이고 있음을 알 수 있었다(그림 13).

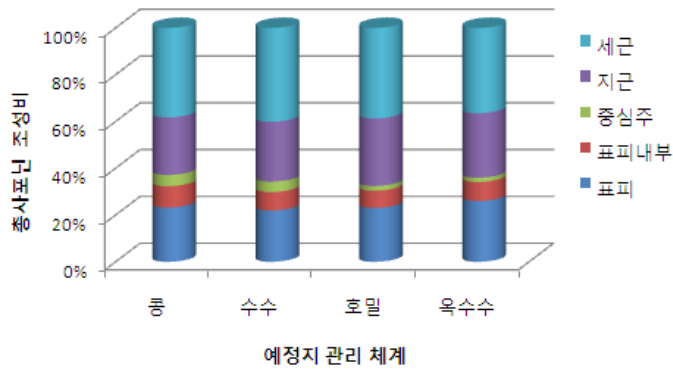
표 4. 예정지관리 방법에 따른 인삼의 세부조직의 12종류 Ginsenosides 함량비교

		Rg1	Re	Rf	Rh1	Rg2	Rb1	Rc	Rb2	Rb3	Rd	Rg3	Rh2	Total (%)
콩⇒ 호밀	표피	0.33	0.67	0.38	0.02	0.32	0.28	0.31	0.06	0.04	0.04	-	-	2.45
	표피내부	0.15	0.38	0.13	-	0.11	0.09	0.07	0.01	0.01	-	-	-	0.95
	중심주	0.07	0.25	0.05	-	0.06	0.04	0.02	-	0.01	-	-	-	0.50
	지근	0.56	0.35	0.34	0.04	0.39	0.37	0.36	0.06	0.12	0.01	-	-	2.60
	세근	0.96	0.20	0.65	0.06	0.69	0.57	0.56	0.11	0.23	0.01	-	-	4.04
수수 ⇒ 호밀	표피	0.65	0.27	0.44	-	0.29	0.39	0.34	0.06	0.04	-	-	-	2.48
	표피내부	0.07	0.38	0.13	-	0.13	0.09	0.07	0.01	0.01	-	-	-	0.89
	중심주	0.03	0.28	0.06	-	0.06	0.04	0.02	-	0.01	-	-	-	0.50
호밀	지근	0.54	0.14	0.53	0.02	0.40	0.48	0.55	0.08	0.12	-	-	-	2.86
	세근	0.86	0.17	0.26	0.05	0.85	0.92	0.94	0.19	0.27	-	-	-	4.51

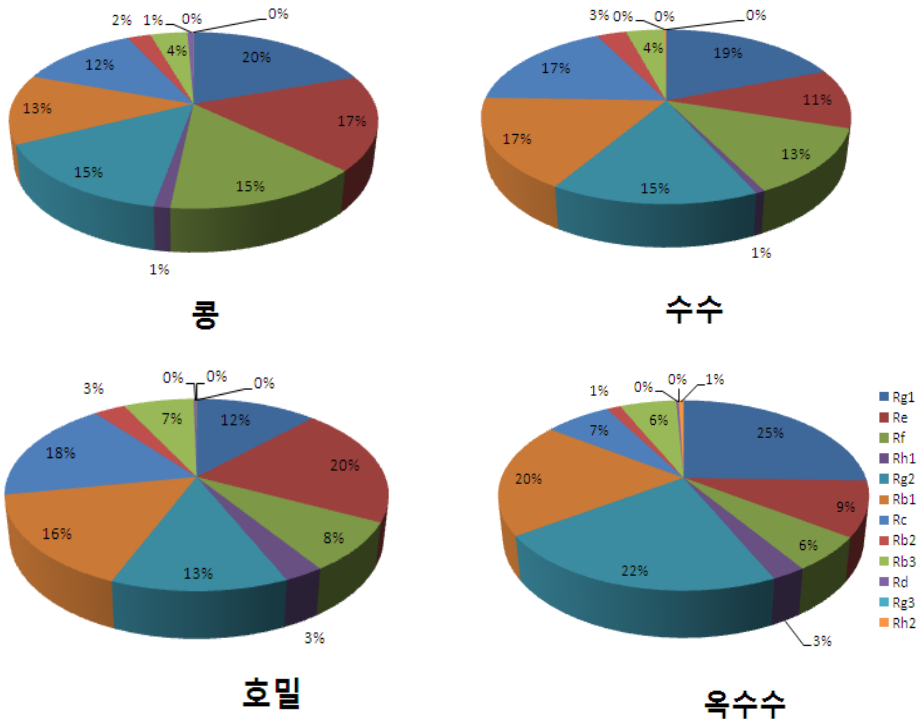
		Rg1	Re	Rf	Rh1	Rg2	Rb1	Rc	Rb2	Rb3	Rd	Rg3	Rh2	Total (%)
호밀 ⇒ 호밀	표피	0.32	0.99	0.20	0.04	0.33	0.45	0.52	0.09	0.09	0.01	-	-	3.04
	표피내부	0.12	0.41	0.05	-	0.12	0.12	0.11	0.02	0.02	-	-	-	0.97
	중심주	0.01	0.16	0.01	-	0.04	0.03	0.01	-	0.01	-	-	-	0.27
	지근	0.33	0.79	0.35	0.05	0.47	0.64	0.70	0.13	0.33	0.02	-	-	3.81
	세근	0.85	0.31	0.47	0.28	0.69	0.87	0.95	0.18	0.49	0.01	-	-	5.10
옥수 수⇒ 호밀	표피	0.71	0.43	0.22	0.05	0.55	0.49	0.23	0.03	0.05	-	-	0.02	2.78
	표피내부	0.45	0.06	0.08	-	0.14	0.06	0.03	-	0.01	0.03	-	-	0.86
	중심주	0.01	0.10	0.03	-	0.03	0.02	-	-	0.01	-	-	-	0.20
	지근	0.69	0.28	0.18	0.07	0.62	0.63	0.20	0.04	0.21	-	-	0.01	2.93
	세근	0.87	0.12	0.12	0.15	1.01	0.88	0.28	0.08	0.36	-	-	0.02	3.87



<그림 11> 주당 근중과 총사포닌 함량



<그림 12> 인삼 부위별 총사포닌 조성비



<그림 13> 예정지 관리에 따른 사포닌 조성비

#### 4. 적 요

1. 강원도 내 인삼재배농가의 예정지 관리실태를 조사해본 결과 그림 3에서 보이는 것과 같이 예정지 관리는 89%의 농가에서 2년 이상 관리하는 것으로 나타났고, 관리방법으로 단일 작물보다는 콩 등 발작물과 호밀 재배 후 10회 이상의 반복 경운 관리하는 경우가 70%이상으로 대부분이었으며, 관리 작목으로는 호밀, 수단그라스, 콩, 옥수수 등이 이용되고 있었다.
2. 인삼 재배년수 경과에 따라 예정지 관리방법에 따라 생육의 차이를 나타냈으며 4년근을 수확한 경우는 수수와 호밀로 관리한 처리구가 수량이 가장 좋았고 5년근을 수확한 경우 옥수수와 호밀로 관리한 처리구의 수량이 호밀 2회 관리 처리구와 비교하여 20%의 증수효과가 있었다.
3. 예정지 관리 후부터 재배기간 경과에 따른 토양의 화학성을 조사한 결과 pH, EC 등은 관리방법에 따른 차이가 거의 나타나지 않았으나 NO<sub>3</sub>의 경우 3년근 수확기까지 모든 처리구에서 증가추세를 나타냈으나 4년근 수확 후 옥수수와 호밀로 관리한 처리구의 농도가 증가한 반면 수수관리구의 농도는 급격한 감소추세를 나타냈다
4. 4년근과 5년근의 수확량과 토양의 화학성을 비교해 볼 때 NO<sub>3</sub>농도와 수확량은 정의 상관관계를 나타냈다.
5. 4년근 인삼의 각 부위별 사포닌 함량을 조사한 결과, 단위(g)당 총사포닌 함량은 호밀>

수수>옥수수, 콩 처리 순으로 높았고, 뿌리의 부위별 총사포닌 조성비에는 처리 간 차이가 없었으나, 총 사포닌 중 인삼 특이 사포닌들의 비율은 Rg1, Rb1, Rg2는 옥수수 처리구에 높은 비율로 함유되어 있는 등 처리간의 두드러진 차이를 보였다

## 5. 인용문헌

- 농림수산식품부. 2009 인삼통계자료집. 2010. pp9
- 농촌진흥청. 표준영농교본-103(개정) 인삼, 2009.
- 김동원, 김희준, 박종숙, 김정만, 김대향, 이채식. 2010. 인삼 논재배 재작 성토지 활성이온 칼슘 처리 효과. 한국약용작물학회지 18(2) : 187-188
- 김명수, 이종화, 백남이, 홍순근, 이태수. 1985. 인삼의 생리장해에 관한 연구. 한국인삼연초 연구소. 인삼연구보고서. 787-857.
- 김충수. 2002. 염류장해에 따른 인삼의 생리적 특성 및 재배적 대책 연구. 한국과학재단
- 목성균, 반유선, 천성기, 이태수. 1999. 수삼 품질향상을 위한 재배법 개선 연구. 한국인삼 연초연구원. 인삼연구보고서.
- 어진우, 박기춘, 연병열, 이혜진. 2010. 인삼의 전환발 및 발 재배지에서 축분퇴비가 토양 중형동물상에 미치는 영향 비교. 18(2) : 217-218
- 이성식, 이명구, 최광태. 1999. 4년생 인삼계통의 적변내성 및 화학분석 특성. 고려인삼학회 지. 23:61-66.
- 이일호, 박찬수, 박현석, 육창수. 1985. 인삼식부예정지의 토양관리에 관한 연구. 2년근 포지의 토양특성 변화 및 결주율과의 관계. 고려인삼학회지 9:15-23.
- 이종화, 김명수. 1983. 인삼의 영양생리에 관한 연구. 인삼연구보고서. 한국인삼연초연구소 15-41
- 조재성, 1994. 고려인삼의 답전윤환재배에 관한 기초연구. 한국과학재단
- 조재성, 김충수, 원준연. 1996. 고려인삼의 답전윤환재배 효과. 한국약용작물학회지. 4(1) : 19-26

## 6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2010(4년차)	영농활용	○ 인삼 논재배 시 예정지 관리방법에 따른 수량증대효과
	학술발표	○ 논재배 예정지 관리방법이 인삼 생육에 미치는 영향
	"	○ 논재배 예정지 관리방법에 따른 인삼 사포닌 함량 조성

## 7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도			
					'07	'08	'09	'10
책임자	인삼약초시험장	농업연구사	허수정	'09~'10 세부과제 총괄			○	○
공동연구자	"	"	정태성	조사업무 지원		○	○	○
"	"	"	정햇님	조사업무 지원				○
"	"	농업연구관	방순배	분석업무 지원				○
"	"	기능직	조남준	생육관리 지원	○	○	○	○
"	작물경영연구과	농업연구사	하건수	'07~'08 세부과제 총괄	○	○		
"	옥수수시험장	농업연구관	서정식	분석업무 지원			○	○