

## 비가림 유기농 묘삼 생산시스템 개발

최재을\* · 김정선\*\*

\*충남대학교 식물자원학과

\*\*충남대학교 농업과학연구소

### 적 요

본 연구에서는 잔류농약이 존재하지 않는 유기농 인삼(뿌리, 잎, 줄기, 꽃봉오리, 열매)을 생산하기 위하여 하우스 시설 설계, 유기농 상토 및 재배법 개발, 유기농 인삼의 진세노사이드 함량 등의 변화를 검토하기 위하여 실시하였다.

비닐하우스 시설 구조는 광량과 온도가 인삼에 적합한 재배환경을 만들어 주기 위하여 하우스 방향은 일반재배의 차광시설의 방향과 같이 동서로 길게 하였다. 몽골형 하우스 형태(A형)는 너비 8.4m, 길이 24m, 높이 5m, 몽골폭 1.2m, 몽골높이 1.2m 이고, 몽골의 중앙 높이만큼 외형 프레임을 설치 후 차광율 85% 차광망을 설치하였다. 천장의 차광망 양측면에는 1m 정도의 폭으로 통풍구를 설치하였고 남쪽 측면과 앞과 뒷면에는 햇빛이 들어오지 않도록 자동개폐기를 설치하여 계절별로 개폐시간 및 개폐정도를 조절할 수 있도록 하였다. 비닐하우스 양쪽면에는 25℃ 이상이 되면 자동개폐기가 비닐을 감아올리도록 온도센서를 연결하여 기온상승을 막도록 하였다. 또한, 강우센서를 설치하여 강우 시에는 자동으로 비닐이 내려오도록 하였다. 아래쪽 하우스의 천정에는 천정 통풍구 설치로 차광망이 없는 부위에서 빛이 들어오는 것을 막기 위하여 하우스의 비닐 아래쪽에 차광망을 설치하였다.

아치형 하우스 위에 ㄱ 자형으로 차광망을 씌운 형태(B형)은 너비 8.4m, 높이 5m, 길이

---

\* 연구자는 유기농 인삼 시설재배를 지속적으로 연구해오며, 비가림 시설을 활용한 유기농 인삼 생산 연구에서 유기농 인삼재배에 적합한 하우스 시설 설계와 유기농 상토 및 재배법을 제시하고 유기농 인삼 성분 분석을 통해 유기농인삼 시설재배 가능성을 도출했다.

24m이며, 중앙의 비닐로부터 1m위에 지면과 수평형태로 차광율 85%의 검정색 차광망을 씌웠다. 그리고 남쪽 면과 앞과 뒤쪽면에도 차광망을 설치하여 햇빛을 차단하였고 차광망은 계절별로 개폐시간 및 개폐정도를 조절할 수 있도록 자동개폐기로 열고 닫을 수 있도록 하였다.

양쪽면의 비닐은 25℃ 이상이 되면 자동개폐기로 비닐을 감아올리도록 온도센서를 연결하여 고온이 되지 않도록 하였다. 또한 강우센서를 설치하여 강우 시에는 자동으로 비닐이 내려오도록 하였다.

유기농 인삼을 생산하기 위한 상토는 묘삼생산에 사용하는 약토와 인삼재배에 알맞은 토양의 물리성과 화학성을 참고하여 피트모스, 펄라이트, 버미큘라이트, 코코피트, 천연인광석, 랑베나이트, 고토석회, 피마자박의 비율을 달리하여 A 배지, C 배지, E배지를 제조하였다.

유기농 상토를 사용하여 묘삼의 생육 특성을 조사한 결과 뿌리 개체당 생체중은 A 배지가 0.79g 으로 가장 무거웠고, 관행재배, E 배지, C 배지는 0.69g, 0.35g, 0.19g으로 지하부 생체중은 A 배지가 관행배지보다 양호하였다.

2년생 1차 조사(7월 20일)에서 인삼의 지하부의 생체중은 관행재배가 3.90g으로 가장 무거웠으며, E 배지는 3.25g, A 배지는 3.09g, C 배지는 2.50g 순으로 나타났다. 지하부 건물중은 관행재배가 1.06g이고, E 배지는 0.96g, C 배지는 0.83g, A 배지는 0.82g으로 나타났다.

2년근 인삼의 2차 생육 조사(9월 20일)한 지하부 생체중은 A 배지가 3.25g으로 관행재배 3.39g과 거의 차이를 나타내지 않았으며, E 배지가 3.05 g, C 배지는 2.33g으로 지상부가 일찍 고사한 C 배지의 생육이 약간 저조하였다.

2년근 인삼의 총 진세노사이드 함량 분석결과 7월 20일 채취한 지상부는 관행재배, A 배지, E 배지, C 배지 순으로 각각 80.77mg/g, 61.05mg/g, 60.61mg/g, 45.81 mg/g이었다. 지하부의 총 진세노사이드 함량의 분석결과(7월 20일 채취) 관행재배, A 배지, E 배지, C 배지에서 각각 15.61mg/g, 11.12mg/g, 10.92mg/g, 8.8mg/g이었으며, 9월 20일 채취한 2년근 인삼의 총 진세노사이드 함량은 A 배지, E 배지, C 배지, 관행배지 순으로 각각 12.83mg/g, 10.23mg/g, 10.16mg/g, 8.84mg/g 이었다.

## I. 연구목적

인삼은 예로부터 가장 중요한 한약재 중 하나로 귀하게 취급되었고, 근래에는 인삼 성분  
에 대한 연구가 활발히 이루어지고 가공기술도 발달하면서 인삼이 빠른 속도로 대중화 되  
고 있다. 현재를 살고 있는 대다수의 사람들의 초미의 관심사가 건강에 힘입어 홍삼을 비  
롯한 수삼의 소비량이 크게 증가하고 있다.

인삼의 약효를 나타내는 주요한 성분은 Saponin으로 알려져 있다. 사포닌의 효능이 과  
학적으로 증명되면서 인삼은 대표적인 기능성 식품으로 각광받기 시작하였다. 즉, 면역증  
진, 피로개선, 혈소판 응집억제를 통한 혈액흐름 개선, 기억력 개선 및 항산화에 도움이라  
는 기능성이 식약청에서 인정되었고 그 밖의 기능성도 입증될 것으로 생각된다.

인삼을 재배하기 위해서는 1~2년간 예정지 관리가 필요하며, 이러한 예정지 관리 과정  
에는 다량의 유기질의 사용과 10회 이상의 경운 등으로 많은 관리 비용이 필요하고, 예정  
지 관리 기간에는 인삼 재배가 불가능하다.

또한, 인삼을 재배하는 기간에는 빗물의 누수, 가뭄, 침관수, 고온, 저온, 폭설, 태풍 등  
의 자연재해와 염류장해 등에 의한 황증, 적변 등의 피해가 많아 인삼의 안정적 생산에 어  
려움을 주고 있다. 더욱이 인삼을 한번 재배하면 병충해로 인하여 약 10년간 재배가 곤란  
하여 새로운 인삼재배 포장에 필요하다. 따라서 인삼을 오랫동안 재배한 지역에서는 인삼  
을 재배하지 않은 논이나 밭을 찾기가 어려운 실정이다.

인삼을 생산하기 위해서는 예정지 관리가 완료된 포장에 종자를 직파하거나 묘삼을 이식  
하여 4~6년간을 재배하여야 수확이 가능하다. 이와같이 인삼은 한 장소에서 오랫동안 재  
배되므로 병충해 및 생리 장애의 피해가 큰 작물에 속한다. 병충해의 피해를 방지하기 위  
하여 10회/년 이상의 농약을 살포해야 하는 경우가 많아 경영비의 상승은 물론 농약잔류  
위험성이 상존함에 따라 이에 대한 대책이 절실히 요구되고 있다.

인삼에 대한 농약 잔류 문제가 매년 신문이나 방송을 통하여 공개되기 때문에 농약이 잔  
류되지 않은 유기농 인삼을 요구하는 소비자가 증가하고 있으며, 수출업자는 외국인삼과  
차별화하기 위한 유기농 인삼제품의 가공, 유기농 화장품 원료, 유기농 식품재료 등으로  
유기농 인삼을 사용하려고 해도 현재까지 유기농 인삼을 생산하기 위한 표준 기술이 개발  
되어 있지 않아 유기농 인삼을 공급할 수 없는 실정이다.

오랫동안 인삼은 뿌리만을 한약재나 식품원료로 사용하였으나 최근에는 뿌리보다 사포

닌 함량이 많은 잎, 꽃, 장과 등에 관심을 갖게 되었다. 인삼 잎의 조사포닌 함량은 12.8%(Cho, 1977), 19.58%(Kim 등, 1987), 12.8%(Lee 등, 1980)라고 하였으며 Chang(1998)은 채엽시기에 따라 15.58~17.17%로 인삼근의 조사포닌 4~5%(Kim 등, 1995; Jang 등, 1983; 고성룡, 1995)보다 3배 이상 많은 것으로 나타났다. 진세노사이드별로 보면 채엽시기와 관계없이 Re가 1.98~2.54%로 가장 많았고, Rd 1.35~1.88, Rg1 1.38~1.57로 3종의 사포닌이 전체의 70%를 차지하였다. Rb<sub>1</sub> 0.55~1.06%, Rb<sub>2</sub> 0.68~1.01%, Rc 0.41~0.50%로 분포하였다고 하였다.

이와 같이 인삼의 잎, 꽃 등에 인삼의 활성을 나타내는 사포닌 함량이 인삼 뿌리보다 월등히 높아 기능성식품 및 의약적 자원으로서 경제적 가치가 있음에도 불구하고 잔류농약의 문제로 인하여 대부분 사료로 사용되거나 폐기되고 있는 실정으로 이를 활용한 고부가가치 가공제품의 개발이 절실히 요구되고 있다.

따라서 유기농 인삼재배가 본격화되면 잔류농약이 존재하지 않는 유기농 인삼(뿌리, 잎, 줄기, 꽃봉오리, 열매)을 소재로 하여 아토피억제, 노화억제, 발모촉진, 비만억제 등의 생리활성을 나타내는 다양한 형태의 인삼제품이 개발되어 산업화에도 크게 기여할 것이다.

유기농 재배와 관련된 연구는 배지 및 수경재배에 관한 연구가 대부분이다. Li(2005)는 펄라이트, 피트모스, forestry sand를 혼합한 상토에 미국삼 종자를 파종하고 유기농 비료로 수경재배를 하였으나 포장재배에 비하여 근중은 50% 이하이나 총 사포닌은 큰 차이가 없었다고 하였다. Proctor 등(2010)은 미국삼의 유기농 묘삼 생산을 위해 버미큘라이트, 피트모스, Promix-BX 배지를 이용하여 온실에서 육묘를 하였으나 포장 재배보다 좋은 결과를 얻지 못하였다.

Park 등(1986)은 고려인삼을 포트에 심어 양액재배를 한 결과 무기성분에 따라 진세노사이드 함량이 다르다고 하였으며, Park 등(2002)은 피트모스, 모래, 재활용 암면 또는 입상 암면 등을 이용한 양액재배에서 암면배지에서의 재배가 수량이 가장 많았다고 하였다. Lee 등(2010)은 석회보르도액을 활용한 친환경 재배기술을 검토하였으며, 하우스 재배를 할 경우 관행재배에 비하여 근중이 44% 증가하였고, 병해의 발생이 현저히 감소하였으며 진세노사이드 함량도 차이가 거의 없다고 보고하였다(Lee 등, 2011).

유기농 인삼을 생산하기 위한 기술 개발을 위해서는 유기농 재배를 위한 하우스 시설과 인삼을 재배할 수 있는 유기농 상토, 무농약 병충해 방제, 유기농 재배에 알맞은 수분관리 등의 기술이 개발되어야 할 것이다.

유기농 재배가 일반 시설재배 또는 양액재배와 다른 점은 유기농 상토를 이용해야 하며,

화학비료를 녹인 양액 대신 유기질 비료 추출물을 시비해야 한다. 따라서 유기농 인삼재배를 위해서는 유기농 상토의 개발이 가장 중요한 과제이다. 또한 고온 및 직사광선의 피해 등을 방지하기 위한 재배 시설의 설계, 병충해 방제용 유기농 자재의 개발, 유통문제 등이 해결되어야 실용화가 가능할 것이다.

따라서 본 연구에서는 잔류농약이 존재하지 않는 유기농 인삼(뿌리, 잎, 줄기, 꽃봉오리, 열매)을 생산하기 위하여 하우스 시설 설계, 유기농 상토 및 재배법을 개발하고, 유기농 인삼의 진세노사이드 함량 등의 변화를 검토하기 위하여 실시하였다.

## II. 연구방법 및 내용

### 1. 유기농 하우스 시설 개발

노지재배는 기상조건에 직접적인 영향을 받기 쉬우므로 시설재배에 비하여 강우에 의한 병해충의 발생 등 많은 문제점이 있다(Kimura 등). 따라서 간단한 비가림 시설로 강우를 차단만 하여도 병의 발생을 억제할 수 있기 때문에 노지재배에 비하여 품질의 향상과 수량 증대를 가져온다면 유기농 인삼재배에도 활용할 수 있을 것이다.

인삼은 강우 시 누수 등에 의한 피해가 크며 특히 장마철에는 잎 표면에 수분이 장기간 젖어 있으므로 점무늬병과 탄저병의 피해로 조기낙엽이 발생한다. 그러나 비가림 시설에서 인삼을 재배하면 빗물을 차단할 수 있어 병해 발생을 억제시킬 수 있다.

비가림 시설은 단순한 시설재배로 시공이 간편하고 경제적이며 보온과 난방이 불필요한 하절기의 재배용으로 많이 사용되는 간이시설이다. 이러한 비가림 시설은 하절기(고온기) 시설재배이기 때문에 단순한 형태이면서도 원칙적으로 작물의 생육이 가능하도록 실내온도가 작물재배의 생육한계 온도 이하가 되도록 하여야 한다. 또한, 강우차단이 가능하며 이를 위하여 소요되는 인력을 최소한으로 할 수 있어야 하며, 또한 하절기 강풍에 대하여 구조적으로 안전하여야 한다(손 1994, 손 등 1994).

인삼은 다년생 작물로 인삼을 재배하기 위해서는 동계에 휴면타파를 위하여 가온 없이 자연상태로 두어야 하고 봄부터 가을까지는 직사광선의 피해를 방지하기 위하여 90%이상 차광을 해야 하고, 인삼을 재배하는 동안에는 온도를 낮추어야 수량이 증대된다.

유기농 인삼재배를 위한 하우스 시설은 태양의 경로에 따라 하우스의 방향을 설정하여 태양광이 하우스 깊숙이 들어오지 않도록 설치하고, 전·후방, 남측 및 천정에 차광막을 설치하여 계절별 태양의 위치에 따라 설치된 차광막의 개폐 정도 및 시간을 조절하여야 한다. 내측에 있는 2중 하우스의 비닐은 온도 및 강우에 따라 비닐막 개폐 시간과 개폐량을 조절할 수 있도록 하여 인삼재배에 알맞은 광과 온도가 되도록 구성되어야 할 것이다. 또한, 비가 오면 자동센서에 의하여 아래쪽으로 내려오게 하여 빗물이 들어오지 않도록 하여야 병해의 발생을 막을 수 있다.

인삼의 종자 발아 최저온도는 0~5℃, 최적온도는 10~15℃, 최고온도는 20~25℃이며 30℃ 이상이 되면 광합성이 중단되고 호흡만 하게 된다. 2년생 이상의 경우에는 최저온도는 5~10℃, 최적온도는 15~20℃, 최고온도는 25~30℃이다. 20℃ 내외의 저온에서는 투광량이 높을수록 광합성량이 증가하여 수량 증가에 유리하고, 30℃ 내외의 고온에서는 투광량이 높아지면 고온장해가 발생하여 수량이 감소된다(정, 2007).

따라서 기온이 낮은 시각(일출부터 오전 9시 이전)에는 투광율이 높아야 하고 기온이 높은 시각(오전 9시부터 일몰까지)에는 그늘이 지고 북쪽의 열린 공간을 통해 오직 산란광만이 상내로 유입되어야 고온장해를 피할 수 있다. 이러한 조건을 만들기 위해서는 남쪽에서 직사광선이 들어오지 않도록 하고, 북쪽에는 최대한으로 차광을 적게 하여 열린 공간을 통해 산란광을 유입시켜야 한다.

인삼 재배용 하우스는 겨울철 눈피해에도 강한 장점을 갖고 있다. 철골 구조가 기존 인삼 재배사보다 훨씬 튼튼한 것은 물론 눈이 올 것으로 예상되면 차광망을 걷어 눈의 피해를 막을 수 있고 내부의 하우스가 있어 바람 등의 피해에도 잘 견딘다. 다만 초기 시설비가 부담되지만, 상토를 바꾸면 연속재배가 가능하여 관행 재배사보다 장기적으로는 경영비가 적게 든다.

### 가. 하우스 시설

본 시험에 사용한 하우스는 충남대학교 농업생명과학대학 부속농장에 설치한 시설하우스를 사용하였다. 하우스의 형태는 몽골형의 하우스 형태(사진 1, 2) A형과 아치형 위에 ㄱ자형으로 차광망을 씌운 형태(사진 3, 4) B형으로, A형 하우스는 너비 8.4m, 높이 5m, 몽골폭 1.2m, 몽골높이 1.2m 이고, 몽골의 중앙 높이만큼 외형 프레임을 설치 후 차광율 85% 차광망을 설치하였다. B형 하우스는 너비 8.4m, 높이 5m 이며, 중앙의 비닐로부터 1m위에 지면과 수평형태로 차광율 85%의 검정색 차광망을 씌웠다.

### 나. 하우스 내의 광량, 온도 측정장치 및 방법

하우스의 광량은 LI-1400 Datalogger(LI-COR, USA)을 이용하여 측정하였고, 온도는 Thermo Recorder(T&D Co., Japan)을 이용하여 30분 간격으로 자동저장 되도록 하였다.



사진 1. A형 하우스 측면



사진 2. A형 하우스 앞면



사진 3. B형 하우스 측면

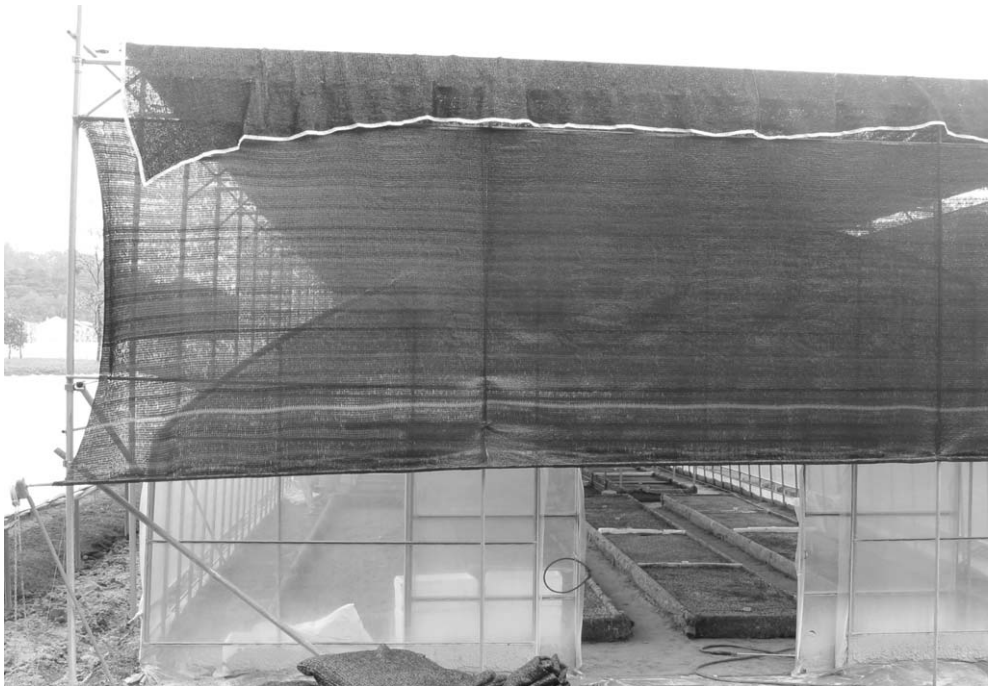


사진 4. B형 하우스 앞면

## 2. 유기농 재배를 위한 유기농 생산 시스템 개발

일반 농가에서 우량 묘삼을 생산하기 위한 상토는 약토와 원야토 그리고 모래로 구성된다. 약토는 활엽수의 생잎이나 낙엽 등에 깔겨, 깻묵 등의 부숙제를 첨가하여 물을 주면서 잘 섞이도록 퇴적한다. 혼합비율은 중량비로 산야초 98.0%, 살겨 1.0%, 깻묵 1.0%이다. 양직모밭의 모판흙의 재료( $l$  /칸당,  $90 \times 180cm$ ) 70~80, 원야토 220내외, 모래 22내외로 섞는다(정, 2007).

약토 대신 볏짚퇴비 (만드는 법 : 볏짚 20kg에 유박 1kg의 비율로 혼합한 후 옥외에 퇴적)사용이 가능하나 볏짚퇴비는 물리성이 떨어지므로 약토 50 : 볏짚 퇴비 50%의 비율로 혼합하여 사용하는 것이 좋다.

원야토(석비래)란 화강암이 완전히 풍화된 토양으로 신축공사장 지하 토양 또는 야산 등의 흙을 말한다. 원야토는 과거 색깔이 노랗다고 하여 황토라고 불린 적도 있으나 실은 흰색에 가까운 황색으로 손으로 쥐었다가 놓으면 몇 개의 금이 생기고 부스러질 정도이다. 중요한 것은 입자가 너무 굵거나 가늘지 않아야 하고 유기물에 노출되지 않아 병이나 해충에도 오염되지 않아야 한다(정, 2007).

원야토 대신 적황색 토양과 굵은 모래를 70 : 30%의 비율로 혼합하여 사용 가능하다. 칸당 상토소요량은 총 320 $l$  내외로 약토 80 $l$ 에 원야토 220 $l$  와 모래 22 $l$ 가 혼합되므로 약토를 기준하여 흙과의 비율은 1 : 3이 된다(정, 2007).

따라서 본 연구는 유기농 인삼을 생산하기 위한 하우스의 시설, 유기농 묘삼 생산기술을 개발하여 잔류농약이 존재하지 않는 유기농 인삼(뿌리, 잎, 줄기, 꽃봉오리, 열매)을 소재로 하여 유기농 화장품, 유기농 식품, 유기농 기능성 식품 등을 생산할 수 있는 원료를 공급하는데 있다.

인삼 재배에 알맞은 토양의 물리적, 화학적 특성은 pH 5~6.5, 염류농도(dS/m) 0.50~1.00, 질산태질소(mg/kg) 50~100, 유기물(g/kg) 25~35, 유효인산(mg/kg)200~300, 칼륨(cmol+/kg) 0.2~0.8, 칼슘 (cmol+/kg) 2.0~6.0, 마그네슘 (cmol+/kg)1.0~4.0이다(목, 2000). 따라서 약토와 인삼 재배에 알맞은 토양의 물리적, 화학적 특성을 참고하여 유기농 상토를 제조하였다.

### 가. 배지조성

인삼재배에 알맞은 토양의 화학성분을 참조하여 배지는 피트모스, 펄라이트, 버미큘라이

트, 코코피트의 혼합비율을 조절하여 묘삼 생장에 적합하도록 물리적 특성을 조절하였으며, 무기물 성분을 보충하기 위하여 배지 조제과정에서 천연 인광석, 랑베나이트, 고토석회(dolomite), 피마자박을 소량 첨가하였다. 배지 구성 재료의 혼합비율은 표 1에 나타내었다.

표 1. 배지(상토) 조성

구분	배지조성							
	% (v/v)				g/L			
	Pt	Pl	Vc	Co	Po	Lb	Dm	Cm
A-1	50	40	10				3.0	
A-2	50	40	10		0.3	0.2	3.0	1.0
B	25	40	10	25			3.0	
C		40	10	50			1.0	
D	50		10				3.0	
E	50	30	10				3.0	

※ Pt: 피트모스, Pl: 펄라이트, Vc: 버뮤클라이트, Co: 코코피트, Po: 천연인광석, Lb: 랑베나이트, Dm: 고토석회, Cm: 피마자박.

## 나. 배지의 성분 분석

배지의 화학성 분석은 배지제조 후 1:5(상토:증류수; v/v)로 희석한 후 그 추출용액의 pH 와 EC를 측정하였다. 이 용액에서  $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3^{-}\text{-N}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ 는 Thermo Genesys 10(Termo Fisher Scientific Inc.)을 이용하여 비색 측정하였고, K, Ca 및 Mg는 pH 7.0  $\text{NH}_4\text{OAc}$  용액으로 추출한 후 원자흡광분석계로 분석하였다. 전반적인 분석 방법은 농촌진흥청 토양화학성 분석 방법(RDA, 2003)에 준하여 수행하였다.

## 다. 인삼종자의 개갑관리

인삼재배 농가에서 구입한 인삼 종자를 과육은 제거하고 씻은 후 1일 그늘에 말린 다음 굵은 종자만 선별하였다. 개갑장을 만들기 위해 개갑에 사용될 모래를 깨끗이 세척한 후 모래와 종자를 3:1의 비율로 혼합하여 서늘한 곳에 개갑장을 설치하였다. 개갑장의 수분관리는 일주일에 한 번씩 물주기를 실시하였다.

## 라. 파종 및 관리

개갑종자는 파종 2~3일전에 개갑장에서 꺼내어 체로 쳐서 분리한 후 깨끗한 물로 씻은 다음 그늘에 보관하였다. 본 실험에서 사용된 묘삼은 농가에서 구입하였으며, 2011년 11월 8일~10일에 종자파종 및 묘삼이식 하였다. 재식거리는 종자는 3×3cm로 파종하였고, 묘삼은 6×9cm로 이식하였다.

난괴법을 3반복 배치하였다. 재배 중 수분관리는 일주일에 한번 지하수로 관수하였으며, 배지의 구성에 따라 수분 요구량이 다르므로 수시로 수분측정기(WT-1000N, (주)미래센서)로 측정하여 10이하인 곳에 관수하였다. 화학비료나 농약은 전혀 처리하지 않았다.

## 3. 유기농 하우스 재배 인삼의 사포닌 분석

A, C, E 각각의 배지에서 자란 2년근 인삼의 지상부는 7월 20일에, 지하부는 7월 20일과 9월 20일에 각각 채취하여 실험재료로 사용하였다.

### 가. 추출물의 전처리

HPLC의 전처리 과정은 김 등(2008)의 방법과 동일하게 실시하였다. 즉, 동결 건조한 시료를 분쇄기를 이용하여 곱게 간 후, 100Mesh 로 쳐서 2g을 정량한 후에 50ml의 원심 분리 튜브에 담고 30ml 50% MeOH을 첨가한 후 뚜껑을 닫고 ultrasonicator(60khz, heat power 330W; JAC Ultrasonica 4020, KODO, Korea)로 상온에서 15분 초음파 추출하였다. 초음파 추출한 후 원심분리기(비전과학)를 이용하여 4,000rpm 10분 원심한 후 상층액을 취하였다. 상층액을 합쳐서 100ml 정용 플라스크에 담아 부피를 정확히 100ml로 맞추었다. 이 시료액 1ml를 취하여 SPE 전처리 하였는데 그 과정은 다음과 같다.

Solid-phase extraction (SPE) 전처리 방법은 Sep-Pak C18 cartridge을 먼저 3ml MeOH로 서서히 용출시켜 1차 conditioning을 하고 다시 3ml dd-H<sub>2</sub>O로 2차 conditioning 시켰다. 추출 시료액 1ml을 cartridge에 loading하고 10ml dd-H<sub>2</sub>O로 서서히 용출하여 당류 등을 제거하였다. 이 cartridge에 2ml MeOH로 ginsenoside 성분을 서서히 용출시켰다. 정확히 부피를 2ml로 조절한 후 시료액은 0.45 $\mu$ m PVDF syringe filter (Whatman)로 여과하였다.

## 나. HPLC 분석

위의 시료를 UV Detector 가 부착된 HPLC (NS-4000, FUTECs Co., Korea)로 분석하였다. Ginsenoside 표준물질은 Fleton Natural Products Co., Ltd에서 구입하여 사용하였고, Column은 Bischoff C18 ace-ESP (250×4.6mm, 4 $\mu$ m, Bischoff Co., Germany)을 사용하였으며, UV wavelength 는 203nm, flow rate는 1.0ml/min, Column temperature는 35℃에서 실시하였다. HPLC 분석조건은 acetonitrile 15%(0분), 15%(7분), 20%(22분), 25%(32분), 29%(49분), 29%(64분), 47%(67분), 71%(87분), 15%(97분)로 실시하였다.

## Ⅲ. 연구결과 및 현장 적용사례

### 1. 유기농 하우스 시설 개발

광량을 줄이기 위하여 비닐하우스 위에 차광망으로 전체를 덮어씌울 경우 통풍이 불량해져 기온이 상승하고, 산란광의 유입 감소로 흐린 날에는 투광율이 급격히 떨어지는 단점이 있다.

A형 비닐하우스 시설 구조가 광량과 온도가 인삼에 적합한 재배환경을 만들어 주기 위하여 하우스 방향은 일반재배의 차광시설의 방향과 같이 동서로 길게 짓고 천장의 양측면에는 1m 정도의 폭으로 통풍구를 설치하였고 남쪽, 앞과 뒷면에도 차광망을 자동개폐기로 열고 닫을 수 있도록 하였다.

비닐하우스 양쪽면에는 25℃ 이상이 되면 자동개폐기가 비닐을 감아올리도록 온도센서를 연결하여 기온상승을 막도록 하였다. 비가 올 때는 온도와 관계없이 빗물의 누수를 방지하기 위하여 강우센서에 의해 비닐이 내려오도록 하였다. 앞과 뒷면의 차광망은 바람이 잘 통하도록 열어 놓았고 햇빛이 들어오지 않도록 타이머를 설치하여 계절별로 개폐시간을 조절하였다. 천정의 통풍구 설치로 차광망이 없는 부위에서 빛이 들어오는 것을 막기 위하여 안쪽 하우스의 비닐 아래쪽에 차광망을 설치하였다.

B형 비닐하우스 시설 구조도 A형과 같이 하우스 방향은 일반재배의 차광시설의 방향과 같이 동서로 길게 짓고 천장의 위쪽 중앙에서 1m 위쪽에 ㄱ형태로 차광망을 설치하였다.

아래쪽의 비닐하우스의 천정과 양쪽면의 비닐은 25℃ 이상이 되면 자동개폐기로 비닐을 감아올리도록 온도센서를 연결하여 빗물의 누수와 기온상승을 막도록 하였다. 앞과 뒷면의 차광망은 바람이 잘 통하도록 열어 놓았고 햇빛이 들어오지 않도록 타이머를 설치하여 계절별로 개폐시간을 조절하였다.

두 하우스에서 광량과 온도를 측정하여 유기농 인삼재배에 적합한 환경이 되도록 하우스의 차광 및 개폐시설을 보완하였다.

### 가. 하우스 내의 광량 및 온도변화

2011년 7월 18일과 8월 5일 맑은 날 오전 6시~오후 5시까지 하우스내의 광량을 조사한 결과는 그림 1과 같다. 7월과 8월의 평균광량은 각각 108.9, 97.3  $\mu\text{mol/s/m}^2$ 로 자연광 731.1, 858.2  $\mu\text{mol/s/m}^2$ 의 11~15%로 나타났다. 이러한 광량은 인삼의 광합성 최적의 광량인 자연광의 10~15%(Jeong, 2007)의 범위에 속하였다.

2012년 2월~5월 까지 맑은 날 오전 6시 30분~오후 6시 30분까지 B형 하우스의 하루 동안의 광량 변화를 조사한 결과는 그림 2와 같다. 2월의 평균 광량이 41.9  $\mu\text{mol/s/m}^2$ 로 가장 낮았고, 3, 4월 평균광량이 108.5, 100.7  $\mu\text{mol/s/m}^2$ 로 2월에 비하여 높게 나타났다.

2월과 3월은 하루 중 오후 1시 30분에 광량이 121.6, 200.1  $\mu\text{mol/s/m}^2$ 로 가장 높았으며, 4월과 5월은 하루 중 11시 30분~12시 30분까지의 광량이 183.4, 130.6  $\mu\text{mol/s/m}^2$ 로 가장 높게 나타났다.

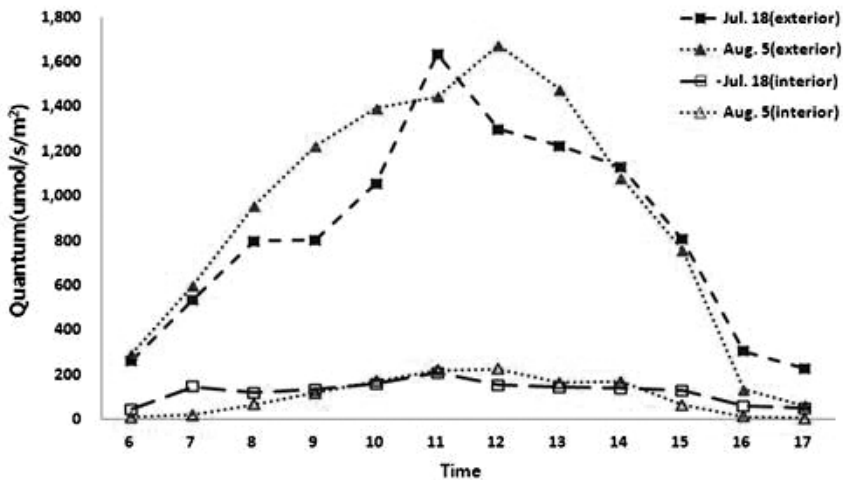


그림 1. 시간별 하우스와 외부의 광량비교 (2011년)

5월에는 하우스 앞뒤 차광망을 길게 차광하였고, 측면 차광망에 틈새도 조절하여 추가차광을 실시한 결과 5월의 평균광량이  $68.4 \mu\text{mol/s/m}^2$ 로 3, 4월에 비해 낮게 나타났다.

이상의 광량으로 볼때 인삼의 생육에 알맞은 자연광의 10~15%보다 높은 경우가 많아 인삼생육의 억제는 물론 엽소현상이 나타났을 것으로 생각된다.

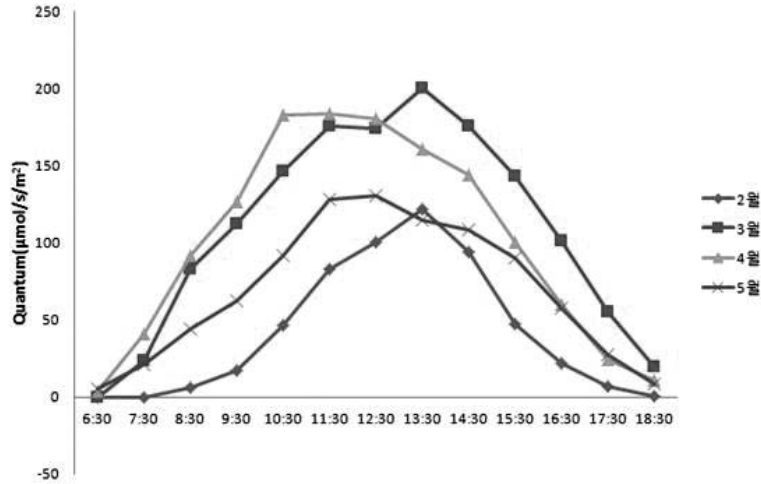


그림 2. B형 하우스에서 2월~5월 평균 광량 변화 (2012년)

A형 하우스의 2012년 4월~6월 까지 맑은 날 오전 7시~저녁 6시까지의 광량을 조사한 결과는 그림 3과 같다. 4월 평균 광량이  $68.6 \mu\text{mol/s/m}^2$ 이었으며 한낮의 광량이  $111.4 \mu\text{mol/s/m}^2$ 까지 올라가서 5월에는 천장의 몽골부분에 추가 차광을 실시하여 5월 평균광량이  $37.7 \mu\text{mol/s/m}^2$ 로 나타났고, 한낮의 광량도  $70 \mu\text{mol/s/m}^2$  이하로 나타났다. 6월의 평균광량은  $46.9 \mu\text{mol/s/m}^2$ , 최고광량은  $93.1 \mu\text{mol/s/m}^2$  이었다.

2012년 8월 30일의 맑은 날 오전 7시~오후 6시까지 A형 하우스와 B형 하우스내의 광량을 조사한 결과는 그림 4, 5와 같다. A형 하우스의 경우 1라인이 12시 광량이  $201.9 \mu\text{mol/s/m}^2$ 로 가장 높은 광량을 나타냈으며, 3라인이  $38.6 \mu\text{mol/s/m}^2$ 로 가장 낮은 광량을 나타냈다. A형 하우스의 경우에는 라인별 광량 차이가 크게 나타났다. B형 하우스의 경우 1라인이 12시, 오후 1시의 광량이  $140 \mu\text{mol/s/m}^2$ 로 가장 높은 광량을 나타냈고, 3라인이 가장 낮은 광량을 나타냈으나, 라인별 광량이 약간의 차이만을 보였다.

이상과 같이 오후 1시의 광량이  $140 \mu\text{mol/s/m}^2$ 이 되면 광 피해로 엽소현상이 나타날 수 있다.

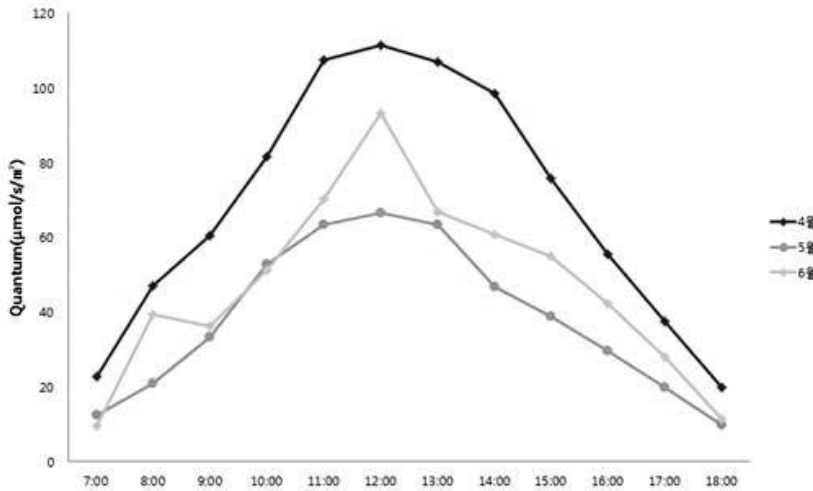


그림 3. A형 하우스에서 4월~6월 광량 (2012년)

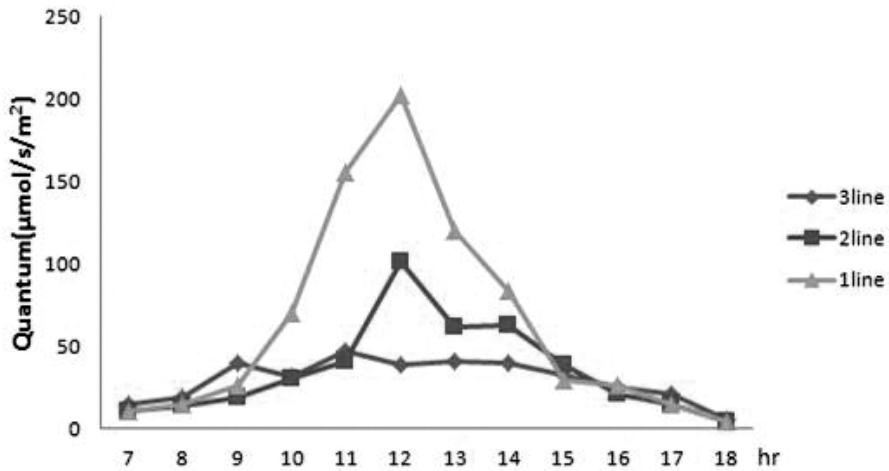


그림 4. A형 하우스에서 하루 동안 광량의 변화 (2012년 8월 30일)

하우스 내 투광량을 측정하여 포장의 관행 해가림 내의 투광량을 비교한 결과 오전 8~9 시 사이의 투광량은 많으나 오전 9시 이후부터는 비닐하우스 내 광량이 관행 해가림보다 더 많았으며, 시설 내의 기온도 투광량의 증가에 따라 비닐하우스 해가림 시설이 관행 해가림보다 1.3℃ 더 높았다.

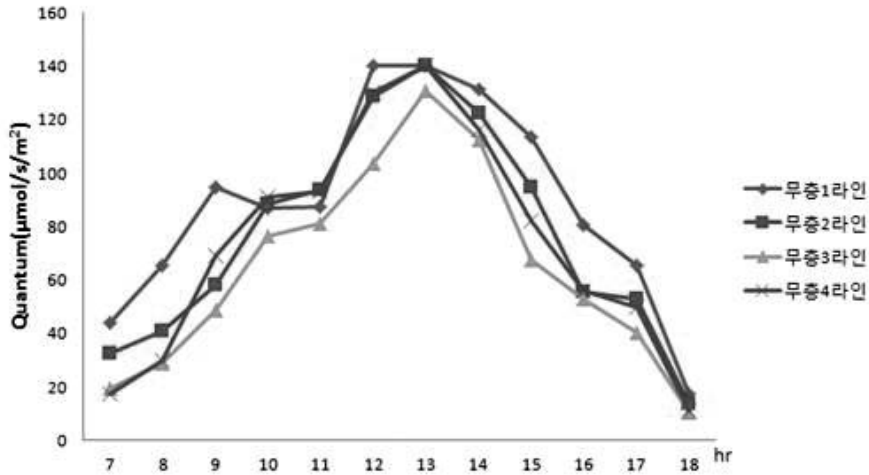


그림 5. B형 하우스에서 하루 동안 광량의 변화 (8월 30일)

### 나. 하우스 내의 온도를 낮추기 위한 하우스 시설 보완

기본 하우스 A형과 B형 하우스는 안쪽으로 직사광선이 들어오는 것을 막기 위해 앞, 뒤, 남쪽의 윗부분을 차광하였다(사진 5). 그러나 4월 말부터 하우스 앞쪽에 직사광선이 더 깊이 들어오기 시작하여 하우스 정면(앞) 차광망을 설치하여 인으로 들어오는 광을 제거하기 위하여 시간별로 차광망의 위치를 조절하였다. 직사광선이 들어오는 오전 9시까지의 차광을 하고 오전 9시 이후에는 위쪽부분만 차광하였다(사진 6).

5월 10일경부터는 통풍을 촉진시킴으로써 하우스내 온도를 낮추기 위해 앞, 뒤 하우스문의 비닐을 제거 후 철망을 설치하였으며(사진 7), 6월 초 하우스 앞, 뒤 윗부분의 비닐을 제거하였다(사진 8).

## 2. 유기농 재배를 위한 유기농 생산 시스템 개발

### 가. 상토의 성분 분석

배지의 화학성분 분석 결과는 표 2와 같다. 배지의 pH는 5.93~6.78의 범위를 보였으며, EC는 A-2와 C 배지에서 0.1ds/m 이상으로 약간 높게 나타났다. 배지의 NH<sub>4</sub>-N 농도는 14.01~68.63mg/L 범위로 피트모스 함량이 높은 A-1, A-2 와 E 배지에서 높게 나타났다. NO<sub>3</sub>-N 농도는 5.60~58.83mg/L 범위이며, 인산농도는 6.06~16.75mg/L로 코



사진 5. 하우스 시설 정면(2011. 9. 1)



사진 6. 하우스 시설 측면(2012. 4)



사진 7. 하우스 시설 정면(2012. 5. 10)



사진 8 하우스 시설 정면(2012. 6. 5)

코피트와 천연인광석의 첨가량이 많은 A-2, B, C 배지에서 농도가 높게 나타났다. Ca 농도와 K 농도는 E 배지를 제외한 나머지 배지에서는 비슷한 수치를 나타냈으나, A-1배지 조성비에서 펄라이트함량이 감소한 E 배지에서 Ca 농도는 64.23 cmol/L, K 농도는 17.83 cmol/L로 다른 상토에 비하여 월등히 높게 나타났다.

표 2. 상토의 화학성분 분석

구분	pH (1:5)	EC (dS/m)	NH <sub>4</sub> -N		NO <sub>3</sub> -N		Avail.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ex-Ca	Ex-K	Ex-Na
			(mg/L)							
A-1	5.93	0.04	68.63	58.83	9.70	33.21	4.47	2.64		
A-2	6.08	0.10	46.22	23.81	16.75	35.89	4.61	3.17		
B	6.61	0.08	23.81	22.41	18.56	30.19	8.23	24.52		
C	6.78	0.15	14.01	19.61	15.13	31.05	9.40	21.95		
D	6.58	0.04	28.01	22.41	6.06	30.97	9.66	2.65		
E	6.30	0.03	30.82	5.60	6.46	64.23	17.83	27.39		

위와 같이 배지의 조성과 화학성분을 고려하여 A-2, C, E 배지를 선발한 후 재배시험을 시작하였다.

## 나. 유기농 인삼 재배기술 개발

### (1) 유기농 상토 선발

2011년 11월 8일~11일에 인삼의 종자 파종 및 묘삼을 이식한 후 짚으로 덮고 휴면타파를 위하여 하우스 옆창 비닐을 올려서 외기 온도와 유사하도록 하였으며 이듬해 2월부터 비닐하우스내의 온도 조절은 출아 전 15℃, 출아 후에는 25℃이상으로 상승할 경우 온도감지 센서에 의하여 측창과 천창의 비닐을 자동으로 개폐하였다.

2012년 4월 중순 모든 배지에서 98%이상 종자 발아 및 묘삼 출아하였으며, 6월 초까지는 모든 배지에서 좋은 생육을 보였고(사진 9~12), 6월 중순경부터 C 배지구에서 잎의 가장자리가 말라가는 현상이 발생하였다(사진 13). 그 후 7월 중순경 E 배지구에서도 잎의 가장자리가 말라가는 현상이 발생하기 시작하였으며(사진 15), A 배지구에서는 7월 말까지 양호한 생육을 보였다. 잎 가장자리가 말라가는 현상이 나타난 C와 E 배 지구에 친환경 유기농자재인 “유기 아미원” 500배액을 처리하였으나, 무처리구와 별다른 차이를 보이지 않았다.

8월 말경 C 와 E 배지구의 지상부는 거의 고사하였으며, A 배지구는 50% 이상 지상부가 유지되었다. 각각의 시기별 묘삼 및 인삼의 생육사진을 살펴보면 아래와 같다.

잎이 마르는 증상은 광량이 자연광의 10~15% 이상이 되는 일수가 많기 때문이라고 생각된다.



사진 9. 인삼 종자를 파종한 묘삼(2011. 11. 8~10)

#### (2) 배지(상토)의 종류에 따른 묘삼의 생육특성

2011년 11월 8일에 종자를 파종한 묘삼의 1차 생육조사를 2012년 7월 20일에 2차 생육조사는 9월 25일에 실시한 결과는 다음 표 3, 4와 그림 6과 같다.

인삼의 초장, 경장, 경직경, 근장, 근직경, 지상부 생체중, 지하부 생체중, 엽색 등을 40개체씩 3반복으로 조사하였다. 통계분석은 ANOVA(Analysis of variance), Duncan's Multiple Range Test, Least Significant Difference 를 이용하여 유의차를 검정하였다.



사진 10. 종자발아 및 묘삼의 출엽 직후의 인삼  
(2012. 4. 17)



사진 11. 묘삼 및 2년생의 완전 전엽 후 사진  
(2012. 5. 21)



<종자파종>



<묘삼이식>

사진 12. 묘삼 및 2년생 인삼의 생육비교(2012. 6. 7)



사진 13. 상토(A, C, E)에 따른 2년생 인삼 차이 및 직파종자 생육(2012. 6. 22)

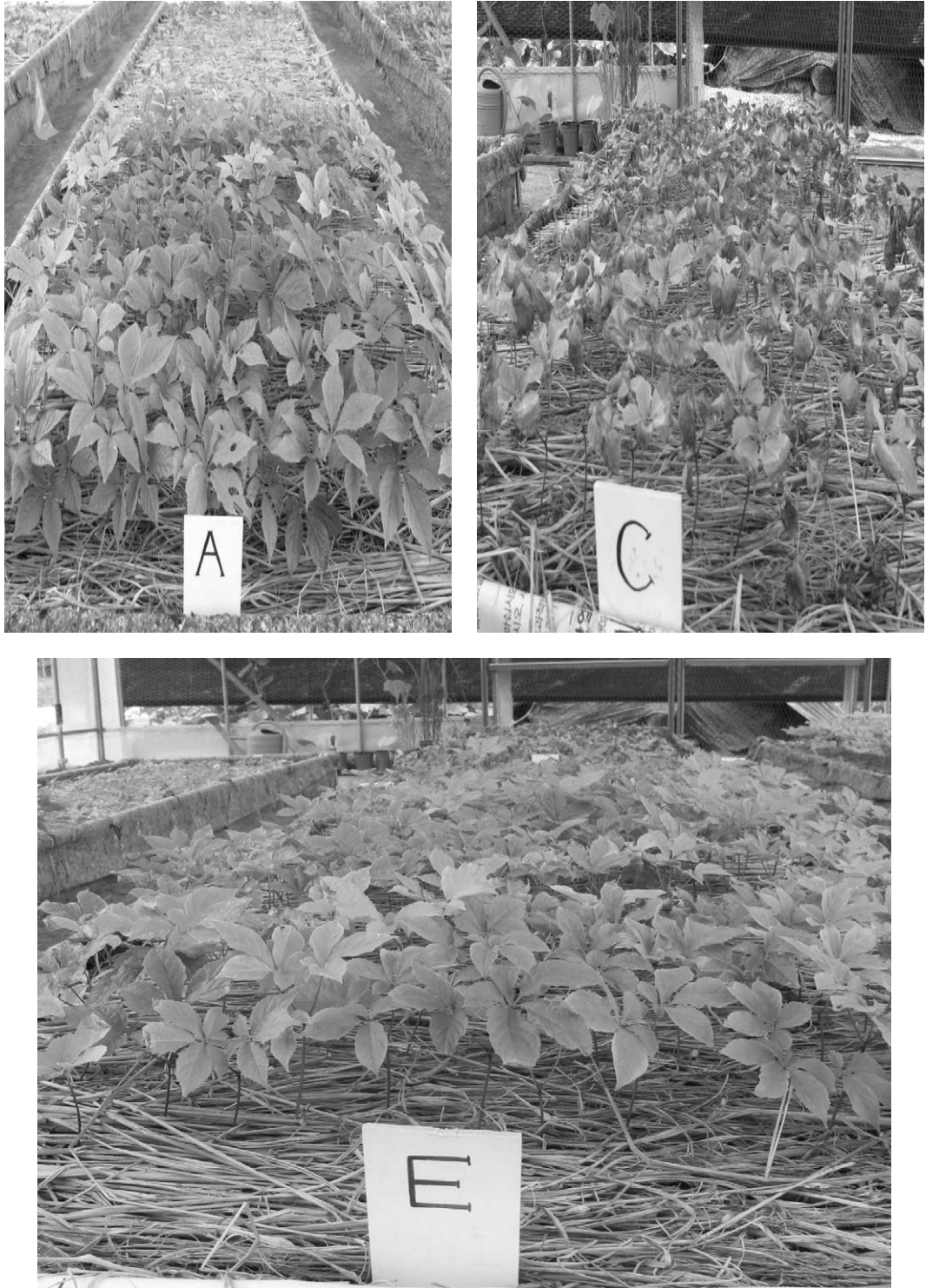


사진 14. 상토의 종류에 따른 잎마름 발생 차이(2012. 7. 17)



사진 15. 광량 초과에 따른 잎마름 증상(2012. 7. 31)

1차 생육 특성을 조사한 결과 초장은 A, C, E 배지에서 각각 10.98, 10.04, 10.64cm 이었고, 관행재배에서 17.86cm로 가장 길었으며, 경장은 A, C, E 배지에서 각각 7.18, 6.90, 7.51cm이었고, 관행재배에서 12.58cm로 가장 길었다.

경직경은 A 배지가 1.20mm로 가장 굵었으며, E 상토 1.18mm, C 배지와 노지는 1.07mm 이었다. 지상부 개체당 생체중은 관행재배가 0.50g으로 가장 무거웠고, A 배지가 0.32g, C 배지가 0.19g, E 배지 0.11g 순 이었다.

뿌리의 길이는 A, C, E 배지에서 각각 12.35cm, 11.48cm, 12.46cm 이었고, 관행배지는 16.09cm로 가장 길었으며, 근직경은 A, C, E 배지에서 각각 3.57mm, 3.24mm, 3.31mm 이었고, 관행재배에서 4.15mm 이었다. 뿌리 개체당 생체중은 A 배지가 0.79g으로 가장 무거웠고, 관행재배, E 배지, C 배지 순으로 0.69g, 0.35g, 0.19g 이었다. 이상과 같이 경직경과 지하부 생체중은 A 배지가 관행배지보다 양호하였다.

엽색을 조사한 결과는 그림 6과 같이 A 배지가 23.82로 가장 높았고, C와 E 배지는 각각 7.41과 8.21로 나타났다.

뿌리의 형태를 사진으로 비교해 보면 사진 16과 같이 관행재배에 비하여 A, C, E 배지의 뿌리가 잔뿌리 형성이 많이 되어 있는 것을 볼 수 있다.

표 3. 배지에 따른 묘삼의 1차 생육 특성(7. 20)

구분	초장 (cm)	경장 (cm)	경직경 (mm)	지상부 생체중(g)	근장 (cm)	근직경 (mm)	지하부 생체중(g)
A	10.98	7.18	1.20	0.32	12.35	3.57	0.79
C	10.04	6.90	1.07	0.19	11.48	3.24	0.19
E	10.64	7.51	1.18	0.11	12.46	3.31	0.35
관행	17.86	12.58	1.07	0.50	16.09	4.15	0.69

2차 생육특성을 조사한 결과는 표 4에서와 같이, 근장은 E 배지가 14.56cm로 가장 길었고, A 배지 14.28cm, C 배지 13.85cm, 관행재배 12.64cm 순이었고, 근직경은 관행재배가 5mm로 가장 굵었으며, A, E, C 배지 순으로 4.07, 3.66, 3.27mm이었다. 지하부생체중은 관행재배가 0.92g으로 가장 무거웠으며, A 배지 0.58g, C 배지 0.24g, E 배지는 0.28g이었다.

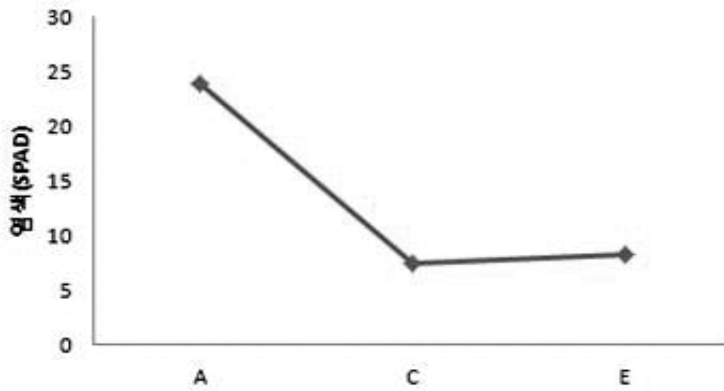
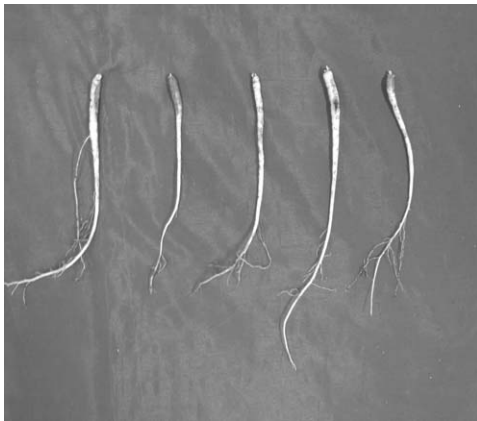
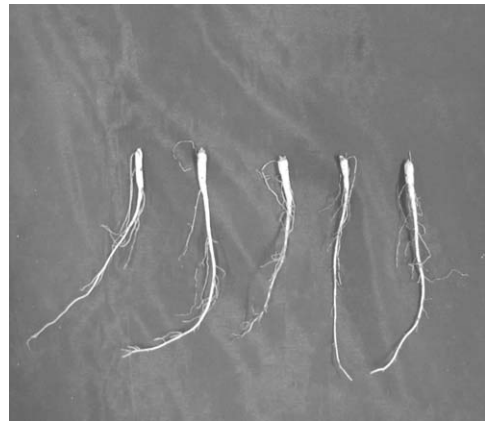


그림 6. 배지에 따른 묘삼의 엽색(7. 20)



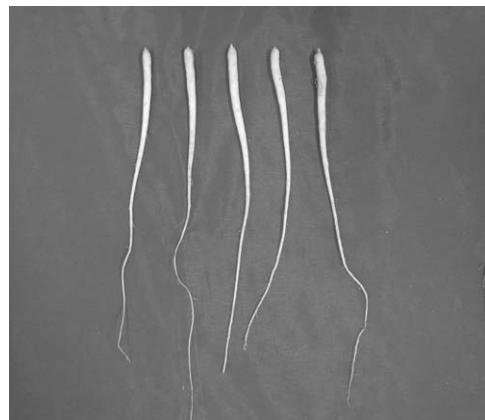
A 배지



C 배지



E 배지



관행재배

사진 16. 상토의 종류에 따른 1차 생육조사 지하부 사진(7. 20)

표 4. 배지에 따른 묘삼의 2차 생육 특성(9. 25)

구 분	근장 (cm)	근직경 (mm)	지하부 생체중(g)
A	14.28	4.07	0.58
C	13.85	3.27	0.24
E	14.56	3.66	0.28
관행	12.64	5.00	0.92

## (3) 배지(상토)의 종류에 따른 2년근 인삼의 생육특성

2011년 11월 8일 묘삼을 이식한 2년근 인삼의 1차 생육조사를 2012년 7월 20일, 2차 생육조사는 9월 25일에 실시한 결과는 다음 표 5, 6 과 그림 7, 사진 17과 같다.

1차 생육 특성을 조사한 결과는 표 5에서와 같이 초장은 관행재배가 29.09cm로 가장 길었으며, 비닐하우스 유기 재배한 인삼의 결과는 E, A, C 배지 순으로 각각 22.40cm, 19.55cm, 19.37cm 이었다. 경장 또한 관행재배가 15.17cm로 가장 길었으며, E, C, A 배지 순으로 각각 11.74cm, 11.13cm, 9.34cm 이었다.

경직경은 관행재배에 비해 배지재배에서 월등하게 높았으며, E 배지가 2.35mm로 가장 굵었고, A 배지 2.17mm, C 배지 2.16mm, 관행재배 1.91mm 순이었다. 지상부 생체중은 초장과 경장이 길었던 관행재배가 2.26g으로 가장 무거웠으며, A, E, C 배지 순으로 각각 1.11g, 1.08g, 0.69g 이었다.

지하부의 생육특성을 비교해 보면, 지하부 길이는 C 배지가 20.41cm로 가장 길었으며, E 배지도 18.94cm 로 18.57cm 인 관행재배 보다 약간 길었고, A 배지는 17.86cm로 나타났다. 근직경은 관행재배가 8.44mm로 가장 굵었으며, A, C, E 순으로 각각 7.89mm, 7.48mm, 7.46mm 이었다.

지하부 생체중은 관행재배에서 3.90g으로 가장 무거웠으며, E 배지는 3.25g, A 배지는 3.09g, C 배지는 2.50g 순으로 나타났다. 지하부 건물중은 관행재배가 1.06g 이고, E 배지는 0.96g, C 배지는 0.83g, A 배지는 0.82g 으로 나타났다(그림 7).

엽색을 조사한 결과는 그림 24와 같이 A 배지가 27.27로 가장 높았고, 관행재배는 25.69로 A 배지보다 약간 낮았고, C와 E 배지는 11.44와 12.79로 나타났다.

2차 생육 조사한 결과는 표 6에서 보는 바와 같이, 주근의 길이는 관행재배가 13.63cm 로 가장 길었으며, A, C, E 배지는 각각 6.79, 7.02, 7.20cm 이었다. 근장의 경우에도 관

표 5. 배지에 따른 2년근 인삼의 1차 생육 특성(7. 20)

구분	초장 (cm)	경장 (cm)	경직경 (mm)	지상부 생체중(g)	근장 (cm)	근직경 (mm)	지하부 생체중(g)
A	19.55	9.34	2.17	1.11	17.86	7.89	3.09
C	19.37	11.13	2.16	0.69	20.41	7.48	2.50
E	22.40	11.74	2.35	1.08	18.94	7.46	3.25
관행	29.09	15.17	1.91	2.26	18.57	8.44	3.90

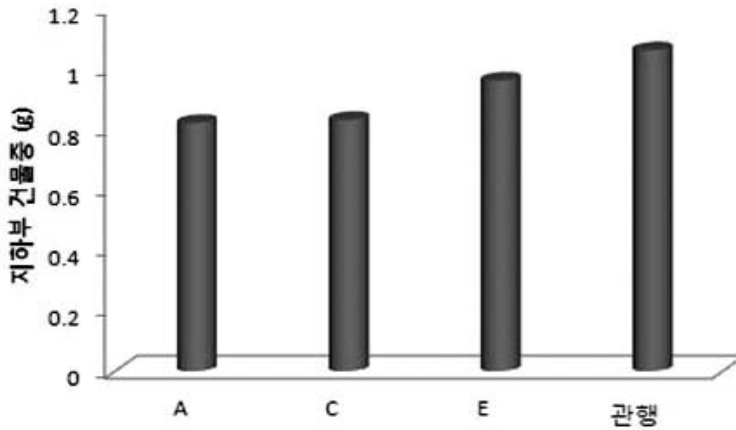


그림 7. 배지에 따른 지하부 건물중 (7월20일)

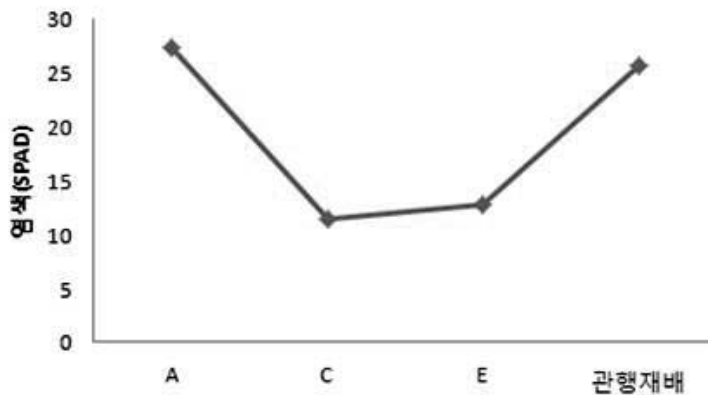
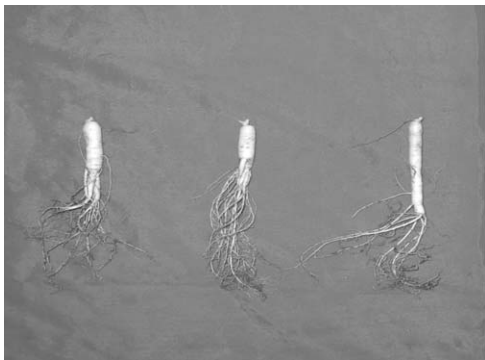


그림 8. 배지에 따른 2년근 인삼의 엽색 (7. 20)

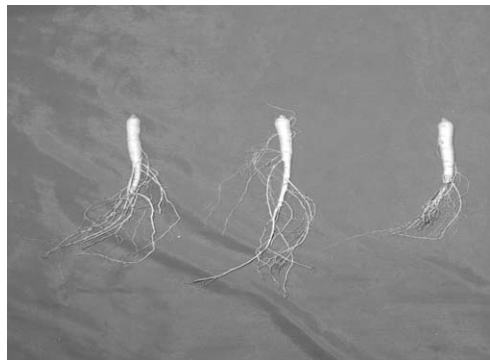
행재배가 22.98cm로 가장 길었고, E 배지는 20.52cm로 배지 중 가장 길었으며, A, C 배지에서 각각 18.27cm, 18.97cm로 나타났다. 근직경의 경우에는 A 배지 8.40 mm, C 배지 8.02 mm, E 배지 8.31 mm, 관행 8.58 mm 로 나타났고, 지하부 생체중을 보면 A 배지가 3.25g 으로 관행재배 3.39g과 거의 차이를 나타내지 않았으며, E 배지가 3.05 g, C 배지는 2.33g으로 지상부가 일찍 고사한 C 배지의 생육이 약간 저조하였다.

표 6. 배지에 따른 2년근 인삼의 2차 생육특성(9. 25)

구분	주근길이 (cm)	근장 (cm)	근직경 (mm)	지하부 생체중(g)
A	6.79	18.27	8.40	3.25
C	7.02	18.97	8.02	2.33
E	7.20	20.52	8.31	3.05
관행	13.63	22.98	8.58	3.39



A 배지



C 배지

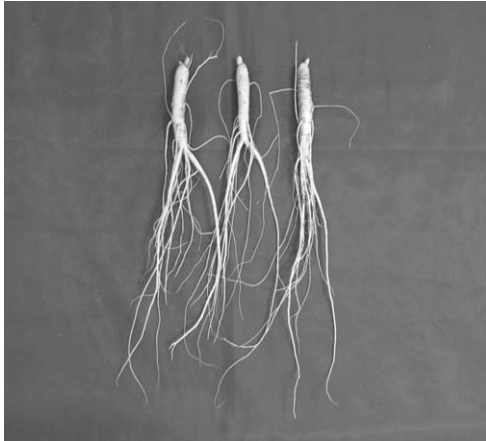


E 배지



관행재배

사진 17. 2년근 인삼의 1차 생육조사 지하부 사진(7. 20)



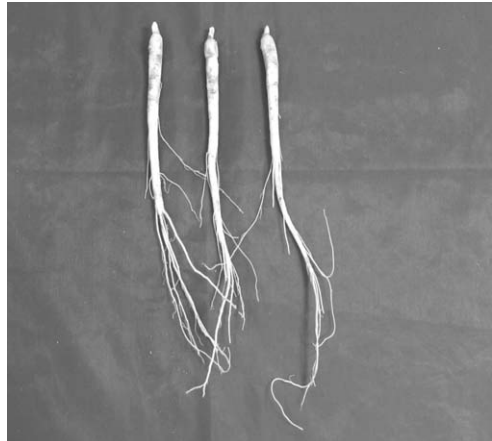
A 배지



C 배지



E 배지



관행재배

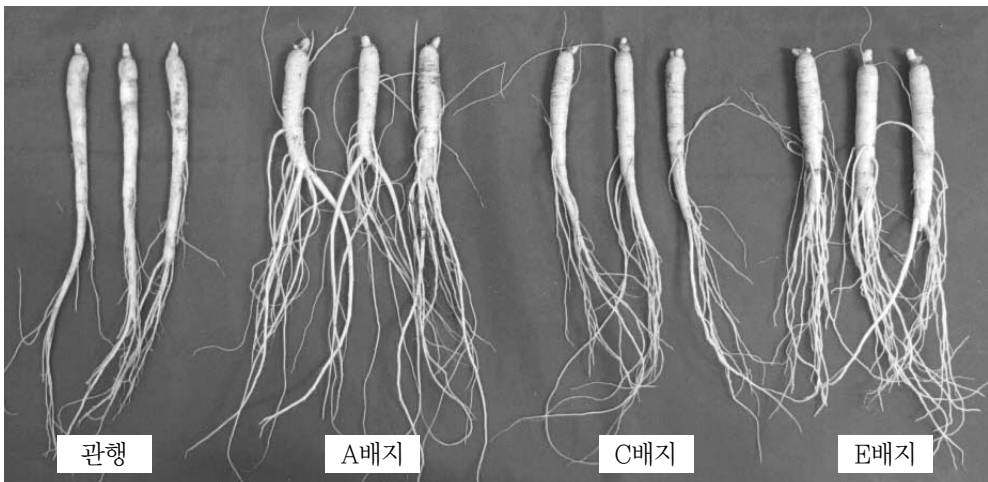


사진 18. 2년근 인삼의 2차 생육조사 지하부 사진(9. 25)

### 3. 유기농 하우스 재배 인삼의 사포닌 분석

#### 가. 2년근 인삼의 배지별 지상부 진세노사이드 함량 비교

하우스에서 재배한 2년근 인삼의 지상부와 지하부를 7월 20일에 1차 채취하였고, 9월 20일에 지하부를 2차 채취하여 진세노사이드 함량을 분석하였다.

각 배지별과 관행재배에서 7월 20일 1차 채취한 2년근 인삼의 지상부 진세노사이드함량은 표 7과 같다. PD계 사포닌인 Rb<sub>1</sub>, Rb<sub>2</sub>, Rb<sub>3</sub>, Rc, Rd 의 함량은 A, C, E 배지와 관행재배에서 각각 24.53mg/g, 22.22mg/g, 29.94mg/g, 31.55mg/g 이었고, PT계 사포닌인 Re, Rf, Rg<sub>1</sub>, Rg<sub>2</sub>, Rh<sub>1</sub>의 함량은 A, C, E 배지와 관행재배에서 각각 36.43mg/g, 23.49mg/g, 30.6mg/g, 49.14mg/g 이었다. 총 진세노사이드 함량은 관행재배, A배지, E배지, C배지 순으로 각각 80.77mg/g, 61.05mg/g, 60.61mg/g, 45.81mg/g 이었다(그림 9).

표 7. 2년근 인삼 지상부의 진세노사이드 함량 (7. 20. 조사)

구 분	진세노사이드 함량 (mg/g)										
	Rb <sub>1</sub>	Rb <sub>2</sub>	Rb <sub>3</sub>	Rc	Rd	Re	Rf	Rg <sub>1</sub>	Rg <sub>2</sub>	Rh <sub>1</sub>	PD/PT
A	0.49	4.30	0.66	4.23	14.85	25.62	0.02	9.98	0.73	0.08	0.67
C	1.25	4.33	0.58	4.21	11.85	17.58	0.02	5.28	0.59	0.02	0.95
E	1.21	5.39	0.74	5.14	17.46	21.56	0.02	8.26	0.70	0.06	0.98
관행	1.88	5.49	0.93	5.40	17.85	35.09	0.01	12.87	1.12	0.05	0.64

지상부의 사포닌 함량은 Rd, Re, Rg<sub>1</sub> 가 75% 이상을 나타냈는데 이는 장(1998년)이 인삼엽의 진세노사이드 함량 및 조성은 채엽시기와 관계없이 진세노사이드 Re, Rd, Rg<sub>1</sub> 등이 총 사포닌 성분의 70% 이상을 차지하였다는 보고와 일치하였다.

또한 Shi 등(2007)은 인삼의 잎에서 총 진세노사이드 함량이 뿌리에 비해 2배가량 높게 나타났다고 보고하였다. 본 실험에서도 지상부의 총 진세노사이드 함량이 45.81~80.77mg/g 으로 지하부의 총 진세노사이드 함량 8.8~15.61mg/g 에 비하여 상당히 높게 나타났다.

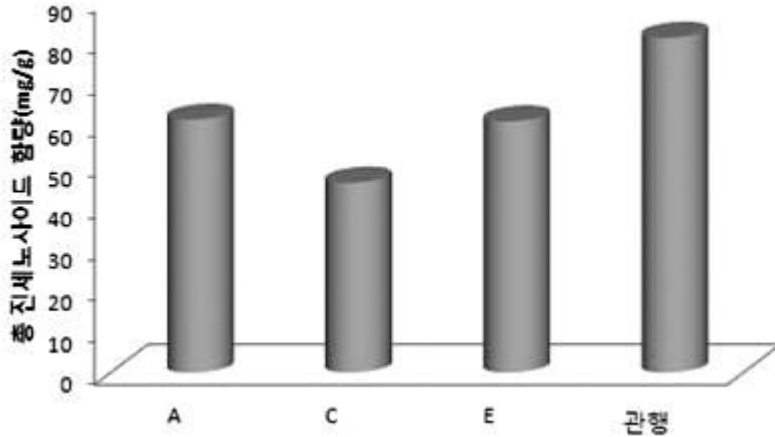


그림 9. 2년근 인삼 지상부의 총 사포닌 함량

나. 2년근 인삼의 배지별 지하부 진세노사이드 함량 비교

각 배지별과 관행재배에서 7월 20일 1차 채취한 2년근 인삼의 지하부 진세노사이드 함량은 표 8과 같다. PD계 사포닌인 Rb<sub>1</sub>, Rb<sub>2</sub>, Rb<sub>3</sub>, Rc, Rd의 함량은 A, C, E 배지와 관행재배에서 각각 4.14mg/g, 3.76mg/g, 4.86mg/g, 5.33mg/g 이었고, PT계 사포닌인 Re, Rf, Rg<sub>1</sub>, Rg<sub>2</sub>, Rh<sub>1</sub>의 함량은 A, C, E 배지와 관행재배에서 각각 6.98mg/g, 5.04mg/g, 6.06mg/g, 10.28mg/g 이었다. 총 진세노사이드 함량은 관행재배, A 배지, E 배지, C 배지 순으로 각각 15.61mg/g, 11.12mg/g, 10.92mg/g, 8.8mg/g 이었다(그림 10). PD/PT 비율은 E와 C 배지에서 각각 0.80과 0.75로 높게 나타났다.

표 8. 2년근 인삼 지하부의 진세노사이드 함량 (7. 20. 조사)

구 분	진세노사이드 함량 (mg/g)										PD/PT
	Rb <sub>1</sub>	Rb <sub>2</sub>	Rb <sub>3</sub>	Rc	Rd	Re	Rf	Rg <sub>1</sub>	Rg <sub>2</sub>	Rh <sub>1</sub>	
A	1.42	0.71	0.17	1.04	0.80	2.81	0.85	2.63	0.66	0.03	0.59
C	1.30	0.73	0.13	0.94	0.66	2.08	0.55	1.96	0.43	0.02	0.75
E	1.79	0.93	0.14	1.13	0.87	2.63	0.64	2.27	0.50	0.02	0.80
관행	1.90	1.03	0.18	1.31	0.91	4.31	1.21	4.13	0.60	0.03	0.52

각 배지별과 관행재배에서 9월 20일 2차 채취한 2년근 인삼의 지하부 진세노사이드함량은 표 9와 같다. PD계 사포닌인 Rb<sub>1</sub>, Rb<sub>2</sub>, Rb<sub>3</sub>, Rc, Rd 의 함량은 A, C, E 배지와 관행재배에서 각각 4.23mg/g, 3.84mg/g, 4.13mg/g, 2.51mg/g 이었고, PT계 사포닌인 Re, Rf, Rg<sub>1</sub>, Rg<sub>2</sub>, Rh<sub>1</sub>의 함량은 A, C, E 배지와 관행재배에서 각각 8.6mg/g, 6.32mg/g, 6.1mg/g, 6.33mg/g 이었다. 총 진세노사이드 함량은 A 배지, E 배지, C 배지, 관행배지 순으로 각각 12.83mg/g, 10.23mg/g, 10.16mg/g, 8.84mg/g 이었다(그림 10). PD/PT 비율은 E 와 C 배지에서 각각 0.68과 0.61로 높게 나타났다.

표 9. 2년근 인삼 지하부의 진세노사이드 함량 (9. 20. 조사)

구 분	진세노사이드 함량 (mg/g)										
	Rb <sub>1</sub>	Rb <sub>2</sub>	Rb <sub>3</sub>	Rc	Rd	Re	Rf	Rg <sub>1</sub>	Rg <sub>2</sub>	Rh <sub>1</sub>	PD/PT
A	1.82	0.62	0.18	1.13	0.48	4.26	0.89	2.58	0.85	0.02	0.49
C	1.76	0.63	0.13	1.03	0.29	2.76	0.67	2.28	0.60	0.01	0.61
E	1.88	0.72	0.15	1.04	0.34	2.84	0.64	2.05	0.56	0.01	0.68
관행	0.94	0.40	0.13	0.76	0.28	4.08	0.54	1.05	0.65	0.01	0.40

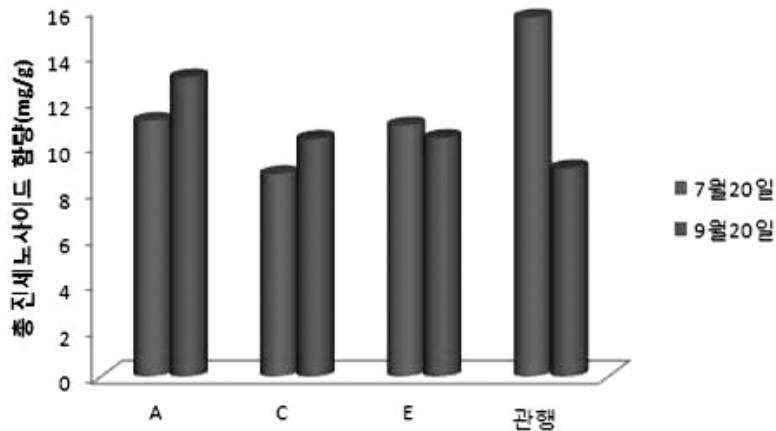
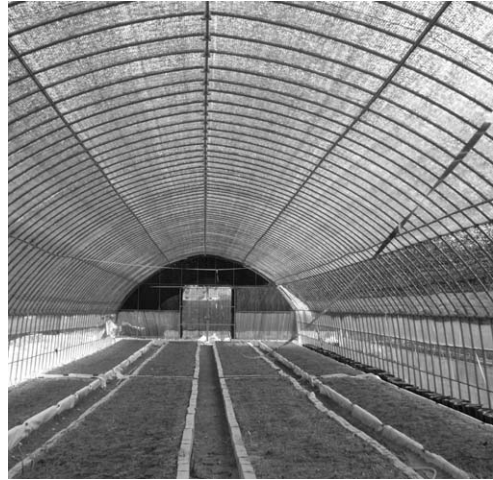


그림 10. 2년근 인삼 지하부의 총 사포닌 함량

#### 4. 인삼 유기농 하우스기술 현장 적용사례

본 실험에서 연구된 유기농 하우스 인삼재배 방법을 2012년 4월에 충북 보은의 이동진 농가에 300평 기술이전을 실시하였다. 하우스 인삼재배 시 물 관리 방법과 하우스 내 고온이 되지 않도록 측창과 천창 조절, 7~8월 고온기 차광 시설 보완을 위하여 하우스 내 천정에 차광을 설치하여 고온방지와 광량 조절로 인삼의 피해를 최소화 하였으며, 하우스와 하우스 사이 측면 차광을 설치하므로 직사광선이 들어오는 것을 막아 주었다.



2012년 5월 23일



2012년 8월 6일

사진 19. 인삼농가 현장 적용(측면 차광 설치)

## IV. 기대효과

- 유기농 인삼재배용 무병 묘삼으로 활용하여 유기농 인삼재배 보급
- 유기농 인삼의 생산을 위한 식물공장 사업으로 활용하여 농가소득 증대
- 유기농 묘삼의 주년생산 기술의 개발로 묘삼생산 공장화
- 인삼의 도시 농업 및 외국 수출 기술로 활용

## 참고문헌

1. 김금숙, 현동윤, 김영옥, 이성우, 김영창, 이승은, 손영득, 이민정, 박충범, 박호기, 차 선우, 송경식. 2008. 인삼의 진세노사이드 분석을 위한 추출 및 전처리법. 한국약용작물학회지 16(6) : 446~454.
2. 목성균. 2000. 표준영농교본-103 인삼재배. 농촌진흥청 p.1~273.
3. 손정익. 1994. 원예시설의 환경설계 및 환경제어. 한국생물환경조절학회 3(1):72~81.
4. 손정익, 김문기, 이석건, 서원명. 1994. 농업생산시설의 기본계획 및 설계방법. 한국농공학회지 36(1) : 26~36.
5. 장현기. 1998. 인삼엽의 채엽시기에 따른 사포닌 성분의 함량 및 조성. Korean J. FOOD & NUTR. 11(1) : 82~86.
6. 정찬문. 2007. 표준인삼재배. 중부출판사.
7. Cho, S. H. 1977. Saponins of Korean ginseng C. A. Meyer(Part II) The saponins of the ground part of ginseng. J. korean Agric. Chem. Soc, 20:142~146.
8. Jang, J.G, Lee, K.S., Kwon, D. W., Nam, K.Y., Choi, J. H., 1983. Study on the changes of saponin contents in relation to root age of Panax ginseng. Korean J. Food Nutr. 12:37~40.
9. Jeong, C. M. 2007. Standard ginseng cultivation method. Joongbu Publisher. 530p
10. Kim, D. C., S. M. Chang and J. Choi. 1995. ariation of effective constituents contents, physical properties and color intensities of extracts

- from white ginseng roots of different cultivating years. Korean Agric. Chem. Biotec. 38: 67~71.
11. Kimura, K. and Tanakamaru, S. 1982. Studies on plant response to rainfall(Ⅲ). Stomatal response to rainfall. J. Agr. Met. 38:239~243.
  12. Lee SW, Kim GS, Hyun DY, Kim YB, Kim JW, Kang SW and Cha SW. 2010. Effects of spraying lime-bordeaux mixture on yield, ginsenoside, and 70% ethanol extract contents of 3-year-old ginseng in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Medicinal Crop Science 19:157~161.
  13. Lee SW, Kim GS, Hyun DY, Kim YB, Kim JW, Kang SW and Cha SW. 2011. Comparison of growth characteristics and ginsenoside content of ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) cultivated with green house and traditional shade facility. Korean Journal of Medicinal Crop Science 19: 157~161.
  14. Li TSC. 2005. Hydroponic and organically grown American ginseng. Journal of Ginseng Research. 29:182~184.
  15. Park H, Lee MK and Lee CH. 1986. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium on ginsenoside composition of *Panax ginseng* root grown with nutrient solution. Journal of Korean Agricultural Chemical Society 29:78~82.
  16. Park KW, Yang DS and Lee GP. 2002. Effect of substrate on the population of Korean ginseng(*Panax ginseng* C.A. Meyer) in nutrient culture. Journal of Bio-Environment Control 11:119~204.
  17. Proctor JTA, Palmer JW and Follett JM. 2010. Growth, dry matter partitioning and photosynthesis in American ginseng seedlings. Journal of Ginseng Research 34:175~182.
  18. RDA(Rural Development Administration). 2003. Agricultural science technique research investigation and analysis standard. Rural Development Administration, Suwon, Korea.
  19. Shi W., Wang Y., Li J., Zhang H., and Ding L. 2007. Investigation of ginsenosides in different parts and ages of *Panax ginseng*. Food Chemistry 102 : 664~668.