

## 인삼종자의 종피 및 배유세포의 미세구조

김 우 갑

고려대학교 생물학과

인삼의 자예(암술)는 2심피 4배주로 되어 있으며, 하나의 심피에는 2개의 배주가 존재한다. 각 심피내의 직생배주(Atropous Ovule)는 점진적으로 퇴화하고, 도생배주(Anatropous Ovule)는 분화하여 전형적인 Polygonum형 배낭이 형성된다. 이 배낭은 중복수정으로 배발생과정 및 주변 조직계의 분화로 열매가 형성된다.

### 1. 종피의 구조

인삼열매의 과피는 배주에서 배낭모세포가 형성되기 전에 자방벽이 내과피의 초기구조를 갖추며 점진적으로 중과피와 외과피로 분화된다. 중과피는 과육으로, 외과피는 과벽으로 발달한다. 초기의 내과피는 홍숙종자에서 Fringe Layer, Inner Layer, Palisade Layer 즉 3층으로된 종피로 분화한다.

종자가 성숙함에 따라 외과피 세포들은 점진적으로 붕괴되거나 종피의 봉선(Raphe)을 따라 분포하는 외과피의 유관속은 봉선에 밀착되어 제(Hilum) 부근에서 분지되어 주공(Micropyle)을 따라 종피내부의 배유를 둘러싼 내피의 표면에 접하여 Calazal Region까지 뻗어 있다.

봉선에 밀착되어 있는 유관속의 도관요소는 여러개가 모여 다발을 이루고 있고, 이 도관요소는 배 및 배유의 수분 공급통로 역할을 한다. 봉선은 다른 부위에 비해 두께가 얇고 봉선의 내측표면은 Fringe Layer의 길이가 일정한 보강세포가 규칙적으로 배열되어 있으며, 후숙이 끝난 배가 발아시 이 봉선을 따라 종피가 열개된다.

### 2. 배유세포의 미세구조

배낭중앙의 2개의 극핵은 수정전에 융합되고, 이것은 정핵과 접합하여 세포형 배유형성과정을 거쳐 종핵의 배유(endosperm)로 분화된다.

종자형성 내지 배성숙과 발아시기에 따라 배유세포의 미세구조 변화를 추구하기 위하여 다음과 같이 5단계로 구분하여 관찰하였다. ① 배의 장축이 140~250  $\mu\text{m}$ 이고 배유의 장축이 2.0~4.5 mm인 과피가 녹색인 종자, ② 배의 장축이 250~350  $\mu\text{m}$ 이고 배유의 장축이 5.0~5.5 mm인 과피가 홍색인 종자, ③ 배의 장축이 350  $\mu\text{m}$ ~1.5 mm인 후숙처리중인 미개갑 종자, ④ 배의 장축이 3.0~4.0 mm인 개갑종자, ⑤ 배의 장축이 4.0~4.5 mm인 개갑종자로서 유근부가 출현하는 시기, 이상 각 단계별로 관찰한 배유세포의 기본구조 분화양상, 저장단백질인 Pb(protein body) 및 지방질을 함유하는 Serosome의 동태, 면역금입자표지법을 이용한 Vicilin과 Legumin의 합성시기와 수송방식 등에 관하여 논의코자 한다.

특히 배와 배유사이의 점액층을 Brown과 Morris(1980), Dwart와 Ashford(1982)는 Depleted Layer라고 지칭하였으나, 인삼종자에서는 배의 성숙과정내지는 발아과정에서 영양원의 공급이 이 층과 인접한 배유세포의 점진적인 가수분해에 의해 이루어지며, 이들 분해산물은 이 층을 거쳐 배로 이동된다고 믿어지므로 이 층을 재형층(umbiliform layer)이라 명명함이 타당하리라 믿는다.

<b>학술상 수상 강연</b>
------------------

## 고려인삼 Ext의 추출조건과 이화학적 특성

성 현 순

한국인삼연초연구원

고려인삼은 고래로 한방처방에서 상품의 선약으로 사용되어 왔으며 최근 인삼의 효능과 약효가 점차 약리학적으로, 또 임상학적으로 입증되어감에 따라 약제로는 물론 자연건강식품으로도 널리 인정받게 되어 동양에서 뿐만 아니라 서양에서도 그 이용이 점차 증가되고 있고 그 용도면에서도 단일 제제로는 물론 복합제제로서도 다양화되고 있으며 제품의 제형도 복용과 휴대의 편리성, 기호성과 기능성이 강조되는 형태로 옮겨가고 있어 식품학적인 측면에서 유효성분군을 안정화시키고 관능적 특성을 키울 수 있는 제조방법 등의 다각적인 연구가 요구되고 있다.

인삼제품류를 인삼의 첨가형태로 구분하면 분말, 원형유지 및 Ext 제품류로 크게 나눌 수 있으며 특히 연조상의 Ext 제품류는 연간 제조량이나 수출액으로 볼때 80%이상을 차지할 뿐만 아니라 분말과 원형유지 제품 이외에 실제 거의 모든 제품에서 주원료로 사용되고 있어 Ext의 품질이 대단히 중요시되고 있다.

따라서 본 연구에서는 인삼 Ext의 품질과 특성형성에서 가장 중요한 영향요인을 추출조건이라고 보고 사용하는 원료인삼의 부위, 추출온도, 추출시간과 추출횟수, 추출용매와 용매의 농도 등을 영향요인으로 구분하여 이들 요인들이 Ext의 품질과 특성형성에 미치는 영향을 조사코자 하였다.

인삼 Ext의 시료용 인삼은 원료로서 가장 많이 사용되고 있는 미삼류 중에서 6년근 홍세미를 선정하였고 추출용매는 법정 기준인 물과 발효주정(에탄올)을 사용하였다. 발효주정을 용매로 하는 경우에는 그 농도를 0, 30, 50, 70, 90%로 구분하였고 추출온도는 80°C로 고정하여 8시간씩 5회 추출한 다음 10°C 저온에서 9,000 g로 20분간 원심분리 여과법으로 상등액을 취하여 50°C 이하에서 감압농축 조절하였고 물의 경우는 70, 80, 90, 100°C로 구분하고 추출시간, 횟수, 여과 및 농축은 에탄올과 같은 방법으로 처리 조절하여 시료로 하였다.

이들 추출조건별 요인들은 인삼 Ext의 가용성 성분 및 조사포닌의 용출율, Ginsenoside의 패턴과 조성비, 그리고 당류와 유리당, 질소화합물과 유리아미노산, 지방과 유리지방산, 무기물 등의 화학성분 조성에서 커다란 영향인자가 되는 것으로 나타났으며 특히 인삼 Ext의 특성요소가 되는 맛, 향취 및 전체적 조화미 등의 관능적 성질과 점도, 탁도, 용해도, 색도 등의 물리적 성질에 미치는 영향을 중심으로 비교 분석하였고 이들의 종합결과로 볼때 인삼 Ext의 이화학적 특성과 품질적 요소는 추출조건의 요인에서 기인됨을 알 수 있었다.

따라서 인삼 Ext를 조제할 때에는 양적인 용출율도 중요하지만 실제 유효성분군을 보다 안정하게 최대한으로 용출시킬 수 있는 추출조건 설정에 더 큰 의의를 두어야 할 것으로 보며 특히 추출용매와 용매농도에 의한 용매 극성의 차이가 용출성분과 그 조성에 크게 영향을 주므로 먼저 인삼 Ext의 사용목적을 설정하고 이에 따라 사용원료 인삼과 추출조건 특히 추출용매와 농도, 추출온도와 추출시간 등을 신중히 검토하여 설정한다면 최대한의 품질과 특성을 유지 발전시킬 수 있는 우수한 인삼 Ext를 제조할 수 있을 것으로 판단된다.

## 인삼사포닌이 간암세포 SK-HEP-1 성장에 미치는 영향 및 그 분자적 작용 기전

이 승 기

서울대학교 약학대학

인삼사포닌의 작용기전 연구의 일환으로 세포 성장에 중요한 인자로 알려진 세포주기 조절인자들에 미치는 인삼사포닌의 영향을 관찰하므로써 인삼사포닌이 세포 성장에 미치는 영향 및 그 분자적 작용기전을 밝히고자 하였다.

인삼사포닌 Rg<sub>1</sub>과 Ry<sub>1</sub>은 SK-HEP-1, 간암세포에서 농도의존적으로 DNA합성을 증가시켰다. 이에 DNA합성에 중요한 역할을 하는 cyclin E와 cdk2의 양적변화와 cyclin E-dependent kinase의 활성 변화를 측정된 결과, Rg<sub>1</sub>과 Ry<sub>1</sub>은 모두 농도의존적으로 증가시켰다. Ry<sub>1</sub>의 경우 세포 신호전달에 중요한 Mitogen-activated protein kinase(MAPK, ERK)의 인산화를 증가시켰다. 이상의 결과로부터, 인삼사포닌 Rg<sub>1</sub>과 Ry<sub>1</sub>의 세포성장 촉진 효과는 Rg<sub>1</sub>의 경우 세포 성장에 필요한 새로운 단백질합성을 통하여 Ry<sub>1</sub>은 단백질합성과 MAPK의 활성화를 통하여 일어남을 알 수 있었다.

인삼사포닌 Rh<sub>2</sub>, Rx<sub>2</sub>와 panaxadiol[aglycone]은 농도의존적으로 세포 성장과 DNA합성을 억제하였다. 또한 flow cytometer 분석 결과, G0/G1에서 세포주기를 arrest하였다. G1/S 전이에 중요한 인자인 cyclin E-dependent kinase 활성을 측정된 결과, 세포 성장을 억제하는 인삼사포닌들은 그 활성을 감소시켰다. 이 kinase 활성 감소가 세포주기 조절인자들의 양적 변화에 의한 것인가를 immunoblotting으로 알아본 결과, Rh<sub>2</sub>의 경우 p27<sup>Kip1</sup>의 양은 증가하였고, cdc25A의 양은 감소하였으며, Rx<sub>2</sub>의 경우 cyclin E, cdk2와 cdc25A의 양은 감소하였고 p21<sup>WAF1</sup>의 양은 증가하였다. Panaxadiol[aglycone]의 경우 p21<sup>WAF1</sup>양은 증가하였고, cyclin E의 양은 감소하였다. 이상의 실험결과로부터, 인삼사포닌 Rh<sub>2</sub>, Rx<sub>2</sub>와 panaxadiol[aglycone]의 세포 성장 억제효과는 부분적으로 세포 주기 조절인자들의 양적 변화에 의한 cyclin E-dependent kinase의 활성 억제를 통하여 일어남을 알 수 있었다.

## 인삼잎을 소재로한 소당류배당체의 화학적 변환

임 광 식

부산대학교 약학대학

인삼의 주 성분인 사포닌(ginsenosides)은 항스트레스작용, 중추신경에 대한 작용, 혈당강화작용, RNA합성 촉진작용, 과산화지질 생성억제작용 등 광범위한 생리활성을 가지고 있다. 그러나 어느 특정 사포닌이 특정 목적으로 다량 분리, 제조, 합성되어 의약품으로 개발된 실적은 없다. 北川 등이 홍삼의 미량성분인 ginsenoside Rh<sub>2</sub>(3,3-O-β-D-glucopyranosyl-20(S)-protopanaxadiol)을 분리하고 이 화합물이 B16 melanoma cell의 증식을 억제하며 B16 melanoma cell의 형태를 정상세포로 변화시키고 melanin 합성을 농도의존적으로 촉진하는 등 광범위한 항암효과를 가진다고 보고한 이래 원래의 인삼사포닌과는 달리 비당부에 당이 한 분자나 두 분자가 결합한 소당류 배당체에 많은 관심을 가지게 되었다.

그러나 이들 성분은 홍삼에만 미량으로 함유(0.001%)되어 있어 연구와 의약적 목적으로 사용하기에 어려움이 있다. 이를 다량 얻기 위한 시도로 ① ginsenoside Rb, Rc 및 Rd의 혼합물을 효소로 가수분해 하는 방법, ② ginsenoside Rb, Rc 및 Rd의 혼합물을 약산으로 가수분해 하는 방법, ③ 자작나무잎에서 분리한 betulafolienetriol을 원료로 배당체화반응(glycosidation)에 의한 합성 등이 시도된 바 있다. 그러나 효소분해법은

그 수득률이 아주 낮고, 초산 등 약산에 의한 가수분해도 20-OH의 탈리와 hydroxylation에 의한 epimerization으로 인하여 수득률이 낮고, 분리가 어려운 단점이 있다. 또한 betulafolienetriol을 원료로 orthoester 중간체를 경유하는 합성은 지나치게 복잡한 혼합물이 동시에 생성되는 등 현재 알려진 방법들은 어느 것이나 실용적인 면에서 만족스럽지 못하다.

연자는 한국에서 다량 생산되는 약용인삼의 잎이 용도가 개발되지 않은채 버려지고 있어 이를 이용하는 것은 경제적으로 유용하다고 판단하고, 또한 ginsenoside Rh<sub>2</sub> 이외에도 한 분자 또는 두 분자의 당이 담라란제 트리테르펜에 결합한 소당류 ginsenoside들이 유용한 생리활성을 가질 것으로 생각하여 인삼잎의 총 사포닌을 이용하여 수종의 천연형 또는 비천연형(nonnatural)의 monoglucoside 및 diglucoside의 합성을 시도하였다.

소당류 ginsenoside의 합성은 역합성법을 시도하였다. 즉, 인삼잎으로부터 얻은 total ginsenoside를 연자들이 개발한 방법으로 alkaline condition에서 가수분해하여 인삼 saponin이 가지는 진성 aglycone인 20(S)-protopanaxadiol(PPD)과 20(S)-protopanaxatriol(PPT)를 얻은 후 여기에 acetobromoglucose(2,3,4,6-tetra-O-acetyl- $\alpha$ -D-glucopyranosyl bromide)를 CdCO<sub>3</sub>를 촉매로 glycosidation하여 배당체의 acetate를 얻고 이를 탈 아세틸화하여 mono- 및 diglucoside를 합성하는 방법이다. 연자는 이 방법이 원래의 배당체를 분해한 다음 다시 배당체로 만든다는 뜻으로 이를 역합성법(retro-synthesis)이라 칭한다. 이 방법에 의하여 PPD로부터 2종의 monoglucoside와 1종의 diglucoside를 합성하였는데 이들의 구조는 3-O- $\beta$ -D-glucopyranosyl-20(S)-protopanaxadiol(ginsenoside Rh<sub>2</sub>), 12-O- $\beta$ -D-glucopyranosyl-dammar-20(22),24-dien-3 $\beta$ ,12 $\beta$ -diol, 및 3,12-di-O- $\beta$ -D-glucopyranosyl-dammar-20(22),24-dien-3 $\beta$ ,12 $\beta$ -diol로 각각 확인하였다. 이들중 12-OH에 당이 결합한 후기 두 화합물 20-OH가 탈수한 화합물이다. 이들 화합물은 상대적으로 입체장애가 큰 12-OH에 당이 결합하는 것은 acetobromoglucose가 금속촉매의 작용으로 carbocation이 생성하고 이 carbocation이 Lewis acid로 작용하여 dehydration이 선행된 다음 12-OH가 steric relief된 결과로 당이 결합하는 것으로 생각된다.

한편 본 합성법으로도 ginsenoside Rh<sub>2</sub>와 같은 특정 배당체가 만족스러운 수득률로 얻어질 수 없었으므로 상기 합성의 필수단계인 PPD나 PPT를 얻기 위한 alkali 가수분해도중 얻어지는 prosapogenol에 눈을 돌렸다. 즉 PPD나 PPT를 얻기 위한 alkali 가수분해는 S<sub>N</sub>2적으로 진행될 것으로 판단, 따라서 완전분해를 위하여는 aprotic solvent가 유리하고 partial hydrolysis를 위하여는 protic solvent가 존재하는 조건이 유리할 것으로 생각하였다. 총 사포닌을 pyridine-MeOH 혼합용매 중에서 methoxide로 가수분해한 결과 수종의 mono- 및 diglucoside가 다량 생성하였다. 이들의 구조를 확인한 결과 6-O- $\beta$ -D-glucopyranosyl-20(S)-protopanaxatriol, 20-O- $\beta$ -D-glucopyranosyl-20(S)-protopanaxadiol(compound K), 및 ginsenoside Rh<sub>2</sub>로 각각 확인하였으며 이들 화합물 이외에도 diglucoside로 추측되는 화합물이 TLC상 수종 더 생성됨을 알았다. 여기에서 얻은 compound K는 효소분해 및 토양균 가수분해법에 의해서만 얻은 화합물인데 이 방법에 의하여는 major product로 얻어져 흥미롭다.

위에서 얻은 비천연형 소당류배당체의 유용성을 확인하기 위하여 sarcoma 180에 대한 세포독성을 검토한 결과 농도 의존적으로 암세포 증식이 억제됨을 알 수 있었다. 특히 alkali 가수분해 생성물을 분리함이 없이 혼합물 상태로 MTT colorimetric assay를 행하여 직접적인 세포독성을 *in vitro* system에서 측정한 결과 비교적 강한 항암성을 확인, 향후 실용화의 가능성을 시사한 것으로 생각된다.

인삼사포닌의 화학적 변환은 물질특허의 저촉을 피하고, 인삼잎의 용도를 개발한다는 관점에서는 뜻있는 것으로 판단된다. 연자는 역합성법도 regioselectivity만 확보되면 실용적 가치가 있을 것으로 생각되므로 계속 연구 중이다.

## 고려인삼 분류 및 감별을 위한 RAPD기술 응용

임용표 · 신희순 · 박상용 · 신은명 · 조재성

충남대학교 농과대학

RAPD(Random Amplified Polymorphic DNA) 분석을 통하여 인삼의 계통분류가 가능함을 확인함으로써, *Panax*속내 종간의 유전적 특성을 비교하고 유연관계를 검토하고, 국내에 재배되고 있는 인삼을 수집하여 국내 품종의 동질성 여부 및 진화적 의미를 검토하며, 위 자료를 이용하여 인삼의 기본품종의 설정 및 중국인삼 등 외국인삼과의 차이점을 밝혀 궁극적으로 본 실험의 결과로 외국으로부터 밀수입되는 중국인삼 등을 효율적으로 감별할 수 있는 감별법을 개발하기 위하여 본 실험을 실시하였다.

*Panax* species사이의 지리학적 변이의 측정을 위하여 5가지 *Panax* species를 9개의 primer를 사용하여 RAPD를 수행한 결과 Primer A02는 18개 A10은 31개 등 각 primer에 따라 다형 현상이 다양하게 관찰되었다. 평균 밴드의 수는 24개이고 증폭된 DNA단편의 크기는 0.2~2.5 kb이며 9개 Primer의 polymorphism 범위는 95.0%(A13)에서 100%(A02, A04, A07, A09, A10, A11, A12, A20)로 거의 모든 primer에서 다형 현상이 관찰되었다. 전체 215개의 증폭된 band 중에서 2개 밴드는 monomorphic했던 바 213개의 polymorphic band를 얻을 수 있었다. 다섯 가지 인삼 종의 분석은 유전적 거리인 유사계수(Similarity Coefficient)가 0.42~0.67을 보여 주었다. 유전적 거리(Genetic Distance, GD)는 Japanese *Panax*와 American *Panax*의 GD가 0.42로 가장 가까운 관계를 보여 주었다. 그리고 가장 먼 관계에 있는 것은 5 Species 중에서 *Panax ginseng*으로 나타났다.

*Panax ginseng* 계통 사이에서 유전적 다양성 관계를 탐색하기 위하여 Russia와 Japan, 한국에서 9개 계통을 수집하여 RAPD를 수행하였다. 9개 primer에 의해 증폭된 산물의 숫자는 12개(A02), 29개(A11)로 다양하게 나타났고, primer당 평균 20개의 밴드가 관찰되었다. 증폭된 DNA 조각의 크기는 0.2~2.5 Kb 정도였다. 다형 현상의 범위는 64.7%(A13)에서 100%(A02)로 나타났으며, 모두 179개의 증폭된 band에서 161개의 polymorphism이 관찰되었다. 9개의 *Panax ginseng*은 두 그룹으로 분류되었다. A그룹은 청경종, KG101, 황숙종이 여기에 속하여 GD 0.17의 유사계수이며, B그룹은 자경 79742, 자경 81783, 진자경, 소련진자경, 미마끼가 여기에 속하며 GD 0.31의 유사계수에 달한다. A그룹 내의 3계통은 유전적 근원이 유사하며 B그룹 자경계통은 계통들 사이에 현저한 변이를 보였다.

*Panax ginseng*내에서의 국내변이와 외국지역내에서의 변이를 보기 위해 국내에서 17종, 북한 개성의 1종, 중국 재배인삼 6종, 일본 재배종 1종 등 국내의 25종을 대상으로 9개 primer를 이용하여 RAPD를 수행했고, 얻은 band를 이용하여 유사도를 측정하고 유사계수를 기초로한 결과 A 및 B 그룹으로 크게 나누어 졌다. A그룹은 진안 1, 4, 5, 무주 1, 2, 3, 남원, 제천 등 18지역의 인삼이 속하며, B그룹은 집안, 무송, 석주, 정우, 장야 등 7개지역 인삼이 속하는 2개의 큰 그룹으로 나누어 졌다. A그룹은 국내지역 인삼이 주가 되며, B그룹은 진안 2, 3번을 포함하나 국외지역 인삼이 주가 되었다. 종합해 보면 국내종은 밀접한 유연관계가 형성되며 중국종은 비교적 먼 관계로 나타남을 보여 주었다.

본 연구를 통하여 인삼의 육종체계와 인삼의 진화체계 구명할 수 있는 기초자료를 확보할 수 있었으며, 재배 인삼의 기본종 체계 확립 및 유용유전자 marker 확보의 가능성을 제시하였으며, 중국삼 등 외국삼과 고려인삼의 구별 기술 확립할 수 있었으나, 금후 실용화를 위한 좀더 구체적인 연구가 추가로 수행되어야 할 것으로 사료되었다.

## 인삼사포닌이 Tyrosine 수산화효소 및 Dopamine $\beta$ -수산화효소 활성화에 미치는 영향

김학성 · 장영학 · 이명구 · 최홍석 · 오기완

충북대학교 약학대학 약학과

인삼사포닌(GTS)는 항불안, 동물의 자발운동 억제, morphine의 내성 및 역내성 형성 억제작용, cocaine 역내성 및 dopamine 수용체 초과민성의 억제작용 등이 보고되었다. GTS의 중추신경계에 대한 억제-정온작용은 catecholamine 등 neurotransmitter의 생합성에 영향이 있음을 시사하고 있다.

따라서 본 연구는 GTS 및 ginsenoside-Rb<sub>1</sub>, -Rc, -Re, -Rg<sub>1</sub>이 소 부신에서 분리 정제한 catecholamine 생합성 효소인 tyrosine hydroxylase(TH) 및 dopamine  $\beta$ -hydroxylase(DBH) 활성화에 미치는 영향을 효소화학적 측면에 대하여 검토하였다.

TH 및 DBH 효소는 소 부신에서 분리, 부분정제하여 사용하였다. TH 및 DBH 반응은 각각 기질 L-tyrosine 및 dopamine을 사용하였으며, 활성화는 각각  $0.41 \pm 0.02$  nmol/min/mg protein과  $33.79 \pm 3.46$  nmol/min/mg protein이었다(n=5). GTS 및 ginsenoside-Rb<sub>1</sub> 및 -Re는 TH 효소에 대하여 억제작용을 나타내었으나 DBH에 대하여는 억제작용을 나타내지 않았다. GTS, ginsenoside-Rg<sub>1</sub> 및 -Re는 TH 효소에 대하여 non-competitive inhibition을 나타내었다. Ginsenoside-Rg<sub>1</sub>, -Rb<sub>1</sub>에 대한 억제상수 K<sub>i</sub> 값은 각각 0.3 mM과 0.38 mM이었다.

따라서 GTS에 의한 TH 활성화 억제작용은 GTS가 catecholamine 생합성 억제작용에 관여하고 있음을 시사하고 있다.

## 성기능 장애에서 홍삼이 성기능과 혈중 지질농도에 미치는 효과

김영찬 · 신재섭 · 이충현 · 성도환<sup>1</sup> · 최형기<sup>1</sup>

경희의대 경희분당차병원, <sup>1</sup>연세의대 영동세브란스병원

성기능을 치료하는데 있어서 부작용을 최소화하는 경구용 성기능 장애 치료약물이 절실히 요구되고 있다. 본 연구자들은 홍삼이 남성 성기능에 미치는 영향을 살펴보고, 이러한 효과를 남성호르몬과 혈중 지질농도와 연관시켜 살펴보았다. 정신적 발기부전 환자 28례(인삼 9정 투여, 15례; 6정 투여, 7례; 위약, 7례)를 대상으로 하였으며, 환자에게 2개월 동안 약제를 투여하였다. 정신적 발기부전 환자 28례 중 19례(67%)에서 성기능의 호전을 보였다. 인삼을 하루에 9정을 투여한 환자들에서는 21례 중 15례(71%)에서 성기능의 호전을 보였으며, 하루에 6정을 투여한 환자들에서는 7례 중 4례(57%)에서 반응을 보였다. 위약을 복용한 경우에는 7례 중 2례(28%)에서 효과를 보여 인삼을 복용한 군과 비교하면 인삼 복용군에서 인삼이 성기능에 통계적으로 유의하게 효과가 있었으며(p < 0.05), 인삼을 하루에 9정을 투여한 군에서 6정을 복용한 군보다 인삼의 효과가 증대되는 경향을 보였다. 홍삼을 복용한 후 1개월과 2개월째 시행한 음경팽창검사에서는 아무런 변화를 보이지 않았으며, 인삼복용 후에 혈압, 테스토스테론과 프로락틴 농도의 변화도 관찰되지 않았다. 홍삼복용 후 중성지방, 총콜레스테롤 및 저비중 지단백콜레스테롤은 홍삼복용 전후 통계학적으로 유의하지는 않았지만, 고비중 지단백콜레스테롤은 인삼복용 전, 복용 1개월 그리고 2개월째  $35 \pm 7$ ,  $33 \pm 5$ ,  $38 \pm 5$  dl/ml이었으며, 고비중 지단백콜레스테롤만이 인삼의 복용 후 2개월째 유의하게 증가되는 소견을 보였다(p < 0.05). 복용전과 후의 고비중 지단백콜레스테롤 차이에 있어서는, 인삼의 성기능에 호전을 보인 군에서 2개월째 시행한 음경팽창검사에서는 아무런 변화를 보이지 않았으며, 인삼복용 후에 혈압, 테스토스테론과 프로락틴 농도의 변화도 관찰되지 않았

다. 홍삼복용 후 중성지방, 총 콜레스테롤 및 저비중 지단백콜레스테롤은 홍삼복용 전후 통계학적으로 유의하지는 않았지만, 고비중 지단백콜레스테롤은 인삼복용 전, 복용 1개월 그리고 2개월째  $35 \pm 7$ ,  $33 \pm 5$ ,  $38 \pm 5$  dl/ml이었으며, 고비중 지단백콜레스테롤만이 인삼의 복용 후 2개월째 유의있게 증가되는 소견을 보였다( $p < 0.05$ ). 복용전과 후의 고비중 지단백콜레스테롤 차이에 있어서는, 인삼의 성기능에 호전을 보인 군에서 2개월째  $3.7 \pm 5.6$  dl/ml, 호전이 없었던 군에서는  $3.3 \pm 1.5$  dl/ml으로 통계학적으로 유의있는 소견을 보여( $p < 0.05$ ), 인삼복용 전과 2개월째에 고비중 지단백콜레스테롤의 증가는 인삼이 성기능에 효력이 있는 경우에 유의있게 증가하는 것을 알 수 있었으며, 홍삼복용 후 성기능의 향상이 있는 경우에 총 콜레스테롤이 치료 시작전에 증가되어 있는 경우가 많은 경향을 보였다. 이상의 결과를 종합해 보면, 홍삼은 환자와 배우자의 만족도 등에서 호전을 보여 성기능 증진에 효과가 있는 것으로 밝혀졌으며, 홍삼의 용량이 많을 때 홍삼의 효과가 증대되는 것을 알 수 있었다. 이에 대한 기전으로서는, 일부나마 발기부전 환자에서 홍삼은 혈중 고비중 지단백콜레스테롤을 증가시키는 작용에 의해 성기능의 개선효과가 나타난다고 사료되며, 홍삼의 성기능 개선에 대한 작용은 혈중 콜레스테롤이 높은 환자에서 많은 경향을 보여 이러한 환자에서 홍삼의 효과를 좀더 기대해 볼 수 있을 것이다.

## 근 소포체 Ryanodine Receptor- $Ca^{2+}$ Release Channel Complex Protein에 미치는 인삼성분의 영향

김생수 · 김금이 · 이희봉

강원대학교 생명과학부 생화학

$Ca^{2+}$  이온의 세포내 농도변화에 관여하거나 근육의 수축과 이완에 직접 관여하는 세포막 단백질인 ryanodine receptor(RyR)- $Ca^{2+}$  release channel complex protein에 미치는 인삼성분들 [ginsenosides(total saponins,  $Rg_1$ )]의 영향을 생체막과 분자 수준에서 조사하였다. 여기서 생체막은 토끼의 근육세포의 소포체를 분리하여 그대로 사용함을 뜻하며, 분자수준 연구는 소포체 막으로부터 RyR- $Ca^{2+}$  release channel complex protein을 순수 분리하여 그대로 또는 reconstitution 방법을 통하여 liposome에 끼어넣은 후 ryanodine binding과  $Ca^{2+}$  이온의 이동에 미치는 인삼성분의 영향을 조사한 결과, 근육세포 소포체를 분리하여 소포체 막에 존재하는 RyR- $Ca^{2+}$  release channel complex protein에 대한 근육수축 억제자로 알려진 ryanodine의 결합은 이들 인삼성분들에 의해 억제되며, total saponin 보다 ginsenoside  $Rg_1$ 이 더욱 현저하게 억제를 나타내었다. 또한 이들 소포체로부터의  $Ca^{2+}$  release channel을 통한  $Ca^{2+}$  ion의 방출도 두 인삼성분에 의하여 증가되었고, detergent Chaps에 용해되고, 순수 분리된 RyR- $Ca^{2+}$  release channel complex protein에 대한 ryanodine binding이 두 인삼성분[ginsenosides(total saponins,  $Rg_1$ )]에 의하여 비슷하게 억제되었으며, detergent를 투석하여 제거하고 얼렸다 녹이는 방법을 이용하여 RyR- $Ca^{2+}$  release channel complex protein을 liposome에 삽입하여 만든 기능적 재조합 인공막에 대한 ryanodine 결합과 재조합 인공막을 통한  $Ca^{2+}$  ion의 방출을 조사한 결과 위와 같이 ryanodine 결합은 억제되고  $Ca^{2+}$  ion의 방출은 증가됨이 관찰되었다. 이상의 결과는 인삼성분 [ginsenosides(total saponins,  $Rg_1$ )]이  $Ca^{2+}$  release channel protein을 통한  $Ca^{2+}$  ion의 이동을 활성화시키고 있음을 나타내고 있다.

## 고려인삼의 Saponin 성분이 쥐(Rat)의 장기에서 Polyamine 대사에 미치는 영향

최연식 · 조영동

연세대학교 이과대학 생화학과

Rat에 인삼 Saponin 성분을 일정기간 복용시킨 후 각 장기에서의 세포성장, 발생, 분화, 노화에 중요하게 작용하는 Polyamine 대사의 변화를 관찰하였다. 먼저 인삼을 1, 2, 3, 4, 6 그리고 12개월 복용한 rat에서 여러 장기들 즉, Brain, Liver, Spleen, Prostate, Testis를 떼어내 세포추출액에서 Polyamine인 putrescine 합성의 중요한 조절효소인 Ornithine decarboxylase(ODC)와 spermidine과 spermine 합성에 중요한 조절효소인 S-adenosylmethionine decarboxylase(SAMDC)의 활성변화를 대조군과 비교하였다. 또한 이들 장기에서 Polyamine인 Putrescine, Spermidine과 Spermine의 함량변화를 대조군과 비교하였다.

Prostate와 testis에서는 처음 2개월 동안은 saponin 성분이 ODC와 SAMDC의 활성에 별다른 영향을 미치지 않았으나 3개월 이후부터 각각의 효소활성이 점차증가하여 12개월째 최대를 보였다. 그러나 brain과 liver 그리고 spleen에서와 같은 다른 장기에서는 ODC와 SAMDC의 활성이 saponin에 의해 큰 효과를 나타내지는 않았다. Polyamine 함량변화의 경우 prostate와 testis에서 spermidine spermine의 함량이 대조군보다 실험군이 월등히 많아 두드러진 효과를 보여주었다.

이러한 결과를 종합해 보면 인삼의 saponin 성분이 다른 장기에 비해 prostate와 testis 장기의 polyamine 대사에 보다 많은 영향을 미치는 것으로 사료된다.

## Ginsenoside Rh<sub>2</sub>에 의한 HL-60 세포의 분화유도 작용

김영숙 · 김동선 · 김신일

한국인삼연구소연구원

Human promyelocytic leukemia cell line HL-60에서 인삼에 다량 존재하는 ginsenoside들로부터 조제한 ginsenoside Rh group(Rh<sub>1</sub>-Rh<sub>4</sub>)의 분화유도 작용을 실험하였을 때 ginsenoside Rh<sub>2</sub>와 Rh<sub>3</sub>는 HL-60 세포를 형태적, 기능적으로 neutrophil phenotype으로 분화를 유도하였으나 ginsenoside Rh<sub>1</sub>과 Rh<sub>4</sub>는 분화를 유도하지 않았다. Ginsenoside Rh<sub>2</sub>와 Rh<sub>3</sub>는 세포주기의 G<sub>1</sub>기에서 S기로의 이행을 억제하였으며 이는 분화유도 능력과 일치하여 ginsenoside Rh<sub>2</sub>에 의한 세포주기 차단이 더 컸다. Ginsenoside Rh<sub>2</sub>로 HL-60 세포가 분화되는 과정에서 total solubilized fraction과 cytosol에서 Ca<sup>2+</sup>/Phospholipid-dependent protein kinase C(PKC) 활성이 현저히 증가되었고 Ca<sup>2+</sup>/Phospholipid 의존적으로 38, 64와 200 kDa 단백질의 인산화 증가와 Ca<sup>2+</sup>/Phospholipid 비의존적으로 60 kDa 단백질의 인산화 증가가 수반되었다. 또한 분화 과정에서 cytosolic PKC α, β, γ isoform pattern 변화를 관찰하였을 때 PKCα isoform 수준에는 유의한 변화가 없었으나 catalytic fragment로 추정되는 60 kDa protein이 ginsenoside Rh<sub>2</sub> 처리로 출현하였다. β isoform은 처리기간에 따라 약간씩 증가되었고 무처리 HL-60 세포에서는 확인되지 않은 γ isoform은 ginsenoside Rh<sub>2</sub> 처리 5일 이후부터 미약하게 증가되었다. 이러한 결과들은 ginsenoside Rh<sub>2</sub>에 의한 HL-60 세포의 분화과정에서 PKC isoform들이 협동적으로 기여할 것이며 α isoform의 proteolysis는 ginsenoside Rh<sub>2</sub>에 의한 특이적 분화과정일 수 있음을 제시하였다.



## 방사선조사 마우스의 소장염 손상 및 비장림프구의 미세핵형성에 대한 인삼의 방사선 방호효과

김성호 · 김태환<sup>1</sup> · 이운실<sup>1</sup> · 한동운 · 강문일 · 임정택

전남대학교 수의과대학, <sup>1</sup>한국원자력연구소 부설 원자력병원

인삼의 방사선방호효과를 관찰하기 위하여 물추출물 및 알카로이드 분획을 N:GP(s) 및 C57BL/6 마우스에 각각 투여하고 소장염의 손상, 재생의 측정 및 세포질분열차단 림프구(cytokinesis-blocked lymphocyte)에서 미세핵분석법을 실시하여 <sup>60</sup>Co  $\gamma$ 선의 생체장해에 대한 인삼의 효과를 관찰하였으며 이를 기존의 방사선방호제인 diethyldithiocarbamate(DDC)의 결과와 비교하였다.

장의 횡단면에서 정상대조군은 평균 168개, 방사선단독조사군(15 Gy)에서는 16개의 움이 관찰되었으며 인삼물추출물 투여군의 경우 방사선조사전(8.94%), 조사후(19.01%), 연속투여군(21.08%), 공히 방호효과를 나타냈으며( $p < 0.001$ ) 알카로이드분획 투여군에서도 각각 13.58%, 11.37%, 8.95%의 효과( $p < 0.005$ )를 보였다. 이는 DDC(22.4%)의 효과에 근접하였다. 비장림프구의 미세핵형성은 정상대조군에서 세포당 0.0079개, 방사선 단독조사군(3 Gy)에서 0.4357개였고, 인삼투여군의 경우 물추출물 투여군에서 23.56%( $p < 0.025$ ), 알카로이드분획 투여군에서 32.09%( $p < 0.025$ )의 효과를 나타내어 DDC 주사군(50.63%)에 비하여 약 50%의 방사선 방호효과가 관찰되었다. 이상의 결과에서 인삼은 방사선에 의한 장해조직의 재생을 촉진하고 DNA 분자의 손상을 방어하였으며 이는 기존 방호제의 심각한 독성장해를 배제할 수 있는 자연산생물 특히, 기호식품이라는 관점에서 양호한 방사선방호 후보물질로 사료된다.

## 고려인삼이 면역글로불린 Isotype에 미치는 영향

김윤원 · 송동근 · 김영희 · 조민기

한림대학교 의과대학 미생물학교실 및 약리학교실

고려인삼(*Panax ginseng*)이 immunoglobulin isotype에 미치는 영향을 조사하기 위해 ethanol extract를 ICR 마우스에 경구투여하였다. 150 mg/kg/day로 52일간 투여에서 혈청  $\gamma$ -globulin이 56%( $p=0.002$ )로 감소하였다. IgG<sub>1</sub>은 69%( $p=0.026$ )로 뚜렷이 감소하였고 IgA, IgG<sub>3</sub> 및 IgG<sub>2b</sub>는 64%( $p=0.14$ ), 72%( $p=0.13$ ) 및 88%( $p=0.11$ )로 감소하는 경향이 있었으며 보체결합능이 있는 IgG<sub>2a</sub>와 IgM은 차이가 없었다.

IgG<sub>1</sub>, IgA, IgG<sub>3</sub>는 보체결합능이 없고 세포독성이 거의 없으며, 특히 IgG<sub>1</sub>은 대식세포의 Fc receptor와 결합할 수 없어 세포독성이(거의) 없지만 비만세포와 결합할 수 있고 친화력이 높으므로 암이나 동종세포에 차단항체로 작용하여 암을 보호하거나 이식거부반응 억제, 자가면역질환 억제, 자궁내 태아보호 그리고 IgE처럼 알레르기 유발에 중요한 역할을 한다고 알려지고 있다. IgG<sub>2a</sub>는 세포독성과 친화력이 높아 암과 미생물의 억제에 가장 효과적인 isotype으로 밝혀지고 있다.

본 연구의 결과에서 인삼은 세포독성이 거의 없는 isotype을 감소시키나 세포독성이 높은 isotype에는 영향이 없어, 세포독성이 높은 isotype을 지닌 특이항체가 효율적으로 작용할 수 있게 한다고 추정할 수 있다. 또한 본 연구에 의해 암, 감염질환 또는 알레르기에서 인삼효과에 대한 기전의 일부를 이해할 수 있고 이식환자, 임산부 또는 자가면역질환에서 인삼의 부작용 가능성을 생각할 수 있다.

## Ginsenosides의 $K^+$ Channel의 활성화에 의한 혈관 이완반응

김낙두 · 강수연 · 박정일

서울대학교 약학대학

연자들은 Ginsenosides(protopanaxatriol, ginsenoside Rg<sub>3</sub>)가 랫드 흉부 대동맥에서 내피의존성 이완반응을 나타내며 이 이완반응은 내피로부터 유리되는 nitric oxide에 의해 매개됨을 보고한 바 있다. 본 연구에서는 혈관 평활근에 미치는 ginsenosides의 효과를 검토하고자 하였다. 랫드 흉부 대동맥을 적출하여 내피를 제거한 후, 95% O<sub>2</sub> 및 5% CO<sub>2</sub>로 포화시킨 Krebs-Ringer 용액을 함유한 organ bath에 현수하였다. 25 mM KCl로 수축한 혈관에 대하여 ginsenosides는 농도 의존적으로 이완반응을 나타내었으며, 이 이완반응은 1~10 mM TEA(Ca<sup>2+</sup> activated potassium channel blocker)의 전치리에 의해 억제되었다. 그러나 60 mM KCl에 의한 수축에는 ginsenosides가 이완반응을 나타내지 않았다. Ginsenosides의 전치리는 25 mM KCl로 수축시킨 혈관 평활근에서 2.5 mM Ca<sup>2+</sup>에 의한 수축을 억제하였으나, 60 mM KCl로 수축한 혈관에서는 Ca<sup>2+</sup>에 의한 수축에 영향을 주지 않았다. 이상의 결과로 보아 ginsenosides는 혈관 평활근에서 K<sup>+</sup> channel을 활성화시켜 과분극을 유도함으로써 Ca<sup>2+</sup>의 유입을 억제하여 혈관을 이완하는 것으로 사료된다.

## HPLC를 이용한 새로운 사포닌 정량분석방법 개발

김천석 · 최강주 · 김석창 · 고성룡 · 이노운 · 성현순

한국인삼연초연구원 제품개발부

인삼 또는 인삼제품으로부터 사포닌 함량을 정량하기 위한 HPLC방법을 개선하고자 본 실험을 수행하였다. 현재 사용되고 있는 사포닌 분석법으로는 홍삼제조과정중이나 사포닌 추출과정중 생성되는 prosapogenins 이 ginsenoside-Rg<sub>3</sub>과 거의 같은 시간에 용출됨으로써 그의 분리능을 현저하게 떨어뜨릴 뿐만 아니라 추출단계가 복잡하여 분석시간이 길고 추출과정중 오차가 발생할 가능성을 안고 있다. 이러한 문제를 개선하기 위하여 알콜추출물을 직접 HPLC에 주입하고 역상인 C<sub>18</sub> column을 사용하여 gradient로 용출시켜 사포닌을 분석한 결과, 7종의 주종 ginsenosides에 대한 분리효율이 NH<sub>2</sub> column에 비해 우수한 결과를 얻을 수 있었다. 본 방법은 사포닌 분석시간을 크게 단축시킬 수 있었을 뿐만 아니라 분리의 재현성도 뛰어남을 알 수 있었다.

## 홍삼으로부터 분리한 새로운 인삼사포닌

박만기 · 박정일 · 류재하<sup>1</sup> · 김종문 · 한상범 · 홍성중

서울대학교 약학대학, <sup>1</sup>숙명여자대학교 약학대학

인삼은 고래로부터 가장 대표적인 자양 강장제로 널리 알려져 있으며, 최근에는 그 성분과 약효에 관한 많은 과학적인 연구결과가 보고되어 있어 신비한 약효가 현대 과학적인 조명을 받고 있다. 현재까지 알려진 인삼의 약효는 매우 다양하여 노화 억제효과, 항동맥경화 및 고지혈증 개선, 간기능 개선, 간기능 항진, 방사선 장애 방어, 면역증강, 항혈전, 뇌기능 항진, 항스트레스, 혈당 강하, 혈압 강하, 항암효과 등이 있다.

특히 홍삼은 백삼보다도 약효가 강하여 매우 귀중한 약제로 취급되고 있다. 최근들어 홍삼의 미량성분에 관한 연구가 활발히 진행되어 이들 성분의 새로운 약효에 대한 관심이 높아지고 있는데, 특히 이러한 미량성분은 홍삼을 가열하여 제조하는 과정에서 생성되는 것으로 홍삼의 우수한 약효를 설명해 줄 수 있는 성분으로 평가되고 있다.

본 연구진은 홍삼의 특이 성분에 관한 연구를 수행하여 백삼에는 없고 홍삼에서만 발견되는 3가지 화합물 A, B, C를 분리하여 그 구조를 규명하였다.

화합물 A는 인삼잎에서 분리 보고된 바 있으나 홍삼에서는 보고되지 않은 ginsenoside F<sub>4</sub>로, B와 C는 각각 Rg<sub>3</sub>와 Rg<sub>5</sub>( $\Delta 20$ -Rg<sub>3</sub>)의 바깥쪽 glucose의 6번 위치의 OH에 아세틸기가 결합한 것으로 그 구조를 규명하였다. B와 C는 문헌에 보고되지 않은 새로운 물질로 B와 C를 각각 Rs<sub>3</sub>, Rs<sub>4</sub>로 명명하였다.

## 볶음처리한 홍삼박 추출액의 향기성분과 관능적 특성

박명한 · 박채규 · 이종태 · 김나미 · 양재원

한국인삼연구소 연구원 제품개발부

인삼 extract를 제조하고 남은 박은 연간 약 1,500 ton 정도로 제조업체에서는 처리가 곤란한 산업폐기물로 이중 극히 일부만이 사료로 이용하기 위한 연구가 시도된 바 있으나 대부분 폐기되고 있는 자원이다.

홍삼정을 제조한 후 폐기되는 박중에 함유된 40%정도의 탄수화물과 10%정도의 단백질 성분을 이용하여 140~230°C의 온도로 10분 간격으로 30분까지 볶음처리하여 갈색화 반응을 촉진시켰을 때 ethyl ether에 이행되는 정유성분 중에서 분자량 204 이상의 향기성분 22종 중에서 200°C와 230°C의 20분간 볶음처리한 실험구에서 대부분의 성분이 검출되었고 그중 4, 5, 6번 위치의 성분의 peak가 급격히 증가되었고, 200°C, 20분 처리구에서 7, 8, 9, 10번 위치의 peak는 가장 높게 나타났다. SDE법에 의해 GC/MS로 분리한 200°C, 20분간 처리한 시료에서 7종의 pyrazine 화합물과 10종의 산류를 비롯하여 aldehyde, ketone, furan, furfural, alcohol, ester, pyrole phenol 성분 등 33종이 확인되었다. 이들 처리구 추출액의 관능적 특성을 향미를 중심으로 조사하여 QDA profile로 도시하여 분석한 결과 무처리 시료의 추출액에서 나타난 비린내, 쌀가루 냄새, 마른나무 냄새, 흙냄새의 값이 높았으나 처리구의 추출액에서는 구수한 맛, 쓴맛, 개운한 맛의 값이 높게 나타났으며 이들 추출액 중 관능적 기호도가 높았던 200°C, 20분간 처리한 시료와 시판중인 instant coffee와 can coffee를 대조구로 향취미의 차이를 조사한 결과 대등한 기호도를 나타내었다.

## 체세포배의 성숙이 인삼의 재분화에 미치는 영향

안인옥 · 박지창 · 최광태

한국인삼연구소 연구원

기존의 인삼 재분화연구에서는 미성숙된 체세포배를 이용하였기 때문에 정상적인 식물체의 획득이 어려웠다고 생각되어 본실험에서는 체세포배의 성숙에 적합한 배양조건을 구명함으로써 재분화된 인삼식물체를 얻고자 하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

저온에서 저장된 인삼 종자에서 자엽조직을 무균적으로 절취하여 MS 고체배양기에 접종하여 체세포배를 유지시킨 후 2,4-D 1 mg/l와 BAP 0.1 mg/l를 첨가시킨 MS 고체배양기에서 체세포배를 유지 증식하였다.

질소원의 농도를 변형시킨 MS배지에 2,4-D 1 mg/l와 BAP 1 mg/l 및 sucrose 3%를 첨가시킨 고체배양기에 서 구형배의 발육이 양호하였으며, 질소원의 농도를 감소시킨 MS배지에 2,4-D 0.1 mg/l, BAP 1 mg/l 및 sucrose 3%를 첨가시킨 고체배양기에 자연형배를 접종하여 20°C 이하의 온도조건에서 배양하였을 때 배의 성 속이 촉진되었다. 지베렐린 1 mg/l를 첨가시킨 1/2배 MS 고체배양기에 성숙된 배를 접종하여 4°C의 온도조건 에서 4~6주간 배양하여 배를 발아시켰으며, 유식물체는 인삼의 줄기와 잎 및 뿌리 형태를 갖추고 있으며 현재 시험관내의 토양에 이식되어 자라고 있다.

## 인삼뿌리의 호흡장애가 근적변 발생에 미치는 영향

이태수 · 목성균 · 천성기 · 반유선 · 최 정<sup>1</sup>

한국인삼연초연구원, <sup>1</sup>경북대학교 농과대학 농화학과

최근 우리 나라는 전국적으로 적변삼 발생의 증가로 인해 수삼품질이 크게 저하되고 있어 심각한 문제점으로 대두되고 있다. 적변삼 발생지는 우량 산지 고갈에 의한 재작지, 전작물 재배시 화학비료 다시용에 의한 염류고농도지, 해가림 설치 불량에 의한 누수 과다 포장, 두둑이 낮아 우기에 과습되기 쉬운 포장 및 예정지에 미부숙 농후 유기질 거름 다시용 포장 등 근권 환경의 불량에 의한 인삼뿌리의 호흡 저해조건이 되는 포장에서 많이 관찰되고 있다. 따라서 본 연구에서는 인삼뿌리의 호흡장애와 적변삼과의 관계를 조사 분석한 결과 아래와 같이 요약하였다.

1. 산지 적변삼 발생 포장중 가장 큰 주요인은 예정지 부적합 농후 유기질 비료 과다시용 및 전 작물재배시 다년간 화학비료의 연용에 의한 염류 및 인산의 고농도와 해가림 설치 불량 포장의 누수 과다, 배수로 설치 불량 및 상고 저하에 의한 우기과습 등에 의한 근권 환경의 불량으로 인삼뿌리에 stress를 주는 조건들이었다.
2. 인삼뿌리의 호흡율은 토양 염류 농도가 높아질수록, 토양의 환원상태가 진전될수록, 적변발생율이 높아질수록 현저히 낮아졌다.
3. 인삼뿌리의 호흡율이 낮아지면 적변화(suberization)와 관련이 깊은 peroxidase와 polyphenol oxidase의 활성도가 증가되었다.
4. 인삼뿌리의 호흡 대사 저해제 처리농도를 증가시킴에 따라 뿌리의 호흡율은 현저히 낮아지고 적변발생율은 현저히 증가하였다.
5. 적변 외피에는 페놀성 물질, 지질성 물질 및 철성분 함량이 건전외피에 비해 현저히 많았다.

## 인삼의 직파 재배에 관한 연구

목성균 · 천성기 · 이태수 · 반유선

한국인삼연초연구원

우리나라 인삼은 전부 이식재배를 해왔으나 최근 농촌의 노동력 부족과 인건비 상승 때문에 직파재배 농가가 급격히 증가되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 산지 직파재배 실태 조사와 동시에 시험포장 재배를 통해서 년근별 생육특성, 수량 및 생산비 등을 이식재배와 조사 비교하여 직파재배의 문제점과 개선방향에 대해 검토하였으며 그 결과는 아래와 같다.

1. 산지 직파재배 포장의 파종밀도는 칸(90 cm×180 cm)당 200~285본이었으며 그중 210본(14행×15열)이 가장 많았고 3, 4년근시 생존본수는 100본 정도로 이식재배의 2배 정도였다.
2. 직파재배 3년근 포장의 엽면적 지수는 5.0 이상으로 이식재배 4~6년근의 2.4~3.8에 비해 현저히 높아 지상부가 과번무한 상태에서 재배되었다.
3. 산지 직파재배 포장은 대부분 3년근에서 수확하고 있으며 직파 3년근의 수량은 10a당 450~570 kg으로 이식재배에 비해 약 40% 증수, 6년근과는 대등한 증수효과가 있었으나 직파 4년근 이후의 수량은 450~660 kg으로 3년근에 비해 별로 증가되지 않았다.
4. 직파재배 인삼은 이식재배 인삼에 비해 특히 지근에서 조사포닌 및 분획별 총사포닌 함량이 현저히 많았으며, 적변발생율은 적었으나 동체의 비중은 낮았다.
5. 직파재배 인삼은 이식재배 인삼에 비해 이식기인 농번기에 인력난 해소와 단기간에 수량증대 효과가 있고 제품원료수삼용으로 적합하나, 수삼의 체형불량 및 소편화와 비중저하 때문에 홍삼제조용으로는 부적합하였다.
6. 직파재배시는 밀식재배에 의한 엽면적 지수가 크기 때문에 4년근 이상 재배가 곤란하므로 수확년근별 적정 파종밀도와 년근별 생육시기별 적정 수광량 유지방법 개발 등에 의한 년근별 합리적인 엽면적 확보와 동화량 증대 방법이 요구되었다.

## 인삼포 예정지용 유기질거름의 시용적부 판정을 위한 부숙도 간이검정 및 검정에 따른 인삼생육 비교

목성균 · 이태수 · 천성기 · 반유선

한국인삼연초연구원

인삼은 예로부터 신초 또는 영초로 불려져 왔으며 인삼재배시 거름은 구벽토나 신선한 산야초를 주로 사용해 왔다. 그러나 최근 농촌의 인력난 때문에 산야초를 채취 예정지에 사용하는 포장은 거의 찾아 볼 수 없게 되었다.

따라서 최근 인삼포 예정지 기비로서는 산야초 대용으로 각종 각축 분뇨인 농후 유기질 거름을 주로 사용하고 있기 때문에 인삼의 생육과 품질에 나쁜 영향을 미치고 있어 이에 대한 대책이 시급한 실정이다. 따라서 인삼재배 농가에서 주로 사용하고 있는 유기질 거름의 시용적부 여부를 검토하기 위해서 지령이를 이용한 생물학적 검정, 종자발아율 검정, 수침출액에서의 묘삼생육 검정과 검정에 따른 인삼생육에 대해 비교 검토한 결과를 요약하면 아래와 같다.

1. 최근 인삼재배 포장 69개소를 대상으로 예정지 사용기비 종류 및 시용량 실태를 조사한 결과 산야초를 사용한 포장은 한곳도 없고 주로 계분, 우분, 돈분 등 가축분뇨를 사용하고 있었으며 10 a당 시용량은 3~4톤이었으나 최고 12톤을 사용하는 포장도 있었다.
2. 지령이를 이용한 유기질 거름 종류별 부숙도를 검정한 결과 지령이 치사율이 높은 유기질 거름은 묘포나 본포에서 인삼생육이 현저히 불량하였다.
3. 지령이가 치사되지 않는 유기질 거름일지라도 유기질 거름의 수침출액(10배)에서 무우, 오이 등의 종자 발아 및 생육상태가 불량한 유기질 거름은 시용량이 증가될수록 묘포 및 본포에서 인삼의 출아 및 생육도 불량하였다.
4. 따라서 인삼포에 시용 적부 판정을 위한 유기질 거름의 부숙도 검정에서 지령이가 치사되는 미부숙 유기질 거름은 인삼포에 시용이 부적합하며, 지령이가 치사되지 않는 유기질 거름일지라도 수침출액에서의 묘삼생육을 검정하여 묘삼생육이 불량할 경우 묘포 및 본포 예정지에 과다 시용은 금해야 될 것으로 생각된다.
5. 지령이의 치사율이 높은 유기질 거름은 각종 유해가스가 많이 발생되거나 염류농도가 높았다.