

발간등록번호

11-1541000-001401-01

고들빼기와 인삼의 시설생산 및 전통 식이식품 개발

Greenhouse Production and Commercialization
of "Godeulbbaegi" and Ginseng

(주)이파리넷

농림수산식품부

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “고들빼기와 인삼의 시설생산 및 전통 식이식품 개발” 연구과제의 보고서로 제출합니다.

2012년 4월 9일

주관연구기관명 : (주)이과리넷
주관연구책임자 : 천상욱
세부연구책임자 : 천상욱
연구위원 : 김정환
연구위원 : 박정선
연구위원 : 백인자
연구위원 : 윤승섭
연구위원 : 정보영
협동연구기관명 : 순천대학교
협동연구책임자 : 이성춘
연구위원 : 배세호
연구위원 : 정순목
연구위원 : 이선화
협동연구기관명 : 동의나라(주)
협동연구책임자 : 김영민
연구위원 : 김현웅
연구위원 : 최미승
연구위원 : 김소연
연구위원 : 김익아
연구위원 : 김신박

요 약 문

I. 제 목

고들빼기와 인삼의 시설생산 및 전통 식이식품 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

본 연구는 미래 기후변화 대응을 위해 환경변이에 따른 시뮬레이션 모델로 뿌리이용 약용 자원식물인 고들빼기와 인삼을 대상으로 재배지에서 온도, 광 및 계절 변화에 따른 대상 식물의 생태환경, 생육 및 수량 특성 파악은 물론, 자원식물을 자생지 또는 노지재배에서 생산성이 높은 시설재배로 전환시켜 연중 대량생산 시스템을 구축하고자 한다. 기능성 검색부문에서는 기존의 대상 자원식물의 기능성을 더욱 구체화하고 앞 과제에서 도출된 결과를 바탕으로 환경변이와 가공 및 제품화에 따른 생리활성물질 함량과 기능성의 변이에 대한 조사 산정 기준을 마련한다. 가공 및 제품화 단계에서는 전통적인 식품과 퓨전화를 통해 고들빼기와 인삼 함유 편이식품, 김치와 장류제품의 가공 및 상품화를 목표로 한다.

2. 연구개발의 필요성

가. 기후변화 대응 미래 자원식물의 환경반응 연구필요

기후변화의 영향으로 한반도에서 재배하는 농작물의 종류가 바뀌고 있다. 기상청에 따르면 우리나라의 연평균 기온은 1973~1980년 12.2도였으나 2001~2007년 12.9도로 0.7도 올랐다. 강수량은 1,255.0mm에서 1,469.3mm로 214.3mm 증가했다. 우리나라의 기온이 오르고 강수량이 많아지는 것은 아열대기후로 바뀌고 있다는 증거다. 쌀보리, 사과, 복숭아, 한라봉의 재배한계선이 북상 중에 있음을 기상청은 밝혔다. <동아일보 2009. 01. 28>

따라서 환경변이에 따른 시뮬레이션 모델로 고들빼기와 인삼을 대상으로 재배지에서 온도, 광 및 계절 변화에 따른 대상 식물의 생태환경, 생육 및 수량 특성을 연구한다.

나. 뿌리이용 약용자원식물의 항산화 및 항암효과 탁월

사포닌 함량이 풍부하여 항산화성 및 항암성 등의 인삼 기능성은 잘 알려져 있다. 최근 고들빼기의 항암성은 위암 세포주(SNU-601)에 대한 IC₅₀값에 있어서 25.0 μ g/mL으로 다른 우영과 더덕이 각각 194.6과 240.5 μ g/mL에 비해 탁월하여 소비가 증가하는 추세이다. <농림수산식품부 ARPC 보고서, 2008>

환경변이에 따른 대상 식물이 갖는 고유의 생리활성물질 함량 및 기능성의 변이를 정성 및 정량적으로 구명한다.

다. 시설재배로 연중 대량생산 재배시스템 개발로 생산성 및 농가소득 증대 기여

아직 양액 시설재배에 대한 적절한 배지 및 시설조건이 개발되어 있지 않지만 본 연구 과제를 통해 최적 양액재배 조건을 구명하고 이를 활용한 연중 대량생산 및 증식 시스템을 개발하여 농가에 보급하여 기존의 재배양식보다 높은 생산성 및 농가소득에 기여하고자 한다.

최적 양액재배 환경을 구명하여 사계절 전천후적 식물 공장형 대량생산 기술을 개발한다.

라. 기능성 고들빼기와 인삼을 가미한 김치와 장류식품 개발

국가 및 지역적으로 재배 또는 자생한 고들빼기와 인삼을 소재로 손쉽게 식이 할 수 있는 전통인 김치와 장류 퓨전식품의 소재로 활용한다.

원료 확보가 용이하면서도 대중적인 선호도가 높은 배추김치와 해조류를 혼합한 김치류와 대상 식물을 가공(건조, 분말, 엑기스화)하여 간장과 고추장에 혼합하여 숙성 발효 장류식품의 소재로 개발한다.

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 연구개발 내용

가. 고들빼기와 인삼의 환경반응 및 연중 대량생산시스템 개발 연구

본 세부과제에서는 재배지 생태환경 조사를 위해 노지와 시설재배지에서 재배된 식물과 온도, 광, 상대습도 등의 재배 환경의 특성차이 구명과 지하부 바이오매스와 물질 전류를 구명하기 위해 대상 식물의 생육 및 수량 특성을 파악하고, 토양의 물리성, 화학성 및 생물성에 대한 생태환경 특성을 구명한다. 또한 다양한 온도, 광도 및 계절변이에 따른 대상 식물의 생육 및 수량 특성을 파악한다. 이를 바탕으로 자생지 또는 노지의 대상 식물을 작물화 및 대량생산화하기 위해 새로운 번식법 및 양액재배법 개발, 그리고 연중 대량생산 방법을 강구한다.

나. 환경변이에 따른 고들빼기와 인삼의 생리활성물질 및 기능성 분석

본 과제는 입지별 변이가 처리된 식물재료와 제품을 확보하여 전처리와 조추출물로부터 용매 분획물을 얻은 후 생리활성물질로서 일반성분, 사포닌, 항산화성 물질, 폴리페놀 및 플라보노이드 등의 함량을 비교 분석하고, 식물체 부위별, 입지별(재배지와 환경변이), 분획별 항산화성 및 세포독성을 정밀 분석하여 재배환경과 기후변화에 의한 생리활성성분과 기능성의 변이 정도를 파악한다.

다. 고들빼기와 인삼의 가공 및 제품화 기술 개발

가공 및 제품화 기술 개발을 위해 소재식물의 건조, 분말화, 가식성 및 저장성을 연구하여 실제적으로 양념류 개발을 통해 인삼-배추김치, 고들빼기-배추김치를 개발, 검증, 제품화한다. 그 제품에 대한 소비자의 성향, 기호도 및 관능평가를 수행한 후 고들빼기와 인삼-장류 식품 개발을 위해 추출물/분말을 각각 간장/고추장에 첨가하여 전통과 현대, 발효와 기능성의 퓨전 식제품을 개발하고 검증하고 그 제품을 숙성정도별로 성분 및 기능성의 재분석을 실시한다.

2. 연구개발의 범위

가. 고들빼기와 인삼의 환경반응 및 연중 대량생산시스템 개발 연구

- (1) 재배지 생태환경 조사연구: 노지와 시설재배지에서 재배된 식물과 토양의 특성차이 구명
 - (가) 노지와 재배하우스 생육 및 수량 특성
 - (나) 노지와 재배하우스 토양의 특성 구명
- (2) 환경변이 특성 구명: 온도, 광, 계절변이에 따른 식물의 생육 및 수량 특성 구명
 - (가) 광도변이 반응 연구
 - (나) 계절변이성 연구
 - (다) 온도변이 반응 연구
- (3) 연중 대량생산 시스템 개발
 - (가) 종자 및 실생묘를 이용한 대량증식법 개발
 - (나) 고품질 다수확 양액재배시스템 개발

나. 환경변이에 따른 고들빼기와 인삼의 생리활성물질 및 기능성 분석

- (1) 입지별 식물재료 확보 및 전처리: 재배지, 환경변이에 재배된 식물의 확보
 - (가) 처리별 부위별 샘플 준비
 - (나) 조추출물로부터 용매 분획
- (2) 생리활성물질의 함량 분석: 사포닌, 항산화물질, 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 비교분석
 - (가) 일반성분 및 사포닌 함량
 - (나) 항산화물질 및 페놀 함량
 - (다) 플라보노이드 및 알칼로이드
- (3) 기능성 변이 분석: 재배지에 따른, 입지환경별, 분획별 항산화성 및 세포독성 분석
 - (가) 항산화성
 - (나) 세포독성 연구

다. 고들빼기와 인삼의 가공 및 제품화 기술 개발

- (1) 가공 및 제품화 기술 개발: 소재식물의 건조, 분말화 및 저장성 연구
 - (가) 분말용 고들빼기와 인삼의 최적 건조 기술개발
 - (나) 고들빼기와 인삼을 이용한 식이요법용 전통식품(김치)의 가공기술 개발
 - (다) 고들빼기와 인삼 함유 김치 제작
- (2) 고들빼기와 인삼을 이용한 가공 제품 개발
 - (가) 원료의 가공 처리에 따른 성분변화 연구
 - (나) 다양한 제형 개발을 통한 조미제품 등 가공 제품 개발
 - (다) 개발된 가공식품의 관능 및 소비자 기호도 조사
- (3) 고들빼기와 인삼-장류 식품 개발: 대상 식물의 추출물/분말-간장/고추장 개발 검증, 제품화
 - (가) 제제화를 위한 원료확보 및 분말화
 - (나) 간장 및 고추장에 고들빼기와 인삼 분말의 첨가
 - (다) 숙성정도별 제품의 성분 및 기능성 분석

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

가. 고들빼기와 인삼의 환경반응 및 연중 대량생산시스템 개발 연구

(1) 시설재배 표준양액

양액은 일본원시(Ikeda 1984) 균형배양액을 변경 사용하여 생육초기에는 1/2배액($EC\ 1.1dS \cdot m^{-1}$), 생육중반 이후부터는 표준농도($EC\ 2.2dS \cdot m^{-1}$)로 조정하여 급액하였으며, 파종 및 정식 후 1주일간은 물만 공급하였고, 2주째부터는 양액을 공급하였고 타이머를 이용하여 오전 10시부터 오후 4시까지 시간당 각각 15분간 비순환식으로 각 식물체당 100ml씩 공급하는 것이 적절한 것으로 나타났다.

(2) 재배지별 수량 특성

(가) 인삼

시설재배지에서 인삼의 지상부의 경우 고행배지경은 코코피트 단일 배지에서 노지토경(대조)과 같은 수량을 보여 최적 배지인 것으로 나타났다. 한편, 시설재배지에서 인삼의 지하부 생체중의 경우 분무경이 노지토경(대조)보다 72% 증수된 것으로 나타났다. 고행배지 중 코코피트 단일 배지에서 노지토경과 유사한 수량을 보였다. 따라서 분무경 배지에서 가장 높은 수량을 보였고 그 다음이 코코피트 단일 배지로서 노지토경과 유사한 수량을 보임으로써 이 2가지 방법이 인삼의 지하부 시설생산에서 최적 배지로 선정하였다.

(나) 고들빼기

재배지별 고들빼기의 지상부 생체중은 하우스토경은 노지토경(대조)보다 38% 증수되었고 고행배지경 중에서는 코코피트와 퍼라이트가 50:50으로 혼합된 배지에서 41%의 증수를 보여 고들빼기의 지상부 시설생산에서 최적 배지인 것으로 나타났다. 한편, 재배지별 고들빼기의 지하부 생체중은 하우스토경은 노지토경(대조)보다 48% 증수되었고 고행배지경 중에서는 코코피트와 퍼라이트가 50:50으로 혼합된 배지에서 노지토경보다 67%의 증수를 보여 코코피트와 퍼라이트를 혼합할 때 퍼라이트가 많은 배지에서 더 높은 수량을 보임으로써 고들빼기의 지하부 시설생산에서 최적 배지인 것으로 나타났다.

(3) 재배환경에 따른 수량 특성

(가) 인삼

재배지별 인삼의 생육특성은 노지토경, 분무경, 하우스고형배지, 하우스토경 중에서 지상부 생육은 노지토경이 가장 높은 생장량을 보였고, 지하부 생육은 분무경이 가장 빠른 생육을 보였다.

차광별 인삼의 생육 및 수량은 차광정도가 높을수록 인삼의 초장, 엽수, 엽면적, 근장, 근직경, 지상부 생체중 및 지하부 생체중은 유의적으로 감소하는 경향이 뚜렷하였고 6월에 정식한 인삼보다는 4월에 정식한 것이 더 높은 생육과 수량을 보였다.

인삼의 시설재배지에서 차광에 의해서 유의적인 영향을 받는 것으로 나타났으며 배지조성의 경우 코코피트 함량이 높을수록 가장 높은 수량을 기대할 수 있었다.

온도변화에 따른 인삼의 생육반응에 있어서 초장은 30℃에서, 근장은 25℃에서 가장 높게 나타나 온도 간 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다.

따라서, 인삼의 시설재배지에서 재배시기를 season I(4월부터 8월까지; 조기재배)과 season II(6월부터 10월까지; 만기재배)로 달리한 경우 season I(조기재배)이 더 높은 생육과 수량을 보인 것으로 나타났다. 인삼의 시설재배지에서 지상부 및 지하부 생체중은 조기재배에서 C100 : P0 배지가 가장 유의적으로 높게 나타났다.

(나) 고들빼기

고들빼기 입묘 성공을 위해 당해연도에 생산된 종자가 높은 발아율을 보이므로 유의해야 한다. 고들빼기의 생육은 비닐하우스가 외부포장보다 높게 나타났고, 같은 비닐하우스에서도 지상부는 고행배지를 이용한 것이 토경보다 높게 나타났으나 지하부 생육은 토경보다 매우 낮게 나타났다.

차광정도가 높을수록 생육 및 수량은 유의적으로 감소하는 경향이 뚜렷하였고 4월에 정식한 고들빼기보다는 7월에 정식한 것이 더 높은 생육과 수량을 보였다. 이는 고들빼기의 생육에 고온기가 요구되고 있음을 반영하고 있는 것으로 해석된다.

고들빼기의 시설재배지에서 7월에 정식한 경우가 4월경에 정식한 경우보다 높은 수량을 기대할 수 있었다. 또한, 차광에 의해서 유의적인 영향을 받는 것으로 나타났으며 배지조성의 경우 코코피트와 퍼라이트 혼합배지가 단독배지 보다 더 높은 수량을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

온도변화에 따른 고들빼기의 생육은 25℃에서 가장 높은 생육을 보였고 20℃와 30℃에서는

오히려 생육이 감소하고 엽색이 홍색으로 변하는 경향이 뚜렷하였다.

재배시기를 season I(4월부터 8월까지; 조기재배)과 season II(6월부터 10월까지; 만기재배)로 달리한 고들빼기의 생육과 수량은 season II(만기재배)가 더 높은 생육과 수량을 보인 것으로 나타났다.

시설재배지에서 고들빼기의 지상부 및 지하부 생체중은 모두 C50 : P50 배지가 가장 높았고 코코피트가 많을수록 만기재배 경우가, 퍼라이트가 많을수록 조기재배가 높은 생육을 보였다.

연작재배 시험에서 고들빼기는 연작에 따른 부정적인 영향은 없었으나 인삼은 생육전반의 감소현상이 뚜렷하게 나타나기 때문에 시설재배 조건에서 이에 따른 대책이 강구되어야 할 것으로 판단된다. 재배연한이 증대되는 연작에 따른 토양의 화학성의 변화는 pH는 낮아지는 경향이 뚜렷하였고 전기전도도(EC), Ca, K, Mg, Na과 같은 양이온 함량 및 양이온 치환용량(CEC)은 1년차보다 2년차에 뚜렷한 증가가 있었음을 알 수 있었고 이는 양액재배 시 양액공급으로 인한 이 양분들이 축적되었기 때문일 것으로 해석된다.

나. 환경변이에 따른 고들빼기와 인삼의 생리활성물질 및 기능성 분석

(1) 재배조건별 생리활성물질 및 기능성

(가) 인삼

① 생리활성물질

재배조건에 따라서 총 페놀 함량은 인삼 지상부의 경우 노지토경과 분무경보다는 하우스고형과 하우스토경이 더 높게 나타났으나 인삼 지하부는 분무경, 하우스고형, 하우스토경, 노지토경 순으로 나타났고 지상부가 지하부보다 4배 이상 높은 함량을 보였다.

재배양식별로 재배된 2년생 인삼의 지상부 및 지하부의 ginsenoside 8종의 함량은 총 사포닌 함량으로 봤을 때 지하부보다는 지상부에서 뚜렷이 높게 나타났다. 노지토경이 가장 높은 함량을 보였고, 그 다음이 고형배지경과 분무경 순으로 나타났다. 지하부는 고형배지경이 가장 높은 함량을 보였고, 노지토경과 분무경이 다음이었다.

② 기능성

재배양식별 인삼의 지상부와 지하부의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 활성을 보였고, 지상부에서 고형배지경, 분무경, 노지토경, 하우스토경 순으로 높은 활성을 보였고, 지하부에서 낮은 활성을 보였고 재배양식간의 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다.

인삼에서 MTT assay에 의한 세포독성은 폐암세포주(Calu-6)와 대장암세포주(HCT-116)에 대한 재배지별로 지상부 및 지하부 추출물의 세포독성은 고형배지경에서 높게 나타났다.

(나) 고들빼기

① 생리활성물질

재배지별 따른 총 페놀 함량은 지상부가 지하부보다 높은 함량을 보였고, 하우스 고형배지, 하우스 토경, 노지토경 순으로 높았으며, 시설재배지 내에서는 차광이 클수록 높은 함량을 보였다.

재배양식별 고들빼기의 지상부와 지하부 모두에서 총 플라보노이드 함량은 하우스고형배지경, 하우스토경, 노지토경 순으로 높았으며 지상부가 지하부보다 유의적으로 높은 함량을 보였다.

② 기능성

재배양식별 고들빼기의 지상부와 지하부 추출물의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 활성을 보였고, 지상부에서 노지토경, 하우스고형배지경, 하우스토경 순으로 높은 활성을 보였고, 지하부에서 노지토경, 하우스토경, 하우스고형배지경 순으로 높은 활성을 보였다.

고들빼기에서 MTT assay에 의한 세포독성은 폐암세포주(Calu-6)와 대장암세포주(HCT-116)에 대해 재배지별로 지상부 추출물 세포생존율은 고형배지경에서 가장 낮게 나타났다. 이는 고형배지경에서 재배된 고들빼기가 가장 높은 세포독성, 즉 항암활성을 나타냈다.

(2) 광도별 생리활성물질 및 기능성

(가) 인삼

① 생리활성물질

인삼의 총 페놀 함량을 분석한 결과 지상부의 경우 차광정도가 클수록 높은 함량을 보였고 특히, 지하부는 차광 50%에서 가장 높은 함량을 보였다.

차광별 인삼의 지상부와 지하부의 총 플라보노이드 함량은 지상부의 경우 차광정도가 클수록 높은 함량을 보였고 지하부는 차광정도간에 유의성이 없는 것으로 나타났다.

② 기능성

차광별 인삼의 지상부와 지하부의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 활성을 보였고 지상부와 지하부 모두에서 무차광과 70%차광이 50%차광보다 더 높은 활성을 보였다.

APX 활성은 인삼 지상부 및 지하부 모두에서 무차광에서 가장 높았고, 그 다음이 50%차광과 70%차광 순으로 무차광이 차광보다 높게 나타났고, CAT, POX와 SOD 활성은 차광별 유의적인 차이는 인정되지 않았다.

(나) 고들빼기

① 생리활성물질

고들빼기의 총 페놀 함량 분석한 결과 지상부의 경우 차광정도가 클수록 높은 함량을 보였고 특히, 지하부는 50%차광에서 가장 높은 함량을 보였다.

차광별 고들빼기의 지상부와 지하부의 총 플라보노이드 함량을 분석한 결과 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 함량이 검출되었으나 지하부는 매우 낮은 함량으로 검출되었다. 지상부의 경우 차광정도가 클수록 높은 함량을 보였고 지하부는 차광정도간에 유의성이 없는 것으로 나타났다.

② 기능성

DPPH 라디칼 소거능은 고들빼기 추출물 농도와 비례적으로 증가하는 경향이 뚜렷하였고 지상부보다는 지하부 추출물에서 더 높은 활성을 보였다.

아질산염(nitrite) 소거능은 고들빼기 지상부 추출물에서 무차광, 50%차광, 70%차광 순으로

무차광에서 더 높은 활성을 보였으나 유의적인 차이는 없었고, 지하부에서는 지상부보다 약간 더 높은 활성을 보였으며 차광별 유의적인 차이는 인정되지 않았다.

고들빼기 항산화효소 활성은 지상부가 지하부보다 더 높게 나타났으며 CAT와 POX활성에서 지상부는 차광 높을수록, 지하부는 차광 낮을수록 높은 활성을 보인 것으로 나타났다. 한편, APX활성은 지상부에서 차광이 낮을수록, 지하부는 높은 차광에서 높은 활성을 보였고 SOD 활성은 지상부와 지하부 모두 차광 높을수록 높은 활성을 보였다.

(3) 온도별 생리활성물질 및 기능성

(가) 인삼

① 생리활성물질

재배온도별 인삼의 지상부와 지하부의 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량을 분석한 결과 인삼의 지상부는 재배온도에 따라(특히 특정온도 25℃에서) 유의적인 폴리페놀 형성량 차이에 영향을 주지만 지하부는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

② 기능성

온도별 인삼의 지상부와 지하부의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과 농도가 증가함에 따라 활성은 비례적으로 높게 나타났으며, 특히 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 활성을 보였다. 10,000mgkg⁻¹ 농도에서 25℃ > 20℃ > 30℃순으로 높은 활성을 보였으나 온도간의 유의적인 차이는 지상부에서만 있었고 지하부에서는 유의성이 없는 것으로 나타났다.

인삼 온도별 APX, CAT, POX 활성은 지상부는 고온에서 지하부는 저온에서 더 높은 활성을 보였으나 SOD 활성은 지상부와 지하부 모두에서 온도별 유의적인 차이는 인정되지 않았다.

(나) 고들빼기

① 생리활성물질

재배온도별 고들빼기 지상부와 지하부 추출물로 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량을 분석한 결과 온도가 높을수록 높은 함량을 보였고, 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 함량이 검출되었다. 따라서 고들빼기의 지상부와 지하부는 재배온도에 따라 유의적인 폴리페놀 형성량 차이에 영향을 주는 것으로 사료된다.

② 기능성

온도별 고들빼기의 지상부와 지하부의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과, 농도가 증가함에 따라 활성은 비례적으로 증가하였고 30℃와 20℃에서 지상부와 지하부 모두에서 높은 활성을 보인 것으로 나타났다.

(4) 연령별 또는 부위별 생리활성물질 및 기능성

(가) 인삼의 연령별 생리활성물질 및 기능성

① 생리활성물질

연령별 인삼의 총 페놀과 총 플라보노이드 함량을 분석한 결과 지상부는 연령이 낮을수록 지하부는 연령이 높을수록 높은 함량을 보였다. 인삼연령별 인삼의 지상부 및 지하부의 ginsenoside 8종의 총 사포닌 함량으로 지하부보다는 지상부에서 높게 나타났다. 지상부는 낮

은 연령일수록, 지하부는 높은 연령일수록 높은 함량을 보였다.

② 기능성

인삼연령별 지상부의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과 인삼의 지상부는 낮은 연령에서, 지하부는 높은 연령에서 높은 DPPH 라디칼 소거능을 보였다.

인삼연령별 지하부 추출물의 폐암 세포주(Calu-6)에 대한 세포독성은 5년생에서 가장 높았고, 대장암 세포주(HCT-116)에 대한 억제율은 3년생이 가장 높아 일정한 경향은 없는 것으로 나타났다.

(나) 고들빼기 부위별 생리활성물질 및 기능성

① 생리활성물질

고들빼기의 총 페놀 함량은 꽃에서 가장 높게 나타났고, 그 다음은 잎, 줄기, 뿌리 순으로 나타났다. 고들빼기의 식물체 부위별 총 플라보노이드 함량은 그 차이는 뚜렷하였다. 줄기, 잎, 꽃, 뿌리 순으로 줄기와 잎이 가장 높았고 뿌리가 가장 낮은 함량을 보였다.

② 기능성

고들빼기에서 DPPH법에 의한 항산화성은 농도와 비례하게 활성이 증가하는 양상을 보였다. 합성 항산화제 Vitamin C와 BHT에 비해 낮은 활성이지만 뿌리, 잎, 꽃, 줄기 순으로 뿌리가 가장 높고 줄기가 가장 낮은 활성을 보였다.

고들빼기에서 MTT assay에 의한 세포독성 중 폐암 세포주(Calu-6)와 대장암 세포주(HCT-116)에 대한 세포생존율로 나타난 결과 개화기 때 수확된 식물체 부위별로 볼 때 뿌리, 잎, 꽃, 줄기 순으로 높은 세포독성을 보였다.

(다) 고들빼기 분획별 생리활성물질 및 기능성

① 생리활성물질

용매분획별 고들빼기 지상부의 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량을 분석한 결과 지상부와 지하부 모두 에틸아세테이트층에서 가장 높았다.

② 기능성

용매분획별 고들빼기 지상부 추출물의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과 에틸아세테이트층, 부탄올층, 물층, 메탄올 추출물 모두에서 90%이상의 높은 활성을 보였고 지하부의 경우는 부탄올층에서 가장 높은 활성을 보였다.

용매분획별 고들빼기 용매분획별 폐암 세포주(Calu-6)에 대한 세포독성은 지상부는 헥산층과 에틸아세테이트층에서 지하부에서는 에틸아세테이트층이 가장 높은 항암활성을 보였다. 한편, 위암 세포주(SNU-601)에 대한 세포독성은 지상부에서 역시 헥산층과 에틸아세테이트층에서 높은 항암활성을 보였고 지하부에서는 헥산층에서 가장 높은 항암활성을 보였다.

다. 고들빼기와 인삼의 가공 및 제품화 기술 개발

(1) 건조 전처리(데침 처리)에 따른 고들빼기의 유효성분 및 기능성 변화

신선한 채소나 나물의 일반적인 과정인 건조 전 데침 처리에 의한 고들빼기의 유효성분과 기능성의 변화를 조사하였다. 농가에서 구입한 신선한 고들빼기 시료를 소금을 농도별로(무처

리, 1%, 3%, 5%) 처리한 끓는 물에 처리시간 (1분, 3분, 5분)별로 침지 처리한 후 60°C dry oven에서 건조하여 그 변화를 조사하였다.

총 페놀 화합물의 함량은 1%에서 5%로 소금물의 농도가 증가함에 따라 무처리에 비해 증가하는 경향을 보였다. 그러나 데침 시간의 변화에는 일정한 경향을 보이지 않았고 3분 데침 처리한 것이 1분과 5분 데침 처리보다 높았다.

총 플라보노이드 함량은 소금물의 농도가 높아짐에 따라 플라보노이드 함량도 높아지는 경향을 보였고, 1분의 짧은 시간 처리한 것에 비해 3분과 5분 데침 처리한 것의 함량이 높았다.

활성산소의 소거능을 확인하기 위해 수행한 DPPH radical 소거능은 소금물을 처리하지 않은 시료에 비해 소금물의 농도가 증가함에 따라 소거활성도 증가되었고 또한 처리시간의 증가에 의해 활성도 증가하였다.

아질산염 소거능은 소금물의 농도와 처리 시간의 변화에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다.

(2) 건조방법에 따른 유효성분 및 기능성의 변화

신선한 고들빼기를 건조방법에 따른 시료의 총 페놀 화합물 함량을 비교한 결과 고들빼기 지하부(뿌리)의 총 페놀 함량은 자연 건조한 시료의 함량이 가장 높았고 동결 건조한 시료의 함량이 가장 낮았다. 잎의 경우는 동결 건조한 시료의 함량이 가장 높았고 다음이 열풍건조 그리고 자연건조의 함량이 가장 낮았다. 고들빼기의 총 페놀 화합물 함량은 뿌리에 비해 잎이 약 10배 정도 높게 나타났다.

다양한 방법으로 건조한 고들빼기 뿌리와 지상부의 플라보노이드 함량은 열풍 건조한 시료의 함량이 가장 높았고 동결 건조한 시료의 함량이 가장 낮았다.

고들빼기의 건조 방법에 따른 뿌리의 DPPH radical 소거능은 전반적으로 활성이 낮았는데 그중 자연 건조한 시료가 가장 높았다. 지상부의 경우는 열풍 건조한 시료가 가장 높았고 자연 건조한 시료는 활성이 낮았다.

아질산염 소거능은 뿌리와 지상부 모두 건조 방법에 따라 차이가 없었다.

고들빼기의 기능성 향상과 이용 가능성의 증대를 위해 신선한 고들빼기를 잘 세척한 후 인삼의 홍삼 제조와 같은 방법으로 다양한 조건의 열처리를 통해 고들빼기 뿌리를 가공하고 그에 따른 유효성분의 함량과 기능성의 변화를 평가하였다. 가공은 60°C의 dry oven에서 열풍 건조한 시료, 80°C의 비교적 높은 온도에서 건조한 시료 그리고 증기로 각각 1회, 2회, 3회 그리고 4회 찌 후 건조한 시료를 분말화하여 시험에 사용하였다.

고들빼기 지하부(뿌리)의 총 페놀 함량은 4회 증열처리 후 건조한 시료의 함량이 가장 높았고 60°C에서 건조한 시료의 함량이 가장 낮았다. 그러나 고들빼기의 뿌리의 총 페놀 화합물 함량은 85°C에서 건조한 시료가 60°C에서 건조한 시료보다, 그리고 4회 증열 처리 후 건조한 시료가 그 이하의 횟수로 건조한 시료에 비해 높은 함량을 보였으나 증열 횟수의 증가에 따라 함량의 증가는 일정한 경향을 보이지 않았다.

지하부(뿌리)의 플라보노이드는 60°C에서 건조한 시료의 함량이 가장 낮았고 자연 건조한 시료의 함량이 가장 높았다. 증열처리 후 건조한 시료는 횟수에 관계없이 큰 차이를 보이지 않았다.

인삼을 홍삼으로 증포하는 과정에서 ginsenoside의 함량이 증가하는 것을 이용해 고들빼기를 홍삼 제조와 같은 방법으로 다양한 조건의 열처리를 통해 고들빼기 뿌리의 사포닌의 함량 변

화를 조사하였다. 각각의 방법으로 처리한 고들빼기 지하부(뿌리)의 ginsenoside 함량은 처리한 모든 시료에서 ginsenoside 중 Rg1은 자연 건조한 시료보다 높게 검출되었으나 열처리 횟수나 온도에 따라 일정한 경향을 보이지 않았고 모든 시료에서 Rb1은 검출되지 않았다.

고들빼기 뿌리의 DPPH radical 소거능은 전체적으로 낮은 온도에서 건조한 시료의 활성이 높은 온도에서 건조한 시료보다 높아 열처리에 의해 활성이 감소되는 경향을 보였다.

아질산염 소거능은 열처리에 의해 특히 비교적 높은 온도에서 처리한 것에 활성이 다소 높게 나타났다. 인삼의 경우도 자연 건조한 시료와 60℃에서 건조한 시료 보다 85℃에서 건조한 시료의 아질산염 소거능이 높았고 증열 처리한 횟수의 증가에 따라 소거능이 높아져 4회 증열 처리 후 건조한 시료의 소거능이 74.5%로 가장 높았다.

(3) 고들빼기와 인삼의 추출 조건에 따른 유효성분 및 기능성 변화

고들빼기와 인삼을 가공하여 다양한 제품생산에 적용하기 위해 유효성분과 기능성을 최적화할 수 있는 추출 조건을 규명하기 위해 추출 용매의 조건과 추출온도와 시간 조건에 따라 유효성분과 기능성을 평가하였다.

고들빼기 잎과 뿌리 추출물의 회수율은 증류수 100%로 추출한 시료가 가장 높았고 에탄올 함량이 높아질수록 회수율은 크게 감소되었다.

인삼의 추출 용매조건에 따른 추출물의 회수율은 증류수 100%로 추출한 시료의 회수율이 가장 높았고 증류수 함량이 감소됨에 따라 다소 수율이 감소되었고 에탄올 100%로 추출한 시료는 회수율이 크게 감소되었다.

고들빼기의 추출 용매조건에 따른 잎 추출물의 총 페놀 화합물과 플라보노이드 함량은 증류수를 포함한 용매의 함량이 비교적 높았으나 에탄올 100%로 추출한 시료의 총 페놀 화합물 함량은 증류수와 혼합하여 추출한 시료에 비해 크게 감소되었다.

인삼의 추출 용매조건에 따른 추출물의 총 페놀 화합물 함량은 증류수 100%로 추출한 시료가 가장 높았고 다른 용매조건에서 추출한 시료는 큰 차이가 없었고 플라보노이드 함량은 모든 용매조건에서 추출한 시료의 함량이 매우 낮아 추출 용매 조건가 차이가 없었다.

고들빼기 잎의 DPPH radical 소거능은 증류수와 에탄올을 50%씩 혼합한 시료가 가장 높았고 증류수와 에탄올을 혼합한 용매로 추출한 시료는 비슷한 경향을 보였으며 증류수 100%와 에탄올 100%로 혼합한 시료들의 활성은 낮았다.

인삼의 소거능은 모든 용매조건에서 낮은 활성을 보였다.

고들빼기 잎의 아질산염 소거능은 증류수와 에탄올을 50%씩 혼합한 용매로 추출한 시료와 에탄올 25%와 증류수 75%를 혼합한 용매로 추출한 시료의 활성이 가장 높았고 증류수 100%로 추출한 시료의 활성이 가장 낮았다. 뿌리의 경우는 에탄올의 함유량이 많은 용매로 추출한 시료의 활성이 높게 나타났고 증류수 100%로 추출한 시료는 활성이 크게 저하되었다.

인삼의 아질산염 소거능은 에탄올의 함량이 높은 에탄올 100%와 에탄올 75%의 용매조건에서 추출한 시료의 활성이 가장 높았고 증류수 100%조건에서 추출한 시료는 다른 용매조건에서 추출한 시료의 활성의 1/2 이하의 낮은 활성을 보였다.

추출 온도 조건에 따른 고들빼기와 인삼의 회수율 변화는 증류와 추출온도의 증가에 따라 회수율도 다소 증가되었다.

고들빼기 잎은 추출 온도가 증가함에 따라 총 페놀 화합물 함량이 증가하였으나 추출 시간

의 변화에는 일정한 경향을 보이지 않았다.

고들빼기 잎은 추출 온도가 증가함에 따라 플라보노이드 함량이 증가하였으나 추출 시간의 변화에는 일정한 경향을 보이지 않았다.

고들빼기의 뿌리와 인삼은 다양한 조건의 열수 추출물의 플라보노이드 함량이 고들빼기 잎에 비해 상대적으로 낮았고 추출 온도와 시간에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다.

고들빼기 잎의 추출 온도와 시간 조건에 따른 소거능은 낮은 온도에서 추출한 시료는 DPPH radical 소거능이 비교적 낮았고 추출 시간에 증가함에 따라 활성이 다소 증가되는 경향을 보였다. 높은 온도에서 추출한 시료는 추출 시간에 관계없이 높은 활성을 보여 앞에서 연구된 총 페놀 화합물 함량이 높을수록 소거능도 높아지는 경향을 보였다.

인삼의 경우는 전체적으로 활성이 높지 않았으나 추출 온도가 증가함에 따라 활성이 다소 증가하였고 모든 온도조건에서 추출시간이 증가함에 따라 DPPH radical 소거능도 증가하는 경향을 보였으나 그 차이는 크지 않았다.

(4) 고들빼기와 인삼의 발효 조건에 따른 유효성분 및 기능성 변화

고들빼기와 인삼의 발효에 따른 유효성분과 기능성의 변화를 측정하기 위해 고들빼기와 인삼의 분말이 혼합된 배지에 주변에서 발효에 이용되는 미생물인 *Bacillus subtilis*와 yeast를 접종하여 일정기간 발효시킨 후 발효 기간에 따른 총 페놀 화합물 함량의 변화를 측정하였다.

고들빼기 잎은 발효 기간의 변화에 따라 총 페놀 화합물 함량이 큰 차이를 보이지 않았다. 발효가 일어나지 않은 시료와 미생물의 작용에 의해 발효가 진행되어진 시료인 8일차의 시료도 오차 범위 내에서의 변화가 있었고 다만 12일차에는 총 페놀 화합물의 함량이 다소 감소되었다. 고들빼기의 뿌리는 발효 4일째 까지 큰 차이를 보이지 않았으나 발효 8일과 12일에는 함량이 증가되었다. 인삼의 경우는 발효의 실험기간 내의 일수가 증가함에 따라 총 페놀 화합물의 함량도 비례적으로 증가하였다.

플라보노이드 함량은 고들빼기 잎의 경우 발효가 일어나지 않은 시료와 미생물의 작용에 의해 발효가 진행되어진 시료인 2일과 12일에는 다소 증가하였으나 8일에는 오히려 감소되었다. 뿌리의 플라보노이드 함량은 발효가 진행되지 않은 시료와 2일과 4일째에는 적은 변화를 보이다 8일과 12일에는 함량이 크게 증가하였다. 인삼도 발효 2일과 4일에는 소량 증가하다 발효 8일 이후의 증가 폭이 크게 나타났다.

발효 기간의 변화에 따른 DPPH radical 소거능은, 고들빼기 잎의 경우 2일과 4일에는 큰 차이가 없었으나 발효 8일과 12일에는 활성이 감소되었다. 뿌리는 발효 0일에 비해 2일과 4일에는 활성이 증가하였으나 8일과 12일에는 활성이 크게 감소되었다. 인삼은 고들빼기 뿌리와 같이 발효가 일어나지 않은 0일차 시료에서 보다 발효 2일과 4일에 활성이 다소 증가하였으나 발효 8일과 12일에는 오히려 활성이 크게 감소하였다.

미생물발효에 따른 아질산염 소거능은, 고들빼기 잎은 발효초기에는 비발효와 비슷하였으나 발효 4일째 이후 감소하여 발효 기간이 증가함에 따라 활성이 비례적으로 감소되었다. 반면 고들빼기 뿌리는 발효 0일에는 4일째 이후 발효 0일에 비해 소거 활성이 증가되었다. 인삼의 아질산염 소거능은 발효가 일어나지 않은 시료에 비해 8일째 까지 활성이 증가하였으나 발효 12일째에는 다시 소거활성이 다소 감소되었다.

(5) 고들빼기와 인삼을 이용한 식이식품 개발

인삼을 함유시킨 고들빼기김치의 총 페놀화합물 함량은 인삼 첨가량에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다. 숙성시간의 증가에 따른 함량변화는 일정한 경향을 보이지 않았으나 전체적으로 보면 담근 직후 보다는 30일 숙성한 김치의 함량이 다소 높아지는 것으로 조사되었으나 차이는 크지 않았다. 인삼을 농도별로 함유시킨 고들빼기김치와 배추김치의 플라보노이드 함량도 처리한 인삼농도와 숙성기간에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다.

인삼함유 고들빼기김치의 DPPH radical 소거능은 인삼을 처리하지 않은 고들빼기김치와 인삼을 1% 첨가한 김치는 숙성 15일 된 것의 활성이 다소 높았고 3%와 5%의 인삼을 첨가한 김치는 오히려 낮았다. 인삼의 첨가량과 숙성정도에 따른 DPPH radical 소거 활성은 일정한 경향을 보이지 않았다. 인삼을 첨가한 배추김치는 인삼을 1% 함유시킨 김치의 활성이 가장 높았다.

인삼을 첨가한 고들빼기김치의 일반성분 함량은 인삼의 첨가량에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다. 숙성정도에 따라서는 숙성 30일에 전성분이 다소 증가한 것으로 나타났으나 유의적인 차이는 없었다.

김치를 담근 후 숙성 0일과 15일의 총 균수는 인삼의 첨가량과의 일정한 상관관계를 보이지 않았다. 그러나 30일 숙성된 고들빼기김치는 인삼을 첨가하지 않은 김치에 비해 인삼을 3%와 5% 첨가한 김치의 총 균수 함량이 높게 나타났다. 인삼을 첨가한 배추김치의 총 균수는 인삼을 처리하지 않은 김치와 5%로 높게 처리한 김의 총 균수가 같았고 1%와 3% 처리한 김치의 균수가 많았다.

인삼의 농도별 첨가와 숙성정도에 따른 고들빼기김치의 유기산 함량은 다음과 같았다. 숙성기간이 증가함에 따라 젖산의 함량이 다소 증가되었고 인삼의 첨가량에 따른 유기산의 함량변화는 일정한 경향을 보이지 않았다.

고들빼기와 배추김치에 인삼을 농도별로 첨가하여 숙성과정 중에 ginsenoside의 함량 변화를 측정된 결과 김치를 담근 직후에 고들빼기와 배추김치 모두에서 ginsenoside 중 Rg1이 인삼을 첨가한 김치에서 검출되었다.

고들빼기와 인삼을 이용한 장류의 개발을 위해 고들빼기와 인삼을 첨가한 간장의 발효 숙성기간에 따른 유효성분 함량과 기능성의 변화를 측정하였다.

고들빼기와 인삼을 첨가한 간장은 처리간 다소 차이는 있었으나 30일 숙성시킨 것보다 60일 숙성시킨 것이, 60일 숙성시킨 것보다는 90일 발효 숙성시킨 간장의 총 페놀 화합물 함량이 소량 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 처리 농도에 따른 총 페놀 화합물의 함량은 일정한 경향을 보이지 않았다.

플라보노이드도 숙성기간이 증가함에 따라 함량이 증가하는 것으로 나타났으나 처리 농도에 따른 함량은 일정한 경향을 보이지 않았다.

고들빼기와 인삼을 첨가한 간장의 발효 숙성기간에 따른 DPPH radical 소거 활성은 대부분의 시료에서 고들빼기를 첨가한 간장의 활성이 인삼을 첨가한 활성에 비해 높게 나타났다. 또한 숙성 기간이 증가함에 따라 소고활성이 증가하였다.

아질산염 소거능도 고들빼기를 첨가한 간장의 경우 처리간 다소 차이는 있었으나 60일 이상의 숙성에서 활성이 크게 증가하였다. 그러나 무처리의 경우는 30일과 60일 숙성 간장의 활성이 비슷하였고 90일 시료의 활성이 증가하였다.

고들빼기를 첨가한 간장의 유기산 함량은 유기산의 종류에 따라 다소 차이는 있으나 간장이 숙성되어 감에 따라 유기산의 함량도 증가하는 경향을 보였다. 유기산중 oxalic acid와 citric acid 등은 간장의 숙성이 진행됨에 함량이 확연히 증가하였고 고들빼기를 첨가한 간장의 함량이 높게 나타났다. 그러나 고들빼기의 처리 농도에 따른 소거활성은 일정한 경향을 보이지 않았다.

인삼을 첨가한 간장의 유기산 함량도 첨가하지 않은 간장에 비해 lactic acid와 acetic acid 등 몇몇 유기산을 제외하고 함량이 증가하였다. 또한 유기산의 종류에 따라 다소 차이는 있으나 간장이 숙성되어 감에 따라 유기산의 함량도 증가하는 경향을 보였다. 그러나 인삼의 처리 농도에 따른 유기산의 함량 변화는 일정한 경향을 보이지 않았다.

고들빼기와 인삼을 첨가한 간장의 아미노산 함량은 아미노산의 종류에 따라 다소 차이는 있으나 간장이 숙성되어 감에 따라 아미노산의 함량도 증가하는 경향을 보였다. 그러나 처리 농도에 따른 소거활성은 일정한 경향을 보이지 않았다.

인삼을 첨가한 간장의 사포닌 함량을 조사하였다. Ginsenoside 중 Rb₁은 대부분의 간장 시료에서 검출되지 않았고 60일 숙성된 간장과 90일 숙성된 간장에서 각각 1.64ppm과 6.0ppm의 농도로 검출되었다. Rg₁은 무처리를 제외한 대부분의 간장에서 검출되었는데 인삼을 5% 첨가한 간장에서 가장 높게 나타났다. 그러나 인삼의 첨가 농도의 변화와 숙성 기간의 변화에 따른 차이는 일정한 경향을 보이지 않았다.

2. 연구개발 결과의 활용방안

- 뿌리를 이용한 산채류의 친환경적 재배기술 및 시설재배기술을 개발로 농가 및 업체에 활용한다.
- 기후변화 대응 산채류의 기능성 변이탐색으로 미래 농식품자원의 변이성 연구에 기초자료 제공한다.
- 친환경적 재배지에서 생산된 안전성 제품은 건강 지향적, 친환경적인 식생활에 의해 수요가 증가할 것으로 생각된다.
- 전통적으로 이용되어 왔던 인삼과 고들빼기의 주요한 노지 재배지를 시설재배지로 전환함으로써 자원식물의 대량화와 식물공장화로 새로운 농가소득 모델을 구축에 기여할 수 있다.
- 고도의 항암성과 항산화성 갖는 인삼과 고들빼기를 이용한 건강 지향적, 친환경적인 웰빙 식생활에 소비자의 수요가 폭발적으로 증가될 것이다.
- 전통적인 김치와 장류를 혼합한 퓨전 가공식품 개발로 농가소득의 증대, 관련 가공업체의 수익증대가 예상된다.
- 연구결과는 논문화, 특허화는 물론, 협력업체에 기술이전하고, 제품 생산화 및 실용화 추진에 적극 활용한다.
- 소비자가 신뢰 가능한 친환경농산물 인증을 통해 신뢰성 확보가 가능할 것이다.
- 자생 뿌리이용 약용식물자원의 시설재배지로 전환, 연중생산 가능한 시스템 구축하여 생산성을 향상시킬 수 있다.
- 인삼과 고들빼기의 친환경적 재배생산으로 안전성 및 생산성 확보하며, 기능성, 가공기술 및 상품성의 향상 기술을 확보한다.

- 기후변화 대응 식물 생육 및 수량반응, 생리활성물질 함량 및 기능성 변화 조사 산정 기준 제시
- 가공, 분말화 및 품질 보전 기능 등의 기술 확보로 타 작목의 연구개발에 benchmarking 역할 기대
- 인삼과 고들빼기의 생김치, 장류와의 퓨전 식품화로 소비적 차원의 저변 확대 기회
- 인삼과 고들빼기의 소비 진작으로 가공제품 기술 발달 예상
- 친환경 재배 기술의 개발은 환경 친화적인 농산물 생산으로 농가소득 및 고용기회 증대 기대
- 인삼과 고들빼기, 그리고 전통식품과의 가공 및 퓨전화로 자원의 이용률 증대
- 지역 특산품으로써 각광을 받게 되어, 먹을거리, 관광성, 웰빙 기능성을 통해 지역경제 신활력화
- 신시대의 유통채널에 맞는 상품개발로 소비자와 생산자의 직거래 활성화 기여
- 인삼과 고들빼기를 수출상품으로 개발 일본, 중국 등지에서 국제 경쟁력 높일 수 있음
- 인삼과 고들빼기 고소득 시설재배 특용작물로 전환하여 벼 대체작물로 이용 가능

SUMMARY

I. TITLE

Greenhouse Production and Commercialization of "Godeulbbaegi" and Korean Ginseng

II. OBJECTIVE AND JUSTIFICATION

1. Purpose

Climate change is a central consideration and challenge in all agricultural sites. The present research was conducted to determine the effects of environmental variations including temperature, light and seasonal changes on ecological environments, growth and yield of 2 medicinal plants, *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng*, to provide optimum yearly mass-production system in plastic house conditions by using different substrate combinations, comparing with wild outside conditions. Secondly, we have focused to determine the effects of environmental variations on physiologically-active substances and functionality of 2 medicinal plants, *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng*. Finally, using fusion technology with traditional Korean foods we conducted to develop the technologies for processing and commercialization of fusion foods such as "Kimch", soy sauce and other products combined with *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng*.

2. Justification

- A. Research on environmental responses of future resources plants for climate change adaptation

Climate change affects transition of agricultural crops in Korean peninsula, due to changes in temperature, precipitation and CO₂. Therefore, effects of temperature, light and seasonal changes on ecological environments, growth and yield of agricultural crops are investigated by using greenhouse production system as a simulation model.

- B. Medicinal resources plants using roots such as *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* which have high antioxidant and anti-cancer activities.

Panax ginseng has been well known to contain high amount of saponin, especially, ginsenosides. Anti-cancer activity of methanol extracts from *Youngia sonchifolia* against human cancer cell line (SNU-601) showed highest activity (IC₅₀ value, 25.0µg/mL) among 8 Korean edible medicinal plants (ARPC Report, 2008). Therefore, qualitative and quantitative determination of specific physiologically-active substances related with functionality of

Youngia sonchifolia and *Panax ginseng* plants affected by environmental variations are made through laboratory experiments.

- C. Contribution to higher farmer's incomes by development of optimum yearly mass-production system for *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* in plastic house conditions

The objective of this research section is to develop an optimum yearly mass production system and its environments using horticultural hydroponic system equipped with different substrates as medium and light sources (shade degree) under plastic house conditions.

- D. Development of fermented foods Kimchi and soy sauces added with functional *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng*

To develop functional Kimch and soy sauce food added with Godeubbaegi or Ginseng, contents of proximate components, total phenolics content, total flavonoids level, ginsenosides, organic acids, amino acids, and DPPH free radical scavenging activity, nitrite scavenging activity, population of total microorganisms from final products are instigated.

III. Research Contents and Scope

1. Research Contents

- A. Study on Environmental Response and Yearly Mass-Production System in *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng*

Ecological environments in different culture systems, plastic house and outdoor are investigated, and differential growth and yield characteristics are determined between two culture conditions. We also analyze soil environments of outdoor and plastic house culture conditions and compare two soils. Secondly, to investigate growth and yield responses to environmental variations, effects of temperature, light and seasonal changes on growth and yield characteristics of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* under plastic house condition are determined. To develop yearly mass-production system in plastic house condition, our research team conducts (a) mass propagation technology for seeds and seedlings of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* and (b) development of hydroponic nutrition system for *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* with higher quality and higher yield

- B. Effects of Environmental Variations on Physiologically-Active Substances Level and Functionality of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng*

Plant materials from the different experiments were collected, extracted in methanol, and fractionated in various organic solvents for analysis of physiologically-active substances level and functionality of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng*. Physiologically-active substances level including proximate components, saponins, antioxidant agents, polyphenols and flavonoids are analyzed in laboratory. We also determine the change in physiological activity including antioxidant and cytotoxic activities as affected by cultural pattern and environmental condition.

C. Technology Development of Processing and Commercialization of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng*

Technology development of processing and commercialization: Dryness, powdering, and storage of material plants is made by (a) Development of dryness technology for powders of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* (b) Development of traditional food Kimch using *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng*, and (c) Manufacturing of Kimch including *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* powder. Development of Processed foods added with added with *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* is developed through study on change in substances level during processing procedure, development of dressing materials by using various formulations and sensory and taste evaluation to the consumer for the developed foods. Lastly, Soy sauce and Gochujang added with extracts or powders of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* are developed through (a) Preparation of raw materials and their powder for formulation, (b) Soy sauce and Gochujang added with *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* powder, and (c) Physiological substances and their functional activity of final products by fermentation storage degree.

2. Project Scope

A. Study on Environmental Response and Yearly Mass-Production System in *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng*

- (1) Assessment of ecological environments in different culture systems
 - (a) Differential growth and yield characteristics between outdoor and plastic house culture conditions
 - (b) Difference in soil environments of outdoor and plastic house culture conditions
- (2) Growth and yield responses to environmental variations : Effects of temperature, light and seasonal changes on growth and yield characteristics of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* under plastic house condition.
 - (a) Shading conditions
 - (b) Seasonal variation
 - (c) Temperature

- (3) Development of yearly mass-production system in plastic house condition
 - (a) Mass propagation technology for seeds and seedlings of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng*
 - (b) Development of hydroponic nutrition system for *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* with higher quality and higher yield

B. Effects of Environmental Variations on Physiologically-Active Substances Level and Functionality of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng*

- (1) Plant materials and preparation: Collections of plant materials from the different treatments
 - (a) Preparation of plant materials
 - (b) Methanol extracts and their fractionation
- (2) Analysis of physiologically-active substances level: Saponin, antioxidant agents, polyphenols and flavonoids
 - (a) Proximate components and saponin contents
 - (b) Contents of antioxidant agents and phenolics
 - (c) Flavonoids level
- (3) Change in physiological activity: Antioxidant and cytotoxic activities by cultural pattern, environmental conditions
 - (a) Antioxidative activity
 - (b) Cytotoxicity

C. Technology Development of Processing and Commercialization of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng*

- (1) Technology development of processing and commercialization: Dryness, powdering, and storage of material plants
 - (a) Development of dryness technology for powders of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng*
 - (b) Development of traditional food Kimch using *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng*
 - (c) Manufacturing of Kimch including *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* powder
- (2) Development of processed foods added with added with *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng*
 - (a) Study on change in substances level during processing procedure
 - (b) Development of dressing materials by using various formulations
 - (c) Sensory and taste evaluation to the consumer for the developed foods

- (3) Development of soy sauce and Gochujang added with *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* : Utilization of extracts and powders of plants
- (a) Preparation of raw materials and their powder for formulation
 - (b) Soy sauce and Gochujang added with *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* powder.
 - (c) Physiological substances and their functional activity of final products by fermentation storage degree

IV. Project Results and Their Applications

1. Results of the Project

A. Study on Environmental Response and Yearly Mass-Production System in *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng*

(1) Hydroponic system used in greenhouse bed

For the hydroponic experiment, nutrient solutions modified from Ikeda (1984) method were supplied when necessary using drop irrigation, and adjusted with 2 different solution concentrations, one was half-strength nutrient solution ($EC = 1.1 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$) at early growth stage and the second was standard nutrient solution ($EC = 2.2 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$) at late growth stage. The horticulture media are filled with substrates mixed with different combination ratios of coco peat and perlite, 100 : 0, 70 : 30, 50 : 50 and 0 : 100.

(2) Yield characteristics by cultural substrate

(a) *Panax ginseng*

Coco peat single was selected as an optimum substrates for max production in shoot part of *Panax ginseng*, showing similar yield to outdoor soil culture (control). However, root part of *Panax ginseng* grown in aeroponic culture was highest among culture methods, showing 72% increase of yield more than outdoor soil culture, and followed by coco peat single which showed the similar yield to the outdoor soil culture. Therefore, two substrates aeroponic culture and coco peat single were selected as optimum substrate for max production of *Panax ginseng* roots.

(b) *Youngia sonchifolia*

Coco peat mixed with perlite (50:50) also was selected as an optimum substrates for max production in shoot part of *Youngia sonchifolia*, showing 41% increase over the outdoor soil culture (control), and followed by greenhouse soil culture (38% increase). On the other hand, production in root part of *Youngia sonchifolia* was maximized when combined with coco peat and perlite (50:50), and showed 67% increase over the control in yield.

Greenhouse soil culture showed 48% increase over the control.

(3) Yield characteristics by cultural environment

(a) *Panax ginseng*

Shoot growth of *Panax ginseng* was highest in the soil culture/outdoor and the root growth in aeroponic culture. Plastic house experiment was conducted to determine the effects of substrate components and shade degrees on plant growth of *Panax ginseng*. No significant difference in growth characteristics among substrates was observed. However, shade treatment significantly reduced plant height, number of leaves, leaf area, root length, and shoot and root fresh weight ($P < 0.05$) with increasing of the degree. However, no significant reduction in chlorophyll content among shading degrees was observed. On the other hand, growth and yield of *Panax ginseng* at early planting (April) had higher production than at late planting (June).

Therefore, shade treatment significantly affected growth and yield of *Panax ginseng*. Substrate component mixed with more coco peat showed the higher yield. Plant height and root length of *Panax ginseng* were highest at 30°C and 25°C, respectively,

(b) *Youngia sonchifolia*

Laboratory experiments were conducted to determine the effects of substrate components and shade degrees on plant growth and yield of *Youngia sonchifolia* under plastic house condition. Germination rate of new seeds produced in the same years was much higher than old seeds produced before. Plant growth and yield of *Youngia sonchifolia* grown in plastic house was higher than those in outdoor, showing lower root fresh weight than outdoor. Substrates combined with coco peat and perlite (ratio 70:30 or 50:50, v/v) showed higher plant length, leaf area, and fresh weight than single substrate ($P < 0.05$). Shade treatment also significantly reduced plant height, root length, leaf areas, and fresh weight ($P < 0.05$) with increasing of the degree. Growth and yield of *Youngia sonchifolia* at late planting time (July) had higher production than at early planting time (April), suggesting high temperature requirement for the growth of *Youngia sonchifolia*. Plant growth of *Panax ginseng* was highest at 25°C, and even reduced at 20°C or 30°C, with discolored leaf color. No significant reduction in plant growth and yield of *Youngia sonchifolia* affected by succeeding cropping pattern has been observed in the greenhouse experiment, even though pH was lower and EC, Ca, K, Mg, Na and CEC contents were higher than before.

B. Effects of Environmental Variations on Physiologically-Active Substances Level and Functionality of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng*

(1) Variation in physiologically-active substances level and functionality of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* by cultural pattern

(a) *Panax ginseng*

Laboratory experiment was conducted to determine the effects of environmental variations on contents of total phenolics and flavonoids in *Panax ginseng*. Total phenolics level [mg ferulic acid equivalents (FAE) kg⁻¹ DW] of the methanol extracts of *Panax ginseng* shoot part was higher in hydroponics/plastic house and soil/plastic house than in soil/outdoor and aeroponics/plastic house. However, methanol extracts of *Panax ginseng* root part showed the highest amount of total phenolics level, and followed by hydroponics/plastic house, soil/plastic house, and soil/outdoor (lowest). Total phenolics level from *Panax ginseng* shoot part was 4 folds more than root parts. Total saponin contents including 8 different ginsenosides in shoot part of *Panax ginseng* were present as the highest amount in soil/outdoor, and followed by hydroponics/plastic house and aeroponics/plastic house. However, shoot part of 2 year-*Panax ginseng* showed the highest amount of total saponin contents in hydroponics/plastic house condition.

Generally, the antioxidant potential of the methanol extracts from *Panax ginseng* dose-dependently increased 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl (DPPH) free radical scavenging activity, and the activity significantly was higher in shoots than in roots. Methanol extracts from shoot parts showed highest activity in hydroponics/plastic house and followed by aeroponics/plastic house, soil/outdoor, and soil/plastic house (lowest). However, no significant difference in methanol extracts from root parts among cultural patterns was observed. Shoot and root methanol extracts of *Panax ginseng* grown in hydroponics/plastic house showed the highest anticancer activity against Calu-6 for human pulmonary carcinoma and HCT-116 for human colon carcinoma.

(b) *Youngia sonchifolia*

Laboratory experiment was conducted to determine the effects of cultural pattern on contents of total phenolics and flavonoids in *Youngia sonchifolia*. Total phenolics level [mg ferulic acid equivalents (FAE) kg⁻¹ DW] and total flavonoids [mg naringin equivalents kg⁻¹ DW] of the methanol extracts of *Panax ginseng* was highest in hydroponics/plastic house, and followed by aeroponics/plastic house, soil/plastic house and soil/outdoor, (lowest). Contents of total phenolics and total flavonoids were more detected in the shoot part than in the root part of *Panax ginseng*.

Antioxidant potential of the methanol extracts from *Panax ginseng* dose-dependently increased DPPH free radical scavenging activity, and the activity significantly was higher in shoots than in roots. Methanol extracts from shoot parts showed highest activity in soil/outdoor, and followed by hydroponics/plastic house, and soil/plastic house (lowest). On the other hand, methanol extracts from root parts showed highest activity in soil/outdoor, and followed by soil/plastic house and hydroponics/plastic house (lowest). By means of MTT assay, shoot and root methanol extracts of *Panax ginseng* grown in hydroponics/plastic house showed the highest anticancer activity against Calu-6 for human pulmonary carcinoma and HCT-116 for human colon carcinoma.

(2) Variation in physiologically-active substances level and functionality of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* by shading degree

(a) *Panax ginseng*

Total phenolics level of shoot parts showed higher amounts with increasing of shading degree, especially, in root parts 50% shade showed highest amount. Total flavonoids content from shoot parts of *Panax ginseng* was increased with increasing of shading degree, and no significant difference in methanol extracts from root parts among shading degrees was observed.

Methanol extracts from the *Panax ginseng* plants dose-dependently increased DPPH free radical scavenging activity as a antioxidant potential, and the activity was higher in shoot parts than in root parts, and not shade and 70% shade than 50% shade. In conclusion, shade affects physiological activity of *Panax ginseng* under plastic house condition.

APX (Ascorbate peroxidase) activities of *Panax ginseng* leaves and roots were highest in no shade, and followed by 50% shade and 70% shade. No significant difference in CAT, POX, and SOD activities at both leaves and roots of *Panax ginseng* among shading degrees was observed.

(b) *Youngia sonchifolia*

Contents of total phenolics and total flavonoids were higher in shoot parts of *Youngia sonchifolia* than root parts, and were increased with increasing of shading degree. Contents of total phenolics in root parts was highest in 50% shade, while total flavonoids level in root parts was not affected by shading treatment.

The antioxidant potential of the methanol extracts from the plants dose-dependently increased DPPH free radical scavenging activity, and the activity was higher in roots than in shoots, and in shading treatment than in no shade. Nitrite scavenging activity, however, was not affected by shading degree. Antioxidant enzyme activity was higher in shoot parts than in root parts of *Youngia sonchifolia*. APX (Ascorbate peroxidase) activity of *Youngia sonchifolia* leaves was increased with decreasing of shading degree and that of *Youngia sonchifolia* roots with increasing of shading degree. CAT (Catalase) activity at leaves of *Youngia sonchifolia* was much higher than roots, especially 50% shade leaves showed highest activity. SOD (Super Oxide Dismutase) activity at both leaves and roots of *Youngia sonchifolia* was increased with increasing of shading degree. CAT and POX activities in shoots were increased with increasing of shading degree, and in roots with decreasing of shading degree.

(3) Variation in physiologically-active substances level and functionality of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* by culture temperature

(a) *Panax ginseng*

Contents of total phenolics and total flavonoids in shoot parts of *Youngia sonchifolia* were

highest at 25°C, suggesting that temperature affected contents of total phenolics and total flavonoids in shoot parts of *Youngia sonchifolia*. However, root growth of *Youngia sonchifolia* was not affected by temperature.

The antioxidant potential of the methanol extracts from the plants dose-dependently increased DPPH free radical scavenging activity. DPPH free radical scavenging activity was higher in leaves than in roots. The activity at 10,000 mg kg⁻¹ of methanol extracts from shoot parts showed highest at 25°C, and followed by 20°C and 30°C. However, no significant difference in the methanol extracts from root parts among temperatures was observed. APX, CAT and POX activities were more increased at higher temperatures in shoot parts and at lower temperatures in root parts. SOD (Super Oxide Dismutase) activity at both leaves and roots of *Panax ginseng* was not affected by temperature.

(b) *Youngia sonchifolia*

Contents of total phenolics and total flavonoids in shoot and root parts of *Youngia sonchifolia* were more increased at higher temperatures, and were higher in shoot parts than root parts of *Youngia sonchifolia*. Therefore, total phenolics and total flavonoids level from *Youngia sonchifolia* shoot and roots was affected by temperature.

The antioxidant potential of the methanol extracts from the plants dose-dependently increased DPPH free radical scavenging activity. DPPH free radical scavenging activity was higher in leaves than in roots. Methanol extracts from shoot and root parts showed higher activity at 30°C and 20°C than at 25°C.

(4) Variation in physiologically-active substances level and functionality of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* by plant age or plant part

(a) Variation in physiologically-active substances level and functionality of *Panax ginseng* by plant age

A laboratory experiment using methanol extracts of freeze-dried leaves and roots in the different ages of *P. ginseng* was conducted to determine the content of phenolics, flavonoids, and total saponins, antioxidant activity and cytotoxicity. The results indicate that the total phenolics level [mg ferulic acid equivalents (FAE) kg⁻¹ DW] was higher in leaves (22.0 to 76.3 mg kg⁻¹) than roots (19.0 to 28.3 mg kg⁻¹) of *P. ginseng*. The total content of phenolics in roots increased with increase in age of *P. ginseng* from one to six years. However, the content of phenolics in *P. ginseng* leaf decreased with the increase in age. Total flavonoid [mg naringin equivalents kg⁻¹ DW] was more detected in the leaves (30.3 to 138.6 mg kg⁻¹) than in the roots (0.0 to 10.6 mg kg⁻¹) of *P. ginseng*. The total flavonoid level in leaves decreased with increase in age of *P. ginseng*. Total saponin contents including 8 different ginsenosides in shoot part of *Panax ginseng* with increased with increasing of plant age and in root part with decreasing of plant age. Shoot parts of *Panax ginseng* at all ages showed the higher amount of total saponins than root parts.

The antioxidant potential of the methanol extracts from the plants dose-dependently

increased DPPH free radical scavenging activity. DPPH free radical scavenging activity was higher in leaves (36.9 to 82.8%) than in roots (14.8 to 39.4%), and in young plants than in old ones. According to 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT) assay, the methanol extracts from 5 year-root part showed the highest cytotoxicity against Calu-6, followed by 2 year- and 3 year-roots. However, the methanol extracts from 6 year- and 4 year-roots had lower cytotoxicity. Total phenolics content in both leaves and roots was highly correlated with the DPPH radical scavenging ($r^2=0.7366$ to 0.7870) and nitrite scavenging ($r^2=0.5604$ to 0.8794) activities, suggesting that they contribute to the antioxidant properties of the *P. ginseng* plants.

(b) Variation in physiologically-active substances level and functionality of *Youngia sonchifolia* by plant part

The highest content of phenolics [mg ferulic acid equivalents (FAE) kg-1dry weight (DW)] was found in from flowers and followed by leaves, stems and roots. However, content of flavonoids [mg rutin equivalents kg-1 DW] showed the highest in leaf extracts and lowest in root.

The antioxidant potential of the methanol extracts from the plants dose-dependently increased 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl (DPPH) free radical scavenging activity, even though the activity was much lower than synthetic antioxidants Vitamin C and BHT. The activity were highest in root extracts (IC50 = 1,345.6 mg kg-1) and followed by leaf, flower and stem extracts. By way of MTT assay, The highest anticancer activity on human cancer cell line Calu-6 for human pulmonary carcinoma and HCT-116 for human colon carcinoma were found in methanol extracts from leaf extracts, and followed by root, flower and stem extracts.

(c) Variation in physiologically-active substances level and functionality of *Youngia sonchifolia* by extraction solvent

Contents of total phenolics and total flavonoids in shoot and root parts of *Youngia sonchifolia* were highest in ethylacetate fraction of *Youngia sonchifolia*.

DPPH free radical scavenging activity in leaves was highest at ethylacetate fraction, followed by butanol, water fraction, and methanol extracts, showing above 90% activity. Butanol fraction, on the other hand, in root parts had highest activity among fractions.

MTT assay showed that anticancer activity of methanol extracts from shoot parts of *Youngia sonchifolia* on human cancer cell line Calu-6 for human pulmonary carcinoma was highest in hexane and ethylacetate fractions, and that from root parts was highest in ethylacetate fraction. The activity of methanol extracts from root parts of *Youngia sonchifolia* on SNU 601 for human gastric carcinoma was highest in hexane and ethylacetate fractions, and that from root parts was highest in hexane fraction.

C. Technology Development of Processing and Commercialization of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng*

(1) Change in physiological substances and functionality of *Youngia sonchifolia* by dry pre-treatment (boiling)

Fresh samples of *Youngia sonchifolia* harvested were imbibed in hot salt water at different concentrations at 0, 1, 3, 5% for 1, 3, 5 minutes and oven-dried at 60°C.

Total phenolics level of the samples was increased with increasing of concentration of salts from 1 to 5%, compared with control. However, dry pre-treatment (boiling) for 3 min showed higher amount than 1 min or 5 min. Total flavonoids content was the same tendency to total phenolics level, and dry pre-treatment (boiling) for 1 min showed higher amount than 3 min or 5 min. DPPH free radical scavenging activity was also increased with increasing of concentration and imbibition time of salts. However, nitrite scavenging activity was not affected by concentration and imbibition time of salt.

(2) Effects of dry methods on physiological substances and functionality of *Youngia sonchifolia* samples

Total phenolics level of *Youngia sonchifolia* roots was highest when natural dried, and lowest when freeze-dried. However, total phenolics level of *Youngia sonchifolia* leaves was highest at freeze-dryness and followed by oven-dryness and natural dryness (lowest), showing 10 fold amount more than root parts. Total flavonoids content of *Youngia sonchifolia* roots and leaves, on the other hand, was the highest when oven dried, and the lowest when freeze-dried. DPPH free radical scavenging activity of *Youngia sonchifolia* roots was lower than that of leaves, and was highest at natural dried samples, while the leaves showed the highest activity at oven dried samples and lowest at natural dried samples. However, no significant difference in nitrite scavenging activities among dry methods of samples was observed in both leaves and roots.

Combined effects of dry methods and steaming times on improvement of physiological substances level and functionality of *Youngia sonchifolia* were evaluated. Total phenolics level of *Youngia sonchifolia* roots was highest when steamed with 4 times, and lowest when oven-dried at 60°C. However, total phenolics level of *Youngia sonchifolia* leaves was higher at oven dryness at 85°C than at 60°C, and steaming with 4 times than with other times.

Total flavonoids content of *Youngia sonchifolia* roots was the highest when natural dried, and the lowest when oven dried at 60°C. No difference in flavonoids content among steaming times was observed.

Rg₁ content of *Youngia sonchifolia* roots was higher at all steam treatments than natural dryness regardless of steaming times or temperature. However, gensenoside Rb₁ was not present at all samples.

DPPH free radical scavenging activity of *Youngia sonchifolia* root samples was higher at lower steam temperature than at higher temperatures. Nitrite scavenging activities of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* were higher at higher temperatures than at lower

temperatures, and the activity was increased with increasing of steaming times.

(3) Effects of extraction conditions on physiological substances and functionality of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* samples

Extraction yield from leaves and roots of *Youngia sonchifolia* was the highest when extracted with 100% distilled water, and was decreased with increasing of ethanol content. Extraction yield from leaves and roots of *Panax ginseng* was the highest also when extracted with 100% distilled water, and was decreased with increasing of ethanol content.

Total phenolics content and total flavonoids level of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* was higher when extracted with distilled, and was lower when extracted with 100% ethanol. No difference in flavonoids content of both *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* among extraction methods was observed.

DPPH free radical scavenging activity of *Youngia sonchifolia* leaf samples was the highest when extracted with 50 : 50 ratio of distilled water : ethanol, and was lowest when extracted with single of distilled water 100% or ethanol 100%. However, DPPH free radical scavenging activity of *Panax ginseng* was low at extraction conditions.

Nitrite scavenging activity of *Youngia sonchifolia* leaf samples was the highest when extracted with 50 : 50 ratio of distilled water : ethanol or with 75 : 25 ratio of distilled water : ethanol, and was lowest when extracted with 100% distilled water. However, the activity of *Youngia sonchifolia* root samples was the higher when extracted with more ethanol, and was decreased when extracted with 100% distilled water. Nitrite scavenging activity of *Panax ginseng* samples was the highest when extracted with 100% ethanol or 75% ethanol, and showed 50% lower activity than other conditions when extracted with 100% distilled water.

Extraction yield from leaves and roots of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* was increased with increasing of extract temperature. Extraction yield from leaves and roots of *Panax ginseng* was the highest also when extracted with 100% distilled water, and was decreased with increasing of ethanol content.

Total phenolics content and total flavonoids level of *Youngia sonchifolia* leaves was increased with increasing of extraction temperature regardless of extraction time. Especially, total flavonoids content of *Youngia sonchifolia* leaves extracted with hot water was higher than that of *Youngia sonchifolia* roots or *Panax ginseng* shoots and roots, showing no difference among extraction temperatures or extraction time.

DPPH free radical scavenging activity of *Youngia sonchifolia* leaf samples was higher when extracted at higher temperatures regardless of extraction time, and was more increased with increase of extraction time. However, DPPH free radical scavenging activity of *Panax ginseng* was low at the extraction conditions, and was more increased with increase of extraction time at all temperatures with out significant difference.

(4) Effects of fermentation conditions on physiological substances and functionality of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* samples

Total phenolics content was investigated for mixture of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* powders fermented by *Bacillus subtilis* or yeast was investigated by fermentation time. Total phenolics content of *Youngia sonchifolia* leaves was not affected by fermentation time. At 8 days after fermentation, total phenolics content of *Youngia sonchifolia* leaf samples was little increased and then decreased from 12 days. Total phenolics content of *Panax ginseng* samples, however, proportionally increased with increasing of fermentation time.

Total flavonoids level of *Youngia sonchifolia* leaves was little increased at 2 and 12 days after fermentation, but at 8 days decreased. The flavonoids level of *Youngia sonchifolia* roots or *Panax ginseng* samples fermented was little changed at 2 and 4 days, but from 8 days more increased than non-fermented.

DPPH free radical scavenging activity of *Youngia sonchifolia* leaf samples was not changed until 4 days and then decreased from 8 days after fermentation. DPPH free radical scavenging activity of *Youngia sonchifolia* root samples and *Panax ginseng* samples was increased until 4 days, compared with 0 day, and then greatly decreased from 8 days after fermentation.

Nitrite scavenging activity of *Youngia sonchifolia* leaf samples fermented was similar to the non-fermented, and was decreased with increasing of fermentation time from 4 days. However, the activity of *Youngia sonchifolia* root samples was more increased at 4 days than at 0 day. On the other hand, the activity of *Panax ginseng* samples was increased until 8 days and then little decreased at 12 days after fermentation.

(5) Development of Dietary Functional Foods with *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* Samples

Total phenolics content of Godeubbaegi (*Youngia sonchifolia*) Kimchi mixed with Ginseng (*Panax ginseng*) was not affected by adding amount of *Panax ginseng* or storage time, especially, showing little higher amount at storage for 30 days than for 0 day. Total flavonoids level of Godeubbaegi Kimchi mixed with Ginseng was not affected by adding amount of Ginseng or storage time.

DPPH free radical scavenging activity of Godeubbaegi Kimchi mixed with 1% Ginseng powder was more increased at 15 days after storage than that mixed with 3 and 5% Ginseng powder regardless of adding amount of Ginseng or storage time. However, DPPH free radical scavenging activity of Chinese cabbage Kimchi mixed with 1% Ginseng powder was the highest.

Proximate components of Godeubbaegi Kimchi mixed with Ginseng was not affected by adding amount of Ginseng, but was increased at 30 day-storage time, without significant difference.

Population of total microorganisms in Godeubbaegi Kimchi mixed with Ginseng at 0 and 15 storage days was not correlated with adding amount of Ginseng powder. However, population of total microorganisms was greatly increased by Godeubbaegi Kimchi mixed with 3 or 5% Ginseng powder at 30 storage days. Population of total microorganisms of Chinese cabbage Kimchi mixed with 5% Ginseng powder was same to mixture without Ginseng powder, and with 1 or 3% Ginseng powder was more increased than other treatment.

Contents of organic acids in Godeubbaegi Kimchi mixed with Ginseng powder were determined. Especially, lactic acid content was increased with increasing of storage time, and other organic acids were not affected by adding amount of Ginseng powder.

Contents of ginsenosides in Godeubbaegi Kimchi or Chinese cabbage Kimchi mixed with Ginseng powder were determined and the results showed that Rg₁ was detected at both Godeubbaegi Kimchi or Chinese cabbage Kimchi at all storage time.

Physiological substances and functionality of soy sauce added with Godeubbaegi or Ginseng were analyzed at different fermented storages. The results showed total phenolics content of soy sauce added with Godeubbaegi or Ginseng was little increased with increase of fermented storages ranged from 30 to 90 days regardless of concentration. Total flavonoids level of soy sauce added with Godeubbaegi or Ginseng was increased with increase of fermented storages regardless of concentration. DPPH free radical scavenging activity of soy sauce added with Godeubbaegi was higher than that added with Ginseng, and was increased with increase of fermented storages.

Nitrite scavenging activity of soy sauce added with Godeubbaegi was more increased from 60 day-fermented storage. However, the activity of soy sauce without Godeubbaegi was not changed until 60 days but was increased from 90 days after fermented storage.

Contents of organic acids in soy sauce added with Godeubbaegi were increased with increasing of fermentation time. Of them, contents in oxalic acid and citric acid were more increased with increasing of fermentation time regardless of treatment concentration. However, contents of most of organic acids in soy sauce added with Ginseng were increased with increasing of fermentation time, except lactic acid and acetic acid, compared with no addition (control).

Contents of amino acids in soy sauce added with Godeubbaegi were clearly increased with increasing of fermentation time. Of them, contents in oxalic acid and citric acid were more increased with increasing of fermentation time regardless of treatment concentration.

Contents of saponin in soy sauce added with Ginseng were investigated. Ginsenoside Rb₁ was not detected at all samples of soy sauce, but at 60 and 90 day-fermentation storages was present 1.64 and 6.0 ppm. Ginsenoside Rg₁ was detected at all samples except no addition of Ginseng. Especially, Rg₁ content of soy sauce added with 5% Ginseng was highest and was not affected by treatment concentration and fermentation storage time.

Finally, vegetable salad mixed with 2y-young Ginseng leaves and fermented pickle of Godeubbaegi as products were partly manufactured on basis of scientific evidence from our

project results.

2. Applications of Project Outcomes

- Providing precious technologies on eco-friendly culture and specific greenhouse production for medicinal plant using roots such as *Y. sonchifolia* and *P. ginseng*
- For adaptation of climate change, effects of environmental variations on functionality of medicinal resources plants are investigated to provide fundamental information of future agro-food resources.
- Health-based products with high security and high quality are produced from eco-friendly cultural sites
- Establishment of profit model for farmers through mass production and plant factory by transition from outdoor to greenhouse production
- Providing lifestyles of well-being, LOHAS and eco-friendly agro-product by using *Y. sonchifolia* and *P. ginseng* with high anticancer and antioxidative activities
- High income of farmers and related companies by development of fusion technology for processed foods combined with traditional foods or soy sauce
- Publication including paper and patent work, and technology transition and utilization to other institution
- Credible certification of eco-friendly agro-product from culture to marketing of resources plant.
- Increase of productivity through introduction of green house mass production system in medicinal plants using roots
- Improvement technology in production, functionality, processing, and commercialization by eco-friendly culture of *Y. sonchifolia* and *P. ginseng*
- Providing standard criteria of investigation on variation in plant growth, its yield, physiological substances level, and functionality of resource plants as of climate change
- Results of the project play a key benchmarking role in processing, powdering, and quality preservation of other institution's
- Extension of consumption for fusion traditional foods added with *Y. sonchifolia* or *P. ginseng*.
- Development and improvement of processing technology in fusion traditional foods added with *Y. sonchifolia* or *P. ginseng*.
- Increase of employment and farmer's income through production of eco-friendly agro-product.
- Utilization, industrialization, and green-tourism using *Y. sonchifolia* or *P. ginseng* as regional special food
- Utilization and contribution of *Y. sonchifolia* or *P. ginseng* as an alternate crop

CONTENTS

Chapter 1. Project Overview	37
Section 1. Purpose	37
Section 2. Justification	38
Section 3. Limitation	39
Chapter 2. Current Status in Technology Development of Related Project in Domestic and Overseas	41
Section 1. Current Status in Technology Development of Related Project	41
Section 2. Position of the Present Research Result in Technology Development of Domestic and Overseas	65
Chapter 3. Contents and Results of the Project	67
Section 1. Study on Environmental Response and Yearly Mass-Production System in <i>Youngia sonchifolia</i> and <i>Panax ginseng</i>	67
1. Introduction	67
2. Materials and Methods	69
3. Results and Discussion	73
4. Summary	123
Section 2. Effects of Environmental Variations on Physiologically - Active Substances Level and Functionality of <i>Youngia sonchifolia</i> and <i>Panax ginseng</i>	128
1. Introduction	128
2. Materials and Methods	134
3. Results and Discussion	141
4. Summary	216
Section 3. Technology Development of Processing and Commercialization of <i>Youngia sonchifolia</i> and <i>Panax ginseng</i>	228
1. Introduction	228
2. Materials and Methods	229
3. Results and Discussion	242
4. Summary	298
Chapter 4. Project Achievements and Contributions to Related Fields	304
Section 1. Project Achievements by Year	304
Section 2. Contributions to Related Fields	307

Chapter 5. Project Outcomes and Their Applications	309
Section 1. Plans for Utilization and Industrialization	309
Section 2. Plan for Technology Dissemination (Education, Instruction and Publicity)	309
Section 3. Presentation Plan (Patent and Publication)	309
Section 4. Additional Research and Benchmarking Point for Other Projects	310
Chapter 6. New Science and Technology Information Collected for Project	312
Chapter 7. References	324

목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요	37
제1절	연구개발의 목적	37
제2절	연구개발의 필요성	38
제3절	연구개발의 범위	39
제 2 장	국내외 기술개발 현황	41
제1절	국내·외 관련분야 기술개발 현황	41
제2절	연구결과가 국내외 기술개발에서 차지하는 위치	65
제 3 장	연구개발수행 내용 및 방법	67
제1절	고들빼기와 인삼의 환경반응 및 연중 대량생산시스템 개발 연구	67
1.	서언	67
2.	재료 및 방법	69
3.	결과 및 고찰	73
4.	결과요약	123
제2절	환경변이에 따른 고들빼기와 인삼의 생리활성물질 및 기능성 분석	128
1.	서언	128
2.	재료 및 방법	134
3.	결과 및 고찰	141
4.	결과요약	216
제3절	고들빼기와 인삼의 가공 및 제품화 기술 개발	228
1.	서언	228
2.	재료 및 방법	229
3.	결과 및 고찰	242
4.	결과요약	298
제 4 장	연구개발 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	304
제1절	연도별 연구개발목표의 달성도	304
제2절	연구결과가 관련분야에의 기여도	307
제 5 장	연구개발 성과 및 성과활용 계획	309
제1절	실용화·산업화 계획(기술 실시)	309
제2절	교육·지도·홍보 등 기술 확산 계획	309
제3절	특허, 품종 및 논문 발표계획	309
제4절	추가연구, 타연구에 활용계획	310

제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	312
제 7 장	참고문헌	324

제 1 장 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발의 목적

본 연구는 미래 기후변화 대응을 위해 환경변이에 따른 시뮬레이션 모델로 뿌리이용 약용 자원식물인 고들빼기와 인삼을 대상으로 재배지에서 온도, 광 및 계절 변화에 따른 대상 식물의 생태환경, 생육 및 수량 특성 파악은 물론, 자원식물을 자생지 또는 노지재배에서 생산성이 높은 시설재배로 전환시켜 연중 대량생산 시스템을 구축한다. 기능성 검색부문에서는 기존의 대상 자원식물의 기능성을 더욱 구체화하고 앞 과제에서 도출된 결과를 바탕으로 환경변이 및 식품 제조에 따른 생리활성물질 함량과 기능성의 변이에 대한 조사 산정 기준을 마련한다. 가공 및 제품화 단계에서는 전통적인 식품과 퓨전화를 통해 고들빼기와 인삼 함유 김치와 장류 제품의 가공 및 상품화를 목표로 한다.

1. 고들빼기와 인삼의 환경반응 및 연중 대량생산시스템 개발 연구

본 세부과제에서는 재배지 생태환경 조사를 위해 노지와 시설재배지에서 재배된 식물과 온도, 광, 상대습도 등의 제반 환경의 특성차이 구명과 지하부 바이오매스와 물질 전류를 구명하기 위해 대상 식물의 생육 및 수량 특성을 파악하고, 토양의 물리성, 화학성 및 생물성에 대한 생태환경 특성을 구명한다. 또한 다양한 온도, 광도 및 계절변이에 따른 대상 식물의 생육 및 수량 특성을 파악한다. 이를 바탕으로 자생지 또는 노지의 대상 식물을 작물화 및 대량생산화하기 위해 새로운 번식법 및 양액재배법 개발, 그리고 연중 대량생산 방법을 강구한다.

2. 환경변이에 따른 고들빼기와 인삼의 생리활성물질 및 기능성 분석

본 과제는 입지별 변이가 처리된 식물재료와 제품을 확보하여 전처리와 조추출물로부터 용매 분획물을 얻은 후 생리활성물질로서 일반성분, 사포닌, 항산화성 물질, 폴리페놀 및 플라보노이드 등의 함량을 비교 분석하고, 식물체 부위별, 입지별(재배지와 환경변이), 분획별 항산화성 및 세포독성을 정밀 분석하여 재배환경과 기후변화에 의한 생리활성성분과 기능성의 변이 정도를 파악한다.

3. 고들빼기와 인삼의 가공 및 제품화 기술 개발

가공 및 제품화 기술 개발을 위해 소재식물의 건조, 분말화, 가식성 및 저장성을 연구하여 실제적으로 양념류 개발을 통해 인삼-배추김치, 고들빼기-배추김치를 개발, 검증, 제품화한다. 그 제품에 대한 소비자의 성향, 기호도 및 관능평가를 수행한 후 고들빼기와 인삼-장류 식품 개발을 위해 추출물/분말을 각각 간장/고추장에 첨가하여 전통과 현대, 발효와 기능성의 퓨전 식제품을 개발하고 검증하고 그 제품을 숙성정도별로 성분 및 기능성의 재분석을 실시한다.

제2절 연구개발의 필요성

1. 기후변화 대응 미래 자원식물의 환경반응 연구필요

기후변화의 영향으로 한반도에서 재배하는 농작물의 종류가 바뀌고 있다. 기상청에 따르면 우리나라의 연평균 기온은 1973~1980년 12.2도였으나 2001~2007년 12.9도로 0.7도 올랐다. 강수량은 1,255.0mm에서 1,469.3mm로 214.3mm 증가했다. 우리나라의 기온이 오르고 강수량이 많아지는 것은 아열대기후로 바뀌고 있다는 증거다. 쌀보리, 사과, 복숭아, 한라봉의 재배 한계선이 북상 중에 있음을 기상청은 밝혔다. <동아일보 2009. 01. 28>

따라서 환경변이에 따른 시뮬레이션 모델로 고들빼기와 인삼을 대상으로 재배지에서 온도, 광 및 계절 변화에 따른 대상 식물의 생태환경, 생육 및 수량 특성을 연구한다.



2. 뿌리이용 약용자원식물의 항산화 및 항암효과 탁월

사포닌 함량이 풍부하여 항산화성 및 항암성 등의 인삼 기능성은 잘 알려져 있다. 최근 고들빼기의 항암성은 위암 세포주(SNU-601)에 대한 IC₅₀값에 있어서 25.0 μ g/mL으로 다른 우영과 더덕이 각각 194.6과 240.5 μ g/mL에 비해 탁월하여 소비가 증가하는 추세이다. <농림수산식품부 ARPC 보고서, 2008>

환경변이에 따른 대상 식물이 갖는 고유의 생리활성물질 함량 및 기능성의 변이를 정성 및 정량적으로 구명한다.

3. 시설재배로 연중 대량생산 재배시스템 개발로 생산성 및 농가소득 증대 기여

아직 양액 시설재배에 대한 적절한 배지 및 시설조건이 개발되어 있지 않지만 본 연구 과제를 통해 최적 양액재배 조건을 구명하고 이를 활용한 연중 대량생산 및 증식 시스템을 개발하여 농가에 보급하여 기존의 재배양식보다 높은 생산성 및 농가소득에 기여하고자 한다.

최적 양액재배 환경을 구명하여 사계절 전천후적 식물 공장형 대량생산 기술을 개발한다.

4. 기능성 고들빼기와 인삼을 가미한 김치와 장류식품 개발

국가 및 지역적으로 재배 또는 자생한 고들빼기와 인삼을 소재로 손쉽게 식이 할 수 있는 전통인 김치와 장류 퓨전식품의 소재로 활용한다.

원료 확보가 용이하면서도 대중적인 선호도가 높은 배추김치와 해조류를 혼합한 김치류와

대상시물을 가공(건조, 분말, 엑기스화)하여 간장과 고추장에 혼합하여 숙성 발효 장류식품의 소재로 개발한다.

제3절 연구개발의 범위

1. 고들빼기와 인삼의 환경반응 및 연중 대량생산시스템 개발 연구

가. 재배지 생태환경 조사연구: 노지와 시설재배지에서 재배된 식물과 토양의 특성차이 구명

- (1) 노지와 재배하우스 생육 및 수량 특성
- (2) 노지와 재배하우스 토양의 특성 구명

나. 환경변이 특성 구명: 온도, 광, 계절변이에 따른 식물의 생육 및 수량 특성 구명

- (1) 광도변이 반응 연구
- (2) 계절변이성 연구
- (3) 온도변이 반응 연구

다. 연중 대량생산 시스템 개발

- (1) 종자 및 실생묘를 이용한 대량증식법 개발
- (2) 고품질 다수확 양액재배시스템 개발

2. 환경변이에 따른 고들빼기와 인삼의 생리활성물질 및 기능성 분석

가. 입지별 식물재료 확보 및 전처리: 재배지, 환경변이에 재배된 식물의 확보

- (1) 처리별 부위별 샘플 준비
- (2) 조추출물로부터 용매 분획

나. 생리활성물질의 함량 분석: 사포닌, 항산화물질, 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 비교분석

- (1) 일반성분 및 사포닌 함량
- (2) 항산화물질 및 페놀 함량
- (3) 플라보노이드 및 알칼로이드

다. 기능성 변이 분석: 재배지에 따른, 입지환경별, 분획별 항산화성 및 세포독성 분석

- (1) 항산화성
- (2) 세포독성 연구

3. 고들빼기와 인삼의 가공 및 제품화 기술 개발

가. 가공 및 제품화 기술 개발: 소재식물의 건조, 분말화 및 저장성 연구

- (1) 분말용 고들빼기와 인삼의 최적 건조 기술개발

- (2) 고들빼기와 인삼을 이용한 식이요법용 전통식품(김치)의 가공기술 개발
- (3) 고들빼기와 인삼 함유 김치 제작

나. 고들빼기와 인삼을 이용한 가공 제품 개발

- (1) 원료의 가공 처리에 따른 성분변화 연구
- (2) 다양한 제형 개발을 통한 조미제품 등 가공 제품 개발
- (3) 개발된 가공식품의 관능 및 소비자 기호도 조사

다. 고들빼기와 인삼-장류 식품 개발: 대상 식물의 추출물/분말-간장/고추장 개발 검증, 제품화

- (1) 제제화를 위한 원료확보 및 분말화
- (2) 간장 및 고추장에 고들빼기와 인삼 분말의 첨가
- (3) 숙성정도별 제품의 성분 및 기능성 분석

제 2 장 국내·외 기술개발 현황

제1절 국내·외 관련분야 기술개발 현황

1. 인삼

가. 인삼재배 연구

인삼재배는 ① 유전육종 유전공학 ② 영양생리 및 토양비료 ③ 병충해방제 ④ 재배방법 ⑤ 품질 ⑥ 경영 ⑦ 연구여건의 일곱 분야별로 1975년부터 1994년까지 20년간 연구결과를 종합 검토해보면 다음과 같다.

(1) 유전·육종 및 유전공학

농경학적 형질이 변이 및 상호관계를 연도별 재배조건별로 많이 조사되었다. 그러나 순계분리에 있어서도 계통별 유전형질의 유전특성에 관한 연구가 거의 없다. 육종방법에서는 방사선과 화학약제를 사용한 돌연변이 방법은 시도되었으나 중단되었다. 교잡육종에 있어서도 이론적 또는 실용적 결과가 없다. 중간 교잡 특히 서양삼과의 교잡 필요성을 제시 형질 비교연구를 많이 하였다. 순계분리방법만이 유일한 수단으로 진행되어 200여 계통이 검정되어 왔으며 수개 계통이 포장시험단계에 있다. 체세포로부터 완전개체를 만드는 기술은 아직 성공하지 못하였다. 유전공학적 방법을 인삼의 유전자구조를 밝히기 위해 기지효소를 대상으로 시작하였으며 원료삼 생산국 확인방법 개발에 사용하고 있다. 유용형질의 유전성에 관한 자료를 집적하고 적절한 육종모형이 성행되어야 할 것이다.

(2) 영양·생리 및 토양비료

광도, 광질, 온도, 수분, 무기영양, 토양물리성에 관한 생리 특성을 현지포장을 대상으로 조사하고, 실험실과 실험포장에서 모형별로 조사하여 상호관계와 최적 조건들을 찾아 포지에 따라 적용할 수 있도록 하였다. 광과 온도의 요인을 분리 관리하는 개념을 도입하여 죽조림과 계절별 해가림법의 해석과 이들의 적용방법을 확립하였다. 예정지 선정과 예정지 관리에서 기상조건과 토양물리화학성과 관련한 이론이 정립되었으며 구체적 방법이 제시되었다. 여러 가지 생리장해의 원인과 그 대책이 규명되었으나 아직도 밝혀지지 않은 것들이 남아있다. 생장조절제와 인삼생육과의 관계연구가 진행되었으나 실용화 단계에 이르지 못하였다. 인삼수량을 획기적으로 증가시키는데 필요한 인삼생리 특성에 관한 연구는 극히 미진하다.

(3) 병충해방제와 제초

모든 인삼병원균을 분리하여 이들의 이병과 관련된 생리 생태 특성을 밝히고 방제방법(약제의 선발, 농도 및 시기)을 확립하였다. 해충과 선충(감자썩이 선충), 소동물의 방제에 있어서도 발생생태의 연구와 이에 따른 방제방법이 확립되었다 한다. 병해와 충해 소동물의 피해방지에 있어서 농약 잔류량 등 생산품 및 환경오염을 최소화하는 방법이 많이 연구되었다. 연작장해의 방지로 훈증제 사용방법이 4년근까지 성공되었으나 6년근까지는 확립되지 못하였다. 길항 미생

물체는 우리나라 최초의 실용화였으나 확실성이 미흡하다. 제조방법에 관한 연구는 비교적 적은 편으로 제초의 비중이 크지 않은 점 때문인 것 같다. 환경요인 자동기록 병해예보 장치에 의한 예방방법이 수립되어야 할 것이다.

(4) 재배방법

해가림방법이 벚짚이영에서 차광판, PE 차광망으로 바뀌었다. 노지에서 부초재배로 바뀌었으며 분포 무관수에서 점적관수 재배가 장려되고 있다. 논삼재배의 재작특성과 밭삼재배의 예정지관리법을 조합하여 산지고정화 방법이 제시되었다. 농촌 인력부족을 극복하기 위하여 인삼재배용 기계(작반기, 수확기, 삼장가설기, 이식기 등)가 많이 개발되었다. 직파재배법의 연구가 미흡하다. 임간재배방법이 제품원료삼 생산목적으로 연구하였으나 중단되었으며 고가 산양삼재배방법이 시도되었다.

(5) 품질

내공, 내백 방제에 관한 재배조건과의 연구결과로 방제방법이 제시되었으나 가장 중요한 이들 요인이 경작자와의 아무런 관계가 없으므로 현장적용이 잘 되지 않았다. 품질의 제일요인인 대편화에 관한 연구는 근권 토양미생물과 관련 연구되고 있다. 재배환경과 품질요인과의 관계를 밝혀 고품질 재배방법을 밝혔다. 유효성분과 재배조건과의 관계연구 결과로 사포닌 주 유효성분 견해에 대하여 내열성 질소화합물(특히 Peptides) 견해를 제시하였다. 전통재배방법이 고려인삼 품질과 밀접한 관계가 있음을 밝혔다. 내공, 내백의 획기적 방제를 위한 방법의 수립에 기초자료가 되는 기작에 관한 연구는 상당히 미흡하다.

(6) 경영

재배경영에 관한 연구는 재배규모에 차이가 많으며 위탁재배와 협동재배의 여러 형식이 별로 고려되지 않은 채 생산비 분석정도로 상당히 적은 편이다. 기계화와 관련하여 적정재배규모 등이 밝혀져야 한다. 인삼가격은 품질에 의하여 크게 영향 받는데 품질을 고려한 재배경영 분석은 전무하다. 대면적 조방적 기계화 재배보다 소면적 기술집약적 재배에 관한 경영모델이 확립되어야 할 것이다.

(7) 재배연구 여건

1979년부터 인삼재배연구는 여전히 인삼연구소에 국한되었다. 고려인삼연구소가 특별법에 의하여 재단법인으로 설립되므로 연구비와 연구 인력이 증가되어 크게 활기를 띠었으나 1980년 다시 연초연구소와 통합됨으로서 연구의 독립성이 위축되었다. 인삼재배연구는 인삼에 대한 이해도가 중요함에도 인삼 비전문가들의 평가와 실용화 위주 그리고 복잡한 평가방법 때문에 연구자의 연구 독립성이 상실되어 실용화를 위한 기본연구가 이루어지지 못하였다. 1996년부터 홍삼전매가 자유화되므로 인삼재배연구가 크게 위축될 우려가 있어 대책 수립이 필요하다. 그간 양질삼 생산연구가 가장 시급한 과제임에도 이 분야에 연구비는 가장 적게 투입되어 왔다.

나. 인삼의 화학성분 분석

(1) 인삼 신품종의 뿌리부위별 진세노사이드 함량 및 패턴비교

고려인삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 옛날부터 신비의 영약으로 알려져 왔으며 사용된 역사가 2,000년이 넘는 한국의 대표적인 생약으로서(Chung et al., 2006), 주요 약리작용으로는 암 예방, 노화억제, 간장보호, 피로회복, 뇌기능 강화 등이 알려져 있다(Kim et al., 1987; Elma et al., 1991; Henishin et al., 1991). 최근 들어 웰빙의 사회적인 공감대의 확산은 건강식품에 대한 관심으로 이어졌으며, 생약의 범주 안에 있던 인삼을 건강식품으로 인식하는 계기가 되었다. 이는 인삼제품의 판매량 증가에 기폭제로서의 역할을 톡톡히 하였는데, 특히 간편한 드링크류, 홍삼정환, 홍삼정 등 홍삼제품류에 대한 수요는 급신장하였고 천지삼 위주의 뿌리삼 시장의 매출비율은 상대적으로 감소하였다. 이와 같은 시장의 변화는 원료수급에도 영향을 미쳐, 천지삼의 생산율이 높은 고품질 품종, 고사포닌 품종, 향특이성분 고함유 품종 등 다양한 종류의 맞춤형 품종개발이 인삼육종연구의 화두로 대두되었다. 특히 인삼의 주요 약효성분인 사포닌은 홍삼제품의 품질 관리 기준으로 설정되어 사포닌 고함유 품종개발이 주요 현안으로 떠오르게 되었다(Choi et al., 1994). 인삼의 주요 이차대사산물인 사포닌은 토양이나 기후조건 등 재배환경에 따라 함량의 변이가 큰 편이지만(Lee et al., 1987) 계통에 따라 뿌리의 동체, 지근, 세근의 발달정도가 다르며 부위에 따라 사포닌함량이 다른 것으로 보아(Kim et al., 1987; Jang et al., 1987) 사포닌 고함유 품종의 선발 가능성이 높다고 하겠다.

안 등(2008)은 인삼의 부위별 진세노사이드 패턴 유사성과 상관관계를 알아보고자 시험을 수행하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다. 진세노사이드 단위함량과 총 함량은 고품이 각각 18.9mg/g, 596mg/g으로 가장 높았고 연풍, 금풍, 선풍이 뒤를 이었으며, 천풍은 각각 8.0mg/g, 209.5mg/g으로 고품의 절반에도 미치지 못하였다. 부위별로 보면 뇌두의 진세노사이드 단위함량과 총 함량은 연풍이 가장 높았으며, 동체와 지근 및 세근에서는 고품이 높았다. 뿌리와 각 부위의 진세노사이드 패턴 유사성은 지근과 뇌두가 각기 0.95, 0.94로 높았으며 동체와 세근은 각기 0.78, 0.80으로 다소 낮았다. 지근에서 품종별 진세노사이드 패턴 유사성을 보면 천풍, 연풍, 고품, 금풍이 각기 0.98, 0.98, 0.96, 0.98로 아주 높았으며, 선풍은 0.87로 다소 낮았다. 뿌리와 각 부위의 진세노사이드 상관계수는 지근에서 0.843으로 가장 높았으며 동체, 세근, 뇌두 순으로 낮아졌다. 또한 단위함량과 총 함량의 상관계수는 0.933으로 매우 높게 나타났다.

(2) 4년생 인삼의 수확시기에 따른 ginsenoside 및 일반 화학성분의 변화

인삼의 약리 물질에 관한 연구는 1854년 미국의 Garriques가 인삼의 뿌리로부터 사포닌을 분리하여 "Panaquilon"이라고 명명한 후로 구체화되었으며, 그 후 많은 동·서양의 연구자들에 의해 인삼의 약리 물질과 생리활성에 관한 연구가 체계적으로 수행되고 있다.

인삼의 함유성분은 탄수화물(60~70%), 합질소화합물(12~16%), 사포닌(3~6%), 지용성 성분(1~2%), 회분(4~6%), 비타민(0.05%) 등으로 보고(조 등, 1998)되고 있다.

안 등(2002)의 실험에 의하면, 4년생 인삼의 전 생육기간 중 조단백 함량은 지상부 출현기인 4월이 20.77%로 가장 높았고, 지상부 전개가 완료된 6월이 13.13%로 가장 낮았으며, 8월 이후에는 17% 수준으로 함량의 변화가 일어나지 않았다. 조지방 및 조섬유 함량은 조단백과 반대의 양상으로 개화기인 5월에 최대치를 나타내었다. 총당은 전 생육기간 중 60~71%의 함량범위로 존재하여 전체성분 중 가장 높은 함량을 나타내었고, 지상부 생육이 완료된 6월이 71% 수준으로 가장 높았으며, 개화기인 5월이 60% 수준으로 가장 낮았다. 인삼 저장근의 유리당 함량은 지상부 출현기인 4월에 20.40%로 최대치를 보였으나, 개화기인 5월에는 11.89%로 전생육시

기 중 최소의 함량을 나타내었다. 유리당 중 가장 함량이 높은 sucrose의 변화(10.96~19.60%) 양상은 전 수확기간 중 총 유리당의 변화(11.89~20.40%) 경향과 유사한 양상을 나타내지만 fructose의 함량 변화와는 서로 상반된 양상을 나타내었다. 한편 유리당 중 glucose와 maltose의 함량은 전 수확기간 중 통계적 차이가 인정되지 않았다. 조사포닌과 총 ginsenosides 함량은 개화기인 5월에 각각 7.60% 및 4.09%로 기타 수확시기에 비해 월등히 높았으며, 그 외의 시기에는 통계적으로 유의한 차이가 인정되지 않았다. 따라서 4년생 인삼에서 성분적 특성만을 고려할 경우 개화기인 5월이 가장 유리하였다. 그러나 개체당 함량은 10월이 가장 높게 나타났다.

(3) 인삼 잎으로부터 분리된 총 사포닌의 분해산물

인삼 성분 중 특히 saponin류가 유효 성분으로 주목되어 주로 saponin류의 구조와 효능에 관한 연구가 많이 진행되어 왔다. 인삼의 기원 식물명은 *Panax ginseng* C. A. Meyer이며 정유가 약 0.05%(주성분은 panacene, β -element 등), 단당류가 약 1.5%(β -glucose, D-fructose), 이당류(sucrose, maltose), 삼당류(trisaccharide A, trisaccharide B, trisaccharide C), saponin이 약 4% 함유되어 있다. Saponin 중 oleanolic acid로는 ginsenoside Ro, 20-S-panaxadiol로는 ginsenoside Rb₁, Rb₂, Rc, Rd가 있고, 20-S-panaxatriol로는 ginsenoside Re, Rg₁, Rg₂가 있다. 이밖에 β -sitosterol, β -sitosteryl-glucoside, panaxynol-1,9-(*cis*)-heptadecadiene-4,6-dyen-3-ol, vitamin B군, amino acid, peptide, 염기성 물질(choline) 등이 있다(神戶中醫學研究會, 1979). 특히 인삼 saponin 중 ginsenoside Rb₁은 약한 진정작용(齊藤洋, 1973), 용혈 방어작용(高木敬次郎, 1982)이 있고 배양닭배(embryo) 지각 신경절에서 신경성장 인자의 신경돌기 성장을 촉진한다(Saito et al., 1977)고 한다. 또한 ginsenoside Rg₁에는 피로회복 촉진작용(Saito et al., 1974)이 있고, ginsenoside Rb₂, Re, Rg₁은 흰쥐 골수 세포 DNA 생합성, 단백질합성, 지질생합성을 촉진시킨다고 보고되어 있다(山木昌弘, 1973).

(4) 고려인삼의 화학성분에 관한 고찰

고려인삼은 오갈피나무과에 속하는 다년생 초본으로 한국, 중국, 시베리아 동부에 자생하는 식물이나 야생인삼(산삼)은 희귀하며 상업적으로 유통되는 인삼근의 대부분은 한국, 중국 동북 지역에서 재배된 고려인삼의 뿌리를 가공한 것으로 백삼, 홍삼으로 구별되어진다. 백삼은 수삼을 그대로 건조 가공하는 것이며 홍삼은 수삼을 증숙하여 건조 가공 제조한 것으로 열을 가하기 때문에 입체적인 화학변화를 받는 것으로 생각할 수 있다(박, 1995).

인삼은 동양의 유구한 역사 속에서 수천 년 동안 만병통치약으로 사용되어 왔고 한방에서는 상품 약으로 부작용 및 독성이 없는 효능이 인정되어 왔지만 화학성분과 약리, 생물학적 연계의 측면에서 과학적으로 연구되기 시작한 것은 최근의 일이었다(박, 1995).

인삼의 화학적 연구는 1854년 Garriques가 미국삼(*Panax quinquefolium*)의 뿌리에서 배당체를 분리하여 Panaquilon이라 명명하게 됨으로서 이 물질이 인삼의 화학성분으로 최초로 보고되었다. 그 후 인삼의 화학적 성분연구가 본격적으로 시작된 것은 1957년 소련의 Brekhan에 의해 사포닌 배당체가 인삼의 유효성분으로 분리되었고 1960년대에 이르러 일본의 Shibata, Tanaka group에 의해 인삼사포닌(3~6%)이 Triterpenoid 계열의 Dammarane 골격에 Glucose, Arabinose, Xylose 및 Rhamnose 등이 결합한 배당체임을 밝혔으며 Shibata 등이 이들을 TLC에서 극성의 순서에 따라 Ginsenoside-Rx라 명명하여 인삼의 유효성분이라 하였다(박, 1995).

현재까지 인삼의 뿌리에서 화학구조가 밝혀진 Ginsenoside는 백삼 및 홍삼을 합하여 총 30종이며 protopanaxadiol type이 19종, Protopanaxatriol type이 10종이며 Dammarane 골격이 아닌 Oleanane 골격의 Ginsenoside Ro 1종이다. 특히, Dammarane 계열의 화학적 성질은 C-20 위치의 Tertiary alcohol의 배당체 결합이 불안정하기 때문에 약산에 의해 쉽게 가수분해되고 Empty P-orbital에 SN₁ 반응의 공격위치에 따라 20(S) 및 20(R)의 이성체를 형성한다. 이와 같은 반응은 수삼으로부터 홍삼제조시에도 인삼의 유기산을 촉매로 하여 홍삼의 특유성분이 생성하고 이에 대한 약리, 효능을 기대할 수 있어 많은 학자들의 관심과 노력이 모아지고 있는 실정이다(박, 1995).

이러한 홍삼 특유성분으로서 20(S)-Ginsenoside Rh₂, 20(S)-Ginsenoside Rg₃, 20(R)-Ginsenoside Rg₂, 20(R)-Ginsenoside Rh₁, Notoginsenoside R₄가 밝혀졌다. 아울러, 본 연구실의 김신일 박사 등은 고려홍삼으로부터 Ginsenoside Rh₁의 C-20에서 H₂O 1분자가 탈수되고 이중결합이 도입된 Ginsenoside Rh₄와 Ginsenoside Rg₃로부터 같은 기전에 의해 생성된 Ginsenoside Rg₄를 분리하여 입체적인 화학적 본태를 해석하고 Side chain의 Conformation을 Entgegen type으로 구명하였다(박, 1995).

백삼의 특유성분으로서 Kitagawa 등에 의해 Malony-ginsenoside-Rb₁, -Rb₂, -Rc, -Rd가 밝혀졌으며 이들 성분들도 홍삼제조 수처리과정에서 Demalonylation되어 원래의 Ginsenoside로 환원되고, 일부는 Decarboxylation되어 홍삼 특유성분인 Ginsenoside-Rs₁, -Rs₂가 생성된다고 보고하였다(박, 1995).

한편, 사포닌 성분 이외에도 약리효능면에서 약리활성이 기대되는 성분들이 지용성 분획으로 인삼근중에는 약 1~2%정도 함유되어 있고 활성성분으로서는 항산화 활성을 보여주는 Phenol계 화합물과 암세포에 세포독성을 보여주는 Polyacetylene계 등이 있다. 더군다나, 정유성분인 Sesquiterpene계 화합물은 인삼의 향기성분으로서 연구되고 있다. Phenol계 화합물은 Salicylic acid, Caffeic acid, Maltol 등 12종이 분리되어 구조가 동정되었으며, 이중 수삼의 Maltose로부터 Amino-carbonyl reaction에 의해 생성된 Maltol은 홍삼의 항산화 효과를 나타내는 활성성분으로 한병훈 교수 등에 의해 보고되었다. 아울러, 홍삼의 Ethyl acetate 가용성 분획으로부터 생리활성성분이 기대되는 새로운 Polyphenol의 Permethyl ether 유도체가 분리되어 잠정적인 구조가 밝혀졌으나 아직 완전한 화학적 본태가 해석되지는 못하였다. 인삼의 Polyacetylene 성분들은 최초로 Panaxynol이 분리된 이래 Panaxydol, Panaxytriol, Acetylpanaxydol, Chloropanaxydol, Panaxyne 등 9종이 보고되었고 또한 Hexane 가용성 분획으로부터 이들과는 새로운 Acetylene계 화합물인 Ginsenoyne A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K 등 11종이 분리 동정되었다. 인삼의 정유성분으로서는 수삼의 Ether 가용성 분획으로부터 Azulene, Patchoulene 등 약 30여종의 Sesquiterpene계 화합물이 GC/MS로 동정되었다. 그밖에, Ether 가용성 염기성 분획에서 5종의 Methoxypyrazine, 8종의 Alkylpyrazine유도체가 확인되었고, Sesquiterpene alcohol인 panasinsanols A, B 및 Gensanol이 분리되었다. Alkaloid성분은 Ether soluble Alkaloid와 수용성 Alkaloid성분으로 나눌 수 있는데 전자는 7종의 β-Carboline계열 성분 및 1종의 Thiazole계 성분이고 후자는 Choline 등을 들 수 있다. 일반적으로 Alkaloid는 미량으로도 뚜렷한 생리활성을 나타내기 때문에 이들에 대한 약효가 기대되고 있다(박, 1995).

수용성물질(50~60%)로서는 그 중 중요한 것이 탄수화물로서 Polysaccharide 등을 들 수 있는데 면역 부활활성, 항보체 활성, 항위궤양 효과, 항암 효과 및 항당뇨 효과가 보고되어 주목을 받고 있다. 고려인삼으로부터 Panaxane A-U 등 21종의 중성 및 산성 Polysaccharide 등이 분

리되어 부분 화학구조가 해석되었다. 이들 구성당으로서는 Glucose, Arabinose, Galactose, Rhamnose, Xylose의 Hetero다당이며 산성다당체는 Uronic acid를 함유하고 있다(박, 1995).

인삼의 합질소 성분(12~15%)으로서는 아미노산과 Oligo-peptide 등으로 Okuda 등은 고려홍삼으로부터 항당뇨 효과와 관련있는 Insuline like substance인 Adenosine, Pyroglutamic acid가 있다고 보고하였다. 또한 고려홍삼으로부터 홍삼 제조시 Amino-carbonyl 반응에 의한 생성된 Arg-Fru-Glc를 분리하여 혈관을 확장하는 생리활성을 보여준다고 보고하였다.

(5) 국내산 백삼과 태극삼의 크기 및 연근별 인삼사포닌 함량

수삼은 4~6년 재배 후 수확한 상태의 인삼을 일컬으며, 약 75% 내외의 수분을 함유하고 있다. 태극삼은 수삼을 세삼 후 뜨거운 물속에서 일정시간 담가 표피와 동체의 일부를 호화시켜 건조한 것으로 표피의 색상은 담황 및 황갈색을 띠고 있다. 홍삼은 주로 6년생 인삼을 박피하지 않은 채로 세삼 후 증숙하여 전분을 호화시킨 다음 건조공정을 거쳐 수분함량이 14% 이하가 되도록 제조한 것을 말한다. 백삼은 4~6년근의 수삼을 박피하거나 하지 않은 상태에서 천 일건조 및 40~50℃의 온도에서 열풍 건조하여 제조한 것으로서 제품의 색은 유백색이나 연노랑색을 나타내고 있으며, 홍삼과 더불어 원형유지 가공 인삼제품의 주종을 이루고 있다(MOA, 2004; Park et al., 2003; Kwank et al., 1995; Jung et al., 2002).

황 등(2005)은 고려인삼의 수출확대를 위해서 백삼 및 태극삼의 사포닌 함량에 대한 중국 고려인삼 수입의약품 등록기준 설정의 기초 자료를 얻고자 조사하였다. 백삼 50구의 크기에 따른 초특대편, 특대편, 대편, 중편 및 소편의 ginsenoside-Rg₁, -Re, -Rb₁의 평균 함량은 각각 664.7, 796.9, 674.7, 839.0 및 646.6mg%이었으며, Rg₁/Re의 비율은 각각 1.0, 1.2, 0.8, 1.0 및 1.0의 분포였다. 태극삼 13구의 ginsenoside-Rg₁, -Re, -Rb₁의 평균 함량은 각각 755.1mg%, Rg₁/Re의 비율은 1.28이었다. 그리고 백삼 50구의 Rg₁ 평균값은 232.7±110.2mg%, Re 평균값은 235.3±101.5mg%, Rb₁ 평균값은 280.1±121.3mg%으로 이들의 합은 748.2±299.4mg%이었으며, Rg₁/Re의 비율은 1.02이었다. 또한 태극삼 13구의 사포닌 성분의 분석결과, Rg₁ 평균값은 262.1±127.2mg%, Re 평균값은 213.1±55.7mg%, Rb₁ 평균값은 279.9±92.1mg%로 이들의 합은 755.1±233.6mg%이었다. 백삼과 태극삼의 사포닌 조성 및 함량은 중국수입의약품 등록기준인 ginsenoside-Rg₁, -Re, -Rb₁ 값의 합이 0.4% 이상이라는 기준규격에 적합하였고, HPLC-ELSD로 분석시 인삼의 분석방법별 기준인 ginsenoside-Rg₁과 -Re의 함량비(Rg₁/Re≤3.87)에 부합되었다.

(6) 추출 및 분획조건에 따른 인삼 조사포닌 중 ginsenoside 조성 차이

인삼 사포닌은 일반적으로 인삼 분말의 70~80% 알코올 환류 추출물로부터 불포화 부탄올 가용성 성분을 분획함으로써 얻어지며, 이를 silica gel TLC plate에 점적하고 *n*-BuOH/EtOAc/H₂O로 전개하면 10여종의 spot가 분리된다. 이들은 이동거리가 작은 순서대로 ginsenoside-Rx(x=o, a, b, c, d, e, f, g, h)로 명명되었는데(Shibata et al., 1965; Tanaka et al., 1967), 지금까지 총 36종의 ginsenoside가 분리되어 그 화학구조가 밝혀졌다(Baek et al., 1996; Ryu et al., 1996; Shoji, 1985; Kitagawa et al., 1983; Kim et al., 1996). 인삼사포닌은 비당부의 구조에 따라 proto panaxadiol(PPD)계, protopanaxatriol(PPT)계 및 oleanane계 사포닌으로 분류되는데, 이 중 PPD와 PPT계는 인삼 특유의 사포닌이다(Shibata et al., 1965; Tanaka et al., 1967; Shibata et al., 1966). PPD와 PPT는 dammarane계 triterpene으로서 PPD는 C-3, 12 위치에, PPT는 C-3, 6, 12 위치에 -OH기가 붙어 있다. 이러한 비당부에 glucose, xylose,

arabinose, rhamnose 등 당이 결합하여 인삼 배당체, 즉 ginsenoside를 형성한다. 그런데 인삼 사포닌은 그 화학구조에 따라 열, 산 또는 알칼리에 불안정하여 추출조건에 따라 그 부분구조에 있어 변환이 일어난다. 수삼을 증숙, 건조하여 제조하는 홍삼에는 C-20 위치에서 epimerization된 20R form의 ginsenoside가 많이 생성되며 수삼이나 백삼 중에 함유되어 있는 malonyl ginsenoside는 추출과정에서 가열에 의해 malonyl기가 소실된다. 또한 C-20 위치의 당결합은 산에 약하여 인삼의 가열추출시 인삼 중에 존재하는 유기산류와 반응하여 가수분해되기 쉬우며 이렇게 생성된 ginsenoside를 prosapogenin이라 부른다.

Shin 등(2001)은 인삼 사포닌의 화학적 변화를 막거나 사포닌의 순도를 높이기 위한 새로운 조사포닌 분리방법으로서 인삼시료를 가열 또는 상온추출한 후 사포닌 성분을 분획하는 과정에서 용매분배 또는 컬럼을 사용하여 조사포닌을 분리하고 TLC 및 HPLC로 ginsenoside를 분석한 바 있다. 그러나, 상온 추출함으로써 얻어지는 malonyl ginsenoside와 cation exchange resin을 사용함으로써 생성되는 prosapogenin은 TLC상에서는 관찰되나 RI검출기를 사용하는 기존의 HPLC 분석조건에서는 7종의 주종 사포닌(ginsenoside Rb₁, b₂, c, d, e, f, g₁)을 제외하고는 전혀 분리가 되지 않음으로써 추출 및 분획방법에 따른 조사포닌 중 ginsenoside의 특성을 비교하기가 곤란하였다.

인삼 조사포닌을 기존의 고온 MeOH 추출/*n*-BuOH 분획법 및 고온 MeOH 추출/Diaion HP-20 흡착/MeOH 용출법과 새로이 시도된 고온 MeOH 추출/cation AG 50W흡착/H₂O 용출/*n*-BuOH 추출법(AG 50W법), 상온 MeOH 추출/Diaion HP-20 흡착/MeOH 용출법(상온추출법)과 EtOAc/*n*-BuOH 직접 추출법으로 분리한 다음 기존의 HPLC/RI 방법으로 ginsenoside 조성을 비교한 결과 EtOAc/*n*-BuOH 직접 추출법을 제외하고는 큰 차이가 없었으나 분리능과 감도가 우수한 HPLC/ELSD 방법을 사용한 결과, ginsenoside Rb₂, Rf, Rg₁ 및 Rh₁ 등을 뚜렷이 식별할 수 있었고 추출 및 분획방법에 따라 조사포닌간 ginsenoside의 현저한 조성차이를 볼 수 있었다. 특히 AG 50W법에 의해 분리된 조사포닌에서 뚜렷한 prosapogenin 피크를 볼 수 있었으며 LC/MS의 결과, ginsenoside Rb₁, Rb₂ 등의 7종의 주종 사포닌 이외에도 5종의 prosapogenin과 1종의 chikusetsusaponin을 포함한 총 13종의 ginsenoside를 동정하였다. 새로이 정립한 HPLC 분석조건, 즉 NH₂ 대신에 C₁₈ column을 사용하고 KH₂PO₄/CH₃CN gradient로 상온추출법으로 분리한 조사포닌을 분석한 결과, malonyl ginsenoside 피크를 용이하게 확인할 수 있었다(신 등, 2001).

(7) 인삼엽의 채엽시기에 따른 사포닌 성분의 함량 및 조성

최근에 와서 인삼엽에는 조사포닌 함량이 10~13%(小松曼者 & 富森毅, 1966; 조, 1977) 정도로서 인삼근에 비하여 2~3배 많고 화학구조도 인삼근과 동일한 배당체이며(Tanaka & Kohda, 1975; Tanaka, 1978) 인삼근에는 함유되어 있지 않은 ginsenoside-F₁, ginsenoside-F₂ 및 ginsenoside-F₃ 등과 같은 성분들이 소량 함유되어 있음이 보고되었다(Yahara et al., 1976).

장(1998)은 인삼엽차 제조를 위한 연구의 일환으로 인삼엽의 성숙시기인 7, 8, 9월 중에 인삼엽을 각각 채엽하여 사포닌 함량 및 조성을 비교, 분석하였고 그 결과는 다음과 같았다.

인삼엽의 사포닌 함량은 7월엽이 17.17%, 8월엽이 16.67%, 9월엽 15.58%로서 채엽시기가 늦어질수록 감소하였으나 ginsenoside pattern은 유사하였다. 인삼엽의 ginsenoside 함량 및 조성은 채엽 시기와 관계없이 ginsenosides-Re, -Rd, -Rg₁ 등이 총사포닌 성분의 70% 이상을 차지하였고 그 다음으로 -Rb₁, -Rb₂, -Rc 순이었으며 protopanaxadiol계 사포닌은 8월엽,

protopanaxatriol계 사포닌은 9월엽에서 가장 높은 함량을 나타내었다. 인삼엽의 채엽 시기별 protopanaxadiol(PD)/protopanaxatriol(PT)계 사포닌의 함유비율은 7월엽의 1.13에서 9월엽은 0.85로 점차 낮아지는 경향을 나타내었다.

(8) 양액재배 인삼의 부위별 ginsenoside 조성

청정인삼 120일 재배 수삼의 총 ginsenoside 함량이 15.8mg/g, 잎의 total ginsenoside 함량은 140.8mg/g, 줄기는 8.8mg/g 정도로 잎이 가장 높았으며, 잎에서 total ginsenoside 함량은 근경의 9배 정도로 높게 나타났고, 조성에서는 Rg₁과 Rd 함량이 전체의 65% 정도로 가장 많은 것으로 나타났으며, 잎에는 항종양 및 간 보호 기능을 가진(일반적으로 5~6년근 수삼에도 없는 것으로 알려진) Rh₁ 성분이 14.1mg/g 들어 있는 것으로 나타났다(인삼약초연구소, 2006).

Table 1. Types and contents and various ginsenoside of *Panax ginseng* at different plant parts under hydroponic system.

Ginsenoside	Root		Stem		Leaf	
	Mean(%)	SD	Mean(%)	SD	Mean(%)	SD
Rg ₁	0.41	0.14	0.45	0.22	4.04	1.35
Re	0.17	0.06	0.26	0.13	1.42	0.47
Rf	0.06	0.02	0.01	0.01	-	-
Rb ₁	0.33	0.11	0.01	0.00	0.37	0.12
Rg ₂	0.04	0.01	0.06	0.03	0.94	0.31
Rh ₁	0.27	0.09	-	-	1.41	0.47
Rc	0.15	0.05	0.02	0.01	1.53	0.51
Rb ₂	0.02	0.01	-	-	0.22	0.07
Rd	0.13	0.04	0.08	0.04	4.15	1.38
Total	1.58	0.53	0.88	0.44	14.08	4.69
PD/PT	0.67	0.22	0.13	0.07	0.80	0.27

* 인삼약초연구소 (2006)

다. 항산화 연구

(1) 한국 홍삼의 면역 활성 및 항암효과에 관한 실험적 연구

인삼의 주요 성분으로서는 인삼배당체(ginsenoside or panax saponin), RB₁(protopanaxdiol group) 및 Rg₁(protopanaxtriol group) 등이 알려져 있다. 또 인삼의 주요 약리작용으로서 山本(1979)은 뇌신경기능 향진, 성선자극, DNA 및 RNA 합성 촉진, 지질 및 단백질 합성 촉진, 조혈기능 향진 및 혈당강하 작용을, Karzel(1987)은 항염증 작용을, Kasaki(1987)는 위 기능 회복 작용을 각각 보고하였으며, 이외에도 말초혈행 촉진 및 노화 방지작용(최, 1989), 방사선에 대한 방어작용(김 등, 1980) 및 면역능 향진작용(고, 1984; 村用勇, 1980)에 관한 보고를 접할 수 있다.

특히 Brekhman 와 Dardymov(1969)는 인삼에 개체의 비특이적 저항성을 증대시키는 효과가 있다고 보고하였다. 인삼추출물의 유의한 면역능 항진작용에 대하여 Singh 등(1984)은 인삼투여로 세포의 항체 생성능이 증가하였고, 양의 적혈구에 대한 혈액 내 순환항체의 역가가 증진되었으며, Semliki forest virus(SFV) 항원에 대한 면역성이 높아지며, 자연살해세포의 활성화도 증가한다고 보고하였다.

면역계는 한 개체에서 발암 억제에 중요한 역할을 하며, 면역기능이 억제된 환자나 실험동물에서 종양 형성이 증가한다는 사실이 이를 뒷받침해주고 있다. 그러나 면역감시체계에 대해서는 많은 반론이 제기되고 있음, 그 대부분은 항종양 방어계에서 T림프구가 중심역할을 한다는 것에 대한 반박이다(Prehn, 1971; Stutman, 1975; Burnet, 1970). 그래서 종양세포나 어떤 표적세포를 자발적으로 용해하는 자연살해세포에 관심이 집중되고 있으며, 자연살해세포의 활성화가 면역감시체계의 가장 중요한 기전이 된다는 가설이 제기되고 있다(Herberman, 1981; Hanna & Burton, 1981; Pollack & Hallenbeck, 1982; Riesenfeld et al., 1980; Talmadge et al., 1980b; Talmadge et al., 1980a; Herberman & Ortaldo, 1981).

근래에 인삼의 항암효과에 대한 연구가 진행되고 있는데, 화학적 발암물질을 이용한 실험에 Kim과 Lee(1988)는 홍삼추출액이 간에서 전암병변형성 억제효과를 보인다고 하였으며, Yun 등(1983)은 폐장과 간장에서 종양 발생빈도와 종양증식이 억제되었다고 보고하였다.

(2) 수삼의 증숙 횟수에 따른 페놀산 함량 변화와 라디칼 소거활성

특히 홍삼의 경우에는 열처리에 의하여 ginsenoside의 C-20 위치에 의하여 결합한 당이 이탈하거나, C-20 위치의 수산기의 이성화에 의하여 Rh₂, Rg₃, Rg₅, Rs₄ 등이 생성되며, 이들은 강한 항암작용을 하는 것으로 알려져 있다. 또한 Maillard 반응에 의해 생성된 Arg-Fru-Glc 중합체는 혈류개선 효과가 뛰어나며(Okuda, 1995), maltol은 강한 활성산소 소거작용을 가지는 것으로 보고되고 있다(Shin et al., 1990). 열처리한 홍삼의 경우 천일 및 열풍 건조한 백삼과 비교할 때 외피색과 내부조직에 있어서도 큰 차이를 보이며, 다당체의 함량 및 구성당의 조성도 다르게 나타나 관능적 특성뿐만 아니라 생리활성에서도 큰 차이를 나타낸다고 알려져 있다(Kwak et al., 2005).

인삼으로부터 gentisic acid, ferulic, p-hydroxybenzoic acid 등 10여종의 페놀산이 확인되었으며, Choi 등(2006)은 백삼으로부터 유리형, 에스테르형, 결합형 페놀산을 분리하여 이들의 항산화 활성을 보고하였고, Jung 등(2000)도 GC-MS를 이용하여 12종의 페놀산을 분리하였다. Han 등(1984)은 개별 사포닌 Rg₁, Re, Rb₁과 페놀성 물질인 maltol, salicylic acid, vanillic acid의 항산화 효과를 시험하였으며, 이외에도 인삼의 활성산소 소거활성(Kim et al., 2002), 방사선 조사시 항산화 관련 효소활성에 미치는 영향(Kim & Chang, 1994), 인체 내 지질대사에 미치는 영향(Kim & Park, 2003) 등이 보고되었다.

증숙 횟수에 따른 인삼의 총 페놀 화합물 함량과 페놀산 획분의 DPPH, ABTS 라디칼 소거활성을 시험하고, 개별 페놀산 조성과 함량을 GC로 분석하였다. 총 페놀 함량은 0.53~2.89%로 증숙 횟수에 비례하여 증가하였다. 결합 형태에 따른 페놀산 획분의 함량은 결합형>에스테르형>유리형 순으로 나타났으며, 이들 세 획분의 총량(1.03~1.41%)은 증숙 횟수에 영향을 받지 않았다. 각 획분에서 salicylic, cinnamic, p-hydroxybenzoic, gentisic, vanillic, syringic, caffeic, ferulic acid가 확인되었으며, 이 중 gentisic acid와 ferulic acid가 주된 페놀산으로 50% 이상을 차지하였다. 각 페놀산 획분은 50% 이상의 DPPH, ABTS 라디칼 소거활성을 보였으며, 결합

형태에 따른 페놀산 획분 간에는 큰 차이가 없었다. 반면 각 획분별로 증속 횟수에 따라 라디칼 소거활성이 차이를 보였으며, 증속 횟수가 증가할수록 라디칼 소거활성도 증가하는 경향을 보였다(김 등, 2007).

(3) 인삼의 부위별 항산화 활성

인삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 오가피과(Araliaceae)에 속하는 음지성 식물로서 동양의 학에서 오랜 기간 사용되어 온 약재이다. 인삼의 대표적 약효 성분인 사포닌은 항암(Jeon et al., 1991), 면역증강(Kim & Jung, 1987), 혈압강하(Kang & Kim, 1992), 혈당강하(Joo & Kim, 1992), 항염증(Oliveira et al., 2001) 및 항산화 효과(Kim et al., 1996) 등 매우 다양한 효능을 가지는 것으로 알려져 있다. 사포닌은 홍삼에 30가지, 백삼에 22가지 정도가 밝혀져 있으며(Ryu, 2003) 특히, panaxatriol은 백삼에는 없고 홍삼에만 존재하는 특이한 성분이다(Kitagawa, 1983).

또한, 백삼에 존재하는 사포닌인 malonyl-ginsenoside Rb₁, Rb₂, Rc, Rd는 홍삼을 제조하면 malonyl group이 떨어져서 ginsenoside-Rb₁, Rb₂, Rc, Rd가 되며 ginsenoside의 C-20의 위치에서 glucosyl 잔기가 이탈되거나 C-20 위치에서 수산기가 이성화되어 20(S)-ginsenoside Rb₂, 20(R)-ginsenoside Rh₁으로 전환되는 것으로 보고되어 있다(박, 1996). 최근에는 인삼 다당류의 항암, 저혈당 효과(Kim et al., 1998; Sonoda et al., 1998), 단백질의 항바이러스 및 항진균(Ng & Wang, 2001), oligopeptide의 antilipolytic activity(Kim et al., 1987), 페놀성 성분의 항산화 활성(Lee et al., 2000; Wee et al., 1989; Shin et al., 1990) 등이 밝혀지고 있어 사포닌 외의 성분도 인삼의 효능에 관련됨을 알 수 있다.

이처럼 인삼뿌리에 관한 성분 및 효능 연구는 많이 이루어져 있고 그 중에서도 항산화 활성은 백삼보다는 홍삼이 더 우수한 것으로 확인(Choi et al., 1983)되어 있으나 잎, 줄기, 꽃에서는 사포닌 동정(Choi et al., 1987), 잎에서 항궤양 활성을 가진 다당류(Kiyohara et al., 1994) 및 flavonoid의 항산화활성(Park et al., 1990) 정도가 보고되어 있다.

인삼 식물체의 식품첨가물로서의 이용성을 타진하기 위해 각 부위별 항산화 활성 및 총 페놀 함량을 분석, 비교하였으며 그 결과는 다음과 같다. 인간 LDL의 산화에 대한 저해활성은 뿌리(45.2~54.3%)에서 높은 활성을 나타내었으며, linoleic acid에 대한 자동산화에 대해서는 잎이 90.1~96.5%의 매우 높은 저해활성을 나타내었다. Superoxide anion 라디칼에 대해서 줄기(35.6~76.1%), 잎(60.1~69.3%), 뿌리(-5.6~20.1%)의 순으로 높은 활성을 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능은 대체적으로 낮은 활성을 나타내었으며 총 페놀 화합물은 인삼 잎(147~200mg%), 줄기(110~153mg%), 뿌리(61~86mg%)의 순으로 높게 나타났다(이 등, 2004).

(4) 인삼으로부터 페놀성 항산화 성분의 분리

최근 Han 등(1978; 1981)은 급성 알콜 중독에 의한 간조직중 과산화지질 생성을 억제하는 항산화활성 물질로서 인삼에서 maltol, salicylic acid, vanillic acid 등 페놀성 성분을 분리 동정한 바 있고 윤(1986)은 간 조직 마이크로솜 분획에서 각각 다른 기작으로 형성되는 자유라디칼 반응계에서 maltol의 지질과 산화 억제효과를 재검정하였다.

라. 항암작용 및 기타 약리작용

(1) 산삼, 장뇌삼, 인삼의 항암효과에 대한 비교연구

인삼의 항암작용은 Woo 등(1965)이 고려인삼의 암세포 증식억제 효과를 보고한 이래로, 혈청 단백질분획에서 albumin 감소와 globulin 증가억제 등의 효과(김과 김, 1969), ginsenoside에 의한 암세포 분화유도 및 그 기전(이 등, 1997), 흡연자 발암억제 및 니코틴 해독작용(이 등, 1998), 우레탄에 의한 피부종양에 미치는 영향(오와 박, 1995) 등이 보고되었다. 특히 인삼은 쥐의 복강 대식세포에서의 TNF- α (tumor necrosis factor- α), interleukin-1 β (IL-1 β), IL-6, IL-12 및 interferon- γ (IFN- γ) 등의 생성을 증가시키고(Shin et al., 2002, Song et al., 2002), TPA(12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate)에 의한 NF-kB, AP-1, COX-2의 활성을 저해함으로써 항산화 효과를 나타내며, 이러한 전사인자들의 down-regulation으로 항암활성을 나타내는 것으로 추측되고 있다(Keum et al., 2003).

김 등(2004)에 의하면 산삼, 장뇌삼, 인삼은 HL-60 세포에서 cell viability를 유의성 있게 감소시켰으며, 그 효과는 산삼이 가장 뛰어나며 장뇌삼, 인삼 순이었다. 산삼, 장뇌삼, 인삼은 HL-60 세포에서 cell membrane belb을 형성하여 apoptotic body를 형성하였으며, 그 효과는 산삼이 가장 뛰어나며 장뇌삼, 인삼 순이었다. 산삼과 장뇌삼은 HL-60 세포에서 DNA fragmentation 현상을 강하게 보였지만 인삼은 거의 보이지 않았다. 산삼, 장뇌삼, 인삼은 HL-60 세포의 apoptosis를 증가시켰으며, 이 또한 산삼의 효과가 가장 컸으며 장뇌삼, 인삼 순이었다. 산삼, 장뇌삼, 인삼에 의한 apoptosis가 TNF- α 의 합성을 유발시킴으로써 나타나는 현상인지를 알아보기 위하여 조사한 결과, 3가지 모두 TNF- α 생성이 대조군보다 현저히 낮게 검출되었다. 산삼, 장뇌삼, 인삼은 쥐의 복강 대식세포에서 NO 생성을 현저히 증가시켰으며, 그 효과는 산삼이 가장 컸으며 장뇌삼, 인삼 순이었다(김 등, 2004).

(2) 인삼의 약리작용

인삼의 성분에 대한 화학적 연구가 활발하여짐에 따라 약리학 및 치료 작용에 관한 연구도 점차 증가하고 있다. 과거의 연구가 엑기스 수준에서 검토되었던 것에 비해 근래의 실험은 순수 분리된 pure ginsenosides의 작용에 관한 연구보고가 주종을 이루고 있으며 약리작용도 현상적인 관찰로부터 연구기법의 발달에 따라 세포수준에서의 작용기전이 밝혀지면서 인삼의 과학적 효능이 입증되고 있다. 인삼의 중추신경계, 순환기계, 내분비계에 대한 작용, 면역기능의 향진, 항스트레스 및 항노화작용, 항암 또는 암예방 작용 등 다양한 작용에 대해 그 기전이 밝혀지면서 인삼은 식품으로서의 효과 외에 치료적 목적으로도 사용될 것으로 전망된다. 1966년부터 1995년 현재까지 medline에 수록된 인삼연구에 관한 논문을 분석한 결과 총 737편으로서 중국 302편, 일본 239편, 한국 37편, 기타 미국, 소련, 불가리아 및 유럽 등에서 159편이 발표되었다. 물론 누락된 부분도 있을 것으로 예상되나 전체적인 연구동향의 지표라고 보여진다. 중국의 경우 중국 국내에서 발표된 논문이 많았고 한국 국내에서 발표된 논문은 medline 검색에서 조사가 안 된 점이 있기는 하나 인삼연구에 중국, 일본이 주종을 이루고 있으며 한국에서 연구된 논문이 세계적으로 알려진 외국잡지에 투고가 적음은 인삼 종주국으로서 인삼 연구와 관련하여 활성화되어야 할 것으로 사료된다. 연구 분야를 보면 총 737편 중 성분 및 분석이 138편, 순환기분야 82편, 중추신경계 62편, 항암효과 62편, 면역계 43편, 항노화 및 항 스트레스 작용이 35편 등이 57%를 차지하고 있었다. 즉 인삼에 대한 연구가 성인병 질환인 순환기계, 중추신경계, 항암 및 면역계 등에 많은 것으로 집계되었다. Ginsenosides의 작용에 대해서는 protopanaxadiol계 및 protopanaxatriol계 saponin의 작용이 서로 상반되거나 또는 동일한 작용

에 있어서 2개의 ginsenoside 중 한 성분이 우세하여 작용한다는 보고와 특히 최근에는 ginsenoside Rh₂의 항암작용과 ginsenoside Rg₃의 항혈전 및 항고혈압작용 연구 등이 주목할 만한 것으로 사료된다. 현대사회에서 stress가 각종 질병 즉 고혈압, 악성종양, 위궤양 및 당뇨병 등의 원인으로 작용할 것이라는 것이 많은 과학자들에 의해 지적되고 있다. 생리학적 기능에 대한 자율신경의 조절은 정상적으로 교감신경과 부교감 신경활동의 균형에 의해 이루어지고 있다. 따라서 이 균형이 stress에 의해 장애를 받으면 자율신경이 분포하고 있는 장기의 이상반응이 여러 가지 증상으로 나타난다. 실제로 정신적 stress시 교감신경이 활성화되고 혈장 catecholamine이 증가하여 심박동 및 혈압이 증가함이 보고되고 있다. 이와 관련하여 최근 연구에서 인삼, 특히 protopanaxatriol계 사포닌이 신경말단으로부터 epinephrine의 분비를 억제하며 stress에 비해 비정상적으로 항진된 교감신경의 활성을 억제할 수 있음을 시사한 바 있다(김, 1995).

Ginsenoside가 중추신경계에 대해서 학습과 기억증진 및 항건망증 작용이 보고되고 있으며, 한편 학습과 기억증진에 L-arginine으로부터 생성되는 nitric oxide가 한 매개체로 작용함이 보고되고 있는 것과 관련하여 중추신경계에서 ginsenoside가 NO에 미치는 효과를 연구하는 것도 흥미로운 것이다. 음경해면체에서 ginsenoside가 내피의존성 혈관 확장작용이 있으며 신경성 혈관 확장에 대해 증강작용이 있음을 보고하고 이 작용은 ginsenoside에 의한 NO의 유리와 관련이 있고 인삼의 최음작용과 관련이 있을 것이라는 보고는 흥미있는 결과라고 생각된다. 또한 저자의 연구에서도 수년간 ginsenoside의 순환기계에 대한 연구결과 ginsenoside가 내피의존성 혈관확장을 일으키며 이 작용은 내피에서 유리되는 nitric oxide가 주요 매개체로 작용함을 보고한 바 있다. 동맥경화증 토끼에서 식이성 ginsenoside의 투여로 동맥경화시 유발되는 혈관이완장애가 개선됨을 보고하고 이 작용은 아마도 인삼에 의한 NO의 유리와 관계가 있을 것으로 시사한 바 있다. 인삼의 작용과 nitric oxide의 생리작용을 비교해 볼 때 인삼의 다양한 작용이 어떤 장기에 대한 특수한 효과라기보다는 인체에서 유리되는 어떤 매개체에 의해서 효과가 광범위하게 나타날 것으로 추정되나 앞으로 더 많은 연구가 진행되어야 할 것이다(김, 1995).

(3) 고려인삼의 생리·생화학적 효과

인삼이 생물체에 미치는 여러 가지 영향에 대해서는 인삼의 성분이 밝혀지기 시작한 1965년 이후부터이다. 인삼의 주요성분으로는 크게 tripenoid saponin, 질소화합물, 다당체, polyacetylene계 화합물 그리고 지질성분 등으로 나누어진다. 이러한 성분에 대한 연구는 인삼의 생물학적 연구와 함께 많은 발전을 하였다. 인삼에 대한 생리학적인 국내의 연구는 1960년대 중반부터 시작하여 지금까지 지속되어 왔으며 국외의 경우에는 그보다 훨씬 이전부터 일본을 비롯한 동유럽 지역에서 지속적으로 연구되어 왔으며 1980년 이후에는 중국, 미국 그리고 서유럽까지 인삼연구에 참여하고 있다. 지금까지 인삼에 대한 연구를 살펴보면 인삼이 생물체에 미치는 영향은 매우 다양하며 아직까지도 많은 의문점을 보이고 있다. 여기서는 생물체의 생리·생화학적인 측면에서 인삼의 작용에 대하여 기술하고자 한다(정과 진, 1995).

(가) 생리학적 연구

인삼추출물은 대장균이나 효모의 증식을 촉진시키며 효모의 알코올 생성을 증가시키고 있다. 또한 사람의 diploid fibroblast에서 lactate 생성을 증가시키며 계배 근육세포의 성장촉진과 생

존기간을 연장시키고 피부 각질형성 세포의 증식을 억제시키는 결과를 보였다. 진세노사이드는 배야 간세포에서 DNA의 합성과 tyrosine aminotransferase 유전자 발현을 촉진시키고 암세포의 분화를 유도시켰다. 메탄올 추출물의 alkaline분획은 세포독성을 나타내었다. 사포닌은 위의 pepsinogen분비에 대해 분비와 관련된 억제제 및 촉진제와의 작용에서 정상화시키는 작용을 보이고 있으며 이러한 작용은 주세포의 cAMP 생성량에 대한 diol계와 triol계 사포닌의 상반된 결과에서도 나타나고 있다. 인삼사포닌은 심장의 VLP(left ventricular pressure)와 AP(aortic pressure)를 감소시키며 사포닌과 진세노사이드는 혈압을 용량 의존적으로 저하시키며 이는 내피유래 이완인자에 의해 이루어짐이 관찰되었다. 그리고 진세노사이드는 Rg_1 과 Re 는 endothelium dependent relaxation을 일으키며 내피세포에서 NO유리를 증가시킨다. 사포닌은 adrenocortical hormone의 수용체에 대한 binding affinity와 분비 그리고 adrenal gland의 catecholamine 분비를 증가시켰다. 사포닌과 진세노사이드 Rd 는 renal function에 중요한 기능을 수행하고 있으며 허혈로 인한 신장의 손상을 억제하며 myocardial infarct에 대한 보호효과를 나타내고 있다(정과 진, 1995).

신경계에 대한 연구 : 사포닌과 진세노사이드는 대뇌피질 신경세포의 생존을 촉진시키고 비정상 상태로 유도 배양된 뇌세포 및 척수세포의 성장과 신경축색돌기의 생성 및 발달을 촉진시켰다. 시냅토솜에서 진세노사이드 Rd 분획의 농도 의존적인 신경전달물질의 흡수와 Rc 의 GABA 흡수가 보고되었다. Rb_1 은 중추신경계의 신경말단에서 choline 흡수를 촉진시키고 해마의 choline uptake site 수의 증가를 가져왔다. 진세노사이드 Re 와 Rf 는 $GABA_A$ 와 $GABA_B$ 수용체와의 상호작용 결과가 간접적으로 제시되고 있다. 사포닌은 대뇌 허혈에 대한 보호효과가 있으며 에탄올에 의한 뇌 성장억제를 완화시켰으며 진세노사이드 Rg_1 , Rb_2 , Rd 와 Rf 는 소뇌의 성장을 회복시켰다. 사포닌은 adrenalectomized rat에서 hypothalamic-pituitary-adrenal sensitivity와 관련된 corticosteroid의 결합을 증가시키고 진세노사이드는 해마의 기능과 관련된 corticosterone-preferring receptor를 증가시키고 있다. 진세노사이드 Rb_1 은 dentate gyrus에서 long-term potentiation을 억제하였는데 이러한 사실은 사포닌은 뇌의 activity-dependent synaptic plasticity에 영향을 미친다는 직접적인 결과로 볼 수 있다. 또한 인삼에 대한 행동학적인 연구결과도 상당히 많이 도출되어 있으며 이는 자발운동량, 조건회피반응 수미로시험 등을 이용한 것으로 이와 관련된 몇 가지 결과들을 보면 사포닌과 진세노사이드는 전기충격으로부터의 호피능력을 향상시키고 cyproheptadine, scopolamine 또는 cycloheximide에 의한 기억 손상동물의 기억력 회복 효과를 나타내고 있다. 이러한 인삼성분에 대한 학습 및 기억에 대한 효과로 인해 인삼을 notropic agent의 범주에 포함시키고 있다(정과 진, 1995).

(나) 생화학적 연구(효소활성과 물질대사)

① 효소활성

사포닌은 대장균의 succinate dehydrogenase, 효모의 alcohol dehydrogenase, hexokinase, phosphoglucose isomerase, pyruvate decarboxylase 활성을 증가시키고 석유 에텔 추출물은 간의 GOT, GPT, lactate dehydrogenase의 활성을 투여량에 따른 증가 또는 감소를 보였으며 glutathione-S-transferase와 succinate dehydrogenase의 활성을 증가시켰으나 malate dehydrogenase의 활성은 감소시켰다. 메탄올 추출물은 glutathione-S-transferase, cytochrome P450, NADPH-cytochrome C reductase의 활성을 증가시켰다. 사포닌은 간의 microsomal

ethanol oxidizing system, NADPH-cytochrome C reductase, DT-diaphorase, glucokinase와 aldehyde dehydrogenase의 활성을 증가시키고 tyrosine aminotransferase의 활성을 유도시켰다. 그리고 근육의 malate dehydrogenase의 활성을 증가시켰다. 사포닌은 심장과 뇌의 calmodulin-dependent phosphodiesterase, 뇌 microsome의 Na^+ , K^+ -ATPase, 심장의 Na^+ -ATPase와 K^+ -dependent phosphatase의 활성을 억제하였으며 몇 가지 calcium-dependent phosphodiesterase에 대해 선택적 억제제로 작용하였다. 그리고 adenylate cyclase와 guanylate cyclase에 대해서는 직접적으로 효소의 conformational change를 일으켜서 효소의 활성을 촉진시키며 이러한 활성증가는 주로 surface activity에 의한 것으로 제시되고 있다(정과 진, 1995).

② 물질대사

대장균에서 사포닌과 추출물에 당대사, 단백질 합성과 respiration을 촉진하고 효모의 에탄올 대사를 촉진시킨 반면 polyacetylene 화합물은 백혈병 세포인 L1210의 고분자 합성을 억제시켰다. 간세포에서도 사포닌은 단백질과 DNA의 합성을 촉진시켰다. 인삼에 관한 대사관련 연구는 당대사와 지질대사에 집중되어 있으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다. 당대사의 경우 혈당과 간의 glycogen 함량을 감소시켰으며 insulin 분비 증가와 glucose 흡수 억제현상을 보였으며 이와 관련하여 보고된 인삼의 성분으로는 사포닌, peptide 분획과 다당류 분획을 들 수 있다. 또한 이러한 효과는 생체의 탄수화물 이용을 증가시키고 glycogenesis를 감소시킴으로써 일어나는 것으로 연구자들은 생각하고 있다. 지질대사에 있어서는 혈중과 간의 총콜레스테롤과 저밀도 저단백질 그리고 triglyceride의 수준을 낮추고 HDL 콜레스테롤 양을 증가시켜 주었다. 이와 관련된 효과를 나타내는 인삼성분으로는 사포닌 성분이 주를 이루고 있다. 이러한 효과는 인삼이 cholesterogenesis와 lipogenesis를 억제하는 것으로 관련 연구자들은 제시하고 있다. 진세노사이드 Rb_1 과 Rg_1 은 adrenal cell에 corticotropin으로 유도시킨 steroidogenesis를 억제시키며 간과 뇌 microsome에서 지질 과산화를 억제시킨다. 인삼성분 중 panaxynol은 가장 강력한 항혈전 작용을 보이며 진세노사이드 Rg_1 은 adrenaline- 또는 thrombin-induced aggregation을 억제한다(정과 진, 1995).

(다) 면역학적 연구

인삼사포닌은 lipopolysaccharide와 함께 종양세포에 대한 대식세포의 치사활성을 증가시키고 대식세포의 종양괴사인자 분비를 자극하며 cyclophosphamide와 같은 항암물질과의 병용 투여시 종양 발생을 억제하며 항암물질에 의한 면역억제 현상을 완화시키는 반면 lymphocytic blastogenesis에 대해서는 아무런 영향을 주지 않고 있다. 물 추출물과 진세노사이드는 동물의 항체생성능력과 자연살해세포의 활성을 증가시키고 물 추출물은 lymphocyte의 mitogenic 활성화와 DNA 합성 촉진을 나타내고 helper T cell과 cytotoxic cell을 증가시켰다. 말초혈의 polymorphonuclear leucocyte의 phagocytic 활성이 인삼추출물에 의해 증가되었으며 phytohaemagglutinin에 의한 lymphocyte 변형이 억제되고 있다. 또한 인터페론과 함께 virus에 대한 저항성을 증가시키고 있다. 트리올계 진세노사이드는 interleukin-1과 6의 유전자 발현과 interleukin에 의해 유도되는 mRNA 전사를 촉진시킨다. 물 추출물은 혈중의 immunoglobulin E의 생성을 억제시키고 contact dermatitis가 억제되었다. 이러한 면역계에 대한 인삼의 효과는 immunomodulator로서 그리고 항암제에 의한 면역억제 완화제로서의 응용 가능성을 제시하고 있다(정과 진, 1995).

이와 같이 생물체의 생리기능에 대해 인삼성분은 많은 영향을 미치고 있는 것으로 나타나고 있다. 이러한 연구결과들은 여러 가지 측면에서 인삼의 응용 가능성을 제시하고 있다. 그러나 인삼에 대한 구체적인 생리화학적 기전연구가 아직도 미흡한 실정으로 기초연구에 대한 많은 여지를 남겨두고 있다. 그러나 최근 들어 인삼의 생리기전과 관련된 기초생물학적 연구결과들이 보고되고 있어서 인삼의 새로운 장이 열릴 것으로 생각된다(정과 진, 1995).

(4) 고려 인삼의 임상적 연구

이들 효과에 대한 기초과학적 또는 임상의학적인 연구가 동양에서는 1910년대, 서양에서는 1950년대부터 수행되어 왔다(윤, 1995).

현시점에서 볼 때에 인삼의 다양한 효과, 즉 당뇨병, 심장병, 혈압 간질환, 위장관질환, 스트레스, 뇌기능, 노화, 방사선방어, 빈혈, 조혈기능, 면역기능, 체력증진, 강장효과에 대한 기초과학적 또는 작용기전에 관한 연구는 국내에서도 광범위하고 깊이 있는 연구가 수행되어 왔음에도 불구하고 인삼의 어느 특정질환에 대한 치료효과 또는 예방효과를 확인하기 위한 체계적인 임상연구는 국내외를 막론하고 상상외로 많지 않다(윤, 1995).

인삼의 임상연구가 수행되던 분야는 체온, 맥박수, 임상증상 및 혈액학적 소견, 피로회복, 작업능률향진, 빈혈, 본태성고혈압, 위장관운동, 만성위염, 당뇨, 당혈증, 혈중 cholesterol, 혈중지질, 혈중 prolactin, 부신피질기능, 성무기력증, 발기부전, 정자결핍증, 남성불임증, 갱년기장애, 항암작용, 암예방, 재활치료, 바이러스성 급성간염, 한국인의 인삼기호도 및 복용시 부작용 등에 관한 임상연구 또는 인체를 대상으로 한 연구들이 있었다(윤, 1995).

최근에 모든 질병의 예방 또는 치료제를 식품 또는 천연물성분으로 성취하고자 하는 움직임을 감안할 때에 우리 고려인삼의 각종 질병에 대한 치료 및 예방효과에 있어서도 전설적인 효과가 아니고 현대 임상의학적인 방법 또는 역학적 방법에 의한 체계적이고 설득력 있는 연구가 수행되어서 이들 효과가 과학적으로 강력히 입증되어야 할 것이다(윤, 1995).

마. 인삼가공 연구

(1) 인삼제품의 가공현황과 연구동향

인삼은 1차 가공되어 홍삼과 백삼으로 제조되고 이를 원료로 다시 정, 차, 분말, 캡슐, 환, 드링크, 토닉, 통조림, 넥타, 주스, 과자, 가당인삼 등으로 2차 가공되고 있다. 현재 30종 이상의 제품이 200품목 이상 제조되고 있으며 60여개 업체에서 66개국으로 수출되고 있다. 국내 인삼가공품 시장은 홍삼, 백삼 및 가공제품을 총합해서 93년 약 2,130억의 시장규모를 보이고 있으나 UR, 제조원가의 상승 등 국내외 여러 가지 불리한 여건으로 인삼시장의 전망은 밝지 못한 것으로 나타나고 있다. 91년 이후 백삼류의 국내 생산량 동향은 적삼을 포함한 본삼류의 경우 매년 생산량이 감소되어 93년도에 962.7톤이 국내 유통되었고 태극삼은 증가되어 19.8톤이 생산되었으나 그 수량은 많지 않았다. 93년도 백삼류의 국내시장규모는 약 900억원이었고 인삼제품의 주원료인 원료 세미삼의 가격은 최근 10년간 큰 변동이 없는 것으로 조사되었다. 93년 홍삼 및 홍삼제품의 판매액은 총 580억원으로 홍삼이 98억원, 홍삼제품이 482억원으로 나타났다. 홍삼과 백삼의 가공제품류의 수출현황은 주로 정류, 드링크류, 차류 제품이 동남아지역으로 편중화 되어 있고 매년 수출품량은 감소하여 92년 약 8,500만\$이었으나 94년도에는 5,400만\$에 불과하여 인삼시장의 불황을 나타내고 있다(양, 1995).

인삼시장의 불황을 타개하고 시장을 활성화하기 위하여 많은 관계기관과 연구 분야에서 제품의 개발과 개선연구를 수행하고 있으나 가공제품 분야의 학술적인 문헌은 그다지 많지 않은 실정이다. 인삼정의 ginsenoside의 함량과 안정성 그리고 향미 등 관능적 품질을 개선하기 위하여 인삼정의 제조시 품질에 미치는 영향인자인 추출온도, 시간, 농축방법 및 온도와 시간과의 상호관계를 밝히고자 노력하였다. 인삼의 부위별로 사포닌의 함량과 구성비가 크게 차이가 있어 세균일수록 사포닌 함량이 많고 온도가 높을수록 처리시간이 증가할수록 사포닌은 분해 정도가 증가하고 pH는 감소한다고 보고하였다. 또한 저온으로 추출할수록 알코올 용매의 농도가 높을수록 유동성이 좋고 특유의 고미가 있으며 사포닌의 안정화도 기할 수 있다고 하였다. 인삼 드링크류는 향취미 조화와 품질안정성 확보가 가장 중요한 요건인데 침전물 생성을 방지하기 위하여 원료의 정제기법 연구, 사포닌을 포함한 주요성분과 pH 및 기타 조건과의 상호관계를 파악함으로써 드링크류의 침전물 생성을 방지할 수 있는 기법을 해결하려고 노력하였다. 침전물의 생성원인은 ginsenoside의 당이 가수분해됨으로써 불용성화되고 결국 음료의 침전현상을 유발한다고 하였고 pH가 낮을수록, 처리온도가 높을수록 시간이 경과할수록 불용성 물질이 생성되어 부유하거나 침전한다고 하였다(양, 1995).

그 외에 정류와 차류의 품질안정화 특성에 관한 연구와 인삼제품의 미생물학적 품질안정성을 확보하기 위하여 방사선 조사를 이용한 살균방법을 연구하였다. 낮은 선량(5~7kGy)의 감마선 조사로 멸균효과를 얻을 수 있고, 또 10kGy 선량으로 조사하였을 때 인삼사포닌, 폴리아세틸렌 화합물 등의 변이 또는 상호작용도 없이 안정하다고 하였다(양, 1995).

기능성 제품개발을 위한 기본연구로 유산균, 효모, 초산균 등의 발효에 미치는 영향을 규명하여 인삼첨가 발효유제품 및 기타 기능성 발효제품 제조를 위한 기본 자료를 제공하였다(양, 1995).

제품개발 동향은 국내의 특허출원 동향을 종합하여 유추해 보면 알 수 있다. 86년 이후 국내의 인삼제품 관련 특허건수가 총 135건이 조사되었는데 제품특성상 액상제형이 58건(43%)으로 제일 많았고 용도는 건강보조식품용이 75건(56.6%)으로 제일 높았다. 특히 92년도 이후 특허출원 빈도가 급증한 것으로 보아 지적재산 소유권 확보에 관심이 크게 높아진 것을 알 수 있다(양, 1995).

최근 94년도 이후 외국 특허현황은 총 51건의 조사대상중 국내동향과 달리 건강보조식품 용도(7.8%) 보다는 의약품용도의 특허건수(31%)가 월등히 높아 외국의 인삼제품 개발은 특정효능을 목표로 한 의약품 위주로 진행되고 있음을 주목할 만하다(양, 1995).

앞으로의 인삼제품은 막연한 건강보조식품 형태보다는 목표효능과 용도가 정확하고 품질이 확실하며 기호에 부응할 수 있도록 과학적으로 설계되어 제조된 제품만이 높이 평가받을 수 있을 것이다(양, 1995).

(2) 인삼을 첨가한 김치의 품질특성에 관한 연구

송과 김(1991b)은 김치에 인삼 2% 및 4%를 첨가하여 4℃에서 50일간 저장하면서 숙성기간 별로 pH, 산도, 염도와 환원당의 변화를 관찰하고, Instron에 의한 경도 측정, HPLC에 의한 유기산 분석 및 관능검사로 그의 품질특성을 연구하였고, 다음의 결과를 얻었다.

시료김치는 세 군 모두 전 기간에 걸쳐 약 2.3% 정도의 염도를 유지했다. 인삼 첨가군이 대조군보다 pH가 높고 산도가 낮으며 Instron에 의한 경도도 높게 나타나고 발효 중 lactic acid와 acetic acid의 함량이 적게 나타난 것으로 보아 인삼첨가로 김치의 가식기간 연장 효과를 얻

을 수 있었다. 관능적 품질특성 평가에서 감칠맛과 탄산미가 높고 쓴맛과 이취가 적었던 인삼 2% 첨가군이 전체적인 취식특성이 좋게 평가되었으며 4%군도 대조군에 비해 좋게 평가된 것으로 보아 인삼의 첨가가 김치의 기호성을 증대시킬 수 있을 것으로 여겨지며 특히 숙성기간이 길어짐에 따라 대조군과 인삼 첨가군들 간의 취식특성에 차이를 나타내며 발효후기의 이취를 감소시킴을 알 수 있었다.

이상의 결과로서 인삼을 김치에 첨가함으로써 기호성이 우수하고 가식기간의 연장 효과를 얻을 수 있는 김치를 제조할 수 있었으며, 인삼첨가군 사이의 유의적인 차가 없는 것으로 보아 인삼 2%군이 경제성 및 기호성에서 우수한 것으로 나타났다(송과 김, 1991b).

(3) 인삼의 첨가가 김치의 가식기간과 기호성에 미치는 영향

김치에 인삼 2% 및 4%를 첨가하여 20℃에서 9일간 저장하면서 숙성기간별로 pH, 산도, 염도와 환원당의 변화를 관찰하고, Instron에 의한 경도 측정, HPLC에 의한 유기산 분석 및 관능검사로 가식기간과 기호성에 미치는 영향을 연구하였다. 시료김치는 약 2.3% 정도의 염도를 유지했으며 발효기간 중 인삼 첨가군이 pH, 환원당함량 및 기계적 측정에 의한 경도가 높게 나타났고 산도는 낮게 나타났다(송과 김, 1991a).

유기산 분석 결과 oxalic acid, lactic acid, malic acid의 함량이 많았으며 발효가 진행됨에 따라 succinic acid, lactic acid와 acetic acid는 증가하고 oxalic acid는 크게 변하지 않았으며 tartaric acid와 malic acid의 함량은 감소하였다(송과 김, 1991a).

관능검사결과 인삼 첨가군이 대조군보다 높은 경도를 나타냈으며 감칠맛과 탄산미가 좋게, 신맛과 이취가 적게 평가되었으며, 인삼으로 인한 쓴맛과 전체적 취식특성이 좋게 평가된 것으로 보아 인삼의 첨가가 김치의 기호성을 증대시킬 수 있을 것으로 여겨진다. 또한 관능검사와 분석한 성분과의 상관관계를 알아본 결과 김치의 기호도는 이취, 탄산미, 신맛, 그리고 감칠맛에 의해 결정됨을 알 수 있다(송과 김, 1991a).

결국 김치에 인삼을 첨가함으로써 기호성을 증대시키고 가식기간을 연장할 수 있었으며, 인삼첨가군 사이의 유의적인 차이가 없는 것으로 보아 인삼 2% 첨가군이 기호성 및 경제성에 있어서 우수한 것으로 나타났다(송과 김, 1991a).

(4) 인삼첨가가 배추김치의 보존성과 품질에 미치는 영향

인삼첨가가 김치품질과 보존성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 김치 관련 젖산균의 생육에 미치는 영향과 김치의 pH, 산도, 김칫국물의 양과 관능적 품질, 색상, 연화와 관련한 효소 활성 변화 및 세포벽 다당류의 변화, pectin질과 hemicellulose의 함량 변화를 측정하였다. 인삼물 추출물은 *L. plantarum*과 *L. fermentum*에는 큰 영향을 미치지 않았으나 *Leuc. mesenteroides*와 *P. cerevisiae*의 생육은 다소 저해시켰으며, *L. brevis*의 생육촉진에 효과가 있었다. pH, 산도, 관능적 품질 및 국물량의 변화로 평가한 인삼첨가 김치의 가식기간은 무첨가 김치에 비하여 연장되었으며 관능적인 품질면에서도 양호하였으며 김치의 저장성과 품질면에서는 2% 첨가가 적합하였다. 인삼첨가 김치의 polygalacturonase 활성은 무첨가 김치와 대등하였으나 β -galactosidase 활성은 오히려 높아 조직의 유연성은 큰 반면 연화되지 않은 상태를 유지하였고, 이 결과는 세포벽 구성 다당류로서 pectin질과 hemicellulose의 분해정도를 분석한 결과와 일치하였다. 인삼첨가 김치는 가식기간 동안 백색도가 높게 유지되었고 적색도가 높았다(장 등, 1995).

(5) 인삼이 첨가된 배추김치의 발효 중 품질 특성

구 등(2006)은 김치의 주원료인 배추 대신 인삼 비율을 높게 하고, 김치 부재료를 그대로 이용하여 김치 발효과정 중의 품질 특성을 조사하였다. 김치 제조 직후 pH는 대조구 5.48에 비하여 인삼 첨가구가 약간 높았고, 대조구의 적정산도는 0.24%, 인삼 첨가구는 0.25%였으며, 총균수와 젖산균수의 경우 대조구는 1.59×10^5 , 7.60×10^4 에서 인삼 첨가구가 $1.90 \times 10^6 \sim 2.93 \times 10^6$, $2.21 \times 10^6 \sim 2.62 \times 10^6$ 으로 높았다. 발효가 진행됨에 따라 인삼 첨가구는 대조구보다 pH감소와 산도 증가가 컸으나, 미생물 균수에는 큰 차이가 없었다. 또 관능검사 결과 발효가 진행됨에 따라 인삼이 첨가되지 않은 대조구에 비하여 인삼 첨가구의 김치 맛이 강하다고 평가하였고, 시료군 별로 초기의 조직감을 그대로 유지하였다. 한편 김치 제조에 사용한 인삼의 조사포닌 함량은 건물량으로 5.89%에서 김치 발효 후 3.74%로 감소되었고, Re, Rg₁, Rf, Rg₂, Rh₁, Rb₁, Rc, Rb₂, Rd, Rg₃의 ginsenoside 함량은 원료 인삼에 비하여 발효 후 전반적으로 감소하였으나, Rg₃는 16.6mg%에서 59.2mg%로, Rh₁은 22.2mg%에서 39.4mg%로 증가하였다.

바. 인삼 제품화 현황

(1) 인삼제조·가공현황

인삼 가공제품은 120여종으로 크게 홍삼·태극삼·백삼 등 원형삼류와 이를 2차 가공한 인삼차, 정제, 농축액, 분말류 등이 있다. 한국에서 생산되는 인삼은 수삼 50%, 백삼 25%, 태극삼 2%로 유통된다고(김, 2006) 알려져 있어, 아직도 상당부분이 전혀 가공되지 않은 수삼 형태로 유통·소비되고 있다. 또 나머지도 대부분은 원형삼 형태로 단순 가공되며, 극히 일부만이 2차 가공되어 국내에서 소비되거나 해외로 수출되고 있는 것이 현실이다. 이는 원료삼 가격이 경쟁국에 비해 5배 이상 비싼데도 인삼제품 제조·가공분야의 부가가치 생산효과가 이를 극복할 수 있을 만큼 충분하지 못하다는 점에서 문제가 있다(윤화숙 2000, 5).

1996년 7월 1일 홍삼전매제도 폐지 이후 홍삼류 제조업체가 크게 증가하여 인삼을 첨가한 기능성제품의 개발이 활발해지고 있다(이동필, 2003). 2005년에는 529개소나 되는 것으로 밝혀졌으나, 한국인삼공사나 농협 등 10여개 업체를 제외하고는 규모가 매우 영세하고 가동률이 낮은 것으로 알려져 있다. 한국인삼공사는 국내 최대의 인삼류 제조업체로서 홍삼의 제조에 특화되어 있으며, 1일 46톤의 수삼을 가공하여 홍삼 혹은 홍삼제품을 생산하고 있으며 연간 3,200톤의 수삼을 처리할 수 있다. 그 중 홍삼제조는 연간 540톤이 가능하며 홍삼제품으로 348톤, 음료제품으로 244톤이 가능하다. 현재 한국인삼공사는 홍삼의 약 80%를 생산하고 있다(김빈욱·이광희, 2007, 48).

(2) 인삼 가공 산업 및 소비특성

(가) 인삼 가공 산업의 특성

- ① 인삼 가공 산업은 전매제 폐지에 따라 '96년 이후부터 증가하는 추세이다.
- ② 인삼류 제조업체는 529여 개소에 달하나, 한국인삼공사 등 10여개 업체를 제외하고는 대부분 규모가 영세하다
- ③ 인삼 제품류 제조업체는 529개('05), 평균자본금 328백만원, 제조품목수는 850여개 정도이다.

- ④ 인삼 제품류 매출액 : ('98) 1,500억원 → ('02) 3,400 → ('04) 4,200
- ⑤ 주요 제품은 엑기스류, 분말류, 드링크, 차류, 캡슐류 등
- ⑥ 한국인삼공사가 전체 수출금액의 53% 차지

(나) 인삼 소비특성

- ① 수삼은 삼계탕 재료, 백삼은 한약재, 보약, 홍삼은 건강보조식품으로 주로 이용된다.
- ② 국내의 일반적인 인삼(수삼·건조삼) 소비는 보양강장제, 건강식품으로 남녀노소를 불문하고 복용하고 있다.
- ③ 특히 홍삼류는 가장 인기 있는 제품으로 노약자 및 청소년들의 건강보조식품으로 많이 이용된다. 이는 인삼이 건강증진을 위한 좋은 식품이라는 이미지가 강하게 작용하고 있기 때문이다.
- ④ 소비 형태는 수삼, 가공삼(백삼·홍삼)을 구입해 가정에서 달여 먹는다.
- ⑤ 수삼은 믹서에 갈아서 우유, 요구르트 등과 섞어 마시거나, 일부는 생으로 씹어 먹는다.
- ⑥ 가공제품인 엑기스, 인삼차, 드링크, 타브릿 등은 제품화 되어있어 기호품, 강장제, 음료수로 소비되고 있다.

(3) 국내 인삼 제품

(가) 엑스, 다류 및 제과류





(나) 반찬류



(4) 국외 제품 현황



(5) 제품개발 사례 연구

(가) 한국인삼공사(KT&G)의 인삼 가공제품

Table 2. Processed ginseng products manufactured by KT&G, Korea

제품	처리량	산출내역
수삼처리	3,200톤	- 1일/ 46톤×70일 = 3,200톤
홍삼제조	540톤	- 수삼 3,200톤×27%(제조수율) = 860톤 - 860톤×62%(홍삼용) = 540톤
홍삼제품	348톤	- 삼정류 : 360kg×300일 = 108,000kg - 삼분류 : 240kg×300일 = 72,000kg - 삼차 : 800개(100포)×300일 = 240천개 (72,000kg) - 삼정차 : 736(100포)×300일 = 221천개 (66,000kg) - 의료용 분말 및 절편삼 등 : 30,000kg
음료제품	244톤	- 홍삼원 : 238천병×300일 = 71,400천병 (220,000kg) - 홍삼드링크 : 176천개×300일 = 52,800천개 (44,000kg)

(나) 스위스 Pharmaton사의 인삼 의약품

스위스는 2005년도부터 웰빙 바람을 타고 인삼을 수입하여 가공하여 파는 캡슐형태의 '긴사나(ginsana)'를 개발하여 세계 최대 인삼수출국이 되었다.

세계 인삼시장의 선두주자인 스위스의 파마톤(Phamarton)사의 성공 요인은 이 회사가 인삼의 진세노사이드를 분석하여 표준화한 기술을 보유하였다는 점에 있다. 시장을 선점하고, 시장 경쟁력을 높이기 위해서는 개발된 기술을 표준화시키는 일도 중요하다.

스위스 루가노에 있는 기능성 식품업체 파마톤(Phamarton)사 '긴사나'는 인삼의 주요성분 사포닌을 세계 최초로 표준화해 'G115'라는 독자적인 건강 기능 성분을 이미 70년대부터 출시하였다. 인삼의 종주국들이 인삼 생뿌리 자체에 집착하고 있을 때, 긴사나는 '효능 성분'만을 알약으로 먹는 것을 인삼 섭취의 표준 방식으로 만든 것이다.



Fig. 1. Ginseng product "Ginsana" manufactured by Pamaton, Switzerland.

세계 인삼 시장에서 파마톤사의 긴사나의 점유율은 40%로, 단연 세계 1위로서 긴사나의 연간 수출액은 무려 30억달러, 한국의 1억 달러에 비해 30배 규모임. 백삼에서 추출한 사포닌 성분으로 '파마톤'(피로회복제)과 '긴사나'(자양강장제)를 생산, 연간 30억 달러 이상의 매출을 거두고 있어 인삼 한 뿌리 나지 않는 스위스가 종주국인 우리의 30배나 되는 인삼제품을 수출하고 있다.

안전한 먹을거리를 충분하게 공급하던 식품시장이 변모해서 지금은 첨단 기술을 접목해 고부가가치 식품산업이 탄생하는 시대로 전환 중이다.

고려인삼 가격이 외국삼보다 최소 5배 이상 비싸기 때문에 더 이상 원제품만으로는 경쟁이 어렵기 때문에 고려인삼만이 갖고 있는 효능을 부각시켜 고부가가치 기능성 제품을 만들고 연령별·국가별 기호에 맞는 차별화된 제품을 개발해야 한다.

(다) 소망화장품의 스킨토너 에멀전 <다나한 RGII>



Fig. 2. Cosmetics "Danahan RGII" (emulsion) manufactured by Somang Cosmetics, Korea

2. 고들빼기

가. 고들빼기의 일반적 특성

고들빼기(*Youngia sonchifolia* Maxim)는 국화과(Compositae)에 속하는 1~2년생 초본 산채로서 학명은 *Youngia sonchifolia* Max.(이, 1980) 또는 *Ixeris sonchifolia* Hance(이, 1974)로 우리나라 산과 들에 9종이 분포하고 있다(정, 1972). 우리나라에서는 5월부터 6월 사이에 백색 또는 황색으로 꽃을 피운다. 초장은 60~80cm이고 근생엽은 2.5~5cm길이에 폭이 1.4~1.7cm로 양면에 털이 없고 표면은 녹색, 뒷면은 회색으로 가장자리가 빗살처럼 갈라졌다. 줄기에서 난 잎은 계란형 긴 타원형으로 위로 올라갈수록 작아진다. 꽃 크기는 1.5~1.6cm로 작은 가을국화모양이며 종자는 삭과로 검은 색이며 평평한 원추형으로 길이 2.5~3mm로 흰색 관모가 3mm 정도 자라 바람에 날려 종자가 퍼져 나가는 특성이 있다.

주요한 발생장소는 배수가 좋고 주로 비옥한 땅 양지쪽에서 잘 자라며 마른 땅 보다 습기가 어느 정도 있는 곳을 좋아 한다. 내한성이 있어 겨울을 월동할 수 있다. 근래에 들어 산채류에 대한 소비가 증가하면서 자연산만으로는 공급이 부족하여 농가에서 재배면적이 확대되고 있는

데 '96년 전국 재배면적은 182.4ha이며 주요 재배지역은 경기의 남양주, 광주, 양평, 전남 승주, 순천, 충남 금산, 홍성 등지이고 경남은 사천, 울산 등이다. 전남 순천시가 주요 재배지이며, 경남이 13.2%인 24.0ha 정도 재배되고 있다. 고들빼기 생산량은 '96년 기준으로 약 2,499톤 정도로 도별로는 전남, 전북, 경기, 경남, 충남 순으로 나타났다.

고들빼기의 종류에는 고들빼기 외에도 왕고들빼기, 애기고들빼기, 지리고들빼기, 두메고들빼기, 이고들빼기, 까치고들빼기 등이 있고, 예전에는 산과 들에서 자생하였으나 요즘에는 농가에서 많이 재배하는 것으로 알려져 있다(Lee et al., 2001).

나. 고들빼기의 이용성

고들빼기는 김치로 주로 이용되고 있으며 입맛을 돋우고 건위소화제의 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 알칼리성 식품으로 산성체질을 개선하며 봄의 어린 짙은 섬유질이 적고 단백질, 탄수화물, 회분, 지방 등의 성분이 있어 곁절이도 해서 먹는다.

고들빼기의 맛과 향은 인삼을 씹을 때와 비슷하여 '인삼김치'라고도 하며 특유의 쓴맛을 제거하기 위해 김치제조 전에 소금물에 침지하여 쓴맛을 우려내어 사용한다. 고들빼기김치는 예로부터 경상도와 전라도권에서 주로 애용되어 그 지역의 향토음식으로 자리 매김 되었으나 요즘에는 인터넷 시장의 활성화로 인하여 도시에서도 손쉽게 고들빼기김치를 구입할 수 있게 되었다. 특히 김장용 배추김치를 담그는 가정의 경우에도 겨울철에 입맛을 돋우기 위해 고들빼기김치를 구입하여 별미음식으로 애용되고 있는 것으로 나타났다(Cha et al., 2003).

예부터 고들빼기는 어린 순을 뜯어 봄철 나물로 무쳐 먹거나 김치로 담가서 식용으로 이용하고 있으며, 해열, 경혈, 진정 및 이뇨작용이 있어 약용으로도 이용되어 왔다(The Great Dictionary of Chinese Medicine, 1985). 고들빼기김치는 초기에 주로 전남 구례, 승주, 광양, 순천 등의 남부지역을 중심으로 담가 먹었으나 차츰 공급이 확대되어 지금은 서울을 비롯하여 전국적으로 즐겨먹고 있는 전통음식으로 알려져 있다. 고들빼기 성분에 관한 연구를 보면, 고들빼기는 독특한 향미와 쓴맛에 관계한 페놀성 물질을 다량 함유하는 것 외에 무기질, 비타민, 유기산 및 혈중 지질농도를 낮추는 식이섬유소 등을 함유하고 있다고 한다(Park, 1977).

다. 고들빼기의 생리활성물질 및 기능성 연구

고들빼기의 주성분은 fructose의 축합형태인 이눌린(inulin)으로 매우 툭고 쓴맛을 가지고 있기 때문에 주로 어린잎이나 뿌리를 데친 후 양념에 무치거나 김치를 담가 먹기도 하고 해열, 건위, 조혈, 소화불량, 폐렴, 간염, 타박상, 종기 등의 치료제로도 쓰인다(김, 1984). 민간에서는 예로부터 위장장해를 치료하는 목적으로 사용되었고, 근래에는 혈청의 지질 농도를 낮추는 효과(Kim et al., 1998)와 함께 고지혈증과 관련하여 지질대사를 개선시키며 지방간으로 인한 간세포의 손상을 지연시키는 효과가 있는 것으로도 보고(Lim et al., 1997, Lee, 2005)되는 등 기능성 식품으로서의 가치가 높은 것으로 평가되고 있다.

고들빼기에 대한 연구로는 고들빼기의 화학성분에 대한 연구(Lee et al., 1992, Shin, 1988), 고들빼기 추출물에 관한 연구(Bae et al., 1998), 이고들빼기의 휘발성 풍미성분에 관한 연구(Lee & Kim, 1989), 고들빼기의 갈변(Park & Kim, 1984)과 생리활성 물질 검색(Shin, 1993)에 관한 연구, 고들빼기김치의 숙성 중 클로로필 및 유도체에 관한 연구(Kim et al., 1998), 고들빼기의 채취시기와 침지방법별 발효 특성에 관한 연구(Shin, 1996) 등이 이루어져 왔다.

현재까지 고들빼기의 성분에 관한 연구로는 Shin(1988)이 자연산 고들빼기를 재료로 하여 일

반성분, 당, Vitamin C, 무기 성분, 아미노산, 지방산 조성 및 엽록소의 함량을 연구한 바 있으며 박(1977)은 고들빼기의 아미노산 조성과 polyphenol에 대한 연구를 하였다. 또 강 등(1983)은 고들빼기김치를 재료로 하여 유기성분 중 유리 아미노산에 대하여 연구하였으며 Park과 Kim(1984)은 고들빼기의 갈변에 관한 연구를 하였다. 한편 동물을 이용한 고들빼기의 생리활성에 대한 연구로는 양 등(1992)의 생쥐에서의 고들빼기의 고콜레스테롤 개선 효과에 대한 연구에서 고들빼기추출물을 복강 주사하여 그 효과를 보았으며 황 등(1995a)은 고들빼기김치가 단백질 소화율에 미치는 영향을 조사하였다.

Shin(1993)은 고들빼기 생리활성물질의 검색을 통해 hexane 추출물에서 $^{13}\text{C-NMR}$, $^1\text{H-NMR}$, MS로 분석한 결과 pentacyclic triterpene인 bauerenyl acetate인 것을 확인하였다

강 등(1983)은 고들빼기를 멀치것으로 김치 담금하여 숙성 중의 유리아미노산을 분석 정량한 결과 고들빼기의 잎과 뿌리에서 각각 8종의 유리아미노산을 정량하였으며, 뿌리에는 arginine, cystine, glutamic acid, 잎에는 arginine, valine, isoleucine, phenylalanine 등의 함량이 많았고 특히 arginine은 잎, 뿌리 모두 그 함량이 월등히 많았다. 총 유리아미노산량은 잎이 뿌리의 약 2.5배였다.

한편, 고들빼기김치에서는 잎, 뿌리 모두 총 15종의 유리아미노산을 검출 정량하였으며 잎, 뿌리 모두 threonine, glutamic acid, alanine, leucine, cystine의 함량이 많았다. 총 유리아미노산량은 김치 잎이 9,435.6mg%, 뿌리는 7,079.1mg%로서 잎이 약 5배, 뿌리가 약 11배로서 원료에 비해 많은 증가를 보였다.

Kim 등(1998)은 고들빼기가 동물의 영양생리에 미치는 효과를 조사하고자 성장기 흰쥐에 고들빼기의 가루를 5% 첨가한 식이로 4주 및 8주간 사육한 결과 실험동물의 혈청의 중성지질, 인지질, 총콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 농도는 4주 급식군에서는 양군이 비슷하였으나 8주 급식군에서는 대조군에 비하여 고들빼기군이 유의하게 감소되어 고들빼기가 혈청의 지질농도를 낮추는 효과가 있는 것으로 나타났다.

배 등(1997)은 고들빼기를 분획별로 나누어 수층, butanol층, hexane층, ethyl acetate층 분획물들을 1주일간 흰쥐의 복강 내 주사 후 마지막 날 사염화탄소를 복강 내 1회 투여하여 간 손상을 유발시킨 쥐의 과산화지질, 항산화효소활성 및 간 조직을 관찰한 결과 혈청 중 GPT활성은 n-hexane 분획물 투여군이 거의 정상군과 비슷한 수준으로 떨어졌다. 간 중 MDA함량은 고들빼기 분획물 투여군들이 모두 낮은 경향이였으며 그 중에서도 n-butanol 분획물 투여군과 n-hexane 분획물 투여군이 대조군에 비해 유의적으로 낮았다. 간 중 GST활성은 정상군에 비해 간 손상군이 떨어졌으며 간 손상군에서는 대조군에 비해 ethyl acetate 분획물 투여군이 유의적으로 높게 나타났다. 고들빼기 n-hexane 분획물 투여 후 간독성 유발 쥐의 간 조직에서는 염증 및 괴사가 확실히 감소한 경향을 볼 수 있었다.

문 등(2008)은 고들빼기 뿌리와 줄기 및 잎으로부터 구아이아놀라이드 세스키테르펜 락톤(guaianolide sesquiterpene lactone) 구조를 기본 골격으로 글루코스가 결합된 배당체 구조를 갖는 익서리노사이드(ixerinoside)로 명명한 항산화활성물질을 발견하였다. 익서리노사이드는 항산화효과가 있는 새로운 천연 항산화제로 이용될 수 있을 뿐만 아니라 다양한 항산화물질 유도체의 선도물질(lead compound)로써의 이용 등 광범위한 용도를 제공하게 될 것으로 보고 있다.

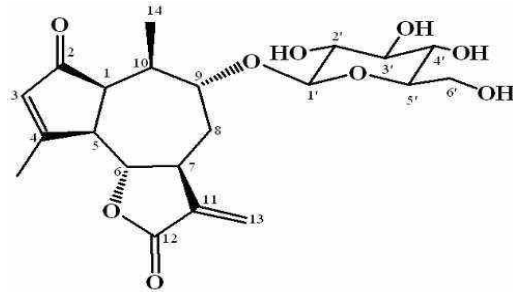


Fig 3. Chemical structure of ixerinoside

Lim 등(1997)은 고들빼기의 잎과 뿌리가 고지혈증 흰쥐의 지질대사와 간 기능에 미치는 영향을 구명하기 위하여 SD계 흰쥐에게 각각의 분말 5%를 급여하여 3주간 실험사육한 후 혈청과 간장의 지질성분과 간 기능과 관련된 효소활성도를 검토한 결과 혈청 총 콜레스테롤 농도는 고들빼기 잎 분말군이 가장 낮았고 뿌리 분말군 또한 유의한 저하 효과를 나타내었다고 했다. HDL-콜레스테롤 농도는 고들빼기 첨가군에서 유의성은 없었으나 다소 높은 경향을 나타내었으며 동맥경화지수는 콜레스테롤 무첨가군, 잎분말군, 뿌리분말군의 순으로 대조군에 비하여 유의적인 차이를 보였다. 이상의 결과로 보아 고들빼기의 잎과 분말은 고지혈증 흰쥐의 지질대사를 개선시키며 고지혈증에 수반될 수 있는 지방간으로 인한 간세포의 손상을 지연시키는 효과가 있다고 보고한 바 있다.

라. 고들빼기의 제품화 현황



Godeulbbaegi Kimchi I

<http://blog.naver.com/pharoo/70133530545>



Godeulbbaegi Kimchi II

<http://blog.naver.com/shin8819/140152278628>

제2절 연구결과가 국내외 기술개발에서 차지하는 위치

1. 인삼

가. 재배기술 연구 분야

- 유사한 작물을 시설 재배할 경우 적절한 배지, 양분 및 재배기술에 관련된 실증적 정보 제공

- 친환경적 재배기술의 개발로 연중대량생산 기술 확보

나. 기능성 연구 분야

- 기후변화 대응책으로써 기후변화에 따른 인삼의 생육, 품질 및 기능성 변화에 대한 탐구
- 기후변화 영향평가와 취약성 평가 자료에 기초자료 제공

다. 제품화 연구 분야

- 어린 연령의 인삼, 특히 지상부(주로 잎)를 채소화 할 수 있는 과학적 정보 탐색 및 신선 샐러드 제품개발
- 전통 기능성 장류 식품과의 퓨전화, 현대화 및 양산화 기대

2. 고들빼기

가. 재배기술 연구 분야

- 재배방식, 광 및 온도반응에 따른 최적, 최대 생육 및 수량 발현조건 탐색
- 기존 노지재배의 생산량을 능가하는 적정 배지조성 탐색 성공
- 신규 재배기술 개발로 재배농가 및 재배면적 증가 예상

나. 기능성 연구 분야

- 재배방식, 광 및 온도반응에 따른 기능성 변이 정도 산정 완료
- 신규 기능성 식품개발을 위한 기초자료 제공
- 재배양식별 기능성 변이 정도 파악하는 기술 확보

다. 제품화 연구 분야

- 김치 등 단순가공에서 벗어난 다양한 1, 2차 가공제품 생산을 위한 가공공정의 개발
- 제품 개발시 비용과 시간 절감을 위한 가공 공정의 적용으로 생산제품의 경쟁력 제고 효과
- 신규 기능성 식품 개발 공정 기술 제공
- 전통 식이식품과의 퓨전화 기술 확보

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 방법

제1절 고들빼기와 인삼의 환경반응 및 연중 대량생산시스템 개발 연구

1. 서언

인삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 오가피과(Araliaceae)에 속하는 음지성, 호냉성 식물로서 대표적 약효 성분인 사포닌은 항암(Jeon et al., 1991), 면역증강(Kim & Jung, 1987), 혈압강하(Kang & Kim, 1992), 혈당강하(Joo & Kim, 1992), 항염증(Oliveira et al., 2001) 및 항산화 효과(Kim et al., 1996) 등 매우 다양한 효능이 있는 것으로 알려져 있다. 인삼에 함유된 사포닌 외의 성분에 대한 효능도 알려지고 있는데 최근에는 인삼 다당류의 항암, 혈당저하 효과(Kim et al., 1998; Sonoda et al., 1998), 페놀성 성분의 항산화 활성(Lee et al., 2000; Shin et al., 1990; Wee et al., 1989) 등이 밝혀지고 있다.

인삼으로부터 gentisic acid, ferulic, *p*-hydroxybenzoic acid 등 10여종의 페놀산이 확인되었으며, Choi 등(2006)은 백삼으로부터 유리형, 에스테르형, 결합형 페놀산을 분리하여 이들의 항산화 활성을 보고하였고, Jung 등(2000)도 GC-MS를 이용하여 12종의 페놀산을 분리하였다. Han 등(1984)은 개별 사포닌 Rg₁, Re, Rb₁과 페놀성 물질인 maltol, salicylic acid, vanillic acid의 항산화 효과를 시험하였으며, 이외에도 인삼의 활성산소 소거능(Kim et al., 2002), 방사선 조사시 항산화 관련 효소활성에 미치는 영향(Kim & Chang, 1994), 인체 내 지질대사에 미치는 영향(Kim & Park, 2003) 등에 관한 연구가 보고되고 있다.

인삼은 반음지성 식물로서 일반작물과는 달리 인위적으로 조절된 해가림 시설의 반음지 조건에서 재배되고 있다. 인삼의 성질은 광을 좋아하나 고온을 싫어 할 뿐만 아니라 봄철 건조기에는 건조 상태에, 그리고 여름 장마철에는 과습 상태 등에 특히 약한 특징을 갖고 있다. 따라서 인삼의 생육은 해가림 시설내의 환경조건 즉 광량, 온도 그리고 토양수분함량 조건 등에 따라 크게 영향을 받고 있는 것으로 알려지고 있다(이 등, 1980).

인삼의 지상부 생육에 대한 최적 광량은 자연광의 8~19%, 인삼의 생존을 위한 최소 및 최고의 광량은 자연광에 대한 상대조도가 3% 및 30%이었고 생장을 위한 최적광량은 8%이나 최고의 물질생산은 8%보다 19%일 것으로 기대된다고 하였다(Kim, 1964). 이(1983)는 인삼의 근중증가를 위한 해가림의 적합한 투광율은 3년근에서는 18.13%, 6년근에서는 21.5%라고 보고하였다. 인삼 잎의 광반응에 대하여 Imori(1983)는 미국인삼은 전 광량의 1/4~1/6하에서 재배되고 있음을 보고하였고, 조와 원(1984)은 해가림의 설치는 최대광합성 추정치에 적합한 조도인 9,000Lux 내외로 조절하는 것이 바람직하다고 보고하였다.

인삼의 내양성과 내음성에 관한 실험에서 Kim(1964)은 줄기의 신장은 광량에 역비례하고, 잎의 생장은 8% 이하의 광도에서는 정비례하나 8% 이상에서는 광도에 역비례하는 점으로 보아 인삼생존을 위한 최저 및 최고 광량은 자연광에 대한 상대조도 3% 및 30% 사이에 있으며, 생장을 위한 최적 광량을 8%로 보았다. 그러나 고년근의 경우는 19%일 때 물질생산이 많다고 하였다. 최근에 천(2010)은 차광 정도에 따른 고들빼기의 근장, 엽면적 및 생체중을 비롯한 생

육은 무차광에서 가장 높게 나타났고 그 다음 50% 및 70% 차광의 순이었다($P < 0.05$)고 보고하였다.

한편, 대부분의 연구에서 의약적 목적으로 인삼의 뿌리만이 집중적으로 연구되어 왔으나 잎과 같은 부위를 이용한 연구도 관심을 갖게 되었다. 이 등(2004)은 인삼 식물체 부위별 총 페놀화합물을 분석·비교한 결과 잎(147~200mg%), 줄기(110~153mg%), 뿌리(61~86mg%)의 순으로 나타나 잎이 줄기나 뿌리보다 높은 함량을 보인다고 하였다.

고들빼기(*Youngia sonchifolia*)는 국화과에 속하는 2년생 산채류로서 주성분은 이눌린(inulin)으로 매우 짧고 쓴맛을 가지고 있기 때문에 주로 어린잎이나 뿌리를 데친 후 양념에 무치거나 김치를 담가 먹기도 하고 해열, 건위, 조혈, 소화불량, 폐렴, 간염, 타박상, 종기 등의 치료제로도 쓰여 왔다(김, 1984). 민간에서는 예로부터 위장장애를 치료하는 목적으로 사용되었고, 근래에는 혈청의 지질 농도를 낮추는 효과(Kim et al., 1998), 고콜레스테롤혈증 개선효과(양 등, 1992)와 함께 고지혈증과 관련하여 지질대사를 개선시키며 지방간으로 인한 간세포의 손상을 지연시키는 효과가 있는 것으로도 보고(배 등, 1997; Lim et al., 1997) 되는 등 기능성 식품으로서의 가치가 높은 것으로 평가되고 있다.

국내에서는 Shin(1988)과 Park(1977)이 고들빼기 식물체 부위별 유리당, 유리아미노산, 지방산과 무기성분을 분석하였고, 생리활성물질로 잎 추출물로부터 phenol 물질인 chlorogenic acid(Park, 1977)와 flavonoid 물질인 luteolin 등(양 등, 1992)을, 분획물로부터 triterpene계통의 물질(Shin, 1993)을 각각 분리한 바 있다. 고들빼기 추출물로 인지질막 liposome의 안정성 및 유동성에 미치는 연구(배 등, 1998)와 흰쥐의 사염화탄소에 의한 간 손상에 미치는 영향(배 등, 1997)에 관해 연구되었고, 고들빼기의 갈변현상(Park & Kim, 1984)에 관한 연구가 수행된 바 있다. 한편, 고들빼기김치를 소재로 한 연구들(강 등, 1983; 황 등, 1995a; 황 등, 1995b; Shin, 1996; 김과 이 2008)로서 숙성 중 클로로필 및 유도체에 관한 연구(Kim et al., 1998), 고들빼기의 채취시기와 침지방법별 발효특성에 관한 연구(Shin, 1996), 황 등(1995a)은 고들빼기김치를 이용한 단백질 소화능력에 관한 연구를 수행한 바 있다.

Ma 등(1998)은 고들빼기 전초로부터 항암성이 있는 것으로 보고(Jang et al., 2000; Ooi et al., 2004)된 두 가지 guaianolide sesquiterpene lactone인 8-desoxyartelin [3-hydroxy-1(10), 3-guaiadiene-12,6-olide-2-one]과 ixerin Z[1(10),3,11(13)-guaiatricene-12,6-olide-2-one-3-O-glucopyranoside]를 분리하였다. Yin 등(2007)은 Hypersil ODS₂ 컬럼을 이용한 HPLC 분석을 통해 고들빼기의 주요한 5가지 화합물인 chlorogenic acid, caffeic acid, luteolin-7-O-β-D-glucuronide, luteolin-7-O-β-D-glucoside, luteolin를 분리한 바 있으며 이들 물질은 항균(Pettit et al., 1996; Agnese et al., 2001), 항염(Moreira et al., 2000; Shimoi et al., 2000; Lu et al., 2002), 항산화(Meyer et al., 1998; Fukumoto & Mazza, 2000), 항암(Matsukawa et al., 1993; Tanaka et al., 1993a; Tanaka et al., 1993b; Ryu et al., 1994) 및 항콜레스테롤 활성(Young et al., 1992)을 지닌 것으로 보고되고 있다.

인삼과 고들빼기의 시설재배를 실용화하기 위해서 보수성, 보비성 및 통기성이 다른(Lee, 1994) 고행배지와 차광 정도에 따른 인삼의 생육반응은 다를 것으로 예상된다. 실제로 차광은 광도는 물론 지온과 식물체온을 낮추는 효과(Brand, 1997) 뿐만 아니라, 지나친 차광조건에서는 순광합성량의 감소로 영양생장 저하, 초장, 측지수, 엽장, 엽면적 및 건물중 등의 감소가 뚜렷하여 결국 수량에 악영향을 주는 것으로 보고되고 있다(Brand, 1997; Hong et al., 1996; Son & Chae, 2003). 실제로 이 등(1998)은 차광 정도가 높을수록 더덕의 조단백질과 조지방은 감소

한 반면, 향기성분인 *trans*-2-hexanol은 무차광에 비해 오히려 3.2배 높아졌음을 보고하였다. 차광 정도에 따른 고들빼기에 있어서 총 페놀과 총 플라보노이드 같은 생리활성물질의 함량은 무차광보다는 50%와 70% 차광에서 높게 검출되었음을 보고하였다(천, 2010). 하지만, 재배지별, 배지별, 차광정도별 인삼과 고들빼기와 같은 뿌리용 약용식물의 생육변화 양상과 그에 따른 생리활성물질 함량 또는 그 활성 변화에 관한 연구는 많지 않은 실정이다.

2. 재료 및 방법

가. 재배지별 환경특성

(1) 기상환경

인삼과 고들빼기 재배지와 시험장소의 기상환경 차이를 알아보기 위하여 순천지방 노지상태와 시설재배지 내의 무차광, 50%차광 및 70%차광 조건을 5월부터 5일 간격으로 조도계를 이용하여 광 강도를 측정하였고 온습도계로 온도와 습도를 각각 측정하였고, 일장은 기상청 지역 기상정보를 활용하여 조사한 후 두 재배지역을 비교하였다.

(2) 토양환경

고들빼기와 인삼이 재배된 노지와 재배하우스 토양을 채취하여 물리성, 화학성 및 생물성을 조사함으로써 작물의 근권 환경 특성을 파악하였다.

토양의 화학성 : pH(초자전극법), 전기전도도(EC), 유기물 함량(Tyurin법), P₂O₅(Lancaster법) 및 K, Ca, Mg, Na을 포함한 다량원소와 Fe, Mn, As, Cd, Cu, Al, Hg, Ni, Pb, Zn, Cr⁶⁺를 포함한 미량원소(ICP 분석)를 토양화학분석법(농촌진흥청, 2000)에 준하여 분석하였다.

Fe, Mn, As, Cd, Cu, Al, Hg, Ni, Pb, Zn 및 Cr⁶⁺는 풍건한 토양 시료 5g와 DTPA용액 25ml를 100ml 삼각플라스크에 넣고 120분간 진탕 침출 후 No 2.여지로 여과하여 유도결합 플라즈마 분광광도계(Inductively couple plasma spectrometer (ICP), ICPE-9000, Simadzu, Japan)를 이용하여 분석하였다. 치환성 Al(알루미늄) 함량은 비색법으로 분석하였으며 식물체 시료 10g를 1N KCl 50ml를 가해 30분간 진탕한 후 여과하여 여과액 2~5ml의 일정량을 증류수 20ml를 가해 희석하고, 2ml의 thioglycolic acid와 10ml의 Aluminon시약을 가하여 비등 수욕상에서 16분 가열한다. 그 후 90분간 냉각 후 50ml로 희석한 후 465nm 혹은 357.5nm에서 측정하였다(농업과학기술원, 2000).

토양의 생물성 : 미생물 밀도조사는 방선균(actinomyces), 호기성 세균류(bacteria), 및 사상균(fungi)의 밀도를 측정하였다. 토양 중 이들 미생물의 배양을 위해 각각 Egg albumin agar배지, Chitin 배지 및 Rose-bengal agar 배지를 준비하여 petri dish에 균혀 보관하고, 해당 작물의 근권토양에서 채취한 습토시료 30g를 멸균수 270ml에 넣고 밀전 후 10분간 진탕하고 진탕액 10ml를 취해 90ml 멸균수에 혼합하면서 6차까지 희석배율을 순차적으로 맞춘 후에 각각의 미생물 적정 희석배수로 1ml씩 준비된 petri dish에 5반복으로 주입하여 항온기에서 세균과 방선균은 28℃로 7~14일간, 사상균은 25℃에서 3~5일간 각각 배양 후 계수하였다(농업과학기술원, 2000).

나. 환경변이에 따른 작물의 생육특성

(1) 재배지별 작물의 생육 및 수량특성

(가) 배지별 재배방법

노지재배 : 농촌진흥청 재배법에 준함

하우스재배 : 농촌진흥청 재배법에 준함

양액 고품재배 : 농촌진흥청 재배법에 준함

양액 분무경 : 재배상 내에 설치한 분무노즐을 통해 일정한 간격으로 양액을 분사함으로써 뿌리가 미세한 양액에 젖어있게 하는 방식으로 재배상은 폭 50cm, 높이 20cm 정도 되도록 스티로폼 성형베드를 이용하여 만들었다. 재배상 내부는 방수와 압조건을 만들기 위해 흑색필름으로 피복하며 양액공급을 위해 직경 20mm 정도의 양액공급용 배관을 설치하여 양액통과 연결시켰고 양액공급용 배관에는 약 80cm 간격으로 분무노즐을 설치하고 타이머를 이용하여 일정한 간격(20~30초간 급액, 5~10분간 정지)으로 양액을 공급하였다.

(나) 재배지별 생육 및 수량 특성

① 인삼

재식 후 90일간 노지토경, 노지하우스 토경, 하우스 분무경, 하우스 고품배지경에서 재배된 인삼의 생육 및 수량 특성을 조사하였다.

② 고들빼기

재식 후 90일 된 노지 및 하우스재배 고들빼기의 생육 및 수량특성을 조사하였다.

(다) 연령별 생육 및 수량 특성

① 인삼

노지재배 인삼의 연령별(2~6년생) 생육 및 수량특성 차이를 구명하기 위해 인삼 2, 3, 4, 5, 6년생의 지상부와 지하부를 수확하여 생육 및 수량을 비교함으로써 본 연구과제에 사용되는 1, 2년생을 연령과 대비한 생육 및 수량특성을 파악하고자 하였다.

② 고들빼기

시설재배 고들빼기의 생육단계를 2단계로 엽기별(5엽기와 10엽기)로 나누어 생육 및 수량특성을 조사하였다.

(라) 연작에 따른 생육 및 수량 특성

① 인삼

하우스 고품배지경(코코피트:퍼라이트=50:50 혼합배지)에서 1년차와 2년차 재배된 인삼을 재식 후 90일 쯤 생육특성을 조사하여 연차간 비교하였다.

② 고들빼기

하우스 고형배지경(코코피트:퍼라이트=50:50 혼합배지)에서 1년차와 2년차 재배된 고들빼기를 재식 후 90일 째 생육특성을 조사하여 연차간 비교하였다.

(2) 차광정도에 따른 배지별 작물의 생육특성

(가) 배지조성 및 양액조성

고들빼기와 인삼(1년생 묘삼)을 노지 및 하우스(양액)에 재배하여 생육 및 수량특성 차이를 구명하기 위하여 2010년 6월에 고들빼기는 전남 순천시 별량면 한 독농가에서, 인삼은 충북 음성군 인삼연구소에서 각각 분양 받아 공시되었다.

재배상은 지상 30cm에 고형배지경으로 제작하였는데 스티로폼 성형배드(60cm × 600cm × 20cm)에 흑색비닐로 방수 처리한 후 배수를 원활하기 위해 배수판을 깔았다. 식물체의 뿌리가 배수공을 막는 것을 방지하기 위하여 배수판 위에 방근 시트를 깔고 코코피트와 펄라이트 1호(경동세라믹, 한국)를 각각 100:0(코코피트 단용), 70:30, 50:50, 및 0:100(펄라이트 단용) 4종의 배지를 조제하여 각 처리구에 충전한 후 그 위에 양액공급용 점적호스를 3줄로 치상하여 양액탱크(600L)로 연결하였고 양액은 일본원시(Ikeda 1984) 균형배양액을 사용하여 생육초기에는 1/2배액(EC 1.1dS · m⁻¹), 생육중반 이후부터는 표준농도(EC 2.2dS · m⁻¹)로 조정하여 급액하였다. 파종 후 1주일간은 물만 공급하였고, 2주째부터는 양액을 공급하였는데, 일본 원예시험장 표준양액(표 3)을 기준으로 타이머를 이용하여 오전 10시부터 오후 4시까지 시간당 각각 15분간 비순환식으로 각 식물체당 100ml씩 공급하였다.

Table 3. Composition of the balanced nutrient solution modified for *Youngia sonchifolia* cultivation from Japanese Horticultural Experiment Station (Ikeda, 1986).

Ingredient	Chemical formula	Concentration(mg · L ⁻¹)		
Macronutrient solution(A)	질산칼슘	5[Ca(NO ₃) ₂ *2H ₂ O]NH ₄ NO ₃	9.4	kg
	질산칼슘	Ca(NO ₃) ₂ *4H ₂ O	-	kg
	질산칼륨	KNO ₃	25.0	kg
	질산암모늄	NH ₄ NO ₃	8.0	kg
	킬레이트철	Fe-EDTA(12.5%)	2.0	kg
Macronutrient solution(B)	질산칼륨	KNO ₃	25.5	kg
	황산마그네슘	MgSO ₄ *7H ₂ O	49.2	kg
	제1인산칼륨	KH ₂ PO ₄	13.6	kg
	제1인산암모늄	NH ₄ H ₂ PO ₄	-	kg
	황산칼륨	K ₂ SO ₄	-	kg
	질산마그네슘	Mg(NO ₃) ₂ *6H ₂ O	-	kg
Micronutrient solution	질산	HNO ₃	-	kg
	붕산	H ₃ BO ₃	300	g
	황산구리	CuSO ₄ *5H ₂ O	5	g
	황산아연	ZnSO ₄ *7H ₂ O	22	g
	황산망간	MnSO ₄ *H ₂ O	200	g
	몰리브덴산소다	Na ₂ MoO ₄ *2H ₂ O	2	g
iEC	1.88 dS/m	-	-	-

(나) 차광 처리

2중 플라스틱하우스 내에서 상기의 배지로 증진된 하우스 성장상 내 차광처리는 차광망(polyethylene net)으로 무차광, 50%차광, 70%차광으로 이루어졌고 이때 시험기간 중 하루 평균 광량(PAR)은 각각 134.7, 55.9, 36.3 $\mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났다. 한편 외부광도는 963.9 $\mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타났다. 차광을 무차광, 50 및 70%로 조절하여 광도변이에 따른 생육 및 수량을 조사하였다.

(다) 생육 특성 조사

인삼은 전북 진안군 포장과 전남 나주 하우스, 그리고 순천대학교 생명산업과학대학 실험실에서 4월과 6월에 두 차례 15cm x 10cm 재식거리로 이식한 후 이식 후 120일째에 굴취하여 초장, 엽수, 엽면적(Li-3100, LI-COR Inc, USA), 근장, 근직경, 지상부 생체중 및 지하부 생체중 그리고 엽록소 함량(Minolta chlorophyll meter, Japan)을 각각 측정하였다.

고들빼기는 인삼과 동일한 시기에 전남 순천시 별량면 포장과 하우스, 그리고 순천대학교 생명산업과학대학 실험실에서 파종과 이식이 15cm x 10cm 재식거리로 각각 이루어졌다. 파종/이식 후 70일 후에 초장, 엽수, 엽면적, 근장, 근직경, 지상부 생체중 및 지하부 생체중 그리고 엽록소 함량을 각각 측정하여 처리간의 차이를 비교하였다.

(3) 온도변이에 따른 작물의 생육특성

(가) 재배조건

하우스 고품배지경(코코피트:페라이트=50:50 혼합배지)에서 60일간 10,000lux 광 하에서 재배되었고 정기적으로 1주일에 1회씩 급수하여 재배하였다.

(나) 온도변이 반응연구

온도를 20, 25, 30 $^{\circ}\text{C}$ 로 조절하여 온도변이에 따른 초장, 엽수, 엽면적, 근장, 근직경, 지상부 생체중 및 지하부 생체중 등의 생육 및 수량을 조사하였다.

(4) 계절변이에 따른 작물의 생육특성

(가) 재배조건

재배시기를 달리하여 인삼은 4월과 6월에, 고들빼기는 4월과 7월에 각각 파종 및 재식하여 하우스 고품 배지경에서 (2)항과 동일한 조건으로 90일간 재배하여 재배시기가 다른 계절적 변이를 구명하고자 실시하였다.

(나) 계절변이 반응연구

계절변이에 따른 초장, 엽수, 엽면적, 근장, 근직경, 지상부 생체중 및 지하부 생체중 등의 생육 및 수량을 조사·비교하였다.

다. 연중 대량생산 시스템 개발

(1) 표준 시설재배 수량분석

(가) 인삼

재배시험에 따른 지상부 생체중 및 지하부 생체중을 근거로 재배방법별 및 배지조성별 수량을 측정하여 노지 관행재배에 의한 수량을 조사·비교하였다.

(나) 고들빼기

재배시험에 따른 지상부 생체중 및 지하부 생체중을 근거로 재배방법별 및 배지조성별 수량을 측정하여 노지 관행재배에 의한 수량을 조사·비교하였다.

(2) 표준 시설재배법 개발

(가) 인삼

재배시험을 통해 시설하우스에서 인삼의 최적 기상환경, 토양환경 및 배지조성 조건을 제시한다.

(나) 고들빼기

재배시험을 통해 시설하우스에서 고들빼기의 최적 기상환경, 토양환경 및 배지조성 조건을 제시한다.

3. 결과 및 고찰

가. 재배지의 생태환경

(1) 기상환경

시험기간의 각 재배지별 기상환경 특성 중 평균 광량은 외부 포장조건, 하우스 안의 무차광, 50%차광 및 70%차광에서 각각 963.9, 134.7, 55.9 및 36.3 $\mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 나타나 외부 포장조건이 2중 비닐하우스 내 차광조건보다 1.5배에서 26배 이상의 광량 차이를 보였다. 한편 일조시간은 평균 6.96시간이었다. 평균 온도는 외부 23.9°C, 내부온도 21°C로 내부온도가 2.9°C 낮았고, 습도는 외부 77.9%, 내부 59.9%로 내부가 20% 낮게 나타났다(표 1).

Table 4. Averaged meteorological data at Suncheon during the experiment period, May - June in 2010.

Cultural condition	Sunshine hours (hr.)	Light intensity (PAR*)	Air temperature (°C)	Relative humidity (%)
Outdoor	6.96 (0.2-11.6)	963.9 (229.0-1114.5)	23.9 (5.4-31.4)	77.9 (61.9-90.8)
No shade	6.96 (0.2-11.6)	134.7 (24.2 - 193.3)	21.0 (7.4-27.5)	59.9 (47.8-72.4)
50% shade	6.96 (0.2-11.6)	55.9 (11.9 - 90.5)	21.0 (7.4-27.5)	59.9 (47.8-72.4)
70% shade	6.96 (0.2-11.6)	36.3 (7.9 - 65.4)	21.0 (7.4-27.5)	59.9 (47.8-72.4)

* PAR : Photosynthetically active radiation, $\mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$

(가) 광

재배기간 중 특히 5월과 6월의 광 강도는 외부가 194~1,415 $\mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 인데 비해 내부의 플라스틱하우스 무차광, 50%와 70%차광에서 각각 26~253, 11~88, 8~71 $\mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 범위를 보였다(그림 4). 이는 하우스 내외부의 광 강도 차이가 매우 큼을 알 수 있었다. 한편, 시험기간 중 하루 평균 광도를 2시간 간격으로 측정한 결과 하우스 외부에서는 오후 2시가 1,481 $\mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 로 가장 높았고, 하우스 내 무차광은 24~193으로 오전 10시에, 50%차광에서는 12~91로 오전 12시에, 70% 차광에서는 8~65 $\mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 범위로 오전 12시에 각각 가장 높게 나타났다(그림 5).

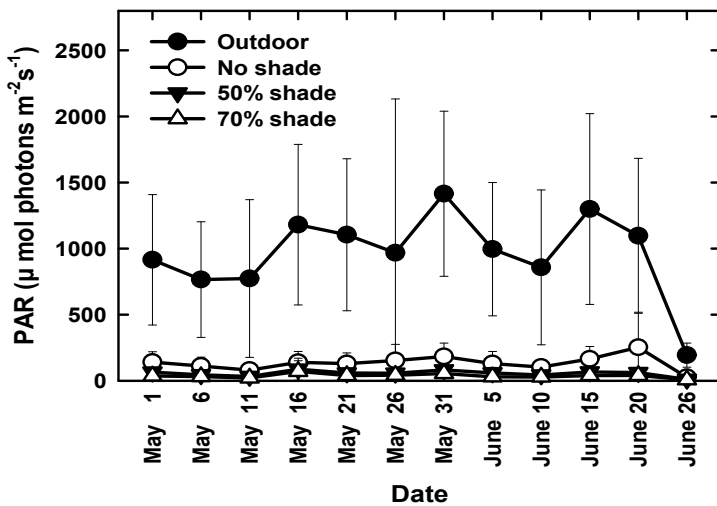


Fig. 4. Daily change in light intensities (PAR) of open field and plastic house (No shade, 50% shade and 70% shade) during the experiment from May through June in 2010.

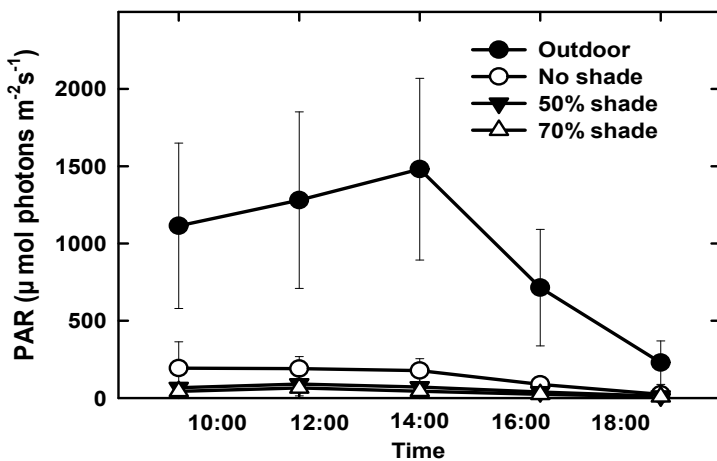


Fig. 5. Diurnal change in light intensities of open field and plastic house (No shade, 50% shade and 70% shade) during the experiment in 2010.

(나) 온도

재배기간 중 특히 5월과 6월의 주간 온도는 하우스 외부는 21.8~32.4℃인데 비해 하우스 내의 무차광, 50%차광, 70%차광에서 각각 15.5~25.0℃, 15.4~24.9℃, 15.2~24.7℃ 범위를 보여 외부에 비해 6.6~7.7℃ 정도 낮은 것으로 나타났다(그림 6). 시험기간 중 하루 평균 주간온도는 외부가 23.8~28.1℃로 오후 2시에 가장 높았고 하우스 내에서는 19.8~21.3℃로 외부보다 4~6.8℃ 낮은 경향을 보였다(그림 7). 이는 하우스 내외부의 온도 차이가 크며 이에 따른 작물의 생육과 수량은 물론 생리활성에 영향을 미칠 것으로 예측할 수 있었다.

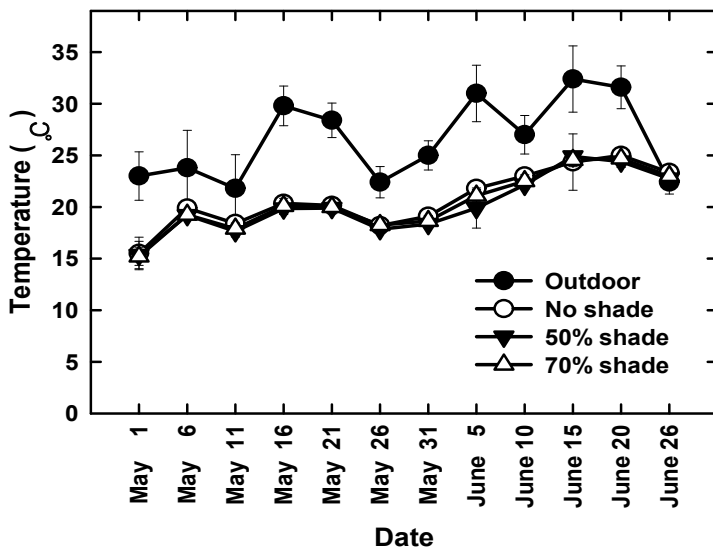


Fig. 6. Daily changes in the air temperatures of open field and plastic house (No shade, 50% shade and 70% shade) during the experiment in 2010.

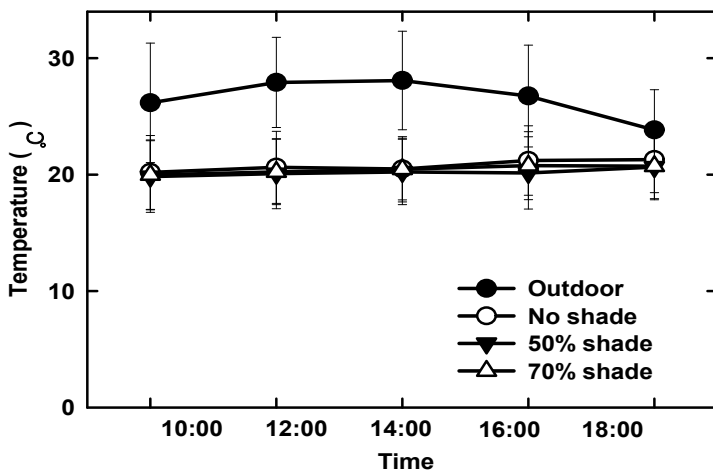


Fig. 7. Diurnal change in the air temperatures of open field and plastic house (No shade, 50% shade and 70% shade) during the experiment in 2010.

(다) 습도

한편, 재배기간 중 특히 5월과 6월의 습도는 외부가 52.6~89.3%로 내부의 68.8~92.0%에 비해 16.2~23.2% 정도 낮게 나타나 밀폐된 시설하우스 내부가 그렇지 않은 외부에 비해 높은 경향이 뚜렷하였다(그림 8). 한편, 일조시간은 대체로 내외부가 동일하게 조사일 중 5월 1일에 최대 11.7시간으로 가장 높은 수치를 보인 것으로 나타났다(그림 9).

따라서 시설하우스 내외부의 기상환경은 광, 온도, 습도에 있어서 뚜렷한 차이를 보임으로써 이에 따른 재배작물의 생육과 수량 및 생리활성에 적지 않은 영향을 미칠 것으로 예상된다.

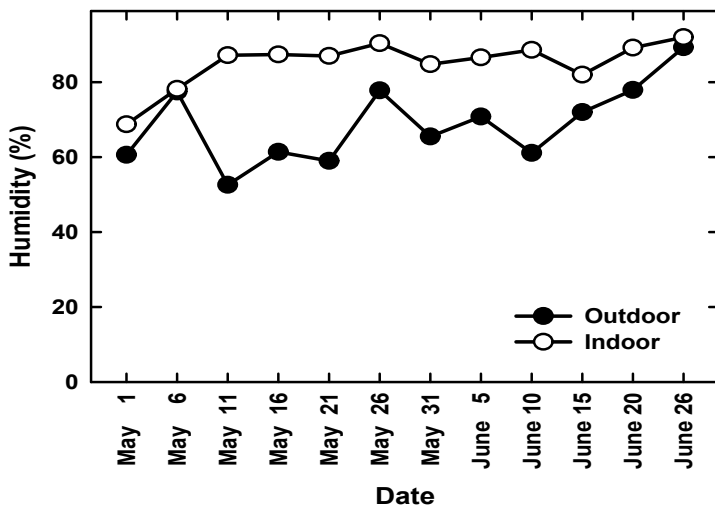


Fig. 8. Diurnal changes in the relative humidities of open field and plastic house during the experiment from May through June, 2010.

(라) 일장

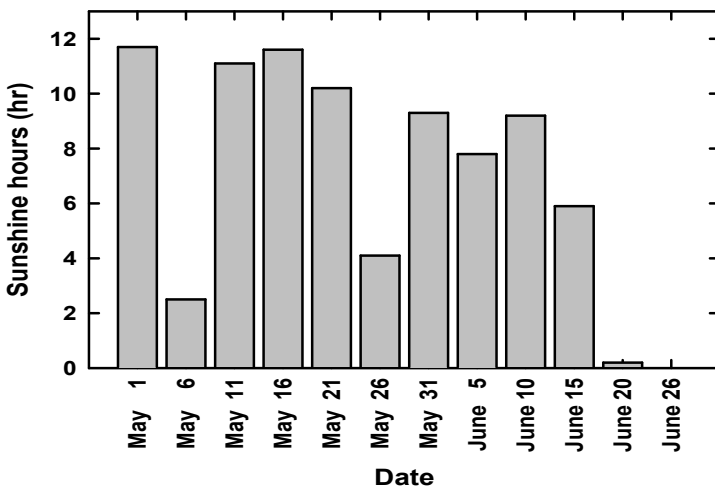


Fig. 9. Daily change in sunshine hours of open field and plastic house during the experiment in 2010.

(2) 토양환경

(가) 토양의 화학성

재배지 및 배지별 토양환경 특성은 하우스 안의 pH, EC, 유효인산 함량, 치환성 양이온 및 CEC가 외부 포장에 비해 매우 높게 나타났다(표 5). 이는 하우스 안이 외부 포장에 비해 잔류 비효 성분이 많은 것으로서 비옥도가 높음을 알 수 있었다. 한편 각 고품배지 조합에 따른 토양의 화학성의 차이는 coco-peat 함유비율이 높을수록 pH를 제외한 EC, 유기물 함량, 유효인산 함량, 치환성 양이온 및 CEC이 높게 나타났고 perlite가 많을수록 낮게 나타났다.

Table 5. The chemical properties of soil and media used for the experiment.

Sample	pH (1:5)	EC (dSm ⁻¹)	O.M (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. Cat. (cmol(+)/kg)				C.E.C (cmol(+)/kg)
					K	Ca	Mg	Na	
Outdoor	5.34	0.586	3.448	34.008	0.600	2.413	1.142	0.213	10.97
Plastic house	6.87	1.530	3.086	245.183	1.876	10.367	3.038	0.356	17.54
C100 : P0*	6.44	1.307	45.583	28.546	2.609	5.267	3.585	1.535	18.20
C70 : P30	6.49	0.632	22.860	5.740	0.508	0.650	0.515	0.452	4.77
C50 : P50	6.96	0.311	21.378	5.841	0.368	1.037	0.793	0.397	5.24
C0 : P100	7.04	0.165	0.379	2.412	0.033	0.224	0.070	0.100	2.26

* C100 : P0 -> Coco peat 100%, C70 : P30 -> Coco peat : perlite = 70% : 30% (v/v)

C50 : P50 -> Coco peat : perlite = 50% : 50% (v/v), C0 : P100 -> Perlite 100%

고형배지 조합에 따른 토양의 중금속 Fe, Mn, As, Cd, Cu, Al, Hg, Ni, Pb, Zn 및 Cr⁶⁺의 함량은 알루미늄과 철이 가장 높았고, 니켈, 아연, 망간은 중간 정도였으며 비소, 구리, 수은, 납, 크롬(6가)은 극미량 함유되어 있었고 카드뮴은 함유되어 있지 않았다(표 6). 특히, 코코피트 단독배지에서는 알루미늄과 철이 각각 2,159.2와 1,446.4mgkg⁻¹로 가장 높았고 그 다음이 니켈과 망간이 각각 186.0와 59.9mgkg⁻¹로 나타났으며 coco-peat 함유비율이 높을수록 중금속 함량이 높은 경향이였다(표 6).

Table 6. Content of heavy metal at different substrates in green house.

Sample	Fe	Mn	As	Cd	Cu	Al	Hg	Ni	Pb	Zn	Cr ⁶⁺
C100 : P0*	1446.38	59.85	-3.42	-1.01	9.15	2159.19	1.79	186.00	0.46	38.2	2.44
C70 : P30	1116.38	36.65	-0.92	-1.04	2.50	1149.19	-1.47	2.21	0.06	17.5	1.47
C50 : P50	479.38	26.35	0.89	-1.01	2.05	676.19	0.39	-0.14	0.94	14.1	0.55
C0 : P100	312.38	20.95	1.06	-0.88	0.17	522.19	-1.48	0.20	0.59	10.1	-0.01

* C100 : P0 -> Coco peat 100%, C70 : P30 -> Coco peat : perlite = 70% : 30% (v/v)

C50 : P50 -> Coco peat : perlite = 50% : 50% (v/v), C0 : P100 -> Perlite 100%

(나) 토양의 생물성

고들빼기 재배지의 토양 생물 특성은 방선균, 세균류 및 곰팡이류가 각각 6.5~7.1×10⁵, 2.3~4.0×10⁶, 3.0~3.5×10⁴CFU/g · soil이었고, 인삼재배지 미생물은 각각 4.0~6.5×10⁵, 2.5~7.5×10⁶, 2.5~3.5×10⁴CFU/g · soil로 나타났다(표 7).

Table 7. Microbial population in the fields growing *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng*.

Sample	Actinomyces (CFU/g · soil)	Bacteria (CFU/g · soil)	Fungi (CFU/g · soil)
<i>Youngia s.</i> soil A	6.5×10^5	2.3×10^6	3.5×10^4
<i>Youngia s.</i> soil B	7.1×10^5	4.0×10^6	3.0×10^4
Ginseng soil A	6.5×10^5	7.5×10^6	3.5×10^4
Ginseng soil B	4.0×10^5	2.5×10^6	2.5×10^4

나. 재배지 환경변이 특성

(1) 재배지별 생육 및 수량특성

(가) 인삼



<Ginseng plants in outdoor>



<Ginseng plants in plastic house>



<Ginseng plants in aeroponic system>

Fig. 10. Ginseng plants grown under different growing conditions, outdoor (top), plastic house (middle) and aeroponics (bottom).



Fig. 11. Ginseng plants grown under substrate filled with coco peat single



Fig. 12. Ginseng plants grown under substrate mixed with coco peat : perlite = 70 : 30



Fig. 13. Ginseng plants grown under substrate mixed with coco peat : perlite = 50 : 50

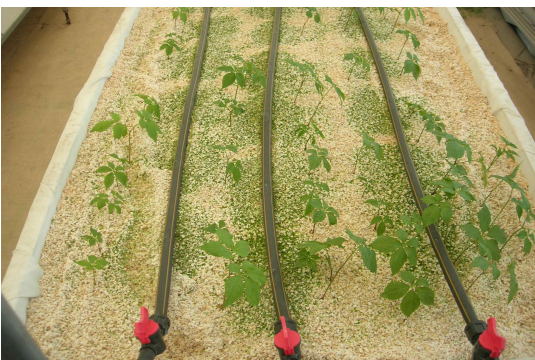


Fig. 14. Ginseng plants grown under substrate filled with perlite single

재배지별 인삼의 생육특성의 차이는 분무경, 노지토경, 하우스고형배지, 하우스토경 순으로 주당 근중이 각각 4.32, 2.53, 2.26, 1.34g으로 나타나 90일간의 동일한 재배기간에서 분무경이 가장 생육이 빠른 것으로 나타났다. 한편, 잎을 포함한 지상부 주당 생체중은 노지토경, 분무경, 하우스고형배지, 하우스토경 순으로 각각 1.51, 1.39, 1.15, 0.67g으로 노지토경이 가장 높은 생장량을 보였다(표 8).

Table 8. Growth characteristics of 2-year *Panax ginseng* plants grown under different culture conditions.

Growth characteristics	Outdoor (Soil)	Plastic house (Soil)	Plastic house (Cocopeat/perlite)	Plastic house (water culture)
Plant height (cm)	38.51	18.88	18.87	21.15
Leaf length (cm)	15.72	9.81	7.85	12.66
Stem length (cm)	15.24	9.07	11.02	8.49
Root length (cm)	19.25	10.96	14.18	12.87
Tap root diameter (cm)	0.84	0.69	0.88	0.98
Shoot fresh weight (g plant ⁻¹)	1.51	0.67	1.15	1.39
Root fresh weight (g plant ⁻¹)	2.53	1.34	2.26	4.32

노지에서 재배된 인삼의 연령별 지상부중과 근중에서 뚜렷한 차이를 보였으며 1, 2, 3, 4, 5, 6년생의 주당 지상부중은 각각 1.05, 1.51, 9.15, 22.17, 29.17, 33.5g이었고, 주당 근중은 각각 0.82, 4.53, 26.95, 39.68, 69.47, 126.53.8g으로 나타났다(표 9).

Table 9. Growth characteristics of *Panax ginseng* plants at different plant ages in outdoor.

Growth characteristics	1-year	2-year	3-year	4-year	5-year	6-year
Plant height (cm)	13.80	38.54	46.87	48.32	54.04	55.84
Root length (cm)	12.80	19.39	24.36	31.07	28.92	39.15
Tap root diameter (cm)	0.52	0.84	1.95	2.30	3.00	4.00
Shoot fresh weight (g plant ⁻¹)	1.05	1.51	9.15	22.17	29.17	33.50
Root fresh weight (g plant ⁻¹)	0.82	4.53	26.95	39.68	69.47	126.53

분무경하에서 친환경 영양제제 처리에 따른 인삼 2품종 “자경”과 “춘풍”의 수량특성을 연구한 결과 지상부(무처리에 비해 -32~11% 증가)보다는 지하부(무처리에 비해 1~46% 증가) 생육에, 지하부에 있어서는 “춘풍”(무처리에 비해 1~23% 증가)보다는 “자경”(무처리에 비해 3~46% 증가)에 더 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 지상부중의 경우 “자경” 품종은 Kelpack 3000 처리에서 1.70g을 보여 무처리 1.64g에 비해 높았으며 “춘풍” 품종의 경우 Yangmyungwon, EM 3000과 Kelpack 3000 처리에서 각각 1.37, 1.31, 1.42g을 보여 무처리 1.28g에 비해 높게 나타났다. 한편, 지하부 주당 근중은 “자경” 품종은 모든 영양제에서 증가하였고 특히 Kelpack 3000처리에서 5.52g을 보여 가장 높았고, 그 다음이 Yangmyungwon과 Manda 10000이 각각 4.70과 4.26g을 보여 무처리 3.78g에 비해 높았으며 “춘풍” 품종의 경우 Yangmyungwon과 Manda 10000처리에서 각각 4.68과 4.38g을 보여 무처리 3.81g에 비해 높게 나타났다(표 10).

Table 10. Growth characteristics of two *Panax ginseng* cultivars grown in aeroponic system treated with various fertilizers.

Fertilizer	Plant height (cm)		Leaf length (cm)		Stem length (cm)		Root length (cm)		Root diameter (cm)		Shoot weight (g plant ⁻¹)		Root weight (g plant ⁻¹)	
	JK*	CP	JK	CP	JK	CP	JK	CP	JK	CP	JK	CP	JK	CP
Control	25.12	20.53	14.23	12.54	10.89	7.99	13.19	11.88	0.91	0.95	1.64	1.28	3.78	3.81
Manda 10000	17.32	19.27	10.32	11.75	7.00	7.52	12.24	11.05	0.94	1.04	1.12	1.18	4.26	4.38
Yangmyungwon	21.94	19.37	13.38	12.40	8.56	6.97	13.20	12.56	1.04	1.03	1.51	1.37	4.70	4.68
EM3000	22.81	20.67	13.51	12.48	9.30	8.19	15.38	12.91	0.89	0.91	1.36	1.31	3.88	3.86
Kelpack 3000	23.69	20.77	13.49	12.50	10.20	8.27	14.11	12.14	1.13	0.95	1.70	1.42	5.52	4.36
Mean	22.18	20.12	12.99	16.55	9.19	7.79	13.62	12.11	0.98	0.98	1.47	1.31	4.43	4.22

* JK : cultivar "Jakyung", CP : cultivar "Chunpoong"

인삼은 반음지성 식물로서 일반작물과는 달리 인위적으로 조절된 해가림(일복) 시설의 반음지조건에서 재배되어야 한다. 인삼의 성질은 광을 좋아하나 고온을 싫어 할 뿐만 아니라 봄철 건조기에는 건조 상태에, 그리고 여름 장마철에는 과습상태 등에 특히 약한 특징을 갖고 있어서 인삼의 생육은 해가림(일복) 시설내의 환경조건 즉 광량, 온도 그리고 토양수분함량 조건 등에 따라 크게 영향을 받는다고 보고되었다.

박 등(1983)은 실제 포장조건에서 광도가 높을수록 천지삼 생출율은 높았으며, 내공은 감소되고 내백은 증가하는 경향을 보였다고 보고하였다.

(나) 고들빼기



Open field area, Sunchon, Jeonnam



Outdoor Plastic No shade 50%shade 70%shade



Outdoor Plastic No shade 50%shade 70%shade

Fig. 15. *Youngia sonchifolia* plants grown under different growing conditions, outdoor (top), plastic house (middle and bottom), without shade, 50% shade and 70% shade.



Fig. 16. *Youngia sonchifolia* plants grown under substrate filled with coco peat single



Fig. 17. *Y. sonchifolia* plants grown under substrate mixed with coco peat : perlite = 70 : 30



Fig. 18. *Y. sonchifolia* plants grown under substrate mixed with coco peat : perlite = 50 : 50



Fig. 19. *Y. sonchifolia* plants grown under substrate filled with perlite single

고들빼기 종자의 생산연도별 발아율을 큰 차이를 보였다. 즉 당해연도에 생산된 종자의 발아율은 그 이전 연도의 종자보다 발아율이 유의적으로 높게 나타났다. 2010년산 고들빼기 종자의 파종 후 10일째 최종 발아율은 72%인데 비해 2009년과 2008년도 발아율은 각각 28%와 12%를 보여 연차별 발아율의 차이는 심한 것으로 나타났다. 따라서 고들빼기는 당해연도에 생산된 종자가 가장 높은 발아율을 보인 것으로 나타났다(그림 20).

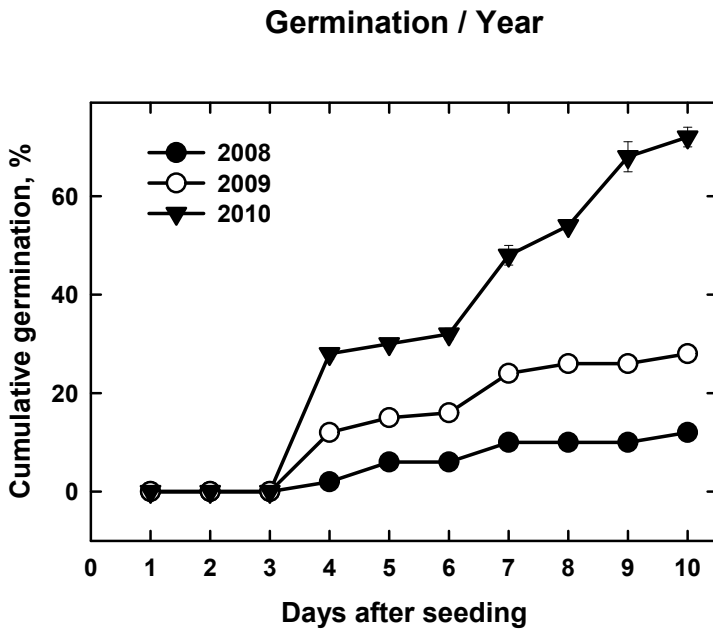


Fig 20. Comparison in cumulative germination rate of *Youngia sonchifolia* seeds produced in different years.

Table 11. Growth characteristics of *Youngia sonchifolia* grown under different fields, outdoor and plastic house.

Growth characteristics	Soil/Outdoor	Soil/Plastic house	Hydro./Plastic house
Plant height (cm)	16.8	24.8	28.7
Number of leaves	11.1	15.1	11.1
Leaf area (cm ²)	263.0	421.5	450.2
Root length (cm)	9.2	10.5	13.2
Tap root diameter (cm)	1.4	1.4	0.5
Shoot fresh weight (g plant ⁻¹)	13.1	18.1	12.5
Root fresh weight (g plant ⁻¹)	4.0	5.9	0.7

재배지별 고들빼기의 생육특성의 차이는 비닐하우스의 고들빼기 초장, 엽수, 엽면적, 근장, 근직경, 지상부 생체중 및 지하부 생체중이 외부포장 고들빼기보다 높게 나타났고, 같은 비닐하우스에서도 고행배지를 이용한 것이 초장, 근장 및 엽면적이 토경보다 높게 나타났으나 매우 낮은 근중을 보인 것으로 나타났다. 재배지별 고들빼기의 엽면적은 고행하우스, 토경하우스, 토경노지 순으로 각각 450.2, 421.5, 263.0cm²였다. 토경노지재배와 토경하우스재배의 고들빼기 근중이 각각 4.0과 5.9g/주인데 반해 고행하우스에서는 0.7g/주로 가장 낮은 경향이였다. 따라서 차광이 높을수록 지하부 생육이 현저히 감소하는 경향이 심하였다(표 11).

(2) 광도별 생육 및 수량특성

한편, 차광정도에 따른 토양의 화학성의 변화는 차광을 할수록 pH가 낮아지는 경향이었고 전기전도도(EC)는 차광처리를 한 토양이 무차광에 비해 높은 경향이였다. 한편 Ca, K, Mg, Na 과 같은 양이온 함량 및 양이온 치환용량(CEC)도 차광 토양에서 가장 높게 나타났다. 이는 양액 재배시 양액공급으로 인한 이 성분들이 무차광에서 작물생육이 활발하여 주어진 성분들을 흡수하는 반면 차광에서는 흡수 능력이 저조했기 때문으로 해석된다(표 12).

Table 12. Chemical properties in soils without and with shade.

Tem.	pH (1:5)	EC (dSm ⁻¹)	T-P (%)	Ex. Cat. (cmol(+)/kg)				C.E.C (cmol(+)/kg)
				Ca	K	Mg	Na	
Without shade	5.97	5.50	233	5.89	4.49	7.74	5.52	23.65
With shade	5.70	7.36	376	7.14	7.44	10.45	9.96	34.98

또한 차광유무에 따른 Fe, Cu, Al, Hg, Zn 및 Cr⁶⁺의 중금속 함량 변화는 무차광에 비해 차광조건에서 높아지는 경향이 뚜렷하였다. 특히, 가장 높은 함량을 보인 알루미늄과 철은 무차광에서는 각각 1,149.2와 1,116.4mgkg⁻¹인데 비해 차광조건에서는 각각 1,559.2와 1,876.4mgkg⁻¹로 나타났다. 이는 양액재배 시 양액공급으로 인한 이 중금속들이 무차광에서 작물생육이 활발하여 주어진 성분들을 흡수하는 반면 차광에서는 흡수 능력이 저조하였기 때문으로 해석된다(표 13).

Table 13. Content of heavy metals in soils without and with shade.

Tem.	Fe	Mn	As	Cd	Cu	Al	Hg	Ni	Pb	Zn	Cr ⁶⁺
Without shade	1116.38	36.65	-0.92	-1.04	2.50	1149.19	-1.47	2.21	0.06	17.5	1.47
With shade	1876.38	36.55	-9.45	-1.17	5.35	1559.19	0.74	1.52	0.04	19.6	3.21

(가) 인삼

인삼을 4월과 6월에 정식하여 차광별 인삼의 생육 및 수량반응을 조사한 결과 차광정도가 높을수록 인삼의 초장, 엽수, 엽면적, 근장, 근직경, 지상부 생체중 및 지하부 생체중은 유의적으로 감소하는 경향이 뚜렷하였고 6월에 정식한 인삼보다는 4월에 정식한 인삼이 더 높은 생육과 수량을 보였다.

① 초장

인삼의 초장은 무차광에서 6월에 정식한 인삼 7.5~10.0cm보다 4월에 정식한 인삼 6.6~12.9cm이 더 높았고, 4월 정식 인삼은 차광에 따른 초장 감소가 뚜렷하고 코코피트 단독배지에서 상대적으로 높았지만 배지간의 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 한편, 6월 정식 인삼은 차광처리간과 배지간의 차이는 인정되지 않는 것으로 나타났다(그림 21).

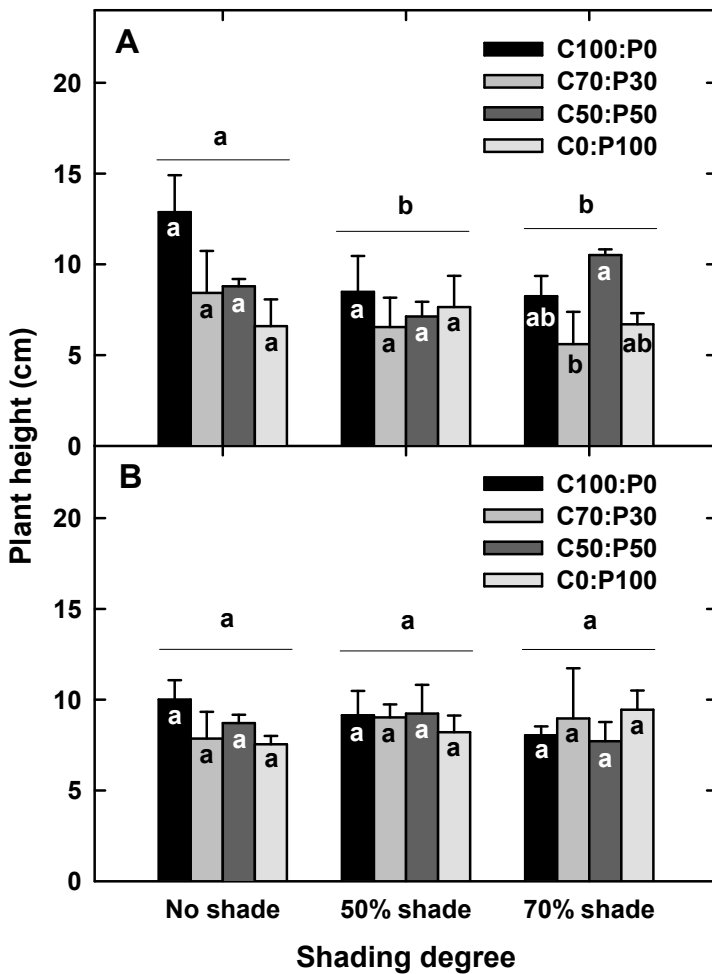


Fig. 21. Shading effect on plant height of *Panax ginseng* under different growth media mixed with coco peat and perlite. A: planting at April, B: planting at June.

② 엽수

인삼의 엽수는 무차광에서 4월에 정식한 인삼 3.0~3.3엽보다 6월에 정식한 인삼이 8.5~10.3엽 범위로 더 높았고, 50%와 70%차광 조건에서도 6월에 정식한 것이 높은 경향을 보였다. 4월에 정식한 엽수는 무차광에서 가장 높게 나타났으나, 배지조성에 따른 유의성은 정식시기와 관계 없이 같은 경향을 나타냈다(그림 22).

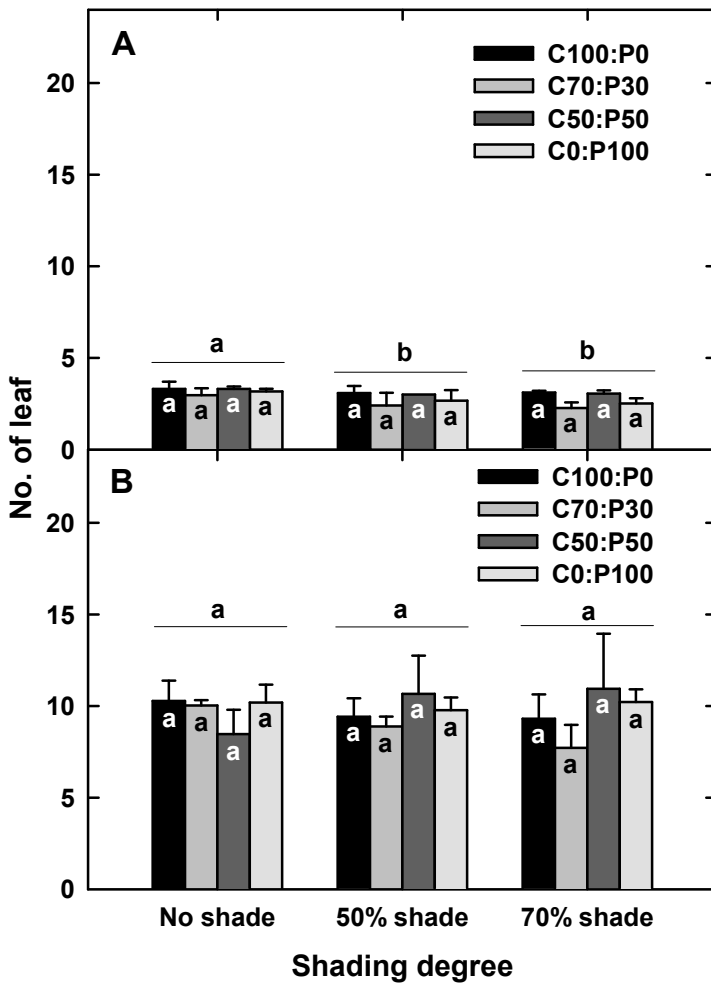


Fig. 22. Shading effect on number of leaves of *Panax ginseng* under different growth media mixed with coco peat and perlite. A: planting at April, B: planting at June.

③ 엽록소

한편, 인삼의 엽록소 함량은 무차광에서 6월에 정식한 인삼 16.0~18.4unit보다 4월에 정식한 인삼 82.6~130.2unit이 더 높았고, 50%와 70%차광 조건에서도 4월에 정식한 것이 높은 경향을 보였다. 4월에 정식한 인삼은 차광에 따른 엽록소 함량의 증가가 뚜렷하였으나 배지간의 차이는 인정되지 않았으나 6월에 정식한 인삼은 차광 증가에 따른 엽록소 함량은 유의적으로 감소하였다(그림 23).

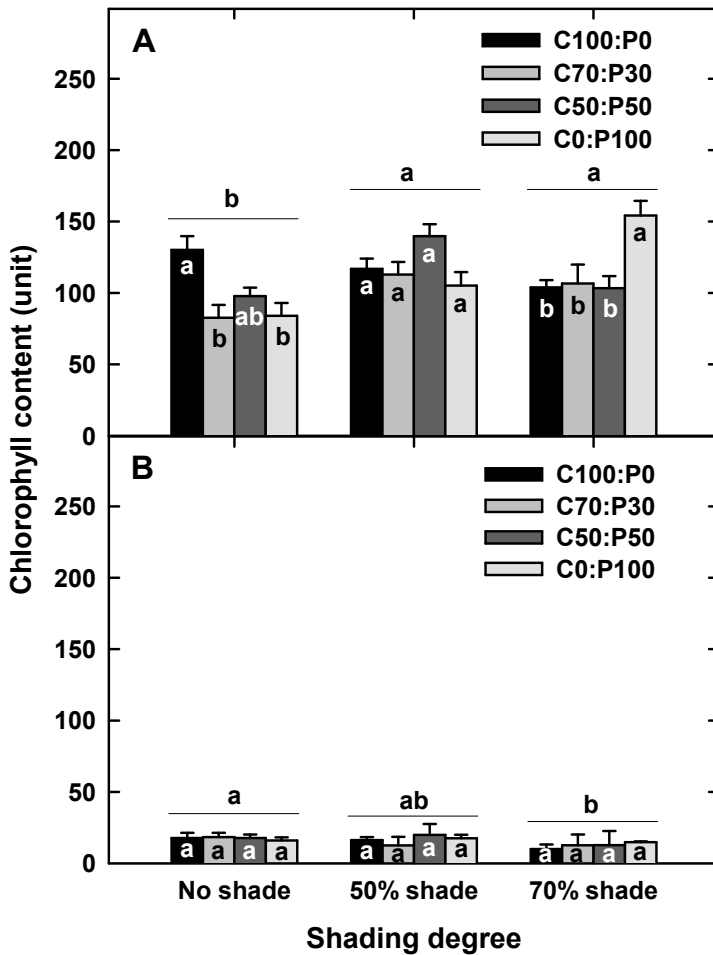


Fig. 23. Shading effect on chlorophyll contents of *Panax ginseng* under different growth media mixed with coco peat and perlite. A: planting at April, B: planting at June.

④ 엽면적

인삼의 엽면적은 4월에 정식한 인삼이 역시 무차광 코코피트 단독에서 126.7cm²로 가장 높았고, 차광에 따른 엽면적 감소가 뚜렷하였고 50%차광에서는 배지간의 유의적인 차이는 없었으나 70%차광에서는 단독배지보다는 코코피트와 퍼라이트 각각의 50:50 및 70:30 혼합배지에서 유의적으로 가장 높게 나타났다. 한편, 6월에 정식한 인삼은 무차광 코코피트 단독에서 18.3cm²로 가장 높았고, 차광정도가 클수록 유의적인 증가가 있었으나 각 차광조건에서 배지간의 유의성은 인정되지 않았다(그림 24).

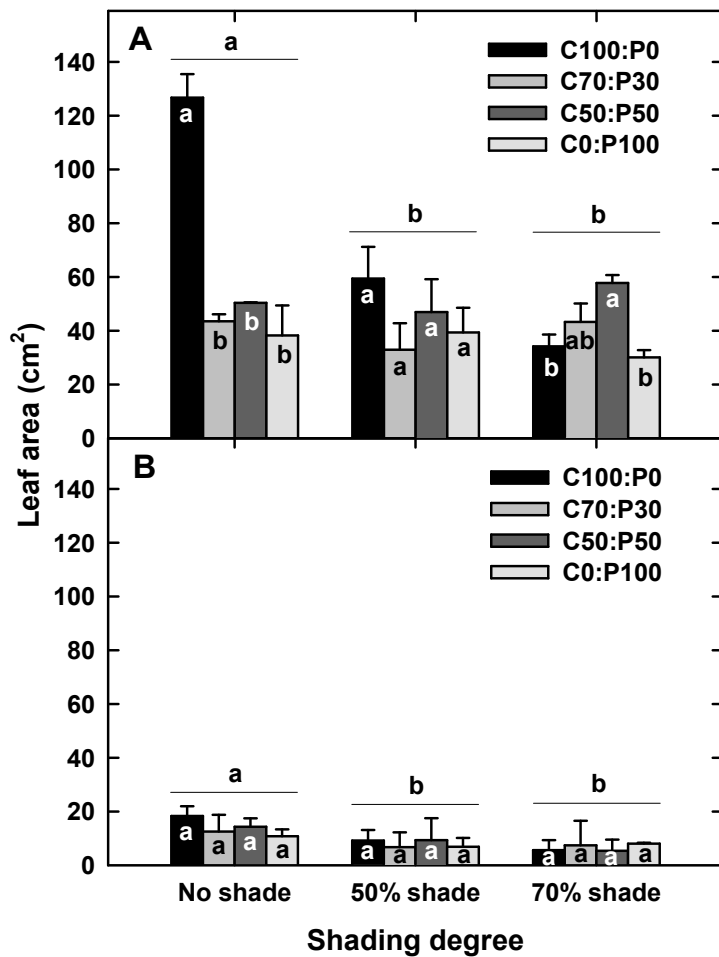


Fig. 24. Shading effect on leaf area of *Panax ginseng* under different growth media mixed with coco peat and perlite. A: planting at April, B: planting at June.

⑤ 근장

인삼의 근장은 무차광에서 6월에 정식한 인삼 6.4~8.9cm보다 4월에 정식한 인삼 13.2~18.4cm가 더 높게 나타났고, 50%와 70%차광 조건에서도 4월에 정식한 것이 높은 경향을 보였다. 한편, 4월 정식 인삼은 차광 및 배지간의 차이는 인정되지 않았으나 6월에 정식한 인삼은 차광에 따른 근장은 유의적으로 감소하였고 배지간의 차이는 없었다(그림 25).

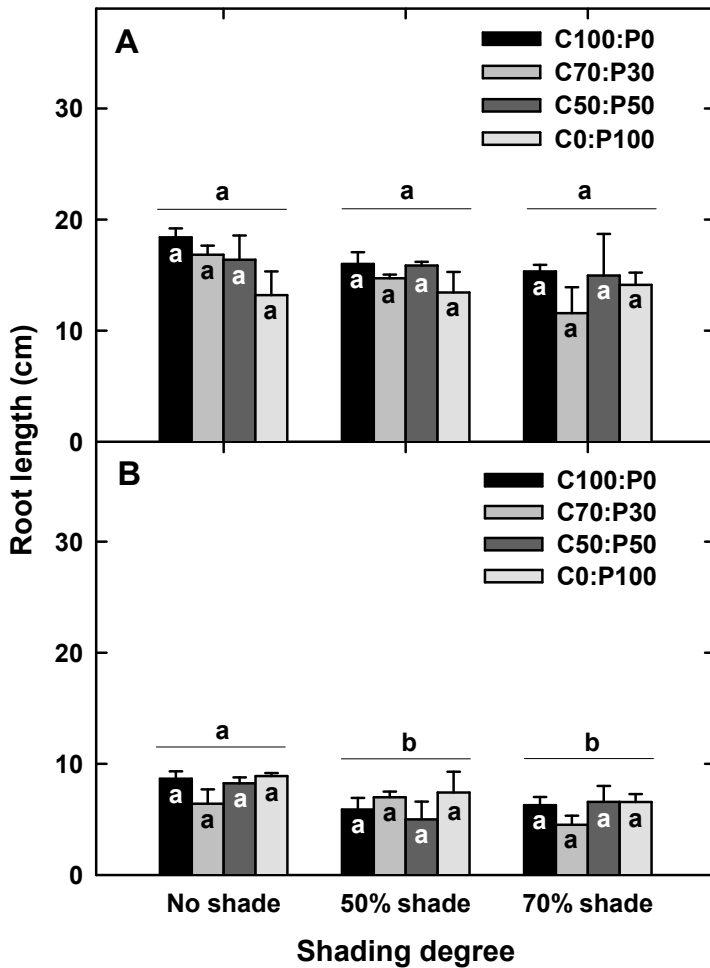


Fig. 25. Shading effect on root length of *Panax ginseng* under different growth media mixed with coco peat and perlite. A: planting at April, B: planting at June.

⑥ 근직경

인삼의 근직경은 무차광에서 6월에 정식한 인삼 0.27~0.31cm보다 4월에 정식한 인삼 0.71~0.93cm가 더 높게 나타났고, 50%와 70%차광 조건에서도 4월에 정식한 것이 높은 경향을 보였다. 4월 정식과 6월 정식 인삼의 근직경 모두 차광에 따른 유의적인 감소를 보였으나 배지 간의 차이는 없는 것으로 나타났다(그림 26).

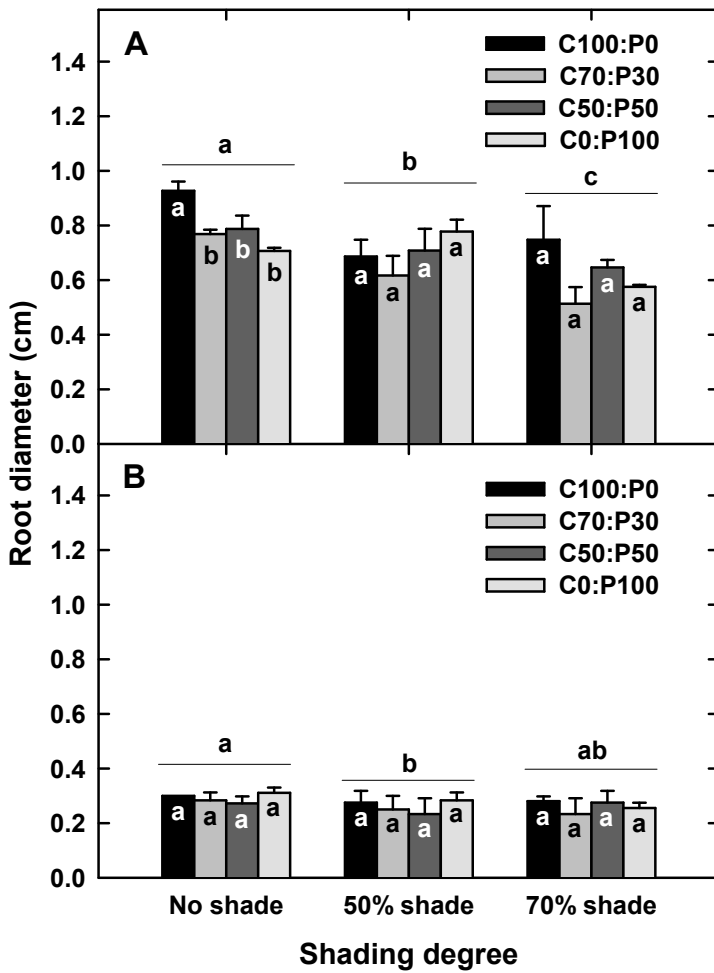


Fig. 26. Shading effect on root diameter of *Panax ginseng* under different growth media mixed with coco peat and perlite. A: planting at April, B: planting at June.

⑦ 지상부중

인삼 지상부의 주당 생체중은 무차광에서 6월에 정식한 인삼 0.23~0.32g보다 4월에 정식한 인삼 0.78~2.31g이 더 높게 나타났고, 50%와 70%차광 조건에서도 4월에 정식한 것이 높은 경향을 보였다. 4월 정식 인삼은 차광에 따른 생체중 감소가 뚜렷하였고, 무차광에서는 코코피트 단독배지가 다른 배지에 비해 유의적으로 높았으나 50%와 70%차광에서는 배지간 차이는 인정되지 않았다. 6월에 정식한 인삼은 차광에 따른 생체중은 유의적으로 감소하였고 배지간의 차이는 없는 것으로 나타났다(그림 27).

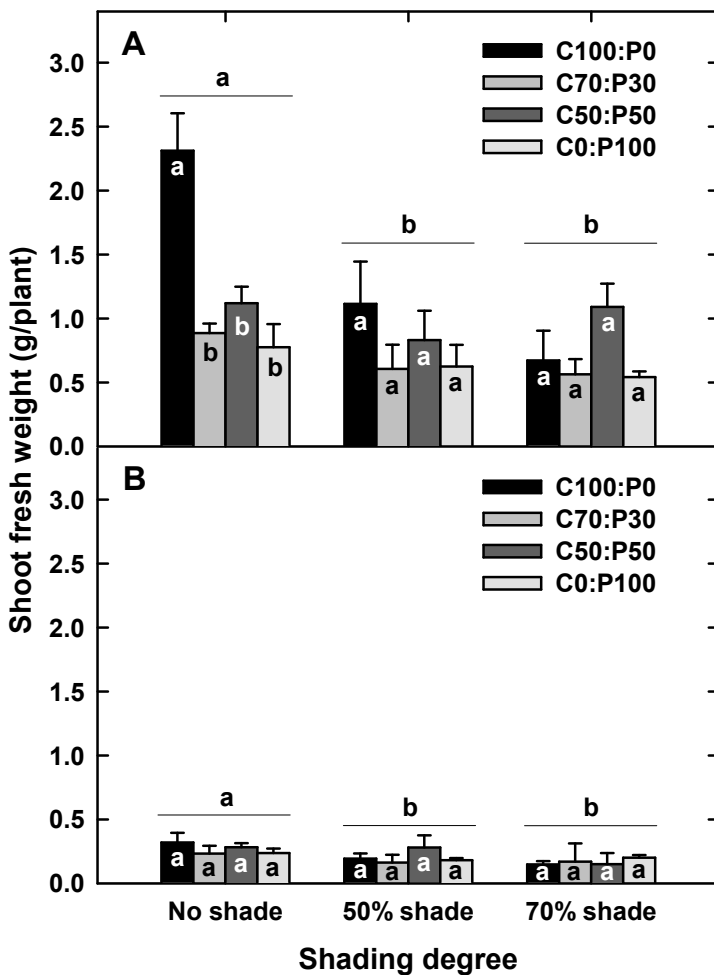


Fig. 27. Shading effect on shoot fresh weight of *Panax ginseng* under different growth media mixed with coco peat and perlite. A: planting at April, B: planting at June.

⑧ 지하부중

인삼 지하부의 주당 생체중은 무차광에서 6월에 정식한 인삼 0.58~0.80g보다 4월에 정식한 인삼 1.97~3.80g이 더 높게 나타났고, 50%와 70%차광 조건에서도 4월에 정식한 것이 높은 경향을 보였다. 4월 정식 인삼은 지상부 생체중과 마찬가지로 차광에 따른 생체중 감소가 뚜렷하였고, 무차광과 70%차광에서는 코코피트 단독배지가 다른 배지에 비해 유의적으로 높았으나 50%차광에서는 배지간 차이는 인정되지 않았다. 6월에 정식한 인삼은 차광에 따른 생체중은 유의적으로 감소하였고 배지간의 차이는 없는 것으로 나타났다(그림 28).

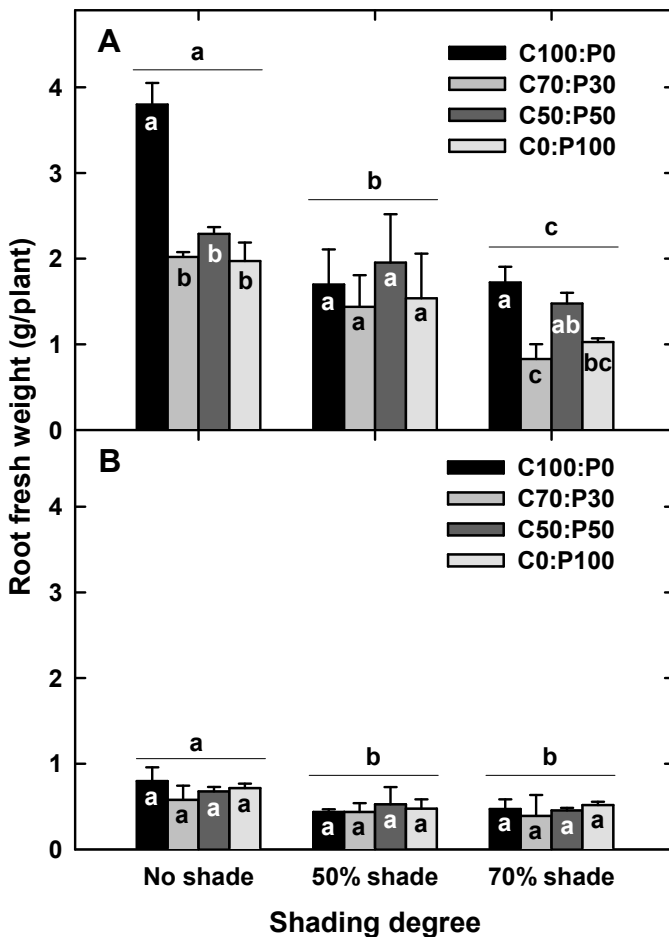


Fig. 28. Shading effect on root fresh weight of *Panax ginseng* under different growth media mixed with coco peat and perlite. A: planting at April, B: planting at June.

이상의 결과를 종합해 보면 인삼에서 배지조성간의 차이는 무차광에서 coco peat 100%에서 가장 높은 수량과 생육을 보였으나 50%와 70%의 차광에서는 일정한 경향이 없거나 배지조성간의 차이는 없는 것으로 나타났다. 차광정도가 클수록 인삼의 초장, 엽수 및 근장은 유의적으로 감소하였으나, 엽록소 함량은 차광이 클수록 높아지는 경향을 보였다. 한편 근장은 차광정도간의 유의성은 보이지 않았다.

따라서 인삼의 시설재배지에서 생육과 수량 특성은 4월 이전에 정식한 경우가 6월 정식의 경우보다 높은 수량을 기대할 수 있었다. 또한, 차광에 의해서 유의적인 영향을 받는 것으로 나타났으며 배지조성의 경우 코코피트가 가장 높은 수량을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

宮澤(1975)은 온도가 3,000Lux 이하로 낮을 경우 광의 부족으로 동화작용이 부진하여 근부의 비대가 저조해지며, 광량이 지나치게 많으면 엽록소의 분해로 엽의 기능이 저해되어 황변되고 조기낙엽이 발생하여 근부의 비대가 현저히 저조해진다고 보고한 바 있다.

Kim(1964)은 인삼의 지상부 생육에 대한 최적광은 자연광의 8~19%, 인삼의 생존을 위한 최소 및 최고의 광량은 상대조로 3% 및 30%이었고 생장을 위한 최적광량은 8%이나 최고의 물질생산은 8%보다 19%에서 기대된다고 하였다.

인삼엽의 광에 대한 반응에 대하여 Imori(1983)는 미국인삼의 전 광량의 1/4~1/6하에서 재배되고 있음을 보고한 바 있고, 조와 원(1984)은 해가림의 설치는 최대광합성 추정치에 적합한 광도인 9,000Lux 내외로 조절하는 것이 바람직하다고 보고하였다. 김(1964a; 1964b; 1967; 1972)은 현재의 관행짚해가림은 그 높이 또는 각도를 조절한다 하더라도 최적광량을 유지할 수 없으므로 8~19%의 광이 투과되는 해가림으로 개량하여야 한다고 하였다.

보고에 의하면 투광율별 수량은 10%가 가장 높았으며, 15%이상의 구에서는 투광율이 증가할수록 10% 구에 비해 결주율이 크게 증가되어 수량이 감소되었다

시설재배에 실용화하기 위해서 보수성, 보비성 및 통기성이 다른(Lee, 1994) 양액배지와 차광 정도에 따른 고들빼기의 생육반응은 다를 것으로 예상된다. 실제로 차광은 광도는 물론 지온과 식물체온을 낮추는 효과(Brand, 1997) 뿐만 아니라 지나친 차광조건에서는 순광합성량의 감소로 영양생장 저하, 초장, 측지수, 엽장, 엽면적 및 건물중 등의 감소가 뚜렷하며 결국 수량에 악영향을 줄 것으로 보고되고 있다(Son & Chae, 2003; Brand, 1997; Hong et al., 1996).

이(1983)는 인삼의 근중증가를 위한 최적해가림 투광율은 3년근에서는 18.13%, 6년근에서는 21.5%로 측정되었다고 보고하였다.

Kim(1964a)은 광도차에 의한 인삼의 성장속성을 분석한 바 유식물의 개체중 및 근중생장이 재식행수간에는 차이가 없으나 노성한 식물에서는 유의차가 있다고 했다. Kim(1964)은 내양성과 내음성에 관한 실험에서 성장속성을 분석한 결과, 줄기의 신장은 광량에 역비례하고, 엽생장은 8%이하의 광도에서는 정비례하나 8%이상에서는 광도에 역비례하는 점으로 보아 인삼생존을 위한 최저 및 최고광량은 상대조도로 따져 3% 및 30% 사이에 있으며 생장을 위한 최적광량을 8%로 보았다.



Fig. 29. *Panax ginseng* seedlings grown at outdoor (Jinan, Jeonbuk, 2009)



C100:P0 C70:P30 C50:P50 C0:P100

<No shade>



C100:P0 C70:P30 C50:P50 C0:P100

<50% shade>



C100:P0 C70:P30 C50:P50 C0:P100

<70% shade>

Fig. 30. Seedlings of *Panax ginseng* grown under different culture media without shade (top), 50% shade (middle) and 70% shade (bottom).

(나) 고들빼기

고들빼기를 4월과 7월에 정식하여 차광별 생육 및 수량반응을 조사한 결과 차광정도가 높을 수록 초장, 엽수, 엽면적, 근장, 근직경, 지상부 생체중 및 지하부 생체중은 유의적으로 감소하는 경향이 뚜렷하였고 4월에 정식한 고들빼기보다는 7월에 정식한 것이 더 높은 생육과 수량

을 보였다. 이는 고들빼기의 생육에 고온기가 요구되고 있음을 반영하고 있는 것으로 해석된다.

① 초장

고들빼기의 초장은 무차광에서 4월에 정식한 것 12.4~28.8cm보다 7월에 정식한 것 24.9~32.6cm가 더 높았고, 50%차광과 70%차광에서도 7월에 정식한 것이 높은 경향을 보였다. 4월 정식한 것은 차광에 따른 초장 감소가 뚜렷하였고 무차광 조건에서는 코코피트와 펄라이트 50:50 혼합배지가 가장 높았고 그 다음이 70:30혼합배지와 펄라이트 단독배지였고 코코피트 단독배지가 가장 낮았다. 하지만 50%와 70%차광에서는 배지간의 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 한편, 7월에 정식한 것은 차광에 따른 초장 감소가 뚜렷하였고 무차광과 차광조건 모두에서 코코피트와 펄라이트 혼합배지가 각각의 단독배지보다 높은 경향을 보였다(그림 31).

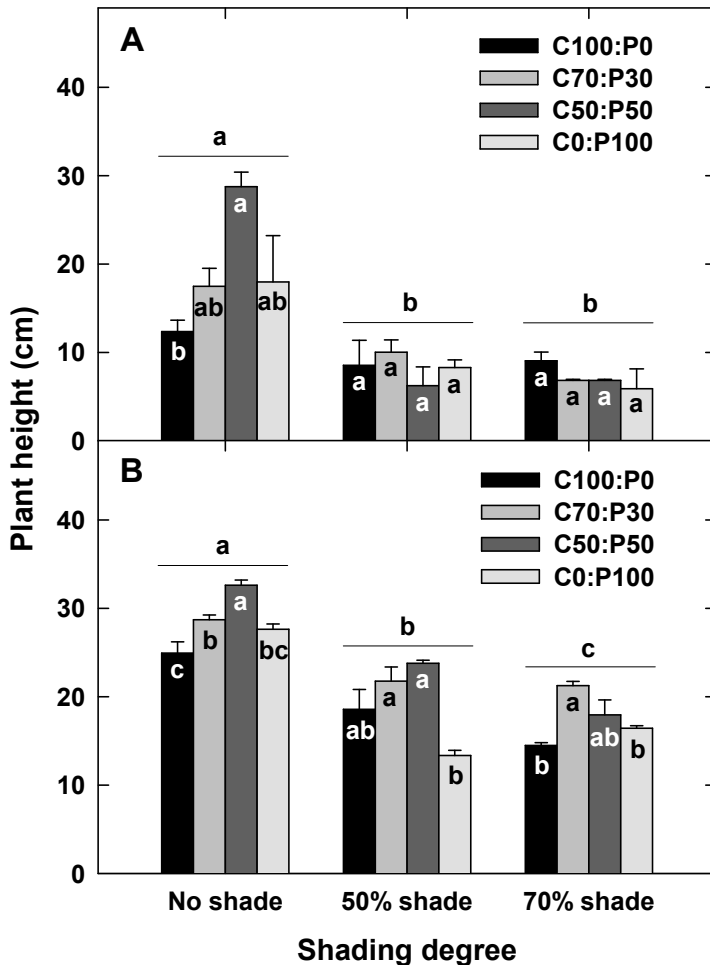


Fig. 31. Shading effect on plant height of *Youngia sonchifolia* under different growth media mixed with coco peat and perlite. A: planting at April, B: planting at July.

② 엽수

고들빼기의 엽수는 무차광에서 4월에 정식한 것 6.0~11.1엽보다 7월에 정식한 것이 17.4~19.9엽으로 더 높았고, 50%차광과 70%차광에서도 7월에 정식한 것이 높은 경향을 보였다. 4월 정식한 것은 차광에 따른 엽수 감소가 뚜렷하였고 무차광과 50%차광 조건에서는 배지간의 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났으나 70%차광에서는 코코피트와 퍼라이트 각 50% 혼합배지가 가장 적은 엽수를 나타냈다. 하지만 7월에 정식한 것은 무차광과 70%차광 조건에서는 배지간의 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났으나 50%차광에서는 코코피트와 퍼라이트 혼합배지가 각각의 단독배지보다 높게 나타났다(그림 32).

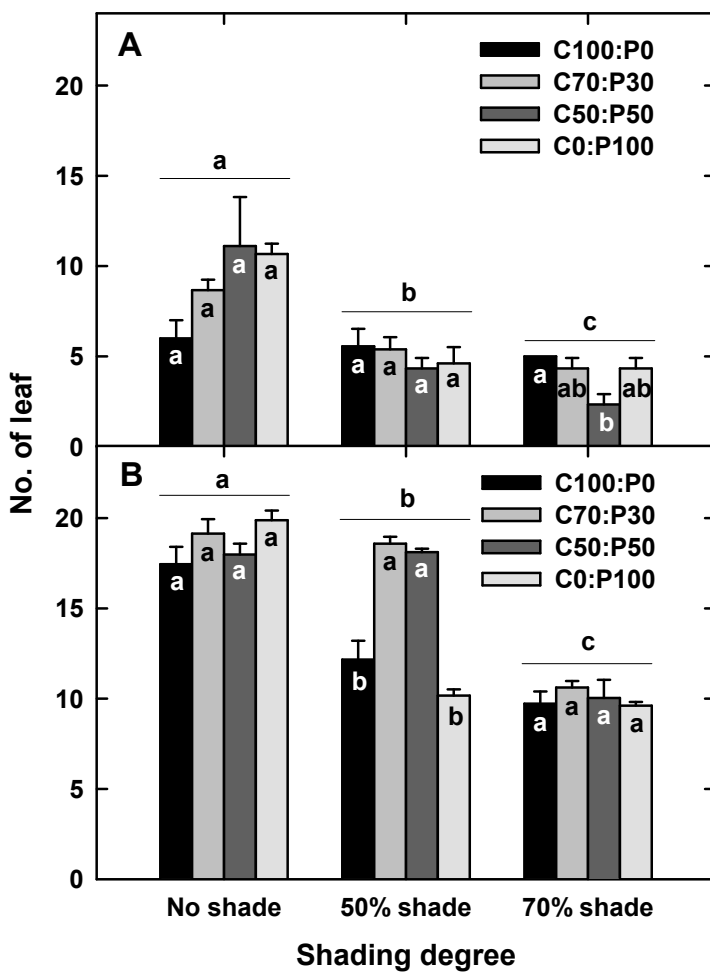


Fig. 32. Shading effect on number of leaves of *Youngia sonchifolia* under different growth media mixed with coco peat and perlite. A: planting at April, B: planting at July.

③ 엽록소

한편, 고들빼기의 엽록소 함량은 무차광에서 4월에 정식한 것 116.0~160.9unit보다 7월에 정식한 것이 145.5~163.2unit으로 더 높았고, 50%차광과 70%차광에서도 7월에 정식한 것이 높은 경향을 보였다. 4월에 정식한 것은 차광에 따른 엽록소 함량의 감소가 뚜렷하였으나 배지간의 차이는 인정되지 않았다. 7월에 정식한 것은 50%차광이 무차광과 70%차광보다 높게 나타났고 배지간의 차이는 있었으나 일정한 경향은 없었다(그림 33).

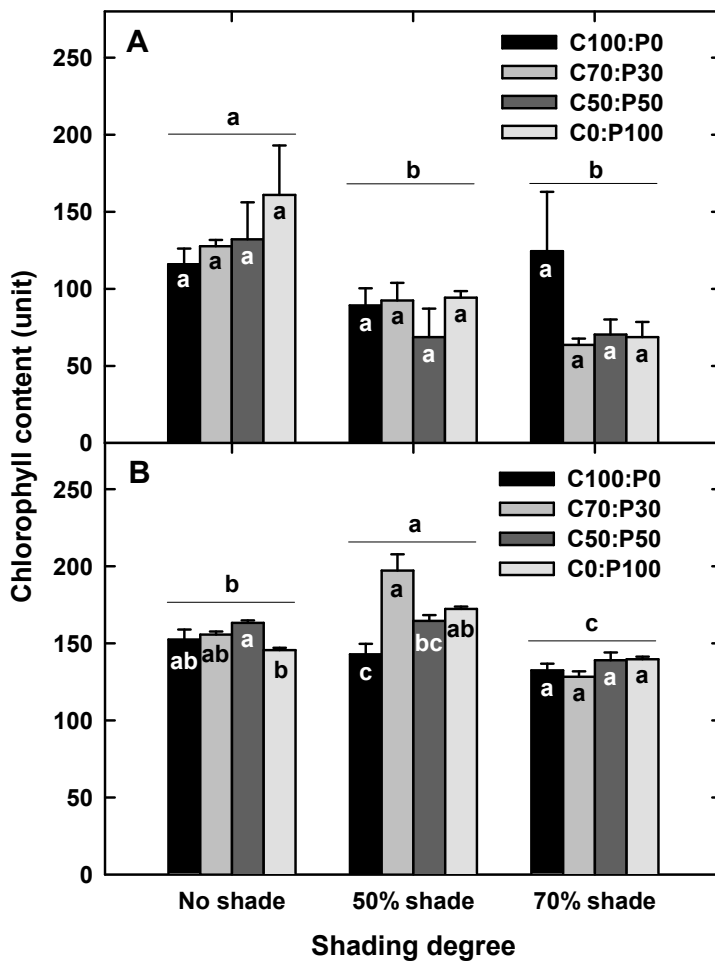


Fig. 33. Shading effect on chlorophyll contents of *Youngia sonchifolia* under different growth media mixed with coco peat and perlite. A: planting at April, B: planting at July.

④ 엽면적

고들빼기의 엽면적은 무차광에서 4월에 정식한 것 75.3~524.2cm²보다 7월에 정식한 것이 428.2~1003.2cm²로 더 높았고, 50%차광과 70%차광에서도 7월에 정식한 것이 높은 경향을 보였다. 4월에 정식한 것은 차광에 따른 엽면적 감소가 뚜렷하였으며 그 중에서도 무차광의 코코피트와 퍼라이트 50:50 혼합배지에서 가장 높았고, 그 다음이 70:30 혼합배지와 퍼라이트 단독배지였고 코코피트 단독에서 가장 낮았다. 하지만 50%와 70%차광조건에서는 배지간의 차이는 인정되지 않았다. 한편, 7월에 정식한 것 역시 차광에 따른 엽면적 감소가 뚜렷하였으며 무차광의 코코피트와 퍼라이트 50:50 혼합배지에서 가장 높았고 그 다음이 70:30 혼합배지와 퍼라이트 단독배지였고 코코피트 단독에서 가장 낮았다. 하지만, 50%차광조건에서는 코코피트와 퍼라이트 혼합배지가 그들의 단독배지보다 더 높았으나 70%차광조건에서는 배지간의 차이는 인정되지 않았다(그림 34).

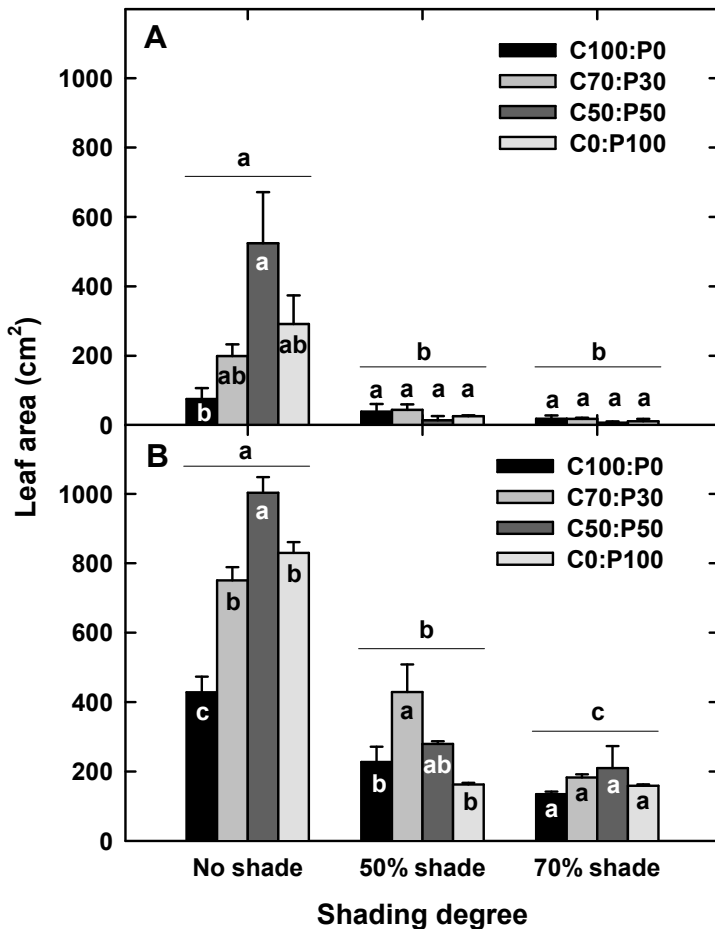


Fig. 34. Shading effect on leaf area of *Youngia sonchifolia* under different growth media mixed with coco peat and perlite. A: planting at April, B: planting at July.

⑤ 근장

고들빼기의 근장은 무차광에서 4월에 정식한 것 8.6~13.3cm보다 7월에 정식한 것 24.0~30.1cm가 더 높았고, 50%차광과 70%차광에서도 7월에 정식한 것이 높은 경향을 보였다. 4월에 정식한 것은 차광에 따른 근장의 유의적인 감소가 뚜렷하였으나 배지간의 차이는 인정되지 않았다. 7월에 정식한 것은 마찬가지로 차광에 따른 근장은 유의적으로 감소하였으나, 배지간에는 코코피트와 펄라이트 혼합배지가 단독배지 보다 높은 경향을 보였다(그림 35).

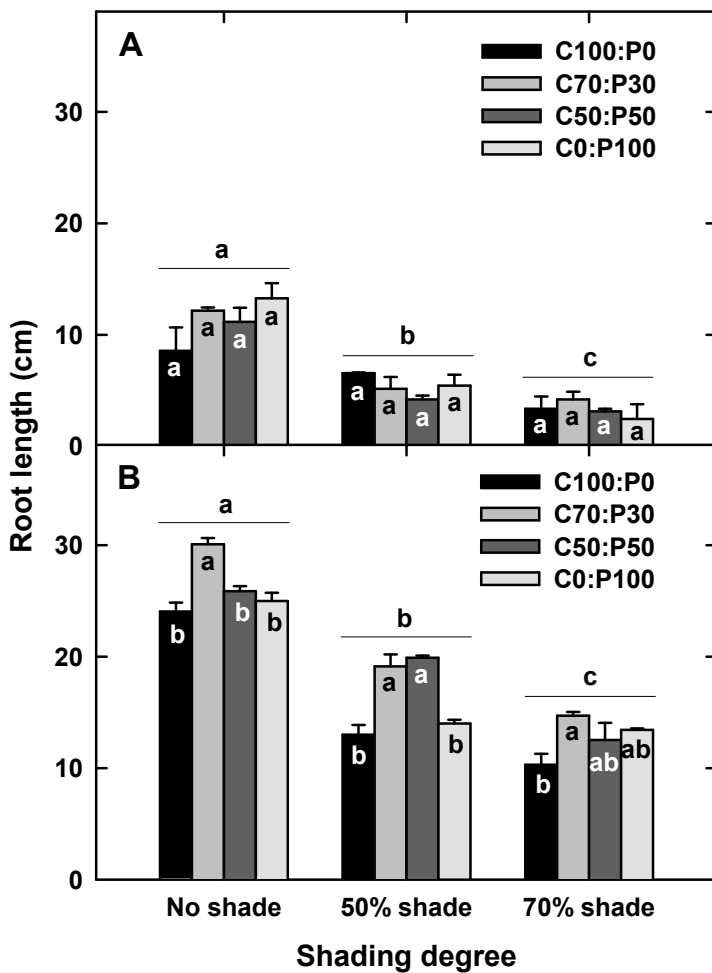


Fig. 35. Shading effect on root length of *Youngia sonchifolia* under different growth media mixed with coco peat and perlite. A: planting at April, B: planting at July.

⑥ 근직경

고들빼기의 근직경은 무차광에서 4월에 정식한 것 0.30~0.77cm보다 7월에 정식한 것이 1.40~2.03cm로 더 높았고, 50%차광과 70%차광에서도 7월에 정식한 것이 높은 경향을 보였다. 4월에 정식한 것은 차광에 따른 근직경의 유의적인 감소가 뚜렷하였고 무차광에서 코코피트와 펄라이트 50:50 혼합배지에서 가장 높았고 그 다음이 70:30 혼합배지와 펄라이트 단독배지였고 코코피트 단독에서 가장 낮았다. 하지만 50%와 70%차광에서는 배지간의 차이는 인정되지 않았다. 한편 7월에 정식한 것은 차광에 따른 근직경의 유의적인 감소가 뚜렷하였고 배지간에는 코코피트와 펄라이트 혼합배지가 단독배지 보다 높은 경향을 보였다(그림 36).

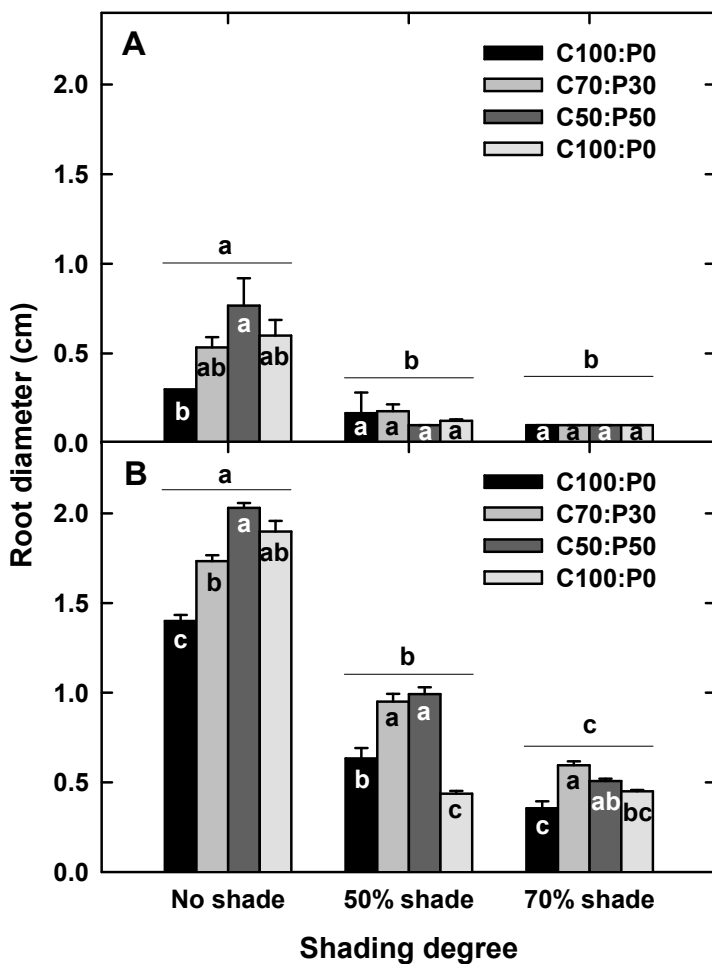


Fig. 36. Shading effect on root diameter of *Youngia sonchifolia* under different growth media mixed with coco peat and perlite. A: planting at April, B: planting at July.

⑦ 지상부중

고들빼기 지상부의 주당 생체중은 무차광에서 4월에 정식한 것 1.25~12.48g보다 7월에 정식한 것이 12.59~24.32g으로 더 높았고, 50%차광과 70%차광에서도 7월에 정식한 것이 높은 경향을 보였다. 4월에 정식한 것은 차광에 따른 생체중 감소가 뚜렷하였고 무차광에서 코코피트와 펄라이트 50:50 혼합배지에서 가장 높았고 그 다음이 70:30 혼합배지와 펄라이트 단독배지였고 코코피트 단독에서 가장 낮았다. 하지만 50%와 70%차광에서는 배지간의 차이는 없었다. 그러나 7월에 정식한 것은 역시 차광에 따른 생체중은 유의적으로 감소하였고 배지간의 차이도 뚜렷하여 코코피트와 펄라이트 혼합배지가 단독배지 보다 높은 경향을 보였다(그림 37).

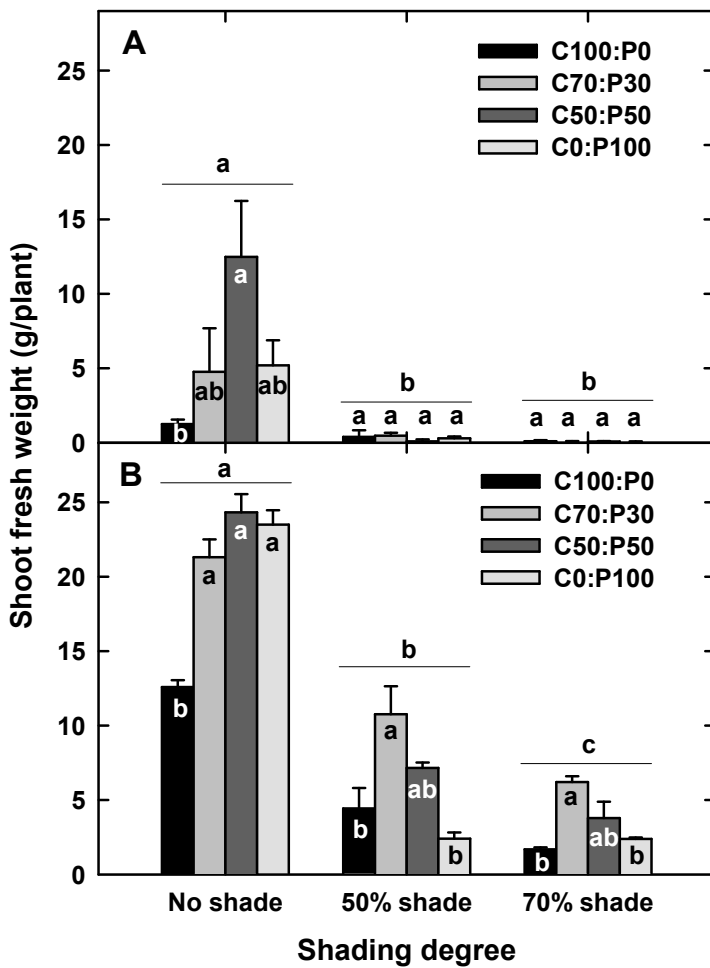


Fig. 37. Shading effect on shoot fresh weight of *Youngia sonchifolia* under different growth media mixed with coco peat and perlite. A: planting at April, B: planting at July.

⑧ 지하부중

고들빼기 지하부의 주당 생체중은 무차광에서 4월에 정식한 것 0.09~0.72g보다 7월에 정식한 것이 5.80~12.73g 범위로 더 높게 나타났고, 50%차광과 70%차광에서도 7월에 정식한 것이 높은 경향을 보였다. 4월에 정식한 것은 차광에 따른 생체중 감소가 뚜렷하였고 무차광에서 코코피트와 퍼라이트 50:50 혼합배지가 가장 높았고 그 다음이 70:30 혼합배지와 퍼라이트 단독배지였고 코코피트 단독에서 가장 낮았다. 하지만 50%와 70%차광에서는 배지간의 차이는 없었다. 7월에 정식한 것은 차광에 따른 생체중은 유의적으로 감소하면서 배지간의 차이가 뚜렷하였고, 코코피트와 퍼라이트 혼합배지가 단독배지 보다 높은 경향을 보였다(그림 38).

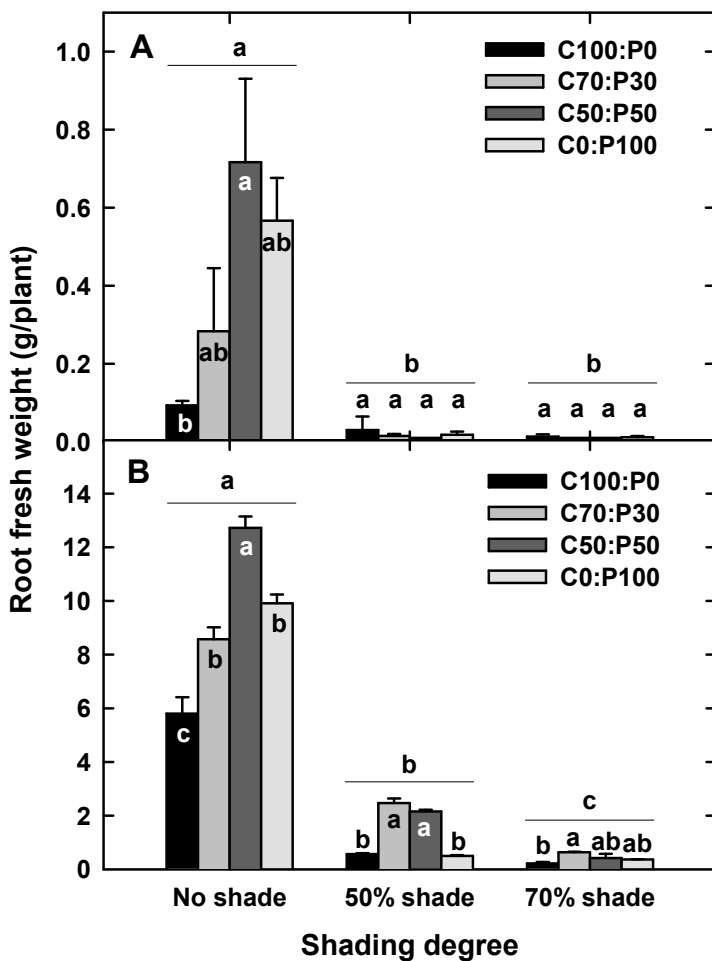


Fig. 38. Shading effect on root fresh weight of *Youngia sonchifolia* under different growth media mixed with coco peat and perlite. A: planting at April, B: planting at July.

이상의 결과를 종합해 보면 고들빼기에서 배지조성간의 차이는 무차광에서 코코피트와 퍼라이트 50:50 혼합배지에서 가장 높은 수량과 생육을 보였고 4월 정식인 경우는 50%와 70%의 차광에서는 일정한 경향이 없거나 배지조성간의 차이는 없는 것으로 나타났다. 하지만 7월 고

온의 재배일 경우에는 역시 코코피트와 펄라이트 혼합배지가 단독배지 보다 높은 수량을 나타냈다.

따라서 고들빼기의 시설재배지에서 생육과 수량 특성은 7월에 정식한 경우가 4월경에 정식한 경우보다 높은 수량을 기대할 수 있었다. 또한, 차광에 의해서 유의적인 영향을 받는 것으로 나타났으며 배지조성의 경우 코코피트와 펄라이트 혼합배지가 단독배지 보다 더 높은 수량을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.



Fig. 39. Seedlings of *Youngia sonchifolia* grown under different culture media without shade (top), 50% shade (middle) and 70% shade (bottom).

(3) 온도별 생육 및 수량특성

(가) 인삼

온도변화에 따른 인삼의 생육반응을 조사한 결과 엽수, 엽면적, 근직경, 지상부와 지하부 생체중 및 엽록소 함량은 낮은 온도에서 더 높게 나타났고 초장은 30℃에서, 근장은 25℃에서 가장 높게 나타났다. 특히 인삼의 지상부 생체중과, 지하부 생체중은 20℃에서 각각 0.38과 0.85g으로 가장 높았고, 25℃에서 각각 0.21과 0.58g, 30℃에서 각각 0.09과 0.51g으로 나타났다. 또한 이들 생육은 온도 간 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다(표 14와 15).

Table 14. Growth characteristics of *Panax ginseng* grown at different temperatures in growth chamber.

Temp	Plant height, cm	No. of leaves	Leaf area, cm ²	Shoot fresh weight, g plant ⁻¹
20℃	5.57 ± 0.59 b	8.58 ± 1.01 a	73.57 ± 9.67 a	0.38 ± 0.02 a
25℃	4.36 ± 0.09 b	8.46 ± 1.46 a	50.45 ± 5.95 a	0.21 ± 0.06 ab
30℃	8.92 ± 0.95 a	8.56 ± 0.77 a	47.89 ± 15.69 a	0.09 ± 0.00 b
LSD(0.05)	3.136	5.425	54.402	0.175

Table 15. Growth characteristics of *Panax ginseng* grown at different temperatures in growth chamber (continued).

Temp	Root length, cm	Root diameter, mm	Root fresh weight, g plant ⁻¹	Chlorophyll content, unit
20℃	9.63 ± 0.64 ab	4.38 ± 0.43 a	0.85 ± 0.05 a	78.13 ± 6.18 a
25℃	12.97 ± 1.08 a	3.69 ± 0.27 a	0.58 ± 0.07 ab	74.93 ± 7.60 a
30℃	8.00 ± 0.87 b	3.53 ± 0.24 a	0.51 ± 0.06 b	64.64 ± 1.82 a
LSD(0.05)	4.280	1.588	0.304	27.991

재식 후 5일 간격으로 측정된 인삼의 초장은 30℃에서 2.8~5.7cm 범위였고 25℃에서는 2.4~4.6cm였고, 20℃에서는 2.0~4.7cm로 나타나 30℃에서 가장 높은 생육을 보였다(그림 40). 엽수 역시 30℃에서 7.3~9.8엽, 25℃에서는 7.3~9.4엽, 20℃에서는 5.6~9.4엽 범위로 30℃에서 가장 높았고, 20℃에서 가장 낮았다 (그림 41).

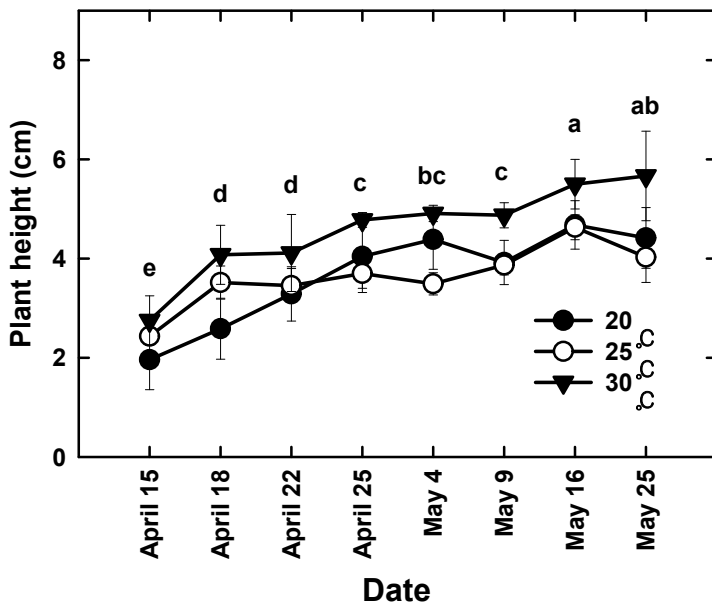


Fig. 40. Daily changes in the plant height of *Panax ginseng* at different growth temperatures.

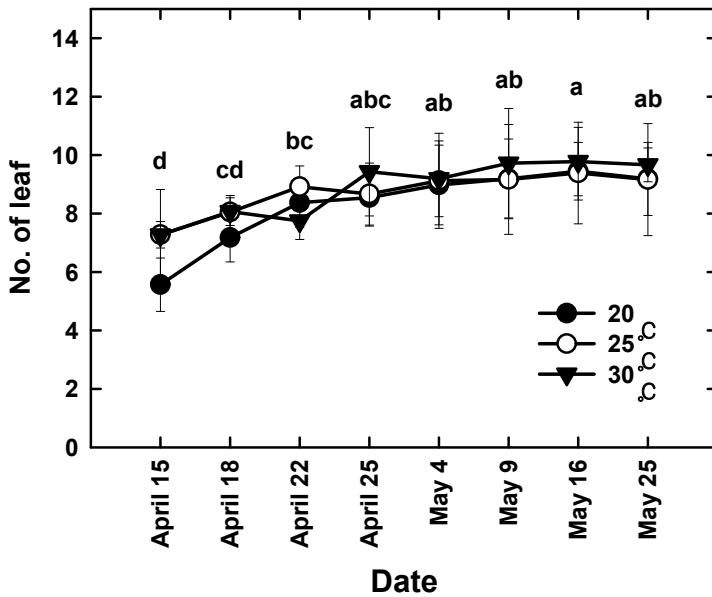


Fig. 41. Daily changes in the number of leaf of *Panax ginseng* at different growth temperatures.

(나) 고들빼기

온도변화에 따른 고들빼기의 생육반응을 조사한 결과 25°C에서 가장 높은 생육을 보였고 2

0℃와 30℃에서 생육이 감소하고 엽색이 홍색으로 변하는 경향이 뚜렷하였는데 이는 엽록소 합성이 저해되었기 때문으로 해석된다(그림 41).



Fig. 42. Photograph showing growth of *Youngia sonchifolia* grown at 20℃ growth chamber.



Fig. 43. Photograph showing growth of *Youngia sonchifolia* grown at 25℃ growth chamber.



Fig. 44. Photograph showing growth of *Youngia sonchifolia* grown at 30℃ growth chamber.

고들빼기의 온도반응은 초장과 근장, 엽면적, 지상부중 및 지하부중은 25℃에서 유의적으로 가장 높았고 30℃와 20℃ 순으로 나타났다. 하지만 근장과 엽록소 함량은 온도간 유의성을 보이지 않았다(표 16, 17).

고들빼기의 초장은 25℃에서 4.1cm로 가장 높았고 30℃와 20℃에서 각각 2.6cm, 1.1cm로 나

타났다. 엽면적과 지상부 생체중 역시 25℃에서 21.9cm²와 0.18g으로 가장 높게 나타났고 그 다음이 30℃와 20℃순이었다. 엽수 역시 25℃에서 8.29엽으로 가장 높았으나 온도간 유의성을 보이지 않았다(표 16). 근장과 지하부 생체중은 25℃에서 10.95cm와 0.12g으로 가장 높았고, 그 다음이 30℃와 20℃에서 각각 10.09cm와 0.03g 및 7.36cm와 0.02g으로 나타났다. 근직경과 엽록소 함량 또한 25℃에서 각각 0.21cm와 69.84 unit으로 가장 높게 나타났지만 온도간 유의성을 보이지 않았다(표 17).

Table 16. Growth characteristics of *Youngia sonchifolia* grown at different temperature in growth chamber.

Temp	Plant height, cm	No. of leaves	Leaf area, cm ²	Shoot fresh weight, g plant ⁻¹
20℃	1.07 ± 0.09 c	7.94 ± 1.25 a	4.26 ± 1.25 b	0.02 ± 0.00 b
25℃	4.08 ± 0.18 b	8.29 ± 1.14 a	21.92 ± 1.54 a	0.18 ± 0.02 a
30℃	2.62 ± 0.33 a	6.45 ± 1.05 a	11.34 ± 4.94 ab	0.03 ± 0.02 b
LSD(0.05)	1.07	6.00	14.96	0.09

Table 17. Growth characteristics of *Youngia sonchifolia* grown at different temperature in growth chamber (continued).

Temp	Root length, cm	Root diameter, cm	Root fresh weight, g plant ⁻¹	Chlorophyll content, unit
20℃	7.36 ± 0.49 b	0.12 ± 0.05 a	0.02 ± 0.01 b	50.03 ± 6.47 a
25℃	10.95 ± 0.88 a	0.21 ± 0.01 a	0.12 ± 0.02 a	69.84 ± 21.04 a
30℃	10.09 ± 0.32 ab	0.12 ± 0.04 a	0.03 ± 0.01 b	51.37 ± 14.85 a
LSD(0.05)	2.97	0.18	0.05	36.78

(4) 계절별 생육 및 수량특성

재배시기를 season I(4월부터 8월까지; 조기재배)과 season II(6월부터 10월까지; 만기재배)로 달리함으로써 실제적인 고들빼기와 인삼의 생육과 수량에 미치는 영향을 조사하기 위해 여러 가지 배지조성(C100 : P0 → Coco peat 100%, C70 : P30 → Coco peat : perlite = 70% : 30% (v/v), C50 : P50 → Coco peat : perlite = 50% : 50% (v/v), C0 : P100 → Perlite 100%) 하에서 실시되었다. 대체적으로 인삼은 season I(조기재배)이, 고들빼기는 season II(만기재배)가 더 높은 생육과 수량을 보인 것으로 나타났다.

(가) 인삼

① 초장

인삼 초장은 C100 : P0 배지가 가장 높았고 조기재배 경우가 만기재배보다 높게 나타났다. 하지만 각각의 재배시기에서는 배지조성간의 유의적인 차이가 없었다(그림 45).

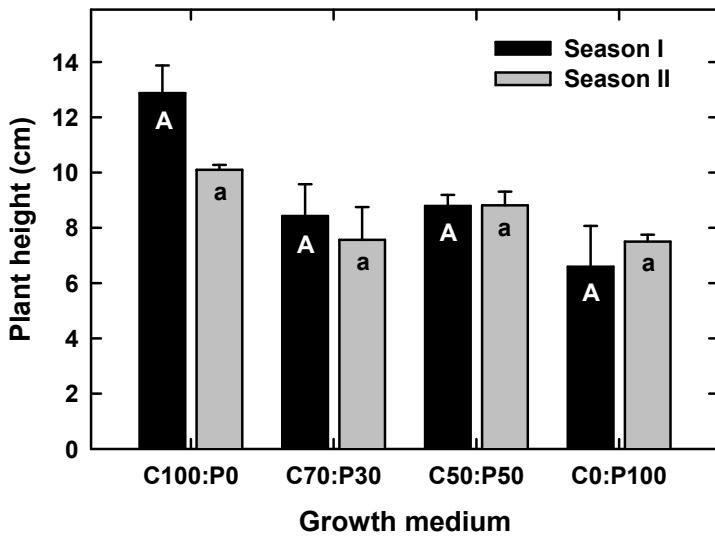


Fig. 45. Effect of cropping season on plant height of *Panax ginseng* under different growth media mixed with coco peat and perlite. Season I: planting at April (early planting), Season II: planting at June (late planting).

② 엽수

엽수는 동일 재배시기에 배지조성간의 차이는 없었으나 모든 배지에서 만기재배가 조기재배보다 유의적으로 높게 나타났다(그림 46). 이는 만기재배 경우 기온 상승으로 인해 뿌리생육보다는 지상부 생육에 활발하게 이루어진 것으로 해석된다.

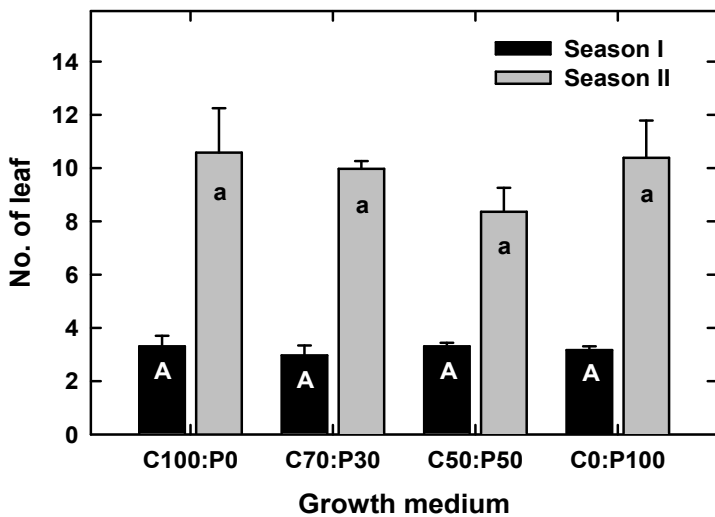


Fig. 46. Effect of cropping season on number of leaves of *Panax ginseng* under different growth media mixed with coco peat and perlite. Season I: planting at April (early planting), Season II: planting at June (late planting).

③ 엽록소

엽록소 함량은 조기재배에서 C100 : P0 배지가 가장 높았고, 그 다음이 C50 : P50순으로 조기재배 경우가 만기재배보다 높게 나타났다. 한편, 조기재배에서는 배지조성간의 차이가 뚜렷하였으나 만기재배에서는 배지조성간의 유의적인 차이는 인정되지 않았다(그림 47).

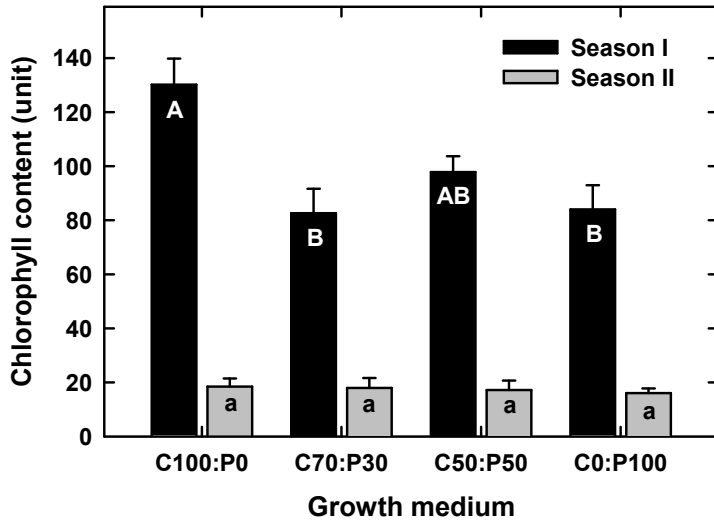


Fig. 47. Effect of cropping season on chlorophyll contents of *Panax ginseng* under different growth media mixed with coco peat and perlite. Season I: planting at April (early planting), Season II: planting at June (late planting).

④ 엽면적

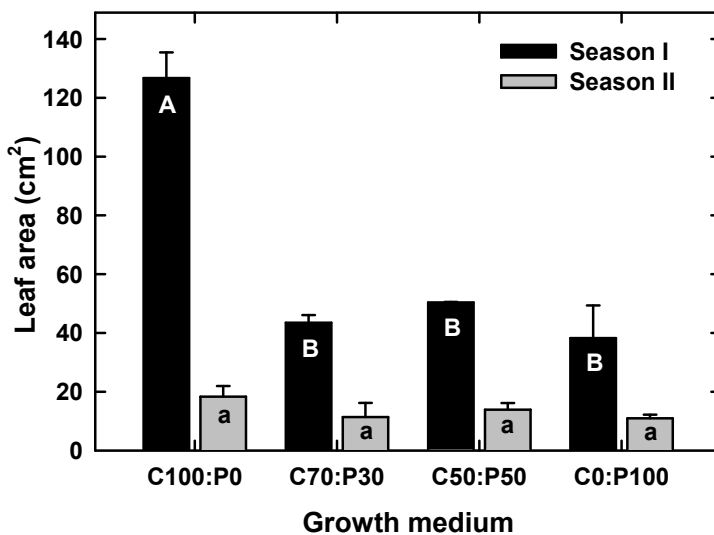


Fig. 48. Effect of cropping season on leaf area of *Panax ginseng* under different growth media mixed with coco peat and perlite. Season I: planting at April (early planting), Season II: planting at June (late planting).

엽면적은 역시 조기재배에서 C100 : P0 배지가 가장 높게 나타났고, 코코피트와 퍼라이트 혼합배지 및 퍼라이트 단독배지가 그보다 낮게 나타났다. 역시 조기재배 경우가 만기재배보다 높게 나타났고 조기재배에서 배지조성간의 차이가 뚜렷하였으나 만기재배에서는 배지조성간의 유의적인 차이는 인정되지 않았다(그림 48).

⑤ 근장

근장은 모든 배지조성에서 조기재배 경우가 만기재배보다 높게 나타났으나 배지조성간의 유의적인 차이는 인정되지 않았다(그림 49).

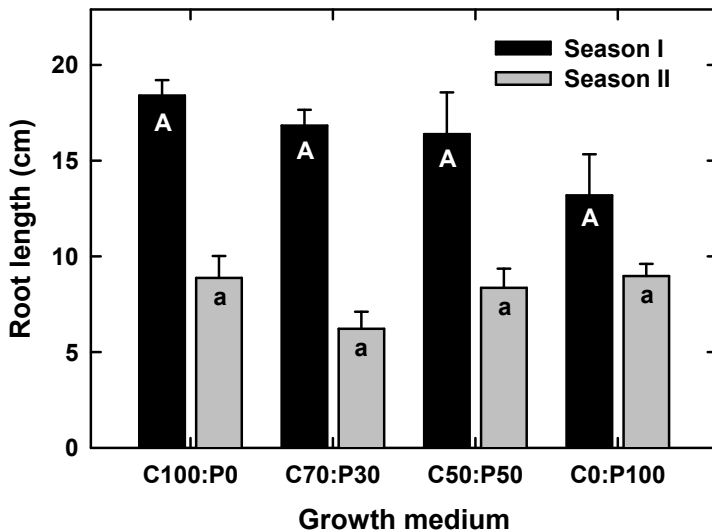


Fig. 49. Effect of cropping season on root length of *Panax ginseng* under different growth media mixed with coco peat and perlite. Season I: planting at April (early planting), Season II: planting at June (late planting).

⑥ 근직경

근직경은 조기재배에서 C100 : P0 배지가 가장 유의적으로 높게 나타났고 역시 조기재배 경우가 만기재배보다 높게 나타났다. 하지만 만기재배에서는 배지조성간의 유의적인 차이는 인정되지 않았다(그림 50).

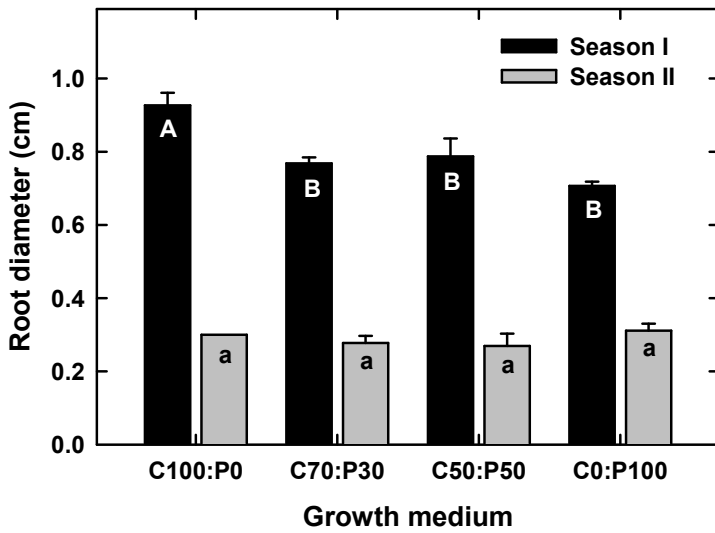


Fig. 50. Effect of cropping season on root diameter of *Panax ginseng* under different growth media mixed with coco peat and perlite. Season I: planting at April (early planting), Season II: planting at June (late planting).

⑦ 지상부중

주당 지상부 생체중은 조기재배에서 C100 : P0 배지가 가장 유의적으로 높게 나타났고 역시 조기재배 경우가 만기재배보다 높게 나타났다. 하지만 만기재배에서는 배지조성간의 유의적인 차이는 없었다(그림 51).

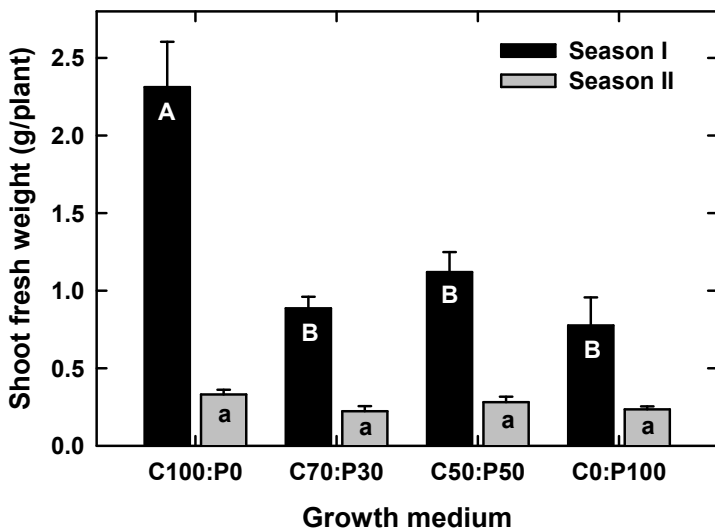


Fig. 51. Effect of cropping season on shoot fresh weight of *Panax ginseng* under different growth media mixed with coco peat and perlite. Season I: planting at April (early planting), Season II: planting at June (late planting).

⑧ 지하부중

주당 지하부 생체중 역시 지상부 생체중과 마찬가지로 조기재배에서 C100 : P0 배지가 가장 유의적으로 높게 나타났고 역시 조기재배 경우가 만기재배보다 높게 나타났다. 하지만 만기재배에서는 배지조성간의 유의적인 차이는 없었다(그림 52).

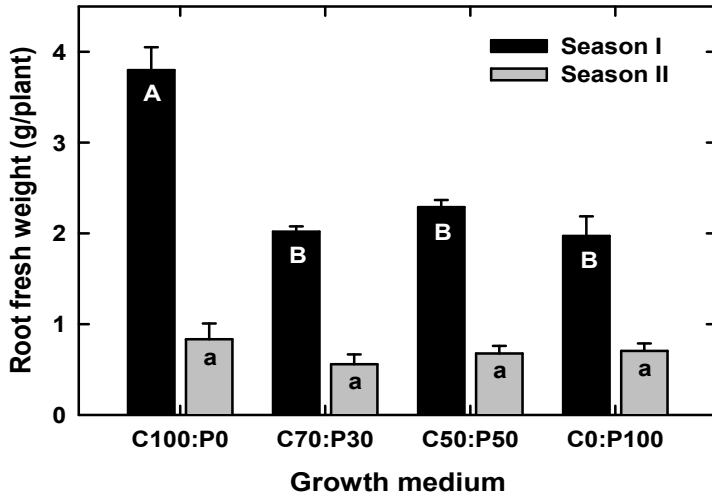


Fig. 52. Effect of cropping season on root fresh weight of *Panax ginseng* under different growth media mixed with coco peat and perlite. Season I: planting at April (early planting), Season II: planting at June (late planting).

(나) 고들빼기

① 초장

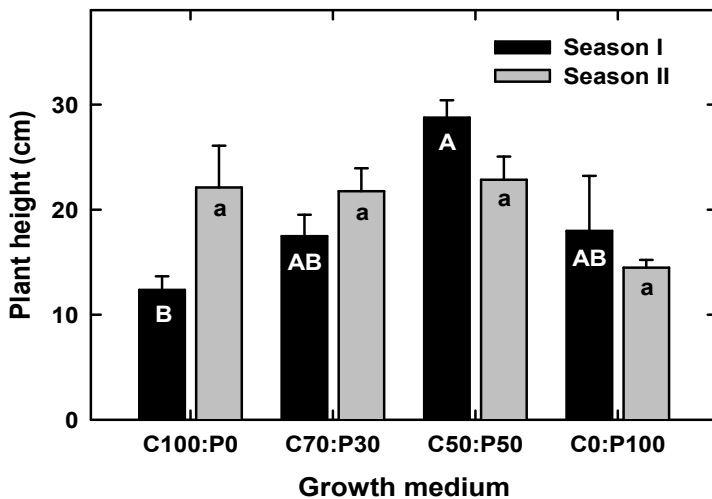


Fig. 53. Effect of cropping season on plant height of *Youngia sonchifolia* under different growth media mixed with coco peat and perlite. Season I: planting at April (early planting), Season II: planting at June (late planting).

고들빼기 초장은 조기재배에서 C50 : P50 배지가 가장 높았고, 그 다음이 C0 : P100과 C70 : P30배지 순이었으며, C100 : P0 배지가 가장 낮았다. 코코피트가 많을수록 만기재배 경우가, 퍼라이트가 많을수록 조기재배가 높은 생육을 보였다. 하지만 만기재배에서는 배지조성간의 유의적인 차이는 없었다(그림 53).

② 엽수

엽수는 만기재배에서 C100 : P0 배지가 가장 높았고, 그 다음이 C50 : P50과 C0 : P100배지 순으로 나타났고, C70 : P30 배지가 가장 낮게 나타났다. 조기재배에서는 배지조성간의 유의적인 차이는 없었다(그림 54).

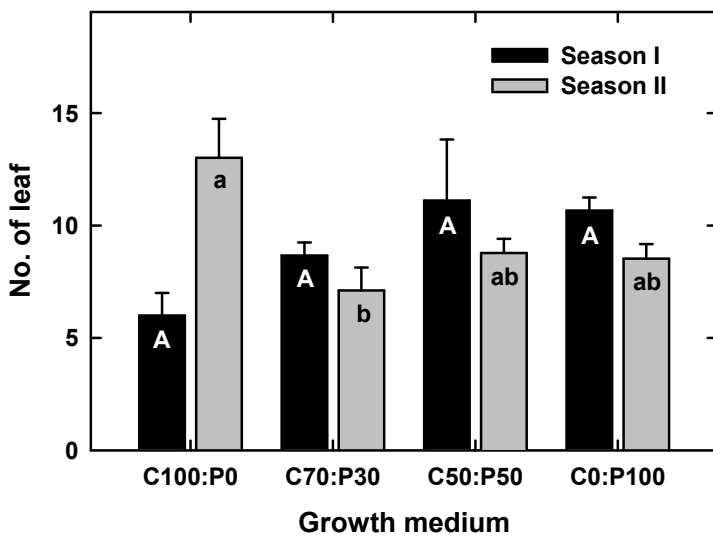


Fig. 54. Effect of cropping season on number of leaves of *Youngia sonchifolia* under different growth media mixed with coco peat and perlite. Season I: planting at April (early planting), Season II: planting at June (late planting).

③ 엽면적

엽면적은 조기재배에서 C50 : P50 배지가 가장 높았고, 그 다음이 C0 : P100과 C70 : P30배지 순으로 나타났고, C100 : P0 배지가 가장 낮게 나타났다. 즉, 코코피트가 많을수록 만기재배 경우가, 퍼라이트가 많을수록 조기재배가 높은 생육을 보였다. 하지만 만기재배에서는 배지조성간의 유의적인 차이는 인정되지 않았다(그림 55).

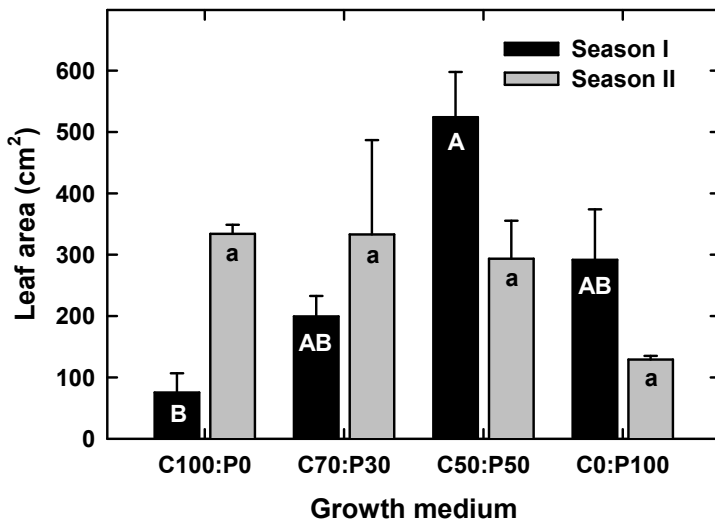


Fig. 55. Effect of cropping season on leaf area of *Youngia sonchifolia* under different growth media mixed with coco peat and perlite. Season I: planting at April (early planting), Season II: planting at June (late planting).

④ 근장

한편 근장은 두 재배시기에서 모두 배지조성간의 유의적인 차이는 인정되지 않았으나, 코코 피트가 많을수록 만기재배 경우가 높게 나타났다(그림 56).

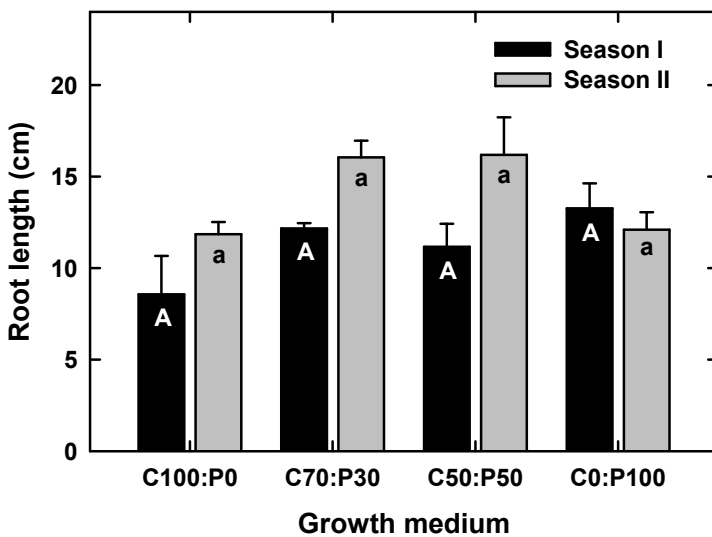


Fig. 56. Effect of cropping season on root length of *Youngia sonchifolia* under different growth media mixed with coco peat and perlite. Season I: planting at April (early planting), Season II: planting at June (late planting).

⑤ 근직경

근직경은 역시 조기재배에서 C50 : P50 배지가 가장 높았고, 그 다음이 C0 : P100과 C70 : P30 배지 순으로 나타났고, C100 : P0 배지가 가장 낮게 나타났다. 코코피트가 많을수록 만기재배 경우가, 퍼라이트가 많을수록 조기재배가 높은 생육을 보였다. 한편 만기재배에서는 C100 : P0 배지가 가장 높았지만 배지조성간의 유의적인 차이는 인정되지 않았다(그림 57).

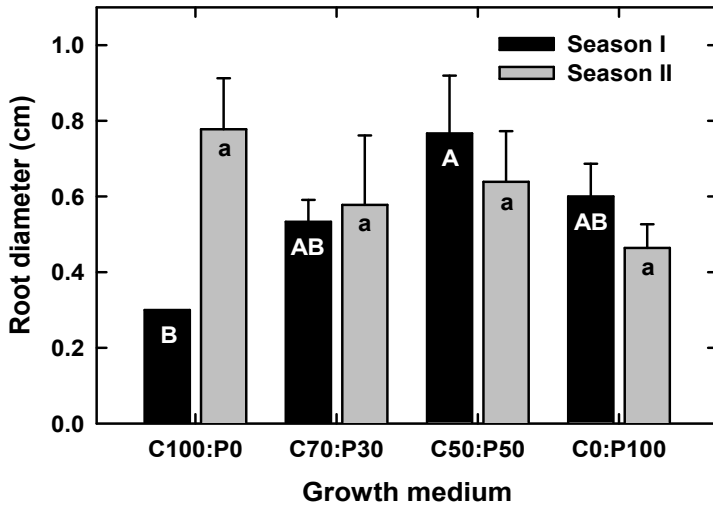


Fig. 57. Effect of cropping season on root diameter of *Youngia sonchifolia* under different growth media mixed with coco peat and perlite. Season I: planting at April (early planting), Season II: planting at June (late planting).

⑥ 지상부중

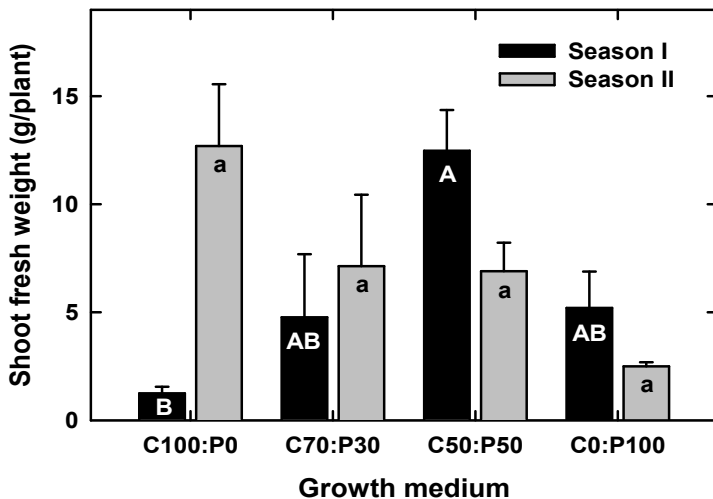


Fig. 58. Effect of cropping season on shoot fresh weight of *Youngia sonchifolia* under different growth media mixed with coco peat and perlite. Season I: planting at April (early planting), Season II: planting at June (late planting).

주당 지상부 생체중은 역시 조기재배에서 C50 : P50 배지가 가장 높았고, 그 다음이 C0 : P100과 C70 : P30 배지 순으로 나타났고, C100 : P0 배지가 가장 낮게 나타났다. 코코피트가 많을수록 만기재배 경우가, 퍼라이트가 많을수록 조기재배가 높은 생육을 보였다. 한편 만기재배에서는 C100 : P0 배지가 가장 높은 생체중을 보였지만 배지조성간의 유의적인 차이는 인정되지 않았다 (그림 58).

⑦ 지하부중

주당 지하부 생체중 역시 지상부 생체중과 마찬가지로 조기재배에서 C50 : P50 배지가 가장 높았고, 그 다음이 C0 : P100과 C70 : P30 배지 순으로 나타났고, C100 : P0 배지가 가장 낮게 나타났다. 또한, 코코피트가 많을수록 만기재배 경우가, 퍼라이트가 많을수록 조기재배가 높은 생육을 보였다. 하지만 만기재배에서는 배지조성간의 유의적인 차이는 없었다(그림 59).

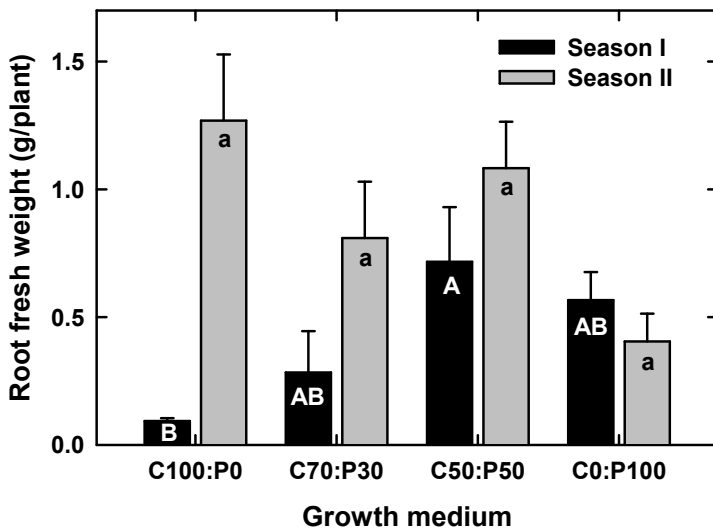


Fig. 59. Effect of cropping season on root fresh weight of *Youngia sonchifolia* under different growth media mixed with coco peat and perlite. Season I: planting at April (early planting), Season II: planting at June (late planting).

고들빼기 초장, 엽수, 엽면적, 근직경 및 지상부중은 C50 : P50이 가장 높았고 다음이 C100 : P0과 C70 : P30이었고 C0 : P100이 가장 낮았다. Coco peat가 많은 C100 : P0과 C70 : P30은 season II가 season I 보다 높았고 perlite가 많은 C50 : P50과 C0 : P100은 season I이 season II 보다 유의적으로 높게 나타났다.

고들빼기 근장과 지하부중은 season II가 season I 보다 유의적으로 높은 경향이 뚜렷하였다. 근장은 C70 : P30과 C50 : P50에서 가장 높았고 다음이 C100 : P0과 C0 : P100이 가장 낮았다. 근중의 C100 : P0과 C50 : P50은 season II가 season I 보다 훨씬 높았다.

다. 연중 대량생산 시스템 개발

(1) 표준 시설재배 수량분석

(가) 인삼

재배지별 인삼의 지상부 생체중은 10a당 노지토경의 경우 81kg이었고 하우스토경은 48.6kg으로 노지토경의 60%였고 분무경은 75.6kg으로 노지토경의 93%로 나타났다. 고행배지경은 코코피트 단일 배지에서 81kg을 보여 노지토경과 같은 수량을 보였으나 퍼라이트를 혼합한 배지에서는 노지토경의 47~60% 정도의 수량을 보여 코코피트 단일 배지가 인삼의 지상부 시설생산에서 최적 배지인 것으로 나타났다(표 18).

한편, 재배지별 인삼의 지하부 생체중은 10a당 노지토경의 경우가 135kg이었고 하우스토경은 97.2kg으로 노지토경의 72%였고 분무경은 232.2.6kg으로 노지토경의 172%로 나타나 72% 증수된 것으로 나타났다. 고행배지경 주에서는 코코피트 단일 배지에서 129.6kg을 보여 노지토경의 96%를 보여 유사한 수량을 보였으나 퍼라이트를 혼합한 배지에서는 노지토경의 56~64% 정도의 낮은 수량을 보였다. 따라서 분무경 배지에서 가장 높은 수량을 보였고 그 다음이 코코피트 단일 배지로서 노지토경과 유사한 수량을 보임으로써 이 2가지 방법이 인삼의 지하부 시설생산에서 최적 배지인 것으로 선정하였다(표 18).

Table 18. Final yield characteristics of *Panax ginseng* grown at different cultural conditions.

Cultural condition	Shoot fresh		Root fresh	
	weight (g/plant)	Shoot yield/ 10a	weight (g/plant)	Root yield/ 10a
Soil/outdoor	1.5 ± 0.3 a	81,000 (100) a	2.5 ± 0.5 ab	135,000 (100) b
Soil/plastic house	0.9 ± 0.3 a	48,600 (60) ab	1.8 ± 0.9 b	97,200 (72) b
Aeroponics/plastic house	1.4 ± 0.3 a	75,600 (93) ab	4.3 ± 0.9 a	232,200 (172) a
Hydroponics, C100:P0	1.5 ± 0.2 a	81,000 (100) a	2.4 ± 0.2 b	129,600 (96) b
Hydroponics, C70:P30	0.7 ± 0.1 a	37,800 (47) b	1.4 ± 0.2 b	75,600 (56) b
Hydroponics, C50:P50	0.9 ± 0.2 a	48,600 (60) ab	1.6 ± 0.2 b	86,400 (64) b
Hydroponics, C0:P100	0.7 ± 0.2 a	37,800 (47) b	1.5 ± 0.2 b	81,000 (60) b
LSD _{0.05}	0.81	39306	1.82	80607

(나) 고들빼기

재배지별 고들빼기의 지상부 생체중은 10a당 노지토경의 경우 707.4kg이었고 하우스토경은 977.4kg으로 노지토경의 138%로 38% 증대되었고 고행배지경 중에서는 코코피트와 퍼라이트가 50:50으로 혼합된 배지에서 993.6kg을 보여 노지토경의 141%로 나타나 41%의 증수를 보였고 퍼라이트 단일 배지는 707.4kg으로 나타나 노지토경의 110%를 보여 10% 증수되었으나 코코피트 단일 배지에서는 노지토경의 53%에 그친 것으로 나타났다. 이는 코코피트와 퍼라이트를 혼합한 배지에서 그들의 단일 배지보다 높은 수량을 보임으로써 고들빼기의 지상부 시설생산에서 최적 배지인 것으로 나타났다(표 19).

한편, 재배지별 고들빼기의 지하부 생체중은 10a당 노지토경의 경우가 216kg이었고 하우스토경은 318.6kg으로 노지토경의 148%로 48% 증수되었고 고행배지경 중에서는 코코피트와 퍼

라이트가 50:50으로 혼합된 배지에서 361.8kg을 보여 노지토경의 167%로 나타나 67%의 증수를 보였고 퍼라이트 단일 배지는 286.2kg으로 나타나 노지토경의 133%를 보여 33% 증수되었고, 코코피트와 퍼라이트가 70:30으로 혼합된 배지에서도 243.0kg으로 나타나 노지토경의 113%를 보여 13% 증수되었으나 코코피트 단일 배지에서는 노지토경의 75%에 그쳐 부적합한 배지로 나타났다. 이는 코코피트와 퍼라이트를 혼합할 때 퍼라이트가 많은 배지에서 더 높은 수량을 보임으로써 고들빼기의 지하부 시설생산에서 최적 배지인 것으로 나타났다(표 19).

Table 19. Final yield characteristics of *Youngia sonchifolia* grown at different cultural conditions.

Cultural condition	Shoot fresh		Root fresh	
	weight (g/plant)	Shoot yield/ 10a	weight (g/plant)	Root yield/ 10a
Soil/outdoor	13.1 ± 4.4 ab	707,400 (100) ab	4.0 ± 3.5 a	216,000 (100) a
Soil/plastic house	18.1 ± 3.3 a	977,400 (138) a	5.9 ± 1.8 a	318,600 (148) a
Hydroponics, C100:P0	7.0 ± 0.4 b	378,000 (53) b	3.0 ± 0.3 a	162,000 (75) a
Hydroponics, C70:P30	13.1 ± 2.1 ab	707,400 (100) ab	4.5 ± 0.3 a	243,000 (113) a
Hydroponics, C50:P50	18.4 ± 2.5 a	993,600 (141) a	6.7 ± 0.3 a	361,800 (167) a
Hydroponics, C0:P100	14.4 ± 1.4 ab	777,600 (110) ab	5.3 ± 0.2 a	286,200 (133) a
LSD _{0.05}	9.44	509,823	5.72	321,917

(2) 표준 시설재배법 개발

(가) 표준양액

Table 20. Composition of the balanced nutrient solution modified for *Panax ginseng* and *Youngia sonchifolia* cultivation from Japanese Horticultural Experiment Station

Ingredient	Chemical formula	Concentration(mg · L ⁻¹)	
Macronutrientso lution (A)	질산칼슘	5[Ca(NO ₃) ₂ *2H ₂ O]NH ₄ NO ₃	9.4 kg
	질산칼슘	Ca(NO ₃) ₂ *4H ₂ O	- kg
	질산칼륨	KNO ₃	25.0 kg
	질산암모늄	NH ₄ NO ₃	8.0 kg
	킬레이트철	Fe-EDTA(12.5%)	2.0 kg
Macronutrientso lution (B)	질산칼륨	KNO ₃	25.5 kg
	황산마그네슘	MgSO ₄ *7H ₂ O	49.2 kg
	제1인산칼륨	KH ₂ PO ₄	13.6 kg
	제1인산암모늄	NH ₄ H ₂ PO ₄	- kg
	황산칼륨	K ₂ SO ₄	- kg
Macronutrient	질산마그네슘	Mg(NO ₃) ₂ *6H ₂ O	- kg
	질산	HNO ₃	- kg
	붕산	H ₃ BO ₃	300 g
	황산구리	CuSO ₄ *5H ₂ O	5 g
	황산아연	ZnSO ₄ *7H ₂ O	22 g
	황산망간	MnSO ₄ *H ₂ O	200 g
	몰리브덴산소다	Na ₂ MoO ₄ *2H ₂ O	2 g
EC	1.88 dS/m	-	-

① 인삼

재배지별 인삼의 생육특성은 지상부 주당 생체중은 노지토경, 분무경, 하우스고형배지, 하우스토경 순으로 노지토경이 가장 높은 성장량을 보였고, 지하부 주당 생체중은 분무경, 노지토경, 하우스고형배지, 하우스토경 순으로 분무경이 가장 생육이 빠른 것으로 나타났다.

인삼을 4월과 6월에 정식하여 차광별 인삼의 생육 및 수량반응을 조사한 결과 엽록소 함량을 제외하고 차광정도가 높을수록 인삼의 초장, 엽수, 엽면적, 근장, 근직경, 지상부 생체중 및 지하부 생체중은 유의적으로 감소하는 경향이 뚜렷하였고 6월에 정식한 인삼보다는 4월에 정식한 인삼이 더 높은 생육과 수량을 보였다.

따라서 인삼의 시설재배지에서 생육과 수량 특성은 4월 이전에 정식한 경우가 6월 정식인 경우보다 높은 수량을 기대할 수 있었다. 또한, 차광에 의해서 유의적인 영향을 받는 것으로 나타났으며 배지조성의 경우 코코피트가 가장 높은 수량을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

온도변화에 따른 인삼의 생육반응을 조사한 결과 엽수, 엽면적, 근직경, 지상부와 지하부 생체중 및 엽록소 함량은 낮은 온도에서 더 높게 나타났고 초장은 30℃에서, 근장은 25℃에서 가장 높게 나타났다. 따라서 인삼의 생육에 있어서 온도 간 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다.

재배시기를 season I(4월부터 8월까지; 조기재배)과 season II(6월부터 10월까지; 만기재배)로 달리함으로써 실제적인 인삼의 생육과 수량에 미치는 영향을 조사한 결과 인삼은 season I(조기재배)이 더 높은 생육과 수량을 보인 것으로 나타났다.

지상부 및 지하부 생체중은 조기재배에서 C100 : P0 배지가 가장 유의적으로 높게 나타났고 역시 조기재배 경우가 만기재배보다 높게 나타났다. 하지만 만기재배에서는 배지조성간의 유의적인 차이는 없었다.

주당 지하부 생체중 역시 지상부 생체중과 마찬가지로 조기재배에서 C100 : P0 배지가 가장 유의적으로 높게 나타났고 역시 조기재배 경우가 만기재배보다 높게 나타났다. 하지만 만기재배에서는 배지조성간의 유의적인 차이는 없었다.

연작재배 시험에서 인삼은 생육전반의 감소현상이 뚜렷하게 나타나기 때문에 시설재배 조건에서 이에 따른 대책이 강구되어야 할 것으로 판단된다. 재배연한이 증대되는 연작에 따른 토양의 화학성의 변화는 pH는 낮아지는 경향이 뚜렷하였고 전기전도도(EC), Ca, K, Mg, Na과 같은 양이온 함량 및 양이온 치환용량(CEC)은 1년차보다 2년차에 뚜렷한 증가가 있었음을 알 수 있었고 이는 양액재배 시 양액공급으로 인한 이 양분들이 축적되었기 때문일 것으로 해석된다.

2년 연작 인삼에서 초장, 엽수, 엽면적, 근장, 근직경, 지상부 생체중 및 지하부 생체중이 1년 단작보다 더 낮게 나타났다. 하지만 두 연작 해수와 배지간의 유의성은 없는 것으로 나타났다.

② 고들빼기

고들빼기 입묘 성공을 위해 당해연도에 생산된 종자가 높은 발아율을 보이므로 유의해야 한다. 고들빼기의 생육특성은 비닐하우스의 고들빼기 초장, 엽수, 엽면적, 근장, 근직경, 지상부 생체중 및 지하부 생체중이 외부포장 고들빼기보다 높게 나타났고, 같은 비닐하우스에서도 고형배지를 이용한 것이 초장, 근장 및 엽면적의 경우 토경보다 높게 나타났으나 지하부 생체중의 경우 토경보다 매우 낮게 나타났다.

고들빼기를 4월과 7월에 정식하여 차광별 생육 및 수량반응을 조사한 결과 차광정도가 높을

수록 초장, 엽수, 엽면적, 근장, 근직경, 지상부 생체중 및 지하부 생체중은 유의적으로 감소하는 경향이 뚜렷하였고 4월에 정식한 고들빼기보다는 7월에 정식한 것이 더 높은 생육과 수량을 보였다. 이는 고들빼기의 생육에 고온기가 요구되고 있음을 반영하고 있는 것으로 해석된다.

고들빼기의 시설재배지에서 생육과 수량 특성은 7월에 정식한 경우가 4월경에 정식한 경우보다 높은 수량을 기대할 수 있었다. 또한, 차광에 의해서 유의적인 영향을 받는 것으로 나타났으며 배지조성의 경우 코코피트와 퍼라이트 혼합배지가 단독배지보다 더 높은 수량을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

온도변화에 따른 고들빼기의 생육반응을 조사한 결과 25℃에서 가장 높은 생육을 보였고 20℃와 30℃에서 생육이 감소하고 엽색이 홍색으로 변하는 경향이 뚜렷하였는데 이는 엽록소 합성이 저해되었기 때문으로 해석된다. 고들빼기의 온도반응은 초장과 근장, 엽면적, 지상부중 및 지하부중은 25℃에서 유의적으로 가장 높았고 30℃와 20℃ 순으로 나타났다. 하지만 근장과 엽록소 함량은 온도간 유의성을 보이지 않았다.

재배시기를 season I(4월부터 8월까지; 조기재배)과 season II(6월부터 10월까지; 만기재배)로 달리 함으로써 실제적인 고들빼기의 생육과 수량에 미치는 영향을 조사한 결과 season II(만기재배)가 더 높은 생육과 수량을 보인 것으로 나타났다.

지상부 및 지하부 생체중 모두 조기재배에서 C50 : P50 배지가 가장 높았고, 그 다음이 C0 : P100과 C70 : P30 배지 순으로 나타났고, C100 : P0 배지가 가장 낮게 나타났다. 또한, 코코피트가 많을수록 만기재배 경우가, 퍼라이트가 많을수록 조기재배가 높은 생육을 보였다. 하지만 만기재배에서는 배지조성간의 유의적인 차이는 없었다.

연작재배 시험에서 고들빼기는 연작에 따른 부정적인 영향은 없었으나 재배연한이 증대되는 연작에 따른 토양의 화학성의 변화는 pH는 낮아지는 경향이 뚜렷하였고 전기전도도(EC), Ca, K, Mg, Na과 같은 양이온 함량 및 양이온 치환용량(CEC)은 1년차보다 2년차에 뚜렷한 증가가 있었음을 알 수 있었고 이는 양액재배시 양액공급으로 인한 이 양분들이 축적되었기 때문일 것으로 해석된다.

고들빼기 연작재배 효과 역시 1년 단일재배보다 2년 연작재배에서의 초장, 엽수, 엽면적, 근장, 근직경, 지상부 생체중 및 지하부 생체중이 더 높게 나타났다. 하지만 두 연작 년수와 배지간의 유의성은 없는 것으로 나타났다.

(나) 양액조절

양액은 일본원시(Ikeda 1984) 균형배양액을 사용하여 생육초기에는 1/2배액(EC 1.1dS · m⁻¹), 생육중반 이후부터는 표준농도(EC 2.2dS · m⁻¹)로 조정하여 급액하였으며, 파종 및 정식 후 1주일간은 물만 공급하였고, 2주째부터는 양액을 공급하였고 타이머를 이용하여 오전 10시부터 오후 4시까지 시간당 각각 15분간 비순환식으로 각 식물체당 100ml씩 공급하는 것이 적절한 것으로 나타났다.

라. 연작재배에 따른 배지별 고들빼기와 인삼의 생육 및 수량 특성

연작재배 시험에서 고들빼기는 연작에 따른 부정적인 영향은 없었으나 인삼은 생육전반의 감소현상이 뚜렷하게 나타나기 때문에 시설재배 조건에서 이에 따른 대책이 강구되어야 할

것으로 판단된다.

한편, 재배연한이 증대되는 연작에 따른 토양의 화학성의 변화는 pH는 낮아지는 경향이 뚜렷하였고 전기전도도(EC), Ca, K, Mg, Na과 같은 양이온 함량 및 양이온 치환용량(CEC)은 1년차보다 2년차에 뚜렷한 증가가 있었음을 알 수 있었고 이는 양액재배 시 양액공급으로 인한 이 성분들이 축적되었기 때문인 것으로 해석된다(표 21).

Table 21. Chemical properties of substrates at different cropping years

Year	Sample	pH (1:5)	EC (dSm ⁻¹)	Ex. Cat. (cmol(+)/kg)				C.E.C (cmol(+)/kg)
				Ca	K	Mg	Na	
1-YR	C100 : P0*	6.44	1.307	5.267	2.609	3.585	1.535	18.20
2-YR	C100 : P0*	5.54	0.140	9.280	11.500	14.320	13.570	48.67
1-YR	C70 : P30	6.49	0.632	0.650	0.508	0.515	0.452	4.77
2-YR	C70 : P30	5.97	5.500	5.890	4.490	7.740	5.520	23.65
1-YR	C50 : P50	6.96	0.311	1.037	0.368	0.793	0.397	5.24
2-YR	C50 : P50	6.11	7.010	6.540	4.320	8.050	6.960	25.86
1-YR	C0 : P100	7.04	0.165	0.224	0.033	0.070	0.100	2.26
2-YR	C0 : P100	8.29	4.760	3.030	0.840	1.370	2.570	7.80

* C100 : P0 -> Coco peat 100%, C70 : P30 -> Coco peat : perlite = 70% : 30% (v/v)

C50 : P50 -> Coco peat : perlite = 50% : 50% (v/v), C0 : P100 -> Perlite 100%

(1) 인삼

2년 연작 인삼에서 초장, 엽수, 엽면적, 근장, 근직경, 지상부 생체중 및 지하부 생체중이 1년 단작보다 더 낮게 나타났다. 하지만 두 연작 해수와 배지간의 유의성은 없는 것으로 나타났다(표 22).

Table 22. Effect of successive cropping on growth characteristics of *Panax ginseng* grown under different substrates.

Part of plant	C70 : P30		C50 : P50		LSD _{0.05}
	1-YR	2-YR	1-YR	2-YR	
Plant height	10.71 ± 3.26	10.58 ± 3.96	9.34 ± 2.19	8.81 ± 2.82	5.3
Number of leaf	2.62 ± 0.34	3.15 ± 0.18	2.55 ± 0.38	3.31 ± 0.32	0.5
Chlorophyll content	94.79 ± 19.64	97.30 ± 11.54	95.68 ± 27.03	90.05 ± 8.27	31.0
Leaf area	52.25 ± 25.39	64.78 ± 20.39	64.65 ± 56.00	54.93 ± 23.68	58.9
Root length	17.50 ± 1.53	16.44 ± 1.65	16.78 ± 1.07	16.75 ± 0.92	2.3
Root diameter	0.77 ± 0.13	0.73 ± 0.13	0.69 ± 0.10	0.78 ± 0.11	0.2
Shoot fresh weight	1.02 ± 0.35	1.09 ± 0.46	0.90 ± 0.53	1.14 ± 0.50	0.8
Root fresh weight	2.72 ± 0.76	2.50 ± 0.89	2.41 ± 0.68	2.55 ± 0.62	1.3

* C70 : P30 -> Coco peat : perlite = 70% : 30% (v/v) and C50 : P50 -> Coco peat : perlite = 50% : 50% (v/v).

(2) 고들빼기

고들빼기 연작재배 효과 역시 1년 단일재배보다 2년 연작재배에서의 초장, 엽수, 엽면적, 근장, 근직경, 지상부 생체중 및 지하부 생체중이 더 높게 나타났다. 하지만 두 연작 년수와 배지간의 유의성은 없는 것으로 나타났다(표 23).

Table 23. Effect of successive cropping on growth characteristics of *Youngia sonchifolia* grown under different substrates.

Part of plant	C70 : P30		C50 : P50		LSD _{0.05}
	1-YR	2-YR	1-YR	2-YR	
Plant height	9.55 ± 4.32	11.44 ± 3.90	6.27 ± 2.87	12.28 ± 3.82	6.4
Number of leaf	6.68 ± 1.98	7.50 ± 1.00	4.65 ± 1.54	7.95 ± 2.02	2.9
Chlorophyll content	100.26 ± 21.69	129.60 ± 30.95	108.05 ± 31.10	109.85 ± 14.72	43.6
Leaf area	81.73 ± 73.55	117.40 ± 76.75	35.50 ± 20.50	124.76 ± 73.70	111.8
Root length	10.53 ± 1.79	10.37 ± 2.51	9.08 ± 2.36	11.38 ± 1.22	3.5
Root diameter	0.27 ± 0.15	0.35 ± 0.15	0.20 ± 0.09	0.34 ± 0.14	0.2
Shoot fresh weight	1.40 ± 1.77	1.94 ± 1.64	0.36 ± 0.33	2.22 ± 1.69	2.5
Root fresh weight	0.31 ± 0.62	0.24 ± 0.28	0.07 ± 0.05	0.21 ± 0.14	0.6

* C70 : P30 -> Coco peat : perlite = 70% : 30% (v/v) and C50 : P50 -> Coco peat : perlite = 50% : 50% (v/v)

4. 결과요약

가. 재배지별 환경특성

(1) 기상환경

시험기간의 각 재배지별 기상환경 특성 중 평균 광량은 외부 포장조건, 하우스 안의 무차광, 50%차광 및 70%차광에서 뚜렷한 광량 차이를 보였다. 또한 재배기간 중 주간 온도 역시 하우스 내·외부 간에 차이가 크며 이에 따른 작물의 생육과 수량은 물론 생리활성에 영향을 미칠 것으로 예측할 수 있었다.

따라서 시설하우스 내외부의 기상환경은 광, 온도, 습도에 있어서 뚜렷한 차이를 보임으로써 이에 따른 재배작물의 생육과 수량 및 생리활성에 적지 않은 영향을 미칠 것으로 예상된다.

(2) 토양환경

재배지 및 배지별 토양환경 특성은 하우스 안의 pH, EC, 유효인산 함량, 치환성 양이온 및 CEC이 외부 포장에 비해 매우 높게 나타났다. 이는 하우스 안이 외부 포장에 비해 잔류 비효 성분은 많은 것으로서 비옥도가 높음을 알 수 있었다. 한편 각 고품배지 조합에 따른 토양의 화학성의 차이는 coco-peat 함유비율이 높을수록 pH를 제외한 EC, 유기물 함량, 유효인산 함량, 치환성 양이온 및 CEC가 높게 나타났고 perlite가 많을수록 낮게 나타났다.

나. 재배지 환경변이 특성

(1) 재배지별 생육 및 수량특성

(가) 인삼

재배지별 인삼의 생육특성의 차이는 90일간의 재배기간에서 잎을 포함한 지상부 주당 생체중은 노지토경, 분무경, 하우스고형배지, 하우스토경 순으로 노지토경이 가장 높은 성장량을 보였고, 지하부 주당 생체중은 분무경, 노지토경, 하우스고형배지, 하우스토경 순으로 분무경이 가장 생육이 빠른 것으로 나타났다.

(나) 고들빼기

고들빼기 종자의 생산연도별 발아율을 측정한 결과 생산연도별 큰 차이를 보였는데 당해연도에 생산된 종자가 전년도에 생산된 것보다 더 높은 발아율을 보인 것으로 나타났다.

재배지별 고들빼기의 생육특성의 차이는 비닐하우스의 고들빼기 초장, 엽수, 엽면적, 근장, 근직경, 지상부 생체중 및 지하부 생체중이 외부포장 고들빼기보다 높게 나타났고, 같은 비닐하우스에서도 고형배지를 이용한 것이 초장, 근장 및 엽면적의 경우 토경보다 높게 나타났으나 지하부 생체중의 경우 토경보다 매우 낮게 나타났다. 따라서 차광이 높을수록 지하부 생육은 현저히 감소하는 경향이 뚜렷하였다.

(2) 광도별 생육 및 수량특성

(가) 인삼

인삼을 4월과 6월에 정식하여 차광별 인삼의 생육 및 수량반응을 조사한 결과 엽록소 함량을 제외하고 차광정도가 높을수록 인삼의 초장, 엽수, 엽면적, 근장, 근직경, 지상부 생체중 및 지하부 생체중은 유의적으로 감소하는 경향이 뚜렷하였고 6월에 정식한 인삼보다는 4월에 정식한 인삼이 더 높은 생육과 수량을 보였다.

이상의 결과를 종합해 보면 인삼에서 배지조성간의 차이는 무차광에서 coco peat 100%에서 가장 높은 수량과 생육을 보였으나 50%와 70%의 차광에서는 일정한 경향이 없거나 배지조성간의 차이는 없는 것으로 나타났다. 차광정도가 클수록 인삼의 초장, 엽수 및 근장은 유의적으로 감소하였으나, 엽록소 함량은 차광이 클수록 높아지는 경향을 보였다. 한편 근장은 차광정도간의 유의성은 보이지 않았다.

따라서 인삼의 시설재배지에서 생육과 수량 특성은 4월 이전에 정식한 경우가 6월 정식인 경우보다 높은 수량을 기대할 수 있었다. 또한, 차광에 의해서 유의적인 영향을 받는 것으로 나타났으며 배지조성의 경우 코코피트가 가장 높은 수량을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

(나) 고들빼기

고들빼기를 4월과 7월에 정식하여 차광별 생육 및 수량반응을 조사한 결과 차광정도가 높을수록 초장, 엽수, 엽면적, 근장, 근직경, 지상부 생체중 및 지하부 생체중은 유의적으로 감소하는 경향이 뚜렷하였고 4월에 정식한 고들빼기보다는 7월에 정식한 것이 더 높은 생육과 수량을 보였다. 이는 고들빼기의 생육에 고온기가 요구되고 있음을 반영하고 있는 것으로 해석된

다.

고들빼기에서 배지조성간의 차이는 무차광에서 코코피트와 퍼라이트 50:50 혼합배지에서 가장 높은 수량과 생육을 보였고 4월 정식인 경우는 50%와 70%의 차광에서는 일정한 경향이 없거나 배지조성간의 차이는 없는 것으로 나타났다. 하지만 7월 고온의 재배일 경우에는 역시 코코피트와 퍼라이트 혼합배지가 단독배지보다 높은 수량을 나타냈다.

따라서 고들빼기의 시설재배지에서 생육과 수량 특성은 7월에 정식인 경우가 4월경에 정식인 경우보다 높은 수량을 기대할 수 있었다. 또한, 차광에 의해서 유의적인 영향을 받는 것으로 나타났으며 배지조성의 경우 코코피트와 퍼라이트 혼합배지가 단독배지보다 더 높은 수량을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

(3) 온도별 생육 및 수량특성

(가) 인삼

온도변화에 따른 인삼의 생육반응을 조사한 결과 엽수, 엽면적, 근직경, 지상부와 지하부 생체중 및 엽록소 함량은 낮은 온도에서 더 높게 나타났고 초장은 30℃에서, 근장은 25℃에서 가장 높게 나타났다. 따라서 인삼의 생육에 있어서 온도 간 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다.

(나) 고들빼기

온도변화에 따른 고들빼기의 생육반응을 조사한 결과 25℃에서 가장 높은 생육을 보였고 20℃와 30℃에서 생육이 감소하고 엽색이 홍색으로 변하는 경향이 뚜렷하였는데 이는 엽록소 합성이 저해되었기 때문으로 해석된다. 고들빼기의 온도반응은 초장과 근장, 엽면적, 지상부중 및 지하부중은 25℃에서 유의적으로 가장 높았고 30℃와 20℃ 순으로 나타났다. 하지만 근장과 엽록소 함량은 온도간 유의성을 보이지 않았다.

(4) 계절별 생육 및 수량특성

재배시기를 season I(4월부터 8월까지; 조기재배)과 season II(6월부터 10월까지; 만기재배)로 달리함으로써 실제적인 고들빼기와 인삼의 생육과 수량에 미치는 영향을 조사한 결과 인삼은 season I(조기재배)이, 고들빼기는 season II(만기재배)가 더 높은 생육과 수량을 보인 것으로 나타났다.

(가) 인삼

주당 지상부 생체중은 조기재배에서 C100 : P0 배지가 가장 유의적으로 높게 나타났고 역시 조기재배 경우가 만기재배보다 높게 나타났다. 하지만 만기재배에서는 배지조성간의 유의적인 차이는 없었다.

주당 지하부 생체중 역시 지상부 생체중과 마찬가지로 조기재배에서 C100 : P0 배지가 가장 유의적으로 높게 나타났고 역시 조기재배 경우가 만기재배보다 높게 나타났다. 하지만 만기재배에서는 배지조성간의 유의적인 차이는 없었다.

(나) 고들빼기

주당 지상부 생체중은 역시 조기재배에서 C50 : P50 배지가 가장 높았고, 그 다음이 C0 : P100과 C70 : P30 배지 순으로 나타났고, C100 : P0 배지가 가장 낮게 나타났다. 코코피트가 많을수록 만기재배 경우가, 퍼라이트가 많을수록 조기재배가 높은 생육을 보였다. 한편 만기재배에서는 C100 : P0 배지가 가장 높은 생체중을 보였지만 배지조성간의 유의적인 차이는 인정되지 않았다.

주당 지하부 생체중 역시 지상부 생체중과 마찬가지로 조기재배에서 C50 : P50 배지가 가장 높았고, 그 다음이 C0 : P100과 C70 : P30 배지 순으로 나타났고, C100 : P0 배지가 가장 낮게 나타났다. 또한, 코코피트가 많을수록 만기재배 경우가, 퍼라이트가 많을수록 조기재배가 높은 생육을 보였다. 하지만 만기재배에서는 배지조성간의 유의적인 차이는 없었다.

다. 연중 대량생산 시스템 개발

(1) 표준 시설재배 수량분석

(가) 인삼

시설재배지에서 인삼의 지상부의 경우 고행배지경은 코코피트 단일 배지에서 노지토경(대조)과 같은 수량을 보여 최적 배지인 것으로 나타났다.

한편, 시설재배지에서 인삼의 지하부 생체중의 경우 분무경이 노지토경(대조)보다 72% 증수된 것으로 나타났다. 고행배지 중 코코피트 단일 배지에서 노지토경과 유사한 수량을 보였다. 따라서 분무경 배지에서 가장 높은 수량을 보였고 그 다음이 코코피트 단일 배지로서 노지토경과 유사한 수량을 보임으로써 이 2가지 방법이 인삼의 지하부 시설생산에서 최적 배지로 선정하였다.

(나) 고들빼기

재배지별 고들빼기의 지상부 생체중은 하우스토경은 노지토경(대조)보다 38% 증수되었고 고행배지경 중에서는 코코피트와 퍼라이트가 50:50으로 혼합된 배지에서 41%의 증수를 보여 고들빼기의 지상부 시설생산에서 최적 배지인 것으로 나타났다.

한편, 재배지별 고들빼기의 지하부 생체중은 하우스토경은 노지토경(대조)보다 48% 증수되었고 고행배지경 중에서는 코코피트와 퍼라이트가 50:50으로 혼합된 배지에서 노지토경보다 67%의 증수를 보여 코코피트와 퍼라이트를 혼합할 때 퍼라이트가 많은 배지에서 더 높은 수량을 보임으로써 고들빼기의 지하부 시설생산에서 최적 배지인 것으로 나타났다.

(2) 표준 시설재배법 개발

(가) 표준양액

① 인삼

재배지별 인삼의 생육특성은 노지토경, 분무경, 하우스고행배지, 하우스토경 중에서 지상부 생육은 노지토경이 가장 높은 성장량을 보였고, 지하부 생육은 분무경이 가장 빠른 생육을 보였다.

차광별 인삼의 생육 및 수량은 엽록소 함량을 제외하고 차광정도가 높을수록 인삼의 초장, 엽수, 엽면적, 근장, 근직경, 지상부 생체중 및 지하부 생체중은 유의적으로 감소하는 경향이 뚜렷하였고 6월에 정식한 인삼보다는 4월에 정식한 것이 더 높은 생육과 수량을 보였다.

인삼의 시설재배지에서 차광에 의해서 유의적인 영향을 받는 것으로 나타났으며 배지조성의 경우 코코피트 함량이 높을수록 가장 높은 수량을 기대할 수 있었다.

온도변화에 따른 인삼의 생육반응에 있어서 초장은 30℃에서, 근장은 25℃에서 가장 높게 나타나 온도 간 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다.

인삼의 시설재배지에서 재배시기를 season I(4월부터 8월까지; 조기재배)과 season II(6월부터 10월까지; 만기재배)로 달리한 경우 season I(조기재배)이 더 높은 생육과 수량을 보인 것으로 나타났다.

인삼의 시설재배지에서 지상부 및 지하부 생체중은 조기재배에서 C100 : P0 배지가 가장 유의적으로 높게 나타났다.

연작재배 시험에서 인삼은 생육전반의 감소현상이 뚜렷하게 나타나기 때문에 시설재배 조건에서 이에 따른 대책이 강구되어야 할 것으로 판단된다. 재배연한이 증대되는 연작에 따른 토양의 화학성의 변화는 pH는 낮아지는 경향이 뚜렷하였고 전기전도도(EC), Ca, K, Mg, Na과 같은 양이온 함량 및 양이온 치환용량(CEC)은 1년차보다 2년차에 뚜렷한 증가가 있었음을 알 수 있었고 이는 양액재배 시 양액공급으로 인한 이 양분들이 축적되었기 때문일 것으로 해석된다.

② 고들빼기

고들빼기 입묘 성공을 위해 당해연도에 생산된 종자가 높은 발아율을 보이므로 유의해야 한다. 고들빼기의 생육은 비닐하우스가 외부포장보다 높게 나타났고, 같은 비닐하우스에서도 지상부는 고품배지를 이용한 것이 토경보다 높게 나타났으나 지하부 생육은 토경보다 매우 낮게 나타났다.

차광정도가 높을수록 생육 및 수량은 유의적으로 감소하는 경향이 뚜렷하였고 4월에 정식한 고들빼기보다는 7월에 정식한 것이 더 높은 생육과 수량을 보였다. 이는 고들빼기의 생육에 고온기가 요구되고 있음을 반영하고 있는 것으로 해석된다.

고들빼기의 시설재배지에서 7월에 정식한 경우가 4월경에 정식한 경우보다 높은 수량을 기대할 수 있었다. 또한, 차광에 의해서 유의적인 영향을 받는 것으로 나타났으며 배지조성의 경우 코코피트와 펄라이트 혼합배지가 단독배지 보다 더 높은 수량을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

온도변화에 따른 고들빼기의 생육은 25℃에서 가장 높은 생육을 보였고 20℃와 30℃에서는 오히려 생육이 감소하고 엽색이 홍색으로 변하는 경향이 뚜렷하였다.

재배시기를 season I(4월부터 8월까지; 조기재배)과 season II(6월부터 10월까지; 만기재배)로 달리한 고들빼기의 생육과 수량은 season II(만기재배)가 더 높은 생육과 수량을 보인 것으로 나타났다.

시설재배지에서 고들빼기의 지상부 및 지하부 생체중은 모두 C50 : P50 배지가 가장 높았고, 그 다음이 C0 : P100과 C70 : P30 배지 순으로 나타났고, C100 : P0 배지가 가장 낮게 나타났다. 또한, 코코피트가 많을수록 만기재배 경우가, 펄라이트가 많을수록 조기재배가 높은 생육을 보였다.

연작재배 시험에서 고들빼기는 연작에 따른 부정적인 영향은 없었으나 재배연한이 증대되는 연작에 따른 토양의 화학성의 변화는 pH는 낮아지는 경향이 뚜렷하였고 전기전도도(EC), Ca, K, Mg, Na과 같은 양이온 함량 및 양이온 치환용량(CEC)은 1년차보다 2년차에 뚜렷한 증가가 있었다.

(나) 양액조절

양액은 일본원시(Ikeda 1984) 균형배양액을 사용하여 생육초기에는 1/2배액($EC\ 1.1dS \cdot m^{-1}$), 생육중반 이후부터는 표준농도($EC\ 2.2dS \cdot m^{-1}$)로 조정하여 급액하였으며, 파종 및 정식 후 1주일간은 물만 공급하였고, 2주째부터는 양액을 공급하였고 타이머를 이용하여 오전 10시부터 오후 4시까지 시간당 각각 15분간 비순환식으로 각 식물체당 100ml씩 공급하는 것이 적절한 것으로 나타났다.

라. 연작재배에 따른 고들빼기와 인삼의 생육 및 수량 특성

연작재배 시험에서 고들빼기는 연작에 따른 부정적인 영향은 없었으나 인삼은 생육전반의 감소현상이 뚜렷하게 나타나기 때문에 시설재배 조건에서 이에 따른 대책이 강구되어야 할 것으로 판단된다. 재배연한이 증대되는 연작에 따른 토양의 화학성의 변화는 pH는 낮아지는 경향이 뚜렷하였고 전기전도도(EC), Ca, K, Mg, Na과 같은 양이온 함량 및 양이온 치환용량(CEC)은 1년차보다 2년차에 뚜렷한 증가가 있었음을 알 수 있었고 이는 양액재배 시 양액공급으로 인한 이 양분들이 축적되었기 때문일 것으로 해석된다.

(1) 인삼

2년 연작 인삼에서 초장, 엽수, 엽면적, 근장, 근직경, 지상부 생체중 및 지하부 생체중이 1년 단작보다 더 낮게 나타났다. 하지만 두 연작 해수와 배지간의 유의성은 없는 것으로 나타났다.

(2) 고들빼기

고들빼기 연작재배 효과 역시 1년 단일재배보다 2년 연작재배에서의 초장, 엽수, 엽면적, 근장, 근직경, 지상부 생체중 및 지하부 생체중이 더 높게 나타났다. 하지만 두 연작연수와 배지간의 유의성은 없는 것으로 나타났다.

제2절 환경변이에 따른 고들빼기와 인삼의 생리활성물질 및 기능성 분석

1. 서언

고려인삼은 오갈피나무과에 속하는 다년생 초본으로 한국, 중국, 시베리아 동부에 자생하는 식물이나 야생인삼(산삼)은 희귀하며 상업적으로 유통되는 인삼근의 대부분은 한국, 중국 동북 지역에서 재배된 고려인삼의 뿌리를 가공한 것으로 백삼, 홍삼으로 구별되어진다. 백삼은 수삼

을 그대로 건조 가공하는 것이며 홍삼은 수삼을 증숙하여 건조 가공 제조한 것으로 열을 가하기 때문에 입체적인 화학변화를 받는 것으로 알려져 있다.

인삼은 동양의 유구한 역사 속에서 수천년 동안 만병통치약으로 사용되어 왔고 한방에서는 상품약으로 부작용 및 독성이 없는 효능이 인정되어 왔지만 화학성분과 약리, 생물학적 연계의 측면에서 과학적으로 연구되기 시작한 것은 최근의 일이었다.

인삼의 화학적 연구는 1854년 Garriques가 미국삼(*Panax quinquefolium*)의 뿌리에서 배당체를 분리하여 Panaquilon이라 명명하게 됨으로서 이 물질이 인삼의 화학성분으로 최초로 보고되었다. 그 후 인삼의 화학적 성분연구가 본격적으로 시작된 것은 1957년 소련의 Brekhan에 의해 사포닌 배당체가 인삼의 유효성분으로 분리되었고 1960년대에 이르러 일본의 Shibata, Tanaka group에 의해 인삼사포닌(3~6%)이 Triterpenoid 계열의 Dammarane 골격에 Glucose, Arabinose, Xylose 및 Rhamnose 등이 결합한 배당체임을 밝혔으며 Shibata 등이 이들을 TLC에서 극성의 순서에 따라 Ginsenoside-Rx라 명명하여 인삼의 유효성분이라 하였다.

현재까지 인삼의 뿌리에서 화학구조가 밝혀진 Ginsenoside는 백삼 및 홍삼을 합하여 총 30종이며 protopanaxadiol type이 19종, Protopanaxatriol type이 10종이며 Dammarane 골격이 아닌 Oleanane 골격의 Ginsenoside Ro 1종이다. 특히, Dammarane 계열의 화학적 성질은 C-20 위치의 Tertiary alcohol의 배당체 결합이 불안정하기 때문에 약산에 의해 쉽게 가수분해되고 Empty P-orbital에 SN₁ 반응의 공격위치에 따라 20(S) 및 20(R)의 이성체를 형성한다. 이와 같은 반응은 수삼으로부터 홍삼제조시에도 인삼의 유기산을 촉매로 하여 홍삼의 특유성분이 생성하고 이에 대한 약리, 효능을 기대할 수 있어 많은 학자들의 관심과 노력이 모아지고 있는 실정이다.

이러한 홍삼 특유성분으로서 20(S)-Ginsenoside Rh₂, 20(S)-Ginsenoside Rg₃, 20(R)-Ginsenoside Rg₂, 20(R)-Ginsenoside Rh₁, Notoginsenoside R₄가 밝혀졌다. 아울러, 본 연구실의 김신일 박사 등은 고려홍삼으로부터 Ginsenoside Rh₁의 C-20에서 H₂O 1분자가 탈수되고 이중결합이 도입된 Ginsenoside Rh₄와 Ginsenoside Rg₃로부터 같은 기전에 의해 생성된 Ginsenoside Rg₄를 분리하여 입체적인 화학적 본태를 해석하고 Side chain의 Conformation을 Entgegen type으로 구명하였다(박, 1995).

백삼의 특유성분으로서는 Kitagawa 등에 의해 Malony-ginsenoside-Rb₁, -Rb₂, -Rc, -Rd가 밝혀졌으며 이들 성분들도 홍삼제조 시 수처리과정에서 Demalonylation되어 원래의 Ginsenoside로 환원되고, 일부는 Decarboxylation되어 홍삼 특유성분인 Ginsenoside-Rs₁, -Rs₂가 생성된다고 보고하였다(박, 1995).

한편, 사포닌 성분 이외에도 약리효능면에서 약리활성이 기대되는 성분들이 지용성 분획으로 인삼근중에는 약 1~2%정도 함유되어 있고 활성성분으로서는 항산화 활성을 보여주는 Phenol계 화합물과 암세포에 세포독성을 보여주는 Polyacetylene계 등이 있다. 더군다나, 정유성분인 Sesquiterpene계 화합물은 인삼의 향기성분으로서 연구되고 있다. Phenol계 화합물은 Salicylic acid, Caffeic acid, Maltol 등 12종이 분리되어 구조가 동정되었으며, 이중 수삼의 Maltose로부터 Amino-carbonyl reaction에 의해 생성된 Maltol은 홍삼의 항산화 효과를 나타내는 활성성분으로 한병훈 교수 등에 의해 보고되었다. 아울러, 홍삼의 Ethyl acetate 가용성 분획으로부터 생리활성성분이 기대되는 새로운 Polyphenol의 Permethyl ether 유도체가 분리되어 잠정적인 구조가 밝혀졌으나 아직 완전한 화학적 본태가 해석되지는 못하였다. 인삼의 Polyacetylene 성분들은 최초로 Panaxynol이 분리된 이래 Panaxydol, Panaxytriol, Acetylpanaxydol,

Chloropanaxydol, Panaxyne 등 9종이 보고되었고 또한 Hexane 가용성 분획으로부터 이들과는 새로운 Acetylene계 화합물인 Ginsenoyne A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K 등 11종이 분리 동정되었다. 인삼의 정유성분으로서는 수삼의 Ether 가용성 분획으로부터 Azulene, Patchoulene 등 약 30여종의 Sesquiterpene계 화합물이 GC/MS로 동정되었다. 그밖에, Ether 가용성 염기성 분획에서 5종의 Methoxy-pyrazine, 8종의 Alkylpyrazine 유도체가 확인되었고, Sesquiterpene alcohol인 panasinsanols A, B 및 Gensanol이 분리되었다. Alkaloid 성분은 Ether soluble Alkaloid와 수용성 Alkaloid 성분으로 나눌 수 있는데 전자는 7종의 β -Carboline계열 성분 및 1종의 Thiazole계 성분이고 후자는 Choline 등을 들 수 있다. 일반적으로 Alkaloid는 미량으로도 뚜렷한 생리활성을 나타내기 때문에 이들에 대한 약효가 기대되고 있다(박, 1995).

수용성물질(50~60%)로서는 그 중 중요한 것이 탄수화물로서 Polysaccharide 등을 들 수 있는데 면역 부활활성, 항보체 활성, 항위궤양 효과, 항암효과 및 항당뇨효과가 보고되어 주목을 받고 있다. 고려인삼으로부터 Panaxane A-U 등 21종의 중성 및 산성 Polysaccharide 등이 분리되어 부분 화학구조가 해석되었다. 이들 구성당으로서는 Glucose, Arabinose, Galactose, Rhamnose, Xylose의 Hetero다당이며 산성다당체는 Uronic acid를 함유하고 있다(박, 1995).

인삼의 함질소 성분(12~15%)으로서는 아미노산과 Oligo-peptide 등으로 Okuda 등은 고려홍삼으로부터 항당뇨효과와 관련 있는 Insuline like substance인 Adenosine, Pyroglutamic acid가 있다고 보고하였다. 또한 고려홍삼으로부터 홍삼 제조시 Amino-carbonyl 반응에 의한 생성된 Arg-Fru-Glc를 분리하여 혈관을 확장하는 생리활성을 보여준다고 보고하였다(박, 1995).

인삼 사포닌은 일반적으로 인삼 분말의 70~80% 알콜 환류 추출물로부터 불포화 부탄올 가용성 성분을 분획함으로써 얻어지며, 이를 silica gel TLC plate에 점적하고 *n*-BuOH/EtOAc/H₂O로 전개하면 10여종의 spot가 분리된다. 이들은 이동거리가 작은 순서대로 ginsenoside-Rx(x=o, a, b, c, d, e, f, g, h)로 명명되었는데(Shibata et al., 1965; Tanaka et al., 1967), 지금까지 총 36종의 ginsenoside가 분리되어 그 화학구조가 밝혀졌다(Baek et al., 1996; Ryu et al., 1996; Shoji, 1985; Kitagawa et al., 1983; Kim et al., 1996). 인삼사포닌은 비당부의 구조에 따라 protopanaxadiol(PPD)계, protopanaxatriol(PPT)계 및 oleanane계 사포닌으로 분류되는데, 이 중 PPD와 PPT계는 인삼 특유의 사포닌이다(Shibata et al., 1965; Tanaka et al., 1967; Shibata et al., 1966). PPD와 PPT는 dammarane계 triterpene으로서 PPD는 C-3, 12 위치에, PPT는 C-3, 6, 12 위치에 -OH기가 붙어 있다. 이러한 비당부에 glucose, xylose, arabinose, rhamnose 등 당이 결합하여 인삼 배당체, 즉 ginsenoside를 형성한다. 그런데 인삼 사포닌은 그 화학구조에 따라 열, 산 또는 알칼리에 불안정하여 추출조건에 따라 그 부분구조에 있어 변환이 일어난다. 수삼을 증숙, 건조하여 제조하는 홍삼에는 C-20 위치에서 epimerization된 20R form의 ginsenoside가 많이 생성되며 수삼이나 백삼 중에 함유되어 있는 malonyl ginsenoside는 추출과정에서 가열에 의해 malonyl기가 소실된다. 또한 C-20 위치의 당결합은 산에 약하여 인삼의 가열추출시 인삼 중에 존재하는 유기산류와 반응하여 가수분해되기 쉬우며 이렇게 생성된 ginsenoside를 prosapogenin이라 부른다.

인삼의 임상연구가 수행되던 분야는 체온, 맥박수, 임상증상 및 혈액학적 소견, 피로회복, 작업능력향진, 빈혈, 본태성고혈압, 위장관운동, 만성위염, 당뇨, 당혈증, 혈중 cholesterol, 혈중지질, 혈중 prolactin, 부신피질기능, 성무기력증, 발기부진, 정자결핍증, 남성불임증, 갱년기장애, 항암작용, 암 예방, 재활치료, 바이러스성 급성간염, 한국인의 인삼기호도 및 복용시 부작용 등에 관한 임상연구 또는 인체를 대상으로 한 연구들이 있었다(윤, 1995).

인삼의 성분 에 대한 화학적 연구가 활발하여짐에 따라 약리학 적 및 치료 작용에 관한 연구 도 점차 증가하고 있다. 과거의 연구가 엑기스 수준에서 검토되었던 것에 비해 근래의 실험은 순수 분리된 pure ginsenosides의 작용에 관한 연구보고가 주종을 이루고 있으며 약리작용도 현상적인 관찰로부터 연구기법의 발달에 따라 세포수준에서의 작용기전이 밝혀지면서 인삼의 과학적 효능이 입증되고 있다. 인삼의 중추신경계, 순환기계, 내분비계에 대한 작용, 면역기능 의 향진, 항스트레스 및 항노화작용, 항암 또는 암 예방 작용 등 다양한 작용에 대해 그 기전 이 밝혀지면서 인삼은 식품으로서의 효과 외에 치료적 목적으로도 사용될 것으로 전망된다. 1966년부터 1995년 현재까지 medline에 수록된 인삼연구에 관한 논문을 분석한 결과 총 737편 으로서 중국 302편, 일본 239편, 한국 37편, 기타 미국, 소련, 불가리아 및 유럽 등에서 159편이 발표되었다. 물론 누락된 부분도 있을 것으로 예상되나 전체적인 연구동향의 지표라고 보여진 다. 중국의 경우 중국 국내에서 발표된 논문이 많았고 한국 국내에서 발표된 논문은 medline 검색에서 조사가 안 된 점이 있기는 하나 인삼연구에 중국, 일본이 주종을 이루고 있으며 한국 에서 연구된 논문이 세계적으로 알려진 외국잡지에 투고가 적음은 인삼 중주국으로서 인삼 연 구와 관련하여 활성화되어야 할 것으로 사료된다. 연구 분야를 보면 총 737편 중 성분 및 분석 이 138편, 순환기분야 82편, 중추신경계 62편, 항암효과 62편, 면역계 43편, 항노화 및 항 스트 레스 작용이 35편 등이 57%를 차지하고 있었다. 즉 인삼에 대한 연구가 성인병 질환인 순환기 계, 중추신경계, 항암 및 면역계 등에 많은 것으로 집계되었다. Ginsenosides의 작용에 대해서 는 protopanaxadiol계 및 protopanaxatriol계 saponin의 작용이 서로 상반되거나 또는 동일한 작용에 있어서 2개의 ginsenoside 중 한 성분이 우세하여 작용한다는 보고와 특히 최근에는 ginsenoside Rh₂의 항암작용과 ginsenoside Rg₃의 항혈전 및 항고혈압작용 연구 등이 주목할 만한 것으로 사료된다. 현대사회에서 stress가 각종 질병 즉 고혈압, 악성종양, 위궤양 및 당뇨 병 등의 원인으로 작용할 것이라는 것이 많은 과학자들에 의해 지적되고 있다. 생리학 적 기능 에 대한 자율신경의 조절은 정상적으로 교감신경과 부교감 신경활동의 균형에 의해 이루어지 고 있다. 따라서 이 균형이 stress에 의해 장애를 받으면 자율신경이 분포하고 있는 장기의 이 상반응이 여러 가지 증상으로 나타난다. 실제로 정신적 stress시 교감신경이 활성화되고 혈장 catecholamine이 증가하여 심박동 및 혈압이 증가함이 보고되고 있다. 이와 관련하여 최근 연 구에서 인삼, 특히 protopanaxatriol계 사포닌이 신경말단으로부터 epinephrine의 분비를 억제 하며 stress에 비해 비정상적으로 향진된 교감신경의 활성을 억제할 수 있음을 시사한 바 있다.

Ginsenoside가 중추신경계에 대해서 학습과 기억증진 및 항건망증 작용이 보고되고 있으며, 한편 학습과 기억증진에 L-arginine으로부터 생성되는 nitric oxide가 한 매개체로 작용함이 보 고되고 있는 것과 관련하여 중추신경계에서 ginsenoside가 NO에 미치는 효과를 연구하는 것 도 흥미로운 것이다. 음경해면체에서 ginsenoside가 내피의존성 혈관 확장작용이 있으며 신경 성 혈관 확장에 대해 증강작용이 있음을 보고하고 이 작용은 ginsenoside에 의한 NO의 유리 와 관련이 있고 인삼의 최음작용과 관련이 있을 것이라는 보고는 흥미있는 결과라고 생각된다. 또한 저자의 연구에서도 수년간 ginsenoside의 순환기계 에 대한 연구결과 ginsenoside가 내피 의존성 혈관확장을 일으키며 이 작용은 내피에서 유리되는 nitric oxide가 주요 매개체로 작용 함을 보고한 바 있다. 동맥경화증 토끼에서 식이성 ginsenoside의 투여로 동맥경화시 유발되는 혈관이완장애가 개선됨을 보고하고 이 작용은 아마도 인삼에 의한 NO의 유리와 관계가 있을 것으로 시사한 바 있다(김, 1995).

Shin 등(2001)은 인삼 사포닌의 화학적 변화를 막거나 사포닌의 순도를 높이기 위한 새로운

조사포닌 분리방법으로서 인삼시료를 가열 또는 상온추출한 후 사포닌 성분을 분획하는 과정에서 용매분배 또는 컬럼을 사용하여 조사포닌을 분리하고 TLC 및 HPLC로 ginsenoside를 분석한 바 있다. 그러나, 상온추출함으로써 얻어지는 malonyl ginsenoside와 cation exchange resin을 사용함으로써 생성되는 prosapogenin은 TLC상에서는 관찰되나 RI검출기를 사용하는 기존의 HPLC 분석조건에서는 7종의 주종 사포닌(ginsenoside Rb₁, b₂, c, d, e, f, g₁)을 제외하고는 전혀 분리가 되지 않음으로서 추출 및 분획방법에 따른 조사포닌 중 ginsenoside의 특성을 비교하기가 곤란하였다.

고들빼기(*Youngia sonchifolia* Maxim)는 국화과에 속하는 2년생 산채류로서 주성분은 이눌린(inulin)으로 매우 짧고 쓴맛을 가지고 있기 때문에 주로 어린잎이나 뿌리를 데친 후 양념에 무치거나 김치를 담가 먹기도 하고 해열, 건위, 조혈, 소화불량, 폐렴, 간염, 타박상, 종기 등의 치료제로도 쓰여 왔다(김, 1984). 근래에는 혈청의 지질 농도의 저하(Kim et al., 1998), 고콜레스테롤 혈중개선(양 등, 1992)과 함께 지방간으로 인한 간세포의 손상을 지연시키는 효과(배 등, 1997; Lim et al., 1997) 등, 기능성 식품으로서의 가치가 높은 것으로 평가되고 있다. 한편, 건강식품에 대해 국민적 관심이 고조되고 이에 부응하여 친환경재배 식품의 요구가 가파르게 상승하고 있다. 특히, 무공해 신선채소의 수요는 거의 폭발적인 상황에 다다르고 있다, 따라서 신선채소의 친환경재배에 의한 주년공급을 위해 여러 가지 각도에서 재배환경 조건을 달리한 재배시스템에 관한 연구가 진행되고 있다. 이에 편승하여 고들빼기 연구도 여러 분야에서 수행되고 있다.

Yin 등(2007)은 Hypersil ODS₂ 컬럼을 이용한 HPLC 분석을 통해 고들빼기의 주요한 5가지 화합물인 chlorogenic acid, caffeic acid, luteolin-7-O-β-D-glucuronide, luteolin-7-O-β-D-glucoside, luteolin를 분리한 바 있으며 이들 물질은 항균(Pettit et al., 1996; Agnese et al., 2001), 항염(Moreira et al., 2000; Shimoi et al., 2000; Lu et al., 2002), 항산화(Meyer et al., 1998; Fukumoto & Mazza, 2000), 항암(Matsukawa et al., 1993; Tanaka et al., 1993a; Tanaka et al., 1993b; Ryu et al., 1994), 및 항콜레스테롤 활성(Young et al., 1992)을 연구한 바 있다.

고들빼기의 주성분은 fructose의 축합형태인 이눌린(inulin)으로 매우 짧고 쓴맛을 가지고 있기 때문에 주로 어린잎이나 뿌리를 데친 후 양념에 무치거나 김치를 담가 먹기도 하고 해열, 건위, 조혈, 소화불량, 폐렴, 간염, 타박상, 종기 등의 치료제로도 쓰인다(김, 1984). 민간에서는 예로부터 위장장애를 치료하는 목적으로 사용되었고, 근래에는 혈청의 지질 농도를 낮추는 효과(Kim et al., 1998)와 함께 고지혈증과 관련하여 지질대사를 개선시키며 지방간으로 인한 간세포의 손상을 지연시키는 효과가 있는 것으로도 보고(Lim et al., 1997, Lee, 2005) 되는 등 기능성 식품으로서의 가치가 높은 것으로 평가되고 있다.

고들빼기에 대한 연구로는 고들빼기의 화학성분에 대한 연구(Lee et al., 1992, Shin, 1988), 고들빼기 추출물에 관한 연구(Bae et al., 1998), 이고들빼기의 휘발성 풍미성분에 관한 연구(Lee & Kim, 1989), 고들빼기의 갈변(Park & Kim, 1984)과 생리활성 물질 검색(Shin, 1993)에 관한 연구, 고들빼기김치의 숙성 중 클로로필 및 유도체에 관한 연구(Kim et al., 1998), 고들빼기의 채취시기와 침지방법별 발효 특성에 관한 연구(Shin, 1996) 등이 이루어져 왔다.

현재까지 고들빼기의 성분에 관한 연구로는 Shin(1988)이 자연산 고들빼기를 재료로 하여 일반성분, 당, Vitamin C, 무기 성분, 아미노산, 지방산 조성 및 엽록소의 함량을 연구한 바 있으며 박(1977)은 고들빼기의 아미노산 조성과 polyphenol에 대한 연구를 하였다. 또 강 등(1983)은 고들빼기김치를 재료로 하여 유기성분 중 유리 아미노산에 대하여 연구하였으며 Park과

Kim(1984)은 고들빼기의 갈변에 관한 연구를 하였다. 한편 동물을 이용한 고들빼기의 생리활성에 대한 연구로는 양 등(1992)의 생쥐에서의 고들빼기의 고콜레스테롤 개선 효과에 대한 연구에서 고들빼기추출물을 복강 주사하여 그 효과를 보았으며 황 등(1995a)은 고들빼기김치가 단백질 소화율에 미치는 영향을 조사하였다.

Shin(1993)은 고들빼기 생리활성물질의 검색을 통해 hexane 추출물에서 ¹³C-NMR, ¹H-NMR, MS로 분석한 결과 pentacyclic triterpene인 bauerenyl acetate인 것을 확인하였다

강 등(1983)은 고들빼기를 멸치젓으로 김치 담금하여 숙성 중의 유리아미노산을 분석 정량한 결과 고들빼기의 잎과 뿌리에서 각각 8종의 유리아미노산을 정량하였으며, 뿌리에는 arginine, cystine, glutamic acid, 잎에는 arginine, valine, isoleucine, phenylalanine 등의 함량이 많았고 특히 arginine은 잎, 뿌리 모두 그 함량이 월등히 많았다. 총 유리아미노산량은 잎이 뿌리의 약 2.5배였다.

한편, 고들빼기김치에서는 잎, 뿌리 모두 총 15종의 유리아미노산을 검출 정량하였으며 잎, 뿌리 모두 threonine, glutamic acid, alanine, leucine, cystine의 함량이 많았다. 총 유리아미노산량은 김치 잎이 9435.6mg%, 뿌리는 7079.1mg%로서 잎이 약 5배, 뿌리가 약 11배로서 원료에 비해 많은 증가를 보였다.

Kim 등(1998)은 고들빼기가 동물의 영양생리에 미치는 효과를 조사하고자 성장기 흰쥐에 고들빼기의 가루를 5% 첨가한 식이로 4주 및 8주간 사육한 결과 실험동물의 혈청의 중성지질, 인지질, 총콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 농도는 4주 급식군에서는 양군이 비슷하였으나 8주 급식군에서는 대조군에 비하여 고들빼기군이 유의하게 감소되어 고들빼기가 혈청의 지질농도를 낮추는 효과가 있는 것으로 나타났다.

배 등(1997)은 고들빼기를 분획별로 나누어 수층, butanol층, hexane층, ethyl acetate층 분획물들을 1주일간 흰쥐의 복강 내 주사 후 마지막 날 사염화탄소를 복강 내 1회 투여하여 간 손상을 유발시킨 쥐의 과산화지질, 항산화효소활성 및 간 조직을 관찰한 결과 혈청 중 GPT활성은 n-hexane 분획물 투여군이 거의 정상군과 비슷한 수준으로 떨어졌다. 간 중 MDA함량은 고들빼기 분획물 투여군들이 모두 낮은 경향이였으며 그 중에서도 n-butanol 분획물 투여군과 n-hexane 분획물 투여군이 대조군에 비해 유의적으로 낮았다. 간 중 GST활성은 정상군에 비해 간 손상군이 떨어졌으며 간 손상군에서는 대조군에 비해 ethyl acetate 분획물 투여군이 유의적으로 높게 나타났다. 고들빼기 n-hexane 분획물 투여 후 간독성 유발 쥐의 간 조직에서는 염증 및 괴사가 확실히 감소한 경향을 볼 수 있었다. 문 등(2008)은 고들빼기 뿌리와 줄기 및 잎으로부터 구아이아놀라이드 세스키테르펜 락톤(guaianolide sesquiterpene lactone) 구조를 기본 골격으로 글루코스가 결합된 배당체 구조를 갖는 익서리노사이드(ixerinoside)로 명명한 항산화 활성물질을 발견하였다. 익서리노사이드는 항산화효과가 있는 새로운 천연 항산화제로 이용될 수 있을 뿐만 아니라 다양한 항산화물질 유도체의 선도물질(lead compound)으로써의 이용 등 광범위한 용도를 제공하게 될 것으로 보고 있다.

Lim 등(1997)은 고들빼기의 잎과 뿌리가 고지혈증 흰쥐의 지질대사와 간 기능에 미치는 영향을 구명하기 위하여 SD계 흰쥐에게 각각의 분말 5%를 급여하여 3주간 실험사육한 후 혈청과 간장의 지질성분과 간 기능과 관련된 효소활성도를 검토한 결과 혈청 총 콜레스테롤 농도는 고들빼기 잎 분말군이 가장 낮았고 뿌리 분말군 또한 유의한 저하 효과를 나타내었다고 했다. HDL-콜레스테롤 농도는 고들빼기 첨가군에서 유의성은 없었으나 다소 높은 경향을 나타내었으며 동맥경화지수는 콜레스테롤 무첨가군, 잎분말군, 뿌리분말군의 순으로 대조군에 비하여

유의적인 차이를 보였다. 이상의 결과로 보아 고들빼기의 잎과 분말은 고지혈증 흰쥐의 지질대사를 개선시키며 고지혈증에 수반될 수 있는 지방간으로 인한 간세포의 손상을 지연시키는 효과가 있다고 보고한 바 있다.

그러나 인삼 및 고들빼기를 시설재배조건을 달리한 생리활성물질 함량 또는 그 활성 변화에 관한 연구는 거의 없는 실정으로 본 연구는 다양한 상토조건하에서 인삼과 고들빼기의 시설재배를 위해 차광, 온도 등의 환경조건에 따른 생육특성과 그에 따른 총 페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, 항산화성과 항산화 효소 활성 및 세포독성의 변이를 검토하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 입지별 식물재료 확보

(1) 인삼

Table 24. Materials and analysis methods for physiological substances level and their activity in *Panax ginseng*

Treatment	Content	Physiological substance	Functionality
Plant age	2, 3, 4, 5, and 6-yr	Proximate components	DPPH radical
Cultural condition	Soil/outdoor, Soil/Plastic house, Hydroponiocs/Plastic house	(crude protein, crude fat, crude ash, and crude fiber)	scavenging activity
Shading degree	No shade, 50% and 70% shade	Total phenolics	Nitrite scavenging activity
Substrate	Coco peat : perlite ratio (100:0, 70:30, 50:50, 0:100)	10 phenolic acids	Antioxidant enzyme activity (APX, CAT, POX, SOD)
Temperature	20, 25 and 30°C	Total flavonoids	Cytotoxicity (MTT assay)
		3 individual flavonoid	
		2 catechins	

(2) 고들빼기

Table 25. Materials and analysis methods for physiological substances level and their activity in *Youngia sonchifolia*

Treatment	Content	Physiological substance	Functionality
Cultural condition	Soil/outdoor, Soil/Plastic house, Hydroponiocs/Plastic house	Proximate components	DPPH radical
Shading degree	No shade, 50% and 70% shade	(crude protein, crude fat, crude ash, and crude fiber)	scavenging activity
Substrate	Coco peat : perlite ratio (100:0, 70:30, 50:50, 0:100)	Total phenolics	Nitrite scavenging activity
Temperature	20, 25 and 30°C	10 phenolic acids	Antioxidant enzyme activity (APX, CAT, POX, SOD)
		Total flavonoids	Cytotoxicity (MTT assay)
		3 individual flavonoid	
		2 catechins	

(3) 메탄올 추출물 및 분획물의 조제

입지별, 처리별로 수확된 고들빼기와 인삼의 시료들은 수확 후 즉시 동결건조(-60°C에 5일간)

시켰으며 마쇄하여 1mm 체에 통과시켰다. 각 식물체 시료 당 200g을 95% methanol 2 L에 24 시간 동안 추출하여 여과한 후 그 추출액을 50°C에서 감압 농축하여 methanol 추출물을 얻었다. 최종적으로 얻어진 각 식물 종의 메탄올 추출물의 평균 회수율은 약 10% 정도였다(Krygier et al., 1982).

입지별, 처리별로 수확된 고들빼기와 인삼의 메탄올 추출물로부터 식물체 메탄올 조추출물 100g을 증류수 800ml와 헥산 800ml에 녹여 2ℓ 분획여두에 넣은 후 마개를 닫고 시료와 두 가지 용매가 잘 섞이도록 흔들어 물층과 헥산층으로 분리한 뒤 헥산 획분을 뽑아내고, 물층에 새로운 헥산 800ml를 부어 동일한 방법으로 2차 헥산층을 뽑아낸다. 남아있는 물층에 클로로포름 800ml를 붓고 마개를 닫은 다음 충분히 흔들어 물층과 클로로포름층으로 분리한 다음 클로로포름 획분을 뽑아내고 물층에 새로운 클로로포름 800ml를 부어 동일한 방법으로 2차의 클로로포름을 뽑아낸다. 남아있는 물층에 에틸아세테이트 800ml를 부어 헥산 분배시와 동일한 방법으로 에틸아세테이트 획분을 2회에 걸쳐 뽑아낸다. 또한 남아 있는 물층에 부탄올 800ml를 부어 역시 헥산 분배시와 동일한 방법으로 부탄올 획분을 2회에 걸쳐 뽑아낸다. 이상과 같이 용매분획하여 헥산층, 클로로포름층, 에틸아세테이트층 및 부탄올층을 얻고, 각 획분을 회전진공농축기로 45에서 농축하고 각각의 획분에 대한 생리활성을 검정한다.

나. 생리활성물질

(1) 일반성분

일반성분 분석 중 회분 함량은 550°C 직접 회화법으로 측정하였다. 정확하게 칭량한 회화 용기를 회화로 속에서 550°C에서 수 시간 태운 다음 desiccator에서 방냉한 후 실온에 달해 즉시 측정하였다.

조지방 함량은 Soxhlet 추출법으로 측정하였다. 시료 10g을 평취하여 원통여지에 넣어 미리 95°C에서 30분간 예비건조하고 상부에 소량의 탈지면으로 가볍게 막은 다음 추출관에 넣었다. 지방수기에 연결된 추출관으로 ether가 siphon을 통하여 잘 흘러들어갈 때까지 가하고 냉각관을 연결하여 가열기에서 냉각관에 물을 통하게 하면서 가온하면서 추출한다. 추출이 완료되면 ether를 제거하고 수기를 95~100°C의 전기정온건조기에 넣어 약 1시간 건조시켜 desiccator에서 30분간 방냉하여 상온이 되면 측정한다. 지질량은 아래와 같이 계산하였다.

$$\text{지질(\%)} = \frac{W_1 - W_0}{S} \times 100$$

W_0 : 수기의 중량(g)

W_1 : 지질 추출후의 수기의 중량(g)

S : 시료 채취량(g)

조단백질은 Kjeldahl법으로 측정하였다. 단백질 시료에 진한 황산을 가하여 가열하면 유기물은 분해와 동시에 산화환원이 일어나며, 단백질 중의 질소는 정량적으로 암모니아로 변화하여 황산암모늄의 형태로 분해액 중에 포집된다. 이것을 희석하여 과잉의 진한 수산화나트륨을 가하여 가열하면 분해액 중의 황산암모늄에 의하여 암모니아가 증류하게 된다. 이 암모니아를 일정량의 규정 산용액 중에 흡수시킨 다음, 남아있는 산의 양을 규정 알칼리용액으로 적정하여

질소량을 산출한다. 시료 5g을 정확하게 칭량하여 200ml용의 Kjeldahl flask에 주의하여 넣는다. 그리고 분해촉진제 1g과 진한 황산 20ml를 가하여 분해대에서 서서히 가열하면서 분해하였다. 분해된 액을 증류수로 희석하여 이 액을 Kjeldahl 증류장치를 이용하여 증류하였고 NaOH를 적정하여 함량을 구하였다. 조단백질 함량은 아래와 같이 계산하였다.

$$\text{조단백질 (\%)} = (\text{ba}) \times F \times 0.0014 \times V \times 6.25 / S \times 100$$

a : 본 실험의 적정치

b : blank test의 적정치(ml)

S : 시료의 채취량(g)

F : N/10 NaOH용액의 역가

V : 희석배수

0.0014 : N/10 NaOH 용액 1ml에 상당하는 질소량(g)

6.25 : 질소계수

조섬유소는 FiberCap 시스템을 이용한 시료의 조섬유 정량법 (H₂SO₄-NaOH법) (A.O.A.C., 2000)을 이용하였다. 시료의 조섬유소 함량은 전용 FiberCap system(Fibertec system 2022 Hot plate, Foss Tecator AB, Sweden)을 이용하여 H₂SO₄-NaOH 분해법에 준하여 분석하였다. 미리 항량을 구한 Fiber capsule(W1)에 시료 1g(W2)을 담아 놓는다. 열 추출 I 단계는 추출용기에 1.25% H₂SO₄ 350ml를 붓고 열을 가한 후 fiber capsule을 넣고 30min동안 추출한 다음 H₂SO₄ 용액을 제거키 위하여 끓인 물로 세척과정을 3회 반복한다. 열 추출 II 단계는 추출용기에 1.25% NaOH 350ml를 붓고 열을 가한 후 fiber capsule을 넣고 30min 동안 추출한 다음, NaOH 용액을 제거키 위하여 끓인 물로 세척과정을 2회, 1% HCl 1회, 다시 끓인 물로 1회 반복한다. Fiber capsule의 탈지과정은 비이커에 120ml의 acetone을 넣고 1회 세척과정을 거친다. 위의 열 추출 I, II 단계를 마친 Fiber capsule은 130℃ 건조기에서 2시간 건조 후 항량을 구한 다음(W3), 예비 건조된 회화용 비이커(W4)에 넣고 600℃에서 4시간 동안 회화시킨 후 무게를 잰다(W5). 조섬유소 함량의 계산은 아래 계산식에 의거 산출하였다.

$$\text{조섬유소(\%)} = \frac{(W3-W1)-(W5-W4)}{W2} \times 100$$

(2) 폴리페놀

총 페놀 함량: 입지별, 처리별로 수확된 고들빼기와 인삼의 메탄올 추출물로부터 총 페놀 화합물 함량은 Folin-Denis 방법(A.O.A.C., 2000)에 따라 분석하였다. 추출물과 분획물을 1mg/ml 농도로 조제한 후, 이 시료액 1ml에 증류수 3ml를 첨가하고, Folin & Ciocalteu's phenol reagent 1ml를 첨가한 후 27℃ Shaking bath에서 혼합하였다. 5분 후 NaCO₃ 포화용액 1ml를 넣어 혼합하여 실온에서 1시간 방치한 후 640nm에서 분광광도계(UV-1650PC, SHIMADZU)로 흡광도를 측정하였다. 페놀 화합물 함량은 표준물질 ferulic acid의 농도를 이용하여 검량선을 작성한 후 정량하였다.

각 페놀 성분 및 함량: 입지별, 처리별로 수확된 고들빼기와 인삼의 메탄올 추출물로부터 각 추출물과 분획물을 HPLC용 메탄올을 이용하여 1mg/ml 농도로 조제한 후 membrane filter (0.45 μ m)로 여과한 후 그 여액을 HPLC(Waters 2695, USA)에 주입하여 분석하였고, 분석조건은 다음과 같다. 분리된 페놀산은 표준 페놀산들의 retention time과 비교하였으며, 3-hydroxycinnamic acid, caffeic acid, chlorogenic acid, ferulic acid, gallic acid, gentistic acid, salicylic acid, syringic acid, o-coumaric acid, 및 p-coumaric acid 10종의 개별 페놀산 함량은 표준 페놀산의 peak 면적으로부터 표준 곡선을 작성하였다(Banwart et al., 1985).

- ① HPLC : Waters 2695
- ② Detector : Waters 2996, 280nm
- ③ Column : SunFire C18 (4.6 \times 150mm)
- ④ Mobile Phase A : 98% water, 2% glacial acetic acid in 0.018 M ammonium acetate
- ⑤ Mobile Phase B : 70% solvent A and 30% organic solution
- ⑥ Organic solution : 82% methanol, 16% n-butanol, 2% glacial acetic acid in 0.018 M ammonium acetate
- ⑦ Flow rate : 1ml/min
- ⑧ Linear gradient condition :
 - 0.0 to 1.0min isocratic at 10% solvent B
 - 1.0 to 71.0min linear gradient from 10% to 90% solvent B
 - 71.0 to 81.0min linear gradient from 90% to 10% solvent B

(3) 플라보노이드

총 플라노이드 함량 : 입지별, 처리별로 수확된 고들빼기와 인삼의 메탄올 추출물로부터 총 플라보노이드 함량 측정은 각 시료 0.1g에 75% methanol을 가하여 실온에서 하룻밤 동안 추출한 다음 이 검액 1.0ml를 시험관에 취하고 10ml의 diethylen glycol을 가하여 잘 혼합하였다. 다시 여기에 1N NaOH 0.1ml를 잘 혼합시켜 37 $^{\circ}$ C의 water bath에서 1시간 동안 반응시킨 후 420nm에서 흡광도를 측정하였다. 공시험은 시료 용액 대신 50% methanol 용액을 동일하게 처리하였으며, 표준곡선은 Naringin(Sigma co., USA)을 이용하여 작성하고 이로부터 총 플라보노이드 함량을 구하였다.

개별 플라보노이드 함량 : 식물체에 함유하는 개별 플라보노이드류로서 naringin, quercetin dihydrate, rutin을 HPLC를 통해 측정하였다.

카테친류 함량 : 식물체에 함유하는 개별 카테친류로서 catechin 및 epicatechin을 HPLC를 통해 측정하였다.

(4) 사포닌

(가) 분석실험 I

사포닌으로서 ginsenoside 함량 측정은 Cho 등(2002)의 방법으로 HPLC를 이용하여 컬럼은 Lichrosorb NH₂(25X0.4cm, 5 μ m, Merck Co., USA), 검출기는 ELSD(SEDEX 55, Sedere Co, France), 주입량은 50 μ L, 온도 40 $^{\circ}$ C로 유지하며 ELSD에 유입된 nebulizing gas는 N₂로

2.0L/min의 유속으로 하였다.

조사포닌 추출 : 동결 건조 시료를 각 10g을 삼각플라스크에 넣고 물에 녹여 분획 깔대기로 옮기고 에틸에테르로 3회 처리하여 지용성 물질을 제거하였다. 지용성 물질이 제거된 물층을 물로 포화된 n-부탄올로 3회 추출한 부탄올 층을 감압 농축한 후 시료로 사용하였다.

HPLC ginsenoside 분석 : 각 시료로부터 추출한 조사포닌을 methanol에 녹이고 0.45 μ m syringe filter로 여과시킨 후 HPLC(Waters 2695, USA)에 주입하여 분석하였다. Ginsenoside Rb₁과 Rg₁의 표준품(Waco, Japan)의 크로마토그램의 검출 시간대를 비교하여 함량을 구하였고, 분석조건은 아래와 같다.

HPLC : Shimadzu LC 10Avp
 Detection : UV 203nm
 Column : SunFire C18 (4.6 \times 150mm)
 Mobile Phase : CH₃CN:H₂O = 30:70(v/v)
 Flow rate : 1ml/min

(나) 분석실험 II

① 시약

재배양식 및 인삼 연령별 지상부와 지하부의 ginsenoside 함량을 분석하기 위해 ginsenoside Rb₁(C₅₄H₉₂O₂₃;98.3%), Rb₂(C₅₃H₉₀O₂₂;100%), Rc(C₅₃H₉₀O₂₂;100%), Rd(947.16;98.0%), Re(C₄₉H₈₄O₁₇;98.7%), Rg₁(C₄₂H₇₂O₁₄;99.2%), Rg₂(C₄₂H₇₂O₁₃;98.7%), Rh₁(C₃₆H₆₂O₉;100%) 8종을 표준 물질로 사용하였다.

② 실험방법

HPLC 조작조건: 검출기(분자량 측정기), 칼럼은 Xterra@MS C18(2.1mm \times 150mm \times 3.5 μ m), 칼럼온도 40, 이동상 A는 0.1% 초산에 18%아세트니트릴, 이동상 B는 0.1% 초산에 80%아세트니트릴이 조제된 것으로 준비하였고, 유량속도는 0.25mL/min, 주입량은 5 μ l로 조정하였다.

Table 26. HPLC conditions for ginsenoside analysis.

Time	Mobile phase A	Mobile phase B	Flow rate (mL/min)	Curve
0	100	0	0.25	1
32	100	0	0.25	6
65	80	20	0.25	6
80	80	20	0.25	6
98	0	100	0.25	6
103	0	100	0.25	6
105	100	0	0.25	6
115	100	0	0.25	1

다. 기능성

(1) 항산화성

DPPH radical-scavenging activity: HPLC에 의해 DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl radical) scavenging activity 검정 방법(Blois, 1958)으로서 분석대상이 DPPH 용액의 흡광도 (500~550nm)와 같은 영역에 있을 경우 HPLC를 이용하여 정량적 분석조건이 가능하다. 900uL DPPH 용액(100uM)과 시료용액 100uL을 혼합한 후 암조건에서 10분 동안 반응시킨다. 900uL DPPH 용액(100uM)과 시료추출물의 용해한 용액(100uL)을 혼합하여 상기방법으로 측정하여 시료가 첨가하지 않은 DPPH용액의 용출 peak의 면적으로 한다. Column: Shim pack (4.6 × 250mm), mobile phase: MeOH-H₂O (70:30, v/v), wavelength: 517nm, flow rate: 0.8mL/min, attenuation: 32, injection volume: 20uL의 HPLC 조건으로 실시하며 HPLC에 의한 DPPH radical-scavenging 활성은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$An = (A - A_0)/A_0 \times 100$$

An : DPPH radical-scavenging 활성 (%)

A : 시료가 첨가된 반응용액중의 DPPH radical의 용출피크면적

Ao : 시료가 첨가하지 않은 DPPH radical용액의 용출피크면적

필요에 따라 각 식물체의 메탄올 추출물을 처리하여 DPPH 라디칼을 50% 소거하는 시료의 농도를 IC₅₀ 또는 RC₅₀으로 하여 결과를 나타내고 저해율(inhibition rate or reduction concentration, %)을 산출하였다.

Nitrite radical 소거능을 다음과 같이 측정하였다. 입지별, 처리별로 수확된 고들빼기와 인삼의 메탄올 추출물로부터 아질산염 소거작용의 측정은 1mM NaNO₂ 20μl에 시료의 추출액 40 μl와 0.1N HCl(pH 1.2) 또는 0.2M citrate buffer (pH 4.2) 또는 0.2M citrate buffer (pH 6.0)을 140μl 사용하여 부피를 200μl로 맞추었다. 이 반응액을 37℃ 항온수조에서 1시간 반응시킨 후 2% acetic acid 1,000μl, Griess 시약 (30% acetic acid로 조제한 1% sulfanilic acid와 1% naphthylamine을 1:1 비율로 혼합한 것, 사용직전에 조제) 80μl를 가하여 잘 혼합시켜 빛을 차단한 상온에서 15분간 반응시킨 후 520nm에서 흡광도를 측정하여 아래와 같이 아질산염 소거능을 구하였다.

$$N(\%) = [1 - (A - C)/B] \times 100$$

N : nitrite scavenging ability

A : absorbance of 1mM NaNO₂ added sample after standing for 1hour

B : absorbance of 1NaNO₂

C : absorbance of control

(2) 항산화효소 활성

항산화효소 : 주요한 항산화 효소로서 Catalase (CAT), superoxide dismutase (SOD),

Ascorbate peroxidase (APX)의 효소활성을 측정하였다.

효소액 조제 : 동결건조 시료 0.5g에 2mM EDTA, 1% PVP 40, 1mM PMSF가 첨가된 100 mM potassium phosphate buffer (pH 7.5)에서 균질화하여 15.000g 로 20분간 원심분리한 다음 상층액을 항산화효소에 사용하였다. Ascorbate peroxidase (APX) 경우 extraction buffer에 위의 조성액에 10mM를 첨가하여 사용하였다. 단백질 정량은 BSA를 표준물질을 사용하여 Bradford (1976)방법에 따라 측정하였다.

APX : Ascorbate peroxidase (APX) 활성은 Chen 과 Asada(1989)방법에 따라 ascorbate의 산화 정도를 290nm에서 2분간의 흡광도 변화를 측정하였다. APX의 반응액은 0.5mM ascorbate 와 0.2mM H₂O₂가 첨가된 100mM potassium phosphate buffer (pH 7.5)로 하였다.

CAT : Catalase (CAT) 활성은 Mishra 등(1993)의 방법에 의해 측정하였으며, 반응액은 50mM potassium phosphate buffer (pH 7.0)와 10mM H₂O₂로 하였다. CAT 활성은 반응액에 추출액을 가한 다음 240nm에 2분간의 흡광도 변화를 측정하였다(Chen & Asada, 1989).

SOD : SOD효소활성 검정은 분석용 Kit (Sigma사,19160)를 사용하여 측정하였다. 즉, SOD의 효소활성이 NBT(Nitroblue tetrazolium)의 환원을 저해하는 능력을 검정하는 photochemical NBT method를 사용하였다. 반응액은 50 mM carbonic buffer (pH 10.2), 0.1 mM EDTA, 0.1 mM Xanthine, 0.025 mM NBT로 하였으며, NBT환원 저해율을 흡광도 450nm에서 측정하였다. 각 시료에 대하여 3회 반복으로 하였으며, SOD효소 활성은 다음의 계산식에 의해 환산하였다.

$$\text{SOD활성(NBT환원 저해율, \%)} = \{[(A_{\text{blank1}} - A_{\text{blank3}}) - (A_{\text{sample}} - A_{\text{blank2}})] / (A_{\text{blank1}} - A_{\text{blank3}})\} \times 100$$

POX : POX활성은 Egley 등(1983)의 방법에 의해 측정하였으며 반응액은 최종농도가 40mM K-PO₄ buffer (pH 6.9), 1.5mM guaiacol, 6.5mM H₂O₂가 되도록 만든다. POX 활성은 반응액에 sample을 혼합하여 spectrophotometer를 이용해서 470nm에서 2분간 흡광도 변화를 측정하였다.

(3) 항암성

종양세포주 : 실험에 사용될 암세포 주는 모두 인체기원의 암세포 주들로서, Korean Cell Line Bank(KCLB)로부터 구입한 폐암 세포주인 Calus-6(ATCC, HTB-56)와 위암 세포주인 SNU-601를 세포주 배양은 10% FBS(fetal bovine serum)와 peniciline G (25unit/mL) 및 streptomycin(25μg/mL)를 첨가한 RPMI 1640배지를 사용하며 37°C, 5% CO₂의 습윤화된 배양 기내에서 적응시켜 배양하였다.

암세포 증식 억제효과 : 암세포 증식 억제효과는 MTT assay(Mosmann, 1983; Choi et al., 1989)에 의해 세포생존율을 조사하였다. 즉, 종양세포를 3×10⁴cells/ml의 농도가 되도록 조절한 후 96 well microplate에 90μL/well씩 분주하고 이것을 37°C, 5% CO₂ 세포배양기(Forma, Germany)에서 12시간 배양하여 세포를 부착시킨 다음 추출물을 50, 100, 200, 400 및 800mgkg⁻¹ 농도 또는 125, 250, 500, 1,000, 2,000mgkg⁻¹ 농도가 되도록 10μL씩 첨가한다. 대조군은 시료와 동일한 양의 증류수를 첨가하여 동일한 조건으로 배양하였다. 배양후 암세포증식 억제효과(%) = {(대조구의 흡광도 - 시료처리구의 흡광도)/대조구의 흡광도} × 100으로 환산하였다(Mosmann, 1983).

3. 결과 및 고찰

가. 재배조건별 생리활성물질 및 기능성

(1) 인삼

(가) 생리활성물질

① 일반성분

인삼의 재배양식별 조단백질은 노지토경과 하우스경은 지하부에서, 분무경은 지상부가 높았고, 조지방, 조섬유와 조회분 함량은 지상부가 더 높았으나 재배양식간의 특별한 경향은 없는 것으로 나타났다(표 27).

조단백질 함량은 노지토경 지하부에서 각각 13.26%로 가장 높았고 그 다음이 비닐하우스 지하부로 12.99%로 나타났다.

조지방 함량은 비닐하우스 지상부가 1.53%로 가장 높았고, 그 다음이 노지토경 지상부로 1.32%로 나타났다.

조섬유는 분무경 지상부가 18.77%로 가장 높았고, 노지토경 지상부가 11.46%, 비닐하우스 지상부가 8.75%로 나타났다.

한편 조회분은 노지토경, 비닐하우스, 분무경 지상부 순으로 각각 10.13, 9.61, 9.51%로 나타났다(표 27).

Table 27. Proximate compositions of *Panax ginseng* grown at different culture conditions. (Unit: %, dry weight)

Plant part	Medium	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Crude ash
Shoot	Outdoor	10.26 ± 0.03 c	1.32 ± 0.01 b	11.46 ± 0.02 b	10.13 ± 0.03 a
	P. house	11.27 ± 0.03 b	1.53 ± 0.01 a	8.75 ± 0.02 c	9.61 ± 0.02 b
	Spray	12.44 ± 0.03 a	1.13 ± 0.02 c	18.77 ± 0.07 a	9.51 ± 0.02 b
	LSD _{0.05}	0.15	0.07	0.21	0.12
Root	Outdoor	13.26 ± 0.03 a	0.64 ± 0.00 c	4.40 ± 0.01 b	8.71 ± 0.02 a
	P. house	12.99 ± 0.03 b	1.10 ± 0.01 a	2.53 ± 0.01 c	6.23 ± 0.01 b
	Spray	10.59 ± 0.02 c	0.87 ± 0.01 b	5.32 ± 0.02 a	5.62 ± 0.01 c
	LSD _{0.05}	0.13	0.04	0.07	0.07

② 폴리페놀

재배조건에 따라서 총 페놀 함량은 인삼 지상부의 경우 노지토경과 분무경보다는 하우스고형과 하우스토경이 각각 109.4와 101.2mgkg⁻¹로 더 높게 나타났으나 인삼 지하부는 분무경, 하우스고형, 하우스토경, 노지토경 순으로 16.7~26.2mgkg⁻¹ 범위를 보여 지상부가 지하부보다 4배 이상 높은 함량을 보였다(그림 60).

특히, 1, 2, 3, 4년생 인삼의 연령별 총 페놀 함량은 3, 4년생보다는 1, 2년생이 더 높은 함량을 보였고, 배지간에는 토경보다는 고형배지에서 높았고, 근권부(17.8~26.0mgkg⁻¹)보다는 지상부(77.7~115.4mgkg⁻¹)에서 더 높은 총 페놀 함량을 보였다(그림 61).

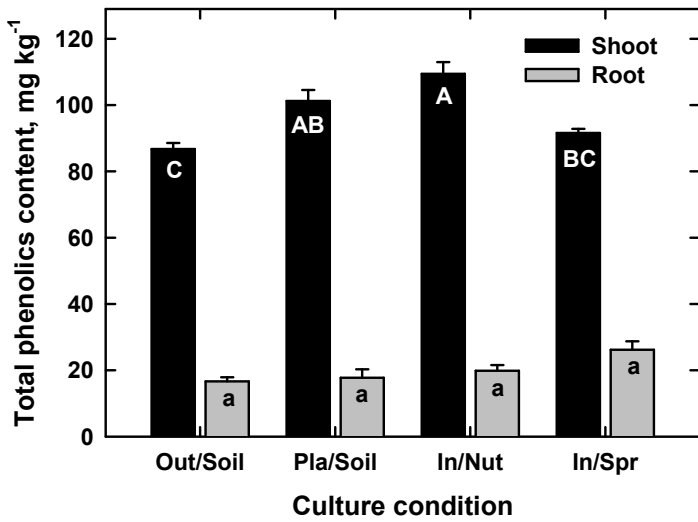


Fig. 60. Total phenolics contents of methanol extracts from shoot and root parts of *Panax ginseng* under different culture conditions.

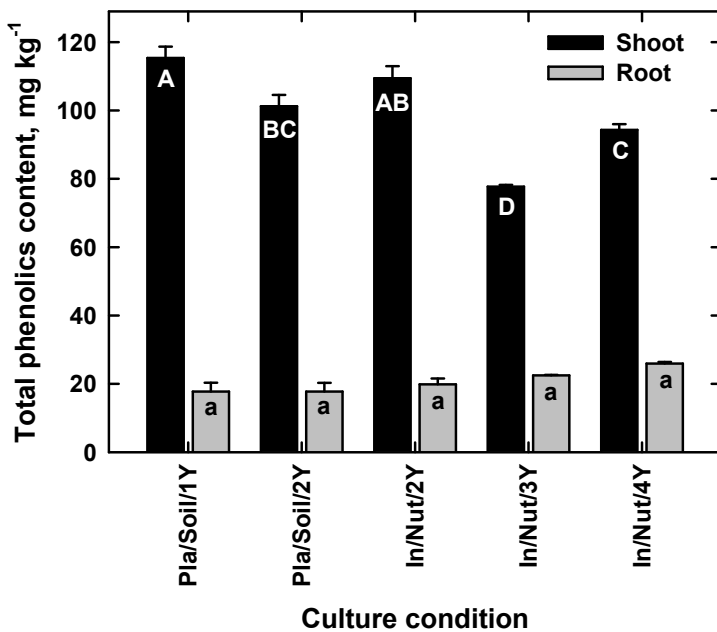


Fig. 61. Total phenolics contents of methanol extracts from shoot and root parts of *Panax ginseng* under different culture conditions.

③ 플라보노이드

재배양식별 인삼의 총 플라보노이드 함량은 지상부에서는 하우스토경에서 135.2mgkg^{-1} 로 가장 높았고, 고형배지, 노지토경, 분무경 순으로 각각 116.9 , 106.5 , 93.1mgkg^{-1} 로 나타났다. 한편, 지하부에서는 $8.2\sim 11.2\text{mgkg}^{-1}$ 로 재배양식별 유의성은 없는 것으로 나타났다(그림 62).

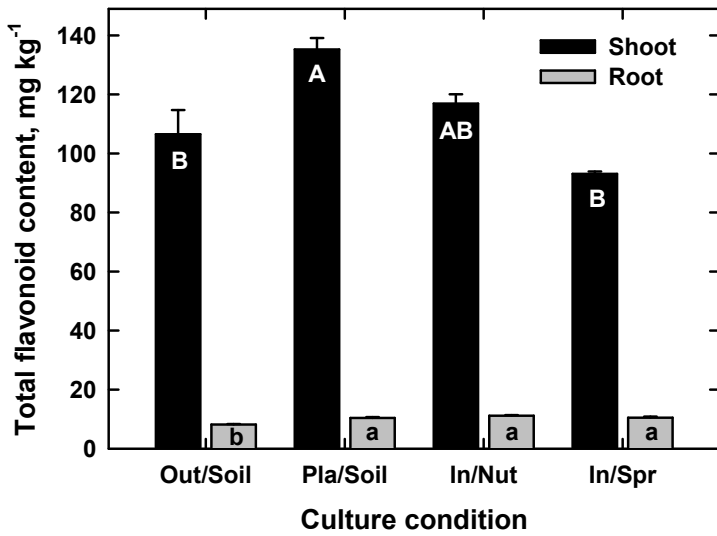


Fig. 62. Total flavonoid contents of methanol extracts from shoot and root parts of *Panax ginseng* under different culture conditions.

특히, 1, 2, 3, 4년생 인삼의 연령별 총 플라보노이드 함량은 3, 4년생보다는 1, 2년생이 더 높은 함량을 보였고, 배지간에는 지상부에서 고형배지(83.4~116.9mgkg⁻¹)보다는 토경하우스(135.2와 138.6mgkg⁻¹)에서 더 높았고, 근권부(10.4~11.2mgkg⁻¹)보다는 지상부(83.4~138.6mgkg⁻¹)에서 유의적으로 더 높은 함량을 보였다(그림 63).

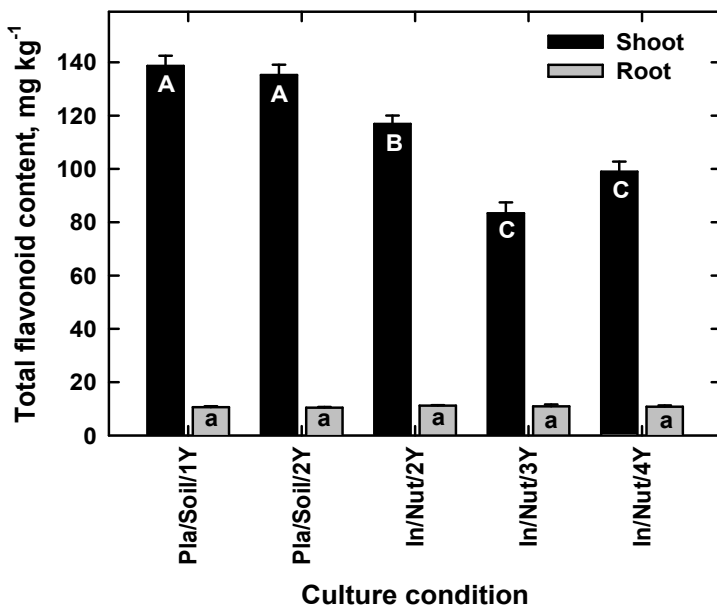
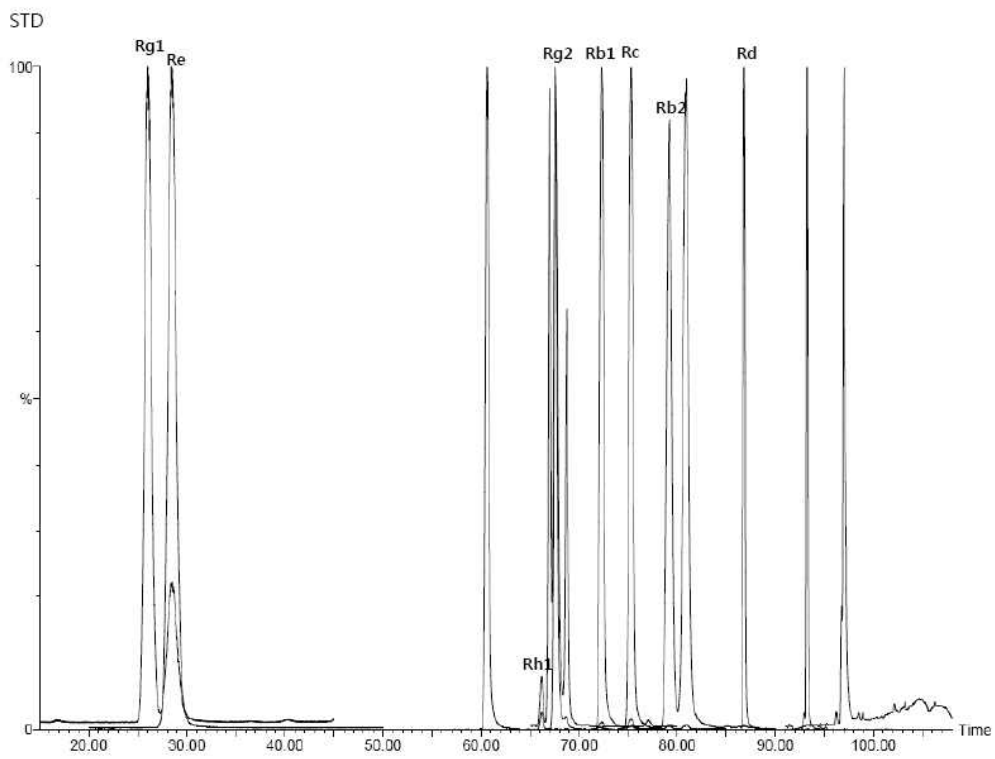


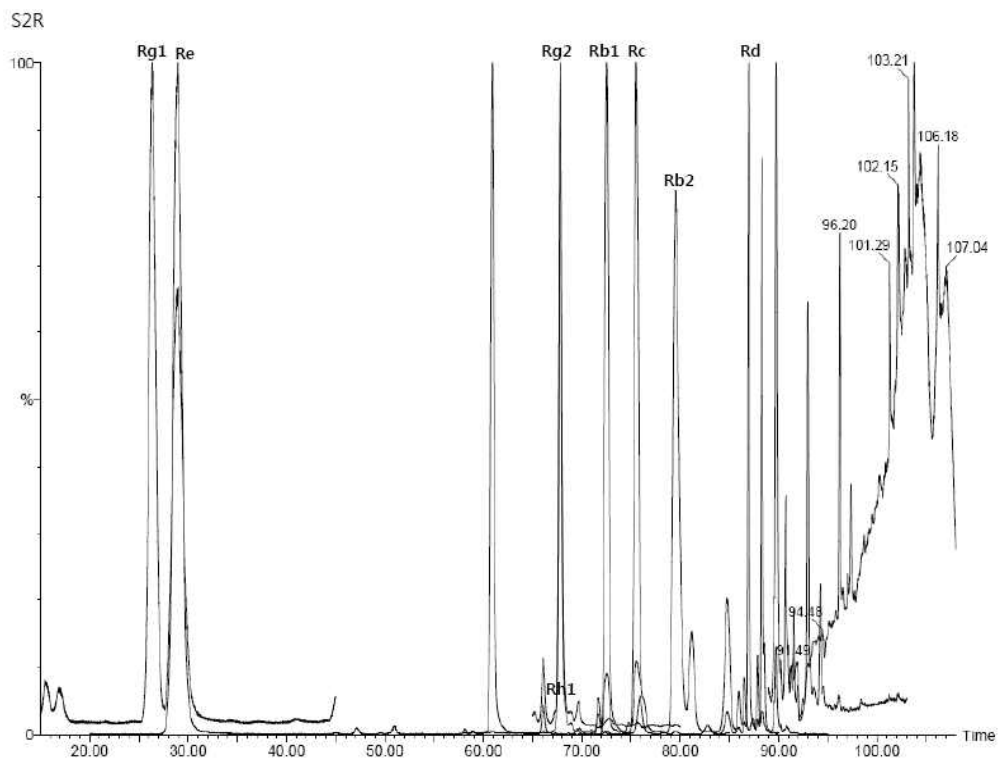
Fig. 63. Total flavonoid contents of methanol extracts from shoot and root parts of *Panax ginseng* under different culture conditions.

④ 사포닌

A



B



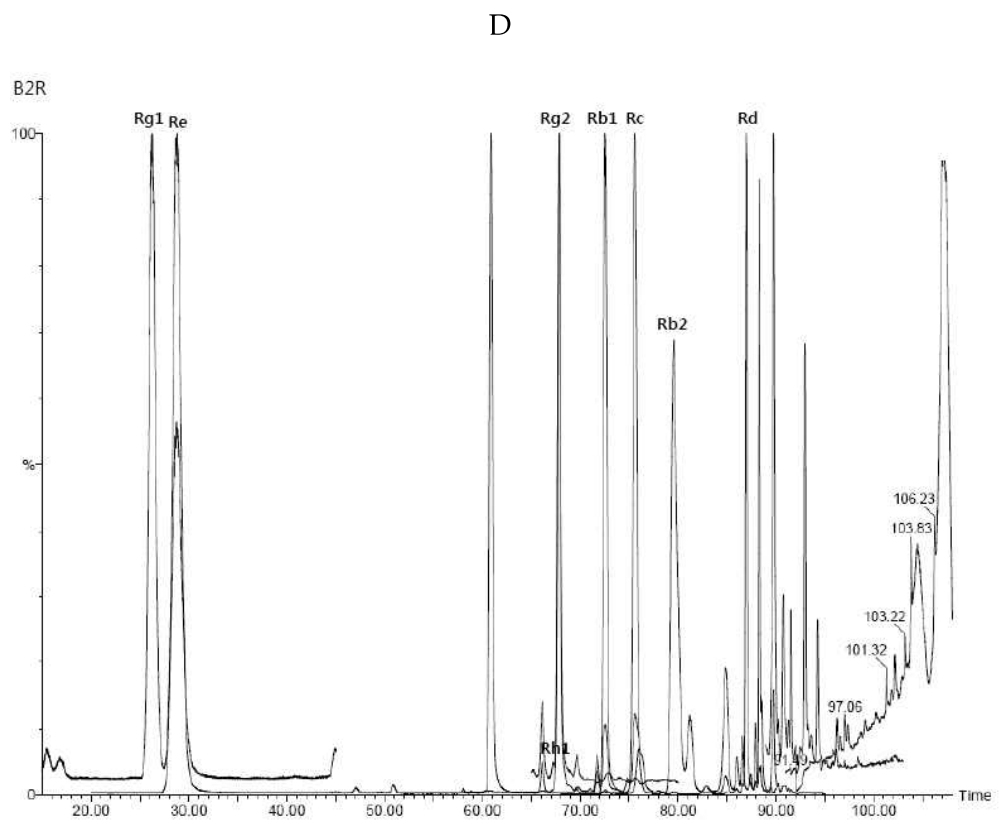
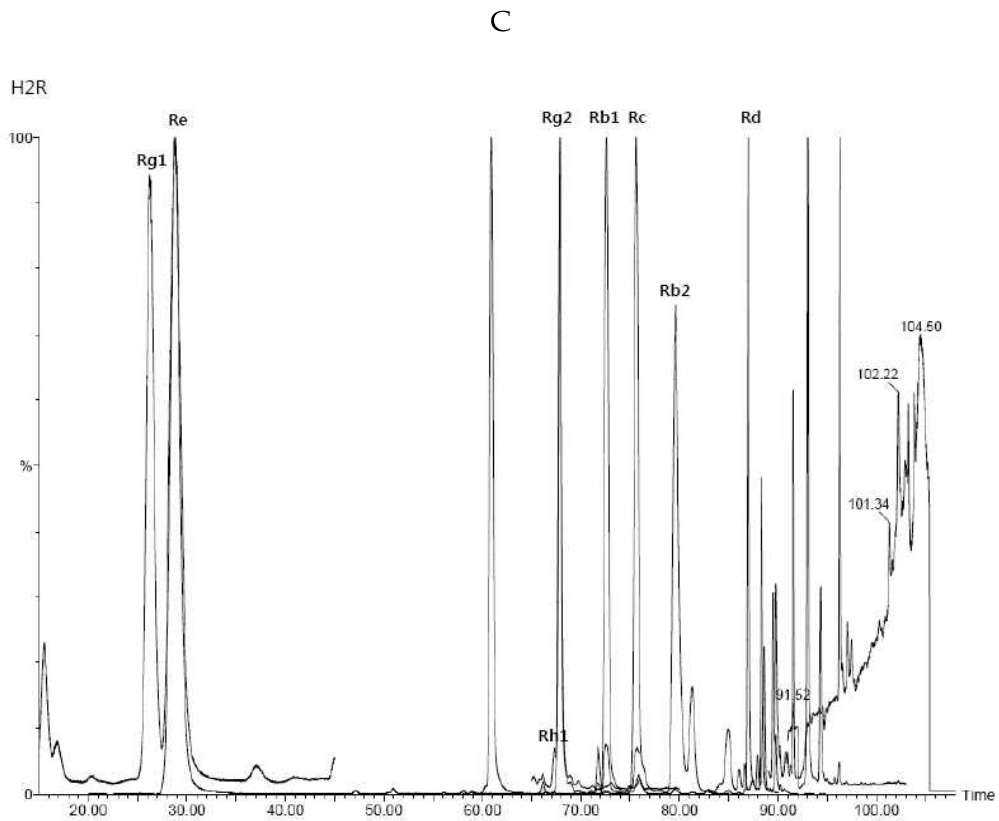


Fig. 64. Ginsenosides chromatogram patterns of raw ginseng roots at different cropping conditions, standard (A), soil culture/outdoor (B), hydroponics/plastic house (C) and aeroponics/plastic house (D).

인삼에서 사포닌(saponin; ginsenoside Rb₁과 Rg₁)에서 Rb₁ 함량은 지상부가 지하부보다 2.3~2.6배 높게 나타났다. Rb₁이 노지토경과 분무경의 지상부에서 각각 0.092와 0.087%로 높게 함유되었고 하우스고형배지와 하우스토경은 각각 0.04와 0.02%였다. 한편, 근권부에서 Rb₁함량은 하우스고형배지, 분무경, 하우스토경, 노지토경 순으로 높았고, 각각 0.058, 0.033, 0.030, 0.025%였다. 하지만, Rg₁ 함량은 모든 재배지의 지상부에서는 함유되어 있지 않았으나, 지하부에서는 하우스고형배지의 인삼근에서 0.01% 정도 검출되어 가장 높은 수치를 보였다(표 28).

Table 28. Change in ginsenoside content of *Panax ginseng* under different culture conditions.

Culture condition	Ginsenoside, %			
	Rb ₁		Rg ₁	
	Shoot	Root	Shoot	Root
Soil/Outdoor	0.0916 (362)	0.0253 (100)	0.0000 (0)	0.0038 (100)
Soil/Plastic house	0.0178 (60)	0.0298 (100)	0.0000 (0)	0.0023 (100)
Coco peat-perlite/Plastic house	0.0401 (69)	0.0577 (100)	0.0000 (0)	0.0103 (100)
Aeroponics/Plastic house	0.0874 (262)	0.0334 (100)	0.0000 (0)	0.0049 (100)

재배양식별 즉, 노지토경, 고형배지경 및 분무경으로 재배된 2년생 인삼의 지상부 및 지하부의 ginsenoside 8종의 함량은 다음과 같다. 총 사포닌 함량으로 봤을 때 지하부(7.3~14.9mg/g)보다는 지상부(22.2~72.7mg/g)에서 높게 나타났다. 총 사포닌 함량은 지상부는 노지토경이 72.7mg/g으로 가장 높은 함량을 보였고, 고형배지경과 분무경이 각각 45.5와 22.2mg/g으로 나타났다. 지하부는 고형배지경이 14.9mg/g으로 가장 높은 함량을 보였고, 노지토경과 분무경이 각각 10.8과 7.3mg/g으로 다음이었다. 한편, Rb₁+Rb₂+Rc+Rd의 protopanaxadiol(PD)계와 Re+Rg₁+Rg₂+Rh₁의 protopanaxatriol(PT)계의 비율 PD/PT는 지상부에서 노지토경이 0.889로 가장 높았고 고형배지경과 분무경이 각각 0.341과 0.280으로 나타났고, 지하부는 역시 노지토경이 0.960으로 가장 높았고 고형배지경과 분무경이 각각 0.754와 0.798로 나타나 지상부보다는 지하부에서 높았고 노지토경에서 가장 높게 나타났다. 이는 PD 계열이 지하부와 노지재배의 경우 높은 비율을 보인 것으로 해석된다. 한편, 각 개별적인 ginsenoside 중에서 재배양식에 관계없이 지상부와 지하부 모두에서 Re가 가장 높은 함량을 보였고 그 다음이 Rd, Rg₁, Rb₂, Rc, Rb₁ 순으로 나타났고 Rg₂와 Rh₁은 각각 미량으로 검출되었다(표 29).

Table 29. Content of ginsenosides from *Panax ginseng* shoot and root parts at different culture conditions. (Unit: dry basis)

Plant part	Cultural condition	Total saponin ¹⁾	PD/PT ²⁾	Ginsenoside content (mg %)							
				Rb ₁	Rb ₂	Rc	Rd	Re	Rg ₁	Rg ₂	Rh ₁
Shoot	Outdoor	72.702	0.889	2.199	5.883	5.711	20.417	26.606	10.895	0.596	0.395
	Substrates	45.488	0.341	0.802	1.931	1.589	7.246	26.327	6.341	0.668	0.584
	Aeroponics	22.233	0.280	0.399	1.242	0.997	2.229	12.193	4.923	0.193	0.057
Root	Outdoor	10.752	0.960	1.525	1.594	1.482	0.666	3.534	1.434	0.301	0.216
	Substrates	14.909	0.754	1.811	1.377	1.484	1.739	5.590	1.574	0.718	0.616
	Aeroponics	7.331	0.798	0.901	0.886	0.931	0.535	2.589	1.222	0.207	0.060

1) Total saponin: Rb₁+Rb₂+Rc+Rd+Re+Rg₁+Rg₂+Rh₁

2) PD(protoanaxadiol): Rb₁+Rb₂+Rc+Rd, PT(protoanaxatrio group): Re+Rg₁+Rg₂+Rh₁

(나) 기능성

① 항산화성

노지토경, 하우스토경, 고행배지경, 분무경에 재배된 인삼 지상부 및 지하부 메탄올 추출물을 조제하여 DPPH 라디칼 소거능과 아질산염 소거능으로 항산화성을 측정하였다. 그 결과 지상부의 경우 DPPH 라디칼 소거능은 고행배지경(In/Nut)에서 가장 높게 나타났으며(IC₅₀값 = 803.1mgkg⁻¹), 그 다음이 분무경(IC₅₀ = 1,003.3mgkg⁻¹), 하우스토경(IC₅₀ = 1,552.1mgkg⁻¹), 노지토경(IC₅₀ = 1,564.0mgkg⁻¹) 순으로 나타났다. 메탄올 추출물 2,500mgkg⁻¹에서 측정한 소거능은 고행배지경 81.5%로 가장 높았고, 노지토경이 68.7%로 가장 낮았다(표 30). 이는 비록 합성 항산화제인 BHT와 Vitamin C의 소거능 각각 98.6과 99.7%보다 낮았으나 비교적 높은 활성을 보였다.

Table 30. DPPH radical scavenging activity of methanol extracts from shoots of *Panax ginseng* plants. Their activities were compared with synthetic antioxidants, Vitamin C and BHT.

Culture condition	Extract concentration (ppm)							
	39.0	78.0	156.0	312.0	624.0	1250	2500	I ₅₀
Out/Soil	2.0	4.6	9.5	16.9	29.6	48.2	68.7	1564.0
Pla/Soil	3.8	6.2	11.2	8.0	32.5	46.0	73.2	1552.1
In/Nut	6.8	10.7	17.4	22.4	47.9	69.3	81.5	803.1
In/Spr	3.2	6.9	12.9	22.6	37.6	59.2	78.1	1003.3
Vitamin C	81.8	96.1	96.0	96.7	96.9	97.7	99.7	
BHT	15.6	33.5	55.2	81.3	92.4	95.6	98.6	

한편, 인삼 지하부의 경우 DPPH 라디칼 소거능은 역시 고휘배지경(In/Nut)에서 가장 높게 나타났으며(IC_{50} 값 = $7,551.7mgkg^{-1}$), 그 다음이 노지토경, 하우스토경, 분무경 순으로 높았으나 지상부에 비해 매우 낮은 경향이였다. 메탄올 추출물 $2,500mgkg^{-1}$ 에서 측정된 소거능도 8.8~15.8% 범위로 지상부(68.7~81.5%)에 비해 매우 낮은 활성을 보였다(표 31)

Table 31. DPPH radical scavenging activity of methanol extracts from roots of *Panax ginseng* plants. Their activities were compared with synthetic antioxidants, Vitamin C and BHT.

Culture condition	Extract concentration (ppm)							
	39.0	78.0	156.0	312.0	624.0	1250	2500	I_{50}
Out/Soil	0.6	1.0	1.8	-5.5	4.8	8.6	15.8	8131.9
Pla/Soil	1.9	1.9	3.6	1.6	5.8	9.0	15.5	8165.1
In/Nut	0.6	1.2	2.4	-1.8	2.0	5.9	15.6	7551.7
In/Spr	-0.4	0.1	0.6	1.1	2.8	4.5	8.8	16552.6
Vitamin C	81.8	96.1	96.0	96.7	96.9	97.7	99.7	
BHT	15.6	33.5	55.2	81.3	92.4	95.6	98.6	

재배지별 1, 2, 3, 4년생 인삼의 지상부 DPPH 라디칼 소거능은 3, 4년생이 1, 2년생보다 더 높은 활성을 보였고, 배지간에는 지상부에서 토경보다는 고휘배지에서 더 높은 활성을 보였다(표 32).

Table 32. DPPH radical scavenging activity of methanol extracts from shoots of *Panax ginseng* plants. Their activities were compared with synthetic antioxidants, Vitamin C and BHT.

Culture condition	Extract concentration (ppm)							
	39.0	78.0	156.0	312.0	624.0	1250	2500	I_{50}
Pla/Soil/1Y	3.2	6.1	10.9	20.1	35.0	55.7	75.3	1325.2
Pla/Soil/2Y	3.8	6.2	11.2	8.0	32.5	46.0	73.2	1552.1
In/Nut/2Y	6.8	10.7	17.4	22.4	47.9	69.3	81.5	803.1
In/Nut/3Y	3.2	6.6	11.8	17.3	37.3	57.4	79.8	1045.8
In/Nut/4Y	3.7	7.0	13.6	23.2	38.7	60.6	81.3	967.3
Vitamin C	81.8	96.1	96.0	96.7	96.9	97.7	99.7	
BHT	15.6	33.5	55.2	81.3	92.4	95.6	98.6	

지하부의 재배지별 1, 2, 3, 4년생 인삼의 DPPH 라디칼 소거능은 지상부(IC_{50} , $803.1\sim 1,552.1mgkg^{-1}$)보다 훨씬 낮은 활성(IC_{50} , $6,048.7\sim 8,374.9mgkg^{-1}$)을 보였고, 배지간에는 고휘배지경과 고휘배지 인삼에서 토경과 저령의 인삼보다 더 높은 활성을 보였다(표 33).

Table 33. DPPH radical scavenging activity of methanol extracts from roots of *Panax ginseng* plants. Their activities were compared with synthetic antioxidants, Vitamin C and BHT.

Culture condition	Extract concentration (ppm)							
	39.0	78.0	156.0	312.0	624.0	1250	2500	I ₅₀
Pla/Soil/1Y	0.4	-0.1	0.4	1.4	3.6	7.7	14.8	8374.9
Pla/Soil/2Y	1.9	1.9	3.6	1.6	5.8	9.0	15.5	8165.1
In/Nut/2Y	0.6	1.2	2.4	-1.8	2.0	5.9	15.6	7551.7
In/Nut/3Y	0.1	0.8	1.8	1.5	6.4	11.2	19.0	6173.4
In/Nut/4Y	0.7	1.0	2.0	4.0	6.2	11.7	20.6	6048.7
Vitamin C	81.8	96.1	96.0	96.7	96.9	97.7	99.7	
BHT	15.6	33.5	55.2	81.3	92.4	95.6	98.6	

결과적으로 재배양식별 인삼의 지상부와 지하부의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 활성을 보였고, 지상부에서 고형재배경, 분무경, 노지토경, 하우스토경 순으로 높은 활성을 보였다. 한편 지하부는 전체적으로 낮은 활성을 보였고, 재배양식간의 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다(그림 65).

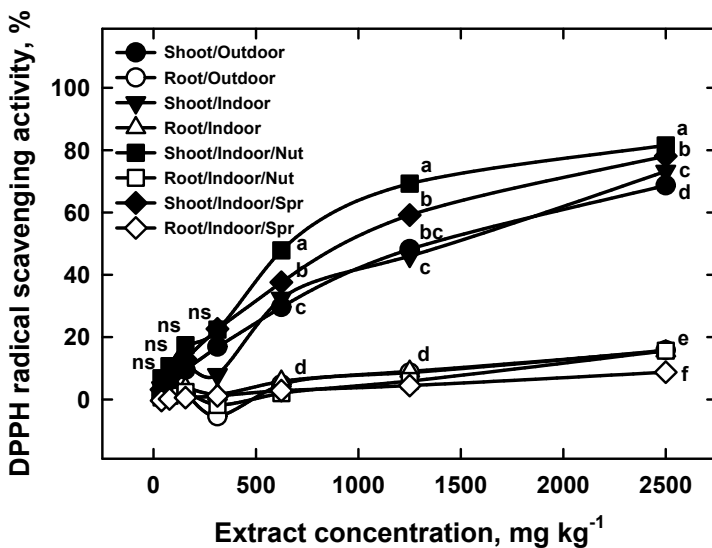


Fig. 65. DPPH radical scavenging activity of methanol extracts from the 2-year old *Panax ginseng* plants grown under different culture conditions.

한편 인삼의 아질산염 라디칼 소거능력은 3년생 연령의 인삼에 있어서 지상부와 지하부간, 노지와 하우스토경 간에 재배지간의 활성차이는 없었다(그림 66).

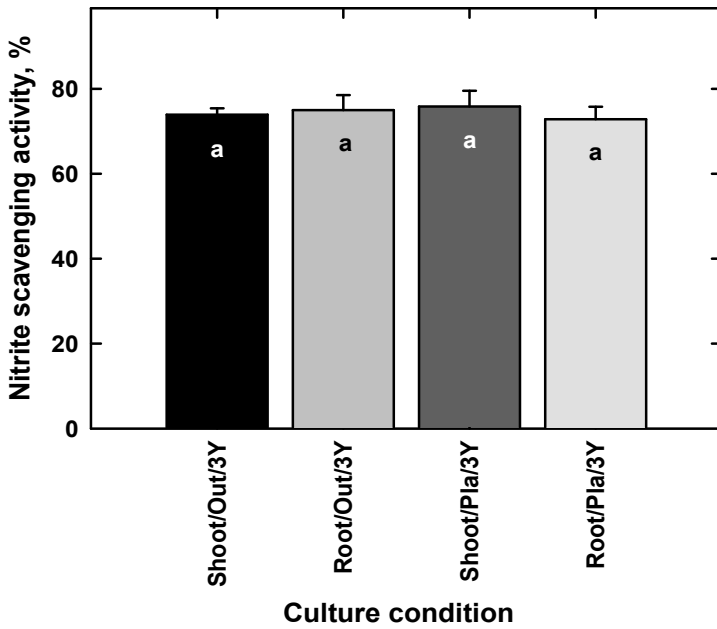


Fig. 66. Nitrite scavenging activity of methanol extract from 3-year old *Panax ginseng* under different culture conditions.

재배양식별 인삼의 지상부와 지하부의 nitrite 소거능을 분석한 결과 지하부(69.3~77.4%)가 지상부(62.3~69.5%)보다 높은 활성을 보였고, 재배양식간에는 지하부의 분무경에서 69.3%로 비교적 활성이 낮았으나 지상부에서는 재배양식간의 유의성이 없는 것으로 나타났다(그림 67).

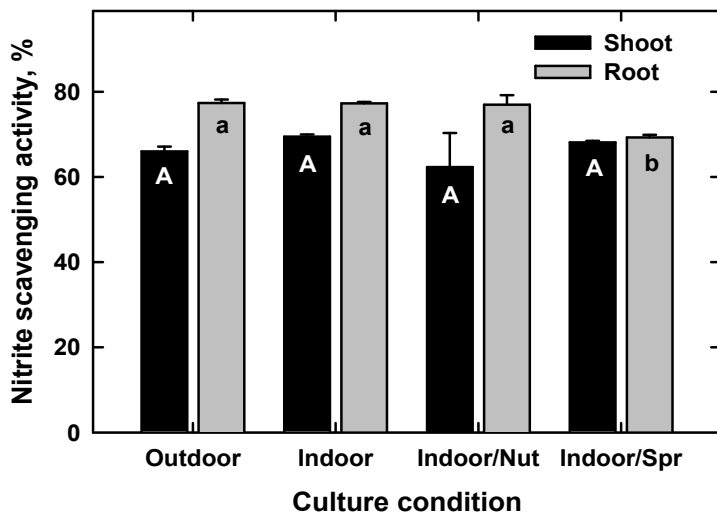


Fig. 67. Nitrite scavenging activity of methanol extracts from *Panax ginseng* grown under different culture conditions.

② 항산화효소 활성

배지조성별 인삼의 Ascorbate peroxidase (APX) 활성은 지하부(740.1~1,328.9unit)보다 지상부(816.1~1,470.7unit)에서 높았으며 지상부는 퍼라이트 비율이 높을수록, 지하부에서는 코코피트와 퍼라이트의 단독배지가 그들의 혼합배지보다 높은 경향을 보였다. 지상부에서는 퍼라이트 단독배지가 1,470.7unit으로 가장 높았고 코코피트 단독배지가 816.1unit으로 가장 낮았고, 지하부에서는 역시 퍼라이트 단독배지가 1,328.9unit으로 가장 높았고 코코피트와 퍼라이트의 50:50 혼합배지가 740.1unit으로 가장 낮게 나타났다(그림 68).

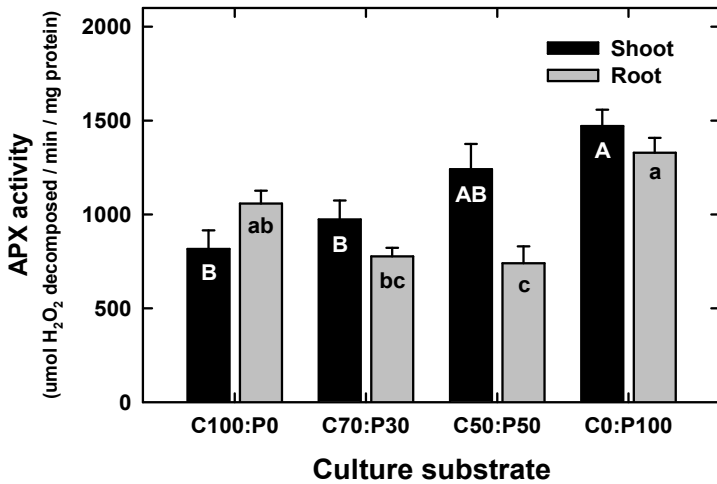


Fig. 68. APX activities in shoots and roots of *Panax ginseng* under different substrates.

Catalase (CAT) 활성은 역시 지하부(80.8~133.9unit)보다 지상부(237.1~323.3unit)에서 높았다. 지상부에서는 단독배지가 각각 323.3unit으로 가장 높은 활성을 보였으나 다른 배지와 유의성은 없었고, 지하부 역시 코코피트 단독배지가 133.9unit으로 유의적으로 가장 높은 활성을 보였다(그림 69).

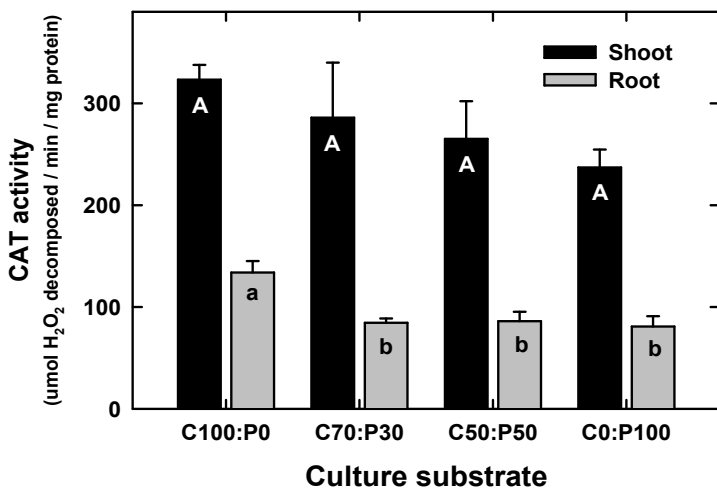


Fig. 69. CAT activities in shoots and roots of *Panax ginseng* under different substrates.

Peroxidase (POX) 활성은 지하부(100.6~136.8unit)보다 지상부(170.0~260.3unit)에서 높았으며 지상부와 지하부 모두 코코피트 비율이 높을수록 높은 활성을 보였다. 지상부에서는 코코피트 단독배지가 260.3unit으로 가장 높았고 펄라이트 단독배지가 170.0unit으로 가장 낮았고, 지하부에서도 역시 코코피트 단독배지가 136.8unit으로 가장 높았고 펄라이트 단독배지가 100.6unit으로 가장 낮게 나타났다(그림 70).

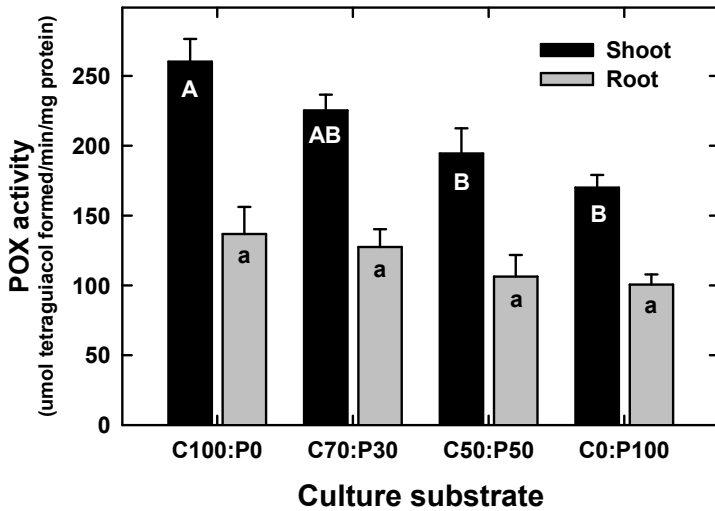


Fig. 70. POX activities in shoots and roots of *Panax ginseng* under different substrates.

한편, Superoxide dismutase (SOD) 활성은 지하부(84.4~89.8unit)보다 지상부(75.4~105.3unit)에서 높았으나 지상부와 지하부 모두에서 배지조성간의 유의성은 없는 것으로 나타났다(그림 71).

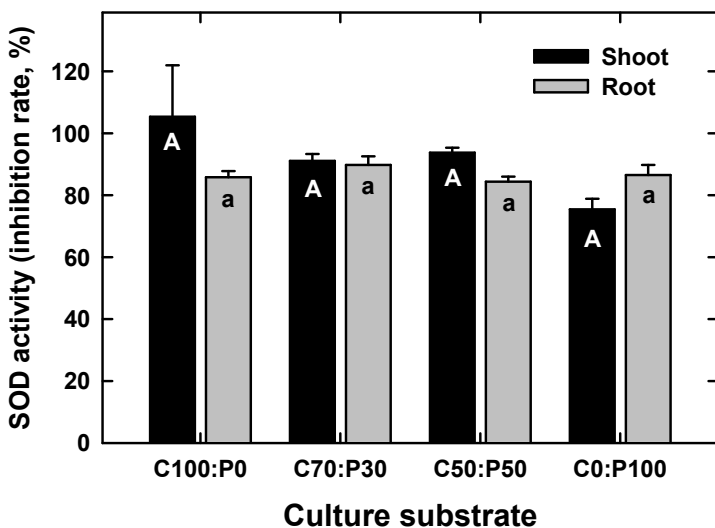


Fig. 71. SOD activities in shoots and roots of *Panax ginseng* under different substrates.

③ 항암성

인삼에서 MTT assay에 의한 세포독성 중 폐암 세포주(Calu-6)에 대해 재배지별로 지상부 추출물의 세포독성은 고행배지경(500mgkg^{-1} 이상 세포생존율, 0.0~62.7%), 노지토경(3.7~84.9%), 하우스토경(0.0~92.4%) 순으로 높게 나타났다. 추출물 $1,000\text{mgkg}^{-1}$ 에서 재배지별 세포생존율은 고행배지경, 노지토경, 하우스토경 순으로 각각 0.4, 13.7, 31.9%로 나타나 고행배지경에서 가장 높은 항암활성을 보였다(그림 72).

한편, 폐암 세포주(Calu-6)에 대한 인삼 지하부의 세포독성은 고행배지경(500mgkg^{-1} 이상 세포생존율, 0.0~40.8%), 하우스토경(0.0~55.1%), 노지토경(0.8~81.4%) 순으로 높게 나타났다. 추출물 $1,000\text{mgkg}^{-1}$ 에서 재배지별 세포생존율은 고행배지경, 노지토경, 하우스토경 순으로 각각 0.5, 9.6, 59.0%로 나타나 고행배지경에서 가장 높은 항암활성을 보였다(그림 73).

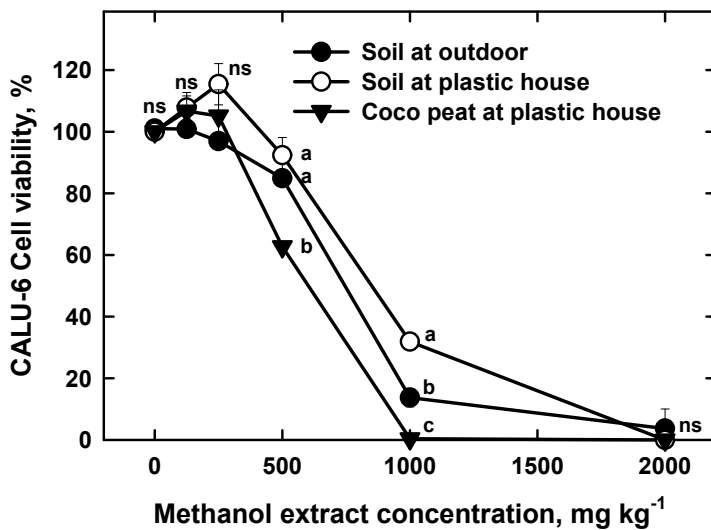


Fig. 72. Cytotoxic effect of methanol extracts from shoot parts of *Panax ginseng* under different culture conditions on human cancer cell line, Calu-6 for human pulmonary carcinoma.

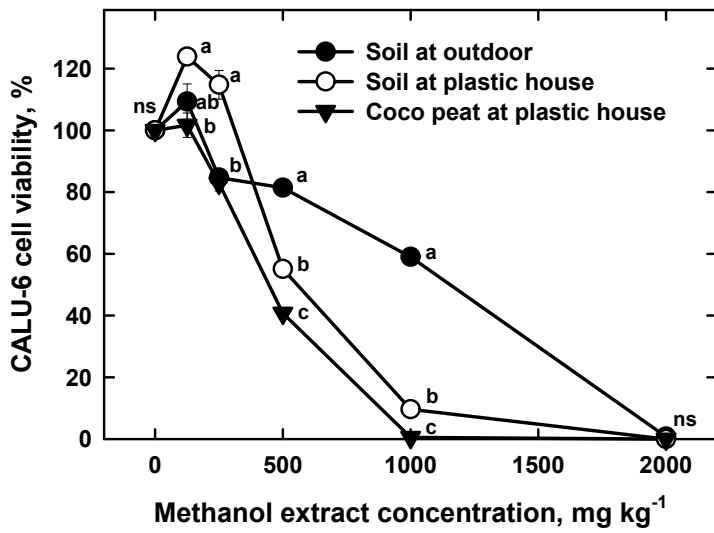


Fig. 73. Cytotoxic effect of methanol extracts from root parts of *Panax ginseng* under different culture conditions on human cancer cell line, Calu-6 for human pulmonary carcinoma.

대장암 세포주(HCT-116)에 대한 인삼의 지상부 추출물의 세포독성은 고휘배지경, 하우스토경, 노지토경 순으로 높게 나타났다. 추출물 1,000mgkg⁻¹에서 재배지별 세포생존율은 고휘배지경에서 60.2%로 가장 낮게 나타나 가장 높은 항암활성을 보였다(그림 74).

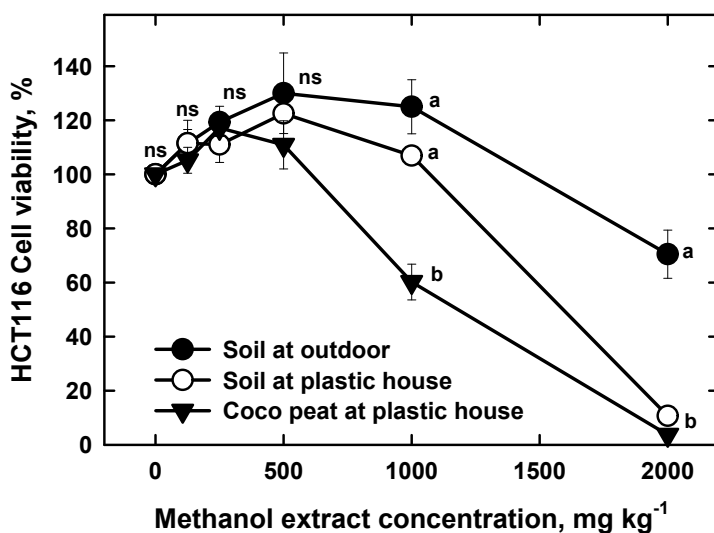


Fig. 74. Cytotoxic effect of methanol extracts from shoot parts of *Panax ginseng* under different culture conditions on human cancer cell line, HCT-116 for human colon carcinoma.

대장암 세포주(HCT-116)에 대한 인삼의 지하부 추출물의 세포독성은 지상부와 유사한 경향을 보였고 고휘배지경, 하우스토경, 노지토경 순으로 높게 나타났다. 추출물 2,000mgkg⁻¹에서 재배지별 세포생존율은 마찬가지로 고휘배지경에서 5% 이하로 가장 낮게 나타나 가장 높은 항암활성을 보였다(그림 75).

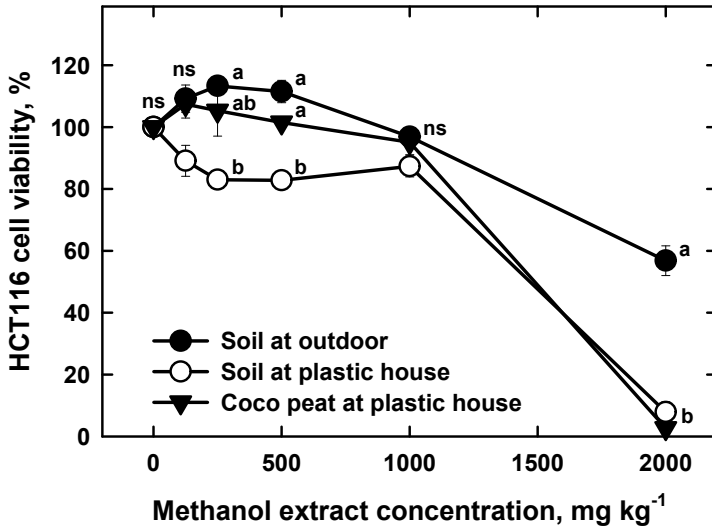


Fig. 75. Cytotoxic effect of methanol extracts from root parts of *Panax ginseng* under different culture conditions on human cancer cell line, HCT-116 for human colon carcinoma.

(2) 고들빼기

(가) 생리활성물질

① 일반성분

조섬유를 제외한 고들빼기의 차광정도별 조단백 및 조지방에서 지하부보다 지상부에서 더 높았고, 차광이 큰 비닐하우스 내 50%차광, 비닐하우스 내 무차광, 노지 토경 순으로 높은 함량을 보였다.

조단백질 지상부 함량은 비닐하우스 내 50%차광, 노지 토경, 비닐하우스 내 무차광 순으로 각각 19.83, 17.84, 7.96%로 나타났다.

지상부 조지방과 조섬유 함량은 차광이 큰 비닐하우스 내 50%차광, 비닐하우스 내 무차광, 노지 토경 순으로 높게 나타났다.

조회분 함량은 차광이 큰 비닐하우스 내 50%차광과 비닐하우스 내 무차광은 지하부가 지상부보다 높은 각각 26.13과 25.77%, 노지 토경은 지상부가 더 높아 12.18%로 나타났다(표 34).

Table 34. Proximate compositions of *Youngia sonchifolia* at different shading and culture conditions. (Unit: %, dry weight)

Plant part	Medium	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Crude ash
Shoot	Outdoor	17.84 ± 0.05 b	2.09 ± 0.03 b	5.55 ± 0.02 c	12.18 ± 0.03 c
	P. house	7.96 ± 0.01 c	2.29 ± 0.04 a	8.37 ± 0.02 b	17.91 ± 0.04 b
	P.H. 50% shade	19.83 ± 0.07 a	2.33 ± 0.01 a	9.19 ± 0.03 a	20.84 ± 0.04 a
	LSD _{0.05}	0.24	0.14	0.12	0.18
Root	Outdoor	9.46 ± 0.02 b	0.67 ± 0.00 c	5.59 ± 0.02 c	7.59 ± 0.02 c
	P. house	8.83 ± 0.02 c	0.83 ± 0.01 b	11.75 ± 0.02 b	25.77 ± 0.05 b
	P.H. 50% shade	11.34 ± 0.03 a	1.76 ± 0.01 a	13.20 ± 0.04 a	26.13 ± 0.06 a
	LSD _{0.05}	0.12	0.04	0.14	0.23

② 폴리페놀

고들빼기의 생육단계 영양생장기와 생식생장기 두 시기의 총 페놀 함량을 측정된 결과 지상부의 경우 각각 57.5와 57.0mgkg⁻¹로 두 시기간의 유의성은 없었고, 지하부의 경우 각각 20.7과 30.1mgkg⁻¹을 보여 생식생장기에서 더 높게 나타났다. 또한 지상부가 지하부에 2배 이상의 높은 함량을 보였다(그림 76).

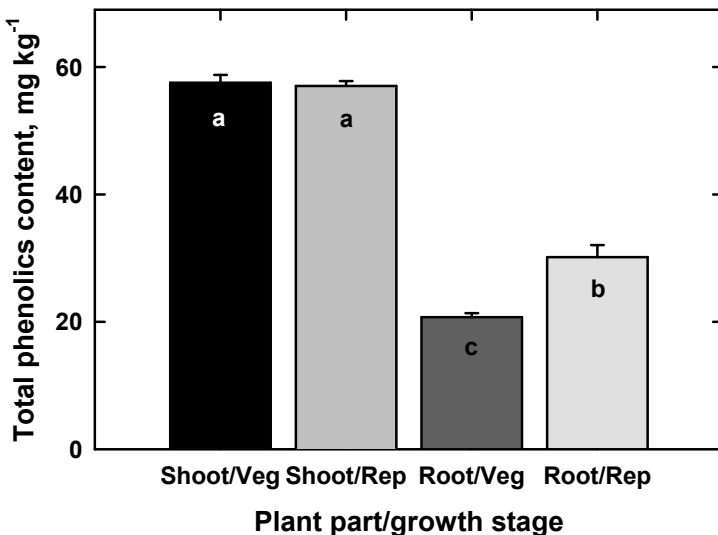


Fig. 76. Total phenolics contents of methanol extracts from *Youngia sonchifolia* under different growth stages.

한편, 재배지별 따른 총 페놀 함량은 지상부가 지하부 보다 높은 함량을 보였고, 하우스 고형배지, 하우스 토경, 노지토경 순으로 높았으며, 시설재배지 내에서는 차광이 클수록 높은 함량을 보였다. 즉, 시설하우스 내 고형배지경에서 재배된 인삼의 지상부 경우 95.2~119.7mgkg⁻¹로 가장 높았고, 그 다음이 하우스토경과 노지토경으로 각각 83.5mgkg⁻¹와 57.5mgkg⁻¹로 나타났다. 한편 시설하우스 내 차광별 총 페놀 함량은 지상부의 경우 70% 차광에서 119.7mgkg⁻¹로 가장 높았고 50%차광에서 110.2mgkg⁻¹, 무차광에서 95.2mgkg⁻¹로 나타났다(그림 77).

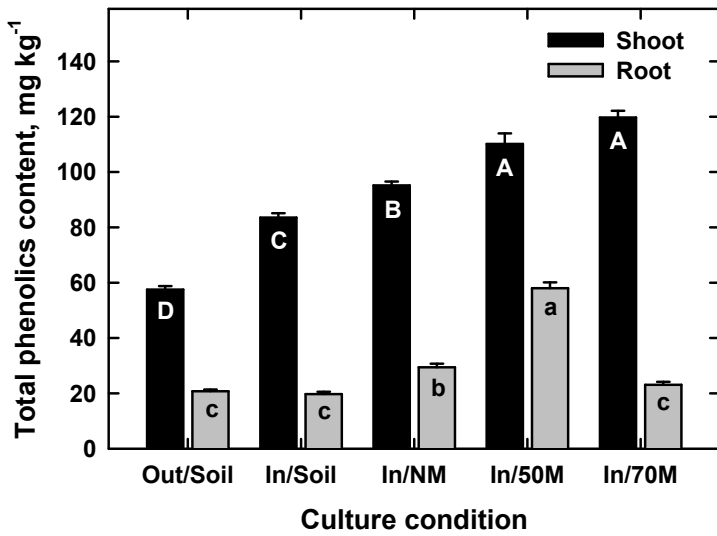


Fig. 77. Total phenolics contents of methanol extracts from shoot and root parts of *Youngia sonchifolia* under different culture conditions.

또 다른 시험에서 총 페놀 함량은 지상부(57.5~95.2mgkg⁻¹)가 지하부(19.7~29.4mgkg⁻¹) 보다 높은 함량을 보였고, 지상부와 지하부 모두에서 하우스 고형배지, 하우스 토경, 노지토경 순으로 높은 총 페놀 함량을 보였다(그림 78).

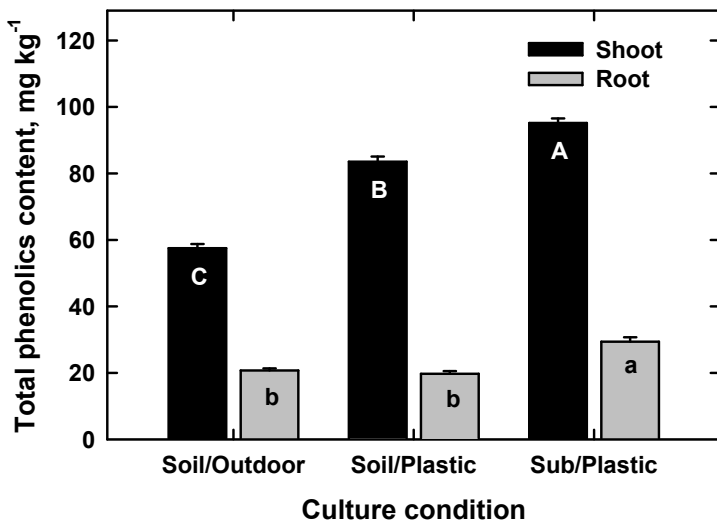


Fig. 78. Total phenolics contents of methanol extracts from *Youngia sonchifolia* grown under different culture conditions.

개별 페놀산 함량을 측정한 결과 총 함량에 있어서 고형배지, 하우스 토경, 노지토경 순으로 지상부와 지하부가 각각 0.596과 2.942, 0.189와 0.259, 0.067과 0.228mgkg⁻¹로, 지상부보다 지하

부가 높게 나타났다. 검출된 주요한 페놀산으로는 3-hydroxycinnamic acid, salicylic acid, o-coumaric acid와 chlorogenic acid로 나타났다. 이는 총 페놀 함량의 경우 대체적으로 지하부보다 지상부가 높게 나오는 결과와는 상반되는 것으로 나타났다(표 35).

Table 35. Contents of phenolic acids in methanol extracts from *Youngia sonchifolia* grown under different growing conditions.

Sample	Phenolic acids (ppm)										
	3HC	CAF	CHL	FER	GAL	GEN	SAL	SYR	OCO	PCO	Total
Outdoor-soil/Shoots	ND	ND	ND	ND	0.067	ND	ND	ND	ND	ND	0.067
Outdoor-soil/Roots	ND	ND	ND	ND	0.093	ND	ND	ND	0.135	ND	0.228
Plastic-soil/Shoots	0.011	ND	ND	ND	0.002	0.117	ND	ND	0.059	ND	0.189
Plastic-soil/Roots	0.028	ND	0.181	ND	ND	ND	ND	ND	0.050	ND	0.259
Plastic-coco/Shoots	0.002	ND	0.142	ND	0.147	ND	0.238	ND	0.067	ND	0.596
Plastic-coco/Roots	0.934	0.032	0.356	0.011	ND	0.333	0.803	ND	0.473	ND	2.942

* 3HC: 3-hydroxycinnamic acid, CAF: caffeic acid, CHL: chlorogenic acid, FER: ferulic acid, GAL: gallic acid, GEN: Gentistic acid, SAL: salicylic acid, SYR: syringic acid, OCO: o-coumaric acid, PCO: p-coumaric acid.

③ 플라보노이드

재배지별 총 플라보노이드 함량은 앞의 총 페놀 함량의 결과 유사한 경향으로 외부포장에서 재배된 고들빼기보다 시설하우스 안에서 재배된 것이 높은 함량을 보였고 차광량이 많을수록 총 플라보노이드 함량이 높게 나타났다. 시설하우스 내 고형배지경에서 재배된 인삼의 지상부 경우 90.9~146.7mgkg⁻¹로 가장 높았고, 그 다음이 하우스토경과 노지토경으로 각각 74.3mgkg⁻¹와 46.7mgkg⁻¹로 나타났다. 한편 시설하우스 내 차광별 총 페놀 함량은 70% 차광에서 146.7mgkg⁻¹로 가장 높았고 50%차광에서 128.3mgkg⁻¹, 무차광에서 90.9mgkg⁻¹로 나타났다(그림 79).

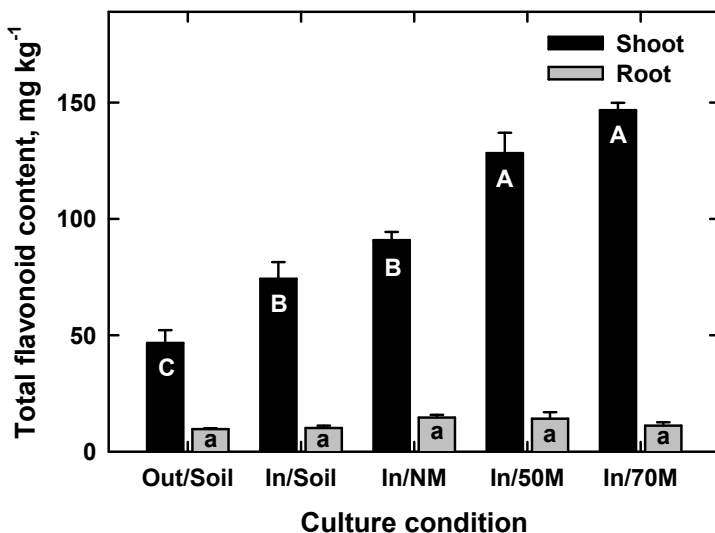


Fig. 79. Total flavonoid contents of methanol extracts from shoot and root parts of *Youngia sonchifolia* under different culture conditions.

재배양식별 고들빼기의 지상부(46.7~90.9mgkg⁻¹)와 지하부(9.7~14.7mgkg⁻¹) 모두에서 총 플라보노이드 함량은 하우스고형배지경, 하우스토경, 노지토경 순으로 높았으며 지상부가 지하부보다 유의적으로 높은 함량을 보였다(그림 80).

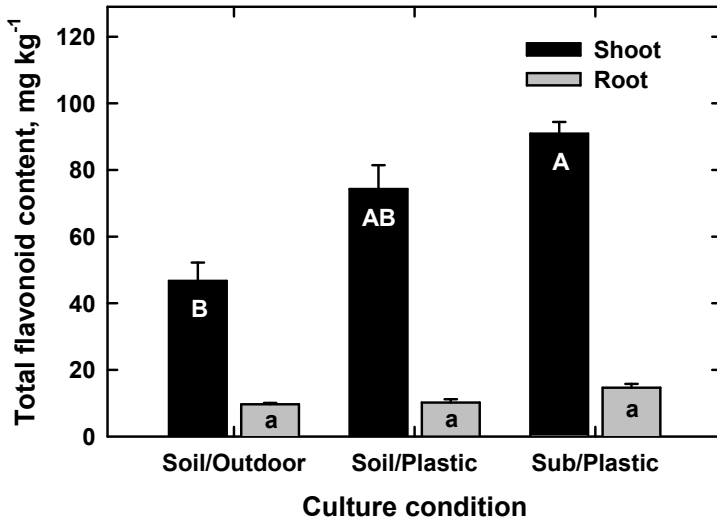


Fig. 80. Total flavonoid contents of methanol extracts from *Youngia sonchifolia* grown under different culture conditions.

개별 플라보노이드 함량을 측정한 결과 총 함량에 있어서 고형배지, 하우스토경, 노지토경 순으로 지상부와 지하부가 각각 3.932와 3.243, 4.203과 5.812, 1.367과 2.893mgkg⁻¹로 나타나, 하우스토경과 노지토경에서는 지상부보다 지하부가 높게 나타났다. 검출된 주요한 페놀산으로는 naringin, quercetin dihydrate와 rutin으로 나타났다. 이는 총 플라보노이드 함량의 경우 대체적으로 지하부보다 지상부가 높게 나오는 결과와는 상반되는 것으로 나타났다(표 36).

Table 36. Contents of flavonoids in methanol extracts from *Youngia sonchifolia* grown under different growing conditions.

Sample	Flavonoids (mg kg ⁻¹)			
	Naringin	Quercetin dihydrate	Rutin	Total
Outdoor-soil/Shoots	1.367	ND	ND	1.367
Outdoor-soil/Roots	2.893	ND	ND	2.893
Plastic-soil/Shoots	3.584	0.495	0.124	4.203
Plastic-soil/Roots	5.243	0.477	0.092	5.812
Plastic-coco/Shoots	3.357	0.475	0.100	3.932
Plastic-coco/Roots	2.341	0.483	0.419	3.243

(나) 기능성

① 항산화성

고들빼기의 생육단계 영양생장기와 생식생장기 두 시기의 DPPH 라디컬 소거능을 측정한 결과 지상부와 지하부 모두 영양생장기보다 생식생장기에 더 높은 활성을 보였고, 2,500mgkg⁻¹ 농도에서 영양생장기와 생식생장기의 지상부가 각각 46.8%와 74.0%로 생식생장기가 더 높았고, 지하부의 경우 각각 32.6과 77.1%를 보여 생식생장기에서 더 높게 나타났다(표 37). 하지만, 이들 고들빼기의 항산화성은 합성 항산화제 Vitamin C와 BHT에 비해서 매우 낮은 활성을 보였다.

Table 37. DPPH radical scavenging activity of methanol extracts from the *Youngia sonchifolia* plants at different growth stage. Their activities were compared with synthetic antioxidants, Vitamin C and BHT.

Plant part	Growth stage	Extract concentration (ppm)							
		39.0	78.0	156.0	312.0	624.0	1250	2500	I ₅₀
Shoot	Vegetative	1.3	1.6	5.3	9.7	16.5	27.1	46.8	2689.0
	Reproductive	3.9	7.8	12.6	21.1	34.8	55.4	74.0	1354.3
Root	Vegetative	1.2	1.4	3.7	6.4	10.2	16.8	32.6	3977.5
	Reproductive	4.6	8.2	12.1	21.9	33.6	53.3	77.1	1345.6
Vitamin C		81.8	96.1	96.0	96.7	96.9	97.7	99.7	
BHT		15.6	33.5	55.2	81.3	92.4	95.6	98.6	

재배지와 차광정도 차이에 따른 지상부 부위 추출물의 DPPH 라디컬 소거능의 차이는 인정되지 않았으나, 뿌리 추출물의 DPPH 라디컬 소거능은 노지토경과 하우스토경보다는 하우스고형배지에서 가장 높았고, 차광이 클수록 낮아지는 경향이 뚜렷하였다. 추출물의 농도 증가에 따른 DPPH 라디컬 소거능은 증가하는 경향이 뚜렷하였다. 2,500mgkg⁻¹ 농도에서 지상부의 경우 노지토경, 하우스토경, 하우스고형배지에서 각각 46.8, 47.7, 49.2%를 보여 큰 차이가 없는 반면(표 38), 지하부에서는 각각 32.6, 25.3, 80.8%를 보여 하우스고형배지에서 가장 높았고, 하우스고형배지 중에서 차광별로는 무차광, 50%차광, 70%차광 순으로 각각 80.8, 73.4, 31.2% 활성을 보여 차광이 클수록 낮은 항산화활성을 보였다(표 39).

Table 38. DPPH radical scavenging activity of methanol extracts from shoots of *Youngia sonchifolia* plants. Their activities were compared with synthetic antioxidants, Vitamin C and BHT.

Culture condition	Extract concentration (ppm)								
	39.0	78.0	156.0	312.0	624.0	1250	2500	I ₅₀	
Out/Soil	1.3	1.6	5.3	9.7	16.5	27.1	46.8	2689.0	
In/Soil	1.1	2.9	6.2	7.2	19.1	31.1	47.7	2509.1	
In/NM	2.2	4.3	7.6	-0.9	22.7	37.1	49.2	2565.3	
In/50M	3.9	5.3	8.7	5.0	23.1	36.8	49.8	2384.3	
In/70M	0.2	2.3	5.9	11.0	20.4	34.7	47.7	2535.1	
Vitamin C		81.8	96.1	96.0	96.7	96.9	97.7	99.7	
BHT		15.6	33.5	55.2	81.3	92.4	95.6	98.6	

Table 39. DPPH radical scavenging activity of methanol extracts from roots of *Youngia sonchifolia* plants. Their activities were compared with synthetic antioxidants, Vitamin C and BHT.

Culture condition	Extract concentration (ppm)							
	39.0	78.0	156.0	312.0	624.0	1250	2500	I ₅₀
Out/Soil	1.2	1.4	3.7	6.4	10.2	16.8	32.6	3977.5
In/Soil	1.5	2.4	3.8	2.9	9.0	14.5	25.3	4851.0
In/NM	4.6	6.3	10.0	13.1	27.3	45.4	80.8	1352.7
In/50M	5.7	7.1	10.2	14.0	26.5	42.2	73.4	1614.3
In/70M	0.9	1.7	3.2	2.8	9.8	16.7	31.2	4120.0
Vitamin C	81.8	96.1	96.0	96.7	96.9	97.7	99.7	
BHT	15.6	33.5	55.2	81.3	92.4	95.6	98.6	

또 다른 시험에서 재배양식별 고들빼기의 DPPH 라디컬 소거능은 노지토경, 하우스고형배지경, 하우스토경 순으로 높았으며 지상부가 지하부보다 유의적으로 높은 활성을 보였다(그림 81). 지상부 추출물 1,000mgkg⁻¹ 농도에서 노지토경이 85.6%로 가장 높은 활성을 보였고 그 다음이 하우스고형배지경과 하우스토경이 각각 62.9%와 46.1%로 나타났고, 지하부의 경우 동일 농도에서 노지토경, 하우스토경, 하우스고형배지경 순으로 각각 28.6, 22.2, 16.7%를 보여 지상부보다 훨씬 낮지만 노지토경에서 가장 높게 나타났다(그림 81).

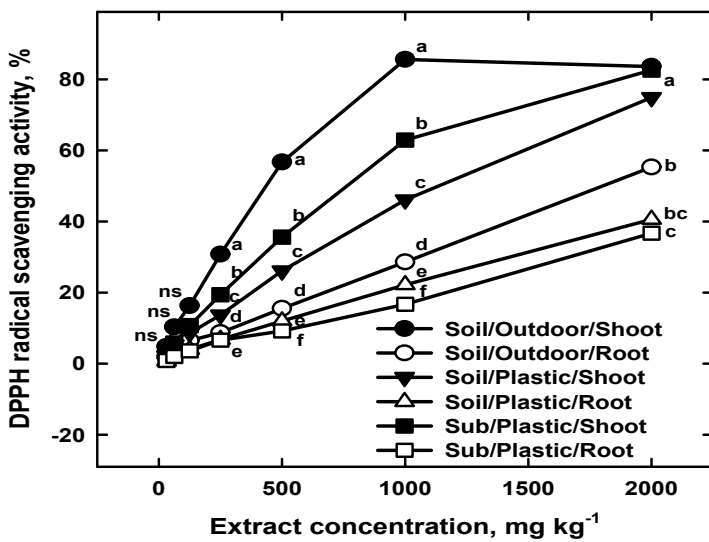


Fig. 81. DPPH radical scavenging activity of methanol extracts from the *Youngia sonchifolia* plants grown under different culture conditions.

재배양식별 고들빼기의 지상부와 지하부 추출물 2,000mgkg⁻¹ 농도에서 nitrite 라디컬 소거능을 분석한 결과 지하부가 지상부보다 유의적인 차이로 높은 활성을 보였으나 지하부의 노지토경, 하우스고형배지경, 하우스토경의 재배양식간의 유의성은 없는 것으로 나타났다. 하지만 지상부는 하우스고형배지경, 하우스토경, 노지토경 순으로 62.1, 54.7, 49.1%를 보여 높은 활성을 보였다(그림 82).

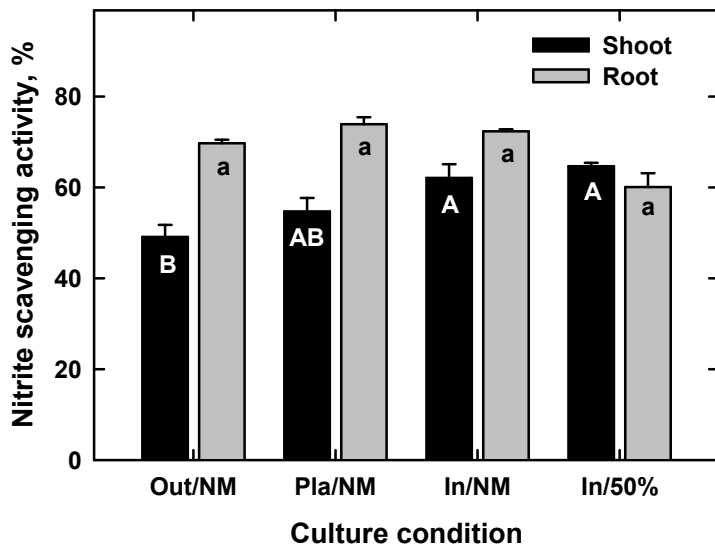


Fig. 82. Nitrite scavenging activity of methanol extract from shoot and root parts of *Youngia sonchifolia* under different culture conditions.

또 다른 시험에서 재배양식별 고들빼기의 지상부와 지하부 추출물 2,000mgkg⁻¹ 농도에서 nitrite 라디칼 소거능을 분석한 결과 지하부와 지상부 모두에서 재배양식간의 유의성은 없는 것으로 나타났다. 또한 지상부(60.6~64.7mgkg⁻¹)보다 지하부(74.4~77.9mgkg⁻¹)에서 높은 활성이 높은 경향을 보였다(그림 83).

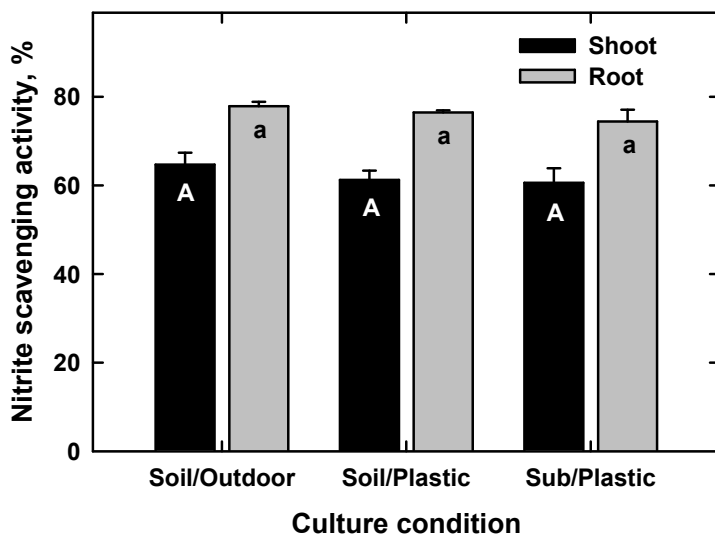


Fig. 83. Nitrite scavenging activity of methanol extracts from *Youngia sonchifolia* grown under different culture conditions.

② 항암성

한편, 재배지별로 본 고들빼기 지상부의 세포독성은 고행배지, 하우스토경, 노지토경 순으로 높게 나타났고, 지하부의 세포독성 역시 고행배지, 노지토경, 하우스토경 순으로 높게 나타났다.

고들빼기에서 MTT assay에 의한 세포독성은 폐암 세포주(Calu-6)에 대해 재배지별로 지상부 추출물 500mgkg⁻¹에서 세포생존율은 고행배지경, 하우스토경, 노지토경 순으로 각각 36.3, 48.1, 53.4%를 보여 고행배지경에서 가장 낮게 나타났다. 이는 고행배지경에서 재배된 고들빼기가 가장 높은 세포독성, 즉 항암활성을 나타냈다(그림 84).

한편, 고들빼기 지하부의 세포독성은 추출물 500mgkg⁻¹에서 세포생존율로 표현되었는데 고행배지경, 노지토경, 하우스토경 순으로 각각 5.7, 13.7, 47.4%를 보여 역시 고행배지경에서 가장 낮은 생존율을 보였다. 이는 고행배지경에서 재배된 고들빼기가 가장 높은 세포독성 즉 항암활성을 보인 것을 의미한다(그림 85).

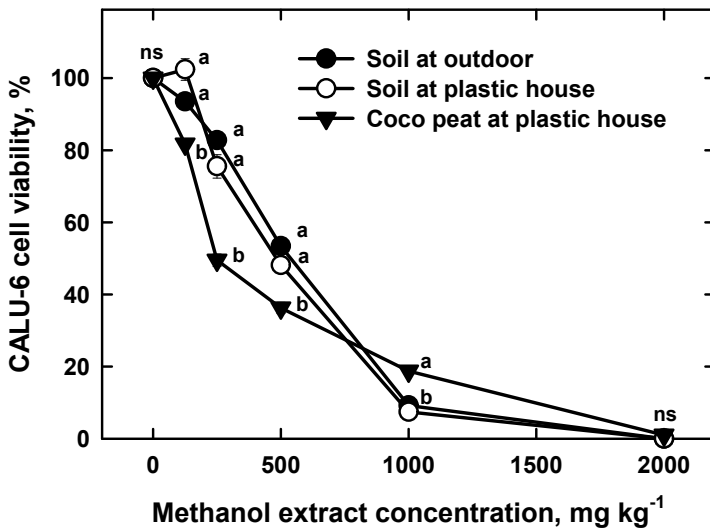


Fig. 84. Cytotoxic effect of methanol extracts from shoot parts of *Youngia sonchifolia* under different culture conditions on human cancer cell line, Calu-6 for human pulmonary carcinoma.

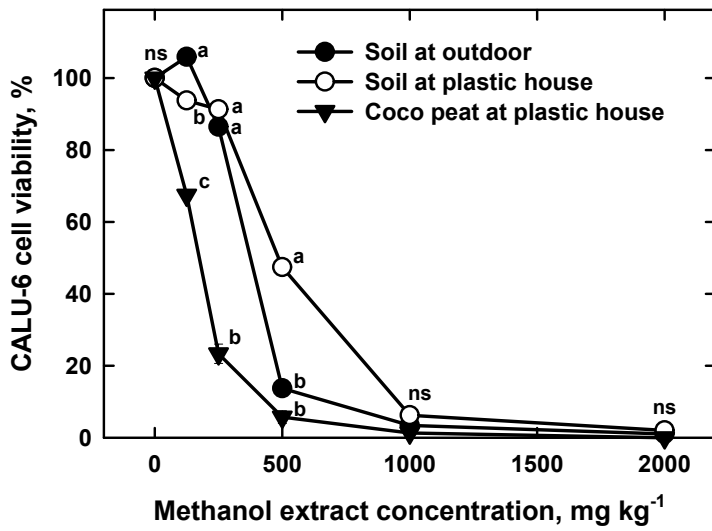


Fig. 85. Cytotoxic effect of methanol extracts from root parts of *Youngia sonchifolia* under different culture conditions on human cancer cell line, Calu-6 for human pulmonary carcinoma.

한편, 대장암 세포주(HCT-116)에 대한 항암활성은 지상부 추출물의 경우 고휘배지경, 노지토경, 하우스토경 순으로 높게 나타났고 특히 추출물 1,000mgkg⁻¹에서 세포생존율은 고휘배지경에서 50% 정도로 나타나 가장 낮은 생존율을 보였고 그 다음이 노지토경, 하우스토경 순으로 각각 64.2%, 77.6% 생존율을 보였다(그림 86).

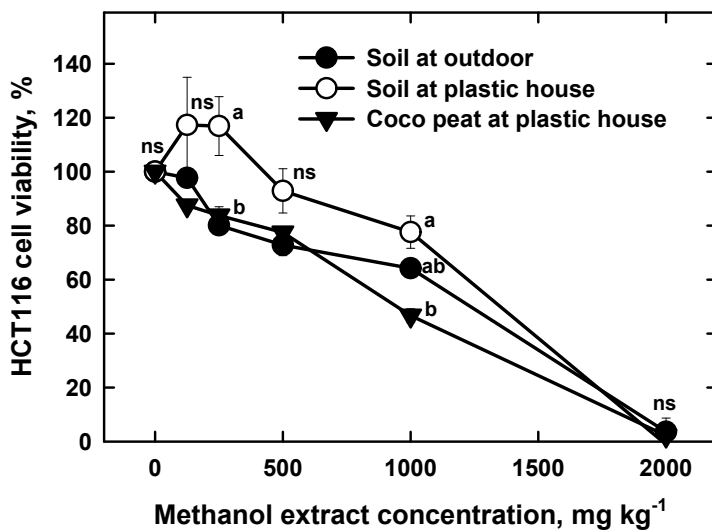


Fig. 86. Cytotoxic effect of methanol extracts from shoot parts of *Youngia sonchifolia* under different culture conditions on human cancer cell line, HCT-116 for human colon carcinoma.

또한 지하부 추출물의 경우도 고행배지경이 가장 높은 항암활성을 보였고 그 다음이 노지토경, 하우스토경 순으로 높게 나타났고 특히 추출물 1,000mgkg⁻¹에서 세포생존율은 고행배지경에서 10% 이내의 가장 낮은 생존율을 보였다(그림 87).

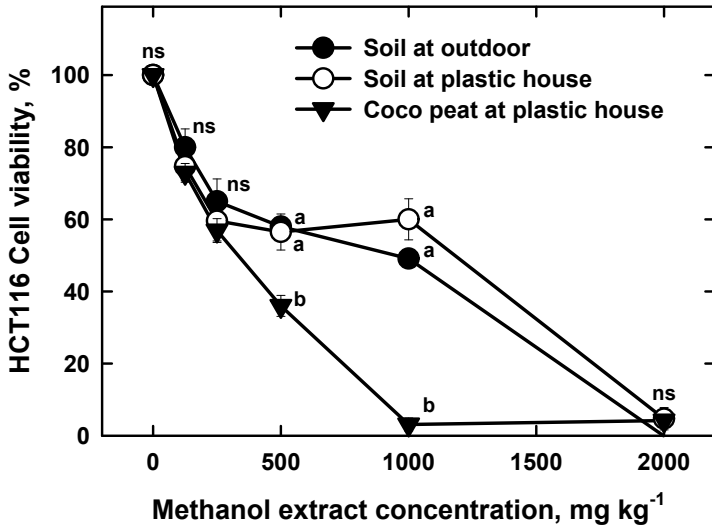


Fig. 87. Cytotoxic effect of methanol extracts from root parts of *Youngia sonchifolia* under different culture conditions on human cancer cell line, HCT-116 for human colon carcinoma.

고들빼기 잎으로부터 플라보노이드인 luteolin, luteolin 7-0-glucoside 및 apigenin 7-0-glucuronide를 분리, 동정하였으며, 가장 함량이 많은 유리 아미노산들은 glutamic acid, aspartic acid, serine, proline, valine 그리고 arginine이었다(양 등, 1992).

중성세제 섬유질(NDF) 및 산성세제 섬유질(ADF)의 함량이 많았으며 뿌리부분에는 잎 부분에 비하여 적은 양의 식이섬유질(ADF 및 NDF)가 함유되어 있다. 5% 식염수에 침치할 경우 식이섬유질 함량은 높아지나 발효가 진행됨에 따라 이들 섬유질 함량은 서서히 줄어들고 있었다. 보수력과 오일흡착력은 식이섬유질 함량변화와 비슷한 결과를 보였으며 오일흡착력은 보수력의 40% 정도였다(황 등, 1995).

고채엽은 나물 이용보다는 신선한 채소 이용이 연화정도, 맛, 색깔 등에 식미결과 좋은 반응이었다. 고채엽장은 15~20일 생육시 20cm내외로 채엽 가능하며 연화정도가 식용으로 가장 이상적이었다(이와 허, 1996).

고들빼기 뿌리에는 arginine, cystine, glutamic acid, 잎에는 arginine, valine, isoleucine, phenyl alanine 등의 함량이 많았고, 특히 arginine은 잎 뿌리 모두 월등이 많았다. 총 유리아미노산 함량은 잎이 뿌리의 약 2.5배이다. 고들빼기김치에는 잎, 뿌리 모두 threonine, glutamic acid, alanine, leucine, cystine의 함량이 많았다. 김치 액즙에는 threonine, glutamic acid, alanine, cystine, leucine 등의 함량이 많았다(강 등, 1983).

채취시기에 의한 일반성분은 9월 20일 채취 재료의 수분의 함량이 많았고 그 외의 성분들은 비슷한 함량이었다. 유리당의 함량은 11월 9일 채취 재료에 많았고 과당이 뿌리와 잎에서 모두

가장 많았다. 과당, 포도당, 설탕 모두 잎보다는 뿌리에 많이 함유되어 있다고 보고된 바 있다 (신, 1996).

인삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 오가피과(Araliaceae)에 속하는 음지성 식물로서 동양의 학에서 오랜 기간 사용되어 온 약재이다. 인삼의 대표적 약효 성분인 사포닌은 항암(Jeon et al., 1991), 면역증강(Kim & Jung, 1987), 혈압강하(Kang & Kim, 1992), 혈당강하(Joo & Kim, 1992), 항염증(Oliveira et al., 2001) 및 항산화 효과(Kim et al., 1996) 등 매우 다양한 효능을 가지는 것으로 알려져 있다. 사포닌은 홍삼에 30가지, 백삼에 22가지 정도가 밝혀져 있으며 (Ryu, 2003) 특히, panaxatriol은 백삼에는 없고 홍삼에만 존재하는 특이한 성분이다(Kitagawa, 1983).

또한, 백삼에 존재하는 사포닌인 malonyl-ginsenoside Rb₁, Rb₂, Rc, Rd는 홍삼을 제조하면 malonyl group이 떨어져서 ginsenoside-Rb₁, Rb₂, Rc, Rd가 되며 ginsenoside의 C-20의 위치에서 glucosyl 잔기가 이탈되거나 C-20 위치에서 수산기가 이성화되어 20(S)-ginsenoside Rb₂, 20(R)-ginsenoside Rh₁으로 전환되는 것으로 보고되어 있다(박, 1996).

조사포닌과 총 ginsenosides 함량은 개화기인 5월에 각각 7.60% 및 4.09%로 기타 수확시기에 비해 월등히 높았으며, 그 외의 시기에는 통계적으로 유의한 차이가 인정되지 않았다. 따라서 4년생 인삼에서 성분적 특성만을 고려할 경우 개화기인 5월이 가장 유리하였다. 그러나 개체당 함량은 10월이 가장 높게 나타났다(안 등, 2002).

Shin 등(2001)은 인삼 사포닌의 화학적 변화를 막거나 사포닌의 순도를 높이기 위한 새로운 조사포닌 분리방법으로서 인삼시료를 가열 또는 상온추출한 후 사포닌 성분을 분획하는 과정에서 용매분배 또는 컬럼을 사용하여 조사포닌을 분리하고 TLC 및 HPLC로 ginsenoside를 분석한 바 있다. 그러나, 상온 추출함으로써 얻어지는 malonyl ginsenoside와 cation exchange resin을 사용함으로써 생성되는 prosapogenin은 TLC상에서는 관찰되나 RI검출기를 사용하는 기존의 HPLC 분석조건에서는 7종의 주종 사포닌(ginsenoside Rb₁, b₂, c, d, e, f, g₁)을 제외하고는 전혀 분리가 되지 않음으로서 추출 및 분획방법에 따른 조사포닌 중 ginsenoside의 특성을 비교하기가 곤란하였다.

최근에 와서 인삼엽에는 조사포닌 함량이 10~13%(小松曼者 & 富森毅, 1966; 조, 1977) 정도로서 인삼근에 비하여 2~3배 많고 화학구조도 인삼근과 동일한 배당체이며(Tanaka & Kohda, 1975; Tanaka, 1978) 인삼근에는 함유되어 있지 않은 ginsenoside-F₁, ginsenoside-F₂ 및 ginsenoside-F₃ 등과 같은 성분들이 소량 함유되어 있음이 보고되었다(Yahara et al., 1976).

나. 차광별 생리활성물질 및 기능성

(1) 인삼

(가) 생리활성물질

① 폴리페놀

인삼의 총 페놀 함량을 분석한 결과 지하부가 지상부보다 유의적인 차이로 높은 함량이 검출되었고 지상부의 경우 차광정도가 클수록 높은 함량을 보였고 특히, 지하부는 차광50%에서 가장 높은 함량을 보였다. Chlorogenic acid를 표준물질로 사용하여 측정된 인삼 지상부의 총

페놀 함량은 무차광보다는 50%차광과 70%차광에서 유의적으로 높은 함량을 보였다. 무차광이 27.3mgkg⁻¹인데 50%차광과 70%차광에서는 각각 32.5와 32.6mgkg⁻¹으로 나타났다. 한편 지하부에서는 지상부보다 높은 함량을 보였으며 50%차광에서 40.7mgkg⁻¹으로 유의적으로 가장 높게 나타났고 무차광과 70%차광에서 각각 36.2와 34.8mgkg⁻¹으로 나타났다(그림 88).

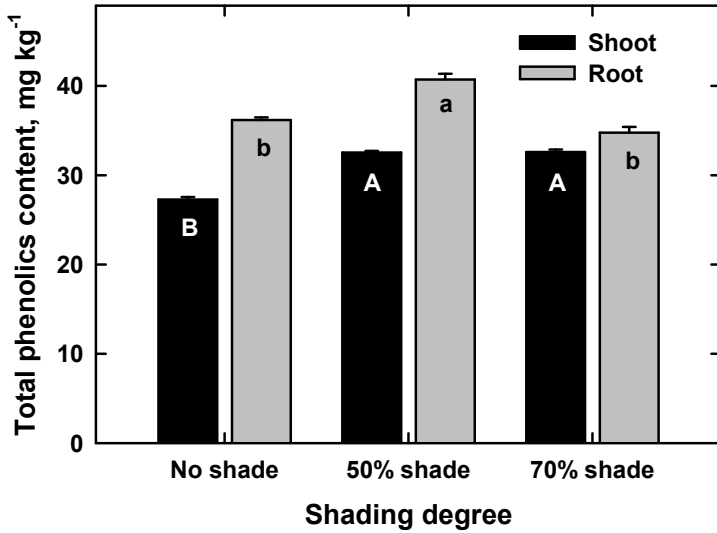


Fig. 88. Total phenolics contents of methanol extracts from *Panax ginseng* grown under different shading degrees.

② 플라보노이드

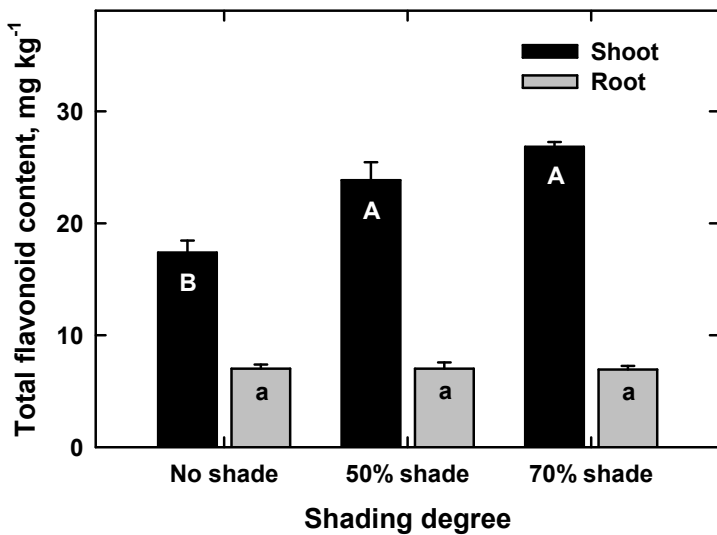


Fig. 89. Total flavonoid contents of methanol extracts from *Panax ginseng* grown under different shading degrees.

차광별 인삼의 지상부와 지하부의 총 플라보노이드 함량은 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 함량이 검출되었으나 지하부는 매우 낮은 함량으로 검출되었다. 지상부의 경우 차광정도가 클수록 높은 함량을 보였고 지하부는 차광정도간에 유의성이 없는 것으로 나타났다. Naringin을 표준물질로 사용하여 측정된 인삼의 총 플라보노이드 함량은 지하부(6.9~7.0mgkg⁻¹)보다는 지상부(17.4~26.8mgkg⁻¹)에서 높은 함량을 보여 총 페놀 함량과는 다른 양상을 보였다. 지상부에서 70%차광, 50%차광, 무차광 순으로 각각 26.8, 23.9, 17.4mgkg⁻¹으로 무차광보다는 차광에서 유의적으로 높은 함량을 보였다. 지하부에서는 차광정도별로 유의적인 차이는 인정되지 않았다(그림 89).

(나) 기능성

① 항산화성

차광별 인삼의 지상부와 지하부의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 활성을 보였고 무차광이 70%와 50%차광보다 높은 활성을 보였고 지하부는 무차광과 70%차광이 50%차광보다 더 높은 활성을 보였다. DPPH 라디칼 소거능은 추출물 농도와 비례적으로 증가하는 경향이 뚜렷하였고 지하부보다는 지상부에서 높은 활성을 보였다. 인삼 지상부의 소거능을 2,000mgkg⁻¹에서 측정된 결과, 무차광에서 36.5%로 가장 높은 활성을 보였고 50%차광과 70%차광에서는 각각 31.3%와 31.1%를 보였다. 한편, 지하부의 소거능은 무차광, 70%차광, 50%차광 순으로 나타나 같은 농도에서 활성이 각각 28.7, 28.4, 24.9%로 나타났다(그림 90).

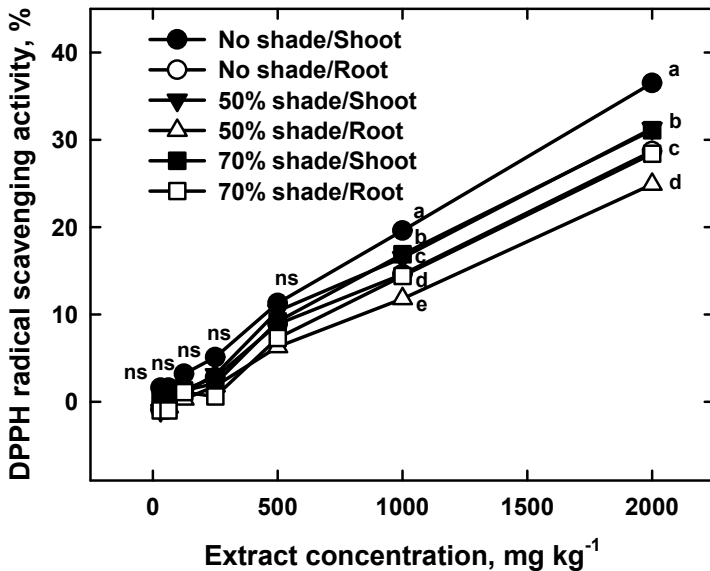


Fig. 90. DPPH radical scavenging activity of methanol extracts from the *Panax ginseng* plants grown under different shading conditions.

차광별 인삼의 지상부와 지하부의 Nitrite 라디칼 소거능을 분석한 결과 지상부가 지하부보

다 유의적인 차이로 높은 활성을 보였고, 지상부에서 무차광이 50%와 70%차광보다 유의적으로 높은 활성을 보였고 지하부는 차광조건간에 유의성이 인정되지 않았다(그림 91). 아질산염(nitrite) 소거능은 인삼 지상부 추출물 2,000mgkg⁻¹ 농도에서 무차광, 50%차광, 70%차광 순으로 각각 79.4, 72.6, 71.5%로 무차광에서 가장 높은 활성을 보였고 유의적인 차이를 보였으나 지하부에서는 지상부보다 낮은 활성을 보였으며 차광별 유의적인 차이는 인정되지 않았다(그림 91).

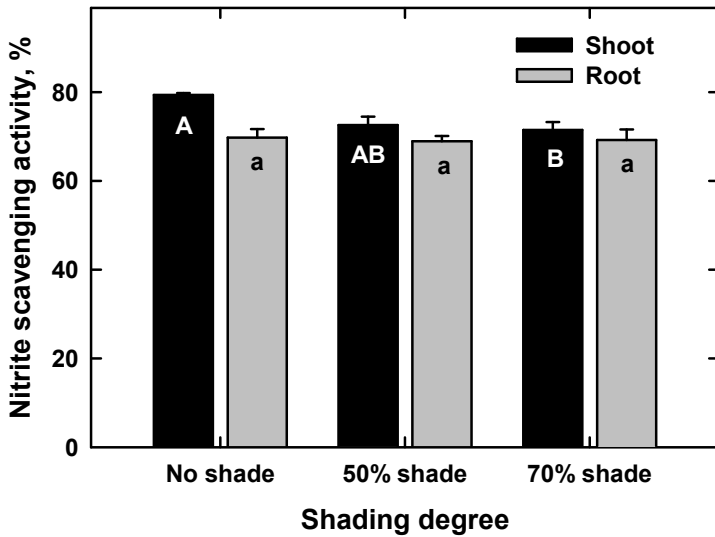


Fig. 91. Nitrite scavenging activity of methanol extracts from *Panax ginseng* grown under different shading degrees.

② 항산화효소 활성

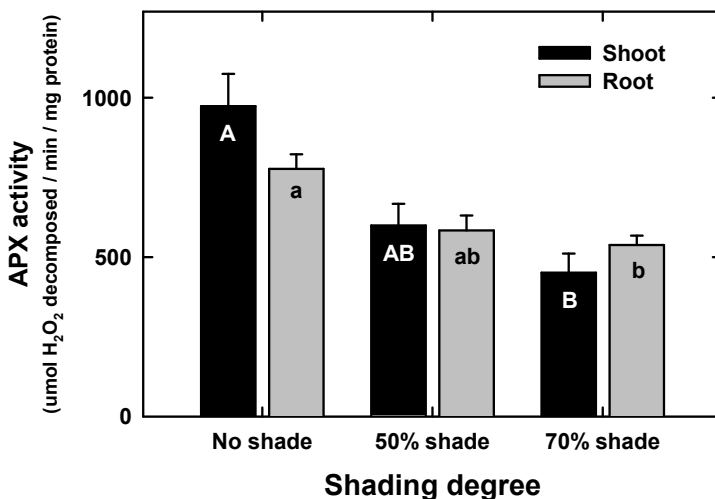


Fig. 92. APX activities in shoots and roots of *Panax ginseng* under different shading degrees.

APX 활성은 인삼 지상부 및 지하부 모두에서 무차광에서 가장 높았고, 그 다음이 50%차광과 70%차광 순으로 무차광이 차광보다 높게 나타났다. 인삼의 지상부 경우 무차광, 50%차광, 70%차광 순으로 각각 973.5, 599.3, 451.2unit으로 나타났고 지하부에서는 지상부보다 낮은 활성인 각각 776.6, 583.8, 538.0unit을 보였으나 차광별 유의적인 차이는 인정되었다(그림 92).

CAT 활성은 APX와 마찬가지로 인삼 지상부(256.9~285.9unit)가 지하부(86.0~103.3unit) 보다 2배 이상의 높은 활성을 보였으나 차광별 유의적인 차이는 인정되지 않았다(그림 93).

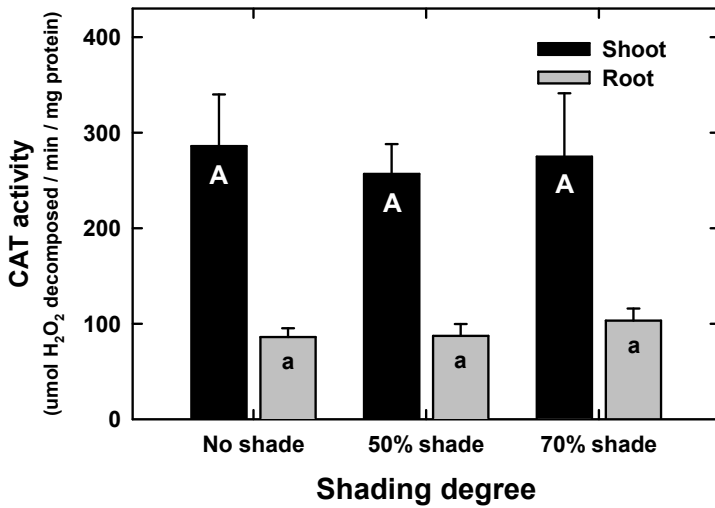


Fig. 93. CAT activities in shoots and roots of *Panax ginseng* under different shading degrees.

POX 활성은 역시 인삼 지상부(114.4~229.2unit)가 지하부(121.7~132.5unit)보다 높은 활성을 보였다. 지상부의 경우 50%와 70%차광이 각각 229.2와 184.5unit으로, 무차광 114.4unit보다 높은 활성을 보였으나 인삼 지하부에서는 차광별 유의적인 차이는 인정되지 않았다(그림 94).

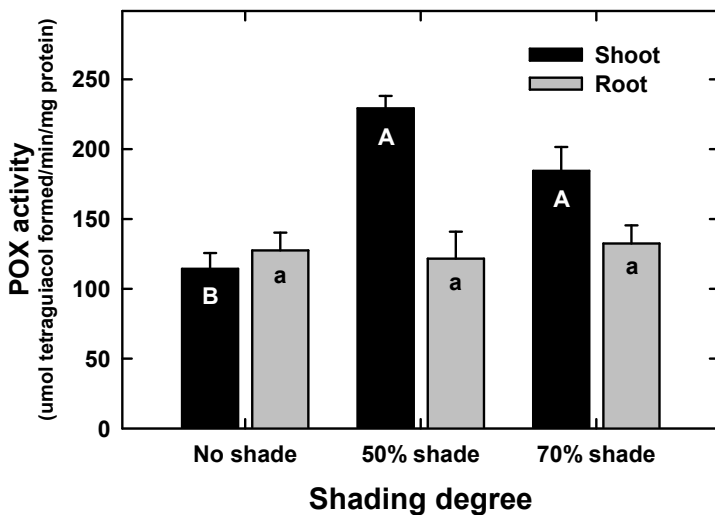


Fig. 94. POX activities in shoots and roots of *Panax ginseng* under different shading degrees.

SOD 활성은 역시 인삼 지상부(89.9~96.0unit)가 지하부(74.9~89.8unit)보다 약간 높은 활성을 보였으나 지상부와 지하부 모두에서 차광별 유의적인 차이는 인정되지 않았다(그림 95).

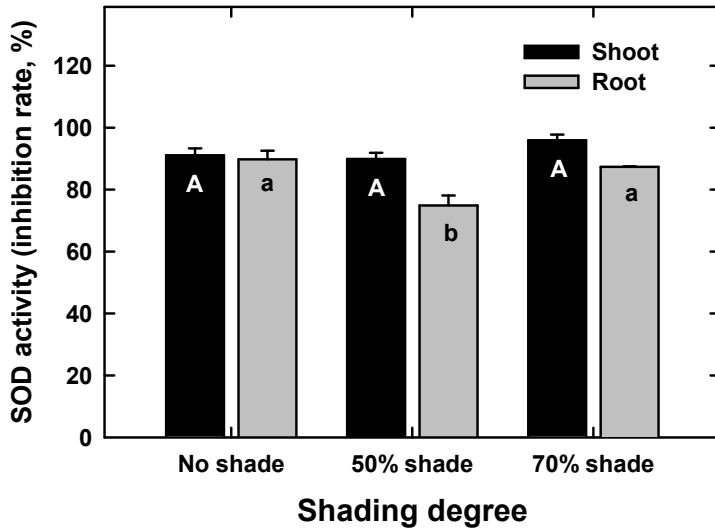


Fig. 95. SOD activities in shoots and roots of *Panax ginseng* under different shading degrees.

(2) 고들빼기

(가) 생리활성물질

① 폴리페놀

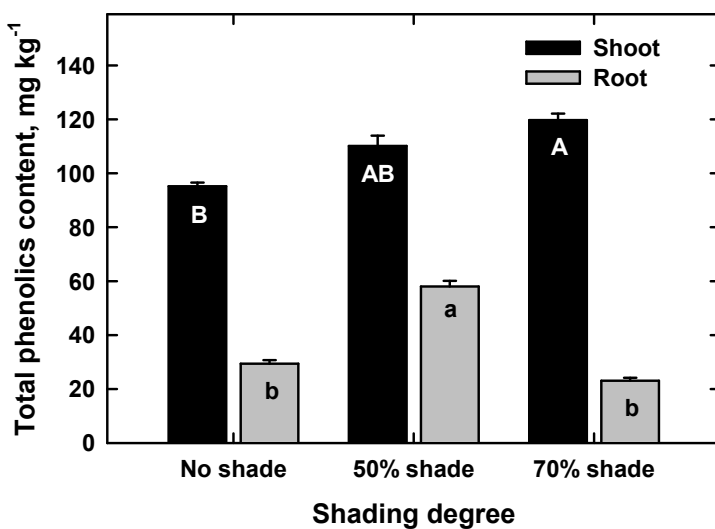


Fig. 96. Total phenolics contents of methanol extracts from *Youngia sonchifolia* grown under different shading conditions.

고들빼기의 총 페놀 함량 분석한 결과 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 함량이 검출되었고 지상부의 경우 차광정도가 클수록 높은 함량을 보였고 특히, 지하부는 차광50%에서 가장 높은 함량을 보였다(그림 96). Chlorogenic acid를 표준물질로 사용하여 측정한 고들빼기 지상부의 총 페놀 함량은 70%차광에서 유의적으로 가장 높은 함량을 보였고 다음이 50%차광, 무차광순으로 나타났다. 70%차광이 119.7mgkg⁻¹으로 가장 높았고 50%차광은 110.2mgkg⁻¹, 무차광에서는 95.2mgkg⁻¹으로 나타났다. 한편 지하부에서는 지상부보다 낮은 함량을 보였으며 50%차광에서 58.0mgkg⁻¹으로 유의적으로 가장 높게 나타났고 무차광과 70%차광에서 각각 29.4와 23.1mgkg⁻¹으로 나타났다(그림 96).

② 플라보노이드

차광별 고들빼기의 지상부와 지하부의 총 플라보노이드 함량을 분석한 결과 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 함량이 검출되었으나 지하부는 매우 낮은 함량으로 검출되었다. 지상부의 경우 차광정도가 클수록 높은 함량을 보였고 지하부는 차광정도간에 유의성이 없는 것으로 나타났다(그림 94). Naringin을 표준물질로 사용하여 측정한 고들빼기의 총 플라보노이드 함량은 지하부(11.2~14.7mgkg⁻¹)보다는 지상부(90.9~146.7mgkg⁻¹)에서 훨씬 높은 함량을 보여 총 페놀 함량과는 유사한 경향을 보였다. 지상부에서 70%차광, 50%차광, 무차광 순으로 각각 146.7, 128.3, 90.9mgkg⁻¹으로 무차광보다는 차광에서 유의적으로 높은 함량을 보였다. 지하부에서는 차광정도별로 유의적인 차이는 인정되지 않았다(그림 97).

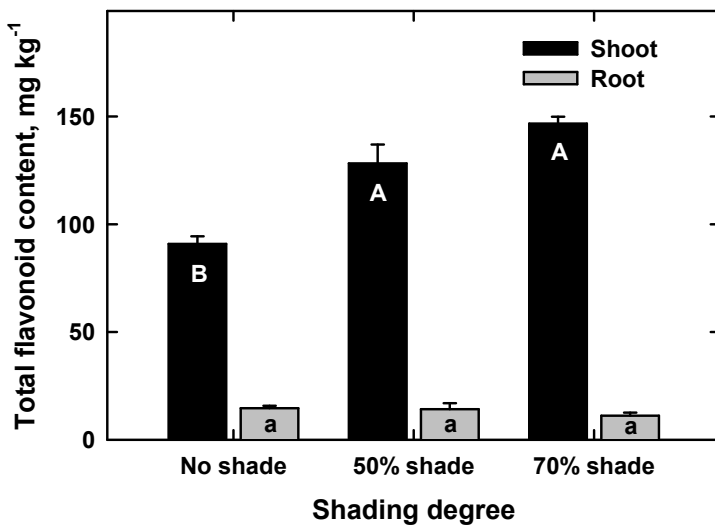


Fig. 97. Total flavonoid contents of methanol extracts from *Youngia sonchifolia* grown under different shading conditions.

개별 플라보노이드 함량을 측정한 결과 총 함량에 있어서 무차광에서는 지상부와 지하부가 각각 3.932와 3.243mgkg⁻¹로 나타나, 지상부가 지하부보다 높게 나타났다. 한편, 차광별 지상부를 측정한 결과는 무차광, 70%차광, 50%차광 순으로 나타났다. 검출된 주요한 페놀산으로는 naringin, quercetin dihydrate와 rutin으로 나타났다(표 40).

Table 40. Contents of flavonoids in methanol extracts from *Youngia sonchifolia* grown under different shading conditions.

Sample	Flavonoids (mg kg ⁻¹)			
	Naringin	Quercetin dihydrate	Rutin	Total
No Shade Shoots	3.357	0.475	0.100	3.932
No Shade Roots	2.341	0.483	0.419	3.243
50% Shade Shoots	0.649	0.485	ND	1.134
70% Shade Shoots	1.560	0.477	0.081	2.118

(나) 기능성

① 항산화성

DPPH 라디칼 소거능은 고들빼기 추출물 농도와 비례적으로 증가하는 경향이 뚜렷하였고 지상부보다는 지하부 추출물에서 더 높은 활성을 보였다. 고들빼기 지상부의 소거능을 25,000mgkg⁻¹에서 측정 한 결과, 47.7~49.8% 범위를 보였으나 차광정도별로 유의적인 차이는 인정되지 않았다. 한편, 지하부의 소거능은 무차광, 50%차광, 70%차광 순으로 나타나 같은 농도에서 활성이 각각 80.8, 73.4, 31.2%로 나타나 지상부보다 높은 활성을 보였다(그림 98).

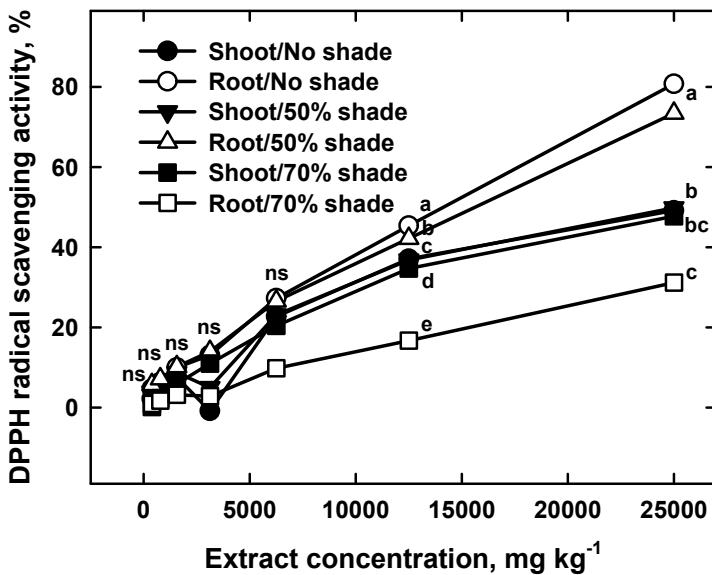


Fig. 98. DPPH radical scavenging activity of methanol extracts from the *Youngia sonchifolia* plants grown under different shading conditions.

아질산염(nitrite) 소거능은 고들빼기 지상부 추출물 5,000mgkg⁻¹에서 무차광, 50%차광, 70%차광 순으로 각각 62.7, 61.2, 57.3%로 무차광에서 더 높은 활성을 보였으나 유의적인 차이는 없었고, 지하부에서는 지상부보다 약간 더 높은 활성을 보였으며 차광별 유의적인 차이는 인정되지 않았다(그림 99).

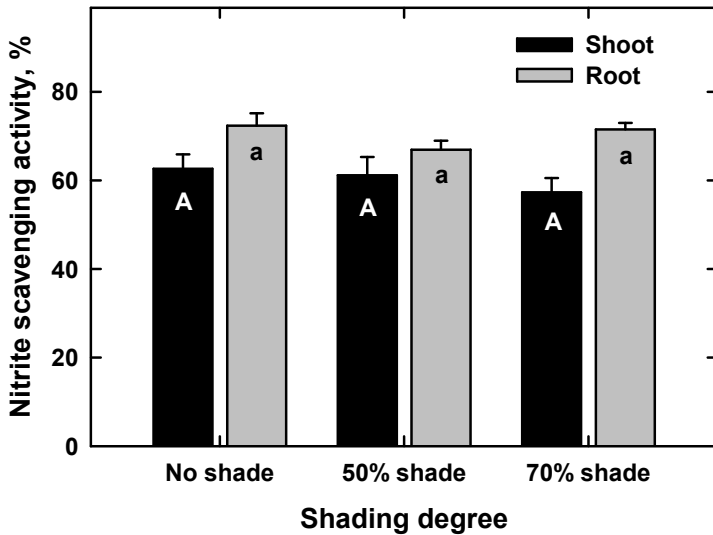


Fig. 99. Nitrite scavenging activity of methanol extracts from *Youngia sonchifolia* grown under different shading conditions.

② 항산화효소 활성

고들빼기 지상부의 Ascorbate peroxidase (APX) 활성은 무차광과 50%차광에서 노지토경과 70%차광보다 높은 활성을 보인 반면 지하부 활성은 반대로 70%차광에서 가장 높게 나타났다. 수확기의 APX 활성은 고들빼기 지상부에서는 차광이 적은 곳에서 더 높았고, 지하부에서는 차광이 큰 70%차광에서 가장 높게 나타났다. 지상부의 경우 50%차광, 무차광, 노지, 70%차광 순으로 각각 22.1, 20.1, 17.2, 10.7unit으로 나타났고 지하부에서는 70%차광, 노지, 50%차광, 무차광 순으로 각각 23.7, 16.9, 16.2, 15.6unit으로 나타났다(그림 100). 생장기의 APX 활성은 수확기보다 훨씬 높은 활성을 보였는데, 고들빼기 지상부에서는 무차광, 70%차광, 50%차광 순으로 각각 391.3, 271.9, 174.5unit으로 나타났고 지하부에서는 무차광, 50%차광, 70%차광 순으로 각각 762.6, 569.3, 389.7unit으로 나타나 지상부와 지하부 모두에서 차광보다는 무차광에서 유의적으로 높게 나타났고, 지상부보다는 지하부가 더 높은 효소 활성을 보였다(그림 101).

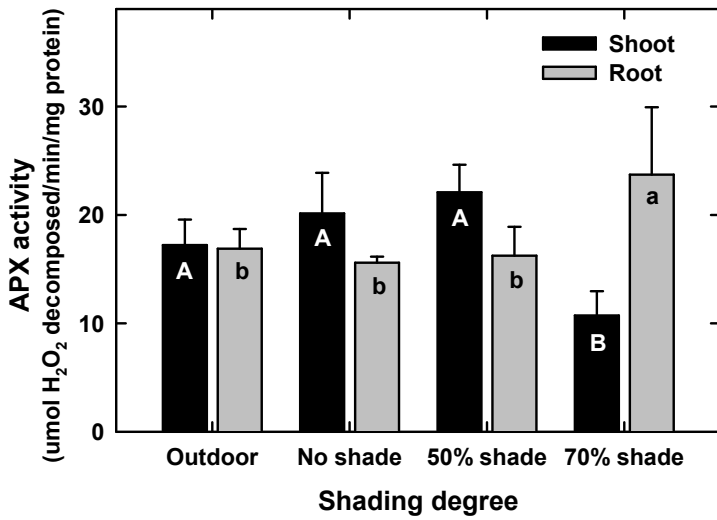


Fig. 100. APX activities in shoots and roots of *Youngia sonchifolia* under different shading degrees at late growth stage (harvest stage).

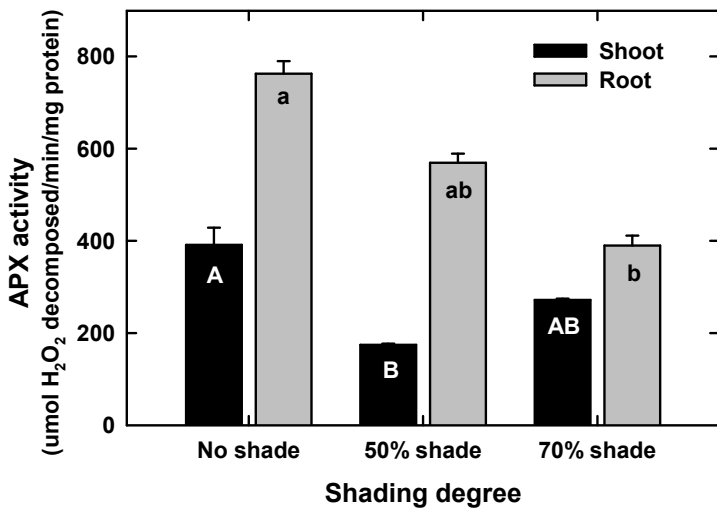


Fig. 101. APX activities in shoots and roots of *Youngia sonchifolia* under different shading degrees at early growth stage (vegetative stage).

수확기의 고들빼기 지상부의 Catalase (CAT) 활성은 50%차광에서 260.1unit으로 가장 높은 활성을 보였고 그 다음으로 노지토경 180.7, 70%차광에서 137.6, 무차광에서 92.5unit 순이었다. 하지만 지하부 활성은 노지토경, 무차광, 50%차광, 70%차광 순으로 각각 125.1, 62.5, 62.5, 55.0unit을 보여 차광이 클수록 낮은 활성을 나타냈고 지상부가 지하부보다 훨씬 높은 활성을 나타냈다(그림 102). 한편, 성장기의 CAT 활성은 수확기보다 훨씬 낮은 활성을 보였는데, 고들빼기 지상부에서는 70%차광, 무차광, 50%차광 순으로 각각 48.3, 34.2, 19.5unit으로 나타났고

지하부에서는 무차광, 50%차광, 70%차광 순으로 각각 20.0, 16.9, 16.0unit으로 나타나 지상부가 지하부보다 더 높은 효소 활성을 보였다(그림 103).

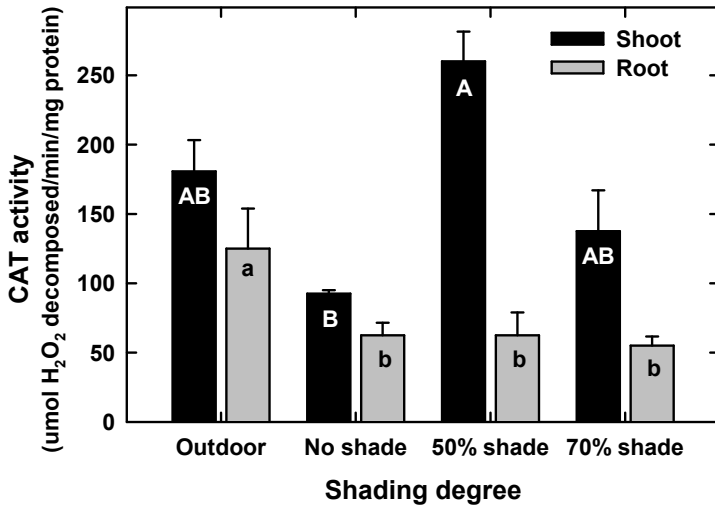


Fig. 102. CAT activities in shoots and roots of *Youngia sonchifolia* under different shading degrees at late growth stage (harvest stage).

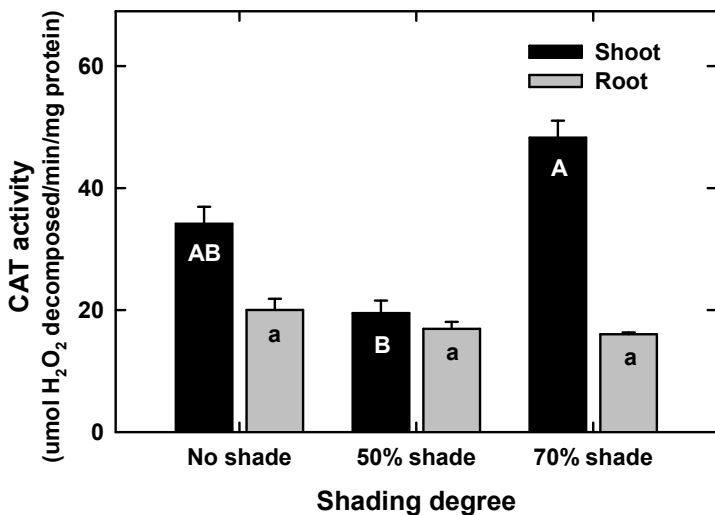


Fig. 103. CAT activities in shoots and roots of *Youngia sonchifolia* under different shading degrees at early growth stage (vegetative stage).

생장기의 POX 활성은 역시 고들빼기 지상부(8.8~26.0unit)보다 지하부(48.2~60.0unit)가 높은 활성을 보였다. 지상부의 경우 70%차광이 26.0unit으로 가장 높았고 지하부에서는 무차광이 60.0unit으로 가장 높았지만 차광별 유의성은 인정되지 않았다(그림 104).

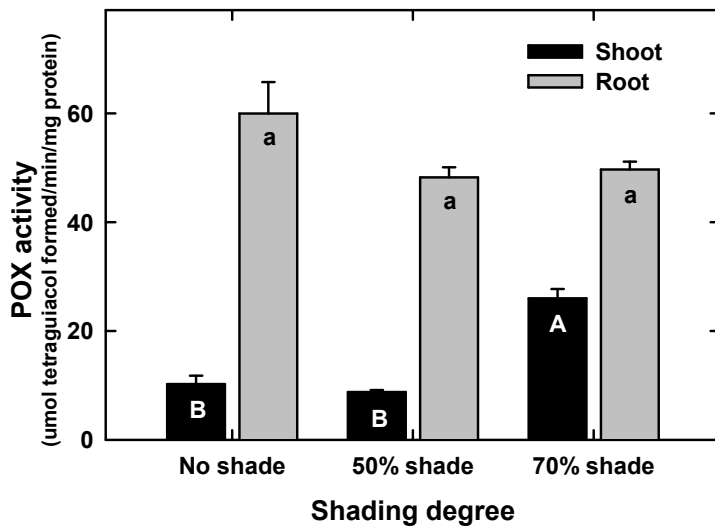


Fig. 104. POX activities in shoots and roots of *Youngia sonchifolia* under different shading degrees at early growth stage (vegetative stage).

한편, 수확기의 고들빼기 지상부의 Superoxide dismutase (SOD) 활성은 지상부와 지하부 모두에서 차광이 클수록 높은 활성을 보였고 지상부보다는 지하부가 높게 나타났다. 지상부는 차광50%와 70%에서 41.8과 42.3unit으로 노지와 무차광 각각 32.2와 33.0unit보다 유의적으로 높은 활성을 보였고, 지하부는 70%차광에서 가장 높은 46.0unit을 나타냈다(그림 106). 성장기의 SOD 활성은 역시 지상부(82.8~93.1unit)와 지하부(90.2~92.3unit)가 서로 비슷하였고 지상부와 지하부 모두에서 차광별 유의적인 차이는 인정되지 않는 것으로 나타났다(그림 106).

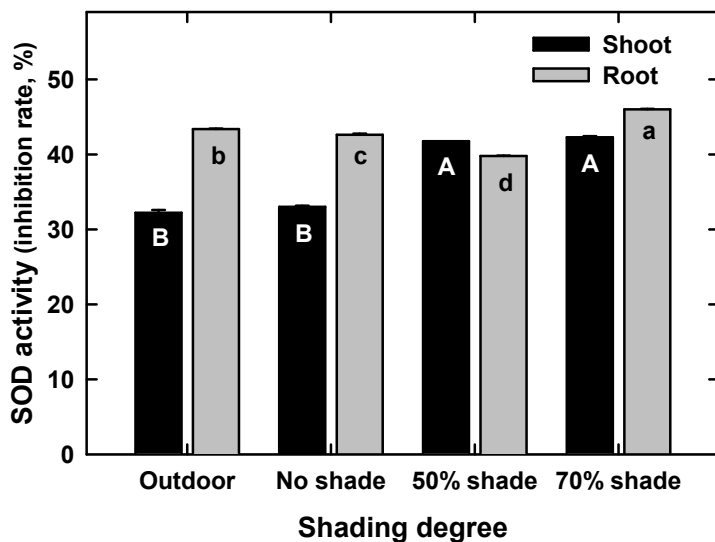


Fig. 105. SOD activities in shoots and roots of *Youngia sonchifolia* under different shading degrees at late growth stage (harvest stage).

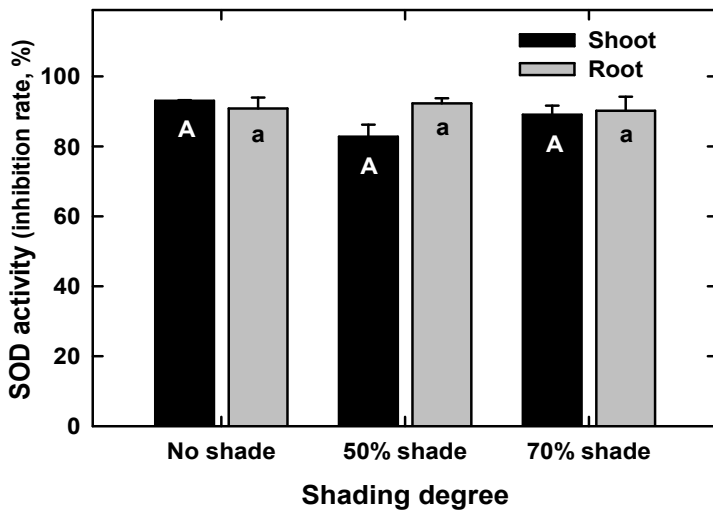


Fig. 106. SOD activities in shoots and roots of *Youngia sonchifolia* under different shading degrees at early growth stage (vegetative stage).

다. 온도별 생리활성물질 및 기능성

(1) 인삼

(가) 생리활성물질

① 폴리페놀

재배온도별 인삼의 지상부와 지하부의 총 페놀 함량을 분석한 결과 인삼은 지상부가 지하부보다 훨씬 높았고, 25℃에서 가장 높은 함량을 보였고 20℃와 30℃에서 낮은 함량을 보였다.

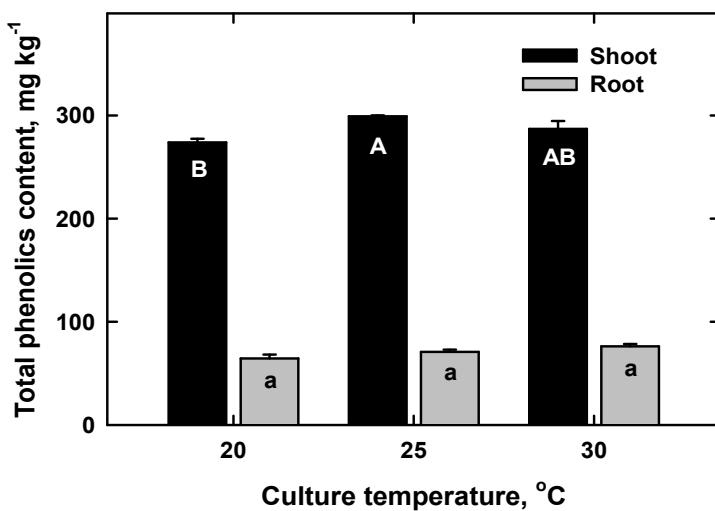


Fig. 107. Total phenolics contents of methanol extracts from *Panax ginseng* grown under different temperatures.

하지만 지하부의 경우는 온도간의 유의성 차이는 인정되지 않았다. 인삼 지상부의 총 페놀 함량은 25℃에서 299.2mgkg⁻¹으로 유의적으로 가장 높은 함량을 보였고 그 다음은 30℃에서 286.9mgkg⁻¹이었고 20℃에서 273.9mgkg⁻¹으로 나타났다.

한편, 지하부는 30℃, 25℃, 20℃순으로 각각 76.2, 70.8, 64.4mgkg⁻¹이었으나 온도간 유의적인 차이는 인정되지 않았다. 따라서 인삼의 지상부는 재배온도에 따라(특히 특정온도 25℃에서) 유의적인 폴리페놀 형성량 차이에 영향을 주지만 지하부는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다(그림 107).

② 플라보노이드

재배온도별 인삼의 지상부와 지하부의 총 플라보노이드 함량을 분석한 결과 지상부가 지하부보다 훨씬 높았고, 25와 30℃에서 가장 높은 함량을 보였고 20℃에서 낮은 함량을 보였다. 하지만 지하부의 경우는 온도간의 유의성 차이는 인정되지 않았다. 인삼 지상부의 총 플라보노이드 함량은 25℃와 30℃에서 각각 227.3과 221.5mgkg⁻¹으로 유의적으로 높은 함량을 보였고, 20℃에서는 187.7mgkg⁻¹으로 비교적 낮은 함량을 보였다. 하지만, 지하부는 30℃, 25℃, 20℃순으로 각각 10.6, 10.4, 8.7mgkg⁻¹으로 높았으나 온도간 유의적인 차이는 인정되지 않았다. 따라서 인삼의 지상부는 특정온도에서 유의적인 폴리페놀 형성량 차이에 영향을 주지만 지하부는 재배온도에 의해 영향을 받지 않는 것으로 나타났다(그림 108).

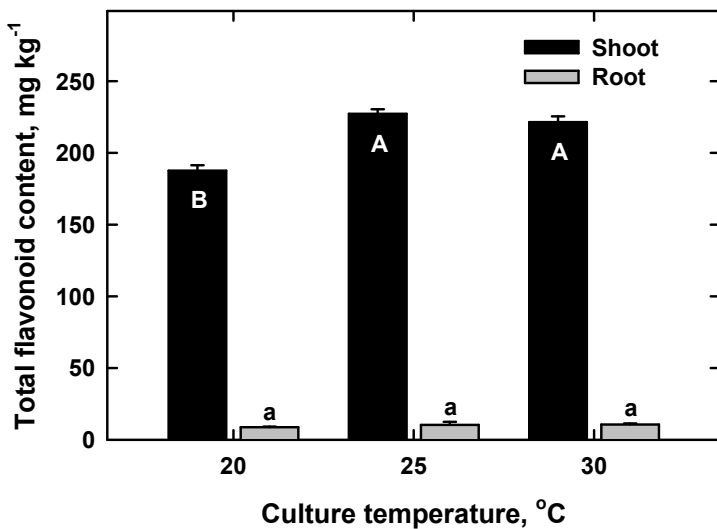


Fig. 108. Total flavonoid contents of methanol extracts from *Panax ginseng* grown under different temperatures.

(나) 기능성

① 항산화성

온도별 인삼의 지상부와 지하부의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과 추출물 313~20,000mgkg⁻¹ 범위에서 대체로 농도가 증가함에 따라 활성은 비례적으로 높게 나타났으며, 특

히 지상부(5.4~89.6%)가 지하부(0.3~25.8%)보다 유의적인 차이로 높은 활성을 보였다. 10,000mgkg⁻¹ 농도에서 25℃의 지상부와 지하부가 각각 89.6%와 11.2%를 보였고 30℃에서 각각 85.8과 11.9%였고, 20℃에서 각각 88.6와 8.9%로 나타났다. 하지만 지상부와 지하부 모두에서 온도간의 유의적인 차이는 10,000mgkg⁻¹ 이하 농도에서 지상부에서만 있었고 지하부에서는 유의성이 없는 것으로 나타났다(그림 109).

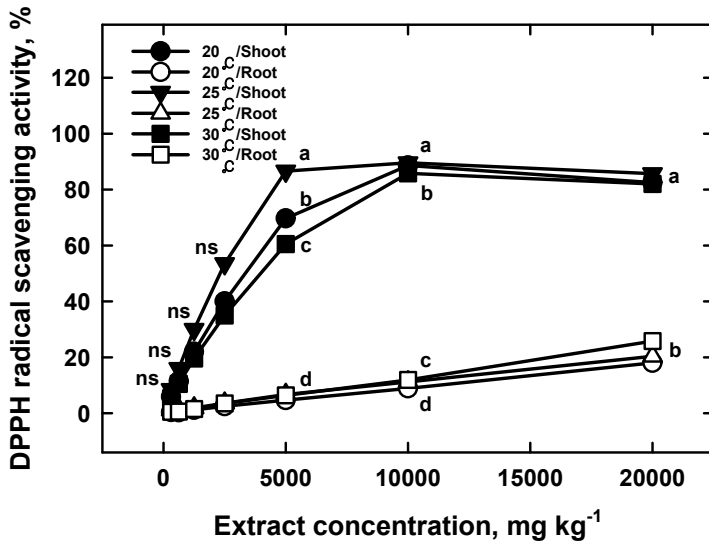


Fig. 109. DPPH radical scavenging activity of methanol extracts from the *Panax ginseng* grown under different temperatures.

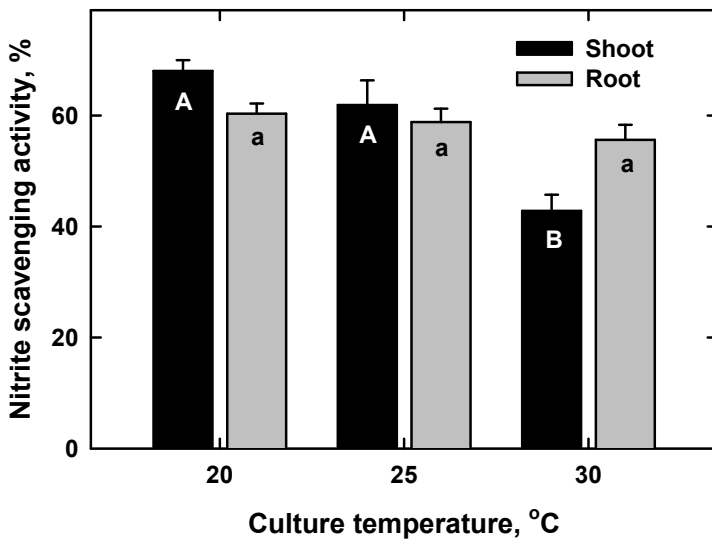


Fig. 110. Nitrite scavenging activity of methanol extracts from *Panax ginseng* grown under different temperatures.

온도별 인삼의 지상부와 지하부의 nitrite 라디칼 소거능을 분석한 결과 지상부 추출물 20,000mgkg⁻¹ 농도에서 20℃와 25℃가 30℃보다 유의적인 차이로 높은 활성을 보였으나 지하부에서는 온도간의 활성차이는 없는 것으로 나타났다. 지상부의 nitrite 라디칼 소거능은 20℃, 25℃, 30℃에서 각각 68.0, 61.9, 42.8%로 나타나 낮은 온도에서 활성이 높았고 지하부의 활성은 같은 온도에서 각각 60.4, 58.8, 55.6%순이었으나 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다 (그림 110).

② 항산화효소 활성

온도별 APX 활성은 인삼 지상부는 30℃에서 가장 높았으나 온도간의 유의성은 없었고 지하부에서는 20℃와 25℃가 30℃보다 유의적으로 높은 활성을 보였다. 인삼의 지상부 경우 30℃, 20℃, 25℃순으로 각각 1,492.9, 1,054.3, 865.5unit이었으나 유의적인 차이는 없었고 지하부에서는 20℃, 25℃, 30℃순으로 각각 1,948.6, 1,464.2, 778.5unit으로 낮은 온도에서 유의적으로 더 높은 활성을 보였다(그림 111).

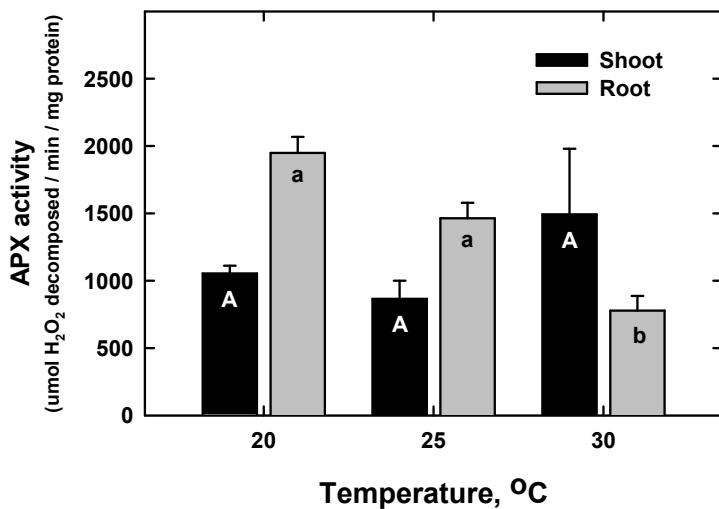


Fig. 111. APX activities in shoots and roots of *Panax ginseng* under different culture temperatures.

CAT 활성은 인삼 지상부는 25℃와 30℃가 20℃보다 유의적 높았으나 지하부에서는 20℃, 30℃, 25℃순으로 높은 활성을 보였으나 온도간의 유의성은 없는 것으로 나타났다. 인삼의 지상부의 경우 25℃와 30℃에서 각각 96.7와 65.0unit이었고, 20℃에서는 24.1unit으로 낮은 활성을 보였다. 한편 지하부는 20℃, 30℃, 25℃순으로 각각 94.9, 76.5, 76.1unit이었으나 온도간의 유의적인 차이는 없었다(그림 112).

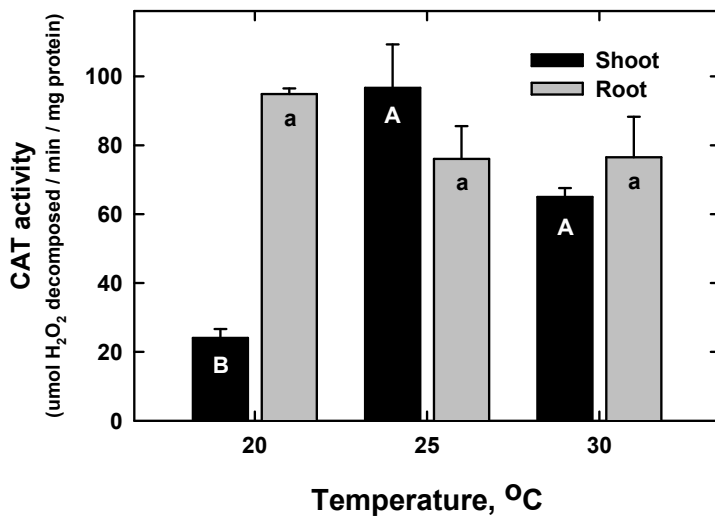


Fig. 112. CAT activities in shoots and roots of *Panax ginseng* under different culture temperatures.

POX 활성은 역시 인삼 지상부(103.3~120.6unit)가 지하부(47.3~75.4unit)보다 높은 활성을 보였다. 지상부의 경우 25°C에서 120.6unit으로 가장 높았고 그 다음이 20°C와 30°C로 각각 106.3과 103.3unit이었다. 지하부에서는 20°C, 30°C, 25°C순으로 각각 75.4, 55.3, 47.3unit으로 낮은 온도에서 유의적으로 높은 활성을 보였다(그림 113).

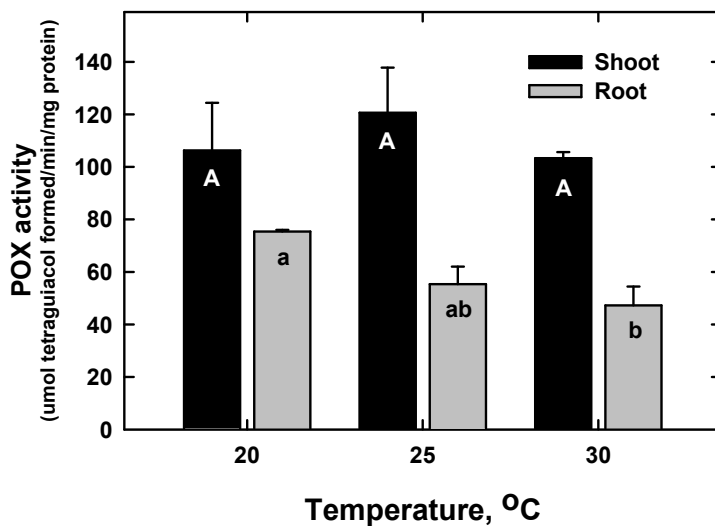


Fig. 113. POX activities in shoots and roots of *Panax ginseng* under different culture temperatures.

SOD 활성은 역시 인삼 지상부(78.3~94.8unit)가 지하부(80.2~87.2unit)보다 약간 높은 활성을 보였으나 지상부와 지하부 모두에서 온도별 유의적인 차이는 인정되지 않았다(그림 114).

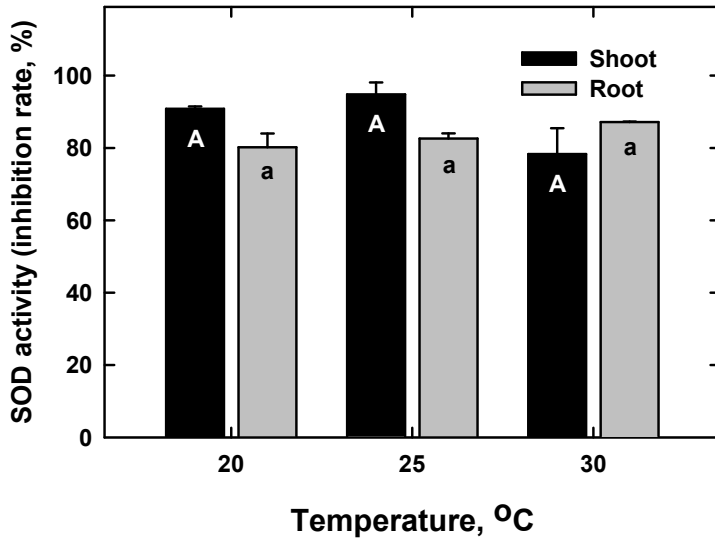


Fig. 114. SOD activities in shoots and roots of *Panax ginseng* under different culture temperatures.

(2) 고들빼기

(가) 생리활성물질

① 폴리페놀

재배온도별 고들빼기 지상부와 지하부 추출물을 chlorogenic acid를 표준물질로 총 페놀 함량을 분석한 결과 온도가 높을수록 높은 함량을 보였고, 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 함량이 검출되었다. 지상부 추출물은 30°C, 25°C, 20°C 순으로 각각 296.4, 221.8, 146.7mgkg⁻¹으로 나타나 30°C에서 유의적으로 가장 높았고 20°C에서 낮은 함량을 보였다. 지하부 추출물의 경우는 30°C, 25°C, 20°C 순으로 각각 170.7, 155.9, 120.7mgkg⁻¹으로 나타나 30°C와 25°C에서 유의적으로 높았다. 따라서 고들빼기의 지상부와 지하부는 재배온도에 따라 유의적인 폴리페놀 형성량 차이에 영향을 주는 것으로 사료된다(그림 115).

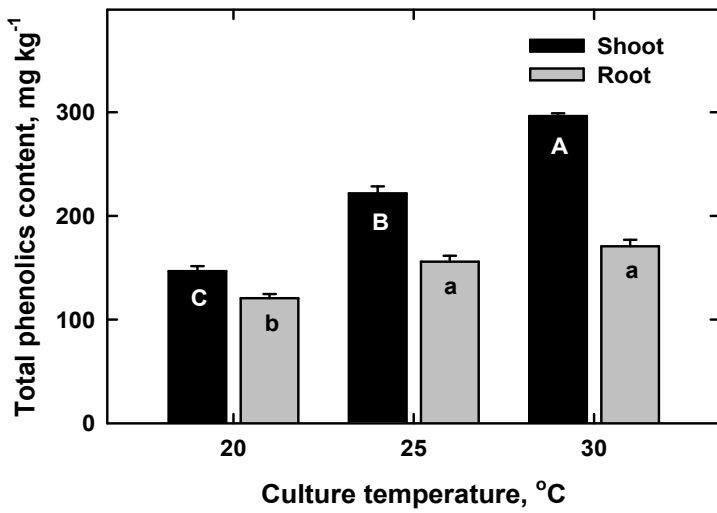


Fig. 115. Total phenolics contents of methanol extracts from *Youngia sanchifolia* grown under different temperatures.

② 플라보노이드

재배온도별 고들빼기 지상부와 지하부의 총 플라보노이드 함량을 분석한 결과, 총 페놀 함량과 유사한 경향을 보였으며 온도가 높을수록 높은 함량을 보였고, 지상부(88.9~165.7mgkg⁻¹)가 지하부(17.5~43.1mgkg⁻¹)보다 유의적인 차이로 높은 함량이 검출되었다. 지상부 추출물은 25°C, 30°C, 20°C 순으로 나타나 25°C에서 165.7mgkg⁻¹으로 가장 높은 함량을 보였고 지하부 추출물의 경우는 30°C, 20°C, 25°C 순으로 30°C에서 43.1mgkg⁻¹으로 나타나 가장 높았다. 따라서 고들빼기의 지상부와 지하부는 재배온도에 따라 유의적인 플라보노이드 형성량 차이에 영향을 주는 것으로 나타났다(그림 116).

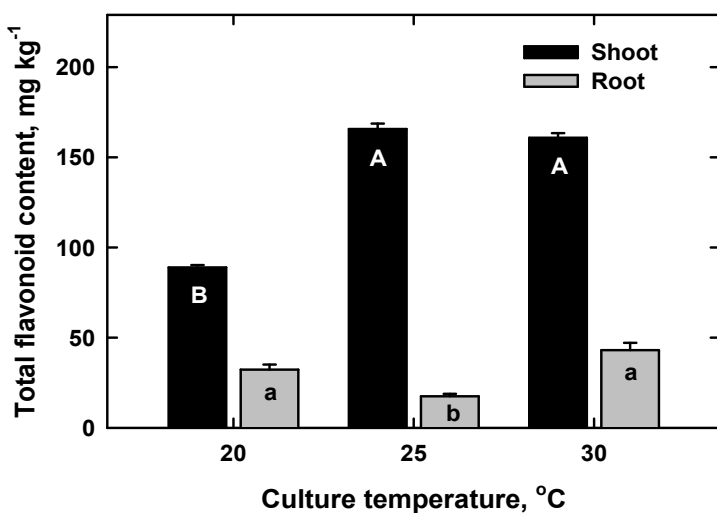


Fig. 116. Total flavonoid contents of methanol extracts from *Youngia sanchifolia* grown under different temperatures.

(나) 기능성

① 항산화성

온도별 고들빼기의 지상부와 지하부의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과, 농도가 증가함에 따라 활성은 비례적으로 증가하였고 30°C와 20°C에서 지상부와 지하부 모두에서 높은 활성을 보인 것으로 나타났다. 5,000mgkg⁻¹ 농도에서 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 활성을 보였고, 지상부 중에서 30°C와 20°C가 각각 86.8과 76.1%를 보였고, 29.5%를 보인 25°C보다 유의적으로 높은 활성을 보였다. 지하부에서 역시 30°C와 20°C가 각각 60.2와 43.2%를 보여 25°C의 28.6%보다 높게 나타나 지상부와 지하부 모두 25°C에서는 가장 낮은 활성을 보였다(그림 117).

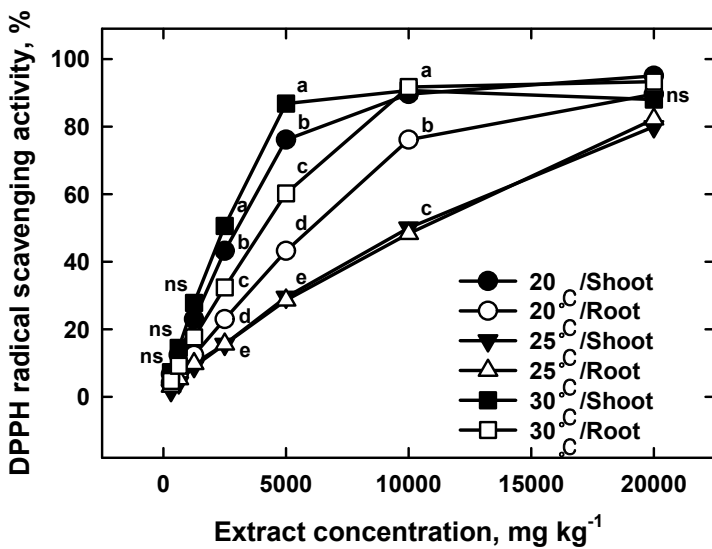


Fig. 117. DPPH radical scavenging activity of methanol extracts from the *Youngia sonchifolia* grown under different temperatures.

온도별 고들빼기의 지상부와 지하부 추출물 20,000mgkg⁻¹ 농도의 nitrite 라디칼 소거능을 분석한 결과, DPPH 라디칼 소거능과 다른 양상을 보여, 지하부(45.5~62.6%)가 지상부(58.9% 이하)보다 유의적인 차이로 높은 활성을 보였고, 지상부 중에서 20°C만 58.9%의 높은 활성을 보였고 30°C와 25°C에서 활성은 매우 낮거나 없었다. 한편, 지하부에서 20°C, 30°C, 25°C순으로 각각 62.5, 50.7, 45.5%를 보여 지상부보다 높게 나타났다(그림 118).

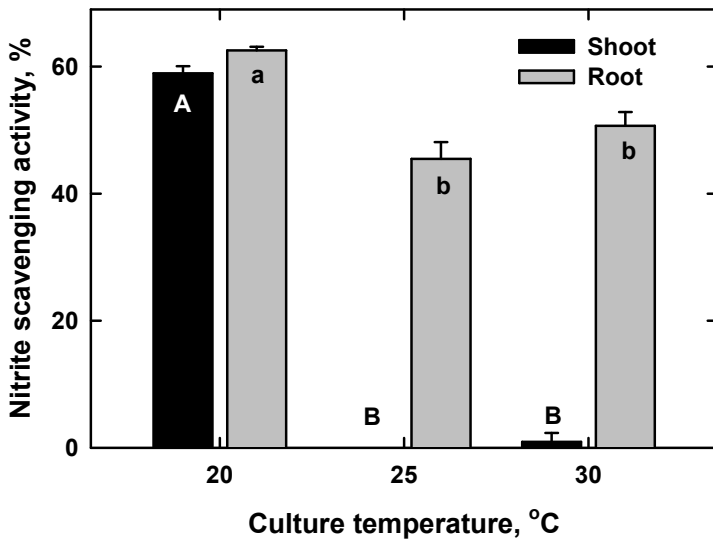


Fig. 118. Nitrite scavenging activity of methanol extracts from *Youngia sonchifolia* grown under different temperatures.

라. 연령별 또는 부위별 생리활성물질 및 기능성

(1) 인삼의 연령별 생리활성물질 및 기능성

(가) 생리활성물질

① 일반성분

인삼의 연령별 조단백질은 지하부에서, 조지방, 조섬유와 조회분 함량은 지상부가 더 높았으나 연령간의 특별한 경향은 없는 것으로 나타났다(표 41).

조단백질 함량은 5년생 지상부와 지하부에서 각각 13.48%와 13.84%로 가장 높았고 그 다음이 4년생 지상부와 지하부로 각각 12.18%와 13.16%로 나타났다(표 41).

조지방 함량은 1년생 지상부가 1.53%로 가장 높았고, 2년생 지상부가 1.32%, 5년생 지상부가 1.26% 순으로 나타났다. 그리고 지하부에서는 1년생 1.10%, 5년생 0.86%, 6년생 0.76%로 나타났다. 따라서 대체로 연령이 증가함에 따라 지상부와 지하부의 조지방은 감소하는 경향을 보였다(표 41).

조섬유는 4년생 지상부가 17.83%로 가장 높았고 3년생 지상부가 15.46%, 6년생 지상부가 14.28%, 5년생 지상부가 12.80% 순으로 나타났다. 그리고 지하부에서는 1년생 2.53%, 4년생 4.15%, 5년생 4.36%로 나타났다. 대체로 연령이 증가함에 따라 지상부와 지하부의 조섬유는 증가하는 경향이 뚜렷하였다(표 41).

한편 조회분은 지상부는 4년생이 11.64%로 가장 높았으나 대체로 연령이 증가함에 따라 지상부와 지하부 모두 조회분은 감소하는 경향이 뚜렷하였다 (표 41).

Table 41. Proximate compositions of *Panax ginseng* at the different ages.

Plant part	Plant age	Unit: %, dry weight			
		Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Crude ash
Shoot	1	11.27 ± 0.02 c	1.53 ± 0.03 a	8.75 ± 0.01 f	9.61 ± 0.03 c
	2	10.26 ± 0.03 e	1.32 ± 0.01 b	11.46 ± 0.02 e	10.13 ± 0.02 b
	3	9.26 ± 0.02 f	1.02 ± 0.01 d	15.46 ± 0.06 b	9.13 ± 0.02 d
	4	12.18 ± 0.03 b	0.95 ± 0.01 e	17.83 ± 0.07 a	11.64 ± 0.03 a
	5	13.48 ± 0.04 a	1.26 ± 0.02 c	12.80 ± 0.03 d	8.46 ± 0.02 e
	6	10.87 ± 0.02 d	1.03 ± 0.01 d	14.28 ± 0.05 c	6.74 ± 0.01 f
	LSD _{0.05}		0.10	0.06	0.16
Root	1	12.99 ± 0.03 c	1.10 ± 0.02 a	2.53 ± 0.01 e	6.23 ± 0.01 e
	2	13.26 ± 0.03 b	0.64 ± 0.00 e	4.40 ± 0.01 a	8.71 ± 0.02 a
	3	12.10 ± 0.04 d	0.71 ± 0.01 d	3.23 ± 0.02 d	8.54 ± 0.01 c
	4	13.16 ± 0.03 b	0.72 ± 0.01 cd	4.15 ± 0.02 b	8.05 ± 0.02 d
	5	13.84 ± 0.05 a	0.86 ± 0.01 b	4.36 ± 0.01 a	8.59 ± 0.01 b
	6	9.22 ± 0.02 e	0.76 ± 0.01 c	3.83 ± 0.01 c	8.57 ± 0.01 bc
	LSD _{0.05}		0.12	0.04	0.05

② 폴리페놀

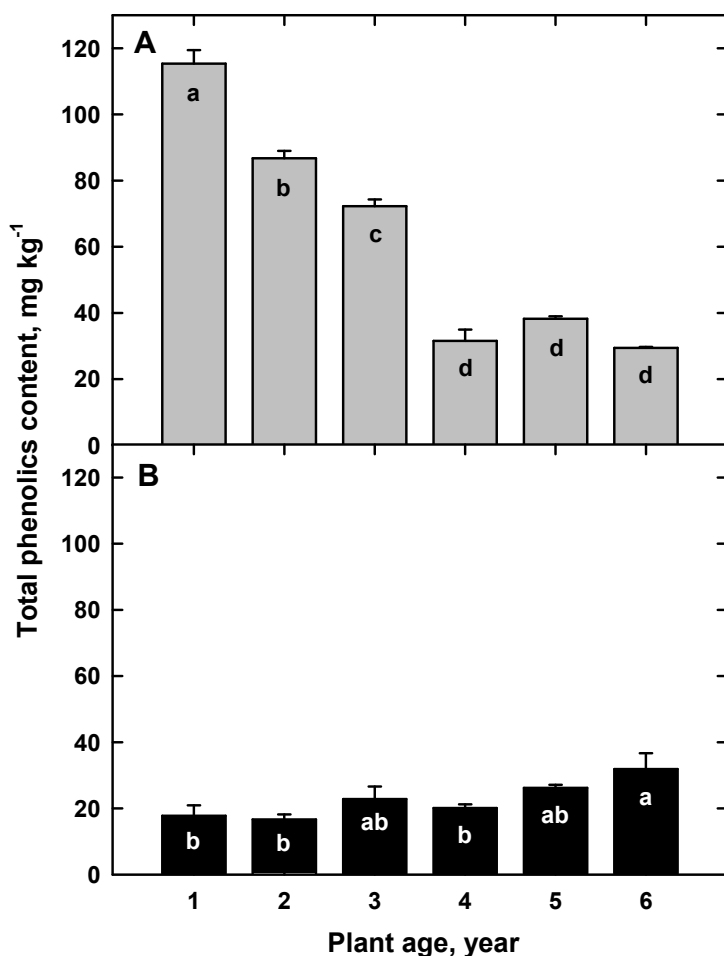


Fig. 119. Total phenolics contents of methanol extracts from shoot (A) and root (B) parts of *Panax ginseng* at different plant ages.

연령별 인삼의 지상부와 지하부의 chlorogenic acid를 표준물질로 총 페놀함량 분석한 결과 지상부(29.4~115.4mgkg⁻¹)가 지하부(16.7~31.9mgkg⁻¹)보다 높은 함량을 보였고 지상부는 연령이 낮을수록 지하부는 연령이 높을수록 높은 함량을 보였다. 특히, 1년생 지상부는 115.4mgkg⁻¹으로 4, 5, 6년생 각각 31.6, 38.2, 29.4mgkg⁻¹의 3배 이상으로 높은 함량을 보였고, 반대로 지하부의 6년근 31.9mgkg⁻¹은 1, 2년근 17.8과 16.7mgkg⁻¹의 1.5배 이상 높은 함량을 보였다(그림 119).

③ 플라보노이드

연령별 인삼의 총 플라보노이드 함량은 총 페놀 함량의 결과와 유사한 경향을 보여, 지상부가 지하부보다 유의적으로 높은 함량을 보였고, 지상부는 연령이 낮을수록 높은 함량을 보였고 지하부는 일정한 경향이 없이 낮은 함량 분포를 보였다. 특히, 지상부의 1년생은 138.6mgkg⁻¹으로 가장 높은 함량을 보였고 그 다음이 2, 3년생 순으로 각각 106.5, 68.0mgkg⁻¹으로 나타났다(그림 120).

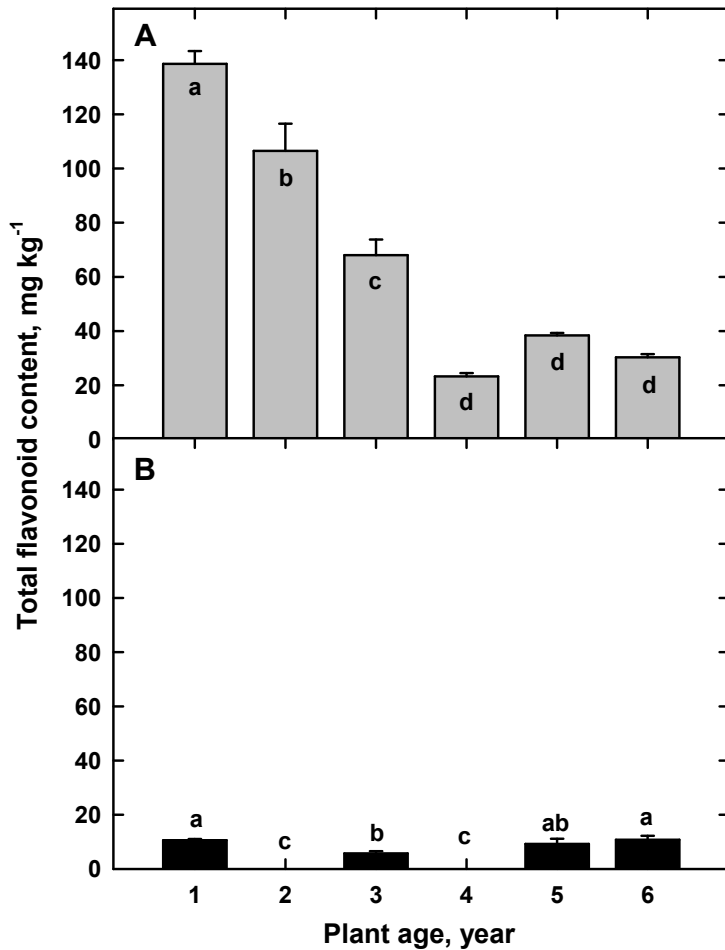
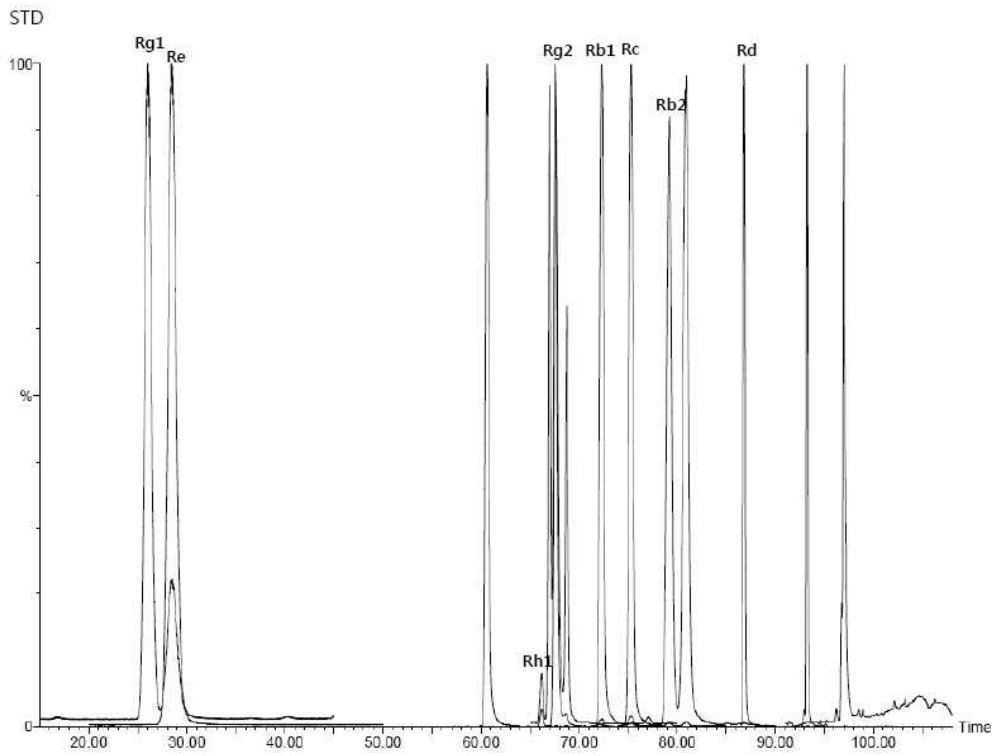


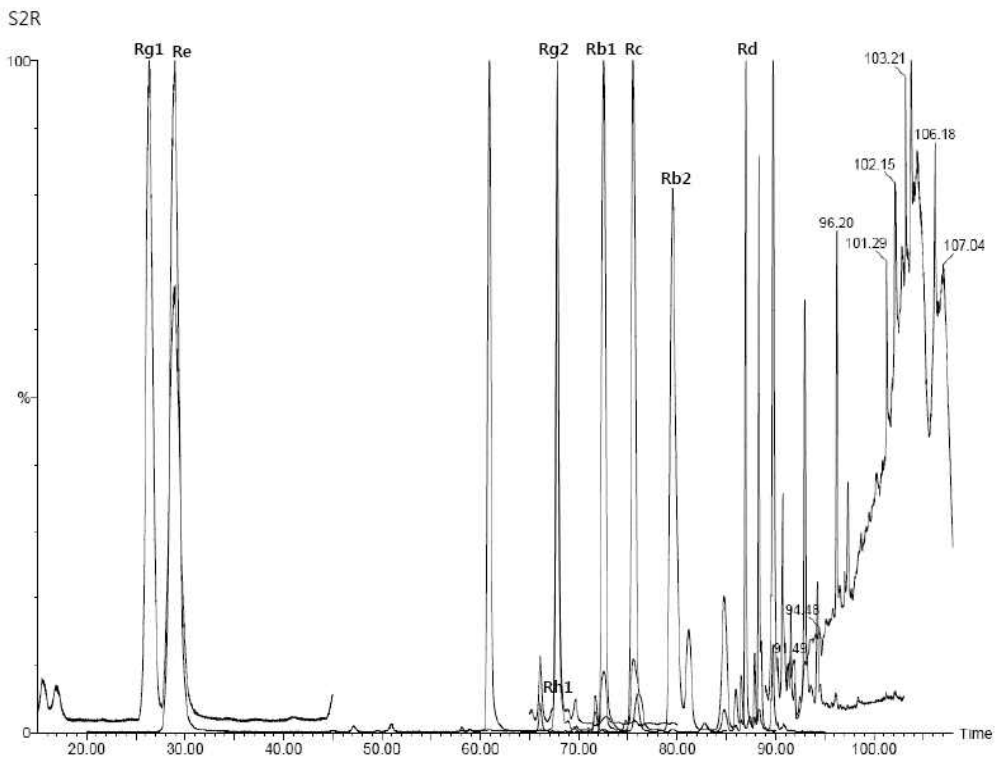
Fig. 120. Total flavonoid contents of methanol extracts from shoot (A) and root (B) parts of *Panax ginseng* at different plant ages.

④ 사포닌

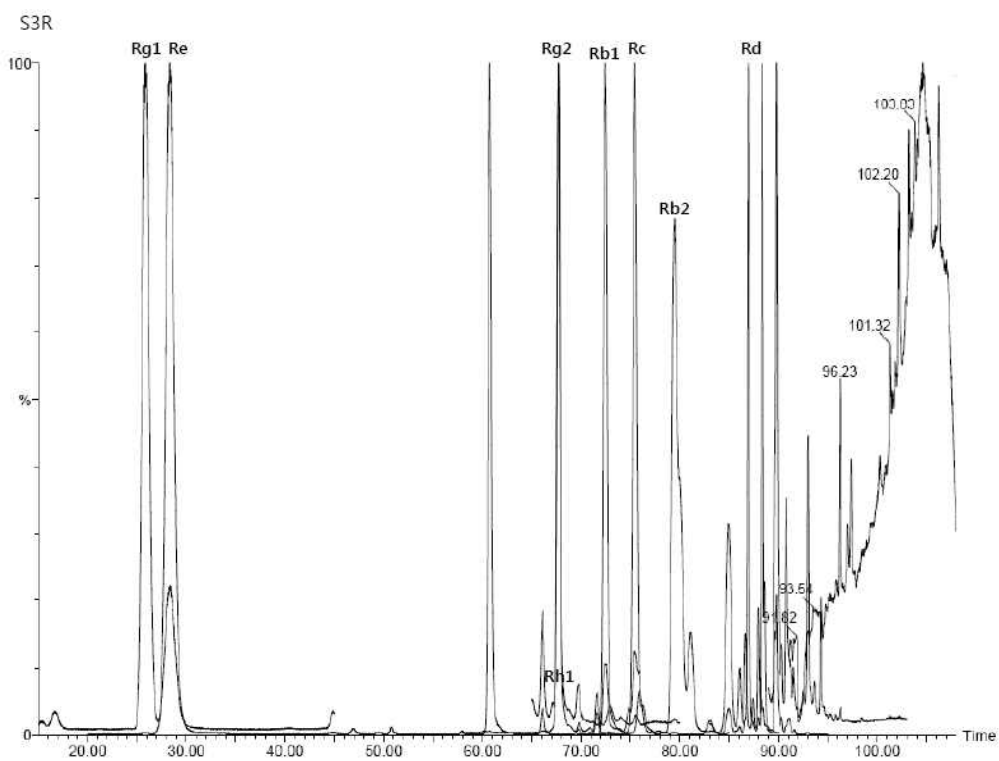
A



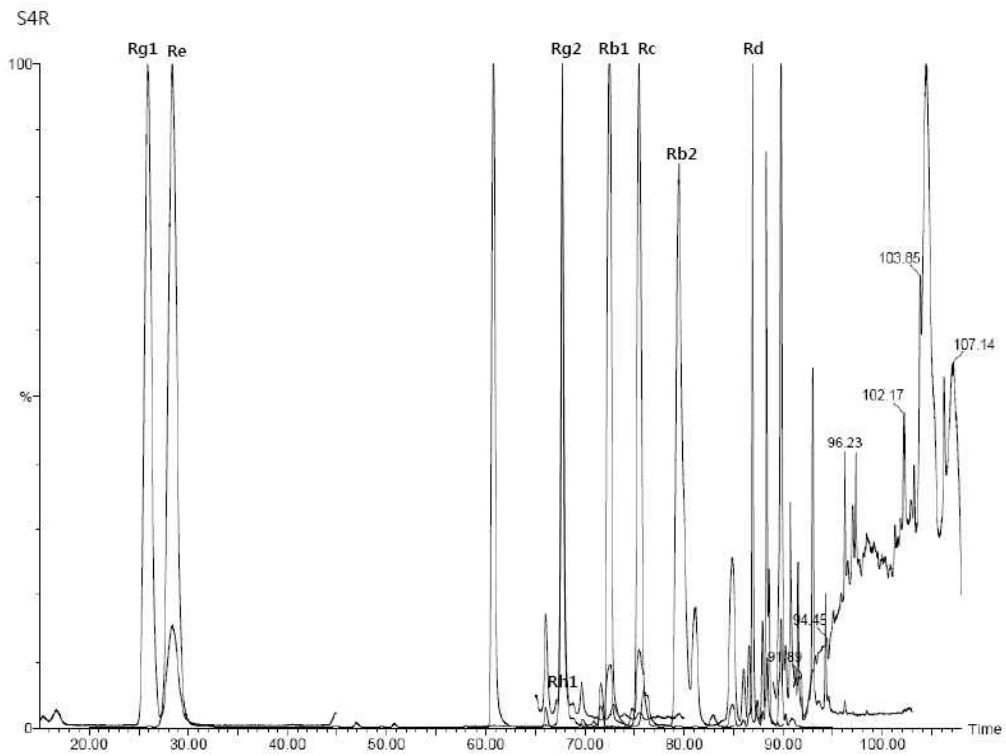
B



C



D



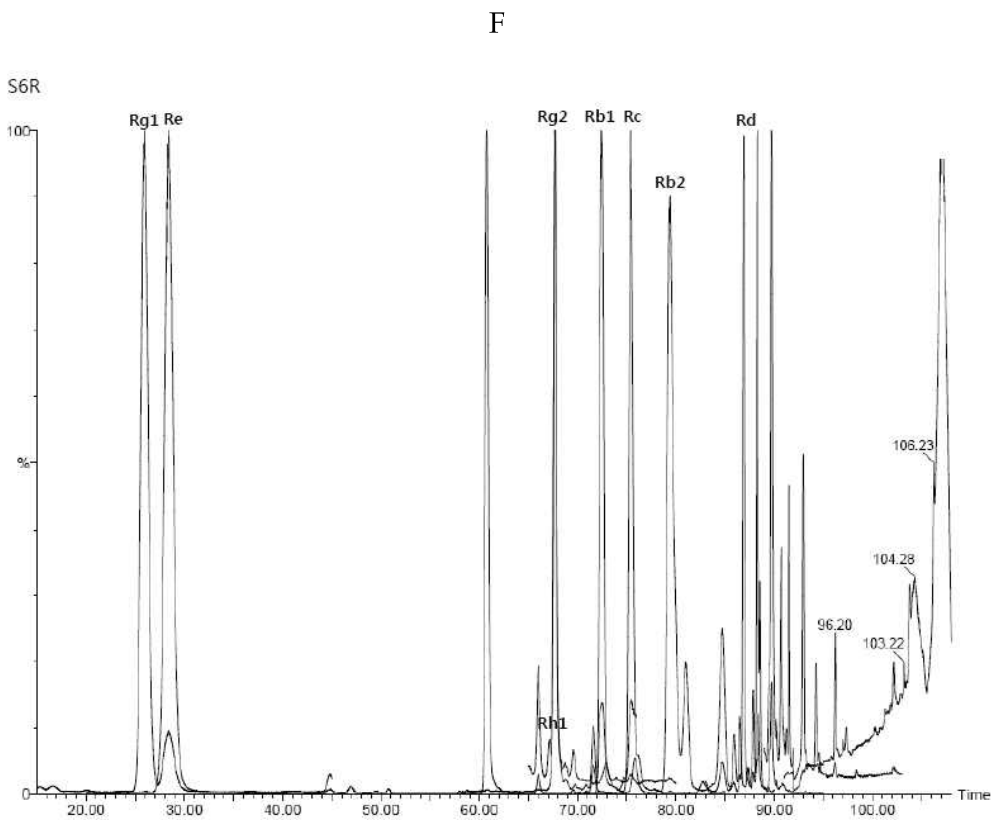
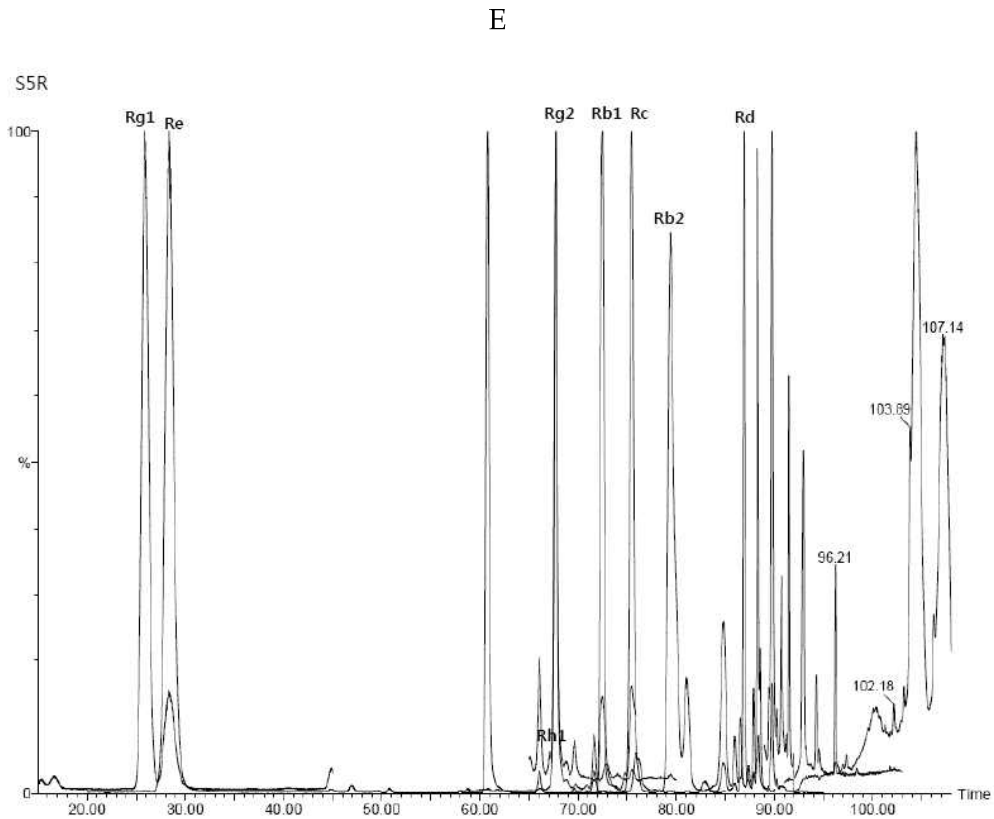


Fig. 121. Ginsenosides chromatogram patterns of raw ginseng roots at different plant ages, standard (A), 2-yr (B), 3-yr (C), 4-yr (D), 5-yr (E), and 6-yr (F).

인삼연령별 인삼의 지상부 및 지하부의 ginsenoside 8종의 함량은 다음과 같다. 총 사포닌 함량으로 봤을 때 지하부(10.8~16.8mg/g)보다는 지상부(46.9~72.7mg/g)에서 높게 나타났다. 지상부는 낮은 연령일수록, 지하부는 높은 연령일수록 높은 함량을 보였다. 지상부의 총 사포닌 함량은 2년생이 72.7mg/g으로 가장 높은 함량을 보였고, 그 다음이 3, 4, 5, 6년생으로 각각 71.3, 69.9, 58.4, 46.9mg/g 순으로 나타났다. 반대로 지하부는 6년생이 16.8mg/g으로 가장 높은 함량을 보였고, 그 다음이 5, 4, 3, 2년생으로 각각 16.1, 15.5, 12.2, 10.8mg/g 순으로 나타났다. 한편, Rb₁+Rb₂+Rc+Rd의 protopanaxadiol(PD)계와 Re+Rg₁+Rg₂+Rh₁의 protopanaxatriol(PT)계의 비율 PD/PT를 보면, 지상부에서 사포닌은 PT계가 높은 함량을 보였고 2년생이 0.889로 가장 높았고, 6년생이 0.46으로 가장 낮았으나 반대로 지하부의 경우는 대부분이 PD계가 높은 함량을 보인 것으로 나타났다. 이는 PD계열이 지하부에 높은 비율을 분포한 것으로 해석된다. 한편, 각 개별적인 ginsenoside 중에서 연령과 지상부와 지하부 식물 부위에 관계없이 모두에서 Re가 가장 높은 함량을 보였고 그 다음이 Rd, Rg₁, Rb₂, Rc, Rb₁ 순으로 나타났고 Rg₂와 Rh₁은 각각 미량으로 검출되었다(표 42).

Table 42. Content of ginsenosides from *Panax ginseng* shoot and root parts at different plant ages.

(Unit: dry basis)

Plant part	Plant age	Total saponin ¹⁾	PD/PT ²⁾	Ginsenoside content (mg %)							
				Rb ₁	Rb ₂	Rc	Rd	Re	Rg ₁	Rg ₂	Rh ₁
Shoot	2	72.702	0.889	2.199	5.883	5.711	20.417	26.606	10.895	0.596	0.395
	3	71.325	0.832	1.911	5.894	5.674	18.914	27.302	10.526	0.652	0.452
	4	69.943	0.777	1.622	5.904	5.637	17.410	27.998	10.157	0.707	0.508
	5	58.407	0.636	1.323	4.392	4.281	12.717	24.827	9.626	0.684	0.557
	6	46.864	0.464	1.023	2.879	2.924	8.023	21.655	9.095	0.660	0.605
Root	2	10.752	0.960	1.525	1.594	1.482	0.666	3.534	1.434	0.301	0.216
	3	12.174	1.079	1.930	1.934	1.461	0.994	3.246	2.286	0.237	0.086
	4	15.530	1.092	2.841	2.396	1.851	1.020	3.922	3.072	0.275	0.153
	5	16.058	1.020	3.066	2.855	1.488	0.699	3.932	3.779	0.207	0.032
	6	16.843	1.009	3.343	2.965	1.496	0.654	3.903	4.047	0.244	0.191

1) Total saponin: Rb₁+Rb₂+Rc+Rd+Re+Rg₁+Rg₂+Rh₁

2) PD(protopanaxadiol): Rb₁+Rb₂+Rc+Rd, PT(protopanaxatrio group): Re+Rg₁+Rg₂+Rh₁

이와 같은 결과는 Shi 등(2007)이 인삼의 뿌리, 잎, 줄기, 근모 등을 대상으로 하여 1~5년생 연령별 ginsenoside류 Rg₁, Re, Rb₁, Rc, Rb₂, Rb₃와 Rd함량을 측정하여 비교한 결과와 유사한 경향을 보였다. 즉, 잎과 근모 부위가 다른 뿌리나 줄기보다 ginsenoside 함량이 더 높았으며, 뿌리와 근모에서는 1년생에서 5년생으로 갈수록 증가하였으나 잎에서는 오히려 연령이 높을수록 오히려 감소한다고 보고한 바 있다. 또 다른 문헌(Park et al., 1990; Park et al., 2004; Xie et al., 2004)에서도 인삼의 잎으로부터 다당류, phenolics, flavonoids 및 ginsenoside가 풍부하게 함유되어 있음을 보고한 바 있다.

(나) 기능성

① 항산화성

인삼연령별 지상부의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과 지상부의 경우 3년생이 추출물 2,500mgkg⁻¹에서 82.8%로 가장 높은 활성을 보였고 그 다음이 1년생 75.3%와 2년생 68.7% 순으로 높은 활성을 보였으나 나머지 4, 5, 6년생은 40%이하의 낮은 활성을 보였다. 한편, 지하부 (14.8~39.4%)는 지상부보다 낮은 활성을 보였고, 5년생, 6년생, 4년생, 3년생, 2년생, 1년생 순으로 각각 39.3, 36.8, 24.2, 18.6, 15.8, 14.8%로 나타났다(그림 122). 따라서 인삼의 지상부는 낮은 연령에서, 지하부는 높은 연령에서 높은 DPPH 라디칼 소거능을 보였다.

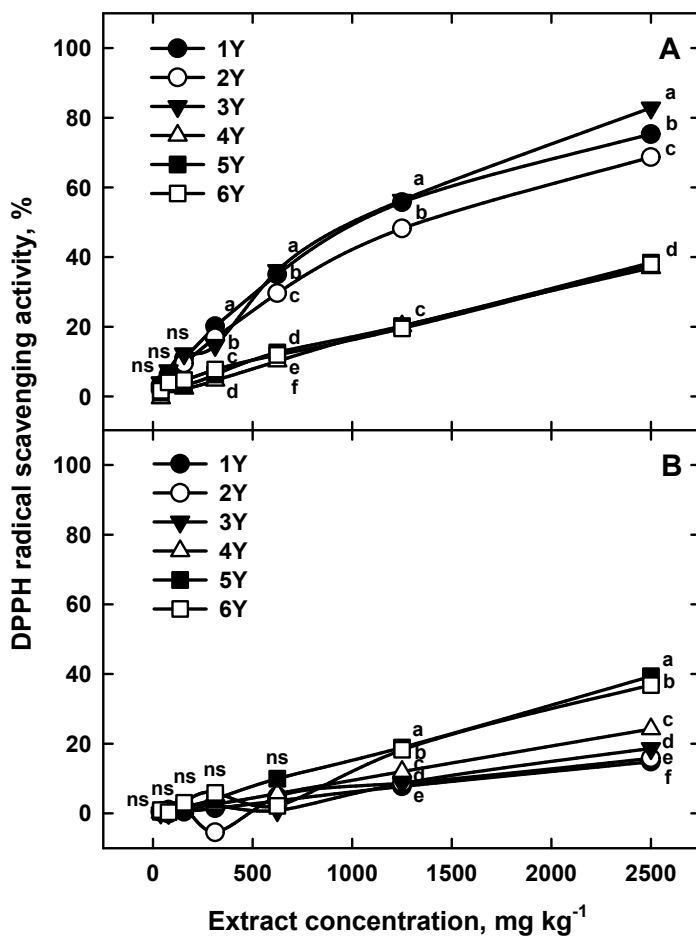


Fig. 122. DPPH radical scavenging activity of various fractions from shoot (A) and root (B) parts of *Panax ginseng* at different plant ages.

인삼연령별 아질산염 소거능을 $1,000\text{mgkg}^{-1}$ 농도로 분석한 결과 지상부(66.0~75.3%)에서 연령간 유의적인 차이는 경미하게 인정되었으나 지하부(74.4~77.5%)에서 연령간 유의성은 없는 것으로 나타났다(그림 123).

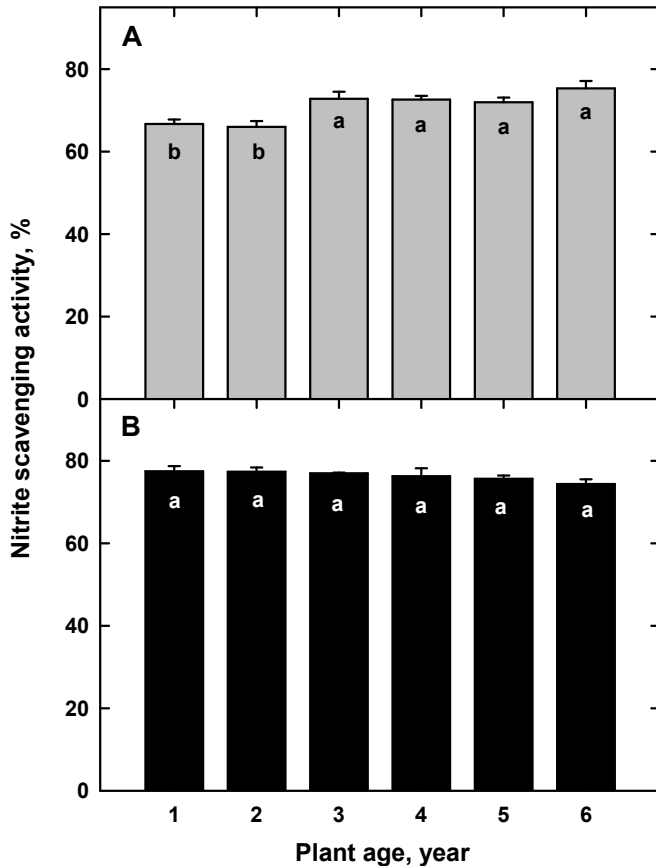


Fig. 123. Nitrite scavenging activity of methanol extracts from shoot (A) and root (B) parts of *Panax ginseng* at different plant ages.

Jung 등(2005)과 Jung 등(2006)은 재배인삼과 야생인삼 에틸아세테이트층 분획물로부터 높은 DPPH 라디칼 소거능을 확인하였고 재배인삼 잎보다 야생인삼 잎의 에틸아세테이트층에서 더 많은 페놀과 플라보노이드 함량이 검출되었고, 플라보노이드 중에서 aglycone 계통의 quercetin과 kaempferol이 함유되어 있는 것으로 보고하였다.

② 항산화효소 활성

인삼연령별 APX 활성은 인삼 지하부(425.5~769.2unit)가 지상부(96.3~455.7unit)보다 높은 활성을 보였다. 지상부는 6년생에서 455.7unit으로 가장 높은 활성을 보였고, 3년생은 96.3unit으로 가장 낮은 활성을 보여 높은 연령에서 유의적으로 높은 활성을 보였고, 지하부에서는 5년생이 769.2unit을 보여 가장 높았고 2년생이 425.5unit을 보여 유의적으로 가장 낮은 활성을 보였다(그림 124).

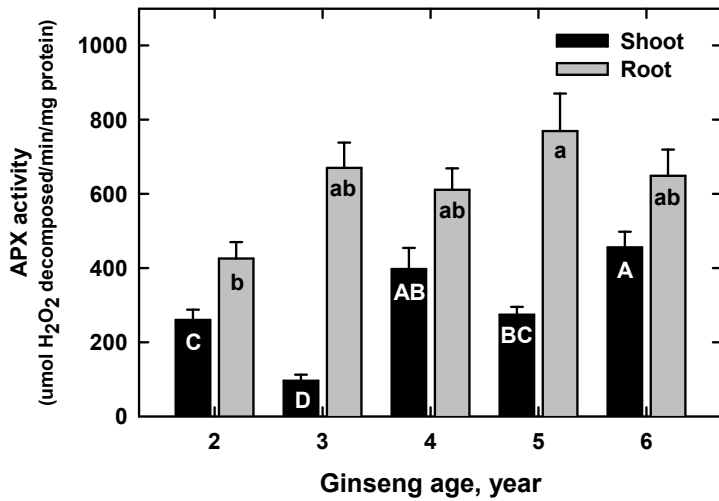


Fig. 124. APX activities in shoots and roots of *Panax ginseng* at different ages.

CAT 활성은 APX와 반대로 인삼 지상부(90.0~132.7unit)가 지하부(21.9~46.9unit)보다 높은 활성을 보였다. 인삼 지상부는 2년생이 132.7unit으로 가장 높았고 6년생이 90.0unit으로 가장 낮아 낮은 연령에서 높은 활성을 보였으나 유의적인 차이는 아니었다. 하지만, 지하부에서는 3년생이 46.9unit으로 가장 높았고 6년생이 21.9unit으로 가장 낮은 활성을 보여 역시 낮은 연령에서 유의적으로 높은 활성을 보인 것으로 나타났다(그림 125).

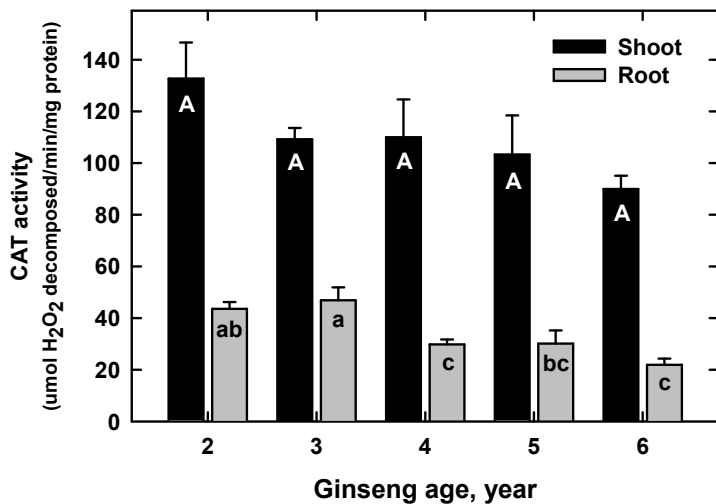


Fig. 125. CAT activities in shoots and roots of *Panax ginseng* at different ages.

POX 활성은 역시 인삼 지상부(78.7~175.9unit)가 지하부(10.0~32.6unit)보다 높은 활성을 보였다. 지상부의 경우 4년생의 경우에서 175.9unit으로 유의적으로 가장 높았고 그 다음이 3, 6, 5, 2년생 순으로 각각 125.1, 99.4, 95.5, 78.7unit이었다. 지하부에서는 3년생이 32.6unit으로 유의적

으로 가장 높았고 그 다음이 2, 5, 4, 6년생 순으로 각각 29.4, 19.9, 16.5, 10.0unit이어서 비교적 낮은 연령에서 유의적으로 높은 활성을 보였다(그림 126).

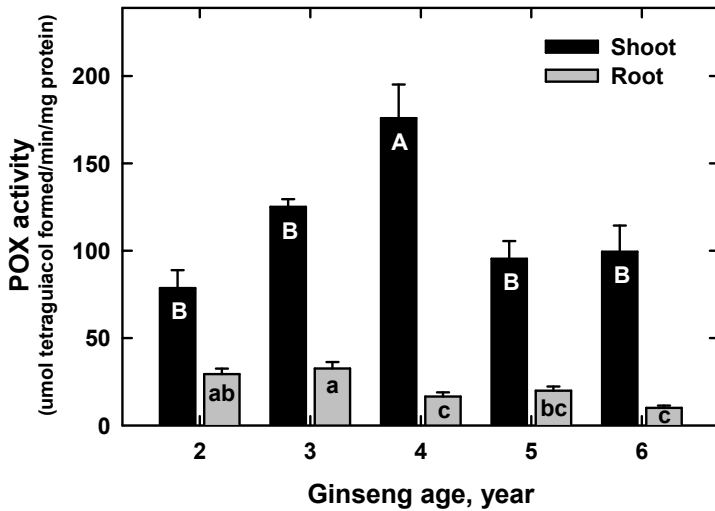


Fig. 126. POX activities in shoots and roots of *Panax ginseng* at different ages.

SOD 활성은 반대로 인삼 지하부(82.9~91.7unit)가 지상부(42.9~69.8unit)보다 높은 활성을 보였다. 지상부의 경우 6년생과 5년생이 각각 69.8과 65.8unit으로 가장 높았고 그 다음이 4, 3, 2년생 순으로 각각 52.5, 47.1, 42.9unit으로 높은 연령에서 유의적으로 높은 활성을 보이는 경향이였다. 지하부에서는 4년생이 91.7unit으로 가장 높았고 6년생이 82.9unit으로 가장 낮았으나 연령간의 유의성은 인정되지 않았다(그림 127).

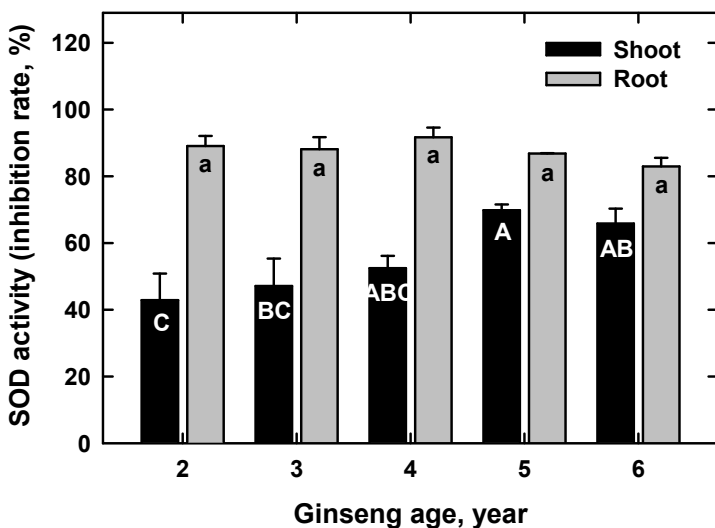


Fig. 127. SOD activities in shoots and roots of *Panax ginseng* at different ages.

③ 항암성

한편, 인삼 연령별 근권부의 세포 생존율은 2년근과 5년근에서 비교적 낮게 나타났으나 일정한 경향을 보이질 않았다.

인삼연령별 지하부 추출물 1,000mgkg⁻¹ 농도에서 폐암 세포주(Calu-6)에 대한 세포독성은 62.8% 억제를 보인 5년생에서 가장 높았고, 다음이 2년생이 41%를 억제하였으나 나머지 연령에서는 15%이하의 억제율을 보였다(그림 128).

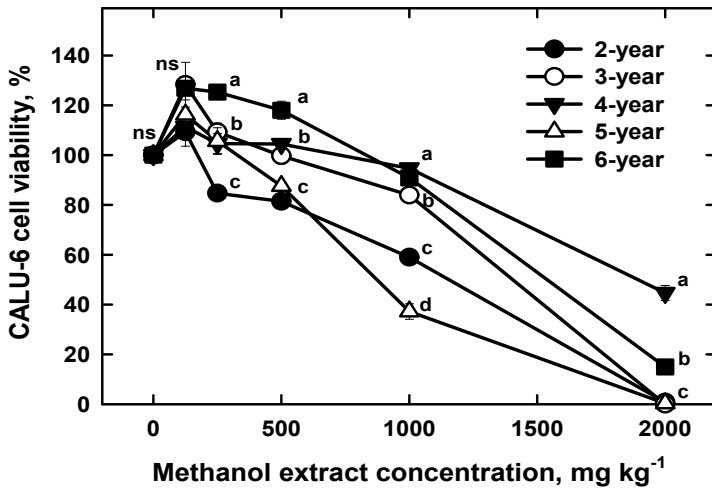


Fig. 128. Cytotoxic effect of methanol extracts from root parts of *Panax ginseng* at different ages on human cancer cell line, Calu-6 for human pulmonary carcinoma.

한편, 지하부 추출물 2,000mgkg⁻¹ 농도에서 대장암 세포주(HCT-116)에 대한 억제율은 3년생, 2년생, 5년생, 4년생, 및 6년생 순으로 각각 78.1, 43.2, 24.4, 13.6, 7.3%로 나타나 3년생이 가장 높았고, 6년생이 가장 낮은 것으로 나타났다(그림 129).

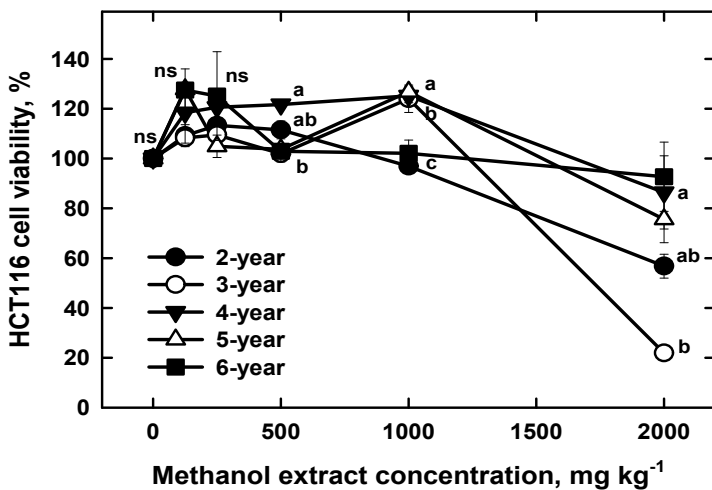


Fig. 129. Cytotoxic effect of methanol extracts from root parts of *Panax ginseng* at different ages on human cancer cell line, HCT-116 for human colon carcinoma.

인삼의 항암작용은 Woo 등(1965)이 고려인삼의 암세포 증식억제 효과를 보고한 이래로, 혈청 단백질분획에서 albumin 감소와 globulin 증가억제 등의 효과(김과 김, 1969), ginsenoside에 의한 암세포 분화유도 및 그 기전(이 등, 1997), 흡연자 발암억제 및 니코틴 해독작용(이 등, 1998), 우레탄에 의한 피부종양에 미치는 영향(오와 박, 1995) 등이 보고되었다. 특히 인삼은 쥐의 복강 대식세포에서의 TNF- α (tumor necrosis factor- α), interleukin-1 β (IL-1 β), IL-6, IL-12 및 interferon- γ (IFN- γ) 등의 생성을 증가시키고(Shin et al., 2002, Song et al., 2002), TPA(12-O-tetradecanoyl phorbol-13-acetate)에 의한 NF- κ B, AP-1, COX-2의 활성을 저해함으로써 항산화 효과를 나타내며, 이러한 전사인자들의 down-regulation으로 항암 활성을 나타내는 것으로 추측되고 있다(Keum et al., 2003).

④ 인삼의 연령별 생육, 성분조성 및 생리활성간의 상관관계

지상부의 경우 각 항목간의 상관관계($p < 0.05$)에 있어서 연령에 있어서 생체중과 각 생리활성물질 함량 및 항산화성간에 고도의 상관관계($r^2 = 0.6204 \sim 0.8833$)가 있는 것으로 나타났고, 특히 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량 간에는 $r^2 = 0.9645$ 로 고도의 상관관계를 보였고 총 페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능 간에는 $r^2 = 0.7870$ 로 높았고 총 플라보노이드 함량과 DPPH 라디칼 소거능 간에는 $r^2 = 0.6301$ 로 나타났다(표 43). 이러한 결과는 연령별 생체중의 차이로 생리활성물질 함량 및 항산화성에 영향을 주며, 항산화성을 나타내는 데는 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량이 직접적으로 영향을 주는 것으로 나타내고 있다.

Table 43. Correlation coefficients among plant growth, chemical components and their activities of leaf methanol extracts from *P. ginseng* at different ages.

	SFW	TP	TF	DPPH	NSA
SFW	1.0000	<u>0.8833</u>	<u>0.8037</u>	<u>0.7779</u>	<u>0.6204</u>
TP		1.0000	<u>0.9645</u>	<u>0.7870</u>	<u>0.5604</u>
TF			1.0000	<u>0.6301</u>	<u>0.7181</u>
DPPH				1.0000	0.1901
NSA					1.0000

* Shoot fresh weight (SFW), total phenolics content (TP), total flavonoids content (TF), DPPH radical scavenging activity (DPPH), nitrite scavenging activity (NSA), in the different ages of *P. ginseng*. *P*-values of < 0.05 were considered significant.

지하부의 경우는 연령에 있어서 생체중과 총 페놀 함량 및 아질산염 소거능과 고도의 상관관계(각각 $r^2 = 0.9350$ 과 0.9864)가 있는 것으로 나타났고 총 페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능 및 아질산염 소거능간에는 각각 $r^2 = 0.7366$ 과 0.8794 로 높은 상관관계를 보였다. 하지만 폐암 세포주(Calu-6)와 대장암 세포주(HCT-116)에 대한 세포독성은 어느 항목과도 낮은 상관관계를 보였다(표 44). 이러한 결과는 연령별 생체중의 차이로 생리활성물질 함량 및 항산화성에 영향을 주며, 항산화성을 나타내는 데는 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량이 직접적으로 영향을 주는 것으로 나타내고 있다.

Table 44. Correlation coefficients among plant growth and chemical components and their activities of root methanol extracts from *P. ginseng* at different ages.

	RFW	TP	TF	DPPH	NSA	CALU	HCT
RFW	1.0000	<u>0.9350</u>	0.2107	<u>0.7903</u>	<u>0.9864</u>	0.0324	0.4100
TP		1.0000	0.3860	<u>0.7366</u>	<u>0.8794</u>	0.0166	0.1885
TF			1.0000	0.1908	0.1690	0.0256	0.0343
DPPH				1.0000	<u>0.8256</u>	0.0638	0.4308
NSA					1.0000	0.0286	<u>0.5306</u>
CALU						1.0000	0.0064
HCT							1.0000

* Root fresh weight (RFW), total phenolics content (TP), total flavonoids content (TF), DPPH radical scavenging activity (DPPH), nitrite scavenging activity (NSA), cytotoxicities on CALU-6 (CALU) and SNU-601 (SNU) in the different ages of *P. ginseng*. *P*-values of <0.05 were considered significant.

면역계는 한 개체에서 발암 억제에 중요한 역할을 하며, 면역기능이 억제된 환자나 실험동물에서 종양 형성이 증가한다는 사실이 이를 뒷받침해주고 있다. 그러나 면역감시체계에 대해서는 많은 반론이 제기되고 있음, 그 대부분은 항종양 방어계에서 T림프구가 중심역할을 한다는 것에 대한 반박이다(Prehn, 1971; Stutman, 1975; Burnet, 1970). 그래서 종양세포나 어떤 표적세포를 자발적으로 용해하는 자연살해세포에 관심이 집중되고 있으며, 자연살해세포의 활성도가 면역감시체계의 가장 중요한 기전이 된다는 가설이 제기되고 있다(Herberman, 1981; Hanna & Burton, 1981; Pollack & Hallenbeck, 1982; Riesenfeld et al., 1980; Talmadge et al., 1980b; Talmadge et al., 1980a; Herberman & Ortaldo, 1981).

근래에 인삼의 항암효과에 대한 연구가 진행되고 있는데, 화학적 발암물질을 이용한 실험에 Kim과 Lee(1988)는 홍삼추출액이 간에서 전암병변형성 억제효과를 보인다고 하였으며, Yun 등(1983)은 폐장과 간장에서 종양 발생빈도와 종양중식이 억제되었다고 보고하였다.

Ginsenosides의 작용에 대해서는 protopanaxadiol계 및 protopanaxatriol계 saponin의 작용이 서로 상반되거나 또는 동일한 작용에 있어서 2개의 ginsenoside 중 한 성분이 우세하여 작용한다는 보고와 특히 최근에는 ginsenoside Rh₂의 항암작용과 ginsenoside Rg₃의 항혈전 및 항고혈압작용 연구 등이 주목할 만한 것으로 사료된다. 현대사회에서 stress가 각종 질병 즉 고혈압, 악성종양, 위궤양 및 당뇨병 등의 원인으로 작용할 것이라는 것이 많은 과학자들에 의해 지적되고 있다.

생리학적 기능에 대한 자율신경의 조절은 정상적으로 교감신경과 부교감 신경활동의 균형에 의해 이루어지고 있다. 따라서 이 균형이 stress에 의해 장애를 받으면 자율신경이 분포하고 있는 장기의 이상반응이 여러 가지 증상으로 나타난다. 실제로 정신적 stress시 교감신경이 활성화되고 혈장 catecholamine이 증가하여 심박동 및 혈압이 증가함이 보고되고 있다. 이와 관련하여 최근 연구에서 인삼, 특히 protopanaxatriol계 사포닌이 신경말단으로부터 epinephrine의 분비를 억제하며 stress에 비해 비정상적으로 항진된 교감신경의 활성을 억제할 수 있음을 시사한 바 있다(김, 1995).

Ginsenoside가 중추신경계에 대해서 학습과 기억증진 및 항건망증 작용이 보고되고 있으며, 한편 학습과 기억증진에 L-arginine으로부터 생성되는 nitric oxide가 한 매개체로 작용함이 보

고되고 있는 것과 관련하여 중추신경계에서 ginsenoside가 NO에 미치는 효과를 연구하는 것도 흥미로울 것이다(김, 1995).

음경해면체에서 ginsenoside가 내피의존성 혈관 확장작용이 있으며 신경성 혈관 확장에 대해 증강작용이 있음을 보고하고 이 작용은 ginsenoside에 의한 NO의 유리와 관련이 있고 인삼의 최음작용과 관련이 있을 것이라는 보고는 흥미있는 결과라고 생각된다. 또한 저자의 연구에서도 수년간 ginsenoside의 순환기계에 대한 연구결과 ginsenoside가 내피의존성 혈관확장을 일으키며 이 작용은 내피에서 유리되는 nitric oxide가 주요 매개체로 작용함을 보고한 바 있다(김, 1995).

동맥경화증 토끼에서 식이성 ginsenoside의 투여로 동맥경화시 유발되는 혈관이완장애가 개선됨을 보고하고 이 작용은 아마도 인삼에 의한 NO의 유리와 관계가 있을 것으로 시사한 바 있다. 인삼의 작용과 nitric oxide의 생리작용을 비교해 볼 때 인삼의 다양한 작용이 어떤 장기에 대한 특수한 효과라기보다는 인체에서 유리되는 어떤 매개체에 의해서 효과가 광범위하게 나타날 것으로 추정되나 앞으로 더 많은 연구가 진행되어야 할 것이다(김, 1995).

인삼추출물은 대장균이나 효모의 증식을 촉진시키며 효모의 알코올 생성을 증가시키고 있다. 또한 사람의 diploid fibroblast에서 lactate 생성을 증가시키며 계배 근육세포의 성장촉진과 생존기간을 연장시키고 피부 각질형성 세포의 증식을 억제시키는 결과를 보였다. 진세노사이드는 배아 간세포에서 DNA의 합성과 tyrosine aminotransferase 유전자 발현을 촉진시키고 암세포의 분화를 유도시켰다. 메탄올 추출물의 alkaline분획은 세포독성을 나타내었다(정과 진, 1995).

사포닌은 위의 pepsinogen분비에 대해 분비와 관련된 억제제 및 촉진제와의 작용에서 정상화시키는 작용을 보이고 있으며 이러한 작용은 주세포의 cAMP 생성량에 대한 diol계와 triol계 사포닌의 상반된 결과에서도 나타나고 있다. 인삼사포닌은 심장의 VLP(left ventricular pressure)와 AP(aortic pressure)를 감소시키며 사포닌과 진세노사이드는 혈압을 용량 의존적으로 저하시키며 이는 내피유래 이완인자에 의해 이루어짐이 관찰되었다(정과 진, 1995).

진세노사이드는 Rg₁과 Re는 endothelium dependent relaxation을 일으키며 내피세포에서 NO유리를 증가시킨다. 사포닌은 adrenocortical hormone의 수용체에 대한 binding affinity와 분비 그리고 adrenal gland의 catecholamine 분비를 증가시켰다. 사포닌과 진세노사이드 Rd는 renal function에 중요한 기능을 수행하고 있으며 허혈로 인한 신장의 손상을 억제하며 myocardial infarct에 대한 보호효과를 나타내고 있다(정과 진, 1995).

(2) 고들빼기 부위별 생리활성물질 및 기능성

(가) 생리활성물질

① 일반성분

생식생장기의 고들빼기 식물체 부위별 조단백질과 조지방은 꽃, 잎, 줄기 뿌리 순으로 높았고 조섬유와 조회분은 줄기와 뿌리가 꽃과 잎보다 높은 것으로 나타났다.

조단백질 함량은 꽃, 잎, 줄기, 뿌리 순으로 각각 13.37, 7.53, 4.78, 3.20%로 나타났고, 조지방은 각각 3.78, 1.44, 1.11, 0.63%로 나타났다. 한편, 조섬유는 줄기와 뿌리에서 각각 37.05와 36.63%로 가장 높았고 그 다음이 잎에서 23.51%였고 꽃에서 14.19%로 가장 낮았다. 조회분은 잎에서 10.08%로 가장 높았고 꽃이 8.32%였고 줄기는 6.91%였으나 뿌리가 1.90%로 가장 낮은

함량을 보였다(표 45).

Table 45. Proximate compositions of the different parts of *Youngia sonchifolia* at reproductive stage.

Plant part	Unit: %, dry weight			
	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Crude ash
Leaf	7.53	1.44	23.51	10.08
Stem	4.78	1.11	37.05	6.91
Root	3.20	0.63	36.63	1.90
Flower	13.37	3.78	14.19	8.32

② 폴리페놀

영양생장기의 고들빼기의 총 페놀(total phenolics content) 함량은 지상부가 지하부보다 2배 이상 높았고, 성장기간의 함량 차이는 뿌리에서만 나타났다(자료 생략).

개화기 이후의 고들빼기의 총 페놀 함량은 꽃에서 가장 높게 나타났고, 그 다음은 잎, 줄기, 뿌리 순으로 나타났다. 꽃의 총 페놀 함량은 72.9mgkg^{-1} 이었고 그 다음 잎은 57.0mgkg^{-1} 으로 나타나 이들은 줄기와 뿌리 32.8 과 30.1mgkg^{-1} 보다 1.5~2배 이상 높게 나타났다(그림 130).

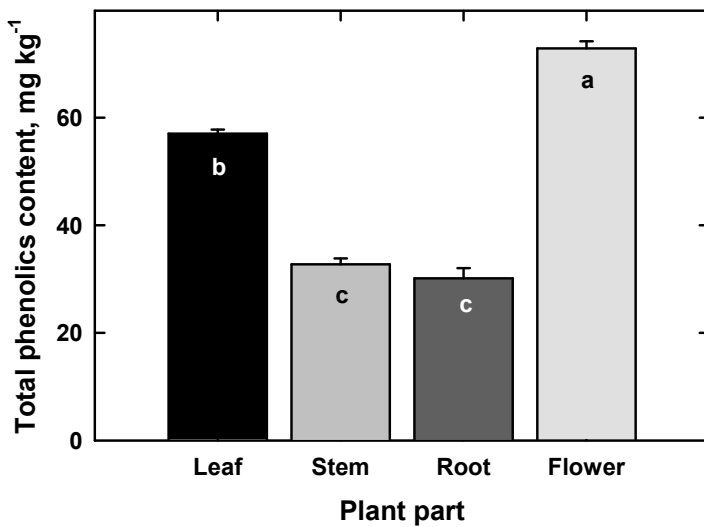


Fig. 130. Total phenolics contents of methanol extracts from *Youngia sonchifolia* plant parts at reproductive stages.

한편, 각 페놀산 함량은 오히려 줄기에서 총량이 10.65ppm 으로 가장 높은 함량으로 나타났고, 그 다음은 잎, 뿌리, 꽃 순으로 각각 6.13 , 5.89 및 1.97ppm 으로 나타났고 비교적 많은 함량을 보인 주요한 페놀산으로는 3-hydroxycinnamic acid, ferulic acid, 및 gentistic acid인 것으로 나타났다(표 46).

Table 46. Contents of phenolic acids in methanol extracts from *Youngia sonchifolia* parts at reproductive stage.

Sample	Phenolic acids (ppm)										Total
	3HC	CAF	CHL	FER	GAL	GEN	SAL	SYR	OCO	PCO	
Leafs	3.595	ND	0.313	1.671	ND	0.415	ND	ND	0.139	ND	6.133
Stems	5.467	ND	0.389	2.023	0.029	1.570	0.541	ND	0.635	ND	10.651
Roots	1.422	ND	0.155	0.057	0.014	2.118	0.754	0.149	0.928	0.288	5.885
Flowers	0.128	ND	0.157	1.592	0.006	ND	ND	ND	0.090	ND	1.973

* 3HC: 3-hydroxycinnamic acid, CAF: caffeic acid, CHL: chlorogenic acid, FER: ferulic acid, GAL: gallic acid, GEN: Gentistic acid, SAL: salicylic acid, SYR: syringic acid, OCO: o-coumaric acid, PCO: p-coumaric acid.

③ 플라보노이드

고들빼기의 식물체 부위별 총 플라보노이드 함량(total flavonoid content)은 그 차이는 뚜렷하였다. 줄기, 잎, 꽃, 뿌리 순으로 각각 48.1, 45.4, 32.2, 12.8mgkg⁻¹으로 줄기와 잎이 가장 높았고 뿌리가 가장 낮은 함량을 보였다(그림 131).

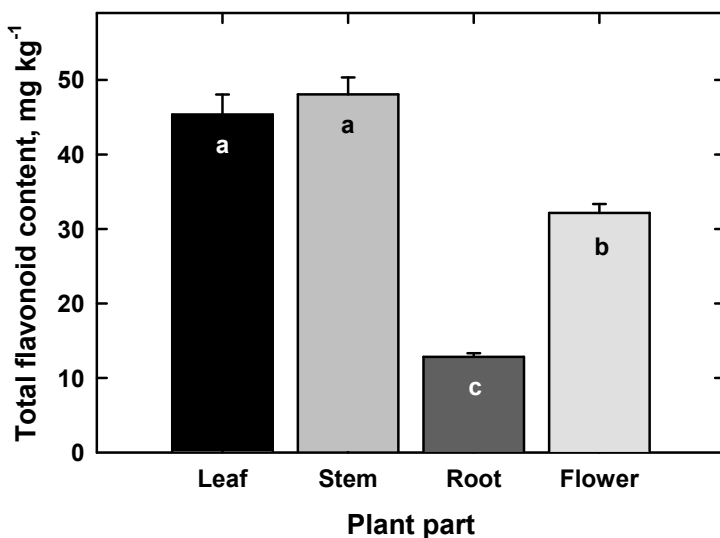


Fig. 131. Total flavonoid contents of methanol extracts from *Youngia sonchifolia* plant parts at reproductive stage.

한편, 개별 플라보노이드 함량은 그 총량이 뿌리에서 34.52ppm으로 가장 높은 함량으로 나타났고, 그 다음은 줄기로 16.56ppm, 잎이 6.56ppm, 꽃이 3.02ppm으로 나타나 가장 낮은 함량을 보였고 가장 많은 함량을 보인 주요한 플라보노이드는 naringin으로 나타났고 이것이 총량의 대부분을 차지한 것으로 나타났다(표 47).

Table 47. Contents of flavonoids in methanol extracts from *Youngia sonchifolia* parts at reproductive stage.

Sample	Flavonoids (mg kg ⁻¹)			
	Naringin	Quercetin dihydrate	Rutin	Total
Leafs	5.905	0.524	0.132	6.561
Stems	15.903	0.483	0.171	16.557
Roots	34.044	0.472	ND	34.516
Flowers	2.330	0.688	ND	3.018

(나) 기능성

① 항산화성

고들빼기에서 DPPH(DPPH radical scavenging activity)법에 의한 항산화성은 농도와 비례하게 활성이 증가하는 양상을 보였다. 특히 2,500ppm 메탄올 추출물에서 합성 항산화제 Vitamin C와 BHT의 경우 99.7%와 98.6%에 비해 낮은 활성이지만 뿌리, 잎, 꽃, 줄기 순으로 각각 77.1, 74.0, 69.6, 65.3%로 뿌리가 가장 높고 줄기가 가장 낮은 활성을 보였다. 따라서 50% 항산화 활성을 보이는 IC₅₀값도 뿌리, 잎, 꽃, 줄기 순으로 각각 1,345.6, 1,354.3, 1,740.9, 1,788.4ppm이 나타났다(표 48).

Table 48. DPPH radical scavenging activity of methanol extracts from the *Youngia sonchifolia* plants. Their activities were compared with synthetic antioxidants, Vitamin C and BHT.

Plant part	Extract concentration (ppm)							
	39.0	78.0	156.0	312.0	624.0	1250	2500	I ₅₀ *
Leaf	3.9	7.8	12.6	21.1	34.8	55.4	74.0	1354.3
Stem	3.0	5.8	9.6	15.6	26.1	40.2	65.3	1788.4
Root	4.6	8.2	12.1	21.9	33.6	53.3	77.1	1345.6
Flower	5.1	6.9	12.7	19.5	29.7	50.8	69.6	1740.9
Vitamin C	81.8	96.1	96.0	96.7	96.9	97.7	99.7	5.6
BHT	15.6	33.5	55.2	81.3	92.4	95.6	98.6	104.4

한편, 영양생장기 때의 활성은 생식생장기 때보다 대체로 높게 나타나는 경향이었다(자료 생략).

아질산염 라디칼 소거능력(Nitrite scavenging activity)은 1,000mgkg⁻¹ 농도에서 고들빼기의 줄기는 79.7mgkg⁻¹으로 유의적인 높은 함량을 나타냈고 그 다음이 잎, 꽃, 뿌리 순으로 각각 70.9, 65.5, 64.6으로 뿌리가 가장 낮은 함량을 보였다(그림 132).

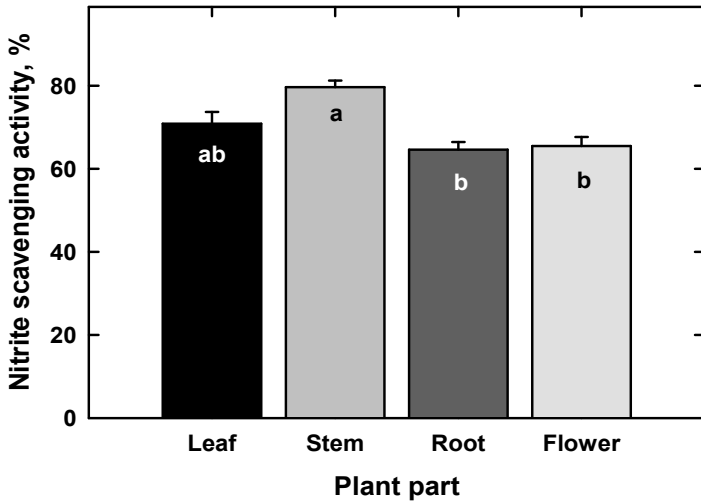


Fig. 132. Nitrite scavenging ability of methanol extract from *Youngia sonchifolia* plant parts at reproductive stage.

② 항암성

고들빼기에서 MTT assay에 의한 세포독성 중 폐암 세포주(Calu-6)에 대한 세포생존율로 나타난 결과 개화기 때 수확된 식물체 부위별로 볼 때 뿌리, 잎, 꽃, 줄기 순으로 높은 세포독성을 보였다. 특히 뿌리와 잎은 500mgkg^{-1} 에서 각각 12.5와 5.4%의 생존율을 보여 높은 세포독성 수준을 보여 주었고, 줄기와 꽃은 각각 74.3과 42.5%의 세포 생존율을 보여 비교적 낮은 수치를 보였다. 한편, 50% 생존율을 보이는 추출물의 농도인 IC_{50} 값은 뿌리, 잎, 꽃, 줄기 순으로 196.3, 298.7, 483.6, 751.2mgkg^{-1} 으로 나타났다(그림 133).

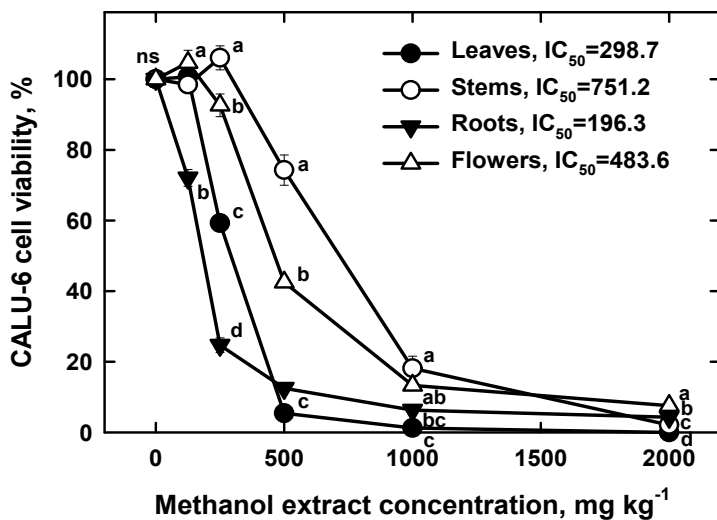


Fig. 133. Cytotoxic effect of methanol extracts from *Youngia sonchifolia* plant parts at reproductive stage on human cancer cell line, Calu-6 for human pulmonary carcinoma.

한편 고들빼기 부위별 추출물에 대한 대장암 세포주(HCT-116)의 세포생존율로 나타낸 결과 잎, 뿌리, 꽃, 줄기 순으로 높은 세포독성을 보였다. 특히 뿌리와 잎은 1,000mgkg⁻¹에서 각각 8.8와 7.1%로 10% 이내의 생존율을 보여 높은 세포독성 수준을 보여 주었고, 줄기와 꽃은 각각 44.9와 32.1%를 보여 비교적 낮은 수치를 보였다. 그리고 IC₅₀값은 뿌리, 잎, 꽃, 줄기 순으로 623.6, 841.7, 895.9, 984.2mgkg⁻¹으로 나타났다(그림 134).

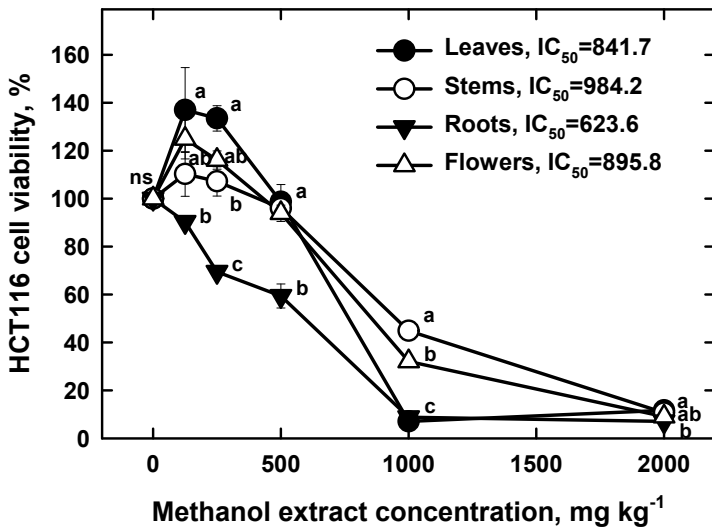


Fig. 134. Cytotoxic effect of methanol extracts from *Youngia sonchifolia* plant parts at reproductive stage on human cancer cell line, HCT-116 for human colon carcinoma.

마. 영양제 처리에 따른 인삼의 생리활성물질 및 기능성

(1) 생리활성물질

(가) 폴리페놀

품종 “자경”의 경우 영양액 처리에 따른 총 페놀 함량은 지상부에서 영양제 KP에서 99.63mgkg⁻¹으로 가장 높은 것으로 나타났고 이는 대조구 91.6mgkg⁻¹보다 높은 함량을 보였다. 하지만 EM, YMW 및 MD는 대조구보다 낮은 81.2, 73.4, 71.4mgkg⁻¹으로 나타났고, 한편 지하부는 지상부보다 훨씬 낮은 23.1~26.2mgkg⁻¹ 범위로 처리간의 유의성은 인정되지 않았다(그림 135).

품종 “춘풍”의 경우도 경향은 마찬가지로 “자경”보다 낮은 함량을 보였다. 영양액 처리에 따른 총 페놀 함량은 지상부에서 영양제 KP에서 80.9mgkg⁻¹으로 가장 높은 것으로 나타났고 이는 대조구 79.6mgkg⁻¹보다 높은 함량을 보였다. 하지만 EM, YMW 및 MD는 대조구보다 낮은 66.8, 63.6, 56.9mgkg⁻¹으로 나타났고. 한편 지하부는 지상부보다 훨씬 낮은 24.3~26.4mgkg⁻¹ 범위로 처리간의 유의성은 인정되지 않았다(그림 136).

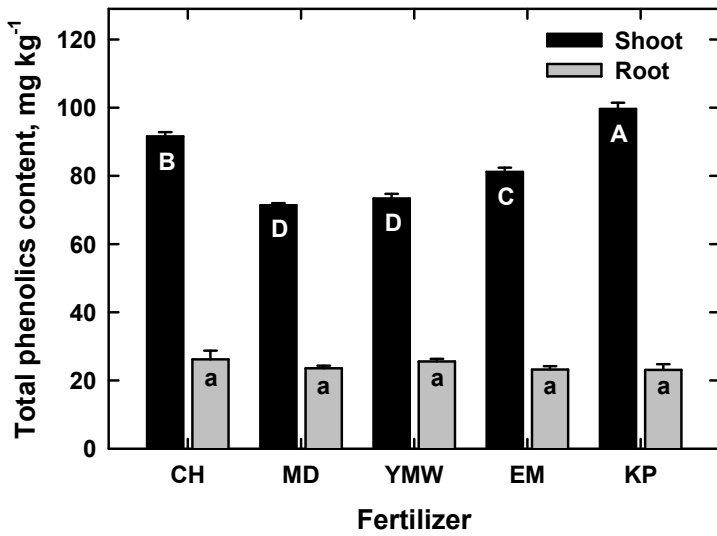


Fig. 135. Total phenolics contents of methanol extracts from shoot and root parts of *Panax ginseng* "Jakyung" treated with different fertilizers.

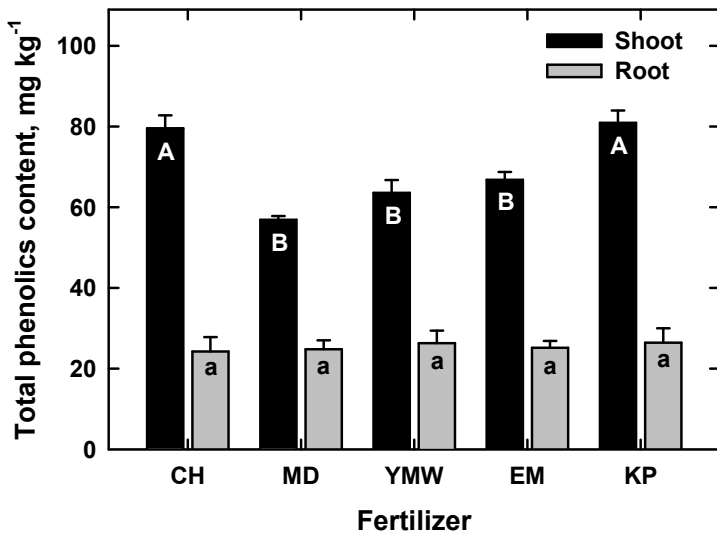


Fig. 136. Total phenolics contents of methanol extracts from shoot and root parts of *Panax ginseng* "Chunpoong" treated with different fertilizers.

(나) 플라보노이드

품종 "자경"의 경우는 영양액 처리에 따른 총 플라보노이드 함량은 지상부에서 영양제 KP에서 100.3mgkg^{-1} 으로 가장 높은 것으로 나타났고 이는 대조구 93.1mgkg^{-1} 보다 높은 함량을 보였다. 하지만 EM, YMW 및 MD는 대조구보다 낮은 92.7 , 75.6 , 61.6mgkg^{-1} 으로 나타났고, 한편 지하부는 지상부보다 훨씬 낮은 $0\sim 14.4\text{mgkg}^{-1}$ 범위로 EM만이 14.4mgkg^{-1} 으로 대조구

10.5mgkg⁻¹보다 높았고, 다른 처리는 대조구보다 낮은 함량을 보였다(그림 137).

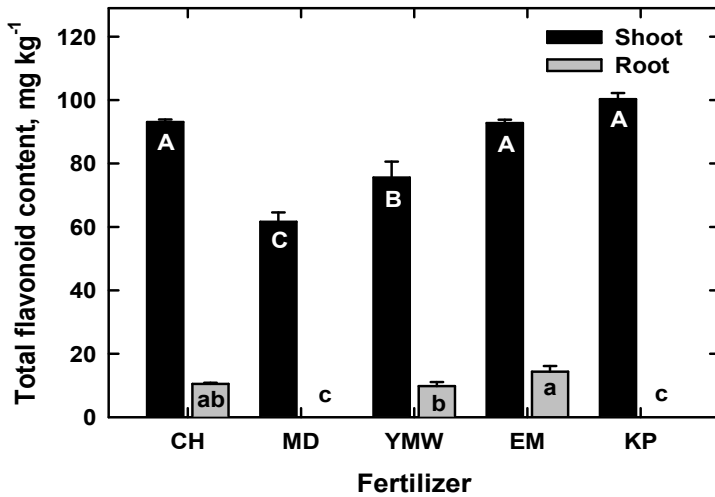


Fig. 137. Total flavonoid contents of methanol extracts from shoot and root parts of *Panax ginseng* "Jakyung" treated with different fertilizers.

품종 “춘풍”의 경우도 경향은 마찬가지로 “자경”보다 낮은 함량을 보였다. 영양액 처리에 따른 총 플라보노이드 함량은 지상부에서 영양제 KP에서 77.0mgkg⁻¹으로 가장 높은 것으로 나타났고 이는 대조구 76.7mgkg⁻¹과 유사한 함량을 보였다. 하지만 EM, YMW 및 MD는 대조구보다 낮은 66.2, 63.0, 56.1mgkg⁻¹으로 나타났다, 한편 지하부는 지상부보다 훨씬 낮은 0~15.2mgkg⁻¹ 범위로 EM만이 14.2mgkg⁻¹으로 대조구 11.4mgkg⁻¹보다 높게 나타났고, 다른 처리는 대조구보다 낮은 함량을 보였다(그림 138).

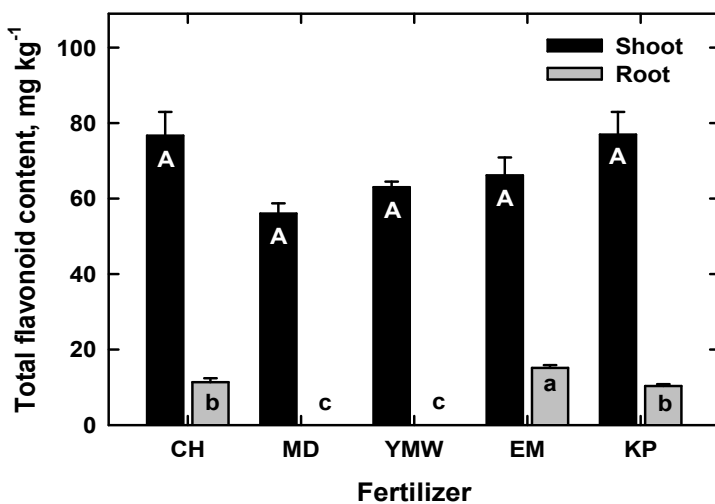


Fig. 138. Total flavonoid contents of methanol extracts from shoot parts of *Panax ginseng* "Chunpoong" treated with different fertilizers.

(2) 기능성

(가) 항산화성

품종 “자경”의 경우 영양액 처리에 따른 DPPH 라디칼 소거능은 인삼 지상부의 경우만 영양액 Manda 3000과 Yangmyungwon에 의해 다소 개선되는 것으로 나타났다. 지상부 추출물 2,500ppm에서 활성은 MD가 85.8%로 가장 높았고 그 다음이 82.5%의 YMW로 나타나 이는 대조구 78.1%보다 높은 활성이었다. 하지만 EM과 KP는 각각 79.8%와 77.9%로 나타나 대조구와 유사한 활성으로 나타났다(표 49).

Table 49. DPPH radical scavenging activity of methanol extracts from shoots of *Panax ginseng* "Jakyung" plants. Their activities were compared with synthetic antioxidants, Vitamin C and BHT.

Fertilizer	Extract concentration (ppm)							
	39.0	78.0	156.0	312.0	624.0	1250	2500	I ₅₀
CH	3.2	6.9	12.9	22.6	37.6	59.2	78.1	1003.3
MD	3.8	7.8	13.9	24.0	33.2	63.1	85.8	9561.7
YMW	4.3	7.2	12.6	23.9	42.2	65.0	82.5	883.3
EM	4.7	8.6	15.1	22.3	37.8	60.1	79.8	981.3
KP	5.6	10.5	17.3	26.0	44.1	64.9	77.9	866.0
Vitamin C	81.8	96.1	96.0	96.7	96.9	97.7	99.7	
BHT	15.6	33.5	55.2	81.3	92.4	95.6	98.6	

한편, 품종 “자경”의 지하부 경우는 지상부보다 훨씬 낮은 활성을 보인 것으로 나타났다. 지하부 추출물 2,500ppm에서 활성은 YMW가 15.4%로 가장 높았고 그 다음이 MD, EM, KP 순으로 각각 14.4, 14.1, 10.4%로 대조구 8.8%보다 높은 활성이었지만 지상부(77.9~85.8%)보다 매우 낮은 활성으로 나타났다(표 50).

Table 50. DPPH radical scavenging activity of methanol extracts from roots of *Panax ginseng* "Jakyung" plants. Their activities were compared with synthetic antioxidants, Vitamin C and BHT.

Fertilizer	Extract concentration (ppm)							
	39.0	78.0	156.0	312.0	624.0	1250	2500	I ₅₀
CH	-0.4	0.1	0.6	1.1	2.8	4.5	8.8	16552.6
MD	-0.1	-0.1	0.3	0.0	4.3	5.7	14.4	8341.4
YMW	0.4	0.2	0.3	-0.4	4.0	8.3	15.4	8253.4
EM	1.9	2.6	3.6	2.0	3.9	8.1	14.1	8238.6
KP	0.1	0.4	1.3	2.0	2.7	6.6	10.4	12302.2
Vitamin C	81.8	96.1	96.0	96.7	96.9	97.7	99.7	
BHT	15.6	33.5	55.2	81.3	92.4	95.6	98.6	

품종 “춘풍”의 경우 경향은 마찬가지로였으나 자경보다는 낮은 활성을 보였다. 영양액 처리에 따른 DPPH 라디칼 소거능은 지상부 추출물 2,500ppm에서 활성은 MD가 84.8%로 가장 높았고 그 다음이 80.3%의 YMW로 나타나 이는 대조구 77.61%보다 높은 활성이었다. 하지만 EM과 KP는 각각 75.1%와 76.4%로 나타나 대조구보다 낮은 활성을 나타냈다(표 51).

Table 51. DPPH radical scavenging activity of methanol extracts from shoots of *Panax ginseng* "Chunpoong" plants. Their activities were compared with synthetic antioxidants, Vitamin C and BHT.

Fertilizer	Extract concentration (ppm)							
	39.0	78.0	156.0	312.0	624.0	1250	2500	I ₅₀
CH	5.1	8.3	13.9	21.1	38.6	58.9	77.6	1000.6
MD	3.6	6.8	13.3	22.6	39.5	61.8	84.8	938.5
YMW	3.9	7.0	12.4	21.4	36.8	57.2	80.3	1039.6
EM	6.8	9.5	13.8	20.6	34.8	53.9	75.1	1126.8
KP	4.7	7.3	13.3	14.1	36.7	54.0	76.4	1118.3
Vitamin C	81.8	96.1	96.0	96.7	96.9	97.7	99.7	
BHT	15.6	33.5	55.2	81.3	92.4	95.6	98.6	

한편, 품종 “춘풍”의 지하부 경우는 지상부(75.1~84.8%)보다 훨씬 낮은 활성을 보인 것으로 나타났다. 지하부 추출물 2,500ppm에서 활성은 YMW가 14.6%로 가장 높았고 그 다음이 EM, KP 순으로 각각 13.0, 12.3%로 대조구 11.5%보다 높은 활성이었지만 MD는 11.1%로 낮은 활성을 보였다(표 52).

Table 52. DPPH radical scavenging activity of methanol extracts from roots of *Panax ginseng* "Chunpoong" plants. Their activities were compared with synthetic antioxidants, Vitamin C and BHT.

Fertilizer	Extract concentration (ppm)							
	39.0	78.0	156.0	312.0	624.0	1250	2500	I ₅₀
CH	-0.1	0.3	0.5	-11.4	3.0	5.8	11.5	9,971
MD	0.3	0.5	1.5	2.6	3.5	6.0	11.1	12,206
YMW	3.3	3.5	4.7	3.6	7.3	7.8	14.6	9,417
EM	3.9	4.3	5.1	1.8	7.3	9.5	13.0	14,832
KP	2.5	2.5	3.2	-4.9	5.6	7.9	12.3	11,655
Vitamin C	81.8	96.1	96.0	96.7	96.9	97.7	99.7	
BHT	15.6	33.5	55.2	81.3	92.4	95.6	98.6	

품종 “자경”의 경우 영양액 처리에 따른 아질산염 소거능은 5,000mgkg⁻¹ 농도에서 지상부가 64.8~73.7% 범위, 지하부가 69.0~73.5% 범위로 지하부가 약간 더 높으나 처리간의 유의성은 없는 것으로 나타났다(그림 139).

품종 “춘풍”의 경우도 경향은 마찬가지로였으나 “자경”보다 약간 낮은 활성을 보였다. 영양액 처리에 따른 아질산염 소거능은 지상부가 61.7~68.9% 범위였고, 지하부가 69.1~72.0% 범위로 지하부가 약간 더 높으나 각 처리간의 유의성은 없는 것으로 나타났다(그림 140).

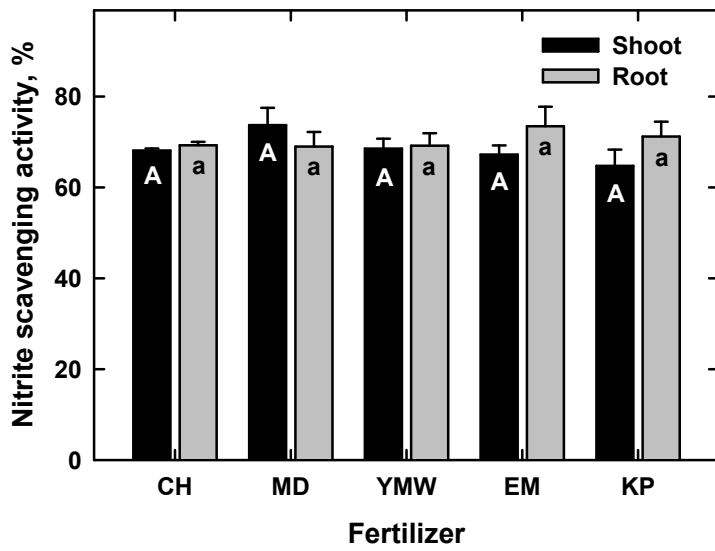


Fig. 139. Nitrite scavenging activity of methanol extracts from shoot and root parts of *Panax ginseng* "Jakyung" treated with different fertilizers.

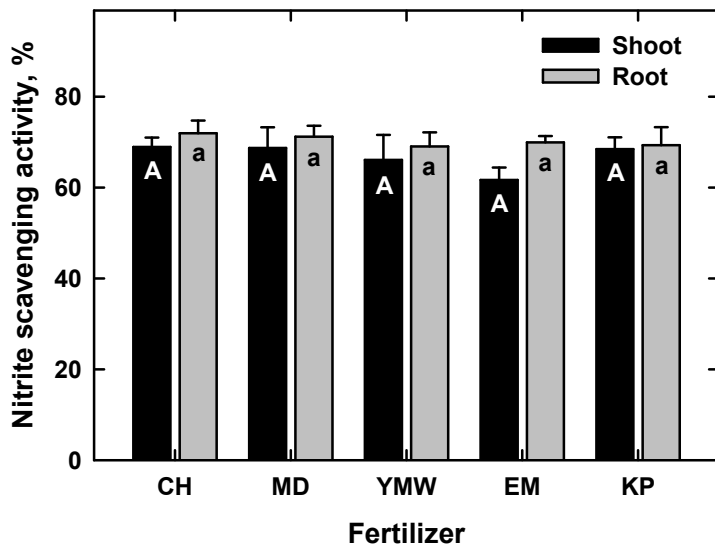


Fig. 140. Nitrite scavenging activity of methanol extracts from shoot and root parts of *Panax ginseng* "Chunpoong" treated with different fertilizers.

바. 고들빼기 분획별 생리활성물질 및 기능성

(1) 생리활성물질

(가) 폴리페놀

용매분획별 고들빼기 지상부의 총 페놀 함량을 분석한 결과 에틸아세테이트층, 부탄올층, 헥산층, 물층, 메탄올 추출물 순으로 높았으며, 에틸아세테이트층은 197.0mgkg^{-1} 으로 가장 높았고 메탄올 추출물이 55.5mgkg^{-1} 으로 가장 낮았다. 한편, 지하부($5.2\sim 120.9\text{mgkg}^{-1}$)는 지상부($55.5\sim 197.0\text{mgkg}^{-1}$)보다 낮은 함량을 보였으며 역시 에틸아세테이트층이 120.9mgkg^{-1} 으로 가장 높았고, 물층이 5.2mgkg^{-1} 으로 가장 낮았다(그림 141).

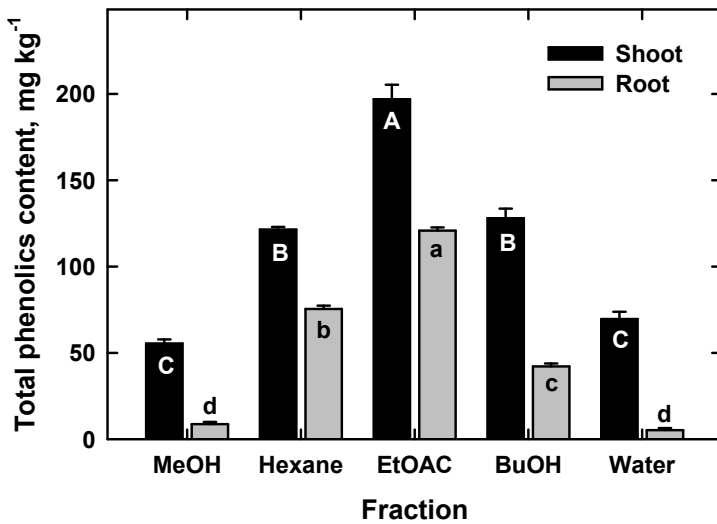


Fig. 141. Total phenolics contents of various fractions from shoot and root parts of *Youngia sonchifolia*.

(나) 플라보노이드

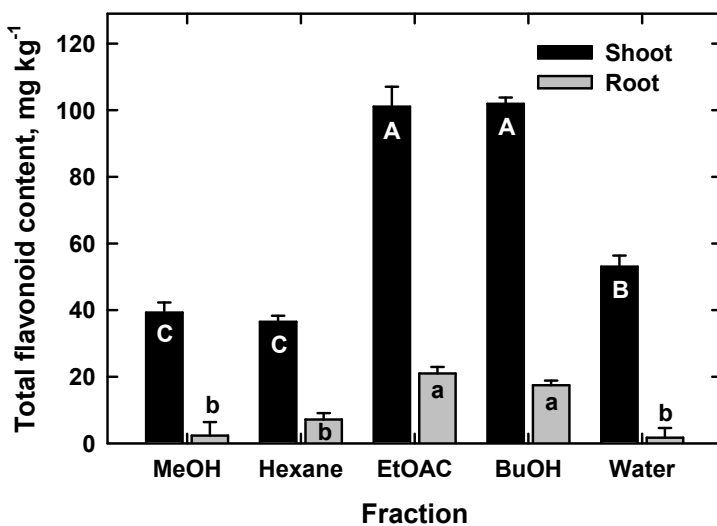


Fig. 142. Total flavonoid levels of various fractions from shoot and root parts of *Youngia sonchifolia*.

용매분획별 고들빼기의 총 플라보노이드 함량은 부탄올층, 에틸아세테이트층, 물층, 메탄올 추출물, 헥산층이 각각 101.9, 101.1, 53.0, 39.3, 36.5mgkg⁻¹ 순으로 높았으며, 에틸부탄올층이 가장 높았고 헥산층이 가장 낮은 함량을 보였다. 한편, 지하부(1.7~21.0mgkg⁻¹)는 지상부(36.5~101.9mgkg⁻¹)보다 낮은 함량을 보였으며 역시 에틸아세테이트층이 21.0mgkg⁻¹으로 가장 높았고, 물층이 1.7mgkg⁻¹으로 가장 낮았다(그림 142).

(2) 기능성

(가) 항산화성

용매분획별 고들빼기 지상부 추출물 2,000mgkg⁻¹ 농도까지의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과 헥산층에서만 비교적 낮은 활성(56%)을 보였으나 에틸아세테이트층, 부탄올층, 물층, 메탄올 추출물 모두에서 250mgkg⁻¹에서도 90%이상의 높은 활성을 보였다(그림 143).

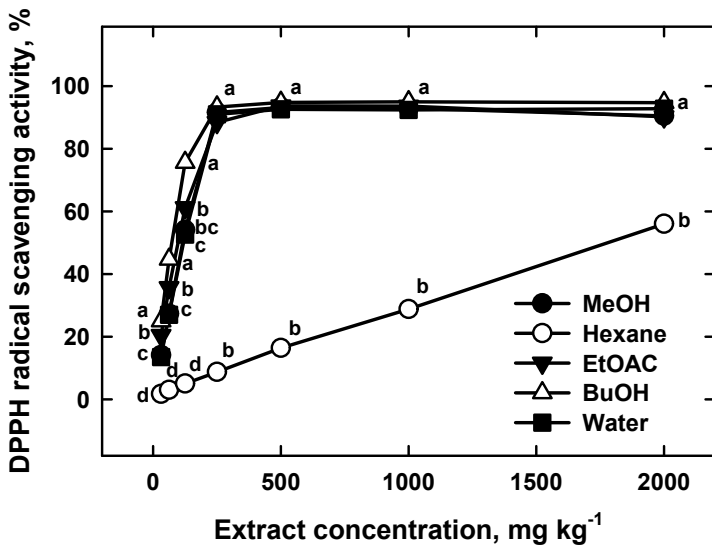


Fig. 143. DPPH radical scavenging activity of various fractions from shoot parts of *Youngia sonchifolia*.

용매분획별 고들빼기 지하부의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과 2,000mgkg⁻¹ 농도에서 부탄올층에서 94.4%로 가장 높은 활성을 보였고 그 다음이 에틸아세테이트층으로 91.1% 활성을 보였으나 메탄올 추출물, 헥산층 및 물층은 각각 53.2, 26.2, 33.9%로 비교적 낮은 활성을 보였다(그림 144).

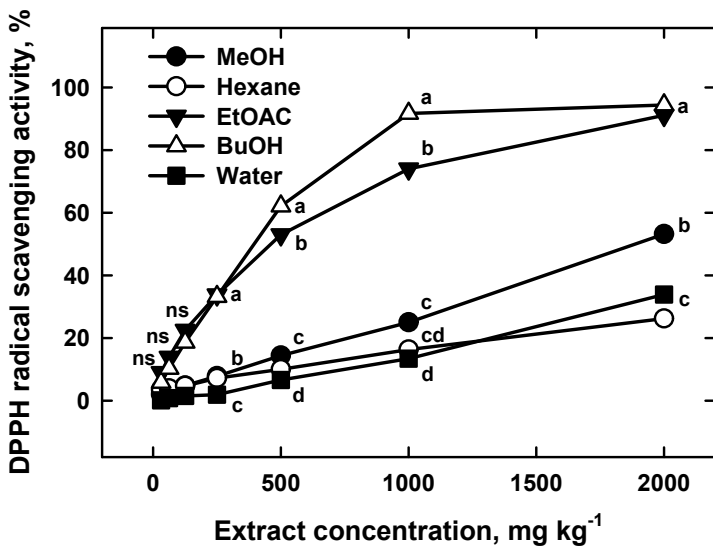


Fig. 144. DPPH radical scavenging activity of various fractions from root parts of *Youngia sonchifolia*.

용매분획별 고들빼기 지상부와 지하부의 nitrite 소거능을 분석한 결과 1,000mgkg⁻¹ 농도에서 지상부(52.3~84.8%)가 지하부(49.6~81.7%)보다 높은 활성을 보였고, 특히 지상부에서 부탄올층이 84.8%로 가장 높은 활성을 보였고 그 다음이 물층과 메탄올 추출물에서 각각 84.5%와 78.1%를 보여 높은 활성을 보였으나 헥산층과 에틸아세테이트층은 각각 52.3%와 54.6%로 비교적 낮은 활성을 보였다. 한편, 지하부는 메탄올 추출물이 81.7%로 가장 높은 활성을 보였고 그 다음이 부탄올층과 물층으로 각각 79.0%와 76.9%를 보여 높은 활성을 보였으나 헥산층과 에틸아세테이트층은 각각 57.7%와 49.6%로 비교적 낮은 활성을 보였다(그림 145).

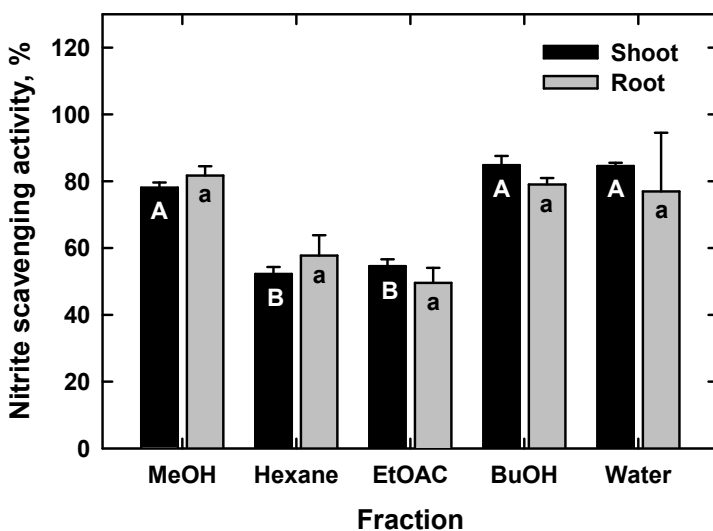


Fig. 145. Nitrite scavenging activity of various fractions from shoot and root parts of *Youngia sonchifolia*.

(나) 항암성

① 폐암 세포주(Calu-6)

용매분획별 고들빼기 용매분획별 폐암 세포주(Calu-6)에 대한 세포독성은 지상부 800mgkg⁻¹에서 생존율로 볼 때 헥산층과 에틸아세테이트층에서 15.3%와 27.6%로 낮은 생존율을 보여 가장 높은 항암활성을 보인 반면 물층과 부탄올층에서 58.7%와 32.4%의 생존율을 보여 비교적 낮은 항암활성을 보였다(그림 146).

한편 지하부에서는 에틸아세테이트층이 16.8% 생존율을 보여 가장 높은 항암활성을 보였고 그 다음이 헥산층, 부탄올층, 물층의 생존율이 각각 17.5, 41.0, 56.9% 순으로 나타났다(그림 147).

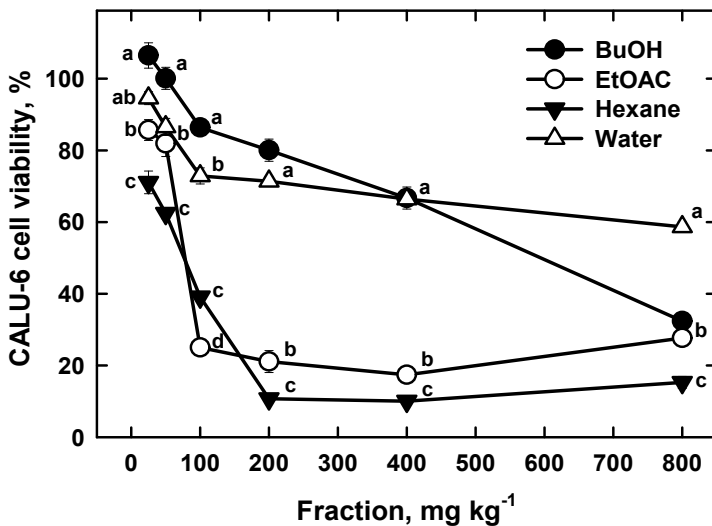


Fig. 146. Cytotoxic effect of different solvent fractions from shoot parts of *Youngia sonchifolia* on human cancer line, Calu-6 for human pulmonary carcinoma.

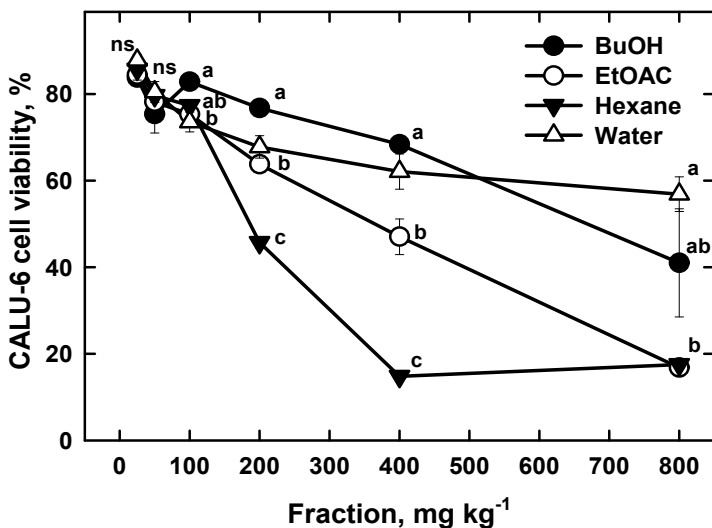


Fig. 147. Cytotoxic effect of different solvent fractions from root parts of *Youngia sonchifolia* on human cancer line, Calu-6 for human pulmonary carcinoma.

② 위암 세포주(SNU-601)

용매분획별 고들빼기 용매분획별 위암 세포주(SNU-601)에 대한 세포독성을 800mgkg⁻¹에서 생존율로 볼 때 지상부에서 역시 헥산층과 에틸아세테이트층에서 각각 11.9%와 22.4%로 나타나 높은 항암활성을 보인 반면 물층과 부탄올층에서 각각 53.3%와 50.7%의 생존율을 보여 비교적 낮은 항암활성을 보였다(그림 148).

한편 지하부에서도 헥산층에서 가장 낮은 세포생존율인 22.5%를 보여 가장 높은 항암활성을 보였고 그 다음이 에틸아세테이트층, 부탄올층, 물층 순으로 각각 23.8, 46.1, 49.1% 생존율을 보였다(그림 149).

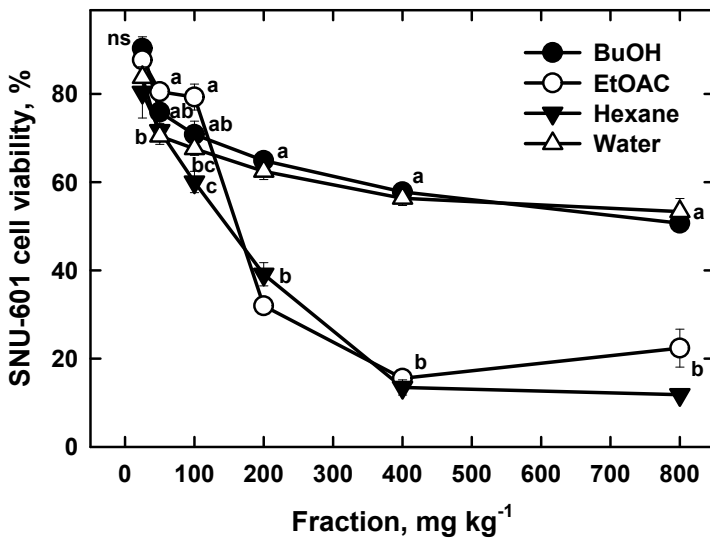


Fig. 148. Cytotoxic effect of different solvent fractions from shoot parts of *Youngia sonchifolia* on human cancer line, SNU-601 for human gastric carcinoma.

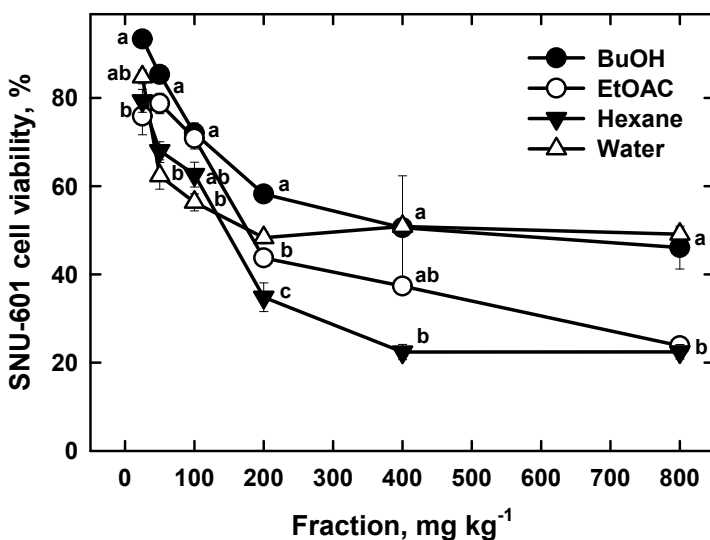


Fig. 149. Cytotoxic effect of different solvent fractions from root parts of *Youngia sonchifolia* on human cancer line, SNU-601 for human gastric carcinoma.

혈청 중 GPT활성은 n-hexane 분획물 투여군이 가장 낮게 나타났으며, 간 중 MDA함량은 고들빼기 분획물 투여군이 모두 낮은 경향이였다. 간 중 GST활성은 ethyl acetate 분획물 투여군이 유의적으로 높게 나타났다. 고들빼기 n-hexane 분획물 투여 후 간독성 유발 쥐의 간조직에서는 염증 및 괴사가 확실히 감소한 경향을 볼 수 있었다.

DPPC impositome에 고들빼기 butanol과 hexane 추출물을 가한 결과, hexane 추출물의 막 안정화에 미치는 영향이 butanol 추출물보다 현저하였으며 이 경향은 콜레스테롤을 농도별로 가했을 때와 거의 비슷함을 보여주었다. 고들빼기 추출물을 농도별로 첨가했을 때는 상전이온도 이전에서의 고들빼기 추출물의 막 유동성 증가 효과가 있다. 고들빼기 hexane 추출물과 그 분획물의 소수성 부분은 인지질 liposome의 이중층을 깊숙이 들어가서 막 안전성과 막 유동성을 증가시킴으로써 고들빼기 첨가물이 인지질 세포막에 대한 생리적 활성을 일으킬 수 있는 촉진제로서의 가능성을 가지고 있다(배 등, 1998).

식이효율, 단백질효율, hemoglobin 농도 및 hematocrit치는 대조군과 고들빼기군이 비슷한 수준을 유지하였다. 혈청의 중성지질, 인지질, 총콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 농도는 8주간 고들빼기를 급식한 급식군에서 유의적으로 감소되었다(Kim et al., 1998).

4. 결과요약

가. 재배조건별 생리활성물질 및 기능성

(1) 인삼

(가) 생리활성물질

① 일반성분

인삼의 재배양식별 조단백질은 토경과 하우스경은 지하부에서, 분무경은 지상부가 높았고, 조지방, 조섬유와 조회분 함량은 지상부가 더 높았으나 재배양식간의 특별한 경향은 없는 것으로 나타났다.

② 폴리페놀

재배조건에 따라서 총 페놀 함량은 인삼 지상부의 경우 노지토경과 분무경보다는 하우스고형과 하우스토경이 더 높게 나타났으나 인삼 지하부는 분무경, 하우스고형, 하우스토경, 노지토경 순으로 나타났고 지상부가 지하부보다 4배 이상 높은 함량을 보였다.

③ 플라보노이드

재배양식별 인삼의 총 플라보노이드 함량은 지상부에서는 하우스토경에서 가장 높았고, 그 다음이 고형배지, 노지토경, 분무경 순으로 나타났다. 한편, 지하부에서는 재배양식별 유의성은 없는 것으로 나타났다.

④ 사포닌

인삼에서 사포닌(saponin; ginsenoside Rb₁과 Rg₁)에서 Rb₁ 함량은 지상부가 지하부보다

2.3~2.6배 높게 나타났다. 한편, 근권부에서 Rb_1 함량은 하우스고형배지, 분무경, 하우스토경, 노지토경 순으로 높았고, Rg_1 함량은 모든 재배지의 지상부에서는 함유되어 있지 않았으나, 지하부에서는 하우스고형배지의 인삼근에서 0.01% 정도 검출되어 가장 높은 수치를 보였다.

재배양식별 즉, 노지토경, 고행배지경 및 분무경으로 재배된 2년생 인삼의 지상부 및 지하부의 ginsenoside 8종의 함량은 총 사포닌 함량으로 봤을 때 지하부보다는 지상부에서 뚜렷이 높게 나타났다. 노지토경이 가장 높은 함량을 보였고, 그 다음이 고행배지경과 분무경 순으로 나타났다. 지하부는 고행배지경이 가장 높은 함량을 보였고, 노지토경과 분무경이 다음이었다. 한편, 각 개별적인 ginsenoside 중에서 재배양식에 관계없이 지상부와 지하부 모두에서 Re가 가장 높은 함량을 보였고 그 다음이 Rd, Rg_1 , Rb_2 , Rc, Rb_1 순으로 나타났고 Rg_2 와 Rh_1 은 각각 미량으로 검출되었다.

(나) 기능성

① 항산화성

노지토경, 하우스토경, 고행배지경, 분무경에 재배된 인삼 지상부 및 지하부 메탄올 추출물을 조제하여 DPPH 라디칼 소거능과 아질산염 소거능으로 항산화성을 측정하였다. 그 결과 지상부의 경우 DPPH 라디칼 소거능은 고행배지경에서 가장 높게 나타났으며, 그 다음이 분무경, 하우스토경, 노지토경 순으로 나타났다. 이는 비록 합성 항산화제인 BHT와 Vitamin C의 소거능보다 낮았으나 비교적 높은 활성을 보였다.

한편, 인삼 지하부의 경우 DPPH 라디칼 소거능은 역시 고행배지경에서 가장 높게 나타났으며, 그 다음이 노지토경, 하우스토경, 분무경 순으로 높았으나 지상부에 비해 매우 낮은 경향이 있었다.

결과적으로 재배양식별 인삼의 지상부와 지하부의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 활성을 보였고, 지상부에서 고행배지경, 분무경, 노지토경, 하우스토경 순으로 높은 활성을 보였고, 지하부에서 낮은 활성을 보였고 재배양식간의 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다.

재배양식별 인삼의 지상부와 지하부의 nitrite 소거능을 분석한 결과 지하부가 지상부보다 높은 활성을 보였으나 재배양식 간에는 지하부에서는 분무경에서 비교적 활성이 낮았으나 지상부에서는 재배양식간의 유의성이 없는 것으로 나타났다.

② 항산화효소 활성

배지조성별 인삼의 Ascorbate peroxidase (APX) 활성은 지하부보다 지상부에서 높았으며 지상부는 퍼라이트 비율이 높을수록, 지하부에서는 코코피트와 퍼라이트의 단독배지가 그들의 혼합배지보다 높은 경향을 보였다.

Catalase (CAT) 활성은 역시 지하부보다 지상부에서 더 높았으며 지상부와 지하부 모두 코코피트 단독배지에서 가장 높은 활성을 보였다. 지상부에서 다른 배지와 유의성은 없었고, 지하부에서는 코코피트 단독배지가 유의적으로 가장 높은 활성을 보였다.

Peroxidase (POX) 활성은 지하부보다 지상부에서 높았으며 지상부와 지하부 모두 코코피트 비율이 높을수록 높은 활성을 보였다. 지상부에서는 코코피트 단독배지가 가장 높았고 퍼라이트 단독배지가 가장 낮았고, 지하부에서는 역시 코코피트 단독배지가 가장 높았고 퍼라이트 단

독배지가 가장 낮게 나타났다.

한편, Superoxide dismutase (SOD) 활성은 지하부보다 지상부에서 높았으나 지상부와 지하부 모두에서 배지조성간의 유의성은 없는 것으로 나타났다.

③ 항암성

인삼에서 MTT assay에 의한 세포독성은 폐암 세포주(Calu-6)에 대해 재배지별로 지상부 추출물의 세포독성은 고행배지경, 노지토경, 하우스토경 순으로 높게 나타났다. 한편, 폐암 세포주(Calu-6)에 대한 인삼 지하부의 세포독성은 500mgkg^{-1} 이상 세포생존을 기준으로 고행배지경, 하우스토경, 노지토경 순으로 높게 나타났다.

대장암 세포주(HCT-116)에 대한 인삼의 지상부 및 지하부 추출물의 세포독성은 고행배지경, 하우스토경, 노지토경 순으로 높게 나타났다.

(2) 고들빼기

(가) 생리활성물질

① 일반성분

조섬유를 제외한 고들빼기의 차광정도별 조단백 및 조지방에서 지하부보다 지상부에서 더 높았고, 차광이 큰 비닐하우스 내 50%차광, 무차광, 노지 토경 순으로 높은 함량을 보였다.

② 폴리페놀

고들빼기의 생육단계 영양생장기와 생식생장기 두 시기의 총 페놀 함량을 측정한 결과 지상부의 경우 두 시기간의 유의성은 없었고, 지상부가 지하부에 2배 이상의 높은 함량을 보였으며, 지하부의 경우 영양생장기보다 생식생장기에서 더 높게 나타났다. 또한 지상부가 지하부에 2배 이상의 높은 함량을 보였다.

한편, 재배지별 따른 총 페놀 함량은 지상부가 지하부보다 높은 함량을 보였고, 하우스 고행배지, 하우스 토경, 노지토경 순으로 높았으며, 시설재배지 내에서는 차광이 클수록 높은 함량을 보였다.

개별 페놀산 함량을 측정한 결과 총 함량에 있어서 고행배지, 하우스 토경, 노지토경 순으로 나타났고, 지상부보다 지하부가 높게 나타났으며 검출된 주요한 페놀산으로는 3-hydroxycinnamic acid, salicylic acid, α -coumaric acid와 chlorogenic acid로 나타났다.

③ 플라보노이드

재배지별 총 플라보노이드 함량은 앞의 총 페놀 함량의 결과 유사한 경향으로 외부포장에서 재배된 고들빼기보다 시설하우스 안에서 재배된 것이 높은 함량을 보였고 차광량이 많을수록 총 플라보노이드 함량이 높게 나타났다.

재배양식별 고들빼기의 지상부와 지하부 모두에서 총 플라보노이드 함량은 하우스고행배지경, 하우스토경, 노지토경 순으로 높았으며 지상부가 지하부보다 유의적으로 높은 함량을 보였다.

개별 플라보노이드 함량을 측정한 결과 총 함량에 있어서 고행배지, 하우스 토경, 노지토경

순으로 나타났고, 지상부보다 지하부가 높게 나타났으며 검출된 주요한 페놀산으로는 naringin, quercetin dihydrate와 rutin으로 나타났다.

(나) 기능성

① 항산화성

고들빼기의 생육단계 영양생장기와 생식생장기 두 시기의 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과 지상부와 지하부 모두 영양생장기보다 생식생장기에 더 높은 활성을 보였으나 이들 고들빼기의 항산화성은 합성 항산화제 Vitamin C와 BHT에 비해서 매우 낮은 활성을 보였다.

재배양식별 고들빼기의 지상부와 지하부 추출물 2,000mgkg⁻¹ 농도에서 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 활성을 보였고, 지상부에서 노지토경, 하우스고형배지경, 하우스토경 순으로 높은 활성을 보였고, 지하부에서 노지토경, 하우스토경, 하우스고형배지경 순으로 높은 활성을 보였다.

재배양식별 고들빼기의 지상부와 지하부 추출물 2,000mgkg⁻¹ 농도에서 nitrite 라디칼 소거능을 분석한 결과 지하부가 지상부보다 유의적인 차이로 높은 활성을 보였으나 지하부의 노지토경, 하우스고형배지경, 하우스토경의 재배양식간의 유의성은 없는 것으로 나타났다. 하지만 지상부는 하우스고형배지경, 하우스토경, 노지토경 순으로 높은 활성을 보였다.

② 항암성

한편, 재배지별로 본 고들빼기 지상부의 세포독성은 고품배지, 하우스토경, 노지토경 순으로 높게 나타났고, 지하부의 세포독성 역시 고품배지, 노지토경, 하우스토경 순으로 높게 나타났다.

고들빼기에서 MTT assay에 의한 세포독성은 폐암 세포주(Calu-6)에 대해 재배지별로 지상부 추출물 세포생존율은 고품배지경, 하우스토경, 노지토경 순으로 고품배지경에서 가장 낮게 나타났다. 이는 고품배지경에서 재배된 고들빼기가 가장 높은 세포독성, 즉 항암활성을 나타냈다.

한편, 대장암 세포주(HCT-116)에 대한 항암활성은 지상부 추출물의 경우 고품배지경, 노지토경, 하우스토경 순으로 높게 나타났고 세포생존율은 고품배지경에서 가장 낮은 생존율을 보였다. 또한 지하부 추출물의 경우도 고품배지경이 가장 높은 항암활성을 보였고 그 다음이 노지토경, 하우스토경 순으로 높게 나타났다.

나. 광도별 생리활성물질 및 기능성

(1) 인삼

(가) 생리활성물질

① 폴리페놀

인삼의 총 페놀 함량을 분석한 결과 지하부가 지상부보다 유의적인 차이로 높은 함량이 검출되었고 지상부의 경우 차광정도가 클수록 높은 함량을 보였고 특히, 지하부는 차광50%에서 가장 높은 함량을 보였다.

② 플라보노이드

차광별 인삼의 지상부와 지하부의 총 플라보노이드 함량도 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 함량이 검출되었으나 지하부는 매우 낮은 함량으로 검출되었다. 지상부의 경우 차광정도가 클수록 높은 함량을 보였고 지하부는 차광정도 간에 유의성이 없는 것으로 나타났다.

(나) 기능성

① 항산화성

차광별 인삼의 지상부와 지하부의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과 추출물 농도와 비례적으로 증가하는 경향이 뚜렷하였고 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 활성을 보였고 지상부와 지하부 모두에서 무차광과 70%차광이 50%차광보다 더 높은 활성을 보였다.

차광별 인삼의 지상부와 지하부의 Nitrite 라디칼 소거능을 분석한 결과 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 활성을 보였고, 지상부에서 무차광이 50%와 70%차광보다 유의적으로 높은 활성을 보였고 지하부에서 차광정도 간에 유의성은 인정되지 않았다.

② 항산화효소 활성

APX 활성은 인삼 지상부 및 지하부 모두에서 무차광에서 가장 높았고, 그 다음이 50%차광과 70%차광 순으로 무차광이 차광보다 높게 나타났다.

CAT 활성은 APX와 마찬가지로 인삼 지상부가 지하부보다 2배 이상의 높은 활성을 보였으나 차광별 유의적인 차이는 인정되지 않았다.

POX 활성은 역시 인삼 지상부가 지하부보다 높은 활성을 보였다. 지상부의 경우 50%와 70%차광이 무차광보다 높은 활성을 보였으나 인삼 지하부에서는 차광별 유의적인 차이는 인정되지 않았다.

SOD 활성은 역시 인삼 지상부가 지하부보다 약간 높은 활성을 보였으나 지상부와 지하부 모두에서 차광별 유의적인 차이는 인정되지 않았다.

(2) 고들빼기

(가) 생리활성물질

① 폴리페놀

고들빼기의 총 페놀 함량 분석한 결과 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 함량이 검출되었고 지상부의 경우 차광정도가 클수록 높은 함량을 보였고 특히, 지하부는 50%차광에서 가장 높은 함량을 보였다.

② 플라보노이드

차광별 고들빼기의 지상부와 지하부의 총 플라보노이드 함량을 분석한 결과 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 함량이 검출되었으나 지하부는 매우 낮은 함량으로 검출되었다. 지상부의 경우 차광정도가 클수록 높은 함량을 보였고 지하부는 차광정도 간에 유의성이 없는 것으로 나타났다.

개별 플라보노이드 함량을 측정한 결과 총 함량에 있어서 무차광에서는 지상부가 지하부보다 높게 나타났다. 한편, 차광별 지상부를 측정한 결과는 무차광, 70%차광, 50%차광 순으로 나타났다. 검출된 주요한 페놀산으로는 naringin, quercetin dihydrate와 rutin으로 나타났다.

(나) 기능성

① 항산화성

DPPH 라디칼 소거능은 고들빼기 추출물 농도와 비례적으로 증가하는 경향이 뚜렷하였고 지상부보다는 지하부 추출물에서 더 높은 활성을 보였다.

아질산염(nitrite) 소거능은 고들빼기 지상부 추출물에서 무차광, 50%차광, 70%차광 순으로 무차광에서 더 높은 활성을 보였으나 유의적인 차이는 없었고, 지하부에서는 지상부보다 약간 더 높은 활성을 보였으며 차광별 유의적인 차이는 인정되지 않았다.

② 항산화효소 활성

고들빼기 지상부의 Ascorbate peroxidase (APX) 활성은 무차광과 50%차광에서 노지토경과 70%차광보다 높은 활성을 보인 반면 지하부 활성은 반대로 70%차광에서 가장 높게 나타났다. 수확기의 APX 활성은 고들빼기 지상부에서는 차광이 적은 곳에서 더 높았고, 지하부에서는 차광이 큰 70%차광에서 가장 높게 나타났다. 지상부의 경우 50%차광, 무차광, 노지, 70%차광 순으로 나타났고 지하부에서는 70%차광, 노지, 50%차광, 무차광 순으로 나타났다. 생장기의 APX 활성은 수확기보다 훨씬 높은 활성을 보였는데, 고들빼기 지상부에서는 무차광, 70%차광, 50%차광 순으로, 지하부에서는 무차광, 50%차광, 70%차광 순으로 나타나 지상부와 지하부 모두에서 차광보다는 무차광에서 유의적으로 높게 나타났고, 지상부보다는 지하부가 더 높은 효소 활성을 보였다.

수확기의 고들빼기 지상부의 Catalase (CAT) 활성은 50%차광에서 가장 높은 활성을 보였고 그 다음으로 70%차광, 무차광 순이었다. 하지만 지하부 활성은 노지토경, 무차광, 50%차광, 70%차광 순으로 차광이 클수록 낮은 활성을 나타냈고 지상부가 지하부보다 훨씬 높은 활성을 나타냈다. 한편, 생장기의 CAT 활성은 수확기보다 훨씬 낮은 활성을 보였는데, 고들빼기 지상부에서는 70%차광, 무차광, 50%차광 순으로, 지하부에서는 무차광, 50%차광, 70%차광 순으로 나타나 지상부가 지하부보다 더 높은 효소 활성을 보였다.

생장기의 POX 활성은 역시 고들빼기 지상부보다 지하부가 높은 활성을 보였다. 지상부의 경우 70%차광이 가장 높았고 지하부에서는 무차광이 가장 높았지만 차광별 유의성은 인정되지 않았다.

한편, 수확기의 고들빼기 지상부의 Superoxide dismutase (SOD) 활성은 지상부와 지하부 모두에서 차광이 클수록 높은 활성을 보였고 지상부보다는 지하부가 높게 나타났다. 지상부는 차광50%와 70%에서 노지와 무차광보다 유의적으로 높은 활성을 보였고, 지하부는 70%차광에서 가장 높은 활성을 보였다. 생장기의 SOD 활성은 지상부와 지하부가 서로 비슷하였고 지상부와 지하부 모두에서 차광별 유의적인 차이는 인정되지 않는 것으로 나타났다.

다. 온도별 생리활성물질 및 기능성

(1) 인삼

(가) 생리활성물질

① 폴리페놀

재배온도별 인삼의 지상부와 지하부의 총 페놀 함량을 분석한 결과 인삼은 지상부가 지하부보다 훨씬 높았고, 25℃에서 가장 높은 함량을 보였고 20℃와 30℃에서 더 낮은 함량을 보였다. 하지만 지하부의 경우는 온도간의 유의성 차이는 인정되지 않았다. 따라서 인삼의 지상부는 재배온도에 따라(특히 특정온도 25℃에서) 유의적인 폴리페놀 형성량 차이에 영향을 주지만 지하부는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

② 플라보노이드

재배온도별 인삼의 지상부와 지하부의 총 플라보노이드 함량을 분석한 결과 지상부가 지하부보다 훨씬 높았고, 25℃와 30℃에서 가장 높은 함량을 보였고 20℃에서 낮은 함량을 보였다. 하지만 지하부의 경우는 온도간의 유의성 차이는 인정되지 않았다. 따라서 인삼의 지상부는 특정온도에서 유의적인 폴리페놀 형성량 차이에 영향을 주지만 지하부는 재배온도에 의해 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

(나) 기능성

① 항산화성

온도별 인삼의 지상부와 지하부의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과 농도가 증가함에 따라 활성은 비례적으로 높게 나타났으며, 특히 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 활성을 보였다. 10,000mgkg⁻¹ 농도에서 25℃ > 20℃ > 30℃순으로 높은 활성을 보였으나 온도간의 유의적인 차이는 지상부에서만 있었고 지하부에서는 유의성이 없는 것으로 나타났다.

온도별 인삼의 지상부와 지하부의 nitrite 라디칼 소거능을 분석한 결과 지상부에서 20℃와 25℃가 30℃보다 유의적인 차이로 높은 활성을 보였으나 지하부에서는 온도간의 활성차이는 없는 것으로 나타났다.

② 항산화효소 활성

온도별 APX 활성은 인삼 지상부는 30℃에서 가장 높았으나 온도간의 유의성은 없었고 지하부에서는 20℃와 25℃가 30℃보다 유의적으로 높은 활성을 보였다.

CAT 활성은 인삼 지상부는 25℃와 30℃가 20℃보다 유의적으로 높았으나 지하부에서는 20℃, 30℃, 25℃순으로 높은 활성을 보였고 온도간의 유의성은 없는 것으로 나타났다.

POX 활성은 역시 인삼 지상부가 지하부보다 높은 활성을 보였다. 지상부의 경우 25℃에서 가장 높았고 그 다음이 20℃와 30℃였다. 지하부에서는 20℃, 30℃, 25℃순으로 낮은 온도에서 유의적으로 높은 경향이였다.

SOD 활성은 역시 인삼 지상부가 지하부보다 약간 높은 활성을 보였으나 지상부와 지하부 모두에서 온도별 유의적인 차이는 인정되지 않았다.

(2) 고들빼기

(가) 생리활성물질

① 폴리페놀

재배온도별 고들빼기 지상부와 지하부 추출물을 chlorogenic acid를 표준물질로 총 페놀 함량을 분석한 결과 온도가 높을수록 높은 함량을 보였고, 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 함량이 검출되었다. 따라서 고들빼기의 지상부와 지하부는 재배온도에 따라 유의적인 폴리페놀 형성량 차이에 영향을 주는 것으로 사료된다.

② 플라보노이드

재배온도별 고들빼기 지상부와 지하부의 총 플라보노이드 함량을 분석한 결과, 총 페놀 함량과 유사한 경향을 보였으며 온도가 높을수록 높은 함량을 보였고, 지상부가 지하부보다 유의적인 차이로 높은 함량이 검출되었다. 따라서 고들빼기의 지상부와 지하부는 재배온도에 따라 유의적인 플라보노이드 형성량 차이에 영향을 주는 것으로 나타났다.

(나) 기능성

온도별 고들빼기의 지상부와 지하부의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과, 농도가 증가함에 따라 활성은 비례적으로 증가하였고 30℃와 20℃에서 지상부와 지하부 모두에서 높은 활성을 보인 것으로 나타났다. 5,000mgkg⁻¹ 농도에서 지상부와 지하부 모두 30℃와 20℃가 25℃보다 유의적으로 높은 활성을 보였다.

온도별 고들빼기의 지상부와 지하부의 nitrite 라디칼 소거능을 분석한 결과, DPPH 라디칼 소거능과 다른 양상을 보여, 지하부가 지상부보다 유의적인 차이로 높은 활성을 보였고, 지상부 중에서 20℃만 높은 활성을 보였고 30℃와 25℃에서 활성은 매우 낮았다.

라. 연령별 또는 부위별 생리활성물질 및 기능성

(1) 인삼의 연령별 생리활성물질 및 기능성

(가) 생리활성물질

① 일반성분

인삼의 연령별 조단백질은 지하부에서, 조지방, 조섬유와 조회분 함량은 지상부가 더 높았으나 연령간의 특별한 경향은 없는 것으로 나타났다.

② 폴리페놀

연령별 인삼의 총 페놀함량을 분석한 결과 지상부가 지하부보다 높은 함량을 보였고 지상부는 연령이 낮을수록 지하부는 연령이 높을수록 높은 함량을 보였다.

③ 플라보노이드

연령별 인삼의 총 플라보노이드 함량은 총 페놀 함량의 결과와 유사한 경향을 보여, 지상부가 지하부보다 유의적으로 높은 함량을 보였고, 지상부는 연령이 낮을수록 높은 함량을 보였고 지하부는 일정한 경향이 없이 낮은 함량 분포를 보였다.

④ 사포닌

인삼연령별 인삼의 지상부 및 지하부의 ginsenoside 8종의 함량은 다음과 같다. 총 사포닌 함량으로 봤을 때 지하부보다는 지상부에서 높게 나타났다. 지상부는 낮은 연령일수록, 지하부는 높은 연령일수록 높은 함량을 보였다. 한편, $Rb_1+Rb_2+Rc+Rd$ 의 protopanaxadiol(PD)계와 $Re+Rg_1+Rg_2+Rh_1$ 의 protopanatriol(PT)계의 비율 PD/PT는 지상부는 PT계가 높은 함량을 보였고 반대로 지하부의 경우는 대부분이 PD계가 높은 함량을 보인 것으로 나타났다. 한편, 각 개별적인 ginsenoside 중에서 연령과 지상부와 지하부 식물 부위에 관계없이 모두에서 Re가 가장 높은 함량을 보였고 그 다음이 Rd, Rg_1 , Rb_2 , Rc, Rb_1 순으로 나타났고 Rg_2 와 Rh_1 은 각각 미량으로 검출되었다.

(나) 기능성

① 항산화성

인삼연령별 지상부의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과 따라서 인삼의 지상부는 낮은 연령에서, 지하부는 높은 연령에서 높은 DPPH 라디칼 소거능을 보였다.

인삼연령별 아질산염 소거능을 분석한 결과 지상부에서 연령간 유의적인 차이는 경미하게 인정되었으나 지하부에서 연령간 유의성은 없는 것으로 나타났다.

② 항산화효소 활성

인삼연령별 APX 활성은 인삼 지하부가 지상부보다 높은 활성을 보였다. 지상부는 6년생에서 가장 높은 활성을 보였고, 지하부에서는 5년생이 가장 높았고 2년생이 유의적으로 가장 낮은 활성을 보였다.

CAT 활성은 APX와 반대로 인삼 지상부가 지하부보다 높은 활성을 보였다. 인삼 지상부는 2년생이 가장 높았고 6년생이 가장 낮아 낮은 연령에서 높은 활성을 보였으나 유의적인 차이는 아니었다. 하지만, 지하부에서는 3년생이 가장 높았고 6년생이 가장 낮은 활성을 보여 역시 낮은 연령에서 유의적으로 높은 활성을 보인 것으로 나타났다.

POX 활성은 역시 인삼 지상부가 지하부보다 높은 활성을 보였다. 지상부의 경우 4년생의 경우에서 유의적으로 가장 높았고 그 다음이 3, 6, 5, 2년생 순이었다. 지하부에서는 3년생이 유의적으로 가장 높았고 그 다음이 2, 5, 4, 6년생 순으로 비교적 낮은 연령에서 유의적으로 높은 활성을 보였다.

SOD 활성은 반대로 인삼 지하부가 지상부보다 높은 활성을 보였다. 지상부의 경우 6년생과 5년생이 가장 높았고 그 다음이 4, 3, 2년생 순으로 높은 연령에서 유의적으로 높은 활성을 보이는 경향이였다. 지하부에서는 연령간의 유의성은 인정되지 않았다.

③ 항암성

인삼연령별 지하부 추출물의 폐암 세포주(Calu-6)에 대한 세포독성은 5년생에서 가장 높았

고, 다음이 2년생이었고 나머지 연령에서는 매우 낮은 억제율을 보였다.

한편, 지하부 추출물 $2,000\text{mgkg}^{-1}$ 농도에서 대장암 세포주(HCT-116)에 대한 억제율은 3년생, 2년생, 5년생, 4년생, 및 6년생 순으로 나타나 3년생이 가장 높았고, 6년생이 가장 낮은 것으로 나타났다.

④ 인삼의 연령별 생육, 성분조성 및 생리활성간의 상관계수

지상부의 경우 각 항목간의 상관관계($p < 0.05$)에 있어서 연령에 있어서 생체중과 각 생리활성물질 함량 및 항산화성간에 고도의 상관관계($r^2 = 0.6204 \sim 0.8833$)가 있는 것으로 나타났고, 특히 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량 간에는 $r^2 = 0.9645$ 로 고도의 상관관계를 보였고 총 페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능 간에는 $r^2 = 0.7870$ 으로 높았고 총 플라보노이드 함량과 DPPH 라디칼 소거능 간에는 $r^2 = 0.6301$ 로 나타났다. 이러한 결과는 연령별 생체중의 차이로 생리활성물질 함량 및 항산화성에 영향을 주며, 항산화성을 나타내는 데는 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량이 직접적으로 영향을 주는 것으로 나타내고 있다.

지하부의 경우는 연령에 있어서 생체중과 총 페놀 함량 및 아질산염 소거능과 고도의 상관관계(각각 $r^2 = 0.9350$ 과 0.9864)가 있는 것으로 나타났고 총 페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능 및 아질산염 소거능 간에는 각각 $r^2 = 0.7366$ 과 0.8794 로 높은 상관관계를 보였다. 하지만 폐암 세포주(Calu-6)와 대장암 세포주(HCT-116)에 대한 세포독성은 어느 항목과도 낮은 상관관계를 보였다. 이러한 결과는 연령별 생체중의 차이로 생리활성물질 함량 및 항산화성에 영향을 주며, 항산화성을 나타내는 데는 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량이 직접적으로 영향을 주는 것으로 나타났다.

(2) 고들빼기 부위별 생리활성물질 및 기능성

(가) 생리활성물질

① 일반성분

생식생장기의 고들빼기 식물체 부위별 조단백질과 조지방은 꽃, 잎, 줄기 뿌리 순으로 높았고 조섬유와 조회분은 줄기와 뿌리가 꽃과 잎보다 높은 것으로 나타났다.

② 폴리페놀

영양생장기의 고들빼기의 총 페놀(total phenolics content) 함량은 지상부가 지하부보다 2배 이상 높았고, 성장기간의 함량 차이는 뿌리에서만 나타났다.

개화기 이후의 고들빼기의 총 페놀 함량은 꽃에서 가장 높게 나타났고, 그 다음은 잎, 줄기, 뿌리 순으로 나타났다.

한편, 각 페놀산 함량은 오히려 줄기에서 총량이 10.65ppm 으로 가장 높은 함량으로 나타났고, 그 다음은 잎, 뿌리, 꽃 순으로 각각 6.13 , 5.89 및 1.97ppm 으로 나타났고 비교적 많은 함량을 보인 주요한 페놀산으로는 3-hydroxycinnamic acid, ferulic acid, 및 gentistic acid인 것으로 나타났다.

③ 플라보노이드

고들빼기의 식물체 부위별 총 플라보노이드 함량은 그 차이는 뚜렷하였다. 줄기, 잎, 꽃, 뿌리 순으로 줄기와 잎이 가장 높았고 뿌리가 가장 낮은 함량을 보였다.

한편, 개별 플라보노이드 함량은 그 총량이 뿌리에서가장 높은 함량으로 나타났고, 그 다음은 줄기, 잎, 꽃 순으로 많은 함량을 보였고 주요한 플라보노이드는 naringin으로 나타나 총량의 대부분을 차지한 것으로 나타났다.

(나) 기능성

① 항산화성

고들빼기에서 DPPH법에 의한 항산화성은 농도와 비례하게 활성이 증가하는 양상을 보였다. 특히 2,000ppm 메탄올 추출물에서 합성 항산화제 Vitamin C와 BHT에 비해 낮은 활성이지만 줄기, 뿌리, 잎, 꽃 순으로 줄기가 가장 높고 꽃이 가장 낮은 활성을 보였다. 한편, 영양생장기 때의 활성은 생식생장기 때보다 대체로 높게 나타나는 경향이였다.

아질산염 소거능력은 고들빼기의 줄기에서 유의적인 높은 함량을 나타냈고 그 다음이 잎, 꽃, 뿌리 순으로 뿌리가 가장 낮은 함량을 보였다.

② 항암성

고들빼기에서 MTT assay에 의한 세포독성 중 폐암 세포주(Calu-6)에 대한 세포생존율로 나타낸 결과 개화기 때 수확된 식물체 부위별로 볼 때 뿌리, 잎, 꽃, 줄기 순으로 높은 세포독성을 보였다.

또한, 고들빼기 부위별 추출물에 대한 대장암 세포주(HCT-116)의 세포생존율로 나타낸 결과 역시 뿌리, 잎, 꽃, 줄기 순으로 높은 세포독성을 보였다.

마. 영양제 처리에 따른 인삼의 생리활성물질 및 기능성

(1) 생리활성물질

(가) 폴리페놀

품종 “자경”의 경우 영양액 처리에 따른 총 페놀 함량은 지상부에서 영양제 KP에서 가장 높은 것으로 나타났고 이는 대조구보다 높은 함량을 보였다. 하지만 EM, Yangmyungwon(YMW) 및 Manda 3000(MD)은 대조구보다 낮은 것으로 나타났고, 한편 지하부는 지상부보다 훨씬 낮았고 처리간의 유의성은 인정되지 않았다.

품종 “춘풍”의 경우도 경향은 마찬가지로였으나 “자경”보다 낮은 함량을 보였다. 영양액 처리에 따른 총 페놀 함량은 지상부에서 영양제 KP에서 가장 높은 것으로 나타났으나 EM, YMW 및 MD는 대조구보다 낮은 것으로 나타났다. 한편 지하부는 지상부보다 훨씬 낮은 범위로 처리간의 유의성은 인정되지 않았다.

(나) 플라보노이드

품종 “자경”의 경우는 영양액 처리에 따른 총 플라보노이드 함량은 지상부에서 영양제 KP에서 가장 높은 것으로 나타났다. 하지만 EM, YMW 및 MD는 대조구보다 낮은 것으로 나타났

다, 한편 지하부는 지상부보다 훨씬 낮은 범위로 EM만이 대조구보다 높았고, 다른 처리는 대조구보다 낮은 함량을 보였다.

품종 “춘풍”의 경우도 경향은 마찬가지로 “자경”보다 낮은 함량을 보였다. 영양액 처리에 따른 총 플라보노이드 함량은 지상부에서 영양제 KP에서 가장 높은 것으로 나타났고 이는 대조구와 유사한 함량을 보였다. 한편 지하부는 지상부보다 훨씬 낮은 범위로 EM만이 대조구보다 높게 나타났고, 다른 처리는 대조구보다 낮은 함량을 보였다.

(2) 기능성

품종 “자경”의 경우 영양액 처리에 따른 DPPH 라디칼 소거능은 인삼 지상부의 경우만 영양액 MD와 YMW에 의해 다소 개선되는 것으로 나타났다.

한편, 품종 “자경”의 지하부 경우는 지상부보다 훨씬 낮은 활성을 보인 것으로 나타났다. 지하부 추출물 활성은 YMW가 가장 높았고 그다음이 MD, EM, KP 순으로 높은 활성이었지만 지상부보다 매우 낮은 활성으로 나타났다.

품종 “춘풍”의 경우 경향은 마찬가지로 “자경”보다 낮은 활성을 보였다. 영양액 처리에 따른 DPPH 라디칼 소거능은 지상부 추출물 활성은 MD가 가장 높았고 그 다음이 YMW로 나타나 이는 대조구보다 높은 활성이었다.

한편, 품종 “춘풍”의 지하부 경우는 지상부보다 훨씬 낮은 활성을 보인 것으로 나타났다. 지하부 추출물 활성은 YMW가 가장 높았고 그 다음이 EM, KP 순으로 높은 활성이었지만 MD는 낮은 활성을 보였다.

품종 “자경”의 경우 영양액 처리에 따른 아질산염 소거능은 처리간의 유의성은 없는 것으로 나타났다.

품종 “춘풍”의 경우도 경향은 마찬가지로 “자경”보다 약간 낮은 활성을 보였다. 영양액 처리에 따른 아질산염 소거능은 지상부와 지하부 모두 각 처리간 유의성은 없는 것으로 나타났다.

바. 고들빼기 분획별 생리활성물질 및 기능성

(1) 생리활성물질

(가) 폴리페놀

용매분획별 고들빼기 지상부의 총 페놀 함량을 분석한 결과 에틸아세테이트층, 부탄올층, 헥산층, 물층, 메탄올 추출물 순으로 높았다 .

(나) 플라보노이드

용매분획별 고들빼기의 지상부에 있어서 총 플라보노이드 함량은 부탄올층, 에틸아세테이트층, 물층, 메탄올 추출물, 헥산층 순으로 높았으며, 에틸부탄올층이 가장 높았고 헥산층이 가장 낮은 함량을 보였다. 한편, 지하부는 지상부보다 낮은 함량을 보였으며 역시 에틸아세테이트층이 가장 높았고, 물층이 가장 낮았다.

(2) 기능성

(가) 항산화성

용매분획별 고들빼기 지상부 추출물의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과 헥산층에서만 비교적 낮은 활성을 보였고 에틸아세테이트층, 부탄올층, 물층, 메탄올 추출물 모두에서 90% 이상의 높은 활성을 보였다.

용매분획별 고들빼기 지하부의 DPPH 라디칼 소거능을 분석한 결과 부탄올층에서 가장 높은 활성을 보였고 그 다음이 에틸아세테이트층이었으나 메탄올 추출물, 헥산층 및 물층은 비교적 낮은 활성을 보였다.

용매분획별 고들빼기 지상부와 지하부의 nitrite 소거능을 분석한 결과 지상부가 지하부보다 높은 활성을 보였고, 특히 지상부에서 부탄올층이 가장 높은 활성을 보였고 그 다음 물층과 메탄올 추출물이 높은 활성을 보였으나 헥산층과 에틸아세테이트층은 비교적 낮은 활성을 보였다. 한편, 지하부는 메탄올 추출물이 가장 높은 활성을 보였고 그 다음 부탄올층과 물층이 높은 활성을 보였으나 헥산층과 에틸아세테이트층은 비교적 낮은 활성을 보였다.

(나) 항암성

용매분획별 고들빼기 용매분획별 폐암 세포주(Calu-6)에 대한 세포독성은 지상부 800mgkg⁻¹에서 생존율로 볼 때 헥산층과 에틸아세테이트층에서 낮은 생존율을 보여 가장 높은 항암활성을 보인 반면 물층과 부탄올층에서 높은 생존율을 보여 비교적 낮은 항암활성을 보였다. 한편 지하부에서는 에틸아세테이트층이 낮은 생존율을 보여 가장 높은 항암활성을 보였고 그 다음이 헥산층, 부탄올층, 물층 순으로 나타났다.

용매분획별 고들빼기 용매분획별 위암 세포주(SNU-601)에 대한 세포독성을 800mgkg⁻¹에서 생존율로 볼 때 지상부에서 역시 헥산층과 에틸아세테이트층에서 높은 항암활성을 보인 반면 물층과 부탄올층에서 비교적 낮은 항암활성을 보였다. 한편 지하부에서도 헥산층에서 가장 낮은 세포생존율을 보여 가장 높은 항암활성을 보였고 그 다음이 에틸아세테이트층, 부탄올층, 물층 순으로 나타났다.

제3절 고들빼기와 인삼의 가공 및 제품화 기술 개발

1. 서언

고들빼기는 국화과에 속하는 1~2년생 초본식물로 전국에 자생하며 해열, 건위, 조혈, 소화불량, 종기 등의 치료제로 사용되며, 봄철에 데쳐서 양념에 무쳐 먹거나 지짐으로도 이용되고 늦가을에는 김치도 담가먹는 산채류이다.

고들빼기의 재배는 근래에 들어 산채류에 대한 소비가 증가하면서 자연산만으로는 공급이 부족하여 농가에서 재배면적이 확대 되고 있다. 그러나 고들빼기는 주로 1~3월과 9~12월에 수요 및 출하가 집중되고 있으며, 단경기인 12월에는 높은 가격을 형성하고 있으나 계절적으로 단기에 집중되고 있고 대부분 생물로서 유통되고 있어 대량생산 및 가공에 부적합한 여건에 있다. 이러한 고들빼기를 재배작형을 다양화하여서 연중출하를 하면 안정적인 농가 소득증대 작목으로 유망시된다.

고들빼기는 김치로 주로 이용되고 있으며 입맛을 돋우고 건위소화제의 역할을 한다. 알칼리성 식품으로 산성체질을 개선하며 봄의 어린 싹은 섬유질이 적고 단백질, 탄수화물, 회분, 지방 등의 성분이 있어 곁절이도 해서 먹는다.

그러나 국내시장에 인삼을 중심으로 한 뿌리 약용식물의 이용도는 높은 편이어서 대중적으로 많이 이용되고 있으나, 그 고들빼기를 이용한 가공식품은 대중적인 관심을 거의 받지 못하고 있는 실정이다.

또한 지금까지 고들빼기에 대한 연구는 단순한 김치로 제조하는 방법에 관한 연구가 주를 이루고 있으나, 본 연구에서는 부위별, 계절별, 환경변이별 특성을 파악하고 또는 다른 전통식품과의 첨가물로서 새로운 조합을 선정하여 가공식품의 기호도를 크게 증가시킬 수 있는 방향으로 연구를 추진하여 맛이나 기능성을 획기적으로 향상시키는 방법을 정립하여 고들빼기의 고소득 작물화에 기여하고자 하였다.

본 연구를 통해 고들빼기와 인삼을 이용한 가공 및 제품화 기술 개발을 위해 소재식물의 건조, 분말화, 가식성 및 저장성을 연구하였고 실제적으로 인삼-배추김치, 고들빼기-배추김치 등 고들빼기와 인삼을 첨가한 전통식품을 제조하여 그 성능을 평가하였고, 고들빼기와 인삼을 함유하는 장류 식품 개발을 위해 추출물/분말을 각각 간장/고추장에 첨가하여 전통과 현대, 발효와 기능성의 퓨전 식제품을 개발하고 숙성정도별로 성분 및 기능성을 평가하였다. 또한 고들빼기의 이용도 향상을 위해 효율적인 가공 공정 확립과 이를 이용한 조미료, 소스 등 다양한 제품에 적용하여 그 활용도 향상시킴으로써 고들빼기의 안정적인 고소득 작물화를 위한 기초 자료를 확보하고자 본 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 재료 확보

(1) 건조 전처리(데침 처리)에 따른 고들빼기의 유효성분 및 기능성 변화

전라남도 순천시 별량면의 재배 농가에서 구입한 고들빼기 시료를 처리시간 (1분, 3분, 5분)과 소금을 농도별로(무처리, 1%, 3%, 5%) 처리한 끓는 물에 데침 처리한 후 60℃ dry oven에서 건조한 후 분말화한 것을 시료로 이용하였다.

(2) 건조방법에 따른 유효성분 및 기능성의 변화

구입한 고들빼기 시료를 세척 선별한 후 자연건조(음건), dry oven 건조(60℃, 85℃), 동결건조 그리고 증열(1회, 2회, 3회, 4회) 후 건조하여 분말화한 것을 분석 시료로 이용하였다.

(3) 고들빼기와 인삼의 추출 조건에 따른 유효성분 및 기능성 변화

(가) 추출 용매 조건에 따른 유효성분 및 효능 변화

건조한 약용식물 분말을 1g을 증류수와 에탄올을 각각 0 : 100, 25 : 75, 50 : 50, 75 : 25, 그리고 100 : 0 (v/v)의 비율로 혼합된 용매 20ml에 24시간 동안 추출하였다.

(나) 추출 온도와 시간에 따른 유효성분 및 효능 변화

건조한 약용식물 분말을 1g을 증류수 20ml을 가한 후 35℃, 50℃, 75℃ 그리고 95℃의 shaking water bath에서 1시간, 3시간, 6시간, 그리고 9시간 추출한 것을 시료로 사용하였다.

(4) 고들빼기와 인삼의 발효 조건에 따른 유효성분 및 기능성 변화

(가) 고들빼기와 인삼의 자연발효 조건에 따른 유효성분 및 효능 변화

건조한 고들빼기의 잎과 뿌리분말, 그리고 인삼의 분말을 삼각플라스크에 5g씩 정확히 칭량하여 넣은 후 증류수 100mL를 가하여 30℃ incubator에서 발효시키면서 15일 간격으로 시료를 채취하여 고형분을 제거한 후 분석 시료로 사용하였다.

(나) 고들빼기와 인삼의 미생물 발효에 의한 유효성분 및 효능 변화

건조한 고들빼기와 인삼 분말 1g을 미생물 배지가 함유된 배양액 100ml에 첨가한 후 autoclave 멸균처리하고 미생물(*Bacillus subtilis*, KCCM 11314)을 접종하였다. 미생물이 접종된 배양병을 30℃ incubator에서 2, 4, 8, 12일 배양하였다. 각각의 시료를 centrifuge 하여 균체와 고형 시료를 제거한 상등액을 분석 시료로 사용하였다. 동일한 과정으로 처리된 시료에 미생물을 첨가하지 않은 것을 control 시료로 사용하였다.

(5) 고들빼기와 인삼을 이용한 식이식품 개발

(가) 고들빼기김치와 인삼함유 김치의 제조 및 저장 기간에 따른 유효성분과 기능성 변화

① 고들빼기김치와 인삼함유 배추김치의 제조

고들빼기는 순천시 별량면에서 노지 재배한 것을 구입하여 선별하고 세척하여 48시간 물에서 쓴맛을 우려낸 후 2시간 탈수시킨 것을 사용하였고, 부재료인 고추, 마늘, 파 등은 마트에서 구입하여 사용하였다. 김치에 사용한 액젓은 새우젓과 멸치액젓을 1:1로 혼합하여 사용하였다. 배추김치 재료는 포기 중량이 약 3kg인 배추와 부재료인 고추, 마늘, 파, 생강, 당근, 액젓 등은 대형마트에서 구입하였고, 배추는 다듬은 후 4등분하여 상온에서 24시간 절인 후 물로 2회 세척한 후 2시간 탈수시켜 사용하였다.

Table 53. Ingredient ratio of *Youngia sonchifolia* Kimchi added with *Panax ginseng*.

Ingredient	Ratio of materials (%)			
	Control	Kimchi 1	Kimchi 2	Kimchi 3
Chinese cabbage	100	99	97	95
Ginseng	0	1	3	5
Green onion	5.5	5.5	5.5	5.5
Onion	1.2	1.2	1.2	1.2
Carrot	1.0	1.0	1.0	1.0
Garlic	2.5	2.5	2.5	2.5
Red pepper	4.0	4.0	4.0	4.0
Fermented anchovy and shrimp sauce	1.5	1.5	1.5	1.5
Salt	1.0	1.0	1.0	1.0

Table 54. Ingredient ratio of Kimchi added with *Panax ginseng*.

Ingredient	Ratio of materials (%)			
	Control	Kimchi 1	Kimchi 2	Kimchi 3
Chinese cabbage	100	99	97	95
Ginseng	0	1	3	5
Green onion	5.5	5.5	5.5	5.5
Carrot	1.0	1.0	1.0	1.0
Onion	1.2	1.2	1.2	1.2
Garlic	2.5	2.5	2.5	2.5
Ginger	1.2	1.2	1.2	1.2
Red pepper	4.0	4.0	4.0	4.0
Fermented anchovy and shrimp sauce	1.5	1.5	1.5	1.5
Salt	1.0	1.0	1.0	1.0



Fig. 150. *Youngia sonchifolia* Kimchi mixed with *Panax ginseng*

② 저장 기간에 따른 유효성분 및 기능성 변화

고들빼기와 배추김치에 분쇄기로 잘게 부순 인삼을 주재료인 고들빼기와 배추 기준으로 각각 1%, 3%, 5%의 농도가 되도록 함유되도록 하여 관행적인 방법으로 담근 후 숙성과정에 따른 변화를 조사하였다. 김치를 담근 후 4℃ 저온에서 저장한 후 0일, 15일, 30일, 60일에 각각 김치를 채취하여 동결 건조한 것을 분말화하여 시료로 사용하였다.

(나) 인삼함유 야채샐러드 제조

① 배경

인삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 오가피과(Araliaceae)에 속하는 음지성, 호냉성 식물로서 대표적 약효 성분인 사포닌은 항암(Jeon et al., 1991), 면역증강(Kim과 Jung, 1987), 혈압강하(Kang과 Kim, 1992), 혈당강하(Joo와 Kim, 1992), 항염증(Oliveira et al., 2001) 및 항산화 효과(Kim et al., 1996) 등 매우 다양한 효능이 있는 것으로 알려져 있다. 인삼에 함유된 사포닌 외의 성분에 대한 효능도 알려지고 있는데 최근에는 인삼 다당류의 항암, 혈당저하 효과(Kim et al., 1998; Sonoda et al., 1998), 페놀성 성분의 항산화 활성(Lee et al., 2000; Shin et al., 1990; Wee et al., 1989) 등이 밝혀지고 있다.

한편, 대부분의 연구에서 의약적 목적으로 인삼의 뿌리만이 집중적으로 연구되어 왔으나 잎과 같은 부위를 이용한 연구도 관심을 갖게 되었다. Lee et al.(2004)은 인삼 식물체 부위별 총 페놀화합물을 분석·비교한 결과 잎(147~200mg%), 줄기(110~153mg%), 뿌리(61~86mg%)의 순으로 나타나 잎이 줄기나 뿌리보다 높은 함량을 보인다고 하였다.

본 연구개발 결과로서 연령별 인삼의 총 페놀과 총 플라보노이드 함량을 분석한 결과 지상부는 연령이 낮을수록 지하부는 연령이 높을수록 높은 함량을 보였다. 인삼연령별 인삼의 지상부 및 지하부의 ginsenoside 8종을 합산한 총 사포닌 함량은 지하부보다는 지상부에서 높게 나타났고 지상부는 낮은 연령일수록, 지하부는 높은 연령일수록 높은 함량을 보였다. 인삼연령별 지상부의 항산화성을 분석한 결과도 인삼의 지상부는 낮은 연령에서, 지하부는 높은 연령에서 높은 DPPH 라디칼 소거능을 보였다.

따라서 본 연구개발에서는 수개월간(본 연구에서는 3개월) 짧은 기간에 재배된 인삼의 어린 잎과 뿌리가 함유된 간식용 기능성 샐러드를 개발하고자 한다.

② 인삼 재료

- 품종 : “춘풍”
- 묘령 : 묘삼 재식 후 90일
- 생육상태 : 평균 초장 16.7cm, 평균 근장 8.6cm, 평균 지상부 생체중 0.34g, 평균 지하부 생체중 0.19g



Fig. 151. *Panax ginseng* seedlings used for salad preparation.

③ 간장소스 샐러드

- 소스 : 간장, 설탕, 식초, 마늘, 후추
- 야채 : 인삼 5개, 양상추, 적양배추, 방울토마토

④ 파인애플소스 샐러드

- 소스 : 파인애플, 사과, 양파, 레몬즙, 설탕, 소금, 올리브유
- 야채 : 인삼 5개, 양상추, 오이, 방울토마토

⑤ 조리방법 - 관행방법에 따름

(다) 고들빼기 효소 장아찌 제조

① 배경

장아찌(Jangajji or Pickled Vegetables)란 채소가 많은 철에 간장, 고추장, 된장 등에 넣어 저장하였다가 그 재료가 귀한 철에 쓰는 반찬으로 장과(醬瓜)라고도 한다. 오랫동안 장류에 박아 두었던 장아찌류는 먹기 직전 참기름, 설탕, 깨소금 등으로 다시 조미하여 맛을 더 내기도 한다. 장아찌에 흔히 쓰이는 재료는 마늘, 마늘종, 깻잎, 무, 오이, 더덕 등이다.

종래의 일반 장아찌는 식물의 잎, 줄기, 뿌리, 또는 열매 등과 같은 장아찌 주재료를 소금물에 염장 후 건져내고 탈수시킨 다음, 간장, 물, 설탕, 및 식초를 혼합한 후 끓여서 제조한 염장액 및 탈수된 장아찌 주재료를 넣고 용기에 넣고 상온에서 1차 숙성시키고, 1차 숙성된 용기에서 염장액만을 분리한 후 끓이고 식힌 것을 다시 용기에 넣고 상온에서 2차 숙성시키고, 2차 숙성된 용기에서 염장액만을 분리한 후 끓이고 식힌 것을 다시 용기에 넣고 냉장 조건에서 3차 숙성시켜 제조된다. 그러나, 종래의 일반 장아찌는 과도한 염분 사용으로 인해 당뇨병 환자, 고혈압 환자들에게는 적당하지 않다. 또한, 종래의 일반 장아찌는 짠맛이 강해 식감이 떨어지는 등 관능적 특성이 불량하고 숙성 과정에서 장아찌 주재료 내의 엽록소 성분이 파괴 또는 이탈되어 본연의 색을 유지하지 못하는 등 영양적 특성과 시각적 특성 면에서도 매우 불리하다는 단점을 가진다.

따라서 본 연구에서는 식이요법용 전통 장류식품과 퓨전화를 통한 소비의 저변 확대를 위해 항암성이 탁월한 것으로 알려진 고들빼기를 소재로 하여 효소액을 만들고 여기에 간장 또는 된장을 혼합하여 고들빼기 효소 장아찌를 조제하고자 한다.

② 재료 및 방법

(a) 고들빼기 재료를 준비하는 단계; (b) 선택한 고들빼기 100g 당 매실 5~60g, 차조기 잎 5~60g 및 설탕 80~180g을 혼합하여 약초 효소액용 혼합물을 형성하고, 약초 효소액용 혼합물을 용기에 넣고 밀봉 후 발효시켜 약초 효소액용 발효물을 형성하고, 약초 효소액용 발효물을 여과하여 얻은 여과액을 용기에 넣고 밀봉 후 숙성시켜 약초 효소액을 조제하는 단계; (c) 조제된 약초 효소액 100ml 당 물 500~1000ml, 염분 농도가 10~20 중량%인 간장 300~600ml, 및 설탕 50~120g을 혼합하여 약초 효소 간장용 혼합물을 형성하고, 약초 효소 간장용 혼합물을 용기에 넣고 끓여 부피가 1/2~5/6로 줄어든 약초 효소 간장용 농축액을 형성하고, 상기 약초 효소 간장용 농축액을 용기에 넣고 밀봉 후 숙성시켜 약초 효소 간장을 조제하는 단계; (d) 간

장과 된장을 혼합하여 형성한 혼합장에 고들빼기를 넣고 염장한 후 건져내고, 그 고들빼기와 약초 효소 간장을 용기에 넣고 밀봉 후 1차 숙성시키고, 다시 용기에 조제된 약초 효소액을 넣고 밀봉 후 재숙성시켜 약초 간장 장아찌를 수득하는 단계를 수행한다. 상기 (d) 단계에서 약초 100g을 기준으로 염분 농도가 10~20 중량%인 간장 100~400ml 및 된장 20~100g으로 이루어진 혼합장을 사용하고, 상기 (d) 단계의 1차 숙성 과정에서 약초 100g을 기준으로 약초 효소 간장 100~500ml를 사용하고, 상기 (d) 단계의 재숙성 과정에서 약초 100g을 기준으로 약초 효소액 20~100ml를 사용한다.



Fig. 152. Preparation procedure for pickled *Youngia sonchifolia*

㉞ 고들빼기 준비단계

약초 간장 장아찌 제조방법에서 약초 선택 단계는 장아찌의 주재료로 사용될 수 있는 고들빼기를 잘 세척하고 정선하여 수분을 제거한 후 재료로 이용한다.

㉟ 고들빼기 약초 효소액 조제

약초 효소액을 조제하는 단계는 선택한 고들빼기에 매실, 차조기잎 등을 혼합하고 이를 발효 및 숙성시키는 단계로서, 고들빼기 100g당 매실 5~60g, 차조기 잎 5~60g 및 설탕 80~180g을 혼합하여 약초 효소액용 혼합물을 형성하고, 약초 효소액용 혼합물을 용기에 넣고 밀봉 후 발효시켜 약초 효소액용 발효물을 형성하고, 약초 효소액용 발효물을 여과하여 얻은 여과액을 용기에 넣고 밀봉 후 숙성시켜 약초 효소액을 조제하는 단계이다.

약초 효소액 조제 단계에서 사용되는 고들빼기는 물과 참숯을 혼합한 용액에서 미리 세척해야 하며 약초 효소액용 혼합물에서 매실은 약초 100g당 약 20~50g을 사용하며, 차조기잎은 약초 100g당 약 10~50g을 사용하고, 설탕은 약초 100g당 약 90~150g을 사용한다. 또한, 약초 효소액용 혼합물은 약초 100g당 탱자 5~60g을 첨가할 수 있다. 약초 효소액용 혼합물의 성분 중 매실과 차조기 잎은 약초 효소액에 살균 및 방부 기능을 제공하고, 탱자는 깊은 풍미를 제공한다.

또한, 약초 효소액 조제 단계 중 발효 과정은 15~35℃에서 60~150일간 수행한다. 또한, 숙성 과정은 15~35℃에서 120~240일간 수행한다.

㉔ 효소간장 조제

약초 효소 간장액을 조제하는 단계는 조제된 약초 효소액에 물, 간장, 설탕 등을 혼합하고 농축시킨 후 이를 숙성시키는 단계로서, 조제된 약초 효소액 100ml 당 물 500~1000ml, 염분 농도가 10~20 중량%인 간장 300~600ml, 및 설탕 50~120g을 혼합하여 약초 효소 간장용 혼합물을 형성하고, 약초 효소 간장용 혼합물을 용기에 넣고 끓여 부피가 1/2~5/6로 줄어든 약초 효소 간장용 농축액을 형성하고, 상기 약초 효소 간장용 농축액을 용기에 넣고 밀봉 후 숙성시켜 약초 효소 간장을 조제하는 단계이다.

약초 효소 간장 조제 단계에서 약초 효소 간장용 혼합물에 사용되는 물은 바람직하게는 표고버섯을 우려낸 물 또는 다시마를 우려낸 물이 좋다. 또한, 약초 효소 간장용 혼합물은 약초 효소 간장의 잡냄새를 제거하고 깊은 맛을 제공하기 위해 약초 효소액 100ml 당 마늘 10~100g을 더 추가할 수 있다. 또한, 상기 약초 효소 간장용 혼합물에서 물은 약초 효소액 100ml 당 약 800~1000ml를 사용하고, 염분 농도가 10~20 중량%인 간장은 약초 효소액 100ml 당 약 350~550ml를 사용하고, 설탕은 약초 효소액 100ml 당 약 60~90g을 사용한다. 또한, 간장은 염분 농도가 14~18%인 진간장을 사용하며 바람직하고, 설탕은 황설탕을 사용한다.

또한, 약초 효소 간장 조제 단계 중 숙성 과정은 약초 효소 간장용 농축액을 용기에 넣고 밀봉 후 1차 숙성시켜 약초 효소 간장용 1차 숙성액을 형성하고, 그 약초 효소 간장용 1차 숙성액을 끓인 후 다시 용기에 넣고 밀봉 후 2차 숙성시키는 것으로 구성된다. 이때, 상기 1차 숙성 과정은 5~20℃에서 30~90일간 수행하고, 2차 숙성 과정은 0~15℃에서 60~120일간 수행한다.

㉕ 장아찌 조제

고들빼기 간장 장아찌를 조제하는 단계는 고들빼기를 염장한 후 조제된 약초 효소 간장 존재 하에서 숙성시키고, 이후 약초 효소액 존재 하에서 숙성시키는 단계로서, 간장과 된장을 혼합하여 형성한 혼합장에 선택한 고들빼기를 넣고 염장한 후 건져내고, 염장 후 건져낸 약초와 약초 효소 간장을 용기에 넣고 밀봉 후 1차 숙성시키고, 다시 용기에 약초 효소액을 넣고 밀봉 후 재숙성시켜 고들빼기 간장 장아찌를 만드는 단계로 이루어진다.

약초 간장 장아찌 조제 단계에서 혼합장은 약초 100g을 기준으로 염분 농도가 10~20 중량%인 간장 100~400ml 및 된장 20~100g을 사용한다.

또한, 약초 간장 장아찌 조제 단계의 1차 숙성 과정에서 약초 효소 간장은 약초 100g을 기준으로 바람직하게는 약 100~500ml을 사용한다. 약초 간장 장아찌 조제 단계의 1차 숙성 과정은 0~15℃에서 30~90일간 수행한다.

또한, 약초 간장 장아찌 조제 단계의 재숙성 과정에서 약초 효소액은 약초 약 100g을 기준으로 바람직하게는 약 20~100ml을 사용한다. 재숙성 과정은 0~15℃에서 240~600일간 수행한다. 이때, 재숙성 과정은 용기에 수득한 약초 효소액을 넣고 밀봉 후 2차 숙성시키고, 다시 용기에 수득한 약초 효소액을 넣고 밀봉 후 3차 숙성시킨다. 상기 약초 간장 장아찌 수득 단계의 2차 숙성 과정 및 3차 숙성 과정에서 약초 효소액은 약초 약 100g을 기준으로 바람직하게는 약 10~50ml을 사용한다. 상기 약초 간장 장아찌 수득 단계의 2차 숙성 과정은 바람직하게는 0~15℃에서 90~150일간 수행한다. 상기 약초 간장 장아찌 수득 단계의 3차 숙성 과정은 바람직하게는 0~15℃에서 150~450일간 수행한다.

(라) 고들빼기 이용 가공 제품 개발

고들빼기 시료를 세척 선별한 후 30초씩 1회, 2회, 3회, 4회 증열처리(찜)하고 건조한 시료와 동결건조한 후 1분~3분 볶음 처리한 것을 분석 시료로 이용하였다.

(마) 고들빼기와 인삼의 추출물 및 이를 이용한 조미 첨가 시제품 제조

① 고들빼기와 인삼 추출물 제조

고들빼기와 인삼 추출물은 전년도 선행연구를 통해 확인된 추출 조건에 의해 회수율이 가장 높고 총 페놀 화합물과 플라보노이드 함량이 가장 높은 물 100%의 용매를 사용하여 75℃의 온도조건에서 추출하고 동결 건조하여 제조하였다.

② 조미제품과 혼합

제조된 고들빼기와 인삼 추출 분말을 기존의 조미제품(맛선생, 청정원)과 혼합하여 조미제품의 맛과 향 등의 변화를 평가하였다.

(6) 고들빼기와 인삼 함유 장류의 제조 및 유효성분과 기능성 변화

(가) 고들빼기와 인삼 함유 된장의 유효성분 및 기능성 변화

전라남도 고창에서 구입한 메주를 원료로 고들빼기와 인삼 건조 분말을 메주 기준으로 각각 1%, 3%, 5%의 농도가 되도록 첨가하고 관행적인 방법으로 염수에 침지하여 장을 담근 후 숙성과정에 따른 변화를 장기적인 관점에서 조사하였다. 된장은 장 담근 1개월 후 장속의 메주를 꺼내어 항아리에서 숙성시켰고 간장은 메주, 고들빼기, 인삼과 숯 등 기타 첨가한 물질을 제거한 후 동일 항아리에서 숙성시켰다. 숙성중인 장류는 3개월에 1회 시료를 채취하여 된장은 동결 건조하여 분말화한 것을, 간장은 12,000rpm에서 원심분리하여 상등액을 분석 시료로 사용하였다.

(나) 고들빼기와 인삼 함유 간장의 유효성분 및 기능성 변화

전라남도 고창에서 구입한 메주를 원료로 고들빼기와 인삼 건조 분말을 메주 기준으로 각각 1%, 3%, 5%의 농도가 되도록 첨가하고 관행적인 방법으로 염수에 침지하여 장을 담근 후 숙성과정에 따른 변화를 장기적인 관점에서 조사하였다. 된장은 장 담근 1개월 후 장속의 메주를 꺼내어 항아리에서 숙성시켰고 간장은 메주, 고들빼기, 인삼과 숯 등 기타 첨가한 물질을 제거한 후 동일 항아리에서 숙성시켰다. 숙성중인 장류는 3개월에 1회 시료를 채취하여 된장은 동결 건조하여 분말화한 것을, 간장은 12,000rpm에서 원심분리하여 상등액을 분석 시료로 사용하였다.

(다) 고들빼기와 인삼함유 간장제조 및 간장 이용 소스 개발

기 제조한 고들빼기와 인삼 함유 간장을 이용해 샐러드 등에 드레싱용으로 이용하는 소스를 관행적으로 이용되는 조성으로 제조하였다.

나. 유효성분 및 기능성

(1) 일반성분

일반성분 분석 중 회분 함량은 550℃ 직접 회화법으로 측정하였다. 정확하게 칭량한 회화 용기를 회화로 속에서 550℃에서 수 시간 태운 다음 desiccator에서 방냉한 후 실온에 달해 즉시 측정하였다.

조지방 함량은 Soxhlet 추출법으로 측정하였다. 시료 10g을 평취하여 원통여지에 넣어 미리 95℃에서 30분간 예비건조하고 상부에 소량의 탈지면으로 가볍게 막은 다음 추출관에 넣었다. 지방수기에 연결된 추출관으로 ether가 siphon을 통하여 잘 흘러들어갈 때까지 가하고 냉각관을 연결하여 가열기에서 냉각관에 물을 통하게 하면서 가온하면서 추출한다. 추출이 완료되면 ether를 제거하고 수기를 95~100℃의 전기정온건조기에 넣어 약 1시간 건조시켜 desiccator에서 30분간 방냉하여 상온이 되면 측정한다. 지질량은 아래와 같이 계산하였다.

$$\text{지질(\%)} = W_1 - W_0 / S \times 100$$

W_0 : 수기의 중량(g)

W_1 : 지질 추출후의 수기의 중량(g)

S : 시료 채취량(g)

조단백질은 Kjeldahl법으로 측정하였다. 단백질 시료에 진한 황산을 가하여 가열하면 유기물은 분해와 동시에 산화환원이 일어나며, 단백질 중의 질소는 정량적으로 암모니아로 변화하여 황산암모늄의 형태로 분해액 중에 포집된다. 이것을 희석하여 과잉의 진한 수산화나트륨을 가하여 가열하면 분해액 중의 황산암모늄에 의하여 암모니아가 증류하게 된다. 이 암모니아를 일정한 규정 산용액 중에 흡수시킨 다음, 남아있는 산의 양을 규정 알칼리용액으로 적정하여 질소량을 산출한다. 시료 5g을 정확하게 칭량하여 200ml용의 Kjeldahl flask에 주의하여 넣는다. 그리고 분해촉진제 1g과 진한 황산 20ml를 가하여 분해대에서 서서히 가열하면서 분해하였다. 분해된 액을 증류수로 희석하여 이 액을 Kjeldahl 증류장치를 이용하여 증류하였고 NaOH를 적정하여 함량을 구하였다. 조단백질 함량은 아래와 같이 계산하였다.

$$\text{조단백질 (\%)} = (a - b) \times F \times 0.0014 \times V \times 6.25 / S \times 100$$

a : 본 실험의 적정치

b : blank test의 적정치(ml)

S : 시료의 채취량(g)

F : N/10 NaOH용액의 역가

V : 희석배수

0.0014 : N/10 NaOH 용액 1ml에 해당하는 질소량(g)

6.25 : 질소계수

조섬유소는 FiberCap 시스템을 이용한 시료의 조섬유 정량법 (H_2SO_4 -NaOH법) (AOAC)을 이용하였다. 시료의 조섬유소 함량은 전용 FiberCap system(Fibertec system 2022 Hot plate, Foss Tecator AB, Sweden)을 이용하여 H_2SO_4 -NaOH 분해법에 준하여 분석하였다. 미리 항량

을 구한 Fiber capsule(W1)에 시료 1g(W2)을 담아 놓는다. 열 추출 I 단계는 추출용기에 1.25% H₂SO₄ 350mL을 붓고 열을 가한 후 fiber capsule을 넣고 30min동안 추출한 다음 H₂SO₄ 용액을 제거키 위하여 끓인 물로 세척과정을 3회 반복한다. 열 추출 II 단계는 추출용기에 1.25% NaOH 350mL을 붓고 열을 가한 후 fiber capsule을 넣고 30min동안 추출한 다음, NaOH 용액을 제거키 위하여 끓인 물로 세척과정을 2회, 1% HCl 1회, 다시 끓인 물로 1회 반복한다. Fiber capsule의 탈지과정은 비이커에 120ml의 acetone을 넣고 1회 세척과정을 거친다. 위의 열 추출 I, II 단계를 마친 Fiber capsule은 130°C 건조기에서 2시간 건조 후 항량을 구한 다음(W3), 예비 건조된 회화용 비이커(W4)에 넣고 600°C에서 4시간 동안 회화시킨 후 무게를 잰다(W5). 조섬유소 함량의 계산은 아래 계산식에 의거 산출하였다.

$$\text{조섬유소(\%)} = \frac{(W3-W1)-(W5-W4)}{W2} \times 100$$

(2) 아미노산 함량 분석

간장의 아미노산 함량은 원심분리한 간장을 1/10로 희석한 후 0.2 μ m membrane filter로 여과하여 AccQ-Tag 방법으로 유도체화 시킨 다음 아미노산 자동분석기 (L-8900, Hitachi, Japan)로 분석하였다. 사용된 이동상용액은 PF-1,2,3,4,6, PF-RG, R-3, C-1을 사용하였고 발색용액은 Ninhydrin(Wako, Japan)을 사용하였다. 아미노산의 분리는 이온교환컬럼(#2622SCPF)을 이용하였고 컬럼과 reactor의 온도는 각각 50°C, 135°C로 하여 분석을 수행하였다. GABA 등 유리아미노산의 표준용액은 Wako에서 제조된 Type ANII, Type B를 혼합하여 사용하였다.

(3) 유기산함량 분석

유기산 함량분석은 다음과 같이 수행하였다. 시료를 0.02 μ m membrane filter로 여과한 후 유기산 전용분석장치(LC10a Series, Shimadzu, Japan)를 이용하여 아래의 조건으로 분석하였고, 각각의 정량은 외부 표준물질에 의한 peak 면적비로 계산하였다.

Table 55. Analysis condition for organic acids.

Instruments : LC-10A series(Shimadzu, Toyko, Japan)
Column : Shim-pack SCR-102H(300mm×8mm I.D.) two columns in series (Shimadzu, Toyko, Japan)
Mobile phase : 4mM ρ -Toluenesulfonic acid
Flow rate : 0.8ml/min
Temperature : 43°C
Reagent(Buffer) : 4mM ρ -Toluenesulfonic acid 16mM Bis-Tris{Bis(2-hydroxyethyl) iminotris(hydroxymethyl)-methane} 100 μ M EDTA(Ethylenediaminetetraacetic acid)
Reagent Flow rate : 0.8ml/min
Cell Temperature : 46°C
Detection : Electrolytic conductivity
Injection volume : 20 μ l

(4) 미생물 균수

총 균수는 동결건조 시료 1g을 멸균 식염수에 녹인 후 1mL를 채취하여 0.85% 멸균 식염수에 단계적으로 희석한 후 1mL씩 puring culture 방법으로 MRS agar (Difco Lab)에 접종하여 37°C에서 48시간 평판 배양한 후 균수를 측정하였다.

(5) 총 페놀 화합물 함량 및 페놀산 함량 분석

총 페놀 화합물 함량은 Folin-Denis 방법(1912)에 따라 분석하였다. 각 시료 추출물을 1mg/ml 농도로 조제한 후, 이 시료액 1ml에 증류수 3ml를 첨가하고, Folin & Ciocalteu's phenol reagent 1ml를 첨가한 후 27°C Shaking bath에서 혼합하였다. 5분 후 NaCO₃ 포화용액 1ml를 넣어 혼합하여 실온에서 1시간 방치한 후 640nm에서 분광광도계(UV-1650PC, SHIMADZU)로 흡광도를 측정하였다. 페놀화합물 함량은 표준물질 catechin, tannic acid, chlorogenic acid의 농도를 이용하여 검량선을 작성한 다음 정량하였다.

각 페놀산 함량은 각 시료로부터 추출물 및 분획물을 조제한 후 membrane filter (0.45µm)로 여과하여 그 여액을 HPLC(Waters 2695, USA)에 주입하여 분석하였고, 분석조건은 다음과 같다.

Table 56. HPLC condition for analysis of phenolic acid.

HPLC : Waters 2695
Detector : Waters 2996, 280nm
Column : SunFire C18 (4.6×150mm)
Mobile Phase A : 98% water, 2% glacial acetic acid in 0.018 M ammonium acetate,
Mobile Phase B: 70% solvent A and 30% organic solution
Organic solution : 82% methanol, 16% n-butanol, 2% glacial acetic acid
in 0.018 M ammonium acetate
Flow rate : 1ml/min
Linear gradient condition :
- 0.0 to 1.0min isocratic at 10% solvent B
- 1.0 to 71.0min linear gradient from 10% to 90% solvent B
- 71.0 to 81.0min linear gradient from 90% to 10% solvent B

(6) 플라보노이드 함량

플라보노이드 함량은 각 시료 0.1g에 Davis 변법(Chang et al., 2002)에 따라 75% methanol을 가하여 실온에서 하룻밤 동안 추출한 다음 이 검액 1.0mL를 시험관에 취하고 10mL의 diethylen glycol을 가하여 잘 혼합하였다. 다시 여기에 1N NaOH 0.1mL를 잘 혼합시켜 37°C의 water bath에서 1시간 동안 반응시킨 후 420nm에서 흡광도를 측정하였다. 공시험은 시료 용액 대신 50% methanol 용액을 동일하게 처리하였으며, 표준곡선은 Naringin(Sigma co., USA)을 이용하여 작성하고 이로부터 총 플라보노이드 함량을 구하였다.

(7) 항산화성

(가) DPPH radical 소거능(전자공여능)

각 추출물을 Choi 등(1993)의 방법에 의한 수소전자공여능에 의해 항산화 활성을 측정하였다. 여러 농도의 시료를 메탄올(or DMSO) 용매로 용해하여, 900 μ L의 DPPH 용액(100 μ M)과 각 시료 100 μ L를 혼합하여 교반한다. 이 혼합 시료를 암소에서 30분간 반응시킨 후 517nm에서 흡광도를 측정하였다. 수소전자공여능은 각 실험을 3회 반복하여 평균을 낸 다음 대조구에 대한 흡광도의 감소정도를 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$A_n = (A_0 - A) / A_0 * 100$$

A_n : DPPH radical 소거능에 대한 항산화 활성(%)

A_0 : 시료가 첨가되지 않은 DPPH 용액의 흡광도

A : 반응용액 중의 DPPH와 시료의 반응한 흡광도

(나) 아질산염 소거능

시료 추출물의 아질산염 소거작용의 측정은 1mM NaNO₂ 20 μ L에 시료의 추출액 40 μ L와 0.1N HCl(pH 1.2) 또는 0.2M citrate buffer (pH 4.2) 또는 0.2M citrate buffer (pH 6.0)을 140 μ L 사용하여 부피를 200 μ L로 맞추었다. 이 반응액을 37 $^{\circ}$ C 항온수조에서 1시간 반응시킨 후 2% acetic acid 1000 μ L, Griess 시약 (30% acetic acid로 조제한 1% sulfanilic acid와 1% naphthylamine을 1:1 비율로 혼합한 것, 사용직전에 조제) 80 μ L를 가하여 잘 혼합시켜 빛을 차단한 상온에서 15분간 반응시킨 후 520nm에서 흡광도를 측정하여 아래와 같이 아질산염 소거능을 구하였다.

$$N(\%) = [1 - (A - C) / B] \times 100$$

N : nitrite scavenging ability

A : absorbance of 1mM NaNO₂ added sample after standing for 1hour

B : absorbance of 1mM NaNO₂

C : absorbance of control

(8) HPLC ginsenoside의 분석

조사포닌 추출 : 인삼을 첨가한 고들빼기김치와 배추김치 동결 건조 시료 각 10g을 삼각플라스틱에 넣고 물에 녹여 분획 깔대기로 옮기고 에틸에테르로 3회 처리하여 지용성 물질을 제거하였다. 지용성 물질이 제거된 물층을 물로 포화된 n-부탄올로 3회 추출한 부탄올 층을 감압 농축한 후 시료로 사용하였다.

HPLC ginsenoside 분석 : 각 시료로부터 추출한 조사포닌을 methanol에 녹이고 0.45 μ m syringe filter로 여과시킨 후 HPLC(Waters 2695, USA)에 주입하여 분석하였다.

Ginsenoside Rb₁과 Rg₁의 표준품(Waco, Japan)의 크로마토그램의 검출 시간대를 비교하여 함량을 구하였고, 분석조건은 다음과 같다.

조사포닌 추출 : 인삼을 첨가한 고들빼기김치와 배추김치 동결 건조 시료 각 10g을 삼각플라스틱에 넣고 물에 녹여 분획 깔대기로 옮기고 에틸에테르로 3회 처리하여 지용성 물질을 제거하였다. 지용성 물질이 제거된 물층을 물로 포화된 n-부탄올로 3회 추출한 부탄올 층을 감압 농축한 후 시료로 사용하였다.

Table 57. Analysis condition for ginsenoside.

HPLC : Shimadzu LC 10Avp

Detection : UV 203nm

Column : SunFire C18 (4.6×150mm)

Mobile Phase : CH₃CN:H₂O = 30:70(v/v)

Flow rate : 1ml/min

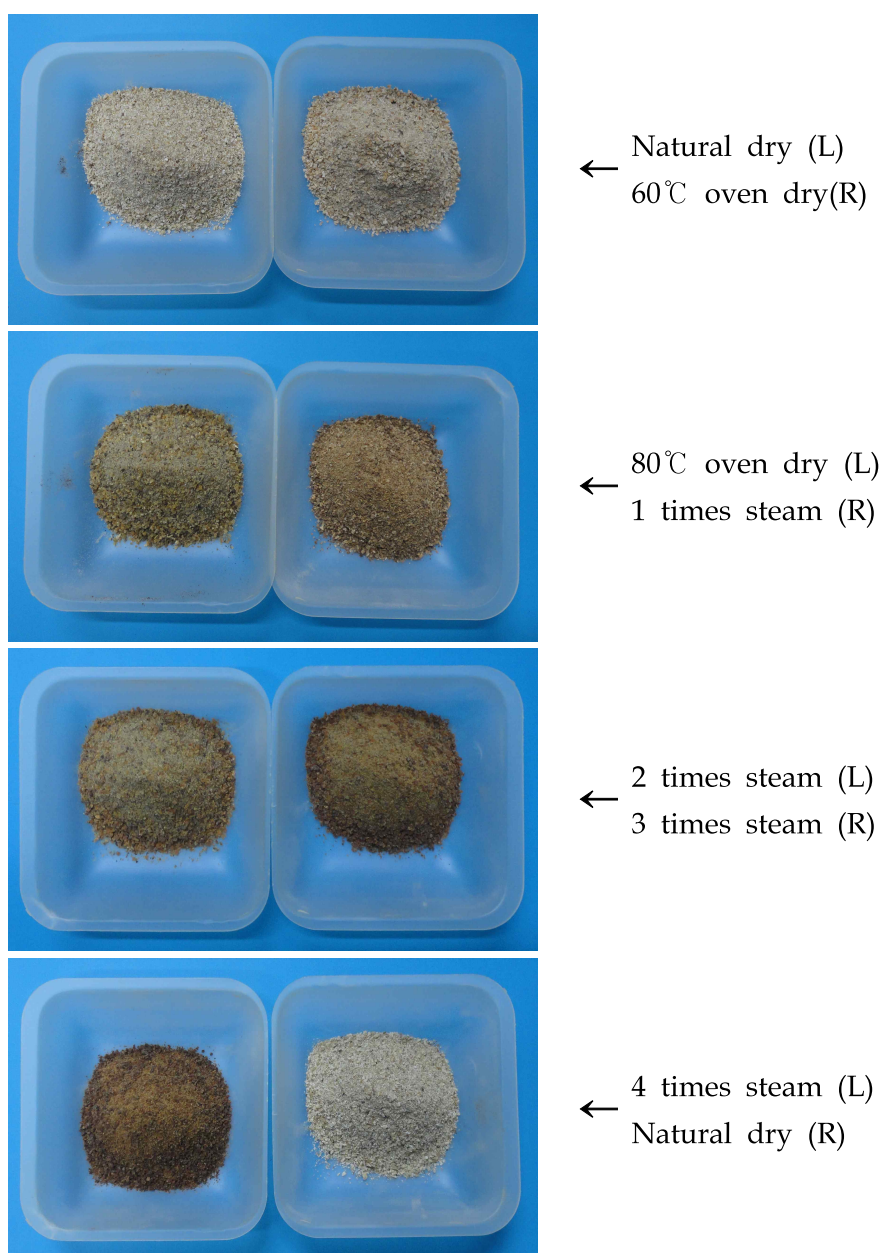


Fig. 153. *Youngia sonchifolia* root powder.

(9) 회수율

추출된 용매 정량을 dry oven에서 완전 건조한 후 남은 잔사의 양을 측정하여 산출하였다.

(10) GC/MS를 이용한 향기성분 분석

향기성분 측정은 GC/MS 분석기(17A/QP5050, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용해 분석하였고 분석조건은 표 58과 같다. 기기 분석에 의하여 분리된 각 peak 성분의 동정은 머무름 시간 및 GC-MS에 의한 mass spectrum을 토대로 컴퓨터에 수록된 NIST library로 검색한 자료와 비교하여 분석하였다.

Table 58. GC/MS analysis conditions for identification of volatile components.

GC/MS	GC/MS QP5050/GC17A, Shimadzu
Column	VB-1 (ValcoBond, 60 m* 0.25 mm ID, 0.25µm film thickness)
Carrier gas	Helium (1.0 mL/min)
Temp. Program	60 °C (5 min) → 2°C/min → 220 °C
Injector	230 °C, split ratio 30:1
Temperature	Interface and Ion source 250 °C
Ionization	Electron impact ionization (EI)
Ionization voltage	70 eV
Mass range (m/z)	30 ~ 400
Injection volume	0.5 µl

(11) 염분함량 변화

장류의 염분 농도는 각 처리구의 장을 3개월 간격으로 염분측정기(ATAGO Master-S28M, Japan)측정하였다.

(12) 통계처리

통계처리 프로그램으로는 SAS (window version 9.1)을 사용하였으며 LSD와 Duncans multiple range test를 통해 P-value가 0.05 미만인 경우 유의성을 인정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 건조 전처리(데침 처리)에 따른 고들빼기의 유효성분 및 기능성 변화

(1) 총 페놀 화합물 함량

식물에 널리 존재하는 폴리페놀물질들은 식물체 및 인체의 항산화 효과 및 방어기작 등의 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 일반적으로 페놀화합물은 한 개 또는 두 개 이상의 수산기(hydroxyl group)로 치환된 방향족 환 (aromatic ring)을 가지고 있는 물질로서, phenolic acid, coumarin류, flavonoid류 그리고 탄닌류로 나누며, 그 구조에 따라 이하학적 성질 및 생리적 기능이 달리 나타난다. 이러한 페놀물질들은 식물체에 특수한 색깔을 부여하고 산화-환원 반응시 기질로 작용하며 미생물의 공격을 막아 식물자체를 보호하는 기능을 한다.

고들빼기의 데침 조건에 따른 총 페놀 화합물 함량은 다음과 같았다. 데침 시간이 1분에서 5분으로 증가함에 따라 일정한 경향을 보이지 않았고 3분 데침 처리한 것이 1분과 5분 데침 처

리보다 높았다.

데침 처리 과정에서 소금을 농도별로 첨가한 끓는 물에 데친 결과 무처리에 비해 1%에서 5%로 소금의 농도가 증가함에 따라 총 페놀 화합물 함량이 증가하는 경향을 보였다. 무처리와 1%의 농도에서 1분 동안 데침 처리한 시료가 약 40 μg 의 함량을 보인 반면 3%에서는 63.5 μg , 그리고 5%에서는 81.1 μg 의 함량을 보여 무처리나 1% 처리한 시료보다 5% 처리한 시료가 2배 높은 함량을 보였다.

3분과 5분 동안 데침 처리한 결과도 소금 농도가 증가함에 따라 총 페놀 화합물 함량이 크게 증가하는 것으로 조사되었다.

Table 59. Total phenolics content of *Youngia sonchifolia* at different boiling conditions.

Boiling Time (min.)	Total phenol compound content, $\mu\text{g}/\text{ml}$			
	Salt treatment, %			
	Control	1%	3%	5%
1 min	40.8 \pm 0.6 ^g	40.0 \pm 2.8 ^g	63.5 \pm 1.9 ^{de}	81.1 \pm 4.0 ^c
3 min	55.8 \pm 3.3 ^{eg}	67.5 \pm 3.9 ^d	108.1 \pm 3.4 ^a	91.9 \pm 2.9 ^b
5 min	49.9 \pm 2.2 ^f	59.8 \pm 2.8 ^{de}	87.5 \pm 2.5 ^{bc}	-

- Means with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by LSD test.

- Standard chemical is chlorogenic acid.

(2) 플라보노이드 함량

고들빼기의 데침 처리 조건에 따른 총 플라보노이드 함량은 다음과 같았다. 데침 시간의 변화에 따른 함량을 보면 1분 처리한 것에 비해 3분과 5분 데침 처리한 것의 함량이 높았다. 1분 처리한 무처리 시료에서는 34.4 μg 의 함량이었고 3분 처리한 시료는 48.1 μg , 5분 처리한 시료는 43.6 μg 으로 3분 데침 처리한 시료의 함량이 가장 높았다. 소금이 1%와 3% 농도로 함유된 끓는 물에 데침 처리한 시료에서도 무처리와 같이 3분 데친 시료의 플라보노이드 함량이 가장 높았다.

처리된 소금물의 농도에 따른 플라보노이드 함량은 소금물의 농도가 높아짐에 따라 플라보노이드 함량도 높아지는 경향을 보였다. 1분과 3분 데침 처리한 시료의 경우 소금을 처리하지 않은 시료에 비해 1% 처리한 시료의 함량이 다소 증가되었고 3%와 5%로 소금을 처리한 끓는 물에 데친 시료는 무처리에 비해 플라보노이드 함량이 크게 증가되었다.

Table 60. Total flavonoid content of *Youngia sonchifolia* at different boiling conditions.

Boiling Time (min.)	Total flavonoid content, $\mu\text{g}/\text{ml}$			
	Salt treatment, %			
	Control	1%	3%	5%
1min	34.4 \pm 1.4 ^h	41.7 \pm 0.7 ^h	50.7 \pm 3.1 ^{ef}	63.3 \pm 1.2 ^d
3min	48.1 \pm 1.9 ^{fg}	54.0 \pm 0.4 ^e	87.6 \pm 2.6 ^a	77.9 \pm 2.7 ^b
5min	43.6 \pm 0.4 ^g	46.3 \pm 1.4 ^{fg}	71.2 \pm 0.3 ^c	

- Means with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by LSD test.

(3) DPPH radical 소거능

노화와 성인병 질환의 원인이 생체 내에서 발생하는 하이드록실라디칼, 수퍼옥사이드라디칼, 과산화수소 등과 같은 활성산소종에 의한 산화적 대사 부산물이 중요한 원인이 된다는 학설이 있으며, 인간을 비롯한 모든 생물체들은 공기 중의 산소를 이용하여 생명유지에 필요한 에너지

를 발생하는 과정에서 활성산소들의 상해에 대한 근본적인 자기 방어 기구를 가지고 있다.

항산화활성의 측정방법 중 전자공여능 측정은 지질과산화 연쇄반응에 관여하는 산화성 free radical에 전자를 공여함으로써 free radical의 생성 억제 정도를 간접적으로 측정할 수 있다.

고들빼기의 데침 처리 조건의 변화에 따른 DPPH radical 소거능은 무처리 시료를 제외하고 데침 처리 시간의 증가에 따라 다소 활성이 증가되는 경향을 보였다. 무처리 시료 중 1분 데침 한 시료는 25.8%의 활성을 보였고 3분 데침 처리한 시료는 36.3%로 증가하였으나 5분 데침 처리한 시료는 26.0%로 다시 감소되었다. 1%의 소금물에 데침 처리한 경우는 1분 처리한 시료는 25.5%, 3분과 5분 데침 처리한 시료는 각각 41.3%와 40.0%로 활성이 크게 증가되었고 3% 처리한 시료에서도 1분 처리한 것에 비해 3분과 5분 처리한 시료의 활성이 증가되었다.

소금물의 농도에 따른 추출물의 활성변화는 다음과 같았다. 소금물을 처리하지 않은 시료에 비해 소금물의 농도가 증가함에 따라 활성이 증가하였다. 1분 처리한 시료의 경우 소금물을 처리하지 않은 시료는 25.8%의 활성을 보인 반면 1%로 처리한 시료는 25.5%, 3%로 처리한 시료는 36.2%, 5%의 소금물에 처리한 시료는 49.4%로 활성이 증가되었다. 3분 처리한 시료에서도 무처리에 비해 소금물의 농도가 증가함에 따라 활성이 증가되었다.

Table 61. DPPH radical scavenging activity of *Youngia sonchifolia* at different boiling time.

Boiling time (min.)	DPPH radical scavenging activity, % of control			
	Salt treatment, %			
	Control	1%	3%	5%
1min	25.8	25.5	36.2	49.4
3min	36.3	41.3	53.5	54.1
5min	26.0	40.0	50.8	-

(4) 아질산염 소거능

질산염은 식물체내, 소화기관 및 식물의 저장과정에서 질산환원효소, 환원세균 등의 작용에 의해 아질산염으로 환원된다. 질산염이 많이 함유된 식품을 다량 섭취하게 되면 아질산염은 단백질 식품이나 의약품 및 잔류농약 등에 존재하는 2급 및 3급 amine과 nitroso화 반응, 위장내의 낮은 산성조건에서 쉽게 일어나며 발암물질인 nitrosamine을 생성하여 체내에서 diazotalkane($C_nH_{2n}N_2$)으로 변화, 핵산이나 단백질 또는 세포내의 성분을 alkyl화함으로써 암을 유발하고, 아질산염 자신이 독성을 갖고 있기 때문에 일정한 농도이상 계속 섭취시 혈액중의 헤모글로빈을 산화시켜 메트헤모글로빈증(methemo-globinemia)을 유발한다.

고들빼기의 데침 처리 조건의 변화에 따른 아질산염 소거능은 처리시간과 소금의 농도의 변화에 따라 차이가 나타나지 않았다.

Table 62. Nitrite scavenging activity of *Youngia sonchifolia* at different boiling time.

Boiling time (min.)	Nitrite scavenging activity, % of control			
	Salt treatment, %			
	Control	1%	3%	5%
1min	78.7 ± 1.9 ^{abc}	79.8 ± 0.6 ^{abc}	78.2 ± 1.7 ^{bc}	78.4 ± 1.8 ^{bc}
3min	78.5 ± 1.8 ^{abc}	79.3 ± 2.0 ^{abc}	79.5 ± 1.0 ^{abc}	84.5 ± 2.6 ^a
5min	79.7 ± 0.5 ^{abc}	74.8 ± 1.9 ^{bc}	82.9 ± 2.5 ^{ac}	-

- Means with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by LSD test.

나. 건조방법에 따른 유효성분 및 기능성의 변화

(1) 총 페놀 화합물 함량

신선한 고들빼기를 잘 세척한 후 다양한 조건의 열처리를 통해 고들빼기 뿌리의 유효성분의 함량 변화를 평가하였다. 실온에서의 자연건조, 60°C의 dry oven에서 열풍 건조한 시료, 80°C의 비교적 높은 온도에서 건조한 시료, 동결 건조한 시료 그리고 증기로 여러 번 찌 후 건조한 시료를 분말화하여 상온에서 건조한 시료와의 총 페놀 화합물 함량을 비교하였다.

각 건조 방법으로 건조한 고들빼기 지하부(뿌리)의 총 페놀 함량은 자연 건조한 시료의 함량이 가장 높았고 동결 건조한 시료의 함량이 가장 낮았다. 표준품 chlorogenic acid로 정량한 결과 자연 건조한 시료는 23.5 μg 으로 가장 높았고 열풍 건조한 시료가 18.7 μg 이었고 동결 건조한 시료는 14.3 μg 으로 가장 낮았다.

고들빼기의 지상부의 건조 방법에 따른 총 페놀 화합물 함량은 뿌리와 다소 다른 경향을 보였다. 잎의 경우는 동결 건조한 시료의 함량이 가장 높았고 다음이 열풍건조 그리고 자연건조의 함량이 가장 낮았다. 표준품 chlorogenic acid로 정량한 결과 동결 건조한 시료는 164.0 μg 으로 가장 높았고 열풍 건조한 시료가 148.7 μg 이었고 자연 건조한 시료는 128.7 μg 으로 가장 낮았다. 고들빼기의 총 페놀 화합물 함량은 뿌리에 비해 잎의 함량이 약 10배 정도 높게 나타났다.

Table 63. Total phenol compound contents of *Youngia sonchifolia* at different drying methods.

Part	Drying Method	Total phenol compound content, $\mu\text{g}/\text{ml}$		
		Catechin	Chlorogenic acid	Tannic acid
Root	OD	15.0 \pm 0.2 ^b	18.7 \pm 0.3	15.7 \pm 0.1
	ND	18.0 \pm 0.7 ^a	23.5 \pm 1.3	18.6 \pm 0.7
	FD	12.2 \pm 0.6 ^c	14.3 \pm 1.1	13.1 \pm 0.6
Leaf	OD	93.0 \pm 1.9 ^b	148.7 \pm 3.3	90.5 \pm 1.8
	ND	81.1 \pm 1.5 ^c	128.7 \pm 2.6	78.9 \pm 1.4
	FD	102.1 \pm 1.1 ^a	164.0 \pm 2.4	99.1 \pm 1.2

- Means with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by LSD test.

- OD: Oven dry, ND: Natural dry, FD: Freeze dry

다양한 방법으로 처리한 고들빼기 지하부(뿌리)의 총 페놀 함량은 4회 증열처리 후 건조한 시료의 함량이 가장 높았고 60°C에서 건조한 시료의 함량이 가장 낮았다. 표준품 chlorogenic acid로 정량한 결과 4회 증열처리 후 건조한 시료는 60.3 μg 으로 가장 높았고 2회 증열 건조한 시료가 53.2 μg 이었고 자연 건조한 시료는 55.7 μg 으로 비교적 높았고 60°C에서 건조한 시료는 40.2 μg 으로 가장 낮았다.

그러나 총 페놀 화합물 함량은 85°C에서 건조한 시료가 60°C에서 건조한 시료보다, 그리고 4회 증열처리 후 건조한 시료가 그 이하의 횟수로 처리한 시료에 비해 높은 함량을 보였으나 증열 횟수의 증가에 따른 일정한 경향은 보이지 않았다.

Table 64. Total phenol compound contents of *Youngia sonchifolia* at different drying methods and steaming times.

Treatment	Total phenol compound content, $\mu\text{g}/\text{ml}$		
	Catechin	Chlorogenic acid	Tannic acid
Natural Dry	37.4 ± 0.2^b	55.7 ± 0.7^b	37.0 ± 0.3^b
Oven Dry (60°C)	28.1 ± 0.3^c	40.2 ± 0.6^e	28.1 ± 0.4^e
Oven Dry (85°C)	34.7 ± 0.9^d	51.4 ± 1.6^{cd}	34.5 ± 0.9^{cd}
1 Times Steam	29.6 ± 0.7^d	42.8 ± 1.0^d	29.5 ± 0.6^d
2 Times Steam	35.8 ± 0.6^{bc}	53.2 ± 1.0^c	35.5 ± 0.6^c
3 Times Steam	30.2 ± 0.6^d	43.8 ± 1.1^d	30.1 ± 0.5^d
4 Times Steam	40.1 ± 1.0^a	60.3 ± 1.7^a	39.6 ± 1.0^a

- Means with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by LSD test.

(2) 플라보노이드 함량

고들빼기의 지상부의 건조 방법에 따른 플라보노이드 함량도 뿌리 같은 경향을 보였다. 잎의 경우는 열풍 건조한 시료가 $84.0\mu\text{g}$ 으로 가장 높았고 자연 건조한 시료가 $62.2\mu\text{g}$ 이었고 동결 건조한 시료는 $56.0\mu\text{g}$ 으로 가장 낮았다.

고들빼기의 플라보노이드 함량은 뿌리에 비해 잎의 함량이 약 10배 정도 높게 나타났다.

각각의 방법으로 처리한 고들빼기 지하부(뿌리)의 플라보노이드는 60°C에서 건조한 시료의 함량이 가장 낮았고 자연 건조한 시료의 함량이 가장 높았다. 증열처리 후 건조한 시료는 횡수에 관계없이 큰 차이를 보이지 않았다.

Table 65. Total flavonoid content of *Youngia sonchifolia* at different drying methods.

Drying Method	Flavonoid content, $\mu\text{g}/\text{ml}$	
	Root	Leaf
Oven dry	8.9 ± 1.7^a	84.0 ± 1.9^b
Natural dry	7.5 ± 0.7^a	62.2 ± 1.2^c
Freeze dry	6.8 ± 0.5^a	56.0 ± 1.7^a

- Means with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by LSD test.

Table 66. Total flavonoid content of *Youngia sonchifolia* at different drying methods.

Drying Method	Total flavonoid content, $\mu\text{g}/\text{ml}$	
	<i>Youngia sonchifolia</i> root	<i>Panax ginseng</i>
Natural Dry	30.8 ± 1.0^a	14.0 ± 1.9
Oven Dry (60°C)	12.3 ± 5.1^b	10.2 ± 1.2
Oven Dry (85°C)	28.5 ± 1.1^a	18.5 ± 2.1
1 Times Steam	23.8 ± 1.0^a	15.8 ± 1.0
2 Times Steam	25.5 ± 0.8^a	17.0 ± 1.2
3 Times Steam	24.2 ± 0.8^a	17.2 ± 0.8
4 Times Steam	25.9 ± 0.6^a	20.9 ± 0.9

- Means with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by LSD test.

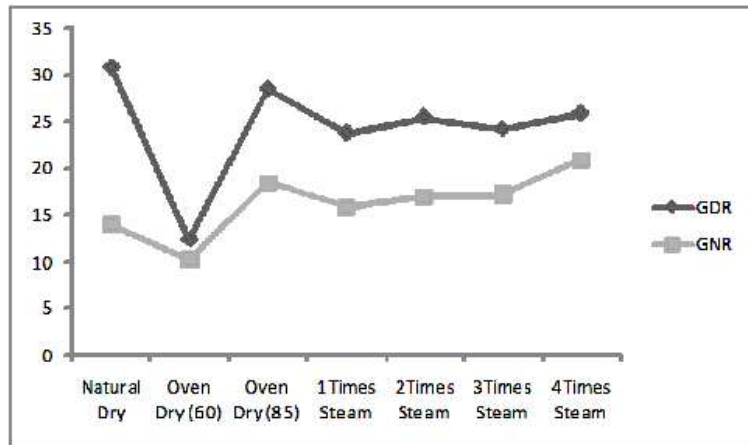


Fig. 154. Total flavonoid contents of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* at different drying methods.

(3) DPPH radical 소거능

노화와 성인병 질환의 원인이 생체 내에서 발생하는 하이드록실라디칼, 수퍼옥사이드라디칼, 과산화수소 등과 같은 활성산소종에 의한 산화적 대사 부산물이 중요한 원인이 된다는 학설이 있으며, 인간을 비롯한 모든 생물체들은 공기 중의 산소를 이용하여 생명유지에 필요한 에너지를 발생하는 과정에서 활성산소들의 상해에 대한 근본적인 자기 방어 기구를 가지고 있다.

항산화활성의 측정방법 중 전자공여능 측정은 지질과산화 연쇄반응에 관여하는 산화성 free radical에 전자를 공여함으로써 free radical의 생성 억제 정도를 간접적으로 측정할 수 있다.

고들빼기의 건조 방법에 따른 DPPH radical 소거능은 다음과 같았다. 뿌리의 경우 전체적으로 활성이 낮았는데 자연 건조한 시료는 19.7%로 건조 방법 중 가장 높았고 동결 건조한 시료는 15.2%, 열풍 건조한 시료는 14.8%의 활성을 보였다.

지상부의 경우는 열풍 건조한 시료는 51.9%로 가장 높았고, 동결 건조한 시료는 48.3%로 비교적 높았으나 자연 건조한 시료는 23.8%로 활성이 가장 낮았다.

뿌리와 지상부의 활성을 비교해 보면 열풍 건조한 경우 뿌리는 14.8%로 낮았으나 잎은 51.9%로 보다 높은 활성을 보였고 다른 건조 방법에 따른 활성도 잎의 활성이 높았다.

신선한 고들빼기를 일반적인 60°C의 dry oven에서 열풍 건조한 시료, 80°C의 비교적 높은 온도에서 건조한 시료 그리고 증기로 여러 번 찌 후 건조한 시료를 분말화하여 상온에서 건조한 시료와의 DPPH radical 소거능을 비교 하였다. 전체적으로 낮은 온도에서 건조한 시료의 활성이 높은 온도에서 건조한 시료보다 활성이 높았는데 자연 건조한 시료는 1,000ppm의 농도에서 무처리 대비 89.2%의 높은 활성을 보인 반면 60°C에서 건조한 시료는 동일 농도에서 49.7%, 85°C에서 건조한 시료는 61.6%로 자연 건조한 시료에 비해 활성이 낮았다.

또한 증열 처리한 시료의 경우 1,000ppm의 농도에서 1회 처리한 것은 48.9%, 2회 처리한 것은 50%, 3회 처리한 것은 54%, 그리고 4회 처리한 시료는 53.6%로 1회와 2회 처리한 것에 비해서는 3회와 4회 증열 처리한 시료의 활성이 다소 높아졌으나 자연 건조한 시료에 비해 활성이 낮았다.

고들빼기 뿌리는 DPPH radical 소거능에 대해 열처리에 의해 활성이 감소되는 경향을 보였다.

Table 67. DPPH radical scavenging activity of *Youngia sonchifolia* at different drying methods.

Drying Method	DPPH radical scavenging activity, % of control	
	Root	Leaf
Oven dry	14.8	51.9
Natural dry	19.7	23.8
Freeze dry	15.2	48.3

Table 68. DPPH radical scavenging activity of *Youngia sonchifolia* at different drying methods, temperatures of dry oven, and steaming times.

Concent. (PPM)	DPPH radical scavenging activity, % of control						
	Natural dry	Oven dry		Steam treatment			
		60°C	85°C	1 Times	2 Times	3 Times	4 Times
31	8.4	0.9	2.2	1.3	1.5	2.4	2.3
63	10.6	2.0	4.0	1.5	2.6	4.2	4.2
125	15.4	4.7	10.2	5.0	5.8	16.7	8.8
250	26.5	10.9	20.3	12.4	14.4	15.1	16.7
500	55.7	24.5	38.1	26.4	30.4	30.1	31.3
1000	89.2	49.7	61.6	48.9	50.0	54.0	53.6
2000	91.0	80.4	77.2	89.5	88.2	78.5	79.4

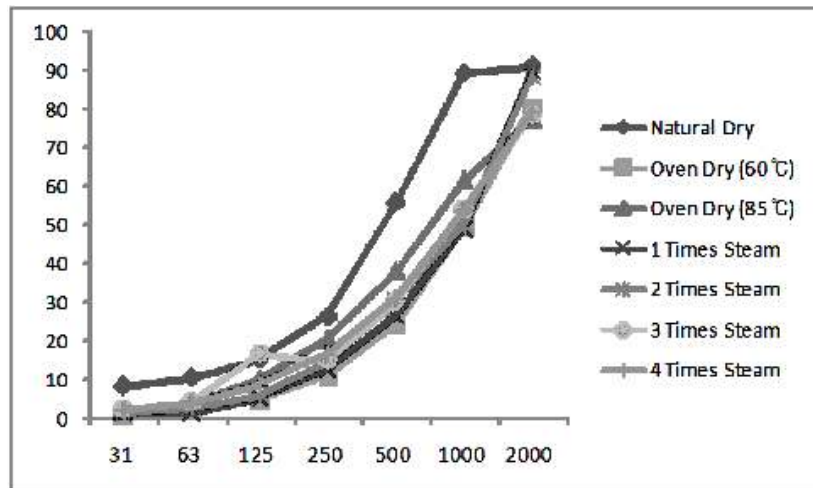


Fig. 155. DPPH radical scavenging activity of *Youngia sonchifolia* at different drying methods, temperatures of dry oven, and steaming times.

(4) 아질산염 소거능

질산염은 식물체내, 소화기관 및 식물의 저장과정에서 질산환원효소, 환원세균 등의 작용에 의해 아질산염으로 환원된다. 질산염이 많이 함유된 식품을 다량 섭취하게 되면 아질산염은 단백질 식품이나 의약품 및 잔류농약 등에 존재하는 2급 및 3급 amine과 nitroso화 반응, 위장내의 낮은 산성조건에서 쉽게 일어나며 발암물질인 nitrosamine을 생성하여 체내에서 diazotalkane($C_nH_{2n}N_2$)으로 변화, 핵산이나 단백질 또는 세포내의 성분을 alkyl화함으로써 암을 유발하고, 아질산염 자신이 독성을 갖고 있기 때문에 일정한 농도이상 계속 섭취시 혈액중의 헤모글로빈을 산화시켜 메트헤모글로빈증(methemo-globinemia)을 유발한다.

다양한 방법으로 처리한 고들빼기 지하부(뿌리)의 아질산염 소거능은 열처리에 의해 특히 비교적 높은 온도에서 처리한 것에 활성이 다소 높게 나타났다. 자연 건조한 시료의 소거능은 78.3%, 60°C에서 건조한 시료는 77.3%의 활성을 보였고 85°C에서 건조한 시료는 82.9%의 활성을 보였다. 또한 증열 처리한 시료의 경우 4회 증열처리 후 건조한 시료의 소거능이 82.3%로 1회나 2회 증열 처리한 시료보다 높았다.

인삼의 경우도 자연 건조한 시료와 60°C에서 건조한 시료 보다 85°C에서 건조한 시료의 아질산염 소거능이 높았고 증열 처리한 횟수의 증가에 따라 소거능이 높아져 4회 증열처리 후 건조한 시료의 소거능이 74.5%로 가장 높았다.

Table 69. Nitrite scavenging activity of *Youngia sonchifolia* at different drying methods.

Drying Method	Nitrite scavenging activity, % of control	
	Root	Leaf
Oven dry	77.6 ± 2.7 ^a	84.2 ± 2.9 ^a
Natural dry	75.9 ± 2.5 ^a	77.3 ± 3.1 ^a
Freeze dry	76.9 ± 3.9 ^a	81.0 ± 0.7 ^a

- Means with different letters are significantly different at p<0.05 by LSD test.

Table 70. Nitrite scavenging activity of *Youngia sonchifolia* or *Panax ginseng* at different drying methods, temperatures of oven dry and steaming times.

Drying Method	Nitrite scavenging activity, % of control	
	<i>Youngia sonchifolia</i> root	<i>Panax ginseng</i>
Natural Dry	78.3 ± 0.9 ^c	67.3 ± 1.9
Oven Dry (60°C)	77.3 ± 1.4 ^c	65.3 ± 1.5
Oven Dry (85°C)	82.9 ± 0.1 ^a	72.5 ± 0.6
1 times steam	77.8 ± 0.3 ^c	65.7 ± 1.3
2 times steam	77.1 ± 0.5 ^c	67.5 ± 0.9
3 times steam	79.3 ± 1.4 ^{bc}	70.3 ± 0.4
4 times steam	82.3 ± 0.4 ^{ab}	74.5 ± 1.1

- Means with different letters are significantly different at p<0.05 by LSD test.

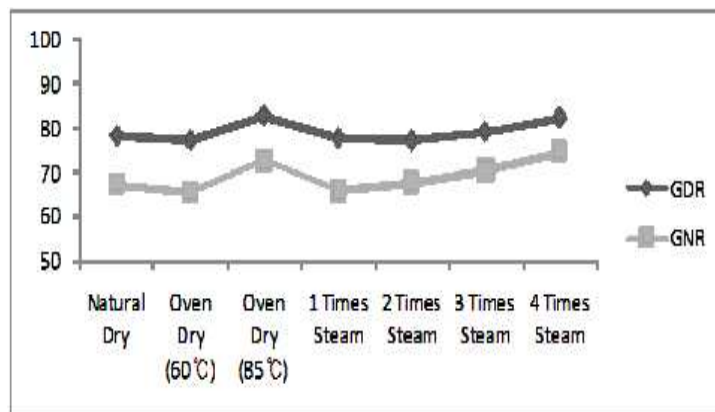


Fig. 156. Nitrite scavenging activity of *Youngia sonchifolia* at different drying methods, temperatures of oven dry and steaming times.

(5) 사포닌 함량

신선한 고들빼기를 잘 세척한 후 인삼의 홍삼 제조와 같은 방법으로 다양한 조건의 열처리를 통해 고들빼기 뿌리의 사포닌의 함량 변화를 평가하였다. 일반적인 60°C의 dry oven에서 열풍 건조한 시료, 80°C의 비교적 높은 온도에서 건조한 시료 그리고 증기로 여러 번 찌 후 건조한 시료를 분말화하여 상온에서 건조한 시료와의 ginsenoside Rb₁과 Rg₁의 함량을 비교하였다.

각각의 방법으로 처리한 고들빼기 지하부(뿌리)의 ginsenoside 함량은 다음과 같았다. 고들빼기 뿌리에서는 처리한 모든 시료에서 ginsenoside 중 Rb₁은 검출되지 않았다.

Table 71. Ginsenoside content of *Youngia sonchifolia* at different drying methods, temperatures of oven dry and steaming times.

Drying Method	Ginsenoside content, $\mu\text{g}/\text{ml}$	
	Rb ₁	Rg ₁
Natural Dry	-	199.71
Oven Dry (60°C)	-	522.02
Oven Dry (85°C)	-	219.28
1 times steam	-	238.59
2 times steam	-	290.55
3 times steam	-	409.16
4 times steam	-	250.14

다. 고들빼기와 인삼의 추출 조건에 따른 유효성분 및 기능성 변화

(1) 추출 용매 조건에 따른 유효성분 및 효능 변화

(가) 회수율

고들빼기와 인삼을 가공하여 다양한 제품생산에 적용하기 위해 유효성분과 기능성을 최적화할 수 있는 추출 조건을 규명하기 위해 추출 용매의 조건에 따라 회수되는 물질의 양을 조사하였다.

고들빼기 잎 추출물의 회수율은 100%로 추출한 시료가 19.4%로 가장 높았고 에탄올 25%와 증류수 75%로 혼합한 용매로 추출한 시료가 14.6%, 에탄올과 증류수를 50%로 혼합한 용매로 추출한 시료가 15.3%의 비교적 높은 수율을 보였으나 에탄올 함량이 높은 에탄올 75%와 증류수 25%를 혼합한 용매 추출물과 에탄올 100%로 추출한 시료의 회수율은 각각 7.9%와 2.6%로 크게 낮아졌다. 고들빼기 뿌리의 추출용매 조건에 따른 회수율은 증류수 100%로 추출한 시료가 30.2%로 가장 높았고 에탄올 25%와 증류수 75%로 혼합한 용매로 추출한 시료가 29.0%, 에탄올과 증류수를 50%로 혼합한 용매로 추출한 시료가 26.8%의 비교적 높은 수율을 보였으나 에탄올 함량이 높은 에탄올 75%와 증류수 25%를 혼합한 용매 추출물과 에탄올 100%로 추출한 시료의 회수율은 각각 13.5%와 1.7%로 크게 낮아졌다.

인삼의 추출 용매조건에 따른 추출물의 회수율은 증류수 100%로 추출한 시료의 회수율이 29.9%로 가장 높았고 증류수 함량이 감소됨에 따라 다소 수율이 감소되었으나 큰 차이는 없었다. 그러나 에탄올 100%로 추출한 시료는 회수율이 5.8%로 크게 감소되었다.

Table 72. Collected yield of the different combined extracts of ethanol and distilled water in *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng*

Solvent condition (v/v)	Collection rate, %		
	<i>Youngia sonchifolia</i> leaf	<i>Youngia sonchifolia</i> root	<i>Panax ginseng</i>
E0+D100*	19.4 ± 0.3 ^a	30.2 ± 0.1 ^a	29.9 ± 0.4 ^a
E25+D75	14.6 ± 0.1 ^b	29.1 ± 0.4 ^b	26.6 ± 0.3 ^c
E50+D50	15.3 ± 0.4 ^b	26.8 ± 0.5 ^c	28.2 ± 0.6 ^b
E75+D25	7.9 ± 2.1 ^c	13.5 ± 0.1 ^d	26.1 ± 0.3 ^c
E100+D0	2.6 ± 0.9 ^d	1.7 ± 0.1 ^e	5.8 ± 0.1 ^d

* E0+D100 : Ethanol 0 + Distilled water 100, E25+D75 : Ethanol 25 + Distilled water 75, E50+D50 : Ethanol 50 + Distilled water 50, E75+D25 : Ethanol 25 + Distilled water 75, E100+D0 : Ethanol 100 + Distilled water 0 (v/v).

- Means with different letters are significantly different at p<0.05 by LSD test.

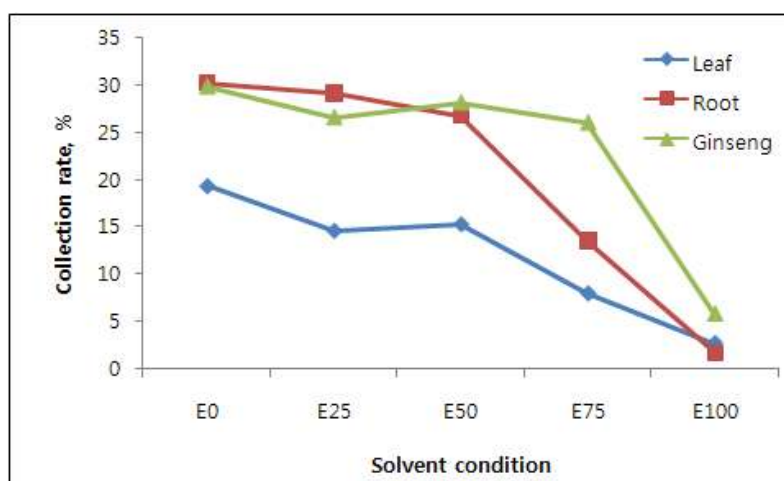


Fig. 157. Collection yield of the different combined extracts of ethanol and distilled water in *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng*.

(나) 총 페놀 화합물 함량

고들빼기의 추출 용매조건에 따른 잎 추출물의 총 페놀 화합물 함량은 용매 조건에 따라 다양한 결과를 보였다. 표준품 chlorogenic acid로 정량한 함량을 보면 증류수 100%로 추출한 시료가 134.4 μ g, 에탄올 25%와 증류수 75%로 혼합한 용매로 추출한 시료가 188.4 μ g, 에탄올과 증류수를 50%로 혼합한 용매로 추출한 시료가 263.9 μ g으로 가장 높았고, 에탄올 75%와 증류수 25%를 혼합한 용매로 추출한 시료는 159.4 μ g으로 모두 비교적 높은 함량을 보였다. 그러나 에탄올 100%로 추출한 시료의 총 페놀 화합물 함량은 52.0 μ g으로 증류수와 혼합하여 추출한 시료에 비해 함량이 크게 감소되었다. 뿌리의 경우는 증류수 100%로 추출한 시료의 총 페놀 화합물의 함량이 28 μ g로 가장 높았고 에탄올 100%로 추출한 시료의 함량이 10.3 μ g으로 가장 낮았다.

인삼의 추출 용매조건에 따른 추출물의 총 페놀 화합물 함량은 증류수 100%로 추출한 시료가 25.1 μ g으로 가장 높았고 다른 용매조건에서 추출한 시료는 큰 차이가 없었다.

Table 73. Total phenol compound content of the different combined extracts of ethanol and distilled water in *Youngia sonchifolia*.

Part	Solvent condition	Total phenol compound content, $\mu\text{g}/\text{ml}$		
		Catechin	Chlorogenic acid	Tannic acid
Leaf	E0+D100	84.4 \pm 2.3 ^d	134.4 \pm 3.9	82.3 \pm 2.2
	E25+D75	116.8 \pm 3.2 ^b	188.4 \pm 5.3	113.3 \pm 3.0
	E50+D50	161.4 \pm 3.1 ^a	263.9 \pm 5.1	155.9 \pm 3.0
	E75+D25	99.3 \pm 0.9 ^c	159.4 \pm 1.5	96.7 \pm 0.9
	E100+D0	35.1 \pm 0.5 ^e	52.0 \pm 0.9	34.9 \pm 0.6
Root	E0+D100	20.7 \pm 0.3 ^a	28.0 \pm 0.6	21.1 \pm 0.3
	E25+D75	13.1 \pm 1.0 ^c	15.4 \pm 1.6	13.9 \pm 0.9
	E50+D50	15.5 \pm 0.4 ^b	19.3 \pm 0.6	16.1 \pm 0.4
	E75+D25	17.0 \pm 1.0 ^b	23.4 \pm 3.0	15.2 \pm 4.0
	E100+D0	10.1 \pm 0.5 ^e	10.3 \pm 0.8	11.0 \pm 0.5

* E0+D100 : Ethanol 0 + Distilled water 100, E25+D75 : Ethanol 25 + Distilled water 75, E50+D50 : Ethanol 50 + Distilled water 50, E75+D25 : Ethanol 25 + Distilled water 75, E100+D0 : Ethanol 100 + Distilled water 0 (v/v). Means with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by LSD test.

Table 74. Total phenol compound content of the different combined extracts of ethanol and distilled water in *Panax ginseng*.

Solvent condition (v/v)	Total phenol compound content, $\mu\text{g}/\text{ml}$		
	Catechin	Chlorogenic acid	Tannic acid
E0+D100	19.1 \pm 2.0 ^a	25.1 \pm 3.4	19.7 \pm 1.9
E25+D75	9.7 \pm 0.9 ^b	9.7 \pm 1.5	10.6 \pm 0.9
E50+D50	10.1 \pm 1.4 ^b	10.3 \pm 2.3	10.9 \pm 1.3
E75+D25	10.7 \pm 1.2 ^b	11.4 \pm 2.0	11.6 \pm 1.1
E100+D0	11.7 \pm 0.1 ^b	13.1 \pm 0.2	12.5 \pm 0.1

* E0+D100 : Ethanol 0 + Distilled water 100, E25+D75 : Ethanol 25 + Distilled water 75, E50+D50 : Ethanol 50 + Distilled water 50, E75+D25 : Ethanol 25 + Distilled water 75, E100+D0 : Ethanol 100 + Distilled water 0 (v/v). Means with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by LSD test.

(다) 플라보노이드 함량

고들빼기의 추출 용매조건에 따른 잎 추출물의 플라보노이드 함량은 용매 조건에 따라 다양한 결과를 보였다. 에탄올과 증류수를 50%로 혼합한 용매로 추출한 시료가 130.9 μg 으로 가장 높았고, 에탄올 25%와 증류수 75%로 혼합한 용매로 추출한 시료가 102.9 μg , 에탄올 75%와 증류수 25%를 혼합한 용매로 추출한 시료는 97.7 μg 으로 비교적 높았으며 증류수 100%로 추출한 시료가 73.9 μg 으로 다소 낮았다. 그러나 에탄올 100%로 추출한 시료의 총 페놀 화합물 함량은 34.0 μg 으로 증류수와 혼합하여 추출한 시료에 비해 함량이 크게 감소되었다. 뿌리의 경우는 전체적으로 함량이 낮았으며 에탄올 100%로 추출한 시료의 함량이 가장 낮았다.

인삼의 추출 용매조건에 따른 추출물의 플라보노이드 함량은 모든 용매조건에서 추출한 시료의 함량이 매우 낮아 추출 용매 조건과 차이가 없었다.

Table 75. Total flavonoid content of the different combined extracts of ethanol and distilled water in *Panax ginseng*.

Solvent condition (v/v)	Flavonoid content, $\mu\text{g}/\text{ml}$		
	<i>Youngia sonchifolia</i> leaf	<i>Youngia sonchifolia</i> root	<i>Panax ginseng</i>
E0+D100*	73.9 \pm 1.2 ^c	8.3 \pm 0.9 ^c	5.1 \pm 0.8 ^a
E25+D75	97.7 \pm 4.6 ^b	6.0 \pm 1.2 ^b	5.1 \pm 1.1 ^a
E50+D50	130.9 \pm 2.3 ^a	7.6 \pm 0.4 ^b	5.3 \pm 1.1 ^a
E75+D25	102.9 \pm 2.1 ^b	9.4 \pm 0.7 ^a	3.7 \pm 1.9 ^b
E100+D0	34.0 \pm 2.3 ^d	5.6 \pm 0.6 ^c	4.8 \pm 1.5 ^{ab}

* E0+D100 : Ethanol 0 + Distilled water 100, E25+D75 : Ethanol 25 + Distilled water 75, E50+D50 : Ethanol 50 + Distilled water 50, E75+D25 : Ethanol 25 + Distilled water 75, E100+D0 : Ethanol 100 + Distilled water 0 (v/v). Means with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by LSD test.

(라) DPPH radical 소거능

고들빼기와 인삼의 추출 용매 조건에 따른 추출물의 DPPH radical 소거능은 용매조건에 따라 다른 결과를 보였다. 고들빼기 잎의 DPPH radical 소거능은 증류수와 에탄올을 50%씩 혼합한 시료가 가장 높았고 증류수와 에탄올을 각각 25%와 75%, 75%와 25% 혼합한 시료가 58.2%와 56.3%로 비슷한 경향을 보였으며 증류수 100%와 에탄올 100%로 혼합한 시료들의 활성은 각각 17.9%와 19.4%로 낮게 나타났다.

고들빼기 뿌리의 활성은 전체적으로 낮은 활성을 보였는데 에탄올 75%와 증류수 25%를 혼합한 용매로 추출한 시료가 가장 높았고 증류수 100%로 추출한 시료가 가장 낮았다.

인삼의 소거능도 모든 용매조건에서 낮은 활성을 보였으며 에탄올 75%와 증류수 25%로 혼합한 용매에서 추출한 시료의 활성이 그 중 가장 높았다.

Table 76. DPPH radical scavenging activity of the different combined extracts of ethanol and distilled water in *Panax ginseng*.

Solvent condition (v/v)	DPPH radical scavenging activity, % of control		
	<i>Youngia sonchifolia</i> leaf	<i>Youngia sonchifolia</i> root	<i>Panax ginseng</i>
	1250ppm	12500ppm	12500ppm
E0+D100*	17.9	33.4	5.6
E25+D75	58.2	39.9	19.3
E50+D50	65.3	64.9	14.3
E75+D25	56.3	74.6	25.6
E100+D0	19.4	50.0	23.5

* E0+D100 : Ethanol 0 + Distilled water 100, E25+D75 : Ethanol 25 + Distilled water 75, E50+D50 : Ethanol 50 + Distilled water 50, E75+D25 : Ethanol 25 + Distilled water 75, E100+D0 : Ethanol 100 + Distilled water 0 (v/v).

(마) 아질산염 소거능

고들빼기와 인삼의 추출 용매 조건에 따른 추출물의 아질산염 소거능은 용매조건에 따라 다른 결과를 보였다. 고들빼기 잎의 아질산염 소거능은 증류수와 에탄올을 50%씩 혼합한 용매로

추출한 시료와 에탄올 25%와 증류수 75%를 혼합한 용매로 추출한 시료의 활성이 가장 높았고 증류수 100%로 추출한 시료의 활성이 가장 낮았다. 뿌리의 경우는 에탄올의 함유량이 많은 용매로 추출한 시료의 활성이 높게 나타났고 증류수 100%로 추출한 시료는 활성이 크게 저하되었다.

인삼의 아질산염 소거능은 에탄올의 함량이 높은 에탄올 100%와 에탄올 75%의 용매조건에서 추출한 시료의 활성이 가장 높았고 증류수 100% 조건에서 추출한 시료는 다른 용매조건에서 추출한 시료의 활성의 1/2 이하의 낮은 활성을 보였다.

Table 77. Nitrite scavenging activity of the different combined extracts of ethanol and distilled water in *Youngia sonchifolia* or *Panax ginseng*.

Solvent condition (v/v)	Nitrite scavenging activity, % of control		
	<i>Youngia sonchifolia</i> leaf	<i>Youngia sonchifolia</i> root	<i>Panax ginseng</i>
E0+D100*	27.0 ± 1.0 ^d	8.9 ± 2.4 ^c	22.6 ± 1.7 ^c
E25+D75	79.9 ± 3.6 ^a	36.3 ± 1.7 ^b	47.6 ± 1.6 ^b
E50+D50	77.1 ± 0.2 ^a	51.6 ± 2.2 ^a	55.7 ± 1.0 ^a
E75+D25	67.5 ± 0.8 ^b	57.7 ± 3.2 ^a	58.1 ± 1.2 ^a
E100+D0	48.6 ± 2.5 ^c	58.3 ± 0.2 ^a	58.4 ± 0.8 ^a

* E0+D100 : Ethanol 0 + Distilled water 100, E25+D75 : Ethanol 25 + Distilled water 75, E50+D50 : Ethanol 50 + Distilled water 50, E75+D25 : Ethanol 25 + Distilled water 75, E100+D0 : Ethanol 100 + Distilled water 0 (v/v). Means with different letters are significantly different at p<0.05 by LSD test.

(2) 추출 온도와 시간에 따른 유효성분 및 효능 변화

(가) 회수율

추출 온도 조건에 따른 고들빼기와 인삼의 회수율 변화는 종류와 추출온도의 증가에 따라 회수율도 다소 증가되었으나 차이는 크지 않았다.

고들빼기와 인삼 모두에서 추출 온도와 시간의 변화에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

Table 78. Collection yield of extracts from *Youngia sonchifolia* leaves at different extraction temperatures.

Time (Hour)	Collection rate, %			
	Extraction temperature, °C			
	35	50	75	95
1	16.7 ± 0.1	16.0 ± 0.3	16.4 ± 0.1	16.9 ± 0.3
3	16.2 ± 0.1	17.2 ± 0.2	16.5 ± 0.1	17.4 ± 0.1
6	18.1 ± 0.2	18.3 ± 0.3	17.0 ± 0.1	18.0 ± 0.1
9	18.1 ± 0.4	17.7 ± 0.5	18.5 ± 0.1	18.0 ± 0.2

- 온도(Pr > F : <.0001) : 50도^a > 95도^b > 35도^c > 75도^c
 - 시간(Pr > F : <.0001) : 6시간^a > 1시간^b > 3시간^{bc} > 9시간^c
 - 온도에 따라 시간에 따라 고도의 유의적인 차이 인정
 - 온도*시간(Pr > F : <.0001) : 온도와 시간처리간의 상호작용 인정

Table 79. Collection yield of extracts from *Youngia sonchifolia* roots at different extraction temperatures.

Time (Hour)	Collection rate, %			
	Extraction temperature, °C			
	35	50	75	95
1	33.7 ± 0.8	33.2 ± 0.4	30.3 ± 0.5	34.5 ± 0.5
3	30.7 ± 0.4	33.1 ± 0.2	33.4 ± 0.2	34.0 ± 0.3
6	27.4 ± 0.2	29.6 ± 0.5	30.8 ± 0.0	31.7 ± 0.3
9	27.0 ± 0.2	28.8 ± 0.3	31.0 ± 0.5	13.4 ± 0.2

- 온도(Pr > F : <.0001) : 75도^a > 50도^a > 35도^b > 95도^c
- 시간(Pr > F : <.0001) : 1시간^a > 3시간^a > 6시간^b > 9시간^c
- 온도에 따라 시간에 따라 고도의 유의적인 차이 인정
- 온도*시간 (Pr > F : <.0001) : 온도와 시간처리간의 상호작용 인정

Table 80. Collection yield of extracts from *Panax ginseng* roots at different extraction temperatures.

Time (Hour)	Collection rate, %			
	Extraction temperature, °C			
	35	50	75	95
1	30.6 ± 0.2	38.4 ± 0.3	43.5 ± 0.1	39.8 ± 0.4
3	32.7 ± 0.6	35.5 ± 0.2	36.1 ± 0.0	37.0 ± 0.1
6	36.1 ± 0.1	39.4 ± 2.0	38.8 ± 1.6	45.4 ± 0.2
9	34.7 ± 0.2	37.5 ± 0.1	42.3 ± 0.2	37.8 ± 0.2

- 온도(Pr > F : <.0001) : 75도^a > 95도^a > 50도^b > 35도^c
- 시간(Pr > F : <.0001) : 6시간^a > 1시간^b > 9시간^b > 3시간^c
- 온도에 따라 시간에 따라 고도의 유의적인 차이 인정
- 온도*시간(Pr > F : <.0001) : 온도와 시간처리간의 상호작용 인정

(나) 총 페놀 화합물 함량

추출 온도와 추출시간 조건에 따라 고들빼기와 인삼의 총 페놀 화합물 함량의 변화를 측정하였다.

고들빼기 잎은 추출 온도가 증가함에 따라 총 페놀 화합물 함량이 증가하였으나 추출 시간의 변화에는 일정한 경향을 보이지 않았다. 35°C의 낮은 온도에서는 6시간 추출한 시료의 함량이 가장 높았고 다음은 1시간 추출한 시료가 높았으며 3시간과 9시간 추출한 시료의 함량은 비슷하여 추출 시간에 따라 일정한 경향은 없었다. 50°C의 온도에서 추출한 시료도 35°C에서 추출한 시료와 비슷한 함량과 경향을 보였다. 75°C와 95°C이 비교적 높은 온도에서 추출한 시료는 50°C이하의 낮은 온도에서 추출한 시료에 비해 2~3배의 높은 함량을 보였고 추출 시간의 증가에 의해서도 함량이 증가되는 경향을 보였다. 75°C의 온도에서 1시간 추출한 시료는 187µg의 함량을 보였고 3시간 추출한 시료는 224.5µg, 6시간과 9시간 추출한 시료는 각각 252.9µg과 254.9µg으로 함량이 크게 증가되었다. 95°C 높은 온도에서 추출한 시료는 온도 조건 중 가장 많은 함량을 보였는데, 1시간 추출한 시료에서도 278.9µg으로 높은 함량을 보였고 3시간 이상 추출한 시료에선 300µg 이상의 높은 함량을 보여 고온 추출에서 추출되는 총 페놀 화합물 함량 많은 것으로 확인되었다.

그러나 고들빼기의 뿌리와 인삼은 다양한 조건의 열수 추출물의 총 페놀 화합물 함량이 잎에 비해 상대적으로 낮았고 추출 온도와 시간에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다.

Table 81. Total phenol compound content of *Youngia sonchifolia* leaves at different extraction time and temperatures.

Extraction Time (hour)	Total phenol compound content, $\mu\text{g}/\text{ml}$				
	Extraction temperature, $^{\circ}\text{C}$				
	35	50	75	95	
A	1	131.1 \pm 1.8	127.9 \pm 2.4	187.1 \pm 1.8	278.9 \pm 3.3
	3	125.6 \pm 1.1	109.7 \pm 2.2	224.5 \pm 4.2	304.9 \pm 8.9
	6	147.6 \pm 1.2	142.3 \pm 1.0	252.9 \pm 2.5	313.8 \pm 6.4
	9	127.4 \pm 1.8	128.3 \pm 1.9	254.9 \pm 3.0	316.2 \pm 5.5
B	1	80.3 \pm 1.1	78.6 \pm 1.4	112.0 \pm 1.2	164.6 \pm 1.9
	3	77.1 \pm 0.6	68.1 \pm 1.4	133.6 \pm 2.4	179.3 \pm 5.0
	6	90.0 \pm 0.7	86.8 \pm 0.6	149.7 \pm 1.5	184.9 \pm 3.6
	9	78.2 \pm 1.0	78.6 \pm 1.1	151.0 \pm 1.6	186.2 \pm 3.1

A : Standard chemical is chlorogenic acid, B : tannic acid
 - 온도(Pr > F : <.0001) : 95도^a > 75도^b > 35도^c > 50도^d
 - 시간(Pr > F : <.0001) : 6시간^a > 9시간^b > 3시간^c > 1시간^d
 - 온도에 따라 시간에 따라 고도의 유의적인 차이 인정
 - 온도*시간(Pr > F : <.0001) : 온도와 시간처리간의 상호작용 인정

Table 82. Total phenol compound content of *Youngia sonchifolia* roots at different extraction time and temperatures.

Extraction Time (hour)	Total phenol compound content, $\mu\text{g}/\text{ml}$				
	Extraction temperature, $^{\circ}\text{C}$				
	35	50	75	95	
A	1	19.5 \pm 0.7	23.3 \pm 0.2	17.6 \pm 1.4	21.8 \pm 0.3
	3	21.8 \pm 2.2	19.3 \pm 1.1	23.0 \pm 2.3	23.7 \pm 0.8
	6	21.7 \pm 0.9	17.1 \pm 1.0	16.7 \pm 1.1	18.4 \pm 0.9
	9	21.1 \pm 0.5	19.8 \pm 0.9	16.7 \pm 0.9	22.4 \pm 0.8
B	1	16.3 \pm 0.4	18.5 \pm 0.1	15.2 \pm 0.8	17.6 \pm 0.1
	3	17.6 \pm 1.2	16.2 \pm 0.6	18.2 \pm 1.3	18.6 \pm 0.5
	6	19.4 \pm 1.7	15.0 \pm 0.5	14.6 \pm 0.6	15.7 \pm 0.5
	9	17.3 \pm 0.3	16.5 \pm 0.5	14.7 \pm 0.5	17.9 \pm 0.5

A : Standard chemical is chlorogenic acid, B : tannic acid
 - 온도(Pr > F : 0.0030) : 95도^a > 35도^{ab} > 50도^{bc} > 75도^c
 - 시간(Pr > F : 0.0017) : 3시간^a > 1시간^{ab} > 9시간^{bc} > 6시간^c
 - 온도에 따라 시간에 따라 고도의 유의적인 차이 인정
 - 온도*시간(Pr > F : 0.0037) : 온도와 시간처리간의 상호작용 인정

Table 83. Total phenol compound content of *Panax ginseng* roots at different extraction time and temperatures.

Extraction Time (hour)	Total phenol compound content, $\mu\text{g}/\text{ml}$				
	Extraction temperature, $^{\circ}\text{C}$				
	35	50	75	95	
A	1	29.4 \pm 1.0	22.4 \pm 0.5	16.5 \pm 0.1	13.8 \pm 1.4
	3	28.6 \pm 0.9	17.8 \pm 0.8	12.8 \pm 0.1	16.3 \pm 0.3
	6	30.9 \pm 0.6	19.5 \pm 1.0	13.0 \pm 0.5	21.2 \pm 1.1
	9	28.9 \pm 0.4	18.5 \pm 1.2	17.6 \pm 0.3	13.6 \pm 0.5
B	1	21.2 \pm 1.6	16.9 \pm 1.2	13.9 \pm 0.6	13.6 \pm 0.6
	3	20.6 \pm 1.3	15.9 \pm 0.5	11.4 \pm 1.0	15.2 \pm 1.2
	6	22.1 \pm 1.0	15.2 \pm 1.3	11.9 \pm 0.4	18.3 \pm 1.6
	9	20.7 \pm 0.8	14.7 \pm 1.7	14.1 \pm 0.8	13.2 \pm 0.4

A : Standard chemical is chlorogenic acid, B : tannic acid
 - 온도($\text{Pr} > \text{F} : <.0001$) : 35도^a > 50도^b > 95도^c > 75도^d
 - 시간($\text{Pr} > \text{F} : 0.0015$) : 6시간^a > 1시간^{ab} > 9시간^{bc} > 3시간^c
 - 온도에 따라 시간에 따라 고도의 유의적인 차이 인정
 - 온도*시간($\text{Pr} > \text{F} : <.0001$) : 온도와 시간처리간의 상호작용 인정

(다) 플라보노이드 함량

추출 온도와 추출시간 조건에 따라 고들빼기와 인삼의 플라보노이드 함량을 측정하였다.

고들빼기 잎은 추출 온도가 증가함에 따라 플라보노이드 함량이 증가하였으나 추출 시간의 변화에는 일정한 경향을 보이지 않았다. 35 $^{\circ}\text{C}$ 와 50 $^{\circ}\text{C}$ 비교적 낮은 온도에서 추출한 시료는 고온 추출보다 함량이 비교적 낮았고 추출 시간의 증가에도 함량 증가를 보이지 않았다. 75 $^{\circ}\text{C}$ 와 95 $^{\circ}\text{C}$ 이 비교적 높은 온도에서 추출한 시료는 50 $^{\circ}\text{C}$ 이하의 낮은 온도에서 추출한 시료에 비해 플라보노이드 함량이 높았고 75 $^{\circ}\text{C}$ 에서는 추출 시간의 증가에 따라 플라보노이드 함량도 증가하였다. 95 $^{\circ}\text{C}$ 의 고온 추출에서는 플라보노이드 함량이 추출 시간과 관계없이 높은 함량을 보였다.

그러나 고들빼기의 뿌리와 인삼은 다양한 조건의 열수 추출물의 플라보노이드 함량이 고들빼기 잎에 비해 상대적으로 낮았고 추출 온도와 시간에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다.

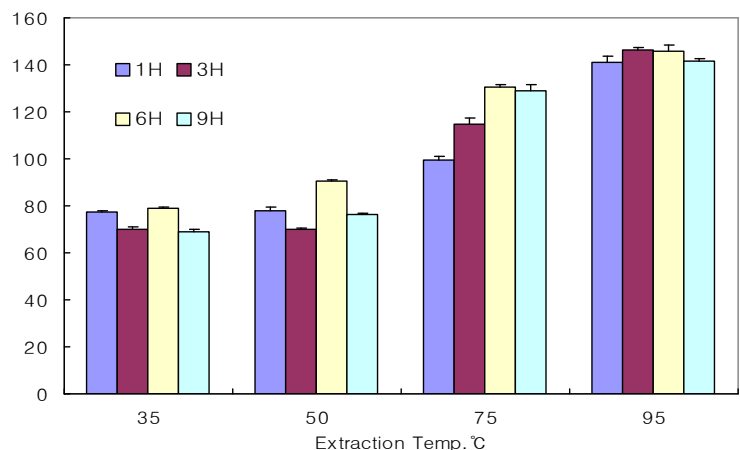


Fig. 158. Total flavonoid content of *Youngia sonchifolia* leaves at different extraction time and temperatures.

Table 84. Total flavonoid content of *Youngia sonchifolia* roots at different extraction time and temperatures.

Extraction time (Hour)	Total flavonoid content, $\mu\text{g}/\text{ml}$			
	35°C	50°C	75°C	95°C
1	8.0 ± 0.9	8.6 ± 0.7	8.0 ± 0.9	9.1 ± 1.7
3	8.9 ± 0.9	7.9 ± 1.0	8.1 ± 0.8	9.3 ± 0.4
6	8.3 ± 0.6	7.0 ± 0.8	7.7 ± 0.3	9.1 ± 0.9
9	7.3 ± 1.0	7.6 ± 0.5	9.0 ± 1.6	10.0 ± 0.9

- 온도(Pr > F : 0.1173) : 95도^a > 75도^{ab} > 35도^{ab} > 50도^b
- 시간(Pr > F : 0.8606) : 3시간^a > 9시간^a > 1시간^a > 6시간^a
- 온도에 따라 시간에 따라 유의적인 차이가 인정되지 않음
- 온도*시간(Pr > F : 0.8970) : 온도와 시간처리간의 상호작용 인정되지 않음

Table 85. Total flavonoid content of *Panax ginseng* roots at different extraction time and temperatures.

Extraction time (Hour)	Total flavonoid content, $\mu\text{g}/\text{ml}$			
	35°C	50°C	75°C	95°C
1	6.7 ± 0.2	8.2 ± 0.2	6.2 ± 0.2	6.0 ± 0.2
3	5.4 ± 0.5	0.0 ± 0.0	5.6 ± 0.2	5.2 ± 0.4
6	1.2 ± 1.2	4.6 ± 0.2	5.0 ± 0.2	5.5 ± 0.2
9	1.4 ± 1.4	4.7 ± 0.2	5.4 ± 0.2	7.8 ± 0.3

- 온도(Pr > F : <.0001) : 95도^a > 75도^a > 50도^b > 35도^b
- 시간(Pr > F : <.0001) : 1시간^a > 9시간^b > 3시간^c > 6시간^c
- 온도에 따라 시간에 따라 고도의 유의적인 차이 인정
- 온도*시간(Pr > F : <.0001) : 온도와 시간처리간의 상호작용 인정

(라) DPPH radical 소거능

고들빼기와 인삼의 추출 온도와 시간 조건에 따른 추출물의 DPPH radical 소거능을 조사하였다.

고들빼기 잎의 추출 온도와 시간 조건에 따른 소거능은 35°C와 50°C의 낮은 온도에서 추출한 시료는 DPPH radical 소거능이 비교적 낮았고 1시간 추출한 시료에 비해서 추출 시간이 증가함에 따라 활성이 다소 증가되는 경향을 보였다. 75°C와 95°C의 높은 온도에서 추출한 시료는 추출 시간에 관계없이 높은 활성을 보여 앞에서 연구된 총 페놀 화합물 함량이 높을수록 소거능도 높아지는 경향을 보였다.

Table 86. DPPH radical scavenging activity of *Youngia sonchifolia* leaves at different extraction time and temperatures.

Extraction time (Hour)	DPPH radical scavenging activity, RC_{50} , $\mu\text{g}/\text{ml}$			
	Extraction temperature, °C			
	35	50	75	95
1	3553.0	3312.7	654.9	184.7
3	3603.4	2864.5	156.1	228.3
6	3041.4	2812.0	256.0	200.7
9	2440.4	2344.1	247.3	237.8

고들빼기 뿌리 추출물은 95℃의 고온에서 추출한 시료의 활성이 75℃ 이하의 온도에서 추출한 시료의 활성에 비해 다소 높은 것으로 나타났고 추출 시간의 변화에 대해서는 일정한 경향을 보이지 않았다.

Table 87. DPPH radical scavenging activity of *Youngia sonchifolia* roots at different extraction time and temperatures.

Extraction time (Hour)	DPPH radical scavenging activity, % of control			
	Extraction temperature			
	35℃	50℃	75℃	95℃
1	28.7	28.4	28.4	40.8
3	37.6	34.2	29.7	41.1
6	36.8	28.3	37.3	44.2
9	30.5	20.7	39.6	47.8

인삼의 경우는 전체적으로 활성이 높지 않았으나 추출 온도가 증가함에 따라 활성이 다소 증가하였고 모든 온도조건에서 추출시간이 증가함에 따라 DPPH radical 소거능도 증가하는 경향을 보였으나 그 차이는 크지 않았다.

Table 88. DPPH radical scavenging activity of *Panax ginseng* roots at different extraction time and temperatures.

Extraction time (Hour)	DPPH radical scavenging activity, % of control			
	Extraction temperature			
	35℃	50℃	75℃	95℃
1	0.2	18.0	26.6	19.0
3	17.8	23.3	20.3	27.8
6	19.4	21.5	28.0	34.3
9	20.1	24.1	35.4	49.7

(마) 아질산염 소거능

고들빼기와 인삼을 추출 온도와 시간조건에 따라 추출하여 아질산염 소거능을 조사하였다.

고들빼기 잎은 추출 온도가 증가함에 따라 활성이 증가되는 것으로 나타났다. 또한 각 온도 조건에서 추출한 시료도 추출 시간이 증가함에 따라 활성도 증가하였다. 35℃의 낮은 온도에서 1시간 추출한 시료는 16.6%의 낮은 활성을 보였고 동일 온도에서 9시간 추출한 시료는 29.9%의 활성을 보여 추출 시간의 증가에 따라 크게 활성이 증가되었고 35℃에서 1시간 추출한 시료가 16.6%의 활성을 보인 반면 95℃에서 1시간 추출한 시료는 59.8%의 활성을 보여 온도의 증가에 따라 활성이 급격히 증가되는 것으로 확인되었다.

인삼의 경우는 35℃에 비해 50℃ 이상의 온도에서 추출한 시료의 아질산염 소거능이 다소 증가되는 경향을 보였으나 고들빼기 잎과는 달리 소거능이 전체적으로 낮았고 추출 조건의 변화에 따라서도 일정한 경향을 보이지 않았다.

Table 89. Nitrite scavenging activity of *Youngia sonchifolia* leaves at different extraction time and temperatures.

Extraction time (Hour)	Nitrite scavenging activity, % of control			
	35°C	50°C	75°C	95°C
1	16.6 ± 1.4	31.1 ± 3.4	44.6 ± 1.0	59.8 ± 0.8
3	15.7 ± 1.8	27.9 ± 4.4	55.2 ± 2.6	57.5 ± 1.5
6	27.6 ± 1.0	32.6 ± 1.9	47.7 ± 2.7	65.8 ± 0.7
9	29.9 ± 1.4	33.6 ± 1.3	57.8 ± 1.0	71.8 ± 0.6

- 온도(Pr > F : <.0001) : 95도^a > 75도^b > 50도^c > 35도^d
- 시간(Pr > F : <.0001) : 9시간^a > 6시간^b > 3시간^c > 1시간^c
- 온도에 따라 시간에 따라 고도의 유의적인 차이 인정
- 온도*시간(Pr > F : 0.0008) : 온도와 시간처리간의 상호작용 인정

Table 90. Nitrite scavenging activity of *Panax ginseng* roots at different extraction time and temperatures.

Extraction time (Hour)	Nitrite scavenging activity, % of control			
	35°C	50°C	75°C	95°C
1	18.8 ± 2.0	29.5 ± 1.1	20.9 ± 0.9	34.9 ± 1.6
3	15.8 ± 1.0	32.3 ± 0.9	30.4 ± 2.0	32.9 ± 0.9
6	15.1 ± 2.3	32.8 ± 0.6	28.7 ± 0.6	37.8 ± 0.3
9	9.2 ± 1.8	31.8 ± 1.3	24.8 ± 0.7	34.4 ± 1.6

- 온도(Pr > F : <.0001) : 50도^a > 95도^a > 75도^b > 35도^c
- 시간(Pr > F : <.0001) : 6시간^a > 3시간^{ab} > 1시간^b > 9시간^c
- 온도에 따라 시간에 따라 고도의 유의적인 차이 인정
- 온도*시간(Pr > F : <.0001) : 온도와 시간처리간의 상호작용 인정

라. 고들빼기와 인삼의 발효 조건에 따른 유효성분 및 기능성 변화

(1) 고들빼기와 인삼의 자연발효 조건에 따른 유효성분 및 효능 변화

(가) 총 페놀 화합물 함량

고들빼기와 인삼의 기능성 향상과 이용 가능성의 증대를 위해 자연조건에서 일정 기간 발효시킨 후 총 페놀 화합물의 함량변화를 조사하였다.

고들빼기의 발효조건에 따른 잎과 뿌리 추출물의 총 페놀 화합물 함량은 발효 기간에 따라 다양한 결과를 보였다. 표준품 catechin으로 정량한 함량을 보면 고들빼기 잎의 경우 발효 0일차에 252.5 μ g이었던 시료가 발효 15일에는 175.8 μ g으로 낮아졌으나 30일에는 313.0 μ g, 45일에는 363.1 μ g으로 높아졌고 60일째에는 454.5 μ g으로 약 80% 증가되었다. 고들빼기 뿌리 발효 0일에는 46.7 μ g의 총 페놀 화합물 함량을 보였던 것이 발효가 진행됨에 따라 함량이 증가하였고 60일에는 130 μ g으로 발효 0일차에 비해 약 2.7배 증가하였다. 그러나 발효하지 않은 시료보다 함량이 높았으나 발효의 진행일에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다.

인삼의 경우는 발효 0일차에 48.8 μ g이던 총 페놀 화합물 함량이 15일에는 47.3 μ g로 비슷하였

고 30일에는 58.9 μg 으로 증가하였으나 45일에는 53.3 μg , 60일에는 51.9 μg 으로 다소 감소되었다. 인삼의 경우는 고들빼기와 달리 발효에 따른 총 페놀 화합물의 함량 변화가 크지 않았다.

Table 91. Total phenol compound content of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* at different fermentation time.

Fermentation (Day)	Total phenol compound conten, $\mu\text{g}/\text{ml}$		
	<i>Youngia sonchifolia</i> leaf	<i>Youngia sonchifolia</i> root	<i>Panax ginseng</i>
0	252.5 \pm 4.9 ^d	46.7 \pm 0.7 ^e	48.8 \pm 0.5 ^{dc}
15	175.8 \pm 2.1 ^e	78.9 \pm 1.2 ^b	47.3 \pm 1.0 ^d
30	313.0 \pm 3.9 ^c	60.3 \pm 1.0 ^c	58.9 \pm 1.1 ^a
45	363.1 \pm 4.1 ^b	53.9 \pm 1.8 ^d	53.3 \pm 0.9 ^b
60	454.5 \pm 1.0 ^a	130.0 \pm 3.0 ^a	51.9 \pm 2.0 ^{bc}

* Standard chemical : Catechin. Means with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by LSD test.

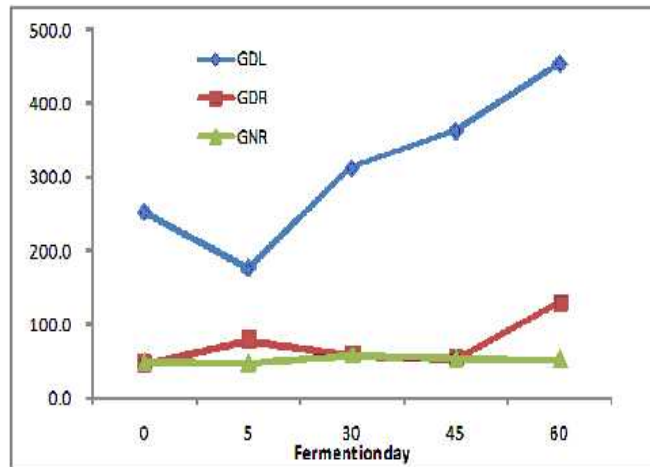


Fig. 159. Total phenol compound content of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* at different fermentation time. (GDL: *Youngia sonchifolia* leaves, GDR: *Youngia sonchifolia* roots, Gin: *Panax ginseng* root)

(나) 플라보노이드 함량

고들빼기의 발효조건에 따른 잎과 뿌리 추출물의 플라보노이드 함량은 발효 기간에 따라 다양한 결과를 보였다. 고들빼기 잎의 경우 발효 0일차에 284.4 μg 이었던 시료가 발효 15일에는 142.4 μg 으로 낮아졌으나 30일에는 247.8 μg 으로 다시 높아졌고, 45일에는 282.2 μg 으로 발효 0일과 비슷하였다. 그리고 60일째에는 435.6 μg 으로 약 53% 증가되었다. 고들빼기 뿌리 발효 0일에 23.5 μg 의 플라보노이드 함량을 보였던 것이 발효가 진행됨에 따라 함량이 증가하여 15일에는 29.1 μg , 30일에는 26.9 μg , 45일에는 49.5 μg , 60일에는 73.5 μg 으로 발효 0일에 비해 약 3.1배 증가하였다.

인삼의 경우는 발효 0일차에 10.4 μg 이던 플라보노이드 함량이 45일과 60일에는 각각 12.0 μg 과 11.2 μg 으로 다소 증가하였으나 고들빼기와 달리 발효에 따른 플라보노이드의 함량 변화가 크지 않았다.

Table 92. Total flavonoid content of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* at different fermentation time.

Fermentation (Day)	Flavonoid content, $\mu\text{g}/\text{ml}$		
	<i>Youngia sonchifolia</i> leaf	<i>Youngia sonchifolia</i> root	<i>Panax ginseng</i>
0	284.4 \pm 1.7	23.5 \pm 0.4	10.4 \pm 0.4
15	142.4 \pm 2.5	29.1 \pm 0.4	9.9 \pm 0.5
30	247.8 \pm 1.0	26.9 \pm 0.5	10.8 \pm 0.3
45	282.2 \pm 3.3	49.5 \pm 2.1	12.0 \pm 0.6
60	435.6 \pm 2.8	73.5 \pm 3.3	11.2 \pm 0.3

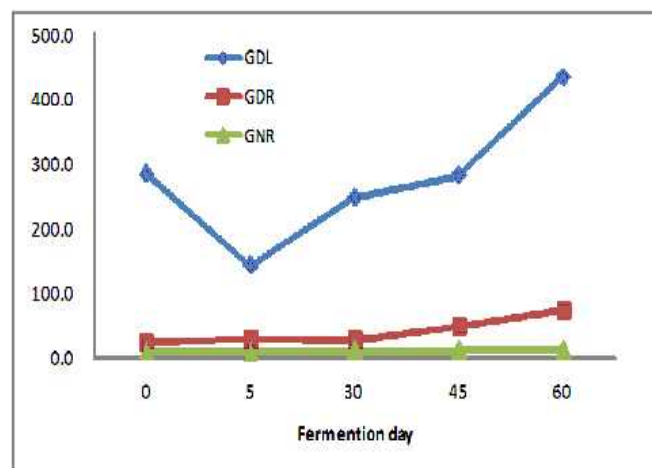


Fig. 160. Total flavonoid content of *Youngia sonchifolia* (Korean lettuce) and *Panax ginseng* at different fermentation time. (GDL: *Y. sonchifolia* leaves, GDR: *Y. sonchifolia* roots, Gin: *P. ginseng* root)

(다) DPPH radical 소거능

고들빼기와 인삼의 발효 조건에 따른 추출물의 DPPH radical 소거능은 시료에 따라 다른 결과를 보였다. 고들빼기 잎의 DPPH radical 소거능은 발효 0일차에 무처리 대비 62%의 활성을 보였으나 발효 15일에는 22.9%, 발효 30일에는 33.8%, 45일에는 32.1% 그리고 발효 60일에는 36.9%로 전체적으로 발효가 진행됨에 따라 활성이 크게 감소되었다. 반면 고들빼기의 뿌리의 DPPH radical 소거능은 발효 0일에는 무처리 대비 12.6%의 활성을 보였던 것이 발효 15.7%, 30일에는 20.0%, 45일에는 28.8%, 그리고 60일에는 43.8%로 발효가 진행됨에 따라 활성이 증가하였다.

인삼의 경우는 전체적으로 소거능이 낮았는데 0일에 7.3%였던 시료가 15일과 30일에는 각각 8.9%와 8.8%로 다소 높아졌으나 발효 45일에는 7.5%로 발효 0일과 거의 같았고 발효 60일에는 2.5%로 오히려 감소되었다.

Table 93. DPPH radical scavenging activity of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* at different fermentation time.

Fermentation Day	DPPH radical scavenging activity, % of control		
	<i>Youngia sonchifolia</i> leaf	<i>Youngia sonchifolia</i> root	<i>Panax ginseng</i>
0	62.4	12.6	7.3
15	22.9	15.7	8.8
30	33.8	20.0	8.9
45	32.1	28.8	7.5
60	36.9	43.8	2.5

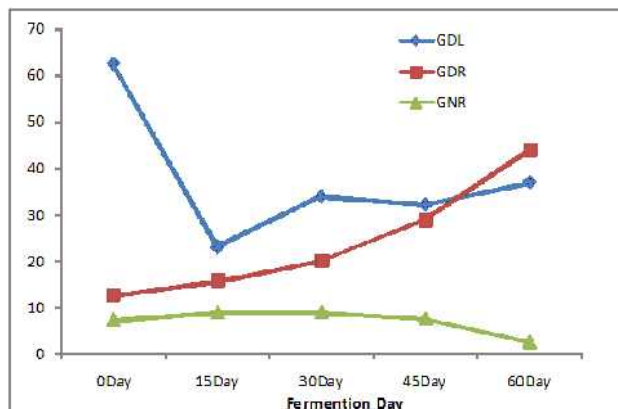


Fig. 161. DPPH radical scavenging activity of *Youngia sonchifolia* (Korean lettuce) and *Panax ginseng* at different fermentation time. (GDL: *Youngia sonchifolia* leaves, GDR: *Youngia sonchifolia* roots, Gin: *Panax ginseng* root)

(라) 아질산염 소거능

고들빼기와 인삼의 발효 조건에 따른 추출물의 아질산염 소거능은 발효 기간의 변화에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다. 고들빼기 잎의 아질산염 소거능은 발효 0일에 무처리 대비 62.3%였던 것이 발효 15일에는 68.5%로 가장 높았고 그 이후 발효 기간에는 발효 0일차에 비해 활성이 낮았다. 고들빼기 뿌리의 경우도 잎의 경우와 같이 발효 15일에 다소 높아졌으나 그 후 활성이 발효 0일과 비슷하거나 낮았다.

인삼의 경우는 발효 0일과 발효 15일까지는 비슷하였으나 발효 30일과 45일, 그리고 60일에는 다소 활성이 감소되었으나 그 폭은 크지 않았다.

Table 94. Nitrite scavenging activity of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* at different fermentation time.

Fermentation (Day)	Nitrite scavenging activity, % of control		
	<i>Youngia sonchifolia</i> leaf	<i>Youngia sonchifolia</i> root	<i>Panax ginseng</i>
0	62.3 ± 1.4	51.7 ± 1.9b	68.8 ± 1.3a
15	68.5 ± 0.5	65.9 ± 0.8a	69.5 ± 0.2a
30	59.3 ± 2.2	59.3 ± 1.3ab	65.5 ± 2.0a
45	59.3 ± 2.2	39.3 ± 1.9c	63.6 ± 3.1a
60	60.7 ± 8.7	53.9 ± 4.7b	64.7 ± 1.7a

- Means with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by LSD test.

(2) 고들빼기와 인삼의 미생물 발효에 의한 유효성분 및 효능 변화

(가) 총 페놀 화합물 함량

고들빼기와 인삼의 발효에 따른 유효성분과 기능성의 변화를 측정하기 위해 고들빼기와 인삼의 분말이 혼합된 배지에 주변에서 발효에 이용되는 미생물인 *Bacillus subtilis*와 yeast를 접종하여 일정기간 발효시킨 후 발효 기간에 따른 총 페놀 화합물 함량의 변화를 측정하였다.

고들빼기 잎은 발효 기간의 변화에 따라 총 페놀 화합물 함량이 큰 차이를 보이지 않았다. 발효가 일어나지 않은 시료와 미생물의 작용에 의해 발효가 진행되어진 시료인 8일차의 시료도 오차 범위 내에서의 변화가 있었고 다만 12일차에는 총 페놀 화합물의 함량이 다소 감소되었다.

고들빼기의 뿌리는 발효가 진행되지 않은 0일차에 112.0 μg 의 함량을 보였고 발효 2일차에는 122.5 μg , 발효 4일에는 116.8 μg 으로 다소 감소하였으나 발효 8일에는 157.5 μg 과 발효 12일에는 158.0 μg 으로 발효 기간이 증가함에 따라 함량이 증가되었다.

인삼의 경우는 발효 0일에 88.9 μg 의 함량이었으나 2일에는 95.8 μg , 4일에는 108.1 μg , 8일에는 120.4 μg , 그리고 12일에는 112.4 μg 으로 발효의 증가에 따라 총 페놀 화합물의 함량도 증가하였다.

Table 95. Total phenol compound content of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* at different fermentation time.

Fermentation Day	Total phenol compound contents, $\mu\text{g}/\text{ml}$		
	<i>Youngia sonchifolia</i> leaf	<i>Youngia sonchifolia</i> root	<i>Panax ginseng</i>
0	393.4 \pm 3.7	112.0 \pm 2.2	88.9 \pm 2.0
2	400.9 \pm 3.8	122.5 \pm 2.5	95.8 \pm 2.5
4	405.6 \pm 2.1	116.8 \pm 1.4	108.1 \pm 1.6
8	389.8 \pm 3.8	157.5 \pm 0.4	120.4 \pm 3.4
12	379.2 \pm 2.4	158.0 \pm 1.6	112.4 \pm 0.7

* Standard chemical is Catechin

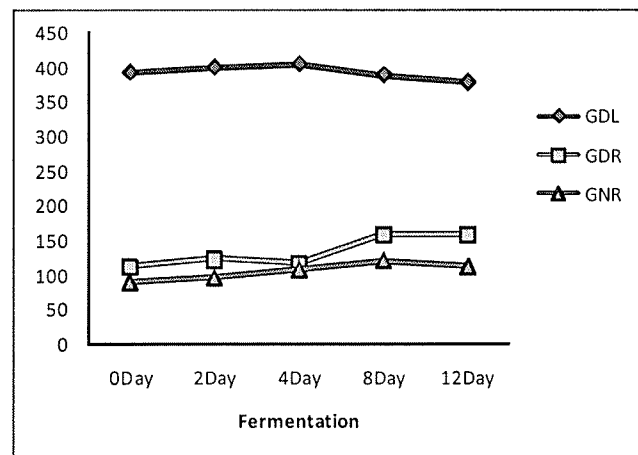


Fig. 162. Total phenol compound content of *Youngia sonchifolia* (Korean lettuce) and *Panax ginseng* at different fermentation time. (GDL: *Youngia sonchifolia* leaves, GDR: *Youngia sonchifolia* roots, Gin: *Panax ginseng* root)

(나) 플라보노이드 함량

고들빼기와 인삼의 발효에 따른 유효성분과 기능성의 변화를 측정하기 위해 고들빼기와 인삼의 분말이 혼합된 배지에 주변에서 발효에 이용되는 미생물인 *Bacillus subtilis*와 yeast를 접종하여 일정기간 발효시킨 후 발효 기간에 따른 플라보노이드 함량의 변화를 측정하였다.

고들빼기 잎은 발효 기간의 변화에 따라 플라보노이드 함량이 일정한 경향을 보이지 않았다. 발효가 일어나지 않은 시료와 미생물의 작용에 의해 발효가 진행되어진 시료인 2일과 12일에는 다소 증가하였으나 8일에는 오히려 감소되어 발효의 진행과 플라보노이드 함량과는 일정한 경향을 보이지 않았다.

고들빼기의 뿌리의 플라보노이드 함량은 발효가 진행되지 않은 0일차에 43.8 μ g의 함량을 보였고 발효 2일과 4일에는 각각 50.3 μ g과 47.9 μ g으로 다소 증가하였으나 8일과 12일에는 157.5 μ g과 158.0 μ g으로 크게 증가하였다.

인삼은 발효 0일에 18.0 μ g의 함량이었으나 2일에는 19.4 μ g, 4일에는 19.0 μ g으로 소량 증가하였으나 8일과 12일에는 23.5 μ g과 23.2 μ g으로 증가되어 8일 이후의 증가 폭이 크게 나타났다.

Table 96. Total flavonoid content of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* at different fermentation time.

Fermentation Day	Total flavonoid content, μ g/ml		
	<i>Youngia sonchifolia</i> leaf	<i>Youngia sonchifolia</i> root	<i>Panax ginseng</i>
0	243.3 \pm 4.3	43.8 \pm 1.2	18.0 \pm 0.5
2	250.6 \pm 4.2	50.3 \pm 1.4	19.4 \pm 1.1
4	244.5 \pm 2.2	47.9 \pm 1.2	19.0 \pm 0.4
8	223.9 \pm 4.5	157.5 \pm 0.4	23.5 \pm 1.1
12	250.9 \pm 2.8	158.0 \pm 1.6	23.2 \pm 1.0

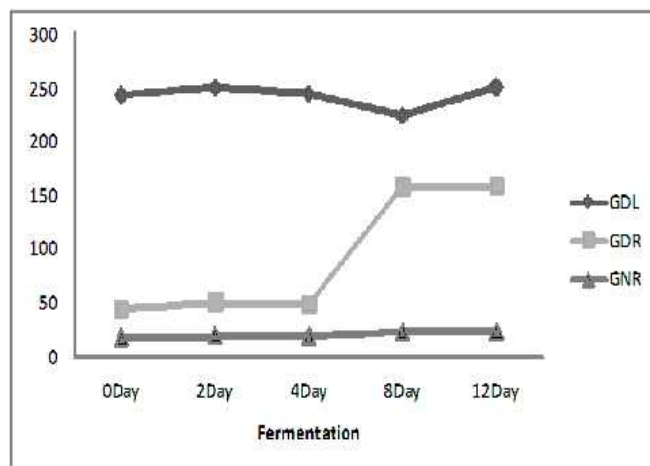


Fig. 163. Total flavonoid content of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* at different fermentation time. (GDL: *Youngia sonchifolia* leaves, GDR: *Youngia sonchifolia* roots, Gin: *Panax ginseng* root)

(다) DPPH radical 소거능

고들빼기 잎은 발효 기간의 변화에 따른 DPPH radical 소거능은, RC₅₀ 값이 발효 0일의 114.6 μ g에 비해 2일과 4일에는 큰 차이가 없었으나 발효 8일과 12일에는 각각 211.5 μ g과 258.7 μ g으로 활성이 감소되었다.

고들빼기 뿌리는 발효 0일에 비해 2일과 4일에는 활성이 증가하였으나 8일과 12일에는 활성이 크게 감소되었다.

인삼은 고들빼기 뿌리와 같이 발효가 일어나지 않은 0일차 시료에서보다 발효 2일과 4일에 활성이 다소 증가하였으나 발효 8일과 12일에는 오히려 활성이 크게 감소하는 것을 나타냈다.

Table 97. DPPH radical scavenging activity of *Youngia sonchifolia* leaves at different fermentation time.

Concentration (ppm)	DPPH radical scavenging activity, % of control				
	Fermentation Time, Day				
	0	2	4	8	12
78	34.4	30.8	34.0	21.6	15.2
156	70.7	66.5	69.2	46.5	33.0
313	86.5	81.1	72.5	66.0	59.5
625	88.3	82.5	76.7	73.1	61.1
1250	83.8	82.9	82.3	74.8	66.3
RC₅₀, μg/ml	114.6	124.4	118.3	211.5	258.7

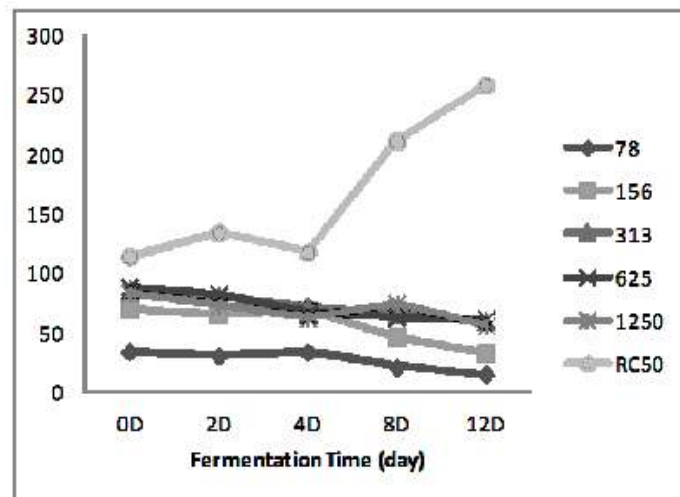


Fig. 164. DPPH radical scavenging activity of *Youngia sonchifolia* leaves at different fermentation time.

Table 98. DPPH radical scavenging activity of *Youngia sorchifolia* roots at different fermentation time.

Concentration (ppm)	DPPH radical scavenging activity, % of control				
	Fermentation time, day				
	0	2	4	8	12
78	2.9	5.2	3.0	4.8	6.2
156	8.1	11.4	9.5	10.4	12.7
313	18.1	24.6	21.3	22.8	25.8
625	32.5	47.6	43.6	33.9	38.2
1250	55.5	70.9	68.0	42.0	46.1
2500	78.0	76.3	69.7	41.6	44.4
RC₅₀, $\mu\text{g/ml}$	1094.9	809.9	860.1	5987.7	2285.6

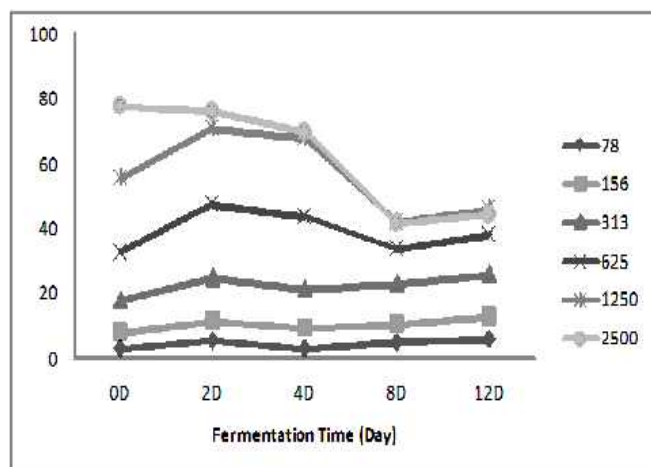


Fig. 165. DPPH radical scavenging activity of *Youngia sorchifolia* roots at different fermentation time.

Table 99. DPPH radical scavenging activity of *Panax ginseng* at different fermentation time.

Concentration (ppm)	DPPH radical scavenging activity, % of control				
	Fermentation time, day				
	0	2	4	8	12
156	1.7	4.0	3.2	2.5	2.0
313	3.3	8.2	7.4	6.9	5.6
625	7.2	12.9	16.9	15.1	8.8
1250	12.9	21.9	28.2	27.3	19.6
2500	24.2	31.1	42.4	35.0	26.9
5000	33.6	52.9	66.2	47.9	28.0
RC₅₀, $\mu\text{g/ml}$	8365.6	4678.7	3395.4	5413.2	6012.6

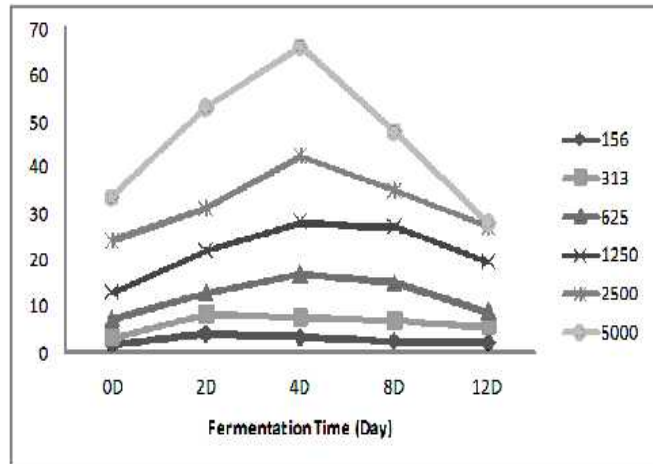


Fig. 166. DPPH radical scavenging activity of *Panax ginseng* at different fermentation time.

(라) 아질산염 소거능

고들빼기와 인삼을 미생물발효조건에 따른 아질산염 소거능을 조사하였다. 고들빼기 잎은 발효 0일에 무처리에 비해 82.5%의 소거능을 보였고 발효 2일에는 83.3%의 소거능을 보여 비슷하였으나 발효 4일에는 71.4%, 8일에는 65.0%, 그리고 12일째는 57.2%의 소거능을 보여 발효 기간이 증가함에 따라 활성이 감소되었다. 반면 고들빼기 뿌리는 발효 0일에는 무처리 대비 73.4%의 소거능을 보였고 2일에는 59.6%로 오히려 감소하였으나 4일에는 86.0%, 8일에는 84.4%, 그리고 12일째는 83.6%로 발효 0일에 비해 소거 활성이 증가되었다.

인삼의 아질산염 소거능은 발효가 일어나지 않은 시료는 66.0%의 소거활성을 보였고 2일에는 74.9%로 활성이 증가하였으며 4일에는 80.9%, 8일에는 90.1%로 활성이 크게 증가되었다. 그러나 발효 12일째에는 다시 79.2%의 소거능을 보여 소거활성이 다소 감소되었다.

Table 100. Nitrite scavenging activity of *Youngia sonchifolia* (Korean lettuce) and *Panax ginseng* at different fermentation time.

Fermentation day	Nitrite scavenging activity, % of control		
	<i>Youngia sonchifolia</i> leaf	<i>Youngia sonchifolia</i> root	<i>Panax ginseng</i>
0	82.5 ± 0.7	73.4 ± 1.0	66.0 ± 2.1
2	83.3 ± 0.5	59.6 ± 1.3	74.9 ± 1.3
4	71.4 ± 2.6	86.0 ± 2.3	80.9 ± 2.9
8	65.0 ± 1.9	84.4 ± 1.8	90.1 ± 1.2
12	57.2 ± 0.4	83.6 ± 0.4	79.2 ± 3.8

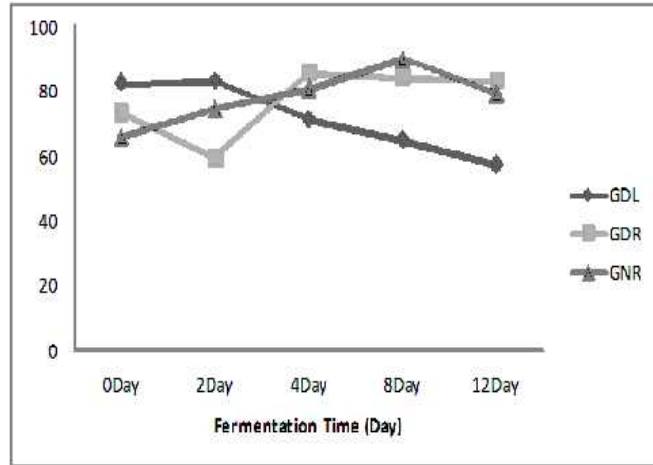


Fig. 167. Nitrite scavenging activity of *Youngia sonchifolia* and *Panax ginseng* at different fermentation time. (GDL: *Youngia sonchifolia* leaves, GDR: *Youngia sonchifolia* roots, Gin: *Panax ginseng* root)

마. 고들빼기와 인삼을 이용한 식이식품 개발

(1) 고들빼기김치와 인삼함유 김치의 제조 및 저장 기간에 따른 유효성분과 기능

(가) 총 페놀 화합물 함량

인삼을 함유시킨 고들빼기김치의 총 페놀 화합물 함량은 다음과 같았다. 인삼을 함유시킨 고들빼기김치의 총 페놀 화합물 함량은 인삼 첨가량에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다. 숙성 시간의 증가에 따른 함량변화는 일정한 경향을 보이지 않았으나 전체적으로 보면 담근 직후 보다는 30일과 60일 숙성한 김치의 함량이 다소 높아지는 것으로 조사되었으나 차이는 크지 않았다.

인삼을 함유한 배추김치도 인삼함량에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다.

Table 101. Total phenol compounds content of *Y. sonchifolia* Kimchi added with *P. ginseng*.

STD	Days after treatment	Total phenol compound content, $\mu\text{g}/\text{ml}$			
		Control	Kimchi 1	Kimchi 2	Kimchi 3
A	0	30.1 \pm 0.6 ^a	28.9 \pm 1.0 ^a	28.7 \pm 0.7 ^a	29.9 \pm 0.9 ^a
	15	33.4 \pm 0.5 ^a	27.5 \pm 0.5 ^c	29.9 \pm 0.7 ^b	28.2 \pm 0.4 ^{bc}
	30	29.8 \pm 0.4 ^c	30.0 \pm 1.1 ^c	36.7 \pm 0.4 ^a	32.5 \pm 0.6 ^b
	60	31.7 \pm 0.8 ^a	32.0 \pm 1.0 ^c	38.5 \pm 0.6 ^c	39.4 \pm 1.1 ^c

A: standard chemical is chlorogenic acid, B: standard chemical is tannic acid.
 - Means with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by LSD test.

Table 102. Total phenol compounds content of Kimchi added with *Panax ginseng*.

STD	Days after treatment	Total phenol compound content, $\mu\text{g}/\text{ml}$			
		Control	Kimchi 1	Kimchi 2	Kimchi 3
A	0	34.6 \pm 0.6	29.9 \pm 0.2	29.4 \pm 0.5	32.7 \pm 0.4
	15	37.2 \pm 0.9	34.8 \pm 1.2	33.8 \pm 0.5	35.9 \pm 1.0
	30	35.3 \pm 1.3	37.5 \pm 1.5	36.2 \pm 0.3	38.3 \pm 0.7
	60	38.5 \pm 0.8	39.7 \pm 1.1	40.1 \pm 1.3	42.2 \pm 1.2
B	0	24.9 \pm 0.4	22.2 \pm 0.2	21.9 \pm 0.4	23.4 \pm 0.2
	15	28.3 \pm 0.8	26.9 \pm 0.7	25.2 \pm 0.6	26.2 \pm 0.5
	30	30.5 \pm 1.2	32.3 \pm 0.7	36.1 \pm 1.3	33.7 \pm 1.4
	60	35.3 \pm 0.8	35.6 \pm 0.8	39.4 \pm 1.2	36.3 \pm 0.4

(나) 플라보노이드 함량

인삼을 농도별로 함유시킨 고들빼기김치와 배추김치의 플라보노이드 함량은 처리한 인삼농도와 숙성기간에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다.

Table 103. Total flavonoid contents of *Youngia sonchifolia* Kimchi added with *Panax ginseng*.

Days after treatment	Total flavonoid content, $\mu\text{g}/\text{ml}$			
	Control	Kimchi 1	Kimchi 2	Kimchi 3
0	7.9 \pm 0.7 ^a	9.2 \pm 0.7 ^a	8.5 \pm 1.6 ^a	8.2 \pm 0.7 ^a
15	7.7 \pm 0.4 ^a	8.6 \pm 1.1 ^a	9.1 \pm 1.1 ^a	8.1 \pm 0.6 ^a
30	8.1 \pm 0.7 ^a	9.2 \pm 0.3 ^a	9.2 \pm 0.3 ^a	8.4 \pm 0.2 ^a
60	8.4 \pm 0.6 ^a	9.5 \pm 1.1 ^b	9.1 \pm 0.4 ^a	9.2 \pm 0.6 ^a

- Means with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by LSD test.

Table 104. Total flavonoid contents of Kimchi added with *Panax ginseng*.

Days after treatment	Total flavonoid content, $\mu\text{g}/\text{ml}$			
	Control	Kimchi 1	Kimchi 2	Kimchi 3
0	9.2 \pm 0.7	7.8 \pm 0.9	7.5 \pm 0.4	8.9 \pm 0.2
15	8.7 \pm 1.4	8.3 \pm 0.5	8.1 \pm 0.7	9.1 \pm 0.8
30	9.3 \pm 0.8	8.2 \pm 0.9	7.2 \pm 0.8	9.4 \pm 0.8
60	10.1 \pm 0.8	9.6 \pm 1.0	8.8 \pm 1.0	11.4 \pm 1.2

(다) DPPH radical 소거능

인삼함유 고들빼기김치의 DPPH radical 소거능은 인삼을 처리하지 않은 고들빼기김치와 인삼을 1% 첨가한 김치는 숙성 15일 된 것의 활성이 다소 높았고 3%와 5%의 인삼을 첨가한 김치는 오히려 낮았다. 인삼의 첨가량과 숙성정도에 따른 DPPH radical 소거 활성은 일정한 경향을 보이지 않았다.

인삼을 첨가한 배추김치는 인삼을 1% 함유시킨 김치의 활성이 가장 높았다.

Table 105. DPPH radical scavenging activity of *Youngia sonchifolia* Kimchi added with *Panax ginseng*.

Days after treatment	DPPH radical scavenging activity, % of control			
	Control	Kimchi 1	Kimchi 2	Kimchi 3
0	43.7	48.1	42.6	46.4
15	48.0	52.3	33.8	35.0
30	40.2	35.6	40.2	39.7
60	45.6	50.3	46.3	42.5

Table 106. DPPH radical scavenging activity of Kimchi added with *Panax ginseng*.

Days after treatment	DPPH radical scavenging activity, % of control			
	Control	Kimchi 1	Kimchi 2	Kimchi 3
0	39.1	54.3	46.6	48.8
15	42.3	51.2	43.9	45.6
30	41.2	55.3	48.6	49.7
60	45.7	59.4	53.5	56.8

(라) 아질산염 소거능

인삼을 첨가한 고들빼기와 배추김치의 아질산염 소거능은 매우 낮아 인삼의 첨가량과 숙정 정도에 따른 일정한 경향은 보이지 않았다.

Table 107. Nitrite scavenging activity of *Youngia sonchifolia* Kimchi added with *Panax ginseng*.

Days after treatment	Nitrite scavenging activity, % of control			
	Control	Kimchi 1	Kimchi 2	Kimchi 3
0	8.0 ± 0.8	7.8 ± 1.0	7.3 ± 2.2	11.1 ± 1.9
15	8.5 ± 1.0	10.1 ± 2.2	8.6 ± 2.3	7.0 ± 1.1
30	9.6 ± 0.5	10.7 ± 2.0	10.5 ± 1.2	11.1 ± 1.3
60	11.5 ± 0.8	13.6 ± 1.0	12.4 ± 0.8	14.2 ± 0.8

Table 108. Nitrite scavenging activity of Kimchi added with *Panax ginseng*.

Days after treatment	Nitrite scavenging activity, % of control			
	Control	Kimchi 1	Kimchi 2	Kimchi 3
0	11.2 ± 2.1 ^a	12.2 ± 1.3 ^a	12.4 ± 0.9 ^a	12.3 ± 2.4 ^a
15	13.5 ± 1.1 ^a	15.5 ± 1.0 ^a	13.6 ± 1.0 ^a	13.7 ± 1.1 ^a
30	15.6 ± 1.3 ^a	16.7 ± 1.2 ^a	15.3 ± 0.8 ^a	14.1 ± 1.1 ^a
60	18.7 ± 1.1 ^a	20.3 ± 1.0 ^a	20.5 ± 1.2 ^a	19.3 ± 0.7 ^a

- Means with different letters are significantly different at p<0.05 by LSD test.

(마) 일반성분 함량

인삼을 첨가한 고들빼기김치의 일반성분 함량은 인삼의 첨가량에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다. 숙성정도에 따라서는 숙성 30일에 전성분이 다소 증가한 것으로 나타났으나 유의적인 차이는 없었다.

Table 109. Ingredient of *Youngia sonchifolia* Kimchi added with *Panax ginseng*.

Sample treatment	Ingredient (%)				
	Crude ash	Crude Fat	Crude protein	Crude fiber	
0 Day	Control	16.67	2.61	16.33	10.58
	1 %	14.79	3.41	16.32	11.44
	3 %	15.46	4.45	16.71	12.20
	5 %	15.68	4.32	16.80	12.91
15 Day	Control	16.35	3.76	17.33	11.88
	1 %	15.72	4.90	17.73	13.38
	3 %	15.73	3.64	16.38	11.68
	5 %	16.21	3.95	16.85	12.48
30 Day	Control	17.32	3.89	17.75	11.78
	1 %	17.00	4.69	18.58	13.62
	3 %	17.21	3.88	17.51	12.43
	5 %	16.11	5.51	18.36	13.66

Table 110. Ingredient of Kimchi added with *Panax ginseng*.

Sample treatment	Ingredient (%)			
	Crude ash	Crude fat	Crude protein	Crude fiber
Control	17.79	3.80	17.74	9.22
1 %	18.27	4.83	16.91	10.23
3 %	17.82	4.23	17.46	8.70
5 %	17.17	3.42	17.19	9.87

(바) 유기산 함량

인삼의 농도별 첨가와 숙성정도에 따른 고들빼기김치의 유기산 함량은 다음과 같았다. 숙성 기간이 증가함에 따라 젖산의 함량이 다소 증가되었고 인삼의 첨가량에 따른 유기산의 함량 변화는 일정한 경향을 보이지 않았다.

Table 111. Organic acid content of *Youngia sonchifolia* Kimchi added with *Panax ginseng* 0 day after adding.

Organic acid (%)	Ratio of materials (%)			
	Control	Kimchi 1	Kimchi 2	Kimchi 3
Oxalic	0.1467	0.1421	0.1503	0.1536
Citric	0.5155	0.4687	0.5851	0.5042
Malic	3.4369	3.1770	3.5217	3.1402
Lactic	5.6353	5.4832	5.5559	5.4680
Acetic	2.0974	2.4536	2.2965	2.0144
Fumaric	0.0015	-	0.0015	0.0014
Propionic	0.6812	0.6244	0.6837	0.6303
Pyroglutamic	0.6309	0.6840	0.5624	0.5715

Table 112. Organic acid content of *Youngia sonchifolia* Kimchi added with *Panax ginseng* 15 days after adding.

Organic acid (%)	Ratio of materials (%)			
	Control	Kimchi 1	Kimchi 2	Kimchi 3
Oxalic	0.1458	0.1547	0.1312	0.1518
Citric	0.5004	0.4811	0.5098	0.5882
Malic	3.1754	3.2827	3.4808	3.7144
Lactic	6.1670	6.0819	5.6496	6.7921
Acetic	2.0371	1.8907	1.9901	2.4146
Fumaric	0.0010	0.0011	-	-
Propionic	0.4546	0.4672	0.3917	0.4983
Pyroglutamic	0.6814	0.6257	0.6251	0.6251

Table 113. Organic acid content of *Youngia sonchifolia* Kimchi added with *Panax ginseng* 30 days after adding.

Organic acid (%)	Ratio of materials (%)			
	Control	Kimchi 1	Kimchi 2	Kimchi 3
Oxalic	0.1369	0.1372	0.1324	0.1483
Citric	0.5118	0.4633	0.5202	0.5344
Malic	2.9333	3.1391	3.3623	3.3623
Lactic	6.3022	5.7166	5.8444	6.0012
Acetic	2.1631	2.1631	1.9137	2.3158
Fumaric	0.0015	-	0.0010	-
Propionic	0.4694	0.1338	0.3803	0.4264
Pyroglutamic	0.7134	0.6754	0.5973	0.5473

Table 114. Organic acid content of Kimchi added with *Panax ginseng*.

Organic acid (%)	Ratio of materials (%)			
	Control	Kimchi 1	Kimchi 2	Kimchi 3
Oxalic	0.2235	0.2423	0.2522	0.2251
Citric	2.1414	2.4473	1.9779	1.9154
Malic	3.7950	3.4871	3.7489	3.2855
Lactic	4.4592	4.1651	4.6056	4.7987
Acetic	1.5146	1.3113	1.4447	1.4940
Fumaric	0.0335	0.0285	0.0297	0.0303
Propionic	0.9329	0.9341	0.7467	0.8025
Pyroglutamic	0.9902	0.8414	0.9522	0.9142

(사) Ginsenoside 함량

고들빼기와 배추김치에 인삼을 첨가하여 숙성과정에서 ginsenoside Rb₁과 Rg₁의 함량변화를 측정하였다.

고들빼기김치는 인삼의 농도별로 첨가한 각 시료에서 ginsenoside 중 Rb₁은 검출되지 않았고 Rg₁은 인삼을 1% 첨가한 김치에서 23.4ppm, 3% 첨가한 김치에서 24.1ppm, 그리고 5% 첨가한 김치에서 37.4ppm 농도로 검출되었다.

배추김치에서도 Rb₁은 검출되지 않았고 3% 인삼을 첨가한 김치에서 23.0ppm, 5% 인삼을 첨가한 김치에서는 33.5ppm 농도로 ginsenoside(Rg₁)가 검출되었다.

Table 115. Ginsenoside contents of *Youngia sonchifolia* Kimchi added with *Panax ginseng*.

Day after treatment	Ginsenoside content, ppm			
	Control	Kimchi 1	Kimchi 2	Kimchi 3
Rb ₁	0 Day	0	0	0
	15 Day	0	0	0
Rg ₁	0 Day	0	23.366	37.369
	15 Day	0	22.328	38.213

Table 116. Ginsenoside contents of Kimchi added with *Panax ginseng*.

Day after treatment	Ginsenoside content, ppm			
	Control	Kimchi 1	Kimchi 2	Kimchi 3
Rb ₁	0 Day	0	0	0
	15 Day	0	0	0
Rg ₁	30 Day	0	23.008	33.463
	60 Day	0	24.011	32.221

(아) 미생물 균수

인삼 첨가에 따른 고들빼기김치의 총 균수는 다음과 같았다. 김치를 담근 후 숙성 0일과 15일의 총 균수는 인삼의 첨가량과의 일정한 상관관계를 보이지 않았다. 그러나 30일 숙성된 고들빼기김치는 인삼을 첨가하지 않은 김치에 비해 인삼을 3%와 5% 첨가한 김치의 총 균수 함량이 높게 나타났다.

인삼을 첨가한 배추김치의 총 균수는 인삼을 처리하지 않은 김치와 5%로 높게 처리한 김치의 총 균수가 같았고 1%와 3% 처리한 김치의 균수가 많았다.

Table 117. Microbes of *Youngia sonchifolia* Kimchi added with *Panax ginseng*.

Day after treatment	Ratio of materials (%)			
	Control	Kimchi 1	Kimchi 2	Kimchi 3
0 Day	3.2×10^3	2.0×10^3	3.0×10^3	1.4×10^3
15 Day	2.2×10^4	8.0×10^3	2.0×10^4	1.4×10^4
30 Day	1.2×10^4	1.0×10^4	2.8×10^4	3.0×10^4
60 Day	3.0×10^4	2.4×10^4	3.2×10^4	3.4×10^4

Table 118. Microbes of Kimchi added with *Panax ginseng*.

Day after treatment	Ratio of materials (%)			
	Control	Kimchi 1	Kimchi 2	Kimchi 3
0 Day	5.6×10^3	7.0×10^3	7.2×10^3	5.6×10^3
15 Day	2.0×10^4	2.4×10^4	2.8×10^4	2.2×10^4
30 Day	2.8×10^4	3.0×10^4	3.6×10^4	3.0×10^4
60 Day	3.4×10^4	4.6×10^4	5.2×10^4	5.4×10^4

(2) 인삼함유 야채샐러드 제조

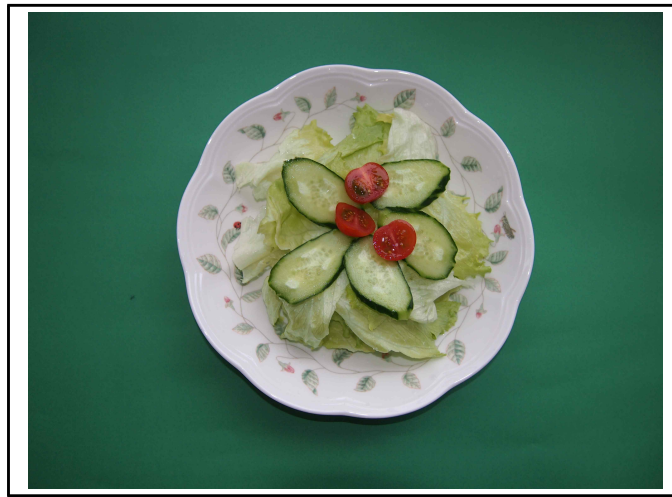


Fig. 168. Conventional salad



Fig. 169. *Panax ginseng* salad prepared with soy sauce



Fig. 170. *Panax ginseng* salad prepared with pineapple sauce

(3) 고들빼기 효소 장아찌 제조



Fig. 171. *Youngia sonchifolia* pickled by enzymes

(4) 고들빼기 이용 가공 제품 개발

(가) 처리에 따른 색도 분석

고들빼기의 가공 과정에서 기호도 향상을 위해 가공 정도에 따른 시료의 색도 변화를 분석하였다. 고들빼기의 잎과 뿌리의 roasting 시간과 steam 처리 횟수에 따른 시료의 색도 변화는 색차계 (Minolta CR-10, Japan)를 이용하여 측정하였다. 색도 변화는 Hunter 색차식 $\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$ 를 이용하여 비교하였다. 색차 변화는 다음과 같았다.

Table 119. Difference in color of *Youngia sonchifolia* powder under different roasting and steam treatment.

Plant part	Treatment	Color			
		L	a	b	E
Leaves	FD	54.5	-1.8	13.6	56.2
	1M*	51.2	0.9	13.2	52.9
	2M	49.8	2.0	12.4	51.4
	3M	49.1	3.2	12.3	50.7
Roots	FD	77.3	4.1	15.1	78.9
	1M	64.1	9.8	20.0	67.9
	2M	59.3	11.5	18.8	63.3
	3M	59.6	11.6	19.3	63.7
	1ST**	51.1	6.1	12.6	53.0
	2ST	48.9	7.6	10.4	50.6
	3ST	49.0	8.8	13.6	51.6
	4ST	47.9	8.7	11.2	50.0

* : Min : roasting time (minute), **ST : Steam times

Table 120. Difference in color of the extracted liquid of *Youngia sonchifolia* under different roasting and steam treatments.

Plant part	Treatment	Color			
		L	a	b	E
Leaves	FD	34.6	-6.0	13.8	37.7
	1M*	33.7	1.5	14.6	36.8
	2M	32.1	-0.2	11.3	34.0
	3M	30.9	0.1	10.4	32.6
Roots	FD	36.3	3.7	12.4	38.5
	1M	32.1	5.4	18.0	37.2
	2M	32.9	4.6	11.9	35.3
	3M	28.3	7.4	10.9	31.2
	1ST**	43.6	-3.3	13.8	45.9
	2ST	41.6	-1.0	15.2	44.3
	3ST	36.4	3.9	15.3	39.7
	4ST	32.3	7.4	13.0	35.6

* : Min : roasting time (minute), **ST : Steam times

(나) 총 페놀 화합물 함량 페놀산 정량 분석

고들빼기의 볶음 처리와 증열처리 등의 가공에 따른 총 페놀 화합물의 함량은 고들빼기 잎의 볶음처리의 경우는 무처리와 유의적인 차이가 없었다. 그러나 뿌리의 경우는 볶음처리와 증열처리 모두에서 무처리에 비해 총 페놀 화합물의 함량이 높게 나타났다.

Table 121. Total phenol compound contents of extracts in different roasting and steam treatment from *Youngia sonchifolia* leaves.

Plant part	TRT	Total phenol compound content, ppm		
		Catechin	Tannic acid	Chlorogenic acid
Leaves	FD	436.4 ± 0.7	419.5 ± 1.0	731.8 ± 0.9
	1Min*	429.3 ± 3.2	412.8 ± 3.4	719.6 ± 6.6
	2Min	426.0 ± 1.7	410.2 ± 2.0	713.6 ± 3.0
	3Min	430.5 ± 2.6	415.7 ± 3.0	721.8 ± 4.7
Roots	FD	61.7 ± 0.2	60.4 ± 0.3	96.4 ± 0.4
	1Min	182.5 ± 3.1	176.1 ± 3.0	304.1 ± 5.3
	2Min	231.7 ± 2.4	222.2 ± 2.5	388.6 ± 4.7
	3Min	228.5 ± 1.3	219.8 ± 1.5	385.3 ± 4.0
	1ST**	94.5 ± 4.5	91.8 ± 4.3	151.4 ± 7.6
	2ST	91.9 ± 3.5	89.2 ± 3.3	146.9 ± 6.0
	3ST	72.8 ± 0.3	71.0 ± 0.2	115.0 ± 0.4
	4ST	119.8 ± 0.3	115.9 ± 0.4	193.3 ± 0.3

* : Min : roasting time (minute), **ST : Steaming times

Table 122. Phenolic acids content of *Youngia sonchifolia* leaves by roasting time.

Phenolic acid	Roasting time (min.)				
	FD	1	2	3	5
3-Hydroxycinnamic acid	1.144	1.819	2.436	2.794	2.936
Caffeic acid	5.686	23.282	30.888	32.274	30.675
Chlorogenic acid	121.344	133.512	138.335	136.120	133.044
Ferulic acid	23.454	29.955	32.770	33.664	32.464
Gallic acid	-	0.147	0.148	0.173	0.169
Quercetin dihydrate	5.639	6.090	6.333	6.391	6.455
Rutin	15.904	5.013	20.698	23.412	25.786
Salicylic acid	7.679	77.538	9.413	10.963	12.104
Syringic acid	1.287	2.695	3.282	4.038	3.856
o-Coumaric acid	15.559	29.824	28.687	28.375	27.563
p-Coumaric acid	1.336	1.888	2.965	4.039	4.042

Table 123. Phenolic acids content of *Youngia sonchifolia* roots by roasting time.

Phenolic acid	Roasting time (Min.)			
	FD	1	2	3
3-Hydroxycinnamic acid	0.447	0.734	0.838	0.789
Caffeic acid	1.634	3.113	3.024	1.945
Chlorogenic acid	2.165	55.507	51.716	49.802
Ferulic acid	0.559	1.510	1.482	1.340
Gallic acid	0.322	0.199	0.154	-
Quercetin dihydrate	6.241	5.672	5.359	9.097
Rutin	1.358	1.222	1.153	-
Salicylic acid	4.209	0.166	-	-
Syringic acid	0.780	1.241	1.323	-
o-Coumaric acid	0.316	0.550	0.440	0.567
p-Coumaric acid	0.257	0.184	0.198	-

Table 124. Phenolic acid content of *Youngia sonchifolia* roots by steam treatment.

Phenolic acid	Steaming times				
	FD	1ST	2ST	3ST	4ST
3-Hydroxycinnamic acid	0.447	0.512	0.445	0.214	0.439
Caffeic acid	1.634	2.082	2.568	-	2.624
Chlorogenic acid	2.165	27.678	28.878	23.745	22.832
Ferulic acid	0.559	-	0.537	-	0.544
Gallic acid	0.322	-	-	-	-
Quercetin dihydrate	6.241	5.815	5.346	5.710	5.712
Rutin	1.358	-	1.297	2.587	2.870
Salicylic acid	4.209	-	0.737	0.430	0.455
Syringic acid	0.780	2.170	1.903	-	1.546
o-Coumaric acid	0.316	0.626	0.499	0.923	0.759
p-Coumaric acid	0.257	-	0.209	0.119	0.122

(다) 플라보노이드 함량

고들빼기의 볶음 처리와 증열처리 등의 가공에 따른 플라보노이드 함량은 볶음 처리와 증열 처리 모두에서 무처리에 비해 플라보노이드 함량이 높게 나타났다.

Table 125. Flavonoid contents of extracts in different roasting and steam treatment from a *Youngia sonchifolia* leaves.

Flavonoid content, ppm				
Roasting time	Leaves	Roots	Steaming times	Roots
FD	516.9 ± 4.8	33.8 ± 0.7	1ST**	33.3 ± 0.9
1Min*	643.6 ± 4.4	70.1 ± 1.0	2ST	40.0 ± 2.0
2Min	647.1 ± 0.8	82.6 ± 1.9	3ST	37.0 ± 1.9
3Min	632.1 ± 1.1	81.6 ± 1.3	4ST	44.5 ± 2.4

* Min : roasting time (minute), **ST : Steaming times

(라) DPPH radical scavenging activity

고들빼기의 볶음 처리와 증열처리 등의 가공에 따른 유리산소의 소거능은 무처리에 비해 볶음 처리와 증열 처리 모두에서 열처리의 횟수가 증가함에 따라 활성이 증가되었다.

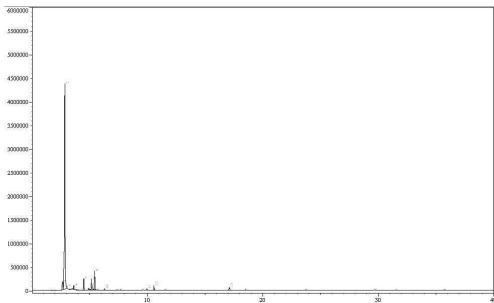
Table 126. DPPH radical scavenging activity of *Youngia sonchifolia* by roasting and steam treatment.

DPPH radical scavenging activity, RC ₅₀ ug/ml					
Roasting time	FD	1Min*	2Min	3Min	-
Leaves	264.9	156.0	155.4	132.3	-
Roots	4802.1	1023.5	1117.5	985.4	-
Steaming times	FD	1ST**	2ST	3ST	4ST
Roots	4802.1	586.9	777.7	1098.0	968.6

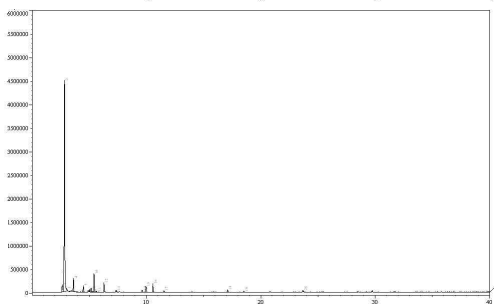
* Min : roasting time (minute), **ST : Steam times

(마) 향기성분 분석

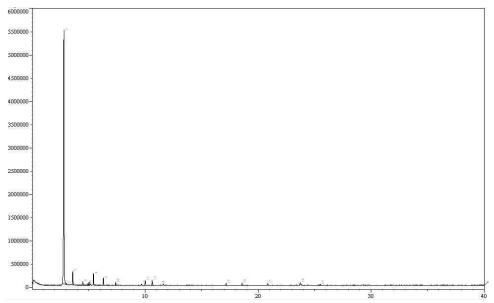
고들빼기의 가공에 따른 향기성분 분석결과 다양한 향은 분석되지 않았다. 그러나 가공 정도에 따라 함량의 변화가 확인되었다.



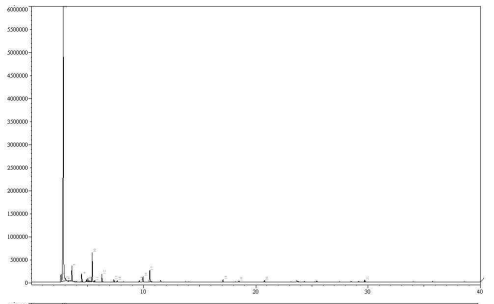
← Freeze dried Korean lettuce root



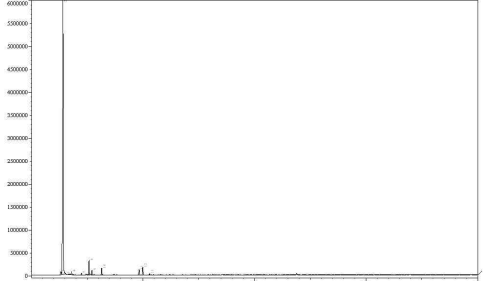
← Roasted root during 1min.



← Roasted root during 2min



← Roasted root during 3min



← Steam treated 1 times

Fig. 172. GC/MS chromatogram of *Youngia sonchifolia* by different roasting time and steam treatment

(바) 관능평가

가공 방법에 따른 시료의 기호도를 표 127에 따라 평가하였다. 고들빼기의 잎과 뿌리 모두 고들빼기가 가지고 있는 쓴맛이 강하게 나타났고 roasting 처리는 처리 횟수와 관계없이 강한 쓴맛이 나타났다. 그러나 steam을 이용한 증열처리는 1회의 처리만으로도 쓴맛이 상당부분 제거되었고 약간의 쓴맛은 오히려 거부감이 없이 고들빼기의 특징으로 표현될 가능성이 있었다. 2회 이상의 steam 처리에서는 쓴맛이 거의 나타나지 않았다.

Table 127. Criteria of sensory evaluation on processed *Youngia sonchifolia* materials.

Grade	1	2	3	4	5
Taste	strong	weak	medial	weak	strong
Scent	no	little	optimum	yes	much
Total acceptability	very bad	bad	optimum	good	very good

Table 128. A sensory test of *Youngia sonchifolia* sample by different roasting and steam treatment.

Grade	FD	Roasting			Steam treatment			
		1min	2min	3min	1ST	2ST	3ST	4ST
Taste	1.0	1.0	1.0	1.0	3.7	4.1	4.1	4.2
Scent	1.0	2.3	2.5	2.5	2.8	3.1	3.0	2.9
Total acceptability	1.0	1.0	1.0	1.1	4.6	4.6	4.6	4.5

(사) 고들빼기를 이용한 차음료 시제품 제조

고들빼기의 다양한 식이식품의 개발 과정에서 고들빼기가 가진 가장 큰 문제점 중의 하나인 쓴맛을 제어하기 위해 전통적으로 소금물에 24시간에서 48시간 침지하는 방법은 쓴맛을 제어하는데 효과가 있으나 고들빼기가 많은 수분을 포함하게 되므로 다양한 제품으로 가공하는데 효율적인 방법은 아닌 것으로 판단되었다.

이에 따라 다양한 가공 방법의 적용 중 제다 과정에서 이용되는 증열과정을 통해 쓴맛이 감소되는 것을 확인할 수 있었다. 이와 같은 방법으로 고들빼기를 가공하여 건조 원료로 사용함으로써 다양한 식품 첨가제로 사용이 가능하고 고들빼기를 대량 소비할 수 있는 차와 음료로 개발 하였다.

Table 129. A sensory test of *Youngia sonchifolia* beverage.

	Sensory test			
	Scent	Color	Taste	Total
Beverage	5.5±1.2	5.0±1.0	5.4±0.9	5.3±1.1



Fig. 173. *Youngia sonchifolia* tea and beverage and a process of manufacture.

(5) 고들빼기와 인삼의 추출물 및 이를 이용한 조미 첨가 시제품 제조

Table 130. Mixture rate of extract powder.

Sample No.	Mixture rate, %			Note
	<i>Y. sonchifolia</i>	<i>Panax ginseng</i>	Spice mix	
1	0	0	100	
2	1	0	99	
3	3	0	97	
4	5	0	95	
5	0	1	99	
6	0	3	97	
7	0	5	95	
8	1	1	98	
9	1	3	96	
10	3	1	96	
11	3	3	94	
12	5	5	90	

고들빼기와 인삼 함유 조미료에 대하여 관능평가를 위해 조미료 4g에 물 100ml를 혼합한 후 고들빼기와 인삼을 비율별로 넣고 각각의 내질에 대하여 관능평가를 실시하였다. 관능검사원은 20명을 대상으로 하였으며 9점 척도법에 의해 관능평가를 실시하였다.

관능평가 결과 종합적인 기호도에 있어서는 고들빼기를 3% 정도 함유시킨 소재에서 다소 높게 나타났으며 특정한 맛과 향에 의해서보다는 적절한 방법으로 가공된 고들빼기를 첨가함

으로써 약간의 쓴맛과 식감을 향상시킨 것으로 평가되었다.

인삼의 경우는 인삼이 가진 특유의 맛과 향으로 기호도가 비교적 높게 나타났으며 3%의 비율로 혼합한 경우에도 쉽게 인삼의 맛을 느끼는 것으로 나타났다.

Table 131. A sensory test of seasoning with *Youngia sonchifolia*.

Added amount (%)	Scent	Color	Taste	Appearance	Total acceptability
1	5.5±1.2	5.0±1.0	5.4±0.9	5.3±1.5	5.3±1.1
3	5.5±1.1	5.1±1.9	6.2±1.0	5.4±1.5	6.4±1.3
5	5.8±1.8	5.4±1.1	5.2±1.5	4.4±1.9	5.4±1.5

Table 132. A sensory test of seasoning with *Panax ginseng*.

Added amount (%)	Scent	Color	Taste	Appearance	Total acceptability
1	5.1±1.2	5.0±1.0	5.4±0.9	5.3±1.5	5.3±1.1
3	6.1±1.1	5.1±1.9	7.2±1.0	5.4±1.5	7.4±1.3
5	6.8±1.8	4.4±1.1	7.3±1.5	4.8±1.9	7.4±1.5

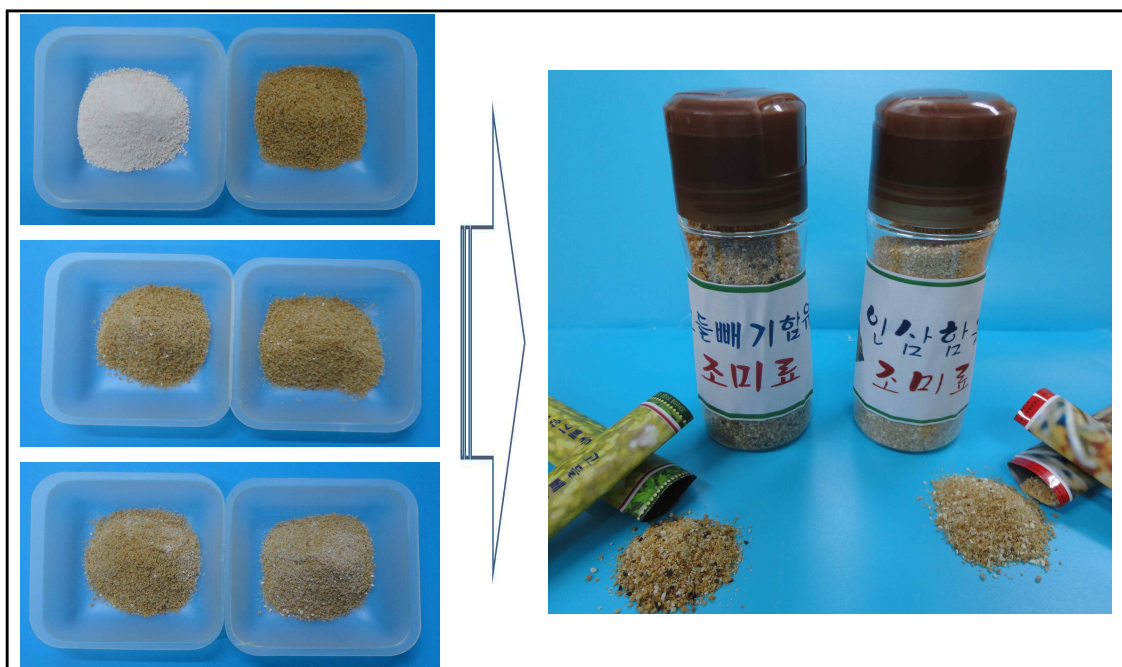


Fig. 174. Mixture of *Panax ginseng* extract powder and Spice mix

(6) 고들빼기와 인삼 함유 장류의 제조 및 유효성분과 기능성 변화

(가) 고들빼기와 인삼 함유 된장의 유효성분 및 기능성 변화

① 총 페놀 화합물 함량

고들빼기와 인삼을 이용한 장류의 개발을 위해 고들빼기와 인삼을 첨가한 간장의 제조과정에서 이용되는 된장의 발효 숙성기간에 총 페놀 화합물 함량의 변화를 측정하였다.

고들빼기를 첨가한 된장은 처리간 다소 차이는 있었으나 30일 숙성시킨 것보다 60일 숙성시킨 된장의 함량이 비교적 높게 나타났다. 그러나 처리 농도에 따른 총 페놀 화합물의 함량은 일정한 경향을 보이지 않았다.

인삼의 경우는 발효 숙성이 진전됨에 따라 또한 인삼의 처리 농도의 변화에 따라 총 페놀 화합물의 함량 변화를 보이지 않았다.

Table 133. Total phenol compound content of soybean paste with a *Youngia sonchifolia* leaves or *Panax ginseng*.

Fermentation Day (Month)	Treatment Concentration	Total phenol compound content, $\mu\text{g}/\text{ml}$	
		<i>Youngia sonchifolia</i>	<i>Panax ginseng</i>
3	Control	60.0 ± 0.7	60.0 ± 0.7
	1%	55.7 ± 1.4	60.2 ± 1.0
	3%	67.3 ± 2.0	61.1 ± 1.3
	5%	57.8 ± 3.2	68.7 ± 0.7
6	Control	64.3 ± 0.5	64.3 ± 0.5
	1%	74.4 ± 2.6	63.9 ± 1.1
	3%	66.4 ± 1.0	56.9 ± 0.5
	5%	68.4 ± 2.3	62.2 ± 0.7
9	Control	123.7 ± 1.4	123.7 ± 1.4
	1%	140.1 ± 2.6	117.7 ± 1.3
	3%	139.4 ± 0.5	114.7 ± 1.2
	5%	125.0 ± 1.4	104.8 ± 0.9
12	Control	120.8 ± 0.2	120.8 ± 0.2
	1%	136.2 ± 1.3	116.8 ± 2.0
	3%	137.7 ± 1.2	103.9 ± 2.3
	5%	124.6 ± 2.3	111.1 ± 1.1

- Standard chemical is catechin

② 플라보노이드 함량

고들빼기와 인삼을 이용한 장류의 개발을 위해 고들빼기와 인삼을 첨가한 간장의 제조과정에서 이용되는 된장의 발효 숙성기간에 따른 플라보노이드 함량의 변화를 측정하였다.

고들빼기와 인삼을 첨가한 된장은 처리 간 다소 차이는 있었으나 발효 숙성이 진전됨에 따라 또한 고들빼기와 인삼의 처리 농도의 변화에 따라 플라보노이드의 일정한 함량 변화를 보이지 않았다.

Table 134. Flavonoid content of soybean paste with *Youngia sonchifolia* leaves or *Panax ginseng*.

Fermentation Day (Month)	Treatment concentration	Flavonoid content, $\mu\text{g}/\text{ml}$	
		<i>Youngia sonchifolia</i>	<i>Panax ginseng</i>
3	Control	7.2 \pm 0.3	7.2 \pm 0.3
	1%	6.8 \pm 0.5	10.0 \pm 0.5
	3%	11.4 \pm 0.8	8.0 \pm 0.3
	5%	8.1 \pm 0.4	8.1 \pm 0.4
6	Control	7.9 \pm 0.4	7.9 \pm 0.4
	1%	11.1 \pm 0.3	7.4 \pm 0.2
	3%	9.6 \pm 0.2	8.0 \pm 0.3
	5%	16.8 \pm 2.3	10.9 \pm 0.7
9	Control	13.6 \pm 0.8	13.6 \pm 0.8
	1%	18.0 \pm 1.2	12.4 \pm 1.8
	3%	21.6 \pm 1.3	14.4 \pm 1.8
	5%	16.5 \pm 1.9	14.3 \pm 0.4
12	Control	13.6 \pm 1.1	13.6 \pm 1.1
	1%	18.3 \pm 1.3	11.1 \pm 1.2
	3%	20.4 \pm 1.1	12.7 \pm 1.4
	5%	17.0 \pm 1.0	13.1 \pm 1.3

③ DPPH radical 소거 활성

고들빼기와 인삼을 이용한 장류의 개발을 위해 고들빼기와 인삼을 첨가한 간장의 제조과정에서 이용되는 된장의 발효 숙성기간에 따른 DPPH radical에 대한 소거 활성의 변화를 측정하였다.

고들빼기를 첨가한 된장은 처리간 다소 차이는 있었으나 30일 숙성시킨 것보다 60일 숙성시킨 된장의 소거활성이 비교적 높게 나타났다. 그러나 처리 농도에 따른 소거활성의 변화는 30일 숙성시킨 것에서는 5% 첨가한 시료의 활성이 높았고 60일 발효 숙성시킨 된장에서는 1%와 3% 처리에서는 무처리와 큰 차이가 없었으나 5% 농도로 고들빼기를 첨가한 된장에서 소거활성이 크게 증가되었다.

인삼의 경우는 발효 숙성이 진전됨에 따라 30일에서보다는 60일 발효 숙성된 시료에서의 활성이 증가되었으나 차이는 크지 않았다. 또한 30일 숙성시킨 시료와 60일 숙성시킨 시료 모두에서 첨가한 인삼의 농도가 증가함에 따라 DPPH radical 소거 활성도 증가하였다.

Table 135. DPPH radical scavenging activity of soybean paste with *Youngia sonchifolia* leaves or *Panax ginseng*. (At 12,500ppm methanol extracts)

Fermentation Day (Month)	DPPH radical scavenging activity, % of control						
	Control	<i>Youngia sonchifolia</i>			<i>Panax ginseng</i>		
		1%	3%	5%	1%	3%	5%
3	30.2	39.7	34.9	50.2	16.3	26.0	32.6
6	42.2	42.2	44.8	71.4	19.8	26.7	45.0
9	34.0	51.6	56.6	66.3	34.5	53.0	44.2
12	50.1	52.7	51.8	57.7	44.6	48.5	57.5

④ 아질산염 소거능

고들빼기와 인삼을 이용한 장류의 개발을 위해 고들빼기와 인삼을 첨가한 간장의 제조과정에서 이용되는 된장의 발효 숙성기간에 따른 아질산염 소거 활성의 변화를 측정하였다.

고들빼기를 첨가한 된장은 고들빼기의 첨가 정도에 따라서는 차이를 보이지 않았다. 그러나 발효 숙성의 정도에 따라서는 큰 차이를 보였는데 30일 숙성시킨 것보다 60일 숙성시킨 된장의 소거활성이 크게 증가하였다. 30일 숙성시킨 된장의 경우는 모든 처리에서 18% 이하의 낮은 소거 활성을 보였으나 60일 숙성시킨 시료는 70~80%의 소거활성을 보여 발효 숙성 기간의 증가에 따라 아질산염의 소거활성이 크게 증가되었다.

인삼의 경우도 고들빼기를 첨가한 된장과 같이 발효 숙성이 진전됨에 따라 30일에서보다는 60일 발효 숙성된 시료에서의 활성이 크게 증가되었고 인삼의 첨가 정도에 따른 차이는 없었다.

Table 136. Nitrite scavenging activity of soybean paste with *Youngia sonchifolia* leaves or *Panax ginseng*.

Fermentation Day (Month)	Treatment concentration	Nitrite scavenging activity, % of control	
		<i>Youngia sonchifolia</i>	<i>Panax ginseng</i>
3	Control	14.0 ± 1.1	14.0 ± 1.1
	1%	12.1 ± 0.9	13.9 ± 2.2
	3%	18.0 ± 0.7	19.4 ± 3.0
	5%	17.4 ± 1.7	21.5 ± 1.3
6	Control	76.3 ± 0.5	76.3 ± 0.5
	1%	81.1 ± 1.1	75.5 ± 1.2
	3%	79.1 ± 1.0	74.8 ± 0.5
	5%	78.4 ± 0.4	75.8 ± 1.2
9	Control	41.7 ± 2.4	41.7 ± 2.4
	1%	66.9 ± 0.5	44.2 ± 1.0
	3%	75.5 ± 0.9	42.7 ± 2.2
	5%	47.9 ± 1.5	45.9 ± 1.8
12	Control	37.4 ± 2.2	37.4 ± 2.2
	1%	67.2 ± 2.7	40.2 ± 2.7
	3%	71.4 ± 0.2	42.5 ± 1.9
	5%	49.6 ± 2.6	44.4 ± 2.6

⑤ 고들빼기와 인삼 함유 된장과 고추장 제조

고들빼기와 인삼이 함유된 된장은 된장 제조과정에서 고들빼기와 인삼을 각각 농도별로 함유시켜 제조한 것 중 고들빼기와 인삼이 각각 3% 정도 함유된 것을 1년 정도 숙성시킨 후 동결 건조한 것을 분말화하여 이용이 편리하도록 통포장 및 스틱형(5g/1인분)으로 포장하였다.

고추장은 고들빼기와 인삼을 각각 1회 증열 처리하여 쓴맛을 제어한 후 건조한 것을 일정 크기로 절단하고 고추장에 10% 비율로 혼합하여 제조하였다.



Fig. 175. "Doinjang" and "Gochujang" added with *Y. sonchifolia* and *P. ginseng* plants or powder.

(나) 고들빼기와 인삼 함유 간장의 유효성분 및 기능성 변화

① 염분함량 변화

간장 제조 후 염분함량 변화는 그림 176과 같았다. 염분의 농도는 시간의 경과에 따라 수분 등의 증발로 모든 처리구에서 증가하였다.

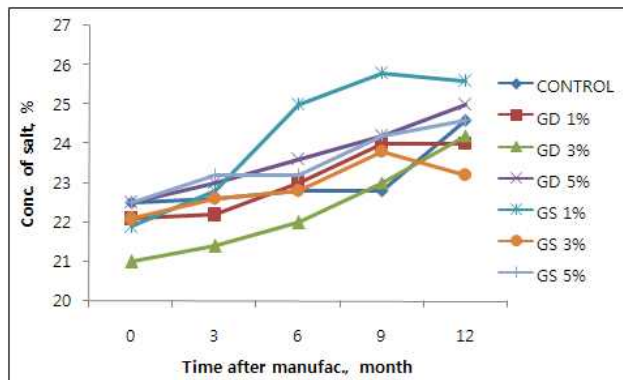


Fig. 176. Change in salt concentration in soybean sauce mixed with *Youngia sonchifolia* (GD) or *Panax ginseng* (GS)

② 총 페놀 화합물 함량

고들빼기와 인삼을 이용한 장류의 개발을 위해 고들빼기와 인삼을 첨가한 간장의 발효 숙성 기간에 따른 총 페놀 화합물 함량의 변화를 측정하였다.

고들빼기를 첨가한 간장은 처리간 다소 차이는 있었으나 3개월 숙성시킨 것보다 6개월 숙성시킨 것이, 6개월 숙성시킨 것보다는 9개월 발효 숙성시킨 간장의 총 페놀 화합물 함량이 소량 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 처리 농도에 따른 총 페놀 화합물의 함량은 일정한 경향을 보이지 않았다.

인삼의 경우는 발효 숙성이 진전됨에 따라 총 페놀 화합물의 함량이 다소 증가하였으나 처리 농도의 변화에 따른 함량은 일정한 경향을 보이지 않았다.

Table 137. Total phenol compound content of soybean sauce added with *Youngia sonchifolia* or *Panax ginseng*.

Fermentation Day (Month)	Treatment concentration	Total phenol compound content, $\mu\text{g}/\text{ml}$	
		<i>Youngia sonchifolia</i>	<i>Panax ginseng</i>
3	Control	102.1 \pm 0.7	102.1 \pm 0.7
	1%	106.0 \pm 0.7	119.4 \pm 3.3
	3%	98.9 \pm 2.4	103.3 \pm 1.4
	5%	116.9 \pm 2.7	107.0 \pm 0.4
6	Control	117.7 \pm 2.4	117.7 \pm 2.4
	1%	116.0 \pm 0.8	126.9 \pm 1.0
	3%	109.5 \pm 2.6	127.1 \pm 1.3
	5%	127.0 \pm 0.7	127.9 \pm 2.8
9	Control	122.1 \pm 4.0	122.1 \pm 4.0
	1%	131.3 \pm 2.3	133.9 \pm 1.2
	3%	161.0 \pm 2.3	132.4 \pm 3.2
	5%	130.2 \pm 4.2	126.3 \pm 2.7
12	Control	122.7 \pm 1.9	122.7 \pm 1.9
	1%	122.3 \pm 0.8	150.7 \pm 2.6
	3%	191.8 \pm 3.1	141.7 \pm 1.3
	5%	133.2 \pm 3.6	137.3 \pm 0.5

- Standard chemical is catechin

③ 플라보노이드 함량

고들빼기와 인삼을 이용한 장류의 개발을 위해 고들빼기와 인삼을 첨가한 간장의 발효 숙성 기간에 따른 플라보노이드 함량의 변화를 측정하였다.

고들빼기를 첨가한 간장은 처리간 다소 차이는 있었으나 3개월 숙성시킨 것보다 6개월 숙성시킨 것이, 6개월 숙성시킨 것보다는 9개월 발효 숙성시킨 간장의 플라보노이드 함량이 소량 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 처리 농도에 따른 함량은 일정한 경향을 보이지 않았다.

인삼의 경우는 발효 숙성이 진전됨에 따라 플라보노이드의 함량이 다소 증가하였으나 처리 농도의 변화에 따른 함량은 일정한 경향을 보이지 않았다.

Table 138. Total flavonoid content of soybean sauce added with *Youngia sonchifolia* or *Panax ginseng*.

Fermentation Day (Month)	Treatment concentration	Flavonoid content, $\mu\text{g}/\text{ml}$	
		<i>Youngia sonchifolia</i>	<i>Panax ginseng</i>
3	Control	16.3 \pm 0.3	16.3 \pm 0.3
	1%	19.2 \pm 0.4	17.2 \pm 0.5
	3%	19.0 \pm 0.1	18.4 \pm 1.1
	5%	23.9 \pm 0.1	18.3 \pm 1.6
6	Control	19.4 \pm 0.7	19.4 \pm 0.7
	1%	22.1 \pm 0.3	22.7 \pm 1.0
	3%	23.8 \pm 0.5	21.8 \pm 1.3
	5%	27.9 \pm 0.9	22.1 \pm 1.2
9	Control	22.0 \pm 0.2	22.0 \pm 0.2
	1%	23.6 \pm 0.4	22.8 \pm 0.3
	3%	28.0 \pm 0.4	25.5 \pm 0.3
	5%	30.1 \pm 1.1	22.2 \pm 0.7
12	Control	21.1 \pm 0.3	21.1 \pm 0.3
	1%	22.9 \pm 0.3	26.5 \pm 0.1
	3%	30.5 \pm 0.4	22.1 \pm 0.1
	5%	30.5 \pm 0.5	25.5 \pm 0.4

④ DPPH radical 소거능

고들빼기와 인삼을 이용한 장류의 개발을 위해 고들빼기와 인삼을 첨가한 간장의 발효 숙성 기간에 따른 DPPH radical 소거 활성의 변화를 측정하였다.

대부분의 시료에서 고들빼기를 첨가한 간장의 활성이 인삼을 첨가한 활성에 비해 높게 나타났다. 고들빼기를 첨가한 간장은 처리간 다소 차이는 있었으나 3개월 숙성시킨 것보다 6개월 숙성시킨 것이, 6개월 숙성시킨 것보다는 9개월 발효 숙성시킨 간장의 DPPH radical 소거활성이 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 처리 농도에 따른 소거활성은 일정한 경향을 보이지 않았다.

인삼의 경우는 발효 숙성이 진전됨에 따라 DPPH radical 소거활성이 증가하였으나 처리 농도의 변화에 따른 함량은 일정한 경향을 보이지 않았다.

Table 139. DPPH radical scavenging activity of soybean sauce added with *Youngia sonchifolia* or *Panax ginseng*.

Fermentation day (Month)	DPPH radical scavenging activity, % of control						
	Control	<i>Youngia sonchifolia</i>			<i>Panax ginseng</i>		
		1%	3%	5%	1%	3%	5%
3	29.0	28.5	26.8	44.5	14.5	15.2	18.4
6	25.4	28.5	26.2	48.6	23.5	16.3	25.2
9	43.0	42.6	42.2	35.0	27.6	24.9	25.8
12	30.2	37.7	46.0	38.0	34.9	26.7	25.5

⑤ 아질산염 소거능

고들빼기와 인삼을 이용한 장류의 개발을 위해 고들빼기와 인삼을 첨가한 간장의 발효 숙성

기간에 따른 아질산염에 대한 소거 활성의 변화를 측정하였다.

고들빼기를 첨가한 간장은 처리간 다소 차이는 있었으나 3개월 숙성시킨 것보다 6개월과 9개월 발효 숙성시킨 간장의 아질산염 소거활성이 크게 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 무처리의 경우는 3개월과 6개월 숙성 간장의 활성이 비슷하였고 9개월 시료의 활성이 증가하였다. 그러나 고들빼기의 처리 농도에 따른 소거활성은 일정한 경향을 보이지 않았다.

인삼의 경우도 발효 숙성이 진전됨에 따라 아질산염 소거활성이 증가하여 인삼을 첨가한 간장은 6개월 이상의 숙성기간에서 활성이 크게 높아졌다. 그러나 처리 농도의 변화에 따른 함량은 일정한 경향을 보이지 않았다.

Table 140. Nitrite scavenging activity of soybean sauce added with *Youngia sonchifolia* or *Panax ginseng*.

Fermentation day (Month)	Treatment concentration	Nitrite scavenging activity, % of control	
		<i>Youngia sonchifolia</i>	<i>Panax ginseng</i>
3	Control	39.8 ± 0.4	39.8 ± 0.4
	1%	58.2 ± 1.8	45.2 ± 1.8
	3%	45.4 ± 3.2	52.6 ± 1.5
	5%	32.3 ± 2.8	36.5 ± 2.8
6	Control	48.1 ± 1.7	48.1 ± 1.7
	1%	84.3 ± 1.9	74.3 ± 1.0
	3%	86.9 ± 0.9	87.2 ± 0.8
	5%	84.5 ± 1.8	90.4 ± 0.3
9	Control	84.1 ± 0.4	84.1 ± 0.4
	1%	83.4 ± 0.8	86.4 ± 0.3
	3%	91.4 ± 0.1	91.2 ± 0.3
	5%	90.2 ± 0.3	84.7 ± 0.3
12	Control	85.9 ± 0.5	85.9 ± 0.5
	1%	85.4 ± 1.4	90.7 ± 0.2
	3%	88.5 ± 0.9	91.9 ± 0.3
	5%	86.7 ± 1.4	84.5 ± 1.7

⑥ 유기산함량

고들빼기와 인삼을 이용한 장류의 개발을 위해 고들빼기와 인삼을 첨가한 간장의 발효 숙성 기간에 따른 유기산의 함량 변화를 측정하였다.

고들빼기를 첨가한 간장의 유기산 함량은 유기산의 종류에 따라 다소 차이는 있으나 간장이 숙성되어 감에 따라 유기산의 함량도 증가하는 경향을 보였다. 유기산중 oxalic acid와 citric acid 등은 간장의 숙성이 진행됨에 함량이 확연히 증가하였고 고들빼기를 첨가한 간장의 함량이 높게 나타났다. 그러나 고들빼기의 처리 농도에 따른 소거활성은 일정한 경향을 보이지 않았다.

인삼을 첨가한 간장의 유기산 함량도 첨가하지 않은 간장에 비해 lactic acid와 acetic acid 등 몇몇 유기산을 제외하고 함량이 증가하였다. 또한 유기산의 종류에 따라 다소 차이는 있으나 간장이 숙성되어 감에 따라 유기산의 함량도 증가하는 경향을 보였다. 그러나 인삼의 처리 농도에 따른 유기산의 함량 변화는 일정한 경향을 보이지 않았다.

Table 141. Organic acid content of 3 month-soybean sauce added with *Youngia sonchifolia* or *Panax ginseng*.

Organic acid	Organic acid content (PPM)						
	Control	<i>Youngia sonchifolia</i>			<i>Panax ginseng</i>		
		1%	3%	5%	1%	3%	5%
Oxalic	222.0	371.8	347.6	320.6	307.8	299.0	294.0
citric	95.5	346.7	187.2	858.8	162.0	173.1	128.9
tartaric	84.0	209.8	146.0	282.1	127.4	221.4	380.0
malic	13.0	234.7	126.0	188.2	82.0	148.9	123.6
lactic	1024.9	867.8	606.7	800.0	770.3	616.2	613.6
formic	12.8	15.2	22.8	-	22.9	6.7	-
acetic	209.4	187.6	176.1	68.3	189.7	51.4	18.8
propionic	362.2	969.5	533.2	396.3	433.7	574.9	690.0
pyroglutamic	62.4	57.8	48.8	57.7	32.5	28.8	47.3
butyric	2181.0	2882.9	1970.6	2475.5	1928.7	1660.1	1761.5

Table 142. Organic acid content of 6 month-soybean sauce added with *Youngia sonchifolia* or *Panax ginseng*.

Organic acid	Organic acid content (PPM)						
	Control	<i>Youngia sonchifolia</i>			<i>Panax ginseng</i>		
		1%	3%	5%	1%	3%	5%
Oxalic	524.4	424.3	394.1	695.4	604.6	524.5	668.2
citric	238.5	487.8	356.4	835.4	497.4	612.5	471.7
tartaric	113.6	158.3	139.7	377.8	147.5	286.8	217.9
malic	197.1	114.6	234.7	622.9	334.1	369.4	479.2
lactic	61.8	44.6	-	1147.2	385.3	299.8	765.8
formic	8.3	46.9	-	-	-	-	-
acetic	834.5	965.7	829.7	400.0	683.9	172.9	164.1
propionic	637.4	819.7	435.3	1266.4	1306.9	1101.1	1563.7
pyroglutamic	101.2	103.3	63.7	131.0	87.8	31.9	88.5
butyric	642.2	1880.9	179.0	1379.7	107.7	2564.8	3226.9

Table 143. Organic acid content of 9 month-soybean sauce added with *Youngia sonchifolia* or *Panax ginseng*.

Organic acid	Organic acid content (PPM)						
	Control	<i>Youngia sonchifolia</i>			<i>Panax ginseng</i>		
		1%	3%	5%	1%	3%	5%
Oxalic	669.6	831.2	539.2	676.2	758.8	810.0	893.2
citric	365.1	604.8	711.3	1085.5	543.8	744.1	307.0
tartaric	89.6	167.9	219.5	524.3	210.4	404.7	312.1
malic	88.7	109.2	381.5	627.7	378.1	534.2	172.7
lactic	53.3	31.0	514.6	651.2	123.7	150.5	328.7
formic	29.1	41.6	106.1	55.6	-	-	-
acetic	1009.0	966.7	1307.7	986.7	769.3	335.4	181.9
propionic	697.9	826.6	344.5	1180.3	1280.7	356.7	1437.7
pyroglutamic	113.2	76.7	49.0	104.4	76.0	29.6	62.3
butyric	771.4	1831.6	526.7	833.7	63.1	2803.1	2923.3

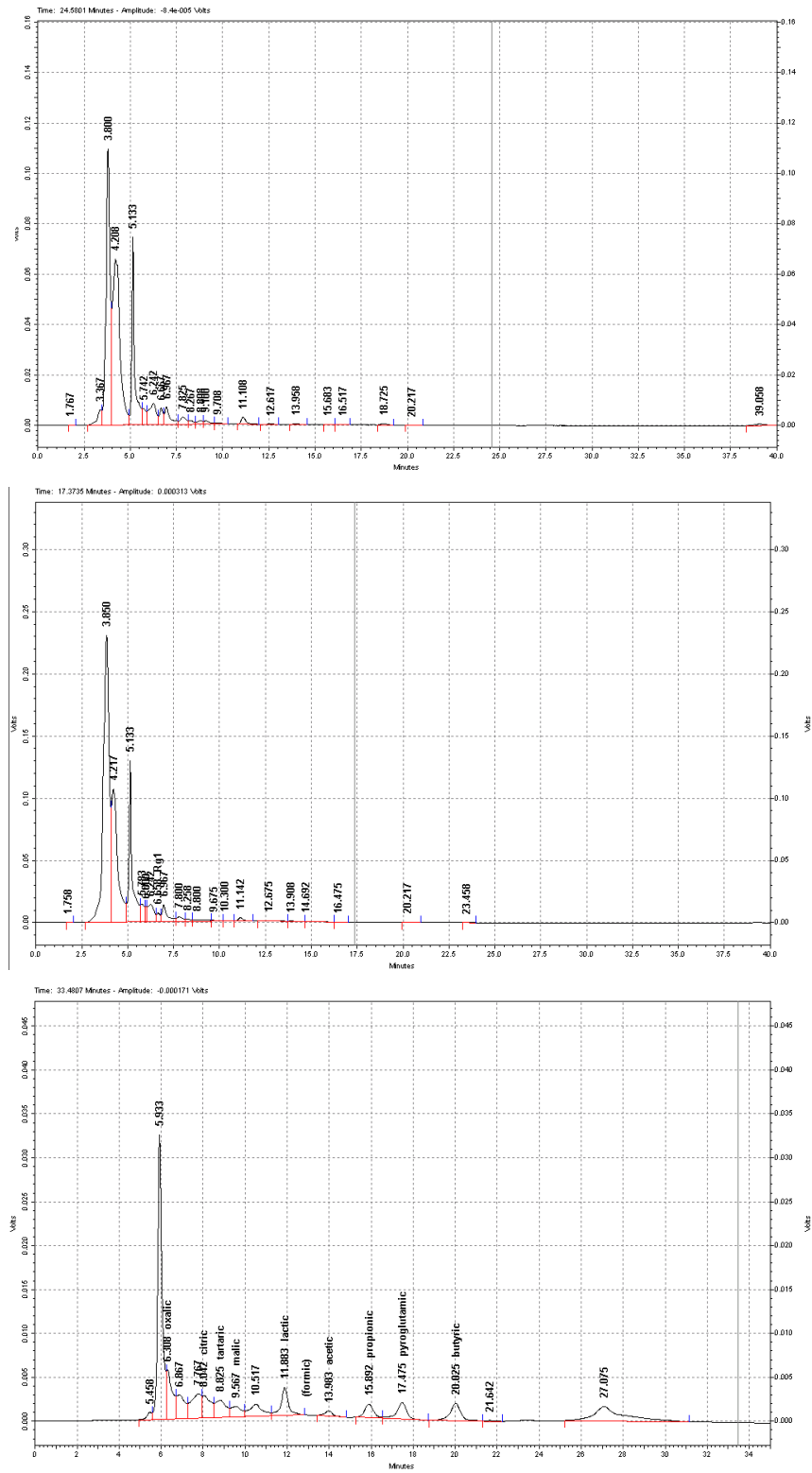


Fig. 177. Organic acid chromatogram of soybean sauce added with *Youngia sonchifolia*.

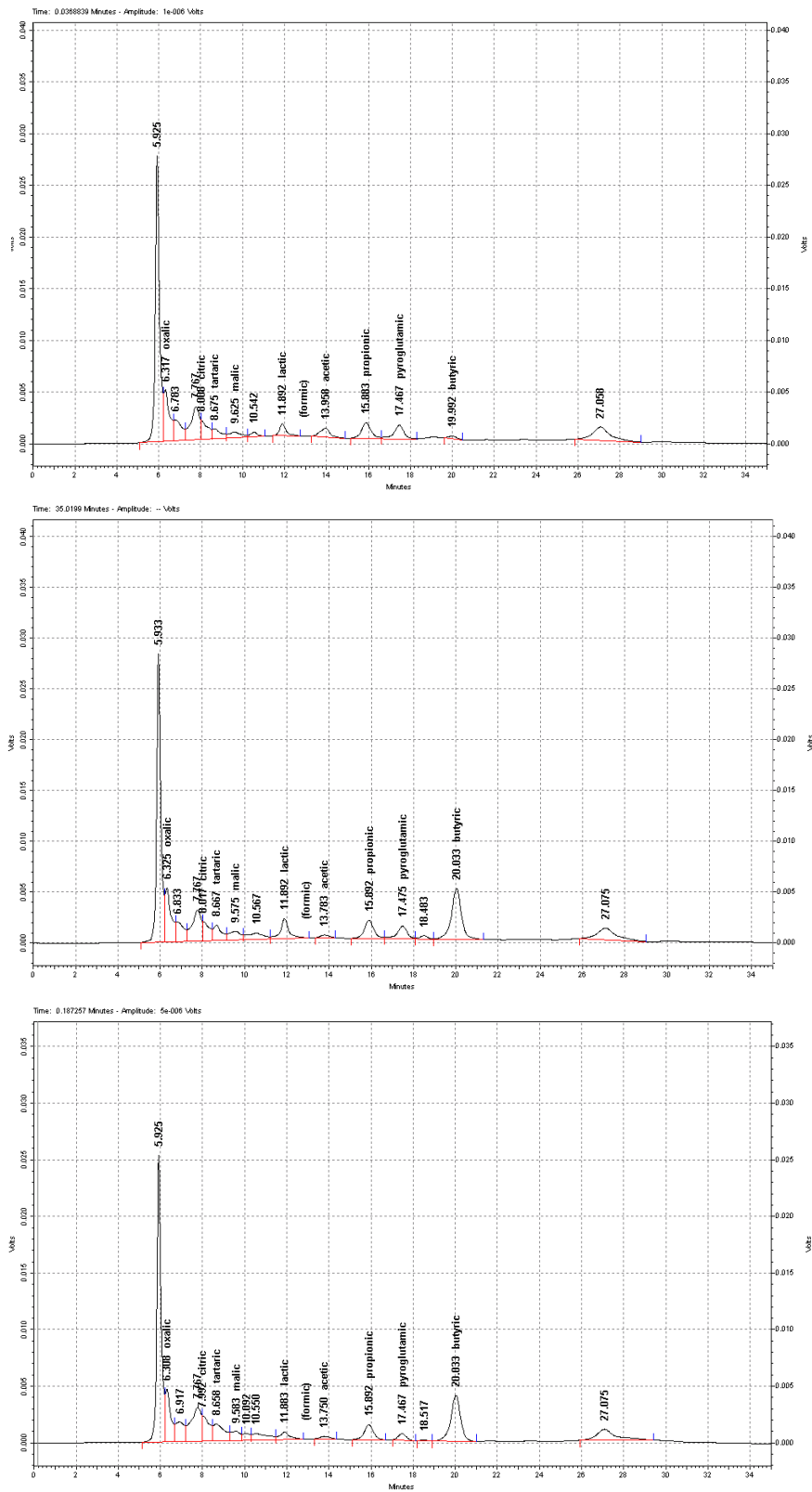


Fig. 178. Organic acid chromatogram of soybean sauce added with *Panax ginseng*.

⑦ 유리 아미노산 함량

고들빼기와 인삼을 이용한 장류의 개발을 위해 고들빼기와 인삼을 첨가한 간장의 발효 숙성 기간에 따른 유리 아미노산의 함량 변화를 측정하였다.

고들빼기를 첨가한 간장의 아미노산 함량은 아미노산의 종류에 따라 다소 차이는 있으나 간장이 숙성되어 감에 따라 아미노산의 함량도 증가하는 경향을 보였다. 그러나 고들빼기의 처리 농도에 따른 소거활성은 일정한 경향을 보이지 않았다.

인삼을 첨가한 간장의 아미노산 함량도 첨가하지 않은 간장에 비해 몇몇 아미노산을 제외하고 함량이 증가하였다. 또한 아미노산의 종류에 따라 다소 차이는 있으나 간장이 숙성되어 감에 따라 아미노산의 함량도 증가하는 경향을 보였다. 그러나 인삼의 처리 농도에 따른 아미노산의 함량 변화는 일정한 경향을 보이지 않았다.

Table 144. Free amino acid content of 3 month-soybean sauce added with *Youngia sonchifolia* or *Panax ginseng*.

Amino acid	Free amino acid contents, (mg%)						
	Control	<i>Youngia sonchifolia</i>			<i>Panax ginseng</i>		
		1%	3%	5%	1%	3%	5%
Aspartic acid	83.3	109.6	48.0	103.5	77.6	99.7	79.9
Threonine	51.3	136.2	88.9	130.1	124.3	126.3	106.5
Serine	38.8	159.5	111.0	153.4	90.6	149.6	129.8
Glutamic acid	251.4	735.9	518.9	729.8	241.8	726.0	706.2
Glycine	31.6	90.2	42.4	84.1	55.6	80.3	60.5
Alanine	96.2	314.5	153.0	308.4	158.9	304.6	284.8
Cystine	23.6	nd	nd	22.1	12.3	20.5	23.5
Valine	80.4	206.5	126.0	200.4	95.1	196.6	176.8
Methionine	16.6	29.8	16.4	23.7	14.9	19.9	10.0
Isoleucine	48.6	117.4	51.6	111.3	47.3	107.5	87.7
Leucine	72.6	181.3	91.3	175.2	65.7	171.4	151.6
Tyrosine	31.9	72.7	34.4	66.6	22.5	62.8	43.0
Phenylalanine	25.7	23.0	22.3	38.2	0.7	17.6	27.4
Histidine	70.0	256.4	218.9	250.3	163.7	246.5	226.7
Lysine	98.4	299.8	205.8	293.7	146.3	289.9	270.1
Arginine	7.9	26.4	64.1	20.3	57.2	16.5	23.3
Total amino acid	1042.7	2814.2	1803.8	2808.1	1379.0	2804.3	2784.5

nd : not detected

Table 145. Free amino acid content of 6 month-soybean sauce added with *Youngia sonchifolia* or *Panax ginseng*.

Amino acid	Free amino acid contents, (mg%)						
	Control	<i>Youngia sonchifolia</i>			<i>Panax ginseng</i>		
		1%	3%	5%	1%	3%	5%
Aspartic acid	95.0	165.8	59.7	115.2	96.9	147.3	91.6
Threonine	63.0	742.2	100.6	141.8	248.1	723.7	118.2
Serine	50.5	96.5	122.7	165.1	61.9	78.0	141.5
Glutamic acid	263.1	320.8	530.6	741.5	165.2	302.3	717.9
Glycine	43.3	21.3	54.1	95.8	18.6	18.2	72.2
Alanine	107.9	212.8	164.7	320.1	101.4	194.3	296.5
Cystine	35.3	36.1	30.2	33.8	21.2	17.6	35.2
Valine	92.1	123.7	137.7	212.1	53.6	105.2	188.5
Methionine	10.1	187.6	28.1	35.4	72.0	169.1	21.7
Isoleucine	60.3	79.0	63.3	123.0	28.8	60.5	99.4
Leucine	84.3	29.3	103.0	186.9	7.0	15.3	163.3
Tyrosine	43.6	262.7	46.1	78.3	170.0	244.2	54.7
Phenylalanine	37.4	306.1	34.0	49.9	152.6	287.6	39.1
Histidine	81.7	32.7	230.6	262.0	63.5	14.2	238.4
Lysine	110.1	2820.5	217.5	305.4	1385.3	2802.0	281.8
Arginine	19.6	6.3	75.8	32.0	6.3	23.5	35.0
Total amino acid	1197.3	5443.4	1998.7	2898.3	2652.4	5203.0	2595.0

nd : not detected

Table 146. Free amino acid content of 9 month-soybean sauce added with *Youngia sonchifolia* or *Panax ginseng*.

Amino acid	Free amino acid contents, (mg%)						
	Control	<i>Youngia sonchifolia</i>			<i>Panax ginseng</i>		
		1%	3%	5%	1%	3%	5%
Aspartic acid	102.6	173.4	67.3	122.8	104.5	154.9	99.2
Threonine	70.6	749.8	108.2	149.4	255.7	731.3	125.8
Serine	58.1	104.1	130.3	172.7	69.5	85.6	149.1
Glutamic acid	270.7	328.4	538.2	749.1	172.8	309.9	725.5
Glycine	50.9	28.9	61.7	103.4	26.2	25.8	79.8
Alanine	115.5	220.4	172.3	327.7	109.0	201.9	304.1
Cystine	42.9	43.7	37.8	41.4	28.8	25.2	42.8
Valine	99.7	131.3	145.3	219.7	61.2	112.8	196.1
Methionine	17.7	195.2	35.7	43.0	79.6	176.7	29.3
Isoleucine	67.9	86.6	70.9	130.6	36.4	68.1	107.0
Leucine	91.9	36.9	110.6	194.5	14.6	22.9	170.9
Tyrosine	51.2	270.3	53.7	85.9	177.6	251.8	62.3
Phenylalanine	45.0	313.7	41.6	57.5	160.2	295.2	46.7
Histidine	89.3	40.3	238.2	269.6	71.1	21.8	246.0
Lysine	117.7	2828.1	225.1	313.0	1392.9	2809.6	289.4
Arginine	27.2	13.9	83.4	39.6	13.9	31.1	42.6
Total amino acid	1318.9	5565.0	2120.3	3019.9	2774.0	5324.6	2716.6

nd : not detected

⑧ Ginsenoside의 함량

인삼을 첨가한 간장의 발효 숙성기간에 따른 ginsenoside (Rb₁, Rg₁)의 함량변화를 측정하였다.

Ginsenoside 중 Rb₁은 대부분의 간장 시료에서 검출되지 않았고 6개월 숙성된 간장과 9개월 숙성된 간장에서 각각 1.64ppm과 6.0ppm의 농도로 검출되었다. Rg₁은 무처리를 제외한 대부분의 간장에서 검출되었는데 인삼을 5% 첨가한 간장에서 가장 높게 나타났다. 그러나 인삼의 첨가 농도의 변화와 숙성 기간의 변화에 따른 차이는 일정한 경향을 보이지 않았다.

Table 147. Ginsenoside content of soybean sauce added with *Panax ginseng* at different fermentation time.

Fermentation time	Sample treatment	Ginsenoside content, ppm	
		Rb ₁	Rg ₁
3	Control	ND	ND
	1%	ND	69.08
	3%	ND	18.50
	5%	ND	127.88
6	1%	1.64	61.77
	3%	ND	25.56
	5%	ND	92.32
9	1%	6.00	37.16
	3%	ND	53.09
	5%	ND	128.66
12	1%	5.24	24.38
	3%	ND	43.25
	5%	ND	108.17

(다) 고들빼기와 인삼함유 간장제조 및 간장 이용 소스 개발

Table 148. Compositions of soy sauce.

Raw material	Mix. ratio (g %)	Remark
Soy sauce	20	Soy sauce added with <i>Youngia sonchifolia</i> or <i>Panax ginseng</i>
Vinegar	20	
Fructose	10	
Olive oil	10	
Sesame	5	
Garlic	5	
Onion	5	
Sesame oil	5	
<i>Youngia sonchifolia</i> or <i>Panax ginseng</i>	3	
Purified water	17	

고들빼기와 인삼 함유 소스에 대하여 관능평가를 위해 위의 조성으로 제조한 것에 고들빼기와 인삼을 1, 3, 5% 비율별로 넣고 각각의 내질에 대하여 관능평가를 실시하였다. 관능검사원은 20명을 대상으로 하였으며 9점 척도법에 의해 관능평가를 실시하였다.

관능평가 결과 종합적인 기호도에 있어서는 고들빼기를 3% 정도 함유시킨 소재에서 다소 높게 나타났으나 유의적인 차이는 없었고 다만 고들빼기를 첨가함으로써 약간의 쓴맛과 식감으로 고들빼기의 첨가를 인식하는 것으로 나타났다.

인삼의 경우는 인삼이 가진 특유의 맛과 향으로 기호도가 비교적 높게 나타났으며 3% 이상의 비율로 혼합한 경우에 인삼의 맛을 약간 느끼는 것으로 나타났다. 소스의 경우는 첨가된 타 소재에 의해 주로 맛과 기호도가 결정되는 것으로 보이며 소량의 고들빼기와 인삼의 첨가는 그 맛과 향에 크게 영향을 미치지 않았다.

Table 149. Sensory evaluation of seasonings added with *Youngia sonchifolia*.

Added amount (%)	Scent	Color	Taste	Appearance	Total acceptability
1	5.5±1.3	5.2±1.1	5.2±0.9	5.2±1.2	5.4±1.0
3	5.4±1.2	5.0±0.9	5.6±1.1	5.2±1.3	5.8±0.9
5	5.8±2.8	5.3±1.3	5.6±1.1	5.4±1.7	5.7±1.1

Table 150. Sensory evaluation of seasonings added with *Panax ginseng*.

Added amount (%)	Scent	Color	Taste	Appearance	Total acceptability
1	5.1±1.1	5.1±1.5	5.7±0.8	5.5±1.7	5.4±0.9
3	5.8±0.7	5.5±1.7	6.5±1.2	5.3±1.5	6.2±1.0
5	6.1±1.3	5.4±1.5	6.8±1.2	5.1±1.2	6.4±1.1



Fig. 179. Soy sauce and its dressings added with *Youngia sonchifolia* or *Panax ginseng*.

4. 결과 요약

가. 건조 전처리(데침 처리)에 따른 고들빼기의 유효성분 및 기능성 변화

신선한 채소나 나물의 일반적인 과정인 건조 전 데침 처리에 의한 고들빼기의 유효성분과 기능성의 변화를 조사하였다. 농가에서 구입한 신선한 고들빼기 시료를 소금을 농도별로(무처리, 1%, 3%, 5%) 처리한 끓는 물에 처리시간 (1분, 3분, 5분)별로 침지 처리한 후 60°C dry oven에서 건조하여 그 변화를 조사하였다.

총 페놀 화합물의 함량은 1%에서 5%로 소금물의 농도가 증가함에 따라 무처리에 비해 증가하는 경향을 보였다. 그러나 데침 시간의 변화에는 일정한 경향을 보이지 않았고 3분 데침 처리한 것이 1분과 5분 데침 처리보다 높았다.

총 플라보노이드 함량은 소금물의 농도가 높아짐에 따라 플라보노이드 함량도 높아지는 경향을 보였고, 1분의 짧은 시간 처리한 것에 비해 3분과 5분 데침 처리한 것의 함량이 높았다.

활성산소의 소거능을 확인하기 위해 수행한 DPPH radical 소거능은 소금물을 처리하지 않은 시료에 비해 소금물의 농도가 증가함에 따라 소거활성도 증가되었고 또한 처리시간의 증가에 의해 활성도 증가하였다.

아질산염 소거능은 소금물의 농도와 처리 시간의 변화에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다.

나. 건조방법에 따른 유효성분 및 기능성의 변화

신선한 고들빼기를 건조방법에 따른 시료의 총 페놀 화합물 함량을 비교한 결과 고들빼기 지하부(뿌리)의 총 페놀 함량은 자연 건조한 시료의 함량이 가장 높았고 동결 건조한 시료의 함량이 가장 낮았다. 잎의 경우는 동결 건조한 시료의 함량이 가장 높았고 다음이 열풍 건조 그리고 자연건조의 함량이 가장 낮았다. 고들빼기의 총 페놀 화합물 함량은 뿌리에 비해 잎이 약 10배 정도 높게 나타났다.

다양한 방법으로 건조한 고들빼기 뿌리와 지상부의 플라보노이드 함량은 열풍 건조한 시료의 함량이 가장 높았고 동결건조한 시료의 함량이 가장 낮았다.

고들빼기의 건조 방법에 따른 뿌리의 DPPH radical 소거능은 전반적으로 활성이 낮았는데 그 중 자연 건조한 시료가 가장 높았다. 지상부의 경우는 열풍 건조한 시료가 가장 높았고 자연 건조한 시료는 활성이 낮았다.

아질산염 소거능은 뿌리와 지상부 모두 건조 방법에 따라 차이가 없었다.

고들빼기의 기능성 향상과 이용 가능성의 증대를 위해 신선한 고들빼기를 잘 세척한 후 인삼의 홍삼 제조와 같은 방법으로 다양한 조건의 열처리를 통해 고들빼기 뿌리를 가공하고 그에 따른 유효성분의 함량과 기능성의 변화를 평가하였다. 가공은 60°C의 dry oven에서 열풍 건조한 시료, 80°C의 비교적 높은 온도에서 건조한 시료 그리고 증기로 각각 1회, 2회, 3회 그리고 4회 찌 후 건조한 시료를 분말화하여 시험에 사용하였다.

고들빼기 지하부(뿌리)의 총 페놀 함량은 4회 증열처리 후 건조한 시료의 함량이 가장 높았고 60°C에서 건조한 시료의 함량이 가장 낮았다. 그러나 고들빼기의 뿌리의 총 페놀 화합물 함량은 85°C에서 건조한 시료가 60°C에서 건조한 비료보다, 그리고 4회 증열처리 후 건조한 시료가 그 이하의 횟수로 건조한 시료에 비해 높은 함량을 보였으나 증열 횟수의 증가에 따라 함

량의 증가는 일정한 경향을 보이지 않았다.

지하부(뿌리)의 플라보노이드는 60℃에서 건조한 시료의 함량이 가장 낮았고 자연 건조한 시료의 함량이 가장 높았다. 증열처리 후 건조한 시료는 횡수에 관계없이 큰 차이를 보이지 않았다.

인삼을 홍삼으로 증포하는 과정에서 ginsenoside의 함량이 증가하는 것을 이용해 고들빼기를 홍삼 제조와 같은 방법으로 다양한 조건의 열처리를 통해 고들빼기 뿌리의 사포닌의 함량 변화를 조사하였다. 각각의 방법으로 처리한 고들빼기 지하부(뿌리)의 ginsenoside 함량은 처리한 모든 시료에서 ginsenoside 중 Rg₁은 자연 건조한 시료보다 높게 검출되었으나 열처리 횡수나 온도에 따라 일정한 경향을 보이지 않았고 모든 시료에서 Rb₁은 검출되지 않았다.

고들빼기 뿌리의 DPPH radical 소거능은 전체적으로 낮은 온도에서 건조한 시료의 활성이 높은 온도에서 건조한 시료보다 높아 열처리에 의해 활성이 감소되는 경향을 보였다.

아질산염 소거능은 열처리에 의해 특히 비교적 높은 온도에서 처리한 것에 활성이 다소 높게 나타났다. 인삼의 경우도 자연 건조한 시료와 60℃에서 건조한 시료 보다 85℃에서 건조한 시료의 아질산염 소거능이 높았고 증열 처리한 횡수의 증가에 따라 소거능이 높아져 4회 증열 처리 후 건조한 시료의 소거능이 74.5%로 가장 높았다.

다. 고들빼기와 인삼의 추출 조건에 따른 유효성분 및 기능성 변화

고들빼기와 인삼을 가공하여 다양한 제품생산에 적용하기 위해 유효성분과 기능성을 최적화할 수 있는 추출 조건을 규명하기 위해 추출 용매의 조건과 추출온도와 시간 조건에 따라 유효성분과 기능성을 평가하였다.

고들빼기 잎과 뿌리 추출물의 회수율은 증류수 100%로 추출한 시료가 가장 높았고 에탄올 함량이 높아질수록 회수율은 크게 감소되었다.

인삼의 추출 용매조건에 따른 추출물의 회수율은 증류수 100%로 추출한 시료의 회수율이 가장 높았고 증류수 함량이 감소됨에 따라 다소 수율이 감소되었고 에탄올 100%로 추출한 시료는 회수율이 크게 감소되었다.

고들빼기의 추출 용매조건에 따른 잎 추출물의 총 페놀 화합물과 플라보노이드 함량은 증류수를 포함한 용매의 함량이 비교적 높았으나 에탄올 100%로 추출한 시료의 총 페놀 화합물 함량은 증류수와 혼합하여 추출한 시료에 비해 크게 감소되었다.

인삼의 추출 용매조건에 따른 추출물의 총 페놀 화합물 함량은 증류수 100%로 추출한 시료가 가장 높았고 다른 용매조건에서 추출한 시료는 큰 차이가 없었고 플라보노이드 함량은 모든 용매조건에서 추출한 시료의 함량이 매우 낮아 추출 용매 조건과 차이가 없었다.

고들빼기 잎의 DPPH radical 소거능은 증류수와 에탄올을 50%씩 혼합한 시료가 가장 높았고 증류수와 에탄올을 혼합한 용매로 추출한 시료는 비슷한 경향을 보였으며 증류수 100%와 에탄올 100%로 혼합한 시료들의 활성은 낮았다.

인삼의 소거능은 모든 용매조건에서 낮은 활성을 보였다.

고들빼기 잎의 아질산염 소거능은 증류수와 에탄올을 50%씩 혼합한 용매로 추출한 시료와 에탄올 25%와 증류수 75%를 혼합한 용매로 추출한 시료의 활성이 가장 높았고 증류수 100%로 추출한 시료의 활성이 가장 낮았다. 뿌리의 경우는 에탄올의 함유량이 많은 용매로 추출한 시료의 활성이 높게 나타났고 증류수 100%로 추출한 시료는 활성이 크게 저하되었다.

인삼의 아질산염 소거능은 에탄올의 함량이 높은 에탄올 100%와 에탄올 75%의 용매조건에서 추출한 시료의 활성이 가장 높았고 증류수 100%조건에서 추출한 시료는 다른 용매조건에서 추출한 시료의 활성의 1/2 이하의 낮은 활성을 보였다.

추출 온도 조건에 따른 고들빼기와 인삼의 회수율 변화는 종류와 추출온도의 증가에 따라 회수율도 다소 증가되었다.

고들빼기 잎은 추출 온도가 증가함에 따라 총 페놀 화합물 함량이 증가하였으나 추출 시간의 변화에는 일정한 경향을 보이지 않았다.

고들빼기 잎은 추출 온도가 증가함에 따라 플라보노이드 함량이 증가하였으나 추출 시간의 변화에는 일정한 경향을 보이지 않았다.

고들빼기의 뿌리와 인삼은 다양한 조건의 열수 추출물의 플라보노이드 함량이 고들빼기 잎에 비해 상대적으로 낮았고 추출 온도와 시간에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다.

고들빼기 잎의 추출 온도와 시간 조건에 따른 소거능은 낮은 온도에서 추출한 시료는 DPPH radical 소거능이 비교적 낮았고 추출 시간이 증가함에 따라 활성이 다소 증가되는 경향을 보였다. 높은 온도에서 추출한 시료는 추출 시간에 관계없이 높은 활성을 보여 앞에서 연구된 총 페놀 화합물 함량이 높을수록 소거능도 높아지는 경향을 보였다.

인삼의 경우는 전체적으로 활성이 높지 않았으나 추출 온도가 증가함에 따라 활성이 다소 증가하였고 모든 온도조건에서 추출시간이 증가함에 따라 DPPH radical 소거능도 증가하는 경향을 보였으나 그 차이는 크지 않았다.

라. 고들빼기와 인삼의 발효 조건에 따른 유효성분 및 기능성 변화

고들빼기와 인삼의 기능성 향상과 이용 가능성의 증대를 위해 자연조건에서와 인위적으로 특정 미생물을 적용하여 일정 기간 발효시킨 후 유효성분의 함량과 기능성의 변화를 조사하였다.

자연발효의 경우, 고들빼기의 발효조건에 따른 잎과 뿌리 추출물의 총 페놀 화합물 함량은 발효하지 않은 시료에 비해 증가하는 경향을 보였으나 발효 기간의 진행에 따른 일정한 증가 경향을 보이지는 않았고 조사시점에 따라 차이를 보였다. 인삼의 경우도 발효하지 않은 시료에 비해서는 발효한 시료의 함량이 증가하였으나 고들빼기와 달리 발효에 따른 함량 변화의 차는 크지 않았다.

플라보노이드 함량은 고들빼기 잎의 경우 발효의 진행에 따라 일정한 경향을 보이지 않았고 60일째에 약 53% 증가되었다. 고들빼기 뿌리 발효가 진행됨에 따라 함량이 증가하여 60일에는 발효 0일에 비해 약 3.1배 증가하였다.

고들빼기와 인삼의 발효 조건에 따른 추출물의 DPPH radical 소거능은 전체적으로 발효가 진행됨에 따라 활성이 크게 감소되었다. 반면 고들빼기의 뿌리는 오히려 발효가 진행됨에 따라 활성이 증가하였다.

고들빼기와 인삼의 분말이 혼합된 배지에 주변에서 발효에 이용되는 미생물인 *Bacillus subtilis*와 yeast를 접종하여 일정기간 발효시킨 후 발효 기간에 따른 총 페놀 화합물 함량의 변화를 측정하였다.

고들빼기 잎은 발효 기간의 변화에 따라 총 페놀 화합물 함량이 큰 차이를 보이지 않았다. 발효가 일어나지 않은 시료와 미생물의 작용에 의해 발효가 진행되어진 시료인 8일차의 시료

도 오차 범위 내에서의 변화가 있었고 다만 12일차에는 총 페놀 화합물의 함량이 다소 감소되었다. 고들빼기의 뿌리는 발효 4일째까지 큰 차이를 보이지 않았으나 발효 8일과 12일에는 함량이 증가되었다. 인삼의 경우는 발효의 실험기간 내의 일수가 증가함에 따라 총 페놀 화합물의 함량도 비례적으로 증가하였다.

플라보노이드 함량은 고들빼기 잎의 경우 발효가 일어나지 않은 시료와 미생물의 작용에 의해 발효가 진행되어진 시료인 2일과 12일에는 다소 증가하였으나 8일에는 오히려 감소되었다. 뿌리의 플라보노이드 함량은 발효가 진행되지 않은 시료와 2일과 4일째에는 적은 변화를 보이다 8일과 12일에는 함량이 크게 증가하였다. 인삼도 발효 2일과 4일에는 소량 증가하다 발효 8일 이후의 증가 폭이 크게 나타났다.

발효 기간의 변화에 따른 DPPH radical 소거능은, 고들빼기 잎의 경우 2일과 4일에는 큰 차이가 없었으나 발효 8일과 12일에는 활성이 감소되었다. 뿌리는 발효 0일에 비해 2일과 4일에는 활성이 증가하였으나 8일과 12일에는 활성이 크게 감소되었다. 인삼은 고들빼기 뿌리와 같이 발효가 일어나지 않은 0일차 시료에서보다 발효 2일과 4일에 활성이 다소 증가하였으나 발효 8일과 12일에는 오히려 활성이 크게 감소하였다.

미생물발효에 따른 아질산염 소거능은, 고들빼기 잎은 발효초기에는 비발효와 비슷하였으나 발효 4일째 이후 감소하여 발효 기간이 증가함에 따라 활성이 비례적으로 감소되었다. 반면 고들빼기 뿌리는 발효 0일에는 4일째 이후 발효 0일에 비해 소거 활성이 증가되었다. 인삼의 아질산염 소거능은 발효가 일어나지 않은 시료에 비해 8일째까지 활성이 증가하였으나 발효 12일째에는 다시 소거활성이 다소 감소되었다.

마. 고들빼기와 인삼을 이용한 식이식품 개발

인삼을 함유시킨 고들빼기김치의 총 페놀 화합물 함량은 인삼 첨가량에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다. 숙성시간의 증가에 따른 함량변화는 일정한 경향을 보이지 않았으나 전체적으로 보면 담근 직후 보다는 30일 숙성한 김치의 함량이 다소 높아지는 것으로 조사되었으나 차이는 크지 않았다. 인삼을 농도별로 함유시킨 고들빼기김치와 배추김치의 플라보노이드 함량도 처리한 인삼농도와 숙성기간에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다.

인삼함유 고들빼기김치의 DPPH radical 소거능은 인삼을 처리하지 않은 고들빼기김치와 인삼을 1% 첨가한 김치는 숙성 15일 된 것의 활성이 다소 높았고 3%와 5%의 인삼을 첨가한 김치는 오히려 낮았다. 인삼의 첨가량과 숙성정도에 따른 DPPH radical 소거 활성은 일정한 경향을 보이지 않았다. 인삼을 첨가한 배추김치는 인삼을 1% 함유시킨 김치의 활성이 가장 높았다.

인삼을 첨가한 고들빼기김치의 일반성분 함량은 인삼의 첨가량에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다. 숙성정도에 따라서는 숙성 30일에 전 성분이 다소 증가한 것으로 나타났으나 유의적인 차이는 없었다.

김치를 담근 후 숙성 0일과 15일의 총 균수는 인삼의 첨가량과의 일정한 상관관계를 보이지 않았다. 그러나 30일 숙성된 고들빼기김치는 인삼을 첨가하지 않은 김치에 비해 인삼을 3%와 5% 첨가한 김치의 총 균수 함량이 높게 나타났다. 인삼을 첨가한 배추김치의 총 균수는 인삼을 처리하지 않은 김치와 5%로 높게 처리한 김치의 총 균수가 같았고 1%와 3% 처리한 김치의 균수가 많았다.

인삼의 농도별 첨가와 숙성정도에 따른 고들빼기김치의 유기산 함량은 다음과 같았다. 숙성 기간이 증가함에 따라 젖산의 함량이 다소 증가되었고 인삼의 첨가량에 따른 유기산의 함량 변화는 일정한 경향을 보이지 않았다.

고들빼기와 배추김치에 인삼을 농도별로 첨가하여 숙성과정 중에 ginsenoside의 함량 변화를 측정된 결과 김치를 담근 직후에 고들빼기와 배추김치 모두에서 ginsenoside 중 Rg₁이 인삼을 첨가한 김치에서 검출되었다.

고들빼기와 인삼을 이용한 장류의 개발을 위해 고들빼기와 인삼을 첨가한 간장의 제조과정에서 이용되는 된장의 발효 숙성기간에 유효성분의 함량과 기능성의 변화를 조사하였다.

고들빼기를 첨가한 된장은 처리간 차이는 있었으나 숙성기간이 증가함에 따라 총 페놀 화합물의 함량이 다소 증가하는 경향을 보였다. 그러나 처리 농도에 따라 일정한 경향을 보이지 않았다.

인삼의 경우는 발효 숙성 기간과 인삼의 처리 농도의 변화에 따라 함량 변화를 보이지 않았다.

플라보노이드 함량은 고들빼기와 인삼을 첨가한 된장은 처리 간 다소 차이는 있었으나 발효 숙성이 진전됨에 따라 또한 고들빼기와 인삼의 처리 농도의 변화에 따라 플라보노이드의 일정한 함량 변화를 보이지 않았다.

DPPH radical 소거능은 고들빼기를 첨가한 된장이 숙성됨에 따라 활성이 다소 증가하였으나 숙성기간의 변화에 따른 일정한 경향은 보이지 않았다.

인삼의 경우는 발효 숙성이 진전됨에 따라 발효 숙성된 시료에서의 활성이 증가되었으나 차이는 크지 않았다.

아질산염 소거능은 고들빼기의 첨가 정도에 따라서는 차이를 보이지 않았다.

인삼의 경우도 고들빼기를 첨가한 된장과 같이 발효 숙성이 진전됨에 따라 3개월에서보다는 6개월 발효 숙성된 시료에서의 활성이 크게 증가되었으나 9개월 이상에서는 다소 감소되어 일정한 경향을 보이지 않았다.

고들빼기와 인삼을 이용한 장류의 개발을 위해 고들빼기와 인삼을 첨가한 간장의 발효 숙성 기간에 따른 유효성분 함량과 기능성의 변화를 측정하였다.

고들빼기와 인삼을 첨가한 간장은 처리간 다소 차이는 있었으나 숙성기간이 증가함에 따라 총 페놀 화합물 함량이 다소 증가하는 것으로 나타났다. 그러나 처리 농도에 따른 총 페놀 화합물의 함량은 일정한 경향을 보이지 않았다.

플라보노이드도 숙성기간이 증가함에 따라 함량이 증가하는 것으로 나타났으나 처리 농도에 따른 함량은 일정한 경향을 보이지 않았다.

고들빼기와 인삼을 첨가한 간장의 발효 숙성기간에 따른 DPPH radical 소거 활성은 대부분의 시료에서 고들빼기를 첨가한 간장의 활성이 인삼을 첨가한 활성에 비해 높게 나타났다. 또한 숙성 기간이 증가함에 따라 소거활성이 증가하였다.

아질산염 소거능도 고들빼기를 첨가한 간장의 경우 처리간 다소 차이는 있었으나 6개월 이상의 숙성에서 활성이 크게 증가하였다. 그러나 무처리의 경우는 3개월과 6개월 숙성 간장의 활성이 비슷하였고 9개월 이상의 숙성 시료의 활성이 증가하였다.

고들빼기를 첨가한 간장의 유기산 함량은 유기산의 종류에 따라 다소 차이는 있으나 간장이 숙성되어 감에 따라 유기산의 함량도 증가하는 경향을 보였다. 유기산중 oxalic acid와 citric acid 등은 간장의 숙성이 진행됨에 따른 함량이 확연히 증가하였고 고들빼기를 첨가한 간장의

함량이 높게 나타났다. 그러나 고들빼기의 처리 농도에 따른 소거활성은 일정한 경향을 보이지 않았다.

인삼을 첨가한 간장의 유기산 함량도 첨가하지 않은 간장에 비해 lactic acid와 acetic acid 등 몇몇 유기산을 제외하고 함량이 증가하였다. 또한 유기산의 종류에 따라 다소 차이는 있으나 간장이 숙성되어 감에 따라 유기산의 함량도 증가하는 경향을 보였다.

고들빼기와 인삼을 첨가한 간장의 아미노산 함량은 아미노산의 종류에 따라 다소 차이는 있으나 간장이 숙성되어 감에 따라 아미노산의 함량도 증가하는 경향을 보였다. 그러나 처리 농도에 따른 소거활성은 일정한 경향을 보이지 않았다.

인삼을 첨가한 간장의 사포닌 함량은 ginsenoside 중 Rb₁은 대부분의 간장 시료에서 검출되지 않았고 6개월 숙성된 간장과 9개월 숙성된 간장에서 소량 검출되었다. Rg₁은 무처리를 제외한 대부분의 간장에서 검출되었는데 인삼을 5% 첨가한 간장에서 가장 높게 나타났다. 그러나 인삼의 첨가 농도의 변화와 숙성 기간의 변화에 따른 차이는 일정한 경향을 보이지 않았다.

제 4 장 연구개발 목표 달성도 및 관련분야에 기여도

제1절 연도별 연구개발목표의 달성도

1. 1차년도 (2009. 4. ~ 2010. 4.)

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차 연도 (2009 -2010)	1. 환경반응 및 연중 대량생산 시스템 개발 연구	○ 재배지 생태환경 조사연구 - 양액 배지 조성별 작물 생육 및 수량반응 - 노지와 재배지 환경차이	100%	○ 노지와 시설재배 하우스 식물의 생육 및 수량 특성 차이 구명 ○ 노지와 시설재배 하우스 환경의 특성차이 구명 ○ 인삼의 연령별 근권부의 생육특성 구명 ○ 양액 배지 조성별 생육 및 수량 특성
		○ 환경변이 특성 구명 - 광조건 변이 특성	100%	○ 노지토경, 하우스토경, 하우스 고형배지, 분무경 작물간의 생육 및 수량 특성 차이 ○ 차광조건에 따른 생육 및 수량 특성
	2. 환경변이에 따른 생리활성 물질 및 기능성 분석	○ 입지별 식물재료 확보 및 전처리 및 주요성분 분석	100%	○ 처리별 부위별 샘플 준비 ○ 조추출물로부터 용매 분획 ○ 총 페놀 함량 분석함 ○ 총 플라보노이드 함량 분석 ○ DPPH법과 아질산염 소거능 검정에 의한 항산화성 측정
		○ 생리활성물질의 함량 분석	100%	○ MTT assay에 의한 세포독성 측정 ○ 일반성분 및 사포닌 함량 ○ 항산화효소 활성 측정
	3. 가공 및 제품화 기술 개발	○ 가공 방법 개발	100%	○ 분말용 고들빼기와 인삼의 최적 전처리 및 건조 기술개발 ○ 건조방법에 따른 유효성분 및 기능성 변화
		○ 전통식품(김치)가공 방법 개발	100%	○ 고들빼기와 인삼의 추출 조건에 따른 유효성분 및 기능성 변화 ○ 고들빼기김치와 인삼함유 김치 제조 및 저장 기간에 따른 유효 성분 및 기능성 변화 ○ 식이요법용 고들빼기와 인삼김 치의 가공기술

2. 2차년도 (2010. 4. ~ 2011. 4.)

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
2차 연도 (2010 -2011)	1. 환경반응 및 연중 대량생산 시스템 개발 연구	<ul style="list-style-type: none"> ○ 재배양식별, 연작에 따른 생육 및 수량 특성 구명 - 배지 조성별 광변이 반응 ○ 작기 변동에 따른 생육 및 수량 특성 구명 - 배지 조성별 계절변이 반응 ○ 온도변이 생육 및 수량 특성 구명 - 배지 조성별 온도변이 반응 ○ 고들빼기 및 인삼용 적정 배지 및 양액 확정 - 배지별 차광조건 시험 반복 수행 	100% 100% 100% 100%	<ul style="list-style-type: none"> ○ 재배지별 입지별 생태환경 조사 연구 ○ 노지토경, 하우스토경, 하우스양액, 분무경 조건에서 식물의 생육 및 수량특성 차이 구명 ○ 연작조건에서 고들빼기와 인삼 생육 및 수량특성 차이 구명 ○ 인삼의 연령별 지상부와 지하부 생육특성 차이 구명 ○ 작기 변동(계절변이)에 따른 생육 및 수량특성 차이 구명 ○ 차광조건에 따른 생육 및 수량 특성(재시험)
	2. 환경변이에 따른 생리활성 물질 및 기능성 분석	<ul style="list-style-type: none"> ○ 페놀 함량 ○ 플라보노이드 함량 ○ 항산화성 연구 ○ 항암성 연구 	100% 100% 100% 100%	<ul style="list-style-type: none"> ○ MeOH추출물에서 용매분획 ○ 입지별 총 페놀 함량 분석 ○ 입지별 개별 페놀산 함량 분석 ○ 입지별 총 플라보노이드 함량 ○ 입지별 플라보노이드 함량 분석 ○ DPPH법과 아질산염 소거능 검정에 의한 항산화성 측정 ○ MTT assay에 의한 세포독성 측정 ○ 일반성분 및 사포닌 함량 ○ 항산화효소 활성 측정
	3. 가공 및 제품화 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가공 방법 개발 ○ 전통식품(김치)가공 방법 개발 ○ 전통식품(김치)가공 방법 개발 	100% 100% 100%	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고들빼기와 인삼의 활용도 증대를 위한 유효성분 및 효능향상 가공 기술 ○ 고들빼기와 인삼발효를 통한 유효성분 및 효능향상 ○ 고들빼기김치와 인삼함유 김치 제조 및 저장 기간에 따른 유효성분 및 기능성 변화 ○ 고들빼기와 인삼 함유 장류식품 개발 ○ 고들빼기와 인삼을 이용한 조미 제품 개발

3. 3차년도 (2011. 4. ~ 2012. 4.)

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
3차 연도 (2011 -2012)	1. 환경반응 및 연중 대량생산 시스템 개발 연구	○ 고품질 다수확 양액재배 시 스템 개발	100%	○ 고품질 다수확 양액재배 시스템 개발 - 고들빼기 종자와 인삼 싹생묘 생리/생태 특성변이 조사 - 고품질, 친환경 재배법 및 재배 환경 모델 제시
		○ 양액재배 생육 및 수량 예측	100%	○ 양액재배 생육 및 수량 예측 - 양액재배 생육 및 수량 자료 분 석(3년 자료 정리) - 작기 재배에 따른 연중 재배 시스템 제시
	2. 환경변이에 따른 생리활성 물질 및 기능성 분석	○ 입지별 용매분획별 성분분석	100%	○ 입지별 용매분획별 성분분석 - 차광, 온도변화에 따른 일반 및 생리활성물질 함량 변화 연구
		○ 입지별 용매분획별 항산화성	100%	○ 입지별 용매분획별 항산화성 - 차광, 온도 변화에 따른 항산화성 변화 연구
		○ 인삼묘령별, 재배조건별 GINSENOSIDE 함량 분석	100%	- 차광, 온도 변화에 따른 세포독성 변화 연구 ○ 인삼묘령별, 재배조건별 GINSENOSIDE 8종 함량 HPLC로 분석 및 비교
	3. 가공 및 제품화 기술 개발	○ 고들빼기와 인삼 분말의 첨가 양념 시제품 개발	100%	○ 고들빼기와 인삼 분말의 첨가 양념 시제품 개발 - 분말 표준화 과정 제시 - 양념 시제품 개발
		○ 고들빼기와 인삼 분말 함유 전통 장류식품 개발	100%	○ 고들빼기와 인삼 분말 함유 전 통 장류식품 개발 - 숙성정도별 성분 및 기능성 분 석 후 표준공정 제시 - 고들빼기와 인삼 분말 함유 시 제품 개발 및 관능검사 - 인삼샐러드 및 고들빼기 장아찌 시제품 개발

제2절 연구결과가 관련분야에의 기여도

1. 인삼

가. 재배기술 연구 분야

- 인삼재배를 시설재배로 전환할 경우 표준 재배생산 매뉴얼 제시
- 인삼을 수도작 대체작물로 개발 가능성 제시
- 시설 재배시 수량지표 제시 및 예측 산정

나. 기능성 연구 분야

- 인삼 재배조건별 및 연령별 지상부와 지하부의 진세노사이드 함량 변이 분석
- 기후변화 대응 인삼의 생육 및 수량 변이 시뮬레이션
- 광 조건에 따른 인삼의 생리활성물질 함량 및 기능성 변이 측정
- 재배환경 조건에 따른 생리활성물질 함량 및 기능성 변이 산정 기준 제시
- 친환경 유기농 영양제 처리에 따른 성분 함량 및 기능성 측정

다. 제품화 연구 분야

- 친환경적 인삼 재배방법 제시
- 인삼 어린잎과 뿌리 이용 샐러드 개발
- 인삼 가공법 및 공정 과정별 성분함량 및 기능성 변이 추적
- 인삼과 전통식품과의 가공 및 퓨전화로 이용성 및 소비 저변 확대
- 인삼 가공, 분말화 및 품질 보전 기능 기술 확보
- 인삼의 친환경적 재배생산으로 생산성, 안전성, 기능성 및 상품성 확보

2. 고들빼기

가. 재배기술 연구 분야

- 고들빼기재배를 시설재배로 전환할 경우 표준 재배생산 매뉴얼 제시
- 고들빼기를 수도작 대체작물로 개발 가능성 제시
- 고들빼기 시설 재배시 수량지표 제시 및 예측 산정

나. 기능성 연구 분야

- 기후변화 대응 고들빼기의 생육 및 수량 변이 시뮬레이션
- 광 조건에 따른 고들빼기의 생리활성물질 함량 및 기능성 변이 측정
- 추출용매에 따른 고들빼기의 생리활성물질 함량 및 기능성 변이 측정
- 재배환경 조건에 따른 고들빼기의 생리활성물질 함량 및 기능성 변이 측정

다. 제품화 연구 분야

- 친환경적 고들빼기 재배방법 제시

- 고들빼기 가공법 및 공정 과정별 성분함량 및 기능성 변이 추적
- 고들빼기 함유 약초 장아찌 개발
- 고들빼기와 전통식품과의 가공 및 퓨전화로 이용성 및 소비 저변 확대
- 고들빼기 가공, 분말화 및 품질 보전 기능 기술 확보
- 고들빼기의 친환경적 재배생산으로 생산성, 안전성, 기능성 및 상품성 확보

3. 기후변화

가. 작물생산

- 기후변화에 대한 두 작물의 영향 평가 예측
- 온도와 광 변이에 따른 생산성 제고
- 기후변화 대응 생물 계절 변화 예측

나. 작부체계

- 기후변화 대응 적정 재배기술 발굴 기여
- 아열대 작물 도입에 따른 재배법 연구 기여
- 뿌리 적용 작물재배와 약용작물의 작부체계 적용

다. 농업시스템

- 기후변화 대응 재해 유형에 따른 대처 기술
- 원예시설의 제작에 필요한 정보 제공
- 토양, 작물, 시설과 연관된 재배 시스템 개발

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제1절 실용화·산업화 계획(기술 실시)

1. 인삼

- 가. 친환경적 시설재배 표준기술 개발로 현장 적용 및 실용화 가능
- 나. 뿌리를 이용한 양념 소스나 잎을 이용한 신선 야채 샐러드 산업화 가능

2. 고들빼기

- 가. 친환경적 시설재배 표준기술 개발로 현장 적용 및 실용화 가능
- 나. 기존의 반찬 중심의 제품에서 벗어나 다양한 기능성 식재료로 활용 가능

제2절 교육·지도·홍보 등 기술 확산 계획

1. 재배기술 연구 분야

유사한 작물을 시설 재배할 경우 적절한 배지, 양분 및 재배기술에 관련된 실증 또는 현장교육 가능

2. 기능성 연구 분야

기후변화 대응책으로써 기후변화에 따른 작물의 품질 및 기능성 변화에 대한 현장 적용 지도가 가능

3. 제품화 연구 분야

인삼의 지상부(주로 잎)를 채소로 이용할 수 있음을 증명할 수 있는 많은 과학적 정보를 제공함으로써 짧은 재배기간에 신선 샐러드 등의 제품개발 가능케 함

제3절 특허, 품종 및 논문 발표계획

1. 특허

- 가. 동의나라(주), 강기운, 김영민, 천상욱, 이성춘. <인삼 함유 고들빼기김치> 출원번호 10-2010-0059012 (등록 완료)
- 나. 동의나라(주), 강기운, 김영민, 천상욱, 이성춘. <고들빼기 가공방법> 출원번호 10-2010-0059007 (출원 완료)
- 다. 동의나라(주), 강기운, 김영민, 천상욱, 이성춘. <고들빼기를 이용한 차음료 제조방법> (출원 준비중)
- 라. (주)이파리넷, 천상욱, 김영민, 이성춘, 신나리, 정보영. <친환경적 기능성 고들빼기 시설하우스 재배방법> (출원 준비중)
- 마. (주)이파리넷, 천상욱, 김영민, 이성춘, 정순목, 정보영. <친환경적 채소용 인삼

재배방법>(출원 준비중)

- 바. (주)이파리넷, 천상욱, 김영민, 이성춘, 정순목, 정보영. <인삼 어린잎을 이용한 신선야채 샐러드 개발> (출원 준비중)
- 사. (주)이파리넷, 천상욱, 김영민, 이성춘, 신나리, 정보영. <고들빼기 함유 약초 장아찌 개발> (출원 준비중)

2. 논문

- 가. 천상욱. 2010. 차광처리에 따른 시설하우스 재배 고들빼기의 생육 및 생리활성 변화. 한국잡초학회지 30(3):215-224.
- 나. 천상욱, 김영민. 2011. 재배인삼의 연령별 생리활성 차이 연구. 한국작물학회지 56(1):80-87.
- 다. 천상욱, 정순목. 2011. 배지조성과 차광정도가 시설하우스 재배 인삼의 생육 및 생리활성에 미치는 영향. 한국자원식물학회지 24(2): 150-159.
- 라. 천상욱, 강종구. 2012. 고들빼기 부위별 메탄올 추출물의 생리활성 연구. 한국작물학회지 (투고 예정)
- 마. 천상욱, 신나리. 2012. 시설하우스 차광처리가 고들빼기의 항산화성과 항산화효소 활성화에 미치는 영향. 한국작물학회지 (투고 예정)
- 바. 천상욱, 정순목. 2012. 시설하우스 배지조성의 차이가 인삼의 항산화성과 항산화효소 활성화에 미치는 영향. 한국자원식물학회지 (투고 예정)
- 사. Sang-Uk Chon. 2013. Ginsenoside contents, antioxidant and antioxidant enzyme activities of *Panax ginseng* at different plant ages. European Food Research and Technology (투고 예정)
- 아. Sang-Uk Chon, Sung-Choon Lee and Young-Min Kim. 2013. Antioxidant and antioxidant enzyme activities of *Youngia sonchifolia* under different growth temperatures. International Journal of Food Sciences and Nutrition (투고 예정)
- 자. Sang-Uk Chon. 2013. Positive effects of temperature and growth conditions on enzymatic and antioxidant status in *Panax ginseng*. Plant Science. (투고 예정)
- 차. Sang-Uk Chon. 2013. Total polyphenols, antioxidant activity, and cytotoxicity of methanol extracts in *Panax ginseng* under different temperature and growth conditions. Plant Foods for Human Nutrition. (투고 예정)

제4절 추가연구, 타연구에 활용계획

1. 추가연구

- 가. 본 연구과제에서는 배지 조성, 차광정도 및 온도변이에 따른 작물의 생육과 생리활성 연구를 항온적인 측면인 20~30℃ 정도의 범위에서만 영향을 다루는 연구가 진행되었으나 기후변화 대응 연구로서 항온적인 것 보다는 급격한 이상 저온 또는 고온에 이르렀을 때 생육 및 생리활성의 변화를 추가로 연구하는 것이 절실하다고 봄

나. 본 연구과제에서는 배지 조성, 차광정도 및 온도변이에 따른 작물의 생리학적 접근 연구로서 생태학적 측면인 환경변이에 따른 자원식물의 형태적 기능적 변이 등을 다루는 것과 재배학적인 측면에서는 실제적인 재배가 입장에서 기후변화 대응 재배관리 요점을 제시하는 연구가 필요함

2. 타연구에 활용계획

- 가. 본 연구과제의 결과를 바탕으로 타작물, 여러 가지 원예작물뿐만 아니라 약용식물(특히 뿌리 중심의)을 시설 재배하는 경우의 작물의 경우 배지 조성, 차광정도 및 온도변이에 따른 대처 방안이 될 수 있는 결과를 활용할 수 있음
- 나. 본 연구과제의 사업화 또는 제품화 기술을 바탕으로 기능성 식제품 업체에 benchmarking 또는 기술이전을 통해 성과 공유 또는 확산을 가능케 할 수 있음
- 다. 기후변화 영향 평가에 부적합한 광과 온도에 의한 수량 및 생산성 저하에 관한 연구에서 그 피해 정도를 산정할 수 있게 함
- 라. 뿌리용 약용작물의 시설 생산을 위한 주요한 배지조합을 결정하는데 기초자료로 제공 가능
- 마. 뿌리 위주 약용작물의 시설 생산에 이용되는 표준 양액재배에 급액방식과 급액 양 및 횟수 등을 적용할 수 있음

제 6 장 연구개발 과정에서 수집한 해외 과학기술정보

제1절 국외 인삼 현황

1. 미국

- 미국은 1870년대 재배 시작되었다. 미국식 해가림시설은 폭 4.5m, 높이 3.5m의 수평식 해가림과 임간재배도 하고 있으며, 미국 중서부의 위스콘신 주는 1980년대에 세계 인삼재배 산업의 중심이 되고 있음. 최소한 1300개 이상의 재배 농가를 보유하는 Wisconsin주는 미국삼의 최대 생산지이며 Marathon County는 미국삼 생산의 중심지로서 미국 내에서 생산되는 미국삼의 95%를 재배하고 있다.
- Oregon과 Washington주에서는 수출을 위한 상업적 생산이 수행되고 있다. 생산된 미국삼은 전량 국외로 수출되며 주요 수출지는 홍콩과 동남아 시장이고 미국 내에서는 시장이 거의 전무하다.
- 미국삼 재배는 임간재배와 해가림재배로 구분된다. 해가림 재배는 얇고 좁은 나무판자를 잇대어 만든 해가림 틀을 이용하거나 차광망을 이용하여 해가림을 설치한다. 해가림 재배법의 경우 모두 예정지를 관리하여 파종상을 만들고 종자를 직파하여 재배한다.
- 국내 소비량은 전체 생산량 중 18%정도로 추정(약 2억9천만불)하고 있으며, 뿌리삼류는 중국계, 타블렛류·캡슐류 등 제품류는 히스패닉·백인 층에서 소비하고 있다. 판매가격은 뿌리삼은 80\$~165\$/kg, 타블렛류는 50\$~200\$/kg 정도이다.

Table 151. International price of Ginseng powder products

(unit : US\$)

제품종류	단위	가격	온스당	비 고
미국 재배삼분말	4 oz	13.5	3.4	Hsu's Ginseng Enterprise *1온스 = 28.35g
미국 숲재배삼분말		46.8	11.7	
미국 야생삼분말		118.0	29.5	
화기삼 분말	1 lb	52.0	3.3	상동
한국 백삼분말		55.0	3.4	
미국삼 분말	1 oz	7.5	7.5	Jwilliams 1947
미국삼분말	4 lb	76.0	1.2	Stakich.com
한국인삼분말	1 oz	6.0	6.0	Wild Horse Bonsai and Herb
한국인삼분말	0.5 lb	21.8	2.7	Mel's Country Acres

자료 : Hsu's Ginseng Enterprise 및 www.e-Bay.com, 2005

2. 캐나다

가. 개요

- 북미산 인삼은 *araliaceae* 과의 *Panax quinquefolius* 라고 불리는 발육이 늦은 다년생 약초이다. 이것은 북미의 동쪽 지방이 원산이며, 주로, 캐나다의 온타리오주, 퀘벡주, 위스콘신주에서 자란다. 수천년 동안 북미 인디언들은 야생 북미 인삼을 인체 치료용으로 사용해 왔다.
- 1716년에 북미산 인삼에 대한 내용이 문헌에 기록되어 있으며, 1721년에는 북미산 야생 인삼(산삼)이 중국에 수출이 되기 시작했고, 그로부터 오래지 않아 야생 인삼의 수출액은 모피 수출에 이어서 2위를 기록하게 된다. 시간이 지남에 따라, 야생 인삼은 과도한 채집으로 인해 거의 고갈되면서, 캐나다 정부에 의해 멸종위기식물로 지정된다.
- 현재 야생 인삼은 캐나다 정부에 의해 수출금지품목으로 지정되어 있다. '멸종위기종의 교역에 대한 국제 협약 (the Convention on International Trade in Endangered Species, CITES)' 에 따라, 삼림이나 밭 재배 인삼의 수출은 캐나다 정부의 허가가 필요하다. 하지만, 인삼근의 가공품이나 인삼씨의 수출은 그렇지 않다.
- 세계 서양삼 생산의 60%를 차지할 정도로 많은 서양삼이 재배되고 있는 국가이다. 해마다 생산량도 10% 이상 증가하면서 가격은 낮아지는 추세다. 주산지로는 온타리오와 브리티시 콜롬비아 지역이 전체 재배면적의 90%를 차지. 연간 생산량은 약 2,500톤 정도이고, 자체 소비량은 200~300톤으로 생산량의 대부분을 홍콩, 중국 등 아시아에 수출하고 있다. 미국과 함께 현재 국제 시장에서 독무대를 차지할 정도로 무서운 기세를 보이고 있다.
- 아시아 인삼과 북미산 인삼은 경쟁적인 제품이 아니다. 오히려 서로 보완, 대체적인 제품이다. 아시아 인삼과 북미산 인삼은 서로 효능이 다르다. 아시아 인삼이 신체의 원기를 북돋우고, 활력을 주며, 신체를 치료하는 효능과 같이 인체의 열기를 끌어올리는 효과가 있다면, 북미산 인삼은 인체에 쌓인 스트레스를 해소하고, 신체에 평온을 주며, 장기의 기능을 강화시키는 것과 같은 인체의 열기를 끌어내리는 효과가 있는 것이다.
- 캐나다에서 이루어진 최근 연구결과에 따르면, 북미산 인삼을 정기적으로 복용하면, 스트레스와 피로가 감소하고, 단기 기억력의 향상을 가져오며, 고혈압에 좋은 효능이 있고, 혈당 조절에 유리하며, 면역 체계를 강화시켜서 결국 장수 효과를 가져 온다고 한다.

나. 생산량·생산면적

- 지난 10년간 캐나다는 북미산 인삼의 최대 생산국으로서 세계 생산량의 60퍼센트를 차지하고 있다. 전 세계적으로 생산되고 있는 모든 인삼 생산량의 관점에서 본다면, 캐나다는 중국과 대한민국에 이어서 세계 3위의 인삼생산국이다.
- 캐나다에서 대부분의 인삼을 생산하고 있는 온타리오주와 브리티시 콜롬비아주에서는 총 농산물 판매액의 비중에서 인삼 판매액이 차지하고 있는 비율은 대단히 높다. 캐나다의 총 인삼 수출액은 1988년의 약 1,500만 캐나다 달러에서 2003년에는 약 6,900만 캐나다 달러로 증가했다. 그러나, 인삼 생산량의 증가로 인해, 인삼의 판매가는 과거에 비해 현저히 떨어지고 있다.
- 캐나다 인삼 생산업계의 동향은 아주 역동적이고, 기술혁신 지향이어서 지난 수년간 산출량은 10~30% 증가, 생산비는 약 50% 감소라는 결과를 보여주고 있다. 강력한 마케팅 플랜과 동반되는 계속되는 연구 개발로 인해, 캐나다의 인삼 생산업계는 새로운 마케팅 기회를 잡

게 될 것으로 보인다.

- 캐나다 인삼의 생산지는 두 곳에 집중되어 있다. 남서부 온타리오와 브리티시 콜롬비아이다. 2001년도에 실시된 농업 실태 조사에 따르면, 캐나다의 380개의 농장에서 2,880헥타의 면적에서 인삼을 재배하고 있다고 한다. 온타리오주에서는 290개의 농장에서 1,813헥타의 면적에서, 브리티시 콜롬비아주에서는 60개의 농장에서 1,023헥타의 면적에서 재배한다.
- 인삼 생산품은 일반적으로 말린 뿌리 제품을 의미하고 있고, 인삼의 재배 방법과 재배 기간에 따라서 종류를 달리한다. 인공적으로 그늘을 만들어 주었을 때, 인삼 생산량은 3년이 지나면 2.8톤/헥타, 4년이 지나면 3.2톤/헥타가 된다. 온타리오주에서 생산되는 인삼은 주로 3년생인 반면 브리티시 콜롬비아산 인삼은 주로 4년생이다. 산중 재배 인삼은 일반적으로 6년생이며, 생산량은 보통 1.23/헥타이다. 인삼은 재배하기가 매우 까다로운 작물로서 병충해, 뿌러지는 인삼재배씨의 품질, 재배토지의 비옥도, 잡초의 발생여부, 날씨에 따라 그 수확량에 상당한 차이를 가져온다.

다. 가격

- 북미산 인삼 생산량은 2001년에 최대였지만, 그 이후로는 하락하고 있는데, 이것은 대량 생산에 따른 가격 하락으로 판단된다. 인삼수출가격은 1999년 이후로 약 31 캐나다달러/kg로 안정세이다. 그러나, 이 가격은 연중 수출 평균도매가이며, 이 가격은 인삼의 품질과 병충해의 영향으로 인해 변동할 수 있다. 캐나다 국내에서 판매되는 인삼 가격은 수출가보다 좀 더 높다. 산지 재배 인삼은 중국에서 인기가 높는데, 그 가격은 일반적으로 밭에서 재배되는 인삼가격의 거의 5배 이상까지 이른다.

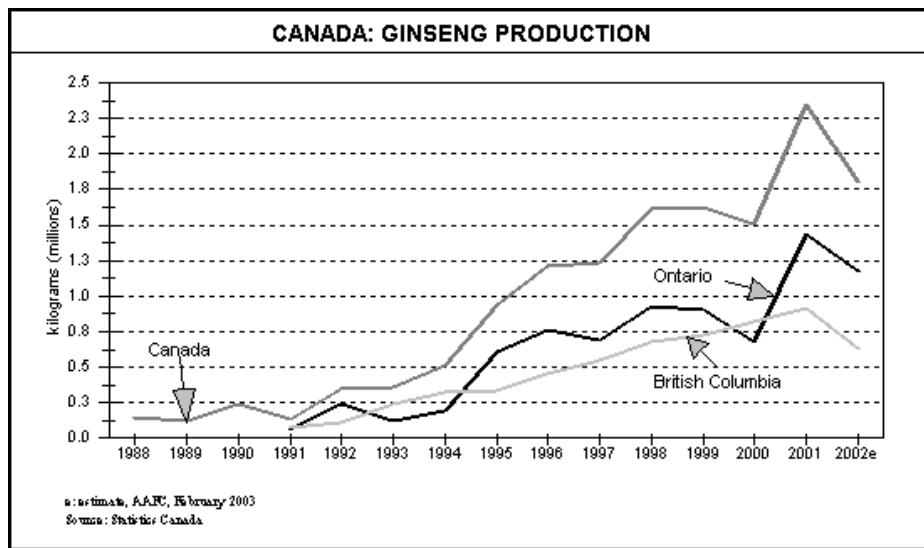


Fig. 180. Ginseng production in Canada regions.

라. 마케팅

- 브리티시 콜롬비아의 “브리티시 콜롬비아 인삼 재배자 조합”에서는 인삼 산업계의 동향과 시장 개척 상황에 대한 분기별 뉴스레터를 인삼재배업자들에게 제공하고 있다.
- 온타리오 인삼 재배자 조합(OGGA, www.ginsenggrowers.com)은 2001년 8월 30일부터 온

타리오 인삼 재배자들의 공식적인 창구이다.

- 시장 개척의 목표는 현 시장 상황에 대한 모든 가능한 정보들을 취합하여 인삼 재배업자들에게 알려주는 것이다. 인삼 재배 면적, 생산량과 판매지역에 대한 정보들은 인삼 판매 계획을 입안하는데 큰 도움을 준다. 조합에서는 또한 인삼 재배자와 소비자를 서로 연결해주는 일도 하고 있다.

마. 수출 현황

- 캐나다에서 생산되는 인삼의 대부분은 수출된다. 2003년에 캐나다는 총 생산량의 약 74%인 6,900만 캐나다 달러에 이르는 1,508톤의 인삼을 수출했다. 대부분의 캐나다 인삼은 말린 통인삼 형태로 농장에서 직수출된다. 홍콩은 세계 최고의 인삼 교역지인데, 캐나다 인삼 수출의 최대 교역지이기도 하며, 2003년 캐나다 인삼 수출량의 약 76%를 수입한 곳이기도 하다. 홍콩으로 수출된 인삼은 등급관리를 거친 후 중국으로 수출되거나 혹은 재가공을 위한 원료로 다른 지역으로 재수출된다. 북미산 인삼의 최종 소비국은 중국인데, 통계에 따르면 캐나다 총 인삼 수출량의 94%가 중국에서 최종적으로 소비되고 있다.
- 중국이 WTO에 가입한 것은 캐나다 인삼 수출업자들에게 대단한 호기였다. 2003년에 중국의 인삼수입관세는 10.7%인데, 이것은 2002년에 11.8%, 2001년에 31%에 비해서 현저히 낮아진 것이다. 2004~2006년의 기간의 관세율은 각각 9.7%, 8.6%, 7.5%가 될 것으로 기대하고 있다. 13%의 부가가치세율은 변동이 없을 것으로 보인다. 관세율의 하락으로 인해, 북미에서 생산되는 북미산 인삼의 중국에서 생산되는 북미산 인삼에 대한 가격 경쟁력이 더욱 높아질 것으로 기대된다.
- 2001년에 캐나다 인삼의 유럽과 라틴아메리카 국가로의 수출량은 약 2,945kg 이었는데, 이것은 1999년의 1,036kg에 비하면 현저히 증가한 것이다. 이 나라들에서는 아시아 인삼에 대한 인식이 높은데, 이것은 아시아 인삼과 북미산 인삼이 서로 경쟁하는 제품이라는 잘못된 오해에서 비롯된 것으로 보인다. 이 시장에 대해서는 과학적인 연구 결과를 통한 소비자 교육 기회를 제공하여 아시아 인삼과 북미산 인삼의 상호 대체, 보완적인 효과를 홍보할 필요가 있다. 현재 유럽과 라틴아메리카 시장은 캐나다산 인삼의 수출지역으로써 아주 작은 비율을 차지하고 있지만, 이 지역의 시장 성장 가능성은 무궁무진하다 할 것이다.

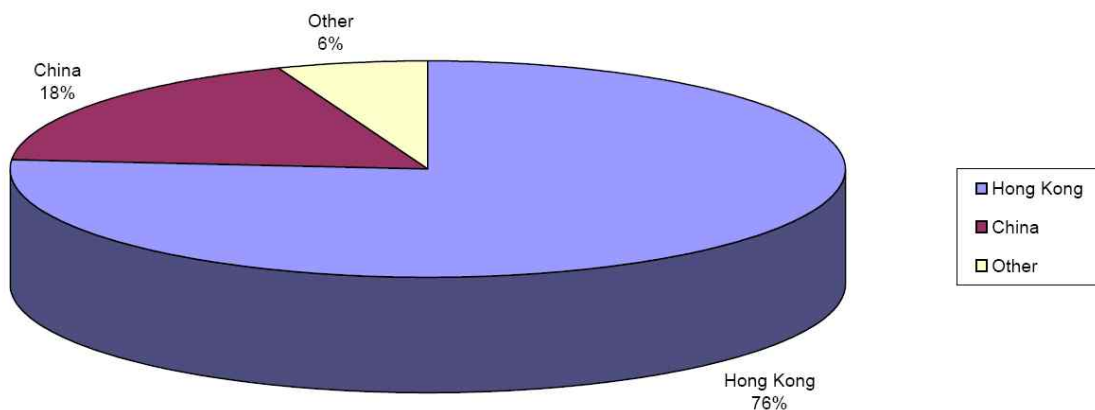


Fig. 181. Current status of ginseng export in Canada, 2003

- 미국 역시 캐나다산 인삼의 수출국으로서 매우 매력적인 곳이다. 이것은 지난 수년간 미국 내의 북미산 인삼 생산이 감소했기 때문이다. 캐나다 인삼의 미국 수출은 2000년에 56,000kg의 양으로 250만 달러에 육박했다. 앞으로 미국 수출은 미국 내 북미산 인삼의 생산량과 미국 내 소비자들의 요구라는 변수에 따라서 상당부분 변동할 것으로 보인다.

Table 152. Current status of export and import in ginseng by year

연 도	수 입		수 출	
	수량(1,000톤)	금액(1,000 캐나다 달러)	수량(1,000톤)	금액(1,000 캐나다 달러)
1994	0.09	5,924	0.49	34,343
1995	0.07	5,030	0.90	65,889
1996	0.08	5,217	1.16	66,582
1997	0.09	5,479	1.18	56,040
1998	0.10	7,428	1.53	61,264
1999	0.10	6,754	1.55	45,126
2000	0.08	5,019	1.43	41,641
2001	0.09	6,119	2.23	68,569
2002	0.09	6,498	2.28	75,321
2003	0.12	9,298	1.51	69,264

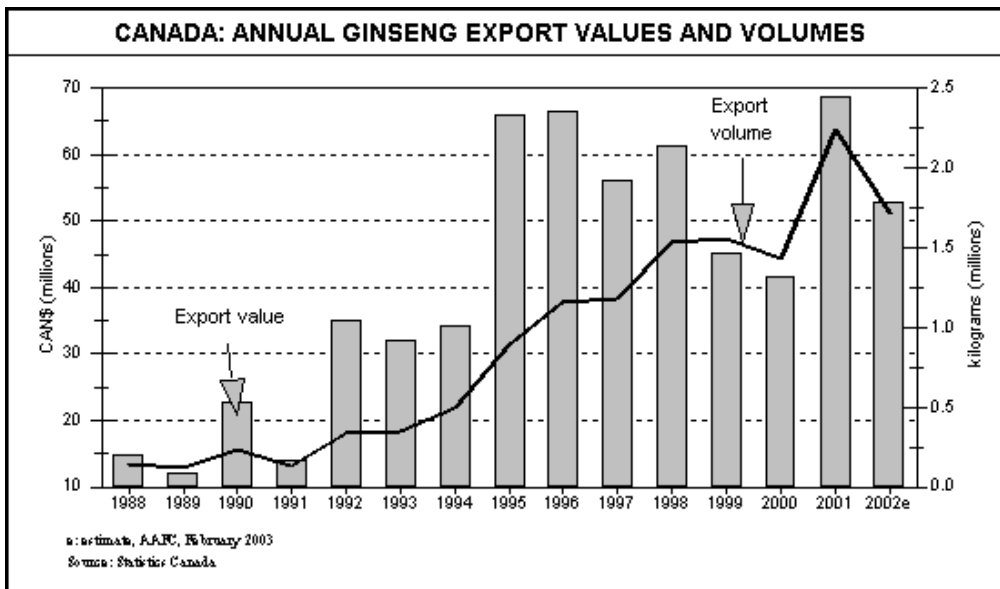


Fig. 182. Current status of export and import in ginseng by year

바. 전망

- 지난 수년간 10~30%의 생산량 증가와 50%에 이르는 헥타당 생산비의 절감으로 인해 캐나다의 많은 인삼 생산자들은 미래에 대해서 낙관하고 있다. 지속적인 기술개발과 혁신, 수

십 년 동안 쌓인 인삼 생산의 노하우로 인해, 캐나다 인삼 생산업자들은 캐나다 인삼의 미래에 대해서 매우 희망적인 기대를 하고 있다

3. 중국

- 연간 2만톤 정도를 생산하여 세계 시장의 67%를 점유하며, 길림성에서 80%를 생산하고 있으며, 흑룡강성, 요령성, 길림성이 주산지이다. '창바이산 인삼'이라는 브랜드로 세계 생산량의 70~80%를 차지한다.
- 소형 비닐하우스 형태의 해가림 시설 내부에서 재배하고 있으며 비누수형 해가림자재를 사용하고 있다. 한국보다 춥고 눈이 많은 지역 특성을 고려한 해가림시설이다, 중국식 해가림은 폭 2.5m, 높이 2.7m의 반원형 터널식 하우스이다.
- 동북 3성을 중심으로 산을 개간하여 재배되고 있으며, 지난해 산지개간 허가제한으로 평지밭 재배 비율도 증가추세다. 80년대 초 서양삼 재배에 성공하여 생산량이 증가추세이며, 중국삼보다 고가이고 선호도가 높다. 홍콩, 대만, 일본, 미국, 프랑스, 독일 등 화교거주지를 중심으로 40여 개 국가에 수출되고 있으며, 인삼보다 서양삼의 수출액이 많다.

4. 일본

- 현재 150만평 면적이 재배되고 있다. 이 중에 나가노썸이 300ha로 전체 재배면적의 60%를 상회하며, 후쿠지마썸과 시마네썸이 각각 100ha 및 80ha이다.
- 일본의 고려인삼 재배포의 해가림 구조는 한국의 관행 벧짚해가림과 대체로 동일한 구조이나 전주와 후주를 각각 직립으로 세우며 해가림 지붕은 갈대와 벧짚을 이용하여 5cm이상의 두께로 두껍고 튼튼하게 가설한다.
- 일본에서 고려인삼의 재배지는 후쿠지마썸의 아이즈와카마쓰시, 아이즈다카다마찌, 니쓰루무라, 나가노썸의 모찌즈키마찌, 다데시나마찌, 우에다시 및 시마네썸의 야쓰카손이다. 일본 역시 연작 장애 및 고령화에 의한 재배면적 감소와 값싼 중국산으로 인한 경쟁력 상실로 재배농가, 재배면적, 생산량이 매년 감소하고 있는 추세다. 일본은 소량의 인삼을 수출하고 있으나 국내 생산량 감소와 외국산의 수입증가로 감소추세를 보이고 있다. 인삼류 수입 규모는 연간 20억엔을 상회, 대부분 중국과 한국에서 수입되나 기타 홍콩, 북한, 캐나다, 미국 등지에서도 수입이 이뤄지고 있는 실정이다. 중국으로부터는 제약원료용 및 드링크제 제조를 위한 원료삼의 수입이 많고, 한국산은 인삼제품 위주의 수입이 가장 많다. 중국산 홍삼과 백삼의 점유율은 각각 98%, 95%로 대다수를 차지하나 인삼차는 한국산이 90%를, 의약품용은 거의 전량 한국에서 수입되어 전체의 99%를 점유하는 상황이다.

5. 독일

- 재배하지 않으면서 인삼을 즐겨 먹는 나라이다. 참고로 소비현황을 소개한다.

가. 소비현황

- 식물성 자연 건강식품이나 약품에 대한 관심이 고조되면서 아시아의 인삼에 대한 관심이

증가하고 있음.

- 독일에서 인삼과 같은 의료용 약초 사용은 연간 평균 45,000t로 유럽에서 가장 많고 수출입 규모는 세계에서는 4번째임.
- 현재 독일에는 수많은 용도의 인삼 함유 제품들이 시판되고 있으며, 뿌리보다는 가공제품이 주류를 이루고 있음.
 - 강장약제, 음료, 캡슐, 가루, 차, 미용 제품 등 인삼의 수요처는 매우 다양함.
 - 최근에는 샴푸, 로션, 크림 등에도 인삼이 들어간 제품이 시판되고 있는가 하면 인삼 미용 스튜디오도 운영되고 있음.
- EMNID 시장조사 기관이 독일 내에 소비되고 있는 식물성 강장제를 대상으로 인지도와 선호도에 대한 설문 조사를 한 결과, 질문 대상자의 약 22%가 강장제를 정기적으로 먹는 것으로 나타났음.
 - 이 조사에서Doppelherz, Klosterfrau Melissengeist, 인삼제품이 톱 3을 차지했으며, 인지도에서 Doppelherz: 77%, Klosterfrau Melissengeist: 56%, 인삼제품: 51%로 나타났음. 그러나 지난 3년간 앞의 두 제품에 대한 인지도가 계속 떨어지고 있는 반면, 인삼에 대한 인지도는 계속 상승세를 타고 있음.
 - 세 제품의 선호도는Doppelherz: 29%, Klosterfrau Melissengeist: 12%, 인삼제품: 12%로 인삼제품이 3번째를 차지했음. 그러나 실제 구매에 있어서는 Kloster Melissengeist가 가장 많고(29%), 다음이 Doppelherz(19%)였다. 인삼은 6번째로(6%) 많이 소비되는 강장제로 조사되었음.
- 정확한 통계치는 나와 있지 않지만 인삼소매상의 말에 의하면 인삼의 경우는 주로 노년층에 의해 많이 선호되고 있다고 함.
- 독일은 2004년 처방이 필요 없는 약품에 대한 소비가 59억 유로에 달함. 그 중 약국에서 판매되는 인삼과 같은 식물성 약제가 차지하는 비중은 25%로 14.5억 유로에 달함. 게다가 drugstore, 건강식품점, 슈퍼마켓 등에서 판매되는 식물성 약품까지 합하면 14.5억 유로를 훨씬 상회하고 있음.

나. 수출입동향

- 독일은 약제로 분류되어 있는 인삼 뿌리를 연간 약 384만 유로 수입하며, 수입량은 매년 20~30%이상 증가하고 있음.

Table 153. Current status of ginseng import by country.

(unit/x1000 dolar)

수 입		수 출	
중국	3,434	폴란드	1,266
캐나다	148	네덜란드	137
한국	145	덴마크	126
EU	66	영국	108
총수입	3,842	총수출	2,250

- 독일이 인삼 뿌리를 수입하는 나라는 주로 중국이지만 그 사이 유럽에도 인삼 재배가 이루어지고 있어 프랑스와 같은 유럽 국가들로부터도 조금씩 수입하고 있음.
- 2004년의 경우 중국이 독일 인삼수입시장의 90%를 점유했으며, 그 뒤를 이어 캐나다(3.8%), 한국(3.77%)이 차지하고 있음.

* 자료원: 연방통계청[출처] 독일 인삼시장 현황 및 진출방안

6. 전망

- 고려인삼은 가격으로는 중국삼보다 15배, 미국삼보다 5배 비싸며 날이 갈수록 한국의 인삼의 경쟁력은 약해지고 있다. 세계시장은 커지고 있는데 한국의 인삼은 경쟁력을 잃어 가고 있다.
- 인삼수출액은 1990년의 1억6400만 달러를 정점으로 점차 줄어 2005년에는 8900만 달러로 줄었다. 세계 인삼생산량 중에서 우리나라가 차지하는 비중은 1978년 73.2%에서 97년 30.2%로 줄어든 반면, 같은 기간 중국과 미국은 각기 19.1% 및 6.4%에서 47.5%와 15.1%로 늘어나고 최근에는 캐나다의 비중도 급격히 늘고 있다.
- 미국, 캐나다, 중국, 뉴질랜드 등 외국의 인삼재배 시설은 우리나라보다 대규모이고 시설현대화가 진행되고 있다. 캐나다 및 미국은 대규모 면적을 관리하기 위해 정식부터 수확까지 모든 작업이 기계화 하여 재배하고 있다.
- 홍콩이나 중국조차 수입삼 중 서양삼의 비중이 90%를 넘는 데에다 최근에는 유기농 청정인삼과 장뇌삼의 소비가 크게 늘고 있어서 '6년근 고려홍삼'의 설자리가 점점 좁아지고 있다.
- 우리나라의 인삼시장은 고율의 수입관세(대략 홍삼류 750%, 수삼 및 백삼류 250%)에 의해 보호 받고 있으나, 언제까지 보호될 것인가?
- 세계시장에서 기능성식품에 대한 수요증가로 웰빙 문화의 영향으로 인삼시장이 200억 달러 이상으로 확대되고 있는 추세로 세계 각국은 인삼산업 육성에 주력하고 있다.
- 세계 인삼시장은 2조원, 생산량으로 중국(52,000톤, 67%), 한국(16,000톤, 20%), 캐나다(6,000톤, 7%), 미국(2,100톤, 3%)순이며 호주, 독일 등지에서도 재배하고 있다. 현재 중국, 캐나다 등을 중심으로 인삼 생산량이 급증하고 있는 추세이다.

제2절 국제 인삼 경쟁력

1. 인삼의 생산력

- 원료삼 생산기반의 취약하고, 농가당 경작규모가 영세하며, 생산비용이 증가하고, 단위면적당 원료삼 수량이 감소하고 있다.
- 인삼 경작농가당 경작규모가 영세하고, 기계화가 낮아 농기계 이용률이 저조하며, 재배특성상 인력의존형 경작으로 인한 노임이 상승하여 생산비가 많이 소요된다.
- 한국 고려인삼의 생산비용은 21,317원/kg으로 중국 3,590원/kg의 5.9배, 미국 6,444원/kg의 3.3배, 캐나다 8,604원/kg의 2.5배이다.

- 한국 고려인삼의 10a당 수량은 504kg/10a로서 중국과 캐나다보다 매우 낮아 생산비를 증가시키는 요인이 되고 있다.

Table 154. Ginseng competitiveness by country (2004)

구 분	한 국	중 국	캐나다	미 국
호당면적 (ha)	0.66	3~5	4~6	5~10
생산비(원/kg)	21,317	3,590	8,604	6,444
단 수(kg/10a)	504	553	850	800

* 우리나라는 이식 및 소식재배인 반면 미국, 캐나다는 직파밀식재배로 단위면적당 수량이 많음 (자료 : 농촌진흥청, 농협중앙회)

- 정부는 인삼산업을 우리나라 전통산업으로 육성·발전시키기 위해 '96년 인삼산업법을 제정하고, 민간참여 확대를 통한 활성화를 추진하고 있다.
- '96년까지 홍삼전매제를 통하여 정부가 직접 관리
- UR을 계기로 자체검사제 도입 등 제도개선을 통하여 경쟁력 있는 산업으로 도약하기 위한 인삼산업법 개정('03), 인삼계열화사업 시작('04), 금산세계인삼엑스포 개최 지원('06), 인삼도매시장 상장('06) 등 다양한 활성화 방안을 모색하고 있다.

2. 가격 경쟁력

- 홍콩에서 유통되고 있는 홍삼가격을 기준으로 비교하면 한국산은 중국산의 12배, 미국산의 5배, 캐나다산의 8배로 가격경쟁력이 매우 낮다.
- 한국 홍삼 6년근은 홍콩에서 kg당 \$155.1로 거래되고 있음

Table 155. Comparison in ginseng price by country.

구 분	한 국	캐나다	미 국	중 국
홍삼6년근(\$/kg)	155.1	20.1	31.5	13.0

* 자료 : 농촌진흥청, 농협중앙회

- 캐나다, 중국의 인삼 재배면적 확대 및 저가공세로 고려인삼의 소비위축을 초래하고 있다. 홍삼 가격이 고가인 것은 원료삼의 고가가 크게 작용하고 있다.
- 최근 중국, 캐나다 등을 중심으로 인삼 생산량이 급증하고 있어 세계시장에서 한국의 점유율이 점진적으로 축소되고 있다.
- '06을 기준으로 세계 인삼 생산량은 중국이 52,000톤(58.7%)으로 가장 많이 생산하고 있으며, 그 다음이 한국(19,850톤, 22.4%), 캐나다(12,000톤, 13.5%), 미국(2,800톤, 3.1%)의 순으로 나타났다.

Table 156. Ginseng production in 4 major contries.

(unit : ton, %)

년도	계		한 국		중 국		미 국		캐나다		기 타	
	생산량	비중	생산량	비중	생산량	비중	생산량	비중	생산량	비중	생산량	비중
'87	30,632	100.0	14,424	47.1	13,396	43.7	2,356	7.7	456	1.5		
'97	32,209	100.0	12,259	32.1	19,000	49.7	4,000	10.6	2,950	7.8		
'02	45,565	100.0	12,873	28.3	20,600	49.6	1,928	4.2	8,164	17.9	0	
'06(p)	88,650	100.0	19,850	22.4	52,000	58.7	2,800	3.1	12,000	13.5	2,000	2.3

- 중국과 캐나다의 경우 '80년대에 비해 '90년까지는 매우 빠른 신장세를 보였으나(각각 약 13%, 11%) '00년 이후는 증가세가 약간 둔화되다가 최근 급증하고 있으며, 미국은 '80년대에 비해 '90년대에는 8% 정도 늘었으나 '00년대에 접어들면서 급감하고 있다. 한편 우리나라는 '80년대 이후 급격히 감소하다가 '90년대 후반이후 점차 증가하고 있는 실정이다.
- 최근 세계시장에서 인삼 효능의 우수성이 입증되어 기존 인삼생산국 뿐만 아니라 비(非)생산국도 경쟁적으로 인삼의 연구와 생산을 장려하는 정책을 적극적으로 추진하는 추세이며, 세계 인삼시장은 200억\$ 수준으로 추정하고 있다.
- 국제기구인 WHO와 FHH(생약 규격화 국제포럼 실무추진위원회)에서 인삼 및 인삼제품에 대한 국제규격화를 본격적으로 추진하고 있다.

3. 품질경쟁력

- 고려인삼은 외국삼에 비해 사포닌 함량이 많고, 종류도 다양하여 약효가 강하고 효능도 우수하다고 인정받고 있다.
- 고려인삼은 외국삼에 비해 ginsenoside(인삼 사포닌) 종류가 2~4배 많이 함유된 것으로 판명되었다.
- ginsenoside(인삼 사포닌) 함유량 및 조성분포가 균등하고, 비사포닌계 생리활성물질과 산성 다당체 함량이 2~3배 높다

Table 157. Saponin (ginsenoside) contents and types

구 분	고려인삼	서양삼	삼칠삼	죽절삼
원 산 지	한국, 만주	북미동부	중국 운남	운남, 일본
ginsenoside함량	3~4%	4~5%	4~5%	-
ginsenoside종류	34종	14종	15종	8종

* 자료 : 농촌진흥청, 농협중앙회

제3절 대외 무역 현황

Table 158. Current status of ginseng export to major countries in Korea. (unit : x 1000 dollor)

순위	'91	'95	'99	'03	'04	'05	'06	'07
계	139,927	139,936	84,326	66,642	89,160	82,475	89,060	92,075
홍콩	86,688 (61.9)	47,547 (34.0)	29,797 (35.3)	14,245 (21.4)	25,892 (29.0)	21,780 (26.4)	19,799 (22.2)	21,133 (23.0)
일본	26,681 (19.1)	41,029 (29.3)	22,002 (26.1)	29,229 (43.9)	32,835 (40.2)	29,316 (35.5)	29,231 (32.8)	28,665 (31.1)
대만	4,778 (3.4)	25,630 (18.3)	17,931 (21.3)	7,187 (10.8)	10,323 (11.6)	8,213 (10.0)	13,814 (15.5)	17,348 (18.9)
미국	5,517	12,082	4,843	5,050	6,425 (7.2)	8,775 (10.6)	8,514 (9.6)	7,019 (7.6)
중국	16	1,985	1,308	3,108	5,011	4,751	7,173	3,568
베트남	208	1,318	1,827	2,198	1,908	3,299	3,452	5,741
수출국	56	65	66	80	73	72	71	78

자료 : 농림수산식품부, 2008, 「인삼통계자료집」 ; 농수산물유통공사, 2008, 「수출유망 농식품 통계정보」

Table 159. Comparison in cultural technologies of major ginseng production countries

구 분	한국(고려삼)	미국, 캐나다 (화기삼)	중국(고려삼)	열위구분
재배기술				우수
-과중, 재식밀도	이식, 소식	직파, 밀식	이식, 소식	
- 재배기간	4-6	3-4	5-7	
제품 체형	사람형	산발형	사람형	

자료 : 농촌진흥청, 2005, 「수출유망작물 해외 산업 및 연구동향」 ; 2002, 「농업경영개선을 위한 소득자료집」 (한국) ; 농협중앙회 인삼부, 2003, 「해외생산 및 유통현황 조사 요약」 (미국, 캐나다) ; 2005, 「지역혁신 특성화사업 인삼·약초산업 육성 정책포럼(1)자료집5」 에서 저자 재정리함.

Table 160. Comparison in productivity of major ginseng production countries (2005)

구 분	한국	중국	캐나다	미국	열위구분
호당면적(ha)	0.95	3~5	4~6	5~10	열위
생산비(원/kg)	21,317	3,590	8,604	6,440	열위
- 생산비차	-	5.9	2.5	3.3	3.9배
단수(kg/10a)	504	553	850	800	열위

자료 : 농림식품수산부·농수산물유통공사, 2007, 「인삼 세계화를 위한 마케팅 전략」

Table 161. Comparison in quality of major ginseng production countries.

구 분	고려인삼	서양삼	중국(삼칠삼)	중국(죽절삼)
원산지	한국, 만주	북미 동부	중국 운남	중국 운남, 일본
인삼 사포닌 함량	3-4%	4-5%	4-5%	-
인삼 사포닌 종류	34종	14종	15종	8종
산성 다당체	7.47%	2.09%	2.25%	-
수용성 단백질	38.0mg/g	11.4mg/g	17.0mg/g	-
항기성분 조성비	1.29	0.06	0.58	-

자료 : 김영만, 2006, 「인삼산업 현황과 중장기 발전대책」, 농협중앙회 ; 성명환 외 9명, 2004, 「WTO/DDA 협상 타결이 인삼산업에 미치는 영향과 경쟁력 제고 방안」, 한국농촌경제연구원에서 저자 재정리함.

Table 162. Comparison in price competitiveness of major ginseng production countries (2005)

구 분	한국	중국	캐나다	미국	열위구분
홍삼가격 (\$/6년, kg)	155.1	13.0	20.1	31.5	열위
- 가격차	-	11.9	7.7	4.9	8.2배

주 : 거래가격은 홍콩 거래가격 기준임.

자료 : 농림식품수산물·농수산물유통공사, 2007, 「인삼 세계화를 위한 마케팅 전략」

Table 163. Change in market share rate of major ginseng production countries.

(unit : x 1000 dollor)

	수출입 실적	한국	중국	미국	캐나다	기타	계
'04	수출	52,236(21.7)	49,115(20.4)	33,324(13.8)	47,021(19.5)	59,134(24.6)	240,830(100)
	수입	1,037(0.4)	22,322(9.2)	20,270(8.4)	6,871(2.8)	192,197(79.2)	242,697(100)
'05	수출	41,413(20.5)	38,632(19.1)	23,535(11.6)	58,805(29.1)	39,762(19.7)	202,147(100)
	수입	1,081(0.6)	8,515(4.4)	18,825(9.7)	9,092(4.7)	156,167(80.6)	193,680(100)
'06	수출	46,185(20.1)	36,904(16.1)	35,348(15.4)	73,685(32.1)	37,164(16.2)	229,286(100)
	수입	1,853(0.9)	5,940(2.9)	32,344(15.8)	11,571(5.7)	150,765(74.5)	202,473(100)
3년간 평균	수출	46,611(19.2)	41,550(18.5)	30,735(13.7)	59,837(26.7)	45,353(20.0)	224,088(100)
	수입	1,324(0.6)	12,259(5.8)	23,813(11.2)	9,178(4.3)	166,376(78.1)	212,950(100)

주 : 인삼 수출입실적은 HS 1211.20 기준(엑기스, 음료, 차, 제품은 제외)

자료 : Globis Atlas, 무역협회 자료를 토대로 저자 재구성함.

제 7 장 참고문헌

- A. O. A. C. 2000. Official methods of analysis 17th Ed., Gaithersburg, MD, official Method. 991: 36, 2004.
- Agnese, A. M., C. Perez and J. L. Cabrera. 2001. *Adesmia aegiceras*: antimicrobial activity and chemical study. *Phytomedicine*. 8(5): 389-394.
- Bae, S. J., N. H. Kim, S. B. Roh and B. M. Jung. 1998. The effects of *godulbaegi* extracts on the fluidity of phospholipid liposomes by DSC. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27(3): 518-524.
- Baek, N. I., D. S. Kim, Y. H. Lee, J. D. Park and S. I. Kim. 1996. Ginsenoside Rh₄, a genuine dammarane glycoside from Korean red ginseng. *Planta Medica*. 62: 86-87.
- Banwart, W. L., P. M. Porter, T. C. Granato and J. J. Hassett. 1985. HPLC separation and wavelength area ratios of more than 50 phenolic acids and flavonoids. *J. Chem. Ecol.* 11: 383-395.
- Blois, M. S. 1958. Antioxidant determinations by use of a stable free radical. *Nature*. 26: 1199-1200.
- Bradford, M. M. 1976. "Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding", *Anal. Biochem.* 72: 248-254
- Brand, M. H. 1997. Shade influences plant growth, leaf color, and chlorophyll content of *Kalmia latifolia* L. cultivar. *Hort Science*. 32: 206-208.
- Brekhman, II. and IV. Dardymov. 1969. New substances of plant origin which increase non-specific resistance. *Ann. Rev. Pharmacol.* 9: 419-430.
- Burnet, F. M. 1970. The concept of immunological surveillance. *Prog. Exp. Tumor Res.* 13: 1-27.
- Cha, Y. J., Y. M. Lee, Y. J. Jung, E. J. Jeong, S. J. Kim, S. Y. Park, S. S. Yoon and E. J. Kim. 2003. A nationwide survey on the preference characteristics of minor ingredients for winter Kimchi. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32(4): 555-561.
- Chang, C. C., M. H. Yang, H. M. Wen and J. C. Chern. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *J. Food Drug Anal.* 10: 178-182.
- Chen, G. X. and K. Asada. 1989. Ascorbate peroxidase in tea leaves: occurrence of two isozymes and the differences in their enzymatic and molecular properties. *Plant and Cell Physiology*. 30: 987-998.
- Cho, J. Y., A. R. Kim, E. S. Yoo, K. U. Baik and M. H. Park. 2002. Ginsenosides from *Panax ginseng* differentially regulate lymphocyte proliferation. *Planta Med.* 68(6): 497-500.
- Choi, C. S., K. I. Kim, H. D. Hong, S. Y. Choi, Y. C. Lee, K. T. Kim, J. Rho, S. S. Kim and Y. C. Kim. 2006. Phenolic acid composition and antioxidative activity of white

- ginseng(*Panax ginseng* C.A. Meyer). J. Ginseng Res. 30: 22-30.
- Choi, J. S., J. H. Park, H. G. Kim, H. S. Young and S. I. Mun. 1993. Screening for antioxidant activity of plants and marine algae and its active principles from *Prunus daviana*. Kor. J. Pharmacology. 24: 299-303.
- Choi, J. S., S. H. Park and I. S. Kim. 1989. Studies on the active principles of wild vegetables on biotransformation of drug. Kor. J. Pharmacogn. 20: 117-122.
- Choi, K. J., M. W. Kim, S. K. Hong and D. H. Kim. 1983. Effect of solvents on the yield, brown color intensity, UV absorbance, reducing and antioxidant activities of extracts from white and red ginseng. J. Korean Agric. Chem. Soc. 26: 8-18.
- Choi, K. J., S. C. Kim, M. W. Kim and K. Y. Nam. 1987. Identification of saponin and saponin in root, leaf and stem of ginseng by thin layer chromatography. J. Korean Agric. Chem. Soc. 30: 340-344.
- Choi, K. T., M. G. Lee, W. S. Kwon and J. H. Lee. 1994. Strategy for High-Quality Ginseng Breeding. Korean J. Breeding. 26(s): 83-91.
- Chung, Y. S., Y. H. Chang and J. H. Sung. 2006. The effect of ginseng and caffeine products on the antioxidative activities of mouse kidney. J. Ginseng Res. 30: 15-21.
- Egley, G. H., R. N. Paul, K. C. Vaughn and S. O. Duke. 1983. Role of peroxidase in the development of water-impermeable seed coats in *Sida spinosa* L. Plant. 157: 224-232.
- Elma, Z. T., E. Z. Ilan and I. H. Christina. 1991. Effect of ginsenoside Rg1 on insulin binding in mice liver and brain membrane. Phytotherapy Res. 5: 46-48.
- Folin, O. and Denis, W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. J. Biol. Chem. 12: 239-243.
- Fukumoto, L. R. and G. Mazza. 2000. Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. J. Agric. Food Chem. 48(8): 3597-3604.
- Han, B. H., M. H. Park Y. N. Han. 1981. Studies on the antioxidant components of Korean ginseng(III). Identification of phenolic acid. Arch. Pharm. Res. 4(1): 53-58.
- Han, B. H., M. H. Park, L. K. Woo, W. S. Woo and Y. N. Han. 1978. Proc. 2nd International Gin. Symp., Seoul, Korea. pp. 13-21.
- Han, B. H., M. H. Park, Y. N. Han and S. C. Shin. 1984. Studies on the antioxidant components of Korean ginseng, Antifatigue active components. Yakhak Hoeji. 28: 231-235.
- Hanna, N. and R. C. Burton. 1981. Definitive evidence that natural killer (NK) cells inhibit experimental tumor metastases *in vivo*. J. Immunol. 127: 1754-1758.
- Henishin, C. C., R. Lee, I. C. Wang and H. J. Liu. 1991. Effect of ginsenoside on central cholinergic metabolism. Pharmacology. 42: 223-229.
- Herberman, R. B. 1981. Natural killer (NK) cells. Prog. Clin. Biol. Res. 58: 33-43.
- Herberman, R. B. and J. R. Ortaldo. 1981. Natural killer cells: their roles in defenses against disease. Science. 214(4516): 24-30.
- Hong, C. K., S. B. Bang and J. S. Han. 1996. Effects of shading net on growth and yield of *Aster scaber* Thunb. and *Ligularia fischeri* Turcz. RDA J. Agri. Sci. 38: 462-467.

- Imori, K. 1983. Report of the studies on ginseng plant (in Japanese). Korea Monopoly Office.
- Jang, D. S., T. J. Ha, S. U. Choi, S. H. Nam, K. H. Park and M. S. Yang, 2000. Isolation of isoambrboin and isolipidiol from whole plants of *Youngia japonica* (L.) DC. Korean Journal of Pharmacognosy. 31: 306-309.
- Jang, J. G., K. S. Lee, D. W. Kwon and H. K. Oh. 1987. Chemical compositions of Korean ginseng with special reference to the part of ginseng plant. Korean J. Ginseng Sci. 11(1): 84-89.
- Jeon, H. K., S. C. Kim and N. P. Jung. 1991. Effects of ginseng saponin fraction and cyclophosphamide on the tumoricidal activity of mouse macrophage and the antitumor effect. Korean J. Ginseng Sci. 15: 99-105.
- Joo, C. N. and J. H. Kim. 1992. Study on the hypoglycemic action of ginseng saponin on streptozotocin induced diabetic rats (I). Korean J. Ginseng Sci. 16: 190-197.
- Jung, C. H., H. M. Seog, I. W. Choi and H. Y. Cho. 2005. Antioxidant activities of cultivated and wild Korean ginseng leaves. Food Chemistry. 92: 535-540.
- Jung, C. H., H. M. Seog, I. W. Choi, M. W. Park and H. Y. Cho. 2006. Antioxidant properties of various solvent extracts from wild ginseng leaves. LWT. 39: 266-274.
- Jung, M. C., J. B. Hwang, B. Namhgang, K. J. Park, J. H. Lim, Y. H. Choi and J. G. Jang. 2002. Technology development for improving qualities of Korean white ginseng foreign market. KFRI report, KFRI, Korea.
- Jung, M. Y., B. S. Jeon and J. Y. Bock. 2000. Free, esterified, and insoluble-bound phenolic acids in white and red Korean ginseng(*Panax ginseng* C.A. Meyer). Food Chem. 79: 105-111.
- Kang, S. Y. and N. D. Kim. 1992. The antihypertensive effect of red ginseng saponin and the endothelium-derived vascular relaxation. Korean J. Ginseng Sci. 16: 175-182.
- Karzel, K. 1987. 월간 한국인삼 87년 1월호. pp. 74.
- Keum, Y. S., S. S. Han, K. S. Chun, K. K. Park, J. H. Park, S. K. Lee and Y. J. Surh. 2003. Inhibitory effects of the ginsenoside Rg3 on phorbol ester-induced cyclooxygenase-2 expression, NF- κ B activation and tumor promotion. Mutat Res. 523-524: 75-85.
- Kim, D. J. and C. C. Chang. 1994. The effects of red ginseng extracts on antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation of the kidney in γ -postirradiated mice. Korean J. Ginseng Sci. 18: 25-31.
- Kim, G. E., S. H. Kim, H. S. Cheong, Y. B. Yu and J. H. Lee. 1998. Changes of chlorophylls and their derivatives contents during storage of green onion, leek and *godulbaegi* Kimchi. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27(6): 1071-1076.
- Kim, J. H. 1964. Factors affecting the received light intensity of ginseng plants (*Panax ginseng*). J. Nat'l. Acad. Sci. 5: 1-17.
- Kim, J. H. 1964. J. Kongju Teachers Coll. pp. 2.
- Kim, J. H. 1967. J. Kongju Teachers Coll. 5: 119.
- Kim, J. H. 1972. 15th annual meeting of Korea Society of Botany.

- Kim, J. S., K. W. Kim, K. J. Choi, Y. K. Kwak, K. S. Im, K. M. Lee and H. Y. Chung. 1996. Screening of antioxidative components from red ginseng saponin. *Korean J. Ginseng Sci.* 20: 173-178.
- Kim, J. Y., S. W. Oh and J. B. Koh. 1998. Effect of *Godulbaegi*(*Ixeris sonchifolia* H.) powder on growth, protein and lipid concentrations in rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27(3): 525-530.
- Kim, K. H., Y. S. Lee, I. S. Jung, S. Y. Park, H. Y. Chung, I. R. Lee and Y. S. Yun. 1998. Acidic polysaccharide from *Panax ginseng*, ginsan, induces Th1 cell and macrophage cytokines and generates LAK cells in synergy with rIL-2. *Planta Medica.* 64: 110-115.
- Kim, M. J. and N. P. Jung. 1987. The effect of ginseng saponin on the mouse immune system. *Korean J. Ginseng Sci.* 11: 130-135.
- Kim, M. W., S. R. Ko, K. J. Choi and S. C. Kim. 1987. Distribution of saponin in various sections of *Panax ginseng* root and changes of its contents according to root age. *Korean J. Ginseng Sci.* 11(1): 10-16.
- Kim, N. D., B. H. Han, E. B. Lee and J. Y. Kang. 1987. Studies on ginseng on antistress effects. *Kor. J. Pharmacog.* 10: 61-67.
- Kim, S. H. and K. S. Park. 2003. Effects of *Panax ginseng* extract on lipid metabolism in humans. *Pharmacol. Res.* 48: 511-513.
- Kim, S. I., J. H. Park., J. H. Ryu, J. D. Park, Y. H. Lee, J. H. Park, T. H. Kim, J. M. Kim and N. I. Baek. 1996. Ginsenoside Rg₅, A genuine dammarane glycoside from Korean red ginseng. *Arch. Pharm. Res.* 19: 551-553.
- Kim, S. I., J. Y. Na, D. H. Jo and C. Y. Lee. 1987. Extraction and purification of ginseng oligopeptides with antilipolytic activities. *Korean Agric. Chem. Soc.* 30: 88-94.
- Kim, Y. B. and Y. S. Lee. 1988. Inhibitory effects of red ginseng extract on preneoplastic nodule formation in the rat liver observed by rapid bioassay of carcinogenesis. *Korean J. Toxicol.* 4: 159-179.
- Kim, Y. K., Q. Guo and L. Packer. 2002. Free radical scavenging activity of red ginseng aqueous extracts. *Toxicol.* 172: 149-156.
- Kisaki, K. 1987. 월간 한국인삼 87년 4월호. pp. 86.
- Kitagawa, I. 1983. Chemical studies on crude drug processing. I. On constituents of ginseng radix rubra (1). *Yakugaku Zasshi.* 103: 612-622.
- Kitagawa, I., T. Taniyama, T. Hayashi and M. Yoshikawa. 1983. Malonyl ginsenoside-Rb₁, Rb₂, Rc, Rd, four new malonylated dammarane-type triterpene ginsenosides from ginseng radix. *Chem. Pharm. Bull.* 31: 3353-3356.
- Kiyohara, H., M. Hirano, X. G. Matsumoto, X. B. Sun and H. Yamada. 1994. Characterisation of an anti-ulcer pectic polysaccharide from leaves of *Panax ginseng* C. A. Meyer. *Carbohydrate Res.* 263: 89-101.
- Krygier, K., F. Sosulski, and Hogge. 1982. Free, esterified, and insoluble bound phenolic acids. 1. Extraction and purification procedure. *J. Agric. Food Chem.* 30: 330-336.
- Kwak, Y. S., H. J. Shin, Y. B. Song, J. S. Kyung, J. J. Wee and J. D. Park. 2005. Effect of

- oral administration of red ginseng acidic polysaccharide(RGAP) on the tumor growth inhibition. *J. Ginseng Res.* 29: 176-181.
- Kwank, C. G., B. Y. Lee, S. Y. Oh, S. I. Hong, D. J. Park and E. J. Kim. 1995. Study of the strategies to enhance the competitiveness of Korean white ginseng industry by improving taeguksam manufacturing process. KFRI report, KFRI, Korea.
- Lee, C. J., G. Y. Kim and H. W. Park. 2001. *Kimchi*. Daewon Press, Seoul. Korea. pp. 139.
- Lee, J. W., H. O. Sohn and J. H. Do. 2000. Function of the water soluble browning reaction products isolated from Korean red ginseng 2. Linoleic acid, Ox-brain autoxidant and Fe²⁺ ADP/NAD system. *J. Ginseng Res.* 24: 35-40.
- Lee, M. K., H. Park and C. H. Lee. 1987. Effect of growth condition on saponin content and ginsenoside pattern of *Panax ginseng*. *Korean J. Ginseng Sci.* 11(2): 233-251.
- Lee, M. S. and M. K. Kim. 1989. Volatile flavor components of *Youngia denticulata* and *Amaranthus lividus*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 21(4): 511-514.
- Lee, S. R., Y. S. Lee, S. C. Shin and E. S. Yoon. 1992. Chemical constituents of *Cynochum wilfordii*, *Codonopsis lanceolata* and *Ixeris sonchifolia*. *J. Oriental Bot. Res.* 5(1): 25-29.
- Lee, Y. B. 1994. Hydroponics - High tech agricultural techniques in 21th century. pp. 62-65.
- Lee, Y. E. 2005. Bioactive compounds in vegetables: Their role in the prevention of disease. *Korean J. Food Sci.* 21(3): 380-398.
- Lim, S. S., H. O. Jung and B. M. Jung. 1997. Effect of *Ixeris sonchifolia* H. on serum lipid metabolism in hyperlipidemic rats. *Korean Nutr. Soc.* 30(8): 889-894.
- Lu, J. C., X. Z. Feng, Q. S. Sun, H. W. Lu, M. Manabe, K. Sugahara, D. Ma, Y. Sagara and H. Kodama. 2002. Effect of six flavonoid compounds from *Ixeris sonchifolia* on stimulus-induced superoxide generation and tyrosyl phosphorylation in human neutrophils. *Clin. Chim. Acta.* 316(1): 95-99.
- Ma, J. Y., Z. T. Wang, L. S. Xu, G. J. Xu, S. Kadota and T. Namba. 1998. Sesquiterpene lactones from *Ixeris sonchifolia*. *Phytochemistry.* 48(1): 201-203.
- Matsukawa, Y., N. Marui, T. Sakai, Y. Satomi, M. Yoshida, K. Matsumoto, K. Nishino and A. Aoike. 1993. Genistein arrests cell cycle progression at G2-M. *Cancer Res.* 53: 1328-1331.
- Meyer, A. S., J. L. Donovan, D. A. Pearson, A. L. Waterhouse and E. N. Frankel. 1998. Fruit hydroxycinnamic acids inhibit human low-density lipoprotein oxidation *in Vitro*. *J. Agric. Food Chem.* 46(5): 1783-1787.
- Mishra, N. P., R. K. Mishra and G. S. Singhal. 1993. Changes in the activities of anti-oxidant enzymes during exposure of intact what leaves to strong visible light at different temperatures in the presence of protein synthesis inhibitors. *Plant Physiol.* 102: 903-910.
- MOA. 2004. Regulation of ginseng industry. Ministry of Agriculture. Korea, 11-1380000-001036-14.
- Moreira, A. S., V. Spitzer, E. E. Schapoval and E. P. Schenkel. 2000. Antiinflammatory

- activity of extracts and fractions from the leaves of *Gochnatia polymorpha*. *Phytother. Res.* 14(8): 638-640.
- Mosmann, T. 1983. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. *J. Immunol. Methods.* 65: 55-63.
- Ng, T. B. and H. Wang. 2001. Panaxagin, a new protein from Chinese ginseng possesses antifungal, anti-viral, translation-inhibiting and ribonuclease activities. *Life Science.* 68: 739-749.
- Okuda, H. 1995. Medicinal Korean ginseng 95. Kyoritsu Pub. Co., Tokyo, Japan, pp. 233.
- Oliveira, A. C. C., A. C. Perez, G. Merino, J. G. Prietp and A. I. Alvarez. 2001. Protective effects of *Panax ginseng* on muscle injury and inflammation after eccentric exercise. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C.* 130: 369-377.
- Ooi, L. S. M., W. Hua, C. W. Luk and V. E. C. Ooi. 2004. Anticancer and antiviral activities of *Youngia japonica* (L.) DC (*Asteraceae*, *Compositae*). *Journal of Ethnopharmacology.* 94(1): 117-122.
- Park, C. K., B. S. Jeon and J. W. Yang. 2003. The chemical components of Korean ginseng. *Food Ind. Nutr.* 8: 10-23.
- Park, H. S., T. H. Kwak, D. G. Moon, J. J. Kim and J. Chen. 2004. Development of the anti-cancer immunotherapy for human prostate cancer: in vivo characterization of an immunotropic and anti-cancer activities of the new polysaccharide from the leaves of *Panax ginseng* C. A. Meyer. *European Urology Supplements.* 2: 94-99.
- Park, S. N., S. W. Choi and Y. C. Boo. 1990. Effects of flavonoids of ginseng leaves on erythrocyte membranes against singlet oxygen caused damage. *Korean J. Ginseng Sci.* 14: 191-199.
- Park, S. N., S. W. Choi, Y. C. Boo, C. K. Kim and T. Y. Lee. 1990. Effects of flavonoids of ginseng leaves on erythrocyte membranes against singlet oxygen caused damage. *Korean Journal of Ginseng Science.* 14: 191-199.
- Park, S. S. 1977. Studies on the constituents and their biological activities of *Ixeris sonchifolia* Hance. *J. Biochem. Mol. Biol.* 10(4): 241-252.
- Park, S. S. and A. K. Kim. 1984. Studies on the browning of *Ixeris sonchifolia*. *Korea J. Pharmacogn.* 15(2): 78-84.
- Pettit, G. R., M. S. Hoard, D. L. Doubek, J. M. Schmidt, R. K. Pettit, L. P. Tackett and J. C. Chapus. 1996. Antineoplastic agents 338. The cancer cell growth inhibitory. Constituents of *Terminalia arjuna* (Combretaceae). *J. Ethnopharmacol.* 53(2): 57-63.
- Pollack, S. B. and L. A. Hallenbeck. 1982. *In vivo* reduction of NK activity with anti-NK 1 serum: direct evaluation of NK cells in tumor clearance. *Int. J. Cancer.* 29(2): 203-207.
- Prehn, R. T. 1971. Immunosurveillance, regeneration and cancer. *Prog. Exp. Tumor Res.* 14: 1-24.
- Riesenfeld, I., A. Orn, M. Gidlund, I. Axberg, G. V. Alm and H. Wigzell. 1980. Positive correlation between in vitro NK activity and *in vivo* resistance towards AKR lymphoma cells. *Int. J. Cancer.* 25(3): 399-403.

- Ryu, G. H. 2003. Present status of red ginseng products and its manufacturing process. *Food Industry and Nutrition*. 8: 38-42.
- Ryu, J. H., J. H. Park, T. H. Kim, D. H. Sohn, J. M. Kim and J. H. Park. 1996. A genuine dammarane glycoside, (20E)-Ginsenoside F₄ from Korean red ginseng. *Arch. Pharm. Res.* 19: 335-336.
- Ryu, S. Y., S. U. Choi, C. O. Lee, S. H. Lee, J. W. Ahn and O. P. Zee. 1994. Antitumor activity of some phenolic components in plants. *Arch. Pharmacol. Res.* 17(1): 42-44.
- Saito, H., K. Suda, M. Schwab and H. Thoenen. 1977. Potentiation of the NGF-mediated nerve fiber outgrowth by ginsenoside Rb1 in organ cultures of chicken dorsal root ganglia. *Jap. J. Pharm.* 27(3): 445-451.
- Saito, H., Y. Yoshida and K. Takagi. 1974. Effect of *Panax ginseng* root on exhaustive in mice. *Jap. J. Pharm.* 24: 119.
- Shi, W., Y. Wang, J. Li, H. Zhang and L. Ding. 2007. Investigation of ginsenosides in different parts and ages of *Panax ginseng*. *Food chemistry*. 102: 664-668.
- Shibata, S., O. Tanaka, K. Soma, Y. Iita, T. Ando and H. Nakamura. 1965. Studies on saponins and sapogenins of ginseng. The structure of panaxatriol. *Tetrahedron Lett.* 3: 207-213.
- Shibata, S., O. Tanaka, T. Ando, M. Sado, S. Tsushima and T. Ohsawa. 1966. Protopanaxadiol, a genuine sapogenin of ginseng saponins. *Chem. Pharm. Bull.* 14(60): 595-600.
- Shimoi, K., N. Saka, K. Kaji, R. Nazawa and N. Kinoshita. 2000. Metabolic fate of luteolin and its functional activity at focal site. *Biofactors*. 12: 181-186.
- Shin, J. G., J. W. Park, J. K. Pyo, M. S. Kim and M. H. Chung. 1990. Protective effects of a ginseng component, maltol(2-methyl-3-hydroxy-4-pyrone) against tissue damages induced by oxygen radicals. *Korean J. Ginseng Sci.* 14: 187-190.
- Shin, J. Y., E. H. Choi and J. J. Wee. 2001. New methods for separation of crude ginseng saponins. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33(2) in press.
- Shin, J. Y., J. Y. Song, Y. S. Yun, H. O. Yang, D. K. Rhee and S. Pyo. 2002. Immunostimulating effects of acidic polysaccharides extract of *Panax ginseng* on macrophage function. *Immunopharmacol Immunotoxicol.* 24: 469.
- Shin, S. C. 1988. Studies on the chemical components of wild Korean lettuce (*Youngia sonchifolia* Max.). *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 31(3): 261-266.
- Shin, S. C. 1993. Exploitation of the biologically active components in *Youngia sonchifolia* Max.. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 36(2): 134-137.
- Shin, S. C. 1996. Comparison of the properties of *Youngia sonchifolia* Max. for Kimchi preparation. *Korean J. plant Res.* 9(2): 105-112.
- Shoji, J. 1985. Recent advances in the chemical studies on ginseng. pp. 455-649. In: *Advances in Chinese Medicinal Materials Research*. Chang, H. W., Yeung, H. W., Tso, W. W. and Koo, A. (eds.). World Scientific Publishing Co., Singapore.
- Singh, V. K., S. S. Agarwal and B. M. Gupta. 1984. Immunomodulatory activity of *Panax*

- ginseng* extract. *Planta Medica*. 50(6): 462-465.
- Son, H. Y. and S. C. Chae. 2003. Effects of shading, potting media and plant growth retardant treatment on the growth and flowering of *Spiranthes sinensis*. *Kor. J. Hort. Sci. Tech.* 21: 129-135.
- Song, J. Y., S. K. Han, E. H. Son, S. N. Pyo, Y. S. Yun and S. Y. Yi. 2002. Induction of secretory and tumoricidal activities in peritoneal macrophages by ginsan. *Int. Immunopharmacol.* 2: 857-865.
- Sonoda, Y., T. Ksahara, N. Mukaida, N. Shimizu, M. Tomoda and T. Takeda. 1998. Stimulation of interleukin-8 production by acidic polysaccharides from the root of *Panax ginseng*. *Immunopharmacol.* 38: 287-293.
- Stutman, O. 1975. Immunodepression and malignancy. *Adv. Cancer Res.* 22: 261-422.
- Talmadge, J. E., K. M. Meyers, D. J. Prieur and J. R. Starkey. 1980a. Role of NK cells in tumour growth and metastasis in beige mice. *Nature (London)*. 284: 622-624.
- Talmadge, J. E., K. M. Meyers, D. J. Prieur and J. R. Starkey. 1980b. Role of natural killer cells in tumor growth and metastasis: C57BL/6 normal and beige mice. *Journal of National Cancer Institute*. 65(5): 929-935.
- Tanaka T., T. Kojima, T. Kawamori, N. Yoshimi and M. Mori. 1993. Chemoprevention of diethylnitrosamine-induced hepatocarcinogenesis by a simple phenolic acid protocatechuic acid in rats. *Cancer Res.* 53: 2775-2779.
- Tanaka, O. 1978. Chemistry of ginseng saponins; Aerial parts of *Panax ginseng* and its related plants, new natural sources of biologically active dammarane-saponins. *Proc. 2nd Int. Ginseng Symp.*, Korean Ginseng Research Institute, Seoul. pp. 145.
- Tanaka, O. and H. Kohda. 1975. 薬用ニンジンサポニンおよびその関連配糖の酵素加水分解について. *日本薬学雑誌*. 95(2): 246.
- Tanaka, O., M. Nagai, T. Ohsawa, N. Tanaka and S. Shibata. 1967. Stereochemistry of protopanaxadiol. *Tetrahedron Lett.* 5: 391-396.
- Tanaka, T., T. Kojima, T. Kawamori, A. Wang, M. Suzuki, K. Okamoto and H. Mori. 1993. Inhibition of 4-nitroquinoline-1-oxide-induced rat tongue carcinogenesis by the naturally occurring plant phenolics caffeic, ellagic, chlorogenic and ferulic acids. *Carcinogenesis*. 14: 1321-1325.
- The Great Dictionary of Chinese Medicine. 1985. Shanghai Science and Technology Press, Shanghai. pp. 1154.
- Wee, J. J., J. D. Park, M. W. Kim and H. J. Lee. 1989. Identification of phenolic antioxidant components isolated from *Panax ginseng*. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 32: 50-56.
- Woo, L. K., Y. Nakamura and L. Donat. 1965. Effect of Korean ginseng on the growth rate of cell. *Arch. Ital. Patol. Clin. Tumori*. 8: 53.
- Xie, J. T., S. R. Mehendale, A. Wang, A. H. Han, J. A. Wu, J. Osinski and C. S. Yuan. 2004. American ginseng leaf: Ginsenoside analysis and hypoglycemic activity. *Pharmacological Research*. 49: 113-117.
- Yahara, S., O. Tanaka and T. Komori. 1976. Saponins of the leaves of *Panax ginseng* C. A.

- Meyer. Chem. Pharm. Bull. 24(9): 2204.
- Yin, R., X. X. Deng, F. Han, Z. Song, W. M. Cheng, X. H. Chen and K. S. Bi. 2007. Determination of five components in *Ixeris sonchifolia* by high performance liquid chromatography. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. 43(4): 1364-1369.
- Young, H. S., J. S. Choi and J. H. Lee. 1992. Further study on the anti-hypercholesterolemic effect of *Ixeris sonchifolia*. Kor. J. Pharmacog. 23: 73-76.
- Yun, T. K., Y. S. Yun and I. W. Han. 1983. Anticarcinogenic effect of longterm oral administration of red ginseng on newborn mice exposed to various chemical carcinogens. Cancer Detect Prevent. 6(6): 515-525.
- 장동희, 우영숙, 이영경, 정승용. 1983. 고들빼기 김치의 유기성분(I)-유리아미노산에 관하여-. 한국식품영양학회지. 12(3): 225-229.
- 高木敬次郎. 1982. 和漢藥物學. 南山堂. pp. 23.
- 고병희. 1984. 월간 한국인삼 84년 4월호. pp. 62.
- 구경형, 이경아, 박완수. 2006. 인삼이 첨가된 배추김치의 발효중 품질 특성. 한국식품영양과학회지. 35(10): 1444-1448.
- 宮澤洋一. 1975. 農業および園芸. 50(1): 117.
- 김낙두. 1995. 인삼의 약리작용. 고려인삼학회 창립 20주년 기념 학술대회 연구발표 초록. 300.
- 김만옥, 최강주, 조영현, 홍순근. 인삼의 항산화 (抗酸化) 성분에 관한 연구. 1980. 인삼연구논문집. 1: 251.
- 김성진, 신순식, 서부일, 지선영. 2004. 산삼, 장뇌삼, 인삼의 항암 효과에 대한 비교연구. 대한분초학회지(분초분과학회지). 19(2): 41-50.
- 김영만. 2006. 인삼산업 현황 및 중장기 발전대책.
- 김영찬, 홍희도, 노정해, 조장원, 이영경, 임주혁. 2007. 수삼의 증숙 횟수에 따른 페놀산 함량 변화와 라디칼 소거활성. J. Ginseng Res. 31(4): 230-236.
- 김익제, 김학현. 1969. Carcinosarcoma 256 백서 골수 이식에 미치는 고려 인삼의 영향. 카톨릭의대 논문집. 16: 161.
- 김재길. 1984. 원색천연약물대사전. 남산당. p 42.
- 김행란, 이인선. 2008. 저장온도를 달리한 고들빼기김치의 품질특성 변화. 한국식품조리과학회지. 24(5): 617-625.
- 농업과학기술원. 2000. 토양 및 식물체 분석법. pp. 104-107.
- 농촌진흥청. 2000. 토양 및 식물체 분석법. 농업과학기술원, 농촌진흥청. pp. 202.
- 문제학, 나지이, 조정용, 이형재, 정진호, 박근형, 문영학. 2008. 고들빼기 뿌리와 줄기 및 잎으로부터 분리한 천연항산화물질 및 그의 분리방법. 등록특허(10-0844161).
- 박수선. 1977. 고들빼기(*Ixeris sonchifolia* H.) 성분 및 생물학적 활성에 관한 연구. 한국생화학회지. 10(4): 241-252.
- 박종대. 1995. 고려인삼의 화학성분에 관한 고찰. 고려인삼학회 창립 20주년 기념 학술대회 연구발표 초록. 299.
- 박종대. 1996. 고려인삼의 화학성분에 관한 고찰. Korean J. Ginseng Sci. 20(4): 389-415.
- 박훈, 이명구, 변정수, 이종화, 이종률. 1983. 원료삼의 품질향상에 관한 연구. 인삼연구보고서, 한국인삼연초연구소. 3: 105.

- 배송자, 김남홍, 하배진, 정복미, 노승배. 1997. 고들빼기 잎추출물이 흰쥐의 사염화탄소에 의한 간손상에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지. 26(1): 137-143.
- 배송자, 김남홍, 고진복, 노승배, 정복미. 1997. 고들빼기 식이가 간 독성을 유발한 흰쥐의 효소 활성에 미치는 영향. 한국영양학회지. 30(1): 19-24.
- 배송자, 노승배, 정복미. 1998. 고들빼기 추출물이 인지질막 Liposome의 안정성 및 유동성에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지. 27(3): 508-517.
- 山木昌弘. 1973. 代謝. 10: 119.
- 山本昌弘. 1979. 인삼연구. 1(2): 33.
- 小松曼者, 富森毅. 1966. オタネニンジン地上部の成分研究. 生藥學雜誌. 20: 21.
- 송태희, 김상순. 1991a. 인삼의 첨가가 김치의 가식기간과 기호성에 미치는 영향. 한국식생활문화학회지. 6(3): 237-244.
- 송태희, 김상순. 1991b. 인삼을 첨가한 김치의 품질특성에 관한 연구 -냉장보관을 중심으로-. 한국식품조리과학회지(구.한국조리과학회지). 7(2): 81-88.
- 신지영, 최언호, 위재준. 2001. 추출 및 분획조건에 따른 인삼 조사포넨 중 ginsenoside 조성 차이. 한국식품과학회지. 33(3): 282-287.
- 神戸中醫學研究會. 1979. 漢藥の臨床應用. 醫齒藥出版株式會社. pp. 301.
- 안영남, 이선영, 정명근, 최강주, 강광희. 2002. 4년생 인삼의 수확시기에 따른 ginsenoside 및 일반 화학성분의 변화. Korean J. Crop Sci. 47(3): 216-220.
- 안인옥, 이성식, 이장호, 이미자, 조병구. 2008. 인삼 신품종의 뿌리부위별 진세노사이드 함량 및 패턴비교. J. Ginseng Res. 32(1): 15-18.
- 양재원. 1995. 인삼제품의 가공현황과 연구동향. 고려인삼학회 창립 20주년 기념 학술대회 연구발표 초록. 305.
- 양한석, 서석수, 이경희, 이지현, 최재수. 1992. The Pharmaco - chemical Study on the Plant of *Ixeris* spp. - 1. Anti-hypercholesterolemic Effect of *Ixeris sonchifolia*. 한국식품영양과학회지. 21(3): 291-295.
- 양한석, 임광식, 최재수. 1992. The Pharmaco - chemical study on the plant of *Ixeris* spp. - 2. Flavonoids and free amino acid composition of *Ixeris sonchifolia*. 한국식품영양과학회지. 21(3): 296-301.
- 양한석, 최재수, 이지현. 1992. 고들빼기의 고콜레스테롤혈증 개선효과. 생약학회지. 23(2): 73-76.
- 오상환, 박광균. 1995. 홍삼투여가 발효식품 속에 들어있는 우레탄 대사산물에 의한 피부종양에 미치는 영향. 고려인삼의 연구(보고서). pp. 323.
- 윤여규. 1986. 지질과산화에 대한 Maltol의 항산화효과에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문.
- 윤택구. 1995. 고려인삼의 임상적 연구. 고려인삼학회 창립 20주년 기념 학술대회 연구발표 초록. 306.
- 이덕봉. 1974. 한국동식물도감, 식물편. 삼화서적주식회사. pp. 278.
- 이동필. 2003. 인삼시장개방화 전망과 시장변화 대응전략.
- 이병무, 이승기, 김형식. 1998. Inhibition of oxidative DNA damage 8-OHdG. and carbonyl contents in smokers treated with antioxidants (vitamin E, vitamin C, beta-carotene and red ginseng). Cancer Letter. 132: 219.
- 이승은, 이성우, 방진기, 유영주, 성낙술. 2004. 인삼의 부위별 항산화 활성. 한국약용작물학회

- 지. 12(3): 237-242.
- 이승필, 김상국, 정상환, 최부술, 이상철. 1998. 차광처리에 따른 더덕의 조성분과 정유성분 변화. 한국약용작물학회지. 6(2): 149-153.
- 이열남, 이호영, 이유미, 김신일, 김영숙, 김규원. 1997. Ginsenosides에 의한 F9 기형암종세포의 분화유도 과정에서 cAMP의 작용. 고려인삼학회지. 21: 141.
- 이종철, 천성기, 김요태, 조재성. 1980. 차광하의 온도 및 광도가 고려인삼의 광합성 및 근생장에 미치는 영향 한국작물학회지. 25(4): 91-96.
- 이중화. 1983. 경희대학교 대학원 박사학위 논문.
- 이창복. 1980. 대한식물도감. 향문사. pp. 786.
- 이희덕, 허성수. 1996. 苦菜(왕고들빼기) 生育特性和 食用方法. 한국자원식물학회지. 9(1): 41-46.
- 장경숙, 김미정, 김순동. 1995. 인삼침가가 배추김치의 보존성과 품질에 미치는 영향. 한국영양식량학회지. 24(2): 313-322.
- 장현기. 1998. 인삼엽의 채엽시기에 따른 사포닌 성분의 함량 및 조성. 한국식품영양학회지. 11(1): 82-86.
- 정노팔, 진승하. 1995. 고려인삼의 생리·생화학적 효과. 고려인삼학회 창립 20주년 기념 학술대회 연구발표 초록. 301.
- 정태현. 1972. 한국식물도감, 초본부. 교육사. pp. 744.
- 齊藤洋. 1973. 代謝. 10: 94.
- 조성환. 1977. 한국인삼의 사포닌에 관한 연구; 인삼지상부 사포닌 함량에 관하여. 한국농화학회지. 20: 142.
- 조재성, 목성균, 원주연. 1998. 최신인삼재배. 선진문화사.
- 조재성, 원주연. 1984. 고려인삼엽의 광합성능력에 관한 연구 제 1 보 저년생 고려인삼 광합성능력의 계절적 변이 한국작물학회지. 29(1): 89-97.
- 천상욱. 2010. 차광처리에 따른 시설하우스 재배 고들빼기의 생육 및 생리활성. 한국잡초학회지. 30(3): 215-224.
- 村用勇. 1980. 인삼연구. 2(2): 55.
- 최강주. 1989. 인삼연구. 2(2): 34.
- 황은영, 류홍수, 전순실, 박건영, 이숙희. 1995a. Effect of Godulbaegi(Korean Lettuce, *Ixeris sonchifolia* H.) Kimchi on the in vitro Digestibility of Proteins. 한국식품영양과학회지. 24(6): 1010-1015.
- 황은영, 류홍수, 전순실, 박건영. 1995b. 고들빼기김치 식이섬유질의 식품학적인 특성. 한국식품영양과학회지. 24(3): 404-408.
- 황진봉, 하재호, 허우덕, 남궁배, 이부용. 2005. 국내산 백삼과 태극삼의 크기 및 연근별 인삼사포닌 함량. 한국식품과학회지. 37(3): 508-512.

주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부에서 시행한 생명산업기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부에서 시행한 생명산업기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.