

어젠다코드	3 - 13 - 43		구 분	세부완결	
기술분야코드	V1	기술유형코드	C05	작목구분코드	IC-03-1901
과제종류	기관고유		세세부사업		
연구과제 및 세부과제			수행기간	과제책임자 및 세부책임자	
강원 인삼 명품화 연구			'12~'14	인삼약초연구소	안문섭
1) 농약 대체 친환경 농자재 개발 및 안전 생산 기술			'12~'14	인삼약초연구소	김성일
2) 강원산 인삼 품질 표준 규격 연구			'12~'13	인삼약초연구소	정했님
3) 6년근 강원 인삼 유효성분 및 기능성 연구			'12	인삼약초연구소	정했님
색인용어	인삼, 친환경, 고품질, 명품화, 유효성분				

ABSTRACT

This study was carried out to get basic information for active components and physiological activity in different age(2~6-year-old) of *Panax ginseng* cultivated in Gangwondo.

Crude saponin content according to age of ginseng root cultivated at the field of Ginseng and Medicinal Plants Research Institute of Gangwondo Agricultural Research and Extension Services in Cheorwon, Gangwondo, was increased gradually for 6 years.

Average contents of crude saponin, total saponin and each ginsenosides(12 species) of 6-year-old ginseng root were higher than 4-year-old.

Non-saponin(such as acidic polysaccharide, total protein, polyacetylene, total polyphenol and flavonoid) level, and physiological activity(DPPH free radical scavenging activity, cytotoxicity against(MTT assay), inhibitory activity of nitric oxide) of 6-year-old ginseng root also were higher than those cultivated for shorter periods(3-, 4- and 5-year-old).

1. 연구목표

고려인삼은 전세계적으로 우수성을 인정받고 있는 오랜 전통의 문화상품으로 '01년 이후 연평균 16.6% 수준으로 지속적인 증가추세에 있는 소득작물이다.

최근 이상기후, 연작장해 문제 등의 여러 요인으로 6년근 중심의 홍삼 원료삼 생산 주산지가 남부지역에서 강원, 경기 등 북부지역으로 이동하고 있으며, 특히 강원지역은 신작지가 풍부하고 여름철 기후가 서늘하여 고품질 홍삼 원료삼 생산의 재배적지로 급부상하고 있다.

선행 연구자료에 따르면 기존 주산지의 경우 여름철 기온이 높아서 고온장해를 억제하기 위하여 해가림 자재를 PE4중직이나 차광판 등 투광율이 낮은 소재를 사용하는 반면, 강원지역 등 북부지역의 경우 상대적으로 서늘한 기후조건 때문에 병 발생이 적고, 광포화점이 높

아, 차광지 등 투광율이 높은 소재를 사용하여 광합성 효율 향상을 통한 수량 및 품질 개선이 용이하다(10. 강원도농업기술원). 그러나 기존 남부 주산지에 비해 재배경력이 짧고 신진농가가 많아 기술편차에 따른 작황 및 품질 변이가 크고, 객관적인 모니터링 자료가 부족하여 지역 환경 여건에 맞는 생산기술개발 및 품질관리 기준이 전무한 실정이다.

또한 기존의 인삼 품질은 주근과 1차 지근을 주로 활용하기 때문에 연근, 체형 및 가공적성 등을 고려한 전통적인 방식의 외관 중심 평가 기준이 일반적으로 적용되고 있으며, 최근 인삼을 원료로 하는 가공제품의 품질관리기준으로 주로 활용되는 인삼사포닌 함량의 경우에는 약재로 이용빈도가 낮은 세근이나 잎 등에 더 많이 분포하는 특징을 가지고 있기 때문에 기존 인삼품질 평가기준과 상충된 연구결과가 많아 생산 및 소비자 간의 혼란을 야기하는 원인이 되고 있다.

점차 재배면적이 증가하고 있는 강원지역의 인삼 브랜드 육성, 명품화 및 품질 차별화를 위해서는 원료삼의 표준화 및 품질향상이 선행되어야 하며, 이를 위한 과학적이고 객관적인 품질평가 및 관리기준이 확립되어야 한다.

따라서 본 과제는 효능 중심의 품질 판별 및 관리기준을 제시하고 강원 인삼의 품질 우수성을 입증하여 차별화하기 위한 기초자료를 얻고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

강원지역 6년근 인삼의 유효성분 특성을 연구하기 위하여 강원 인삼약초연구소 시험포장에서 동일한 재배조건에서 생산한 연근별(2~6년근) 시료를 8월, 10월에 각각 굴취하여 분석시료로 활용하였다. 시험에 사용된 인삼재배포장의 예정지관리는 기존에 논으로 사용하던 포장을 2년동안 호밀과 콩을 반복적으로 재배, 경운하여 준비하였으며, 식재 전년도 가을에 충분히 부숙된 인삼용 퇴비를 3,000kg/10a 수준으로 시용하여 로터리 작업 후 동서방향으로 두둑과 이랑을 상토높이 30cm, 폭 90cm 이랑폭 90cm로 설치하였다. 4월 초에 자경종 묘삼을 인삼 이식기를 이용하여 재식밀도를 칸(90×180cm)당 69주(7행×9열) 수준으로 식재한 후 이영을 피복하여 관리하였다. 연차적으로 예정지 관리 및 재배방식은 동일하게 수행하였으며, 해가림 시설은 후주연결식(전주높이 180cm, 후주높이 100cm, 폭 200cm) 방식에 청색차광지+ PE2중직(혹서기 설치) 철재해가림 자재를 사용하여 재배하였다. 기타 일반관리는 표준인삼경작방법에 준하였다(농촌진흥청, 2009).

지역별 인삼시료는 북부(강원)와 남부(풍기, 금산)지역으로 분류하여 각각 2012년 9~10월에 수확한 4년근과 6년근 수삼을 해당 지역의 인삼농협 계약재배품(중편)을 구입하여 시험재료로 사용하였다. 강원지역의 경우 4년생 생산농가가 거의 없으므로 강원 인삼약초연구소(철원) 시험포장에서 표준인삼경작방법으로 동일시기에 재배한 4년근을 대조 시료로 활용하였다. 기타 2세부과제의 강원 인삼 품질 표준규격 연구시료로 수집한 국내외 유통 인삼의 가공형태, 연근 및 등급별 시료(수삼 84여점, 백삼 60점, 홍삼 73점)의 분석결과를 국내 인삼 평균 비교자료로 활용하였다.

수삼시료는 Nile Blue 염색법으로 분비도관층수를 조사하여 실연근을 판별(이 등, 2001)하여 외형품질 조사 및 분석시료로 활용하였다. 기타 인삼의 뿌리특성조사는 농촌진흥청 농사시험연구조사기준에 준하여 실시하였으며, 각 처리별 평균간 비교 및 통계분석은 SAS 프로

그램의 Duncan 다중검정을 이용하여 비교분석하였다.

수삼은 동결건조방식으로 건조하였으며, 백삼시료는 수삼시료를 열풍건조(50℃)방식으로 수분함량이 10%가 될 때까지 건조하여 활용하였고, 홍삼은 홍삼제조기(30A, 삼생공업)를 이용하여 96℃ 4시간 증자, 4℃에서 2시간 예냉처리 후 80℃에서 수분함량 50% 수준까지 1차 건조를 수행한 후 다시 50℃조건으로 수분함량이 10%가 될 때까지 2차 건조 후 시험재료로 활용하였다. 분석용 시료는 동결건조하여 분쇄(MF10, IKA)한 후 분말시료를 100호체(150 μ m)에 통과시켜 분석시료로 사용하였다.

(시험 1) 강원 6년근 인삼 유효성분 연구

가. 연근판별 : 분비도관층수 조사법

평균 동체 크기의 인삼을 10개 채씩 선발해서 광학현미경 관찰을 위해 이들 소편을 Lillie's neutral buffered formalin, FAA에서 고정한 후, section에 의해 만들어진 절편으로 1% Nile blue로 염색하고 acetic acid 수용액(5%)으로 탈색한 뒤, 광학현미경을 사용하여 분비도관을 관찰하고 실 연근을 분비도관층 수+1로 산출하였다(이 등, 2001)

나. 엑스 및 조사포닌 함량(수포화부탄올 추출 중량법)

시료에 80% ethyl alcohol을 넣고 80℃에서 1시간 환류추출한 다음 여과하고 잔사를 2회 반복 추출하여 여액을 감압 농축한 후 수율을 조사하여 엑스함량을 산출한 후 조사포닌 함량 분석시료로 활용하였다. 조사포닌(crude saponin) 함량은 시바타법(Shibata et al, 1966)에 따라 시료를 증류수에 현탁하여 분액갈매기에 넣고 diethylether로 처리하여 지용성 물질을 제거한 후, 수가용부에 수포화 n-butanol로 처리하여 얻은 n-BuOH 층을 합하여 감압농축한 수율을 측정하였다.

다. 진세노사이드 함량

조사포닌 정량분석 후 해당 시료를 50% methanol로 용해하여 0.25 μ m membrane filter로 여과하고 그 여과액을 HPLC(nonospace SI-2, Shiseido)를 사용하여 진세노사이드 개별 정량 분석을 수행하였다. 이동상은 10% acetonitrile와 90% acetonitrile를 사용하였고, 컬럼은 Cadenza CD-C18(3 μ m) 25 \times mm flow rate는 600 μ l/min, UV detector(203nm) 활용하여 측정하였다. 사포닌 표준품은 Chromadex에서 생산된 ginsenoside(Rb1, Rb2, Rb3, Rc, Rd, Re, Rf, Rg1, Rg2, Rg3, Rh1, Rh2) 총 12종을 이용하여 개별 진세노사이드 함량 분석 후 총사포닌 함량과 PD/PT율을 산출하였다(김 등, 2008).

라. 산성다당체 정량

분말시료 5g을 증류수 50ml를 가한 후 85℃에서 1시간 추출 후 여과하여 여액 2ml에 8ml의 80% Ethyl Alcohol을 가하여 섞은 후 4℃에서 9,220 \times g로 10분간 원심분리 하고 침전물에 다시 2ml의 증류수를 가하여 완전히 용해시킨 후 증류수로 50배 희석하여 0.5ml를 취

해서 carbazole(0.1% in Ethyl Alcohol) 0.25ml와 c-H₂SO₄ 3ml를 넣고 85℃에서 5분간 끓인 후 15분간 실온에 방치하여 525nm에서 흡광도를 측정하였으며 측정 결과는 순수 산성다당체의 표준곡선과 비교하여 그 농도를 결정하였다(Do et al, 1993).

마. 인삼단백질 정량

각각의 분말시료 5g을 hexane으로 3회 반복하여 탈지한 후 증류수 20ml를 가하여 90분간 각반 진탕하여 4,600×g로 30분간 원심분리한 후 상등액의 일정량을 Lowry법에 의하여 수용성 단백질을 정량하였다(Choi et al. 1985).

바. 조 polyacetylene 량

분말시료 10g에 Petroleum Ether 40ml를 가하여 상온에서 1시간 동안 상온에서 sonicator로 추출 여과하여 농축하고 30℃에서 진공건조기에서 3일 동안 건조하여 항량이 될 때까지 무게를 측정하여 조 polyacetylene 량을 측정하였다.(Park, 1996)

사. 총페놀함량 및 총플라보노이드 함량

총페놀화합물 함량은 Folin-Denis방법(Singleton과 Rossi, 1965)에 따라 분석하였다. 80% 메탄올 추출물을 1mg/ml 농도로 조제한 후 시료 1ml에 증류수 3ml를 첨가하고, Folin & Ciocalteu's phenol reagent 1ml를 첨가한 후 27℃ Shaking bath에 혼합하여 5분후 NaCO₃ 포화용액 1ml를 넣어 혼합하여 실온에서 1시간 방치한 후 640ml에서 분광광도계로 흡광도를 측정하였다. 총페놀화합물 함량은 표준물질 ferulic acid의 농도 [mg ferulic acid equivalents(FAE) kg⁻¹ DW, 이후로 mg kg⁻¹로 표시함] 를 이용하여 검량선을 작성한 후 정량하였다. 총플라보노이드 함량 측정은 Bao 등(2005)의 spectrophotometer법으로 수행한 것으로 각 시료 0.1g 에 75% methanol을 가하여 실온에서 하룻밤 동안 추출한 다음 이 검액 1.0ml를 시험관에 취하고 10ml의 diethylene glycol을 가하여 잘 혼합하고 다시 여기에 1N NaOH 0.1ml를 잘 혼합시켜 37℃의 water bath에서 1시간 동안 반응시킨 후 420nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 naringin을 이용하여 작성하고 이로부터 총플라보노이드 함량을 측정 [mg naringin equivalents(FAE) kg⁻¹ DW, 이후로 mg kg⁻¹로 표시함] 하였다.

(시험 2) 강원 6년근 인삼 기능성 연구

가. 전자공여능(electron donating ability, EDA)

Blois(1958)의 방법을 변형하여 측정하였다. 추출물 0.1 mL에methanol 4 mL, 0.15 mM DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 1 mL를 혼합하여 실온에서 30분간 안정화시킨 다음 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. Sample 첨가구와 무 첨가구의 흡광도 차이를 측정하여 백분율로(%)로 계산하였다.

나. 환원력 측정

Reducing power는 Oyaizu(1986)의 방법을 변형하여 측정하였다. 70% ethanol 추출물(10 µg/mL) 30, 60, 90 µL에 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 6.6) 500 µL, 1% potassium ferricyanide 500 µL를 각각 혼합하여 50°C에서 20분 동안 반응시킨 후 10% trichloroacetic acid 2.5 mL을 가하였다. 위 반응액을 650 rpm에서 10분간 원심분리하여 상층액 500 µL에 증류수 500 µL, 1% ferric chloride 100 µL를 가하여 혼합한 반응액의 흡광도 값을 700 nm에서 측정하였다.

다. MTT assay에 의한 세포 생존율 측정

세포를 96 well plate에 5×10^5 cells의 세포농도로 seeding 한 후 37°C, 5% CO₂ incubator에서 plate 바닥에 세포가 유착되어 안정될 때까지 증식시킨 후 농도별로 처리하여 24시간 배양하였다. 배양시간이 끝난 후 MTT 용액(5 mg/mL, PBS) 10 µL를 첨가하여 37°C incubator에서 2시간 동안 반응시켰다. 2시간 반응 후에는 100 µL의 dimethyl sulfoxide (DMSO)를 첨가하여 살아있는 세포의 생장에 의해 생성된 보라색 formazan을 용해시켰다. 그 후 분광광도계를 이용하여(Amersham Bioscience, Piscataway, NJ, USA) 540 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. 세포생존율은 대조군의 흡광도를 100%로 하여 각 처리군의 흡광도를 상대적인 백분율로 나타내었다.

라. 항염 실험

염증반응은 내독소인 LPS(Lipopolysaccharide, Sigma-Aldrich Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하여 Raw264.7 cell에 처리하고 인삼추출물을 첨가하여 생성되는 염증 유발물질인 nitric oxide(NO)량을 Griess 시약으로 측정하였다. 즉, 세포배양 상등액과 Griess 시약을 1:1로 혼합하여 96-well plate (Costar, New York, NY, USA)에 반응 후 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

(시험 1) 강원 6년근 인삼 유효성분 연구

강원 지역의 경우 6년근 홍삼 원료삼 생산을 목적으로 하는 계약재배 면적이 85% 이상을 차지하고 있으며, 대부분 우수 체형의 인삼을 생산하기 위하여 이식재배를 한다. 이식재배시 일반적으로 3년생까지는 길이생장이 활발하고, 3년생 이후부터 근직경 및 근중의 증가율이 높아지다가 6년근이 되면 홍삼 가공적성에 적합한 수준으로 동체와 각부의 균형이 잘 이루어진 뿌리의 형태를 갖추게 되는 것으로 알려져 있다.(조 등, 1998) 따라서 연근별 정확한 유효성분 함량을 비교분석하기 위하여 철원 인삼약초연구소에서 동일 조건으로 재배한 연근별 재배포장의 시료를 수확하여 3~6년근의 뿌리 부위별 분포비율 및 건조수율을 조사하였다.[그림 1]

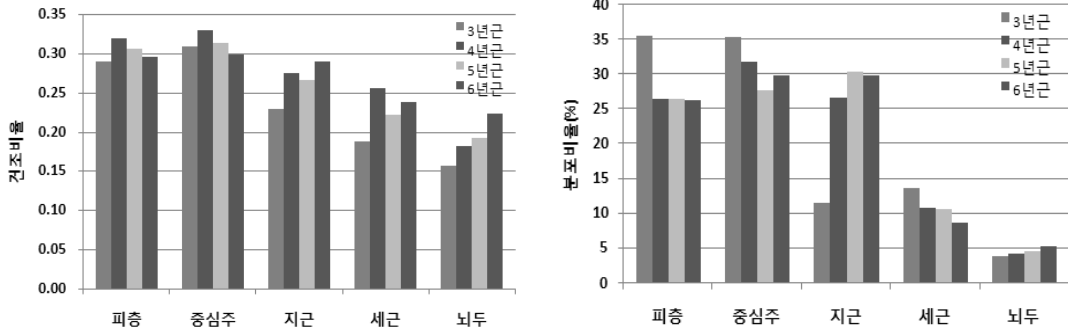


그림 1. 인삼 연생 및 부위별 분포특성 비교

연근이 증가할수록 지근과 뇌두의 비율은 증가하는 특성을 보였으며, 중심주와 피층의 비율은 4년근에서 최대가 되었다가 5~6년근에 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 반대로 세근의 경우 연근이 늘어날 수록 분포비율은 감소한 반면 건조비율은 높아지는 특성을 보였다.

4년근과 6년근의 부위별 80% 에탄올 엑스수율과 조사포닌 함량을 비교 분석한 결과 동일 부위에서도 연근별로 함량 차이가 발생하였고, 세근의 엑스수율을 제외한 모든 부위에서 6년근이 4년근에 비해 엑스수율과 조사포닌 함량이 높은 것으로 나타났다(그림2).

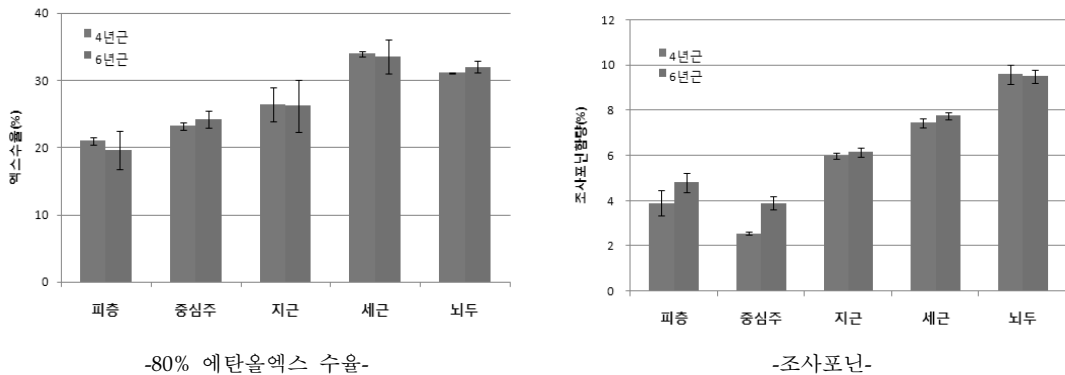


그림 2. 4년근과 6년근 인삼의 부위별 엑스수율(80% 에탄올) 및 조사포닌 함량 비교

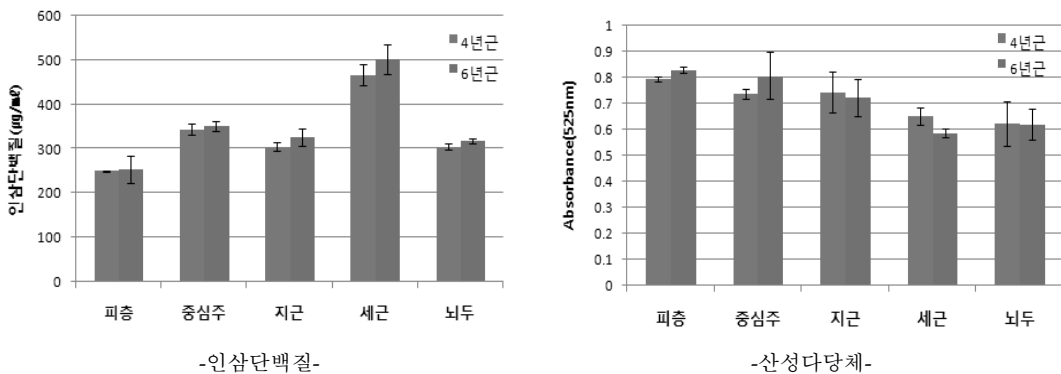


그림 3. 4년근과 6년근 인삼의 부위별 인삼단백질 및 산성다당체 함량 비교

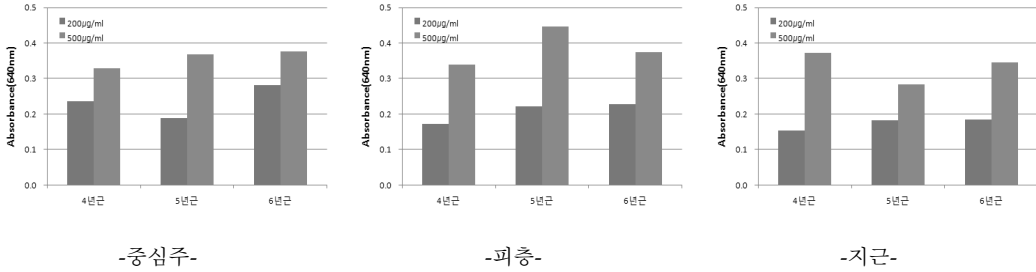
일반적으로 인삼은 6년근까지 연생이 증가할수록 사포닌 함량과 기타 생리활성이 지속적으로 증가하는 것으로 알려져 왔으나, 2000년대 들어서 지역에 따라 재배방법이 다양해지고 여러 지역에서 형태의 인삼 생산, 가공 및 유통이 이루어지면서 연근별 약리성분 함량에 대한 상이한 연구결과들이 보고되면서 4년근과 6년근의 유효성분 함량 및 효능 비교가 논란의 중심이 되고 있다.

인삼 고유특성상 다년생 작물로 생육이 느리고 매년 기상특성, 재배환경에 따른 작황 및 품질편차가 매우 커서 재배지역, 연근, 시료 채취조건, 분석방법 등 연구자에 따라 비슷한 내용의 분석결과가 상이한 경우가 나타나기 쉬운데, 같은 조건에서 채취한 시료에서도[그림 2] 6년근의 피층, 지근, 세근 부위의 경우 시료간의 표준편차가 높은 것은, 4년근까지는 재배상 큰 어려움이 없지만, 5년근 이상의 고년근으로 갈수록 재배환경 및 병해 등의 외부요인에 의한 영향이 크기 때문인 것으로 추정되며, 앞으로 이러한 환경요인에 따른 오차를 줄이기 위하여 비교 분석시료간의 채취부위와 외부 환경요인과의 상관관계를 보다 면밀히 검토하여 분석시료 자체에서 발생할 수 있는 오차를 줄일 수 있는 표준화된 분석법이 새로이 정립되어야 할 것이다.

인삼사포닌은 인삼의 주요 생리활성 성분으로 알려져 있지만, 실제로 ginsenoside의 부위별 함량의 분포를 보면 주근보다는 세근이나 잎 등에서 현저히 높아서, 고년근의 주근을 중시하는 전통적인 품질기준과 실제 사포닌 함량이 서로 일치하지 않으며, 따라서 인삼사포닌의 함량이 품질의 절대기준이 된다고 할 수는 없다(남 등, 1998). 최근에는 인삼의 주요 생리활성물질로 많이 알려져 있는 인삼사포닌(ginsenosides) 외에 인삼단백질, 산성다당체, polyacetylene, 페놀성물질 등 비사포닌계 유효성분들도 중요한 약리효능이 있는 것으로 보고되어 있으며, 특히 항암, 면역증강 등의 효능이 있다고 보고되는 산성다당체(Shin et al, 2002)와 방사선 방어작용등이 보고되고 있는 인삼단백질(Kim et al, 1985) 등이 새로운 인삼의 생리활성 신소재로 관심을 불러일으키고 있다(양 등, 2006). 실제로 인삼의 효능연구는 대부분 특정 ginsenoside에 국한되어 있지 않으며, 거의 대부분 ginsenoside 이외 비사포닌계 성분을 포함한 복합성분들이 포함된 시료를 가지고 도출한 결과이며, 때문에 다양한 종류의 유효성분 함량에 대한 비교 검토 또한 같이 병행하여야 한다.

대표적인 인삼의 비사포닌계 유효성분 인삼단백질과 산성다당체를 연근 및 채취부위별로 비교분석한 결과[그림 3] 인삼단백질은 6년근(평균 $293.3 \pm 12.09 \mu\text{g}/\text{mL}$)이 모두 4년근(평균 $254.5 \pm 12.41 \mu\text{g}/\text{mL}$)에 비해 모든 부위에서 높게 나타난 반면, 산성다당체의 경우에는 피층과 중심주 등 홍삼 원료의 대부분을 구성하는 동체 부위에서는 6년근에서 함량이 높게 나타났으나 세근에서는 4년근의 함량이 다소 높았는데, 이는 앞에서 언급한 대로 고년근으로 갈수록 재배환경에 따라 생육 편차가 크고 세근 등의 뿌리발달이 영향을 많이 받아 나타나는 오차로 추정되었다.

기타 조polyacetylene, 폴리페놀, 플라보노이드 함량 비교분석 결과에서도 6년근이 4년근보다 다소 높은 경향을 보였으며[그림 4], 동일조건에서 재배한 경우 연근이 높아질수록 유효성분도 같이 증가하는 경향을 확인하였다.



* gallic acid : $y = 0.0056x - 0.0275 (R^2 = 0.9829)$

그림 4. 연생 및 부위별 총폴리페놀 함량 비교

연근 및 크기 등급별로 유효성분을 비교한 결과에서도 부위별 비교시험과 유사한 경향을 나타내었다[표 1]. 연근이 증가함에 따라 총사포닌(Total ginsenosides) 함량과 PD/PT율이 지속적으로 높아졌으며, 특히 PD계 및 PT계의 대표적인 ginsenoside인 G-Rb1과 G-Rg1의 함량이 각각 연차간에 뚜렷이 증가하여 6년근에서 각각 8.73µg/g 9.45µg/g 수준으로 가장 높은 것으로 나타났다.

표 1. 연생 및 등급별 ginsenoside 함량 및 PD/PT 비율 (µg/g)

구분	Rb1	Rb2	Rb3	Rc	Rd	Re	Rf	Rg1	Rg2	Rg3	Rh1	Rh2	R1	총사포닌	PD**	PT***	PD/PT
3년근	대	3.99	3.74	0.46	4.50	2.08	6.75	1.07	5.93	0.40	0.02	0.03	0.14	29.12	14.80	14.32	1.03
	소	3.49	3.63	0.44	4.14	1.92	6.30	0.98	5.16	0.37	0.02	0.01	0.02	26.62	13.66	12.83	1.06
4년근	대	5.01	3.41	0.41	3.66	1.80	4.67	1.21	7.52	0.28	0.01	0.04	0.01	28.07	14.32	13.72	1.04
	소	5.64	2.68	0.33	3.11	1.42	4.49	0.97	6.48	0.28	0.01	0.02	0.01	25.47	13.20	12.24	1.08
5년근	대	5.78	3.27	0.44	3.97	1.34	6.10	1.20	6.63	0.39	0.01	0.02	0.00	29.21	14.82	14.34	1.03
	소	5.78	3.11	0.45	4.40	1.47	6.10	1.21	6.63	0.48	0.02	0.01	0.00	29.71	15.23	14.44	1.05
6년근	대	8.73	3.62	0.49	4.50	0.95	5.21	1.50	9.45	0.26	0.01	0.02	0.00	34.91	18.30	16.45	1.11
	소	9.52	3.32	0.44	4.42	0.98	5.62	1.38	8.73	0.32	0.01	0.04	0.00	34.89	18.68	16.09	1.16

* 철원 인삼약초연구소 연근별 시험포장(자경종) 2012.8.6 채취

** PD(Protopanaxatriol saponin): Rb1+Rb2+Rb3+Rc+Rd++Rg3+Rh2

*** PT(Protopanaxadiol saponin): Rg1+Rg2+Re+Rf+Rh1

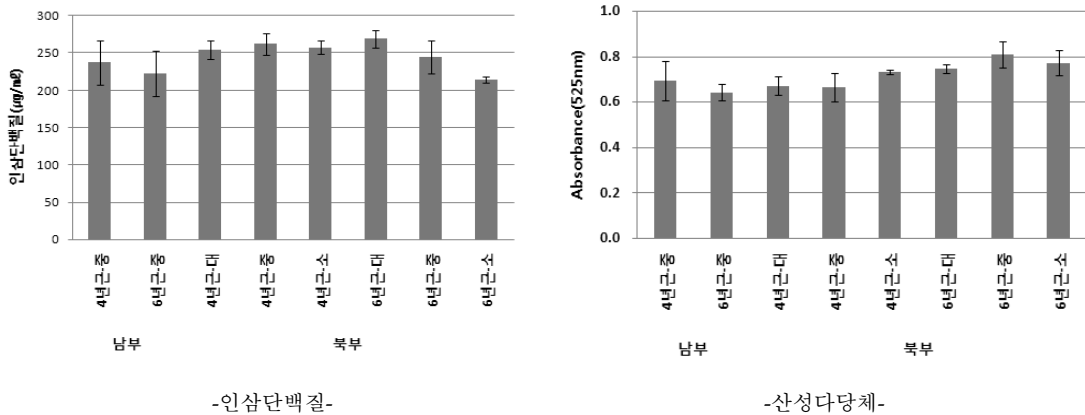


그림 5. 4년근과 6년근 인삼의 생산지역 및 크기등급별 비사포닌 유효성분 함량 비교

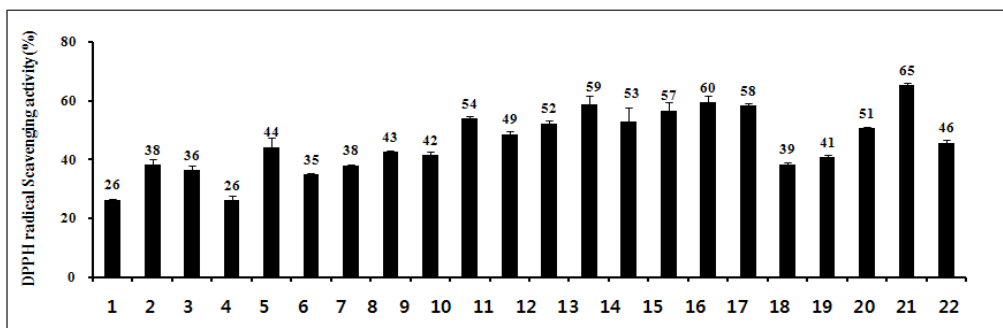
인삼단백질과 산성다당체의 경우에도 총사포닌과 마찬가지로 전반적으로 같은 등급에서는 연근이 증가함에 따라 유효성분 함량도 같이 증가하였으나(그림 5) 같은 연근에서도 크기등급에 따라 품질에 차이가 있었으며, 특히 6년근의 인삼단백질 함량의 경우 크기 등급에 따른 차이가 4년근과의 연근 차이보다도 더 크게 나타나 작황수준에 따른 품질 편차가 큰 것이 품질관리 요소 중 가장 큰 문제점으로 판단되었다.

최근 국내 8개 지역을 대상으로 수삼의 연근별 인삼 비사포닌 성분 함량을 비교한 연구결과에 따르면 인삼단백질은 고년근으로 성장하면서 지속적으로 증가하여 6년근에서 최대치를 나타낸 반면, 산성다당체는 4년근에서 최대 함유량을 보이고 5, 6년근으로 갈 수록 함유량이 점차 감소하였다고 보고한 바 있으나, 동일 조건에서 재배한 인삼을 연근과 크기등급별로 분류하여 비교분석한 본 시험의 경우에는 산성다당체를 비롯하여 다른 여러 약리성분 또한 역시 고년근으로 갈 수록 증가하는 경향을 확인할 수 있었다. 이러한 상이한 결과는 앞서서도 언급했듯이 환경요인에서 오는 편차가 크기 때문으로 추정되며, 이러한 결과를 바탕으로 정확한 재배환경요인에 따른 품질비교 분석 연구를 위해서는 샘플 수를 늘리고, 연차간 변이를 검정해야 하며, 채취부위 또한 변이값이 적은 동체 부위 등으로 제한하는 등 다른 외부환경요인에서 발생하는 오차를 줄이기 위한 객관적인 분석기준을 강화해야 할 것으로 사료되었다.

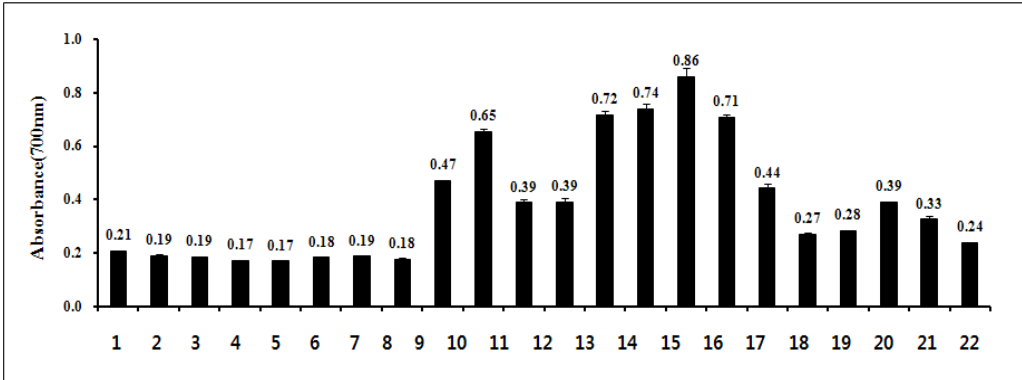
(시험 2) 강원 6년근 인삼 기능성 연구

고려인삼은 가공 및 이용방법에 따라 다소 차이가 있으나, 일반적으로 항산화, 항암, 항염, 면역활성, 항당뇨, 혈당강하 등이 주요 생리활성으로 널리 알려져 있으며, 그 외에도 약리성분 종류에 따라 다양한 효능이 보고되고 있다(천 등, 2011). 일반적으로 단일 성분을 이용하는 것이 아니라 다양한 인삼 함유성분의 복합물이 처방되기 때문에, 사포닌만으로 약리효능을 대표할 수 없으며 사포닌 이외의 여러 생리활성 기능이 있는 비사포닌계 성분함량, 그리고 이들간의 복합적인 작용에 의해 발현되는 종합적이고 실질적인 품질비교 평가를 하기 위해서는 기능성 중심의 연구가 병행되어야 한다(남 등, 1998).

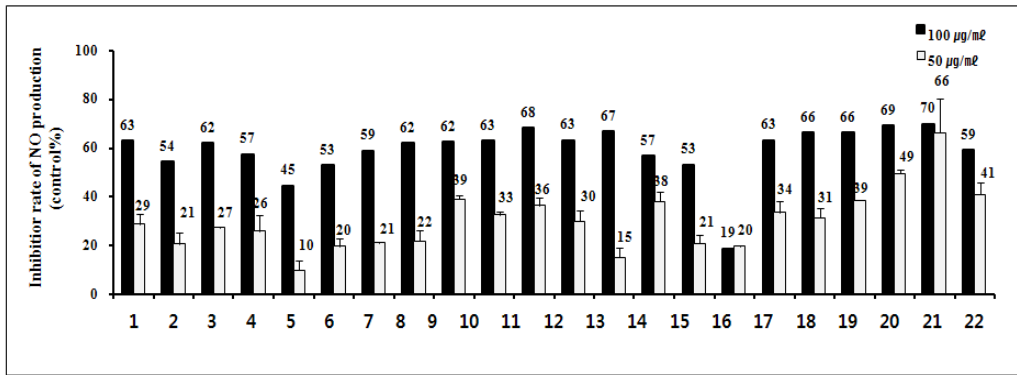
강원 6년근 인삼의 기능성 평가를 위해서 (시험1)과 동일 조건으로 시료를 선정하여 연근별 항산화, 항암, 항염, 면역활성 등의 생리활성 평가를 수행한 결과 유효성분 비교연구와 유사한 경향을 확인할 수 있었다(그림 6).



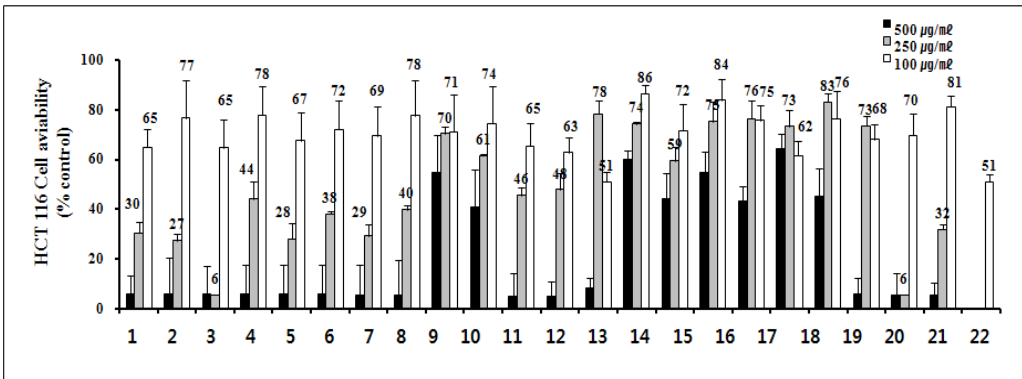
-DPPH 유효라디칼 소거활성-



-환원력 측정(Oyaizu 방법)-



-항염활성(NO assay)-



-항암활성(MTT assay)-

* colon cancer cell line, HCT 116 cell.

** 1~4 : 수삼 3~6년근(남부지역), 5~8 : 수삼 3~6년근(북부지역), 9~12 : 백삼(4/6년근, 북부/남부)
13~17 : 홍삼(4/6년근, 북부/남부), 18~22 : 기타

그림 6. 인삼 생산지역, 연근, 크기등급 및 가공형태별 생리활성 비교

대부분의 활성 스크리닝에서 홍삼가공군의 활성이 우수하였으며, 동일 가공형태와 등급기준에서는 연근이 증가할 수록 상대적으로 생리활성도 높아지는 경향을 나타내었다.

향후 연차간의 변이, 작황 및 기타 품질에 영향을 주는 요인들을 검토하여 강원 지역의 인삼 품질 표준화 및 명품화를 위한 객관적인 약리성분 정량분석 및 기능성 분석 기준을 확립하고 효능 중심의 품질개선 기반을 확립하기 위한 연구를 수행할 계획이다.

4. 적 요

(시험 1) 강원 6년근 인삼 유효성분 연구

- 가. 인삼의 연근별 뿌리발달특성을 비교한 결과 연근이 증가할수록 지근, 뇌두 비율 증가, 중심주와 피층 비율은 4년근에서 최대, 고년근에서 다소 감소추이, 세근은 고년근에서 비율이 감소하는 경향이었음.
- 나. 동일 조건에서 재배한 인삼의 연근별 유효성분 비교분석결과 4년근과 6년근의 부위 및 등급별 엑스수올(80% EtOH), 조사포닌 함량 및 비사포닌계 유효성분 등 대부분의 조사항목에서 6년근의 유효성분 함량이 높은 것으로 나타남
- 다. 고년근으로 갈수록 총사포닌(Total ginsenosides) 함량과 PD/PT율이 지속적으로 높아졌으며, 특히 PD계 및 PT계의 대표적인 ginsenoside인 G-Rb1과 G-Rg1의 함량이 각각 연차간에 뚜렷이 증가하여 6년근에서 각각 $8.73\mu\text{g/g}$ $9.45\mu\text{g/g}$ 수준으로 가장 높았음
- 라. 인삼의 비사포닌계 유효성분 인삼단백질과 산성다당체를 연근 및 채취부위별로 비교 분석한 결과 인삼단백질은 6년근(평균 $293.3\pm 12.09\mu\text{g/ml}$)이 모두 4년근(평균 $254.5\pm 12.41\mu\text{g/ml}$)에 비해 모든 부위에서 높게 나타난 반면, 산성다당체의 경우 예외적으로 세근에서는 4년근의 함량이 다소 높았으며, 이와 관련하여 연차간 변이 및 외부환경요인에 따른 품질편차 등의 추가 검토 필요성 제시
- 마. 조polyacetylene, 폴리페놀, 플라보노이드 함량 등의 비사포닌 유효성분 비교분석 결과에서도 6년근이 4년근 보다 높은 경향을 나타냄.

(시험 2) 강원 6년근 인삼 기능성 연구

- 가. 국내 인삼의 재배지역(10개소), 가공형태(홍삼 등 3종), 연생(2~6년) 및 등급(3수준)별 시료 수집 및 항산화, 항암, 항염, 항당뇨, 면역 등의 생리활성 스크리닝을 수행하였음
- 나. 가공형태별 비교분석결과 항산화, 항암, 항염활성은 홍삼 > 백삼 > 수삼 순으로 나타남.
- 다. 동일 가공형태에서는 연근이 증가할 수록 생리활성이 우수하여 6년근에서 가장 높게 나타났으며, 생산지와 등급별 비교평가의 경우 작황에 따른 편차가 크게 나타나 연차간 변이 검토가 필요할 것으로 판단되었음.

5. 인용문헌

강원도농업기술원. 2012. 시험연구보고서. p445-492.

권혁인, 최용의, 류귀진, 성명환, 허주녕, 이종희. 2003. 진품확인 및 품질인증체계를 활용한 고려인삼 유통 홍보체계 구축에 관한 연구. p94-181. 농림부 연구보고서.

김금숙, 현동윤, 김영옥, 이성우, 김영창, 이승은, 손영득, 이민정, 박충범, 박호기, 차선우, 송경식. 2008. 인삼의 진세노사이드 분석을 위한 추출 및 전처리법. 한국약용작물학회지. 16(6) : 446.

남기열, 고성룡, 최강주. 1998. 인삼의 품질과 약리활성 물질과의 상관성. 고려인삼학회지 22(4) : 274.

농촌진흥청. 2009. 인삼 표준영농교본. p104~266.

양병욱, 임병욱, 고성권. 2006. 수삼의 지역별 연근별 인삼 비사포닌 성분 함량 비교. 약학회지 50(4) : 215-219.

오동주. 2012. 재배환경이 인삼의 생육특성과 Ginsenoside 함량에 미치는 영향. p108-112. 부산대학교 박사학위논문.

이경환, 이성식, 이명구, 김은수. 2001. 인삼 분비도관의 조직화학적 염색에 의한 연근판별. 고려인삼학회지 25(2) : 101.

조재성, 목성균, 원준연. 1998. 최신인삼재배. p113-118. 선진문화사.

천상욱, 김영민. 2011. 재배인삼의 연령별 생리활성 차이 연구. 한국작물학회지. 56(1) : 80.

Choi, C. Yoon, S. H., Bae M. J. and An, B. J. 1985. Proteins and amino acid composition of Korea ginseng classified by years. Korean J. Food Sic. Technol. 17(1)

Do, J. H., Lee, H. O., Lee, S. K., Jang, J. K., Lee, S. D. and Sung, H. S. 1993. Colorimetric determination of acidic polysaccharide from Panax ginseng, its extraction condition and stability. J. Ginseng Sci. 17 : 139.

Shin J. Y., Song, J. Y., Yun, Y. S., Yang, H. O., Rhee, D. K. and Ryo, S. 2002. Immunostimulating effects of acidic polysaccharides extract of Panax ginseng on macrophage function. Immunopharmacology 38 : 287.

Kim C. M. and Han G. S. 1985. Radioprotective effects of ginseng proteins. Yakhak Hoeji 29 : 246.

Park, J. D. 1996. Recent studies on the chemical constituents of Korean ginseng. Korean J. Ginseng Sci. 20 : 389

Shibata, S. et al. 1966. Chemical studies on oriental plant drugs(XIV). Protopanaxadiol, a genuine sapogenin of ginseng saponins. Chem. Pharm. Bull. 14 : 595.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제목
2012(1년)	기초자료	강원 인삼 재배조건, 연근 및 부위별 유효성분 함량 강원 인삼 가공형태, 연근 및 등급별 기능성 탐색

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
					'12
과제책임자	인삼약초연구소	농업연구관	안문섭	과제 총괄	○
1세부책임자	〃	농업연구사	김성일	주관수행	○
2세부책임자	〃	〃	정햇님	주관수행	○
3세부책임자	〃	〃	정햇님	주관수행	○
공동연구자	〃	〃	이광재	분석업무지원	○
〃	환경농업연구과	〃	허수정	공동연구수행	○
〃	인삼약초연구소	기능직	이상규	조사업무지원	○
〃	〃	〃	윤석원	조사업무지원	○
〃	〃	시험보조원	사여진	조사분석업무	○
〃	농식품연구소	농업연구관	허남기	공동연구지원	○