

홍삼 및 청국장 융합소재를 이용한  
기능성 건강식품 개발

Development of Functional Health Foods  
Using Fusion Ingredients of Red Ginseng  
and *Cheonggukjang*

연구기관  
경북대학교

농림부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “홍삼 및 청국장 융합소재를 이용한 기능성 건강식품 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2008년 4월 24일

주관연구기관명 : 경북대학교

총괄연구책임자 : 권 중 호

세부연구책임자 : 최 명 숙

문 광 덕

연 구 원 : 전은주, 김교연, 김상태  
최맑음, 장지현, 신진기  
권영주, 이정은, 김동길  
노정은, 김동주, 신수경  
여지영, 강영진 (경북대)  
신현길, 김영남, 김기석  
(한동대), 조순행, 이치무  
(풍기인삼농협)

위탁연구기관명 : 계명대학교

위탁연구책임자 : 정 용 진

연 구 원 : 우승미, 백창호, 구영아  
신경아

# 요 약 문

## I. 제 목

홍삼 및 청국장 융합소재를 이용한 기능성 건강식품 개발

## II. 연구개발 목적 및 필요성

고려 홍삼 및 전통 청국장 소재의 기능성을 강화하여 융합가공 한 건강식품을 개발하여 인삼의 신수요 창출과 전통 청국장의 고품격 브랜드 상품화를 위한 기반 기술을 개발 확보하고자 하였다.

아울러 홍삼 융합 청국장 소재에 대한 항암효과 확인과 동물모델 및 인체시험을 통하여 항당뇨, 당뇨합병증 예방, 제2형 당뇨합병증인 지질대사 이상증 예방 효능 등을 검증하여 개별 인정형 건강기능식품 인정 신청 자료를 확보하고, 나아가 홍삼 융합 청국장 소재를 이용하여 기능성 건강 시제품을 개발하여 관련기술의 산업화 기반을 마련하고자 하였다.

## III. 연구개발 내용 및 범위

### 1. 홍삼소재의 고품질화 및 청국장 융합 가공식품 개발

풍기지역특산 원료삼의 연근별 홍삼가공 적성을 비교하여 홍삼가공 최적 원료를 선별하고, 홍삼제조 후 지근류(홍미삼)의 활용도를 제고하기 위한 마이크로파 추출기법을 이용한 잔류농약 저감화 기술을 연구하였다. 아울러 농축액 제조용 원료 지삼류의 기능성 강화를 위하여 열처리 가공에 의한 융합발효 원료의 확보와

청국장 분말과의 압출융합 특성을 확인하였고, 나아가 홍삼융합 분말청국장 소재를 이용한 시제품 개발과 관련과 내용을 수행하였다.

- 가. 지역특산 원료삼의 연근별 홍삼가공적성 비교 평가
- 나. 가공적성이 가장 우수한 연근 원료삼의 홍삼가공소재 최적화
- 다. 융합 가공용 홍삼소재의 잔류농약 저감화 조건 설정
- 라. 다양한 가공방법을 이용한 홍삼 가공 원료의 기능성 강화
- 마. 홍삼융합 청국장 소재를 이용한 분말가공 시제품 개발
- 바. 시제품의 포장, 유통기한 설정, 기준규격 설정 및 기호도 조사

## 2. 홍삼 융합 청국장 소재의 생리 기능성 검증

홍삼 청국장 융합 발효물인 홍삼청국장을 확보하여 이들 가공용 기능성 소재에 대한 항유전독성 및 항암효과의 확인과 동물모델 및 인체시험을 통한 항당뇨 효능 및 당뇨합병증인 지질대사이상 개선기능을 검증하고자 다음과 같은 실험을 수행하였다.

- 가. 홍삼 및 청국장 융합소재의 항 유전독성 효과 (*in vitro*)
- 나. 홍삼 및 청국장 융합소재의 세포 안전성 검사
- 다. 홍삼 및 청국장 융합소재의 항암 효과 (*in vivo*)
- 라. 청국장 및 홍삼청국장의 당대사 조절기능 검증
- 마. 청국장 및 홍삼청국장의 지질대사 조절기능 검증
- 바. 청국장 및 홍삼청국장의 항산화 조절기능 검증

## 3. 청국장의 기능강화 및 홍삼융합 발효소재화 기술 개발

홍삼과 청국장은 생리기능성이 뛰어난 대표적 건강식품이지만, 특히 청국장은 기호성과 품질 면에서 한계성이 지적되고 있다. 따라서 홍삼을 첨가하여 융합 발효시킨 청국장의 발효품질특성을 알아보고 발효물의 가수분해에 의한 저분자화를 통해 기능성 건강식품 소재로의 이용 가능성을 조사하였다.

- 가. 청국장 균주선발 및 홍삼융합 청국장의 발효특성 평가
- 나. 홍삼융합 청국장 발효물 제조조건 최적화
- 다. 발효물의 기능성 및 기호성 평가
- 라. 기능성 가수분해물 이용 가공시제품 개발

## IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

### 1. 연구결과

#### 가. 홍삼소재의 고품질화 및 청국장 융합 가공식품 개발

1) 지역 원료수삼의 연근별 홍삼가공적성을 검토하였을 때 홍삼 등급에서 천삼 비율은 5년 근 > 6년 근 > 4년 근의 순이었으며, 원료 수삼에 대비한 홍삼의 수율은 5년 근과 6년 근이 유사하게 25%를 나타내었다. 또한 연근별 홍삼의 상품적 품질에서는 6년 근과 5년 근은 유사하였으나 경제적 채산성 분석에서는 5년 근이 4, 6년에 비해 월등히 우수하였다.

2) 홍삼제조조건인 타당성 검토를 위하여 증삼시간 2.5, 3.5, 4.5시간의 비교에서 진세노사이드 패턴 즉, 항암활성의 Rg<sub>3</sub>와 Rh<sub>2</sub> 함량과 대부분 기능성분 함량은 증삼시간 3.5시간을 전후하여 우수한 값을 보였다. 현행 3.5시간 증삼의 건조방법에서는 원적외선과 열풍건조에서 산성다당체와 총 페놀성분 함량, 전자공여능 등이 높은 값을 보였으나 진세노사이드 함량과 패턴에서는 현행 열풍건조법이 가장 타당하였다.

3) 융합가공 원료 홍삼의 기능성 강화를 위하여 중심합성계획에 의한 볶음(배소처리)과 원적외선 처리를 하여 품질 및 기능성을 강화할 수 있는 최적조건을 예측하였다. 홍미삼 원료의 볶음처리는 시간에 비해 온도가, 원적외선에서는 출력(W)보다는 처리시간(min)이 더 많은 영향을 미쳤다. 한편, 적용타당성이 인정된 홍미삼 배소처리는 농축액 제조수율, 기능성분, 관능적 기능성의 강화에 매우 효과적이었다. 또한 압출가공을 통한 홍삼 및 청국장 소재의 융합가공(130℃, 수분 30%)에서는 홍삼:청

국장의 비율이 25:75일 때 압출가공물의 색, 향, 맛 등 관능적기호도가 가장 높았다.

4) 원료삼의 기능성 강화를 위한 팽화처리에서 백삼(지근), 홍미삼, 홍삼절편 I(주근: 수삼-증삼-건조-습점-절편-건조) 및 홍삼절편 II(주근: 수삼-절편-증삼-건조)에 대한 puffing gun 팽화실험에서는 모든 시료에서 고온고압으로 인해 갈색도가 증가하였다. 또한 팽화로 인해 치밀하던 조직이 파열되어 세포벽 등의 조직이 변형되고 비체적이 증가하였으며 경도, 씹힘성 등의 조직감이 향상되었다. 시료의 수분은 감소하였으나 열수추출물 수율, 조사포닌 함량은 증가하였으며, 홍삼 팽화물의 일부 기능성 진세노사이드 함량(Rg<sub>3</sub>, Rh<sub>2</sub> 등)은 2배 이상 증가되었다.

5) 홍삼가공용 원료의 안전성 확보를 위하여 국내 홍삼분말 및 농축액 제품과 중국산 홍미삼의 잔류농약을 분석하였다. 그 결과 중국산 홍미삼에서만 잔류기준이 설정된 4종의 잔류농약이 확인되었다. 따라서 홍미삼 잔류농약의 저감화를 위한 시도로써 마이크로웨이브 추출법(MAE)의 적용성을 식품공전법(Soxhlet 포함)과 비교한 결과, 200 W에서 2분 간 2, 3회 반복 추출한다면 잔류량의 80% 이상의 추출이 가능하였고, MAE 추출 시 인삼의 사포닌과 관련 기능성 성분은 비교적 안정하였다.

6) 홍삼 융합 청국장 분말소재의 흡습특성을 조사하고 수분활성도 예측모델을 수립하였다. 등온흡습곡선은 역S형을 나타내었으며, 단분자층수분함량은 BET식에 의해 0.029-0.036 g H<sub>2</sub>O/g solid의 값으로 계산되었다. 등온흡습곡선의 적합도는 Kuhn 모델식의 R<sup>2</sup>가 0.99이상으로 가장 높은 적합도를 보였으며, 편차 또한 가장 낮았다. 수분활성도 예측모델 수립을 위해 각 독립변수의 최적함수로 시간은 ln 함수, 온도는 선형 그리고 수분활성도(RH/100)는 선형함수를 선정하였다. 이 때 수분활성도 예측모델식은 시간과 수분활성도를 독립변수로 하는 모델이 가장 적합한 것으로 나타났다.

7) 홍삼-청국장 분말을 사용하여 제조한 시제품 즉, 캡슐(PTP 포장, PE병 포장), 정제(타블렛, PE병 포장) 및 환제(PE 삼면포장, 유리병 포장)의 유통기한 설정과 규격기준은 식품공전 등을 참고하여 실험하였다. 모든 시제품은 전 항목이 규격기준에 부합하였으나 정제 제품의 경우 조사포닌 함량, PE 삼면포장 환제의 경우는 수분 항목에서 다소 미흡한 것으로 나타났다. 관능검사 및 전자코 분석 결과 등을 바탕으로 하여 예상 유통온도 20℃에서의 캡슐(PTP 포장, PE병 포장), 정제 및 환제(PE 삼면

포장, 유리병 포장)의 shelf-life를 측정한 결과 97.96일과 89.67일, 137.10일, 91.74일과 139.30일로 각각 예측되었다. 이들 제품의 기준규격(안)은 '수분 7% 이하, 조사포닌 7.0 mg/g 이상, 홍삼성분 ginsenoside Rb<sub>1</sub> 및 Rg<sub>1</sub>이 확인되어야 하고, 대두성분으로서 daidzein과 genistein이 확인되고 대장균군은 음성'으로 설정하였다.

8) 기능성 분말 가공 시제품(캡슐, 정제, 환제)에 대한 기호도 조사를 연령대별(2-30대, 4-50대, 60대 이상, 총 100명)로 실시한 결과, 대부분의 연령대에서 환제를 선호하였다. 정제에 대해서는 40~50대만이 50% 수준의 긍정적인 평가를 하였고 20~30대와 60대 이상의 경우 매우 낮은 기호도를 나타내었다. 또한 당뇨군과 비당뇨군의 비교실험에서는 40~50대 당뇨군의 경우 환제의 풍미에 대한 기호도가 낮게 나타나면서 환제보다는 캡슐을 선호하는 경향을 보였으나, 섭취의향(1회 복용량 등)을 묻는 질문에서는 환제와 캡슐의 선호도가 높았다.

#### 나. 홍삼 융합 청국장 소재의 생리 기능성 검증

1) 홍삼시료의 연근별 항 유전독성 효과를 실시한 결과, 6년 근과 5년 근 홍삼은 항 유전독성 효과의 차이가 없었으나 4년 근은 다수 약함을 알 수 있었다. 또한 청국장 단독보다는 홍삼융합 청국장과 그 가수분해물에서 10배 희석 시 각각 약 22%와 31%의 DNA repair 효과를 나타내었다.

2) 홍삼 청국장 융합소재에 대한 MTT assay를 통하여 세포 안전성을 확인하였을 때 청국장, 홍삼청국장, 홍삼청국장 가수분해물은 그 안전성이 매우 유효함을 알 수 있었으며, 그 중에서 홍삼청국장 가수분해물의 안전성이 특히 높은 것으로 나타났다.

3) 홍삼 및 청국장 융합소재의 항암효과 시험에서 5년 근과 6년 근 홍삼의 anticarcinogenic effect는 차이가 없었으며, Sprague-Dawley rat colon 및 stomach에서의 anticarcinogenic effect는 5년 근 홍삼과 청국장을 혼합했을 때 synergic effect가 유의적으로 나타났다. 또한 홍삼 및 청국장의 융합에 따른 anticarcinogenic effect에서는 홍삼청국장 가수분해물, 홍삼청국장의 순으로 높게 나타났다.

4) 동물실험의 당대사 조절기능 검증을 위한 실험 결과 청국장균이 혈중 공복혈당,

당화혈색소 및 당부하가 유의적으로 개선되었으며 간조직의 GK, G6Pase 및 PEPCK 활성도에서도 당뇨대조군에 비해 유의적인 차이를 나타내며 혈당강하 효과에 가장 탁월한 것으로 관찰되었다.

5) 동물실험의 지질대사 실험 결과 혈장 유리지방산, 중성지방산 및 총 콜레스테롤의 농도는 모든 시험물질군에서 유의적으로 낮게 나타났다. 특히, 홍삼청국장가수분해물을 보충한 군에서 동맥경화지수, 간조직 중성지방과 콜레스테롤 농도 그리고 G6PD활성도 유의적으로 낮게 나타났으며, 분변에서 검출된 유리지방산과 중성지방산 함량은 유의적으로 높게 나타났다. 간의 경우는 청국장 보충군이 FAS,  $\beta$ -oxidation 및 CPT의 활성도가 당뇨대조군에 비해 유의적으로 낮았다.

6) 동물실험의 항산화대사 실험 결과 청국장 보충군에서 간 catalase 및 glutathione peroxidase의 활성도가 당뇨대조군에 비해 유의적으로 높았으며, GR 활성도는 약물대조군을 비롯한 청국장군 및 홍삼청국장군 보충군이 유의적으로 높았다. 적혈구에서의 SOD 활성도는 당뇨대조군에 비해 청국장 보충군이 유의적으로 높았다.

7) 인체시험의 실험 결과 청국장 및 홍삼청국장의 보충으로 당대사 조절 기능 검증에 관련해서는 공복혈당이, 지질대사 관련해서는 총 콜레스테롤, LDL-cholesterol 및 유리지방산 농도가, 항산화 관련해서는 적혈구 catalase의 활성도와 지질과산화물(TBARS)의 함량이 시험 전에 비하여 시험 후(8주) 유의적으로 낮아진 것으로 나타났다. 이 외에도 청국장을 보충했을 때 당화혈색소 농도가 유의적으로 낮았다.

8) 인체시험에서 청국장 및 홍삼청국장을 보충했을 때 간독성 관련 지표인 AST의 활성과 동맥경화 위험인자인 LP(a) 농도가 유의적으로 감소하였다. 당뇨 합병증과 관련된 BUN의 경우 청국장을 보충함으로써 시험 전후뿐 만 아니라 각 군간 비교시에도 유의적으로 낮은 것으로 나타났다.

#### **다. 청국장의 기능강화 및 홍삼융합 발효소재화 기술 개발**

1) 시판 청국장에서 혈전용해능이 우수한 균주를 선별하여 청국장의 발효특성을



비교 조사한 결과 *B. subtilis* N2균의 혈전용해능이 우수하였고 가장 많은 점질물을 생성하였으며 이를 이용한 청국장의 아미노태, 암모니아태 질소 함량이 가장 높은 것으로 나타났다.

2) 홍삼 융합 청국장의 발효 특성을 조사하고자 홍삼 분말(2-14%) 및 농축액(2-10%)을 첨가하여 청국장을 제조한 결과 농축액의 첨가량이 많을수록 점질물 생성, 환원당 함량 및 혈전용해능이 우수하였고 홍삼분말 첨가 청국장은 농축액 첨가 청국장과 비슷한 경향으로 나타났으나 아미노태질소와 암모니아태질소 함량은 분말 첨가량이 높을수록 점점 감소하는 경향으로 나타났다.

3) 홍삼첨가 방법(발효 전, 후)을 달리하여 청국장을 제조한 결과, 점질물, 아미노태질소, 암모니아태 질소, 환원당 함량 및 혈전용해능은 첨가방법에 따른 차이가 크지 않았으며, 조사포닌 함량은 발효전에 첨가한 구간이 발효후에 첨가한 것보다 더 높은 함량을 나타내었다. 이상의 결과로 홍삼융합 청국장의 최적 발효 조건은 홍삼 농축액 4%를 발효전에 첨가하는 것으로 설정하였다.

4) 홍삼 융합 청국장의 가수분해 조건에 따른 특성변화를 조사한 결과 protease(KMF-G)를 0.02%를 첨가하여 60분간 가수분해하였을 때 이화학적 특성, 혈전용해능 및 ACE 저해활성이 향상된 홍삼 융합청국장 최적 가수분해 조건을 설정 할 수 있었다.

5) 최적조건에서 제조한 청국장, 홍삼 청국장 및 홍삼청국장 가수분해물의 품질 및 기능적 특성을 조사한 결과, 홍삼청국장 가수분해물의 유리아미노산 및 필수아미노산 함량이 가장 높았다. SDS-전기영동 패턴 분석 결과는 청국장과 홍삼청국장은 33 kDa이하의 분자량을 나타내었고, 홍삼청국장 가수분해물은 17 kDa이하의 저분자 분자량으로 나타내어 저분자화 가수분해 되었음을 확인 할 수 있었다.

6) 발효물의 DPPH free radical 소거활성, superoxide radical 소거활성, ACE 저해활성은 시료간에 유의적 차이는 크게 나타나지 않았으나, 홍삼청국장 가수분해물이 가장 높은 활성을 보였고, 혈전용해활성은 청국장이 가장 높게 나타났다. 관능평가에서 홍삼 특유의 쓴맛은 있었으나 종합적 기호도는 증가되었다. 이상의 결과 청국장

에 비하여 홍삼청국장 및 홍상청국장 가수분해물이 기능성 강화 및 불쾌취가 감소되어 다양한 식품 소재로 활용이 가능 할 것으로 기대된다.

7) 홍삼 청국장 융합소재의 활용성 증대를 위하여 홍삼청국장 가수분해물을 첨가한 두유를 제조하여 관능 평가한 결과, 20% 이하로 첨가할 경우 관능적인 특성이 가장 양호하였다. 두유제품의 주요 기준 규격(안)으로는 조단백질 0.5% 이상, 대장균군 음성 등으로 설정하였다.

## 2. 활용에 대한 건의

풍기지역 연근별 원료 수삼의 홍삼가공적성 평가에서 확인된 5년 근의 경제적 채산성과 타당성은 풍기지역 홍삼제조 분야에서 적극 반영될 수 있을 것이다. 홍삼 제조 후 얻어지는 지삼류(홍중미, 미삼)는 잔류농약 수준이 모니터링되어 농축액 등 가공원료용으로 사용되어야 하며, 효과가 인정된 마이크로웨이브 공정에 의한 잔류농약 저감화 방안은 추후 스케일 업 규모에서 타당성 연구가 요망된다.

한편 홍삼가공원료의 품질 기능성 향상을 위한 열처리 방법 즉, 배소/볶음, 팽화, 압출가운데 배소(볶음)처리 기법은 즉시 현장에서 적용이 가능하므로 우수한 품질과 기능성을 갖는 홍삼농축액 제조에 적용이 가능하다. 그리고 홍삼융합 청국장 제조기술과 생산가능한 홍삼청국장 및 그 가수분해물은 농축액, 저분자 음료, 분말 등의 개발에서 제품의 기호성(냄새, 맛), 활용성(용해성, 분산성, 저분자화, 칼슘내인성) 및 기능성을 증대시켜 다양한 기능성 식품소재로의 활용이 기대된다.

청국장과 홍삼을 융합한 홍삼청국장은 제2형 당뇨병 예방과 당뇨병환자들의 지질 대사이상 합병증을 개선하는데 이용될 수 있으며, 특히, 홍삼청국장은 식품의약품안전청의 건강기능식품 인정획득을 통해 혈당조절용 건강기능성식품으로 활용될 수 있다고 사료된다.

# SUMMARY

## I. Title

Development of Functional Health Foods Using Fusion Ingredients of Red Ginseng and *Cheonggukjang*

## II. Objectives and Importance of the Project

The objective of this project was to develop health foods using fusion ingredients of red ginseng and *cheonggukjang* which were enriched in their functional properties, thereby establishing infra-technologies for creating the new additional demand of ginseng raw material and commercializing the high-quality fusion blend.

Based upon the type 2 diabetic animal study and human clinical trial for red ginseng-fused *cheonggukjang*, antidiabetic effect and prevention of diabetic complications were tested for their efficiencies, which can be used not only for preparing the scientific documents to be applied for the individual permission of health functional food, but also for establishing the infrastructure required for the industrial applications of consequent health functional foods.

## III. Contents and Scope of the Project

### *Section 1. Development of High Quality Red Ginseng Ingredients and Its Fusion Products with Cheonggukjang*

The processing properties of red ginseng for fresh ginseng roots produced in *Punggi* region were compared among 4, 5 and 6 cultivation years to select the

optimal raw material. The microwave-assisted extraction was applied for reducing the residual levels of pesticide in lateral and fine roots from the main body of red ginseng manufactured which are largely used for preparing the high-quality concentrate in the ginseng industry. The different pre-treatments, such as roasting, puffing, infra-red rays, and extrusion, were evaluated for the raw lateral root to select a recommendable process in terms of its quality and functional properties before using in the fusion fermentation of *cheonggukjang*, resulting in the preparation and development of different processed products;

1. Comparison of processing properties of red ginseng of cultivation year-roots
2. Selection of optimal processing materials of red ginseng in terms of cultivation year
3. Microwave-assisted extraction for reduction of residual pesticides from lateral and fine red ginseng roots
4. Enrichment of functional properties of red ginseng raw materials by different heat treatments
5. Development of different processed foods using red ginseng-fused *cheonggukjang* powder
6. Pre-establishment of conditions for packaging, shelf-life, standards before consumers' acceptance survey

## ***Section 2. Animal Study and Clinical Trial for Bio-functional Properties of Red Ginseng-fused Cheonggukjang Supplements***

The red ginseng-fused *cheonggukjang* were used for the verification of the cell safety, antigenotoxicity and anticarcinogenicity effect (*in vitro*). A randomized placebo-controlled clinical trial was performed to test the antidiabetic effect and prevention of diabetic complication of *cheonggukjang* and red ginseng *cheonggukjang* in type 2 diabetic animal model.

1. Verifying the anti-genotoxicity effect of red ginseng-fused *cheonggukjang*
2. Cell safety by MTT assay for red ginseng-fused *cheonggukjang*
3. Verifying the anti-carcinogenic effect of red ginseng-fused *cheonggukjang*
4. The effects of supplementation of *cheonggukjang* and red ginseng *cheonggukjang* on regulation of glucose metabolism
5. The effects of supplementation of *cheonggukjang* and red ginseng *cheonggukjang* on regulation of lipid metabolism
6. The effects of supplementation of *cheonggukjang* and red ginseng *cheonggukjang* on regulation of antioxidant metabolism

### **Section 3. Development of Functional Properties of *Cheonggukjang* and Its Red Ginseng-fused Fermentation**

*Cheonggukjang* and red ginseng provide, not only nutritional benefits, but also various biological activities. However *cheonggukjang* is not so attractive to consumers mainly due to its typical strong adverse flavoring note. Thus, the quality characteristics of red ginseng-fused *cheonggukjang* were investigated under different conditions of fermentation by adding red ginseng extract or powder in order to enhance its acceptability and functional properties. and For the application of red ginseng-fused *cheonggukjang* as raw material of the diverse health food development, the changes in their characteristics according to the hydrolysis conditions were monitored in different aspects as below;

1. Selection and fermentation characteristics of *cheonggukjang* strains
2. Optimization of manufacturing condition for red ginseng-fused *cheonggukjang*
3. Evaluation of functional properties and sensory characteristics of red ginseng-fused *cheonggukjang*
4. Development of a prototype using functional hydrolysates

## IV. Results of the Project and Their Applications

### 1. Results of the Project

#### *Section 1. Development of High Quality Red Ginseng Ingredients and Its Fusion Products with **Cheonggukjang***

1) In a comparative study of red ginseng processing properties using raw fresh ginseng depending on the cultivation years, the ratio of *chunsam* was high in the order of 5 > 6 > 4 year-roots. The yield of red ginseng from the raw fresh ginseng was 25% in both 5 and 6 year-roots. The marketable quality of red ginseng was similar between 6 and 5 year-roots, whereas the economical feasibility of red ginseng manufacturing by the cultivation years was high in 5 year as compared to 6 or 4 years.

2) The feasibility study of manufacturing conditions (steaming time; 2.5, 3.5 and 4.5 hrs) for red ginseng indicated that the steaming around 3.5 hrs was suitable in terms of ginsenoside pattern, bioactive Rg<sub>3</sub> and Rh<sub>2</sub> contents, and related functional properties. Far infra-red energy and commercial hot-air drying of 3.5 hrs-steamed ginseng were observed better in the contents of acidic polysaccharides and total phenolics, and electron donating ability of dried samples, while the ginsenoside pattern and content were superior in commercial hot-air dried samples.

3) The optimal conditions for the enrichment of functional properties of raw red ginseng lateral root-materials for fusion processing through the roasting and far infra-red energy were predicted based on the central composite design. The roasting characteristics of raw materials were more influenced by temperature than time. Meantime, the exposure time was more influential to the quality parameter than the energy (W) of infra-red rays. The technically-feasible

roasting treatment led to the advantages in concentrate yields, sensory quality, and some functional properties. In the quality of extrudates obtained from the extrusion–fusion processing(130°C, moisture 30%), the ratio 25:75 of red ginseng and *cheonggukjang* powders was optimal in color, smell, taste, and overall acceptability of the extrudates.

4) The puffing processing at a pressure of 7 kgf/cm<sup>2</sup> for raw ginseng samples with 15% moisture which include white ginseng lateral root (WGL), red ginseng lateral root (RGL), red ginseng root I (RGM I ) and red ginseng root II (RGM II) resulted in the increase of browning index, especially in WGL sample. The typical close microstructures of raw ginseng were split by high temperature and pressure of puffing processing, thereby increasing their expansion ratio and texture properties, such as hardness, brittleness, and chewiness. Moisture contents of raw ginseng decreased by about half after puffing processing, while extraction yields and crude saponin content of the sample increased by puffing. Ginsenoside–Rg<sub>3</sub>, Rh<sub>1</sub> and Rh<sub>2</sub> in ginseng samples were significantly increased by puffing.

5) The analysis of residual pesticides in red ginseng powder, red ginseng concentrates, and Chinese red ginseng–fine roots showed that the positive levels of 4 kinds of pesticides which have a maximal residual limits in the Korean Food Standard Code were detected only in the imported samples. Thus, microwave–assisted extraction (MAE) was applied to the Chinese red ginseng roots for the reduction of pesticide levels, and its efficacies were compared to the conventional standard (Soxhlet included) extraction. The MAE conditions of 200 W for 2 min (2 or 3 times) resulted in the reduction by about 80% of total residual pesticides with the negligible changes in the qualitative and quantitative aspects of saponin and related functional properties of post–extraction raw red ginseng materials to be used for the further fusion processing.

6) Absorption characteristics of red ginseng–fused *cheonggukjang* (RGCH)

powder were investigated. Equilibrium moisture content of RGCH powder was affected by temperature and water activity. The monomolecular layer moisture content determined by BET equation was 0.029–0.036 g H<sub>2</sub>O/g solid. Among models applied for predicting equilibrium moisture content, Kuhn model was best fit model for RGCH powder, in which the lowest prediction deviation was observed. The prediction model equation for water activity was established by time, water activity (RH/100) and temperature, and the predicted equation was most suitable model for the independent variables, time and water activity.

7) The shelf-life prediction and quality standards' establishment for red ginseng-*cheonggukjang* (RGCH) products, such as capsule in PTP or PE bottle, tablet in PE bottle, and pellet in PE sachet or in glass bottle, based upon the changes in moisture, crude saponin, ginsenoside(Rb<sub>1</sub>, Rg<sub>1</sub>), isoflavone(daidzein, genistein), and coliforms were attempted. Almost all levels of tested contents were acceptable except for tablets and pellet in PE sachet. The above results along with sensory evaluation and electronic nose analysis showed that the shelf-lives of RGCH products at 20°C were 97.96, 89.67, 137.10, 91.74 and 139.30 days for capsule in PTP, capsule in PE bottle, tablet in PE bottle, pellet in PE sachet, and pellet in glass bottle, respectively. The proposed quality standards of the RGCH products include less than 7% of moisture content, more than 7.0 mg/g of crude saponin, detectable ginsenoside-Rb<sub>1</sub>, Rg<sub>1</sub>, isoflavone (daidzein and genistein), and negative of coliforms.

8) In consumer acceptability survey (total 100 respondents composed of ages 2–30s, 4–50s and over 60s) for the functional powdered-processed products like capsule, tablets and pallet, the pallet was most acceptable but the tablet showed the lowest score from the respondents of 20~30 and over 60s. In a comparison between diabetes and non-diabetes of 40~50s, the diabetes groups most like to take the pallet in the viewpoint of intake convenience even though capsule was preferred to the others mainly due to both the unpleasant odor of the pallet and the volume of the tablets.



## Section 2. Animal Study and Clinical Trial for Bio-Functional Properties of Red Ginseng Fused-*Cheonggukjang* Supplements

1) In verification of anti-genotoxicity effect on red ginseng by the cultivation years, even though 4 years' root showed a lower effect than 5 and 6 years', but there is no difference between both years of red ginseng. Compared to the *cheonggukjang* single treatment, red ginseng-fused *cheonggukjang* and its hydrolysate showed 22% and 31% DNA repair effects, respectively even when 10 times diluted.

2) According to MTT assay, the cell safety of red ginseng-fused *cheonggukjang* was verified. Among all the tested samples, red ginseng-fused *cheonggukjang* hydrolyzed has the highest cell safety and anti-genotoxicity effect.

3) In the anticarcinogenic effect, there was no significant difference between 5 and 6 years' roots. in Sprague-Dawley rat colon and stomach, 5 years' root revealed a synergic anti-carcinogenic effect when fused with *cheonggukjang*, which were apparent in the order of red ginseng-fused *cheonggukjang* hydrolysate and ginseng-fused *cheonggukjang*

4) Animal study showed that blood glucose level, HbA<sub>1c</sub> and intraperitoneal glucose tolerances were significantly improved in the chugnukjang groups. Moreover, hepatic glucokinase, glucose-6-phosphatase and phosphoenolpyruvate carboxykinase activities were significantly higher in the chugnukjang groups than that of the diabetic control group.

5) Plasma free fatty acid, total cholesterol and triglyceride levels were significantly lower in the *cheonggukjang* and red ginseng *cheonggukjang* groups compared to the diabetic control group. Especially, the Hydro-RGCH (hydrolyzed red ginseng *cheonggukjang*) effectively lowered the atherogenic index, and

hepatic triglyceride and cholesterol content and glucose-6-phosphatase dehydrogenase activity. The fecal triglyceride and free fatty acid(FFA) levels were significantly higher in the Hydro-RGCH group than in the diabetic control group. Meanwhile, *cheonggukjang* supplementation significantly reduced hepatic fatty acid synthase,  $\beta$ -oxidation and carnitine palmitoyl transferase activities compared to the DB control group.

6) In the antioxidant metabolism, hepatic catalase and glutathione peroxidase activities were significantly lower in the *cheonggukjang* group, and glutathione reductase activity was significantly lower in the *cheonggukjang*, RGCH and positive control groups than in the diabetic control group. The erythrocyte superoxide dismutase activity was significantly higher in the RGCH, Hydro-RGCH and positive control groups than in the DB control group.

7) The clinical trial showed that fasting blood glucose, plasma total cholesterol, LDL-cholesterol, free fatty acid, and TBARS levels and erythrocyte catalase activity were significantly decreased in the *cheonggukjang* and RGCH groups compared to the before treatment. The HbA<sub>1c</sub> content was significantly lowered by supplementation of *cheonggukjang* for 8 weeks.

8) The clinical trial have shown that AST activity and lipoprotein(a) level were significantly decreased in the *cheonggukjang* and RGCH groups compared to the before treatment. The blood urea nitrogen content relating diabetes complication was significantly lowered by supplementation of *cheonggukjang* compared to the before treatment and the other groups.

### ***Section 3. Development of Functional Properties of Cheonggukjang and Its Red Ginseng-Fused Fermentation***

1) Quality characteristics of *cheonggukjang* fermented by *B. subtilis* N2 showed the highest viscous substance, fibrinolytic activity and amino-type

nitrogen content.

2) *Cheonggukjang* showed higher values of viscous substances, reducing sugars, and fibrinolytic activity by the addition of red ginseng extract(2–10%). The *cheonggukjang* added with red ginseng powder(2–14%) revealed a similar tendency to the *cheonggukjang* added with red ginseng extract, however amino-type nitrogen and ammonia-type nitrogen decreased by increasing the addition of red ginseng powder.

3) In consideration of saponin content and ginsenoside profiles in red ginseng-fused *cheonggukjang*(*RGCH*), the addition of 4%(w/w) of red ginseng extract to cooked soybeans was found suitable for the optimum fermentation and its high quality substances.

4) In study of the enzymatic hydrolysis for fermentation substances, *RGCH*, the condition of concentrations of protease (KMF-G) and reaction time were found 0.02% and 60 min in terms of the functional qualities of the hydrolysates.

5) The quality and functional characteristics were evaluated for *cheonggukjang*, *RGCH* and *RGCH* hydrolysate. The result showed that free amino acid and essential amino acid contents of *RGCH* hydrolysate were higher than those of *cheonggukjang* and *RGCH*. The SDS-electrophoresis pattern showed that the molecular weight of *cheonggukjang* and *RGCH* were lower than 33 kDa, but less than 17 kDa in *RGCH* hydrolysate, which means it was further hydrolyzed into lower molecules.

6) In comparison of DPPH free radical scavenging activity, superoxide radical scavenging activity, and ACE inhibitory activity of the samples, *RGCH* hydrolysate showed the highest activity, and *cheonggukjang* was highest in fibrinolytic activity. In sensory evaluation, the peculiar bitter taste of red ginseng was perceived, but the overall acceptability of *cheonggukjang* was improved.

7) To enlarge the usability of *RGCH* hydrolysates in preparing the health foods, new concept soymilk was developed by adding different concentrations of *RGCH* hydrolysates. The sensory scores for different organoleptic parameters as

well as overall acceptability of soymilk were highest around 20% addition of *RGCH* hydrolysates. The proposed quality standards of the soymilk added with *RGCH* hydrolysate include more than 0.5% of crude protein and negative of coliforms.

## 2. The Proposed Applications for Results

The 5 years' root of fresh ginseng produced in Punggi region was found optimal to be used for manufacturing the high quality red ginseng in terms of its quality and economical feasibility. The lateral and fine roots resulting from red ginseng processes can be used as raw materials for further processing like concentrates. The microwave-assisted extraction is ready for the scale-up study to reduce the residual pesticides in raw materials.

The heat treatment by roasting, which was feasible among different treatments including puffing, infra-red and extrusion, is most recommendable to be practically applied in the ginseng factory in terms of the quality and functional properties of the resulting concentrate products. The fusion fermentation technology of red ginseng and *cheonggukjang* and the resulting products, such as red ginseng-fused *cheonggukjang* and its hydrolysate, can be used for the preparation of health functional food with improved quality and functional properties.

*Cheonggukjang* and red ginseng-fused *cheonggukjang*, which were verified in their effects of lowering blood glucose level and preventive effect of type 2 diabetes, can be used as health-functional food materials. In particular, the scientific results on red ginseng *cheonggukjang*, can be documented to apply for the individual permission of health functional food from KFDA.

# CONTENTS

I . Outlines of the Project .....	29
1. Objectives of the Project .....	29
2. Necessities of the Project .....	29
3. Scopes of the Project .....	30
II. R & D Status in Domestic and Overseas .....	31
1. Status and Problems in Related Technology .....	31
2. Levels of the Results and Prospects .....	31
III. Contents of the Project and Its Results .....	33
 <i>Section 1. Development of High Quality Red Ginseng Ingredients and Its Fusion Products with <i>cheonggukjang</i></i>	
1. Introduction .....	33
2. Materials and Methods .....	34
1) Experimental materials .....	34
2) Comparison of marketable quality and economical feasibility of red ginseng of cultivation year-roots .....	35
3) Feasibility study of manufacturing conditions for red ginseng .....	35
4) Enrichment study of functional properties of red ginseng materials .....	37
5) Reduction in pesticide residue in red ginseng materials .....	39
6) Absorption properties of red ginseng-fused <i>cheonggukjang</i> powder .....	41

7) Extrusion–fusion properties as per the ratio of red ginseng and <i>cheonggukjang</i> powders .....	43
8) Physicochemical and functional properties .....	4
9) Pre–establishment of conditions for packaging, shelf–life, standards and consumer survey .....	46
10) Statistical analysis .....	4
<b>3. Results and Discussion</b> .....	50
1) Comparison of processing properties of red ginseng of cultivation year–roots .....	5
2) Enrichment of functional properties of red ginseng raw materials for fusion processing .....	60
3) Reduction in pesticide residue in red ginseng materials .....	8
4) Physicochemical properties of fused materials between red ginseng and <i>cheonggukjang</i> powders .....	84
5) Absorption properties of red ginseng–fused <i>cheonggukjang</i> powder .....	8
6) Optimization of processing conditions for different processed foods using red ginseng–fused <i>cheonggukjang</i> powder .....	92
7) Pre–establishment of shelf–life and quality standards before consumer survey .....	94
<b>4. Conclusions</b> .....	127

**Section 2. Animal Study and Clinical Trial for Bio–functional Properties of  
Red Ginseng–fused *Cheonggukjang* Supplements**

<b>1. Introduction</b> .....	129
------------------------------	-----

<b>2. Materials and Methods</b> .....	130
1) Experimental materials .....	130
2) Test of antigenotoxicity and anticarcinogenic effect of red ginseng-fused <i>cheonggukjang</i> (RGCH) .....	131
3) Test of supplementation effects of <i>cheonggukjang</i> and RGCH on regulation of glucose metabolism .....	133
<b>3. Results and Discussion</b> .....	144
1) Antigenotoxicity effect of RGCH .....	144
2) Cell safety of RGCH .....	146
3) Anticarcinogenic effect of RGCH .....	148
4) Verification of blood sugar-controlling functions of RGCH .....	151
<b>4. Conclusions</b> .....	187

**Section 3. Development of Functional Properties of *Cheonggukjang*  
and Its Red Ginseng-fused Fermentation**

<b>1. Introduction</b> .....	194
<b>2. Materials and Methods</b> .....	195
1) Experimental materials .....	195
2) Selection and fermentation characteristics of <i>cheonggukjang</i> strains .....	196
3) Optimization of fermentation conditions for red ginseng-fused <i>cheonggukjang</i> (RGCH) .....	198
4) Evaluation of functional properties and sensory characteristics of RGCH .....	201
5) Development of prototype foods using functional hydrolysates .....	208

<b>3. Results and Discussion</b> .....	209
1) Strains selection and quality evaluation of RGCH .....	209
2) Optimization of addition ratio of ginseng and fermentation conditions ....	217
3) Functional and biological properties of RGCH .....	228
4) Development of prototype foods using functional RGCH hydrolysates ....	237
5) Processing conditions for the target processed food .....	238
<b>4. Conclusions</b> .....	250
<b>IV. Goal Accomplishment and Subsequent Contributions</b> .....	252
<b>V. Application Plan of the Results</b> .....	255
<b>VI. Overseas Information on Science and Technology</b> <b>during the Project Years</b> .....	259
<b>VII. References</b> .....	260
<b>VIII. Appendix</b> .....	268



# 목 차

제 1 장	연구개발 과제의 개요	29
제 1 절	연구 개발의 목적	29
제 2 절	연구 개발의 필요성	29
제 3 절	연구 개발의 범위	30
제 2 장	국내외 기술개발 현황	31
제 1 절	국내외 관련 기술의 현황과 문제점	31
제 2 절	앞으로의 전망	31
제 3 장	연구개발 수행내용 및 결과	33
제 1, 3 세부	홍삼소재의 고품질화 및 청국장 융합가공식품 개발	
제 1 절	서론	33
제 2 절	재료 및 방법	34
1.	실험재료	34
2.	연근별 홍삼의 상품성 품질 및 채산성 비교실험	36
3.	원료삼의 홍삼제조조건 비교실험	36
4.	융합가공용 원료삼 기능성 강화 소재화 실험	37
5.	홍미삼의 잔류농약 저감화 실험	39
6.	홍삼 융합 청국장 분말 소재의 흡습특성 실험	41
7.	홍삼 및 청국장 분말소재의 혼합비에 따른 융합 특성 실험	43
8.	이화학적 품질 및 기능성분 특성 실험	44

9. 융합 가공 시제품의 기호도 조사와 유통기한 및 규격 설정시험 .....	46
10. 통계 분석 .....	49
<b>제 3 절 결과 및 고찰 .....</b>	<b>50</b>
1. 지역 원료수삼의 연근별 및 증자조건별 홍삼가공적성 비교 .....	50
2. 융합가공 원료삼 기능성 강화 소재화 기술 .....	60
3. 홍미삼의 잔류농약 저감화 .....	81
4. 홍삼 및 청국장 분말소재의 융합가공에 따른 이화학적 특성 .....	84
5. 홍삼 융합 청국장 분말 소재의 흡습특성 .....	87
6. 기능성 융합 가공 시제품의 제조조건 최적화 .....	92
7. 기능성 융합 가공 시제품의 기호도 조사와 유통기한 및 규격 설정 .....	94
<b>제 4 절 결론 .....</b>	<b>127</b>
 <b>제 2 세부 홍삼 융합 청국장 소재의 기능성 검증</b>	
<b>제 1 절 서론 .....</b>	<b>129</b>
<b>제 2 절 재료 및 방법 .....</b>	<b>130</b>
1. 실험 재료 .....	130
2. 홍삼 융합 청국장 소재의 항 유전독성 및 항암효과 시험 .....	131
3. 홍삼 융합 청국장 소재의 혈당조절기능 검증시험 .....	133
<b>제 3 절 결과 및 고찰 .....</b>	<b>144</b>
1. 홍삼 융합 청국장 소재의 항 유전독성 효과 .....	144
2. 홍삼 융합 청국장 소재의 세포 안전성 평가 .....	146
3. 홍삼 융합 청국장 소재의 항암 효과 .....	148
4. 홍삼 융합 청국장 소재의 혈당조절기능 검증 .....	151

제 4 절 결론 .....	187
 <b>위탁과제 청국장 기능강화 및 홍삼융합 발효소재화 기술 개발</b>	
제 1 절 서론 .....	194
제 2 절 재료 및 방법 .....	195
1. 실험 재료 .....	195
2. 홍삼융합 청국장의 발효특성 평가를 위한 균주선발 및 품질평가 .....	196
3. 홍삼소재 배합 및 발효조건 최적화 .....	198
4. 발효물의 생리활성 및 기호성 평가 .....	204
5. 기능성 가수분해물 이용 가공시제품 개발 .....	208
제 3 절 결과 및 고찰 .....	209
1. 홍삼융합 청국장의 발효특성 평가를 위한 균주선발 및 품질평가 .....	209
2. 홍삼소재 배합 및 발효조건 최적화 .....	217
3. 발효물의 기능성 및 생리활성 .....	228
4. 기능성 가수분해물 이용 가공시제품 개발 .....	237
5. 최종 제품 제조 공정 .....	243
제 4 절 결론 .....	250
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	252
제 5 장 연구개발결과의 활용계획 .....	255

제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	259
제 7 장	참고문헌 .....	260
제 8 장	부록 .....	268

## 제 1 장 연구개발과제의 개요

### 제 1 절 연구 개발의 목적

고려홍삼과 청국장은 대표적인 전통 건강식품으로서 우수한 생리기능성이 잘 인식되어 있지만 최근 고려인삼의 수출과 국내 인삼산업의 경쟁력은 크게 성장하지 못하고 있는 실정이다. 또한 최근 웰빙 문화와 함께 청국장은 수요가 증가되고 있으나 기호성과 품질 면에서 한계성이 지적되고 있다. 따라서 본 연구는 고려 홍삼 및 전통 청국장의 기능성을 제고하여 이들 소재의 기능성을 융합한 기능성 소재를 확보하고 나아가 기능성 시제품을 개발하고자 산학협동연구를 수행하였다. 또한 홍삼융합 청국장 소재에 대한 항유전독성, 항암효과의 확인과 동물모델 및 인체시험을 통하여 항당뇨, 당뇨합병증 예방, 제2형 당뇨합병증인 지질대사 이상증 예방 효능 등을 검증하여 개별 인정형 건강기능식품 인정 신청자료를 확보하고, 나아가 홍삼 융합 청국장 소재를 이용하여 기능성 건강 시제품을 개발하여 관련기술의 산업화 기반을 마련하고자 하였다.

### 제 2 절 연구 개발의 필요성

홍삼은 수삼을 수세, 증자, 저장숙성, 건조, 정형 등의 전통적 방법으로 가공함으로써 저장성 향상, 갈변반응 및 유효성분 생성을 유도하여 백삼보다 월등한 효능을 지니게 된다. 하지만 품질과 대외경쟁력 확보를 위해서는 기능성과 안전성(잔류농약 등)이 확보된 차별화된 신개념 홍삼가공제품의 개발이 요구되고 있다. 또한 청국장은 우리 고유의 발효식품으로서 최근 수요가 증가하고 추세이므로 기호성과 소화성이 높은 저분자화 가수분해물 소재를 개발한다면 다양한 건강식품개발에 활용이 가능할 것이다.

한편, 홍삼 및 청국장은 혈당 및 혈압강하, 혈전예방, 당뇨개선 등의 효능이 알려져 있지만, 건강기능식품법에 고시된 홍삼의 기능성 내용은 면역조절, 원기회복 및 자양강장 만이 표시되어 있다. 따라서 혈당조절과 항고지혈증 효능의 과학적 근거가 매우 미비하므로 이들 소재에 대한 객관적 기능성 평가가 절실히 요구된다. 현재 국

내에서는 고혈당 예방과 항고지혈 기능을 지닌 기능성식품의 개발과 실용화를 위한 다양한 시도가 진행되고 있으며, 이와 병행하여 “건강기능식품법”에서 요구하는 ‘건강기능식품 인정획득’을 위해서는 대상 식품소재에 대한 기능성 및 안전성 확보자료 마련이 필요하다.

### 제 3 절 연구 개발의 범위

풍기지역에서 생산된 원료삼의 연근별(4~6) 홍삼가공적성을 비교 평가하여 가공적성이 가장 우수한 연근의 원료삼에 대한 증삼 및 건조조건을 최적화하기 위한 연구를 수행하였다. 또한 홍삼 제조 후 얻어지는 지삼류(중미, 미삼)의 안전성 확보 위하여 홍삼농축액 및 미삼류의 농약잔류성을 확인하고 농축액 제조 원료의 잔류농약 저감화를 위한 마이크로웨이브 추출조건 설정실험을 수행하였다. 그리고 융합가공용 원료삼의 기능성과 품질 향상을 위하여 열처리(볶음/배소, 팽화, 압출 등)에 따른 품질특성을 모니터링하고, 배소 처리된 원료삼으로부터 얻어진 농축액의 품질을 비교하였다.

이와 같이 얻어진 홍삼소재는 홍삼분말과 함께 청국장 융합발효적성 연구에서 균주의 선발과 발효조건 최적화 연구가 수행되었다. 이때 홍삼농축액을 첨가한 최적 융합발효공정에 따라 홍삼청국장을 제조하고 가공적성을 고려하여 분말 시제품의 개발과 홍삼청국장 가수분해물을 이용한 액상가공 시제품 개발을 시도하였다.

특히 홍삼청국장, 홍삼청국장 가수분해물 등의 항암효과, 세포독성 등을 확인하고 동시에 동물모델 및 인체시험을 통하여 항당뇨, 당뇨합병증 예방, 제2형 당뇨합병증인 지질대사 이상증 예방 효능 등을 검증하여 개별 인정형 건강기능식품 인정 신청 자료를 확보하고, 나아가 홍삼 융합 청국장 소재를 이용하여 기능성 건강 시제품을 개발하여 관련기술의 산업화 기반을 마련하고자 하였다.

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### 제 1 절 국내외 관련 기술의 현황과 문제점

국내외적으로 홍삼 및 제품류의 수요는 증가하는 추세이다. 최근 기능성 인삼제품의 개발과 고품질화 연구가 활발하게 진행되면서 vacuum impulse 추출기술, membrane filter를 이용한 고순도 인삼정 생산기술, nano 기술을 적용한 잔류농약 제거기술, 인삼 유용성분의 마이크로파 고속추출 및 잔류농약 제거기술 등이 연구 개발되고 있다. 또한 특수가공(가열, 증자, 볶음 등) 및 산, 효소, 조직배양 기술에 의한 특정 진세노사이드의 증가(仙蔘)와 전환·생산기술, 인삼 바이오텍기술(Natto Denko Inc.), 산삼 배양근 대량 생산, 특정 인삼성분의 대량 분리·농축에 의한 기능성 제품개발 등이 진행되고 있다. 지금까지 인삼제품개발 및 효능 연구는 주로 인삼 단일 제제 혹은 사포닌 중심의 연구 개발이었으나, 산성다당체 등 비사포닌 성분과 천연소재를 병용한 생약 복합제와의 효능상승 연구의 필요성이 제시되고 있다.

청국장은 미생물과 효소가 살아 있는 특성을 지니고 있어서 동결건조분말이나 캡슐형 제품, 생청국장 등이 개발 출시되고 있으나, 제품의 기호성과 상품성을 향상시키기 위한 연구가 필요하다. 이때 감초추출물, 녹차, 매실 등을 첨가하여 제조한 다양한 청국장 제품과 상품경쟁력이 높은 제품의 개발이 국내적으로 연구되고 있다.

청국장소재의 기능성 관련 해외연구는 일본과 중국에서 단편적으로 수행되고 있으나 그 기술 수준이 높지 않으며, 오히려 전통 청국장을 대상으로 제조과정 중 콩 단백질(펩타이드, 아미노산) 및 효소활성 변화, 점질성 고분자 물질 생성, 콩 품종 및 균주에 따른 가공적성과 품질특성, 청국장 분말의 혈압 및 지질대사 개선 효과 등이 연구되어 발효기전, 균주선발, 생리효능 등이 상당히 밝혀지고 있다.

홍삼과 청국장 등 우리 전통 기능성 소재를 이용한 기능성식품 연구수준은 선진국 대비 6, 70%선으로 평가되고 있으며, 핵심기술에 대한 기술격차를 줄이기 위한 다양한 산학협동연구와 융합기술의 적극적 응용 노력이 요구되고 있다.

### 제 2 절 앞으로의 전망

고려홍삼은 한국을 대표하는 전통브랜드 상품이다. 웰빙 문화와 고령화 사회로의

급속한 변화 속에서 건강기능식품에 대한 수요는 지속적으로 증가될 전망이다. 홍삼의 효능을 강화하여 신기능성 웰빙 식품을 개발한다면 홍삼의 수요증가는 물론 수출시장이 크게 확대될 전망이다. 또한 청국장은 우리 고유의 전통 발효식품으로서 탁월한 생리적 기능성은 너무나 잘 알려져 있다. 고려홍삼의 효능 품격과 냄새를 제거한 청국장의 기능성을 융합시킨 고품격 브랜드 신제품이 개발된다면 국내의 신수요 창출은 물론 수출전략상품으로의 발전이 기대된다.

그러므로 향후 건강보조제나 건강기능식품에 대한 수요는 폭발적으로 증가할 것으로 예상되며, 특히 생리적 기능성이 뛰어난 고려홍삼과 청국장 소재 및 그 융합제품들은 현대인의 건강에 대한 욕구를 만족시켜 줄 수 있는 대표적 웰빙 소재로 예상된다.

세계적 자유무역체제 하에서 우리 농업은 가격 및 양적 경쟁이 어려우므로, 틈새 시장(niche market)을 겨냥한 전통기능성소재의 개발은 국제특허 획득 등 세계시장 확보 가능성이 매우 높으므로, 우리 농산업 분야의 원천기술 확보와 농촌경제의 활성화에 크게 기여할 것이다.

따라서 우리의 전통 생명자원인 고려홍삼과 청국장의 생리기능을 융합시킨 신 가공소재의 개발과 고품격의 한국 브랜드 상품을 과학적 기능성 검증과 엄격한 품질기준을 바탕으로 제조, 보급한다면 국민보건증진에 기여함은 물론, 관련 산업의 대외경쟁력 확보에 기여하여 농가소득 증대 및 기술 복지농업의 새로운 가능성을 제시하게 될 것이다.



## 제 3 장 연구개발 수행내용 및 결과

### 제 1,3 세부 홍삼·청국장 융합소재를 이용한 기능성 가공식품 개발

#### 제 1 절 서 론

최근 식품에 대한 소비자들의 인식 수준이 높아지고 요구도 다양화되는 추세이며 일반식품의 저 성장, 정체 기조와 달리 건강기능식품 시장은 매년 성장을 하고 있는 실정이다. 특히 식생활의 웰빙화와 건강기능식품에 대한 사회적 수요는 보다 안전하고 보다 건강기능적인 식품의 개발에 관심을 모으고 있다. 이에 따라 천연식품재료에 함유되어 있는 생리활성성분을 탐색하고 이들을 기능성 식품소재로 활용하기 위한 연구개발이 다양하게 이루어지고 있다.

대표적인 건강기능식품 소재인 인삼은 식품 분류학상으로 오갈피나무과(Araliaceae)의 인삼속(Panax)에 속하는 식물을 말하며, 인삼제품(홍삼류, 백삼류, 가공인삼류)의 수출에서 홍삼의 비중은 60% 이상으로 점차 증가하는 추세이다(1). 그동안 홍삼은 6년 근 수삼을 사용하여 제조하였으나 최근에는 4년 근 이상의 원료삼을 사용하여 홍삼을 제조할 수 있으므로 수삼의 연근별 홍삼제조 특성과 품질 및 기능 성분에 대한 다양한 연구의 진행으로 고려 홍삼의 품질 및 대외 경쟁력을 높여야 할 필요성이 대두되고 있다. 또한 최근 인삼에 관한 관심의 확산과 더불어 식품 가공기술의 발달로 농축액, 정분, 차류, 타블렛, 캡슐, 분말류, 음료, 환제, 절편삼, 봉밀삼, 과자류, 주류 등 2차 가공 인삼/홍삼 제품들이 다양한 제조기법으로 개발되고 있다(2).

한편, 청국장은 삶은 콩에 고초균을 번식시켜 만든 우리나라의 전통 발효식품으로 각종 유기산 및 비타민 함량이 높아 영양학적 가치가 높은 식품으로 알려져 있다(3). 또한 많은 연구자들에 의해 콩에서 기인된 isoflavone, phytic acid, saponin, trypsin inhibitor, tocopherol, 불포화지방산, 식이섬유, 올리고당 등의 각종 생리활성 물질과 항산화물질 및 혈전용해효소를 다량 함유하고 있다고 그 약리효능이 보고되어 있지만, Bacillus로부터 alkyipyrazine, 암모니아 화합물, 함황화합물 등으로부터 유래된 청국장의 이취로 인하여 섭취를 기피하는 경향이 있다고 보고된 바 있다(4).

또한 청국장의 관능적 품질 향상을 위하여 청국장의 냄새성분에 관한 연구(5), 감초(6), 다시마(7), 키위와 무(8) 첨가에 의한 연구 등이 수행되었다.

식품은 가공이나 포장 등을 통해 맛과 영양을 개선할 수 있고 수송, 운반을 간편하게 할 수 있으며 저장 기간을 연장할 수 있으나 여러 가지 성분으로 구성되어 있어 저장 중 물리화학적 변화로 인해 관능적 품질, 영양성 등의 감소가 수반되어 결국 식품으로서의 가치가 현저히 떨어진 수준의 품질 열화가 발생하게 된다. 따라서 위생적으로 안전하고 품질이 우수한 상태의 식품을 최종 소비자에게 공급하기 위해서는 우선적으로 유통기한(shelf-life)이 설정되어야 한다. 식품공전에 따르면 “유통기한이라 함은 소비자에게 판매가 가능한 최대기간을 말하고 제품의 특성에 따라 설정한 유통기간 내에서 유통기한을 자율적으로 정할 수 있다. 다만, 표시된 유통기한 내에서는 이 공전에서 정하는 식품의 기준 및 규격에 적합하여야 한다”라고 정의하고 있다(9).

따라서 본 연구에서는 대표적인 우리나라 전통식품인 홍삼 및 청국장을 소재로 한 건강기능식품을 개발하기 위한 목적으로 경상북도 풍기지역에서 생산되는 4~6년 근 수삼을 대상으로 홍삼가공에 따른 품질 및 기능성분 특성을 비교 분석하였고, 아울러 현행 홍삼제조에 이용되는 증자시간과 건조방법의 타당성을 연구하여 연근별 원료삼의 홍삼가공적성 규명과 함께 홍삼가공조건의 개선을 위한 기술적 자료를 마련하고자 하였다. 그러한 결과를 바탕으로 얻어진 홍삼의 기능성을 강화하기 위한 방법으로 볶음, 원적외선 처리, 팽화처리 등의 열처리 후의 품질 및 기능성분 특성을 알아보고 홍삼제조 부산물의 안전성 향상을 위한 잔류농약 제거 기술을 확보하였다. 또한 위탁과제에서 얻어진 홍삼 융합 청국장 분말소재를 기능성 융합 가공 시제품으로 제조하기 위하여 분말소재의 흡습특성과 시제품의 제조조건 최적화 시험, 유통기한 설정, 규격설정 등으로 건강기능식품 개발의 발판을 마련하고 기호도 조사 등을 통하여 그 품질 특성 또한 입증하고자 하였다.

## 제 2 절 재료 및 방법

### 1. 실험재료

#### 가. 연근별 및 제조조건별 홍삼의 품질 비교실험

경북 풍기지역에서 생산되는 2005년산 4,5,6년 근 수삼(논삼)을 각각 3개 지역을 대상으로 시료를 선택하고 풍기인삼농협 가공공장에서 상업적인 방법으로 증자 및 건조과정을 거친 다음 연근별 품질 및 기능성분 특성 비교에 사용하였다. 이때 성분 분석에는 건조된 시료를 본근과 지근으로 나누어 100 mesh 이하로 분쇄한(T기계, 부산, 한국) 다음 홍삼 제조에 따른 품질 및 기능성분 비교실험에 사용하였다. 홍삼 가공 시 증자시간 및 건조방법에 따른 품질 및 기능성분 연구에서는 5년근 수삼을 사용하여 실험하였다.

#### 나. 원료삼 기능성 강화 소재화 실험 및 융합용 시료

볶음 및 원적외선 처리에 따른 기능성 강화 실험에 사용된 홍삼은 경북 풍기지역에서 5년 근 홍삼 제조 시 얻어지는 지근을 일정한 크기(5 mm × 5 mm)로 절단하여 그대로 또는 100 mesh 이하로 분말화하여 시료로 사용하였다.

팽화 처리 실험에 사용한 원료삼은 백삼, 미세홍삼, 홍삼절편 I 및 홍삼절편 II로서 Fig. 1.1에 나타내었다. 이들은 2005년 7월 경북 영주 풍기지역에서 제조한 것을 PE필름에 포장한 후 상온에서 보관하면서 실험에 사용하였다. 미세홍삼은 수삼으로부터 증숙하여 가공된 홍삼의 가는 뿌리이며 가공된 것을 가공한 후 홍삼절편1은 수삼을 증숙, 건조, 습점, 절편, 건조의 순으로 가공된 것이며 홍삼절편2는 수삼을 먼저 절편하고 증삼과 건조를 거쳐 가공한 홍삼으로 가공방법은 다음 Table 1.1과 같다.



Fig. 1.1. Dried and steamed ginsengs used in this experiments.

또한 홍삼-청국장 분말소재의 융합에 사용된 홍삼 분말은 풍기인삼조합의 5년근 홍삼 분말이며, 청국장은 (주)소이벤처의 아가콩 분말청국장(100 mesh 이하)을 냉장 보관하면서 실험에 사용하였다.

**Table 1.1. 팽화가공에 사용된 각 원료삼의 가공방법**

시료명	영명	가공방법
미세백삼	Thin White Ginseng	수삼을 건조처리한 백삼의 가는 뿌리
미세홍삼	Thin Red Ginseng	수삼을 증숙하여 가공된 홍삼의 가는 뿌리
홍삼절편 I	Red ginseng(I)	수삼 - 증숙 - 건조 - 습점 - 절편 - 건조 - 제품
홍삼절편 II	Red ginseng(II)	수삼 - 절편 - 증삼 - 건조 - 제품

## 2. 연근별 홍삼의 상품성 품질 및 채산성 비교실험

### 가. 등급비율 및 수율 측정

연근별 수삼으로 홍삼을 제조한 후 홍삼의 등급을 천삼, 지삼 및 양삼으로 구분하여 그 비율(%)을 나타내었다. 동시에 연근별 원료삼의 홍삼 수율(%)을 비교하였다.

### 나. 물리적 및 관능적 품질 조사

연근별로 제조된 홍삼을 무작위로 선별하여(n=100) 물리적 품질을 중량, 길이, 직경 및 내공으로 구분하여 조사하고, 또한 선택(양호, 보통, 불량 %), 외관(양호, 보통, 불량 %) 및 내부품질(정상, 생내백, 내백)로 구분하여 관능적 품질을 조사하였다.

## 3. 원료삼의 홍삼제조조건 비교실험

### 가. 증자시간

원료삼의 홍삼제조조건 비교 실험에서 증자시간은 원료수삼 5년근을 대상으로 2.5, 3.5, 4.5 시간으로 달리하여 상업적 증자기(삼생공업, 영주, 한국)를 이용하여 증자한 다음 상법(60~65℃, 24시간 및 40℃에서 3~4일)에 의해 건조하여 증자시간별 품질특성을 비교 평가하였다.

#### 나. 건조방법

원료삼의 홍삼제조조건 비교 실험에서 건조방법은 상법(3.5시간)으로 증자한 시료를 대상으로 3가지 건조방법 즉, 풍기인삼조합의 상업적 건조(60~65℃, 24시간 및 40℃에서 3~4일), 동결건조(-80℃, 56시간) 및 원적외선 건조(900 W, 62℃, 68시간)를 각각 실시하여 건조 방법별 품질 및 기능성분 특성을 비교하였다.

### 4. 융합가공 원료삼 기능성 강화 소재화 실험

#### 가. 볶음 처리

본 실험에 사용된 볶음장치(W Co., Daegu, Korea)는 오븐 본체, 볶음 드럼(stainless steel), 온도 제어 장치 등으로 구성되어 있으며, 볶음 오븐 내의 온도를 일정하게 유지할 수 있도록 제작하여 사용하였다. 홍중미 시료(볶음 조건별 500 g)를 미리 소정의 온도까지 상승시킨 볶음기의 드럼에 넣고 일정한 속도(40 rpm)로 저어 주면서 볶음온도와 볶음시간을 조절하여 볶음처리를 하였다. 이 때 홍삼 시료의 볶음조건은 중심합성계획에 의해 독립변수( $X_1$ )는 볶음온도( $X_1$ : 140~240 ℃)와 볶음시간( $X_2$ : 5~25 min)으로 설정하였다(Table 1.2).

#### 나. 원적외선 처리

원적외선 가열은 홍중미(5 mm×5 mm) 30 g을 유리 페트리 접시(직경 120 mm)에 담아 원적외선 건조기(4~24 μm, 200 W/450 W, 400 mm L, AS-FD05, A-Sung Test Machine, Busan, Korea)에서 적외선 램프와의 거리를 30 cm로 조절한 turn table 위에 올려놓고 가열출력과 가열시간을 조절하여 원적외선 가열을 실시하였다. 이 때 가열조건에 해당하는 독립변수( $X_1$ )는 중심합성계획에 의해 에너지 용량(450~2250 W,  $X_1$ )과 조사시간(10~30 min,  $X_2$ )으로 설정하였다(Table 1.3).

**Table 1.2. Central composite design by RSM computer program for the optimization of roasting conditions for red ginseng rootlet**

Exp. No. <sup>1)</sup>	Roasting temp. (°C)		Roasting time (min)	
1	1	215	1	20
2	1	215	-1	10
3	-1	165	1	20
4	-1	165	-1	10
5	0	190	0	15
6	0	190	0	15
7	2	240	0	15
8	-2	140	0	15
9	0	190	2	25
10	0	190	-2	5

<sup>1)</sup>The number of experimental conditions by central composite design.

**Table 1.3. Central composite design by RSM program for the optimization of red ginseng rootlet exposed to different far-infrared rays**

Exp. No. <sup>1)</sup>	Drying power (Watt)		Drying time (min)	
1	1	1800	1	25
2	1	1800	-1	15
3	-1	900	1	25
4	-1	900	-1	15
5	0	1350	0	20
6	0	1350	0	20
7	2	2250	0	20
8	-2	450	0	20
9	0	1350	2	30
10	0	1350	-2	10

<sup>1)</sup>The number of experimental conditions by central composite design.

## 다. 팽화처리

원료삼은 크기가 일정한 것으로 선별하여 증자솥에서 넣어 30분간 steaming 처리하였다. 5mm 두께로 절단한 시료는 진공밀폐용기에서 넣고 24시간 방치시켜 수분함량을 조절한 후 재래식 팽화기계를 이용하여 제조하였다(Fig. 1.2). 팽화된 제품은 제조 즉시 PE필름에 밀봉하여 실험에 사용하였다.

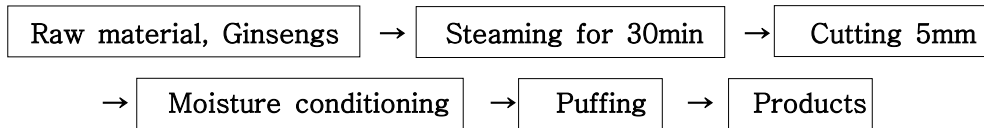


Fig. 1.2. Flow diagrams for puffing processing of ginseng.

## 5. 홍미삼의 잔류농약 저감화 실험

### 가. 홍미삼 및 홍삼농축액의 잔류농약 분석

#### 1) 추출

국내(풍기 및 J사 제품)의 홍삼분말 및 농축액과 중국산 시료를 대상으로 농약 잔류량을 평가하기 위한 추출법은 「생약의 잔류농약 허용기준 및 시험방법」(식품의약품안전청고시 제 1999-6호)에 의한 방법을 이용하였다. 분말 및 농축액 시료 10 g에 70% acetone 100 mL을 넣고 5분동안 균질화한 후 celite 545를 이용하여 여과하고, 그 잔사에 70% acetone 50 mL을 넣고 균질화 및 여과를 반복하고 그 여액을 합쳐서 40℃ 수욕상에서 약 5 mL로 감압농축하였다. 농축액을 분액깔대기에 옮기고 용기를 소량의 hexane으로 씻어 분액깔대기에 합하고 hexane의 양을 15 mL로 한다. 이에 hexan포화아세토니트릴 90 mL을 넣고 5분간 격렬하게 흔들어 섞은 다음 정지, acetonitrile 층을 미리 5% NaCl용액 400 mL을 넣은 분액깔대기에 옮긴다. hexane 층에 다시 hexan포화아세토니트릴 20 mL을 넣고 2회 추출, acetonitrile 층을 합친 후 hexane 100 mL을 넣고 1분간 진탕한 다음 정지하여 hexane 층을 취한다. water층에 hexane 50 mL을 넣어 되풀이하고 앞의 hexane 층에 합쳐 water 100 mL로 씻는다. hexane 층을 무수황산나트륨 칼럼에 통과시켜 탈수하고 다시 칼럼은 hexane 20 mL로 씻은 다음 이를 40℃이하 수욕상에서 감압 하에 5 mL로 농축한다.

## 2) 정제 및 분석

추출물의 정제 방법은 현재 잔류농약 분석시 정제방법으로 많이 활용되고 있는 solid-phase extraction(SPE)법을 florisil cartridge를 사용하여 정제하고 nitrogen blowdown방법에 의해 농축한 후 hexane 2 mL로 녹여 GC-ECD로 분석하였다. 기기분석조건은 Table 1.4와 같다.

**Table 1.4. Operating conditions for gas chromatographic analysis of pesticide residues from domestic red ginseng powder, concentration and chinese red ginseng powder**

Model	: HP Agilent 6890, USA
Mass spectrometer	: GC MSD 5973
Column	: HP-1: GC2, HP-5 : GC1(30 mm × 0.25 ID × 0.35 mm)
Temperature	: Column : 80~280°C (10°C/min) : Injector : 250°C : Detector : ECD-320, NPD-310°C
Carrier gas	: N <sub>2</sub> (1 mL/min, 1.5 psi)

### 나. 잔류농약 저감화를 위한 마이크로파 추출

중국산 홍삼분말의 잔류농약 저감화를 위한 시도로써 대조군으로 식품공전상의 현행추출법과 마이크로웨이브 추출법(microwave extraction, ME)을 비교하였다. 본 실험에서 사용된 마이크로파 추출장치는 2450 MHz 주파수의 상압형 추출장치(oper vessel type : microdegest unit, Prolabo, France)이며 최대에너지 강도는 250 W, 환류냉각관이 장착되어 있다. 본 추출장치를 이용하여 추출관에 시료 5 g과 hexane 50 mL을 가하여 100 W에서 30초동안 추출 후 여과하고 그 잔사를 다시 새로운 용매 50 mL에 재추출, 여과하여 그 여액을 합쳐 추출액으로 사용하였다. 정제 및 분석법은 가-2)의 방법과 동일하다.

## 6. 홍삼-청국장 융합 분말 소재의 흡습특성 실험



**가. 평형수분함량 측정**

홍삼-청국장 분말의 평형수분함량은 수분활성도 측정기(Thermo-constanter, TH200, Novasina, Swiss)로 측정하였다. 0.2 g의 분말시료를 chamber 내에 넣고 기기 내부의 수분활성도를 포화 염용액을 이용하여 0.11, 0.33, 0.53, 0.75, 0.90으로 유지시킨 후 5°C, 15°C, 25°C의 온도에서 수분활성도의 변화가 없을 때까지 흡습시켜 평형수분함량을 구하였다.

**나. 단분자층 수분함량 측정**

단분자층 수분함량은 BET equation과 GAB equation에 적용하여 결정하였다.

BET equation 
$$\frac{A w}{m (1 - A w)} = \frac{1}{m m_1} + \frac{C - 1}{C m m_1} A w$$

GAB equation 
$$m = \frac{m_1 C}{(1 - k A w) (1 - k A w + C k A w)}$$

Aw: Water activity

m: Equilibrium moisture content (g)

m1: Monolayer moisture content (g)

C, k: Experimental constants

**다. 흡습엔탈피의 결정**

평형수분함량에 도달하는데 필요한 흡습엔탈피인 ΔHs는 Clausius-Clapeyron(10)의 변형식을 이용하여 구하였다.

$$- \ln P = \frac{\Delta H_s}{R T}$$

P: Vapor pressure at temperature T

$\Delta H_s$ : Absorption enthalpy (cal/mol)

R: Gas constant (1.987 cal/mol·K)

T: Absolute temperature (K)

### 라. 등온흡습곡선 모델의 적합성

지금까지 연구된 모델식(11) 중 여러 가지 식품에 비교적 잘 적용되는 6가지 식들을 이용하여 홍삼-청국장분말의 평형수분함량을 예측할 수 있는 모델식의 적합성을 알아보았다.

Bradley equation  $\ln \frac{1}{A_w} = K_2 M^K$

Kuhn equation  $M = \frac{a}{\ln A_w} + b$

Caurie equation  $\ln M = \ln A_w - r A_w$

Halsey equation  $A_w = \exp\left(-\frac{a}{M^n}\right)$

Henderson equation  $1 - A_w = \exp(-K M^n)$

Oswin equation  $M = a \left(\frac{A_w}{1 - A_w}\right)^n$

(M: Equilibrium moisture content

$A_w$ : Water activity

Other alphabet: Experimental constants)

또한, 등온흡습곡선 모델과 실험식과의 편차 P(%)는 다음 식에 의해 계산되었다.

$$R(\%) = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|M_i - M_i^*|}{M_i}$$

( $M_i$ : Experimental moisture content

$M_i^*$ : Moisture content on the curve represented by isotherm model equation

n: Number of data)

#### 마. 수분활성도 예측모델

SPSS package program을 이용하여 평형에 도달하기까지의 수분활성도의 변화를 종속 변수로 시간과 상대습도, 온도를 독립변수로 하여 각 상호관계를 여러 가지 함수로 분석하여 최적함수를 선정한 후 상대습도, 상대습도와 시간, 상대습도와 시간 및 온도에 대하여 예측모델을 수립하였다.

#### 7. 홍삼 및 청국장 분말소재의 혼합비에 따른 융합 특성 실험

홍삼과 청국장의 압출/융합 공정에 사용된 쌍축압출성형기는 국내에서 제작된 실험용 쌍축동방향 압출성형기(THK 31, 인천기계)로 길이와 직경비(L/D ratio)는 25:1, 원형 사출구의 직경은 3 mm인 것을 사용하였다. 서로 다른 수분함량과 온도 조건에 따라 예비적으로 압출가공한 시료 중 기능성분 함량이 증대되는 조건(130°C, 30%)을 선택하여 홍삼:청국장의 융합비를 Table 1.5과 같이 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, 100:0의 비율로 하여 원료 사입구에 넣고 압출가공을 실시하였다.

Table 1.5. The ratio of red ginseng and *cheonggukjang* mixture for extrusion

Exp. No.	Temperature (°C)	Moisture content (%)	Ratio (%)	
			Red ginseng powder	<i>Cheonggukjang</i> powder
1			0	100
2			25	75
3	130	30	50	50
4			75	25
5			100	0
6			100	0
7		Control	0	100

## 8. 이화학적 품질 및 기능성분 특성 실험

### 가. 총 페놀 함량 측정

가열처리 된 홍삼 및 청국장 시료의 페놀성 화합물의 측정은 Folin-Denis법(12)에 준하여 실시하였다. 즉, 각 시료 추출물 2 mL에 Folin 시약 2 mL을 혼합하여 실온에서 3분간 정치한 뒤 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 2mL을 가하여 혼합하고 실온에서 1시간 반응시킨 다음 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이 때 표준물질로서 gallic acid를 적당 농도로 희석 조제하여 표준곡선을 작성하였다.

### 나. 항산화성 측정

시료의 항산화성(electron donating ability, EDA) 측정은 Blois의 방법(13)에 준하여 α,α-diphenyl-β-picrylhydrazyl (DPPH)를 사용하여 측정하였다. 즉, DPPH 12 mg을 100% 에탄올 100 mL에 녹인 후 517 nm에서 흡광도 값이 0.95~0.99가 되도록 50% 에탄올로 희석하여 DPPH 용액을 조제하였다. DPPH 용액 5 mL을 홍삼 및 청국장 추출액 0.5 mL에 가하여 교반한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 항산화성은  $100 - [(시료첨가구의\ 흡광도 / 무첨가구의\ 흡광도) \times 100]$ 으로 나타내었다.

### 다. 아질산염 소거능 측정

아질산염 소거작용 측정은 Kato 등(14)의 방법에 준하여 다음과 같이 측정하였다. 즉, 1 mM NaNO<sub>2</sub> 용액 1 mL에 각 시료 추출물을 가하고, 0.1 N HCl(pH 1.2)과 0.1 M 구연산 완충용액(pH 3.0, 4.2, 6.0)을 사용하여 반응용액의 pH를 각각 1.2, 3.0, 4.2, 6.0으로 조정된 후 반응액의 부피를 10 mL로 하였다. 그리고 37°C에서 1시간 동안 반응시켜 얻은 반응액 1 mL에 2% 초산 용액 5 mL을 첨가한 다음 Griess시약(1% sulfanilic acid: 1% naphthylamine = 1:1) 0.4 mL을 가하여 혼합하고 실온에서 15분간 방치한 후 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존하는 아질산염의 백분율(%)로 나타내었다.

$$\text{Nitrite scavenging ability(\%)} = \{1 - (S_{\text{Abs}} - B_{\text{Abs}}) / C_{\text{Abs}}\} \times 100$$

$S_{Abs}$  : Absorbance at 520 nm determined with test sample

$B_{Abs}$  : Absorbance at 520 nm determined with distilled water instead of Griess reagent

$C_{Abs}$  : Absorbance at 520 nm determined with solvent instead of test sample

#### 라. 산성다당체 함량 측정

홍삼의 산성 다당체 함량은 carbazole-sulfuric acid 방법(15)으로 측정하였다. 즉, 시료추출액 0.5 mL에 carbazole 0.25 mL 와  $H_2SO_4$  (95~97%, v/v) 3 mL를 넣은 후 80 °C에서 5분간 반응시킨 다음, 실온에서 15분간 방랭하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다.

#### 마. 조사포닌 및 진세노사이드 함량 분석

홍삼 시료의 사포닌 및 진세노사이드 분석은 분말 5 g에 80% 메탄올 50 mL를 가하여 100 W에서 microwave를 3분간 조사한 후 추출액을 여과(Whatman No. 41)한 후, 그 잔사를 3회 반복 추출하고 추출물을 55°C에서 감압 농축한 다음, 잔여물을 증류수로 50 mL로 정용하였다(16). 이것을 Shibata 등(17)의 방법에 따라 분액 깔대기에 넣어 diethyl ether 50 mL로 지용성 성분들을 제거한 후 다시 수포화 부탄올 30 mL로 3회 처리하여 합한 n-butanol 층을 1/2로 나누어 55°C에서 농축시킨 농축물의 양을 crude saponin으로 정량하였다(18). 또한 n-butanol 층의 나머지 1/2은 농축하여 메탄올(HPLC grade) 1mL로 용해한 후 0.45  $\mu$ m membrane filter로 여과하여 HPLC(JASCO PU-980, Tokyo, Japan)를 실시하여 분리, 정량하였다. 이 때, 분석 조건은 column은 Merck chromolith (RP-18e), UV 검출기(203 nm), 이동상은 10% methanol 및 80% Acetonitrile, flow rate 2.5 mL/min으로 하였다.

#### 바. 아미노태 질소 함량 측정

청국장 시료의 아미노태질소 함량은 Formol 법(19)에 준하여 시료 5 g에 증류수 25 mL를 넣고 1시간 교반하여 0.1 N NaOH로 pH가 8.4가 될 때까지 적정한 후 36% formaldehyde 20 mL를 넣고 다시 0.1 N NaOH로 pH가 8.4가 될 때까지 적정

하여 산출하였다.

#### 사. 이소플라본 함량 분석

가열처리한 청국장 of 이소플라본 함량 분석은 Wang과 Murphy의 방법(20)을 일부 수정한 HPLC법을 사용하였다. 청국장 분말시료 2 g에 acetonitrile 10 mL과 0.1 N HCl 2 mL, 증류수 7 mL을 차례로 첨가한 후 2시간 교반한 다음 3000 rpm에서 30분 동안 원심분리하였다. 상층액을 취하여 membrane filter (Whatman 25 mm/0.45 µl)로 여과하여 HPLC column (Gemini 5 µm C18 150×2.00 mm)이 장착된 HPLC(LG-1580-04 Quaternary Gradient Unit, JASCO, Japan)에 의해 분석하였다. 이 때, UV 검출기(280 nm), 이동상은 0.1% phosphoric acid 및 Acetonitrile을 사용하였고, flow rate 0.8 mL/min의 조건으로 측정하였다.

### 9. 융합 가공 시제품의 유통기한 및 규격 설정시험과 기호도 조사

#### 가. 융합 가공 시제품의 기호도 조사

당뇨군에 대한 기호도를 조사하기 위해 임상실험에 참가했던 당뇨 환자를 대상으로 우편으로 조사지를 배부한 후 다시 우편으로 회수하는 방식으로 기호도 조사를 실시하였다. 조사 기간은 2008년 2월 11일에서 2월 29일까지 실시하였으며, 총 47부를 배부하여 40부를 회수하였으며, 회수된 조사지를 대상으로 결과를 분석하였다.

비당뇨군에 대한 기호도 조사는 20~30대, 40~50대, 60대 이상의 연령별로 구분하여 실시하였으며, 각 25명의 건강한 남녀를 대상으로 외관, 향미, 섭취편이성 등에 대한 기호도를 5점 채점법으로 조사하였다.

#### 나. 융합 가공 시제품의 유통기한 및 규격 설정시험

유통기한 설정을 위한 방법에는 가혹한 환경조건 하에서 대상식품을 저장하면서 단시간 내에 품질이 떨어지는 정도를 파악하여 저장기간을 정하는 가속실험법이 있다(21). 가속실험법에는 온도상승법, 산소압력상승법, 수분증가법 및 혼합법이 있으며 이 중 온도상승법이 가장 많이 사용되는 방법이며, 본 연구에 적용하였다. 이 방법은

어떤 온도에서 유통기한과  $Q_{10}$  value를 알고 있으면 임의의 다른 온도에서의 유통기한을 구할 수 있는 원리를 이용한 것으로, 각 시제품을 실제 유통온도 보다 높은 온도(25, 35, 45°C)에 저장하면서 품질변화를 측정하고 이를 바탕으로  $Q_{10}$  value를 구하여 유통기한을 예측하였다(22).

규격 설정을 위한 가공 시제품의 성분 분석은 식품공전 및 건강기능식품공전법에 표기된 홍삼 제품과 청국장 제품의 각 규격기준에 의거하여 실험을 실시하였다.

### 1) 수분함량 측정

수분함량은 electronic moisture analyzer(Model MA35, Sartorius AG., Germany)를 이용하여 측정하였고 저장기간 동안 시제품의 수분함량이 식품공전 규격기준에 적합한지를 알아보았다.

### 2) 조사포닌 및 진세노사이드 분석

시료 5 g을 MeOH 100 mL 에 넣고 1시간동안 추출, 여과를 2회 반복하고 그 여액을 합쳐 감압농축 하였다. 농축잔류물을 D.W. 50 mL에 용해시키고 분액깔때기에 옮겨 diethylether 50 mL로 2회 분리하여 탈지한 후, 수포화부탄올 50 mL 3회 추출 후 물 50 mL로 씻어낸다. 미리 항량을 구해놓은 수기에 부탄올 층을 넣고 감압농축한 후 잔류물은 105°C에서 20 min 건조하고 30 min 식혀 무게를 달아 조사포닌 양을 구하였다. 위 건조물에 10배의 MeOH를 가하여 완전히 용해한 다음 0.45  $\mu$ m membrane filter로 여과하여 HPLC (JASCO PU-980, Tokyo, Japan)를 실시하여 분리, 정량하였다. 이 때, 분석조건은 column은 Merck chromolith (RP-18e), UV 검출기(203 nm), 이동상은 10% methanol 및 80% Acetonitrile, flow rate 2.5 mL/min으로 하였다.

### 3) 대두성분 분석

시료 약 10g을 달아 250 mL 삼각플라스크에 넣고 80% 메탄올 40 mL을 넣은 후 65°C에서 2시간 동안 추출한다. 냉각시킨 후 2M NaOH 3 mL을 넣고 상온에서 10분간 회전교반하여 반응시킨 다음 acetic acid 1 mL을 넣는다. 80% 메탄올을 사용하여 50 mL로 한 다음 잘 혼합하고 여과한다. 여액 5 mL에 물 4 mL을 넣고 메탄올을 사용하여 10 mL로 한다. 5분간 원심분리한 상정액을 0.45  $\mu$ m membrane filter로 여과한 것을 시험용액으로 한다. 이 때, 표준물질 확인을 위해 daidzein, zenistein 표준품 각 20 mg을 정밀하게 달아 메탄올 50 mL에 녹여 표준용액으로 한다.

Table 1.6. Operation conditions of HPLC for isoflavone analysis

Specification	Condition
Column	옥타데실실릴화한 실리카겔을 충전한 칼럼 또는 이와 동등 이상의 것
Detector	UV detector (260 nm)
Flow rate	1.0 mL/min
solvent	물:메탄올:초산=50:48:2
Injection volume	10 $\mu$ l

#### 4) 대장균군

대장균군 검사법은 BGLB 배지법으로, 시제품 시료 5 g을 펩톤수 45 mL로 추출한 시험용액 1 mL에 각 단계 희석액 1 mL씩을 멸균 페트리접시에 취하고 미리 가온 용해하여 약 50°C에 보존한 데스옥시콜레이트 유당천배지 약 15 mL을 무균적으로 분주하고 페트리접시 뚜껑에 부착하지 않도록 주의하면서 조용히 회전하여 좌우로 기울이면서 검체와 배지를 잘 혼합한 후 냉각시키고 시킨다. 이것을 37°C에서 24시간 배양하여 생성된 집락수를 계산하고, 그 평균집락수에 희석배수를 곱하여 대장균군 수를 산출하였다.

#### 5) 향기성분 분석

향기 패턴 분석에 사용된 전자코는  $\alpha$ -FOX 3000 Electronic Nose System(Alpha M.O.S., Toubuse, France)으로 12개의 metal oxide sensor(MOS)들, 즉 non polar volatiles를 감지하는 P10/1, P10/2, SY/AA 및 SY/gCT, 유기용매들을 감지하는 PA2, T30/1 및 SY/gCT1, fluoride 및 chloride를 감지하는 P40/1 및 SY/LG, ammonia 및 sulfur 화합물을 감지하는 SY/G 그리고 식품향기와 휘발성분들을 감지하는 T70/2 센서로 구성되어 있으며 multi-sensor array 기술을 이용하여 특정 향기나 냄새 성분을 각각의 센서에서 전기 화학적 인 반응을 일으켜 전기적인 신호로 변환되는 원리로 향기 패턴을 분석한다. 각각의 센서들로부터 얻어진 감응도 값은 사람의 후각인지 체제를 모방한 판별분석, 주성분 분석 등의 분석을 통해 패턴이 지어져 냄새를 구분한다. 분석조건은 dry air/humid air의 비율이 20%가 되도록 온도는 60°C, 압력은 5 psi, 공기 흐름은 150 mL/min으로 air conditioning unit를 활용하여 설정하였다. 20 mL vial에 시료 1g을 취하여 15분, 60°C 및 500rpm의 조건으로 incubation 시킨 후 head



space로부터 향기 성분을 획득하였다. 65°C로 유지되는 2.5 mL의 용량의 자동 시료 채취기 및 주입기를 사용하여 향기 성분을 취한 후 0.5 mL/sec의 속도로 injection port에 주입하였다. 분석 간격은 5분으로 센서가 충분히 안정화를 이룬 다음 분석을 실행하였다.

전자코 향기 패턴 분석으로 얻은 각 센서의 감응도( $\Delta R_{\text{gas}}/R_{\text{air}}$ ) 즉, 공기 저항값( $R_{\text{air}}$ )에 대한 시료 휘발성 성분의 저항값( $R_{\text{gas}}$ )의 변화율로 주성분 분석(Principal Component Analysis: PCA)을 실행하여 제1주성분 값 및 제2주성분 값을 구하였고, 각 12개의 센서 값들은 SAS(Statistical Analysis System, SAS Institute Inc., Cary NC 27513, USA) program의 Duncan's multiple range test를 실시하여  $p < 0.05$  수준에서 각 센서별 유의성을 검증하였다.

#### 6) 관능검사 및 shelf-life 예측

관능검사는 패널요원 9명을 선정하여 저장 중 시료에 대해 각각 색(color), 향(odor) 및 전반적인 기호도(overall acceptability)에 대해 7점 채점법으로 수행하였으며 shelf-life 예측을 위한 한계치는 품질이 좋지도 나쁘지도 않은 상태인 4점을 기준으로 하였다. 또한 홍삼-청국장 시제품들의 shelf-life 예측은 가속저장 조건인 35°C 및 45°C에서 관능검사 결과점수의 변화속도로부터  $Q_{10}$  값을 구하였으며 이  $Q_{10}$  값을 이용하여 시제품의 예상 유통온도인 10°C, 20°C 및 30°C에서의 shelf-life를 구하였다.

## 10. 통계 분석

중심합성계획에 의한 볶음 및 원적외선 가열조건에 따른 품질특성에 대한 결과는 추출물 및 시료분말의 품질특성을 반복 측정하여 그 평균값을 종속변수( $Y_n$ )로 하여 회귀 분석을 실시하였으며, 이 때 두 개의 독립변수와 종속변수에 대한 2차 회귀 모형식은 다음과 같다.

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{12}X_1X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2$$

여기서  $Y$ 는 종속변수,  $X_1$ ,  $X_2$ 는 독립변수,  $b_0$ 는 절편,  $b_n$ 은 회귀계수이며, 반응표면 회귀분석을 위해서는 SAS(Statistical Analysis System) program(23)을 사용하였다. 회귀분석 결과 임계점이 최대점이거나 최소점이 아니고 안장점일 경우에는 능선

분석을 하여 최적점을 구하였다.

또한 원료삼의 홍삼 제조조건 비교실험 및 압출가공에 따른 품질특성 결과의 분석은 SAS(Statistical Analysis System)(24)에 의한 분산분석(ANOVA)과 Duncan's multiple range test에 의해 유의성 검증을 실시하였다.

## 제 3 절 결과 및 고찰

### 1. 지역 원료수삼의 연근별 및 증자조건별 홍삼가공적성 비교

#### 가. 연근별 홍삼 상품성, 품질 및 기능성분 특성

##### 1) 연근별 수삼의 홍삼가공 시 품질 및 경제적 채산성

연근별 수삼으로 홍삼을 제조한 후 홍삼의 등급을 천삼, 지삼, 양삼으로 구분하여 비율(%)과 연근별 수율(%)을 조사하여 Table 1.7에 나타내었다. 최고급 홍삼으로 알려진 천삼의 비율은 5년 근 > 6년 근 > 4년 근의 순이었으며, 지삼에서는 5년 근과 4년 근이 6년 근보다 높게 나타났고, 양삼의 경우는 4년 근과 6년 근에서 50% 선을 나타낸 반면 5년 근에서는 40% 정도로 나타났다. 그리고 원료 수삼에 대비한 홍삼의 전체 수율은 23~25% 수준으로 5년 근과 6년 근이 유사하게 동일하게 25% 선을 나타내었다.

또한 연근별 홍삼의 물리적 품질을 비교한 결과(Table 1.8), 연근별 홍삼 본근의 1지당 평균 중량(n=100)은 17.22~17.90 g 범위를 보이면서 5년 근 > 4년 근 > 6년 근 순으로 무겁게 나타났다. 평균 길이에서는 10.2~10.7 cm의 수준으로 5년 근이 4, 6년 근 보다 다소 길게 조사되었다. 한편 홍삼근의 평균 직경에서는 1.3~1.7 cm 수준으로 6년 근 > 5년 근 > 4년 근 순으로 굵게 나타났다. 또한 홍삼의 연근별 내공 비율(%)은 17~20% 수준으로 연근별로  $\pm 5\%$ 의 편차를 보이는 것으로 나타났다. 이는 4년 근은 표피와 내부조직이 약하고, 5년 근은 4년 근보다 표피와 내부조직이 다소 강하며, 6년 근은 섬유질화 된 내부조직과 표피로 인해 홍삼제조시 건조과정에서 내공이 생길 확률이 높을 것으로 보고되고 있다.

연근별 제조 홍삼을 무작위로 선발하여(n=100) 관능적 품질을 선택(양호, 보통, 불량%), 외관(양호, 보통, 불량%) 및 내부품질(정상, 생내백, 내백)로 조사하여 Table

1.9에 나타내었다. 연근별 홍삼의 선택은 6년 근과 5년 근에서 대부분 양호한 외관을 나타내었으며, 외관에서는 양호(74~85%), 보통(15~20%), 불량(0~6%)으로 6년 근 > 5년 근 > 4년 근의 순으로 우수한 관능적 외관을 보여주었다. 그리고 내부품질에서는 정상, 생내백, 내백으로 구분하여 그 비율을 조사해 본 결과, 정상(62~66%), 생내백(18~26), 내백(8~18%) 등으로 6년 근에서 정상 비율이 가장 높았으나 생내백이 26% 정도로 비교적 높은 값을 나타내었다.

**Table 1.7. Yield of red ginseng prepared with different cultivation year—roots of fresh ginseng**

Year of Root	Distribution of degree (%)			Yield (%)
	<i>Chunsam</i>	<i>Jisam</i>	<i>Yangsam</i>	
4	10	40	50	23
5	20	40	40	25
6	15	35	50	25

**Table 1.8. Physical properties of red ginseng prepared with different cultivation year—roots of fresh ginseng**

Physical properties	Year of root		
	4	5	6
Weight (g/root)	17.79	17.90	17.22
Length (cm)	10.20±1.67	10.70±1.65	10.20±1.40
Diameter (cm)	1.30±0.21	1.40±0.10	1.70±0.20
Inside cavity (±5%)	18	17	20

(n = 100 roots/year)

**Table 1.9. Sensory properties of red ginseng prepared with different cultivation year—roots of fresh ginseng**

Sensory properties		Year of root		
		4	5	6
Color (%)	Good	94	99	100
	Fair	4	1	-
	Poor	2	-	-
	Total	100	100	100
Appearance (%)	Good	74	80	85
	Fair	20	19	15
	Poor	6	1	-
	Total	100	100	100
Degree of Inside white (%)	Good	64	64	66
	Fair	18	20	26
	Poor	18	16	8
	Total	100	100	100

(n = 100 roots/year)

2) 연근별 홍삼의 품질 및 기능성분 특성

연근별 홍삼을 본근(root)과 지근(rootlet)으로 구분하여 조사포닌 및 HPLC 분석에 의한 ginsenoside 함량을 조사한 결과는 Table 1.10과 같다. 조사포닌의 경우 연근에 관계없이 지근 부위에서 7.09~8.41%로 본근보다 대략 2배 수준의 높은 값을 보였으며, 4년 근(5.64%)이 6, 5년 근보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다. 한편 ginsenoside 패턴 및 함량은 전체적으로 5년 근 홍삼에서 ginsenoside의 함량이 높은 것으로 나타났으며, 지근이 본근보다 전반적으로 높게 나타났다. 수삼의 연근별 홍삼제조에 따른 ginsenoside Rg<sub>3</sub> 함량은 5년 근 및 6년 근의 지근에서 16.43~16.47 mg%로 가장 높게 나타났으며, 본근의 경우 5년 근에서 7.12 mg%로 높은 값을 보였다. Ginsenoside Rh<sub>2</sub>의 경우 5년 근 홍삼의 본근 및 지근에서 각각 11.06 mg%와 32.34 mg%로 가장 높게 나타났다. 연근별 홍삼의 ginsenoside 총 함량은 5년 근 홍삼의 본근과 지근에서 각각 2288.88 mg%와 3209.58 mg%로 4년 근 및 6년 근에 비

해 높은 것으로 확인되었다. 따라서 홍삼의 유효성분인 ginsenoside 패턴과 함량을 비교해 보았을 때 5년 근 수삼을 원료로 제조한 홍삼은 6년 근 및 4년 근 홍삼에 비해 품질 면에서 우수한 것을 확인 하였다.

**Table 1.10. Soluble solid, crude saponin and ginsenoside of red ginseng prepared with different cultivation year—roots**

Years of root		4		5		6	
Part of root		Root	Rootlet	Root	Rootlet	Root	Rootlet
Soluble solid (%, d.b.)		2.65 ±0.21 <sup>a</sup>	2.63 ±0.05 <sup>a</sup>	1.39 ±0.28 <sup>b</sup>	1.68 ±0.13 <sup>b</sup>	1.61 ±0.085 <sup>b</sup>	1.75 ±0.01 <sup>b</sup>
Crude saponin (%, d.b.)		5.64 ±0.12 <sup>b</sup>	8.41 ±0.03 <sup>a</sup>	3.57 ±0.21 <sup>c</sup>	7.09 ±0.05 <sup>ab</sup>	3.66 ±0.26 <sup>c</sup>	8.09 ±0.09 <sup>a</sup>
Ginsenoside (%, d.b.)	R <sub>g1</sub>	588.73 ±50.26 <sup>d</sup>	766.78 ±104.15 <sup>bc</sup>	919.29 ±32.02 <sup>ab</sup>	947.34 ±15.48 <sup>a</sup>	711.30 ±50.54 <sup>cd</sup>	746.52 ±23.25 <sup>cd</sup>
	R <sub>e</sub>	700.20 ±112.29 <sup>c</sup>	918.30 ±75.67 <sup>b</sup>	976.89 ±0.62 <sup>b</sup>	1423.89 ±119.62 <sup>a</sup>	542.07 ±39.70 <sup>c</sup>	1417.67 ±45.96 <sup>a</sup>
	R <sub>f</sub>	49.05 ±4.89 <sup>d</sup>	134.90 ±27.70 <sup>bc</sup>	101.96 ±15.57 <sup>cd</sup>	211.56 ±12.14 <sup>a</sup>	91.66 ±3.13 <sup>cd</sup>	158.77 ±33.95 <sup>b</sup>
	R <sub>h1</sub>	8.57 ±1.16 <sup>c</sup>	11.59 ±2.23 <sup>bc</sup>	17.59 ±1.79 <sup>a</sup>	14.48 ±0.57 <sup>ab</sup>	10.38 ±1.15 <sup>c</sup>	11.84 ±0.16 <sup>bc</sup>
	R <sub>b1</sub>	13.58 ±1.75 <sup>bc</sup>	14.27 ±1.31 <sup>b</sup>	16.24 ±0.41 <sup>b</sup>	28.60 ±2.03 <sup>a</sup>	10.83 ±1.08 <sup>c</sup>	25.72 ±0.64 <sup>a</sup>
	R <sub>c</sub>	71.11 ±11.06 <sup>bc</sup>	113.45 ±13.98 <sup>b</sup>	100.35 ±1.58 <sup>bc</sup>	248.76 ±38.77 <sup>a</sup>	53.17 ±4.86 <sup>c</sup>	252.12 ±7.21 <sup>a</sup>
	R <sub>b2</sub>	27.47 ±2.94 <sup>d</sup>	34.11 ±3.20 <sup>d</sup>	58.14 ±4.29 <sup>c</sup>	224.19 ±2.54 <sup>a</sup>	27.90 ±5.16 <sup>d</sup>	203.25 ±5.88 <sup>b</sup>
	R <sub>d</sub>	63.73 ±7.23 <sup>c</sup>	66.82 ±7.28 <sup>bc</sup>	80.25 ±1.33 <sup>ab</sup>	62.08 ±4.93 <sup>c</sup>	14.29 ±1.26 <sup>d</sup>	93.31 ±0.25 <sup>a</sup>
	R <sub>g3</sub>	3.82 ±0.4120 <sup>b</sup> <sub>c</sub>	9.81 ±0.08 <sup>ab</sup>	7.12 ±1.03 <sup>bc</sup>	16.34 ±5.93 <sup>a</sup>	2.10 ±0.46 <sup>c</sup>	16.47 ±0.50 <sup>a</sup>
	R <sub>h2</sub>	5.20 ±1.16 <sup>e</sup>	15.18 ±0.17 <sup>c</sup>	11.06 ±0.14 <sup>d</sup>	32.34 ±2.60 <sup>a</sup>	3.38 ±0.82 <sup>e</sup>	24.15 ±0.59 <sup>b</sup>
Total		1531.46 ±180.22 <sup>c</sup>	2085.22 ±226.74 <sup>b</sup>	2288.88 ±21.40 <sup>b</sup>	3209.58 ±167.42 <sup>a</sup>	1467.05 ±108.45 <sup>c</sup>	2949.82 ±47.99 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>)Mean of triplicates ± s.d.

<sup>2</sup>)Values within the same column with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.01$ .

## 나. 원료삼의 홍삼제조조건별 비교

### 1) 증삼 조건별 품질특성

증삼조건을 달리하여 제조된 시료의 조사포닌 함량은 본근과 지근에서 각각 3.58~4.43%와 8.92~10.24%로 지근에서 조사포닌 함량이 높은 것으로 확인되었으며, 증삼시간이 증가함에 따라 조사포닌 함량이 증가하는 것으로 나타났다(Table 1.11). 또한 ginsenoside 함량에서 모든 시료에서 Rg<sub>1</sub>과 Re의 함량이 가장 높았으며, 본근의 ginsenoside Re는 증자시간이 길어짐에 따라 유의적으로 감소하였으나 지근에서는 변화가 유의적이지 않았다. 특히 항암효과가 알려진 ginsenoside Rg<sub>3</sub>와 Rh<sub>2</sub>는 증자시간이 증가할수록 그 함량이 크게 증가하는 것으로 확인되었다. 전체적으로 ginsenoside 총 함량은 3.5 시간 증자 처리한 지근에서 가장 높은 함량을 보였으며, 이는 인삼근의 ginsenoside 함량은 표피부에 많이 존재하므로 단위 무게 당 표피가 많은 지근이 본근에 비해 높은 함량을 나타내었다.

또한 산성다당체, 총페놀함량 및 전자공여능은 증삼시간이 3.5~4.5시간으로 증가함에 따라 증가하였다(Table 1.12). 또한 pH 조건을 달리한 아질산염소거능을 측정할 값은 pH 1.2의 경우, 2.5~3.5시간의 값(65.96~70.40%)은 유사하였으나, 상업적 조건인 3.5시간보다 길게 증삼한 4.5 시간의 경우 59.88~61.20%로 오히려 낮게 나타났으며 이와 같은 결과는 pH 4.2에서도 동일하게 확인되었다. 따라서 원료수삼의 증삼시간은 3.5시간 범위가 양호한 것으로 나타났다.

**Table 1.11. Soluble solid, crude saponin and ginsenoside of red ginseng prepared with different steaming time**

Steaming time of root (hr)		2.5		3.5		4.5	
Part of root		Root	Rootlet	Root	Rootlet	Root	Rootlet
Soluble solid (% d.b.)		1.39 ±0.07 <sup>a</sup>	0.87 ±0.02 <sup>bc</sup>	0.855 ±0.0071 <sup>bc</sup>	0.870 ±0.0141 <sup>bc</sup>	0.91 ±0.02 <sup>b</sup>	0.82 ±0.01 <sup>c</sup>
Crude saponin (% d.b.)		3.84 ±0.03 <sup>b</sup>	8.92 ±0.67 <sup>a</sup>	4.435 ±0.5109 <sup>b</sup>	9.61 ±0.57 <sup>a</sup>	3.58 ±0.57 <sup>b</sup>	10.24 ±0.79 <sup>a</sup>
Ginsenoside (mg%, d.b.)	R <sub>g1</sub>	757.38 ±56.56 <sup>c</sup>	853.05 ±2.72 <sup>b</sup>	778.56 ±1.58 <sup>bc</sup>	947.88 ±17.91 <sup>a</sup>	754.04 ±3.69 <sup>c</sup>	818.69 ±49.22 <sup>bc</sup>
	R <sub>e</sub>	535.77 ±50.93 <sup>b</sup>	1176.20 ±107.38 <sup>a</sup>	423.46 ±6.89 <sup>bc</sup>	1213.77 ±0.96 <sup>a</sup>	327.67 ±54.28 <sup>c</sup>	1196.18 ±20.95 <sup>a</sup>
	R <sub>f</sub>	99.66 ±30.09 <sup>b</sup>	151.90 ±8.44 <sup>a</sup>	86.44 ±1.84 <sup>b</sup>	119.30 ±4.16 <sup>ab</sup>	75.74 ±13.83 <sup>b</sup>	165.62 ±32.58 <sup>a</sup>
	R <sub>h1</sub>	24.83 ±3.21 <sup>c</sup>	72.44 ±0.17 <sup>a</sup>	14.81 ±0.21 <sup>d</sup>	73.53 ±1.23 <sup>a</sup>	20.77 ±2.01 <sup>c</sup>	39.65 ±2.48 <sup>b</sup>
	R <sub>b1</sub>	11.86 ±0.99 <sup>b</sup>	24.46 ±2.04 <sup>a</sup>	11.78 ±0.11 <sup>b</sup>	26.47 ±0.41 <sup>a</sup>	9.57 ±1.75 <sup>b</sup>	27.77 ±2.34 <sup>a</sup>
	R <sub>c</sub>	64.77 ±6.15 <sup>c</sup>	217.30 ±21.29 <sup>b</sup>	61.65 ±0.67 <sup>c</sup>	247.53 ±1.61 <sup>ab</sup>	46.62 ±9.25 <sup>c</sup>	249.35 ±19.34 <sup>a</sup>
	R <sub>b2</sub>	73.26 ±6.06 <sup>c</sup>	165.04 ±15.58 <sup>b</sup>	68.70 ±4.49 <sup>c</sup>	196.01 ±1.65 <sup>a</sup>	56.51 ±10.90 <sup>c</sup>	201.62 ±16.52 <sup>a</sup>
	R <sub>d</sub>	19.47 ±0.94 <sup>c</sup>	75.57 ±6.35 <sup>b</sup>	16.53 ±2.01 <sup>cd</sup>	88.52 ±0.16 <sup>a</sup>	5.82 ±1.12 <sup>d</sup>	97.12 ±9.56 <sup>a</sup>
	R <sub>g3</sub>	2.19 ±0.07 <sup>d</sup>	15.00 ±1.57 <sup>bc</sup>	8.57 ±4.31 <sup>cd</sup>	17.79 ±1.14 <sup>ab</sup>	5.18 ±1.04 <sup>d</sup>	23.12 ±4.95 <sup>a</sup>
	R <sub>h2</sub>	3.44 ±0.19 <sup>b</sup>	20.35 ±0.54 <sup>a</sup>	9.59 ±2.54 <sup>b</sup>	20.71 ±1.14 <sup>a</sup>	4.14 ±0.18 <sup>b</sup>	24.36 ±5.35 <sup>a</sup>
Total		1692.62 ±148.64 <sup>b</sup>	2871.32 ±148.82 <sup>a</sup>	1580.08 ±24.23 <sup>bc</sup>	3051.51 ±15.69 <sup>a</sup>	1406.05 ±95.9 <sup>c</sup>	2943.50 ±0.31 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Mean of triplicates ± s.d.

<sup>2)</sup>Values within the same column with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.01$ .

**Table 1.12. Acidic polysaccharide, total phenolics, electron donating ability, total flavonoid and nitrite scavenging ability of red ginseng prepared with different steaming time**

Steaming time of root (hr)	2.5		3.5		4.5		
Part of root	Root	Rootlet	Root	Rootlet	Root	Rootlet	
Acidic polysaccharide (mg%, d.b.)	2.21 ±0.03 <sup>e</sup>	3.79 ±0.11 <sup>c</sup>	4.68 ±0.47 <sup>b</sup>	5.38 ±0.20 <sup>a</sup>	5.28 ±0.02 <sup>a</sup>	3.39 ±0.12 <sup>d</sup>	
Total phenolics (mg%, d.b.)	13.06 ±0.14 <sup>d</sup>	16.81 ±0.52 <sup>a</sup>	15.71 ±0.13 <sup>b</sup>	16.57 ±0.30 <sup>a</sup>	14.51 ±0.65 <sup>c</sup>	16.48 ±0.12 <sup>a</sup>	
Electron donating ability (%)	51.91 ±0.51 <sup>b</sup>	47.76 ±0.85 <sup>c</sup>	51.34 ±1.48 <sup>bc</sup>	49.87 ±0.69 <sup>bc</sup>	53.94 ±0.80 <sup>a</sup>	50.05 ±0.71 <sup>bc</sup>	
Total flavonoid (mg%, d.b.)	0.10 ±0.00 <sup>b</sup>	0.11 ±0.00 <sup>b</sup>	0.11 ±0.01 <sup>b</sup>	0.12 ±0.00 <sup>a</sup>	0.10 ±0.00 <sup>b</sup>	0.12 ±0.00 <sup>a</sup>	
Nitrite scavenging ability (% (%, d.b.)	pH 1.2	65.96 ±3.22 <sup>b</sup>	70.40 ±1.08 <sup>a</sup>	66.86 ±1.85 <sup>b</sup>	67.57 ±1.43 <sup>ab</sup>	59.88 ±0.70 <sup>c</sup>	61.20 ±1.25 <sup>c</sup>
	pH 3.0	66.35 ±3.78 <sup>a</sup>	65.12 ±0.96 <sup>a</sup>	59.96 ±1.31 <sup>b</sup>	63.63 ±2.00 <sup>a</sup>	65.37 ±1.72 <sup>a</sup>	59.26 ±1.16 <sup>b</sup>
	pH 4.2	58.65 ±1.20 <sup>a</sup>	57.50 ±0.62 <sup>a</sup>	56.99 ±0.49 <sup>a</sup>	53.35 ±1.17 <sup>b</sup>	50.48 ±1.10 <sup>c</sup>	51.31 ±0.43 <sup>c</sup>
	pH 6.0	51.79 ±1.84 <sup>b</sup>	55.55 ±0.61 <sup>a</sup>	53.39 ±0.50 <sup>b</sup>	47.48 ±1.21 <sup>c</sup>	53.32 ±0.48 <sup>b</sup>	47.40 ±0.61 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Mean of triplicates ± s.d.

<sup>2)</sup>Values within the same column with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.01$ .



## 2) 건조방법별 품질특성

건조방법별 조사포닌 함량은 본근(3.61~5.42%)보다 지근(8.56~8.84%)의 함량이 높게 나타났으며, 건조방법별 차이는 없었다(Table 1.13). HPLC 분석에 의한 ginsenoside 패턴 및 함량은 전체적으로 동결건조 한 시료에서 총 ginsenoside 함량이 가장 높게 나타났다. 그러나 ginsenoside 패턴에 대한 건조방법의 영향에서는 동결건조에서 개별 ginsenoside가 비교적 안정한 값을 보였으며, 원적외선 건조에서는 열풍건조에 비해 ginsenoside Rg<sub>1</sub>, Rg<sub>3</sub> 및 Rh<sub>2</sub>는 감소한 반면 Rh<sub>1</sub>, Rc, Rd 등은 크게 증가하였다. 이는 Ryu(1)의 보고에서와 같이 증자한 수삼에서 triol계 사포닌의 종류와 함량이 증가하는 현상은 diol계 사포닌의 비당부위(aglycone)를 지니고 있는 malonyl-ginsenosides가 증자처리에 의해 malonyl기가 분해되어 사포닌의 변화가 일어나기 때문으로 알려지고 있으며, 따라서 홍삼은 증자과정을 거치게 되므로 백삼에 존재하지 않는 ginsenoside Rg<sub>3</sub>와 Rh<sub>2</sub>가 생성되고 Rb<sub>1</sub>의 함량이 감소하는 것으로 보고되고 있지만, 증자 후 건조과정에서의 구체적인 ginsenoside 변화는 추후 연구가 필요한 과제라 할 수 있다.

5년근 수삼을 시료로 하여 상법으로 증삼한후 건조방법을 달리하여 제조한 홍삼의 가용성고형분과 아질산염소거능의 결과는 건조방법별 유의적 차이가 없었으나, 산성다당체, 총페놀, 전자공여능은 원적외선 건조시 유의적으로 증가하였다(Table 1.14).



Fig. 1.3. Red ginseng with different conditions of conventional, freeze and far-infrared dryings.

**Table 1.13. Soluble solid, crude saponin and ginsenoside of red ginseng with different conditions of conventional, freeze and far-infrared dryings**

Drying condition of root	Commercial drying		Freeze drying		Far-infrared drying		
Part of root	Root	Rootlet	Root	Rootlet	Root	Rootlet	
Soluble solid (% <sub>d.b.</sub> )	0.74 ±0.04 <sup>a</sup>	0.82 ±0.02 <sup>a</sup>	0.56 ±0.01 <sup>b</sup>	0.54 ±0.04 <sup>b</sup>	0.60 ±0.11 <sup>b</sup>	0.85 ±0.42 <sup>a</sup>	
Crude saponin (% <sub>d.b.</sub> )	3.61 ±0.49 <sup>b</sup>	8.84 ±0.54 <sup>a</sup>	4.68 ±0.44 <sup>b</sup>	8.64 ±0.28 <sup>a</sup>	5.42 ±1.76 <sup>b</sup>	8.56 ±0.59 <sup>a</sup>	
Ginsenoside (mg% <sub>d.b.</sub> )	R <sub>g1</sub>	667.59 ±28.86 <sup>a</sup>	689.37 ±5.93 <sup>a</sup>	520.57 ±0.21 <sup>b</sup>	669.71 ±67.45 <sup>a</sup>	562.40 ±1.54 <sup>b</sup>	694.12 ±112.70 <sup>a</sup>
	R <sub>e</sub>	380.58 ±19.48 <sup>c</sup>	1030.09 ±6.18 <sup>b</sup>	525.85 ±148.80 <sup>c</sup>	1679.97 ±10.49 <sup>a</sup>	361.53 ±844.54 <sup>c</sup>	844.54 ±112.70 <sup>b</sup>
	R <sub>f</sub>	70.99 ±9.20 <sup>c</sup>	134.62 ±1.18 <sup>a</sup>	82.33 ±4.93 <sup>bc</sup>	89.75 ±1.54 <sup>bc</sup>	79.10 ±20.59 <sup>bc</sup>	113.07 ±26.31 <sup>ab</sup>
	R <sub>h1</sub>	9.23 ±2.78 <sup>e</sup>	11.40 ±0.77 <sup>e</sup>	30.79 ±2.15 <sup>d</sup>	91.31 ±2.18 <sup>a</sup>	37.51 ±1.64 <sup>c</sup>	44.81 ±0.18 <sup>b</sup>
	R <sub>b1</sub>	9.77 ±0.87 <sup>d</sup>	23.21 ±0.21 <sup>a</sup>	12.46 ±0.80 <sup>cd</sup>	16.66 ±0.62 <sup>bc</sup>	12.72 ±4.67 <sup>cd</sup>	20.24 ±2.85 <sup>ab</sup>
	R <sub>c</sub>	51.64 ±5.41 <sup>d</sup>	219.46 ±0.35 <sup>a</sup>	74.51 ±7.14 <sup>cd</sup>	150.87 ±1.77 <sup>b</sup>	77.34 ±20.02 <sup>c</sup>	206.05 ±9.74 <sup>a</sup>
	R <sub>b2</sub>	61.72 ±5.89 <sup>c</sup>	170.61 ±0.62 <sup>a</sup>	81.90 ±5.36 <sup>c</sup>	114.98 ±0.88 <sup>b</sup>	77.34 ±17.33 <sup>c</sup>	151.13 ±20.12 <sup>a</sup>
	R <sub>d</sub>	6.46 ±0.70 <sup>d</sup>	81.63 ±1.50 <sup>a</sup>	24.71 ±3.27 <sup>c</sup>	51.30 ±1.50 <sup>b</sup>	48.38 ±3.88 <sup>b</sup>	74.31 ±11.58 <sup>a</sup>
	R <sub>g3</sub>	12.59 ±1.05 <sup>bc</sup>	18.97 ±2.14 <sup>a</sup>	13.63 ±2.06 <sup>b</sup>	16.49 ±0.86 <sup>b</sup>	7.55 ±3.65 <sup>c</sup>	8.31 ±0.53 <sup>c</sup>
	R <sub>h2</sub>	8.80 ±1.34 <sup>c</sup>	17.95 ±0.84 <sup>a</sup>	9.78 ±1.93 <sup>c</sup>	14.36 ±0.85 <sup>b</sup>	5.51 ±1.73 <sup>d</sup>	8.99 ±0.81 <sup>c</sup>
Total	2669.32 ±149.14 <sup>c</sup>	4860.45 ±16.91 <sup>b</sup>	2824.80 ±346.71 <sup>c</sup>	5971.12 ±165.27 <sup>a</sup>	2667.29 ±55.83 <sup>c</sup>	4411.24 ±332.45 <sup>b</sup>	

<sup>1</sup>)Mean of triplicates ± s.d.

<sup>2</sup>)Values within the same column with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.01$ .

**Table 1.14. Acidic polysaccharide, total phenolics, electron donating ability, total flavonoid and nitrite scavenging ability of red ginseng with different conditions of conventional, freeze and far–infrared dryings**

Drying condition of root	Commercial drying		Freeze drying		Far–infrared drying		
	Root	Rootlet	Root	Rootlet	Root	Rootlet	
Acidic polysaccharide (mg%, d.b.)	2.50 ±0.077 <sup>d</sup>	3.69 ±0.22 <sup>abc</sup>	3.34 ±0.10 <sup>c</sup>	4.03 ±0.34 <sup>a</sup>	3.62 ±0.16 <sup>bc</sup>	3.93 ±0.19 <sup>ab</sup>	
Total phenolics (mg%, d.b.)	8.66 ±0.23 <sup>e</sup>	10.08 ±0.15 <sup>d</sup>	11.40 ±0.06 <sup>b</sup>	11.83 ±0.23 <sup>a</sup>	11.17 ±0.10 <sup>b</sup>	10.77 ±0.15 <sup>c</sup>	
Electron donating ability (%)	47.64 ±1.78 <sup>a</sup>	49.90 ±0.29 <sup>a</sup>	37.64 ±1.36 <sup>b</sup>	30.28 ±0.95 <sup>c</sup>	49.42 ±0.58 <sup>a</sup>	38.35 ±0.86 <sup>b</sup>	
Total flavonoid (mg%, d.b.)	0.14 ±0.00 <sup>ab</sup>	0.14 ±0.00 <sup>ab</sup>	0.10 ±0.00 <sup>c</sup>	0.13 ±0.00 <sup>b</sup>	0.15 ±0.00 <sup>a</sup>	0.14 ±0.01 <sup>a</sup>	
Nitrite scavenging ability (mg%, d.b.)	pH 1.2	58.03 ±2.52 <sup>b</sup>	61.98 ±1.46 <sup>a</sup>	54.41 ±2.78 <sup>c</sup>	49.87 ±1.26 <sup>d</sup>	52.90 ±2.25 <sup>cd</sup>	58.59 ±1.44 <sup>ab</sup>
	pH 3.0	60.25 ±1.94 <sup>bc</sup>	62.07 ±1.88 <sup>b</sup>	55.81 ±2.37 <sup>de</sup>	65.90 ±2.54 <sup>a</sup>	53.43 ±1.16 <sup>e</sup>	58.33 ±0.22 <sup>cd</sup>
	pH 4.2	50.93 ±0.73 <sup>a</sup>	51.19 ±1.22 <sup>a</sup>	47.15 ±1.23 <sup>b</sup>	50.62 ±0.72 <sup>a</sup>	46.25 ±0.49 <sup>b</sup>	46.96 ±0.49 <sup>b</sup>
	pH 6.0	40.94 ±0.64 <sup>c</sup>	45.40 ±0.51 <sup>a</sup>	45.07 ±0.69 <sup>ab</sup>	45.80 ±0.90 <sup>a</sup>	46.74 ±1.50 <sup>a</sup>	43.67 ±0.87 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>)Mean of triplicates ± s.d.

<sup>2</sup>)Values within the same column with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.01$ .

## 2. 융합가공 원료삼 기능성 강화 소재화

### 가. 볶음처리에 따른 홍삼의 품질 및 기능성분 특성

#### 1) 볶음처리에 따른 홍삼의 기능성분 특성

볶음조건별 최적구간을 연구하기 위하여 중심합성계획에 의한 10구의 조건을 설계하여 품질특성을 확인한 결과, 분말 및 50% 에탄올 추출물 색도의 회귀식  $R^2$ 는 0.9264~0.9955 범위로 모든 항목에서 5% 유의수준에서 유의성이 인정되었다.

중심합성계획에 의한 홍삼의 부산물인 홍중미를 이용하여 볶음조건별 산성다당체함량, 총페놀함량 및 전자공여능을 측정된 결과(Table 1.15), 그 결과에 대한 최적 예측모델식을 Table 1.16에 나타내었다. 볶음조건별 산성다당체함량은 2.18~3.91 mg%, 총페놀함량은 67.25~89.81 mg%로 확인되었고, 전자공여능은 27.90~75.8%였다. 상기 종속변수(산성다당체함량, 총페놀함량, 전자공여능)들의 회귀식의  $R^2$ 는 0.2281~0.9963으로 비교적 낮은 유의성이 확인되었다. 그러나 예측된 정상점은 4개의 종속변수 모두 안장점으로 능선분석을 실시한 결과, 최적 볶음조건의 최대값은 산성다당체함량 4.01 mg%, 총페놀함량 7.41 mg%, 전자공여능 90.34%로 예측되었으며, 이때의 최적 볶음온도 223.17~232.50°C, 볶음시간 20.27~22.48 min으로 예측되어 비교적 유사한 볶음조건이 예측되었다(Table 1.17). 또한 Table 1.18에 나타낸 바와 같이 가용성 고형분을 제외한 나머지 종속변수(수분함량, 갈변도, 산성다당체함량, 총페놀함량, 전자공여능)에서 볶음시간에 비해 볶음온도가 더 많은 영향을 주는 것으로 나타났다.

**Table 1.15. Experimental data on moisture content, browning color, soluble solid, acidic polysaccharide, total phenolics and electron donating ability of roasted red ginseng rootlet by central composite design for response surface analysis**

Exp. No. <sup>1)</sup>	Moisture content (%)	Browning color (O.D. at 420nm)	Soluble solid (% d.b.)	Acidic polysaccharide (mg%, d.b.)	Total phenolics (mg%, d.b.)	Electron donating ability (%)
1	3.20 ±0.22	2.39 ±0.00	1.37 ±0.12	3.91 ±0.39	67.25 ±0.19	61.00 ±1.46
2	6.70 ±0.19	0.87 ±0.00	0.88 ±0.09	2.83 ±0.10	85.07 ±0.04	52.74 ±0.91
3	7.61 ±0.01	0.69 ±0.00	0.90 ±0.08	2.18 ±0.38	88.25 ±0.02	30.54 ±1.25
4	9.92 ±0.19	0.41 ±0.01	0.73 ±0.06	3.04 ±0.24	89.81 ±0.34	54.06 ±1.36
5	7.61 ±0.06	0.91 ±0.01	0.88 ±0.08	3.38 ±0.41	82.17 ±0.06	53.34 ±0.68
6	7.70 ±0.10	0.98 ±0.01	1.08 ±0.08	3.42 ±0.10	81.05 ±0.16	52.51 ±0.52
7	3.22 ±0.17	2.28 ±0.01	0.93 ±0.05	2.62 ±0.24	69.42 ±0.10	75.84 ±0.37
8	8.92 ±0.07	0.39 ±0.01	0.90 ±0.02	2.66 ±0.17	89.51 ±0.12	29.97 ±0.63
9	4.94 ±0.34	1.88 ±0.00	0.80 ±0.02	3.11 ±0.12	70.68 ±0.49	73.31 ±0.54
10	9.88 ±0.53	0.43 ±0.01	0.81 ±0.02	2.83 ±0.09	88.69 ±0.24	27.90 ±0.74

<sup>1)</sup>The number of experimental conditions by central composite design.

<sup>2)</sup>Mean of triplicates ± s.d.

**Table 1.16. The second order polynomials for total phenolics, electron donating ability, acidic polysaccharide, and nitrite scavenging activity of red ginseng rootlet by different roasting conditions of temperature and time**

Response	Second order polynomial equations	R <sup>2</sup>	Pro>F
Total phenolics	$Y_{p1} = 38.437950 - 0.196427X_1 - 0.611184X_2 + 0.000385X_1^2 - 0.003538X_1X_2 - 0.001073X_2^2$	0.2281	0.9272
Electron donating ability	$Y_{e1} = 144.677995 - 0.667072X_1 - 10.357210X_2 + 0.000307X_1^2 + 0.063560X_1X_2 - 0.015329X_2^2$	0.7422	0.2196
Nitrite scavenging ability	pH1.2 $Y_{n1.2} = -319.536247 + 2.849151X_1 + 11.052263X_2 - 0.006421X_1^2 - 0.006142X_1X_2 - 0.0281610X_2^2$	0.6465	0.3670
	pH3.0 $Y_{n3.0} = -83.770252 + 0.899255X_1 + 7.117930X_2 - 0.001517X_1^2 - 0.013712X_1X_2 - 0.127405X_2^2$	0.7194	0.2531
	pH4.2 $Y_{n4.2} = -34.925806 + 0.822433X_1 + 2.762999X_2 - 0.001896X_1^2 - 0.006538X_1X_2 - 0.048804X_2^2$	0.6625	0.3414
	pH6.0 $Y_{n6.0} = -110.610837 + 1.204494X_1 + 6.861102X_2 - 0.002174X_1^2 - 0.025118X_1X_2 - 0.067221X_2^2$	0.1997	0.9465
Acidic polysaccharide	$Y_{a1} = 1.879305 + 0.057203X_1 - 0.604076X_2 - 0.000291X_1^2 + 0.003876X_1X_2 - 0.003982X_2^2$	0.7964	0.1458

Table 1.17. Predicted level of roasting conditions for the maximum responses of total phenolics, electron donating ability, acidic polysaccharide, and nitrite scavenging activity of red ginseng rootlet at different roasting conditions by the ridge analysis

Response	$R^2$	Pro>F	$X_1$	$X_2$	Maximum	Morphology	
Total phenolics	0.2281	0.9272	232.50	20.27	17.41	Saddle point	
Electron donating ability	0.7422	0.2196	228.32	21.42	90.34	Saddle point	
pH1.2	0.6465	0.3670	212.36	17.24	80.31	Max.	
Nitrite scavenging ability	pH3.0	0.7194	0.2531	224.75	15.84	73.70	Max.
	pH4.2	0.6625	0.3414	189.01	15.98	64.74	Max.
	pH6.0	0.1997	0.9465	153.67	21.87	56.63	Saddle point
Acidic polysaccharide	0.7964	0.1458	223.17	22.48	4.01	Saddle point	

Table 1.18. Regression analysis for regression model of moisture content, browning color, soluble solid, acidic polysaccharide, total phenolics, electron donating ability and total flavonoid of red ginseng rootlet at different roasting conditions

Roasting condition	F-Ratio <sup>1)</sup>					
	Moisture content	Browning color	Soluble solid	Acidic polyssacharide	Total phenolics	Electron donating ability
Roasting temp.	40.88***	129.09***	0.54	5.06*	0.29	2.89
Roasting time.	26.34***	84.27***	0.61	3.51	0.17	1.44

<sup>1)</sup>\*significant at 10% level; \*\*significant at 5% level; \*\*\*significant at 1% level.

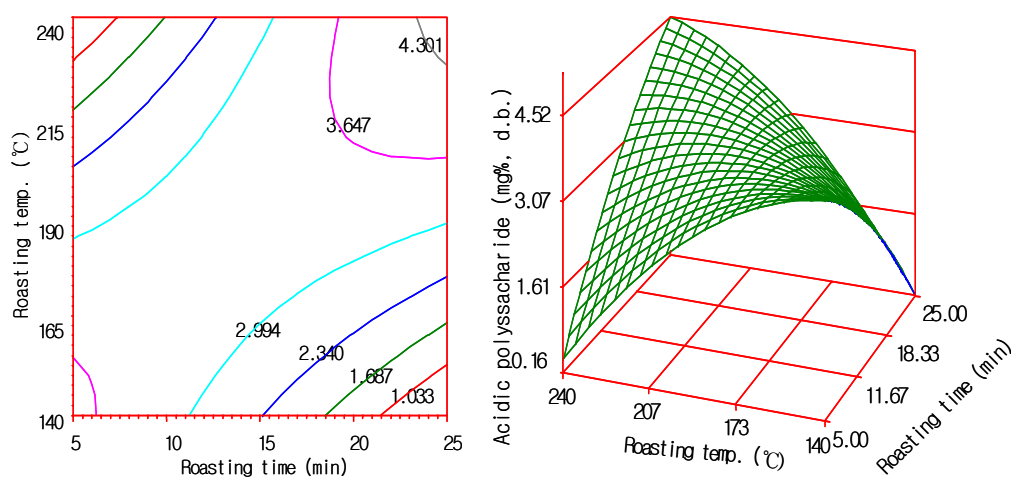


Fig. 1.4. Contour map (upper) and response surface (down) for the effects of roasting conditions on acidic polysaccharide of red ginseng rootlet.



2) 볶음처리에 따른 홍삼의 관능적 품질 특성

관능적 품질특성은 6점 채점법(1~6점, 상품성 한계 : 3점)에 따라 평가해 본 결과, 10개 시험군의 관능평점은 색 1.25~4.75, 향 1.50~4.88, 맛 1.63~4.71 및 전반적 기호도 1.63~5.00으로 볶음조건에 따른 변화가 나타났다(Table 1.19). 또한 관능평가 회귀식의 R<sup>2</sup>는 0.4395~0.5703으로 비교적 낮았으나 모든 변수에서 1% 유의수준에서 유의성이 인정되었다.

**Table 1.19. Experimental data on sensory evaluation of roasted red ginseng rootlet by central composite design for response surface analysis**

Exp. No. <sup>1)</sup>	Sensory evaluation (Score 1~6)			
	Color	Aroma	Taste	Overall acceptability
1	4.75±1.39	3.50±1.41	4.25±1.04	4.25±1.04
2	4.75±1.17	4.25±0.88	4.71±0.71	5.00±0.76
3	3.16 ±1.46	3.13±0.99	1.75±0.89	3.25±0.46
4	1.88±0.35	1.75±0.71	2.25±1.07	1.75±0.46
5	3.50±0.31	3.38±0.74	3.50±1.10	4.00±1.20
6	3.75±1.28	3.25±1.04	4.25±0.71	4.00±1.31
7	3.75±1.28	4.88±1.25	4.38±1.30	4.00±1.51
8	1.25±0.46	1.50±0.54	1.63±0.74	1.63±0.52
9	4.38±0.74	3.13±0.99	3.13±0.35	3.75±0.46
10	2.75±1.49	2.00±0.76	1.88±0.64	2.50±0.76

<sup>1)</sup>The number of experimental conditions by central composite design.

<sup>2)</sup>Mean of triplicates ± s.d.

**Table 1.20. The second order polynomials for sensory evaluation of red ginseng rootlet by different roasting condition of temperature and time**

Response	Second order polynomial equations	R <sup>2</sup>	Pro>F
Color	$Y_{sc1} = -28.273318 + 0.253060X_1 + 0.594196X_2 - 0.000484X_1^2 - 0.002500X_1X_2 - 0.001473X_2^2$	0.4395	0.0001
Aroma	$Y_{sa1} = -17.777917 + 0.108167X_1 + 0.981250X_2 - 0.000050000X_1^2 - 0.003750X_1X_2 - 0.007500X_2^2$	0.5542	0.0001
Taste	$Y_{st1} = -28.165357 + 0.221571X_1 + 1.059286X_2 - 0.000386X_1^2 - 0.003000X_1X_2 - 0.014643X_2^2$	0.5703	0.0001
Overall	$Y_{so1} = -34.781652 + 0.281393X_1 + 1.178363X_2 - 0.000484X_1^2 - 0.004500X_1X_2 - 0.008973X_2^2$	0.5430	0.0001

### 3) 최적조건 예측

이상의 결과를 superimposing하여 확인된 품질특성의 최적 볶음조건은 볶음온도 205.0~240.0℃, 볶음시간 15.4~21.2 min으로 예측되었고, 관능특성의 최적 볶음조건은 볶음온도 212.6~240.0℃, 볶음시간 6.9~17.5 min으로 예측되었다. 또한 품질특성과 관능특성을 비교하였을 때, 관능특성의 최적 볶음온도는 품질특성과 유사한 범위였으나 최적 볶음시간은 품질특성에 비해 낮은 온도 범위를 나타내었다. 이와 같은 결과는 저온, 장시간 볶음조건(탄내가 발생하고 색택이 떨어지는 것으로 관능평가 결과 고찰되었음)보다 고온, 단시간(10 min 전후) 볶는 것이 관능적으로 우수한 것으로 확인되었다(Fig. 1.5, Table 1.21).

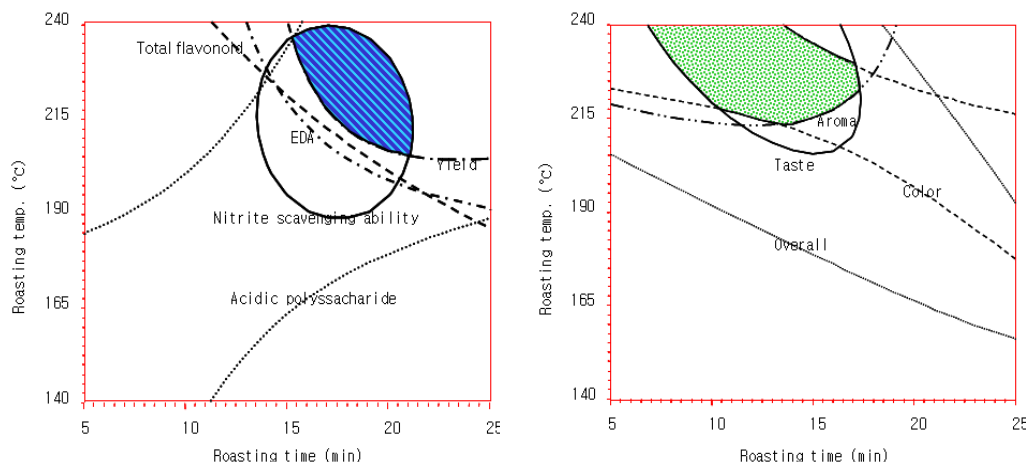


Fig. 1.5. Superimposed responses surfaces for the maximized levels for physicochemical and sensory characteristics of red ginseng rootlet as functions of different roasting conditions.

Table 1.21. Optimum roasting condition ranges of response variables by superimposing the response surfaces for physicochemical and sensory characteristics of red ginseng rootlet

Quality parameter	Roasting condition	Range of optimum condition	Optimum condition
Physicochemical characteristics	Roasting temp. (°C)	15.4 ~ 21.2	18.3
	Roasting time (min)	205.0 ~ 240.0	222.5
Sensory characteristics	Roasting temp. (°C)	6.9 ~ 17.5	12.2
	Roasting time (min)	212.6 ~ 240.0	226.3

#### 4) 배소 볶음 처리된 홍삼시료의 농축액 제조시험

홍삼시료 배소 볶음처리 최적조건을 여러 관점에서 예측해 본 결과, 시료의 비사포닌 성분은 223~230℃, 20~22 min에서 관능적 기호도는 232~237℃, 9~12 min에서, 사포닌 성분은 200~210℃, 14.5~19.5 min의 범위에서 각각 최고의 품질을 나타내었다. 따라서 본 항에서는 이상의 조건들을 감안하여 무처리(대조군), 165℃/20 min, 215℃/20 min 배소 처리된 시료를 대상으로 현행 인삼조합에서 시행하고 있는 제조조건에서 홍삼농축액 제조 및 품질 비교시험을 실시하였다. 즉, 홍삼시료 5 g을 정제수 18.52 mL에 넣고 80~85℃에서 8 hrs 추출한 후 여과 (3 μm)하고 냉각 및 자연 침지(15도 이하, 12 h)하여 원심분리(12000 rpm, 20 min)하고 다시 여과 (1 μm)한 후 40℃ 이하에서 농축하였다. 농축 완료시점에는 65~70 Brix가 되게 조정하였으며, 이상의 과정을 3회 반복하였다. Table 1.22는 배소 볶음 처리 전후의 농축액 수율과 원심분리 후 남은 잔여물의 함량을 나타내었다. 본 실험에서 대조군은 홍삼 제조 후 얻어지는 지근(홍중미)으로서 현행 엑스제조용이나 분말제조에 사용되고 있는 원료이다. 이들을 일정 조건에서 배소처리 하였을 때 농축액의 수율은 165℃/20 min에서는 약 17%, 215℃/20 min에서는 약 27%의 수율 증대 효과를 가져왔다. 또한 Table 1.23에서는 배소처리 전후의 몇 가지 기능성분들의 함량 변화를 보면 배소처리에 따라 색상의 개선과 더불어 추출물의 기능성이 향상됨을 알 수 있었다. 따라서 참여기업인 풍기인삼조합에서는 이미 농축액 제조 공정에서 원료삼의 배소처리 공정을 도입 활용하고 있다.

**Table 1.22. Concentrate yield and residue after centrifuge of roasted red ginseng materials**

Sample	Yield (%)	Residue after centrifuge (g)
Control (배소처리 전)	75.36	0.0236 (0.47%)
165℃ / 20 min (후)	88.49	0.0171 (0.34%)
215℃ / 20 min (후)	95.41	0.0272 (0.54%)

**Table 1.23. Changes in some functional properties of red ginseng roots before and after roasting**

	Before roasting	After roasting	
Browning (O.D. 420 nm)	0.33	3.13	
Total phenol (mg%, d.b.)	6.48	17.41	
Total flavonoid (mg%, d.b.)	0.16	0.41	
DPPH (% , d.b.)	67.37	90.34	
Acidic polysaccharide (mg%, d.b.)	2.52	4.01	
Nitrite scavenging activity (mg%, d.b.)	pH 1.2	74.35	80.31
	pH 3.0	70.84	73.70
	pH 4.2	62.31	64.74
	pH 6.0	52.28	56.63

나. 원적외선 처리에 따른 홍삼의 품질 및 기능성분 특성

원적외선 조사는 시료의 기호적 색도 향상과 가용성 성분 증가, 항산화 관련 기능성분 등의 상승효과가 확인되었다. 한편 대표적 기능성분인 ginsenoside(Re+Rg<sub>1</sub>, Rf, Rb<sub>1</sub>, Rc, Rg<sub>2</sub>, Rb<sub>2</sub>, Rd, Rg<sub>3</sub>(S), Rk<sub>1</sub>, Rg<sub>5</sub>, total)의 변화를 반응표면 분석하여 그 변화를 살펴본 결과는 Table 1.24과 같다. 즉, ginsenoside Re+Rg<sub>1</sub>의 경우 원적외선 처리에 따라 4.037~5.496 mg/g, Rf는 0.480~0.739 mg/g, Rb<sub>1</sub>은 5.452~7.476 mg/g, Rc는 2.768~4.128 mg/g의 범위를 각각 나타냈다. Ginsenoside Re+Rg<sub>1</sub>, Rf, Rb<sub>1</sub> 및 Rc의 경우는 모두 원적외선 에너지 1350 Watt 및 조사시간 10 min일 때 가장 높은 함량을 나타내었다. Ginsenoside Rb<sub>2</sub>의 경우 1.762~2.383 mg/g, Rd는 0.141~0.356 mg/g의 범위로 각각 나타냈다. 미량으로 존재하면서 홍삼의 특이성분이라 할

수 있는 ginsenoside Rg<sub>2</sub> 및 Rg<sub>3</sub>(S)의 경우는 각각 0.219~0.420 mg/g 및 0.246~0.365 mg/g의 범위를 보였으며, 저분자 ginsenoside인 ginsenoside Rk<sub>1</sub> 및 Rg<sub>5</sub>의 경우는 각각 0.093~0.638 mg/g 및 0.319~0.64 mg/g의 범위로 나타났다. 전체적인 total ginsenoside의 경우 16.452~21.810 mg/g으로 나타났다. 이를 바탕으로 반응표면 분석하여 회귀식을 구한 결과(Table 1.25), ginsenoside Rd 및 Rg<sub>3</sub>을 제외한 나머지 ginsenoside의 경우 10% 이내의 범위에서 유의성이 인정되었다. 이러한 회귀식을 바탕으로 각각의 ginsenoside 함량의 최대치를 나타내게 하는 원적외선 처리조건을 예측한 결과는 Table 22과 같다. 즉, 전체적인 ginsenoside 함량이 높게 나타날 것으로 예측되는 원적외선 처리 조건은 에너지 용량 957.07 Watt와 처리시간 11.00 min으로 예측되어졌다. 또한 회귀식에서 볼 때 홍삼의 원적외선 처리시 ginsenoside 함량은 전반적으로 에너지 수준에 영향을 많이 받는 것으로 나타났으며, 저분자 ginsenoside인 Rk<sub>1</sub> 및 Rg<sub>5</sub>의 경우는 에너지 준위보다는 건조시간에 영향을 많이 받는 것으로 나타났다(Table 1.26). 또한 각 ginsenoside의 반응표면을 superimposing 하여 홍삼시료의 원적외선 처리 최적 조건을 설정한 결과, 원적외선 준위 1318.97~1567.24 Watt, 처리시간 18.08~24.95 min의 범위로 예측되었다(Table 1.27).

**Table 1.24. Ginsenosides of red ginseng rootlet heated by different far-IR rays**

Exp. No. <sup>1)</sup>	Ginsenoside (mg/g, d.b.)										
	Re+ Rg <sub>1</sub>	Rf	Rb <sub>1</sub>	Rc	Rg <sub>2</sub>	Rb <sub>2</sub>	Rd	Rg <sub>3</sub> (s)	Rk <sub>1</sub>	Rg <sub>5</sub>	Total
1	4.520 ±0.065	0.607 ±0.016	6.261 ±0.226	3.122 ±0.005	0.290 ±0.021	2.036 ±0.070	0.141 ±0.003	0.365 ±0.023	0.638 ±0.006	0.604 ±0.126	18.585 ±0.180
2	4.674 ±0.144	0.594 ±0.016	6.209 ±0.125	3.371 ±0.082	0.321 ±0.018	2.103 ±0.047	0.255 ±0.006	0.246 ±0.007	0.337 ±0.012	0.319 ±0.004	18.428 ±0.459
3	4.708 ±0.106	0.600 ±0.030	6.158 ±0.219	3.221 ±0.116	0.299 ±0.028	2.011 ±0.103	0.254 ±0.002	0.248 ±0.004	0.365 ±0.041	0.325 ±0.010	18.190 ±0.639
4	5.403 ±0.186	0.688 ±0.025	7.095 ±0.472	3.848 ±0.243	0.368 ±0.022	2.266 ±0.121	0.297 ±0.029	0.284 ±0.015	0.412 ±0.004	0.413 ±0.019	21.076 ±1.137
5	5.260 ±0.625	0.711 ±0.110	6.836 ±1.154	3.529 ±0.587	0.315 ±0.073	2.175 ±0.354	0.290 ±0.041	0.270 ±0.029	0.430 ±0.014	0.402 ±0.076	20.218 ±3.064
6	5.249 ±0.193	0.708 ±0.046	6.872 ±0.288	3.641 ±0.180	0.339 ±0.042	2.211 ±0.085	0.287 ±0.050	0.283 ±0.019	0.407 ±0.007	0.396 ±0.021	20.393 ±0.916
7	4.037 ±0.399	0.480 ±0.068	5.452 ±0.636	2.768 ±0.335	0.219 ±0.058	1.762 ±0.193	0.548 ±0.611	0.284 ±0.020	0.435 ±0.050	0.466 ±0.045	16.452 ±1.192
8	4.829 ±0.207	0.643 ±0.012	6.297 ±0.241	3.310 ±0.126	0.309 ±0.007	2.040 ±0.055	0.251 ±0.039	0.258 ±0.004	0.385 ±0.026	0.404 ±0.025	18.726 ±0.721
9	4.852 ±0.205	0.688 ±0.021	6.472 ±0.759	3.506 ±0.370	0.366 ±0.016	2.152 ±0.236	0.241 ±0.023	0.296 ±0.008	0.353 ±0.384	0.411 ±0.025	19.336 ±1.278
10	5.496 ±0.036	0.739 ±0.015	7.476 ±0.157	4.128 ±0.079	0.420 ±0.018	2.383 ±0.038	0.356 ±0.001	0.301 ±0.005	0.093 ±0.028	0.419 ±0.013	21.810 ±0.294

<sup>1)</sup>The number of experimental conditions by central composite design.

<sup>2)</sup>Mean of duplicates ± s.d.

**Table 1.25. The second order polynomials for ginsenoside of red ginseng rootlet at different far-IR heating conditions**

Responses	Second order polynomial equations	R <sup>2</sup>	Pro > F
Re+Rg <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub> =6.290905+ 0.000880X <sub>1</sub> -0.107738X <sub>2</sub> -0.000000943X <sub>1</sub> <sup>2</sup> + 0.000060111X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> -0.000226X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	0.9438	0.0130
Rf	Y <sub>2</sub> =0.919982+ 0.000144X <sub>1</sub> -0.025557X <sub>2</sub> -0.000000165X <sub>1</sub> <sup>2</sup> + 0.000011222X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> + 0.000186X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	0.8695	0.0650
Rb <sub>1</sub>	Y <sub>3</sub> =9.932735+ 0.000411X <sub>1</sub> -0.268381X <sub>2</sub> -0.000001136X <sub>1</sub> <sup>2</sup> + 0.000110X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> + 0.001795X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	0.9652	0.0051
Rc	Y <sub>4</sub> =5.681024+ 0.000562X <sub>1</sub> -0.198090X <sub>2</sub> -0.000000633X <sub>1</sub> <sup>2</sup> + 0.000042000X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> + 0.002651X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	0.9635	0.0056
Rg <sub>2</sub>	Y <sub>5</sub> =0.701601+ 0.000073995X <sub>1</sub> -0.036510X <sub>2</sub> -(7.486772E+ 8)X <sub>1</sub> <sup>2</sup> + 0.000004222X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> + 0.000684X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	0.9623	0.0060
Rb <sub>2</sub>	Y <sub>6</sub> =2.874878+ 0.000394X <sub>1</sub> -0.075024X <sub>2</sub> -0.000000348X <sub>1</sub> <sup>2</sup> + 0.000020889X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> + 0.000844X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	0.9686	0.0042
Rd	Y <sub>7</sub> =0.484071-0.000209X <sub>1</sub> -0.009171X <sub>2</sub> + 0.000000166X <sub>1</sub> <sup>2</sup> -0.000007889X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> + 0.000334X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	0.5007	0.6011
Rg <sub>3</sub> (s)	Y <sub>8</sub> =0.753818-0.000297X <sub>1</sub> -0.030248X <sub>2</sub> -(8.597884E+ 9)X <sub>1</sub> <sup>2</sup> + 0.000017222X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> + 0.000205X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	0.8205	0.1165
Rk <sub>1</sub>	Y <sub>9</sub> =0.243268-0.000623X <sub>1</sub> + 0.046957X <sub>2</sub> -(3.536155E+ 8)X <sub>1</sub> <sup>2</sup> + 0.000038667X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> -0.002156X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	0.9037	0.0367
Rg <sub>5</sub>	Y <sub>10</sub> =1.521470+ -0.000889X <sub>1</sub> -0.058962X <sub>2</sub> + (4.329806E-8)X <sub>1</sub> <sup>2</sup> + 0.000041444X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> + 0.000151X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	0.8301	0.1055
Total	Y <sub>11</sub> =29.408732+ 0.000440X <sub>1</sub> -0.762657X <sub>2</sub> -0.000003134X <sub>1</sub> <sup>2</sup> + 0.000338X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> + 0.004456X <sub>2</sub> <sup>2</sup>	0.9592	0.0070



**Table 1.26. Regression analysis for regression model of ginsenosides of red ginseng rootlet at different far-IR heating conditions**

Heating condition	F-Ratio										
	Re+ Rg <sub>1</sub>	Rf	Rb <sub>1</sub>	Rc	Rg <sub>2</sub>	Rb <sub>2</sub>	Rd	Rg <sub>3</sub> (s)	Rk <sub>1</sub>	Rg <sub>5</sub>	Total
Heating power	15.43 <sup>**1)</sup>	6.64 <sup>**</sup>	21.15 <sup>***</sup>	14.96 <sup>**</sup>	11.89 <sup>**</sup>	21.82 <sup>***</sup>	0.97	5.24 <sup>*</sup>	3.36	6.13 <sup>*</sup>	18.73 <sup>***</sup>
Heating time	5.84 <sup>*</sup>	1.04	12.64 <sup>**</sup>	13.43 <sup>**</sup>	11.88 <sup>**</sup>	11.19 <sup>**</sup>	0.40	4.82 <sup>*</sup>	11.20 <sup>**</sup>	5.26 <sup>*</sup>	10.83 <sup>**</sup>

<sup>1)</sup>\*Significant at 10% level: \*\*significant at 5% level: \*\*\*significant at 1% level.

**Table 1.27. Optimum far-IR heating condition ranges of response variables by superimposing the response surfaces for selected ginsenosides of red ginseng rootlet**

Heating condition	Range of optimum condition	Optimum condition
Heating power (W)	1318.97 ~ 1567.24	1443.11
Heating time (min)	18.08 ~ 24.75	21.42

#### 다. 팽화 처리에 따른 홍삼의 품질 및 기능성분 특성

선행 연구 결과를 토대로 팽화압력 7 kgf/cm<sup>2</sup> 및 수분함량 15 %로 팽화조건으로 설정하여 백삼, 미세홍삼, 홍삼절편 I 및 홍삼절편 II에 대해 팽화가공적성을 시험하였다. 팽화 처리 후 형태는 Fig. 1.6과 같다.



Fig. 1.6. Photograph of the several ginsengs contained of 15% moisture and puffed at pressure 7 kgf/cm<sup>2</sup>.

1) 팽화소재의 가공적성

① 수분함량

팽화압력 7 kgf/cm<sup>2</sup> 및 수분함량 15 %에서 팽화처리 한 백삼, 미세홍삼, 홍삼절편 I 및 홍삼절편 II의 수분함량은 각각 6.51, 7.76, 6.77 및 7.66%로 나타났다(Table 1.28) 팽화 처리에 의하여 내부 수분은 기화하여 처리 후의 수분함량은 감소하였다.

② 팽화율

팽화압력 7 kgf/cm<sup>2</sup> 및 수분함량 15 %에서 팽화처리 한 백삼, 미세홍삼, 홍삼절편 I 및 홍삼절편 II의 팽화율은 각각 1.23, 1.81, 4 및 2.69로 나타났으며 특히 홍삼절편 I의 부피 증가가 뚜렷이 나타났다(Fig. 1.7).

Table 1.28. Moisture contents for the several ginsengs contained of 15% moisture and puffed at pressure 7 kgf/cm<sup>2</sup>

Kinds	Moisture contents (%)
Thin White ginseng	6.51
Thin red ginseng	7.76
Red ginseng( I )	6.77
Red ginseng( II )	7.66

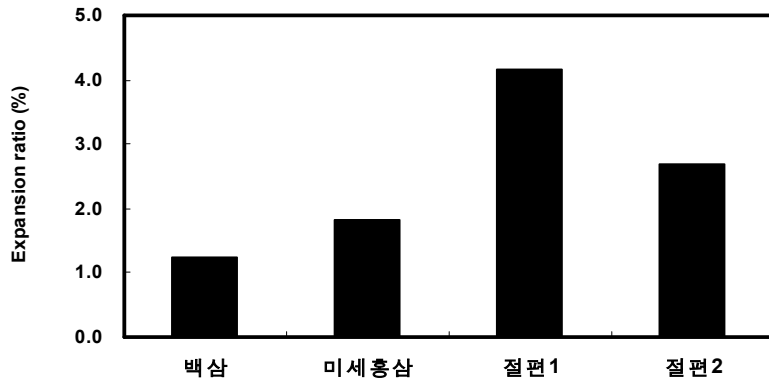


Fig. 1.7. Expansion rate for the several ginsengs contained of 15% moisture and puffed at perssure 7 kgf/cm<sup>2</sup>.

③ 물성

팽화압력 7 kgf/cm<sup>2</sup> 및 수분함량 15 %에서 팽화처리 한 백삼, 미세홍삼, 홍삼절편 I 및 홍삼절편II의 물성은 Fig. 1.8와 같이 나타내었다. 경도의 경우 모든 시료는 팽화 후 그 값이 증가하였으며 홍삼절편II가 가장 단단한 것으로 측정되었다. 씹힘성 및 깨짐성의 경우 모든 시료에서 크게 증가하였으며 특히 홍삼절편II의 값이 가장 크게 나타났다. 이러한 결과는 선행된 연구에서 나타난 결과와 마찬가지로 경도와 씹힘성 및 깨짐성은 처리 전후의 변화에서 서로 일치하는 경향을 나타내었다.

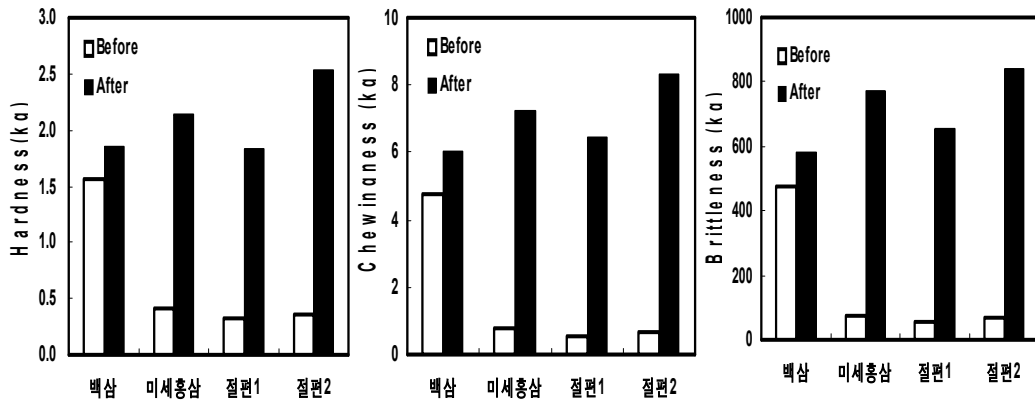


Fig. 1.8. Texture characteristics for the several ginsengs contained of 15% moisture and puffed at pressure 7 kgf/cm<sup>2</sup>.

④ 미세구조

팽화압력 7 kgf/cm<sup>2</sup> 및 수분함량 15 %에서 팽화처리 한 백삼, 미세홍삼, 홍삼절편 I 및 홍삼절편 II에 대한 전자현미경 구조는 Fig. 1.9와 같다. 수평면의 경우 백삼은 불규칙적이고 큰 기공을 확인하였으며 수직면에서는 찢어진 세포벽이 일부 남아 있는 것을 볼 수 있었다. 미세홍삼, 홍삼절편 I 및 홍삼절편 II의 경우 모두 수평면의 조직이 치밀한 가운데 큰 기공이 분하고 있었다. 수직면의 경우 백삼 및 홍삼절편 I의 세포벽은 찢어진 형태이나 규칙적인 배열을 하고 있으며 미세홍삼 I 및 홍삼절편 II의 경우는 조직내부가 붕괴된 것을 관찰할 수 있었다.

2) 팽화소재의 품질/기능성성분 분석 비교시험

① 색도

팽화압력 7 kgf/cm<sup>2</sup> 및 수분함량 15 %에서 팽화처리 한 백삼, 미세홍삼, 홍삼절편 I 및 홍삼절편 II의 색도는 Fig. 1.10에 나타내었다. 백삼의 경우 L value는 팽화 후 감소하였고 a value는 증가하여 적색화가 진행되었고 b value 역시 증가하여 팽화 후 갈변현상을 확인할 수 있었다. 미세홍삼의 경우 L value의 변화는 작았으나 a value 및 b value는 크게 증가하였다. 홍삼절편 I 및 홍삼절편 II의 경우 팽화 후 L, a 및 b value가 모두 증가하였다.

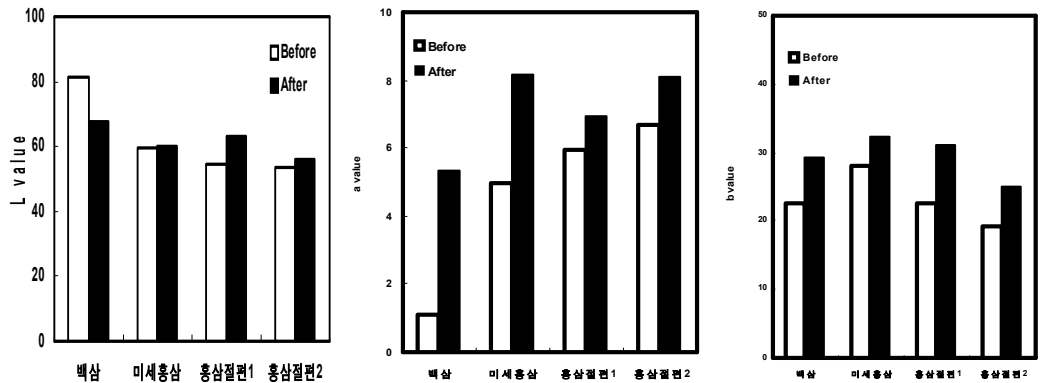


Fig. 1.10. Color values for the several ginsengs contained of 15% moisture and puffed at pressure 7 kgf/cm<sup>2</sup>.

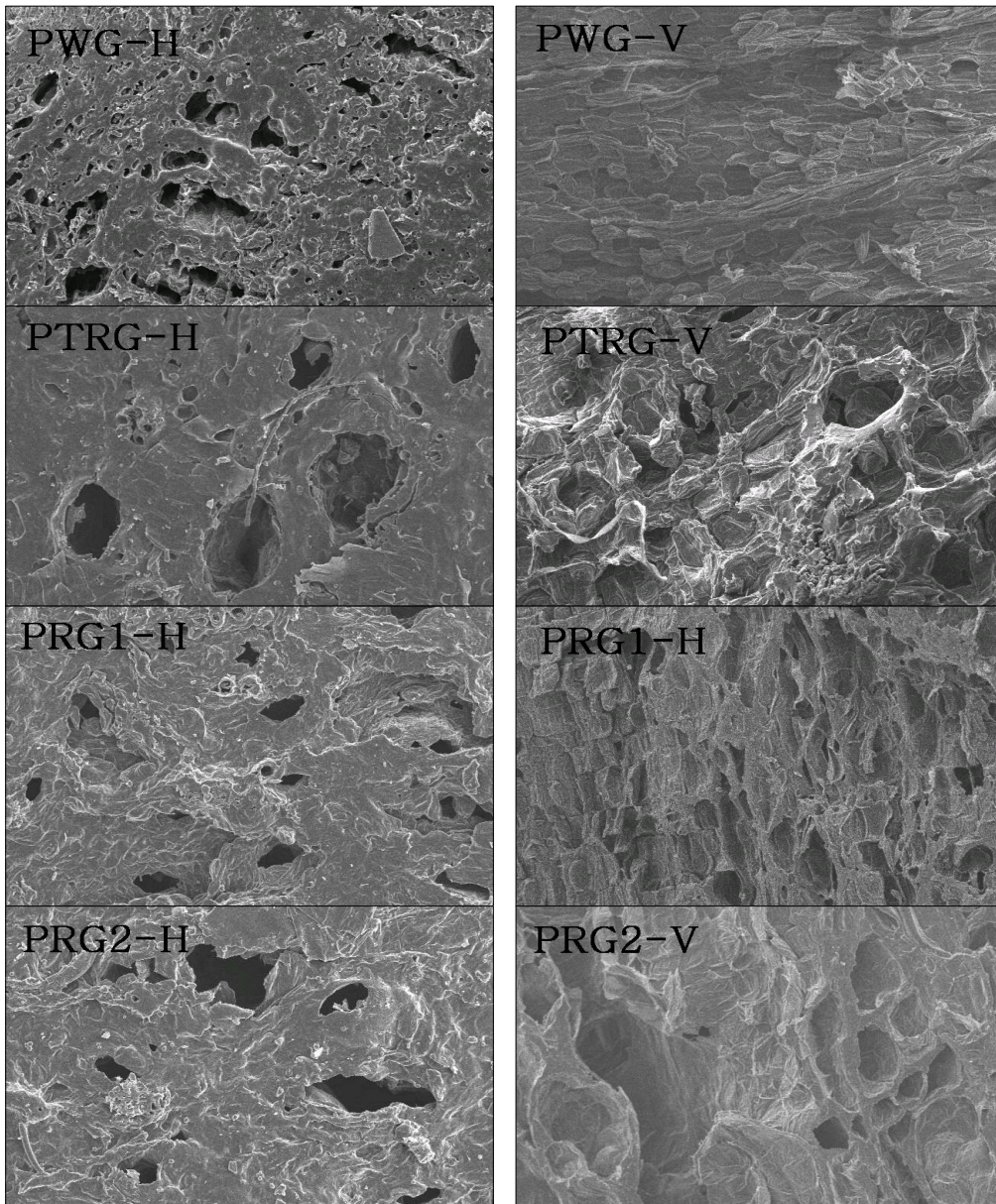


Fig. 1.9. SEM(scanning electron microscope) photographs for the several ginsengs contained of 15% moisture and puffed at pressure 7 kgf/cm<sup>2</sup> (×100).

PWG-H : raw white ginseng horizon section,      PWG-V : ginseng vertical section  
 PTRG-H : thin red ginseng horizon section,      PTRG-V : thin red ginseng vertical section  
 PRG1-H : 홍삼절편 I horizon section,      PRG1-V : 홍삼절편 I vertical section  
 PRG2-H : 홍삼절편 II horizon section,      PRG2-V : 홍삼절편 II vertical section

② 갈색도

팽화압력 7 kgf/cm<sup>2</sup> 및 수분함량 15 %에서 팽화처리 한 백삼, 미세홍삼, 홍삼절편 I 및 홍삼절편 II의 갈색도는 각각 0.406, 0.947, 0.392 및 1.023으로 팽화처리 전에 비해 크게 증가하였다(Fig. 1.11)

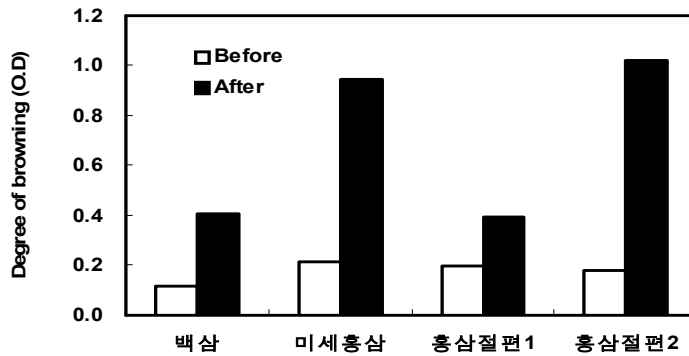


Fig. 1.11. Degree of browning for the several ginsengs contained of 15% moisture and puffed at pressure 7 kgf/cm<sup>2</sup>.

③ 열수추출수율

팽화압력 7 kgf/cm<sup>2</sup> 및 수분함량 15 %에서 팽화처리 한 백삼, 미세홍삼, 홍삼절편 I 및 홍삼절편 II의 열수추출수율은 각각 50.97%, 42.81%, 44.77% 및 44.88%로 나타났다(Fig. 1.12). 팽화전 수율은 각각 53.61%, 42.41%, 31.14% 및 36.04%로 백삼 및 미세홍삼의 경우 팽화 전후의 수율차이는 없으나 홍삼절편 I 및 절편 II의 경우 수율이 10%이상 크게 증가하였다.

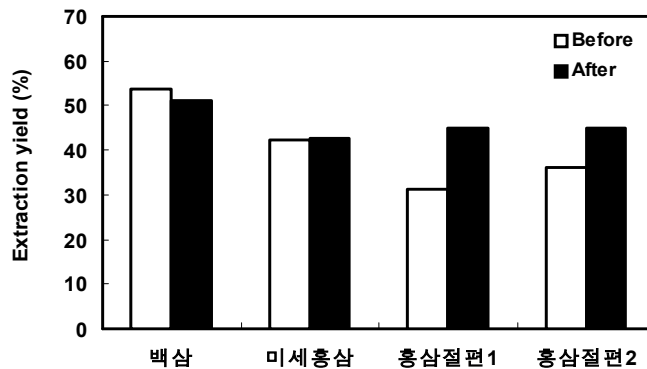


Fig. 1.12. Extraction yield of several ginseng containing at 15% moisture and puffed at pressure 7 kgf/cm<sup>2</sup>.

④ Crude saponin 및 ginsenoside 함량

팽화 전 원료삼과 팽화 처리 후 백삼, 미세홍삼, 홍삼절편 I 및 홍삼절편 II의 조사포닌 함량과 진세노사이드 함량을 Table 1.29에 나타내었다. 팽화 처리 후 모든 시료에서 조사포닌 함량이 증가되었으며 그 중 홍삼절편 I 과 홍삼절편 II의 경우 각각 팽화 전 1.67, 1.41%에서 팽화 후 2.84, 3.09%로 증가하였으며 특히 홍삼절편 II는 그 함량이 약 2배로 증가하였다. 총 진세노사이드는 백삼을 제외한 홍삼류 시료들 모두 팽화 후 증가하여 조사포닌 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 미세홍삼의 경우 Rg<sub>1</sub>, 홍삼절편 I 과 홍삼절편 II의 경우 Re, Rc를 제외한 모든 진세노사이드가 팽화 후 증가하였다. 특히 홍삼 특유성분인 Rg<sub>3</sub>, Rh<sub>1</sub>, Rh<sub>2</sub>는 팽화 후 크게 증가하였는데 Rh<sub>1</sub>는 팽화 전 9.12~12.35 mg%에서 팽화 후 16.99~20.72 mg%, Rg<sub>3</sub>는 87.28~139.78 mg%에서 164.56~189.34 mg%, Rh<sub>2</sub>는 23.56~33.66 mg%에서 39.69~49.33 mg%로 크게는 두 배 까지 증가하였다.

Table 1.29. Crude saponin and ginsenoside of several ginsengs containing 15% moisture and puffed at pressure 7 kgf/cm<sup>2</sup>

Components	Before puffing				After puffing				
	백삼	미세 홍삼	홍삼절편 I	홍삼절편 II	백삼	미세 홍삼	홍삼 절편 I	홍삼 절편 II	
Crude saponin(%)	3.21	3.54	1.67	1.41	3.43	3.79	2.84	3.09	
Ginsenoside (mg%)	Rg <sub>1</sub>	253.55	179.35	138.77	161.82	212.76	153.9	298.76	267.33
	Re	389.46	279.3	398.33	319.27	280.55	313.29	190.38	254.67
	Rf	23.45	38.21	38.21	49.86	33.44	46.77	59.99	61.33
	Rh <sub>1</sub>	-	10.27	9.12	12.35	-	16.99	17.27	20.72
	Rb <sub>1</sub>	643.39	543.89	438.83	474.38	574.56	589.38	499.8	473.28
	Rc	112.48	89.01	135.43	95.32	88.76	92.35	85.76	72.39
	Rb <sub>2</sub>	97.89	65.65	69.33	72.83	88.34	105.87	78.98	80.95
	Rd	57.88	47.99	40.27	35.67	48.78	66.77	59.64	54.12
	Rg <sub>3</sub>	-	139.78	90.78	87.28	-	189.34	177.83	164.56
	Rh <sub>2</sub>	-	23.56	33.66	29.57	-	49.33	44.55	39.69
Total	1578.1	1417.01	1372.73	1338.35	1324.19	1623.99	1512.96	1489.04	

3) 팽화소재의 관능적 및 향미성분 평가시험

팽화압력 7 kgf/cm<sup>2</sup> 및 수분함량 15 %에서 팽화처리 한 백삼, 미세홍삼, 홍삼절편 I 및 홍삼절편II에 대한 관능평가는 Table 1.29와 같이 나타났다. 외관에서는 홍삼절편II가 가장 우수한 점수를 얻었으며, 구수한 맛과 향의 경우 각각 홍삼절편 I 과 홍삼절편II에서 가장 강하게 느끼는 것으로 확인되었다. 인삼맛과 향의 경우는 백삼에서 가장 강하게 나타났으며 나머지 시료에서는 큰 차이를 볼 수 없었다. Hardness의 경우 홍삼절편II가 좋은 선호도를 얻었으며, crispness의 경우 미세홍삼이 우수한 것으로 나타났다. 전체적인 기호도는 외관 및 색 그리고 경도에서 우수하였던 홍삼절편 I 이 가장 좋은 점수를 얻어 동일한 조건에서 팽화 처리했을 때 홍삼절편 I 팽화제품에 대한 선호도가 높을 것으로 기대되었다.

Table 1.29. Organoleptic properties for the several ginsengs contained of 15% moisture and puffed at pressure 7 kgf/cm<sup>2</sup>

Organoleptic properties	Kinds of Ginsengs			
	White ginseng	Thin red ginseng	Red ginseng( I )	Red ginseng( II )
Appearance*	5.71	5.86	4.71	7.14
Savory odor**	4.14	6.00	6.43	5.86
Savory taste**	4.00	3.29	4.71	6.43
Ginseng flavor**	7.57	4.14	4.29	5.57
Ginseng taste**	7.43	6.00	5.14	5.86
Hardness*	6.14	6.29	6.57	7.29
Crispness*	4.71	6.71	5.14	5.29
Overall palatability*	5.14	4.43	5.43	7.29

\* Its values represent the mean of the rating by 10 judges using a 9-point scale (1 : very poor, 5 : fair, 9 : very good).

\*\* Its values represent the mean of the rating by 10 judges using a 9-point scale (1 : very weak, 5 : fair, 9 : very strong).



### 3. 홍미삼의 잔류농약 저감화

#### 가. 홍미삼 및 홍삼농축액의 농약잔류 평가

홍삼제조 부산물로 얻어지는 지근류(대미, 중미, 세미 등)에는 홍삼 본체보다 사포닌 등 유효성분의 함량이 높지만, 잔류농약의 존재 가능성이 상대적으로 높아 품질관리에 특별한 관심이 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 홍삼 소재의 안전성 향상을 위한 연구의 일환으로 국내(풍기 및 J사 제품)의 홍삼분말 및 농축액과 중국산 시료를 대상으로 농약 잔류량을 평가하고, 이를 바탕으로 마이크로파(2,450 MHz)를 이용한 잔류농약 저감화 가능성을 시험하였다. Table 1.30은 인삼제품의 잔류농약 기준을 바탕으로 상기 제품류 시료에 대한 잔류농약을 분석한 결과이다. 국내 주요 홍삼 분말 및 농축액(P사, J사)에는 잔류농약이 검출되지 않았으나 중국산 홍미삼에서는 수종의 잔류농약이 확인되었다.

Table 1.30. Residual pesticides in commercial ginseng products

Pesticides (ppm)	Red ginseng rootlet powder (P사 5 year)	Red ginseng rootlet powder (P사 6 year)	Red ginseng rootlet concentrate (P사)	Red ginseng rootlet concentrate (J사)	Red ginseng rootlet powder (Chinese)
α-BHC	-	-	-	-	0.046 ±0.015 <sup>1)</sup>
Quintozene	-	-	-	-	0.190 ±0.079
Pentachloroanile	-	-	-	-	0.122 ±0.048
Methyl pentachlorophenyl sulfide	-	-	-	-	0.217 ±0.042
Total	-	-	-	-	0.576 ±0.184

<sup>1)</sup>Values are the mean ± S.D. (n=2).

## 나. 잔류농약 저감화를 위한 마이크로파 추출조건 설정

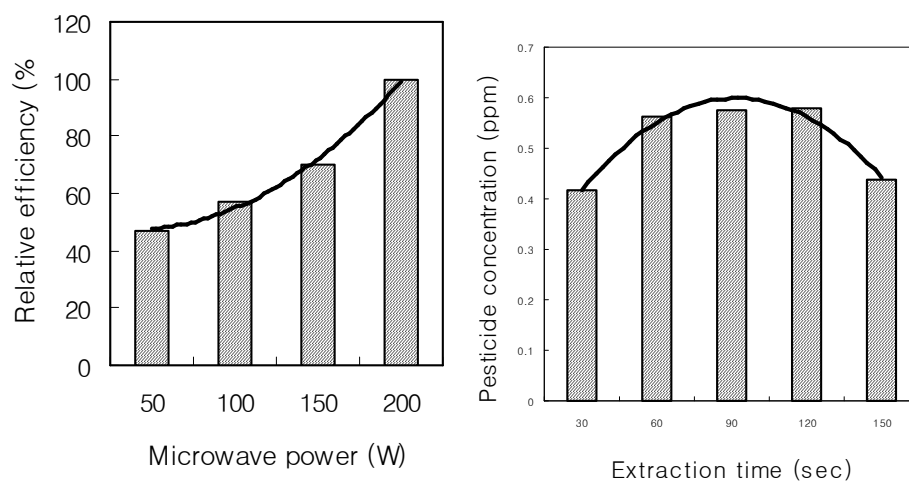
중국산 홍삼분말의 잔류농약 저감화를 위한 시도로써 대조군으로 일반적인 추출법인 식품공전법과 헥산을 용매로 한 마이크로웨이브 추출(microwave extraction, ME)을 우선 비교하였다. Table 1.31에서와 같이 식품공전 추출법으로 중국산 홍미삼으로부터 4종의 잔류농약이 총 0.58 ppm 정도가 추출되었으며, 이를 기준으로 100 W에서 30초 동안 2회 ME 추출을 실시한 한 결과(1회 30초 추출 후 여과하고 다시 새로운 용매로 30초 추출) 공전법 추출 대비 잔류량의 76%를 추출할 수 있었다. 잔류농약 저감화 가능성이 확인된 ME방법의 추출조건을 보다 구체적으로 확인하기 위하여 에너지 준위(W) 및 추출시간(min)에 따른 최적 조건 설정실험을 실시하였다. Fig. 13는 마이크로웨이브 에너지 준위별/추출시간별 홍삼시료의 잔류농약 추출효율을 비교한 것으로써 에너지 준위가 높을수록 상대적인 추출효율이 높은 것으로 나타났다. 그러나 에너지 준위를 100 W로 고정하여 추출시간(30~150초)에 따른 추출효율을 확인해 본 결과, 1~2 분간의 마이크로파 가열이 잔류농약의 제거에 대체로 효과적임을 알 수 있었으며, 높은 에너지 준위에서 1회 장시간 가열은 인삼성분의 추출과 잔류농약 등 휘발성 성분의 회산 가능성이 확인된 바 있으므로 본 실험에서는 200 W를 최적의 에너지 준위로 설정하였다.

**Table 1.31. Comparison of extraction efficiencies of pesticides from Chinese ginseng between commercial and ME methods**

Pesticides (ppm)	Extraction method <sup>1)</sup>	
	Commercial method	MAP (100 W/ 30 sec, twice)
$\alpha$ -BHC	0.046 <sup>2)</sup>	0.031
Quintozene	0.190	0.161
Pentachloroanile	0.122	0.104
Methyl pentachlorophenylsulfide	0.217	0.141
Total	0.576	0.437

<sup>1)</sup>Hexane was used as a solvent for both commercial mehtod and ME.

<sup>2)</sup>Values are the mean of duplicate experiments.



**Fig. 1.13. Extraction efficiencies of pesticides from ginseng with different microwave irradiation powers (left) and extraction times (right) (n=2).**

#### 4. 홍삼 및 청국장 분말소재의 융합가공에 따른 이화학적 특성

홍삼과 청국장 분말을 압출가공 온도와 수분함량에 따라 융합가공 해본 결과, 대체로 좋은 기능적 품질특성을 나타낸 130℃의 온도와 30%의 수분함량의 조건에서 홍삼과 청국장의 융합비(0:100, 25:75, 50:50, 75:25, 100:0)에 따른 융합 특성 및 관능적 품질 특성을 알아보았다. 그 결과, 홍삼의 융합비가 높아질수록 가용성 고형분, 항산화성, 아질산염소거능이 높아짐을 알 수 있었고, 홍삼과 청국장의 유용물질인 진세노사이드와 이소플라본 함량은 각각 홍삼 및 청국장의 비율이 높아짐에 따라 유의적으로 그 함량의 증가가 나타났다(Table 32, 33). 또한 두 소재의 융합물 분말에 대한 관능적 특성을 Table 1.34와 Fig.1.14에 나타내었으며, 홍삼의 비율이 높을수록 그 관능적 기호도가 떨어지는데 이는 홍삼의 쓴맛에서 기인한 결과라고 사료되며, 홍삼:청국장의 융합비가 25:75일 때 색, 향, 맛 등에 대한 관능적 기호도가 가장 높게 나타났다.

**Table 1.32. Experimental data on moisture content, browning color, soluble solid, electron donating ability, amino-N content, and acidic polysaccharide of extruded mixture of red ginseng and *cheonggukjang* powders**

Exp. No. <sup>1)</sup>	Moisture content (%)	Browning color (O.D. 420 nm)	Soluble solid (%)	Electron donating ability (%)	Amino-N content (%)	Acidic polysaccharide (mg%, d.b.)
1	4.94±0.15 <sup>2)c</sup>	0.26±0.01 <sup>b</sup>	0.37±0.00 <sup>e</sup>	39.83±0.26 <sup>d</sup>	2.70±0.05 <sup>a</sup>	6.63±1.18 <sup>e</sup>
2	9.11±0.04 <sup>a</sup>	0.12±0.01 <sup>f</sup>	0.42±0.00 <sup>d</sup>	38.49±0.39 <sup>e</sup>	2.81±0.18 <sup>a</sup>	20.51±0.21 <sup>d</sup>
3	7.47±0.60 <sup>b</sup>	0.16±0.00 <sup>e</sup>	0.57±0.02 <sup>c</sup>	43.78±0.47 <sup>b</sup>	2.75±0.12 <sup>a</sup>	43.64±0.57 <sup>c</sup>
4	8.62±0.30 <sup>a</sup>	0.21±0.00 <sup>c</sup>	0.66±0.03 <sup>b</sup>	44.71±0.30 <sup>b</sup>	2.87±0.10 <sup>a</sup>	57.67±2.13 <sup>b</sup>
5	6.81±0.72 <sup>b</sup>	0.43±0.00 <sup>a</sup>	0.85±0.03 <sup>a</sup>	62.96±0.75 <sup>a</sup>	2.69±0.26 <sup>a</sup>	81.82±0.62 <sup>a</sup>
6	5.96±0.64 <sup>bc</sup>	0.20±0.00 <sup>d</sup>	0.85±0.01 <sup>a</sup>	41.24±1.15 <sup>c</sup>	2.81±0.05 <sup>a</sup>	57.40±1.55 <sup>b</sup>
7	5.21±0.27 <sup>c</sup>	0.08±0.00 <sup>g</sup>	0.25±0.01 <sup>f</sup>	38.83±0.22 <sup>de</sup>	2.97±0.16 <sup>a</sup>	1.15±0.24 <sup>f</sup>

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.5.

<sup>2)</sup>Values are means± S.D. (n=3).

<sup>a-f</sup>Values within the same column with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.001$ .

**Table 1.33. Experimental data on isoflavone contents of extruded mixture of red ginseng and *cheonggukjang* powders**

Isoflavone ( $\mu\text{g/g}$ , d.b)	Experiment No. <sup>1)</sup>						
	1	2	3	4	5	6	7
Daidzin	565.78 $\pm 31.84^{2)a}$	385.66 $\pm 78.90^b$	253.44 $\pm 36.98^c$	113.14 $\pm 6.87^d$	0.00 $\pm 0.00^e$	0.00 $\pm 0.00^e$	417.39 $\pm 77.83^b$
Glycitin	70.21 $\pm 23.20^a$	38.49 $\pm 14.82^{bc}$	18.58 $\pm 1.14^{cd}$	3.95 $\pm 1.27^d$	0.00 $\pm 0.00^d$	0.00 $\pm 0.00^d$	53.18 $\pm 19.24^{ab}$
Genistin	1375.16 $\pm 1.50^a$	964.47 $\pm 51.20^b$	658.66 $\pm 52.79^c$	284.86 $\pm 14.71^d$	0.00 $\pm 0.00^e$	0.00 $\pm 0.00^e$	1322.81 $\pm 88.56^a$
Acetyl daidzin	150.94 $\pm 11.48^a$	93.95 $\pm 10.25^b$	57.80 $\pm 9.27^b$	4.34 $\pm 2.24^c$	0.00 $\pm 0.00^c$	0.00 $\pm 0.00^c$	107.75 $\pm 59.66^{ab}$
Acetyl glycitin	29.26 $\pm 31.39^a$	0.00 $\pm 0.00^b$	0.00 $\pm 0.00^b$	0.00 $\pm 0.00^b$	0.00 $\pm 0.00^b$	0.00 $\pm 0.00^b$	0.00 $\pm 0.00^b$
Acetyl genistin	231.78 $\pm 15.62^a$	135.71 $\pm 21.55^b$	81.09 $\pm 15.33^c$	5.55 $\pm 0.51^d$	0.00 $\pm 0.00^d$	0.00 $\pm 0.00^d$	146.24 $\pm 53.76^b$
Malonyl daidzin	55.40 $\pm 19.33^{ab}$	44.10 $\pm 35.59^{ab}$	43.20 $\pm 2.56^b$	0.00 $\pm 0.00^c$	0.00 $\pm 0.00^c$	0.00 $\pm 0.00^c$	94.58 $\pm 43.80^a$
Malonyl glycitin	130.77 $\pm 4.78^a$	55.90 $\pm 41.46^b$	6.90 $\pm 2.53^c$	0.00 $\pm 0.00^c$	0.00 $\pm 0.00^c$	0.00 $\pm 0.00^c$	109.55 $\pm 43.47^a$
Daidzein	1811.27 $\pm 140.54^a$	870.61 $\pm 35.90^b$	552.18 $\pm 12.77^b$	188.97 $\pm 54.26^c$	0.00 $\pm 0.00^d$	0.00 $\pm 0.00^d$	1309.31 $\pm 115.06^a$
Glycitein	185.55 $\pm 8.80^a$	94.58 $\pm 40.67^b$	83.98 $\pm 36.70^b$	22.06 $\pm 9.02^c$	0.00 $\pm 0.00^d$	0.00 $\pm 0.00^d$	101.70 $\pm 55.90^b$
Genistein	1244.16 $\pm 131.66^a$	487.95 $\pm 26.42^c$	326.51 $\pm 69.13^d$	114.32 $\pm 25.42^e$	0.00 $\pm 0.00^f$	0.00 $\pm 0.00^f$	771.36 $\pm 74.66^b$
Total	5850.26 $\pm 285.29^a$	3294.71 $\pm 127.42^c$	1956.49 $\pm 28.60^d$	737.94 $\pm 49.60^e$	0.00 $\pm 0.00^f$	0.00 $\pm 0.00^f$	4257.33 $\pm 578.74^b$

<sup>1)</sup>Refer to Table 1.5.

<sup>2)</sup>Values are means  $\pm$  S.D. (n=3).

<sup>a-f</sup>Values within the same row with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.001$ .

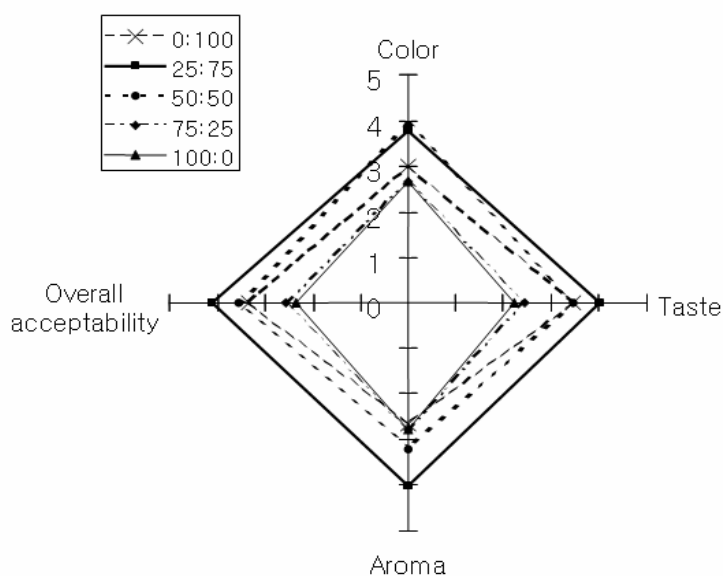
**Table 1.34. Sensory scores of extruded mixture of red ginseng and *cheonggukjang* powders**

Exp. No. <sup>1)</sup>	Sensory Score (1~5)			
	Color	Aroma	Taste	Overall acceptability
1	3.00±1.00 <sup>2)ab</sup>	2.67±0.71 <sup>b</sup>	3.44±0.73 <sup>a</sup>	3.33± 0.71 <sup>b</sup>
2	3.78±1.30 <sup>a</sup>	4.00± 0.71 <sup>a</sup>	4.00± 0.87 <sup>a</sup>	4.11± 0.78 <sup>a</sup>
3	3.89± 0.78 <sup>a</sup>	3.22± 0.44 <sup>b</sup>	3.44± 0.53 <sup>a</sup>	3.56± 0.53 <sup>ab</sup>
4	2.67± 0.71 <sup>b</sup>	2.78± 0.67 <sup>b</sup>	2.44± 0.53 <sup>b</sup>	2.56± 0.53 <sup>c</sup>
5	2.67±0.50 <sup>b</sup>	2.78± 0.83 <sup>b</sup>	2.22± 0.97 <sup>b</sup>	2.33± 0.50 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>The number of experimental conditions by central composite design.

<sup>2)</sup>Values are means± S.D. (n=3).

<sup>a-c</sup>Values within the same column with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.001$ .



**Fig. 1.14. Quantitative descriptive analysis on organoleptic qualities of extruded mixture of red ginseng and *cheonggukjang* powders.**

## 5. 홍삼 융합 청국장 분말 소재의 흡습특성

### 가. 평형수분함량

홍삼-청국장 분말의 수분활성도( $A_w$ )와 온도조건에 따른 평형수분함량을 나타내는 등온흡습곡선을 Fig. 1.15에 나타내었다. 일반적으로 대부분의 식품의 등온흡습곡선은 역 S자형을 나타내는데 본 실험의 결과도 이와 유사한 결과를 나타내었으며 수분활성도가 증가함에 따라 흡습되는 수분량도 증가되는 것으로 나타났다. 일반적으로 곰팡이의 생육한계  $A_w$ 는 0.80 그리고 내건성 곰팡이의 생육한계  $A_w$ 는 0.65로 알려져 있는데 본 실험에서 나타난 홍삼-청국장 분말의 경우  $A_w$  0.65에서 온도에 따라 6-10%의 평형수분함량을 보여 분말 제조시 수분함량을 6-10%이하로 낮추면 미생물에 의한 제품의 품질저하를 억제할 수 있을 것으로 생각된다.

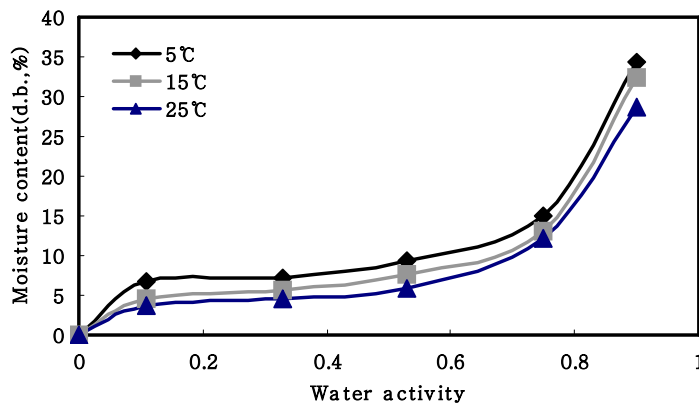


Fig. 1.15. Moisture absorption isotherm of red ginseng-cheonggukjang powder at different temperature.

### 나. 단분자층 수분함량

건조식품에 있어서 가장 좋은 저장안전성을 나타내는 단분자층 수분함량을 구하기 위하여 BET식과 GAB식 두 가지를 사용하였으며 Table 1.35에 나타내었다. BET식에 의해 계산된 단분자층 수분함량은 0.029-0.036 g H<sub>2</sub>O/g solid의 값을 나타내었으며 GAB식에 의해 계산된 값은 0.043-0.055 g H<sub>2</sub>O/g solid로 나타났다. 또한 BET식에 적용했을 때 R<sup>2</sup>가 0.985-0.996으로 높은 유의성을 나타내었다. 따라서 더

높은 유의성을 나타낸 BET식에 의해 산출된 단분자층 수분함량인 0.029–0.036 g H<sub>2</sub>O/g solid로 건조하는 것이 실제 공정에도 적절할 것으로 생각된다.

Table 1.35. The regression coefficients and monolayer content of red ginseng–cheonggukjang powder determined by BET and GAB equation

Sample	Temp. (°C)	BET equation				Gab equation				
		C	m <sub>1</sub>	SigF	R <sup>2</sup>	C	k	m <sub>1</sub>	SigF	R <sup>2</sup>
RG-C <sup>1)</sup>	5	-10.143	0.036	0.001	0.985	-1.837	0.508	0.139	0.055	0.945
	15	-19.929	0.032	0.000	0.996	-1.855	0.541	0.095	0.043	0.957
	25	-112.039	0.029	0.000	0.994	-1.863	0.582	0.059	0.048	0.952

<sup>1)</sup>RG-C: red ginseng–cheonggukjang.

#### 다. 흡습엔탈피

홍삼–청국장 분말의 흡습 시 요구되는 엔탈피를 Table 1.36에 나타내었다. 수분활성도가 증가함에 따라 엔탈피 값은 급격히 감소하는 경향을 나타내었다. 흡습엔탈피의 결과를 보면 0.11의 수분활성도에서 1524.70 cal/mol을 나타내었으나 0.9의 수분활성도에서는 59.89 cal/mol을 나타내었다.

Table 1.36. The sorption enthalpy of red ginseng–cheonggukjang powder by water activity

Water activity	Enthalpy of sorption (cal/mol)	
	RG-C <sup>1)</sup>	
0.11	1524.70	
0.33	764.58	
0.53	402.31	
0.75	270.47	
0.90	59.89	

<sup>1)</sup>RG-C: red ginseng–cheonggukjang.



라. 등온흡습곡선의 모델의 적합성

흡습곡선 모델의 적합도를 알아보기 위해 Bonquet 등의 연구 결과에서 두 개의 인자를 이용하여 나타낸 등온흡습곡선 모델식 중 가장 높은 적합도를 나타낸다고 보고한 위의 6개 모델식에 적용하여 적합도를 조사하여 Table 1.37에 나타내었다. 모델식 중 Kuhn 모델식이 온도에 상관없이 결정계수가 0.99이상의 높은 적합도를 나타내었다. Table 1.38은 위의 6개의 모델식 중 비교적 높은 결정계수를 나타낸 Kuhn, Caurie, Halsey 및 Oswin 등 4개의 모델식을 선정하여 온도에 따른 실험값과 예측모델에 의한 계산 값으로 percent 편차 P(%)로서 적합도를 표시하였는데 P값이 낮을수록 높은 적합성을 보였다. 그 중 가장 높은 결정계수를 나타낸 Kuhn 모델식이 온도에 상관없이 가장 높은 적합도를 보였는데 그 편차가 3.47-5.59%로 나타나 홍삼-청국장 분말의 평형 수분함량을 예측하는 모델식으로 적용 가능할 것으로 생각된다.

Table 1.37. The regression coefficient and significance values for the absorption model of red ginseng-cheonggukjang powder

Sample	Temp. (°C)	Bradley				Kuhn				
		ln K <sub>2</sub>	ln K <sub>1</sub>	SigF	R <sup>2</sup>	b	a	SigF	R <sup>2</sup>	
RG-C <sup>1)</sup>	5	0.742	-9.313	0.032	0.827	0.047	-0.031	0.000	0.998	
	15	0.579	-9.394	0.030	0.833	0.028	-0.031	0.000	0.999	
	25	0.529	-10.372	0.028	0.843	0.020	-0.028	0.000	0.998	
	Temp. (°C)	Halsey				Henderson				
		ln a	n	SigF	R <sup>2</sup>	ln K	n	SigF	R <sup>2</sup>	
		5	-4.241	1.703	0.007	0.933	2.743	1.492	0.060	0.744
		15	-4.092	1.490	0.003	0.965	2.684	1.336	0.039	0.805
		25	-4.081	1.379	0.004	0.958	2.659	1.230	0.043	0.792
	Temp. (°C)	Caurie				Oswin				
ln A		r	SigF	R <sup>2</sup>	ln a	n	SigF	R <sup>2</sup>		
	5	-3.148	-1.939	0.029	0.839	-2.178	0.376	0.025	0.853	
	15	-3.548	-2.312	0.017	0.884	-2.391	0.449	0.014	0.902	
	25	-3.821	-2.488	0.018	0.881	-2.577	0.481	0.016	0.890	

<sup>1)</sup>RG-C: red ginseng-cheonggukjang.

Table 38. The mean relative percent deviation for the various absorption models of red ginseng-cheonggukjang powder

Sample	Temp. (°C)	P(%) <sup>1)</sup>			
		Kuhn	Caurie	Halsey	Oswin
RG-C <sup>2)</sup>	5	4.20	22.90	14.45	22.09
	15	3.47	21.97	12.18	20.93
	25	5.59	24.01	13.29	22.97
	Average	4.42	22.96	13.30	22.00

<sup>1)</sup>P(%) : Mean relative percent deviation.

<sup>2)</sup>RG-C: red ginseng-cheonggukjang.

#### 마. 수분활성도 예측모델

홍삼-청국장 분말의 흡습 중 수분활성도를 예측하기 위한 모델식을 다음과 같이 수립하였다. 먼저 각 독립변수 및 수분활성도(RH/100)를 달리하여 최적함수를 구한 결과 시간에 대해서는 ln함수가 가장 높은 적합도를 나타내어 저장시간에 따른 수분활성도 예측모델로 선정하였다. 온도와 상대습도에 대해서는 선형 함수를 수분활성도 예측모델로 선정하였다. Table 1.39에 첫 번째 모델식은 가장 높은 유의성을 나타낸 수분활성도만을 독립변수로 한 경우이고, 두 번째 모델식은 수분활성도와 시간을 독립변수로 할 경우이며 마지막 세 번째 모델식은 수분활성도, 시간 및 온도를 독립변수로 할 경우의 선형회귀 모델식이다. 두 번째 모델식에서 R<sup>2</sup> 값이 0.893으로 가장 높은 적합도를 보였으며 세 번째 모델식은 온도 변수를 첨가함에 따라 R<sup>2</sup> 값이 변화를 보이지 않아 온도에 따라서는 큰 상관관계를 나타내지는 않았다. 따라서 세 모델식 중 시간과 수분활성도를 독립변수로 하는 두 번째 모델식을 적용하여 흡습 중 수분활성도의 예측하는 것이 홍삼-청국장 분말의 저장 조건을 결정하는 데 적용될 수 있을 것으로 생각된다.

Table 1.39. The linear regression parameter coefficients of the prediction model equation for water activity with time, water activity(RH/100) and temperature of red ginseng-cheonggukjang powder

Model	Independent variables	RG-C <sup>4)</sup>		
		Coefficients	Std. error	R <sup>2</sup>
I <sup>1)</sup>	Constant	-0.045	0.010	0.891
	Aw	0.939	0.014	
II <sup>2)</sup>	Constant	-0.045	0.010	0.893
	Aw	0.916	0.015	
	ln(time)	0.008	0.002	
III <sup>3)</sup>	Constant	-0.052	0.012	0.893
	Aw	0.000	0.000	
	ln(time)	0.917	0.015	
	Temperature	0.008	0.002	

<sup>1)</sup>The model Eq. is Water activity=a(Constant)+b(Aw).

<sup>2)</sup>The model Eq. is Water activity=a(Constant)+b(Aw)+c(ln(time)).

<sup>3)</sup>The model Eq. is Water activity=a(Constant)+b(Aw)+c(ln(time))+d(Temperature).

<sup>4)</sup>RG-C: red ginseng-cheonggukjang.

앞서 기술한 연구결과를 바탕으로 홍삼-청국장 분말의 제조 및 저장에 적용 가능한 항목을 정리한 내용은 다음과 같다. 홍삼-청국장 분말의 평형수분함량 실험에서 일반적으로 내건성 곰팡이 등의 미생물의 최저 생육한계 수분활성도인 0.65에서 수분함량이 6-10%이하로 나타났으므로 실제 공정에서도 본 수분함량 이하로 건조하는 것이 미생물에 의한 품질 열화 억제에 바람직할 것으로 생각한다. 또한 미생물의 증식, 효소적 반응, 비효소적 반응 등에 의한 식품의 품질변화에 크게 영향을 미치는 것은 수분함량보다 수분의 존재형태라고 할 수 있으므로 단분자층 수분함량도 고려하여야 하는데, BET식에서 도출된 단분자층 수분함량인 0.029-0.036 g H<sub>2</sub>O/g solid로 건조하는 것이 제품 품질 열화를 방지하는데 적절한 수분함량이라 할 수 있겠다. 또한 등온흡습곡선 예측식 중 비교적 높은 유의성을 나타낸 Kuhn식을 적용하는 것이 홍삼-청국장 분말의 평형수분함량을 예측에 적합할 것으로 생각하며 또한 시간과 수분활성도의 두 변수를 독립변수로 하는 모델식을 적용하여 흡습 중 수분활성도의 예측하는 것이 홍삼-청국장 분말의 저장 조건을 결정하는 데 적용될 수 있을 것으로 생각된다.

## 6. 기능성 융합 가공 시제품의 제조조건 최적화

### 가. 캡슐(Capsule)

캡슐의 제품 성상은 Table 1.40과 같으며, 원재료 성상과 섭취편이성을 고려하여 경질 캡슐에 100%홍삼청국장 분말을 충전하여 PE병 또는 PTP개별 포장을 하였다.

### 나. 정제 (Tablet)

정제의 제품 성상과 레시피는 Table 1.41과 42에 각각 나타내었으며, 시제품의 크기 및 중량 대비 홍삼융합청국장 분말의 배합량을 고려하여 원재료를 30%를 배합하였다. 또한 정제 형성을 위하여 유당, 결정셀룰로오스 및 당노균 대상자를 고려한 난소화성말토덱스트린을 부형제로 첨가하였고, 가공공정 상의 편의를 고려한 할택제 및 필름코팅기제로 히드록시프로필셀룰로오스를, 감미제로 스테비오사이드를 첨가하였다.

### 다. 환제 (Pellet)

환제의 제품 성상은 Table 1.43에 나타내었으며, 시제품의 제조조건 최적화 실험 결과는 Table 1.44에 나타내었다. 홍삼 융합 청국장의 환제 형성 보조제로써 벌꿀을 사용하였으며, 벌꿀의 배합비가 2% 이상일 때 환제형성 및 가공적성이 양호하였다. 그러나 4% 이상을 배합할 경우 주원료 함량이 감소되므로 홍삼융합청국장 97%와 벌꿀 3%의 배합비가 가장 적당하다고 사료되었다.

Table 1.40. 기능성 융합가공 시제품

홍삼청국장 경질캡슐	홍삼청국장 정제	홍삼청국장 환제
제품명: 홍삼청국장 경질캡슐	제품명: 홍삼청국장 정제	제품명: 홍삼청국장 환제
유형: 홍삼성분함유제품	유형: 홍삼성분함유제품	유형: 홍삼성분함유제품
원재료 배합비(%) : 100	원재료 배합비(%) : 30	원재료 배합비(%) : 97
포장: PE병, PTP 개별포장	포장: 병포장	포장: 병포장, PE삼면포장
기준중량: 300 mg	기준중량: 700 mg	기준중량: 140 mg




		
---	---	--

Table 1.41. 기능성 융합 가공 정제의 시제품 배합비

원재료명	배합비(%)	함량(mg/단위)
청국장분말	30	210
난소화성말토텍스트린	50	350
원 유당	10	70
료 히드록시프로필셀룰로오스	2	14
결정셀룰로오스	7.99	55.93
스테비오사이드	0.01	0.07
합계	100	700

Table 1.42. 기능성 융합 가공 환제의 제조조건 최적화

	배합재료		가공특성		
	홍삼청국장 분말	벌꿀	환제형성 여부	가공적성	비고
	99	1	×	-	-
	98	2	△ (불완전함)	-	-
배합비 (%)	97	3	○	양호	-
	96	4	○	매우 양호	주원료함량 감소
	95	5	○	매우 양호	주원료함량 감소

## 7. 기능성 융합 가공 시제품의 기호도 조사와 유통기한 및 규격 설정

### 가. 기능성 융합 가공 시제품의 기호도

연령별 및 당뇨/비당뇨군에 대한 기능성 융합 가공 시제품의 기호도 조사 결과는 Table 1.43~45와 같다. 20~39세의 비당뇨군에서는 캡슐과 정제에 대한 기호도가 높았으며, 섭취의향을 묻는 질문에는 대부분이 환제를 선호하였다. 40~59세의 당뇨군 내에서는 캡슐, 정, 환 시제품에 대한 기호도가 유의적으로 차이가 나지 않는 것으로 나타났으며, 당뇨군의 경우 환제의 풍미에 대한 기호도가 낮게 나타나면서 환제보다는 캡슐을 선호하는 경향을 보였다. 섭취의향에 대한 조사는 Fig. 1.16에서 보여지는 바와 같이 당뇨/비당뇨군 모두 환제를 선호하는 경향이 높았고, 정제에 대한 선호도도 전반적으로 낮았으나, 캡슐섭취 의향에서 당뇨/비당뇨군의 의견이 나뉘어져 당뇨군만이 캡슐에 대한 긍정적인 평가를 하였다. 60세 이상의 비당뇨군에서도 마찬가지로 정제에 대한 기호도는 낮게 나타났으며, 캡슐과 환제에 대한 기호도가 높았으나, 섭취 의향 조사에서는 캡슐의 1회 섭취량이 많다는 이유로 환제에 대한 선호도가 높

게 나타났다. 또한 Fig. 1.17의 연령별 시제품 성상 기호도 조사에서는 대부분의 연령이 환제를 선호하였으며, 정제에 대해서는 40~50대만이 50%정도의 긍정적인 평가를 하고 다른 두 그룹의 경우 상당히 낮은 기호도를 나타내었다.

이와 같이, 기호도 조사 결과 전반적으로 환제를 선호하는 경향이 높으며 이는 크기와 편이성이 상관관계가 있다고 사료된다. 또한 혈당조절 효과를 위해 1회 섭취량이 많아지면서 섭취의향에 대한 부정적인 평가가 나타나는 결과로 보아, 기능성 융합 가공 시제품의 원재료의 고농축화가 이루어진다면 제품에 대한 기호도가 더 높아질 것이라고 기대된다.

Table 1.43. Sensory evaluation of the products of red ginseng and *Cheonggukjang* mixture (non-diabetes. 20~39)

	Capsule	Tablet	Pellet	
Sensory score (1~5)	Color/ Exterior	3.95 ±0.60 <sup>a</sup>	3.50 ±0.51 <sup>b</sup>	3.60 ±0.75 <sup>ab</sup>
	Size	3.70 ±0.66 <sup>b</sup>	2.90 ±0.64 <sup>c</sup>	4.15 ±0.67 <sup>a</sup>
	Flavor	4.00 ±0.79 <sup>a</sup>	3.40 ±0.75 <sup>b</sup>	3.25 ±0.85 <sup>b</sup>
	Convenience	3.90 ±0.72 <sup>a</sup>	3.10 ±0.72 <sup>b</sup>	4.10 ±0.79 <sup>a</sup>
	Overall	4.00 ±0.86 <sup>a</sup>	3.15 ±0.67 <sup>b</sup>	3.95 ±0.60 <sup>a</sup>
Acceptance about daily-intake(%)	30	15	85	

<sup>a-c</sup>Values within the same row with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.01$

Table 1.44. Sensory evaluation of the products of red ginseng and *cheonggukjang* mixture (non-diabetes & diabetes, 40~59)

	Capsule		Tablet		Pellet		
	non-diabetes	diabetes	non-diabetes	diabetes	non-diabetes	diabetes	
Sensory score (1~5)	Color/ Exterior	4.15 ±0.67 <sup>a</sup>	4.25 ±0.72 <sup>x</sup>	3.90 ±0.72 <sup>a</sup>	3.15 ±0.81 <sup>y</sup>	4.30 ±0.57 <sup>a</sup>	4.20 ±0.62 <sup>x</sup>
	Size	4.20 ±0.77 <sup>a</sup>	4.30 ±0.66 <sup>x</sup>	3.95 ±0.89 <sup>a</sup>	3.35 ±0.81 <sup>y</sup>	4.40 ±0.75 <sup>a</sup>	4.15 ±0.49 <sup>x</sup>
	Flavor	3.90 ±0.85 <sup>a</sup>	3.95 ±0.76 <sup>x</sup>	3.90 ±0.55 <sup>a</sup>	3.35 ±0.67 <sup>y</sup>	3.95 ±0.94 <sup>a</sup>	3.35 ±0.67 <sup>y</sup>
	Convenience	3.95 ±1.00 <sup>a</sup>	4.40 ±0.75 <sup>x</sup>	3.70 ±0.57 <sup>a</sup>	3.35 ±0.93 <sup>z</sup>	4.00 ±1.03 <sup>a</sup>	3.90 ±0.55 <sup>y</sup>
	Overall	3.90 ±0.72 <sup>a</sup>	4.40 ±0.60 <sup>x</sup>	3.90 ±0.55 <sup>a</sup>	3.45 ±0.76 <sup>y</sup>	4.20 ±0.77 <sup>a</sup>	4.00 ±0.65 <sup>x</sup>

<sup>a-c</sup>Values within the same row with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.01$   
<sup>x-z</sup>Values within the same row with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.001$

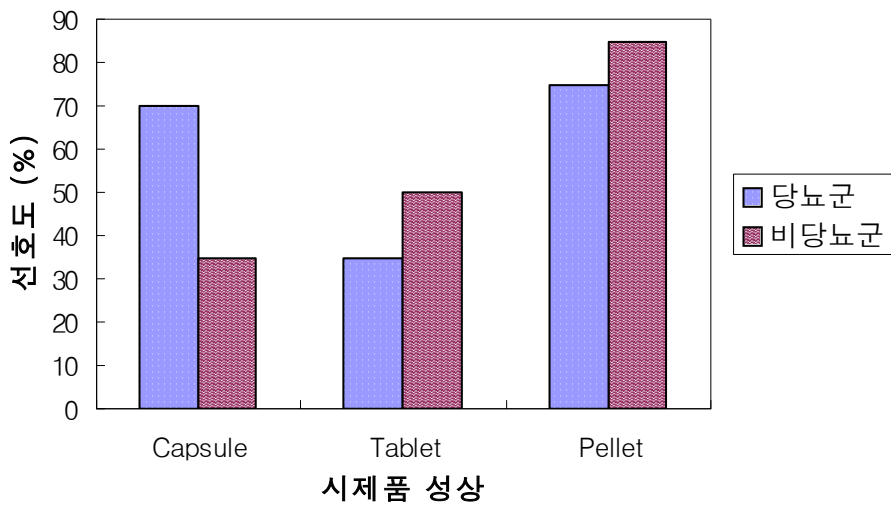


Fig. 1.16. 시제품의 성상별 선호도 (40~50대).



Table 1.45. Sensory evaluation of the products of red ginseng and *cheonggukjang* mixture (non-diabetes, 60~)

	Capsule	Tablet	Pellet	
Sensory score (1~5)	Color/ Exterior	4.41 ± 0.71 <sup>a</sup>	3.47 ± 0.87 <sup>b</sup>	4.00 ± 0.94 <sup>ab</sup>
	Size	4.06 ± 0.90 <sup>a</sup>	3.06 ± 0.97 <sup>b</sup>	4.35 ± 0.70 <sup>a</sup>
	Flavor	3.65 ± 1.00 <sup>a</sup>	3.24 ± 0.97 <sup>a</sup>	3.65 ± 1.00 <sup>a</sup>
	Convenience	4.06 ± 0.97 <sup>a</sup>	3.00 ± 1.12 <sup>b</sup>	4.47 ± 0.72 <sup>a</sup>
	Overall	4.06 ± 0.66 <sup>a</sup>	3.24 ± 0.66 <sup>b</sup>	4.18 ± 0.73 <sup>a</sup>
Acceptance about daily-intake(%)	20	15	75	

<sup>a-c</sup>Values within the same row with different superscript letters are significantly different at  $p < 0.01$

비당뇨군의 연령별 시제품 성상 선호도

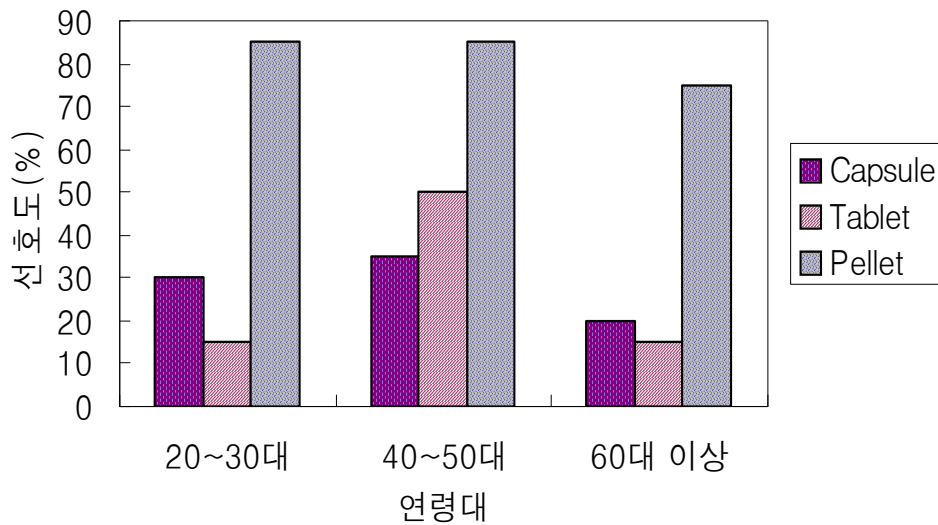


Fig. 1.17. 비당뇨군의 연령별 시제품 성상 선호도.

## 나. 기능성 융합 가공 시제품의 유통기한 설정

### 1) 수분함량

홍삼-청국장 각 시제품의 온도 및 저장 기간별 수분함량의 변화는 Table 1.46에 나타내었다. 저장기간 동안 각 제품의 수분함량은 식품공전의 청국장 제품의 수분함량을 기준(10%이하)으로 PE 삼면포장 환제를 제외한 모든 제품이 규격기준에 부합하였다. 각 제품별로 살펴보면 A(PE병 포장 타블렛)는 0.10-1.68로 저장기간 동안 수분함량의 변화가 가장 적었고 저장 후기로 갈수록 온도에 상관없이 함량이 조금씩 증가하는 것으로 나타났으며 캡슐제품인 B(PTP 포장 캡슐)와 C(PE병 포장 캡슐)는 A와는 달리 저장 후기로 갈수록 온도에 상관없이 수분함량이 감소하는 것으로 나타났다. 환제품인 D(PE 삼면포장 환제)와 E(유리병 포장 환제)는 저장기간 동안 수분함량의 변화는 특이한 경향을 보이지 않았으나 식품공전의 청국장제품의 수분함량을 기준으로 하였을 때 D는 25℃에서 50일 및 60일 저장한 경우와 35℃에서 60일 저장한 경우 10%을 초과하여 기준에 적합하지 않은 것으로 나타났다.

Table 1.46. Changes of moisture content in red ginseng-cheonggukjang samples at different temperature during storage

Sample	Temp. (℃)	Storage period(days)						
		0	10	20	30	40	50	60
A <sup>1)</sup>	25	0.10	0.35	0.68	0.83	1.80	1.62	1.48
	35	0.10	0.14	1.16	0.66	1.35	1.68	1.58
	45	0.10	0.14	1.07	0.69	1.18	0.68	0.99
B	25	5.93	6.53	5.67	5.19	4.38	4.32	3.69
	35	5.93	5.53	4.36	4.67	3.27	3.48	2.89
	45	5.93	4.34	3.14	2.76	2.68	2.26	2.13
C	25	5.90	5.64	5.59	5.00	5.05	4.76	5.84
	35	5.90	5.46	5.10	4.85	4.76	4.71	5.83
	45	5.90	5.37	5.22	6.07	5.14	4.91	5.92
D	25	2.75	5.98	6.19	8.79	4.27	10.21	11.37
	35	2.75	9.07	8.67	5.44	4.60	8.76	11.22
	45	2.75	7.26	7.36	9.37	7.49	7.64	6.50
E	25	5.04	5.01	7.08	8.69	5.91	7.52	7.88
	35	5.04	8.04	7.38	8.30	5.56	7.69	6.88
	45	5.04	7.10	7.87	5.66	5.70	7.44	7.23

<sup>1)</sup>A: tablet in PE bottle, B: capsule in PTP, C: capsule in PE bottle,

D: pellet in PE sachet, E: pellet in glass bottle.

2) 조사포닌 및 진세노사이드

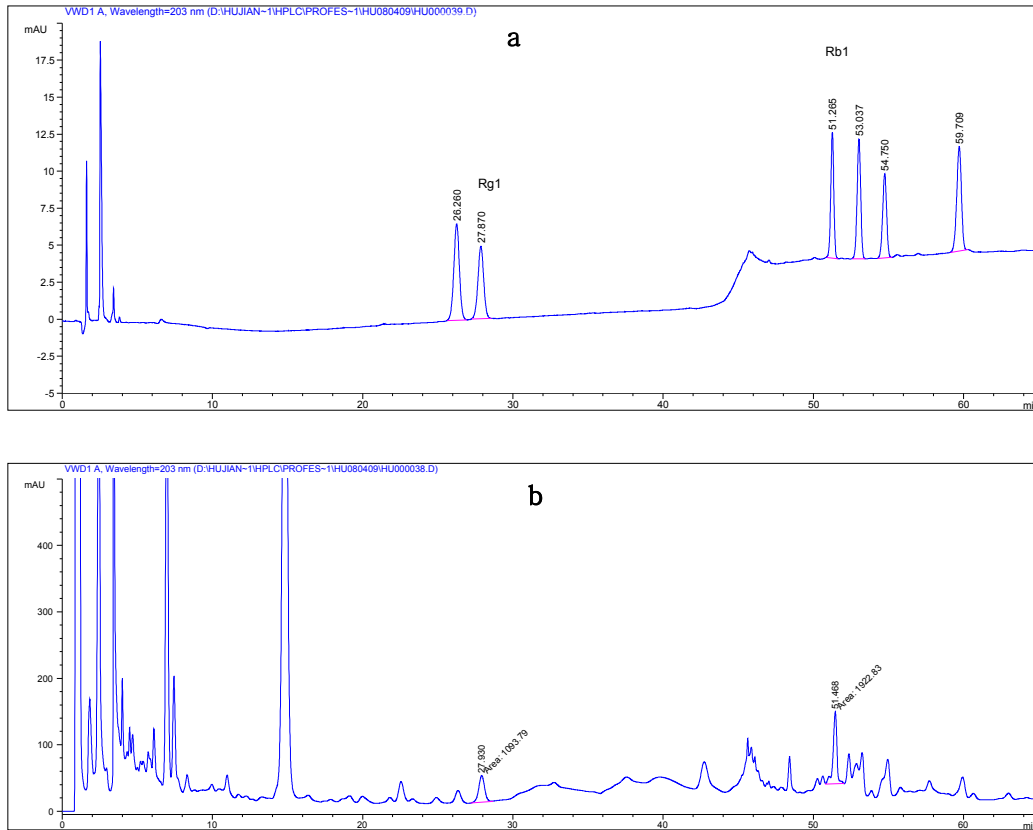
홍삼-청국장 각 시제품의 온도 및 저장 기간별 조사포닌 함량을 Table 1.47에 나타내었다. 식품공전과 건강기능식품공전 규격기준에 의하면 홍삼제품의 조사포닌 함량은 7 mg/g 이상으로 규정하고 있다. 각 시제품의 조사포닌 함량을 이 기준과 비교해 보면 A(PE병 포장 타블렛)의 경우 저장 초기부터 조사포닌 함량이 기준에 미달하여 적합하지 않은 반면 A를 제외한 모든 제품은 저장 기간 동안 두 배 이상의 함량을 나타내 기준에 적합한 것으로 나타났다. 또한 건강기능식품공전에 의하면 홍삼성분 함유제품은 ginsenoside Rb<sub>1</sub> 및 Rg<sub>1</sub>이 확인되어야 한다고 규정하고 있다. 실험 결과 온도와 저장 기간에 상관없이 전 실험구간에서 daidzein과 genistein이 검출되었으며, Fig. 1.15는 저장 전 홍삼-청국장 분말을 HPLC로 분석한 결과로 Rb<sub>1</sub> 및 Rg<sub>1</sub>이 검출된 chromatogram을 나타내고 있으며 저장 후에도 동일한 경향의 chromatogram을 확인할 수 있었다.

Table 1.47. Crude saponin contents of red ginseng-cheonggukjang samples at different temperature during storage

Sample <sup>1)</sup>	Temp. (°C)	Storage period(days)						
		0	10	20	30	40	50	60
A	25	5.33±0.83	5.33±0.45	5.15±0.37	5.01±0.17	5.12±0.33	5.20±0.21	5.13±0.19
	35	5.33±0.83	4.96±0.18	4.54±0.41	4.58±0.58	4.57±0.53	4.44±0.16	4.34±0.14
	45	5.33±0.83	4.45±0.10	4.91±0.14	4.75±0.53	4.54±0.41	4.40±0.10	4.39±0.16
B	25	17.77±2.76	17.77±1.48	17.18±1.24	16.70±0.57	17.07±1.09	17.32±0.71	17.10±0.62
	35	17.77±2.76	16.53±0.61	15.15±1.37	15.27±1.94	15.23±1.77	14.79±0.52	14.48±0.45
	45	17.77±2.76	14.83±0.33	16.37±0.47	15.83±1.77	15.14±1.36	14.66±0.34	14.64±0.54
C	25	17.77±2.76	17.77±1.48	17.18±1.24	16.70±0.57	17.07±1.09	17.32±0.71	17.10±0.62
	35	17.77±2.76	16.53±0.61	15.15±1.37	15.27±1.94	15.23±1.77	14.79±0.52	14.48±0.45
	45	17.77±2.76	14.83±0.33	16.37±0.47	15.83±1.77	15.14±1.36	14.66±0.34	14.64±0.54
D	25	17.24±2.67	17.24±1.44	16.66±1.21	16.20±0.55	16.56±1.06	16.80±0.69	16.59±0.60
	35	17.24±2.67	16.03±0.59	14.70±1.33	14.81±1.88	14.77±1.71	14.35±0.51	14.05±0.44
	45	17.24±2.67	14.39±0.32	15.88±0.45	15.36±1.71	14.69±1.32	14.22±0.33	14.20±0.52
E	25	17.24±2.67	17.24±1.44	16.66±1.21	16.20±0.55	16.56±1.06	16.80±0.69	16.59±0.60
	35	17.24±2.67	16.03±0.59	14.70±1.33	14.81±1.88	14.77±1.71	14.35±0.51	14.05±0.44
	45	17.24±2.67	14.39±0.32	15.88±0.45	15.36±1.71	14.69±1.32	14.22±0.33	14.20±0.52

<sup>1)</sup>A: tablet in PE bottle, B: capsule in PTP, C: capsule in PE bottle,

D: pellet in PE sachet, E: pellet in glass bottle.



**Fig. 1.18. HPLC chromatogram of daidzein and genistein from red ginseng-cheonggukjang powder.**

(a: standard chromatogram of Rg<sub>1</sub> and Rb<sub>1</sub>., b: chromatogram of sample before storage)

### 3) 대두성분

홍삼-청국장 각 시제품의 온도 및 저장 기간별 대두단백에 대한 결과를 Table 1.48 에 나타내었다. 식품공전과 건강기능식품공전 규격기준에 의하면 대두단백 함유제품은 daidzein과 genistein이 확인되어야 한다고 규정하고 있다. 실험 결과 온도와 저장 기간에 상관없이 전 실험구간에서 daidzein과 genistein이 검출되었으므로 규격기준에 적합하였다. Fig. 1.19은 저장 전 홍삼-청국장 분말을 HPLC로 분석한 결과로 daidzein과 genistein이 검출된 chromatogram을 나타내고 있으며 저장 후에도 동일한 경향의 chromatogram을 확인할 수 있었다.

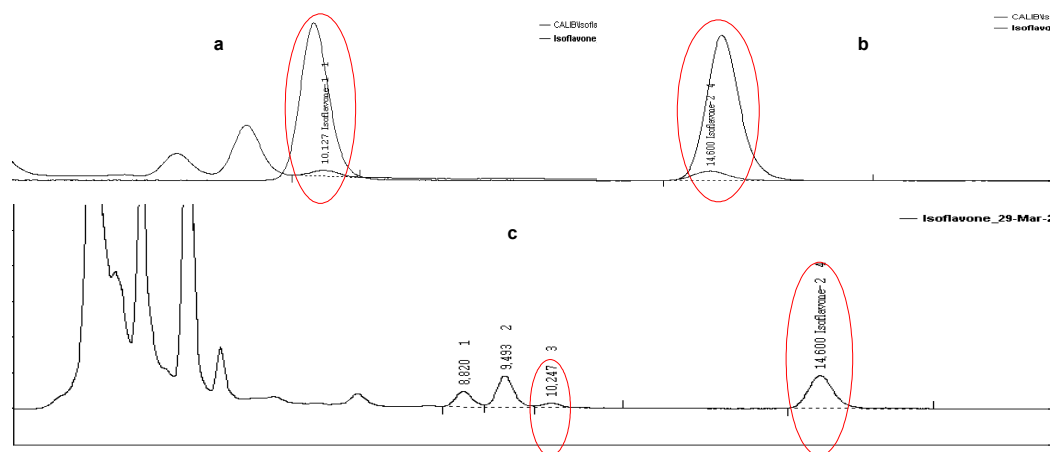


Fig. 1.19. HPLC chromatogram of daidzein and genistein from red ginseng–cheonggukjang powder.

a: standard chromatogram of daidzein, b: standard chromatogram of genistein, c: chromatogram of sample before storage.

Table 1.48. Isoflavone(daidzein and genistein) of red ginseng–cheonggukjang samples at different temperature during storage

Sample	Temp. (°C)	Storage period(days)						
		0	10	20	30	40	50	60
A <sup>1)</sup>	25	+ <sup>2)</sup>	+	+	+	+	+	+
	35	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+
B	25	+	+	+	+	+	+	+
	35	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+
C	25	+	+	+	+	+	+	+
	35	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+
D	25	+	+	+	+	+	+	+
	35	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+
E	25	+	+	+	+	+	+	+
	35	+	+	+	+	+	+	+
	45	+	+	+	+	+	+	+

<sup>1)</sup>A: tablet in PE bottle, B: capsule in PTP, C: capsule in PE bottle,

D: pellet in PE sachet, E: pellet in glass bottle.

<sup>2)</sup>+: detected

#### 4) 대장균군

저장기간 동안 홍삼-청국장 시제품의 대장균군의 대한 결과를 Table 1.49에 나타내었다. 모든 제품에서 온도와 기간에 상관없이 대장균군이 검출되지 않아 건강기능식품공전 규격기준에 모두 적합한 것으로 나타났다.

**Table 1.49. Coliform of red ginseng-cheonggukjang samples at different temperature during storage**

Sample	Temp. (°C)	Storage period(days)						
		0	10	20	30	40	50	60
A <sup>1)</sup>	25	- <sup>2)</sup>	-	-	-	-	-	-
	35	-	-	-	-	-	-	-
	45	-	-	-	-	-	-	-
B	25	-	-	-	-	-	-	-
	35	-	-	-	-	-	-	-
	45	-	-	-	-	-	-	-
C	25	-	-	-	-	-	-	-
	35	-	-	-	-	-	-	-
	45	-	-	-	-	-	-	-
D	25	-	-	-	-	-	-	-
	35	-	-	-	-	-	-	-
	45	-	-	-	-	-	-	-
E	25	-	-	-	-	-	-	-
	35	-	-	-	-	-	-	-
	45	-	-	-	-	-	-	-

<sup>1)</sup>A: tablet in PE bottle, B: capsule in PTP, C: capsule in PE bottle,

D: pellet in PE sachet, E: pellet in glass bottle.

<sup>2)</sup>-: no detected

#### 5) 향기 성분 분석

홍삼-청국장 각 시제품의 향기성분을 12개의 metal oxide sensor(MOS)로 이루어진 전자코로 분석한 결과를 각 센서별 감응도로 Table 48-62에 나타내었다. PE병 포장 타블렛(A)에 대한 분석결과를 살펴보면 25°C에서는 SY/G, SY/Gh 및 SY/gCT1 센서의 감응도가 유의적으로 증가하였으며 T30/1, P10/1, P10/2, P40/1, T70/1 및 PA2 센서의 감응도는 유의적으로 감소하였다. 35°C에서는 SY/G, SY/AA, SY.Gh 및 SY/gCT1 센서의 감응도가 유의적으로 증가하였고 T30/1, P10/1, P10/2, P40/1, T70/2 및 PA2 센서의 감응도는 유의적으로 감소하였다. 45°C에서는 SY/G, SY/Gh 및 SY/gCT1 센서의 감응도가 유의적으로 증가하였으며 T30/1, P10/1, P10/2, P40/1, T70/1 및 PA2 센서의 감응도는 유의적으로 감소하였다. PTP 포장 캡

술의 경우 25℃에서는 SY/G, SY/Gh 및 SY/gCT1 센서의 감응도가 유의적으로 증가하였으며 T30/1, P10/1, P10/2, P40/1, T70/1 및 PA2 센서의 감응도는 유의적으로 감소하였다. 35℃에서는 SY/G, SY/Gh, SY/gCT1 및 T30/1 센서의 감응도가 유의적으로 증가하였으며 P10/1, P10/2, P40/1, T70/1 및 PA2 센서의 감응도는 유의적으로 감소하였다. 45℃에서는 SY/G, SY/Gh 및 SY/gCT1 센서의 감응도가 유의적으로 증가하였으며 T30/1, P10/1, P10/2, P40/1, T70/1 및 PA2 센서의 감응도는 유의적으로 감소하였다. PE병 포장 캡슐의 경우 25℃에서는 SY/G, SY/Gh 및 SY/gCT1 센서의 감응도가 유의적으로 증가하였으며 T30/1, P10/1, P10/2, P40/1, T70/1 및 PA2 센서의 감응도는 유의적으로 감소하였다. 35℃에서는 센서별로 유의적인 차이는 있었으나 뚜렷한 경향을 나타내지는 않았다. 45℃에서는 P30/1, P10/1, P10/2, P40/1, T70/2 및 PA2 센서의 감응도가 증가하였고 SY/G, SY/Gh 및 SY/gCT1 센서의 감응도는 감소하였다. PE 삼면 포장 환제의 경우 25℃와 35℃에서는 대체적으로 각 센서별로 유의적인 차이는 있었으나 뚜렷한 경향을 나타내지는 않았다. 45℃에서는 T30/1, P10/1, P10/2, P40/1, T70/2 및 PA2 센서의 감응도가 유의적으로 증가하였고 SY/G, SY/Gh 및 SY/gCT1 센서의 감응도는 유의적으로 감소하였다. 유리병 포장 환제의 경우 25℃에서는 T30/1, P10/1, P10/2, P40/1, Y70/2 및 PA2 센서의 감응도가 유의적으로 증가하였다. 35℃에서는 T30/1, P10/1, P10/2, P40/1, Y70/2 및 PA2 센서의 감응도가 유의적으로 증가하였고 SY/Gh 센서의 감응도는 유의적으로 감소하였다. 45℃에서는 T30/1, P10/1, P10/2, P40/1, Y70/2 및 PA2 센서의 감응도가 유의적으로 증가하였고 SY/G와 SY/Gh 센서의 감응도는 유의적으로 감소하였다. 결론적으로 볼 때 저장기간 동안 제품에 따라 특정 센서의 감응도에서 유의적인 증가 및 감소 경향을 보였으며 대체적으로 높은 온도에서 저장할수록 저장 전후의 유의적인 차이가 큰 것으로 볼 때 저장온도 및 기간에 따라서 미지의 향 성분도 의미있게 변화하는 것을 간접적으로 알 수 있었다. 따라서 전자코 분석을 이용하여 홍삼-청국장 제품 품질의 변화양상 및 시기를 예측할 수 있을 것으로 생각된다.

Table 1.49. Response of each sensor by the electronic nose on red ginseng-cheonggukjang tablet packed in PE bottle at 25°C during storage

Temp. (°C)	Sensor model	Response of each sensor <sup>1)</sup>						
		0 <sup>3)</sup>	10	20	30	40	50	60
25°C	SY/LG	0.0024 ±0.004 <sup>a2)</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0003 ±0.0005 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0026 ±0.0045 <sup>a</sup>
	SY/G	-0.1357 ±0.0012 <sup>e</sup>	-0.1244 ±0.0048 <sup>d</sup>	-0.1197 ±0.0036 <sup>d</sup>	-0.1054 ±0.0028 <sup>c</sup>	-0.1089 ±0.0026 <sup>c</sup>	-0.0953 ±0.0018 <sup>b</sup>	-0.0832 ±0.0024 <sup>a</sup>
	SY/AA	-0.0030 ±0.0007 <sup>a</sup>	-0.0023 ±0.0007 <sup>a</sup>	-0.0020 ±0.0004 <sup>a</sup>	-0.0025 ±0.0004 <sup>a</sup>	-0.0028 ±0.0004 <sup>a</sup>	-0.0005 ±0.0031 <sup>a</sup>	-0.0023 ±0.0007 <sup>a</sup>
	SY/Gh	-0.1033 ±0.0013 <sup>e</sup>	-0.0967 ±0.0033 <sup>d</sup>	-0.0935 ±0.0022 <sup>d</sup>	-0.0838 ±0.0014 <sup>c</sup>	-0.0867 ±0.0021 <sup>c</sup>	-0.0781 ±0.0017 <sup>b</sup>	-0.0692 ±0.0018 <sup>a</sup>
	SY/gCT1	-0.0603 ±0.0019 <sup>f</sup>	-0.0529 ±0.0008 <sup>e</sup>	-0.0496 ±0.0012 <sup>d</sup>	-0.0469 ±0.0005 <sup>c</sup>	-0.0448 ±0.0026 <sup>c</sup>	-0.0389 ±0.0012 <sup>b</sup>	-0.0349 ±0.0015 <sup>a</sup>
	SY/gCT	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>
	T30/1	0.8624 ±0.0019 <sup>a</sup>	0.8488 ±0.0051 <sup>b</sup>	0.8439 ±0.0040 <sup>b</sup>	0.8286 ±0.0031 <sup>c</sup>	0.8277 ±0.0046 <sup>d</sup>	0.8069 ±0.0042 <sup>d</sup>	0.7823 ±0.0087 <sup>e</sup>
	P10/1	0.5178 ±0.0017 <sup>a</sup>	0.4870 ±0.0105 <sup>b</sup>	0.5217 ±0.0069 <sup>a</sup>	0.4792 ±0.0054 <sup>b</sup>	0.4661 ±0.0038 <sup>c</sup>	0.4244 ±0.0088 <sup>d</sup>	0.3860 ±0.0093 <sup>e</sup>
	P10/2	0.4528 ±0.0018 <sup>a</sup>	0.4350 ±0.0066 <sup>b</sup>	0.4433 ±0.0067 <sup>ba</sup>	0.4250 ±0.0017 <sup>c</sup>	0.4191 ±0.0029 <sup>c</sup>	0.3944 ±0.0085 <sup>d</sup>	0.3746 ±0.0061 <sup>e</sup>
	P40/1	0.4361 ±0.0030 <sup>a</sup>	0.4090 ±0.0101 <sup>b</sup>	0.4417 ±0.0059 <sup>a</sup>	0.4000 ±0.0053 <sup>cb</sup>	0.3905 ±0.0030 <sup>c</sup>	0.3535 ±0.0068 <sup>d</sup>	0.3182 ±0.0069 <sup>e</sup>
	T70/2	0.8862 ±0.0017 <sup>a</sup>	0.8738 ±0.0043 <sup>b</sup>	0.8685 ±0.0026 <sup>b</sup>	0.8567 ±0.0025 <sup>c</sup>	0.8546 ±0.0041 <sup>c</sup>	0.8362 ±0.0044 <sup>d</sup>	0.8152 ±0.0082 <sup>e</sup>
PA2	0.8974 ±0.0016 <sup>a</sup>	0.8851 ±0.0041 <sup>b</sup>	0.8820 ±0.0007 <sup>b</sup>	0.8707 ±0.0022 <sup>c</sup>	0.8677 ±0.0037 <sup>c</sup>	0.8500 ±0.0055 <sup>d</sup>	0.8313 ±0.0077 <sup>e</sup>	

<sup>1)</sup>Response of each is expressed by  $\Delta R_{\text{gas}}/R_{\text{air}}$ , R is resistance values of the sensors.

<sup>2)a-f</sup>Means within the same row with different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>3)</sup>0: before storage, 10: 10 days storage, 20: 20 days storage,  
40: 40 days storage, 50: 50 days storage, 60: 60 days storage.



Table 1.50. Response of each sensor by the electronic nose on red ginseng-cheonggukjang tablet packed in PE bottle at 35°C during storage

Temp. (°C)	Sensor model	Response of each sensor <sup>1)</sup>						
		0 <sup>3)</sup>	10	20	30	40	50	60
35°C	SY/LG	0.0024 ±0.0042 <sup>a2)</sup>	0.0053 ±0.0092 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>
	SY/G	-0.1357 ±0.0012 <sup>d</sup>	-0.1073 ±0.0032 <sup>c</sup>	-0.0957 ±0.0041 <sup>b</sup>	-0.0885 ±0.0020 <sup>a</sup>	-0.0942 ±0.0020 <sup>ba</sup>	-0.0884 ±0.0058 <sup>a</sup>	-0.0963 ±0.0006 <sup>b</sup>
	SY/AA	-0.0030 ±0.0007 <sup>c</sup>	-0.0028 ±0.0004 <sup>c</sup>	-0.0023 ±0.0008 <sup>bc</sup>	-0.0025 ±0.0004 <sup>bc</sup>	0.0007 ±0.0020 <sup>a</sup>	-0.0020 ±0.0004 <sup>bc</sup>	-0.0003 ±0.0022 <sup>ba</sup>
	SY/Gh	-0.1033 ±0.0013 <sup>d</sup>	-0.0850 ±0.0015 <sup>c</sup>	-0.0782 ±0.0033 <sup>b</sup>	-0.0726 ±0.0012 <sup>a</sup>	-0.0769 ±0.0020 <sup>b</sup>	-0.0728 ±0.0038 <sup>a</sup>	-0.0790 ±0.0003 <sup>b</sup>
	SY/gCT1	-0.0603 ±0.0019 <sup>d</sup>	-0.0454 ±0.0029 <sup>c</sup>	-0.0383 ±0.0018 <sup>ba</sup>	-0.0357 ±0.0025 <sup>a</sup>	-0.0393 ±0.0000 <sup>b</sup>	-0.0362 ±0.0015 <sup>ba</sup>	-0.0392 ±0.0005 <sup>b</sup>
	SY/gCT	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>
	T30/1	0.8624 ±0.0019 <sup>a</sup>	0.8285 ±0.0066 <sup>b</sup>	0.8063 ±0.0064 <sup>c</sup>	0.7935 ±0.0068 <sup>d</sup>	0.8068 ±0.0024 <sup>c</sup>	0.7953 ±0.0100 <sup>d</sup>	0.8089 ±0.0014 <sup>c</sup>
	P10/1	0.5178 ±0.0017 <sup>a</sup>	0.4504 ±0.0072 <sup>b</sup>	0.4137 ±0.0087 <sup>c</sup>	0.3955 ±0.0065 <sup>d</sup>	0.4095 ±0.0029 <sup>c</sup>	0.3927 ±0.0086 <sup>d</sup>	0.4140 ±0.0032 <sup>c</sup>
	P10/2	0.4528 ±0.0018 <sup>a</sup>	0.4114 ±0.0048 <sup>b</sup>	0.3854 ±0.0101 <sup>dc</sup>	0.3815 ±0.0051 <sup>dc</sup>	0.3865 ±0.0049 <sup>dc</sup>	0.3767 ±0.0016 <sup>d</sup>	0.3899 ±0.0028 <sup>c</sup>
	P40/1	0.4361 ±0.0030 <sup>a</sup>	0.3758 ±0.0041 <sup>b</sup>	0.3448 ±0.0081 <sup>c</sup>	0.3273 ±0.0043 <sup>d</sup>	0.3399 ±0.0030 <sup>c</sup>	0.3259 ±0.0096 <sup>d</sup>	0.3450 ±0.0031 <sup>c</sup>
T70/2	0.8862 ±0.0017 <sup>a</sup>	0.8558 ±0.0061 <sup>b</sup>	0.8355 ±0.0057 <sup>c</sup>	0.8248 ±0.0068 <sup>d</sup>	0.8368 ±0.0011 <sup>c</sup>	0.8262 ±0.0084 <sup>d</sup>	0.8379 ±0.0012 <sup>c</sup>	
PA2	0.8974 ±0.0016 <sup>a</sup>	0.8670 ±0.0051 <sup>b</sup>	0.8470 ±0.0059 <sup>c</sup>	0.8384 ±0.0063 <sup>d</sup>	0.8484 ±0.0013 <sup>c</sup>	0.8390 ±0.0056 <sup>d</sup>	0.8501 ±0.0015 <sup>c</sup>	

<sup>1)</sup>Response of each is expressed by  $\Delta R_{\text{gas}}/R_{\text{air}}$ , R is resistance values of the sensors.

<sup>2)a-f)</sup>Means within the same row with different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>3)</sup>0: before storage, 10: 10 days storage, 20: 20 days storage,  
40: 40 days storage, 50: 50 days storage, 60: 60 days storage.

Table 1.51. Response of each sensor by the electronic nose on red ginseng-cheonggukjang tablet packed in PE bottle at 45°C during storage

Temp. (°C)	Sensor model	Response of each sensor <sup>1)</sup>						
		0 <sup>3)</sup>	10	20	30	40	50	60
45°C	SY/LG	0.0024 ±0.0042 <sup>a2)</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>
	SY/G	-0.1357 ±0.0012 <sup>e</sup>	-0.0986 ±0.0047 <sup>d</sup>	-0.0913 ±0.0038 <sup>c</sup>	-0.1017 ±0.0060 <sup>d</sup>	-0.0529 ±0.0029 <sup>b</sup>	-0.0420 ±0.0027 <sup>a</sup>	-0.0376 ±0.0011 <sup>a</sup>
	SY/AA	-0.0030 ±0.0007 <sup>b</sup>	-0.0020 ±0.0005 <sup>b</sup>	-0.0005 ±0.0017 <sup>ba</sup>	-0.0008 ±0.0033 <sup>ba</sup>	-0.0007 ±0.0027 <sup>ba</sup>	0.0018 ±0.0005 <sup>a</sup>	-0.0008 ±0.0020 <sup>ba</sup>
	SY/Gh	-0.1033 ±0.0013 <sup>c</sup>	-0.0800 ±0.0029 <sup>d</sup>	-0.0749 ±0.0027 <sup>c</sup>	-0.0825 ±0.0038 <sup>d</sup>	-0.0473 ±0.0025 <sup>b</sup>	-0.0384 ±0.0021 <sup>a</sup>	-0.0355 ±0.0013 <sup>a</sup>
	SY/gCT1	-0.0603 ±0.0019 <sup>e</sup>	-0.0399 ±0.0011 <sup>d</sup>	-0.0372 ±0.0009 <sup>c</sup>	-0.0407 ±0.0027 <sup>d</sup>	-0.0197 ±0.0008 <sup>b</sup>	-0.0160 ±0.0005 <sup>a</sup>	-0.0147 ±0.0005 <sup>a</sup>
	SY/gCT	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>
	T30/1	0.8624 ±0.0019 <sup>a</sup>	0.8120 ±0.0081 <sup>cb</sup>	0.8015 ±0.0056 <sup>c</sup>	0.8188 ±0.0103 <sup>b</sup>	0.6778 ±0.0067 <sup>d</sup>	0.6135 ±0.0104 <sup>e</sup>	0.5859 ±0.0079 <sup>f</sup>
	P10/1	0.5178 ±0.0017 <sup>a</sup>	0.4148 ±0.0101 <sup>c</sup>	0.4038 ±0.0082 <sup>c</sup>	0.4302 ±0.0152 <sup>b</sup>	0.2721 ±0.0053 <sup>d</sup>	0.2267 ±0.0041 <sup>e</sup>	0.2097 ±0.0047 <sup>f</sup>
	P10/2	0.4528 ±0.0018 <sup>a</sup>	0.3872 ±0.0064 <sup>b</sup>	0.3819 ±0.0055 <sup>b</sup>	0.3917 ±0.0098 <sup>b</sup>	0.2962 ±0.0035 <sup>c</sup>	0.2630 ±0.0028 <sup>d</sup>	0.2537 ±0.0044 <sup>d</sup>
	P40/1	0.4361 ±0.0030 <sup>a</sup>	0.3456 ±0.0089 <sup>c</sup>	0.3344 ±0.0083 <sup>c</sup>	0.3595 ±0.0129 <sup>b</sup>	0.2214 ±0.0058 <sup>d</sup>	0.1837 ±0.0049 <sup>e</sup>	0.1688 ±0.0042 <sup>f</sup>
T70/2	0.8862 ±0.0017 <sup>a</sup>	0.8407 ±0.0069 <sup>cb</sup>	0.8324 ±0.0046 <sup>c</sup>	0.8471 ±0.0093 <sup>b</sup>	0.7211 ±0.0052 <sup>d</sup>	0.6610 ±0.0092 <sup>e</sup>	0.6346 ±0.0076 <sup>f</sup>	
PA2	0.8974 ±0.0016 <sup>a</sup>	0.8510 ±0.0056 <sup>cb</sup>	0.8452 ±0.0041 <sup>c</sup>	0.8575 ±0.0083 <sup>b</sup>	0.7468 ±0.0029 <sup>d</sup>	0.6974 ±0.0043 <sup>e</sup>	0.6802 ±0.0058 <sup>f</sup>	

<sup>1)</sup>Response of each is expressed by  $\Delta R_{gas}/R_{air}$ , R is resistance values of the sensors.

<sup>2)a-f</sup>Means within the same row with different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>3)</sup>0: before storage, 10: 10 days storage, 20: 20 days storage, 40: 40 days storage, 50: 50 days storage, 60: 60 days storage.

Table 1.52. Response of each sensor by the electronic nose on red ginseng-cheonggukjang capsule packed in PTP at 25°C during storage

Temp. (°C)	Sensor model	Response of each sensor <sup>1)</sup>						
		0 <sup>3)</sup>	10	20	30	40	50	60
25°C	SY/LG	0.0000 ±0.0000 <sup>a2)</sup>	0.0053 ±0.0048 <sup>a</sup>	0.0050 ±0.0086 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0044 ±0.0076 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>
	SY/G	-0.0865 ±0.0031 <sup>e</sup>	-0.0783 ±0.0051 <sup>d</sup>	-0.0761 ±0.0042 <sup>dc</sup>	-0.0699 ±0.0011 <sup>bc</sup>	-0.0696 ±0.0020 <sup>bc</sup>	-0.0647 ±0.0052 <sup>ba</sup>	-0.0623 ±0.0036 <sup>a</sup>
	SY/AA	-0.0031 ±0.0000 <sup>b</sup>	-0.0008 ±0.0020 <sup>b</sup>	0.0010 ±0.0022 <sup>a</sup>	-0.0008 ±0.0021 <sup>ba</sup>	-0.0018 ±0.0004 <sup>ba</sup>	-0.0016 ±0.0027 <sup>ba</sup>	-0.0005 ±0.0025 <sup>ba</sup>
	SY/Gh	-0.0702 ±0.0025 <sup>d</sup>	-0.0645 ±0.0031 <sup>c</sup>	-0.0632 ±0.0017 <sup>c</sup>	-0.0588 ±0.0009 <sup>b</sup>	-0.0591 ±0.0013 <sup>b</sup>	-0.0553 ±0.0036 <sup>ba</sup>	-0.0532 ±0.0011 <sup>a</sup>
	SY/gCT1	-0.0324 ±0.0012 <sup>d</sup>	-0.0300 ±0.0026 <sup>dc</sup>	-0.0287 ±0.0033 <sup>bdc</sup>	-0.0257 ±0.0007 <sup>ba</sup>	-0.0264 ±0.0020 <sup>bac</sup>	-0.0241 ±0.0021 <sup>a</sup>	-0.0226 ±0.0013 <sup>a</sup>
	SY/gCT	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>
	T30/1	0.7789 ±0.0078 <sup>a</sup>	0.7615 ±0.0153 <sup>ba</sup>	0.7561 ±0.0166 <sup>ba</sup>	0.7386 ±0.0043 <sup>bc</sup>	0.7391 ±0.0090 <sup>bc</sup>	0.7161 ±0.0183 <sup>dc</sup>	0.7082 ±0.0167 <sup>d</sup>
	P10/1	0.3772 ±0.0146 <sup>a</sup>	0.3563 ±0.0165 <sup>ba</sup>	0.3478 ±0.0171 <sup>bc</sup>	0.3303 ±0.0016 <sup>c</sup>	0.3317 ±0.0056 <sup>c</sup>	0.3066 ±0.0157 <sup>d</sup>	0.3019 ±0.0127 <sup>d</sup>
	P10/2	0.3524 ±0.0123 <sup>a</sup>	0.3427 ±0.0111 <sup>ba</sup>	0.3361 ±0.0136 <sup>ba</sup>	0.3271 ±0.0008 <sup>bc</sup>	0.3289 ±0.0042 <sup>bc</sup>	0.3123 ±0.0104 <sup>c</sup>	0.3116 ±0.0091 <sup>c</sup>
	P40/1	0.3172 ±0.0128 <sup>a</sup>	0.2980 ±0.0139 <sup>ba</sup>	0.2910 ±0.0133 <sup>bc</sup>	0.2759 ±0.0009 <sup>c</sup>	0.2759 ±0.0045 <sup>c</sup>	0.2553 ±0.0133 <sup>d</sup>	0.2514 ±0.0102 <sup>d</sup>
	T70/2	0.8108 ±0.0073 <sup>a</sup>	0.7960 ±0.0137 <sup>ba</sup>	0.7907 ±0.0152 <sup>ba</sup>	0.7755 ±0.0041 <sup>bc</sup>	0.7761 ±0.0081 <sup>bc</sup>	0.7555 ±0.0165 <sup>dc</sup>	0.7487 ±0.0157 <sup>d</sup>
	PA2	0.8173 ±0.0091 <sup>a</sup>	0.8049 ±0.0144 <sup>ba</sup>	0.7992 ±0.0157 <sup>ba</sup>	0.7872 ±0.0044 <sup>b</sup>	0.7880 ±0.0072 <sup>b</sup>	0.7653 ±0.0143 <sup>c</sup>	0.7611 ±0.0144 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Response of each is expressed by  $\Delta R_{\text{gas}}/R_{\text{air}}$ , R is resistance values of the sensors.

<sup>2)</sup>a-f Means within the same row with different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>3)</sup>0: before storage, 10: 10 days storage, 20: 20 days storage,

40: 40 days storage, 50: 50 days storage, 60: 60 days storage.

Table 1.53. Response of each sensor by the electronic nose on red ginseng-cheonggukjang capsule packed in PTP at 35°C during storage

Temp. (°C)	Sensor model	Response of each sensor <sup>1)</sup>						
		0 <sup>3)</sup>	10	20	30	40	50	60
35°C	SY/LG	0.0000 ±0.0000 <sup>a2)</sup>	0.0051 ±0.0089 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0041 ±0.0070 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>
	SY/G	-0.0865 ±0.0031 <sup>e</sup>	-0.0683 ±0.0050 <sup>d</sup>	-0.0639 ±0.0022 <sup>dc</sup>	-0.0611 ±0.0035 <sup>c</sup>	-0.0533 ±0.0028 <sup>b</sup>	-0.0464 ±0.0020 <sup>a</sup>	-0.0445 ±0.0047 <sup>a</sup>
	SY/AA	-0.0031 ±0.0000 <sup>a</sup>	-0.0010 ±0.0029 <sup>a</sup>	0.0003 ±0.0023 <sup>a</sup>	-0.0023 ±0.0000 <sup>a</sup>	-0.0023 ±0.0008 <sup>a</sup>	-0.0026 ±0.0005 <sup>a</sup>	-0.0005 ±0.0032 <sup>a</sup>
	SY/Gh	-0.0702 ±0.0025 <sup>e</sup>	-0.0575 ±0.0023 <sup>d</sup>	-0.0549 ±0.0020 <sup>dc</sup>	-0.0521 ±0.0022 <sup>c</sup>	-0.0462 ±0.0014 <sup>b</sup>	-0.0412 ±0.0017 <sup>a</sup>	-0.0404 ±0.0036 <sup>a</sup>
	SY/gCT1	-0.0324 ±0.0012 <sup>e</sup>	-0.0262 ±0.0028 <sup>d</sup>	-0.0237 ±0.0022 <sup>dc</sup>	-0.0220 ±0.0023 <sup>bc</sup>	-0.0194 ±0.0020 <sup>ba</sup>	-0.0169 ±0.0016 <sup>a</sup>	-0.0159 ±0.0016 <sup>a</sup>
	SY/gCT	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>
	T30/1	0.7789 ±0.0078 <sup>e</sup>	0.7303 ±0.0209 <sup>e</sup>	0.7119 ±0.0077 <sup>d</sup>	0.6976 ±0.0133 <sup>c</sup>	0.6621 ±0.0140 <sup>cb</sup>	0.6176 ±0.0170 <sup>b</sup>	0.6090 ±0.0314 <sup>a</sup>
	P10/1	0.3772 ±0.0146 <sup>a</sup>	0.3222 ±0.0170 <sup>b</sup>	0.3037 ±0.0038 <sup>cb</sup>	0.2892 ±0.0080 <sup>c</sup>	0.2615 ±0.0098 <sup>d</sup>	0.2280 ±0.0116 <sup>e</sup>	0.2244 ±0.0188 <sup>e</sup>
	P10/2	0.3524 ±0.0123 <sup>a</sup>	0.3221 ±0.0123 <sup>b</sup>	0.3118 ±0.0040 <sup>cb</sup>	0.3016 ±0.0080 <sup>cd</sup>	0.2866 ±0.0072 <sup>d</sup>	0.2613 ±0.0113 <sup>e</sup>	0.2585 ±0.0150 <sup>e</sup>
	P40/1	0.3172 ±0.0128 <sup>a</sup>	0.2682 ±0.0132 <sup>b</sup>	0.2532 ±0.0033 <sup>cb</sup>	0.2401 ±0.0059 <sup>c</sup>	0.2160 ±0.0082 <sup>d</sup>	0.1880 ±0.0090 <sup>e</sup>	0.1853 ±0.0161 <sup>e</sup>
T70/2	0.8108 ±0.0073 <sup>a</sup>	0.7683 ±0.0192 <sup>b</sup>	0.7512 ±0.0073 <sup>b</sup>	0.7387 ±0.0124 <sup>b</sup>	0.7065 ±0.0131 <sup>c</sup>	0.6652 ±0.0161 <sup>d</sup>	0.6573 ±0.0295 <sup>d</sup>	
PA2	0.8173 ±0.0091 <sup>a</sup>	0.7780 ±0.0183 <sup>b</sup>	0.7615 ±0.0061 <sup>b</sup>	0.7511 ±0.0118 <sup>cb</sup>	0.7257 ±0.0119 <sup>c</sup>	0.6895 ±0.0159 <sup>d</sup>	0.6833 ±0.0244 <sup>d</sup>	

<sup>1)</sup>Response of each is expressed by  $\Delta R_{\text{gas}}/R_{\text{air}}$ , R is resistance values of the sensors.

<sup>2)a-f</sup>Means within the same row with different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>3)</sup>0: before storage, 10: 10 days storage, 20: 20 days storage,  
40: 40 days storage, 50: 50 days storage, 60: 60 days storage.

Table 1.54. Response of each sensor by the electronic nose on red ginseng-cheonggukjang capsule packed in PTP at 45°C during storage

Temp. (°C)	Sensor model	Response of each sensor <sup>1)</sup>						
		0 <sup>3)</sup>	10	20	30	40	50	60
45°C	SY/LG	0.0000 ±0.0000 <sup>a2)</sup>	0.0061 ±0.0106 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0034 ±0.0059 <sup>a</sup>	0.0029 ±0.0051 <sup>a</sup>	0.0001 ±0.0001 <sup>a</sup>
	SY/G	-0.0865 ±0.0031 <sup>e</sup>	-0.0669 ±0.0020 <sup>d</sup>	-0.0532 ±0.0032 <sup>c</sup>	-0.0495 ±0.0025 <sup>c</sup>	-0.0445 ±0.0005 <sup>b</sup>	-0.0410 ±0.0022 <sup>ba</sup>	-0.0399 ±0.0002 <sup>a</sup>
	SY/AA	-0.0031 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0008 ±0.0027 <sup>a</sup>	-0.0023 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0005 ±0.0025 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0034 <sup>a</sup>	-0.0008 ±0.0020 <sup>a</sup>	-0.0018 ±0.0005 <sup>a</sup>
	SY/Gh	-0.0702 ±0.0025 <sup>f</sup>	-0.0569 ±0.0008 <sup>e</sup>	-0.0464 ±0.0033 <sup>d</sup>	-0.0432 ±0.0018 <sup>c</sup>	-0.0394 ±0.0010 <sup>b</sup>	-0.0372 ±0.0011 <sup>ba</sup>	-0.0357 ±0.0002 <sup>a</sup>
	SY/gCT1	-0.0324 ±0.0012 <sup>d</sup>	-0.0251 ±0.0018 <sup>c</sup>	-0.0195 ±0.0015 <sup>b</sup>	-0.0180 ±0.0016 <sup>b</sup>	-0.0171 ±0.0008 <sup>ba</sup>	-0.0153 ±0.0019 <sup>a</sup>	-0.0145 ±0.0008 <sup>a</sup>
	SY/gCT	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>
	T30/1	0.7789 ±0.0078 <sup>a</sup>	0.7246 ±0.0051 <sup>b</sup>	0.6597 ±0.0240 <sup>c</sup>	0.6328 ±0.0137 <sup>d</sup>	0.6100 ±0.0091 <sup>ed</sup>	0.5897 ±0.0212 <sup>ef</sup>	0.5754 ±0.0079 <sup>f</sup>
	P10/1	0.3772 ±0.0146 <sup>a</sup>	0.3146 ±0.0023 <sup>b</sup>	0.2615 ±0.0193 <sup>c</sup>	0.2407 ±0.0100 <sup>d</sup>	0.2195 ±0.0038 <sup>e</sup>	0.2077 ±0.0114 <sup>e</sup>	0.2020 ±0.0012 <sup>e</sup>
	P10/2	0.3524 ±0.0123 <sup>a</sup>	0.3196 ±0.0014 <sup>b</sup>	0.2842 ±0.0144 <sup>c</sup>	0.2687 ±0.0074 <sup>d</sup>	0.2539 ±0.0026 <sup>ed</sup>	0.2445 ±0.0093 <sup>e</sup>	0.2393 ±0.0002 <sup>e</sup>
	P40/1	0.3172 ±0.0128 <sup>a</sup>	0.2609 ±0.0036 <sup>b</sup>	0.2162 ±0.0161 <sup>c</sup>	0.1990 ±0.0081 <sup>d</sup>	0.1802 ±0.0048 <sup>e</sup>	0.1694 ±0.0079 <sup>e</sup>	0.1652 ±0.0024 <sup>e</sup>
T70/2	0.8108 ±0.0073 <sup>a</sup>	0.7633 ±0.0046 <sup>b</sup>	0.7038 ±0.0222 <sup>c</sup>	0.6790 ±0.0128 <sup>d</sup>	0.6581 ±0.0085 <sup>ed</sup>	0.6393 ±0.0207 <sup>ef</sup>	0.6255 ±0.0078 <sup>f</sup>	
PA2	0.8173 ±0.0091 <sup>a</sup>	0.7743 ±0.0046 <sup>b</sup>	0.7226 ±0.0212 <sup>c</sup>	0.7002 ±0.0107 <sup>d</sup>	0.6832 ±0.0069 <sup>ed</sup>	0.6687 ±0.0179 <sup>ef</sup>	0.6570 ±0.0071 <sup>f</sup>	

<sup>1)</sup>Response of each is expressed by  $\Delta R_{\text{gas}}/R_{\text{air}}$ , R is resistance values of the sensors.

<sup>2)a-f</sup>Means within the same row with different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>3)</sup>0: before storage, 10: 10 days storage, 20: 20 days storage,

40: 40 days storage, 50: 50 days storage, 60: 60 days storage.

Table 1.55. Response of each sensor by the electronic nose on red ginseng-cheonggukjang capsule packed in PE bottle at 25°C during storage

Temp. (°C)	Sensor model	Response of each sensor <sup>1)</sup>						
		0 <sup>3)</sup>	10	20	30	40	50	60
25°C	SY/LG	0.0000 ±0.0000 <sup>c2)</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>c</sup>	0.0152 ±0.0121 <sup>ba</sup>	0.0091 ±0.0157 <sup>bc</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>c</sup>	0.0256 ±0.0019 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>c</sup>
	SY/G	-0.0555 ±0.0021 <sup>c</sup>	-0.0550 ±0.0003 <sup>c</sup>	-0.0523 ±0.0067 <sup>bc</sup>	-0.0468 ±0.0035 <sup>ba</sup>	-0.0445 ±0.0018 <sup>a</sup>	-0.0445 ±0.0028 <sup>a</sup>	-0.0420 ±0.0017 <sup>a</sup>
	SY/AA	0.0003 ±0.0023 <sup>a</sup>	-0.0018 ±0.0005 <sup>a</sup>	-0.0003 ±0.0029 <sup>a</sup>	-0.0023 ±0.0000 <sup>a</sup>	-0.0021 ±0.0005 <sup>a</sup>	-0.0003 ±0.0022 <sup>a</sup>	-0.0005 ±0.0025 <sup>a</sup>
	SY/Gh	-0.0469 ±0.0021 <sup>c</sup>	-0.0459 ±0.0011 <sup>c</sup>	-0.0441 ±0.0041 <sup>bc</sup>	-0.0401 ±0.0030 <sup>ba</sup>	-0.0387 ±0.0016 <sup>a</sup>	-0.0383 ±0.0023 <sup>a</sup>	-0.0362 ±0.0010 <sup>a</sup>
	SY/gCT1	-0.0178 ±0.0013 <sup>b</sup>	-0.0183 ±0.0005 <sup>b</sup>	-0.0177 ±0.0027 <sup>b</sup>	-0.0160 ±0.0018 <sup>ba</sup>	-0.0139 ±0.0008 <sup>a</sup>	-0.0149 ±0.0004 <sup>a</sup>	-0.0139 ±0.0008 <sup>a</sup>
	SY/gCT	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>
	T30/1	0.6491 ±0.0118 <sup>a</sup>	0.6462 ±0.0025 <sup>a</sup>	0.6300 ±0.0392 <sup>ba</sup>	0.5947 ±0.0283 <sup>bc</sup>	0.5807 ±0.0147 <sup>c</sup>	0.5829 ±0.0196 <sup>c</sup>	0.5592 ±0.0120 <sup>c</sup>
	P10/1	0.2788 ±0.0060 <sup>a</sup>	0.2618 ±0.0028 <sup>ba</sup>	0.2487 ±0.0300 <sup>bc</sup>	0.2322 ±0.0110 <sup>dcc</sup>	0.2337 ±0.0082 <sup>dc</sup>	0.2186 ±0.0155 <sup>de</sup>	0.2063 ±0.0080 <sup>e</sup>
	P10/2	0.2769 ±0.0022 <sup>a</sup>	0.2703 ±0.0014 <sup>a</sup>	0.2603 ±0.0193 <sup>ba</sup>	0.2482 ±0.0101 <sup>bc</sup>	0.2449 ±0.0058 <sup>bc</sup>	0.2392 ±0.0097 <sup>c</sup>	0.2308 ±0.0057 <sup>c</sup>
	P40/1	0.2336 ±0.0043 <sup>a</sup>	0.2202 ±0.0023 <sup>ba</sup>	0.2087 ±0.0246 <sup>bc</sup>	0.1943 ±0.0100 <sup>dc</sup>	0.1947 ±0.0074 <sup>dc</sup>	0.1831 ±0.0134 <sup>d</sup>	0.1723 ±0.0069 <sup>d</sup>
T70/2	0.6953 ±0.0110 <sup>a</sup>	0.6925 ±0.0025 <sup>a</sup>	0.6769 ±0.0356 <sup>ba</sup>	0.6448 ±0.0269 <sup>bc</sup>	0.6313 ±0.0135 <sup>c</sup>	0.6337 ±0.0183 <sup>c</sup>	0.6109 ±0.0112 <sup>c</sup>	
PA2	0.7111 ±0.0081 <sup>a</sup>	0.7079 ±0.0018 <sup>a</sup>	0.6963 ±0.0309 <sup>ba</sup>	0.6697 ±0.0215 <sup>bc</sup>	0.6608 ±0.0130 <sup>c</sup>	0.6615 ±0.0154 <sup>c</sup>	0.6423 ±0.0092 <sup>c</sup>	

<sup>1)</sup>Response of each is expressed by  $\Delta R_{\text{gas}}/R_{\text{air}}$ , R is resistance values of the sensors.

<sup>2)a-f</sup>Means within the same row with different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>3)</sup>0: before storage, 10: 10 days storage, 20: 20 days storage,

40: 40 days storage, 50: 50 days storage, 60: 60 days storage.

Table 1.56. Response of each sensor by the electronic nose on red ginseng-cheonggukjang capsule packed in PE bottle at 35°C during storage

Temp. (°C)	Sensor model	Response of each sensor <sup>1)</sup>						
		0 <sup>3)</sup>	10	20	30	40	50	60
35°C	SY/LG	0.0000 ±0.0000 <sup>b2)</sup>	0.0213 ±0.0185 <sup>a</sup>	0.0191 ±0.0166 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>b</sup>	0.0243 ±0.0047 <sup>a</sup>	0.0234 ±0.0024 <sup>a</sup>	0.0248 ±0.0009 <sup>a</sup>
	SY/G	-0.0555 ±0.0021 <sup>b</sup>	-0.0615 ±0.0048 <sup>c</sup>	-0.0541 ±0.0019 <sup>ba</sup>	-0.0501 ±0.0022 <sup>a</sup>	-0.0543 ±0.0023 <sup>ba</sup>	-0.0546 ±0.0022 <sup>ba</sup>	-0.0541 ±0.0007 <sup>ba</sup>
	SY/AA	0.0003 ±0.0023 <sup>ba</sup>	-0.0005 ±0.0038 <sup>ba</sup>	-0.0008 ±0.0027 <sup>ba</sup>	-0.0018 ±0.0005 <sup>b</sup>	0.0039 ±0.0023 <sup>a</sup>	-0.0005 ±0.0031 <sup>ba</sup>	0.0034 ±0.0019 <sup>ba</sup>
	SY/Gh	-0.0469 ±0.0021 <sup>b</sup>	-0.0503 ±0.0030 <sup>c</sup>	-0.0450 ±0.0009 <sup>ba</sup>	-0.0431 ±0.0013 <sup>a</sup>	-0.0446 ±0.0018 <sup>ba</sup>	-0.0451 ±0.0018 <sup>ba</sup>	-0.0447 ±0.0007 <sup>ba</sup>
	SY/gCT1	-0.0178 ±0.0013 <sup>a</sup>	-0.0213 ±0.0022 <sup>b</sup>	-0.0177 ±0.0007 <sup>a</sup>	-0.0162 ±0.0013 <sup>a</sup>	-0.0187 ±0.0023 <sup>ba</sup>	-0.0185 ±0.0015 <sup>ba</sup>	-0.0189 ±0.0009 <sup>ba</sup>
	SY/gCT	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>
	T30/1	0.6491 ±0.0118 <sup>bc</sup>	0.6798 ±0.0248 <sup>a</sup>	0.6431 ±0.0074 <sup>bc</sup>	0.6245 ±0.0111 <sup>c</sup>	0.6521 ±0.0144 <sup>b</sup>	0.6555 ±0.0141 <sup>ba</sup>	0.6531 ±0.0077 <sup>b</sup>
	P10/1	0.2788 ±0.0060 <sup>ba</sup>	0.2992 ±0.0214 <sup>a</sup>	0.2587 ±0.0077 <sup>bc</sup>	0.2512 ±0.0105 <sup>c</sup>	0.2621 ±0.0106 <sup>bc</sup>	0.2662 ±0.0101 <sup>bc</sup>	0.2627 ±0.0125 <sup>bc</sup>
	P10/2	0.2769 ±0.0022 <sup>b</sup>	0.2901 ±0.0094 <sup>a</sup>	0.2653 ±0.0049 <sup>cb</sup>	0.2586 ±0.0059 <sup>c</sup>	0.2659 ±0.0063 <sup>cb</sup>	0.2692 ±0.0076 <sup>cb</sup>	0.2667 ±0.0054 <sup>cb</sup>
	P40/1	0.2336 ±0.0043 <sup>ba</sup>	0.2502 ±0.0169 <sup>a</sup>	0.2174 ±0.0072 <sup>bc</sup>	0.2111 ±0.0087 <sup>c</sup>	0.2194 ±0.0086 <sup>bc</sup>	0.2233 ±0.0091 <sup>bc</sup>	0.2201 ±0.0102 <sup>bc</sup>
T70/2	0.6953 ±0.0110 <sup>bc</sup>	0.7226 ±0.0219 <sup>a</sup>	0.6895 ±0.0069 <sup>bc</sup>	0.6728 ±0.0100 <sup>c</sup>	0.6971 ±0.0129 <sup>b</sup>	0.7011 ±0.0127 <sup>bc</sup>	0.6980 ±0.0075 <sup>b</sup>	
PA2	0.7111 ±0.0081 <sup>b</sup>	0.7354 ±0.0176 <sup>a</sup>	0.7056 ±0.0062 <sup>cb</sup>	0.6910 ±0.0081 <sup>c</sup>	0.7127 ±0.0118 <sup>b</sup>	0.7159 ±0.0105 <sup>b</sup>	0.7141 ±0.0073 <sup>b</sup>	

<sup>1)</sup>Response of each is expressed by  $\Delta R_{gas}/R_{air}$ , R is resistance values of the sensors.

<sup>2)a-f</sup>Means within the same row with different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>3)</sup>0: before storage, 10: 10 days storage, 20: 20 days storage,  
40: 40 days storage, 50: 50 days storage, 60: 60 days storage.

Table 1.57. Response of each sensor by the electronic nose on red ginseng-cheonggukjang capsule packed in PE bottle at 45°C during storage

Temp. (°C)	Sensor model	Response of each sensor <sup>1)</sup>						
		0 <sup>3)</sup>	10	20	30	40	50	60
45°C	SY/LG	0.0000 ±0.0000 <sup>a2)</sup>	0.0102 ±0.0176 <sup>a</sup>	0.0103 ±0.0179 <sup>a</sup>	0.0099 ±0.0172 <sup>a</sup>	0.0183 ±0.0173 <sup>a</sup>	0.0040 ±0.0069 <sup>a</sup>	0.0118 ±0.0204 <sup>a</sup>
	SY/G	-0.0555 ±0.0021 <sup>a</sup>	-0.0648 ±0.0031 <sup>ba</sup>	-0.0686 ±0.0056 <sup>bc</sup>	-0.0783 ±0.0063 <sup>dc</sup>	-0.0797 ±0.0057 <sup>d</sup>	-0.0765 ±0.0017 <sup>d</sup>	-0.0900 ±0.0099 <sup>dc</sup>
	SY/AA	0.0003 ±0.0023 <sup>a</sup>	-0.0026 ±0.0012 <sup>a</sup>	0.0005 ±0.0043 <sup>a</sup>	0.0015 ±0.0039 <sup>a</sup>	-0.0023 ±0.0008 <sup>a</sup>	-0.0031 ±0.0008 <sup>a</sup>	-0.0003 ±0.0037 <sup>a</sup>
	SY/Gh	-0.0469 ±0.0021 <sup>a</sup>	-0.0532 ±0.0018 <sup>b</sup>	-0.0554 ±0.0025 <sup>b</sup>	-0.0619 ±0.0023 <sup>c</sup>	-0.0634 ±0.0040 <sup>c</sup>	-0.0615 ±0.0013 <sup>c</sup>	-0.0701 ±0.0064 <sup>d</sup>
	SY/gCT1	-0.0178 ±0.0013 <sup>a</sup>	-0.0216 ±0.0007 <sup>ba</sup>	-0.0236 ±0.0041 <sup>b</sup>	-0.0272 ±0.0044 <sup>bc</sup>	-0.0262 ±0.0027 <sup>bc</sup>	-0.0255 ±0.0000 <sup>b</sup>	-0.0313 ±0.0041 <sup>c</sup>
	SY/gCT	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>
	T30/1	0.6491 ±0.0118 <sup>e</sup>	0.6938 ±0.0132 <sup>d</sup>	0.7056 ±0.0167 <sup>dc</sup>	0.7334 ±0.0144 <sup>bc</sup>	0.7426 ±0.0179 <sup>ba</sup>	0.7337 ±0.0046 <sup>bc</sup>	0.7677 ±0.0246 <sup>a</sup>
	P10/1	0.2788 ±0.0060 <sup>d</sup>	0.3063 ±0.0052 <sup>c</sup>	0.3182 ±0.0172 <sup>cb</sup>	0.3466 ±0.0151 <sup>b</sup>	0.3428 ±0.0174 <sup>b</sup>	0.3432 ±0.0117 <sup>b</sup>	0.3759 ±0.0261 <sup>a</sup>
	P10/2	0.2769 ±0.0022 <sup>d</sup>	0.2928 ±0.0037 <sup>c</sup>	0.2990 ±0.0067 <sup>c</sup>	0.3141 ±0.0077 <sup>b</sup>	0.3184 ±0.0107 <sup>b</sup>	0.3163 ±0.0053 <sup>b</sup>	0.3377 ±0.0146 <sup>a</sup>
	P40/1	0.2336 ±0.0043 <sup>e</sup>	0.2578 ±0.0049 <sup>d</sup>	0.2666 ±0.0129 <sup>cd</sup>	0.2921 ±0.0130 <sup>b</sup>	0.2900 ±0.0154 <sup>cb</sup>	0.2905 ±0.0102 <sup>cb</sup>	0.3191 ±0.0225 <sup>a</sup>
T70/2	0.6953 ±0.0110 <sup>d</sup>	0.7358 ±0.0115 <sup>c</sup>	0.7456 ±0.0138 <sup>c</sup>	0.7700 ±0.0117 <sup>b</sup>	0.7791 ±0.0155 <sup>ba</sup>	0.7713 ±0.0043 <sup>b</sup>	0.8007 ±0.0208 <sup>a</sup>	
PA2	0.7111 ±0.0081 <sup>e</sup>	0.7438 ±0.0103 <sup>d</sup>	0.7533 ±0.0127 <sup>dc</sup>	0.7759 ±0.0112 <sup>bc</sup>	0.7827 ±0.0150 <sup>ba</sup>	0.7755 ±0.0034 <sup>bc</sup>	0.8034 ±0.0205 <sup>a</sup>	

<sup>1)</sup>Response of each is expressed by  $\Delta R_{gas}/R_{air}$ , R is resistance values of the sensors.

<sup>2)a-f</sup>Means within the same row with different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>3)</sup>0: before storage, 10: 10 days storage, 20: 20 days storage,

40: 40 days storage, 50: 50 days storage, 60: 60 days storage.



Table 1.58. Response of each sensor by the electronic nose on red ginseng-cheonggukjang pellet packed in PE sachet at 25°C during storage

Temp. (°C)	Sensor model	Response of each sensor <sup>1)</sup>						
		0 <sup>3)</sup>	10	20	30	40	50	60
25°C	SY/LG	0.0156 ±0.0136 <sup>a2)</sup>	0.0222 ±0.0015 <sup>a</sup>	0.0149 ±0.0129 <sup>a</sup>	0.0100 ±0.0114 <sup>a</sup>	0.0097 ±0.0107 <sup>a</sup>	0.0208 ±0.0050 <sup>a</sup>	0.0192 ±0.0037 <sup>a</sup>
	SY/G	-0.0172 ±0.0032 <sup>b</sup>	-0.0177 ±0.0010 <sup>b</sup>	-0.0179 ±0.0017 <sup>b</sup>	-0.0155 ±0.0026 <sup>ba</sup>	-0.0131 ±0.0015 <sup>a</sup>	-0.0164 ±0.0009 <sup>ba</sup>	-0.0173 ±0.0013 <sup>b</sup>
	SY/AA	0.0007 ±0.0033 <sup>a</sup>	0.0016 ±0.0031 <sup>a</sup>	0.0018 ±0.0040 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0034 <sup>a</sup>	0.0018 ±0.0032 <sup>a</sup>	-0.0005 ±0.0018 <sup>a</sup>	0.0016 ±0.0034 <sup>a</sup>
	SY/Gh	-0.0142 ±0.0026 <sup>b</sup>	-0.0139 ±0.0010 <sup>b</sup>	-0.0138 ±0.0015 <sup>ba</sup>	-0.0120 ±0.0014 <sup>ba</sup>	-0.0109 ±0.0012 <sup>a</sup>	-0.0130 ±0.0006 <sup>ba</sup>	-0.0143 ±0.0016 <sup>b</sup>
	SY/gCTI	-0.0082 ±0.0023 <sup>a</sup>	-0.0079 ±0.0004 <sup>a</sup>	-0.0074 ±0.0012 <sup>a</sup>	-0.0069 ±0.0013 <sup>a</sup>	-0.0056 ±0.0019 <sup>a</sup>	-0.0069 ±0.0008 <sup>a</sup>	-0.0077 ±0.0013 <sup>a</sup>
	SY/gCT	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>
	T30/1	0.1390 ±0.0062 <sup>b</sup>	0.1421 ±0.0117 <sup>b</sup>	0.1437 ±0.0094 <sup>b</sup>	0.1336 ±0.0022 <sup>cb</sup>	0.1250 ±0.0068 <sup>c</sup>	0.1368 ±0.0051 <sup>cb</sup>	0.1644 ±0.0027 <sup>a</sup>
	P10/1	0.0534 ±0.0017 <sup>b</sup>	0.0538 ±0.0033 <sup>b</sup>	0.0553 ±0.0070 <sup>b</sup>	0.0540 ±0.0005 <sup>b</sup>	0.0488 ±0.0042 <sup>b</sup>	0.0519 ±0.0014 <sup>b</sup>	0.0644 ±0.0019 <sup>a</sup>
	P10/2	0.0783 ±0.0017 <sup>cb</sup>	0.0806 ±0.0042 <sup>b</sup>	0.0822 ±0.0076 <sup>b</sup>	0.0795 ±0.0018 <sup>b</sup>	0.0719 ±0.0044 <sup>c</sup>	0.0774 ±0.0019 <sup>cb</sup>	0.0925 ±0.0015 <sup>a</sup>
	P40/1	0.0445 ±0.0017 <sup>b</sup>	0.0447 ±0.0026 <sup>b</sup>	0.0461 ±0.0061 <sup>b</sup>	0.0448 ±0.0012 <sup>b</sup>	0.0403 ±0.0038 <sup>b</sup>	0.0432 ±0.0014 <sup>b</sup>	0.0530 ±0.0020 <sup>a</sup>
T70/2	0.1614 ±0.0049 <sup>cb</sup>	0.1690 ±0.0136 <sup>b</sup>	0.1703 ±0.0114 <sup>b</sup>	0.1592 ±0.0026 <sup>cb</sup>	0.1493 ±0.0075 <sup>c</sup>	0.1632 ±0.0057 <sup>cb</sup>	0.1970 ±0.0035 <sup>a</sup>	
PA2	0.2436 ±0.0123 <sup>b</sup>	0.2417 ±0.0148 <sup>b</sup>	0.2441 ±0.0162 <sup>b</sup>	0.2329 ±0.0026 <sup>cb</sup>	0.2201 ±0.0103 <sup>c</sup>	0.2328 ±0.0068 <sup>cb</sup>	0.2770 ±0.0048 <sup>a</sup>	

<sup>1)</sup>Response of each is expressed by  $\Delta R_{gas}/R_{air}$ , R is resistance values of the sensors.

<sup>2)a-f</sup>Means within the same row with different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>3)</sup>0: before storage, 10: 10 days storage, 20: 20 days storage,

40: 40 days storage, 50: 50 days storage, 60: 60 days storage.

Table 1.59. Response of each sensor by the electronic nose on red ginseng-cheonggukjang pellet packed in PE sachet at 35°C during storage

Temp. (°C)	Sensor model	Response of each sensor <sup>1)</sup>						
		0 <sup>3)</sup>	10	20	30	40	50	60
35°C	SY/LG	0.0156 ±0.0136 <sup>ba2)</sup>	0.0293 ±0.0017 <sup>a</sup>	0.0142 ±0.0142 <sup>ba</sup>	0.0129 ±0.0142 <sup>ba</sup>	0.0050 ±0.0087 <sup>b</sup>	0.0122 ±0.0137 <sup>ba</sup>	0.0214 ±0.0117 <sup>ba</sup>
	SY/G	-0.0172 ±0.0032 <sup>b</sup>	-0.0242 ±0.0036 <sup>cb</sup>	-0.0195 ±0.0045 <sup>cb</sup>	-0.0205 ±0.0052 <sup>cb</sup>	-0.0094 ±0.0002 <sup>a</sup>	-0.0230 ±0.0025 <sup>cb</sup>	-0.0254 ±0.0046 <sup>c</sup>
	SY/AA	0.0007 ±0.0033 <sup>a</sup>	0.0020 ±0.0038 <sup>a</sup>	0.0011 ±0.0035 <sup>a</sup>	0.0018 ±0.0037 <sup>a</sup>	0.0005 ±0.0026 <sup>a</sup>	0.0013 ±0.0025 <sup>a</sup>	0.0026 ±0.0012 <sup>a</sup>
	SY/Gh	-0.0142 ±0.0026 <sup>b</sup>	-0.0181 ±0.0017 <sup>cbd</sup>	-0.0149 ±0.0027 <sup>cb</sup>	-0.0173 ±0.0027 <sup>cbd</sup>	-0.0074 ±0.0003 <sup>a</sup>	-0.0192 ±0.0012 <sup>cd</sup>	-0.0208 ±0.0040 <sup>d</sup>
	SY/gCT1	-0.0082 ±0.0023 <sup>b</sup>	-0.0105 ±0.0019 <sup>b</sup>	-0.0088 ±0.0019 <sup>b</sup>	-0.0087 ±0.0031 <sup>b</sup>	-0.0044 ±0.0004 <sup>a</sup>	-0.0095 ±0.0017 <sup>b</sup>	-0.0102 ±0.0026 <sup>b</sup>
	SY/gCT	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>
	T30/1	0.1390 ±0.0062 <sup>d</sup>	0.2012 ±0.0108 <sup>c</sup>	0.1053 ±0.0098 <sup>e</sup>	0.2281 ±0.0208 <sup>b</sup>	0.0828 ±0.0052 <sup>e</sup>	0.2781 ±0.0125 <sup>a</sup>	0.2925 ±0.0197 <sup>a</sup>
	P10/1	0.0534 ±0.0017 <sup>d</sup>	0.0765 ±0.0068 <sup>c</sup>	0.0432 ±0.0063 <sup>e</sup>	0.0867 ±0.0071 <sup>b</sup>	0.0309 ±0.0033 <sup>f</sup>	0.1008 ±0.0062 <sup>a</sup>	0.1077 ±0.0061 <sup>a</sup>
	P10/2	0.0783 ±0.0017 <sup>c</sup>	0.1059 ±0.0055 <sup>b</sup>	0.0645 ±0.0075 <sup>d</sup>	0.1159 ±0.0091 <sup>b</sup>	0.0430 ±0.0036 <sup>e</sup>	0.1296 ±0.0052 <sup>a</sup>	0.1362 ±0.0060 <sup>a</sup>
	P40/1	0.0445 ±0.0017 <sup>c</sup>	0.0641 ±0.0062 <sup>b</sup>	0.0374 ±0.0061 <sup>d</sup>	0.0719 ±0.0061 <sup>b</sup>	0.0272 ±0.0033 <sup>e</sup>	0.0829 ±0.0052 <sup>a</sup>	0.0884 ±0.0056 <sup>a</sup>
	T70/2	0.1614 ±0.0049 <sup>d</sup>	0.2360 ±0.0115 <sup>c</sup>	0.1217 ±0.0105 <sup>e</sup>	0.2686 ±0.0244 <sup>b</sup>	0.0969 ±0.0061 <sup>e</sup>	0.3249 ±0.0138 <sup>a</sup>	0.3417 ±0.0207 <sup>a</sup>
PA2	0.2436 ±0.0123 <sup>d</sup>	0.3186 ±0.0158 <sup>c</sup>	0.1918 ±0.0140 <sup>e</sup>	0.3513 ±0.0210 <sup>b</sup>	0.1437 ±0.0135 <sup>f</sup>	0.4002 ±0.0150 <sup>a</sup>	0.4200 ±0.0199 <sup>a</sup>	

<sup>1)</sup>Response of each is expressed by  $\Delta R_{gas}/R_{air}$ , R is resistance values of the sensors.

<sup>2)a-f</sup>Means within the same row with different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>3)</sup>0: before storage, 10: 10 days storage, 20: 20 days storage,

40: 40 days storage, 50: 50 days storage, 60: 60 days storage.

Table 1.60. Response of each sensor by the electronic nose on red ginseng-cheonggukjang pellet packed in PE sachet at 45°C during storage

Temp. (°C)	Sensor model	Response of each sensor <sup>1)</sup>						
		0 <sup>3)</sup>	10	20	30	40	50	60
45°C	SY/LG	0.0156 ±0.0136 <sup>a2)</sup>	0.0329 ±0.0014 <sup>a</sup>	0.0237 ±0.0193 <sup>a</sup>	0.0193 ±0.0172 <sup>a</sup>	0.0125 ±0.0161 <sup>a</sup>	0.0363 ±0.0020 <sup>a</sup>	0.0304 ±0.0106 <sup>a</sup>
	SY/G	-0.0172 ±0.0032 <sup>a</sup>	-0.0265 ±0.0010 <sup>b</sup>	-0.0288 ±0.0041 <sup>b</sup>	-0.0289 ±0.0045 <sup>b</sup>	-0.0303 ±0.0015 <sup>b</sup>	-0.0385 ±0.0029 <sup>c</sup>	-0.0362 ±0.0019 <sup>c</sup>
	SY/AA	0.0007 ±0.0033 <sup>a</sup>	-0.0008 ±0.0021 <sup>a</sup>	0.0002 ±0.0039 <sup>a</sup>	0.0011 ±0.0023 <sup>a</sup>	0.0003 ±0.0023 <sup>a</sup>	0.0011 ±0.0024 <sup>a</sup>	-0.0021 ±0.0005 <sup>a</sup>
	SY/Gh	-0.0142 ±0.0026 <sup>a</sup>	-0.0215 ±0.0011 <sup>b</sup>	-0.0229 ±0.0024 <sup>b</sup>	-0.0235 ±0.0036 <sup>b</sup>	-0.0250 ±0.0011 <sup>b</sup>	-0.0306 ±0.0018 <sup>c</sup>	-0.0295 ±0.0012 <sup>c</sup>
	SY/gCT1	-0.0082 ±0.0023 <sup>a</sup>	-0.0105 ±0.0009 <sup>ba</sup>	-0.0115 ±0.0023 <sup>ba</sup>	-0.0115 ±0.0027 <sup>ba</sup>	-0.0121 ±0.0012 <sup>b</sup>	-0.0140 ±0.0024 <sup>b</sup>	-0.0136 ±0.0012 <sup>b</sup>
	SY/gCT	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>
	T30/1	0.1390 ±0.0062 <sup>e</sup>	0.2919 ±0.0114 <sup>d</sup>	0.3266 ±0.0150 <sup>c</sup>	0.3329 ±0.0261 <sup>c</sup>	0.3762 ±0.0062 <sup>b</sup>	0.4271 ±0.0032 <sup>a</sup>	0.4257 ±0.0144 <sup>a</sup>
	P10/1	0.0534 ±0.0017 <sup>e</sup>	0.1080 ±0.0064 <sup>d</sup>	0.1174 ±0.0075 <sup>dc</sup>	0.1229 ±0.0160 <sup>c</sup>	0.1390 ±0.0029 <sup>b</sup>	0.1581 ±0.0005 <sup>a</sup>	0.1585 ±0.0071 <sup>a</sup>
	P10/2	0.0783 ±0.0017 <sup>e</sup>	0.1370 ±0.0049 <sup>d</sup>	0.1451 ±0.0066 <sup>dc</sup>	0.1486 ±0.0115 <sup>c</sup>	0.1612 ±0.0033 <sup>b</sup>	0.1771 ±0.0007 <sup>a</sup>	0.1778 ±0.0054 <sup>a</sup>
	P40/1	0.0445 ±0.0017 <sup>e</sup>	0.0896 ±0.0047 <sup>d</sup>	0.0975 ±0.0061 <sup>dc</sup>	0.1020 ±0.0138 <sup>c</sup>	0.1147 ±0.0021 <sup>b</sup>	0.1316 ±0.0003 <sup>a</sup>	0.1317 ±0.0059 <sup>a</sup>
T70/2	0.1614 ±0.0049 <sup>e</sup>	0.3393 ±0.0125 <sup>d</sup>	0.3765 ±0.0164 <sup>c</sup>	0.3844 ±0.0291 <sup>c</sup>	0.4302 ±0.0077 <sup>b</sup>	0.4834 ±0.0050 <sup>a</sup>	0.4826 ±0.0150 <sup>a</sup>	
PA2	0.2436 ±0.0123 <sup>e</sup>	0.4109 ±0.0108 <sup>d</sup>	0.4426 ±0.0169 <sup>c</sup>	0.4521 ±0.0293 <sup>c</sup>	0.4853 ±0.0073 <sup>b</sup>	0.5289 ±0.0015 <sup>a</sup>	0.5264 ±0.0125 <sup>a</sup>	

<sup>1)</sup>Response of each is expressed by  $\Delta R_{\text{gas}}/R_{\text{air}}$ , R is resistance values of the sensors.

<sup>2)a-f</sup>Means within the same row with different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>3)</sup>0: before storage, 10: 10 days storage, 20: 20 days storage,  
40: 40 days storage, 50: 50 days storage, 60: 60 days storage.

Table 1.61. Response of each sensor by the electronic nose on red ginseng-cheonggukjang pellet packed in glass bottle at 25°C during storage

Temp. (°C)	Sensor model	Response of each sensor <sup>1)</sup>						
		0 <sup>3)</sup>	10	20	30	40	50	60
25°C	SY/LG	0.0060 ±0.0082 <sup>a2)</sup>	0.0181 ±0.0090 <sup>a</sup>	0.0167 ±0.0133 <sup>a</sup>	0.0154 ±0.0134 <sup>a</sup>	0.0087 ±0.0151 <sup>a</sup>	0.0178 ±0.0077 <sup>a</sup>	0.0169 ±0.0149 <sup>a</sup>
	SY/G	-0.0179 ±0.0006 <sup>a</sup>	-0.0184 ±0.0008 <sup>a</sup>	-0.0192 ±0.0010 <sup>a</sup>	-0.0188 ±0.0019 <sup>a</sup>	-0.0178 ±0.0010 <sup>a</sup>	-0.0189 ±0.0020 <sup>a</sup>	-0.0181 ±0.0020 <sup>a</sup>
	SY/AA	-0.0022 ±0.0006 <sup>a</sup>	0.0007 ±0.0021 <sup>a</sup>	-0.0003 ±0.0024 <sup>a</sup>	0.0019 ±0.0008 <sup>a</sup>	-0.0005 ±0.0016 <sup>a</sup>	0.0009 ±0.0031 <sup>a</sup>	-0.0003 ±0.0031 <sup>a</sup>
	SY/Gh	-0.0136 ±0.0006 <sup>a</sup>	-0.0144 ±0.0007 <sup>a</sup>	-0.0140 ±0.0007 <sup>a</sup>	-0.0146 ±0.0007 <sup>a</sup>	-0.0136 ±0.0010 <sup>a</sup>	-0.0149 ±0.0007 <sup>a</sup>	-0.0137 ±0.0013 <sup>a</sup>
	SY/gCT1	-0.0077 ±0.0008 <sup>a</sup>	-0.0079 ±0.0009 <sup>a</sup>	-0.0079 ±0.0009 <sup>a</sup>	-0.0082 ±0.0011 <sup>a</sup>	-0.0074 ±0.0004 <sup>a</sup>	-0.0082 ±0.0016 <sup>a</sup>	-0.0072 ±0.0004 <sup>a</sup>
	SY/gCT	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>
	T30/1	0.1439 ±0.0110 <sup>c</sup>	0.1534 ±0.0023 <sup>bc</sup>	0.1558 ±0.0057 <sup>bc</sup>	0.1605 ±0.0115 <sup>ba</sup>	0.1649 ±0.0080 <sup>ba</sup>	0.1721 ±0.0027 <sup>a</sup>	0.1662 ±0.0031 <sup>ba</sup>
	P10/1	0.0568 ±0.0046 <sup>c</sup>	0.0588 ±0.0013 <sup>bc</sup>	0.0605 ±0.0019 <sup>bac</sup>	0.0616 ±0.0057 <sup>bac</sup>	0.0636 ±0.0045 <sup>bac</sup>	0.0666 ±0.0017 <sup>a</sup>	0.0653 ±0.0026 <sup>ba</sup>
	P10/2	0.0803 ±0.0049 <sup>d</sup>	0.0845 ±0.0011 <sup>dc</sup>	0.0861 ±0.0022 <sup>bdc</sup>	0.0886 ±0.0053 <sup>bac</sup>	0.0913 ±0.0040 <sup>ba</sup>	0.0947 ±0.0018 <sup>a</sup>	0.0925 ±0.0030 <sup>ba</sup>
	P40/1	0.0481 ±0.0041 <sup>b</sup>	0.0498 ±0.0015 <sup>ba</sup>	0.0517 ±0.0016 <sup>ba</sup>	0.0522 ±0.0052 <sup>ba</sup>	0.0535 ±0.0038 <sup>ba</sup>	0.0558 ±0.0019 <sup>a</sup>	0.0549 ±0.0029 <sup>a</sup>
T70/2	0.1668 ±0.0123 <sup>d</sup>	0.1789 ±0.0024 <sup>dc</sup>	0.1811 ±0.0065 <sup>bdc</sup>	0.1870 ±0.0132 <sup>bac</sup>	0.1930 ±0.0090 <sup>bac</sup>	0.2012 ±0.0037 <sup>a</sup>	0.1951 ±0.0038 <sup>ba</sup>	
PA2	0.2506 ±0.0154 <sup>c</sup>	0.2621 ±0.0034 <sup>bc</sup>	0.2656 ±0.0093 <sup>bac</sup>	0.2699 ±0.0164 <sup>bac</sup>	0.2730 ±0.0105 <sup>ba</sup>	0.2832 ±0.0038 <sup>a</sup>	0.2784 ±0.0052 <sup>ba</sup>	

<sup>1)</sup>Response of each is expressed by  $\Delta R_{gas}/R_{air}$ , R is resistance values of the sensors.

<sup>2)a-f</sup>Means within the same row with different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>3)</sup>0: before storage, 10: 10 days storage, 20: 20 days storage, 40: 40 days storage, 50: 50 days storage, 60: 60 days storage.

Table 1.62. Response of each sensor by the electronic nose on red ginseng-cheonggukjang pellet packed in glass bottle at 35°C during storage

Temp. (°C)	Sensor model	Response of each sensor <sup>1)</sup>						
		0 <sup>3)</sup>	10	20	30	40	50	60
35°C	SY/LG	0.0060 ±0.0082 <sup>a2)</sup>	0.0100 ±0.0174 <sup>a</sup>	0.0202 ±0.0176 <sup>a</sup>	0.0205 ±0.0178 <sup>a</sup>	0.0150 ±0.0146 <sup>a</sup>	0.0178 ±0.0159 <sup>a</sup>	0.0147 ±0.0147 <sup>a</sup>
	SY/G	-0.0179 ±0.0006 <sup>a</sup>	-0.0218 ±0.0029 <sup>ba</sup>	-0.0240 ±0.0035 <sup>b</sup>	-0.0243 ±0.0025 <sup>b</sup>	-0.0225 ±0.0014 <sup>b</sup>	-0.0244 ±0.0013 <sup>b</sup>	-0.0249 ±0.0022 <sup>b</sup>
	SY/AA	-0.0022 ±0.0006 <sup>a</sup>	-0.0003 ±0.0024 <sup>a</sup>	0.0001 ±0.0023 <sup>a</sup>	0.0005 ±0.0026 <sup>a</sup>	-0.0005 ±0.0016 <sup>a</sup>	0.0003 ±0.0020 <sup>a</sup>	-0.0004 ±0.0026 <sup>a</sup>
	SY/Gh	-0.0136 ±0.0006 <sup>a</sup>	-0.0161 ±0.0018 <sup>ba</sup>	-0.0179 ±0.0022 <sup>bc</sup>	-0.0186 ±0.0012 <sup>bc</sup>	-0.0178 ±0.0013 <sup>bc</sup>	-0.0193 ±0.0008 <sup>c</sup>	-0.0200 ±0.0015 <sup>c</sup>
	SY/gCT1	-0.0077 ±0.0008 <sup>a</sup>	-0.0100 ±0.0040 <sup>a</sup>	-0.0089 ±0.0012 <sup>a</sup>	-0.0097 ±0.0018 <sup>a</sup>	-0.0087 ±0.0012 <sup>a</sup>	-0.0092 ±0.0015 <sup>a</sup>	-0.0097 ±0.0016 <sup>a</sup>
	SY/gCT	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>
	T30/1	0.1439 ±0.0110 <sup>d</sup>	0.1855 ±0.0133 <sup>c</sup>	0.2086 ±0.0198 <sup>c</sup>	0.2456 ±0.0134 <sup>b</sup>	0.2514 ±0.0130 <sup>b</sup>	0.2781 ±0.0132 <sup>a</sup>	0.2826 ±0.0131 <sup>a</sup>
	P10/1	0.0568 ±0.0046 <sup>c</sup>	0.0695 ±0.0063 <sup>b</sup>	0.0779 ±0.0089 <sup>b</sup>	0.0937 ±0.0043 <sup>a</sup>	0.0928 ±0.0049 <sup>a</sup>	0.1018 ±0.0058 <sup>a</sup>	0.1030 ±0.0066 <sup>a</sup>
	P10/2	0.0803 ±0.0049 <sup>c</sup>	0.0977 ±0.0069 <sup>b</sup>	0.1072 ±0.0084 <sup>b</sup>	0.1227 ±0.0042 <sup>a</sup>	0.1215 ±0.0048 <sup>a</sup>	0.1301 ±0.0052 <sup>a</sup>	0.1316 ±0.0062 <sup>a</sup>
	P40/1	0.0481 ±0.0041 <sup>c</sup>	0.0587 ±0.0059 <sup>b</sup>	0.0661 ±0.0078 <sup>b</sup>	0.0795 ±0.0051 <sup>a</sup>	0.0779 ±0.0043 <sup>a</sup>	0.0856 ±0.0051 <sup>a</sup>	0.0865 ±0.0062 <sup>a</sup>
T70/2	0.1668 ±0.0123 <sup>d</sup>	0.2156 ±0.0149 <sup>c</sup>	0.2424 ±0.0218 <sup>c</sup>	0.2850 ±0.0149 <sup>b</sup>	0.2913 ±0.0141 <sup>b</sup>	0.3211 ±0.0147 <sup>a</sup>	0.3259 ±0.0143 <sup>a</sup>	
PA2	0.2506 ±0.0154 <sup>d</sup>	0.3013 ±0.0186 <sup>c</sup>	0.3279 ±0.0250 <sup>c</sup>	0.3673 ±0.0141 <sup>b</sup>	0.3700 ±0.0137 <sup>b</sup>	0.3965 ±0.0143 <sup>ba</sup>	0.4018 ±0.0148 <sup>a</sup>	

<sup>1)</sup>Response of each is expressed by  $\Delta R_{\text{gas}}/R_{\text{air}}$ , R is resistance values of the sensors.

<sup>2)a-f</sup>Means within the same row with different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>3)</sup>0: before storage, 10: 10 days storage, 20: 20 days storage,

40: 40 days storage, 50: 50 days storage, 60: 60 days storage.

Table 1.63. Response of each sensor by the electronic nose on red ginseng-cheonggukjang pellet packed in glass bottle at 45°C during storage

Temp. (°C)	Sensor model	Response of each sensor <sup>1)</sup>						
		0 <sup>3)</sup>	10	20	30	40	50	60
45°C	SY/LG	0.0060 ±0.0082 <sup>c2)</sup>	0.0228 ±0.0197 <sup>bac</sup>	0.0255 ±0.0107 <sup>bac</sup>	0.0374 ±0.0006 <sup>ba</sup>	0.0210 ±0.0156 <sup>bc</sup>	0.0461 ±0.0013 <sup>a</sup>	0.0389 ±0.0168 <sup>ba</sup>
	SY/G	-0.0179 ±0.0006 <sup>a</sup>	-0.0260 ±0.0030 <sup>b</sup>	-0.0301 ±0.0018 <sup>cb</sup>	-0.0331 ±0.0024 <sup>c</sup>	-0.0340 ±0.0022 <sup>c</sup>	-0.0409 ±0.0027 <sup>d</sup>	-0.0417 ±0.0031 <sup>d</sup>
	SY/AA	-0.0022 ±0.0006 <sup>a</sup>	-0.0002 ±0.0030 <sup>a</sup>	-0.0012 ±0.0025 <sup>a</sup>	-0.0022 ±0.0002 <sup>a</sup>	-0.0022 ±0.0006 <sup>a</sup>	0.0009 ±0.0026 <sup>a</sup>	0.0008 ±0.0025 <sup>a</sup>
	SY/Gh	-0.0136 ±0.0006 <sup>a</sup>	-0.0199 ±0.0017 <sup>b</sup>	-0.0228 ±0.0008 <sup>cb</sup>	-0.0249 ±0.0015 <sup>cd</sup>	-0.0267 ±0.0016 <sup>d</sup>	-0.0319 ±0.0030 <sup>e</sup>	-0.0317 ±0.0018 <sup>e</sup>
	SY/gCT1	-0.0077 ±0.0008 <sup>a</sup>	-0.0110 ±0.0038 <sup>ba</sup>	-0.0113 ±0.0004 <sup>ba</sup>	-0.0128 ±0.0029 <sup>b</sup>	-0.0118 ±0.0017 <sup>ba</sup>	-0.0153 ±0.0041 <sup>b</sup>	-0.0143 ±0.0016 <sup>b</sup>
	SY/gCT	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 ±0.0000 <sup>a</sup>
	T30/1	0.1439 ±0.0110 <sup>f</sup>	0.2540 ±0.0067 <sup>e</sup>	0.3181 ±0.0012 <sup>d</sup>	0.3425 ±0.0124 <sup>c</sup>	0.3788 ±0.0073 <sup>b</sup>	0.4346 ±0.0085 <sup>a</sup>	0.4442 ±0.0182 <sup>a</sup>
	P10/1	0.0568 ±0.0046 <sup>f</sup>	0.0926 ±0.0030 <sup>e</sup>	0.1142 ±0.0010 <sup>b</sup>	0.1285 ±0.0069 <sup>c</sup>	0.1387 ±0.0058 <sup>b</sup>	0.1605 ±0.0060 <sup>a</sup>	0.1640 ±0.0094 <sup>a</sup>
	P10/2	0.0803 ±0.0049 <sup>f</sup>	0.1223 ±0.0042 <sup>e</sup>	0.1428 ±0.0017 <sup>d</sup>	0.1533 ±0.0058 <sup>c</sup>	0.1621 ±0.0032 <sup>b</sup>	0.1800 ±0.0043 <sup>a</sup>	0.1817 ±0.0070 <sup>a</sup>
	P40/1	0.0481 ±0.0041 <sup>e</sup>	0.0789 ±0.0033 <sup>d</sup>	0.0965 ±0.0015 <sup>c</sup>	0.1089 ±0.0060 <sup>b</sup>	0.1166 ±0.0042 <sup>b</sup>	0.1364 ±0.0053 <sup>a</sup>	0.1390 ±0.0078 <sup>a</sup>
T70/2	0.1668 ±0.0123 <sup>f</sup>	0.2930 ±0.0078 <sup>e</sup>	0.3641 ±0.0011 <sup>d</sup>	0.3911 ±0.0134 <sup>c</sup>	0.4281 ±0.0075 <sup>b</sup>	0.4865 ±0.0090 <sup>a</sup>	0.4962 ±0.0190 <sup>a</sup>	
PA2	0.2506 ±0.0154 <sup>f</sup>	0.3755 ±0.0097 <sup>e</sup>	0.4344 ±0.0039 <sup>d</sup>	0.4567 ±0.0135 <sup>c</sup>	0.4808 ±0.0065 <sup>b</sup>	0.5292 ±0.0087 <sup>a</sup>	0.5331 ±0.0163 <sup>a</sup>	

<sup>1)</sup>Response of each is expressed by  $\Delta R_{gas}/R_{air}$ , R is resistance values of the sensors.

<sup>2)a-f</sup>Means within the same row with different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$ .

<sup>3)</sup>0: before storage, 10: 10 days storage, 20: 20 days storage, 40: 40 days storage, 50: 50 days storage, 60: 60 days storage.

홍삼-청국장 각 시제품의 MOS 센서별 감응도로 향기패턴에 대한 기여율 (proportion)을 구하고 이를 바탕으로 주성분 분석을 실행하여 Fig. 1.20-24에 나타내었다. 주성분 분석결과 PE병에 포장한 타블렛(A)은 제1주성분 값의 기여율이 98.30%를 나타내었으며 제2주성분의 값의 기여율은 1.49%로 나타났다. 이를 바탕으로 전체 향 패턴에 제1주성분 값이 크게 영향을 미치며 제1주성분의 값만으로 전체 향 패턴을 분석할 수 있는 충분한 근거가 된다는 것을 확인할 수 있었다. 저장 후기로 갈수록 제1주성분 값이 0.20부근에서 -0.40부근으로 이동하였는데 이는 본래의 향과 달라져 부정적인 향으로 변화하는 것을 간접적으로 시사하며 특히 45°C에서 40일부터는 다른 그룹과 확연한 거리차를 나타내었다. PTP 포장한 캡슐(B)은 제1주성분 값의 기여율은 99.38%, 제2주성분 값의 기여율은 0.40%를 보였다. 모든 온도에서 저장 후기로 갈수록 저장 전 그룹과 거리차가 커지는 것으로 나타났으며 특히 45°C에서 큰 차이를 보여 향 성분의 변화가 큰 것으로 나타났다. PE병 포장한 캡슐(C)은 제1주성분 값의 기여율이 97.26% 그리고 제2주성분 값의 기여율은 2.06%로 나타났다. PE 삼면포장한 환제(D)는 제1주성분 값의 기여율은 99.37%, 제2주성분 값의 기여율은 0.32%로 나타났으며 제1주성분 값의 분포가 저장 전 -0.2부근에서 저장 후기로 갈수록 0.3부근으로 이동하였다. 유리병에 포장한 환제(E)는 제1주성분 값의 기여율은 99.29%, 제2주성분 값의 기여율은 0.50%로 나타났으며 제1주성분 값의 분포가 저장 전 -0.2부근에서 저장 후기로 갈수록 이 그룹과 거리차를 보이며 0.3부근으로 이동하였다.

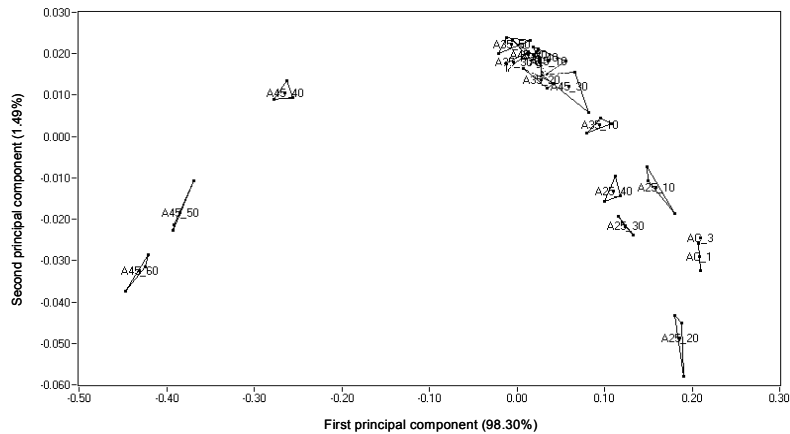


Fig. 1.20. Principal component analysis(PCA) plot from the obtained data using electronic nose on red ginseng-cheonggukjang tablet packed in PE bottle at different temperature during storage.

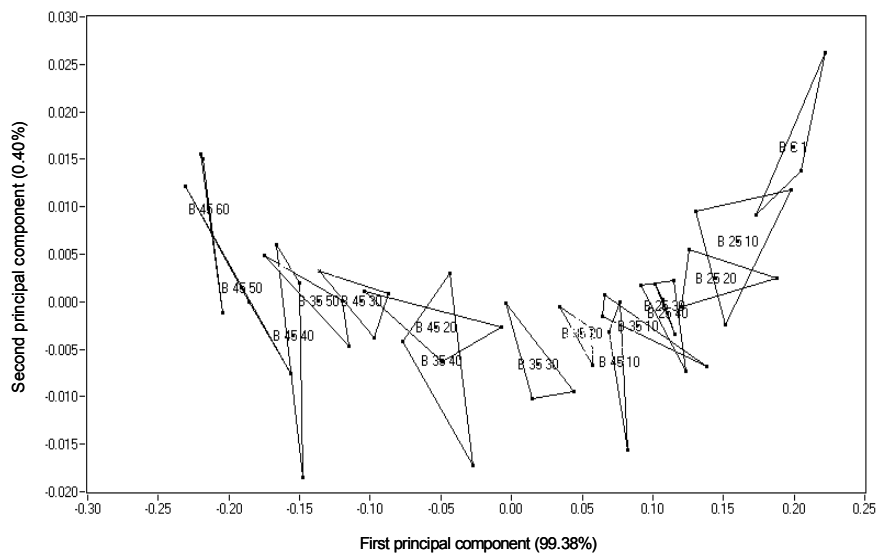


Fig. 1.21. Principal component analysis(PCA) plot from the obtained data using electronic nose on red ginseng–cheonggukjang capsule packed in PTP at different temperature during storage.

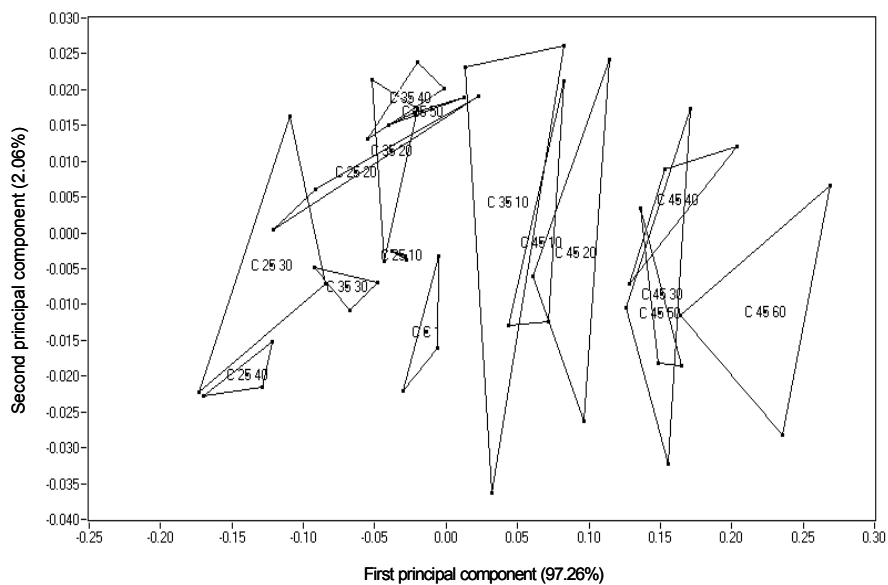


Fig. 1.22. Principal component analysis(PCA) plot from the obtained data using electronic nose on red ginseng–cheonggukjang capsule packed in PE bottle at different temperature during storage.



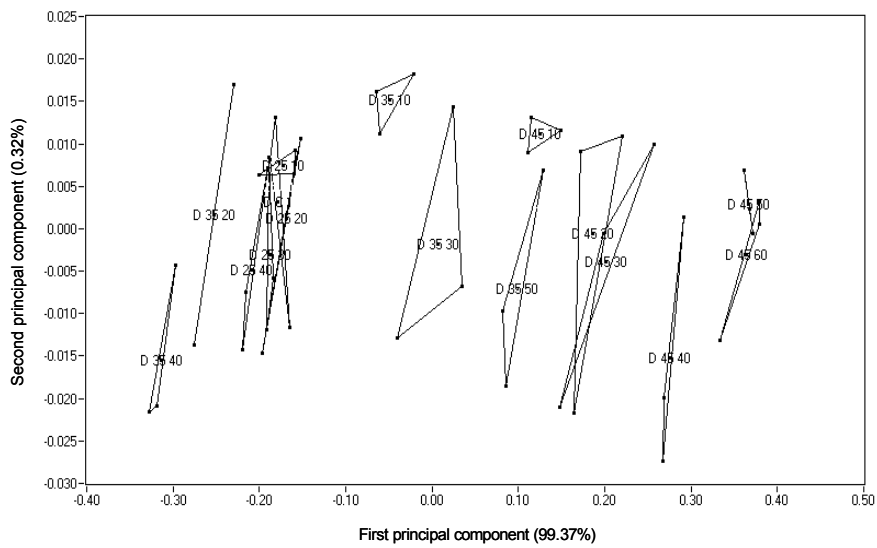


Fig. 1.23. Principal component analysis(PCA) plot from the obtained data using electronic nose on red ginseng-cheonggukjang pellet packed in PE sachet at different temperature during storage.

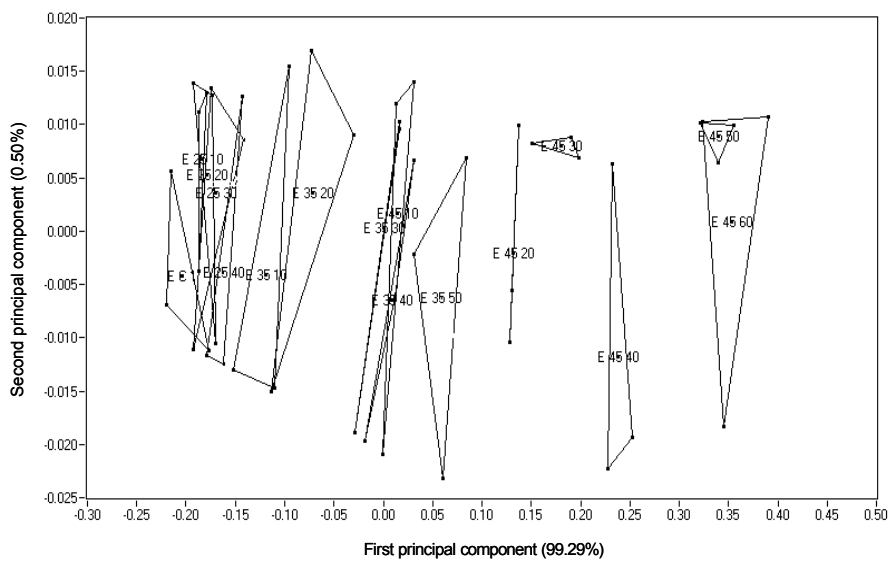


Fig. 1.24. Principal component analysis(PCA) plot from the obtained data using electronic nose on red ginseng-cheonggukjang pellet packed in glass bottle at different temperature during storage.

6) 관능검사 및 shelf-life

선정된 9명의 패널요원들에 의해 시행된 관능검사 결과는 Table 1.64에 나타내었다. 모든 제품에서 저장 후기로 갈수록, 온도가 높을수록 낮은 점수를 받은 것으로 나타났다. 각 제품 별로 살펴보면 타블렛 제품인 A는 25℃와 35℃에서는 전체 저장기간 동안 저장한계점에 도달하지 않았으나 45℃에서는 60일째에 전 항목에서 4점 이하의 관능검사 점수를 받아 저장한계점에 도달한 것으로 나타났다. 또한 저장기간 동안 향 항목의 점수가 다른 항목에 비해 전체적으로 낮게 나타났다. 캡슐 제품인 B의 경우도 이와 유사하였으며 색을 제외한 향과 전반적인 기호도 항목에서 45℃, 50일째 저장한계점에 도달한 것으로 나타났다. 포장을 달리한 캡슐 제품인 C는 B보다 더 빨리 저장한계점에 도달한 것으로 나타났으며 35℃, 60일과 45℃, 40일이 한계점인 것으로 나타났다. 환제 제품인 D와 E는 35℃, 40일과 45℃, 30일이 저장한계점으로 다른 제품들보다 다소 짧은 것으로 나타났으며 특히 온도가 올라갈수록 색의 점수가 다른 항목에 비해 낮은 점수를 보여 타블렛, 캡슐 제품과는 다른 결과를 나타내었다.

Table 1.64. Organoleptic properties of various red ginseng-cheonggukjang samples at different temperature during storage

Sample	Item	Temp. (℃)	Storage period(days)						
			0	10	20	30	40	50	60
A	Color	25	7.00	6.78	6.22	6.11	6.00	5.33	4.78
		35	7.00	6.44	6.22	6.22	5.33	5.44	4.67
		45	7.00	6.33	6.22	5.78	5.11	4.67	3.89
	Odor	25	7.00	6.00	5.89	6.22	5.89	4.78	4.56
		35	7.00	6.44	5.67	5.56	5.33	4.44	4.22
		45	7.00	5.89	5.44	5.33	4.33	4.22	3.89
	Overall acceptability	25	7.00	5.89	6.11	6.22	6.00	5.11	4.67
		35	7.00	6.11	6.00	5.78	5.44	4.56	4.33
		45	7.00	6.33	5.89	5.44	4.67	4.22	3.78
B	Color	25	7.00	6.22	6.00	5.67	5.89	5.00	4.78
		35	7.00	6.33	6.33	6.00	5.22	5.00	4.78
		45	7.00	6.33	6.11	5.22	4.78	4.22	4.11
	Odor	25	7.00	6.22	5.89	5.67	5.33	4.44	4.89
		35	7.00	6.44	5.89	5.56	4.78	4.11	4.33
		45	7.00	5.67	5.22	5.11	4.56	3.56	3.89
	Overall acceptability	25	7.00	6.22	6.11	5.67	5.78	4.67	4.67
		35	7.00	6.44	6.11	5.78	4.78	4.33	4.56
		45	7.00	6.11	5.78	5.44	4.44	3.56	3.89

C	Color	25	7.00	6.56	6.22	6.11	5.89	5.11	4.44
		35	7.00	6.67	6.33	5.78	5.11	4.89	3.89
		45	7.00	5.89	5.33	4.33	3.56	3.44	2.56
	Odor	25	7.00	6.00	5.89	6.00	5.22	5.00	4.78
		35	7.00	6.33	5.89	5.44	4.67	4.22	4.00
		45	7.00	5.89	5.89	4.89	3.67	3.33	3.11
	Overall acceptability	25	7.00	6.44	6.00	6.11	5.33	4.89	4.56
		35	7.00	6.44	6.00	5.67	4.78	4.44	4.11
		45	7.00	5.89	5.44	4.56	3.56	3.00	2.78
D	Color	25	7.00	6.33	6.11	5.78	5.56	5.00	4.44
		35	7.00	6.44	5.89	5.00	4.11	4.00	3.44
		45	7.00	4.78	3.89	3.56	2.67	2.00	1.56
	Odor	25	7.00	6.44	6.00	6.00	5.00	4.67	4.33
		35	7.00	6.00	5.67	5.00	4.11	3.56	3.44
		45	7.00	5.22	4.67	4.00	3.11	2.44	2.33
	Overall acceptability	25	7.00	6.44	6.00	5.89	5.11	4.78	4.22
		35	7.00	6.22	5.56	5.11	4.00	3.67	3.11
		45	7.00	5.33	4.22	3.44	2.56	2.33	1.67
E	Color	25	7.00	6.67	6.33	5.89	5.33	4.44	4.44
		35	7.00	6.11	5.78	4.78	4.00	3.78	3.22
		45	7.00	4.89	4.22	3.33	2.22	2.00	1.44
	Odor	25	7.00	6.44	6.00	6.11	5.00	4.44	4.22
		35	7.00	6.44	5.78	5.11	3.78	3.78	3.33
		45	7.00	5.33	4.89	4.22	3.00	2.89	2.11
	Overall acceptability	25	7.00	6.44	6.11	6.11	5.00	4.44	4.33
		35	7.00	6.22	5.44	5.11	3.44	3.78	3.22
		45	7.00	5.78	4.44	3.56	2.44	2.33	1.67

<sup>1)</sup>A: tablet in PE bottle, B: capsule in PTP, C: capsule in PE bottle,

D: pellet in PE sachet, E: pellet in glass bottle.

저장 한계점을 품질이 좋지도 나쁘지도 않은 상태인 4점을 기준으로 하였을 때 위 Table의 결과를 토대로 제품들의 각 항목별로 제품들의 Q<sub>10</sub>값을 아래와 같이 계산할 수 있었다. 또한 계산된 Q<sub>10</sub>값으로 예상 유통온도인 10℃, 20℃ 및 30℃에서의 저장 한계점을 예측하였다.

**A(PE 포장 타블렛)**

Color	Odor	Overall acceptability
$Q_{10}=84.78/61.53=1.38$	$Q_{10}=64.75/55.33=1.17$	$Q_{10}=70.44/54.93=1.28$
$30^{\circ}\text{C}=84.78\times 1.38^{5/10}=\mathbf{99.51(\text{일})}$	$30^{\circ}\text{C}=64.75\times 1.17^{5/10}=\mathbf{70.04(\text{일})}$	$30^{\circ}\text{C}=70.44\times 1.28^{5/10}=\mathbf{79.76(\text{일})}$
$20^{\circ}\text{C}=84.78\times 1.38^{15/10}=\mathbf{137.10(\text{일})}$	$20^{\circ}\text{C}=64.75\times 1.17^{15/10}=\mathbf{81.96(\text{일})}$	$20^{\circ}\text{C}=70.44\times 1.28^{15/10}=\mathbf{102.29(\text{일})}$
$10^{\circ}\text{C}=84.78\times 1.38^{25/10}=\mathbf{188.90(\text{일})}$	$10^{\circ}\text{C}=64.75\times 1.17^{25/10}=\mathbf{95.91(\text{일})}$	$10^{\circ}\text{C}=70.44\times 1.28^{25/10}=\mathbf{131.17(\text{일})}$

**B(PTP 포장 캡슐)**

Color	Odor	Overall acceptability
$Q_{10}=79.85/57.97=1.38$	$Q_{10}=59.91/51.12=1.17$	$Q_{10}=64.55/51.18=1.26$
$30^{\circ}\text{C}=79.85\times 1.38^{5/10}=\mathbf{93.72(\text{일})}$	$30^{\circ}\text{C}=59.91\times 1.17^{5/10}=\mathbf{64.87(\text{일})}$	$30^{\circ}\text{C}=64.55\times 1.26^{5/10}=\mathbf{72.49(\text{일})}$
$20^{\circ}\text{C}=79.85\times 1.38^{15/10}=\mathbf{129.11(\text{일})}$	$20^{\circ}\text{C}=59.91\times 1.17^{15/10}=\mathbf{76.03(\text{일})}$	$20^{\circ}\text{C}=64.55\times 1.26^{15/10}=\mathbf{91.44(\text{일})}$
$10^{\circ}\text{C}=79.85\times 1.38^{25/10}=\mathbf{177.86(\text{일})}$	$10^{\circ}\text{C}=59.91\times 1.17^{25/10}=\mathbf{89.11(\text{일})}$	$10^{\circ}\text{C}=64.55\times 1.26^{25/10}=\mathbf{115.33(\text{일})}$

**C(PE 포장 캡슐)**

Color	Odor	Overall acceptability
$Q_{10}=61.73/37.85=1.63$	$Q_{10}=56.97/42.10=1.35$	$Q_{10}=60.22/37.96=1.59$
$30^{\circ}\text{C}=61.73\times 1.63^{5/10}=\mathbf{78.83(\text{일})}$	$30^{\circ}\text{C}=56.97\times 1.35^{5/10}=\mathbf{66.27(\text{일})}$	$30^{\circ}\text{C}=60.22\times 1.59^{5/10}=\mathbf{75.86(\text{일})}$
$20^{\circ}\text{C}=61.73\times 1.63^{15/10}=\mathbf{128.54(\text{일})}$	$20^{\circ}\text{C}=56.97\times 1.35^{15/10}=\mathbf{89.67(\text{일})}$	$20^{\circ}\text{C}=60.22\times 1.59^{15/10}=\mathbf{120.35(\text{일})}$
$10^{\circ}\text{C}=61.73\times 1.63^{25/10}=\mathbf{209.62(\text{일})}$	$10^{\circ}\text{C}=56.97\times 1.35^{25/10}=\mathbf{121.34(\text{일})}$	$10^{\circ}\text{C}=60.22\times 1.59^{25/10}=\mathbf{190.94(\text{일})}$

**D(PE 삼면포장 환제)**

Color	Odor	Overall acceptability
$Q_{10}=48.22/20.69=2.33$	$Q_{10}=46.05/29.09=1.58$	$Q_{10}=44.58/24.59=1.81$
$30^{\circ}\text{C}=48.22\times 2.33^{5/10}=\mathbf{73.62(\text{일})}$	$30^{\circ}\text{C}=46.05\times 1.58^{5/10}=\mathbf{57.95(\text{일})}$	$30^{\circ}\text{C}=44.58\times 1.81^{5/10}=\mathbf{60.04(\text{일})}$
$20^{\circ}\text{C}=48.22\times 2.33^{15/10}=\mathbf{171.57(\text{일})}$	$20^{\circ}\text{C}=46.05\times 1.58^{15/10}=\mathbf{91.74(\text{일})}$	$20^{\circ}\text{C}=44.58\times 1.81^{15/10}=\mathbf{108.86(\text{일})}$
$10^{\circ}\text{C}=48.22\times 2.33^{25/10}=\mathbf{399.88(\text{일})}$	$10^{\circ}\text{C}=46.05\times 1.58^{25/10}=\mathbf{145.25(\text{일})}$	$10^{\circ}\text{C}=44.58\times 1.81^{25/10}=\mathbf{197.40(\text{일})}$

**E(유리병 포장 환제)**

Color	Odor	Overall acceptability
$Q_{10}=45.10/21.27=2.12$	$Q_{10}=45.76/40.54=1.13$	$Q_{10}=43.68/27.13=1.61$
$30^{\circ}\text{C}=45.10\times 2.12^{5/10}=65.68(\text{일})$	$30^{\circ}\text{C}=45.76\times 1.13^{5/10}=48.61(\text{일})$	$30^{\circ}\text{C}=70.44\times 1.28^{5/10}=55.42(\text{일})$
$20^{\circ}\text{C}=45.10\times 2.12^{15/10}=139.30(\text{일})$	$20^{\circ}\text{C}=45.76\times 1.13^{15/10}=54.87(\text{일})$	$20^{\circ}\text{C}=70.44\times 1.28^{15/10}=89.23(\text{일})$
$10^{\circ}\text{C}=45.10\times 2.12^{25/10}=295.43(\text{일})$	$10^{\circ}\text{C}=45.76\times 1.13^{25/10}=61.93(\text{일})$	$10^{\circ}\text{C}=70.44\times 1.28^{25/10}=143.65(\text{일})$

관능검사 결과를 바탕으로 한 shelf-life 결과에서 향 점수가 색 점수보다 다소 낮게 나타났는데 이는 청국장 원래의 향에 대하여 패널들의 개인적인 선호도가 다소 영향을 미친 것으로 생각되며 전반적인 기호도 또한 이와 같은 영향으로 다소 낮은 점수를 받은 것으로 생각된다. 따라서 더욱 더 정확한 shelf-life 예측을 위하여 전자코 분석 결과를 반영하기로 하고 저장 기간과 전자코 PCA결과의 제1주성분 값을 상관 분석하였으며 상관관계가 나타난 A, B와 E의 경우는 관능검사 한계점과 유사한 경향을 나타낸 지점, 즉 A와 B는 -0.2값을 그리고 E는 0.197값을 저장 한계점으로 하여 아래와 같이 보완하여 향에 의한 저장 한계점을 산출하였다. 한편 C와 D의 경우에는 전자코 분석 결과 규칙적인 경향을 보이지 않아 저장 한계점 산출에 반영하지 않았다.

A	B	E
$Q_{10}=127.54/38.51=3.31$	$Q_{10}=65.77/50.43=1.30$	$Q_{10}=83.14/23.90=3.49$
$30^{\circ}\text{C}=127.54\times 3.31^{5/10}=232.10(\text{일})$	$30^{\circ}\text{C}=65.77\times 1.30^{5/10}=75.11(\text{일})$	$30^{\circ}\text{C}=83.34\times 3.49^{5/10}=155.62(\text{일})$
$20^{\circ}\text{C}=127.54\times 3.31^{15/10}=768.70(\text{일})$	$20^{\circ}\text{C}=65.77\times 1.30^{15/10}=97.96(\text{일})$	$20^{\circ}\text{C}=83.34\times 3.49^{15/10}=542.61(\text{일})$
$10^{\circ}\text{C}=127.54\times 3.31^{25/10}=2342.13(\text{일})$	$10^{\circ}\text{C}=65.77\times 1.30^{25/10}=127.75(\text{일})$	$10^{\circ}\text{C}=83.34\times 3.49^{25/10}=1891.93(\text{일})$

홍삼-청국장 시제품의 shelf-life 및 식품공전과 건강기능식품공전 규격기준 적합성 여부에 대한 결과를 정리하여 Table 1.65에 나타내었다. 종합적으로 판단하여 볼 때 타블렛의 경우 조사포닌 함량이 기준에 비해 다소 낮은 것으로 나타났으며 캡슐의 경우 shelf-life에서 큰 차이를 보이지는 않았으나 PTP 포장이 PE병보다 다소 유리한 것으로 판단되며 환제의 경우 PE병 포장을 할 경우 shelf-life도 짧고 수분함량이 기준을 초과하므로 유리병 포장을 하는 것이 더욱 유리할 것으로 생각된다.

실험 결과 모든 시제품에서 건조 분말을 이용한 제품으로서는 다소 짧은 shelf-life를 나타내었다. 이는 청국장 향에 대한 패넬들의 다소 낮은 선호도에 의해 영향을 받은 것으로 생각되어 좀 더 정확한 저장한계점을 예측하기 위하여 전자코 분석 결과를 반영한 결과 향 항목에서 다소 연장된 저장한계점을 산출할 수 있었다. 그러나 색상의 경우 저장 기간의 경과에 따라 시제품의 변색이 눈에 띄게 나타나 패넬들의 평가 점수가 크게 감소하여 색 항목에서 짧은 저장한계점이 도출되었으며 이는 최종 shelf-life 산출에 다소 큰 영향을 미쳐 결과적으로 shelf-life를 단축시키는 원인이 되었다고 할 수 있다. 따라서 차후 실제 제품의 제조 시에는 변색 방지에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

Table 1.65. Shelf-life and appropriateness of red ginseng-cheonggukjang samples

Items	Sample	A <sup>1)</sup>	B	C	D	E
	Shelf-life	30℃	99.51일	75.11일	66.27일	57.95일
20℃		137.10일	97.96일	89.67일	91.74일	139.30일
10℃		188.90일	127.75일	121.34일	142.25일	295.43일
Contents	수분 <sup>3)</sup>	+ <sup>2)</sup>	+	+	-	+
	조사포닌	-	+	+	+	+
	진세노사이드	+	+	+	+	+
	대두단백	+	+	+	+	+
	대장균군	+	+	+	+	+

<sup>1)</sup>A: tablet in PE bottle, B: capsule in PTP, C: capsule in PE bottle, D: pellet in PE sachet, E: pellet in glass bottle.

<sup>2)</sup>+: 적합, -: 부적합.

<sup>3)</sup>수분: 10.0%이하.

조사포닌: 7 mg/g 이상.

진세노사이드: ginsenoside Rb1, Rg1 확인되어야 함.

대두단백(daidzein, genistein): 확인되어야 함.

대장균군: 음성.

## 다. 기능성 융합 가공 시제품의 기준 규격 설정

### 1) 기준 규격(안)

- ① 유형 - 홍삼성분함유제품
- ② 수분함량 - 7 % 이하
- ③ 홍삼성분(조사포닌) - 7.0 mg/g 이상
- ④ 홍삼성분 확인 - ginsenoside Rb<sub>1</sub> 및 Rg<sub>1</sub>이 확인되어야 함
- ⑤ 대두단백 - daidzein, genistein이 확인되어야 함
- ⑥ 대장균군 - 모두 음성이어야 함.

## 제 4 절 결 론

- 풍기지역 원료수삼의 연근별 홍삼가공적성을 검토하였을 때 천삼 비율은 5년 근 > 6년 근 > 4년 근의 순이었으며, 원료 수삼 대비 홍삼 수율은 5년 근과 6년 근이 유사하게 25%를 나타내었다. 또한 연근별 홍삼의 경제적 채산성은 5년 근이 월등히 우수하였다.

- 홍삼제조조건 타당성 검토에서 진세노사이드 패턴 즉, 항암활성의 Rg<sub>3</sub>와 Rh<sub>2</sub> 함량과 대부분 기능성분 함량은 증자시간 3.5시간을 전후하여 우수한 값을 보였다. 현행 3.5시간 증자삼의 건조방법은 진세노사이드 함량과 패턴에서는 현행 열풍건조법이 가장 타당하였다.

- 융합가공 원료 홍미삼의 기능성 강화를 위하여 볶음(배소처리)과 원적외선 처리 최적조건을 예측한결과, 볶음처리는 시간에 비해 온도가, 원적외선에서는 출력(W)보다는 처리시간(min)이 더 큰 영향을 미쳤다. 적용타당성이 인정된 배소처리는 농축액 제조수율, 기호성, 기능성 등에서 매우 효과적이었다. 홍삼-청국장 소재의 융합가공(130℃, 수분 30%)에서는 그 비율이 25:75일 때 가공물의 관능적 기호도가 가장 높았다. 팽화처리에서는 조직감 향상, 갈색도, 열수추출율, 조사포닌 함량 등의 증가와 기능성 진세노사이드 함량(Rg<sub>3</sub>, Rh<sub>2</sub> 등)이 유의적으로 증가되었다.

- 홍미삼의 잔류농약 저감화를 위한 마이크로웨이브 추출법(MAE)은 200 W에서 2분 동안 2, 3회 반복 추출한다면 잔류량의 80% 이상 추출이 가능하였고, MAE 추출물은 사포닌과 관련 기능성 성분에서 안정한 품질을 유지하였다.

- 홍삼-청국장 분말을 이용하여 시제품의 포장 방법을 설정하였으며, 관능검사와 전

자코 분석 결과를 바탕으로 유통온도 20℃에서의 shelf-life를 측정한 결과, 캡슐 (PTP 포장, PE병 포장), 정제 및 환제(PE 삼면포장, 유리병 포장)은 97.96일과 89.67 일, 137.10일, 91.74일과 139.30일로 각각 예측되었다. 이들 제품의 기준규격(안)은 ‘수분 7% 이하, 조사포닌 7.0 mg/g 이상, 홍삼성분 ginsenoside Rb<sub>1</sub> 및 Rg<sub>1</sub> 확인, 대두 성분 daidzein과 genistein 확인 및 대장균군 음성“으로 설정되었다.

- 기능성 분말 가공 시제품(캡슐, 정제, 환제)에 대한 기호도 조사를 연령대별(2-30대, 4-50대, 60대 이상, 총 100명)로 실시한 결과, 대부분 연령대에서 환제를 선호하였다. 또한 40~50대 당뇨군의 경우 환제의 풍미에 대한 기호도가 캡슐보다 낮았으나 섭취의향(1회 복용량 등)은 환제가 더 높았다.



## 제 2 세부 홍삼 융합 청국장 소재의 기능성 검증

### 제 1 절 서 론

대두에서 유래하는 항암활성 물질로는 프로테아제 억제제 (protease inhibitor), phytic acid, 이소플라본(isoflavone) 등이 보고되고 있으며, 특히 제니스테인(genistein)을 비롯한 대두 이소플라본(isoflavone) 성분의 항암효과에 대한 연구는 최근까지 진행되고 있다 (1-4). 전통 청국장 제조에 사용되는 콩에는 기능성 이소플라본이 존재하는데, 제니스테인(genistein), 다이드제인(daidzein), 글리시테인(glycitein)이 그것이다. 제니스테인(genistein)은 역학연구, 동물실험 및 in vitro 실험에서 뛰어난 항암효과를 보이며, 특히 이물질이 발암 물질로 전환되는데 관련된 생체 내 효소계를 억제시키는 것으로 확인되었다 (5). 또한 홍삼은 암세포에 대하여 세포증식 억제 활성을 가지고 있으며, 인삼에 함유되어있는 진세노사이드(ginsenoside) Rg<sub>3</sub>는 in vitro에서 암세포의 침입을 막는다. 또한 진세노사이드는 항암 특성을 가지고 있으며, 폭넓은 건강 기능적 예방 특성을 지니고 있다고 보고되고 있다(6-10). 현재까지 연구 되어온 사항들을 살펴 볼 때 홍삼에 들어있는 여러 종류의 진세노사이드와 청국장에 들어있는 제니스테인이 암 예방 효과를 나타내는 활성물질이라고 추측할 수 있다. 따라서 위의 활성성분을 함유한 우리 전통의 건강식품인 홍삼과 청국장 융합소재를 사용하여 항유전독성 및 항암효과를 살펴보고, 동시에 동물실험을 통한 효능검사를 실시하고자 한다.

또한 당뇨병의 95% 이상을 차지하는 제 2형 (인슐린 비의존형) 당뇨병의 병인은 인슐린 분비장애와 인슐린 저항성 복합 장애로 알려져 있다. 즉, 당뇨병은 이 복합적인 장애로 인해 만성 고혈당 증상을 보이는 질환이다. 여기서 중요한 사실은 이 두 가지 병인이 서로 맞물려 있다는 점이다. 즉, 인슐린 저항성이 있으면 저항성을 극복하기 위해 더 많은 양의 인슐린이 분비되어야 하고, 반대로 인슐린 분비가 충분하지 않아 생긴 고혈당 자체가 다시 인슐린 저항성을 악화시킬 수 있다는 것이다 (11).

본 연구에서 항당뇨 효능검정을 위해 사용된 청국장은 특유의 점질성을 가지는 우리나라 전통 콩 발효식품으로서, 단기간에 제조가능하고 영양적, 경제적으로 가장 효과적인 콩 섭취방법으로 인정되고 있다. 대부분의 콩 발효식품은 발효시키는 과정 중 콩에 함유되어 있는 이소플라본 및 유용성분 배당체(glycoside)가 비배당체(aglycone) 형태로 변화하여 콩 자체보다 높은 생리활성을 나타내는 것으로 밝혀지

고 있다.

또한 콩은 시험관법(in vitro)에서 탄수화물 소화속도를 지연시켰으며, 섭취 후 혈당 증가 완화효과가 보고되었다(12). 또한 중국의 전통 콩 발효식품인 Touchi 물추출물은 시험관법에서  $\alpha$ -glucosidase 저해활성 및 사람에게 장기간 섭취시켰을 때 혈당 및 혈액 지질 저하가 보고된 바 있다(13).

또한 홍삼(red ginseng)은 인삼(Panax ginseng)을 증기로 쪄서 건조시킨 것으로서, 주로 자양강장제 (tonic)로 이용되었다. 한편 노화억제, 면역증강, 항스트레스, 항암작용 등의 약리효과가 알려져 있으며, 최근에는 홍삼의 효과 중 일부는 홍삼의 항산화기능에 의한 것이라는 연구결과들도 있다. 따라서 당뇨병 상태에서는 산화적 스트레스가 증가하여 당뇨합병증이 늘어 병세를 더욱 악화시킬 수 있으므로(Giugliano, 1991), 항산화기능을 가진 홍삼은 당뇨합병증 예방 및 치료에 효과적일 것으로 여겨진다(14).

따라서 본 연구에서는 풍기지역 홍삼의 연근별(4~6년) 항 유전독성 효과를 우선 확인하였다. 아울러 5년 근 홍삼분말과 청국장 분말의 혼합비에 따른 항암효과를 확인하였다. 또한 청국장, 홍삼융합발효 청국장, 홍삼청국장 가수분해물의 항암효과와 세포안전성 비교시험을 실시하였다. 또한 홍삼 융합 청국장 소재의 혈당조절기능 검증을 위하여 동물실험과 인체실험을 단계적으로 실시하여 건강기능식품 소재로서의 가능성을 검토하였다.

## 제 2 절 재 료 및 방 법

### 1. 실험 재료

본 실험에 사용된 홍삼시료는(red ginseng, RG)은 풍기인삼조합으로부터 제공되었으며, 청국장 시료는(cheonggukjang, CH)은 전문제조업체의 제품을 사용하였다. 생리활성 검증실험에서는 홍삼분말과 청국장분말을 일정 비율로 혼합하여 사용하였거나, 홍삼을 첨가하여 발효시킨 홍삼(융합)청국장(RGCH)과 그 가수분해물(Hydro-RGCH)을 1세부과제 및 위탁과제와 연계하여 시료를 준비하였다.

## 2. 홍삼 용합 청국장 소재의 항 유전독성 및 항암효과 시험

### 가. MTT assay

대사과정이 온전한 암세포는 미토콘드리아의 탈수소 효소작용에 의하여 노란색 수용성 MTT tetrazolium을 자주색을 띠는 비수용성의 MTT formazan으로 환원시킨다. MTT formazan의 흡광도는 540 nm의 파장에서 최대가 되며, 이 파장에서 측정된 흡광도는 살아있고 대사적으로 왕성한 세포의 농도를 반영한다. 먼저 적정 세포농도를 설정하였다. 첫 번째 칸에는 180  $\mu$ L의 배지와 PBS 20  $\mu$ L만을 넣어 blank로 사용하였다. 두 번째 칸에는 먼저 배지만 90  $\mu$ L를 넣고, 세포부유액( $4 \times 10^5$ 개/mL) 90  $\mu$ L를 넣어 잘 혼합한 후 두 번째 칸에서 세포부유액 90  $\mu$ L를 얻어 세 번째 칸에 옮기고, 다시 배지 90  $\mu$ L를 넣어 잘 혼합하였다. 같은 방법으로 세포밀도를 1/2씩 희석하면서 접종하였다. 접종이 끝나고 나면 세포가 들어있는 두 번째 칸부터 PBS 20  $\mu$ L를 넣어주었다. 세포가 접종된 plate를 37°C, 5% CO<sub>2</sub> 하에서 4일간 배양한 후 540 nm에서 흡광도를 측정하였다(7).

### 나. Single cell gel electrophoresis (Comet assay)

In vitro에서 실시한 single cell gel electrophoresis는 De Azevedo의 방법(8)을 응용하였다. 즉, 쥐의 태아에서 분리한 Balb/C 3T3 clone A31 세포를 한국 세포주 은행에서 분양 받아 사용하였다. 즉, 10% 가열 변성시킨 bovine calf serum(BCS; Hyclone, U.S.A)과 100  $\mu$ /mL 페니실린G (penicillin G) (Sigma, U.S.A) 그리고 100  $\mu$ g/mL streptomycin sulfate (Sigma, U.S.A)등이 들어있는 DMEM에서 5% CO<sub>2</sub>, 37°C에서 배양한다.

살짝 열린 현미경 slide (Fisher, U.S.A; 25x37 mm)는 0.5% normal melting point agarose (NMA; Sigma, U.S.A.)를 35  $\mu$ L로 precoating하고 45°C에서 가열 건조한다.

항 유전독성 검사시에는 Hank's balanced salt sodium (HBSS) 완충용액에 녹인 MNNG 용액 (50  $\mu$ g/mL)을 최종농도가 0.5  $\mu$ g이 되도록 HBSS와 홍삼, 청국장 그리고 그 혼합물을 처리하여 홍삼과 청국장의 적정 농도를 설정한다. 적정 농도가 설정이 된 후에, 홍삼, 청국장, 그리고 홍삼청국장 혼합물의 항 유전 독성 검사를 한다.

배양된 3T3 세포에 앞에서 준비된 HBSS, MNNG, 그리고 각각의 물질들을 처리한 후 30분간 5% CO<sub>2</sub> 배양기에서 배양한다. 처리된 3T3 세포는 생리 식염수(PBS) 완충용액으로 세척하고 100  $\mu$ L의 프로티네아제 K (proteinase K) (0.125 mg/mL, Sigma, U.S.A)를 처리한다. 배양 시킨 것에 DMEM을 처리하여 프로티네아제 K (proteinase K)의 활성을 억제하고 나서 4°C 1000 rpm 원심 분리기에서 10분간 원심 분리 시킨다. 원심분리에 의하여 3T3 세포 pellet은 DMEM 300  $\mu$ L에 현탁시키고 이중 20  $\mu$ L를 항온 수조에서 40°C로 유지되던 0.75% low melting point agarose (LMA)용액 75  $\mu$ L와 섞은 후 신속하게 0.5% normal melting point agarose (NMA)가 precoating된 slide에 도말 한다. 다시 0.75% LMA 75  $\mu$ L로 한번 더 도말한 뒤에 alkali lysis buffer에 1시간 동안 용해시킨다. 그 후에 예비 전기영동을 한 뒤 25 V/300 mA에서 20분간 전기영동을 한다.

전기 영동 후 각각의 slide들은 0.4 M Tri 완충용액 (pH 7.4)으로 충분히 세척하고 처리구별 3T3 세포의 DNA 손상정도를 살펴보기 위하여 형광 염색시약 YoYo-1 (10  $\mu$ g/mL, Molecular Probes, U.S.A) 75  $\mu$ L로 염색한다. 염색된 slide는 위상차 현미경 상에서 250배로 관찰 한다. CCD Camera (Cohu, U.S.A.)를 통해 보내진 각각의 세포핵은 comet image analyzing system (perceptive instrument, UK)이 설치된 컴퓨터상에서 분석한다.

세포액의 MNNG에 의한 DNA손상 및 홍삼, 청국장, 그리고 혼합물에 의한 손상 억제 정도는 100개의 DNA 손상정도를 측정하고, 각 처리구는 5회 반복 실험한다.

#### **다. In vivo 위, 대장세포 손상 측정 실험**

In vivo에서의 single cell gel electrophoresis는 Boekel 등의 방법(15)을 응용하였다. Sprague-Dawley Rat(8주령, 200~300g, ♂)을 본 실험의 실험동물로 사용한다. Sprague-Dawley Rat에 MNNG를 3주간 2일 간격으로 경구 투여하여 위와 대장 세포의 손상을 유발 시킨다. 대조군은 그 후 3주 동안 사료만 제공한다. 반면 실험군은 3주동안 홍삼과 청국장, 그리고 혼합물을 2일 간격으로 경구 투여한다. 총 6주가 지난 후 쥐로부터 조심스럽게 10 cm정도의 위와 대장을 적출하여 0.9% NaCl 용액으로 위와 대장안의 내용물을 세척한 후에 점액질 성분을 제거하기 위해 40 mM DTT 용액을 대장 안에 주입한 후에 20 mL HBSS가 준비된 50 mL falcon tube안에 대장을 넣고 4°C에서 10분간 반응시킨다. 반응 후에 위와 대장을 다시 0.9% NaCl용액으

로 다시 세척하고 프로티나제-K(proteinase K)(PBS 10 µg/mL) 용액으로 채워 37°C에서 30분간 진탕 항온조에서 반응시킨 후, 위와 대장을 길이방향으로 자르고 HBSS 용액에 조심스럽게 흔들면서 현탁시킨다. 그 후 현탁액을 원심분리(100 rpm, 4 min)하여 상등액을 제거하고 다시 RPMI incomplete 배양액에 재현탁한다. 세포 현탁액 20 µL를 항온 수조에서 40°C로 유지되던 0.75% low melting point agarose (LMA) 용액 75 µL와 섞은 후 0.5% normal melting point agarose(NMA)가 precoating된 slide에 도말한다. 도말된 slide가 건조되면, 0.75% low melting point agarose (LMA)용액 75 µL로 다시 도말 한 뒤에 alkali lysis buffer로 용해한 후에 전기영동을 25 V/300 mA에서 실시한다. 세포 관측은 single cell gel electrophoresis와 동일하다.

### 3. 홍삼 융합 청국장 소재의 혈당조절기능 검증시험

#### 가. 동물실험 방법

##### 1) 실험적 접근 방법

본 연구에서는 청국장 및 홍삼청국장 융합소재의 항당뇨 기능성 검증을 위해 제 2형 당뇨병모델 동물인 C57BL/KsJ-db/db (db/db) 마우스를 이용하여 실험하였다. 본 연구의 동물모델로 사용한 db/db (diabetic) 마우스는 lep/rdb로서 C57BL/KsJ계통이며 4번 염색체의 열성유전자 db로부터 돌연변이를 유도해 당뇨를 유발시킨 형질전환동물모델이다. db 유전자는 렙틴 수용체 (leptin receptor)에 해당하며 이 유전자에 돌연변이가 일어나면 2형 당뇨병이 유발된다. 따라서 db/db 마우스는 식욕이상항진 (hyperphagic)을 보이며 이로 인해 비만 (obese), 고혈당증, 고인슐린혈증 및 인슐린 저항성 현상이 1개월 때부터 나타난다. 2~4개월 사이에 고인슐린혈증과 고혈당증이 최고에 이르는 시기까지도 체중증가가 지속되지만 6~10개월 사이 케톤혈증 (ketosis) 증상을 보이면서 더 이상 체중증가를 나타내지 않는다. 본 연구의 주된 실험내용은 실험 식이를 공급한 당뇨마우스의 주요 장기내의 효소활성도 및 혈장과 각각의 측정 지표를 이용하여 당질 및 지질대사와 항산화대사에 대하여 살펴봄으로써, 청국장과 홍삼청국장의 건강기능식품 소재로서의 응용가능성을 알아보고자 하였다.

## 2) 동물실험 및 실험 디자인

본 연구의 실험동물 디자인은 Fig. 2.1과 같이 하였다. 실험동물은 제 2형 당뇨병 모델인 C57BL/KsJ-db/db 마우스 (웅성, 5주령)를 국내 (주)오리엔트사를 통해 미국의 제노믹스사 (Jackson laboratory, USA)로부터 수입하여 사용하였다. 2주간 pellet형태의 lab-chow 식이를 제공하면서 사육환경에 적응시킨 후, 혈당과 체중이 유사하도록 난괴법 (randomized block design)에 의해 실험동물을 10마리씩 5군으로 분류하였다. 정상식이 (AIN-76 semisynthetic diet)를 하는 대조군과 정상식이에 0.005% rosiglitazone을 첨가한 약물대조군, 각각 5% 청국장 및 5% 홍삼청국장, 5% 홍삼청국장가수분해물을 첨가한 시험군들로 구성하였으며 6주간 실험식이를 제공하였다 (Table 2.1).

동물 사육실의 환경은 항온 ( $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ), 항습 ( $50\pm 5\%$ ), 그리고 12시간 간격 (light on 07:00~19:00)의 광주기로 일정한 조건을 유지하였고 동물은 stainless cage에 한 마리씩 분리하여 사육하였다. 식이와 식수는 자유롭게 섭취하도록 (ad libitum)하였고, 모든 실험식은 사육기간 동안  $4^{\circ}\text{C}$ 에서 냉장보관 하였다. 식이섭취량은 매일 일정한 시간에 측정하여 기록하였고, 매주 동일한 시간에 혈당농도 및 체중을 측정하였다. 분변시료분석을 위해 사육기간 마지막 5일 동안 분변을 수집하여 건조시킨 후 냉동보관 하였다.

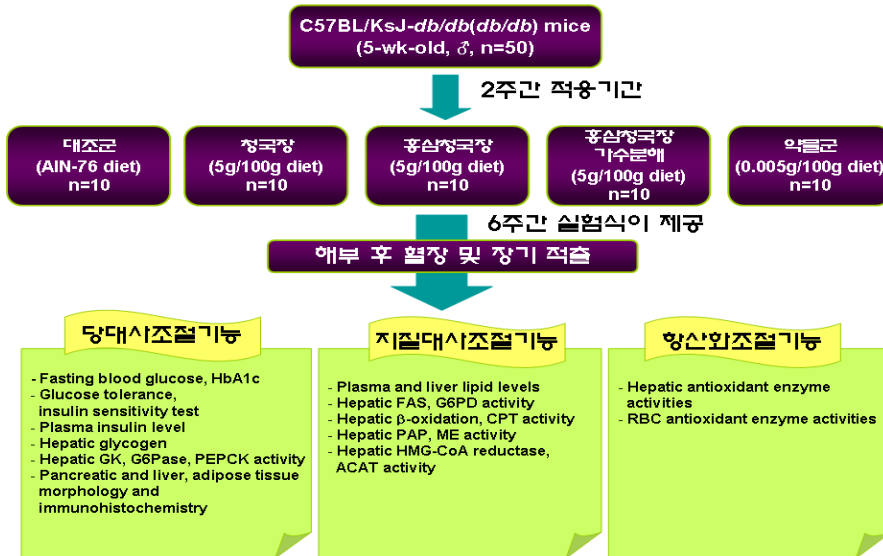


Fig. 2.1. Experimental design.

대조군(DB control); diabetic control, 청국장(CH); 홍삼청국장(RGCH); red ginseng, 홍삼청국장 가수분해(hydro-RGCH); Hydrolyate of red ginseng, 약물군(Rosi); rosiglitazone.

Table 2.1. Diet composition of experimental diet (unit : % of diet)

Component \ Group	DB control	CH	RGCH	Hydro-RGCH	Rosi
Casein	20	17.48	17.72	17.38	20
D, L-methionine	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Sucrose	50	48.92	48.66	48.87	49.995
Corn starch	15	15	15	15	15
Cellulose	5	5	5	5	5
Corn oil	5	3.83	3.86	3.99	5
Cholin bitartrate	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Mineral mixutre <sup>1)</sup>	3.5	3.27	3.25	3.26	3.5
Vitamin mixutre <sup>2)</sup>	1	1	1	1	1
cheonggukjang		5			
Red ginseng cheonggukjang			5		
Hydrolyate of red ginseng cheonggukjang				5	
Rosiglitazone					0.005
<b>Total (%)</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

DB control; diabetic control CH; , RGCH; red ginseng , Hydro-RGCH; hydrolyate of red ginseng , Rosi; rosiglitazone. 1)AIN-76 mineral mixture, 2)AIN-76 vitamin mixture.

**Table 2.2. General composition of , red ginseng cheonggukjang and hydrolate of red ginseng cheonggukjang (unit: %)**

Composition	CH	RGCH	Hydro-RGCH
Moisture	6.79 ± 0.09	4.94 ± 0.15	6.85 ± 0.10
Crude protein	50.45 ± 1.51	45.51 ± 1.41	52.39 ± 0.40
Crude fat	23.47 ± 0.22	22.79 ± 0.07	20.15 ± 0.26
Carbohydrate	14.63 ± 0.46	21.79 ± 0.41	15.85 ± 0.20
Ash	4.66 ± 0.01	4.97 ± 0.03	4.76 ± 0.05

Mean ± SD of triplicate determination

CH: , RGCH: red ginseng , Hydro-RGCH: hydrolyate of red ginseng .

### 3) 시료 수집

6주간 매주 공복 혈당 및 인슐린 농도 측정은 6시간 절식 후, 마취없이 꼬리 채혈을 통해 얻은 혈액을 사용하였다. 사육이 끝난 실험동물은 희생 전 12시간 동안 절식시킨 후 에테르를 흡입시켜 1차 마취시킨 후 ketamin-HCl (유한양행, 75 mg/kg BW)을 근육 주사하여 2차 마취시킨 다음 복부 하대 정맥 (inferior vena cava)에서 정맥액을 채취하였다. 채취한 혈액 중 일부는 당화헤모글로빈 (HbA1c) 측정을 위해 EDTA로 처리하였으며 나머지는 헤파린으로 처리 후 1,000×g, 4℃에서 15분간 원심 분리하여 혈장을 분리하였고 인슐린 (insulin), 글루카곤 (glucagon) 및 지질 농도를 측정하기 위해 분석까지 -70℃에 보관하였다. 각 실험동물의 장기조직 (간, 심장, 신장, 부고환지방, 췌장, 동맥)은 채혈 후 즉시 적출하여 PBS (phosphate buffered saline) 용액으로 수차례 헹구고 표면의 수분을 제거하여 칭량하였다. 장기조직 이외의 다른 근육과 등 부분 갈색지방 조직을 제거하여 측정하였다. 간, 동맥의 일부는 현미경분석을 위해 10% formaldehyde 용액에 고정시켰고, 췌장조직은 PBS와 10% formaldehyde를 9대 10으로 혼합한 용액에 고정시켰다. 나머지 장기조직은 글리코젠 (glycogen) 및 지질 정량을 위해 적출 즉시 액체질소에 급속냉각 시킨 후 -70℃에 보관하였다.



#### 4) 생화학적 분석

##### 가) 혈당 및 HbA1c 측정

혈당강하 정도를 측정하기 위해 실험 기간 중 7일 간격으로 꼬리정맥을 통해 채혈한 후 glucose oxidase 방법으로 혈당량을 측정하였다. 또한 실험 종료 후 수집한 혈액으로 commercial kit를 이용하여 HbA1c 함량을 측정하였다. HbA1c는 hemoglobin  $\beta$ -chain과 N-terminal valine 및 포도당의 carbonyl group 간의 가역적 축합에 의해 생긴 schiff base가 Amadori 산물로 변형된 것인데, 이것의 농도는 혈중 포도당 농도와 비례하고 hemoglobin의 반감기가 60일 정도라 약 60일간의 혈당치를 알 수 있다.

##### 나) 내당능 측정

실험 종료일에 12시간의 절식 후 포도당 용액을 체중 kg 당 1 g씩 복강 내에 투여하고 각각 0, 30, 60, 90, 120분 경과 후에 꼬리 채혈을 통해 혈액을 수집하였다. 혈당량은 glucose analyzer를 이용하여 glucose oxidase 방법으로 측정하였다.

다) 주별 혈장 인슐린, 희생시 얻은 혈장과 췌장의 인슐린 농도 및 leptin의 함량 측정

3주 간격으로 꼬리정맥의 채혈을 통해 얻은 혈장과 희생시 얻은 혈장의 인슐린 농도는 mouse insulin ELISA kit (crysstal chem, USA)를 이용하여 측정하였다. 췌장의 인슐린 분석은 Kenji Shima 등 (13)의 방법을 수정하여 사용하였는데, pancreatic islet을 분리한 뒤 Elisa kit로 측정하였다. 희생시 얻은 췌장을  $-75^{\circ}\text{C}$ 에서 보관하였으며, 인슐린 정량시에는 췌장 1g당 10ml의 acid-ethanol (75% ethanol, 23.5% water, and 1.5% HCl)을 넣은 후 homogenize 하여 췌장의 인슐린을 추출하였다. 추출된 인슐린은  $4^{\circ}\text{C}$ 에서 72시간 저장해 두었다가 10,000 rpm으로 30분간 원심분리하여 얻은 상층액을 mouse insulin ELISA kit를 이용하여 인슐린 농도를 측정하였다.

##### 라) 간조직의 glycogen 함량

간조직 1 g당 30% KOH 용액을 5배가한 후 빙냉상태에서 glass teflon homogenizer (Glascol, 099C K44, USA)로 분쇄하였다. 이것을  $100^{\circ}\text{C}$ 에서 30분간 반

응시킨 후 에탄올로 침전시키고 세척한 후 증류수에 녹여 글리코겐 함량 측정에 사용하였다. 글리코겐 함량은 anthron 시약을 가한 후 100℃에서 10분간 반응 시킨 후 620 nm에서 흡광도 변화를 측정하였다.

마) 당질대사 관련효소 활성화도

(1) 간조직의 glucokinase(GK) 측정

Davidson and Arion 등 (16)의 방법에 따라 NAD<sup>+</sup>가 NADH로 환원되는 정도를 측정하였다. Glucokinase 활성화도 단위는 cytosolic protein 1 mg당 1분간 생성된 NADH의 nmol로 나타내었다.

(2) 간조직의 glucose-6-phosphatase(G6Pase) 측정

Alegre 등(17)의 방법을 수정, 적용하였다. 효소활성 단위는 1분간 mol glucose-6-phosphatate 1 mol의 가수분해를 촉매하는 효소의 양으로 정하여 산출하였다.

(3) 간조직의 phosphoenolpyruvate carboxykinase(PEPCK) 측정

Bentle and Lardy (18)의 분광광도법에 따라 oxaloacetate 생성 정도를 측정하였고, PEPCK 활성화도 단위는 cytosolic protein 1 mg당 1분간 생성된 oxaloacetate의 nmol로 나타내었다.

바) 췌장조직의 면역조직화학적·조직병리학적 관찰

췌장을 적출하여 10% 중성 포르말린 용액에 24시간 고정시킨 후 일반적인 파라핀 포매과정을 거쳐 poly-L-lysine으로 처리된 슬라이드에 5 um 두께의 조직절편을 제작하였다. 인슐린 분비세포 ( $\beta$ -세포)와 글루카곤 분비세포 ( $\alpha$ -세포)에 대하여 avidin-biotin complex 방법으로 췌장소도에 대한 면역조직화학적 염색을 실시함. 또한 hematoxylin & eosin 염색을 시행하여 광학현미경으로 관찰하였다.

사) 혈장 및 간조직의 지질농도 측정

혈장 유리지방산은 Enzymatic non-esterified fatty acid (NEFA) kit로 측정함. 혈중 총 콜레스테롤 및 중성지방은 효소법을 이용 아산제약 kit를 사용하여 500 nm

및 550 nm에서 각각 흡광도를 측정하였고, 표준곡선을 기준으로 농도를 계산하였다. 혈장 HDL-콜레스테롤은 dextran sulfate-MgCl<sub>2</sub> 침전법으로 분리한 후 혈장 총 콜레스테롤 측정법과 동일한 방법으로 정량하였다. 간조직 지질은 Folch법으로 추출한 후, 효소시액에 유화제인 0.5% Triton X-100와 3 mM sodium cholate를 혼합하여 탁도를 제거한 후 혈장 콜레스테롤 및 중성지방과 같은 방법으로 측정하였다.

#### 아) 지질대사 관련 효소 활성화도

##### (1) 간조직의 fatty acid synthetase(FAS) 측정

Carl 등(19)이 실시한 방법을 수정 보완하여 측정하였다. FAS 활성화도 단위는 cytosolic protein 1 mg당 1분간 산화된 NADPH의 nmol로 나타내었다.

##### (1) 간조직의 $\beta$ -oxidation 측정

Lazarow (20) 방법을 수정 보완하여 NAD<sup>+</sup>가 NADH로 환원되는 정도를 340 nm에서 측정하였다.  $\beta$ -oxidation 활성화도 단위는 mitochondrial protein 1 mg당 1분간 환원된 NAD nmol로 나타내었다.

##### (3) 간조직의 carnitine palmitoyl transferase (CPT) 측정

Mitochondria에서 carnitine이 palmitoyl-CoA를 기질로 생성된 총 CoASH 생성물을 412 nm에서 흡광도 변화를 측정하였다.

##### (4) 간조직 glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD) 측정

G6PD 활성화도는 NADP<sup>+</sup>가 G6PD에 의해 NADPH로 환원되는 정도를 측정하였다. (Pitkanen, (21)). 즉 3.3 mM MgCl<sub>2</sub>를 함유하는 55 mM Tris-HCl (pH 7.8) 900  $\mu$ l에 6 mM NADP<sup>+</sup> 40  $\mu$ l, 0.1 M glucose-6-phosphate 40  $\mu$ l, 그리고 효소원 20  $\mu$ l를 순서대로 첨가한 후 340 nm에서 90초 동안 NADPH의 생성을 흡광도 변화를 통해 측정하였다. G6PD 활성화도 단위는 cytosolic protein 1 mg 당 1분간 생성된 NADPH의 농도를 nmol로 나타내었다.

##### (5) Phosphatidate phosphohydrolase (PAP) 측정

PAP 활성화도 측정은 Walton 등 (22)의 방법에 따라 0.05M Tris-HCl (pH 7.0),

1.25 mM EDTA, 1.0 mM MgCl<sub>2</sub> 및 0.9% NaCl 용액에 용해시킨 1 mM phosphatidate와 phosphatidylcholine에 효소원을 가하여 반응을 시작했음. 37°C에서 15분간 반응시킨 후 1.8 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 가하여 반응을 정지시키고 1.25% ascorbic acid, 0.32% ammonium molybdate와 0.13% SDS를 넣고 45°C에서 20분간 반응시키고 820nm에서 그 흡광도를 측정하였다.

#### (6) Malic enzyme (ME) 측정

0.4 M triethanolamine (pH 7.4), 30 mM malic acid, 0.12 M MgCl<sub>2</sub>, 3.4 mM NADP와 효소원을 넣고 26°C에서 1분간 생성된 NADPH의 양으로 나타내었다.

(7) 간조직의 HMG-CoA (3-hydroxy-3-methylglutaryl CoA) reductase 측정  
효소원인 microsome 분리하는 Hulcher 등 (23)의 방법을 약간 수정하여 시행하고, Bradford 방법으로 단백질을 정량함. 효소 활성도는 [14C] 동위원소를 이용하여 측정함. 활성도는 1분 반응당 microsome 단백질 1 mg이 생성하는 mevalonate양을 pmol로 나타내었다.

(8) 간조직의 ACAT (acyl-coenzyme A : cholesterol acyltransferase) 측정  
간조직 microsome을 효소원으로 이용함. 효소 활성도는 [14C] 동위원소를 이용하여 효소활성도는 1 mg의 microsome 단백질이 1분간 생성하는 cholesteryl oleoate의 pmol수로 나타내었다.

#### 자) 통계처리

SPSS package program을 이용하여 실험결과를 분석하고, 각 군의 평균차이에 대한 유의성 검정을 위해 ANOVA를 실시하였다. 다군간의 차이는 Duncan's multiple range test에 의해  $p < 0.005$  이상의 수준에서 검정하며 그 결과를 standard error (S.E.)와 함께 표시하여 나타내었다.

### 나. 인체실험 방법

#### 1) 인체시험 및 실험 디자인

당해연도에는 청국장과 홍삼청국장의 혈당조절기능에 대한 인체시험을 실시하였다. 그 구체적인 실험 디자인은 다음과 같다.

가) 인체시험 피험자 모집

(1) 모집기간 : 2007년 4월 ~ 2007년 6월 (3개월)

(2) 대상자 : 25 ~ 60세 성인 남녀 45명

(3) 대상기준 :

공복혈당 100~150 mg/dL의 내당능 장애 및 가벼운 당뇨증상을 가진 자, 당뇨병 유병 기간이 비교적 짧은 자, 심한 합병증이 없는 자로 제한·선별하였다.

나) 예비 공복혈당 수준을 근거로 무작위 배정으로 3개군으로 분류하여 실험 진행

(1) 대조군(control) : Starch, 2 g/day, 15명(참고; 소화 과정에 초래되는 부작용을 고려하여 대조군에 제공된 starch의 양은 2g으로 제한)

(2) 청국장군(CH) : 청국장, 20 g/day, 15명

(3) 홍삼청국장군(RGCH) : 홍삼청국장, 20 g/day, 15명

(4) 복용기간 및 방법 : 8주간 매일 아침 / 저녁 식후(2회/일)에 섭취하도록 하였다.

(5) 대상자들은 일상적인 식생활 및 생활습관을 유지하도록 하였다.

다) 인체시험 피험자 모니터링

(1) 모니터링 기간 : 8주

(2) 모니터링 방법 : 주 1회 전화로 시험 식품의 섭취 여부, 실험기간 중 나타날 수 있는 부작용 또는 불편 사항 (설사, 장내가스 발생, 어지러움, 복통, 구토 등)을 조사하였다.

(3) 격주마다 자가혈당측정계(글루코닥터슬립, (주)그린메디칼)를 이용하여 12시간 절식한 피험자들의 손끝에서 채혈하여 공복혈당을 측정하였다.

(4) 실험전 (0주) 및 실험후 (8주)에 공복혈액과 소변을 채취하였다.

혈액은 원심분리하여 혈장 및 적혈구를 분리한 후 biomarker 분석을 위해 -20℃에 보관하였다.

## 2) 생화학적 분석

### 가) 바이오마커 측정 및 시료 분석

#### (1) 공복 혈당 측정

실험전 (0주) 및 실험후 (8주) 공복혈당 농도는 12시간 절식한 피험자들의 공복 정맥혈을 채취하여 혈액자동분석기 (Cholestech LDX System, USA)를 이용하여 측정하였다. 또한 실험기간 8주 동안 격주로 자가혈당계를 이용하여 공복 혈당을 측정하였다.

#### (2) 신장 기능 관련 바이오마커 분석 - BUN, creatinine, albumin

실험전 (0주) 및 실험후 (8주)에 수집된 혈액을 이용하여 신장 기능 관련 바이오마커를 측정하였다. BUN(혈중 요소질소량), creatinine, albumin은 아산제약 kit를 이용하여 효소법으로 분석하였다.

#### (3) 당화헤모글로빈 (HbA1c) 측정

HbA1c commercial kit(NycoCard HbA1c )를 이용하여 0주 및 8주에 채혈한 공복시 전혈의 당화헤모글로빈농도를 측정하였다. HbA1c 는 hemoglobin  $\beta$ -chain과 N-terminal valine 및 포도당의 carbonyl group간의 가역적 축합에 의해 생긴 schiff base가 Amadori 산물로 변형된 것인데, 이것의 농도는 혈중 포도당 농도와 양의 상관관계를 가지며, 2~3개월간의 혈당 조절 상태를 파악 할 수 있다.

#### (4) 당뇨병 관련 지표 - Insulin, C-peptide 측정 및 인슐린 감수성 지표 (homeostasis model assessment of insulin resistance(HOMA-IR) 계산

인슐린과 C-peptide는 proinsulin의 효소적 분해산물로서 C-peptide 함량은 인슐린 그 자체보다 인슐린 분비의 가치있는 지표로 보고되고 있다. Insulin과 C-peptide 는 ELISA kit (Mercodia AB, Uppsala, Sweden)를 이용하여 측정하였다. 인슐린 감수성 지표인 HOMA-IR는 [공복인슐린(uU/ml)× 공복포도당(mmol/L)]/22.5로 계산하여 구하였다.

#### (5) 지방세포 분비 호르몬 및 cytokine 분석 ; Leptin, Adiponectin 및 Resistin

Leptin, adiponectin, resistin과 같은 adipokine은 호르몬 작용이나 지방세포에 대한 국소작용으로 인슐린저항성 발생의 중요한 결정 인자 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 혈장 leptin, adiponectin, resistin 농도는 ELISA kit (R&D system, USA)를 이용하여 immunoassay(효소면역측정법)로 측정하였다.

(6) 염증관련 혈장 cytokine 측정 ; IL-1 $\beta$ , IL-6, IL-8, IL-10 및 TNF- $\alpha$   
혈장 IL-1 $\beta$ , IL-6, IL-8, IL-10 및 TNF- $\alpha$  농도는 ELISA kit (R&D system, USA)를 이용하여 immunoassay로 측정하였다.

(7) 간 독성 관련 지표 - AST(GOT) 및 ALT( GPT) 활성도  
AST 및 ALT는 간세포 내에 포함된 효소로서 간세포가 파괴되거나 손상을 받으면 혈액으로 방출되어 혈중 농도가 증가함. AST 및 ALT 활성도는 실험전 (0주), 실험후 (8주) 혈장을 자동 분석기 (Choestech LDX System, USA)를 이용하여 측정하였다.

(8) 동맥경화 관련 지표 - C-reactive protein (CRP) 및 Lipoprotein (a)(Lp(a))  
CRP는 C-reactive protein kit (Nycocard CRP, Norway)를 이용하여 측정하였다. Lp(a)는 Lp(a) ELISA kit (ALerCHEK,INC, USA)로 측정하였다.

(9) 지질관련 혈장 biomarker 분석  
혈액 triglyceride (TG), total cholesterol (TC), low-density lipoprotein cholesterol(LDL-C), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C)농도는 혈액자동 분석기(Choestech LDX System, USA)을 이용하여 측정하였다.

혈장 free fatty acid (유리지방산)은 enzymatic non-esterified fatty acid (NEFA) kit를 사용하여 효소법으로 측정하였고, phospholipids(인지질)는 분석 kit (신양화학, 서울)를 사용하여 효소법으로 측정하였다.

(10) 적혈구 항산화대사 관련지표 분석  
(가) Catalase(CAT)  
Aebi (24)의 방법에 따라 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>의 흡광도 변화와 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>의 몰흡광계수로 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>의 농도를 구한 다음 감소된 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 nmol/min/mg protein으로 계산하여 효소활성도를

측정하였다.

(나) 지질과산화물 thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) 함량 측정  
적혈구 지질과산화물 함량 측정은 Tarladgis 등 (25)의 방법을 이용하였다. 혈장 및 간조직 분쇄물을 이용하여 TBA 반응산물의 양을 535 nm에서 흡광도를 측정하였다. MDA 표준용액은 tetramethoxypropane을 가수분해하여 조제한 TBA-MDA chromopore로부터 표준곡선을 얻고, 이 곡선으로부터 TBA 반응물질 양을 MDA equivalent로 산출하였다.

나) 통계처리

SPSS version 11.5 package program을 이용하여 실험결과를 분석하였고, 각 군간의 평균차이에 대한 유의성 검정을 위해 ANOVA를 실시하였다. 다군간의 차이는 Duncan's multiple range test에 의해  $P < 0.05$  수준에서 검정하였다.

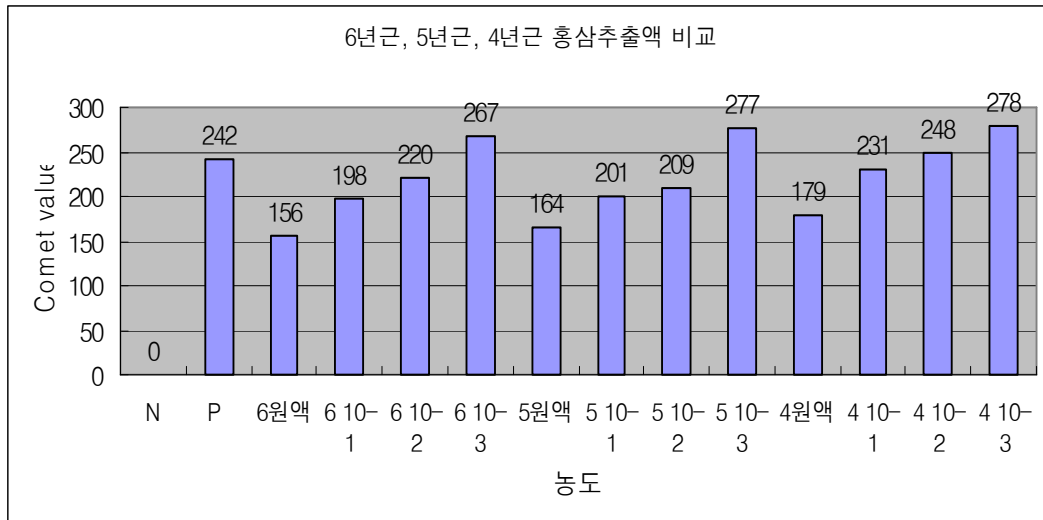
각 군별 식품 섭취 전·후의 평균차이에 대한 유의성 검정을 위해 Student's t-test를 실시하였다. P값이 0.05 미만일 때 통계학적으로 의미가 있는 것으로 판단하였으며, 모든 측정값은 mean  $\pm$  standard error (S.E.)와 함께 표시하여 나타내었다.

### 제 3 절 결과 및 고찰

#### 1. 홍삼 융합 청국장 소재의 항 유전독성 효과 (in vitro)

가. 연근별 홍삼의 comet assay를 이용한 항 유전독성 비교



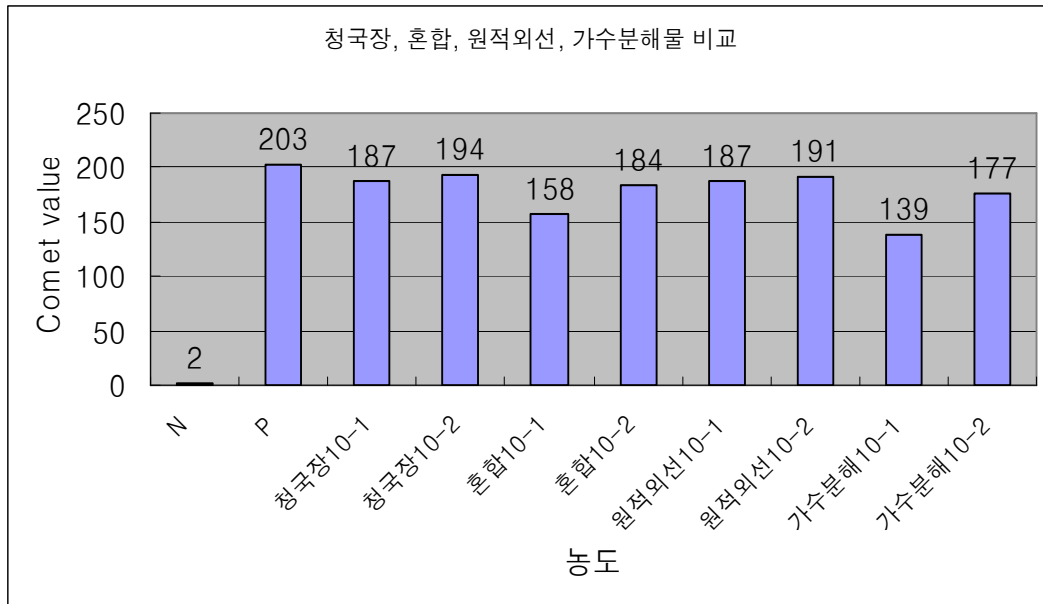


**Fig. 2.2. Anti-genotoxicity effect between 4years, 5years and 6years red ginseng by comet assay.**

(1/10-1 = 10times dilution, 1/10-2 = 100times dilution, 1/10-3 = 1,000times dilution.)

즉, 풍기지역에서 생산된 4-6년 근 홍삼의 비교실험에서 5년 근과 6년 근은 anticarcinogenic effect의 차이가 없음을 알 수 있으나, 4년 근의 경우 6년 근과 5년 근에 비해 효과가 약함을 알 수 있다. 그리고 Positive 결과는 MNNG를 처리하였을 때 나타나는 결과이다. 이 결과와 비교하여 그 값이 낮으면 DNA repair가 일어났다는 것을 의미하므로, 곧 anticarcinogenic effect가 나타남을 보여주었다.

**나. 청국장, 홍삼청국장 및 홍삼청국장 가수분해물의 comet assay를 이용한 항 유전독성 비교**



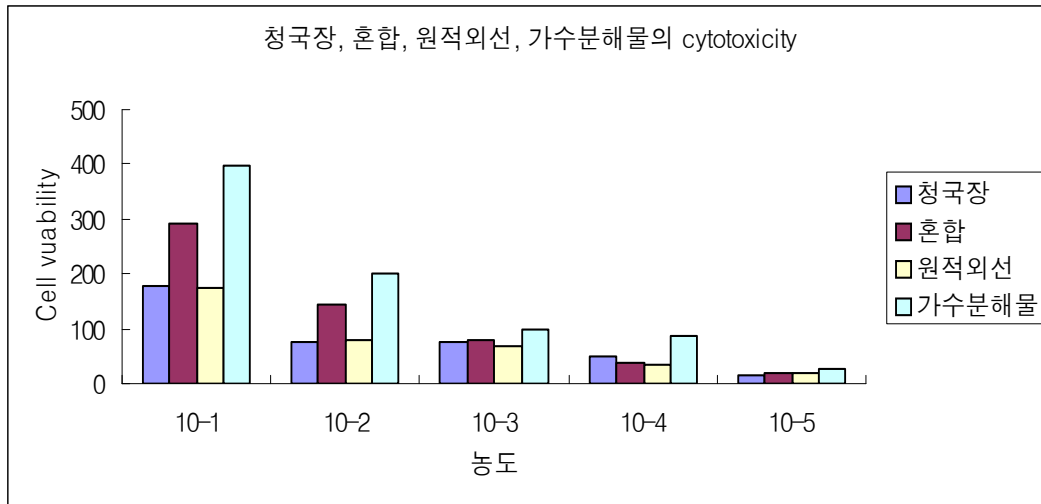
**Fig. 2.3. Anti-genotoxicity effect differences between chunggukjang, these mixtures and these hydrolyzed mixture by comet assay.**

(1/10-1 = 10times dilution, 1/10-2 = 100times dilution.)

이상과 같이 anti-genotoxicity effect를 살펴봄에 있어서 청국장을 단독으로 처리했을 때는 좋은 효과를 나타내지 못하였으나 홍삼청국장과 그 가수분해물은 10배 희석했을 때 각각 약 22%와 31%의 DNA repair 효과를 나타내었다.

## 2. 홍삼 융합 청국장 소재의 세포 안전성 검사

### 가. 청국장, 홍삼청국장, 원적외선처리 홍삼청국장 및 홍삼청국장 가수분해물의 cytotoxicity 비교



**Fig. 2.4. Cell safety differences between red ginseng and chunggukjang mixture materials.**

(1/10-1 = 10times dilution, 1/10-2 = 100times dilution, 1/10-3 = 1,000times dilution, 1/10-4 = 10,000times dilution , 1/10-5 = 100,000times dilution).

MTT assay를 이용하여 청국장, 홍삼청국장, 원적외선처리 홍삼청국장 및 홍삼청국장 가수분해물의 세포안전성을 관찰하였다. 그 결과 청국장, 홍삼청국장, 원적외선처리 홍삼청국장, 홍삼청국장 가수분해물은 그 안전성이 매우 유효함을 알 수 있었다. 그 중에서 홍삼청국장 가수분해물의 경우 그 안전성이 특히 높은 것으로 나타났다.

#### 나. 홍삼 및 청국장의 혼합비에 따른 in vitro test를 이용한 유전독성 비교

Table 2.2. Comet value(DNA damage) and DNA repairing state of RG, CH, and these mixtures in vitro

Control	Comet value (DNA damage)	
Positive control	216	
Negative control	2	
Sample	Comet value (DNA damage)	DNA repair (%)
홍삼분말	188	12.09
청국장분말	207	4.1
홍삼 : 청국장 (10:90)	181	16.21
홍삼 : 청국장 (33:66)	169	21.76
홍삼 : 청국장 (50:50)	158	26.86

### 3. 홍삼 융합 청국장 소재의 항암 효과 (in vivo)

가. 홍삼 및 청국장의 혼합비에 따른 in vivo test를 이용한 anticarcinogenic effect 비교

Table 2.3. In Sprague-Dawley Rat colon, anti-carcinogenic effect of red ginseng and chunggukjang mixtures according to the ratio of each ingredient in vivo

Control	Comet value(DNA damage)	
Positive control	248	
Negative control	20	
Sample	Comet value(DNA damage)	DNA repair (%)
홍삼분말	201	18.95
청국장분말	218	12.09
홍삼 : 청국장 (10:90)	192	22.58
홍삼 : 청국장 (33:66)	176	29.03
홍삼 : 청국장 (50:50)	157	36.69

Table 2.4. In Sprague-Dawley Rat stomach, anti-carcinogenic effect of red ginseng and chunggukjang mixtures according to the ratio of each ingredient in vivo

Control	Comet value(DNA damage)	
Positive control	232	
Negative control	13	
Sample	Comet value(DNA damage)	DNA repair (%)
홍삼분말	199	8.62
청국장분말	207	5.17
홍삼 : 청국장 (10:90)	183	15.51
홍삼 : 청국장 (33:66)	168	21.98
홍삼 : 청국장 (50:50)	155	27.58

나. 홍삼 및 청국장의 혼합 종류별에 따른 in vivo test를 이용한 anticarcinogenic effect 비교

Table 2.5. In Spraque-Dawley Rat colon, anti-carcinogenic effect of red ginseng and chunggukjang mixtures according to the types in vivo

Control	Comet value(DNA damage)	
Positive control	209	
Negative control	12	
Sample	Comet value(DNA damage)	DNA repair (%)
청국장	189	9.56
홍삼청국장	149	34.44
원적외선처리 홍삼청국장	151	27.75
홍삼청국장 가수분해물	135	40.19

Table 2.6. In Spraque-Dawley Rat stomach, anti-carcinogenic effect of red ginseng and chunggukjang mixtures according to the types in vivo

Control	Comet value(DNA damage)	
Positive control	215	
Negative control	17	
Sample	Comet value(DNA damage)	DNA repair (%)
청국장	201	6.51
홍삼청국장	157	26.98
원적외선처리 홍삼청국장	168	21.86
홍삼청국장 가수분해물	142	33.95

5년 근과 6년 근 홍삼의 anticarcinogenic effect는 차이가 없었으며, 5년 근 홍삼과 청국장을 혼합했을 때 synergic effect가 유의적으로 나타났다. 그리고 cell viability를 MTT assay를 통하여 확인한 결과, 홍삼시료의 안전성을 확보할 수 있었

## 다. 청국장, 홍삼청국장, 원적외선처리 홍삼청국장, 홍삼청국장 가수분해물의 cytotoxicity

청국장, 홍삼청국장, 원적외선처리 홍삼청국장, 홍삼청국장 가수분해물의 cytotoxicity를 측정한 결과, 그 안전성이 매우 유효함을 알 수 있었고, 특히 홍삼청국장 가수분해물의 안전성이 가장 두드러졌다. 1차년도 풍기지역에서 홍삼가공적성이 우수한 것으로 나타난 5년 근 홍삼분말과 청국장 분말의 비율을 달리하여 anticarcinogenic effect와 in vivo test를 위한 동물에서의 anticarcinogenic effect를 확인한 결과, 청국장이나 홍삼 단독보다는 혼합군이 훨씬 좋은 상승적 결과를 보여주었다. 특히 동물실험에서도 확연한 차이를 보이면서 홍삼과 청국장을 50:50으로 융합한 군이 가장 좋은 결과를 나타내었다. 특히 1과제/위탁과제와 연계하여 진행한 홍삼청국장 가수분해물의 동물실험 결과에서는 무처리군에 비해 약 7% 정도의 DNA repair 효과가 높아졌음을 확인하였다.

## 4. 홍삼 융합 청국장 소재의 혈당조절기능 검증

### 가. 동물실험 결과

#### 1) 홍삼 및 청국장 융합소재 보충에 의한 당대사조절효과

##### 가) 식이섭취량, 체중증가량 및 장기무게 비교

6주 동안 실험식이를 급여한 각 군의 식이섭취량, 체중증가량 및 체중 당 장기무게는 Table 7과 같다. 식이 섭취량은 6주 동안 평균 3~4g/일 정도를 섭취하였으며, 실험물질군은 당뇨대조군과 유의적인 차이를 보이지 않았으나 약물대조군이 다른 군들에 비해 유의적으로 섭취량이 많았다. 실험기간 동안의 체중변화는 Fig. 2.5에서 보는 바와 같이 Rosi군이 2주째부터 유의적 차이를 보이기 시작하여 실험 시작시보다 36%정도 증가하였고, 6주째에는 청국장 (CH)군도 당뇨대조군에 비해 유의적으로 증가하였다. 또한 홍삼청국장 (RGCH)군 및 홍삼청국장 가수분해 (Hydro-RGCH)군은 당뇨대조군에 비해 높은 경향을 보였으나 유의성은 없었다. 체중 g당 장기무게의 비교 결과는 Table 3에서 보는 바와 같이, 심장 무게는 군간 유의적인 차이를 보이지 않았으나 간 무게는 CH군이 나머지 군들에 비해 유의적으로

높았던 반면 신장 무게는 Rosi군이 다른 군들에 비해 유의적으로 낮았다 ( $p < 0.05$ ). 체중 g당 갈색지방의 무게는 Rosi군이 다른 군에 비해 83% 정도 높았으며 이에 반해 부고환백색지방은 다른 시험군들에 비해 유의적으로 작았다. 그러나 부고환백색지방과 신주위지방, 등갈색지방을 합한 총 지방무게의 경우 Rosi군이 다른 군에 비해 유의적으로 높았으며 근육무게는 실험물질군인 CH, RGCH 및 Hydro-RGCH군이 당뇨대조군에 비해 유의적으로 높게 나타났고, 반면 약물대조군은 당뇨대조군보다 유의적으로 낮게 나타났다.

**Table 2.7. Food intake and organ weight in C57BL/KsJ-db/db mice fed supplement of , red ginseng cheonggukjang and hydrolyate of red ginseng .**

	Food Intake (g/day)	Organ weight (mg/g BW)							
		Liver	Kidney	Heart	Brown adipose tissue	White adipose tissue		Total adipose tissue	Muscle
						Epidiymal	Perirenal		
<b>DB control</b>	3.69 ±0.05 <sup>a</sup>	58.37 ±3.17 <sup>a</sup>	12.87 ±0.71 <sup>b</sup>	3.16 ±0.08	6.82 ±0.28 <sup>a</sup>	53.67 ±1.43 <sup>b</sup>	22.92 ±1.18 <sup>ab</sup>	79.28 ±4.10 <sup>a</sup>	6.07 ±0.27 <sup>b</sup>
<b>CH</b>	3.73 ±0.08 <sup>a</sup>	70.87 ±1.65 <sup>b</sup>	11.55 ±0.52 <sup>b</sup>	2.93 ±0.07	5.87 ±0.49 <sup>a</sup>	52.09 ±1.89 <sup>b</sup>	25.36 ±0.73 <sup>b</sup>	86.63 ±4.85 <sup>a</sup>	7.00 ±0.18 <sup>c</sup>
<b>RGCH</b>	3.62 ±0.07 <sup>a</sup>	55.57 ±1.49 <sup>a</sup>	12.71 ±0.59 <sup>b</sup>	3.08 ±0.10	5.16 ±0.53 <sup>a</sup>	51.99 ±1.61 <sup>b</sup>	23.83 ±1.64 <sup>ab</sup>	79.13 ±3.37 <sup>a</sup>	6.85 ±0.30 <sup>c</sup>
<b>Hydro-RGCH</b>	3.76 ±0.09 <sup>a</sup>	56.10 ±0.53 <sup>a</sup>	13.35 ±0.84 <sup>b</sup>	3.21 ±0.15	6.02 ±0.31 <sup>a</sup>	51.24 ±1.71 <sup>b</sup>	25.02 ±1.49 <sup>ab</sup>	82.90 ±3.23 <sup>a</sup>	6.86 ±0.29 <sup>c</sup>
<b>Rosi</b>	4.01 ±0.13 <sup>b</sup>	56.42 ±2.33 <sup>a</sup>	6.89 ±0.13 <sup>a</sup>	2.93 ±0.06	35.36 ±3.51 <sup>b</sup>	39.70 ±1.24 <sup>a</sup>	21.44 ±0.73 <sup>a</sup>	94.44 ±4.22 <sup>b</sup>	3.68 ±0.18 <sup>a</sup>

Values are mean ± S.E., n=10. abcMeans are sharing same superscript in same column are significantly different among the groups at  $p < 0.05$ . DB control; diabetic control, CH; , RGCH; red ginseng , Hydro-RGCH; hydrolyate of red ginseng , Rosi; rosiglitazone.



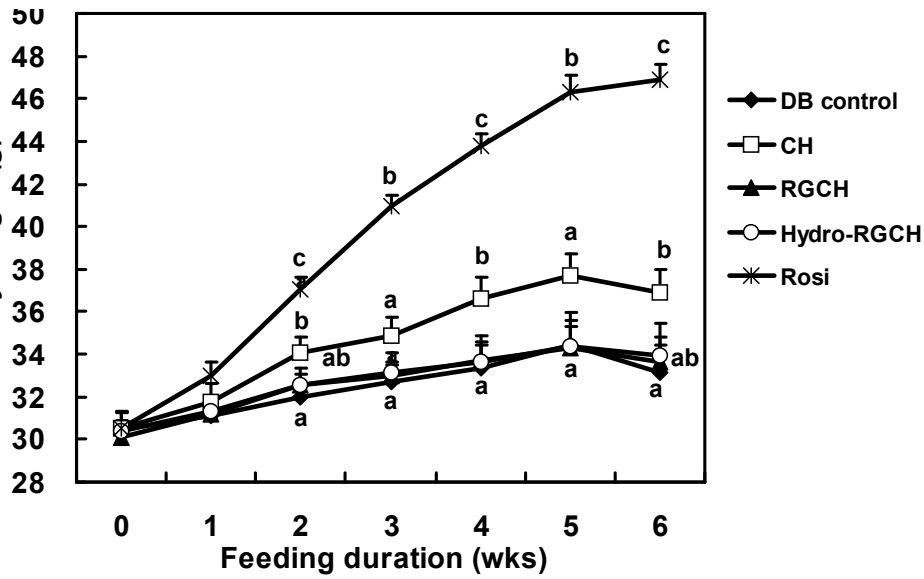


Fig. 2.5. Weekly change of body weight and blood glucose concentration in C57BL/KsJ-db/db mice fed supplement of , red ginseng cheonggukjang and hydrolyate of red ginseng .

Values are mean  $\pm$  S.E., n=10. abcMeans not sharing same letter are significantly different among the groups at  $p < 0.05$ . DB control; diabetic control, CH; , RGCH; red ginseng , Hydro-RGCH; hydrolyate of red ginseng , Rosi; rosiglitazone.

#### 나) 주별 공복 혈당

난괴법에 따라 분류된 각 식이군의 초기 공복 혈당농도는 평균 13 mmol/L로 시작하여 6주간의 실험기간동안 공복혈당의 농도변화는 Fig. 2.6과 같다. 실험식이 급여 1주째부터 약물대조군은 5.89 mol/L로 당뇨대조군에 비해 69% 정도 혈당농도가 감소되었고 CH군 및 RGCH군에서도 당뇨대조군에 비해 유의적으로 감소하였다. 2주와 3, 4주 역시 당뇨대조군에 비해 혈당농도가 낮았고, 실험기간의 마지막 주인 6주째에는 CH군과 Rosi군이 DB control에 비해 유의적으로 낮았고, RGCH, Hydro-RGCH군은 당뇨대조군에 비해 낮은 경향을 보였다. 처음과 마지막 6주째의 공복혈당 증가율을 비교했을 때 당뇨대조군의 혈당은 51% 증가했고, 다음으로 CH군, RGCH군 및 Hydro-RGCH군의 공복혈당 증가율이 35%, 45%, 45%로 나타났으

며, Rosi의 공복혈당은 57% 감소하였다. 이는 홍삼성분이 혈당조절에 영향을 미친다는 보고를 잘 뒷받침 해 주었다(6, 8).

다) 당화헤모글로빈(HbA1c) 농도

6주간 실험식이 제공한 후 당화헤모글로빈 농도를 측정한 결과는 Fig. 2.7와 같다. 약물대조군이 다른 군에 비해 유의적으로 가장 낮았고, CH군, RGCH군 및 Hydro-RGCH군이 또한 당뇨대조군인 DB control군에 비해 유의적으로 낮게 나타났다.

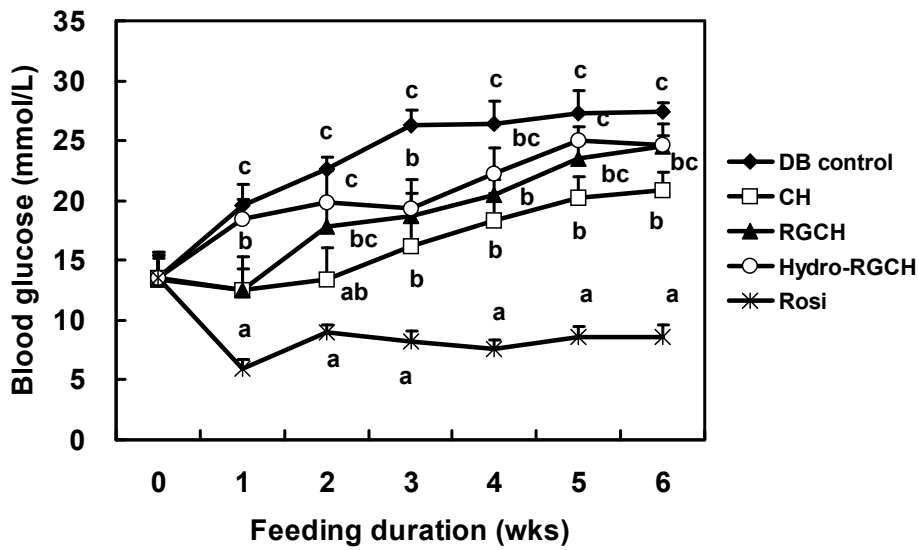


Fig. 2.6. Weekly change of fasting blood glucose concentration by supplement of cheonggukjang and red ginseng , hydrolyate of red ginseng chunkukjang in C57BL/KsJ-db/db mice.

Values are mean  $\pm$  S.E., n=10. abcMeans are significantly different between groups at  $p < 0.05$ . DB control: Diabetic control CH: , RGCH: Red ginseng , Hydro-RGCH: Hdolyate of red ginseng , Rosi: rosiglitazone.

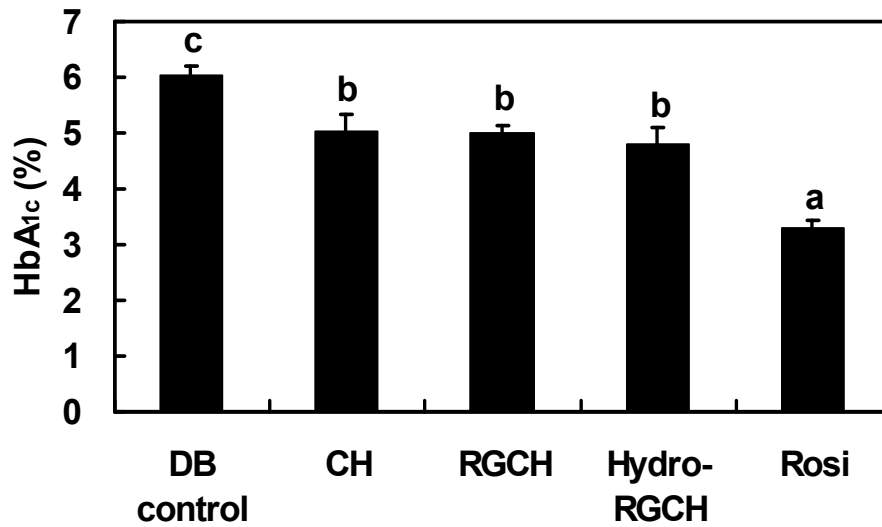


Fig. 2.7. Blood glycosylated hemoglobin (HbA1c) concentration in C57BL/KsJ-db/db mice fed supplement of , red ginseng cheonggukjang and hydrolyate of red ginseng .

Values are mean  $\pm$  S.E., n=10. abcMeans not sharing same letter are significantly different among the groups at  $p < 0.05$  DB control; diabetic control, CH; , RGCH; red ginseng , Hydro-RGCH; hydrolyate of red ginseng , Rosi; rosiglitazone.

라) 식후 혈당 및 인슐린 민감성 개선에 미치는 영향

(1) 식후혈당 테스트 결과

실험식이 급여 6주 후 포도당 (g/kg BW)을 복강 내에 주사하여 시간별 혈당 수준을 살펴본 결과는 Fig. 2.8과 같다. 실험 결과 약물대조군인 Rosi군의 혈당수준은 당 투여 30분을 전후로 유의성적으로 상승하였다가 120분 쯤 유의성적으로 감소하였다. 이에 반해 타 식이군은 혈당의 상승 폭도 작으며 120분 후에도 혈당이 포도당 투여전 수준으로 회복되지 않는 것으로 나타났다. 그러나 Hydro-RGCH군은 당뇨대조군인 DB control에 비해 120분째 혈당이 유의적으로 감소되었고, RGCH군의 혈당수준도 당뇨대조군에 비해 낮은 경향을 보였다. 각 군은 당뇨대조군에 비해 CH군, RGCH군, Hydro-RGCH군, Rosi군이 당뇨대조군에 비해 2%, 9%, 17%, 35%의 감소

를 보였다.

(2) Insulin tolerance test 결과

인슐린 (2 unit/kg BW)을 복강 내에 주사한 후 시간별 혈당 수준을 살펴본 결과는 Fig. 2.8과 같다. 인슐린 투여 후 90분에 걸쳐 CH군 및 Hydro-RGCH군은 당뇨대조군에 비해 혈당이 유의적으로 감소하였고, Rosi군은 유의적인 감소는 보이지 않았으나 당뇨대조군에 비해 혈당이 더 감소하는 경향을 보였다. 각 군은 당뇨대조군에 비해 최종 혈당농도가 CH군, Hydro-RGCH군, Rosi군이 23%, 31%, 11%의 감소를 보였다.

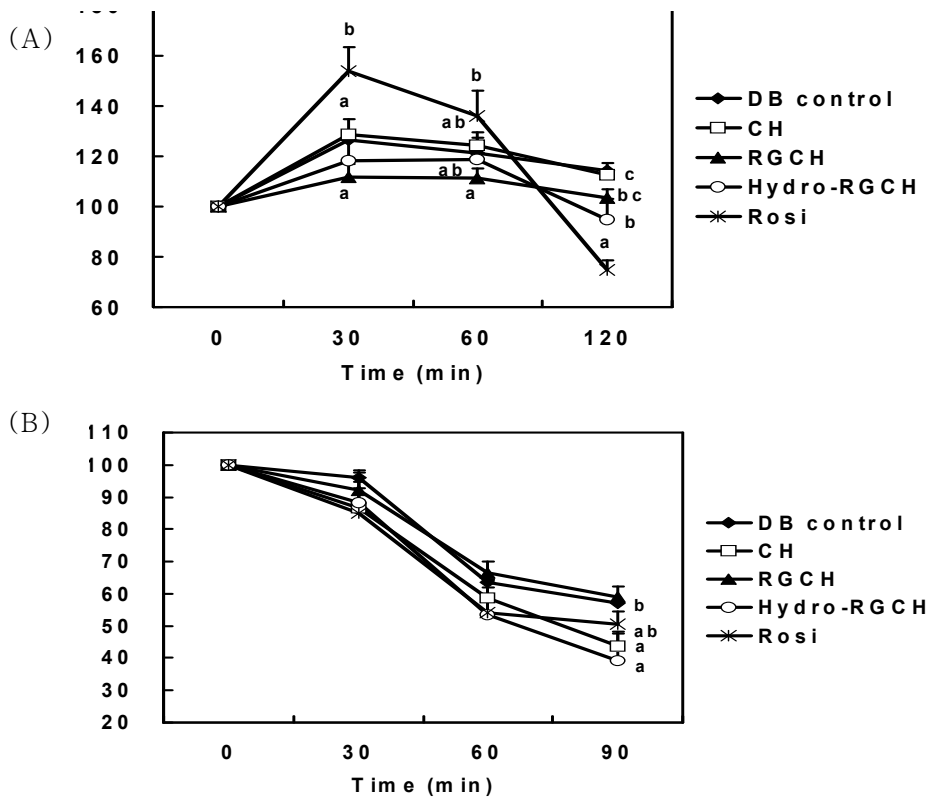


Fig. 2.8. Blood glucose tolerance test(A) and insulin tolerance test(B) in C57BL/KsJ-db/db mice fed supplement of , red ginseng cheonggukjang and hydrolyate of red ginseng Cheonggukjang supplement.

Values are mean  $\pm$  S.E., n=10. abMeans not sharing same letter are significantly different among the groups at  $p < 0.05$ . DB control; diabetic control, CH; , RGCH; red ginseng , Hydro-RGCH; hydrolyate of red ginseng , Rosi; rosiglitazone.

마) 혈장과 췌장인슐린에 미치는 영향

(1) 주별 혈장 인슐린 변화

6주간에 걸쳐 변화된 혈장 인슐린의 농도를 초기 혈장인슐린 농도에 대한 변화율 (%)비교 결과는 Fig. 2.9와 같다. 실험결과 당뇨 대조인 DB control은 실험 6주째 인슐린 농도는 초기 인슐린 농도에 비해 76%가 감소하였고, CH, RGCH, Hydro-RGCH 및 약물대조군은 각각 46%, 58%, 54% 및 45%의 감소를 보였고, CH 군과 약물대조군이 당뇨대조군에 비해 유의적으로 감소율이 낮았다.

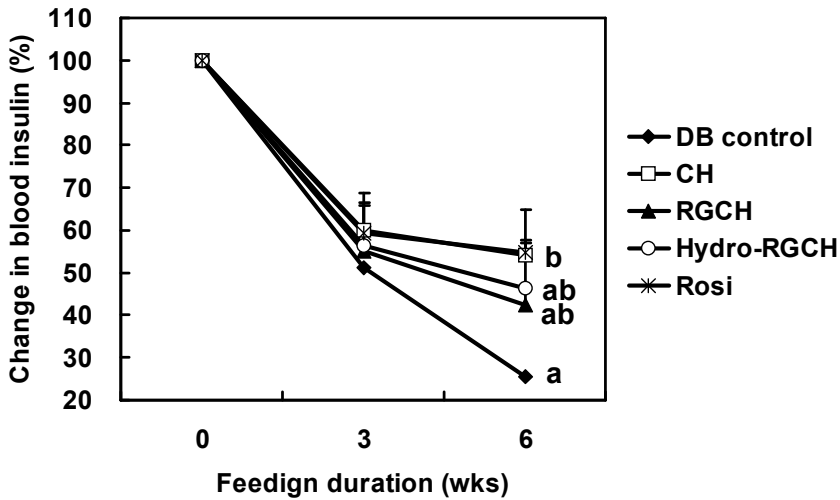


Fig. 2.9. Weekly change in plasma insulin concentration in C57BL/KsJ-db/db mice fed supplement of , red ginseng cheonggukjang and hydrolyate of red ginseng Cheonggukjang supplement.

Values are mean  $\pm$  S.E., n=10. abMeans not sharing same letter are significantly different among the groups at  $p < 0.05$ . DB control; diabetic control, CH; , RGCH; red ginseng , Hydro-RGCH; hdrolyate of red ginseng , Rosi; rosiglitazone.

(2) 희생 후 혈장 인슐린 농도 및 췌장 조직의 인슐린 농도 비교

실험 마지막 6주째의 혈장 인슐린 농도를 측정한 결과는 Table 2.8과 같다. 약물 대조군인 Rosi군은 다른 군들에 비해 유의적으로 혈장인슐린 농도가 낮게 관찰되었고, 모든 시험물질보충군들은 당뇨대조군에 비해 인슐린 농도가 높은 경향을 보였다.

혈장 글루카곤의 농도는 CH군, Hydro-RGCH군 및 Rosi군이 당뇨대조군에 비해 유의적으로 낮게 나타났다. 혈장 IG ratio는 CH군이 당뇨대조군에 비해 유의적으로 높은 수치를 나타내었다. 혈장 글루카곤에 대한 인슐린 비율을 비교한 결과, 당뇨대조군이 가장 낮았으며 CH군은 DB control에 비해 129% 정도 높았고, Hydro-RGCH가 77%, RGCH 55%, 약물대조군이 34% 순으로 높게 나타났다.

췌장 인슐린 농도를 측정한 결과 혈장 인슐린농도 분석결과와는 반대로 약물대조군인 Rosi군이 당뇨대조군에 비해 539% 정도로 췌장 인슐린 농도가 월등히 높게 나타났고, CH군은 당뇨대조군에 비해 89% 높게 나타났다. 그다음으로 Hydro-RGCH군이 당뇨대조군에 비해 췌장 인슐린 농도가 22% 높게 측정되었다. 또한 췌장 I/G ratio는 공복혈당 농도와 음의 상관관계를 나타내었고 반면 체중과는 양의 상관관계를 보임으로써 인슐린 농도 증가가 혈당강하 효과 및 체중과 관련이 있는 것으로 나타났다. 췌장 I/G ratio는 CH군과 Rosi군이 유의적으로 높았으며 Hydro-RGCH군도 DB control에 비해 높은 경향을 보였다.

**Table 2.8. Plasma insulin, glucagon, leptin, adiponectin and pancreatic insulin, glucagon levels in C57BL/KsJ-db/db mice fed supplement of , red ginseng Cheonggukjang and hydrolyate of red ginseng Cheonggukjang**

	Plasma			Pancreas		
	Insulin (ng/mL)	Glucagon (ng/mL)	Insulin /Glucagon	Insulin (ng/mL)	Glucagon (ng/mL)	Insulin /Glucagon
DB control	4.09 ±0.65 <sup>ab</sup>	0.44 ±0.08 <sup>b</sup>	10.27 ±2.67 <sup>a</sup>	97.54 ±12.78 <sup>a</sup>	10.64 ±0.22 <sup>a</sup>	9.22 ±1.20 <sup>a</sup>
CH	4.50 ±0.91 <sup>b</sup>	0.22 ±0.02 <sup>a</sup>	23.56 ±5.35 <sup>b</sup>	184.08 ±40.60 <sup>b</sup>	10.94 ±0.20 <sup>a</sup>	14.43 ±2.63 <sup>b</sup>
RGCH	4.65 ±0.71 <sup>b</sup>	0.30 ±0.10 <sup>ab</sup>	15.89 ±4.81 <sup>ab</sup>	98.14 ±10.95 <sup>a</sup>	11.21 ±0.22 <sup>ab</sup>	8.74 ±0.96 <sup>a</sup>
Hydro- RGCH	4.66 ±0.76 <sup>b</sup>	0.26 ±0.02 <sup>a</sup>	18.15 ±3.09 <sup>ab</sup>	119.46 ±9.35 <sup>a</sup>	11.80 ±0.09 <sup>b</sup>	10.13 ±0.80 <sup>ab</sup>
Rosi	2.44 ±0.26 <sup>a</sup>	0.22 ±0.03 <sup>a</sup>	13.71 ±2.71 <sup>ab</sup>	741.28 ±18.69 <sup>c</sup>	11.25 ±0.17 <sup>ab</sup>	68.45 ±1.51 <sup>c</sup>

Values are mean ± S.E., n=10. abcdMeans are sharing same superscript in same column are significantly different among the groups at p<0.05. DB control; ㄱabetic control, CH; , RGCH; red

ginseng , Hydro-RGCH; hydrolyate of red ginseng , Rosi; rosiglitazone.

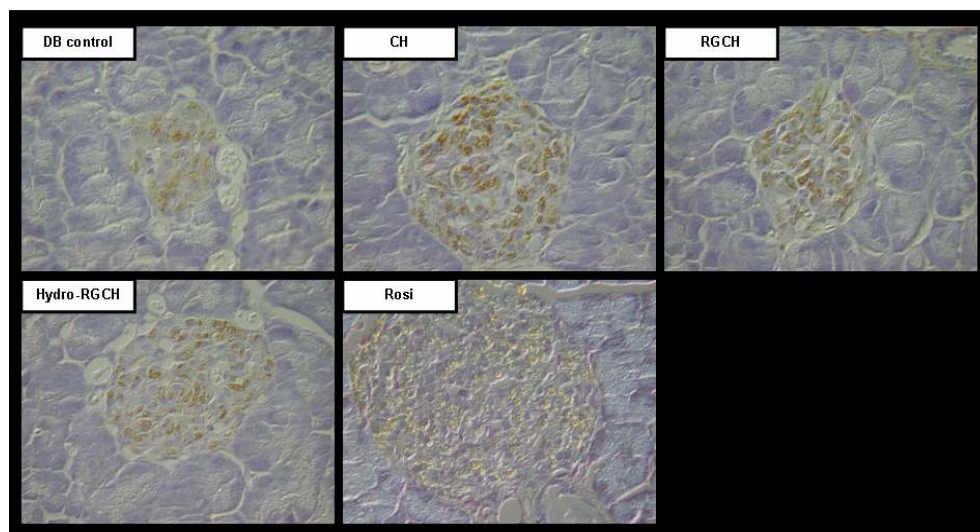
(3) 췌장세포의 조직면역학적 관찰

췌장세포의 조직면역학적 관찰에서 대조군은 다른 군에 비해 세포의 수가 적고 islet의 경계가 희미한 것을 관찰할 수 있었다. 이에 반해 약물군이 islet이 잘 보존되어 있고 청국장소재들을 보충한 실험군들은 약물군에 비해서는 세포가 다소 손상된 형태를 보였지만 당뇨대조군에 비해서는 잘 보존되어 있고 세포 수도 더 많은 것으로 관찰되었다(Fig. 2.9).

바) 청국장 및 홍삼융합소재의 보충이 간조직의 글리코겐 함량에 미치는 영향

간조직 글리코겐 함량은 CH군과 RGCH군이 당뇨대조군인 DB control에 비해 유의적으로 높게 나타났고, Hydro-RGCH군 또한 DB control에 비해 높은 경향을 보였다. 약물대조군인 Rosi군은 당뇨대조군 및 모든 실험 물질군에 비해 glycogen 함량이 낮게 나타났다(Fig. 2.10).

(A)  $\beta$ -cell



(B)  $\alpha$ -cell

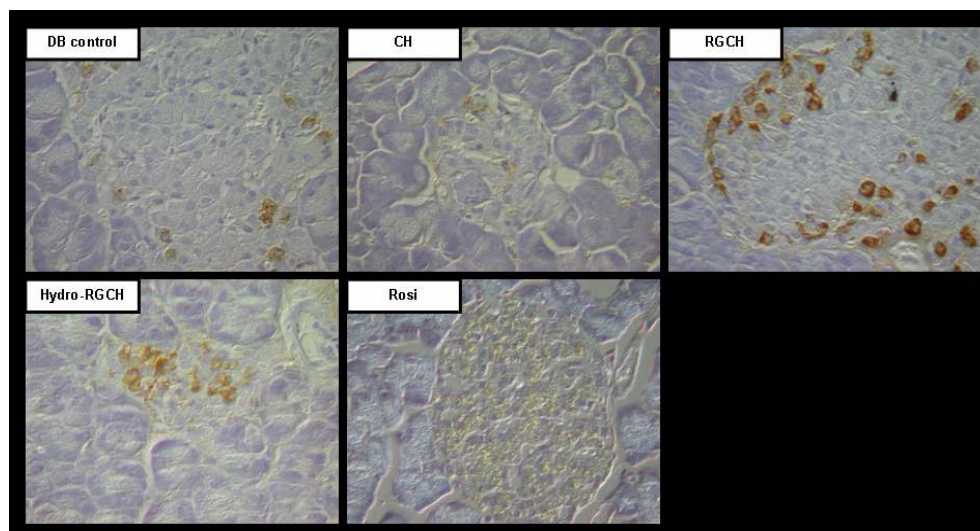


Fig. 2.9. Immunohistochemistry staining for pancreatic insulin (A) and glucagon (B) in C57BL/KsJ-db/db mic fed supplement of , red ginseng Cheonggukjang and hydrolyate of red ginseng .

DB control; diabetic control, CH; , RGCH; red ginseng , Hydro-RGCH; hydrolyate of red ginseng , Rosi; rosiglitazone, Original magnification  $\times 400$ .



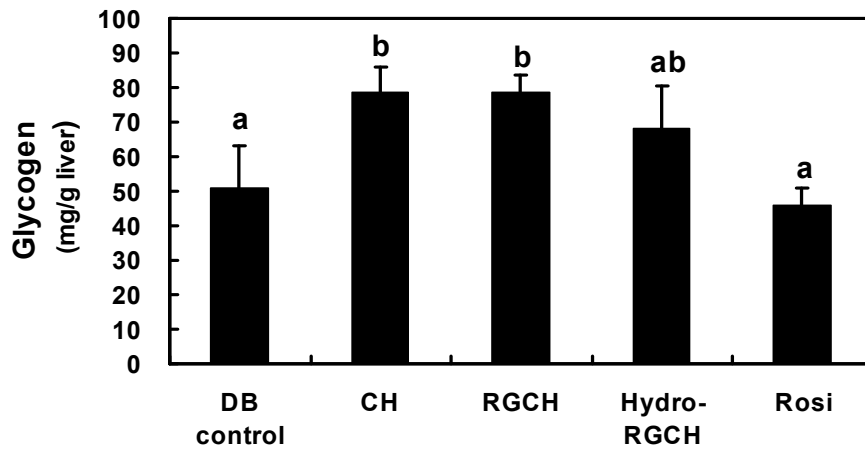


Fig. 2.10. Hepatic glycogen content in C57BL/KsJ-db/db mice fed supplement of , red ginseng Cheonggukjang and hydrolyate of red ginseng cheonggukjang.

Values are mean  $\pm$  S.E., n=10. abMeans not sharing same letter are significantly different among the groups at  $p < 0.05$ . DB control; diabetic control, CH; cheonggukjang, RGCH; red ginseng cheonggukjang, Hydro-RGCH; hydrolyate of red ginseng cheonggukjang, Rosi; rosiglitazone.

사) 홍삼 및 청국장 융합소재 보충이 간조직의 당질대사 효소활성에 미치는 영향

(1) 간조직 GK 활성화도 비교

간조직의 당대사조절 효소활성도는 분석결과는 Fig. 2.11과 같다. 당산화에 관여하는 효소인 GK 활성화도는 당뇨대조군과 비교했을 때 CH군과 약물대조에서 유의적으로 높게 나타난 반면, RGCH와 Hydro-RGCH군은 유의적인 차이가 없었다.

(2) 간조직 G6Pase 활성화도 비교

간조직의 당신생 효소중 하나인 G6Pase 활성화도는 당뇨대조군인 DB control이 가장 높았으며, 당뇨대조군에 비해 CH군이 37%, 그리고 RGCH군이 32%의 유의적 감소를 보였으나 Hydro-RGCH군은 6% 감소하여 유의성은 없었다. 그리고 약물대조군은 당뇨대조군에 비해 51% 감소한 것으로 나타났다. 또한 간조직 G6Pase 활성화도

는 혈당농도 ( $p < 0.01$ )와 체중 및 혈장 렙틴농도 ( $p < 0.05$ )와 양의 상관관계를 나타내었다. G6Pase/GK는 CH군과 Hydro-RGCH군 및 Rosi군이 당뇨대조군에 비해 유의적으로 낮게 나타났다 (Fig 2.11).

(3) 간조직 PEPCK 활성화도 비교

간조직 당신생 효소인 PEPCK 활성화도는 당뇨대조군인 DB control군과 비교했을 때, 약물대조군을 비롯한 모든 실험물질군에서 유의적으로 낮게 관찰되었다 (Fig. 2.11). CH군은 당뇨 대조군에 비해 28%, Hydro-RGCH군 23%, RGCH군 20%의 감소를 보여주었고, 약물대조군은 당뇨대조군에 비해 18% 감소를 나타내었다.

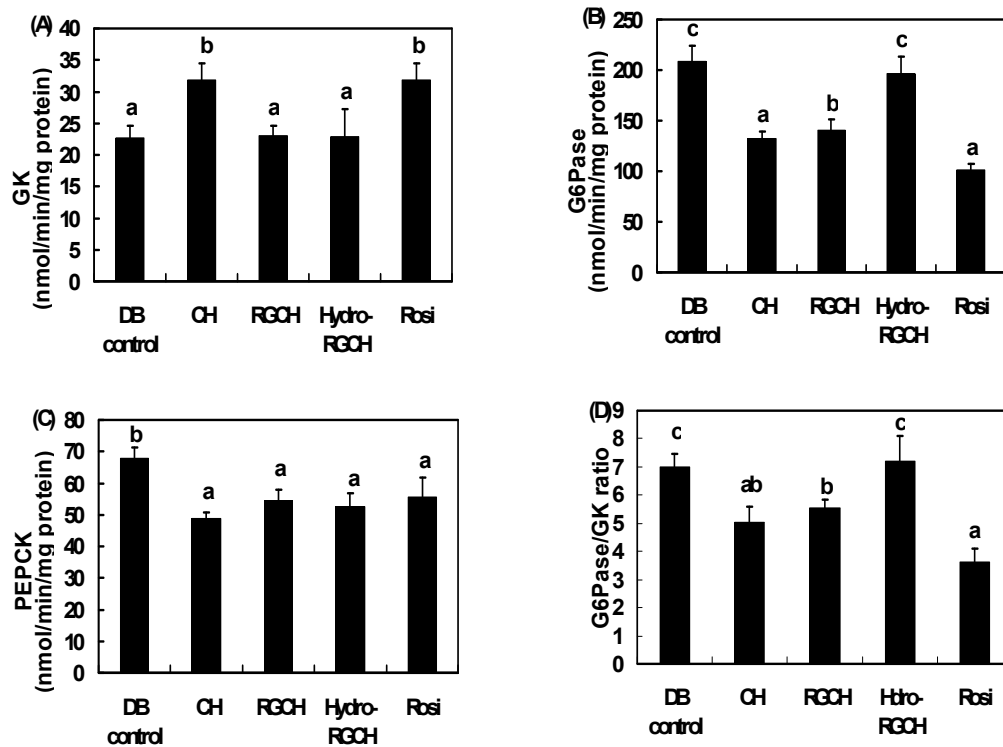


Fig. 2.11. Hepatic glucokinase (A), glucose-6-phosphatase (B), and phosphoenolpyruvate carboxykinase (C) activities in C57BL/KsJ-db/db mice fed supplement of cheonggukjang, red ginseng Cheonggukjang and hydrolyate of red ginseng cheonggukjang.

Values are mean  $\pm$  S.E., n=10. abcdMeans not sharing same letter are significantly different among the groups at  $p < 0.05$ . DB control; diabetic control. CH; cheonggukjang, RGCH; red ginseng

cheonggukjang, Hydro-RGCH; hydrolyate of red ginseng cheonggukjang, Rosi; rosiglitazone, GK; glucokinase, G6Pase; glucose-6-phosphatase, PEPCK; phosphoenolpyruvate carboxykinase.

## 2) 홍삼 및 청국장 융합소재의 보충에 의한 지질대사조절효과

### 가) 혈장 유리지방산 농도비교

혈장 지질농도는 Table 2.10에서 나타난 바와 같다. 혈장 유리지방산 농도는 당뇨대조군인 DB control과 비교한 결과 CH군과 RGCH군은 29%, Hydro-RGCH군은 18% 정도 유의적인 감소를 나타냈고, 약물대조군은 당뇨대조군에 비해 54% 감소하였다.

### 나) 혈장 중성지방 농도 비교

혈장 중성지방의 농도는 당뇨대조군에 비해 CH군이 43%, RGCH군 44%, Hydro-RGCH군이 24% 감소하였고 모든 실험물질군에서는 당뇨대조군에 비해 유의적으로 낮았다 (Table 2.10).

### 다) 혈장 총콜레스테롤 농도 비교

혈장 총콜레스테롤 농도는 모든 실험물질군에서 당뇨대조군에 비해 감소하였다. 당뇨대조군에 비해 CH군, RGCH군, Hydro-RGCH군 및 Rosi군이 각각 29%, 32%, 29% 그리고 33%의 감소를 보여주었다. 혈장 HDL-콜레스테롤 농도는 약물대조군인 Rosi군이 다른 시험물질군들에 비해 유의적으로 높게 나타났고, 혈장 총콜레스테롤에 대한 HDL-콜레스테롤의 비율인 HTR은 약물대조군이 다른 시험군들에 비해 높게 나타났으며, HDL-콜레스테롤에서 높은 농도를 보여주었던 당뇨대조군의 HTR은 모든 군에서 가장 낮게 나타났다. 이와 함께 동맥경화지수인 AI의 경우 당뇨대조군이 가장 높게 나타났다 (Table 2.10). 이에 반해 약물대조군인 Rosi군은 당뇨대조군에 비해 AI가 72%정도 낮았으며 실험물질군들도 당뇨대조군에 비해 Hydro-RGCH군, RGCH군, CH군이 각각 38%, 26%, 11% 정도의 감소를 보여주었다.

### 라) 간조직의 지질함량 비교

간조직 단위 g당 중성지질 및 콜레스테롤 함량 비교 결과는 Table 2.10과 같다. 간조직 중성지질 함량은 당뇨대조군인 DB control에 비해 약물대조군인 Rosi군과 Hydro-RGCH군이 각각 22% 와 12%의 감소를 보이면서 유의적 차이를 나타냈다. 그 외에 CH군도 유의적 차이는 없었으나 더 낮은 경향을 보여 주었다. 콜레스테롤

합량 비교 결과는 당뇨대조군에 비해 RGCH군을 제외한 모든 군에서 유의적으로 감소했다. CH군, Hydro-RGCH군 및 Rosi군은 각각 당뇨대조군에 비해 19%, 33%, 18% 감소를 나타내었다 (Table 2.10).

**Table 2.10. Plasma and hepatic lipid concentration in C57BL/KsJ-db/db mice fed supplement of cheonggukjang, ginseng Cheonggukjang and hydrolyate of red ginseng Cheonggukjang**

	Plasma					Liver		
	FFA (mmol/L)	TG (mmol/L)	TC (mmol/L)	HDL-C (mmol/L)	HTR (%)	AI	TG (mmol/ g liver)	C (mmol/g liver)
<b>DB control</b>	2.81 ±0.21 <sup>c</sup>	2.39 ±0.34 <sup>c</sup>	5.16 ±0.21 <sup>b</sup>	0.79 ±0.13 <sup>ab</sup>	14.88 ±2.07 <sup>a</sup>	7.25 ±1.38 <sup>c</sup>	0.34 ±0.02 <sup>b</sup>	0.13 ±0.01 <sup>c</sup>
<b>CH</b>	1.99 ±0.17 <sup>b</sup>	1.37 ±0.09 <sup>ab</sup>	3.65 ±0.14 <sup>a</sup>	0.60 ±0.12 <sup>a</sup>	18.45 ±3.11 <sup>a</sup>	6.46 ±1.02 <sup>bc</sup>	0.33 ±0.03 <sup>ab</sup>	0.10 ±0.01 <sup>ab</sup>
<b>RGCH</b>	1.99 ±0.08 <sup>b</sup>	1.35 ±0.11 <sup>ab</sup>	3.50 ±0.10 <sup>a</sup>	0.60 ±0.08 <sup>a</sup>	18.75 ±2.21 <sup>a</sup>	5.33 ±0.79 <sup>bc</sup>	0.35 ±0.02 <sup>b</sup>	0.11 ±0.00 <sup>bc</sup>
<b>Hydro-RGCH</b>	2.31 ±0.23 <sup>b</sup>	1.82 ±0.24 <sup>b</sup>	3.69 ±0.14 <sup>a</sup>	0.70 ±0.06 <sup>a</sup>	18.93 ±1.51 <sup>a</sup>	4.51 ±0.41 <sup>b</sup>	0.27 ±0.02 <sup>a</sup>	0.08 ±0.00 <sup>a</sup>
<b>Rosi</b>	1.30 ±0.10 <sup>a</sup>	1.17 ±0.09 <sup>a</sup>	3.48 ±0.14 <sup>a</sup>	1.02 ±0.11 <sup>b</sup>	29.18 ±2.80 <sup>b</sup>	2.02 ±0.10 <sup>a</sup>	0.30 ±0.02 <sup>ab</sup>	0.13 ±0.01 <sup>c</sup>

Values are mean ± S.E., n=10. abcMeans are sharing same superscript in same column are significantly different among the groups at p<0.05. DB control; diabetic control, CH; cheonggukjang, RGCH; red ginseng cheonggukjang, Hydro-RGCH; hdrolyate of red ginseng cheonggukjang, Rosi; rosiglitazone, FFA; free fatty acid, TG; triglycerid, TC; total cholesterol, C; cholesterol, HDL-C; high-density lipoprotein cholesterol, HTR; HDL-C/TC, AI(atherogenic index); TC — HDL-C/-C/HDL-C.

마) 지질대사 관련 효소활성에 미치는 영향

(1) 간조직의 FAS, G6PD 활성도 비교

간조직 지방산 및 지질 대사 효소 활성도 비교 결과는 Table 2.11과 같다. 지방산 합성효소 중 하나인 FAS 활성도는 약물대조군인 Rosi군이 가장 높고 그 다음으

로 당뇨대조군, RGCH군 및 Hydro-RGCH군이 높았으며 CH군은 약물대조군에 비해 39% 유의적으로 저하되었다. G6PD 활성도 또한 약물대조군이 가장 높게 나타났으며 Hydro-RGCH군은 약물대조군 및 당뇨대조군에 비해 유의적으로 낮게 관찰되었다. 약물대조군에 비해서는 57% 당뇨대조군에 비해서는 32%의 감소를 나타내었다.

#### (2) 간조직 $\beta$ -oxidation 및 CPT 활성도 비교

지방산 산화와 관계있는 간조직의  $\beta$ -oxidation의 활성도 약물대조군인 Rosi에서 나머지 군들에 비해 유의적으로 높게 나타났으며, 실험물질군 중에서는 CH군이 약물대조군에 비해서는 67%, 당뇨대조군에 비해서는 49% 유의적으로 감소하였다. 한편 홍삼이 첨가된 RGCH군과 Hydro-RGCH군에서는 당뇨대조군에 비해 간조직의 지방산 산화 관련 효소활성도가 높게 나타나는 경향을 보였으나 유의성은 없었다.  $\beta$ -oxidation과 함께 CPT의 활성도 역시 실험물질군중 CH군만이 약물대조군과 당뇨대조군에 비해 유의적으로 낮게 나타났고 다른 군들은 유의적 차이를 보이지 않았다 (Table. 2.11).

#### (3) 간조직 ME 및 PAP 활성도 비교

간조직의 중성지방 합성효소인 ME의 활성도에서 CH군과 약물대조군이 다른 군에 비해 유의적으로 높게 나타났고, RGCH와 Hydro-RGCH군은 당뇨대조군에 비해 낮은 경향을 보인 반면, 약물대조군에 대해서는 유의적으로 낮게 나타났다. PAP 활성도의 경우 당뇨대조군의 값이 가장 높았고, RGCH군은 당뇨대조군에 비해서 유의적으로 효소활성도가 낮게 관찰되었다. 그러나 CH 및 Hydro-RGCH군의 경우 유의적 차이는 없었으며, 당뇨대조군에 비해서 낮은 경향을 보여주었다 (Table. 2.11).

#### (4) 간조직 HMG-CoA reductase 및 ACAT 활성도 비교

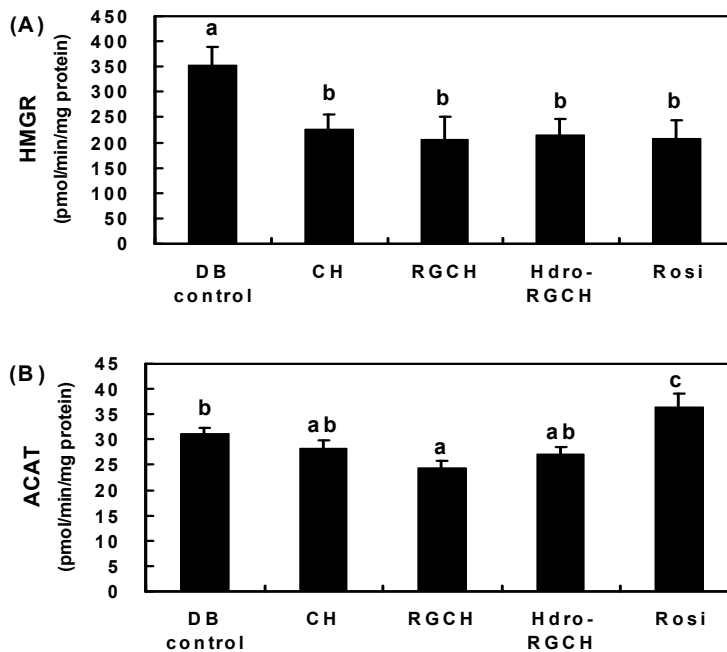
간조직의 콜레스테롤 생합성 단계의 속도조절에 관여하는 HMGR 활성과 에스테르화 효소인 ACAT 활성도 측정결과는 Fig. 2.12와 같다. 콜레스테롤 생합성 율속 효소인 HMGR 활성도는 당뇨대조군인 DB control에 비해 모든 실험물질군들이 유의적으로 저하되었다. 또한 조직내 유리 콜레스테롤의 에스테르화를 촉매하고 유리 콜레스테롤 농도 증가와 더불어 활성화되는 ACAT 활성도는 당뇨대조군(DB control)에 비해 RGCH군이 유의적으로 낮았고, CH와 Hydro-RGCH군은 유의성은 없었으나 낮은 경향을 보였다. 그리고 약물대조군은 당뇨대조군(DB control)에 비해

유의적으로 높게 나타났다.

Table 2.11. Hepatic enzyme activities of FAS, G6PD,  $\beta$ -oxidation, CPT, ME and PAP in C57BL/KsJ-db/db mice fed supplement of cheonggukjang, red ginseng Cheonggukjang and hydrolyate of red ginseng Cheonggukjang

	FAS	G6PD	$\beta$ -oxidation	CPT	ME	PAP
	(nmol/min/mg protein)					( $\mu$ mol/min/mg protein)
<b>DB control</b>	1.12 $\pm 0.16^{ab}$	13.64 $\pm 0.88^c$	33.71 $\pm 4.05^b$	14.64 $\pm 0.87^b$	126.83 $\pm 12.51^a$	5.62 $\pm 0.41^b$
<b>CH</b>	0.81 $\pm 0.14^a$	12.66 $\pm 0.34^{bc}$	17.14 $\pm 1.73^a$	11.25 $\pm 0.43^a$	177.27 $\pm 7.93^b$	5.22 $\pm 0.28^{ab}$
<b>RGCH</b>	1.11 $\pm 0.07^{ab}$	10.45 $\pm 0.45^{ab}$	38.24 $\pm 3.19^{bc}$	14.87 $\pm 0.68^b$	104.12 $\pm 9.99^a$	4.45 $\pm 0.17^a$
<b>Hydro-RGCH</b>	0.98 $\pm 0.14^{ab}$	9.33 $\pm 0.96^a$	45.79 $\pm 3.95^{bc}$	15.17 $\pm 0.53^b$	94.54 $\pm 18.42^a$	5.45 $\pm 0.42^{ab}$
<b>Rosi</b>	1.32 $\pm 0.15^b$	21.68 $\pm 1.58^d$	52.20 $\pm 9.77^d$	13.56 $\pm 0.44^b$	190.86 <sup>a</sup> $\pm 19.71^b$	5.43 $\pm 0.30^{ab}$

Values are mean  $\pm$  S.E., n=10. abcdMeans are sharing same superscript in same column are significantly different among the groups at  $p < 0.05$ . DB control; diabetic control, CH; cheonggukjang, RGCH; red ginseng cheonggukjang, Hydro-RGCH; hydrolyate of red ginseng cheonggukjang, Rosi; rosiglitazone, FAS; fatty acid synthase, G6PD; glucose-6-phosphate dehydrogenase, CPT; carnitine palmitoyl transferase, ME; malic enzyme.



**Fig. 2.12. Hepatic HMG-CoA reductase (A) and ACAT (B) activities in C57BL/KsJ-db/db mice fed supplement of cheonggukjang, red ginseng Cheonggukjang and hydrolyate of red ginseng cheonggukjang.**

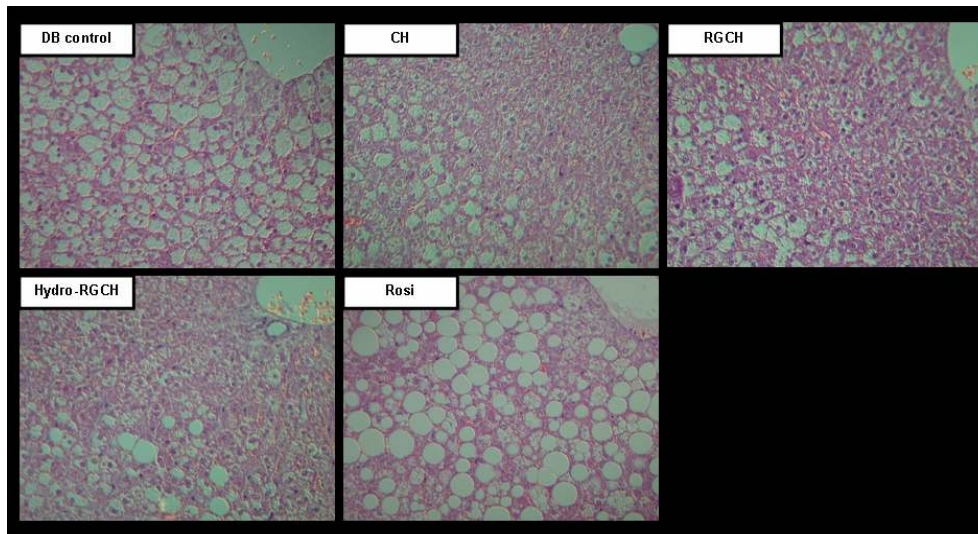
Values are mean  $\pm$  S.E., n=10. abcMeans anot sharing same letter are significantly different among the groups at  $p < 0.05$ . DB control; diabetic control, CH; cheonggukjang, RGCH; red ginseng cheonggukjang, Hydro-RGCH; hydrolyate of red ginseng cheonggukjang, Rosi; rosiglitazone, HMGR; HMG-CoA reductase, ACAT; acyl-CoA; cholsetrol acyltransferase.

(5) 간과 지방세포의 형태학적으로 미치는 영향

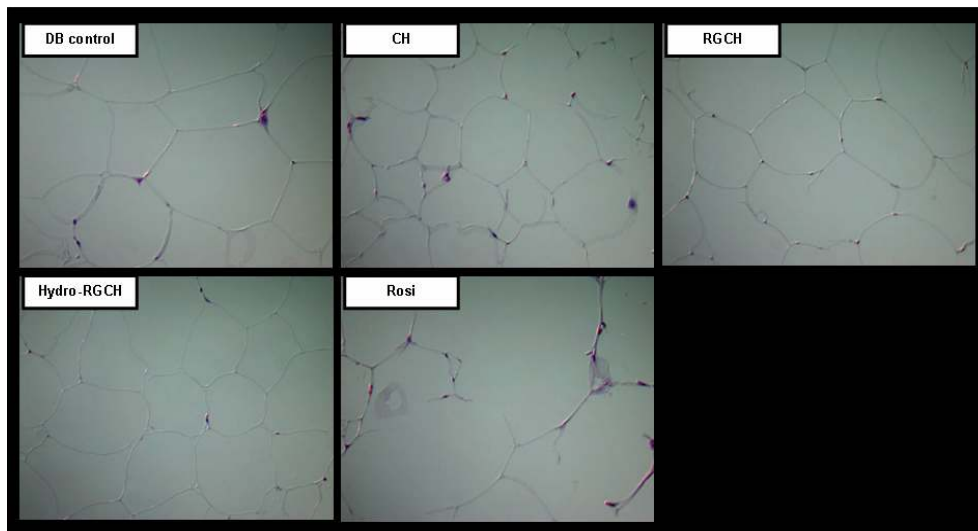
각 군의 간세포의 형태적 분석결과 대조군을 비롯한 모든 실험물질 보충군에서 지방구(lipid droplet)의 축적이 관찰되었으나 대조군에 비해 청국장소재 보충군들의 지방구 크기가 작고 축적정도가 낮게 나타났다.

지방조직에서 지방세포의 크기도 대조군에 비해 청국장 보충군들이 작게 나타났다. 이에 반해 약물군은 간조직에서 지방구가 크고 축적정도도 많았으며 지방조직에서 지방세포의 크기도 크게 관찰되었다. 뿐만 아니라 지방구에서도 지방구가 크고 그 축적 정도가 높은 것으로 관찰되었다.

(A) Hepatic tissue



(B) Adipose tissue



**Fig. 2.13. Morphology of liver (A) and adipose (B) tissue in C57BL/KsJ-db/db mice fed supplement of cheonggukjang, red ginseng Cheonggukjang and hydrolyate of red ginseng cheonggukjang.**

DB control; diabetic control, CH; cheonggukjang, RGCH; red ginseng cheonggukjang, Hydro-RGCH; hydrolyate of red ginseng cheonggukjang, liver and adipose tissue original magnification  $\times 200$ , aortic tissue original magnification  $\times 400$ .



3) 홍삼 및 청국장 융합소재의 보충이 간조직과 적혈구의 항산화 효소활성에 미치는 영향

가) 간조직에서의 항산화 효과

(1) 간조직 항산화 효소 활성화도 변화

간조직 SOD, CAT, GSH-Px 및 GR 활성화도 비교결과는 Table 2.12와 같다. SOD 활성화도는 DB control이 모든 군들 중 가장 낮았고, 약물대조군인 Rosi군이 가장 높았으나 세 시험군들은 당뇨대조군과 유의적인 차이를 나타내지 않았다. CAT 활성화도는 CH군과 약물대조군이 당뇨대조군에 비해 유의적으로 높게 나타났고, GSH-Px 활성화도 역시 CH군이 나머지 군들에 비해 유의적으로 높게 나타났다. GR 활성화도 비교결과 약물대조군을 비롯하여 CH군, RGCH군이 당뇨대조군 및 Hydro-RGCH군에 비해 높게 나타났다.

**Table 2.12. Hepatic antioxidant enzyme activities and glutathione content in C57B/KsJ-db/db mice fed supplement of cheonggukjang, red ginseng Cheonggukjang and hydrolyate of red ginseng Cheonggukjang**

	SOD (unit/mg protein)	CAT ( $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$ protein)	GSH-Px ( $\text{nmol}/\text{min}/\text{mg}$ protein)	GR ( $\text{nmol}/\text{min}/\text{mg}$ protein)
DB control	18.43 $\pm$ 0.91 <sup>a</sup>	4.02 $\pm$ 0.24 <sup>a</sup>	19.62 $\pm$ 1.32 <sup>a</sup>	92.80 $\pm$ 3.62 <sup>a</sup>
CH	20.43 $\pm$ 0.33 <sup>ab</sup>	5.96 $\pm$ 0.45 <sup>b</sup>	33.56 $\pm$ 3.16 <sup>b</sup>	122.36 $\pm$ 4.44 <sup>b</sup>
RGCH	23.41 $\pm$ 1.55 <sup>ab</sup>	4.01 $\pm$ 0.20 <sup>a</sup>	18.47 $\pm$ 1.67 <sup>a</sup>	123.38 $\pm$ 5.26 <sup>b</sup>
Hydro-RGCH	27.07 $\pm$ 1.79 <sup>ab</sup>	4.57 $\pm$ 0.31 <sup>a</sup>	21.14 $\pm$ 1.42 <sup>a</sup>	104.43 $\pm$ 6.79 <sup>a</sup>
Rosi	29.53 $\pm$ 6.29 <sup>c</sup>	5.93 $\pm$ 0.59 <sup>b</sup>	21.43 $\pm$ 2.62 <sup>a</sup>	123.93 $\pm$ 5.88 <sup>b</sup>

Values are mean  $\pm$  S.E., n=10. abcMeans are sharing same superscript in same column are significantly different among the groups at  $p < 0.05$ . DB control; diabetic control CH; cheonggukjang, RGCH; red ginseng cheonggukjang, Hydro-RGCH; hydrolyate of red ginseng cheonggukjang, Rosi; rosiglitazone, SOD; superoxide dismutase, CAT; catalase, GSH-Px; glutathione peroxidase, GR; glutathione reductase.

(2) 적혈구 항산화효소 활성도 변화

적혈구의 SOD, CAT, GSH-Px 및 GR 활성도 비교결과는 Table 2.13과 같다. SOD의 활성도는 당뇨대조군인 DB control군이 가장 낮게 나타났으며 시험물질 보충군인 RGCH군과 Hydro-RGCH군 및 약물대조군이 당뇨대조군에 비해 유의적으로 높았다. GSH-Px의 활성도 비교결과에서는 약물대조군이 다른 군에 비해서 유의적으로 높게 나타났으며 시험물질 보충군은 당뇨대조군과 유의적인 차이를 보이지는 않았으나 더 높은 경향을 보였다. GR 활성도 역시 약물대조군인 Rosi군이 유의적으로 높게 나타났으며 시험물질 보충군에서는 당뇨대조군보다 활성도가 높은 경향이였다.

**Table 2.13. Erythrocyte antioxidant activities in C57B/KsJ-db/db mice fed supplement of cheonggukjang, red ginseng Cheonggukjang and hydrolyate of red ginseng cheonggukjang.**

	SOD (unit/mg Hb)	CAT (umol/min/mg Hb)	GSH-Px (nmol/min/mg Hb)	GR (nmol/min/mg Hb)
DB control	14.18±0.40 <sup>a</sup>	0.21±0.01	4.99±0.15 <sup>a</sup>	7.51±0.67 <sup>a</sup>
CH	15.27±1.10 <sup>a</sup>	0.22±0.02	5.57±0.28 <sup>a</sup>	8.98±0.49 <sup>a</sup>
RGCH	19.64±1.40 <sup>b</sup>	0.19±0.02	5.72±0.24 <sup>a</sup>	8.28±0.25 <sup>a</sup>
Hydro -RGCH	24.77±2.32 <sup>c</sup>	0.19±0.01	5.56±0.20 <sup>a</sup>	8.68±0.44 <sup>a</sup>
Rosi	26.64±2.32 <sup>c</sup>	0.21±0.03	8.12±0.30 <sup>b</sup>	13.01±0.89 <sup>b</sup>

Values are mean ± S.E., n=10. abcMeans are sharing same superscript in same column are significantly different among the groups at p<0.05. DB control; diabetic control, CH; cheonggukjang, RGCH; red ginseng cheonggukjang, Hydro-RGCH; hydrolyate of red ginseng cheonggukjang, Rosi; rosiglitazone, SOD; superoxide dismutase, CAT; catalase, GSH-Px; glutathione peroxidase, GR; glutathione reductase.

## 나. 인체실험 결과

대상자들은 3개 군으로 무작위 배정되었으며 각 군의 신체 측정치와 특성은 Table 2.14와 같이 군간 유의적 차이는 없었다. 대상자들의 평균연령은 40대 중반이었고 체중은 홍삼청국장군이 통계적 유의성은 없었지만 다른 2개군에 비해 낮은 경향이었다. 공복시 혈당은 청국장군이 다른 2개의 군에 비해 다소 낮은 경향이었다.

1) 청국장 및 홍삼청국장이 BMI (body mass index), WHR (waist/hip ratio), BFP (body fat percentage) 및 혈압에 미치는 영향

대조군, 청국장군, 홍삼청국장군의 체질량지수, 허리엉덩이둘레비, 체지방률 수치는 실험 전·후 유의적인 차이가 없었으나, 체지방률은 청국장군에서 시험기간동안 다소 감소하는 경향을 보였다(Table 2.15). 혈압은 8주간의 청국장 및 홍삼청국장을 섭취 후, 청국장군이 시험 전·후로 비교한 결과 유의적으로 감소하였다. ( $p < 0.05$ ). 따라서 청국장의 섭취는 혈압 강하 효과를 나타내는 것으로 사료된다 (Fig. 2.14).

Table 2.14. Baseline characteristics of three experimental groups

	Control	CH	RGCH
	Starch (2g/day)	Cheonggukjang (20g/day)	Red ginseng Cheonggukjang (20g/day)
N (M:F)	20 (14:6)	15 (10:5)	15 (8:7)
Age(years)	41.7±3.9	45.9±2.7	47.1±2.8
Height(cm)	166.5±1.98	173.4±2.61	167.9±1.94
Weight(kg)	74.1±3.92	73.1±2.42	68.1±3.12
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	25.4±0.61	22.56±2.41	24.85±1.90
BFP(%)	24.48±1.19	25.12±0.70	25.77±0.92
WHR	0.86±0.02	0.81±0.03	0.87±0.02
Systolic BP(mmHg)	119.38±4.74	121.60±4.16	123.29±4.54
Diastolic BP(mmHg)	77.45±3.84	82.25±4.38	76.84±2.66
FBG(mg/dL)	114.50±3.35	109.75±4.23	122.50±4.21
HOMA-IR	1.57±0.26	1.64±0.56	1.73±0.32

Values are mean ± SE. CH; cheonggukjang, RGCH; Red ginseng cheonggukjang  
 BMI; body mass index, BFP; body fat percentage, WHR; waist-hip ratio, BP; blood pressure, FBG;  
 fasting blood glucose, HOMA-IR; Homeostasis model assessment of insulin resistance  
 M; male, F; female

Table 2.15. BMI, WHR and BFP changes before and after 8weeks treatment

	BMI (kg/m <sup>2</sup> )		WHR		BFP (%)	
	before	after	before	after	before	after
Control	25.40±0.61	25.00±0.61	0.86±0.02	0.85±0.02	24.58±1.10	23.68±1.27
CH	24.71±1.55	22.53±0.60	0.81±0.03	0.79±0.01	22.56±1.70	19.75±2.51
RGCH	25.68±1.25	25.43±1.27	0.87±0.02	0.86±0.01	24.85±1.90	23.97±1.89

Mean±SE, n=15, CH; cheonggukjang, RGCH; Red ginseng cheonggukjang  
 BMI; body mass index, WHR; waist-hip ratio, BFP; body fat percentage

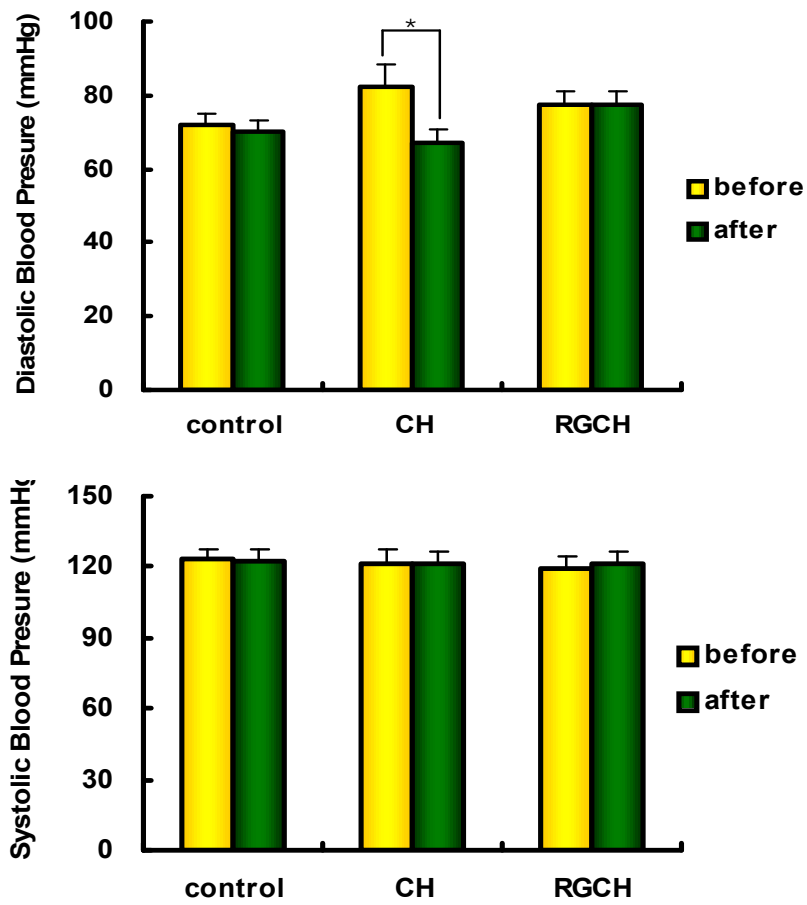


Fig. 2.14. Effect of cheonggukjang or Red ginseng cheonggukjangon on changes in systolic and diastolic BP in hyperglycemic subjects before and after 8 weeks treatment.

Mean±SE, n=15, CH; cheonggukjang, RGCH; Red ginseng cheonggukjang

\*p<0.05 : significantly different by Student's t-test.

2) 청국장 및 홍삼청국장 보충이 공복혈당 농도와 HbA1c (당화헤모글로빈) 농도에 미치는 영향

초기 공복혈당에 대한 변화율은 2주 간격으로 측정된 혈당치를 근거로 계산하여 Fig. 15에 나타내었다. 대조군의 공복혈당 농도는 시험 기간동안 비슷한 수준을 유지하였다. 청국장군과 홍삼청국장군은 6주 이후부터 비슷한 경향으로 변화하였고 8주 후 공복혈당이 초기 공복혈당에 비해 각각 26%, 18%만큼 유의적으로 감소하였다. 실험 전·후 공복혈당 비교시 대조군은 공복혈당에 변화가 없었던 반면, 청국장군과 홍삼청국장군에서는 유의적으로 감소되었다( $p < 0.001$ , Fig. 2.16). 당화헤모글로빈 (HbA1c)은 hemoglobin  $\beta$ -chain과 N-terminal valine 및 포도당의 carbonyl group간의 가역적 축합에 의해 생긴 schiff base가 Amadori 산물로 변형된 것인데, 이것의 농도는 혈중 포도당 농도와 양의 상관관계에 있고 2~3개월간 혈당치의 변화를 알 수 있는 지표임. 본 시험 결과, 당화헤모글로빈 농도는 대조군 및 홍삼청국장군에서 감소하는 경향을 보였고, 특히 청국장군의 경우 유의적인 감소를 나타내었다( $p < 0.01$ , Fig. 2.17).

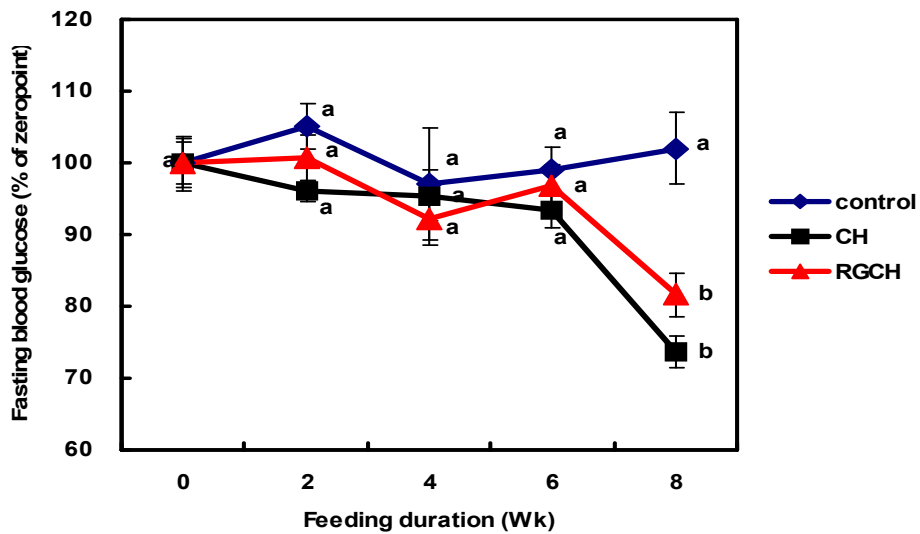


Fig. 2.15. Effect of cheonggukjang or Red ginseng cheonggukjangon on changes in fasting blood glucose concentration (% of zeropoint) in hyperglycemic subjects before and after 8 weeks treatment.

Mean $\pm$ SE, n=15. abMeans not sharing same letter are significantly different between groups at  $p < 0.05$ . CH; cheonggukjang, RGCH; Red ginseng cheonggukjang

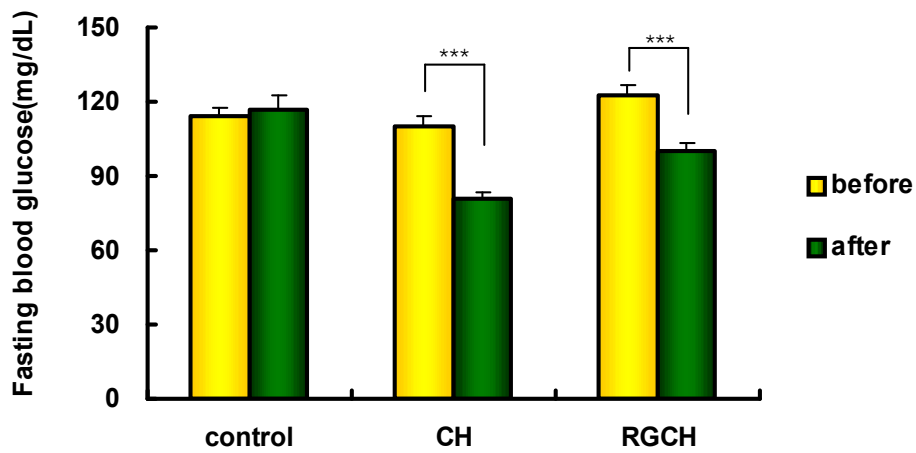


Fig. 2.16. Effect of cheonggukjang or Red ginseng cheonggukjangan on changes in fasting blood glucose concentration in hyperglycemic subjects before and after 8 weeks treatment.

Mean±SE, n=15. CH; cheonggukjang, RGCH; Red ginseng cheonggukjang.

\*\*\*p<0.001 : significantly different by Student's t-test.

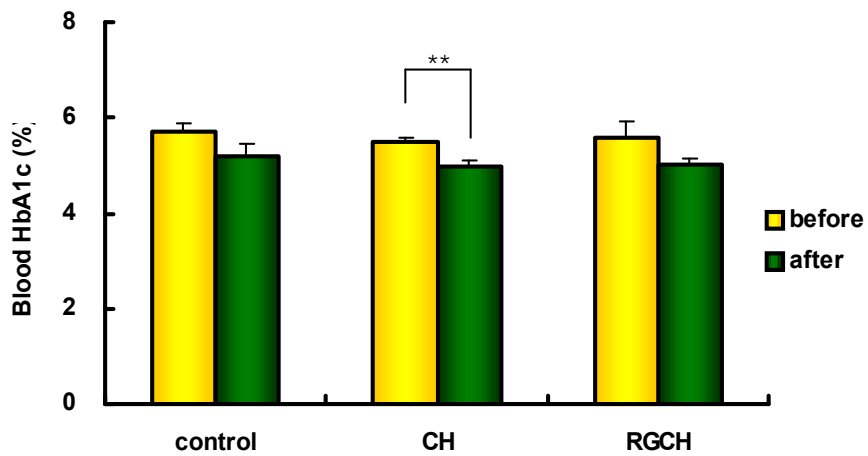


Fig. 2.17. Effect of cheonggukjang or Red ginseng cheonggukjangan on changes in blood HbA1c in hyperglycemic subjects before and after 8 weeks treatment.

Mean±SE, n=15. control, CH; cheonggukjang, RGCH; Red ginseng cheonggukjang.

\*\*p<0.01 : significantly different by Student's t-test.

3) 청국장 및 홍삼청국장 보충이 혈장 insulin, C-peptide 농도 및 HOMA-IR(인슐린 저항성 지표)변화에 미치는 영향

혈장 인슐린과 C-peptide는 proinsulin의 효소적 분해산물로서, C-peptide 함량은 인슐린 분비 정도를 의미하므로 널리 사용되고 있다. 대조군과 홍삼청국장군의 혈장 인슐린 농도는 증가하는 경향을 보였고, C-peptide 농도는 두 시험군 모두 약간 감소하였으나 유의적 차이는 없었다. 청국장군의 인슐린 및 C-peptide농도도 감소하는 경향이었으나 이 또한 유의적인 차이는 관찰되지 않았다 (Fig. 2.18,19). 인슐린 저항성 지표인 HOMA-IR은 혈장 인슐린과 C-peptide 농도와 마찬가지로 군간 유의적 차이가 관찰되지 않았다 (Fig. 2.20).

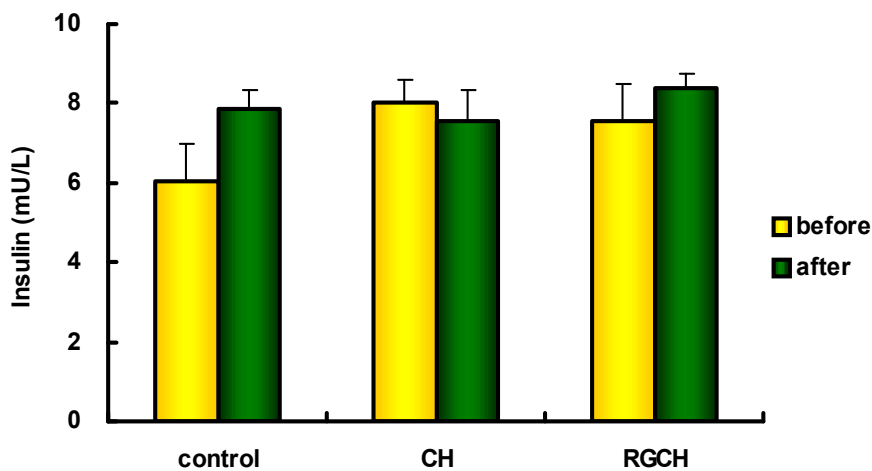


Fig. 2.18. Effect of cheonggukjang or Red ginseng cheonggukjang on changes in plasma Insulin in hyperglycemic subjects before and after 8 weeks treatment.

Mean±SE, n=15. CH; cheonggukjang, RGCH; Red ginseng cheonggukjang.

Fig. 6. Effect of cheonggukjang or Red ginseng cheonggukjang on changes in plasma C-peptide in hyperglycemic subjects before and after 8 weeks treatment.

Mean±SE, n=15. CH; cheonggukjang, RGCH; Red ginseng cheonggukjang.



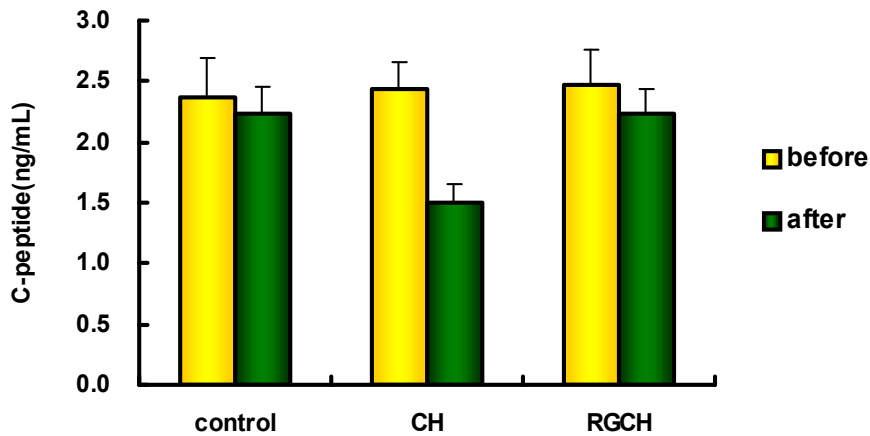


Fig. 2.19. Effect of cheonggukjang or Red ginseng cheonggukjangon on changes in plasma C-peptide in hyperglycemic subjects before and after 8 weeks treatment.

Mean±SE, n=15. CH; cheonggukjang, RGCH; Red ginseng cheonggukjang.

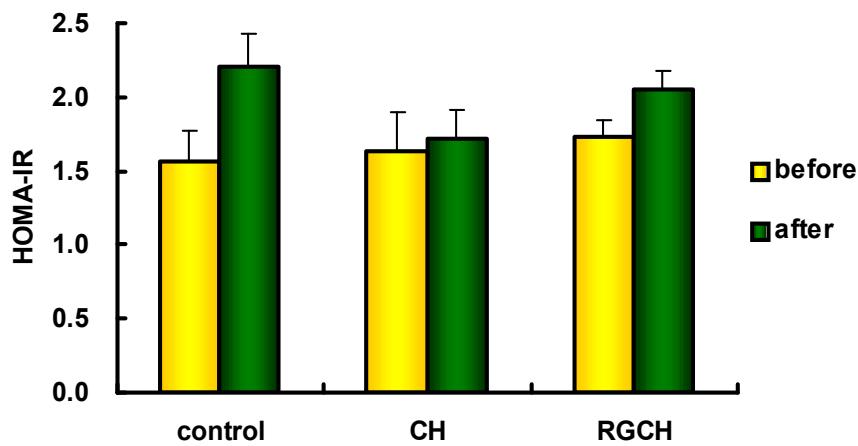


Fig. 2.20. Effect of cheonggukjang or Red ginseng cheonggukjangon on changes in blood HOMA-IR in hyperglycemic subjects before and after 8 weeks treatment.

$HOMA-IR = \text{fasting insulin}(uU/mL) \times \text{fasting blood glucose}(nmol/L) / 22.5$

Mean±SE, n=15. CH; cheonggukjang, RGCH; Red ginseng cheonggukjang.

4) 청국장 및 홍삼청국장 보충이 혈장 지질 농도에 미치는 영향

제2형 당뇨병 환자에서 가장 흔한 이상지질혈증은 중성지방의 상승과 HDL-콜레스테롤의 감소임. 본 시험 결과에서 청국장 및 홍삼청국장 섭취는 혈장 중성지질 농도와 HDL-콜레스테롤에 미치는 영향은 없었으나 (Fig. 2.21, 23), 총 콜레스테롤 농도는 청국장군과 홍삼청국장군이 시험 전에 비해 실험 후 약 23%, 17%의 유의적인 감소를 보였다(Fig. 2.22). 또 LDL-콜레스테롤의 경우도 청국장군과 홍삼청국장군에서 실험 전에 비해 실험 후 약 29%, 30%의 유의적인 감소를 보였다(Fig. 2.24). 따라서 청국장 및 홍삼청국장을 섭취할 시, 혈중 총콜레스테롤 수준과 LDL-콜레스테롤 수준을 낮춤으로써 당뇨병으로 인한 심혈관질환 합병증 예방에도 기여할 수 있을 것으로 사료된다. 혈장 인지질 농도는 실험 전·후 비슷한 수준을 유지한 것으로 보아 청국장 및 홍삼청국장이 인지질 농도 변화에 미치는 영향은 없었다 (Fig. 2.25). 혈장 중의 유리지방산 농도는 당뇨로 인해 유의적으로 증가됨. 일반적으로 당뇨병에서는 인해 지방조직의 분해를 통한 유리지방산이 증가하는 것으로 알려져 있다. 본 시험에서는 모든 군에서 시험 전·후 혈중 유리지방산 농도가 유의적으로 감소하였다. 특히 대조군( $p < 0.01$ )에 비해 청국장 및 홍삼청국장군( $p < 0.001$ )에서 혈장 유리지방산 농도가 8주후 더욱 현저하게 감소되었다(Fig. 2.26).

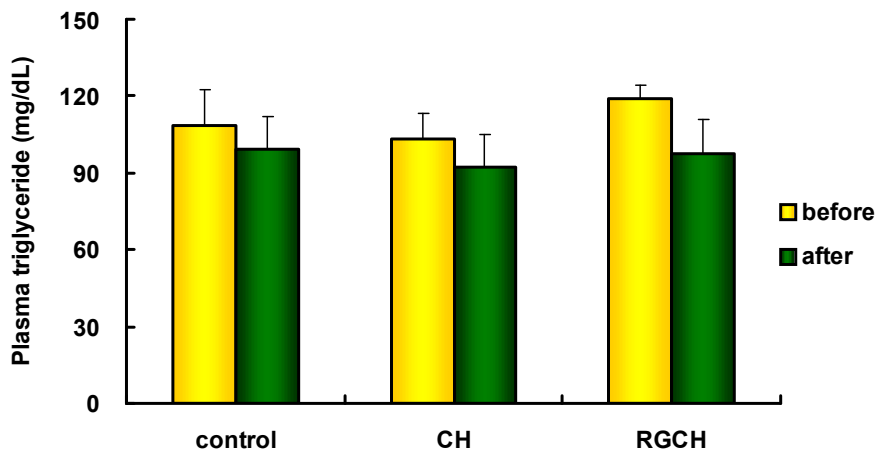


Fig. 2.21. Effect of cheonggukjang or Red ginseng cheonggukjangon on changes in plasma triglyceride concentration in hyperglycemic subjects before and after 8 weeks treatment.

Mean±SE, n=15. control, CH; cheonggukjang, RGCH; Red ginseng cheonggukjang.

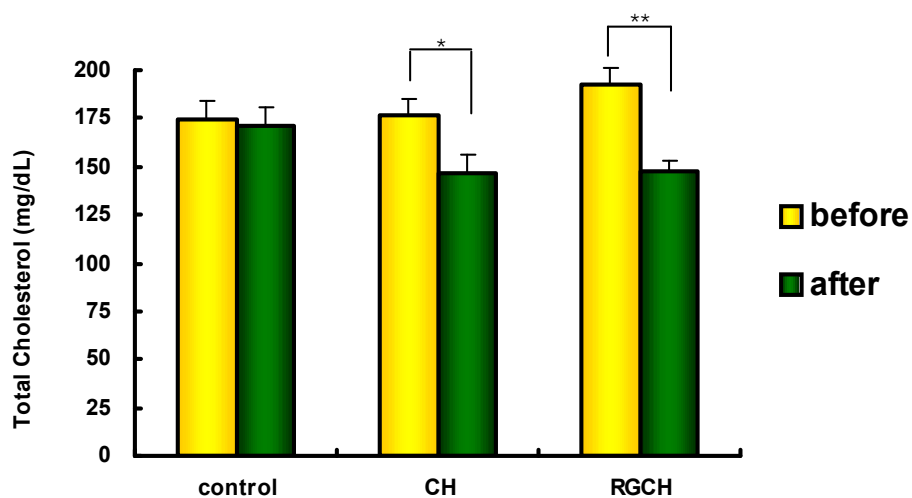


Fig. 2.22. Effect of cheonggukjang or Red ginseng cheonggukjang on changes in plasma total cholesterol concentration in hyperglycemic subjects before and after 8 weeks treatment.

Mean±SE, n=15. CH; cheonggukjang, RGCH; Red ginseng cheonggukjang.

\*p<0.05, \*\*p<0.01 : significantly different by Student's t-test.

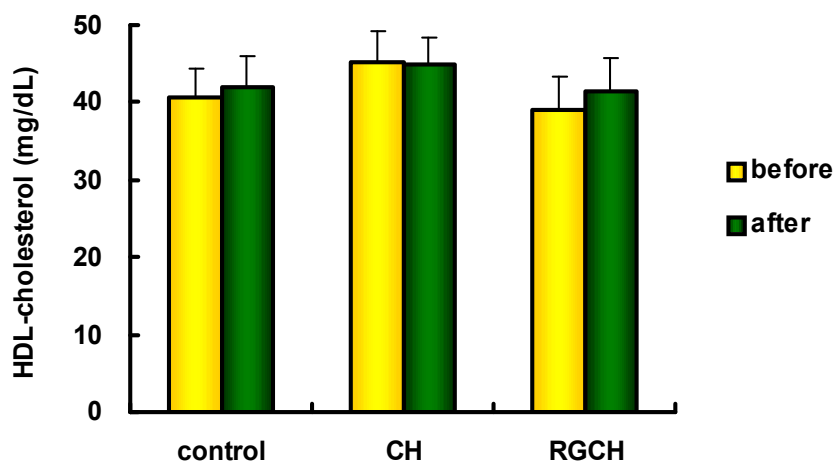


Fig. 2.23. Effect of cheonggukjang or Red ginseng cheonggukjang on changes in high density lipoprotein cholesterol in hyperglycemic subjects before and after 8 weeks treatment.

Mean±SE, n=15. CH; cheonggukjang, RGCH; Red ginseng cheonggukjang.

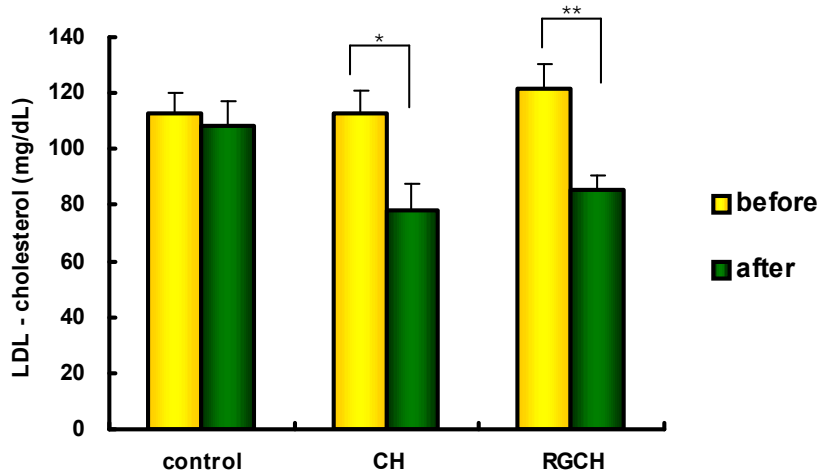


Fig. 2.24. Effect of cheonggukjang or Red ginseng cheonggukjang on changes in low density lipoprotein cholesterol in hyperglycemic subjects before and after 8 weeks treatment.

Mean±SE, n=15. CH; cheonggukjang, RGCH; Red ginseng cheonggukjang.

\*p<0.05, \*\*p<0.01 : significantly different by Student's t-test.

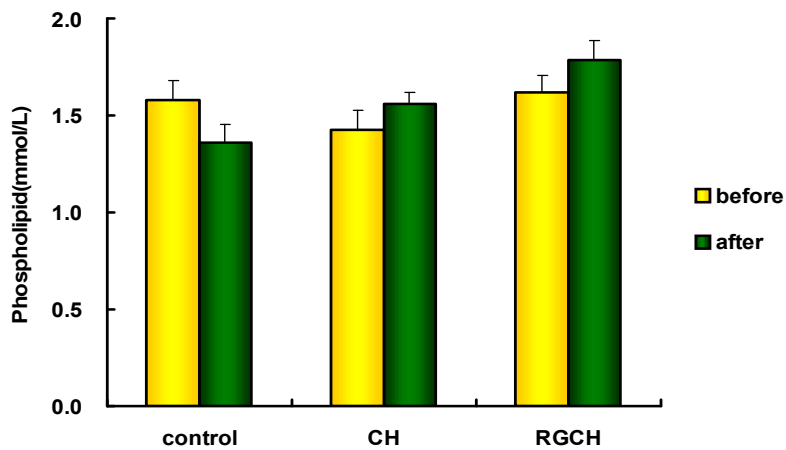


Fig. 2.25. Effect of cheonggukjang or Red ginseng cheonggukjang on changes in plasma phospholipid in hyperglycemic subjects before and after 8 weeks treatment.

Mean±SE, n=15. control, CH; cheonggukjang, RGCH; Red ginseng cheonggukjang.

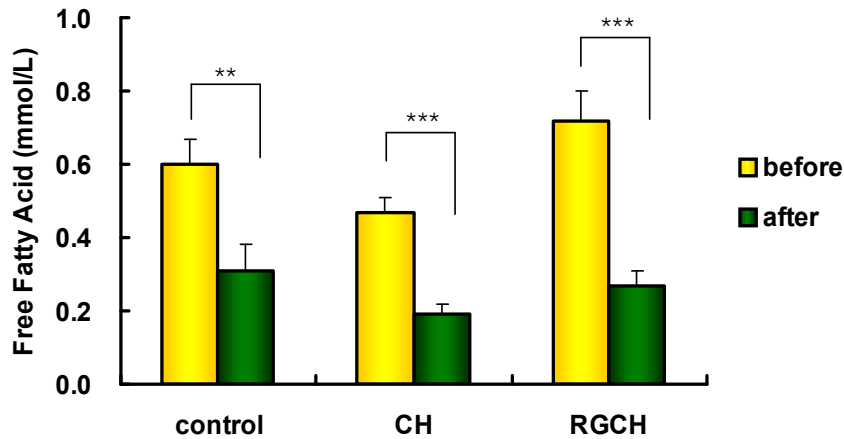


Fig. 2.26. Effect of cheonggukjang or Red ginseng cheonggukjang on changes in free fatty acid in hyperglycemic subjects before and after 8 weeks treatment.

Mean±SE, n=15. control, CH; cheonggukjang, RGCH; Red ginseng cheonggukjang.

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001 : significantly different by Student's t-test.

#### 5) 청국장 및 홍삼청국장이 지방세포 분비 호르몬에 미치는 영향

Adiponectin은 지방세포에서 분비되는 물질로서 지방세포 분화과정에서 그 농도가 증가되며, 근육과 간조직에서 인슐린 민감도를 높여주고 지방산 산화를 촉진시킴. Leptin은 식욕을 억제하고 인슐린 민감성을 증가시키는 아디포카인(adipokine)의 한 종류이며 resistin은 지방세포에서 분비되는 호르몬으로 인슐린의 작용을 방해해 당뇨병을 유발시킨다. 본 시험 결과에서는 청국장 및 홍삼청국장 섭취가 adiponectin, leptin, resistin 분비에 미치는 영향은 없는 것으로 관찰되었다 (Table 2.16).

Table 2.16. Effect of cheonggukjang or Red ginseng cheonggukjang on changes in plasma adiponectin, leptin and resistin concentration in hyperglycemic subjects before and after 8 weeks treatment

	Adiponectin (ug/mL)		Leptin (ng/dL)		Resistin (ng/mL)	
	before	after	before	after	before	after
control	2.61±0.29	2.17±0.40	2.04±0.26	1.77±0.41	2.68±0.45	2.57±0.33
CH	2.66±0.43	2.36±0.34	1.98±0.53	1.38±0.94	2.74±0.79	1.92±0.46
RGCH	2.75±0.39	2.78±0.47	1.83±0.27	1.06±0.26	2.81±0.58	2.30±0.47

Mean±SE, n=15, CH: cheonggukjang, RGCH: Red ginseng cheonggukjang

6) 청국장 및 홍삼청국장이 염증관련 혈장 cytokine에 미치는 영향

IL-8과 IL-10를 비롯한 cytokine은 여러 가지 면역세포들에 의해 만들어지며, 면역세포의 활성화, 성장, 분화 등에 영향을 미침. 본 시험 결과에서는 청국장 및 홍삼청국장 섭취가 이들 바이오마커에 미치는 영향을 관찰되지 않았다. 그러나 홍삼청국장군에서 염증 반응을 활성화시키는 IL-8의 농도가 감소하는 경향을 나타내고 TNF-α의 작용을 억제시키는 IL-10의 농도가 증가한 경향을 보였다. 이로 보아 홍삼청국장을 장기적으로 섭취할 경우 염증 반응을 억제하여 심혈관 질환 및 제2형 당뇨병 예방에도 기여할 것으로 기대된다 (Table 2.17).

Table 2.17. Effect of cheonggukjang or Red ginseng cheonggukjang on changes in plasma IL-8 and IL-10 concentration in hyperglycemic subjects before and after 8 weeks treatment

	IL-8 (pg/mL)		IL-10 (pg/mL)	
	before	after	before	after
control	5.99±1.45	7.78±0.59	109.45±37.86	164.50±50.08
CH	6.43±1.54	6.58±0.67	132.33±58.42	113.19±68.02
RGCH	7.47±2.18	6.77±0.57	113.41±45.75	159.37±47.55

Mean±SE, n=15, CH; cheonggukjang, RGCH; Red ginseng cheonggukjang

7) 청국장 및 홍삼청국장이 간독성 관련 지표인 AST(GOT) 및 ALT( GPT) 활성도에 미치는 영향

ALT(alanine aminotransferase)와 AST(aspartate aminotransferase)활성도는 간세포 파괴시 민감하게 증가하는 간손상 지표인 ALT와 AST는 간에 특이적으로 많이 존재하며, AST의 경우 심장, 골격근, 적혈구에도 존재하여 심근경색, 골격근질환, 용혈성 질환과 관련된다.

청국장과 홍삼청국장군에서 ALT 활성도의 경우 유의성은 없었으나 감소하는 경향을 나타내었고, AST 활성도는 두 실험군에서 유의적으로 감소되어 인체의 간기능 개선에도 유익할 것으로 사료된다 (Table 2.18).

8) 청국장 및 홍삼청국장이 동맥경화 관련 지표인 C-reactive protein (CRP), lipoprotein-a[Lp(a)]에 미치는 영향

모든 대상자들의 혈장 CRP농도는 5 mg/L이하로 정상 범위에 속한 것으로 나타나 8주 동안의 청국장 및 홍삼청국장 보충이 CRP에 미치는 영향은 관찰되지 않았다 (Table 2.19). Plasma lipoprotein (a)[Lp(a)]는 동맥경화를 일으키는 위험 인자로, Lp(a)의 농도가 높은 경우 낮은 경우보다 관상심장질환에 걸린 위험성이 더 높다는 것으로 알려져 있다.

8주 후, 홍삼청국장의 lipoprotein(a)의 농도가 감소하는 경향이 나타났고, 특히

청국장군에서 유의적으로 감소되었다. 따라서 청국장이 lipoprotein(a) 감소 작용에 효과가 있는 것으로 나타나 동맥경화의 위험을 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다 (Fig. 2.25).

**Table 2.18. Effect of cheonggukjang or Red ginseng cheonggukjang on changes in plasma ALT and AST activity in hyperglycemic subjects before and after 8 weeks treatment.**

	ALT ( U/L )		AST ( U/L )	
	before	after	before	after
<b>control</b>	22.46±2.17	19.50±1.29	36.79±5.42	26.43±1.78
<b>CH</b>	23.00±3.55	17.75±1.49	30.67±3.34	22.00±1.29*
<b>RGCH</b>	23.80±1.56	19.60±2.29	31.73±2.20	23.00±1.70**

Mean±SE, n=15, \**p*<0.05, \*\**p*<0.01 : Data are compared before and after 8 weeks based on Student's *t*-test.

CH; cheonggukjang, RGCH; Red ginseng cheonggukjang

AST; aspartate aminotransferase ALT; alanine aminotransferase

**Table 2.19. Effect of cheonggukjang or Red ginseng cheonggukjang on changes in plasma C-reactive protein (CRP) concentration in hyperglycemic subjects before and after 8 weeks treatment.**

CRP		control	CH	RGCH
	<b>before</b>		below 5mg/L	below 5mg/L
<b>after</b>		below 5mg/L	below 5mg/L	below 5mg/L

Mean±SE, n=15, CH; cheonggukjang, RGCH; Red ginseng cheonggukjang. CRP; C-reactive protein



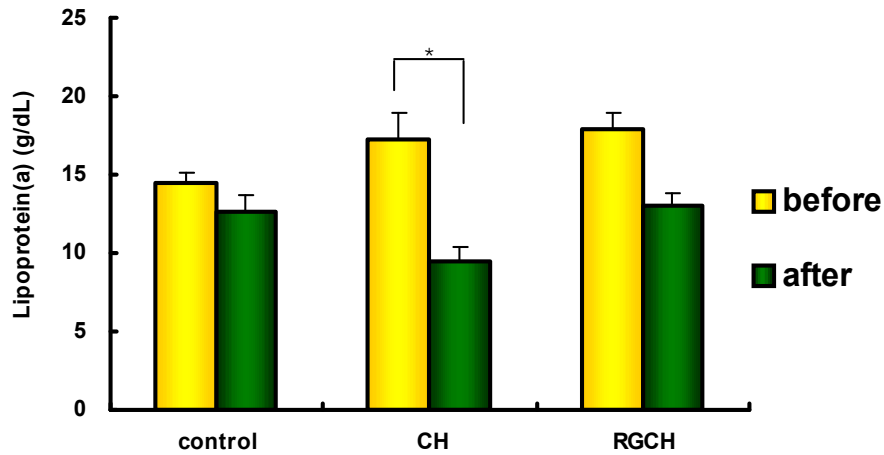


Fig. 2.25. Effect of cheonggukjang or Red ginseng cheonggukjang on changes in Lipoprotein(a) concentration( % of zeropoint) in hyperglycemic subjects before and after 8 weeks treatment.

Mean±S.E. abMeans are significantly different between groups at  $p < 0.05$ . control, CH; cheonggukjang, RGCH; Red ginseng cheonggukjang.

\* $p < 0.05$  : significantly different by Student's t-test.

9) 청국장 및 홍삼청국장이 albumin, BUN(요소질소) 및 creatinine에 미치는 영향

혈장 알부민은 모든 군에서 시험 전·후 유의적인 차이가 있었는데 특히 청국장군과 홍삼청국장군( $p < 0.001$ )에서 큰 감소를 나타내었다. 요소질소량(BUN : Blood Urea Nitrogen)은 신장질환 및 당뇨병일 때 증가할 수 있다. 본 시험에서 청국장군이 시험 전에 비해 시험 후 유의적으로 감소하였고 군간 비교 시에도 다른 군에 비해 유의적으로 낮았다. 혈장 크레아티닌은 단백질 대사 산물로서 신장질환에 의해 배설기능이 저하되면 혈중 농도가 상승하는 신장기능을 나타내는 유력한 지표이다. 모든 군에서 감소하는 경향이었으나 유의적 차이는 없었다(Table 2.19).

Table 2.19. Effect of cheonggukjang or Red ginseng ch대nggukjang on changes in plasma Albumin, BUN and creatinine concentration in hyperglycemic subjects before and after 8 weeks treatment.

	Albumin (g/dL)		BUN (mg/dL)		Creatinin (mg/dL)	
	before	after	before	after	before	after
control	4.74±0.07	4.37±0.07**	18.00±0.65	17.86±0.82 <sup>a</sup>	1.22±0.05	1.10±0.03
CH	4.86±0.1	4.49±0.06***	18.02±0.78	15.51±0.35 <sup>b*</sup>	1.26±0.07	1.09±0.03
RGCH	5.07±0.06	4.53±0.08***	19.26±0.85	18.77±0.68 <sup>a</sup>	1.43±0.21	1.16±0.05

Mean±S.E, n=15, <sup>ab</sup>Means not sharing common superscript in same column are significantly different between groups at p<0.05.

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001 : Data are reported before and after 8 weeks by Student's *t*-test.

CH; cheonggukjang, RGCH; Red ginseng cheonggukjang

10) 청국장 및 홍삼청국장이 항산화효소 활성도 및 적혈구 지질과산화물 함량에 미치는 영향

적혈구의 항산화 효소 활성도 비교결과는 Table 2.20과 같다. Catalase는 지방과 유기물의 산화물 및 SOD에 의해 생성된 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 분해하여 조직의 손상을 방어한다. 적혈구 catalase 활성도는 청국장군 및 홍삼청국장군이 시험 전에 비해 시험 후 유의적으로 감소하였다. 당뇨시 지속적인 고혈당 상태는 자동산화와 비효소적인 단백질의 당화로 산소유리기의 생성을 증가시키고, 증가된 산소유리기가 막인지질의 지질과산화를 초래하여 지질과산화 생성물인 TBARS 함량을 증가시킨다. 본 시험에서 대조군의 적혈구 TBARS 농도는 상승하는 경향을 나타냈으며 청국장군 및 홍삼청국장군에서는 시험 전·후 비교시 유의적인 감소를 나타내었다 (p<0.01, Table 2.20).

따라서, 청국장과 홍삼청국장의 섭취는 적혈구의 항산화 방어 기능을 호전시킨 것으로 평가된다.

Table 2.20. Effect of cheonggukjang or Red ginseng cheonggukjang on changes in the erythrocytic CAT activity and erythrocytic TBARS level in hyperglycemic subjects before and after 8 weeks treatment.

	Erythrocytic CAT ( $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg Hb}$ )		Erythrocytic TBARS ( $\text{nmol}/\text{g Hb}$ )	
	before	after	before	after
control	0.34 $\pm$ 0.03	0.20 $\pm$ 0.02	5.19 $\pm$ 0.31	6.04 $\pm$ 0.49
CH	0.17 $\pm$ 0.01	0.25 $\pm$ 0.02**	6.01 $\pm$ 0.3	4.51 $\pm$ 0.3**
RGCH	0.16 $\pm$ 0.02	0.25 $\pm$ 0.02**	8.48 $\pm$ 0.99	4.92 $\pm$ 0.44**

Mean $\pm$ SE, n=15, \*\* $p$ <0.01 : Data are reported before and after 8 weeks by Student's  $t$ -test.  
CH; cheonggukjang, RGCH; Red ginseng cheonggukjang

## 제 4 절 결 론

### 1. 홍삼 융합 청국장 소재의 항 유전독성 및 항암효과 시험

홍삼과 청국장은 대한민국의 오랜 전통 식품으로서 많은 소비량과 함께 건강기능성 연구가 활발히 진행되고 있다. 홍삼의 사포닌 성분으로서 진세노사이드 Rg<sub>3</sub>와 청국장의 제니스테인은 항암성 성분으로서 크게 기대되고 있다. 따라서 홍삼과 청국장이 지니는 항암, 항산화 등의 기능성은 그 연구가치가 충분하다고 할 수 있다. 본 연구에서 홍삼과 청국장의 혼합물은 홍삼이 가지는 항암, 항산화 효과를 상승시키면서 융합가공에 의한 기능성의 상승효과를 기대할 수 있다. 즉, In vitro와 In vivo 실험에서 홍삼 융합 청국장과 그 가수분해물을 대상으로 실험한 결과, anticarcinogenic effect가 상승적인 것으로 나타났다. 또한 세포에 대한 안전성을 확보하기 위하여 Balb/C 3T3 세포에 홍삼청국장과 그 가수분해물에 대하여 각각 MTT assay를 실시한 결과, 세포생존력이 382.56이 나타났다. Balb/C 3T3 세포를 MNNG를 이용하여 DNA를 손상시킨 후, 1 g/L의 농도의 홍삼청국장과 그 가수분해물을 comet assay한 결과 약 25%의 DNA 회복능력을 나타내었다. In vivo test를 위하여 MNNG를 5주간 7.5  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 로 섭식시키고 5주간 홍삼청국장과 그 가수분해물을 0.2 g/마리로 경구 투여한 결과, 위에서는 33.95%, 대장에서는 40.17%의 DNA 복구능력을 나타내었다. 이러한 결과는 홍삼청국장과 그 가수분해물은 위와 대장의 암 발

생을 억제하는데 이용될 수 있음을 시사하였다. 이러한 연구결과는 건강기능식품의 제조를 위한 가공소재로써 현장적용이 가능해질 것으로 기대해본다.

하지만 아직 두 식품의 어떠한 물질이 이러한 synergic effect를 일으키는지 알 수 없다. 현재 추측하기로는 두 식품의 사포닌들이 synergic effect에 관여한다고 생각하지만 그 연구는 더 지속되어야 할 것이다. Synergic effect의 pathway가 밝혀지면, 건강보조제, 기능성 식품, 그리고 신약개발에 크게 기여할 수 있을 것이라 생각한다.

## 2. 홍삼 융합 청국장 소재의 혈당조절기능 검증시험

### 가. 인체시험 결과

청국장 및 홍삼청국장의 인체 항당뇨 활성 검증연구를 위해 내당능 장애 및 가벼운 당뇨병 증상을 가진 사람을 대상으로 8주간 청국장과 홍삼청국장 분말을 제공한 결과 다음과 같은 결과가 도출되었다.

- 공복혈당 100~150 mg/dL의 내당능 장애 및 가벼운 당뇨증상을 가진 자, 유병 기간이 비교적 짧은 자, 심한 합병증이 없는 자로 제한하여 인체시험 실시하였다. 대조군 (Starch, 2g/day, 15명), 청국장군 (청국장, 20g/day, 15명), 홍삼청국장군 (홍삼청국장, 20g/day, 15명)으로 총 3개 군으로 무작위 배정하여 진행하였다. 대상자들은 일상적인 식생활 및 생활습관을 유지하면서 8주 동안 매일 아침, 저녁 식후에 시험 식품을 섭취하도록 하였다.

- 시험기간 8주 후 모든 군의 체질량지수, 허리엉덩이둘레비, 체지방률에서 유의적인 차이는 없었으나, 청국장군에서 체지방률이 감소하는 경향을 보였다.

- 시험 종료 후, 청국장군의 이완기 혈압이 유의적으로 감소하는 것으로 보아 청국장의 섭취는 혈압 강하 효과를 나타내는 것으로 사료된다.

- 대조군의 공복 혈당은 청국장 및 홍삼청국장을 섭취한 시점부터 시험 종료까지 일정하게 유지되었고, 이에 반해 청국장군과 홍삼청국장군의 공복혈당은 초기에 비해 8주후 각각 약 26%, 18%만큼 유의적으로 감소하였다.

- 심혈관 위험을 증가시키는 당화헤모글로빈 농도는 대조군 및 홍삼청국장군에서 감소하는 경향을 보였고, 특히 청국장군의 경우 유의적인 감소를 나타내었다.

- 대조군과 홍삼청국장군의 인슐린농도는 증가하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었고, C-peptide 농도는 두 군 모두 약간 감소하였으나 유의적인 차이는 없었다. 청국장군의 인슐린 및 C-peptide 농도는 감소하는 경향이였다.

- 인슐린 저항성 지표 (HOMA-IR)은 음성대조군만 증가하는 경향을 보였으며, 나머지 군에서는 변화가 없었다.

- 제2형 당뇨병 환자에서 가장 흔한 이상지질혈증은 중성지방의 상승과 HDL-콜레스테롤의 감소임. 본 시험결과에서 청국장 및 홍삼청국장 섭취는 혈장 중성지질 농도와 HDL-콜레스테롤에 미치는 영향은 없었으나, 총콜레스테롤 농도는 청국장군과 홍삼청국장군에서 시험 전에 비해 시험 후 약 23%, 17%의 유의적인 감소를 보였다. 또 LDL-콜레스테롤의 경우도 청국장군과 홍삼청국장군에서 시험 전에 비해 시험 후 약 29%, 30%의 유의적인 감소를 보였다. 따라서 청국장 및 홍삼 청국장을 섭취할 시, 혈중 총 콜레스테롤 수준과 LDL-콜레스테롤 수준을 낮춤으로써 당뇨병로 인한 심혈관 질환 합병증 예방에도 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

- 혈중 인지질 농도는 시험 전·후 비슷한 수준을 유지한 것으로 보아 청국장 및 홍삼청국장이 인지질 농도 변화에 미치는 영향은 없었으나, 혈장 유리지방산 농도는 당뇨로 인해 유의적으로 증가되었다. 일반적으로 당뇨병에서는 지방조직의 분해를 통한 유리지방산이 증가하는 것으로 알려져 있다. 본 시험에서는 모든 군에서 시험 전·후 혈중 유리지방산 농도가 유의적으로 감소하였다. 특히 대조군에 비해 청국장 및 홍삼청국장군에서 혈장 유리지방산 농도가 8주후 현저하게 감소하였다.

- 본 시험결과에서, 청국장 및 홍삼 청국장의 섭취는 지방세포에서 분비되는 adiponectin, leptin, resistin 농도에는 별다른 영향을 미치지 않았다.

- 본 시험결과에서는 청국장 및 홍삼 청국장 섭취가 IL-8, IL-10에 유의적인 영향을 미치지 않았다. 그러나 홍삼청국장군에서 염증 반응을 활성화시키는 IL-8의 농도가 감소하는 경향을 나타내고 TNF- $\alpha$ 의 작용을 억제시키는 IL-10의 농도가 증가한

것으로 보아, 홍삼 청국장을 장기적으로 섭취할 경우 염증 반응을 억제하여 심혈관 질환 및 제2형 당뇨병 예방에 기여할 것으로 기대된다.

- 청국장 및 홍삼 청국장을 8주간 섭취한 후 간독성 관련 지표인 AST와 ALT 활성도에 미치는 영향을 분석한 결과, 청국장과 홍삼청국장군에서 ALT 활성도는 차이가 없었으나 AST는 유의적으로 감소한 것으로 보아 청국장 및 홍삼 청국장의 섭취는 간기능 개선에도 유익할 것으로 사료된다.

- 시험에 참여한 모든 대상자들의 CRP 농도는 5mg/L이하로 정상 범위였고, 동맥 경화를 일으키는 위험인자인 혈장 Lp(a) 농도는 청국장에서 유의적으로 감소되었다. 따라서 청국장은 심혈관 위험인자인 혈장 Lp(a) 감소에 효과가 있는 것으로 사료된다.

- 혈장 알부민 농도는 모든 군에서 시험 전·후에 유의적으로 변화하였는데, 특히 청국장군과 홍삼청국장군에서 크게 감소하였다. 신장질환 및 당뇨병에서 증가되는 혈중요소질소량(BUN) 농도는 청국장의 경우 시험 전에 비해 시험 후 유의적으로 감소되었고 군간 비교시에도 다른 군에 비해 유의적으로 낮았다.

- 적혈구의 항산화효소중 catalase 활성도와 지질과산화 생성물인 TBARS 함량은 청국장군 및 홍삼청국장군에서 유의적으로 감소되었다. 이로 보아, 청국장과 홍삼 청국장의 섭취는 적혈구의 항산화 방어기능 개선에도 유익한 것으로 평가되었다.

- 결론적으로, 내당능 장애를 가진 사람들을 대상으로 청국장 및 홍삼 청국장을 8주간 섭취한 결과, 청국장군에서는 공복혈당 및 당화혈색소가 감소되었다이 확인되었다. 또한 청국장군과 홍삼청국장군에서 혈장 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤, 유리지방산 및 Lp(a) 수준이 저하되어 제 2형 당뇨합병증의 주요 원인이 되고 있는 지질대사 이상이 개선되었다. 그러므로, 이들 식품은 당뇨합병증 예방 및 개선에도 효과가 있을 것으로 기대된다. 특히, 청국장 및 홍삼 청국장을 섭취한 후 AST 활성도가 유의적으로 감소한 것으로 보아 간 기능 개선에도 도움이 될 것으로 평가된다.

따라서 청국장 및 홍삼청국장의 장기간 복용은 공복 혈당 조절 및 당뇨 합병증의

예방에 기여할 것으로 사료되며, 향후 개별 인정형 건강기능식품 품목으로의 인정신청도 가능한 것으로 사료된다.

#### 나. 동물실험 및 인체시험을 통한 청국장 및 홍삼청국장의 혈당 조절 (결론)

본 실험물질인 청국장 및 홍삼청국장을 제 2형 당뇨병 모델을 이용한 동물실험과 내당능장애인에게 적용하여 연구한 결과들을 종합적으로 요약하면 다음과 같다.

- 청국장과 홍삼청국장이 제 2형 당뇨병 동물과 내당능장애인의 혈당에 미친 영향을 살펴보면 다음과 같다. 평균 230mg/dL로 확실히 당뇨가 발병된 db/db 마우스에서는 당뇨대조군에 비해 청국장의 경우 32%, 홍삼청국장은 12%정도 혈당 강하효과를 볼 수 있었다. 가벼운 내당능장애인을 대상으로 한 인체시험에서도 역시 26% 및 18%의 유의적인 혈당 감소효과를 나타내었다. 이로써, 내당능 상태에서 뿐만 아니라 이미 제 2형 당뇨가 발병된 후에도 청국장과 홍삼청국장에 혈당조절, 특히 혈당강하 능력이 있다는 것을 확인할 수 있었다.

- 동물실험과 인체시험에서 청국장과 홍삼청국장이 당화혈색소(HbA1c)에 미치는 영향은 다음과 같다. 동물실험에서 청국장과 홍삼청국장은 모두 유의적으로 당화헤모글로빈 농도를 낮추었다. 반면, 인체시험에서는 청국장을 섭취했을 때만 유의적으로 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 이 결과로, 홍삼청국장을 포함한 청국장을 보충 섭취했을 때, 특히 청국장의 경우 내당능 장애와 당뇨가 이미 발병된 후의, 2가지 경우 모두에서 혈당이 안정적인 상태로 유지되는데 기여할 것으로 짐작됨. 당화혈색소의 특성상 약 2-3개월간의 비교적 오랜 시간동안의 혈당 조절정도를 보여주므로 청국장의 보충 섭취는 장기간의 혈당 조절 및 안정적 유지에 그 효과가 뛰어날 것으로 사료된다.

- 제 2형 당뇨병 모델 동물실험 및 인체시험을 통해 청국장과 홍삼청국장이 인슐린, -C-peptide를 포함하는 당뇨관련 호르몬과 cytokine에 미치는 영향을 살펴보면 다음과 같다. 대표적인 당뇨호르몬으로 알려진 인슐린과 C-peptide는 동물실험 및 인체시험의 전 연구기간을 통해 체내 함량의 유의적인 증가나 감소를 발견할 수는 없었으나, 동물실험에서 청국장을 식이 보충했을 때 인슐린 민감도의 향상, 또다른 대표

당뇨호르몬인 글루카곤의 체내 농도의 유의적인 감소, 및 아디포넥틴 농도 증가 등의 효과로 청국장과 홍삼청국장이 직접적인 인슐린 분비의 자극을 통한 분비량을 증가시키는 데에 관여하지는 않았다. 한편, 췌장세포의 조직면역학적 관찰에서 당뇨대조군에 비해 실험군들이 세포가 잘 보존되어 있었고 세포 수도 더 많은 것으로 봐서 당뇨병 치료의 주요 기전중 하나인 인슐린 민감성 증가를 통해 췌장의  $\beta$ -세포를 보호함으로써 제 2형 당뇨병의 주요원인의 하나인 췌장  $\beta$ -세포의 파괴를 방지하는데 크게 기여하는 것으로 사료된다. 이 밖에도 인체시험을 통해 얻어진 cytokine중 항염증인자 검사의 결과로 청국장과 홍삼청국장의 보충 섭취는 심혈관계 질환과 제 2형 당뇨에 수반되는 합병증 예방에 효과가 있는 것으로 사료된다.

- 청국장과 홍삼청국장을 동물과 내당능장애인에 각각 적용했을 때 지질관련 인자들에 미치는 영향은 다음과 같다. 제 2형 당뇨병과 밀접한 관계를 가지는 혈중 유리지방산의 농도가 청국장과 홍삼청국장을 섭취함으로써 유의적으로 낮아진 것을 확인할 수 있었는데 이는 동물실험과 인체시험 모두에서 같은 결과를 보였다. 더불어 혈장 총콜레스테롤의 농도는 두 연구 모두에서 유의적으로 낮아졌고 특히 동물실험에서는 중성지질 농도도 유의적인 감소를 가져왔음. 인체시험에서는 LDL-콜레스테롤의 29%와 30%의 유의적으로 감소된 결과가 나타났음. 이 밖에도 동물의 간조직을 이용한 지질대사 관련 효소활성에 미치는 영향에 관한 실험에서도 청국장군이 당뇨대조군에 비해 FAS 활성화도,  $\beta$ -oxidation, CRP, HMGCR 활성화도가 유의적으로 낮았으며 ACAT 활성화도는 홍삼청국장군에서 유의적으로 낮게 관찰되었다. 또 동물의 간세포의 형태적 분석결과 대조군들에 비해 실험군의 지방구 크기가 작고 축적정도가 낮게 관찰되었다. 이러한 결과를 통해 청국장과 홍삼청국장이 이상지질혈증 및 심혈관 관련 합병증 예방에 크게 도움이 될 것으로 사료된다.

- 두 연구를 통해 청국장과 홍삼청국장의 보충 섭취가 간에 미치는 영향은 동물실험에서는 생화학적 대사관련 및 항산화 효소의 활성검사를 통해서, 인체시험에서는 혈중 적혈구의 항산화 효소 및 간독성 지표인 AST(GOT)와 ALT(GPT) 활성검사를 통하여 살펴보았다. 두 연구의 결과에 따라, 청국장과 홍삼청국장은 동물과 인체를 통한 두 연구 모두에서 관련 효소들의 활성화에 긍정적인 영향을 미침으로써 대사관련 효소활성의 조절, 항산화 방어기전 개선 및 간 기능 향상에 크게 기여할 것으로 평가된다.



제 2형 당뇨병 동물과 인체시험의 종합적인 결과를 요약하면, 청국장 및 홍삼청국장의 장기 복용 및 섭취는 인슐린 민감도의 향상을 통해 췌장의 기능을 보호하고 지질대사를 조절함으로써 공복혈당 조절 및 당뇨병 합병증의 예방에 기여할 것으로 사료되며, 향후 개별 인정형 건강기능식품 품목으로의 인정신청도 가능한 것으로 사료된다.

## 위탁과제 청국장의 기능강화 및 홍삼융합 발효소재화 기술 개발

### 제 1 절 서 론

청국장은 특유의 점질성 조직감을 지니는 우리나라 전통 콩발효식품으로서 단기간에 제조 가능하며 영양적, 경제적으로 가장 효과적인 콩의 섭취방법으로 인정되고 있다(1, 2). 콩을 발효시키는 제조과정 중 콩 속에 함유되어 있는 이소플라본 및 유용성분의 배당체가 당이 떨어지는 아글리콘 형태로 변화하여 콩 자체보다 높은 생리활성을 나타내는 것으로 밝혀지고 있으며(3), 필수아미노산, 비타민 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, 나이아신, 판토텐산 등을 더 많이 가지고 있고 각종 효소가 풍부하게 들어있다(4). 이러한 청국장은 청국장균의 정장효과, 섬유질의 변비예방효과, 발암물질과 콜레스테롤의 체외 배출효과, 점질물(mucin)의 알콜 흡수에 의한 해장효과, 사포닌의 혈관강화, 혈액순환 촉진 및 젖산분해효과, 레시틴의 뇌 노화, 치매, 고혈압 및 동맥경화 예방 등의 효과가 있는 것으로 알려져 있으며(5), 혈전용해(6, 7), 골다공증 예방(8)에 있어서도 우수한 것으로 알려져 있다. 그러나 청국장 발효 과정에서 발생하는 심한 암모니아취로 인해 젊은 세대의 기호에 맞지 않아 점점 외면 받고있어 시장성 확보가 어려운 실정이다. 청국장 제조는 증자콩에 *Bacillus subtilis*, *Bacillus natto* 등을 접종하여 40-50℃의 온도와 85-90%의 습도에서 2-3일 정도 발효시키는 원리로 제조되고 있으나 원료의 종류, 증자시간, 사용균주, 발효온도 및 시간 등의 발효조건 차이에 따른 특유의 풍미는 청국장 품질을 결정하는 가장 큰 요인이 되고 있다(9,10). 이처럼 우수한 청국장의 이용가치와 이용도를 증대하기 위하여 심한 불쾌취를 개선하고자 다양한 기능성 소재를 첨가하여 청국장을 발효하고(11, 12), 효소적 처리에 의한 단백질을 유리아미노산, oligopeptide, 저분자 단백질로 변형하여 각각 원래 단백질에서 분해 후 처음과 다른 생리활성을 지니게 됨으로서 기능성을 향상 시키려는 연구가 많이 시도되고 있다(12,13).

홍삼(red ginseng)은 인삼의 녹말을 호화하여 비효소적 갈변 반응에 의해 가공된 것으로 한방 및 민간에 널리 사용되고 있다(14). 홍삼의 약리 효능은 사포닌, 단백질, peptide나 비전분성 다당체에 관한 연구가 이루어져 항산화, 항염증, 면역기능증진, 신경조절, 간 보호, 혈당저하, 지방흡수 조절작용 등의 생리활성 기능이 보고되고 있

다(15). 이러한 기능들이 동물 및 임상 실험을 통해 알려지면서 홍삼가공품 개발에 노력을 하고 있으나 홍삼 고유의 쓴맛과 강한 향은 소비자의 기호도가 감소되고 있는 실정이다.

또한 최근 대두단백질의 이용가치와 이용도를 증대시키기 위하여 물리적, 화학적 또는 효소적 처리에 의한 단백질의 구조적 변화를 일으키고 있다. 단백질의 가수분해 방법 중 산 알칼리를 사용한 가수분해가 주로 이용되고 있지만, 반응 생성물의 이미 이취 발생, 함황 아미노산의 손실 및 독성 물질의 형성 등을 초래하여 단백질의 이용을 제한한다. 그에 반해 효소적 가수분해는 용해도를 증가, 이취 성분을 유리시키는 장점을 가지고 있으며, 영양가의 손실을 방지할 수 있어 그 자체에 안전성이 부여되기 때문에 단백질 분해효소를 이용한 변형법이 널리 사용되고 있다.

본 연구에서는 혈전용해능이 우수한 청국장 균주를 선별하여 혈전용해능이 우수하며 불쾌취가 감소된 청국장 발효 조건을 설정하고자 하였으며 홍삼과 청국장을 융합하여 기호성 및 기능적 특성이 강화된 홍삼 첨가 청국장 개발을 위하여 홍삼농축액과 홍삼분말 첨가량 및 첨가 방법에 따른 품질특성을 비교 조사하였다. 또한 홍삼 융합 청국장을 다양한 식품소재로 활용하기 위하여 단백질 분해효소를 이용한 가수분해 조건에 따른 품질특성을 조사하였으며, 청국장의 부가가치를 높이고자 기능성 효능이 입증된 홍삼농축액을 첨가하여 효소적 가수분해에 따른 기능적 특성변화를 조사하여 기능성 건강식품 활용 가능성을 조사하였다.

## 제 2 절 재 료 및 방 법

### 1. 실험 재료

본 연구에 사용된 균 분리용 청국장은 대구시 농협에서 시판되고 있는 청국장 제품을 구입하여 사용하였고, 콩은 2005년도 경북 상주지방에서 재배한 것을 구입하여 사용하였다. 홍삼청국장 발효 특성 실험에서는 5년근 홍삼으로 가공된 홍삼농축액(사포닌 함량 195 mg/g) 및 분말(사포닌 함량 55 mg/g)을 (주)풍기인삼조합으로부터 제공받아 사용하였고 효소제는 (주)계명푸텍스에서 제공받아 사용하였다.

## 2. 홍삼융합 청국장의 발효특성 평가를 위한 균주선발 및 품질평가

### 가. 혈전용해효소 생산균주의 분리 및 동정

#### 1) 사용균주 및 배지

혈전용해능이 우수한 균을 분리하기 위하여 청국장 1 g을 생리식염수 9 mL에 첨가하여 현탁시킨 다음 그 상층액을 10배 희석법으로 희석한 후 nutrient agar plate에 도말하고 37°C에서 24시간동안 배양하여 점질물 생성능이 우수한 콜로니를 순수 분리하였다(16). 각각의 분리 균주는 N1-N5로 명명하여, nutrient broth에 접종 후 배양한 다음 원심분리시켜 그 상등액의 혈전용해능을 fibrin plate method로 측정하여 가장 우수한 균주를 최종 선별하였다. 대조균으로는 *Bacillus subtilis* (KCTC 3014), *Bacillus subtilis* (KCCM 11314) 및 *Bacillus subtilis* (KCCM 11315)을 사용하였다.

#### 2) 균주의 동정

최종 선별된 N2 균주는 nutrient agar plate에 37°C, 24시간동안 배양하여 Analytical Profile Index(API) CHB kit (bioMerieux Co, France)를 이용하여 49개의 탄소원에 대한 이용성을 조사하여 간이 동정하였다(17).

#### 3) Starter 배양액 제조

5% skim milk를 함유하는 20% soybean solution 10 mL에 nutrient broth에서 배양된 각각의 균주를 10%(v/v) 접종하여 항온 배양기 (HB-102L, Korea)에서 37°C, 24시간 배양한 후 starter로 사용하였다.

### 나. 선별된 균주를 이용한 청국장 제조

콩을 수세하여 4°C의 물에 24시간동안 침지 시킨 후 약 30분간 물빼기를 하고 100 g씩 담아 autoclave로 121°C, 40분간 증자하였다. 이것을 50°C까지 냉각한 후

각각의 균주 배양액을 3%(v/w)로 균일하게 접종하여 40℃, 20시간동안 발효시켰다. 제조된 청국장에 동량의 증류수를 첨가하여 30분간 진탕한 후 여과 및 원심분리(2,000 rpm, 10 min)하여 얻은 상등액을 분석시료로 사용하였다.

#### 다. 증자시간의 영향

콩을 수세하여 4℃의 물에 24시간동안 침지 시킨 후 약 30분간 물빼기를 하고 100 g씩 담아 autoclave로 121℃에서 15, 30, 45, 60분으로 각각 조정하여 증자하였다. 이것을 50℃까지 냉각한 후 *B. subtilis* (KCTC 3014)와 *B. subtilis* N2 배양액을 각각 3%(v/w)로 균일하게 접종하여 40℃, 20시간동안 발효시켰다. 제조된 청국장에 동량의 증류수를 첨가하여 30분간 진탕한 후 여과 및 원심분리(2,000 rpm, 10 min)하여 얻은 상등액을 분석시료로 사용하였다.

#### 라. 발효시간의 영향

콩을 수세하여 4℃의 물에 24시간동안 침지 시킨 후 약 30분간 물빼기를 하고 100 g씩 담아 autoclave로 121℃, 45분간 증자하였다. 이것을 50℃까지 냉각한 후 *B. subtilis* (KCTC 3014)와 *B. subtilis* N2 배양액을 각각 3%(v/w)로 균일하게 접종하여 40℃에서 40시간동안 발효시키면서 10시간 간격으로 성분변화를 조사하였다. 제조된 청국장에 동량의 증류수를 첨가하여 30분간 진탕한 후 여과 및 원심분리(2,000 rpm, 10 min)하여 얻은 상등액을 분석시료로 사용하였다.

#### 마. 성분분석

##### 1) 점질물 측정

점질물은 Tanaka 등에 의한 방법(18)에 따라 시료 5 mL를 항량을 구한 수기에 취하여 105℃에서 증발 건조시켜 그 무게를 측정하였으며, 시료에 대한 건물량(%)으로 나타내었다

##### 2) Fibrin plate를 이용한 균주의 혈전용해효소 활성 측정

균주의 혈전용해효소 활성은 fibrin plate method의 일종인 Astrup and

Müllertz method(6)을 사용하여 측정하였다. 대조구로는 정제된 혈전용해제인 plasmin (1 unit/mL)을 사용하였으며, 균주 배양액의 혈전용해 효소 활성은 아래와 같은 방법으로 구하였다.

$$\text{혈전용해효소 활성 (\%)} = \frac{\text{시료의 용해영역}}{\text{plasmin의 용해영역}} \times 100$$

### 3) Spectrophotometric method를 이용한 청국장의 혈전용해효소 활성 측정

혈전용해효소의 활성은 Anson(19)의 방법을 변형하여 UV-visible spectrophotometer (UV-1601, Shimadzu, Japan)로 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. 분해물의 tyrosine 양은 tyrosine을 표준물질로 사용하여 작성한 표준곡선으로부터 환산하였다. 효소활성은 조효소액 1 mL가 1분 동안 tyrosine 1  $\mu$ g을 생성하는 능력을 1 unit로 하였다.

### 4) 환원당 함량

환원당은 Dinitrosalicylic acid(DNS)법(20)으로 UV-visible spectrophotometer (UV-1601, Shimadzu, Japan)를 이용하여 546 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 당 정량은 glucose를 표준물질로 사용하여 상기의 방법으로 작성한 표준곡선으로부터 환산하였다.

### 5) 아미노태질소 및 암모니아태질소 함량

아미노태질소 함량은 Formol 적정법(21), 암모니아태질소 함량은 Forlin법(21)으로 측정하였다.

## 3. 홍삼소재 배합 및 발효조건 최적화

### 가. 홍삼 첨가방법에 따른 홍삼청국장의 품질 특성

#### 1) 사용균주 및 배지

점질물 생성능과 혈전용해능이 우수한 Bacillus subtilis N2를 이용하여 nutrient broth에서 37°C, 24시간 배양한 후 4°C에 보관하면서 사용하였다.

## 2) Starter 배양액 제조

Skim milk 5%를 함유한 20% soybean solution 10 mL에 nutrient broth에서 배양된 *Bacillus subtilis* N2균주를 10%(v/v) 접종하여 항온 배양기(HB-102L, Korea)에서 37°C, 24시간 배양한 후 starter로 사용하였다.

## 3) 청국장 제조

콩을 수세하여 4°C의 물에 24시간 동안 침지시킨 후 약 30분간 물빼기를 하고 100 g씩 담아 autoclave로 121°C, 40분간 증자하였다. 이것을 50°C까지 냉각한 후 starter 3%(v/w)로 균일하게 접종하여 40°C, 20시간 동안 발효시켰다. 조사포닌 함량 측정에서는 청국장 10 g을 취하여 분석시료로 사용하였고, 나머지 분석에서는 제조된 청국장에 동량의 증류수를 첨가하여 30분간 진탕한 후 여과 및 원심분리(2,000 rpm, 10 min)하여 얻은 상등액을 분석시료로 사용하였다.

## 4) 홍삼농축액과 분말 첨가량에 따른 품질 특성

증자한 콩 100 g에 홍삼농축액 0, 2, 4, 6, 8 및 10%(w/w)와 분말 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 및 14%(w/w)를 각각 첨가한 후 균주 배양액을 접종하여 40°C, 20시간 동안 발효시켜 홍삼 청국장을 제조하였다.

## 5) 홍삼농축액과 분말 첨가시기에 따른 품질 특성

홍삼농축액 및 분말 첨가량 결과를 기준으로 증자한 콩에 홍삼농축액 4%(w/w)와 분말 14%(w/w)를 첨가한 후 starter를 3% 접종하여 40°C, 20시간 동안 발효시킨 청국장과 청국장 발효 후 홍삼농축액 4%(w/w)와 분말 14%(w/w)를 첨가하여 홍삼청국장을 각각 제조하였다.

## 6) 성분분석

### 가) 점질물 측정

점질물은 시료 5 mL를 항량을 구한 수기에 취하여 105°C에서 증발 건조시켜 그 무게를 측정하였으며, 시료에 대한 건물량(%)으로 나타내었다.

### 나) 혈전용해효소 활성 측정

혈전용해효소의 활성은 UV-visible spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu, Japan)로 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. 분해물의 tyrosine 양은 tyrosine을 표준물질로 사용하여 작성한 표준곡선으로부터 환산하였다. 효소활성은 조효소액 1 mL가 1분 동안 tyrosine 1 µg을 생성하는 능력을 1 unit로 하였다.

다) 환원당 함량

환원당은 dinitrosalicylic acid (DNS)법으로 UV-visible spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu, Japan)를 이용하여 546 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 당 정량은 glucose를 표준물질로 사용하여 상기의 방법으로 작성한 표준곡선으로부터 환산하였다.

라) 아미노태질소 및 암모니아태질소 함량

아미노태질소 함량은 Formol 적정법, 암모니아태질소 함량은 Forlin법으로 측정하였다.

마) 조사포닌 함량

조사포닌 함량은 n-butanol 추출법(22)에 따라 정량하였다. 즉, 시료 10 g에 80% ethanol 50 mL를 넣고 70°C 수욕상에서 1시간씩 2회 추출한 다음 여과지(Watman No. 41)로 여과하여 60°C에서 감압 농축한 후 증류수 30 mL에 용해하고 분액깔대기에 취하여 30 mL diethyl ether로 3회 반복 추출하여 지용성 성분을 제거하였다. 수층을 취한 다음 수포화 butanol을 30 mL씩 3회 가하여 분리하고, n-butanol 층을 농축시켜 조사포닌을 얻은 후 105°C에서 항량이 될 때까지 건조시켜 시료에 대한 건물량(%)으로 나타내었다.

바) Ginsenosides 분석

Ginsenoside의 정량분석을 위해 조사포닌을 methanol에 용해한 후 0.2 µm membrane filter로 여과하여 HPLC(Water 2695, Waters Co., USA)로 분석하였다. 이때 분석 column은 discovery C18(4.6×250 mm, Supelco Inc., USA)을 사용하였고, mobile phase는 3차 증류수(용매A)와 acetonitrile(용매B)를 사용하였으며 용매A:용매B를 80:20으로 시작하여 40분에 68:32, 55분에 50:50, 70분에 35:65, 72분에 10:90, 84분에는 80:20의 비율로 단계적인 gradient system을 사용하였다.



Flow rate는 1.6 mL/min이었고, injection volume은 20  $\mu$ L, detector는 UV detector(203 nm)를 사용하였으며 분석 및 표준품은 KT&G에 의뢰하여 분석하였다.

#### 나. 홍삼 융합청국장 가수분해 조건에 따른 특성변화

##### 1) 홍삼 융합청국장 및 가수분해물의 제조

콩을 수세하여 4 $^{\circ}$ C 물에 24시간동안 침지 시킨 후 약 30분간 물빼기를 하고 100 g씩 담아 autoclave로 121 $^{\circ}$ C, 45분간 증자하였다. 이것을 50 $^{\circ}$ C까지 냉각한 후 홍삼 농축액 4.0%(w/w)을 첨가하고 B. subtilis N2 배양액 3%(v/w)로 균일하게 접종하여 40 $^{\circ}$ C, 20시간동안 발효시켜 홍삼 융합청국장을 제조하였다. 그리고 홍삼 융합청국장에 5배정도의 증류수를 첨가하여 homogenizer(HF-93, SMT company, Japan)로 10,000 rpm, 10분간 마쇄한 후 고형분 11%로 조절하여 500 ml 삼각 flask에 200 ml씩을 넣고 각각의 효소를 첨가한 다음 shaking water bath(100 rpm) 50 $^{\circ}$ C에서 가수분해 시켰다. 반응이 끝난 용액은 효소 불활성화를 위하여 95 $^{\circ}$ C에서 10분간 열처리한 후 원심분리(8,000 rpm, 20분)하여 얻은 상정액을 분석시료로 사용하였다.

##### 2) Protease의 선별

500 ml 삼각 flask에 마쇄된 홍삼 융합청국장액 200 mL씩 넣고 4종류의 protease를 가용성 고형분 함량에 대하여 0.01%(w/w)을 첨가한 다음 shaking water bath(100 rpm) 50 $^{\circ}$ C에서 60분 동안 효소제 반응 시켰다. 반응이 끝난 용액은 효소 불활성화를 위하여 95 $^{\circ}$ C에서 10분간 열처리한 후 원심분리(8,000 rpm, 20분)하여 얻은 상정액을 분석시료로 사용하였다.

##### 3) Protease 농도에 따른 영향

마쇄된 홍삼 융합청국장의 가용성 고형분에 대하여 선별된 protease(KMF-G)를 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05 및 0.10%(w/w)의 농도로 첨가하여 shaking water

bath(100 rpm) 50℃에서 60분 동안 효소제 반응하여 가수분해물의 이화학적 특성을 조사하였다.

#### 4) 가수분해 시간에 따른 영향

홍삼 용합청국장액의 가용성 고형분에 대한 protease(KMF-G)의 비율이 0.02%(w/w)가 되도록 하여 50℃ shaking water bath에서 0, 30, 60, 90, 120분 가수분해하여 얻은 가수분해물의 성분을 조사하였다.

#### 5) 성분분석 및 품질 특성 분석

##### 가) 고형분 함량 및 가수분해도 측정

가용성 고형분 함량은 식품공전에 준하여 시험용액 50 mL를 항량을 구한 수기에 취하여 105℃에서 증발 건조시켜 그 무게를 3회 반복 측정하여 시료에 대한 건물량(%)으로 나타내었다. 가수분해도(Degree of hydrolysis, DH)는 An(23)의 방법을 변형하여 가수분해물 1 mL를 취하여 Lowry법(24)으로 질소량을 측정하였다. 가수분해물 10 mL에 20%(w/v) trichloroacetic acid (TCA)용액을 10 mL와 혼합한 후 7,000 rpm에서 20분간 원심분리한 다음 상층액 1 mL를 취하여 Lowry법으로 질소량을 측정한 다음, 가수분해도는 다음식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{Degree of hydrolysis(\%)} = \left( \frac{10\% \text{ TCA Soluble N}}{\text{Total N}} \right) \times 100$$

##### 나) 페놀성 화합물 함량 및 칼슘내인성 측정

총 페놀성 화합물 함량은 A.O.A.C(25) 방법으로 정량하였으며 tannic acid를 표준물질로 사용하였다. 칼슘내인성은 Pyun과 Hwang(26)의 방법에 따라 각각의 가수분해물 10 mL에 30 mM CaCl<sub>2</sub>용액 10 mL를 첨가하여 25℃에서 30분간 반응시켰다. 반응액은 원심분리(8,000 rpm, 10분)하여 침전물을 제거한 후, 280 nm에서 흡광도를 측정하였다.

##### 다) 혈전용해활성

혈전용해 활성은 UV-visible spectrophotometer (UV-1601, Shimadzu,

Japan)로 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. 분해물의 tyrosine양은 tyrosine을 표준물질로 사용하여 작성한 표준곡선으로부터 환산하였다. 효소활성은 조효소액 1 mL가 1분 동안 tyrosine 1  $\mu$ g을 생성하는 능력을 1 unit로 하였다.

라) Angiotensin Converting Enzyme (ACE) 저해활성능

Cushman과 Cheung(27)의 방법을 변형하여 다음의 방법으로 측정하였다. 반응구는 시료액 50  $\mu$ L에 ACE 조효소액 50  $\mu$ L 및 50 mM sodium borate buffer(pH 8.3) 100  $\mu$ L를 가하여 37  $^{\circ}$ C에서 5분간 전배양 시켰다. 여기에 기질용액 50 $\mu$ L를 가하여 다시 37  $^{\circ}$ C에서 30분 반응시킨 후 1N HCl 250 $\mu$ L를 가하여 반응을 정지시켰다. (공시험은 시료 대신 증류수 50  $\mu$ L를 가하였으며, 대조구는 시료와 기질을 모두 포함하나 1N HCl 250  $\mu$ L를 가하여 반응을 정지시킨 다음 시료 50  $\mu$ L를 가하였다.) 여기에 ethyl acetate 1 mL를 가하여 15초간 교반한 후, 3,000 rpm에서 10분간 원심분리시켜 상층액 1 mL를 취하였다. 이 상층액을 120 $^{\circ}$ C에서 30분간 완전히 건조시킨 다음 1M NaCl 3 mL를 가하여 15초간 교반하여 용해시키고 228 nm에서 흡광도를 측정한 후 다음식에 의해서 ACE 활성 저해율을 나타내었다.

$$\text{저해율(\%)} = \left( \frac{A-B}{A-C} \right) \times 100$$

A : 시료 대신 증류수를 첨가한 반응액의 흡광도

B : 시료 첨가한 반응액의 흡광도

C : 반응초기에 1 M HCl을 첨가하여 반응 정지시킨 반응액의 흡광도

마) 관능검사

가수분해 시간에 따른 홍삼 융합청국장 가수분해물의 관능적 품질특성을 평가하기 위해 홍삼과 청국장의 관능적 특성에 대한 훈련된 6인의 관능요원으로, 각각 시료의 쓴맛과 이취에 대하여 9점 평점법(1: 아주 약함, 3: 약함, 5: 보통, 7: 강함, 9: 아주 강함) 및 종합적 기호도 9점 평점법(1: 아주 나쁨, 3: 나쁨, 5: 보통, 7: 좋음, 9: 아주 좋음)으로 평가한 다음 Duncan's test로 유의성을 검정하였다.

바) Ginsenoside 함량

Ginsenoside의 정량분석을 위해 조사포닌을 methanol에 용해한 후 0.2  $\mu$ m membrane filter로 여과하여 HPLC(Water 2695, Waters Co., USA)로 분석하였다.

이때 분석 column은 discovery C18(4.6×250 mm, Supelco Inc., USA)을 사용하였고, mobile phase는 3차 증류수(용매A)와 acetonitrile(용매B)을 사용하였으며 용매 A:용매B = 80:20으로 시작하여 40분에 68:32, 55분에 50:50, 70분에 35:65, 72분에 10:90, 84분에는 80:20의 비율로 단계적인 gradient system을 사용하였다. Flow rate는 1.6 mL/min이었고, injection volume은 20  $\mu$ l, detector는 UV-detector(203 nm)를 사용하였다.

#### 4. 발효물의 생리활성 및 기호성 평가

##### 가. 시료의 전처리

청국장 분말(A)은 콩을 수세하여 4℃의 물에 24시간동안 침지 시킨 후 약 30분간 물빼기를 하고 100 g씩 담아 autoclave로 121℃, 45분간 증자하였다. 이것을 50℃까지 냉각한 후 B. subtilis N2 배양액을 3%(v/w) 접종하여 40℃, 20시간동안 발효시켜 청국장을 제조하였다. 홍삼청국장 분말(B)은 상기와 동일한 실험방법으로 B. subtilis N2 배양액을 3%(v/w)와 홍삼 농축액 4%(w/w)로 균일하게 접종하여 제조하였다. 홍삼청국장 가수분해 분말(C)은 Gu 등(10)의 홍삼 융합청국장의 최적화 가수분해 조건에 준하여 제조된 홍삼청국장(B)에 5배정도의 증류수를 첨가하여 homogenizer(HF-93, SMT company, Japan)로 10,000 rpm, 10분간 마쇄한 후 고형분 11%로 조절하여 500 ml 삼각 flask에 200 ml씩을 넣고 효소제 protin FN 0.02%를 첨가한 다음 shaking water bath(100 rpm) 50℃에서 60분 동안 가수분해한 후 냉각시켜 홍삼청국장 가수분해물을 제조하였다. 제조된 시료 모두 동결건조(Vacuum freeze dryer, SFD SM24L, 삼원, Korea)하여 100 mesh 이상 분쇄시켜 분말로 분석하였다.

##### 나. 기능성분분석

###### 1) 일반성분분석

시료들의 일반성분 분석을 위하여 동결건조시켜 분말화하여 식품공전의 방법에 따라 정량하였다.

## 2) 유리 아미노산

시료에 75% ethanol (v/v)을 가하여 80℃로 유지되는 water bath에 1시간 추출하고 추출액은 여과지(Watman No. 1) 여과하여 감압 농축시켜 증류수로 100 mL이 되게 정용한 후 이중 50 mL를 취하고, 여기에 25% TCA 용액을 동량 가하여 1시간 동안 냉장 보관 후 원심분리(3,000 rpm, 20 min)시킨다. 상등액을 취하여 diethyl ether 100 mL을 가하여 3회 반복 추출하여 지질, 색소 및 지용성 물질을 제거한 후 수용액층은 40℃에서 감압농축 건조시켜 0.2 N lithium citrate buffer (pH 2.2) 10 mL로 용해하고 0.22  $\mu$ m membrane filter로 여과한 액을 아미노산자동 분석기 (Biochem 20, Pharmacia Biotech. Ltd, England)로 분석하였다.

## 3) SDS-PAGE 전기영동

각 시료를 원심 분리하여 상등액에 sample buffer를 동량 첨가한 후 100℃의 물에 5분간 가열하여 단백질의 완전한 변성을 유도한 후 전기영동을 하였다 (Mini-PROTEAN 3, BIO-RAD Laboratories, Inc. USA). 전기영동용 완충용액은 0.1%(w/v) SDS를 포함하는 0.025 M-Tris base, 0.192 M glycine(pH 8.3) 용액을 사용하였으며 이렇게 얻어진 gel의 염색은 Coomassie blue R-250로 상온에서 30분간 shaking하면서 염색하였고, 탈색시약(100 mL methanol, 100 mL glacial acetic acid, 800 mL H<sub>2</sub>O)으로 gel을 하룻밤동안 충분히 탈색 시켜 가용성 단백질의 전기영동 패턴을 조사하였다.

## 4) 색도와 유리당

색도는 시료 1 g을 screw cap test tube의 cap (Pyrex, diameter 13mm)에 담아 colorimeter(Color Reader, CR-10, MINOLTA, Osaka, Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값을 3회 반복 측정하였다. 유리당 분석은 건조된 시료를 diethyl ether로 탈지하고, 탈지 시료 10 g에 75% ethanol 200 mL를 가한 다음 80℃로 유지된 수욕조에서 1시간 환류 냉각시키면서 유리당을 추출한다. 추출액은 냉각 여과하여 50℃에서 감압농축하고 증류수로 100 mL로 정용한 후 sep-pack C18 cartridge로 색소 및 단백질성분을 제거한 후 0.45  $\mu$ m membrane filter로 여과하여 high performance liquid chromatograph(HPLC, Waters 2690, Japan)로 분석하였다. Column은 Shimpak CLC-NH<sub>2</sub>(4.6 mm I.D.×25 cm), detector는 RI, mobile phase는 80% acetonitrile, flow rate는 0.6 mL/min,

injection volume은 20  $\mu$ L로 정량하였다.

#### 다. 생리활성분석 및 기호성 평가

##### 1) DPPH free radical 소거 활성

$\alpha, \alpha'$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl(DPPH) 라디칼 소거활성(28)은 DPPH 12 mg을 absolute ethanol 100 mL에 용해한 후, 50% ethanol 용액을 대조구로 하여 517 nm에서 DPPH용액의 흡광도를 약 1.0이 되도록 희석하여 사용하였다. 시료 1 mL(시료 10 g을 100% ethanol에 30분 교반 후 8,000rpm, 10분간 원심분리하여 상층액을 사용)에 DPPH용액 4 mL를 혼합하여 정확히 30초 동안 반응시킨 후, UV-visible spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu, Japan)를 이용하여 517 nm에서 흡광도의 변화를 측정해 아래의 식으로부터 DPPH 라디칼 소거활성을 계산하였다.

$$\text{DPPH free radical 소거활성(\%)} = \left(1 - \frac{A_s}{A_c}\right) \times 100$$

As: 시료 첨가구의 흡광도

Ac: 시료 무첨가구의 흡광도

##### 2) Angiotensin Converting Enzyme (ACE) 저해활성능

Cushman과 Cheung의 방법(27)을 변형하여 다음의 방법으로 측정하였다. 반응구는 시료액 50  $\mu$ L에 ACE 조효소액 50  $\mu$ L 및 50 mM sodium borate buffer(pH 8.3) 100  $\mu$ L를 가하여 37 $^{\circ}$ C에서 5분간 전배양 시켰다. 여기에 기질용액 50  $\mu$ L를 가하여 다시 37 $^{\circ}$ C에서 30분 반응시킨 후 1 N HCl 250  $\mu$ L를 가하여 반응을 정지시켰다. (공시험은 시료 대신 증류수 50  $\mu$ L를 가하였으며, 대조구는 시료와 기질을 모두 포함하나 1 N HCl 250  $\mu$ L를 가하여 반응을 정지시킨 다음 시료 50  $\mu$ L를 가하였다.) 여기에 ethyl acetate 1 mL를 가하여 15초간 교반한 후, 3,000 rpm에서 10분간 원심분리시켜 상층액 1 mL를 취하였다. 이 상층액을 120 $^{\circ}$ C에서 30분간 완전히 건조시킨 다음 1 M NaCl 3 mL를 가하여 15초간 교반하여 용해시키고 228 nm에서 흡광도를 측정한 후 다음식에 의해서 ACE 활성 저해율을 나타내었다.

$$\text{저해율(\%)} = \left(\frac{A-B}{A-C}\right) \times 100$$

A : 시료 대신 증류수를 첨가한 반응액의 흡광도

B : 시료 첨가한 반응액의 흡광도

C : 반응초기에 1 M HCl을 첨가하여 반응 정지시킨 반응액의 흡광도

### 3) Superoxide radical 소거활성

Superoxide radical(O<sub>2</sub><sup>-1</sup>) 소거활성은 xanthine-xanthine oxidase cytochrome C 환원법(29)으로 측정하였다. 가수분해물 0.2 mL, 50 mM 인산완충액(pH 7.8) 1.2 mL, 1 mM xanthine 0.2 mL, 0.05 mM cytochrome C 0.2 mL 및 550 nm에서 분당 흡광도 변화가 0.02가 되도록 희석한 xanthine oxidase 0.2 mL를 가하여 혼합한 다음 정확히 3분 동안 반응시킨 후, UV-visible spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu, Japan)를 이용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하여 아래의 식으로부터 superoxide radical 소거활성으로 나타내었다.

$$\cdot O_2^- \text{ 소거활성(\%)} = \left(1 - \frac{As}{Ac}\right) \times 100$$

As : 시료 첨가구의 흡광도

Ac : 시료 무첨가구의 흡광도

### 4) 혈진용해 활성

UV-visible spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu, Japan)로 660 nm에서 흡광도를 측정하였다. 분해물의 tyrosine양은 tyrosine을 표준물질로 사용하여 작성한 표준곡선으로부터 환산하였다. 효소활성은 조효소액 1 mL가 1분 동안 tyrosine 1 μg을 생성하는 능력을 1 unit로 하였다.

### 5) 관능검사

가수분해 시간에 따른 홍삼청국장 가수분해물의 관능적 품질특성을 평가하기 위해 훈련된 8인의 관능요원으로, 청국장의 맛, 향, 색에 대한 기호도 및 종합적 기호도에 대하여 9점 평점법(1: 아주 나쁨, 3: 나쁨, 5: 보통, 7: 좋음, 9: 아주 좋음)으로 평가하였으며, 각각의 시료에 대한 청국장 쓴맛, 구수한맛, 청국장 이취발생 정도도 9점 평점법으로 평가한 다음 Duncan's test로 유의성을 검정하였다.

## 5. 기능성 가수분해물 이용 가공시제품 개발

### 가. 홍삼 청국장 두유의 저장성 실험

상기의 최적 배합비로 제조된 저분자 홍삼청국장 두유를 121℃에서 15분간 멸균하여 4주 동안 저장성을 검사하였으며 분석항목은 pH, 당도, 색도 및 미생물 검사와 외관상의 품질변화를 관찰하였다.

#### 1) 이화학적 품질 특성

pH는 pH meter(Metrohm 691, Swiss)로 측정하였으며 당도는 굴절당도계(NI Atago Co., Japan)를 사용하여 측정하였다. 색도는 색차계(Konica Minolta Sensing, INC, Japan)를 이용하여 3회 반복 측정하여 hunter's color 값으로 나타내었다.

#### 2) 미생물 검사

총균수는 멸균수로 10배수 연속 희석한 다음 plate count agar(Difco, USA)를 사용하여 100 $\mu$ l 분주한 후 37℃, 48시간 이상 배양한 후 생성된 미생물의 집락을 계수로 하여 1mL당 colony forming uni(CFU)를 계수하였다. 대장균군은 desoxycholate lactose agar(Difco, USA)를 이용하여 측정하였다. 검액 1mL를 petridish에 넣고 배지를 주입한 후 균질화하여 응고시키고 증층배지를 부어 재응고시킨 것을 30℃에서 24시간 이상 배양하여 적색의 집락을 계수하였다.



### 제 3 절 결과 및 고찰

#### 1. 홍삼융합 청국장의 발효특성 평가를 위한 균주선발 및 품질평가

##### 가. 혈전용해효소 생산균주의 분리 및 동정

청국장에서 분리된 5개의 균주는 모두 혈전용해효소 활성을 보였으며 N2가 41.7%로 가장 높게 나타났고 N3과 N5가 각각 27.8%를 나타내었다. 가장 높은 활성을 보인 N2 균주를 최종 선발하여 nutrient agar plate에 37℃, 24시간동안 배양한 다음 Analytical Profile Index(API) CHB kit (bioMerieux Co, France)를 이용하여 49개의 탄소원에 대한 이용성을 조사한 결과, N2균주는 90.1%의 유사율로 *B. subtilis*로 간이 동정되었으며, 본 균주를 *B. subtilis* N2로 명명하였다.



Fig. 3.1. Fibrinolytic activity of the strains isolated from *Cheonggukjang*.

Table 3.1. Fibrinolytic activity of the strains isolated from *Cheonggukjang*

Strains	Fibrinolytic activity (%)
Plasmin (1unit/mL)	100
N1	22.2
N2	41.7
N3	27.8
N4	2.8
N5	27.8

**Table 3.2. Identification of N2 strains by API 50CHB kit (*B. subtilis* 90.1%)**

No.	Characteristics	Results <sup>1)</sup>	No.	Characteristics	Results
0	Control	-	25	Esculine	+
1	Glycerol	+	26	Salicine	-
2	Erythritol	-	27	Cellobiose	-
3	D-Arabinose	-	28	Maltose	+
4	L-Arabinose	+	29	Lactose	-
5	Ribose	+	30	Melibiose	-
6	D-Xylose	-	31	Saccharose	+
7	L-Xylose	-	32	Trehalose	+
8	Adonitol	-	33	Inuline	+
9	$\beta$ Methyl-xyloside	-	34	Melezitose	-
10	Galactose	-	35	D-Raffinose	-
11	D-Glucose	+	36	Amidon	+
12	D-Fructose	+	37	Glycogene	-
13	D-Mannose	+	38	Xylitol	-
14	L-Sorbose	-	39	$\beta$ Gentiobiose	-
15	Rhamnose	-	40	D-Turanose	+
16	Dulcitol	-	41	D-Lyxose	-
17	Inositol	+	42	D-Tagatose	-
18	Mannitol	+	43	D-Fucose	-
19	Sorbitol	+	44	L-Fucose	-
20	$\alpha$ Methyl-D-mannoside	-	45	D-Arabitol	-
21	$\alpha$ Methyl-D-glucoside	+	46	L-Arabitol	-
22	N Acetyl glucosamine	+	47	Gluconate	-
23	Amygdaline	-	48	2 ceto-gluconate	-
24	Arbutine	-	49	5 ceto-gluconate	-

<sup>1)</sup>+: positive, -: negative.

#### 나. 선발된 균주를 이용한 청국장 제조

분양균주 중에서는 *B. subtilis* (KCTC 3014)를 접종하였을 때 가장 많은 점질물을 생성하였고 혈전용해효소활성과 아미노태질소 함량도 가장 높은 것으로 나타났으며, 분리균주 중에서는 *B. subtilis* N2를 접종하였을 때 점질물 함량, 혈전용해효소활성, 환원당 및 아미노태질소 함량이 가장 높은 것으로 나타났다 (Table 3.3). 따라서 본 연구에서는 *B. subtilis* (KCTC 3014)와 *B. subtilis* N2를 공시균주로 사용하였다.

#### 다. 증자시간의 영향

콩 증자시간을 15, 30, 45, 60분으로 각각 조정하여 증자한 후 선발된 공시균주인 *B. subtilis* (KCTC 3014)와 *B. subtilis* N2를 접종하여 청국장을 제조한 결과 *B. subtilis* (KCTC 3014)를 접종한 청국장은 증자시간이 증가할수록 더 많은 점질물을 생성하였고 혈전용해효소활성은 30분간 증자하였을 때 165.00 unit로 가장 높게 나타났으며, 아미노태질소 함량은 30, 45분간 증자하였을 때 각각 202.44, 201.70 mg%로 높게 나타났다. *B. subtilis* N2를 접종한 청국장은 증자시간이 증가할수록 점질물, 혈전용해효소활성, 환원당 함량이 높은 것으로 나타났고 아미노태질소 함량은 30, 45분간 증자하였을 때 각각 204.73, 203.96 mg%로 높게 나타났으며, 두 균주 모두 45분간 증자하였을 때 암모니아태질소 함량이 가장 낮은 것으로 나타났다. 암모니아태질소는 단백질 분해 과정에서 deamination에 의하여 생성되며 암모니아태 질소가 식품 내에 과량으로 축적되면 부패취로 작용하므로 일반적으로 장류 제품의 변패 또는 이상발효의 지표로 사용된다(30). 따라서 증자시간을 45분으로 설정하는 것이 적당한 것으로 나타났다. 이는 *Bacillus subtilis* DC-2를 이용한 청국장 발효과정 중의 품질변화를 조사한 최 등(31)과 작두콩을 첨가한 청국장 개발을 조사한 김 등(32)과 *Bacillus* sp. CS-17을 이용하여 청국장 발효기간별 품질변화를 조사한 손 등(9)의 증자시간을 40-50분으로 설정한 결과와 비슷한 경향이었다(Table 3.4).

Table 3.3. Comparison of viscous substance, fibrinolytic activity, reducing sugar, amino type nitrogen and ammonia type nitrogen in *cheonggukjang* fermentation with different strains

Strains <sup>1)</sup>	Viscous substance (%)	Fibrinolytic activity (unit)	Reducing sugar (mg%)	Amino type nitrogen (mg%)	Ammonia type nitrogen (mg%)
A	3.40±0.01	122.42±1.53	727.6±3.2	127.96±0.74	94.46±0.20
B	2.84±0.04	36.30 ±0.84	257.4±2.0	100.05±0.57	165.96±0.16
C	3.23±0.05	75.29±0.69	776.9±3.3	122.49±0.54	71.23±0.34
D	5.66±0.05	212.78±1.73	1165.7±3.6	215.18±0.28	101.27±0.47
E	5.14±0.01	163.40±0.86	1000.6±0.6	212.28±0.40	95.92±0.12
F	5.53±0.01	121.08±0.74	1054.1±4.6	206.48±0.69	100.68±0.31

<sup>1)</sup>A; *B. subtilis* (KCTC 3014), B; *B. subtilis* (KCCM 11314), C; *B. subtilis* (KCCM 11315), D; *B. subtilis* N2, E; *B. subtilis* N3, F; *B. subtilis* N5.

Table 3.4. Comparison of viscous substance, fibrinolytic activity, reducing sugar, amino type nitrogen and ammonia type nitrogen in *cheonggukjang* fermentation with different steam time

Strains <sup>1)</sup>	Steam time (min)	Viscous substance (%)	Fibrinolytic activity (unit)	Reducing sugar (mg%)	Amino type nitrogen (mg%)	Ammonia type nitrogen (mg%)
A	15	2.82±0.01	154.45±1.34	451.7±4.4	116.67±0.49	104.43±0.62
	30	3.29±0.01	165.00±1.41	450.2±0.8	202.44±0.80	105.28±0.40
	45	3.60±0.01	132.65±1.77	639.9±5.0	201.70±0.45	103.92±0.66
	60	3.74±0.01	39.60±1.41	479.1±1.5	174.97±0.30	137.06±1.04
D	15	5.01±0.01	136.40±1.70	1105.1±6.5	152.90±0.21	109.35±0.58
	30	5.17±0.01	138.85±0.07	1177.8±0.3	204.73±0.45	108.21±0.22
	45	5.43±0.01	180.35±0.35	1182.2±5.9	203.96±0.23	105.61±0.07
	60	5.65±0.01	181.50±1.13	1189.6±2.8	197.80±0.28	142.33±0.52

<sup>1)</sup>A; *B. subtilis* (KCTC 3014), D; *B. subtilis* N2,

### 라. 발효시간의 영향

상기의 조건으로 발효시킨 청국장을 10시간 간격으로 품질특성을 조사한 결과, 발효 전반에 걸쳐 두 균주 모두 비슷한 경향으로 발효되었으며, *B. subtilis* N2를 접종한 청국장이 *B. subtilis* (KCTC 3014)를 접종한 청국장에 비해 우수한 품질특성을 나타내었다. 발효과정 중 점질물 함량과 혈전용해효소의 활성은 발효 20시간째까지 급격히 증가하다가 이후에는 비슷한 함량을 나타내었다. 환원당 함량은 발효 10시간째까지 급격히 증가하여 최대 함량에 도달하였고 이후에는 비슷한 함량을 나타내었다. 아미노태질소와 암모니아태 질소함량은 발효가 진행됨에 따라 꾸준히 증가하는 것으로 나타났으며 특히, 암모니아태 질소함량 발효 20시간째 이후에 급격한 증가를 보였다. 이는 *Bacillus licheniformis* CN-115균주를 이용하여 청국장을 제조한 석 등(34)의 보고에서 암모니아태 질소가 발효 초기에는 42-70 mg%의 함량을 유지하다가 24시간 이후에 증가하였다는 보고와 유사한 것으로 나타났으며, *Bacillus* sp. CS-17을 이용하여 24, 48, 72, 96시간 발효시켜 제조한 청국장의 경우 냄새에 있어서 발효 24시간의 시료가 가장 높은 기호도를 가지는 것으로 나타난 손 등(33)의 결과와 비교해볼 때 발효 20시간째에서 낮은 암모니아태질소 함량을 보인 본 실험의 결과와 유사한 것으로 생각된다. 따라서 *B. subtilis* (KCTC 3014)와 *B. subtilis* N2 균주를 이용하여 청국장을 제조 할 때는 20시간정도가 적절한 발효시간으로 나타났다.

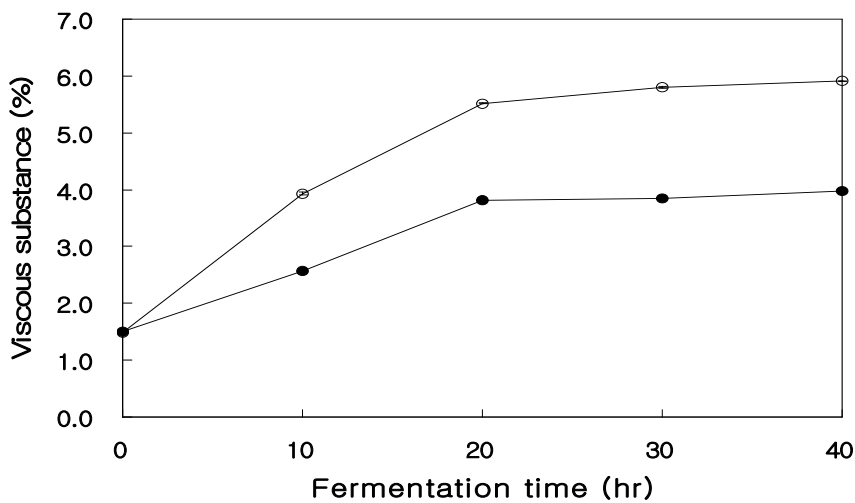


Fig. 3.2. Changes of viscous substance during *cheonggukjang* fermentation by *B. subtilis* (KCTC 3014) and *B. subtilis* N2.

●—●: *B. subtilis* (KCTC 3014), ○—○: *B. subtilis* N2.

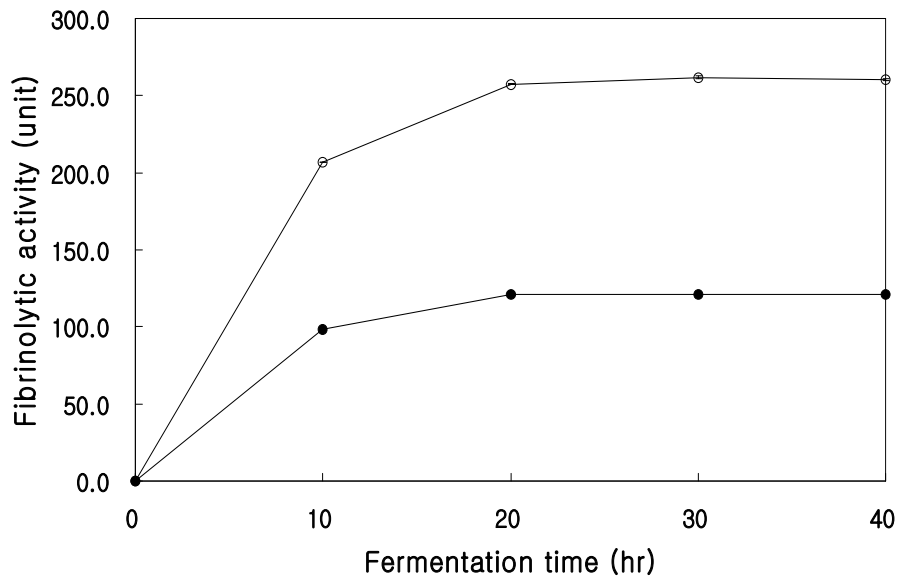


Fig. 3.3. Changes of fibrinolytic activity during *cheonggukjang* fermentation by *B. subtilis* (KCTC 3014) and *B. subtilis* N2.

●—●: *B. subtilis* (KCTC 3014), ○—○: *B. subtilis* N2.

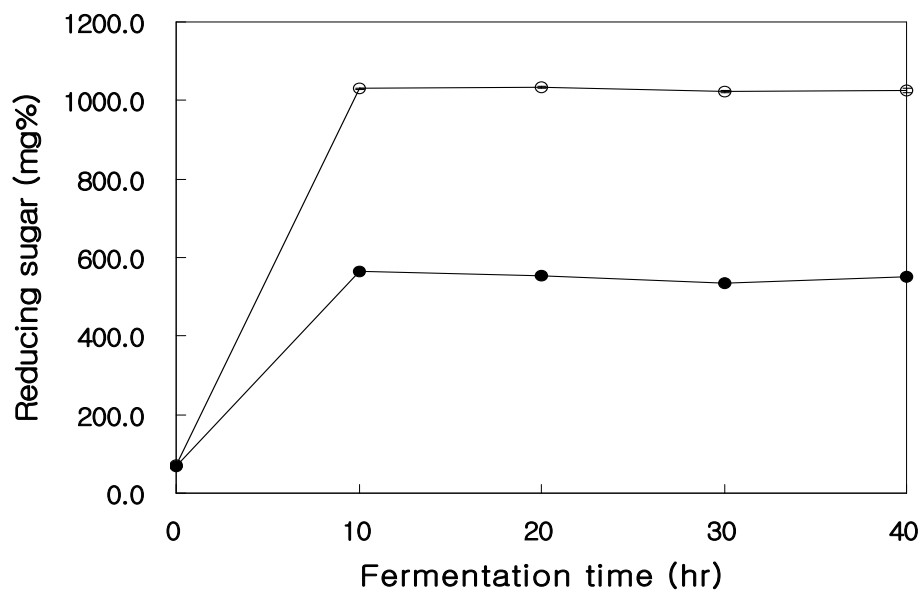


Fig. 3.4. Changes of reducing sugar during *cheonggukjang* fermentation by *B. subtilis* (KCTC 3014) and *B. subtilis* N2.

●—●: *B. subtilis* (KCTC 3014), ○—○: *B. subtilis* N2.

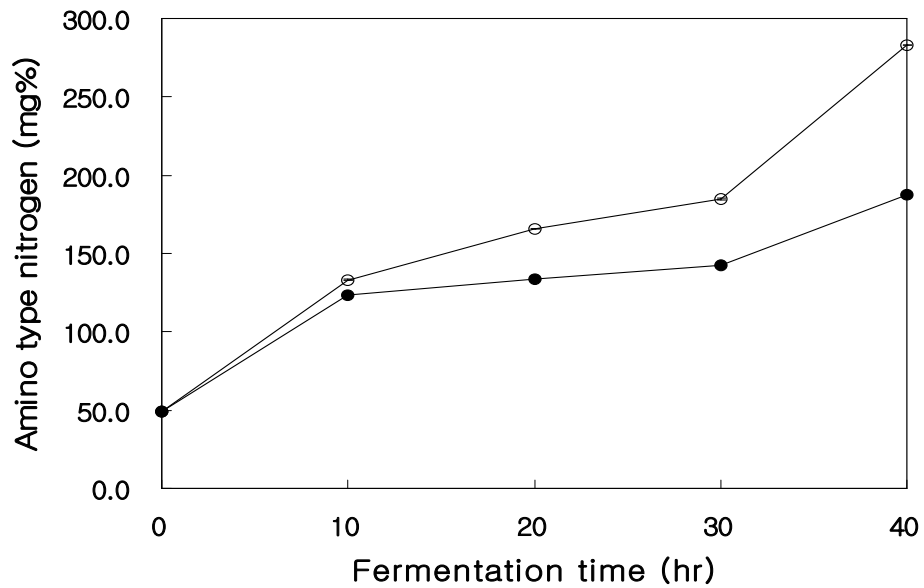


Fig. 3.5. Changes of amino type nitrogen during *cheonggukjang* fermentation by *B. subtilis* (KCTC 3014) and *B. subtilis* N2.

●—●; *B. subtilis* (KCTC 3014), ○—○; *B. subtilis* N2.

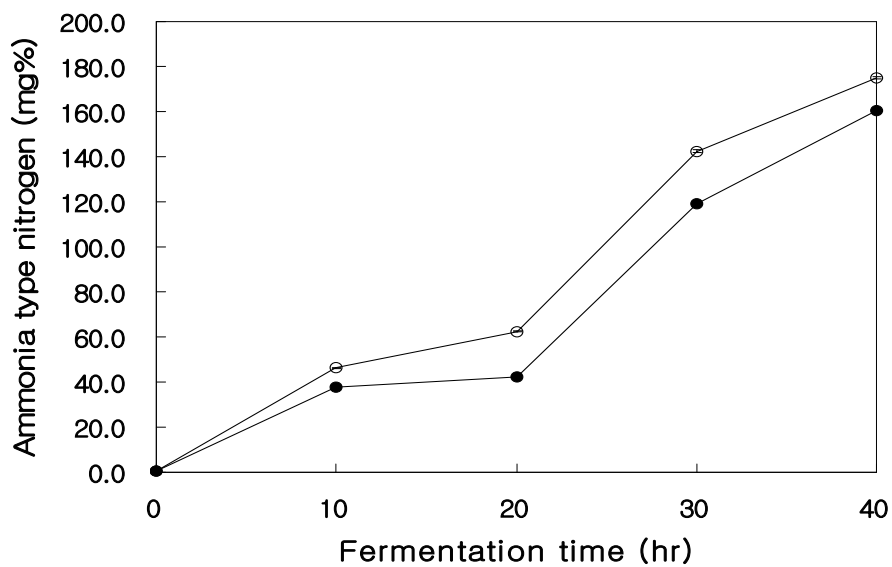


Fig. 3.6. Changes of ammonia type nitrogen during *cheonggukjang* fermentation by *B. subtilis* (KCTC 3014) and *B. subtilis* N2.

●—●; *B. subtilis* (KCTC 3014), ○—○; *B. subtilis* N2.

마. 홍삼 농축액 첨가 청국장의 발효특성 평가

침지시킨 콩을 45분간 증자한 후 홍삼 농축액을 각각 0, 2, 4, 6, 8, 10%로 첨가한 다음 선발된 공시균주 *B. subtilis* N2를 접종하여 청국장을 제조하였다. 홍삼 농축액 첨가량이 증가할수록 더 많은 점질물을 생성하였고, 혈전용해효소활성은 홍삼 농축액 무첨가 청국장이 257.25 unit로 나타났고, 홍삼 농축액 첨가 청국장들이 300 unit 전후의 활성을 보였다. 따라서 홍삼 농축액 첨가 청국장이 무첨가 청국장에 비해 혈전용해효소활성이 높은 경향으로 나타났으나 홍삼 농축액 첨가량에 대한 비례적인 증가는 보이지 않았다. 환원당 함량은 홍삼 농축액 첨가량이 증가할수록 높게 나타났고, 아미노태질소와 암모니아태질소 함량은 홍삼 농축액 첨가량이 증가할수록 낮게 나타났다. 조사포닌 함량은 홍삼 농축액 무첨가 청국장에서 15.97 mg/g로 나타나 자체적으로도 높은 조사포닌 함량을 보였으며, 홍삼 농축액 첨가량이 증가할수록 높게 나타났다.

Table 3.5. Comparison of viscous substance, fibrinolytic activity, reducing sugar, amino type nitrogen, ammonia type nitrogen and crude saponin of *cheonggukjang* having different red ginseng concentration

Red ginseng concentration content(%)	Viscous substance (%)	Fibrinolytic activity (Unit)	Reducing sugar (mg%)	Amino type nitrogen (mg%)	Ammonia type nitrogen (mg%)	Crude saponin (mg/g)
0	6.02±0.06	257.25±5.28	1048.3±3.6	196.08±0.18	143.16±0.15	15.97±1.47
2	6.07±0.04	298.00±1.41	1141.4±5.2	143.01±0.09	132.27±0.30	19.01±0.11
4	6.19±0.01	299.00±2.24	1207.7±1.7	137.45±0.16	111.74±0.01	22.93±0.10
6	6.58±0.04	298.50±4.95	1657.8±5.4	105.30±0.26	108.40±0.23	26.91±0.13
8	7.11±0.04	300.70±4.23	2089.2±3.3	102.75±0.14	102.36±0.28	30.84±0.11
10	7.82±0.04	309.05±0.78	2617.3±2.2	100.03±0.18	98.77±0.14	34.80±0.28



## 2. 홍삼소재 배합 및 발효조건 최적화

### 가. 홍삼 첨가방법에 따른 홍삼청국장의 품질 특성

#### 1) 홍삼 농축액 첨가에 따른 청국장의 품질 특성

증자한 콩에 제 1세부과제로부터 연계하여 제공받은 홍삼 농축액을 각각 0, 2, 4, 6, 8, 10%(w/w)로 첨가한 후 균주 배양액을 접종하여 홍삼 청국장을 제조한 결과는 Table 3.6과 Fig 3.7, 8과 같다. 점질물 함량은 대조구가 6.02%로 나타났고 농축액 첨가량이 높을수록 더 많은 점질물을 생성하여 농축액 10% 첨가구에서는 7.82%였다. 환원당 함량도 농축액 첨가량이 높을수록 점점 증가하는 경향으로 나타났다. 혈전용해능은 대조구가 257.25 unit로 나타났으며 홍삼첨가구들이 300 unit 전후의 활성을 보여 홍삼농축액이 혈전용해능에 효과가 있는 것으로 생각된다. 이는 홍삼의 장기복용으로 인해 고지혈증이나 동맥경화 예방에 있어 항혈전 효과를 갖는다는 Lee와 Kim(34)과 홍삼제품류를 장기 복용하면 혈액응고 및 혈중지질 등의 혈전 또는 동맥경화의 위험인자가 억제된다는 Lee와 Park(35)의 보고와 유사한 결과를 나타내었다. 아미노태질소 함량은 농축액 첨가량이 많을수록 점점 감소하여 홍삼농축액 6% 이상 첨가구간에서 약 100 mg%의 함량을 나타내었다. 암모니아태질소 함량은 농축액 첨가량이 많을수록 조금씩 감소하여 4% 이상의 첨가구간에서 약 100 mg%의 함량을 나타내었다. 이러한 경향은 고추기름 첨가량이 많을수록 청국장의 암모니아태질소 함량이 감소하였다는 Joo 등(36)의 보고와 일치하는 것으로 나타났다. 조사포닌 함량은 대조구가 15.9 mg/g으로 나타났으며 농축액 첨가량이 높을수록 증가하여 농축액 4%의 첨가구에서 22.9 mg/g으로 나타나 홍삼농축액 첨가로 인한 조사포닌 함량의 증가가 7 mg/g이므로 홍삼 제품 표기 제조기준에는 적합한 함량으로 나타났다.

Table 3.6. Viscous substance, reducing sugar and fibrinolytic activity of *cheonggukjang* following the addition of red ginseng concentrates

Red ginseng concentration content (%)	Viscous substance (%)	Reducing sugar (mg%)	Fibrinolytic activity (unit)
0	6.02±0.06 <sup>1)</sup>	1048.3±3.6	257.25±5.28
2	6.07±0.04	1141.4±5.2	298.00±1.41
4	6.19±0.01	1207.7±1.7	299.00±2.24
6	6.58±0.04	1657.8±5.4	298.50±4.95
8	7.11±0.04	2089.2±3.3	300.70±4.23
10	7.82±0.04	2617.3±2.2	309.05±0.78

<sup>1)</sup>Mean ± SD of triplicate determination.

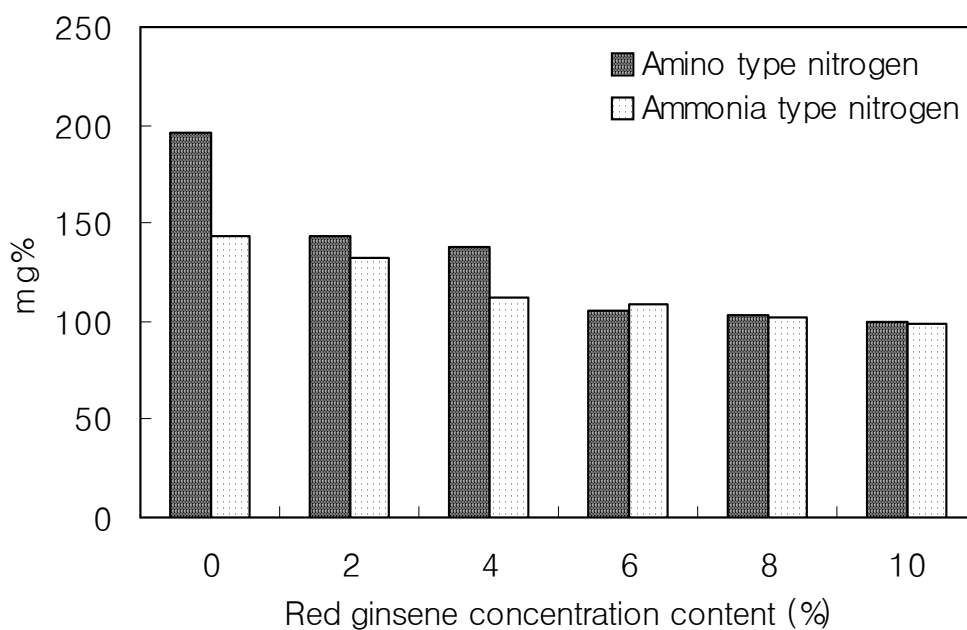


Fig. 3.7. Viscous amino type nitrogen and ammonia type nitrogen of *cheonggukjang* following the addition of red ginseng concentrates.

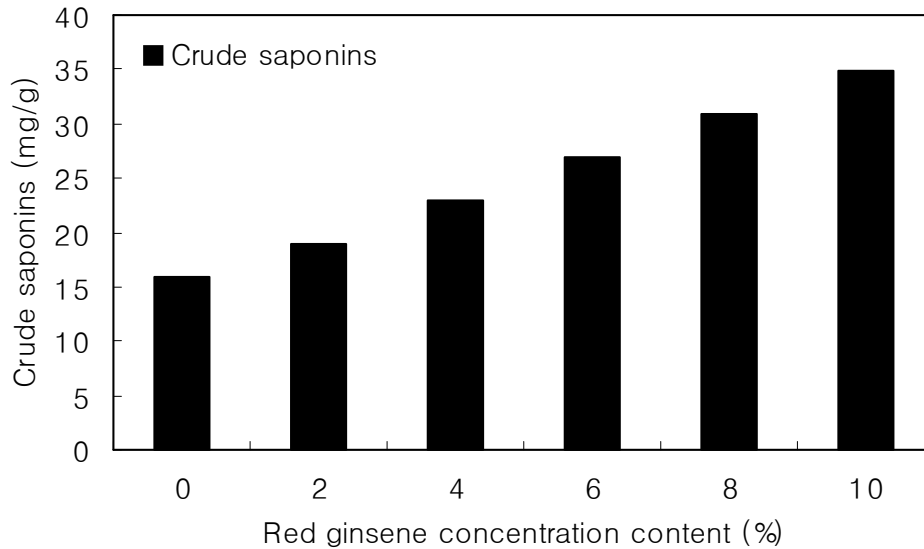


Fig. 3.8. Crude saponins of *cheonggukjang* following the addition of red ginseng concentrates.

## 2) 홍삼 분말 첨가에 따른 청국장의 품질 특성

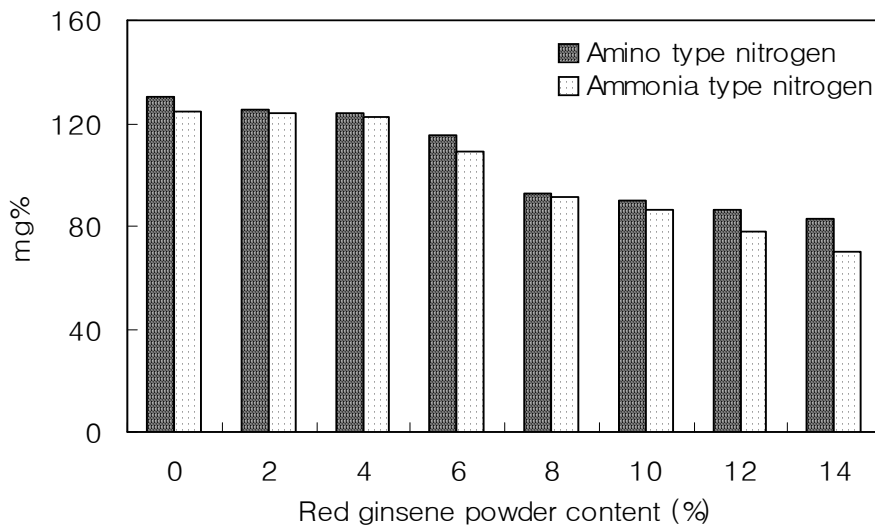
증자한 콩에 제 1세부과제로부터 연계하여 제공받은 홍삼 분말을 각각 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14%(w/w)로 첨가한 후 균주 배양액을 접종하여 홍삼 청국장을 제조한 결과는 Table 3.7과 Fig. 3.9, 10과 같다. 점질물 함량은 대조구가 5.27%로 나타났고 분말 첨가량이 높을수록 더 많은 점질물을 생성하여 분말 14% 첨가구에서는 7.95%였다. 환원당 함량은 대조구에서 997.1 mg%로 나타났으며 분말 첨가량이 높을수록 점점 증가하여 분말 14% 첨가구에서는 3135.3 mg%로 나타나 3배 이상 높은 함량을 보였다. 혈전용해능은 대조구가 254.50 unit로 나타났으며 홍삼분말 4%이상 첨가구들은 300 unit 전후의 활성을 보여 홍삼 분말이 혈전용해능에 효과가 있는 것으로 판단된다. 아미노태질소함량은 대조구가 130 mg%로 나타났으며 분말 첨가량이 높을수록 점점 감소하다가 분말 8%이상의 첨가구들에서 100 mg%이하의 함량을 나타내었고 암모니아태질소 함량은 대조구가 125 mg%로 나타났으며 분말 첨가량이 높을수록 조금씩 감소하다가 분말 8%이상의 첨가구들에서 100 mg%이하의 함량을 나타내었다. 조사포닌 함량은 대조구가 14.85 mg/g으로 나타났으며 분말 첨가량이 높을수록 증가하여 분말 14%의 첨가구에서 21.95 mg/g으로 나타나 홍삼분말 첨가로 인한 조사포닌 함량의 증가가 7 mg/g이므로 식품규격의 홍삼성분함유 제품 제조기준

에 적합한 것으로 나타났다.

**Table 3.7. Quality characteristics of *cheonggukjang* following the addition of red ginseng powder**

Red ginseng powder content (%)	Viscous substance (%)	Reducing sugar (mg%)	Fibrinolytic activity (unit)
0	5.27±0.01 <sup>1)</sup>	997.1±6.7	254.50±9.48
2	5.59±0.01	1032.4±3.9	277.40±7.78
4	6.48±0.01	1130.1±4.3	306.15±1.48
6	6.96±0.01	1296.8±5.4	297.05±7.42
8	7.31±0.01	1663.3±9.9	307.75±6.43
10	7.74±0.01	2085.3±8.1	310.70±10.18
12	7.89±0.00	2489.1±9.9	312.75±6.43
14	7.95±0.01	3135.3±10.1	315.75±6.43

<sup>1)</sup>Mean ± SD of triplicate determination.



**Fig. 3.9. Amino type nitrogen and ammonia type nitrogen of *cheonggukjang* following the addition of red ginseng powder.**

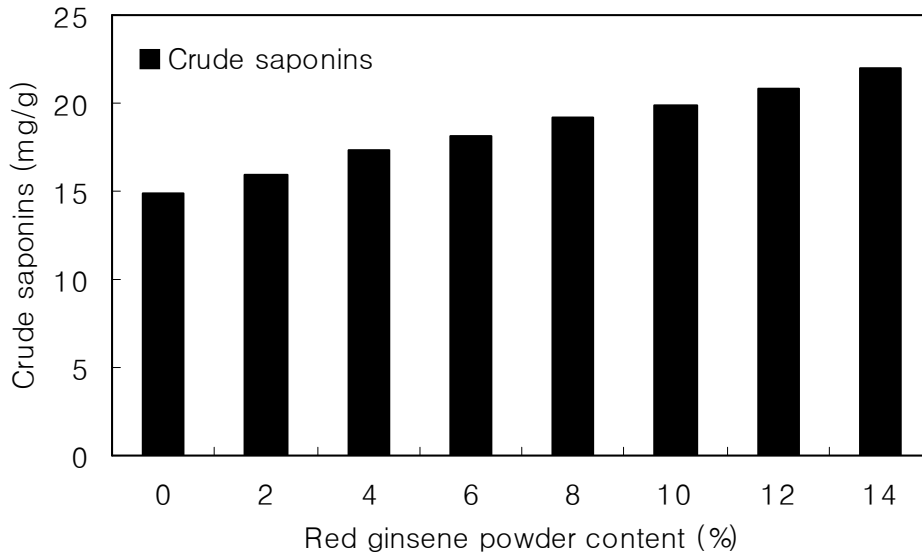


Fig. 3.10. Crude saponins of *cheonggukjang* following the addition of red ginseng powder.

### 3) 홍삼 첨가시기에 따른 청국장의 품질 특성

증자한 콩에 제 1세부과제로부터 연계하여 제공받은 홍삼 농축액 4%(w/w)와 분말 14%(w/w)를 각각 첨가한 후 균주 배양액을 접종하여 40°C, 20시간동안 발효시킨 청국장과 청국장 발효 후 홍삼 농축액 4%(w/w)와 분말 14%(w/w)를 첨가하여 홍삼청국장을 제조한 결과는 Table 3.8, 9와 같다. 점질물 함량에서는 대조구가 5.36%로 나타났고 발효 전과 후의 농축액 첨가구가 6.00% 전후로 나타났으며 분말 첨가구에서는 발효전과 후 첨가구 각각 7.89%과 11.20%로 나타났다. 혈전용해능과 환원당 함량은 첨가시기에 따른 큰 차이가 없는 것으로 나타났으며 홍삼 농축액과 분말 청국장의 아미노태질소와 암모티아태 질소는 발효전 첨가구가 낮은 함량을 나타내었다. 조사포닌 함량은 발효후에 첨가한 구간이 발효전에 첨가한 것보다 더 낮은 함량을 나타내었으나, 이는 발효과정 중 함량이 감소한 것이 아니라 청국장 제조 후 홍삼 농축액과 분말을 혼합하는 과정에서는 점질물에 의해 균일하게 혼합되지 못했기 때문으로 생각된다. 진세노사이드 함량에서는 첨가시기에 따른 차이는 크지 않았으며 Rb<sub>1</sub> 및 Rg<sub>1</sub>이 확인되었다. 따라서 불쾌취의 감소와 균일한 혼합을 위해서는 청국장 발효 전에 홍삼 농축액 및 분말을 첨가하는 것이 더 효율적인 것으로 생각된다.

**Table 3.8. Quality characteristics of cheonggukjang the addition time of red ginseng concentrates and powders**

Red ginseng content (%)	Addition	Viscous substance (%)	Fibrinolytic activity (unit)	Reducing sugar (mg%)	Amino type nitrogen (mg%)	Ammonia type nitrogen (mg%)	Crude saponins (mg/g)
0	-	5.36 ±0.06	251.05 ±0.53	827.99 ±2.92	200.73 ±6.94	151.00 ±1.48	12.07 ±0.04
Concentration (4)	Before fermentation	5.66 ±0.01	291.13 ±1.53	1184.26 ±7.54	133.65 ±2.98	104.41 ±4.96	19.52 ±0.02
	After fermentation	6.27 ±0.11	290.93 ±1.34	1607.22 ±1.89	177.60 ±7.93	136.64 ±0.99	13.49 ±0.03
Powder (14)	Before fermentation	7.89 ±0.05	314.34 ±0.45	3138.27 ±35.83	79.88 ±1.98	66.41 ±0.76	19.46 ±0.06
	After fermentation	11.20 ±0.06	314.43 ±0.62	3590.47 ±4.52	200.72 ±0.99	154.51 ±1.49	13.39 ±0.18

**Table 3.9. Ginsenoside content of cheonggukjang by the addition time of red ginseng concentrates and powder**

Red ginseng content (%)	Addition	Rg <sub>1</sub>	Re	Rf	Rb <sub>1</sub>	Rc	Rb <sub>2</sub>	Rd	Rg <sub>3S</sub>	Total
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Concentration (4)	Before fermentation	5.6 ±1.4	12.2 ±0.8	5.1 ±0.5	139.0 ±15.4	112.4 ±5.4	117.4 ±35.4	167.4 ±15.5	6.4 ±0.9	565.6 ±29.0
	After fermentation	13.1 ±6.3	19.1 ±1.5	8.5 ±3.7	162.7 ±30.9	76.3 ±25.0	133.2 ±10.4	247.4 ±76.6	7.9 ±2.6	668.1 ±134.1
Powder (14)	Before fermentation	44.9 ±1.6	29.8 ±3.0	14.1 ±10.9	138.4 ±27.0	79.9 ±14.0	109.4 ±24.9	133.3 ±33.8	3.7 ±0.9	553.5 ±48.6
	After fermentation	86.5 ±6.4	47.2 ±0.6	24.8 ±17.4	208.9 ±16.1	127.1 ±6.2	111.2 ±24.3	148.8 ±27.9	5.7 ±0.3	760.1 ±42.1

## 나. 홍삼 융합 청국장 가수분해물의 제조 조건 최적화

### 1) Protease 종류에 따른 영향

홍삼청국장 단백질의 2차 효소적 가수분해 최적 조건설정을 위해서 4종의 protease에 대한 영향을 살펴보았다. Protease를 각각 처리하여 얻은 가수분해물의 가수분해도는 protease(KMF-F)를 제외하고는 50%로 높았으며 대조군 48.21%와 크게 차이나지 않았다. 이는 청국장 발효과정 중 *B. subtilis* N2 균주에 의하여 콩의 단백질이 펩타이드와 아미노산으로 분해되었기 때문이다. 식품내에 존재하고 있는 단백질과 칼슘이 결합하여 침전물을 형성하는데 칼슘내인성은 단백질의 칼슘에 대한 결합 억제능을 나타낸 값(26)으로, 액체식품의 품질을 좌우하는 주요 요인으로 작용한다. 칼슘내인성은 무처리구 0.659에 비해 효소제 처리구는 0.706~0.779로 높았으며 특히 protease(KMF-G)는 0.779로 가장 높게 나타났다. 단백질의 용해도와 함께 콩 가공품의 잠재적 품질결정 요인으로 효소제는 칼슘내인성 향상에 긍정적인 효과를 가져 올 것으로 예상된다. 총 페놀화합물 함량은 효소제 처리구에서 156.98~162.26 mg%와 대조구 153.08 mg%로 차이가 없었으나 protease(KMF-G)가 가장 높게 나타났다. 혈전용해능은 protease의 종류에 따라 KMF-G(87.10%) > KMF-Y(85.69%) > KMF-F(85.36%) > KMF-P(87.10%) 순으로 모두 대조구(76.36 unit)보다 비교적 높은 활성을 나타냈다. ACE 저해활성은 대조구(61.75 %)와 비교하였을 때 상대적으로 각각의 효소제 처리구가 높았으며, KMF-G(67.17%) > KMF-Y(64.46%) > KMF-F(63.88%) > KMF-P (63.67%) 순으로 나타났다. 이상의 결과로 효소제를 첨가한 모든 구가 대조구보다 품질특성이 우수하였으며, 혈전용해능과 고혈압 예방에 관여한 ACE 저해활성도를 종합, 고려할 때 protease(KMF-G)으로 가수분해시킨 홍삼 청국장 가수분해물이 우수한 것으로 판단되어 최적조건의 효소제로 선별하였다.

Table 3.10. Comparison of degree of hydrolysis, calcium binding capacity, total phenol, fibrinolytic activity, ACE inhibitory activity in red ginseng *cheonggukjang* under various proteases

Protease	Degree of hydrolysis (%)	Calcium binding capacity	Total phenol (mg%)	Fibrinolytic activity (unit)	ACE inhibitory activity(%)
Control	48.21±0.90 <sup>1)</sup>	0.659±0.004 <sup>2)</sup>	153.08±1.16	76.36±1.64	61.75±0.60
KMF-F	49.55±0.55	0.767±0.001	157.58±0.36	85.36±0.64	63.88±0.21
KMF-G	52.09±0.36	0.779±0.003	162.26±0.90	87.10±1.02	67.17±0.21
KMF-P	50.72±0.38	0.736±0.004	158.64±1.41	84.05±0.22	63.67±0.64
KMF-Y	50.62±0.65	0.706±0.008	156.98±1.37	85.69±0.95	64.46±1.51

1)Mean ± SD of triplicate determination.

2)Turbidity at 280 nm of diluted (×30) supernatant of red ginseng *cheonggukjang* added with 30 mM CaCl<sub>2</sub>.

## 2) 효소제 농도에 따른 영향

선별된 protease 농도에 따른 홍삼청국장 가수분해물의 영향을 조사하기 위하여 가용성 고형분에 대한 protease(KMF-G) 0.01~0.10%(w/w)의 농도로 각각 처리하여 가수분해물의 이화학적 특성을 비교하였다. 가수분해물의 가수분해도와 칼슘내인성은 protease(KMF-G)의 농도가 증가할수록 증가하였으나 유의적 차이는 없었으며, 효소제 0.05%와 0.1% 농도에서는 함량차이가 나지 않았다. 이는 청국장발효과정 중 균주에 의하여 대두단백질이 1차 가수분해가 된 후 효소처리에 의한 2차 가수분해작용을 받을 수 있는 단백질 기질이 감소했기 때문으로 추측된다. 총 페놀화합물 함량은 모든 구간에서 큰 차이를 보이지 않았다. 혈전용해능과 ACE 저해활성 실험한 결과 0.02% 첨가에서 각각 90.28 unit와 71.73%로 높은 활성을 나타내었으며 농도가 증가함에 따라 비슷한 활성을 나타내었으며 유의적 차이는 보이지 않았다. 따라서 홍삼청국장 가수분해물에 protease (KMF-G) 0.02%를 첨가했을 때 품질 특성이 우수한 것으로 나타났다.



Table 3.11. Comparison of degree of hydrolysis, calcium binding capacity, total phenol, fibrinolytic activity, ACE inhibitory activity in red ginseng *cheonggukjang* under proteases concentration

Protease content (%)	Degree of hydrolysis (%)	Calcium binding capacity	Total phenol (mg%)	Fibrinolytic activity (unit)	ACE inhibitory activity (%)
0.01	51.96±0.30 <sup>1)</sup>	0.764±0.002 <sup>2)</sup>	158.42±0.56	84.24±1.51	66.97±0.93
0.02	54.50±0.41	0.788±0.001	166.86±0.73	90.28±0.65	71.73±0.41
0.03	54.80±0.38	0.787±0.003	167.20±0.92	90.37±0.45	71.76±0.74
0.04	56.14±0.57	0.793±0.000	170.10±1.09	91.13±0.34	72.61±1.71
0.05	56.20±0.25	0.800±0.006	171.94±0.46	92.88±0.65	72.65±1.09
0.10	56.17±0.86	0.801±0.008	178.64±0.82	94.91±0.79	71.59±0.42

<sup>1)</sup>Mean ± SD of triplicate determination.

<sup>2)</sup>Turbidity at 280 nm of diluted (×30) supernatant of red ginseng *cheonggukjang* added with 30 mM CaCl<sub>2</sub>.

### 3) 가수분해 시간에 따른 영향

상기의 조건 protease(KMF-G) 0.02% 처리하여 가수분해 시간을 0, 30, 60, 90, 120분 가수분해한 후 각각 홍삼청국장의 품질특성을 비교 분석하였다. Fig.3.11과 12에서와 같이 가수분해도와 칼슘내인성은 가수분해 시간이 진행됨에 따라 꾸준히 증가하는 것으로 나타났으며 특히 60분에서 급격한 증가를 보였다. 총 페놀화합물 함량은 60분 동안 가수분해시 167.30 mg%로 급격히 증가하였고 이후에는 비슷한 함량을 나타내어 그 변화가 비교적 적게 나타났다. 가수분해 시간에 따른 홍삼청국장 가수분해물의 혈전용해능과 ACE 저해활성은 Fig. 3.9에 나타내었다. 혈전용해능은 가수분해시간이 지남에 따라 활성은 계속 증가하는 경향을 보였고, ACE 저해활성은 30분 동안은 크게 증가하지 않았으나 60분과 90분에서 71.73%, 72.10%로 가장 높은 활성을 나타내었으며 이후로는 유의적 차이는 보이지 않았다. 이상의 결과로 볼 때 가수분해 시간에 따른 홍삼청국장 가수분해물의 품질과 생리활성 특성은 60분과 90

분이 우수한 것으로 나타났다.

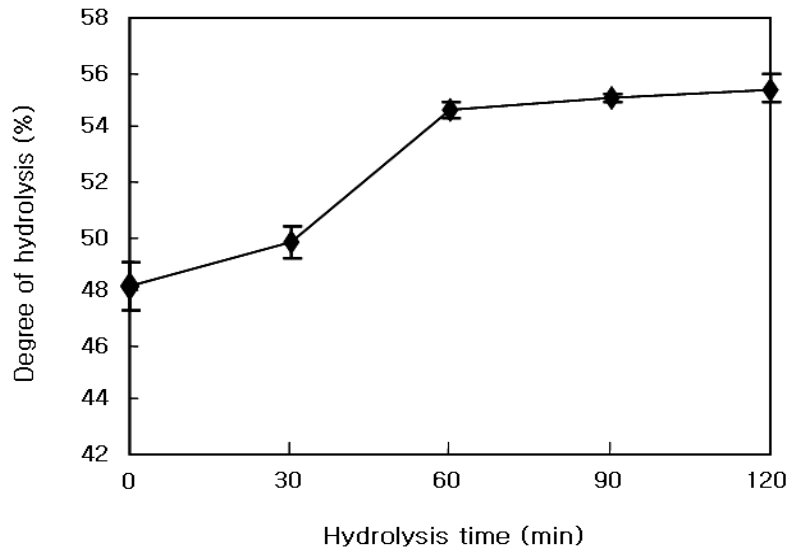


Fig. 3.11. Comparison of degree of hydrolysis in red ginseng *cheonggukjang* under hydrolysis time.

Values are expressed as the mean $\pm$ SD(n=3).

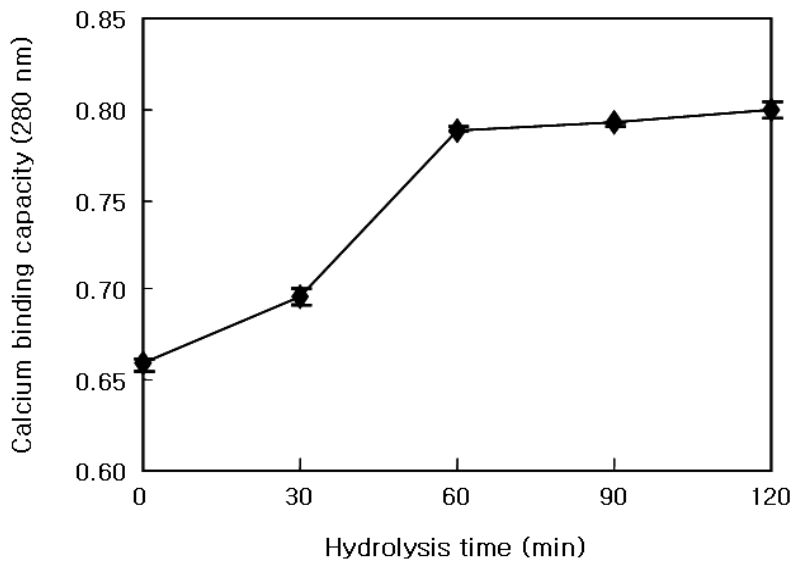
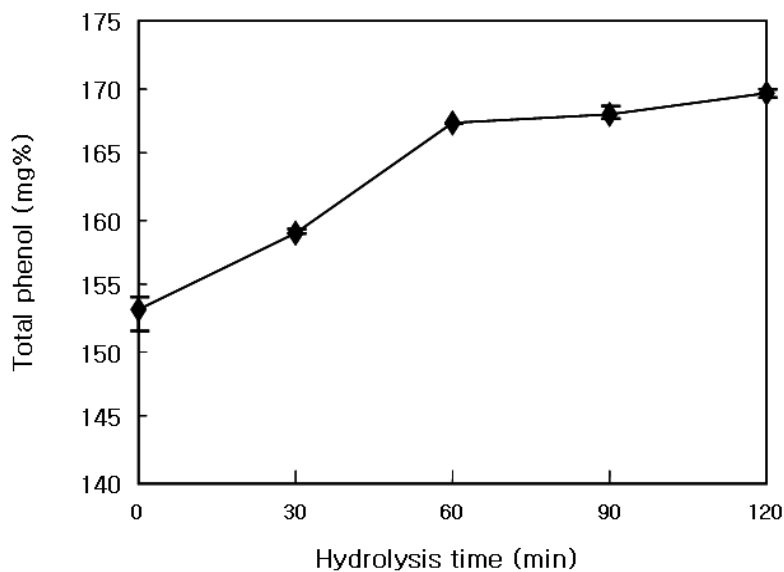


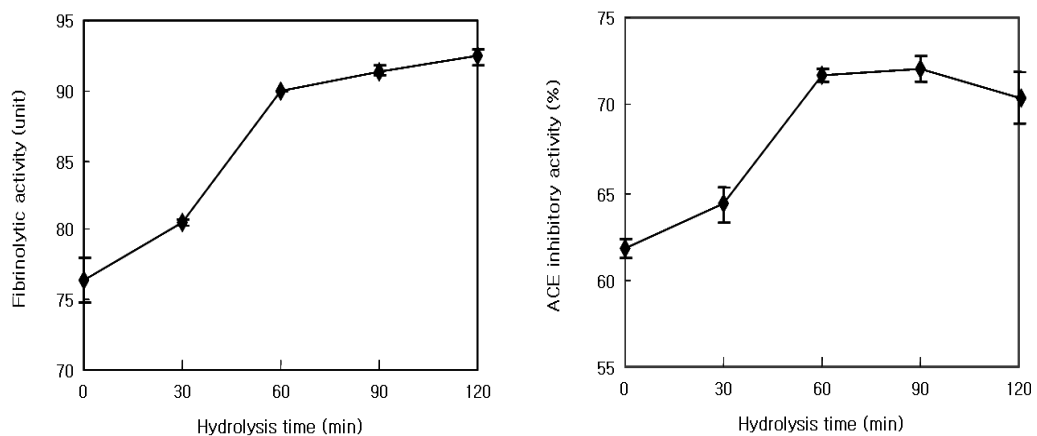
Fig. 3.12. Comparison of calcium binding capacity in red ginseng *cheonggukjang* under hydrolysis time.

Turbidity at 280 nm of diluted ( $\times 30$ ) supernatant of red ginseng *cheonggukjang* added 30 mM CaCl<sub>2</sub>. Values are expressed as the mean $\pm$ SD(n=3).



**Fig. 3.13.** Comparison of total phenol content in red ginseng *cheonggukjang* under hydrolysis time.

Values are expressed as the mean $\pm$ SD(n=3).



**Fig. 3.14.** Comparison of fibrinolytic activity and ACE inhibitory activity in red ginseng *cheonggukjang* under hydrolysis time.

Values are expressed as the mean $\pm$ SD(n=3).

### 3. 발효물의 기능성 및 생리활성

#### 가. 기능성 평가

##### 1) 발효물의 일반성분

동결 건조시킨 청국장(A)과 홍삼청국장(B), 홍삼청국장 효소적 가수분해한 분말(C) 시료의 일반성분의 함량을 분석한 결과는 Table 3.12와 같았다. 청국장의 수분함량은 6.79%, 조단백질 50.45%, 조지방 23.47%, 조회분 4.66% 이었으며, 탄수화물 14.63%로 나타났다. 식품성분표에 의하면 청국장 분말은 수분 7.7%, 조단백질 43.6%, 조지방 24.3%, 조회분 4.8%, 탄수화물 19.6%의 결과 보고와 유사하였는데 다만 그 차이는 원료 대두의 재배지역, 수확시기, 품종 유무 등에 따라 차이가 있다고 알려져 있다. 이는 본 실험에 사용된 콩은 동일한 지역, 시기, 품종의 원료로 했다는 것에서 타당성이 있으나 발효과정의 방법, 조건, 기간 등에 따른 차이라고 볼 수 있겠다. 조지방과 회분은 시료에 따라 뚜렷한 변화가 없이 유사하였다. Proase KMF-G 0.02% 첨가한 분말(C)은 효소처리에도 불구하고 조단백 함량이 높게 나타났으며 효소제 처리하지 않은 분말(B)은 당질의 함량이 21.79%로 상대적으로 높게 나타났다. 이러한 결과는 청국장 제조시의 홍삼농축액 첨가유무와 효소적 가수분해 처리 방법에 따른 차이라고 볼 수 있지만, 일반성분 함량의 변화는 (A)와 (C)는 그다지 큰 차이를 나타내지는 않았다.

Table 3.12. Proximate composition of the *cheonggukjang* powder

(unit: %)

Composition	<i>Cheonggukjang</i> powder		
	A	B	C
Moisture	6.79±0.09 <sup>1)</sup>	4.94±0.15	6.85±0.10
Crude protein	50.45±1.51	45.51±1.41	52.39±0.40
Crude fat	23.47±0.22	22.79±0.07	20.15±0.26
Ash	4.66±0.01	4.97±0.03	4.76±0.05
Carbohydrate	14.63±0.46	21.79±0.41	15.85±0.20

<sup>1)</sup>Mean ± SD of triplicate determination.

A: *Cheonggukjang*, B: Red ginseng *cheonggukjang*, C: Hydrolysates of red ginseng *cheonggukjang*.

## 2) 유리아미노산 특성

각 처리 조건별 청국장분말(A, B, C)의 단백질구성인 유리아미노산 조성을 정량한 결과를 Table 3.13에 나타내었다. 청국장(A)의 유리아미노산 조성은 phenylalanine (158.84 mg%), leucine (132.59 mg%), valine (100.24 mg%), tyrosine (94.62 mg%), isoleucine (68.94 mg%), lysine (63.87 mg%) 등의 순으로 함유된 것으로 나타났다. 홍삼청국장(B)의 유리아미노산은 phenylalanine (90.32 mg%), leucine (85.92 mg%), valine (60.31 mg%), isoleucine (41.19 mg%), alanine (40.60 mg%) 등 순으로 총 유리아미노산 611.42 mg%, 필수아미노산 312.96 mg%로 가장 낮은 함량을 나타내었으며, 홍삼청국장 가수분해물(C)은 aspartic acid (320.12 mg%), phenylalanine (238.74 mg%), leucine (180.18 mg%), isoleucine (139.44 mg%), lysine (119.22 mg%), valine (111.24 mg%) 등 순으로 총 유리아미노산함량은 2,157.16 mg%으로 청국장(A)의 총 유리아미노산 함량(1,018.361 mg%)보다 2배 높은 함량을 나타내었으며, 필수아미노산 812.18 mg%로 가장 많이 함유되었다. 청국장은 발효숙성 중에 *Bacillus subtilis*의 작용으로 원료 콩 단백질을 분해시켜 생성한 구수한 맛을 내는 glutamic acid, aspartic acid, 쓴맛을 지닌 valine, isoleucine, leucine, methionine, phenylalanine 및 단맛을 내는 alanine, glycine, lysine 등 17종의 유리아미노산이 어울려져 복합적인 청국장 특유의 맛을 형성한다고 생각된다.

Table 3.13. Comparison of free amino acid content on the *cheonggukjang* flour (unit: mg%)

Amino acid	<i>Cheonggukjang</i> flour <sup>1)</sup>		
	A	B	C
O-Phospho-L-serine	ND <sup>2)</sup>	14.12	ND
Taurine	0.25	0.23	ND
Urea	4.18	2.89	ND
L-Aspartic Acid	3.79	2.16	ND
L-Serine	28.61	ND	ND
L-Asparagine	60.68	29.00	320.12
L-Glutamic acid	ND	2.33	8.01
L-Sarcosin	ND	ND	77.69
L- $\alpha$ -Aminoadipic Acid	5.08	2.68	18.01
L-Proline	ND	ND	97.14
Glycine	28.25	14.44	4.58
L-Alanine	49.97	40.60	83.17
L-Citrulline	16.17	5.48	45.69
L- $\alpha$ -Amino-n-butyric acid	6.78	4.65	16.62
<b>L-Valine</b>	<b>100.24</b>	<b>60.31</b>	<b>111.24</b>
L-Cystine	3.32	1.27	10.92
<b>L-Methionine</b>	<b>8.62</b>	<b>4.91</b>	<b>23.36</b>
L-Cystathionine	15.06	33.00	81.39
<b>L-Isoleucine</b>	<b>68.94</b>	<b>41.19</b>	<b>139.44</b>
<b>L-Leucine</b>	<b>132.59</b>	<b>85.92</b>	<b>180.18</b>
L-Tyrosine	94.62	35.82	133.07
$\beta$ -Alanine	ND	7.49	19.40
<b>L-Phenylalanine</b>	<b>158.84</b>	<b>90.32</b>	<b>238.74</b>
D,L- $\beta$ -Aminoisobutyric Acid	12.58	1.15	43.14
L-Homocystine	35.71	31.36	73.00
$\gamma$ -Amino-n-butyric Acid	13.88	5.18	7.93
Hydroxylysine	5.71	2.44	31.23
L-Ornithine	16.71	8.13	95.65
<b>L-Lysine</b>	<b>63.87</b>	<b>30.31</b>	<b>119.22</b>
1-Methyl-L-histidine	4.40	1.48	7.84
L-Histidine	54.33	26.17	79.93
3-Methyl-L-histidine	ND	ND	11.36
L-Anserine	12.53	ND	3.70
L-Carnosine	1.66	3.50	9.64
L-Arginine	11.24	22.89	65.75
<b>TA<sup>3)</sup></b>	<b>1,018.61</b>	<b>611.42</b>	<b>2,157.16</b>
<b>EA<sup>4)</sup></b>	<b>533.10</b>	<b>312.96</b>	<b>812.18</b>

<sup>1)</sup>See footnotes in Table 3.8.

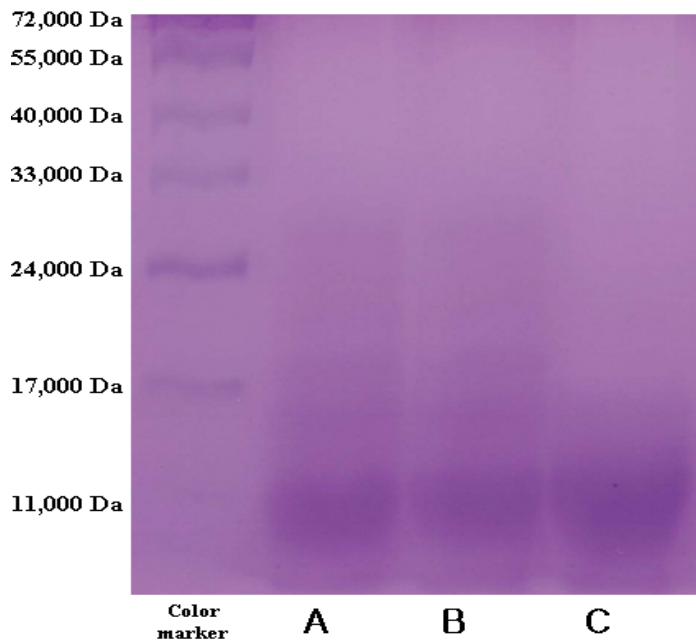
<sup>2)</sup>ND : Not detected,

<sup>3)</sup>TA : Total amino acid,

<sup>4)</sup>EA : Essential amino acid(Thr+Val+Met+Ile+Leu+Phe+Lys+Trp).

### 3) SDS-PAGE 전기영동 특성

각 청국장 시료(A, B, C)의 주단백질의 분자량에 미치는 영향을 알아보기 위해서 SDS-PAGE 전기 영동한 결과 Fig. 3.15에 나타내었다. 청국장 분말(A)와 홍삼청국장 분말(B)의 단백질 분자량은 대체로 33,000 Da 이하 정도로 나타났다. 효소처리 가수분해에 의한 홍삼청국장 분말(C)은 17,000 Da 이하의 저분자량을 가지고 있음을 확인 할 수 있었다. 또한 모든 시료의 가장 주된 분리대는 분자량이 11,000 Da에서 넓은 분포대를 나타냈다. 안은 수용성 단백질의 주된 분자량은 삶은 콩에서 66,000 Da이었고 6주 동안 발효과정중의 주된 분자량은 12,000 Da이었다고 보고함으로써 발효과정의 시간이 많이 길었다. 본 연구에서는 청국장 제조후 protease 첨가에 의해 단시간에 걸쳐서 고분자 peptide가 저분자 peptide로 분해된 것으로 사료된다. 특히 대조구인 (A)와 (B)의 고분자 peptide가 *B. subtilis* N2 단백질분해효소 및 자가소화 효소에 의해서 분해되어 peptide가 생성되었지만, (C)는 그 후 protease 처리에 의해 분해되어 저분자의 peptide가 많이 분리되었던 것으로 추정되어진다.



**Fig. 3.15.** SDS-polyacrylamide gel electrophoresis profile of the *cheonggukjang* powders.

A: *Cheonggukjang*, B: Red ginseng *cheonggukjang*, C: Hydrolysates of red ginseng *cheonggukjang*

#### 4) 색도

청국장의 외형적인 품질평가에 중요한 인자가 되는 색도의 변화를 Hunter 색도 계로 측정한 결과는 Table 3.14에 나타내었다. L 값은 (C), (A), (B) 분말의 순으로 밝게 나타났는데 그 값은 각각 69.20, 69.10, 67.30 나타났다. 적색도를 나타내는 a 값은 (B) 8.17, (A) 7.57, (C) 6.97으로 홍삼청국장 가수분해 분말이 가장 낮은 적색을 나타내었는데 이는 효소적 가수분해 과정에서 홍삼 본래의 색에 영향을 끼친 것으로 사료된다. b 값은 (A), (B), (C)순으로 모든 실험구가 유사하게 나타났으며, 그 값은 각각 33.23, 33.10, 29.97로 나타났다.

**Table 3.14. Hunter's color on the *cheonggukjang* powder**

Physicochemical properties	<i>Cheonggukjang powder</i> <sup>1)</sup>		
	A	B	C
Hunter's color value			
L	69.10±0.72 <sup>2)</sup>	67.30±0.35	69.20±0.20
a	7.57±0.23	8.17±0.31	6.97±0.06
b	33.23±0.29	33.10±0.20	29.97±0.15

1)See footnotes in Table 8.

2)Mean ± SD of triplicate determination.

#### 나. 생리활성 및 기호성 평가

##### 1) DPPH 소거활성

항산화능은 자유 라디칼에 전자를 공여하여 산화를 억제하는 능력을 평가하는 방법으로 DPPH는 메탄올에 용해시 짙은 자주색을 나타내며 그 자체가 질소 중심의 라디칼로서 라디칼 전자의 비편재화에 안정화된 상태로 존재한다. 청국장이 가지고 있는 항산화 활성을 DPPH free radical 소거활성 방법으로 조사하여 비교하였다. 그 결과 Fig. 3.15와 같이 (A)는 64.82%로 가장 낮은 활성을 나타내었고, (B)는 66.78%의 활성을 보였으며, (C)는 가장 높은 77.99%의 활성을 나타내었다. 시료 간에 짙은 자색용액인 DPPH 용액은 수소공여 정도에 따라 528 nm에서 흡광도의 감소를 보였으며 청국장 가수분해물(C)이 다른 시료들 보다 수소 공여능이 크게 나타났다. 콩속에 함유된 코토페롤, 이소플라본, 사포닌과 같은 알려진 항산화 물질의 효과일 것



이라고 추정된바 있으며, 전자공여능이 클수록 강한 항산화 활성을 나타내므로 항산화 효과는 전자공여능과 밀접한 관계가 있다.

## 2) ACE 저해활성

각 처리 조건별 청국장분말(A, B, C)에 대한 고혈압 예방에 관련된 엔지오텐신 전효소(ACE) 저해활성을 조사한 결과 Fig. 3.16과 같다. 홍삼청국장 가수분해물(C)에서 제일 높은 97.24%를 보였고 대조구인 (A)와 (B)에서도 각각 94.63%, 96.28%로 비교적 높은 활성을 보였다. 지금까지 알려진 간장, 된장, 청국장 및 콩 가수분해물에서 유래된 수용성 단백질, 펩타이드가 대부분의 ACE 저해물질로서 혈압 강하 효과를 보고하였으며, 본 실험에서 홍삼청국장 가수분해물이 대두단백질의 분해에 의해 용출된 peptid량이 가장 많아 ACE 저해활성도가 높은 것으로 판단되었다. 따라서 이러한 홍삼청국장 가수분해물의 높은 ACE 저해활성은 앞으로 이들을 이용한 고혈압 예방용 기능성 식품 개발에 귀중한 자료로 활용될 것으로 기대된다.

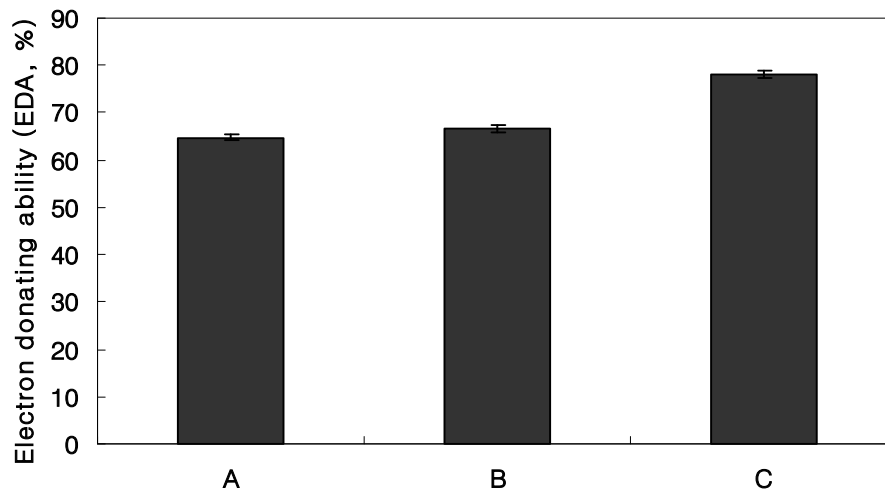
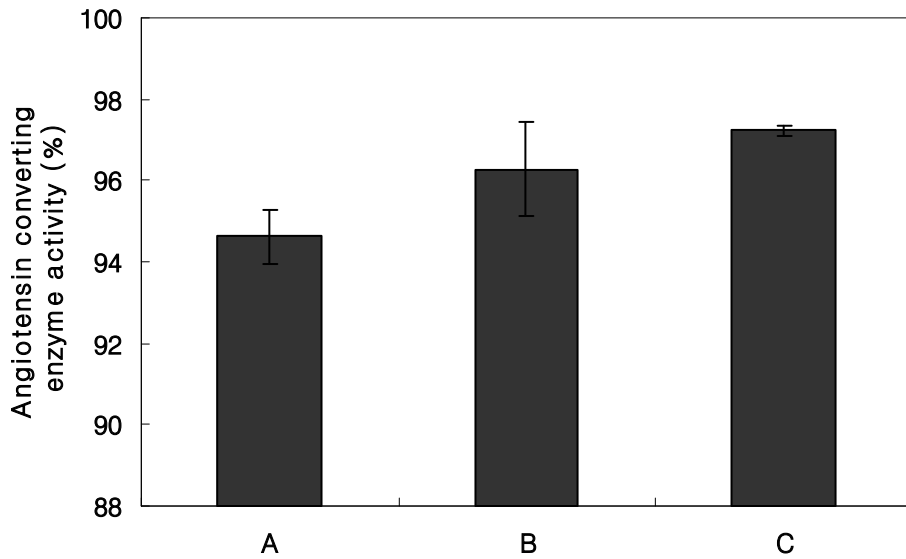


Fig. 3.15. DPPH free radical activity of the *cheonggukjang* powder.

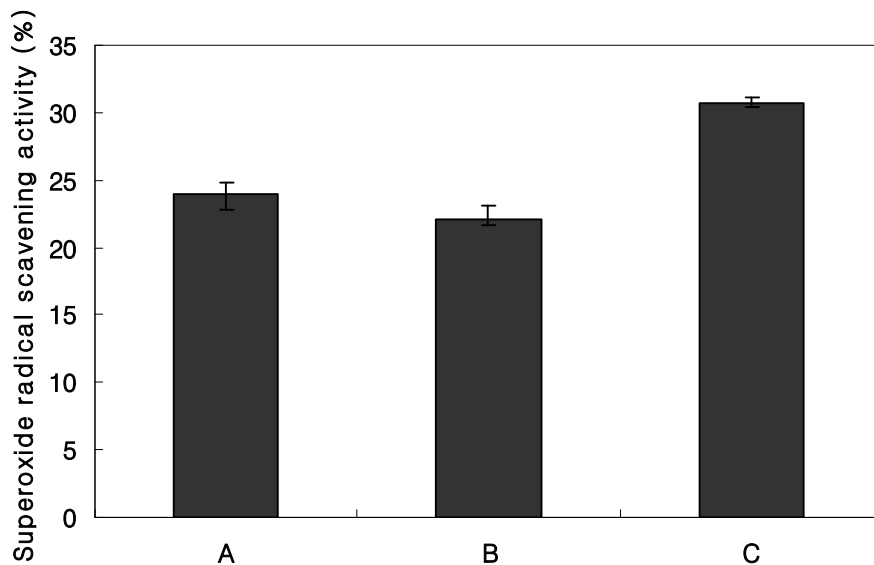
A: *Cheonggukjang*, B: Red ginseng *cheonggukjang*, C: Hydrolysates of red ginseng *cheonggukjang*. Values are expressed as the mean $\pm$ SD(n=3).



**Fig. 3.16. Angiotensin converting enzyme activity of the *cheonggukjang* powder.** A: *Cheonggukjang*, B: Red ginseng *cheonggukjang*, C: Hydrolysates of red ginseng *cheonggukjang*. Values are expressed as the mean±SD(n=3).

### 3) Superoxide radical 소거활성

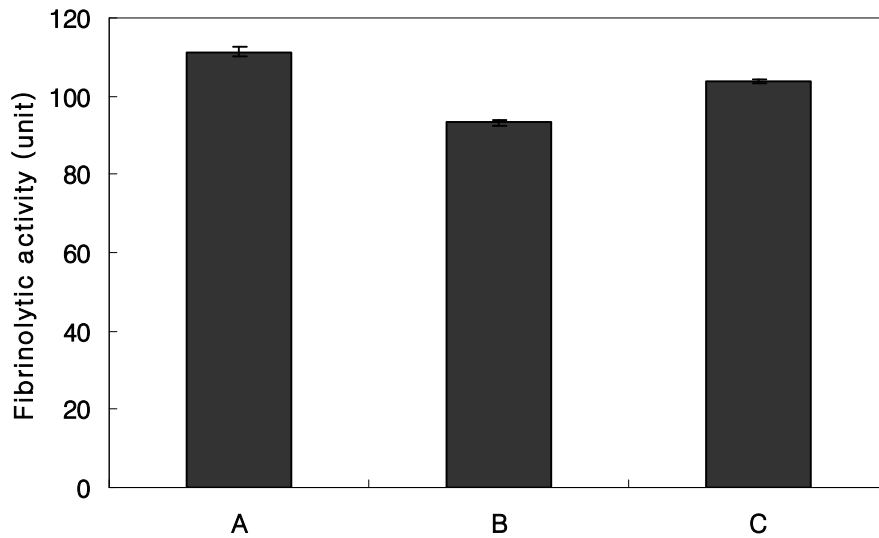
Xanthine oxidase에 의해 생성된 superoxide radical( $\cdot O_2^-$ )은 ferricytochrome c(Cyt c( $Fe^{+3}$ ))를 환원시켜 ferrocycytochrome c(Cyt c( $Fe^{+2}$ ))로 전환함으로써 550 nm에서 흡광도를 증가시킨다고 알려져 있다(37). 따라서 각 처리조건에 따른 청국장의 SOD 활성을 분석한 결과 (A)는 21.12%의 활성을 나타내었고, (B)는 22.12%로 가장 낮은 활성을 보였으며, (C)는 가장 높은 30.76%의 활성을 나타내었다. 시료의 전처리에 따라 (A), (B)와 (C) 간에 SOD에 의한 항산화 작용에서 별다른 차이가 나지 않는 것은 항산화력을 나타내는 물질이 주로 대두 자체에 들어있는 성분에 의한 것이며, 청국장 제조시 1차적으로 *Bacillus subtilis* N2 균주에 의해서 대두단백질이 peptide로 가수분해 되었고, 시료(C)의 경우는 2차적 효소적 가수분해에 의해서 저분자 peptide화로 높은 용해도에 의해서 대조구(A, B) 보다 우수한 활성을 나타낸 것으로 생각된다.



**Fig. 3.17. Superoxide radical scavenging activity of the *cheonggukjang* powder.** A: *Cheonggukjang*, B: Red ginseng *cheonggukjang*, C: Hydrolysates of red ginseng *cheonggukjang*. Values are expressed as the mean $\pm$ SD(n=3).

#### 4) 혈전용해능

혈전은 상처를 복구할 때 생체내의 혈전생성기작(blood cascade mechanism)에 의해 활성화된 thrombin에 의하여 fibrinogen이 fibrin으로 전환되고 이들이 서로 불용성의 입체적 구조를 가진 3차원의 격자 중합체를 형성함으로 생성되며, 지혈과정에서 중요한 역할을 담당하는 것으로 알려져 있다. 처리조건을 달리 한 각각 청국장 분말 시료(A, B, C)의 혈전용해 활성을 Fig. 3.18에 나타내었다. 그 결과 (A)는 111.38로 가장 높은 활성을 나타내었고 다음으로 (C)가 103.87%의 활성을 나타내었으며 (B)는 가장 낮은 93.21%의 활성을 나타내었다. 상기 실험에서는 우리나라 전통 대두발효식품으로써 혈전용해능이 우수하다고 보고된 된장과 청국장 장류의 혈전용해 활성과 유사한 결과를 나타내었으며, 식품의 다양한 활용성 등을 고려할 때 높은 부가가치를 지닌 기능성 식품 소재로의 활용이 기대되었다.



**Fig. 3.18. Fibrinolytic activity of the *cheonggukjang* powder.**

A: *Cheonggukjang*, B: Red ginseng *cheonggukjang*, C: Hydrolysates of red ginseng *cheonggukjang* Values are expressed as the mean $\pm$ SD(n=3).

#### 5) 관능적 품질

각 청국장 시료에 대하여 관능검사를 행한 결과는 Table 3.15와 같다. 전통 청국장에서 나타나는 쓴맛에 대한 평가는 일반 청국장(A)와 홍삼농축액 4%를 첨가하여 제조한 홍삼청국장(B)에서 쓴맛이 강하였으나 홍삼청국장 가수분해물(C)에서는 뚜렷하게 감소하여 가장 높은 점수를 얻었다. 또한 청국장 특유의 냄새는 (B)가 가장 심한 불쾌취가 났으나, (C)의 시료는 다른 대조구 시료(A와 B)보다 감소하였다. 일반적으로 가수분해과정에서 쓴맛을 나타내는 아미노산이 증가되어 산업적 활용에 많은 문제점이 발생되고 있다. 그러나 본 연구과정에서 선별된 효소제를 이용한 가수분해물은 쓴맛과 암모니아취와 같은 독특한 냄새 등의 기호성 개선되었다. 종합적인 기호도는 (C)가 가장 높은 점수를 얻었고 (A) 시료와도 유의적인 차이를 보이지 않았으나 홍삼청국장(B)은 쓴맛, 짙은 갈색과 불쾌취로 인해 점수가 낮았다. 이상의 결과 홍삼청국장에 효소적 가수분해함으로써 홍삼의 진한 특유의 향과 청국장의 쓴맛과 냄새를 감소시키는 동시에 종합적 기호도를 향상시키는 효과가 있는 것으로 사료된다.

Table 3.15. Sensory evaluation of different *cheonggukjang* powder samples

Characteristics	<i>Cheonggukjang</i> powder <sup>1)</sup>		
	A	B	C
Taste	4.667±2.251 <sup>a</sup>	4.667±1.506 <sup>a</sup>	5.167±2.041 <sup>a</sup>
Aroma	5.167±1.835 <sup>a</sup>	4.667±1.506 <sup>a</sup>	5.667±1.751 <sup>a</sup>
Color	4.333±1.633 <sup>b</sup>	5.500±1.225 <sup>ab</sup>	6.333±1.633 <sup>a</sup>
Overall acceptability	5.083±2.098 <sup>a</sup>	4.833±1.835 <sup>a</sup>	6.083±2.000 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>See footnotes in Table 3.8.

Each value represents the means and standard deviations of ratio by 8 judges using 9-point scale (1: very poor, 9: very good).

Means and standard deviation in a row followed by different letters are significantly different at p < 0.05 level by Duncan's multiple range test.

#### 4. 기능성 가수분해물 이용 가공시제품 개발

##### 가. 홍삼청국장 가수분해물의 가공적성 개발

청국장 융합소재를 활용하기 위하여 제 2차세부과제의 청국장, 홍삼청국장 및 홍삼청국장 가수분해물의 기능적, 관능적 특성을 비교한 결과를 바탕으로 홍삼청국장 가수분해물의 두유의 기능성 강화소재로의 활용을 검토하였다.

##### 1) 홍삼청국장 가수분해물을 이용한 두유의 배합비 설정

고형분 함량 7%의 두유액을 제조한 후 홍삼청국장 가수분해물(고형분 7%)과 기타 성분(설탕, 정제소금, 대두유, 자당에스테르지방산)을 아래의 Table 3.16의 배합비로 배합하여 홍삼청국장 가수분해물 첨가 두유를 제조하였다.

**Table 3.16. Compositon of soy milk prepared with red ginseng *cheonggukjang* hydrolysates** (unit: g)

Ingredients	Red ginseng <i>cheonggukjang</i> hydrolysates content (%)				
	0	10	20	30	40
Soy milk	95.65	85.65	75.65	65.65	55.65
Red ginseng <i>cheonggukjang</i> hydrolysate	0	10	20	30	40
Sugar	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Salt	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Soybean oil	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Sucrose esters of fatty acid	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Total	100	100	100	100	100

2) 홍삼청국장 첨가 우유의 품질 특성

배합비 별로 제조한 홍삼청국장 가수분해물 첨가 우유의 품질 특성을 분석한 결과는 Table 3.17과 같다. pH는 홍삼청국장 가수분해물의 첨가량이 많을 수록 낮게 나타났고 당도는 첨가량이 많을 수록 높게 나타났다. 색도는 밝기를 나타내는 L 값은 첨가량이 많을수록 높게 나타나 40% 첨가구는 무첨가구에 비해 큰 차이를 나타냈다. a 값과 b 값 역시 홍삼청국장 가수분해물 첨가량이 많을 수록 높게 나타나 첨가량에 따른 색도의 차이는 육안으로도 관찰 가능하였다.

**Table 3.17. Quality properties of soy milk prepared with different concentration red ginseng *cheonggukjang* hydrolysates**

Content	pH	°Brix	Hunter's color value		
			L	a	b
0%	6.44	7.10	84.70	-4.90	11.60
10%	6.25	7.50	81.90	-3.10	15.20
20%	6.18	7.80	77.50	-1.00	16.10
30%	6.06	7.70	75.50	0.40	17.40
40%	5.99	8.00	73.10	0.00	16.00

### 3) 관능적 특성

제조한 음료를 7일간 숙성시킨 후 각 시료에 대하여 관능적 품질을 평가하였다. 본 실험에 흥미가 있고 차이 식별능력이 있는 8명을 관능검사 요원으로 선정하여 이들에게 맛, 향, 색 및 전반적 기호도를 평가하는 요령을 훈련시킨 뒤 색상, 맛, 향 및 전반적 기호도 등에 대한 관능 시험을 9점 채점법으로 실시한 결과는 Table 3.18과 같다. 맛과 향은 10%, 20% 첨가구가 무첨가구 및 다른 첨가구에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 무첨가구에 비해 10%, 20% 첨가구의 점수가 높은 것은 가수분해처리를 통해 홍삼의 진한 향과 청국장의 쓴맛과 냄새가 감소된 홍삼청국장 가수분해물을 두유에 첨가함으로써 두유의 비린맛이 개선되었기 때문으로 사료된다. 색은 20% 첨가구가  $6.33 \pm 1.21$ 로 가장 높게 나타났으며 모든 첨가구가 무첨가구에 비해 높은 경향을 보였다. 전반적 기호도는 10% 첨가구에서  $7.00 \pm 0.89$ 로 가장 좋게 나타났으며 30% 이상의 첨가구에서는 기호도가 낮았다. 따라서 두유액에 홍삼청국장 가수분해물 20% 이하로 첨가할 경우 관능적인 특성이 향상되어 향후 기능성 강화소재로 활용이 기대되었다.

**Table 3.18. Sensory properties of soy milk prepared with different concentrations red ginseng *cheonggukjang* hydrolysates**

Characteristics	Red ginseng <i>cheonggukjang</i> hydrolysates content(%)				
	0	10	20	30	40
Taste	4.17±0.98 <sup>b1)</sup>	6.83±0.98 <sup>a</sup>	6.50±1.05 <sup>a</sup>	4.83±0.98 <sup>b</sup>	3.83±1.72 <sup>b</sup>
Aroma	4.67±1.03 <sup>ab</sup>	5.83±0.41 <sup>a</sup>	5.67±0.81 <sup>a</sup>	4.33±1.34 <sup>b</sup>	3.67±0.82 <sup>b</sup>
Color	4.17±0.75 <sup>c</sup>	5.83±0.75 <sup>ab</sup>	6.33±1.21 <sup>a</sup>	6.00±1.90 <sup>ab</sup>	4.50±1.38 <sup>bc</sup>
Overall acceptability	4.17±0.98 <sup>c</sup>	7.00±0.89 <sup>a</sup>	6.33±1.03 <sup>ab</sup>	5.00±1.27 <sup>bc</sup>	3.83±1.72 <sup>c</sup>

1)Mean ± S.D. Each values represent the means and standard deviations of ratio by 8 judges using 9-point scale (1: very poor, 9: very good). Means and standard deviation in a row followed by different letters are significantly different at p <0.05 level by Duncan's multiple range test.

#### 나. 저분자 홍삼청국장 두유의 제조

저분자 홍삼청국장 두유의 제조 조건은 홍삼청국장 가수분해물 첨가 두유 시료 중 관능적 평점이 가장 우수한 10% 첨가구 배합조건으로 제조하였다.



**Fig. 3.19. Red ginseng *cheonggukjang* soymilk.**



**Table 3.19. Compositon of soy milk prepared with red ginseng *cheonggukjang* hydrolysates**

Ingredients	Red ginseng <i>cheonggukjang</i> hydrolysates content
	(%)
	10
Soy milk	85.65
Red ginseng <i>cheonggukjang</i> hydrolysate	10
Sugar	2.50
Salt	0.20
Soybean oil	1.50
Sucrose esters of fatty acid	0.15
Total	100

#### 다. 저장성 평가

앞의 최적조건으로 배합된 저분자 홍삼청국장을 이용한 두유의 저장성을 검토한 결과(Table 3.20, 21) 저장 기간 중 음료의 당도는 24℃와 37℃ 보관 모두에서 큰 변화를 보이지 않았다. pH는 저장 기간이 길어짐에 따라 조금씩 떨어지는 경향이었으며 유의적인 차이는 보이지 않았다. 저장 기간 중 색도에서는 L, a, b 값 모두 전반적으로 감소하는 경향으로 나타났다. 미생물 검사에서는 일반세균과 대장균군 모두 저장 기간 동안 검출되지 않았으며 외관, 맛, 향에서도 문제점이 발생하지 않았다.

**Table 3.20. Changes in Quality properties of soy milk prepared with red ginseng *cheonggukjang* hydrolysates**

Physicochemical properties	Temperature conditions	Storage time(weeks)					
		0	1	2	3	4	
pH	24 °C	6.15	6.14	6.13	6.09	6.05	
	37 °C	6.15	6.06	6.00	5.98	5.88	
°Brix	24 °C	8.1	7.7	7.7	8.0	7.9	
	37 °C	8.1	8.0	7.8	7.5	8.0	
Hunter' color	L	24 °C	76.2	76.2	75.7	65.6	65.1
		37 °C	76.2	75.2	75.3	67.6	68.7
	a	24 °C	-1.5	-1.0	-0.5	-1.5	-1.6
		37 °C	-1.5	-0.4	-1.0	-1.6	-1.6
	b	24 °C	+15.7	+14.7	+14.8	+9.7	+10.3
		37 °C	+15.7	+15.2	+14.5	+11.5	+11.0

**Table 3.21. Changes of Total microbial count(cfu/g), coliform bacteria(cfu/g) and Sensory evaluation in soy milk prepared with red ginseng *cheonggukjang* hydrolysates**

	Temperature conditions	Storage time(weeks)				
		0	1	2	3	4
C <sup>1)</sup>	24 °C	. <sup>4)</sup>	.	.	.	.
	37 °C	.	.	.	.	.
T <sup>2)</sup>	24 °C	.	.	.	.	.
	37 °C	.	.	.	.	.
S <sup>3)</sup>	24 °C	◎ <sup>5)</sup>	○	○	○	○
	37 °C	◎	○	○	○	○

<sup>1)</sup>C: Coliform bacteria , <sup>2)</sup>T: Total microbial count

<sup>3)</sup>S: Sensory characteristic , <sup>3)</sup>. : Not detected.

<sup>4)</sup>◎: 외관 및 맛에 이상이 없음, ○: 외관 및 맛에 변화 없음, △: 외관 및 맛에 이상이 있음.

#### 4. 최종 제품 제조 공정

##### ■ 홍삼 청국장 제조 공정도



## ▶▶▶ 홍삼청국장 제조공정 설명서

### 1. 제품명: 홍삼청국장

### 2. 제조방법

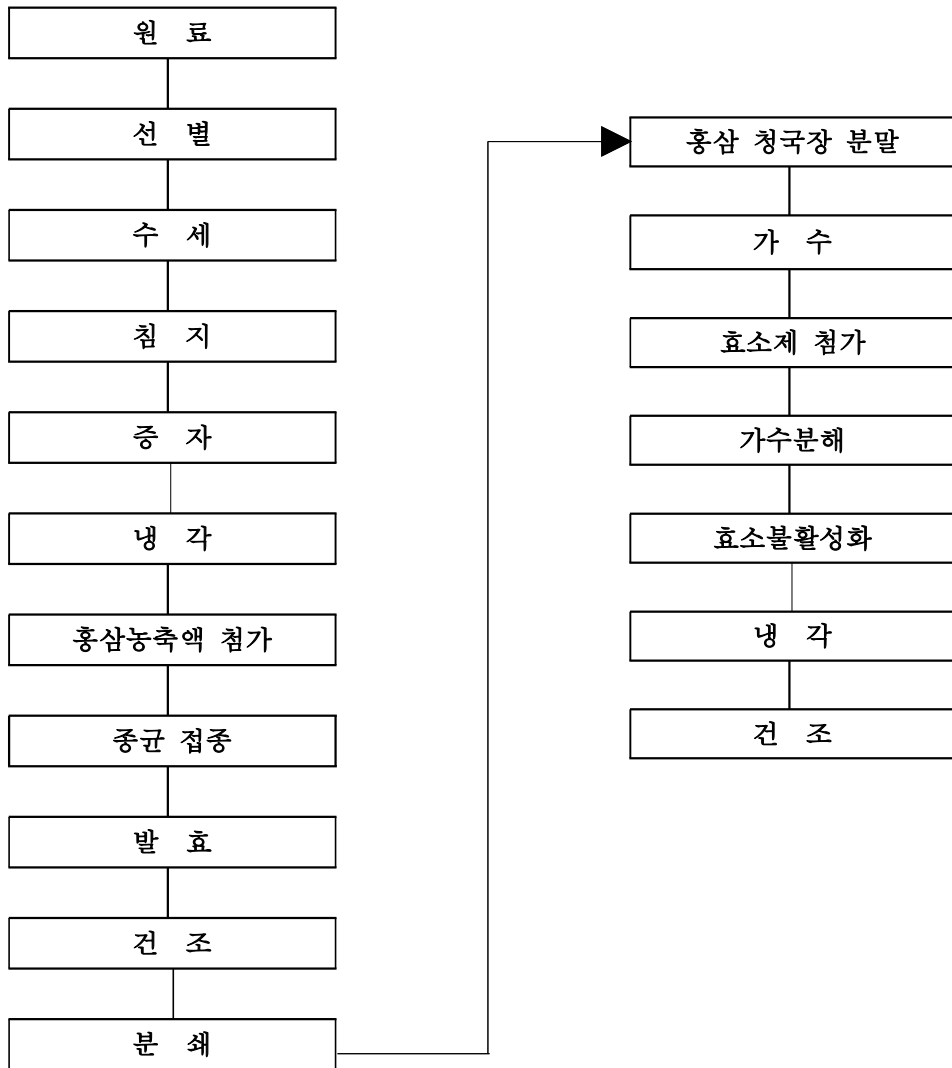
- 1) 선 별: 원료(대두)를 검수·검량한 다음 불량 및 이물 등을 선별·제거한다.
- 2) 수 세/ 침 지: 선별된 원료는 세척기로 깨끗하게 세척한 후 침지한다.
  - 침지시간: 여름철 7~8시간, 겨울철 9~10시간
- 3) 증 자: 고온고압에서 증자한다.
- 4) 냉 각: 40℃까지 냉각한다.
- 5) 홍삼농축액 첨가: 최종제품의 홍삼성분함량이 7.0 mg/g이상 되도록 첨가한다.
- 6) 중균 접종: 원료의 3% 접종한다.
- 7) 발 효: 홍삼농축액과 균주를 접종한 후 40℃에서 약 20시간 발효한다.
- 8) 건 조: 발효가 끝난 시료는 수분함량 5%이내 건조한다.

<중균배양> 불린 대두 100 g과 정제수 500 mL를 121℃에서 약 15분 증자한 후 부직포 1겹 여과한 후 콩물에 탈지분유 5%를 첨가하여 콩물배지로 사용하였다. 선별된 균주 10% 접종하여 37℃/24시간 배양하였다.

### 3. 성분규격

- 1) 성상: 고유의 색택과 향미를 가지고 이미·이취가 없어야 한다.
- 2) 수분함량: 5% 이내
- 3) 홍삼사포닌 함량: 식품규격에 준하여 홍삼성분함유제품기준.  
(최종제품의 홍삼성분의 함량이 7.0 mg/g 이상이어야 한다)

■ 홍삼 청국장 가수분해물 제조 공정도



## ▶▶▶ 홍삼청국장 가수분해물 제조공정 설명서

1. 제품명: 홍삼청국장 가수분해물

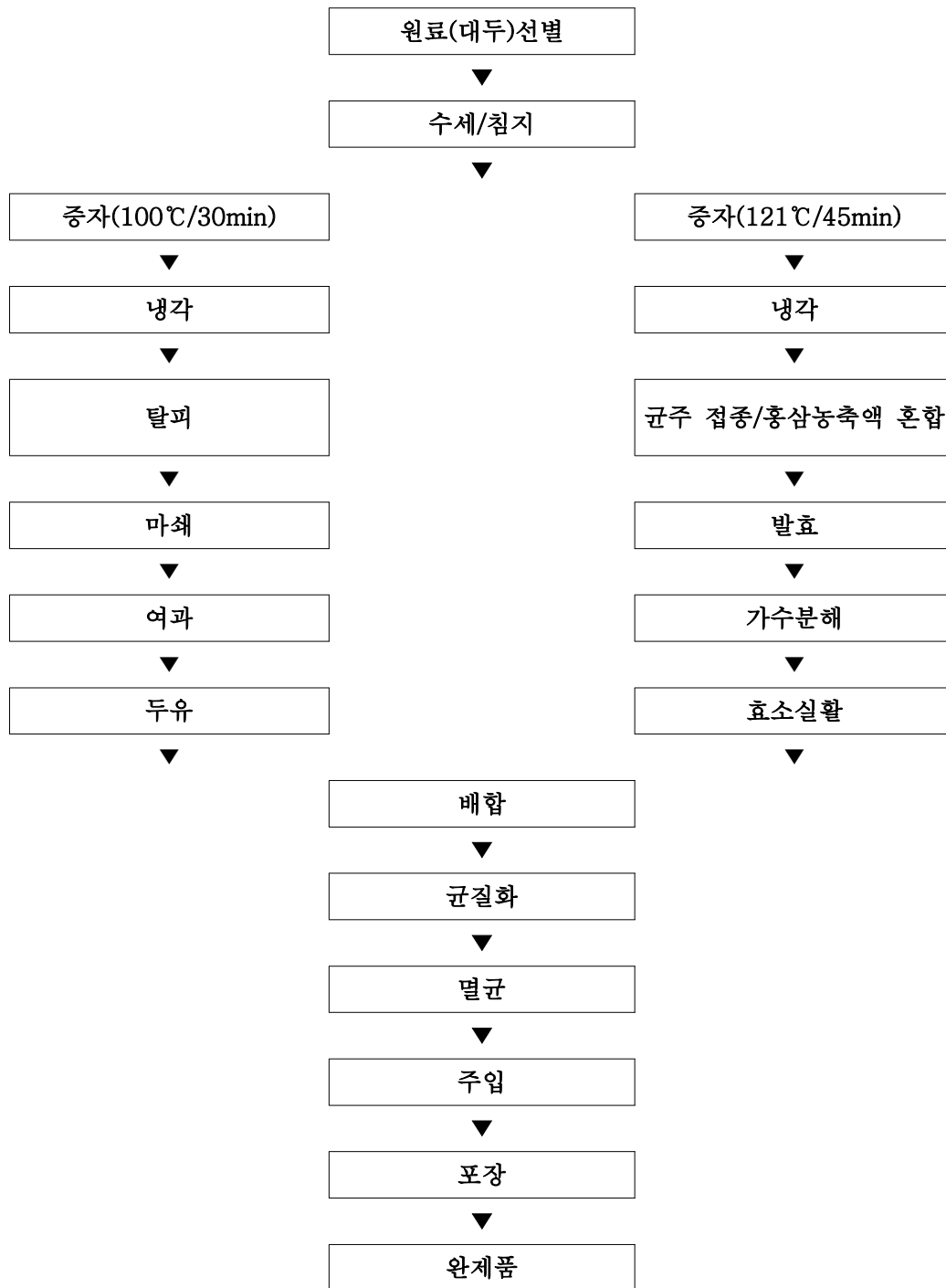
### 2. 제조방법

- 1) 선 별: 원료(대두)를 검수·검량한 다음 불량 및 이물 등을 선별·제거한다.
- 2) 수 세/ 침 지: 선별된 원료는 세척기로 깨끗하게 세척한 후 침지한다.
  - 침지시간: 여름철 7~8시간, 겨울철 9~10시간
- 3) 증 자: 고온고압에서 증자한다.
- 4) 냉 각: 40℃까지 냉각한다.
- 5) 홍삼농축액 첨가: 최종제품의 홍삼성분함량이 7.0mg/g이상 되도록 첨가한다.
- 6) 중균 접종: 원료의 3% 접종한다.
- 7) 발 효: 홍삼농축액과 균주를 접종한 후 40℃에서 약 20시간 발효한다.
- 8) 건 조: 발효가 끝난 시료는 수분함량 5%이내 건조한다.
- 9) 분 쇠: 제조한 홍삼청국장을 분쇄한다.
- 10) 이 송: 홍삼청국장 분말을 가수분해조로 운반한다.
- 11) 가 수: 홍삼청국장 분말의 7배량의 정제수를 가한다(고형분 함량; 10~11%).
- 12) 가수분해: 효소제를 첨가한 후 50℃에서 60분간 가수분해한다.
  - 효소첨가량: 홍삼청국장 분말량의 0.02%
- 13) 효소실활: 가수분해 종료 후 95℃에서 10분간 효소 불활성화한다.
- 14) 방 냉: 가수분해물을 방냉한다.
- 15) 건 조: 수분함량 5%이내 건조한다.

### 3. 성분규격

- 1) 성상: 고유의 색택과 향미를 가지고 이미·이취가 없어야 한다.
- 2) 수분함량: 5% 이내
- 3) 홍삼사포닌 함량: 식품규격에 준하여 홍삼성분함유제품기준.  
(최종제품의 홍삼성분의 함량이 7.0 mg/g 이상이어야 한다)

■ 홍삼청국장 가수분해물 첨가 두유 제조공정도



## ▶▶▶ 홍삼청국장 가수분해물 첨가 두유 제조공정 설명서

1. 제품명: 홍삼청국장 가수분해물 첨가 두유

### 2. 제조방법

#### ● 홍삼청국장 가수분해물

- 1) 선 별: 원료(대두)를 검수·검량한 다음 불량 및 이물 등을 선별·제거한다.
- 2) 수 세/ 침 지: 선별된 원료는 세척기로 깨끗하게 세척한 후 침지한다.
  - 침지시간: 여름철 7~8시간, 겨울철 9~10시간
- 3) 증 자: 고온고압에서 증자한다.
- 4) 냉 각: 40℃까지 냉각한다.
- 5) 홍삼농축액 첨가: 최종제품의 홍삼성분함량이 7.0mg/g이상 되도록 첨가한다.
- 6) 평균 접종: 원료의 3% 접종한다.
- 7) 발 효: 홍삼농축액과 균주를 접종한 후 40℃에서 약 20시간 발효한다.
- 8) 건 조: 발효가 끝난 시료는 수분함량 5%이내 건조한다.
- 9) 분 쇠: 제조한 홍삼청국장을 분쇄한다.
- 10) 이 송: 홍삼청국장 분말을 가수분해조로 운반한다.
- 11) 가 수: 홍삼청국장 분말의 7배량의 정제수를 가한다(고형분 함량; 10~11%).
- 12) 가수분해: 효소제를 첨가한 후 50℃에서 60분간 가수분해한다.
  - 효소첨가량: 홍삼청국장 분말량의 0.02%
- 13) 효소실활: 가수분해 종료 후 95℃에서 10분간 효소 불활성화한다.

#### ● 두유

- 1) 선 별: 원료(대두)를 검수·검량한 다음 불량 및 이물 등을 선별·제거한다.
- 2) 수 세/ 침 지: 선별된 원료는 세척기로 깨끗하게 세척한 후 침지한다.
  - 침지시간: 여름철 7~8시간, 겨울철 9~10시간
- 3) 증 자: 침지한 대두를 탈수한 후 100℃에 30분간 증자한다.
- 4) 냉 각/탈 피: 증자한 대두를 냉각한 후 껍질을 제거한다.



- 5) 마 쇠: 건조대두 무게의 7배량의 정제수를 가하여 마쇄기로 마쇄한다.
- 6) 여 과: 마쇄한 두유의 비지를 제거한다.

● **홍삼청국장 가수분해물 첨가 두유**

- 1) 배 합: 위와 같이 제조 한 홍삼청국장 가수분해물과 두유를 기타 첨가물(설탕, 정제소금, 대두유, 자당에스테르지방산)과 함께 배합비에 맞춰 배합한다.
- 2) 균질화: 균질기를 이용하여 배합물의 입자를 균일하게 균질한다.
- 3) 멸 균: 121℃에서 15분간 멸균한다.
- 4) 주 입/포 장: 멸균한 두유를 파우치에 주입한 후 포장한다.

**3. 규격**

- 1) 성상: 고유의 색깔을 가지고 이미·이취가 없어야 한다.
- 2) 조단백질(%): 0.5 이상
- 3) 세균수: 1 mL당 40,000이하(멸균제품 또는 pH 4.6 미만의 살균제품의 경우 음성)
- 4) 대장균군: 음성.

## 제 4 절 결 론

혈전용해능이 우수한 균주를 선별하여 청국장의 발효 특성을 비교 조사한 결과 시판청국장에서 분리된 5종 균주의 혈전용해능은 N2가 41.7%(Plasmin 1unit/mL과 비교)로 가장 높게 나타났고 N2 균주의 kit동정 결과 *B. subtilis*와 90.1% 유사한 균주로 나타났다. 이를 활용하여 청국장을 제조한 결과, 분양균주에서는 *B. subtilis* (KCTC 3014)가 가장 많은 점질물을 생성하였으며 혈전용해능과 아미노태질소 함량도 가장 높은 것으로 나타났고 분리균주에서는 *B. subtilis* N2가 점질물 함량, 혈전용해능, 아미노태질소 함량이 가장 높은 것으로 나타났다. 증자시간에 따른 영향은 45분간 증자하는 것이 적합한 것으로 나타났으며, 발효시간은 20시간정도가 적합한 것으로 나타났다.

홍삼 융합 청국장의 발효 특성을 조사하고자 홍삼 농축액(2-10%)을 첨가하여 청국장을 제조한 결과는 농축액의 첨가량이 많을수록 점질물의 생성이 많아지고 환원당 함량과 혈전용해능도 높은 것으로 나타났다. 홍삼제품 규격 사포닌 함량은 홍삼 농축액 4%에서 적합하게 나타났다. 또한 홍삼분말 첨가 청국장은 점질물 생성, 환원당 함량 및 혈전용해능이 농축액 첨가 청국장과 비슷한 경향으로 나타났고 아미노태질소와 암모니아태질소 함량은 분말 첨가량이 높을수록 점점 감소하는 경향으로 나타났으며 조사포닌 함량은 분말 14% 첨가구가 홍삼성분함유 제품 제조기준에 적합한 것으로 나타났다. 홍삼첨가 시기를 달리하여 청국장을 제조한 결과, 점질물, 아미노태질소, 암모니아태질소, 환원당 함량 및 혈전용해능은 첨가시기에 따른 차이가 크지 않았으며, 조사포닌 함량은 발효전에 첨가한 구간이 발효후에 첨가한 것보다 더 높은 함량을 나타내었다. 진세노사이드 함량은 첨가시기에 따른 차이는 크지 않았으며 Rg<sub>1</sub>, Re, Rf, Rh<sub>1</sub>, Rg<sub>2</sub>, Rb<sub>1</sub>, Rc, Rb<sub>2</sub>, Rd 및 Rg<sub>3</sub>가 확인되었다. 이상의 결과로 홍삼농축액 4%를 발효전에 첨가하는 방법이 홍삼융합청국장의 품질특성이 우수하여 최적 조건으로 설정할 수 있었다.

또한 홍삼 융합청국장을 다양한 식품소재로 활용하고자 가수분해 조건에 따른 특성변화를 조사하였다. 그 결과 4종류의 protease에 따른 홍삼 융합청국장 가수분해물의 특성은 protease(KMF-G)가 가수분해도, 칼슘결합능, 총페놀화합물 함량이 가장 높은 것으로 나타났으며, 혈전용해능과 ACE 저해활성 또한 87.10 unit, 67.17%로 가장 높게 나타났다. Protease(KMF-G) 농도에 따른 영향을 조사한 결과 0.02%에서 적합하였다. 홍삼 융합청국장의 가수분해시간에 따른 영향은 60분과 90분에서 가장 양호한 결과를 나타내었으나 유의적 차이가 나타나지 않았으며, 홍삼 융합청국장 가수분해물의 불쾌취와 쓴맛은 60분 이상에서 개선되었으므로 최적 가수분해시간은 60분으로 설정할 수 있었다. 홍삼 융합청국장의 총 진세노사이드 함량은 9.197 mg/g이

고, 홍삼 융합청국장 가수분해물의 함량은 11.707 mg/g였다. 이상의 결과 protease(KMF-G), 0.02%를 첨가하여 60분간 가수분해하였을 때 이화학적 특성, 혈전용해능 및 ACE 저해활성이 향상된 홍삼 융합청국장 가수분해 조건을 설정 할 수 있었다.

위의 최적조건에서 제조한 청국장(A), 홍삼 청국장(B) 및 홍삼청국장 가수분해물(C)을 각각 분말화하여 품질 및 기능적 특성을 조사한 결과, 일반성분은 (B)가 탄수화물 함량이 다른 시료에 비하여 높았으며 조단백 함량은 낮았다. 유리아미노산 함량은 (A)에 비하여 (C)가 2,157.16 mg%으로 약 2배정도 높았으며 필수아미노산 함량도 812.18 mg%로 가장 높았다. SDS-전기영동 패턴 분석 결과 (A)와 (B)는 33 kDa이하의 분자량을 나타내었고, (C)는 17 kDa이하의 저분자 분자량으로 나타내어 저분자화 가수분해 되었음을 확인 할 수 있었다. DPPH free radical 소거활성, Superoxide radical 소거활성, ACE 저해활성은 시료간에 유의적 차이는 크게 나타나지 않았으나, (C)가 가장 높은 활성을 보였고, 혈전용해활성은 (A)가 111.38 unit으로 가장 높게 나타났다. 또한 관능평가에서 홍삼 특유의 쓴맛은 있었으나 종합적 기호도는 증가되었다. 이상의 결과 청국장(A)에 비하여 홍삼청국장(B) 및 홍삼청국장 가수분해물(C)이 기능성 강화 및 불쾌취가 감소되어 다양한 식품 소재로 활용이 가능할 것으로 기대된다.

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

구 분	목 표	달성도 및 기여도
제1세부과제 (2005)	○ 원료삼의 홍삼가공적성 평가 및 원료삼 기능성 강화 소재화 기술 개발	- 풍기인삼 연근별 홍삼가공 적성 평가 및 5년 근 우수성 확인 - 원료 삼의 열처리 조건별 품질 특성 확인 및 기능성 강화 융합발효 소재확보
제2세부과제 (2005)	○ 홍삼, 청국장 혼합소재의 antigenotoxicity 평가	- In vitro comet assay에 의한 항유전독성 효과시험 - 시료 DNA 복구효과 시험 - Spraque-dawley rat의 대장세포 antigenotoxicity 조사 - 시료의 anticytotoxicity 평가완료
제3세부과제 (2005)	○ 홍삼의 팽화가공적성 평가 및 융합 소재화 개발시험	- 수분함량 별 팽화특성 확인 - 원료 삼 팽화적성 평가 - 팽화소재 품질 및 기능성분 평가 및 2차 가공 소재 확보
위탁과제 (2005)	○ 홍삼첨가 청국장 발효 특성 평가 ○ 청국장 기능성 강화 및 소재화 기술	- 홍삼농축액 및 분말을 첨가 청국장 발효특성 확인 - 청국장 발효조건 설정 및 가수 분해물 기능특성 실험

구 분	목 표	달성도 및 기여도
1세부과제 (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 가공적성 가장 우수한 연근 원료삼의 홍삼가공 조건 최적화</li> <li>○ 홍삼제조 부산물(지근류) 안전성 향상 및 융합가공 소재화 기술 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 5년 근 원료삼의 증자 및 건조 방법별 특성 확인과 최적조건 농축액 품질평가</li> <li>- 홍삼 농축액/지근류의 잔류 농약 평가 및 마이크로파 이용 잔류량 저감화기법 확보</li> <li>- 홍삼-청국장 압출융합소재의 품질특성 모니터링</li> </ul>
2세부과제 (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 홍삼, 청국장 융합소재의 항암효과 평가</li> <li>○ 홍삼청국장 융합소재의 혈당조절기능 검증 (in vivo) 및 당뇨예방 작용기전 평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 홍삼 및 청국장 소재의 anticarcinogenicity 효능 평가 확인 (<i>in vivo</i>)</li> <li>- 제2형 당뇨모델동물 사용 홍삼 청국장 혈당조절기능 검증/당뇨예방 작용기전 평가</li> </ul>
위탁과제 (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 홍삼청국장의 융합발효 조건 최적화 확립</li> <li>○ 홍삼-청국장 발효소재의 가공특성 평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 홍삼융합 청국장의 발효조건</li> <li>- 홍삼-청국장 발효물의 품질 및 가공소재화 적성 평가</li> </ul>

구 분	목 표	달성도 및 기여도
1세부과제 (2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 홍삼-청국장 융합소재를 이용한 분말 가공시제품 개발</li> <li>○ 기능성 가공시제품 제조조건 최적화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 홍삼융합 청국장 분말의 흡습 특성 확인</li> <li>- 홍삼청국장 분말소재 압출가공시 품질/기능성 평가</li> <li>- 캡슐 시제품의 제조조건 최적화</li> <li>- 타블렛 시제품 제조조건 최적화</li> <li>- 환제 시제품 제조조건 최적화</li> </ul>
2세부과제 (2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 홍삼-청국장 융합소재의 혈당조절 기능 검증 (인체시험)</li> <li>○ 식약청 인정획득을 위한 근거자료 도출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 홍삼융합 청국장 소재 고혈당 인체대상자 보충 급여시험 완료</li> <li>- 당대사 조절관련 혈장 바이오마커 분석</li> <li>- 공복 당부하 테스트 실시</li> <li>- 적혈구 항산화효소 활성도 분석</li> <li>- 홍삼 청국장소재 유효성분 기준 인체 1일 섭취량 설정</li> <li>- 혈당조절관련 인체작용기작 확립</li> </ul>
3세부과제 (2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 가공 시제품의 포장, 유통기한 설정 및 기호도 조사</li> <li>○ 가공 시제품의 품질 기준규격 설정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 가공 시제품별 포장재 선택</li> <li>- 포장 가공시제품 유통기한 설정</li> <li>- 가공 모델시제품 기호도 조사</li> <li>- 가공 시제품별 기준규격 설정</li> </ul>
위탁과제 (2007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 홍삼융합 청국장의 생산 공정 확립</li> <li>○ 홍삼융합 청국장 소재를 활용한 액상시제품 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 발효 최적조건 예측 및 실증</li> <li>- 홍삼청국장 액상소재 품질/기능 성분 규격설정</li> <li>- 저분자 가수분해물 이용 홍삼 청국장 두유 시제품 개발</li> <li>- 시제품 포장, 유통기한 및 관능적 기호도 평가</li> </ul>

## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

### 1. 연구개발 주요결과

- 풍기지역 수삼의 연근별 홍삼제조 적성 평가와 5년 근의 우수성 확보
- 홍삼가공 원료삼의 잔류농약 저감화 및 기능강화 가공소재화 기술
- 청국장의 기능강화 기술 및 홍삼 융합 청국장 발효 균주 및 조건 확보
- 청국장 및 홍삼융합 청국장의 기능성 개선 가수분해물 소재화 기술 개발
- 홍삼-청국장 융합소재의 항당뇨, 당뇨합병증 예방, 제2형 당뇨합병증인 지질대사 이상증 예방효능 검증자료 및 관련 기능성 검증시스템 확보
- 홍삼융합 청국장 소재화를 통한 분말(캡슐, 정, 환)과 액상(홍삼청국장 두유) 시제품 개발 이전기술

### 2. 활용계획

- 핵심 기술 및 소재의 국내 특허출원에 의한 지적소유권 확보
- 연구결과의 국내외 학술지 게재로써 health-claim을 위한 과학적 근거자료 마련
- 융합가공 및 융합 소재화 기술 know-how는 참여 기업 및 관련 산업계 기술이전
- 개발 시제품은 참여기업에 현장적용 상품화 유도
- 산학심포지엄 개최 등으로 홍삼 및 청국장 생리기능과 기능성소재화 잠재력 홍보
- 주관기관과 기술전수 업체의 협력에 의한 지속적 기술협력체계 구축 활용
- 산업체의 상품 다양화를 위한 공동연구 협력 및 시장 확대 지원

### 3. 연구결과 및 결과 별 활용가능 영역

#### 1) 특허출원

- 가. 혈당농도 개선용 홍삼융합청국장 및 이의 가수분해물 제조방법 (출원번호: 제 2007-44268, 출원일: 2007.05.07)
- 나. 홍삼청국장 조성물 및 이를 이용한 항당뇨 기능성 식품 (출원번호: 10-2008-41388, 2008. 05. 02)

## 2) 논문게재

1. 청국장 균주의 선발과 발효 특성. 한국식품저장유통학회지, 13(1), 77-82 (2006)
2. 홍삼과 청국장 혼합 분말의 색도, 휘발성 성분 및 관능적 기호도. 한국식품저장유통학회지, 13(4), 483-489 (2006)
3. 시판 청국장 분말제품의 품질 및 기능성분. 한국식품영양과학회지, 36(1), 65-71 (2007)
4. 홍삼첨가 방법에 따른 홍삼청국장의 품질특성. 한국식품영양과학회지, 36(7), 889-895 (2007)
5. 홍삼 융합 청국장의 가수분해 조건에 따른 품질특성 변화. 한국식품영양과학회지, 36(8), 1031-1037 (2007)
6. 원료삼의 증삼 및 건조 조건 별 홍삼의 품질 및 기능성. 한국식품과학회지, 39(5), 494-499 (2007)
7. 풍기지역 연근별 수삼의 홍삼가공 특성 비교. 한국식품영양과학회지, 37(1), 72-75 (2008)
8. 팽화 홍미삼, 홍삼절편 및 백미삼 분말의 흡습특성. 한국식품저장유통학회지, 15, 30-36 (2008)
9. 홍삼을 이용한 청국장의 기능적 특성 비교. 한국식품영양과학회지, 37(3), 261-268 (2008)
10. Beneficial effect of chungkukjang on regulating blood and pancreatic  $\beta$ -cell functions in C75BL/KsJ-*db/db* mice. J. Medicinal Food, 11(2), 215-223 (2008)

## 3) 논문발표

1. Monitoring the ginsenoside changes in red ginseng rootlets during roasting by using RSM. 2007 IFT Annual Meeting and Food Expo, July 27-Aug. 1, 2007 McCormick Place, Chicago, Illinois, USA (Abstract Book, p. 268)
2. *cheonggukjang* supplementation enhances glucose and lipid metabolism in C57BL/KsJ *db/db* mice, Experimental biology Annual Meeting, Apr, 28-May, 2, 2007, Washington, DC. (Abstract book, p, 294)
3. Anti-hyperlipidemic and antioxidant properties of *cheonggukjang* and red



- ginseng *cheonggukjang* in type 2 diabetic mice, The 29th Congress of ESPEN, Sep, 10, 2007, Prague, Czech Republic, (Abstract book, p. 125)
4. *cheonggukjang* improves antioxidant enzyme activities in type 2 diabetic mice, 2007 The Korean Nutrition Society International Conference in Commemoration of the 40th Anniversary, Nov, 1-2, 2007, JW Marriott Hotel, Seoul, Korea, (Abstract book, p. 581)
  5. 청국장용 균주의 선발과 발효특성 비교. 한국식품저장유통학회 2005 학술발표회 초록집, p. 225-226, 대구 (2005. 10. 28)
  6. 수분함량에 따른 홍삼절편의 팽화가공 특성. 한국식품과학회 2006 학술발표회 초록집, p 191, 제주도 (2006. 6. 16)
  7. 팽화압력에 따른 홍삼절편의 팽화가공 특성. 한국식품과학회 2006 학술발표회 초록집, p 191, 제주도 (2006. 6. 16)
  8. 시판 청국장 분말제품의 품질 및 기능성분 특성. 한국식품영양과학회 2006 학술발표회 초록집, p 199, 경주 (2006. 10. 19)
  9. 원료삼의 증삼시간별 홍삼의 품질 및 기능적 특성. 한국식품영양과학회 2006 학술발표회 초록집, p 199, 경주 (2006. 10. 19)
  10. 홍증미의 볶음조건별 성분특성 모니터링. 한국식품영양과학회 2006 학술발표회 초록집, p 199, 경주 (2006. 10. 19)
  11. 원적외선 처리가 홍삼소재의 기능적 특성에 미치는 영향. 한국식품영양과학회 2006 학술발표회 초록집, p 199-200, 경주 (2006. 10. 19)
  12. 전은주, 우승미, 정용진, 최명숙, 권중호, 홍삼 첨가에 따른 청국장 품질 특성 비교, 한국식품영양과학회 학술발표회 초록집, p. 164, 경주 (2006. 10. 19-21)
  13. 연근별 수삼의 홍삼가공 시 물리적, 관능적, 품질과 경제적 채산성 분석. 한국식품저장유통학회 2006 학술발표회 초록집, p 161, 제주도 (2006. 11. 03)
  14. 연근별 홍삼의 품질 및 기능성분 비교. 한국식품저장유통학회 2006 학술발표회 초록집, p 162, 제주도 (2006. 11. 03)
  15. 원적외선 가열에 의한 홍삼 지근의 기능성분 특성 모니터링. 한국식품저장유통학회 2006 학술발표회 초록집, p 162-163, 제주도 (2006. 11. 03)
  16. 증삼 후 건조방법(열풍건조, 동결건조, 원적외선 건조)별 홍삼의 품질 및 기능성분 특성 비교. 한국식품저장유통학회 2006 학술발표회 초록집, p 163, 제주도 (2006. 11. 03)

17. 홍삼을 첨가한 청국장 소재의 기능성분 특성. 한국식품저장유통학회 2006 학술 발표회 초록집, p 164, 제주도 (2006. 11. 03)
18. 홍증미의 가공 소재화를 위한 볶음조건별 관능적 특성 모니터링. 한국식품저유통학회 2006 학술발표회 초록집, p 165, 제주도 (2006. 11. 03)
19. 홍삼류 및 백삼의 팽화가공 특성, 한국식품저장유통학회 2006 학술발표회 초록집, p 186-817, 제주대 (2006. 11. 03)
20. 홍삼청국장의 가수분해 조건에 따른 특성 변화, 한국식품저장유통학회 2006 학술발표회 초록집, p 165-166, 제주대 (2006. 11. 03)
21. 청국장, 홍삼청국장 및 홍삼청국장 가수분해물의 특성 비교, 한국식품저장유통학회 2006 학술발표회 초록집, p 230, 제주대 (2006. 11. 03)
22. 팽화가공 처리가 홍삼류 및 백삼의 이화화적인 특성에 미치는 영향, 한국식품과학회 2007년 학술발표회 초록집, p. 136, 부산 BEXCO (2007. 06. 20-22)
23. 홍삼 및 청국장 융합소재의 압출가공에 따른 기능성분 특성 변화, 한국식품과학회 2007년 학술발표회 초록집, p. 233, 부산 BEXCO (2007. 06. 20-22)
24. 생청국장의 원적외선 처리에 따른 이화학적 특성 모니터링. 2007 한국식품영양과학회 학술발표회 초록집, p. 186, 무주 (2007, 10, 17-19)
25. 분말청국장의 원적외선처리에 따른 관능적 특성 모니터링. 2007 한국식품영양과학회 학술발표회 초록집, p. 186, 무주 (2007, 10, 17-19)
26. 분말청국장의 원적외선 처리에 따른 이화학적 특성 모니터링. 2007 한국식품저장유통학회 학술발표회 초록집, p. 206, 진주 (2007, 11, 2)
27. 생청국장의 원적외선 처리에 따른 관능적 특성 모니터링. 2007 한국식품저장유통학회 학술발표회 초록집, p. 206, 진주 (2007, 11, 2)
28. 홍삼청국장 가수분해물 첨가 두유의 관능적 특성. 한국식품저장유통학회 2007 학술발표회 초록집, p 191, 진주 (2007. 11. 02)

#### 4) 산학 심포지엄 개최

- o 주제 : 풍기인삼을 이용한 홍삼융합 건강가공제품 개발 및 산업화
- o 일시 및 장소 : 2008. 4. 18(금) 13:30-17:00, 동양대 현암관 세미나실
- o 발표 : 풍기인삼의 홍삼가공 적성 및 가공소재화(권중호), 청국장 기능강화 및 홍삼융합 발효소재화 기술개발(정용진), 홍삼 융합 청국장의 혈당강하 효능(최명숙), 풍기 지역 인삼산업 현황과 활성화 방안(고승태) 및 종합 토론

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술 정보

1. Vladimir Vuksan, Mi-Kyung Sung, John L. Sievenpiper, P. Mark Stavro, Alexandra L. Jenkins, Marco Di Buono, Kwang-Seung Lee, Lawrence A. Leiter, Ki Yeul Nam, John T. Arnason, Melody Choi, Asima Naeem. Korean red ginseng (*Panax ginseng*) improves glucose and insulin regulation in well-controlled, type 2 diabetes: Results of a randomized, double-blind, placebo-controlled study of efficacy and safety. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 18(1), 46-56 (2008)
2. Danijela Ristić Medić, Vanja Ristić, Aleksandra Arsić, Marija Poštić, Gordana Ristić, Vera Blaženčić Mladenović, Jasna Tepšić. Effects of soybean D-LeciVita product on serum lipids and fatty acid composition in type 2 diabetic patients with hyperlipidemia. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 16(6), 395-404 (2006)
3. Ji-Kan Ryu, Tack Lee, Dae-Joong Kim, In-Sun Park, Sang-Min Yoon, Hong-Sik Lee, Sun U. Song, Jun-Kyu Suh. Free radical-scavenging activity of Korean red ginseng for erectile dysfunction in non-insulin-dependent diabetes mellitus rats. *Urology*, 65(3), 611-615 (2005)
4. Fujta H, Yamagami T, Ohshima K: Long-term ingestion of Touchi- extract,  $\alpha$ -glucosidase inhibitor, by borderline admitttype-2 diabeteic subjects is safe and significantly reduces blood glucose levels. *Nutri Res* 23:713-722 (2003)
5. Arner P: Insulin resistance in type 2 diabetes: role of fatty acids. *Diabetes Metab Res Rev.*, 18, S5-S9 (2002)
6. Mei-Ping Lu, Rui Wang, Xiuyuan Song, Xiaoxia Wang, Lingyun Wu, Qing H. Meng. Modulation of methylglyoxal and glutathione by soybean isoflavones in mild streptozotocin-induced diabetic rats. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, Available online (2008)
7. Lee, J.S. Effects of soy protein and genistein on blood glucose, antioxidant enzyme activities, and lipid profile in streptozotocin-induced diabetic rats. *Life Sciences*, 79(16), 1578-1584 (2006)

## 제 7 장 참고문헌

### (제 1, 3 세부과제)

1. Ryu, GH. 2003. Present status of red ginseng products and its manufacturing process. Food Industry and Nutrition. 38: 38-42.
2. Park CK, Kwak YS, Hwang MS, Kim SC, Do JH. 2007. Trends and prospect of ginseng products in market health functional food. Food Sci. and Industry. 40(2): 30-45.
3. Lee YL, Kim SH, Jung NH, Lim MH. 1992. A study on the production of viscous substance during the Chungkookjang fermentation. J Korean Soc Agric Chem Biotechnol 35: 202-209.
4. Choe JS, Kim JS, Yoo SM, Park HJ, Kim TY, Chan CM, Shin SY. 1996. Survey on preparation method and consumer response of . Korea Soybean Digest 13:29-43.
5. In JP, Lee SK, Ahn BK, Chung IM, Jang CH. 2002. Flavor improvement of by addition of yucca extract. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 57-64.
6. Hwang SH, chung HS, Kim SD, Youn KS. 2004. Effect of *Glycyrrhizia uralensis* extract addition on the quality of . J. East. Asian Soc. Dietary Life. 14: 571-575.
7. Jung YK, Lee YK, No HK, Kim SD. 2006. Effect of sea tangle on fermentation and quality charcateristics of Cheongbukjang. Korean J. Food Preserv. 13(1):95-101.
8. Shon MY, Kwon SH, Park SK, Park JR, Choi JS. 2002. Taste components and palatability of black bean chungkugjang added with kiwi and radish. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 31: 39-44.
9. 식품의약품안전청. 2000. 식품공전. p.20
10. Apostolopoulos, D. and Gilbert, S.G. 1990. Water sorption of coffee solubles by frontal inverse gas chromatography: thermodynamic considerations. J. Food Sci., 55, 475-477
11. Al-Muhtaseb, A.H. McMinn, W.A.M and Magee, T.R.A. 2004. Water sorption isotherms of starch powders Part I. Mathematical description of experimental data. J. Food Eng., 61, 297-307

12. Amerine MA, Ough CS. 1980. Method for analysis of Musts and Wine. Wiley & Sons, New York. p.176-180.
13. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181: 1199-1203.
14. Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F. 1987. Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidens. *Agric Biol Chem.* 51: 1333-1338.
15. Do JH, Lee HO, Lee SK, Jang JK. 1993. Colorimetric determination of acidic polysaccharide of red ginseng on lipolytic action of toxohormone-L form panax ginseng, its extraction condition and stability. *Korean J. Ginseng Sci.* 17: 139-144.
16. Kwon JH, Belanger JMR, Pare JRJ and Varoujan AY. 2003. Application of the microwave-assisted process to the fast extraction of ginseng saponins. *Food Research International.* 36: 491~498.
17. Shibata S, Tanaka T, Ando T, Sado M, Tsushima S, Ohsawa T. 1966. Chemical studies on oriental plant drugs (XIV). Protopanaxadiol, a genuine sapogenin of ginseng saponins. *Chem. Pharm. Bull.* 14: 595-600.
18. Lee CR, Whang WK, Shin CG, Lee HS, Han ST, Im BO, Ko SK, 2004. Comparison of composition and contents in fresh ginseng roots cultivated in Korea, Japan, and China at various ages. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36(5): 847-850.
19. Lee GY, Kim HS, Lee HG, Han O, Chan UT. 1997. Studies on the prediction of the shelf-life of Kochujang through the physicochemical and sensory analysis during storage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 26: 588-594.
20. Wang H, Murphy PA. 1994. Isoflavone composition of American and Japanese soybeans in Iowa: effects of variety, crop year, and location. *J. Agric. Food Chem.*, 42: 1905-1913.
21. 장희진. 1993. 식품의 유통기한 예측기술. *기술사*, 26(4), 30-39
22. Han, K.S., Lee, E.J. and Hong, S.P. 2005. The prediction of shelf-life of commercially sterilized korean soups using accelerated experiment. *Korean J. Food Cookery Sci.*, 21(2), 149-154
23. Kwon JH, Belanger JMR, Pare JRJ and Varoujan AY. 2003. Application of the microwave-assisted process to the fast extraction of ginseng saponins. *Food Research International.* 36: 491~498.
24. SAS institute Inc., Cary, NC. 1998. SAS : SAS/STAT : User's Guide

(제 2 세부과제)

1. St. Clair WH, Billings PC, Carew JA, MaGandy CK, Newberne P,AR. Suppression of dimethylhydrazine-induced carcinogenesis in mice by addition of the Bowman-Birk protease inhibitor. *Cancer Res.*, 50, 580-586, 1990
2. Shamsuddin AM, Ullah A, Chakravarthy AK. Inositol and inositol hexaphosphate suppress cell proliferation and tumor formation in CD-1 mice. *Carcinogenesis*, 10, 1461-1463, 1989
3. Coward L, Barnes NC, Stechell KDR, Barnes S. Genistein, daidzein, and their glycoside conjugates: Antitumor isoflavones in soybean foods from American and diets. *J. Agric. Food Chem.*, 41, 1961-1967, 1993
4. Tiisala S, Majuri ML, Carpen O, Renkonen R. Genistein enhances the ICAM-1 counter-receptors. *Biochem. Biophys. Res. Commun*, 203, 443-449, 1994
5. Prochaska HJ. Screening strategies for the detection of anticarcinogenic enzyme inducers. *J. Nutr. Biochem*, 5, 360-364, 1994
6. Shon MY, Choi SY, Cho HS, Sung NJ. Effects of cereal and red ginseng flour on blood glucose and lipid level in streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 33, 1463-1468, 2004
7. Tatsuka M, Maeda M, Ota T. Anticarcinogenic effect and enhancement of metastatic potential of BALB/c 3T3 Cells by ginsenoside Rh2. *Jpn. J. Cancer Res*, 92, 1184-1189, 2001
8. Lee HA, Sim HS, Choi KJ, Lee JB. Hypoglycemic action of red ginseng components (II) : Investigation of the effect of fat soluble fraction from red ginseng on enzymes related to glucose metabolism in cultured rat hepatocytes. *Korean J. Ginseng Sci.*, 22, 51-59, 1998
9. Wakayabashi C, Hasegawa H, Murata, Saiki I. In vivo antimetastatic action of ginseng protopanaxadiol saponins is based on their intestinal bacterial metabolites after administration. *Oncol. Res*, 9, 411-417, 1991
10. Keum YS, Park KK, Lee JM, Chun KS, Park JH, Lee SK, Kwon HJ. Antioxidant and antitumor promoting activities of the methanol extract of processed ginseng. *Cancer Letter*, 150, 41-48, 2001
11. McGarry Jd, Foster DW. Regulation of hepatic fatty acid oxidation and ketone

- body production. *Annual Review of Biochemistry* 49:395–420, 1980.
12. Jenkins DJ, Wolever A, Taylor, RH, Barker HB, Fielden H. Exceptionally low blood glucose response to dried beans: Comparison with other carbohydrate foods. *J. Br. Med.* 28:578–585, 1980
  13. Fujta H, Yamagami T, Ohshima K. Long-term ingestion of Touchi-extract, a  $\alpha$ -glucosidase inhibitor, by borderline admittype-2 diabetec subjects is safe and significantly reduces blood glucose levels. *Nutri Res* 23:713–722, 2003
  14. Maxwell SR. Prospects for the use of antioxidant therapies, *Drugs*, 49: 345–361, 1995
  15. Fukutake M, Takahashi M, Ishida K, Kawamura H, Sugimura T, Wakabayashi K. Quantification of Genistein and Genistin in Soybeans and Soybean Products. *Food and Chemical Toxicology*, 34, 457–461, 1996
  16. Davidson AL, Arion WJ. Factors underlying significant underestimations of glucokinase activity in crude liver extracts: Physiological implications of higher cellular activity. *Arch Biochem Bophys* 253: 156–167, 1987
  17. Alegre M, Ciudad CJ, Fillat C, Guinovart JJ. Determination of gluocse-6-phosphatase activity using the glucose dehydrogenase-coupled reaction. *Anal Biochem* 173: 185–189, 1988
  18. Bentle LA, Lardy HA. Interaction of anions and divalent metal ions with phosphopyruvate carboxykinase. *J Biol Chem* 251: 2916–2921, 1976
  19. Carl MN, Lakshmanan MR, Porter JW. Fatty acid synthase from rat liver. *Methods in Enzymology*, 35:37–44, 1975
  20. Lazarow PB. Assay of peroxisomal-oxidation of fatty acids. *Methods in Enzymology*, 72:315–31, 1981
  21. Pitkanen E, pitaanen O, Uotila L. Enzymatic determination of un bound D-mannose in serum. *European Journal of clinical chemistry and clinical biochemistry. European journal of Clinical Chemistry and Clinical Biochemistry* 35:716–776, 1997
  22. Walton PA, Possmayer F. The role of  $Mg^{2+}$ -dependent phosphatidate phosphohydrolase in pulmonary glycerolipid biosynthesis. *Biochimica et Biophysica Acta*, 796:346–37, 1984
  23. Hulcher FH, Oleson WH. Simplified spectrophotometric assay for microsomal 3-hydroxy-3-methylglutary CoA reductase by measurement of coenzyme A. *Journal of Lipid Research*, 14:625–631, 1973
  24. Aebi H. Aebi In: H.V. Bergmeyer, Editor, *Catalase : Methods of Enzymatic*

- Analysis, Chemie, Weinheim, Germany, pp. 673-684, 1974
25. Tarladgis BG, Pearson AM, Dugan J. LR. *J. Sci. Food Agric.*, 15, 602, 1964
  26. Abel ED, Peroni O, Kim JK, Kim UB, Boss O, Hadro ED, Minnemann T, Shulman GI, Kahn BB. Adipose-selective targeting of the GLUT4 gene impairs insulin action in muscle and liver. *Nature* 409:729-733, 2001
  27. Arner P. Insulin resistance in type 2 diabetes: role of fatty acids. *Diabetes Metab Res Rev* 18:S5-S9, 2002
  28. DeFronzo RA. Lily lecture: the triumvirate:  $\beta$ -cell, muscle, liver: a collusion responsible for NIDDM. *Diabetes* 37:667-687, 1988
  29. DeFronzo RA. Lily lecture: the triumvirate:  $\beta$ -cell, muscle, liver: a collusion responsible for NIDDM. *Diabetes* 37:667-687, 1988
  30. Fava S, Aquilina O, Azzopardi J, Muscat HA, Fenech FF. The prognostic value of blood glucose in diabetic patients with acute myocardial infarction. *Diabetic Medicine* 13: 80-83, 1996
  31. Fujita H, Yamagam T. Fermented soybean-derived Touchi-extract with anti-diabetic effect via  $\alpha$ -glucosidase inhibitory action in a long-term administration study with KKAY mice. *Life Science* 70:219-227, 2001
  32. In JP, Lee SK. Effect of yucca (*Yucca shidigera*) extract on quality characteristics of using bacillus subtilis. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 47:176-181, 2004
  33. Juhan-Vague I, Alessi MC, Fossat C, Declerck PJ, Kruithof EK. Plasma determination of plasminogen activator inhibitor 1 antigen must be performed in blood collected on antiplatelet/anticoagulant mixture. *Thromb aemost* 58(4):1096, 1987
  34. Lee BY, Kim DM, Kim KH. Studies on the change in rheological properties of chungkookjang. *Korean J Food Sci Technol* 23: 478-484, 1991
  35. Reaven GM. Banting lecture 1988. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes* 37(12):1595-607, 1988
  36. Ryu SH. Studies on antioxidative effects and antioxidative components of soybean and chongkukjang. Doctoral thesis Inje University of Korea 23-122, 2002
  37. Schneider SH, Kim HC, Khachaturian AK, Ruderman NB. Impaired fibrinolytic response to exercise in type II diabetes mellitus: Effect of exercise and physical training. *Metabolism* 37:924-929, 1988
  38. Seifer S, Dayton S, Novic B, Muntwyler E. The estimation of glycogen with the anthrone reagent. *Arch Biochem Biophys* 50: 191-200, 1950



39. Yoon KH, Lee JH, Kim JW, Cho JH, Choi YH, Ko SH, Zimmet P, Son HY. Epidemic obesity and type 2 diabetes in Asia. *Lancet* 368(9548):1681-8, 2006

(위탁과제)

1. Lee, B.Y., Kim, D.M. and Kim, K.H. (1991) Studies on the change in rheological properties of Chungkook-jang. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 23, 478-484
2. Yoo, J.Y. (1997) Present status of industries and research activities of Korean fermented soybean products. *The Microorganism and Industry*, 23, 13-30
3. Ryu, S.H. (2002) Studies on antioxidative effects and antioxidative components of soybean and *chongkukjang*. Doctoral thesis. Inje University of Korea, 23-122
4. 인제평, 이시경 (2004) 유카(Yucca shidigera)추출물의 첨가가 *Bacillus subtilis* p01을 이용한 청국장 품질특성에 미치는 영향. *한국응용생명화학회지*, 47, 176-181
5. Shon, M.Y., Kwon, S.H., Park, S.K., Park, J.R. and Choi, J.S. (2001) Changes in chemical components of black bean *Chungkugjang* added with kiwi and radish during fermentation. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 8, 449-455
6. Yoo, C.K., Seo, W.S., Lee, C.S. and Kang, S.M. (1998) Purification and characterization of fibrinolytic enzyme excreted by *Bacillus subtilis* K-54 isolated from *Chunggukjang*. *Korea J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 26, 507-514
7. Lee, S.K., Heo, S., Bae, D.H. and Choi, K.H. (1998) Medium optimization for fibrinolytic enzyme production by *Bacillus subtilis* KCK-7 isolated from Korean traditional *Chungkookjang*. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 26, 226-231
8. Hosoi, T. (1996) Recent progress in treatment of osteoporosis. *Nippon Ronen Igakkai Zasshi*, 33, 240-244
9. 손동화, 권오진, 지원대, 최용규, 권오준, 이은정, 조영제, 차원섭, 정영건 (2000) *Bacillus* sp. CS-17로 제조한 청국장 발효기간별 품질변화. *한국응용생명화학회지*, 43, 1-6
10. Choi, U.K., Ji, W.D. and Chung, Y.G. (1998) Characteristics of *chunggugjang* produced by *Bacillus subtilis* DC-2. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 27, 846-851

11. Shon MY, Kim MH, Park SK, Park JR and Sung NJ. (2002) Taste components and palatability of black bean *cheonggukjang* added with kiwi and radish. J Korean Soc Food Sci Nutr. 31, 39–44
12. Gu YA, Jang SY, Park NY, Mun CR, Kim OM and Jeong YJ. (2006) Property changes of mung bean depending on hydrolysis conditions. Korean J. Food Preserv., 13, 563–568
13. Gu YA, Lee MH, Choi MS, Kwon JH, Kim IS. and Jeong YJ. (2007) Property changes in red ginseng *cheonggukjang* depending on hydrolysis conditions. J Korean Soc Food Sci Nutr., 36, 1031–1037
14. Choi KJ. (1991) Component and quality control of material ginseng. Korea J Pharmacol 15, 247–256
15. Kim NM, Lee JS. and Lee BH. (1999) Effects of  $\beta$ -amylase and transglucosidase on the qualities of red ginseng extract. J Ginseng Res., 23, 93–98
16. Lee, E.S. and Seo, B.I. (2003) The property of *Bacillus* sp. B-222 isolated from *Massa Medicata Fermentata*. The Journal of Applied Oriental Medicine., 3, 43–47
17. Park, C.S., Min, D.K., Ahn, Y.S., Lee, J.H., Hong, S.K., Kim, J.H. and Kang, D.K. (2002) Isolation and characteristics of soy protein-degrading strain, *Bacillus subtilis* EB464. Korea J. Microbiol. Biotechnol., 30, 210–215
18. 이용림, 김성호, 정낙현, 임무현 (1992) 청국장 발효중 점질성 고분자 물질의 생성에 관한 연구. 한국응용생명화학회지, 35, 202–209
19. Kim, H.K., Kim, G.T., Kim, D.K., Choi, W.A., Park, S.H. and Jeong, Y.K. (1997) Purification and characterization of a novel fibrinolytic enzyme from *Bacillus* sp. KA38 originated from fermented fish. J. Fermentation and Bioengineering, 84, 307–312
20. Luchsinger, W.W. (1962) Cornesky RA. Reducing power by the dinitrosalicylic acid method, Anal. Biochem., 4, 346–347
21. A.O.A.C. (1990) Official methods of analysis. 15th eds. Association of official analytical chemists. Washington D.C., p.335
22. Lee ST, Ryu JS, Kim MB, Kim DK, Lee HJ, and Heo JS. (1999) Crude saponin contents of *Platycodon grandiflorum* (Jacq.) A.DC. Korean J Medicinal Crop Sci., 7, 172–176.
23. An TH. (1998) Effects of enzyme modification and soy protein isolate on the quality of cheese analogs containing lipoxygenase-defected soy milk. Ph. D. Thesis. Chung Ang University, Seoul. Korea

24. Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr L. and Randall RJ. (1951) Protein measurement with the folin phenol reagent. J Biol. Chem., 193, 265-275
25. A.O.A.C. (1980) Official methods of analysis, 13th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. p.176-180
26. Pyun JW. and Hwang IK. (1996) Preparation of calcium-fortified soymilk and in vitro digestion properties of its protein and calcium. Korean J Food Sci. Technol., 28 995-1000
27. Chshman DW. and Cheung HS. (1971) Spectrometric assay and properties of the angiotnsin-sonverting enqyme of rabbit lung. Biochem Pharmacol., 20, 1637-1648
28. Blois MS. (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature. 181, 1199-1202
29. McCord JM, Fridovich I. (1969) Superoxide dismutase J. Biol. Chem., 244, 6049-6055
30. Allagheny, N., Obanu, Z.A., Campbell-Platt, G. and Owens, J.D. (1996) Control of ammonia formation during *Bacillus subtilis* fermentation of legumes. Int. J. Food Microbiol., 29, 321-333
31. Choi, U.K., Son, D.H., Ji, W.D., Im, M.H., Choi, J.D., Chung, Y.G. (1998) Changes of taste components and palatability during *chunggugjang* fermentation by *Bacillus subtilis* DC-2. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 27, 840-845
32. 김성수, 김경탁, 홍희도 (2001) 작두콩을 첨가한 청국장 개발. 한국콩연구회지, 18, 33-50
33. 석영란, 김영활, 김성, 우희섭, 김태완, 이선호, 최청 (1994) *Bacillus licheniformis* CN-115 균주를 이용한 청국장 제조 과정에 있어서 단백질 및 아미노산의 변화. 한국응용생명화학회지, 37, 65-71
34. Lee JH. and Kim SH. (1995) The effect of the long-term ginseng intakes on serum lipids profile and hemostatic factors in human. Korean J Nutr., 28, 862-871.
35. Lee JH . and Park HJ.(1998) Effect of intaking of red ginseng products on human platelet aggregation and bleed lipids. J Ginseng Res., 22, 173-180.
36. Joo HK. (1996) Studies on chemical composition of commercial *Chungkuk-jang* and flavor compounds of *cheonggukjang* by mugwort (*Artemisia asiatica*) or red pepper seed oil. Korea Soybean Digest 13, 44-56.
37. Tammeveski K, Tenno TT, Mashirin AA, Hillhouse EW, Manning, P. and Mcneil, P. (1998) Superoxide electrode based on covalently immobilized cytochrome c: Modelling studies. Free radical Biology & Medicine. 25, 973-978

# 제 8 장 부 록

## 1. 특허 출원



예일특허마트®



135-915 서울시 강남구 역삼동 669-17 예일파트빌딩 TEL : (02)555-1717(비서실) / 555-2040(소장) / 2009-1717(사무실) FAX : (02)555-1784  
 E-mail : yeidr@chollian.net / yeil@yeilpat.com Homepage : www.yeilpat.com / yeilpatenmart.com / 예일파트.com / 예일특허마트.com

사건내용문의-부장 송애영/직통전화 (02) 2009-1741 기타진행문의-국내출원/등록관리 과장 서은식/직통전화 (02) 2009-1722

문서번호 예일 2007-05059 2007. 5. 9 (수)

수 신 경북대학교 식품공학과  
 권중호 교수님

제 목 특허출원완료 보고의 건

출원번호	특허출원 제 2007-44268 호	출원일	2007.05.07
발명의 명칭	혈당농도 개선용 홍삼융합청국장 및 이의 가수분해물 제조방법		
출원인	경북대학교 산학협력단	발명자	권중호, 최명숙, 정용진, 문광덕, 신원균

## 2. 기호도 조사표

### 기호도 조사표

아래 시제품 캡슐(capsule), 정(錠劑), 환(丸劑)에 대하여 표에서 색/외관, 크기, 향미, 섭취편의성, 종합 기호도에 대한 관능점수(1 - 5)를 메겨주시고, 1-3번의 물음에 대하여 (V)하여 주시기 바랍니다.

(1점: 매우 나쁘다 2점: 나쁘다 3점: 보통이다 4점: 좋다 5점: 매우 좋다)



	캡슐	정(錠劑)	환(丸劑)
색 / 외관			
크기			
향미(냄새 & 맛)			
섭취 편의성			
종합 선호도			

#### 1. 귀하의 연령대는?

20~39세                       40~59세                       60세 이상

#### 2. 귀하의 성별은?

남                       여

#### 3. 이 제품이 혈당강화 효능이 있다고 생각할 때 1일 3회 기준으로 1회 섭취 권장량( ) 만큼 드실 의향이 있습니까?

캡슐 시제품 (20개)     있다                       없다

정 시제품 (25개)     있다                       없다

환 시제품 (40개)     있다                       없다

### 3. 홍보자료 (산학 심포지엄 개최 관련)

[홍보자료]

## 인삼 농산업 활성화를 위한 산학 연구발표 및 협약체결

[경북대 식품생물산업(연)-풍기인삼농협]

경북 풍기지역 인삼농산업의 새로운 활로를 마련하기 위한 산학 심포지엄이 개최되었다. 경북대 농업과학 기술연구소(소장 최용희), 풍기인삼농협(조합장 신원균), 영주생물자원 고부가사업단(단장 동양대 고승태 교수) 공동주최로 4월 18일 풍기 동양대 현암관에서 개최된 “풍기인삼을 이용한 홍삼융합 건강가공제품 개발 및 산업화” 심포지엄에서는 제1주제 “풍기지역 인삼산업의 현황과 활성화 방안” (동양대 고승태 교수), 제2주제 “풍기인삼의 홍삼제조 적성 및 가공소재화” (경북대 권중호 교수), 제3주제 “청국장상의 기능 강화 및 홍삼융합 발효소재화 기술개발” (계명대 정용진 교수), 제4주제 “홍삼 융합 청국장의 혈당강하 효능(경북대 최명숙)의 순으로 주제발표와 토론 및 질의응답이 이어졌다.

이에 앞서 경북대 식품생물산업연구소(소장 정신교 교수)는 풍기인삼농협과 산학협력 협약을 체결하여 인삼을 비롯한 지역 농식품 산업의 활성화를 위해 상호협력을 도모하기로 하였다.

고려홍삼과 청국장은 대표적인 전통건강식품으로서 우수한 생리기능성이 잘 알려져 있다. 하지만 고려인삼의 대외경쟁력은 담보상태에 있고, 청국장의 경우에도 웰빙 문화와 더불어 수요가 증가되고 있으나 맛, 냄새 등 품질 면에서 한계성이 지적되고 있다. 따라서 고려인삼과 청국장의 신수요 창출을 위한 새로운 기술기발과 생리기능성을 활용한 고부가가치 건강식품의 개발·실용화가 절실히 필요한 시점이다.

본 심포지엄은 농림부/농림기술관리센터(소장 이규천)가 지원하는 농림기술개발사업(주관책임자 경북대 권중호 교수)의 일환으로 추진된 경북대, 계명대, 한동대, 풍기인삼농협 등이 공동 참여하는 산학협동연구의 결과를 발표하는 자리로써, 혈당조절 효능이 검증된 홍삼융합 청국장 소재의 확보와 관련 가공시제품의 개발성과가 발표되었다.

한편, 본 발표에서는 풍기지역 원료삼의 연근(4-6년)별 홍삼제조 타당성을 채산성과 홍삼의 품질기능 관점에서 분석하여 5년 근이 4년 근은 물론, 6년 근에 비해서도 홍삼제조 타당성이 큰 것으로 밝혀졌다. 아울러 5년 근 원료 삼을 사용한 우수한 품질의 홍삼제조와 함께, 부가적으로 얻어지는 지삼류(홍중미, 미삼 등)의 기능성과 품질을 강화하여 2차 가공소재로 활용하는 방안이 소개하기도 하였다.

---

특히 홍삼을 융합한 청국장을 개발하여 항암효과의 확인과 동물모델 및 인체실험을 통하여 공복혈당 조절 기능 및 당뇨병예방 예방효능을 검증함으로써 기존의 연구결과 및 제품들과의 차별화를 시도하였다.

본 산학협동 연구팀(경북대 권중호, 최명숙, 문광덕 교수 ; 계명대 정용진 교수 ; 풍기인삼농협)은 “혈당 농도 개선용 홍삼융합 청국장 및 그 가수분해물 제조방법” 과 “홍삼청국장 가공소재를 이용한 기능성 식품” 등 2건의 특허를 출원하였다. 아울러 기능성 분말소재를 이용한 캡슐, 정, 환 등의 시제품과 기능성 가수분해물을 첨가한 홍삼청국장 두유 시제품을 개발하여 소비자 기호도 조사를 마친 상태다. 향후 개별 인정형 건강기능식품 품목으로의 인정 신청도 가능할 전망이며, 단계적으로 기술이전과 산업화 추진이 기대된다.



홍삼융합 청국장 소재를 이용한 기능성 건강식품 시제품 개발  
(위 좌로부터 캡슐, 정, 환과 아래 홍삼청국장 두유 시제품)

## 주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.