

(뒷면) (옆면)

(앞면)

<p>3 cm</p>	<p>과제번호 115074-2</p> <p>리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩 계통의 품종화 및 산업화 최종보고서 (견고닥 14p)</p> <p>2018 (견고닥 13p)</p> <p>농림축산식품부</p>	<p>4cm</p> <p>Breeding and industrialization of new soybean with lipoxigenase protein-free and low content of indigestion sugar R&D Report</p> <p>(견고닥 25p)</p>	<p>보안과제(), 일반과제() / 공개(), 비공개()</p> <p>농생명산업기술개발사업 최종보고서 (견고닥13p)</p> <p>3cm</p> <p>0.5cm</p> <table border="1" data-bbox="1082 499 1385 566"> <tr> <td>발간등록번호</td> </tr> <tr> <td>11-1543000-002248-01</td> </tr> </table> <p>2.5cm 9cm</p> <p>(견고닥31p) 5cm</p> <p>리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩 계통의 품종화 및 산업화 최종보고서</p> <hr/> <p>(0.1cm)</p> <p>2018 . 2. .</p> <p>0.15cm (견고닥15p)</p> <p>(별색바탕 : C50, M20, Y59, KO)</p> <p>주관연구기관 / 경상대학교 협동연구기관 / 경남과학기술대학교</p> <p>(견고닥 15.5p)</p> <p>(백색바탕)</p> <p>농림축산식품부</p> <p>(견고닥 20p)</p>	발간등록번호	11-1543000-002248-01
발간등록번호					
11-1543000-002248-01					
<p>5cm</p>	<p>3 cm</p>	<p>3 cm</p>			

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩 계통의 품종화 및 산업화”(개발기간 : 2015.12.18. ~ 2017.12.17)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018 . 1 . 31.

주관연구기관명 : 경상대학교 산학협력단

(대표자) 정종일 (인)

협동연구기관명 : 경남과학기술대학교 산학협력단

(대표자) 전중창 (인)

참여기관명 : (주)씨드웰

(대표자) 이정철 (인)

주관연구책임자 : 정종일

협동연구책임자 : 남상해

참여기관책임자 : 이정철

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	115074-2	해당 단계 연구 기간	2015. 12. 18 - 2017. 12. 17	단 계 구 분	(해당단계)/ (총 단계)
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	농생명산업기술개발			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세 부 과 제 명	리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩 계통의 품종화 및 산업화			
연구책임자	정종일	해당단계 참여 연구원 수	총: 14 명 내부: 4 명 외부: 10 명	해당단계 연구 개발비	정부: 100,000 천원 민간: 25,000 천원 계: 125,000 천원
		총 연구기간 참여 연구원 수	총: 28 명 내부: 8 명 외부: 20 명	총 연구개발비	정부: 200,000 천원 민간: 50,000 천원 계: 250,000 천원
연구기관명 및 소속부서명	경상대학교 농생대 농학과			참여기업명: (주)씨드웰	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
<p>o 리폭시지나아제 단백질이 결핍되어져 있고 난소화성당의 함량이 낮은 “진양콩” 품종을 지역특화재배하여 두유(제품명:진짜두유)생산. 농업형질이 양호한 난소화성당 저함량 계통을 선발하여 품종보호출원(품종명:대복)함. 진양콩, 대복콩으로 두부, 된장, 간장을 제조하여 가공적성 검토. 두부에서 이소플라본, 총 페놀 및 플라보노이드 함량, 항산화활성은 대복에서 높았음. 된장의 항산화활성은 진양에서 높았음. 간장에서 총당 함량은 진양, 대복이 대광콩보다 높았음. 진짜두유는 인터넷을 통하여 완주로컬푸드 농업협동조합에서 판매중에 있음.</p>				보고서 면수	

< 개 요 >

	코드번호	D-01			
연구의 목적 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 리폭시지나아제 단백질이 결핍되어져 있고 난소화성당의 함량이 낮은 선발계통의 품종화 ○ 선발계통이나 품종의 가공적성(된장, 간장, 두부) 탐색 ○ 선발계통(품종)의 지역특화재배를 통한 산업화 <ul style="list-style-type: none"> - 리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩 품종(품종명: “진양”)의 종자생산, 지역특화재배 및 제품화 - 농업적 형질이 양호한 리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 선발계통의 품종보호출원 - 리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 계통/품종의 가공적성(두부, 된장, 간장) 구명 				
연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ “진양콩”의 지역특화 재배 및 제품화 (두유 생산 판매) <ul style="list-style-type: none"> - 두유 제품명: 진짜두유 - 생산공장: 완주군 완주로컬푸드 ○ 리폭시지나아제 단백질 결핍 중소립 선발계통의 품종보호등록(품종명:조선) ○ 리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 선발계통의 신품종보호출원(품종명:대복) ○ 진양콩, 대복콩, 일반콩(태광)으로 제조한 두부는 일반콩 두부에 비해 조단백질과 무기물 함량이 유의적으로 높았으며, 두부의 색깔은 시료간에 차이가 없었음. 이소플라본, 총 페놀 및 플라보노이드 함량은 대복두부에서 높았으며, 항산화활성은 대복두부에서 다소 높았음. ○ 진양콩, 대복콩, 일반콩(태광) 이용 된장의 색깔은 숙성 6~12개월경에 유의적으로 증가되었으며, 총당 함량은 태광된장에서 유의적으로 낮았으며, 환원당 함량은 숙성 3~9개월경에 대복된장에서 높았음. 이소플라본 함량은 숙성기간동안 증가되었으며, 총 페놀 함량은 진양된장에서 유의적으로 높았음. 된장의 항산화활성은 진양된장에서 다소간 높았음. ○ 진양콩, 대복콩, 일반콩(태광) 이용 간장의 총당 함량은 태광간장에 비해 진양, 대복콩으로 만든 간장에서 유의적으로 높았음. 간장 중 이소플라본은 진양, 대복콩으로 만든 간장에서 daidzein 함량이 태광간장에 비해 유의적으로 높았음. 총 페놀 함량은 숙성기간이 경과됨에 따라 증가되는 경향이 있었음. 항산화 활성은 숙성기간 및 간장의 종류에 따라 상이한 차이를 보였음. 				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> ○ “진양콩” 및 신품종의 지역특화 재배 확대 가능 ○ “진양콩” 및 신품종을 이용한 차별화된 두유의 생산 판매 확대 가능 ○ “진양콩” 및 신품종을 이용한 차별화된 된장, 간장 생산 가능 ○ “진양콩” 및 신품종을 이용한 콩 가공품의 개발로 원료콩 품질의 안전성에 대한 소비자 인지도 향상/ 국내 콩 산업 경쟁력 강화 가능 ○ 리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩으로 제조한 두유, 두부, 된장 및 간장은 일반콩(태광)으로 제조된 것에 비해 차별화가 가능함으로 지역특화재배 및 제품화 가능 				
중심어 (5개 이내)	콩	리폭시지나아제	난소화성당	가공적성	진짜두유

< SUMMARY >

		코드번호	D-02		
Purpose& Contents	<ul style="list-style-type: none"> o New cultivar registration (Lipoxygenase protein free and low content of indigestible sugar) o Investigation of processing aptitude for tofu, Doenjang, Kanjang using new cultivar or strain o Industrilization of new cultivar or strain through regional cultivation o Seed production, regional cultivation, and productization of “Jinyang” cultivar with lipoxygenase protein free and low content of indigestible sugar o New cultivar registration of new strain with lipoxygenase protein free, low content of indigestible sugar, and good agronomical traits 				
Results	<ul style="list-style-type: none"> o Regional cultivation, and productization of “Jinyang” (soy milk) <ul style="list-style-type: none"> - Name of soy milk: Jinjjaduyu - Prouction factory: wanju local- food o New cultivar registration: Chosun (Lipoxygenase protein free and middle or small seed size) o New cultivar registration: Daebok (Lipoxygenase protein free and low content of indigestible sugar) o Physicochemical properties and antioxidant activities of the Jinyang, Daebok, were compared to the Taekwang (LOX-present) as the control. The crude protein and mineral contents of tofu made from LOX-free genotypes were significantly higher than Taekwang. There was no significant difference in color intensity among all tofu. Contents of total isoflavone were higher in the tofu made from Daebok tofu than control. The total phenol content was similar for the Daebok and Taekwang tofu. The flavonoid content was higher in Daebok tofu than Taekwang. The antioxidant activities were higher in Daebok tofu. o The color intensity of Doenjang was significantly higher during its fermentation from 6 to 12 month. The total sugar content was significantly lower in the Taekwang Doenjang, but reducing sugar content was significantly higher in Daebok Doenjang than Taekwang during their fermentation from 3 to 9 month. Total phenol contents in Jinyang Doenjang were significantly higher than Taekwang, and then the antioxidant activities were also higher in Jinyang Doenjang. o Total sugar content in Kanjang was significantly higher in Jinyang, and Daebok Kanjang than Taekwang. Daidzein content was in Jinyang, and Daebok Kanjang. Total phenol content was increased according to ripening periods. The antioxidant activities were different from ripening periods and soybean cultivars. 				
Expected Contribution	<ul style="list-style-type: none"> o Cultivation enlargement of “Jinyang” and “Daebok” o Production enlargement of soy milk using Jinyang“ o Production of Tofu, Doenjang, Kanjang using “Jinyang” o Improvement of consumer awareness on quality safety and competitiveness strength of domestic soybean industry 				
Keywords	soybean	lipoxygenase	stachyose	processing aptitude	Jinjjaduyu

CONTENTS

1. Outline of research and development task	7
2. Status of domestic and overseas technology development	9
3. Research content and results	10
4. Achievement of goal and contribution to related field	83
5. Plan for utilization of research results	85
6. Overseas science and technology information collected during the research process	86
7. Security rating of R & D achievement	87
8. Research facilities and equipment status registered in National Science and Technology Comprehensive Information System	88
9. Implementation results of safety measures in laboratories based on R & D tasks	89
10. Representative research achievements of R & D tasks	90
11. Etc	91
12. References	92

< 목 차 >

1. 연구개발과제의개요	7
2. 국내외 기술개발 현황	9
3. 연구수행 내용 및 결과	10
4. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	83
5. 연구결과의 활용계획 등	85
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	86
7. 연구개발성과의 보안등급	87
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황	88
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	89
10. 연구개발과제의 대표적 연구실적	90
11. 기타사항	91
12. 참고문헌	92

1. 연구개발과제의 개요

코드번호	D-03
<p>1-1. 연구개발 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 고품질 기능성 콩 계통의 품종화 (2품종) 및 산업화 (된장, 간장, 두유등) ○ 리폭시지나아제 단백질이 결핍되어져 있고 난소화성당의 함량이 낮은 선발 계통의 품종화 ○ 농업형질이 양호한 난소화성당 저함량 계통의 선발 ○ 리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 품종의 가공적성(두부, 된장, 간장) 탐색 및 제품화 모색 ○ 육성 품종의 종자생산 및 지역특화재배를 통한 산업화 <p>1-2. 연구개발의 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 선행연구과제로부터 육성된 계통의 품종화 및 이를 이용한 콩 가공제품의 생산과 지역특화재배 등 산업화를 위한 후속연구과제임. ○ 기상변화로 세계적으로 콩을 비롯한 주요 식량작물(벼, 밀, 콩, 옥수수 등)의 생산성이 저하되어 국제 곡물가격의 상승으로 식량 작물에 대한 연구의 필요성이 증가됨. ○ 국내에서 식량작물중 벼 다음으로 재배면적 및 생산량이 높은 콩을 비롯한 수입 의존도가 큰 주요 식량작물(콩, 옥수수, 밀 등)에 대한 식량안보차원에서 국내 재배 및 생산성 향상이 시급해지고 있음. ○ 콩 및 콩 식품에는 단백질, 지방, 탄수화물의 아이소플라본, 안토시아닌, 사포닌, 레시틴등 기능성 성분이 다량 함유되어져 국산콩의 수요가 증가하고 있음. 그러나, 현재 우리나라의 국내 콩 소비량은 연간 140만톤이며 국내 콩 생산량은 연간 15만톤 정도로 식용콩의 국내 자급률은 25% 내외이며 전체적으로 국산 콩 자급율은 7 - 9% 정도임. ○ 미국, 브라질, 아르헨티나 등 3개국이 세계 콩 생산의 약 80% 및 수출의 90%를 차지하고 있으며 이들 3개국과 국내의 콩 재배환경, 10a당 수확량, 재배 비용등을 고려할 때 국산 콩의 경쟁력은 매우 열악함. ○ 미국에서는 콩 병해충 저항성, 성숙군, 다수확 등은 공통사항이며 이용되는 목적에 따라 매우 다양한 품종이 육성되고 있음 (고단백질 품종, 콩 기름 및 바이오에탄올을 위한 고지방 품종, 특정 지방산 성분의 증감이 있는 품종, 일본 청국장 시장에 적합한 소립 노란콩 등 품종). 또한 최근에는 lipoxygenase 등 품질을 떨어뜨리는 성분의 유전적 제거, 알러지를 유발시키는 성분의 제거 등 기능성 품질측면의 육종이 활발히 진행되고 있음. ○ 국내의 콩 품종 육성은 지금까지 주로 수량성에 목적을 두고 왔으며 용도에 따라 장류용 콩 품종, 나물용콩 품종, 특수용콩 품종으로 나누어 진행되고 있음. 품질과 관련해서 단백질 함량, 지방함량, 가공적성에 중점을 두고 품종 육성이 진행됨. 특정 성분을 목적으로 한 품종 육성은 제한적으로 진행됨. ○ 수입콩과 차별화된 국산콩 품종을 지역별로 특성화하여 재배 생산 가공할 경우 국내 콩 산업경쟁력은 있을 수 있음. 	

- 수입되는 콩과 비교하여 품질을 떨어뜨리는 성분이 유전적으로 제거된 국산콩 품종이 육성될 경우 수입콩과 차별화가 가능하고 국산콩의 경쟁력 및 소비는 증가할 것으로 보임.
- 성숙 콩 종실에는 Lipoxygenase, Kunitz trypsin inhibitor (KTI), 7S 단백질, 난소화성 당 (raffinose 및 stachyose)과 같은 품질을 떨어뜨리는 성분이 다수 존재하고 있음.
- 콩을 소재로 한 우리나라 장류제품은 세계적으로 항암, 간 기능 강화, 항산화 효과 등의 기능성과 풍부한 영양성분에 대한 인정을 받고 있으며, 전통장류는 국내 장류 시장규모 1조원 중 약 4,480억원을 차지할 정도로 웰빙 신드롬과 더불어 수요가 점차 증대되고 있음.
- 비발효 콩가공품인 두부는 국내 시장 규모가 4000억원을 넘으며, 콩 가공품 중 가격이 저렴하고 소화흡수율이 가장 높은 식품으로 모든 연령층에서 소비 가능한 식품이나, 원료콩의 안정성 측면에서 국산 및 수입콩의 대별화가 가장 뚜렷이 나타남.
- 교잡육종을 이용한 Non-GM 콩 품종을 이용한 전통식품의 개발은 소비자들로부터 신뢰성 있는 고품질 식품 생산과 수입농산물과의 차별화 및 경쟁력 확보에 기여함.
- 선행연구에서 리폭시지나제 단백질 결핍콩으로 제조한 두부 및 간장은 일반콩으로 제조한 가공품에 비해 생리활성이 우수하였으며, 전통식품 가공에 적합한 것으로 평가된 바 있음.
- 따라서, 선행연구를 통하여 육성된 수입콩과 쉽게 차별화가 가능하고 품질을 떨어뜨리는 성분이 결핍된 계통의 품종화 연구, 지역 특화재배, 이를 이용한 콩 가공제품의 연구 등 산업화를 위한 연구가 필요함. 주요 식량작물인 콩은 품종 육성에서 기본적으로 10년 정도가 소요되며, 육성된 품종을 지역 특화재배하면서 가공 제품화하는데 또한 시간이 많이 소요되어 장기간의 연구가 필요함.

1-3. 연구개발 범위

- 리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 기능성 콩 품종 (품종명:“진양”)의 순도 유지용 종자생산
- “진양콩”의 단점을 개선한 리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 선발계통의 지역 적응성 재배 및 품종화 (2품종)
- 농업적 형질이 양호한 육종 계통을 이용한 난소화성당 성분의 분석 및 저함량 계통의 선발 - 최소 10계통
- 리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 신품종을 이용한 가공적성 구명
 - 두부의 가공 적성 구명
 - 두부의 품질특성 및 생리활성 분석
 - 된장 및 간장의 제조
 - 된장 및 간장의 품질특성 비교 분석
- 신품종을 이용한 기존제품과 차별화된 된장 및 간장의 제품 개발
- 지역특화 재배 및 산업화를 위한 신품종의 종자생산

2. 국내외 기술개발 현황

코드번호	D-04
<ul style="list-style-type: none"> ○ 두부, 된장, 간장등 식용콩의 소비량은 약 45만톤인데 국내 생산량은 약 14만톤이며, 소비량의 약 93%를 수입에 의존함. ○ 최근 쌀 공급과잉으로 가격 하락 및 대체 작물 재배가 필요하며, 콩(대두)은 벼 다음으로 국내에서 중요한 식량작물이며 벼의 대체작물로 유망함. ○ 콩 및 콩 식품에는 단백질, 지방, 탄수화물외 아이소플라본, 안토시아닌, 사포닌, 레시틴등 기능성 성분이 다량 함유되어져 있어 국산콩의 수요가 증가하고 있음. ○ 콩을 이용한 가공·발효식품이 전세계인의 건강식품으로 더욱더 주목받는 추세이므로, 국산콩을 이용하여 가공·발효 식품을 만들어 세계시장을 선점하는 것이 중요한데, 가공·발효식품의 품질을 높이기 위해서는 식재료 단계에서부터 품질과 가공적성을 획기적으로 향상시키는 것이 무엇보다 중요함. ○ GM 작물의 재배면적이 가장 넓은 국가는 미국으로 대두, 옥수수, 면화, 카놀라, 알파파, 사탕무, 호박등이 있음. 우리나라에서 GM 대두는 수입이 증가할 것으로 보임. ○ 전세계적으로 콩을 이용한 가공식품의 종류는 상당히 많음. 우리나라에서는 전통적으로 두부, 된장 및 간장 등과 같은 콩 가공식품을 상용화하여 왔으며, 현재까지 이들 식품에 관한 연구도 다수 수행되어 오고 있음. ○ 특히 원료콩의 품질 특성 및 생리활성, 유효성분에 관한 연구, 콩의 품종별 연구가 다수 수행된 바 있으나, LOX 결핍콩에 대한 품질 특성 및 생리활성 측면의 종합적인 연구는 의외로 적음. ○ 대표적인 콩 가공품인 두부, 된장 및 간장은 원료, 제조 공정, 발효식품의 경우 숙성 기간에 따라 품질 특성에 상당한 차이를 보이게 됨. 최근에는 된장이나 간장의 제조 시 100% 콩을 원료로 한 제품에 관심이 주목되고 있는 바 콩 가공품의 제조 시 원료콩의 선택이 중요시 되고 있음. ○ 더욱이 LOX 결핍에 따른 원료콩의 육종, 성분 분석 등에 관한 연구는 일부 수행된 바 있으나, 이들 콩을 원료로 한 가공품의 가공적성에 대한 연구는 전무한 실정임. ○ 콩에서 품질을 떨어뜨리는 Lipoygenase, Kunitz trypsin inhibitor (KTI), 7S 단백질, raffinose 및 stachose와 같은 성분이 유전적으로 제거되거나 감소된 품종의 육성은 국내외에서 아직 시작 단계에 있고 이러한 품종을 이용한 가공식품의 제조와 연구 또한 초기단계임. 	

3. 연구수행 내용 및 결과

코드번호	D-05
------	------

<연구결과 요약>

1. 품종보호등록: 1건

- 품종명: 초선
- 등록번호/등록일: 제5985호/2016년4월11일
- 주요특징: 비린내가 나지 않는 중소립 노란콩

2. 품종보호출원: 1건

- 품종명: 대북
- 출원번호/출원일: 출원2017-691/2017년12월19일
- 주요특징: 비린내가 나지 않으며 난소화성당의 함량이 매우 낮은 중소립 노란콩

3. 연구논문: 2편

- 1) The Quality Characteristics of Low Raffinose and Stachyose (LRS) Soybean Cultivars and their Tofu (Journal of Life Science 2017 Vol. 27, No. 11, 1299~1307)
- 2) Stachyose 및 Raffinose 저함량 콩 선발계통의 농업적 형질 (Korean J. Crop Sci. 2017 62(2): 143~148)

4. 학술발표: 4건

- 1) Physicochemical properties and antioxidant Activity on new soybean with lipoxygenase protein-free and low content of indigestion sugar
한국식품저장유통학회/대한민국 2016.10.21
- 2) Physicochemical property and antioxidant activity of tofu made from various soybeans genotype with low-levels of raffinose and stachyose and lipoxygenase-free
한국생명과학회/대한민국 2017.08.03.-08.04
- 3) Quality characteristics and antioxidant activity of traditional Doenjang made from soybeans with low-levels of indigestion sugar
한국생명과학회/대한민국 2017.08.03.-08.04
- 4) Raffinose와 Stachyose 저함량콩으로 제조된 재래식 간장의 품질특성 및 항산화 활성
한국식품영양학회/대한민국 2017.12.14. (우수논문수상)

5. 언론홍보: 1건

- 전북도민일보: 2016년 7월 5일자



로컬푸드 1번지인 완주군이 품질 브랜드로 한
소이푸드의 육성사업을 본격화하고 나서 사업 성공
여부에 관심이 쏠리고 있다.

완주군은 최근 소비자들이 기호식품인 콩을 콩
유로 한 소이푸드육성사업에 뛰어들어 농가소득
향상을 나선다.

완주군, 로컬푸드에 이어 '소이푸드' 육성

<연구결과 요약>

6. 제품화: 3건

“진양콩”을 이용하여 두유: 3종류(판매중)

- 진짜두유, 진짜두유(꿀첨가), 진짜두유(생강첨가)

묵직하지만 깔끔하고 개운한 맛!
진양콩으로 진하게 짜낸 두유



- 두유생산, 판매: 전북 완주로컬푸드협동조합
- 2017년 판매액: 2억8천만원

가. 제1세부: 리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩 품종화와 지역특화재배

o 신품종보호등록: “초선콩”

<p>이미지</p>	
<p>품종특성</p>	<p>1.출원품종의 주요 형태적 특성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 배축색은 자색이며 신육형은 유한신육형임 ○ 생육속성은 직립형이고 경장은 중간인 50cm 정도임 ○ 모용색은 회색이며 모용모양은 곧은모양이고 모용자세는 중간임 ○ 엽모양은 피침능형중간이며 엽색은 담록색이고 엽의 크기는 약중간임 ○ 화색은 자색이고 협색은 회색에 가까움 ○ 종실크기는 작은편으로 백립중이 약 14○14.5g 정도임 ○ 종실모양은 구형이며 종피색은 활색임 ○ 종피의 광택은 약한 편이며 제색은 활색이고 종실 자엽색은 활색임 ○ 개화기는 8월1일정도이고 성숙기는 10월4일 정도임 ○ 생콩에서 비린내가 나지 않음 (Lipoxygenase 2.3 단백질이 없음) <p>2.출원품종이 대조품종과 구별되는 특성(대조품종: 풍산나물)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 엽색이 대조품종은 갈색에 가까운 반면 출원품종은 회색에 가까움 ○ 엽모양은 대조품종이 피침형에 가까운 반면 출원품종은 피침능형중간형태에 가까움 ○ 백립중은 대조품종에 비하여 약간 높음 ○ 대조품종은 성숙종자에 Lipoxygenase 1,2,3 단백질이 존재하여 비린맛이 강한데 비하여 출원품종은 성숙종자에 Lipoxygenase 2,3 단백질이 없어 비린맛이 없음



o 신품종보호출원: “대북”

- 출원일자: 2017년 12월19일

- 출원번호: 출원2017-691

품종보호 출원서

접수번호	접수일	처리기간 10일
출원인	성명 (한글) 경상대학교 산학협력단 (영문) Gyeongsang National University	생년월일 (외국인은 국적) 1961년 08월 15일
	주소 (한글) 660701 경남 진주시 가좌동900번지 경상대학교 산학협력단 (영문)	전화번호 055-772-0253
	지분 100	
대리인	성명	생년월일 (외국인은 국적)
	주소	전화번호
육성자	성명 (한글) 정종일 (영문) Chung Jong-il	생년월일 (외국인은 국적) 1965년 03월 27일
	주소 (한글) 경남 진주시 가좌동 900 경상대학교 농학과 (영문)	전화번호 055-772-1872

품종이 속하는 작물의 학명 및 일반명 Glycine max (L.) Merrill (콩)

품종의 명칭 (한글) 대북
(영문) Daebok

「식물신품종 보호법」 제31조제3항에 따른 우선권 주장	출원국명	출원일	출원번호
	증명서류	[] 첨부	[] 미첨부

품종의 특성 설명 (별지 사용)
품종 육성 과정의 설명 (별지 사용)

「식물신품종 보호법」 제30조제1항 및 같은 법 시행규칙 제40조에 따라 위와 같이 품종보호 출원을 합니다.

2017년 12월 29일
출원인(대리인) 경상대학교 산학협력단



국립중자원장 귀하

▶ 품종보호 출원공개

공개번호 (임시보호권번호)	2018-65	공개일자	2018.01.15
출원번호	출원 2017-691	출원일자	2017.12.29
우선권 주장		심사관	이원식
출원인	경상대학교 산학협력단		
출원인 주소	경남 진주시		
육성자	정종일		
학명 및 일반명	Glycine max (L.) Merrill/콩		
품종명	대북		

<품종특성기술서>

1. 종(種) 및 학명 : 콩, <i>Glycine max (L.) Merr.</i>
2. 품종명 : 대북
3. 식물체의 주요 형태적 특성 <ul style="list-style-type: none"> - 배축색은 자색이며 신육형은 유한신육형임 - 생육습성은 직립형이고 경장은 중간인 56cm내외 정도임 - 모용색은 회색이며 모용모양은 곧은모양이고 모용자세는 중간임 - 엽모양은 타원형이며 엽색은 담록색이고 엽의 크기는 중간정도임 - 화색은 자색이고 협색은 황색에 가까움 - 종실크기는 중간정도로 약 20.1g 정도임 - 종실모양은 구형에 가까우며 종피색은 황색임 - 종피의 광택은 약한 편이며 제색은 황색이고 종실 자엽색은 황색임 - 개화기는 8월4일 정도이고 성숙기는 10월6일 정도임 - 성숙 종자에서 lipoxxygenase-1 2,3 단백질이 없어 생콩에서 비린내가 나지 않음 - 난소화성당 성분인 stachyose의 함량이 일반콩에 비하여 현저히 낮음
4. 출원품종이 대조품종과 구별되는 특성 (대조품종: 진품콩2호) <ul style="list-style-type: none"> - 종실크기는 백립종이 약 20.1g 정도로 대조품종보다 다소 적은 편임 - 주당협수가 대조품종보다 많음 - 대조품종과 동일하게 성숙 종자에서 lipoxxygenase-1 2,3 단백질이 없어 생콩에서 비린내가 나지 않음 - 난소화성당 성분인 stachyose의 함량이 2.5g/kg으로 대조품종 (16.1g/kg) 보다 현저히 낮음
5. 출원품종의 균일성과 안정성을 기술(대조품종 포함) <ul style="list-style-type: none"> - 화색은 자색/ 종피색 및 제색은 황색/ 생육습성은 직립/유한신육형으로 특성이 고정됨 - 1년차 재배시험에서 균일성이 인정되었으며, 2년차 재배시험에서 년차간 균일성이 인정되어 안정성을 확보하였음 - 성숙 종실에서 lipoxxygenase-1,2,3 단백질 부재는 유전적으로 고정됨 - 난소화성당 성분인 stachyose의 함량은 년차간 변이가 있으나 일반콩보다 현저히 낮음
6. 품종에 도움이 되는 추가정보 <ul style="list-style-type: none"> 6.1 내 병충성: 불마름병에 다소 강한 특성을 보임 6.2 품종의 시험을 위한 특별한 조건들: 논 토양에서 재배할 경우 6월중순 이후 파종을 권장함 6.3 기타 정보: 환경재해에 다소 강한 특성을 보임
7. 품종육성에 관한 정보 <ul style="list-style-type: none"> - 종자 크기가 중립이고 성숙종자에 lipoxxygenase-1, 2,3 단백질이 없어 비린 맛이 없음. 종피색, 제색, 자엽색이 황색이고 유한신육형으로 교배육종에 의해 육성된 농업적 형질이 양호한 전형적인 Non-GM 콩임. 난소화성당 성분인 stachyose의 함량은 년차간 변이가 있으나 일반콩보다 현저히 낮음. 기상재해에 대한 적응력이 다소 강한 편임.



○ 리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩 계통 선발

- 콩의 품질을 저하시키는 대표적인 성분인 lipoxygenase 단백질이 없는 계통 및 난소화성당의 함량이 낮은 계통을 선발하기 위하여 육종집단을 포장에 전개시킨 후 농업형질 평가, 우수 계통을 선발중에 있다 (아래 그림).





(파 종)



(형질 관찰)



(우수 계통의 성숙/조형)

o 지역특화재배 (참여기업과 공동)

- “진양콩” 및 선밭계통을 지역 특화재배하여 제품화/상품화를 아래와 같이 실시하였다.

〈 진양콩 직역특화재배〉

-지역: 전북 완주군 완주로컬푸드

-참여농가: 31농가 (생산량: 8,145kg)



전북 완주군 (진양콩)



경남 하동 (진양콩)



경기 파주 (진양콩)



경남 하동 (선발계통)



제주 (선발계통)

o 진양콩을 이용한 콩 가공 제품 (참여기업과 공동)

- 전북 완주에서 재배 생산된 “진양콩”을 이용하여 두유를 생산 판매중에 있다 (아래 그림).

묵직하지만 깔끔하고 개운한 맛!
진양콩으로 진하게 짜낸 두유



- 두유생산, 판매: 전북 완주로컬푸드협동조합
- 2017년 판매액: 2억8천만원

제 2 세 부: 리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩을 이용한 가공품의 품질 특성 및 생리활성 평가

1. 주요 결과

- 리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩(진양, 하영 및 대북)과 일반콩(태광)의 이화학적 특성 및 생리활성을 분석한 결과, 원료콩의 일반성분은 대조구인 태광콩에 비해 진양 및 하영콩에서 조단백질 함량이 유의적으로 높았으며, 조지방 함량은 대북콩에서 유의적으로 높았음. 구성아미노산의 함량은 4종의 시료간에 차이가 없었으며, 무기물 함량은 태광콩에 비해 난소화성당 저함량 콩에서 유의적으로 높았음. 이소플라본 함량은 태광콩에 비해 난소화성당 저함량 콩에서 유의적으로 높았으며, 총 페놀 함량은 태광콩에 비해 하영 및 대북콩에서 유의차가 없었으며, 플라보노이드 함량은 태광콩에 비해 난소화성당 저함량 콩에서 유의적으로 높았음. 원료콩의 항산화 활성은 시료간에 대차를 보이지 않았음.
- 원료콩에 대한 두부의 제조 수율은 시료간에 유의차가 적었으며, 두부의 색차는 유의적인 차이가 없었음. 두부의 조단백질 함량은 대북두부에서 가장 적었음. 두부의 무기물 함량은 태광두부에 비해 난소화성당 저함량 콩두부에서 유의적으로 높았으며, 조직감은 태광두부에 비해 진양 및 하영 두부에서 유의적으로 높았음. 이소플라본 함량은 태광두부에 비해 난소화성당 저함량 콩두부에서 1.7~3.4배 수준으로 유의적으로 높았음. 총 페놀 및 플라보노이드 함량은 태광두부에 비해 진양 및 하영 두부에서 유의적으로 높았으며, 항산화 활성은 태광두부에 비해 난소화성당 저함량 콩두부에서 유의적으로 높은 활성이었음.
- 두부 저장 중 침지액의 pH는 점차 산성화되는 경향이었으며, 저장 20일 경과 후 난소화성당 저함량 콩두부의 침지액이 태광두부 침지액에 비해 유의적으로 산성도가 높은 경향을 보였음. 침지액의 탁도는 저장 기간의 경과에 따라 증가되는 경향이었으나 시료간에 대차를 보이지 않았음.
- 두부 제조 과정 중 두유 및 비지 중 이소플라본 함량은 태광콩에 비해 난소화성당 저함량 콩으로 제조한 두유 및 비지에서 이소플라본 함량이 많았음.
- 리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩으로 만든 메주를 소금물에 침지시켜 3, 6, 9, 12개월 숙성시킨 후 간장을 분리하였으며, 잔사를 된장으로하여 이화학적 특성을 분석한 결과, 된장의 전체적인 색차(ΔE)는 숙성 초기부터 숙성 6개월까지는 감소된 경향이었으나, 그 이후 숙성 12개월까지 유의적으로 증가되었음. 된장의 조단백질 함량은 숙성 초기 태광된장에 비해 진양 및 하영된장에서 유의적으로 높았으나, 숙성 기간이 경과됨에 따라 점차 감소되는 경향이었음. 된장의 총 유리아미노산은 3종의 난소화성당 저함량 콩 된장에서 숙성 6개월경에 가장 많은 함량이었으며, 태광된장에 비해 높은 수준이었음. 무기물 함량은 숙성 초기에 비해 12개월간 숙성 후에는 난소화성당 저함량 된장에서 유의적으로 증가된 경향이었음.

- 총당 함량은 숙성기간이 경과됨에 유의적으로 증가되는 경향이었으며, 태광된장에 비해 3종의 난소화성당 저함량 콩으로 만든 된장에서 높은 함량이었음. 환원당 함량은 숙성기간이 경과됨에 따라 유의적으로 감소되는 경향이었음.
- 된장에서 전체적인 기호도는 대복된장이 가장 낮았으며, 진양 및 하영된장이 태광된장에 비해 다소 높았으나, 대차를 보이지는 않았음.
- 된장에서의 이소플라본 함량은 숙성 9개월까지 증가되는 경향이었으며, 숙성 6개월경에 태광된장에 비해 진양 및 하영된장에서 glycitin, genistein 및 daidzein의 함량이 더 높은 경향이었음. 총 페놀함량은 태광된장에 비해 진양 및 하영된장에서 유의적으로 높은 함량이었으며, 플라보노이드 함량은 숙성기간이 경과됨에 따라 점차 감소되었으나, 숙성 6~9개월경에 태광된장에 비해 3종의 난소화성당 저함량 콩으로 만든 된장에서 다소 높았음.
- 된장 추출물의 항산화활성 측정 결과, DPPH 라디칼 소거활성은 숙성 초기에 하영된장이 태광된장에 비해 유의적으로 우수하였으나, 숙성 9~12개월경에는 3종의 난소화성당 저함량 콩으로 만든 된장이 태광된장에 비해 우수하였음. ABTS 라디칼 소거활성은 숙성 3개월경에 진양 및 하영된장에서 태광된장에 비해 유의적으로 높은 활성을 보였으나, 숙성 6~9개월경에는 비슷한 경향이었음. FRAP에 의한 환원력은 숙성 3~9개월까지는 시료간에 대차를 보이지 않았으나, 숙성 12개월 경과 후에는 진양된장이 태광된장에 비해 유의적으로 높은 활성이었음.
- 간장의 염도는 18.03~19.58%로 숙성 전 기간 동안 시료간에 차이가 없었으나, pH는 숙성 6개월 후에는 산성화 경향이 가장 높았음. 갈색도는 숙성기간이 경과됨에 따라 점차 증가되었으며, 숙성 12개월 후 태광간장에 비해 진양 및 하영간장에서 유의적으로 높았음. 조단백질 함량은 태광 및 하영간장의 경우 숙성기간 동안 유의적인 변화가 없었으며, 진양간장은 숙성 6개월경에 가장 높은 함량이었음. 유리아미노산 총량은 숙성 6개월 경과 후에 하영간장에서 가장 높은 함량이었으며, 총량에 대한 aspartic acid와 glutamic acid의 함량 비율은 진양 및 하영간장이 태광간장에 비해 높은 수준이었음. 무기물은 숙성기간이 경과됨에 따라 증가되는 경향이었으나, 원료콩의 종류에 따른 간장의 무기물 함량에는 대차가 없었음.
- 간장의 총당 함량은 숙성 초기에 비해 숙성 9개월까지 점차 감소하다가 12개월 경과 후에 상당히 증가된 경향이었으며, 태광간장에 비해 3종의 난소화성당 저함량 콩으로 만든 간장에서 유의적으로 높은 수준이었음. 환원당 함량은 태광간장과 3종의 난소화성당 저함량 콩으로 만든 간장간에 대차를 보이지 않았음.
- 간장 중 이소플라본은 3종의 난소화성당 저함량 콩으로 만든 간장에서 daidzein 함량은 태광간장에 비해 유의적으로 높았음. Genistein은 태광간장에서는 검출되지 않았음. 숙성 3~6개월된 간장에서 총 페놀 함량은 태광간장에 비해 진양 및 하영간장에서 유의적으로 높았으며, 숙성기간이 경과됨에 따라 총 페놀 함량은 증가되는 경향이었음. 플라보노이드 함량은 태광간장에 비해 진양 및 하영간장에서 전 숙성기간동안 유의적으로 높은 경향이 있었음.

- 간장의 항산화 활성은 DPPH 라디칼 소거활성에서 태광 및 진양간장은 숙성 9개월경, 하영 및 대북간장은 숙성 6개월경에 가장 높은 활성이었음. ABTS 라디칼 소거활성은 숙성 기간이 경과됨에 따라 라디칼 소거활성이 점차 감소되는 경향이었음. 환원력은 라디칼 소거활성과는 다소 상반된 경향으로 태광간장은 숙성 6개월, 진양간장은 9개월동안 숙성된 간장에서 활성이 높았음.
- 난소화성당 저함량 콩으로 제조한 두부, 된장 및 간장은 일반콩인 태광콩에 비해 기능성 성분의 함량이 높았으며, 2차 가공품의 제조 시 이화학적 특성면에서 태광콩과 유사한 경향으로 콩 가공 적성에 적합한 것으로 판단됨.

2. 실험 재료 및 방법

1) 실험재료

원료콩(태광, 진양, 하영 및 대북) 4종은 주관 연구기관으로부터 제공받았으며, 외관은 Photo 1과 같다.

(1) 시료의 처리 및 추출

콩 분말은 원료콩에 액체질소를 가하여 분쇄한 후(Photo 2) -40℃에 보관해 두고 실험에 사용하였다. 콩 추출물은 콩 분말에 80% 메탄올을 가하여 실온에서 6시간 씩 2회 반복 추출한 후 여과액을 모아 회전식 진공농축기로 완전건고하였다. 이때 콩 추출물의 수율은 원료콩 중량에 대해 태광콩은 15.76±0.53 %, 진양콩은 15.63±0.73%, 하영콩은 17.82±0.80% 였으며, 대북콩은 16.42±0.20%였다. 이들 추출물을 80% 메탄올로 재용해하여 일정농도(1, 2, 3, 5, 및 10 mg/mL)로 조정하여 항산화 활성 측정용 시료로 사용하였다.

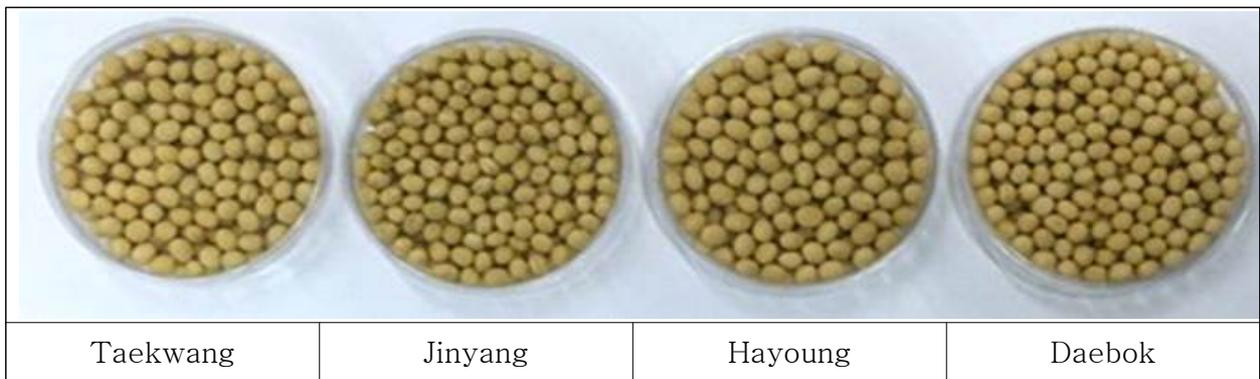


Photo 1. Different soybean cultivars.



Photo 2. Soybean powder from Different soybean cultivars.

(2) 두부의 제조

원료콩은 3 kg에 대해 10배의 수도수를 가하여 24시간 동안 실온에서 침지하였다. 두부 제조 공정은 Fig. 1과 같이 수침한 콩에 수도수를 가하여 마쇄하였다.

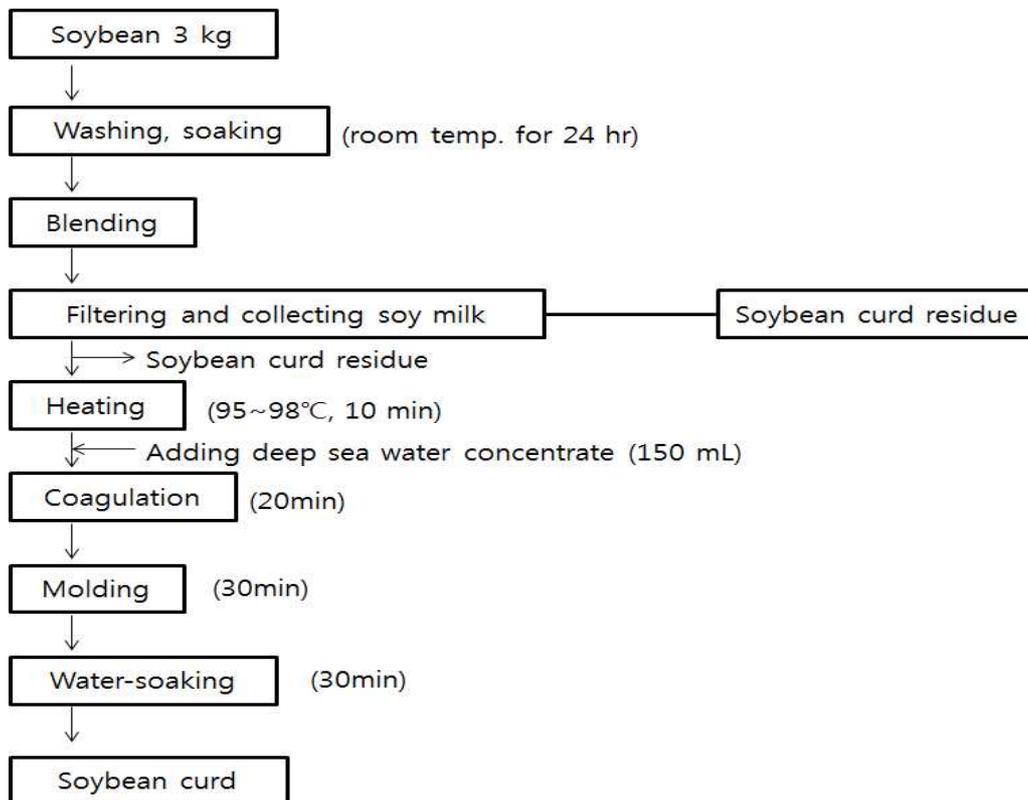


Fig. 1. Preparation flow of soybean curd making process.

이때 마쇄된 잔사는 비지로 분리하였다. 마쇄액은 여과하여 총 부피를 20 L로 조정하였으며, 95~98℃에서 10분간 가열한 후 해양 심층수 간수 150 mL를 가하여 고르게 저어준 다음 20분간 정치시켜 curd가 잘 형성되도록 하였다. 이를 두부틀(70×70×20 cm)에 붓고 30분간 누름틀(3 kg)로 압착시켰다. 두부가 형성된 후 누름틀을 제거하고 찬물에 담가 재빨리 두부를 냉각시켰다(20분). 완성된 두부는 15×12×6 cm의 plastic 용기에 넣고 증류수로 충전하여 뚜껑을 덮어 밀봉하였다. 완성된 두부는 Photo 3과 같다. 두부의 수율은 원료콩(g)으로부터 얻어지는 두부의 중량비(%)로 계산하였다(Chung DO, 2010).

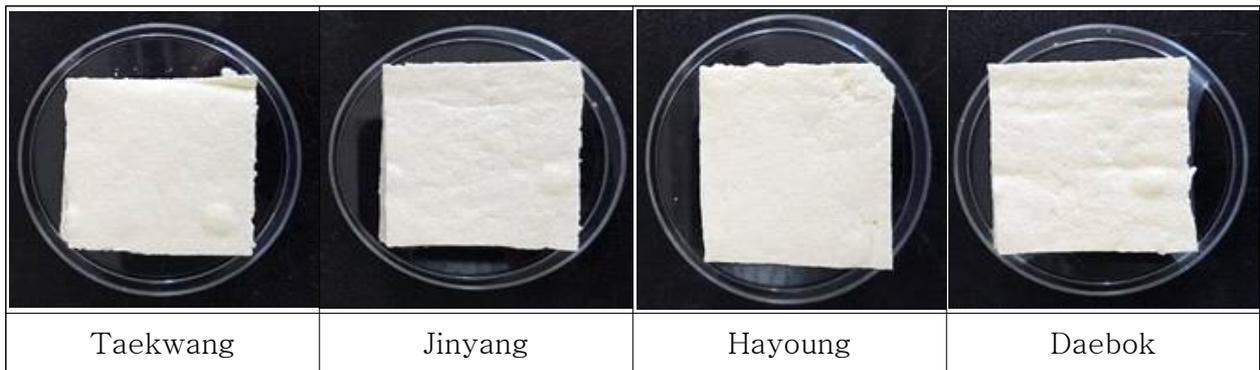


Photo 3. Soybean curds made from different soybean cultivars.

(3) 두부의 저장 및 추출물의 제조

완성된 두부는 4℃에서 20일간 저장하였으며, 저장기간 4, 8, 12, 16 및 20일에 시료를 각각 채취하여 분석용 시료로 사용하였다.

두부의 추출물을 제조하기 위해 완성된 두부는 동결건조시켰으며, 여기에 80% 메탄올을 가하여 20% 추출액을 만든 후 이를 희석하여 일정농도(10, 20, 50, 100, 200 mg/mL)로 희석하여 항산화 활성 측정에 사용하였다.

(4) 메주 및 장류의 제조

메주의 제조는 Fig. 2에 나타난 바와 같이 원료콩을 흐르는 물에 잘 수세하여 12시간 이상 수침시켰다. 수침한 콩을 증기압 0.4 kg/cm²의 증자기에서 3시간 30분간 증자하여 실온에서 냉각시켰다. 여기에 *Aspergillus oryzae* 균주를 접종하여(0.2 g/증자콩 1 kg) 충분히 혼합한 후 마쇄하여 메주(20×12×10, L×W×H cm)를 성형하였다. 성형된 메주는 햇빛에서 48시간동안 걸말립하였으며, 그 후 발효실(온도, 28±2℃; 습도, 50±5%)에서 80일간 자연 발효시켰다. 이때 원료콩 10 kg로 제조한 메주를 80일간 자연 발효시킨 후 태광메주는 7.56 kg, 진양메주는 8.98 kg, 하영메주는 9.22 kg 및 대북메주는 8.31 kg이었다.

메주는 발효 최종일에 메주의 표면을 깨끗이 씻은 후 2~3시간 실온에서 물기를 제거한 후 분쇄하였으며, 된장 제조는 20 L용량의 항아리에 조분쇄한 메주를 3 kg과 15%의 염수를 1:2(w/v)의 비율로 혼합하여 25℃에서 숙성시켰다. 숙성기간의 경과에 따라 3월, 6월, 9월 및 12월에 메주를 분리하여 된장으로 하였으며, 염수는 간장으로 하여 분리하였다. 된장은 균질화 하였으며, 간장은 여과하여 냉동보관해 두면서 분석에 사용하였다.

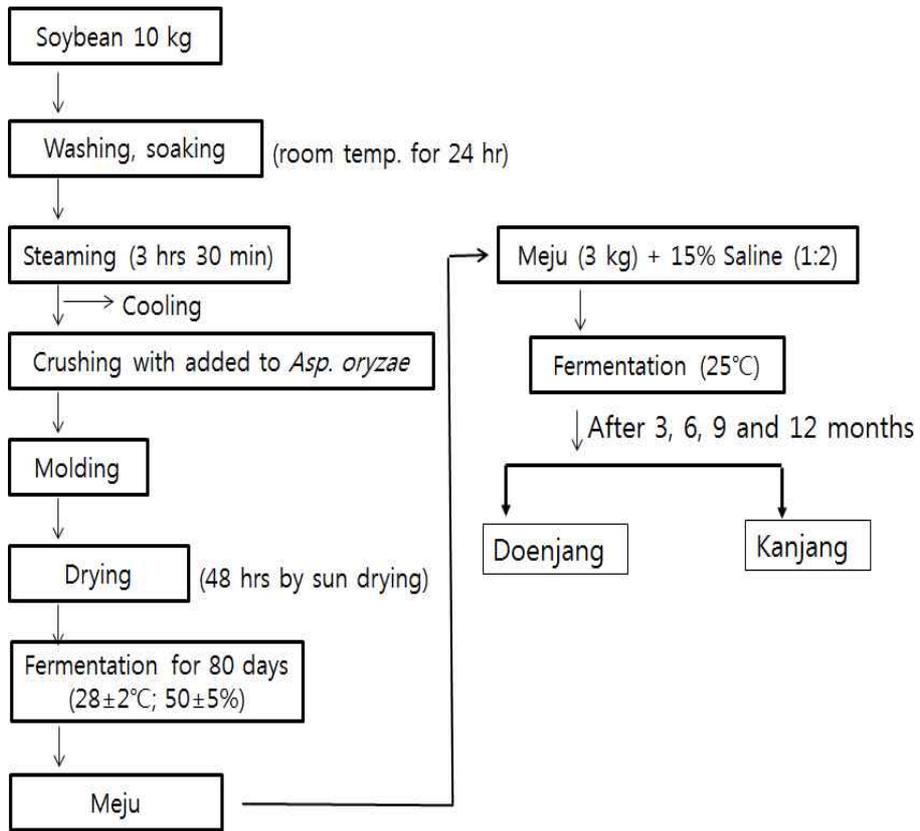


Fig. 2. Preparation flow of Doenjang and Kanjang making process.

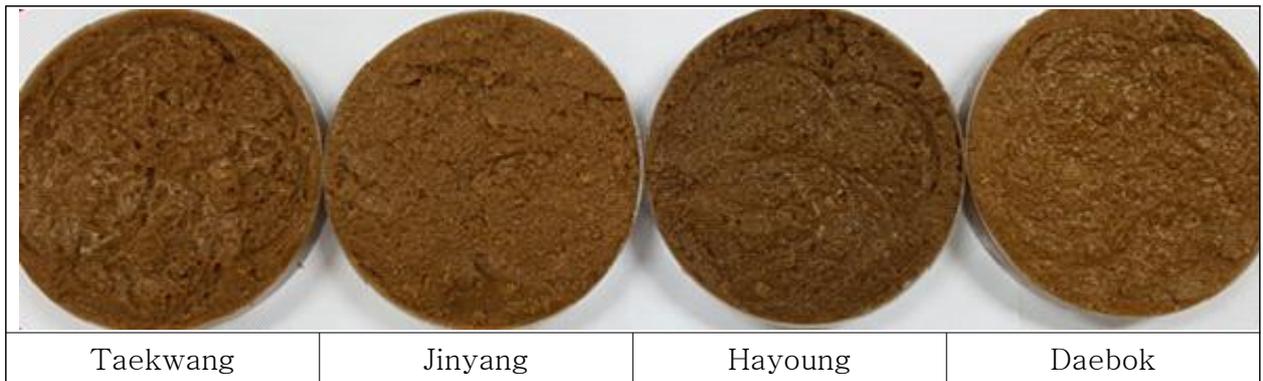
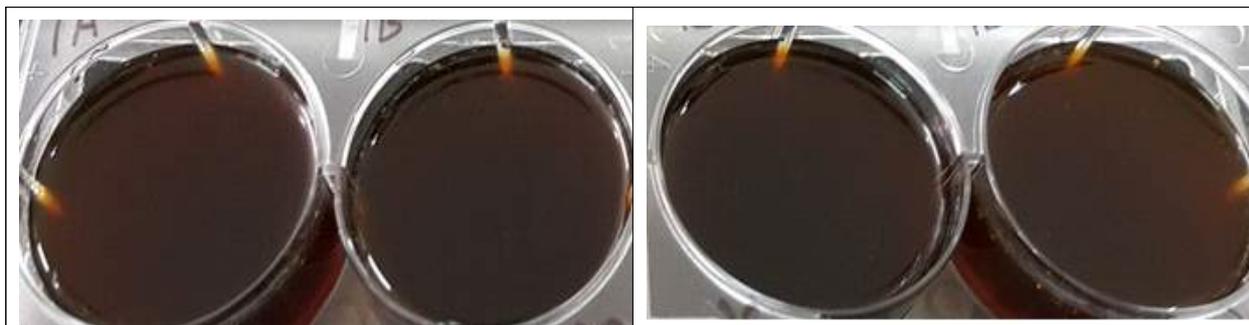


Photo 3. Doenjang made from different soybean cultivars.



Taekwang

Jinyang

Hayoung

Daebok

Photo 4. Kanjang made from different soybean cultivars.

(5) 장류 추출물의 제조

된장 및 간장의 항산화 활성 측정을 위하여, 된장 50 g에 80% 메탄올 300 mL를 가하여 sonicator로 10분간 추출한 후, 다시 실온에서 24시간씩 2회 반복 추출한 후 이를 모두 모아 여과하여(Whatman No. 2) 회전식 진공증발기로 완전 건조시켰다. 이를 80% 메탄올로 일정 농도로 재용해하여 분석용 시료로 사용하였다. 간장은 80% 메탄올로 일정농도로 희석하여 사용하였다.

2) 원료콩, 두부 및 장류의 이화학적 특성 분석

(1) 원료콩의 길이, 폭 및 중량 측정

원료콩 4종의 길이, 폭은 캘리퍼로 20회 이상 반복 측정하여 평균±편차로 나타내었다. 백립중량은 콩 100개를 무작위로 채취하여 총 중량을 측정하였다.

(2) 원료콩의 수분 흡수율 측정

원료콩의 수분 흡수율은 콩 50 g을 정확히 칭량하여 10배의 증류수를 가하여 25℃에서 24시간 동안 침지한 후 여과하여 표면의 물기를 제거하였고, 이들 시료의 중량을 측정하여 콩의 수분 흡수율을 계산하였다.

(3) 색도 측정

원료콩, 두부 및 장류의 색도는 색차계(Chroma meter, Minolta Co. CR 301, Japan)로 명도(lightness)를 나타내는 L값, 적색도(redness)를 나타내는 a값과 황색도(yellowness)를 나타내는 b값을 측정하였으며, 총 색도는 ΔE값으로 나타내었다(Kim YA, 2005). 이때 색표준 색판의 L값은 96.03, a값은 0.79, b값은 0.62였다.

(4) 일반성분 분석

수분 함량은 105°C 상압가열 건조법, 회분은 550°C 직접회화법, 조지방은 soxhlet법 및 조단백질 함량은 semimicro-Kjeldahl법으로 분석하였다. 탄수화물의 함량은 100에서 수분, 회분, 조지방 및 조단백질 함량을 뺀 값으로 계산하였다.

(5) 구성아미노산 정량

구성아미노산은 분해용 시험관에 0.5 g을 취하여 6 N HCl 3 mL를 혼합하고 7분간 질소 가스를 충전시킨 후 110°C heating block에서 24시간 분해한 후 여과하여 농축하였으며, 이를 pH 2.2 sodium citrate 완충용액으로 10 mL로 정용한 후 0.2 µm membrane filter와 sep-pak C18 cartridge에 여과시켜 아미노산 자동분석기(Amino acid analyzer 835, Hitachi, Tokyo, Japan)로 분석하였다.

(6) 유리아미노산 정량

유리아미노산은 시료 2 g에 에탄올 50 mL를 가하여 균질화하여 여과한 후 잔사에 다시 에탄올 50 mL를 가한 다음 여과한 후 남은 잔사에 80% 에탄올 50 mL를 가하여 동일하게 처리한 후 여과하였다. 여액을 모두 모아 농축시킨 다음 pH 2.2 lithium citrate 완충용액으로 10 mL로 정용하여 0.2 µm membrane filter와 sep-pak C18 cartridge에 여과시켜 아미노산 자동분석기(Amino acid analyzer 835)로 분석하였다.

(7) 무기물 정량

원료콩, 두부 및 장류 중 무기물은 일정량의 시료에 진한 황산과 질산을 각각 10 mL씩 가하여 hot plate상에서 완전 분해시킨 다음 증류수로 희석하여 Inductively Coupled Plasma (ICP, Optima 3300 DV, Perkin-Elmer Co., Melville, NY, USA)로 분석하였다.

(8) 총당 및 환원당 정량

총당은 phenol-H₂SO₄법(Dubois et al, 1956)에 따라 된장 시료를 증류수로 추출한 후 여액 1 mL에 5% phenol 시약 1 mL와 H₂SO₄ 5 mL를 각각 첨가하여 실온에서 30분간 반응시킨 후 470 nm에서 흡광도를 측정하였다. 환원당은 DNS법(Miller, 1959)에 따라 여액 1 mL에 DNS시약 3 mL를 가하여 100°C의 끓는 물에서 10분간 가열하고 냉각한 후 570 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 glucose를 이용하여 동일하게 수행하여 얻은 표준 검량선에 의하여 시료의 총당 및 환원당 함량을 산출하였다.

(9) 조직감 측정

두부는 일정한 크기(2×2×2 cm)로 자른 후 texture meter(TA-XT2, Stable Micro Systems Ltd., England)로 측정하였다. 경도(hardness), 점착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 검성(gumminess), 씹힘성(cohesiveness), 복원성(resilience)을 10회 이상 측정하여 평균±표준편차로 나타내었다. 분석 조건으로 probe는 50 mm stainless cylinder를 사용하였으며, pre-test speed 1.0 mm/s, test speed 1.0 mm/s, post-test speed 1.0 mm/s, trigger force 1.0 g, test distance 4 mm로 하였다.

3) 이소플라본 정량

원료콩, 동결건조시킨 두부, 두유 및 비지 분말 각 1 g에 80% 메탄올 20 mL를 가하여 30분간 추출한 후 원심분리시켜(1,000 rpm, 10 min) 얻은 상층액을 0.2 μ m syringe filter로 여과하여 HPLC(Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다. 이때 칼럼은 YMC C₁₈(5 μ m, 4.6×250 mm), 254 nm에서 UV-detector를 사용하였으며, 이동상 용매로는 0.1% acetic acid in water (A)와 0.1% acetic acid in acetonitril (B)를 사용하여 30분동안 90%(A)~10%(B)의 조건에서 분석하였다. 이때 유속은 0.5 mL/min, 시료 주입량은 20 μ L였다. 이소플라본의 표준물질은 daidzein, genistein, daidzin, genistin 및 glystin 5종을 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)로부터 구입하였으며, dimethylsulfoxide (DMSO)에 용해하여 HPLC chromatogram에서 retention time (RT)의 비교로 동정하였으며, peak area의 실측치와 표준용액의 농도간 계산에 의해 이소플라본의 함량을 산출하였다.

4) 관능평가

두부의 관능평가는 식품영양학과 학부 학생 20명을 대상으로 하여 두부의 색깔, 조직감, 풍미, 콩 비린내 및 전체적인 기호도에 대해서 5점 척도법으로 평가하였으며, 색, 조직감, 풍미, 기호도 등이 강할수록 5점을 부여하도록 하였다. 시료는 난수표로 작성되어 제공하였으며, 물로 입안을 충분히 헹군 후에 다음 시료의 평가가 이루어지도록 하였다.

5) 총 페놀 및 플라보노이드 함량 측정

총 페놀 함량은 원료콩 및 두부의 추출물 1 mL에 동량의 Folin-ciocalteau 시약 및 10% Na₂CO₃용액을 차례로 가한 다음 실온의 암실에서 1시간 반응시킨 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다(Gutfinger T, 1981). 플라보노이드 함량은 추출물 1 mL에 10% aluminum nitrate 0.1 mL, 1 M potassium acetate 0.1 mL 및 ethanol 4.3 mL를 차례로 가한 후 실온의 암실에서 40분간 반응시켜 415 nm에서 흡광도를 측정하였다(Moreno MIN et al, 2000). 총 페놀 및 플라보노이드 정량은 표준물질로 각각 gallic acid 및 quercetin (Sigma-Aldrich Co., St Louis, MO, USA)을 사용하여 얻은 표준검량선으로부터 산출하였다.

6) 항산화 활성 측정

항산화 활성은 DPPH (1,1 - diphenyl - 2 - picrylhydrazyl), ABTs [2,2' - azinobis - (3 - ethylbenzothiazoline - 6 - sulfonate)] 라디칼 소거활성 및 환원력으로 측정하였다. DPPH 라디칼 소거활성은 5 mg/100 mL 메탄올에 용해한 DPPH 용액에 동량의 시료를 혼합하여 실온에서 10분간 반응시킨 후 525 nm에서 흡광도를 측정하였다(Blois MS, 1958). ABTS 라디칼 소거활성은 7 mM ABTs용액에 potassium persulfate를 2.4 mM이 되도록 용해시켜 냉암소에서 12~16시간 반응시킨 다음 414 nm에서 흡광도가 1.5가 되도록 증류수로 희석한 것을 ABTS 기질용액으로 사용하였으며, 이 용액 100 μ L에 시료 추출물을 50 μ L 가하여 실온에서 5분간 반응시켜 414 nm에서 흡광도를 측정하였다(Re R et al, 1999). 각 라디칼 소거활성(%)은 [1-(시료 첨가구의 흡광도/무첨가구의 흡광도)]×100으로 계산하였다.

FRAP (ferric-reducing antioxidant potential ability)에 의한 환원력은 시료 추출액 40 μ L, 증류수 40 μ L, FRAP 기질용액 100 μ L를 차례로 혼합하여 37°C에서 4분간 반응시켜 593 nm에서 흡광도를 측정하였으며, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 를 표준물질로 하여 작성한 검량선에 의해 계산하였다. 이때 FRAP 기질용액은 pH 3.6의 300 mM acetate 완충용액, 10 mM TPTZ-40 mM HCl 용액, 20 mM ferric chloride를 각각 10:1:1(v/v/v)의 비율로 혼합한 후 37°C water bath에서 5분간 반응시킨 것을 사용하였다(Benzie IFF & Strain J, 1996).

7) 두부의 저장 중 이화학적 특성 시험

(1) pH 측정

두부 침지액의 pH는 여과지로 두부를 여과한 후 여액을 pH meter (Model 720, Thermo Orion, Waltham, USA)로 반복하여 측정하였다.

(2) 탁도 측정

두부 침지액의 탁도는 상기에 여과된 여액을 증류수를 대조로 하여 분광광도계로 600 nm에서 측정하였다.

(3) 지질산패도 측정

저장기간의 경과에 따라 두부 20 g를 취한 후 증류수 40 mL 및 10% BHT 50 μ L를 가하여 균질화한 후 실온에서 30분간 추출하였다. 이 여과액 2 mL에 50% TCA 용액 2 mL, 2% TBA 용액 2 mL를 차례로 가하여 혼합한 다음 90°C의 수욕상에서 15분간 반응시켰다. 이를 급냉하여 원심분리(5000 rpm, 15 min)한 후 상층액을 회수하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 두부의 지질산패도는 TBARS 함량으로 산출하였으며, 표준품으로 tetraethoxypropane (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)을 사용하였다.

8) 통계분석

각 실험은 반복실험을 통하여 결과를 얻었고 SPSS 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 통계처리 하였으며, 각각의 시료에 대해 평균 \pm 표준편차로 나타내었다. 각 시료군에 대한 유의차 검정은 분산분석을 한 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

3. 연구 결과

1) 원료콩의 이화학적 특성 및 항산화 활성

(1) 원료콩의 물리적 특징

원료콩으로 리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩(진양, 하영 및 대북)은 일반콩(태광)을 대조구로 하여 물리적 특징을 측정하였다. Table 1에 나타낸 바와 같이 콩의 길이는 태광콩과 하영콩이 8.3 mm으로 가장 길었으며, 대북콩이 유의적으로 짧았다. 콩의 폭은 길이와 같은 경향이었으며, 진양콩과 대북콩이 비슷한 크기였다. 백립중은 태광콩과 하영콩이 27 g으로 타 시료에 비해 유의적으로 높았으며, 진양콩이 가장 낮은 수준이었다. 실온에서 24시간 침지 후 콩의 수분 흡수율은 하영콩에서 가장 높았으며, 다음으로 태광콩이었으나 이들간에 유의차는 없었으며, 진양콩이 수분 흡수율이 가장 낮았다.

우리나라에서 두부 제조를 위해 생산되는 콩의 물리적 특징을 조사한 결과 콩의 길이는 7.01~8.04 mm, 폭은 6.02~7.62 mm이었으며, 백립중은 19.3~26.4 g인 것으로 보고되어 있는데(Yoo KM, 2011), 본 연구에 사용된 난소화성당 저함량 콩은 길이, 폭, 백립중이 비슷한 수준이었다.

Table 1. Seed characteristics in soybean strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

	Length (mm)	Width (mm)	100 weight (g)	Increasing ratio of weight (%)
Taekwang	8.30±0.39 ^C	7.52±0.34 ^B	27.40±0.26 ^C	125.58±0.90 ^{BC}
Jinyang	7.53±0.37 ^B	6.96±0.33 ^A	20.86±0.036 ^A	123.13±0.30 ^A
Hayoung	8.34±0.48 ^C	7.38±0.39 ^B	27.30±0.10 ^C	126.75±0.49 ^C
Daebok	7.32±0.29 ^A	6.81±0.47 ^A	21.60±0.89 ^B	125.24±1.46 ^B

All values are mean±SD (*n*=20)

^{A-C}Means with different superscripts in the same column are significantly different at *p* <0.05 by Duncan's multiple range test

Increasing ratio of weight: soybean weight after soaking for 24 hrs in the water at room temperature.

(2) 원료콩의 색도

원료콩으로 LOX 결핍 및 난소화성당 저함량 콩인 진양, 하영 및 대북콩을 태광콩과 비교하여 색도를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 명도를 나타내는 L값은 대북콩이 86.5로 타 시료에 비해 유의적으로 높았으며, 그 외 시료는 유의차가 없었다. 적색도를 나타내는 a값은 모든 시료에서 음(-)의 값을 보였으며, 특히 대북콩의 적색도가 가장 낮았다. 황색도를 나타내는 b값은 21.61~24.91의 범위로 태광콩 및 대북콩이 진양콩과 하영콩에 비해 유의적인 차이로 높았다. 콩 분말의 표면색에 대한 색차는 87.44~90.08의 범위로 진양콩이 가장 낮았으며, 대북콩이 유의적으로 높았다. 태광콩을 기준으로 할 때 타 시료와의 색차를 비교하면 3 미만의 차이를 보여 4종의 시료간에 콩의 색깔에 대한 시각적인 차이는 없는 것으로 판단된다.

Table 2. Colour intensity in soybean strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

	L	a	b	ΔE
Taekwang	84.50±1.04 ^A	-0.98±0.45 ^B	24.25±1.21 ^B	87.93±0.88 ^B (0)
Jinyang	84.71±0.97 ^A	-0.66±0.22 ^C	21.61±1.41 ^A	87.44±0.65 ^A (-0.49)
Hayoung	84.93±1.17 ^A	-0.72±0.30 ^C	21.88±1.52 ^A	87.72±0.81 ^{AB} (-0.21)
Daebok	86.54±0.55 ^B	-1.44±0.13 ^A	24.91±1.46 ^B	90.08±0.54 ^C (2.15)

All values are mean±SD (*n*=20)

^{A-C}Means with different superscripts in the same column are significantly different at *p* < 0.05 by Duncan's multiple range test.

(3) 원료콩의 일반성분

일반콩 및 난소화성당 저함량 콩의 수분, 회분, 조지방, 조단백 및 당질 함량을 측정된 결과는 Table 3과 같다. 콩의 수분 함량은 7.58~8.21%의 범위로 태광콩과 난소화성당 저함량 콩을 비교해 볼 때 통계적인 유의차를 보이지 않았다. 회분 함량은 태광콩에 비해 난소화성당 저함량 콩이 유의적으로 높았다. 조지방 함량은 대북콩이 16.79%로 가장 높았으며, 그 외 시료는 12% 수준으로 시료간에 유의차가 없었다. 조단백질 함량은 33.19~38.00%의 범위로 대북콩이 가장 낮았으며, 진양콩 및 하영콩은 각각 37.08% 및 38.00%로 태광콩에 비해 유의적으로 높았으나 이들 시료간에 유의차는 없었다. 당질 함량은 태광콩에 비해 난소화성당 저함량 콩에서 유의적으로 낮은 수준이었다. 콩의 일반성분 함량을 건물량으로 계산할 때 대북콩은 조지방 함량이 가장 높고, 조단백질 함량이 타 시료에 비해 가장 낮은 경향이였다.

두부 제조에 사용되는 콩은 지방 함량과 단백질 함량이 두부의 품질에 있어 중요 인자가 되고 있다. 예를 들면 콩의 조지방 함량이 높으면, 비린내 및 산패 유발이 높으며, 조단백질의 함량이 높으면 두부 수율이 증가하게 된다(Yoo KM, 2011). 산지별 콩의 일반성분을 분석한 연구에서 조지방 함량은 14.81~19.93%였으며, 조단백질 함량은 35.99~40.59%(Seo YJ et al, 2010)로 본 연구에 사용된 콩의 조지방 함량은 다소 낮으나, 조단백질 함량은 이와 유사한 수준으로 두부 제조 중 원료콩의 지방과 단백질 함량은 두부의 품질에 큰 영향을 미치는 인자이다. 예로써 조지방 함량이 높으면, 비린내나 산패를 유발할 수 있고 조단백질의 함량이 높으면 수율이 증가된다(Yoo KM, 2011). 산지에 따른 두부제조용 콩의 일반 성분을 분석한 연구에서 조지방 함량은 14.81~19.93%였으며, 조단백질 함량은 35.99~40.59%(Seo YJ et al, 2010)로 본 연구에 사용된 콩의 조지방 함량은 이보다 낮은 수준이나, 조단백질 함량은 이와 유사한 수준으로 난소화성당 저함량 콩은 두부의 제조 시 비린내와 산패 감소 및 두부 수율의 증대에 효과적일 것으로 예상된다.

Table 3. Physicochemical properties in soybean strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

	Moisture	Ash	Crude lipid	Crude protein	Carbohydrate
Taekwang	8.00±0.23 ^{AB}	4.72±0.06 ^A (5.13±0.07)*	12.44±0.15 ^A (13.52±0.16)	35.32±0.61 ^B (38.39±0.66)	39.52±0.83 ^B (42.96±0.89)
Jinyang	7.92±0.20 ^{AB}	5.22±0.06 ^B (5.67±0.06)	12.10±0.58 ^A (13.14±0.63)	38.00±1.24 ^C (41.27±1.35)	36.76±0.79 ^A (39.92±0.86)
Hayoung	8.21±0.22 ^B	5.25±0.02 ^B (5.71±0.03)	12.41±0.25 ^A (13.52±0.28)	37.08±1.06 ^C (40.39±1.15)	37.06±0.99 ^A (40.38±1.09)
Daebok	7.58±0.37 ^A	5.26±0.05 ^B (5.69±0.06)	16.79±0.12 ^B (18.16±0.13)	33.19±0.62 ^A (35.91±0.68)	37.19±0.76 ^A (40.23±0.82)

All values are mean±SD (n=3)

*Values are calculated as dry base

^{A-C}Means with different superscripts in the same column are significantly different at p <0.05 by Duncan's multiple range test

Carbohydrate = 100-(moisture+ash+crude lipids+crude protein).

(4) 원료콩의 구성아미노산 함량

일반콩 및 난소화성당 저함량 콩의 구성아미노산 함량을 측정된 결과는 Table 4과 같다. 구성아미노산은 총 17종이 검출되었으며, 그 중 필수아미노산은 8종이 모두 함유된 것으로 나타났다. 아미노산의 총량은 2365.01~2439.27 mg/100 g으로 시료간에 대차를 보이지 않았다. 필수아미노산의 함량은 893.02~904.31 mg/100 g이었으며, 이는 아미노산 총량에 대해 37% 수준에 해당되며, 이 또한 시료간에 대차를 보이지 않았다. 콩에서 주요 맛 성분으로 작용하는 aspartic acid와 glutamic acid의 함량을 비교해 보면 747.78~779.71 mg/100 g의 범위로 아미노산 총량에 대해 진양 및 하영은 32%였으며, 태광과 대복은 31% 수준이었다. 각 아미노산은 glutamic acid의 함량이 가장 많았으며, 다음으로 aspartic acid로 이들은 모두 200 mg/100 g 이상의 함량이었다. 다음으로 leucine, arginine, lysine은 15~200 mg/100 g의 범위였으며, 반면에 cystine, methionine 및 histidine 함량은 100 mg/100 g 미만이었다.

Table 4. Composition amino acids contents in soybean strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

(mg/100 g)

	Taekwang	Jinyang	Hayoung	Debok
Aspartic acid	296.46	301.77	290.57	289.73
Threonine*	102.72	101.57	97.90	99.15
Serine	130.86	130.11	127.37	128.06
Glutamic acid	470.18	477.94	466.39	458.06
Proline	142.50	145.03	137.78	137.10
Glycine	115.35	114.54	108.31	108.09
Alanine	108.27	108.15	105.38	104.79
Cystine	26.57	0.00	0.00	30.60
Valine*	116.64	129.87	120.13	115.00
Methionine*	14.04	12.61	28.25	33.04
Isoleucine*	111.85	108.14	104.38	109.79
Leucine*	188.72	180.51	177.98	182.51
Tyrosine	66.21	65.05	64.34	63.78
Phenylalanine*	133.34	129.28	129.15	127.89
Histidine*	68.04	67.77	69.31	65.27
Lysine*	168.95	167.03	165.92	162.33
Arginine	178.56	181.65	171.83	170.45
EAA*	904.31	896.79	893.02	894.99
(% to total TAA)	(37.07)	(37.04)	(37.76)	(37.52)
Aspartic acid + Glutamic acid (% to total TAA)	766.64 (31.43)	779.71 (32.21)	756.96 (32.01)	747.78 (31.34)
Total	2439.27	2421.01	2365.01	2385.66

*EAA : essential amino acid

TAA : total amino acid.

(5) 원료콩의 무기물 함량

일반콩 및 난소화성당 저함량 콩의 무기물 함량을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 무기물은 총 8종이 검출되었으며, 총량은 2618.05~2972.88 mg/100 g의 범위로 태광콩에 비해 난소화성당 저함량 콩에서 유의적으로 높았으며, 특히 진양콩에서 가장 높은 함량이었다. 무기물 중 칼륨의 함량은 1377.53~1689.93 mg/100 g의 범위로 가장 많았으며, 이는 태광콩에 비해 난소화성당 저함량 콩에서 더 높은 함량이었다. 다음으로 칼슘의 함량은 265.19~324.68 mg/100 g의 범위였으며, 진양콩에서 가장 높은 함량이었으며, 대북콩에서 가장 낮았다. 마그네슘의 함량도 태광콩에 비해 난소화성당 저함량 콩에서 더 높은 수준이었다.

Table 5. Mineral contents in soybean strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

	(mg/100 g)			
	Taekwang	Jinyang	Hayoung	Daebok
K	1377.53±33.96	1633.16±30.29	1689.93±12.93	1577.66±14.88
Ca	307.26±6.51	324.68±6.99	302.43±18.64	265.19±25.07
Mg	229.34±4.61	292.57±10.85	241.68±9.82	250.88±2.84
Na	106.66±2.00	105.68±12.33	82.11±4.65	75.14±6.80
Fe	17.31±0.68	16.82±2.34	17.86±3.99	21.54±8.20
Mn	1.09±0.02	1.35±0.02	1.40±0.01	1.43±0.02
Al	4.99±0.43	5.59±1.46	3.58±0.50	3.72±0.32
P	573.88±9.19	593.04±6.69	587.29±3.02	596.43±6.43
Total	2618.05±54.67 ^A	2972.88±43.43 ^B	2926.28±38.43 ^C	2791.99±34.30 ^C

^{A-C}Means with different superscripts in the same row are significantly different at p <0.05 by Duncan's multiple range test.

(6) 원료콩의 총당 및 환원당 정량

일반콩 및 난소화성당 저함량 콩의 총당 및 환원당 함량을 측정한 결과는 Table 6과 같다. 총당의 함량은 26.61~31.29 g/100 g으로 태광콩에서 가장 높았으나, 이는 하영콩과 유의차를 보이지는 않았으며, 진양콩에서 총당의 함량이 가장 낮았다. 환원당은 태광콩이 1.2 mg/100 g인 반면에 난소화성당 저함량 콩에서는 0.58~0.86 g/100 g으로 태광콩에 비해 유의적으로 낮은 것으로 확인되어 이들 콩의 특징을 잘 알 수 있었다.

Table 6. Total and reducing sugar contents in soybean strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

	Total sugar	Reducing sugar
Taekwang	31.29±1.57 ^C	1.20±0 ^D
Jinyang	26.61±1.49 ^A	0.58±0.01 ^A
Hayoung	29.99±1.71 ^{BC}	0.86±0.02 ^C
Daebok	28.05±1.39 ^{AB}	0.67±0.05 ^B

All values are mean±SD (*n*=5)

^{A-D}Means with different superscripts in the same column are significantly different at *p* < 0.05 by Duncan's multiple range test.

(7) 원료콩의 이소플라본 함량

일반콩 및 난소화성당 저함량 콩의 이소플라본 함량을 측정한 결과는 Table 7과 같다. 7종의 이소플라본을 동정하였으며, 표준품의 RT는 배당체로써 daidzin(18.6분), glystin(18.9분), genistin(21.2분), aglycone으로 malonyldaidzin(22.1분), malonylgenistin(24.8분), daidzein(25.8분), genistein(26.5분)이었다. 원료콩의 이소플라본 함량은 malonylglycoside로써 malonylgenistin의 함량이 가장 높았으며, 다음으로 malonyldaidzin이었다. 배당체로써는 glystin, genistin, daidzin의 순서로 높았으며, aglycone의 함량은 100 µg/g미만이었으며, 특히 daidzein의 함량이 가장 낮았다. 이소플라본의 총량은 태광콩에서 2486.33 µg/g이었으며, 난소화성당 저함량 콩에서는 3386.76~4087.08 µg/g로 이는 태광콩에 비해 유의적으로 높은 함량이었다. 이소플라본 총량은 대북콩에서 가장 높았으나, 하영콩은 태광콩에 비해 daidzin, malonyldaidzin, daidzein과 genistein의 함량이 높았다.

국내산 콩 유전자원 43종으로부터 이소플라본을 정량한 결과, daidzein, genistein 및 glystein이 동정되었으며, 이들의 평균 함량은 484.4±223.9 µg/g, 448.0±156.2 µg/g, 84.9±48.7 µg/g이었으며 총 함량은 1017.3±390.0 µg/g이나, 품종간에 함량 차가 큰 것으로 보고된 바 있다(Chong MG et al, 2006). 또한 국내의 육종 106종의 이소플라본 함량은 527.9~3456.5 µg/g으로 평균 1489.0 µg/g이며, 3종의 이소플라본 aglycone 중 daidzein의 함량이 가장 높은 것으로 보고되고 있는데, 이는 본 연구와 같은 결과였다(Park KH et al, 2012). 콩의 이소플라본은 주로 malonyl-형태의 glucoside로 존재하며, 생리활성은 aglycone의 형태가 더 큰 것으로 알려져 있다(Peterson G, 1995). 더욱이 콩의 이소플라본 함량은 품종, 재배환경에 따라 상당한 차이를 보이며, 동일품종이라도 재배기간, 년도, 지역에 따라 함량차가 큰 것으로 보고되고 있다(Wang H & Murphy PA, 1994). 본 연구 결과 태광콩에 비해 3종의 난소화성당 저함량 콩에서 이소플라본 함량이 높아 이들은 식품영양학적 의의가 크다고 볼 수 있으며, 이로부터 난소화성당 저함량 콩은 2차 콩가공품의 기능성 증대에 영향을 미칠 수 있을 것으로 예상된다.

Table 7. Isoflavone contents in soybean strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

	(µg/g, extract)			
	Taekwang	Jinyang	Hayoung	Daebok
Daidzin	127.57±2.34 ^A	214.10±9.01 ^B	405.20±45.85 ^C	256.60±23.89 ^B
Glystin	305.50±22.53 ^A	401.13±12.92 ^B	306.57±34.19 ^A	511.01±15.91 ^C
Genistin	285.17±16.16 ^A	430.27±26.23 ^B	457.47±59.81 ^{BC}	524.93±96.49 ^C
Malonyldaidzin	699.35±14.47 ^A	916.13±12.99 ^B	1361.66±142.52 ^C	1056.70±83.38 ^B
Malonylgenistin	1040.60±29.63 ^A	1346.46±83.69 ^B	1291.30±88.76 ^B	1671.95±55.20 ^C
Daidzein	10.70±1.59 ^B	12.67±0.95 ^B	26.20±2.70 ^C	7.3±0.1 ^A
Genistein	17.50±4.50 ^A	66.00±1.59 ^C	79.00±1.11 ^D	58.60±1.35 ^B
Total	2486.33±9.79 ^A	3386.76±119.99 ^B	3927.47±367.53 ^C	4087.08±250.12 ^C

All values are mean±SD (n=4)

^{A-C}Means with different superscripts in the same column are significantly different at p <0.05 by Duncan's multiple range test.

(8) 원료콩의 총 페놀 및 플라보노이드 함량

일반콩 및 난소화성당 저함량 콩의 총 페놀 및 플라보노이드 함량을 측정한 결과는 Table 8과 같다. 총 페놀 함량은 태광콩에 비해 하영콩 및 대북콩은 유의차가 없었으나, 진양콩은 유의적으로 낮은 함량이었다. 플라보노이드 함량은 태광콩에 비해 난소화성당 저함량 콩에서 1.5~2.2배 정도로 높은 함량이었다.

우리나라에서 생산되는 품종별 콩의 총 페놀 함량을 측정한 결과, 콩의 메탄올 추출물에서 2.63~5.54 mg/g이었는데, 검정콩은 이에 비해 약 2배 이상의 함량이었으며, 플라보노이드 함량은 1.16~2.29 mg/g으로 주된 페놀 화합물로 caffeic acid, chlorogenic acid, trans-cinnamic acid 등이 존재하는 것으로 보고되어 있다(Myung JG & Hwang IK, 2008). 본 연구에서 분석된 태광 및 난소화성당 저함량 콩의 총 페놀 함량은 상기 보고에 비해 월등히 높은 수준이었다.

식물체에 분포되어 있는 페놀성 화합물은 2차 대사 산물로써 다양한 구조와 분자량을 가지며, phenolic hydroxyl기에 의해 단백질을 비롯한 다른 고분자 화합물과 결합이 용이하여 생체 내에서 항산화, 항암, 항염증 등과 같은 여러 생리적 기능을 발휘하는 것으로 알려져 있다(Kim EY et al, 2004), 따라서 본 연구에 사용된 난소화성당 저함량 콩의 섭취는 체내 생리 기능 활성화에 도움이 될 것으로 예상된다.

Table 8. Total phenol and flavonoid contents in 80% methanol extracts of soybean strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

(mg/g, extract)

	Total phenol	Flavonoid
Taekwang	9.91±0.25 ^B	2.46±0.07 ^A
Jinyang	9.16±0.41 ^A	3.87±0.59 ^B
Hayoung	10.33±0.34 ^B	5.30±0.82 ^C
Daebok	10.18±0.15 ^B	3.75±0.80 ^B

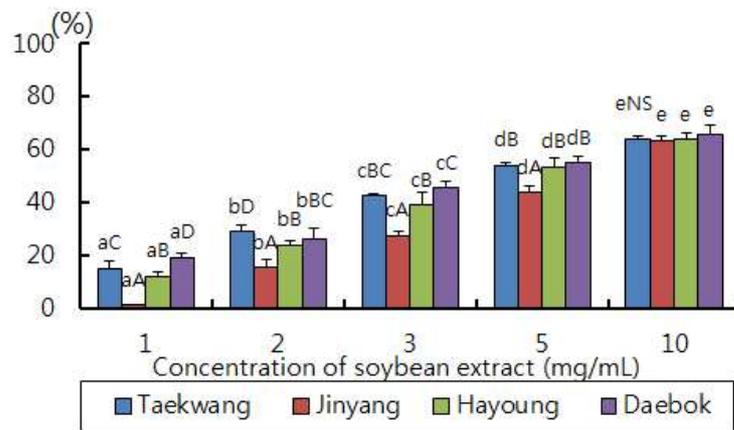
All values are mean±SD (*n*=3)

^{A-C}Means with different superscripts in the same column are significantly different at *p* <0.05 by Duncan's multiple range test.

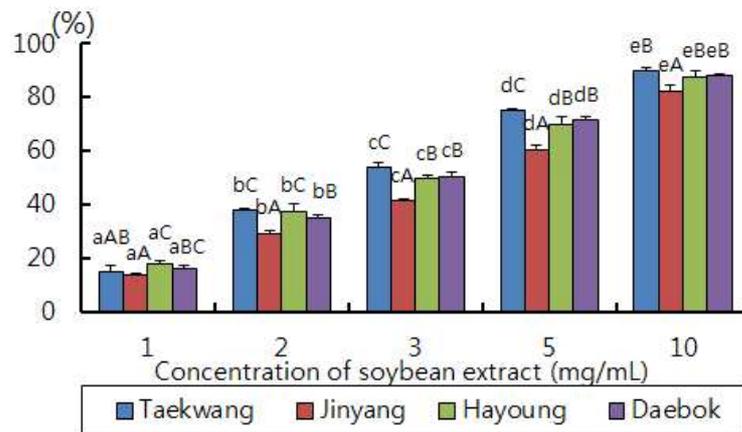
(9) 원료콩의 항산화 활성

일반콩 및 난소화성당 저함량 콩의 항산화 활성을 1~10 mg/mL의 농도범위에서 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성과 FRAP법에 의한 환원력으로 측정된 결과는 Fig. 3과 같다. DPPH 라디칼 소거활성은 모든 시료에서 시료의 첨가량이 많아질수록 활성은 유의적으로 증가되는 경향이였다. 1~2 mg/mL농도에서는 태광콩에 비해 진양콩 및 하영콩의 소거활성은 유의적으로 낮았으며, 대북콩의 소거활성이 가장 높았다. 3 mg/mL 이상의 농도에서는 태광콩과 대북콩의 소거활성 간에 유의차가 없었으며, 10 mg/mL농도에서는 모든 시료간에 유의차를 보이지 않았다.

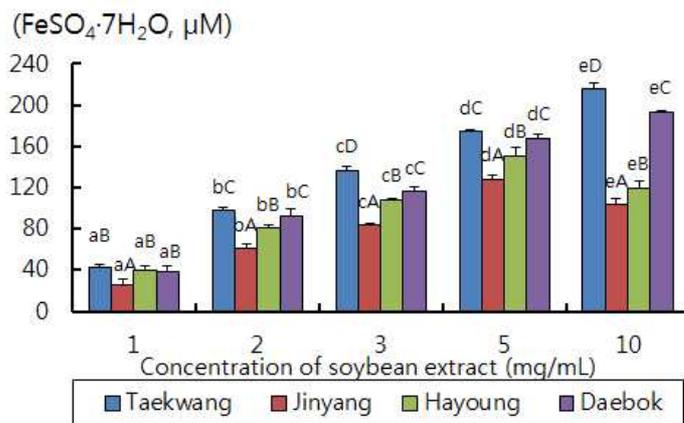
ABTS 라디칼 소거활성은 모든 시료에서 시료의 첨가량이 많아질수록 소거활성이 유의적으로 증가되는 경향이였으며, 5 mg/mL이상의 농도에서 모든 시료에서 60% 이상의 소거활성을 보였다. 1~2 mg/mL의 농도에서는 태광콩과 하영콩은 비슷한 수준이었으나, 3~5 mg/mL농도에서는 태광콩에 비해 난소화성당 저함량 콩에서 유의적으로 활성이 낮았다. 10 mg/mL농도에서는 진양콩이 타 시료에 비해 유의적으로 낮은 활성이였다. 콩 추출물의 환원력은 라디칼 소거활성과 마찬가지로 모든 시료에서 시료의 첨가량이 많아질수록 환원력이 유의적으로 증가되는 경향이였다. 진양콩이 가장 낮은 활성이였으며, 난소화성당 저함량 콩에 비해 태광콩의 활성은 유의적으로 높았다.



< DPPH radical scavenging activity >



< ABTS radical scavenging activity >



< Reducing power by FRAP >

Fig. 3. Antioxidant activity in 80% methanol extracts of soybean strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose.

Means with different superscripts in the same concentration(A-D) and the same sample(a-e) are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

NS: not significant.

진양콩의 항산화 활성이 낮은 것은 시료의 총 페놀 함량과 관련이 있으며 이소플라본의 함량과는 무관한 것으로 생각되는데, 이는 순수 이소플라본의 DPPH 라디칼 소거활성이 다른 항산화성 물질에 비해 활성이 낮다고 한 보고(Kao TH & Chen BH, 2006)와 유사한 결과라 사료된다. 이소플라본은 안토시아닌과 혼합될 때 항산화 활성의 시너지 효과가 가장 높다는 보고(Kim SH et al, 2005)와 식물 기원의 페놀 화합물은 그 함량이 많을수록 항산화 활성이 상승된다는 보고(Duval B & Shetty K, 2001)로 볼 때, 본 연구에서 콩 추출물의 항산화 활성 간에 대차를 보이지 않은 것은 항산화 활성이 이소플라본 함량보다는 총 페놀 화합물의 함량에 더 의존적인 것으로 판단되나, 난소화성당 저함량 콩도 태광콩에 비해 생리활성이 뒤떨어지지 않는 것으로 생각된다.

2) 두부의 이화학적 특성 및 항산화 활성

(1) 두부의 수율

원료콩으로 리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩(진양, 하영 및 대복)과 일반콩(태광)으로 제조한 두부의 수율은 Table 9에 나타난 바와 같다. 두유에 대한 두부 수율은 태광두부와 하영 및 대복두부에서 비슷한 수준이었으며, 진양 두부에서 유의적으로 낮았다. 원료콩에 대한 두부 수율도 진양 두부가 태광두부에 비해 유의적으로 낮았으며, 대복 두부에서 가장 높은 수율을 보였다.

(2) 두부의 색도

원료콩으로 LOX 결핍 및 난소화성당 저함량 콩인 진양콩, 하영콩 및 대복콩과 일반콩인 태광콩으로 두부를 제조한 후 표면색을 측정된 결과는 Table 10과 같다. 명도를 나타내는 L값은 진양두부가 93.07로 태광 및 대복두부에 비해 유의적으로 높았으나, 하영두부와는 유의차가 없었다. 적색도를 나타내는 a값은 모든 시료에서 음(-)의 값을 보였다. 황색도를 나타내는 b값은 태광두부에 비해 진양두부가 유의적으로 낮았으나, 하영 및 대복두부는 유의적으로 높은 값을 보였다. 두부의 색차는 시료간에 유의차가 없었으며, 태광두부를 기준으로 할 때 0.26~0.42의 차이를 보여 4종의 두부에서 표면색에 차이가 인지되지 않는 것으로 판단된다.

Table 9. Yields of soybean curd made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

	Soybean curd (g)/ Soy milk (L)	Yields of soybean curd to soybean (%)
Taekwang	310.73±8.05 ^B	207.16±5.37 ^B
Jinyang	293.40±9.51 ^A	195.60±6.34 ^A
Hayoung	303.07±7.56 ^{AB}	202.04±5.04 ^{AB}
Daebok	316.87±7.38 ^B	211.24±4.92 ^B

All values are mean±SD (n=4)

^{A-B}Means with different superscripts in the same column are significantly different at p <0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 10. Colour intensity in soybean curd made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

	L	a	b	ΔE
Taekwang	92.55±0.19 ^A	-2.40±0.08 ^B	10.80±0.26 ^B	93.21±0.19 ^{NS} (0)
Jinyang	93.07±0.30 ^B	-1.67±0.03 ^D	9.65±0.19 ^A	93.58±0.29 (0.37)
Hayoung	92.85±0.43 ^{AB}	-2.29±0.12 ^C	11.77±0.55 ^C	93.63±0.37 (0.42)
Daebok	92.55±1.15 ^A	-2.91±0.11 ^A	12.76±0.66 ^D	93.47±1.18 (0.26)

All values are mean±SD (n=20)

^{A-D}Means with different superscripts in the same column are significantly different at p <0.05 by Duncan's multiple range test

NS; not significant.

(3) 두부의 일반성분

일반콩 및 난소화성당 저함량 콩으로 각각 제조한 두부에서 수분, 회분, 조지방, 조단백 및 당질 함량을 측정된 결과는 Table 11과 같다. 수분 함량은 75.72~80.61%로 태광두부에 비해 난소화성당 저함량 콩두부는 유의적으로 낮은 수준이었다. 회분 및 조지방 함량은 시료간에 유의차가 없었으며, 조단백질 함량은 대복두부에서 9.66%로 타 시료에 비해 유의적으로 낮았으며, 그 외 시료는 11.09~12.14%의 범위로 시료간에 유의차를 보이지 않았다.

당질 함량은 하영 및 대북두부에서 3.69~4.63%로 비슷한 수준이었는데, 이는 태광 및 진양 두부에 비해 2배 정도 높은 함량이었다. 두부의 일반성분을 건물량으로 계산해 볼 때, 조지방 함량은 태광두부에 비해 진양 및 대북두부에서 다소 높았으며, 조단백질 함량은 태광두부에 비해 난소화성당 저함량 콩두부에서 낮은 수준으로 이는 원료콩의 단백질 함량과 유사한 패턴인 것으로 보아 두부 제조 과정에 따른 단백질 함량 차는 적은 것으로 추정된다.

Table 11. Physicochemical properties in soybean curd made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

(%)

	Moisture	Ash	Crude lipid	Crude protein	Carbohydrate
Taekwang	80.61±0.52 ^C	0.83±0.06 ^{NS} (4.31±0.32)*	5.88±0.14 ^{NS} (30.34±0.72)	11.13±0.61 ^B (57.40±3.15)	1.54±0.05 ^A (7.96±0.23)
Jinyang	79.11±0.32 ^B	0.91±0.03 (4.33±0.14)	6.65±0.58 (31.85±2.77)	11.09±1.08 ^B (53.11±5.18)	2.24±0.77 ^A (10.72±3.67)
Hayoung	75.72±0.49 ^A	0.91±0.05 (3.73±0.22)	6.60±0.37 (27.20±1.53)	12.14±0.40 ^B (50.00±1.67)	4.63±0.86 ^B (19.08±3.53)
Daebok	79.26±0.68 ^B	0.91±0.06 (4.41±0.28)	6.49±0.55 (31.28±2.65)	9.66±0.01 ^A (46.54±0)	3.69±0.98 ^B (17.79±4.74)

All values are mean±SD (n=3)

*Values are calculated as dry base

^{A-C}Means with different superscripts in the same column are significantly different at p < 0.05 by Duncan's multiple range test

NS; not significant

Carbohydrate = 100-(moisture+ash+crude lipids+crude protein).

국내산 콩으로 제조한 두부 중 수분 함량은 70.00~72.43%였으며(Yoo KM, 2011), Chang CI et al(1990)은 17종의 콩으로 제조한 두부에서 수분 함량은 75.02~82.00%였다고 보고하여 본 연구결과와 유사하였다. 이와 같이 두부의 수분 함량은 두부의 품질과 밀접한 관련이 있는데, 이는 제조공정에 따른 영향이 크다고 볼 수 있다. 두부의 조지방 및 조단백질 함량은 각각 3.95~5.86% 및 10.10~11.556%(Seo YJ et al, 2010), 2.66~9.58% 및 1.80~13.71%(Chang CI et al, 1990)로 보고되어 있는데, 이는 시료 중의 수분함량과 관련성이 큰 것으로 보고되어 있다.

(4) 두부의 무기물 함량

일반콩 및 난소화성당 저함량 콩으로 각각 제조한 두부의 무기물 함량을 측정한 결과는 Table 12와 같다. 두부의 무기물은 총 8종이 검출되었으며, 총 함량은 태광두부(458.51 mg/100 g)에 비해 난소화성당 저함량 콩두부에서 556.42~650.16 mg/100 g으로 유의적으로 높은 함량이었다. 무기물 중 인, 마그네슘 및 나트륨의 함량이 가장 많았고, 다음으로 칼슘 및 칼륨의 순이었다. 원료콩에서는 칼륨의 함량이 가장 많은 반면 두부의 경우 칼륨의 함량이 적은 것으로 보아 두부 제조과정에서 일부분이 용출된 결과로 해석된다. 또한 철분, 망간, 알루미늄 등은 10 mg/100 g 이하였다.

Table 12. Mineral content of soybean curd made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

(mg/100 g, wet base)

	Taekwang	Jinyang	Hayoung	Daebok
K	49.97±4.40	65.65±10.25	72.41±7.24	70.97±6.93
Ca	54.13±1.46	81.51±2.90	73.59±1.17	57.07±0.98
Mg	85.46±1.81	128.03±4.42	111.72±2.47	112.26±1.77
Na	85.73±2.29	105.30±2.14	89.13±1.57	101.76±1.17
Fe	9.19±0.73	10.13±0.11	5.98±0.02	7.53±0.08
Mn	0.85±0.01	1.14±0.01	1.14±0.01	1.02±0.02
Al	9.54±0.15	8.17±0.10	6.10±0.07	7.01±0.30
P	163.66±3.89	250.24±3.00	230.63±1.87	198.80±6.97
Total	458.51±14.73 ^A	650.16±22.92 ^C	590.70±14.41 ^D	556.42±18.23 ^B

^{A-D}Means with different superscripts in the same column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

(5) 두부의 조직감

일반콩 및 난소화성당 저함량 콩으로 각각 제조한 두부의 조직감을 측정한 결과는 Table 13과 같다. 두부의 경도는 태광 및 대북두부가 가장 낮았으며, 하영두부에서 유의적으로 높았다. 점착성은 시료간에 유의차가 없었으며, 탄력성, 씹힘성 및 검성은 태광두부와 대북두부가 유사한 수준이었으며, 씹힘성과 검성은 진양 및 하영두부에서 태광두부에 비해 유의적으로 높은 값을 보였다. 응집성은 시료간에 유의차가 적었으며, 태광두부에 비해 하영두부가 유의적으로 높은 수준이었다.

두부의 단단함은 두유 중 고형분 함량, 응고제의 종류 및 양, 원료의 단백질 함량 및 조성 등에 따라 상당한 차이를 내는 것으로 보고되어 있다(Park CK & Hwang IK, 1994). 해양 심층수를 사용한 두부는 화학적 응고제인 황산칼슘을 사용한 두부에 비해 경도, 검성, 응집성이 낮으며, 탄력성에는 유의차가 없는 것으로 보고되어 있다(Kim GW et al, 2008). 따라서 난소화성당 저함량 콩두부는 태광두부에 비해 다소간 단단한 curd가 형성되나, 두부의 질감에 두드러진 차이를 보이지는 않았다.

Table 13. Texture in soybean curd made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

	Taekwang	Jinyang	Hayoung	Daebok
Hardness (g)	23.40±1.79 ^A	29.82±1.46 ^B	35.46±2.90 ^C	23.24±1.65 ^A
Adhesiveness (g·s)	-19.76±3.74 ^{NS}	-15.04±3.54	-14.94±2.78	-20.90±6.59
Springiness	0.96±0.01 ^A	0.98±0.01 ^B	0.98±0.02 ^{AB}	0.96±0.02 ^A
Chewiness	10.66±0.80 ^A	14.86±0.80 ^B	18.71±2.31 ^C	11.49±1.44 ^A
Gumminess	11.11±0.83 ^A	15.09±0.93 ^B	19.12±2.55 ^C	11.97±1.51 ^A
Cohesiveness	0.47±0.02 ^A	0.51±0.05 ^{AB}	0.54±0.03 ^B	0.52±0.06 ^{AB}
Resilience	0.10±0.01 ^A	0.11±0.01 ^{AB}	0.13±0.02 ^B	0.11±0.01 ^{AB}

All values are mean±SD (*n*=5)

^{A-C}Means with different superscripts in the same column are significantly different at *p* <0.05 by Duncan's multiple range test

NS; not significant.

(6) 두부의 관능평가

일반콩 및 난소화성당 저함량 콩으로 각각 제조한 두부의 관능평가를 실시한 결과는 Fig. 4와 같다. 두부의 색, 풍미, 콩비린내 및 전체적인 기호도 측면에서 볼 때 시료간에 유의차가 없었다. 조직감은 태광두부와 대복두부 간에 유사하였으며, 진양 및 하영 두부는 태광두부에 비해 더 단단한 것으로 인지되었다. 따라서 난소화성당 저함량 콩으로 제조한 두부는 태광두부와 비교해 볼 때 두부의 맛이나 풍미 면에서 손색이 없는 것으로 판단된다.

콩 품종을 달리하여 제조한 두부의 관능평가 결과 맛과 냄새에서 시판 두부와 유의차가 없었다는 보고도 있다(Chang CI et al, 1990). 두부의 맛은 일반적으로 고소한 맛과 관련성이 높으며, 원료콩의 단백질 및 지방 함량이 높을수록 고소한 맛이 증가되는 것으로 평가되며, 또한 경도와 탄성이 높은 두부일수록 전체적인 기호도가 높다는 보고가 있다(Yoo KM, 2011).

본 연구 결과 난소화성당 저함량 콩으로 제조한 두부는 일반콩두부에 비해 조직감이 좋고 맛이나 냄새에 있어서도 일반콩두부와 차이가 적어 이들 콩은 두부 제조에 적합한 것으로 판단되었다.

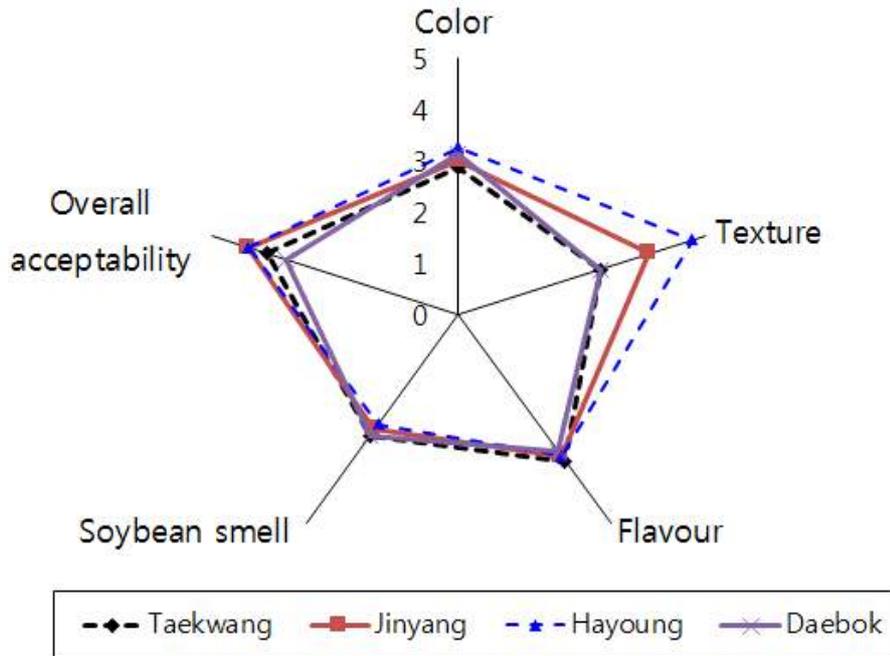


Fig. 4. Sensory characteristics soybean curd made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose.

(7) 두부의 이소플라본 함량

일반콩 및 난소화성당 저함량 콩으로 각각 제조한 두부의 이소플라본 함량을 측정한 결과는 Table 14와 같다. 원료콩의 이소플라본과 마찬가지로 7종이 동정되었으며, 이소플라본 총량은 태광두부(539.13 µg/g)에 비해 난소화성당 저함량 콩두부(954.44~1838.93 µg/g)에서 1.8~3.4배 높은 것으로 나타났다. 태광두부에서 이소플라본은 aglycone인 genistein의 함량이 가장 높았으며, 다음으로 malonylgenistin이었으나, 그 외 이소플라본은 100 µg/g미만의 함량이었다. 진양두부에서는 genistein, malonylgenistin, genistin의 순이었으며, 하영두부에서는 glystin을 제외한 이소플라본에서 200 µg/g이상의 함량을 보였다. 원료콩의 이소플라본은 aglycone의 함량이 배당체에 비해 월등히 낮았는데, 두부의 경우 원료콩에 비해서는 훨씬 낮은 함량이나 제조 과정 중에 배당체가 분리되어 aglycone의 함량이 증가된 것으로 여겨진다.

Table 14. Isoflavone contents in soybean curd made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

	(µg/g, dry weight)			
	Taekwang	Jinyang	Hayoung	Daebok
Daidzin	34.80±4.22 ^A	78.53±3.59 ^B	217.80±13.47 ^D	107.10±1.05 ^C
Glystin	41.50±5.26 ^A	62.93±2.68 ^B	87.53±4.86 ^C	86.50±0.98 ^C
Genistin	88.33±6.73 ^A	183.17±11.60 ^B	306.10±21.05 ^C	323.90±2.03 ^C
Malonyldaidzin	48.63±8.11 ^A	100.09±4.58 ^B	233.01±11.71 ^D	142.09±2.44 ^C
Malonylgenistin	100.31±9.87 ^A	206.11±8.95 ^B	300.04±15.63 ^C	376.17±3.95 ^D
Daidzein	37.63±0.67 ^A	68.43±4.59 ^B	226.97±12.03 ^C	61.17±1.75 ^B
Genistein	187.97±0.75 ^A	255.17±16.64 ^C	467.43±27.71 ^D	320.53±8.93 ^C
Total	539.13±33.97 ^A	954.44±51.78 ^B	1838.93±103.74 ^D	1417.48±3.97 ^C

All values are mean±SD (*n*=3)

^{A-D}Means with different superscripts in the same row are significantly different at *p* <0.05 by Duncan's multiple range test.

두부 제조과정에서 원료콩으로부터 두미를 여과하여 얻은 두유를 가열하여 응고시키는 과정으로 제조된 두부는 일반적으로 수율이 낮은 것으로 알려져 있다. 산지를 달리한 대두로 제조한 두부에서 침지, 가열, 여과, 응고 등의 두부 제조 과정에서 이소플라본 함량은 67% 정도 손실되었다는 보고가 있다(Jackson CJC et al, 2002). 이와 같이 두부는 제조과정 중 다량의 물이 요구되므로 제조과정 중에 이소플라본의 손실은 불가피하다. 하지만 두부의 이소플라본 조성이 원료콩에 기인된다는 보고(Seo YJ et al, 2010)로 볼 때 본 연구에서 사용된 난소화성당 저함량 콩은 원료 자체에 이소플라본 함량이 많으며, 두부의 제조과정에서 aglycone으로 전환이 용이하여 이소플라본에 의한 생리활성 기능의 향상에 도움이 될 것으로 예상된다.

(8) 두부의 총 페놀 및 플라보노이드 함량

일반콩 및 난소화성당 저함량 콩으로 각각 제조한 두부의 총 페놀 및 플라보노이드 함량을 측정한 결과는 Table 15와 같다. 두부의 총 페놀 함량은 태광두부에 비해 난소화성당 저함량 콩에서 유의적인 차이가 적었다. 난소화성당 저함량 콩두부 중에서는 진양두부에 비해 하영 및 대북두부에서 유의적으로 높은 함량이었으나, 대차는 아니었다. 플라보노이드 함량은 태광두부와 진양두부는 시료간에 유의차가 없었으며, 태광두부에 비해 하영 및 대북두부는 유의적으로 높은 함량이었다.

원료콩에 비해서는 두부에서 총 페놀 및 플라보노이드 함량은 상당히 낮았으나 이소플라본의 함량과 마찬가지로 원료 콩의 특성은 유지되는 것으로 나타났다. 또한 콩의 2차 가공품인 두부에서 총 페놀 화합물의 함량이 감소되기는 하나 원료 콩의 특성이 잔존한다는 보고 (Seo YJ et al, 2010)로 보아 본 연구 결과 난소화성당 저함량 콩 품종은 두부 가공 적성에 적합할 것으로 여겨진다.

Table 15. Total phenol and flavonoid contents in 80% methanol extracts of soybean curd made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

	Total phenol (mg/g)	Flavonoid (mg/g)
Taekwang	9.91±0.25 ^B	2.46±0.07 ^A
Jinyang	9.16±0.41 ^A	3.87±0.59 ^B
Hayoung	10.33±0.34 ^B	5.30±0.82 ^C
Daebok	10.18±0.15 ^B	3.75±0.80 ^B

All values are mean±SD (n=3)

^{A-C}Means with different superscripts in the same column are significantly different at p <0.05 by Duncan's multiple range test.

(9) 두부의 항산화 활성

일반콩 및 난소화성당 저함량 콩으로 각각 제조한 두부를 동결건조한 후 80% 메탄올로 추출한 추출물을 10~200 mg/mL의 농도로 조정하여 항산화 활성을 측정한 결과 시료의 첨가량이 많아질수록 항산화 활성은 유의적으로 증가하였다. DPPH라디칼 소거활성은 Table 16에 나타낸 바와 같이, 200 mg/mL의 농도에서 태광두부는 36.55%인 반면에 난소화성당 저함량 콩두부는 42.31~61.97%의 범위로 태광두부에 비해 유의적으로 높은 활성을 보였다. 특히 하영두부의 소거활성이 유의적으로 높은 경향이였다.

ABTS라디칼 소거활성은 Table 17과 같이 20 mg/mL이상의 농도에서 태광두부에 비해 난소화성당 저함량 콩두부가 유의적으로 높은 활성을 보였으며, 200 mg/mL농도에서는 태광두부에서 24.53%의 소거활성을 보인 반면 난소화성당 저함량 콩두부는 80% 이상의 활성을 보였으며, 대북두부에서 가장 높은 활성을 보였다.

FRAP법에 의한 환원력은 Table 18에 나타낸 바와 같이, 20~100 mg/mL 농도에서 태광두부에 비해 난소화성당 저함량 콩두부가 유의적으로 활성이 높았으나, 200 mg/mL 농도에서는 태광두부에 비해 하영 및 대북두부에서 유의적으로 높은 활성이였다.

Table 16. DPPH radical scavenging activity in 80% methanol extracts of soybean curd made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose (%)

	Concentration of dried soybean curd extract (mg/mL)				
	10	20	50	100	200
Taekwang	0.94±0.65 ^{aA}	2.47±0.73 ^{aA}	8.33±1.54 ^{bA}	17.26±0.82 ^{cA}	36.55±2.78 ^{dA}
Jinyang	6.58±1.89 ^{aB}	5.09±0.81 ^{aB}	20.99±0.98 ^{bB}	33.99±0.68 ^{cB}	42.31±1.57 ^{dB}
Hayoung	10.62±1.25 ^{aC}	14.04±0.83 ^{bD}	21.14±0.58 ^{cB}	39.82±2.63 ^{dC}	61.97±1.50 ^{eD}
Daebok	7.19±1.59 ^{aB}	10.51±1.87 ^{bC}	25.35±1.34 ^{cC}	43.91±1.51 ^{dD}	58.50±0.97 ^{eC}

All values are mean±SD (*n*=4)

Means with different superscripts in the same sample(a-e) and concentration(A-C) are significantly different at *p* <0.05 by Duncan's multiple range test

Table 17. ABTS radical scavenging activity in 80% methanol extracts of soybean curd made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose (%)

	Concentration of dried soybean curd extract (mg/mL)				
	10	20	50	100	200
Taekwang	11.06±0.92 ^{aB}	11.85±0.28 ^{aA}	16.65±0.99 ^{bA}	23.17±0.96 ^{cA}	24.53±0.87 ^{dA}
Jinyang	9.76±0.59 ^{aB}	16.47±0.92 ^{bC}	28.77±1.42 ^{cB}	56.07±1.04 ^{dB}	82.21±1.67 ^{eB}
Hayoung	6.38±1.18 ^{aA}	14.09±1.15 ^{bB}	29.37±1.68 ^{cB}	60.81±1.24 ^{dB}	83.37±1.91 ^{eB}
Daebok	12.75±0.91 ^{aC}	23.47±1.40 ^{bD}	42.67±1.73 ^{cC}	71.51±2.45 ^{dC}	89.82±2.32 ^{eC}

All values are mean±SD (*n*=4)

Means with different superscripts in the same sample(a-e) and concentration(A-D) are significantly different at *p* <0.05 by Duncan's multiple range test

Table 18. Reducing power by FRAP in 80% methanol extracts of soybean curd made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose
(FeSO₄·7H₂O, μM)

	Concentration of dried soybean curd extract (mg/mL)				
	10	20	50	100	200
Taekwang	1.34±0.22 ^{aA}	15.30±3.23 ^{bA}	19.05±1.78 ^{bA}	91.80±3.23 ^{cA}	228.43±10.16 ^{cB}
Jinyang	1.73±0.28 ^{aA}	20.55±1.35 ^{bB}	38.05±3.56 ^{cB}	102.05±5.58 ^{dB}	204.93±1.44 ^{eA}
Hayoung	2.39±0.59 ^{aA}	27.68±2.78 ^{bC}	48.80±2.53 ^{cC}	149.30±3.93 ^{dC}	259.93±10.27 ^{eC}
Daebok	11.80±2.40 ^{aB}	43.80±3.59 ^{bD}	68.68±4.46 ^{cD}	205.18±9.53 ^{dD}	296.30±11.99 ^{eD}

All values are mean±SD (n=4)

Means with different superscripts in the same sample(a-e) and concentration(A-D) are significantly different at p <0.05 by Duncan's multiple range test.

Shih MC et al(2002)은 두부의 항산화 활성은 시료 중 항산화성 물질의 함량에 의존적이며, 이소플라본을 포함한 총 페놀 화합물의 함량과 밀접한 관련성이 있는 것으로 보고한 바 있다. 순수 이소플라본은 항산화 활성에 영향이 낮다는 보고(Kao TH & Chen BH, 2006)나 원료콩의 항산화 활성이 시료 중의 페놀 화합물 함량에 기인한다는 보고(Lee SJ et al, 2013)가 있으나, 본 연구에서 두부의 항산화 활성은 시료 중의 이소플라본 함량도 관련이 있을 것으로 짐작된다.

3) 두부의 저장 중 품질 변화

(1) 두부 침지액의 pH 변화

원료콩으로 리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩(진양, 하영 및 대북)과 일반콩(태광)으로 각각 제조한 두부를 4℃에서 20일간 저장하는 동안 두부 침지액의 pH 변화를 측정한 결과는 Fig. 5와 같다.

두부 침지액의 pH는 저장 기간이 경과됨에 따라 산성화되는 경향이였다. 저장 초기 pH는 6.10~6.13으로 시료간에 유의차가 없었으나, 저장기간이 경과됨에 따라 태광두부에 비해 진양두부의 침지액이 유의적으로 산성화된 경향을 보였다. 진양두부는 대북두부와는 유의차가 적었다. 저장 20일째에 두부 침지액의 pH는 태광두부에 비해 난소화성당 저함량 콩두부에서 유의적으로 산성화된 경향을 보였다.

심층수를 사용한 두부에서 pH는 6.68~6.71의 범위로 황산칼슘을 첨가한 두부(6.51)에 비해 다소간 높았으며, 이는 저장 6일까지 6.91~7.05로 점차 증가하다가 6~8일 이후에 감소되는 것으로 나타났는데, 전반적으로 심층수로 제조한 두부에서 선도 유지기간이 황산칼슘으로 제조한 두부에 비해 2일 정도 연장되는 것으로 보고되어 있다(Kim GW et al, 2008). 이러한 현상은 해양 심층수의 항균성과 관련이 있다는 보고도 있다(Chu YS et al, 2007). 본 연구에서 두부 침지액의 pH 변화가 상기 보고에 비해 꽤 완만한 것은 사용한 응고제로써 심층수 사용과 관련이 있는 것으로 추정된다.

(2) 두부 침지액의 탁도 변화

일반콩 및 난소화성당 저함량 콩으로 각각 제조한 두부를 4℃에서 20일간 저장하는 동안 두부 침지액의 탁도 변화를 측정한 결과는 Fig. 6과 같다. 두부 침지액의 탁도를 흡광도로 나타낸 결과 저장 기간이 경과됨에 따라 흡광도값이 증가되는 경향이였다. 저장 초기의 탁도는 0.01~0.02의 범위로 시료간에 유의차가 적었으며, 저장 4~12일까지는 시료간에 유의차가 없었다. 저장 16일째에 태광두부에 비해 진양두부 침지액의 탁도가 다소 높았으나 통계적인 유의차는 아니었다. 저장 20일째에는 진양두부의 탁도가 타 시료에 비해 유의적으로 높은 경향을 보였다.

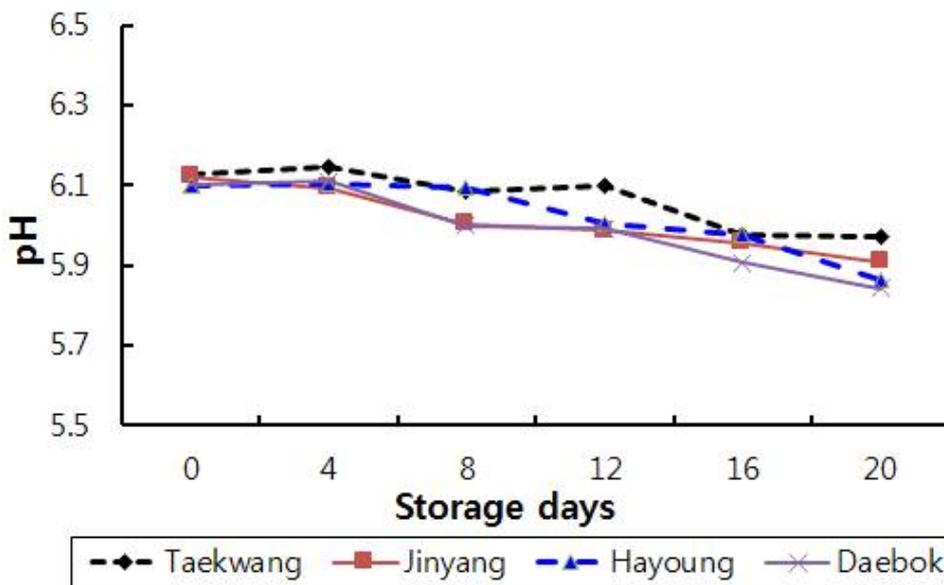


Fig. 5. Changes of pH in the immersing water from soybean curd made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose during their storage periods at 4℃.

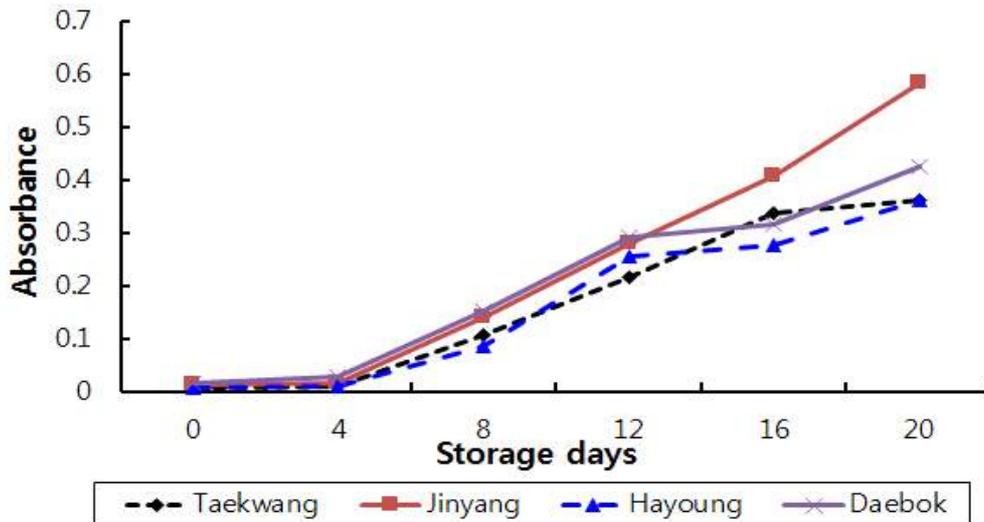


Fig. 6. Changes of turbidity in the immersing water from soybean curd made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose during their storage periods at 4°C.

두부 침지액은 저장과정 중 미생물의 성장 및 부패에 의한 저분자성 점질물이 생성됨에 따라 탁도가 상승되며(Chun KH et al, 1997), 두부 중의 총균수의 양과 비례적인 것으로 알려져 있다(Jung GT et al, 2000). 심층수로 제조한 두부는 4°C 저장 시 6일 이후에 침지액의 탁도가 급상승되나, 황산칼슘으로 제조한 두부에 비해서는 탁도 변화가 다소 지연되어 것으로 보고된 바 있다(Kim GW et al, 2008). 본 연구결과, 난소화성당 저함량 콩두부는 일반콩 두부에 비해 저장하는 동안 침지액의 탁도 변화 대차를 보이지 않아 태광두부에 비해 curd의 형성이 더 견고했기 때문이라고 사료된다.

4) 두유 및 비지의 이소플라본 함량

원료콩으로 리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩(진양, 하영 및 대복)과 일반콩(태광)으로 두부를 제조하는 동안 중간산물인 두유와 비지 중 이소플라본 함량을 측정 한 결과는 Table 19, 20과 같다. 두유의 이소플라본 함량은 Table 19에 나타낸 바와 같이 태광콩두유에 비해 난소화성당 저함량 콩두유에서 유의적으로 높았으며, 특히 하영콩두유의 함량이 가장 높았다. Malonylgenistin의 함량이 가장 많았으며, aglycone의 함량에 비해 배당체의 함량이 더 많았다. 비지의 이소플라본 함량은 Table 20에 나타낸 바와 같이 태광콩비지와 진양콩 비지에서 2748.64 µg/g, 2855.75 µg/g으로 비슷한 수준이었으며, 하영 및 대복콩 비지에는 이보다 유의적으로 높은 함량이었다. 비지 중의 이소플라본 함량도 두부와 마찬가지로 하영콩비지에서 가장 많은 함량이었다. 비지에서는 malonylgaidzein, malonylgenistin의 함량이 많았으며, 배당체에 비해 aglycone의 함량이 더 많았다.

Table 19. Isoflavone contents in soybean milk from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

($\mu\text{g/g}$, dry weight)

	Soybean milk			
	Taekwang	Jinyang	Hayoung	Daebok
Daidzin	360.26 \pm 19.36 ^A	674.73 \pm 3.80 ^C	1277.74 \pm 109.14 ^D	479.27 \pm 1.92 ^B
Glystin	426.45 \pm 19.32 ^A	538.11 \pm 5.91 ^B	555.49 \pm 45.63 ^B	396.50 \pm 2.57 ^A
Genistin	496.09 \pm 10.86 ^A	796.78 \pm 11.28 ^B	1105.59 \pm 82.86 ^C	750.28 \pm 33.92 ^B
Malonyldaidzin	453.04 \pm 18.65 ^A	605.67 \pm 1.28 ^B	1191.77 \pm 94.80 ^C	588.88 \pm 7.44 ^B
Malonylgenistin	907.96 \pm 29.26 ^A	1229.84 \pm 16.73 ^B	1544.75 \pm 126.98 ^C	1452.63 \pm 35.69 ^C
Daidzein	153.81 \pm 0.26 ^A	242.52 \pm 2.49 ^B	460.10 \pm 25.93 ^C	258.14 \pm 20.55 ^B
Genistein	266.55 \pm 15.89 ^A	400.81 \pm 4.07 ^B	520.52 \pm 20.94 ^C	525.27 \pm 20.26 ^C
Total	3064.16 \pm 81.19 ^A	4488.47 \pm 22.27 ^B	6655.96 \pm 495.03 ^C	4450.96 \pm 121.14 ^B

All values are mean \pm SD ($n=3$)

^{A-D}Means with different superscripts in the same row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

Table 20. Isoflavone contents in soybean curd residue from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

($\mu\text{g/g}$, dry weight)

	Residue of soybean curd			
	Taekwang	Jinyang	Hayoung	Daebok
Daidzin	154.63 \pm 11.66 ^A	227.11 \pm 3.59 ^B	552.04 \pm 5.82 ^D	303.58 \pm 10.03 ^C
Glystin	286.07 \pm 36.89 ^A	425.15 \pm 8.19 ^B	458.32 \pm 2.87 ^{BC}	485.58 \pm 18.37 ^C
Genistin	278.15 \pm 12.54 ^A	275.92 \pm 8.31 ^A	440.33 \pm 41.95 ^B	410.95 \pm 15.69 ^B
Malonyldaidzin	266.85 \pm 26.28 ^A	430.76 \pm 2.72 ^B	922.43 \pm 13.39 ^D	508.13 \pm 15.99 ^C
Malonylgenistin	702.95 \pm 38.38 ^B	651.67 \pm 13.41 ^A	986.59 \pm 16.21 ^D	879.42 \pm 30.26 ^C
Daidzein	220.51 \pm 9.80 ^A	268.31 \pm 58.05 ^A	669.78 \pm 18.38 ^C	363.27 \pm 5.45 ^B
Genistein	839.47 \pm 24.93 ^C	576.84 \pm 1.40 ^A	788.99 \pm 22.14 ^B	834.18 \pm 27.60 ^C
Total	2748.64 \pm 158.72 ^A	2855.75 \pm 64.45 ^A	4818.48 \pm 88.10 ^C	3785.10 \pm 118.79 ^B

All values are mean \pm SD ($n=3$)

^{A-D}Means with different superscripts in the same row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

5) 재래 된장의 이화학적 특성 및 향산화 활성

(1) 된장의 색도

리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩(진양, 하영 및 대복)과 일반콩(태광)으로 제조한 재래 된장을 12개월 숙성하는 중 색도를 비교한 결과는 Table 21과 같다. 명도(L값)는 숙성 6개월 경과 후에 유의적으로 감소되어 어두워지는 경향이었으나, 숙성 12개월 까지 다시 증가되어 숙성 초기와 유의차를 보이지 않았다. 태광된장에 비해 하영된장은 유의적으로 어두운 경향을 보였다. 적색도(a값)는 숙성 전 기간에 모든 시료에서 8.44~10.97의 범위였으나, 숙성 초기에 비해 12개월 경과 후 유의적으로 증가된 경향이였다. 황색도(b값)는 숙성 초기에 비해 6개월 경과 후 감소되었으나, 숙성 12개월까지 다시 유의적으로 증가되었으며, 하영된장은 타 시료에 비해 유의적으로 낮은 값이었다. 전체적인 색차(ΔE)는 숙성 초기부터 숙성 6개월까지는 감소된 경향이였으나, 그 이후 숙성 12개월까지 유의적으로 증가되었다. 특히 하영된장이 대조구에 비해 유의적인 차이를 보였다.

이러한 결과는 된장의 숙성기간이 길어짐에 따라 명도(L값), 적색도(a값), 황색도(b값), 색차(ΔE)가 증가되었다는 보고(Jo SJ et al, 2001; Ku KH et al, 2014.)와 유사하였다. 된장의 색도는 메주 및 된장의 숙성 과정 중 amino-carbonyl 반응 정도의 차이 때문이며(Ahn JB et al, 2012), 메주에서 적색도 및 황색도가 높을수록 된장에서도 동일한 경향을 보인다고 보고되어 있다(Lee KS et al, 2001). 150일 숙성된 진양 및 태광된장에서 색차는 5.08의 차이를 보여 시료간에 현저한 색차를 보였다는 보고도 있다(Lee SJ et al, 2016). 본 연구에서 태광된장과 진양된장간에 유의적인 차이를 보이지 않은 것은 된장의 제조과정상의 차이에 기인된 것으로 생각된다.

(2) 된장의 일반성분 분석

리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩(진양, 하영 및 대복)과 일반콩(태광)으로 제조한 재래 된장을 12개월 숙성하는 중 일반성분의 함량은 Table 22와 같다. 수분함량은 61.06~65.80%의 범위로 숙성 6~9개월경에 유의적으로 높았으며, 12개월 경과 후에는 숙성 9개월된 된장에 비해 유의적으로 낮은 수준이었다. 전 숙성기간 동안 시료간에 대차는 보이지 않았다. 조단백질 함량은 숙성 초기 태광된장에 비해 진양 및 하영된장에서 유의적으로 높았으나, 숙성 기간이 경과됨에 따라 점차 감소되는 경향이였으며, 특히 숙성 9개월 경과 후에 가장 낮은 수준을 보였다. 염도는 숙성 초기부터 숙성 9개월까지 11.79~15.69%의 범위였는데, 숙성 12개월 경과 후에는 모든 시료에서 19% 이상이였으나, 시료간에 대차는 보이지 않았다. 된장의 pH는 전 숙성 기간에 5.82~6.28의 범위였으며, 숙성 12개월 경과 후에 하영 및 대복된장은 숙성 초기에 비해 다소 산성화된 경향을 보였다.

된장의 일반성분 함량은 전통식품인증규격에서 수분 55.0%이하, 조단백질 8.0% 이상을 기준으로 정하고 있으며(Korean Foods Industry, 2003), LOX결핍 유무에 따른 태광 및 진양된장은 150일간 숙성 후 수분 함량이 59.72~60.08%였는데(Lee SJ et al, 2016), 본 실험에서 된장의 수분 함량이 높았던 것은 된장의 담금방법에 따른 차이인 것으로 사료된다. 반면에 본 연구에서 된장의 수분 함량은 다소간 높았으나, 조단백질 함량은 적합한 것으로 평가되었다.

Table 21. Changes in Hunter's color values during ripening of Doenjang made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

		Ripening periods (months)			
		3	6	9	12
L-value	Taekwang	39.42±1.50 ^{bB}	37.90±1.01 ^{aB}	39.16±0.90 ^{bB}	39.73±0.40 ^{bB}
	Jinyang	39.18±0.95 ^{bB}	37.17±1.32 ^{aB}	40.07±0.48 ^{cC}	40.67±0.67 ^{cC}
	Hayoung	36.91±0.33 ^{bA}	35.54±0.71 ^{aA}	36.68±0.45 ^{bA}	36.67±0.29 ^{bA}
	Daebok	39.41±1.27 ^{bB}	37.54±1.63 ^{aB}	39.56±0.51 ^{bBC}	41.32±0.64 ^{cD}
a-value	Taekwang	9.78±0.13 ^{bC}	9.16±0.32 ^{aB}	9.36±0.23 ^{aC}	10.97±0.24 ^{cC}
	Jinyang	9.51±0.28 ^{bB}	8.64±0.43 ^{aA}	8.80±0.14 ^{aB}	10.55±0.62 ^{cB}
	Hayoung	8.79±0.11 ^{bA}	8.44±0.25 ^{aA}	8.47±0.19 ^{aA}	9.90±0.20 ^{cA}
	Daebok	8.96±0.18 ^{bA}	8.49±0.35 ^{aA}	8.69±0.19 ^{aB}	10.23±0.24 ^{cAB}
b-value	Taekwang	24.99±0.75 ^{bC}	23.53±0.46 ^{aB}	24.39±0.70 ^{bB}	27.64±0.75 ^{cC}
	Jinyang	24.54±0.99 ^{bC}	22.70±1.12 ^{aB}	24.31±0.53 ^{bB}	26.71±1.13 ^{cB}
	Hayoung	22.16±0.45 ^{bA}	21.10±1.08 ^{aA}	21.90±0.63 ^{bA}	24.21±0.66 ^{cA}
	Daebok	23.83±0.43 ^{bB}	23.06±0.61 ^{aB}	25.04±0.63 ^{cC}	28.16±0.58 ^{dC}
ΔE-value	Taekwang	47.70±0.98 ^{bB}	45.55±0.99 ^{aB}	47.08±0.81 ^{bB}	49.63±0.40 ^{cB}
	Jinyang	47.21±0.42 ^{bB}	44.41±1.46 ^{aB}	47.69±0.36 ^{bC}	49.80±1.13 ^{cB}
	Hayoung	43.94±0.34 ^{bA}	42.19±0.89 ^{aA}	43.56±0.49 ^{bA}	45.05±0.44 ^{cA}
	Daebok	46.92±1.18 ^{bB}	44.87±1.50 ^{aB}	47.63±0.43 ^{bC}	51.05±0.59 ^{cC}

All values are mean±SD (n=3).

Means with different superscripts in the same column(A-C) and the same row(a-d) are significantly different at p <0.05 by Duncan's multiple range test.

NS: not significant.

Table 22. Changes in moisture, crude protein contents, salinity and pH during ripening of Doenjang made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

	Ripening periods (months)			
	3	6	9	12
Moisture (%)				
Taekwang	62.12±0.23 ^{aB}	65.80±0.69 ^{bNS}	66.32±0.89 ^{bA}	62.45±0.41 ^{aNS}
Jinyang	61.19±0.10 ^{aA}	65.04±0.68 ^b	64.09±1.20 ^{bB}	61.47±0.45 ^a
Hayoung	61.06±0.17 ^{aA}	64.65±0.67 ^b	64.29±0.20 ^{bB}	61.55±0.85 ^a
Daebok	62.47±0.49 ^{aB}	64.45±0.80 ^b	64.36±0.33 ^{bB}	62.27±0.20 ^a
Crude protein (%)				
Taekwang	10.89±0.56 ^{bA}	10.89±0.15 ^{bNS}	10.00±0.06 ^{aNS}	10.12±0.06 ^{aAB}
Jinyang	12.35±0.68 ^{bB}	10.88±0.14 ^a	10.12±0.55 ^a	10.38±0.11 ^{aB}
Hayoung	12.37±0.11 ^{cB}	10.75±0.40 ^b	9.87±0.14 ^a	10.58±0.32 ^{bB}
Daebok	11.06±0.11 ^{cA}	10.55±0.45 ^{abc}	9.89±0.23 ^{ab}	9.74±0.48 ^{aA}
Salinity (%)				
Taekwang	14.91±0.76 ^{aC}	15.69±0.72 ^{aNS}	15.20±0.50 ^{aB}	19.86±0.01 ^{bB}
Jinyang	11.79±0.73 ^{aA}	15.39±0.42 ^c	13.54±0.74 ^{bA}	19.00±0.50 ^{dA}
Hayoung	13.74±0.27 ^{aB}	15.59±0.16 ^c	14.62±0.79 ^{bAB}	19.38±0.17 ^{dAB}
Daebok	13.64±0.44 ^{aB}	15.38±0.17 ^b	14.71±0.61 ^{bAB}	19.87±0.01 ^{cB}
pH				
Taekwang	6.08±0.02 ^{aB}	6.22±0.04 ^{bcC}	6.16±0.02 ^{bcC}	6.28±0.06 ^{cC}
Jinyang	6.06±0.02 ^{aB}	6.13±0.05 ^{bB}	6.03±0.02 ^{aB}	6.15±0.03 ^{bB}
Hayoung	5.96±0.02 ^{cA}	5.90±0.03 ^{bA}	5.82±0.01 ^{aA}	5.95±0.01 ^{cA}
Daebok	6.18±0.02 ^{cC}	6.09±0.01 ^{aB}	6.13±0.14 ^{abC}	6.14±0.02 ^{bB}

All values are mean±SD (n=3).

Means with different superscripts in the same column(A-C) and the same row(a-d) are significantly different at p <0.05 by Duncan's multiple range test.

NS: not significant.

(3) 된장의 유리아미노산 함량

리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩(진양, 하영 및 대복)과 일반콩(태광)으로 제조한 재래 된장을 12개월 숙성하는 중 유리아미노산 함량을 측정한 결과는 Table 23과 같다. 된장 중의 유리아미노산은 29종이 검출되었다. 총 유리아미노산은 태광된장에서 숙성 초기에 비해 시간이 경과됨에 따라 점차 감소되는 경향이였으며, 3종의 난소화성당 저함량 콩으로제조된 된장에서 숙성 6개월경에 유리아미노산 총량이 가장 많았으며, 그 이후 숙성 12개월까지 다소간 감소되는 경향을 보였다.

된장에서 감칠맛을 내는 대표적인 아미노산인 aspartic acid와 glutamic acid의 함량은 숙성 3~9개월까지는 태광된장에 비해 진양 및 하영된장에서 더 많은 함량이었으나, 숙성 12개월 경과 후에는 3종의 난소화성당 저함량 콩 된장이 태광된장에서 비해 높은 함량이었다. 총 유리아미노산에 대한 aspartic acid와 glutamic acid 함량의 비율은 진양된장에서 가장 높았으며, 다음으로 하영된장이었다.

Table 23. Changes in free amino acid contents during ripening of Doenjang made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

(mg/100 g)

	Ripening periods (months)			
	3	6	9	12
Taekwang				
Aspartic acid+Glutamic acid (ratio of total, %)	232.27 (15.91)	212.41 (16.92)	162.17 (15.47)	162.09 (14.76)
Total	1460.01	1255.63	1047.98	1098.18
Jinyang				
Aspartic acid+Glutamic acid (ratio of total, %)	355.74 (20.39)	392.56 (19.85)	406.69 (21.75)	405.89 (22.28)
Total	1744.40	1977.26	1869.64	1821.65
Hayoung				
Aspartic acid+Glutamic acid (ratio of total, %)	244.03 (14.74)	355.80 (18.80)	340.42 (18.23)	345.28 (19.18)
Total	1655.86	1892.14	1867.44	1799.82
Daebok				
Aspartic acid+Glutamic acid (ratio of total, %)	125.71 (10.56)	164.90 (11.48)	155.10 (10.83)	239.65 (16.24)
Total	1190.41	1436.32	1432.52	1475.28

된장의 숙성과정 중 효소작용으로 생성되는 아미노산의 구수한 맛은 된장의 풍미에 중요시 되는 부분으로, 특히 유리아미노산은 된장의 맛을 좌우하는 성분으로 알려져 있다(Chang M et al, 2010). 유리아미노산은 원료나 숙성 온도, 숙성 기간에 따라 차이가 있고, 맛에 대한 기여도는 leucine, isoleucine과 같은 쓴맛 성분이나 cystine, aspartic acid 및 glutamic acid 등의 구수한 맛을 내는 성분들이 관여하는 것으로 보고되어 있다(Yang SH et al, 1992). 전국에서 수거한 전통 된장의 유리아미노산 함량은 707.4~4403.5 mg%범위였으며, 전통 된장의 평균 유리아미노산 총량이 2908.9 mg%였다는 보고(No JD et al, 2008)에 비해 본 연구결과에서는 다소 낮은 함량이었다. 이는 된장 중 유리아미노산 함량이 담금 방법, 원료, 숙성 온도, 숙성 기간에 의존적이기 때문이라 생각된다.

유리아미노산 함량으로 볼 때 진양 및 하영된장은 숙성 6~9개월경에 그 함량이 많았으며, 대복된장은 숙성 12개월 경과 후에 증가되어 원료콩의 종류에 따라 된장의 숙성 기간에 차이를 보이는 것으로 생각된다.

(4) 된장의 무기물 함량

일반 콩 및 난소화성당 저함량 콩으로 만든 된장의 숙성기간에 따른 된장의 무기물 함량을 분석한 결과는 Table 24와 같다. 무기물은 총 8종이 검출되었으며, 나트륨의 함량이 가장 많았으며, 다음으로 칼륨, 인 및 칼슘의 순이었다. 무기물 총량은 원료콩의 종류에 따른 차이가 적었으며, 숙성 기간의 경과에 따라 증감이 반복되었으나, 숙성 초기에 비해 숙성 12개월 경과 후에 3종의 난소화성당 저함량 콩으로 만든 된장에서 유의적으로 증가된 경향이었으나, 태광된장에서는 유의차를 보이지 않았다.

혼합콩으로 만든 전통 된장에서 칼슘과 마그네슘의 함량은 각각 95.20 mg/100 g 및 44.57 mg/100 g으로 보고된 바 있는데(Yoon WJ et al, 2011), 본 연구 결과에서 숙성 6~9개월된 진양된장에서 칼륨, 칼슘 및 마그네슘 함량은 태광된장에 비해 더 높은 수준이었다.

(5) 된장의 총당 및 환원당 함량

일반 콩 및 난소화성당 저함량 콩으로 만든 된장의 숙성기간에 따른 총당 및 환원당을 분석한 결과는 Table 25와 같다. 총당 함량은 숙성 기간이 경과됨에 유의적으로 증가되는 경향이였다. 태광된장에 비해 3종의 난소화성당 저함량 콩으로 만든 된장에서 높은 함량이었으며, 특히 숙성 전 기간에서 하영된장의 함량이 가장 많았다. 숙성 초기에 진양 및 대복된장의 총당 함량은 유사한 경향이였으나, 숙성 12개월 경과 후에는 유사한 비슷한 수준이었다.

환원당 함량은 숙성 초기에 219.24~382.88 mg/100 g이었는데, 숙성 기간이 경과됨에 따라 유의적으로 감소되는 경향이였다. 숙성 기간 동안 하영된장에서 환원당의 감소폭이 가장 컸으며, 진양된장에서 감소폭이 가장 적었다. 따라서 숙성 12개월 경과 후에 진양된장의 환원당 함량이 151.06 mg/100 g으로 태광된장과 유사한 수준이었으며, 하영 및 대복된장에서 환원당 함량은 유의적으로 낮은 수준을 보였다.

Table 24. Changes in mineral contents during ripening of Doenjang made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

(mg/100 g)

		Ripening periods (months)			
		3	6	9	12
Taekwang	K	281.13±5.30	368.07±7.37	250.53±2.04	268.53±6.52
	Ca	99.15±3.86	85.60±1.66	88.77±0.66	110.79±0.73
	Mg	28.24±0.99	44.90±0.37	23.62±0.18	23.11±0.28
	Na	4672.67±101.08	4924.00±131.77	4655.33±25.01	4812.00±81.90
	Fe	5.99±0.02	6.80±0.07	4.71±0.04	9.48±0.17
	Mn	0.36±0.00	0.43±0.03	0.03±0.01	0.41±0.01
	Al	5.59±0.10	5.33±0.11	2.63±0.03	6.95±0.10
	P	93.45±0.66	124.21±0.97	86.67±1.22	89.47±1.31
	Total	5186.59±100.79 ^{abNS}	5559.33±129.62 ^{cNS}	5112.29±28.25 ^{aAB}	5320.75±79.47 ^{bNS}
Jinyang	K	335.00±7.41	391.47±6.91	335.53±8.16	333.07±11.26
	Ca	117.44±35.20	104.11±1.26	93.00±1.82	96.57±3.26
	Mg	45.14±0.91	46.59±0.57	43.17±0.90	39.93±1.15
	Na	4505.33±83.36	4833.33±88.10	4422.67±57.87	4692.67±46.01
	Fe	6.97±0.13	9.41±0.14	5.08±0.07	9.16±0.08
	Mn	0.49±0.01	0.15±0.01	0.15±0.01	0.55±0.01
	Al	3.51±0.06	5.07±0.08	1.89±0.04	5.21±0.10
	P	118.13±2.35	117.55±2.26	112.18±1.02	112.78±1.07
	Total	5132.01±93.43 ^a	5507.66±88.26 ^c	5013.68±61.82 ^{aA}	5289.93±58.84 ^b
Hayoung	K	340.20±5.77	268.40±2.62	355.87±1.29	338.73±13.01
	Ca	98.99±1.94	82.40±0.91	95.77±2.64	110.49±1.29
	Mg	36.77±0.50	25.61±0.31	42.30±0.98	41.76±0.66
	Na	4581.33±25.48	4842.00±108.13	4706.67±119.04	4722.67±14.47
	Fe	5.38±0.07	5.46±0.06	4.57±0.11	6.83±0.05
	Mn	0.43±0.01	0.01±0.01	0.15±0.02	0.59±0.01
	Al	5.73±0.09	2.73±0.07	2.33±0.10	5.91±0.03
	P	116.81±1.69	90.35±0.70	119.17±3.91	121.47±
	Total	5185.64±19.37 ^a	5316.97±109.46 ^b	5326.83±123.41 ^{bC}	5348.45±9.71 ^b
Daebok	K	299.00±3.98	303.07±5.69	309.67±6.51	319.73±5.95
	Ca	81.35±1.83	68.28±0.33	81.11±1.39	88.47±1.44
	Mg	30.69±0.58	31.33±0.12	28.63±0.48	27.18±0.48
	Na	4650.00±58.41	4940.00±73.43	4720.00±74.48	4840.00±40.60
	Fe	9.39±0.02	6.49±0.06	4.81±0.03	8.04±0.15
	Mn	0.48±0.00	0.10±0.00	0.15±0.01	0.55±0.01
	Al	4.71±0.04	5.91±0.09	3.03±0.02	6.67±0.16
	P	100.53±0.84	95.35±1.53	94.50±1.18	91.49±2.29
	Total	5176.15±62.08 ^a	5450.53±75.72 ^b	5241.90±76.57 ^{aBC}	5382.14±39.72 ^b

All values are mean±SD (n=3).

Means with different superscripts in the same column(A-C) and the same row(a-c) are significantly different at p <0.05 by Duncan's multiple range test.

NS: not significant.

Table 25. Changes in total sugar and reducing sugar contents during ripening of Doenjang made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose (mg/100 g)

	Ripening periods (months)			
	3	6	9	12
Total sugar				
Taekwang	743.06±24.48 ^{aA}	894.76±15.81 ^{bA}	875.53±1.85 ^{bA}	1131.94±59.65 ^{cA}
Jinyang	884.08±18.78 ^{aB}	926.82±21.82 ^{bB}	1031.52±11.26 ^{cB}	1344.55±11.56 ^{dB}
Hayoung	1153.31±10.30 ^{aC}	1196.05±11.26 ^{aD}	1197.12±56.70 ^{aC}	1485.58±6.41 ^{bC}
Daebok	910.79±17.65 ^{aB}	1084.94±13.97 ^{bC}	918.27±11.56 ^{aA}	1300.75±12.95 ^{cB}
Reducing sugar				
Taekwang	249.55±19.81 ^{bB}	155.61±2.62 ^{aNS}	149.55±4.55 ^{aA}	146.52±6.94 ^{aB}
Jinyang	219.24±2.62 ^{bA}	158.64±7.87 ^a	155.61±2.61 ^{aA}	151.06±14.61 ^{aB}
Hayoung	382.88±6.94 ^{dD}	155.61±2.62 ^b	232.88±2.62 ^{cC}	123.79±6.94 ^{aA}
Daebok	270.76±2.62 ^{dC}	154.09±4.55 ^b	201.06±11.44 ^{cB}	119.24±6.94 ^{aA}

All values are mean±SD (n=3).

Means with different superscripts in the same column(A-D) and the same row(a-d) are significantly different at p <0.05 by Duncan's multiple range test.

NS: not significant.

원료콩의 품질과 기능성을 저하시키는 난소화성당 성분인 stachyose 함량은 진양콩(2.0 g/kg), 하영콩(1.72 g/kg) 및 대북콩(2.55 g/kg)이 태광콩(12.03 g/kg)에 비해 현저히 낮은 함량인 것으로 보고되어 있다(Ha DS et al, 2017). 원료콩의 총당 및 환원당 함량은 태광에 비해 3종의 난소화성당 저함량 콩에서 유의적으로 낮았으나(Table 6), 이들 콩으로 제조된 된장에서는 다소 상이한 경향을 보였다.

대부분의 된장은 발효 초기에 당 함량이 최대치를 나타내고, 그 이후에 당은 미생물에 의해 알콜 발효 및 유기산 발효의 기질로 사용됨으로써 감소하는 것으로 알려져 있으며(Lee SY et al, 2012), 원료를 달리하여 제조한 된장의 총당과 환원당 함량은 숙성이 진행됨에 따라 감소되었다는 보고가 있는데(Park JS et al, 1995), 본 연구에서 총당 함량은 다소 상이한 경향이였다. 본 연구에서 총당은 숙성 기간이 경과됨에 따라 증가되어 숙성 12개월 경에 가장 높은 수준을 보였는데, 본 연구에서 된장은 메주에 소금물을 12개월 동안 침지시켜 숙성시킨 후에 된장과 간장을 분리한 것으로 침지되는 동안 간장 중의 당 함량이 메주로 이행되었을 가능성도 있을 것으로 추정된다.

(6) 된장의 관능평가

일반 콩 및 난소화성당 저함량 콩으로 만든 된장을 9개월동안 숙성시킨 후 관능평가를 실시한 결과는 Fig. 7과 같다.

된장의 색깔(color)은 하영된장이 가장 진한 것으로 나타났으며, 그 외 시료는 태광된장과 유사한 것으로 평가되었다. 된장의 조직감은 태광된장에 비해 3종의 난소화성당 저함량 콩으로 만든 된장에서 다소 단단한 것으로 인지되었으며, 풍미는 진양된장이 태광된장에 비해 다소 낮았으며, 그 외 된장은 태광된장과 유사한 것으로 나타났다. 된장에서 메주콩 냄새는 태광된장에 비해 3종의 난소화성당 저함량 콩으로 만든 된장에서 다소 높았으며, 짠맛은 오히려 태광된장에 비해 다소 낮은 것으로 평가되었다. 감칠맛은 태광된장에서 다소 높았으나, 대북된장에서 가장 낮은 반면, 진양 및 하영된장은 태광된장과 대차를 보이지 않았다. 전체적인 기호도는 대북된장이 가장 낮았으며, 진양 및 하영된장은 태광된장에 비해 다소 높았으나, 대차를 보이지는 않았다.

난소화성당 저함량 콩으로 만든 된장을 태광된장과 비교해 볼 때 관능적인 측면에서 두드러진 차이를 보이지는 않아, 기호도 측면에서 재래 된장으로 사용이 적절할 것으로 판단된다.

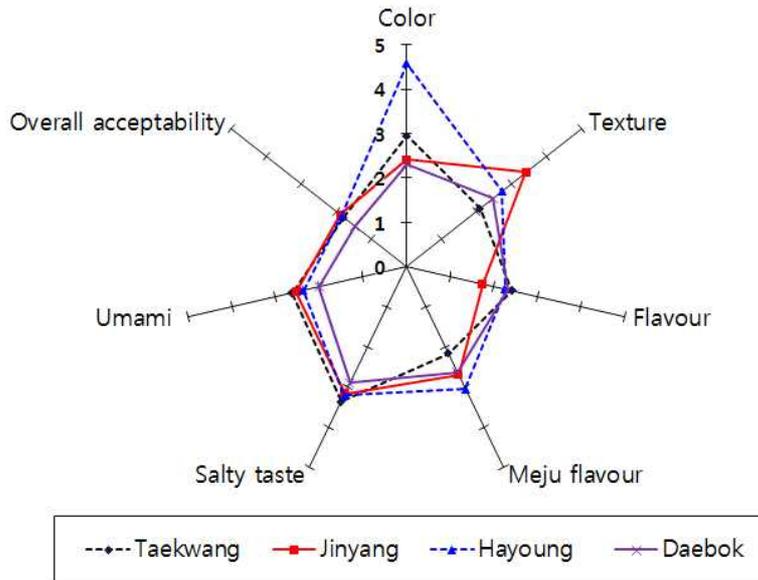


Fig. 7. Sensory characteristics in ripened for 9 month Doenjang made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose.

(7) 된장의 이소플라본 함량

일반 콩 및 난소화성당 저함량 콩으로 만든 된장의 숙성 기간에 따른 이소플라본을 분석한 결과는 Table 26과 같다. 된장에서의 이소플라본은 genistin, glycitin, genistein 및 daidzein 등의 총 4종이 검출되었다. 모든 된장에서 이소플라본 함량은 숙성 9개월까지 증가되는 경향을 보였다. Genistin과 daidzein 함량은 숙성 9~12개월경에 현저한 감소 현상을 보였으나, glycitin 및 genistein은 숙성 9~12개월경에도 증가되는 경향이였다. 숙성 6개월경에 태광된장에 비해 진양 및 하영된장에서는 glycitin, genistein 및 daidzein의 함량이 더 높은 경향이였다.

이소플라본은 식물체의 페놀 화합물의 배당체로써 지방산, 전립선 질환의 예방 효과가 높은 것으로 잘 알려져 있다. 대두 발효 식품 중에서 이소플라본은 인체에 흡수되기 쉬운 aglycone 형태로 전환되는데, 주로 genistein 및 daidzein의 함량이 높은 것으로 보고되어 있다(Oh HJ et al, 2009). 또한 대두의 이소플라본 함량은 콩의 생육 환경과 품종에 따라 다르며(Moon BK et al, 1996), 이와 같이 된장의 숙성 기간에 따른 이소플라본 함량 변화는 발효가 진행되는 동안 생성된 미생물에 의해 이소플라본의 분해 패턴이 상이하기 때문이라 생각된다. 더욱이 된장이 숙성됨에 따라 이소플라본의 함량에 차이를 보이는 것은 된장의 숙성 과정 중 미생물의 β -glucosidase에 의해 이소플라본이 가수분해되는 정도가 다르기 때문이라고 보고(Kim JS & Yoon S, 1999)와 관련있는 것으로 생각된다.

한편 된장의 숙성기간 중 이소플라본 배당체로부터 genistein과 daidzein의 함량이 증가되어 항산화 효과에 관여한다는 보고가 있는데(Kwon SH & Shon MY, 2004), 본 연구 결과에서도 6~9개월 숙성된 된장에서 항산화 활성이 다소 높아 이러한 효과를 기대할 수 있다고 판단된다.

(8) 된장의 총 페놀 및 플라보노이드 함량

일반 콩 및 난소화성당 저함량 콩으로 만든 된장의 숙성기간에 따른 총 페놀 및 플라보노이드 함량을 분석한 결과는 Table 27과 같다. 총 페놀함량은 태광된장에 비해 진양 및 하영된장은 유의적으로 높은 함량이었으나, 대북된장은 태광된장에 비해 다소 높은 함량이었으나, 숙성 3 및 9개월경에 유의적인 차이는 보이지 않았다. 총 페놀 함량은 숙성 초기~숙성 9개월까지는 유의적인 경향을 보이다가 숙성 12개월경에는 오히려 유의적으로 감소되는 경향이였으나, 3종의 난소화성 저함량 콩으로 만든 된장은 태광된장에 비해 유의적으로 높은 함량이었다.

플라보노이드 함량은 숙성 3개월경에는 태광된장에서 유의적으로 높았으나, 숙성 6개월 이후 점차 감소되는 경향이였으며, 하영된장이 태광된장에 비해 다소 높은 경향을 보였을 뿐 그 외 된장은 태광된장과 대차를 보이지 않았다.

Table 26. Changes in isoflavone contents during ripening of Doenjang made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

(µg/g)

	Ripening periods (months)			
	3	6	9	12
Genistin				
Taekwang	16.66±0.10 ^{aD}	18.29±0.04 ^{bC}	49.95±0.05 ^{dC}	31.61±0.02 ^{cD}
Jinyang	15.87±0.11 ^{aC}	17.04±0.07 ^{bB}	44.42±0.03 ^{dA}	18.21±0.03 ^{cB}
Hayoung	15.10±0.20 ^{bB}	23.68±0.09 ^{cD}	51.54±0.06 ^{dD}	13.64±0.03 ^{aA}
Daebok	9.21±0.12 ^{aA}	16.45±0.05 ^{bA}	47.47±0.03 ^{dB}	27.72±0.04 ^{cC}
Glycitin				
Taekwang	78.20±0.22 ^{aD}	88.65±0.18 ^{bC}	91.41±0.22 ^{cB}	114.71±0.15 ^{dD}
Jinyang	78.69±0.33 ^{aC}	77.37±0.18 ^{bB}	98.65±0.19 ^{dD}	90.79±0.13 ^{cB}
Hayoung	68.10±0.60 ^{bB}	95.81±0.19 ^{cD}	96.25±0.16 ^{cC}	67.32±0.12 ^{aA}
Daebok	45.90±0.29 ^{aA}	72.94±0.25 ^{cA}	66.59±0.18 ^{bA}	94.08±0.12 ^{dC}
Genistein				
Taekwang	219.53±0.30 ^{aD}	294.36±0.21 ^{bC}	416.95±0.09 ^{cD}	458.82±0.06 ^{dD}
Jinyang	212.71±0.47 ^{aC}	369.12±0.15 ^{bD}	372.95±0.12 ^{cC}	428.00±0.05 ^{dC}
Hayoung	200.24±0.39 ^{aB}	235.51±0.12 ^{bA}	363.55±0.12 ^{cB}	383.69±0.07 ^{dA}
Daebok	133.88±0.06 ^{aA}	256.03±0.25 ^{bB}	323.46±0.10 ^{cA}	393.23±0.10 ^{dB}
Daidzein				
Taekwang	137.66±0.32 ^{aD}	182.52±0.11 ^{bB}	428.34±0.08 ^{dD}	258.10±0.03 ^{cD}
Jinyang	114.20±0.20 ^{aC}	191.00±0.08 ^{bC}	370.61±0.06 ^{dB}	215.95±0.07 ^{cB}
Hayoung	104.40±0.12 ^{aB}	239.48±0.09 ^{cD}	388.39±0.06 ^{dC}	138.02±0.05 ^{bA}
Daebok	74.35±0.07 ^{aA}	157.50±0.09 ^{bA}	325.32±0.07 ^{dA}	204.44±0.08 ^{cC}

All values are mean±SD (n=3).

Means with different superscripts in the same column(A-D) and the same row(a-d) are significantly different at p <0.05 by Duncan's multiple range test.

NS: not significant.

지역별로 된장의 총 폴리페놀 함량이 상이한 것은 원료콩의 종류가 다르기 때문에 이소플라본의 함량이 다르고 제조과정 중 발효기간의 차이에 따라 이소플라본 배당체로부터 genistein과 daidzein의 변환되는 시간이 다르기 때문이라고 보고되어 있다(Ahn JB et al, 2012). 대두, 된장, 청국장 등의 폴리페놀 함량을 비교한 결과 된장에서 가장 많았으며(Oh HJ & Kim CS, 2007), 본 연구에서도 콩보다 된장에서 총 페놀 및 플라보노이드 함량이 더 높았는데(Table 8) 이는 콩이 된장으로 제조되어 숙성되는 동안 미생물의 기작에 의한 것으로 추정된다.

더욱이 시료 추출물의 항산화 활성과 폴리페놀 함량을 비교한 결과 각 활성에 대하여 폴리페놀 함량과 활성간에 양(+)의 상관관계를 나타내어 식물 중에 존재하는 폴리페놀화합물들이 나타내는 항산화 활성과 밀접한 관련이 있음을 확인할 수 있다는 결과(Kim EY et al, 2004)로 볼 때 본 연구에서 사용된 된장의 섭취는 체내 생리기능의 향상에 도움이 될 것으로 예상된다.

Table 27. Changes in total phenol and flavonoid contents during ripening of Doenjang made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose (mg/g extract)

	Ripening periods (months)			
	3	6	9	12
Total phenol				
Taekwang	9.08±0.12 ^{aA}	9.13±0.05 ^{abA}	10.70±0.10 ^{cA}	9.30±0.14 ^{bA}
Jinyang	10.22±0.18 ^{abB}	10.05±0.20 ^{aD}	11.68±0.05 ^{cC}	10.41±0.02 ^{bc}
Hayoung	10.18±0.23 ^{bbB}	9.48±0.11 ^{aB}	11.13±0.19 ^{cb}	9.94±0.03 ^{bbB}
Daebok	9.37±0.04 ^{aA}	9.74±0.10 ^{bc}	10.72±0.12 ^{cA}	9.96±0.25 ^{bbB}
Flavonoids				
Taekwang	2.08±0.08 ^{cb}	1.64±0.09 ^{ba}	1.45±0.13 ^{abA}	1.42±0.12 ^{aA}
Jinyang	1.83±0.08 ^{ba}	2.00±0.05 ^{bcB}	2.03±0.17 ^{cb}	1.33±0.05 ^{aA}
Hayoung	1.86±0.20 ^{aA}	2.48±0.03 ^{bc}	1.89±0.14 ^{ab}	1.90±0.11 ^{ab}
Daebok	1.74±0.05 ^{ba}	1.74±0.10 ^{ba}	1.88±0.03 ^{cb}	1.38±0.05 ^{aA}

All values are mean±SD (n=3).

Means with different superscripts in the same column(A-C) and same row(a-c) are significantly different at p <0.05 by Duncan's multiple range tests.

(9) 된장의 항산화 활성

일반 콩 및 난소화성당 저함량 콩으로 만든 된장의 숙성기간에 따른 항산화 활성을 측정 한 결과는 Table 28과 같다. 된장의 80% 메탄올 추출물을 0.5~10 mg/mL의 농도로 조정하여 DPPH 라디칼 소거활성을 측정하여 EC_{50%}로 나타낸 결과, 숙성 초기에는 하영된장이 태광된장에 비해 유의적으로 우수하였으나, 9~12개월 숙성된 3종의 난소화성당 저함량 콩으로 만든 된장이 태광된장에 비해 오히려 우수하였다. ABTS 라디칼 소거활성은 숙성 3개월경에 진양 및 하영된장에서 태광된장에 비해 유의적으로 높은 활성을 보였으나, 숙성 6~9개월경에는 비슷한 경향을 보였다가 숙성 12개월 경과 후에는 태광된장과 진양 및 하영된장간에 유의차가 없었다. ABTS 라디칼 소거활성은 숙성기간이 경과됨에 따라 활성이 증가되는 경향이였다.

FRAP에 의한 환원력은 EC₁₀₀ μM값으로 나타낸 결과 숙성 3~9개월까지는 시료간에 대차를 보이지 않았으나, 숙성 12개월 경과 후에는 진양된장이 태광된장에 비해 유의적으로 높은 활성이었으며, 대북된장은 태광된장과 유사한 수준이었다. 된장의 환원력은 숙성 9개월 경과 후 가장 우수한 것으로 나타났다.

Table 28. Antioxidant activities during ripening of Doenjang made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

	(mg/mL)			
	Ripening periods (months)			
	3	6	9	12
DPPH radical scavenging ¹⁾				
Taekwang	2.06±0.21 ^{aB}	2.26±0.03 ^{aB}	2.22±0.06 ^{aC}	3.21±0.44 ^{bC}
Jinyang	2.35±0.12 ^{cC}	2.13±0.06 ^{bA}	1.85±0.13 ^{aB}	2.70±0.12 ^{dB}
Hayoung	1.78±0.13 ^{aA}	2.23±0.08 ^{bB}	2.18±0.11 ^{bC}	1.70±0.06 ^{aA}
Daebok	2.25±0.22 ^{cBC}	2.11±0.03 ^{bcA}	1.47±0.39 ^{aA}	1.84±0.11 ^{bA}
ABTS radical scavenging ¹⁾				
Taekwang	7.37±0.33 ^{dB}	5.55±0.16 ^{cA}	4.60±0.07 ^{bB}	4.15±0.08 ^{aA}
Jinyang	6.33±0.13 ^{dA}	5.84±0.20 ^{cA}	5.26±0.25 ^{bC}	4.04±0.06 ^{aA}
Hayoung	5.93±0.09 ^{cA}	5.73±0.11 ^{bA}	6.26±0.12 ^{dD}	4.36±0.07 ^{aAB}
Daebok	7.17±0.37 ^{dB}	6.23±0.38 ^{cB}	3.73±0.07 ^{aA}	4.60±0.39 ^{bB}
Reducing power by FRAP ²⁾				
Taekwang	4.61±0.07 ^{bA}	5.66±0.17 ^{cA}	4.44±0.05 ^{aA}	4.62±0.06 ^{bB}
Jinyang	5.55±0.05 ^{cA}	6.23±0.27 ^{dB}	4.57±0.06 ^{bB}	3.94±0.04 ^{aA}
Hayoung	4.54±0.06 ^{aA}	5.28±0.42 ^{bA}	4.48±0.07 ^{aA}	5.40±0.52 ^{bC}
Daebok	7.19±2.49 ^{bB}	5.32±0.11 ^{aA}	4.51±0.05 ^{aAB}	4.53±0.15 ^{aB}

All values are mean±SD (n=4).

Means with different superscripts in the same column(A-D) and same row(a-d) are significantly different at p <0.05 by Duncan's multiple range tests.

¹⁾Effective concentration values (EC_{50%}, mg/mL) of sample were calculated from the regression lines using four different concentrations (0.5, 1, 2.5, 5 and 10 mg/mL), and their data were presented as 50% scavenging activity to DPPH and ABTS radicals.

²⁾Effective concentration values (EC₁₀₀ μM, mg/mL) of sample were calculated from the regression lines using four different concentrations (0.5, 1, 2.5, 5 and 10 mg/mL), and their data were presented as 100 μM scavenging activity to reducing power.

콩의 항산화 활성은 이소플라본 중 genistein 및 daidzein에 의한 유리 라디칼 소거에 의한 것으로 알려져 있는데(Ruiz-Larrea MB et al, 1997), LOX-2,3이 결여된 콩은 일반 콩에 비해 이소플라본 함량이 높다는 보고가 있다(Esteves EA et al, 2010). 대두, 된장, 청국장 메탄올 추출물의 전자공여활성은 200 ppm의 농도에서 각각 7.9%, 10.3%, 8.5%이었으며 1000 ppm에서는 11.2%, 16.2%, 9.6%를 나타내어 된장의 라디칼 소거활성이 우수한 것으로 보고한 바 있는데(Oh HJ & Kim CS, 2007), 된장의 숙성 과정에 따른 유효성분의 증가에 의한 결과로 추정된다. 한편 우리나라에서 시판되는 된장의 ABTS 라디칼 소거활성 측정결과 6.43~14.38 mg ascorbic acid eq/mL 범위였으며, 지역에 따라 된장의 제조방법과 숙성 과정에 의한 미생물의 생육환경 차이로 항산화 활성이 다르게 나타날 수 있다고 보고되어 있다(Ahn JB et al, 2012). FRAP법의 의한 항산화 원리는 항산화력을 가진 물질이 환원력을 가진다는 것에 인해 고안되어 환원력은 라디칼 소거활성과 상관성이 높다고 보고되고 있다(Benzie IFF & Strain JJ, 1996). 따라서 12개월 숙성된 된장은 유효성분의 증가와 더불어 항산화 활성이 증가된 것으로 생각되며, 난소화성당 저함량 콩으로 만든 된장도 태광된장과 마찬가지로 품질 뿐아니라 기능성 측면에서 손색이 없을 것으로 여겨진다.

6) 재래 간장의 이화학적 특성 및 항산화 활성

(1) 간장의 염도, pH, 갈색도 및 조단백질 함량

리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩으로 만든 메주를 소금물에 침지시켜 3, 6, 9 및 12개월 숙성 후 얻은 재래간장에서 염도, pH, 갈색도 및 조단백질 함량을 측정 한 결과는 Table 29와 같다. 간장의 염도는 18.03~19.58%로 숙성 전 기간 동안 대차를 보이지 않았다. 간장의 pH는 5.72~6.43의 범위로 숙성 기간 동안 증감을 반복하다가, 숙성 9개월 이후 12개월까지 다소 증가되는 경향을 보였다. 특히 6개월동안 숙성시킨 간장에서 산성화가 가장 심하였다. 간장의 갈색도는 숙성 3개월 경에는 0.158~0.159의 범위였으나, 숙성 12개월 경과 후에는 0.200~0.255의 범위로 숙성 6~9개월경에는 태광간장에 비해 하영간장에서 유의적으로 높았으나, 숙성 12개월 후에는 태광간장에 비해 진양 및 하영간장에서 유의적으로 높은 값을 보였다. 간장의 조단백질 함량은 6.01~7.48%의 범위였으며, 숙성 3개월경에는 진양 및 하영간장에서 태광간장에 비해 유의적으로 높았는데 이는 원료콩의 조단백질 함량과 일치하는 경향이였다(Table 3). 태광 및 하영간장은 숙성 기간 중 조단백질 함량에 유의적인 변화를 보이지 않았으나, 진양간장은 숙성 6개월경에 가장 높은 함량이었으며, 대북간장은 숙성 12개월경에 가장 높은 함량이었다.

Table 29. Changes in moisture and crude protein contents during ripening of Kanjang made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

	Ripening periods (months)			
	3	6	9	12
Salinity (%)				
Taekwang	19.37±0.44 ^{nsNS}	18.91±0.34 ^{NS}	18.90±0.74 ^{NS}	19.19±0.17 ^{NS}
Jinyang	18.61±0.16 ^b	18.03±0.17 ^a	18.41±0.58 ^{ab}	18.08±0.01 ^b
Hayoung	18.78±0.73 ^{ns}	18.79±0.32	18.41±0.29	19.15±0.17
Daebok	19.58±0.50 ^b	19.10±0.73 ^a	18.86±0.17 ^b	19.16±0.45 ^b
pH				
Taekwang	6.43±0.01 ^{dC}	6.04±0.01 ^{aC}	6.20±0.01 ^{bC}	6.25±0.04 ^{dD}
Jinyang	6.22±0.01 ^{dB}	5.84±0.01 ^{aB}	6.12±0.03 ^{cB}	6.07±0.01 ^{bB}
Hayoung	6.15±0.01 ^{dA}	5.72±0.03 ^{aA}	5.75±0.03 ^{bA}	5.83±0.01 ^{cA}
Daebok	6.41±0.02 ^{dD}	6.07±0.01 ^{aD}	6.10±0.04 ^{bB}	6.11±0.01 ^{bC}
Browning intensity in 420 nm				
Taekwang	0.158±0.001 ^{aA}	0.182±0.001 ^{bC}	0.195±0.001 ^{cC}	0.227±0.001 ^{dC}
Jinyang	0.165±0.001 ^{aB}	0.178±0.001 ^{bB}	0.193±0.001 ^{cB}	0.255±0.002 ^{dD}
Hayoung	0.159±0.000 ^{aA}	0.185±0.001 ^{bD}	0.200±0.001 ^{cC}	0.211±0.002 ^{dB}
Daebok	0.159±0.001 ^{aA}	0.171±0.000 ^{bA}	0.186±0.001 ^{cA}	0.200±0.002 ^{dA}
Crude protein (%)				
Taekwang	6.01±0.11 ^{nsA}	6.23±0.12 ^A	6.19±0.24 ^A	6.12±0.01 ^A
Jinyang	6.53±0.06 ^{abC}	7.48±0.23 ^{bB}	7.08±0.67 ^{abB}	6.74±0.23 ^{aAB}
Hayoung	6.67±0.48 ^{nsC}	7.25±0.23 ^B	7.15±0.34 ^B	6.60±0.66 ^{AB}
Daebok	6.05±0.12 ^{aAB}	6.63±0.34 ^{abA}	6.49±0.33 ^{abAB}	7.00±0.38 ^{bB}

All values are mean±SD (n=3).

Means with different superscripts in the same column(A-D) and same row(a-d) are significantly different at p <0.05 by Duncan's multiple range tests.

NS: not significant.

염도는 짠맛 뿐만 아니라 단맛, 신맛을 부여하여 간장 특유의 맛을 구성하는 요소로써, 본 실험에서는 숙성기간이 경과에 따른 대차를 보이지 않았다. 18점의 재래식 간장에서 염도는 19.8~30.8%의 범위였다고 보고된 바 있는데(Kim YA et al, 1996), 간장의 염도는 담금과정에 사용된 소금과 숙성과정 중 탈수 정도에 차이를 보이는 것으로 추정된다. 해양심층수 소금을 이용하여 제조한 재래식 간장의 숙성 기간에 따른 pH는 담금 직후 5.7에서 숙성이 진행됨에 따라 점차 감소하였다는 보고가 있는데(Kwon OJ et al, 2010), 이는 본 연구결과와 유사한 경향이였다. 재래식 조선간장의 pH는 5.11~6.98 (Kim YA et al, 1996), pH 5.52~6.98 (Kim JS et al, 2006)인 것으로 보고되어져 있는데, 본 실험의 결과와 유사한 경향이였다.

간장의 색은 maillard 반응에 의해 형성되는데, 당, 아미노산, 온도 및 pH가 갈변반응에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Kim JS et al, 2006). 간장의 색은 원료콩의 품종, 염수 농도, 당, 아미노산, 숙성온도 등이 갈변반응에 미치는 영향이 크기 때문이라는 보고도 있다 (Shin JH et al, 2010). 본 연구에서 난소화성당 저함량 콩으로 만든 된장의 갈색도가 일반 콩으로 만든 된장의 갈색도와 대차를 보이지 않아 색깔면에서 상품성에 영향을 주지는 않을 것으로 생각된다.

(2) 간장 유리아미노산 함량

일반 콩 및 난소화성당 저함량 콩으로 만든 재래 간장의 숙성 기간에 따른 유리아미노산 함량을 측정한 결과는 Table 30과 같다. 간장에서 감칠맛을 내는 주된 아미노산인 aspartic acid와 glutamic acid의 함량은 숙성 3개월경에 태광간장에 비해 3종의 난소화성당 저함량 콩으로 만든 간장에서 많았으며, 숙성 기간이 경과됨에 따라 점차 증가되는 경향이었으나, 태광간장은 숙성 3~9개월경에는 대차를 보이지 않았으나, 숙성 12개월경과 후에 다소간 증가된 경향을 보였다. 반면에 진양 및 하영간장은 숙성 9개월경에 가장 높은 함량이었으며, 대북간장은 숙성 9개월 이후 12개월까지 일정한 수준을 유지하는 경향이였다. 총 유리아미노산 함량에 대한 aspartic acid와 glutamic acid의 함량 비율은 진양 및 하영간장에서 태광간장에 비해 높은 수준이었으나, 대북간장은 태광간장에 비해 낮은 값을 보였다. 유리아미노산 총량은 숙성 6개월 경과 후에 하영간장에서 여타의 간장에 비해 가장 높은 함량이었다.

우리나라 전통 간장의 제조는 원료콩의 성분 조성, 메주의 크기나 형태, 메주의 발효 과정 시 관여하는 미생물상, 간장의 숙성 환경 등 다양한 변수가 존재하므로 이에 따라 간장의 맛이나 품질에 상당한 차이를 보이는 것으로 알려져 있다(Kim BS et al, 2008). 아미노산 중 glycine, alanine, lysine 및 threonine 등은 단맛을 내고 methionine, valine, isoleucine, phenylalanine 및 leucine 등은 쓴맛을 내며 glutamic acid와 aspartic acid는 감칠맛을 낸다고 알려져 있다(Lee EJ et al, 2002). 따라서 진양 및 하영간장은 glutamic acid와 aspartic acid의 함량과 총 아미노산의 함량이 태광간장에 비해 높은 함량으로 맛과 풍미가 우수할 것으로 예상된다.

Table 30. Changes in free amino acid contents during ripening of Kanjang made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

	Ripening periods (months)			
	3	6	9	12
(mg/100 g)				
Taekwang				
Aspartic acid +Glutamic acid (ratio of total, %)	979.32 (21.05)	973.53 (19.86)	985.02 (19.38)	1030.06 (19.65)
Total	4653.00	4901.49	5084.07	5241.39
Jinyang				
Aspartic acid +Glutamic acid (ratio of total, %)	1272.13 (21.89)	1606.42 (22.72)	1481.47 (20.48)	1405.44 (20.29)
Total	5812.88	7072.07	7235.37	6925.28
Hayoung				
Aspartic acid +Glutamic acid (ratio of total, %)	1154.63 (21.43)	1424.62 (20.81)	1528.91 (20.60)	1404.40 (20.62)
Total	5387.83	6844.70	7421.69	6812.41
Daebok				
Aspartic acid +Glutamic acid (ratio of total, %)	1021.82 (21.46)	1080.43 (18.68)	1125.65 (18.34)	1138.35 (18.55)
Total	4761.65	5782.97	6136.49	6135.81

(2) 간장의 무기물 함량

일반 콩 및 난소화성당 저함량 콩으로 만든 간장의 숙성기간에 따른 무기물 함량을 측정한 결과는 Table 31과 같다. 무기물은 총 8종이 검출되었으며, 무기물 총량은 숙성 초기에 비해 숙성 기간이 경과됨에 따라 증가되는 경향이었으며, 특히 12개월 숙성된 간장은 숙성 초기에 비해 유의적으로 증가된 경향을 보였다. 반면에 원료콩의 종류에 따른 간장의 무기물 함량에는 대차를 보이지 않았다. 특히 칼륨의 함량은 태광간장에 비해 3종의 난소화성당 저함량 콩으로 만든 간장에서 높은 수준이었다.

전통 간장에서 총 무기물 함량은 4815.76 mg%였다는 보고가 있는데(Shin JH et al, 2010), 이는 본 실험 결과보다 낮은 함량이었으며, 간장 제조 시 첨가되는 소금물의 염도와 함량에 따른 차이인 것으로 사료된다.

Table 31. Changes in mineral contents during ripening of Kanjang made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

	Ripening periods (months)				
	3	6	9	12	
Taekwang	K	280.97±3.72	288.57±2.84	312.80±11.08	306.97±12.01
	Ca	23.87±0.69	27.10±0.15	33.04±0.53	13.91±0.41
	Mg	23.56±0.69	17.86±0.10	20.21±0.34	19.53±0.55
	Na	4848.33±99.81	4991.67±11.59	5405.00±144.84	5376.00±125.05
	Fe	3.53±0.05	1.77±0.04	2.05±0.02	2.59±0.02
	Mn	0.05±0.01	0.02±0.001	0.08±0.00	0.24±0.00
	Al	0.15±0.00	1.74±0.05	1.14±0.03	0.73±0.01
	P	109.33±1.55	96.07±1.62	104.37±1.27	113.40±1.25
	Total	5289.79±96.94 ^{aA}	5424.80±10.43 ^{bB}	5878.69±139.11 ^{bNS}	5833.37±135.24 ^{bA}
Jinyang	K	376.00±12.65	342.27±4.91	404.27±8.12	398.03±5.04
	Ca	29.58±1.05	33.29±0.12	44.26±0.55	22.49±0.04
	Mg	36.39±1.22	36.34±0.18	40.45±0.52	35.57±0.18
	Na	4775.00±133.32	4399.67±106.96	5039.33±103.42	5154.00±88.71
	Fe	1.63±0.02	1.55±0.03	17.57±0.18	4.28±0.02
	Mn	0.09±0.00	0.14±0.01	0.24±0.01	0.31±0.00
	Al	0.00±0.00	0.26±0.00	3.57±5.78	0.14±0.01
	P	128.63±1.27	120.70±2.45	135.93±1.81	140.70±0.62
	Total	5347.33±147.19 ^{bAB}	4934.21±109.73 ^{aA}	5685.62±112.57 ^c	5755.51±92.74 ^{cA}
Hayoung	K	374.83±9.15	413.07±6.77	420.20±15.10	413.00±12.06
	Ca	29.40±0.35	33.81±0.48	35.81±0.84	22.27±0.59
	Mg	34.40±0.36	41.56±0.61	43.23±0.92	43.91±1.08
	Na	4841.33±66.53	5155.33±105.86	5204.00±60.10	5536.33±71.86
	Fe	1.45±0.01	1.72±0.01	1.80±0.02	4.62±0.04
	Mn	0.10±0.00	0.19±0.01	0.22±0.01	0.41±0.00
	Al	0.01±0.01	0.26±0.01	0.52±0.01	1.00±0.02
	P	125.97±1.76	140.63±1.05	141.50±1.75	163.47±1.50
	Total	5407.48±73.05 ^{aAB}	5786.57±113.60 ^{bC}	5847.28±42.03 ^b	6185.01±77.11 ^{cB}
Daebok	K	342.37±5.10	366.20±8.41	356.07±11.02	348.83±10.92
	Ca	25.75±0.40	24.58±0.61	29.31±0.43	13.46±0.11
	Mg	28.60±0.35	23.73±0.58	24.69±0.42	23.31±0.07
	Na	4985.00±70.89	5327.00±123.22	5149.00±155.56	5273.67±87.31
	Fe	1.67±0.03	3.26±0.01	16.42±0.07	3.94±0.08
	Mn	0.14±0.01	0.12±0.00	0.16±0.01	0.28±0.01
	Al	0.28±0.01	4.56±0.02	0.48±0.01	1.03±0.03
	P	118.00±2.65	109.27±0.72	108.03±0.51	117.47±2.79
	Total	5501.80±63.58 ^{aB}	5858.71±130.54 ^{bC}	5684.15±144.86 ^{ab}	5781.99±96.31 ^{bA}

All values are mean±SD (n=3).

Means with different superscripts in the same column(A-C) and same row(a-c) are significantly different at p <0.05 by Duncan's multiple range tests.

NS: not significant.

(3) 간장의 총당 및 환원당 함량

일반 콩 및 난소화성당 저함량 콩으로 만든 간장의 숙성기간에 따른 총당 및 환원당 함량을 측정한 결과는 Table 32와 같다. 간장의 숙성기간 동안 총당 함량은 숙성 초기에 비해 숙성 9개월까지 점차 감소하다가 12개월 경과 후에 상당히 증가된 경향을 보였는데, 숙성 9~12개월경에 1.6~1.8배 증가됨을 보였다. 태광간장에 비해 3종의 난소화성당 저함량 콩으로 만든 간장에서 유의적으로 높은 수준이었으며, 특히 하영간장의 함량이 가장 높았다. 환원당 함량은 태광간장과 3종의 난소화성당 저함량 콩으로 만든 간장에서 대차를 보이지 않았으나, 숙성 기간동안 증감을 반복하다가 숙성 9~12개월경에 태광간장은 숙성 기간 중 유의차가 없었으나, 난소화성당 저함량 콩으로 만든 간장은 1.5~1.9배 증가되었다.

Table 32. Changes in total sugar and reducing sugar contents during ripening of Kanjang made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose (mg/100 mL)

	Ripening periods (months)			
	3	6	9	12
Total sugar				
Taekwang	855.24±24.90 ^{bA}	799.68±8.48 ^{aA}	770.83±30.57 ^{aA}	1374.47±12.13 ^{cA}
Jinyang	1022.97±11.26 ^{aB}	1018.70±24.48 ^{aC}	978.10±64.77 ^{aC}	1620.19±13.97 ^{bC}
Hayoung	1238.78±47.86 ^{bC}	1189.64±8.07 ^{abD}	1137.29±29.61 ^{aD}	1801.82±39.17 ^{cD}
Daebok	1053.95±48.96 ^{cB}	957.80±24.48 ^{gbB}	885.15±20.85 ^{abB}	1525.11±34.27 ^{dB}
Reducing sugar				
Taekwang	152.58±2.62 ^{bbB}	132.88±2.62 ^{abB}	134.39±5.25 ^{aA}	126.82±4.55 ^{aA}
Jinyang	151.06±2.63 ^{bbB}	131.36±4.55 ^{abB}	146.52±11.44 ^{abA}	264.70±13.89 ^{cB}
Hayoung	155.61±2.62 ^{bbB}	137.42±2.62 ^{abB}	167.73±4.55 ^{cB}	260.15±5.25 ^{dB}
Daebok	145.00±4.55 ^{baA}	116.21±2.62 ^{aA}	132.88±13.89 ^{abA}	249.55±16.39 ^{cB}

All values are mean±SD (n=3)

Means with different superscripts in the same column(A-D) and same row(a-d) are significantly different at p <0.05 by Duncan's multiple range tests.

간장의 환원당은 숙성 중에 유입된 미생물에 의해 생성된 amylase의 활성과 높은 연관성을 가지며, 생성된 환원당은 젖산균이나 효모에 의한 발효 및 갈변반응의 원료로 사용되는 것으로 알려져 있다(Kang SH et al, 2011). Hwang CR et al(2012)은 LOX와 KTI 단백질이 결핍된 non-GM콩으로 제조한 간장의 총당 함량은 2401.69~3418.64 mg/100 mL이었고, 환원당 함량은 1192.08~2669.86 mg/100 mL로 보고된 바 있는데, 간장에서 총당 및 환원당 함량에 차이가 나는 것은 시료에 따른 amylase의 차이에 의한 것으로 추정된다. 따라서 본 실험 결과는 메주 발효시 *Aspergillus oryzae*의 인위적인 접종에 따른 미생물의 amylase활성이 재래식 메주보다는 높기 때문인 것으로 추정된다.

(4) 간장의 이소플라본 함량

일반 콩 및 난소화성당 저함량 콩으로 만든 간장의 숙성기간에 따른 이소플라본 함량을 측정된 결과는 Table 33과 같다. 간장 중 이소플라본은 glycitin, daidzein 및 genistein 등의 3종이 검출되었으며, 배당체인 glycitin의 함량이 가장 많았다.

Glycitin 함량은 태광간장에서 숙성 6개월 경과 후에 가장 높은 함량이었으며, 그 이후 점차 감소되는 경향이였다. 반면에 진양 및 하영간장에서는 숙성 기간이 경과됨에 따라 유의적으로 증가되었다. Daidzein도 진양 및 하영간장에서는 숙성 기간의 경과에 따라 증가되었으며, 특히 하영간장에서 가장 많은 함량이었으며, 3종의 난소화성당 저함량 콩으로 만든 간장에서 daidzein 함량은 태광간장에 비해 유의적으로 높은 수준이었다. Genistein은 태광간장에서는 검출되지 않았으며, 대북간장의 경우 9~12개월 숙성된 간장에서만 검출되었으며, 하영간장에서 가장 높은 수준이었다.

이소플라본은 대두로부터 분리되거나 표준품의 상태가 대두 중에 존재하는 상태보다 열, pH 안전성이 감소되었다는 보고로 볼 때 대두 중의 이소플라본은 콩의 열처리, 건조 등의 가공조건에서도 안정적이라고 알려져 있다(Han JS et al, 2006). 청국장 제조 시 사용되는 균주인 *Bacillus* sp. SP-KSW3을 이용하여 제조된 간장에서 검출된 이소플라본 중 glucoside의 일종인 daidzin은 16.52~18.26 mg/kg으로 나타났고 genistin은 검출되지 않았다는 보고가 있다(Kim JS et al, 2008). 본 실험에서는 daidzin 및 genistin은 검출되지 않은 것은 간장의 제조 방법 및 숙성 기간에 의한 것으로 추정된다.

본 연구 결과 채래 간장에서 이소플라본은 3종만 검출되었으나, aglycone의 경우 대조구에 비해 난소화성당 저함량 콩으로 제조된 간장에 더 높은 수준으로 정량되어 이들 콩으로 제조된 간장은 기능적인 측면에서 가치가 있을 것으로 사료된다.

(5) 간장의 총 페놀 및 플라보노이드 함량

일반 콩 및 난소화성당 저함량 콩으로 만든 된장의 숙성기간에 따른 간장의 총 페놀 및 플라보노이드 함량을 분석한 결과는 Table 34와 같다. 숙성 초기~6개월된 간장에서 총 페놀 함량은 대북간장에서 가장 낮았으며, 태광간장에 비해 진양 및 하영간장에서 유의적으로 높은 수준이었다. 숙성 기간이 경과됨에 따라 총 페놀 함량은 증가되는 경향이였으며, 태광 및 대북간장은 숙성 12개월 경과 후에 가장 높은 함량이었으나, 진양 및 하영간장은 9개월 숙성된 간장에서 가장 높은 함량이었다. 플라보노이드 함량은 태광 및 대북간장에서 12개월 숙성 후에 가장 높은 함량이었는 데, 진양 및 하영간장은 숙성 6개월 경과 후에 유의적으로 높은 수준을 보였다. 태광간장에 비해 진양 및 하영간장은 전 숙성 기간 중 유의적으로 높은 경향이였으나, 대북간장은 숙성 9~12개월 경과 후에 태광간장에 비해 유의적으로 높은 함량을 보였다.

대두 간장과 검은콩 간장에서 숙성 180일 경과 후 총 페놀 함량은 258.4~316.52 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 인 것으로 보고되어 있는데(Kim BS et al, 2008), 본 연구 결과는 이보다 월등히 높은 함량이었다.

Lipoxygenase와 kunitz trypsin inhibitor 단백질이 결핍된 non-GM콩으로 제조된 간장을 120일 동안 숙성시킨 후의 플라보노이드 함량은 321.90~349.81 mg/L이었는데(Hwang CR et al, 2012), 이는 본 연구 결과와 유사한 수준이었다.

Table 33. Changes in isoflavone contents during ripening of Kanjang made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

	(µg/mL)			
	Ripening periods (months)			
	3	6	9	12
Glycitin				
Taekwang	3.57±0.03 ^{bA}	4.43±0.03 ^{dD}	4.05±0.04 ^{cA}	3.42±0.05 ^{aA}
Jinyang	3.92±0.04 ^{aB}	4.00±0.02 ^{aC}	5.38±0.06 ^{bB}	7.78±0.04 ^{cD}
Hayoung	4.31±0.03 ^{cD}	3.79±0.03 ^{aB}	4.02±0.02 ^{bA}	4.59±0.05 ^{dC}
Daebok	4.21±0.03 ^{dC}	3.51±0.02 ^{aA}	4.07±0.02 ^{cA}	3.60±0.03 ^{bB}
Genistein				
Taekwang	-	-	-	-
Jinyang	1.55±0.01 ^c	1.20±0.01 ^a	1.32±0.03 ^{bA}	6.72±0.03 ^{dA}
Hayoung	2.00±0.02 ^c	1.41±0.02 ^a	1.66±0.02 ^{bC}	1.98±0.12 ^{cC}
Daebok	-	-	1.58±0.2 ^B	1.80±0.02 ^B
Daidzein				
Taekwang	0.43±0.01 ^{bA}	0.47±0.01 ^{cD}	0.46±0.01 ^{cA}	0.22±0.01 ^{aA}
Jinyang	1.31±0.02 ^{aB}	1.60±0.01 ^{bC}	2.19±0.01 ^{cB}	7.75±0.03 ^{dD}
Hayoung	5.40±0.01 ^{aD}	3.14±0.02 ^{bB}	3.33±0.03 ^{dA}	3.99±0.01 ^{cC}
Daebok	1.61±0.02 ^{dC}	0.99±0.01 ^{aA}	1.52±0.02 ^{cA}	1.49±0.02 ^{bB}

All values are mean±SD (*n*=3)

Means with different superscripts in the same column(A-D) and same row(a-d) are significantly different at *p* <0.05 by Duncan's multiple range tests.

Lipoxygenase와 kunitz trypsin inhibitor 단백질이 결핍된 non-GM콩으로 제조된 간장을 120일 동안 숙성시킨 후의 플라보노이드 함량은 321.90~349.81 mg/L이었는데(Hwang CR et al, 2012), 이는 본 연구 결과와 유사한 수준이었다.

Table 33. Changes in isoflavone contents during ripening of Kanjang made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

	Ripening periods (months)			
	3	6	9	12
Glycitin				
Taekwang	3.57±0.03 ^{bA}	4.43±0.03 ^{dD}	4.05±0.04 ^{cA}	3.42±0.05 ^{aA}
Jinyang	3.92±0.04 ^{aB}	4.00±0.02 ^{aC}	5.38±0.06 ^{bB}	7.78±0.04 ^{cD}
Hayoung	4.31±0.03 ^{cD}	3.79±0.03 ^{aB}	4.02±0.02 ^{bA}	4.59±0.05 ^{dC}
Daebok	4.21±0.03 ^{dC}	3.51±0.02 ^{aA}	4.07±0.02 ^{cA}	3.60±0.03 ^{bB}
Genistein				
Taekwang	-	-	-	-
Jinyang	1.55±0.01 ^c	1.20±0.01 ^a	1.32±0.03 ^{bA}	6.72±0.03 ^{dA}
Hayoung	2.00±0.02 ^c	1.41±0.02 ^a	1.66±0.02 ^{bC}	1.98±0.12 ^{cC}
Daebok	-	-	1.58±0.2 ^B	1.80±0.02 ^B
Daidzein				
Taekwang	0.43±0.01 ^{bA}	0.47±0.01 ^{cD}	0.46±0.01 ^{cA}	0.22±0.01 ^{aA}
Jinyang	1.31±0.02 ^{aB}	1.60±0.01 ^{bC}	2.19±0.01 ^{cB}	7.75±0.03 ^{dD}
Hayoung	5.40±0.01 ^{aD}	3.14±0.02 ^{bB}	3.33±0.03 ^{dA}	3.99±0.01 ^{cC}
Daebok	1.61±0.02 ^{dC}	0.99±0.01 ^{aA}	1.52±0.02 ^{cA}	1.49±0.02 ^{bB}

All values are mean±SD (*n*=3)

Means with different superscripts in the same column(A-D) and same row(a-d) are significantly different at *p* <0.05 by Duncan's multiple range tests.

Table 34. Changes in total phenol and flavonoid contents during ripening of Kanjang made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

(mg/100 mL)

	Ripening periods (months)			
	3	6	9	12
Total phenol				
Taekwang	239.80±3.10aB	303.76±1.03cB	295.20±3.10bA	315.25±2.73dB
Jinyang	275.38±2.56aC	332.59±1.03bC	370.88±2.44cD	333.04±3.58bC
Hayoung	291.15±6.76aD	336.87±0.78bD	344.98±3.96cC	335.52±3.47bC
Daebok	226.51±1.70aA	285.74±3.58bA	304.89±1.03cB	305.79±5.46cA
Flavonoids				
Taekwang	35.72±1.15bA	45.82±1.96cA	30.67±1.00aA	60.71±1.21dA
Jinyang	102.79±1.74aB	151.28±0.42dB	106.97±3.59bC	116.06±1.05cC
Hayoung	129.87±0.71aC	174.51±1.68bC	128.05±0.76aD	172.09±2.74bD
Daebok	33.97±1.52aA	46.03±1.30cA	39.63±0.76bB	81.65±1.22dB

All values are mean±SD (n=3).

Means with different superscripts in the same column(A-D) and same row(a-c) are significantly different at p <0.05 by Duncan's multiple range tests.

(6) 간장의 항산화 활성

일반 콩 및 난소화성당 저함량 콩으로 만든 간장의 숙성 기간에 따른 항산화 활성을 측정 한 결과는 Table 35와 같다. DPPH 라디칼 소거활성을 EC_{50%}로 나타낸 결과, 태광 및 진양 간장은 숙성 9개월경에 활성이 가장 높았으며, 하영 및 대북간장은 6개월 숙성된 간장에서 DPPH 라디칼 소거활성이 가장 높았다. ABTS 라디칼 소거활성은 숙성 기간이 경과됨에 따라 라디칼 소거활성이 점차 감소되는 경향이었으며, 숙성 3개월된 간장에서 활성이 가장 높았다. 더욱이 태광간장이 3종의 난소화성당 저함량 콩으로 만든 간장에 비해 다소 높은 활성 이었다. 환원력은 라디칼 소거활성과는 다소 상반된 경향으로 태광간장은 6개월 숙성된 간 장, 진양간장은 9개월 숙성된 간장에서 활성이 높았으며, 하영 및 대북간장은 12개월 숙성된 간장에서 활성이 높았다.

간장의 항산화 활성은 원료 콩의 종류와 장류의 담금과정의 차이로 이소플라본을 비롯한 페놀화합물의 양상에 상이함을 보이기 때문에 항산화 활성에도 차이를 보인다고 알려져 있 다(Ahn JB et al, 2012). Shin JH et al(2010)이 보고한 90일 동안 숙성된 마늘간장의 100 µ L/mL 농도에서 DPPH 라디칼 소거활성(54.6%)과 ABTS 라디칼 소거활성(57.21%)은 본 연 구결과에 비해 활성이 낮은 것으로 판단된다. 또한 청국장이 삶은 콩에 비하여 월등하게 항 산화능이 증가한 것은 발효과정에서 생성된 폴리페놀 함량의 증가와 더불어 isoflavone 함량 이 3.4배 증가하고 aglycone isoflavone 및 malonylglycoside isoflavone이 증가하였기 때문이 라고 보고된 바 있다(Kwak CS et al, 2007).

이는 청국장 발효 과정 중에 saponins, trypsin inhibitor, phytic acid, 식이섬유, isoflavone, 비타민 및 phenolic acid 등의 함량 증가로 인하여 대두 발효 식품이 비발효 식품에 비하여 항산화 활성이 높은 것이라고 고찰된 바 있다(Choi MH et al, 2014).

본 연구에서 난소화성당 저함량 콩으로 만든 간장의 항산화 활성을 일반 콩으로 만든 태광간장과 비교해 볼 때 다소 우수한 것으로 평가되어 본 실험에 사용된 리폭시지나아제 결핍 및 난소화성당 저함량 콩은 재래 간장용 원료로 적합하다고 판단된다.

Table 35. Antioxidant activities during ripening of Kanjang made from the strain with LOX-free, low contents of raffinose and stachyose

	Ripening periods (months)			
	3	6	9	12
DPPH radical scavenging¹⁾				
Taekwang	20.54±1.72 ^{bAB}	21.00±0.88 ^{bB}	16.82±0.46 ^{aA}	27.66±1.57 ^{cA}
Jinyang	18.98±6.21 ^{abA}	23.29±3.46 ^{bB}	16.78±0.72 ^{aA}	31.60±1.51 ^{cB}
Hayoung	25.23±1.28 ^{cB}	15.40±0.59 ^{aA}	18.97±1.53 ^{bA}	30.67±2.62 ^{dB}
Daebok	33.17±1.49 ^{cC}	16.43±0.80 ^{aA}	26.70±3.97 ^{bB}	33.29±1.52 ^{cB}
ABTS radical scavenging¹⁾				
Taekwang	14.99±0.72 ^{aNS}	23.30±0.57 ^{bA}	28.76±0.80 ^{cAB}	31.41±2.05 ^{dA}
Jinyang	15.89±1.35 ^a	29.40±0.48 ^{bD}	29.98±1.08 ^{bBC}	34.67±1.36 ^{cB}
Hayoung	17.20±0.59 ^a	26.34±0.52 ^{bC}	28.49±1.20 ^{cA}	32.82±1.09 ^{dAB}
Daebok	18.88±4.88 ^a	24.71±1.43 ^{bB}	31.08±0.39 ^{cC}	34.77±0.82 ^{cB}
Reducing power by FRAP²⁾				
Taekwang	51.10±2.42 ^{cAB}	40.57±0.86 ^{aA}	42.49±1.99 ^{aB}	45.16±1.16 ^{bB}
Jinyang	48.98±3.51 ^{bA}	46.19±0.81 ^{bC}	36.83±1.69 ^{aA}	52.20±2.44 ^{cC}
Hayoung	50.94±1.64 ^{cAB}	43.61±1.62 ^{bB}	49.44±1.33 ^{cC}	22.10±2.16 ^{aA}
Daebok	54.37±3.85 ^{cB}	44.20±2.33 ^{bBC}	47.39±4.59 ^{bC}	23.96±1.06 ^{aA}

All values are mean±SD (n=4).

Means with different superscripts in the same column(A-C) and same row(a-d) are significantly different at p <0.05 by Duncan's multiple range tests.

¹⁾Effective concentration values (EC_{50%}, mg/mL) of sample were calculated from the regression lines using four different concentrations (5, 10, 20, 50 and 100 mg/mL), and their data were presented as 50% scavenging activity to DPPH and ABTS radicals.

²⁾Effective concentration values (EC_{100 μM}, mg/mL) of sample were calculated from the regression lines using four different concentrations (5, 10, 20, 50 and 100 mg/mL), and their data were presented as 100 μM scavenging activity to reducing power.

다. 제 1 협동: 난소화성당 성분의 분석 및 저함량 계통의 선별

o 난소화성당 성분의 분석

- 소화 및 품질을 저하시키는 난소화성당 성분인 raffinose 및 stachyose 저함량 자원을 선별하기 위하여 제1세부과제(총괄책임자)로부터 선별자원을 이용하여 난소화성당의 성분 함량을 분석하였다.

o Extraction and purification of Raffinose, Stachyose and Sucrose

- 대두 분말 200 mg에 3 ml의 acetone을 가하고 2시간 동안 60°C의 water bath에서 환류한 후 원심분리(2000 rpm, 5 min)하여 침전물을 취함으로써 지방질을 제거하였다. 이 침전물을 약 60°C의 heating block에서 남은 유기용매를 완전히 제거하였다. 이어서 1.9 ml의 3D water를 가하고 60°C의 water bath에 2 시간동안 담가 둔 후에 시료에 포함된 단백질을 비롯한 방해물질을 침전시켜 제거하기 위하여 0.1 ml의 1M 5-SSA (5-sulfosalicylic acid)를 가하고 하룻밤 동안 4°C의 냉장고에 넣어두었다. 다음날 원심분리(3000 rpm, 5 min)하여 침전물(protein etc.)을 버리고 상등액을 취하였다. 이 상등액 0.8 ml에 동량의 3D water를 더 가한 후에 다시 원심분리(12000 rpm, 10 min, 4°C)하였으며, 상등액을 0.2 µm membrane filter로서 여과하고 HPLC로서 분석하였다.

o Analysis by HPLC

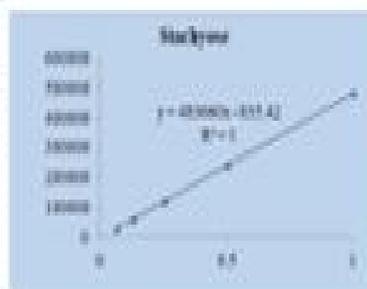
- 분석에 사용한 HPLC는 Agilent 1100 (Agilent, USA)이었으며, RID (reflective index detector)를 사용하였다. Analytical column은 Supelcogel 610-H column (300 × 7.8 mm i.d., 9 µm, Supelco, USA)을 사용하였으며, elution solvent는 0.1% H₃PO₃ 수용액을 사용하였다. 이동상의 flow rate는 0.6 ml/min, 시료의 주입량은 10 µl이었다.

각각의 표준용액은 100 mg/ml을 3D water에 용해하여 stock solution으로 갈색 vial에 냉장보관한 후, 희석하여 1, 0.5, 0.25, 0.125, 0.0625 mg/ml로 하여 각각의 chromatogram을 얻었으며 peak의 면적당 표준용액 농도의 관계로 검량선을 작성하여 대두의 raffinose, stachyose 및 sucrose 함량 정량분석에 적용하였다.

Calibration by standards

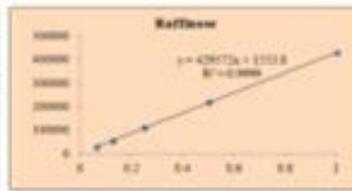
(Stachyose)

Conc.(mg/ml)	Peak area
0.0625	29108
0.125	59088
0.25	120133
0.5	242384
1	482291



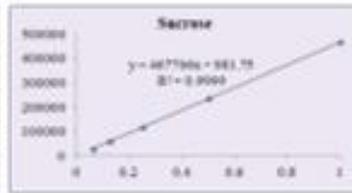
(Raffinose)

Conc.(mg/ml)	Peak area
0.0625	28036
0.125	55347
0.25	110029
0.5	218733
1	429919



(Sucrose)

Conc.(mg/ml)	Peak area
0.0625	28755
0.125	60565
0.25	110957
0.5	237036
1	487776



분석결과는 아래표와 같았다.

<제1차년도 분석: 유전자원, 품종, 육종계통 등 전체 100점>

계통명	분류	Stachyose		Raffinose		Sucrose	
		Area	g/kg	Area	g/kg	Area	g/kg
태광	품종	450808	12.030	57443	2.133	1093185	20.893
풍산나물	품종	441215	11.771	90315	3.335	914507	17.455
진품2	품종	602430	16.128	64184	2.380	1047284	20.010
903 bulk	육종계통	102988	2.631	75345	2.788	1170245	22.376
883 bulk	육종계통	94329	2.397	89854	3.318	1320819	25.273
15	육종계통	69188	1.718	88868	3.282	1674939	32.087
11A11	육종계통	120995	3.118	84922	3.138	1206082	23.065
56	육종계통	100044	2.551	79900	2.954	1332428	25.496
F4-4	육종계통	584872	15.653	69279	2.566	1200081	22.950
①09M1(검 le-16)	육종계통	410857	10.951	113330	4.176	829423	15.817
RS-21	육종계통	62578	1.539	79125	2.926	1405608	26.904
RS-43	육종계통	145031	3.767	105628	3.895	1344504	25.729
RS-86	육종계통	118891	3.061	79097	2.925	1005905	19.213
11B2-3	육종계통	88817	2.248	93502	3.452	1333022	25.508
14G20	육종계통	83319	2.100	64603	2.395	1145933	21.908
15G1	육종계통	83314	2.099	113522	4.183	1132555	21.650
15J5	육종계통	31849	0.709	82252	3.040	1263422	24.168
15J4	육종계통	59723	1.462	95300	3.517	1205530	23.054
15A1	육종계통	89641	2.270	111367	4.105	1247395	23.860
15C2	육종계통	92482	2.347	76831	2.842	1075823	20.559
05C4x12I3 F2.3-1	육종계통	339156	9.013	72467	2.683	1244278	23.800
-2	육종계통	363693	9.676	70185	2.599	1244137	23.797
-3	육종계통	48374	1.155	84854	3.135	1399088	26.779
-4	육종계통	234206	6.177	80843	2.989	1201991	22.986
-5	육종계통	385286	10.260	78407	2.900	1214681	23.231
-6	육종계통	466409	12.452	51969	1.933	1146509	21.919
-7	육종계통	500177	13.364	70386	2.606	1095151	20.931
-8	육종계통	31193	0.691	51620	1.920	1348347	25.803
-9	육종계통	443476	11.832	77480	2.866	1091743	20.865
-10	육종계통	240394	6.344	73595	2.724	1156928	22.119
-11	육종계통	345084	9.173	62007	2.300	1193336	22.820
-12	육종계통	33370	0.750	70456	2.609	1336327	25.571
-13	육종계통	332588	8.836	60278	2.237	1186848	22.695
-14	육종계통	408826	10.896	57961	2.152	1087750	20.788
-15	육종계통	308124	8.175	67671	2.507	1184227	22.645
-16	육종계통	42212	0.989	72417	2.681	1146240	21.914
-17	육종계통	354200	9.420	52749	1.962	941071	17.966
-18	육종계통	408746	10.894	58579	2.175	1012655	19.343
-19	육종계통	236804	6.247	70877	2.624	1399226	26.782
-20	육종계통	278707	7.380	66885	2.478	1138228	21.759

계통명	분류	Stachyose		Raffinose		Sucrose	
		Area	g/kg	Area	g/kg	Area	g/kg
PI594191	자원	387588	10.322	97434	3.595	865077	16.504
대양	품종	544154	14.553	62845	2.331	1273402	24.360
대화	품종	575642	15.404	51883	1.930	1170615	22.383
S0-0070	자원	596954	15.980	57495	2.135	626340	11.910
진품2	품종	70277	1.747	73120	2.706	1174000	22.448
15x14G13 F2.3-501	육종계통	59669	1.460	72352	2.678	1413406	27.054
- 505	육종계통	43129	1.013	62347	2.313	1434699	27.464
- 513	육종계통	58150	1.419	67276	2.493	1494661	28.618
- 514	육종계통	49182	1.177	66871	2.478	1565562	29.982
- 529	육종계통	44178	1.042	75589	2.797	1863068	35.707
-540	육종계통	30360	0.668	79736	2.948	1624770	31.121
- 541	육종계통	45980	1.090	85332	3.153	1659956	31.798
- 543	육종계통	69412	1.724	75905	2.808	1513806	28.986
- 555	육종계통	48096	1.148	68773	2.547	1407981	26.950
- 556	육종계통	54045	1.308	78184	2.892	1518735	29.081
- 565	육종계통	45400	1.075	65682	2.434	1621629	31.061
- 600	육종계통	56816	1.383	68270	2.529	1660169	31.803
- 00	육종계통	57422	1.400	82755	3.059	1572256	30.111
15x14K13 F2.3-436	육종계통	55161	1.339	77070	2.851	1626268	31.150
15	육종계통	76714	1.921	99103	3.656	1382447	26.459
15	육종계통	86371	2.182	102478	3.780	1248682	23.885
15	육종계통	74381	1.858	103229	3.807	1517354	29.055
RS-3	육종계통	54913	1.332	84414	3.119	1601389	30.672
RS-5	육종계통	70222	1.746	81147	3.000	1546530	29.616
RS-21(노)	육종계통	149609	3.891	78507	2.903	1388874	26.582
RS-21(검)	육종계통	50214	1.205	76466	2.829	1273702	24.366
RS-23	육종계통	60598	1.486	82825	3.061	1502974	28.778
RS-33	육종계통	70554	1.755	84304	3.115	1643306	31.478
RS-35	육종계통	40234	0.935	62340	2.312	1551182	29.705
RS-41	육종계통	66253	1.638	85833	3.171	1585208	30.360
RS-43	육종계통	92133	2.338	94357	3.483	1715902	32.875
RS-50(y.p)	육종계통	141385	3.669	99683	3.677	1802907	34.549
RS-50(br)	육종계통	414602	11.052	78212	2.893	1273767	24.367
RS-54	육종계통	44473	1.050	84166	3.110	1822105	34.919
RS-61	육종계통	62227	1.530	74149	2.744	1609735	30.832
RS-64	육종계통	31959	0.712	94769	3.498	1723475	33.021
RS-70	육종계통	63711	1.570	84517	3.123	1299105	24.855
883-1	육종계통	73255	1.828	105329	3.884	1159395	22.167
883-2	육종계통	94921	2.413	108093	3.985	1472118	28.184
883-3	육종계통	93481	2.374	95897	3.539	1366017	26.143

계통명	분류	Stachyose		Raffinose		Sucrose	
		Area	g/kg	Area	g/kg	Area	g/kg
883-17	육종계통	102958	2.630	100830	3.719	1385796	26.523
903-1	육종계통	78606	1.972	106670	3.933	1610171	30.841
903-5	육종계통	97172	2.474	93708	3.459	1373647	26.289
903-11	육종계통	78940	1.981	85690	3.166	1340233	25.646
903-14	육종계통	81470	2.050	82633	3.054	1399312	26.783
14G20	육종계통	66665	1.649	67716	2.509	1399214	26.781
15D1	육종계통	49182	1.177	70150	2.598	1492056	28.568
15D11	육종계통	59587	1.458	71163	2.635	1613873	30.912
S-1	육종계통	595854	15.950	59435	2.206	997822	19.058
S-3	육종계통	125451	3.238	76017	2.812	1167282	22.319
lx-2	육종계통	620718	16.622	54890	2.040	907533	17.320
lx-16	육종계통	530413	14.182	55634	2.067	847271	16.161
진양	품종	94073	2.390	79766	2.949	1575429	30.172
진양	품종	66033	1.632	70962	2.628	1486212	28.455
14S14(h.y)	자원	46673	1.109	69782	2.584	1467161	28.089
진품2	품종	663384	17.775	75944	2.810	1139998	21.794
유전자원1	자원	11515	0.159	444896	16.298	847328	16.162
유전자원2	자원	429117	11.444	81578	3.016	759351	14.469
유전자원3	자원	209241	15.391	26196	2.772	184257	9.520
유전자원4	자원	567464	15.183	57684	2.142	649304	12.352

<제2차년도 분석: 유전자원, 품종, 육종계통 등 전체 120점>

순번	Genotype	Stachyose	Raffinose	Sucrose
		g/kg	g/kg	g/kg
1	태광(기술원)	13.012	2.000	33.353
2	대양(기술원)	14.465	5.904	32.666
3	풍산나물(기술원)	14.187	6.821	28.505
4	진2(기술원)	16.808	6.221	27.702
5	미소(기술원)	15.343	6.403	27.718
6	F1-41 ①	13.692	6.497	26.645
7	F1-41 ②	19.025	8.173	29.266
8	F1-41 ③	13.705	6.411	24.436
9	F1-41 ④	14.030	6.350	22.390
10	F1-41 ⑤	21.283	8.202	41.324
11	F1-41 ⑥	13.440	6.871	24.599
12	F1-41 ⑦	15.574	6.997	23.370
13	F1-41 ⑧	18.127	7.717	23.660
14	F1-41 ⑨	17.474	7.615	27.390
15	F1-41 ⑩	13.304	8.922	26.282
16	F1-41 ⑪	13.746	6.255	25.146
17	F1-41 ⑫	16.261	7.723	28.405
18	F1-41 ⑬	14.648	6.666	26.113
19	F1-41 ⑭	14.885	6.656	24.603
20	F1-40 ①	18.843	6.177	22.773
21	F1-40 ②	17.219	5.565	19.086
22	F1-40 ③	12.655	6.192	22.144
23	F1-40 ④	15.035	5.607	20.682
24	F1-40 ⑤	14.601	6.753	23.328
25	F1-40 ⑥	14.713	7.299	28.350
26	F1-3, 179	5.048	6.630	35.682
27	F1-3, 208	7.026	7.306	38.050
28	F1-3, 209	4.265	6.131	37.331
29	F1-3, 212	5.908	5.997	36.303
30	F1-3, 213	4.206	6.594	29.689
31	F1-3, 218	3.482	6.298	38.285
32	F1-4, 7	3.164	4.261	32.851
33	F1-4, 12	3.247	6.738	40.267
34	F1-4, 121	3.709	7.345	42.287
35	F1-12, 603	3.500	6.891	42.045
36	F1-12, 604	7.179	6.029	38.060
37	F1-12, 625	3.490	7.107	39.042
38	F1-12, 634	7.025	7.157	45.256
39	F1-12, 674	3.754	6.941	50.324
40	F1-12, 677	15.137	5.927	32.322

순번	Genotype	Stachyose	Raffinose	Sucrose
		g/kg	g/kg	g/kg
41	F1-12, 689	13.217	6.521	42.997
42	F1-12, 694	3.099	8.067	49.299
43	F1-14, 228	15.383	6.102	30.533
44	F1-14, 231	14.372	5.082	25.697
45	F1-14, 234	4.083	5.939	43.787
46	F1-14, 238	4.134	6.447	43.184
47	F1-14, 239	4.663	7.132	40.581
48	F1-14, 248	3.723	5.996	46.022
49	F1-14, 258	3.468	7.541	46.574
50	F1-11, 20	4.078	6.811	39.691
51	F1-11, 32	3.960	7.065	27.645
52	F1-11, 39	3.254	7.193	37.635
53	F1-11, 56	3.544	7.502	38.036
54	F1-11, 62	3.827	7.581	44.274
55	F1-11, 70	16.798	5.946	22.256
56	F1-11, 73	4.150	7.028	32.944
57	F1-11, 77	3.603	7.178	40.520
58	F1-11, 96	4.294	6.991	39.450
59	F1-16, 543	13.540	5.109	31.754
60	F1-16, 553	14.610	5.723	36.970
61	F1-16, 561	15.946	5.141	25.837
62	F1-16, 577	15.861	6.366	28.402
63	F1-16, 581	16.024	6.427	41.571
64	F1-16, 582	3.491	6.690	38.641
65	F1-16, 587	3.742	7.319	54.300
66	F1-16, 588	4.355	4.261	54.339
67	F1-16, 590	4.161	3.987	49.346
68	F1-16, 592	4.499	3.664	40.316
69	F1-16, 602	3.618	4.728	56.244
70	F1-42, 838	4.430	4.028	40.673
71	F1-42, 847	3.959	3.809	39.289
72	F1-42, 874	3.158	3.956	36.443
73	F1-42, 885	3.993	3.648	37.308
74	F1-42, 933	4.344	3.781	35.726
75	F1-42, 938	3.531	4.122	43.938
76	F1-42, 954	3.739	4.485	46.728
77	F1-42, 955	3.437	3.717	38.532
78	F1-1 ①	4.413	6.475	40.252
79	F1-1 ②	4.173	5.769	40.216
80	F1-1 ③	4.527	5.951	30.031

순번	Genotype	Stachyose	Raffinose	Sucrose
		g/kg	g/kg	g/kg
81	F1-1 ④	4.002	6.618	41.896
82	F1-1 ⑤	4.075	6.496	47.067
83	F1-1 ⑥	3.618	6.715	43.918
84	F1-5 ①	6.561	5.812	32.264
85	F1-5 ②	4.919	6.763	30.805
86	F1-5 ③	6.742	4.842	28.635
87	F1-5 ④	4.913	6.250	30.352
88	F1-5 ⑤	3.753	6.186	37.009
89	F1-5 ⑥	4.275	5.887	36.635
90	F1-5 ⑦	4.115	5.979	36.869
91	F1-5 ⑧	4.118	5.264	44.187
92	F1-24 ①	3.219	5.176	36.576
93	F1-24 ②	3.767	5.760	36.603
94	F1-25 ①	3.108	4.511	46.255
95	F1-25 ②	3.342	5.589	41.502
96	F1-25 ③	3.267	5.265	37.702
97	F1-7 ①	2.923	4.885	33.998
98	F1-7 ②	3.861	4.937	39.786
99	F1-7 ③	3.668	5.658	45.251
100	F1-42, 868	3.253	5.858	48.675
101	온실 436	2.523	5.324	42.321
102	온실 PI594191	11.883	5.574	18.332
103	온실 PI603176A	1.967	20.474	21.996
104	온실 F1-9선발②	3.102	5.874	32.949
105	온실 F1-9선발③	3.171	6.260	39.312
106	두량 16A1(10/18)	3.366	6.842	59.283
107	두량 16A2(10/17)	3.246	5.940	42.688
108	두량 16A4(10/11)	3.510	6.509	42.875
109	두량 16A6(10/17)	3.828	5.391	44.701
110	두량 16A7(10/11)	3.963	6.166	43.907
111	두량 16A9(10/16)	4.097	5.217	47.018
112	두량 16A10(10/16)	3.282	5.936	40.618
113	두량 16A13(10/11)	3.314	6.212	36.652
114	온실 16B1	13.286	6.553	24.488
115	온실 16B2	11.772	6.911	27.113
116	온실 16B3	12.616	6.638	25.465
117	온실 16B7	11.543	6.368	23.834
118	온실 16B10	13.344	7.113	24.363
119	온실 F1-18①	4.028	6.510	40.415
120	온실 F1-18②	4.112	7.099	42.779

1,2차년도 평가 결과 난소화성당의 함량이 적은 계통들은 향후 농업적 형질을 평가하여 모본으로 이용할 계획이다.

4. 목표달성도 및 관련분야 기여도

		코드번호	D-06
4-1. 목표달성도			
세부연구목표	평가 착안점	달성도 (%)	연구개발 수행내용
<ul style="list-style-type: none"> ○ 신제품 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 출원 및 등록 ○ 선발계통의 난소화성당 분석 ○ 난소화성당 저함량 계통 선발 ○ “진양콩” 순도 유지 종자생산 ○ “진양콩” 지역특화 재배 ○ “진양콩” 이용 제품생산 	<ul style="list-style-type: none"> ○신제품 출원/등록 여부 ○분석 여부 ○계통 선발 여부 ○“진양콩” 종자생산 여부 ○지역특화 여부 ○제품 생산/판매여부 	100	<ul style="list-style-type: none"> ○ 품종보호등록: 초선콩 ○ 품종보호출원: 대북콩 ○ 선발계통의 난소화성당 분석 및 저함량 계통 선발 <ul style="list-style-type: none"> -1차년도: 100점, 2차년도:120점 ○ “진양콩” 종자생산 후 농가 분양 <ul style="list-style-type: none"> - 최소 100kg ○ 신제품 지역특화재배 (참여기업 공동) <ul style="list-style-type: none"> - 제주, 전북등 최소 3지역 ○ “진양콩” 이용 콩 제품 생산 및 판매 <ul style="list-style-type: none"> - 제품: 두유 3종류 - 생산 및 판매: (주)완주로컬푸드농업협동조합
<ul style="list-style-type: none"> ○ 진양콩, 신제품 및 선발계통의 가공적성, 특성, 품질평가 	<ul style="list-style-type: none"> ○두부의 특성/품질평가 여부 ○된장의 특성/질 평가 여부 ○간장의 특성/질 평가 여부 	100	<ul style="list-style-type: none"> ○ 진양콩, 신제품, 선발계통을 이용한 두부, 된장, 간장의 제조 <ul style="list-style-type: none"> - 두부 가공 적성 분석 - 두부의 품질특성 비교 - 두부의 생리활성 및 그 유효물질 함량 측정 - 된장 및 간장의 라디칼 소거 및 콜레스테롤 흡착활성 측정 - 총 페놀 화합물, 플라보노이드 및 이소플라본 함량 측정 - 된장,간장의 색도, 탁도 및 지질산패도 측정 - 된장 및 간장의 숙성 기간별 품질특성 평가(색도, pH, 관능평가, 일반성분, 아미노산, 무기물 함량 비교분석) - 된장 및 간장의 라디칼 소거 및 콜레스테롤 흡착활성 측정, 총 페놀 화합물, 플라보노이드 및 이소플라본 함량 측정

4-2. 관련분야 기여도

o 국내외 기술개발 현황

- 콩의 성분중 품질을 저하시키는 lipoxygenase 단백질과 난소화성당에 대한 논문은 다수 발견되고 있음
- Lipoxygenase 단백질이 없는 품종은 국내에서는 “진품콩2호”, “미소콩”, “진양콩” 등이 육성 되어져 농가에서 재배중에 있음.
- 외국에서는 lipoxygenase 단백질이 없는 품종이 일본에서 일부 발견되고 있음.
- Lipoxygenase 단백질이 없으면서 난소화성당 성분인 stachyose의 함량이 낮은 품종은 국내에서 “진양콩”이 유일함.
- “진양콩”을 이용한 무첨가 두유는 현재 “진짜두유”가 유일함.

o 기여도

- 본 연구를 통하여 얻어진 결과는 고품질 기능성 콩 품종 육성에 모본으로 이용 가능
- “진짜두유”의 홍보로 진양콩을 이용한 다양한 콩 가공제품 생산 가능

5. 연구결과의 활용계획

코드번호

D-07

- “진양콩”은 전북 완주의 지역특화 재배 확대 계획
- “대북”콩은 두유 전문품종으로 지역특화 재배 계획
- “조선”콩은 청국장 전문품종으로 지역특화 재배 계획
- 난소화성당 저함량 선발계통은 품종화 또는 중간모본으로 이용 계획
- 진양콩을 이용한 진짜두유 생산 증대 계획
- 진양콩을 이용한 된장, 간장 제조 계획

6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

코드번호

D-08

- 해외에서도 콩의 품질을 저하시키는 성분인 Lipoxygenase 단백질, Kunitz trypsin inhibitor (KTI) 단백질, 7S 단백질이 유전적으로 결핍된 콩 육종 시작
- 난소화성당 성분인 raffinose 및 stachose 저함량 콩 육종 시작

7. 연구개발결과의 보안등급

코드번호	D-09
<input type="radio"/> 해당없음	

8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

- 해당없음

9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

		코드번호	D-11
〈대학전체 차원에서 월별로 안전조치 이행실시함〉			
1월	•연구실험실 안전 순찰 (가좌, 칠암, 통영)		
2월	•기관별 안전 관리자 안전교육 실시(행정실 담당자, 학과조교) •연구실험실 안전교육 실시(연구실별 안전담당자) •LMO 연구실 안전교육 실시		
3월	•연구실험실 안전 순찰 •연구실 안전문화 활성화 캠페인 실시 •방사선종사자 안전교육 실시(전반기)		
4월	•상반기 연구실험실 정기 안전 점검 실시 •연구 활동 조사자 안전보험 가입		
5월	•연구실험실 화재, 화학물질 유출 훈련 실시		
6월	•연구실험실 안전 순찰		
7월	•방사선 종사자 안전교육(하반기)		
8월	•기관별 안전 관리자 안전교육 실시(행정실 담당자, 학과조교) •연구실험실 안전교육 실시(연구실별 안전담당자) •LMO 연구실 안전교육 실시		
9월	•연구실 안전문화 활성화 캠페인 실시		
10월	•하반기 연구실 정기 안전점검 실시 •연구 활동 종사자 건강검진 실시		
11월	•2013년도 연구실 안전관리계획 수립 •연구실험실 화재, 화학물질 유출 훈련 실시		
12월	•연구실험실 안전 순찰		

10. 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국 가	코드번호		D-12	
						Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
1	특허	콩 신제품등록: 초선	경상대학교		대한민국		2016.04.11		
2	특허	콩 신제품출원: 대복	경상대학교		대한민국		2017.12.19		
3	논문	Stachyose 및 Raffinose 저함량 콩 선발계통의 농업적 형질	경상대학교	교신	한국작물 학회지		2017.06.01	단독사사	
4	논문	The Quality Characteristics of Low Raffinose and Stachyose (LRS) Soybean Cultivars and their Tofu	경상대학교	교신	한국생명 과학회지		2017.11.30	단독사사	
5	제품	“진짜두유”	완주로컬 푸드						두유

11. 기타사항

코드번호	D-13
<ul style="list-style-type: none">○ 진양콩을 이용한 “진짜두유”<ul style="list-style-type: none">- 국내 유일의 무첨가 두유	

12. 참고문헌

코드번호	D-14
Ahn JB, Park JA, Jo H, Woo I, Lee SH, Jang KI. 2012. Quality characteristics and antioxidant activity of commercial Doenjang and traditional Doenjang in Korea. Korean J Food & Nutr 25: 142-148.	
Benzie IFF, Strain JJ. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. Anal Biochem 230: 70-79.	
Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature 181: 1199-1200.	
Chang CI, Lee JK, Ku KH, Kim WJ. 1990. Comparison of soybean varieties for yield, chemical and sensory properties of soybean curds. Korean J Food Sci Technol 22: 439-444.	
Chang M, Kim IC, Chang HC. 2010. Effect of solar salt on the quality characteristics of doenjang. J Korean Soc Food Sci Nutr 39: 116-124.	
Choi MH, Cho KM, Nam SH. 2014. Antioxidant activities and changes in <i>trans</i> -resveratrol and indigestible oligosaccharides according to fermentation periods in <i>Cheonggukjang</i> . J Korean Soc Food Sci Nutr 43: 243-249.	
Chong MG, Kang ST, Han WY, Baek IY, Kim HK, Shin DC, Kang NS, Hwang YS, An YN, Lim JD, Kim KS, Park SH, Kim SL. 2006. Variation of isoflavone contents in Korean soybean germplasms. Korean J Crop Sci 51: 146-151.	
Chu YS, Yu YG, Ym SY, Jang H.J. 2007. Physiological saline solution with antibacterial activity comprising minerals of deep sea water. Korea Patent Registration, 10-0785441.	
Chun KH, Kim BY, Son TI, Hahm YT. 1997. The extension of tofu shelf-life with water-soluble degraded chitosan as immersion solution. Korean J Food Sci Technol 29: 476-481.	
Chung DO. 2010. Characteristics of tofu (soybean curd) quality mixed with <i>Enteromorpha intestinalis</i> powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 39: 745-749.	
Dubois M, Gilles KA, Hamilton JK, Rebert PA, Smith F. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substance. Anal Chem 28: 350-352.	
Duval B, Shetty K. 2001. The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (<i>Pisum sativum</i>) elicited by genetically transformed anise root extract. J Food Biochem 25: 361-377.	

- Esteves EA, Martino HSD, Oliveira FCO, Bressan J, Costa NMB. 2010. Chemical composition of a soybean cultivar lacking lipoxygenase (LOX2 and LOX3). *Food Chem* 122: 238-242.
- Gutfinger T. 1981. Polyphenols in olive oil. *J Am Oil Chem Soc* 58: 966-968.
- Ha DS, Moon JY, Choi SW, Shim SI, Kim MC, Chung JI. 2017. Agronomic traits of soybean breeding lines with low stachyose and raffinose contents. *Korean J Crop Sci* 62: 143-148.
- Han JS, Ha TY and Kim SR. 2006. Studies on physiological properties of isoflavone from soybean and its processing properties. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 1427-1433.
- Hwang CR, Lee SJ, Kang JR, Kwon MH, Kwon HJ, Chung JI, Sung NJ. 2012. Physicochemical characteristics and antioxidant activity of *Kanjang* made from soybean cultivars lacking lipoxygenase and kunitz trypsin inhibitor protein. *J Agric Life Sci* 46: 109-123.
- Jackson CJC, Dini JP, Lavandier C, Rupasinghe HPV, Faulkner H, Poysa V, Buzzell D, DeGrandis S. 2002. Effects of processing on the content and composition of isoflavones during manufacturing of soy beverage and tofu. *Process biochemistry* 37: 1117-1123.
- Jo SJ, Hong CO, Yang SY, Choi KK, Kim HK, Yang H, Lee KW. 2011. Changes in contents of γ -aminobutyric acid (GABA) and isoflavones in traditional Korean Doenjang by ripening periods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 557-564.
- Jung GT, Ju IO, Choi JS, Hong JS. 2000. Preparation and shelf-life of soybean curd coagulated by fruit juice of *Schizandra chinensis* Ruprecht (Omija) and *Prunus mume* (maesil). *Korean J Food Sci Technol* 32: 1089-1092.
- Kang SH, Lee S, Ko JM, Hwang IK. 2011. Comparisons of the physicochemical characteristics of Korean traditional soy sauce with varying soybean seeding periods and regions of production. *Korean J Food & Nutr* 23: 761-769.
- Kao TH, Chen BH. 2006. Functional components in soybean cake and their effects on antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 54: 7544-7555.
- Kim BS, Rhee CH, Hong YA, Kwon TH, Shin MK, Kim JH, Woo CJ, Kim YB, Park HD. 2008. Changes of enzyme activity and physiological functionality of traditional kanjang(soy sauce) during fermentation in the using *Bacillus* sp. SP-KSW3. *Korean J Food Preserv* 15: 293-299.

- Kim EY, Baik IH, Kim JH, Kim SR, Rhyu MR. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 36: 333-338.
- Kim GW, Kim GH, Kim JS, An HY, Hu GW, Son JK, Kim OS, Cho SY. 2008. Quality of tofu prepared with deep seawater as coagulant. *J Kor Fish Soc* 41: 77-83.
- Kim JS, Kim HO, Moon GS, Lee YS. 2008. Comparison of characteristics between soy sauce and blank soy sauce according to the ripening period. *J East Asian Soc Diet Life* 18: 981-988.
- Kim JS, Yoon S. 1999. Isoflavone contents and β -glucosidase activities of soybeans, Meju and Doenjang. *Korean J Food Sci Technol* 31: 1405-1409.
- Kim SH, Kwon TW, Lee YS, Choung MG, Moon GS. 2005. A major antioxidative components and comparison of antioxidative activities in black soybean. *Korean J Food Sci Technol* 37: 73-77.
- Kim YA, Kim HS, Chung JM. 1996. Originals: Physicochemical analysis of Korean traditional soy sauce and commercial soy sauce. *Korean J Food Cookery Sci* 12: 273-279.
- Kim YA. 2005. Effects of *Lycium chinense* powders on the quality characteristics of yellow layer cake. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 403-407.
- Korea Foods Industry Association. 2003. The rules of hygiene. Moonyoungsa Co., Seoul, Korea. p 389.
- Ku KH, Park KM, Kim HJ, Kim YS, Koo MS. 2014. Quality characteristics of doenjang by aging period. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 720-728.
- Kwak CS, Lee MS, Park SC. 2007. Higher antioxidant properties of *chungkookjang* a fermented soybean paste, may be due to increased aglycone and malonylglycoside isoflavone during fermentation. *Nutr Res* 27: 719-727.
- Kwon OJ, Kim MA, Kim TW, Kim DG, Son DH, Choi UK, Lee SH. 2010. Changes in the quality characteristics of soy sauce made with salts obtained from deep ocean water. *Korean J Food Preserv* 17: 820-825.
- Kwon SH, Shon MY. 2004. Antioxidant and anticarcinogenic effects of traditional doenjang maturation periods. *Korean J Food Preserv* 11: 461-467.
- Lee EJ, Kwon OJ, Im MH, Choi UK, Son DH, Lee SI, Kim DG, Cho YJ, Kim WS, Kim SH and Chung YG. 2002. Chemical changes of kanjang made with barley bran. *Korean J Food Sci Technol* 34: 751-756.

- Lee KS, Lee JC, Lee JK, Hwang ES, Lee S, Oh MJ. 2001. Quality of 4-recommended soybean cultivars for meju and doenjang. *Korean J Food Preserv* 9: 205-211.
- Lee SJ, Kim IS, Hu WS, Ha ES, Chung JI, Sung NJ. 2016. Quality characteristics and antioxidant activity of Doenjang made from lipoxygenase-free genotypes soybeans. *Korean Soc Food Sci Nutr* 45: 35-43.
- Lee SJ, Kim IS, Lee HJ, Chung JI, Sung NJ. 2013. Properties of non-GM soybeans with lipoxygenase free genotypes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1629-1637.
- Lee SY, Park NY, Kim JY, Choi HS. 2012. Quality characteristics of rice-doenjang during fermentation by differently shaped meju and adding starter. *Korean J Food & Nutr* 25: 505-512.
- Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-428.
- Moon BK, Jeon KS, Hwang IK. 1996. Isoflavone contents in some varieties of soybean and on processing conditions. *Korean J Soc Food Sci* 12: 527-534.
- Moreno MIN, Isla MI, Sanpietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several region of Argentina. *J Ethnopharmacol* 71: 109-114.
- Myung JG, & Hwang IK. 2008. Functional Components and Antioxidative Activities of Soybean Extracts. *Korea Soybean Digest* 25: 23-29.
- No JD, Choi SY, Lee SJ. 2008. Quality characteristics of soybean pastes (doenjang) prepared using different types of microorganisms and mixing ratios. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 243-250.
- Oh HJ, Kim CS. 2007. Antioxidant and nitrite scavenging ability of fermented soybean foods (*Chungkukjang*, *Doenjang*). *J Korea Soc Food Sci Nutr* 36: 1503-1510.
- Oh HJ, Lim JH, Lee JY, Jeon SB, Kang HY, Oh YS, Oh YJ, Lim SB. 2009. Quality characteristics of Jeju traditional Doenjang. *Korean J Culinary Res* 15: 298-308.
- Park CK & Hwang IK. 1994. Effects of coagulant concentration and phytic acid addition on the contents of Ca and P and rheological property of soybean curd. *Korean J Food Sci Technol* 26: 355-358.
- Park JS, Lee MY, Lee TS. 1995. Compositions of sugars and fatty acids in soybean paste (Doenjang) prepared with different microbial sources. *J Korean Soc Food Nutr* 24 : 917-924.

- Park KH, Piao XM, Jang EK, Yoo YE, Hwang TY, Kim SL, Jong JH, Shin HM, Kim HS. 2012. Variation of isoflavone contents in Korean soybean cultivars released from 1913 to 2006. *Korean J Breed Sci* 44: 149-159.
- Peterson G. 1995. Evaluation of the biochemical targets of genistein in tumor cells. *J Nutr* 125: 784-789.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26: 1231-1237.
- Ruiz-Larrea MB, Mohan AR, Paganga G, Miller NJ, Bolwell GP, Rice Evans CA. 1997. Antioxidant activity of phytoestrogenic isoflavones. *Free Radic Res* 26: 63-70.
- Seo YJ, Kim MK, Lee S, Hwanh IK. 2010. Physicochemical characteristics of soybeans cultivated in different regions and the accompanying soybean curd properties. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 441-449.
- Shih MC, Yang KT, Kuo SJ. 2002. Quality and antioxidative activity of black soybean tofu as affected by bean cultivar. *J Food Sci* 67: 480-484.
- Shin JH, Kang MJ, Yang SM, Lee SJ, Ryu JH, Kim RJ, Sung NJ. 2010. Comparison of physicochemical properties and antioxidant activities of Korean traditional kanjang and garlic added kanjang. *J Agri & Life Sci* 44: 39-48.
- 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: 1674-1677.
- Yang SH, Choi MR, Kim JK, Chung YG. 1992. Characteristics of the taste in traditional Korean soybean paste. *J Korean Soc Food Nutr* 21: 443-448.
- Yoo KM. 2011. Effects of soybean varieties on the physicochemical and sensory characteristics of tofu. *Korean J Food & Nutr* 24: 451-457.
- Yoon WJ, Lee SW, Moon HK, Moon JN, Kim BG, Kim BJ, Kim GY. 2011. Quality characteristics of traditional soybean paste (Doenjang) manufactured with mixed beans. *J East Asian Soc Dietary Life* 21: 375-384.

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩 계통의 품종화 및 산업화				
	(영문) Breeding and industrialization of new soybean with lipoxygenase protein-free and low content of indigestion sugar				
주 관 연구 기관	경상대학교	주 관 연 구 책 임 자	(소속) 경상대학교		
참 여 기 업	씨드웰(주)		(성명) 정종일		
총 연구개발비 (250,000 천원)	계	250,000	총 연 구 기 간 2015.12.18 ~ 2017.12.17. (2년)		
	정부출연 연구개발비	200,000	총 인 원	28	
	기업부담금	50,000	총 참 여 연 구 원 수	내부인원	8
	연구기관부담금			외부인원	20

○ 연구개발 목표 및 성과

- 리폭시지나아제 단백질이 결핍되어져 있고 난소화성당의 함량이 낮은 선발계통의 품종화
- 선발계통이나 품종의 가공적성(된장, 간장, 두부) 탐색
- 선발계통(품종)의 지역특화재배를 통한 산업화
- “진양콩”의 종자생산, 지역특화 재배 및 제품화

○ 연구내용 및 결과

- “진양콩”의 지역특화 재배 및 제품화 (두유 생산 판매)
 - 두유 제품명: 진짜두유
 - 생산공장: 완주군 완주로컬푸드
- 리폭시지나아제 단백질 결핍 중소립 선발계통의 품종보호등록(품종명:조선)
- 리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 선발계통의 신품종보호출원(품종명:대북)
- 진양콩, 대북콩, 일반콩(태광)으로 제조한 두부는 이소플라본, 총 페놀 및 플라보노이드 함량은 대북두부에서 높았으며, 항산화활성은 대북두부에서 다소 높았음.
- 된장의 색깔은 숙성 6~12개월경에 유의적으로 증가되었으며, 총당 함량은 태광된장에서 유의적으로 낮았으며, 환원당 함량은 숙성 3~9개월경에 대북된장에서 높았음. 이소플라본 함량은 숙성기간 동안 증가되었으며, 총 페놀 함량은 진양된장에서 유의적으로 높았음. 된장의 항산화활성은 진양된장에서 다소간 높았음.
- 간장의 총당 함량은 태광간장에 비해 진양, 대북콩으로 만든 간장에서 유의적으로 높았음. 간장 중 이소플라본은 진양, 대북콩으로 만든 간장에서 daidzein 함량이 태광간장에 비해 유의적으로 높았음.

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- “진양콩” 및 신품종의 지역특화 재배 확대 가능
- “진양콩” 및 신품종을 이용한 차별화된 두유의 생산 판매 확대 가능
- “진양콩” 및 신품종을 이용한 차별화된 된장, 간장 생산 가능
- “진양콩” 및 신품종을 이용한 콩 가공품의 개발로 원료콩 품질의 안전성에 대한 소비자 인지도 향상/ 국내 콩 산업 경쟁력 강화 가능
- 리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩으로 제조한 두유, 두부, 된장 및 간장은 일반콩(태광)으로 제조된 것에 비해 차별화가 가능함으로 지역특화 재배 및 제품화 가능

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제현황

			코드번호	D-15	
			과제번호	115074-2	
사업구분	000000사업				
연구분야	농업			과제구분	단위
사업명	농생명산업기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함 량 콩 계통의 품종화 및 산업화			과제유형	(응용)
연구기관	경상대학교			연구책임자	정종일
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2015.12.18 ~ 2016.12.17	100,000	25,000	125,000
	2차년도	2016.12.18 ~ 2017.12.17	100,000	25,000	25,000
	계		200,000	50,000	250,000
참여기업	(주)씨드웰				
상대국		상대국연구기관			

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2017.12.30

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
경상대학교	교수	정종일

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	정종일
----	-----

I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수)

- “진양콩”은 lipoxxygenase 단백질이 없으며 난소화성당 성분인 stachyose의 함량이 매우 낮은 국내 유일의 품종임.
- 진양콩을 이용한 “찐짜두유” 제품음 소금외에는 첨가제가 전혀 포함되지 않는 국내 유일의 두유제품 이고 콩껍질까지 분쇄된 형태임.

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수)

- “진양콩” 및 신품종을 이용한 차별화된 된장, 간장 생산 가능
- “진양콩” 및 신품종을 이용한 콩 가공품의 개발로 원료콩 품질의 안전성에 대한 소비자 인지도 향상/ 국내 콩 산업 경쟁력 강화 가능

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수)

- “진양콩” 및 신품종의 지역특화 재배 확대 가능
- 리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩으로 제조한 두유, 두부, 된장 및 간장은 일반 콩(태광)으로 제조된 것에 비해 차별화가 가능함으로 지역특화 재배 및 제품화 가능

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수)

- 품종보호출원/등록, 진양콩 종자생산, 계통의 선발등 포장 업무 성실히 수행
- 온실에서 세대축진등 수행
- 실험실에서 성분의 분석 등 수행
- 콩 재배농가와 주기적인 정보교류

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (우수)

- 신품종/논문/콩가공 제품/ 학회발표등 수행

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
○ 신제품 육성 출원 및 등록	20	20	- 출원 1건, 등록1건
○ 선발계통의 난소화성당 분석/저함량 계통의 선발	10	10	- 220점 분석, 저함량 계통 선발
○ “진양콩” 순도유지 종자생산	10	10	- 100kg 이상 증식
○ “진양콩” 지역특화 재배	10	10	- 전국 3곳 이상 지역 재배
○ “진양콩” 이용 제품생산	20	20	- 진짜두유 생산
○ 진양콩, 신제품및 선발계통의 가공적성, 특성, 품질평가	30	30	- 두유, 된장, 간장 제조/특성 조사
합계	100점	100	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 포장, 운실, 실험실에서 연구 수행. 콩 재배 농가와 지역 특화재배를 위한 노력등 전체적으로 연구 성실히 수행함.
- 진양콩을 이용한 진짜두유 제품은 품질 및 기능성이 우수하여 점차 수요가 증가할 것으로 예상함.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 본 과제는 포장 및 농가와 관련된 과제로 환경의 영향(가뭄등)을 많이 받아 과제 수행에서 다소 어려움이 수반됨.

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 선발계통, 출원 및 등록 품종, 진양콩등은 지속적으로 농가 보급 예정

IV. 보안성 검토

o 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

- 해당없음

2. 연구기관 자체의 검토결과

- 해당없음

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제		분 야	농업
연구과제명	리폭시지나아제 단백질 결핍 및 난소화성당 저함량 콩 계통의 품종화 및 산업화			
주관연구기관	경상대학교		주관연구책임자	정종일
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	200,000,000	50,000,000		250,000,000
연구개발기간	2015.12.18. - 2017.12.17			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 신품종 육성 (출원 및 등록)	○ 품종보호등록: 초선콩, 품종보호출원: 대복콩
② 선발계통의 난소화성당 분석	○ 선발계통의 난소화성당 분석 1차년도: 100점, 2차년도:120점
③ 난소화성당 저함량 계통 선발	○ 농업형질 양호 난소화성당 저함량 5계통 선발
④ “진양콩” 순도유지 종자생산	○ “진양콩” 종자생산 후 농가 분양 최소 100kg
⑤ “진양콩” 지역특화 재배	○ 신품종 지역특화재배 참여기업 공동) 제주, 전북등 최소 3지역
⑥ “진양콩” 이용 제품생산	○ “진양콩” 이용 콩 제품 생산 및 판매 - 제품: 두유 3종류 - 생산 및 판매: (주)완주로컬푸드농업협동조합
⑦ 진양콩, 신품종 및 선발계통의 가공적성, 특성, 품질평가	○ 진양콩, 신품종, 선발계통을 이용한 두부, 된장, 간장의 제조 - 두부 가공 적성 분석 - 두부의 품질특성 비교 - 두부의 생리활성 및 그 유효물질 함량 측정 - 된장/간장의 라디칼 소거 및 콜레스테롤 흡착활성 측정 - 총 페놀 화합물, 플라보노이드 및 이소플라본 함량 측정 - 된장,간장의 색도, 탁도 및 지질산패도 측정 - 된장 및 간장의 숙성 기간별 품질특성 평가(색도, pH, 관능평가, 일반성분, 아미노산, 무기물 함량 비교분석) - 된장 및 간장의 라디칼 소거 및 콜레스테롤 흡착활성 측정, 총 페놀화합물, 플라보노이드 및 이소플라본 함량 측정

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특 허 출원	특 허 등록	품 종 등록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SC I	비 SC I						
단위	건	건	건	건	백만원	백만원	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	30		30			40													
최종목표	2		1			2						3	2		1		1		
연구기간 내 달성실적	1		1			3						2	4		1		1		
달성율(%)	50		100			150						66	200		100		100		

4. 핵심기술

구분	핵심 기술 명
①	Lipoxygenase 및 난소화성당 저함량 콩 계통 및 신품종 육성
②	Lipoxygenase 및 난소화성당 저함량 콩을 이용한 제품 (두부, 된장, 간장등)

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복 제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해 결	정책 자료	기타
①의 기술		v				v	v			
②의 기술		v				v	v			

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	품종보호출원, 지역특화재배, 산업체기술이전(상품화): 국내 콩 산업 경쟁력 강화
②의 기술	산업체기술이전(상품화): 국내 콩 가공 소규모 기업 경쟁력 강화

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출	투자유치		논문		학술발표			정책 활용	홍보 전 시	
												SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명				
가중치	30		30			40													
최종목표	2		1			2						3		2		1		1	
연구기간 내 달성실적	1		1			3						2		4		1		1	
연구종료 후 성과창출 계획	1											1							

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾	Lipoxygenase 및 난소화성당 저함량 콩 신품종		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input checked="" type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간	3년	실용화예상시기 ³⁾	2019년
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	콩 특화재배 지자체 선정 및 콩 가공품 회사 선정		