

T000038984

발간등록번호

11-1543000-000146-01

MONO1201414500

국산 콩 lecithin 관련 유전.생리적 요인 구명, 우량
품종 선발 및 신제품 개발

(Determine genetic and physiological factors affect
on lecithin content and selecting elite cultivars
for developing new soybean product)

건국대학교 생명환경과학대학

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “국산 콩 lecithin 관련 유전·생리적 요인 구명, 우량 품종 선발 및 신제품 개발에 관한 연구” 과제 (세부과제 “콩 종자내 lecithin의 양적, 질적 특성과 관련된 환경요소 및 유전적 특성 구명”, 협동과제 “고 lecithin 함량 자원 및 계통 선발”, 협동과제 “Lecithin 성분이 강화된 콩 제품 개발에 관한 연구”)의 보고서로 제출합니다.

2013년 7월 25일

주관연구기관명 : 건국대학교

주관연구책임자 : 정 우 석

세부연구책임자 : 정 우 석

연 구 원 : 전 연 지

연 구 원 : 유 원 동

연 구 원 : 김 진 현

협동연구기관명 : 경상대학교

협동연구책임자 : 정 종 일

협동연구기관명 : (주)팜지오

협동연구책임자 : 허 화 영

요 약 문

I. 제 목

주관과제: 국산 콩 lecithin 관련 유전·생리적 요인 구명, 우량 품종 선발 및 신제품 개발

제 1 세부과제: 콩 종자내 lecithin의 양적, 질적 특성과 관련된 환경요소 및 유전적 특성 구명

제 1 협동과제: 고 lecithin 함량 자원 및 계통 선발

제 2 협동과제: Lecithin 성분이 강화된 콩 제품 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

본 연구의 목적은 콩 lecithin 의 합성과 관련된 유전, 생리적 특성을 구명하고 우량품종을 선발하고 이를 이용하여 lecithin이 부각된 새로운 제품개발에 있다.

2. 연구의 필요성

○ 해외에서 대규모 재배되는 GMO 콩과의 차별화를 통해 국산 콩 산업의 활성화를 위해서는 식용 콩의 수요를 전략적으로 증대시킬 수 있는 방안이 필요하다. 콩의 기능성 소재들은 이러한 콩 산업의 활성화 방안의 주제로서 많은 논의가 있어왔으나 소비트렌드를 지속적으로 상승시키는 동인으로서 기존의 기능성 성분들 외에 비교적 새로운 기능성 성분의 부각이 필요한 상황이다.

○ 이러한 측면에서 콩 lecithin은 그 생리학적 연구결과에 비해 비교적 소비자들의 관심을 덜 끌어난 면이 있다.

○ 콩의 lecithin은 자연계에 존재하는 인지질 중 식품, 사료, 공업용 용매재로서 대규모 활용되어온 중요한 공급원이다. 콩 lecithin은 인체에 매우 중요한 choline의 공급원이다. 최근 choline의 중요성에 대한 연구는 빠르게 이루어지고 있으며, 특히 체내 methyl 대사를 비롯 신경전달, 콜레스테롤 대사 등에 관련된 연구결과가 보고되고 있고, 그 기능적 비중은 많은 연구자들의 관심을 집중시키고 있는 실정이다.

○ 이러한 측면에서 콩 lecithin은 그 생리학적 연구결과에 비해 비교적 소비자들의 관심을 덜 끌어난 면이 있다.

○ 그러나 콩 종자내 lecithin의 합성과정에 대한 분자생물학적, 분자유전 및 생리학적 연구는 매우 미미한 실정으로 lecithin의 합성경로도 제대로 제시되지 않고 있는 것이 국내외 이 분야 연구의 현실이다.

○ 우리나라의 콩 유전자원은 물론 국내외 콩 유전자원에 대한 lecithin 함량의 분석에 대한 보고는 거의 없는 상황이다.

○ 본 연구를 통하여 보다 명확한 lecithin 합성 경로의 제시, 이에 관여하는 유전자의 동정과 이를 통한 발현 기작 구명, 국내외 콩 유전자원의 lecithin 함량 분석을 통한 유전자원들의 고유 특성 발굴 및 육종 소재화, 신품종육성, 그리고 이러한 lecithin 함량이 높은 콩을 새로운 소재로 활용하여 기존의 제품에서 결여된 기능성 측면을 부각시킨 새로운 제품을 개발하고 콩이 첨가된 식품의 마케팅 전략의 도출을 시도하고 이를 통하여 국내 콩 산업의 활성화에 기여하고자 한다.

III. 연구개발 내용 및 범위

- 환경요인이 콩 종실내 lecithin의 특성에 미치는 영향구명
- 콩 종실내 lecithin의 양적, 질적 특성과 관련된 유전적 특이성 추적
- 국내외 주요 유용 콩 유전자원의 lecithin 함량 조사
- 고 lecithin 함량 콩 자원의 선발
- 1차년도 선발된 고 lecithin 함량 콩 자원의 농업적 형질 평가
- 농업형질 양호 계통 및 자원 선발
- 국내외 lecithin 성분 특성이 우수한 콩을 이용한 제품 개발
- Lecithin 성분 특성을 이용한 마케팅 전략 개발

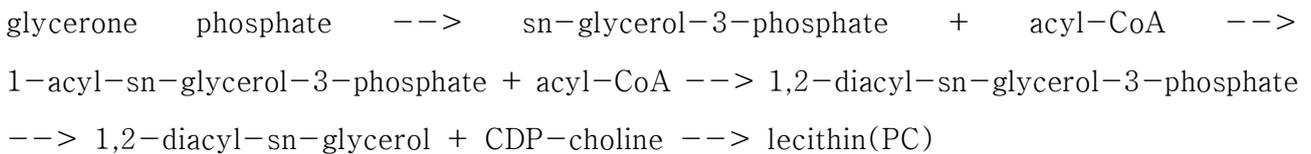
IV. 연구개발결과

- 콩 종자내 lecithin 추출 및 분석방법 수립, 분석
- 2010, 2011년 2년차 간 lipoxygenase의 활성이 억제된 콩, 콩 알러젠인 Kti가 결여된 품종, 일

반 장려품종의 lecithin 분석

○ 우리나라 18개 품종의 콩 파종기 이동에 따른 (4시기: 5월초 ~ 7월 중순) 콩 종자내 지방산 성분조성의 변화 구명

○ 콩 lecithin의 구체적 합성경로 제시



○ 콩 lecithin 합성관련 6개 효소의 유전자 동정

1-acyl-sn-glycerol-3-phosphocholine O-acyltransferase, 1,2-diacyl-sn-glycerol
cholinephospho-transferase, diacylglycerol-3-phosphate phosphohydrolase,
glycerol-3-phosphate dehydrogenase (NAD⁺), glycerol-3-phosphate dehydrogenase,
phosphatidylcholine 2-acylhydrolase 의 유전자를 동정하였다.

콩의 genome walker library를 제작하여 (Invitorgen Kit) 기존의 콩 genome sequencing DB의 유전정보를 이용하여 primer를 제작하고 부분적으로 coding region 과 promoter를 동정함.

○ 우리나라 콩 유전자원의 lecithin 분석 및 선발

1년차 57개의 자원, 2년차 111개의 자원 포장 재배 → PC성분 분석, 고함량 자원 선발, 선발 자원의 농업형질 평가 (2년간)

○ 레시틴의 주요 성분인 PC성분 고함량 자원 4개 선발:

013F9-2(2), 013F9-2(3), 70F7-2, P34-162

선발 자원중 013F9-2(2), 013F9-2(3), 70F7-2는 농업형질 양호

○ Lecithin 성분이 강화된 콩 제품 개발

Kti가 제거된 콩 품종의 분말을 이용한 쌀과제 개발: (주)강동오케익에서 제품화, 판매중

Kti가 제거된 콩 품종의 분말을 이용한 돈육가공제품 (소세지등) 개발: (주)일양웰푸드에서 제품화, 판매중

V. 연구성과 및 성과활용 계획(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

○ 연구성과 총괄표

(단위 : 건수)

구분	특허		신품중				유전자원 등록	논문		기타
	출원	등록	품종명 명칭등록	품종생산 수입판매 신고	품종보호			SCI	비SCI	
					출원	등록				
1차 년도	목표	1							1	
	달성	1								
2차 년도	목표	1					1	1		
	달성	1					1			시 제 품 제작 3 건, 제품 화1건
3차 년도	목표		1		1		2	2	1	
	달성						4	1		
계	목표	2	1		1		2	3	3	
	달성	2					4	2		

* 연차별 연구성과 목표는 향후 연차평가 등의 정량적 평가지표로 활용됨

** 연구성과는 연구계획에 따라 도출된 것으로 예시와 같이 작성

○ 연구성과 활용 목표

(단위 : 건수)

구분	기술실시(이전)	상품화	정책자료	교육지도	언론홍보	기타
활용건수	목표	0	1			
	달성	2	1			

○ 논문게재 성과

게재연도	논문명	저자			학술지명	Vol.(No.)	국내외 구분	SCI구분
		주저자	교신저자	공동저자				
2012	Composition of the Essential Oil, Neutral Volatile Oil and Petroleum Ether Extract of Korean Perilla (<i>Perilla frutescens</i> Britton) Leaves	Woosuk Jung	Ateeque Ahmad	Seung-Hyun Kim, Ill-Min Chung, Nagella Praveen	Asian Journal of Chemistry	24(7)	국외	SCI
2012	The improvement of laying productivity and egg quality according to providing germinated and fermented soybena for a feed additive		Woosuk Jung	Jin-ho Shin, Jung-Min Park, Jin-Man Kim, Kwang Soo Roh	Korean J. Food Sci. An	32(4) 404-408	국내	SCIE

○ 특허 성과

출원된 특허의 경우					등록된 특허의 경우				
출원연도	특허명	출원인	출원국	출원번호	등록연도	특허명	등록인	등록국	등록번호
2011	항균 및 항산화 생리활성을 갖는 발아 및 발효콩을 포함하는 산란계 사료첨가제 및 그 제조방법	김진만 정우석	한국	10-2011-0048489					
2010	생콩가루 혼합쌀가루 분말 및 이를 이용한 과자 제조방법	건국대학교 산학협력단	한국	10-2010-0075855					

○ 사업화 현황

사업화명	사업화내용	사업화 업체 개요				기대출액	당해년도 매출액	매출액 합계
		업체명	대표자	종업원수	사업화형태			
Kti가 제거된 콩이 포함된 소시지 개발	대두분리단백 대체 생콩가루를 사용한 소시지제품개발	(주) 일양유통	박승탁			20억원		

SUMMARY

(영문요약문)

Phosphatidylcholine (PC), which is the major component of lecithin component serves as a nerve cell membrane material and a choline supplier, so it may improve memory function in subjects suffering from memory impairment and dementia. Content of PC component in soybean seed may depend on genotype and environment. Genotype with higher PC content is valuable in breeding project. We have studied and cloned 6 genes of PC synthesis pathway, which are the genes can make the following enzymes; 1-acyl-sn-glycero-3-phosphocholine O-acyltransferase, 1,2-diacyl-sn-glycerol cholinephospho-transferase, diacylglycerol-3-phosphate phosphohydrolase, glycerol-3-phosphate dehydrogenase (NAD⁺), glycerol-3-phosphate dehydrogenase, phosphatidylcholine 2-acylhydrolase. We analyzed lecithin contents of soybean seed which harvest 2010 and 2011 grown in Suwon and Jinju what is in mid- and southern province located in Korea peninsula, respectively. Also, we analyzed soybean seed to investigate environmental effects on fatty acid synthesis and contents. We have planted soybean four different planting date from early of May through late of July. We have found that lecithin content of soybean seed affected by environmental condition and we observed yearly variation of lecithin contents is greater than we have expected, which means lecithin synthesis in seeds might be affected by environmental condition like other lipids. Additionally, fatty acids of soybean seeds showed some tendencies by plant date. Particularly, oleic acid contents decreased in the soybean seed which harvested in late planting block than early planting block. However the linoleic and linoleic acids contents in soybean have some tendency of increase by planting date moves from early to late planting date. The variation of the PC content in soybean was investigated here for the purpose of improvement a new cultivar with a high PC content. Fifty-seven soybean genotypes were cultivated at first year. After harvesting, PC contents were analyzed. Content (mg/g) of PC component was from 7.02 to 19.55. At second year, 111 genotypes including 57 genotype used at first year were cultivated. After harvesting, PC contents were analyzed. Content (mg/g) of PC component was from 0.061 to 12.324. In both year, the PC contents of three breeding lines [013F9-2(3), 05C4, P34-162] and one cultivar (Jinpumkong#2) was higher. In addition, we tried to make new products what have soybean flour and realistically, we made rice cookies which has up to 10% of soybean flour. We also, made sausages which have up to 5% soybean flour. Both products have been released to local market and currently, their yearly sales consistently grown and recorded up to two million Korean won in case of sausage.

CONTENTS

(영 문 목 차)

Chapter 1. Outlook of proposed research 연구개발과제의 개요

Chapter 2. Current researches and technical progress in the area of proposed research

Chapter 3. Results and discussion

Chapter 4. Achievement and apply for related research areas

Chapter 5. Future perspectives and research plans

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 필요성

○ 우리나라에서 콩은 전통적으로 중요한 식물성 단백질원으로서, 부식재로서, 그리고 동절기동안은 두채의 형태로 활용, 취식되어왔다. 그러나, 콩을 도입한 역사가 비교적 짧은 서구에서는 동양과는 크게 다른 형태로 콩을 활용하고 있으며 그 용도는 매우 다양하게 쓰이고 있다.

○ 서구에서는 콩의 단백질, 지질등 특정 성분만을 분리하여 각각 분리단백 (isolated soy protein)과 대두유, 그리고 그 잔여물을 사료로 주로 사용하며 이들은 식품 및 사양 산업에 있어 매우 중요한 소재로 대규모로 소비되고 있다.

○ 우리나라에서 콩 산업을 활성화하기 위해서는 이미 식품소재 시장을 선점하고 있는 양적 그리고 특정 성분만 분리하여 소재로 사용하는 접근 방식보다는 기존의 전통적인 음식문화의 틀 속에서 아이소플라본, 안토시아닌 등 기능성이 알려진 물질들을 마케팅요소로 활용하는 것이 하나의 대안으로 평가되어 왔다.

○ 이러한 기능성 성분에 대한 일반 소비자의 인식은 시대적 소비트렌드를 반영하는 것으로 현재에는 양보다는 질 위주의, 보다 정신적, 문화적인 면에 대한 가치의 비중이 높아지는 것이 꾸준한 지속적인 상승을 보이는 트렌드이다.

○ 현재에는 이러한 소비트렌드를 지속적으로 상승시키는 동인으로서 기존의 기능성 성분들 외에 비교적 새로운 기능성 성분의 부각이 필요한 상황이다.

○ 이러한 측면에서 콩 lecithin은 그 생리학적 연구결과에 비해 비교적 소비자들의 관심을 덜 끌어난 면이 있다.

○ 콩의 lecithin은 자연계에 존재하는 인지질 중 식품, 사료, 공업용 용매재로서 대규모 활용되어온 중요한 공급원이다. 콩 lecithin은 phosphatidylcholine(PC), phosphatidylethanolamine(PE), phosphatidylinositol(PI) 으로 구성되어 있으며 인체에 매우 중요한 choline 의 공급원이다. 최근 choline의 중요성에 대한 연구는 빠르게 이루어지고 있으며, 특히 체내 methyl 대사를 비롯 신경전달, 콜레스테롤 대사 등에 관련된 연구결과가 보고되고 있고, 그 기능적 비중은 많은 연구자들의 관심을 집중시키고 있는 실정이다.

○ Lecithin의 합성, 대사 경로는 KEGG(Kyoto Encyclopedia Genes and Genomes) 에 등재되어 있으나 콩의 lecithin 합성 및 대사 경로는 분명히 제시된 것이 없다. 더욱이 콩 종자내 지방산의 구조는 분석기술의 한계성으로 인하여 지방산을 이루는 구조에서 glycerol backbone 구조를 중심으로 polar headgroup 과 lipid tail 에 대한 연계성을 밝힐 수 없다. 이러한 제약조건으로 인하여 인지질 중 어느 정도가 불포화지방산인지에 대해서 명확하지 않으며 생체내 합성과정

도 명확히 제시되어 있지 않은 상황이다.

○ 그러나, 콩의 원산지인 우리나라에서 콩 lecithin에 대한 인체생리학적측면은 물론 작물학 분야에서도 콩 lecithin에 대한 분자생물학적, 생리학적 연구는 매우 미미한 실정이다.

○ 콩의 건물중을 차지하는 물질은 대략 40-45%의 단백질과 18-23%의 지질 그리고 나머지 성분은 탄수화물 및 기타 2차대사산물로 구성되어있다. 이러한 성분조성은 분자생물학적 견지에서 볼 때 매우 유전적으로 안정된 형질로 이해되고 있으나, 또한 환경의 영향을 받는 것도 사실이며 각 성분조성은 다른 성분의 형성정도에 상호 관련이 있다고 알려져 있다.

○ 종자내 단백질의 함량과 수량은 부의 상관관계를 갖는 반면 지질의 함량과 수량의 정의 상관관계를 갖는다 (Wilcox and Guodong, 1997 Crop Sci 37:361-364). 또한, 종자내 단백질의 함량과 지질의 함량은 서로 부의 상관관계를 가진다고 알려져 있다 (Hurburgh et al., 1990 J Am Oil Chem Soc 67:966-973). 이는 종자내 단백질의 함량을 증가시키는데 관여하는 유전적 환경적 요인들이 지질의 함량을 올리는 데에는 부정적인 역할을 한다는 것을 의미 한다. 한 예로서 고단백형질에 관여하는 QTL (quantitative trati loci)이 저지방 (low-oil) 형질 또는 저수량 (low-yield)형질에 복합다면적 (pleiotrophic) 영향을 가지거나 연관되어있다고 보고되었다 (Chung et al., 2003 Crop Sci 43:1053-1067). 아이소플라본과 단백질의 함량은 부의 상관관계를 가지며 아이소플라본의 함량이 높을수록 linolenic acid (18:3)의 함량이 적다고 보고되었다 (Wilson 2004 Seed composition. In Soybeans: Improvement, Production, and Uses 3rd ed., p621-677).

○ 특히 콩 lecithin과 관련된 형질로 지질성분의 형성을 고찰하면, 콩의 생육기간중 온도가 콩 종자내 성분조성에 미치는 영향에 대해서는 단백질, sterol을 포함한 지질, isoflavone 등이 영향을 받는다고 보고되고 있다. 고온에서 자란 콩이 지질의 함량이 높아지고 단백질의 함량이 낮아지는 경향이 보고된 적이 있으며 (Piper and Boote, 1999 J Am Oil Chem Soc 76:1233-1241) 수분장애를 겪었던 콩이 그렇지 않은 콩에 비해 지질의 함량이 높아지고 단백질의 함량은 떨어진다고 보고된 바 있다 (Specht et al., Crop Sci 41:493-509). 또한 콩의 아이소플라본의 함량은 종자 등숙기의 온도에 영향을 받는다고 알려져 있다 (Tuskamoto et al., 1995 J Agric Food Chem 43:1184-1192).

○ 현재, 새로운 콩 마케팅 요소 개발이 필요한 상황에서 작물 생리학적 측면에서 지질성분중 콩 lecithin과 관련된 환경의 영향과 우리나라 대표 콩 유전자원들에서 유전적으로 결정된 lecithin의 양적, 질적 특성을 구명하여 이를 콩의 마케팅 요소로 활용하는 것은 충분한 개연성이 있다.

○ 또한, 이러한 연구를 통해 밝혀진 과학적 사실은 새로운 기능성 제품의 개발과 기존 제품의 특성개선 등에 직접 활용하는 것이 가능하다.

제 2 절 연구개발의 목적

본 연구의 목적은 콩 lecithin 의 합성과 관련된 유전, 생리적 특성을 구명하고 우량품종을 선발하고 이를 이용하여 lecithin이 부각된 새로운 제품개발에 있다. 구체적인 목표는 콩 종실내 lecithin의 양적, 질적 특성과 관련된 유전적 특이성 추적, 환경요인이 콩 종실내 lecithin의 특성에 미치는 영향구명, 국내외 주요 유용 콩 유전자원의 lecithin 함량 조사, lecithin 함량관련 대립형을 보이는 계통 선발, 교잡, 세대 전개, 국내외 lecithin 성분 특성이 우수한 콩 계통 증식, lecithin 성분 특성이 우수한 콩을 이용한 제품 개발 및 마케팅 전략 개발 이다.

제 3 절 연구개발의 내용, 범위

연구 범위	연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
콩으로부터 지방산, lecithin 추출	- 콩 종자내 포화지방산, 18:1, 18:2, 18:3 지방산추출 - 콩 종자내 lecithin 추출	- Lecithin 추출방법: Chloroform:metanol (2:1) 용액추출후 ether:acetone으로 재추출, 증발 methanol로 회수, 희석후 분석
추출된 지방산, lecithin 분석	- 콩 종자내 지방산, lecithin 분석: HPLC-UV, ELS detector, GC-MS 를 이용한 분석	- HPLC-UV, GC-MS 를 이용하여 분석 - 표준물질 : PC
콩 lecithin 합성대사 경로 발굴	- 미생물 및 동물의 lecithin 대사관련 효소 발굴 - 콩 및 두과작물 genome sequencing database에서 lecithin 대사관련 유전정보 발굴	- KEGG (Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes) 대사경로 DB로부터 lecithin 대사경로 발굴 - lecithin 대사 관련 효소집단 발굴 - Phytozome의 콩 genomic sequencing DB에서 관련유사유전자집단 발굴, 프로모터 및 CD 염기서열 추출
서로 다른 생육환경에서 재배된 콩들의 레시틴 함량 분석	- 2010, 2011년 동일 재배지에서 경작된 콩들간 지방산 함량 분석	- 서로 다른 생육환경에서 자란 콩들로부터 지방산추출, 분석
선발된 고 레시틴 함량 자원에 대한 포장에서의 농업 형질 평가, 양호 계통 선발, 기타 성분 점검	o 1차년도 선발 고 레시틴 함량 자원의 포장 재배 o 양호 형질 계통 및 자원 선발 o 선발 자원에 대한 특이 성분 점검	o 1차년도 선발 고레시틴 함량: 9 계통, 1개 자원의 포장 재배 o 2011, 2012년 포장 과중, 세대전개 수확기, 종자상태, 백립중등 평가 o 양호 형질 계통 및 자원 선발
Kti 가 제거된 콩으로 만든 시제품 제작	Kti가 제거된 콩이 포함된 소세지 제작, 제품화	Kti가 제거된 콩 분말 5%이상 포함된 소세지 제품화, 판매
Kti 가 제거된 콩으로 만든 메주, 된장	Kti가 제거된 콩이 포함된 메주, 된장, 간장 제작	- 일반콩과 Kti 가 제거된 콩을 사용하여 메주제작 : 발효과정비교 - 된장제작 단계에서 발효 상태 비교, 식미성비교

제 2 장 국내외 기술개발 현황

○ Lecithin 대사 경로

콩의 주요 인지질 (lecithin) 은 phosphatidylcholine (PC) 으로 알려져 있으나 그 대사경로에 대해서는 다른 지방산결과와 비교하여 상대적으로 덜 알려져 있다. 미생물 및 동물의 lecithin 합성경로는 KEGG (<http://www.kegg.jp/>)의 대사경로 DB를 분석해 보면 대략 아래 표 1과 같은 유전자들이 관여하며 이중 phosphatidylcholine의 합성에 직접 관여하는 대사경로는 아래 그림 1 에 정리되었다. Lecithin의 합성은 대략 1-Acyl-sn-glycero-3-phosphocholine, 2-Acyl-sn-glycero-3-phosphocholine, Dimethyl-phosphatidyl-ethanolamine, 1,2-Diacyl-sn-glycerol 3-phosphate, CDP-diacyl-glycerol 등 5개의 중간 산물을 거쳐 만들어 지는 것으로 알려져 있으나 콩에서는 어떤 경로를 거쳐 만들어지며, linoleic acid 등 polyunsaturated fatty acid 의 대사와는 어떻게 연결되어 있는지 명확하지 않다.

Bates (Plant Physiology 2009 150:55-72) 등은 phosphatidylcholine 은 CDP-choline 과 phosphatidylethanolamine (PE) 또는 1,2-diacyl-sn-glycerol-3-phosphate 로 부터 acyl editing을 통해 만들어진 1,2-diacyl-sn-glycerol 이 1,2-diacyl-sn-glycerol cholinephospho-transferase (CPT) 에 의해 만들어진다고 하였으나, 어느 것이 lecithin 이 합성되는 주 경로인지는 명확하지 않다. 콩의 미숙종자에 [¹⁴C] acetate 와 [¹⁴C] glycerol을 이용한 실험에 의하면 새로이 합성되는 지방산의 약 60%가 PC 의 sn-2 위치의 acyl editing을 통하여 만들어진다고 하는데, PE 보다는 PC의 합성양이 훨씬 많고 lipid tail의 불포화를 통해 oleic acid (18:1), linoleic acid (18:2), linolenic acid (18:3) 가 만들어지는 주 경로는 PC를 거친다고 한다. 따라서, PC의 합성과정에 있어 PE의 대사산물인 1,2-diacyl-sn-glycerol 와 phosphocholine 의 대사 산물인 CDP-choline 이 합쳐져서 만들어지는 것이 주 경로인지, 다른 합성경로가 존재하는지에 대해서는 명확한 증거의 제시가 부족한 상황이다.

최근 Lee (Plant Biotech J. 2011 9,359-372) 등은 phospholipase D (PLD) (E.C 3.1.4.4) 는 lecithin 의 분해에 관여하며 PLD의 활성이 억제된 형질전환체에서는 di 18 : 2 (dilinoleoyl)-phosphatidylcholine (PC) 와 di 18 : 2 (dilinoleoyl)-phosphatidylethanolamine (PE) 의 함량이 증가한다고 보고 한 바 있어 콩의 lecithin 대사에는 PLD 가 관여한다고 보여진다. Lecithin (phosphatidylcholine) 이후 불포화지방산이 생성되는 경로에 대해서는 phosphatidylcholine-2-acylhydrolase (phospholipase A2) 이 관여하는 것으로 보고되었으나 콩의 phosphatidylcholine-2-acylhydrolase 유전자의 발현 기작등에 대한 연구는 미미한 실정이다.

○ 고 lecithin 품종 육성과 제품개발

국내외 콩 품종중 lecithin 함량을 목적으로 콩 품종을 육성한 예는 거의 찾아보기 어렵다. 이는 lecithin 분석이 용이하지 않다는 기술적 제약조건과 생리적으로 어떤 요인이 lecithin의 합성에 영향을 주는 지에 대한 연구의 결여, 그리고 콩 유전자원의 lecithin에 대한 정보의 부재로 육종이 용이하지 않았기 때문이다. 본 연구에서는 우리나라 주요 콩 유전자원의 lecithin 분석을 통하여 육종모본을 선발하고 이 육종모본과 기존 국내 장려품종, lipoxygenase가 제거된 기능성 품종 들과의 교배를 통하여 lecithin 이 강화된 기능성 콩 품종을 육성하고자 한다.

제 3 장 연구개발 수행내용 및 결과

제 1 절

제 1 세부과제 연구 내용 및 결과

1. 콩 lecithin 의 추출 및 분석

가. 추출 및 분석 조건 수립

콩 lecithin 의 추출 및 분석은 아래와 같이 실시하였다. Lecithin 분석은 Helmerich 와 Koehler의 방법 (2003 J Agric Food Chem 51:6645-6651), Patil 등의 방법 (2010 Separation and Purification Technology 75:138-144) 을 참고하였다.

- Lecithin 의 추출 및 분석

공시재료로서 태광콩을 사용하였으며, HPLC와 GC-MS를 이용하여 분석하였다.

(1) 태광콩 파우더 5g을 80℃에서 가온하여 탈수 건조.

(2) Chloroform:Methanol(2:1)용액 30ml 첨가하여 잘 흔들어 준 후, 여과지에 여과.

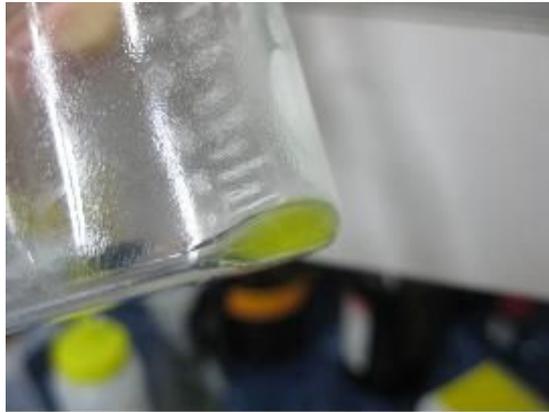
(3) 후드에서 Chloroform:Methanol(2:1)용액을 모두 제거한 후, ether 3ml와 acetone 15ml 를 가해 잘 흔들어 준 후, 얼음물에 15분간 방치.



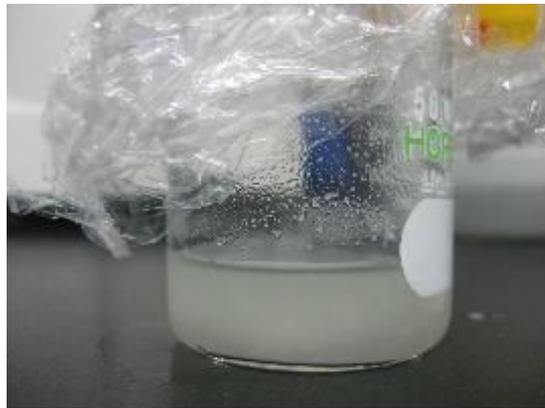
(4) 3,000rpm에서 10min 원심분리 후, 상층액을 비커에 취한다. 후드에 방치.



(5) 후드내에서 건조



(6) 20ml 의 메탄올 첨가 후, 초음파 진탕기내에서 5분 처리



(7) Glass filter를 이용한 filtering



나. Phosphatidyl, phosphatidyl inositol, phosphatidyl serine 분석

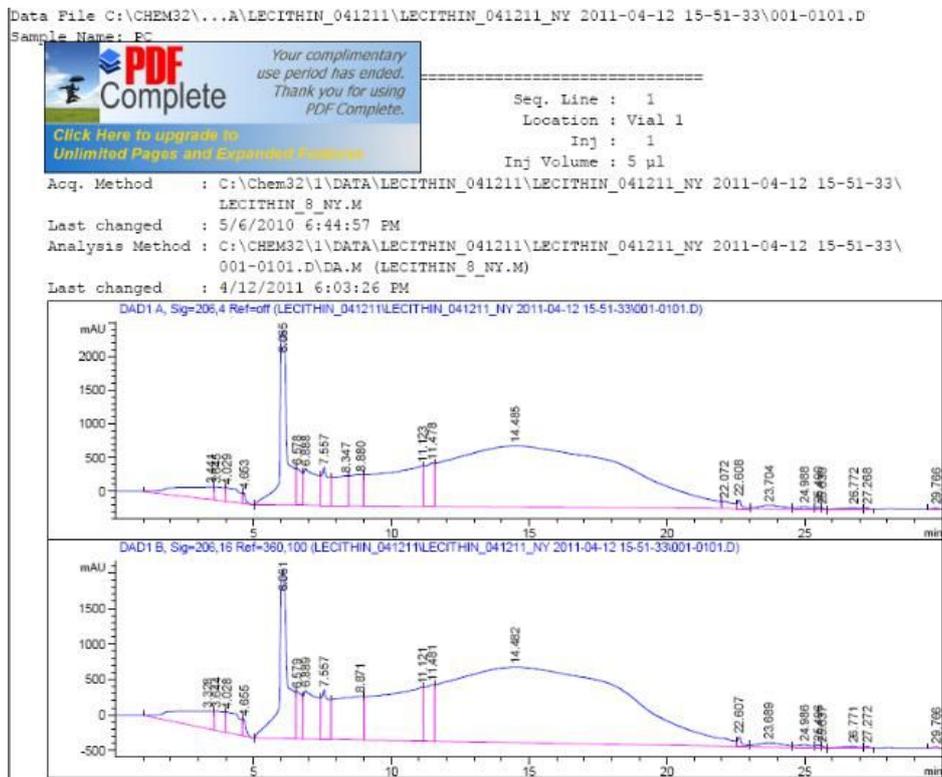


그림 Phosphatidylcholine standard 분석결과

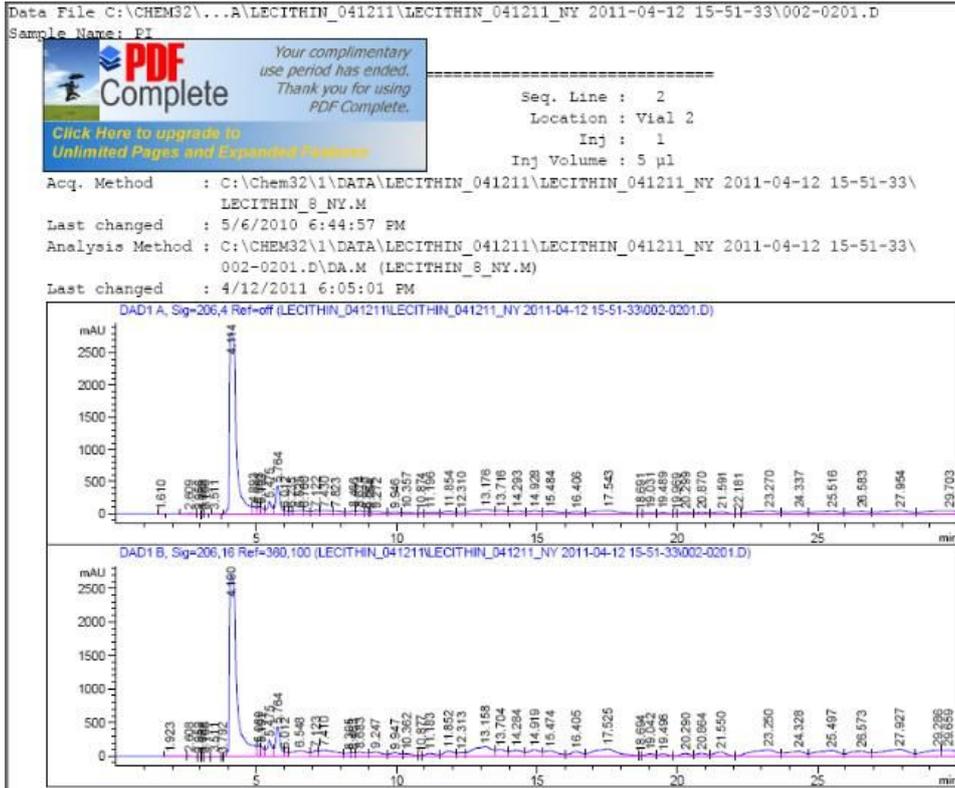


그림 Phosphatidylinositol standard 분석결과

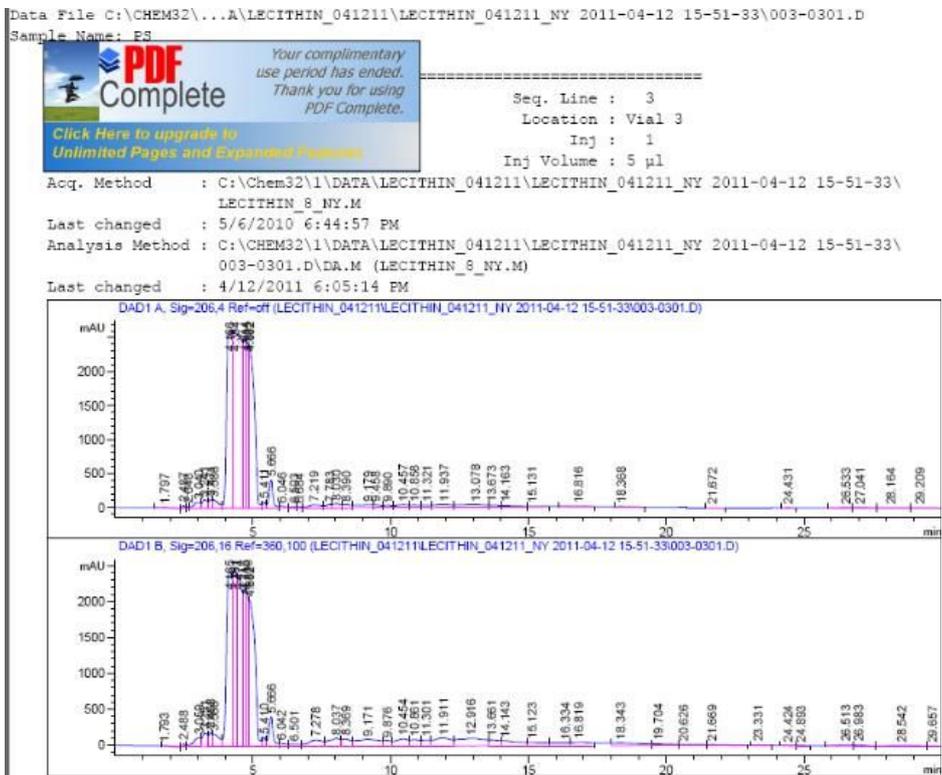


그림 Phosphatidylserine standard 분석결과

다. 콩 종실내 레시틴 분석

콩 종자의 질적 특성으로 phosphatidylcholine (PC) 을 polar head group으로 가지고 있으면서 C18:1 과 C18:3의 구조를 갖는 지방산의 함량이 증가되도록 조절된 콩 품종의 육성이 필요하다. 그러나, 현재 지방산 분석 결과의 해석상 한계로서 지방산의 구조상 head group의 특성과 lipid tail의 구조를 연결 시켜 해석하는 것이 불가능하다. 따라서 PC의 lipid tail구조와 이중결합의 숫자를 별개의 목표형질로 하여 C18:1의 함량과 C18:3의 함량이 높은 것을 목표형질로 하여 선발할 필요성이 있다.

아래 그림은 2011년 수원에서 생산된 Kti null 계통으로 K01, K02 계통을 포함한 태광콩등 9개 우리나라 콩 품종의 종자로부터 레시틴을 분석한 결과이다.

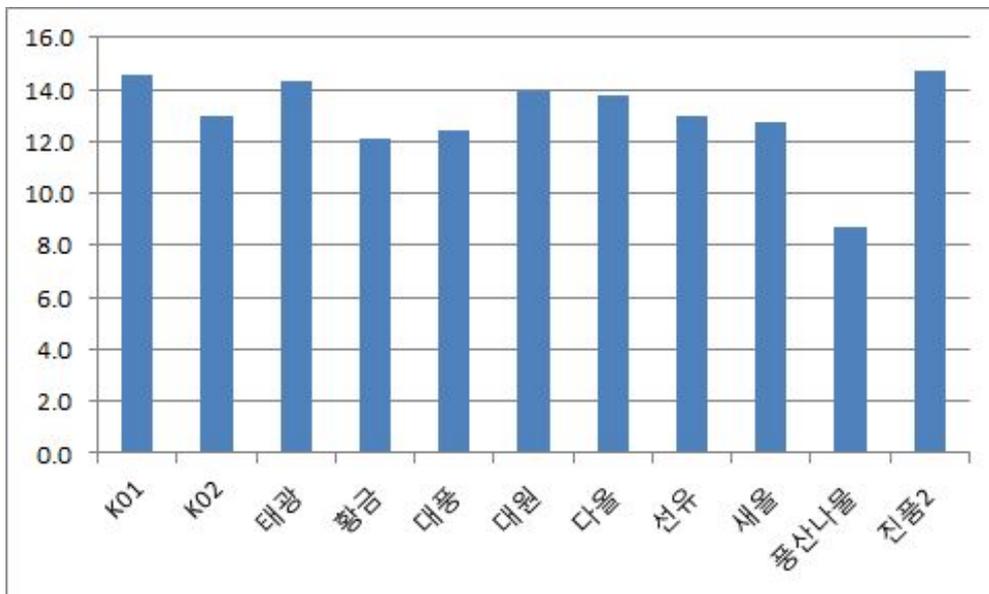


그림 2010년 생산된 콩품종의 lecithin 분석

콩 종자내 lecithin의 함량은 g당 8-14mg 정도 였으며 풍산나물콩이 가장 작았고 진품2호가 가장 많았다.

아래 그림은 2012년 수원에서 생산된 Kti null 계통으로 K01, K02 계통을 포함한 태광콩등 4개 우리나라 콩 품종의 종자로부터 레시틴을 분석한 결과이다.

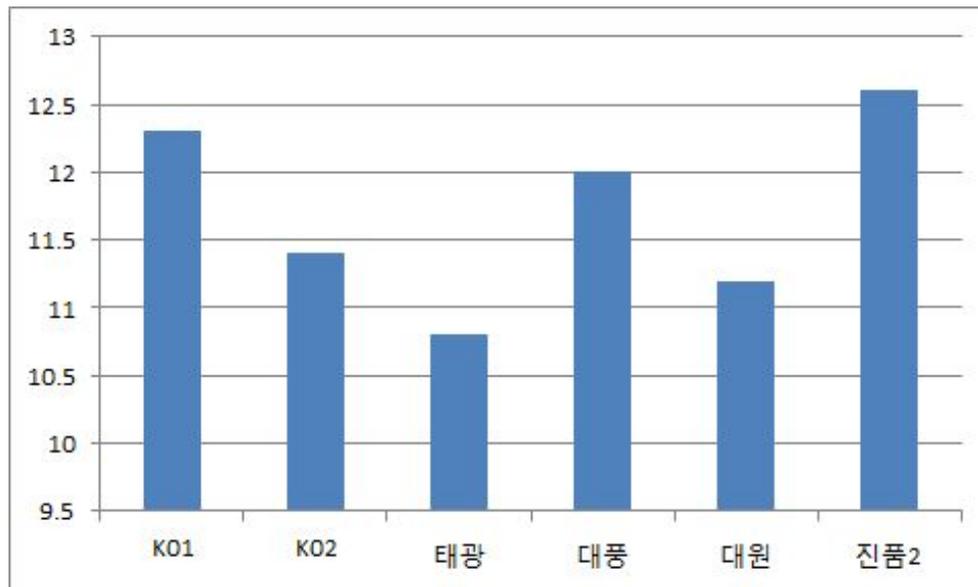


그림 2011년 생산된 콩 품종의 lecithin 분석

2011년에 생산된 콩 종자의 lecithin 함량은 전체적으로 2010년에 생산된 콩에 비해 lecithin의 함량은 적었다. 태광콩의 경우 2010년에 비해 2011년에 생산된 콩은 약 3.5mg/g 이 적었다. 2012년은 2011년과 극히 대비되는 기상조건하에서 콩의 생육이 이루어졌는데 2012년에는 9월 강우가 많고 일조량이 적었다. 이러한 결과가 기상조건을 반영하는 것으로 판단하기에는 시기상 조이나 등숙 또는 생육기간의 외부 환경조건에 따라 종자내 lecithin의 함량도 다른 지방성분과 유사하게 영향을 받는다고 전제할 때 등숙기의 온도, 일조량, 수분 중 어떠한 요인에 의해 가장 많은 영향을 받는지는 추후 지속적인 연구가 필요한 부분이다.

2. 서로 다른 생육환경에서 재배한 콩 들의 지방산 및 lecithin 분석

가. 파종기 이동에 따른 지방산 조성의 변화

아래 그림 4 는 공시재료가 재배된 수원지역의 콩 재배생육기간인 6월부터 11월 까지의 평균 최고온도와 최저온도를 정리한 그림이다. 최고, 최저온도 모두 2010년과 2011년의 경우 종자의 등숙이 이루어지는 11월 온도는 특징적으로 대비된다. 5월 15일, 6월 2일, 6월 15일, 6월 30일 네시기에 파종한 큰올등 우리나라 18개 콩 품종을 수확하여 지방산 분석을 한 결과는 그림 5에 제시되었다.

파종기가 후반부로 이동할수록 C18:1의 비율은 줄어들고 C18:2 와 C18:3의 함량은 늘어나는 경향이었으나 품종간 현격한 차이가 관찰되었다. 삼남, 광안, 소원은 특징적으로 파종이 늦어질수록 C18:1의 비율은 줄어들고 C18:2 와 C18:3의 함량은 늘어나는 경향을 보였던 반면 대풍, 소

명, 은하는 C18:의 양은 줄어드나 C18:2와 C18:3의 증가는 뚜렷하게 관찰되지 않았다.

Lecithin은 상대적으로 큰 polar headgroup을 가지고 있어 온도에 따라 저온조건에서는 상대적으로 더 많이 생성된다고 알려져 있으나 우리나라 콩 품종을 대상으로 기상조건의 차이에 따라 어떤 변화를 보이는지에 대한 연구는 이루어지고 있지 않다. 이와 같은 연구는 매년 거의 동일한 시기에 파종하고 동일한 조건으로 재배해야 하는등 기술적 접근이 쉽지 않다.

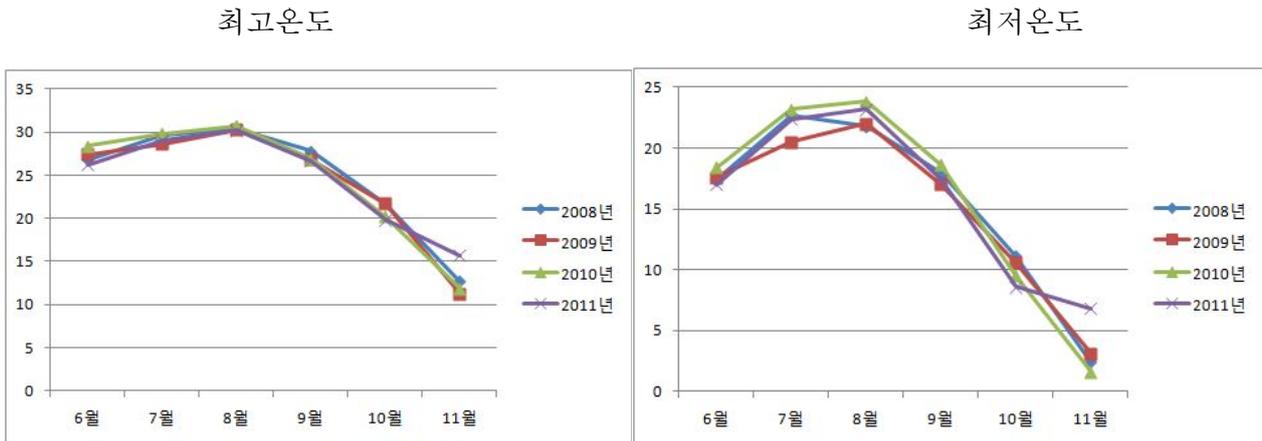
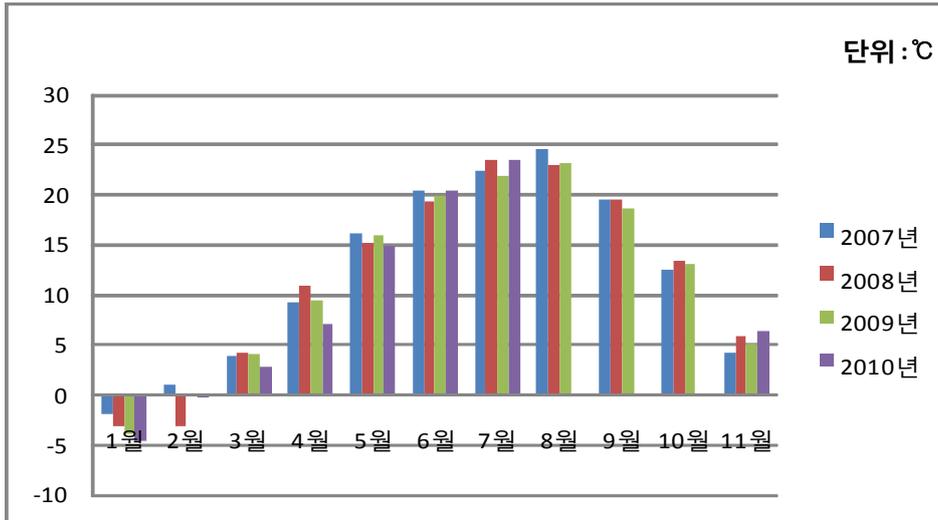
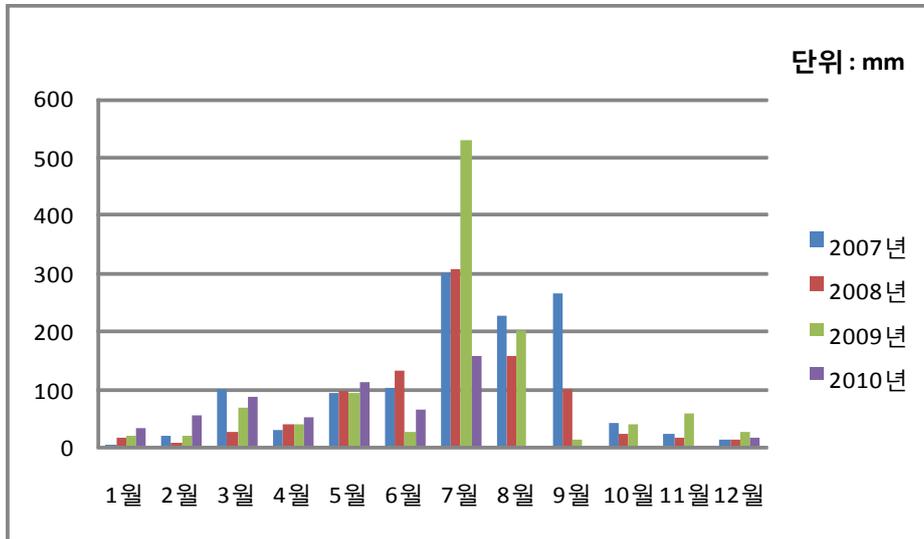


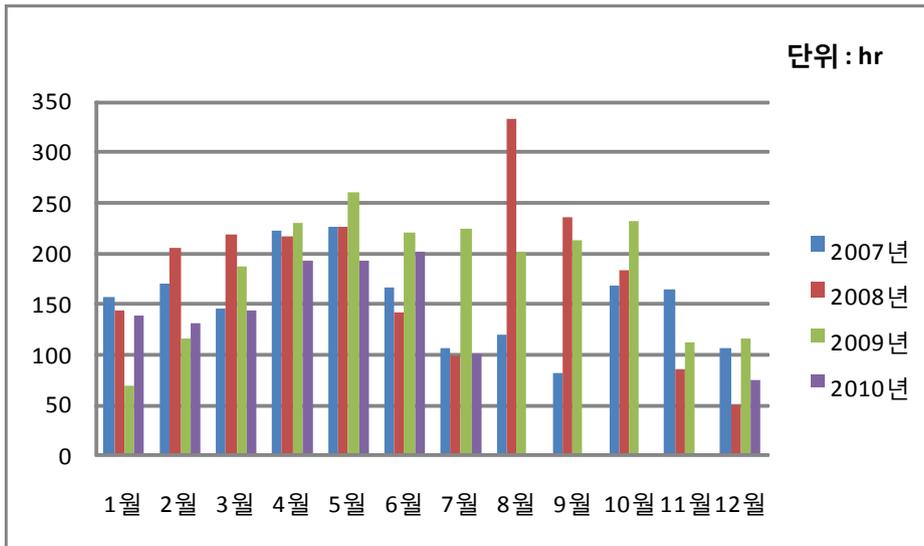
그림 4. 수원지역 최고 및 최저 온도



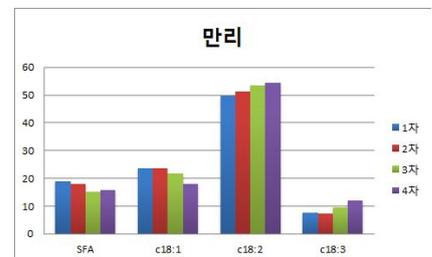
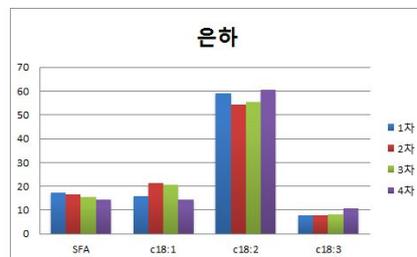
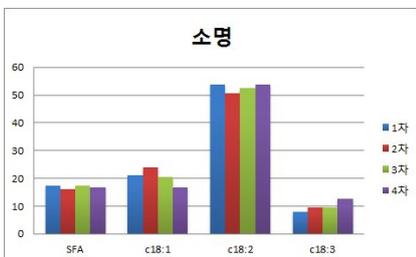
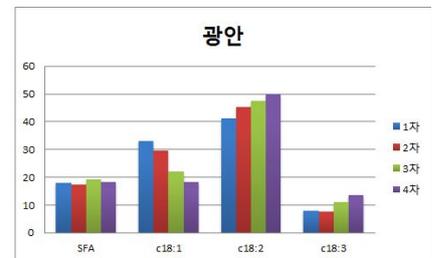
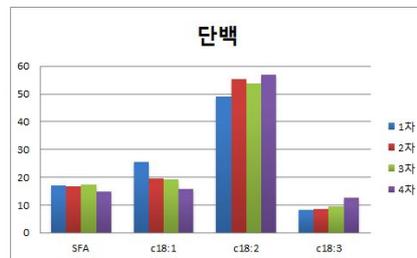
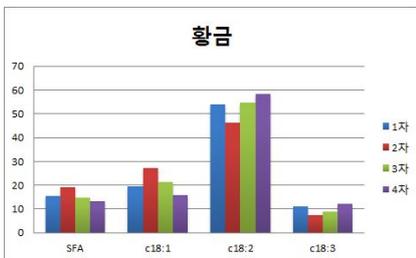
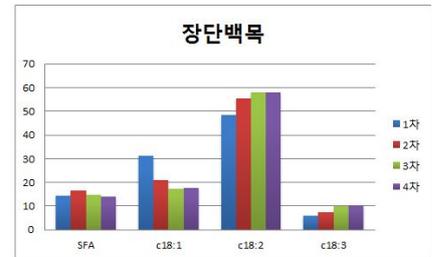
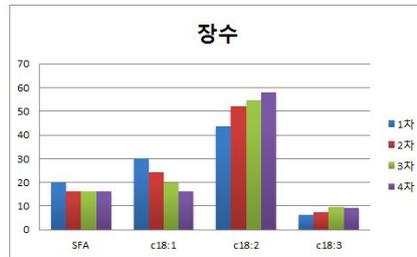
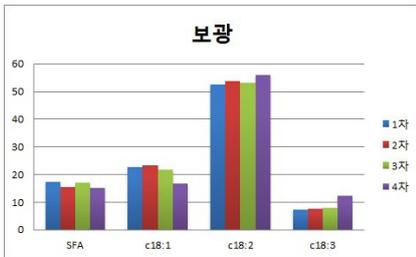
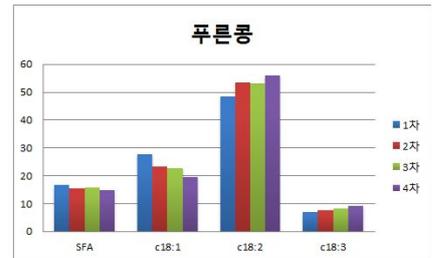
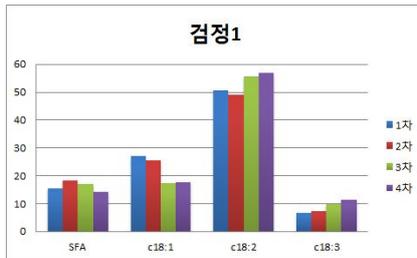
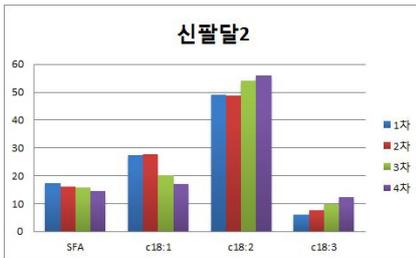
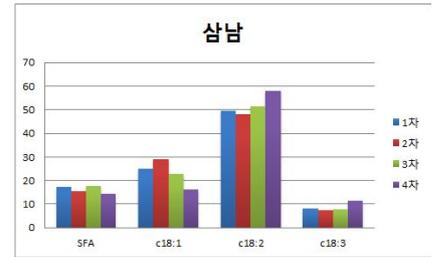
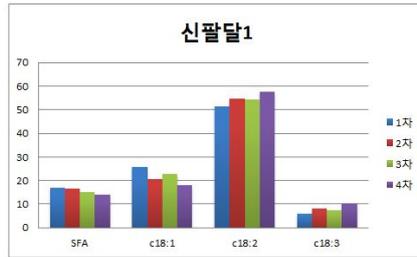
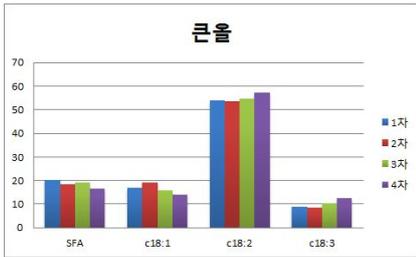
< 평균기온 >



< 평균 강수량 >



< 평균 일조시간 >



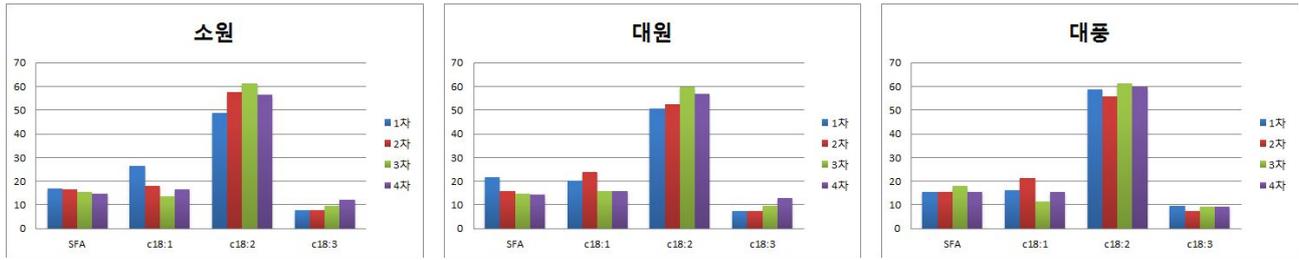


그림 5. 우리나라 18개 품종의 파종기 이동에 따른 지방산 조성의 변화

우리나라 대부분의 콩품종들은 정도의 차이는 있으나 파종기이동에 따른 지방산조성의 변화는 파종기가 늦어질수록 linoleic acid 와 linolenic acid의 함량이 증가하는 경향을 보였다. 반면 oleic acid의 함량은 파종기가 늦어질수록 감소하는 경향을 보였다.

3. 콩 lecithin 합성관련 유전자 동정

가. Lecithin 합성 및 대사경로

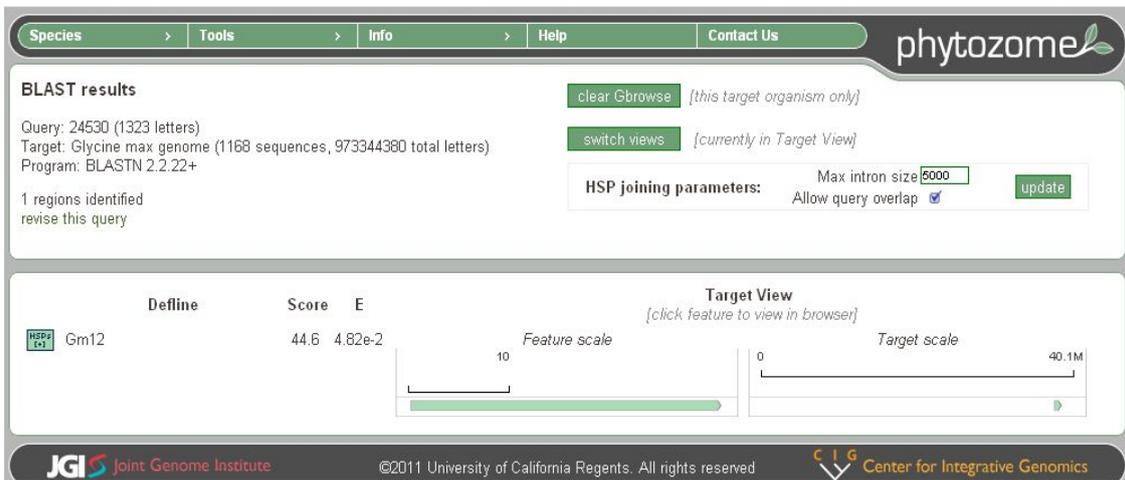
콩의 주요 인지질 (lecithin) 은 phosphatidylcholine으로 알려져 있으나 그 대사경로에 대해서는 다른 지방산결과와 비교하여 상대적으로 덜 알려져 있다. 미생물 및 동물의 lecithin 합성 경로는 KEGG (<http://www.kegg.jp/>)의 대사경로 DB를 분석해 보면 대략 아래 표 1과 같은 유전자들이 관여하며 이중 phosphatidylcholine의 합성에 직접 관여하는 대사경로는 아래 그림 1 에 정리되었다. Lecithin의 합성은 대략 1-Acyl-sn-glycero-3-phosphocholine, 2-Acyl-sn-glycero-3-phosphocholine, Dimethyl-phosphatidyl-ethanolamine, 1,2-Diacyl-sn-glycerol 3-phosphate, CDP-diacyl-glycerol 등 5개의 중간 산물을 거쳐 만들어 지는 것으로 알려져 있으나 콩에서는 어떤 경로를 거쳐 만들어지며, linoleic acid 등 polyunsaturated fatty acid 의 대사와는 어떻게 연결되어 있는지 명확하지 않다. 본 연구에서는 콩의 lecithin (phosphatidylcholine) 대사에 관련된 유전자 및 후보유전자들을 동정하고 품종간 다형성을 발굴하여 lecithin의 대사에 영향을 미치는 요인을 구명하여 이를 lecithin 함량이 조절된 품종육성의 수단으로 활용하고자 하였다. 아래 그림 2의 lecithin 대사 관련 효소 중 phospholipase C (E.C 3.1.4.3), phosphatidate phosphatase (E,C 3.1.3.4) 유전자는 Phytozome DB에서 발굴되었다 (그림 2, 3).

최근 Lee (Plant Biotech J. 2011 9,359-372) 등은 phospholipase D (PLD) (E.C 3.1.4.4) 는 lecithin 의 분해에 관여하며 PLD의 활성이 억제된 형질전환체에서는 di 18 : 2 (dilinoleoyl)-phosphatidylcholine (PC) 와 di 18 : 2 (dilinoleoyl)-phosphatidylethanolamine (PE) 의 함량이 증가한다고 보고 한 바 있어 콩의 lecithin 대사에는 PLD 가 관여한다고 보여진다. Lecithin (phosphatidylcholine) 이후 불포화지

방산이 생성되는 경로에 대해서는 phosphatidylcholine-2-acylhydrolase (phospholipase A2) 이 관여하는 것으로 보고되었으나 콩의 phosphatidylcholine-2-acylhydrolase 유전자의 발현 기작등에 대한 연구는 미미한 실정이다. 콩의 phosphatidylcholine-2-acylhydrolase 후보 유전자는 비교유전체의 기법을 이용하여 벼의 phospholipase A2 유전자와 유사한 유전자를 추출하여 사용하였다 (그림 3).

Phosphatidylcholine의 합성대사에 관여하는 효소는 methylene-fatty-acyl-phospholipid synthase (EC:2.1.1.16), choline kinase (EC:2.7.1.32), phosphatidylethanolamine N-methyltransferase (EC:2.1.1.17) 등도 관여한다고 보고되었으나 콩을 비롯한 두과작물 유전체 DB에서 이들 유전자와 e-20 수준에서 유의성을 갖는 염기서열은 발견되지 않았다.

○ Phosphatidylcholine:sterol O-acetyltransferase (2.3.1.43)



>Gm phosphatidylcholine:sterol O-acetyltransferase

```
atggggctgcctggctcccctggcagtggtgctgtgctgttggggctactgctccctcctgccacctccttctggctcctcaatgtgctcttcc
ccccgcacaccacgcccgaaggtgaaactcagtaaccacacacggcctgtcatcctcgtgctggctgcatggggaaccgggctagaagcc
aagctggataaaccaaatgtgtaaaactggctgtgctaccgaaagacagaggactttttaccatctggctggattcaacatgtttctaccct
cggggtggactgctggattgataacaccaggggtgtctacaaccgaagctctgggcacatgtccaatgccctgggtgtacagatccgtgtcc
ctggctttggcaagacctactctgtgaatactggatgacaacaagctagcaggctacctgcacacactgggtgcagaatctggtaacaatg
ggatgtgctgggatgagacagtgcgggctgcaccctatgactggcgtctggcaccgccagcaggatgaatactaccagaagctggca
ggactggtagaggagatgtatgctgcttacgggaagcctgttttcctattggacacagcctggctgcctacatgtgctccatttctactgctc
agccacagtctggaaggaccacttcattgatggcttcatctcttggggcccatggggcggttccatcaagcccatgaggatcctggcct
caggtgacaaccagggcatcccgatcatgtccaacataaagctgagagaagaacagcgcataaccacaactccccctggatgtttccag
ctcaccacgtgtggcctgaagaccacgtgttattccacaccaaactcaactacacaggccaagacttcgagcgttttttgcagatcttcat
ttgaagaaggctggcactgtttctacagtctcgtgacctactagcaggcctcccagcgcctgggtgtagaagatattgtctataccggttagg
catgcccacagcccacactacatctatgaccacaactttccctacaagaccgggtggctgactctatgaagatggggacgacactgta
gccacacgtagcactgagctctgtggccagtgccagggccgacaggtgtacacttgctgccatgaatgggacagatcatctca
acatggtcttcagcaataagacactggagcatattaatgctatcctactgggtgcctaccgccatggcactcctaagtcccaaccgccagc
ctaggtccccccaccaaggaataa
```

○ SAM:phosphatidyl-N-methylethanolamine N-methyltransferase (2.1.1.71)

Species > Tools > Info > Help > Contact Us **phytozome**

BLAST results [clear Gbrowse](#) [this target organism only]
[switch views](#) [currently in Target View]
 Query: 24530 (1323 letters)
 Target: Glycine max genome (1168 sequences, 973344360 total letters)
 Program: BLASTN 2.2.22+
 1 regions identified
 revise this query

HSP joining parameters: Max intron size [update](#)
 Allow query overlap

Define	Score	E	Target View	
			<small>[click feature to view in browser]</small>	
HSP Gm12	44.6	4.82e-2	Feature scale 0 10	Target scale 0 40.1M

JGI Joint Genome Institute ©2011 University of California Regents. All rights reserved **CI G** Center for Integrative Genomics

Species > Tools > Info > Help > Contact Us **phytozome**

BLAST results [clear Gbrowse](#) [this target organism only]
[switch views](#) [currently in Target View]
 Query: POPTR_852587 (444 letters)
 Target: Glycine max genome (1168 sequences, 973344360 total letters)
 Program: BLASTN 2.2.22+
 2 regions identified
 revise this query

HSP joining parameters: Max intron size [update](#)
 Allow query overlap

Define	Score	E	Target View	
			<small>[click feature to view in browser]</small>	
HSP Gm07	176.2	3.6e-42	Feature scale 0 1000	Target scale 0 44.7M
HSP Gm08	167.2	1.9e-39	Feature scale 0 1000	Target scale 0 47M

JGI Joint Genome Institute ©2011 University of California Regents. All rights reserved **CI G** Center for Integrative Genomics

>Gm SAM:phosphatidyl-N-methylethanolamine N-methyltransferase

ttgctcccattcccatattactactggttatggacaaacccacaggcatgggtgatcctatgcgggaaatacaaggacccatcaaagtg
 atggactatgtttcacatttctcaagttgttcagttcatttctttttcagttccactctctctggccgcctctctctactctggccctctt
 tggctttggtcagttcctcaactcagggtataccaattgcttgggaagctggtacttactatggtgtacgcttgggaagaatgtcccctgg
 gtgacagagttcccattcgggggtataagagatccacagatggtggaagcgttctgagcttttgcagtgctatcttgggtccctttccaata
 cgttctctgtggactctgggctatgtattcatgatccacctggaatcaaaggaggatccttaa

○ Phosphatidate phosphatase (3.1.3.4)

Species > **Tools** > **Info** > **Help** > **Contact Us** phytozome

BLAST results clear Gbrowse [this target organism only]
switch views [currently in Target View]

Query: 695641 (2694 letters)
 Target: Glycine max genome (1168 sequences, 973344360 total letters)
 Program: BLASTN 2.2.22+

1 regions identified
 revise this query

HSP joining parameters: Max intron size update
 Allow query overlap

Define	Score	E	Target View	
			[click feature to view in browser]	
HSP1 Gm16	44.6	9.94e-2	Feature scale	Target scale
			0 10	0 37.4M

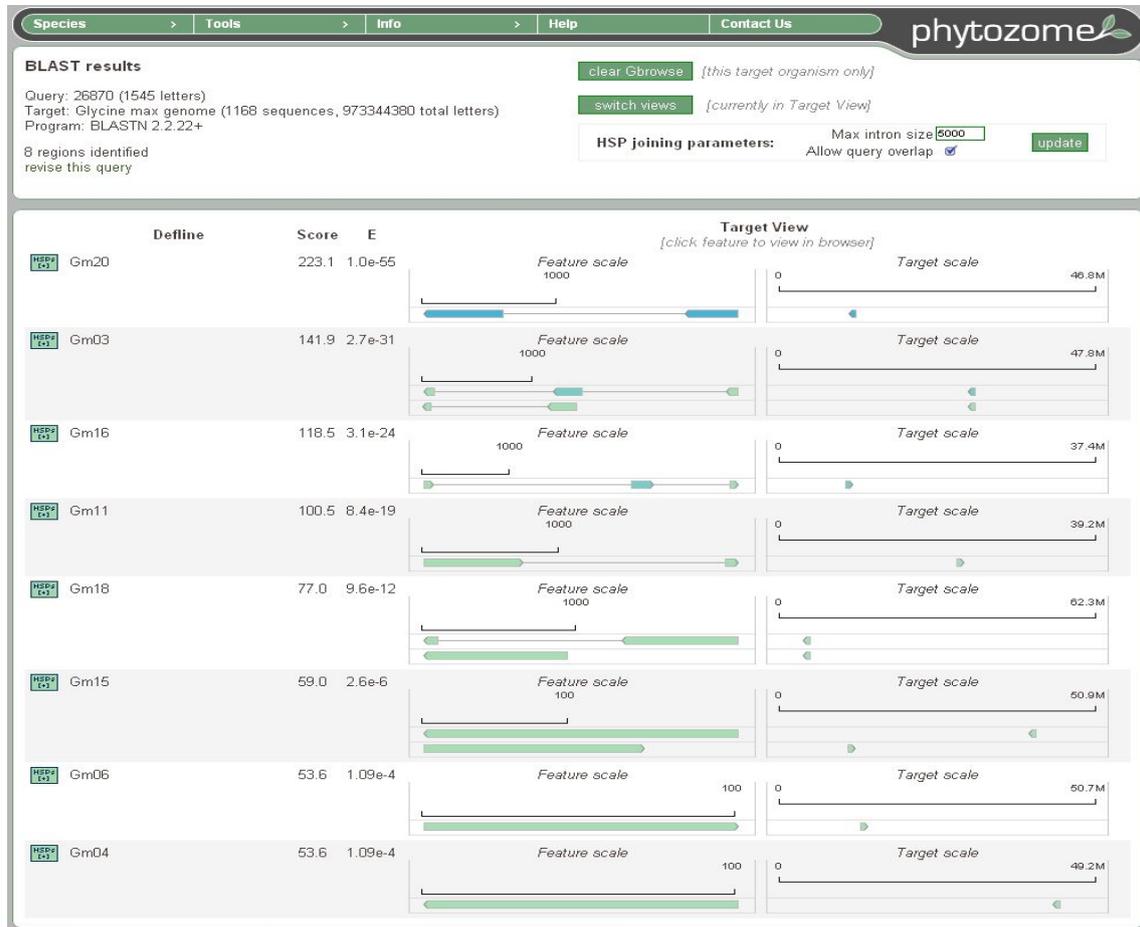
JGI Joint Genome Institute ©2011 University of California Regents. All rights reserved. **CIG** Center for Integrative Genomics

>Gm phosphatidate phosphatase

atgcacatttggggcttatccacttttttaattggaaggaggctctagacttgggtgtcaagtctcaaacatgaattatgtgggacagctggctg
 ggaggtgattgtcactgtaaaggaactctacaagggcattaaccaggccaccctctctgggtgcatc gatgtcatcgtgggtacagcagcag
 gatggcagctatcagtggtcacctttcacgttcggttgggaagctgggagctcctgagatccaaagagaaagtattgatatagaaatcaatg
 gcaatgcagtgatcttccatgaagttgggtgacaatggagaagcttctttgttggaggactgaagaagaatatgaaaagcttctgctta
 ccttccacctaccaattctactgaagatcagttctttaaagatattgacaccctttgggaaatcgggtggagatgaaacaccatctcag
 agttcagacatctcacacgtcttggaaacagagacaattttactccaagttctgtgaaaaagaaaaaacgaaggagaaagaaatacaaac
 aggacagtaagaaggaagagcaggccacctctctgcccagagaagacacatgtgatgtaggcgtgagctccgatgatgacaagggggc
 ccaggcagcacaggatctcaaatgcttcttgaagaagaggaaatgtaaagagcctttgctttccattctggggatcattacccttatccg
 acggagattggtccccttagagaccacctatccccagacggtgtgtcctaagagtattccgagctggaggtgaaacctgctgagagcctg
 ctccgatcagagtctccatggagtggagctggggcggattccagagtccaccaaggtcagcaaaagagaacgatctgaccatcatcct
 aggacagctacaattacacatcagaaaataccatttccggtaattccagtgaggacagcctcataagtgaagttgagaaggatgcttc
 catggaagacactgtctgtacatagtgaaagccagaccgagagccctgggtacacagatgagtgaccaacgtctgtggcagagcttct
 cgaacctctcttgagagctctcagatttcatctatgttagatgcagaccaccttccaaccagccttagcggaggcgcctcagaatcaa
 accggcagctaaagtagactgcgctcaaagaagaaaggtgtcaaaaagaagccagcaccaaggacctgatgatattaccttgatga
 cttaaagggtctagaacctgaagttgcagctctttatccctaaaagtgaatcagagcccggctccaggcagtgccctgagctgacacact
 ctccggctcccagctcccacagctgttggaagcgcagctgcagatagcggcactgagtgctctcagattctgccatggacttggccgagc
 ttacctctcccttgcggggcctcagtgaaaattggagaaatttcaaaagaaaattcatggagcatatcattactatcatgaattgcagaa
 aacctggacttatagacaatcctaacctgtataaggatatataatcgttactataactgggctttggcagctccatgatccttagcttcaa
 gtattccagaagagcttgcctaagccacagttgagctctgggtcaaagacaagatgccaagaaatctggctcgctgggtggtttggcga
 gagagaaagcatgaccaaacagctgccagaatccaaggagggaaaatctgaggcaccgccagccagtgacctgccatccagctccaa
 ggagccggccagcggcaggccggccgagaacgactcctcgagtgatgaggggtcacaggagctcgaagagtcacacggtggacc
 catcccaccgagcccaagccacggcggcacacctatataagaagctctgcccctctcctcagaccagatcgcaaaactgaagct
 ccatgatggcccaaatgatgttgttttagattacaaccagatcaaggcacctgtcgtgtgcagggaccatttacctgtggaactggaat
 gacaagatcatatttctgatatgatgggacaataaccaagtcggatgctttgggacagatttcccacagctgggcaaagactggactcac
 cagggtatagcaaagctctaccattccatcaatgagaacggctacaagttctgtactgctcggcccgtgccattggcatggccgacatgac
 ccgtggctacctgactgggtcaatgacaagggcacgatcttccccggggccccctgatgctatccccagcagttgttctccgcttcca
 cagagaagtgatagaaaagaaaccagagaagttcaaaattgagtgctaaatgatataagaatctgtttccccgtccaagcagccgttct
 atgctgctttggaaacctccaaatgatgtctatgcctacacacaagttggagttccagactgtagaatattaccgtgaacccaagggtg
 aattaatacaagaagaaccaaggaacaagtcacgtatcacaggctcatgttcccagagaagggaccacatgagccttcccatgc

aaagcttccccagtttaaataag

○ Phospholipase C (3.1.4.3)



>Gm phospholipase C

```
atgtctattaaagcatttgccttgattcaactactatccgctcagatttatacaacctgttcatgcaacaagtcgatcaaaacctcgtagtgtg
ggatgatgaaaatagatcttccgatcacatgctggatggatgaagaaactaaacccggagatcaacgggtgagcgggtcggagtcgaac
ccggctcgggtgctggaccctctctagaaaaataaaattcgggtcaggttcgattacgtagatccggaccctggtcattcgtttcaagcgat
aagagagcaagatattcgggtcaaatgatacatcaatggatctccaccgatgaacgggtttgttcaacaagcataltccgaggaccctagt
gtaacatgctggcaagtgttatgaatggattgaacctgataaggttctgtctacaagctcttctcggagttcgctgttttcgatagatggttg
catcgggtccatcatcgacacagccaacagaatgtttgtacactcagggacgtcagcgggagccaccagcaacaacctatctcccttg
aaagggttatcctcaagaaccattttcgacaatcttgacgacgaagaattctcttccggtatatactaccagaatattccggcagatgtttat
caaagcctaaggaaactcaaatagcttttaagttccatagctatgggaactctttaaaggatcatgcaagcaaggcaagctccctgcctac
actgtcattgagcaacggttaccatggacaccctcttgaaccggctctgatgatcatccatcacatgatgtctaccaaggacagaagttataa
aggaagtgtacgagaccctaagggcgagcccacaatggaacgaaactttattgattacacttacgacgagcatgggtgggtatttcgatcac
gtgccacaccgggttcgaatgttcttagtccggatggatagttggaccggatccattcctatttcagtttaacaggttaggtattcgtgtacca
acaatagcagtgccccatggatagagaaaggaacggctgtacatggacaaacgggtctccatttccatcgtcagagtacgagcactctt
caatccccgcgactgtgaagaaactattcaatctatcatcgctttctcacaagagagatgaatgggtcggcacttttgagaacatcttaca
aatccgaaaggagcctcgaactgattgccccgagacactacctgaaccgggtaagataagaatgggagaggcaaatgagaaagctttt
gactgagtttcagcaagagctgttacaactagctcgggttctaaaagggtgataaatgctcacaacatttctaaagaaataagcaaggaat
```

gacagtgattgaaggaagaggtacatggaagatgctatgaaacgattcttagaggctggctgatggctctttccatgggagcgaataaag
aagagctgtccatgatgaaaactccctcaccggaagaagaccttaa

○ Phosphatidylcholine synthase (2.7.8.24)

The screenshot displays the phytozome BLAST results interface. At the top, there are navigation tabs for Species, Tools, Info, Help, and Contact Us. The main content area is titled "BLAST results" and includes the following information:

- Query: 0272 (771 letters)
- Target: Glycine max genome (1168 sequences, 973344380 total letters)
- Program: BLASTN 2.2.22+
- 1 regions identified, with a link to "revise this query".

On the right side, there are controls for "clear Gbrowse" (with a note "[this target organism only]"), "switch views" (with a note "[currently in Target View]"), and "HSP joining parameters". The HSP joining parameters include "Max intron size" set to 5000 and "Allow query overlap" checked, with an "update" button.

The "Target View" section shows a table with columns for "Define", "Score", and "E". The entry is "GmD6" with a score of 44.6 and an E-value of 2.76e-2. Below the table are two horizontal scales: "Feature scale" (0 to 10) and "Target scale" (0 to 50.7M). A green bar is shown under the Feature scale, and a green arrow is shown under the Target scale.

At the bottom of the page, there are logos for JGI (Joint Genome Institute) and CIG (Center for Integrative Genomics), along with the copyright notice: "©2011 University of California Regents. All rights reserved".

> Gm phosphatidylcholine synthase (2.7.8.24)

ttgagagagcgtcccgaagacacccccctaccggggccccggccgctcgctgggtcaggctccggggcgcgtgccgtccacctgtacaccgc
aagcggcgtggtgctcgcctgctcatcctggccgccccttgagggcgacgccgcccgcgcgtgtggctcatgctcgcgcgctcgtc
atagacagcaccgacgggctgctcgcggcgcttccgggtgaaggaggcgctgccttctcgacggggcgctcctggacaacatcgtg
gactacatcacctacgtcttcgccccatggtgctcctgtggagcggcggtacctgccgcccggcaccggggctcgtgctcgcggcc
ctcccgcctcctcgcctcgcagctaccagttctgccacgtggacgccaagaccgaggaccacttctcctcggctcccagctacttcaacgtg
gtcgccttctacgccatcgtgctggagctcgaaccggccgctcctcgcgggctgctcgtggctcgtcgcgcgctcgtcttcgtccccctgcgct
acatctacccacccgcaccgcccctccgctggctctccctcccgtcaccgccccttggtcgtcgggtacggggccatcctgctgca
gctccccgagccctccccgtgctcctcggcctcctcgtgctctacctctgctactactcggcctgagcctctacctgtccctcaagcacctc
gagggcccggcgccctcgcagcgc

표 1. Lecithin 대사 관련 효소 및 효소 반응

Name	E.C	Reaction
S-adenosyl-L-methionine:phosphatidyl-N-methylethanolamine N-methyltransferase	2.1.1.71	S-adenosyl-L-methionine + phosphatidyl-N-methylethanolamine = S-adenosyl-L-homocysteine + phosphatidyl-N-dimethylethanolamine
acyl-CoA:1-acyl-sn-glycerol-3-phosphocholine O-acyltransferase	2.3.1.23	acyl-CoA + 1-acyl-sn-glycerol-3-phosphocholine = CoA + 1,2-diacyl-sn-glycerol-3-phosphocholine
phosphatidylcholine:sterol O-acyltransferase	2.3.1.43	phosphatidylcholine + a sterol = 1-acylglycerophosphocholine + a sterol ester
acyl-CoA:2-acyl-sn-glycerol-3-phosphocholine O-acyltransferase	2.3.1.62	acyl-CoA + 2-acyl-sn-glycerol-3-phosphocholine = CoA + phosphatidylcholine
3-sn-phosphatidylcholine:dolichol O-acyltransferase	2.3.1.83	3-sn-phosphatidylcholine + dolichol = 1-acyl-sn-glycerol-3-phosphocholine + acyldolichol
phosphatidylcholine:retinol---[cellular-retinol-binding-protein] O-acyltransferase	2.3.1.135	phosphatidylcholine + retinol---[cellular-retinol-binding-protein] = 2-acylglycerophosphocholine + retinyl-ester---[cellular-retinol-binding-protein]
CDP-choline:1,2-diacyl-sn-glycerol cholinephosphotransferase	2.7.8.2	CDP-choline + 1,2-diacyl-sn-glycerol = CMP + a phosphatidylcholine
CDP-diacylglycerol:choline O-phosphatidyltransferase	2.7.8.24	CDP-diacylglycerol + choline = CMP + phosphatidylcholine
ceramide:phosphatidylcholine cholinephosphotransferase	2.7.8.27	a ceramide + a phosphatidylcholine = a sphingomyelin + a 1,2-diacyl-sn-glycerol
phosphatidylcholine 2-acylhydrolase	3.1.1.4	phosphatidylcholine + H ₂ O = 1-acylglycerophosphocholine + a carboxylate
2-lysophosphatidylcholine acylhydrolase	3.1.1.5	2-lysophosphatidylcholine + H ₂ O = glycerophosphocholine + a carboxylate
phosphatidylcholine 1-acylhydrolase	3.1.1.32	phosphatidylcholine + H ₂ O = 2-acylglycerophosphocholine + a carboxylate
phosphatidylcholine cholinephosphohydrolase	3.1.4.3	a phosphatidylcholine + H ₂ O = 1,2-diacyl-sn-glycerol + choline phosphate
phosphatidylcholine phosphatidohydrolase	3.1.4.4	a phosphatidylcholine + H ₂ O = choline + a phosphatidate

GLYCEROPHOSPHOLIPID METABOLISM

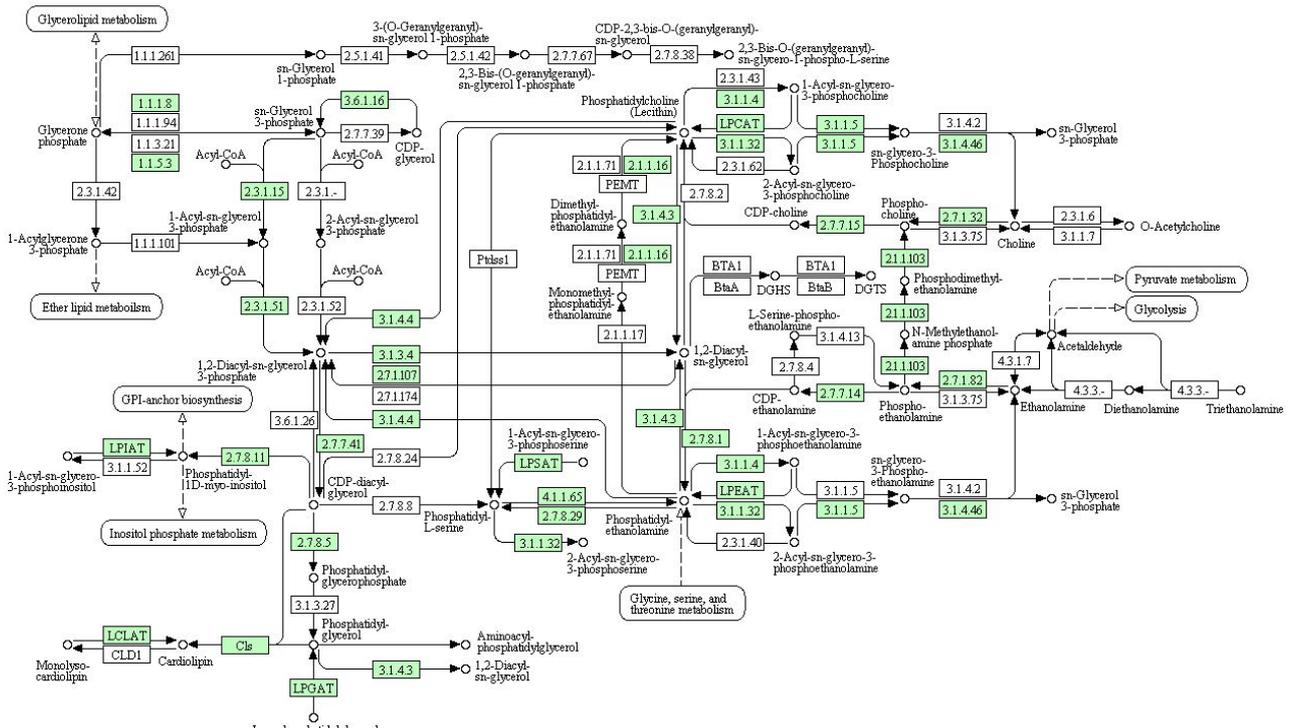


그림 KEGG glycerophospholipid 합성대사경로. 녹색으로 표시된 부분은 쿵에서 동정된 유전자가 보고된 효소들임.

Lecithin의 합성경로를 분석해 보면 크게 두 부분으로 구분 지을 수 있다. 한부분은 glycerol backbone이 형성되는 과정이고 다른 부분은 choline이 형성되는 과정이다. 이러한 과정을 통해 lecithin이 만들어지고 나서 그이후의 여러 형태의 인지질들, 즉 phosphatidylethanolamine(PE), phosphatidylserine(PS) 등이 만들어지고 이미 만들어진 lecithin 도 Land cycle이라 불리는 경로를 통해서 구조의 변형이 일어나고 그로부터 choline 과 sn-glycerol-3-phosphate로 분리되는 순환의 과정을 거치게 된다.

본 연구에서는 lecithin의 합성경로에 대해 기존에 제시된 1,2-diacyl-sn-glycerol + CDP-choline --> lecithin(PC) 의 경로 이외에 Land cycle 이라 불리는 1-acyl-sn-glycerol-3-phosphocholine <--> lecithin(PC), glycerone phosphate --> sn-glycerol-3-phosphate + acyl-CoA --> 1-acyl-sn-glycerol-3-phosphate + acyl-CoA --> 1,2-diacyl-sn-glycerol-3-phosphate --> 1,2-diacyl-sn-glycerol + CDP-choline --> lecithin(PC) 등의 경로 중 쿵의 genomic DNA sequencing DB에서 발굴된 유전자들을 중심으로 쿵의 lecithin 합성경로에 관여하는 유전자를 동정하였다.

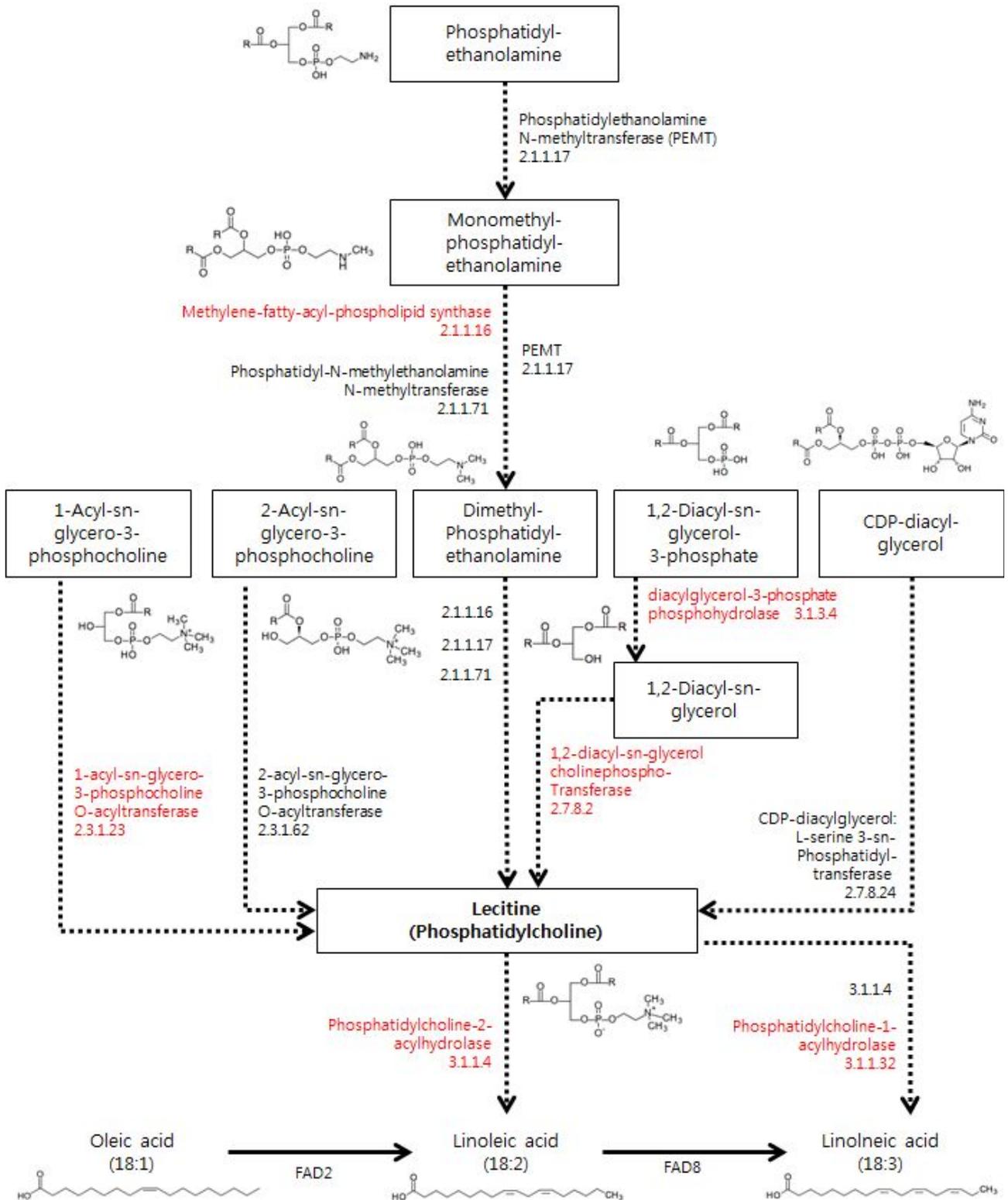


그림 Lecithin 합성 경로. 적색으로 표시된 효소는 콩의 genomic DNA sequencing DB에서 발견된 유전자가 있는 효소들임.

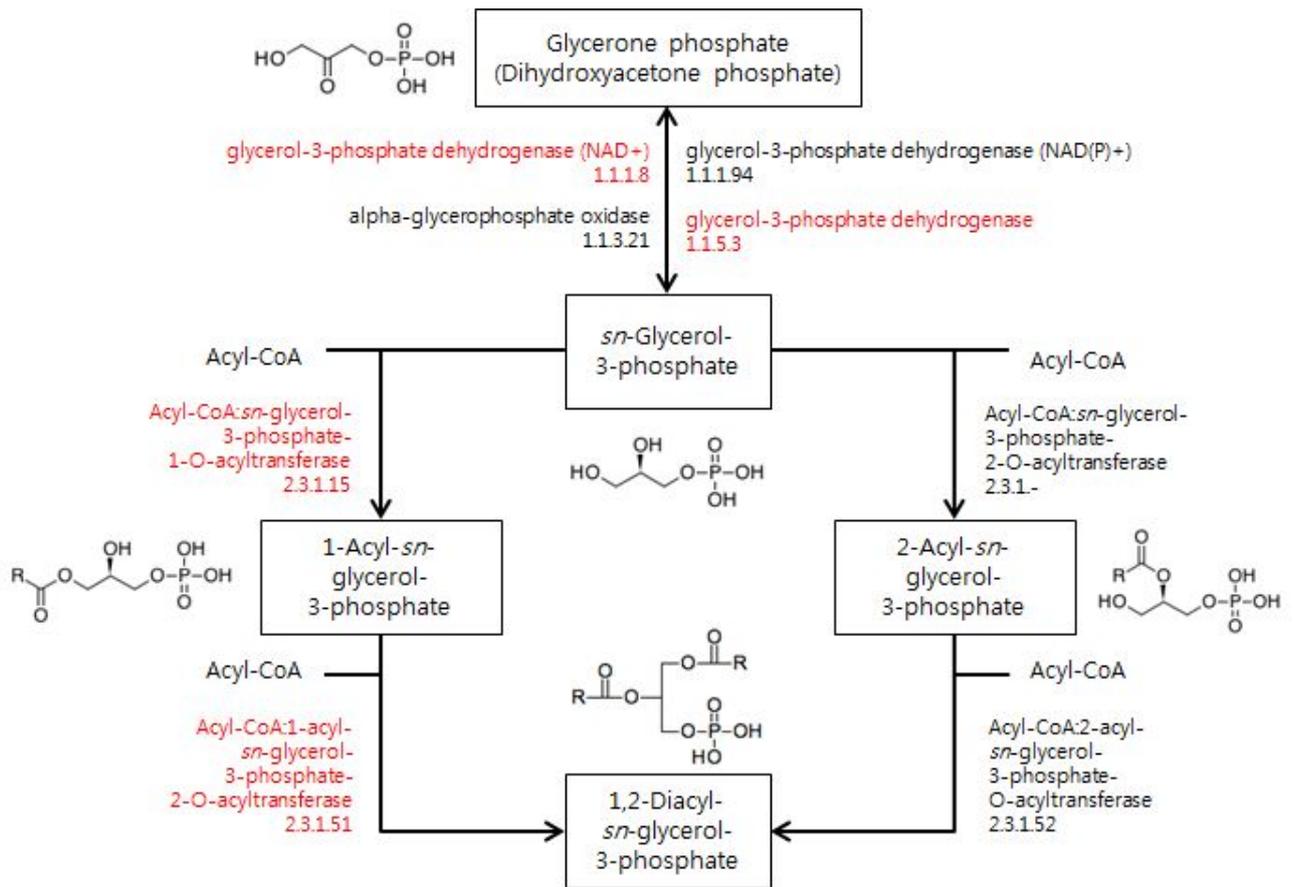


그림 Lecithin의 주요 전구물질로 예측되는 1,2-diacyl-*sn*-glycerol-3-phosphate의 합성경로. 적색으로 표시된 효소는 콩의 genomic DNA sequencing DB에서 발견된 유전자가 있는 효소들임.

표. 콩 genome sequencing DB에서 발굴된 lecithin 합성 대사관련 유전자

	EC-Number	Entry	Location
Methylene-fatty-acyl-phospho lipid synthase	2.1.1.16	100301902	Gm07 Gm08
		100775331	Gm06 Gm04
		100778962	Gm17 Gm05
1-acyl-sn-glycero-3-phospho choline O-acyltransferase	2.3.1.23	100775331	Gm06 Gm04
		100778962	Gm17 Gm05
		100790429	Gm05 Gm17
		100818109	Gm07 Gm08
		100820536	Gm04 Gm06
1,2-diacyl-sn-glycerol cholinephospho-Transferase	2.7.8.2	082567	Gm02 Gm12
diacylglycerol-3-phosphate phosphohydrolase	3.1.3.4.	100780784	Gm10 Gm13 Gm19
		100795884	Gm10 Gm13 Gm19
		100796839	Gm17 Gm06 Gm20
		100798304	Gm10 Gm13 Gm19
		100811824	Gm04 Gm06
glycerol-3-phosphate dehydrogenase (NAD+)	1.1.1.8	100798509	Gm19 Gm05 Gm18
		100803079	Gm19 Gm05
glycerol-3-phosphate dehydrogenase	1.1.5.3	100778131	Gm20
		100796146	Gm10
		100808564	Gm02

나. 유전자 동정

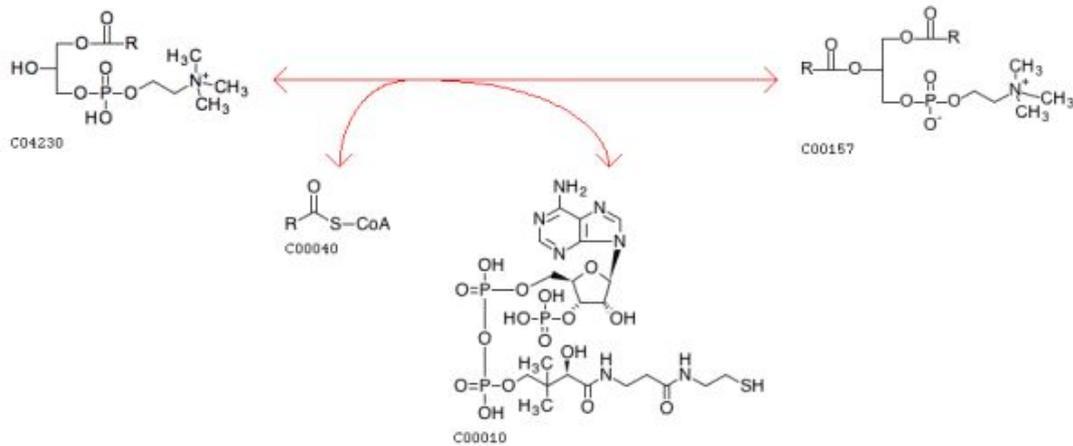
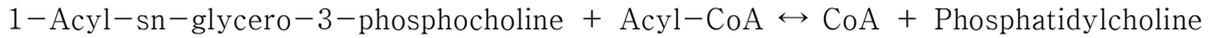
이들 유전자중 콩의 genome walker library를 제작하여 (Invitorgen Kit) 아래 유전정보를 이용 primer를 제작하고 부분적으로 coding region 과 promoter를 동정한 유전자는 1-acyl-sn-glycero-3-phosphocholine O-acyltransferase, 1,2-diacyl-sn-glycerol cholinephospho-transferase, diacylglycerol-3-phosphate phosphohydrolase, glycerol-3-phosphate dehydrogenase (NAD+), glycerol-3-phosphate dehydrogenase,

phosphatidylcholine 2-acylhydrolase 이다. 그러나 이들 유전자가 위 표에서 나타난 콩 계놈 상의 어느 위치에 있는 유전자인지는 판단할 수 없다.

다. 동정한 유전자 정보

(1) LPCAT 1-Acyl-sn-glycero-3-phosphocholine

(가) 효소반응:



(나) 염기서열

```
atggagtccgaactcaaagacctcaattcgaagccaccaactgcaacggcaacgccaacagcgtttgcgacgacctctctgctgaagccggag
cctccggcctcctccgacagcatcgccgagatggagaagaagttcgccgcgtacgtcgcgacgacctgacggaccatgggacgcgccgagttg
ccggcgaaggagaagctcttctcggcttgcgcttggctcactctcctccccattcgagtcgttctcgccgtcaccatattgctcttctattactta
at ttgtagggtttgcactctcttctcgtccgaccggcgaggaggaacaggaagattacgctcatatgagtggttgaggagaaccgtcat tgtt
tcgttgacgcgccctctccagagtcagctcttcat ttcggcttttat tggatccccgaatccaactctgcctctcaggaagaccggagtcag
cctgaagagttggggagacctagcgt aataatctaatcatgtgtcatacttggatattttgtatcacatgtcgtcctcat tcccagttttgtt
gctaagagatcagtggttaacttccgctcat tggctcatcagcaagtccttggttgtgtgtatgttcagcgggaatcaaagtcacggacttc
aagggtgtttcagctgttgcactgacagaattcaagaagctcatcagaatgagtcctgctccat taatgatgttat tccagaaggaacaaccaca
aatggagagttcctccttccat tcaagactggtggtttttggcaaaggcaccagtaacttctgtgat ttt aagatcat taccagagat ttagc
ccgcctgggattccatactgggggtgcgcatgtaatatttctcctgtgcagtttgtgaattataggaggtgatccgagtaacctgtttacat
ccctcacagcaggagatgaatgatcccaaactatagct aataatgt tagaaggttgatggctactgagggttaatttgatacttctgatattggg
ttagctgaaaaacgaataatcacgctgctctcaatggtttgttttcccaatgctaa
```

(다) Phytozome (콩 genome sequencing DB) 검색결과

Species > Tools > Info > Help > Contact Us **phytozome**

BLAST results

Query: your.query (1392 letters)
 Target: Glycine max genome (1168 sequences, 97344380 total letters)
 Program: BLASTN 2.2.26+

6 regions identified
 revise this query

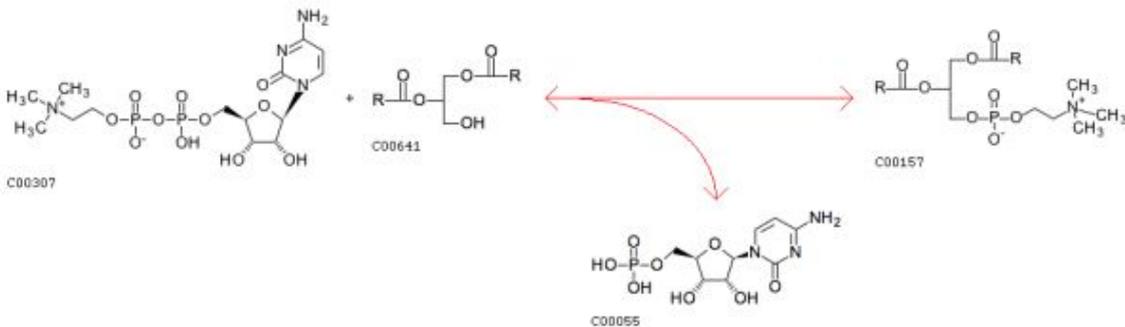
clear Gbrowse [this target organism only]
 switch views [currently in Target View]

HSP joining parameters: Max intron size 5000
 Allow query overlap update

Define	Score	E	Target View <small>[click feature to view in browser]</small>	
Gm17	740.7	0		
Gm05	668.5	0		

(2) CDP-choline:1,2-diacyl-sn-glycerol cholinephosphotransferase

(가) 효소반응



(나) 염기서열

aaatcctcaagcccat tggggagctct t t gatcatgggtgtgagcact tgct tgcacat t tgaagcat tggct t t tgggagcacagccatgtg
 t ggaagaaatact t tctgg tgggtgt taatactgcaat tacat t t t atgg t gcaacctgggagcact at t t caccaatacact t a t actgcc tgt
 t a t a a t g g g c c t a c a g a g g t c t t a t g a t a a t a c a t c t g t c a c t t t t c a c t g c t a t c g t g g g t g c t g a g t g g t g g g t t c a g c a a t t t g g g a a
 g t c t t t g c c a t t t t a a a t t g g c t t c c t t a t c t t g c g g g a a t c c c a a c a t t c a a a g c t a t a t t g t g t c t a a t g a t a g c t t t t g g t g t t a c a c c a a c
 a g t c a c a t g c a a t g t t a g t a a t g t t t a t a a g g t t g t g a a g g c a a g a a c g g a a g c a t g c c a c t t g c a t t g g c a a t g c t t t a c c c a t t t g t g t a c t
 c g t g g g a g g a g t g c t t g t g t g g g a t t a t t t g t c g c c a t t a g a c a t c a t g g g t a g a t a t c c a c a t t t a g t t g t c a t a g g a a c t g g a c t t a c t t t c g g
 t t a t c t t g t g g g a a g g a t g a t t t t

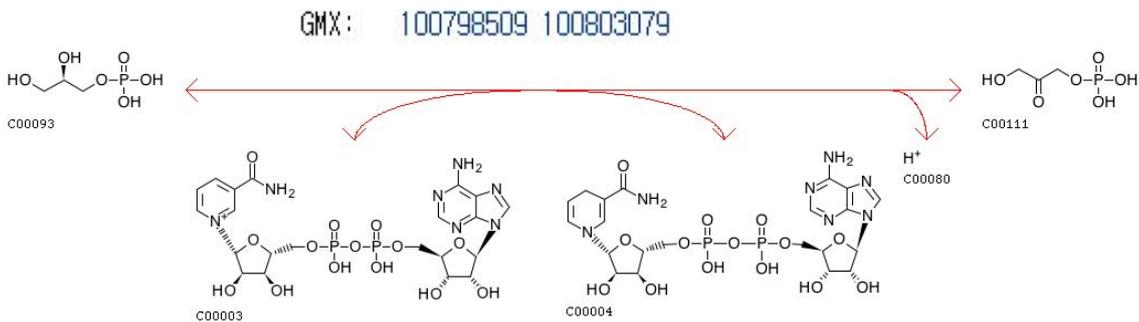
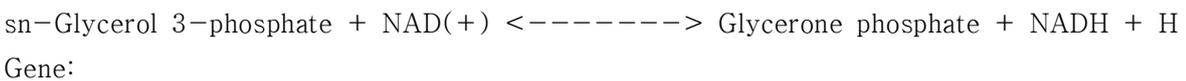
(3) Diacylglycerol-3-phosphate phosphohydrolase

(가) 염기서열

aaagtgaactaactgaacctcaaacagctacttccaatgaggaggaccaaagtcattctgctttgagtaagagactaagagctaacactggtttg
 aggccctcacttttgtggtcatgaacttaaagcgggtatgggtttgggtgctgctgcccagggttttgaagcaaccggatattctgcagaagaatttag
 aagtctgcatattccataattagaatgaaaatcttgttctgaagttcagagagaggtattctgctgtgggaaaaggctgctcctcttgtacttgg
 aatgactgtattttgggttagacttacctgttgagcccaagatacaattccagtgaggacaggatgatgcagtgaggccaagaatgatgctcctgg
 accagcttcgtctggacgcagatggagactttggcctatgccttttccaagagtcagacaattgatcacactgatagtgtatcaagtgaggaggt
 atttgtagattctgagctgatggcaacttctgtgtcgagccatctccaacatctgcttagcatgagctcctcgcaagcaattttgtgaggac
 aatgttccctctaattgagatgatagcatccttaaatctcaaagatggtcaaaattttggtaaccttcagtttctcttccagggttcttgaacgca
 acaggttgatgctcatatatacttatggaagtggatgcaagaattgtaatttcagatgtagatggaactattaccaaatctgatgttttgggg

(4) 1-glycerol-3-phosphate dehydrogenase (NAD+)

(가) 효소반응

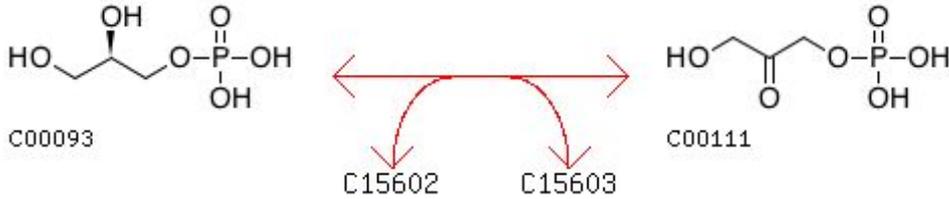


(나) 염기서열

atgtttaaagtcaccgttgttggtagcggcaatggggcagtggtgcccgaagcttatgacctgaacaccatcaggcttgctccttccatgat
 gaagtgagaatgtgggtatcgaggaaaaataccaagtgaggagaagctcacagatgttatcaacaaaaccaatgaaaatgcaagatctcct
 ggaatcaagcttggtaaaaacgtagtgtctgatccagagcttgaaaatgcagttaaggatgccaacatgctagtatttgaactccgcatcaattc
 atggaaggaatatgcaagaggcttgagggaaaaataggctcagatcacagaggaatttctcttatcaaagggatggaggccaagaaggaaggccca
 accatgatctctactctcataccaacaactaggaatcaattgttctgttttaatggggccaacatagcaaatgagatagcatggagaaattt
 agtgaagcaacagttggatataatcaaaacaattagcagcagagagatgggttgagttgttcaatactccttatttcaatgtgacagccgtcgaa
 gatgttgaaggggtcgaactctgtggaactctgaaaaatgtagtggccatagctgcagggttttgttgatggcttgagatgggaaataatacaaaa
 gctgcaatcatgagaattggcctgaaagagatgagggcattttcaaag

(5) sn-glycerol 3-phosphate:quinone oxidoreductase

(가) 효소반응



(나) 염기서열

tacagt tct tgct caacagt ataagcgcat gaaaagt acata taggggtaagttgt tcccgggtaat ggat tctgctgt tgcaaagcact tgtc
 tcaggcat atggaacat tagccgagcgtgtggctacat tgctcagaat gaaaatt tgggtaaacgact tgcccacgggt taccct t atctggaggc
 agaagtggcgtactgtgctcgtaatgaatat tgtgaatctgctat tgatttcat tgc taggagaactcgtcttgc tttcct t gaaac taacgcagc
 acgaaaggcat tgccctgtgtgat t gaaata tggcaaatgagcacaagt gggacaatt caaagcagaaggaagagt tggagaaggct acagagt t
 t tgaagact t ttaatcct ccaaaaatgctcagt tccatgatgggaaacacagt tag

(다) Phytozome 검색결과

BLAST results

Query: your.query (1887 letters)
 Target: Glycine max genome (1168 sequences, 973344380 total letters)
 Program: BLASTN 2.2.26+

5 regions identified
 revise this query

[clear Gbrowse](#) [this target organism only]
[switch views](#) [currently in Target View]

HSP joining parameters: Max intron size Allow query overlap [update](#)

Define	Score	E	Target View
Gm20	863.3	0	
Gm10	791.2	0	
Gm02	609.0	8.4e-172	
Gm07	176.2	1.6e-41	
Gm12	118.5	3.8e-24	

(6) 콩의 Phosphatidylcholine 2-acylhydrolase 의 동정

콩품종 및 계통 태광, 보광, PI283327 으로부터 genomic DNA를 추출하여 genome walking library를 제작하였고 벼의 phosphatidylcholine 2-acylhydrolase 와 고도의 유의성을 갖는 콩의 putative phosphatidylcholine 2-acylhydrolase 유전자 염기서열 (그림) 을 발굴하였다. 이 염기서열 정보를 활용하여 콩의 putative phosphatidylcholine 2-acylhydrolase 유전자를 증폭하였다.

```
Gm07 15212384 GGATGTGCACTGTTTTGGTAACAACAATAACAATGTCTGGAGGGTGATTTGGTAATTTTG 15212325
|||||
```

```
asmb1_29773      1 ggatgtgcactgTTTTGGTAACAACAATAACAATGTCTGGAGGGTGATTTGGTAATTTTG 60
```

```
Gm07 15212324 GTATGTCTTGCAACCAAAATATAAATATAACAAAACAACCAACCAACCTTATTTTAGGAAT 15212265
|||||
```

```
asmb1_29773      61 gtatgtcttgcaaccaaataataataacaaaacaaccaaccaaccttatttttaggaat 120
```

```
Gm07 15212264 TAAATAAGAAGAGAAGAGAAGAGAAGAGGCCGGGGAGGAGACTGAAGGTCAACCATCG 15212205
|||||
```

```
asmb1_29773     121 taaataagaagagaagagaagagaagaggccggggaggagacttgaaggtcaaccatcg 180
```

```
Gm07 15212204 ACCACTCTTTTCTTTAATTCTCCACAAACATGTCACGCGCCGCCGCGTTCGTTGGAA 15212145
|||||
```

```
asmb1_29773     181 accactcttttctttaattcttccacaacaatgtcacgcgccgccgctcgttcgaa 240
```

```
Gm07 15212144 TCCTCCTTTGTCTGCTGCTCCTCGTCGCCGCCGTCAACTGCTCCGATCAGGGAAACTGCA 15212085
|||||
```

```
asmb1_29773     241 tcctcctttgtctgctgctcctcgtcgccgccgtcaactgctccgatcagggaaactgca 300
```

```
Gm07 15212084 GCACCACATGCATTGTGGAGCAATGCGACA 15212055
|||||
```

```
asmb1_29773     301 gcaccacatgcattgtggagcaatgcgaca 330
```

Type: HSP
Length: 120 bp
Position: Gm07:15211850..15211969 (- strand)
Matches: asmb1_29773:331..450

```
Gm07 15211969 CGATCGGAATCAAATACGGCAAGTATTGCGGGGTAGGGTATTGGGGTTGTGCTGGCGAGA 15211910
|||||
```

```
asmb1_29773     331 cgatcggaatcaaatacggcaagtattgcggggtagggattggggttgtgctggcgaga 390
```

Gm07 15211909 AACCATGTGATGATCTTGATGCTTGCTGCATGGCCCATGACAACCTGCGTTGACAAAATTCG 15211850
 |||
 asmb1_29773 391 aaccatgtgatgatcttgatgcttgctgcatggcccatgacaactgcggtgacaaaattcg 450

Type: HSP
 Length: 425 bp
 Position: Gm07:15210818..15211242 (- strand)
 Matches: asmb1_29773:451..875

Gm07 15211242 GAATGACTCATGTGAAATGCCATAAGAGATTAAGAATTGCCTAACCAGGGAACCTGAAAT 15211183
 |||
 asmb1_29773 451 gaatgactcatgtgaaatgccataagagattaaagaattgcctaaccagggaaactgaaat 510

Gm07 15211182 CTGGTAAGGTTGGATTTTCCAAGGAGTGTCCCTACAGCAGAGCTGCACCTACGATGATAA 15211123
 |||
 asmb1_29773 511 ctggttaagggttgattttccaaggagtgtccctacagcagagctgcacctacgatgataa 570

Gm07 15211122 GAGGCATGGACTTGGCCATCTTGCTCAGCCAATTGGGTGACTTCTCCGTTCCCTACTAAC 15211063
 |||
 asmb1_29773 571 gaggcatggacttggccatcttgctcagccaattgggtgacttctccgttcctcactaac 630

Gm07 15211062 AAAGTAACTAACCCTCTTATGTAATCCTTACTTACTCCTTCCCATTACAACTTCT 15211003
 |||
 asmb1_29773 631 aaagttaaactaacctcttattgtaatccttacttactccttcccattacaaacttct 690

Gm07 15211002 CTTCAATCATTGGGAAACCTGATATTATATATGATCCTGTTGGACATGGTTAACTGTT 15210943
 |||
 asmb1_29773 691 cttcaatcattgggaaacctgatattatataatgatcctggtggacatggttaaactggt 750

Gm07 15210942 GTTATTGATTTTCTATGTTCTTAACTTATCATTTAATTTATGATATCACAAAAGAACTCA 15210883
 |||
 asmb1_29773 751 gttattgattttctatgttcttacttattcatttaatttatgatatacaaaaagaactca 810

Gm07 15210882 ATACTTTCTTTGGACAACCATCTAATCATTATTATTATTAGATGAAATGACAGAATCAT 15210823
 |||
 asmb1_29773 811 atactttctttggacaacctctaatcattattattatttagatgaaatgacagaatcat 870

Gm07 15210822 TTCTC 15210818
 ||||
 asmb1_29773 871 ttctc 875

그림 콩과 벼의 phosphatidylcholine 2-acylhydrolase 염기서열 비교

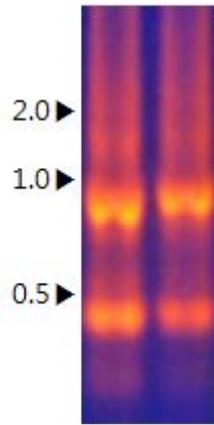


그림 태광콩과 PI 283327 계통의 putative putative phosphatidylcholine 2-acylhydrolase 유전자 동정

제 2 절

제 1 협동과제 연구 내용 및 결과

1. 연구내용 및 방법

가. 레시틴의 포스파티딜콜린(PC) 성분 분석용 자원의 재배

o 1년차 재배

레시틴의 성분중 핵심 물질인 PC 성분 함량 분석을 위하여 장려품종, 선발계통, 유전자원등 전체 57점을 선발하여 2010년 6월 16일 경상대학교 부속농장 전작포에 파종하였다 (아래그림)



파종 후 표준경종법에 준하여 재배 관리하였으며 아래는 포장상태를 나타낸다.



수확 후 종자를 정선하여 분석에 이용하였다.

o 2년차 재배

PC 성분 함량에 대한 고품량 자원 선발 및 함량에 대한 년차간 변이등을 조사하기 위하여 1년차에서 이용된 57점을 포함하여 111점을 2012년 5월 26일 경상대학교 부속농장 전작포에 파종 하였다. 아래 그림은 포장에서 재배되고 있는 상태를 보여 주며 수확 후 분석에 이용하였다.



나. 포스파티딜콜린(PC) 성분 분석

o 1년차 수확 종자로부터 PC 성분 분석

A. 표준용액

Phosphatidyl Choline (PC) 클로로포름/메탄올 (1:1, v/v)용액 (1000mg/kg)을 만들었다. 검량곡선을 작성하기 이용액을 희석하여 0.1, 1, 5, 10, 12.5, 25 및 50 mg/kg 의 농도로 희석하였다. 내부표준물질 49 의 메탄올 용액 (10mg/kg)을 표준용액으로 사용하였다.

B. 전처리 방법

포장에서 수확된 57개의 각 sample의 정선된 종자를 random 선별하여 각 sample당 분쇄하여 동결 건조한 콩 5.0g 가루로 만든 다음 동결 건조한 콩 5.0g 을 클로로포름/메탄올 (1:1 v/v)의 35 mL에 넣고 균질화 장치를 이용하여 5분 동안 균질화하였다. 4000 rpm 의 속도로 10 분 동안 원심 분리하였다. 이 과정을 2 회 반복하였다. 분리액을 0.5% 염화나트륨 수용액 25 mL 첨가하여 세계 흔들어 주었다. 실온에서 1시간 이상 방치하면 클로로포름 층과 물 층이 분리되었다. 클로로포름 층을 무수 황산나트륨으로 처리한 다음 회전식 증발기를 사용하여 용액을 제거하였다. 이것을 클로로포름/메탄올 (1:1 v/v) 1mL 에 녹이고 멤브레인 필터로 여과한 다음 LC-MS/MS 실험을 하였다.

C. 액체크로마토그래피 (HPLC)

HPLC는 Agilent 사(USA)의 G1322A degasser, G1312A pump, G1313A autosampler 및 G1316A oven 이 장착된 1100시리즈를 사용하였다. Zorbox XDB-C18, (50 × 2.1 mm, 5.0 μm) 컬럼을 사용하였다. 이동상은 물(A)와 5mM 폼산암모늄을 포함한 메탄올 (B)를 사용하였다. 이동상 기울기 조건은 B 20%로 시작하여 15 분 동안 B 98%까지 올린다음 27분동안 B 98%로 유지하게 하였다. 흘림 속도는 0.5 mL/min, 컬럼온도는 20°C, 주입량은 5μL 이었다.

D. 질량 분석기 (MS)

MS와 MS/MS 분석은 Applied Biosystem (USA)사의 ESI가 장착된 Qtrap3200에서 MRM 법으로 수행하였다. 프로그램은 BioAnalstTM version 1.4.2와 Analyst softseres 1.4.2 분무와 건조가스는 고순도 질소 이었으며, 60 psi 의 압력으로 흘러주었다. ESI에 사용된 모세관 전압은 5.5kV, 소스온도는 400°C 이었다. Q1과 Q3의 분해능은 각각 0.8-1.0과 0.6-0.8 이었다. 스캔 범위는 m/z 50-1000이었고, 스텝사이즈는 0.1u 이었다. 포스파티딜콜린(PC) 성분 함량은 mg/kg 단위로 표시 하였다.

o 2년차 수확 종자로부터 PC 성분 분석

A. Sample 준비

포장에서 수확된 111개의 각 sample의 정선된 종자를 random 선별하였다. 각 sample 당 100mg의 seed powder를 teflon cap tube에 넣은 후 1.5 mL의 MeOH를 가하고 vortex 하였다. Chloroform 3mL 가하고 실온에서 orbital shaker에서 1시간 동안

incubation한 후 DW 1.25 mL를 가하여 층을 분리시켰다. 실온에서 10분간 incubation 하고 원심분리(1000 g x 10 min) 하였다. 아래의 유기용매층(chloroform층)을 모으고, 위층은 2 mL의 solvent mixture I [CHCl₃/MeOH/ DW (86:14:1, v/v/v)]를 가하고 재 추출 하였다. 다시 아래의 유기용매층을 모아서 합하고 vacuum centrifuge에서 건조시켰다. 200 μL의 solvent mixture II [CHCl₃/MeOH/DW(60:30:4.5, v/v/v)]에 녹이고 저장하였다. Assay전에 1X Assay buffer로 희석하였다.

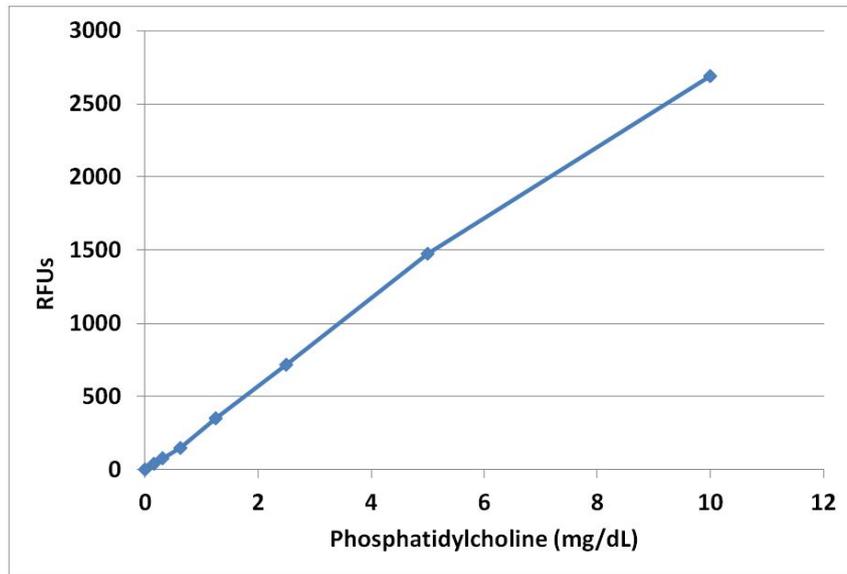
B. PC Standard Curve 준비

Fresh Phosphatidylcholine(PC) standard는 첫 번째 희석비율(100 mg/dL PC standard stock solution 1: 100 in 1X standard diluent)에 따라 만들었다 (100 mg/dL의 농도). 100 mg/dL의 PC를 이용하여 아래의 표와 같이 조제하였다.

Tubes	100 mg/dL Phosphatidylcholine Standard (μL)	1X Assay Buffer (μL)	Resulting Phosphatidylcholine Concentration (mg/dL)
1	50	450	10
2	250 of Tube #1	250	5
3	250 of Tube #2	250	2.5
4	250 of Tube #3	250	1.25
5	250 of Tube #4	250	0.625
6	250 of Tube #5	250	0.313
7	250 of Tube #6	250	0.156
8	0	500	0

C. Example of results

다음의 그래프는 PC assay 결과를 나타낸 것이다.



D. Sample의 PC 함량 분석

각각의 PC standard와 시료의 측정은 2~3회 반복하여 측정하였다. 96-well microtiter plate에 PC standard 희석액 또는 시료희석액을 10 μ L씩 가하고 Reaction reagent를 well에 100 μ L씩을 가하고 완전히 섞이도록 하였다. Plate는 빛으로부터의 반응을 방지하기 위하여 덮개를 씌운후 37°C에서 60분간 incubation 시켰다. Plate를 Fluorescence microplate reader(equipped for excitation in the 530-570 nm range and for emission in the 590-600 nm range)로 측정한 후 시료와 PC standard curve의 RFU를 비교하여 시료 속의 PC 함유량을 계산하였다. 포스파티딜콜린(PC) 성분 함량은 mg/g 단위로 표시하였다.

2. 연구결과

가. 1년차 57개 자원에 대한 PC 함량

2010년 포장에서 수확된 57개의 자원을 이용한 레시틴의 주성분인 phosphatidylcholine (PC) 성분을 분석한 결과는 아래와 같다. 장려품종, 선발계통, 유전자원에 대한 명, 종피색,

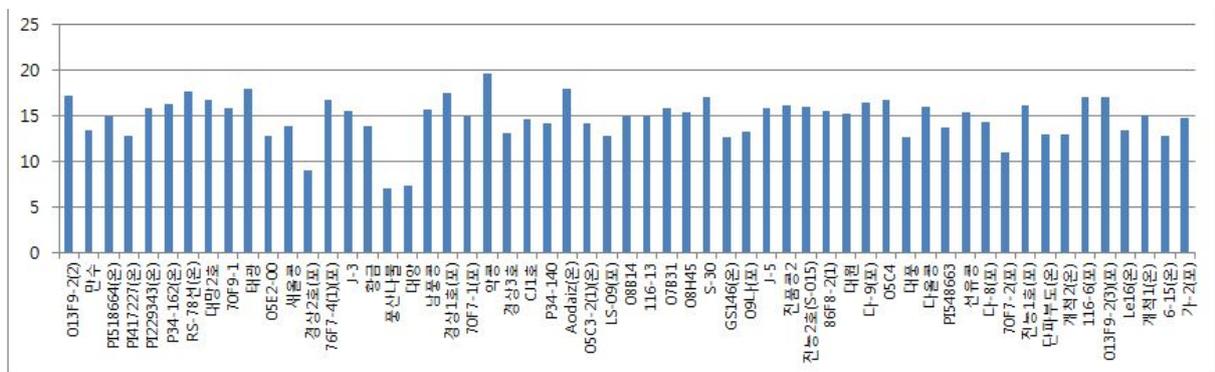
제색, 종자크기 및 PC 함량 (mg/g)을 나타내었다.

표. 레시틴의 주성분인 phosphatidylcholine (PC) 성분 함량

구분	품종(계통)명	종피색	제색	종자크기	포스파티딜콜린(PC) (mg/g)
선발계통	013F9-2(2)	노란	노란	소립	17.12
장려품종	만수	녹색	노란	대립	13.36
유전자원	PI518664(온)	노란	갈색	중립	14.96
유전자원	PI417227(온)	노란	연갈색	중립	12.72
유전자원	PI229343(온)	노란	연갈색	대립	15.76
선발계통	P34-162(온)	노란	연갈색	소립	16.25
선발계통	RS-78선(온)	노란	노란	소립	17.69
장려품종	대망2호	녹색	연갈색	대립	16.72
선발계통	70F9-1	노란	갈색	중립	15.76
장려품종	태광	노란	노란	대립	17.97
선발계통	05E2-00	노란	노란	중립	12.84
선발계통	새올콩	노란	갈색	대립	13.88
장려품종	경상2호(포)	갈색	갈색	중립	9.06
선발계통	76F7-4(1)(포)	노란	갈색	소립	16.72
유전자원	J-3	노란	연갈색	대립	15.52
장려품종	황금	노란	노란	대립	13.84
장려품종	풍산나물	노란	노란	소립	7.02
장려품종	대양	노란	노란	대립	7.34
장려품종	남풍콩	노란	연갈색	중립	15.70
장려품종	경상1호(포)	검정	검정	소립	17.40
선발계통	70F7-1(포)	노란	갈색	중립	14.84
재래종	약콩	검정	검정	소립	19.55
장려품종	경상3호	검정	검정	중립	13.04
장려품종	CJ1호	노란	갈색	중립	14.56
선발계통	P34-140	노란	갈색	소립	14.12
유전자원	Aodaiz(온)	녹색	노란	대립	17.86
선발계통	05C3-2(1)(온)	노란	노란	소립	14.16
선발계통	LS-09(포)	노란	노란	소립	12.80
선발계통	08B14	검정	검정	소립	14.83
선발계통	116-13	노란	노란	소립	14.88

구분	품종(계통)명	종피색	제색	종자크기	포스파티딜콜린(PC) (mg/g)
선발계통	07B31	검정	검정	중립	15.84
선발계통	08H45	노란	검정	소립	15.28
선발계통	S-30	노란	노란	중립	17.04
유전자원	GS146(온)	녹색	검정	대립	12.65
선발계통	09나(포)	노란	노란	소립	13.28
유전자원	J-5	검정	검정	대립	15.84
장려품종	진품콩2	노란	노란	중립	16.12
장려품종	진농2호(S-015)	노란	노란	소립	16.00
선발계통	86F8-2(1)	노란	노란	소립	15.56
장려품종	대원	노란	노란	중립	15.20
선발계통	다-9(포)	노란	노란	중립	16.48
선발계통	05C4	노란	노란	대립	16.68
장려품종	대풍	노란	진회색	중립	12.64
장려품종	다을콩	노란	진회색	대립	15.96
유전자원	PI548663	노란	갈색	소립	13.76
장려품종	선유콩	노란	연갈색	대립	15.36
선발계통	다-8(포)	노란	노란	중립	14.32
선발계통	70F7-2(포)	노란	검정	중립	10.92
장려품종	진농1호(포)	검정	검정	소립	16.16
유전자원	단파부도(온)	검정	검정	대립	12.92
장려품종	개척2(온)	노란	검정	중립	12.88
선발계통	116-6(포)	노란	갈색	중립	17.08
선발계통	013F9-2(3)(포)	노란	노란	중립	17.04
선발계통	Le16(온)	검정	검정	소립	13.33
유전자원	개척1(온)	검정	검정	중립	15.00
유전자원	6-15(온)	노란	갈색	소립	12.76
선발계통	가-2(포)	노란	연갈색	중립	14.80

57개의 자원에 대한 PC 함량 분포도는 아래 그림과 같다.



분석결과 57점에 대한 phosphatidylcholine (PC) 성분 함량은 7.02 - 19.55 mg/g 범위로 나타났고, 가장 함량이 높은 자원은 재래종인 약콩 (19.55 mg/g) 이었고 반면에 가장 낮은 자원은 풍산나물콩 (7.02 mg/g)이었다. 전체 57점중에서 16.00 mg/g이상인 자원은 17개 였고 그 중에서 7개는 장려품종 (대망2호, 태광, 경상1호, 약콩, 진품콩2호, 진농1호, 진농2호)이었으며, 9개는 선발계통였고 유전자원은 1개였다. 57개의 자원중에서 PC 성분 함량이 높은 15개의 자원은 아래 표와 같다.

표. 포스파티딜콜린(PC) 고함량 자원, 장려품종, 계통 (1차년도)

순위	모본/계통	포스파티딜콜린(PC) (mg/g)
1	재래종: 약콩	19.55
2	장려품종 :태광	17.97
3	유전자원: Aodaiz(온)	17.86
4	육성계통: RS-78선(온)	17.69
5	장려품종: 경상1호(포)	17.40
6	육성계통: 013F9-2(2)	17.12
7	육성계통: 116-6(포)	17.08
8	육성계통: S-30	17.04
9	육성계통: 013F9-2(3)(포)	17.04
10	장려품종: 대망2호	16.72
11	육성계통: 76F7-4(1)(포)	16.72
12	육성계통: 05C4	16.68
13	육성계통: 다-9(포)	16.48
14	육성계통: P34-162(온)	16.25
15	장려품종: 진농1호(포)	16.16

나. 1년차 평가결과 PC 성분 고함량 계통 및 자원의 농업형질 평가

1차년도(2010년) 57점을 포장에 재배 한 후 수확 종자를 대상으로 레시틴의 주성분인 포스파티딜콜린(PC, phosphatidylcholine) 성분을 분석한 후 함량이 높은 15개의 자원중에서 9개의 계통 및 1개의 자원을 선발하였다 (아래 표 참고).

표. 선발된 PC성분 고함량 계통 및 자원

구분	품종(계통)명	종피색	제색	포스파티딜콜린(PC) (mg/g)
계통	013F9-2(2)	노란	노란	17.12
계통	013F9-2(3)(포)	노란	노란	17.04
계통	P34-162(온)	노란	연갈색	16.25
계통	RS-78선(온)	노란	노란	17.69
계통	76F7-4(1)(포)	노란	갈색	16.72
계통	S-30	노란	노란	17.04
계통	다-9(포)	노란	노란	16.48
계통	05C4	노란	노란	16.68
계통	116-6(포)	노란	갈색	17.08
자원	Aodaiz(온)	녹색	노란	17.86

선발된 10개의 자원을 2011년 6월 9일 포장에 파종하여 농업적 형질을 평가하였다. 아래 그림은 포장에서 재배되고 있는 포장 상태를 나타낸다.





포장 평가 결과 9계통 및 1개의 자원중에서 농업적 형질이 양호한 4개의 계통 및 1개의 자원을 선발 하였다. 선발 자원에 대한 수확기, 종피색, 제색 및 백립중은 아래 표와 같다.

표. 농업형질이 양호한 고 레시틴 함량 계통 및 자원

구분	계통/자원명	수확기	종피색	제색	백립중 (g/100 seed)
계통	013F9-2(2)	10월8일	노란	노란	19.0
계통	013F9-2(3)	10월3일	노란	노란	18.2
계통	P34-162	10월3일	노란	연갈색	13.4
계통	76F7-4(1)	10월3일	노란	갈색	14.3
자원	Aodaiz	10월13일	녹색	노란	33.0

선발 계통 및 자원에 대한 수확기는 10월3일 - 13일 이었고 Aodaiz 자원이 가장 늦었다. 선발된 4개의 계통은 모두 노란 종피를 가졌으며 선발 Aodaiz 자원은 녹색 종피를 나타내었다. 백립중은 13.4g - 33.0g으로 소립, 중립, 대립의 형태를 나타내어 용도별로 이용성이 높을 것으로 보였다. 아래 그림 은 선발 계통 및 자원에 대한 종자를 나타낸다.



계통: 013F9-2(2)



계통: 013F9-2(3)



계통: 767-4(1)



계통: P34-162



자원: Aodaiz

선발된 4계통 중에서 013F9-2(3) 계통은 농업적 형질이 우수하면서 종자상태도 양호하여 유망계통화가 가능할 것으로 보였다. 선발 유전자원인 Aodaiz는 종피색이 푸르고 대립종이므로 고품질 유색콩 품종 육성에 모본으로 이용될 수 있을 것으로 보였다.

다. 2년차 111개 자원에 대한 PC 함량

1년차 평가 자원 57개를 포함하여 2년차 111개의 자원을 이용한 레시틴의 주성분인 phosphatidylcholine (PC) 성분을 분석한 결과는 아래와 같다.

표. 레시틴의 주성분인 phosphatidylcholine (PC) 성분 함량

구분	명	포스파티딜콜린(PC) (mg/g)
장려품종	소황	3.29
재래종	비들기콩	1.20
장려품종	소청2호	2.26
재래종	부채	5.93
장려품종	일품검정2호	5.47
장려품종	진농1호	3.78
장려품종	대풍	2.92
장려품종	조남	3.59
육성계통	LS-09	2.40
재래종	대추밤콩	2.92
장려품종	대하	2.86
장려품종	대망2호	3.79
재래종	밤콩	3.56
장려품종	다울	5.18
육성계통	70F7-1	5.74
장려품종	송학	4.85
장려품종	즐찬	3.24
육성계통	70F7-2	5.41
재래종	속청	6.32
장려품종	흑미	7.82
장려품종	보석	6.25
장려품종	경상3호	6.17
장려품종	원광	0.99
육성계통	P34-162	2.34
재래종	흰유태	5.00
장려품종	새올콩	6.66
장려품종	진양	6.40
장려품종	경상1호	4.16
장려품종	청두1호	5.29
육성계통	013F9-2(3)	7.79
육성계통	10S31	7.880
장려품종	태광	3.276
장려품종	남풍	7.830
장려품종	상원	10.662
재래종	불태	3.732
장려품종	갈채	5.669

구분	명	포스파티딜콜린(PC) (mg/g)
장려품종	대양	7.227
재래종	검은밥밀콩	5.410
재래종	흰콩나물콩	3.092
장려품종	청자2호	4.258
장려품종	신화	4.495
육성계통	le-16	5.383
장려품종	풍산나물	4.203
장려품종	진품2호	8.913
장려품종	개척1호	5.605
장려품종	황금	5.072
장려품종	진농2호	5.647
육성계통	LS-10	5.124
유전자원	PI507487	5.245
유전자원	Aodaiz	4.189
유전자원	Tanishi	3.543
유전자원	단과부도	2.831
육성계통	le-16	5.297
유전자원	GS146	4.192
유전자원	PI518664	5.138
육성계통	11L1	3.050
육성계통	다-7	0.061
육성계통	11Q2	5.888
육성계통	09M1(녹)	5.635
육성계통	10S31	3.737
육성계통	10F1	3.605
유전자원	PI507226A	7.002
육성계통	11B2-2	5.320
육성계통	11B2-3	5.354
육성계통	11B2-1	6.100
육성계통	11B2-4	6.172
육성계통	11B2선발	10.609
육성계통	12N2	6.295
육성계통	05C4	12.324
육성계통	12D41	5.148
육성계통	12J25	2.788
육성계통	12D46	7.671
장려품종	경상2호	7.069
장려품종	진농2호	3.366
육성계통	05C4(1)	3.155

구분	명	포스파티딜콜린(PC) (mg/g)
장려품종	개척2호	5.206
육성계통	013F9-2(2)	6.567
육성계통	70F7-1	6.801
장려품종	진양	4.241
육성계통	70F7-2	8.194
장려품종	CJ1호	5.504
육성계통	11A11	8.155
육성계통	11A3	11.748
육성계통	11A5	3.671
육성계통	11A10	4.657
육성계통	11A12	5.822
육성계통	11A13	5.274
육성계통	11B4	4.671
육성계통	11H2	5.991
육성계통	11M2	3.660
육성계통	11M4	7.094
육성계통	P34-162	9.161
육성계통	11011선발	6.077
육성계통	F4-6	6.479
육성계통	F4-8	6.829
육성계통	F4-10	5.602
육성계통	F4-12	4.250
육성계통	F4-14	4.135
육성계통	10BC1-2	6.485
육성계통	10BC1-4	7.790
육성계통	10BC1-5	8.745
육성계통	10BC1-7-1	4.852
육성계통	10BC1-10	5.376
육성계통	10BC1-12	3.626
육성계통	10BC1-14-1	0.569
육성계통	10BC-19	5.758
육성계통	10BC1-35	4.347
육성계통	10BC1-37	3.535
육성계통	10BC1-42	8.251
육성계통	10BC1-38	5.208
육성계통	F4-4	3.542

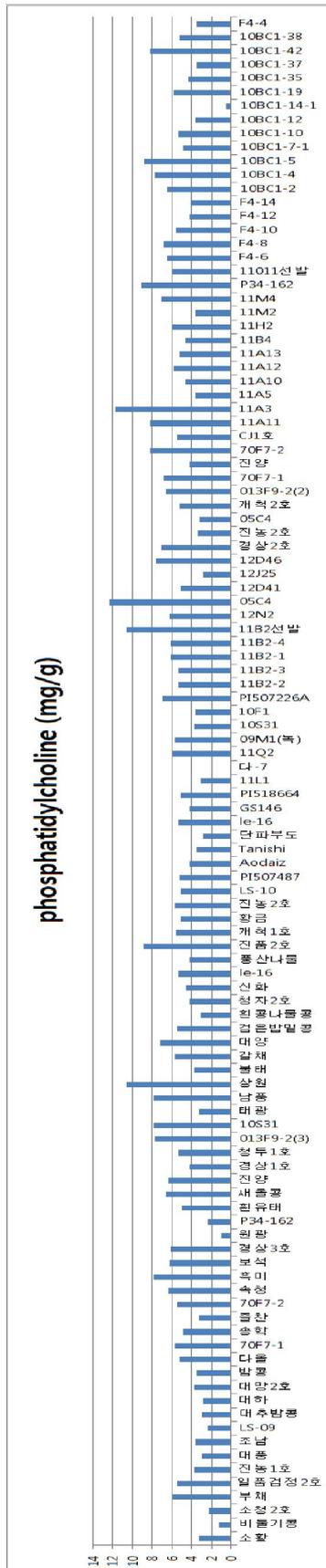


그림 111개의 자원에 대한 PC 함량 분포도는 아래 그림과 같다.

분석결과 11점에 대한 phosphatidylcholine (PC) 성분 함량은 0.061 - 12.324 mg/g 범위로 나타났다. 111개의 자원중에서 PC성분 함량이 높은 20개의 자원은 아래 표와 같다.

표. 포스파티딜콜린(PC) 고함량 자원, 장려품종, 계통 (2년차)

순 위	명	포스파티딜콜린(PC) (mg/g)
1	05C4	12.32
2	11A3	11.75
3	상원	10.66
4	11B2선발	10.61
5	P34-162	9.16
6	진품2호	8.91
7	10BC1-5	8.75
8	10BC1-42	8.25
9	70F7-2	8.19
10	11A11	8.16
11	10S31	7.88
12	남풍	7.83
13	흑미	7.82
14	013F9-2(3)	7.79
15	10BC1-4	7.79
16	12D46	7.67
17	대양	7.23
18	11M4	7.09
19	경상2호	7.07
20	PI507226A	7.00

가장 함량이 높은 자원은 육성계통이었고, 장려품종에서는 상원콩, 진품콩2호, 남풍콩에서 높았다. 1년차 및 2년차 분석을 통하여 PC성분 함량에 대한 년차간 변이는 아래 그림과 같았다. PC성분 함량은 환경에 따른 변이를 보였지만 상관관계의 유의성은 없었다.

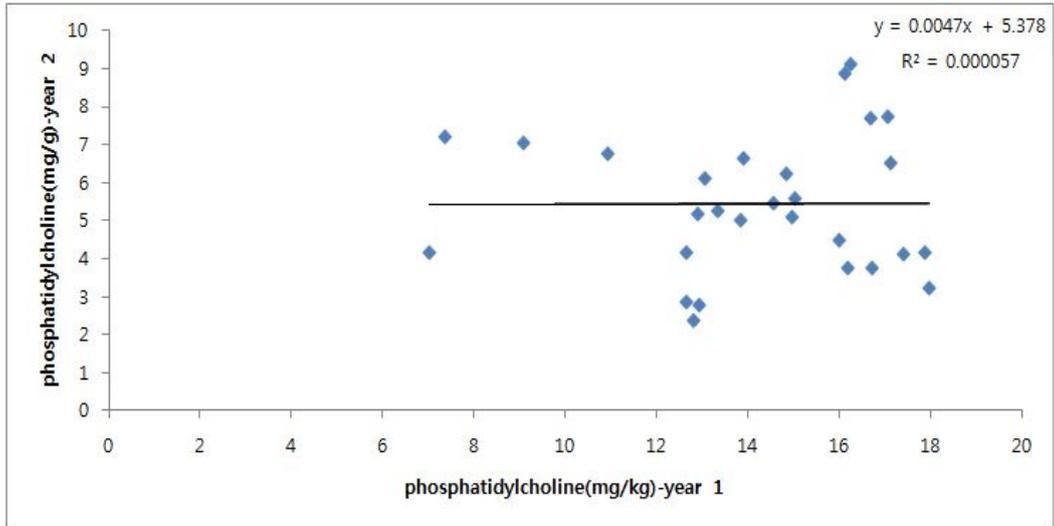


그림. PC성분 함량에 대한 년차간 변이

라. 2년간 평가를 통한 PC성분 고함량 자원의 선발

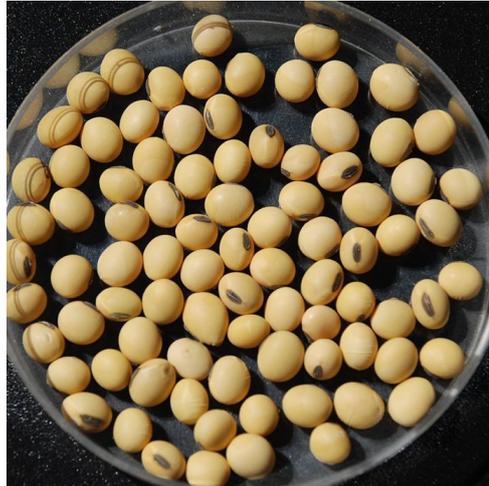
2년간 평가를 통하여 레시틴의 주성분인 phosphatidylcholine (PC)성분 분석 결과 높은 함량을 가진 자원은 아래 표와 같다.

표: 포스파티딜콜린(PC)성분 고함량 자원, 장려품종, 계통 (2년 data)

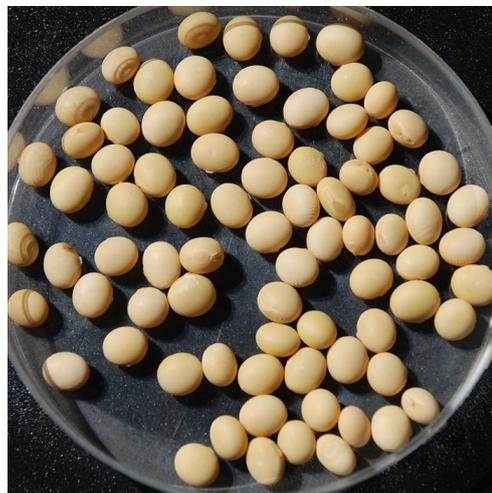
Rank	품종(계통)명	PC성분 (mg/kg)	Rank	품종(계통)명	PC성분 (mg/g)
1	약콩	19.55	1	05C4	12.32
2	태광	17.97	2	11A3	11.75
3	Aodaiz(온)	17.86	3	상원	10.66
4	RS-78선(온)	17.69	4	11B2선발	10.61
5	경상1호(포)	17.40	5	P34-162(온)	9.16
6	013F9-2(2)	17.12	6	진품2호	8.91
7	116-6(포)	17.08	7	10BC1-5	8.75
8	S-30	17.04	8	10BC1-42	8.25
9	013F9-2(3)(포)	17.04	9	70F7-2	8.19
10	대망2호	16.72	10	11A11	8.16
11	76F7-4(1)(포)	16.72	11	10S31	7.88
12	05C4	16.68	12	남풍	7.83
13	다-9(포)	16.48	13	흑미	7.82
14	P34-162(온)	16.25	14	013F9-2(3)(포)	7.79
15	진농1호(포)	16.16	15	10BC1-4	7.79
16	진품2호	16.12	16	12D46	7.67
17	진농2호	16.00	17	대양	7.23
18	다올콩	15.96	18	11M4	7.09
19	07B31	15.84	19	경상2호	7.07
20	J-5	15.84	20	PI507226A	7.00

2년간 평가 결과 PC성분 함량이 높으며 농업적 형질이 비교적 양호한 자원은 육성계통으로 013F9-2(2), 013F9-2(3), 70F7-2, P34-162이었다. 선발 계통에 대한 몇가지 형질 및 2012년 포장 수확 (3차년도) 후 종자의 모습은 아래와 같다.

계통/자원명	종피색	제색	백립중 (g/100 seed)
013F9-2(2)	노란	노란	18.6
013F9-2(3)	노란	노란	20.2
P34-162	노란	갈색	19.1
70F7-2	노란	검정	23.9



70F7-2



013f9-2(2)



P34-162

이들 계통은 향후 중간모본 또는 육성 품종으로 이용될 수 있을 것으로 보였다.

제 3 절

제 2 협동과제 연구 내용 및 결과

1. 국내외 lecithin 성분 특성이 우수한 계통 증식

콩의 lecithin 에는 여러 지용성단백질들이 포함되어 있으며 이들은 잠재적인 알러젠으로 알려져 있다. 이 지용성 단백질의 하나인 Kunitz trypsin inhibitor (KTI) 가 제거된 콩 품종인 개척1호, 개척2호를 이용하여 상대적으로 영양학적 측면에서 lecithin의 질적 요소가 개선된 콩 계통을 이용하여 콩, 쌀 혼합분을 이용하여 제품 (과자) 을 시범 제작, 판매 하였고, 동일 콩 계통을 이용하여 전통 방식으로 메주와 된장을 제조하였다. 개척1호와 2호는 다른 국내 육성품종보다 lecithin의 함량이 높은 편이었다.

<국내외 고지방산 함유 콩 품종 재배, 증식>

- 파종 : 2010년 5월 7일
- 수확 : 2010년 10월 14
- 재식밀도: 80cm × 20cm (29,000)
- 수확량 : 70kg/10a (이상기후로 인해 수량 감소가 심함)



<국내외 lecithin 성분 특성이 우수한 계통 재배, 증식 단지 >

○ 국내외 lecithin 성분 특성이 우수한 콩을 이용한 제품 개발

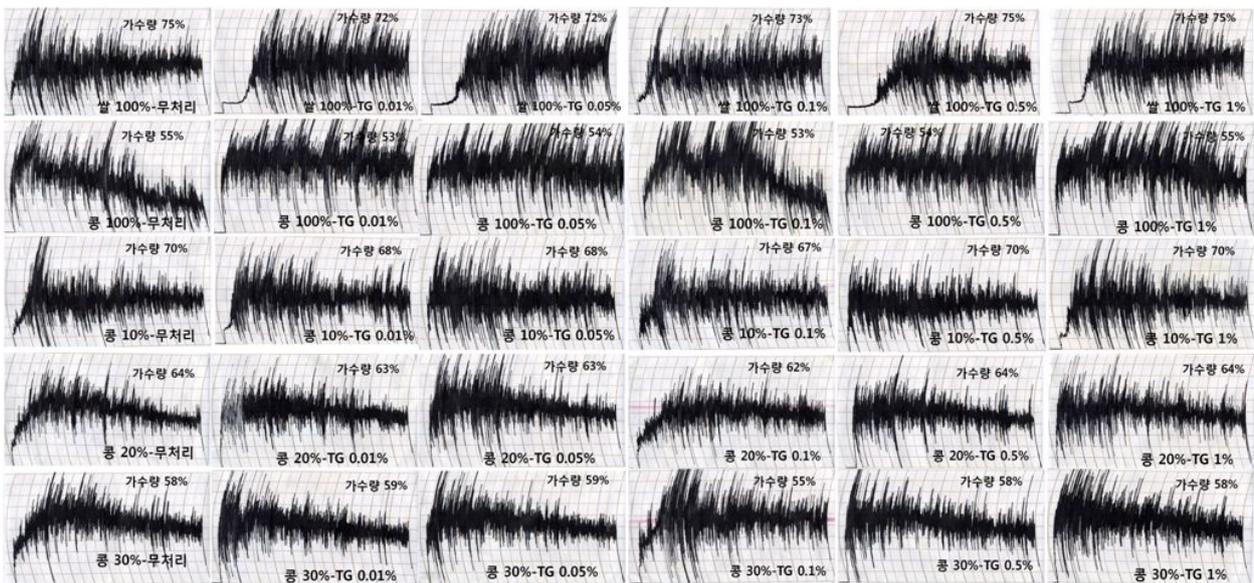
1) 생콩가루 혼합 쌀가루분을 이용한 과자

쌀/밀 가루 비율	회분 (%)	단백질 (%)	색깔		
			밝기	적색도	황색도
쌀 100%	0.34e	7.72e	93.61a	-0.62a	3.81e
콩 100%	3.02a	40.45a	76.78d	-5.43d	18.11b
쌀 90% + 콩 10%	0.71d	10.89d	76.40d	-5.48d	18.32a
쌀 80% + 콩 20%	1.13c	14.00c	86.51b	-3.22b	10.44d
쌀 70% + 콩 30%	1.51b	17.41b	84.78c	-3.58c	11.61c

<쌀가루와 콩가루 배합 비율에 따른 가루 특성>

TG 농도 (%)	쌀/콩가루 혼합 비율				
	쌀 100%	콩 100%	쌀 90% + 콩 10%	쌀 80% + 콩 20%	쌀 70% 콩 30%
0.00	10a	14a	14a	13a	12a
0.01	11a	15a	15a	13a	11a
0.05	11a	15a	15a	13a	12a
0.10	10a	14a	13a	13a	12a
0.50	10a	14a	13a	12a	12a
1.00	10a	13a	13a	12a	12a

<쌀/콩가루 혼합 비율과 트랜스글루타미나아제 농도에 따른 침전가>



<쌀가루과 콩가루 혼합분의 트랜스글루타미나아제 농도에 따른 미소그램>



<생콩가루 혼합 쌀가루분을 이용한 과자>

○ Lecithin 성분 특성을 이용한 마케팅 전략 개발

- 콩과 쌀의 자연 친화적인 느낌을 강조.



2. Kti가 제거된 콩 제품 개발

- (가) Kti 가 제거된 콩으로 만들 메주와 된장



<일반 콩 메주>

- 일반 콩으로 메주를 만들었을 때는 평균 32개를 생산하지만 Kti 없는 콩으로 메주를 만들 경우 35개 정도의 메주를 생산할 수 있었다. 일반 콩보다는 메주를 생산할 수 있는 양이 늘어남을 알 수 있었다.



<일반 콩 메주-66일 후>



<Kti 없는 콩 메주-66일 후>

- 일반 콩으로 메주를 만들 경우 겉표면에 생기는 검은 곰팡이의 분포가 Kti 없는 콩으로 만든 메주 보다 적음을 알 수 있다. 지역에 따라 곰팡이의 종류가 다르지만 시제품을 제작했던 경기 북부지역에서는 검은 곰팡이의 분포가 고르고 메주 속까지 하얀 곰팡이가 생기는 것이 우수한 메주라 평가한다. 따라서 Kti 없는 콩으로 메주를 만들 경우 일반 콩 보다 우수한 메주가 만들어 짐을 알 수 있다.



2011년 수확한 콩으로 전남 담양소재 (주)고려전통장 (기순도된장) 에 메주, 된장, 간장 시제품 제작을 의뢰하였다.

아래 사진은 2012년 2월 관찰한 메주 상태이다.



아래 사진은 Kti가 제거된 콩으로 제작한 된장과 간장으로 2011년 11월, 2012년 1월 서울소재 (사)주부클럽연합회에서 시식회를 가진 바 있다.



(나) Kti 가 제거된 콩이 포함된 돈육소시지 시제품제작

아래는 Kti 가 제거된 콩으로 만든 돈육소시지 이다. Kti 가 제거된 콩이 1, 3, 5% 함유된 세가지 종류의 소시지를 제작하였다. 현재 isolated soy protein을 대체하여 콩분말을 사용하여 소시지를 만드는 방법에 대한 특허는 출원중이다.



(다) 제품화

(주)일양웰푸드 (<http://www.ilyangham.com/>)에서 2010-2011년 Kti 가 제거된 콩 분말 총 3톤을 구입하여 Kti 가 제거된 콩이 2 ~ 5% 함유된 다양한 형태의 제품을 개발하여 판매중이다.

The screenshot shows the Ilyangham website interface. At the top, there's a navigation bar with '로그인', '회원가입', and '즐거찾기'. Below that, a green banner contains '일양햄소개', '소시지모음집', 'MY RECIPE', 'Today's Best', and '체험행사'. A search bar is also present. The main content area features a large image of sausages with the text '현명한 주부의 까다로운 선택 일양햄이 앞장서겠습니다.' To the left is a 'community menu' with options like '공지사항', '뉴스 & 이벤트', '자주하는 질문', '상품구매후기', '상품 Q&A', '입금확인 게시판', and '포토갤러리'. Below the main image is a 'MD BEST ITEM' section with the text 'MD BEST ITEM 가장 인기있는 제품을 추천해 드립니다.' and five product cards: 마늘햄 (2,800원), 불고기햄 (5,500원), 비엔나소시지 (4,400원), 후랑크(대) (15,000원), and 수제모듬소시지 (5,400원). On the right, there's a '공지사항' section with dates and a 'MD BEST Item' image of a wooden board with sausages.

(다) 마케팅효과

(주)일양웰푸드에서는 Kti 가 제거된 콩 제품 출시이후 매출이 10-30% 이상 증가하였다고 평가하고 있다. 현재 Kti가 제거된 콩의 물량확보가 원활하지 않아 제품생산이 제한적 이어서 적극적으로 생콩 분말을 사용하여 레시틴등 기능성 성분이 강화된 제품에 대한 선전이 이루어지고 있지는 않으며 이러한 상황에서도 매출의 증가가 이루어지고 있는 것은 소비자들의 반응이 매우 긍정적임을 보여주는 증거라 하겠다.

제 4 장 목표달성도 및 관련 분야에의 기여도

1. 평가의 착안점

세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
콩 종자내 lecithin의 양적, 질적 특성과 관련된 환경요소 및 유전적 특성 구명	○ 환경요인이 콩 종실내 lecithin의 특성에 미치는 영향구명	100	- 콩 lecithin 추출 및 최적분석 조건확립 - 콩 lecithin 분석, 년차별 비교 (2008-2010) - 년차간 지방산 성분조성 분석 - 콩 파종기이동에 따른 지방산 분석
	○ 콩 종실내 lecithin의 양적, 질적 특성과 관련된 유전적 특이성 추적	100	- 콩 lecithin 합성 대사관련 후보유전자 집단 발굴: 총 6개의 lecithin 합성경로 유전자 동정, DB 분석
고 lecithin 함량 자원 및 계통 선발	- 품종 및 자원의 lecithin 함량 평가	100	- 장려품종, 선발계통, 유전자원: 57점 2010년 포장 재배 - 수확 후: 레시틴의 핵심성분인 phosphatidylcholine (PC) 성분 분석 -> 고 함량 자원, 계통 선발 육종 소재화
Lecithin 성분이 강화된 콩 제품 개발	○ 국내외 lecithin 성분 특성이 우수한 콩을 이용한 제품 개발	100	- 인지질저해요소 Kunitz trypsin inhibitor (Kti) 가 제거된 콩을 이용한 제품개발 : 콩 성분이 강화된 쌀과자 시제품 제작 - Lipoygenase 및 Kti 가 제거된 황색콩 메주 및 된장 시제품 제작
	○ Lecithin 성분 특성을 이용한 마케팅 전략 개발	100	- 인지질 및 오메가 3 지방산 대사경로 추적 및 이를 통한 마케팅요소 발굴 - 인지질저해요소 Kti 가 제거된 콩의 lecithin 성분 분석 (수행중)

2. 연구개발결과의 성과 및 활용목표 대비 실적

가. 연구성과 목표

(단위 : 건수)

구분	특허		신품종				유전자원 등록	논문		기타
	출원	등록	품종명 명칭등록	품종생산 수입판매 신고	품종보호			SCI	비SCI	
					출원	등록				
1차 년도	목표	1							1	
	달성	1								
2차 년도	목표	1					1	1		
	달성	1					1			시 제 품 제작 3 건, 제품 화1건
3차 년도	목표		1		1		2	2	1	
	달성						4	1		
계	목표	2	1		1		2	3	3	
	달성	2					4	2		

* 연차별 연구성과 목표는 향후 연차평가 등의 정량적 평가지표로 활용됨

** 연구성과는 연구계획에 따라 도출된 것으로 예시와 같이 작성

(2) 연구성과 활용 목표

(단위 : 건수)

구분	기술실시(이전)	상품화	정책자료	교육지도	언론홍보	기타
활용건수	목표	0	1			
	달성	2	1			

나. 논문게재 성과

게재연도	논문명	저자			학술지명	Vol.(No.)	국내외 구분	SCI구분
		주저자	교신저자	공동저자				
2012	Composition of the Essential Oil, Neutral Volatile Oil and Petroleum Ether Extract of Korean Perilla (<i>Perilla frutescens</i> Britton) Leaves	Woosuk Jung	Ateeque Ahmad	Seung-Hyun Kim, Ill-Min Chung, Nagella Praveen	Asian Journal of Chemistry	24(7)	국외	SCI
2012	The improvement of laying productivity and egg quality according to providing germinated and fermented soybena for a feed additive		Woosuk Jung	Jin-ho Shin, Jung-Min Park, Jin-Man Kim, An Kwang Soo Roh	Korean J. Food Sci. An	32(4) 404-408	국내	SCIE

다. 특허 성과

출원된 특허의 경우					등록된 특허의 경우				
출원연도	특허명	출원인	출원국	출원번호	등록연도	특허명	등록인	등록국	등록번호
2011	항균 및 항산화 생리활성을 갖는 발아 및 발효콩을 포함하는 산란계 사료첨가제 및 그 제조방법	김진만 정우석	한국	10-2011-0048489					
2010	생콩가루 혼합 쌀가루 분말 및 이를 이용한 과자 제조방법	건국대학교 산학협력단	한국	10-2010-0075855					

라. 기술료 징수 현황

기 징수액	당해년도 징수액	향후 징수액	합계

마. 사업화 현황

사업화명	사업화내용	사업화 업체 개요				기매출액	당해년도 매출액	매출액 합계
		업체명	대표자	종업원수	사업화형태			
Kti가 제거된 콩이 포함된 소시지 개발	대두분리단백 대체 생콩가루를 사용한 소시지제품개발	(주) 일양유통	박승탁				20억원	

바. 인력활용/양성 성과

(1) 인력지원 성과

지원 총인원	지원 대상 (학위별, 취득자)				성별		지역별		
	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	대전	기타지역
16	4	10	2		9	7	8		7

(2) 장단기 연수지원 성과

장기 (2월 이상)		단기 (2월 미만)	
국내	국외	국내	국외

(3) 산업기술인력 양성 성과

프로그램명	프로그램 내용	교육기관	교육 개최회수	총 교육시간	총 교육인원

사. 경제사회 파급효과

산업지원 성과 (단위 : 건)				고용창출 성과 (단위 : 명)		
기술지도	기술이전	기술평가	합계	창업	사업체 확장	합계

5. 구매금액이 3천만원 이상인 기자재 구매현황: 해당없음

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

1. Lecithin 합성경로 유전자 동정 및 발현 분석

본 연구결과로 제시한 lecithin 합성경로 관련 유전자 염기서열을 콩 genome sequencing DB에서 유전자의 copy수, NCBI의 GenBank DB 내 보고된 염기서열 검색 빈도 등을 분석하여 보면 기존에 주 합성경로로 알려진 1,2-diacyl-sn-glycerol + CDP-choline \rightarrow lecithin(PC)의 경로에서 1,2-diacyl-sn-glycerol이 어떠한 과정을 통해 제공되는지가 중요하나 많은 연구가 이루어지지 않았다. 본 연구에서는 1,2-diacyl-sn-glycerol이 만들어지는 경로는 glycerone phosphate \rightarrow sn-glycerol-3-phosphate + acyl-CoA \rightarrow 1-acyl-sn-glycerol-3-phosphate + acyl-CoA \rightarrow 1,2-diacyl-sn-glycerol-3-phosphate \rightarrow 1,2-diacyl-sn-glycerol + CDP-choline \rightarrow lecithin(PC)로 진행되는 합성경로 상의 유전자들을 동정하였으나 각각의 유전자가 콩 genome내에 복수의 유전자로 존재하며, 각각의 유전자 염기서열에서 다형성이 관찰된다. 또한 각 유전자가 서로 다른 promoter를 가지고 있어 이들의 발현이 서로 다를 것이라는 추론이 가능하며, 이러한 연구는 지속적으로 이루어져야 할 것이다. 향후, 본 연구결과에서 제시한 유전자들 이외 같은 기능의 효소를 만들어 내는 다른 유전자들도 동정하고 이들의 promoter도 동정하여 콩 종자내 지질의 합성에 있어 매우 중요한 위치를 차지하는 lecithin(phosphatidylcholine)의 합성, 대사생리에 대한 분자생물학적 연구의 기반을 구축하고자 한다.

2. 우리나라 콩 유전자원의 lecithin 함량 분석

본 연구결과로 제시한 우리나라 콩 유전자원들의 lecithin 함량 분석은 과거에는 이루어지지 않았던 최초의 포괄적 지질 성분분석 실험이다. 그러나 lecithin 함량의 연차 간 변이가 커서 3반복이상의 반복실험이 필요하며, 분석 방법도 좀 더 간편하고 정확, 정밀한 결과가 제공되는 최적화된 분석방법의 제시가 요구되는 실정이다. 향후 국내외 콩 유전자원들의 lecithin 분석을 년차별로 정리 DB화 한다면 환경적 변이가 콩 종자내 지질성분, lecithin의 함량은 물론 지방산의 조성에 미치는 영향까지도 과학적으로 분석해 볼 수 있는 기초 재료로 활용이 가능하며, 유전자원의 활용도를 제고하고 유전자원의 고유특성을 구명하는 수단으로 사용가능하여 이 분야의 연구를 지속적으로 수행하고자 한다.

3. Lecithin 성분이 강화된 콩 제품 개발

기존 식품의 원료는 물론 여러 기능성이 강화된 lecithin의 주 원료는 난황에서 얻어졌으나

이와는 달리 분말화된 콩을 식품의 소재로 활용하여 다양한 제품의 개발을 꾀하고자 한다. 특히 지용성 allergen 들이 제거된 콩으로부터 lecithin을 분리해서 식품 또는 기능성소재로 활용하는 방안을 추진 중이다.

4. 콩 종실내 lecithin 등 인지질의 성분조성 (lipid profile) 이 변화된 품종 등록

농업적 특성이 우수하고 콩 종실내 지방산의 조성과 인지질의 성분조성이 기존의 콩 품종과는 차별화된 형질을 가진 콩 1개 품종을 향후 3년간의 생산력검정과 형질고정과정 및 증식과정을 거쳐 등록하고자 한다.

5. Lecithin의 합성대사 경로 유전자 발현관련 학술발표

본 연구결과로 도출된 lecithin 합성경로 유전자를 동정하고 이들의 발현이 서로 다른 재배환경에서 어떻게 조절되는지에 대해 RNA 수준에서 분석하여 논문 (국내 학술지 1편) 발표하고자 한다.

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 국산 콩 lecithin 관련 유전·생리적 요인 구명, 우량 품종 선발 및 신제품 개발					
	(영문) Determine genetic and physiological factors affect on lecithin content and selecting elite cultivars for developing new soybean product					
주관연구기관	건국대학교		주 관 연 구 책 입 자	(소속)건국대학교 생명환경과학대학		
참 여 기 업	농업회사법인(주)팜지오			(성명) 정 우 석		
총연구개발비 (337,500천원)	계	337,500,000원	총 연 구 기 간	2010.7.1.~2013.6.30 (3년)		
	정부출연 연구개발비	270,000,000원		총 인 원	20명	
	기업부담금	67,500원		총 연 구 원 수	내부인원	4명
	연구기관부담금				외부인원	16명
<p>○ 연구개발 목표 및 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 환경요인이 콩 종실내 lecithin의 특성에 미치는 영향구명 - 종실내 lecithin의 양적, 질적 특성과 관련된 유전적 특이성 추적 - 국내외 주요 유용 콩 유전자원의 lecithin 함량 조사 - 고 lecithin 함량 콩 자원의 선발 - 1차년도 선발된 고 lecithin 함량 콩 자원의 농업적 형질 평가 - 농업형질 양호 계통 및 자원 선발 - 국내외 lecithin 성분 특성이 우수한 콩을 이용한 제품 개발 - Lecithin 성분 특성을 이용한 마케팅 전략 개발 <p>○ 연구결과</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lecithin 분석방법 수립, 분석(2년간) - 파종기 이동에 따른 콩종자내 지방산조성분석 - Lecithin 합성경로 제시 및 합성대사관련 유전자 동정 (6개) - 레시틴의 주요 성분인 PC 성분 고품량 자원 4 개 선발 013F9-2(2), 013F9-2(3), 70F7-2, P34-162 - 선발 자원중 013F9-2(2), 013F9-2(3), 70F7-2는 농업형질 양호 - 제품화: 2건 Kti가 제거되고 lecithin 함량이 높은 생콩 분말이 들어간 쌀과자, 소세지 개발, 판매 중 <p>○ 연구성과 활용실적 및 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lecithin 합성대사관련 유전자 발현에 대한 특허 출원 준비 - 선발 자원의 세대 진전, 형질 평가 후 중간모본 및 품종보호출원 						

[별첨 2]

자체평가 의견서

연구개발분야		과제구분	<input type="checkbox"/> 지정공모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제	관리번호	
연구과제명	국산 콩 lecithin 관련 유전·생리적 요인 구명, 우량 품종 선발 및 신제품 개발				
주관연구기관	건국대학교 생명환경과학대학				
연구담당자	주관연구책임자	정 우 석			
	협동/위탁/세부 연구책임자	기관(부서)	경상대학교	성명	정 종 일
		기관(부서)	농업회사법인 (주)팜지오	성명	허 화 영
		기관(부서)		성명	
		기관(부서)		성명	
연구기간	총 기간	3년	당해년도기간	1년	
연구비(천원)	총 규모	337,500,000원	당해년도규모	112,500,000원	

1. 연구는 당초계획대로 진행되었는가?

당초계획 이상으로 진행
 계획대로 진행
 계획대로 진행되지 못함

○ 계획대로 수행되지 않은 원인은?

2. 당초 예상했던 성과는 얻었는가?

예상외 성과 얻음
 어느 정도 얻음
 얻지 못함

3. 연구과정 및 성과가 농림어업기술의 발전·진보에 공헌했다고 보는가?

공헌했음
 현재로서 불투명함
 그렇지 않음

4. 경제적인 측면에서 농림어가의 소득증대에 공헌했다고 보는가?

- 공헌했음
- 현재로서 불투명함
- 그렇지 않음

5. 얻어진 성과와 발표상황

5-1 경제적 효과

- 기술료 등 수익 수 익 :
- 기업 등예의 기술이전 기업명 :
- 기술지도 등 기업명 : (주)일양웰푸드

5-2 산업·지식재산권 등

- 국내출원/등록 출원 2 건, 등록 건
- 해외출원/등록 출원 건, 등록 건

5-3 논문게재·발표 등

- 국내 학술지 게재 1 건
- 해외 학술지 게재 1 건
- 국내 학·협회 발표 건
- 국내 세미나 발표 건
- 기 타 건

5-4 인력양성효과

- 석 사 5 명
- 박 사 명
- 기 타 5 명

5-5 수상 등

- 있 다 상 명칭 및 일시 :
- 없 다

5-6 마스크 등의 PR

- 있 다 건
- 없 다

6. 연구개발착수 이후 국내 다른 기관에서 유사한 기술이 개발되거나 또는 기술 도입함으로 연구의 필요성을 감소시킨 경우가 있습니까?

- 없다 약간 감소되었다 크게 감소되었다

○ 감소되었을 경우 구체적인 원인을 기술하여 주십시오?

7. 관련된 기술의 발전속도나 추세를 감안할 때 연구계획을 조정할 필요가 있다고 생각하십니까?

- 없다 약간 조정필요 전반적인 조정필요

8. 연구과정에서의 애로 및 건의사항은?

- 수행하고자 하는 연구주제, 목표에 비해 연구기간이 너무 짧다. 특히 환경변이를 보고자 하는 경우
년차간 실험을 3년간 수행해서는 매우 부족하고 과제의 시행시점이 작기와 맞지 않아 3년차 실험도 온
전히 안되었다.

- Lecithin에 대한 유전자원분석, 유전자동정 수행과정 중 연구재료비의 가격이 전반적으로 급격히 상
승하였다. 기존 물가의 상승과 연구재료비의 가격상승은 별개로 봐야 한다. 또한, 연구수행 중 2011년 3
책5공, 2012년 3책 등 과제 책임자가 수행할 수 있는 과제의 제한을 연구비 총액이 아닌 단순한 과제수
로 제한을 두는 예상치 못한 연구정책의 변환으로 전체적으로 연구수주가 양적으로 제한 받는 상황에서
충분하지 못한 연구비로 계약시 체결한 연구목표를 달성하기에 어려움이 많았다.

(※ 아래사항은 기업참여시 기업대표가 기록하십시오)

1. 연구개발 목표의 달성도는?

- 만족 보통 미흡

(근거 : 당사가 만들어내는 기능성 콩분말을 지속적으로 판매, 이를 이용하여 제품화에 성공하였다.
)

2. 참여기업 입장에서 본 본과제의 기술성, 시장성, 경제성에 대한 의견

가. 연구성과가 참여기업의 기술력 향상에 도움이 되었는가?

- 충분 보통 불충분

나. 연구성과가 기업의 시장성 및 경제성에 도움이 되었는가?

충분

보통

불충분

3. 연구개발 계속참여여부 및 향후 추진계획은?

가. 연구수행과정은 기업의 요청을 충분히 반영하였는가?

충분

보통

불충분

나. 향후 계속 참여 의사는?

충분

고려 중

중단

다. 계속 참여 혹은 고려중인 경우 연구개발비의 투자규모(전년도 대비)는?

확대

동일

축소

4. 연구개발결과의 상품화(기업화) 여부는?

즉시 기업화 가능

수년 내 기업화 가능

기업화 불가능

5. 기업화가 불가능한 경우 그 이유는?

구 분	소 속 기 관	직 위	성 명
주관연구책임자	건국대학교	교수	정 우 석 (인)
참여기업 대표	농업회사법인(주)팜지오	대표이사	최 병 주 (인)

[별첨 3]

연구결과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제		분 야	
연구과제명	국산 콩 lecithin 관련 유전·생리적 요인 구명, 우량 품종 선발 및 신제품 개발			
주관연구기관	건국대학교		주관연구책임자	정 우 석
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	270,000,000원	67,500,000원		337,500,000원
연구개발기간	2010.7.1.~2013.6.30 (3 년)			
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	당초목표대비 연구결과
○ 환경요인이 콩 종실내 lecithin의 특성에 미치는 영향구명	- 콩 lecithin 추출 및 최적분석 조건확립 - 콩 lecithin 분석, 년차별 비교 (2010, 2011) - 년차간 지방산 성분조성 분석 - 콩 파종기이동에 따른 지방산 분석
○ 콩 종실내 lecithin의 양적, 질적 특성과 관련된 유전적 특이성 추적	- 콩 lecithin 합성경로제시 (기존에 제시된 합성경로에 콩 genome sequencing DB의 분석정보를 바탕으로 한 합성경로제시) - 콩 lecithin 합성 대사관련 후보유전자 집단 발굴 총 6개의 lecithin 합성경로 유전자 동정, DB 분석 (국산콩 장려품종, Kti가 제거된 기능성 콩 유전체로부터 유전자 동정)
○ 품종 및 자원의 lecithin 함량 평가	- 장려품종, 선발계통, 유전자원 : 2010, 2011년 포장 재배 - 수확 후: 레시틴의 핵심성분인 phosphatidylcholine (PC) 성분 분석 -> 고 함량 자원, 계통 선발 육종 소재화 (이 결과 이외의 국내외 100점 이상의 콩 유전자원의 lecithin 함량 분석 자료는 없음)
○ 국내외 lecithin 성분 특성이 우수한 콩을 이용한 제품 개발	- 인지질저해요소 Kunitz trypsin inhibitor (Kti)가 제거된 콩을 이용한 제품개발 : 콩 성분이 강화된 쌀과자 시제품 제작 - Lipoxygenase 및 Kti 가 제거된 황색콩 메주 및 된장 시제품 제작 (제품화에 성공함)
○ Lecithin 성분 특성을 이용한 마케팅 전략 개발	- 인지질 및 오메가 3 지방산 대사경로 추적 및 이를 통한 마케팅요소 발굴 - 인지질저해요소 Kti 가 제거된 콩의 lecithin 성분 분석

3. 핵심기술

구분	핵심 기술 명
①	Lecithin 합성경로 유전자 동정
②	국내의 콩 유전자원의 lecithin 분석, 고 lecithin 계통선발, 품종육성
③	Kti, lipoxygenase가 제거된 콩 분말을 이용한 상품화

4. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복 제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특히 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해 결	정책 자료	기타
①의 기술		v			v	v				
②의 기술		v		v			v			
③의 기술		v				v	v			

* 각 해당란에 v 표시

5. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	국산콩 장려품종이용 유전자 염기서열 비교분석, 다형성 발굴후 특허 출원
②의 기술	국내외 콩 유전자원의 고유형질로 등록, 고 lecithin 품종 육성소재화
③의 기술	콩을 소재로 한 다양한 돈육 또는 가공육 제품개발

6. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾	Kti, lipoxygenase가 제거된 콩 분말을 이용한 상품화		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	50,000천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input checked="" type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간	6개월	실용화예상시기 ³⁾	즉시
기술이전시 선행조건 ⁴⁾	기술지도		

- 1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리
통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
- 4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)