

고 생리활성 콩 품종 육성을 위한 분자육종기술개발
Development of molecular breeding techniques and
soybean varieties of high biologically active components

콩 분자 유전자 지도제작 및 고 생리활성 관련 유전자 탐색
Soybean molecular map construction and identification of
biologically active components-related genes

콩 종실중 주요 isoflavone함량의 유전,환경 상호작용
및 DNA표지인자에 의한 선발효율검정
Interaction of Genotype and Environment in Major Isoflavone
Content of Soybean Seed and Test of Selection Efficiency
by DNA Maker

콩 잡종집단의 중요 isoflavone함량과 생리활성 관련연구
The Study of Isoflavones Content and Physiological Active on
Hybrid Population of Soybean[*Glycine max* (L) Merrill]

연 구 기 관
서 울 대 학 교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “고 생리활성 콩 품종 육성을 위한 분자유종기술개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2003년 10 월 일

주관연구기관명 : 서울대학교

총괄연구책임자 : 이 석 하

연 구 원 : 배 정 숙

연 구 원 : 전 태 환

연 구 원 : 정 현 수

연 구 원 : 임 중 수

연 구 원 : 김 광 철

연 구 원 : 이 형 일

연 구 원 : 이 선 주

연 구 원 : 김 승 현

연 구 원 : 지 희 연

협동연구기관명 : 영남대학교

협동연구책임자 : 박 의 호

협동연구기관명 : 건국대학교

협동연구책임자 : 정 일 민

요 약 문

I. 제 목

고 생리활성 콩 품종 육성을 위한 분자유종기술개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

가. 최근 콩에 항암성 및 면역성 강화 등의 생리활성을 갖는 물질들이 함유되어 있는 것으로 밝혀져 주목을 받고 있다. 특히 isoflavone은 항암 효과가 알려지면서 관심이 고조되고 있다. 또한 기술적으로는 DNA표지인자 기술의 발달로 유전자지도 작성이 가능하며, 이 유전자지도를 이용하여 양적 형질 유전자좌 (Quantitative trait loci : QTL)를 탐색, 초기세대 선발이 가능하게 되었다. 따라서 본 연구에서는 RIL 집단으로부터 다양한 분자마커를 이용하여 고밀도 유전자지도를 제작하고, 이를 이용하여 콩 종실 중에 존재하는 isoflavone 함량관련 양적형질 유전자좌를 탐색하고자 한다. 탐색된 양적형질 유전자좌는 마커를 이용한 선발(MAS) 및 클로닝(MBC)을 위해 유용하게 이용될 것이다.

나. 콩 종실의 isoflavone 함량은 품종 및 환경에 따라 변이가 큰 것으로 알려져 있어 그 함량의 측정 및 계통별 평가가 용이하지 않아 고 isoflavone 함유 콩 품종 육성은 상당한 어려움이 있다. 따라서 교잡육종 집단으로부터 isoflavone 함량이 높은 콩 계통을 선발하려는 시도는 1999년 이전까지 국내·외 연구가 거의 없었다. 본 연구에서는 먼저 국내 대표적인 장려품종들을 3지역에 공시하여 지역과 연차에 따른 중요한 isoflavone 함량을 분석하여 유전자형과 환경의 영향에 관한 기초정보를 얻고자 하였다. 또한 유전자지도 작성을 위하여 양성한 교잡 후대의 계통재배 및 특성조사를 통하여 우수한 계통을 선발하였으며, 최종적으로 isoflavone 함량이 높으면서 특성이 우수한 계통을 선발하여, 추후 세대진전 및 생산력검정 등의 보완을 거쳐 직접 품종화 하거나 혹은 앞으로의 육성 재료로 활용하고자 하였다.

다. 콩에 들어있는 주요 isoflavone은 daidzin, genistin, glycitin과 이들의 aglycone형태, malonyl 유도체 형태, acetyl 유도체 형태의 12개로 구성되어있다. Malonyl 유도체는 열에 불안정하여 쉽게 배당체로 전환되지만 콩에 들어있는 isoflavone은 주로 malonyl유도체 형

태인 것으로 확인되었다. Isoflavone은 콩과 콩제품의 씹쓸하고 비린 좋지 않은 뒷맛에 관여하는 성분으로 그 동안 이를 제거하기 위한 노력이 시도되어 왔으나 생리활성에 관한 연구결과가 발표되면서 isoflavone 함량 증가가 중요한 과제로 대두되었다. 콩에 함유된 isoflavone의 함량은 품종 및 재배환경에 따라 큰 변이를 갖는 것으로 보고되었다. 아직 국내에서는 국산 콩 품종을 대상으로 한 isoflavone 함량과 특성에 대하여 체계적인 연구가 실시된바 없으며, 일부 품종의 genistin과 daidzin 함량을 보고했을 뿐이므로, 국산 콩 품종의 isoflavone 배당체들의 함량 및 분포를 밝히기 위하여 효율적인 분석방법의 확립과 이를 토대로 한 우수품종의 선별 및 고기능성성분 함유 콩 등의 개발이 시급히 이루어져야 할 것이다. 따라서 본 연구에서는 일차적으로 교배종을 이용하여 항산화활성에 대한 여러 가지 활성검정법을 적용하여 활성평가 및 isoflavones 함량을 분석하여 고기능성 및 용도 다양화소재개발에 의한 콩품종 신수요 창출과 가공산업의 활성화를 가능하게 할 양질 콩 품종 육성의 기초자료로 이용하고자 한다.

2. 연구개발의 필요성

가. 연구개발의 필요성

1) 최근에 콩은 항암성 및 면역성 강화 등의 생리활성을 갖는 물질들이 함유되어 있는 것으로 밝혀져 주목을 받고 있다. 특히 미국의 암연구센터에서는 콩이 항암작용을 하는 신기능성 작물이라고 발표한 바 있으며, 콩의 항암능력은 isoflavones, soybean-derived protease inhibitor, soybean trypsin inhibitor, phytate, saponins, 식물성 sterol, 페놀화합물 등에 기인하는 것으로 알려져 있다. 최근에는 중국에서 Anlin 등(1995)은 50여개 품종에 대하여 종실 100g중 isoflavone 함량을 조사한 결과 45.57mg~655.78mg으로 품종간 변이가 컸다고 보고하여, isoflavone 함량이 높은 계통을 선발하여 생리활성이 높은 품종을 선발, 보급하는 것이 중요한 신기술이 될 것으로 본다. 또한 DNA표지인자 기술의 발달로 유전자지도 작성이 가능하며, 이 유전자지도를 이용하여 양적 형질 유전자좌 (Quantitative trait loci : QTL)를 탐색, 초기세대 선발이 가능하게 되었다. 따라서 isoflavone함량과 관련된 QTL을 탐색하여 고생리활성 콩 계통선발에 있어서 그 효율을 증진시킬 수 있게 되었다.

2) Isoflavone 함량이 높은 콩 계통을 선발할 때 HPLC 등 고가장비 및 고급시약이 필요하며, 특성조사시 복잡하여 많은 시간과 노력이 요구되나, DNA 표지인자를 이용하여 그 노력 및 비용을 절감 할 필요가 있다. 또한 고 생리활성 콩 품종 계통을 선발하여 보급함으로써 부가가치를 향상시킬 필요가 있다.

3) 고생리활성 콩 조기육성에 의한 우수한 식용콩의 생산 공급으로 외국산콩의 수입 억제와 우리콩 보급을 확대하여 콩 생산기반의 붕괴를 방지할 수 있다. 또한 수입콩과 국

산콩 차별화로 국민건강 유지 및 품질이 우수한 전통가공 식품의 생산에 기여함으로써 소비자에게 우리콩을 인식시킬 필요가 있다.

나. 국내의 관련기술의 현황과 문제점

1) 콩계놈 연구를 위하여 RFLP, RAPD, SSR, AFLP등 여러 종류의 마커들이 이용되어 왔다. 그러나, 최근 fluorescence-labelled primer에 의해 PCR 증폭된 DNA 파편을 자동염기서열장치와 Gene Scan Software와 Genotyper로 단시간 내에 해독이 가능하게 되었다.

콩, 녹두, 강낭콩, 땅콩, 알팔파의 cDNA 혹은 genomic clone으로 제조된 246종의 DNA 인자를 사용하여 Southern blot분석으로 RFLP 다양성을 조사한 결과, 수원 157호 및 단백질콩간에 RFLP 출현율은 58%, 푸른콩 및 진품콩 2호간에는 51%를 나타내어 지금까지 보고된 미국콩보다도 그 출현율이 높아 우리콩에 의한 유전자지도 작성이 유리하였음이 보고되었다(Lee 등, 1997). 콩계놈 연구는 국내에서는 거의 전무한 실정이며, 현재 콩 주요생산국인 미국에 의하여 주도되고 있다. 또한 선진국의 콩 유전자지도의 경우 RFLP, RAPD, SSR, AFLP등 다양한 표지인자로 세밀화 되었으며, 콩 DNA분석을 위한 대량 공장 생산체계가 확립되었다.

유전자 지도를 이용하여 Keim등(1990a,b)은 콩의 잎크기, 줄기직경, 경장, 숙기, 종실의 hardness와 관련된 QTL을 ANOVA방법에 의하여 탐색하였으며, Mansur등 (1993)은 영양 및 생식 성장특성 종실무게를 지배하는 QTL을 interval mapping방법으로 분석보고 하였다. 그외에도 종실지방 및 단백질(Diers 등, 1992 ; Mansur 등, 1993 ; Lee 등, 1996c), 지방산(Diers 와 Shoemaker, 1992), F₂ 흡수(Diers 등, 1991), Cyst nematode 저항성 QTL 관련 연구결과는 수분이용율, 병해충저항성, 뿌리활성, 일반 농업형질 등 광범위하게 이루어지고 있다.

2) 콩종실에 함유되어 있는 isoflavone의 생리적 활성 관련여부는 널리 알려져 있으며, 유전적인 요소에 따라서 isoflavone 함량의 차이가 있어서 육종에 의한 고 생리활성 콩 품종 육성이 가능하나, 그 측정 및 평가가 용이하지 않아서 교잡육종 집단으로부터 isoflavone 함량이 높은 콩 계통을 선발하려는 시도는 1999년 이전까지 국내·외 연구가 전무하였다.

1999년 제 6차 세계 콩연구회(미국 시카고, 8월4일-9일)는 다수의 isoflavone 관련 연구가 보고되었는바 (Mebrath 등, Jumming 등, Lacombe 등, Njiti 등), South Dakota St. Univ.의 콩 품종간, 연차간, 품종 및 연차의 상호작용등 유의적인 효과가 인정되었으며 (Mebrath 등; Lacombe 등, 1999), Jumming 등(1999) 은 6개의 품종을 이용하여 만들어진 15 개 조합으로부터 isoflavone 함량은 양적형질로서 다수의 유전자에 의하여 지배된다고 하였다. 한편, Southern Illionois Univ의 DA Lightfoot (1999) 그룹은 40개의 RIL 계통에 대한 isoflavone 함량과 SSR marker 간의 연관 분석에 의하여, Linkage group K에 있는 Satt001, Satt116, Satt326, OJ06₇₅₀, OJ04₄₆₀가 종실의 isoflavone 함량과 밀접하게 연관되어

있는 마커를 보고하였는데, 이는 본 연구의 집단보다는 아주 적으며, 또한 우리의 mapping 집단에서 Linkage group K에 있는 QTL과는 다른 유전자좌를 발견 할 수 있기 때문에 본 집단의 QTL 탐색이 빨리 이루어 져야 할 것이다.

3) 국내에서 작성된 콩 유전자지도는 F_2 - derived 계통에 의해서 제작되었기 때문에 식물체의 제 2차 산물인 isoflavone 함량과 같이 그 함량이 낮은 특성을 mapping 하기는 어려운 점이 있어, 정밀하게 QTL을 탐색하기 위해서는 recombinant inbred line(RIL)으로 구성된 집단으로 연구가 불가피하다. 또한 콩 종실중 isoflavone 함량측정은 고도의 정밀기술이 필요하고, 유전현상 연구시 측정 계통수가 많고, 유전자 및 환경에 따라 그 반응양상이 다르기 때문에 분석전문가와 협동 연구가 선결되어야 한다.

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 제1세부과제 : 콩 유전자지도 제작 및 생리활성 관련 유전자탐색

가. 고밀도 콩 분자 유전자 지도 제작

푸른콩 X 진품콩2호 RIL 계통으로부터 DNA변이조사에 의한 유전자지도 제작을 위하여 먼저 약 200여개의 SSR marker에 대하여 모부본간 polymorphism을 조사하고, 이 가운데 polymorphism을 보이고 있는 SSR마아커를 대상으로 최소 100여점 이상의 SSR 마아커로 구성된 지도를 제작한다. 여기에 SSR 마커 이외의 다른 마커(AFLP, Morphological marker 등)를 보강하여 유전자지도를 더욱 세밀화 한다. 또한 푸른콩과 진품콩2호에서 나타나는 SNP를 탐색하여 마커를 선발 제작하여 콩의 고생리활성관련 고밀도 유전자지도를 제작을 위한 기초자료를 마련한다.

나. isoflavone 함량 관련 QTL 탐색

isoflavone 함량 관련 양적형질 유전자좌 탐색을 위하여 푸른콩 X 진품콩 2호 RIL 90개 집단에 대한 콩 분자 유전자 지도 제작 및 콩 종실 중 아이소플라본 함량이 분석되었다. 본 연구에서는 위의 두 데이터를 이용하여 콩 종실 중 아이소플라본 함량에 관여하는 양적형질 유전자좌 탐색을 수행하였다.

양적형질 유전자좌 탐색을 위하여 각 marker들에 대해 single factor ANOVA 분석을 하였으며, 각 linkage group에서 유의성을 보이는 marker 들에 대해서는 single regression analysis (SLG-Regr)을 하였다. 그리고 single factor ANOVA 분석에서 유의성을 보이는 marker를 포함한, 유의성을 보이는 모든 marker들에 대해 multiple regression (MLG-Regr) 분석을 하였다.

이를 통해 아이소플라본 함량에 관여하는 양적형질 유전자좌의 위치를 마커를 통해 나

타낼 수 있다.

2. 제2세부과제 : 콩 종실중 주요 isoflavone함량의 유전,환경 상호작용 및 DNA표지인자에 의한 선발효율검정

가. 재배지역에 따른 품종별 생육 및 isoflavone 함량

서울, 경기 수원, 경북 경산의 3지역에 장엽콩 등 대립종 5품종, 태광콩 등 중립종 5품종, 명주나물콩 등 소립종 5품종 등 총 15품종을 3년간 공시하였다. 공시재료들에 대한 개화기 등의 생태적 특성과 경장 등 작물학적 특성을 조사하여 지역 및 연차간 차이를 분석하였다. 각 지역에서 생산된 재료들의 종실 중 주요 isoflavone 함량분석 결과는 제3세부과제에 포함시켰다.

나. 교잡 후대들의 특성조사 및 선발

SSD 방법으로 육성 중인 (푸른콩 x 진품콩2호)의 F3 156립을 파종하여 128개체를 양성하였으며 이 중 122개체를 5년차에 계통화 하여 특성검정을 거쳐 선발할 예정이다. F4 세대는 176립을 파종하여 143개체를 양성하였으며, 이 중 129개체를 5년차에 계통화 하였다. RIL로 구성된 (푸른콩 x 진품콩2호) 후대 8-9세대의 76계통을 2반복으로 공시한 후 이들의 특성을 연차적으로 조사, 선발하였으며 최종적으로 계통별 isoflavone 함량을 분석하여 고품유 계통들을 선발하였다.

3. 제3세부과제 : 콩 잠종집단의 중요 isoflavone함량과 생리활성 관련연구

가. *In vitro*에서 콩종실의 항산화 활성검정

- 1) NBT(Nitro Blue Tetrazolium)환원법에 의한 SOD(superoxide dismutase)활력 검정
- 2) DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)법에 의한 수소공여능측정
- 3) TBA (Thiobarbituric acid)법에 의한 말론디알데하이드 생성 억제활성 검정
- 4) FI-CL system을 이용한 Chemiluminescence의 측정

나. HPLC에 의한 Isoflavone 함량검정

- 1) 고정상 : YMC AM303 (4.6 * 250mm)

- 2) 이동상 : H₂O, Acetonitrile (0.1% Acetic acid 함유)
- 3) Injection volume : 20 μ l
- 4) 유속 : 1.0ml/min
- 5) 파장 : UV 254nm

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 제1세부과제 : 콩 유전자지도 제작 및 생리활성 관련 유전자탐색

가. 고밀도 콩 분자 유전자 지도 제작

1) 콩 종실 중 isoflavone 함량 관련 양적형질유전자좌 탐색을 위한 유전자지도 제작을 위하여 푸른콩 x 진품콩2호 RIL 집단을 양성하였으며, 현재 F8 세대 90계통으로 진전되었다.

2) 푸른콩 x 진품콩2호의 F7 mapping population에서 90개 계통의 각 개체별로 DNA를 분리하였다. 90계통에 대한 DNA분리가 완성되었으며, 이들 DNA는 유전자 지도 제작을 위한 가장 기본적인 재료가 된다.

3) 149개의 SSR marker 가운데 모부본간 polymorphism을 보이는 것은 113종으로 서 전체적으로 약 75.8%를 나타내고 있다. 이러한 높은 polymorphism 빈도는 푸른콩과 진품콩2호 사이에 유전적 다양성이 크다는 것을 의미한다.

4) 유전자지도 제작 집단내 조사된 (104)개의 SSR 및 AFLP, SNP 그리고 Morphological 마커 가운데 연관군 A1의 Satt155 등 (90)종의 마커가 기대치의 분리비인 1:1에 적합하였다. 이는 푸른콩 X 진품콩2호 집단이 RIL 이라는 가정에 부합하는 것을 보여준다.

5) 푸른콩 X 진품콩2호 RIL 집단에 대한 콩 유전자 지도를 제작하였다. MAPMAKER 프로그램 version 3.0 (Lander et al., 1987)의 Kosambi map function를 이용하였으며 minimum LOD (likelihood of odds)는 3.0, maximum distance는 50cM으로 하였다. 또한 미국 USDA map의 연관군을 기본으로 하여 본 유전자 지도를 작성하였다.

6) 본 유전자 지도에서는 85종의 SSR marker, 15종의 AFLP marker, 2종의 SNP marker 그리고 2종의 morphological marker를 이용하였으며, 총 81개의 marker가 13개의 연관군으로 분류되었다. 그리고 총 genome size는 870.1cM 이었으며, 각 marker 간의 평균 거리는 10.7cM 로 나타났다.

나. isoflavone 함량 관련 QTL 탐색

- 1) QTL(quantitative trait loci) 분석을 위하여 푸른콩 X 진품콩 2호의 RIL 90개 집

단의 각 개체의 종실 중 아이소플라본 함량을 HPLC(high performance liquid chromatography) 방법을 이용하여 분석하였다. 분석결과 가능한 12개의 아이소플라본 중 7개에 대하여 그 함량이 분석되었다.

2) 양적형질 유전자좌 탐색을 위하여 푸른콩 X 진품콩 2호 RIL 90개 집단에 대한 콩 분자 유전자 지도 제작 및 콩 종실 중 아이소플라본 함량이 분석되었다. 본 연구에서는 위의 두 데이터를 이용하여 콩 종실 중 아이소플라본 함량에 관여하는 양적형질 유전자좌 탐색을 수행하였다. 양적형질 유전자좌 탐색을 위하여 각 marker들에 대해 single factor ANOVA 분석을 하였으며, 각 linkage group에서 유의성을 보이는 marker 들에 대해서는 single regression analysis (SLG-Regr)을 하였다. 그리고 single factor ANOVA 분석에서 유의성을 보이는 marker를 포함한, 유의성을 보이는 모든 marker들에 대해 multiple regression (MLG-Regr) 분석을 하였다. 위의 분석을 위해 SAS (Statistical Analysis System) versin 8.03을 사용하였다. 분석된 7종류의 아이소플라본의 함량에 대한 QTL 분석 결과 아이소플라본 함량에 관여하는 13개의 양적형질 유전자좌가 마커를 통해 탐색되었다. 특히 연관군 O의 Satt385는 daidzein의 함량에 밀접한 영향을 미칠 수 있는 위치를 설명할 수 있었다($P=0.0059$, $R^2=19.2\%$).

2. 제2세부과제 : 콩 종실중 주요 isoflavone함량의 유전,환경 상호작용 및 DNA표지인자에 의한 선발효율검정

가. 재배지역에 따른 품종별 생육 및 isoflavone 함량

1) 서울, 수원, 경산의 3지역에 총 15품종을 3년간 공시하여 생육 및 수량을 조사하였으며 isoflavone 함량도 분석하였다. 경장은 신평달콩2호, SS2-2 등 단간종의 연차간 변이가 컸으며 주경절수도 경장과 유사한 경향이었다. 수량은 3년 평균치로 볼 때 명주나물콩, 다원콩 등의 소립종에서 높았으며 수원157호, 신평달콩2호, 진품콩 등이 연차간 변이가 적으면서 높은 수량을 유지하였다.

2) 분산분석 결과 연차간, 품종간 및 상호작용에서 유의성이 높게 나타나 해에 따라 품종간 수량의 변이와 순위가 달라졌음을 보여주었다. 품종군별 평균치로 볼 때 수원지역의 수량이 다른 지역에 비해 현저히 높았으며 대립종은 경산에서, 중소립종은 서울지역의 수량이 낮게 나타났다. 중립종 품종군에서도 지역에 따라 품종들의 반응이 매우 큰 차이를 보였는데 서울지역의 경우 SS2-2의 수량이 높고 진품콩2호는 낮아 다른 지역과 다른 양상을 보였다. 소립종 품종군에서도 지역간 수량성의 차이는 컸는데 서울지역에서의 수량이 낮았다.

나. 교잡 후대들의 특성조사 및 선발

1) 유전적 배경이 다른 두 품종간 교잡 및 SSD 방법으로 육성 중인 (푸른콩 x 진품콩 2호) 조합의 F3 156립을 파종하여 128개체를 양성하였으며(출아율 85.1%) 이 중 122개체를 5년차에 계통화 하여 특성검정을 거쳐 선발할 예정이다. F4세대는 176립을 파종하여 143개체를 양성하였으며(출아율 80.3%). 이 중 129개체를 5년차에 계통화 하였다.

2) RIL로 구성된 (푸른콩 x 진품콩2호) 후대 8-9세대의 76계통을 공시한 후 이들의 특성을 연차적으로 조사, 선발하였다. 공시계통 중 장엽은 2계통뿐이었으며 꽃색은 자색이 40(53%), 백색이 30계통(39%)이었으며 분리 계통도 6계통 있었다. 모용색은 갈색이 29계통(39%), 회색이 38계통(51%), 분리되는 계통이 8계통이었다. 협색은 담갈색이 33계통(44%), 갈색이 33계통(44%), 암갈색이 5계통(51%), 분리되는 계통이 4계통이었다.

3) SMV 포장저항성 정도가 0-1인 강한 계통이 49계통(65%), 2-3인 중 정도의 저항성을 보인 계통이 26계통(34%)이었으며, 4이상의 약한 계통은 1계통이었다. 포장 도복저항성 정도가 0-3인 비교적 강한 것이 34계통(45%), 4-6인 중정도 저항성을 보인 것이 32계통(43%), 7이상의 약한 저항성을 보인 것은 9계통이었다.

4) 공시계통 중 7월 19일 이전에 조기 개화하는 계통은 없었으며 개화기가 7월 25일 전후인 계통이 약 60%를 차지하였고 나머지는 8월 이후에 개화하였다. 성숙기에서 조생종은 없었으며 44계통(59%)이 중만생종이었으며, 31계통(41%)은 10월 25일 이후에 성숙하는 극만생종이었다.

5) 선발된 계통의 daidzein 함량(1반복)은 175-1366, glycitein 19-191, genestein은 175-1,548 $\mu\text{g/g}$ 의 범위였으며, 2반복은 daidzein 303-1,560, glycitein 18-152, genestein 은 85-1,854 $\mu\text{g/g}$ 의 범위를 나타내었다.

6) 특히 775 계통(2,938 $\mu\text{g/g}$)과 875 계통(3,274 $\mu\text{g/g}$)의 총 Isoflavone 함량이 매우 높았으며, 719 계통(495.6 $\mu\text{g/g}$)과 819 계통(459.7 $\mu\text{g/g}$)이 낮았으며 최종적으로 875, 874, 775, 774, 732 계통 등이 총 isoflavone 함량 2,500 $\mu\text{g/g}$ 이상인 계통으로 유망시되어 선발되었다.

3. 제3세부과제 : 콩 잡종집단의 중요 isoflavone함량과 생리활성 관련연구

가. 항산화활성 검정

1) 푸른콩 x 진품콩2호 RIL 집단에서 항산화활성 검정을 위한 방법으로 DPPH를 이용한 수소공여능(자유라디칼소거능) 활성 검정과 TBA를 이용한 지질과산화억제능(말론디알데히드 생성억제능)을 3반복으로 수행한 결과 수소공여능에서는 유의성이 거의 없었으나 지질과산화억제능에서는 현저한 유의차를 보였다.

나. Isoflavone 함량 검정

1) 푸른콩 x 진품콩2호 RIL 집단에서 isoflavone 함량 분석을 한 결과 malonyl group이 콩 isoflavone의 주요 isoflavone이라는 것을 알 수 있었다. 또한 aglycon group은 종실상태의 콩에서는 함량이 거의 존재하지 않았다.

2) Isoflavone 종류 중에서 Daidzin과 genistin은 glycoside와 malonyl group에서 많은 함량을 차지하고 있었지만 glycitin은 매우 소량 존재하고 있었다.

4. 활용에 대한 건의

가. 콩 유전자지도 제작 및 생리활성 관련 유전자탐색

1) 최근 fluorescence-labelled primer에 의해 PCR 증폭된 DNA 파편을 자동염기서열장치와 Gene Scan Softwar와 Genotyper로 단시간 내에 해독이 가능 할 뿐만 아니라, 1회의 전기영동작업에 의하여 1개의 well에 최대 12개의 DNA 파편을 분석할 수 있어서, 작품의 유전자지도 작성을 신속하게 할 수 있는 기술 개발 발달을 꾀할 수 있다.

2) DNA표지인자 기술의 발달로 유전자지도 작성이 가능하며, 이 유전자지도를 이용하여 양적 형질 유전자좌 (Quantitative trait loci : QTL)를 탐색, 초기세대 선발이 가능하게 되었다. 특히, Isoflavone 함량이 높은 콩 계통을 선발할 때 HPLC 등 고가장비 및 고급시약이 필요하며, 특성조사시 복잡하여 많은 시간과 노력이 요구되나, DNA 표지인자를 이용하여 그 노력 및 비용을 절감 할 필요가 있다. 이를 통해 육종초기세대에 DNA marker-assisted breeding 이 보편화되어 특히, 품질 관련 복잡한 양적 형질 개량이 가속화 될 수 있다.

3) 콩 이외의 팥, 녹두, 동부, 땅콩등 우리나라 기타 주도 두과작물에 DNA표지인자 이용, 활성화하는 것도 필요하다.

나. 콩 종실중 주요 isoflavone 함량의 유전,환경 상호작용 및 DNA표지인자에 의한 선발효율 검정

1) 생육 및 수량성의 변이 자료는 추후 기상자료 등을 동원한 분석을 통해 정리되어 환경과 유전자형의 상호작용에 관한 자료로 활용될 것이며 isoflavone 함량(3세부과제 포함)의 변이도 다각적인 분석을 통해 유용한 정보를 얻을 수 있다고 전망된다.

2) 총 Isoflavone 함량이 특히 높았던 775 계통($2,938\mu\text{g/g}$)과 875 계통($3,274\mu\text{g/g}$) 및 특히 낮았던 719 계통($495.6\mu\text{g/g}$)과 819 계통($459.7\mu\text{g/g}$)은 추후 품종으로서의 가능성 검토 및 육종재료로서의 활용성이 클 것으로 판단되며 그 외에도 874, 774, 732 계통 등도 총 isoflavone 함량 $2,500\mu\text{g/g}$ 이상인 계통으로 유망시 되었다.

다. 콩 잡종집단의 중요 isoflavone 함량과 생리활성 관련연구

최근 콩의 약리작용으로 인해 일반의 기호도가 높으나 아직 이에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 우리 고유의 콩 식품의 우수성을 알리고 가공과정 중 생리활성 성분의 변화, 생성 등을 검토하는 연구가 필요하다고 생각된다. 따라서 강한 생리활성작용을 DPPH, TBA와 같은 항산화활성검정으로 평가 조사하고, 높은 isoflavone을 함유한 콩 잡종집단을 육성하기 위하여 항산화에 대한 여러 가지 활성 검정법을 실시하여 활성 정도를 평가 조사한 후 활성정도가 강한 작물을 선발하여 육종적으로 이용함으로써 기대효과는 시장개방화시대에 부응하여 고품질 우량품종 개발로 국가경쟁력 확보 및 농가소득증대에 크게 기여할 수 있도록 할 수 있다.

SUMMARY

Development of molecular breeding techniques and soybean varieties of high biologically active components.

1. Soybean molecular map construction and identification of biologically active components-related genes

Isoflavone in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] is known to have the important physiological functions such as anti-cancer activities. Therefore, the interests have been increased to develop isoflavone quality and concentration. The objective of this study was to identify quantitative trait loci (QTL) associated with isoflavone concentration using various markers in 90 recombinant inbred lines (RIL) from Pureunkong X Jinpumkong 2. Isoflavone concentration was determined by high performance liquid chromatography (HPLC). The result of analysis for isoflavone concentration in population indicated the presence of only seven isoflavones out of a possible twelve isoflavones. A total of 104 markers (85 SSR markers, 15 AFLP markers, 2 SNP markers and 2 classical markers) were used for construction of genetic map and QTL analysis to identify the association between markers and isoflavone concentration. Eighty-one markers were mapped to 13 linkage groups, for a total of about 870.1cM, and with an average distance of 10.7cM between markers. Also, thirteen of used markers were significantly associated with isoflavone concentration. Especially a region on linkage group O identified by the microsatellite marker Satt358 was significantly ($P=0.0059$, $R^2=19.2$) associated with daidzein concentration. This region had a strong effect on soybean seed daidzein concentration and could be a useful position for marker-assisted selection and map-based cloning.

2. Interaction of genotype and environment in major isoflavone content of soybean seed and test of selection efficiency by DNA maker

Fifteen soybean varieties were planted at three locations for three years to evaluate the variation of agronomic characteristics and isoflavone contents. Stem length of short

genotypes as Shinpaldalkong 2 and SS2-2 showed larger variations by year. Average yield of small seed genotype as Myongjunamulkong and Dawonkong was higher than other varieties and Suwon 157, Shinpaldalkong 2 and Jinpumkong also revealed high and stable yield. From the result of statistical analysis significant differences among years, genotypes and their interaction were recognized, that means the order of yield were different by years. Variation of isoflavone contents of soybean genotypes by location and year were analyzed and described in sub-project 3.

Total 156 F3 and 176 F4 generations derived from the combination (Pureunkong x Jinpumkong 2) by Single Seed Descent method were planted and evaluated for the characteristics in the field. In 5th year 122 F4 and 129 F5 breeding lines were planted and are under evaluation. Agronomic characteristics of 76 breeding lines from (Pureunkong x Jinpumkong 2) RIL, F8 and F9 generation, were evaluated. All the lines except two had ovate leaf shape and 53% of lines had purple flower. Early line was not found 41% were extra-late. The range of isoflavone content in first population was 175-1,366 for daidzein, glycitein 19-191, genestein 175-1,548 $\mu\text{g/g}$, and in second population daidzein 303-1,560, glycitein 18-152, and genestein 85-1,854 $\mu\text{g/g}$. Especially line 775 (2,938 $\mu\text{g/g}$) and line 875 (3,274 $\mu\text{g/g}$) showed the highest and line 719 (495.6 $\mu\text{g/g}$) and 819 (459.7 $\mu\text{g/g}$) did lowest contents. Finally we selected promising lines, 875, 874, 775, 774, and 732 with high isoflavone content (over 2,500 $\mu\text{g/g}$) for the use of breeding materials or registration of new variety.

3. The Study of Isoflavones Content and Physiological Active on Hybrid Population of Soybean[*Glycine max* (L) Merrill]

Fifteen varieties of soybean(*Glycine max* (L.) Merrill), in Taekwang, were cultivated at Seoul, Suwon and Kyongsan in 1998, 1999, and 2000. The soybean antioxidative activities were measured using the methods of superoxide dismutase(SOD), 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH), chemiluminescence and thiobarbituric acid(TBA), and isoflavones content were analyzed using high performance liquid chromatography(HPLC) within each crop. The SOD activity of Jinpum2, Myeongjunamul and Daweon soybeans was highest in 1998, 1999 and 2000, respectively. The DPPH activity was highest for Suwon157 in 1998, 1999 and 2000. In the TBA, SS2-2, Hwangkeum, and Danbaek was highest. The concentrations of total and individual isoflavones differed between years at the same location, which indicates the effect of climatic and environmental factors. In particular, the total isoflavone

contents of all three different locations in 1999 were much higher than 1988. In 2000, the variety Jangyeb had the highest total and individual isoflavone content, and its major isoflavone constituents were 6"-*O*-malonyldaidzin and 6"-*O*-malonylgenistin. An analysis of total and individual isoflavones indicated that Hwangkeum, Jangyeb and Pureun had the highest values. The differences between the three cropping years in the total amount of isoflavones was significant. The total contents of isoflavones in soybeans grown at Seoul appeared to be higher than those at Suwon and at Kyongsan. This study indicates the importance of varieties, cropping year, location and their interactions for isoflavone content.

CONTENTS

Ch.1. Introduction	-----	19
Sec.1 Subject of research	-----	19
Sec.2 Necessary of research	-----	20
Ch2. Situation of international technology development	-----	22
Sec.1 Situation of international technology development	-----	22
Sec.2 Further vision	-----	24
Sec.3 Reasonability of technology introduction	-----	24
Ch3. Contents and Results	-----	25
Sec.1 Methods and Plan	-----	25
Sec.2 Forward system of research development	-----	26
Sec.3 Contents	-----	27
Sec.4 Results	-----	32
1. Subtitle1 : Soybean molecular map construction and identification of biologically active components-related genes	-----	32
A. High density Soybean molecular map construction	-----	32
B. Identification of quantitative trait loci associated with seed isoflavone concentration	-----	43
2. Subtitle2 : Interaction of genotype and environment in major isoflavone content of soybean seed and test of selection efficiency by DNA maker	-----	49
A. Characteristics of soybean varieties grown at 3 locations	-----	49
B. Evaluation and selection of breeding lines	-----	55
3. Subtitle3 : The Study of Isoflavones Content and Physiological Active on Hybrid Population of Soybean[<i>Glycine max</i> (L) Merrill]	-----	64
A. Antioxidative activity test on soybean	-----	64

B. Analysis of isoflavone contents on soybean -----	78
Ch4. Achievement or contribution for related field -----	103
Ch5. Application plan for the results -----	104
Sec1. Application plan -----	104
Sec2. Further study -----	105
Ch6. Reference -----	106

목 차

제1장	연구개발과제의 개요	19
제1절	연구개발의 목적	19
제2절	연구개발의 필요성	20
제2장	국내외 기술개발 현황	22
제1절	국내·외 관련기술의 현황	22
제2절	앞으로 전망	24
제3절	기술도입의 타당성	24
제3장	연구개발수행 내용 및 결과	25
제1절	연구개발 방법 및 설계	25
제2절	연구개발 추진체계	26
제3절	연구내용	27
제4절	연구결과	32
1.	제1세부과제 : 콩 유전자지도 제작 및 생리활성 관련 유전자탐색	32
가.	고밀도 콩 분자 유전자 지도 제작	32
나.	isoflavone 함량 관련 QTL 탐색	43
2.	제2세부과제 : 콩 종실중 주요 isoflavone함량의 유전,환경 상호작용 및 DNA표지 인자에 의한 선발효율 검증	49
가.	재배지역에 따른 품종별 생육 및 isoflavone 함량	49
나.	교잡 후대들의 특성조사 및 선발	55
3.	제3세부과제 : 콩 잡종집단의 중요 isoflavone함량과 생리활성 관련연구	64
가.	콩의 항산화활성검정	64
나.	콩 Isoflavone함량 분석	78
제4장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	103
제5장	연구개발결과의 활용계획	104

제1절	활용방안	-----	104
제2절	추가적 연구	-----	105
제6장	참고문헌	-----	106

제 1 장 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발의 목적

최근 콩에 항암성 및 면역성 강화 등의 생리활성을 갖는 물질들이 함유되어 있는 것으로 밝혀져 주목을 받고 있다. 특히 isoflavone은 항암 효과가 알려지면서 관심이 고조되고 있다. 또한 기술적으로는 DNA표지인자 기술의 발달로 유전자지도 작성이 가능하며, 이 유전자지도를 이용하여 양적 형질 유전자좌 (Quantitative trait loci : QTL)를 탐색, 초기세대 선발이 가능하게 되었다. 따라서 본 연구에서는 RIL 집단으로부터 다양한 분자마커를 이용하여 고밀도 유전자지도를 제작하고, 이를 이용하여 콩 종실 중에 존재하는 isoflavone 함량관련 양적형질 유전자좌를 탐색하고자 한다. 탐색된 양적형질 유전자좌는 마커를 이용한 선발(MAS) 및 클로닝(MBC)을 위해 유용하게 이용될 것이다.

콩 종실의 isoflavone 함량은 품종 고유의 특성이기는 하나 재배환경에 따라 변이가 큰 것으로 알려져 있어 계통별 평가가 용이하지 않아 고 isoflavone 함유 콩 품종 육성은 상당한 어려움이 있다. 본 연구에서는 먼저 국내 유전자형과 환경의 영향을 검토하기 위하여 대표적인 장려품종들을 3지역에 공시하였으며, 지역과 연차에 따른 특성과 중요한 isoflavone 함량의 변이 정도를 확인하고자 하였다. 또한 유전적 배경이 다른 두 품종간 교잡된 후대의 계통재배 및 특성조사를 통하여 우수한 계통을 선발하였으며, 최종적으로 isoflavone 함량이 높으면서 특성이 우수한 계통을 선발하여 품종화하거나 혹은 앞으로의 육성 재료로 활용하고자 하였다.

콩에 들어있는 주요 isoflavone은 daidzin, genistin, glycitin과 이들의 aglycone형태, malonyl 유도체 형태, acetyl 유도체 형태의 12개로 구성되어 있다. Isoflavone은 콩과 콩제품의 씹쓸하고 비린 좋지 않은 뒷맛에 관여하는 성분으로 그 동안 이를 제거하기 위한 노력이 시도되어 왔으나 생리활성에 관한 연구결과가 발표되면서 isoflavone 함량 증가가 중요한 과제로 대두되었다. 콩에 함유된 isoflavone의 함량은 품종 및 재배환경에 따라 큰 변이를 갖는 것으로 보고되었다. 아직 국내에서는 국산 콩 품종을 대상으로 한 isoflavone 함량과 특성에 대하여 체계적인 연구가 실시된 바 없으며, 일부 품종의 genistin과 daidzin 함량을 보고했을 뿐이므로, 국산 콩 품종의 isoflavone 배당체들의 함량 및 분포를 밝히기 위하여 효율적인 분석방법의 확립과 이를 토대로 한 우수품종의 선별 및 고기능성성분 함유 콩 등의 개발이 시급히 이루어져야 할 것이다. 따라서 본 연구에서는 일차적으로 교배콩계통을 이용하여 항산화활성에 대한 여러 가지 활성검정법을 적용하여 활성평가 및 isoflavones 함량을 분석하여 고기능성 및 용도 다양화소재개발에 의한 콩품종 신수요 창출과 가공산업의 활성화를 가능하게 할 양질 콩품종 육성의 기초자료로 이용하고자 한다.

제2절 연구개발의 필요성

1. 기술적 측면

최근에 콩은 항암성 및 면역성 강화 등의 생리활성을 갖는 물질들이 함유되어 있는 것으로 밝혀져 주목을 받고 있다. 특히 미국의 암연구센터에서는 콩이 항암작용을 하는 신기능성 작물이라고 발표한 바 있으며, 콩의 항암능력은 isoflavones, soybean-derived protease inhibitor, soybean trypsin inhibitor, phytate, saponins, 식물성 sterol, 페놀화합물 등에 기인하는 것으로 알려져 있다.

콩 종실의 isoflavone 함량은 품종 및 환경에 따라 다양하게 나타나는 것으로 알려져 있다. Kitamura 등(1991)은 isoflavone 저함유 계통을 선발하였으며, Carrao-Panizzi와 Kitamura(1995)는 BR-36은 isoflavone 함량이 낮은 반면, IAC-100은 그 함량이 높아서 항세균작용이 강하다고 보고하였다. 최근에는 중국에서 Anlin 등(1995)은 50여개 품종에 대하여 종실 100g중 isoflavone 함량을 조사한 결과 45.57mg~655.78mg으로 품종간 변이가 컸다고 보고하여, isoflavone 함량이 높은 계통을 선발하여 생리활성이 높은 품종을 선발, 보급하는 것이 중요한 신기술이 될 것으로 본다.

그러나 종실의 화학성분을 분석하기 위해서는 다량의 종자가 필요하고, 또한 분석과정에서 종자를 파괴해야 하는 문제점이 있기 때문에 현재의 육종기술로는 isoflavone 함량과 관련하여 육종초기세대 선발이 불가능하여 신기술의 개발이 필요하다. 최근 DNA표지인자 기술의 발달로 유전자지도 작성이 가능하며, 이 유전자지도를 이용하여 양적 형질 유전자좌 (Quantitative trait loci : QTL)를 탐색, 초기세대 선발이 가능하게 되었다. 따라서 isoflavone함량과 관련된 QTL을 탐색하여 고생리활성 콩 계통선발에 있어서 그 효율을 증진시킬 수 있게 되었다.

2. 경제·산업적 측면

Isoflavone 함량이 높은 콩 계통을 선발할 때 HPLC 등 고가장비 및 고급시약이 필요하며, 특성조사시 복잡하여 많은 시간과 노력이 요구되나, DNA 표지인자를 이용하여 그 노력 및 비용을 절감 할 필요가 있다. 또한 고 생리활성 콩 품종 계통을 선발하여 보급함으로써 부가가치를 향상시킬 필요가 있다.

3. 사회·문화적 측면

고생리활성 콩 조기육성에 의한 우수한 식용콩의 생산 공급으로 외국산콩의 수입억제와 우리콩 보급을 확대하여 콩 생산기반의 붕괴를 방지할 수 있다.

또한 수입콩과 국산콩 차별화로 국민건강 유지 및 품질이 우수한 전통가공 식품의 생산에

기여함으로써 소비자에게 우리콩을 인식시킬 필요가 있다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제1절 국내·외 관련기술의 현황

1. 국내·외 연구현황

1) 콩 계놈연구

콩계놈 연구를 위하여 RFLP, RAPD, SSR, AFLP 등 여러 종류의 마커들이 이용되어 왔다. 그러나, 최근 fluorescence-labelled primer에 의해 PCR 증폭된 DNA 파편을 자동염기서열장치와 Gene Scan Software와 Genotyper로 단시간 내에 해독이 가능 할 뿐만 아니라, 1회의 전기영동작업에 의하여 1개의 well에 최대 12개의 DNA 파편을 분석할 수 있어서, SSR 마아커의 이용이 절대적으로 널리 인정되었다. 더욱이 콩의 경우에서 AFLP 마커는 일부 계놈에 집중적으로 분포되어 그 실용성에 의문을 가지고 있다.

콩의 경우 SSR 마아커가 약 620 종 이상 급속도로 개발되어 시판되고 있어 (<http://129.186.26.94/SSR.html>), marker-assisted selection을 위한 마커의 수는 부족함이 없으며, 미국 USDA의 Perry Cregan에 의하여 계속 마아커가 개발되고 있어 다른 종의 마커 보다 SSR 마아커 이용이 효율적인 환경변화가 있었다.

수원 157호와 단백콩, 푸른콩과 진품콩 2호간의 두 F₂분리집단으로 유전자 지도를 작성하기 위한 기초단계로, 모부분 4품종의 계놈 DNA를 5종의 DNA 제한효소(*Dra* I, *Eco*R I, *Eco*RV, *Hind*III, *Taq* I)로 절단하여, 콩, 녹두, 강낭콩, 땅콩, 알팔파의 cDNA 혹은 genomic clone으로 제조된 246종의 DNA 인자를 사용하여 Southern blot분석으로 RFLP 다양성을 조사한 결과, 수원 157호 및 단백콩간에 RFLP 출현율은 58%, 푸른콩 및 진품콩 2호간에는 51%를 나타내어 지금까지 보고된 미국콩보다도 그 출현율이 높아 우리콩에 의한 유전자지도 작성이 유리하였음이 보고되었다(Lee 등, 1997). 또한 두 집단으로부터 각각 독립적인 유전자지도를 제작하여 병합한 결과 157 RFLP marker 가운데 124개가 24개의 연관군으로 구분되었으며 약 950cM을 나타내는 유전자 지도를 만들었다.(Lee 등, 1997)

우리나라의 벼계놈 연구는 국가적 사업으로 지원되어 유전자지도 작성에 큰 진전이 있는 반면, 콩은 만주 및 한반도 부근이 원산지로서 우리나라는 유전적으로 다양한 콩 유전자원을 보유하고 있어 콩 계놈분석에 유리하나(Lee 등, 1997) 콩계놈 연구는 거의 전무한 실정이며, 현재 콩 주요생산국인 미국에 의하여 주도되고 있다. 또한 선진국의 콩 유전자지도의 경우 RFLP, RAPD, SSR, AFLP 등 다양한 표지인자로 세밀화 되었으며, 콩 DNA 분석을 위한 대량 공장 생산체계가 확립되었다.

유전자 지도를 이용하여 Keim등(1990a,b)은 콩의 잎크기, 줄기직경, 경장, 숙기, 종실의 hardness와 관련된 QTL을 ANOVA방법에 의하여 탐색하였으며, Mansur등 (1993)은 영향

및 생식 성장특성 종실무게를 지배하는 QTL을 interval mapping방법으로 분석보고 하였다. Lee 등(1996a)은 Young×PI 416937의 F₄ - derived 계통 콩의 경장, 도복, 성숙기에 관련된 QTL을 보고하였으며, 신육형이 분리하는 PI 97100×Coker 237의 F₂ 집단에서도 상기 특성을 조사하여 (Lee 등, 1996b) 두 집단간 QTL의 차이를 비교하였다. 그외에도 종실지방 및 단백질(Diers 등, 1992 ; Mausur 등, 1993 ; Lee 등, 1996c), 지방산(Diers 와 Shoemaker, 1992), F₂ 흡수(Diers 등, 1991), Cyst nematode 저항성 QTL 관련 연구결과는 수분이용율, 병해충저항성, 뿌리활성, 일반 농업형질 등 광범위하게 이루어지고 있다.

2) 콩 종실중 isoflavone 연구

콩종실에 함유되어 있는 isoflavone의 생리적 활성 관련여부는 널리 알려져 있으며, 유전적인 요소에 따라서 isoflavone 함량의 차이가 있어서 육종에 의한 고 생리활성 콩품종 육성이 가능하나, 그 측정 및 평가가 용이하지 않아서 교잡육종 집단으로부터 isoflavone 함량이 높은 콩 계통을 선발하려는 시도는 1999년 이전까지 국내·외 연구가 전무하였다.

1999년 제 6차 세계 콩연구회(미국 시카고, 8월4일-9일)는 다수의 isoflavone 관련 연구가 보고되었는바 (Mebrath 등, Jumming 등, Lacombe 등, Njiti 등), South Dakota St. Univ.의 콩 품종간, 연차간, 품종 및 연차의 상호작용등 유의적인 효과가 인정되었으며 (Mebrath 등; Lacombe 등, 1999), Jumming 등(1999) 은 6개의 품종을 이용하여 만들어진 15 개 조합으로부터 isoflavone 함량은 양적형질로서 다수의 유전자에 의하여 지배된다고 하였다. 한편, Southern Illionois Univ의 DA Lightfoot (1999) 그룹은 40개의 RIL 계통에 대한 isoflavone 함량과 SSR marker 간의 연관 분석에 의하여, Linkage group K에 있는 Satt001, Satt116, Satt326, OJ06₇₅₀, OJ04₄₆₀가 종실의 isoflavone 함량과 밀접하게 연관되어 있는 마커를 보고하였다.

이미 DA Lightfoot그룹의 보고에 의하여 탐색된 QTL은 소규모의 mapping 집단 (40계통 RIL)으로 분석되어, 본 연구의 집단보다는 아주 적으며, 또한 우리의 mapping 집단에서 Linkage group K에 있는 QTL과는 다를 유전자좌를 발견 할 수 있기 때문에 본 집단의 QTL 탐색이 빨리 이루어 져야 할 것이다.

2. 문제점

국내에서 작성된 콩 유전자지도는 F₂ - derived 계통에 의해서 제작되었기 때문에 식물체의 제 2차 산물인 isoflavone 함량과 같이 그 함량이 낮은 특성을 mapping 하기는 어려운 점이 있어, 정밀하게 QTL을 탐색하기 위해서는 recombinant inbred line(RIL)으로 구성된 집단으로 연구가 불가피하다. 또한 콩 종실중 isoflavone 함량측정은 고도의 정밀기술이 필요하고, 유전현상 연구시 측정 계통수가 많고, 유전자 및 환경에 따라 그 반응 양상이 다르기 때문에 분석전문가와 협동 연구가 선결되어야 한다.

제2절 앞으로 전망

차세대 마아커로 알려진 SNP(single nucleotide polymorphism) 마아커가 현재 콩에서 개발되고 있으며 (Perry Cregan, 1999), 따라서 머지 않아 본 연구의 마아커는 SSR에서 SNP로의 전환이 전망되고 있다. 또한 DNA 표지인자 개발 등으로 유전자 지도 작성이 용이해지고, DNA 추출을 위한 자동화(automation)기술이 확립되면 육종초기세대에 DNA marker-assisted breeding 이 보편화되어 특히, 품질 관련 복잡한 양적 형질 개량이 가속화 될 전망이다.

따라서 향후 DNA 표지인자 개발은 국가간 주요연구자원으로 대두될 것이므로, 지금까지 개발된 RFLP marker 등의 DNA sequence 정보를 획득하여 STS-PCR marker로의 개발 및 SSR, AFLP 등 DNA 표지인자의 다양화가 이루어질 것이다.

또한, 고 생리활성 콩 품종 개발은 미래지향적인 콩 육종 목표로서, 소비자 요구도가 국내외적으로 대단히 높을 전망이다.

제3절 기술도입의 타당성

DNA 표지인자를 연구, 개발하는 대신 기술도입을 한다면 일시적인 어려운 점은 해결가능하나, DNA표지인자 이용에 제한이 되어, 고 생리 활성이외의 다른 여러 가지 양적형질 관련 QTL 탐색을 위한 연구확대에 어려움이 크기 때문에 외국에서의 기술 도입보다는 우리 기술을 발전시켜야 한다고 본다.

또한 본 연구원이 보유하고 있는 콩 유전집단은 지금 선진국에서 연구하고 있는 유전자 지도 제작 집단보다 polymorphism율이 높아서 본 연구목적을 달성하는데 효율성이 높아 기술도입이 필요하다고 보지는 않는다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제1절 연구개발 방법 및 설계

국내외 최근 연구동향에 의하면 SSR 마아커에 집중되고 있으며, SSR 마아커 분석에 의하여 보다 효율적인 유전분석이 가능하게 되었다. 본 연구과제의 주요 마아커를 STS, AFLP, RFLP 보다도, fluorescence-labelled primer의 SSR 마아커를 이용한 자동염기서열 장치를 이용한 유전자지도를 신속하게 제작할 수 있는 방법을 개발하였으며, 이 방법을 이용하여 유전자지도를 제작할 예정이다. 그리고 고밀도 유전자지도를 제작하기 위하여 푸른콩과 진품콩2호의 SNP를 조사하여 향후 기초자료로 이용할 것이며, AFLP 마커 또한 보강할 예정이다.

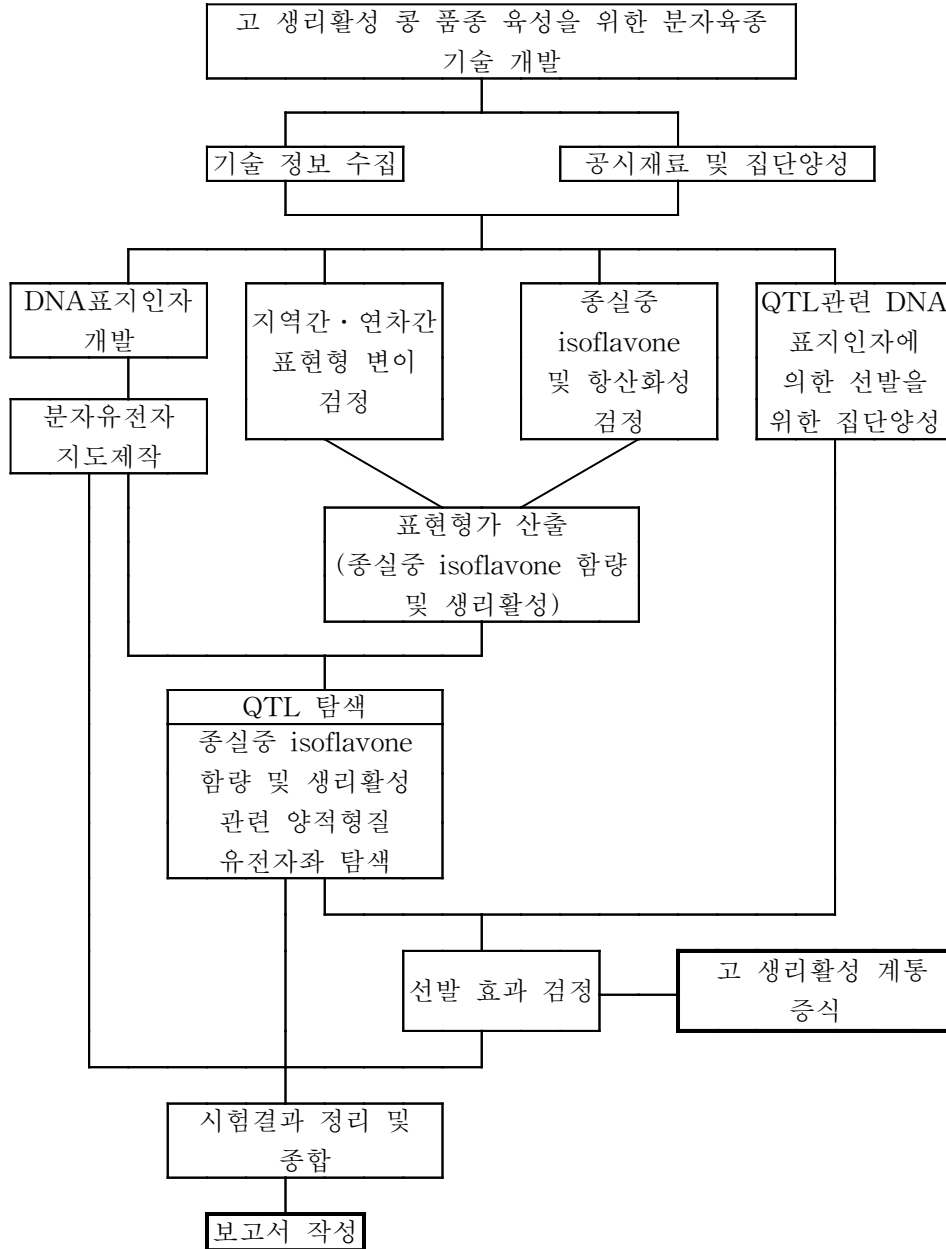
다양한 마커를 통해 제작된 고밀도 유전자지도의 map data 와 분석된 콩 종실 중 isoflavone 함량과의 통계분석을 통해 원하는 양적형질유전자좌를 탐색할 수 있다.

콩 종실 내 isoflavone 함량은 재배환경에 따라 큰 변이가 있다고 알려져 있다. 이러한 변이 정도를 알아보기 위해 입증이 다른 3종류 15품종을 서울, 수원 및 경산의 3개 지역에 3년 연속적으로 재배하였다. 매년 작물학적 특성을 조사하여 그 차이와 변이를 조사하였으며 100립중과 수량성도 조사하였다. 아울러 생산된 종자의 중요한 isoflavone 함량을 분석하여 유전자형과 지역간 상호작용도 분석하였다.

유전적 배경이 상이한 두 품종간 교잡을 실시하여 RIL 집단을 만들고 이 재료로 유전자 지도 작성에 활용하는 한편, 이들의 후대들에 대해 우수개체를 선발하고 계통화하여 작물학적 특성 및 isoflavone 함량을 분석하였다. 총 isoflavone 함량이 높은 계통을 선발하였으며 이들은 추후 품종 등록 혹은 우수계통 육성의 재료로 활용될 예정이다.

최근 노화와 성인병 질환의 원인이 활성산소에 기인된 것이라는 연구에 의해 활성산소를 소멸시킬 수 있는 물질로 알려진 항산화제의 연구가 활발히 진행되고 있는데, 이에 따라 콩 종실의 생리활성 관련 특성 연구를 위하여 3개 지역에서 생산된 15개의 콩품종을 대상으로 대표적인 항산화 활성검정 방법인 SOD, DPPH, TBA 분석을 하려고 하며, 다음년도 생산 종자에 대해서도 1년차와 동일한 시험을 병행하여 연차간 변이를 검토할 예정이다. 또한 동일한 유전자 집단 계통들의 주요 isoflavone 함량을 분석한 후 연차간, 지역간, 집단내 변이 및 유전력 검정을 수행할 것이다. 선발된 계통들에 대해서도 항산화활성검정 및 주요 isoflavone 함량분석을 수행하여 고생리활성물질 함유 콩품종을 탐색할 수 있을 것이다.

제2절 연구개발 추진체계



제3절 연구내용

1. 제1세부과제 : 콩 유전자지도 제작 및 생리활성 관련 유전자탐색

가. 고밀도 콩 분자 유전자 지도 제작

푸른콩 X 진품콩2호 RIL 계통으로부터 DNA변이조사에 의한 유전자지도 제작을 위하여 먼저 약 200여개의 SSR marker에 대하여 모부분간 polymorphism을 조사하고, 이 가운데 polymorphism을 보이고 있는 SSR마아커를 대상으로 최소 100여점 이상의 SSR 마아커로 구성된 지도를 제작한다. 여기에 SSR 마커 이외의 다른 마커(AFLP, Morphological marker 등)를 보강하여 유전자지도를 더욱 세밀화 한다. 또한 푸른콩과 진품콩2호에서 나타나는 SNP를 탐색하여 마커를 선발 제작하여 콩의 고생리활성관련 고밀도 유전자지도를 제작을 위한 기초자료를 마련한다.

나. isoflavone 함량 관련 QTL 탐색

isoflavone 함량 관련 양적형질 유전자좌 탐색을 위하여 푸른콩 X 진품콩 2호 RIL 90개 집단에 대한 콩 분자 유전자 지도 제작 및 콩 종실 중 아이소플라본 함량이 분석되었다. 본 연구에서는 위의 두 데이터를 이용하여 콩 종실 중 아이소플라본 함량에 관여하는 양적형질 유전자좌 탐색을 수행하였다.

양적형질 유전자좌 탐색을 위하여 각 marker들에 대해 single factor ANOVA 분석을 하였으며, 각 linkage group에서 유의성을 보이는 marker 들에 대해서는 single regression analysis (SLG-Regr)을 하였다. 그리고 single factor ANOVA 분석에서 유의성을 보이는 marker를 포함한, 유의성을 보이는 모든 marker들에 대해 multiple regression (MLG-Regr) 분석을 하였다.

이를 통해 아이소플라본 함량에 관여하는 양적형질 유전자좌의 위치를 마커를 통해 나타낼 수 있다.

2. 제2세부과제 : 콩 종실중 주요 isoflavone함량의 유전,환경 상호작용 및 DNA표지인자에 의한 선발효율검정

가. 재배지역에 따른 품종별 생육 및 isoflavone 함량

서울, 경기 수원, 경북 경산의 3지역에 장엽콩 등 대립종 5품종, 태광콩 등 중립종 5품종, 명주나물콩 등 소립종 5품종 등 총 15품종을 3년간 공시하였다. 공시재료들에 대한 개화기 등의 생태적 특성과 경장 등 작물학적 특성을 조사하여 지역 및 연차간 차이를 분석

하였다. 각 지역에서 생산된 재료들의 종실 중 주요 isoflavone 함량분석 결과는 제3세부과제에 포함시켰다.

나. 교잡 후대들의 특성조사 및 선발

SSD 방법으로 육성 중인 (푸른콩 x 진품콩2호)의 F3 156립을 파종하여 128개체를 양성하였으며 이 중 122개체를 5년차에 계통화 하여 특성검정을 거쳐 선발해 나가고 있다. F4세대는 176립을 파종하여 143개체를 양성하였으며, 이 중 129개체를 5년차에 계통화 하였다. RIL로 구성된 (푸른콩 x 진품콩2호) 후대 8-9세대의 76계통을 2반복으로 공시한 후 이들의 특성을 연차적으로 조사, 선발하였으며 최종적으로 계통별 isoflavone 함량을 분석하여 고품유 계통들을 선발하였다.

재배지역에 따른 특성 변이를 보기 위하여 3개 지역(서울, 수원, 경산)에서 1998년 및 1999년에 동일한 재료(콩 15품종)를 포장에 재배하여 지역간 생육, 작물학적 특성 및 수량성의 변이를 조사하였다.

3. 제3세부과제 : 콩 잡종집단의 중요 isoflavone 함량과 생리활성 관련연구

가. 실험재료

1) 3개 지역에서 생산된 15 품종(1,2,3차년도) : 태광콩, 명주나물콩, 단백콩, 다원콩, 무한콩, 장엽콩, 황금콩, 화엄꽃콩, 푸른콩, 한남콩, 검정콩1호, 진품콩2호, 수원157호, 신팔달콩2호, SS2-2

2) 영남대에서 재배된 푸른콩×진품콩2호 교배집단의 계통(4차년도)

나. 항산화활성 검정방법

1) SOD (superioxide dismutase)활성검정

NBT(Nitro Blue Tetrazolium) 환원법을 이용하여 SOD 활성을 검정하였다. 마쇄된 콩 2g과 효소 추출 완충용액(pH 7.0 100mM phosphate, 5mM EDTA) 5ml를 탈염완충용액(pH 7.0 100mM phosphate, 0.2mM EDTA)으로 평형시킨 Sephadex G-25 column을 이용하여 탈염 후 효소활성 검정용액으로 사용하였다. 효소활성 검정용액[A]을 pH 7.8 50mM phosphate[B]와 0.1mM EDTA [C]로 혼합한 용액에 L-Methionine(30mg/10ml H₂O)[D]와 NBT-2HCl(14.1mg/10ml H₂O)[E] 그리고, Triton X-100(1% w/ℓ)[F]로 만든 반응용액에 넣어 최종용액([A]+[B]+[C]+[D]+[E]+[F])을 7분동안 빛을 조사한 다음 UV-VIS spectrophotometer (UV-1201, Shimadzu, Japan)를 이용하여 560nm에서 흡광도를 측정하였

다. 시료무첨가시의 sample 흡광도를 SOD 활성 1, 시료첨가시의 흡광도를 감소된 SOD 활성으로 보고 백분율로 표시하였다

$$\text{Activity}(\%) = \left(1 - \frac{A}{B}\right) \times 100$$

A : 시료첨가시의 흡광도

B : 시료무첨가시의 흡광도

2) TBA 법, DPPH법을 위한 활성검정용 시료조제

시료조제: 수확한 종실을 저온진공냉동 건조기에서 7일 동안 건조 시킨후 분쇄 (40-mesh)하여 각 시료를 품종별로 5g씩 채취하여 80% MeOH 100ml로 처리하여 2일간 실온에서 추출 농축한 후 이 농축액을 활성 분석용 시료로 사용한다.

3) TBA (Thiobarbituric acid)법에 의한 활성검정 : 말론알데히드 생성 억제활성 검정

① 기질용액과 반응액의 조제

기질에 대한 말론알데히드(malon dialdehyde) 생성 억제효과는 linoleic acid기질에 대한 산패 억제효과를 조사하였다. 즉, 0.1M phosphate buffer (pH7)와 에탄올을 4:1로 혼합한 용매에 linoleic acid이 0.3M이 되도록 첨가하여 기질용액으로 사용하였다. 기질용액 20ml에 0.1M phosphate buffer (pH7) 19.2ml, 1%의 각 시료액 0.8ml를 첨가한 후 shaking air bath(40℃)에서 100rpm으로 24시간 동안 진탕한후 다음과 같이 TBA가를 측정하였다.

② Thiobarbituric acid(TBA)가의 측정

TBA가의 측정은 경시적 반응액 2.0ml씩을 시험관에 취하고 여기에 35% trichloroacetic acid(TCA) 1.0ml, 0.75% TBA시약 2.0ml를 가한 다음 시험관 진탕기로 30초 동안 진탕하여 균질화시킨 후 수욕상(95℃)에서 40분 동안 반응 발색시켰다. 반응이 끝난 후 실온까지 냉각시켜 초산 1.0ml 프로로포름 2.0ml를 가하고, 시험관 진탕기로 다시 진탕시킨 후 3,000rpm에서 5분동안 원심분리하고, 그 상청액의 흡광도를 532nm에서 측정하여 이를 TBA가로 하였으며, 대조군의 TBA가와 비료하여 유지에 대한 산화 억제효과를 측정하였다.

4) DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)법에 의한 활성 검정

① 수소공여능 측정

DPPH(1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 30mg을 ethanol 200ml에 용해후 물 200ml을 가하여 DPPH용액을 만들었다. 50% ethanol을 대조군으로 하여 DPPH 용액의 흡광도를 2.0으로 조절하였다. DPPH 용액 2.5ml과 DMSO(dimethylsulfoxide)에 용해한 1% 시료용액 0.25ml을 혼합하여 1분간 반응시킨후 517nm에서 흡광도를 측정하였다.

5) FI-CL system을 이용한 Chemiluminescence의 측정

CL은 pump와 sample injection valve가 연결된 filter-equipped photon을 측정하는 spectropotometer (CLD-110, Tohoku Electronic Industry)로 측정하였다. Granting에서 산란된 빛은 300-650nm의 범위에서 image sensor을 가진 photocathode에서 산란된 빛은 300-650nm의 범위에서 측정된 photon은 total spectral intensity에서 계산되었다. 이동상은 50% MeOH와 Cytochrome C(10mg/ℓ) 그리고 Luminol(2mg/ℓ)이 포함된 50mM phosphate buffer(pH 7.4)이고, flow rate은 1.0 ml/min 이었다. Radical 소거제의 능력을 측정하기 위하여 0.06% H₂O₂(5μℓ)를 주입하였다. 0.06% H₂O₂(5μℓ)의 CL intensity와 소거제의 가 혼합된 환원된 CL intensity는 radical 소거 능력의 양적 분석에 이용하였다.

% radical 소거 능력은 다음 등식에 의해 계산하였다:

% radical scavenger activity=[(A-B)/A]×100

A: H₂O₂만 주입되어 발생된 CL intensity

B: H₂O₂와 소거제를 혼합하여 발생된 CL intensity

다. Isoflavones 함량분석

1) 분석시료액조제과정

분쇄된 콩 2g에 2ml Hcl (0.1N)과 10ml acetonitrile 혼합
정지 (soaking, 2h)
여과 (Whatman No. 42)
건조 (vaccum dry oven)
주입 (10ml 80% MeOH)
여과 (0.45μm syringe filter)
분석시료로 사용.

2) HPLC 분리조건

- 고정상 : YMC AM303 (4.6 * 250mm)
- 이동상 : H₂O, Acetonitrile (0.1% Acetic acid 함유)

Time (min)	H ₂ O(%)	Acetonitrile (%)
0	85	15
50	65	35
60	65	35

- injection volume 20μℓ
- 유속 : 1.0ml/min
- 파장 : UV 254nm

3) 검량선 작성 : isoflavones계열 (Genisteine외 5개)

라. 통계처리

위의 활성검정과 분석은 3반복, 완전임의 배치법으로 하며 자료의 통계분석은 SAS프로그램에 의해서 행해졌다(SAS, 1985).

제4절 연구결과

1. 제1세부과제 : 콩 유전자지도 제작 및 생리활성 관련 유전자탐색

가. 고밀도 콩 분자 유전자 지도 제작

1) 유전자지도 제작용 집단 양성 (RIL)

콩 종실 중 isoflavone 함량 관련 양적형질유전자좌 탐색을 위한 유전자지도 제작을 위하여 푸른콩 x 진품콩2호 RIL 집단을 양성하였으며, 현재 F8 세대 90계통으로 진전되었다.

2) 모부분간 polymorphism 조사 및 유전자 지도 제작

(1) 푸른콩 X 진품콩2호 집단 DNA extraction

푸른콩 x 진품콩2호의 F7 mapping population에서 90개 계통의 각 개체별로 DNA를 분리하였다. 90계통에 대한 DNA분리가 완성되었으며, 이들 DNA는 유전자 지도 제작을 위한 가장 기본적인 재료가 된다.

(2) 모부분간 polymorphism 조사

① PCR reaction

콩 microsatellites 분석을 위한 PCR 조건을 확립하였으며, 콩의 SSR marker로 알려진 primer를 활용하여 모본 부분간 DNA 변이를 조사하기 위하여, 총 PCR volume을 10 ul로 하였음(표 1). PCR 수행조건은 Denaturation은 94°C에서 25초, annealing은 47°C에서 25초, extension은 68°C에서 25초간 32회 반복한후 72°C에서 30분간 final extension 시켰다(표 2).

표 1. PCR 반응액 조성

Reaction component	Volume (ul)
DNA template (25ng/ul stock)	2.0
PCR primer F+R (5pmol/ul)	2.0
MgCl ₂ (20mM)	1.3
10 X Buffer	1.0
GeneAmp dNTP Mix(2.5mM each dNTP)	0.8
AmpliTaq Gold DNA polymerase(5U/ul)	0.1
Distilled, deionized H ₂ O	2.8

표 2. PCR 수행조건

	Temp (°C)	Time	Cycle
Denaturation	94	25 sec	32
Annealing	47	25 sec	32
Extension	68	25 sec	32
Final extension	72	30 min	1
Soak	4	-	-

반응이 끝난 시료는 4°C에 보관한 후 PCR에 의한 DNA 증폭이 잘 이루어졌는지를 확인하기 위하여 metaphore agarose 2%/LE agarose 2% gel에서 전기영동 하였다. 품종간 비교적 큰 DNA 크기 변이(6base pairs 이상)는 본 전기영동 분석에 의하여 polymorphism을 감지 할 수 있으나, 5 bp 이하의 작은 변이는 탐색될 수 없기 때문에 fluorescence-labelled primer를 이용한 자동염기서열분석장치를 사용하여 최대한 신속하게 polymorphism 출현율을 Perkin Elmer의 Scan Software와 Genotyper으로 조사하는 기법을 확립하였다.

② 모부분간 polymorphism 조사

149개의 SSR marker가운데 모부분간 polymorphism을 보이는 것은 113종으로 서 전체적으로 약 75.8%를 나타내고 있다 (표 3, 표 4). 이러한 높은 polymorphism 빈도는 푸른콩과 진품콩2호 사이에 유전적 다양성이 크다는 것을 의미한다.

표 3. 푸른콩 X 진품콩2호 집단에서의 SSR 마커의 polymorphism percentage.

	Marker screened		Marker selected	
	NO.		NO	%
푸른콩 X 진품콩2호	149		113	75.8

표 4. 푸른콩 X 진품콩2호 집단에서의 SSR 마커의 polymorphism 조사.

SSR marker	LG	콩 품종명	
		푸른콩	진품콩2호
Satt155	A1	158	146
Satt236	A1	231	218
Satt276	A1	303	380
Satt545	A1	201	183
Satt207	A2	240	236
Satt409	A2	183	174
Sat_129	A2	246	251
Satt416	A2	359	362
Satt429	A2	272	269
Satt197	B1	174	185
Satt359	B1	198	182
Satt415	B1	296	293
Satt426	B1	202	198
Satt509	B1	250	190
Sat_123	B1	277	264
Satt020	B2	114	101
Satt063	B2	145	105
Satt168	B2/P	233	229
Satt534	B2	217	163
Satt556	B2/P	163	166
Satt577	B2/P	120	113
Sct_064	B2	125/137	145
Satt416	B2	359	362
Satt180	C1	288	258
Satt294	C1	288	258
Satt100	C2	169	141
Satt202	C2	304	280
Satt277	C2	239	232
Satt286	C2	220	217
Satt291	C2	200	219
Satt371	C2	277	264
Satt147	D1a+Q	214	191
Satt179	D1a+Q	177	185
Satt184	D1a+Q	182	146
Satt383	D1a+Q	223	228
Satt402	D1a+Q	374	386
Satt532	D1a+Q	179	173
Satt041	D1b+W	178	185
Satt141	D1b+W	201	148
Satt157	D1b+W	259	264

SSR marker	LG	콩 품종명	
		푸른콩	진품콩2호
Satt290	D1b+W	238	254
Satt459	D1b+W	203	184
Satt135	D2	170	191
Satt154	D2	271	274
Satt226	D2	342	311
Satt301	D2	200	193
Satt458	D2	191	186
Sat_022	D2	237	219
Satt185	E	216	232
Satt212	E	154	145
Satt231	E	245	220
Satt268	E	237	252
Satt411	E	100	96
Sat_107	E	183	139
Sat_074	F	254	256
Satt114	F	95	104
Satt146	F	287	301
Satt160	F	252	244
Satt252	F	224	209
Sat_133	F	258	251
Satt510	F	98	95/112
Satt522	F	253/266	238
Satt324	G	245	242
Satt427	G	180	202
Satt472	G	284	202
Satt192	H	250	244
Satt253	H	147	150
Satt293	H	226	178/199
Satt279	H	195	192
Satt314	H	240	237
Satt434	H	347	344
Satt442	H	257	236
Sat_118	H	195	197
Sat_122	H	201	197
Sat_127	H	277/279	275/277
Satt239	I	194	188
Satt183	J	241	247
Satt215	J	133	123
Satt285	J	241	238
Satt414	J	310	307
Satt431	J	233	229

SSR marker	LG	콩 품종명	
		푸른콩	진품콩2호
Satt001	K	116	107
Satt167	K	271	263
Satt196	K	180	201
Satt242	K	185	194
Satt260	K	234	220
Satt441	K	282	308
Satt143	L	247	269
Satt166	L	258	217
Satt232	L	253	265
Satt462	L	252	242
Sat_099	L	261	272
Satt175	M	164	158
Satt201	M	285	289
Satt245	M	299	296
Satt336	M	173	183
Satt346	M	198	214
Sat_003	M	159	133
Sat_121	M	174	196
Satt009	N	182	222
Satt159	N	269	266
Satt584	N	179	170
Sat_084	N	140	148
GMABAB	N	164	168
Satt173	O	200	250
Satt188	O	246	239
Satt243	O	230	233
Satt259	O	198	200
Satt345	O	248	252
Satt358	O	195	192
Satt445	O	212	208
Satt478	O	191	241
Satt592	O	242	239

③ 유전자지도 집단에서 SSR 마커에 대한 분리양상

유전자지도 제작 집단내 조사된 (104)개의 SSR 및 AFLP ,SNP 그리고 Morphological 마커 가운데 연관군 A1의 Satt155 등 (90)종의 마커가 기대치의 분리비인 1:1에 적합하였다. 이는 푸른콩 X 진품콩2호 집단이 RIL 이라는 가정에 부합하는 것을 보여준다.

표 5. 유전자지도 집단에서 SSR 마커에 대한 분리양상

Locus	LG	female	male	sum	x ² test	5%(3.84)
satt155	A1	35	47	82	1.7561	
Satt236	A1	41	43	84	0.0476	
satt276	A1	44	39	83	0.3012	
Satt545	A1	34	53	87	4.1494	*
Sat_129	A2	32	51	83	4.3494	*
satt207	A2	34	47	81	2.0864	
Satt409	A2	37	47	84	1.1905	
Satt415	B1/S	36	46	82	1.2195	
Sat_123	B1/S	40	44	84	0.1905	
satt197	B1/S	41	42	83	0.012	
Satt426	B1/S	38	47	85	0.9529	
satt509	B1/S	27	31	58	0.2759	
Satt020	B2	41	48	89	0.5506	
Satt063	B2	41	39	80	0.05	
Satt560	B2	41	45	86	0.186	
Satt577	B2/P	46	36	82	1.2195	
Sct_064	B2/P	39	46	85	0.5765	
Satt294	C1	41	45	86	0.186	
Satt180	C1	54	23	77	12.481	*
Satt316	C2	47	38	85	0.9529	
Satt363	C2	29	42	71	2.3803	
Satt147	D1a/Q	27	30	57	0.1579	
satt179	D1a/Q	45	36	81	1	
Satt184	D1a/Q	37	44	81	0.6049	
Satt383	D1a/Q	46	34	80	1.8	
Satt041	D1B+W	42	41	83	0.012	
Sat-022	D2	26	55	81	10.383	*
Satt226	D2	47	38	85	0.9529	
Satt301	D2/R	50	35	85	2.6471	
Satt135	D2/R	45	43	88	0.0455	
Satt458	D2/R	36	44	80	0.8	
Satt226	D2/R	44	36	80	0.8	
Satt372	D2/R	35	52	87	3.3218	
satt185	E	31	30	61	0.0164	
Satt411	E	36	49	85	1.9882	
Satt268	E	44	35	79	1.0253	
Satt231	E	40	45	85	0.2941	

Locus	LG	female	male	sum	x ² test	5%(3.84)
Satt114	F	46	34	80	1.8	
Satt146	F	37	48	85	1.4235	
Satt252	F	38	49	87	1.3908	
Satt522	F	36	53	89	3.2472	
Satt160	F	41	42	83	0.012	
Sat_074	F	44	41	85	0.1059	
Satt516	F	37	52	89	2.5281	
Satt510	F	55	32	87	6.0805	*
Satt324	G	35	42	77	0.6364	
Satt038	G	38	47	85	0.9529	
Sat-127	H	43	11	54	18.963	*
Satt192	H	42	40	82	0.0488	
Satt279	H	21	18	39	0.2308	
Satt314	H	49	34	83	2.7108	
Satt434	H	40	30	70	1.4286	
Satt440	I	38	47	85	0.9529	
Satt354	I	37	51	88	2.2273	
Satt596	J	53	33	86	4.6512	*
Satt529	J	46	39	85	0.5765	
Satt249	J	43	40	83	0.1084	
Satt215	J	51	34	85	3.4	
Satt431	J	43	40	83	0.1084	
Satt244	J	53	30	83	6.3735	*
Satt183	J	42	33	75	1.08	
Satt001	K	20	52	72	14.222	*
Satt167	K	35	52	87	3.3218	
Satt242	K	44	42	86	0.0465	
Satt441	K	38	51	89	1.8989	
Satt260	K	30	52	82	5.9024	*
Satt196	K	27	57	84	10.714	*
Satt143	L	42	41	83	0.012	
Satt462	L	47	36	83	1.4578	
Sat_099	L	53	32	85	5.1882	*
Sat-003	M	21	29	50	1.28	
Satt175	M	35	42	77	0.6364	
satt336	M	30	40	70	1.4286	
Satt201	M	42	46	88	0.1818	
Satt245	M	36	51	87	2.5862	
Satt159	N	44	42	86	0.0465	

Locus	LG	female	male	sum	x ² test	5%(3.84)
Satt159	N	44	42	86	0.0465	
GMABAB	N	26	31	57	0.4386	
Sat_084	N	42	45	87	0.1034	
Sat-038	O	61	23	84	17.19	*
Satt243	O	57	27	84	10.714	*
satt358	O	38	37	75	0.0133	
Satt592	O	47	30	77	3.7532	
Satt345	O	40	45	85	0.2941	
Satt173	O	39	50	89	1.3596	
accctt-268	D1a/Q	42	44	86	0.047	
aaccac-279	D2	36	48	84	1.7143	
accctt-282	E	39	49	88	1.136	
aagcac-219	E	44	46	90	0.0444	
aagcac-221	E	41	49	90	0.7111	
aaccac-179	J	56	32	88	6.5455	*
aaccac-186	J	54	34	88	4.5455	*
acacac-197	M	43	47	90	0.1778	
acacac-215	M	38	52	90	2.1778	
acacac-250	M	36	53	89	3.2472	
acacac-254	M	36	53	89	3.2472	
aaccac-155	N	38	50	88	1.6364	
acactt-216		44	42	86	0.047	
aaccac-134		59	29	88	10.227	*
acacac-295		46	38	84	0.7619	
LX2-1	F	38	51	89	1.899	
CaM4-1		50	39	89	1.360	
SMV G7	B2	45	43	88	0.0455	
M3	B2	40	43	83	0.1084	
Hpc	F	42	44	86	0.0465	

(3) 유전자 지도 제작

푸른콩 X 진품콩2호 RIL 집단에 대한 콩 유전자 지도를 제작하였다. MAPMAKER 프로그램 version 3.0 (Lander et al., 1987)의 Kosambi map function를 이용하였으며 minimum LOD (likelihood of odds) 는 3.0, maximum distance는 50cM으로 하였다. 또한 미국 USDA map의 연관군을 기본으로 하여 본 유전자 지도를 작성하였다.

본 유전자 지도에서는 85종의 SSR marker, 15종의 AFLP marker, 2종의 SNP marker 그리고 2종의 morphological marker를 이용하였으며, 표6, 그림1 과 같이 총 81개의

marker가 13개의 연관군으로 분류되었다. 그리고 총 genome size 는 870.1cM 이었으며, 각 marker 간의 평균 거리는 10.7cM 로 나타났다.

표 6. Characteristics of the Pureunkong X Jinpumkong 2 genetic linkage map.

Characteristics	Pureunkong X Jinpumkong 2
SSR loci (no.)	85
AFLP loci (no.)	15
SNP loci (no.)	2
Morphological loci (no.)	2
Linked loci (no.)	81
Linked groups (no.)	13
Estimated genome size (cM)	870.1
Average two marker interval (cM)	10.7

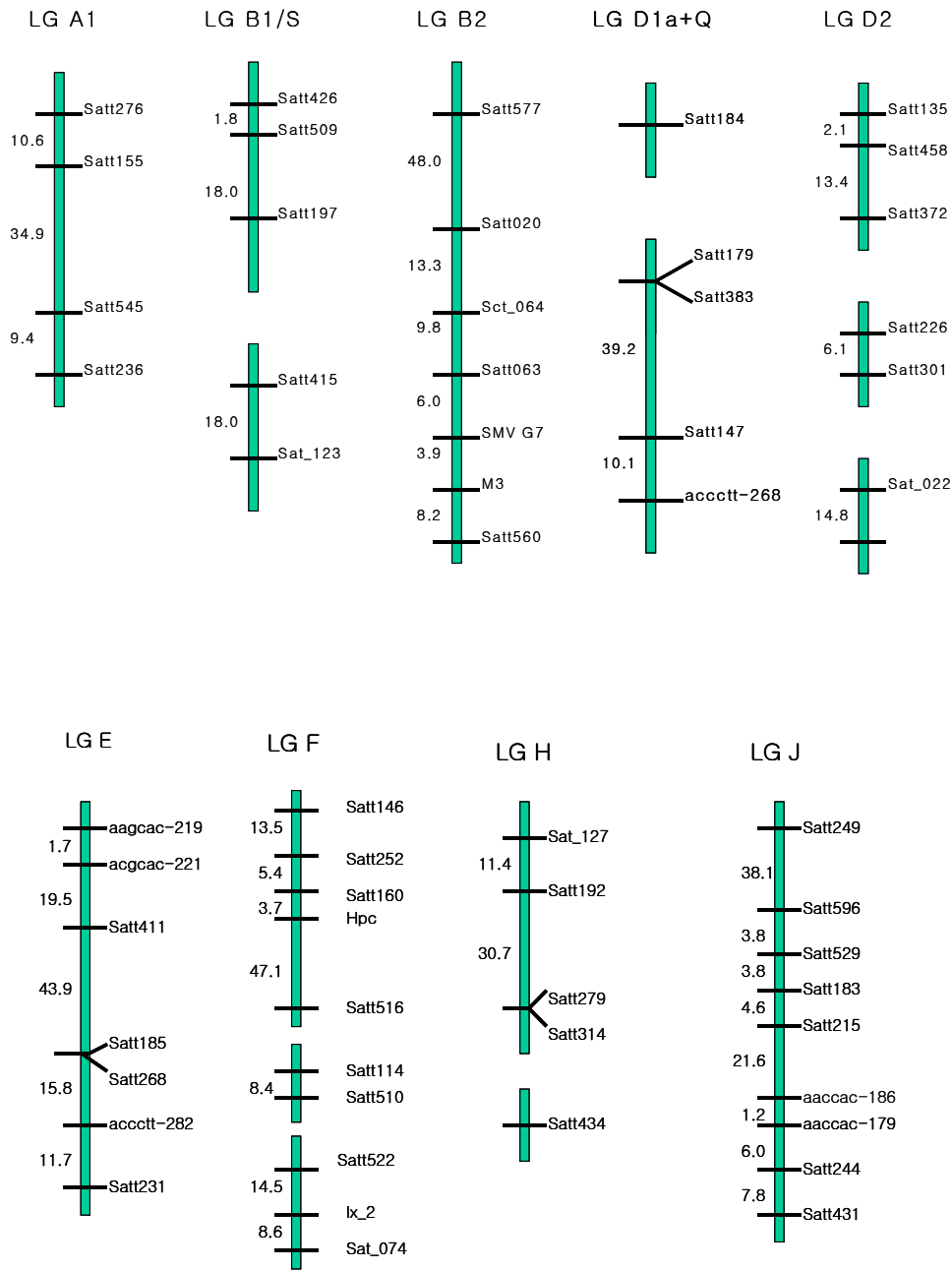


그림 1. SSRs, AFLPs, SNPs 그리고 morphological markers를 사용하여 제작된 푸른콩 X 진품콩2호 RIL 집단의 유전자 지도. 지도의 오른쪽에는 마커의 위치 그리고 왼쪽에는 추정되는 지도상의 거리를 표시함.

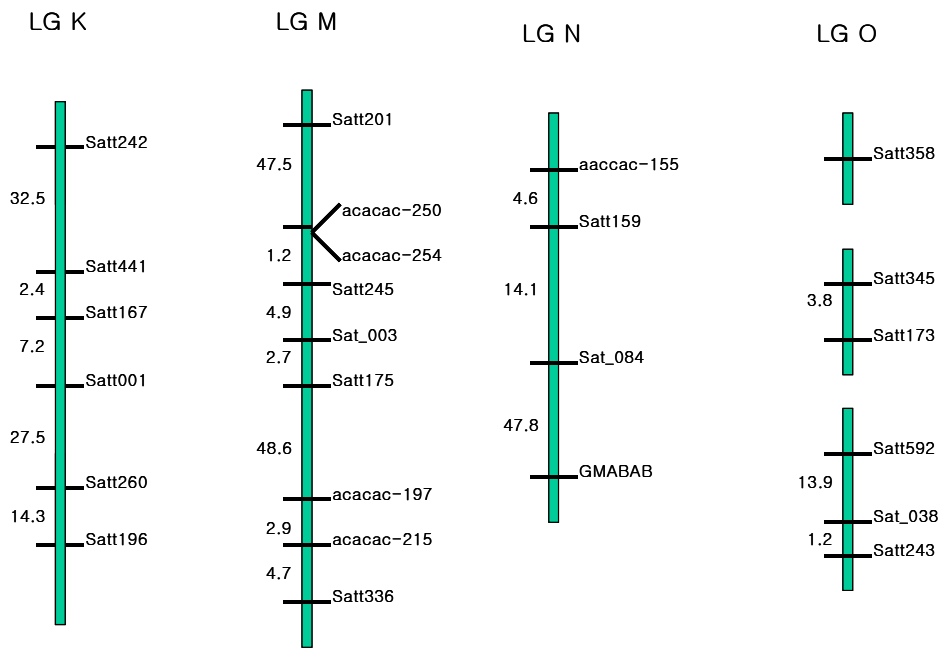


그림 1. 계속

나. isoflavone 함량 관련 QTL 탐색

1) 콩 종실 중 아이소플라본 함량 분석

QTL(quantitative trait loci) 분석을 위하여 푸른콩 X 진품콩 2호의 RIL 90개 집단의 각 개체의 종실 중 아이소플라본 함량을 HPLC(high performance liquid chromatography) 방법을 이용하여 분석하였다. 분석결과 가능한 12개의 아이소플라본 중 7개에 대하여 그 함량이 분석되었다(표7).

표 7. 푸른콩 X 진품콩2호 집단 90계통의 isoflavone 함량.

Isoflavone	모부분		Mean	Max	Min
	푸른콩	진품콩2호			
daidzin	356	284	349	650	244
glycitin	190	211	201	487	124
genistin	281	274	348	853	197
6"-0-malonyldaidzin	2054	1922	1898	2432	1242
6"-0-malonyglycitin	284	314	340	2508	149
6"-0-malonylgenistin	1708	1813	1564	1900	11
daidzein	27	29	30	86	2

2) 콩 종실 중 아이소플라본 함량에 관여하는 양적형질 유전자좌 탐색

양적형질 유전자좌 탐색을 위하여 푸른콩 X 진품콩 2호 RIL 90개 집단에 대한 콩 분자 유전자 지도 제작 및 콩 종실 중 아이소플라본 함량이 분석되었다. 본 연구에서는 위의 두 데이터를 이용하여 콩 종실 중 아이소플라본 함량에 관여하는 양적형질 유전자좌 탐색을 수행하였다.

양적형질 유전자좌 탐색을 위하여 각 marker들에 대해 single factor ANOVA 분석을 하였으며, 각 linkage group에서 유의성을 보이는 marker 들에 대해서는 single regression analysis (SLG-Regr)을 하였다. 그리고 single factor ANOVA 분석에서 유의성을 보이는 marker를 포함한, 유의성을 보이는 모든 marker들에 대해 multiple regression (MLG-Regr) 분석을 하였다. 위의 분석을 위해 SAS (Statistical Analysis System) versin 8.03을 사용하였다.

분석된 7종류의 아이소플라본의 함량에 대한 QTL 분석 결과 아이소플라본 함량에 관여하는 13개의 양적형질 유전자좌가 마커를 통해 탐색되었다(표8-1~표8-7). 특히 연관군 O의 Satt385는 daidzein의 함량에 밀접한 영향을 미칠 수 있는 위치를 설명할 수 있었다 ($P=0.0059$, $R^2=19.2\%$).

표 8-1. Markers linked to QTLs associated with daidzin.

Marker	LG	SF-ANOVA ^a		Allelic means ^b		SLG-Regr ^a		MLG-Regr ^a	
		<i>P</i>	<i>R</i> ² (%)	P/P	J/J	<i>P</i>	<i>R</i> ² (%)	<i>P</i>	<i>R</i> ² (%)
Satt294	C1	0.026	7.5	330	365	NA ^c	-	0.015	9.1
Satt201	M	0.021	8.0	368	335	NA	-	0.013	8.8

^a SF-ANOVA : single factor analysis of variance

SLG-Regr : multiple regression with marker on each linkage group

MLG-Regr: multiple regression with all significant markers from the SLG-Regr model

^b P/P: homozygous Pureunkong; J/J: homozygous Jinpumkong 2

^c NA : Not applicable. Unlinked to other markers

표 8-2. Markers linked to QTLs associated with glycitin.

Marker	LG	SF-ANOVA ^a		Allelic means ^b		SLG-Regr ^a		MLG-Regr ^a	
		<i>P</i>	<i>R</i> ² (%)	P/P	J/J	<i>P</i>	<i>R</i> ² (%)	<i>P</i>	<i>R</i> ² (%)
Satt363	C2	0.018	10.2	223	184	NA ^c	-	0.043	11.2
Satt179	D1a/Q	0.007	11.2	184	222	NA	-	-	-
Satt372	D2/R	0.004	12.1	181	220	NA	-	-	-
Sat_127	H	0.013	11.9	192	238	-	-	-	-
Satt434	H	0.032	8.7	211	185	0.0312	11.6	-	-

^a SF-ANOVA : single factor analysis of variance

SLG-Regr : multiple regression with marker on each linkage group

MLG-Regr: multiple regression with all significant markers from the SLG-Regr model

^b P/P: homozygous Pureunkong; J/J: homozygous Jinpumkong 2

^c NA : Not applicable. Unlinked to other markers

☒ 8-3. Markers linked to QTLs associated with genistin.

Marker	LG	SF-ANOVA ^a		Allelic means ^b		SLG-Regr ^a		MLG-Regr ^a	
		<i>P</i>	<i>R</i> ² (%)	P/P	J/J	<i>P</i>	<i>R</i> ² (%)	<i>P</i>	<i>R</i> ² (%)
Sat_129	A2	0.044	6.5	377	327	NA ^c	-	0.026	9.2
Satt440	I	0.042	6.5	371	321	NA	-	0.022	8.4
Satt249	J	0.037	7.1	378	326	NA	-	0.038	7.4

^a SF-ANOVA : single factor analysis of variance

SLG-Regr : multiple regression with marker on each linkage group

MLG-Regr: multiple regression with all significant markers from the SLG-Regr model

^b P/P: homozygous Pureunkong; J/J: homozygous Jinpumkong 2

^c NA : Not applicable. Unlinked to other markers

☒ 8-4. Markers linked to QTLs associated with 6''-O-malonyldaidzin.

Marker	LG	SF-ANOVA ^a		Allelic means ^b		SLG-Regr ^a		MLG-Regr ^a	
		<i>P</i>	<i>R</i> ² (%)	P/P	J/J	<i>P</i>	<i>R</i> ² (%)	<i>P</i>	<i>R</i> ² (%)
Sat_129	A2	0.026	7.9	1824	1957	NA ^c	-	-	-
Satt577	B2/P	0.003	13.6	1817	1993	0.004	13.3	-	-
Sct_064	B2/P	0.026	7.5	1825	1952	NA	-	-	-
Satt294	C1	0.030	7.2	1832	1958	NA	-	-	-
Satt316	C2	0.016	8.6	1839	1975	NA	-	0.017	11.6
Satt372	D2/R	0.042	6.2	1957	1840	NA	-	-	-
Satt440	I	0.027	7.6	1835	1967	NA	-	0.005	18.6
Satt358	O	0.013	10.7	1967	1822	NA	-	0.028	8.6

^a SF-ANOVA : single factor analysis of variance

SLG-Regr : multiple regression with marker on each linkage group

MLG-Regr: multiple regression with all significant markers from the SLG-Regr model

^b P/P: homozygous Pureunkong; J/J: homozygous Jinpumkong 2

^c NA : Not applicable. Unlinked to other markers

㉟ 8-5. Markers linked to QTLs associated with 6''-O-malonylgenistin.

Marker	LG	SF-ANOVA ^a		Allelic means ^b		SLG-Regr ^a		MLG-Regr ^a	
		<i>P</i>	<i>R</i> ² (%)	P/P	J/J	<i>P</i>	<i>R</i> ² (%)	<i>P</i>	<i>R</i> ² (%)
Satt155	A1	0.033	7.5	1496	1631	NA ^c	-	-	-
Satt577	B2/P	0.036	7.0	1621	1542	NA	-	-	-
Satt215	J	0.022	7.9	1508	1643	-	-	-	-
Satt183	J	0.044	6.7	1498	1624	0.031	7.9	-	-
Satt001	K	0.018	10.9	1682	1563	NA	-	-	-
Satt462	L	0.023	8.4	1628	1485	NA	-	0.024	18.0
Satt358	O	0.037	7.7	1502	1643	0.016	9.8	-	-
Satt592	O	0.003	14.3	1627	1515	0.008	13.2	-	-
aaccac-134		0.018	8.3	1615	1474	NA	-	-	-

^a SF-ANOVA : single factor analysis of variance

SLG-Regr : multiple regression with marker on each linkage group

MLG-Regr: multiple regression with all significant markers from the SLG-Regr model

^b P/P: homozygous Pureunkong; J/J: homozygous Jinpumkong 2

^c NA : Not applicable. Unlinked to other markers

㉟ 8-6. Markers linked to QTLs associated with daidzein.

Marker	LG	SF-ANOVA ^a		Allelic means ^b		SLG-Regr ^a		MLG-Regr ^a	
		<i>P</i>	<i>R</i> ² (%)	P/P	J/J	<i>P</i>	<i>R</i> ² (%)	<i>P</i>	<i>R</i> ² (%)
Satt207	A2	0.037	6.7	24	36	NA ^c	-	-	-
Satt383	D1a/Q	0.048	6.6	35	24	NA	-	-	-
Satt268	E	0.011	10.4	24	39	NA	-	-	-
Satt183	J	0.009	11.0	22	37	0.0128	10.4	-	-
Satt215	J	0.016	8.7	25	38	-	-	-	-
Satt529	J	0.019	8.4	23	36	-	-	-	-
Satt358	O	0.008	12.1	23	39	NA	-	0.006	19.2
aaccac-134		0.039	6.3	34	22	NA	-	0.028	10.5

^a SF-ANOVA : single factor analysis of variance

SLG-Regr : multiple regression with marker on each linkage group

MLG-Regr: multiple regression with all significant markers from the SLG-Regr model

^b P/P: homozygous Pureunkong; J/J: homozygous Jinpumkong 2

^c NA : Not applicable. Not linked to other markers

☒ 8-7. Markers linked to QTLs associated with glycine.

Marker	LG	SF-ANOVA ^a		Allelic means ^b		SLG-Regr ^a		MLG-Regr ^a	
		<i>P</i>	<i>R</i> ² (%)	P/P	J/J	<i>P</i>	<i>R</i> ² (%)	<i>P</i>	<i>R</i> ² (%)
Satt415	B1/S	0.033	7.3	26	8	NA ^c	-	-	-
accctt-268	D1a+Q	0.038	6.6	7	23	NA	-	0.050	8.7
Satt336	M	0.046	7.9	19	7	NA	-	-	-
acacac-215		0.040	6.2	24	8	NA	-	-	-

^a SF-ANOVA : single factor analysis of variance

SLG-Regr : multiple regression with marker on each linkage group

MLG-Regr: multiple regression with all significant markers from the SLG-Regr model

^b P/P: homozygous Pureunkong; J/J: homozygous Jinpumkong 2

^c NA : Not applicable. Unlinked to other markers

그림 2는 마커를 이용하여 isoflavone 함량에 관련된 양적형질유전자좌의 위치를 보여주고 있다. 특히 LG O 에 있는 Satt358는 daidzein의 함량에 밀접한 영향을 미칠 수 있는 위치를 설명할 수 있었다.

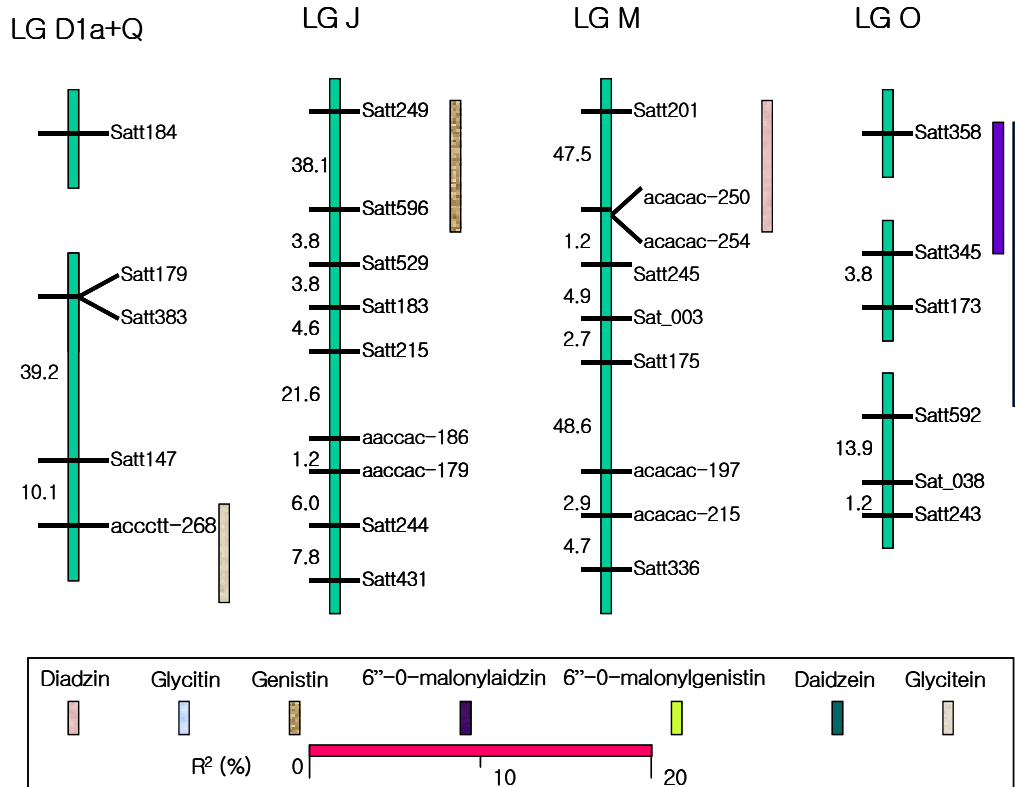


그림 2. 푸른콩 X 진품콩2호 집단의 유전자 지도를 통해 탐색된 isoflavone 함량 관련 양적형질 유전자좌들의 비교.

2. 제2세부과제 : 콩 종실중 주요 isoflavone함량의 유전,환경 상호작용 및 DNA표지인자에 의한 선발효율검정

가. 재배지역에 따른 품종별 생육

재배지역에 따른 특성 변이를 보기 위하여 3개 지역(서울, 수원, 경산)에서 1998년 및 1999년에 동일한 재료(콩 15품종)를 포장에 재배하여 지역간 생육, 작물학적 특성 및 수량성의 변이를 조사하였다. Isoflavone 함량 성적은 제3세부과제로 이관하였다.

1) 재료 및 방법

(1) 재배지 : 서울, 경기 수원, 경북 경산

(2) 공시품종 : 15품종

① 대립종 : 장엽콩, 황금콩, 화엄꽃콩, 검정콩1호, 수원157호

② 중립종 : 태광콩, 무한콩, 진품콩2호, 신평달콩2호, SS2-2

③ 소립종 : 명주나물콩, 단백콩, 다원콩, 푸른콩, 한남콩

(3) 재배조건

① 파종기 : (서울) 5 월 30 일, (수원) 5월 15일, (경산) 6월 12일

② 재식밀도 : (서울) 60 x 15 cm, (수원) 60 x 15 cm, (경산) 60 x 15 cm

③ 시비량 : 콩 복비 50kg (N-P₂O₅-K₂O : 4-7-6kg/10a)

(4) 시험구 배치 : 난괴법 4반복

2) 재배지 토양 특성

재배지별 토성을 보면, 서울 시험포장은 모래함량이 65.3%로 상당히 높았으며 점토는 7%로 낮아 토성은 사양토로 판명되었다. 수원과 경산 토양은 미사 함량이 높고 모래 함량도 높은 미사질양토였는데, 상대적으로 경산토양의 모래함량이 낮았다.

표 9. 재배지별 토성

시험지	점토함량 (%)	미사함량(%)	모래함량 (%)	토성
서울	7	23.6	65.3	사양토(SL)
수원	9	51.2	35.8	미사질양토(SiL)
경산	13.5	64.2	18.3	미사질양토(SiL)

시험지별 토양의 화학적 특성을 보면 토양산도는 서울토양이 7.3으로 높았고 수원과 경산토양은 5.5 이하였다. 총질소 및 유기물 함량은 경산>수원>서울 순으로 높았으며 유효인산은 수원토양에서 높았고 경산토양에서는 월등히 낮았다. 수원토양의 EC가 상대적으로 높았고 CEC는 낮았으며 서울과 경산토양은 비슷하였다.

표 10. 재배지별 토양의 화학적 특성

시험지	pH (1:5)	총질소 (%)	유기물 (%)	유효인산 (mg/kg)	EC (dS/m)	CEC (cmol+/kg)
서울	7.30	0.07	1.37	118.4	0.56	9.34
수원	5.46	0.11	1.74	385.2	0.76	6.28
경산	5.19	0.13	2.10	65.8	0.59	9.05

3) 재배지별 콩 품종의 생육 및 수량

<1년차>

(1) 서울

주경장은 무한콩이 가장 컸으며 화엄꽃콩과 수원157호가 작았으며 개체당 협수와 입수는 다원콩이 많았고 생육량이 적었던 화엄꽃콩, SS2-2, 수원157호 등이 적었다. 종실수량은 무한콩, 실파달2호, 장엽콩 등이 높았고, 상대적으로 생육량이 적었던 수원157호와 실파달2호 등도 높았으며 반면 화엄꽃콩, SS2-2, 푸른콩 등이 낮았다.

(2) 수원

서울지역에서와 마찬가지로 화엄꽃콩, SS2-2, 수원157호 등의 생육과 수량성이 상대적으로 매우 낮았으며 주경장, 협수 등에서 품종간 큰 변이를 보였는데 다원콩, 한남콩 등이 우수한 편이었다. 종실수량은 태광콩, 검정콩1호, 진품콩 등이 높아 서울지역과는 다소 다른 반응을 보였다.

(3) 경산

주경장은 푸른콩, 무한콩 등이 컸으며 다른 지역과 마찬가지로 화엄꽃콩, SS2-2, 수원157호 등이 작았으며 협수 및 입수는 다원콩, 명주나물콩, 한남콩 등이 많았고 화엄꽃콩, SS2-2, 장엽콩, 수원157호 등이 적었다. 종실수량은 명주나물콩, 다원콩, 특히 생육량이 적

었던 수원157호가 높았으며 화엄꽃콩과 SS2-2가 낮았다.

(4) 품종 및 재배지역에 따른 생육 및 수량성의 비교

3개 지역에서 재배한 15개 콩 품종들의 생육 및 수량관련 특성을 조사하고 그 중 5가지의 특성에 대한 통계분석 결과 모든 특성에서 품종간 차이가 매우 큰 것으로 인정되어 유전적 변이가 커야하는 본 실험의 목적에 부합하는 재료를 선택하였음을 확인하였다. 정도의 차이는 있었으나 모든 특성에서 재배지역간 차이도 크게 나타났으며 재배지역과 품종간 상호작용에서도 고도의 유의성이 인정되어 재배지역에 따른 일정한 경향은 없었다.

표 11. 재배지역, 품종에 따른 콩 품종들의 생육 및 수량성 분석 결과

	경장	협수	개체당립수	100립중	종실수량
재배지역	*	*	**	**	**
품종	**	**	**	**	**
지역 x 품종	**	**	**	**	**

* 와 **는 각각 p=0.05 및 0.01에서의 유의성 있음을 나타냄.

<2년차>

(1) 서울

주경장은 무한콩이 가장 컸고 그 다음으로 푸른콩이 컸으며 화엄꽃콩과 SS2-2, 실팔달콩 2호가 작았다. 개체당 협수는 한남콩이 가장 많았고 개체당 입수는 다원콩이 가장 많았다. 종실수량은 다원콩, 명주나물콩 등이 높았고, 화엄꽃콩, SS2-2 등의 낮았다.

(2) 수원

생육에 있어서는 화엄꽃콩, SS2-2가 낮았으나 화엄꽃콩의 경우 수량성에 있어서는 푸른콩 및 한남콩 등의 품종에 비해 높아 서울지역에서와는 다른 반응을 보였다. 주경장, 협수 등에서 품종간 큰 변이를 보였는데 무한콩, 푸른콩은 주경장이 컸으며 협수는 다원콩, 한남콩 순으로 높았다. 종실수량은 진품2호가 10a 당 321.3kg으로 가장 높았다.

(3) 경산

주경장은 다른 지역에서와 같이 푸른콩, 무한콩 등이 컸으며 다른 지역과 마찬가지로 화엄꽃콩, SS2-2의 생육이 저조하였다. 협수 및 입수는 다원콩, 명주나물콩, 한남콩 등이 많았고 화엄꽃콩, SS2-2, 장엽콩, 수원157호 등이 적었다. 종실수량은 푸른콩이 높았으며 화엄의 수량이 가장 낮았는데, 이는 화엄꽃콩의 경우 생육은 양호하였으나 등숙시 잦은 강

우 및 이로 인한 종실의 미이라병 감염으로 수량이 감소하였다.

<3년차>

(1) 서울

주경장은 무한콩이 가장 컸고 그 다음으로 푸른콩이 컸으며 화엄꽃콩의 생육이 극히 저조하였으며 SS2-2, 신팔달콩2호가 작았다. 개체당 협수는 명주나물콩이 가장 많았고 무한콩, 푸른콩, 장엽콩의 순이었다. 종실수량은 장엽콩과 수원157호가 높았으며, 화엄꽃콩, 푸른콩, 진품콩2호, 한남콩, 단백콩, 무한콩 등은 극히 낮은 수량을 보였다. 예년에 비해 생육이 다소 저조한 편이었으며, 전국적으로 크게 발생한 노린재류 등에 의한 극심한 피해로 전반적인 수량이 저조하였다.

표 12. 서울지역에서의 콩 품종들의 생육 및 종실수량.

품 종	주경장 (cm)	협수/개체	립수/개체	100립중 (g)	종실수량 (kg/10a)
태광콩	58.0	48.5	35.8	21.5	159
명주나물콩	49.9	73.8	65.1	11.8	128
단백콩	58.8	46.8	28.6	13.8	87
다원콩	55.6	56.4	43.2	15.7	125
무한콩	127.0	60.4	32.3	18.5	86
장엽콩	61.1	58.7	37.3	23.8	180
황금콩	69.6	38.6	27.9	24.3	117
화엄꽃콩	24.3	28.6	27.8	20.5	57
푸른콩	119.9	59.8	33.4	11.8	73
한남콩	93.6	49.1	35.4	12.3	85
검정콩1호	75.3	46.7	29.2	27.0	114
진품콩2호	78.3	46.0	31.4	17.9	82
수원157호	48.1	51.2	49.2	20.5	147
신팔달콩2호	54.2	41.5	30.1	19.3	101
SS2-2	41.5	50.8	35.9	15.5	111

(2) 수원

장간종인 무한콩과 단간종인 화엄꽃콩, SS2-2, 신팔달콩2호 등을 제외한 품종들은 경장이 62-93cm 범위로 전반적인 생육이 매우 건실하였다. 협수와 립수는 품종간 큰

변이를 보였는데 푸른콩, 다원콩, 명주나물콩 등 소립종들이 많았던 반면 검정콩, SS2-2, 화엄콩 등이 적었다. 종실수량은 전년과 동일하게 진품2호가 가장 높았다. 명주나물콩, 태광콩, 황금콩 등도 높았으며 SS2-2의 수량이 매우 낮았다.

표 13. 수원지역에서의 콩 품종들의 생육 및 종실수량.

품종	경장 (cm)	협수/개체	립수/개체	100립중 (g)	종실수량 (kg/10a)
화엄꽃콩	33.9	29.7	58.0	24.7	243
한남콩	87.0	69.3	102.1	11.6	211
수원157호	61.6	26.4	46.7	25.4	224
SS2-2	45.1	19.1	32.2	15.4	85
장엽콩	70.1	23.3	34.7	24.6	200
명주나물콩	71.1	62.2	104.2	14.4	307
무한콩	111.3	37.8	54.3	19.1	248
다원콩	78.0	79.7	111.3	12.1	293
황금콩	87.0	40.7	55.0	27.3	305
신팔달콩2호	53.4	42.2	75.3	18.2	207
검정콩	81.0	35.9	48.2	30.8	287
단백콩	77.3	45.8	57.4	15.3	197
진품콩2호	82.6	45.8	64.6	24.1	321
태광콩	83.3	41.5	57.6	25.5	307
푸른콩	93.3	92.7	154.7	13.6	203

(3) 경산

소립품종 중 명주나물콩의 경장이 50.3cm로 가장 짧았고 푸른콩이 98.4cm로 가장 컸다. 분지수는 푸른콩이 2.4개로 가장 적었고 한남콩이 5.1개로 가장 많았으며, 개체당 협수 및 입수는 다원콩이 가장 많았다. 수량은 다원콩과 명주나물콩이 푸른콩과 한남콩보다 많았다. 중립품종에서는 SS2-2, 신팔달콩2호 등의 경장이 40cm 내외로 짧았고, 무한신육형인 무한콩의 경장이 79.8cm로 컸다. 분지수는 신팔달콩2호와 SS2-2가 적었고 태광콩이 4.4개로 많았으며, 개체당 협수는 SS2-2가 적었으며 나머지 품종에서는 차이가 없었다. 수량도 SS2-2가 가장 낮았으며 나머지 품종간에는 차이가 인정되지 않았다. 대립품종의 경장은 화엄꽃콩과 수원157호가 나머지 품종들에 비해 짧았다. 분지수는 화엄꽃콩과 검정콩1호가 3개미만으로 적었고 장엽콩, 수원157호 및 황금콩이 많았으며, 개체당 협수도 이와 동일하였다. 수량은 화엄꽃콩이 월등히 낮았으며 수원157호가 가장 많았다. 노린재 종류의 발생이

심하여 이로 인한 피해가 있어 전반적으로 종실 수량이 낮았으며, 화엄꽃콩은 내병성 특히 미이라병에 약하여 종실수량이 극히 저조하였다.

표 14. 경산지역에서의 공시품종의 성숙기 생육 및 수량

품 종	경장 (cm)	마디수 /개체	분지수 /개체	협수 /개체	입수 /개체	100립중 (g)	수 량 (kg/10a)
명주나물콩	50.3c	12.6c	3.8b	41.1b	58.7ab	14.8a	194a
다원콩	66.5b	16.0ab	3.4b	81.9a	84.8a	13.b	223a
푸른콩	98.4a	17.4a	2.4c	39.6b	55.0b	14.5ab	145b
한남콩	70.1b	15.4b	5.1a	42.7b	53.2b	13.2b	134b
단백콩	51.2ab	11.9bc	3.1b	40.2a	52.6ab	15.1d	141a
무한콩	79.8a	15.0a	3.7ab	35.5ab	48.1abc	21.7b	190a
태광콩	53.1ab	12.5b	4.4a	39.5a	28.4c	23.2ab	146a
진품콩2호	61.9b	12.2bc	3.4bc	36.0ab	46.2abc	25.6a	181a
신팔달콩2호	43.0b	11.4bc	2.4c	39.0a	56.0a	18.5c	196a
SS2-2	39.6b	10.4c	2.5c	24.1c	30.7bc	15.1d	54b
장엽콩	53.5a	12.2a	3.8a	25.2ab	24.4bc	29.1ab	96b
황금콩	56.8a	12.9a	3.4ab	33.0a	35.0ab	27.2bc	122b
화엄꽃콩	33.9b	9.1b	2.3c	11.5c	9.6d	26.9bc	39c
검정콩1호	51.4a	12.3a	2.9bc	14.8bc	13.5cd	29.6a	103b
수원157호	41.5b	11.7a	3.6ab	30.7a	39.4a	25.4c	172a

+ : Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by DNMRT.

(4) 3년간 생육 및 수량 변이

경장은 전체적으로 1년차, 2년차, 3년차 순으로 컸는데 신팔달콩2호, Ss2-2 등 단간종의 연차간 변이가 컸다. 또한 태광콩, 단백콩, 검정콩1호 등도 3년차에 경장의 크기가 크게 감소하였다. 주경절수도 경장과 유사한 경향이었는데 품종간 변이가 컸으나 전반적으로 3년차에 크게 감소하였다. 분지수는 진품콩2호, SS2-2, 단백콩 등 2년차에 적었던 품종이 많았다. 협수는 분지수와 유사한 경향이었으며 수량은 3년평균치로 볼 때 명주나물콩, 다원콩 등의 소립종에서 높았으며 수원157호, 신팔달콩2호, 진품콩 등이 연차간 변이가 적으면서 높은 수량을 유지하였다. 분산분석 결과 연차간, 품종간 및 상호작용에서 유의성이 높

계 나타나 해에 따라 품종간 수량의 변이와 순위가 달라졌음을 보여주었다.

표 15. 연차간 품종간 특성 분산분석

	df	경장	마디수	분지수	협수	수량
품종	14	95.50***	32.03***	22.66***	53.08***	21.33***
년도	2	20.66***	43.24***	48.71***	11.64***	15.74***
품종×년도	28	3.49***	1.62**	2.29***	2.39***	2.35***

와 *는 각각 p=0.01 및 0.001에서의 유의성 있음을 나타냄.

나. 교잡 후대들의 특성조사 및 선발

1) RIL 집단 F8세대 특성 조사

(1) 재료 및 방법

공시재료는 (푸른콩 x 진품콩2호) 후대 8세대의 76계통을 공시하여 작물학적 특성을 조사하였다. 각 계통별로 초형이 우수한 2개체씩 선발하여 다시 계통재배한 후 이들(F9)로부터 수확된 종실에 대해 isoflavone 함량을 분석하였다.

재배조건을 보면 2001년 및 2002년 6월 3일에 60 x 15cm 간격으로 파종하였으며 시비량은 10a당 콩복비 50kg 시여하였다. 시험구는 순위배치 2반복으로 배치하였다.

(2) 주요 특성의 분포

공시계통 중 장엽은 2계통뿐이었으며 74계통은 단엽 계통이었다. 꽃색은 자색이 40(53%), 백색이 30계통(39%)이었으며 분리 계통도 6계통 있었다. 모용색은 갈색이 29계통(39%), 회색이 38계통(51%), 분리되는 계통이 8계통이었다. 협색은 담갈색이 33계통(44%), 갈색이 33계통(44%), 암갈색이 5계통(51%), 분리되는 계통이 4계통이었다.

SMV 포장저항성 정도가 0-1인 강한 계통이 49계통(65%), 2-3인 중 정도의 저항성을 보인 계통이 26계통(34%)이었으며, 4이상의 약한 계통은 1계통이었다. 포장 도복저항성 정도가 0-3인 비교적 강한 것이 34계통(45%), 4-6인 중정도 저항성을 보인 것이 32계통(43%), 7이상의 약한 저항성을 보인 것은 9계통이었다.

공시계통 중 7월 19일 이전에 조기 개화하는 계통은 없었으며 개화기가 7월 25일 전 후인 계통이 약 60%를 차지하였고 나머지는 8월 이후에 개화하였다. 조생종은 없었으며 44계통(59%)이 중만생종이었으며, 31계통(41%)은 10월 25일 이후에 성숙하는 극만생종이었다.

표 16. RIL 집단 계통들의 주요 작물학적 특성

일련번호	엽형	화색	모용색	협색	SMV	도복	개화기	성숙기
1	단	백	갈	갈	1	10	0727	1017
2	단	백	갈	갈	3	8	0801	1017
3	단	백	갈	갈	1	5	0720	1006
4	단	백	갈/회	갈	1	10	0720	1020
5	단	백	회	담갈	2	4	0802	1022
6	단	백	갈	갈	1	1	0720	1006
7	단	자	회	담갈	3	8	0801	1025
8	단	백	갈	갈	2	5	0724	1006
9	장	자	회	갈	0	5	0720	1004
10	단	백	회	담갈	3	5	0810	1025
11	단	자	회	담갈	3	5	0720	1027
12	단	자	회	담갈	3	5	0801	1023
13	단	백	갈	갈	2	5	0801	1006
14	단	자	회	담갈	2	6	0801	1020
15	단	자	회	회	2	8	0726	1020
16	단	자/백	회/갈	갈	2	7	0720	1020
17	단	자	갈	갈	1	6	0810	1020
18	단	자/백	갈/회	갈/담갈	1	5	0727	1025
19	단	자	회	담갈	0	5	0801	1025
20	단	백	회	담갈	0	5	0724	1025
21	단	백	회/갈	갈	0	5	0724	1004
22	단	백	회	담갈	1	5	0801	1024
23	단	백	갈	갈	0	10	0720	1020
24	단	자	갈	갈	0	10	0810	1001
25	장	자	갈	갈	0	0	0724	0930
26	단	자	회	담갈	1	5	0724	1002
27	단	백	회	담갈	1	3	0810	1104
28	단	백	회/갈	갈	1	0	0724	1020
29	단	백	회	갈/담갈	1	3	0802	1020
30	단	자	회	갈	1	8	0801	1020
31	단	백	갈	담갈	2	4	0801	1023
32	단	자/백	갈	갈	1	0	0720	003/008
33	단	자	갈	갈	2	3	0724	1003
34	단	자	갈	갈	0	4	0720	1006
35	단	자	갈	갈	2	4	0720	1025
36	단	자	갈	갈	2	3	0720	1006
37	단	백	-	-	3	-	0810	-
38	단	자	갈/회	갈/담갈	2	2	0727	1025

(계속)

일련번호	업형	화색	모용색	협색	SMV	도복	개화기	성숙기
39	단	자	갈/회	갈/담갈	2	3	0724	1025
40	단	자	갈	갈	3	1	0724	1006
41	단	자	회	담갈	3	4	0727	1025
42	단	백	회	담갈	2	3	0727	1025
43	단	자	갈	갈	3	0	0720	1004
44	단	백	회	담갈	1	1	0801	1023
45	단	백	갈	암갈	3	1	0724	1025
46	단	자	갈	담갈	3	0	0720	1001
47	단	자/백	회	담갈	1	4	0801	1001
48	단	백	갈	암갈	1	2	0720	1020
49	단	백	회	담갈	1	2	0810	1026
50	단	자	회	담갈	0	4	0724	1026
51	단	백	회	담갈	1	0	0726	1003
52	단	자	갈	갈	1	2	0810	1020
53	단	백	갈	암갈	0	3	0720	1025
54	단	자	회	담갈	1	3	0801	1025
55	단	자/백	회	갈	0	1	0720	1004
56	단	자	회	담갈	1	4	0727	1025
57	단	자	회	담갈	1	3	0810	1026
58	단	자	갈	갈	0	2	0720	1020
59	단	백	회	담갈	1	1	0801	1025
60	단	자/백	회	담갈	1	1	0801	1020
61	단	백	회	담갈	1	3	0802	1025
62	단	자	회	담갈	0	3	0802	1104
63	단	자	회	담갈	0	3	0724	1004
64	단	자	갈	갈	0	5	0720	1020
65	단	자	회	담갈	0	3	0726	1005
66	단	자	회	암갈	1	5	0724	1025
67	단	자	회	담갈	2	5	0802	1023
68	단	자	회	담갈	1	5	0802	1020
69	단	백	갈	갈	0	4	0724	1025
70	단	백	회	암갈	1	4	0801	1026
71	단	백	갈	갈	1	5	0720	1025
72	단	자	갈/회	갈/담갈	1	4	0727	1025
73	단	자	갈	갈	1	3	0724	1027
74	단	자	회	담갈	1	4	0720	1025
75	단	자	회	담갈	1	3	0810	1106
76	단	자	갈	갈	2	2	0720	1106

(3) 공시 계통들의 주요 isoflavone 함량

육성 중인 RIL F8세대 및 F9세대 76계통으로부터 계통별 2개체씩 선발하여 더 이상 분리가 일어나지 않는 계통들을 경산에 계통 재배하여 일반 작물학적 특성과 HPLC를 이용하여 isoflavone 종류별 함량을 분석하였다.

기존의 2집단의 76계통으로부터 선발된 152개체의 종자를 80℃에서 48시간 건조시켜 분쇄한 후 80mesh로 sieving하였으며 다시 24시간 건조시켰다. 건조 시료 1.0g을 vial에 넣은 후 1N 염산 10ml를 첨가하고 105℃에서 180분 동안 반응시킨 후 방냉하였다. 여기에 15ml 메탄올을 첨가한 후 잘 흔들어 준 후 여과시켰다. 여과액 1ml에 메탄올 1ml를 첨가하고 0.45 μ l membrane filter(지용성)를 이용하여 여과시킨 후 HPLC를 이용하여 분석하였다. HPLC 분석 조건은 아래와 같았다.

표 17. 콩 종실의 isoflavone 분석을 위한 HPLC 조건

Condition	
Column	TOSOH, ODS-120T (4.6mmID × 15.0cmL)
Detector	YOUNG-IN, M720 Absorbance Detector
Wavelength	260 nm
Temperature	25℃
Mobile phase	60 : 40 (deionized water : MeOH)
Flow rate	2.0 ml/min

대비품종 푸른콩은 daidzein 667, glycitein 139, genistein 647 μ g/g이었으며, 진품콩2호의 경우 daidzein 632, glycitein 177, genistein 567 μ g/g으로 나타났다. 대비품종인 푸른콩과 진품콩2호의 총 Isoflavone 함량은 각각 1,453 및 1,376 μ g/g이었다. 선발된 1반복 집단 개체의 daidzein 함량은 175-1,366, glycitein 19-191, genestein은 175-1,548 μ g/g의 범위였으며, 2반복 집단은 daidzein 303-1,560, glycitein 18-152, genestein 은 85-1,853 μ g/g의 범위를 나타내었다. 총 Isoflavone 함량의 범위는 1반복 집단은 496-2,938, 2반복 집단은 460-3,274 μ g/g이었다. 특히 775 계통(2,938 μ g/g)과 875 계통(3,274 μ g/g)의 총 Isoflavone 함량이 매우 높았으며, 719 계통(496 μ g/g)과 819 계통(460 μ g/g)이 특히 낮았다. 875, 874, 775, 774, 732 계통 등이 총 isoflavone 함량 2,500 μ g/g 이상인 계통으로 유망시되었다.

표 18. RIL 집단 계통들의 isoflavone 함량

품종 및 계통번호	ug/20ul			ug/g			합계 (ug/g)
	Daidzein	glycitein	genistein	Daidzein	glycitein	genistein	
푸른콩	0.2668	0.0557	0.2588	666.9	139.2	647.1	1,453.2
진품콩2호	0.2529	0.0709	0.2267	632.2	177.3	566.7	1,376.2
701	0.1390	0.0272	0.2066	347.5	67.9	516.5	931.9
702	0.1043	0.0274	0.1333	260.7	68.6	333.3	662.6
703	0.0699	0.0115	0.1430	174.7	28.7	357.5	560.9
704	0.2236	0.0311	0.2486	559.0	77.8	621.6	1,258.4
705	0.1800	0.0201	0.2135	450.0	50.3	533.7	1,034
706	0.2241	0.0211	0.2020	560.3	52.7	505.0	1,118
707	0.3323	0.0344	0.2318	830.8	86.0	579.6	1,496.4
708	0.3648	0.0099	0.3821	911.9	24.6	955.3	1,891.8
709	0.1385	0.0259	0.1050	346.3	64.8	262.5	673.6
710	0.2473	0.0184	0.2186	618.3	46.0	546.5	1,210.8
711	0.2184	0.0185	0.2628	546.1	46.3	657.1	1,249.5
712	0.1917	0.0246	0.1078	479.3	61.5	269.5	810.3
713	0.2977	0.0105	0.2617	744.1	26.3	654.2	1,424.6
714	0.1088	0.0076	0.1605	272.1	19.0	401.2	692.3
715	0.1467	0.0081	0.1721	366.8	20.2	430.2	817.2
716	0.3784	0.0076	0.4553	945.9	19.1	1138.1	2,103.1
717	0.4362	0.0350	0.4698	1090.4	87.5	1174.6	2,352.5
718	0.2410	0.0260	0.3672	602.5	64.9	918.0	1,585.4
719	0.1203	0.0080	0.0699	300.8	20.1	174.7	495.6
720	0.0870	0.0438	0.1564	217.6	109.6	391.1	718.3
721	0.1111	0.0134	0.1994	277.7	33.5	498.5	809.7
722	0.3332	0.0291	0.3641	833.1	72.8	910.2	1,816.1
723	0.2683	0.0162	0.3224	670.8	40.5	806.0	1,517.3
724	0.3543	0.0345	0.3413	885.8	86.3	853.3	1,825.4
725	0.1952	0.0132	0.3712	488.0	33.0	927.9	1,448.9
726	0.0757	0.0198	0.1172	189.4	49.4	293.0	531.8
727	0.3127	0.0396	0.2034	781.7	98.9	508.6	1,389.2
728	0.1325	0.0269	0.1861	331.2	67.3	465.2	863.7
729	0.3372	0.0090	0.1968	843.0	22.6	491.9	1,357.5
730	0.1101	0.0117	0.1336	275.2	29.3	334.1	638.6
731	0.3108	0.0388	0.2309	777.1	96.9	577.2	1,451.2
732	0.5038	0.0554	0.4779	1259.5	138.4	1194.7	2,592.6
733	0.3582	0.0426	0.3627	895.6	106.5	906.7	1,908.8
734	0.1836	0.0101	0.1976	459.1	25.2	494.0	978.3
735	0.1442	0.0228	0.1232	360.4	56.9	308.0	725.3
736	0.1547	0.0334	0.1669	386.7	83.6	417.3	887.6
737	0.3098	0.0415	0.3742	774.6	103.7	935.5	1,813.8

(계속)

738	0.2041	0.0369	0.2206	510.4	92.1	551.6	1,154.1
739	0.2167	0.0236	0.2122	541.8	59.0	530.5	1,131.3
740	0.2712	0.0394	0.2686	678.0	98.4	671.6	1,448
741	0.2118	0.0261	0.1562	529.6	65.3	390.4	985.3
742	0.1895	0.0218	0.2097	473.8	54.5	524.3	1,052.6
743	0.2922	0.0325	0.2919	730.4	81.2	729.9	1,541.5
744	0.2601	0.0325	0.2917	650.2	81.2	729.3	1,460.7
745	0.2765	0.0371	0.3349	691.2	92.8	837.3	1,621.3
746	0.1351	0.0764	0.1251	337.8	190.9	312.8	841.5
747	0.2125	0.0392	0.2084	531.3	98.0	520.9	1,150.2
748	0.1977	0.0336	0.1188	494.1	84.0	297.0	875.1
749	0.2367	0.0452	0.1671	591.8	112.9	417.8	1,122.5
750	0.1493	0.0306	0.1164	373.3	76.5	290.9	740.7
751	0.1595	0.0166	0.2378	398.8	41.4	594.5	1,034.7
752	0.2015	0.0308	0.1981	503.8	77.0	495.2	1,076
753	0.3395	0.0451	0.2749	848.7	112.7	687.2	1,648.6
754	0.4765	0.0495	0.3605	1191.3	123.7	901.4	2,216.4
755	0.3916	0.0128	0.3601	979.1	32.0	900.4	1,911.5
756	0.2808	0.0176	0.1585	702.1	44.1	396.3	1,142.5
757	0.2227	0.0429	0.2329	556.7	107.3	582.3	1,246.3
758	0.2276	0.0257	0.2563	569.0	64.1	640.8	1,273.9
759	0.3926	0.0433	0.2743	981.6	108.2	685.8	1,775.6
760	0.2975	0.0279	0.2394	743.8	69.7	598.4	1,411.9
761	0.5226	0.0167	0.3081	1306.5	41.7	770.4	2,118.6
762	0.2203	0.0149	0.1772	550.7	37.3	443.0	1,031
763	0.2279	0.0303	0.1698	569.8	75.7	424.5	1,070
764	0.2665	0.0345	0.1996	666.2	86.2	499.1	1,251.5
765	0.2368	0.0533	0.1579	592.1	133.2	394.8	1,120.1
766	0.3680	0.0376	0.2061	919.9	94.0	515.3	1,529.2
767	0.3235	0.0597	0.2835	808.7	149.3	708.7	1,666.7
768	0.4895	0.0573	0.3292	1223.8	143.1	823.1	2,190
769	0.2122	0.0293	0.1972	530.6	73.1	493.0	1,096.7
770	0.2430	0.0236	0.1685	607.4	59.0	421.2	1,087.6
771	0.1332	0.0393	0.1267	332.9	98.2	316.9	748
772	0.1932	0.0329	0.1959	483.0	82.2	489.8	1,055
773	0.3291	0.0182	0.3219	822.8	45.6	804.8	1,673.2
774	0.5177	0.0162	0.4674	1294.3	40.5	1168.4	2,503.2
775	0.5462	0.0097	0.6194	1365.6	24.3	1548.4	2,938.3
776	0.4307	0.0229	0.3425	1076.7	57.2	856.3	1,990.2

(계속)

801	0.2128	0.0227	0.1674	532.0	56.8	418.4	1,007.2
802	0.4261	0.0299	0.3497	1065.2	74.7	874.3	2,014.2
803	0.4069	0.0268	0.2617	1017.2	67.0	654.2	1,738.4
804	0.3785	0.0330	0.1807	946.3	82.6	451.7	1,480.6
805	0.3656	0.0260	0.0925	913.9	65.1	231.1	1,210.1
806	0.4031	0.0376	0.1170	1007.6	94.1	292.6	1,394.3
807	0.5300	0.0420	0.1349	1325.1	104.9	337.3	1,767.3
808	0.3406	0.0109	0.0392	851.5	27.3	98.1	976.9
809	0.2818	0.0323	0.1353	704.5	80.8	338.3	1,123.6
810	0.5651	0.0610	0.2948	1412.7	152.4	736.9	2,302
811	0.3912	0.0136	0.2894	978.1	33.9	723.6	1,735.6
812	0.3889	0.0164	0.1970	972.2	41.0	492.6	1,505.8
813	0.4705	0.0309	0.1726	1176.3	77.2	431.5	1,685
814	0.1213	0.0357	0.0549	303.3	89.2	137.3	529.8
815	0.2843	0.0261	0.0736	710.9	65.2	184.0	960.1
816	0.4421	0.0155	0.1608	1105.3	38.8	402.1	1,546.2
817	0.3962	0.0345	0.2651	990.5	86.3	662.7	1,739.5
818	0.1841	0.0289	0.1145	460.3	72.3	286.3	818.9
819	0.1251	0.0248	0.0340	312.7	62.0	85.0	459.7
820	0.5085	0.0312	0.2309	1271.2	78.1	577.2	1,926.5
821	0.3004	0.0197	0.1690	751.1	49.1	422.5	1,222.7
822	0.3046	0.0148	0.0904	761.5	36.9	226.1	1,024.5
823	0.3091	0.0327	0.0654	772.8	81.7	163.5	1,018
824	0.3393	0.0259	0.1408	848.4	64.7	352.1	1,265.2
825	0.3270	0.0149	0.1645	817.5	37.3	411.2	1,266
826	0.2485	0.0170	0.2948	621.2	42.6	737.1	1,400.9
827	0.2889	0.0174	0.1935	722.2	43.4	483.6	1,249.2
828	0.2768	0.0257	0.1471	692.1	64.3	367.7	1,124.1
829	0.4290	0.0159	0.0806	1072.4	39.7	201.4	1,313.5
830	0.2027	0.0216	0.0632	506.7	54.0	158.1	718.8
831	0.4189	0.0352	0.1038	1047.1	87.9	259.6	1,394.6
832	0.4421	0.0368	0.1927	1105.1	92.0	481.6	1,678.7
833	0.3954	0.0254	0.3285	988.6	63.5	821.3	1,873.4
834	0.1748	0.0363	0.0819	436.9	90.7	204.8	732.4
835	0.2074	0.0243	0.0955	518.6	60.8	238.9	818.3
836	0.3191	0.0172	0.2960	797.8	43.0	740.0	1,580.8
837	0.5810	0.0071	0.3445	1452.6	17.7	861.3	2,331.6
838	0.3192	0.0171	0.1160	798.1	42.8	289.9	1,130.8

(계속)

839	0.2388	0.0183	0.1130	597.0	45.8	282.6	925.4
840	0.2858	0.0197	0.1135	714.6	49.3	283.8	1,047.7
841	0.2145	0.0086	0.1192	536.3	21.5	297.9	855.7
842	0.2899	0.0073	0.1012	724.6	18.3	253.0	995.9
843	0.3942	0.0103	0.1564	985.4	25.9	391.0	1,402.3
844	0.2790	0.0107	0.0600	697.6	26.8	149.9	874.3
845	0.2456	0.0133	0.1972	614.1	33.2	493.0	1,140.3
846	0.2602	0.0239	0.0740	650.5	59.6	185.0	895.1
847	0.2884	0.0099	0.1411	721.1	24.8	352.8	1,098.7
848	0.2480	0.0181	0.0904	620.1	45.1	226.0	891.2
849	0.2710	0.0072	0.0845	677.5	17.9	211.1	906.5
850	0.1502	0.0198	0.1025	375.6	49.6	256.3	681.5
851	0.1751	0.0099	0.1763	437.8	24.7	440.8	903.3
852	0.4506	0.0170	0.2370	1126.6	42.4	592.5	1,761.5
853	0.4085	0.0227	0.2315	1021.2	56.7	578.6	1,656.5
854	0.5080	0.0207	0.2905	1270.0	51.9	726.2	2,048.1
855	0.3861	0.0113	0.2128	965.3	28.3	532.1	1,525.7
856	0.1761	0.0147	0.0964	440.3	36.8	240.9	718
857	0.2035	0.0226	0.1874	508.7	56.5	468.4	1,033.6
858	0.3883	0.0114	0.2493	970.8	28.5	623.2	1,622.5
859	0.3662	0.0124	0.1383	915.5	30.9	345.9	1,292.3
860	0.3306	0.0099	0.2090	826.5	24.8	522.4	1,373.7
861	0.5119	0.0154	0.2259	1279.8	38.6	564.7	1,883.1
862	0.2484	0.0210	0.1504	621.1	52.6	376.0	1,049.7
863	0.5803	0.0407	0.3385	1450.7	101.7	846.3	2,398.7
864	0.2928	0.0269	0.1900	731.9	67.3	474.9	1,274.1
865	0.1933	0.0216	0.1381	483.3	53.9	345.2	882.4
866	0.1857	0.0222	0.1484	464.4	55.6	370.9	890.9
867	0.1891	0.0307	0.1417	472.8	76.8	354.2	903.8
868	0.3311	0.0225	0.2067	827.8	56.3	516.6	1,400.7
869	0.2750	0.0159	0.2138	687.4	39.7	534.4	1,261.5
870	0.3409	0.0381	0.2235	852.4	95.2	558.7	1,506.3
871	0.2204	0.0513	0.0873	551.1	128.3	218.3	897.7
872	0.3153	0.0312	0.3124	788.1	78.0	780.9	1,647
873	0.4450	0.0175	0.3562	1112.4	43.8	890.4	2,046.6
874	0.6242	0.0161	0.6339	1560.4	40.3	1584.7	3,185.4
875	0.5584	0.0098	0.7414	1396.0	24.5	1853.5	3,274
876	0.4492	0.0183	0.4272	1123.0	45.6	1068.0	2,236.6

2) <푸른콩 x 진품콩2호> 잡종 후기세대 특성

SSD 방법으로 육성 중인 (푸른콩 x 진품콩2호)의 F3 156립과 F4 세대 178립을 공시하였다. 파종기는 5월 30일이었으며, 개체별 조사와 관리를 위하여 60 x 15cm 간격으로 1주 1개체씩 파종하였다.

F3 세대는 156립을 파종하여 128개체를 양성하였으며(출아율 85.1%) 이 중 122개체를 5년차에 계통화 하였으며, F4세대는 176립을 파종하여 143개체를 양성하였으며(출아율 80.3%). 이 중 129개체를 5년차에 계통화 하였다.

3. 제3세부과제 : 콩 잡종집단의 중요 isoflavone 함량과 생리활성 관련연구

가. 항산화활성 검정

1) 제 1차년도(1998년)

품종간 추출수율에 있어서 수원과 서울에서 생산된 품종 중에는 태광콩이, 경산에서 생산된 품종 중에서는 한남콩이 높은 추출수율을 보였다. SOD활성에서는 서울 생산 품종 중에서는 진품콩2호가 59.2%로서 가장 활성이 높았으나 수원과 경산에서 생산된 콩에서는 품종간 차이가 인정되지 않았으며 명주나물콩(44.0%), 다원콩(64.5%)이 각각 가장 높은 활성을 보였다. DPPH법에 의한 활성검정에서는 수원 생산콩에서는 수원 157호(33.2%), 서울 재배콩에서는 수원157호(33.0%)와 한남콩(34.0%), 경산 생산 시료에서는 수원 157호(33.2%)에서 가장 높은 활성을 보였다. TBA법에서는 수원 생산 시료에서는 황금콩(66.8%), 서울 생산 시료에서는 SS2-2(64.5%)와 푸른콩(64.1%), 경산 생산 시료에서는 단백콩(33.2%)에서 가장 높은 활성을 보였다. 재배지별 품종의 Chemiluminescence activity에 있어서는 수원, 서울, 경산 생산 시료에서 공히 다원콩이 45.32%, 44.555, 47.04%로서 가장 높은 활성을 보였다.

표 3-1. 재배지별 공시품종의 추출 수율

품 종	재 배 지		
	수원	서울	경산
태광콩	0.62	0.68	0.53
명주나물콩	0.51	0.50	0.43
단백콩	0.44	0.29	0.33
다원콩	0.48	0.46	0.44
무한콩	0.49	0.43	0.39
장엽콩	0.51	0.42	0.49
황금콩	0.50	0.54	0.50
화엽꽃콩	0.52	0.41	0.45
푸른콩	0.45	0.45	0.45
한남콩	0.47	0.32	0.54
검정콩 1호	0.49	0.45	0.50
진품콩 2호	0.54	0.46	0.38
수원 157호	0.46	0.53	0.40
신팔달콩 2호	0.41	0.19	0.39
SS2-2	0.42	0.39	0.40
LSD(0.05)	0.08	0.01	0.15

표 3-2. 재배지별 콩 품종의 SOD activity(%)

품 종	재 배 지		
	수원	서울	경산
태광콩	30.18	41.62	63.44
명주나물콩	44.05	47.48	63.72
단백콩	36.50	45.59	63.86
다원콩	39.00	39.42	64.50
무한콩	35.72	43.79	60.73
장엽콩	26.56	20.55	59.23
황금콩	32.35	48.13	53.70
화엄꽃콩	33.92	41.55	57.42
푸른콩	33.65	49.60	58.91
한남콩	34.62	48.42	54.70
검정콩 1호	33.10	53.97	61.86
진품콩 2호	32.69	59.21	62.87
수원 157호	32.24	49.90	60.66
신팔달콩 2호	38.93	49.86	58.01
SS2-2	34.23	52.90	61.87
LSD(0.05)	37.35	38.29	35.66

표 3-3. 재배지별 콩 품종의 DPPH activity(%)

품 종	재 배 지		
	수원	서울	경산
태광콩	18.25	30.46	21.21
명주나물콩	19.90	22.35	26.60
단백콩	19.80	30.59	23.59
다원콩	21.88	28.64	47.62
무한콩	14.45	26.59	29.12
장엽콩	19.02	14.53	24.30
황금콩	14.08	19.29	22.42
화엄꽃콩	10.08	23.09	23.05
푸른콩	16.55	28.48	21.42
한남콩	11.47	34.06	24.95
검정콩 1호	17.16	30.47	33.23
진품콩 2호	17.25	19.24	26.69
수원 157호	33.26	33.03	61.93
신팔달콩 2호	11.22	21.30	11.86
SS2-2	13.22	21.94	13.31
LSD(0.05)	8.77	5.94	10.98

표 3-4. 재배지별 품종의 TBA activity(%)

품 종	재배지		
	수원	서울	경산
태광콩	24.00	39.35	22.21
명주나물콩	47.70	48.07	34.47
단백콩	24.69	47.92	65.94
다원콩	59.30	49.41	22.25
무한콩	43.33	57.54	45.97
장엽콩	35.33	21.77	17.48
황금콩	66.88	30.16	44.35
화엄꽃콩	33.12	29.30	20.94
푸른콩	34.56	64.13	31.29
한남콩	45.51	59.06	56.46
검정콩 1호	17.29	54.95	51.39
진품콩 2호	23.01	52.18	56.29
수원 157호	17.87	53.26	46.15
신팔달콩 2호	32.38	55.45	21.03
SS2-2	23.59	64.51	6.71
LSD(0.05)	20.37	20.35	13.03

표 3-5. 재배지별 품종의 Chemiluminescence activity(%)

Varieties	재배지역		
	서울지역	수원지역	경산지역
태광콩	44.39	43.34	43.75
명주나물콩	44.03	43.89	43.83
단백콩	43.66	43.65	43.03
다원콩	45.32	44.55	47.04
무한콩	43.83	44.41	43.50
장엽콩	44.45	42.78	43.83
황금콩	44.06	42.68	44.42
화엄꽃콩	43.73	43.41	43.76
푸른콩	43.27	41.27	43.68
한남콩	43.68	41.79	42.29
검정콩 1호	44.86	44.23	45.38
진품2호	43.13	41.71	43.77
수원 157호	45.10	42.20	45.96
팔달 2호	43.40	44.18	43.61
SS II	43.80	43.66	43.20
CV(%)	1.61	3.32	2.94
LSD(0.05)	1.01	2.04	1.85

2) 제 2차년도(1999년)

품종간 추출 수율에 있어서 서울에서 생산된 품종 중 태광콩이 67.1 %로, 수원과 경산에서 생산된 품종 중 진품2호가 각각 66.2%와 75.4%로 높은 추출 수율을 보였다. SOD활성은 서울 생산 품종에서 다원콩 (36.4%)이, 수원 생산 품종에서 명주나물콩 (38.7%)이, 경산 생산 품종에서 수원157호 (35.7%)가 각각 가장 높은 활성을 보였으나, 품종간 유의성은 인정되지 않았다. DPPH법에 의한 활성검정에서는 서울, 수원, 경산 지역 모두에서 다원콩이 각각 33.0%, 53.2%, 40.6%로 가장 높은 활성을 보였다.

TBA법에서는 서울 생산 품종에서는 화엄꽃콩 (49.3%)이, 수원 생산 품종에서는 무한콩 (44.5%), 경산 생산 품종에서는 황금콩 (34.2%)이 가장 높은 활성을 보였다.

표 3-6. 재배지별 공시품종의 추출 수율

품 종	재 배 지		
	수원	서울	경산
태광콩	64.7	67.1	75.1
명주나물콩	56.3	61.4	75.1
단백콩	57.1	60.4	60.8
다원콩	60.6	61.8	64.8
무한콩	55.2	60.3	65.3
장엽콩	61.6	65.0	64.1
황금콩	46.1	64.7	75.1
화엄꽃콩	59.2	60.0	62.2
푸른콩	54.4	51.5	62.3
한남콩	57.1	62.7	72.1
검정콩 1호	58.0	65.1	70.9
진품콩 2호	66.2	64.4	75.4
수원 157호	57.4	58.4	69.9
신팔달콩 2호	49.9	54.7	64.8
SS2-2	32.7	55.9	65.0
CV(%)	10.3	7.7	7.2
LSD(0.05)	0.1	0.1	0.1

표 3-7. 재배지별 콩 품종의 SOD activity(%)

품 종	재 배 지		
	수원	서울	경산
태광콩	34.2	21.8	9.8
명주나물콩	38.7	23.1	15.8
단백콩	31.1	30.0	20.6
다원콩	37.0	36.4	17.8
무한콩	37.0	22.8	20.2
장엽콩	34.3	24.8	21.9
황금콩	31.1	30.6	14.3
화엄꽃콩	28.7	31.4	15.0
푸른콩	38.4	31.6	18.4
한남콩	23.2	22.6	20.4
검정콩 1호	26.5	23.7	22.2
진품콩 2호	23.9	26.8	25.7
수원 157호	15.9	21.6	35.7
신팔달콩 2호	27.5	23.3	30.8
SS2-2	22.8	15.7	35.2
CV(%)	30.4	45.0	53.0
LSD(0.05)	7.4	9.3	9.2

표 3-8. 재배지별 콩 품종의 DPPH activity(%)

품 종	재 배 지		
	수원	서울	경산
태광콩	10.8	12.2	8.6
명주나물콩	13.2	15.2	9.0
단백콩	15.5	12.8	12.2
다원콩	33.0	53.2	40.6
무한콩	11.0	12.7	8.0
장엽콩	11.6	8.0	8.5
황금콩	12.7	16.6	9.0
화엄꽃콩	13.0	7.6	6.1
푸른콩	13.1	16.8	8.7
한남콩	16.4	11.1	4.1
검정콩 1호	19.9	35.3	31.7
진품콩 2호	11.4	8.8	10.7
수원 157호	23.2	36.4	9.6
신팔달콩 2호	10.9	10.8	5.8
SS2-2	16.3	10.5	6.1
CV(%)	20.9	26.6	42.8
LSD(0.05)	2.6	3.8	4.1

표 3-9. 재배지별 품종의 TBA activity(%)

품 종	재배지		
	수원	서울	경산
태광콩	37.3	31.0	26.7
명주나물콩	30.5	30.0	19.2
단백콩	34.2	34.4	27.5
다원콩	25.3	30.0	32.6
무한콩	44.5	24.5	28.2
장엽콩	37.7	31.7	21.0
황금콩	38.8	28.5	34.2
화엄꽃콩	34.8	49.3	29.6
푸른콩	29.3	18.5	25.1
한남콩	20.9	17.9	23.6
검정콩 1호	16.8	15.9	29.9
진품콩 2호	9.2	26.4	18.7
수원 157호	16.6	30.7	25.6
신팔달콩 2호	12.5	20.0	21.7
SS2-2	25.6	31.8	18.3
CV(%)	33.9	44.1	41.6
LSD(0.05)	7.5	10.0	8.5

3) 제 3차년도(2000년)

품종간 추출수율에 있어서 수원과 경산에서 생산된 품종 중에는 장엽콩이, 서울에서 생산된 품종 중에서는 태광콩이 높은 추출수율을 보였다. SOD활성에서는 서울지역 생산품종 중에서는 명주나물콩과 진품콩2호가 각각 51.60과 51.10%로서 가장 활성이 높았고, 수원에서는 명주나물콩(45.47%)과 단백콩(45.27%)이 높은 활성을 보였으며, 경산에서 생산된 재료에서는 신팔달콩2호와 SS2의 품종에서 54.03%와 52.73%로 높은 활성을 나타냈다. POD활성검정에서는 서울, 수원, 경산지역 모두 다원콩, 한남콩, 신팔달콩2호, SS2가 96% 이상의 높은 활성을 나타냈다. DPPH법에 의한 활성검정에서는 수원지역 생산시료에서는 다원콩(53.80%)의 억제율이 가장 높았고, 서울지역 생산시료에서는 수원 157호(44.87%)와 다원콩(40.67%), 경산지역 생산시료에서는 다원콩(50.30%)에서 가장 높은 억제율을 보였다. TBA법에서는 수원과 서울 생산시료에서는 다원콩이 62.20%와 43.27%로 가장 높은 억제율을 나타냈으며, 경산 생산시료에서는 수원157호(36.83%)에서 가장 높은 억제율을 보였다.

표 3-10. 2000년도 재배지별 공시품종의 추출 수율(g)

품 종	재 배 지		
	수원	서울	경산
태광콩	0.23	0.24	0.23
명주나물콩	0.21	0.21	0.22
단백콩	0.19	0.22	0.19
다원콩	0.23	0.22	0.22
무한콩	0.20	0.20	0.23
장엽콩	0.24	0.21	0.24
황금콩	0.21	0.22	0.21
화엄꽃콩	0.19	0.18	0.23
푸른콩	0.20	0.22	0.20
한남콩	0.21	0.21	0.22
검정콩 1호	0.22	0.21	0.23
진품콩 2호	0.23	0.23	0.23
수원 157호	0.22	0.21	0.21
신팔달콩 2호	0.20	0.19	0.20
SS-2	0.19	0.21	0.21

표 3-11. 2000년도 재배지별 품종의 SOD activity(%)

품 종	재 배 지		
	수원	서울	경산
태광콩	38.63	39.20	46.10
명주나물콩	45.47	51.60	43.13
단백콩	45.27	30.30	50.03
다원콩	34.03	42.00	50.47
무한콩	36.03	47.07	41.13
장엽콩	45.10	45.80	50.60
황금콩	30.20	44.70	39.53
화엄꽃콩	32.60	26.83	45.33
푸른콩	38.07	45.07	43.87
한남콩	42.83	34.50	39.60
검정콩 1호	42.30	34.87	44.43
진품콩 2호	44.23	51.10	38.73
수원 157호	30.03	36.63	31.33
신팔달콩 2호	40.63	42.73	54.03
SS2-2	32.93	26.23	52.73
LSD(0.05)	11.77	11.25	11.16

표 3-12. 2000년도 재배지별 품종의 POD activity(%)

품 종	재 배 지		
	수원	서울	경산
태광콩	87.17	80.40	82.37
명주나물콩	93.80	84.03	84.70
단백콩	87.23	61.90	78.57
다원콩	99.07	97.87	98.33
무한콩	78.53	65.53	58.40
장엽콩	86.30	72.23	69.77
황금콩	68.07	78.90	69.03
화엄꽃콩	55.37	42.13	53.43
푸른콩	83.33	81.03	73.47
한남콩	97.42	98.00	98.10
검정콩 1호	67.83	70.33	60.40
진품콩 2호	90.43	92.53	86.57
수원 157호	36.83	56.07	36.23
신팔달콩 2호	98.70	98.27	96.57
SS2-2	98.40	97.03	97.90
LSD(0.05)	18.29	19.59	17.42

표 3-13. 2000년도 재배지별 품종의 DPPH Inhibition(%)

품 종	재 배 지		
	수원	서울	경산
태광콩	12.73	12.00	14.50
명주나물콩	13.23	15.40	14.33
단백콩	16.40	16.80	17.50
다원콩	53.80	40.67	50.30
무한콩	13.13	12.47	12.10
장엽콩	15.93	15.83	12.93
황금콩	14.17	14.53	14.77
화엄꽃콩	10.93	11.53	12.67
푸른콩	13.13	14.10	14.27
한남콩	11.83	12.37	13.47
검정콩 1호	32.43	23.50	30.33
진품콩 2호	13.23	11.13	12.63
수원 157호	41.47	44.87	43.70
신팔달콩 2호	7.60	9.63	11.30
SS2-2	10.30	13.20	10.87
LSD(0.05)	3.25	9.38	4.73

표 3-14. 2000년도 재배지별 품종의 TBA Inhibition(%)

품 종	재배지		
	수원	서울	경산
태광콩	56.80	31.20	18.47
명주나물콩	60.07	34.23	10.93
단백콩	53.80	34.13	22.63
다원콩	62.20	43.27	25.70
무한콩	58.67	34.63	12.63
장엽콩	57.87	34.73	14.87
황금콩	57.07	19.77	5.47
화엄꽃콩	24.67	32.80	9.70
푸른콩	23.20	23.40	3.60
한남콩	27.13	23.97	4.70
검정콩 1호	25.53	25.00	27.77
진품콩 2호	56.33	37.97	19.17
수원 157호	61.93	40.23	36.83
신팔달콩 2호	20.27	13.03	16.27
SS2-2	21.73	41.47	1.30
LSD(0.05)	19.89	10.93	9.24

4) 제 4차년도(2001년)

푸른콩과 진품콩2호 교배조합계통의 1반복에서 DPPH를 이용한 자유라디칼 소거능은 64번 계통이 91.2%로 가장 높은 자유라디칼소거활성을 가졌고, 58번 계통이 30.5%, 2번 계통이 30.2%, 9번 계통이 29.4%의 순서로 높은 활성을 나타냈다. TBA법을 이용한 지질과산화억제능 측정에서는 64번 계통이 68.1%, 58번이 56.9%, 85번이 55.3%, 9번이 45.3%로 높은 지질과산화억제능을 보였다. 푸른콩과 진품콩2호 교배조합계통의 2반복에서 DPPH활성은 모두 10% 미만의 낮은 활성을 보였으며, TBA를 이용한 지질과산화억제능에서는 54번이 55.5%로 가장 높은 억제율을 나타냈고, 88번이 49.0%, 1번이 48.6% 순으로 높은 억제율을 보였다.

표 3-15. 푸른콩과 진품콩2호의 교배조합계통에서 DPPH와 TBA법에 의한 항산화 활성 비교 (1반복)

line	DPPH -----Inhibition (%)-----	TBA	line	DPPH -----Inhibition (%)-----	TBA
1	12.1	37.2	47	7.3	25.5
2	30.2	40.9	48	6.8	13.3
5	5.6	19.7	51	6.8	39.4
6	15.6	40.4	52	5.4	21.1
7	9.2	35.4	53	8.0	18.6
9	29.4	45.3	54	5.6	31.4
15	14.9	43.4	56	6.9	34.6
16	9.2	35.6	57	5.2	15.7
17	7.4	37.1	58	30.5	56.9
18	7.8	34.3	60	5.2	33.4
20	6.9	24.8	62	7.9	30.7
22	6.8	31.8	63	8.3	36.8
24	6.8	40.5	64	91.2	68.1
25	6.8	33.4	76	5.7	39.5
27	4.8	36.0	77	7.1	32.6
28	7.3	21.9	78	8.5	41.1
29	5.2	24.8	79	5.8	37.7
30	6.5	27.8	80	5.9	29.9
31	7.9	26.4	81	5.4	27.4
32	10.0	34.7	82	7.4	44.9
34	8.4	26.7	83	8.1	41.4
35	5.8	27.5	85	7.1	55.3
37	8.0	19.6	86	6.0	30.6
38	7.1	29.9	87	4.9	23.4
39	6.3	19.1	88	5.5	25.4
40	7.5	15.7	89	7.2	23.4
43	6.1	28.5	90	5.1	26.2
44	7.1	35.3	91	6.7	30.1
45	5.8	41.6	92	5.5	44.0
46	8.7	25.3			
LSD (0.05)				2.0	17.1

표 3-16. 푸른콩과 진품콩2호의 교배조합계통에서 DPPH와 TBA법에 의한 항산화 활성 비교 (2반복)

line	DPPH	TBA	line	DPPH	TBA
-----Inhibition (%)-----			-----Inhibition (%)-----		
1	9.8	48.6	52	4.5	20.4
2	7.4	47.4	53	6.7	24.8
5	6.8	23.4	54	7.9	55.5
6	8.3	44.9	56	7.8	45.3
7	6.0	46.2	57	6.1	47.3
9	6.0	41.0	58	5.0	48.2
15	6.1	41.9	59	7.8	27.6
16	2.8	32.5	60	6.0	30.0
17	5.5	27.2	62	7.4	27.4
18	6.5	31.0	63	7.5	17.3
20	7.1	17.8	64	6.9	26.5
22	6.6	7.8	67	6.2	25.9
24	7.3	17.7	69	4.4	23.9
25	6.6	17.8	70	6.4	22.5
27	7.1	13.2	71	6.3	24.3
28	5.5	32.5	72	5.5	42.8
29	5.9	14.8	73	5.6	35.1
30	6.4	20.8	74	5.6	32.8
31	8.3	25.5	76	4.0	30.3
32	7.6	32.0	77	6.0	43.1
33	6.0	26.4	78	5.4	45.3
34	6.5	36.7	80	5.7	36.9
35	6.1	20.7	81	4.0	33.9
38	5.7	26.7	82	5.5	32.7
39	4.4	34.1	83	7.5	36.7
40	7.6	33.6	84	6.5	29.0
43	5.8	26.5	85	5.2	31.4
44	5.2	30.1	86	5.9	35.3
45	5.8	19.1	87	4.3	48.0
46	6.4	25.0	88	5.4	49.0
47	6.6	26.8	89	5.0	46.0
48	6.0	40.6	90	0.8	48.0
50	6.9	34.1	91	1.1	44.1
51	7.0	10.7	92	2.8	48.0
LSD (0.05)				2.0	14.8

5) 제 5차년도(2002년)

푸른콩과 진품콩2호의 1반복 교배계통에서 DPPH를 이용한 자유라디칼 소거능은 740번 계통의 16.7%를 제외하고 모두 10% 미만의 낮은 활성을 보였다. TBA법에 의한 말론디알데히드 생성억제는 733번 계통에서 38.3%, 732번 계통이 30.3%로 가장 높은 억제능을 나타냈다. 2반복에서 DPPH를 이용한 자유라디칼 소거능은 828번 계통에서 12.6%로 가장 높은 활성을 보였으며 나머지는 매우 낮은 활성을 나타냈다. TBA법에 의한 지질과산화억제능은 861, 868, 869, 870, 871, 876번 계통에서 각각 44.0%, 44.7%, 46.5%, 43.0%, 42.9%, 41.0%로 높은 활성을 보였다.

표 3-17. 푸른콩과 진품콩2호 교배계통의 DPPH와 TBA법에 의한 항산화 활성 비교 (1반복)

line	DPPH -----Inhibition (%)-----	TBA	line	DPPH -----Inhibition (%)-----	TBA
701	4.4	12.6	739	2.7	15.4
702	5.2	15.6	740	16.7	18.3
703	3.4	25.1	741	3.7	18.0
704	5.1	9.8	742	2.7	14.8
705	4.6	16.7	743	3.3	15.1
706	4.2	17.3	745	3.8	11.2
707	4.2	22.0	746	4.5	17.3
708	3.5	17.5	747	3.0	9.0
709	3.9	9.2	748	3.5	12.0
710	2.9	23.3	749	1.8	12.6
711	3.8	24.9	750	3.4	12.6
712	3.2	20.0	751	4.0	11.6
713	1.3	22.0	752	2.8	23.4
714	3.4	12.5	753	5.3	13.2
715	2.0	24.6	754	6.1	14.6
716	3.3	23.5	755	5.6	18.7
717	4.3	16.6	756	3.1	7.0
718	3.2	23.7	757	3.7	14.8
719	3.0	18.2	759	2.9	18.9
720	3.3	21.0	760	1.8	4.0
721	3.0	17.3	761	3.2	14.9
722	2.9	25.3	762	3.9	10.6
723	3.6	16.1	763	4.9	0.6
724	5.2	22.9	764	5.9	12.9
725	5.6	13.3	765	5.0	13.1
726	3.4	22.0	766	4.0	4.7
728	5.2	27.7	767	2.3	15.7
729	2.7	21.5	768	3.3	12.4
730	3.2	26.3	769	3.5	1.5
731	2.6	27.2	770	1.7	11.3
732	3.4	30.0	771	3.9	11.0
733	4.7	38.3	772	2.8	9.1
734	4.2	25.8	773	2.4	5.6
735	4.1	29.8	774	3.0	17.7
736	3.5	26.9	775	1.9	5.5
737	3.5	22.5	776	4.0	10.6
738	3.4	19.2			
LSD (0.05)				4.0	15.3

표 3-18. 푸른콩과 진품콩2호의 교배계통의 DPPH와 TBA법에 의한 항산화 활성 비교 (2
반복)

line	DPPH	TBA	line	DPPH	TBA
-----Inhibition (%)-----			-----Inhibition (%)-----		
801	5.8	17.9	838	5.0	20.3
802	3.8	16.9	839	5.9	11.0
803	3.6	15.7	840	7.0	8.1
804	2.3	20.8	841	5.4	12.5
805	2.9	21.0	842	5.8	14.0
806	3.6	26.9	843	5.1	13.9
807	2.7	10.1	844	5.6	17.0
808	3.4	11.4	845	5.9	14.1
809	4.0	16.0	846	8.5	13.9
810	2.6	16.6	847	3.4	12.4
811	6.3	27.7	848	6.2	22.3
812	7.4	32.8	849	3.9	12.7
813	2.8	14.7	850	5.7	19.2
814	1.7	20.3	851	7.2	17.3
815	3.3	23.7	852	5.2	10.6
816	2.8	20.8	853	7.7	7.2
817	3.5	17.7	854	6.8	12.1
818	4.6	10.2	856	5.7	9.3
819	3.7	22.8	857	3.1	14.1
820	2.2	20.2	858	4.3	21.6
821	4.1	14.3	859	3.2	29.4
822	4.0	23.4	860	4.6	36.8
823	3.5	5.1	861	5.5	44.0
824	3.1	7.5	864	8.0	29.8
825	3.8	5.7	865	7.1	23.6
826	3.8	17.2	866	6.1	15.9
827	2.2	6.4	867	4.8	25.1
828	12.6	14.7	868	6.5	44.7
829	2.0	4.6	869	5.8	46.5
830	4.0	15.0	870	6.9	43.0
831	2.9	5.5	871	6.4	42.9
832	4.5	11.4	872	5.1	29.9
833	2.3	9.8	873	5.3	34.6
834	2.7	9.9	874	6.9	29.8
835	6.1	12.3	875	8.0	35.8
836	5.6	7.8	876	6.7	41.0
837	5.4	26.1			
LSD (0.05)				3.3	21.1

나. Isoflavones 함량검정

1) 제 1차년도(1998년)

Isoflavones 함량에 있어서는 수원 생산 시료에서는 푸른콩(12.85mg/g), 서울 생산 시료에서도 푸른콩(14.26mg/g), 경산 생산 시료에서는 진품 2호(19.71mg/g)에서 높은 함량 보였으며 Daidzin을 비롯한 4종류의 개개의 Isoflavones 함량에 있어서는 항산화활성에 크게 관여하고 있는 Daidzin과 Genistein이 전체 Isoflavones 함량증대에 관여하고 있어 고항산화물질 함유 콩 품종육성이 가능 할 것으로 생각된다.

표 3-19. 수원지역(서울대) 품종의 Isoflavones 함량

Varieties	Isoflavons(mg/g)					Total
	Daidzin	Genistein	Daidzein	Glycitein	Genistin	
태광콩	2.33	5.69	0.75	0.21	0.69	9.68
명주나물콩	3.60	5.61	0.69	0.23	0.77	10.90
단백콩	3.09	3.49	0.93	0.62	0.70	8.84
다원콩	1.73	4.75	0.62	0.64	0.73	8.47
무한콩	2.77	5.46	1.04	0.31	0.72	10.30
장엽콩	3.84	3.10	0.82	0.27	1.62	10.54
황금콩	3.53	4.80	0.76	0.34	1.13	10.56
화엄꽃콩	4.06	3.80	0.91	0.42	1.02	10.21
푸른콩	4.87	6.30	0.76	0.29	0.63	12.85
한남콩	4.21	6.39	1.01	0.28	0.87	12.75
김정콩 1호	3.24	4.83	0.40	0.85	0.42	9.75
진품2호	4.21	6.47	0.70	0.29	0.51	12.18
수원 157호	3.87	4.39	0.41	0.40	0.48	9.54
신팔달2호	4.85	5.00	0.79	0.46	0.74	11.84
SS 2-2	3.49	3.74	0.80	0.30	0.88	9.22
CV(%)	19.28	17.95	18.16	14.17	15.37	10.08
LSD(0.05)	1.15	1.49	0.23	0.29	0.20	1.77

표 3-20. 서울지역(건국대) 품종의 Isoflavones 함량

Varieties	Isoflavons(mg/g)					Total
	Daidzin	Genistein	Daidzein	Glycitein	Genistin	
태광콩	4.20	7.16	0.77	0.40	0.77	13.30
명주나물콩	4.76	5.59	1.16	0.48	0.91	12.91
단백콩	4.75	4.79	0.69	0.64	0.70	11.57
다원콩	3.85	5.06	0.60	0.41	0.62	10.54
무한콩	4.27	5.36	0.63	0.48	0.63	11.37
장엽콩	4.65	4.11	0.72	0.68	0.88	11.04
황금콩	3.30	4.91	0.89	0.55	1.18	10.84
화엄꽃콩	5.13	3.86	0.66	0.73	0.83	11.21
푸른콩	5.55	6.63	0.80	0.67	0.62	14.26
한남콩	4.64	6.92	0.64	0.42	0.48	13.10
검정콩 1호	3.66	5.21	0.59	0.88	0.53	13.86
진품 2호	4.43	6.54	0.69	0.47	0.64	12.76
수원 157호	3.55	4.55	0.33	0.34	0.55	9.32
신팔달2호	4.87	6.38	0.53	0.34	0.54	12.65
SS 2-2	5.28	6.17	0.52	0.47	0.45	12.89
CV(%)	13.05	11.17	14.22	24.70	18.21	5.60
LSD(0.05)	0.97	1.03	0.16	0.30	0.21	1.13

표 3-21. 경산지역(영남대) 품종의 Isoflavones 함량

Varieties	Isoflavons(mg/g)					Total
	Daidzin	Genistein	Daidzein	Glycitein	Genistin	
태광콩	6.30	11.97	0.58	0.27	0.53	19.66
명주나물콩	5.04	7.51	0.51	0.35	0.50	13.91
단백콩	4.00	10.30	0.52	0.71	0.53	16.06
다원콩	4.96	6.55	0.37	0.37	0.41	12.66
무한콩	5.47	9.98	0.60	0.24	0.48	16.77
장엽콩	5.38	6.19	0.50	0.88	0.81	13.77
황금콩	5.30	4.20	0.67	0.37	0.63	11.16
화엄꽃콩	6.88	6.47	0.83	0.35	0.65	15.18
푸른콩	6.27	7.66	0.77	0.34	0.49	15.52
한남콩	5.12	6.57	0.50	0.27	0.56	13.01
검정콩 1호	4.62	6.65	0.62	0.27	0.53	12.70
진품 2호	6.42	11.80	0.61	0.32	0.57	19.71
수원 157호	4.34	7.54	0.39	0.22	0.33	12.81
팔달 2호	3.92	5.08	0.46	0.25	0.54	10.25
SS II	4.47	7.94	0.09	0.55	0.57	13.63
CV(%)	20.81	33.22	27.76	17.39	17.24	13.07
LSD(0.05)	1.82	4.30	0.25	7.11	0.16	8.30

2) 제 2차년도(1999년)

조사된 종실중의 isoflavone 가운데 비교적 미량으로 함유되어 있는 glycitein을 제외한 나머지 4종의 isoflavone 함량은 지역간, 연차간, 품종간 유의적인 차이가 인정되었으며, 지역과 연차, 지역과 품종, 품종 및 연차의 상호작용효과 있었다. 생리활성이 높은 isoflavone 으로 알려진 daidzein과 genistein의 경우, 세지역의 경우 1998년보다 1999년에 그 함량이 높았으며, 수원과 서울에서 재배시에 종실중 함량이 상대적으로 높았다. 세지역 및 2개년을 종합한 결과, 진품콩2호, 명주나물콩, 장엽콩의 총 isoflavone 함량이 높았으며, 다원콩, 황금콩, 화엄꽃콩 등은 상대적으로 그 함량이 낮았다. 신팔달2호는 종실중 daidzin 함량이 비교적 높았으며 지역간 연차간 변이가 다른 품종에 비하여 낮은 경향을 보였으며, genistin 함량은 진품콩2호가 다른 공시품종 보다도 높았다. Daidzein은 장엽콩의 종실에, genistein은 SS2-2의 종실에 각각 그 함량이 높았으나, 지역간 연차간 변이가 비교적 높은 것으로 나타났다. 신팔달 2호는 종실중 daidzin 함량이 비교적 높았으며 지역간 연차간 변이가 다른 품종에 비하여 낮은 경향을 보였으며, genistin 함량은 진품콩 2호가 다른 공시 품종 보다도 높았다. Daidzein은 장엽콩의 종실에, genistein은 SS2-2의 종실에 각각 그 함량이 높았으나, 지역간 연차간 변이가 비교적 높은 것으로 나타났다.

표 3-22. 경산지역(영남대) 품종의 Isoflavone 함량

Varieties	year	Isoflavones(mg/g)				
		daidzein	daidzin	genestein	glycitein	genistin
태광콩	98	0.58	6.30	0.53	0.27	11.97
	99	0.74	2.32	0.68	0.17	5.56
명주나물	98	0.51	5.04	0.50	0.35	7.51
	99	0.68	2.32	0.78	0.37	5.49
단백콩	98	0.52	4.00	0.53	0.71	10.30
	99	0.95	3.11	0.71	0.65	3.41
다원콩	98	0.37	4.96	0.41	0.37	6.55
	99	0.63	1.80	0.73	0.69	4.84
무한콩	98	0.60	5.47	0.48	0.24	9.98
	99	1.03	2.92	0.74	0.30	5.42
장엽콩	98	0.50	5.38	0.81	9.88	6.19
	99	0.82	3.86	1.67	0.28	3.91
황금콩	98	0.67	5.30	0.63	0.37	4.20
	99	0.76	3.56	1.12	0.26	4.52
화엄꽃콩	98	0.83	6.88	0.65	0.35	6.47
	99	0.92	3.74	1.02	0.42	3.73
푸른콩	98	0.77	6.27	0.49	0.34	7.66
	99	0.79	5.04	0.65	0.18	6.14
한남콩	98	0.50	5.12	0.56	0.27	6.57
	99	1.01	4.23	0.87	0.28	6.45
검정콩1호	98	0.62	4.62	0.53	0.27	6.65
	99	0.42	4.18	0.40	1.01	5.28
진품2호	98	0.61	6.42	0.57	0.32	11.80
	99	0.55	4.28	0.51	0.32	6.43
수원157호	98	0.39	4.34	0.33	0.22	7.54
	99	0.41	3.39	0.48	0.35	4.30
신팔달2호	98	0.46	3.92	0.54	0.25	5.08
	99	0.81	4.92	0.70	0.32	5.04
SS 2-2	98	0.09	4.47	0.57	0.55	7.94
	99	0.79	3.58	0.87	0.35	3.80

표 3-23. 서울지역(건국대) 품종의 Isoflavone 함량

Varieties	year	Isoflavones(mg/g)				
		daidzein	daidzin	genestein	glycitein	genistin
태광콩	98	0.77	4.20	0.77	0.40	7.16
	99	1.53	4.08	2.30	0.20	8.21
명주나물	98	1.16	4.76	0.91	0.48	5.59
	99	1.06	4.84	0.93	0.24	10.21
단백콩	98	0.69	4.75	0.70	0.64	4.79
	99	1.37	3.93	1.27	0.22	8.43
다원콩	98	0.60	3.85	0.62	0.41	5.06
	99	1.31	3.44	0.98	0.21	8.87
무한콩	98	0.63	4.27	0.63	0.48	5.36
	99	1.34	4.03	0.75	0.23	8.27
장엽콩	98	0.72	4.65	0.88	0.68	4.11
	99	1.76	4.30	0.77	0.26	7.65
황금콩	98	0.89	3.30	1.18	0.56	4.91
	99	1.71	3.53	0.95	0.25	6.70
화엄꽃콩	98	0.66	5.13	0.83	0.73	3.86
	99	1.40	3.50	1.40	0.15	6.71
푸른콩	98	0.80	5.53	0.62	0.67	6.63
	99	1.70	4.51	0.86	0.23	7.26
한남콩	98	0.64	4.64	0.48	0.42	6.92
	99	2.98	3.90	0.99	0.21	7.09
검정콩1호	98	0.59	3.66	0.53	3.88	5.21
	99	1.56	4.43	1.48	0.21	8.15
진품2호	98	0.69	4.43	0.64	0.47	6.54
	99	1.41	4.36	1.24	0.21	7.25
수원157호	98	0.33	3.55	0.55	0.34	4.55
	99	1.91	2.80	1.74	0.28	6.86
신팔달2호	98	0.53	4.87	0.54	0.34	6.38
	99	1.22	4.89	1.29	0.25	7.58
SS 2-2	98	0.52	5.28	0.45	0.47	6.17
	99	1.33	3.88	1.58	0.27	6.43

표 3-24. 수원지역(서울대) 품종의 Isoflavone 함량

Varieties	year	Isoflavones(mg/g)				
		genestein	glycitein	genistin	daidzein	daidzin
태광콩	98	0.75	2.33	0.69	0.21	5.69
	99	0.84	4.16	1.24	0.23	6.79
명주나물	98	0.69	3.60	0.77	0.23	5.61
	99	0.75	5.16	1.12	0.27	9.52
단백콩	98	0.93	3.10	0.70	0.62	3.49
	99	0.85	3.59	1.59	0.24	6.97
다원콩	98	0.62	1.73	0.73	0.64	4.75
	99	0.70	3.40	1.02	0.18	9.02
무한콩	98	1.04	2.77	0.72	0.31	5.46
	99	1.94	4.05	2.38	0.26	8.98
장엽콩	98	0.82	3.84	1.62	0.27	4.00
	99	2.99	3.20	0.57	0.28	6.21
황금콩	98	0.76	3.53	1.13	0.34	4.80
	99	2.49	3.05	1.00	0.28	6.53
화엄꽃콩	98	0.91	4.06	1.02	0.42	3.80
	99	2.91	2.60	1.63	0.22	4.79
푸른콩	98	0.76	4.87	0.63	0.29	6.30
	99	0.38	3.52	0.16	0.24	4.88
한남콩	98	○1.01	4.21	0.87	0.28	6.39
	99	0.38	4.14	0.10	0.24	5.02
김정콩1호	98	0.40	3.24	0.42	0.85	4.83
	99	0.88	4.30	1.73	0.24	6.61
진품2호	98	0.70	4.21	0.51	0.29	6.47
	99	0.84	4.46	1.47	0.26	7.62
수원157호	98	0.41	3.87	0.48	0.40	4.39
	99	1.41	4.09	1.13	0.27	8.02
신팔달2호	98	0.79	4.85	0.74	0.46	5.00
	99	1.11	4.84	2.65	0.26	8.36
SS 2-2	98	0.80	3.49	0.88	0.30	3.74
	99	1.51	4.06	2.88	0.30	6.72

표 3-25. 콩 종실 isoflavone 함량의 분산분석표

Source	df	Mean square of Isoflavones									
		Daidzin		Genistin		Daidzein		Glycitein		Genistein	
Rep	3	6.48	***	21.85	ns	3.06	***	2.12	ns	1.85	***
Year (Y)	1	21.19	***	25.90	**	17.25	***	12.06	*	11.79	***
Variety (V)	14	4.41	***	14.09	***	0.94	***	3.13	ns	0.78	***
Location (L)	2	7.93	***	13.44	**	8.31	***	3.02	ns	5.43	***
Y X V	14	1.74	***	6.55	**	0.54	**	3.78	ns	0.71	***
Y X L	2	26.53	***	208.41	***	2.89	***	1.44	ns	0.84	***
V X L	28	1.44	***	3.58	ns	0.77	***	2.78	ns	0.70	***
Y X V X L	28	1.80	***	5.60	***	0.63	***	4.19	*	0.64	***
Error	222	0.51		2.37		0.23		2.45		0.12	

*, **, *** Significant at the 0.5%, 0.1% and 0.01% levels of probability, respectively.

표 3-26. 콩종실 isoflavone 함량의 평균과 변이계수

Isoflavones	Years	Locations					
		Seoul		Suwon		kyungsan	
		Mean (mg/g)	C.V. (%)	Mean (mg/g)	C.V. (%)	Mean (mg/g)	C.V. (%)
Daidzin	1998	4.46	14.65	3.58	24.10	5.23	17.35
	1999	4.03	13.93	3.91	17.50	3.55	26.46
Genistin	1998	5.55	18.65	4.98	19.80	7.76	29.57
	1999	7.71	13.00	7.07	21.37	4.95	20.03
Daidzein	1998	0.68	27.30	0.76	24.33	0.53	33.11
	1999	1.57	28.71	1.33	65.13	0.75	25.27
Glycitein	1998	0.73	120.00	0.39	45.70	0.99	250.16
	1999	0.23	13.60	0.25	11.22	0.40	56.61
Genistein	1998	0.69	28.62	0.80	37.26	0.54	19.97
	1999	1.23	34.24	1.38	59.16	0.79	38.80

표 3-27. 콩 품종간 isoflavone 함량

Isoflavone	태광콩	명주나물콩	단백콩	다원콩	무한콩	장엽콩	황금콩
Daidzin	3.84 de*	4.27 bcd	3.72 e	3.15 f	3.88 de	4.14 cde	3.66 e
Genistin	7.46 ab	7.47 ab	6.24 cde	6.66 abcd	7.29 abc	5.43 ef	5.37 ef
Daidzein	0.89 bc	0.81 bc	0.91 bc	0.73 c	1.14 ab	1.35 a	1.27 a
Glycitein	0.24 b	0.32 b	0.49 b	0.41 b	0.30 b	1.70 a	0.33 b
Genistein	1.09 abc	0.85 cdef	0.95 cdef	0.77 efg	1.00 bcde	1.04 bcd	1.00 bcde
Total	13.53 abc	13.72 ab	12.31 cde	11.73 de	13.61 abc	13.67 abc	11.64 e

(계속)

Isoflavone	화엽꽃콩	푸른콩	한남콩	검정콩1호	진품콩2호	수원157	신팔달2호	SS2-2
Daidzin	4.16 cde*	4.87 a	4.33 bcd	4.10 de	4.64 abc	3.64 e	4.74 ab	4.09 de
Genistin	4.92 f	6.42 bcde	6.37 cde	6.20 cde	7.60 a	6.01 de	6.34 cde	5.78 de
Daidzein	1.34 a	0.88 bc	1.14 ab	0.77 c	0.82 bc	0.87 bc	0.85 bc	0.89 bc
Glycitein	0.36 b	0.31 b	0.28 b	0.99 ab	0.30 b	0.31 b	0.31 b	0.36 b
Genistein	1.03 ab	0.57 g	0.65 fg	0.90 bcde	0.86 cdef	0.83 def	1.14 ab	1.29 a
Total	11.92 de	13.05 abcd	12.77 bcde	12.97 abcde	14.23 a	11.65 de	13.38 abc	12.41 bcde

*means with a row followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's MRT.

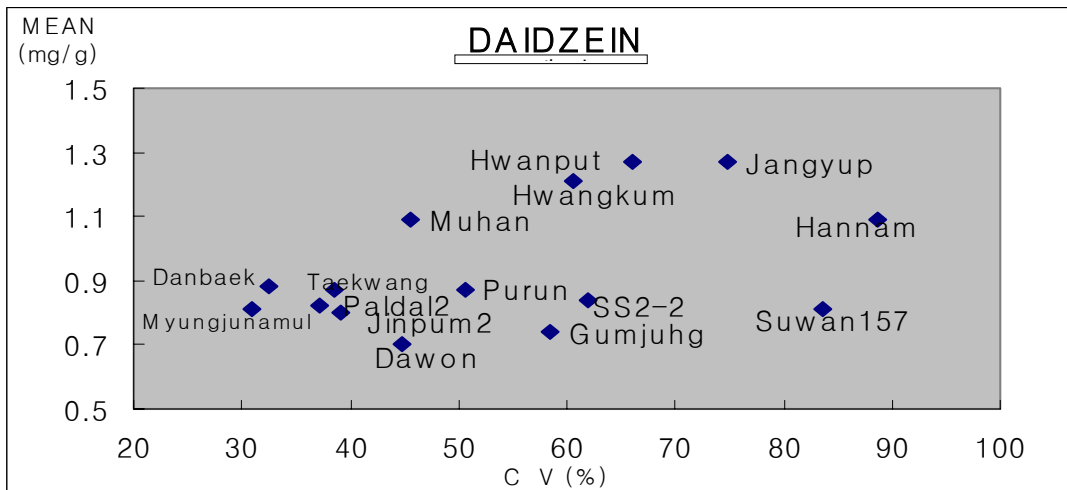


그림 3-1. 변이계수에 대한 품종간 Daidzein 평균함량

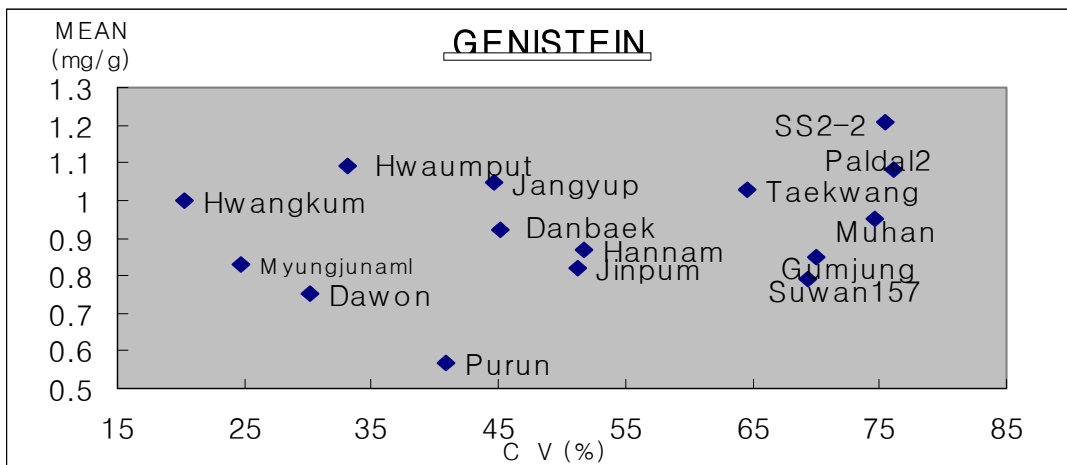


그림 3-2. 변이계수에 대한 품종간 Genistein 평균함량

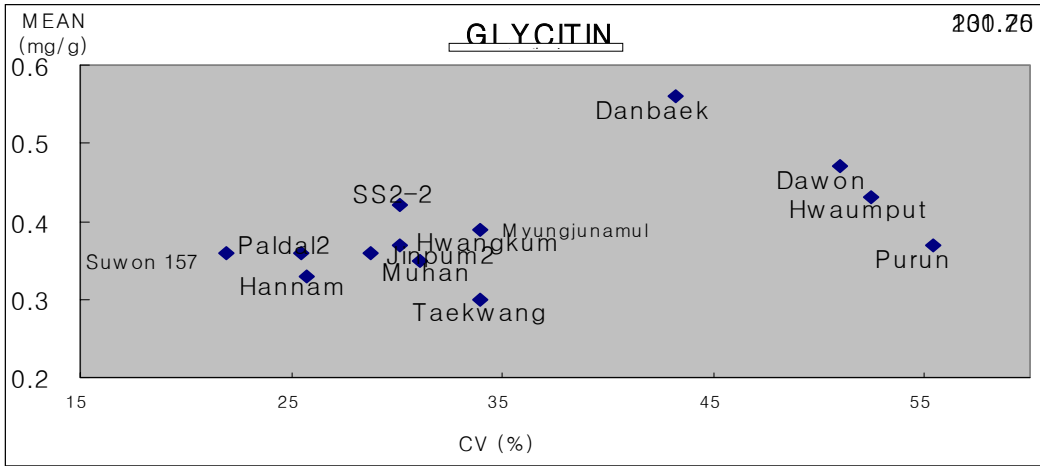


그림 3-3. 변이계수에 대한 품종간 Glycitin 평균함량

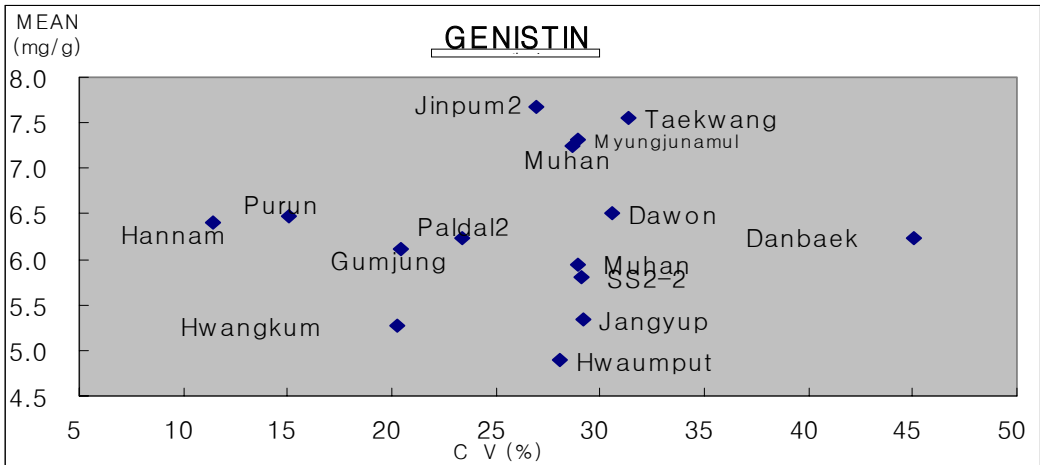


그림 3-4. 변이계수에 대한 품종간 Genistin 평균함량

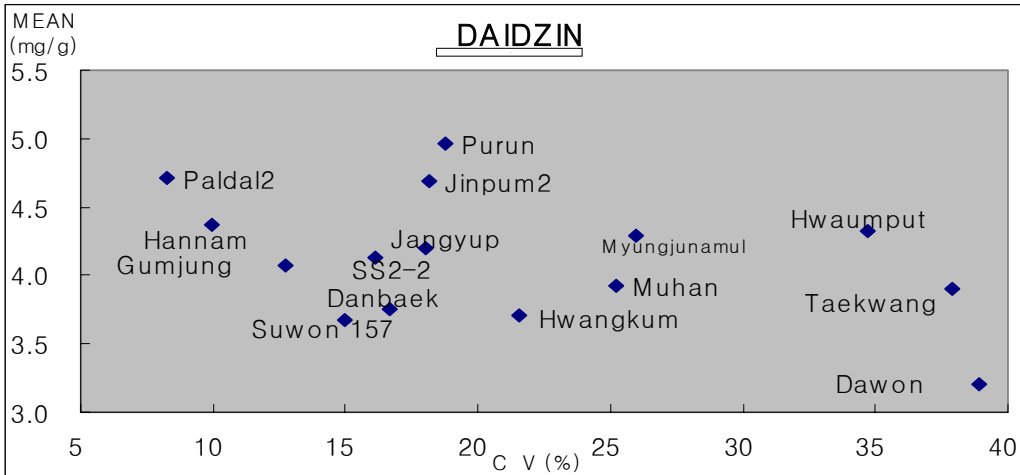


그림 3-5. 변이계수에 대한 품종간 Daidzin 평균함량

3) 제 3차년도(2000년)

세 개의 다른 지역과 다른 연도에서 재배·수확한 콩 15품종의 평균 isoflavone 함량은 서울, 수원, 경산지역 모두 비슷한 경향을 나타냈다. 주요 isoflavone 그룹은 malonyl그룹이었으며, aglycone그룹은 낮은 함량을 나타낸다. 3지역 모두 1999년도에 높은 함량을 보였으며 특히, 서울지역이 6111.8 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높았다(표 6). 다른 지역과 다른 연도에서 수확된 15품종 각각에 대한 isoflavone 함량에서는 서울지역에서 1999년에 수확된 장엽콩(9489.1 $\mu\text{g/g}$)이 가장 높았으며, 경산지역에서 1998년에 수확된 명주나물콩(1883.5 $\mu\text{g/g}$)에서 가장 낮은 함량을 보인다(표 7). 15품종에 대한 총 isoflavone 함량에서는 장엽콩(5595.0 $\mu\text{g/g}$)과 태광콩(5403.9 $\mu\text{g/g}$)이 높은 함량을 나타낸다(표 8). 1998년도에 수확한 콩 15품종의 isoflavone 함량에서는 황금콩이 5232.5 $\mu\text{g/g}$ 로 가장 높은 함량을 나타내고, 반면에 명주나물콩이 2264.2 $\mu\text{g/g}$ 로 가장 낮은 함량을 보인다. 이것은 총isoflavone의 주요 구성성분인 malonyl그룹에서 차이가 많이 나기 때문인 것으로 보인다(표 9). 1999년도에 수확한 콩 15품종에서는 장엽콩(7784.0 $\mu\text{g/g}$)이 가장 높은 함량을 보이며, 가장 낮은 함량을 가진 다원콩(3506.9 $\mu\text{g/g}$)과 약 2배 이상의 차이를 나타낸다(표 10). 2000년도에는 푸른콩(4695.3 $\mu\text{g/g}$)에서 가장 높은 총 isoflavone 함량을 보이고 화엄꽃콩(3231.4 $\mu\text{g/g}$)에서 가장 낮은 함량을 나타냈지만 다른 해보다 그 차이가 심하지 않는 것을 볼 수 있다 (표 11). 서울지역에서 재배·수확한 15품종 중에서 총 isoflavone 함량은 장엽콩이 6655.9 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높은 함량을 나타냈으며, 이것은 malonyldaidzin (2028.9 $\mu\text{g/g}$)과 malonylgenistin (2024.9 $\mu\text{g/g}$)의 함량이 다른 품종보다 높기 때문인 것으로 생각된다(표 12). 수원지역에서 재배·수확된 품종 중에서는 검정콩1호가 5515.7 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높은 함량을 나타냈

고, 신팔달2호는 3129.8 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮은 함량을 나타냈다(표 13). 경산지역에서 수확된 15품종 중에서는 수원지역과 마찬가지로 김정콩1호(5282.4 $\mu\text{g/g}$)의 총 isoflavone 함량이 가장 높았다(표 14). 각 연도별로 총 isoflavone 함량을 보면 1999년이 5532.8 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높았고, 그다음은 2000년도와 1998년도가 4252.3 $\mu\text{g/g}$ 과 3850.1 $\mu\text{g/g}$ 의 순으로 나타났다(표 15). 세 개의 지역별 총 isoflavone의 함량에서는 서울지역이 4910.2 $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높은 함량을 나타내었으며, 경산지역(4388.1 $\mu\text{g/g}$)에서 가장 낮은 함량을 보였다(표 16).

표 3-28. 세 개의 다른 지역과 연도에 따른 콩 15품종의 isoflavone 평균함량 ($\mu\text{g/g}$)

Isoflavone	서울				LSD (%)	수원				LSD (%)	경산			
	1998	1999	2000			1998	1999	2000			1998	1999	2000	
Glycoside														
Daidzin	532.6	504.4	371.4	82.3	425.3	539.6	280.6	70.2	432.3	553.1	252.6	69.4		
Glycitin	52.8	330.2	131.4	65.5	43.4	123.0	118.2	22.1	44.5	103.1	126.2	18.1		
Genistin	579.3	990.1	468.7	119.0	601.9	958.7	339.5	105.0	458.5	809.8	333.8	55.7		
Malonyl														
Daidzin	1528.4	1901.0	1396.3	220.2	1298.0	1617.3	1520.0	199.3	1137.4	1653.3	1524.7	150.7		
Glycitin	131.6	532.8	178.1	122.0	127.5	259.7	228.1	41.5	129.6	275.7	234.2	47.4		
Genistin	1442.4	1712.5	1442.3	163.7	1283.8	1635.4	1805.0	168.4	1164.3	1788.4	1729.6	181.4		
Aglycone														
Daidzein	21.9	127.9	75.9	54.6	21.0	72.8	30.9	13.5	21.5	65.0	28.2	12.5		
Glycitein	13.0	8.3	42.6	17.9	12.5	15.7	16.0	9.7	14.7	9.3	2.5	2.3		
Genistein	11.0	4.6	49.9	10.8	10.6	3.6	19.6	2.6	11.1	3.5	13.9	2.3		
Total	4312.8	6111.8	4156.6	521.7	3823.7	5225.6	4358.0	457.2	3413.7	5261.2	4245.7	383.3		

표 3-29. 세 개의 다른 지역과 다른 해에 수확한 15품종의 총 isoflavone 함량 ($\mu\text{g/g}$)

품종	서울			수원			경산		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000	1998	1999	2000
태광콩	4325.1	6318.0	4562.7	5863.6	5976.2	4533.0	4545.9	6136.1	4284.9
명주나물콩	2770.5	6450.3	4478.7	2205.4	2939.5	4591.4	1883.5	4410.0	4454.5
단백콩	4070.1	3306.0	4408.8	3419.4	7244.6	4490.0	2935.6	4475.8	4204.6
다원콩	5468.0	3206.0	3853.1	3139.0	4125.6	4170.0	2574.5	3189.0	3909.6
무한콩	5168.2	7629.5	4408.7	3584.1	4288.5	4406.7	2507.5	4959.3	4210.0
장엽콩	5702.3	9489.1	4537.7	3751.6	6697.1	4462.7	3133.0	7165.9	4365.3
황금콩	5811.7	3691.3	4160.7	5190.2	5895.6	4173.2	4695.5	5523.3	4155.9
화엄꽃콩	6855.7	5877.7	2930.9	4272.8	7114.5	3256.2	3216.7	6422.8	3507.2
푸른콩	3138.5	4258.7	4557.3	4220.9	5413.4	4830.3	5129.0	4590.7	4698.2
한남콩	3622.1	4301.0	4359.3	3231.2	6925.0	4636.2	2515.9	5203.1	4513.0
검정콩 1호	4822.7	7093.6	4177.2	4704.1	7232.5	4407.6	3387.4	8111.0	3875.0
진품2호	3813.9	7268.1	4372.3	3890.1	3100.4	4598.5	4013.1	4157.7	4731.0
수원 157호	3581.5	6779.2	3604.8	4515.4	6319.7	3812.1	5450.0	5945.5	3841.5
팔달2호	2408.8	7048.1	4077.1	2323.6	2187.5	4676.8	2249.9	3355.4	4555.5
SS II	3133.1	8959.7	3860.4	3044.4	2924.1	4321.2	2968.9	5274.9	4378.9
LSD (%)	170.3	358.6	405.5	186.3	183.5	195.9	178.1	379.5	304.7

표 3-30. 콩의 15품종에 대한 총 isoflavone 함량 ($\mu\text{g/g}$)

Isoflavone 품종	glycoside			malonyl			aglycone			total
	daidzi n	glyciti n	genisti n	daidzin	glycitin	genisti n	daidzei n	glycitei n	genistei n	
태광콩	466.7	93.3	653.0	1664.8	214.7	1981.3	95.4	14.3	12.0	5195.0
명주나물콩	348.2	75.7	556.2	1210.0	172.6	1518.2	34.4	6.4	13.9	3935.6
단백콩	495.8	110.1	493.2	1441.2	246.7	1520.3	34.6	6.2	9.3	4357.0
다원콩	321.5	56.4	654.9	1204.3	109.0	1321.1	42.2	17.7	11.2	3738.1
무한콩	319.5	98.6	585.3	1527.8	382.1	1676.2	33.0	10.8	14.8	4648.0
장엽콩	608.9	102.7	720.5	1806.3	463.0	1715.2	153.6	10.5	13.9	5595.0
황금콩	405.2	78.7	597.3	1736.4	150.7	1734.2	47.2	10.5	12.3	4772.5
화엄꽃콩	369.0	144.4	773.5	1551.2	235.2	1638.1	80.3	9.8	30.9	4832.5
푸른콩	479.0	147.7	591.0	1495.8	231.5	1564.0	34.4	15.4	12.7	4571.5
한남콩	439.0	106.6	550.9	1560.2	210.0	1534.3	55.0	9.1	15.4	4480.5
검정콩 1호	565.5	173.6	618.2	1798.9	266.8	1843.6	62.9	50.7	15.7	5403.9
진품2호	480.8	184.4	614.2	1468.9	206.8	1467.9	37.5	14.3	12.1	4486.8
수원 157호	441.9	149.6	655.0	1701.0	246.1	1646.9	38.6	11.5	13.5	4904.2
팔달2호	310.5	218.3	535.7	1252.3	195.0	1201.6	32.2	14.6	13.9	3774.2
SS II	392.5	146.4	728.8	1462.4	306.3	1330.0	34.9	16.5	16.0	4433.8
LSD (%)	86.7	53.9	120.4	234.2	98.7	205.6	40.1	14.7	8.9	540.0

표 3-31. 1998년도에 수확한 콩 15품종에 대한 각각의 isoflavone 함량 ($\mu\text{g/g}$)

Isoflavone 품종	glycoside			malonyl			aglycone			total
	daidzi	glyciti	genisti	daidzi	glyciti	genisti	daidzei	glycitei	genistei	
	n	n	n	n	n	n	n	n	n	
태광콩	490.3	50.0	764.9	1557.9	135.9	1859.9	19.1	20.0	12.9	4911.5
명주나물콩	266.4	32.4	383.7	711.6	125.2	742.4	8.5	11.0	5.1	2264.2
단백콩	429.6	38.5	463.3	1245.4	191.1	1071.4	19.1	7.9	8.6	3475.0
다원콩	459.7	37.6	676.0	1229.2	127.9	1137.7	27.5	18.0	13.6	3727.2
무한콩	444.6	28.1	547.4	1225.1	108.3	1361.2	15.0	14.0	9.4	3753.3
장엽콩	556.7	49.4	526.1	1780.0	189.2	1044.0	25.2	15.4	8.6	4194.5
황금콩	681.8	59.5	737.1	1936.6	194.1	1574.5	22.1	17.5	9.3	5232.5
화엄꽃콩	429.6	41.9	592.2	1671.0	166.5	1839.5	18.3	12.4	10.4	4781.7
푸른콩	502.6	36.9	358.6	1368.7	122.2	1727.8	23.0	7.5	15.5	4162.8
한남콩	367.6	34.2	626.0	861.4	115.7	1077.6	22.4	7.6	10.6	3123.1
검정콩 1호	625.9	49.5	456.1	1736.0	169.5	1207.3	34.0	9.6	16.9	4304.7
진품2호	464.9	17.1	673.2	1256.8	64.4	1383.2	20.5	15.4	10.3	3905.7
수원 157호	669.7	43.3	536.5	1573.0	107.3	1514.0	33.8	24.9	13.2	4515.7
팔달2호	231.8	163.0	352.9	732.3	50.4	765.8	14.6	9.2	7.6	2327.5
SS II	329.6	21.2	504.5	931.5	75.8	1146.5	18.6	10.0	11.1	3048.8
LSD (%)	128.3	13.2	136.9	343.8	33.9	329.8	3.3	3.6	1.9	696.9

표 3-32. 1999년도에 수확한 콩 15품종에 대한 각각의 isoflavone 함량 ($\mu\text{g/g}$)

isoflavone 품종	glycoside			malonyl			aglycone			total
	daidzi	glyciti	genisti	daidzi	glyciti	genisti	daidzei	glycitei	genistei	
	n	n	n	n	n	n	n	n	n	
태광콩	671.8	120.4	965.4	1644.7	243.3	2264.7	219.8	6.5	6.8	6143.5
명주나물콩	400.3	100.6	778.3	1261.8	256.1	1740.2	53.3	3.7	5.7	4599.9
단백콩	814.8	88.0	705.1	1532.6	170.7	1619.4	62.5	9.9	5.9	5008.8
다원콩	328.3	49.5	970.6	887.3	109.1	1081.6	68.3	7.9	4.3	3506.9
무한콩	249.1	159.2	773.7	1801.2	832.5	1754.5	39.5	12.5	3.5	5625.8
장엽콩	950.2	119.7	1134.5	2205.5	917.5	2068.5	371.7	12.8	3.5	7784.0
황금콩	383.9	93.5	716.8	2078.5	106.7	1559.0	87.9	7.8	2.7	5036.7
화엄꽃콩	431.2	228.0	1355.5	2110.9	341.7	1875.7	107.3	17.7	3.6	6471.7
푸른콩	551.8	183.8	1002.6	1289.5	244.7	1433.3	26.7	21.2	0.8	4754.2
한남콩	610.7	192.9	726.0	1755.0	306.1	1806.2	62.7	13.2	3.5	5476.4
검정콩 1호	841.0	342.9	1111.8	2108.8	364.1	2610.3	76.4	13.4	10.3	7479.1
진품2호	619.5	317.2	796.4	1394.5	228.8	1431.9	41.1	10.2	2.5	4842.1
수원 157호	428.9	326.4	948.0	2313.7	501.2	1771.4	47.5	8.2	1.8	6347.1
팔달2호	251.5	288.6	680.9	1425.3	226.9	1278.5	32.3	11.5	1.6	4197.0
SS II	452.5	170.5	1126.6	2048.5	491.3	1386.4	31.7	9.8	2.3	5719.6
LSD (%)	144.7	144.1	277.8	439.6	211.7	336.0	94.4	4.8	1.2	1101.3

표 3-33. 2000년도에 수확한 콩 15품종에 대한 각각의 isoflavone 함량 ($\mu\text{g/g}$)

Isoflavone 품종	glycoside			malonyl			aglycone			total
	daidzin	glycitin	genistin	daidzin	glycitin	genistin	daidzein	glycitein	genistein	
태광콩	243.9	98.1	256.6	1765.0	245.1	1788.9	28.3	17.9	16.6	4460.2
명주나물콩	357.5	83.1	463.5	1532.0	124.8	1878.1	34.9	5.5	28.9	4508.2
단백콩	226.4	185.9	303.8	1496.7	364.4	1757.9	18.4	1.2	13.1	4367.8
다원콩	211.0	77.3	323.2	1502.8	94.7	1698.1	27.3	27.1	16.2	3977.6
무한콩	296.1	90.8	425.4	1481.5	137.1	1834.0	40.1	6.7	30.1	4341.8
장엽콩	306.8	125.8	452.2	1426.8	213.9	1865.1	31.8	4.4	28.3	4455.1
황금콩	219.1	78.4	373.0	1244.1	162.1	2029.2	25.4	7.8	24.1	4163.3
화업꽃콩	261.5	137.6	327.4	901.7	180.1	1249.6	99.9	0.0	73.6	3231.4
푸른콩	388.5	194.8	353.5	1797.5	300.1	1572.1	50.7	15.6	22.5	4695.3
한남콩	321.0	74.6	319.5	1889.5	184.6	1604.9	71.8	6.0	30.9	4502.9
김정콩 1호	244.7	97.2	246.3	1536.2	242.6	1554.2	71.1	140.9	20.2	4153.3
진품2호	354.0	177.1	387.6	1702.3	291.5	1567.4	46.7	17.7	23.0	4567.3
수원 157호	284.1	52.5	450.9	1184.4	95.1	1622.3	33.3	4.9	25.4	3752.8
팔달2호	428.6	189.6	527.7	1469.4	271.6	1451.5	45.4	21.8	31.0	4436.5
SS II	379.7	216.2	499.3	1274.4	294.2	1411.3	50.3	28.1	33.4	4186.8
LSD (%)	43.4	26.2	61.9	153.3	47.1	150.8	20.7	32.2	20.9	194.9

표 3-34. 서울지역에서 재배한 콩 15품종에 대한 각각의 isoflavone 함량 ($\mu\text{g/g}$)

Isoflavone 품종	glycoside			malonyl			aglycone			total
	daidzi n	glyciti n	genistin	daidzin	glycitin	genistin	daidzei n	glycitei n	genistei n	
태광콩	515.1	99.5	724.3	1627.7	220.8	1801.9	103.4	27.4	16.1	5136.2
명주나물콩	479.1	88.2	767.1	1386.3	176.1	1769.8	36.0	9.1	18.1	4729.8
단백콩	461.1	104.8	399.4	1296.4	213.3	1395.8	26.9	6.3	11.4	3915.4
다원콩	460.7	59.9	567.3	1549.9	94.8	1241.2	48.7	19.1	16.6	4058.2
무한콩	339.9	74.6	733.7	1868.4	670.4	2011.5	49.2	16.6	22.8	5787.0
장엽콩	621.0	113.3	747.4	2028.9	715.6	2024.9	376.1	13.0	15.6	6655.9
황금콩	483.2	75.5	524.0	1520.3	161.3	1576.3	66.2	15.7	17.9	4440.3
화엄꽃콩	400.4	220.9	990.1	1482.4	187.3	1619.4	100.0	6.1	66.2	5072.9
푸른콩	410.1	173.8	400.4	1376.9	252.2	1373.7	38.5	20.0	16.1	4061.7
한남콩	409.6	128.8	507.4	1406.7	194.8	1395.3	63.0	7.8	23.6	4137.0
검정콩 1호	698.1	293.9	580.4	1974.3	270.3	1404.4	68.5	100.0	23.9	5413.8
진품2호	648.9	392.7	800.8	1599.0	272.4	1475.5	48.1	19.4	16.3	5273.0
수원 157호	327.1	315.2	749.1	1663.7	212.1	1391.9	57.2	14.2	22.4	4752.8
팔달2호	331.2	396.0	794.5	1510.1	241.3	1317.2	59.4	26.2	26.4	4702.5
SS II	370.0	196.4	1040.3	1947.1	533.1	1310.2	60.1	30.3	28.9	5516.3
LSD (%)	173.4	153.2	301.3	505.5	281.1	330.2	109.5	39.0	28.9	1294.4

표 3-35. 수원지역에서 재배한 콩 15품종에 대한 각각의 isoflavone 함량 ($\mu\text{g}/\text{g}$)

Isoflavone 품종	glycoside			malonyl			aglycone			total
	daidzi n	glyciti n	genisti n	daidzi n	glyciti n	genisti n	daidzei n	glycitei n	genistei n	
태광콩	455.3	84.3	627.9	1765.0	205.5	2173.5	90.6	7.8	10.9	5421.0
명주나물콩	296.4	62.9	384.9	1091.4	162.4	1270.5	34.4	6.2	12.8	3340.0
단백콩	535.8	110.4	640.5	1774.5	272.8	1804.0	47.5	7.0	7.2	5199.7
다원콩	221.7	49.1	889.0	1005.5	191.3	1445.3	43.6	17.7	9.6	3872.7
무한콩	388.3	131.0	517.9	1357.5	197.9	1503.4	24.6	8.0	10.8	4139.4
장엽콩	612.8	115.9	714.1	1741.1	288.0	1551.0	36.1	8.0	13.3	5080.0
황금콩	291.9	73.4	777.5	1784.7	139.9	1956.0	33.7	7.9	12.0	5076.9
화엄꽃콩	284.6	116.3	848.0	1755.9	286.5	1531.7	79.5	15.9	18.1	4936.4
푸른콩	494.6	169.5	843.1	1482.2	203.9	1627.2	27.1	18.2	10.4	4876.1
한남콩	508.8	83.0	660.6	1785.8	219.9	1749.0	65.6	9.0	11.7	5085.3
검정콩 1호	525.7	97.8	668.7	1787.0	239.6	2058.1	62.2	65.6	11.1	5515.7
진품2호	375.0	73.9	496.1	1288.1	161.7	1411.9	33.3	10.8	9.7	3861.0
수원 157호	563.9	80.2	589.2	1693.4	271.8	1663.0	30.0	14.5	10.1	4916.0
팔달2호	285.8	124.8	389.7	1041.0	161.6	1090.3	17.7	11.2	8.3	3129.8
SS II	362.8	120.4	496.2	1067.1	180.0	1184.0	25.3	15.3	13.9	3465.0
LSD (%)	158.2	53.0	307.6	387.4	98.1	337.4	32.1	18.8	8.3	942.2

표 3-36. 경상지역에서 재배한 콩 15품종에 대한 각각의 isoflavone 함량 ($\mu\text{g}/\text{g}$)

Isoflavone 품종	glycoside			malonyl			aglycone			total
	daidzi	glyciti	genisti	daidzi	glyciti	genisti	daidzei	glycitei	genistei	
	n	n	n	n	n	n	n	n	n	
태광콩	429.8	96.1	606.7	1601.6	217.7	1968.4	92.2	7.7	9.0	5029.2
명주나물콩	250.9	75.8	516.7	1152.4	179.4	1514.3	32.8	3.7	11.0	3737.1
단백콩	490.4	115.2	439.7	1252.7	254.0	1361.2	29.6	5.2	9.1	3957.2
다원콩	282.0	60.0	503.8	1057.6	40.9	1276.8	34.4	16.1	7.3	3283.4
무한콩	230.4	90.1	504.4	1357.6	278.1	1513.5	25.4	7.9	10.7	4018.2
장엽콩	593.0	79.0	699.9	1648.8	385.5	1569.9	48.4	10.3	12.8	5047.6
황금콩	440.6	87.3	490.5	1904.2	150.8	1670.3	41.8	7.8	7.0	4800.3
화엄꽃콩	422.2	95.9	482.2	1415.5	231.8	1763.3	61.5	7.4	8.5	4488.2
푸른콩	532.3	99.9	529.3	1628.3	238.2	1691.3	37.7	8.0	11.5	4776.6
한남콩	406.8	107.9	484.8	1488.1	215.4	1458.8	36.4	10.3	10.8	4219.3
검정콩 1호	472.6	128.9	605.6	1635.6	290.7	2068.4	58.0	10.6	12.0	5282.4
진품2호	418.4	86.6	545.6	1519.6	186.2	1516.3	31.2	12.8	10.2	4326.7
수원 157호	434.8	53.3	626.7	1746.0	254.6	1886.3	28.6	5.8	8.1	5044.2
팔달2호	314.5	134.1	423.0	1206.4	182.1	1197.1	19.5	6.4	7.1	3490.3
SS II	444.7	122.3	650.0	1372.9	205.9	1495.9	19.3	3.9	5.3	4320.2
LSD (%)	175.9	46.6	214.3	337.4	102.1	430.7	29.2	6.2	6.5	965.7

표 3-37. 각 수확연도에 따른 콩 15품종의 isoflavone 함량 ($\mu\text{g}/\text{g}$)

Isoflavone 연도	glycoside			malonyl			aglycone			total
	daidzi n	glyciti n	genistin	daidzin	glycitin	genistin	daidzei n	glycitein	genistein	
1998년	463.4	46.9	546.6	1321.1	129.6	1296.8	21.4	13.3	10.9	3850.1
1999년	532.4	185.4	919.5	1723.9	356.0	1712.1	88.6	11.1	3.9	5532.8
2000년	301.5	125.3	380.7	1480.3	213.5	1659.0	45.0	20.4	27.8	4253.3
LSD (%)	39.3	24.3	54.3	105.7	44.5	92.8	18.1	6.6	4.0	243.7

표 3-38. 각 재배지역에 따른 콩 15품종의 isoflavone 함량 ($\mu\text{g}/\text{g}$)

Isoflavone 지역	glycoside			malonyl			aglycone			total
	daidzi n	glyciti n	genisti n	daidzi n	glyciti n	genisti n	daidzei n	glycitei n	genistei n	
수원	413.0	99.5	636.2	1494.6	212.2	1601.2	43.41	14.9	11.3	4527.7
서울	463.7	182.2	688.4	1615.9	294.4	1540.6	80.08	22.1	22.8	4910.2
경산	410.8	95.5	540.9	1465.8	220.8	1596.8	39.77	8.3	9.4	4388.1
LSD (%)	39.0	24.1	53.8	104.7	44.1	91.9	17.9	6.6	4.0	241.5

라. 제 4차년도(2001년)

푸른콩과 진품콩2호의 교배조합 집단은 총71개 계통이며, total Isoflavones 함량에서 가장 높은 함량을 나타내는 79번 계통과 가장 낮은 함량을 나타내는 70번 계통의 분포범위는 $5511.5 \sim 4103.9 \mu\text{g g}^{-1}$ 으로 나타났다. Glycoside group에서는 3번 계통의 daidzin과 genistin 함량이 각각 $650.1 \mu\text{g g}^{-1}$ 과 $852.6 \mu\text{g g}^{-1}$ 으로 가장 높은 함량을 나타냈고, glycitin에서는 16번 계통이 $486.6 \mu\text{g g}^{-1}$ 으로 가장 높은 함량을 보였다. 또한 Malonyl group중 malonyl daidzin에서는 69번 계통이 $2432.4 \mu\text{g g}^{-1}$ 으로 가장 높은 함량을 나타냈으며, malonyl glycitin에서는 79번 계통이 $2508.2 \mu\text{g g}^{-1}$ 으로 높은 함량을 보였고, malonyl genistin에서는 18번 계통이 $1900.2 \mu\text{g g}^{-1}$ 으로 함량이 가장 높았다. Aglycone group에서는 daidzein과 glycitein만 검출되었으며, genistein은 극미량 검출되었거나, 검출되지 않는 경향을 보였다. daidzein에서는 37번 계통이 $86.3 \mu\text{g g}^{-1}$ 으로 가장 높은 함량을 보였고, glycitein에서는 74번 계통이 $191.8 \mu\text{g g}^{-1}$ 으로 높은 함량을 나타냈다.

표 3-39. 푸른콩과 진품콩2호 교배조합 71계통에 대한 isoflavones 함량 ($\mu\text{g g}^{-1}$)

line	glycoside			malonyl			aglycone			total
	daidzin	glycitin	genistin	daidzin	glycitin	genistin	daidzein	glycitein	genistein	
1	356.0	189.9	280.6	2053.8	283.6	1707.7	26.7	0	0	4898.1
2	284.4	211.1	273.7	1921.5	313.9	1813.3	29.2	0	0	4847.0
3	650.1	218.8	852.6	1241.7	172.4	1465.0	28.1	0	0	4628.7
5	297.7	183.8	316.6	1731.3	269.4	1876.2	49.3	0	0	4724.1
6	381.2	156.2	265.4	2107.8	247.6	1683.9	31.7	0	0	4873.7
7	307.7	204.1	393.1	1797.4	324.4	1739.1	56.0	0	0	4821.7
9	336.3	171.6	438.7	1826.2	149.3	1852.6	60.0	11.7	0	4846.2
15	281.5	207.6	344.5	1847.5	322.9	1797.8	18.8	0	0	4820.4
16	282.5	486.6	321.0	1463.1	693.9	1478.2	70.3	0	0	4795.4
17	371.4	149.5	370.1	2254.8	207.3	1685.1	37.1	6.3	0	5078.4
18	309.5	168.1	424.8	1694.9	210.9	1900.2	52.9	3.6	0	4764.7
20	421.3	158.6	384.7	2003.2	195.4	1580.2	63.8	61.7	0	4868.8
22	379.7	152.9	375.3	2091.2	207.1	1677.1	54.4	45.3	0	4982.9
24	243.6	185.7	259.1	1700.8	335.0	1773.8	30.4	62.1	0	4590.3
25	304.6	270.4	407.7	1542.9	405.3	1710.7	53.5	52.0	0	4746.9
27	354.7	171.9	402.2	1943.0	249.5	1739.0	43.1	0	0	4903.4
28	319.2	151.9	221.8	1995.5	243.1	1801.6	39.5	3.1	0	4775.4
29	375.9	192.9	381.2	1846.8	228.5	1608.3	59.0	0	0	4692.4
30	325.6	164.8	277.5	2040.3	291.4	1727.1	39.3	31.4	0	4897.3
31	375.2	253.5	330.5	1763.6	400.0	1521.7	56.6	63.7	0	4764.7
32	314.2	279.6	336.4	1665.0	429.8	1484.5	0	0	0	4509.4
33	345.5	201.1	262.5	2223.8	309.5	1480.6	2.1	0	0	4825.2
34	360.4	222.8	367.7	1897.2	307.3	1618.2	39.2	30.3	0	4842.8
35	375.4	205.7	393.5	1857.3	244.2	1594.9	48.3	0	0	4721.2
37	408.3	186.7	494.8	1615.9	230.1	1731.8	86.3	0	0	4753.9
38	312.2	165.5	290.2	1911.5	278.4	1654.1	56.4	64.9	0	4733.1
39	463.3	218.9	481.4	1872.1	240.4	1505.5	37.0	8.8	0	4827.2
40	392.5	124.2	231.9	1941.6	228.0	1480.3	0	0	0	4398.5
43	417.9	132.5	305.5	2267.6	245.0	1443.1	32.8	57.6	0	4901.9
44	349.1	202.7	302.1	2048.3	320.5	1669.1	34.6	0	0	4926.2
45	315.9	164.8	223.7	2273.9	294.9	1684.8	15.1	0	0	4972.9
46	375.4	209.8	308.6	2074.0	302.2	1620.7	69.5	43.0	0	5003.1
47	316.0	209.7	339.6	1974.9	269.9	1683.3	53.4	23.8	0	4870.5
48	347.1	210.3	353.4	1944.6	316.0	1566.0	54.0	24.6	0	4815.8
50	394.7	219.0	449.1	1688.7	316.4	1488.5	0	0	0	4556.4
51	331.8	178.0	321.3	2067.1	315.7	1511.5	41.0	0	0	4766.3
52	338.9	155.5	372.3	2108.0	279.9	1548.9	31.6	0	0	4834.9
53	299.8	209.5	279.6	1857.6	309.1	1659.1	39.2	0	0	4653.7
54	329.7	231.2	333.7	1861.8	378.9	1445.2	28.6	0	0	4609.0
56	362.5	298.2	366.9	1683.0	464.2	1347.3	16.3	0	0	4538.2
57	333.1	195.3	209.4	2119.6	365.1	1450.2	3.1	0	0	4675.6
58	405.7	171.8	369.7	2009.4	301.7	1375.5	18.3	0	0	4651.8
59	345.0	240.4	547.2	1296.5	270.4	1747.7	0	0	0	4447.2
60	323.4	250.1	328.1	2005.7	365.0	1592.9	53.8	43.2	0	4961.9
62	374.4	184.0	469.2	1758.2	263.9	1654.3	46.2	36.5	0	4786.5
63	286.1	389.2	259.1	1690.3	653.1	1296.9	33.4	83.6	0	4691.4
64	340.4	190.4	302.3	1952.1	307.6	1548.6	41.0	34.1	0	4716.4
67	354.9	178.1	365.8	1984.1	310.9	1612.0	38.1	3.7	0	4847.3

(계속)

line	glycoside			malonyl			aglycone			total
	daidzin	glycitin	genistin	daidzin	glycitin	genistin	daidzein	glycitein	genistein	
69	296.3	187.7	196.9	2432.4	366.1	1308.9	0	0	0	4788.2
70	247.1	222.1	216.8	1699.0	446.2	1272.8	0	0	0	4103.9
71	315.5	220.8	387.4	1615.1	295.9	1703.5	36.0	0	0	4574.0
72	349.7	190.2	288.0	2184.0	299.7	1498.2	6.3	0	0	4816.0
73	352.4	234.5	287.8	2089.3	350.3	1452.6	33.1	5.5	0	4804.9
74	344.4	203.9	304.9	2068.5	350.5	1484.9	2.6	191.8	0	4951.4
76	335.6	185.4	313.2	1898.3	325.2	1481.2	4.4	0	0	4543.1
77	322.5	227.9	427.2	1585.8	313.8	1578.6	35.7	0	0	4491.3
78	323.3	253.1	398.3	1434.7	407.4	1361.0	0	0	0	4177.7
79	432.5	176.2	375.5	2007.9	2508.2	11.2	0	0	0	5511.5
80	418.5	142.7	438.9	1865.5	234.4	1565.2	1.9	0	0	4666.8
81	531.4	165.0	385.2	2034.6	184.9	1341.0	27.8	0	0	4669.8
82	427.3	151.5	388.7	1956.7	251.3	1484.8	0	0	0	4660.2
83	366.3	200.4	344.4	1955.9	320.6	1632.6	18.1	0	0	4838.1
84	270.4	151.8	240.0	2140.1	355.1	1412.2	0	0	0	4569.6
85	263.4	205.3	295.9	1745.2	374.6	1655.3	10.9	0	0	4550.4
86	268.2	152.0	278.5	2208.4	317.7	1554.5	0	0	0	4779.1
87	407.9	155.5	485.6	1764.4	198.6	1637.6	1.7	0	0	4651.8
88	362.7	146.4	298.4	2219.0	236.7	1617.6	39.6	0	0	4920.3
89	277.4	222.3	266.7	1942.7	437.8	1662.8	2.3	0	0	4811.9
90	307.1	181.1	272.8	2075.4	198.5	1673.0	0	0	0	4707.8
91	312.8	243.4	334.2	1844.6	373.5	1634.8	39.2	0	0	4782.4
92	316.3	157.0	374.2	1648.8	222.8	1814.0	42.4	0	0	4575.4
CV (%)	11.8	17.2	20.3	7.6	17.1	6.6	102.1	332.0	0	3.4
LSD (0.05)	82.3	68.8	140.1	288.5	115.6	206.8	60.8	92.4	0	321.1

5) 제 5차년도(2002년)

푸른콩과 진품콩2호 76계통의 total isoflavone 함량은 4169.8 ~ 2986.7 $\mu\text{g g}^{-1}$ 의 범위를 나타내고 있다. Malonyl group은 total isoflavone 함량을 결정하는 주요 isoflavone group이다. 따라서 malonyl group의 함량이 높은 55번(3203.1 $\mu\text{g g}^{-1}$), 1번(2888.1 $\mu\text{g g}^{-1}$), 62번(2708.3 $\mu\text{g g}^{-1}$) 계통이 total 함량도 각각 4169.8 $\mu\text{g g}^{-1}$, 3890.4 $\mu\text{g g}^{-1}$, 3858.2 $\mu\text{g g}^{-1}$ 로 가장 높게 나타났다.

표 3-40. 푸른콩과 진품콩2호의 교배조합의 76계통에 대한 isoflavones 함량 ($\mu\text{g g}^{-1}$)

line	glycoside			malonyl			Acetyl			aglycone			total
	daidzi	glyciti	genisti	daidzi	glyciti	genisti	daidzi	glyciti	genisti	daidzein	glycitei	genistei	
	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	
1	360.3	90.5	459.1	1263.2	162.1	1462.8	0	0	421.8	32.4	0	60.1	3890.4
2	446.1	142.8	561.7	1029.6	129.9	1060.9	0	0	801.3	34.2	0	57.3	3463.1
3	464.3	192.8	539.8	1050.6	174.1	985.9	0	0	769.3	20.2	0	1.6	3429.4
4	494.0	166.3	527.9	1144.1	139.8	1009.4	0	0	813.0	26.4	0	39.6	3547.4
5	540.9	174.5	459.4	1339.6	176.8	897.3	0	0	784.6	22.2	0	22.8	3633.6
6	575.9	192.8	453.0	1288.4	174.2	870.4	0	0	707.2	40.6	0	32.1	3627.4
7	549.4	173.7	527.3	1257.4	152.4	990.9	0	0	685.2	40.0	0	27.8	3718.8
8	512.5	212.6	514.0	1155.5	194.1	954.9	0	0	720.2	38.5	0	39.6	3621.6
9	565.9	172.1	490.6	1310.2	174.5	907.5	0	0	712.9	36.0	0	20.9	3677.7
10	619.8	190.7	570.2	1248.2	128.0	1020.4	0	0	836.8	41.0	0	35.2	3853.4
11	497.3	196.3	553.7	1135.4	129.4	1004.5	0	0	414.3	33.4	0	6.3	3529.2
12	555.3	169.6	511.0	1193.1	134.5	926.7	0	0	733.4	32.8	0	31.4	3554.4
13	665.7	170.0	538.2	1237.1	134.8	844.2	0	0	680.3	40.6	0	30.9	3661.4
14	318.2	253.7	413.3	1007.8	267.4	1043.3	0	0	79.3	32.1	0	45.5	3381.2
15	509.8	183.4	584.2	1094.8	144.2	1006.2	0	0	837.5	39.1	0	18.8	3580.6
16	454.3	163.1	493.6	1294.4	154.5	1103.9	0	0	803.8	16.1	0	11.1	3691.1
17	510.7	159.4	485.6	1287.4	159.8	1014.5	0	0	782.6	32.8	0	15.6	3665.8
18	405.4	197.7	442.3	1094.0	211.9	1018.1	0	0	896.1	23.7	0	41.4	3434.4
19	469.9	219.3	447.6	1133.0	210.4	966.4	0	0	869.9	41.5	0	27.1	3515.1
20	563.2	176.0	441.3	1303.3	155.5	934.3	0	0	770.9	40.3	0	24.0	3637.8
21	462.6	243.2	530.0	1000.0	201.0	1024.7	0	0	829.7	38.6	0	45.4	3545.5
22	516.0	188.3	489.7	1203.6	166.2	980.6	0	0	793.9	41.6	0	23.7	3609.7
23	501.0	245.4	496.7	1127.1	199.1	975.5	0	0	746.7	39.5	0	28.9	3613.3
24	546.3	160.8	540.5	1360.5	157.9	1004.4	0	0	657.8	29.0	0	13.9	3813.3
25	468.1	149.0	619.6	941.9	68.1	1090.0	0	0	933.9	42.6	0	29.3	3408.7
26	483.6	188.7	513.8	1025.9	153.6	989.9	0	0	776.4	37.7	0	46.8	3440.0
27	481.7	161.4	459.0	1384.6	168.0	1035.7	0	0	7.6	25.4	0	14.9	3733.7
28	500.7	226.4	483.7	1142.4	193.3	992.6	0	0	793.1	48.7	0	2.2	3589.9
29	598.6	192.3	422.4	1385.1	168.9	911.6	0	0	669.6	58.1	0	21.1	3758.0
30	435.5	203.7	417.5	1169.8	212.0	1091.6	0	0	796.9	29.1	0	37.1	3596.2
31	486.2	201.2	402.4	1356.9	202.9	1021.6	0	0	720.7	41.8	0	41.7	3754.7
32	526.6	214.3	404.8	1320.4	244.9	935.5	0	0	749.4	51.8	0	34.3	3732.6
33	539.8	214.4	474.3	1174.5	211.8	797.3	0	0	837.4	51.0	0	38.2	3501.4
34	506.6	243.2	448.4	1074.9	230.5	747.9	0	0	811.1	51.0	0	69.9	3372.5
35	445.8	279.9	405.8	998.1	282.4	783.4	0	0	841.4	44.2	0	80.7	3320.2
36	462.6	218.7	398.0	1177.8	244.4	789.3	0	0	850.6	55.0	0	52.2	3398.0
37	531.7	168.4	548.0	1219.3	189.7	887.2	0	0	836.4	31.3	0	18.5	3594.1
38	435.6	121.4	486.1	1035.1	195.0	902.4	0	0	851.9	52.9	0	53.8	3282.2
39	486.0	208.2	412.1	1175.3	241.8	731.5	0	0	904.9	49.1	0	53.5	3360.7
40	520.5	237.2	497.6	1047.0	228.3	798.2	0	0	865.2	51.0	0	48.1	3428.0
41	489.2	209.3	411.7	1234.8	187.6	830.0	0	0	757.9	52.7	0	71.2	3486.4
42	495.6	185.1	444.7	1204.6	203.1	823.1	0	0	809.7	51.5	0	53.2	3460.7
43	442.2	310.9	478.5	898.0	242.2	770.4	0	0	892.0	45.2	0	60.9	3248.3
44	469.7	205.1	449.1	1158.3	155.7	826.0	0	0	857.3	56.1	0	55.4	3375.4
45	464.0	183.7	550.3	981.1	173.3	932.9	0	0	881.1	34.3	0	42.6	3362.2
46	470.6	372.7	357.5	679.7	263.1	702.0	0	0	811.6	56.7	0	84.4	2986.7
47	465.6	195.3	467.0	1082.9	160.6	873.4	0	0	880.1	47.9	0	46.7	3339.5
48	450.5	236.4	403.2	1123.7	164.0	825.4	0	0	837.4	48.2	0	62.8	3314.2
49	469.3	251.2	332.3	1391.8	185.4	738.5	0	0	782.5	23.7	0	58.8	3451.0
50	394.8	247.9	388.1	1024.9	243.8	730.9	0	0	876.0	29.6	0	102.0	3162.1

(계속)

line	glycoside			malonyl			Acetyl			aglycone			total
	daidz	glyciti	genist	daidzi	glyciti	genist	daidz	glyciti	genist	daidzei	glycite	geniste	
	in	n	in	n	n	in	in	n	in	n	in	in	
51	371.3	191.8	455.7	1115.7	201.4	1152.3	0	0	830.4	41.1	0	61.1	3590.3
52	522.8	176.4	509.5	1383.2	175.3	1006.1	0	0	768.2	36.0	0	18.3	3827.6
53	477.7	185.3	448.4	1352.6	212.8	939.2	0	0	815.8	39.5	0	29.6	3685.0
54	470.6	204.9	416.2	1394.0	247.8	935.3	0	0	823.6	39.9	0	28.7	3737.3
55	397.6	154.2	352.9	1801.5	265.4	1136.3	0	0	490.2	29.3	0	32.7	4169.8
56	473.8	227.3	476.39	1128.3	175.0	887.8	0	0	850.3	39.8	0	31.9	3440.2
57	447.7	257.5	536.21	996.1	206.7	895.6	0	0	936.9	4.8	0	43.9	3388.6
58	509.9	206.1	417.00	1279.4	158.6	863.3	0	0	778.7	48.0	0	28.6	3510.9
59	523.1	168.2	430.15	1315.9	174.1	940.8	0	0	787.5	32.1	0	17.3	3601.6
60	452.7	181.5	470.67	1183.8	183.2	993.8	0	0	810.2	36.7	0	35.6	3537.9
61	597.6	184.6	407.80	1398.1	125.3	870.9	0	0	687.9	53.3	0	31.8	3669.3
62	516.4	192.9	443.06	1552.3	145.4	1010.6	0	0	518.8	52.1	0	45.5	3958.2
63	439.8	169.6	436.87	1139.4	205.4	940.5	0	0	862.7	55.2	0	41.7	3428.5
64	474.8	232.8	443.71	1035.3	242.6	779.0	0	0	795.0	45.8	0	69.0	3322.9
65	392.0	276.9	418.70	936.3	284.0	866.6	0	0	785.1	46.9	0	66.1	3287.6
66	441.8	188.0	481.98	1262.6	187.2	852.7	0	0	786.2	40.0	0	47.4	3401.6
67	484.4	182.4	478.34	1144.8	159.9	879.0	0	0	867.3	49.2	0	46.9	3424.9
68	551.0	194.3	471.17	1273.3	222.0	927.3	0	0	689.6	48.7	0	31.2	3719.0
69	496.1	260.0	469.70	1036.0	228.8	786.3	0	0	788.9	51.3	0	55.7	3384.0
70	504.6	222.4	415.36	1206.1	202.2	765.2	0	0	792.1	36.0	0	60.9	3412.7
71	406.7	318.6	413.14	939.5	306.8	865.8	0	0	842.9	54.1	0	35.0	3339.8
72	434.4	222.3	498.37	1134.1	243.0	941.6	0	0	833.8	45.8	0	34.4	3553.9
73	476.3	104.4	450.78	1309.3	111.5	925.9	0	0	811.5	22.8	0	36.6	3466.3
74	537.6	82.1	535.63	1397.4	62.5	1055.5	0	0	642.7	51.5	0	38.5	3732.0
75	464.2	74.1	592.18	1162.3	48.6	1084.6	0	0	855.9	45.3	0	26.7	3497.9
76	515.0	136.5	464.03	1327.8	183.8	873.6	0	0	661.1	37.3	0	43.7	3581.6
LSD (0.05)	95.5	73.2	87.9	328.0	94.6	259.1	0	0	291.3	19.6	0	47.2	427.4

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 제1세부과제 : 콩 유전자지도 제작 및 생리활성 관련 유전자탐색

fluorescence-labelled primer에 의해 PCR 증폭된 DNA 파편을 자동염기서열장치와 Gene Scan Softwar와 Genotyper로 단시간 내에 해독이 가능 할 뿐만 아니라, 1회의 전기 영동작업에 의하여 1개의 well에 최대 12개의 DNA 파편을 분석하여 작물의 유전자지도 작성을 신속하게 할 수 있는 기술을 발달시켰으며, 또한 Isoflavone 함량이 높은 콩 계통을 선발할 때 HPLC 등 고가장비 및 고급시약이 필요하며, 특성조사시 복잡하여 많은 시간과 노력이 요구되나, DNA 표지인자를 이용하여 그 노력 및 비용을 절감 할 수 있게 되었다. 그리고 이를 통해 유전자지도 작성이 가능하며, 이 유전자지도를 이용하여 양적 형질 유전자좌 (Quantitative trait loci : QTL)를 탐색, 초기세대 선발이 가능하게 되었다. 따라서 앞으로 육종초기세대에 DNA marker-assisted breeding 이 보편화되어 특히, 품질 관련 복잡한 양적 형질 개량이 가속화 될 수 있다.

2. 제2세부과제 : 콩 종실중 주요 isoflavone함량의 유전,환경 상호작용 및 DNA표지인자에 의한 선발효율 검증

Isoflavone은 그 기능성 면에서 매우 큰 관심과 인정을 받고있는 성분으로서 이미 국내 외에서 여러 가지 형태의 제품으로 유통되고 있다. 환경과 유전자형에 따른 변이가 매우 큰데 본 연구결과도 우리나라 장려품종의 경우도 재배지와 연차에 따른 큰 변이성을 나타내어 환경과 유전자형에 의한 변이에 대한 정보를 제공하였다고 판단된다. 또한 교잡 후대 육성계통들을 대상으로 중요한 isoflavone 함량을 분석한 결과 반복 및 연차별 차이는 있으나 어느정도 유전자형에 의한 영향이 크게 나타나고 있어 선발이 가능하였으며 최종적으로 총 isoflavone 함량 2,500 $\mu\text{g/g}$ 이상인 5계통을 선발할 수 있었다. 일차 선발된 계통들은 기타 형질들에 대한 보완 등을 통하여 고 isoflavone 함유 계통육성의 재료로 이용될 수 있을 것으로 전망된다.

3. 제3세부과제 : 콩 잡종집단의 중요 isoflavone함량과 생리활성 관련연구

고생리활성함유 콩 선발시 비교적 간단한 *in vitro* 검정인 항산화활성검정과 HPLC에 의한 Isoflavone 함량 분석으로 인하여 많은 시간과 노력, 또한 높은 실험비용을 부담했으나 어느 것 보다 비교적 정확한 선발 데이터를 제공하게 되었다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

제 1절 활용방안

1. 제1세부과제 : 콩 유전자지도 제작 및 생리활성 관련 유전자탐색

본 연구에서는 콩에 존재하는 생리활성 물질인 isoflavon 함량에 관련된 양적형질 유전자좌를 탐색하기 위한 DNA 표지인자를 개발하였다. 따라서 앞으로 이를 이용한 고 생리활성 콩 품종의 조기 개발이 시급하다. 또한 향후 콩 이외의 팥, 녹두, 동부, 땅콩등 우리나라 기타 주도 두과작물에 DNA표지인자 이용, 활성화하는 것도 필요하다. 덧붙여 계측이 어려운 주요 양적 형질 혹은 뿌리특성 등 식물체 파괴적인 방법을 요하는 육종에도 이용해 볼만 하다.

궁극적으로는 고품질 콩 품종 개발 촉진으로 콩의 생산부가가치를 향상시킬 수 있으며, 이를 통해 선진국에서 시작되고 있는 고품질(두부 및 두유등)콩 품종개발에 대처할 수 있다. 또한 고품질 콩 품종의 개발은 국민의 식생활의 향상도 꾀할 수 있다.

2. 제2세부과제 : 콩 종실중 주요 isoflavone함량의 유전,환경 상호작용 및 DNA표지인자에 의한 선발효율검정

대상지역이 한정적이긴 하나 환경에 의한 콩 유전자형들의 특성 변이, 연차간 변이 등에 대한 정보를 얻을 수 있었다고 판단된다. 일차적으로 유전자형에 의한 영향이 상대적으로 가장 크게 나타나, 고 isoflavone 계통육성의 충분한 가능성과 효율적인 선발이 가능할 것으로 평가되었다. 특히 이미 선발한 고품유 계통들은 품종으로의 등록 혹은 육성재료로서의 활용이 가능할 것으로 전망된다.

3. 제3세부과제 : 콩 잡종집단의 중요 isoflavone함량과 생리활성 관련연구

콩은 우리나라와 일본에서 여러 형태로 식용되고 있으나 각 용도별 가공적성은 뚜렷하게 밝혀진 바 없으며, 또 최근 콩의 약리작용으로 인해 일반의 기호도가 높으나 아직 이에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 직접 육성한 콩 잡종집단을 이용하여 항산화에 대한 여러 가지 활성 검정법을 실시하여 활성 정도를 평가 조사한 후 활성정도가 강한 작물을 선발하여 육종적으로 이용함으로써 기대효과는 시장개방화시대에 부응하여 고품질 우량품종 개발로 국가경쟁력 확보 및 농가소득증대에 크게 기여할 수 있도록 할 수 있다.

제2절 추가적 연구

1. 제1세부과제 : 콩 유전자지도 제작 및 생리활성 관련 유전자탐색

본 연구를 통해서 생리활성 물질인 isoflavone 함량에 관련된 양적형질유전자좌의 위치를 마커를 통해 확인할 수 있었다. 그러나 콩의 전체 게놈 크기가 3000cM 인데 반해 본 연구를 통해 작성된 유전자 지도의 전체 게놈 크기는 약 870cM 정도이다. 물론 유전자 지도를 제작함에 있어 연관되지 못한 마커들로 인해 크기가 작아진 면도 없진 않다. 따라서 앞으로 더 많은 마커들을 보강하고, 집단의 크기 또한 늘린다면 더욱더 세밀한 유전자 지도를 작성할 수 있다고 본다. 결과적으로 더욱더 세밀한 유전자지도의 제작을 통해 좀더 양적형질유전자좌에 근접하는 마커를 찾을 수 있다고 생각된다.

2. 제2세부과제 : 콩 종실중 주요 isoflavone함량의 유전,환경 상호작용 및 DNA표지인자에 의한 선발효율검정

이미 얻어진 자료들에 대한 다각적인 평가와 해석이 미비하므로 이에 대한 보완이 필요하며, 특히 인위적인 조절 등을 통한 환경 영향에 대한 정확한 평가가 보완된다면 더욱 유용한 자료를 확보할 수 있을 것이다. 보다 다양한 유전자원을 대상으로 isoflavone 함량을 분석하여 극단적인 함량을 보이는 유전자형들을 발굴하고 이들을 재료로 하여 marker 활용을 전제로 한 추가적인 육성실험을 수행한다면 우수한 결과를 얻을 수 있을 것으로 평가된다. 아울러 본 연구에서 선발된 계통들에 대해 생육 및 품종등록 관련 특성조사를 보완하여 품종등록을 위한 검토도 지속되어야 할 것으로 생각된다.

3. 제3세부과제 : 콩 잡종집단의 중요 isoflavone함량과 생리활성 관련연구

본 연구를 통하여 높은 isoflavone 함유 콩에서 생리활성물질을 분리, 동정함으로써 생리활성물질의 분리 및 동정기술 개발을 통한 2단계 기술개발 및 기술이전을 통한 산업화, 물질 특허출원 가능하며 새로운 생리활성물질의 분리 및 동정은 기지의 약물과는 전혀 다른 새로운 약물을 창제할 기회를 제공할 수 있으며 분리한 신기능성 활성물질을 이용하여 용도적응성 품종육성 등 우리 실정에 맞는 기술개발이 가능하게 할 수 있을 것이다.

제 6 장 참고문헌

Adlercreyzt, H.; Mazur, W. Phyto-estrogens and Western disease. *Ann. Med* 1997, 29, 95-120

Akiyama, T.; Ishida, J.; Nakagawa, S.; Ogawara, H.; Watanabe, S.; Itoh, N.; Shibuya, M.; Fukami, Y. Genistein, a Specific Inhibitor of Tyrosine-Specific Protein Kinases. *J. Biol. Chem.* 1987, 262, 5592-5595.

Akkaya, M. S., R. C. Shoemaker, J. E. Specht, A. A. Bhagwat, and P. B. Cregan, "Integration of Simple Sequence Repeat DNA Markers into a Soybean Linkage Map", *Crop Science* 35, 1995, 1439~1445.

Akkaya Ms, Shoemaker RC, Specht JE, Bhagwat AA, Cregan PB(1994) Integration of simple sequence repeat(SSR) DNA markers into a soybean linkage map. *Crop Sci* 35: 1439-1445.

Anderson. R. L.; Rackis,, J. J.; Tallent. W. H. In "Soy protein and Human Nutrition"; Wilke, H.L; Hopkins, D. T.; Wagglr, D. H., Eds.; Academic Press: New York, 1979; p 209.

Backes, G., A. Graner, B. Foroughi-Wehr, G. Fischbeck, G. Wenzel, and A. Jahoor, "Localization of Quantitative Traits Loci (QTL) for Agronomic Important Characters by the Use of a RFLP Map in Barley (*Hordeum Vulgare L.*)", *Theoretical and Applied Genetics* 90, 1995, 294~302.

Barnes, S.; Kirk, M.; Cowatd, L Isoflavones and their conjugates in soy foods: extraction conditions and analysis by HPLC-mass spectinetry. *J. Agric. Food. Chem.* 1994a, 42, 2466-2474.

Barnes, S.; Petersin, T. G.; Grubbs, C.; Setchell, K. D. R. Potential role of dietary isoglvons in the prevention of cancer. In *Diet and Cancer: Markers, Prevention and Treatment*; Jacobs, M.; Plenum Press: New York, 1994b; pp 135-147.

Beavis, W. D., D. Grant, M. Albertsen, and R. Fincher, "Quantitative Traits Loci for

Plant Height in Four Maize Populations and Their Associations with Qualitative Genetic Loci", Theoretical and Applied Genetics 83, 1991, 141~145.

Bubeck, D. M., M. M. Goodman, W. D. Beavis, and D. Grant, "Quantitative Trait Loci Controlling Resistance to Gray Leaf Spot in Maize", Crop Science 33, 1993, 838~847.

최현배, 손현수, "대두 가공 식품 중의 이소플라본 함량", Korean J. Food Sci. Technol. Vol 30, No. 4, 1998, 745~750.

Carrão-Panizzi, M. C., and K. Kitamura, "Isoflavone Content in Brazilian Soybean Cultivars", Breeding Science 45, 1995, 295~300.

Concibido V.C., Denny R.L., Boutin S.R., Hautea R, Orf J.H., and Young N.D.1994. DNA marker analysis of loci underlying resistance to soybean cyst nematode (*Heterodera glycines* Ichinohe). Crop Sci. 34:240-246.

Cregan, P.B., T.Jarvik, A.L. Bush, R.C. Shoemaker, K.G.Lark, A.L.Kahler, N.Kaya, T.T. VanToai, D.G. Lohnes, J. Chung, and J.E. Specht. 1999c. An Integrated Genetic Linkage Map of the Soybean Genome Crop Sci. 39:1464-1490.

Diers, B.W., Keim R, Fehr W.R., and Shoemaker R.C. 1992a. RFLP analysis of soybean seed protein and oil content. Theor Appl Genet:83:608-612.

Drane, H. M.; Patterson, D.S. P.; Roberts, B. A.; Saba, N. Food Cosmet. Toxicol. 1980, 18, 425.

Dudley, J. W., "Molecular Markers in Plant Improvement : Manipulation of Genes Affecting Quantitative Traits", Crop Science Vol. 33, July-August 1993, 660~668.

Eldridge, A. C., and W. F. Kwolek, "Soybean Isoflavones : Effect of Environment and Variety on Composition", J. Agric. Food Chem. 31, 1983, 394~396.

Forsis, T.; Pepper, M.; Adlercruetz, H.; Fleischmann, G.; Hase, T.; Montesano, R.; Schweigerer, L. Genistein, A Dietary Derived Inhibitor of *in vitro* Angiogenesis. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 1993, 90, 2690-2694.

Goldberg, R.B. 1978. DNA sequence organization in the soybean plant. Biochemical

genetics 16:45-68.

Graber, M.; June, C. H.; Samelson, L. E.; Weiss, A. The Protein Tyrosin Kinase Inhibitor Herbomycin-A, but not Genistein, Specifically Inhibits Signal Transduction by the T-Cell Antigen Receptor. *Int. Immunol.* 1992, 4, 1201-1210.

Gurley, W.B. Hepburn, A.G. and Key, J.L. 1979. Sequence organization of soybean genome, *Biochemica et Biophysica Acta* 561:167-183.

Ha, E. Y. W., C. V. Morr, and A. Seo, "Isoflavone Aglucones and Volatile Organic Compounds in Soybeans; Effects of Soaking Treatments", *Journal of Food Science* Vol. 57, No. 2, 1992, 414~417.

Huang, A. S.; Hsieh, O.A. L.; Chang, S. S. Characterization of the Nonvolatile Minor Constituents Responsible for the Objectionable Taste of Defatted Soybean Flour. *J. Food. Sci.* 1981, 47, 19-23.

Jing, Y. K.; Nakaya, K.; Han, R. Differentiation of Promyelocytic Leukemia Cell HL-60 Induced by Daidzein *in vitro* and *in vivo*. *Anticancer Res.* 1993,13, 1049-1054.

김정수, 윤선, "콩, 메주, 된장의 Isoflavone 함량 및 β -Glucosidase 활성 측정", *Korean J. Food Sci. Technol.* Vol 31, No. 6, 1999, 1405~1409.

Keim, P., B.W. Diers, and R.C. Shoemaker, 1990a. Genetic analysis of soybean hard seededness with molecular markers. *Theor. Appl. Genet.* 79:465-469.

Keim, P., J.M.Schupp, S.E. Travis, K. Clayton, T.Zhu, L.Shi, A.Ferreira, and D. M. Webb. 1997. A high-density soybean genetic map based on AFLP markers. *Crop Sci.* 37:537-543.

Keim, P., T. C. Olson, and R. C. Shoemaker. 1988. A rapid protocol for isolating soybean DNA. *Soybean Genetics Newsletter.* 15:150-154.

Kennard, W.C., M.K. Slocum, S.S. Figdore, and T.C. Osborn. 1994. Genetic analysis of morphological variation in *Brassica oleracea* using molecular markers. *신평. Appl.*

Genet. 87:721-732.

Kim, H. S., S. H. Lee, K. Y. Park, and Y. H. Lee, "Identification of Quantitative Traits Loci Associated with Seed Size and Weight in Soybean", Korean Journal of Crop Science Vol. 45(4), 2000, 227~231.

Kim, H. S., S. H. Lee, and Y. H. Lee, "A Genetic Linkage Map of Soybean with RFLP, RAPD, SSR and Morphological Markers", Korean Journal of Crop Science Vol. 45(2), 2000, 123~127.

Kitagawa, I.; Taniyama, T.; Nagahama, Y.; Okubo, K.; Yamauchi, F.; Yoshikawa, M
Saponin and Sapogenol. XLII. Structures of Acetyl-Soyasaponins A₁, A₂ and A₃
Astringent Partially Acetylated Bisdesmosides of soyasapogenol A, from American
Soybean, the Seeds of *Glycin max*. Merrill. Chem Pharm. Bul. 1988, 36, 2819-2828.

Kitamura, K., K. Igita, A. Kikuchi, S. Kudou, and K. Okubo, "Low Isoflavone Content in Some Early Maturing Cultivars, So-called "Summer-type Soybeans" (*Glycine max* (L) Merrill)", Japan J. Breed. 41, 1991, 651~654.

Kitts, D. D.; Kirshnamurti, C. R., Kitts, W. D. Can. J. Anim. Sci. 1980, 60, 531

Kodou, S.; Fleury, Y.; Welt, D.; Magnolato, D.; Uchida, T.; Kitamura, K. Malonyl isoflavon glycosides in soybean seeds(*Glycine max* Merrill). Agric. Biol. Chem. 1991, 55, 2227-2233

Lander ES. Botstein D (1989) Mapping Mendelian factors underlying quantitative traits using RFLP linkage maps. Genetics 121: 185-199.

Lande, R. and R. Thompson. 1990. Efficiency of marker-assisted selection in the improvement of quantitative traits. Genetics 124: 743-756.

Lark, K.G., J.M. Weisemann, B.F. Matthews, R. Palmer, K. Chase, and T. Macalma. 1993. A genetic map of soybean (*Glycine max* L.) using an introspecific cross of two cultivars: 'Minsoy' and 'Noirl'. Theor. Appl. Genet. 86:901-906.

Lee, H. P.; Gourley, L.; Duffey, S. W.; Esteve, J.; Lee, J.; Day, N. E. Dietary effects on breast-cancer risk in Singapore. *Lancet* 1991,337, 1197-1200.

Lee, S.H., M.A. Bailey, M.A.R. Mian, E.R. Shipe, D.A. Ashley, W.A. Parrott, R.S. Hussey, and H.R.Boerma. 1996a. Identification of quantitative trait loci for plant height, lodging, and maturity in a soybean population segregating for growth habit. *Theor. Appl. Genet.* 92:516-523.

Lee, S. H., M. A. Bailey, M. A. R. Mian, T. E. Carter, Jr., D. A. Ashley, R. S. Hussey, W. A. Parrott, and H. R. Boerma, "Molecular Markers Associated with Soybean Plant Height, Lodging, and Maturity across Locations", *Crop Science* Vol. 36, No. 3, 1996, 728~735.

Lee, S. H., M. A. Bailey, M. A. R. Mian, E. R. Shipe, D. A. Ashley, W. A. Parrott, . R. S. Hussey, and H. R. Boerma, "Identification of Quantitative Traits Loci for Plant Height, Lodging, and Maturity in a Soybean Population Segregating for Growth Habit ", *Theoretical and Applied Genetics* 92, 1996, 516-523.

Lee, S. H., K. Y. Park, H. S. Lee, and H. R. Boerma, "Identification of Quantitative Traits Loci Associated with Traits of Soybean for Sprout", *Korean Journal of Crop Science* Vol. 44(2), 1999, 166~170.

Lee, S. H., M. A. Bailey, M. A. R. Mian, T. E. Carter, Jr., E. R. Shipe, D. A. Ashley, W. A. Parrott, R. S. Hussey, and H. R. Boerma, "RFLP Loci Associated with Soybean Seed Protein and Oil Content Across Populations and Locations", *Theoretical and Applied Genetics* 93, 1996, 649~657.

Lin, S., S. Cianzio & R. Shoemaker. 1997. Mapping genetic loci for iron deficiency in soybean *Molecular Breeding* 3:219-229.

Mansur, L. M., K. G. Lark, H. Kross, and A. Oliveira, "Interval Mapping of Quantitative Trait Loci for Reproductive, Morphological, and Seed Traits of Soybean (*Glycine max* L.)", *Theoretical and Applied Genetics* 86, 1993, 907-913.

Martin, B., J. Nienhuis, G. King, and A. Schaefer. 1989. Restriction fragment length

polymorphisms associated with water use efficiency in tomato. *Science* 243:1725-1728.

Matsuura, M.; Obata, A.; Fukushima, D. Objectionable Flavor of Soy Milk Developed During the Soaking of Soybeans and its Control. *J. Food. Sci.* 1989, 54, 602-605.

Maughan, P.J., M.A. Saghai Maroof and G.R. Buss. 2000. Identification of quantitative trait loci controlling sucrose content in soybean (*Glycine max* L.) *Molecular Breeding* 6:105-111.

Maughan, P.J., Saghai Maroof M.A., and Buss G.R. 1996. Molecular-Marker analysis of seed-weight:genome location gene action and evidence for orthologous evolution among three legume species. *Theor. Appl. Genet*:93:574-579.

9.

Mccabe, M. J.; Orrenius, S. Genistein Induces Apoptosis in Immature Human Thymocytes by Inhibiting Topoisomerase II. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 1993, 194, 944-950.

McMullen, M. D., P. F. Byrne, M. E. Snook, B. R. Wiseman, E. A. Lee, N. W. Widstrom, and E. H. Coe, "Quantitative Trait Loci and Metabolic Pathways", *Proceedings of National Academy of Sciences USA* Vol 95, 1998, 1996-2000.

Naim, M.; Gestetner, B.; Zikah, S.; Berk. Y.; Bondi, A. *J. Agric. Food Chem.* 1974, 22, 806

Meksem, K., V. N. Njiti, W. J. Banz, M. J. Iqbal, My. M. Kassem, D. L. Hyten, J. Yuang, T. A. Winters, and D. A. Lightfoot, "Genomic Regions that Underlie Soybean Seed Isoflavone Content", *Journal of Biomedicine and Biotechnology* 1:1, 2001, 38-44.

Mousavi, Y.; Adlercreutz, H. Genistein Is an Effective Stimulator of Sex Hormone-Binding Globulin Production in Hepatocarcinoma Human Liver Cancer Cell and Suppresses Proliferation of these Cells in Culture. *Stroids* 1993, 58, 301-304.

Nagasawa, H. (1980) *IRCS J. Med.* 8, 786-791.

Okubo, K., M. Iijima, Y. Kobayashi, M. Yoshikoshi, T. Uchida, and S. Kudou,

"Components Responsible for the Undesirable Taste of Soybean Seeds". *Biosci. Biotech. Biochem.*, 56(1), 1992, 99~103.

Pagliacci, M. C.; Spinozzi, F.; Migliorati, G.; Fumi, G.; Smacchia, .; Grignani, F.; Riccardi, C.; Nicoltti, I. Genistein Inhibits Tumour Cell Growth in vitro but Enhances Mitochondrial Reduction of Tetrazolium Salts. A Further Pitfall in the Use of the MTT Assay for Evaluation Cell Growth and Survival. *Eur. J. Cancer.* 1993, 29, 1573-1577.

Paterson, A.H., S.D. Tanksley, and M.E. Sorrells. 1991a. DNA markers in plant improvement. *Advances in Agron.* 46:39-89.

Paterson A, De Verna J.W., Lanini B, and Tanksley S. 1990. Fine mapping of quantitative trait loci using selected overlapping re-combination-event chromosomes in an interspecific cross of tomato. *Genetics* 124:735-742.

Rafalski, J.A., and S.V. Tingey. 1993. Genetic diagnostics in plant breeding: RAPDs, microsatellites, and machines. *Trends Genet.* 9:275-280.

Reiter. R.S., R.M. Yong and P.A. Scolnik. 1992. Genetic linkage of the Arabidopsis Genome ; methods for mapping with recombinant inbreds and random amplified polymorphic DNAs(RAPDs). p.170-190 Inc. Kone et al.(ed) *Methods in Arabidopsis research* World Scientific. London.

Sánchez de la Hoz, M. P., J. A. Dávila, Y. Loarce, and E. Ferrer, "Simple Sequence Repeat Primers Used in Polymerase Chain Reaction Amplifications to Study Genetic Diversity in Barley", *Genome* 39, 1996, 112~117.

Seller, M. and T.Brody. 1976. On the power of experimental designs for the detection of linkage between marker loci and quantitative loci in crosses between inbred lines. *Theor. Appl. Genet.* 47: 35-39.

Setchell, K. D. R., "Phytoestrogens : the Biochemistry, Physiology, and Implications for Human Health of Soy Isoflavones", *Am. J. Clin. Nutr.* 68(Suppl), 1998, 1333S~1346S.

Setchell, K. D. R. and A. Cassidy "Dietary Isoflavones : Biological Effects and

Relevance to Human Health", J. Nutr. 129, 1999, 758S~767S.

Shoemaker, R. C. and J. E. Specht, "Integration of the Soybean Molecular and Classical Genetic Linkage Groups", Crop Science 35, 1995, 436~446.

Shoemaker, R.C., and T.C. Olson. 1993. Molecular linkage map of soybean (*Glycine max* L. Merr.). P.6.131-6.138. In S.J. O'Brien(ed.) Genetic Maps: Locus maps of complex genomes. Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York.

Shoemaker, R.C., and J.E. Specht. 1995. Integration of the soybean molecular and classical genetic linkage groups. Crop Sci. 35:436-446.

Tanksley, S. D., M. W. Ganai and G. B. Martin. (1995) Chromosome landing: a paradigm for map-based gene cloning in plants with large genomes. Trends in Genetics 11: 63-68.

Tanksley, S.D., Young N.D., Paterson A.H., Boinierbale M.W. 1989. RFLP Mapping in plant breeding:new tool for an old science. Bio/Technology 7:257-264.

Tsukamoto, C., S. Shimada, K. Igita, S. Kudou, M. Kokubun, K. Okubo, and K. Kitamura, "Factors Affecting Isoflavone Content in Soybean Seeds : Changes in Isoflavones, Saponins, and Composition of Fatty Acids at different Temperatures during Seed Development", J. Agric. Food Chem. 43, 1995, 1184~1192.

'Tsukamoto, C., Y. Kaqasaki and K. Okubo (1990) Process of glycosides removal during *새러* production and evaluation of its marketability. Proc. Int. Conf. on Soybean Procissing and Utilization, Japan part. Gongzhuling, China p. 47-51.

Wang, H. J. and Murphy, P. A Isoflavone content in commercial soybean foods. J. Agric. Food Chem. 42: 1666-1673 (1994).

Wang, H. J., and P. A. Murphy, "Isoflavone Composition of American and Japanese Soybeans in Iowa : Effects of Variety, Crop Year, and Location", J. Agric. Food Chem. 42, 1994, 1674~1677.

Wang, H. J., and P. A. Murphy, "Isoflavone Content in Commercial Soybean Foods", J.

Agric. Food Chem. 42, 1994, 1666~1673.

Webb, D.M., Baltazar B.M., Rao-Arelli A.P., Schupp J, Clayton K, Kem P, and Beavis W.D. 1995. Genetic mapping of soybean cyst nematode race-3 resistance loci in the soybean PI 437.654. *Theor Appl Genet* 91:574-581.

Wei, H.; Bowen, R.; Cai, Q.; Barnes, S.; Wang, Y. Antioxidant and antipromotional effects of the soybean isoflavone genistein. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med* 1995, 208, 124-130.

Weising, K., P. Winter, B. Hüttel, and G. Kahl, "Microsatellite Markers for Molecular Breeding", *Crop Sciences : Recent Advances*, 1998, 113~143.

Wyman, J. G.; Van Etten, H.D. *Phytopathology* 1978,68, 583.

Xu, X., H. J. Wang, P. A. Murphy, L. Cook, and S. Hendrich, "Daidzein Is a More Bioavailable Soymilk Isoflavone than Is Genistein in Adult Women", *J. Nutr.* 124, 1994, 825~832.

Ziegle JS, Su Y, Corcoran KP, Nie L, Mayrand PE, Hoff LB, McBride LJ, Kronick MN, Kiehl SR(1992): Application of automated DNA sizing technology for genotyping microsatellite loci. *Genomics* 14: 1026-1031.

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

