

최 종  
연구보고서

논콩 내습성, 기능성 육종소재 및 안정생산  
기술 개발과 프로테오믹 해석

Development of Breeding Materials for Flooding  
Resistance and Functional Chemicals and Techniques for  
Stable Production, and Proteomic Analysis for Soybean  
Cultivation in Paddy Field.

충북대학교  
호남농업연구소

농림부

최 종  
연구보고서

논콩 내습성, 기능성 육종소재 및 안정생산  
기술 개발과 프로테오믹 해석

Development of Breeding Materials for Flooding  
Resistance and Functional Chemicals and Techniques for  
Stable Production, and Proteomic Analysis for Soybean  
Cultivation in Paddy Field.

충북대학교  
호남농업연구소

농림부

# 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “논콩 내습성, 기능성 육종소재 및 안정생산 기술 개발과 프로테옴 해석”  
과제의 최종보고서로 제출합니다.

2007년 5월 일

주관연구기관명 : 충북대학교

총괄연구책임자 : 김 홍 식

연 구 원 : 김 태 선

연 구 원 : 김 성 훈

연 구 원 : 김 명 섭

세부연구책임자 : 우 선 희

연 구 원 : 송 범 현

연 구 원 : 조 성 우

연 구 원 : 유 영 채

연 구 원 : 서 형 석

협동연구기관명 : 호남농업연구소

협동연구책임자 : 이 정 준

연 구 원 : 오 영 진

연 구 원 : 조 상 균

연 구 원 : 김 경 호

연 구 원 : 서 석 기

연 구 원 : 김 정 곤

# 요 약 문

## I. 제 목

논콩 내습성, 기능성 육종소재 및 안정생산 기술 개발과 프로테옴 해석

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

건강식품으로서의 콩에 대한 관심과 GMO 콩의 위해성 논란 때문에 국산콩에 대한 선호도가 급속히 높아지고 있다. 그러나 콩은 다른 고소득 작물에 밀려 경사지나 척박지에 재배되므로 수량성이 낮고 재배농가의 규모도 영세하며, 재배면적이 적어 자급율이 매우 낮다. 정부에서는 쌀 수급안정을 위한 생산조정대책의 일환으로 2002년부터 논 일부에 콩 재배를 추진하고 있어 논콩의 재배면적이 빠른 속도로 증가할 것으로 예상된다. 그러나 논은 대부분 낮은 지대에 분포하고 있으며 지하수위가 높아, 논콩 재배의 가장 큰 제한요인은 습해와 도복이다. 논콩 재배시 안정적 수량생산에 가장 제한적인 요인으로는 습해로서 출아기의 습해는 토양의 저산소 조건에 의한 입모와 초기생육의 불량을 초래하고, 생육중반의 습해는 질소 고정 작용의 저해 등 생육 전반을 불량하게 하여 안정적 수량확보와 고품질의 콩 생산을 저해하므로 이에 관련한 자원의 개발과 생산기술의 개발이 중요하다. 일본은 콩 재배면적의 80%이상이 논이기 때문에 논 재배에 적합한 내습성 콩 품종의 선발과 습해에 대한 생리, 생태적 반응에 관한 연구를 오래 전부터 지속적으로 해왔다. 그러나 우리나라에서는 콩의 한발해에 대한 연구에 비하여 습해에 대한 연구는 매우 빈약한 실정이다.

또한 콩은 전통식품으로 단백질, 지방이 많이 함유되어 있고, 또한 주요한 기능성 물질인 아이소플라본, 피트산, 레시틴, 화이트스테롤, 루테인 및 사포닌 등 성인병 예방에 탁월한 효능이 있는 성분들을 함유하고 있으나 아이소플라본에 대한 연구만이 활기를 띠고 있으며, 그 외의 기능성물질에 대한 물질탐색과 자원발굴 및 육종학적 연구는 매우 미흡하므로 콩 유전자원의 새로운 기능성 소재 탐색 및 발굴을 통한 새로운 육종소재의 개발이 필요하다.

콩 내습성과 기능성물질에 대한 기존의 생리, 성분분석 및 육종적 연구방법의 병행함과 동시에 효과적으로 이용할 수 있는 첨단과학기술로 프로테옴 연구, 즉 단백질체 해석에 의하여 식물체내에서 일어나는 특수물질의 생리대사와 그와 관련한 유전현상을 파악하여 미지의 단백질의 기능 및 발현양식에 대한 본질적인 정보를 얻게 된다면 유전자 또는 단백질의 기능발현을 유전적으로 개량한 우량한 품종을 육성할 수 있을 것이다.

또한 논콩 재배에 있어서 안정적 생산을 위한 습해경감 생산 기술 개발은 최근에 이루어지

고 있는 실정으로 이에 대한 연구가 매우 빈약한 실정이다. 현시점에서 논재배의 습해경감 기술 뿐만 아니라 다양한 고품질 및 기능성 물질의 생산 기술의 개발이 매우 긴요한 실정이다.

따라서 본연구에서는 논콩재배시 가장 피해가 우려되는 내습성품종개발을 위한 기초적연구와 고품질 품종개발을 위한 기능성물질 자원을 탐색하고, 동시에 습해경감 및 고품질생산기술을 개발하여 논콩 재배 생산의 경쟁력강화와 국내수요에 대응코자 하였다. 또한 프로테옴해석에 의한 습해 및 기능성물질에 대한 유전자동정을 통하여 차후 국내콩의 첨단기술 연구강화를 통한 우수한 품종개발과 논콩 생산의 국제경쟁력 강화를 기하고자 수행하였다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

#### 1. 논콩 안정생산을 위한 내습성 유용유전자원 발굴 및 프로테옴 해석

논콩 입모 및 초기 생육향상을 위한 실내 내습성 검정방법을 확립코자 하였고, 국내장려품종 중에서 실내 입모 내습성 검정을 통한 자원을 발굴하였으며, 프로테옴 해석연구를 통한 유전자 발현양상을 파악하였다. 내습성 품종선발을 위한 생육중기 내습성 지표구명에 대한 기초연구와 논 담수조건에서 국내 장려품종 및 재래종의 내습성 자원을 탐색 하였다.

#### 2. 논콩 고품질 생산을 위한 고기능성 물질탐색과 유용유전자원 발굴 및 프로테옴 해석

콩의 기능성 물질 중에서 isoflavone은 국내외에서 많은 연구가 이루어지고 있으나 Phytoesterol, Tocopherol 및 Lutein에 대한 연구는 국내에서 매우 미흡한 실정으로 이들 성분들에 대하여 국내 장려품종과 재래종자원을 탐색하였으며, 야생콩, 장려품종 및 유전자원에 대한 11S, 7S단백질의 변이분석과 아울러 품종개발에 이용이 가능한 변이 자원의 발굴 및 프로테옴 해석에 의한 유전자 발현양상을 구명 하였다. 또한 논콩 재배의 등숙기간 동안 콩 종실의 프로테옴 해석 대한 기초연구를 수행하였다.

#### 3. 논콩 습해 경감 및 고품질 생산기술 개발

논콩 재배의 안정적 생산 기반을 위한 기초연구로서 나물콩을 중심으로 습해경감기술 뿐만 아니라 초형별 적정재식밀도, 근류균 종도점종, 석회시용효과 및 적정 수확시기를 구명하고 또한 논 재배 현장실증연구를 통한 단지화 가능성을 검토하였다.

연구개발목표	내용 및 범위
<b>제1세부과제</b> ○논콩 안정생산을 위한 내습성 유용 유전자원 발굴 및 프로테옴 해석	-논콩 입모 및 초기생육 향상을 위한 출아기의 실내 내습성 검정방법 확립 및 자원탐색 -논콩 생육기의 습해저항성 검정지표 개발 및 유용자원 탐색 -프로테옴에 의한 출아기 내습성 유전인자 탐색 및 동정
<b>제2세부과제</b> ○논콩 고품질 생산을 위한 고기능성 물질탐색과 유용유전자원 발굴 및 프로테옴 해석	- 논재배에서의 기능성물질의 변이탐색 및 발굴 (아이소플라본, 루테인, 토코페롤) -콩 종자 저장 (11S, 7S)의 변이 및 자원 발굴과 프로테옴 해석 -논과 밭의 콩 종실 저장단백질 발현양상 -등숙기간의 콩 종실의 프로테옴 발현 해석 및 동정
<b>제1협동과제</b> ○논콩 습해 경감 및 고품질 생산기술 개발	-습해경감 파종방법 구명 -초형별 적정재식밀도 구명 -근류균 종토접종 및 석회시용효과 구명 -적정 수확시기 구명 -논콩 재배 현장실증연구를 통한 단지화 가능성 검토

## IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

### 1. 연구개발 결과

가. 논콩 입모 및 초기생육 향상을 위한 출아기의 내습성 검정방법 확립 및 자원발굴

#### 1) 실내 내습성 검정방법 확립

가) 콩의 침수량과 침종일수에 따른 품종간 차이

(1) 침종기간이 1일에서는 발아율이 17.0~77.3%로 평균 56.3%였으며, 2일에서는 10.0~80.0%로 평균 45.9%, 3일에서는 11.0~82.0%로 평균 40.8%, 4일에서는 3.0~67.0%로 평균

25.7%였다. 즉, 침종일수가 증가할수록 어느 품종이나 발아율이 감소하였는데, 1일과 2일의 침종에서는 품종간 차이가 크지 않았으나, 3일에서는 품종간 차이가 나타났다.

(2) 침수량 30ml에서는 발아율이 26.0~82.0%로 평균 54.7%였으며, 60ml에서는 19.0~77.3%로 평균 45.5%, 90ml에서는 4.0~71.0%로 평균 39.5%, 120ml에서는 3.0~72.0%로 평균 29.0%로 나타났다. 침수량이 증가할수록 발아율이 감소하는 경향이었는데, 침수량 90ml에서 품종간 차이가 나타났다.

(3) 따라서 침종일수는 3일, 침수량은 90ml가 품종간 발아율의 차이가 가장 크게 나타나 입모향상을 위한 발아율 실내검정조건으로 적당하였다.

#### 나) 침종처리에 의한 종자 추출물의 용출특성과 고 발아율 품종 발굴

(1) 종자 무게는 침종 20분부터 증가하기 시작하고, 1시간 후부터 6시간 후까지는 급격히 증가하였다. 그 후 시간이 지남에 따라 물의 흡수량이 감소하기 시작하여, 24시간 전후에는 종자의 무게가 최고치에 도달하였다가, 그 이후에는 물의 흡수량이 급격히 감소고 종자의 무게도 감소하였다. 용도별로 보면, 밥밀콩과 풋콩 및 울콩은 24시간 후부터 종자 무게가 감소한 반면, 장류콩과 나물콩은 48시간 후부터 종자 무게가 감소하였다. 콩의 용도별로 보면 종자가 흡수한 물의 양이 가장 많은 것은 풋콩과 울콩으로 평균 17.34g를 흡수하였고, 그 다음에는 장류콩이 15.58g, 밥밀콩이 13.21g, 나물콩이 10.35g의 순서로 많았다.

(2) 평균용존산소량은 침종 20분후의 7.75mg/ℓ에서 72시간 후의 0.87mg/ℓ로 감소하였다. 밥밀콩은 침종 20분 후에는 7.96mg/ℓ로 가장 높았으며 6시간 후에도 4.81mg/ℓ로 가장 높았으나, 48시간 및 72시간 후에는 다른 콩들에 비하여 용존산소량이 낮았다. 한편 풋콩과 울콩은 침종후 초기에는 용존산소량이 밥밀콩과 비슷하였으나 72시간 후에는 다른 콩들에 비하여 용존산소량이 가장 높아 1.25mg/ℓ였다.

(3) 전기전도율은 침종 20분과 40분 후에는 풋콩 및 울콩이 162.05와 231.35 $\mu\text{scm}^{-1}$ 로 가장 높았고, 나물콩이 75.51과 111.36 $\mu\text{scm}^{-1}$ 로 가장 낮았으며, 1시간과 3시간 후에도 풋콩 및 울콩이 315.69와 485.02 $\mu\text{scm}^{-1}$ 로 높았고, 나물콩이 142.01과 259.33 $\mu\text{scm}^{-1}$ 로 낮았다. 6시간 후에도 풋콩 및 울콩이 642.76 $\mu\text{scm}^{-1}$ 로 높았고, 나물콩이 341.65 $\mu\text{scm}^{-1}$ 로 낮았으며, 24시간과 48시간

후에도 풋콩 및 올콩이 989.67과 1865.48 $\mu\text{scm}^{-1}$ 로 높았고, 나물콩이 618.69와 1013.69 $\mu\text{scm}^{-1}$ 로 낮았다.

(4) 총고형물질은 침종 20분과 40분 후에는 풋콩 및 올콩이 113.74와 161.70mg/l로 가장 높았고, 나물콩이 53.15과 78.15mg/l로 가장 낮았다(표 7). 침종 1시간과 3시간 후에도 풋콩 및 올콩이 220.56과 339.67mg/l로 높았고, 나물콩이 98.96과 174.69mg/l로 낮았다. 6시간 후에는 풋콩 및 올콩이 451.89mg/l, 24시간 후에는 714.58mg/l, 48시간 후에는 1354.36mg/l로 가장 높았으며, 나물콩은 6시간 후에는 238.91mg/l, 24시간 후에는 406.48mg/l, 48시간 후에는 747.31mg/l로 전기간동안 가장 낮았다.

(5) 전기전도율과 TDS가 낮은 품종들은 발아율이 높았고, 높은 품종은 발아율이 낮은 경향이였다. 종자의 수분흡수가 낮은 품종들은 발아율이 높아 수분흡수와 발아율은 부의 상관이 있었다. 종자의 무게가 높은 품종은 전기전도율과 TDS가 높았으며, 종자의 무게가 낮은 품종은 전기전도율과 TDS도 낮아 정의 상관이 있었다.

(6) 침종에 따른 고발아율품종은 장류콩에서는 장수콩의 발아율이 72.7%로 가장 높았고, 익산과 송학콩이 4%로 가장 낮았다. 나물콩에서 발아율이 가장 높은 품종은 소백나물콩으로 90품종중에서 가장 높은 90.7%였으며, 방사콩은 7.3%로 가장 낮았다. 발밀콩에서는 선흑콩이 52.67%로 가장 높았고, 진울콩이 10.0%로 가장 낮았다. 풋콩 및 올콩에서는 선록콩이 34.0%로 가장 높았으며, 신록콩이 8.7%로 가장 낮았다.

(7) 시험결과, 입모향상을 위한 육종소재로서 장수콩, 소백나물콩이 유망시되었다.

## 2) 침종에 따른 온실포트에서의 출아율

가) 3일간 침종하였을때 출아율이 가장 높은 품종은 백천콩이었으며, 가장 낮은 품종은 남해콩이었다. 5일간 침종한 후 출아율에서도 백천콩이 가장 높았으며, 남해콩과 송학콩이 가장 낮은 출아율을 보였다.

나) 출아율과 발아율의 단순회귀분석에서는 3일간 침종후의 출아율에서는 결정계수가 48%로 정의 상관이 나타났고, 5일간 침종후의 출아율에서도 34%로 정의 상관이 나타났다.



#### 나. 콩 생육중기의 습해저항성 검정지표 개발

1) 뿌리건물중은 국내에서 내습성이 강한 것으로 인정된 풍산나물콩과 무한콩이 과습구가 대조구의 54~56%였으며 내습성이 약한 장엽콩과 명주나물콩은 과습구가 대조구의 26%로 뿌리건물중의 일당 증가량이 적었다.

2) 지상부건물중과 지하부건물중에 대한 비율(R/S)은 내습성품종인 풍산나물콩과 무한콩이 과습처리후에도 큰차이가 없었다.

3) 근류건물중은 모든 품종이 과습구에서 근류건물중이 유의하게 감소하였다. 풍산나물콩이 과습구가 대조구의 83%로 습해에 의한 감소가 가장 적었으나, 그 외의 품종들은 과습구가 대조구의 58~62%로 습해에 의하여 근류건물중이 크게 감소하였다.

4) 광합성율, 증산량 및 기공전도도는 과습처리시기에 상관없이 풍산나물콩과 무한콩이 장엽콩과 명주나물콩에 비해 더 적게 감소하였고, 과습처리 후의 회복도 빨랐다.

5) 엽질소농도, SPAD 값 및 엽병의 Ureide 함량은 과습처리시기에 상관없이 어느 품종이나 대조구에 비해 과습구에서 감소하였으며, 내습성이 강하다고 인정된 풍산나물콩과 무한콩이 장엽콩과 명주나물콩에 비해 감소정도가 적었다.

6) 내습성의 생리적지표 중에서 광합성율, 증산량 및 기공전도도, 엽질소농도, SPAD 값 및 엽병의 Ureide 함량은 내습성의 지표로서 이용이 가능할 것이며 이 중에서 기계적으로 간단히 측정할 수 있는 SPAD값이 육종으로의 이용이 가능할 것이다.

#### 다. 논콩 담수조건에서의 품종 간 생육 비교 및 내습성 유용자원 발굴

##### 1) 논콩 담수에 의한 습해처리의 품종 간 생육 및 수량구성요소 비교

가) 논에서의 담수처리시 도복은 무담수 논재배에 비하여 더 심하였고, 생육특성은 감소되어졌다. 그 감소정도는 품종간에 차이가 있었으며 생육특성중에서는 분지수가 가장 감소정도가 컸다.

나) 수량구성요소인 협수, 립수, 100립중 및 수량도 생육특성과 비슷한 경향으로 담수처리가 무담수 논재배에 비하여 감소되어졌으며, 그 감소정도는 품종간에 따라 달랐다. 수량의 감소정도는 황금콩이 가장 컸고, 풍산나물콩이 가장 작았다.

다) 여러 생리적 지표 중에서 기계적으로 간단히 측정할 수 있는 엽록소함량(SPAD value)은 담수처리에서 감소되었으며 황금콩이 가장 감소가 컸으며, 풍산나물콩이 가장 작았다.

## 2) 논콩 담수처리에 의한 내습성 유용자원 발굴

가) 대부분이 국내 재래종으로 도복이 심하고, SMV와 SMV-N가 심한 편이며 100립중은 7.2g(KLS87319)부터 39.5g(KLS87337)까지였다. 가장 작은 소립중은 KLS87319이었고 가장 큰 대립중은 KLS87337이어서 나물콩의 소립중 및 장류콩의 대립중 육종소재로 이용이 가능할 것이다.

나) 수량은 풍산나물콩에 비하여 낮은 자원이 많았으나 KLS814(2번)가 가장 높았다. 또한 흰콩(25번), KLS87317(74번) 및 대추콩(84번)은 수량도 다소 높은편이며 도복에 강하고, SMV와 SMV-N의 이병정도도 양호해 차후 내습성자원으로의 이용이 가능할 것이다.

## 라. 출아기 내습성 기초연구를 위한 프로테옴 해석

### 1) 침종 일수에 따른 단백질 동정

가) 침종 일수가 늘어날수록 일반적으로 단백질 스팟의 수가 증가하였지만, 소백나물콩과 장수콩에서는 침종 일수가 증가하여도 단백질 스팟의 수가 크게 변하지 않았다. 분자량이 45kDa인 단백질들과 66kDa인 단백질은 침종일수가 증가하여도 변형되지 않았다.

나) 종자의 침종에 따라 발현의 차이를 보이는 단백질로는 저장 단백질인 Glycinin과 Allergen Gly m Bd 28K로 확인되었는데 이 단백질은 콩에 존재하는 주요한 알려진 단백질 중 하나로서, 28K에 위치한 알려진을 포함하는 저장 단백질이었다. 지질체를 고정시키는 역할을 하며, 발아단계에서 지질의 조절 signal과 연관된 p24 oleosin isoform B와 종자 성숙

과 관련된 단백질인 Seed maturation protein PM34가 확인되었다.

다) 침종일수에 따라서 동정된 단백질은 저장 단백질이 많은데 이는 발아과정에서 저장양분이 단백질이 이용되거나, 일부는 효소로서 저장양분의 분해·전류·이용 등 대사작용에 관여하기 때문인 것으로 판단된다. 생육과정에 필요한 아미노산을 공급하기 위해 저장 단백질이 종자 발아과정에서 소비된다고 하였고, 지질과 관련된 단백질은 종자가 발아할 때 배의 성장을 위하여 소비되는데, 상당한 양의 ATP, NADP 및 FADH<sub>2</sub>를 생성하여 발아에 필요한 역할을 하는 것으로 추정된다.

## 2) 침종 후 발아에 따른 단백질 동정

가) 어느 품종에서나 발아한 종자에서 발아하지 않은 종자에 비하여 더 단백질 스팟이 많이 나타났다. 침종후의 발아종자에서는 ATP와 DNA binding 단백질과 Serine 단백질이 확인되었고, 침종후의 미발아 종자에서는 metallothionein과 지베렐린 조절 단백질이 확인되었다.

나) Alcohol dehydrogenase 1이라는 단백질로 확인되었는데, 이는 과습으로 인해 식물에서는 Alcohol dehydrogenase, Malic dehydrogenase, Lactic dehydrogenase, Pyruvate kinase 등 효소들이 발생하여 과습상태를 극복한다고 한 것과 같이 침종으로 인해 Alcohol dehydrogenase 1 단백질이 발생한 것으로 생각된다.

다) 지베렐린은 식물의 신장성장 촉진, 휴면타파, 발아촉진, 개화조절의 작용을 하는데, 익산콩 경우에는 발아하지 않은 종자에서 나타난 것으로 보아 침종으로 인하여 발아를 촉진시키기 위해 발현된 것으로 생각된다.

## 세부과제 2. 논콩 고품질 생산을 위한 고기능성 물질탐색과 유용유전자원발굴 및 프로테옴 해석

### 가. 콩 기능성 물질의 변이탐색 및 자원 발굴

#### (Isoflavone, Phytosterol, Lutein, Tochoferol)

1) Isoflavone 총 함량은 신팔달콩 2호가 10.338mg/100ml로 가장 높았으며, 석랑꽃콩이 1.860mg/100ml로 가장 낮았고, aglycone 함량은 소명콩이 0.268mg/100ml로 가장 높았으며, 금강대립이 0.028mg/100ml로 가장 낮았다.

2) 100립중별 aglycone 평균 함량은 중립종이 가장 높았으며, 다음으로 소립종이 높았으며, 대립종이 순으로 낮았다.

3) 용도별 aglycone 평균 함량은 나물콩이 가장 높았고, 다음으로 장류콩이 높았으며, 밥밀콩과 꽃콩 및 올콩이 낮았다.

4) 전체적인 통계치를 보았을 때 Campesterol과 Stigmasterol 함량이 높은 것은 지역재래종의 외알콩으로 각각 47.7mg/100g, 47.35mg/100g 함량치를 나타내었다. Carotenoid의 Lutein의 함량은 861.07 $\mu$ g/100g로 십석두가 가장 높게 나타났다. 각 Phytosterol의 개별적 성분들과 Carotenoid의 Lutein 함량은 지역재래종에서 높게 나타났으며 Phytosterol의 총합량에서는 장콩이 182.83mg/100g으로 가장 높았으나 지역재래종 역시 180.65mg/100g으로 높은 함량치를 보였다.

5) 실험한 136개의 장려품종 및 육성 재래종들에서 나타난  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - $\delta$ -tochoferol의 함량은 각각 장콩의 KAS613-11가  $\alpha$ -T = 9.77mg/100g,  $\beta$ -T = 3.35mg/100g의 으로 높았으며 지역재래종의 익산이  $\gamma$ -T=29.84mg/100g로 가장 높았다. 또한 적각에서  $\delta$ -T이 12.95mg/100g로 높은 수치를 보였으며, Total-T역시 적각이 42.98mg/100g으로 높았다. 전체적으로 지역재래종과 장콩에서 함량이 높게 나타났으며 Total Tpcopherol 함량도 지역재래종 >장콩> 장려품종> 나물콩 순으로 높게 나타났다.

### 나. 콩 종자 저장단백질(11S,7S)의 변이 및 자원발굴과 프로테옴 해석

## 1) 콩 종자 저장단백질(11S,7S)의 변이 및 자원발굴

가) 야생콩에 비해 장려품종과 재래종의 단백질 band의 발현정도가 많음을 알 수 있었으며 야생콩과 장려품종 및 재래종의 단백질 발현양상을 비교해 보면 장려품종 및 재래종의 단백질 발현양상은 대부분 유사한 발현양상을 보였으나 야생콩의 단백질 발현양상은 각각 다른 단백질 발현양상을 보였다.

나) IT184247에서는 단백질 발현양상이 다른 야생콩에 비해 분명한 차이를 보였다. IT104397에서 가장 특이한 단백질 bands의 발현양상을 보인 66.0~97.0kDa의  $\alpha'$ -,  $\alpha$ -subunit 부분이 다른 비교품종의 단백질 bands의 발현양상과 분명한 차이를 보였으며  $\beta$ -subunit부분에서도 다른 야생콩과는 상이하게 단백질 band의 발현정도가 분명한 차이를 보였다.

다) 가장 특이한 단백질 bands의 발현양상을 보인 IT104397와  $\alpha'$ -subunit이 결실된 Keburi, 장려품종인 황금콩 그리고 야생콩인 IT184222를 SDS-PAGE을 이용하여 비교한 결과 IT104397의 경우는  $\alpha'$ -subunit와  $\alpha$ -subunit부분이 IT184222와 Keburi, 그리고 황금콩에 비해 단백질 bands의 발현양상에서 분명한 차이를 보였다. 또한  $\alpha'$ -,  $\alpha$ -subunit부분뿐만 아니라  $\beta$ -subunit부분도 Keburi와 황금콩에 비해 단백질 bands의 발현양상이 차이를 보였으며 특히 IT184222와는 단백질 bands의 발현양상이 분명한 차이를 보인 반면 30.0 - 45.0 kDa 부분에서 단백질 band의 발현양상은 HMW 부분의 발현양상과는 정반대의 발현 양상을 보였다. 또한 20.1kDa 부분에서 단백질 bands의 발현양상은 IT184222와 유사한 발현양상을 보였다.

라) 11S/7S의 비율은 야생콩은 평균 0.93%로 IT 184222가 0.73%로 가장 낮았으며 IT 104397이 1.66%로 가장 높았다. 장려품종 중에서는 11S/7S의 비율은 평균 1.39%로 Hwangkeumkong이 1.00%로 가장 낮았으며 Jangdanbaekmok이 1.64%로 가장 높았다. 재래종은 11S/7S의 비율은 평균 1.36%로 IT 155998이 1.00%로 가장 낮았으며 IT 22739이 1.58%로 가장 높았다.

## 2) 2-DE를 이용한 야생콩 종실 저장단백질 발현양상 비교 및 동정

가) 2-DE를 이용한 염기성부분의 단백질 분리예 따른 발현양상은 기존에 실험방법보다 단

백질 spots의 발현양상이 분명하게 증가하였다. IT183033은 LMW의 염기성부분에서 발현된 단백질 spots의 수가 다른 비교품종에 비해 많이 분리되었다. 30.0~97.0kDa의 중성부분은 다른 비교품종에 비해 단백질 발현양상에 분명한 차이를 보였다.

나) LMW의 염기성부분에서 10개의 단백질 spots를 동정한 결과 spot no. 1, 2, 3, 10은 Glycinin Gy4 precursor로 동정되었으며 spot no. 4는 Glycinin G3 precursor로 동정되었다. Spot no. 5, 7, 9는 Glycinin G1 precursor로 동정되었으며 spot No. 6, 8은 Glycinin chain A2B1a precursor로 동정되었다. 10개의 spots 모두 콩의 주요 저장 단백질로서 종자 발달 또는 성장을 위해 필요한 단백질이며 11S seed storage protein(globulins) family에 속해 있는 단백질과 유사한 단백질로 동정되었다. 동정 결과 모두가 저장단백질로 동정되었지만, 기존의 염기성부분의 단백질 분리에서 동정되었던 결과보다 더 많은 수의 저장단백질이 동정되었다.

다) 야생콩에서  $\alpha'$ -와  $\alpha$ -subunit이 결실된 야생콩인 IT104397을 2-DE를 이용하여 분석한 결과 66.0 - 97.0 kDa 부분에서는 단백질 spot가 거의 없었으며 염기성부분의 단백질 발현양상이 분명한 차이를 보였다. 또한 30.0 kDa 부분의 산성부분에서도 발현되는 단백질 spots에서 분명한 차이를 보였다.

라) IT104397의 단백질 동정결과 spot no.7은 metallothionein-like protein, spot no.8, 9는 metallothionein type 2으로 동정되었으며 metallothionein protein은 다양한 중금속을 결합하는 시스테인 잔기의 높은 내용물을 가지고 있는 단백질로 알려져 있다. spot no. 11은  $\beta$ -conglycinin의  $\alpha'$ -subunit으로 동정되었으며,  $\beta$ -conglycinin의  $\alpha'$ -subunit은 종자 저장 단백질로 종실이 발달하는 동안에 축적되며 이 단백질은 종자가 발달하기 위하여 발아 후에 탄소와 질소를 공급하기 위해 가수분해 된다. spot no. 21은 Chain I, Trypsin (E.C.3.4.21.4) Complexed with Bowman-Birk Inhibitor로 동정되었으며 체내소화 효소인 trypsin의 활성을 억제하여 단백질의 소화를 억제한다. IT104397에서는 발현되지 않았다. spot no. 29는 gibberellin regulated protein으로 동정되었으며 초기 발아 과정과 종자 성숙 단계에 영향을 주는 단백질 성숙종자의 마지막 시기 또는 발아초기에 포함되어 있는 지베렐린을 통제에 관여하는 단백질로 알려져 있다.

#### 다. 논과 밭의 콩 종실 저장단백질 발현양상

## 1) SDS-PAGE를 이용한 논과 밭의 콩 종실 저장단백질 발현양상 비교

논과 밭에서 재배한 한남콩, 백천콩, 황금콩, 단원콩을 가지고 SDS-PAGE를 이용하여 단백질 bands 발현양상을 비교하였다. 66.0~97.0kDa부분의 main bands의 발현정도가 논보다는 밭에서 높았으며 45.0kDa부분의 band 역시 논보다는 밭에서 발현정도가 높았다. 한남콩의 경우 14.4~20.1kDa부분에서 단백질 band의 발현양상이 분명한 차이를 보였으며 백천콩에서도 14.4~20.1kDa부분의 단백질 발현양상이 한남콩과 같은 단백질 발현양상을 보였다.

## 2) 2-DE를 이용한 논과 밭의 콩 종실 저장단백질 발현양상 비교

논과 밭에서 재배된 4품종을 2-DE gel에서 임의 선발한 단백질 spot를 이미지 분석한 결과, 한남콩의 경우는 논에서 재배하여 얻은 종자의 protein normal volume이 40개의 단백질 spots 중 13개의 단백질 spots은 증가하였으며 27개의 단백질 spots은 감소하였다. 백천콩에서는 40개의 단백질 spots 중 23개의 단백질 spots은 증가하였고 16개의 단백질 spots이 감소되었으며 1개의 단백질 spots은 변화가 없었다. 황금콩에서는 30개의 단백질 spots 중 11개의 단백질 spots은 증가하였으며 19개의 단백질 spots은 감소하였다. 단원콩에서는 30개의 단백질 spots 중 16개의 단백질 spots은 증가하였으며 14개의 단백질 spots은 감소하였다.

## 라. 등숙기간의 콩 종실 저장단백질 발현양상

1) HMW에서 산성부분은 등숙이 진행됨에 따라 감소하는 경향을 보였으며 30.0~45.0kDa부분에서는 증가하는 경향을 보였다. 또한 LMW에서 염기성부분도 역시 증가하는 경향을 보였다.

2) 이차원전기영동 후 세부분을 부분별로 비교하였다. 부분 1에서는 1waf에서 발현되어 3waf까지 단백질 발현 정도가 증가하다가 4waf에서부터 6waf까지는 단백질 발현 정도가 감소되었다. 반면에 부분 2에서는 1waf 때에는 단백질 발현 정도가 거의 없었으나 부분1번과는 다르게 2waf에서부터 단백질 발현 정도가 분명히 증가하여 4waf까지 점차적으로 증가하다가 5waf에 급격히 증가한 후 6waf 때에는 약간 감소 양상을 보였다. 부분 3에서는 1waf에 단백질 발현 정도가 거의 없다가 2waf때부터 점차 증가하여 6waf때까지 단백질 발현 정도가 증가하는 양상을 보였다.

3) 2-DE를 이용한 등숙에 따른 단백질의 발현 정도는 LMW의 염기성부분은 단백질 발현정도가 증가하는 양상을 보인 반면 45.0-66.0 kDa의 산성부분에서는 감소되는 양상을 보였다. 또한 동정결과 p24 oleosin isoform A라는 등숙에 관여되는 단백질이 동정되었으며 oleosin은 oil body에 존재하는 기내 번역의 산물로 합성된다. oleosin의 전사와 동시에 일어나는 번역 과정을 결정하는 것은 특정한 microsomal membrane이다. 기내 번역반응은 고정된 soybean oil body에서만 이루어지거나 또는 soybean oil body와 microsome에서 이루어진다. oil body 단백질은 지질단층까지 침투할 수 있으며 지질 상부 그룹과 결합한다. 또한 막 지질 구성은 oil body와 단백질 결합에 영향을 줄 수 있다. 또한 p24 oleosin isoform A는 oleosin family에 속하며 oleosin은 지질과 물의 단층영역에 존재한다. 오일의 유착을 방지하여 종실이 건조되는 동안 지질체를 안정시키는 역할을 한다. 또한 지질체의 지질과 인단백질 일부분들이 서로 상호작용을 한다. 종자가 발달하는 동안에 지방분해에 특정한 lipase anchorage을 위한 recognition signals을 제공하며 받아 및 초기 성장을 관여한다. 콩 종실 지질체 막 단백질 24 kDa oleosin의 Isoforms는 밀접한 관계가 있는 cDNAs에 의해 암호화 한다. 등숙에 관련된 단백질로 등숙이 진행됨에 따라 protein normal volume이 증가됨을 알 수 있다.

## 협동과제 1. 논콩 습해경감 및 고품질 생산 기술 개발

### 가. 습해경감 파종 및 작휴방법 구명

1) 논 토양수분 조건에 따른 콩 발아율은 적습, 과습, 건조, 침수처리에서 각각 평균 90, 38, 0.2, 0%로 과습 조건에서 발아율이 크게 떨어졌으며, 풍산나물콩이 송학콩에 비해 과습 조건에서 발아력이 높았다. 평휴와 휴립과종 간에는 휴립재배시 송학콩, 풍산나물콩 모두 경장, 경태, 분지수 등 생육이 양호하였다.

2) 재배조건별 습해정도는 휴립재배시 습해지수는 1이었고, 평휴재배에서 송학콩이 5, 풍산나물콩이 7을 나타내 습해가 심하여 휴립재배시 습해경감 효과가 컸다. 수량성도 휴립 과종시 송학콩이 305kg/10a(100), 풍산나물콩은 280kg/10a인데 반해 평휴재배시 수량지수는 송학콩은 61%, 풍산나물콩은 46%로 습해에 의해 수량이 감소하였다. 그리고 나물콩 품종의 내습성을 검정하기 위해 온실 베드에 풍산나물콩 등 나물콩 4품종을 공시하여 영양생장기인 5엽기에 10일간 습해 처리한 결과 도레미콩, 풍산나물콩이 무처리에 비해 개체당 생육 및 수량 감소량이 적어 습해에 강한 품종으로 생각되었다.



#### 나. 초형별 적정 재식밀도 구명

초형 및 재식밀도에 따른 콩 생육과 수량성을 검토해본 결과 표준 재식밀도(조간60cm x 주간10cm)에 비해 소식재배에서 경장은 길고, 경태는 두꺼워 졌으며, 분지수 및 주경절수가 많아지는 경향을 보였고, 엽면적 지수는 밀식조건에서 높았으며, 재식밀도별 수량성은 풍산나물콩은 조간50cm x 주간10cm, 송학콩은 조간 60cm x 주간10cm에서 최고수량을 나타내어 초형이 난형인 송학콩에 비해 세장형인 풍산나물콩이 밀식적응성이 있는 것으로 보였다.

#### 다. 근류균 종토접종이 콩 생육에 미치는 영향

1) 콩 논 재배시 근류균 효과를 구명하기위해 근류균 종토(밭토양)를 50~150kg/10a 수준으로 접종하고 접종량에 따른 식물체 건물중 및 근류균량을 조사해본 결과 무접종 처리구와 차이가 없었다. 또한 근류균 종토 접종량에 따른 콩 생육 및 수량성도 차이가 없어 근류균 종토접종 효과를 인정 할 수 없었다.

2) 전남·북 10개 시·군의 보통답(논) 20개 지점의 논 토양을 채취하여 포트에 담아 콩 파종 후 30일 후에 근류균 형성 여부를 조사해본 결과 전 지역의 논 토양에서 근류균이 형성 되었는데 이는 과거 오랫동안 논두렁에 콩을 재배하여 근류균이 존재하는 것으로 생각되었고, 본 시험을 수행한 논토양에도 밭 토양 보다는 적었으나  $8.8 \times 10^2$  정도의 근류균이 존재 하는 것을 확인하였다. 따라서 콩 논 재배시 별도의 근류균 종토 접종 작업을 생략하여도 좋을 것으로 생각되었다.

#### 라. 논콩 재배시 석회시용 효과 구명

1) 콩 논 재배시 석회 시용에 따라 작물 생육은 무처리에 비해 경장이 커졌으며, 주경절수 및 분지수는 많아지는 경향이었고, 경태도 굵어져 작물생육이 양호하였다. 또한 석회 시용 처리구가 무처리에 비해 개체당 협수가 증가하였고, 수량성은 무처리에 비해 석회중화량 처리에서 8%, 중화량+50%증량, 중화량+100%증량 처리에서 각각 6%, 4% 증수되어 석회시용 효과가 있었다.

2) 석회시용에 따른 토양 화학성은 무처리에 비해 토양 pH가 높아져 중화되었으며, 양이온

함량도 증가하였는데 특히, SiO<sub>2</sub>, Ca의 함량이 높아졌으며, 립비대기에 조사한 식물체 부위별 성분 조사에서도 무처리에 비해 석회시용 처리구에서 잎, 줄기, 헐 모두 CaO, K<sub>2</sub>O 등 양이온 함량이 증가 하였다.

#### 마. 나물콩 논 재배시 수확시기에 따른 수량 및 콩나물 품질

1) 나물콩 논 재배시 적정수확시기를 구명하기 위해 수확시기를 달리한 시험에서 성숙기 10일전 수확시 종실수분 함량은 61.9%였고, 탈곡시 까지의 건조일수는 11일이 소요 되었으며, 성숙기, 성숙기 10일 후, 성숙기 20일 후 수확에서의 종실 수분함량은 각각 40.1, 13.5, 12.1%였고, 탈곡을 위한 건조일수는 각각 7, 2.5, 1일이 소요되었다.

2) 수확시기별 미숙립을 제외한 종실수량은 일반적인 수확기인 성숙기 10일 후 수확에 비해 성숙전 10일 및 성숙기 수확은 각각 18, 7% 감소하였고, 성숙 기 20일 후 수확에서는 대등하였다. 수확시기별 종자의 콩나물 특성을 조사해본 결과 콩나물 수율은 일반적인 수확기인 성숙기 10일 후 수확에 비해 성숙기 10일 전 수확 및 성숙기에 수확한 종자는 부패 및 불완전 신장립율이 많아 각각 6, 2% 콩나물 수율이 떨어졌으며, 성숙기 20일 후 수확에서는 차이를 보이지 않았다.

#### 바. 나물콩 논 재배 대단위 실증 시험

1) 콩 논재배시 그동안 검토 되었던 고품재배 및 석회시용과 생육중기에 배토작업 등 신기술을 투입한 현장실증 결과 농가관행에 비해 경장은 커졌으며, 주경절수 및 분지수가 많아졌다.

2) 개체당 헐수의 증가로 10a당 수량이 269kg으로 농가관행 재배에 비해 10% 증수 효과가 있었다. 따라서 습해가 우려되는 논에서 콩을 재배 할 경우 고품재배는 필수적으로 생각되었고, 안정 다수확 생산을 위해서는 석회시용을 통한 토양중화와 배토작업 등 중간관리에 노력을 기울여야 할 것으로 생각되었다.

## 2. 활용에 대한 건의

가. 정부에서는 국내식용콩 자급율을 50%자급달성을 위한 정책을 계획하고 있으며 쌀 생산과잉에 의한 대체작목으로 콩의 논에서의 재배는 계속적으로 확대될 것이다. 이에 따라 논콩 재배에 우수한 품종의 개발과 생산기술의 기초연구에 대한 지속적인 투자가 요청된다.

나. 논콩 품종개발을 위한 육종적 기초연구로서 자원개발, 마커육종 또한 프로테움 같은 첨단연구도 병행하여야 할 것이며 이에 대한 기초연구 및 응용개발은 국산콩의 국제 경쟁력을 강화시킬것이다.

다. 유전자원의 선발과 기능성 물질 자원의 탐색은 유망유전자원을 제공하며 종자전쟁시대에서 경쟁력 있는 종자산업뿐만 아니라 국내농업의 경쟁력 강화에 크게 기여할 것으로 이에 대한 정책적 배려가 요구된다.

라. 논콩의 우수한 품종 개발과 안정적 고품질 생산기술 개발로 주산 단지화하여 국내수요에 대응하고 농가소득을 극대화할 수 있다.

마. 이러한 재배단지를 모델로 하여 주산단지를 중심으로 가공산업의 집목화를 통한 국산콩의 부가가치를 향상시키고 생산증대를 전국에 과급시킬 수 있다.

### 3. 논콩 재배의 종합적 고찰

콩은 쌀과 더불어 우리의 건강과 식생활을 지키는 전통식품이다. 쌀 생산조정 대책과 국산콩 50%의 자급 달성을 위해서는 논콩재배의 확대가 매우 긴요한 실정이다. 2002년부터 1,950ha로부터 시작된 국내의 논콩 재배는 2005년 10,867ha로 증가되었는데 최근에는 정부의 지원 정책 부족으로 재배면적이 감소되는 경향이다. 논에서는 콩의 수량제한 요소인 내습성이 가장 문제 될 것으로 지속적으로 입모 및 생육중기에 대한 연구가 이루어져야할 것이다. 논에서 콩을 재배하는 것은 밭에서의 재배기술과는 다른 측면이 있기 때문에 본 연구 뿐만 아니라 지금까지 여러연구에 수행된 연구결과를 종합 투입한다면 국내의 논콩재배는 오랜 역사를 가진 일본의 논콩재배와 마찬가지로 성공적일 것이다. 기상온난화 등 농업환경의 변화가 예상되는 가운데 논콩 재배의 병충해의 발생 등 내재해성에 대한 연구뿐만 아니라 국제 경쟁력 제고를 위한 고품질 생산에 대한 연구가 계속 이루어져야 할 것이다. 더욱이 FTA에 의한 충격과 바이오에너지 작물에 의한 옥수수, 콩 등 식량작물의 가격상승은 국내의 국산

식용콩의 자급달성 성취는 매우 시급한 문제이다. 따라서 정부의 식용콩 50%의 자급목표를 달성하기 위해서는 무엇보다 정부의 논콩 재배 지원정책이 절실한 시점이다.

## SUMMARY

This study was conducted to investigate the effect of pre-germination soaking on germination, especially expression studies and proteome analyses which are novel tools for the analysis of seed pre-germination soaking on germination, for comparing recommended and local varieties and wild-type soybeans to proteins of basic region and confirming how to turn up displayed expression protein bands obtained from the wild-type soybeans and recommended and local varieties through the use of proteomics approaches for the known functional components, and to get the seeding method for the reduction of flooding damage and adaptable distance according to plant types in the paddy field cultivation of soybean.

Over the last two decades, the increasing interest in functional foods with the "scientific principle and basis for disease prevention" has greatly promoted the development of new types of functional foods with the various antioxidative factors known as beneficial for the prevention of age-related disease through the extensive research. The soybean [*Glycine max* (L.)] has long been recognized as a valuable components of medicine, food and feed. The various functional substances in soybean such as isoflavone, lutein, tocopherol, and phytic acid enhanced the value of soybean. Phytosterols which reduce cholesterol in human body will greatly increase the value of soybean as functional food source. Therefore, Korean soybean germplasm was used to study the variations of phytosterols and to select genetic resources useful for the development of soybean with the better valuable nutrition.

Recently, in the field of plant proteomics, the interest in the plant biology especially in the proteins expressed by genome and the proteome has been increased. In this respect, two-dimensional gel electrophoresis is a powerful tool to analyze the complex protein mixtures by separating the proteins according to their isoelectric point (*pI*) and their molecular mass. Protein spots isolated from 2-D polyacrylamide gels and digested with proteases generate the reproducible peptide fragments whose molecular mass can be accurately and rapidly determined using Matrix-Assisted Laser Desorption Ionization Time-of Flight (MALD-TOF) mass spectrometry. These experimentally determined peptide masses can be utilized to search "in silico"

digested protein or nucleic acid databases for statistical matches. Their experimental verifications through the nutritional values and the functional proteomics of soybean that have been called as a medicinal crop have been focused on. Many research scientists have conducted the extensive research to isolate and characterize Isoflavone, tocopherol, lutein and phytosterols etc.

Recently, the recognition for wild-type soybean related to the many functional components and experimental materials have been greatly changed. However, the studies have been carried out with a few landscape soybean varieties. No reports have been released about the pre-germination soaking on germination and the functional materials such as isoflavone, lutein, tocopherol and phytosterols are not reported by proteomics approach. The research was carried out in three different sub-projects: 1) to evaluate the effect of pre-germination soaking on the germination and identification of proteins in soybean. 2) to investigate differentially displayed expression of soybean seed storage proteins using SDS-PAGE and two-dimensional electrophoresis. 3) to establish the seeding method of flooding damage reduction and the adaptable distance according to plant types in the paddy field cultivation of soybean.

**The first part of research. Development of useful genetic resources and proteomic analysis for flooding resistance for the stable production of soybean in paddy field.**

This study was carried out to investigate the effect of pre-germination soaking on the germination of 90 Korean soybean varieties and the identification of protein in seeds of 7 soybean varieties. The results obtained were summarized as follows:

1. Germination rate of soybean seeds was decreased as amount of soaking water and soaking duration in number of days. Difference in germination rate of soybean seeds was significant at three days soaking with water volume of 90ml.
2. Water absorption of seeds was rapidly increased during the first 6 hours, followed by the slow increase until 24 hours and then decreased during the 24 to 48 hours after

soaking soybean varieties for bean sprout soaked the lowest amount of water, while soybean varieties for cooking with rice showed the lowest seed water content.

3. Dissolved oxygen(DO) in soaking water was rapidly decreased during the first 3 hours after soaking, then slowly decreased. Soybean varieties for vegetable and early maturity showed the lowest DO during the early soaking periods, but showed higher DO after 24 hours than other groups of soybean varieties.
4. Electrical conductivity and Total Dissolved Solid(TDS) were increased as the number of soaking days were increased. Soybean varieties for vegetable and early maturity showed the highest electrical conductivity and TDS, followed by those for sauce and paste or cooking with rice, while showed the lowest electrical conductivity and TDS, varieties for bean sprout.
5. Among 90 Korean soybean varieties, varieties which showed the highest germination rate were Jangsukong for sauce and paste, Sobaegnamulkong for bean sprout, Seonheukkong for cooking with rice, Seunnokkong for vegetable and early maturity. On the other hand, varieties which showed the lowest germination rate were Iksan and Songhakkong for sauce and paste, Pangsakong for bean sprout, Jinyeulkong for cooking with rice, Sinlokkong for vegetable and early maturity.
6. Germination rates of soybean seeds were higher when electrical conductivity, TDS and water absorption of seeds were lower. There were negative correlations between electrical conductivity, TDS and water absorption of seeds and germination rate, while there were positive correlations among electrical conductivity, TDS and soybean seed weight.
7. Proteins expressed in soybean during soaking periods were identified as Glycinin, p24 oleosin isoform B, and seed maturation protein PM34, respectively.
8. Proteins expressed in germinated seeds after soaking were identified as ATP, and

DNA-binding proteins, and serine protease precursor, respectively, while proteins expressed in non-germinated seeds after soaking were identified as metallothionein related to metal and gibberellin regulating protein.

## **The 2nd part of Research: Survey and proteome analysis of the functional materials and valuable genetic resources for the production of high quality of soybean in the rice paddy soils**

This study was performed to compare the recommended and local varieties and wild-type soybeans to the proteins of basic region and to confirm how to turn up displayed expression protein bands which were in wild-type soybeans and recommended and local varieties by electrophoresis. And the four cultivars, such as Hannamkong, Baekcheonkong, Hwangkeumkong, and Dawonkong are cultivated from paddy-field and upland-field, in order to examine the normal volume of protein spots. Also, during seed-filling phase of soybean seed development in Taekwangkong, we carried out a survey to identify how it changes and what kind of protein it is. Besides obtaining preliminary data of displayed expression in soybean seed storage proteins, the results of surveys obtained were summarized as follows;

1. Protein spots was more clearly visualized than existing experimental method for displayed expression following a region of basic in protein separation. Also, as a result of proteins identified by MALDI-TOF-MS, we identified there are 11s protein Glycinin in the wild-type soybeans for the most part and protein spot No. 6, 8 came out as a glycinin chain A2B1a precursor.
2. It has showed differentially displayed expression result between wild -type soybean and recommended and local varieties by comparison using SDS-PAGE. However, the recommended and local varieties showed mostly the same displayed expression. It was  $\alpha'$ -,  $\alpha$ -subunit that wild-type soybean lacked in IT104397 and protein bands nearby  $\beta$ -subunit region extremely intended to increase display expression than any other wild-type soybean.



3. By analyze IT104397 lacking in  $\alpha'$ ,  $\alpha$ -subunit through using 2-DE, we found that there were only few protein spots near by 66.0 - 97.0 kDa which showed differentially displayed expression at a basic region of protein. Also the protein spot generally near the acidic region by 30.0kDa showed differentially displayed expression.
4. As a result of proteins identified by MALDI-TOF-MS in IT104397, it was identified that the spot no. 7 is metallothionein-like protein, spot no. 8, 9 was metallothionein type 2, spot no. 11 was  $\alpha'$  - subunit of beta-conglycinin, spot no. 21 was Chain I, Trypsin (E.C.3.4.21.4) Complexed with Bowman-Birk Inhibitor and spot no. 29 was gibberellin regulated protein
5. As a result of image analysis for the randomly selected protein spot in 2 - DE gel image of Hannamkong cultivated from the paddy field and protein normal volume of got 13 protein spots were increased 27 protein spots were decreased from 40 protein spots. In Baekcheonkong, 23 protein spots were increased, 16 protein spots were decreased, 1 protein spots wasn't changed from 40 protein spots. Also, in Hwangkeumkong, 11 protein spots were increased 19 protein, spots were decreased from 30 protein spots. In Danwonkong, 16 protein spots were increased, 14 protein spots were decreased from 30 protein spots.
6. As a result of differentially displayed expression by 2-DE, Protein display expression through the seed-filling phase of soybean seed development was increased in basic region of LMA in other region decreased that proportion around of an acidic region of 45.0 - 66.0 kDa. Also, as a result of proteins identified by MALDI-TOF-MS was p24 oleosin isoform A.
7. Phytosterols are widely found in plants and known for their physiological function to reduce cholesterol in human. A total of 166 Korean soybean germplasm was evaluated for phytosterol variation in this study. Total phytosterol content ranged from 49.9 to 247.5 mg/100g with the average of 97.8 mg/100g. Soybean phytosterols consisted  $\beta$ -sitosterol of 53.2%, campesterol of 23.2 and stigmasterol of 23.6 mg/100g. The ranges

of  $\beta$ -sitosterol, campesterol and stigmasterol were 19.4-132.5, 12.0-58.7 and 11.5-56.3, respectively. About 66% of Korean soybean germplasms had phytosterol content less than 100 mg/100g, while only about 10% had higher phytosterol content greater than 140 mg/100g. Phytosterol and three components showed skewed distribution to left, i.e., more in lower phytosterol contents. KLS087103, KLS087230, Oialkong, KLS087238, KLS87190, KAS634-12, and KAS521-15 might be the useful soybean germplasm, which might be useful source for the development of soybean varieties with high phytosterol content. Contents of phytosterols,  $\beta$ -sitosterol, campesterol, and stigmasterol were highly significantly related to each other. This indicated that the increase in any component of phytosterol would result in the significant increase of other phytosterols as well as the total phytosterol content.

8. Tocopherol(T) (vitamin E) is one of important functional substances in soybean (*Glycine max* Merrill.). Selection of any soybean germplasm with high tocopherol content is desirable due to its high nutritional value. Tocopherol content of 67 soybean cultivars was analyzed with HPLC using soxhlet extraction (24 hours) method. Total tocopherol concentration ranged 23.32~41.68 mg/100g with an average of 28.66 mg/100g. About a half of the cultivars showed range of 26.0~28.0 mg/100g in total tocopherol content . Concentration of four tocopherol components was higher in the order of  $\gamma$ -T,  $\delta$ -T,  $\alpha$ -T and  $\beta$ -T with 18.01, 7.24, 3.02 and 0.38 mg/100g. But the coefficient of variation was greater in the order of  $\beta$ -T (51.06),  $\alpha$ -T (35.63),  $\delta$ -T (21.70) and  $\gamma$ -T (12.89), which is quite the opposite with that of the tocopherol concentration.  $\alpha$ -T, the primary precursor to vitamin E in the body and a good antioxidant, was rather low in concentration but showed high variation.  $\alpha$ -T concentration ranged 1.25~8.02 mg/100g. Cultivars with higher  $\alpha$ -T concentration than 4.00 mg/100g were Eunhakong, Anpyongkong, Sohokong, Alchankong, Doremikong, Jangkyongkong, Dongpuktae, Heukcheongkong, Geomjeongkong 1, Jangdanbaekmog and Keumkangdaerip. In general, Cultivars crossed with Enhakong were higher than any other cultivars used in this study.

**The 3rd Part of Research: Reduction of flooding damage to the soybean in the**

## **rice paddy soils and the development of production technology for its improved quality**

This experiment was carried out to establish the seeding method of wet injury reduction and adaptable distance according to plant types in the paddy field cultivation of soybean. In the different four moisture conditions, such as optimum, excess, drought, and flood, the emergence rate of soybean in the optimum, excess, drought, and flood conditions were 90 percent, 38 %, 0.2 %, and not appeared. And high ridge culture was better than level row on the reduction of wet injury. And the plant type of slender leaf, Pungsannamulkong was more suitable than that of round leaf, Songhakkong on the high density culture. The infected Rhizobium soil was got into paddy field 50-150 kilograms per 10a, but the effect of Rhizobium treatment was not so good as any other effect. Because that was cultivated on levee for a long time. And the experimental cultivar was Pungsannamulkong, and the 4 treatments by the amount of lime, includes none liming application, standard amount of liming requirement(LR), 50%, and 100% more of the amount of LR. The experiments were conducted in Iksan of Korea for two years from 2005 to 2006. In the results, pH of the soil was higher than before liming, and especially the concentrations of SiO<sub>2</sub> and Ca were increased. And the concentrations of CaO cation on the leaves and stems were more increased in R5(beginning seed time) stage than in the none liming treatment. On the growth of soybean, the plant hight, the number of nodes per plant, the number of branches per plant increased more on the liming treatment than the none liming treatment. Especially, the yields of soybean increased 8 % more in the LR treatment, 6 % in the 50% more LR treatment, and 4 % in the 100% more LR treatment than the none liming treatment. The conclusion is that soybean cultivation in the paddy field the application of lime should be done by referring to soil test for the amount of lime application in the soil. And other experiments were carried out to analyze the effects of lime treatment on the growth and yield of soybean in the paddy field. The soybean variety tested was Pungsannamulkong and the planting date was 20 June in Iksan of Korea for two years from 2005 to 2006. Four harvest times; before 10 days of maturation, mature day, after 10 days of matured day and after 20 days of matured day, were tested to get results. The moisture content in the harvested before 10 days of

maturation treatment was 62 percents, and the drying days for harvest needed 11 days, and that in the harvested on matured day treatment was 40 %, after 10 days of matured day treatment was 14 %, and after 20 days of matured day treatment was 12 %. And the drying days for harvest in the matured day treatment it required 7 days, after 10 days of matured day treatment, it needed 3 days, and after 20 days of matured day treatment, it needed just one day. As a results, after 10 days of matured day treatment, the growth of soybean-sprouts was better than any other treatment. It was found that early harvest was not good after cropping, because of high decay rate of soybean-sprouts, and yield of soybean was decreased, because of high moisture content. And to ideally cultivate soybean in the paddy field, some cultural methods, such as high ridge, liming, molding, and other management in the broad area need to be demonstrated in the farmer's field

# 목 차

요 약 문		1
목 차		26
<b>제 1 장 연구개발과제의 개요</b>		<b>30</b>
제 1 절 연구목적		30
제 2 절 연구필요성		30
제 3 절 연구개발의 내용과 범위		31
 <b>제 2 장 국내외 기술개발 현황</b>		 <b>33</b>
<b>제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과</b>		<b>35</b>
제 1 절 논콩 안정생산을 위한 내습성 유용유전자원 발굴 및 프 로테옴 해석		
1. 재료 및 방법		35
2. 결과 및 고찰		41
가. 논콩 입모 및 초기생육 향상을 위한 출아기의 내습성 검정방법 확립 및 자원발굴		41
나. 콩 생육중기의 습해저항성 검정지표 구명		62
다. 논콩 담수조건에서의 품종 간 생육 비교 및 유용자원 발굴		72
라. 출아기 내습성 기초연구를 위한 프로테옴 해석		78
3. 결과요약		94
 제 2 절 논콩 고품질 생산을 위한 고기능성 물질탐색과 유용 유 전자원 발굴 및 프로테옴 해석		
1. 재료 및 방법		99

2. 결과 및 고찰	112
가. 콩 기능성 물질의 변이탐색 및 자원 발굴	112
나. 종자저장 단백질(11S,7S)의 변이, 자원탐색 및 프로테옴 해석	136
다. 논과 밭의 콩 종실 저장단백질 발현양상	172
라. 등숙기간의 종실 프로테옴 발현 해석 및 동정	186
3. 결과요약	193

### 제 3 절 논콩 습해경감 및 고품질 생산 기술 개발

1. 재료 및 방법	197
2. 결과 및 고찰	200
가. 습해경감 파종 작휴방법 구명	200
나. 초형별 적정 재식밀도 구명	203
다. 근류균 종토집중이 콩 생육에 미치는 영향	205
라. 논콩 재배시 석회시용 효과 구명	208
마. 논콩 재배시 적정 수확시기 구명	210
바. 논콩 재배 대단위 농가실증 시험	213
3. 결과요약	214

### 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 217

### 제 5 장 연구개발결과의 활용계획 219

### 제 6 장 연구개발 과정에서 수집한 해외과학 기술정보 220

### 제 7 장 참고문헌 222

# CONTENTS

Summary	-----	1
Contents	-----	26
<b>Chapter 1. Introduction of research project</b>	-----	30
Section 1. Research objectives	-----	30
Section 2. Necessity of research	-----	30
Section 3. Content and range of research development	-----	31
<b>Chapter 2. Present technical status</b>	-----	33
<b>Chapter 3. Research contents and results</b>	-----	35
<b>Section 1. Development of useful genetic resources and proteomic analysis for flooding resistance for the stable production of soybean in paddy field.</b>		
1. Materials and Methods	-----	35
2. Results and Discussion	-----	41
1) Establishment of flooding tolerance testing and disinterment of resources during germination stage for seedling stand in cultivating at paddy field and improvement growth at early time	-----	41
2) Establishment of index marker for the flooding tolerance resistance at the middle stage of growth soybean	-----	62
3) Comparison of growth between varieties and disinterment of useful resources on flooding condition in cultivating at paddy field	-----	72
4) Proteome analysis for the basic research of flooding stress at germination stage	-----	78
3. Summary	-----	94
<b>Section 2. Survey and proteome analysis of the functional materials and valuable genetic resources for the production of high quality of soybean in the rice paddy soils.</b>		
1. Materials and Methods	-----	99
2. Results and Discussion	-----	112

1) Variation and resources observation of functional material of soybean	----	112
2) Variation of resources observation and seed storage proteins(11S, 7S) and proteome analysis	-----	136
3) Differentially displayed expression of seed storage proteins of soybean in paddy-field and upland-field	-----	172
4) Proteome analysis of displayed expression through the seed-filling phase of soybean development and identification	-----	186
3. Summary	-----	193

**Section 3. Reduction of flooding damage to the soybean in the rice paddy soils  
and the development of production technology for its improved  
quality.**

1. Materials and Methods	-----	197
2. Results and Discussion	-----	200
1) Effect of flooding tolerance reduction, seeding and ridge methods	-----	200
2) Effect of adaptable planting density on plant type	-----	203
3) Growth of soybean by the inoculation of the paddy field soil with rhizobium	-----	205
4) Effect of liming on the paddy field cultivation of soybean	-----	208
5) Effect of adaptable harvest time on the paddy field cultivation of soybean	-----	210
6) Test for farm household on an large scale on the paddy field cultivation of soybean	-----	213
3. Summary	-----	214

**Chapter 4. Expected use of research development** ----- 217

**Chapter 5. Objective achievement and contributions to related  
field** ----- 219

**Chapter 6. Technical information of foreign countries** ----- 220

**Chapter 7. References** ----- 222



# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1 절 연구목적

우리나라에서는 지금까지 쌀 증산 정책으로 주곡자급을 달성하였으나 재고량이 증가함에 따라 논에서의 타 작목 전환을 위한 연구개발이 아직 미흡하다. 특히 논에서의 콩 재배 기술 연구도 구체적으로 이루어진바 없고 농촌진흥청에서 최근에 시도하고 있으나 아직 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 논콩 재배시 가장 피해가 우려되는 입모 및 생육중기의 습해에 대한 검정지표를 구명하고 내습성자원을 발굴하며 또한 고부가가치 콩생산을 위한 기능성 자원의 발굴을 통한 육종소재의 탐색과 안정생산기술을 확립하여 차후 논에서의 콩 생산증대와 품질제고 및 부가가치를 증대코자 수행하였다.

## 제 2 절 연구필요성

건강식품으로서의 콩에 대한 관심과 GMO 콩의 위해성 논란 때문에 국산콩에 대한 선호도가 급속히 높아지고 있다. 그러나 콩은 다른 고소득 작물에 밀려 경사지나 척박지에 재배되므로 수량성이 낮고 재배농가의 규모도 영세하며, 재배면적이 적어 자급율이 매우 낮다. 정부에서는 쌀 수급안정을 위한 생산조정대책의 일환으로 2002년부터 논 일부에 콩 재배를 추진하고 있어 논콩의 재배면적이 빠른 속도로 증가할 것으로 예상된다. 그러나 논은 대부분 낮은 지대에 분포하고 있으며 지하수위가 높아, 논콩 재배의 가장 큰 제한요인은 습해와 도복이다. 논콩 재배시 안정적 수량생산에 가장 제한적인 요인으로는 습해로서 출아기의 습해는 토양의 저산소 조건에 의한 입모와 초기생육의 불량을 초래하고, 생육중반의 습해는 질소 고정 작용의 저해 등 생육 전반을 불량하게 하여 안정적 수량확보와 고품질의 콩 생산을 저해하므로 이에 관련한 자원의 개발과 생산기술의 개발이 필요하다. 일본은 콩 재배면적의 80%이상이 논이기 때문에 논 재배에 적합한 내습성 콩 품종의 선발과 습해에 대한 생리, 생태적 반응에 관한 연구를 오래 전부터 지속적으로 해왔다. 그러나 우리나라에서는 콩의 한발 해에 대한 연구에 비하여 습해에 대한 연구는 매우 빈약한 실정이다.

또한 콩은 전통식품으로 단백질, 지방이 많이 함유되어 있고, 또한 주요한 기능성 물질인 아이소플라본, 피트산, 레시틴 및 사포닌 등 성인병 예방에 탁월한 효능이 있는 성분들을 함

유하고 있으나 아이소플라본에 대한 연구만이 활기를 띠고 있으며, 그 외의 기능성물질에 대한 물질탐색과 자원발굴 및 육종학적 연구는 매우 미흡하므로 콩 유전자원의 새로운 기능성 소재 탐색 및 발굴을 통한 새로운 육종소재의 개발이 필요하다.

콩 내습성과 기능성물질에 대한 기존의 생리, 성분분석 및 육종적 연구방법의 병행함과 동시에 효과적으로 이용할 수 있는 첨단과학기술로 프로테옴 연구, 즉 단백질체 해석에 의하여 식물체내에서 일어나는 특수물질의 생리대사와 그와 관련한 유전현상을 파악하여 미지의 단백질의 기능 및 발현양식에 대한 본질적인 정보를 얻게 된다면 유전자 또는 단백질의 기능발현을 유전적으로 개량한 우량한 품종을 육성할 수 있을 것이다.

또한 논콩 재배에 있어서 안정적 생산을 위한 습해경감 생산 기술 개발은 최근에 이루어지고 있는 실정으로 이에 대한 연구가 매우 빈약한 실정이다. 현시점에서 논재배의 습해경감 기술 뿐만 아니라 다양한 고품질 및 기능성 물질의 생산 기술의 개발이 매우 긴요한 실정이다.

따라서 본연구에서는 논콩재배시 가장 피해가 우려되는 내습성품종개발을 위한 기초연구와 고품질 품종개발을 위한 기능성물질 자원을 탐색하고, 동시에 습해경감 및 고품질생산기술을 개발하여 논콩 재배 생산의 경쟁력강화와 국내수요에 대응코자 하였다. 또한 프로테옴해석에 의한 습해 및 기능성물질에 대한 유전자동정을 통하여 차후 국내콩의 첨단기술 연구강화를 통한 우수한 품종개발과 논콩생산의 국제경쟁력 강화를 기하고자 수행하였다.

### 제 3 절 연구개발의 내용과 범위

#### 1. 논콩 안정생산을 위한 내습성 유용유전자원 발굴 및 프로테옴 해석

논콩 입모 및 초기 생육향상을 위한 실내 내습성 검정방법을 확립코자 하였고, 국내장려품종 중에서 실내 입모 내습성 검정을 통한 자원을 발굴하였으며, 프로테옴연구를 통한 유전자동정을 하였다. 내습성 품종선발을 위한 생육중기 내습성 지표구명에 대한 기초연구와 국내 장려품종 및 재래종의 내습성 자원을 탐색 하였다.

#### 2. 논콩 고품질 생산을 위한 고기능성 물질탐색과 유용유전자원 발굴 및 프로테옴 해석

콩의 기능성 물질 중에서 isoflavone외에 최근에 국외에서 각광을 받고 있으나 국내에서는 연구가 미흡한 Lutein, 알파토코페롤 및 베타카로틴에 대한 검정을 통하여 국내 장려품종과

재래종자원을 탐색하였으며, 야생콩, 장러품종 및 유전자원에 대한 11S, 7S단백질의 변이분석과 아울러 품종개발에 이용이 가능한 변이 자원의 발굴 및 프로테옴해석에 의한 유전자 동정을 하였다. 또한 논콩 재배의 등숙기간 동안 콩 종실의 프로테옴 해석 및 발현에 대한 기초 연구를 수행하였다.

### 3. 논콩 습해 경감 및 고품질 생산기술 개발

논콩 재배의 안정적 생산 기반을 위한 기초연구로서 나물콩을 중심으로 습해경감기술 뿐만 아니라 초형별 적정재식밀도, 근류균 종토접종, 석회시용효과 및 적정 수확시기를 구명하고 또한 논 재배 현장실증연구를 통한 단지화 가능성을 검토하였다.

연구개발목표	내용 및 범위
<p><b>제1세부과제</b> ○논콩 안정생산을 위한 내습성 유용 유전자원 발굴 및 프로테옴 해석</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-논콩 입모 및 초기생육 향상을 위한 출아기의 실내 내습성 검정방법 확립 및 자원탐색</li> <li>-논콩 생육기의 습해저항성 검정지표 개발 및 유용자원 탐색</li> <li>-프로테옴에 의한 출아기 내습성 유전인자 탐색 및 동정</li> </ul>
<p><b>제2세부과제</b> ○논콩 고품질 생산을 위한 고기능성 물질탐색과 유용유전자원 발굴 및 프로테옴 해석</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 논재배에서의 기능성물질의 변이탐색 및 발굴 (Isoflavone, Tocopherol, Lutein, Phytosterol)</li> <li>-콩 종자 저장 (11S, 7S)의 변이 및 자원 발굴과 프로테옴 해석</li> <li>-논과 밭의 콩 종실 저장단백질 발현양상</li> <li>-등숙기간의 콩 종실의 프로테옴 발현 해석 및 동정</li> </ul>
<p><b>제1협동과제</b> ○논콩 습해 경감 및 고품질 생산기술 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-습해경감 파종방법 구명</li> <li>-초형별 적정재식밀도 구명</li> <li>-근류균 종토접종 및 석회시용효과 구명</li> <li>-적정 수확시기 구명</li> <li>-논콩 재배 현장실증연구를 통한 단지화 가능성 검토</li> </ul>

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

1989년부터 5년간 한일 공동 농경지 고도이용 연구사업에서 지형, 토양배수, 토성, 토심, 경사, 지하수위 등을 고려한 답전윤환 적지 판정 기준을 설정하여 최적지가 357천ha(는 면적의 31%)라고 보고되었으며, 논토양의 토성, 배수방법 및 침수처리기간에 따른 수량성에 관한 연구가 수행 되었으며(서울대, '90-'93), 그 후 1994년 농지 이용도 제고를 위한 초생력 저비용 답작부체계개발연구(김길웅, 1994)가 수행되어 주로 논에서의 토지이용도제고를 위한 작부체계 개발에 중점을 두었다. 논콩 안전 생산을 위한 품종개발 분야에서는 Hong 등(1999)이 국내품종 35품종에 대한 4엽기부터 15일간 습해처리하여 태광콩, 장수콩, 진품콩, 소백콩, 무한콩, 푸른콩이 습해에 강하다고 하였으며, 생리적으로서 최(1994)가 습해처리가 콩 품종의 생육 및 수량에 미치는 영향을 보고하였고, 내습성 품종선발과 습해대책 연구(성 등, 1999)을 보고한 것 뿐으로 국내의 논콩 안전생산을 위한 내습성관련인자의 탐색 및 발굴을 통한 육종적 소재를 개발하거나 내습성검정방법 확립 등에 관련된 연구가 없다.

내습성에 대한 품종간 차이가 인정되어지고, 파종기에 토양수분이 많거나 빈번한 강우는 논에서의 입모조건을 불리하게 하는데 일본에서는 출아기의 저산소 스트레스와 출아력과의 관계를 규명하였고( Hou, 1991 ), 다습조건에서의 발아율은 종자성분 아미노산과 당의 용출 정도와 출아율 간에 부의 상관성이 인정되어지고(Zheng, 2000), 발아시의 관수 혹은 다습조건에 대한 저항성은 품종 간 차이가 인정된다고 보고한 바 있으며(Hou, et al., 1992, 1995; 長野間宏, 2001), 발아시 침수저항성이 향상된 품종개발을 서두르고 있다.

또한 생육중반의 습해조건에서는 식물체의 생리적 및 형태적 연구가 많이 보고되어졌다(Shimamura et al., 2003). 하역전 전환답에서의 콩 생산성 저하의 큰 원인은 파종기부터 생육기 전반에 걸쳐 습해에 기인하기 때문에 일본의 전환답 연구는 콩의 내습성 향상 및 습해경감 기술을 중요연구과제로 취급하고 있다(Kaizuma et al., 2003; 大豆, 2002).

일본외의 국외에서는 내습성연구는 내한발성연구에 비하여 부족한 실정므로, 습해에 대한 품종간 표현형적 차이 (VanToai 등, 1994) 및 습해검정 기술 개발(USDA, 1996)에 대한 연구 보고가 있다. 지금까지 국내에는 콩에 대한 기초적인 프로테옴 연구는 전혀 없는 실정으므로, 콩의 환경스트레스에 관련된 프로테옴 연구개발과 이를 이용한 유용유전자 탐색 및 동정 등 이와 관련된 대사, 기능성물질, 생리 발달 전반에 걸친 광범위한 정보를 확보할 필요가 있다.

일본에서 외관품질이 우수하고, 기능성물질이 다량 함유한 콩을 생산하기 위하여 고 단백질 콩품종, 11S/7S의 globulin의 비율이 높은콩, 비린내안나는 콩품종을 비롯하여 최근에는 알러

지가 없는 콩과 알러지와 비린내가 동시에 안나는 콩을 세계 최초로 개발하였으며, 불포화지방산을 많이 함유한 콩 품종을 개발하여 육종소재와 식품소재의 개발에 집중적인 연구를 수행하고 있다(大豆, 2002). 국내에서는 콩 기능성물질 중에서 주로 아이소플라본에 대한 연구가 주종을 이루고 있으나 그 외 기타 기능성물질에 대한 연구는 매우 미흡한 실정이다. 최근에 콩에 들어 있는 기능성분중 레시틴이나 토코페롤등은 이미 순수 추출되어 약용 또는 식품보조제로 쓰이고 있으며, 항암 및 AIDS에 효과가 있는 isoflavone은 식품영양(최.손,1998; 성,1996) 및 재배학적 측면(김, 2001)과 육종학적 측면에서 다수 보고 되고 있다(이 등, 2003), 또한 콩의 가공적성을 개량하기 위한 저장 단백질성분의 질적 개선을 위한 7S 및 11S globulin의 연구에서도 주로 장려품종들의 비교 및 지역간 차이에 따른 함량검토에 대한 연구보고(김, 1999: 소 등, 1999: 양 등, 1997, Paek 등, 1997)가 있고, 성분특징과 영양가치 및 식품연구에 관한 연구가 있으나(소 등, 2001: 변 등, 1997: So 등, 1999: ), 육종소재와 식품소재로 이용하기 위한 신소재 개발 연구와 종자 저장단백질의 프로테옴 해석에 의한 유전자 동정은 보고된 바 없다. 본 과제에서는 Isoflavone 뿐만 아니라 Tocopherol, Lutein, Saponin, Phytostero에 대한 자원을 탐색하여 육종의 신소재자원으로 이용코자 하였다. 또한 콩 유전자원의 11S와 7S의 함량 분석을 통하여 고 11S/7S자원을 탐색하고 이들 변이 자원과 등숙기간 중의 콩 종자 단백질의 발현양상을 구명하고 유전자를 동정하고자 하였다. 식물에 있어서 병충해와 환경 스트레스에서 출현 또는 소실하는 단백질을 2-DE 에 의하여 해석한 보고는 많이 있다(Ramani and Apte 1997; Lund et al. 1998; Rey et al. 1998; Riccardi et al. 1998). 이러한 단백질 해석은 내병충성과 내염성 등의 스트레스 내성기구에 있어서 어떠한 단백질이 관련되어 있는가를 해명하는데에 중요한 정보를 제공한다. 따라서 종실의 저장단백질뿐만 아니라 품질에 관련된 성분들의 프로테옴 해석은 단백질과 유전자 수준에서의 우수한 품종개발의 기반기술이 될 것이다.

논에서 콩재배의 안정성은 습해 경감 및 안정생산이 매우 중요한데 일본은 20년전부터 논콩 재배연구에 주력하여 논에서의 콩 재배생산이 성공적으로 이루어지고 있다. 논에서의 지역별 적품종이 선발되었고, 작부체계, 토양개량, 관배수, 질소고정능력제고, 시비체계확립, 병충해방제, 기계화 재배 등 논콩재배를 위한 체계적인 연구가 진행되어왔다(大豆, 2002). 국내에서도 2002년부터 농촌진흥청에서 답전윤환에 관한 시험이 이루어지고 있는데 대부분이 논,밭 작부체계, 작부체계를 전후 작물의 비료, 농약 절감기술 개발, 논 밭 윤환에 따른 작물 안전 생산 기술 개발이 연구되어 왔으나 논에서의 콩 안정적 생산을 위한 기본적인 습해 경감기술과 재배기술은 아직 미흡한 실정이다.

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1 절 논콩 안정생산을 위한 내습성 유용유전자원 발굴 및 프로테옴 해석

#### 1. 재료 및 방법

##### 가. 논콩 입모 및 초기생육 향상을 위한 출아기의 내습성 검정방법 확립 및 자원발굴

###### 1) 실내 내습성 검정방법 확립

###### 가) 침수량과 침종일수가 콩종자의 발아에 미치는 영향

시험은 각 품종당 50립씩 250ml 비커에 넣고 각각 증류수를 30, 60, 90, 120ml를 넣은 후 25°C의 인큐베이터(VS-1203PFN, 비전과학)에서 1, 2, 3, 4일간 침종하였고, 완전임의배치법 3반복으로 수행하였다. 침종 후 물이 충분히 젖은 여과지 2장을 사용한 petri dish에 놓고 25°C의 인큐베이터에서 발아시켰다. 발아조사는 Hou and Thseng(1992)의 방법에 따라 petri dish로 옮긴 후 4일 후 유근이 1cm 이상 나온 것을 발아가 된 것으로 조사하였다.

###### 나) 침종처리에 의한 종자 추출물의 용출특성과 고 발아율 품종 발굴

시험재료는 1913년부터 2002년까지 국내에서 육성된 장류콩 51개, 나물콩 25개, 풋콩과 울콩 9개 및 밥밀콩 5개의 총 90개 품종으로 충북대학교 농업생명환경대학 전작포장에서 2004년에 수확하고 냉장고에 보관하던 종자를 사용하여 2006년 5월에서 9월 사이에 실시하였다 (Table 1). 각 품종 당 50립씩을 250ml 비커에 넣고 3차 증류수 90ml를 첨가하여 3일간 25°C 인큐베이터에서 침종하였다. 침종중의 종자 무게, 용존산소량, 전기전도율 및 총고형물질 (Total Dissolved Solids; TDS)를 침종 후 20분, 40분, 1시간, 3시간, 6시간, 24시간 및 48시간에 815PDC Multi-Analyzer(ISTEK)를 사용하여 측정하였다. 전기전도율과 TDS의 측정을 위해 종자를 넣지 않은 비커의 전기전도율과 TDS를 측정하여 종자를 담은 비커와의 차이값을 사용하였다. 종자의 무게는 72시간까지 측정하였고, 시험은 완전임의배치법 3반복으로 수행하였다. 침종 후 발아조사는 시험 4와 동일한 방법으로 실시하였다.

다) 침중에 따른 온실 출아율

시험은 나)의 시험품종 중에서 발아율이 높고 낮은 품종중에서 익산나물콩, 소백나물콩, 남해콩, 장수콩, 송하콩, 백천콩, 방사콩, 신팔달콩2호, 태광콩, 한남콩을 시험품종으로 실시하였다. 각각의 5×5 플라스틱 포트에 논흙을 담고 파종하였으며, 침중일수를 달리 하기위해 3일과 5일간 침중하였고, 파종 후 15일 후 출아율을 조사하였다.

#### 나. 콩 생육중기의 습해저항성 검정지표 개발

시험품종은 습해에 강한 것으로 인정되고 있는 풍산나물콩, 무한콩과 약한 것으로 인정되고 있는 장엽콩, 명주나물콩, 중간정도인 Peking을 사용하였으며, 습해처리시기는 V5(본엽 4매) 및 R2(개화기)에 처리 하였으며 습해처리기간은 10일간 실시하였다. 지하수위처리는 표준(50cm) 및 담수처리(지표위 5cm) 하였다. 주요조사내용은 Biomass, 광합성관련형질, ureide 함량 등을 조사하였다. 건물중은 V5시기의 습해처리 종료후 20일에 조사하였다. 채취한 시료를 건물중 측정후 엽병과 잎은 정밀분쇄기로 미세하게 갈아서 Ureide함량 및 전질소 함량 측정용 시료로 하였다. 광합성측정은 습해처리 3일전부터 처리후 4주간에 걸쳐서 평균 7일간격으로 조사하였다. 측정은 맑은날 오전 10-12시에 상위3번째의 정단잎을 LCA4로 광합성율, 기공전도도 및 증산량을 측정하였다. 잎의 SPAD값은 오전 10-12시에 상위3번째 마디의 정단잎을 SPAD 501로 개체당 5반복 측정하였다.

#### 다. 논콩 담수조건에서의 품종 간 생육 비교 및 내습성 유용자원 발굴

1) 논콩 담수에 의한 습해처리의 품종 간 생육 및 수량구성요소 비교

시험품종은 태광콩, 단엽콩, 무한콩, Peking, 단원콩, 장엽콩, 한남콩, 백천콩,황금콩 및 명주나물콩의 11품종이었으며, 파종은 충북대학교 논 포장에 6월 10일에 하였으며 재식밀도는 60 x 10cm로 1주2본으로 하였다. 시비는 10a당 콩 복비(3-3-3.4kg/10a, N-P2O5- K2O ) 50kg을 전량기비하였고, 담수처리는 지표위 2cm까지 생육중기 V5에서 R1시기에 20일간 처리하였고 대조구로서 담수하지 않은 무처리구를 두었다. 엽록소함량을 조사하기 위하여 담수종료 후 10일후에 잎의 SPAD값을 측정하였으며 오전 10-12시에 상위3번째 마디의 정단잎을 SPAD 501로 개체당 5반복 측정하였다. 생육 및 수량구성요소는 수확기에 조사하였다.

2) 논콩 담수처리에 의한 내습성 유용자원 발굴

논재배시 담수처리에 의한 내습성자원을 발굴하기 위하여 국내재래종 97종과 풍산나물콩을 시험품종으로 하였으며, 과종은 충북대학교 논 포장에 6월 5일에 하였으며, 재식밀도는 60 x 10cm로 1주2분으로 하였다. 시비는 10a당 콩 복비(3-3-3.4kg/10a, N-P2O5- K2O ) 50kg을 전량기비하였고, 담수처리는 지표위 2cm까지 생육중기 V5에서 R1시기에 20일간 처리하였다. 시험구배치는 완전임의 배치 2반복으로 하였다. 생육 및 수량구성요소는 수확기에 조사하였다.



Table. 1-1. List of soybean cultivars used in the experiments and their breeding period and utility.

Time periods	Sauce and paste	Bean sprout	Vegetable and early maturity	Cooking with rice	
~'60	Jangdanbaekmok	Haman	Hill		
	Buseok	Kwangdu			
	Iksan	Shelby			
	Chungbukbaek	Kwangkyo			
	Keumkangdaelip				
'70~'80	Bongeu	Baegunkong	Danyeobkong		
	Kanglim	Saealkong	Pangsakong		
	Dongpuktae	Paldalkong	Eunhakong		
	Baegcheon	Dankyeongkong	Namhaekong		
	Jangyeobkong	Pokwangkong			
	Hwangkeumkong	Muhankong			
	Namcheonkong	Jangkyeongkong			
	Jangbaegkong	Danwonkong			
Milyangkong					
'90~	Jangsukong	Jinpumkong 2	Bukwangkong	Seunnokkong	Geomjeongkong 1
	Mallikong	Daewonkong	Kwangankong	Hwaeomputkong	Geomjeongkong 2
	Samnamkong	Jangmikong	Pureunkong	Seokyangputkong	Ilpumgeomjeongkong
	Shinpaldalkong	Saeolkong	Hanamkong	Geomjeongolkong	Seunheukkong
	Taekwangkong	Sodamkong	Myeonjunamulkong	Sinlokkong	Jinyeulkong
	Sinpaldalkong 2	Ilmikong	Sabaenamulkong		Heukcheongkong
	Danbaegkong	Daehwangkong	Iksannamulkong		Cheongjakong
	Duyoukong	Songhakkong	Pungsannamulkong		Geomjeongkong 3
	Soyangkong	Jangwonkong	Dawonkong		Geomjeongkong 4
	Jinpumkong	Hojangkong	Somyeongkong		
	Geumgangkong	Jinmikong	Paldonamulkong		
	Dajangkong	Daepungkong	Sowonkong		
	Alchankong		Doremikong		
			Sohokong		
			Saebyeolkong		
			Solokkong		
		Anpyeongkong			
		Dagikong			
		Dachaekong			
		Seonamkong			
Number	51	25	5	9	

## 라. 출아기 내습성 기초연구를 위한 프로테옴 해석

### 1) 시료의 조제

침중일수에 따른 종자의 단백질 동정은 시험 1에서 사용한 품종중에서 7개 품종을, 그리고 침중에 따른 발아와 미발아에 따른 종자의 단백질 동정은 시험 2에서 사용한 품종중 6개 품종(장수콩, 남해콩, 팔도나물콩, 신팔달콩 2호, 익산콩, 흑청콩)을 사용하였다. 각각의 종자를 막대사발에 넣고 액체질소를 사용하여 곱게 간 후, 각각의 시료를 200mg 씩 칭량하고 lysis buffer [4.8g Urea, 0.2ml NP-40, 0.2ml Ampholyte pH 3.5-10, 0.5ml 2-mercaptethanol, 0.5g PVP-40/10ml] 2ml를 첨가하여 막대사발에서 혼합한 후 15,000rpm에서 15분간 원심분리하여 상등액을 취하고, 상등액을 분석하였다.

### 2) 등전점 전기영동

상등액을 새로운 2ml tube에 옮긴 다음 100℃ 항온수조에 넣고 3분간 boiling한 후 straw gel [Urea 4.8g, 30% Acrylamide solution 1.6ml, DDW 2.84ml, 10% NP-40 0.2ml, Ampholyte pH 3.5-10 0.25ml, Ampholyte pH 5-8 0.25ml, 10% APS 15 $\mu$ l, TEMED 10 $\mu$ l]에 loading하였다. 일차원 전기영동은 NA-1313(Nihon-Eido)을 사용하였고, 전기영동 조건은 100V에서 30분, 300V에서 30분, 400V에서 13시간 실시하여 총 5,400V로 하였다. 전기영동 후 straw gel에서 gel을 뺀 후 시료용 완충액 [Glycerol 10ml, 0.5M Tris pH 6.8 12.5ml, SDS 2.5g, 2-mercaptethanol 5ml/100ml]을 사용하여 gel 평형화를 20분간 2회 실시하였다.

이차원 전기영동은 평형화된 gel을 전기영동 판에 올린 후 1% agarose를 분주하여 gel을 2차원 전기영동 gel에 굳혔다. 이차원 전기영동은 NA-1130(Nihon-Eido)을 사용하였고, 전기영동 조건은 80mA로 3~4시간 실시하였다. 전기영동이 끝난 후 단백질을 고정시키기 위해서 40%(v/v) Ethanol, 10%(v/v) Glacial acetic acid인 fix solution에서 gel을 약하게 30분간 흔들어서 다음 3차 증류수로 5분씩 3번 gel을 세척하고, 30%(v/v) Ethanol, 5%(w/v) Sodium thiosulphate 10ml, Sodium acetate 17g을 혼합한 Sensitizing solution에서 gel을 30분간 침지하고, 3차 증류수로 세척하였다. Gel 염색은 3차 증류수 500ml에 2.5%(w/v) silver nitrate solution 50ml, 37%(w/v) formaldehyde 0.2ml를 혼합한 용액에 20분간 침지하고 3차 증류수에 1분간 2회 세척한다. Developing은 500ml의 3차 증류수에 sodium carbonate 12.5g, 37%(w/v) formaldehyde 0.1ml를 혼합한 용액을 미리 냉각시킨 후 사용하였다. Developing은 단백질 spot이 나타날 때까지 잘 흔들어서 주었다. Stop solution은 EDTA-Na·2H<sub>2</sub>O 7.3g을 혼합한 용액에 5분간 약하게 흔들어서 주면서 고정시킨 다음, 3차 증류수에서 보관한 후 은염

색된 이차원 gel을 스캐닝하였다.

### 3) 단백질 동정

스캐닝된 이미지로부터 단백질 spot의 발현변화를 확인하고, 유의한 발현변화를 보여주는 단백질 spot을 선정한 후 선정된 단백질 spot은 gel로부터 분리하여 잘게 절단하였다. 염색된 spot을 탈색하기 위해 30mM Potassium ferricyanide/100mM Sodium thiosulfate(1:1[v/v]) 100 $\mu$ l를 첨가하여 spot의 색이 변할 때까지 vortex를 실시하고, spin down 한 후 buffer는 버리고, 3차 증류수 100 $\mu$ l를 첨가하여 3회 세척을 실시하였다. 수분을 제거하기 위하여 100% ACN 100 $\mu$ l를 첨가하여 Speedvac에서 10분간 말렸다. Reduction 과정으로 100mM DTT/100mM ABC 100 $\mu$ l를 첨가하고 56 $^{\circ}$ C에서 1시간 반응시키고 spin down 한 후 buffer는 제거하고, 55mM IAA/100mM ABC 100 $\mu$ l를 첨가하고 어두운 서랍속에 넣고 40분간 반응시키고 buffer는 제거하였다. 3차 증류수를 IAA의 2~3배를 첨가하고 세척한 후 buffer는 제거하고, 100% ACN 100 $\mu$ l를 첨가한 후 buffer는 제거하고, Speedvac에서 10분간 말렸다. Trypsin enzyme 7~8 $\mu$ l(0.1 $\mu$ g/ $\mu$ l)를 첨가하고, 50mM ABC 40 $\mu$ l를 더 첨가하여 37 $^{\circ}$ C에서 효소반응을 12~17시간 시켰다. 효소반응 후 spin down 하여 500 $\mu$ l tube에 buffer를 넣고, gel이 든 tube에 50% ACN/5% TFA 50 $\mu$ l를 첨가하여 25 $^{\circ}$ C에서 40분간 놓아둔 후 buffer를 500  $\mu$ l tube에 넣고, gel이 든 tube에 100% ACN 50 $\mu$ l을 첨가한 후 spin down 하여 500 $\mu$ l tube에 넣고, Speedvac에서 500 $\mu$ l tube에 있는 buffer를 완전히 말렸다.

Zip Tip 과정은 건조시킨 sample tube에 0.5% Trifluoroacetic acid(TFA) 10 $\mu$ l를 첨가하여 vortex하고 원심분리하였다. Zip tip C18(Millipore)을 50% ACN/0.5%TFA/water로 3-5회 wetting을 하고, 0.5% TFA/water로 시료가 tip에 결합하도록 5-10회 equilibrate를 하고, 시료가 들어있는 tube에 10번정도 시료가 up and down하여 시료를 tip에 binding하였다. Binding한 tip을 0.5% TFA/water로 10회정도 세척하고, 50% ACN/0.5% TFA/ matrix( $\alpha$ -cyano-4-hydroxy-cinnamic acid 10mg)/water 1-3 $\mu$ l를 사용하여 결합한 시료를 떼서 plate에 loading하였다. Standard를 plate에 loading한 후 단백질을 분석하였다. 단백질 분석에는 Voyager-DE MALDI-TAF mass spectrometry를 사용하였으며 instrument type은 MALDI-TOF-TOF로 하였다. 단백질 동정을 위하여, NCBI 에서 다운로드된 nr DB의 녹색 식물 단백질 DB를 대상으로 MASCOT software program (Matrix science, www.matrixscience.com, U.K)을 활용하여 MS/MS스펙트럼을 검색하였고, NCBI (www.ncbi.nlm.nih.gov, U.S)와 ExPASy Proteomics Server(Swiss-Prot) (www.expasy.org, Swiss)에서 검색하였다.

## 2. 결과 및 고찰

### 가. 논콩 입모 및 초기생육 향상을 위한 출아기의 내습성 검정방법 확립 및 자원발굴

#### 1) 실내 내습성 검정방법 확립

가) 침수량과 침종일수가 콩종자의 발아에 미치는 영향

침종량과 침종일수에 따른 발아율에 대한 분산분석 결과는 표 1-2와 같다. 품종과 침종일수, 침종량에서 고도의 유의한 차이가 있었다.

Table 1-2. Analysis of treatment for soaking days and amount of soaking water in 10 soybean varieties.

SV	df	MS	F Value
Treat.	159	1085.92	33.44**
품종(V)	9	6500.29	200.16**
침종일수 D(V)	30	1832.63	56.43**
침종량W(D*V)	120	493.17	15.19**
오차	320	32.48	
전체	479		

\*,\*\* Significant at the 5 and 1% levels, respectively

침수량 및 침종일수에 따라 품종 발아율은 차이가 있었다(표 1-3). 침종기간이 1일에서는 발아율이 17.0~77.3%로 평균 56.3%였으며, 2일에서는 10.0~80.0%로 평균 45.9%, 3일에서는 11.0~82.0%로 평균 40.8%, 4일에서는 3.0~67.0%로 평균 25.7%였다. 즉, 침종일수가 증가할수록 어느 품종이나 발아율이 감소하였는데, 1일과 2일의 침종에서는 품종간 차이가 크지 않았으나, 3일에서는 품종간 차이가 나타났다.

침수량 30ml에서는 발아율이 26.0~82.0%로 평균 54.7%였으며, 60ml에서는 19.0~77.3%로 평균 45.5%, 90ml에서는 4.0~71.0%로 평균 39.5%, 120ml에서는 3.0~72.0%로 평균 29.0%로 나타났다. 침수량이 증가할수록 발아율이 감소하는 경향이었는데, 침수량 90ml에서 품종간 차이가 나타났다. 그러나 Peking은 다른 품종들에 비해 발아율이 높았다. Nakayama et al.(2004)도 Peking품종이 관수스트레스에서 다른 품종에 비해 발아율이 높다는 연구결과와

Table 1-3. Germination rate of 10 soybean varieties on different amount of water and soaking days, (%)

Varieties	Amount of water (ml)				Varieties	Amount of water (ml)						
	1day	2days	3days	4days		1day	2days	3days	4days			
Taekwangkong	30	68.0	80.0	32.0	44.0	56.0	30	64.7	64.0	51.3	40.7	55.2
	60	73.0	54.0	40.0	26.0	48.3	60	56.0	42.7	35.7	30.0	41.1
	90	68.7	34.0	33.3	4.0	35.0	90	48.0	27.3	29.0	18.0	30.6
	120	72.0	46.0	28.0	6.0	38.0	120	45.0	10.0	14.0	8.7	19.4
Means	70.4	53.5	33.3	20.0			Mean	53.4	36.0	32.5	24.3	
Hwangkeumkong	30	70.0	67.0	61.7	49.3	62.0	30	61.0	48.0	45.0	26.7	45.2
	60	58.7	60.7	60.0	36.7	54.5	60	52.0	45.3	34.0	20.0	37.8
	90	54.7	52.7	59.3	27.3	48.5	90	46.0	42.0	27.3	16.7	33.0
	120	51.3	42.0	46.0	11.3	37.7	120	38.7	27.3	20.0	8.7	23.7
Means	58.7	55.6	56.8	31.7			Mean	49.4	40.7	31.6	18.0	
Danyeopkong	30	75.0	68.0	50.0	30.0	56.0	30	64.0	53.0	35.0	37.0	47.3
	60	47.0	36.0	27.0	23.0	33.3	60	62.0	45.0	39.0	26.0	43.0
	90	49.0	16.0	23.0	18.0	26.5	90	64.0	37.0	37.0	13.0	37.8
	120	17.0	15.0	11.0	7.0	12.5	120	49.0	24.0	29.0	3.0	26.3
Means	47.0	34.0	27.8	19.5			Mean	59.8	39.8	35.0	19.8	
Danwonkong	30	73.3	70.0	82.0	47.0	68.1	30	72.0	63.0	61.0	26.0	55.5
	60	64.0	61.3	60.0	36.7	56.0	60	63.0	59.0	57.0	19.0	49.5
	90	52.0	50.0	61.3	27.0	47.6	90	55.0	48.0	53.0	15.0	42.8
	120	38.0	32.0	40.3	14.0	31.1	120	46.0	42.0	39.0	8.0	33.8
Means	56.8	53.3	60.9	31.7			Mean	59.0	53.0	52.5	17.0	
Pakong	30	69.0	62.0	59.0	67.0	64.3	30	50.0	35.0	33.0	33.0	37.8
	60	77.3	53.0	47.0	59.0	59.1	60	42.0	30.0	29.0	28.0	32.3
	90	71.0	71.0	65.0	47.0	63.5	90	39.0	28.0	25.0	28.0	30.0
	120	67.0	57.0	39.0	35.0	49.0	120	20.0	35.0	15.0	5.3	18.8
Means	71.1	60.8	52.5	51.5			Mean	37.8	32.0	25.5	23.6	

비슷하였다.

나) 침종처리에 의한 종자 추출물의 용출특성과 고 발아율 품종 발굴

(1) 종자의 수분흡수

침종 시간에 따른 종자 무게의 변화는 그림 1-1과 같다. 종자 무게는 침종 20분부터 증가하기 시작하고, 1시간 후부터 6시간 후까지는 급격히 증가하였다. 그 후 시간이 지남에 따라 물의 흡수량이 감소하기 시작하여, 24시간 전후에는 종자의 무게가 최고치에 도달하였다가, 그 이후에는 물의 흡수량이 급격히 감소고 종자의 무게도 감소하였다. 이는 Park and Baek(2000)이 침종 후 6시간까지는 수분의 흡수가 급속히 진행되고, 그 이후에는 완만하게 진행된다는 것과 같은 경향이였다.

용도별로 보면, 밥밀콩과 풋콩 및 울콩은 24시간 후부터 종자 무게가 감소한 반면, 장류콩과 나물콩은 48시간 후부터 종자 무게가 감소하였다.

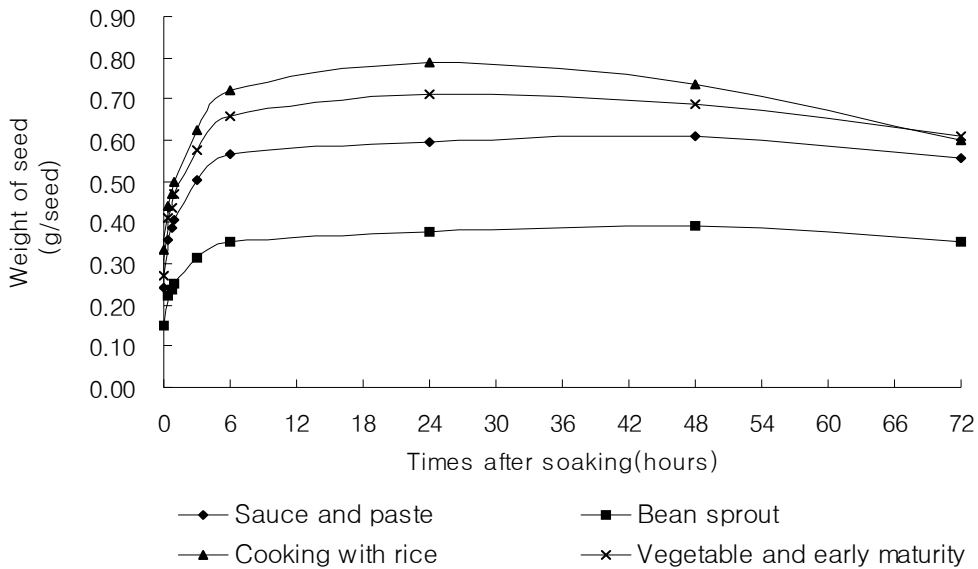


Fig. 1-1. Changes of seed weight(g/seed) during soaking in soybean.

콩의 용도별로 보면 종자가 흡수한 물의 양이 가장 많은 것은 풋콩과 울콩으로 평균 17.34g를 흡수하였고, 그 다음에는 장류콩이 15.58g, 밥밀콩이 13.21g, 나물콩이 10.35g의 순서로 많았다.

침종후의 시간 경과에 따른 종자의 수분함량은 침종 30분후 콩의 발아에 필요한 최소 수분함량인 50%에 도달하였으며, 6시간까지는 급격히 증가하여 종자무게의 130%까지 도달하고

24시간 이후에는 150%정도로 도달하였다. 이러한 결과는 Park et al. (1996), Park and Baek(2000), Kim et al. (2006)의 결과와 비슷하였지만, 수분함량은 다소 높았다. 밥밀콩은 다른 콩에 비해 수분함량의 증가 속도가 낮았는데, 이는 검은콩은 장콩보다 수분흡수가 낮다는 Park et al.(1996)과 Kim et al. (2006)의 결과와 비슷하였다(그림 1-2).

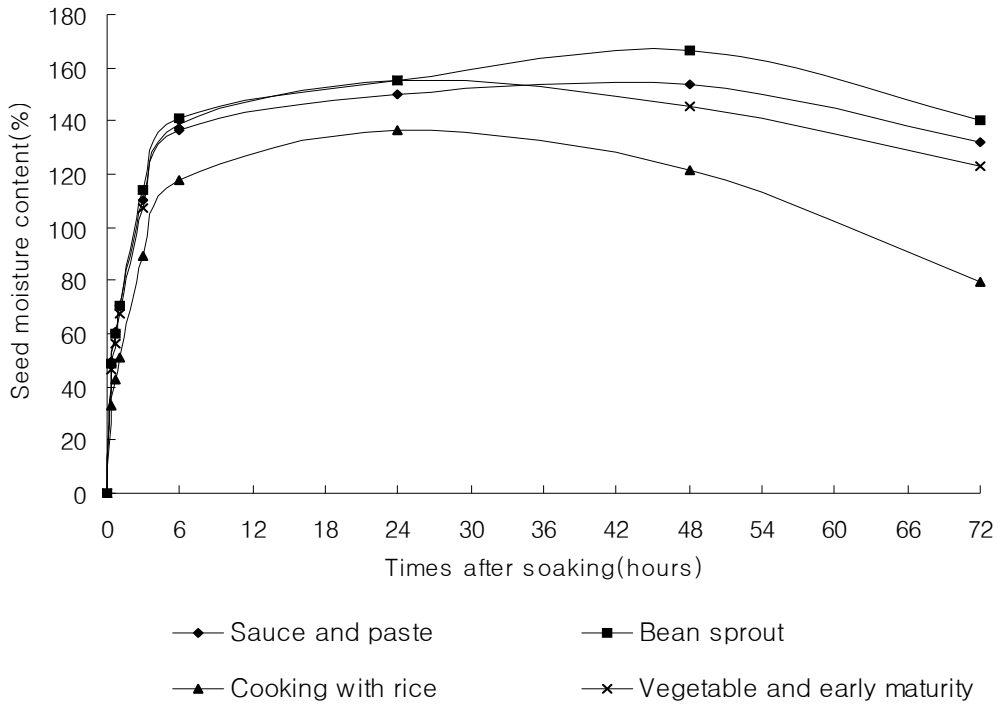


Fig. 1-2. Changes of seed moisture content during soaking.

종자 무게는 침종전에는 밥밀콩이 가장 높았지만, 침종 20분부터 6시간 후까지는 장류콩이 25.09g에서 39.97g으로 증가하면서 더 높았다. 그러나 1일 후부터 2일 후까지는 밥밀콩이 다시 45.60과 42.70g으로 높았으며, 3일 후에는 장류콩의 무게가 40.26g으로 높았다. 종자의 무게가 가장 낮은 나물콩류가 침종시에도 계속 낮은 경향을 보였다(표 1-4).

Table 1-4. Maximun, minimum and mean values of seed weight during soaking of 90 Korean soybean classified by utilization.

		0 min	20min	40min	60min	180min	360min	1440min	2880min	4320min
<b>Total</b>	<b>Max.</b>	19.90	25.09	26.81	28.89	36.21	39.97	45.60	42.70	40.26
	<b>Min.</b>	4.75	6.38	7.23	7.64	9.71	11.33	11.91	12.64	11.18
	<b>Means</b>	11.32	16.59	17.79	18.89	23.42	26.46	28.08	28.23	25.13
	<b>S.D.</b>	3.53	4.92	5.23	5.51	6.71	7.61	8.19	7.64	7.69
	<b>C.V(%)</b>	5.07	5.80	5.47	5.87	5.31	4.89	5.32	5.98	13.03
<b>Sauce and paste</b>	<b>Max.</b>	16.37	25.09	26.81	28.89	36.21	39.97	41.21	40.54	40.26
	<b>Min.</b>	7.16	10.78	12.09	12.71	16.15	18.62	18.79	19.76	14.80
	<b>Means</b>	12.01	17.97	19.28	20.43	25.21	28.35	29.88	30.34	27.60
	<b>S.D.</b>	2.93	3.73	3.97	4.19	5.02	5.57	5.70	5.63	6.11
	<b>C.V(%)</b>	4.24	4.81	4.59	5.37	4.81	4.27	5.09	5.20	11.44
<b>Bean sprout</b>	<b>Max.</b>	11.79	17.16	18.44	19.44	23.98	26.18	28.15	29.56	27.87
	<b>Min.</b>	4.75	6.38	7.23	7.64	9.71	11.33	11.91	12.64	11.18
	<b>Means</b>	7.43	11.21	11.86	12.65	15.83	17.78	18.86	19.66	17.78
	<b>S.D.</b>	1.91	1.59	3.13	3.35	3.94	4.07	4.31	4.71	5.28
	<b>C.V(%)</b>	6.54	6.54	6.46	6.24	7.01	6.48	6.23	7.11	16.66
<b>Cooking with rice</b>	<b>Max.</b>	19.90	24.18	26.28	27.67	35.24	39.50	45.60	42.70	38.89
	<b>Min.</b>	14.13	20.60	22.36	23.37	29.91	33.31	34.06	31.15	19.55
	<b>Means</b>	16.68	22.04	23.59	24.86	31.35	36.03	39.34	36.82	29.89
	<b>S.D.</b>	1.95	1.59	1.73	1.86	1.70	2.64	3.81	3.84	7.08
	<b>C.V(%)</b>	5.59	7.20	6.95	6.56	3.46	4.84	4.57	5.74	11.93
<b>Vegetable and early maturity</b>	<b>Max.</b>	15.78	23.33	23.82	25.16	31.65	35.57	37.60	39.24	39.32
	<b>Min.</b>	12.60	19.15	20.36	22.49	25.64	31.09	33.56	31.36	20.11
	<b>Means</b>	14.02	20.43	21.85	23.42	28.96	33.31	35.61	33.98	28.13
	<b>S.D.</b>	1.31	1.88	1.68	1.70	2.74	2.33	2.12	3.74	9.02
	<b>C.V(%)</b>	4.85	5.56	6.15	6.66	5.02	5.07	5.10	9.30	17.40

(2) 용존산소량

용존산소량은 침종 후 3시간까지 급격히 감소하였다가 그 이후에는 시간의 경과에 따라 완만하게 감소하였다(그림 1-3). 침종후 3시간부터 풋콩과 울콩의 용존산소량이 낮았으나 24시간 후에는 다른 콩에 비해 높아졌다.



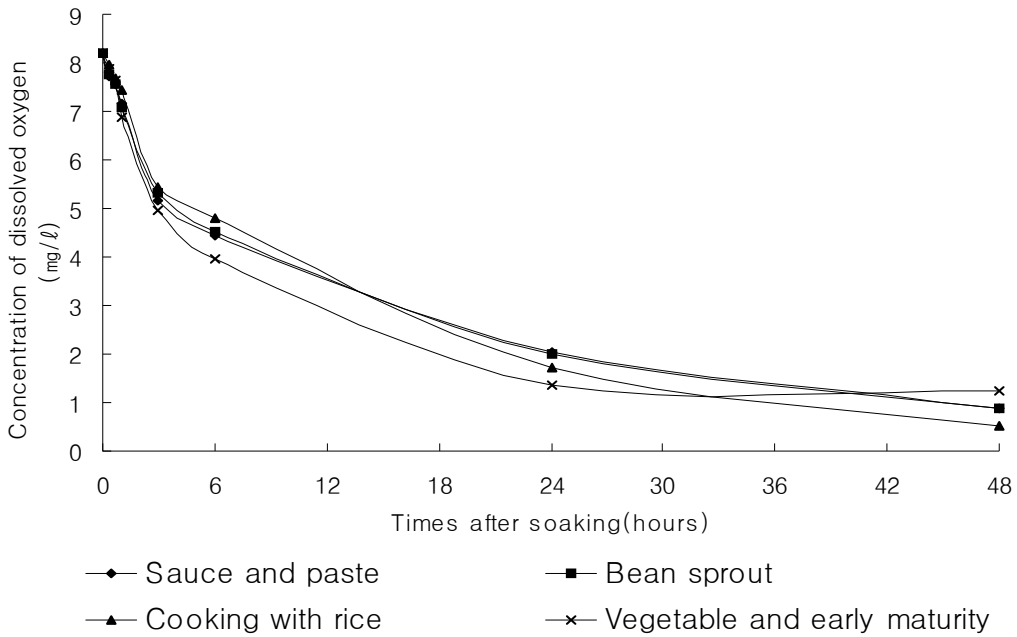


Fig. 1-3. Changes of dissolved oxygen during soaking of 90 Korean soybean varieties classified by utilization.

평균용존산소량은 침종 20분후의 7.75mg/l 에서 72시간 후의 0.87mg/l 로 감소하였다. 밥밀콩은 침종 20분 후에는 7.96mg/l 로 가장 높았으며 6시간 후에도 4.81mg/l 로 가장 높았으나, 48시간 및 72시간 후에는 다른 콩들에 비하여 용존산소량이 낮았다. 한편 풋콩과 울콩은침종 후 초기에는 용존산소량이 밥밀콩과 비슷하였으나 72시간 후에는 다른 콩들에 비하여 용존산소량이 가장 높아 1.25mg/l 였다(표 1-5).

Table 1-5. Maximun, minimum and mean value of dissolved oxygen during soaking.  
(mg/ℓ)

		20min	40min	60min	180min	360min	1440min	2880min
<b>Total</b>	<b>Max.</b>	8.54	8.02	7.86	7.31	6.46	5.41	3.90
	<b>Min.</b>	6.24	5.74	5.03	3.54	2.12	0.39	0.19
	<b>Means</b>	7.75	7.56	7.15	5.23	4.48	1.96	0.87
	<b>S.D.</b>	0.46	0.41	0.65	0.90	0.92	1.02	0.71
	<b>C.V.(%)</b>	0.93	1.28	1.80	4.31	4.83	12.61	42.27
<b>Sauce and paste</b>	<b>Max.</b>	8.54	8.02	7.86	7.27	6.46	5.41	3.07
	<b>Min.</b>	6.24	6.53	5.14	3.54	2.12	0.39	0.25
	<b>Means</b>	7.71	7.55	7.15	5.16	4.44	2.05	0.89
	<b>S.D.</b>	0.53	0.38	0.60	0.93	0.94	1.16	0.58
	<b>C.V.(%)</b>	0.96	1.33	1.75	4.87	5.26	13.17	35.16
<b>Bean sprout</b>	<b>Max.</b>	8.45	8.01	7.85	6.79	6.25	3.34	3.60
	<b>Min.</b>	7.00	5.74	5.03	3.58	2.13	0.72	0.20
	<b>Means</b>	7.74	7.56	7.08	5.33	4.54	1.99	0.90
	<b>S.D.</b>	0.33	0.54	0.79	0.76	0.81	0.85	0.81
	<b>C.V.(%)</b>	1.08	1.07	2.04	3.08	4.46	10.92	53.69
<b>Cooking with rice</b>	<b>Max.</b>	8.47	7.98	7.82	7.31	6.26	2.30	0.99
	<b>Min.</b>	7.43	7.34	7.05	4.10	3.70	0.47	0.19
	<b>Means</b>	7.96	7.69	7.45	5.45	4.81	1.70	0.51
	<b>S.D.</b>	0.38	0.22	0.28	1.20	0.85	0.56	0.37
	<b>C.V.(%)</b>	0.36	1.46	0.86	3.35	2.63	7.08	54.33
<b>Vegetable and early maturity</b>	<b>Max.</b>	8.35	7.88	7.60	5.79	5.47	2.13	3.90
	<b>Min.</b>	8.06	7.36	5.75	4.17	2.45	0.91	0.44
	<b>Means</b>	7.90	7.63	6.86	4.98	3.98	1.35	1.25
	<b>S.D.</b>	0.31	0.22	0.68	0.60	1.06	0.46	1.43
	<b>C.V.(%)</b>	0.67	0.96	2.01	5.57	4.63	14.40	33.41

### (3) 전기전도율

전기전도율은 종자의 무게가 높은 순으로 높게 나타났다(그림 1-4). 침종 후 시간이 지남에 따라 전기전도율이 증가하였는데 풋콩과 울콩이 48시간 후 가장 높았고, 종자의 크기가 작은 나물콩이 가장 낮았다. 이와 같은 결과는 Edward and Hartwing(1971)이 소립종자가 대립종자에 비해 용출물질의 양이 적다고 한 것과 유사하였다.

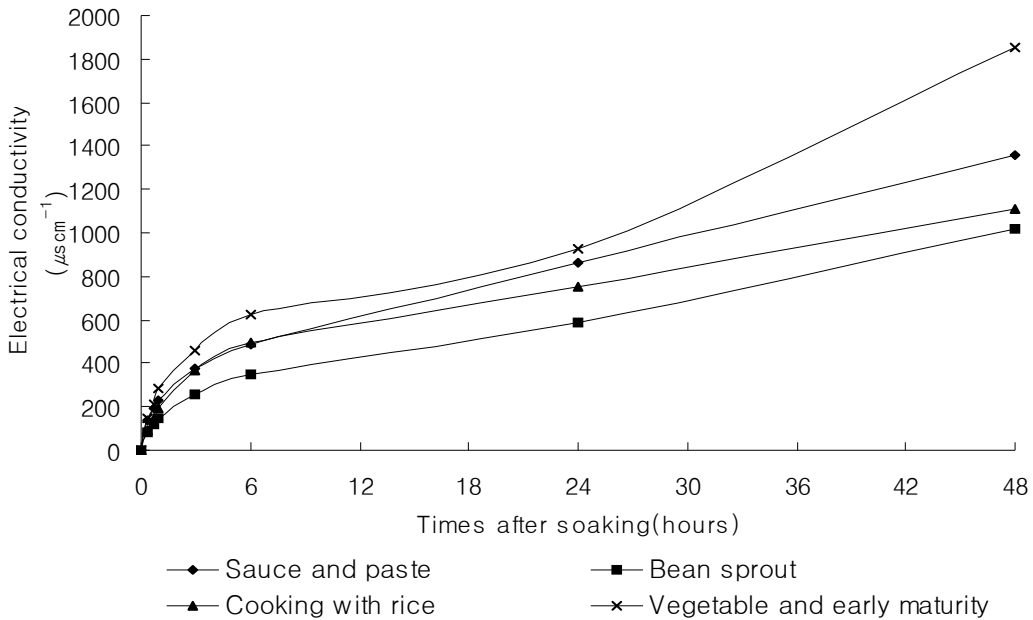


Fig. 1-4. Changes of electrical conductivity of 90 Korean soybean varieties classified by utilization.

전기전도율은 침종 20분과 40분 후에는 풋콩 및 올콩이  $162.05$ 와  $231.35\mu\text{s cm}^{-1}$ 로 가장 높았고, 나물콩이  $75.51$ 과  $111.36\mu\text{s cm}^{-1}$ 로 가장 낮았으며, 1시간과 3시간 후에도 풋콩 및 올콩이  $315.69$ 와  $485.02\mu\text{s cm}^{-1}$ 로 높았고, 나물콩이  $142.01$ 과  $259.33\mu\text{s cm}^{-1}$ 로 낮았다. 6시간 후에도 풋콩 및 올콩이  $642.76\mu\text{s cm}^{-1}$ 로 높았고, 나물콩이  $341.65\mu\text{s cm}^{-1}$ 로 낮았으며, 24시간과 48시간 후에도 풋콩 및 올콩이  $989.67$ 과  $1865.48\mu\text{s cm}^{-1}$ 로 높았고, 나물콩이  $618.69$ 와  $1013.69\mu\text{s cm}^{-1}$ 로 낮았다 (표 1-6).

침종시간 경과에 따른 평균 전기전도율은  $116.83$ ,  $167.37$ ,  $208.68$ ,  $346.55$ ,  $457.62$ ,  $778.11$ ,  $1266.80\mu\text{s cm}^{-1}$ 로 나타났는데, 이러한 결과는 Parrish and Leopold(1977)의 물 흡수후 콩 종자의 용질이 급격하게 용출되고, 그 이후로는 일정하게 증가한다는 결과와 비슷한 경향이였다. 또한 밥밑콩의 전기전도도도 낮게 나타났는데 이는 Park et al.(1996)과 Kim et al.(2006)의 흑색종이 침종 후 초기 수분흡수는 황색종에 비하여 느리나 침종시 발생하는 용출물질의 양이 황색종에 비하여 낮다는 보고와 유사하였다.

Table 1-6. Maximun, minimum and mean value of electrical conductivity during soaking. ( $\mu\text{s cm}^{-1}$ )

		20min	40min	60min	180min	360min	1440min	2880min
<b>Total</b>	<b>Max.</b>	255.12	330.50	530.18	687.69	1038.82	1570.73	4054.15
	<b>Min.</b>	20.13	26.48	42.98	104.59	148.86	317.40	386.15
	<b>Means</b>	116.83	167.37	208.68	346.55	457.62	778.11	1266.80
	<b>S.D.</b>	58.53	74.66	90.31	126.21	182.34	291.73	649.85
	<b>C.V(%)</b>	12.02	9.41	8.47	8.44	9.31	16.46	26.36
<b>Sauce and paste</b>	<b>Max.</b>	255.12	330.50	396.51	634.02	874.49	1570.73	4054.15
	<b>Min.</b>	25.08	39.34	57.24	170.49	213.46	424.40	515.48
	<b>Means</b>	137.08	191.89	233.61	377.43	489.84	859.97	1360.60
	<b>S.D.</b>	57.18	70.11	80.01	119.99	170.25	280.77	571.02
	<b>C.V(%)</b>	10.68	8.26	7.89	8.62	9.32	15.76	14.02
<b>Bean sprout</b>	<b>Max.</b>	177.26	275.70	338.18	505.69	581.49	1158.40	2934.15
	<b>Min.</b>	20.21	32.50	42.98	104.59	148.86	317.40	386.15
	<b>Means</b>	75.51	111.36	142.01	259.33	341.65	618.69	1013.69
	<b>S.D.</b>	37.59	49.26	57.41	82.57	104.63	196.66	677.24
	<b>C.V(%)</b>	11.60	8.50	7.97	7.61	8.47	12.15	54.30
<b>Cooking with rice</b>	<b>Max.</b>	123.29	200.64	264.58	570.69	1038.82	1414.07	1615.15
	<b>Min.</b>	20.13	26.48	43.74	178.02	282.52	404.40	727.48
	<b>Means</b>	91.65	148.50	193.11	366.92	494.34	750.70	1105.74
	<b>S.D.</b>	40.91	65.61	78.91	118.72	234.82	324.92	353.72
	<b>C.V(%)</b>	18.96	13.96	11.41	7.91	9.61	14.47	8.51
<b>Vegetable and early maturity</b>	<b>Max.</b>	205.39	312.50	530.18	687.69	999.16	1170.73	1585.15
	<b>Min.</b>	77.36	137.57	185.84	357.02	463.49	722.73	994.48
	<b>Means</b>	162.05	231.35	315.69	485.02	642.76	989.67	1865.48
	<b>S.D.</b>	52.07	66.77	121.48	114.25	202.85	254.21	1021.86
	<b>C.V(%)</b>	11.32	10.24	4.70	3.39	5.47	20.17	17.59

(4) 총고형물질(TDS)

총고형물질의 양도 전기전도율과 유사한 경향이였다(그림 1-5). 주목할 만한 것은 발아율이 높은 밥밀콩의 총고형물질이 나물콩과 비슷하였는데, 이는 Kim and Lee(1981)에 의하면 종피표면 wax물질의 영향으로 종자가 발아하는데 필요한 물질들이 방출되지 않기 때문이라고 한다.

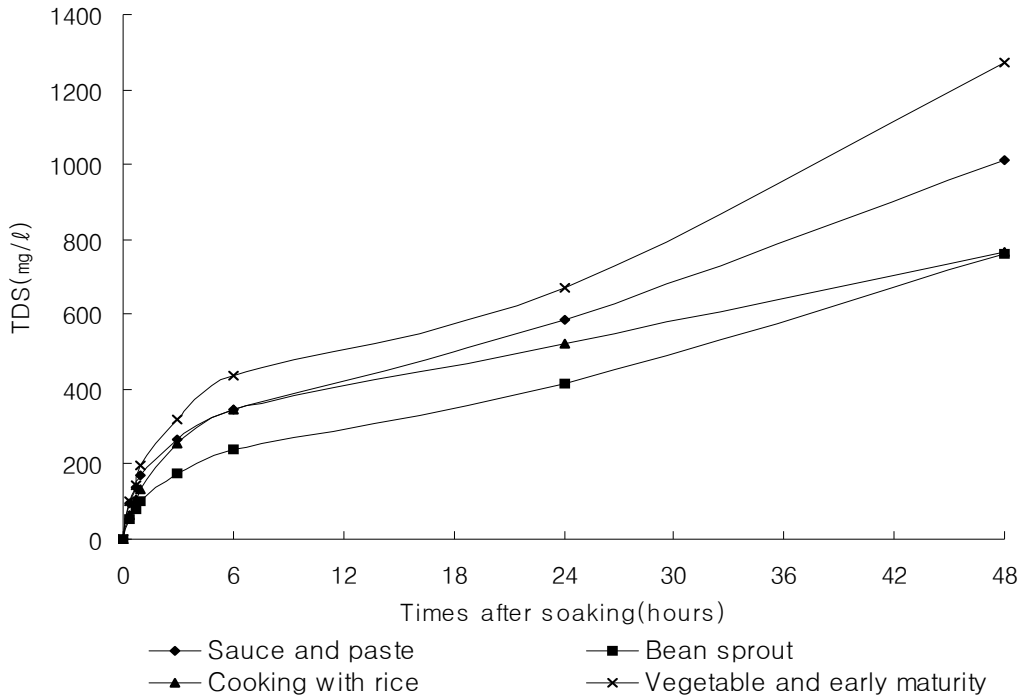


Fig. 1-5. Changes of TDS during soaking of 90 Korean soybean varieties classified by utilization.

총고형물질은 침종 20분과 40분 후에는 풋콩 및 울콩이 113.74와 161.70mg/l로 가장 높았고, 나물콩이 53.15과 78.15mg/l로 가장 낮았다(표 1-7). 침종 1시간과 3시간 후에도 풋콩 및 울콩이 220.56과 339.67mg/l로 높았고, 나물콩이 98.96과 174.69mg/l로 낮았다. 6시간 후에는 풋콩 및 울콩이 451.89mg/l, 24시간 후에는 714.58mg/l, 48시간 후에는 1354.36mg/l로 가장 높았으며, 나물콩은 6시간 후에는 238.91mg/l, 24시간 후에는 406.48mg/l, 48시간 후에는 747.31mg/l로 전기간동안 가장 낮았다.

Table 1-7. Maximun, minimum and mean value of TDS during soaking.  
(mg/ℓ)

		20min	40min	60min	180min	360min	1440min	2880min
<b>Total</b>	<b>Max.</b>	179.85	231.44	370.80	511.99	722.99	1114.01	3339.54
	<b>Min.</b>	1.4	18.77	29.37	73.12	103.79	221.18	267.44
	<b>Means</b>	84.6	117.0	151.4	243.6	320.9	543.8	893.8
	<b>S.D.</b>	96.2	52.7	132.6	91.1	130.5	207.2	500.1
	<b>C.V(%)</b>	99.6	12.2	75.9	8.5	10.8	16.7	18.6
<b>Sauce and paste</b>	<b>Max.</b>	179.85	231.44	277.53	511.99	660.22	1114.01	2837.54
	<b>Min.</b>	1.4	29.37	39.80	119.16	148.92	296.18	360.07
	<b>Means</b>	91.84	133.94	161.14	265.66	343.87	598.42	942.51
	<b>S.D.</b>	43.95	50.12	58.42	88.78	124.81	201.40	418.11
	<b>C.V(%)</b>	11.16	12.14	7.96	8.15	11.32	16.51	15.57
<b>Bean sprout</b>	<b>Max.</b>	124.98	193.10	235.87	354.49	406.25	827.25	3339.54
	<b>Min.</b>	15.45	22.87	29.33	73.12	103.79	221.18	267.44
	<b>Means</b>	53.13	78.15	98.96	174.69	238.91	406.48	747.31
	<b>S.D.</b>	26.33	34.54	40.21	50.50	71.62	129.91	584.99
	<b>C.V(%)</b>	11.77	8.53	8.23	9.04	8.61	17.24	21.87
<b>Cooking with rice</b>	<b>Max.</b>	86.38	140.47	185.17	399.96	722.99	995.28	1144.07
	<b>Min.</b>	14.28	18.77	30.47	125.16	197.09	276.91	458.44
	<b>Means</b>	64.31	104.13	135.01	257.09	345.44	521.29	768.89
	<b>S.D.</b>	28.64	45.93	55.28	83.26	136.69	230.28	264.53
	<b>C.V(%)</b>	18.99	14.03	11.42	8.01	11.09	14.84	10.13
<b>Vegetable and early maturity</b>	<b>Max.</b>	143.88	216.97	370.80	483.39	702.02	912.95	2594.21
	<b>Min.</b>	54.15	96.47	129.90	250.82	317.15	507.51	661.67
	<b>Means</b>	113.74	161.70	220.56	339.67	451.89	714.58	1354.36
	<b>S.D.</b>	36.53	46.41	85.02	81.09	141.88	177.12	755.45
	<b>C.V(%)</b>	11.44	10.65	4.74	3.38	5.66	15.94	29.36

(5)침중처리에 의한 고 발아율 품종 선발

침중후 콩 품종 90개의 발아율은 표 1-8과 같다. 공시한 90개 품종의 발아율은 콩나물콩인 소백나물콩의 90.7%에서 장류콩인 익산과 송학콩의 4.0%의 범위였다.

장류콩에서는 장수콩의 발아율이 72.7%로 가장 높았고, 익산과 송학콩이 4%로 가장 낮았다. 나물콩에서 발아율이 가장 높은 품종은 소백나물콩으로 90품종중에서 가장 높은 90.7%였으며, 방사콩은 7.3%로 가장 낮았다. 밭밀콩에서는 선흑콩이 52.67%로 가장 높았고, 진율콩이 10.0%로 가장 낮았다. 풋콩 및 울콩에서는 선록콩이 34.0%로 가장 높았으며, 신록콩이 8.7%로 가장 낮았다.

공시품종의 발아율은 10%이하가 21품종, 11~20%가 25품종으로 대체적으로 20%이하였다. 장류콩은 10%이하가 16품종이었고, 11~20%가 15품종, 21~30%는 6품종, 31~50%는 10품종, 51%이상은 백천콩, 무한콩, 단원콩, 장수콩이었다. 나물콩은 발아율이 11~20%인 품종이 9개였고, 21~30%인 품종이 6개, 51%이상인 품종은 한남콩, 익산나물콩, 소백나물콩 및 다원콩의 4품종이었다. 밥밀콩은 발아율이 41~50%인 품종이 4개였고, 진울콩을 제외하고는 발아율이 31%이었다. 풋콩 및 울콩은 발아율이 50%이하였다(표 1-8).

나물콩 종자의 발아율이 대체적으로 높았는데, 이러한 결과는 Kim(1981)과 Park(1988)이 수분스트레스상태에서 소립종자가 대립종자보다 발아율이 높다고 한 것과 비슷한 경향이였다. 검정콩인 밥밀콩은 대립종자임에도 발아율이 높았는데, Park et al.(1996)은 검정콩 종피의 wax층이 물의 흡수조절과 관련되었다고 하였다.

Table 1-8. Germination rate of soybean classified by utilization.

Varieties	Utility*	Germination rate(%)	Varieties	Utility*	Germination rate(%)
Jangsukong	SP	72.7	Jangyeobkong	SP	5.3
Muhankong	SP	67.3	Saeolkong	SP	5.3
Baegcheon	SP	66.0	Iksan	SP	4.0
Danwonkong	SP	51.3	Songhakkong	SP	4.0
Haman	SP	48.7	<b>Means</b>	<b>SP</b>	<b>22.5</b>
Paldalkong	SP	43.3	Sobaegnamulkong	BS	90.7
Taekwangkong	SP	43.3	Iksannamulkong	BS	64.0
Duyoukong	SP	42.0	Hannamkong	BS	58.7
Shelby	SP	41.3	Dawonkong	BS	55.3
Jinpumkong	SP	40.7	Sohokong	BS	46.7
Mallikong	SP	40.0	Hill	BS	44.7
Geumkangkong	SP	38.0	Danyeobkong	BS	33.3
Hwangkeumkong	SP	34.0	Solokkong	BS	32.7
Pokwangkong	SP	34.0	Paldonamulkong	BS	30.0
Sinpaldalkong 2	SP	26.7	Dagikong	BS	29.3
Saealkong	SP	24.7	Myeongjunamulkong	BS	28.0
Jangmikong	SP	23.3	Saebyeolkong	BS	27.3
Namcheonkong	SP	22.7	Eunhakong	BS	26.7
Dankyeongkong	SP	22.0	Pungsannamulkong	BS	24.0
Danbaegkong	SP	21.3	Kwangankong	BS	19.3
Jangkyeongkong	SP	18.7	Sowonkong	BS	19.3
Jangdanbaekmok	SP	17.3	Somyeongkong	BS	16.0
Daepungkong	SP	17.3	Dachaekong	BS	16.0
Hojangkong	SP	16.7	Anpeongkong	BS	14.7
Kwangdu	SP	16.0	Namhaekong	BS	14.0
Bongeu	SP	16.0	Bukwangkong	BS	11.3
Samnamkong	SP	15.3	Pureunkong	BS	11.3
Buseok	SP	14.0	Doremikong	BS	11.3
Soyangkong	SP	14.0	Seonamkong	BS	10.0
Ilmikong	SP	14.0	Pangsakong	BS	7.3
Daewonkong	SP	13.3	<b>Means</b>	<b>BS</b>	<b>29.7</b>
Kanglim	SP	12.7	Seunheukkong	CR	52.7
Daehwangkong	SP	12.7	Heukcheongkong	CR	50.7
Jangbaegkong	SP	12.0	Cheongjakong	CR	46.7
Milyangkong	SP	11.3	Geomjeongkong 1	CR	45.3
Kwangkyo	SP	10.7	Geomjeongkong 2	CR	44.7
Sinpaldalkong	SP	10.0	Ilpumgeomjeongkong	CR	42.0
Alchankong	SP	10.0	Geomjeongkong 3	CR	39.3
Baegunkong	SP	9.3	Geomjeongkong 4	CR	31.3
Jinmikong	SP	9.3	Jinyeulkong	CR	10.0
Chungbukbaek	SP	8.7	<b>Means</b>	<b>CR</b>	<b>40.3</b>
Sodamkong	SP	8.7	Seunnokkong	VE	34.0
Jinpumkong 2	SP	8.0	Geomjeongolkong	VE	24.0
Jangwonkong	SP	8.0	Seokyangputkong	VE	11.3
Keumkangdaelip	SP	7.3	Hwaeomputkong	VE	9.3
Dajangkong	SP	7.3	Sinlokkong	VE	8.7
Dongpuktae	SP	5.3	<b>Means</b>	<b>VE</b>	<b>17.5</b>

\* SP: Sauce and paste      BS: Bean sprout  
 CR: Cooking with rice      VE: Vegetable and early maturity



## (6) 발아능과 발아율간의 상호작용

### (가) 종자무게와 발아율

종자무게와 발아율간의 단순회귀분석결과 침종후 수분흡수로 인해 종자무게가 증가할수록 발아율이 감소하는 경향이였다.(그림 1-6). 결정계수는 20분에 0.0471, 40분에는 0.112, 60분에는 0.1067, 180분에는 0.1058, 360분에는 0.1032, 1440분에는 0.0823, 2880분에는 0.0718로 종자무게는 발아율의 변이의 4~7%밖에는 설명하지 못하는 것으로 나타났다. Green and Pinnell(1968)은 100립중과 발아력간에는 부의 상관성이 있다고 하였지만, 이 시험에서는 결정계수가 낮게 나타나는 부의 상관성이였다.

### (나) 전기전도율과 발아율

전기전도율과 발아율간의 단순회귀분석결과 침종후 어느 시간에서나 전기전도율이 증가할수록 발아율이 감소하는 경향이였다(그림 1-7). 그러나 결정계수가 20분에는 0.1947, 40분에는 0.1933, 60분에는 0.1792, 180분에는 0.2251, 360분에는 0.2114, 1440분에는 0.1506, 2880분에는 0.1973으로 전기전도율은 발아율변이의 19.4%~19.7%밖에는 설명하지 못하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 전기전도율이 증가할수록 발아율이 낮아진다는 Kim and Lee(1981)의 보고와 일치하였다.

### (다) TDS와 발아율

TDS와 발아율간의 단순회귀분석결과 침종후 TDS가 증가할수록 발아율이 감소하는 경향이였다. 그러나 결정계수가 20분에는 0.2068, 40분에는 0.187, 60분에는 0.1615, 180분에는 0.2128, 360분에는 0.2048, 1440분에는 0.1458, 2880분에는 0.1613으로 전기전도율과 비슷한 경향이였으며, TDS는 발아율변이의 20.1~16.1%밖에는 설명하지 못하는 부의 상관으로 나타났다(그림 1-8).

### (라) 전기전도율과 종자무게

전기전도율과 종자무게간의 단순회귀분석결과 침종후 종자무게가 증가할수록 전기전도율이 증가하는 경향이였다. 결정계수는 20분에 0.4103, 40분에는 0.4761, 60분에는 0.494, 180분에는 0.5084, 360분에는 0.2892, 1440분에는 0.2408, 2880분에는 0.1402로 나타났고, 전기전도율은 종자무게변이의 41.0~14.0%로 나타나는 정의 상관성이였다(그림 1-9). 이러한 결과는 소립종자가 대립종자에 비하여 발아 소요시간이 짧고, 침종후 당 및 기타 용출물질이 적기 때문에 발아력과 종자활성이 높다고 한 Edward and Hartwing(1971)의 보고와 일치하였다.

(마) TDS와 종자무게

TDS와 종자무게간의 단순회귀분석결과 침종후 TDS가 증가할수록 종자무게도 증가하는 경향이였다. 결정계수는 침종후 20분에 0.3831, 40분에는 0.4704, 60분에는 0.4444, 180분에는 0.4725, 360분에는 0.2942, 1440분에는 0.237, 2880분에는 0.1061로 TDS는 종자무게변이의 38.3~10.6%를 설명하는 정의 상관이 나타났다(그림 1-10).

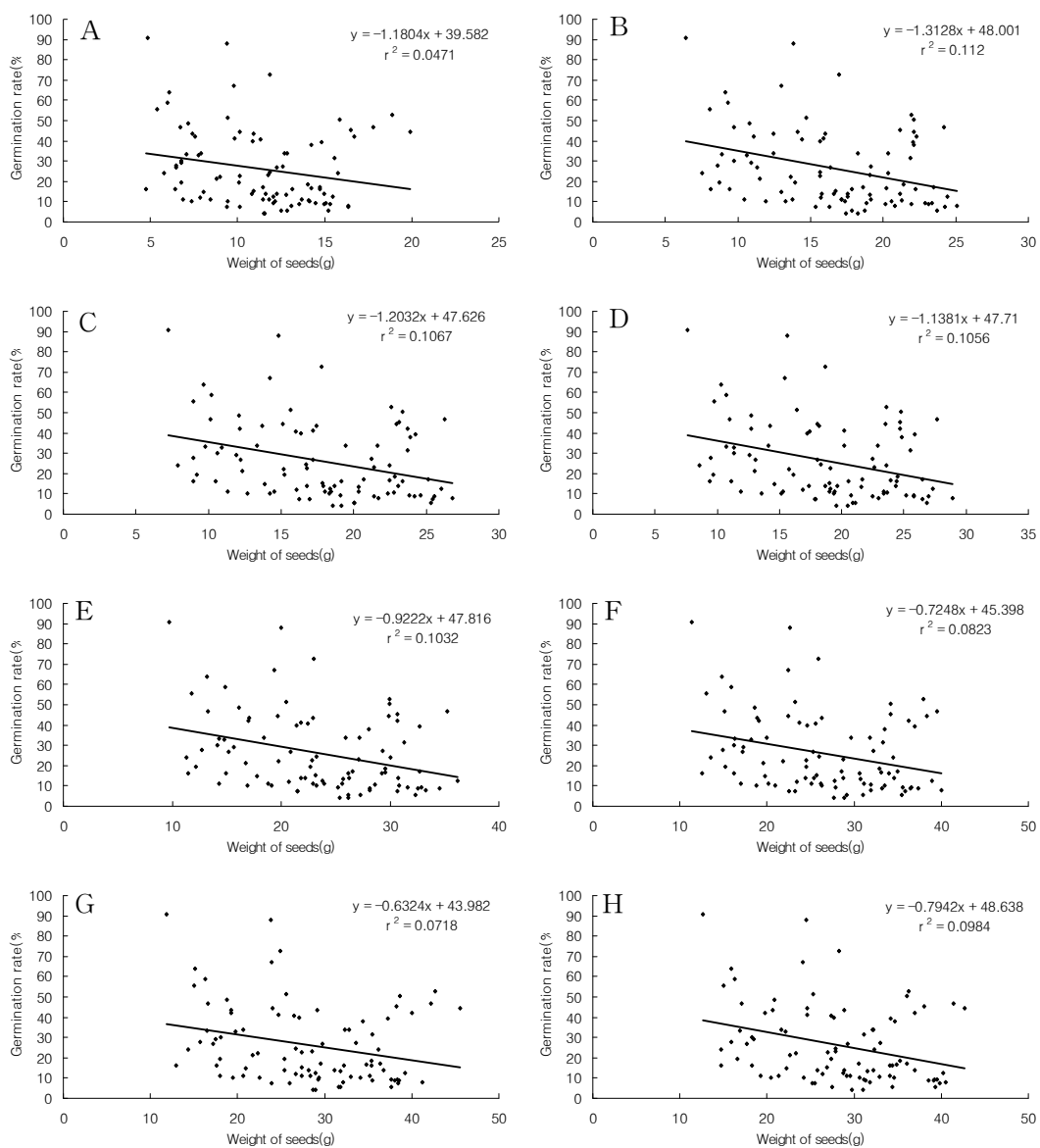


Fig. 1-6. Relationship between weight of seeds and germination rate. (A: 20mins, B: 40mins, C: 60mins, D: 180mins, E: 360mins, F: 1440mins, G: 2880mins, H: 4320mins)

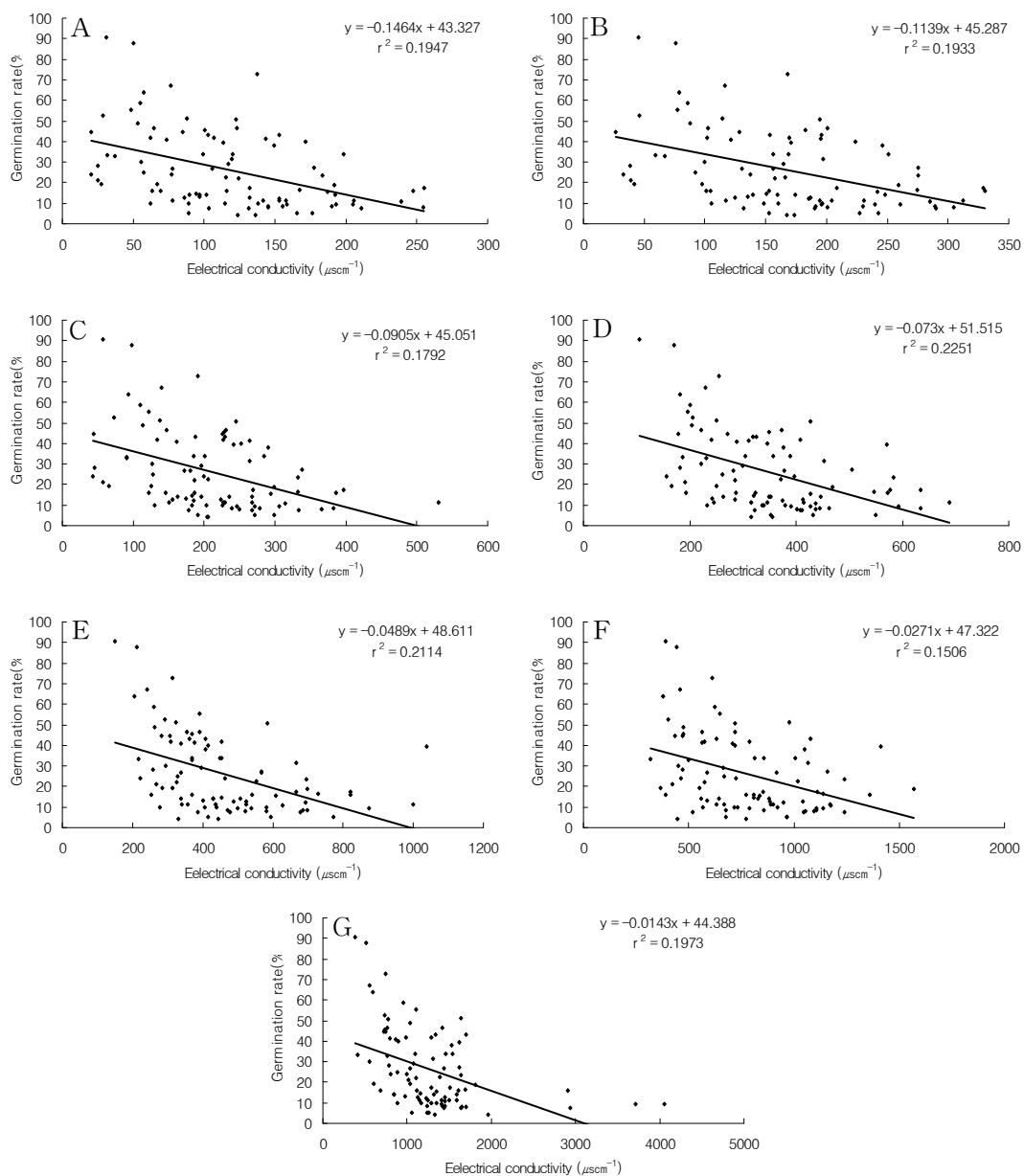


Fig. 1-7. Relationship between electrical conductivity and germination rate. (A: 20mins, B: 40mins, C: 60mins, D: 180mins, E: 360mins, F: 1440mins, G: 2880mins)

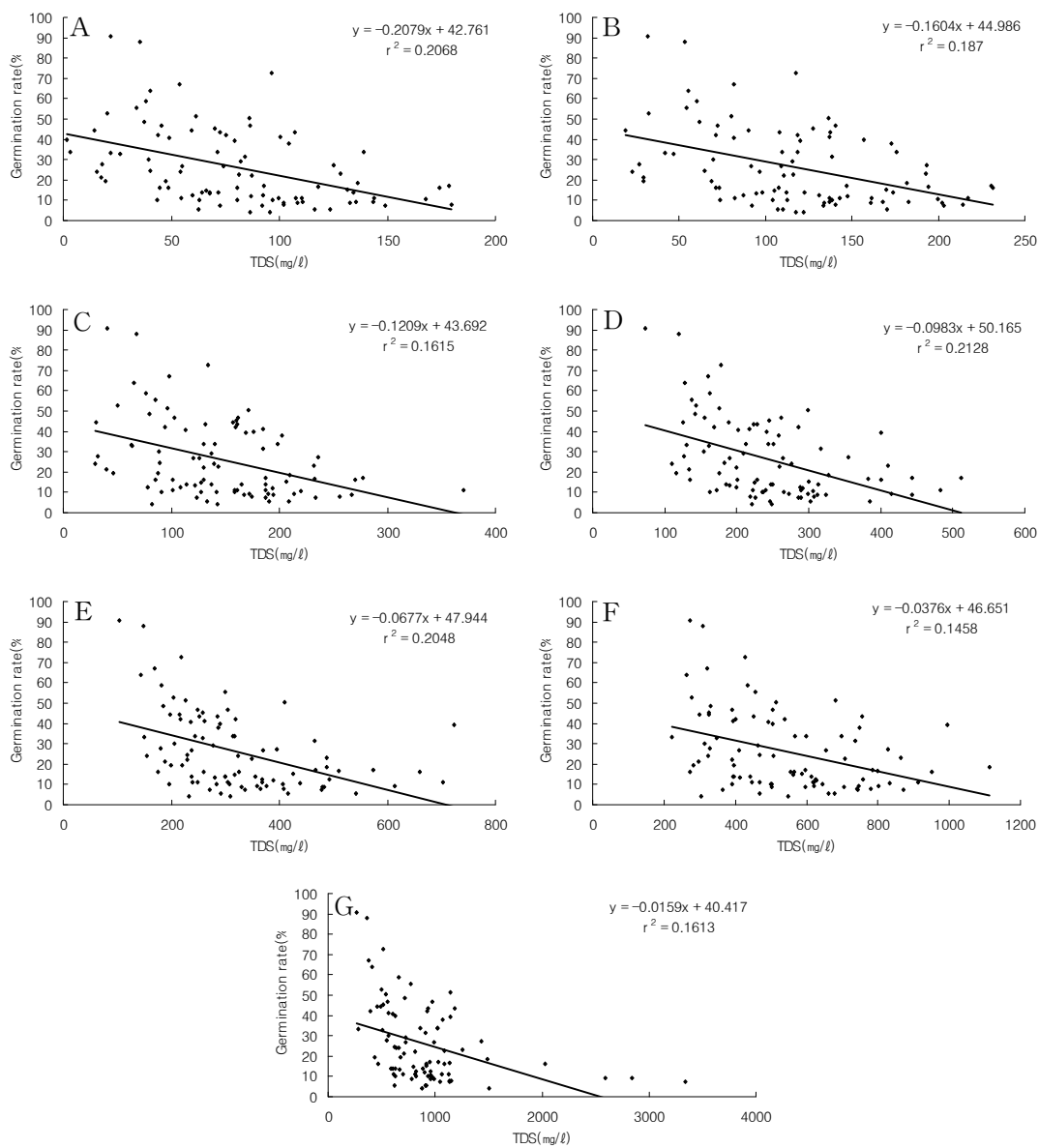


Fig. 1-8. Relationship between TDS and germination rate. (A: 20mins, B: 40mins, C: 60mins, D: 180mins, E: 360mins, F: 1440mins, G: 2880mins)

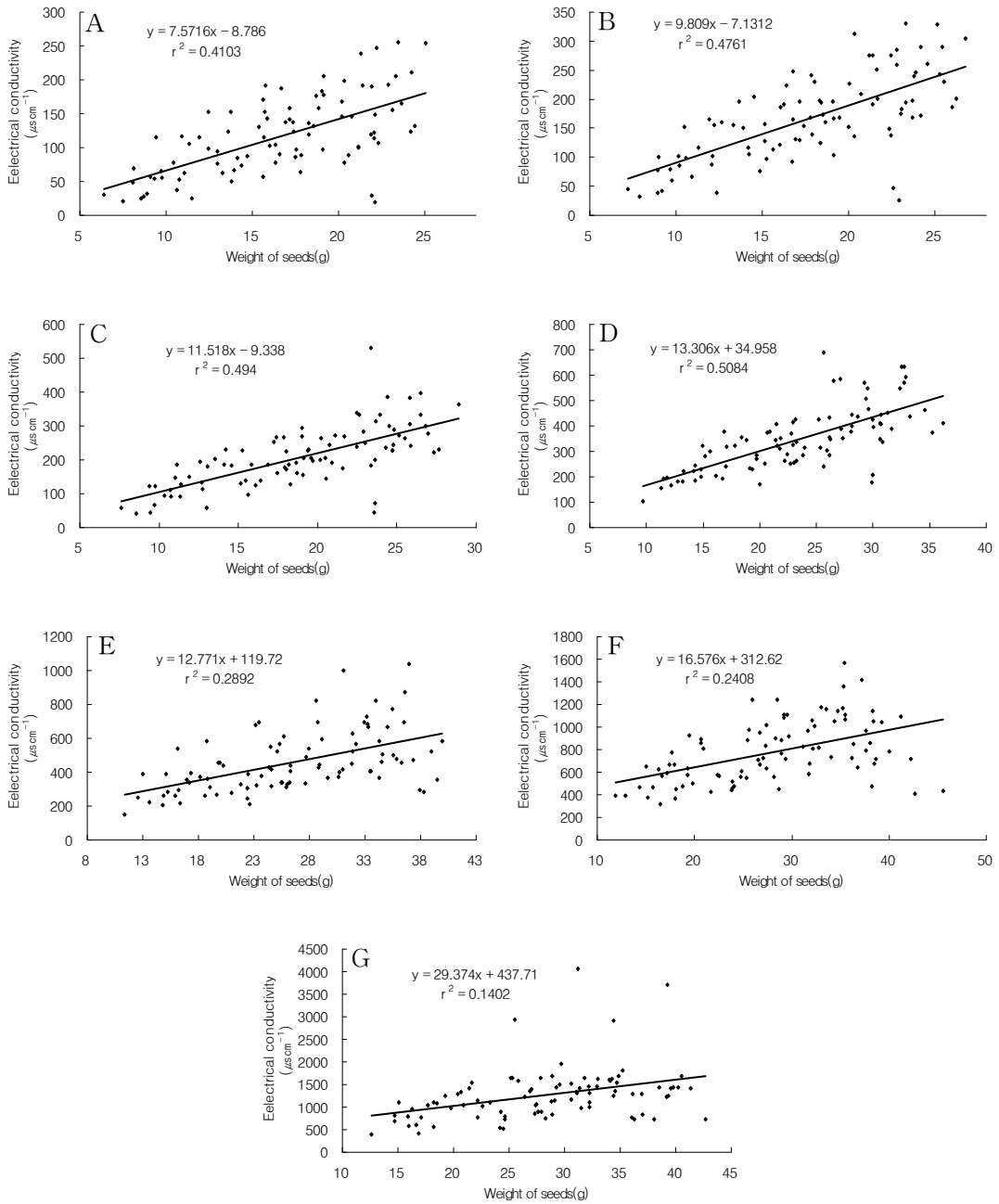


Fig. 1-9. Relationship between electrical conductivity and weight of seeds. (A: 20mins, B: 40mins, C: 60mins, D: 180mins, E: 360mins, F: 1440mins, G: 2880mins)

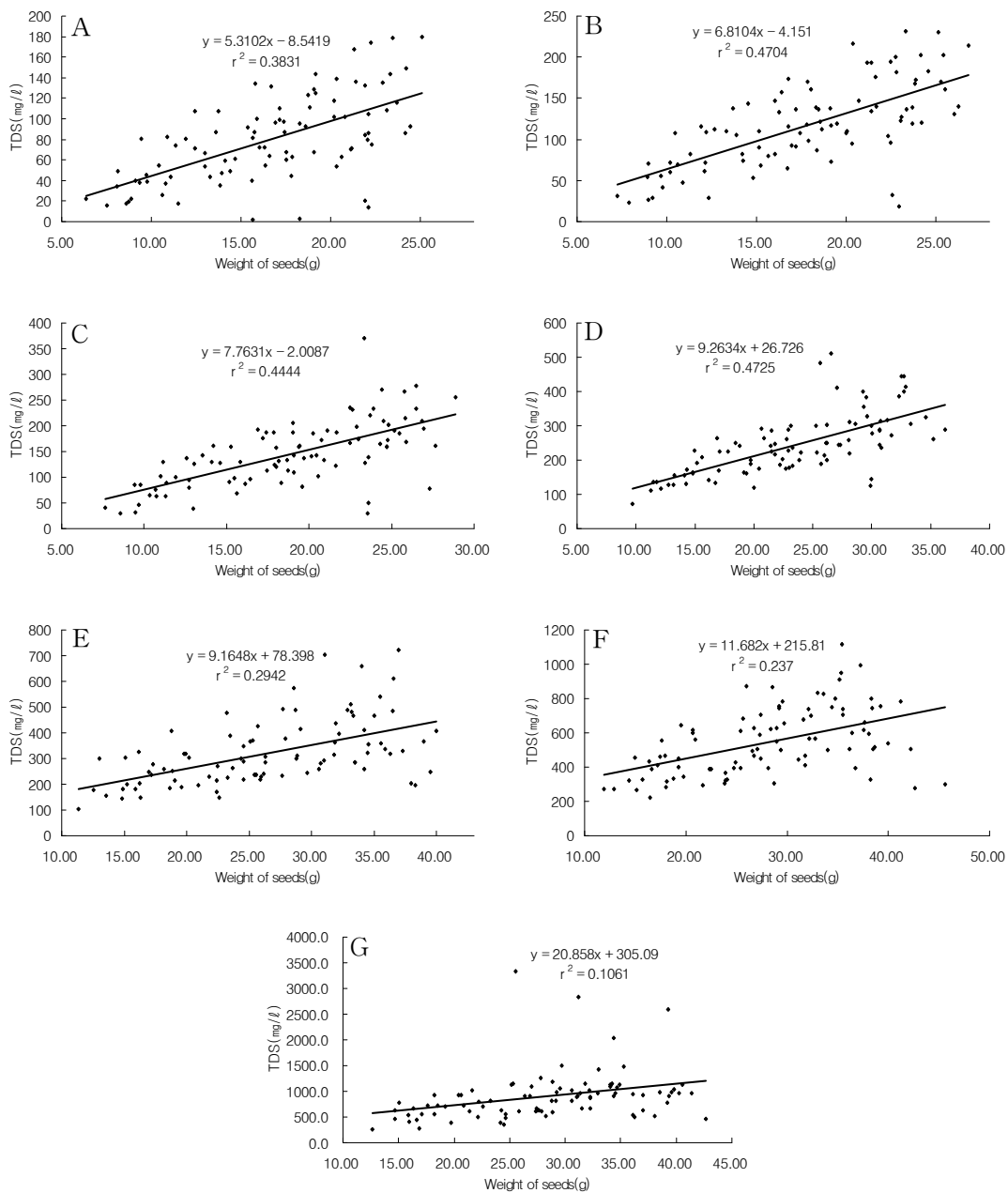


Fig. 1-10. Relationship between TDS and weight of seeds. (A: 20mins, B: 40mins, C: 60mins, D: 180mins, E: 360mins, F: 1440mins, G: 2880mins)

(7) 침중에 따른 온실포트에서의 출아율

침중을 실시한 후 출아율을 조사한 결과 표 1-와 같다. 3일간 침중하였을때 출아율이 가장 높은 품종을 백천콩으로 52%이었으며, 가장 낮은 품종은 남해콩으로 16%였다. 5일간 침중후 출아율에서도 백천콩이 33%로 가장 높았으며, 남해콩과 송학콩이 8%로 가장 낮은 출아율을 보였다(표 1-9).

Table 1-9. Emergence rate(%) after flooding.

Varieties	Emergence rate(%)	
	after 3 days flooding	after 5 days flooding
Baekcheonkong	52.0	33.3
Hannamkong	32.0	13.3
Iksannamulkong	41.3	14.7
Jangsukong	30.7	25.3
Namhaekong	16.0	8.0
Pangsakong	34.7	22.7
Sinpaldalkong2	22.7	16.0
Sobaeknamulkong	36.0	18.7
Songhakkong	18.7	8.0
Taekwangkong	18.7	13.3

출아율과 발아율의 단순회귀분석에서는 3일간 침중후 출아율에서는 결정계수가 48%로 정의 상관성이 나타났고(그림 1-11), 5일간 침중후 출아율에서도 34%로 정의 상관성이 나타났다(그림 1-12).따라서 실내에서의 침중에 의한 발아율과 온실 포트에서의 발아율 상관관계가 낮기 때문에 차후 실내 내습성 검정방법에 대한 정밀한 검토가 필요하다.



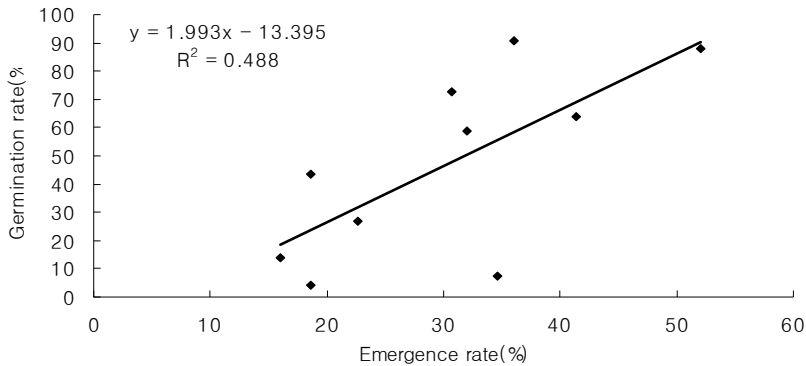


Fig. 1-11. Relationship between Germination rate(%) and Emergence rate(%) after 3 days flooding

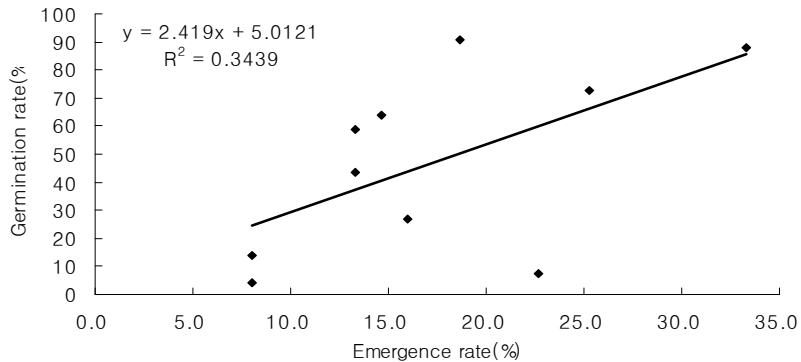


Fig. 1-12. Relationship between Germination rate(%) and Emergence rate(%) after 5 days flooding

#### 나. 콩 생육중기의 습해저항성 검정지표 개발

생육중기의 습해저항성 검정지표 개발을 위한 시험품종의 특성은 표 1-10와 같으며 장류콩이 2품종(장엽콩, 무한콩), 나물콩이 2품종(풍산나물콩, 명주나물콩)이었고 소립검정콩(Peking)이 1품종이었다. 신육형은 4품종이 유한신육형이었으며, 1품종이 무한신육형이었다.

V5 stage에 과습처리 종료 21일 후 엽건물중과 줄기건물중을 비교한 결과는 그림 1-13과 같다. 과습구에서 풍산나물콩, 무한콩 및 Peking의 엽건물중은 각각 대조구의 61%, 56% 및 53%이었고, 장엽콩과 명주나물콩은 대조구의 43%였다. 즉, 풍산나물콩, 무한콩 및 Peking이 장엽콩과 명주나물콩보다 습해에 의한 엽건물중의 감소가 더 적었다.

Table 1-10. The agronomic and morphological characteristics of varieties tested.

	Flowering date	Maturing date	Stem length	100 seeds weight	Seed coat color	Growth habit
			- cm -	- g -		
Jangyeobkong	July 30	Oct. 4	50	24	Yellow	Determinate
Pungsannamul-kong	Aug. 2	Oct. 9	60	10	Yellow	Determinate
Myungjunamul-kong	July 23	Oct. 2	65	11	Yellow	Determinate
Muhankong	July 20	Oct. 6	129	21	Yellow	Indeterminate
Peking	Aug. 2	Oct. 4	75	10	Black	Determinate

과습구에서 풍산나물콩과 무한콩의 줄기건물중은 각각 대조구의 78%와 62%였고, 장엽콩과 명주나물콩의 줄기건물중은 각각 대조구의 40%와 52%였다. 즉, 습해를 받으면 풍산나물콩과 무한콩은 장엽콩과 명주나물콩에 비하여 줄기건물중의 감소가 더 적었다. Peking은 과습구에서 줄기건물중이 58%로 감소되어 중간정도였다.

V5 stage 과습처리 종료 21일 후 품종별 대조구와 과습구간의 비엽면적의 차이를 비교한 것이다(표 1-11). 비엽면적은 무한콩이 과습구가 대조구의 76%로서 그 감소정도가 가장 적었으며, 풍산나물콩과 명주나물콩은 각각 72%, 71%로서 무한콩보다 감소정도가 컸다. 장엽콩은 비엽면적이 과습구가 대조구의 66%였으며, Peking은 62%로서 시험품종 중에서 감소정도가 가장 컸다. Bacanamwo 등(1999)은 습해를 받을 경우 비엽면적이 감소하고 습해에 약한 품종일수록 그 감소정도가 더 크다고 보고한 바 있다. Ryu 등(1996)은 습해를 받을 경우 비엽면적이 증가한다고 보고하였는데, 본 실험의 결과와는 다소 다른 경향으로, 이에 대한 좀 더 많은 연구가 필요하다고 생각된다.

과습처리에 의한 뿌리건물중의 결과는 표1-12와 같다. 풍산나물콩과 무한콩이 과습구가 대조구의 54~56%였으며 장엽콩과 명주나물콩은 과습구가 대조구의 26%로 뿌리건물중의 일당 증가량이 가장 적었다. Peking은 뿌리건물중의 일당 증가량이 과습구가 대조구의 42%로 중간정도였다. 2004년의 경우 뿌리건물중의 일당 증가량은 풍산나물콩이 과습구가 대조구의 47%였다. 명주나물콩, 무한콩 및 Peking은 과습구가 대조구의 38~41%였으며, 장엽콩은 과습구가 대조구의 27%로 뿌리건물중의 일당 증가량이 가장 적었다.

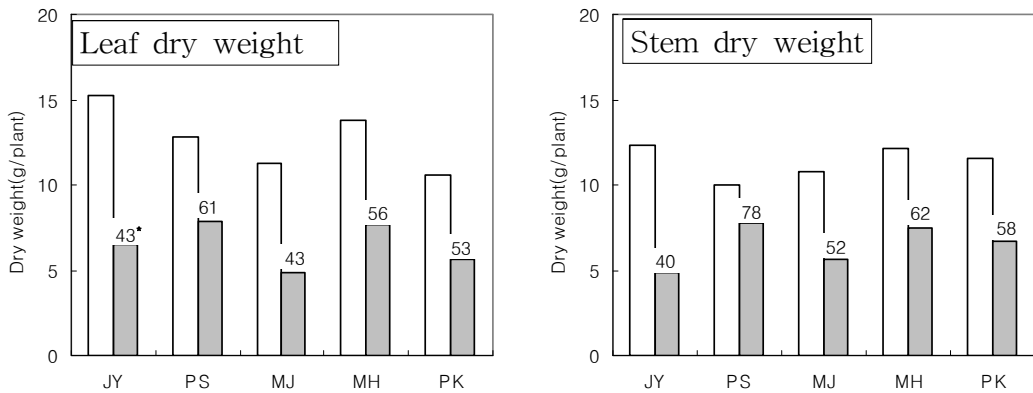


Fig. 1-13. Leaf dry weight and stem dry weight at 21 days after waterlogging for 10 days at V5 stage in 5 soybean varieties.

□ : Control, ■ : Waterlogging  
 JY : Jangyeobkong, PS : Pungsannamulkong,  
 MJ : Myungjunamulkong, MH : Muhankong, PK : Peking  
 \* : Waterlogging/Control × 100(%)

Table 1-11. Specific leaf area at 21days after waterlogging for 10 days at V5 stage in 5 soybean varieties.

Variety	Control(A)	Water-	B/A
	logging(B)		
	----- cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> -----		%
Jangyeobkong	35.8	23.8	66
Pungsannamulkong	37.9	27.1	72
Myungjunamulkong	40.3	28.6	71
Muhankong	36.2	27.5	76
Peking	42.8	26.4	62

이상부건물증과 뿌리건물증에 대해 나타난 결과를 종합해 보면, 과습처리후 건물증의 회복력은 품종간 차이가 있다는 연구결과(Cannell 등, 1979)와 비슷한 경향이였다. 수량은 source의 동화량과 그 동화산물이 전류를 통해 sink에 축적한 비율에 의해 결정되며, source능을 높이기 위해서는 건물생산능력을 증대시킬 필요가 있다. 습해에 강한 것으로 알려진 품종일수

록 과습처리 후 건물중의 회복정도가 높았다. 따라서 과습처리 후 건물중의 회복정도는 내습성 콩 품종을 선발하는데 중요한 지표가 될 수 있을 것으로 판단된다.

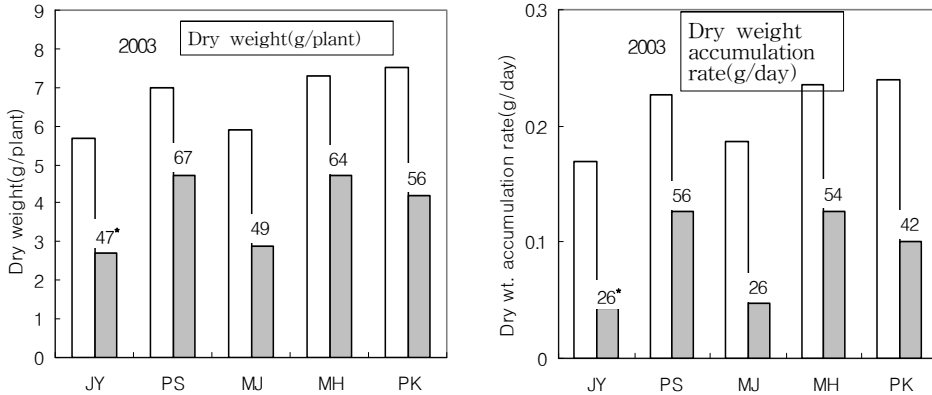


Fig. 1-14. Root dry weight and dry weight accumulation rate at 21 days after waterlogging for 10 days at V5 stage in 5 soybean varieties.

□ Control      ■ Waterlogging

JY : Jangyeobkong, PS : Pungsannamulkong,

MJ : Myungjunamulkong, MH : Muhankong, PK : Peking

\* : Waterlogging/Control × 100(%)

과습처리 후 지상부 건물중에 대한 지하부 건물중 비율의 경시적 변화는 그림 1-15과 같다. 대조구나 과습구 모두 지상부 건물중에 대한 지하부 건물중의 비율(R/S)은 시간이 경과할수록 감소하였다. 장엽콩은 과습처리 직후부터 과습처리 종료 11일 후 까지 대조구가 과습구에 비해 R/S가 0.04~0.06 정도 더 높았다. Peking은 과습처리 종료 11일 후까지 대조구와 과습구의 R/S 차이가 거의 없이 같은 속도로 감소하였다. 명주나물콩은 과습처리 종료 4일 후 까지는 대조구와 과습구의 R/S 차이가 거의 없었으나, 과습처리 종료 11일 후에는 대조구가 과습구에 비해 R/S가 0.04 정도 더 높았다. 풍산나물콩과 무한콩은 과습처리 종료 4일 후 까지는 대조구가 과습구에 비해 R/S가 0.04~0.07 정도 더 높았으나, 과습처리 종료 11일 후에는 대조구는 R/S가 각각 0.37, 0.28였으나 과습구는 R/S가 각각 0.39, 0.30으로서, 대조구에 비해 과습구의 R/S가 더 높았다. 이는 풍산나물콩과 무한콩이 장엽콩과 명주나물콩에 비해 과습처리 종료 후 뿌리의 회복속도가 빠르고, 부정근(adventitious root)의 발생이 많았기 때문인 것으로 판단된다.

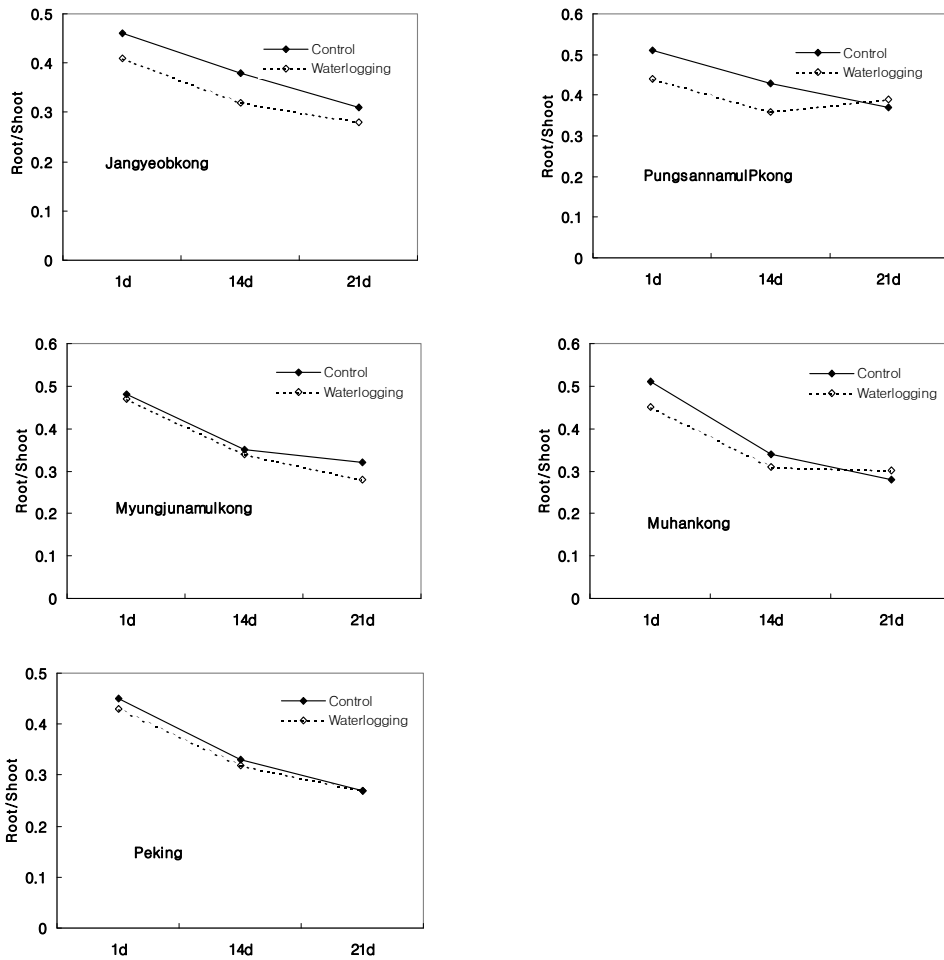


Fig. 1-15. Changes of Root/Shoot according to waterlogging for 10 days at V5 stage in 5 soybean varieties.

† 1d, 14d, 21d : days after waterlogging

표 1-12은 V5 stage 과습처리 종료 21일 후의 근류 건물중이다. 모든 품종이 과습구에서 근류건물중이 유의하게 감소하였다. 풍산나물콩은 과습구의 근류건물중이 대조구의 83%로서, 장엽콩, 명주나물콩, 무한콩 및 Peking의 58~62%에 비하여 현저히 많았다. 풍산나물콩이 가장 감소가 적었는데 이러한 결과는 근류가 근권의 산소농도에 매우 민감하기 때문에 습해를 받으면 근류의 활성이 현저히 떨어지며, 영양생장기에 과습처리 하면 개체당 근류중이 무처리의 50~57%에 불과하고, 과습처리 종료 후 품종간 회복력도 차이가 있다는 보고(Nathanson 등, 1984)와 같은 경향이였다.

Table 1-12. Dry weight of nodules of 5 soybean varieties at 21 days after waterlogging for 10 days at V5 stage in 2003 and 2004.

Variety	Dry wt. of nodules		
	Control(A)	Waterlogging(B)	B/A
	----- g/hill -----		%
Jangyeobkong	2.02	1.18	58
Pungsannumulkong	1.89	1.56	83
Myungjunamulkong	1.52	0.89	59
Muhankong	1.83	1.14	62
Peking	1.41	0.88	62
LSD <sub>0.05</sub>	0.21		

표 1-13은 V5 stage 과습처리 종료 직후와 종료 21일 후의 품종별 광합성율을 조사한 결과이다. 과습처리 직후에는 모든 품종의 광합성율이 과습구에서 유의하게 감소하였는데, 풍산나물콩, 무한콩 및 Peking의 광합성율이 45~51% 감소하였고 장엽콩과 명주나물콩이 61~64% 감소하였다. 즉, 풍산나물콩, 무한콩 및 Peking이 장엽콩과 명주나물콩에 비해 광합성율의 감소정도가 더 적었다. 과습처리 종료 21일 후에도 모든 품종의 광합성율이 과습구에서 유의하게 낮았다. 풍산나물콩과 무한콩의 광합성율은 과습처리 종료 직후부터 종료 21일 후까지 빠르게 회복되어 과습구의 광합성율이 대조구의 67~68%였으며, 장엽콩, 명주나물콩 및 Peking은 37~43%로, 풍산나물콩과 무한콩이 과습처리에 의한 광합성율의 저하가 더 적었다. 습해를 받을 경우 잎의 수분부족을 최소화하기 위해 기공을 닫아 가스와 수분의 출입이 원활히 이루어지지 못하므로 광합성율이 감소하는데(Bennet 등, 1987), 뿌리의 활력이 높은 풍산나물콩과 무한콩은 과습처리에 따른 광합성율의 감소가 적어 기존의 보고에서와 같이 습해에 강하였다.

Table 1-13. Photosynthetic rate of 5 soybean varieties at 21 DAW after waterlogging for 10 days at V5 stage.

Variety	Control	Water-	B/A
	(A)	logging(B)	
	- $\mu \text{ mol m}^{-2} \text{ sec}^{-1}$ -		
Jangyeobkong	16.6	6.2	37.3
Pungsannamulkong	18.3	12.4	67.8
Myungjunamulkong	16.5	6.8	41.2
Muhankong	17.5	11.7	66.9
Peking	16.6	7.2	43.4
Mean	17.1	8.9	
LSD <sub>0.05</sub>	3.14		

표 1-14은 V5 stage 종료 21일 후에 증산량을 조사한 결과이다. 과습처리 종료 직후에는 대조구에 비해 과습구의 증산량이 유의하게 감소하였다. 풍산나물콩의 증산량이 과습처리로 27% 감소하였고, Peking은 37% 감소한 반면 장엽콩, 명주나물콩 및 무한콩은 43~49% 감소하여 그 정도가 더 컸다. 과습처리 종료 21일 후의 증산량은 장엽콩과 명주나물콩이 과습처리로 46~48% 감소한 반면, 풍산나물콩과 무한콩은 24~28% 감소하여 풍산나물콩과 무한콩이 그 외 품종들에 비하여 증산량의 감소정도가 더 적었다. 특히 무한콩은 과습처리 종료 후 증산량의 회복속도가 빨랐다.

Table 1-14. Transpiration of 5 soybean varieties at 0 DAW and 21 DAW after waterlogging for 10 days at V5 stage in 2004.

Variety	Control (A)	Water-logging(B) - mol m <sup>-2</sup> sec <sup>-1</sup> -	B/A (%)
Jangyeobkong	3.5	1.9	54.3
Pungsannamulkong	3.6	2.6	72.2
Myungjunamulkong	3.8	2.0	52.6
Muhankong	3.7	2.8	75.7
Peking	4.0	2.1	52.5
Mean	3.7	2.3	
LSD <sub>0.05</sub>		0.24	

과습처리 종료 직후 풍산나물콩과 무한콩이 장엽콩, 명주나물콩 및 Peking에 비해 과습구에서 기공전도도의 감소정도가 더 적었다(그림 1-16). 기공전도도의 회복정도는 모든 품종이 비슷하여, 명주나물콩은 과습처리 종료 21일 후에는 기공전도도가 0.28 mol m<sup>-2</sup> sec<sup>-1</sup>로 대조구의 44%로 높아져 회복정도가 풍산나물콩이나 무한콩과 차이가 없었다. V5 stage 과습처리 종료 21일 후에는 대조구의 63%로, V5 stage 과습처리에 회복속도가 더 빨랐다.

식물은 습해를 받으면 잎의 수분 포텐셜이 떨어진다(Ryu 등, 1996). 따라서 잎의 수분부족을 최소화하기 위해 기공을 닫아 기공전도도가 떨어지고, 수분과 산소 및 이산화탄소와 같은 가스의 출입이 원활하게 이루어지지 못하므로 증산량과 광합성율이 떨어지는 것으로 판단된다.

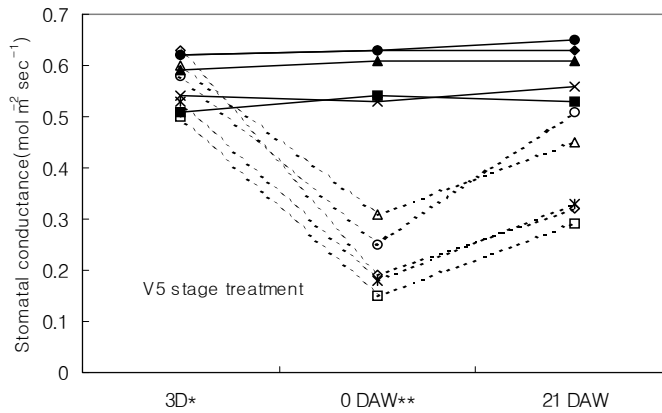


Fig. 1-16. Stomatal conductance of 5 soybean varieties according to days after waterlogging at V5 stage.

- ◆ : Jangyeobkong-control                      ◇ : Jangyeobkong-waterlogging
- ▲ : Pungsannamulkong-control              △ : Pungsannamulkong-waterlogging
- : Myungjunamulkong-control              □ : Myungjunamulkong-waterlogging
- : Muhankong-control                        ○ : Muhankong-waterlogging
- × : Peking-control                              \* : Peking-waterlogging
- \* 3D : waterlogging for 3 days              \*\* DAW : Numbers of days after waterlogging

엽질소농도는 대조구에 비해 과습구가 각각 27% 감소하였다(표 1-15). 풍산나물콩, 명주나물콩과 무한콩의 엽질소농도는 과습처리로 25~29% 감소하였으나, 장엽콩과 Peking은 31~33% 감소하여 그 정도가 더 컸다. 풍산나물콩과 무한콩의 엽질소농도 감소 정도가 적었는데, 이는 과습처리 후 풍산나물콩과 무한콩의 뿌리와 근류의 회복력이 빨라 질소흡수가 상대적으로 많아졌기 때문인 것으로 사료된다.

SPAD 값은 V5 stage 과습처리 종료 21일 후에 처리간에 차이가 있었다(표 1-16). V5 stage 과습처리 직후에는 풍산나물콩과 명주나물콩의 SPAD 값이 과습구가 대조구의 82~93%로 감소정도가 적었으나, 과습처리 종료 21일 후에는 무한콩이 과습구가 대조구의 74%로 다른 품종들에 비하여 SPAD 값의 감소정도가 가장 적었다. V5 stage 과습처리 2주 후에는 엽록소함량이 대조구 수준으로 회복된다는 보고(Kwon 등, 1988)가 있으나, 본 실험에서는 과습처리 종료 21일 후에 과습구의 SPAD 값이 대조구보다는 낮았으나, 풍산나물콩과 무한콩은 SPAD 값의 회복정도가 높았다.



Table 1-15. Total N contents in leaf of 5 soybean varieties at 21 days after waterlogging for 10 days at V5 stage.

Variety	Total N contents in leaf		
	Control(A)	Waterlogging(B)	B/A(%)
	- g N / g dw -		
Jangyeobkong	0.15±0.02	0.10±0.02	66.7
Pungsannumulkong	0.16±0.02	0.12±0.01	75.0
Myungjunamulkong	0.15±0.02	0.11±0.00	73.3
Muhankong	0.14±0.01	0.10±0.01	71.4
Peking	0.16±0.02	0.11±0.01	68.8
Mean	0.15	0.11	
LSD <sub>0.05</sub>	0.03		

Table 1-16. SPAD value of 5 soybean varieties at 21 DAW after waterlogging for 10 days at V5 stage.

Variety	Conrol	Water-logging	B/A
	(A)	(B)	(%)
Jangyeobkong	22.4	6.3	28.2
Pungsannamulkong	22.4	14.7	65.6
Myungjunamulkong	20.5	6.3	30.7
Muhankong	21.7	16.1	74.2
Peking	19.9	6.6	33.2
Mean	21.4	10.0	
LSD <sub>0.05</sub>	2.14		

표 1-17은 V5 stage 과습처리 종료 21일후에 엽병의 Ureide 함량을 나타낸 것이다. 과습 처리로 Ureide 함량이 각각 47%와 56% 감소하였다. Ureide 함량이 과습처리로 풍산나물콩과 무한콩은 38~48% 감소한 반면, Peking은 16% 감소하여 그 정도가 가장 적었고 장엽콩과 명주나물콩은 58~61% 감소하여 그 정도가 가장 컸다. 그림 10은 엽병의 Ureide 함량, 엽질소 농도 및 SPAD 값 간의 관계를 나타낸 것이다. Ureide 함량 3 m M/g dw까지는 SPAD 값과 직선적인 관계가 있으나 Ureide 함량 3 m M/g dw 이상에서는 SPAD 값의 차이가 구분되지 않을 것으로 추정된다. 엽질소농도와 SPAD 값 간에는 높은 정의 상관성이 있었다. 근권의 과습에 의한 산소부족으로 뿌리와 근류의 활력이 저하되면 지상부로의 질소공급이 부족해지고, 이와 높은 정의 상관성이 있는 엽록소함량 또한 감소되며, 엽록소함량과 광합성율은 높은 정의

상관이 있다는 연구결과(Matthews 등, 1984; Bennet 등, 1987)를 근거로 할 때, 식물체내 물질생산의 가장 기초적이고 중요한 대사과정인 광합성이 저해되어 결과적으로 생육이 저해되고 수량감소로 이어지게 되는 것으로 사료된다.

Table 1-17. Ureide contents in petiole of 5 soybean varieties at 21 days after waterlogging for 10 days at V5 stage.

Variety	Control(A)	Waterlogging(B)	B/A(%)
	--- mM/g dw ---		
Jangyeobkong	5.7±0.42	2.4±0.14	42.1
Pungsannumulkong	3.4±0.12	2.1±0.17	61.8
Myungjunamulkong	5.1±0.64	2.0±0.13	39.2
Muhankong	5.4±0.25	2.8±0.12	51.9
Peking	3.1±0.34	2.6±0.27	83.9
Mean	4.5±0.28	2.4±0.16	
LSD <sub>0.05</sub>		1.25	

그림 1-17은 엽병의 Ureide 함량, 엽질소농도 및 SPAD 값 간의 관계를 나타낸 것이다. Ureide 함량 3 mM/g dw까지는 SPAD 값과 직선적인 관계가 있으나 Ureide 함량 3 mM/g dw 이상에서는 SPAD 값의 차이가 구분되지 않을 것으로 추정된다. 엽질소농도와 SPAD 값 간에는 높은 정의 상관성이 있었다. 근권의 과습에 의한 산소부족으로 뿌리와 근류의 활력이 저하되면 지상부로의 질소공급이 부족해지고, 이와 높은 정의 상관성이 있는 엽록소함량 또한 감소되며, 엽록소함량과 광합성률은 높은 정의 상관성이 있다는 연구결과(Matthews 등, 1984; Bennet 등, 1987)를 근거로 할 때, 식물체내 물질생산의 가장 기초적이고 중요한 대사과정인 광합성이 저해되어 결과적으로 생육이 저해되고 수량감소로 이어지게 되는 것으로 사료된다.

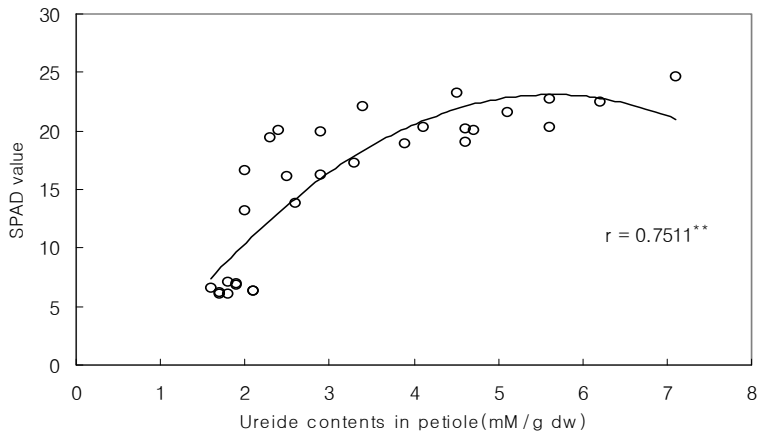


Fig. 1-17. Relationship between SPAD value and ureide contents in petiole(upper) and N contents in leaf(below) after waterlogging for 10 days at V5 stage in 5 soybean varieties.

#### 다. 논콩 담수조건에서의 품종 간 생육 비교 및 유용자원 발굴

##### 1) 논콩 담수에 의한 습해처리의 품종 간 생육 및 수량구성요소 비교

콩 11품종의 논재배시 담수에 의한 습해처리구의 생육특성을 논재배의 무담수구와 비교하면 표 1-18과 같다. 도복은 담수에 의한 습해처리구가 대조구인 무담수구에 비하여 심하였고, 도복의 증가정도는 단엽콩과 한남콩이 컸으며 Peking은 담수 및 무처리구에서도 도복되지 않았다. 경장, 경태, 분지수 및 주경절수는 담수에 의한 습해처리에서 작아졌으며 그 정도는 품종에 따라 달라졌다. 논담수에 의한 습해처리구의 생육단축 및 감소정도를 논 무담수구와 비교한 결과는 표 1-19 와 같다. 경장은 한남콩의 단축정도가 가장 컸고, 황금콩의 단축정도가 가장 작았다. 경태는 태광콩과장엽콩의 감소정도가 컸으며 명주나물콩과 백천콩의 감소정도가 작았다. 분지수의 감소정도는 Peking과 백천콩이 컸고, 풍산나물콩과 황금콩이 작았다. 주경절수의 감소정도는 장엽콩이 가장 컸으며 다음으로 풍산나물콩이 컸고, 무한콩이 가장 작았으며 Peking과 명주나물콩이 작았다.

논재배시 담수에 의한 습해처리구의 수량구성요소 및 수량을 대조구인 논 무담수구와 비교하면 표 1-20과 같다. 협수, 립수, 100립중 및 수량은 담수에 의한 습해처리를 감소하였고, 그 감소정도는 품종에 따라 달랐다. 담수에 의하여 협수는 품종 평균 12.9개, 주당립수는 18.9개, 100립중은 0.7g 및 수량은 21kg/10a이 감소하였다.

Table 1-18. Growth characteristics by flooding stress in paddy field.

Variety	Lodging(0-9)			Plant height(cm)			Stem diameter(mm)			No. of branches per plant(개/주)			No. of mainstem nodes per plant(개/주)		
	Normal (A)	Flooding (B)	A-B	Normal (A)	Flooding (B)	A-B	Normal (A)	Flooding (B)	A-B	Normal (A)	Flooding (B)	A-B	Normal (A)	Flooding (B)	A-B
Taekwangkong	1.0	3.0	2.0	84.7	70.9	13.8	8.7	6.3	2.4	8.7	5.5	3.2	12.1	10.5	1.6
Danyebkong	3.0	7.0	4.0	89.2	72.3	16.9	7.9	6.9	1.0	7.8	4.6	3.2	9.5	8.5	1.0
Muhankong	5.0	7.0	2.0	97.7	81.9	15.8	8.1	6.5	1.6	7.7	5.1	2.6	12.9	12.3	0.6
Peking	1.0	1.0	0.0	70.1	53.2	16.9	7.1	5.3	1.8	6.7	3	3.7	8.4	7.6	0.8
Danweonkong	1.0	3.0	2.0	60.2	50.1	10.1	8.3	7.1	1.2	8.1	6.5	1.6	6.6	5.8	0.8
Pungsannamulkong	1.0	3.0	2.0	88.1	69.1	19	8.1	6.5	1.6	7.2	6.1	1.1	13.2	10.5	2.7
Jangyebkong	5.0	7.0	2.0	72.7	56.1	16.6	7.9	5.6	2.3	7.4	4.5	2.9	8.8	5.5	3.3
Hannamkong	1.0	5.0	4.0	87.6	46.2	41.4	8	6.7	1.3	6.8	5.2	1.6	12.3	10.2	2.1
Baekcheonkong	3.0	5.0	2.0	78.1	63.1	15	7.3	6.5	0.8	7.2	3.4	3.8	6.8	5.7	1.1
Hwangkeumkong	5.0	7.0	2.0	71.9	65.8	6.1	7.6	6.5	1.1	6.3	5.2	1.1	7.8	6.8	1.0
Myeongjunamulkong	3.0	5.0	2.0	77.3	63.9	13.4	7.5	6.7	0.8	5.9	4.6	1.3	13.5	12.4	1.1
Average	2.6	4.8	2.2	79.8	63.0	16.8	7.9	6.4	1.4	7.3	4.9	2.4	10.2	8.6	1.6

그 감소정도는 품종에 따라 다른데(표 1-21), 협수는 단원콩이 가장 컸으며 풍산나물콩이 작았다. 립수는 백천콩이 컸으며 황금콩과 태광콩이 작았다. 100립중은 단원콩이 컸으며 한남콩과 황금콩이 작았고 수량은 황금콩이 가장 컸으며, 풍산나물콩이 가장 작았다.

Table 1-19. Decrease percentage of growth characteristics by flooding stress in paddy field.

Variety	Plant height(%)	Stem diameter(%)	No. of branches per plant(%)	No. of mainstem nodes per plant (%)
Taekwangkong	16.3	27.6	36.8	13.2
Danyebkong	18.9	12.7	41.0	10.5
Muhankong	16.2	19.8	33.8	4.7
Peking	24.1	25.4	55.2	9.5
Danweonkong	16.8	14.5	19.8	12.1
Pungsannamulkong	21.6	19.8	15.3	28.0
Jangyebkong	22.8	29.1	39.2	37.5
Hannamkong	47.3	16.3	23.5	17.1
Baekcheonkong	19.2	11.0	52.8	16.2
Hwangkeumkong	8.5	14.5	17.5	12.8
Myeongjunamulkong	17.3	10.7	22.0	8.1
Average	20.8	18.3	32.4	15.4

$$\text{감소정도} = \frac{\text{답수구}}{\text{무답수구}} \times 100$$

Table 1-20. Yield component and yield by flooding stress in paddy field.

Variety	No. of pods/plant			No. of seeds/plant			100-seed weight(g)			Yield(kg/10a)		
	Normal	Flooding (B)	A-B	Normal (A)	Flooding (B)	A-B	Normal (A)	Flooding (B)	A-B	Normal (A)	Flooding (B)	A-B
Taekwangkong	38.1	31.1	7.0	53.6	45.2	8.4	23.2	22.5	0.70	203.7	190.2	17.5
Danyebkong	61.6	50.2	11.4	71.7	52.3	19.4	13.4	12.9	0.50	152.5	128.6	23.9
Muhankong	39.6	32.1	7.5	71.1	51.6	19.5	19	18.6	0.40	192.5	172.5	20.0
Peking	37.9	31.4	6.5	50.2	39.7	10.5	6.8	6.2	0.60	86.8	75.2	11.6
Danweonkong	38.6	26.2	12.4	54.4	39.6	14.8	17.4	16.3	1.10	185.1	145.6	39.5
Pungsannamulkong	81.2	72.3	8.9	105.2	93.0	12.0	11.8	11.3	0.50	170.7	158.4	5.4
Jangyebkong	28.4	23.8	4.6	42.1	35.1	7.0	22.5	21.5	1.00	129.7	80	19.5
Hannamkong	59.2	45.2	14.0	102.3	75.4	26.9	10.1	9.8	0.30	152.6	135.3	17.3
Baekcheonkong	36.6	32.6	4.0	55.8	35.6	20.2	13.2	12.8	0.40	156.7	125.6	31.1
Hwangkeumkong	25.2	18.5	6.7	38.6	32.6	6.0	23.2	22.9	0.30	135.4	90.5	44.9
Myeongjunamulkong	64.8	53.1	11.7	106.5	85.2	21.3	10.7	9.9	0.80	188.5	154.3	34.2
Average	47.4	34.5	12.9	70.7	51.8	18.9	15.6	14.9	0.7	156.1	135.1	21.0

Table 1-21. Decrease percentage of yield components and yield by flooding stress in paddy field.

Variety	No. of pods/plant(%)	No. of seeds/plant(%)	100-seed weight(%)	Yield(%)
Taekwangkong	18.4	15.6	0.7	18.1
Danyebkong	18.5	27.1	0.5	15.7
Muhankong	18.9	27.4	0.4	11.4
Peking	17.2	20.9	0.6	13.4
Danweonkong	32.1	27.2	1.1	21.3
Pungsannamulkong	8.9	12.0	0.5	7.2
Jangyebkong	16.2	16.6	1.0	15.0
Hannamkong	23.6	26.3	0.3	11.3
Baekcheonkong	10.9	36.2	0.4	19.8
Hwangkeumkong	26.6	15.5	0.3	33.1
Myeongjunamulkong	18.2	20.0	0.8	18.1
Average	19.1	22.2	0.60	16.7

담수처리하에서 엽록소 함량의 감소정도는 황금콩이 가장 컸으며, 감소정도가 작은 품종은 풍산나물콩, 무한콩 및 한남콩이었다(표 1-22).

Table 1-22. Decrease percentage of chlorophyll contents(SPAD value) by flooding stress in paddy field.

Variety	Normal(A)	Flooding(B)	A-B	Decrease (%)	수량감소정도(%)
Taekwangkong	31.1	26.0	5.1	16.4	18.1
Danyebkong	24.4	18.0	6.4	26.3	15.7
Muhankong	30.7	26.1	4.6	15.0	11.4
Peking	25.6	19.6	6	23.4	13.4
Danweonkong	25.6	17.5	8.1	31.7	21.3
Pungsannamulkong	28.8	24.6	4.2	14.6	7.2
Jangyebkong	27.3	20.7	6.6	24.1	15.0
Hannamkong	28.4	23.2	5.2	18.3	11.3
Baekcheonkong	25.4	19.1	6.3	24.8	19.8
Hwangkeumkong	30.2	21.0	9.2	30.5	33.1
Myeongjunamulkong	27.7	20.6	7.1	26.1	18.1

## 2) 논콩 담수처리에 의한 내습성 유용자원 발굴

논콩 재배시 내습성 유전자원을 발굴하기 위하여 국내재래종을 논에서 담수처리하여 검정한 결과는 표 1-23과 같다. 대부분이 국내 재래종으로 도복이 심하고, SMV와 SMV-N가 심한 편이며 100립중은 7.2g(KLS87319)부터 39.5g(KLS87337)까지였다. 가장 작은 소립종은 KLS87319이었고 가장 큰 대립종은 KLS87337이어서 나물콩의 소립종 및 장류콩의 대립종 육종소재로 이용이 가능할 것이다. 수량은 풍산나물콩에 비하여 낮은 자원이 많았으나 KLS814(2번)가 가장 높았다. 또한 흰콩(25번), KLS87317(74번) 및 대추콩(84번)은 수량도 다소 높은편이며 도복에 강하고, SMV와 SMV-N의 이병정도도 양호해 차후 내습성자원으로의 이용이 가능할 것으로 생각되며 전세계적으로 콩 내습성에 관한 자원이 아직 발굴되지 않고 있으며 지속적으로 콩 내습성 자원의 탐색이 이루어져야 할 것이다.

Table 1-23. Flooding resistance test in paddy field.

Variety	Lodging (0-9)	SMV (0-9)	SMVN (%)	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	No. of nodes /plant	No. of branches /plant	No. of pods/ plant	100-seed weight(g)	Yield (g/m <sup>2</sup> )
1.KLS622	7	9	2.1	71	7.4	11.6	3.1	51	11.0	79
2.KLS814	3	3	2	97	7.9	15.0	3.2	21	17.8	344
3.KLS817-1	3	3	0	79	7.5	13.2	3.2	27	21.3	93
4.KLS140-3	3	3	2.7	95	8.0	15.6	3.3	45	11.6	115
5.경남고성	3	1	4	67	6.2	11.2	1.9	32	13.0	63
6.매주콩	3	5	11.1	79	7.5	14.7	2.6	28	8.4	98
7.경남산청	5	5	0	77	7.9	15.6	2.2	28	15.5	38
8.KAS245-10	5	5	1.7	71	8.5	11.0	2.9	34	10.5	131
9.KAS503-17	3	5	48.4	90	7.3	14.9	3.1	22	12.5	95
10.KAS5214-17	7	5	0	68	7.2	11.5	2.8	42	11.8	130
11.KAS6511-10	9	1	35.2	72	8.2	13.1	3.4	52	9.8	123
12.KAS651-114	3	1	18.3	84	8.1	12.4	3.2	47	18.7	149
13.KAS683-11	5	5	17.8	77	8.9	13.7	4.1	63	14.3	175
14.부석태	3	5	1	96	9.5	15.7	4.7	30	15.8	104
15.KAS220-115	3	5	1.9	87	7.8	14.9	3.2	26	16.5	54
16.KAS355-816	3	3	1	73	8.4	13.1	2.2	53	20.4	107
17.KAS531-917	7	5	22.8	101	7.9	14.7	4.6	45	19.8	131
18.KAS578-17.	3	5	0	75	7.1	13.0	2.8	31	15.8	97
19.KAS622-3	9	1	6.1	95	7.6	14.6	3.3	29	20.2	145
20.충북음성	1	1	11.3	91	8.3	15.1	6.1	26	32.4	121
21.충북황 # 5	5	5	11.2	80	8.9	15.5	2.9	34	21.9	93
22.단천	5	1	0	80	8.1	15.0	2.3	35	16.3	73
23.금화재래	3	3	2.8	41	7.4	9.1	2.2	42	11.5	111
24.함안	3	3	0	67	8.5	13.4	3.2	34	22.2	110
25.흰콩	1	3	0	69	8.4	12.3	3.0	50	16.6	205
26.광두	9	7	0	50	8.0	10.7	2.3	45	19.2	118
27.평북태	3	5	0	85	7.9	15.1	4.0	50	19.1	124
28.봉천백미	7	5	0	77	9.0	13.8	3.3	32	22.5	122
29.함안대립	5	5	0	71	7.2	14.0	3.4	34	22.2	162
30.적각1	3	1	0	101	7.7	18.2	4.5	31	22.8	141
31.적각2	5	3	0	124	9.2	14.3	4.8	23	23.5	97
32.금산종	3	3	3	93	8.6	14.8	2.8	32	22.7	137
33.물콩	7	7	11.8	88	8.7	14.2	3.3	30	22.1	130
34.상두	3	1	0	98	8.7	15.2	3.3	39	19.6	137
35.울산	3	3	10	78	6.2	12.9	3.4	47	24.5	219
36.백봉	9	5	0	123	8.6	17.9	3.6	28	23.5	179

Variety	Lodging (0-9)	SMV (0-9)	SMVN (%)	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	No. of nodes /plant	No. of branches /plant	No. of pods /plant	100-seed weight(g)	Yield (g/m <sup>2</sup> )
37.대동태	3	3	0	95	7.5	15.3	3.7	15	21.2	52
38.수박태	3	5	1	104	7.4	14.8	3.4	26	17.5	157
39.용일	7	1	0	90	6.3	16.6	3.0	30	21.7	146
40.백태	3	9	0	95	6.7	13.7	4.0	17	26.5	37
41.KLS715-2	3	1	0	70	7.0	12.6	2.7	36	13.3	121
42.KLS722	3	3	0	87	7.9	15.0	3.4	47	14.9	148
43.KLS743-3	3	9	1.9	71	6.5	13.9	3.8	37	23.2	79
44.KLS7714-1	3	5	8.1	124	8.6	16.2	5.4	46	20.8	107
45.KLS77196-4	3	5	0	100	8.5	11.6	3.4	37	13.7	178
46.KLS77200-1	3	1	4	82	6.5	14.0	4.7	55	8.6	89
47.콩나물콩	3	5	1	90	7.9	15.0	3.4	53	9.1	105
47.콩나물콩	3	3	0	87	7.0	13.7	4.1	49	9.0	132
49.흑콩	7	7	4	85	7.7	15.0	4.6	37	12.5	119
50.푸른콩	3	3	6.7	89	7.7	11.7	5.7	18	38.0	83
51.콩나물콩	3	5	2	75	7.9	10.9	4.3	54	9.4	205
52.서목태	3	9	0	79	7.4	12.1	4.2	52	8.2	153
53.콩나물콩	9	3	0	82	8.2	11.8	4.2	37	14.3	144
54.콩나물콩	9	5	0	106	7.3	13.0	6.1	38	11.2	123
55.콩나물콩	9	1	3	89	7.7	11.0	3.7	49	7.9	125
56.KAS503-20	5	3	0	87	7.2	12.2	5.6	45	9.2	147
57.KLS84014	7	3	10.4	92	7.7	13.3	9.6	34	12.6	62
58.KLS87320	7	7	4	132	9.2	16.3	10.5	14	31.9	35
59.강원수집5-19	3	3	1	140	7.0	18.9	9.3	41	11.3	149
60.KLS88069	3	3	0	111	8.1	16.1	8.9	23	11.6	96
61.KLS77203-1	3	1	1	105	5.6	14.2	5.2	50	8.7	167
62.밭밀콩	3	5	1	88	7.2	12.9	2.9	35	19.9	199
63.푸른콩	3	7	0.9	107	7.6	15.8	7.5	22	25.5	65
64.푸르데콩	3	3	1	112	8.0	15.8	5.3	22	31.7	82
65.시월태	3	5	0.9	154	8.7	19.2	6.2	13	32.4	100
66.KAS551-3	3	5	2.2	128	7.5	15.4	4.5	26	29.3	101
67.KAS646-1	5	7	0	93	8.1	28.2	6.2	26	24.3	116
68.KAS371-9	5	5	0	107	8.3	13.5	6.5	25	22.5	98
69.KAS600-18	3	5	4.6	91	7.9	15.9	6.4	17	31.8	133
70.KAS606-22	7	7	1	93	8.5	14.6	5.1	20	32.3	68
71.KAS610-6	3	5	0	120	8.1	17.5	9.0	21	29.5	145
72.KAS630-15	7	7	0.9	113	8.3	16.7	7.1	23	27.6	109
73.KLS85048	5	5	0.9	143	8.1	17.7	5.2	20	30.4	119



Variety	Lodging (0-9)	SMV (0-9)	SMVN (%)	Plant height (cm)	Stem diameter (mm)	No. of nodes /plant	No. of branches /plant	No. of pods /plant	100-seed weight(g)	Yield (g/m <sup>2</sup> )
74.KLS87317	1	1	0	116	9.1	15.6	7.5	20	36.8	165
75.KLS87319	3	5	0	74	7.1	11.5	5.3	39	7.2	133
76.KLS87337	9	9	3.2	139	9.3	16.2	4.6	8	39.5	187
77.KLS87293	5	7	28.5	115	7.8	14.1	5.0	17	35.5	70
78.KLS87335	7	5	30.6	119	8.2	13.4	7.2	20	26.4	187
79.검정콩	9	7	2	121	10.0	18.6	7.6	20	27.5	176
80.KLS411-2	9	9	0	96	7.1	13.4	6.6	46	20.8	114
81.KLS77013-2	7	3	2.3	115	6.8	14.8	6.6	50	12.8	55
82.검정콩	5	5	15.6	137	8.8	22.0	6.2	36	18.4	237
83.대추불콩	7	3	14.2	86	9.7	17.0	6.6	42	23.7	101
84.대추콩	1	1	0	111	7.7	18.0	6.8	59	25.9	178
85.검정콩	9	7	2.3	113	8.2	15.0	6.0	33	23.9	106
86.KAS530-33	3	5	36.9	77	8.8	11.0	5.4	57	20.1	112
87.KAS531-14	9	5	40.6	78	7.1	12.4	5.4	26	16.9	88
88.KAS633-19	9	7	12.1	79	9.1	11.2	6.2	29	15.5	104
89.KAS644-21	7	5	0	86	7.1	13.2	6.2	43	18.2	79
90.KAS671-12	5	3	0	100	6.9	12.4	6.0	24	16.6	53
91.KAS513-7	7	7	21.2	104	9.5	12.4	5.4	34	27.5	82
92.KAS631-17	7	9	15.4	99	10.2	14.0	6.6	41	22.1	48
93.KLS86152	7	5	13.2	100	10.9	14.0	5.8	7	23.1	62
94.KLS87051	5	5	12.6	102	9.6	12.8	6.6	19	25.0	67
95.KLS87123	9	7	11.8	114	8.2	12.0	5.4	24	18.0	142
96.KLS87248	7	7	10.2	97	7.3	12.2	3.4	51	10.7	184
97.KLS87324	3	7	0	97	11.4	14.8	7.0	24	34.7	139
98.풍산나물콩	1	1	0	81	7.0	15.0	5.5	35	10.2	156

## 라. 출아기 내습성 기초연구를 위한 프로테옴 해석

### (1) 침종 일수에 따른 단백질 동정

이차원전기영동을 이용하여 침종 일수에 따른 단백질 분리 pattern을 비교하였다. 일반적으로 침종 일수가 늘어날수록 단백질 스팟의 수가 증가하였지만, 소백나물콩과 장수콩에서는 침종 일수가 증가하여도 단백질 스팟의 수가 크게 변하지 않았다. 분자량이 45kDa인 단백질들과 66kDa인 단백질은 침종일수가 증가하여도 변형되지 않았다.

침종일수에 따라서 단백질 스팟의 발현의 차이가 있는 것을 선발하여 단백질을 동정하였다. 소백나물콩에서는 단백질 스팟의 양이 침종일수가 증가하면서 3일째에는 감소하였다가 4

일째에는 다시 증가하는 SB-1, SB-2, SB-3이 동정되었다(그림 1-18). 태광콩에서는 새로 발견하는 단백질 스팟 T-1과 T-2를(그림 1-19), 장수콩에서는 스팟이 증가하는 J-1과 J-2(그림 1-20), 황금콩에서도 스팟이 침종일수에 따라 증가하는 H-1, H-2, H-3, H-4 및 H-5를(그림 1-21), 단엽콩에서는 침종 1, 2일 보다 3, 4일에서 스팟의 양이 크게 증가한 DY-1, DY-2, DY-3 및 DY-4를(그림 1-22), 단원콩에서는 침종 3, 4일에 나타나는 스팟 DW-1, DW-2, DW-3을 동정되었고(그림 1-23), peking에서는 침종일수에 따라 증가하는 스팟 P-1, P-2, P-3과 침종 4일에 감소하는 P-4를 동정되었다(그림 1-24).

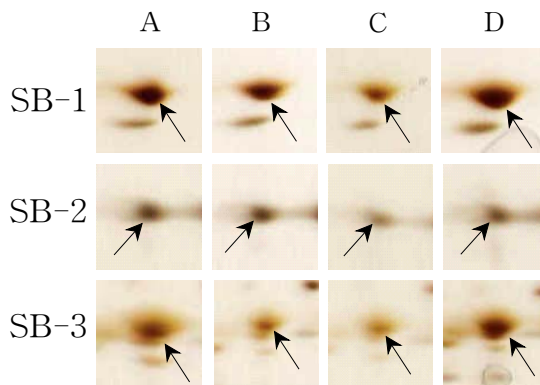
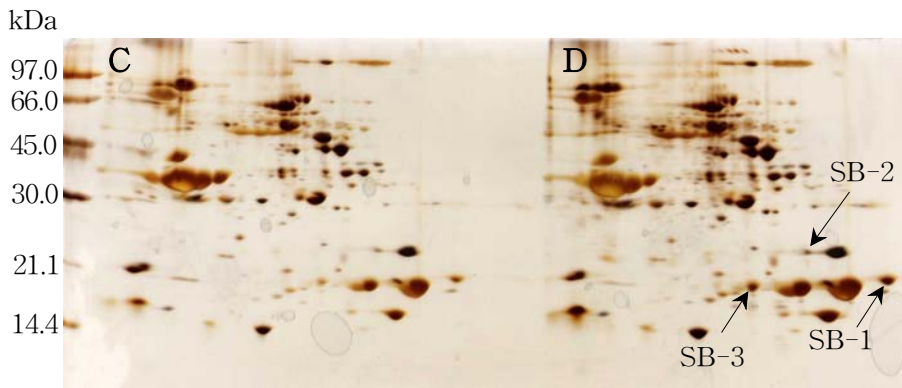
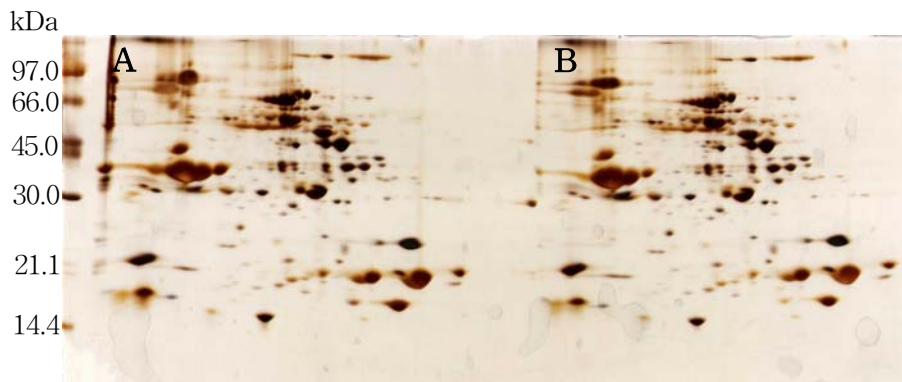


Fig. 1-18. 2-DE gel patterns of Sobaeknamulkong in soaking conditions.

(A: 1, B: 2, C: 3, D: 4 days after soaking)

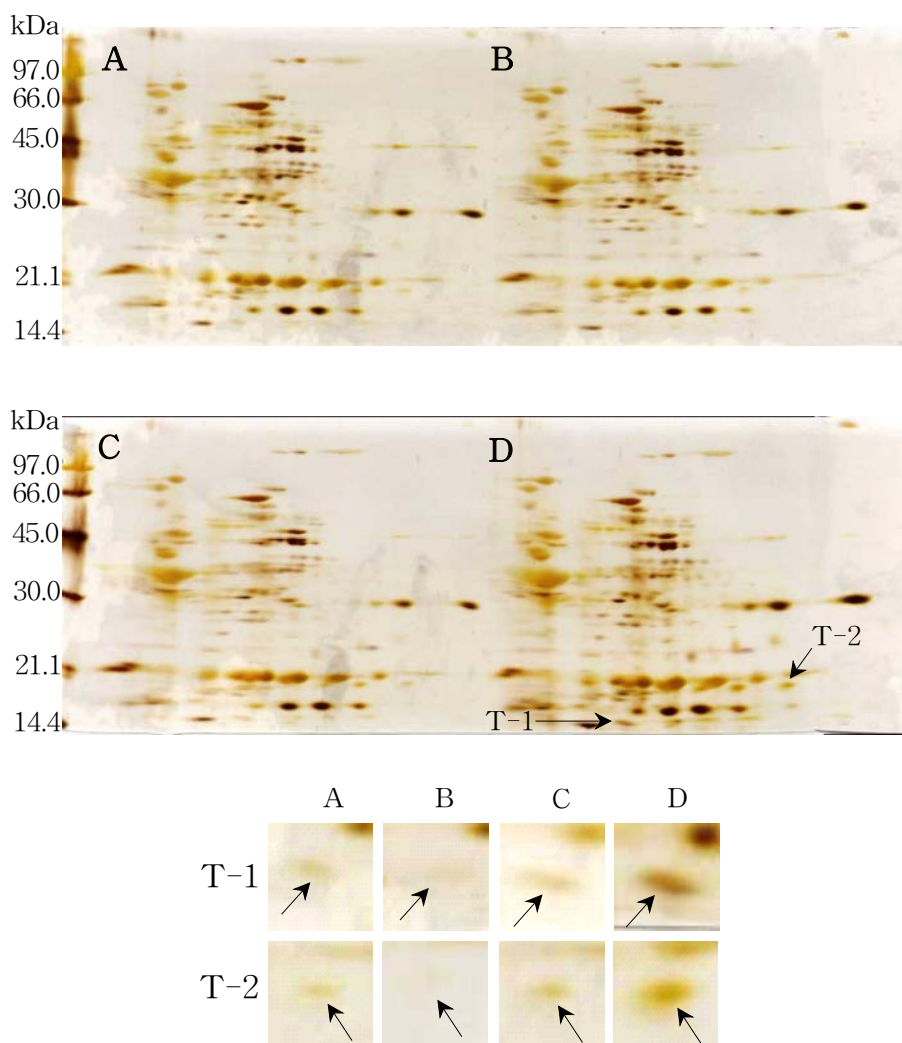


Fig. 1-19. 2-DE gel patterns of Taekwangkong in soaking conditions.  
 (A: 1, B: 2, C: 3, D: 4 days after soaking)

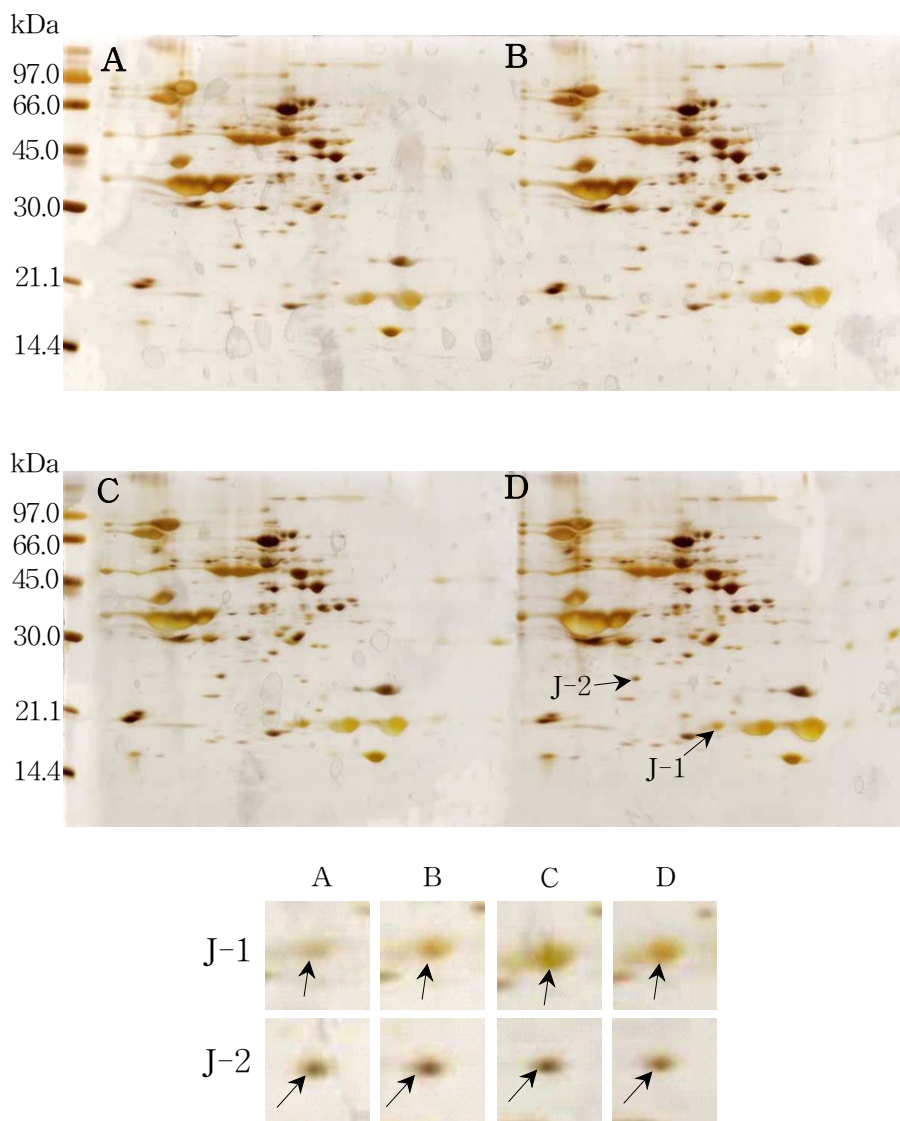


Fig. 1-20. 2-DE gel patterns of Jangsukong in soaking conditions.  
 (A: 1, B: 2, C: 3, D: 4 days after soaking)

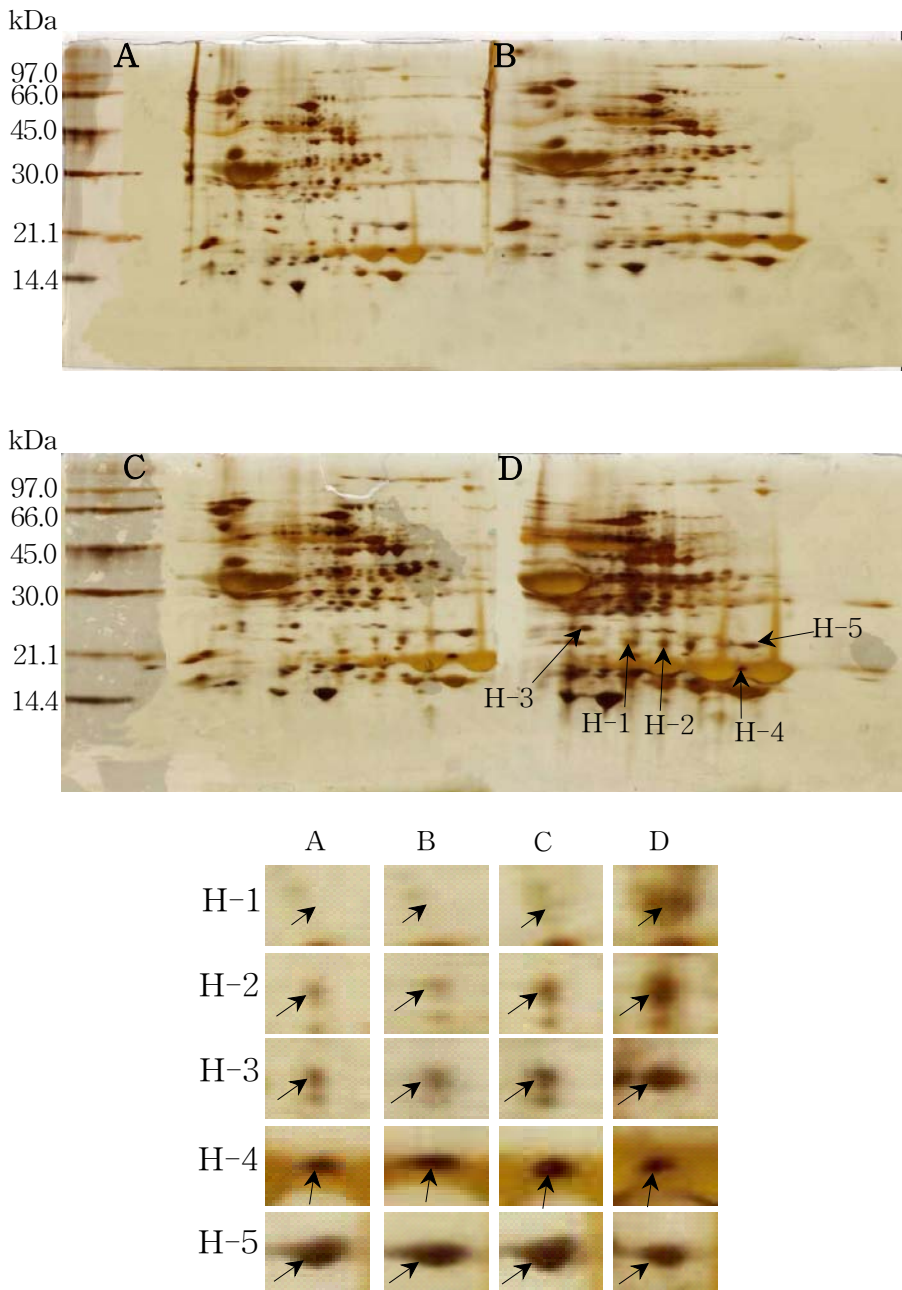


Fig. 1-21. 2-DE gel patterns of Hwangkeumkong in soaking conditions.  
 (A: 1, B: 2, C: 3, D: 4 days after soaking)

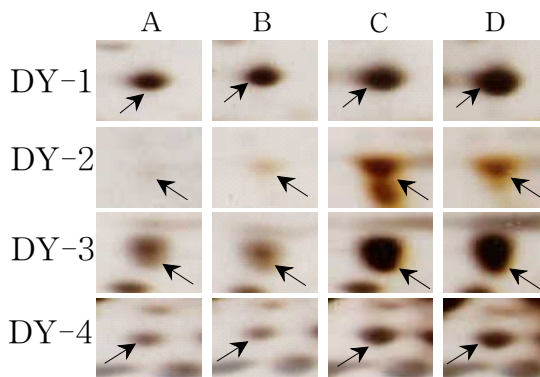
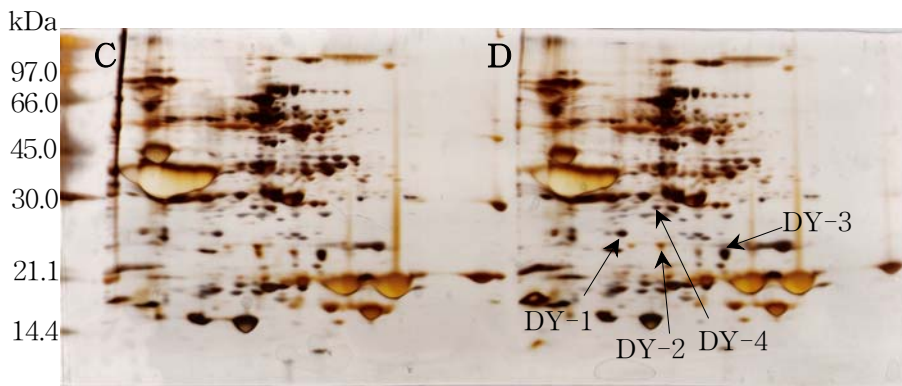
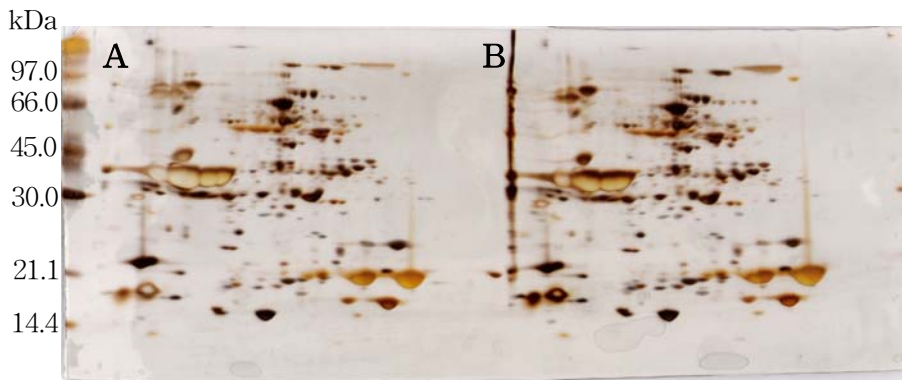


Fig. 1-22. 2-DE gel patterns of Danyeopkong in soaking conditions.  
 (A: 1, B: 2, C: 3, D: 4 days after soaking)

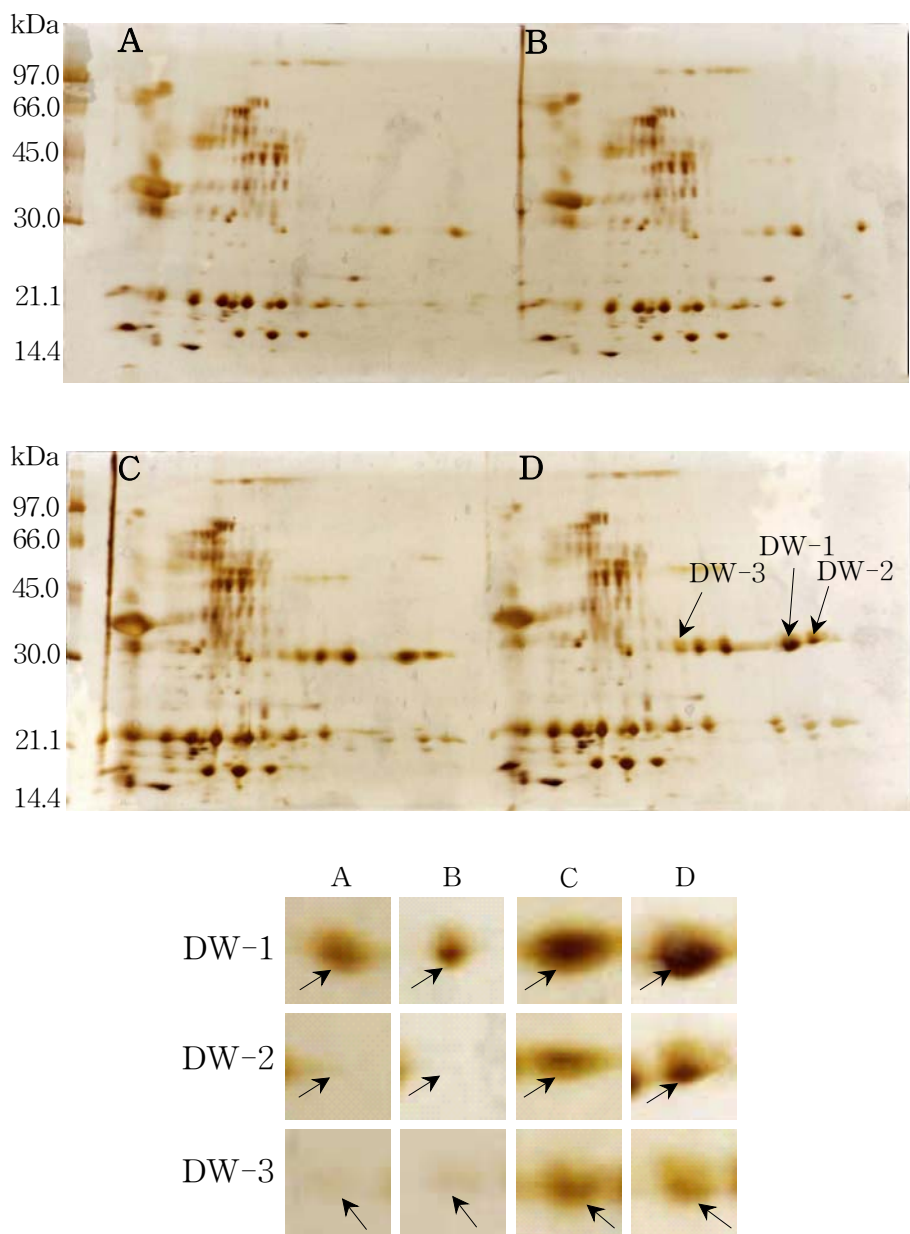


Fig. 1-23. 2-DE gel patterns of Danwonkong in soaking conditions.  
 (A: 1, B: 2, C: 3, D: 4 days after soaking)



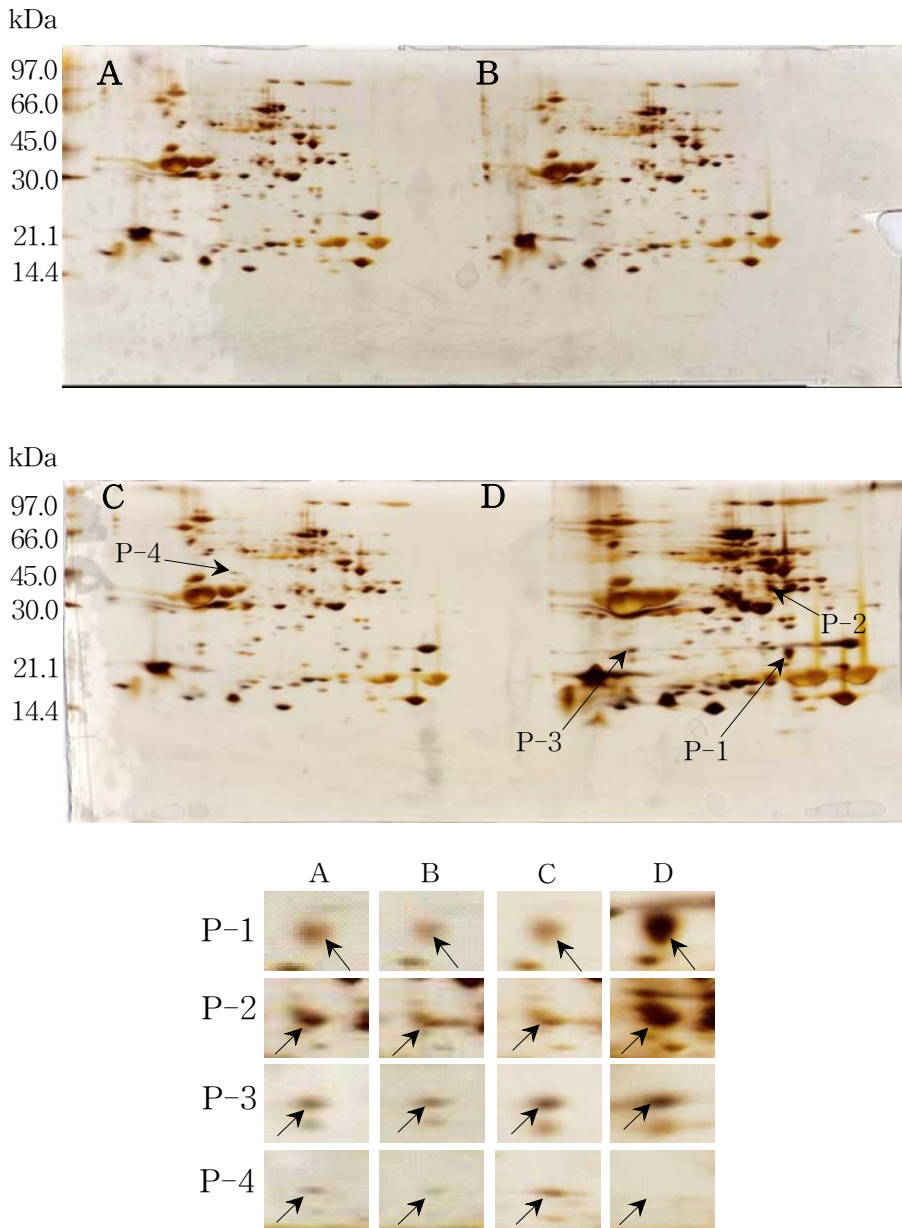


Fig. 1-24. 2-DE gel patterns of Peking in soaking conditions.

(A: 1, B: 2, C: 3, D: 4 days after soaking)

침종일수에 따라서 발현의 차이를 보이는 spot에 대하여 NCBI와 ExPASy에서 동정한 단백질은 표 1-24와 같다. 소백나물에서 동정한 단백질 spot 중 SB-1은 Putative transcription

elongation factor로, 그리고 SB-3는 Myb oncoprotein homolog(clone 305)로 확인되었다. SB-2, DY-4는 미지의 단백질, 그리고 T-2, J-1, DY-2, DW-1 및 DW-3은 NCBI의 검색결과 unnamed 단백질이었지만, Swiss-Prot의 검색결과 T-2, J-1, DY-2는 Glycinin G1으로, DW-1과 DW-3는 Basic 7S globulin으로 확인되었다.

J-2, H-1, H-2, DY-1, DY-3와 P-1은 Allergen Gly m Bd 28K로 확인되었는데 이 단백질은 콩에 존재하는 주요한 알려진 단백질 중에 하나로서, 28K에 위치한 알러진을 포함하는 저장 단백질이었다. T-1은 MADS box protein 26으로 나타났고, H-3과 H-4는 Glycinin으로 확인되었다. 특히, H-5는 지질체를 고정시키는 역할을 하며, 발아단계에서 지질의 조절 signal를 조절하는 단백질로 확인되었다. DW-2는 콩의 주요 저장 단백질인 7S seed globulin precursor로 확인되었는데 이 단백질은 높은 분자량과 낮은 분자량을 포함하는 종자 저장단백질이다. P-2는 종자 성숙과 관련된 단백질로, P-3은 지질수송단백질로 확인되었고, P-4는 가상의 단백질로 확인되었다. 몇몇의 스팟은 NCBI의 검색결과 확인이 안되었지만, Swiss-Prot의 검색결과 단백질이 확인되었다.

침종일수에 따라서 동정된 단백질은 저장 단백질이 많은데 이는 발아과정에서 저장양분이 단백질이 이용되거나, 일부는 효소로서 저장양분의 분해·전류·이용 등 대사작용에 관여하기 때문인 것으로 판단된다(최 등, 1996). 생육과정에 필요한 아미노산을 공급하기 위해 저장 단백질이 종자 발아과정에서 소비된다고 하였다(Krishnan, 2002). 지질과 관련된 단백질은 종자가 발아할 때 배의 생장을 위하여 소비되는데(최 등, 1996; 변 등, 2006), 상당한 양의 ATP, NADP 및 FADH<sub>2</sub>를 생성하여 발아에 필요한 역할을 하는 것으로 추정된다.

Table 1-24. Identification of protein spots from 2-DE gel on different soaking days.

Spot no.	pI	MW	Protein Name	Genebank Identifier <sup>a)</sup>	Protein Accession No. <sup>b)</sup>
SB-1	9.35	41188	Putative transcription elongation factor	gi50919393	-
SB-2	9.12	22359	Unknown protein	gi18403720	-
SB-3	4.85	1393	Myb oncoprotein homolog{clone 305}	gi256824	-
T-1	6.25	24888	MADS box protein 26	gi4105097	Q9ZTQ9
T-2	6.15	55472	Unnamed protein product / Glycinin G1 (precursor)	gi18165	P04776
J-1	6.15	55472	Unnamed protein product / Glycinin G1 (precursor)	gi18615	P04776
J-2	5.73	52609	Allergen Gly m Bd 28K	gi12697782	Q9AVK8
H-1	5.73	52609	Allergen Gly m Bd 28K	gi12697782	Q9AVK8
H-2	5.73	52609	Allergen Gly m Bd 28K	gi12697782	Q9AVK8
H-3	6.15	54208	Glycinin subunit G3	gi18639	P11828
H-4	5.78	55657	Glycinin A1aBx	gi225651	-
H-5	8.89	23487	P24 oleosin isoform B	gi476216	P29531
DY-1	5.73	52609	Allergen Gly m Bd 28K	gi12697782	Q9AVK8
DY-2	6.15	55472	Unnamed protein product / Glycinin G1 (precursor)	gi18615	P04776
DY-3	5.73	52609	Allergen Gly m Bd 28K	gi12697782	Q9AVK8
DY-4	9.46	21948	Unknown protein	gi15223241	-
DW-1	8.61	46262	Unnamed protein product / Basic 7S globulin(precursor)	gi18543	P13917
DW-2	8.68	46264	7S seed globulin precursor	gi1401240	P13917
DW-3	8.61	46262	Unnamed protein product / Basic 7S globulin(precursor)	gi18543	P13917
P-1	5.73	52609	Allergen Gly m Bd 28K	gi12697782	Q9AVK8
P-2	6.60	31747	Seed maturation protein PM34	gi96221530	Q9LLQ6
P-3	9.36	11798	Lipid transfer protein precursor	gi13507262	Q9ATH2
P-4	9.21	1347	Hypothetical protein - Soybean	gi7488680	-

a): NCBI accession No., b): Swiss-Prot accession No.

(2) 침종 후 발아에 따른 단백질 동정

어느 품종에서나 발아한 종자에서 발아하지 않은 종자에 비하여 더 단백질 스팟이 많이 나타났다. 발아한 종자와 발아하지 않은 종자의 2-DE gel pattern은 그림 1-25, 그림 1-26, 그림 1-27, 그림 1-28, 그림 1-29 및 그림 1-30와 같다.

발아한 종자와 발아하지 않은 종자의 2-DE gel중에서 발아한 종자에서만 특이하게 발현한 스팟과 발아하지 않은 종자에서만 특이하게 발현한 스팟을 동정할 수 있었다. 장수콩의 발아한 종자 gel에서는 분자량이 30.0kDa과 45.0kDa사이에 위치한 스팟 JG-1, JG-2 및 JG-3을 동정하였고, 발아하지 않은 종자에서는 분자량이 30.0kDa과 21.2kDa에 위치한 JN-1과 JN-2를 동정하였다. 남해콩에서는 발아한 종자의 gel에서는 NG-1과 NG-2를 동정하였고, 발아하지 않은 종자에서는 NN-1을 동정하였다. 팔도나물콩의 발아한 종자에서는 PG-1을 그리고 발아하지 않은 종자에서는 PN-1을, 신팔달콩 2호의 발아한 종자에서는 분자량이 45.0kDa주위에 위치한 SG-1, SG-2 및 SG-3과 발아하지 않은 종자에서는 분자량이 27kDa에 위치한 SN-1과 SN-2를, 익산콩의 발아한 종자에서는 IG-1, IG-2 및 IG-3을 그리고 발아하지 않은 종자에서는 IN-1을, 흑청콩의 발아한 종자에서는 HG-1과 발아하지 않은 종자에서는 HN-1을 동정하였다.

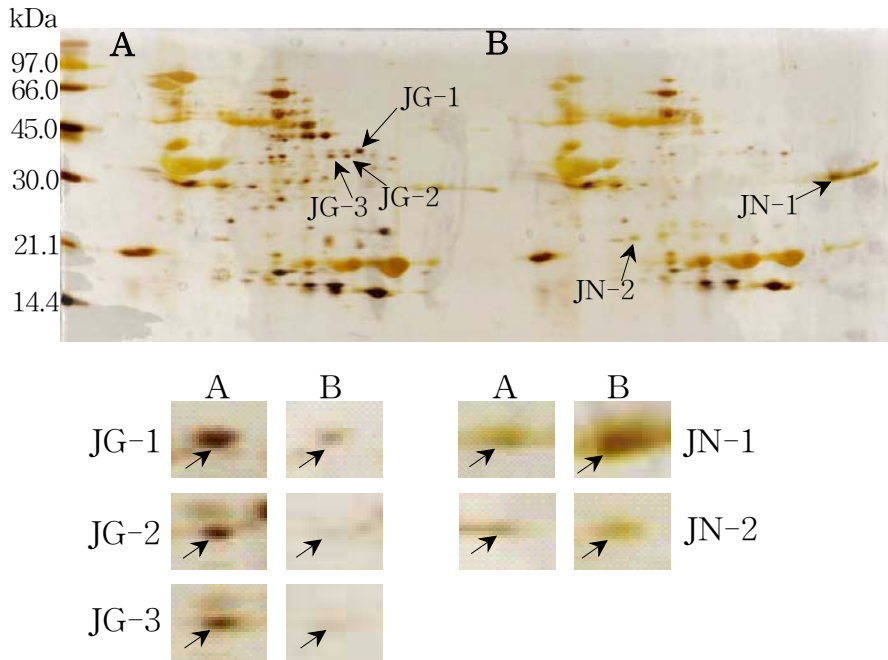


Fig. 1-25. 2-DE gel pattern of Jangsukong after soaking conditions.  
 (A: Germinated, B: Un-germinated seeds)

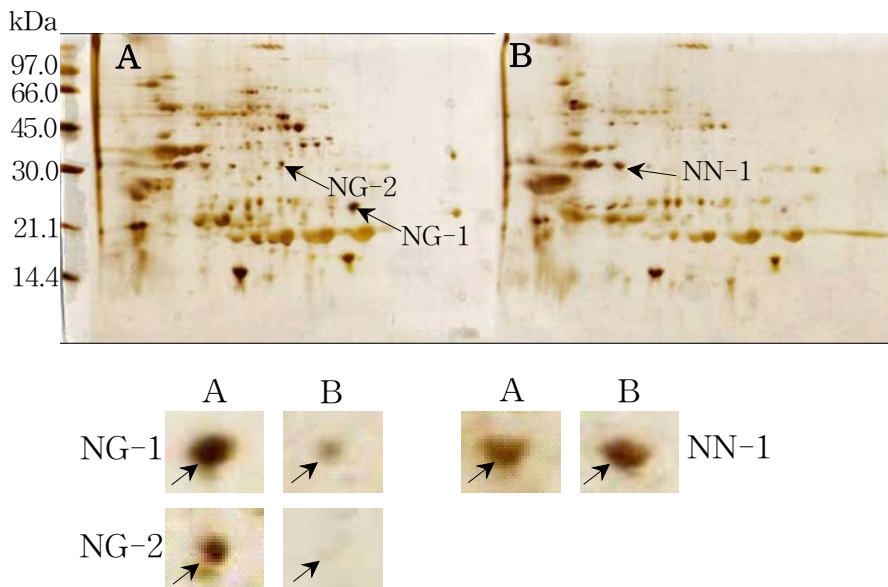


Fig. 1-26. 2-DE gel patterns of Namhaekong after soaking conditions.  
 (A: Germinated, B: Un-germinated seeds)

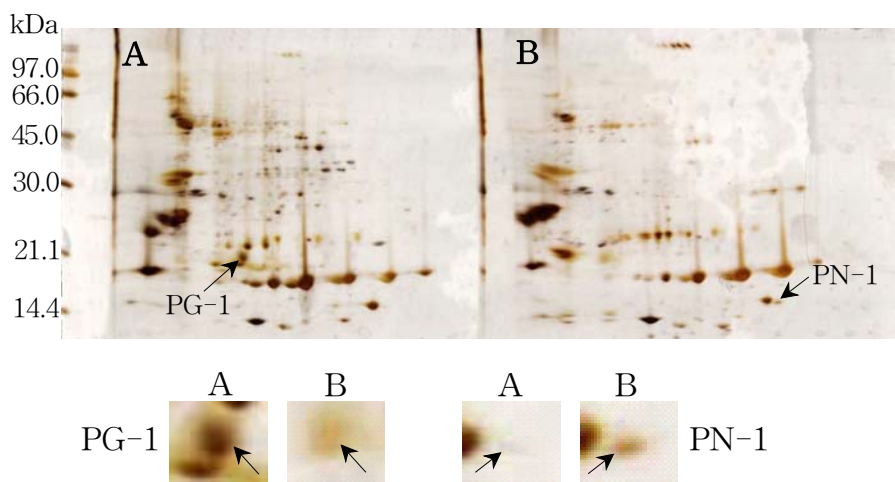


Fig. 1-27. 2-DE gel pattern of Paldonamulkong after soaking conditions.  
 (A: Germinated, B: Un-germinated seeds)

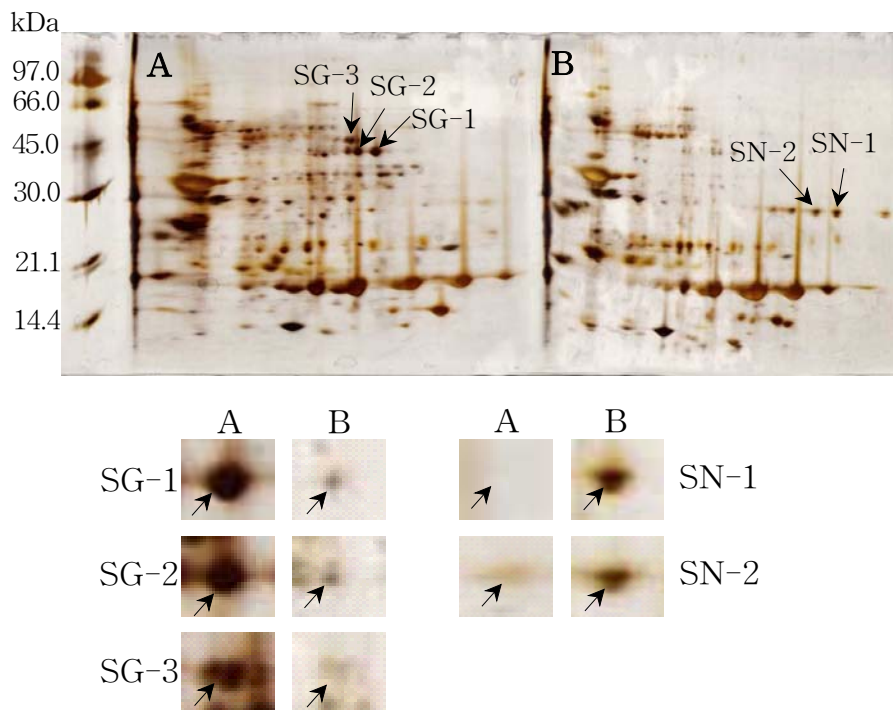


Fig. 1-28. 2-DE gel patterns of Sinpaldalkong 2 after soaking conditions.  
 (A: Germinated, B: Un-germinated seeds)

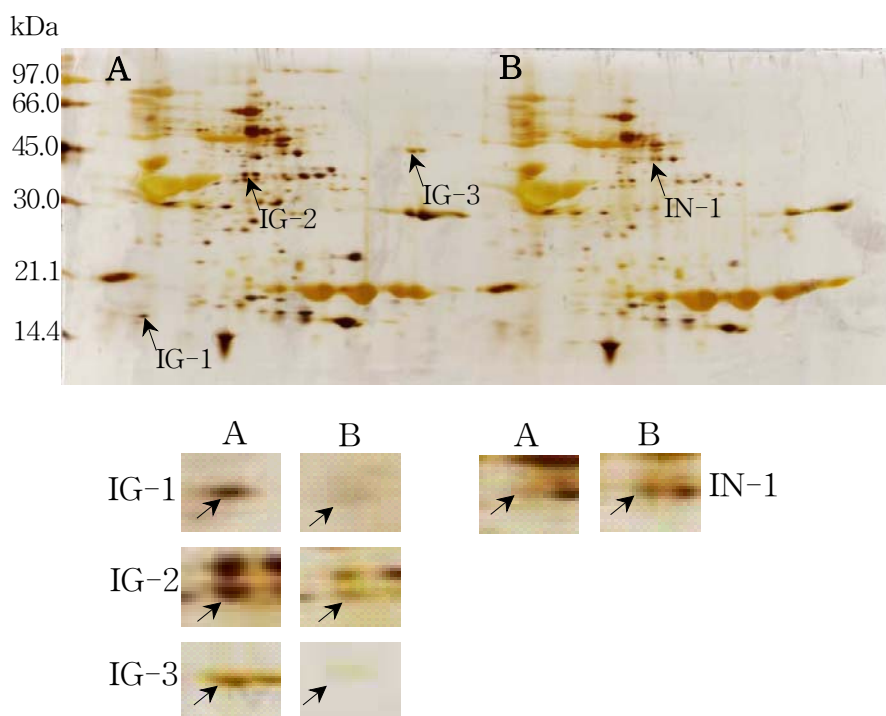


Fig. 1-29. 2-DE gel patterns of Iksankong after soaking conditions.

(A: Germinated, B: Un-germinated)

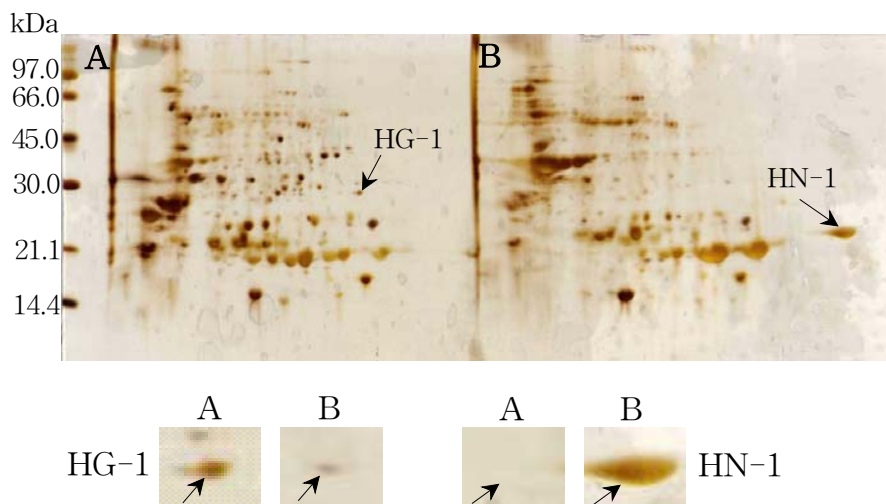


Fig. 1-30. 2-DE gel patterns of Heukcheongkong after soaking conditions.

(A: Germinated, B: Un-germinated)

발아한 종자와 발아하지 않은 종자에서 동정한 단백질중에서 발아한 종자에서 동정된 단백질은 표 1-25와 같다.

JG-1은 Ubiquitin extension protein으로 단백질 분해과정과 관련된 단백질 확장 단백질로 확인되었고, JG-2는 조직 분해효소활성제로 추정되는 Cgi67 serine protease precursor로 확인되었다. JG-3과 IG-1은 NCBI의 검색결과 미지의 단백질이었지만, Swiss-Prot의 검색결과 가상의 단백질로 확인되었고, NG-1과 IG-3도 가상의 단백질로 확인되었다. NG-2는 Methllothionein으로 금속과 관련된 단백질, PG-1은 글리신 전구체, SG-1은 NCBI 결과 unnamed 단백질이었지만, Swiss-Prot에서는 Alcohol dehydrogenase 1이라는 단백질로 확인되었는데, 이는 Crawford and McManmon(1971)의 과습으로 인해 식물에서는 Alcohol dehydrogenase, Malic dehydrogenase, Lactic dehydrogenase, Pyruvate kinase 등 효소들이 발생하여 과습상태를 극복한다고 한 것과 같이 침중으로 인해 Alcohol dehydrogenase 1 단백질이 발생한 것으로 생각된다. SG-2는 효소와 조효소를 조절하는 ATP binding 단백질, SG-3은 단백질 분해효소인 inhibitor II, IG-2는 엽록소 환원효소인 엽록체 subunit, 그리고 HG-1은 DNA와 zinc ion을 binding하는 단백질로 각각 확인되었다.

Table 1-25. Identification of protein spots from 2-DE gel on germinated seeds.

Spot no.	pI	MW	Protein Name	Genebank Identifier <sup>a)</sup>	Protein Accession No. <sup>b)</sup>
JG-1	9.81	17676	Ubiquitin extension protein	gi71913239	Q45FL8
JG-2	8.96	42878	Putative TPA: Cgi67 serine protease precursor	gi34905260	Q84SE0
JG-3	8.24	35062	Unknown protein / Hypothetical protein	gi26449463	Q8GZ68
NG-1	9.64	29062	Hypothetical protein	gi51091686	Q69L50
NG-2	4.11	4537	Methllothionein	gi3342194	O81528
PG-1	5.60	57921	Glycinin precursor	gi121280	P04347
SG-1	6.08	41146	Unnamed protein product / Alcohol dehydrogenase 1	gi21951	P13603
SG-2	5.94	107304	ATP binding	gi15217940	-
SG-3	4.87	8058	Inhibitor II', proteinase	gi223095	-
IG-1	11.52	13044	Unknown protein / Hypothetical protein	gi50909749	Q6Z5I6
IG-2	6.13	1474	Chloroplast subunit of light independent protochlorophyllide reductase	gi18308981	Q36622
IG-3	8.61	6791	Hypothetical protein	gi51091687	Q69L49
HG-1	7.99	18417	DNA binding / zinc ion binding	gi18403408	-

a): NCBI accession No., b): Swiss-Prot accession No.



발아하지 않은 종자에서 동정된 단백질은 표 1-26과 같다. JN-1, JN-2 및 NN-1은 Metallothionein-like protein으로 금속과 관련된 단백질로 확인 되었고, PN-1과 SN-2는 NCBI의 검색결과 unnamed 단백질로 나타났는데, Swiss-Prot의 검색결과 Basic 7S globulin으로 확인되었고, SN-1은 7S seed globulin precursor, 그리고 IN-1은 지베렐린을 조절하는 단백질로 각각 확인되었다. 지베렐린은 식물의 신장생장 촉진, 휴면타파, 발아촉진, 개화조절의 작용을 하는데(변 등, 2006), 익산콩의 발아하지 않은 종자에서 나타난 것으로 보아 침종으로 인하여 발아를 촉진시키기 위해 발현된 것으로 생각된다. HN-1은 글리신 subunit으로 확인되었다.

Table 1-26. Identification of protein spots from 2-DE gel on un-germinated seeds.

Spot no.	pI	MW	Protein Name	Genebank Identifier <sup>a)</sup>	Protein Accession No. <sup>b)</sup>
JN-1	5.07	6572	Metallothionein-like protein	gi2465006	O23938
JN-2	4.80	7544	Metallothionein-like protein type 1, putative	gi77556864	P47988
NN-1	4.59	7754	Metallothionein-like protein	gi5853156	Q9SPE7
PN-1	8.61	46262	Unnamed protein product / Basic 7S globulin precursor	gi18543	P13917
SN-1	8.68	46264	7S seed globulin precursor	gi1401240	P13917
SN-2	8.61	46262	Unnamed protein product / Basic 7S globulin precursor	gi18543	P13917
IN-1	8.99	5296	Gibberellin regulated protein	gi282740631	Q84XN5
HN-1	5.73	54208	Glycinin subunit G3	gi18639	P11828

a): NCBI accession No., b): Swiss-Prot accession No.

### 3. 결과요약

#### 가. 논콩 입모 및 초기생육 향상을 위한 출아기의 내습성 검정방법 확립 및 자원발굴

1) 실내 내습성 검정방법 확립

가) 콩의 침수량과 침종일수에 따른 품종간 차이

(1) 침종기간이 1일에서는 발아율이 17.0~77.3%로 평균 56.3%였으며, 2일에서는 10.0~80.0%로 평균 45.9%, 3일에서는 11.0~82.0%로 평균 40.8%, 4일에서는 3.0~67.0%로 평균 25.7%였다. 즉, 침종일수가 증가할수록 어느 품종이나 발아율이 감소하였는데, 1일과 2일의 침종에서는 품종간 차이가 크지 않았으나, 3일에서는 품종간 차이가 나타났다.

(2) 침수량 30ml에서는 발아율이 26.0~82.0%로 평균 54.7%였으며, 60ml에서는 19.0~77.3%로 평균 45.5%, 90ml에서는 4.0~71.0%로 평균 39.5%, 120ml에서는 3.0~72.0%로 평균 29.0%로 나타났다. 침수량이 증가할수록 발아율이 감소하는 경향이었는데, 침수량 90ml에서 품종간 차이가 나타났다.

#### 나) 침종처리에 의한 종자 추출물의 용출특성과 고 발아율 품종 발굴

(1) 종자 무게는 침종 20분부터 증가하기 시작하고, 1시간 후부터 6시간 후까지는 급격히 증가하였다. 그 후 시간이 지남에 따라 물의 흡수량이 감소하기 시작하여, 24시간 전후에는 종자의 무게가 최고치에 도달하였다가, 그 이후에는 물의 흡수량이 급격히 감소고 종자의 무게도 감소하였다. 용도별로 보면, 밥밀콩과 풋콩 및 울콩은 24시간 후부터 종자 무게가 감소한 반면, 장류콩과 나물콩은 48시간 후부터 종자 무게가 감소하였다. 콩의 용도별로 보면 종자가 흡수한 물의 양이 가장 많은 것은 풋콩과 울콩으로 평균 17.34g를 흡수하였고, 그 다음에는 장류콩이 15.58g, 밥밀콩이 13.21g, 나물콩이 10.35g의 순서로 많았다.

(2) 평균용존산소량은 침종 20분후의 7.75mg/ℓ에서 72시간 후의 0.87mg/ℓ로 감소하였다. 밥밀콩은 침종 20분 후에는 7.96mg/ℓ로 가장 높았으며 6시간 후에도 4.81mg/ℓ로 가장 높았으나, 48시간 및 72시간 후에는 다른 콩들에 비하여 용존산소량이 낮았다. 한편 풋콩과 울콩은 침종후 초기에는 용존산소량이 밥밀콩과 비슷하였으나 72시간 후에는 다른 콩들에 비하여 용존산소량이 가장 높아 1.25mg/ℓ였다.

(3) 전기전도율은 침종 20분과 40분 후에는 풋콩 및 울콩이 162.05와 231.35 $\mu\text{scm}^{-1}$ 로 가장 높았고, 나물콩이 75.51과 111.36 $\mu\text{scm}^{-1}$ 로 가장 낮았으며, 1시간과 3시간 후에도 풋콩 및 울콩이 315.69와 485.02 $\mu\text{scm}^{-1}$ 로 높았고, 나물콩이 142.01과 259.33 $\mu\text{scm}^{-1}$ 로 낮았다. 6시간 후에도 풋콩 및 울콩이 642.76 $\mu\text{scm}^{-1}$ 로 높았고, 나물콩이 341.65 $\mu\text{scm}^{-1}$ 로 낮았으며, 24시간과 48시간 후에도 풋콩 및 울콩이 989.67과 1865.48 $\mu\text{scm}^{-1}$ 로 높았고, 나물콩이 618.69와 1013.69 $\mu\text{scm}^{-1}$ 로

낮았다.

(4) 총고형물질은 침종 20분과 40분 후에는 풋콩 및 올콩이 113.74와 161.70mg/ℓ로 가장 높았고, 나물콩이 53.15과 78.15mg/ℓ로 가장 낮았다(표 7). 침종 1시간과 3시간 후에도 풋콩 및 올콩이 220.56과 339.67mg/ℓ로 높았고, 나물콩이 98.96과 174.69mg/ℓ로 낮았다. 6시간 후에는 풋콩 및 올콩이 451.89mg/ℓ, 24시간 후에는 714.58mg/ℓ, 48시간 후에는 1354.36mg/ℓ로 가장 높았으며, 나물콩은 6시간 후에는 238.91mg/ℓ, 24시간 후에는 406.48mg/ℓ, 48시간 후에는 747.31mg/ℓ로 전기간동안 가장 낮았다.

(5) 장류콩에서는 장수콩의 발아율이 72.7%로 가장 높았고, 익산과 송학콩이 4%로 가장 낮았다. 나물콩에서 발아율이 가장 높은 품종은 소백나물콩으로 90품종중에서 가장 높은 90.7%였으며, 방사콩은 7.3%로 가장 낮았다. 발밑콩에서는 선흑콩이 52.67%로 가장 높았고, 진울콩이 10.0%로 가장 낮았다. 풋콩 및 올콩에서는 선록콩이 34.0%로 가장 높았으며, 신록콩이 8.7%로 가장 낮았다.

(6) 전기전도율과 TDS가 낮은 품종들은 발아율이 높았고, 높은 품종은 발아율이 낮은 경향이였다. 종자의 수분흡수가 낮은 품종들은 발아율이 높아 수분흡수와 발아율은 부의 상관이 있었다. 종자의 무게가 높은 품종은 전기전도율과 TDS가 높았으며, 종자의 무게가 낮은 품종은 전기전도율과 TDS도 낮아 정의 상관이 있었다.

다) 침종에 따른 온실팻트에서의 출아율

(1) 3일간 침종하였을때 출아율이 가장 높은 품종은 백천콩이었으며, 가장 낮은 품종은 남해콩이었다. 5일간 침종한 후 출아율에서도 백천콩이 가장 높았으며, 남해콩과 송학콩이 가장 낮은 출아율을 보였다.

(2) 출아율과 발아율의 단순회귀분석에서는 3일간 침종후의 출아율에서는 결정계수가 48%로 정의 상관이 나타났고, 5일간 침종후의 출아율에서도 34%로 정의 상관이 나타났다.

**나. 콩 생육중기의 습해저항성 검정지표 개발 및 논 담수조건에서의 유용자원 발굴**

## 1) 습해저항성 검정지표 개발

가) 뿌리건물증은 국내에서 내습성이 강한 것으로 인정된 풍산나물콩과 무한콩이 과습구가 대조구의 54~56%였으며 내습성이 약한 장엽콩과 명주나물콩은 과습구가 대조구의 26%로 뿌리건물증의 일당 증가량이 적었다.

나) 지상부건물증과 지하부건물증에 대한 비율(R/S)은 내습성품종인 풍산나물콩과 무한콩이 과습처리후에도 큰차이가 없었다.

다) 근류건물증은 모든 품종이 과습구에서 근류건물증이 유의하게 감소하였다. 풍산나물콩이 과습구가 대조구의 83%로 습해에 의한 감소가 가장 적었으나, 그 외의 품종들은 과습구가 대조구의 58~62%로 습해에 의하여 근류건물증이 크게 감소하였다.

라) 광합성율, 증산량 및 기공전도도는 과습처리시기에 상관없이 풍산나물콩과 무한콩이 장엽콩과 명주나물콩에 비해 더 적게 감소하였고, 과습처리 후의 회복도 빨랐다.

마) 엽질소농도, SPAD 값 및 엽병의 Ureide 함량은 과습처리시기에 상관없이 어느 품종이나 대조구에 비해 과습구에서 감소하였으며, 내습성이 강하다고 인정된 풍산나물콩과 무한콩이 장엽콩과 명주나물콩에 비해 감소정도가 적었다.

바) 내습성의 생리적지표 중에서 광합성율, 증산량 및 기공전도도, 엽질소농도, SPAD 값 및 엽병의 Ureide 함량은 내습성의 지표로서 이용이 가능할 것이며 이 중에서 기계적으로 간단히 측정할 수 있는 SPAD값이 육종으로 이용이 가능할 것이다.

## 다. 논콩 담수조건에서의 품종 간 생육 비교 및 내습성 유용자원 발굴

### 1) 논콩 담수에 의한 습해처리의 품종 간 생육 및 수량구성요소 비교

가) 논에서의 담수처리시 도복은 무담수 논재배에 비하여 더 심하였고, 생육특성은 감소되어졌다. 그 감소정도는 품종간에 차이가 있었으며 생육특성중에서는 분지수가 가장 감소정도가 컸다.

나) 수량구성요소인 협수, 립수, 100립중 및 수량도 생육특성과 비슷한 경향으로 담수처리가 무담수 논재배에 비하여 감소되어졌으며, 그 감소정도는 품종간에 따라 달랐다. 수량의 감소정도는 황금콩이 가장 컸고, 풍산나물콩이 가장 작았다.

다) 여러 생리적 지표 중에서 기계적으로 간단히 측정할 수 있는 엽록소함량(SPAD value)은 담수처리에서 감소되었으며 황금콩이 가장 감소가 컸으며, 풍산나물콩이 가장 작았다.

## 2) 논콩 담수처리에 의한 내습성 유용자원 발굴

가) 대부분이 국내 재래종으로 도복이 심하고, SMV와 SMV-N가 심한 편이며 100립중은 7.2g(KLS87319)부터 39.5g(KLS87337)까지였다. 가장 작은 소립종은 KLS87319이었고 가장 큰 대립종은 KLS87337이어서 나물콩의 소립종 및 장류콩의 대립종 육종소재로 이용이 가능할 것이다.

나) 수량은 풍산나물콩에 비하여 낮은 자원이 많았으나 KLS814(2번)가 가장 높았다. 또한 흰콩(25번), KLS87317(74번) 및 대추콩(84번)은 수량도 다소 높은편이며 도복에 강하고, SMV와 SMV-N의 이병정도도 양호해 차후 내습성자원으로의 이용이 가능할 것이다.

## 라. 출아기 내습성 기초연구를 위한 프로테옴 해석

### 1) 침종 일수에 따른 단백질 동정

가) 침종 일수가 늘어날수록 일반적으로 단백질 스팟의 수가 증가하였지만, 소백나물콩과 장수콩에서는 침종 일수가 증가하여도 단백질 스팟의 수가 크게 변하지 않았다. 분자량이 45kDa인 단백질들과 66kDa인 단백질은 침종일수가 증가하여도 변형되지 않았다.

나) 종자의 침종에 따라 발현의 차이를 보이는 단백질로는 저장 단백질인 Glycinin과 Allegen Gly m Bd 28K로 확인되었는데 이 단백질은 콩에 존재하는 주요한 알려진 단백질 중에 하나로서, 28K에 위치한 알려진을 포함하는 저장 단백질이었다. 지질체를 고정시키는 역할을 하며, 발아단계에서 지질의 조절 signal과 연관된 p24 oleosin isoform B와 종자 성숙

과 관련된 단백질인 Seed maturation protein PM34가 확인되었다.

다) 침종일수에 따라서 동정된 단백질은 저장 단백질이 많은데 이는 발아과정에서 저장양분이 단백질이 이용되거나, 일부는 효소로서 저장양분의 분해·전류·이용 등 대사작용에 관여하기 때문인 것으로 판단된다. 생육과정에 필요한 아미노산을 공급하기 위해 저장 단백질이 종자 발아과정에서 소비된다고 하였고, 지질과 관련된 단백질은 종자가 발아할 때 배의 성장을 위하여 소비되는데, 상당한 양의 ATP, NADP 및 FADH<sub>2</sub>를 생성하여 발아에 필요한 역할을 하는 것으로 추정된다.

## 2) 침종 후 발아에 따른 단백질 동정

가) 어느 품종에서나 발아한 종자에서 발아하지 않은 종자에 비하여 더 단백질 스팟이 많이 나타났다. 침종후의 발아종자에서는 ATP와 DNA binding 단백질과 Serine 단백질이 확인되었고, 침종후의 미발아 종자에서는 metallothionein과 지베렐린 조절 단백질이 확인되었다.

나) Alcohol dehydrogenase 1이라는 단백질로 확인되었는데, 이는 과습으로 인해 식물에서는 Alcohol dehydrogenase, Malic dehydrogenase, Lactic dehydrogenase, Pyruvate kinase 등 효소들이 발생하여 과습상태를 극복한다고 한 것과 같이 침종으로 인해 Alcohol dehydrogenase 1 단백질이 발생한 것으로 생각된다.

다) 지베렐린은 식물의 신장성장 촉진, 휴면타파, 발아촉진, 개화조절의 작용을 하는데, 익산콩의 발아하지 않은 종자에서 나타난 것으로 보아 침종으로 인하여 발아를 촉진시키기 위해 발현된 것으로 생각된다.

# 제 2 절 논콩 고품질 생산을 위한 고기능성 물질탐색과 유용유전자원발굴 및 프로테옴 해석

## 1. 재료 및 방법

## 가. 콩 기능성 물질의 변이탐색 및 자원 발굴 (Isoflavone, Tocopherol, Lutein, Phytosterol)

### 1) 콩 종실 isoflavone 함량의 품종간 변이

#### 가) 시험재료 및 분석방법

공시재료는 1913년 이후부터 1998년까지 우리나라에서 육성된 77개 품종(장류콩 49품종, 나물콩 18품종, 풋콩과 울콩 5품종 및 밥밀콩 5품종)으로 공시품종의 육성연대 및 용도는 표 1과 같다.

2005년 5월 30일에 휴폭을 70cm, 주간을 15cm로 하여 1주당 3~4립씩 충북대학교 농과대학 논포장에 파종하였고, 초생엽이 전개되었을 때 1주당 2개체씩만 남기고 솎아 주었다. 시비는 콩 복비 50Kg/10a(N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 3 : 3 : 3.4Kg/10a)을 전량기비로 하였으며, 기타 재배관리는 콩 표준재배법에 준하였다.

수확은 2005년 10월22일에 하였으며, 100립중을 조사하였고, isoflavone 함량을 분석하였다.

#### 나) Isoflavone 분석

##### (1) 분석시료 채취, 조제방법

수확 후 건조하여 냉장 4℃에 보관하였다가 분석을 실시하였다. 가정용 일반 분쇄기(FM-909T, 한일)로 시료를 곱게 마쇄하여 동결건조기(Clean Vac 8, Biotron)에서 24시간 동안 건조시킨 후 유산지에 5g을 봉한 후 95% 특급 n-Hexane에 24시간 동안 담구어 탈지시켰다. 탈지가 끝난 후 시료의 n-hexane을 모두 후드에서 휘발시킨 후, 수분을 제거시키기 위해 건조기(HB-502M, 한백)에서 105℃로 5시간 건조시켰다.

##### (2) Isoflavone 추출시약과 표준용액

Isoflavone의 HPLC정량분석을 위한 용매인 acetic acid와 acetonitrile는 J.T. Bakers 사의 HPLC 용매를 사용하였다. Isoflavone 표준용액은 12가지 물질을 혼합한 것으로 정식품(주)으로부터 제공받아 사용하였다.

##### (3) Isoflavone의 추출 및 분석

Isoflavone 추출을 위하여 탈지시킨 시료 1g을 정량하여, EPA vial(50ml)에 넣고, 80% methanol 10ml를 넣은 후 4시간동안 자력교반기(Multipoint 15)에서 교반하였다.

Isoflavone은 교반 후 10ml syringe에 0.45μm membrane filter를 연결하여 상등액만 취하여

여과한 후, Agilent사의 1100 Series로 측정하였다. Column은 Eclipse사의 XDB-C18을 사용하였으며, Mobile Phase은 0.1% Acetic acid를 함유한 Water와 0.1% acetic acid를 함유한 acetonitrile을 사용하였고, acetonitrile의 농도를 초기 7%에서 50분동안 25%로 증가시키는 농도구배로 분석하였다. Flow rate는 1.2ml/min로 조절하였고, injection volume은 5 $\mu$ l로 하며, UV detector의 260nm파장에서 분석하여 표준물질에서의 시간대별 pick로 하여 품종 시료는 동시간대의 pick값으로 하여 isoflavone의 각 구성성분을 분석하였다.

#### (4) 통계분석방법

SAS program(The SAS System for windows V8)을 이용하여 빈도분석을 하였다.



Table 2-1. 77 Korean Soybean varieties used in this experiment I by released year and utilization

No.	Variety	Released Year	Breeding Location	Utilization
1	Jangdanbaekmok	1913	Suwon	Sauce and paste
2	Buseok	1948	Suwon	Sauce and paste
3	Iksan	1948	Suwon	Sauce and paste
4	Chungbukbaek	1948	Suwon	Sauce and paste
5	Keumkangdaelip	1960	Suwon	Sauce and paste
6	Haman	1948	Suwon	Sauce and paste
7	Kwangdu	1966	Suwon	Sauce and paste
8	Hill	1967	Suwon	Bean sprout
9	Shelby	1967	Suwon	Sauce and paste
10	Kwangkyo	1969	Suwon	Sauce and paste
11	Bongeu	1970	Suwon	Sauce and paste
12	Kanglim	1974	Suwon	Sauce and paste
13	Dongpuktae	1974	Suwon	Sauce and paste
14	Baegcheonkong	1977	Suwon	Sauce and paste
15	Danyeobkong	1978	Suwon	Bean sprout
16	Jangyeobkong	1978	Suwon	Sauce and paste
17	Hwangkeumkong	1980	Suwon	Sauce and paste
18	Namcheonkong	1982	Milyang	Sauce and paste
19	Jangbaekkong	1982	Suwon	Sauce and paste
20	Milyangkong	1983	Milyang	Sauce and paste
21	Bangsakong	1981	Suwon	Bean sprout
22	Baegunkong	1984	Suwon	Sauce and paste
23	Saealkong	1984	Milyang	Sauce and paste
24	Paldalkong	1985	Suwon	Sauce and paste
25	Dankyeongkong	1986	Milyang	Sauce and paste
26	Bokwangkong	1986	Suwon	Sauce and paste
27	Eunhakong	1986	Milyang	Bean sprout
28	Namhaekong	1988	Milyang	Bean sprout
29	Muhankong	1988	Suwon	Sauce and paste
30	Jangkyeongkong	1988	Suwon	Sauce and paste
31	Danwonkong	1989	Milyang	Sauce and paste
32	Jangsukong	1989	Suwon	Sauce and paste
33	Mallikong	1990	Suwon	Sauce and paste
34	Samnamkong	1991	Milyang	Sauce and paste
35	Sinpaldalkong	1991	Suwon	Sauce and paste

Table 2-1. Continued

No.	Variety	Released Year	Breeding Location	Utilization
36	Taekwankong	1991	Suwon	Sauce and paste
37	Bukwangkong	1992	Milyang	Bean sprout
38	Sinpaldalkong 2	1992	Suwon	Sauce and paste
39	Geomjeongkong 1	1993	Suwon	Cooking with rice
40	Kwangankong	1993	Suwon	Bean sprout
41	Danbaegkong	1993	Suwon	Sauce and paste
42	Duyoukong	1993	Milyang	Sauce and paste
43	Soyangkong	1993	Chuncheon	Sauce and paste
44	Pureunkong	1993	Suwon	Bean sprout
45	Seunnokkong	1993	Milyang	Vegetable
46	Hwasongputkong	1993	Hwaseong	Early
47	Hwaeomputkong	1993	Suwon	Vegetable
48	Seokyangputkong	1994	Suwon	Vegetable
49	Saeolkong	1994	Iksan	Sauce and paste
50	Geomjeongolkong	1996	Milyang	Early
51	Jinpumkong	1994	Suwon	Sauce and paste
52	Hannamkong	1994	Milyang	Sauce and paste
53	Keumkangkong	1995	Milyang	Sauce and paste
54	Myeongjunamulkong	1995	Suwon	Bean sprout
55	Sobaegnamulkong	1995	Milyang	Bean sprout
56	Iksannamulkong	1995	Iksan	Bean sprout
57	Geomjeongkong 2	1996	Suwon	Cooking with rice
58	Dajangkong	1996	Milyang	Sauce and paste
59	alchankong	1996	Iksan	Sauce and paste
60	Jinpumkong 2	1996	Suwon	Sauce and paste
61	Pungsannamulkong	1996	Iksan	Bean sprout
62	Dawonkong	1997	Suwon	Bean sprout
63	Daewonkong	1997	Suwon	Sauce and paste
64	Ilpumgeomjeongkong	1997	Milyang	Cooking with rice
65	Jangmikong	1997	Milyang	Sauce and paste
66	Somyeongkong	1997	Suwon	Sauce and paste
67	Sodamkong	1998	Suwon	Sauce and paste
68	Seunheukkong	1996	Suwon	Cooking with rice
69	Paldonamulkong	1996	Iksan	Bean sprout
70	Sohokong	1998	Iksan	Bean sprout
71	Ilmikong	1996	Milyang	Sauce and paste

Table 2-1. Continued

No.	Variety	Released	Breeding	Utilization
		Year	Location	
72	Sowonkong	1997	Suwon	Bean sprout
73	Jinyeulkong	1997	Suwon	Cooking with rice
74	Daehwangkong	1999	Milyang	Sauce and paste
75	songhakkong	1996	Iksan	Sauce and paste
76	Doremikong	1997	Iksan	Bean sprout
77	Saebyeolkong	1998	Milyang	Bean sprout

\*Suwon : National institute of crop science, Milyang : Yeonngnam agricultural research institute. NICS, Iksan : Honam agricultural research institute. NICS, Hwasung : Gyeonggi-do agricultural research & extension services, Chuncheon : Gangwon agricultural research & extension services

2) 콩 종실의 Phytosterol, Lutein, Tochoferol의 함량 변이

가) 시험재료

시험 재료로는 2005년도에 전작포장에서 생산된 장려 품종 18개와 국내재래종의 장콩류 51개, 나물콩류 40개, 기타 재래종 27개의 총 136개의 재료를 분석하였다

나) 식물성 스테롤

(1) 식물성 스테롤의 시료 전처리(추출) 방법

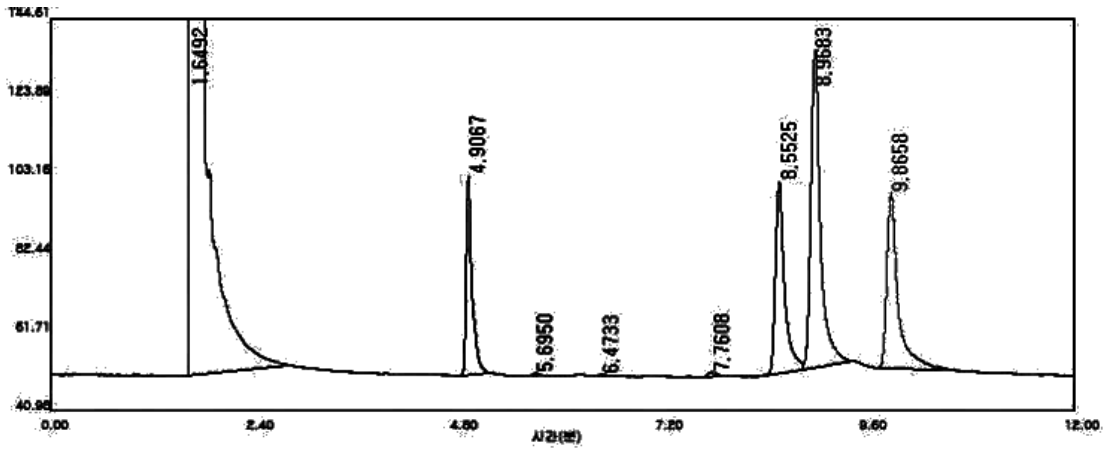
콩 3g을 마쇄하여 에탄올에 녹인 pyrogallol과 KOH용액을 넣고 질소 충전 후 검화방법을 통해 추출을 한다. 이를 NaCl용액과 Hexane:Ethyl Acetate(85:15)의 추출용매로 검화물을 제거한뒤에 메스플라스크에 정용후 일부를 녹인 후 Internal standard와 Chloroform으로 재용해한다.

(2) GC 분석 조건

GC 분석 조건으로는 Acme 6000 GC (Young-Lin Inc, Korea), flame ionization detector (Young-Lin Inc, Korea)를 사용하였으며 분석 컬럼은 SAC<sup>TM</sup>-5 FUSED SILICA Capillary Column(30m x 0.25mm x 0.25um Supelco, USA)을 이용하였고 Injector temp.는 300℃, Detector temp.는 300℃, Oven temp.는 285℃(20min), 시료주입량은 2 µL로, Carrier gas는 He gas(99.999%)를 1.0mL/min를 흘려보내주었다.

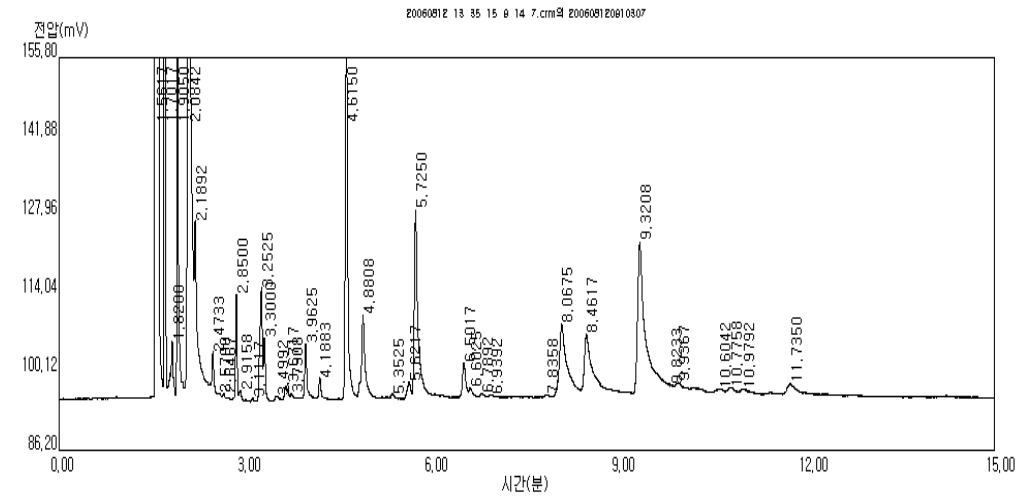
(3) 크로마토그램

◇ standard peak of phytosterols



4.9067 : 5 $\alpha$ -cholestane(internal standards)    8.5525 : campesterol  
 8.5525 : stigmasterol    9.8658 :  $\beta$ -sitosterol

◇ sample peak of phytosterols



4.6515 : 5 $\alpha$ -cholestane(internal standards)    8.0675 : campesterol  
 8.4617 : stigmasterol    9.3208 :  $\beta$ -sitosterol

다) Carotenoid 분석

(1) Carotenoid의 시료 전처리(추출) 방법분석 방법

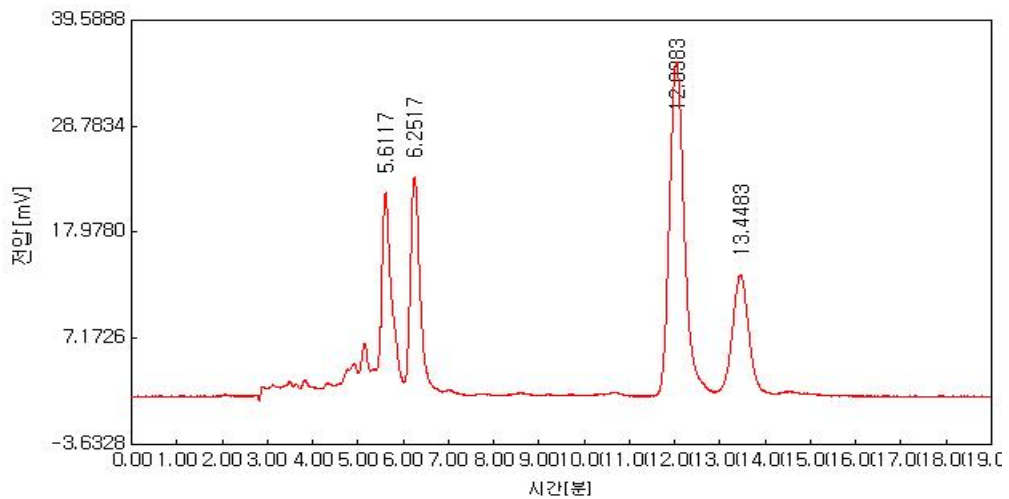
식물성 스테롤과 같은 방법으로 검화 후 적정 수준은 비검화물을 이동상에 녹여 분석하였다.

(2) HPLC 분석 조건

◇ HPLC 장치는 Solvent Delivery pump M930(Young-Lin Inc, Korea)와 Model M 720 Absorbance detector (Young-Lin Inc, Korea)를 사용하였으며 분석컬럼은 Grace Vydac 201TP54 reverse phase column을, UV / VIS 파장은 450nm으로 설정해주었고 이동상은 Acetonitrile:Methanol:1,2-Dichloroethane (65:30:5)의 조성에 0.1% Triethylamine을 함유한 것과, Methanol에는 0.05M의 ammonium acetate를 포함시킨 용매를 사용하였다. 유속은 1.0mL/min로 20  $\mu$ L를 주입시켰다.

(3) 크로마토 그래프

◇ standard peak of carotenoids



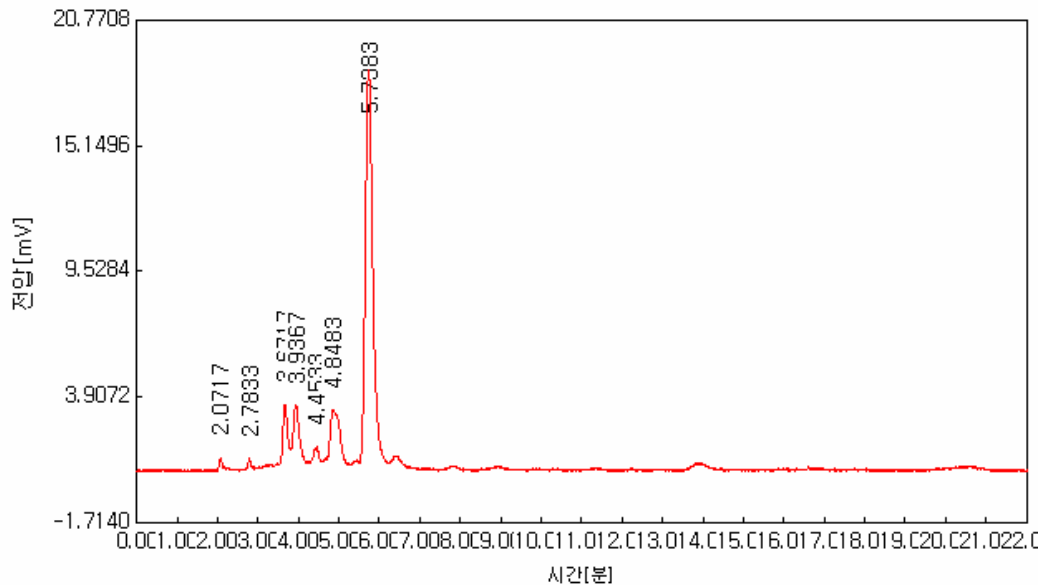
5.6117: lutein

6.2517: zeaxanthin,

12.0383:  $\alpha$ -carotene

13.4483:  $\beta$ -carotene

◇ sample peak of carotenoids



5.7383: lutein

라) 콩의 토코페롤(tocopherol) 성분분석

(1) 식물성 tocopherol의 시료 전처리(추출) 방법

Soxhlet 추출법을 사용하여 분석하였다.

(2) HPLC 장치

solvent Delivery pump M930(Young-Lin Inc, Korea)와 Model LC305 형광검출기(Thermo Separation Products Inc, CA, USA)를 사용하였고 분석 컬럼으로는 Merck의 ichrosphere<sup>®</sup> Diol 100 column 을사용하였다. 기록계는 JASCO 807-IT(Jasco International Co.,Ltd., Tokyo, Japan)을 사용하였으며 형광검출기과장은 excitation wavelength 290nm, emission wavelegnth 330nm으로 측정하였다. 이동상은 1.3% isopropanol을 함유한 *n*-hexane을 이용하였고 유속은 1.0mL/min로 20 $\mu$ L를 주입하였다.

나. 콩 종자 저장단백질(11S,7S)의 변이 및 자원발굴과 프로테옴 해석

## 1) 콩 종자 저장단백질(11S,7S)의 변이 및 자원발굴

### 가) 시험재료

야생콩 100계통(표 2-2)과 장려품종과 재래종 124품종 및 계통(표 2-3)을 논포장에서 2005년 증식하여 수확한 종자를 냉장고 4℃에 보관하였다가 실험재료로 사용하였다.

### 나) 저장단백질 추출 및 함량분석

분석할 종자를 액체질소를 사용하여 곱게 마쇄하였다. 곱게 마쇄한 시료에 들어있는 지방을 제거하기 위해서 실온 25℃에서 85%의 n-hexane을 시료의 2~3배 넣고 잘 섞은 뒤, 시료가 가라앉을 때까지 놓아두었다. 노란색 층이 생기면 상등액은 취하여 버리고 다시 85% n-hexane을 넣었다. 이와 같은 처리를 10번 정도 반복을 하였다. 더 이상 노란색 층이 형성되지 않으면 상등액인 85% n-hexane을 취하여 버리고 질소가스로 남아있는 85% n-hexane을 제거한 후 원심분리조건기를 사용하여 완전히 건조시켰다. 이 과정이 끝나면 TCA(Trichloroacetic acid)용액을 사용하여 콩의 저장단백질을 추출하는 방법과 증류수를 사용하여 저장단백질을 추출하는 방법을 비교하여 저장단백질을 추출하였다. TCA용액을 사용하는 것보다 물을 사용하여 단백질을 추출하는 방법이 단백질 bands의 발현이 선명하였으므로 저장단백질 추출은 물을 사용하여 추출하였다. 지방을 제거한 시료 0.1g에 증류수 1ml을 넣고 잘 섞은 뒤 초음파를 사용하여 단백질을 추출하였다. 단백질의 처리는 낮은 온도에서 실시하는 것이 단백질의 안정화를 위해 좋기 때문에 50ml Tube안에 얼음을 담아 그 안에 e-tube를 넣고 약 40~60초 동안 초음파 처리를 두 번 정도 반복하였다. 4℃에서 15000rpm으로 15분 동안 원심분리를 한 후 상등액을 취하여 새 e-tube에 넣고 100℃에서 3분간 증탕하여 전기영동에 사용하였다. 단백질 함량 분석은 Bradford(1976)의 방법에 준하여 Bradford 용액을 증류수와 1:3으로 희석한 후 BSA(Bovine Serum Albumin Standard 2mg/ml, perbio) 5  $\mu$ l, 10  $\mu$ l, 15  $\mu$ l와 추출된 시료를 희석된 Bradford용액 1ml와 혼합하여 약 10분 동안 반응을 시켰다. 반응 후 595nm에서 분광광도계(SHIMADZU, UV-1700)를 사용하여 측정하였다.

### 다) SDS-PAGE 분석

SDS-PAGE(sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis)는 일본 EIDO사의 dual type(NA-1013)의 electrophoresis system을 사용하였다. SDS-PAGE는 Laemmli(1970)의 방법에 준하여 12% separating gel(1.6ml DDW, 2.0ml 30.0% acrylamide solution, 1.3ml 1.5M Tris-HCl(pH 8.8), 50  $\mu$ l 10% SDS, 50  $\mu$ l 10% Ammonium persulfate, 2  $\mu$ l TEMED)과 5% stacking gel(1.4ml DDW, 330  $\mu$ l 30.0% acrylamide solution, 250  $\mu$ l 1.0M Tris-HCl(pH

6.8), 20 $\mu$ l 10% SDS, 20 $\mu$ l 10% Ammonium persulfate, 2 $\mu$ l TEMED)을 사용하였다. 시료 영동시 2X Sample buffer(0.125M Tris-HCl, 4% SDS, 20% glycerol(v/v), 10% 2-mercaptoethanol, 0.2% Bromophenol blue)를 1:1 비율로 혼합하여 100 $^{\circ}$ C에서 3분간 중탕하여 lane에 주입하여 영동하였으며, 분자량 표준품은 Amersham 사의 Protein standard를 사용하였으며 분자량은 Phosphorylaseb(97.0kDa), Albumin(66.0kDa), Ovalbumin(45.0kDa), Carbonic anhydrase (30.0kDa), Trypsin inhibitor(20.1kDa),  $\alpha$ -Lactalbumin(14.4kDa)이며 전기영동의 전류는 gel 1매당 20~25mA의 전류를 가해 총 40~50mA(2매)로 평균 2시간 30분 정도 영동하였다. 전기영동이 끝난 후 gel은 염색용액(31.25% Methanol, 6.25% Acetic acid, 62.5% DW, PhastGel<sup>TM</sup> Blue R 350)을 사용하여 4시간 염색과정을 거친 후 탈색용액(31.25% Methanol, 6.25% Acetic acid, 62.5% DW)을 사용하여 3~4 시간 탈색한 후 단백질 bands의 발현양상을 비교하였다. 11S 와 7S의 함량은 Un-scan -it을 이용하여 조사하였다.

## 2) 2-DE를 이용한 종실 저장단백질 발현양상 비교 및 동정

### 가) 시험재료

SDS-PAGE분석에서 종자 저장 단백질의 양상이 다른 야생콩 IT84222, It88365, IT83033와 일반콩인 황금콩 종자를 이용하였다.

### 나) 2-DE 분석

이차원전기영동(O'Farrell, 1975)은 일차원짜에 겔 등전점전기영동을 이차원짜에 SDS-PAGE를 이용하는 방법으로써 이것에 의하여 중성부근을 중심으로 꽤 넓은 등전점영역의 단백질을 높게 분리할 수 있는 능력을 가지고 있다. 일차원전기영동(one-dimensional electrophoresis : 1-DE)은 등전점전기영동으로 27cm유리관 안에 gel을 조성하였다. gel(4.8g Urea, 1.6ml 30% Acrylamide solution, 2.84ml DDW, 0.2ml 10% NP-40, 0.25ml Ampholyte pH 3.5-10, 0.25ml Ampholyte pH 5-8, 15 $\mu$ l 10% APS, 10 $\mu$ l TEMED)은 상온에서 3시간이상 굳힌 후 유리관에 시료 약 30-150 $\mu$ l를 주입하여 영동하였다. 영동 조건은 음극측 전극조(밑부분)에 0.02M 수산화나트륨을 윗부분에는 0.01M 인산을 넣은 후 전압은 200V(1.5h), 400V(1h), 600V(16.5h)에서 영동하였다. 비평형전기영동임으로 전극을 반대로 하여 영동하였다. 영동이 끝나면 용액을 제거하고 주사기로 유리관에서 gel을 빼내어 작은 병(25ml)에 gel을 넣고 시료용완충액(10ml Glycerol, 12.5ml 0.5M Tris pH 6.8, 2.5g SDS, 5ml 2-mercaptethanol/100ml)을 20ml를 첨가하여 20분간 2번 반복하여 gel을 평형화하였다. 평형화가 끝난 gel을 이차원전기영동을 이용하여 전기영동하였다. 이차원전기영동



(two-dimensional electrophoresis : 2-DE)은 12% separating gel(9.6ml DDW, 17.7ml 30.0% acrylamide solution, 16.4ml 1.0M Tris-HCl(pH 8.8), 300 $\mu$ l 10% Ammonium persulfate, 50 $\mu$ l TEMED)과 5% Stacking gel(2.0ml DDW, 1.0ml 30.0% acrylamide solution, 3.0ml 0.25M Tris-HCl(pH 6.8), 30 $\mu$ l 10% Ammonium persulfate, 20 $\mu$ l TEMED)을 사용하였으며, Tris-HCl용액은 Tris-HCl용액 안에 SDS를 혼합하여 사용하였다. 유리관에서 빼낸 gel을 이차원전기영동 gel위에 올려놓고 BPB용액(1% Agarose, Bromphenol blue)을 사용하여 고정시켰다. 전류는 80mA로 5시간 영동하였다. 전기영동이 끝난 후 gel은 염색방법으로 CBB 염색법과 Silver 염색법을 사용하였다. CBB 염색의 경우는 Amersham사의 PhastGel™ Blue R 350을 사용하였다. Silver 염색의 경우에는 Amersham사의 PlusOne Silver Staining Kit, Protein을 사용하여 염색을 하였다.

#### 다) 이미지 분석

이미지 분석에서는 컴퓨터 프로그램(Image analysis; nonlinear사의 Progenesis Worstation)을 사용하여 gel상에서 단백질 스팟의 변화를 비교·분석하였다. 염색한 gel을 스캔 한 후 8bit TIF file로 변환시켜 컴퓨터에 이미지를 입력하였다. 프로그램이 detecting, warping, matching 과정을 거친 후 각각의 gel을 비교하였다. 비교한 각각의 gel에 따른 결과를 수치화시켜 값의 수치와 히스토그램등으로 나타내었다.

#### 라) In-gel digestion

Silver 염색의 경우는 이차원전기영동 후 gel에서 원하는 spot을 적당한 크기(1mm X 1mm)로 잘라서 e-tube에 넣었다. Gel을 탈색하기 위해서 30mM Potassium ferricyanide/100mM sodium thiosulfate(1:1[V/V]) 100 $\mu$ l를 첨가하여 흔든 후 원심분리를 실시한 후 상등액을 버렸다. 3차 증류수를 100 $\mu$ l를 첨가한 후 원심분리를 하여 다시 상등액을 버렸다. 이 과정을 3번 반복하였다. 100% ACN 100 $\mu$ l를 첨가하여 5분동안 섞은 후 원심분리하여 상등액을 버렸다. 원심분리건조기에서 10분정도 건조시켰다. Reduction 과정은 10mM DTT/100mM ABC 100 $\mu$ l를 첨가하여 56℃에서 1시간 반응을 시켜 원심분리 후 상등액을 버렸다. 55mM IAA/100mM ABC 100 $\mu$ l를 첨가하여 암조건에서 40분 반응을 시킨 다음 원심분리 후 상등액을 버렸다. 3차 증류수를 IAA의 2~3배를 첨가하고 섞은 뒤 원심분리하여 상등액을 버렸다. 이 과정을 2번 반복하였다. 100% ACN 100 $\mu$ l를 첨가하여 5분 동안 섞은 뒤 원심분리하여 상등액을 버렸다. 다시 원심분리건조기에서 10분간 건조시켰다. 7~8 $\mu$ l(0.1 $\mu$ g/ $\mu$ l) trypsin enzyme를 첨가시켰다. 양이 적을 때에는 50mM ABC 40 $\mu$ l를 더 첨가시켰다. 37℃에

서 12~17시간 놓아두었다. 반응이 끝난 e-tube는 원심분리 후 상등액을 500 $\mu$ l tube에 넣고 gel이 든 e-tube에는 50% ACN/5% TFA 50 $\mu$ l를 첨가하였다. 25 $^{\circ}$ C 실온에서 40분간 놓아두고 원심분리하여 500 $\mu$ l tube에 넣었다. 다시 gel이 든 e-tube에 100% ACN 50 $\mu$ l를 첨가하여 원심분리 후 상등액을 500 $\mu$ l tube에 넣은 후 원심분리건조기에서 완전히 말린다. CBB 염색의 경우는 30% MeOH 200 $\mu$ l를 첨가하여 세척하고 50% Acetonitrile/10mM Ammonium bicarbonate 200 $\mu$ l를 첨가하여 탈색하며 trypsin enzyme을 15 $\mu$ l를 넣었다.

#### 마) 단백질 동정

In-gel digestion 후 건조된 시료에 0.5% trifluoroacetic acid(TFA) 10 $\mu$ l을 가하여 섞은 뒤 원심분리를 하였다. Zip tip C18 (Millipore, Bedford, MA, USA)을 wetting solution(50% ACN/0.5% TFA/DW)으로 5번 세척한 후 0.5% TFA/DW로 10번 세척하였다. Pipette을 시료가 녹아있는 e-tube에 넣고 10번 상하로 통과시켰다. 다시 0.5% TFA/DW로 10번 세척하였다. 50% ACN/0.5% TFA/matrix/DW 4 $\mu$ l를 취하여 plate에 1 $\mu$ l씩 옮긴 후 건조시켜 단백질 동정을 하였다. 단백질 동정에는 Voyager-DE STR MALDI-TOF mass spectrometry를 사용하였으며 instrument type는 MALDI-TOF-TOF로 하였다.

### 다. 논과 밭의 콩 종실 저장단백질 발현양상

한남콩, 백천콩, 황금콩, 단원콩을 시험재료로 논과 밭에서 2005년 6월 9일에 휴폭을 60cm, 주간을 15cm로 하여 1주당 3립씩 파종하였으며 초생엽이 전개되었을 때 1주당 2개체씩만 남기고 솟아 주었다. 시비는 콩 복비 50k/10a(N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 3 : 3 : 3.4kg/10a)을 전량기비로 하였으며, 기타 재배관리는 콩 표준재배법에 준하였다. SDS-PAGE와 2-DE를 이용하여 단백질 bands 발현양상을 비교하였으며, SDS-PAGE와 2-DE 분석방법 및 기타 분석은 위에 서술한 방법과 동일하였다.

### 라. 등숙기간의 콩 종실 저장단백질 발현양상

등숙에 따른 콩 종실 저장단백질 발현양상을 비교하기 위하여 태광콩을 2005년 6월 9일에 휴폭을 60cm, 주간을 15cm로 하여 1주당 3립씩 충북대학교 부속농장 논포장에 파종하였으며 초생엽이 전개되었을 때 1주당 2개체씩만 남기고 솟아 주었다. 시비는 콩 복비 50k/10a(N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 3 : 3 : 3.4kg/10a)을 전량기비로 하였으며, 기타 재배관리는 콩 표준재배법에 준하였다. 개화 후 1주 간격으로 1

주에서 6주까지 종실을 채취하여 -20℃에서 보관하였다가 본 실험에 사용하였다. SDS-PAGE와 2-DE 분석방법 및 기타 분석 방법은 위에 서술한 방법과 동일하였다.

## 2. 결과 및 고찰

### 가. 논콩 기능성 물질의 변이탐색 및 자원 발굴 (Isoflavone, Tocopherol, Lutein, Phytosterol)

#### 1) 콩 종실 isoflavone 함량의 품종간 변이

콩 77품종에 대한 총 isoflavone 함량 분포를 보면(그림2-1), 0.803mg/100ml에서 10.338mg/100ml까지 분포하였으며, 평균 함량은 3.787mg/100ml이었는데, isoflavone 함량이 낮은 쪽으로 분포하는 경향이였다. 부록에서 보면 총 isoflavone의 함량은 신평달콩 2호가 10.338mg/100ml로 가장 높았고, 만리콩(8.241mg/100ml), 단원콩(8.240mg/100ml)이 다음으로 높았으며, 나물콩 중에서 부광콩(7.782mg/100ml), 명주나물콩(5.460mg/100ml)이 높았다. isoflavone 함량이 가장 낮은 것은 화성꽃콩(0.803mg/100ml)이었으며 꽃콩류의 함량이 전체적으로 매우 낮았다.

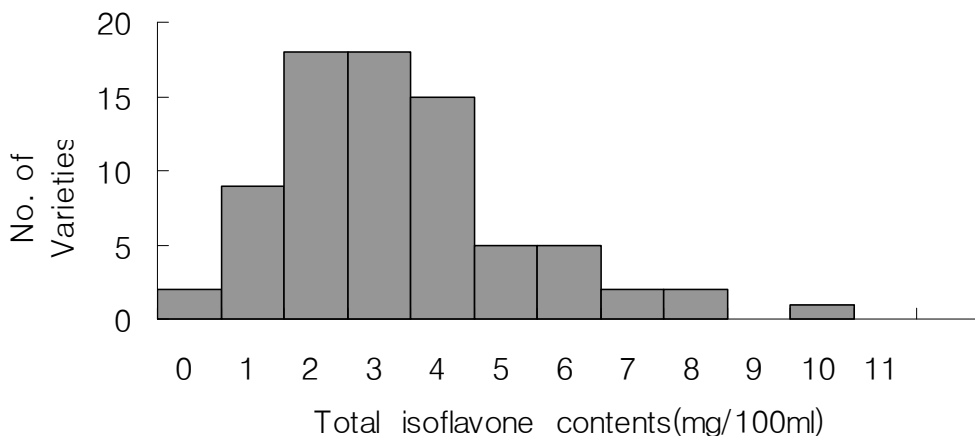


Fig 2-1. Histogram of 77 Korean soybean varieties by total isoflavone contents.

77품종의 isoflavone 각 성분 함량 분포를 보면(표 2-2), aglycone은 0.06~0.09mg/10ml에

서 가장 많은 분포를 보였으며 0.03~0.12mg/100ml사이에서 53%의 분포를 하고 있었다. glucoside와 acetyl은 0.06~0.09mg/100ml, 2.00~3.00mg/100ml에서 가장 많은 분포를 하고 있었다. 반면 malonyl은 0.00~0.30mg/100ml인 품종이 가장 많았으며 0mg/100ml인 품종도 많았다.

평균함량은 acetyl이 2.840mg/100ml로 가장 많았으며, aglycone, glucoside 및 malonyl은 각각 0.107mg/100ml, 0.688mg/100ml 및 0.152mg/100ml로 aglycone이 가장 적게 나타났다. 이는 Adlercreutz(1994)가 콩의 주요 isoflavone은 대부분 배당체(glycoside, malonyl, acetyl)형태로 존재한다는 보고와 같았다.

Table 2-2. Frequency distribution of 77 Korean soybean varieties by isoflavone contents.

( unit : mg/100ml)

Aglycone		Glucoside		Malonyl		Acetyl	
Range	No. of frequency	Range	No. of frequency	Range	No. of frequency	Range	No. of frequency
0.00~0.03	5	0.00~0.30	7	0	28	0.00~1.00	2
0.031~0.06	10	0.31~0.60	3	0.00~0.30	37	1.00~2.00	19
0.061~0.09	21	0.61~0.90	17	0.31~0.60	8	2.00~3.00	31
0.091~0.12	10	0.91~1.20	13	0.61~0.90	2	3.00~4.00	13
0.121~0.15	16	1.21~1.50	6	0.91~1.20	0	4.00~5.00	4
0.151~0.18	5	1.51~1.80	2	1.21~1.50	2	5.00~6.00	5
0.181~0.21	4					6.00~7.00	2
0.211~0.24	3					7.00~8.00	0
0.241~0.27	3					4.50~5.00	1
Sum	77	Sum	77	Sum	77	Sum	77

각 성분별 변이에서는 acetyl genistin의 함량이 1.872mg/100ml으로 가장 많았고, aglycone genistein이 0.017mg/100ml로 가장 적었다. malonyl genistin이 0~0.681mg/100ml로 가장 큰 변이를 보였고, 또한 malonyl isoflavone 은 다른 aglycone, glucoside와 acetyl보다 변이 폭이 상당히 크게 나타났다. daidzein은 0.012~0.109mg/100ml의 변이를 보이며 평균 0.051mg/100ml로 가장 작은 변이를 보였다(표 2-3).

77품종의 육성 시대별 isoflavone 함량의 변천을 보면(그림 2-2), aglycone과 glucoside는

60년대로부터 70~80년대, 90년대로 가면서 조금씩 증가를 보였고, acetyl은 많은 증가를 보였으며 malonyl은 60년대에서 70~80년대로 가면서 다소 감소하다가 90년대에 다소 증가하는 경향이였다.

Table 2-3. Maximum, minimum and mean value of isoflavone contents of 77 Korean Soybaen varieties.

(unit : mg/100ml)

		Max.	Min.	Mean	S.D.	C.V(%)
aglycone	Diadzein	0.109	0.012	0.051	0.020	39.9
	glycitein	0.141	0.000	0.039	0.030	76.4
	genistein	0.101	0.000	0.017	0.018	108.3
	Sum	0.268	0.012	0.107	0.058	54.0
Glucoside	Diadzein	0.828	0.055	0.267	0.138	51.6
	glycitein	0.164	0.008	0.070	0.040	56.9
	genistein	1.029	0.069	0.352	0.210	59.5
	Sum	1.686	0.138	0.688	0.357	51.8
Malonyl	Diadzein	0.305	0.000	0.073	0.086	117.7
	glycitein	1.216	0.000	0.052	0.195	375.2
	genistein	0.681	0.000	0.027	0.113	426.3
	Sum	1.238	0.000	0.152	0.241	159.0
Acetyl	Diadzein	2.761	0.150	0.818	0.539	65.9
	glycitein	0.447	0.000	0.150	0.086	57.4
	genistein	5.473	0.388	1.872	0.915	48.9
	Sum	8.682	0.610	2.840	1.481	52.1

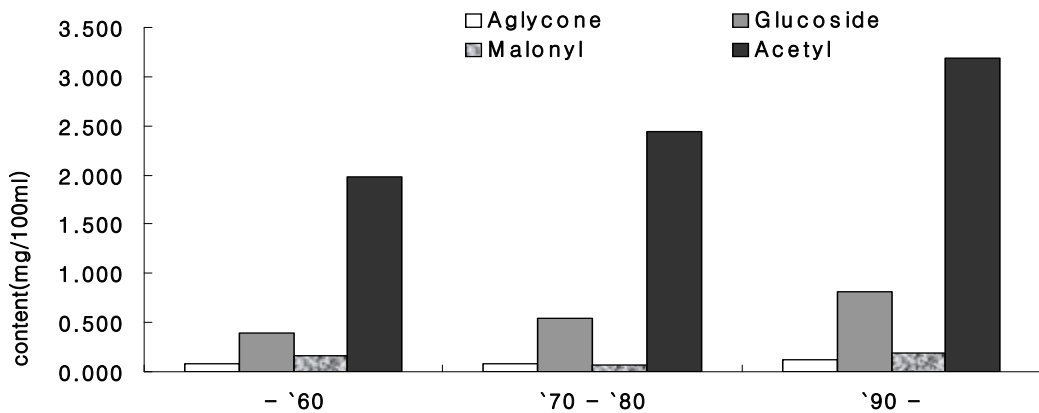


Fig 2-2. Total isoflavone contents of 77 Korean soybean varieties classified by released time period.

품종의 육성연대에 따른 aglycone 함량의 평균, 최대 및 최소치는 표 2-4와 같다. aglycone 함량은 60년대와 70~80년대에 육성된 품종들의 평균은 각각 0.085mg/100ml, 0.086mg/100ml였으며, 90년대 육성된 품종들은 평균 0.121mg/100ml였다. 각 성분별 평균 함량은 daidzein은 60년대까지는 0.035mg/100ml, 70~80년대는 0.044mg/100ml이며 90년대 이후에는 0.058mg/100ml로 육성연대가 지나갈수록 함량이 늘어났다. 60년대까지와 70~80년대의 glycitein과 genistein의 함량은 크게 변화가 없는 것으로 나타났고, 90년대 이후에 glycitein은 0.043mg/100ml, genistein은 0.020mg/100ml로 증가하는 경향이였다. aglycone 함량은 60년대와 70~80년대는 큰 차이가 없었으나 90년대 이후에는 증가하는 경향이였다.

품종의 육성연대에 따른 aglycone 함량에 따라 77품종의 분류는 표 2-5와 같다. 재래 육성품종이 대부분으로 10개 품종이 육성되었으며, aglycone 함량이 0.100mg/100ml 미만인 품종은 금강대립, 함안, 익산 등 7개 품종으로 대체로 낮았으며, 그 중 금강대립의 함량이 가장 적었다. aglycone 함량이 0.100mg/100ml ~ 0.200mg/100ml로 aglycone 함량이 높은 품종들은 장단백목, Shelby 및 부석이 있었으며 이중에서 부석이 가장 높았다.

70~80년대에는 20품종이 육성되었는데 aglycone 함량이 0.100mg/100ml 미만인 품종은 단엽콩, 황금콩, 남천콩등 15품종으로 그 중 백운콩의 함량이 가장 낮은 것으로 나타났으며, 함량이 0.100mg/100ml~ 0.200mg/100ml 사이로서 aglycone 함량이 높은 품종은 팔달콩, 은하콩, 남해콩 등 5개품종으로 팔달콩의 aglycone 함량이 가장 높았다.

90년대 이후에는 47품종이 육성되었는데, 석양꽃콩, 소백나물콩, 태광콩 및 검정콩 1호 등 20개는 aglycone 함량이 0.100mg/ml 범위이었고, 단원콩, 밀양콩, 삼남콩 및 금강콩 등 20개는 aglycone 함량이 0.100mg/100ml 이상 0.200mg/100ml 미만이었고, 부광콩, 신파달콩 2호, 명주나물콩 및 알찬콩 등 7개는 0.200mg/100ml이상이었다. 일품검정콩이 aglycone 함량이 가장 높았다.

종실의 100립중이 18g미만인 것을 소립종, 18g이상 25g미만을 중립종, 25g이상을 대립종으로 하여 분류하였을 때 100립중별 isoflavone 함량의 변화를 보면(그림 2-3), glucoside, acetyl 및 aglycone이 중립종에서 많은 함량을 나타내는 경향이었고, malonyl은 소립종에서 많은 함량을 나타내었고, 대립종에서 낮은 경향이였다.

Table 2-4. Maximum, minimum and mean value of aglycone contents by released time period of 77 Korean soybean varieties.

( unit : mg/100ml)

		aglycone				No. of Varieties
		daidzein	glycitein	genistein	Total	
~ '60	Max.	0.055	0.080	0.036	0.153	10
	Min.	0.013	0.011	0.000	0.028	
	Mean	0.035	0.038	0.011	0.085	
	S.D.	0.014	0.022	0.010	0.041	
	C.V(%)	38.8	57.8	94.1	48.8	
'70 ~ '80	Max.	0.069	0.051	0.026	0.123	20
	Min.	0.029	0.009	0.003	0.042	
	Mean	0.044	0.030	0.012	0.086	
	S.D.	0.011	0.009	0.007	0.020	
	C.V(%)	25.6	31.4	56.9	23.0	
'90 ~	Max.	0.109	0.141	0.101	0.268	47
	Min.	0.012	0.000	0.000	0.012	
	Mean	0.058	0.043	0.020	0.121	
	S.D.	0.022	0.036	0.022	0.067	
	C.V(%)	38.2	83.1	107.7	55.6	
Total	Max.	0.109	0.141	0.101	0.268	77
	Min.	0.012	0.000	0.000	0.012	
	Mean	0.051	0.039	0.017	0.107	
	S.D.	0.020	0.030	0.018	0.058	
	C.V(%)	39.9	76.4	108.3	54.0	

Table 2-5. Classification of 77 Korean soybean varieties by released time period and aglycone contents.

( unit : mg/100ml)

Time periods	Aglycone contents				No. of varieties			
	<0.100	0.100 ≤	<0.200	0.200 ≤				
~`60	Keumkangdaelip	Kwangdu	Jangdanbaekmok		10 (13%)			
	Haman	Hill	shelby					
	Iksan	Kwangkyo	Buseok					
	Chungbukbaek							
	7(9%)		3(4%)					
`70 ~ `80	Bonguei	Milyangkong	Kanglim		20 (26%)			
	Dongpuktae	Pangsakong	Baekcheonkong					
	Danyeobkong	Saealkong	Paldalkong					
	Hwangkeumkong	Pokwangkong	Eunhakong					
	Namcheonkong	Muhankong	Namhaekong					
	Dankyeonkong	Jangbaegkong						
	Jangkyeonkong	Jangyeobkong						
	Baekyeonkong							
	15(19%)		5(6%)					
`90 ~	Seokyangputkong	Jangsukong	Danwonkong	Doremikong	Bukwangkong	47 (61%)		
	Sobaegnamulkong	Pureunkong	Mallikong	Sebyeolkong	Simpaldalkong 2			
	Taekwangkong	Sunnokkong	Sannaamkong	Dajangkong	Myeongjunumulkong			
	Geumjeongkong 1	Saeolkong	Hannamkong	Jimpumkong 2	Alchankong			
	Geumjeongkong	Danbaegkong	Geumgangkong	Duyoukong	Ilpumgeomjeongkong			
	Hwasongputkong	Simpaldalkong	Iksannamulkong	Soyangkong	Somyeongkong			
	Hwaecomputkong	Kwangankong	Pungsannamulkong	Jimpumkong	Sowonkong			
	Geumjeongkong 2	Dawonkong	Daewonkong	Sodamkong				
	Paldonamulkong	Seonheukkong	Jangmikong	Sohokong				
	Songhakkong	Jinyeulkong	Daehwangkong	Ilmikong				
		20(26%)		20(26%)			7(9%)	
	<b>Total</b>	<b>42(55%)</b>		<b>28(36%)</b>			<b>7(9%)</b>	

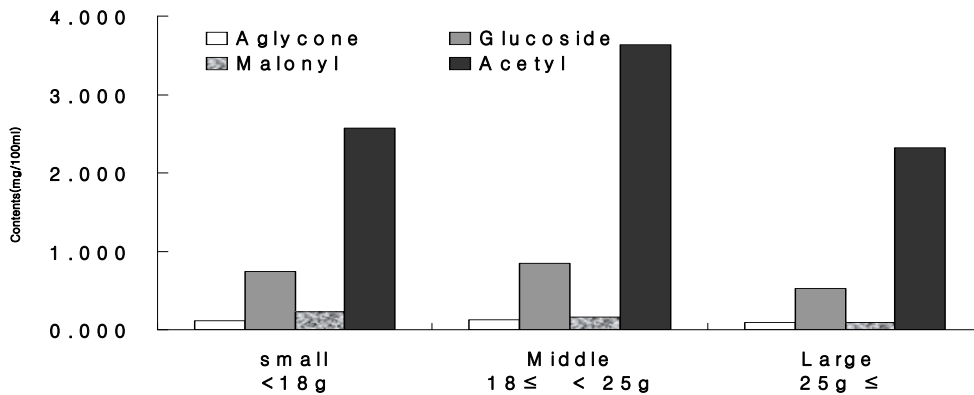


Fig 2-3. Isoflavone contents of 77 Korean soybean varieties classified by 100 seed weight.



100립중에 따른 aglycone 성분의 최대, 최소치 및 평균은 표 2-6에서와 같다. aglycone 평균함량은 소립종이 0.111mg/100ml, 중립종이 0.127mg/100ml, 대립종이 0.088mg/100ml로 중립종이 높은 것으로 나타났다. daidzein은 소립종이 0.053mg/100ml, 중립종이 0.059mg/100ml, 대립종이 0.044mg/100ml로서 중립종과 소립종이 많은 경향이었고, glycitein도 비슷한 경향이였다. genistein은 대립종보다 소립종과 중립종이 많았으며 소립종과 중립종과는 큰 차이가 없었다.

Table 2-6. Maximum, minimum and mean value of aglycone contents by 100 seed weight of 77 Korean soybean varieties.

( unit : mg/100ml )

		aglycone				No. of Varieties
		daidzein	glycitein	genistein	Total	
Small ( <18g )	Max.	0.089	0.087	0.101	0.028	19
	Min.	0.028	0.000	0.000	0.033	
	Mean	0.053	0.035	0.023	0.111	
	S.D.	0.017	0.027	0.025	0.061	
	C.V(%)	31.5	745.9	109.5	55.2	
Middle (19g ≤ < 25g)	Max.	0.018	0.120	0.100	0.245	27
	Min.	0.020	0.009	0.000	0.042	
	Mean	0.059	0.048	0.020	0.127	
	S.D.	0.020	0.029	0.019	0.056	
	C.V(%)	33.3	59.5	95.6	43.9	
Large ( 25g < )	Max.	0.109	0.141	0.034	0.220	31
	Min.	0.012	0.000	0.000	0.012	
	Mean	0.044	0.034	0.011	0.088	
	S.D.	0.021	0.032	0.010	0.053	
	C.V(%)	48.5	95.0	89.7	60.4	

77품종에 대한 100립중과 aglycone 성분에 따라 분류해보면 (표 2-7), 소립중은 aglycone 함량이 0.100mg/100ml 미만은 팔도나물콩, 단엽콩, 방사콩 및 함안 등 9품종으로서 전 공시 품종의 12%이었고 그 중 소백나물콩은 0.182mg/100ml로 가장 낮았다. 0.100mg/100ml ~ 0.200mg/100ml 에서는 팔달콩, 은하콩, 한남콩 및 소호콩 등 8품종으로서 전 공시품종의 10%이었고, 0.20mg/100ml이상에서는 명주나물콩과 소명콩의 2품종으로 소립중 중에서는 명주나물콩이 가장 높았다.

중립중 중에서 0.100mg/100ml 미만은 익산, Hill, 남천콩 및 신평달콩 등 10품종으로 전 공

시품종의 13%이었고, 0.100mg/100ml~0.200mg/100ml은 Shelby, 강림, 백천콩 및 금강콩 등 14품종 18%이었고, 0.200mg/100ml 이상은 소원콩, 신팔달 콩 2호, 부광콩의 3품종으로 중립종에서는 부광콩이 aglycone 함량이 가장 높았다.

대립종 중에서 0.100mg/100ml미만은 충북백, 금강대립, 보광콩 및 태광콩 등 23품종으로서 전 공시품종의 30%이었으며 대립종 중에서 화성꽃콩이 0.180mg/100ml로 가장 낮았고, 0.100mg/100ml ~ 0.200mg/100ml은 장단백목, 소담콩 및 부석 등 6품종으로서 전 공시품종의 8%, 0.200mg/100ml은 일품검정콩, 알찬콩의 2품종으로 중립종에서는 부광콩이 0.245mg/100ml로 가장 높았다.

Table 2-7. Classification of 77 Korean soybean varieties by 100 seed weight and aglycone contents.

(unit : mg/100ml)

100 seed weight	Aglycone contents				No. of varieties
	<0.100	0.100 ≤	<0.200	0.200 ≤	
Small (<18g)	Paldonamulkong Danyeopkong Bangsakong Kwangankong Sobaeknamulkong	Haman Pureunkong Danbaegkong Dawonkong	Paldalkong Eunhakong Hannamkong Iksannamulkong Pungsannamulkong	Sohokong Doremikong sebyeolkong	19 (25%)
	9(12%)		8(10%)		
Middle (18g ≤ <25g)	Iksan Hill Namcheonkong Jangbaegkong Milyangkong Baekunkong Muhankong	Jangsukong Sinpaldalkong Danbaegkong	Shelby Kanglim Baekcheonkong Namhaekong Danwonkong Samnamkong Geumgangkong	Soyangkong Jinpumkong Dajangkong Jinpumkong 2 Jangmikong Mallikong Duyoukong	27 (35%)
	10(13%)		14(18%)		
Large (25g ≤)	Chungbukbaek Keumkangdaelip Jangkyeongkong Geumjeongkong Jangyeopkong Hwankeumkong Hwaemputkong Hwasongputkong Geumjeongkong 1 Seokyangputkong Geumjeongkong 2	Bokwangkong Taekwangkong Sunnokkong Bonguei Kwangdu Saealkong Kwangkyo Saeolkong Dongbuktae Seonheukkong Jinyeulkong Songhakkong	Jangdanbaekmok Sodamkong Daewonkong Daehwangkong Busuk Ilmikong	Ipumgumjungkong Alchankong	31 (40%)
	23(30%)		6(8%)		
<b>Total</b>	<b>42(55%)</b>		<b>28(36%)</b>		<b>7(9%)</b>

콩의 용도별 분류를 장류콩, 나물콩, 풋콩과 울콩 및 밥밀콩으로 분류하여 isoflavone 함량을 보면(그림 2-4), 장류콩과 나물콩이 풋콩과 울콩 및 밥밀콩보다 총 isoflavone과 aglycone 함량이 많았으며 acetyl 함량은 그 차이가 컸다.

용도별 aglycone의 함량 의 최대, 최소 및 평균치는 표 2-8과 같다. daidzein과 glycitein 평균 함량은 각각 0.053mg/100ml, 0.039mg/100ml로 장류콩과 나물콩의 함량이 높게 나타났으며, daidzein은 풋콩과 올콩 및 밥밀콩은 평균함 량보다 낮게 나타났고 glycitein은 풋콩과 올콩이 낮게 나타났으며 밥밀콩은 장류콩과 나물콩보다는 낮으나 평균함량에 가깝게 나타났다. genistein의 함량은 나물콩이 높게 나타났으며 장류콩과 밥밀콩은 평균과 큰 차이가 없었고 풋콩과 올콩의 genistein의 함량은 낮게 나타났다. 장류콩의 평균 aglycone 함량은 0.112mg/100ml, 나물콩은 0.124mg/100ml로 나물콩이 더 높게 나타났으며, aglycoen 평균 함량 0.107mg/100ml보다 높은 것으로 나타났고, 풋콩과 올콩 및 밥밀콩은 aglycone 함량이 평균함량보다 낮은 0.032mg/100ml, 0.081mg/100ml로 풋콩과 올콩에서 낮게 나타났다.

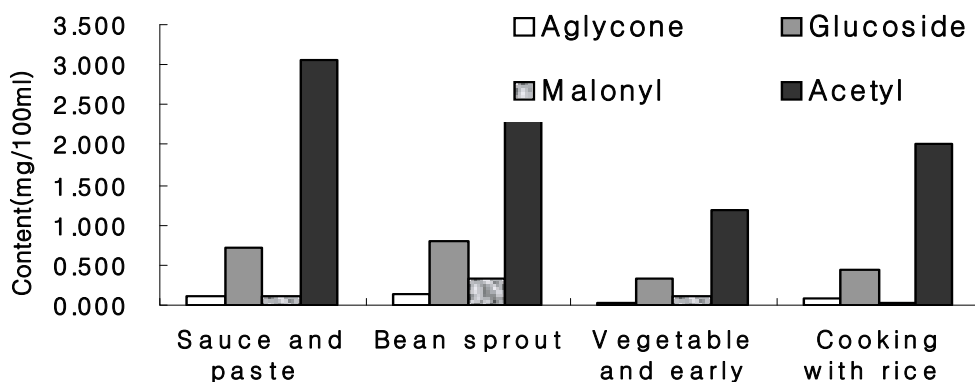


Fig. 2-4. Maximum, minimum and mean value of total isoflavone contents of 77 Korean soybaen varieties classified by utilization.

용도별 aglycone 함량에 대한 품종 분류는 표 2-9에서와 같다. 장류콩이 49품종으로서 전 공시품종의 64%로 가장 많았으며 그 중 aglycone 함량이 0.100mg/100ml 미만인 품종은 익산, 충북태, 광고 및 봉의 등 26품종으로, 전체의 34%이었으며, 금강대립, 함안, 백운콩와 동북태가 aglycone 함량이 낮았다. 0.100mg/100ml ~ 0.200mg/100ml에서는 장단백목, 부석, Shelby 등 20품종이 속하였으며, 전 공시품종의 36%를 차지하고, 0.200mg/100ml이상은 알찬콩, 신평달콩 2호, 소명콩이 속하였다. 장류콩에서는 소명콩이 aglycone 함량이 0.268mg/100ml로서 가장 높았다.

Table 2-8. Maximum, minimum and mean value of aglycone contents of 77 Korean soybaen varieties classified by utilization.

( unit : mg/100ml )

		aglycone			Total	No. of Varieties
		daidzein	glycitein	genistein		
Sauce and paste	Max.	0.109	0.120	0.101	0.268	49
	Min.	0.013	0.000	0.000	0.028	
	Mean	0.053	0.043	0.016	0.112	
	S.D.	0.020	0.023	0.016	0.054	
	C.V(%)	38.503	64.647	98.073	48.197	
Bean Sprout	Max.	0.108	0.087	0.100	0.245	18
	Min.	0.033	0.000	0.000	0.033	
	Mean	0.058	0.041	0.025	0.124	
	S.D.	0.019	0.024	0.024	0.058	
	C.V(%)	31.803	57.833	98.331	46.362	
Vegetable and early	Max.	0.044	0.020	0.008	0.072	5
	Min.	0.012	0.000	0.000	0.012	
	Mean	0.026	0.004	0.002	0.032	
	S.D.	0.013	0.009	0.004	0.024	
	C.V(%)	49.102	223.607	223.607	75.070	
Cooking with rice	Max.	0.045	0.141	0.034	0.204	5
	Min.	0.029	0.000	0.000	0.029	
	Mean	0.036	0.033	0.011	0.081	
	S.D.	0.007	0.060	0.014	0.071	
	C.V(%)	19.383	181.009	128.029	88.036	
Total	Max.	0.109	0.141	0.101	0.268	77
	Min.	0.012	0.000	0.000	0.012	
	Mean	0.051	0.039	0.017	0.107	
	S.D.	0.020	0.030	0.018	0.058	
	C.V(%)	39.9	76.4	108.3	54.0	

나물콩에서 0.100mg/100ml 미만은 단엽콩, 방사콩, Hill 등 7품종이 속하였고 전체 9%를 차지하였으며, 0.100mg/100ml~ 0.200mg/100ml인 품종은 남해콩, 은하콩, 풍산나물콩 등 8품종이 속하였으며, 0.200mg/100ml 이상에는 명주나물콩, 소원콩, 부광콩으로 3품종이 속하였다. 나물콩 중에서 aglycone 함량이 가장 높은 품종은 부광콩(0.245mg/100ml)이었다. 풋콩과 올콩 및 밥밀콩은 대부분이 0.10mg/100ml 미만이었으며 aglycone 함량이 장류콩이나 나물콩에 비해 낮은 것으로 나타났다. 밥밀콩에서 일품검정콩은 0.204mg/100ml로 장류콩과 나물콩의 고 aglycone 함량의 품종들과 비슷한 함량으로 높게 나왔다. 풋콩과 올콩의 aglycone 함량이 낮은 것은 Kitamura et al. (1991)이 보고한 바와 같이 결실 기간이 고온에 경과되었기 때문인

것으로 생각된다.

Table 2-9. Classification of 77 Korean soybaen varieties by aglycone contents and utilization.

( unit : mg/100ml)

utilization	Aglycone contents of isoflavone				No. of varieties	
	<0.10	0.10 ≤	<0.20	0.20 ≤		
Sauce and paste	Ilsan	Haman	Jangdanbaekmok	Dajangkong	Alchankong	49 (64%)
	Chungbukbaek	Kwangdu	Buseok	Jinpumkong 2	Simpaldalkong 2	
	Keumkangdaelip	Baekunkong	Shelby	Jangmikong	Sonyeongkong	
	Kwangkyo	Saealkong	Kanglim	Sodamkong		
	Bongeu	Bokwangkong	Baekcheonkong	Ilmikong		
	Dongpukdae	Mihankong	Mallikong	Daehwangkong		
	Jangkyeobkong	Jangsukong	Geumgangkong	Sannamkong		
	Hwangkeumkong	Simpaldalkong	Duyoukong			
	Namcheonkong	Taekwangkong	Soyangkong			
	Jangbaekong	Danbaekong	Hannamkong			
	Milyangkong	Saealkong	Jinpumkong			
	Dankyeongkong	Dawonkong	Paldalkong			
	Jangkyeongkong	Songhalkong	Danwonkong			
		26(34%)		20(36%)	3(4%)	
Bean sprout	Danyeobkong	Hill	Namhaekong	Saehyeolkong	Myeongjunamilkong	18 (23%)
	Bangsakong	Pureunkong	Eunhakong	Sohokong	Sowonkong	
	Sobaeknamulkong	Kwangankong	Pungsanamulkong	Doremikong	Bukwangkong	
	Paldonamulkong		Ilsamamulkong	Daewonkong		
	7(9%)		8(10%)	3(4%)		
Vegetable and Summer type	Hwasungputkong	Sunnokong				5 (6%)
	Hwaemputkong	Geumjeongkong				
	Seokyangputkong					
	5(6%)					
Cooking with rice	Geumjeongkong 1	Seonheukkong			Ilpumkeumjungkong	5 (6%)
	Geumjeongkong 2	Jinyeulkong				
	4(5%)		0(0%)	1(1%)		
<b>Total</b>	<b>42(55%)</b>		<b>28(36%)</b>	<b>7(9%)</b>		

수원 작물시험장에서의 육성품종을 수원으로, 영남 시험장에서의 육성품종을 밀양, 또한 호남시험장에서의 육성품종을 익산으로 하여 총 isoflavone의 함량 특성을 육성모지별로 보면 (그림 2-5), aglycone은 밀양과 익산은 각각 0.128mg/100ml, 0.129mg/100ml로 비슷하였으며 전체 평균보다 높았고, 수원은 0.094mg/100ml로 낮았다. glucoside와 malonyl는 수원에서 낮았으며, acetyl은 밀양이 높았다. 총 isoflavone 함량은 밀양(4.108mg/100ml)과 익산(4.100mg/100ml)이 거의 비슷하였으며 수원(3.644mg/100ml)은 그보다 낮은 경향이였다.

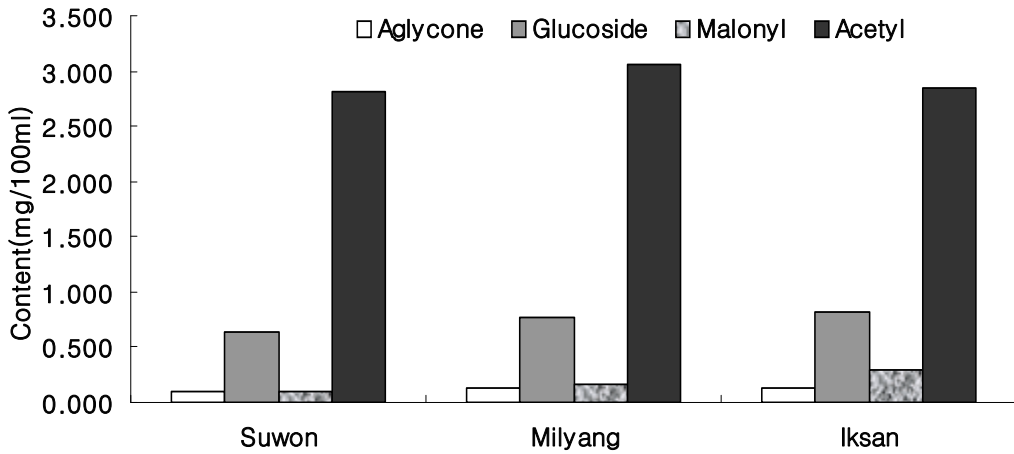


Fig 2-5. Maximum, minimum and mean value of isoflavone contents of 75 Korean soybaen varieties by breeding center.

품종의 육성모지에 따른 aglycone 함량은 표 2-10과 같다. daidzein 함량은 익산이 0.061mg/100ml로 높았고, 밀양은 0.055mg/100ml, 수원은 0.048mg/100ml이었으며, 경기도 농업기술원과 강원도 농업기술원에서 개발한 2품종은 평균 0.042mg/100ml이었다. glycitein 함량은 밀양(0.053mg/100ml)이 높았고, 익산은 0.045mg/100ml이었으며, 수원(0.032mg/100ml)이 낮았고, 춘천과 화성의 2품종 평균 함량은 0.041mg/100ml였다. genistein 함량은 수원보다 밀양과 익산에서 더 높았으며 밀양과 익산과는 큰 차이가 없었다. aglycone 함량을 볼 때 밀양과 익산은 각각 0.128mg/100ml, 0.129mg/100ml로 비슷하였으며, 평균보다 높았고, 수원은 0.094mg/100ml로 평균보다 낮았다.

Table 2-10. Maximum, minimum and mean value of aglycone contents by breeding center of 77 Korean soybaen varieties.

( unit : mg/100ml )

		aglycone				No. of Varieties
		daidzein	glycitein	genistein	Total	
Suwon	Max.	0.108	0.120	0.101	0.268	49
	Min.	0.013	0.000	0.000	0.016	
	Mean	0.048	0.032	0.014	0.094	
	S.D.	0.021	0.026	0.017	0.056	
	C.V(%)	43.1	83.1	118.5	59.7	
Milyang	Max.	0.089	0.141	0.100	0.245	18
	Min.	0.025	0.000	0.000	0.025	
	Mean	0.055	0.053	0.020	0.128	
	S.D.	0.107	0.035	0.021	0.057	
	C.V(%)	30.8	67.0	105.4	45.0	
Iksan	Max.	0.109	0.094	0.056	0.220	5
	Min.	0.023	0.023	0.000	0.061	
	Mean	0.061	0.045	0.022	0.129	
	S.D.	0.024	0.023	0.019	0.052	
	C.V(%)	39.1	50.8	86.0	40.2	
Chuncheon & Hwaseong	Max.	0.072	0.081	0.023	0.176	2
	Min.	0.012	0.000	0.000	0.012	
	Mean	0.042	0.041	0.011	0.094	
	S.D.	0.042	0.058	0.016	0.116	
	C.V(%)	100.4	70.7	70.7	81.3	

육성모지별로 용도에 따른 aglycone의 최대, 최소 및 평균은 표 2-11과 같다. 장류콩과 나물콩은 3 지역간 차이에서도 aglycone 함량이 밀양과 익산과 비슷하였고, 수원의 장류콩과 나물콩은 그보다 낮은 경향이였다.

Table 2-11. Maximum, minimum and mean value of total aglycone contents by breeding center and utilization.

( unit : mg/100ml )

		Sauce and paste	Bean sprout	Vagetable and early	Cooking with rice
Suwon	Max.	0.268	0.216	0.034	0.068
	Min.	0.028	0.033	0.016	0.029
	Mean	0.099	0.120	0.025	0.050
	S.D.	0.054	0.070	0.013	0.020
	C.V(%)	53.8	58.4	49.9	39.3
No. of Varieties		33	7	2	4
Milyang	Max.	0.194	0.245	0.072	0.204
	Min.	0.060	0.060	0.025	0.204
	Mean	0.133	0.131	0.048	0.204
	S.D.	0.047	0.071	0.033	
	C.V(%)	35.2	53.9	69.1	
No. of Varieties		13	5	2	1
Iksan	Max.	0.220	0.167		
	Min.	0.061	0.073		
	Mean	0.126	0.130		
	S.D.	0.083	0.035		
	C.V(%)	66.1	26.8		
No. of Varieties		3	5		

육성모지별 aglycone 함량에 따른 품종 분류는 표 2-12와 같다. 육성 모지별로 볼 때 수원은 46품종이 속하여 60%를 차지하였고, 밀양은 21품종으로 29%, 익산은 8품종으로 11%이었으며, 춘천과 화성은 각각 1품종 씩 2품종이었다. 수원 품종 중에서 aglycone 함량이 0.10mg/100ml 미만은 충북백, 금강대립, 장엽콩등 32품종으로 43%이었고, 화엄꽃콩이 0.016mg/100ml로 가장 낮았으며, aglycone 함량이 0.100mg/100ml~0.200mg/100ml은 강림, 백천콩, 진품콩 등 10품종이었고, 0.200mg/100ml이상은 명주나물콩, 소원콩, 신팔달콩 2호, 소명콩으로 4품종이었다. 밀양품종중에서 0.100mg/100ml미만은 남천콩, 단경콩, 새알콩 등 7품종, 0.100mg/100ml~0.200mg/100ml은 남해콩, 단원콩, 삼남콩 등 12 품종이었으며, 0.20mg/100ml 이상은 일품검정콩과 부광콩이었다.

밀양에서 육성된 품종 중에서는 부광콩이 0.245mg/100ml로 가장 높았다. 익산에서 aglycone 함량이 0.10mg/100ml미만은 새울콩, 팔도나물콩, 송학콩이었으며, 0.10mg/100ml~0.20mg/100ml은 익산나물콩, 팔도나물콩 등 4품종, 0.20mg/100ml이상은 알찬콩 1품종으로 0.220mg/100ml이었다.



Table 2-12. Classification of 77 Korean soybaen varieties by breeding center and aglycone contents.

( unit : mg/100ml )

		Aglycone contents of isoflavone				No. of varieties	
		<0.100	0.100 ≤	<0.200	0.200 ≤		
Suwon	Chungbukbaek	Sinpaldalkong	Iksan	Kanglim	Myeongjunamulkong	46 (60%)	
	Keumkangdaellp	Taekwangkong	Hill	Baekchungkong	Sowonkong		
	Danyeopkong	Kwangankong	Shelby	Jimpumkong	Sinpaldalkong 2		
	Jangyeopkong	Danbaekkong	Haman	Paldalkong	Somyeongkong		
	Hwangkumkong	Pureunkong	Bonguei	Jangdanbaekmok			
	Jangbaegkong	Jangsukong	Dongbuktae	Mallikong			
	Bokwangkong	Dawonkong		Sodamkong			
	Jangkeungkong	Bangsakong		Daewonkong			
	Seokyangputkong	Muhankong		Jimpumkong 2			
	Geumjungkong 1	Seonheukkong		Buseuk			
	Geumjungkong 2	Jinyeulkong					
	Hwaeumputkong	Baekseunkong					
			30(38%)	10(13%)			4(5%)
	Milyang	Namchungkong	Sunnokkong	Namhaekong	Jangmikong		Ilpumgeumjung
Dankyeongkong			Danwonkong	Dajangkong	Bukwangkong		
Geumjeongokkong			Samnamkong	Duyoukong			
Sobaeknamulkong			Keumkangkong	Ilmikong			
Saealkong			Hannamkong	Eunhakong			
Milyangkong			Daehwangkong	Saebyeolkong			
		7(9%)		12(16%)	2(3%)		
Iksan	Saeolkong	Songhakkong	Iksannamulkong	Sohokong	Alchankong	8 (11%)	
	Paldonamulkong		Pungsannamulkong	Doremikong			
		3(4%)		4(5%)	1(1%)		
Chuncheon & Hwaseong	Hwasungputkong		Soyangkong			2 (2%)	
	1(1%)		1(1%)				
Total		41(52%)		27(35%)	7(9%)		

2) 콩 종실의 Phytosterol, Lutein, Tochoferol의 함량 변이

실험 재료로는 장려 품종 18개와 국내재래종에서 장콩 51개, 지역재래 30개, 나물콩 40개를 사용하였으며 총 136개의 재료를 분석하였다. 이에 대한 분석결과는 아래 표와 같다. Campesterol과 Stigmasterol 함량이 높은 것은 지역재래종의 외알콩으로 각각 47.7mg.100g, 47.35mg/100g 함량치를 나타내었다. Carotenoid의 Lutein의 함량은 861.07µg/100g 로 십식두가 가장 높게 나타났다. 각 Phytosterol의 개별적 성분들과 Carotenoid의 Lutein 함량은 지역재래종에서 높게 나타났으며 Phytosterol의 총합량에서는 장콩이 182.83mg/100g으로 가장 높았으나 지역재래종 역시 180.65mg/100g으로 높은 함량치를 보였다(표 2-13, 14).

Table 2-13. The analysis of Phytosterols and Carotenoid(Lutein) of contents in different groups of Korea Soybean Germplasm.

열번호	구분	자원 번호	Phytosterol (mg/100g)			Carotenoid
			Campesterol	Stigmasterol	Sitosterol	( $\mu$ g/100g) Lutein
1	장려품종	CSR010	16.25	14.65	38.20	179.95
2	장려품종	CSR021	19.07	14.41	49.01	402.48
3	장려품종	CSR023	15.06	15.88	27.24	176.67
4	장려품종	CSR016	12.26	13.41	20.70	136.62
5	장려품종	CSR017	19.95	17.28	39.13	173.91
6	장려품종	덕유콩	22.69	22.44	50.11	318.17
7	장려품종	CSR022	24.06	19.77	52.00	234.54
8	장려품종	CSR015	13.78	11.45	28.70	380.87
9	장려품종	CSR025	18.79	18.51	41.01	123.29
10	장려품종	CSR028	19.92	20.94	43.90	242.26
11	장려품종	CSR033	24.15	23.53	56.45	339.37
12	장려품종	CSR036	18.13	16.14	34.96	203.24
13	장려품종	CSR029	26.53	21.21	59.93	246.96
14	장려품종	CSR085	22.10	18.53	57.68	338.25
15	장려품종	CSR041	21.15	18.69	44.92	345.92
16	장려품종	CSR055	24.16	25.64	42.05	373.79
17	장려품종	CSR037	20.12	15.79	37.04	151.01
18	장려품종	CSR035	24.74	19.48	53.52	165.37
19	장콩	CS00085	13.80	14.75	38.75	264.01
20	장콩	CS00090	15.98	13.29	43.37	382.35
21	장콩	CS00092	20.12	21.07	55.05	61.33
22	장콩	CS00093	17.09	17.59	19.38	39.28
23	장콩	CS00094	17.91	16.43	23.71	94.32
24	장콩	CS00096	17.29	18.13	38.30	144.04
25	장콩	CS00097	22.73	16.63	46.93	171.75
26	장콩	CS00098	22.25	21.98	56.08	167.75
27	장콩	CS00099	23.70	24.92	48.74	112.32
28	장콩	CS00100	18.23	19.49	34.20	124.62
29	장콩	CS00101	18.91	17.93	19.98	119.71
30	장콩	CS00102	16.97	17.61	29.99	172.49
31	장콩	CS00106	19.11	17.11	40.89	344.88
32	장콩	CS00107	21.72	16.68	36.02	188.59
33	장콩	CS00109	19.85	18.75	47.73	163.40
34	장콩	CS00110	15.70	14.25	39.85	211.08
35	장콩	CS00111	19.70	15.41	50.36	138.92

열번호	구분	자원 번호	Phytosterol (mg/100g)			Carotenoid
			Campesterol	Stigmasterol	Sitosterol	( $\mu\text{g}/100\text{g}$ ) Lutein
36	장콩	CS00112	13.44	14.25	34.49	236.00
37	장콩	CS00113	18.43	18.07	23.06	367.30
38	장콩	CS00114	17.09	15.57	31.66	246.06
39	장콩	CS00115	20.97	18.66	39.67	408.78
40	장콩	CS00116	17.02	16.40	34.23	305.46
41	장콩	CS00117	14.77	16.93	41.70	618.60
42	장콩	CS00118	11.99	14.95	24.13	374.66
43	장콩	CS00119	20.07	17.37	38.01	222.22
44	장콩	CS00120	13.24	11.74	24.87	110.72
45	장콩	CS00133	32.60	34.97	66.24	197.73
46	장콩	CS00134	40.03	35.22	82.85	175.46
47	장콩	CS00135	26.86	30.88	69.17	314.72
48	장콩	CS00136	29.15	35.41	67.82	183.33
49	장콩	CS00137	35.14	38.09	88.00	167.85
50	장콩	CS00138	34.50	32.22	88.90	87.89
51	장콩	CS00139	26.45	30.32	82.84	449.54
52	장콩	CS00140	32.27	28.68	74.53	272.77
53	장콩	CS00141	34.05	39.83	86.84	138.30
54	장콩	CS00148	34.68	33.24	66.53	357.74
55	장콩	CS00149	43.78	40.65	92.61	724.75
56	장콩	CS00151	33.51	41.22	97.83	539.77
57	장콩	CS00152	29.41	33.95	73.95	436.99
58	장콩	CS00155	27.75	25.64	77.44	370.19
59	장콩	CS00156	36.50	33.26	92.56	188.51
60	장콩	CS00157	32.13	40.05	78.92	126.64
61	장콩	CS00158	22.78	29.12	55.49	238.31
62	장콩	CS00159	20.05	26.45	49.60	228.24
63	장콩	CS00160	13.92	12.27	26.84	400.11
64	장콩	CS00161	23.64	23.54	56.53	289.37
65	장콩	CS00163	20.68	23.01	49.06	277.12
66	장콩	CS00164	19.51	19.15	47.46	208.52
67	장콩	CS00166	19.82	23.58	54.10	231.68
68	지역채래	CS00167	20.54	25.63	56.39	281.25
69	지역채래	CS00168	23.36	25.29	56.68	328.44
70	지역채래	CS00170	25.76	30.16	54.59	189.75

열번호	구분	자원번호	Phytosterol (mg/100g)			Carotenoid
			Campesterol	Stigmasterol	Sitosterol	( $\mu\text{g}/100\text{g}$ ) Lutein
71	지역채래	CS00171	27.32	32.59	56.03	196.06
72	지역채래	CS00172	14.49	15.48	31.78	207.45
73	지역채래	CS00173	18.51	18.05	53.20	148.96
74	지역채래	CS00176	14.01	14.65	35.12	229.13
75	지역채래	CS00177	35.37	35.45	55.64	274.72
76	지역채래	CS00179	28.51	36.38	84.21	198.87
77	지역채래	CS00180	47.70	47.35	85.60	288.19
78	지역채래	CS00181	20.93	21.07	48.00	415.10
79	지역채래	CS00183	18.38	19.23	52.28	115.96
80	지역채래	CS00184	17.31	20.81	40.48	314.90
81	지역채래	CS00185	18.94	21.05	41.71	349.27
82	지역채래	CS00187	23.62	21.19	46.22	216.98
83	지역채래	CS00188	23.66	22.76	48.45	194.40
84	지역채래	CS00189	29.08	25.25	71.19	288.56
85	지역채래	CS00190	16.73	19.97	45.33	132.85
86	지역채래	CS00193	16.30	23.31	38.69	332.59
87	지역채래	CS00195	23.32	26.92	51.83	226.45
88	지역채래	CS00200	23.07	26.79	45.97	861.07
89	지역채래	CS00202	22.06	24.75	51.39	549.17
90	지역채래	CS00206	22.37	24.61	66.77	248.97
91	지역채래	CS00208	35.71	38.70	80.55	303.63
92	지역채래	CS00212	24.61	19.72	50.93	306.22
93	지역채래	CS00213	16.88	17.85	34.77	195.38
94	지역채래	CS00215	29.71	24.17	59.78	327.06
95	지역채래	CS00216	17.52	18.07	44.88	310.08
96	지역채래	CS00218	19.36	17.29	35.11	157.26
97	지역채래	CS00219	21.21	23.06	49.50	230.59
98	나물콩	CSRV056	19.45	19.03	46.94	392.43
99	나물콩	CS00220	21.25	20.70	45.30	241.26
100	나물콩	CS00221	27.65	29.66	73.73	371.85
101	나물콩	CS00223	21.67	20.17	50.75	290.30
102	나물콩	CS00224	19.49	26.11	48.69	234.94
103	나물콩	CS00226	22.27	20.94	44.07	263.33
104	나물콩	CS00228	30.66	22.89	68.49	205.91
105	나물콩	CS00230	16.19	18.44	37.71	147.99

열번호	구분	자원 번호	Phytosterol (mg/100g)			Carotenoid
			Campesterol	Stigmasterol	Sitosterol	( $\mu\text{g}/100\text{g}$ ) Lutein
106	나물콩	CS00231	22.54	20.96	49.72	588.88
107	나물콩	CS00232	17.88	17.96	33.69	271.61
108	나물콩	CS00233	21.60	24.21	50.98	268.36
109	나물콩	CS00234	23.37	21.11	58.32	209.36
110	나물콩	CS00240	27.41	30.46	73.47	268.36
111	나물콩	CS00241	18.82	16.32	42.92	189.17
112	나물콩	CS00242	21.45	23.39	50.95	334.37
113	나물콩	CS00243	23.04	22.16	55.77	385.69
114	나물콩	CS00244	18.60	21.78	48.64	541.52
115	나물콩	CS00245	25.64	21.99	52.76	411.49
116	나물콩	CS00246	20.75	26.90	58.41	363.78
117	나물콩	CS00248	24.25	24.39	63.81	524.95
118	나물콩	CS00252	24.91	24.41	58.67	300.94
119	나물콩	CS00254	21.05	18.68	54.12	328.50
120	나물콩	CS00256	21.69	27.04	64.47	229.24
121	나물콩	CS00257	15.12	18.73	21.42	150.96
122	나물콩	CS00259	31.48	31.26	59.96	361.55
123	나물콩	CS00260	19.41	22.55	52.59	274.63
124	나물콩	CS00261	20.46	22.07	51.40	263.81
125	나물콩	CS00262	15.35	18.62	36.85	51.91
126	나물콩	CS00265	24.88	31.30	65.44	173.09
127	나물콩	CS00266	17.65	24.33	58.51	393.89
128	나물콩	CS00267	20.48	23.57	51.39	240.04
129	나물콩	CS00268	16.81	17.96	52.78	359.70
130	나물콩	CS00271	20.68	17.60	46.94	215.77
131	나물콩	CS00273	21.19	18.73	37.92	277.67
132	나물콩	CS00274	21.49	21.23	50.83	224.79
133	나물콩	CS00275	14.26	16.63	34.54	311.07
134	나물콩	CS00277	15.96	17.68	38.09	91.90
135	나물콩	CS00278	17.41	18.44	35.73	159.07
136	나물콩	CS00279	20.54	15.82	50.53	207.55

Table 2-14. Average, maximum and minimum phytosterol and carotenoid(Lutein) contents in different groups of Korean Soybean Germplasm.

구분	Statistics	Phytosterols (mg/100g)			Carotenoid (µg/100g)	
		Campesterol	Stigmasterol	β-sitosterol	Total	Lutein
장려품종(18)	Maximum	26.53	25.64	59.93	112.10	402.48
	Minimum	12.26	11.45	20.70	44.40	123.29
	Average	20.16	18.21	43.14	81.51	251.81
장콩(49)	Maximum	43.78	41.22	97.83	182.83	724.75
	Minimum	11.99	11.74	19.38	43.11	39.28
	Average	23.21	23.61	52.80	99.62	252.98
지역재래종(30)	Maximum	47.70	47.35	85.60	180.65	861.07
	Minimum	14.01	14.65	31.78	60.44	115.96
	Average	23.21	24.59	52.44	100.23	280.64
나물콩(39)	Maximum	31.48	31.30	73.73	136.51	588.88
	Minimum	14.26	15.82	21.42	51.50	51.91
	Average	21.15	21.95	50.70	93.80	285.17
Total(136)	Maximum	47.70	47.35	97.83	182.83	861.07
	Minimum	11.99	11.45	19.38	43.11	39.28
	Average	22.22	22.63	50.84	95.69	268.16

실험한 136개의 장려품종 및 육성 재래종들에서 나타난 α-, β-, γ- δ-tocopherol의 함량은 각각 장콩의 KAS613-11가 α-T = 9.77mg/100g, β-T = 3.35mg/100g의 으로 높았으며 지역 재래종의 익산이 γ-T=29.84mg/100g로 가장 높았다. 또한 적각에서 δ-T이 12.95mg/100g로 높은 수치를 보였으며, Total-T역시 적각이 42.98mg/100g으로 높았다. 전체적으로 지역재래종과 장콩에서 함량이 높게 나타났으며 Total Tpcopherol 함량도 지역재래종 >장콩> 장려품종 > 나물콩 순으로 높게 나타났다(표 2-15, 16).

Table 2-15. The analysis of Tocopherol components and contents in different groups of Korea Soybean Germplasm.

열번호	구분	자원 번호	Homologs , mg / 100g samples					
			$\alpha$ -T	$\beta$ - T	$\gamma$ - T	$\delta$ - T	Total-T	$\alpha$ -TE/100g <sup>2)</sup>
1	장려품종	CSRV010	2.50	0.34	22.33	10.55	35.72	5.00
2	장려품종	CSRV021	1.94	0.12	19.53	6.26	27.85	4.01
3	장려품종	CSRV023	2.09	0.46	14.01	8.90	25.47	3.81
4	장려품종	CSRV016	3.55	0.64	21.75	10.40	36.34	6.15
5	장려품종	CSRV017	1.80	0.24	19.88	9.58	31.50	4.00
6	장려품종	덕유콩	1.09	0.01	15.83	5.91	22.84	2.73
7	장려품종	CSRV022	1.96	0.33	15.61	6.42	24.31	3.75
8	장려품종	CSRV015	2.51	0.29	18.88	6.95	28.62	4.61
9	장려품종	CSRV025	3.28	0.35	19.74	6.70	30.07	5.50
10	장려품종	CSRV028	2.93	0.57	16.55	6.48	26.53	4.93
11	장려품종	CSRV033	2.23	0.24	17.53	6.72	26.72	4.17
12	장려품종	CSRV036	2.09	0.40	16.10	7.26	25.85	3.97
13	장려품종	CSRV029	1.20	0.05	17.70	6.51	25.47	3.07
14	장려품종	CSRV085	2.51	0.23	18.92	6.01	27.67	4.58
15	장려품종	CSRV041	2.92	0.99	14.55	4.68	23.14	4.92
16	장려품종	CSRV055	2.13	0.20	21.44	7.96	31.73	4.45
17	장려품종	CSRV037	2.73	0.27	23.68	10.23	36.91	5.33
18	장려품종	CSRV035	3.18	0.15	24.00	6.89	34.21	5.72
19	장콩	CS00085	3.61	0.49	23.90	10.67	38.67	6.35
20	장콩	CS00090	2.81	0.29	21.26	5.81	30.17	5.14
21	장콩	CS00092	2.08	0.24	17.07	5.83	25.22	3.97
22	장콩	CS00093	1.79	0.18	17.74	7.45	27.17	3.73
23	장콩	CS00094	2.40	0.37	15.71	7.59	26.07	4.23
24	장콩	CS00096	2.59	0.15	17.82	5.06	25.63	4.50
25	장콩	CS00097	2.24	0.25	18.51	6.80	27.79	4.28
26	장콩	CS00098	1.69	0.20	16.47	5.96	24.32	3.49
27	장콩	CS00099	2.55	0.30	20.64	8.07	31.55	4.84
28	장콩	CS00100	2.29	0.45	18.17	10.12	31.03	4.43
29	장콩	CS00101	1.96	0.32	17.17	8.39	27.83	3.92
30	장콩	CS00102	1.68	0.00	17.91	7.95	27.54	3.55
31	장콩	CS00106	1.64	0.05	19.41	5.82	26.92	3.66
32	장콩	CS00107	3.06	0.43	18.38	6.95	28.82	5.18
33	장콩	CS00109	3.42	0.63	17.14	6.53	27.72	5.51
34	장콩	CS00110	6.40	2.16	17.66	6.10	32.32	9.31
35	장콩	CS00111	1.77	0.29	18.51	9.26	29.83	3.85

열번호	구분	자원 번호	Homologs , mg / 100g samples						α-TE/100g <sup>2)</sup>
			α - T	β - T	γ - T	δ - T	Total-T		
36	장콩	CS00112	1.96	0.17	21.21	6.63	29.98	4.24	
37	장콩	CS00113	4.00	1.39	15.48	6.07	26.95	6.31	
38	장콩	CS00114	1.69	0.02	18.81	4.92	25.44	3.63	
39	장콩	CS00115	1.71	0.00	21.98	7.37	31.05	3.98	
40	장콩	CS00116	1.92	0.18	18.98	6.62	27.71	3.98	
41	장콩	CS00117	1.51	0.06	17.96	6.19	25.71	3.40	
42	장콩	CS00118	1.76	0.00	19.36	6.68	27.80	3.76	
43	장콩	CS00119	1.54	0.17	17.55	7.30	26.56	3.45	
44	장콩	CS00120	2.68	0.00	20.75	6.46	29.90	4.82	
45	장콩	CS00133	2.14	0.26	15.69	7.30	25.39	3.91	
46	장콩	CS00134	1.97	0.25	14.45	6.76	23.43	3.60	
47	장콩	CS00135	1.68	0.13	18.25	6.32	26.39	3.64	
48	장콩	CS00136	2.47	0.19	18.53	6.64	27.83	4.48	
49	장콩	CS00137	4.71	0.41	14.06	5.01	24.19	6.37	
50	장콩	CS00138	2.07	0.29	13.89	5.07	21.32	3.65	
51	장콩	CS00139	0.93	0.00	19.06	5.29	25.27	2.89	
52	장콩	CS00140	2.56	0.30	14.03	4.81	21.70	4.16	
53	장콩	CS00141	9.77	3.35	13.09	4.65	30.85	12.80	
54	장콩	CS00148	1.27	0.13	9.66	3.69	14.75	2.33	
55	장콩	CS00149	1.82	0.25	17.50	6.37	25.94	3.76	
56	장콩	CS00151	3.79	0.64	12.01	4.53	20.97	5.35	
57	장콩	CS00152	2.14	0.29	16.72	5.57	24.72	4.01	
58	장콩	CS00155	5.98	1.72	16.86	5.23	29.78	8.58	
59	장콩	CS00156	2.42	0.27	23.07	9.38	35.14	4.96	
60	장콩	CS00157	3.35	0.34	20.52	6.72	30.93	5.64	
61	장콩	CS00158	3.09	0.18	21.24	5.60	30.11	5.36	
62	장콩	CS00159	3.13	0.30	21.65	7.27	32.35	5.52	
63	장콩	CS00160	1.65	0.09	16.49	5.53	23.77	3.40	
64	장콩	CS00161	2.34	0.00	20.02	7.23	29.59	4.41	
65	장콩	CS00163	1.38	0.00	19.42	7.57	28.37	3.40	
66	장콩	CS00164	1.80	0.56	15.26	7.49	25.10	3.68	
67	장콩	CS00166	2.18	0.35	15.10	5.66	23.28	3.92	
68	지역채래	CS00167	1.31	0.11	20.63	7.25	29.30	3.50	
69	지역채래	CS00168	2.15	0.29	14.99	5.74	23.17	3.85	
70	지역채래	CS00170	1.26	0.07	15.91	6.10	23.34	2.95	



열번호	구분	자원 번호	Homologs , mg / 100g samples					
			$\alpha$ -T	$\beta$ - T	$\gamma$ - T	$\delta$ - T	Total-T	$\alpha$ -TE/100g <sup>2)</sup>
71	지역채래	CS00171	2.51	0.25	19.56	9.09	31.42	4.68
72	지역채래	CS00172	1.90	0.17	16.22	7.26	25.54	3.68
73	지역채래	CS00173	1.73	0.09	19.55	7.81	29.18	3.81
74	지역채래	CS00176	1.81	0.00	16.89	5.35	24.04	3.55
75	지역채래	CS00177	3.07	0.34	14.15	5.53	23.10	4.72
76	지역채래	CS00179	1.97	0.00	16.62	5.52	24.10	3.68
77	지역채래	CS00180	3.11	1.02	16.36	6.10	26.59	5.31
78	지역채래	CS00181	2.68	0.31	17.40	5.70	26.09	4.64
79	지역채래	CS00183	2.03	0.24	16.62	9.27	28.17	3.91
80	지역채래	CS00184	3.09	0.60	16.89	7.47	28.05	5.16
81	지역채래	CS00185	2.19	0.22	21.15	8.34	31.90	4.50
82	지역채래	CS00187	2.38	0.38	13.08	5.69	21.54	3.94
83	지역채래	CS00188	2.55	0.43	15.65	6.36	24.99	4.39
84	지역채래	CS00189	1.82	0.23	15.62	6.78	24.45	3.56
85	지역채래	CS00190	3.16	0.45	26.42	12.95	42.98	6.15
86	지역채래	CS00193	2.80	0.18	17.45	6.12	26.54	4.69
87	지역채래	CS00195	2.31	0.18	17.79	7.60	27.87	4.25
88	지역채래	CS00200	1.93	0.42	16.54	7.59	26.48	3.87
89	지역채래	CS00202	2.38	0.00	15.66	5.30	23.33	3.99
90	지역채래	CS00206	1.67	0.21	17.04	6.88	25.81	3.55
91	지역채래	CS00208	1.89	0.29	16.91	8.34	27.43	3.81
92	지역채래	CS00212	2.84	0.46	18.16	7.62	29.08	4.96
93	지역채래	CS00213	2.63	0.30	18.45	7.87	29.25	4.70
94	지역채래	CS00215	4.25	0.24	29.84	8.00	42.33	7.44
95	지역채래	CS00216	2.77	0.16	20.30	6.07	29.31	4.94
96	지역채래	CS00218	1.94	0.25	16.82	7.24	26.24	3.82
97	지역채래	CS00219	2.77	0.22	19.50	4.48	26.96	4.87
98	나물콩	CSRV056	1.16	0.10	18.42	7.33	27.01	3.13
99	나물콩	CS00220	1.98	0.16	17.20	5.84	25.19	3.84
100	나물콩	CS00221	2.96	0.41	14.15	5.43	22.96	4.64
101	나물콩	CS00223	1.85	0.26	15.18	6.49	23.77	3.56
102	나물콩	CS00224	3.08	0.43	18.36	5.80	27.67	5.19
103	나물콩	CS00226	1.99	0.42	16.70	7.68	26.79	3.94
104	나물콩	CS00228	2.50	0.36	14.55	5.75	23.17	4.20
105	나물콩	CS00230	1.30	0.00	14.60	6.53	22.44	2.83

열번호	구분	자원 번호	Homologs , mg / 100g samples					
			$\alpha$ - T	$\beta$ - T	$\gamma$ - T	$\delta$ - T	Total-T	$\alpha$ -TE/100g <sup>2)</sup>
106	나물콩	CS00231	2.98	0.36	16.94	4.69	24.97	4.90
107	나물콩	CS00232	1.53	0.00	18.35	5.75	25.62	3.42
108	나물콩	CS00233	1.72	0.05	18.15	6.86	26.78	3.63
109	나물콩	CS00234	2.85	0.42	16.06	5.19	24.52	4.72
110	나물콩	CS00240	1.23	0.00	18.06	5.52	24.81	3.09
111	나물콩	CS00241	1.66	0.26	20.58	10.05	32.54	3.95
112	나물콩	CS00242	3.37	0.42	14.49	4.33	22.62	5.08
113	나물콩	CS00243	1.09	0.00	16.88	5.24	23.20	2.83
114	나물콩	CS00244	3.46	0.53	17.56	5.32	26.88	5.54
115	나물콩	CS00245	4.13	0.94	15.16	5.07	25.31	6.17
116	나물콩	CS00246	1.98	0.09	17.30	4.38	23.75	3.80
117	나물콩	CS00248	1.14	0.08	20.76	6.54	28.52	3.32
118	나물콩	CS00252	1.33	0.00	13.66	4.73	19.72	2.74
119	나물콩	CS00254	1.76	0.00	21.03	5.01	27.80	3.92
120	나물콩	CS00256	1.57	0.05	13.98	3.50	19.11	3.03
121	나물콩	CS00257	2.17	0.00	20.10	8.44	30.71	4.26
122	나물콩	CS00259	2.14	0.22	16.04	4.90	23.31	3.91
123	나물콩	CS00260	3.08	0.27	14.48	4.36	22.19	4.71
124	나물콩	CS00261	2.52	0.37	15.32	4.90	23.10	4.28
125	나물콩	CS00262	2.36	0.49	18.29	8.64	29.79	4.52
126	나물콩	CS00265	1.73	0.16	15.96	4.29	22.14	3.45
127	나물콩	CS00266	1.17	0.00	19.54	5.81	26.51	3.18
128	나물콩	CS00267	2.12	0.00	18.20	5.78	26.09	3.99
129	나물콩	CS00268	2.32	0.00	15.84	3.86	22.02	3.94
130	나물콩	CS00271	2.77	0.37	19.40	8.05	30.59	4.98
131	나물콩	CS00273	2.05	0.27	16.97	7.52	26.81	3.96
132	나물콩	CS00274	1.22	0.10	15.94	6.42	23.69	2.93
133	나물콩	CS00275	1.43	0.00	24.73	7.44	33.59	3.97
134	나물콩	CS00277	3.03	0.38	20.15	6.88	30.43	5.30
135	나물콩	CS00278	2.15	0.00	17.21	6.67	26.03	3.93
136	나물콩	CS00279	1.10	0.00	13.53	5.33	19.95	2.50

Table2-16. Average, maximum and minimum tocopherol contents in different groups of Korean Soybean Germplasm.

구분(n)	Statistics	Homologs , mg / 100g samples					
		$\alpha$ -T	$\beta$ - T	$\gamma$ - T	$\delta$ - T	Total-T	$\alpha$ -TE/100g <sup>2)</sup>
장려품종(18)	Maximum	3.55	0.99	24.00	10.55	36.91	6.15
	Minimum	1.09	0.01	14.01	4.68	22.84	2.73
	Average	2.37	0.33	18.78	7.47	28.94	4.48
장콩(49)	Maximum	9.77	3.35	23.90	10.67	38.67	12.80
	Minimum	0.93	0.00	9.66	3.69	14.75	2.33
	Average	2.60	0.39	17.80	6.58	27.36	4.64
지역재래종 (30)	Maximum	4.25	1.02	29.84	12.95	42.98	7.44
	Minimum	1.26	0.00	13.08	4.48	21.54	2.95
	Average	2.36	0.27	17.94	7.05	27.62	4.36
나물콩(39)	Maximum	4.13	0.94	24.73	10.05	33.59	6.17
	Minimum	1.09	0.00	13.53	3.50	19.11	2.50
	Average	2.10	0.21	17.18	5.96	25.44	3.98
Total(136)	Maximum	9.77	3.35	29.84	12.95	42.98	12.80
	Minimum	0.93	0.00	9.66	3.50	14.75	2.33
	Average	2.38	0.30	17.78	6.62	27.08	4.38

#### 나. 종자저장 단백질(11S,7S)의 변이, 자원탐색 및 프로테옴 해석

##### 1) 콩 종자 저장단백질의 발현양상 변이 및 고 11S/7S 비율 자원발굴

야생콩 100계통과 장려품종과 재래종 124품종을 SDS-PAGE를 이용하여 비교한 결과는 그림 2-12과 같다. 야생콩에 비해 장려품종과 재래종의 단백질 band의 발현정도가 많음을 알 수 있었으며 야생콩과 장려품종 및 재래종의 단백질 발현양상을 비교해 보면 장려품종 및 재래종의 단백질 발현양상은 대부분 유사한 발현양상을 보였으나 야생콩의 단백질 발현양상은 각각 다른 단백질 발현양상을 보였다. 야생콩의 경우에는  $\beta$ -subunit부분이 장려품종과 재래종에 비해 단백질 band의 발현정도가 분명한 차이를 보였다. 대부분의 야생콩에서는 14.4~20.1kDa부분의 단백질 발현양상은 유사하였다. 94.0~97.0kDa 부분을 보면 IT184103과 IT19558에서는 다른 야생콩에 비해 단백질 bands의 발현양상이 분명한 차이를 보였다. IT184247에서는 단백질 발현양상이 다른 야생콩에 비해 분명한 차이를 보였다. IT104397에서 가장 특이한 단백질 bands의 발현양상을 보인 66.0~97.0kDa의  $\alpha'$ -,  $\alpha$ -subunit부분이 다른 비교품종의 단백질 bands의 발현양상과 분명한 차이를 보였으며  $\beta$ -subunit부분에서도 다른 야생콩과는 상이하게 단백질 band의 발현정도가 분명한 차이를 보였다.

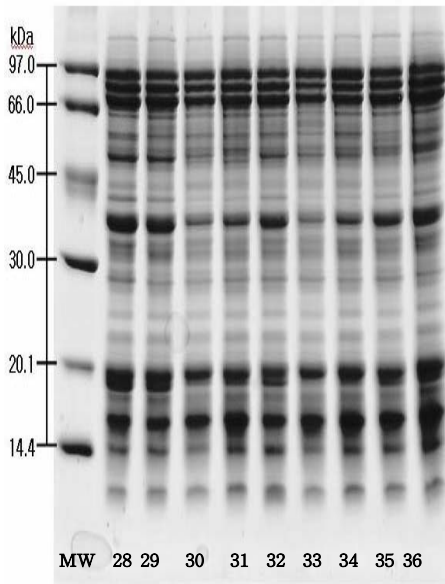
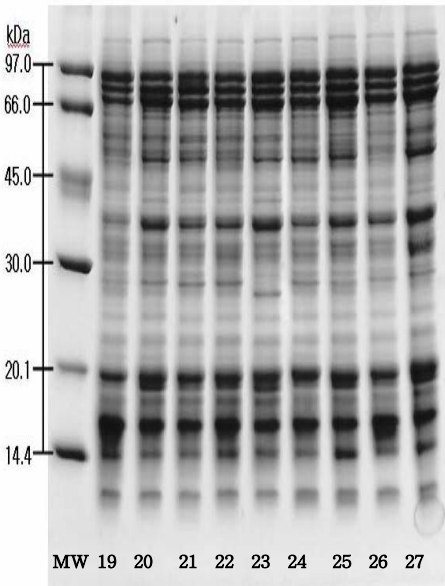
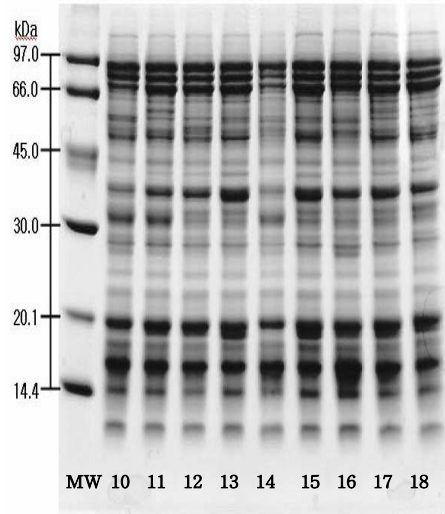
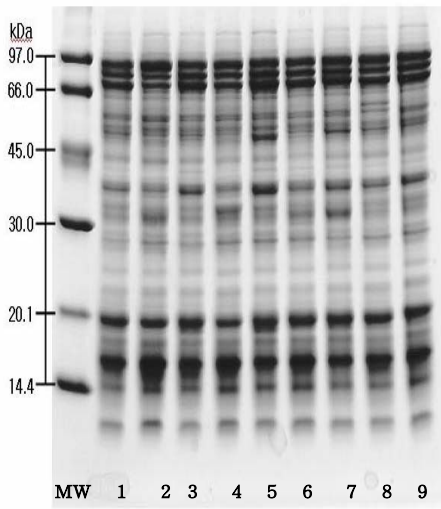


Fig. 2-6. Comparison with protein bands on wild-type soybeans and recommended and local varieties seed using SDS-PAGE.

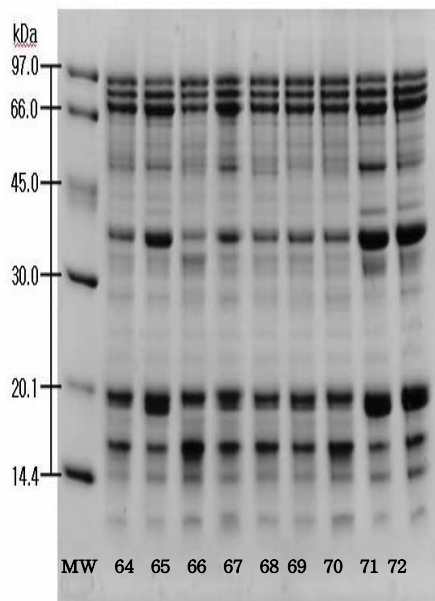
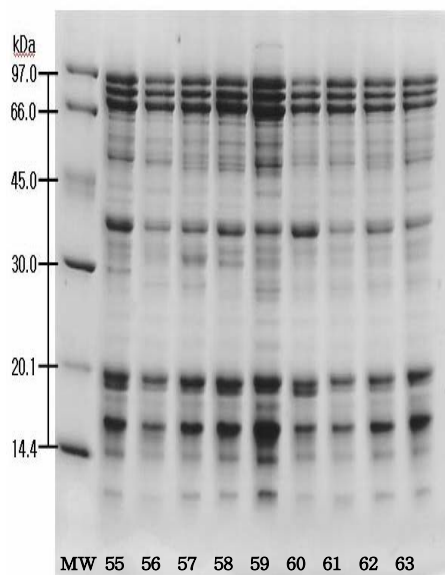
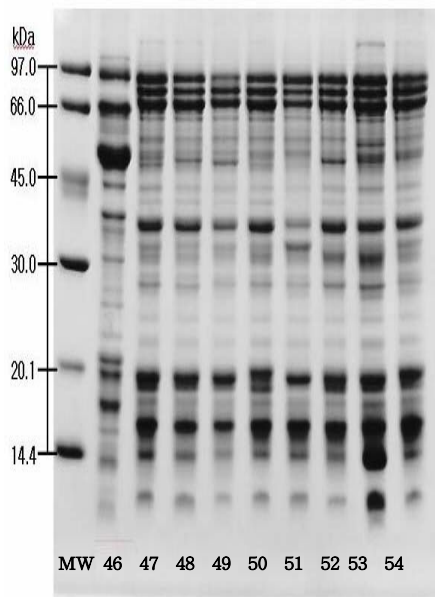
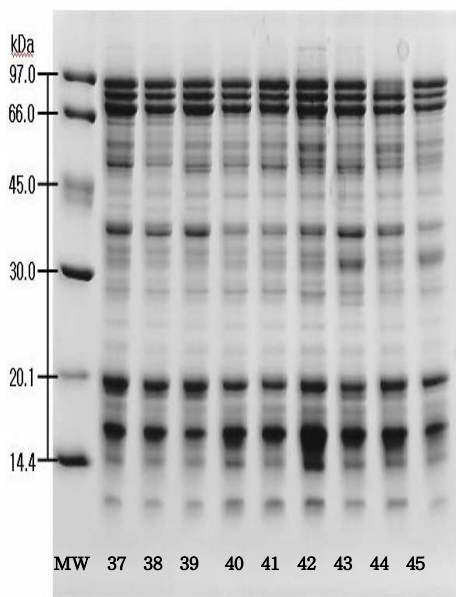


Fig. 2-6. (Continued)

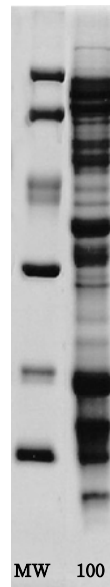
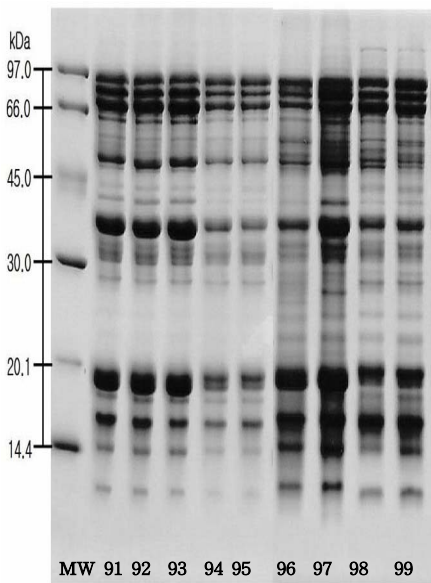
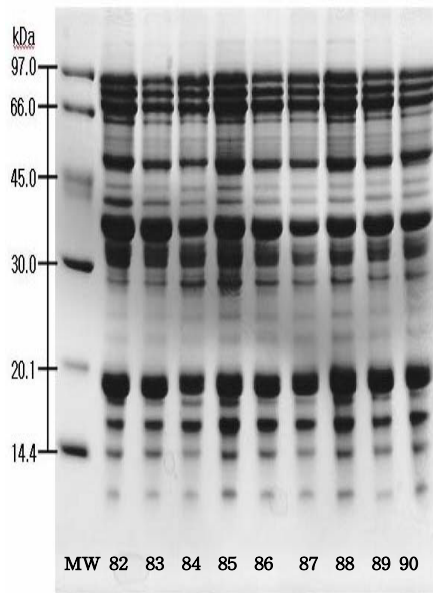
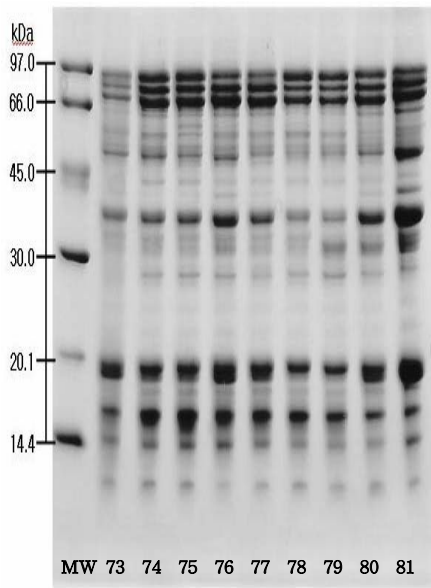


Fig. 2-6. (Continued)

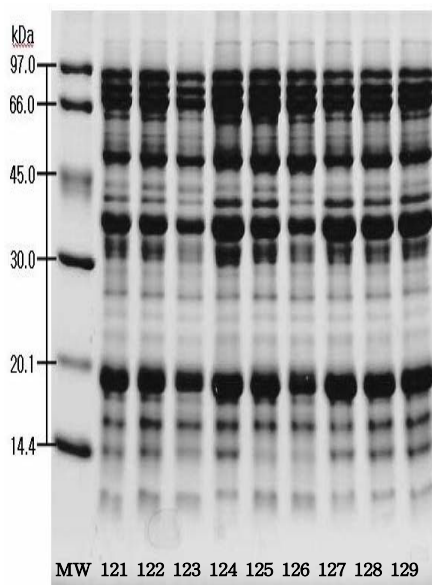
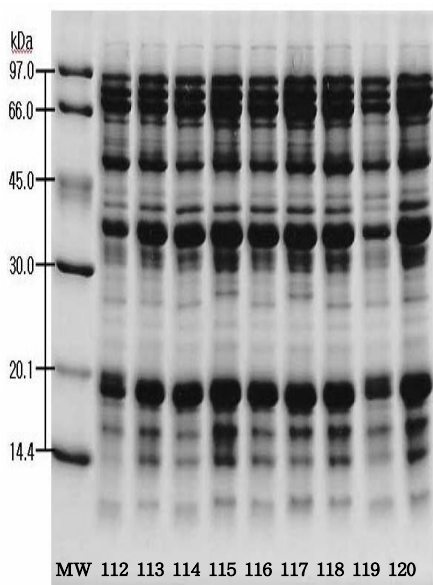
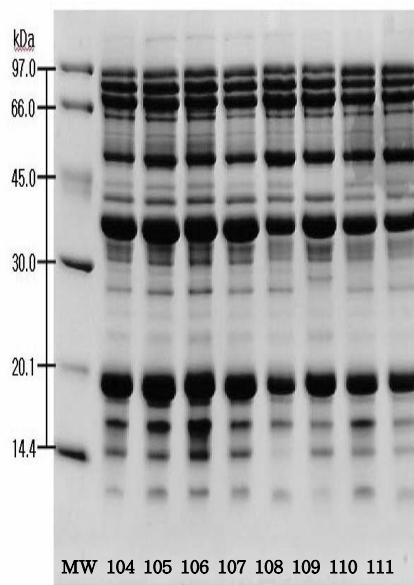
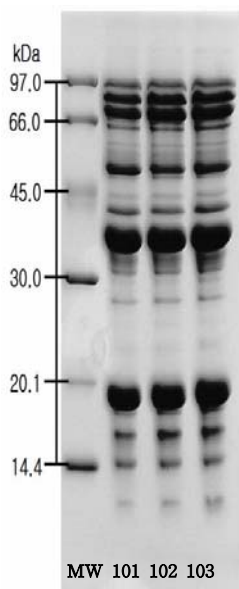


Fig. 2-6. (Continued)

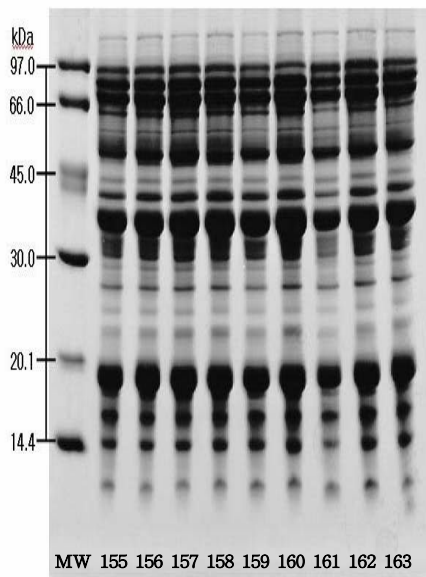
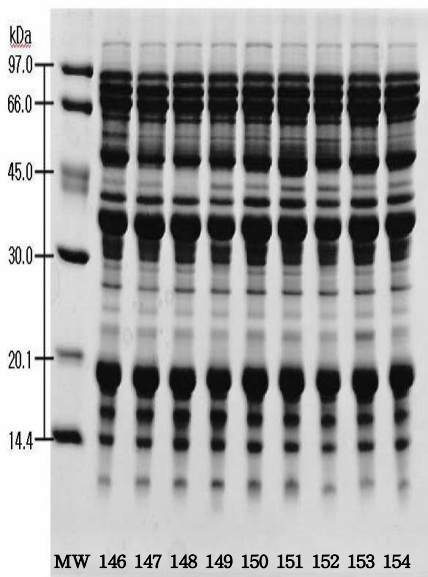
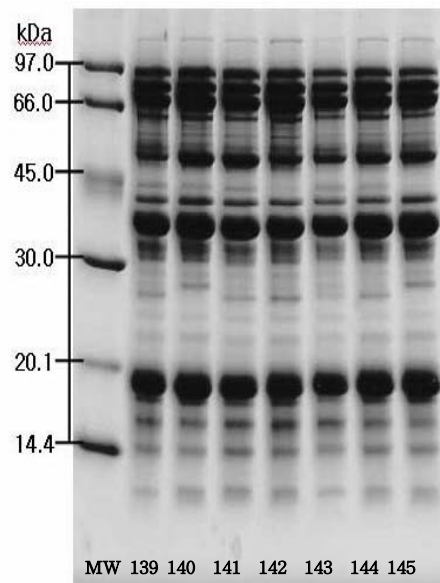
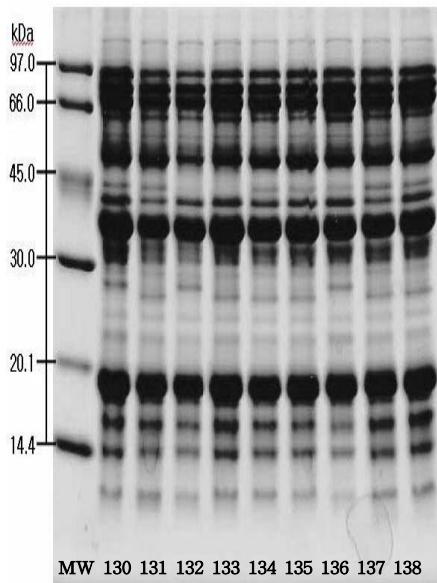


Fig. 2-6. (Continued)



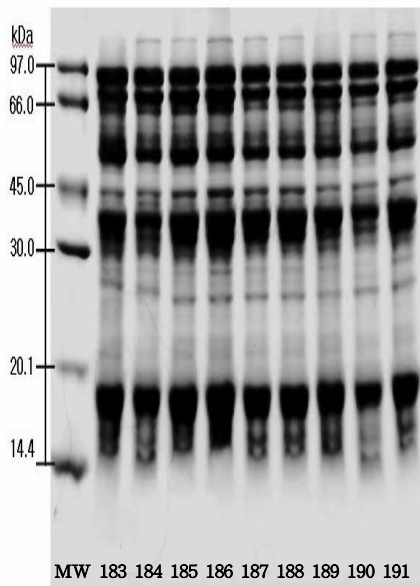
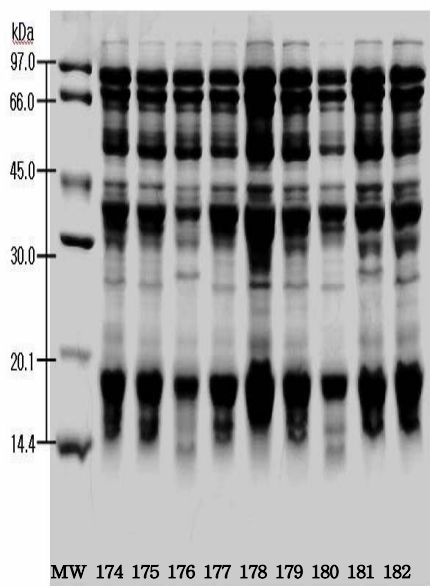
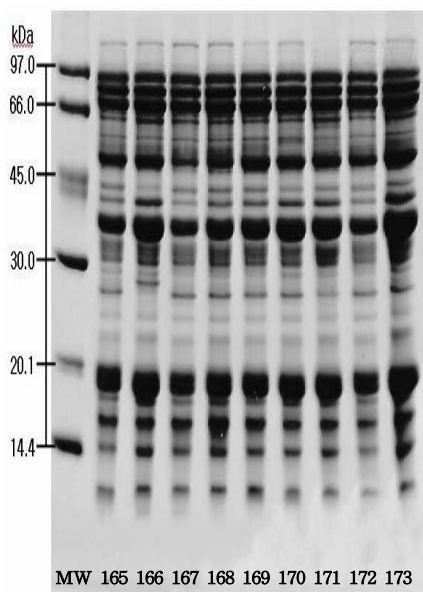
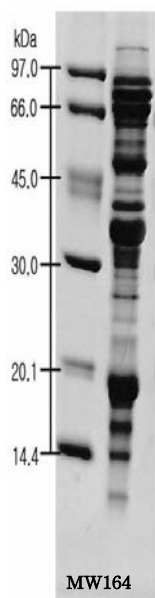


Fig. 2-6. (Continued)

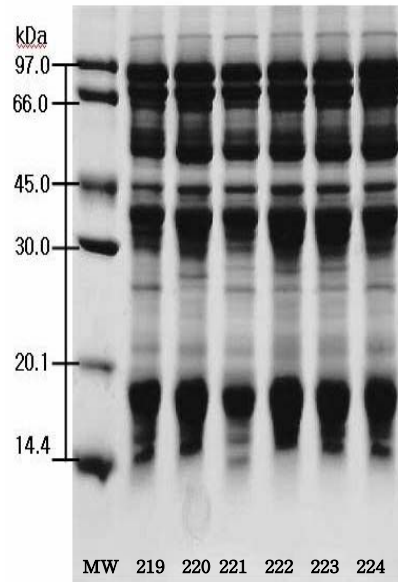
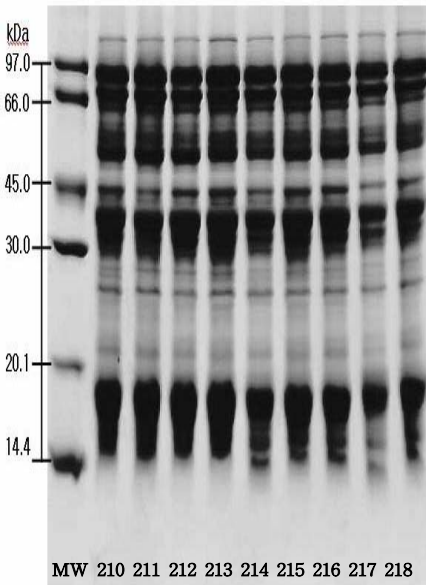
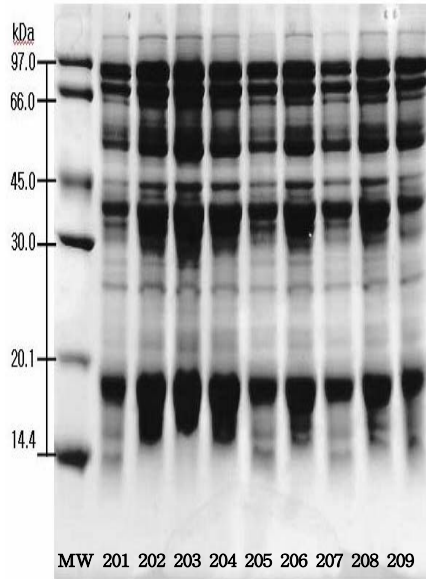
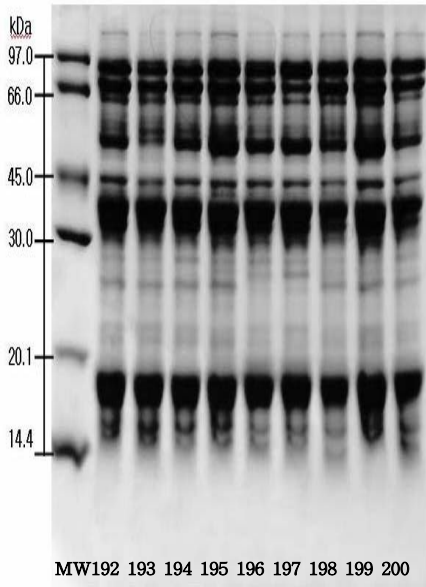


Fig. 2-6.(Continued)

가장 특이한 단백질 bands의 발현양상을 보인 IT104397와  $\alpha'$ -subunit이 결실된 Keburi, 장려품종인 황금콩 그리고 야생콩인 IT184222를 SDS-PAGE을 이용하여 비교한 결과 IT104397의 경우는  $\alpha'$ -subunit와  $\alpha$ -subunit부분이 IT184222와 Keburi, 그리고 황금콩에 비해

단백질 bands의 발현양상에서 분명한 차이를 보였다(그림 2-13). 또한  $\alpha'$ -,  $\alpha$ -subunit부분뿐만 아니라  $\beta$ -subunit부분도 Keburi와 황금콩에 비해 단백질 bands의 발현양상이 차이를 보였으며 특히 IT184222와는 단백질 bands의 발현양상이 분명한 차이를 보인 반면 30.0 - 45.0 kDa 부분에서 단백질 band의 발현양상은 HMW 부분의 발현양상과는 정반대의 발현 양상을 보였다. 또한 20.1kDa 부분에서 단백질 bands의 발현양상은 IT184222와 유사한 발현양상을 보였다.

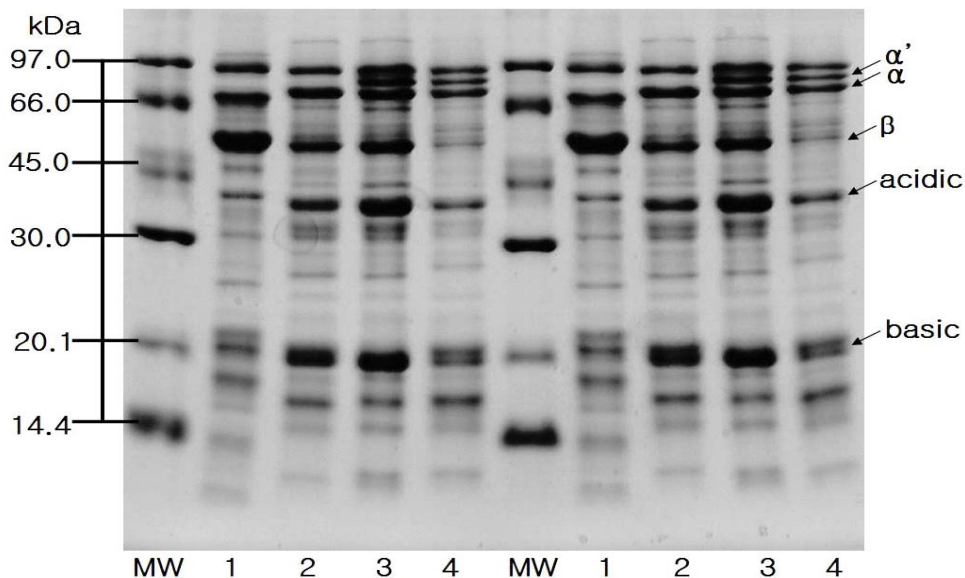


Fig. 2-7. Comparison with protein bands on soybean seed using SDS-PAGE.(MW : Molecular weight, 1 : IT104397, 2 : Keburi, 3 : Hwangkeumkong, 4 : IT184222)

SDS-PAGE는 대부분 12% gel을 사용하여 단백질 bands 발현양상의 차이를 확인하였다. IT104397의 7S인  $\alpha'$ -와  $\alpha$ - 그리고  $\beta$ -subunit부분인 HMW를 자세히 비교하기 위해 gel의 농도를 6%로 하여 다시 전기영동을 하였다. 전기영동을 한 결과 12% gel에서 나타난 단백질 bands의 발현양상과 비교해 IT104397에서 HMW부분이 다른 비교품종에 비해 분명한 차이를 보였다(그림 2-14). 12% gel에서 확인된 결과와 같이 6% gel에서도  $\alpha'$ -와  $\alpha$ -subunit부분의 단백질 bands의 발현양상에 차이를 보인 반면  $\beta$ -subunit부분에서 단백질 band의 발현양상은 정반대의 단백질 bands의 발현양상을 보였다. 30.0~45.0kDa부분에서는 IT104397과 IT184222는 유사한 단백질 발현양상을 보였지만 Keburi와 비교해 보면 단백질 bands의 발현양상이 차이를 보였다. 황금콩과의 비교에서는 Keburi보다 더 분명한 단백질 bands의 발현양상을 보

였다. LMW부분에서 IT104397은 IT184222의 단백질 bands의 발현양상과 매우 유사한 경향을 보였다. IT104397 경우는 IT184222와 단백질 bands의 발현양상이 유사하였으나  $\alpha'$ -와  $\alpha$ -subunit부분에서는 단백질 bands의 발현양상에 차이를 보였다. 반면에  $\beta$ -subunit부분은  $\alpha'$ -와  $\alpha$ -subunit부분에서의 단백질 bands의 발현양상과는 다른 양상을 보였다.

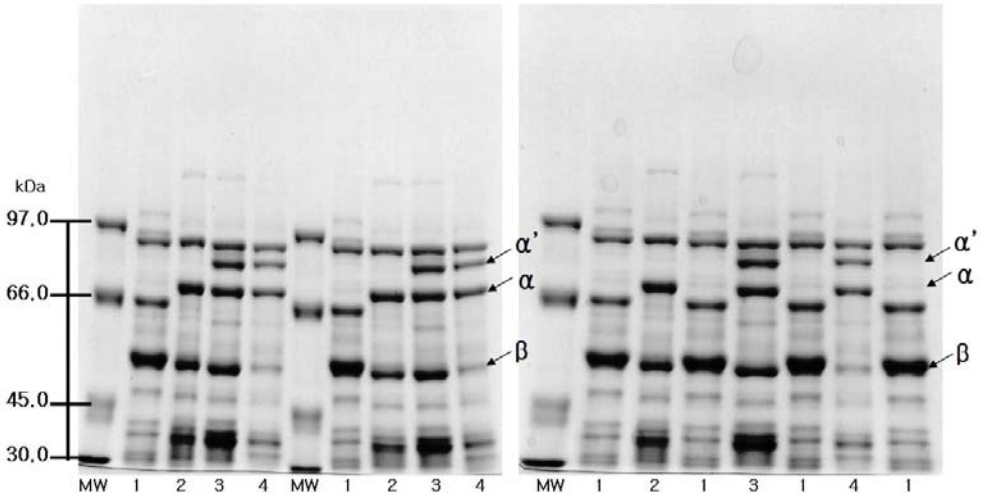


Fig. 2-8. Comparison with protein bands on soybeans seed using 6% gel by SDS-PAGE.(MW : Molecular weight, 1 : IT104397, 2 : Keburi, 3 : Hwangkeumkong, 4 : IT184222)

6% gel에서 단백질 발현의 차이를 확인한 후 Gel & Graph Digitizing Software(Silk Scientific, Inc. USA)를 이용하여 12% gel에서 전체적인 단백질 bands의 분자량(molecular weight)를 측정하였으며 육안으로는 확인이 어려운 단백질 bands를 분리할 수 있었다. Gel & Graph Digitizing Software를 이용하여 분자량 표준품의 MW를 기준값으로 설정하여 단백질 bands의 MW값을 산출하였으며 단백질 bands의 발현정도를 수치화하였다. 수치화된 단백질 bands의 pixel값을 수치로 단백질 bands의 발현정도를 비교하였다(표 2-17). SDS-PAGE에서  $\alpha'$ -,  $\alpha$ -subunit부분에서 단백질 bands의 발현양상이 분명한 차이를 보인 IT104397를 Keburi와 비교한 결과 IT104397에서 단백질 band no.1의 MW를 보면 82.89kDa이고 단백질 band no. 2는 71.76kDa이었다. Keburi에서는 단백질 band no. 1의 MW를 보면 82.44kDa이며 단백질 band no. 2는 73.78이었다.  $\alpha'$ 와  $\alpha$ -subunit이 있는 황금콩에서 단백질 band no. 1의 MW를 보면 82.44이며 단백질 band no. 2는 77.99kDa이었으며 단백질 band no.3는 73.37이었다. 이 결과를 보면 황금콩에서  $\alpha'$ -subunit부분은 단백질 band no. 2인 77.90kDa이었으며  $\alpha$

-subunit부분은 단백질 band no. 3인 73.37kDa이었다.  $\alpha'$ -subunit이 결실된 Keburi의 경우 황금콩과 비교해 보면 황금콩은 77.90kDa부분에서 단백질 band가 발견되었으나 Keburi는 단백질 band가 발견되지 않았다. IT104397과 황금콩을 비교해 보면 황금콩은 77.90kDa과 73.37kDa에서 단백질 band가 발견되었으나 IT104397은 단백질 band가 발견되지 않았다. 또한 gel 이미지 상단에서부터 단백질 band의 중간까지의 거리를 나타낸 Y position을 비교해 보면 IT104397의 단백질 band no. 1은 64이며 단백질 band no. 2는 90이었다. Keburi의 경우 단백질 band no. 1은 65이며 단백질 band no. 2는 85였다. 황금콩의 경우 단백질 band no. 1은 65이며 단백질 band no. 2는 75이고 단백질 band no. 3은 86이었다. IT104397과 황금콩을 비교해 보면 황금콩은 단백질 band의 Y position이 65, 75, 86인 반면 IT104397은 64, 90이었고 IT104397과 Keburi를 비교해 보면 Keburi는 단백질 band의 Y position이 65, 85인 반면 IT104397은 64, 90이었다. 이와 같은 결과를 보면 IT104397은  $\alpha'$ 와  $\alpha$ -subunit이 결실된 것을 알 수 있었다. 또한 IT104397에서 특이한 단백질 band의 발현양상을 보인  $\beta$ -subunit부분을 보면 pixel total값이 IT104397은 200079.5이며 Keburi는 102220.2이고 황금콩은 133413.6이었다. 황금콩에 비해 IT104397은 pixel total값이 1.50배 증가하였으며 Keburi에 IT104397은 pixel total값이 1.95배 증가하였다. IT184222와 비교해 보면 pixel total값이 4.98배 증가하였다.

Table 2-17. Differences in protein bands two wild-type soybeans and two soybean cultivars.

Line	Band no.	Mol weight	Y position	Pixel total	Pixel total(%)	Line	Band no.	Mol weight	Y position	Pixel total	Pixel total(%)	
MW	1	97*	61	83490.95	13.53		1	82.44	65	113834.7	8.82	
	2	66*	97	116277.1	18.84		2	77.99	75	82833.28	6.42	
	3	45*	167	64808.99	10.5		3	73.37	86	122557.1	9.49	
	4	30*	221	116905.1	18.95		4	68.26	99	41525.8	3.22	
	5	20.1*	321	61273.05	9.93		5	61.1	119	38524.77	2.98	
	6	14.4*	394	174318.8	28.25		6	58.77	126	40213.82	3.11	
1	1	82.89	64	91529.92	9.66	3	7	56.53	133	133413.6	10.33	
	2	71.76	90	127883.7	13.49		8	50.04	155	20098.32	1.56	
	3	64.22	110	23943.42	2.53		9	46.81	167	31351.8	2.43	
	4	57.8	129	200079.5	21.11		10	41.9	187	168474.4	13.05	
	5	50.04	155	36932.22	3.9		11	37.5	207	55163.23	4.27	
	6	43.8	179	44363.66	4.68		12	36.67	211	33129.3	2.57	
	7	40.53	193	17069.86	1.8		13	33.19	229	13900.85	1.08	
	8	39.64	197	21066.98	2.22		14	29.7	249	20339.3	1.58	
	9	35.87	215	28369.6	2.99		15	26.88	267	11457.82	0.89	
	10	31.22	240	10635.3	1.12		16	24.06	287	18044.25	1.4	
	11	28.26	258	24348.1	2.57		17	19.49	325	175100.4	13.56	
	12	22.01	303	42331.61	4.47		18	18.03	339	26375.8	2.04	
	13	20.48	316	69995.36	7.38		19	15.96	361	65689.11	5.09	
	14	17.63	343	67481.41	7.12		20	13.97	385	41127.1	3.19	
	15	15.44	367	26364.1	2.78		21	11	428	37830.09	2.93	
	16	13.07	397	63172.25	6.66		4	1	82.44	65	65732.63	8.18
	17	11.7	417	20368.16	2.15			2	77.99	75	58766.06	7.31
	18	10.47	437	32031.47	3.38			3	73.78	85	77207.69	9.61
2	1	82.44	65	80491.35	7.4	4		68.64	98	22401	2.79	
	2	73.78	85	114167.5	10.49	5		61.78	117	29170.56	3.63	
	3	69.03	97	26646.34	2.45	6		59.1	125	13323.25	1.66	
	4	62.47	115	33801.01	3.11	7		57.16	131	40146.19	5	
	5	58.12	128	54110.34	4.97	8		50.04	155	15505.5	1.93	
	6	56.53	133	102220.2	9.39	9		46.81	167	12835.44	1.6	
	7	49.48	157	29774.34	2.74	10		42.13	186	69261.44	8.62	
	8	46.81	167	22309.67	2.05	11		38.55	202	22325.06	2.78	
	9	42.36	185	106382.4	9.78	12		37.08	209	20841.56	2.59	
	10	37.71	206	57398.19	5.28	13		33.19	229	13123	1.63	
	11	36.27	213	32543.67	2.99	14		31.4	239	19166.63	2.38	
	12	33.37	228	21843.51	2.01	15		26.88	267	9715.94	1.21	
	13	31.4	239	16163.84	1.49	16		23.92	288	14978.13	1.86	
	14	29.7	249	22572.17	2.07	17		20.14	319	56001.13	6.97	
	15	27.03	266	14501.67	1.33	18		19.49	325	64462.75	8.02	
	16	24.06	287	19031.51	1.75	19	18.23	337	25135.56	3.13		
	17	19.81	322	174907	16.08	20	16.05	360	85099.5	10.59		
	18	18.03	339	30996.34	2.85	21	14.12	383	38760.31	4.82		
	19	16.14	359	64944.85	5.97	22	11.13	426	29757.38	3.7		
	20	14.28	381	40282.68	3.7							
21	11.31	423	22949.51	2.11								

야생콩 100종에 따른 단백질 함량을 분석한 결과(표 2-18), 7S 단백질을 이루는  $\alpha'$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ -subunit 함량의 평균은  $\alpha \rightarrow \alpha' \rightarrow \beta$ -subunit 순서로 함량이 높았는데, 이는 종마다 대부분 같은 경향이였다.  $\alpha'$ -subunit 함량은 종마다 11.75%~23.44%에 이르는 변이를 보였으며,  $\alpha'$ -subunit 함량의 평균은 17.3%였고, 야생콩 중에서 IT 191201이 23.44%로 가장 높았고, IT 182940이 11.75%로 가장 낮았다.  $\alpha$ -subunit 함량은 13.08%~29.23%에 이르는 변이를 보였으며,  $\alpha$ -subunit 함량의 평균은 22.12%이고, IT 184103이 29.23% 가장 높았으며, IT 188386이 13.08%로 가장 낮았다.  $\beta$ -subunit 함량의 평균은 12.47%이고, IT 183006이 19.87%로 가장 높았고, IT 184103이 4.06%로 가장 낮았다. 이에 따른 11S/7S의 비율은 평균 0.93%로 IT 184222가 0.73%로 가장 낮았으며 IT 104397이 1.66%로 가장 높았다.

장려품종 64종에 따른 단백질 함량을 분석한 결과(표 2-19), 7S 단백질을 이루는  $\alpha'$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ -subunit 함량의 평균은  $\alpha \rightarrow \alpha' \rightarrow \beta$ -subunit 순서로 함량이 높았는데, 이는 품종마다 대부분 같은 경향이였다.  $\alpha'$ -subunit 함량은 품종마다 8.46%~15.69%에 이르는 변이를 보였으며,  $\alpha'$ -subunit 함량의 평균은 12.67%였고, 장려품종 중에서 Songhakkong이 8.46%로 가장 낮았고, Anpeongkong이 15.69%로 가장 높았다.  $\alpha$ -subunit 함량은 14.5%~22.7%에 이르는 변이를 보였으며,  $\alpha$ -subunit 함량의 평균은 18.35%이고, Namcheonkong이 22.7%로 가장 높았으며, Dankyeongkong이 14.5%로 가장 낮았다.  $\beta$ -subunit 함량의 평균은 10.89%이고, Hwangkeumkong이 21.39%로 가장 높았고, Pungsannamulkong이 7.18%로 가장 낮았다. 이에 따른 11S/7S의 비율은 평균 1.39%로 Hwangkeumkong이 1.00%로 가장 낮았으며 Jangdanbaekmok이 1.64%로 가장 높았다.

재래종 60종에 따른 단백질 함량을 분석한 결과(표 2-20), 7S 단백질을 이루는  $\alpha'$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ -subunit 함량의 평균은  $\alpha \rightarrow \alpha' \rightarrow \beta$ -subunit 순서로 함량이 높았는데, 이는 품종마다 대부분 같은 경향이였다.  $\alpha'$ -subunit 함량은 품종마다 9.41%~16%에 이르는 변이를 보였으며,  $\alpha'$ -subunit 함량의 평균은 12.45%였고, 재래종 중에서 IT 22351이 9.41%로 가장 낮았고, IT 115898이 16%로 가장 높았다.  $\alpha$ -subunit 함량은 12.06%~23.35%에 이르는 변이를 보였으며,  $\alpha$ -subunit 함량의 평균은 17.61%이고, IT 212860이 23.35%로 가장 높았으며, IT 115861이 12.06%로 가장 낮았다.  $\beta$ -subunit 함량의 평균은 12.24%이고, IT 186230이 7.49%로 가장 낮았고, IT141860이 17.66%로 가장 높았다. 이에 따른 11S/7S의 비율은 평균 1.36%로 IT 155998이 1.00%로 가장 낮았으며 IT 22739이 1.58%로 가장 높았다.

Table 2-18. Variations of 7S( $\alpha'$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ subunit) and 11S protein concentrations and 11S/7S ratio in wild soybeans.

IT NO.	7S			Total	11S	11S/7S ratio
	$\alpha'$	$\alpha$	$\beta$			
-----%						
104397	12.38	18.88	6.40	37.66	62.34	1.66
191206	12.40	14.85	11.79	39.05	60.95	1.56
188353	13.73	16.51	9.11	39.35	60.65	1.54
188386	14.77	13.08	12.24	40.08	59.92	1.49
191701	15.31	19.74	5.90	40.96	59.04	1.44
184246	12.91	16.61	11.93	41.45	58.55	1.41
184229	18.82	14.57	9.10	42.49	57.51	1.35
183052	13.93	18.09	11.29	43.30	56.70	1.31
191697	12.09	20.87	10.81	43.76	56.24	1.28
183413	14.55	18.30	10.92	43.77	56.23	1.28
188392	13.36	20.48	10.95	44.79	55.21	1.23
182838	14.07	18.28	12.73	45.09	54.91	1.22
182841	16.92	19.22	9.17	45.31	54.69	1.21
183014	14.47	20.56	11.35	46.38	53.62	1.16
191207	15.19	19.39	11.95	46.53	53.47	1.15
178535	16.07	22.86	7.86	46.79	53.21	1.14
195575	16.12	16.59	14.08	46.79	53.21	1.14
195569	14.31	15.32	17.16	46.79	53.21	1.14
179812	17.82	16.49	12.77	47.07	52.93	1.12
191700	17.60	15.86	13.63	47.09	52.91	1.12
182958	17.09	20.92	9.12	47.13	52.87	1.12
195576	12.21	23.05	12.04	47.30	52.70	1.11
182977	18.60	14.97	13.88	47.45	52.55	1.11
188407	15.64	18.61	13.23	47.48	52.52	1.11
191208	13.84	18.20	16.71	48.75	51.25	1.05
182864	17.17	17.08	14.88	49.13	50.87	1.04
182839	16.19	22.32	10.82	49.33	50.67	1.03
195560	16.14	21.17	12.10	49.41	50.59	1.02
183045	18.11	20.84	10.87	49.82	50.18	1.01
184225	14.52	19.32	16.03	49.86	50.14	1.01
182869	18.22	19.13	12.62	49.97	50.03	1.00
188386	18.10	23.58	8.38	50.07	49.93	1.00
184142	15.29	21.36	13.44	50.09	49.91	1.00
184161	17.39	24.78	8.26	50.43	49.57	0.98
184261	16.62	21.85	12.14	50.61	49.39	0.98
183105	20.06	23.78	6.88	50.72	49.28	0.97
162903	14.55	21.91	15.04	51.50	48.50	0.94



IT NO.	7S			Total	11S	11S/7S ratio
	$\alpha'$	$\alpha$	$\beta$			
	-----%					
182853	19.87	22.72	8.94	51.53	48.47	0.94
183013	17.50	26.94	7.22	51.67	48.33	0.94
195550	15.74	24.41	11.55	51.70	48.30	0.93
184247	15.49	20.71	15.69	51.89	48.11	0.93
178550	16.58	21.82	13.52	51.92	48.08	0.93
178539	16.50	21.16	14.28	51.94	48.06	0.93
188418	14.98	23.68	13.56	52.22	47.78	0.91
188399	15.23	20.31	16.77	52.31	47.69	0.91
195562	22.19	22.85	7.28	52.32	47.68	0.91
188400	16.99	23.59	12.07	52.65	47.35	0.90
178538	17.77	29.18	5.84	52.78	47.22	0.89
178492	15.11	22.40	15.38	52.89	47.11	0.89
182992	16.20	24.47	12.86	53.53	46.47	0.87
184175	14.93	22.16	16.54	53.63	46.37	0.86
184183	19.15	23.39	11.14	53.67	46.33	0.86
195544	18.22	27.41	8.16	53.79	46.21	0.86
182849	18.01	20.29	15.66	53.96	46.04	0.85
184208	16.00	20.08	18.03	54.11	45.89	0.85
188417	18.84	19.71	15.59	54.14	45.86	0.85
188368	16.01	24.27	13.99	54.27	45.73	0.84
195554	21.52	24.69	8.07	54.28	45.72	0.84
179811	18.77	28.33	7.34	54.44	45.56	0.84
182940	11.75	26.67	16.33	54.75	45.25	0.83
191200	21.43	25.40	7.94	54.76	45.24	0.83
162904	20.14	25.79	8.94	54.87	45.13	0.82
191201	23.44	24.54	6.96	54.95	45.05	0.82
191703	12.63	17.92	24.45	55.00	45.00	0.82
184166	13.27	25.87	15.91	55.05	44.95	0.82
195573	16.90	25.03	13.14	55.07	44.93	0.82
184103	22.03	29.23	4.06	55.31	44.69	0.81
182822	15.25	28.72	11.35	55.32	44.68	0.81
184212	16.86	26.07	12.78	55.71	44.29	0.80
182860	19.25	21.11	15.46	55.82	44.18	0.79
188431	19.12	25.14	11.69	55.94	44.06	0.79
103384	18.47	26.03	11.46	55.96	44.04	0.79
195552	21.86	26.28	7.85	55.99	44.01	0.79
183002	14.56	25.30	16.14	56.00	44.00	0.79
183050	21.62	25.64	8.79	56.04	43.96	0.78
183065	20.60	28.86	6.66	56.12	43.88	0.78
184204	19.60	24.84	11.82	56.26	43.74	0.78

IT NO.	7S			Total	11S	11S/7S ratio
	$\alpha'$	$\alpha$	$\beta$			
	-----%					
188365	19.72	19.65	16.90	56.27	43.73	0.78
195558	22.01	24.51	9.80	56.32	43.68	0.78
191202	21.83	22.54	11.97	56.34	43.66	0.78
195568	18.66	23.90	13.80	56.36	43.64	0.77
191205	17.65	20.67	18.07	56.38	43.62	0.77
184186	18.81	22.57	15.05	56.43	43.57	0.77
184253	20.40	26.88	9.25	56.53	43.47	0.77
183412	21.04	23.42	12.08	56.55	43.46	0.77
184155	19.79	22.90	13.90	56.59	43.41	0.77
178480	19.70	20.06	16.95	56.71	43.29	0.76
182863	20.28	22.72	13.93	56.93	43.07	0.76
191702	16.21	19.16	21.57	56.94	43.06	0.76
183033	18.41	23.69	14.87	56.97	43.03	0.76
195557	21.04	27.15	8.82	57.01	42.99	0.75
182859	14.41	20.74	21.96	57.11	42.89	0.75
188413	21.06	25.95	10.13	57.14	42.86	0.75
178534	20.01	23.15	14.02	57.18	42.82	0.75
182581	18.68	20.44	18.35	57.47	42.53	0.74
105209	18.87	23.91	14.73	57.51	42.49	0.74
183006	18.91	18.83	19.87	57.61	42.39	0.74
184235	18.68	27.02	12.08	57.78	42.22	0.73
178475	18.71	24.95	14.14	57.80	42.20	0.73
184222	18.00	24.34	15.56	57.90	42.10	0.73
Mean	17.30	22.12	12.47	51.88	48.12	0.93

Table 2-19. Variations of 7S(  $\alpha'$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ subunit), 11S protein concentrations and 11S/7S ratio in Korea soybean varieties.

Variety name	7S				11S	11S/7S ratio
	$\alpha'$	$\alpha$	$\beta$	Total		
-----%						
Jangdanbaekmok	11.80	15.12	11.02	37.94	62.06	1.64
Kanglim	12.40	16.13	10.11	38.65	61.35	1.59
Kwangkyo	12.35	17.11	9.64	39.10	60.90	1.56
Danwonkong	9.71	18.59	10.94	39.24	60.76	1.55
Solokkong	10.79	18.21	10.52	39.53	60.47	1.53
Hill	10.26	19.15	10.26	39.68	60.32	1.52
Sowonkong	13.65	18.77	7.32	39.74	60.26	1.52
Daewonkong	12.80	16.11	10.86	39.76	60.24	1.51
Somyeongkong	12.37	16.01	11.43	39.81	60.19	1.51
Kwangdu	11.87	16.94	11.08	39.90	60.10	1.51
Paldalkong	9.21	21.08	9.61	39.91	60.09	1.51
Jangyeobkong	13.44	15.49	11.02	39.95	60.05	1.50
Songhakkong	8.46	21.85	9.80	40.11	59.89	1.49
Jangsukong	13.01	16.25	10.98	40.24	59.76	1.49
Sohokong	11.65	18.28	10.32	40.26	59.74	1.48
Samnamkong	13.37	15.50	11.39	40.26	59.74	1.48
Dajangkong	13.64	19.24	7.51	40.39	59.61	1.48
Geomjeongkong 1	12.60	17.27	10.58	40.44	59.56	1.47
Bangsakong	12.26	18.53	9.69	40.49	59.51	1.47
Kwangankong	12.25	17.43	10.92	40.60	59.40	1.46
Eunhakong	10.13	19.20	11.30	40.63	59.37	1.46
Baegunkong	12.12	17.62	10.90	40.63	59.37	1.46
Bongeu	12.37	15.72	12.58	40.67	59.33	1.46
Danbaegkong	13.01	15.87	11.93	40.81	59.19	1.45
Geomjeongkong 3	13.60	17.26	9.97	40.83	59.17	1.45
Milyangkong	11.90	18.67	10.27	40.85	59.15	1.45
Sobaegnamulkong	13.84	18.75	8.29	40.87	59.13	1.45
Soyangkong	12.87	17.37	10.64	40.88	59.12	1.45
Sinpaldalkong 2	14.20	17.03	9.78	41.01	58.99	1.44
Jangmikong	12.27	17.89	10.95	41.11	58.89	1.43
Muhankong	9.52	18.64	13.00	41.17	58.83	1.43
Dankyeongkong	11.20	14.50	15.50	41.20	58.80	1.43
Jangbaegkong	12.35	17.43	11.47	41.26	58.74	1.42
Duyoukong	13.01	18.67	9.69	41.36	58.64	1.42
Dagikong	12.58	18.13	10.85	41.56	58.44	1.41
Jinyeulkong	13.54	17.12	10.90	41.56	58.44	1.41
Haman	11.04	21.21	9.46	41.71	58.29	1.40
Paldonamulkong	13.53	18.43	9.90	41.86	58.14	1.39

Variety name	7S			Total	11S	11S/7S ratio
	$\alpha'$	$\alpha$	$\beta$			
	-----%-----					
Geomjeongkong	13.08	17.96	10.92	41.95	58.05	1.38
Bukwangkong	11.00	18.57	12.46	42.03	57.97	1.38
Sinpaldalkong	13.17	19.15	9.72	42.04	57.96	1.38
Namulkong(Saemaeltae)	14.54	18.26	9.29	42.08	57.92	1.38
Pungsannamulkong	15.46	19.63	7.18	42.27	57.73	1.37
Geumkangkong	12.66	18.59	11.06	42.30	57.70	1.36
Namulkong(Olialtae)	14.89	18.63	8.91	42.43	57.57	1.36
Pureunkong	13.27	20.25	9.05	42.57	57.43	1.35
Dawonkong	13.28	19.48	9.95	42.71	57.29	1.34
Ilmikong	12.81	20.23	9.73	42.77	57.23	1.34
Namhaekong	12.50	17.89	12.80	43.19	56.81	1.32
Dachaekong	14.26	16.54	12.41	43.21	56.79	1.31
Anpeongkong	15.69	19.25	8.41	43.35	56.65	1.31
Doremikong	13.08	18.42	11.96	43.46	56.54	1.30
Jinmikong	14.51	22.36	7.12	43.99	56.01	1.27
Seonamkong	12.07	20.11	12.14	44.33	55.67	1.26
Alchankong	13.37	20.34	11.27	44.98	55.02	1.22
Cheongjujaerae	13.49	18.92	12.59	45.00	55.00	1.22
Saebyeolkong	12.08	22.42	10.54	45.03	54.97	1.22
Bokwangkong	15.24	18.07	11.84	45.14	54.86	1.22
Jangkyeongkong	11.92	19.75	13.55	45.22	54.78	1.21
Namcheonkong	14.74	22.70	8.31	45.76	54.24	1.19
Danyeobkong	13.52	17.95	14.34	45.81	54.19	1.18
Dongpuktae	14.36	18.76	14.10	47.22	52.78	1.12
Manlikong	13.73	20.50	13.33	47.56	52.44	1.10
Hwangkeumkong	11.16	17.39	21.39	49.94	50.06	1.00
Mean	12.67	18.35	10.89	41.91	58.09	1.39

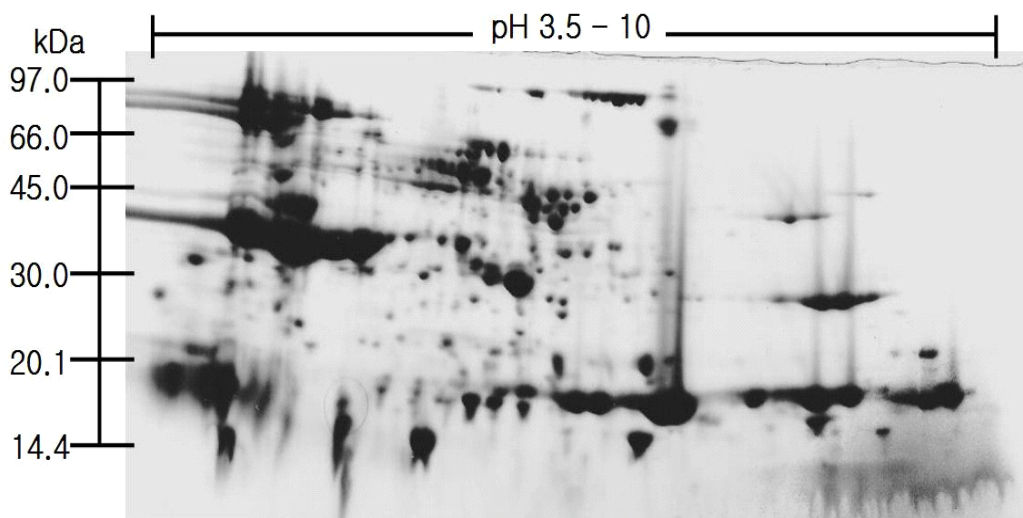
Table 2-20. Variations of 7S(  $\alpha'$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ subunit) and 11S protein concentrations and 11S/7S ratio in Local soybeans.

IT NO.	7S			Total	11S	11S/7S ratio
	$\alpha'$	$\alpha$	$\beta$			
22739	12.72	14.35	11.67	38.74	61.26	1.58
186173	13.31	14.00	11.55	38.86	61.14	1.57
153898	12.48	15.26	11.26	39.00	61.00	1.56
104620	11.70	17.10	10.26	39.06	60.94	1.56
142886	10.44	16.10	12.62	39.16	60.84	1.55
23122	13.55	13.49	12.51	39.55	60.45	1.53
115861	11.77	12.06	15.81	39.64	60.36	1.52
22636	11.27	18.51	10.18	39.95	60.05	1.50
153922	13.99	14.48	11.58	40.05	59.95	1.50
115600	12.89	18.98	8.32	40.19	59.81	1.49
105824	13.93	16.02	10.25	40.20	59.80	1.49
115401	11.37	16.32	12.50	40.20	59.80	1.49
21631	11.40	19.31	9.50	40.21	59.79	1.49
163573	10.59	17.09	12.57	40.25	59.75	1.48
186230	14.31	18.59	7.49	40.39	59.61	1.48
21573	11.06	15.88	13.54	40.48	59.52	1.47
113179	10.35	14.52	15.68	40.56	59.44	1.47
22351	9.41	16.56	14.59	40.56	59.44	1.47
105340	11.34	19.68	9.68	40.71	59.29	1.46
186106	12.53	15.58	12.73	40.85	59.15	1.45
115485	12.01	20.83	8.08	40.92	59.08	1.44
121517	9.72	16.68	14.59	40.99	59.01	1.44
141573	11.10	18.93	10.99	41.02	58.98	1.44
141603	11.79	18.29	11.01	41.08	58.92	1.43
100998	12.83	14.92	13.39	41.14	58.86	1.43
21634	11.02	19.86	10.26	41.14	58.86	1.43
112853	13.60	16.05	11.51	41.16	58.84	1.43
104013	10.10	17.37	13.80	41.27	58.73	1.42
115194	11.01	14.65	15.69	41.34	58.66	1.42
153422	13.66	17.50	10.25	41.41	58.59	1.41
119899	12.62	19.32	9.54	41.47	58.53	1.41
156262	12.99	18.51	10.02	41.52	58.48	1.41
110951	10.62	14.43	16.53	41.57	58.43	1.41
108929	13.69	17.46	10.59	41.74	58.26	1.40
142809	10.31	18.51	13.30	42.12	57.88	1.37
153727	10.14	15.90	16.15	42.20	57.80	1.37
21571	13.20	19.82	9.22	42.24	57.76	1.37
108966	12.84	16.02	13.46	42.32	57.68	1.36
110976	11.82	17.23	13.48	42.53	57.47	1.35
186216	12.99	19.06	10.55	42.60	57.40	1.35
154755	11.57	21.00	10.21	42.78	57.22	1.34

IT NO.	$\alpha'$	$\alpha$	$7S$	$\beta$	Total	IIS	IIS/7S ratio
	%						
K003320	14.48	20.48	7.82	7.82	42.79	57.21	1.34
104304	10.83	18.87	13.71	13.71	43.41	56.59	1.30
105286	13.99	17.53	12.10	12.10	43.62	56.38	1.29
112863	11.90	15.44	16.60	16.60	43.94	56.06	1.28
110993	13.76	17.71	12.71	12.71	44.18	55.82	1.26
153681	15.21	19.03	10.01	10.01	44.25	55.75	1.26
141605	12.44	18.01	13.83	13.83	44.28	55.72	1.26
21702	14.33	19.28	10.90	10.90	44.51	55.49	1.25
186138	11.03	18.88	14.88	14.88	44.80	55.20	1.23
22156	14.13	18.28	12.57	12.57	44.98	55.02	1.22
115394	14.05	20.57	10.55	10.55	45.17	54.83	1.21
115853	14.65	16.41	14.33	14.33	45.39	54.61	1.20
141860	11.88	17.22	17.66	17.66	46.76	53.24	1.14
115898	16.00	21.61	9.16	9.16	46.77	53.23	1.14
212860	14.48	23.35	9.06	9.06	46.88	53.12	1.13
141870	14.21	19.56	13.22	13.22	46.99	53.01	1.13
22397	13.64	17.44	16.10	16.10	47.19	52.81	1.12
134351	14.92	21.38	12.00	12.00	48.31	51.69	1.07
155998	10.89	19.21	20.01	20.01	50.10	49.90	1.00
Mean	12.45	17.61	12.24	12.24	42.29	57.71	1.36

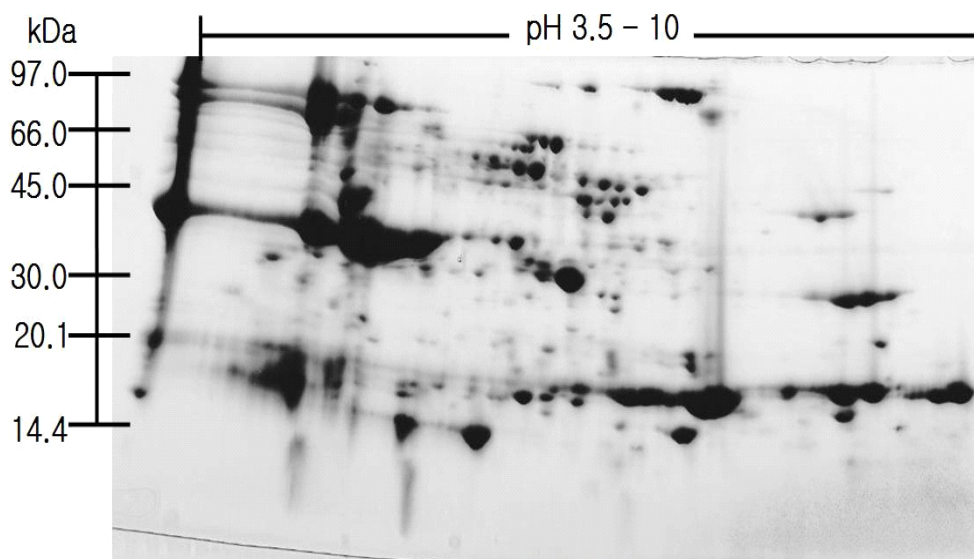
2) 2-DE를 이용한 콩 종실 저장단백질 발현양상 비교 및 동정

본 실험은 LMW(Low molecular weight)의 염기성 부분에서 단백질 분리를 알아보기 위한 실험으로써 지금까지는 LMW의 염기성 부분에서 분리가 용이하지 않았다. 이번 실험에 사용된 IEF Tube-Gel Electrophoresis를 사용하여 전기영동을 한 결과 염기성 부분의 단백질 분리가 기존에 비해 LMW의 염기성부분에서 단백질 분리가 용이하였으며 분리된 단백질 spots의 수가 증가함을 알 수 있었다. 이와 같은 방법으로 황금콩과 야생콩을 2-DE로 분석한 결과는 그림 2-6, 2-7, 2-8, 2-9와 같다. 황금콩과 야생콩을 비교한 결과 황금콩에 비해 야생콩에서 LMW 부분의 염기성 부분에서 단백질이 분리되어 발현된 spot의 수가 더 많음을 알 수 있었다(그림 2-10). IT183033은 다른 비교품종에 비해 단백질 spots의 발현양상이 분명한 차이를 보였다(그림 2-11). 특히 IT183033은 LMW의 염기성부분에서 발현된 단백질 spots의 수가 다른 비교품종에 비해 많이 분리되었다. 30.0~97.0kDa의 중성부분은 다른 비교품종에 비해 단백질 발현양상에 분명한 차이를 보였다.



IT184222

Fig. 2-9. Silver-stained 2-DE gel of separated wild-type soybean collection(IT184222).



IT188365

Fig. 2-10. Silver-stained 2-DE gel of separated wild-type soybean collection(IT1883365).

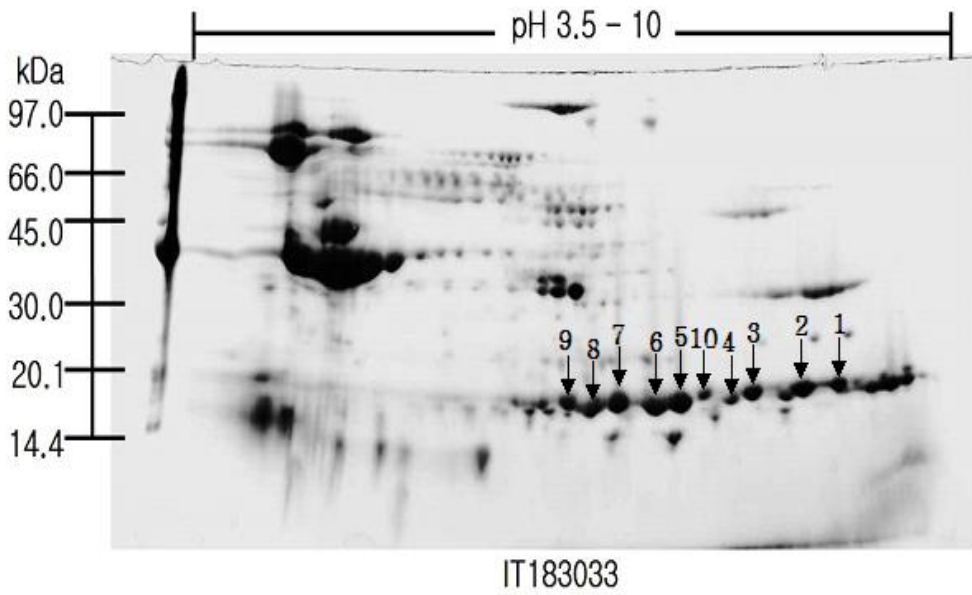


Fig. 2-11. Silver-stained 2-DE gel of separated wild-type soybean collection(IT183033).

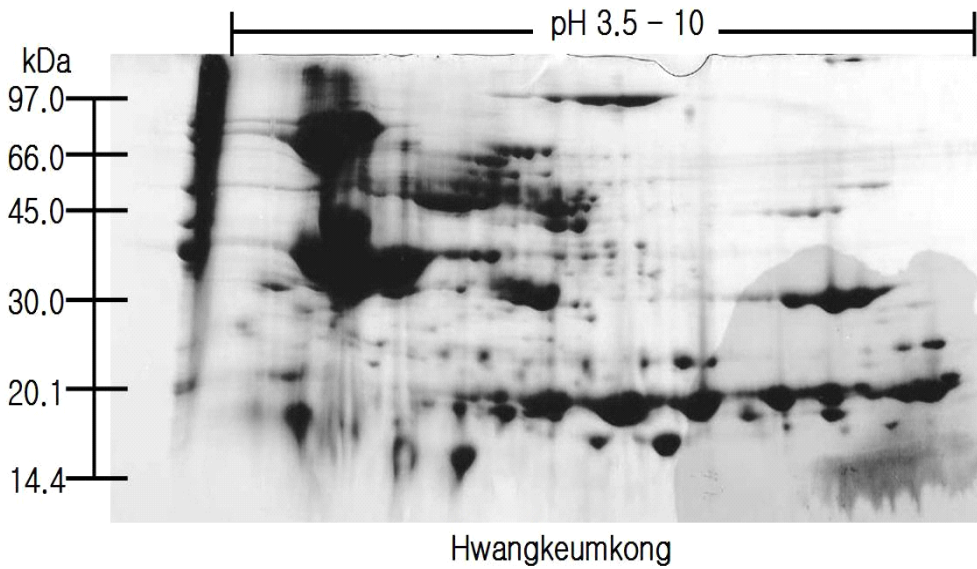


Fig. 2-12. Silver-stained 2-DE gel of separated Hwangkeumkong.



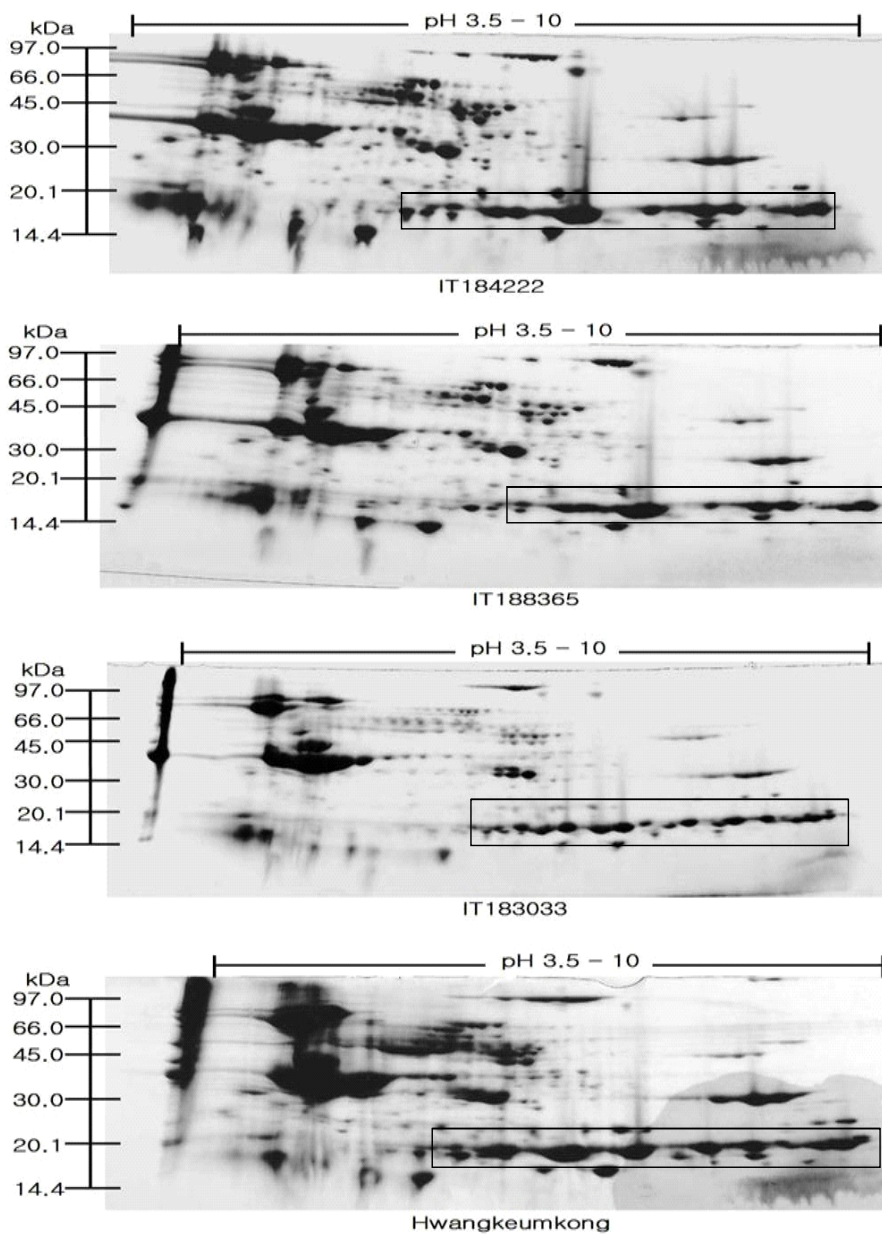


Fig. 2-13. Comparison of protein on Hwangkeumkong and wild-type soybeans using 2-DE (IT184222, IT188365, IT183033, Hwangkeumkong).

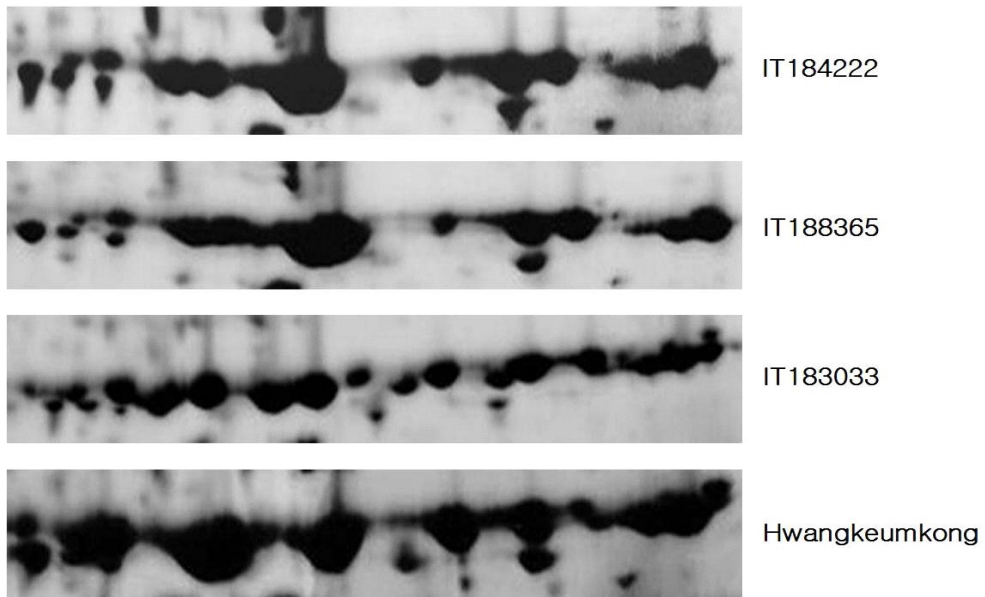


Fig. 2-14 Comparison with protein spots of basic region on 2-DE gels(IT184222, IT188365, IT183033, Hwangkeumkong).

단백질 분리에서 분명한 차이를 보인 IT183033에서 염기성부분의 단백질 spots중 10개를 선택하여 단백질 동정을 하였다(표 2-21). LMW의 염기성부분에서 10개의 단백질 spots를 동정한 결과 spot no. 1, 2, 3, 10은 Glycinin Gy4 precursor로 동정되었으며 spot no. 4는 Glycinin G3 precursor로 동정되었다. Spot no. 5, 7, 9는 Glycinin G1 precursor로 동정되었으며 spot No. 6, 8은 Glycinin chain A2B1a precursor로 동정되었다. 10개의 spots 모두 11S seed storage protein(globulins) family에 속해 있는 단백질과 유사한 단백질로 동정되었다. 동정 결과 모두가 저장단백질로 동정되었지만 기존의 염기성부분의 단백질 분리에서 동정되었던 결과보다 더 많은 수의 저장단백질이 동정되었다.

Table 2-21. Identified of protein spots from two-dimensional gel analysis of total soybean seed protein.(No. of spots are shown at Fig. 2-8.)

Spot no.	Mascot score	pI	Mr	Gi accession number	Protein name
1	326	5.21	63.8	81779	Glycinin Gy4 precursor
2	461	5.21	63.8	81779	Glycinin Gy4 precursor
3	442	5.21	63.8	81779	Glycinin Gy4 precursor
4	506	5.28	54.3	99909	Glycinin G3 precursor
5	421	5.89	55.6	121276	Glycinin G1 precursor
6	321	5.56	54.2	72295	Glycinin chain A2B1a precursor
7	329	5.89	55.6	121276	Glycinin G1 precursor
8	349	5.56	54.2	72295	Glycinin chain A2B1a precursor
9	228	5.89	55.6	121276	Glycinin G1 precursor
10	315	5.21	63.8	81779	Glycinin Gy4 precursor

특이한 단백질 발현양상을 보인 IT104397을 비교품종들과 이차원전기영동을 이용하여 단백질 spots의 발현양상을 IT104397과 IT184222, IT104397과 Keburi, 그리고 IT104397과 황금콩을 비교하였다(그림 2-15). 이차원전기영동을 한 gel 이미지를 비교해 보면 IT104397과 IT184222, IT104397과 Keburi, 그리고 IT104397과 황금콩에서 단백질 spots 발현양상이 분명한 차이를 보였다. IT104397과 IT184222를 비교해 보면 66.0~97.0kDa부분에서 IT104397은 단백질 spot의 발현이 거의 없는 반면에 IT184222에서는 단백질 spot이 발현되었다. 45.0~66.0kDa부분의 산성부분에서 IT104397은 단백질 spot이 발현되었으나 IT184222는 단백질 spot의 발현되지 않았다. 반면에 30.0~45.0kDa부분의 산성부분에서는 IT104397의 단백질 spot 발현되지 않았으나 IT184222는 단백질 spot이 발현되었다. 14.4~20.1kDa부분의 단백질 spot 발현양상은 특히 염기성부분에서 분명한 차이를 보였다. IT104397과 황금콩의 경우는 IT104397과 IT184222와 유사한 단백질 발현양상을 보였다.

IT104397과 Keburi의 경우도 IT104397과 IT184222와 유사한 단백질 발현양상을 보였으나  $\alpha'$ -subunit이 결실된 Keburi는 IT184222와 황금콩에 비해 66.0~97.0kDa부분의 단백질 spot 발현양상에서 차이를 보였다. IT104397과 IT184222, 그리고 IT104397과 Keburi를 부분별로 비교해 보았다.

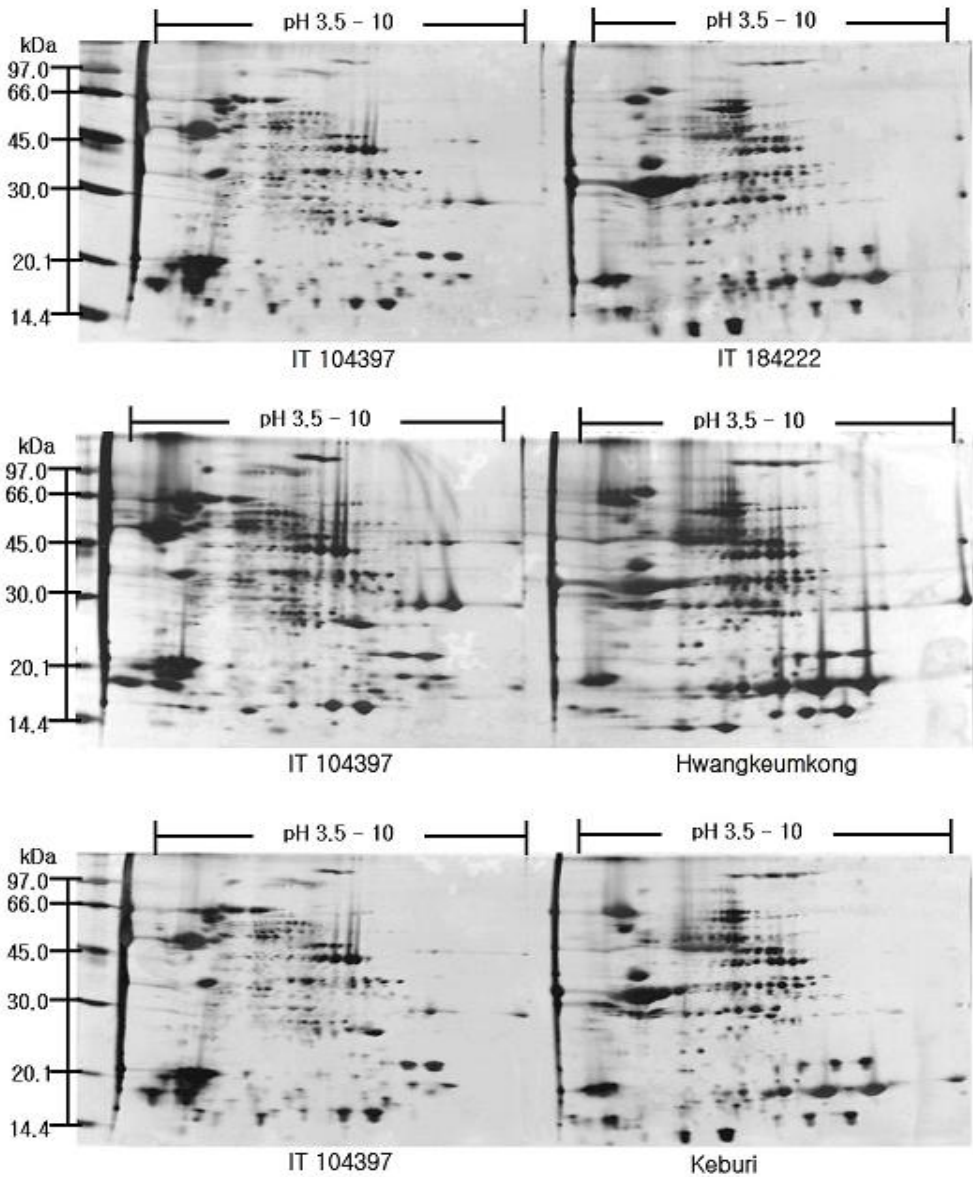


Fig. 2-15. Comparison with protein spots on wild-type soybeans seed using 2-DE(IT104397, IT184222, Hwangkeumkong, Keburi ).

IT104397과 IT184222에서 66.0 - 97.0 kDa 부분을 비교하였다(그림 2-16). IT184222에서는 두 개의 굵은 단백질 spot이 발현되었으나 IT104397에서는 여러 개의 단백질 spots가 발현되었다.

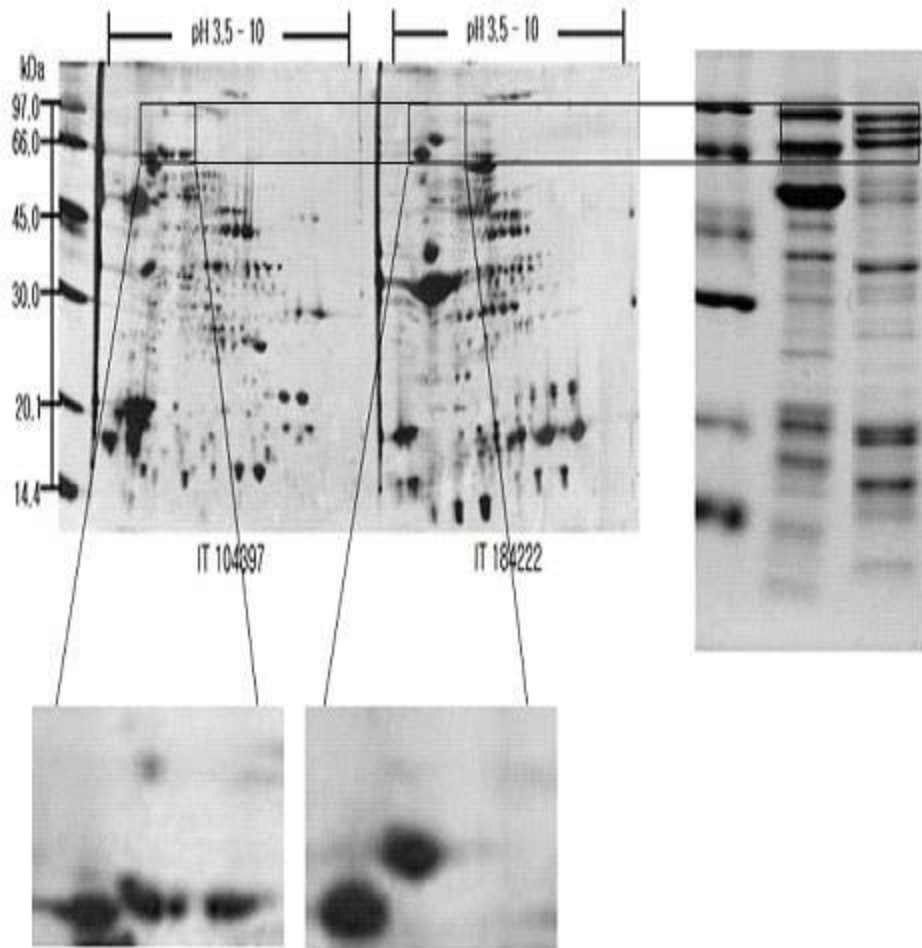


Fig. 2-16. Comparison with protein spots of specific region on 2-DE gel.

45.0 - 66.0 kDa 부분을 비교해 보면 단백질 spots의 발현양상이 분명한 차이를 보였다. 특히 산성부분에서 IT104397은 단백질 spot이 발현되었으나 IT184222에서는 단백질 spot의 발현이 IT104397에 비해 거의 발현되지 않았으며 major spot의 발현정도 또한 분명한 차이를 보였다. 산성부분을 제외한 다른 부분의 단백질 spots 발현양상은 유사하였다(그림 2-17).

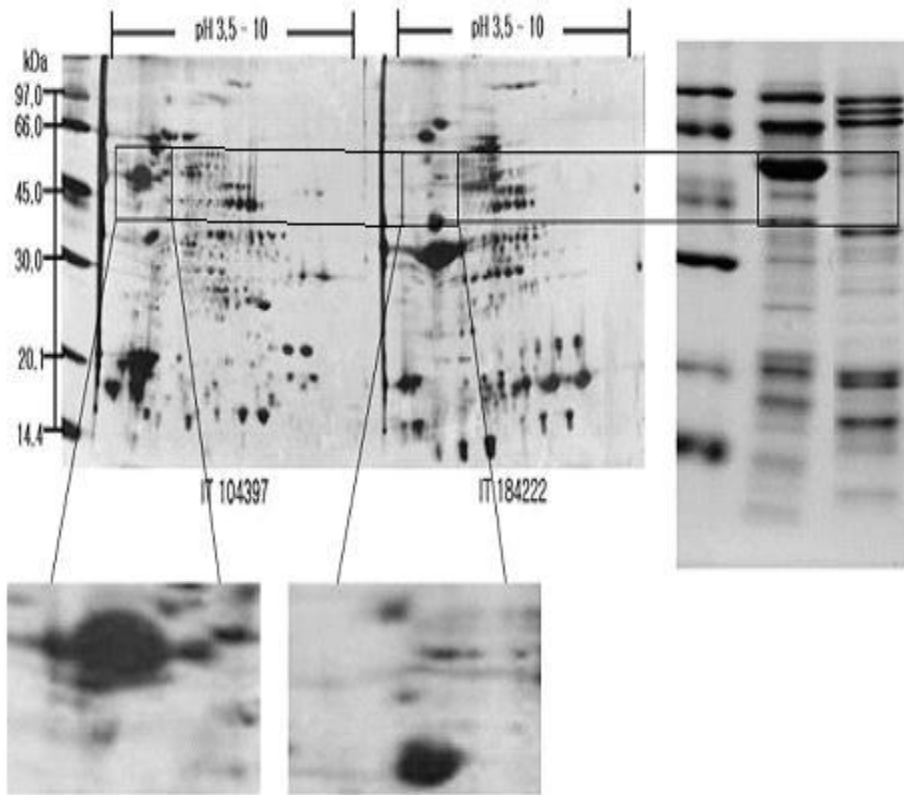


Fig. 2-17. Comparison with protein spots of specific region on 2-DE gel.

30.0 - 45.0 kDa의 산성부분에서는 단백질 spots의 발현양상을 보면 IT184222에서 발현된 단백질 spot가 IT104397에서는 발현되지 않았다. IT184222에서 발현된 단백질 spots가 IT104397에서는 단백질 spots의 발현정도가 분명한 차이를 보였다(그림 2-18).

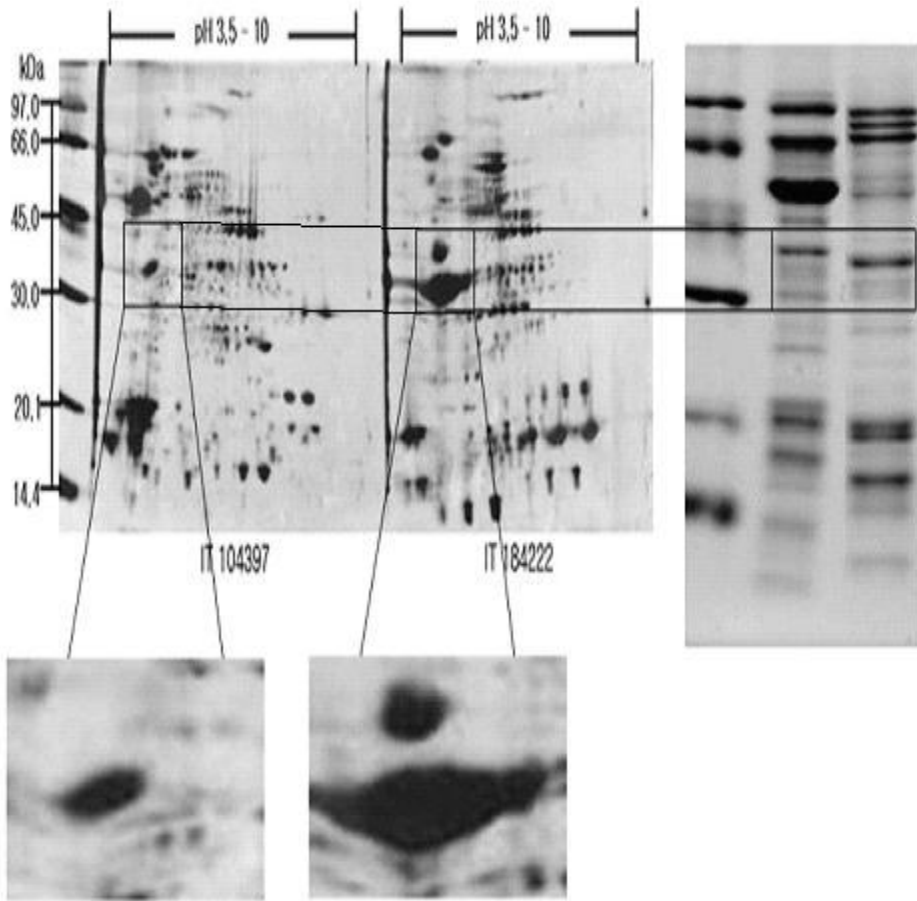


Fig. 2-18. Comparison with protein spots of specific region on 2-DE gel.

45.0 kDa의 염기성부분에서는 단백질 spots의 발현 양상을 보면 발현 양상은 IT104397과 IT184222에서 유사하였으나 각각의 단백질 spots의 발현정도에서 차이를 보였다(그림 2-19). SDS-PAGE에서 IT184222에 비해 IT104397에서  $\beta$ -subunit부분의 단백질 band의 발현정도에서 차이를 보인 이유는 산성부위에서 IT104397에서 발현된 단백질 spot 때문에 SDS-PAGE에서 단백질 bands의 발현정도가 차이를 보인 것으로 간주된다.

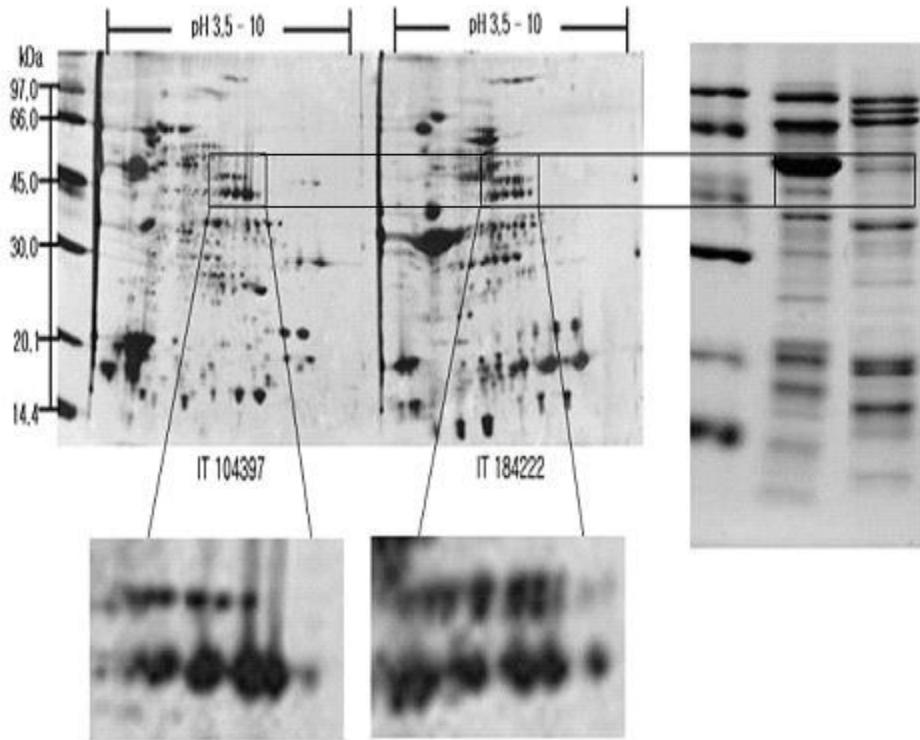


Fig. 2-19. Comparison with protein spots of specific region on 2-DE gel.

30.0 kDa의 염기성부분에서 IT184222에서는 발견되지 않은 단백질 spots이 IT104397에서 4개 정도가 새롭게 발견 되었다(그림 2-20).



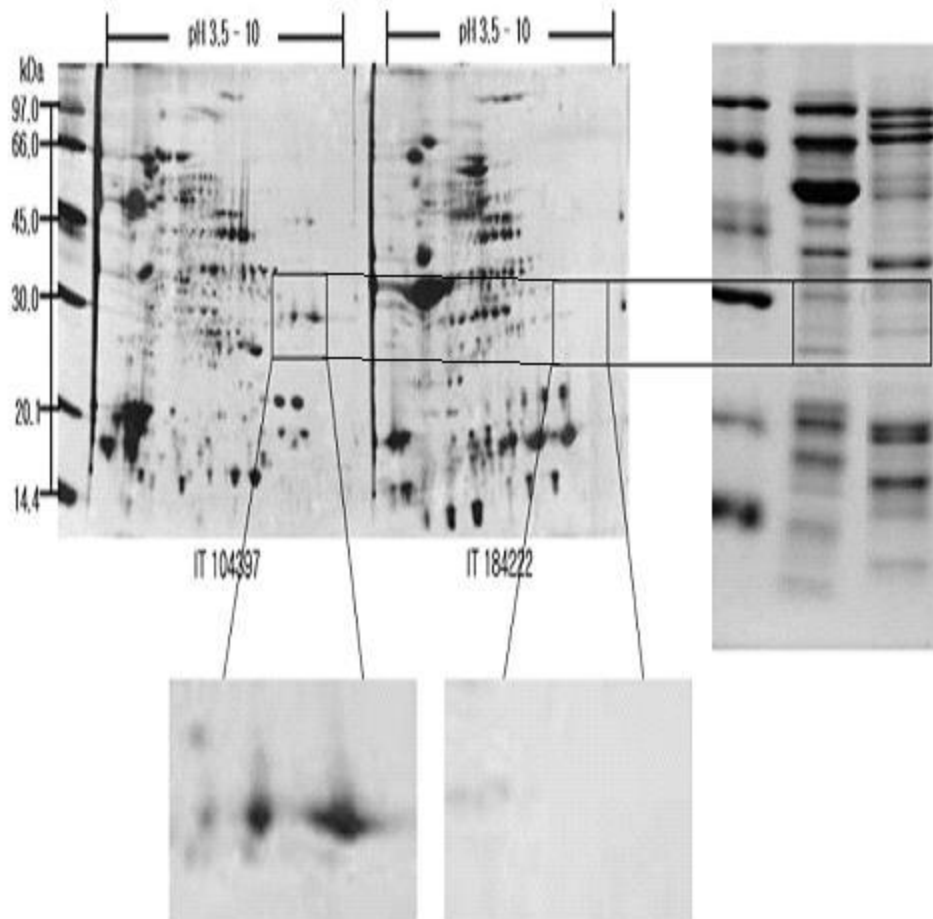


Fig. 2-20. Comparison with protein spots of specific region on 2-DE gel.

14.4 - 20.1 kDa의 산성부분에서 단백질 spots의 발현 양상을 보면 IT104397은 14.4 - 20.1 kDa 사이에서 전반적인 단백질 spots 발현 양상을 보였으나 IT184222에서는 14.4 - 20.1 kDa 사이의 중간부분에서만 단백질 spots이 발현되었다(그림 2-21).

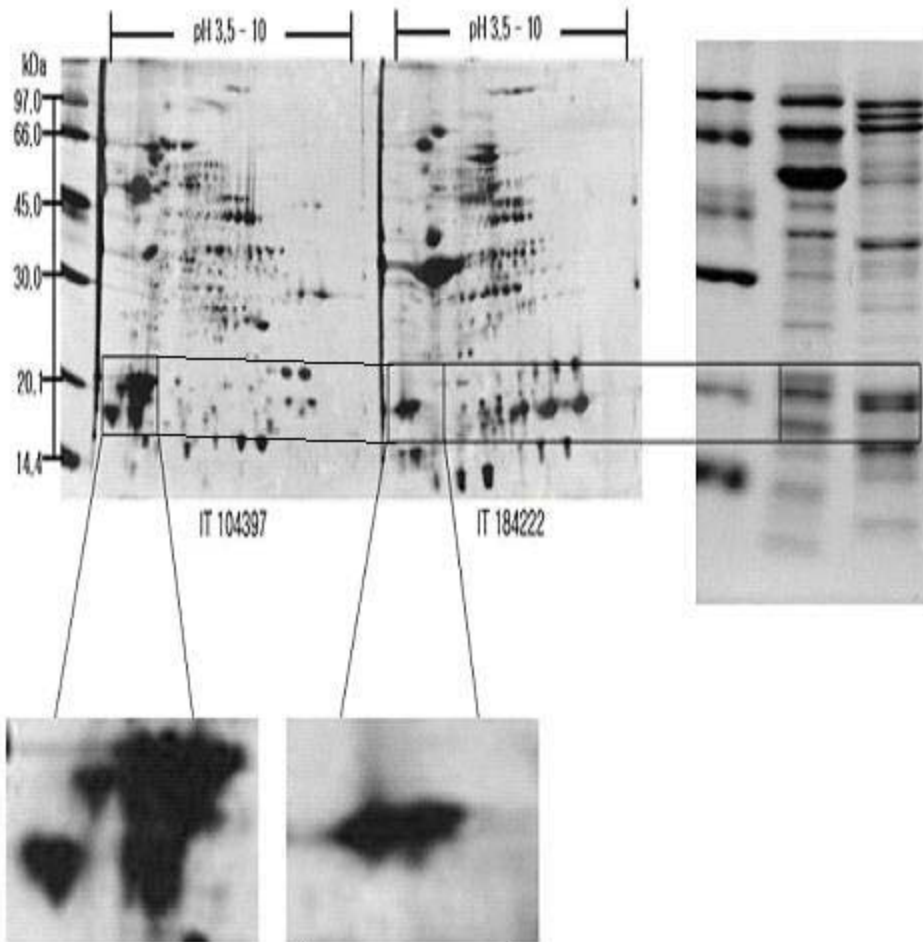


Fig. 2-21. Comparison with protein spots of specific region on 2-DE gel.

20.1 kDa의 염기성부분을 비교해 보면 IT104397보다는 IT184222에서 단백질 spots 발현양상에서 분명한 발현양상의 차이를 보였으며 단백질 발현정도에서도 차이를 보였다(그림 2-22).

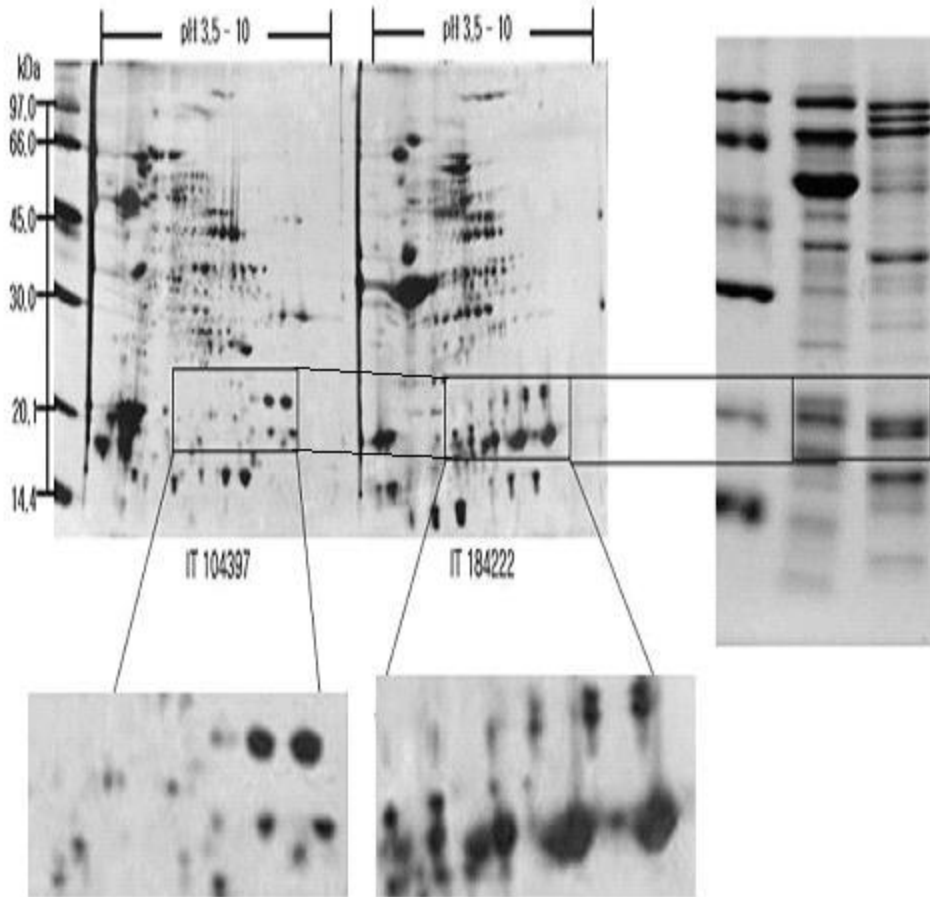


Fig. 2-22. Comparison with protein spots of specific region on 2-DE gel.

Keburi와 IT104397의 비교에서는 IT104397과 IT184222에서의 비교처럼 다른 부분에서는 유사한 단백질 발현양상을 보였으나 66.0 kDa 부분의 산성부분에서 IT104397은 여러 개의 단백질 spots이 발현된 반면 Keburi의 경우는 발현된 단백질의 수가 적었다. 또한 IT184222와 황금콩에서 발현된 단백질 spot이 Keburi에서는 발현되지 않았다(그림 2-23).

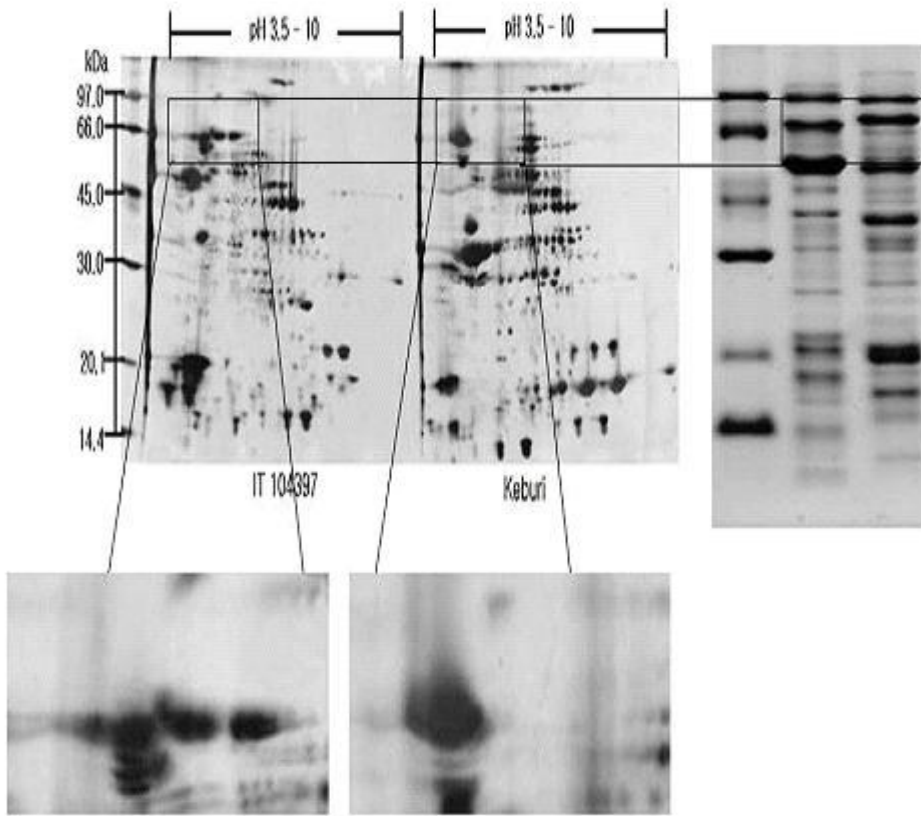


Fig. 2-23. Comparison with protein spots of specific region on 2-DE gel.

IT104397과 황금콩을 비교하여 단백질의 발현양상이 다른 단백질을 동정하였다(그림 2-24). NCBI database의 green plants에서 검색하였으며 mascot score가 가장 높은 것으로 사용하였다(표 2-22). Sequence coverage가 높은 spots를 보면 Spot no.7은 metallothionein-like protein이 동정되었다. 동정한 결과 spot no. 1은 IT104397에서는 발현되었으나 황금콩에서는 발현되지 않았으며 unknown protein으로 동정되었다. Spot no. 2는  $\beta$ -subunit부분으로 IT104397과 황금콩의 단백질 spot 발현양상에서 분명한 차이를 보인 부분을 동정한 결과 CG4 beta-conglycinin[*Glycine max*]로 동정되었다. Spot no.8, 9는 metallothionein type 2로 동정되었으며 Spot no. 11은 7s 즉,  $\beta$ -conglycinin의  $\alpha'$ -subunit으로 동정되었다. Spot no. 21은 황금콩에서는 발현되었으나 IT104397에서는 발현되지 않았으며 Chain I, Trypsin (E.C.3.4.21.4) Complexed with Bowman-Birk Inhibitor로 동정되었다.

Spot no. 29는 성숙종자의 마지막 시기 또는 발아초기에 포함되어있는 gibberellin을 통제에 관여하는 단백질로 동정되었다. 단백질 spot no. 7, 8, 9의 경우는 황금콩에서 gel Image의 비교가 불가능하였으며 spot no. 11은 황금에서는  $\alpha'$ -subunit으로 동정되었지만 IT104397에서는 발현되지 않았으며 spot no. 24, 25, 26, 27는 metallothionein-like protein [*Fragaria vesca*], putative DNA-binding protein [*Dendrobium grex Madame Thong-In*], unknown protein, 5'-partial [*Oryza sativa* (japonica cultivar-group)], maturation polypeptide [*Glycine max*]로 동정되었다. IT104397에서 발현양상에서 분명한 차이를 보인 spot no. 4, 5, 6은 동정 결과 spot no. 4는 nucleic acid binding / zinc ion binding [*Arabidopsis thaliana*], spot no. 5는 metallothionein [*Triticum turgidum subsp. durum*]으로 동정되었으며 metallothionein은 다양한 중금속을 결합하는 시스테인 잔기의 높은 내용물을 가지고 있는 단백질로 알려져 있다(Giritch et al. 1998). Spot no. 6은 class II metallothionein with homology to wheat Ec [*Zea mays*] 으로 동정되었다. IT104397에서만 발현된 spot no. 28은 putative disease resistance protein RPP8 [*Arabidopsis thaliana*]으로 동정되었다.

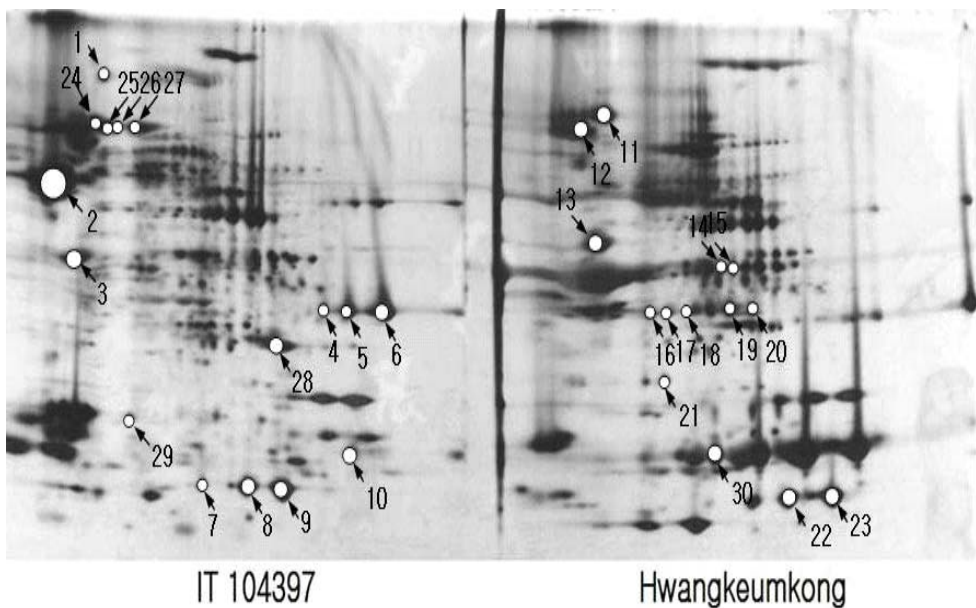


Fig. 2-24. Two-dimensional spot-excision map of 2-DE gel.

Table. 2-22. Identified of protein spots from two-dimensional gel analysis of total soybean seed protein.(No. of spots are shown at Fig. 2-24.)

Spot no.	Mascot score	pI	Mr	Gi accession number	Protein name
1	60	8.73	7528	50899262	Unknown protein[ <i>Oryza sativa</i> (japonica cultivar-group)]
2	80	5.88	50521	256427	CG4 beta-conglycinin[ <i>Glycine max</i> ]
3	69	4.65	8305	1103689	metallothionein-like protein [ <i>Lycopersicon esculentum</i> ]
4	52	8.59	27742	15230311	nucleic acid binding / zinc ion binding [ <i>Arabidopsis thaliana</i> ]
5	61	4.44	7371	51243724	metallothionein [ <i>Triticum turgidum subsp. durum</i> ]
6	60	7.37	7700	987123	class II metallothionein with homology to wheat Ec [ <i>Zea mays</i> ]
7	53	4.10	4378	7920168	metallothionein-like protein 1 [ <i>Brassica oleracea</i> ]
8	48	5.00	7963	52353641	putative type-2 metallothionein [ <i>Oryza sativa</i> (japonica cultivar-group)]
9	67	5.00	7963	52353641	putative type-2 metallothionein [ <i>Oryza sativa</i> (japonica cultivar-group)]
10	57	7.68	28415	1001955	unknown protein
11	302	5.23	65103	9967361	alpha' subunit of beta-conglycinin [ <i>Glycine max</i> ]
12	219	5.07	70250	18536	unnamed protein product [ <i>Glycine max</i> ]
13	56	5.60	57921	121280	Glycinin precursor [Contains: Glycinin A3 subunit; Glycinin B4 subunit]
14	52	9.45	11269	34898226	hypothetical protein [ <i>Oryza sativa</i> (japonica cultivar-group)]
15	46	5.04	7091	3914070	Metallothionein-like protein 1 (MT-1)
16	43	4.87	7863	2497901	Metallothionein-like protein type 2
17	47	4.49	7291	2497902	Metallothionein-like protein type 2
18	46	6.33	26359	75674154	phytochrome A [ <i>Aristolochia kaempferi</i> ]
19	97	5.23	65103	9967361	alpha' subunit of beta-conglycinin [ <i>Glycine max</i> ]
20	44	8.96	27207	31433361	Transposable element protein, putative [ <i>Oryza sativa</i> (japonica cultivar-group)]
21	53	5.44	2408	576272	Chain I, Trypsin (E.C.3.4.21.4) Complexed With Bowman-Birk Inhibitor
22	114	8.61	46262	18543	unnamed protein product [ <i>Glycine max</i> ]
23	221	8.61	46262	18543	unnamed protein product [ <i>Glycine max</i> ]
24	59	5.07	6572	2465006	metallothionein-like protein [ <i>Fragaria vesca</i> ]
25	45	9.32	19813	3929325	putative DNA-binding protein [ <i>Dendrobium grex Madame Thong-In</i> ]
26	51	6.06	12207	29150360	unknown protein, 5'-partial [ <i>Oryza sativa</i> (japonica cultivar-group)]
27	39	6.33	50613	170010	maturation polypeptide [ <i>Glycine max</i> ]
28	39	6.43	35434	26452735	putative disease resistance protein RPP8 [ <i>Arabidopsis thaliana</i> ]
29	43	8.99	5296	28274031	gibberellin regulated protein [ <i>Gossypium barbadense</i> ]
30	205	5.78	55657	225651	Glycinin A1aBx [ <i>Glycine max</i> ]

## 다. 논과 밭의 콩 종실 저장단백질 발현양상

### 1) SDS-PAGE를 이용한 논과 밭의 콩 종실 저장단백질 발현양상 비교

논과 밭에서 재배한 한남콩, 백천콩, 황금콩, 단원콩을 가지고 SDS-PAGE를 이용하여 단백질 bands 발현양상을 비교하였다(그림 2-25). 66.0~97.0kDa부분의 main bands의 발현정도가 논보다는 밭에서 높았으며 45.0kDa부분의 band 역시 논보다는 밭에서 발현정도가 높았다. 한남콩의 경우 14.4~20.1kDa부분에서 단백질 band의 발현양상이 분명한 차이를 보였으며 백천콩에서도 14.4~20.1kDa부분의 단백질 발현양상이 한남콩과 같은 단백질 발현양상을 보였다. Silver 염색의 경우 논에 비해서 한남콩, 백천콩, 황금콩, 단원콩 모두 밭에서 단백질 발현양상 더 선명한 gel 이미지를 볼 수 있었다.

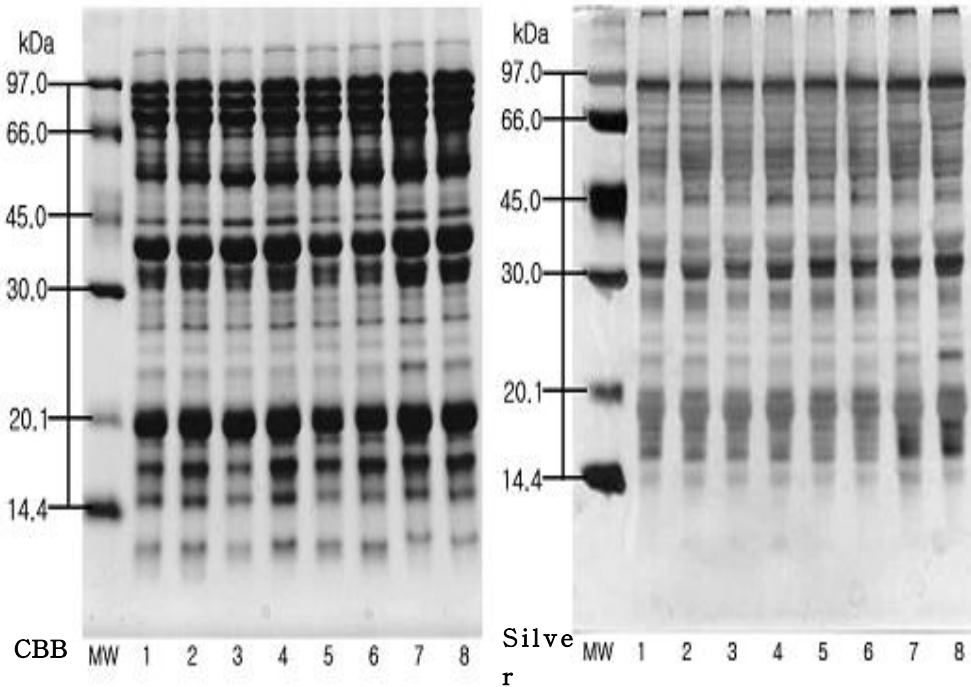


Fig. 2-25. Comparison with protein bands on paddy field and upland field by SDS-PAGE.(MW : Molecular weight, 1 : Hannamkong paddy field, 2 : Hannamkong upland field, 3 : Baekcheonkong paddy field, 4 : Baekcheonkong upland field, 5 : Hwangkeumkong paddy field, 6 : Hwangkeumkong upland field, 7 : Danwonkong paddy field, 8 : Danwonkong upland field)

한남콩을 Gel & Graph Digitizing Software를 이용하여 size marker의 MW를 기준값으로 설정하여 단백질 bands의 MW값을 산출하였으며 단백질 bands의 발현정도를 수치화하였다. 수치화된 단백질 bands의 pixel값을 수치로 단백질 bands의 발현정도를 비교하였다.  $\alpha'$ -subunit부분을 보면 논에서는 77.78kDa에서 101090이고 밭에서는 77.78kDa에서 114289.4로 논에 비해 밭에서 pixel total값이 1.13배 증가하였다.  $\alpha$ -subunit부분을 보면 논에서는 73.59kDa에서 125948.7이고 밭에서는 73.18kDa에서 120427로 논에 비해 밭에서 pixel total값이 1.05배 증가하였다.  $\beta$ -subunit부분을 보면 논에서는 57.03kDa에서 47529.5이고 밭에서는 56.71kDa에서 45047.86로 논에 비해 밭에서 pixel total값이 -1.06배 감소하였다(표 2-23).

Table 2-23. Differences in protein bands of Hannamkong.

Mol weight		Y posotion		Pixel total		Pixel total(%)	
Paddy field	Upland field	Paddy field	Upland field	Paddy field	Upland field	Paddy field	Upland field
82.67	83.13	62	61	106788	116979.5	7.28	7
77.78	77.78	73	73	101090	114289.4	6.89	6.84
73.59	73.18	83	84	120427	125948.7	8.21	7.53
70.39	70.39	91	91	21680	33347.41	1.48	1.99
67.72	67.72	98	98	65662	74378.77	4.48	4.45
62.32	62.32	113	113	37705.5	40665.36	2.57	2.43
58.31	58.96	125	123	47529.5	45047.86	3.24	2.69
57.03	56.71	129	130	84069	109102.6	5.73	6.53
49.38	49.38	155	155	14070.5	20354.86	0.96	1.22
46.71	46.71	165	165	37084.5	45932.79	2.53	2.75
41.81	41.35	185	187	180150	194553.9	12.28	11.64
37.01	37.22	207	206	82598	84925.72	5.63	5.08
36.2	36.4	211	210	52911	68481.72	3.61	4.1
32.77	32.95	229	228	13605	19203.86	0.93	1.15
31.17	30.32	238	243	16874	23059.81	1.15	1.38
29.49	29.49	248	248	30693	32320.29	2.09	1.93
26.84	26.84	265	265	11182.5	12243.34	0.76	0.73
24.16	24.16	284	284	22136.5	21077.29	1.51	1.26
19.25	19.36	325	324	225483.5	255744.1	15.37	15.3
16.03	16.03	358	358	91481	112392.1	6.24	6.72
14.04	13.96	382	383	63868	75089.63	4.35	4.49
11.37	11.37	420	420	40038.5	46558.13	2.73	2.79

백천콩에서는  $\alpha'$ -subunit부분을 보면 논에서는 77.78kDa에서 106368이고 밭에서는 78.65kDa에서 113793.1로 논에 비해 밭에서 pixel total값이 1.07배 증가하였다.  $\alpha$ -subunit부



분을 보면 논에서는 73.18kDa에서 140766이고 밭에서는 73.18kDa에서 146721로 논에 비해 밭에서 pixel total값이 1.04배 증가하였다.  $\beta$ -subunit부분을 보면 논에서는 56.4kDa에서 132402이고 밭에서는 56.71kDa에서 124164.5로 논에 비해 밭에서 pixel total값이 -1.07배 감소하였다(표 2-24).

Table 2-24. Differences in protein bands of Baekcheonkong.

Mol weight		Y posotion		Pixel total		Pixel total(%)	
Paddy field	Upland field	Paddy field	Upland field	Paddy field	Upland field	Paddy field	Upland field
83.13	83.13	61	61	97415.5	118606	6.67	6.66
77.78	78.65	73	71	106368	113793.1	7.29	6.39
73.18	73.18	84	84	140766	146721	9.64	8.24
67.72	68.09	98	97	58605.5	57223.72	4.01	3.21
62.32	62.66	113	112	32052	43345.26	2.2	2.43
58.96	58.63	123	124	37341.5	65465.69	2.56	3.68
56.4	56.71	131	130	132402	124164.5	9.07	6.97
49.38	49.38	155	155	22610.5	26027.26	1.55	1.46
46.46	46.71	166	165	49974.5	60325.15	3.42	3.39
41.35	41.81	187	185	203659	223444.2	13.95	12.55
37.22	37.43	206	205	63918.5	80517.13	4.38	4.52
36.4	36.4	210	210	59890.5	68359.12	4.1	3.84
32.95	33.13	228	227	18132	24078.76	1.24	1.35
31.17	31.17	238	238	13762.5	18453.3	0.94	1.04
29.66	29.66	247	247	25207.5	34194.2	1.73	1.92
26.84	26.99	265	264	13897.5	17716.69	0.95	0.99
24.29	24.29	283	283	18983	19217.7	1.3	1.08
19.46	19.68	323	321	233169	273867.8	15.97	15.38
16.12	16.21	357	356	63957	147526.8	4.38	8.28
14.04	14.11	382	381	41705.5	70583.52	2.86	3.96
11.37	11.56	420	417	26076	47080.02	1.79	2.64

황금콩에서는  $\alpha'$ -subunit부분을 보면 논에서는 78.65kDa에서 101734이고 밭에서는 79.52kDa에서 103662.9로 논에 비해 밭에서 pixel total값이 1.02배 증가하였다.  $\alpha$ -subunit부분을 보면 논에서는 73.99kDa에서 102563이고 밭에서는 74.41kDa에서 103762.9로 논에 비해 밭에서 pixel total값이 1.01배 증가하였다.  $\beta$ -subunit부분을 보면 한남콩, 백천콩, 단원콩은 pixel total값이 감소하였지만 황금콩에서 보면 논에서는 57.03Da에서 141286이고 밭에서는 57.66kDa에서 148729.3로 논에 비해 밭에서 pixel total값이 1.05배 증가하였다(표 2-25).

Table 2-25. Differences in protein bands of Hwangkeumkong.

Mol weight		Y posotion		Pixel total		Pixel total(%)	
Paddy field	Upland field	Paddy field	Upland field	Paddy field	Upland field	Paddy field	Upland field
83.13	84.05	61	59	117189.5	129094.1	7.74	7.9
78.65	79.52	71	69	101734	103662.9	6.72	6.34
73.99	74.41	82	81	102563	103762.9	6.78	6.35
71.97	72.37	87	86	46510.5	48345.74	3.07	2.96
68.47	68.85	96	95	57974.5	62821.86	3.83	3.84
63.01	63.36	111	110	31827.5	34369.24	2.1	2.1
59.61	59.61	121	121	54954	65628.36	3.63	4.02
57.03	57.66	129	127	141286	148729.3	9.34	9.1
49.65	50.2	154	152	26018	23953.79	1.72	1.47
47.24	47.5	163	162	34720	34865.82	2.29	2.13
42.28	42.51	183	182	170927.5	174097.5	11.29	10.66
37.84	38.05	203	202	54084	77812.02	3.57	4.76
37.01	36.61	207	209	55200.5	51573.9	3.65	3.16
33.5	33.69	225	224	20810	21407.79	1.38	1.31
31.69	31.35	235	237	24493.5	16450.24	1.62	1.01
29.99	30.32	245	243	31066.5	33318.41	2.05	2.04
27.14	27.44	263	261	16376.5	17187.37	1.08	1.05
24.56	24.56	281	281	21018.5	25189.45	1.39	1.54
19.68	19.9	321	319	184301.5	194597.5	12.18	11.91
18.21	18.21	335	335	41612.5	44657.86	2.75	2.73
16.3	16.3	355	355	91150	114532.2	6.02	7.01
14.35	14.27	378	379	42643.5	57721.14	2.82	3.53
11.5	11.43	418	419	44911	50109.22	2.97	3.07

단원콩에서는  $\alpha'$ -subunit부분을 보면 논에서는 79.525kDa에서 121931이고 밭에서는 81.3kDa에서 124487.3로 논에 비해 밭에서 pixel total값이 1.02배 증가하였다.  $\alpha$ -subunit부분을 보면 논에서는 74.82kDa에서 121705이고 밭에서는 76.5kDa에서 131006.1로 논에 비해 밭에서 pixel total값이 1.08배 증가하였다.  $\beta$ -subunit부분을 보면 논에서는 57.98Da에서 129770이고 밭에서는 58.96kDa에서 110167.2로 논에 비해 밭에서 pixel total값이 -1.78배 감소하였다(표 2-26).

Table 2-26. Differences in protein bands of Danwonkong.

Mol weight		Y posotion		Pixel total		Pixel total(%)	
Paddy field	Upland field	Paddy field	Upland field	Paddy field	Upland field	Paddy field	Upland field
84.99	85.94	57	55	143690.5	140206.8	7.53	7.81
79.52	81.3	69	65	121931	124487.3	6.39	6.94
74.82	76.5	80	76	121705	131006.1	6.38	7.3
72.37	72.77	86	85	45889	44750.17	2.41	2.49
69.23	70.39	94	91	87705.5	73210.39	4.6	4.08
63.36	64.07	110	108	29192	27414.43	1.53	1.53
61.97	62.66	114	112	22784	29373.43	1.19	1.64
59.61	59.94	121	120	69639	66568.06	3.65	3.71
57.98	58.96	126	123	129770	110167.2	6.8	6.14
50.76	51.33	150	148	26800	21785.89	1.41	1.21
47.76	48.56	161	158	68731	54144.83	3.6	3.02
42.51	43.47	182	178	227212.5	214963.6	11.91	11.98
37.84	38.48	203	200	172615	169111.6	9.05	9.42
33.87	34.25	223	221	20540.5	21029.38	1.08	1.17
30.49	30.83	242	240	31408.5	30172.84	1.65	1.68
27.59	27.9	260	258	14773	13233.88	0.77	0.74
24.97	25.11	278	277	43208	34095.3	2.27	1.9
19.79	20.01	320	318	225229	221920.1	11.81	12.36
18.52	18.72	332	330	64969.5	52182.31	3.41	2.91
16.48	16.57	353	352	139121	129749.2	7.29	7.23
14.43	14.43	377	377	67062	54671.76	3.52	3.05
11.89	11.82	412	413	33151.5	30505.75	1.74	1.7

2) 2-DE를 이용한 논과 밭의 콩 종실 저장단백질 발현양상 비교

2-DE를 이용하여 단백질 spot의 발현양상을 비교하였다. 한남콩에서 단백질 spot의 발현양상은 유사함을 보였으나 30.0kDa부분의 염기성부분에서는 두 개의 단백질 spot의 발현정도가 분명한 차이를 보였으며 20.1kDa부분에서도 단백질 spot의 발현정도가 분명한 차이를 보였다. 또한 20.1kDa부분의 염기성부분에서는 밭에서는 발현되지 않은 단백질 spot이 논에서는 발현되었다(그림 2-26). 백천콩은 20.1~30.0kDa부분에서 한남콩과는 반대로 논에서 단백질 spots의 발현양상이 분명한 차이를 보였으며 이와는 반대로 14.4~20.1kDa부분의 단백질 spots의 발현양상은 20.1~30.0kDa부분에서의 단백질 spots의 발현양상과 차이를 보였다. 또한 30.0kDa부분에서 논에서는 분명한 발현양상을 보인 단백질 spot가 밭에서는 발현양상에 차이를 보였다. 30.0~45.0kDa부분에서는 단백질 spots의 발현양상이 분명한 차이를 보였다. 다른 부분의 단백질 spots의 발현양상은 유사함을 보였다(그림 2-27). 황금콩의 경우는 45.

0~66.0kDa부분의 산성부분에서 단백질 spots의 발현양상이 차이를 보였으며 30.0~45.0kDa 부분의 산성부분에서도 분명한 차이를 보였다. 또한 20.1kDa부분의 염기성부분에서는 논에서는 단백질 spots의 발현되었으나 밭에서는 단백질 spots이 발현되지 않았다(그림 2-28). 단원콩에서는 30.0~45.0kDa부분의 단백질 spots의 발현양상이 분명한 차이를 보였다(그림 2-29).

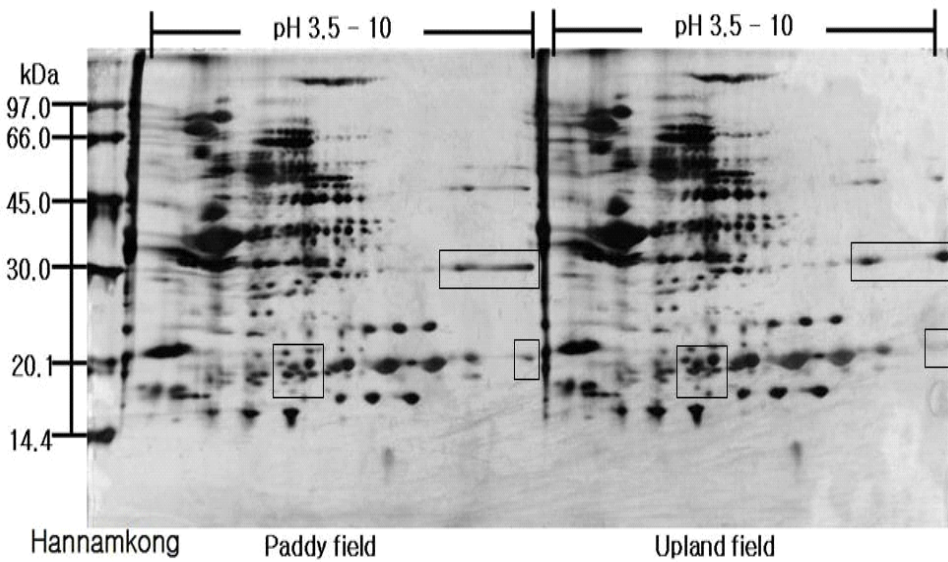


Fig. 2-26. Comparison with protein spots on Hannamkong using 2-DE.

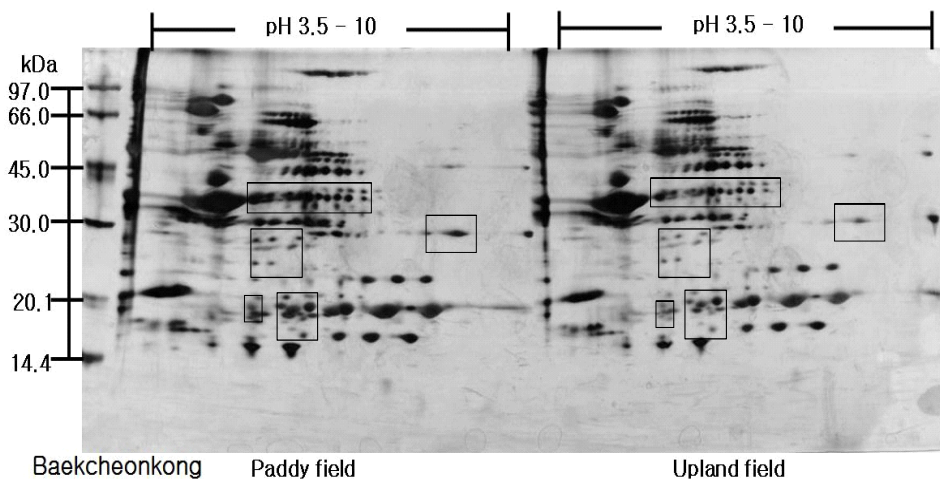


Fig. 2-27. Comparison with protein spots on Baekcheonkong using 2-DE.

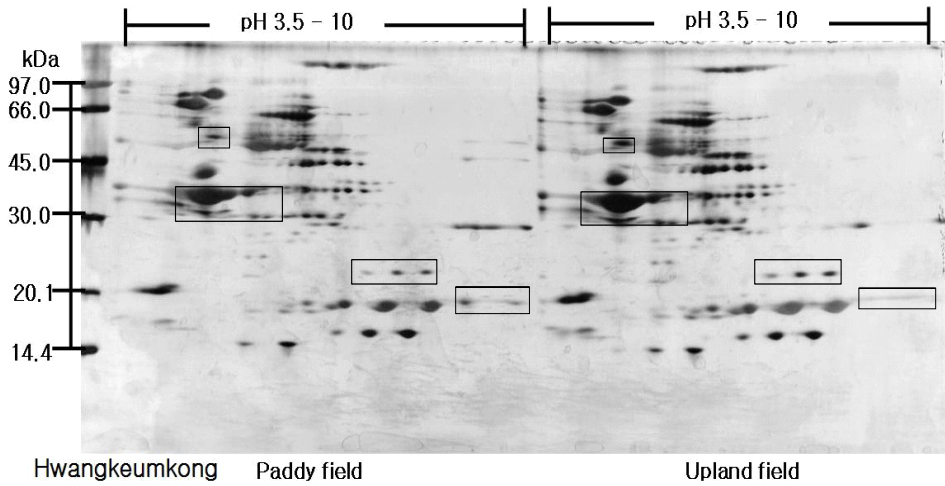


Fig. 2-28. Comparison with protein spots on Hwangkeumkong using 2-DE.

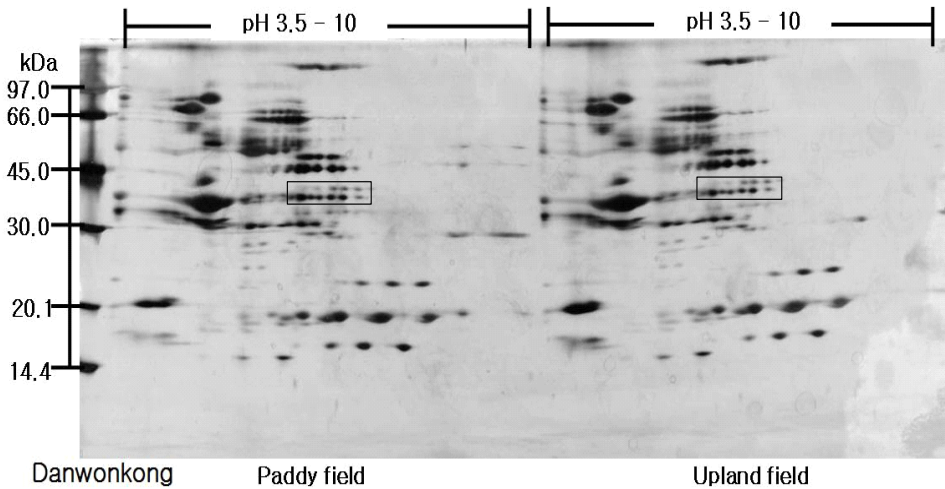


Fig. 2-29. Comparison with protein spots on Danwonkong using 2-DE.

2-DE를 이용하여 단백질 spots의 발현양상을 비교한 후 한남콩에서 단백질 spots를 40개를 선별하여 Image 분석을 이용하여 protein normal volume을 비교하였다(그림 2-30). 비교 결과 밭에서의 단백질 spots normal volume을 기준으로 spot no. 5, 10, 12, 18, 19, 22, 24, 27, 28, 30, 31, 32, 40을 제외하고는 모두 감소하였다. 논에서 spot no. 1은 발현 정도가 약 2배 이상 감소하였다. 반면에 spot no. 18의 발현 정도는 약 1.3배 증가하였다(표 2-27). 한남콩에 경우 논 재배시 다수의 단백질 spots의 normal volume은 전반적으로 감소 경향을 보였

다. 40개의 단백질 spots 분석 결과 13개의 단백질 spots의 normal volume은 증가하였고 27개는 감소하였다(그림 2-31).

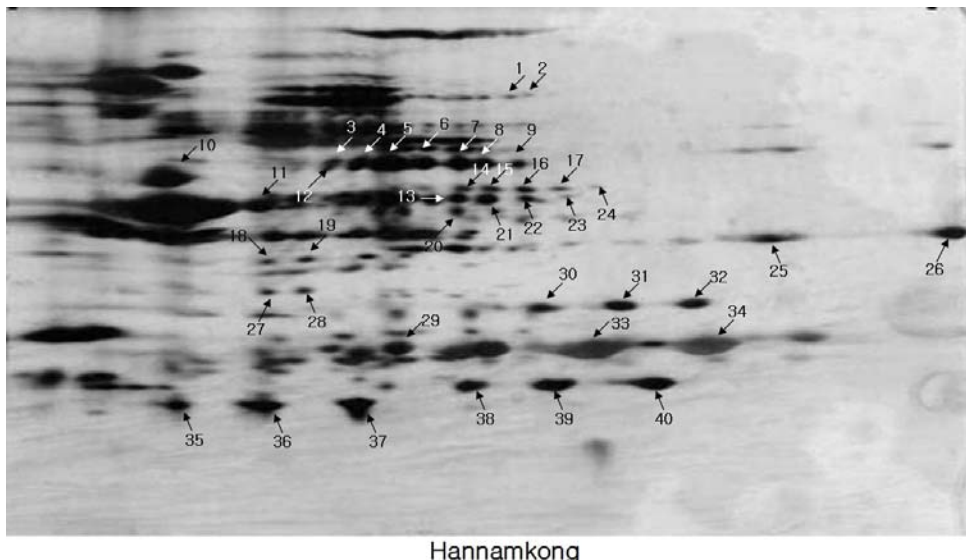


Fig. 2-30. Protein spots of two-dimensional gel on Hannamkong.

Table 2-27. Comparison with protein spots from two-dimensional gel Image analysis of protein volume.(No. of spots are shown at Fig. 2-30.)

Spot no.	Upland field Norm. Vol.	Paddy field Norm. Vol.	Difference ('Upland field' v 'Paddy field')	Spot no.	Upland field Norm. Vol.	Paddy field Norm. Vol.	Difference ('Upland field' v 'Paddy field')
1	0.141	0.057	-2.473684211 -	21	0.374	0.354	-1.056497175 -
2	0.101	0.055	-1.836363636 -	22	0.241	0.242	1.004149378 +
3	0.294	0.278	-1.057553957 -	23	0.1	0.069	-1.449275362 -
4	0.511	0.492	-1.038617886 -	24	0.058	0.059	1.017241379 +
5	0.964	0.968	1.004149378 +	25	0.55	0.367	-1.498637602 -
6	0.455	0.434	-1.048387097 -	26	0.659	0.236	-2.792372881 -
7	0.532	0.479	-1.110647182 -	27	0.273	0.309	1.131868132 +
8	0.444	0.334	-1.329341317 -	28	0.226	0.233	1.030973451 +
9	0.354	0.329	-1.075987842 -	29	0.561	0.453	-1.238410596 -
10	1.574	1.93	1.226175349 +	30	0.592	0.634	1.070945946 +
11	0.118	0.077	-1.532467532 -	31	0.509	0.618	1.214145383 +
12	0.119	0.157	1.319327731 +	32	0.491	0.638	1.299389002 +
13	0.231	0.19	-1.215789474 -	33	1.652	1.361	-1.213813373 -
14	0.302	0.273	-1.106227106 -	34	1.171	1.093	-1.07136322 -
15	0.24	0.233	-1.030042918 -	35	0.736	0.571	-1.288966725 -
16	0.242	0.233	-1.038626609 -	36	1.159	1.144	-1.013111888 -
17	0.164	0.145	-1.131034483 -	37	1.164	1.08	-1.077777778 -
18	0.295	0.407	1.379661017 +	38	0.661	0.469	-1.409381663 -
19	0.254	0.303	1.192913386 +	39	0.854	0.717	-1.191073919 -
20	0.321	0.278	-1.154676259 -	40	0.824	0.866	1.050970874 +

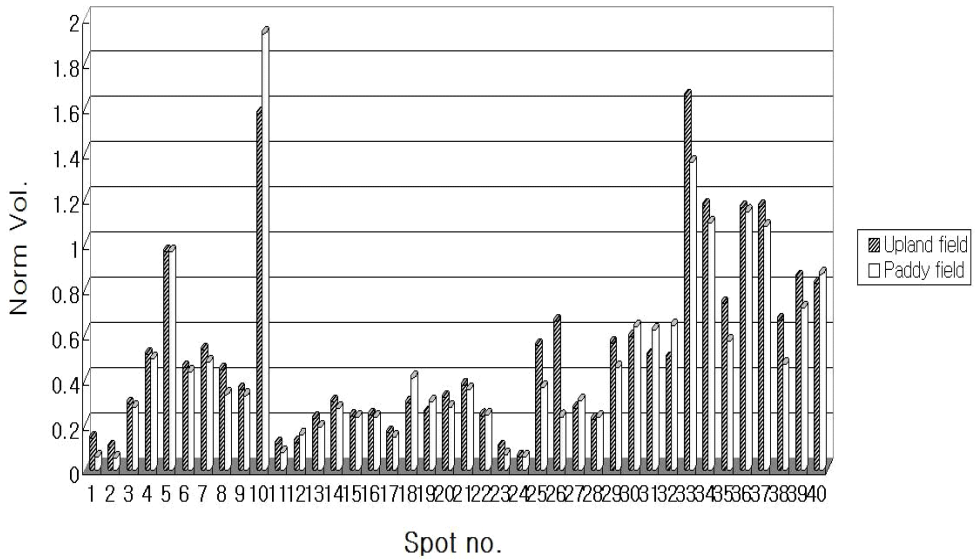
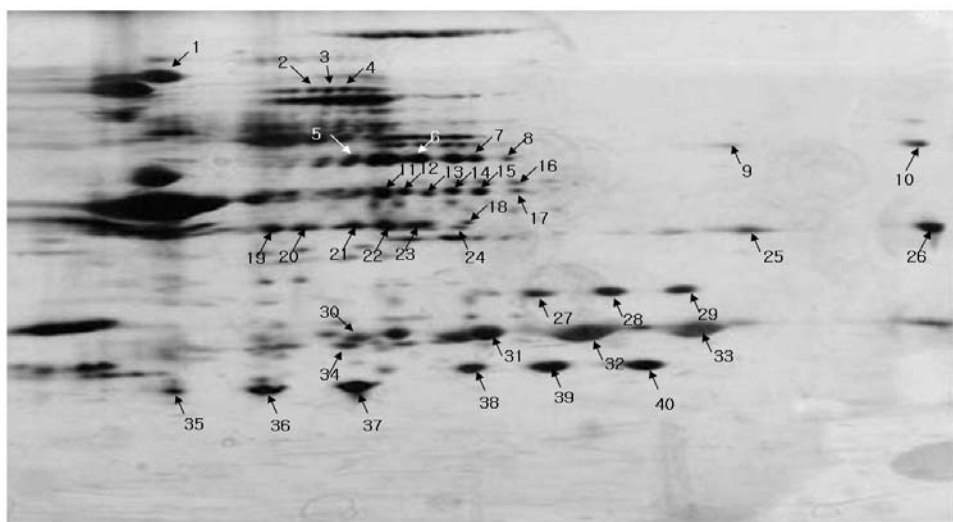


Fig. 2-31. Comparison with change of protein normal volume using histogram.

백천콩에서도 역시 40개의 단백질 spots를 선발하여 protein normal volume을 비교하였다 (그림 2-32). Spot no. 1, 2, 3, 9, 12, 13, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 29, 30, 32, 33, 34, 36, 38, 39, 40을 제외하고는 감소하였고 spot no. 16에서는 protein volume의 변화가 없었다. 논에서 spot no. 26은 발현 정도가 약 1.8배 이상 감소하였으며 spot no. 9의 발현 정도는 약 1.8배 이상 증가하였다(표 2-28). 한남콩의 경우와는 반대로 백천콩에서의 논 재배시 단백질 spots의 normal volume은 전반적으로 증가하는 경향을 보였다. 40개의 단백질 spots 분석 결과 23개의 단백질 spots의 normal volume은 증가하였고 16개는 감소하였으며 1개는 변화가 없었다. 다른 품종과는 다르게 백천콩은 논 재배시 단백질 spots의 normal volume은 증가하는 경향을 보였다(그림 2-33).



Baekcheonkong

Fig. 2-32. Protein spots of two-dimensional gel on Baekcheonkong.

Table 2-28. Comparison with protein spots from two-dimensional gel Image analysis of protein volume.(No. of spots are shown at Fig. 2-32.)

Spot no.	Upland field Norm. Vol.	Paddy field Norm. Vol.	Difference (‘Upland field’ v ‘Paddy field’)	Spot no.	Upland field Norm. Vol.	Paddy field Norm. Vol.	Difference (‘Upland field’ v ‘Paddy field’)
1	1.052	1.172	1.114068441 +	21	0.685	0.696	1.016058394 +
2	0.17	0.172	1.011764706 +	22	0.84	0.863	1.027380952 +
3	0.161	0.182	1.130434783 +	23	0.713	0.764	1.071528752 +
4	0.169	0.142	-1.190140845 -	24	0.174	0.251	1.442528736 +
5	0.569	0.538	-1.057620818 -	25	0.52	0.96	1.846153846 +
6	0.469	0.445	-1.053932584 -	26	0.677	0.372	-1.819892473 -
7	0.355	0.318	-1.116352201 -	27	0.584	0.709	1.214041096 +
8	0.252	0.245	-1.028571429 -	28	0.707	0.694	-1.018731988 -
9	0.17	0.318	1.870588235 +	29	0.524	0.637	1.215648855 +
10	0.302	0.183	-1.650273224 -	30	0.475	0.551	1.16 +
11	0.814	0.783	-1.039591315 -	31	0.907	0.886	-1.023702032 -
12	0.308	0.316	1.025974026 +	32	1.776	2.136	1.202702703 +
13	0.301	0.34	1.129568106 +	33	1.286	1.528	1.188180404 +
14	0.337	0.322	-1.046583851 -	34	0.419	0.561	1.338902148 +
15	0.361	0.382	1.058171745 +	35	0.631	0.594	-1.062289562 -
16	0.197	0.197	1 =	36	0.945	1.134	1.2 +
17	0.254	0.235	-1.080851064 -	37	1.18	1.144	-1.031468531 -
18	0.177	0.141	-1.255319149 -	38	0.689	0.703	1.020319303 +
19	0.745	0.916	1.229530201 +	39	0.909	0.967	1.063806381 +
20	0.601	0.686	1.141430948 +	40	0.874	0.937	1.072082238 +



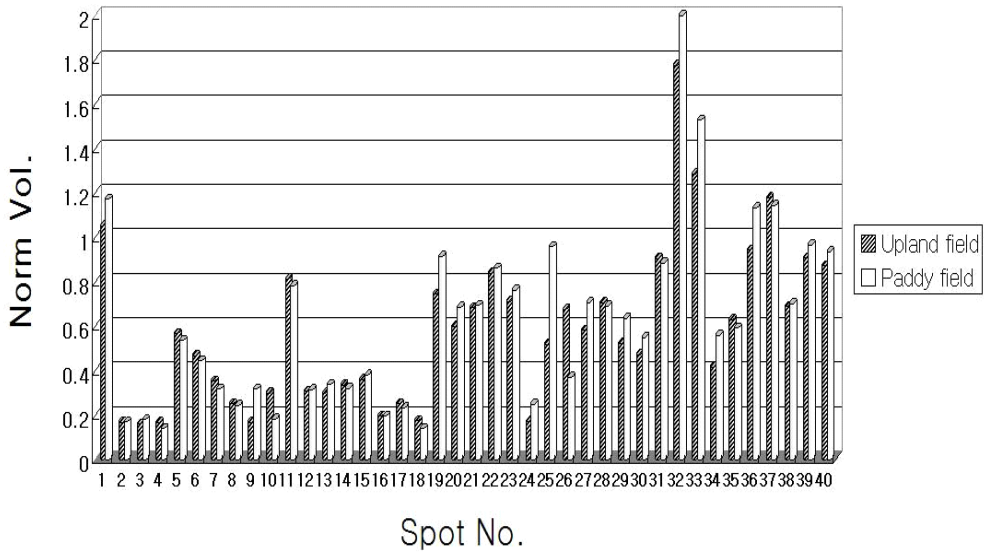
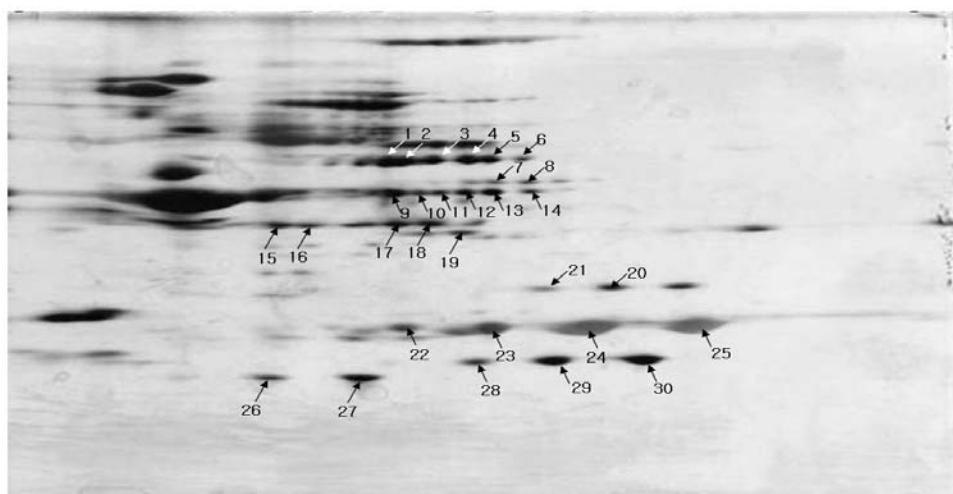


Fig. 2-33. Comparison with change of protein normal volume using histogram.

황금콩의 경우에는 30개의 단백질 spots를 선발하여 normal volume을 비교하였다(그림 2-34). Spot no. 2, 14, 19, 20, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30을 제외하고는 감소하였다. 논에서 spot no. 15은 발현 정도가 약 1.6배 이상 감소하였으며 spot no. 14의 발현 정도는 약1.3배 이상 증가하였다(표 2-29). 황금콩의 경우는 한남콩과 같은 양상을 보였다. 즉, 논 재배시 단백질 spots의 normal volume은 전반적으로 감소하는 경향을 보였다. 30개의 단백질 spots 분석 결과 11개의 단백질 spots의 normal volume은 증가하였고 19개는 감소하였다(그림 2-35).



Hwangkeumkong

Fig. 2-34. Protein spots of two-dimensional gel on Hwangkeumkong.

Table2-29 Comparison with protein spots from two-dimensional gel Image analysis of protein volume.(No. of spots are shown at Fig. 2-34.)

Spot no.	Upland field Norm. Vol.	Paddy field Norm. Vol.	Difference (‘Upland field’ v ‘Paddy field’)	Spot no.	Upland field Norm. Vol.	Paddy field Norm. Vol.	Difference (‘Upland field’ v ‘Paddy field’)
1	0.814	0.676	-1.204142012 -	16	0.506	0.434	-1.165898618 -
2	0.722	0.852	1.180055402 +	17	0.946	0.882	-1.072562358 -
3	0.785	0.681	-1.152716593 -	18	0.944	0.858	-1.1002331 -
4	0.814	0.756	-1.076719577 -	19	0.552	0.596	1.079710145 +
5	0.53	0.478	-1.108786611 -	20	0.624	0.637	1.020833333 +
6	0.357	0.351	-1.017094017 -	21	0.471	0.312	-1.509615385 -
7	0.308	0.258	-1.19379845 -	22	0.81	0.56	-1.446428571 -
8	0.341	0.306	-1.114379085 -	23	1.204	1.378	1.144518272 +
9	0.477	0.468	-1.019230769 -	24	2.322	2.383	1.026270457 +
10	0.329	0.3	-1.096666667 -	25	1.6	2.098	1.31125 +
11	0.397	0.38	-1.044736842 -	26	0.74	0.649	-1.140215716 -
12	0.477	0.468	-1.019230769 -	27	1.082	1.591	1.470425139 +
13	0.588	0.557	-1.055655296 -	28	0.677	0.69	1.019202363 +
14	0.399	0.527	1.320802005 +	29	1.22	1.476	1.209836066 +
15	1.009	0.639	-1.579029734 -	30	1.284	1.658	1.291277259 +

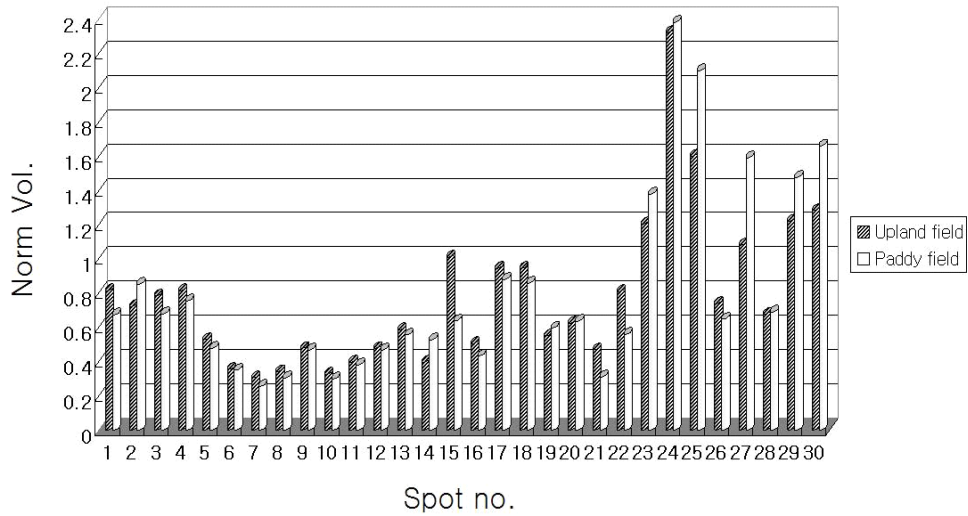
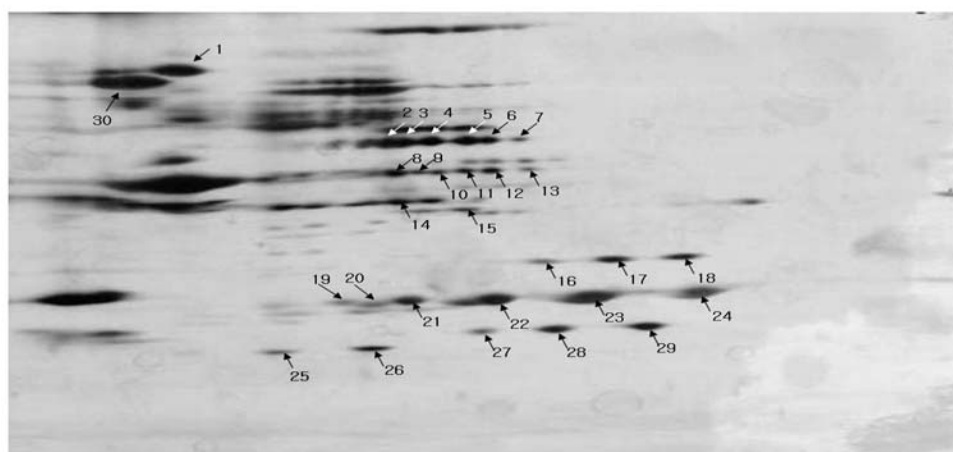


Fig. 2-35. Comparison with change of protein normal volume using histogram.

단원콩의 경우는 황금콩과 같이 30개의 단백질 spots를 선발하여 normal volume을 비교하였다(그림 2-36). Spot no. 3, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 21, 23, 24, 27, 28, 29를 제외하고는 감소하였다. 논에서 spot no. 20은 발현 정도가 약 1.3배 이상 감소하였으며 spot no. 28의 발현 정도는 약 1.4배 이상 증가하였다(표 2-30). 단원의 경우도 역시 한남콩과 유사하게 전반적으로 논 재배시 단백질 spots의 normal volume은 전반적으로 감소하는 경향을 보였다. 30개의 단백질 spots 분석 결과 16개의 단백질 spots의 normal volume은 증가하였고 14개는 감소하였다. 단원콩은 논 재배시 30개의 분석 결과 감소와 증가의 변화 비율이 거의 동일한 경향을 보였다(그림 2-37).



Danwonkong

Fig. 2-36. Protein spots of two-dimensional gel on Danwonkong.

Table 2-30. Comparison with protein spots from two-dimensional gel Image analysis of protein volume.(No. of spots are shown at Fig. 2-36.)

Spot no.	Upland field Norm. Vol.	Paddy field Norm. Vol.	Difference ('Upland field' v 'Paddy field')	Spot no.	Upland field Norm. Vol.	Paddy field Norm. Vol.	Difference ('Upland field' v 'Paddy field')
1	2.074	1.694	-1.224321133 -	16	0.499	0.59	1.182364729 +
2	0.763	0.743	-1.0269179 -	17	0.791	0.742	-1.066037736 -
3	0.558	0.638	1.143369176 +	18	0.713	0.738	1.035063114 +
4	0.845	0.72	-1.173611111 -	19	0.456	0.41	-1.112195122 -
5	0.826	0.77	-1.072727273 -	20	0.528	0.389	-1.357326478 -
6	0.538	0.495	-1.086868687 -	21	0.956	0.958	1.00209205 +
7	0.344	0.28	-1.228571429 -	22	1.369	1.321	-1.036336109 -
8	1.104	1.118	1.012681159 +	23	2.231	2.412	1.081129538 +
9	0.281	0.339	1.206405694 +	24	1.492	1.666	1.116621984 +
10	0.355	0.404	1.138028169 +	25	0.548	0.429	-1.277389277 -
11	0.451	0.517	1.146341463 +	26	0.76	0.699	-1.087267525 -
12	0.491	0.567	1.154786151 +	27	0.503	0.681	1.35387674 +
13	0.275	0.276	1.003636364 +	28	0.734	1.029	1.401907357 +
14	0.792	0.618	-1.281553398 -	29	0.869	0.894	1.0287687 +
15	0.471	0.52	1.10403397 +	30	3.347	2.67	-1.253558052 -

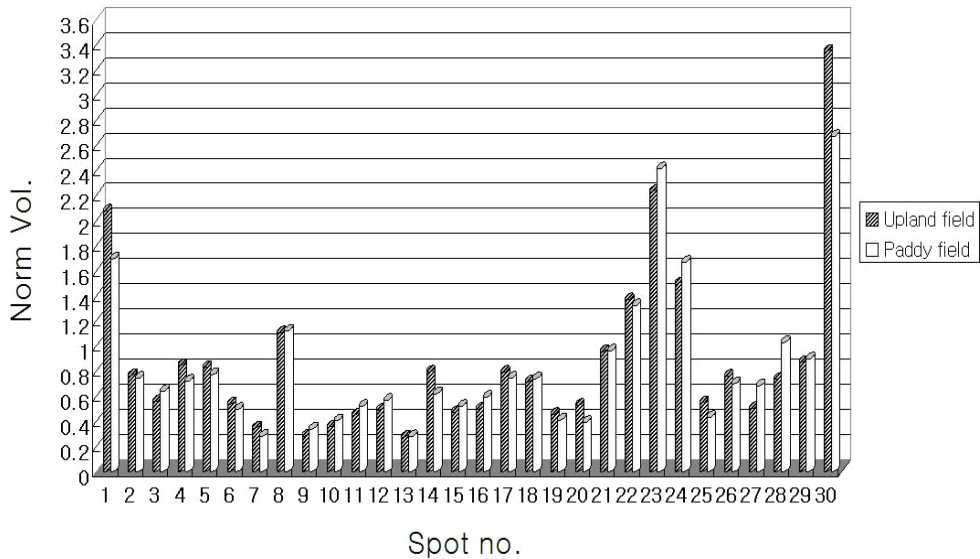


Fig. 2-37. Comparison with change of protein normal volume using histogram.

#### 라. 등숙기간의 종실 프로테옴 발현 해석 및 동정

##### 1) 2-DE를 이용한 등숙에 따른 콩 종실 저장단백질 발현 양상 비교

태광콩에서 등숙에 따른 단백질 발현양상을 비교하였다(그림 2-38).

성숙기때는 콩 종자 건물중의 41%는 저장단백질이다(Hill and Breidenbach, 1974). 일반적으로 두 가지 종실 저장 단백질은 glycinin과  $\beta$ -conglycinin이다(Roberts and Briggs, 1965; Hill and Breidenbach, 1974; Thanh and Shibasaki, 1976). 1waf(weeks after flowering)에서는 단백질 spots의 발현정도가 다른 등숙시기에 비해 낮음을 알 수 있다. 1waf때에는 종실의 크기가 매우 작기 때문에 종실내에 포함된 단백질 함량 또한 낮다. 2waf에서는 단백질 spots이 점차 발현되었으며 3waf에서부터 성숙종자의 단백질 발현양상과 유사한 단백질 발현양상을 보였다. HMW에서 LMW 그리고 산성부분에서 염기성부분까지 전반적인 단백질 spots의 발현 양상이 2waf에 비해 월등히 증가함을 알 수 있었다. 4waf에서 6waf까지 단백질의 발현정도가 특정부분에서 증가와 감소하는 양상이 분명한 차이를 보이기 시작했다. HMW에서 산성부분은 등숙이 진행됨에 따라 감소하는 경향을 보였으며 30.0~45.0kDa부분에서는 증가하는 경향을 보였다. 또한 LMW에서 염기성부분도 역시 증가하는 경향을 보였다.

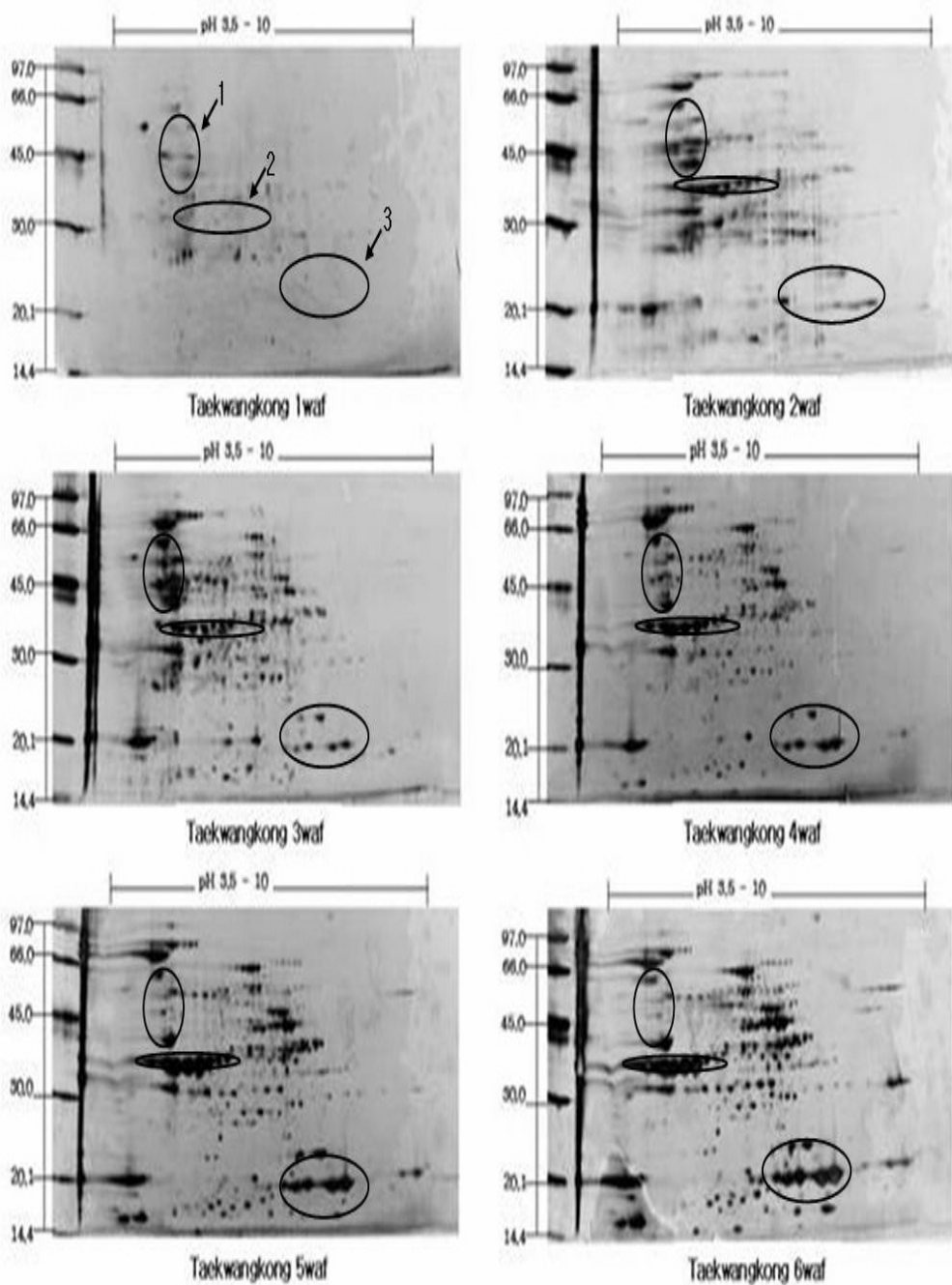


Fig. 2-38. Comparison with proteins on 1-6weeks after flowering using 2-DE.

이차원전기영동 후 세부분을 부분별로 비교하였다. 부분 1에서는 1waf에서 발견되어 3waf

까지 단백질 발현 정도가 증가하다가 4waf에서부터 6waf까지는 단백질 발현 정도가 감소되었다. 반면에 부분 2에서는 1waf 때에는 단백질 발현 정도가 거의 없었으나 부분1번과는 다르게 2waf에서부터 단백질 발현 정도가 분명히 증가하여 4waf까지 점차적으로 증가하다가 5waf에 급격히 증가한 후 6waf 때에는 약간 감소 양상을 보였다. 부분 3에서는 1waf에 단백질 발현 정도가 거의 없다가 2waf때부터 점차 증가하여 6waf때까지 단백질 발현 정도가 증가하는 양상을 보였다(그림 2-39).

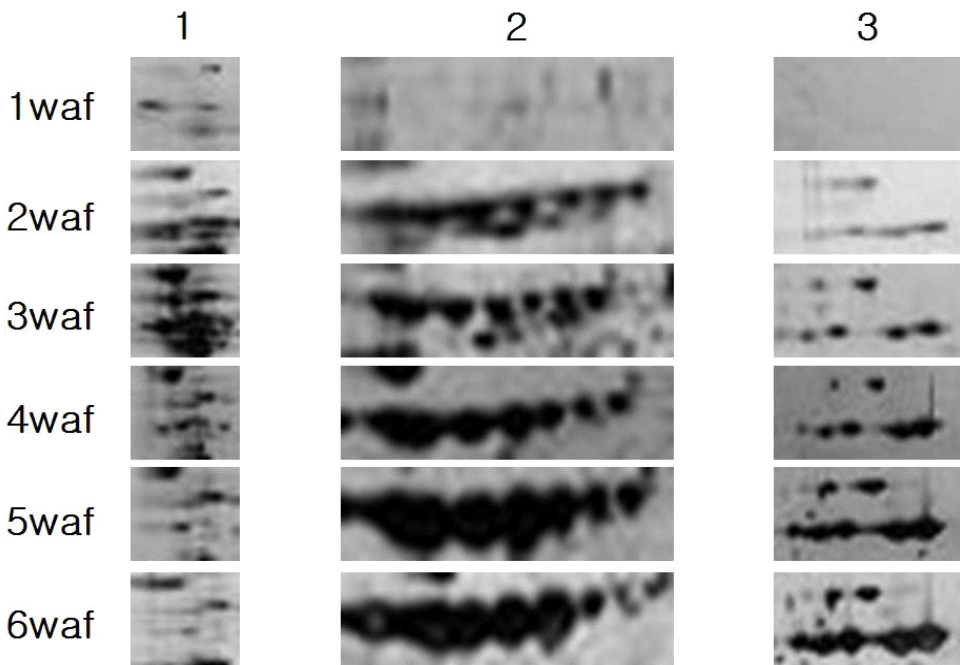


Fig. 2-39. Comparison with proteins on specific region using 2-DE.(No. of region is shown at Fig 2-38.)

등숙에 따른 단백질 spot의 발현양상을 Image 분석을 이용하여 수치화하여 비교하였다. 1, 2waf는 단백질의 발현 정도가 낮아 3, 4, 5, 6waf의 gel 이미지와 비교가 불가능하여 1, 2waf는 제외하였다. 따라서 3, 4, 5, 6waf를 비교·분석하였다. 등숙간의 비교를 하기 위하여 3waf를 기준으로 하여 비교하였다(그림 2-40). 총 20개의 단백질 spots을 임의 선발하여 protein normal volume를 비교하였다. Image 분석을 하기 위해 spot를 warping과정을 거쳐 matching을 하였다. 등숙간 비교를 하였기 때문에 등숙시기에 따라 포함하고 있는 단백질량

에 차이가 있으므로 분명한 발현양상을 보이는 spot을 기준으로 등숙간에 일치되는 부분의 spot만을 선별하여 protein normal volume을 비교하였다.

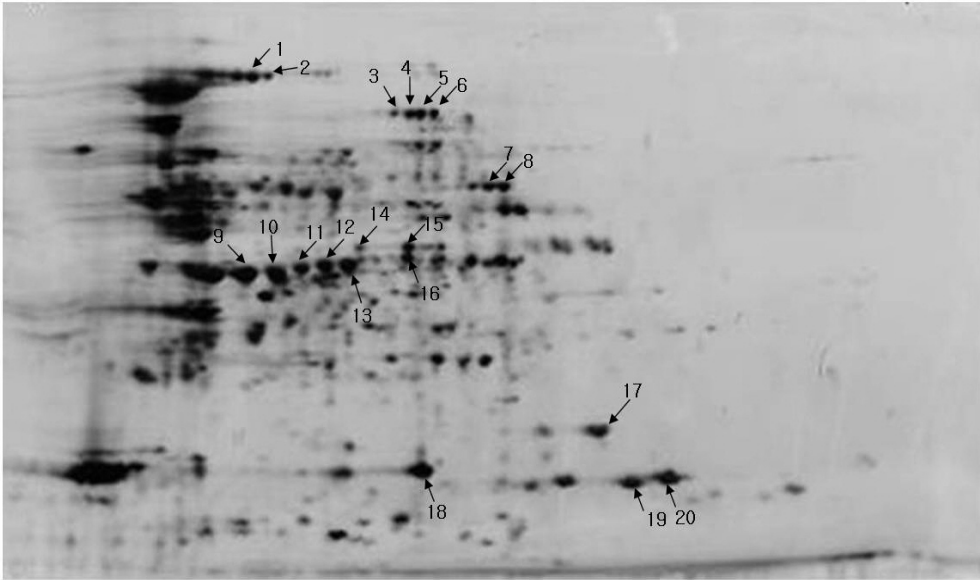


Fig. 2-40. Protein spots of two-dimensional gel on 3 weeks after flowering.

Image 분석 결과를 보면 대부분의 단백질 spot에서 각기 다른 발현정도의 차이를 보였다 (그림 2-41). 우선 spot no. 1, 2에서는 3waf에 비해 4waf에서 protein normal volume이 증가하다가 5, 6waf에 감소하였으며 3waf에 비해 5, 6waf에 감소하였다. Spot no. 3의 protein normal volume은 3waf에 비해 4waf에는 증가하다가 5waf에는 감소하였으며 다시 6waf에 증가하였다. Spot no. 4, 5의 경우는 spot no. 3과 유사한 발현 양상을 보였으나 3waf과 5waf의 protein normal volume은 큰 차이를 보이지 않았다. Spot no. 6, 14에서는 4waf에 증가하다가 5, 6waf에 감소하였으며 3waf과 6waf에서의 protein normal volume은 큰 차이를 보이지 않았다. Spot no.7은 spot no.1과 같은 발현 양상이지만 5, 6waf에서 spot no. 1과는 반대로 3waf에 비해 5, 6waf는 protein normal volume이 증가하였다. Spot no. 8은 3waf에 비해 4, 5waf는 protein normal volume이 증가하다가 6waf에서 protein normal volume이 감소하였으나 3waf에 비해서는 protein normal volume이 큰 차이를 보이지는 않았다. Spot no. 9, 10, 17은 3, 4, 5waf에서는 protein normal volume이 점차 증가하다가 6waf에는 protein normal volume이 감소하였다. Spot no. 11은 3waf에 비해 4, 5waf에서는 protein normal volume이 2배 이상 증가하였다가 6waf에서는 protein normal volume이 급격하게 감소하였



다. Spot no. 12는 4waf까지는 protein normal volume이 증가하다가 5, 6waf에서는 protein normal volume이 감소하였다. Spot no. 13, 18에서는 등숙이 진행됨에 따라 protein normal volume이 점차 감소되는 양상을 보였으며 spot no. 18에서는 5, 6waf에서 protein normal volume이 급격하게 감소되었다. Spot no. 15은 3, 5, 6waf에는 protein normal volume이 큰 차이를 보이지는 않았지만 4waf에서 protein normal volume이 증가되는 경향을 보였다. Spot no. 16은 3waf에 비해 4waf에서 protein normal volume이 증가하였으며 5, 6waf에서는 protein normal volume이 감소되는 경향을 보였다. Spot no. 19, 20의 경우에는서는 등숙이 진행됨에 따라 protein normal volume이 점차 증가하는 경향을 보였다(표 2-31).

Table 2-31. Comparison with protein spots from two-dimensional gel Image analysis of protein volume.(No. of spots are shown at Fig. 2-40)

Spot no.	3waf Norm Vol.	4waf Norm Vol.	Difference ('3waf' v '4waf')	5waf Norm Vol.	Difference ('3waf' v '5waf')	6waf Norm Vol.	Difference ('3waf' v '6waf')
1	0.329	0.489	1.486322 +	0.273	-1.20513 -	0.152	-2.16447 -
2	0.196	0.339	1.729592 +	0.167	-1.17365 -	0.086	-2.27907 -
3	0.237	0.344	1.451477 +	0.28	1.181435 +	0.363	1.531646 +
4	0.261	0.462	1.770115 +	0.272	1.042146 +	0.395	1.51341 +
5	0.253	0.385	1.521739 +	0.26	1.027668 +	0.354	1.399209 +
6	0.293	0.383	1.307167 +	0.241	-1.21577 -	0.291	-1.00687 -
7	0.268	0.526	1.962687 +	0.39	1.455224 +	0.354	1.320896 +
8	0.323	0.561	1.736842 +	0.445	1.377709 +	0.317	-1.01893 -
9	0.985	1.179	1.196954 +	1.464	1.486294 +	1.302	1.321827 +
10	0.889	1.378	1.550056 +	1.539	1.731159 +	1.522	1.712036 +
11	0.449	0.856	1.906459 +	0.853	1.899777 +	0.511	1.138085 +
12	0.449	0.734	1.634744 +	0.577	1.285078 +	0.3	-1.49667 -
13	0.717	0.697	-1.02869 -	0.582	-1.23196 -	0.221	-3.24434 -
14	0.219	0.302	1.378995 +	0.201	-1.08955 -	0.249	1.136986 +
15	0.297	0.346	1.164983 +	0.301	1.013468 +	0.29	-1.02414 -
16	0.346	0.353	1.020231 +	0.25	-1.384 -	0.267	-1.29588 -
17	0.652	0.825	1.265337 +	0.872	1.337423 +	0.802	1.230061 +
18	0.973	0.65	-1.49692 -	0.371	-2.62264 -	0.343	-2.83673 -
19	0.707	1.016	1.437058 +	1.222	1.72843 +	1.507	2.131542 +
20	0.66	1.273	1.928788 +	1.325	2.007576 +	1.791	2.713636 +

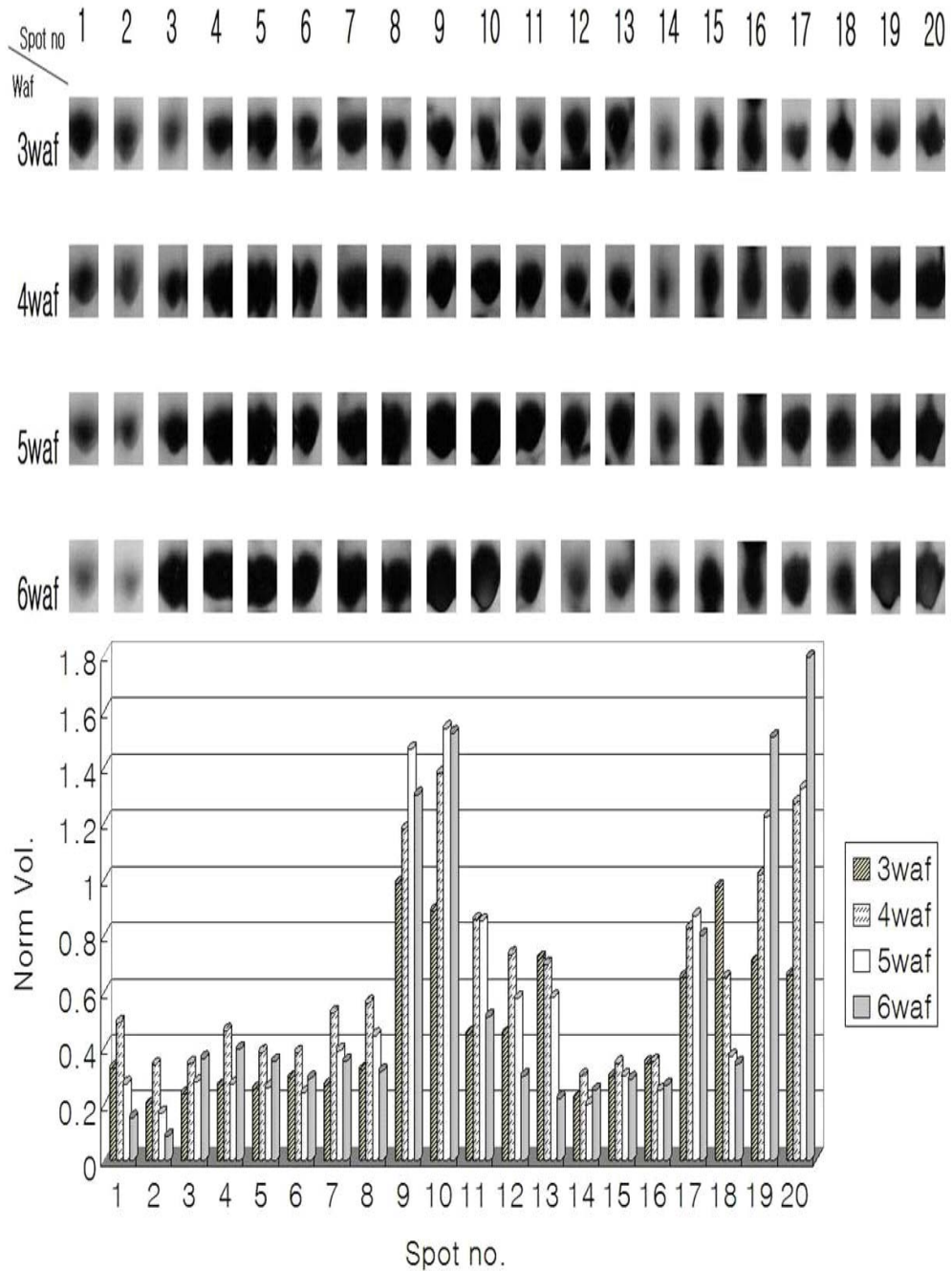


Fig. 2-41. Comparison with protein spots and change of protein normal volume using histogram

## 2) 등숙에 따른 콩 종실 저장단백질 동정

등숙에 따른 protein normal volume을 분석한 뒤 4개의 spots를 임의 선발하여 단백질 동정을 하였다(그림 2-42). 단백질 동정을 한 결과(표 2-32) spot no. 1은 아직 알려지지 않은 unknown protein으로 동정되었으며 spot no. 3, 4는 저장단백질인 Glycinin A1aBx로 동정되었다. Spot no. 2는 p24 oleosin isoform A로 동정되었다.

Oleosin은 oil body에 존재하는 기내 번역의 산물로 합성된다. Oleosin의 전사와 동시에 일어나는 번역과정을 결정하는 것은 특정한 microsomal membrane이다. 기내 번역반응은 고정된 soybean oil body에서만 이루어지거나 또는 soybean oil body와 microsome에서 이루어진다(Loer and Herman, 1993). 식물의 oil-body의 주된 구성성분은 저장단백질과 막 단백질 그리고 저장지질과 막 지질이다. Oil body 단백질은 지질단층까지 침투할 수 있으며 지질 상부 그룹과 결합한다. 또한 막 지질 구성은 oil body와 단백질 결합에 영향을 줄 수 있다(Katavic et al. 2006).

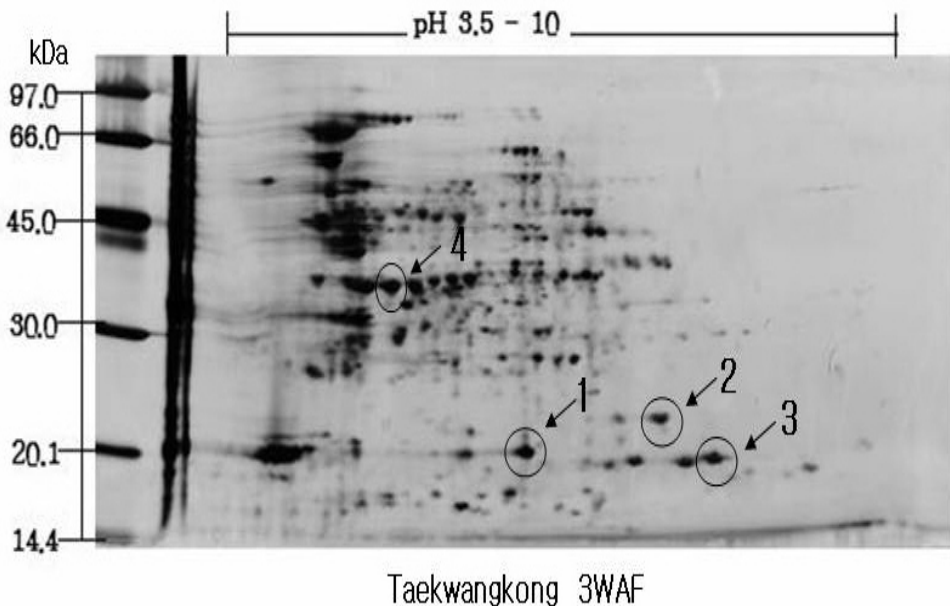


Fig. 2-42. Two-dimensional spot-excision map of 3 weeks after flowering.

Table 2-32. Identified of protein spots from two-dimensional gel analysis of total soybean seed protein.(No. of spots are shown at Fig. 2-42.)

Spot no.	Mascot score	pI	Mr	Gi accession number	Protein
1	46	6.51	44486	42572243	Unknow protein
2	40	8.01	23487	476214	p24 oleosin isoform A
3	359	5.78	55657	225651	Glycinin A1aBx
4	188	5.78	555657	225651	Glycinin A1aBx

### 3. 결과 요약

#### 가. 콩 기능성 물질의 변이 탐색 및 자원 발굴

##### (Isoflavone, Phytosterol, Lutein, Tochoferol)

1) Isoflavone 총 함량은 신평달콩 2호가 10.338mg/100ml로 가장 높았으며, 석량꽃콩이 1.860mg/100ml로 가장 낮았고, aglycone 함량은 소명콩이 0.268mg/100ml로 가장 높았으며, 금강대립이 0.028mg/100ml로 가장 낮았다.

2) 100립중별 aglycone 평균 함량은 중립종이 가장 높았으며, 다음으로 소립종이 높았으며, 대립종이 순으로 낮았다.

3) 용도별 aglycone 평균 함량은 나물콩이 가장 높았고, 다음으로 장류콩이 높았으며, 밥밀콩과 꽃콩 및 울콩이 낮았다.

4) 전체적인 통계치를 보았을 때 Campesterol과 Stigmasterol 함량이 높은 것은 지역재래종의 외알콩으로 각각 47.7mg/100g, 47.35mg/100g 함량치를 나타내었다. Carotenoid의 Lutein의 함량은 861.07µg/100g 로 십석두가 가장 높게 나타났다. 각 Phytosterol의 개별적 성분들과 Carotenoid의 Lutein 함량은 지역재래종에서 높게 나타났으며 Phytosterol의 총함량에서는 장콩이 182.83mg/100g으로 가장 높았으나 지역재래종 역시 180.65mg/100g으로 높은 함량치를 보였다.

5) 실험한 136개의 장려품종 및 육성 재래종들에서 나타난  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -  $\delta$ -tocopherol의 함량은 각각 장콩의 KAS613-11가  $\alpha$ -T = 9.77mg/100g,  $\beta$ -T = 3.35mg/100g의 으로 높았으며 지역재래종의 익산이  $\gamma$ -T=29.84mg/100g로 가장 높았다. 또한 적각에서  $\delta$ -T이 12.95mg/100g로 높은 수치를 보였으며, Total-T역시 적각이 42.98mg/100g으로 높았다. 전체적으로 지역재래종과 장콩에서 함량이 높게 나타났으며 Total Tpcopherol 함량도 지역재래종 >장콩> 장려품종> 나물콩 순으로 높게 나타났다.

#### 나. 콩 종자 저장단백질(11S,7S)의 변이 및 자원발굴과 프로테옴 해석

##### 1) 콩 종자 저장단백질(11S,7S)의 변이 및 자원발굴

가) 야생콩에 비해 장려품종과 재래종의 단백질 band의 발현정도가 많음을 알 수 있었으며 야생콩과 장려품종 및 재래종의 단백질 발현양상을 비교해 보면 장려품종 및 재래종의 단백질 발현양상은 대부분 유사한 발현양상을 보였으나 야생콩의 단백질 발현양상은 각각 다른 단백질 발현양상을 보였다.

나) IT184247에서는 단백질 발현양상이 다른 야생콩에 비해 분명한 차이를 보였다. IT104397에서 가장 특이한 단백질 bands의 발현양상을 보인 66.0~97.0kDa의  $\alpha'$ -,  $\alpha$ -subunit 부분이 다른 비교품종의 단백질 bands의 발현양상과 분명한 차이를 보였으며  $\beta$ -subunit부분에서도 다른 야생콩과는 상이하게 단백질 band의 발현정도가 분명한 차이를 보였다.

다) 가장 특이한 단백질 bands의 발현양상을 보인 IT104397와  $\alpha'$ -subunit이 결실된 Keburi, 장려품종인 황금콩 그리고 야생콩인 IT184222를 SDS-PAGE을 이용하여 비교한 결과 IT104397의 경우는  $\alpha'$ -subunit와  $\alpha$ -subunit부분이 IT184222와 Keburi, 그리고 황금콩에 비해 단백질 bands의 발현양상에서 분명한 차이를 보였다. 또한  $\alpha'$ -,  $\alpha$ -subunit부분뿐만 아니라  $\beta$ -subunit부분도 Keburi와 황금콩에 비해 단백질 bands의 발현양상이 차이를 보였으며 특히 IT184222와는 단백질 bands의 발현양상이 분명한 차이를 보인 반면 30.0 - 45.0 kDa 부분에서 단백질 band의 발현양상은 HMW 부분의 발현양상과는 정반대의 발현 양상을 보였다. 또한 20.1kDa 부분에서 단백질 bands의 발현양상은 IT184222와 유사한 발현양상을 보였다.

라) 11S/7S의 비율은 야생콩은 평균 0.93%로 IT 184222가 0.73%로 가장 낮았으며 IT

104397이 1.66%로 가장 높았다. 장려품종 중에서는 11S/7S의 비율은 평균 1.39%로 Hwangkeumkong이 1.00%로 가장 낮았으며 Jangdanbaekmok이 1.64%로 가장 높았다. 재래종은 11S/7S의 비율은 평균 1.36%로 IT 155998이 1.00%로 가장 낮았으며 IT 22739이 1.58%로 가장 높았다.

## 2) 2-DE를 이용한 야생콩 종실 저장단백질 발현양상 비교 및 동정

가) 2-DE를 이용한 염기성부분의 단백질 분리에 따른 발현양상은 기존에 실험방법보다 단백질 spots의 발현양상이 분명하게 증가하였다. IT183033은 LMW의 염기성부분에서 발현된 단백질 spots의 수가 다른 비교품종에 비해 많이 분리되었다. 30.0~97.0kDa의 중성부분은 다른 비교품종에 비해 단백질 발현양상에 분명한 차이를 보였다.

나) LMW의 염기성부분에서 10개의 단백질 spots를 동정한 결과 spot no. 1, 2, 3, 10은 Glycinin Gy4 precursor로 동정되었으며 spot no. 4는 Glycinin G3 precursor로 동정되었다. Spot no. 5, 7, 9는 Glycinin G1 precursor로 동정되었으며 spot No. 6, 8은 Glycinin chain A2B1a precursor로 동정되었다. 10개의 spots 모두 콩의 주요 저장 단백질로서 종자 발달 또는 성장을 위해 요구되는 단백질이며 11S seed storage protein(globulins) family에 속해 있는 단백질과 유사한 단백질로 동정되었다. 동정 결과 모두가 저장단백질로 동정되었지만 기존의 염기성부분의 단백질 분리에서 동정되었던 결과보다 더 많은 수의 저장단백질이 동정되었다.

다) 야생콩에서  $\alpha'$ -와  $\alpha$ -subunit이 결실된 야생콩인 IT104397을 2-DE를 이용하여 분석한 결과 66.0 - 97.0 kDa 부분에서는 단백질 spot가 거의 없었으며 염기성부분의 단백질 발현양상이 분명한 차이를 보였다. 또한 30.0 kDa 부분의 산성부분에서도 발현되는 단백질 spots에서 분명한 차이를 보였다.

라) IT104397의 단백질 동정결과 spot no.7은 metallothionein-like protein, spot no.8, 9는 metallothionein type 2으로 동정되었으며 metallothionein protein은 다양한 중금속을 결합하는 시스테인 잔기의 높은 내용물을 가지고 있는 단백질로 알려져 있다. spot no. 11은  $\beta$ -conglycinin의  $\alpha'$ -subunit으로 동정되었으며  $\beta$ -conglycinin의  $\alpha'$ -subunit은 종자 저장 단백질로 종실이 발달하는 동안에 축적되며 이 단백질은 종자가 발달하기 위하여 발아 후에 탄소

와 질소를 공급하기 위해 가수분해된다. spot no. 21은 Chain I, Trypsin (E.C.3.4.21.4) Complexed with Bowman-Birk Inhibitor로 동정되었으며 체내소화 효소인 trypsin의 활성을 억제하여 단백질의 소화를 억제한다. IT104397에서는 발현되지 않았다. spot no. 29는 gibberellin regulated protein으로 동정되었으며 초기 발아 과정과 종자 성숙 단계에 영향을 주는 단백질성숙종자의 마지막 시기 또는 발아초기에 포함되어 있는 지베렐린을 통제에 관여하는 단백질로 알려져 있다.

#### 다. 논과 밭의 콩 종실 저장단백질 발현양상

##### 1) SDS-PAGE를 이용한 논과 밭의 콩 종실 저장단백질 발현양상 비교

논과 밭에서 재배한 한남콩, 백천콩, 황금콩, 단원콩을 가지고 SDS-PAGE를 이용하여 단백질 bands 발현양상을 비교하였다. 66.0~97.0kDa부분의 main bands의 발현정도가 논보다는 밭에서 높았으며 45.0kDa부분의 band 역시 논보다는 밭에서 발현정도가 높았다. 한남콩의 경우 14.4~20.1kDa부분에서 단백질 band의 발현양상이 분명한 차이를 보였으며 백천콩에서도 14.4~20.1kDa부분의 단백질 발현양상이 한남콩과 같은 단백질 발현양상을 보였다.

##### 2) 2-DE를 이용한 논과 밭의 콩 종실 저장단백질 발현양상 비교

3) 논과 밭에서 재배된 4품종을 2-DE gel에서 임의 선발한 단백질 spot를 이미지 분석한 결과, 한남콩의 경우는 논에서 재배하여 얻은 종자의 protein normal volume이 40개의 단백질 spots 중 13개의 단백질 spots은 증가하였으며 27개의 단백질 spots은 감소하였다. 백천콩에서는 40개의 단백질 spots 중 23개의 단백질 spots은 증가하였고 16개의 단백질 spots이 감소되었으며 1개의 단백질 spots은 변화가 없었다. 황금콩에서는 30개의 단백질 spots 중 11개의 단백질 spots은 증가하였으며 19개의 단백질 spots은 감소하였다. 단원콩에서는 30개의 단백질 spots 중 16개의 단백질 spots은 증가하였으며 14개의 단백질 spots은 감소하였다.

#### 라. 등숙기간의 콩 종실 저장단백질 발현양상

1) HMW에서 산성부분은 등숙이 진행됨에 따라 감소하는 경향을 보였으며 30.0~45.0kDa부분에서는 증가하는 경향을 보였다. 또한 LMW에서 염기성부분도 역시 증가하는 경향을 보였다.

2) 이차원전기영동 후 세부분을 부분별로 비교하였다. 부분 1에서는 1waf에서 발현되어 3waf까지 단백질 발현 정도가 증가하다가 4waf에서부터 6waf까지는 단백질 발현 정도가 감소되었다. 반면에 부분 2에서는 1waf 때에는 단백질 발현 정도가 거의 없었으나 부분1번과는 다르게 2waf에서부터 단백질 발현 정도가 분명히 증가하여 4waf까지 점차적으로 증가하다가 5waf에 급격히 증가한 후 6waf 때에는 약간 감소 양상을 보였다. 부분 3에서는 1waf에 단백질 발현 정도가 거의 없다가 2waf때부터 점차 증가하여 6waf때까지 단백질 발현 정도가 증가하는 양상을 보였다.

3) 2-DE를 이용한 등숙에 따른 단백질의 발현 정도는 LMW의 염기성부분은 단백질 발현 정도가 증가하는 양상을 보인 반면 45.0-66.0 kDa의 산성부분에서는 감소되는 양상을 보였다. 또한 동정결과 p24 oleosin isoform A라는 등숙에 관여되는 단백질이 동정되었으며 oleosin은 oil body에 존재하는 기내 번역의 산물로 합성된다. oleosin의 전사과 동시에 일어나는 번역 과정을 결정하는 것은 특정한 microsomal membrane이다. 기내 번역반응은 고정된 soybean oil body에서만 이루어지거나 또는 soybean oil body와 microsome에서 이루어진다. oil body 단백질은 지질단층까지 침투할 수 있으며 지질 상부 그룹과 결합한다. 또한 막 지질 구성은 oil body와 단백질 결합에 영향을 줄 수 있다. 또한 p24 oleosin isoform A는 oleosin family에 속하며 oleosin은 지질과 물의 단층영역에 존하한다. 오일의 유착을 방지하여 종실이 건조되는 동안 지질체를 안정시키는 역할을 한다. 또한 지질체의 지질과 인단백질 일부분들이 서로 상호작용학용을 한다. 종자가 발달하는 동안에 지방분해에 특정한 lipase anchorage을 위한 recognition signals을 제공한다 발아 및 초기 성장을 관여한다. 콩 종실 지질체 막 단백질 24 kDa oleosin의 Isoforms는 밀접한 관계가 있는 cDNAs에 의해 암호화 한다. 등숙에 관련된 단백질로 등숙이 진행됨에 따라 protein normal volume이 증가됨을 알 수 있다.

## 제 3 절 논 콩 습해경감 및 고품질 생산 기술 개발

### 1. 재료 및 방법

#### 가. 습해경감 파종 및 작휴방법 구명

콩 논 재배시 토양 수분 조건이 종자 발아력에 미치는 영향을 구명 코자 2004년도 호남농업연구소 맥류전작과 유리온실에서 1/720a 포트에 파종하여 시험을 수행하였다. 공시품종으



로는 나물콩인 풍산나물콩과 장류용콩인 송학콩 2품종을 공시하였고, 수분함량 조건을 적습, 과습, 침수, 건조 등 4처리를 두어 처리간 콩 발아율을 조사하였으며, 토양수분 함량 측정방법은 건토중량법을 사용하였다. 또한 작휴 방법에 따른 습해 정도를 구명하기 위해 평휴과종과 고희과종 처리를 두고 2004년 호남농업연구소 맥류전작과 답작포장에서 6월 14일 파종하여 재배조건에 따른 습해 및 수량성을 조사하였다. 그리고 생육초기에 습해 스트레스가 콩 생육에 미치는 영향을 구명코자 2004년도 호남농업연구소 맥류전작과 유리온실 베드(11m×2m×1m)를 이용하여 재식밀도를 50×10cm로 하고 4월 12일 파종하였으며, 시비량은 10a당 성분량으로 질소 3, 인산 3, 가리 3.4kg을 전면 기비로 사용하여 시험을 수행하였다. 시험중 온실 실내온도는 주간 35.6±5.3℃, 야간 18.2±1.7℃로 조절하였으며, 습해 처리방법은 콩 6~7엽기(V5~V6)에 10일간 온실 베드에 물을 넣어 식물체 지체부까지 침수시켜 습해를 유발 시키며 조사하였다. 주요조사항목은 생육기별 품종당 5개체의 건물중을 측정하여 무처리와 비교 분석하였다.

#### 나. 초형별 적정 재식밀도 구명

콩의 초형에 따른 적정재식 밀도를 구명하여 콩 논 재배시 안정생산을 유도코자 세장형인 풍산나물콩과 난형인 송학콩을 공시하여 재식밀도를 조간 50, 60, 70, 80cm 등 4처리로 두고 주간을 10cm로 하여 2004년 호남농업연구소 맥류전작과 답작포장에서 6월 14일 파종하였고, 초생엽 전개기에 주당 2개체로 입모조정을 실시하고 시험을 수행하였다. 시험구 배치는 난과법 3반복으로 하였으며, 시비량은 10a당 성분량으로 질소 3, 인산 3, 가리 3.4kg을 전면 기비로 사용하여 시험을 수행하였다. 시험중 주요조사항목은 생육기별 엽면적, 작물 생육 특성, 수량구성요소 및 수량 등을 조사 분석하였다.

#### 다. 근류균 종토접종이 콩 생육에 미치는 영향

본 시험은 근류균 종토접종 효과를 구명하기 위해 2005년 호남농업연구소에서 수행하였으며, 시험방법은 1/720a 플트를 이용하여 전북 익산시 오산면에 위치한 호남농업연구소 답작포장의 논토양(근류균수  $8.8 \times 10^3$ )을 채우고, 근류균 종토로 3년 이상 콩을 재배한 전작포장의 밭 토양(근류균수  $1.6 \times 10^7$ )을 10a당 50kg, 100kg, 150kg, 무접종 등 4수준으로 근류균 종토(밭토양)를 접종하여 시험을 수행하였다. 공시품종은 풍산나물콩으로 5월 20일 파종하였으며, 주요조사 내용은 콩 생육시기별 종토접종에 따른 근류균 변화 및 작물 건물중을 조사하였고, 작물생육 및 수량 등을 조사하였다. 그리고 일반 논 토양의 근류균 생성여부를 조사하기 위해 전남북 일원 10개 시군 20개 지점에서 벼농사 만을 실시한 보통답(논) 토양을 시료로 채

취하였고, 1/2,500a 포트에 고압멸균기로 멸균한 논 토양을 대비로 하여 풍산나물콩을 파종하였으며, 파종 후 30일에 근류균 생성여부를 조사하였다.

#### 라. 콩 논 재배시 석회시용 효과 구명

본 시험은 2005년부터 2년간에 걸쳐 호남농업연구소 맥류전작과 답작포장에서 시험을 수행하였다. 공시품종은 풍산나물콩을 공시하였고, 처리내용은 석회 무시용, 석회 중화량, 중화량+50% 증시, 중화량+100% 증시 등 4처리로 재식밀도는 조간60×주간10cm로 하여 6월 20일에 파종하였다. 시비량은 10a당 성분량으로 질소 3, 인산 3, 가리 3.4kg을 전면 기비로 사용하고 석회 처리량별로 전면 살포 후 시험을 수행하였으며, 기타는 표준재배법에 준하였다. 시험 과정 중 주요 조사항목은 시험 전 후의 토양성분 변화, 콩 생육 단계별 식물체의 성분변화와 작물 생육 및 수량 등을 조사하였고, 석회시용 처리에 따른 경제성 분석을 병행하였다.

#### 마. 콩 논 재배시 적정 수확시기 구명

논에서 나물콩을 재배 할 경우 수확시기에 따른 수량 및 콩나물 품질을 조사하기 위해 2005년부터 2년간에 걸쳐 호남농업연구소 맥류전작과 답작포장에서 풍산나물콩을 공시하여 재식밀도는 조간60×주간10cm로 하여 6월 20일에 파종하여 시험을 수행하였다. 적정 수확시기를 구명하기 위해 수확시기를 성숙기 10일전, 성숙기, 성숙기 10일 후, 성숙기 20일 후 수확 등 4처리를 두었고, 시비량은 10a당 성분량으로 질소 3, 인산 3, 가리 3.4kg을 전면 기비로 사용하여 수행 하였으며, 기타는 표준재배법에 준하였다. 본 시험 중 주요 조사항목은 수확시기별 식물체 및 종실의 수분함량, 건조소요일수, 종실수량 등을 조사하였고, 수확기별로 수확된 종자로 콩나물을 재배하여 콩나물 관련 특성을 조사하였다.

#### 바. 콩 논 재배 대단위 농가실증 시험

본 시험은 그동안 수행한 습해경감을 위한 재배법을 종합적으로 투입하여 2006년도에 전북 김제시 백산면에 위치한 농가포장(논)에서 시험을 수행하였다. 공시품종은 풍산나물콩을 사용하였으며, 6월 20일에 파종하였다. 시험에 투입한 재배법은 표 3-1에서와 같이 고휴재배, 검정시비, 석회시용 등 신기술을 투입하였고 인근 농가관행과 비교하였다. 시험 과정 중 주요 조사항목은 신기술 투입과 농가관행과의 콩 생육 및 수량 등을 조사 하여 콩 논 재배에 있어 대단위 재배 가능성을 검토하였다.

표 3-1. 대단위 농가실증 시험 처리내용

작업내용	신기술 투입	농가 관행
○ 파종준비 및 파종		
- 시비량(기비)	- 검정시비	- 3-3-3.4/kg(N-P-K)
- 시비량(추비)	- 개화기 요소, 엽가 시비	- 생략
- 석회시용	- 검정시비	- 생략
- 재배법(재식거리)	- 고품 재배(60X15cm)	- 평휴재배(60X15)
○ 중간관리		
- 병해충방제	- 2회 방제(동력분무기)	- 2회방제(동력분무기)

## 2. 결과 및 고찰

### 가. 습해경감 파종 및 작휴방법 구명

콩은 타 발작물에 비하여 요수량이 큰 작물로 밀, 보리, 옥수수와 같은 화본과 작물에 비해 약 2배정도의 물이 필요하다. 그러나 습해에도 비교적 약하여 배수가 불량한 포장에서 쉽게 습해가 일어나기도 한다. 따라서 콩 논재배시 토양수분 조건이 발아에 미치는 영향을 보기 위해 나물콩인 풍산나물콩과 장류용콩인 송학콩을 공시하여 토양수분 조건에 따른 발아율을 조사해본 결과는 표 3-2와 같다. 토양수분 처리별 토양수분 함량은 적습, 과습, 건조 조건에서 각각 24.7, 30.5, 5.7%였으며, 이에 따른 콩 2품종의 평균 발아율은 각각 90, 38, 0.2, 0%로 토양수분 함량이 높을수록 발아율은 크게 저하되었으며, 품종간에는 풍산나물콩이 송학콩에 비해 토양과습 조건에서 발아력이 높은 경향이었다.

표 3-2. 토양수분함량에 따른 발아력 검정

처리내용	토양수분 함량 (%)	발 아 율		
		풍산나물콩	송학콩	평 균
적 습	24.7	92	87	90
과 습	30.5	53	22	38
건 조	5.7	0.3	0.0	0.2
침 수	-	0.0	0.0	0.0

\* 건토 중량법에 의해 측정



침수



적습

그림 3-1. 토양수분 조건에 따른 콩 발아 정도

콩 논 재배시 가장 문제가 되는 것은 강우에 따른 포장 침수 등 습해로 생각되며, 습해를 예방 할 수 있는 재배기술 개발은 매우 중요하다. 따라서 콩 논 재배시 습해 방지를 위한 재배법 확립을 위해 파종시 평휴재배와 휴를 세워 재배하는 휴립재배 처리를 두고 풍산나물콩과 송학콩을 공시하여 시험 재배한 결과는 표 3-3과 3-4와 같다. 평휴재배에 비해 휴립재배에서 송학콩, 풍산나물콩 모두 경장은 커지고, 경태, 분지수, 주경절수는 많아지는 경향을 나타냈으며, 개체당 협수 및 립수도 증가하였다. 또한 개체당 립중도 증수하여 평휴재배에 비해 휴립재배가 모두 양호하였다. 그리고 습해정도에 따른 습해지수도 평휴재배에서 송학콩이 5, 풍산나물콩이 7을 나타냈으나 휴립재배에서는 두품종 모두 1로 습해 발생이 거의 없었다. 그러나 100립중은 휴립재배에 비해 평휴재배에서 커지는 결과를 보였는데 이는 습해에 따른 협수의 감소에 기인한 것으로 생각되었다. 재배조건별 수량성을 보면 휴립재배시 송학콩이 305kg/10a, 풍산나물콩이 280kg/10a의 비교적 높은 수량성을 나타냈으나 평휴재배시 휴립재배에 비해 수량지수가 송학콩은 61%, 풍산나물콩은 46%로 매우 낮았다. 따라서 콩 논 재배시 습해경감과 다수확 생산을 위해서는 고품재배가 필수적이라 생각되었다.

표 3-3. 평휴와 휴립과중간의 습해정도와 수량성비교

품종	처리	경장 (cm)	경태 (cm)	분지수 (개/개체)	절수 (절/개체)	협수 (개/개체)	립수 (개/개체)	립중 (g/개체)
송 학 콩	고 휴	36.3	5.18	2.8	11.0	31.8	60.7	14.09
	평 휴	33.6	4.86	2.2	10.2	26.2	57.2	12.96
풍산나물콩	고 휴	31.2	4.96	3.9	11.2	53.1	107.8	14.86
	평 휴	27.8	5.04	3.6	11.0	35.2	70.4	8.89

표 3-4. 습해지수, 백립중 및 수량

품 종	처리	습해지수 (1-9)	100립중	수량	지수
송 학 콩	고 휴	1	24.4	305	100
	평 휴	5	25.9	187	61
풍산나물콩	고 휴	1	11.6	280	100
	평 휴	7	12.2	129	46
C.V(%)		-	-	5.84	
LSD(5%)		-	-	26.28	

콩 재배시 습해발생은 매년 계속되는 하절기 장마기간 중에 일어나는데 주로 이모작 중심으로 재배되고 있는 나물콩에서 더욱 심한 경향이다. 따라서 개화기 이전인 영양생장기에 습해에 강한 품종을 선택하여 재배하는 것도 또 하나의 습해경감 기술로 생각된다. 이에 따라 나물콩 품종별 습해저항성을 조사하기 위해 유리 온실 베드에 은하콩 등 나물콩 5품종을 공시하여 영양생장기인 5엽기에 식물체 지체부까지 침수시켜 10일간 습해를 유발시켜 조사해본 결과는 표 3-5와 같다. 습해처리 후 무처리와 잎, 줄기 등 생육을 조사해본 결과 공시품종 중 도래미콩, 풍산나물콩이 무처리에 비해 비교적 형질 감소율이 낮아 습해에 강한 것으로 생각되었다. 그리고 개체당 협수, 립수, 100립중 등 수량구성 요소를 조사해본 결과 표 3-6에서와 같이 모든 품종이 무처리에 비해 감소하였으며, 수량도 습해처리에 따라 크게 감소하였다. 그러나 공시품종 중에서 도래미콩, 풍산나물콩이 비교적 수량감소가 적어 다른 품종에 비해 논 재배에 적합한 품종으로 생각되었다.

표 3-5. 영양생장기 10일간 습해 처리 후 콩 품종들의 잎과 줄기의 건물중

품 종	잎			줄 기			계		
	무처리 (A)	처리 (B)	B/A x100	무처리 (A)	처리 (B)	B/A x100	무처리 (A)	처리 (B)	B/A x100
은 하 콩	0.70	0.49	70c <sup>♪</sup>	0.64	0.34	53c	1.34	0.83	62c
한 남 콩	0.75	0.65	87ab	0.78	0.51	65b	1.53	1.16	76b
도래미콩	0.55	0.54	98a	0.37	0.28	75a	0.92	0.82	89a
풍산나물콩	0.84	0.69	82b	0.56	0.40	72a	1.40	1.09	78ab
평 균	0.71	0.59	84	0.59	0.38	66	1.30	0.97	76

♪ 는 0.05 수준에서 DMRT로 유의성 검정한 것임.

표 3-6. 영양생장기 습해에 의한 콩의 수량 구성요소 및 수량

품 종	협 수			립 수			100립중			수 량		
	무처리 (A)	처리 (B)	B/A x100	무처리 (A)	처리 (B)	B/A x100	무처리 (A)	처리 (B)	B/A x100	무처리 (A)	처리 (B)	B/A x100
은 하 콩	46	25	54c <sup>b</sup>	59	28	48b	10.9	9.0	83ab	179	70	39b
한 남 콩	66	34	52c	82	34	41bc	9.4	8.2	87ab	216	78	36b
도레미콩	50	35	70b	89	57	64a	10.1	9.4	93a	252	148	60a
풍산나물콩	57	47	83a	96	58	61a	9.7	8.7	90a	260	143	55a
평 균	55	35	65	82	44	54	10.0	8.8	88	227	110	48

<sup>b</sup>는 0.05 수준에서 DMRT로 유의성 검정한 것임.

#### 나. 초형별 적정 재식밀도 구명

콩 재배시 재식밀도는 작물생육 및 도복과 밀접한 관련이 있다. 일반적인 콩 표준 재식밀도는 5월 중순 파종인 단작의 경우 조간 60cm에 주간 15cm로 m<sup>2</sup>당 22개체, 6월 중순에 파종하는 이모작은 조간 60cm에 주간 10cm로 m<sup>2</sup>당 33개체로 되어있다. 그러나 이와 같은 표준 재식밀도는 밭에서 재배하는 경우이며, 밭에 비해 수분함량이 높고 비옥도가 높은 논에서의 재식밀도는 달라져야 할 것으로 생각되며, 콩 품종별 초형에 따라 재식밀도도 달라질 것으로 생각된다. 따라서 콩 논 재배시 초형에 따른 적정재식밀도를 구명하기 위해 엽형이 세장형인 풍산나물콩과 난형인 송학콩을 공시하여 재식밀도를 조간 60cm×주간10cm 등 4처리를 두고 재식밀도별 생육특성을 조사해본 결과는 표 3-7과 같다. 초형 및 재식밀도에 따른 작물 생육은 이모작 표준재식밀도인 조간 60cm×주간10cm에 비해 소식재배에서 경장은 길어지고, 경태는 두꺼워 졌으며, 개체당 분지수가 많아지는 경향이었으나 엽면적 지수는 낮아지는 결과를 보여 기존 보고(2002, 吳)와 같은 경향을 나타내었다.

표 3-7. 초형 및 재식밀도에 따른 협비대기의 콩의 생육 특성

품종	재식밀도 (cm)	경 장 (cm)	경 태 (mm)	분지수 (개/개체)	주경절수 (절/개체)	LAI
풍산나물콩	50x10	30.8	5.6	4.4	10.3	4.5
	60x10	30.7	4.9	3.3	10.8	4.4
	70x10	32.1	5.3	4.0	10.6	3.6
	80x10	28.7	5.8	4.4	10.5	3.3
송학콩	50x10	35.3	5.3	3.3	10.4	4.2
	60x10	37.7	5.2	3.1	11.1	3.9
	70x10	42.7	6.1	3.6	11.1	3.7
	80x10	42.8	5.8	3.2	10.8	3.5

초형별 재식밀도에 따른 수량구성요소 및 수량성을 조사한 결과는 표 3-8에서와 같이 개체당 협수는 소식처리에서 많아졌으나 분지협수와 주경협수의 비율은 비슷하였다. 백립중은 밀식재배에 비해 소식 할수록 약간 무거워졌으며, 10a당 수량성은 풍산나물콩이 조간50cm×주간10cm, 송학콩은 조간60cm×주간10cm처리에서 최고수량을 나타내어 초형이 난형인 송학콩에 비해 세장형인 풍산나물콩이 비교적 밀식적응성이 있는 것으로 보였다. 그러나 밀식적응 품종은 밀식재배시 주경협수의 의존도가 높은 특성을 가진다는 보고(2002, 뒗)와는 달리 본 시험에서는 2품종 모두 분지협수 및 주경협수 비율이 대등하여 서로 다른 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 풍산나물콩의 경장이 밀식과 소식재배에서 30cm내외로 생육이 저조하여 밀식재배시 도복발생이 되지 않아 수량이 높았기 때문으로 생각되었다.

표 3-8. 초형 및 재식밀도에 따른 콩의 수량 구성요소 및 수량

품종	재식밀도 (cm)	개체당협수			개체당립수			백립중(g)	수량 (kg/10a)	지수
		분지 협수	주경 협수	합계	분지 립수	주경 립수	합계			
풍산나물콩	50x10	29.7	27.4	56.7	65.5	61.8	127.3	12.1	303	106
	60x10	21.4	24.6	46.0	43.9	52.9	96.7	12.5	287	100
	70x10	28.3	27.0	55.3	61.5	57.2	117.7	12.9	209	73
	80x10	39.6	33.6	67.7	81.0	75.1	139.8	13.0	188	66
송학콩	50x10	16.5	16.5	33.1	35.0	35.8	70.8	23.2	272	85
	60x10	15.1	16.9	32.1	29.4	36.8	66.2	24.6	321	100
	70x10	20.7	20.0	40.7	43.9	41.0	84.9	25.3	271	84
	80x10	19.7	21.3	41.0	40.4	44.7	85.1	25.4	266	83
	C.V(%)	-	-	-	-	-	-	-	13.94	
	LSD(5%)	-	-	-	-	-	-	-	64.67	

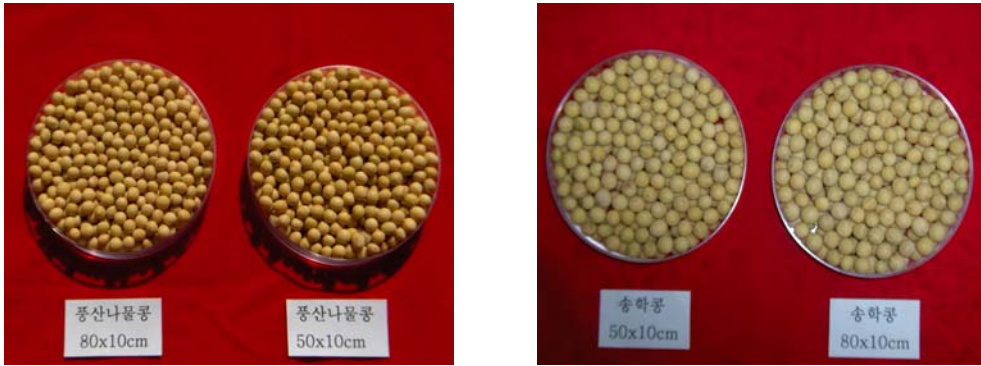


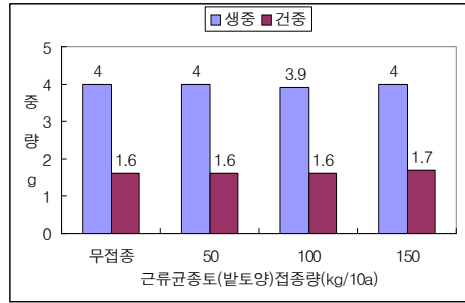
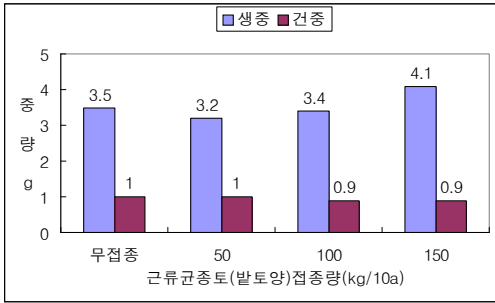
그림 3-2. 소식, 밀식의 외관 품질

#### 다. 근류균 종토접종이 콩 생육에 미치는 영향

##### 1) 콩 논 재배시 근류균 종토 접종에 따른 식물 및 근류균의 건물중 변화

근류균 종토(밭 토양) 접종이 작물생육에 미치는 영향을 보기 위해 논 토양을 채취하여 1/720a 포트에 담고, 근류균 종토로 밭토양을 10a당 50~150kg 수준으로 접종하여 풍산나물콩을 파종하여시험을 수행하였다. 개화기에 근류균 종토 접종량에 따른 개체당 건물중을 조사한 결과 지하부 건물중은 처리간에 차이를 볼 수 없었고, 지상부 건물중은 무접종 처리에 비해 10a당 100kg을 접종한 처리에서 다소 무거운 경향이였다. 그러나 립비대기에 조사한 지상부, 지하부 및 협에 대한 건물중에서는 지하부 건물중은 무접종 처리에 비해 10a당 150kg을 접종한 처리에서 높았고, 지상부는 10a당 50kg, 협 건물중은 10a당 100kg을 접종한 처리에서 높아 처리간에 큰 차이를 볼 수 없었다(그림 3-3). 그리고 근류균 종토 접종이 근류균 형성에 미치는 영향을 보고자 개화기 및 립비대기에 접종 처리별로 개체당 근류균 생중과 건물중을 조사해본 결과(그림 3-4) 식물체 건물중과 같이 처리간에 차이가 없어 콩 논 재배시 근류균 종토 접종효과를 볼 수 없었으며, 이는 문 등(1993)의 보고와 일치하는 결과를 보였다.

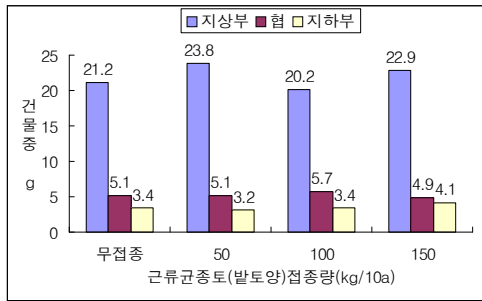
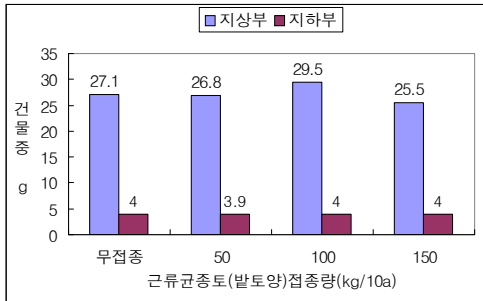




개화기

립비대기

그림 3-3. 근류균 종토 접종에 따른 생육 단계별 건물중 변화



개화기

립비대기

그림 3-4. 근류균 종토 접종에 따른 콩 생육시기별 근류균 변화



그림 3-5. 근류균 종토접종 처리별 생육 및 발 토양(근류균종토)과 논 토양 비교

2) 논콩 재배시 근류균 종토 접종에 따른 생육 및 수량

근류균 종토(밭 토양)량에 따른 처리간 작물 생육 및 수량을 조사한 결과를 표 3-9에서 보면 경장, 주경질수, 분지수, 경직경과 같은 생육형질이 무접종구와 접종처리 간에 큰 차이를 볼 수 없었으며, 수량구성 요소 및 수량에서도 처리간에 뚜렷한 차이를 볼 수 없어 근류균 종토(밭 토양) 접종 처리에 따른 작물 생육 및 수량 증수 효과를 볼 수 없었다.

표 3-9. 근류균 종토접종에 따른 생육 및 수량

구 분	경 장 (cm)	절 수 (개)	분지수 (개)	경직경 (cm)	협 수 (개/개체)	100립중 (g)	개체당 수량(g)	수량 지수
무 접 종	62	16	3	7.32	48	11.9	5.9	100
50kg/10a접종	64	16	3	7.35	44	11.5	6.1	103
100kg/10a접종	65	16	3	7.30	43	11.9	5.7	97
150kg/10a접종	61	16	3	7.95	46	12.2	5.8	98

3) 전·남북 지역별 보통답(논) 토양 근류균 조사

근류균은 호기성 균으로 상시 담수처리를 하는 논토양에 비해 밭 토양에 많이 분포하는 것으로 알려져 있으며, 일부 야산 개간지에 콩을 처음으로 재배 할 경우 숙전화된 밭 토양을 뿌려줌으로써 밭 토양에 존재하는 근류균을 살포하는 효과로 콩 생육에 도움을 주는 것으로 알려져 있다. 그러나 앞에서와 같은 근류균 종토(밭 토양) 접종 시험의 결과에서 근류균 종토 접종 효과를 볼 수 없었는데 그 원인을 알아보고자 본 시험을 수행하였다. 전남북 10개 시군 20개 지점에서 채취한 보통답(논) 토양을 포트에 담고 풍산나물콩을 파종하여 파종 후 30일에 근류균 형성 여부를 조사해본 결과 표 3-10에서와 같이 조사지역 전 지점에서 근류균이 형성되었다. 이와 같이 콩을 재배하지 않았던 논토양에서도 근류균이 형성되었던 것은 과거 70~80년대에 대부분의 논두렁에 콩을 재배하여 밭 토양에 비해 적은량이지만 근류균이 존재하고 있었기 때문으로 생각되었다. 따라서 콩 논재배시 근류균 밀도를 높이기 위해 별도의 밭 토양을 근류균 종토로 살포하지 않아도 될 것으로 생각되었다.

표 3-10. 전·남북 지역별 보통답(논) 토양 근류균 생성 여부

(조사시기 : 파종 후 30일)

구 분	조 사 지 역	근류균 여부
전 북	익산(오산, 춘포), 군산(회현, 대야), 김제(성덕, 광활)	전지역
	부안(동진, 백산), 정읍(이평, 영원)	근류균
전 남	영광(불갑, 군남), 함평(신광, 학교), 무안(엄다, 청계)	생 성
	나주(동강, 남평), 해남(마산, 해남)	



그림 3-6. 전·남북 지역별 보통담(논) 토양의 근류균 생성 여부

## 라. 논콩 재배시 석회시용 효과 구명

### 1) 석회시용에 따른 토양 및 식물체 성분 변화

콩 재배에 알맞은 토양산도는 pH 6.5내외이고 근류균도 중성토양에서 생육이 양호한 것으로 알려져 있다. 그러나 우리나라 논 토양의 평균 토양pH는 5.8내외로 산성토양으로 콩 다수확 생산을 위해서는 중성토양으로 개량이 필요 할 것으로 생각 되었고, 콩 논재배시 석회시용에 대한 효과를 구명하기위해 본 시험을 수행하였다. 토양검정을 통해 토양산도를 pH 6.5를 기준으로 석회 중화량(소석회 273kg/10a) 처리 등 4처리를 두고 석회시용량에 따른 시험 전후의 토양화학성 변화를 조사한 결과는 표 3-11과 같다. 시험 후 토양화학성 변화는 무처리에 비해 석회중화량 처리 등 석회를 시용한 처리구에서 전체적으로 시험전에 비해 토양산도는 pH 6.7이상으로 높아져 토양개량 효과가 있었고, 석회시용량이 많아질수록 인산, 규산, 양이온 등의 함량이 높아졌으며, 특히 칼슘 함량이 높아지는 경향이였다. 또한 콩 생육기인 립비대기에 조사한 식물체 부위별 성분조사 결과를 보면 표 3-12에서와 같이 무처리에 비해 잎과 줄기는 칼슘함량이 석회중화량 등 석회 시용구에서 높아지는 경향이었고, 협에서는 칼슘과 인산 함량이 증가하는 경향을 나타내었다.

표 3-11. 콩 논 재배시 석회시용에 따른 토양성분변화(호농연, '05-'06)

구 분	처 리 명	pH	T-N	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Av. SiO <sub>2</sub>	Ex. Cation			CEC	EC
						Ca	Mg	K		
		1:5	g/kg <sup>-1</sup>	mg/kg <sup>-1</sup>		Cmol <sup>+</sup> kg <sup>-1</sup>				ds/m <sup>-1</sup>
시 험 전	-	5.6	0.7	136	43	4.0	1.8	0.3	11.9	0.73
시 험 후	무처리	6.0	0.5	95	48	4.6	2.2	0.3	11.8	0.39
	석회중화량	6.7	0.6	97	72	6.1	2.1	0.2	12.1	0.40
	중화량+50%증시	6.7	0.5	98	78	6.7	2.1	0.3	12.6	0.51
	중화량+100%증시	6.8	0.7	110	96	8.0	1.9	0.3	12.7	0.56

표 3-12. 콩 논 재배시 석회시용에 따른 식물체 부위별 성분(호농연, '05-'06)

처 리 명	부위별	CaO	K <sub>2</sub> O	MgO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	T-N
무처리	잎	2.1	1.0	0.5	0.1	0.5	3.2
석회중화량		2.0	1.1	0.4	0.1	0.5	3.3
중화량+50%증시		2.4	1.0	0.4	0.1	0.4	3.0
중화량+100%증시		2.4	1.1	0.4	0.1	0.4	3.2
무처리	줄기	1.1	1.3	0.5	0.1	0.6	0.8
석회중화량		1.3	1.1	0.4	0.1	0.4	0.8
중화량+50%증시		1.3	1.2	0.4	0.1	0.4	0.6
중화량+100%증시		1.3	1.2	0.3	0.1	0.3	0.7
무처리	협	0.7	1.8	0.4	0.1	0.7	4.3
석회중화량		0.6	2.0	0.5	0.1	0.9	4.5
중화량+50%증시		0.9	3.0	0.5	0.1	0.8	3.7
중화량+100%증시		0.7	2.1	0.4	0.1	0.8	4.5

\* 조사시기 : 립비대기

## 2) 석회시용 처리에 따른 콩 수량

석회 시용이 작물생육 및 수량을 조사해본 결과는 표 3-13에서와 같이 무처리에 비해 석회중화량 처리 등 모든 석회시용 처리에서 경장이 커졌으며, 주경절수 및 분지수는 많아지는 경향이였다. 그리고 개체당 협수가 증가하여 10a당 종실수량이 무처리에 비해 석회중화량 처리에서 8% 증수 하였고, 석회중화량+50%증시 처리 및 중화량+100%증시에서 각각 6, 4% 증수효과를 보여 콩 논 재배시 토양검정을 통한 석회시용 효과가 있음을 확인할 수 있었다. 따

라서 대부분의 보통답(논)이 산성토양인 우리나라 논에서 콩을 재배 할 경우 콩 및 근류균 생육에 알맞도록 석회 시용을 통한 토양개량이 콩 논 재배시 또 하나의 증수요인이 될 것으로 생각되었다.

표 3-13. 콩 논 재배시 석회시용이 콩 생육에 미치는 영향('05~'06)

처 리 명	경장 (cm)	절수 (개)	분지수 (개)	경태 (cm)	협수 (개/개체)	협당 립수	100립중 (g)	수 량 (kg/10a)	지수
무처리	37	13.0	2.8	5.01	51	2.2	10.1	252	100
석회중화량	40	13.5	3.6	5.38	64	2.2	10.2	273	108
중화량+50%증시	39	13.7	3.1	5.25	58	2.2	10.0	267	106
중화량+100%증시	39	13.6	3.4	5.35	63	2.2	10.1	263	104
C.V(%)	-	-	-	-	-	-	-	9.9	
LSD(5%)	-	-	-	-	-	-	-	32.5	

이와 같이 콩 논 재배시 석회 시용에 따른 수량 증수 효과를 얻었으나 일반 재배에 비해 석회시용에 따른 경영비의 증가가 예상되므로 이에 따른 경제성 분석을 실시한 결과는 표 3-14와 같다. 석회 무처리에 비해 석회 중화량 시용시 소득이 6% 향상되는 효과가 있었으며, 석회중화량+50%증시 처리 및 중화량+100%증시에서는 수량은 높았으나 경영비의 증가로 소득은 대등하거나 오히려 감소하는 결과를 보여 콩 논 재배시 석회중화량 처리는 수량 증수 뿐 아니라 경제적인 측면에서도 가장 좋은 처리 임을 알 수 있었다.

표 3-14. 나물콩 논재배시 석회 시용량에 따른 경제성 분석('05~'06)

처 리	수량 (kg/10a)	조수익 (천원/10a)	경영비 (천원/10a)	경제효과 (천원/10a)
석회 무처리(대비)	252	922	208	714(100)
석회중화량 처리	273	999	243	756(106)
석회중화량 50%증시	267	977	261	716(100)
석회중화량 100%증시	263	963	278	685( 96)

\* 소득분석 : 2005년도 농축산물 소득자료(농진청)

#### 마. 논콩 재배시 적정 수확시기 구명

일반적인 밭에서의 콩 수확적기는 성숙기 이후 7~14일 정도로 종실 수분 함량은 15~18%, 줄기의 수분 함량은 55% 내외로 알려져 있으나 논에서의 나물콩 재배시 적정 수확적기는 밝혀져 있지 않다. 따라서 본 시험에서는 나물콩 논 재배시 적정 수확시기를 구멍코자 수확시기를 성숙기 10일전 수확 등 4시기를 두어 수확시기를 달리한 시험을 수행한 결과는 표 3-15에서와 같다. 수확시기에 따른 종실의 수분함량은 성숙기 10일전 수확시 61.9%였으며, 성숙기, 성숙기 10일후, 성숙기 20일후 수확에서는 각각 40.1, 13.5, 12.1%였다. 그리고 수확 후 탈곡을 위한 건조 소요 일수는 성숙기 10일전 수확시 11일이었으며, 성숙기, 성숙기 10일 후, 성숙기 20일후 수확시 건조일수는 각각 7, 2.5, 1일이 소요되었다. 탈곡 후미숙립을 제외한 종실수량을 조사해본 결과 일반적인 콩 수확기인 성숙기 10일후 수확에 비해 성숙전 10일 및 성숙기 수확은 각각 18%, 7% 감소하였고, 성숙기 20일후 수확은 대등한 수량을 나타내었다. 이와 같은 결과로 나물콩 논 재배시 적정 수확시기는 종실 및 식물체의 수분 함량과 탈곡을 위한 건조 일수를 고려 할 때 일반적인 밭에서의 콩 수확적기와 같은 경향으로 성숙기 10일후 내외가 좋을 것으로 생각되었다.



성숙기 10일전

성숙기

성숙기 10일 후

성숙기 20일 후

그림 3-7. 나물콩 논 재배시 수확시기별 생육 상황

표 3-15. 나물콩 논 재배시 수확시기에 따른 종실 수분 함량 및 수량('05~'06)

수확시기	월.일	수분함량(%)		건조일수 (일)	미숙립비율 (%)	100립중 (g)	수량 ↓ (kg/10a)	수량 지수
		종실	식물체					
성숙기10일전	10. 2	61.9	71.2	11.0	3.9	9.8	225	82
성숙기	10.12	40.1	56.3	7.0	2.1	10.2	253	93
성숙기10일후	10.22	13.5	25.1	2.5	0.7	10.5	273	100
성숙기20일후	11. 1	12.1	17.3	1.0	0.4	10.4	269	99
C.V(%)	-	-	-	-	-	-	10.0	
LSD(5%)	-	-	-	-	-	-	31.4	

\* 수분함량 : 건조기 80℃, 48시간 건조 후 측정

↓ 수량은 미숙립 제외 수량 임

그리고 수확시기별로 수확 탈곡한 종자를 콩나물 재배사를 이용하여 20±1℃의 온도조건으로 1일 6회 관수를 실시하여 6일간 재배한 결과는 표 3-16에서와 같다. 수확시기에 따른 종자의 발아율은 성숙기 10일전에 수확한 처리에서 97%였고, 성숙기, 성숙기 후 10일, 성숙기 후 20일 수확에서는 모두 98%로 양호 하였다. 그러나 배축장, 경직경은 일반적인 수확기인 성숙 후 10일 수확에 비해 성숙기 10일전 및 성숙기 수확 처리에서 배축신장성이 약간 저조하였고, 경직경도 가늘었으나 성숙 후 20일 수확 에서는 큰 차이를 볼 수 없었다. 또한 상품화율도 같은 경향으로 성숙기 10일전 수확에서 95.2%로 가장 낮았으며, 콩나물 수율도 일반적인 수확기인 성숙후 10일 수확에 비해 성숙전 10일 수확 및 성숙기 수확 종자는 부패 및 불완전 신장립율이 많아 각각 6, 2% 콩나물 수율이 떨어졌으며, 성숙후 20일 수확에서는 대등하였다. 따라서 콩나물 생산을 위한 수확적기도 콩 수확적기와 같은 경향으로 성숙기 10일 후 내외가 좋을 것으로 생각되었다.

표 3-16. 나물콩 논 재배시 수확시기에 따른 콩나물 생육 특성('05~'06)

수확시기	발아율 (%)	배축장 (cm)	경직경 (cm)	부패율 (%)	불완전 신장립율 (%)	상품화율 (%)	콩나물 수율	수율 지수
성숙기10일전	97	10.7	2.10	0.7	4.1	95.2	650	94
성숙기	98	10.8	2.15	0.3	2.7	97.0	677	98
성숙기10일후	98	11.1	2.19	0.2	2.1	97.7	693	100
성숙기20일후	98	11.1	2.18	0.2	2.3	97.5	694	100

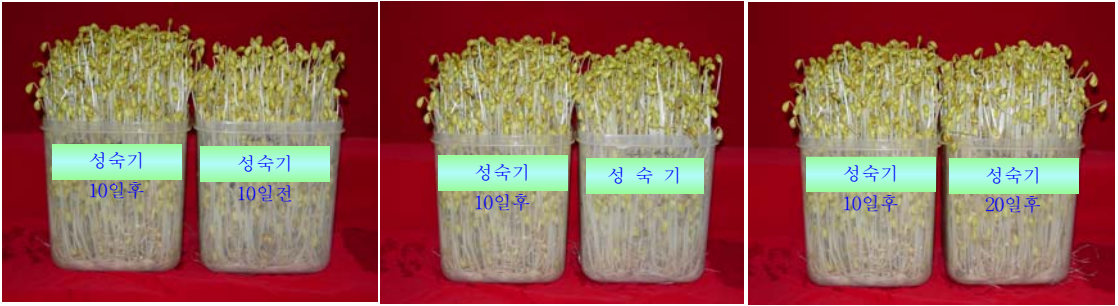


그림 3-8. 나물콩 수확시기에 따른 콩나물 생육

**바. 논콩 재배 대단위 농가실증 시험**

지금까지 수행했던 콩 논 재배시 습해경감을 위한 재배방법에서 토양검정을 통한 검정시비, 석회시용, 고휴재배와 같은 신기술을 종합적으로 투입하여 주변 농가와 콩 생육 및 수량성을 비교 한 농가실증 시험 결과는 표 3-17에서와 같다. 콩 생육은 신기술을 투입하여 재배한 처리가 농가관행에 비해 경장이 커졌으며, 주경절수 및 분지수는 많아졌고 경태도 굵은 경향을 보여 생육이 좋아지는 결과를 보였다. 그리고 수량구성 요소 및 수량성을 보면 농가관행에 비해 신기술 투입처리에서 개체당 협수의 증가로 10a당 수량이 269kg으로 10%의 증수 효과가 있었다. 이와 같은 결과로 볼때 콩 논재배시 습해경감을 위한 고휴재배와 토양검정을 통한 효율적인 시비 및 석회 중화량 처리 등 재배법을 도입하면 콩 논 재배에서 수량을 높일수 있는 또 하나의 방법으로 생각되었다. 그러나 본 시험은 1년차 시험으로서 집중호우에 의한 습해발생 및 태풍에 의한 도복 등의 피해가 적었던 기상조건으로 농가관행에 비해 신기술 투입효과가 비교적 적게 나타난 것으로 생각되며, 추후 연차간의 변이를 감안하여 신기술 투입에 대한 영향을 검토해야 할 것으로 생각되었다.

표 3-17. 콩 논 재배시 신기술 투입에 따른 작물생육 및 수량

처 리 명	경장 (cm)	절수 (개)	분지수 (개)	경태 (cm)	협수 (개/개체)	협당 립수	100립중 (g)	수 량 (kg/10a)	지수
농가관행	39	11.5	3.5	5.28	59	2.1	8.9	244	100
신기술 투입	41	13.6	4.1	5.65	71	2.1	8.9	269	110
C.V(%)	-	-	-	-	-	-	-	3.9	
LSD(5%)	-	-	-	-	-	-	-	35.5	



### 3. 결과요약

#### 가. 습해경감 파종 및 작휴방법 구명

1) 논 토양수분 조건에 따른 콩 발아율은 적습, 과습, 건조, 침수처리에서 각각 평균 90, 38, 0.2, 0%로 과습 조건에서 발아율이 크게 떨어졌으며, 풍산나물콩이 송학콩에 비해 과습 조건에서 발아력이 높았다. 평휴와 휴립파종 간에는 휴립재배시 송학콩, 풍산나물콩 모두 경장, 경태, 분지수 등 생육이 양호하였다.

2) 재배조건별 습해정도는 휴립재배시 습해지수는 1이었고, 평휴재배에서 송학콩이 5, 풍산나물콩이 7을 나타내 습해가 심하여 휴립재배시 습해경감 효과가 컸다. 수량성도 휴립 파종시 송학콩이 305kg/10a(100), 풍산나물콩은 280kg/10a인데 반해 평휴재배시 수량지수는 송학콩은 61%, 풍산나물콩은 46%로 습해에 의해 수량이 감소하였다. 그리고 나물콩 품종의 내습성을 검정하기 위해 온실 베드에 풍산나물콩 등 나물콩 4품종을 공시하여 영양생장기인 5엽기에 10일간 습해 처리한 결과 도래미콩, 풍산나물콩이 무처리에 비해 개체당 생육 및 수량 감소량이 적어 습해에 강한 품종으로 생각되었다.

#### 나. 초형별 적정 재식밀도 구명

초형 및 재식밀도에 따른 콩 생육과 수량성을 검토해본 결과 표준 재식밀도(조간60cmx주간10cm)에 비해 소식재배에서 경장은 길고, 경태는 두꺼워 졌으며, 분지수 및 주경절수가 많아지는 경향을 보였고, 엽면적 지수는 밀식조건에서 높았으며, 재식밀도별 수량성은 풍산나물콩은 조간50cmx주간10cm, 송학콩은 조간 60cmx주간10cm에서 최고수량을 나타내어 초형이 난형인 송학콩에 비해 세장형인 풍산나물콩이 밀식적응성이 있는 것으로 보였다.

#### 다. 근류균 종토접종이 콩 생육에 미치는 영향

1) 콩 논 재배시 근류균 효과를 구명하기 위해 근류균 종토(밭토양)를 50~150kg/10a 수준으로 접종하고 접종량에 따른 식물체 건물중 및 근류균량을 조사해본 결과 무접종 처리구와 차이가 없었다. 또한 근류균 종토 접종량에 따른 콩 생육 및 수량성도 차이가 없어 근류균 종토접종 효과를 인정 할 수 없었다.

2) 전남·북 10개 시·군의 보통답(논) 20개 지점의 논 토양을 채취하여 포트에 담아 콩 파종 후 30일 후에 근류균 형성 여부를 조사해본 결과 전 지역의 논 토양에서 근류균이 형성 되었

는데 이는 과거 오랫동안 논두렁에 콩을 재배하여 근류균이 존재하는 것으로 생각되었고, 분 시험을 수행한 논토양에도 밭 토양 보다는 적었으나  $8.8 \times 10^2$  정도의 근류균이 존재 하는 것을 확인하였다. 따라서 콩 논 재배시 별도의 근류균 종토 접종 작업을 생략하여도 좋을 것으로 생각되었다.

#### 라. 논콩 재배시 석회사용 효과 구명

1) 콩 논 재배시 석회 사용에 따라 작물 생육은 무처리에 비해 경장이 커졌으며, 주경절수 및 분 지수는 많아지는 경향이었고, 경태도 굵어져 작물생육이 양호하였다. 또한 석회 사용 처리구가 무처리에 비해 개체당 협수가 증가하였고, 수량성은 무처리에 비해 석회중화량 처리에서 8%, 중화량+50%증량, 중화량+100%증량 처리에서 각각 6%, 4% 증수되어 석회사용 효과가 있었다.

2) 석회사용에 따른 토양 화학성은 무처리에 비해 토양 pH가 높아져 중화되었으며, 양이온 함량도 증가하였는데 특히,  $\text{SiO}_2$ , Ca의 함량이 높아졌으며, 립비대기에 조사한 식물체 부위별 성분 조사에서도 무처리에 비해 석회사용 처리구에서 잎, 줄기, 협 모두 CaO,  $\text{K}_2\text{O}$  등 양이온 함량이 증가 하였다.

#### 마. 나물콩 논 재배시 수확시기에 따른 수량 및 콩나물 품질

1) 나물콩 논 재배시 적정수확시기를 구명하기 위해 수확시기를 달리한 시험에서 성숙기 10 일전 수확시 종실수분 함량은 61.9%였고, 탈곡시 까지의 건조일수는 11일이 소요 되었으며, 성숙기, 성숙기 10일 후, 성숙기 20일 후 수확에서의 종실 수분함량은 각각 40.1, 13.5, 12.1%였고, 탈곡을 위한 건조일수는 각각 7, 2.5, 1일이 소요되었다.

2) 수확시기별 미숙립을 제외한 종실수량은 일반적인 수확기인 성숙기 10일 후 수확에 비해 성숙전 10일 및 성숙기 수확은 각각 18, 7% 감소하였고, 성숙 기 20일 후 수확에서는 대등하였다. 수확시기별 종자의 콩나물 특성을 조사해본 결과 콩나물 수율은 일반적인 수확기인 성숙기 10일 후 수확에 비해 성숙기 10일 전 수확 및 성숙기에 수확한 종자는 부패 및 불완전 신장립율이 많아 각각 6, 2% 콩나물 수율이 떨어졌으며, 성숙기 20일 후 수확에서는 차이를 보이지 않았다.

#### 바. 나물콩 논 재배 대단위 실증 시험

1) 콩 논재배시 그동안 검토되었던 고품재배 및 석회시용과 생육증가에 배토작업 등 신기술을 투입한 현장실증 결과 농가관행에 비해 경장은 커졌으며, 주경절수 및 분지수가 많아졌다.

2) 개체당 협수의 증가로 10a당 수량이 269kg으로 농가관행 재배에 비해 10% 증수 효과가 있었다. 따라서 습해가 우려되는 논에서 콩을 재배 할 경우 고품재배는 필수적으로 생각되었고, 안정 다수확 생산을 위해서는 석회시용을 통한 토양중화와 배토작업 등 중간관리에 노력을 기울여야 할 것으로 생각되었다.

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 1. 논콩 안정생산을 위한 내습성 유용유전자원 발굴 및 프로테옴 해석

논콩 입모 및 초기생육향상을 위한 출아기 내습성 실내 검정방법을 확립과 생육중기의 내습성관련 지표구멍을 통한 논재배에서의 출아기 및 생육중기 내습성 콩 품종선발을 위한 기초연구를 수행하였다. 1913년부터 2002년까지 개발된 국내 장려품종 90개품종이 출아기 실내 내습성 검정재료로 이용되었으며, 국내 수집 재래종이 논재배의 생육중기 담수상태에서 생육 및 수량구성요소가 검토되었다. 내습성 품종 선발기준과 습해에 대한 연구는 생리 및 육종적으로 다각적으로 검토되어야 하나 본 연구에서는 육종을 위한 검정 방법 개발을 위한 기초 연구와 자원개발에 중점을 두었다. 또한 최근의 첨단기술인 프로테옴 해석에 의한 출아기 내습성 유전자동정과 단백질의 발현을 검토한 바 앞으로 단백질과 유전자 수준에서의 내습성품종 개발연구에 매우 중요하게 이용될 수 있는 기초자료를 얻었다고 할 수 있다. 전세계적으로 아직 콩 내습성 품종의 개발과 자원 개발이 빈약하며 이에 대한 기초연구도 매우 미흡한 수준에 머물고 있는 실정으로 불매 차후 국내의 논재배 생산을 위한 콩 내습성 품종 개발을 위한 미래의 연구에 초석이 될 것으로 생각된다.

### 2. 논콩 고품질 생산을 위한 고기능성 물질탐색과 유용유전자원 발굴 및 프로테옴 해석

Isoflavone은 그 기능성 면에서 매우 큰 관심과 국내외적으로 매우 많은 연구가 수행되어 왔으나 최근에 기능성물질로 각광을 받고 있는 야맹증에 좋은 Lutein, 항산화작용이 있는 Tocopherol 및 Phytoesterol은 국내에서는 많은 연구가 이루어지지 않고 있다. 국내장려 품종과 재래종에 대한 이들 기능성성분의 탐색과 발굴이 수행되었으며 또한 고부가가치 기능성 콩 종실의 단백질조성(11S, 7S) 변이 자원의 탐색 및 고 11S/7S 비율이 높은 자원의 발굴은 영양성 및 가공적성이 높은 품종개발의 자원으로서 이용이 가능할 것이다. 11S 및 7S의 프로테옴 해석과 콩 등숙기간의 프로테옴 해석은 국내외에서는 처음 시도되는 것으로 단백질의 발현해석을 통한 유전자 동정을 통한 콩 품종육성의 기초자료로 이용이 가능할 것이다.

### 3. 논콩 습해경감 및 고품질 생산 기술 개발

본 연구를 통하여 개발된 콩 논 재배시 습해경감을 위한 고품재배는 습해 경감 효과가 크

다는 것을 알수 있었고, 습해에 강했던 도래미콩, 풍산나물콩 등은 금후 논 재배 적응 품종으로 활용이 가능하다. 또한 재식밀도에 있어 밭 재배와는 달리 논에서는 소식 하는 것이 수량 증수에 유리하며, 파종 전 표준시비와 함께 석회를 시용함으로써 8%의 증수 효과가 있음을 확인하였다. 그리고 나물콩 논 재배시 수량 및 콩나물 수율 등을 고려 할 때 적정 수확시기는 성숙기 10일 내외였으며, 본 연구결과를 통해 수확작업시 타 농작업과의 경합으로 수확시기가 빨라지거나 지연될 경우 참고가 될 것으로 생각된다. 또한 고휴재배와 석회중화량 처리 및 배토작업 등 신기술을 투입한 농가현장 실증시험을 통해 10%의 수량 증수 효과의 결과에 따라 본 연구의 결과는 금후 콩 논 재배시 안정생산을 위한 기술개발에 큰 도움이 될 것이다.

## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

출아기와 생육중기의 콩 내습성 자원 선발기술을 포함한 프로테오믹 기초자료는 콩 연구기관에 정보를 제공함과 동시에 지속적으로 연구 발전시키며 콩 내습성 품종선발을 위한 실용화 기술이 되게끔 본 대학에서도 지속적인 연구를 할 예정이다. 또한 국내에서의 연구가 미흡한 콩 기능성물질 Lutein, Tocopherol 및 Phyesterol 분석을 통하여 발굴된 고함량 자원은 고부가가치 고기능성 콩 계통육성을 위한 재료로 콩 육종가들에게 제공될 것이며, 콩 가공산업을 위한 가공업자에게도 이에 대한 정보를 제공하여 차후 콩 가공산업발전에 기여토록 할 것이다. 내습성, 기능성 및 등숙기간의 종실저장단백질의 프로테오믹에 의한 연구결과는 학술발표뿐만 아니라 첨단기술의 응용에 의한 단백질과 유전자수준에서의 고도의 내습성, 고기능성 품종개발의 기반기술이 될 것으로 전망된다. 또한 논콩 습해경감기술 및 안정생산기술의 개발은 시책건의 또는 지도사업을 통하여 농가에 보급하고 콩 주산단지화에 본 연구의 기술이 투입되도록 유도할 것이다.

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

### 1. 관수조건에 있어서 콩의 프로테옴 해석

가. 일본 농림수산성 작물연구소

나. 적용-발아후의 콩 생육초기의 습해발생 기구를 해명하기 위하여 프로테옴 해석법을 이용하여 포괄적으로 변동하는 단백질군을 해석하였다. 특히, 병해저항성과 충해저항성에 관여하는 단백질군 및 신규, 기능미지 단백질군을 검출하고, 콩의 출아직후에 있어서 새로운 습해발생기구의 존재를 시사하였다

다. 내용-콩품종 엔레이종자를 스폰지에 파종하여 2일후에 관수처리를 시작하였으며, 뿌리수, 배축을 포함하는 주근장, 측근 및 부정근장, 신선중을 경시적으로 조사를 하였다. 관수처리군은 대조와 비교하여 3일째부터 모든 조사항목에 대하여 유의하게 감소하였다. 거기에서 대조와 관수처리한 3일째의 콩의 모든 뿌리로부터 원심분리법에 의하여 세포질획분과 막획분 단백질을 추출하고 이차원전기영동 의하여 분리하였다. 920개의 단백질을 검출하였으며, 관수처리에 따라서 변동하는 단백질로서 58개를 동정하였다. 그 결과 막단백질로서 산성 1000 kDa 신규단백질 등을 동정하고 세포질 단백질로서 Superoxide dismutase (Cu-Zn), Pathogenesis-related protein 1, Trypsin inhibitor B, 기능미지의 단백질을 동정을 하였다.

### 2. 관수조건에 있어서 콩의 유전자 해석

가. 일본 동경대학 농학부

나. 적용-물 속에는 공기중과 비교하여 산소농도가 극히 낮으며, 혐기조건이기 때문에 해당계, 에타놀 발효계를 이용한 ATP 생산이 관계 있다고 생각한다. 콩과 모텔 식물인 *Lotus japonicus* 의 cDNA마이크로 아레이를 사용하여 해당계, 에타놀 발효계의 유전자 응답과 관수에 응답하는 유전자의 전체적인 해석을 수행하였다

다. 내용-메크로아레이 필타상에 스폿된 18144의 cDNA중 Peking에서는 24시간 관수에 의하여 2배이상의 유도를 받은 것이지만, 3243 (5배이상은 331), 2분의 1이하의 억제 받은 것이 350 (5분의 1이하는 50)이었다. 엔레이의 품종에서는 24시간 관수에 의하여 2배 이상의 유도를 받은 것이 351 (5배이상은 50), 2분의 1이하의 억제를 받은 것이 1967 (5분의 1이하는 306)이었다. 아레이 상에 해당계, 에타놀 발효계 유전자를 Peking과 엔레이와 비교에서 24시간의 관수에 응답하여 발현이 상승하고 있는 유전자는 Peking에서 많고 반대로 엔레이에서는 발현이 억제되고 있는 유전자가 많았다. 관수의

응답에 따라서 다수의 유전자, 즉 해당계와 에타놀 발현계의 유전자가 강하게 유도되고 있는 것이 Peking의 관수내성에 기여라고 생각한다

### 3. 콩의 비타민 E의 함량이 높은 품종개발을 위한 고 $\alpha$ -tocopherol 자원 개발

가. 일본 북해도 대학 농학부

나. 적용- $\alpha$ -tocopherol (Toc)은 지용성의 항산화 물질이며 비타민E로서 잘 알려져 있다. 암과 동맥경화등의 성인병의 예방, 면역활성증강의 효과가 인정되고 있다.

다. 내용- Toc에는  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -, 및  $\delta$ -의 4종류의 동족체가 존재하며,  $\alpha$ -tocopherol의 비타민 E활성이 가장 높다. 콩 종자에 포함되는  $\alpha$ -tocopherol은 약 5%로서 비타민 E활성은 높지 않다. 일본 농업생물자원연구소 Gene bank의 보존된 유전자원을 이용하여 HPLC로 Toc 함량을 조사하였다. 대표적인  $\alpha$ -tocopherol조성은 KESZTHELYI APROSZEMU SARGA, DOBRUDZA 14 PANCEVO, DOBROGEANCE등으로 5-9배 이상으로 높게 나타났다.

### 4. 야생콩 종자중의 고 lutein 함유 자원 개발

가. 일본 북해도 대학 농학부

나. 적용-루테인은 카로테인계의 이차대사산물이며, 눈의 백내장과 가령황반변성증에 대하여 예방효과를 갖는 기능성 성분으로서 주목받고 있다.

다. 내용-일본 농업생물자원연구소 Gene bank의 보존, 그리고 북해도 대학 보존된 콩 490계통과 야생종 610계통을 이용하여, HPLC로 루테인 함량을 조사하였다. 그 결과, 루테인 함량이 보통 콩 품종의 몇 배 이상으로 증대한 야생종 복수계통을 발견하였다. 콩은 루테인 함량이 낮으며, 야생종은 높은 경향을 보였다. 루테인 고 함량성을 보인 야생종 계통과 보통 콩 품종을 포장에서 재배하여 증식한 종자의 루테인 함량을 조사한 결과, 증식한 종자와 보존된 종자와 같은 정도의 루테인 함량을 나타냈기 때문에 종자중의 루테인 함량은 유전적 지배가 강한 형질이라고 생각 되었다. 야생종의 고 루테인 형질은 콩의 영양기능성을 높이는 중요한 특성이다. 고 루테인 함유의 야생계통 (09092)이 특히 다른 애생종 및 장려품종보다 매우 높았다. 배축과 자엽에 있어서 차이는 없다



## 제 7 장 참고문헌

- Bevilacqua, L. R., F. Fossati, and G. Dondero. 1987. 'Callose' in the impermeable seed coat of *Sesbania punicea*. *Ann. Bot.* 59: 335-341.
- Bevilacqua, L. R., G. Roti-Michelozzi, and P. Modenesi. 1989. The watertight dormancy of *Melilotus alba* seeds: Further observations on the palisade cell wall. *Can. J. Bot.* 67: 3453-3456.
- Bhalla, R. L., and H. D. Slattery. 1984. Callose deposits make clover seeds impermeable to water. *Ann. Bot.* 53: 125-128.
- Bruce, S., P. C. Andersen, and R. C. Ploetz. 1992. Responses of fruit crops to flooding. *Horticultural Reviews.* 13: 257-313.
- Burris, J. S., A. H. Wahab, and O. T. Edje. 1971. Effects of seed size on seedling performance in Soybean: I. Seedling growth and respiration in the dark. *Crop Sci.* 11: 492-496.
- Burris, J. S., O. T. Edje, and A. H. Wahab. 1973. Effects of seed size on seedling performance in Soybean: II. Seedling growth and photosynthesis and field performance. *Crop Sci.* 13: 207-210.
- 변종영, 이석순, 최관삼, 강성모. 2006. *신고 작물생리학*. 서울. 향문사. p. 204-212, 226-246.
- Crawford, R. M. M., and M. McManmon. 1971. A metabolic theory of flooding tolerance: the significance of enzyme distribution and behaviour. *New Phytol.* 70: 299-306.
- Edward Jr. C. J., and E. E. Hartwig .1971. Effects of seed size upon rate of germination in soybeans. *Agron. J.* 63: 429-450.

- Esau, K. 1976. Anatomy of seed plants. New York. 2nd ed. Wiley.
- Garside, A. L. 1987. Irrigation management of soybean (*Glycine Max* (L.) Merrill) in a semi-arid tropical environment. Ph.D. Thesis. Univ. of Queensland. pp 299.
- Green, D. E., L. E. Cavanah, and E. L. Pinnell. 1966. Effect of seed moisture content, field weathering, and combine cylinder speed on soybean seed quality. *Crop Sci.* 6: 7-10.
- Green, D. E., and E. L. Pinnell. 1968. Inheritance of soybean seed quality. I. Heritability of laboratory germination and field emergence. *Crop Sci.* 8: 5-11.
- Harris, W. M. 1987. Comparative ultrastructure of developing seed coats of 'hard-seeded' and 'soft-seeded' varieties of soybean. *Glycine max* (L.) Merr. *Bot. Gaz.* 148: 324-331.
- Hou, F. F., and F. S. Thseng. 1991. Studies on the flooding tolerance of soybean seed: varietal differences. *Euphytica.* 57(2): 169-173.
- Hou, F. F., F. S. Thseng, S. T. Wu, and K. Takeda. 1995. Varietal differences and diallel analysis of pre-germination flooding tolerance in soybean seed. *Bull. Res. Inst. Bioresour. Okayama Univ.* 3: 35-41.
- Hunter, J. R., and A. E. Erickson. 1952. Relation of seed germination to soil moisture tension. *Agron. J.* 44: 107-109.
- Job, D., K. Gallardo, C. Job, S. P. C. Groot, M. Puype, H. Demol, and J. Vandekerchhove. 2002. Proteomics of *Arabidopsis* seed germination a comparative study of wild-type and gibberellin-deficient seeds. *Plant Physiology.* 129: 823-837.
- Job, D., L. Rajjou, M. Belghazi, R. Huguet, C. Robin A. Moreau, and C. Job. 2006. Proteomic investigation of the effect of salicylic acid on *Arabidopsis* seed germination and establishment of early defense mechanisms. *Plant Physiology.* 141: 910-923.

- Johson, D. R., and V. D. Ludders. 1974. Effect of planted seed size on emergence and yield of soybean. *Agron. J.* 66: 117-118.
- Kim, S. W., S. J. Kim, and H. J. Kim. 1991. Effect of drainage treatment on the growth and yield of soybean for the multipurpose of paddy field. *Korean J. Agron. Eng.* 33(1): 37-44.
- Kim, Y. W., and J. I. Lee. 1981. Relationship between seed leakage solutes during imbibition and germinability on soybeans. *Korean J. Breed.* 13(2): 115-119.
- Kollipara, K. P., I. N. Saab, R. D. Wych, M. J. Lauer, and G. W. Singletary. 2002. Expression profiling of reciprocal maize hybrids divergent for cold germination and desiccation tolerance. *Plant Physiology.* 129: 974-992.
- Krishnan, H. B. 2002. Evidence for accumulation of the  $\beta$ -Subunit of  $\beta$ -conglycinin in soybean [*Glycine max* (L) Merr.] embryonic axes. *Plant Cell Rep.* 20: 869-875.
- Lafond, G. P., and R. J. Baker. 1986. Effect of genotype and seed size on speed of emergence and seedling vigor in nine spring wheat cultivars. *Crop Sci.* 26: 341-346.
- Langan, T. D., J. W. Pendleton, and E. S. Oplinger. 1986. Peroxide coated seed emergence in water-saturated soil. *Agron. J.* 78: 769-772.
- Lee, B. H., D. G. Lee, and S. H. Lee. 2005. Identification of cold stress-related proteins in rice leaf tissue. *J. Korean Grassl. Sci.* 25(4): 287-296.
- Leopold A. C. 1980. Temperature effects on soybean imbibition and leakage. *Plant Physiol.* 65: 1096-1098.
- Lemke-Keyes, C. A., and M. M. Sachs. 1989. Anaerobic tolerant null: a mutant that allows *Adh1* nulls to survive anaerobic treatment. *The Journal of Heredity.* 80(4): 316-319.

- Lund, A. A., P. H. Blum, D. Bhatramakki, and T. E. Elthon. 1998. Heat-stress response of maize mitochondria. *Plant Physiol.* 116: 1097-1110.
- Marbach, I., and A. M. Mayer. 1974. Permeability of seed coats to water as related to drying conditions and metabolism of phenolias. *Plant Physiol.* 54: 187-194
- Martin, B. A., O. S. Smith, and M. O'Neil. 1988. Relationships between laboratory germination tests and field emergence of maize inbreds. *Crop Sci.* 28: 801-805.
- Mckersih, B. D. 1981. Effect of seed size on germination, seedling vigor, electrolyte leakage, and establishment of birdsfoot trefoil. *Can. J. Plant Sci.* 61: 337-343.
- Morinaga, T. 1926. Germination of seeds under water. *Am. J. Bot.* 13: 126-140.
- Nakayama, N., S. Hashimoto, S. Shimada, M. Takahashi, Y. H. Kim, T. Oya, and J. Arihara. 2004. The effect of flooding stress at the germination stage on the growth of soybean in relation to initial seed moisture content. *Jpn. J. Crop Sci.* 73(3): 323-329.
- Nathanson, K., R. J. Lawn, P. L. M. De Jabrun, and D. E. Byth. 1984. Growth, nodulation and nitrogen accumulation by soybean in saturated soil culture. *Field Crops Res.* 8: 73-92.
- Park, G. H., and I. Y. Baek. 2000. Effect of ozone water on germination and growth of soybean sprout. *Korea Soybean Digest.* 17(2): 20-26.
- Park, K. Y., B. R. Buttery, C. S. Tan, and S. D. Kim. 1996. Relationship between seed coat characteristics and water uptake, electrical conductivity after soaking in soybean genotypes. *Korean J. Breed.* 28(1): 49-55.
- Park, K. Y., W. Y. Choi, D. H. Chung, and S. D. Kim. 1993. Relationship between seed size and seed vigor in soybean. *Korean J. Crop Sci.* 38(2): 139-150.

- Parrish, D. J., and A. C. Leopold. 1977. Transient changes during soybean imbibition. *Plant Physio.* 59: 1111-1115.
- Poljakoff-Mayber, A., G. F. Somers, E. Werker, and J. L. Gallagher. 1992. Seed of *Kosteletzkya virginica* (Malvaceae): Their structure, germination, and salt tolerance. I. Seed structure and germination. *Amer. J. Bot.* 79: 249-256.
- Purcell, L. C., C. A. King, and R. A. Ball. 2000. Soybean cultivar differences in ureides and the relationship to drought tolerant nitrogen fixation and manganese nutrition. *Crop Sci.* 40: 1062-1070.
- Ramani, S., and S. K. Apte. 1997. Transient expression of multiple genes in salinity stressed young seedling of rice (*Oryza sativa* L.) cv. bura rata. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 233(3): 663-667.
- Rey, P., G. Pruvot, N. Becuwe, F. Eymery, D. Rumeau, and G. Peltier. 1998. A novel thioredoxin-like protein located in the chloroplast is induced by water deficit in *Solanum tuberosum* L. plants. *Plant J.* 13(1): 97-107.
- Riccardi, F., P. Gazeau, D. de Vienne, and M. Zivy. 1998. Protein changes in response to progressive water deficit in maize. *Plant Physiol.* 117: 1253-1263.
- Saio, K. 1976. Soybeans resistant to water absorption. *Cereal Foods World.* 21:168-172.
- Serrato-Valenti, G., L. Comara, S. Lotito, and L. Quagliotti. 1992. Seed coat structure and histochemistry of *Abelmoschus esculentus*. chalazal region and water entry. *Ann. Bot.* 69: 313-321.
- Singh, D. 1967. Structure and development of seed of the cucurbitaceae I. Seeds of *Biswarea* Cogn., *Edgaria* Clarke, and *Herpetospermum* Hook. F. *Proc. Indian Acad. Sci., Sect. Bul.* 65: 267-274.

- Singh, A. R., and V. G. Makne. 1985. Correlation studies on seed viability and seedling vigour in relation to seed size in sorghum. *Seed Sci. & Technol.* 13: 139-142.
- Smith, A. K., A. M. Nash, and L. I. Wilson. 1961. Water absorption of soybeans. *J. Am. Oil. Chem. Soc.* 38: 120-126.
- Smith, T. J., and H. M. Jr. Camper. 1975. Effect of seed size on soybean performance. *Agron. J.* 67: 681-684.
- Sung, J. M. 1995. The effect of sub optimal O<sub>2</sub> on seedling emergence of soybean seeds of different seed size. *Seed Sci. Technol.* 23: 312-317.
- Tekrony, D. M., and D. M. Egli. 1987. Effect of soybean seed size, vigour and maturity on crop performance in row and hill plot. *Crop Sci.* 27: 1040-1045.
- Troedson, R. J., R. J. Lawn, D. E. Byth, and G. L. Wilson. 1989a. Response of field-grown soybean to saturated soil culture. 1. Patterns of biomass and nitrogen accumulation. *Field Crops Res.* 21: 171-187.
- Troedson, R. J., R. J. Lawn, D. E. Byth, and G. L. Wilson. 1989b. Response of field-grown soybean to saturated soil culture. 2. Effect of treatments to alter photosynthesis and leaf nitrogen supply. *Field Crops Res.* 21: 189-201.
- Woo, S. H., H. S. Kim, B. H. Song, C. W. Lee, Y. M. Park, S. K. Jong, and Y. G. Cho. 2003. Rice proteomics: A functional analysis of the rice genome and applications. *Korean J. Plant Biotechnology.* 30(3): 281-291.
- Zivy, M., F. Riccardi, P. Gazeau, and D. de Vienne. 1998. Protein changes in response to progressive water deficit in maize. *Plant Physiol.* 117: 1253-1263.
- Zivy, M., and D. de Vienne. 2000. Proteomics: a link between genomics, genetics and

- physiology. *Plant Mol. Biol.* 44: 575-780.
- Bradford, M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal Chem.* 72 : 248-254.
- Bray, E. A. and R. N. Beachy. 1985. Regulation by ABA of  $\beta$ -conglycinin expression in cultured soybean cotyledons. *Plant Physiol.* 79 : 746-750.
- Catsimpoolas, N., J. A. Kenney, E. W. Meyer and B. F. Szuhaj. 1971. Molecular weight and amino acid composition of glycinin subunits. *J. Sci. Food Agric.* 22 : 448-450.
- Danielsson, C. E. 1949. Seed globulins of the gramineae and leguminosae. *Biochem. J.* 44 : 387-400.
- Derbyshire, E., D. J. Wright and D. Boulter. 1976. Legumin and vicilin, storage proteins of legume seeds. *Phytochemistry* 15 : 3-24.
- Fukushima, D. 1968. Internal structure of 7S and 11S globulin molecules in soybean proteins. *Cereal Chem.* 45 : 203-224.
- Gayler, K. R. and G. E. Sykes. 1981.  $\beta$ -Conglycinins in developing soybean seeds. *Plant Physiol.* 67 : 958-961.
- Gayler, K. R. and G. E. Sykes. 1985. Effect of nutritional stress on the storage proteins of soybeans. *Plant Physiol.* 78 : 582-585.
- Giritch, A., M. Ganal, U. W. Stephan and H. Baumlein. 1998. Structure, expression and chromosomal localisation of the metallothionein -like gene family of tomato. *Plant Mol. Biol.* 37(4) : 701-14.
- Hajduch, M., A. Ganapathy, J. W. Stein and J. J. Thelen. 2005. A systematic proteomic

- study of seed filling in soybean. *Plant Physiology*. 137 : 1397-1419
- Hill, J. E. and R. W. Breidenbach. 1974. Proteins of soybean seeds. II. Accumulation of the major protein components during seed development and maturation. *Plant Physiol* 53 : 747-751.
- Hirai, M. Y., T. Fujiwara, M. Chino and S. Naito. 1995. Effects of sulfate concentration on the expression of a soybean seed storage protein gene and its reversibility in transgenic *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Physiol* 36 : 1331-1339.
- Hirano, H. 1989. Microsequence analysis of winged bean seed proteins electroblotted from two-dimensional gel. *J. protein Chem.* 8 : 115-130.
- Holowach, L. P., J. F. Thompson and J. T. Madison. 1984. Effects of exogenous methionine on storage protein composition of soybean cotyledons cultured *in vitro*. *Plant Physiol.* 74 : 576-583.
- Katavic, V., G. K. Agrawal, M. Hajduch, S. L. Harris and J. J. Thelen. 2006. Protein and lipid composition analysis of oil bodies from two *Brassica napus* cultivars. *proteomics.* 6 : 4586-4598.
- Kitamura, K. and K. Shibasaki. 1975. Isolation and some physicochemical properties of the acidic subunits of soybean 11S globulin. *Agr. Biol. Chem.* 39 : 945-951.
- Kitamura, K. and N. Kaizuma. 1981. Mutant strains with low level of subunit of 7S globulin in soybean(*Glycine max* Merr.). *Japan J. Breed.* 31(4) : 353-359.
- Krishnan, H. B. 2000. Biochemistry and molecular biology of soybean seed storage proteins. *J. New Seeds.* 2 : 1-25.
- Krishnan, H. B., G. Jiang, H. A. Krishnan and J. W. Wiebold. 2000. Seed storage protein



- composition of non-nodulating soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] and its influence on protein quality. *Plant Sci.* 157 : 191-199.
- Krishnan, H. B. 2002. Evidence for accumulation of the  $\beta$ -subunit of  $\beta$ -conglycinin in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] embryonic axes. *Plant Cell Rep.* 20 : 869-875.
- Laemmli, U. K. 1970. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. *Nature.* 227 : 680-685.
- Loer, D. S. and Herman, E. M. 1993. Cotranslational integration of soybean (*Glycine max*) oil body membrane protein oleosin into microsomal membranes. *Plant Physiol.* 101 : 993-998.
- Masson, F. and M. Rossignol. 1995. Basic plasticity of protein expression in tobacco leaf plasma membrane. *Plant J.* 8 : 77-85.
- Matsudaira, P. 1987. Sequence from picomole quantities of proteins electroblotted onto polyvinylidene difluoride membranes. *J. Biol. Chem.* 262 : 10035-10038.
- Mienke D. W., J. Chen and R. N. Beachy. 1981. Expression of storage-protein genes during soybean seed development. *Planta.* 153 : 130-139.
- Nielsen, N. C. 1996. Soybean seed composition. In: Verma DPS, Shoemaker RC (eds) *Soybean : genetics, molecular biology and biotechnology.* CAB. Wallingford. 127-163.
- Nyman, T. A. 2001. The role of mass spectrometry in proteome studies. *Biomol. Eng.* 18 : 221-227.
- O'Farrell, P. F. 1975. High resolution two-dimensional electrophoresis of proteins. *J. Biol. Chem.* 250 : 4007-4021.

- Ochiai-Yanagi, S., T. Takagi, K. Kitamura, M. Tajima and T. Watanabe. 1977. Reevaluation of the subunit molecular weights of soybean 11S globulin. *Agric. Biol. Chem.* 41 : 647-653.
- Roberts R. C. and D. R. Briggs. 1965. Isolation and characterization of the 7S component of soybean globulins. *Cereal Chem.* 42 : 71-85.
- Santoni, V., M. Delarue, M. Caboche and C. Bellini. 1997. A comparison of two-dimensional electrophoresis data with phenotypical traits in *Arabidopsis* leads to the identification of a mutant (*cri 1*) that accumulates cytolinins. *Planta.* 202 : 62-69.
- Thanh V. H. and K. Shibasaki. 1976. Heterogeneity of beta- conglycinin. *Biochim Biophys Acta.* 181 : 404-409.
- Thiellement, H., N. Bahman, C. Damerval, C. Plomion, M. Rossignol, V. Santoni, D. de Vienne and M. Zivy. 1999. Proteomics for genetic and physiological studies in plants. *Electrophoresis* 20 : 2013-2026.
- Woo, S. H., H. S. Kim, B. H. Song, C. W. Lee, Y. M. Park, S. K. Jong and Y. G. Cho. 2003. Rice proteomics: A functional analysis of the rice genome and application. Reprintes from *Korea Journal of Plant Biotechnology* 30(3) : 281-291.
- Woo, S. H., S. Y. Kim, T. S. Kim, S. W. Cho, K. Cho, K. Y. Chung, S. L. Kim, Y. G. Cho, H. S. Kim, B. H. Song, C. W. Lee, S. K. Jong, Y. M. Park and J. S. Choi. 2006. A new removal method of glutelin storage protein for the proteome study of non-glutelin proteins in rice seeds. *Korean J. Crop Sci.* 51 : 92-102.
- Carroll, K. K. and Kurowska, E. M. 1994 Soy consumption and cholesterol reduction Review of animal and human studies. 1st International symposium on the role of soy in preventing & treating chronic disease, Fed. 20, Mesa, Arizona, USA

- 채제천. 1988. 지하수위의 변화가 대두의 생육 및 수량반응에 미치는 영향. 농시논문집(농업 산학협동편). 31 : 235~242.
- Choi K. J. 1994. Effect of excessive water stress on the growth and yield of soybean. Research Reports of Agronomy. Seoul National Univ. Ph. D. Dissert.
- Fritz, W. A., Cotroneo, M. S. and Lamartiniere, C. A. 1998. Genistein, chemoprevention, in vivo mechanism of action and bioavailability. International Symposium on Soybean
- Holt, S. Soya; The health food of the next millenium. Korea soybean Digest 14(1) : 91-97(1997)
- Hong, E. H., Ryu, Y. H., Lee, S. H., Kim, W. K. and Yun, H. T. 1999. Studies on Physiological Responses of Soybean Varieties to Excessive Water Stress. Korean Soybean Digest 16(1) : 69~79.
- Hwang, Y. H. and Park, S. G. 1993. Growth Characteristics and Yield Potentials of Soybeans in Upland and Paddy Field. Korean J. Crop Sci. 38(4) : 336~342.
- Kim, B. J., Back, J. H. and Kim, H. G. 1997. Effect of Lime Materials Application on Reducing Injury of Simulated Acid Rain in Soybean. Korean Journal of Environmental Agriculture Vol. 16, No. 2, pp. 175~180.
- Kim, H. S., Kim ,H. S., Kim, K. H., Kim, Y. J., Kim, Oh, Y. J., Suh, S. K.. and Park, H. K.. 2005. Water Absorption and Germination Ratio of Sprout-soybean Varieties Affected by Different Planting Date. Korean J. Crop Sci. 50(S) : 132~135.
- Kim S. W, Kim S. J and Kim H. J. 1991. Effect of drainage treatment of the growth and yield of soybean for the multipurpose of paddy fields. Korean J. of Agri. & Eng. 33(1) : 37-44.

Kim, Y. W. and Cho, J. H. 2005. Growth and Yields of Korean Soybean Cultivars in Drained-Paddy Field. Korean J. Crop Sci. 50(3) : 161~169.

Lee H. S, Gu J. W and Yun S. H. 1993. Effects of water potential and underground water table on the rhizobium activity, growth, yield and seed quality of soybean 1. Effects of underground water table at different soil on th rhizobium activity, growth, yield and seed quality of soybean. RDA J. Agri. Sci. (Agri. Inst. Crop. ) 35 : 1-11.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, and \_\_\_\_\_. 1993. Effects of water potential and underground water table on the rhizobium activity, growth, yield and seed quality of soybean 2. Effects of water potential control of soil by irrigation and ridging on the growth and yield of soybean. RDA J. Agri. Sci. (Agri. Inst. Crop. ) 35 : 1-11.

Lee K. H. 1995. Effect of waterlogging and soil-heaping on adventitious root formation, growth and yield of soybean. Seoul National Univ. Ms Thesis.

Lee, Y. H. and Han, S. S. 2002. Technologies and Policies of Paddy Field Production of Soybean in Korea. Korean Soybean Digest 19(2) : 1~14.

농림부. 2005. 농림통계연보

문윤호, 진문섭, 박의호. 1986. 콩 다수확 재배기술 확립시험. 1985년도 작물시험장 시험연구 보고서(전작편) pp. 150-153.

오영진, 김학신, 박호기, 김경호. 1999. 나물콩 밀식적응 형질특성 구명. 1999년도 호남작물시험장 시험연구보고서 pp. 79-90

Oh, Y. J., Kim, K. H., Suh, S. K., Park, H. K., Lee, M. J., Kim, H. S., Kim, Y. J., Kim, S. D. and Lee, S. H. 2005. A New Soybean Variety for Sprout with Small Seed Size Disease Resistance and High Yielding "Bosug". Korean J. Breed. 37(2) : 109-110

Park, E. H. and Paul, W. S. 1996. Competition and Host-strain Interaction of Soybean *Rhizobium* Strains on Two Soybean Cultivars. Korean J. Crop Sci. 41(6) : 718~724.

박우철, 강상재, 서상현. 1995. 농산물 생산과 석회시용 효과. 1995년도 한국토양비료학회 환경 보전 농업에서 석회의 역할 심포지엄. p. 27~50.

Potter, S. M. 1994. Overview of proposed mechanisms for the hypocholesterolemic effect of soy. 1st International symposium on the role of soy in preventing & treating chronic disease, Fed. 20, Mesa, Arizona, USA

Yun, K. I. and Lee, H. S. 1997. Soybean Yield Performance and Growth Characteristics in Response to Underground Water Table Depth. Korean J. Crop Sci. 42(3) : 367~372.

Yun, S. G., Lee, S. G., Lee, S. E., Park, S. H., Huh, K. W., Lim, S. and Kim, T. W. 2003. Effect of Seeding Depth on Hypocotyl Growth, Hook Opening, and Sucrose Metabolism in Soybean. Korean J. Soil Sci. Fert. Vol. 36, No. 6, 429~436.