GOVP1200516670

최 종
연구보고서

콩나물 부패병에 강한 고품질 나물콩 품종 육성

Breeding Soybean Genotypes Resistant to Sprout Rot Disease and with High Quality

콩나물 부패병 내병성 계통 육성

Breeding Resistant Soybean Lines for Sprout Rot Disease

콩나물 품질향상 연구

Quality Improvement of Soybean Sprout

연 구 기 관
영 남 대 학 교

농 림 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 **"콩나물 부패병에 강한 고품질 나물콩 품종 육성"** 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2003년 11월 1일

주관연구기관명 : 영남대학교
총괄연구책임자 : 박 의 호
연 구 원 : 최 연 식
연 구 원 : 정 재 윤
연 구 원 : 임 종 수
연 구 원 : 김 광 철
연 구 원 : 이 영 득
연 구 원 : 지 승 환
협동연구기관명 : 대구대학교
협동연구책임자 : 정 병 룡

요 약 문

Ⅰ. 제 목

콩나물 부패병에 강한 고품질 나물콩 품종 육성

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

본 연구는 콩나물 재배과정에서 발생하는 부패문제를 해결하고 양질의 콩나물을 생산할 수 있는 우수한 나물용 계통육성을 목적으로 한다. 먼저 우리나라 나물콩 재래종들을 수집하고 작물학적 특성 평가하여 우수한 자원을 선발한다. 이와 동시에 재래시장을 중심으로 부패한 콩나물을 수집하고 이들로부터 콩나물 부패병균을 분리하여 순수 배양한 후 이들 균계들을 동정한다. 선발된 균주로 여러 수집재래계통 및 품종들에 접종하여 상대적으로 내병성이 강한 계통과 품종을 선발하여 이들 사이에 교잡을 실시하고 그 후대를 양성하면서 우수한 계통을 선발한다. 아울러 콩나물 품질과 관련된 성분분석 등을 통해 콩나물 품질평가의 기본적인 자료를 제공한다.

2. 연구개발의 필요성

품질 좋은 콩나물 생산을 위해서는 먼저 우수한 원료콩을 확보해야 하는데, 우리나라의 오랜 콩나물 이용역사에 비해 전반적으로 콩나물에 관한 연구는 아직도 미흡하다. 콩나물 재배과정에서 발생되는 큰 문제점 중의 하나는 싹의 부패인데 콩나물 부패경감을 위한 기술적인 방안이 몇 가지 제시된 바 있으나 현장에 적용될 수 있는 실용적 연구는 거의 없다. 콩나물 부패 문제를 근본적으로 해결하기 위해서는 내병성 인자를 지닌 유전자원을 발굴하여 우수 품종을 육성해야 하며 아울러 배축 신장성이나 콩나물의 물성(texture) 및 성분함량 개량에 관한 연구도 병행되어야 품질 향상을 위한 기반이 구축될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 우리나라 재래종을 중심으로 유전자원을 수집하여 내병성을 검정하였으며 이들을 이용한 인공교배 및 계통육성을 진행해 왔으며 콩나물 품질과 관련된 연구도 병행하여 왔다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 제1세부과제 : 콩나물 부패병 내병성 계통 육성

가. 우수 특성의 유전자원 선발
  (1) 콩나물 재래종의 수집, 특성 평가 및 우수자원 선발
  (2) 콩나물 부패병균의 광범위한 수집, 분리 및 동정
나. 우수 나물콩 계통 선발
  (1) 우수 특성의 교배친 선발
  (2) 우수 계통들간의 인공교잡 및 후대양성
  (3) 고품질 부패병 내병성 계통 육성

2. 협동과제 : 콩나물 품질향상 연구

가. 수집 재래 나물콩 계통별 특성 조사
  (1) 생리적 특성 조사
  (2) 콩나물 생장해석 및 품종군 분류
  (3) 계통별 콩나물의 세포학적 특성비교
나. 나물콩과 장콩의 특성 비교
다. 나물콩의 품질관련 성분분석
  (1) 종실의 성분 비교 검토
  (2) 콩나물의 성분 비교 검토

Ⅳ. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 제1세부과제 : 콩나물 부패병 내병성 계통 육성

가. 재래종 콩 계통 수집 및 특성조사

우리나라 재래종 콩을 지속적으로 수집하여 총 227계통의 유전자원을 확보(목표: 100계통 수집)하였다. 연차적으로 포장에 계통재배한 후 순계분리 하였으며 주요 작물학적 특성을 조사하고, 실내에서 콩나물 부패병 내병성을 검정하였다. 다른 병에 저항성이 있다고 알려진 기존의 품종들도 종자은행 및 INTSOY로부터 38품종을 분양받아 내병성을 검정하였으며 완전저항성 유전자형은 찾지 못하였으나 Ogden 등 3품종이 상대적인 내병성을 나타내었다. 연구 3년차에 재래종 YN561 계통이 내병성 자원으로 다시 선발되었다.

나. 콩나물 부패병균의 수집, 분리 및 동정

대구시 재래시장에서 2년간 여름철 부패콩나물 124점을 수거하였으며 이들로부터 콩나물 부패병균 109균계를 분리하였다. 활력이 양호한 82개 균계를 선발하여, 무균 콩나물에 재접종 시킨 뒤 병원성이 강한 21균계를 선발하였다. 내병성 선발을 위한 8균계를 선발한 후 그 중 1개에 대해서는 정밀한 동정 분류를 실시하였다.

다. 균 발병환경 및 접종방법 연구

콩 계통별 저항성 판별에 유리한 접종 환경 구명을 위하여 4처리의 온도조건에 대한 실험을 실시하였는데, 효율적인 접종환경으로는 30℃가 적절할 것으로 판단되었다. 접종 후 치상 습도별 4처리 중 상대습도 70~100%에서의 부패병 진전도 실험 결과 콩 계통별 이병률의 차이를 판별하기 위한 습도처리 조건은 90%가 적절한 것으로 판단되었다. 다량의 콩 계통의 콩나물 부패병 저항성을 신속하게 검정하기 위한 방법을 찾기 위해 배축의 절단 유무 및 종자를 직접 균 현탁액에 침종하는 방법을 검토한 결과 그 가능성을 확인하였다.

라. 계통육성

상대적으로 내병성이 큰 품종과 장려 나물콩 사이의 인공교배를 실시하였으며, <Ogden x 광안콩> 등 9조합 511립의 교배종자를 수확하였다. 양성된 F1 개체 중 최종적으로 65개체를 선발하여 F2 종자를 포장에 전개하였으며 476개체를 선발한 후 실내평가를 거쳐 457개체를 선발하였다. 포장에서 선발된 F3 개체들에 대해 실내에서 콩나물을 키운 뒤, 선발된 부패 균주를 이용하여 부패병 저항성 검정을 실시하였으며, 내병성이 약한 개체들을 도태시키고 80계통을 선발하여 포장에 공시하였다. YS99104-B-5-1-2, YS99104-B-7-4-2, YS99108-B-3-2-2 등이 비교적 소립이면서 내병성이 강하여 유망시되었다.

비린내 적은 나물콩 계통육성을 위해 <진품콩2호 x 광안콩> 등 3조합 18 F1 개체를 공시하고 F2 103개체를 선발하였다. 선발된 개체들의 종실을 분석하여 lipoxygenase를 함유하지 않은 17개체를 최종적으로 선발한 후 F3계통으로 포장에 전개하고 특성을 조사하였다. 계통별로 개체 및 bulk로 선발하였으며, 이들 모두가 Lx-less 임을 재확인하였다. 종자가 충분한 재료들을 중심으로 콩나물 생육경과에 따른 lipoxygenase activity를 분석하였는데 상대적으로 낮은 계통을 확인하여, 비린내 적은 나물콩 육성의 가능성을 찾을 수 있었다. 또한 소백나물콩을 대비로 하여 (Williams x 야생콩)교잡 후대 F8세대 3계통에 대한 작물학적 특성 및 생산력 검정을 실시하여 품종등록 준비를 할 예정이다.

2. 협동과제 : 콩나물 품질향상 연구

가. 수집 재래 나물콩 계통별 특성조사

수집된 재래 나물콩 118계통을 대상으로 배축신장성과 관련된 특성 및 세포학적 특성을 조사하였다. 파종 후 4일차에 조사된 배축장은 3-11.4cm로 계통에 따라 배축 신장 속도의 차이가 컸으며, 배축 신장성이 우수한 계통들의 T_{50}(50% 발아에 소요된 시간)은 20.4시간으로 저조한 계통들의 23.3시간보다 약간 빠른 경향이었으며 T_{50}이 짧은 계통들이 비교적 배축 신장성이 우수하였다. 수분의 흡수 경향은 공시된 계통에서 거의 유사하여, 나물콩의 경우 흡수 특성과 배축 신장성과는 관계가 없는 것으로 판단되었다. 종피색과 배축신장성과의 관계는 일정한 경향이 없었으며, 100립중이 증가함에 따라 파종 후 4일 째의 배축장은 감소하는 경향이었으며 배축신장율도 100립중이 큰 계통들이 낮은 편이었다. 배축의 길이가 길수록 배축의 직경이 가늘어지는 경향이었으나 그 정도는 매우 미미하였다. 또한 배축의 신장성은 세포의 수 보다는 자엽 아래 4 cm 부위의 세포의 크기와 정의 상관관계를 나타내어, 세포의 크기가 큰 계통들이 배축신장성이 우수하였다.

나. 나물콩과 장콩의 특성비교

장콩과 나물콩의 차이를 구명하고자 기존에 육성 보급되어 재배되고 있는 100립중이 서로 다른 품종 12개를 대상으로 콩나물 생육특성을 상호 비교하였으며 수분흡수 특성과의 상호관계도 검토하였다. 파종 후 4일째의 평균 배축장에서는 두 품종군간 차이가 없었으며 생체중은 나물콩이 약간 많았으나 품종에 따른 차이가 컸고 건물중 평균간에는 차이가 없었다. T_{50}의 경우 장콩이(25.7) 나물콩에(23.9hr) 비하여 다소 큰 경향이어서 나물콩이 상대적으로 빠른 시간 내에 발아함을 알 수 있었다. 또한 나물콩은 장콩에 비하여 침지 초기에 수분흡수가 빠른 특성을 가지고 있었다. 이는 발아 초기에 흡수가 빠르면 그 만큼 발아가 촉진되며, 나물콩으로 소립종이 유리한 하나의 근거로 판단되었다.

다. 나물콩의 품질 관련 성분 분석

재래나물콩 17계통을 택하여 품질관련 성분을 분석비교 조사한 결과 성분은 계통에 따라 큰 변이를 보였는데, 종실의 조단백 함량은 39.5~44.4%, 조지방은 16.2~20.4%, 회분함량은 4.9~5.6%의 범위를 나타내었다. Sucrose 함량은 4.2~7.2%, raffinose 함량은 0.6~1.04%, stachyose 함량은 2.2-3.3%의 범위를 나타내어 올리고당 총 함량은 7.3~10.7%의 범위를 보였다. Isoflavone 종류별 함량도 계통에 따라 매우 큰 변이를 보였는데. daidzin 함량은 16.3~126.9, genistin 함량은 76.9~220.8, daidzein 함량은 1.0~15.3, genistein 함량은 trace~8.6 mg/kg의 범위를 나타내었다.

재배 4일째 콩나물에서 분석한 자엽의 조단백, 조지방 함량은 전반적으로 증가하였으며, 회분 함량은 감소하였으나 그 정도는 계통에 따라 달랐다. 종실 및 콩나물 자엽의

지방산 조성은 linoleic acid, oleic, palmitic acid 순이었으며 포화지방산은 콩 종실보다 콩나물 자엽에서 증가하는 것으로 나타났고 불포화 지방산은 종실보다 콩나물 자엽에서 감소하였으며 oleic acid가 가장 크게 감소하였다. 당함량은 종실보다는 콩나물의 자엽에서 감소하였다. 감소정도는 sucrose 2.27~5.45%, raffinose 0.46~0.99%, stachyose 함량은 1.73~2.89%로서 계통에 따라 달랐다. 총 아미노산은 종실보다 콩나물 자엽에서 평균 65.9mg 증가하였는데, glutamate와 glycine 함량은 약간 감소하였으며, 13번 계통이 6.9 mg, 7번 계통은 137 mg이 증가하여 계통간 차이가 현격하였다. 콩 종실과 콩나물 자엽의 daidzin과 genistin 함량을 비교해 보면 재래나물콩 계통 간에는 전체적으로 볼 때 감소하는 것으로 나타났으며, daidzein과 genistein은 증가하였다.

라. 육성계통의 콩나물 특성

나물콩 육성 계통중 우수한 작물학적 특성을 가지며 나물콩으로 사용 가능할 것으로 판단되는 24계통에 대한 종실의 조단백, 조지방, 회분 함량을 분석하였다. 이들 성분은 계통에 따라 큰 변이를 보였는데. 조단백 함량은 38.3~47.5%, 조지방 함량은 14.0~19.5%, 회분 함량은 4.9~5.9%의 범위를 나타내었다. 이들 계통의 평균 조단백 함량은 41.0, 조지방은 17.0, 회분은 5.3%로 기존의 재래나물콩과 큰 차이가 없었으며, 3022 및 3049계통은 조단백 함량이 비교적 높아 우수한 계통으로 평가되었다.

3. 활용에 대한 건의

가. 세부과제

재래자원의 수집, 부패병균의 수집 및 분리, 내병성 자원의 탐색을 거쳐 인공교배 및 계통 육성을 수행해 나가기에는 총 연구기간(5년)으로는 부족하며 따라서 이미 확보한 내병성 자원의 활용이나 계통 육성을 위한 재료의 보완적인 특성조사 및 연구가 필요할 것으로 판단된다. 아울러 이미 육성중인 계통들에 대해서는 추가적인 특성평가 및 선발을 통하여 품종등록을 추진할 계획이다.

나. 협동과제

품질에 관련된 특성 중 주로 성분에 대한 분석을 하였는데, 콩나물 품질에 대한 규격기준 등의 설정은 미흡하다. 다만 물성연구 및 굵기와 크기 등의 외형적 특성에 대한 보완연구를 통해 품질에 대한 기준설정도 가능할 것으로 전망되었다.

SUMMARY

I. Breeding resistant soybean lines for sprout rot disease(1st subject)

A. Collection of local soybean lines and evaluation of characteristics

Total 227 Korean local soybean genotypes were collected and planted to evaluate agronomic characteristics. A plant was isolated to get a pure line from every collection and all the lines were screened for the sprout rot disease resistance. Useful germplasm known as resistant genotypes to fungal or bacterial disease were introduced from Seedbank and INTSOY, and resistance were screened. Several cultivars were identified to have resistance relatively, compared to other cultivars. Local line YN561 was selected as resistant sources for sprout rot disease.

B. Collection and identification of the pathogen of sprout rot disease

Decaying soy-sprouts were collected from local markets of Daegu in Summer. Total 124 samples were collected for 2 years and 109 pathogens lines were isolated. Activity of pathogen lines were tested and finally 8 lines were selected to apply for the resistance screening. The most useful bacterial line was selected and identified the taxa, genus and species, by DNA sequencing.

C. Resistance screening methods

To study the environmental factors affecting disease infection four temperatures and different relative humidity conditions were tested. To increase infection rate and to induce the genotypic difference in resistance temperature 30℃ and RH 90% were considered to be proper. Mass selection methods for the resistance to sprout rot disease were pursued. More efficient method was soaking root trimmed hypocotyl in inoculant and seed soaking method was fast and time saving, however, it was difficult to apply for screening due to little variation in resistance.

D. Breeding soybean lines

Selected comparatively resistant lines were crossed with recommended cultivars as <Ogden x Kwangankong>, and 511 F1 seeds of 9 combinations were harvested. Crossed 65 F1 individuals were grown in the field and harvested. Total 476 F2 plants were selected and 9 individuals were discarded due to low seed quality. Selected F3 lines were screened for disease resistance to sprout rot. Comparatively resistant lines were planted in the field and pedigree YS99104-B-5-1-2, YS99104-B-7-4-2, and YS99108-B-3-2-2 seemed promising lines.

To breed low beany flavor soy sprout lines 18 F1 plants of 3 combinations including <Jinpumkong2 x Kwangankong> were harvested and 103 F2 plants were selected. Lipoxygenase(lx) isozymes were analysed for the selected individuals and finally 17 lines without lx were bred. Change of lx activity during growth of sprout were also analysed for those selected lines to select low beany taste sprout and high quality lines. Very small grains derived from the cross between <Williams x wild soybean> were also selected and a F8 line is under the step to the new cultivar registration.

II. Quality improvement of soybean sprout (2nd subject)

A. Investigation of sprout characteristics of Korean native soybean local lines

Hypocotyl elongation characteristics and cytological characteristics were investigated in 118 local lines collected all over the country. Hypocotyl length at 4 days after seeding ranged from 3cm to 11.4cm, showing that each local lines had different hypocotyl elongation rates. Average T_{50} (time for 50% germination) of local lines having fast and slow hypocotyl growth rates were 20.4 and 23.3 hours, respectively, indicating that lines having fast growth rates tended to have relatively short T_{50}. Water absorption patterns were similar in all tested local lines, suggesting that the absorption pattern might be not related with hypocotyl growth rates. Seed coat color also did not affect hypocotyl elongation rates. However, hypocotyl length 4 days after seeding showed to have negative correlation with 100 seed weights, i. e. lines of larger 100 seed weight tended to have smaller hypocotyl length. As hypocotyl length increased, the diameter of hypocotyl decreased a little. The number of cells in transverse section of hypocotyl was similar irrespectively of hypocotyl elongation rates. Cell size, however, at 4 cm below cotyledon showed positive correlation with hypocotyl elongation rates. These results indicated that hypocotyl elongation rates were dependent on cell size but not on cell number.

B. Comparison of sprout growth characteristics in Namulkong(soybean seeds used for sprout) and Jangkong(used for bean paste)

To investigate of hypocotyl growth characteristics of namulkong and jangkong, 12 cultivars were grouped into two depending on 100 seed weights (small and large, 6 cultivars in each group). Then characteristics related with hypocotyl growth were compared between these two groups. Fresh weight of soybean sprout was a little bit higher in namulkong. Average T_{50} were 23.9 and 25.7 hours in namulkong and jangkong, respectively, indicating that namulkong germinated faster than jangkong. Total water contents after completion os germination were not different between two groups, but namulkong showed faster water absorption in early stage of imbibition. These results suggested that faster water absorption enhanced germination speed in namulkong group having small seed weights.

C. Analysis of contents regarding sprout quality in soybean sprout

Contents regarding soybean sprout quality were analyzed and compared in 17 local lines. Each content varied depending on local lines. Total contents of protein, lipid and ash in soybeans seeds ranged 39.5-44.4%, 16.2-20.4% and 4.9-5.6%, respectively. Sucrose, raffinose and stachyose contents were 4.2-7.2%, 0.6-1.04% and 2.2-3.3%, respectively, indicating that oligosaccharide content ranged 7.3-10.7%. Each isoflavone contents showed large variation. Contents of daidzin, genistin, daidzein and genistein were 16.3-126.9, 76.9-220.8, 1.0-15.3 and trace-8.6 mg/kg, respectively.

Contents of total protein and lipid generally increased in cotyledons of soybean sprout at 4 days after seeding and ash content decreased. Contents of fatty acids was highest in linoleic acid and followed by oleic and palmitic acids in seeds and cotyledons of sprout. Saturated fatty acids increased after germination and unsaturated fatty acids decreased, specially in oleic acid. Sugar contents decreased in cotyledon of sprout. The decreased extent were 2.27-5.45% in sucrose, 0.46-0.99% in raffinose and 1.73-2.89% in stachyose, depending on lines.

Total free amino acid contents increased by 65.9 mg in cotyledon of sprout. However, glutamate and glycine contents decreased a little. Total free amino acids of line 13 increased by only 6.9 mg, but in line 7 by 137 mg. Daidzin and genistine content decreased after germination, but daidzein and genistein increased.

D. Contents analysis of breeded lines

Twenty-four lines having good field traits were selected from breeded lines. and these lines were possible candidates used for soybean sprout because of their relatively small seed weights. Protein, lipid, and ash contents were analyzed. Contents of protein, lipid and ash ranged 38.3-47.5%, 14.0-19.5%, 4.9-5.9%, respectively. These contents of breeded lines were similar to Korean native local lines. However, line 3022 and 3049 were evaluated to have good quality because of their high protein contents.

CONTENTS

Ch.1. Introduction ····· 13
Sec.1 Subject of research ····· 13
Sec.2 Necessity of research ····· 14

Ch.2. Situation of international technology development ····· 16
Sec.1 Situation of international technology development ····· 16
Sec.2 Further vision ····· 17
Sec.3 Reasonability of technology introduction ····· 17

Ch.3. Contents and Results ····· 18
Sec.1 Methods and Plan ····· 18
Sec.2 Forward system of research development ····· 19
Sec.3 Contents ····· 20
Sec.4 Results ····· 25
1. Subtitle 1 : Breeding resistant soybean lines for sprout rot disease ····· 25
A. Collection and identification of disease strains inducing soy-sprout rot ··· 25
B. Innoculation and mass screening methods study ····· 27
C. Search for resistant genotypes for sprout-rot disease ····· 31
D. Breeding soybean lines ····· 36
2. Subtitle 2 : Quality improvement of soybean sprout ····· 50
A. Characteristics of local lines ····· 50
B. Comparison of soybean lines for sprout with paste lines ····· 66
C. Analysis of composition of soybean seed and sprout ····· 70
D. Characteristics analysis of breeded lines ····· 87

Ch.4. Achievement and contribution for related field ····· 89

Ch.5. Application plan for the results ····· 90
Sec.1 Application plan ····· 90
Sec.2 Further study ····· 91

Ch.6. Reference ····· 92

목 차

제1장 연구개발과제의 개요 ····· 13
제1절 연구개발의 목적 ····· 13
제2절 연구개발의 필요성 ····· 14

제2장 국내·외 관련기술의 현황 ····· 16
제1절 국내·외 관련기술의 현황 ····· 16
제2절 앞으로 전망 ····· 17
제3절 기술도입의 타당성 ····· 17

제3장 연구개발수행 내용 및 결과 ····· 18
제1절 연구개발 방법 및 설계 ····· 18
제2절 연구개발 추진체계 ····· 19
제3절 연구내용 ····· 20
제4절 연구결과 ····· 25
1. 제1세부과제 : 콩나물 부패병 내병성 계통 육성 ····· 25
가. 콩나물 부패병균 수집. 분리 ····· 25
나. 발병조건 및 검정방법 연구 ····· 27
다. 내병성 자원 탐색 ····· 31
라. 계통육성 ····· 36
2. 협동과제 : 콩나물 품질 향상 연구 ····· 50
가. 수집 재래 나물콩 계통별 특성 조사 ····· 50
나. 나물콩과 장콩의 특성 비교 ····· 66
다. 나물콩의 품질관련 성분분석 ····· 70
라. 육성계통의 특성분석 ····· 87

제4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 ····· 89

제5장 연구개발결과의 활용계획 ····· 90
제1절 활용방안 ····· 90
제2절 추가적 연구 ····· 91

제6장 참고문헌 ····· 92

제 1 장 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발의 목적

1) 콩나물 재래종의 수집, 특성 평가 및 우수자원 선발
2) 콩나물 부패병균의 광범위한 수집, 분리 및 동정
3) 콩나물 품질관여 요소들의 생리, 화학적 분석
4) 우수 계통들간의 인공교잡 및 후대양성
5) 고품질 부패병 내병성 품종 육성

구 분	연 구 개 발 목 표	연구개발 내용 및 범위
1차년도 (1998년)	o 유전자원의 수집 및 조사 o 계통별 콩나물 생장특성 분석	- 콩나물 부패병균 수집(100균계) 및 분리 - 재래종 콩계통(100계통) 수집, 특성조사 - 콩 계통별 콩나물 생장 해석 및 품종군 구분
2차년도 (1999년)	o 균계 확인, 수집계통 특성 조사 및 인공교잡 o 콩나물 품질관련 성분 분석 o 나물콩 품종의 특성 조사	- 분리 균계의 감염성 확인 및 동정 - 콩 유전자원 작물학적 특성 검정 - 우수 계통간 교잡 및 잡종 1세대 육성 - 계통별 콩나물 주요 성분 분석 비교 - 장콩과 나물콩의 특성 비교
3차년도 (2000년)	o 콩나물용 유망 콩 계통 선발 및 선발효율 검증 o 재배환경과 부패균과의 상호 관계, 병 발생 과정과 진전도 o 콩나물 생장 관여 물질 분석	- 부패병 내병성 검정방법 개발 - 잡종 2-3세대의 내병성 검정 및 선발 - 온도별 부패병 발생율, 진전도 조사 - 습도별 부패병 발생율, 진전도 조사 - 계통별 내생 호르몬 구성, 변화특성 분석
4차년도 (2001년)	o 유망 콩계통 선발, 특성조사 o 콩나물 발달과정의 해부학적 분석	- 잡종 4-5세대의 전개 및 선발 - 선발계통의 품질 평가 - 우수 계통의 배축 조직 및 발육특성 관찰
5차년도 (2002년)	o 유망 콩 계통의 육성 o 콩나물 품질 관여 요인 종합 분석	- 잡종 6세대의 포장 평가 - 선발계통의 콩나물 특성평가, 종합 - 콩나물의 성분, 형태 및 발육

제2절 연구개발의 필요성

1. 기술적 측면

가. 품질 좋은 콩나물 생산을 위해서는 먼저 우수한 원료콩을 확보해야 함
나. 오랜 콩나물 이용 역사에 비해 우리나라에서의 콩나물에 관한 연구는 아직도 미흡함
다. 콩나물 재배과정에서 발생되는 큰 문제점 중의 하나는 싹의 부패임
라. 콩나물 부패경감을 위한 일부 기술적인 방안이 제시된 바 있으나 현장에서 적용되는 실용적 연구는 없음
마. 부패 문제를 근본적으로 해결하기 위해서는 내병성 인자를 발굴하여 우수 품종을 육성해야 함
바. 고품질의 콩나물용 우수 품종을 육성하기 위한 연구 및 품질개량에 관한 연구도 극히 미흡함
사. 따라서 배축 신장성과 관련된 내생 호르몬 및 세포학적 연구와 콩나물의 물성(texture) 및 성분함량 개량에 관한 연구가 병행되어야 함
아. 본 연구에서는 콩나물 부패병에 강한 인자를 널리 탐색하여 이를 이용한 고품질의 우수한 콩나물 계통을 선발하고자 함

2. 경제·산업적 측면

가. 국내의 콩나물 시장은 연간 약 7천억원 규모임(국제농업개발원, 1995)
나. 콩나물용 원료콩 수급량은 연간 약 6만톤 정도로 추정됨
다. 농수산물유통공사에서 1990년 이후 연간 1,500-4,000톤의 외국산 원료콩을 콩나물용도로 도입해 왔음
라. 타용도로 도입된 원료콩(종자활력이 문제임)이 콩나물용으로 사용되어 물의를 일으킨 사례들도 여러 차례 있었음
마. 전국적으로 3천여개 콩나물 재배업체가 있을 것으로 추정되는데, 원료콩에 따른 생산품의 품질변이가 매우 큼
바. 도입콩이 가격면에서는 유리하나 종자활력이 떨어지거나 부패문제가 발생하기도 함
사. 미국에서는 이미 한국시장을 겨냥한 콩나물용 품종육성을 시작하였음

3. 사회·문화적 측면

가. 콩나물은 우리나라 고유의 채소로서 그 이용역사가 오래이며, 1인당 연간 약 12kg의 콩나물을 소비하고 있음

나. 외국에서는 거의 콩나물을 이용하고 있지 않아 콩나물에 관한 관심이 적음

다. 가장 오랜 콩나물 이용역사를 지녔음에도 불구하고 안전하고 우수한 제품 생산을 전제로 한 연구가 매우 미흡함

라. 특히 부패콩나물 유통과 음성적인 농약사용이 주기적으로 사회문제화 되어 왔으나 아직도 근본적 해결책은 제시되지 않고 있음

마. 콩나물의 품질에 관한 기준이 설정되어 있지 않고 품질의 등급화도 이루어 지지 않고 있음

바. 콩나물 품질관련 요소 및 우수한 품질의 품종 개발에 대한 연구를 수행함으로써 콩나물 종주국으로서의 자긍심을 지키고, 나아가 콩의 국제경쟁력을 향상시켜야 함

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제1절 국내·외 관련기술의 현황

1. 국내·외 연구현황

가. 콩나물 연구는 국방과학연구소 연구진들에 의해 처음으로 시작되었음(崔 등, 1959)
나. 그 동안 주로 콩나물 발아과정 중의 성분 변화와 재배 방법에 관한 연구결과들이 대부분을 차지하고 있음(金, 1992; 金 등, 1993)
다. 콩나물 부패균의 분리 및 특성 연구(明, 1987; 吳, 1989; 朴, 1990)와 부패 방제를 위한 방안도 일부(朴과 崔, 1995; 崔 등, 1996) 제시된 바는 있음
라. 육종학적인 측면에서의 콩나물에 관한 연구는 재래종들의 작물학적 특성 및 품종별 배축신장성 등에 한정되어 있음(金, 1992; 李 등, 1992; 徐 등, 1995)
마. 콩나물 품종간 asparagine 등 성분 차이와 발아과정 중 변화의 상호비교를 통하여 우수한 품종 및 계통의 선발 가능성도 제시되었음(金 등, 1996; 李와 黃, 1996)
바. 또한 침지 처리를 통하여 부패를 경감시킬 수 있는 가능성을 제시한 연구결과도 있음(崔 등 2000).
사. 세계적으로 콩 식물체 주요 병의 병원균은 박테리아가 7종 이상, 곰팡이가 15종 이상으로 보고 되고 있음(Sinclair, 1982)

2. 문제점

가. 아직도 품질관련 요소들이나 콩나물 부패균 내병성 관련 육종학적인 연구는 거의 없음
나. Mukherjee 등(1966)이 *Pseudomonas* 특정 균계에 대한 다소 불확실한 저항성 유전현상을 보고한 바는 있으나 콩나물의 부패균에 대한 육종학적인 연구는 전무한 상태임
다. 온도와 품종에 따른 배축의 신장성에 관한 논문이 몇 편 있으나(Gilman et al., 1973; Hatfield & Egli, 1974; Sammy & Lamotte, 1976) 콩나물을 전제로 한 연구는 없음
라. 본 연구에서는 다양한 부패병 균주를 분리하여 재래종과 다양한 genotypes의 내병성을 검정하고 내병성 우수계통을 육성코자 함

제2절 앞으로 전망

1. 콩나물 품질 개량과 부패문제 해결을 위한 육종적 연구가 주기적인 식품사고 문제 및 제품 규격화면에서 필히 선행되어야 할 과제임
2. 미국에서도 일부 콩나물용 우수품종 육성에 관심을 가지기 시작하여 경쟁력 제고 면에서 심히 우려됨
3. 본 연구를 통하여 안전하고 품질 좋은 콩나물 원료콩 품종개발의 기반이 구축 될 수 있을 것으로 전망됨

제3절 기술도입의 타당성

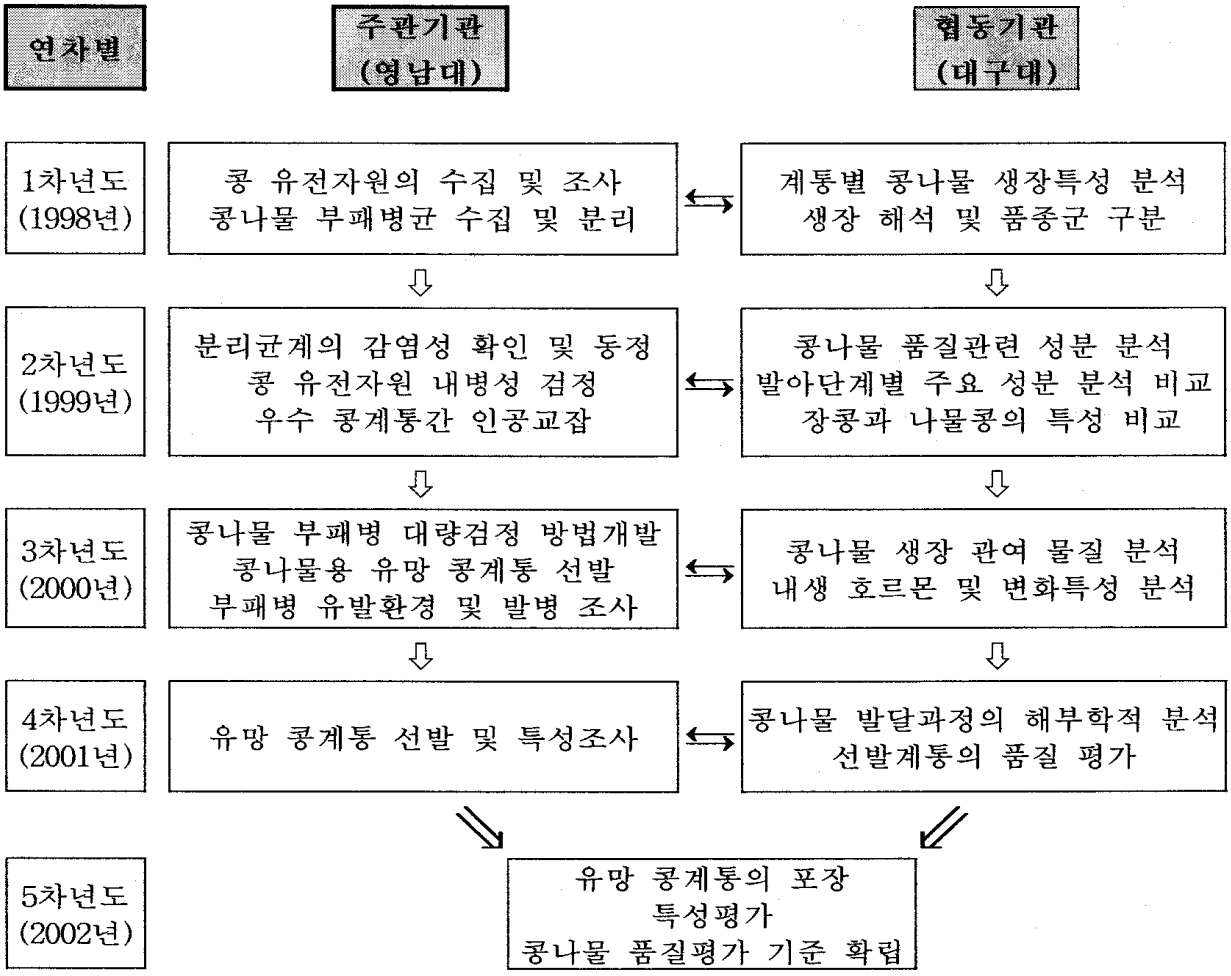
1. 외국에서는 콩나물을 이용하지 않아 이에 관한 연구가 거의 없음
2. 따라서 현재로서는 도입할 만한 특별한 기술이 없는 실정임

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제1절 연구개발 방법 및 설계

1. 우리나라 재래종 콩 계통과, 이미 알려진 여러 내병성 콩 유전자원을 확보함
2. 유통되고 있는 콩나물로부터 부패병균을 수거, 분리하고 순계를 동정함
3. 콩 유전자원을 대상으로 콩나물 부패병 내병성 검정을 실시함
4. 동시에 콩나물 품질을 평가하기 위한 생장, 성분 분석 및 특성 연구를 병행함
5. 선발된 우수 품종(계통)들간 교배를 실시하고 그 후대를 평가, 선발해 나감
6. 최종적으로 품질이 우수하며 부패병에 강한 유망계통을 육성함

제2절 연구개발 추진체계



제3절 연구내용

1. 제1세부과제 : 콩나물 부패병 내병성 계통 육성

가. 콩나물 부패병균 수집, 분리

1) 유통 부패 콩나물 수거

가) 대구 지역 14곳의 재래시장을 대상으로 2차례에 걸쳐 유통 중인 시루에서 부패 콩나물을 수거하였다.

나) 다양한 균계 확보를 위하여 종피색이나 콩나물 생육특성이 다른 시료를 택하여 총 49개의 시료를 수거하였다.

다) 주로 배축 부위가 갈변하면서 물러지는 개체를 수거하였는데 이들로부터는 수거 즉시 균을 분리하였다.

라) 일부는 건전한 개체를 수집하여 실험실내에서 20 및 25℃ 항온기에 방치하여 부패를 유도한 후 이들로부터 균을 채취하였다.

2) 균 분리 및 재접종

가) 콩나물 부패개체의 이병부위와 건전부위 경계지점 약 5mm를 절단하여 95% ethanol에 3초간, 3% sodium용액에 1분 30초간 표면 살균하였다.

나) 이를 PDA(potato dextrose agar)배지 위에 치상하여 25℃에서 24시간 배양하였으며 세균은 NA(nutrient agar)배지에 도말하여 25℃에서 24시간 동안 둔 후 다시 분리하였다.

다) 분리한 균계의 병원성 여부를 재확인하기 위하여 단엽콩 종자를 95% ethanol에 3초, 3% sodium 용액에 1분 30초간 표면소독한 후 적신 솜을 깔고 멸균한 샤알레에 치상하여 25℃에서 두었다.

라) 1일 후 발아 직후 유근의 길이가 5mm인 것과, 콩나물 재배 후 3일이 경과하여 배축의 길이가 4cm일 때 배축 중앙부를 절단하여 접종하였다.

마) 접종은 모두 1일전 Nutrient broth 배지에서 28℃조건으로 배양한 현탁액에 20분간 침지하는 방법을 사용하였다.

바) 탈지면을 깔고 멸균수 4ml를 시험관에 넣고 멸균한 뒤 이에 접종된 콩나물 개체를 치상하여 25℃에서 3일간 두고 관찰하였다.

3) 균주 동정 예비실험

가) 선발된 6균계를 대상으로 屬(genus) 확인을 위해 먼저 Gram stain과 형태관찰을 하였으며 이후 4℃와 41℃에서의 성장검정과 fluorescent pigment, anaerobic growth test, oxidase test를 하였음.

나. 발병조건 및 검정방법 연구

1) 재배환경과 부패균과의 상호관계

가) 공시 재료 : 은하콩

나) 공시 균주 : S239(*Pseudomonas*. sp)

다) 처리 내용 및 방법

(1) 온도 : 접종 후 25, 30, 35, 40℃

습도 : 70, 80, 90, 100%

(2) 콩 종자를 표면 살균처리를 하지 않고 샤알레(15cm)에 치상하여 2cm정도 생장(약 3일간)시킨 후 NB 50ml가 들어있는 삼각플라스크에 균주를 접종하여 24시간 현탁 배양하였다.

(3) 현탁 배양된 균주를 각 처리당 10개체씩 2시간 동안 침지시키고 샤알레에 치상하여 24, 48, 72 시간 후의 부패정도 및 생장길이를 조사하여 무처리구와 비교하였다.

2) 부패병 내병성 검정방법 개발

가) 공시재료 및 균 배양법은 상기 실험과 동일하였으며 25℃에서 접종하였다.

나) 콩 종자를 95% 에탄올과 3% sodium hypochlorite로 표면 살균하여 25℃에서 4일간 키운 콩나물을 사용하였다.

다) 1차적으로 배축 부위를 절단한 개체와 무절단 개체를 각각 2시간 동안 침지시킨 후 샤알레에 치상하여 24시간 후 부패정도와 증상을 조사하였다.

라) 2차적으로 아래와 같이 종자 상태에서의 접종 검정법을 검토하였다.

(1) Control(1) : 멸균수에 120분간 침종 후 치상

(2) Control(2) : 무균주 배지에 120분간 침종 후 치상

(3) 처리 : 균 현탁액에 30분, 60분, 90분, 120분 침종 후 치상

(4) 치상 48시간 후 부패정도 및 배축의 길이를 조사하여 각 대조구와 비교함.

다. 내병성 자원 탐색

1) 재래종 수집

가) 콩나물 부패병에 강한 유전자원 탐색을 위하여 일차적으로 경상남북도 전역을 대상으로 1998년 추/동계 및 1999년 동계에 재래종들을 수집하였다.

나) 평균 4km 정도의 거리를 두고 수확 전의 농가 콩 포장에서 개체 단위로 수집하되 확실한 재래종을 선택하기 위해 유색계통을 주로 수집하였다.

2) 내병성 품종 분양

가) 관련 문헌들을 review하여 콩에 발생하는 모든 세균병과 진균병에 저항성인 품종들 검색하였으며 이들의 종자를 확보하기 위해 농촌진흥청 종자은행에 40품종을 분양 요청하여 그 중 23품종을 분양 받았다. (표 1-1).

나) 미국 INTSOY에 요청하여 내병성인 15품종을 분양 받았다(표 1-2).

(표 1-1) 농촌진흥청 종자은행 분양 내병성 유전자원

품종명	내성 병명	품종명	내성 병명
Ankur	Soybean rust	Hawkeye63	*Phytophthora* root rot
Arksoy	*Phytophthora* rot	Hodgson	*Phytophthora* root rot
BRS201	Brown stem rot	Kent	Frogeye leafspot
BRS302	Brown stem rot	Lee68	*Phytophthora* root rot
Century84	*Phytophthora* root rot	Lincoln	Frogeye leafspot
Chippewa64	Powdery mildew	Lindarin	*Phytophthora* root rot,
Clark63	*Phytophthora* root rot		Stem canker
CNS	Bacterial blight	PI200492	Soybean rust
Corsoy	*Sclerotinia* stem rot	PI86050	*Phytophthora* rot
Davis	Frogeye leafspot,	Tokyo	Stem canker
	Phytophthora root rot	Union	*Sclerotinia* stem rot
Harosoy63	*Phytophthora* root rot,	Wells	*Phytophthora* root rot
	Stem canker	Williams	*Sclerotinia* stem rot

(표 1-2) INTSOY로부터 분양 받은 내병성 유전자원

품종명	내성 병명	품종명	내성 병명
Altona	*Phytophthora* rot	Kanrich	Downy mildew
Amsoy71	*Phytophthora* root rot	Kingwa	*Phytophthora* rot
Beeson80	*Phytophthora* root rot	Komata	Soybean rust
Blackhawk	Powdery mildew	L62-904	Phytophthora rot
Centennial	*Phytophthora* root rot,	Ogden	Frogeye leafspot
	Stem canker	Peking	Stem canker
Evans	*Phytophthora* root rot	Shelby	*Sclerotium* blight
Improved Pelican	*Sclerotium* blight	Williams82	*Sclerotinia* stem rot

3) 유전자원 특성 평가

가) 1998-1999년 수집 계통

(1) 수집한 108계통은 수집 직후 각 개체의 외형적 특성, 종자의 특성을 조사하였으며 탈곡된 상태로 수집된 계통들은 종실의 특성만 조사하였음.

나) 1997년 이전 수집 계통

(1) 1998년 춘계 이전에 수집된 나물콩 재래종 120계통들은 1998년 하계 영남대학교 부속농장에 파종되었으며 주요 작물학적 특성들이 조사되었음.

라. 인공교배

1) 인공교잡 및 후대 육성

가) 인공 교잡 및 F1 양성

o 공시재료 : F1 9조합 511개체 o 파종기 : 2000. 6. 3.

o 재식밀도 : 60 x 30cm(1주 1개체)

나) F2 세대 양성.

o 공시재료 : 8조합 F1 244개체 o 파종기 : 2000. 6. 3.

o 재식밀도 : 60 x 15cm(1주 1개체)

다) 야생콩과의 교잡 후대 작물학적 특성 검정

o 공시재료 : F6 세대 3계통 o 재식밀도 : 60 x 15cm, 1주 2본 4열

o 시험구 배치: 난괴법 4반복 o 기타 관리 : 작물시험장 표준재배에 준함

마. 계통육성

1) 나물콩 계통 선발

가) 공시재료

(1) 각 세대별 공시재료 내역은 (표 1-3)과 같다.

(표 1-3) 공시재료 내용 및 육종 경과

교배목적	2년차			5년차		
	세대	조합수	공시	세대	조합수	공시
내병성 계통	F1	9	511립	F4	9	계통
저 Lx 계통	F2	3	18개체	F5	3	계통
극소립 계통	F6	1	3계통	F9	1	3계통

나) 계통육성 및 선발

(1) F1 개체는 형태적인 마커 및 특성과 개화기 등으로 개체별 selfing 여부를 확인하고, 극심한 이병개체 등을 도태시켰다.

(2) F2세대에서는 포장에서의 작물학적 특성(초형, 개화기, 내병성 등)이 우수한 개체들을 선발하여 계통화 하였다.

(3) F6세대에서는 작물학적 특성과 생산력을 검정하였다.

다) 내병성검정 및 실내선발

(1) 내병성 자원 검색은 지속적으로 수행해 나가고 있는데, 국내 수집 재래나물콩 193계통과, 포장 발생 병해에 강하다고 알려진 도입품종 15개에 대한 콩나물 부패병 내병성검정을 실시하였다.

(2) 부패병 균계는 본 실험실에서 분리한 S239(*Pseudomonas*. sp)를 사용 하였고 접종 후 부패율 및 배축의 생육위축과 신장정도로 내병성을 판단 하였다.

2. 협동과제 : 콩나물 품질향상 연구

가. 수집 재래 나물콩 계통별 특성 조사

1) 생리적 특성 조사

수집된 재래종 118계통을 대상으로 배축신장성 및 종자활력을 조사하였다.

2) 생장해석 및 품종군 분류

118계통을 대상으로 조사된 배축신장성 및 생체중을 100립중 및 종피색과의 연관관계 등을 조사하였다.

3) 계통별 콩나물의 세포학적 특성비교

100립중, 배축신장성 및 배축직경이 서로 다른 25품종을 대상으로 세포수 및 세포의 크기 등을 비교하였다.

나. 나물콩과 장콩의 특성 비교

100립중이 서로 다른 장콩과 나물콩을 대상으로 배축신장성 및 발아특성을 조사하였다.

다. 나물콩의 품질관련 성분분석

1) 종실의 성분 비교 검토

2) 콩나물의 성분 비교 검토

라. 육성 계통의 특성 분석 : 단백질, 지방 등 성분

제4절 연구결과

1. 제1세부과제 : 콩나물 부패병 내병성 계통 육성

가. 콩나물 부패병균 수집, 분리

1) 유통 부패 콩나물 수거

가) 대구 지역 14곳의 재래시장을 대상으로 2차례에 걸쳐 유통 중인 시루에서 수거한 부패 콩나물로부터 총 109개의 균계를 분리하였다(표1-4).

(표 1-4) 부패 콩나물 수거 지역별 분리균주

시장명	분리균주	시장명	분리균주	시장명	분리균주	시장명	분리균주
칠성	15	연매	9	남문	1	명덕	2
관문	12	동대구	8	평화	9	방촌	4
효목	9	팔달	16	만평	11	매천	7
칠곡	2	동명	4			**합계**	**109**

2) 균 분리 및 재접종

가) 병원성 검정 결과에 의해 이병성이 확인된 수집 균주들을 1차로 32 균계를 선발하였다.

나) 선발된 균주들을 다시 소백나물콩 등 7품종에 접종하여 50% 이상 폭 넓게 부패증상을 나타내는 6균계(BS217, BS230, BS233, BS239, BS246, BS303)를 2차로 선발하였다.

3) 균주 동정 예비실험

가) 선발된 6균주의 동정 예비실험 결과는 아래의 (표 1-5)와 같다.

나) Api kit을 이용한 질산환원, indole 생성, glucose acidification, arginine dihydrolase, urease, gelatine hydrolysis, β-galactosidase, glucose assimilation, phenyl-acetate assimilation 등을 검정하였음.

(표 1-5) 선발된 6균주의 동정 예비실험 결과

Test / Strain	BS217	BS230	BS233	BS239	BS246	BS303
Gram stain	−	−	−	−	−	−
Shape	Rod	Rod	Rod	Rod	Rod	Rod
Growth at 41℃	−	+	+	+	+	−
Growth at 4℃	−	−	−	−	−	−
Fluorescent pigment	+	−	−	+	−	+
Anaerobic growth test	+	+	−	−	−	−
NO3 reduction	−	+	−	−	+	+
Indole production	−	−	−	−	−	−
Glucose acidification	−	+	−	−	−	−
Arginine dihydrolase	−	−	−	−	−	−
Urease	−	−	−	−	−	−
Aesculin hydrolysis	−	−	−	−	+	−
Gelatine hydrolysis	+	−	+	+	+	+
β-galactosidase	−	+	−	−	+	−
Glucose assimilation	+	+	+	+	D	+
Arabinose assimilation	−	+	+	−	+	−
Mannose assimilation	D	+	+	+	+	+
Mannitol assimilation	−	+	+	+	+	+
N-acet.-gluco. assim.	D	+	+	−	−	D
Maltose assimilation	−	+	+	−	+	−
Gluconate assimilation	+	+	+	+	+	+
Caprate assimilation	+	−	+	+	−	+
Adipate assimilation	−	−	D	−	−	−
Malate assimilation	+	+	+	+	−	+
Citrate assimilation	+	+	+	+	−	+
Phenyl-acet. assim.	−	+	+	−	−	−
Oxidase	−	+	+	−	+	−

* +: Positive reaction, −: negative reaction,
D: 11~89% of strains positive

다) 균계의 생리적 특성을 조사하고 Bergy's Manual에 예시된 세균분류 및 특성표와 비교하였으며 TEM에 의한 균의 형태관찰로 6균계 모두 *Pseudomonas sp.*에 속하는 것으로 확인하였다.

라) *Fusarium sp.*를 비롯한 곰팡이는 분리되지 않았는데, 이는 배축 부위가 변색하며 물러지는 부패개체만을 수집하였기 때문으로 판단되었다.

나. 발병조건 및 검정방법 연구

1) 재배환경과 부패균과의 상호관계

가) 온도별 부패병 발생 양상

(1) 접종 24시간 및 48시간 후 치상온도에 따른 부패율 및 증상을 관찰한 결과는 (표 1-6)과 같다.

(2) 치상 온도 25℃~30℃에서는 병징과 진전속도에서 차이가 없었으나 40℃에서는 조사가 어려울 정도로 극심한 증상을 보였다.

(표 1-6) 콩나물 부패병 접종 온도별 증상

온도	접종후 발병률		병 진전 및 부패 증상
	24h	48h	
25℃	44	53	뿌리 끝 부분부터 부패하기 시작하고 부패정도가 약한 것은 검은 반점이 생기며 점점 검게 변한다
30℃	53	57	전체적으로 갈색을 띤다
40℃	51	64	뿌리 끝 부분부터 심하게 물러지며 자엽이 심하게 손상되어 더 이상 생육이 진전되지 않는다

나) 온도별 부패병 진전

(1) 이병 정도(병 진전도)는 접종 후 배축신장 회복정도로 판별하였다. 즉 접종후 24시간 단위로 배축의 길이를 측정한 뒤, 무처리와 비교하였으며 또한 처리와 무처리간 길이의 비율로 판단하였다.

(2) 접종 후 24시간이 경과하였을 때에는 온도와 관계없이 모든 처리에서 100% 이병되었다.

(3) 접종 후 40℃에 치상하였을 경우에는 24시간 내 완전히 부패하여 배축 길이를 측정할 수 없었다(표 1-7).

(표 1-7) 부패균 접종온도에 따른 처리 후 시간별 콩나물 배축 신장

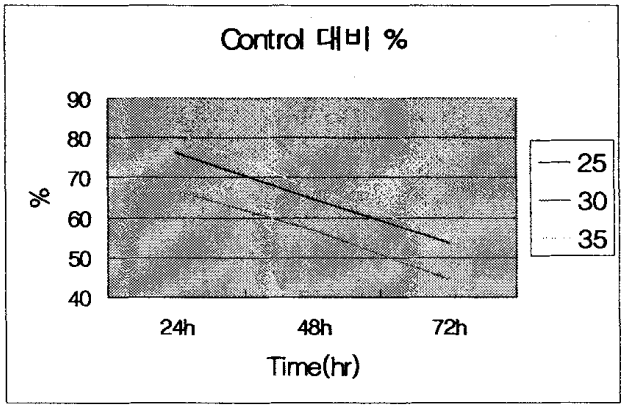
접종온도	접종처리	접종 후 경과시간별 콩나물 배축 길이(cm)			
		0	24	48	72시간
25℃	무접종	2	3.14	4.21	6.07
	접종	2	2.4	2.73	3.11
30℃	무접종	2	3.42	4.83	7.06
	접종	2	2.28	2.75	3.14
35℃	무접종	2	3.37	4.87	7.04
	접종	2	2.74	3.26	3.87
40℃	무접종	2	2.85	3.29	3.55
	접종	2	-	-	-

(4) 접종 온도별 무접종과 접종구의 배축신장성 및 무접종에 대한 접종구의 배축길이 비율을 나타낸 결과는 (그림 1-1)과 같다.

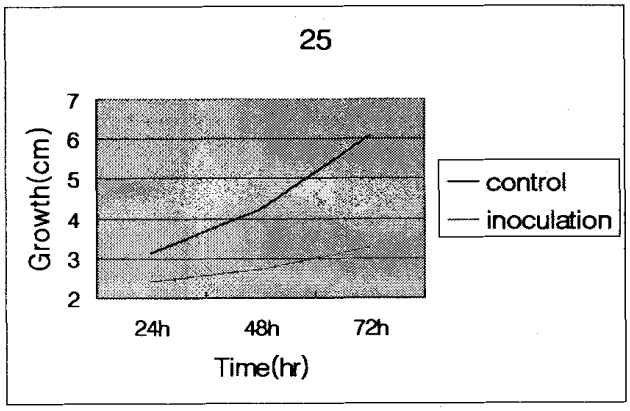
(5) 모든 온도에서 부패균 접종에 의해 배축의 신장이 크게 위축되었으며 시간이 경과할수록 무처리와의 차이는 급격히 증가하였다.

(6) 경향은 온도에 관계없이 비슷하였으며 다만 무접종구에 대한 접종구 배축길이의 비율은 25℃에 비해 30, 35℃에서 다소 낮았다.

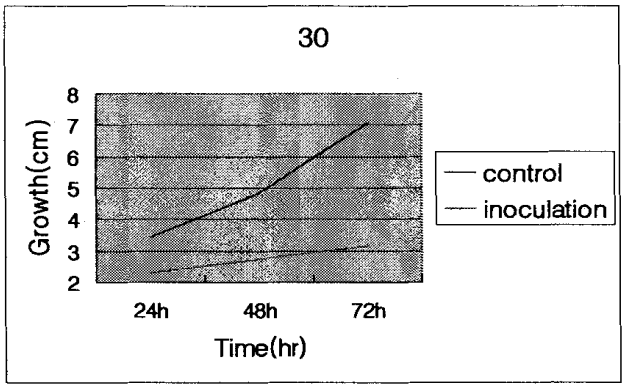
(7) 이상을 종합해 볼 때 40℃에서 부패 정도가 가장 심하였으나, 콩 계통간 이병률의 차이를 판별하기 위한 효율적인 접종환경으로는 30℃가 적절할 것으로 판단되었다.



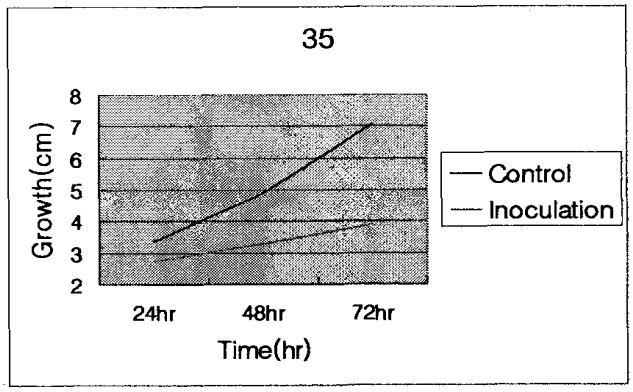
(무접종 대비 배축길이 비율)



(접종 후 25℃ 치상)



(접종 후 30℃ 치상)



(접종 후 35℃ 치상)

(그림 1-1) 접종후 경과 시간에 따른 온도별 콩나물 배축 신장과 무접종 대비 신장 비율

다) 습도별 부패병 발생 및 진전

(1) 접종 후 처리 습도별 병 발생정도를 확인하기 위하여 상대습도 70, 80, 90 및 100%에서 관찰한 결과는 (표 1-8)과 같다.
(2) 습도에 관계없이 처리 후 24시간 경과하였을 때는 100% 부패하였다.
(3) 콩나물 부패균 접종 후 상대습도 100% 조건에서는 72시간 경과하였을 때 배축이 완전히 물러진 반면, 90% 조건에서는 어느 정도의 생육 진전을 나타내었다.
(4) 콩 계통별 이병율의 차이를 판별하기 위한 습도처리 조건은 90% 정도면 충분할 것으로 판단되었다.

(표 1-8) 습도별 부패병 발생 및 진전 정도

습도	접종처리	접종 후 경과시간별 콩나물 배축 길이(cm)			
		0	24	48	72시간
100%	무처리	2	2.9	3.6	-
	접종	2	2.3	2.5	-
90%	무처리	2	2.6	3.2	3.5
	접종	2	2.4	2.4	2.7

2) 부패병 내병성 검정방법 개발

가) 배축 절단 여부와 발병률

(1) 접종 시 온전한 콩나물을 균 현탁액에 침지하여 접종하는 방법(intact)과 배축 하단부를 절단 침지하는 접종법을 비교한 결과는 (표 1-9)와 같다.
(2) 배축 부분을 절단한 경우와 그렇지 않은 경우의 부패율에서는 큰 차이가 없었으며 대량검정을 위해서는 sprout intact 상태를 이용하는 것이 바람직할 것으로 나타났다.

(표 1-9) 절단 여부에 따른 병 진전 양상과 부패율

접종방법	부패율	병 증 상
Intact	100%	뿌리 끝부분이 흑갈색으로 변하며 전체적으로 심하게 부패
Cut	94%	상대적으로 부패정도가 약하며 뿌리 끝의 절단된 부분부터 갈색으로 부패되기 시작하고 머리부분도 갈색으로 부패

나) 종자 접종법의 가능성 검토

(1) 다량의 콩 계통의 콩나물 부패병 저항성을 신속하게 검정하기 위하여 콩나물을 키우지 않고 종자를 직접 균 현탁액에 침종하는 방법을 검토한 결과는 (표 1-10)과 같다.
(2) 모든 처리에서 발아된 콩나물이 부패증상은 나타내지 않았으나 종자접종에 의해 발아율이 현저히 저하되었다.

(3) 특히 60분 이상 접종하였을 때에 발아율이 50% 이하로 떨어졌으며 72시간 후 배축의 길이도 현저히 위축되었다.

(4) 균 배양액의 영향을 확인하기 위하여 균을 키우지 않은 배지를 대조구로 사용하였는데, 발아에는 영향을 미치지 않은 것으로 나타났으며 다만 배축 생육이 다소 위축되었다.

(표 1-10) 콩나물 부패병 종자접종에 따른 발아율과 배축신장

종자 접종처리	발아율(%)	배축길이(cm)
멸균수	96.7%	5.1
무균 배지	96.7%	4.4
균 현탁액 30분 침종	80%	3.2
균 현탁액 60분 침종	46.7%	2.5
균 현탁액 90분 침종	46.7%	2.8
균 현탁액 120분 침종	53.3%	3.7

다. 내병성 자원 탐색

1) 유전자원 특성 평가

개체단위로 총 84계통을 수집하였으며 5일장 및 상설시장을 통하여도 24계통을 수집하여 108 계통을 확보하였다. 1997년 이전에 수집하여 유지해 온 나물콩 120계통들도 계통분리하여 수집 유전자원에 포함시켰다(표 1-11).

(표 1-11) 콩 재래종 수집 현황

	1997년 이전		1998-1999년		수집 점수
	수집 시/군	수집 점수	수집 시/군	수집 점수	합계
경상북도	21	69	11	83	152
경상남도	16	51	5	25	76
합 계	**37**	**120**	**16**	**108**	**228**

가) 1998-1999년 수집 계통

(1) 종피색이 흑색인 계통이 40%, 녹색 계통 36%, 황색이 19%였다.

(2) 대립종과 소립종이 91%를 차지한 반면 중립종은 적었다(표 1-12).

(3) 우리나라 재래 나물콩과 유색밥밑콩은 대부분 만생/극만생 계통들 인데, 수집 시기가 늦어 대부분의 수집종들이 여기에 해당되었다.

(표 1-12) 수집 콩 계통의 종피색 및 종자크기 분포

종 피 색			종자 크기		
특 성	계통수	비율(%)	특 성	계통수	비율(%)
황 색	21	19.1	대립	44	40.0
황록/혼색	3	2.7	중립	10	9.1
녹색(담/농)	40	36.4	소립	56	50.9
갈 색	2	1.8			
흑 색	44	40.0			
합 계	**108**	**100**	**합계**	**108**	**100**

(4) 식물체 개체로 수집한 84계통 중 꼬투리색은 갈색 계통이 86%였으며, 털색과 협색도 갈색이 각각 66%씩으로 회색에 비해 많았다.

(5) 수집계통들은 1999년 5월 30일 영남대학교 실험포장에 파종하였는데 발아력이 없는 1계통을 제외하고 107계통에 대한 특성을 조사하였다.

(6) 수집한 계통의 엽형은 대부분 단엽형(98.2%)이었으며 시장에서 수집한 계통의 일부(0.9%)는 엽형이 분리되었다.

(7) 화색은 자색계통이 72.9%, 백색계통이 21.5%였고 시장수집계통 중 화색이 분리되는 계통은 5.6%로 수확시 순계 분리하였다.

(8) 수집콩 계통들의 79.5%가 개화일수 66일 이상인 중·만생계통이었다.

(9) 개화일수 55일 이하인 조생 계통도 4.7%였다.

(표 1-13) 수집 콩 계통의 개화기까지의 주요 작물학적 특성

엽 형		화 색	
특 성	계통 비율(%)	특 성	계통 비율(%)
장엽형	0.9	자색	72.9
단엽형	98.2	백색	21.5
분 리	0.9	분 리	5.6

(표 1-14) 수집 계통들의 개화일수 분포

개화일수	계통수	비 율(%)
51-55일	5	4.7
56-60	7	6.5
61-65	10	9.3
66-70	47	43.9
71-75	38	35.6
합 계	**107**	**100**

나) 1997년 이전 수집 계통

(1) 종피색이 황색, 녹색, 흑색, 갈색 등 다양하였으며 종피 광택이 없는 계통이 71.7% 였다.

(2) 남해 등 일부지역 수집계통은 100립중이 20g 이상인 중립종도 있었다.

(3) 엽형은 97.5%가 타원형이었으며 화색은 자색이 72.5%였다.

(표 1-15) 수집 재래나물콩 계통의 종실 특성

종 피 색		종피 광택		제 색		100립중(g)	
특 성	계통 비율(%)	특 성	계통 비율(%)	특 성	계통 비율(%)	특 성	계통 비율(%)
황색	31.7	무	71.7	회색	44.2	<10	15.0
녹색	22.5	약	25.0	갈색	27.5	10-12	40.0
흑색	18.3	강	3.3	흑색	15.8	12-15	30.0
암녹색	15.0			담황	12.5	15-20	8.3
기타	12.5					20<	6.7

(표 1-16) 수집 재래나물콩 계통의 작물학적 특성

엽형		모용색		화색		협색	
특 성	계통 비율(%)	특 성	계통 비율(%)	특 성	계통 비율(%)	특 성	계통 비율(%)
타원형	97.5	황갈색	62.5	자색	72.5	담황색	48.7
장엽	2.5	회색	36.7	백색	20.8	담갈색	41.2
		분리	0.8	분리	6.7	기타	10.1

2) 내병성 자원 선발

가) 미국의 USDA 및 국내 종자은행에서 분양받은 내병성 품종(주로 진균 저항성 품종)들을 대상으로, 1차 선발된 균계를 이용하여 콩나물 부패병 저항성을 검정하였다.

나) 콩나물 부패병에 완전 저항성인 품종은 없었으나 품종간 차이가 있었다.

다) Kent, Williams82, Ogden, Ankur 등의 부패율이 낮았으며 이들은 교배부모본으로 선발 되었다.

라) Ankur는 극만생종으로서 개화기 조절이 어려워 교배에서 제외되었다.

(표 1-17) 교배에 이용된 내병성 품종들의 주요 질적 형질 특성

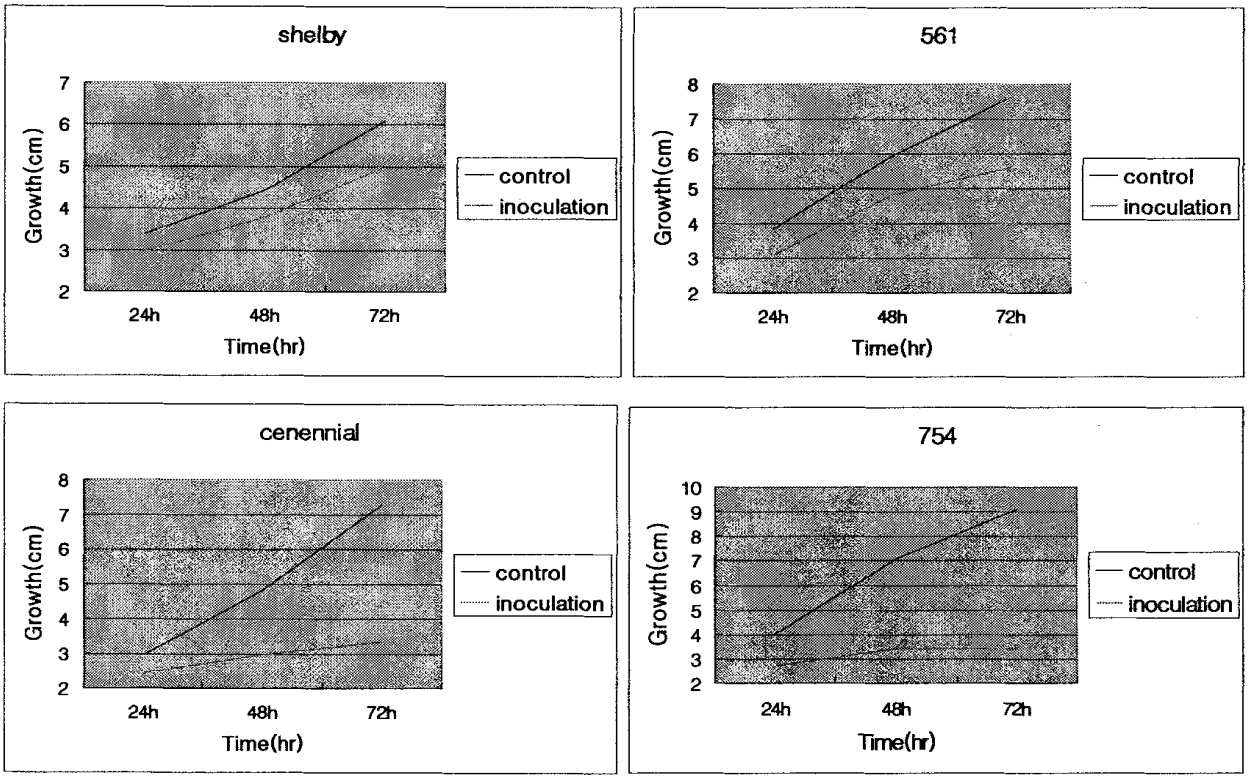
품종	화색	모용색	엽형	개화기	신육형
광안콩	자	회	타원형	7월 25일	유
소백나물콩	자	회	타원형	7월 23일	유
은하콩	자	회	타원형	7월 21일	유
Kent	자	갈	타원형	7월 12일	무
Williams	백	갈	타원형	7월 15일	무
Ogden	자	회	타원형	8월 4일	유
Ankur	백	갈	타원형	8월 31일	무

마) 재래나물콩 193계통에 대한 내병성을 검정한 결과 YN561계통이 상대적인 저항성을 보였으며 외국 도입품종 15개 중에서는 Shelby가 상대적인 저항성을 보였다(그림 1-2).

바) 균 접종 후 24-72시간 동안 배축의 신장을 측정한 결과 대부분의 이병성 계통은 배축이 거의 자라지 못하였다.

사) 저항성인 계통 및 품종은 무처리구 배축길이의 75-83% 수준까지 자라 이병성 계통들과는 배축신장 지속 면에서 큰 차이를 나타내었다.

아) 3년차에 발굴된 내병성 재래나물콩 계통 561은 증식 및 인공교배 재료로 활용 중에 있다.



(그림 1-2) 콩나물 부패병에 이병, 저항성인 품종 및 계통들의 균 접종 후 배축 신장성

라. 계통 육성

1) 인공교잡 및 내병성 계통 육성

가) 일차로 선발된 내병성 품종들과 나물콩 장려품종(광안콩, 소백나물콩, 은하콩)간 인공교배 9조합을 실시하여 511립의 잡종 종자를 얻었다.

나) 이들을 포장에 심어 selfing 여부를 확인하기 위하여 엽형, 화색, 모용색, 개화기 등을 조사하여 최종 확인된 개체들만 수확하였다.

(표 1-18) 인공교배 결과 및 F1 양성

교배번호	교배조합[1)]	수확 F1 종자수 (F1 개체 양성수)	Selfing 확인 특성
101	Kent x 광안콩	95	모용색, 신육형
102	Williams82 x 광안콩	44	모용색, 신육형
103	Ogden x 광안콩	49	개화기
201	소백나물콩 x Kent	68	모용색, 신육형
202	Williams82 x 소백나물콩	85	화색
203	Ogden x 소백나물콩	18	개화기
301	Kent x 은하콩	80	엽형
302	Williams82 x 은하콩	50	화색, 엽형
303	Ogden x 은하콩	22	엽형
합계	**9조합**	**511**	

1) Reciprocal crossing을 포함

다) 9조합 511립의 F1 중, 미발아, 식물체 형태적 마커에 의해 selfing이 확인된 개체, 극심한 이병개체 등을 도태시켜 247개체를 수확하였다. 포장면적과 작업 능률 등을 고려하여 실내에서 조합당 10개체 이내로 재선발하여 최종적으로 65개체를 선발하였다.

라) 65개체를 포장에 전개(F2)하여 각 집단의 주요 형질변이를 조사한 결과는 (표 1-19)와 같다.

마) (Kent x 광안콩), (Ogden x 광안콩), (Ogden x 소백나물콩) 조합은 화색, 개화기 및 엽형 모두 집단내 변이가 적었던 반면 나머지 조합에서는 분리현상을 보였다

바) 초형 및 형태적 특성, 부패병 저항성 등을 근거로 선발된 F4계통들의 특성은 (표 1-20)과 같다.

사) YS99104-B-5-1-2, YS99104-B-7-4-2, YS99108-B-3-2-2 등이 소립이면서 상대적인 내병성이 강하여 유망시되었다.(표 1-21)

(표 1-19) F2 집단의 조합별 개화기, 화색, 엽형 특성

교배번호	교배조합	공시	화색	개화기 분포	엽형
YS99101	Kent x 광안콩	8	자	0803	단
YS99102	Williams82 x 광안콩	5	자/백	0731-0803	단
YS99103	Ogden x 광안콩	10	자	0806	단
YS99104	소백나물콩 x Kent	10	자	0731-0803	단
YS99105	Williams82 x 소백나물콩	8	자/백	0731-0804	장/단
YS99106	Ogden x 소백나물콩	6	자	0803	단
YS99107	Kent x 은하콩	6	자	0731-0803	장/단
YS99108	Williamx82 x 은하콩	5	자/백	0803-0809	장/단
YS99109	Ogden x 은하콩	7	자	0731-0803	장/단
합계	9조합	65개체군			

(표 1-20) 내병성 나물콩 F4계통의 작물학적 특성

포장 번호	교배번호	교배조합	개화기	화색	엽형	모용색
4001	Kent	Kent X 광안콩	0806	장	백	자
4002	광안콩		0806	단	백	자
4003	YS99101-B-1-1-1		0728	단	갈	자
4004	YS99101-B-1-1-2		0728	단	갈	자
4005	YS99101-B-5-5-1		0811	단	갈	자
4006	YS99101-B-5-5-2		0811	단	백	자
4007	YS99101-B-8-2-2		0811	단	백	자
4008	Williams 82	Williams82 X 광안콩	0806	장	백	자
4009	광안콩		0806	단	백	자
4010	YS99102-B-1-5-2		0806	단	백	자
4011	YS99102-B-2-1-1		0802	단	갈	백
4012	YS99102-B-2-1-2		0802	단	갈	백
4013	YS99102-B-2-5-1		0728	단	갈	백
4014	YS99102-B-2-5-2		0728	단	갈	백
4015	YS99102-B-2-6-2		0802	단	갈	자/백
4016	YS99102-B-3-2-1		0802	단	백	자
4017	YS99102-B-3-2-3		0728	단	갈	자/백
4018	YS99102-B-3-5-1		0728	단	백	자/백
4019	YS99102-B-3-5-2		0802	단	갈	백
4020	YS99102-B-3-5-3		0802	단	갈	자
4021	Ogden	Ogden X 광안콩	0802	장	백	자
4022	광안콩		0802	단	백	자
4023	YS99103-B-1-7-2		0811	단	백	자
4024	YS99103-B-3-5-3		0806	단	백	자
4025	YS99103-B-4-5-2		0811	단	백	자
4026	YS99103-B-5-4-1		0811	단	백	자
4027	YS99103-B-5-6-1		0811	단	백	자
4028	YS99103-B-5-6-2		0811	단	백	자
4029	YS99103-B-6-1-2		0811	단	백	자
4030	YS99103-B-9-4-2		0811	단	백	자
4031	소백나물콩	소백나물콩 X Kent	0802	단	백	자
4032	Kent		0802	장	백	자
4033	YS99104-B-3-4-1		0802	단	갈	자
4034	YS99104-B-5-1-1		0811	단	갈	자
4035	YS99104-B-5-1-2		0811	단	갈	자
4036	YS99104-B-6-3-1		0806	단	백	자
4037	YS99104-B-6-3-2		0806	단	백	자
4038	YS99104-B-7-4-1		0806	단	백	자
4039	YS99104-B-7-4-2		0728	단	백	자

(계속)

포장 번호	교배번호	교배조합	개화기	화색	엽형	모용색
4040	YS99104-B-7-6-1		0728	단	갈	자
4041	YS99104-B-7-7-2		0728	단	갈	자
4042	Williams 82	Williams82 X 소백나물콩	0806	장	백	자
4043	소백나물콩		0728	단	백	자
4044	YS99105-B-1-1-1		0802	단	백	백
4045	YS99105-B-2-1-1		0806	단	갈	자
4046	YS99105-B-3-3-2		0811	단	백	백
4047	YS99105-B-4-1-2		0811	단	백	자
4048	YS99105-B-4-2-1		0728	단	갈	자
4049	YS99105-B-4-8-1		0811	단	백	자
4050	YS99105-B-6-4-1		0811	단	갈	자
4051	YS99105-B-8-2-2		0728	단	백/갈	자/백
4052	Kent	Kent X 은하콩	0802	장	백	자
4053	은하콩		0728	장	백	자
4054	YS99107-B-2-7-1		0806	단	백	자
4055	YS99107-B-6-1-2		0728	장	갈	백
4056	Williams 82	Williams82 X 은하콩	0802	장	백	자
4057	은하콩		0806	장	백	자
4058	YS99108-B-1-5-1		0811	장	백	자
4059	YS99108-B-1-5-2		0728	단	갈	자
4060	YS99108-B-3-2-1		0806	단	갈	자
4061	YS99108-B-3-2-2		0728	단	갈	자
4062	YS99108-B-3-3-1		0728	단	갈	자
4063	YS99108-B-3-3-2		0728	단	갈	자
4064	YS99108-B-4-1-1		0811	장	백	자
4065	YS99108-B-4-1-2		0728	장	갈	자/백
4066	YS99108-B-5-6-2		0728	장	갈	자/백
4067	Ogden	Ogden X 은하콩	0802	장	갈	자
4068	은하콩		0806	장	백	자
4069	YS99109-B-1-1-1		0806	단	백	자
4070	YS99109-B-1-1-3		0806	단	백	자
4071	YS99109-B-1-2-2		0806	단	백	자
4072	YS99109-B-1-3-2		0806	장	백	자
4073	YS99109-B-1-3-3		0806	장	백	자
4074	YS99109-B-1-4-1		0811	단	백	자
4075	YS99109-B-1-4-2		0806	단	백	자
4076	YS99109-B-1-4-3		0811	단	백	자
4077	YS99109-B-1-7-2		0806	장	백	자

(계속)

포장 번호	교배번호	교배조합	개화기	화색	엽형	모용색
4078	YS99109-B-2-6-1		0811	단	백	자
4079	YS99109-B-2-6-3		0811	단	백	자
4080	YS99109-B-2-7-1		0806	단	백	자
4081	YS99109-B-3-2-1		0811	단	백	자
4082	YS99109-B-3-2-2		0811	단	백	자
4083	YS99109-B-3-2-3		0806	단	백	자
4084	YS99109-B-3-3-1		0806	단	백	자
4085	YS99109-B-3-3-2		0806	단	백	자
4086	YS99109-B-3-3-3		0811	단	백	자
4087	YS99109-B-3-4-2		0806	장	백	자
4088	YS99109-B-3-5-1		0806	단	백	자
4089	YS99109-B-3-5-2		0806	단	백	자
4090	YS99109-B-4-1-1		0811	장	백	자
4091	YS99109-B-4-1-2		0806	단	백	자
4092	YS99109-B-4-1-3		0806	단	백	자
4093	YS99109-B-4-3-2		0802	장	백	자
4094	YS99109-B-4-3-3		0806	장	백	자
4095	YS99109-B-4-4-1		0811	단	백	자
4096	YS99109-B-4-4-3		0811	단	백	자
4097	YS99109-B-6-1-1		0806	단	백	자
4098	YS99109-B-6-1-2		0806	장	백	자
4099	YS99109-B-6-1-3		0802	단	백	자
4100	YS99109-B-6-4-1		0806	단	백	자
4101	YS99109-B-6-4-2		0811	단	백	자
4102	YS99109-B-7-1-1		0811	단	백	자
4103	YS99109-B-7-1-2		0814	단	백	자
4104	YS99109-B-7-7-1		0806	단	백	자
4105	YS99109-B-7-7-2		0806	장	백	자
4106	YS99109-B-7-7-3		0802	장	백/갈	자
4107	YS99109-B-7-8-1		0814	단	백	자
4108	YS99109-B-7-8-2		0814	단	백	자
4109	YS99109-B-7-8-3		0814	단	백	자

(표 1-21) 포장 선발 F4 개체의 종실특성 및 콩나물 부패병 내병성 검정 결과

계통번호	100립중(g)	종피색	광택	제색	병진전도*
YS99101-B-1-1-2	23.52	녹/황	없음	흑	2
YS99101-B-5-5-1	15.84	녹/황	분리	흑	3-4
YS99101-B-5-5-2	17.49	황	없음	회	3-4
YS99102-B-1-5-2	18.98	황	없음	회	3-4
YS99102-B-2-1-1	19.58	황	분리	흑/회	3-4
YS99102-B-2-6-2	17.36	황	분리	흑	3-4
YS99102-B-3-2-3	16.07	황	분리	흑	1
YS99102-B-3-5-1	19.29	황	분리	흑/회	3
YS99102-B-3-5-2	17.59	황	분리	흑	2-4
YS99103-B-9-4-2	16.13	녹/황	없음	회	2-4
YS99104-B-5-1-1	16.84	황	없음	회/황	2
YS99104-B-5-1-2	10.46	황	분리	흑	2-3
YS99104-B-6-3-1	13.97	황	없음	흑/회	3-4
YS99104-B-7-4-2	12.49	황	없음	황	3-4
YS99104-B-7-6-1	20.87	황	없음	흑	2-4
YS99104-B-7-7-2	17.38	황	분리	진갈	4
YS99105-B-4-2-1	10.94	황	분리	황	3-4
YS99105-B-6-4-1	14.62	황	없음	황	3
YS99105-B-8-2-2	17.95	황	없음	회/황	3-4
YS99107-B-2-7-1	19.84	황	없음	진갈/황	2-4
YS99108-B-1-5-2	17.77	녹/황	분리	진갈	3-4
YS99108-B-3-2-1	15.22	황	없음	흑	3-4
YS99108-B-3-2-2	11.31	황	분리	흑	2-3
YS99108-B-4-1-2	17.78	황	분리	흑	4
YS99108-B-5-6-2	19.90	황	없음	진갈	3
YS99109-B-1-1-1	16.49	녹/황	분리	진갈/황	2
YS99109-B-1-1-3	13.93	황	없음	진갈/황	2-3
YS99109-B-1-2-2	18.32	황	없음	회/진갈	2-3
YS99109-B-1-3-3	16.03	녹/황	분리	진갈/황	2
YS99109-B-1-4-3	13.79	녹/황	없음	흑/회	2-3
YS99109-B-1-7-2	12.03	녹/황	분리	진갈/황	3-4
YS99109-B-3-3-1	13.75	녹	분리	진갈	3
YS99109-B-3-4-2	15.30	녹/황	없음	흑/회	2
YS99109-B-3-5-1	17.70	황	없음	진갈	3
YS99109-B-3-5-2	17.27	황	없음	흑/회	2
YS99109-B-4-3-2	16.90	녹/황	없음	진갈/황	2
YS99109-B-4-3-3	17.57	녹/황	없음	진갈/황	2-3
YS99109-B-6-1-2	16.86	황	없음	진갈	2-3
YS99109-B-6-1-3	17.54	황	없음	진갈	2-3
YS99109-B-7-7-2	19.62	황	없음	진갈	2
YS99109-B-7-8-2	16.19	녹/황	분리	회/진갈	2-3

* 병진전도 1(매우 느림) - 3(보통) - 5(매우 빠름)

2) 고품질(저 lipoxygenase) 계통 육성

가) 비린내 없는 고품질 나물콩 육성을 위하여 Lx 유전자가 없는 진품콩2호와 나물콩 장려품종과의 교잡을 실시하고 F1을 양성하였으며 수확한 F2를 포장에 전개시켰다(표 1-22).

나) 3조합의 인공교배 결과 27립의 F1 seed를 얻었고 이중 18 개의 F1 입모 개체를 확보하였다.

다) 질적 형질을 대상으로 F1 개체들을 조사한 결과 selfing 개체는 없었으며 수확된 F1 개체들로부터 얻은 F2 seed를 포장에 전개시켰다.

(표 1-22) (진품콩 2호 x 나물콩) 조합의 F1 수확 및 F2 공시 내역

교배번호	교배조합	F1 파종립수	출아 개체	Selfing 개체	F2 공시 개체수
6001	진품콩2호 x 광안콩	6	5	0	5
6002	진품콩2호 x 소백나물콩	15	10	0	10
6003	푸른콩 x 진품콩2호	6	3	0	3
합계	3조합	27	18	0	18

라) 저 lipoxygenase 고품질 나물콩 육성을 위해 (진품콩2호 x 광안콩) 등 3조합의 F2 18집단으로부터 103개체를 선발하였다.

마) 선발된 개체들의 종실 중 lipoxygenase 함유 여부를 분석하여 Lx-less인 17개체를 최종적으로 선발하여 F3계통으로 포장에 전개하였다(표 1-23).

바) 최종적으로 선발된 계통 중 소립이면서 lx-less인 YS98201-B-B-8-B-2, YS98202-B-B-3-B-3 등이 유망시되었다(표 1-24).

(표 1-23) Lipoxygenase-less 계통육성을 위한 교잡 후대 양성 내역

교배번호	교배조합	F2 선발개체수	F3 공시 계통수*
YS98201	진품콩2호 x 광안콩	28	8
YS98202	진품콩2호 x 소백나물콩	51	7
YS98203	푸른콩 x 진품콩2호	24	2
합계	**3조합**	**103**	**17**

* F2 선발개체 중 종실분석 결과 Lx1, 2, 3 없는 계통만 선발

(표 1-24) Lipoxygenase-less 선발 F5계통들의 특성

포장 번호	교배번호	교배조합	개화기	화색	엽형	모용색
5501	진품콩2호		0806	단	백	자
5502	광안콩		0806	단	백	자
5503	YS98201-B-B-1-B-1	진품콩2호 X 광안콩	0806	단	백	자
5504	YS98201-B-B-1-B-2		0806	단	백	자
5505	YS98201-B-B-1-B-3		0811	단	백	자
5506	YS98201-B-B-2-B-1		0806	단	백	자
5507	YS98201-B-B-2-B-2		0806	단	백	자
5508	YS98201-B-B-3-B-1		0806	단	백	자
5509	YS98201-B-B-3-B-2		0802	단	백	자
5510	YS98201-B-B-3-B-3		0802	단	백	자
5511	YS98201-B-B-3-B-4		0802	단	백	자
5512	YS98201-B-B-4-B-1		0811	단	백	자
5513	YS98201-B-B-4-B-2		0811	단	백	자
5514	YS98201-B-B-4-B-3		0811	단	백	자
5515	YS98201-B-B-4-B-4		0811	단	백	자
5516	YS98201-B-B-5-B-1		0806	단	백	자
5517	YS98201-B-B-5-B-2		0802	단	백	자
5518	YS98201-B-B-6-B-1		0806	단	백	자
5519	YS98201-B-B-6-B-2		0811	단	백	자
5520	YS98201-B-B-7-B-1		0811	단	백	자

(계속)

포장 번호	교배번호	교배조합	개화기	화색	엽형	모용색
5521	YS98201-B-B-7-B-2		0811	단	백	자
5522	YS98201-B-B-8-B-1		0806	단	백	자
5523	YS98201-B-B-8-B-2		0802	단	백	자
5524	YS98201-B-B-8-B-3		0728	단	백/갈	백
5525	진품콩2호		0802	단	백/갈	백/자
5526	소백나물콩		0811	단	백	자
5527	YS98202-B-B-1-B-1	진품콩2호 X 소백나물콩	0802	단	백	자
5528	YS98202-B-B-1-B-2		0806	단	백	자
5529	YS98202-B-B-2-B-1		0802	단	백	자
5530	YS98202-B-B-2-B-2		0802	단	백	자
5531	YS98202-B-B-3-B-1		0806	단	백	자
5532	YS98202-B-B-3-B-2		0806	단	백	자
5533	YS98202-B-B-4-B-1		0811	단	백	자
5534	YS98202-B-B-4-B-2		0802	단	백	자
5535	YS98202-B-B-5-B-1		0806	단	백	자
5536	YS98202-B-B-5-B-2		0811	단	백	자
5537	YS98202-B-B-6-B-1		0802	단	백	자
5538	YS98202-B-B-6-B-2		0802	단	백	자
5539	YS98202-B-B-7-B-1		0806	단	백	자
5540	YS98202-B-B-7-B-2		0802	단	백	자
5541	푸른콩		0802	단	갈	백
5542	진품콩2호		0806	단	백/갈	백/자
5543	YS98203-B-B-1-B-1	푸른콩 X 진품콩2호	0806	단	백	백
5544	YS98203-B-B-1-B-2		0811	단	백	자
5545	YS98203-B-B-2-B-1		0811	단	연갈	백
5546	YS98203-B-B-2-B-2		0811	단	백	자

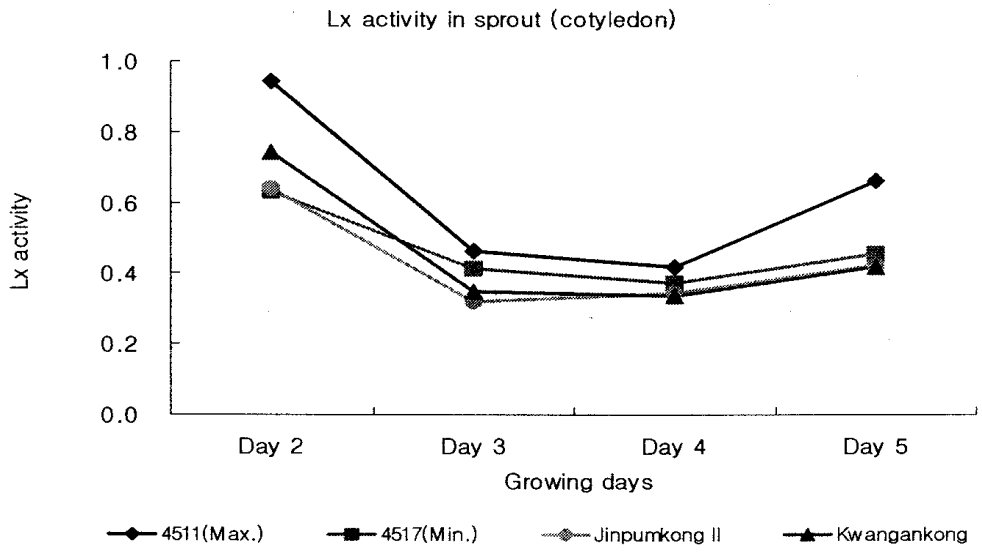
(계속)

포장번호	교배번호	100립중	종피색	광택	제색
5503	YS98201-B-B-1-B-1	18.20	황	없음	흑
5504	YS98201-B-B-1-B-2	20.99	황	없음	흑
5505	YS98201-B-B-1-B-3	18.46	황	없음	회/황
5506	YS98201-B-B-2-B-1	18.03	황	없음	회/황
5507	YS98201-B-B-2-B-2	17.87	황	없음	흑/회
5508	YS98201-B-B-3-B-1	24.78	황	없음	진갈/황
5509	YS98201-B-B-3-B-2	22.84	황	없음	흑
5510	YS98201-B-B-3-B-3	20.75	황	없음	진갈
5511	YS98201-B-B-3-B-4	20.49	황	없음	흑
5512	YS98201-B-B-4-B-1	17.71	갈	없음	진갈
5513	YS98201-B-B-4-B-2	17.97	황	없음	회/황
5514	YS98201-B-B-4-B-3	17.74	황	없음	진갈
5515	YS98201-B-B-4-B-4	17.64	황	없음	진갈
5516	YS98201-B-B-5-B-1	18.95	황	없음	황
5517	YS98201-B-B-5-B-2	19.69	황	없음	황
5518	YS98201-B-B-6-B-1	16.55	황	없음	흑
5519	YS98201-B-B-6-B-2	23.11	황	없음	황
5520	YS98201-B-B-7-B-1	24.70	황	없음	황
5521	YS98201-B-B-7-B-2	20.86	황	없음	회
5522	YS98201-B-B-8-B-1	17.19	황	없음	회
5523	YS98201-B-B-8-B-2	12.28	황	없음	황
5524	YS98201-B-B-8-B-3	21.73	황	없음	회
5527	YS98202-B-B-1-B-1	18.99	황	없음	황
5528	YS98202-B-B-1-B-2	20.90	황	없음	황
5529	YS98202-B-B-2-B-1	14.09	녹/황	없음	황
5530	YS98202-B-B-2-B-2	16.67	황	없음	황
5531	YS98202-B-B-3-B-1	13.05	녹/황	없음	황
5532	YS98202-B-B-3-B-2	15.37	황	없음	황
5533	YS98202-B-B-4-B-1	17.21	황	없음	황
5534	YS98202-B-B-4-B-2	18.38	황	없음	황
5535	YS98202-B-B-5-B-1	18.12	황	없음	황
5536	YS98202-B-B-5-B-2	16.94	황	없음	황
5537	YS98202-B-B-6-B-1	14.65	황	없음	황
5538	YS98202-B-B-6-B-2	15.88	황	없음	황
5539	YS98202-B-B-7-B-1	18.74	황	없음	황
5540	YS98202-B-B-7-B-2	14.70	황	없음	황
5543	YS98203-B-B-1-B-1	16.40	녹	없음	황
5544	YS98203-B-B-1-B-2	20.70	녹	없음	황
5545	YS98203-B-B-2-B-1	15.20	녹	없음	황
5546	YS98203-B-B-2-B-2	14.32	녹	없음	황

3) 각 조합별 선발 계통들의 lx-activity

가) 조합에 관계없이 콩나물 자엽의 lx-activity는 선발계통들과 진품콩2호 사이에 차이가 없었다.

나) 콩나물 배축에서의 lx-activity는 진품콩2호에 비해 상대적으로 낮은 계통들이 선발되어 콩나물의 비린맛이 적은 계통선발이 충분히 가능할 것으로 전망되었다.



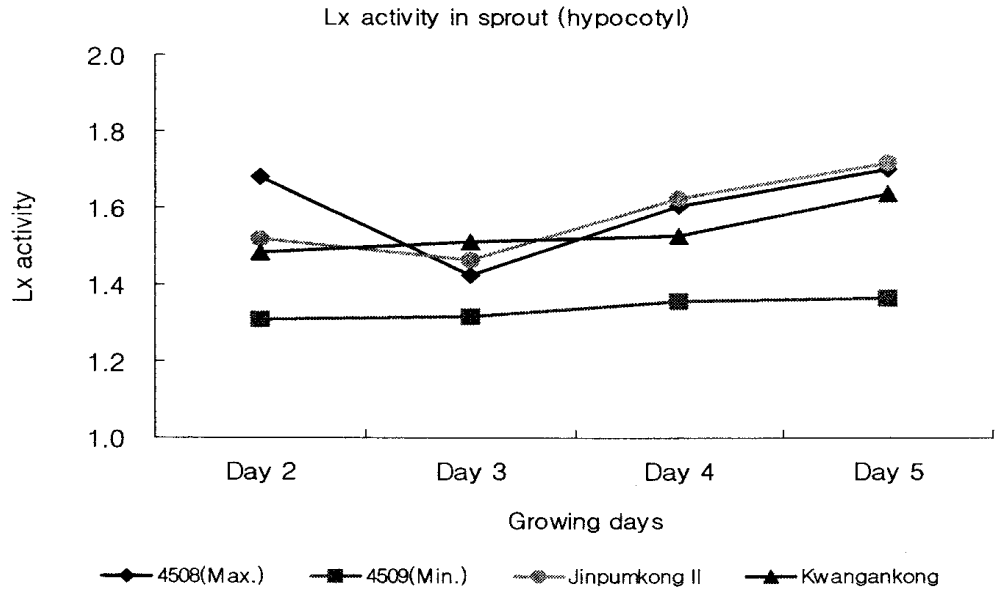
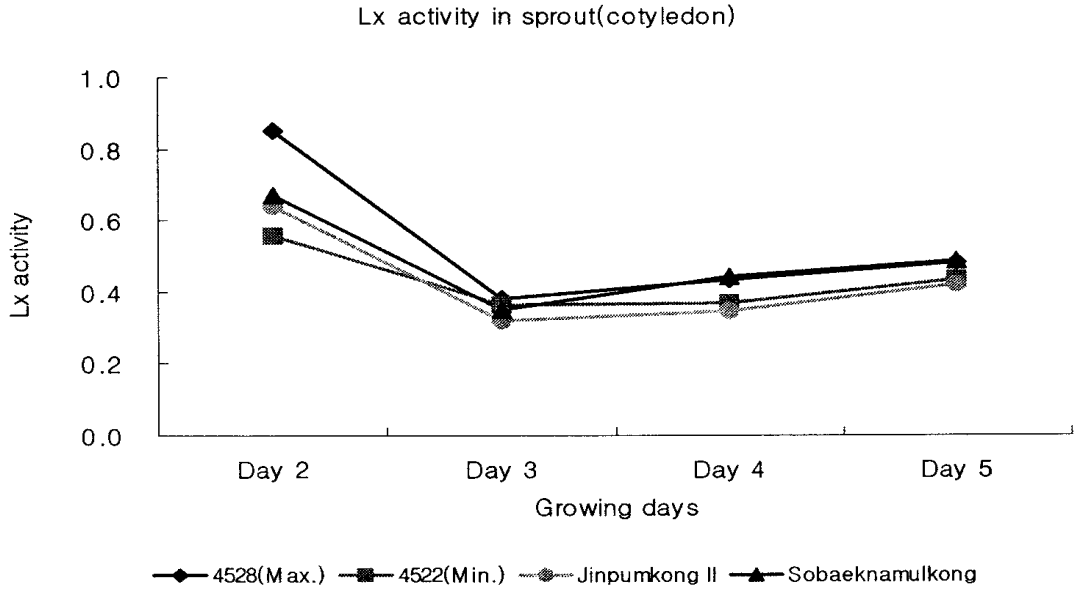


그림 1-3. Lipoxygenase activity in lines derived from Jinpumkong2 × Kwangankong combination.



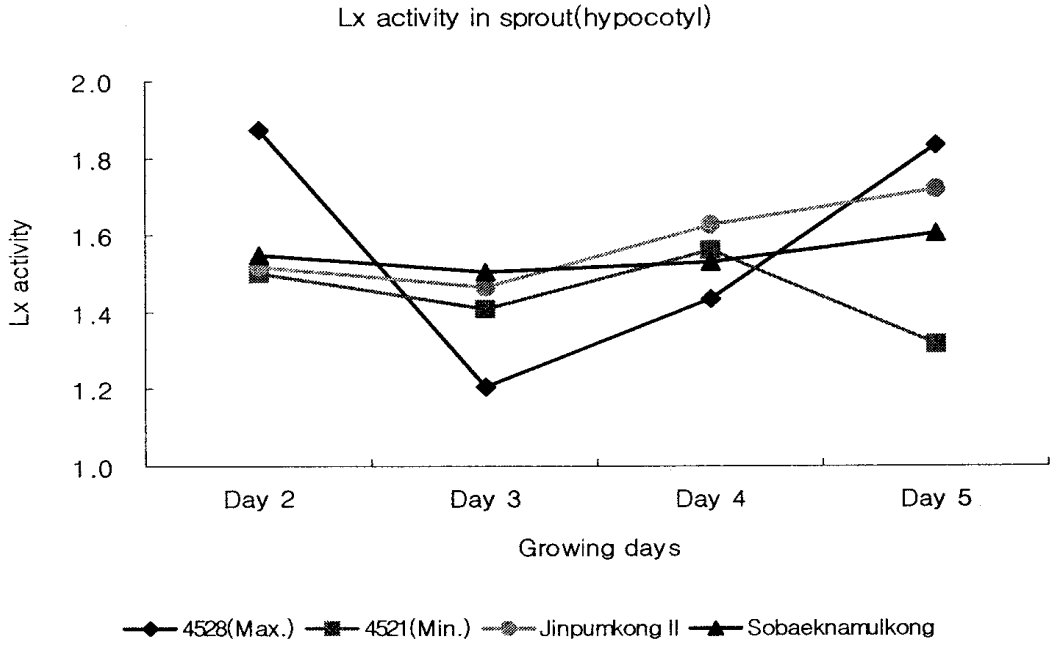
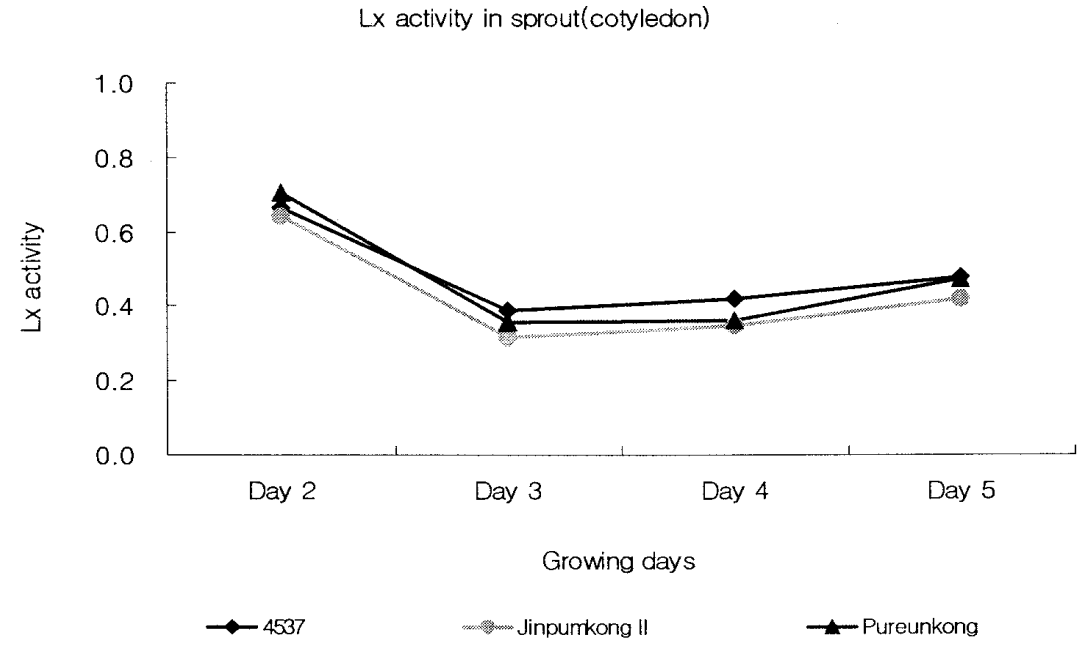


그림 1-4. Lipoxygenase activity in lines derived from Jinpumkong2 × Sobaeknamulkong combination.



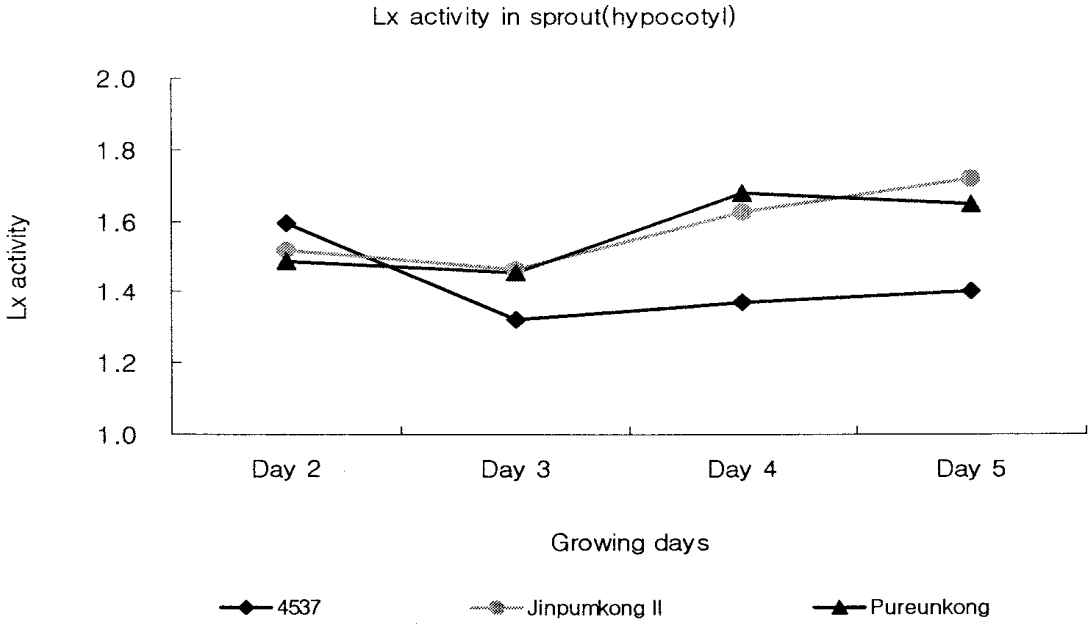


그림 1-5. Lipoxygenase activity in lines derived from Jinpumkong2 × Pureunkong combination.

3) 극소립 나물콩 계통육성

가) 극소립 나물콩 품종육성을 위하여 기존에 육성해 오던 (Williams x 야생콩) 자연교잡 후대 3계통에 대한 작물학적 특성 및 생산성을 검정하였다(표 1-25).

나) 3계통 모두 재배종 콩의 초형을 지녔으며 개체당 협수 및 입수는 대비품종보다 많았다.

다) 100립중은 야생콩보다는 컸으나 소백나물콩에 비해 월등히 작아 극소립 나물콩 품종으로서의 가능성을 보였다.

라) 입중이 작아 3계통 모두 포장에서의 종실 수량성은 대비품종보다 낮았다.

(표 1-25) (Williams x 야생콩)간 자연교잡 후대(F6)의 수량 관련 형질 및 수량성

계통	경장 (cm)	개체당 협수	개체당 입중	100립중 (g)	수량 (kg/10a)
소백나물콩	63.3ns	67.5c	88.4b	12.4	206.3a
1	70.5	86.6b	97.4b	9.0	167.4b
2	63.6	98.5ab	114.7ab	7.9	151.6b
3	69.8	105.7a	128.3a	9.5	180.1b

2. 협동과제 : 콩나물 품질향상 연구

가. 수집 재래 나물콩 계통별 특성 조사

1) 생리적 특성 조사

가) 유전자원의 배축신장성

(1) 재래종 118계통을 시험관(2.5 x 15cm)에 솜을 깔고 증류수를 넣은 후 멸균하여 파종한 뒤 4일째 배축의 길이를 조사한 결과는 (그림 2-1)과 같다.
(2) 4일째 배축장은 계통에 따라 3.0에서 11.4cm까지 큰 차이를 보였다.
(3) 가장 빈도가 많은 것은 8-9cm로 28계통(23.7%)이었으며 배축길이가 10cm 이상인 것도 16계통(13.6%)이 있어 이들은 나물콩 품종 육성의 유용한 재료로 활용될 수 있을 것으로 전망되었다.

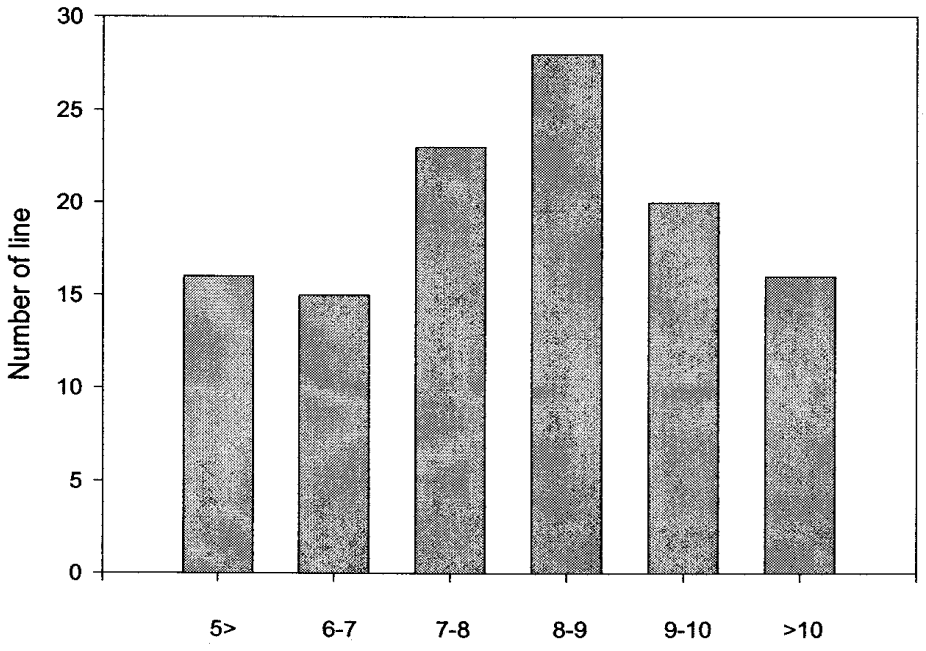


그림 2-1. 파종 후 4일째 배축 길이에 따른 계통별 빈도

나) 종자 활력 조사

(1) 공시된 118계통중 종자량이 부족한 계통을 제외한 58계통을 대상으로 배축 길이 차이가 파종 후 발아소요시간의 차이에서 기인한 것인지를 조사하기 위하여 공시립수의 50%가 발아하는데 소요되는 시간(T_{50})을 조사하였으며 그 결과는 그림 2-2에 나타내었다.

(2) 조사한 58계통의 T_{50}의 평균은 23.5시간이었으며, T_{50}이 15시간 이하로 발아 속도가 극히 빠른 계통도 6.9%(4계통)로 이들은 고품질 나물콩 육성의 재료로 활용될 수 있을 것으로 전망되었다.

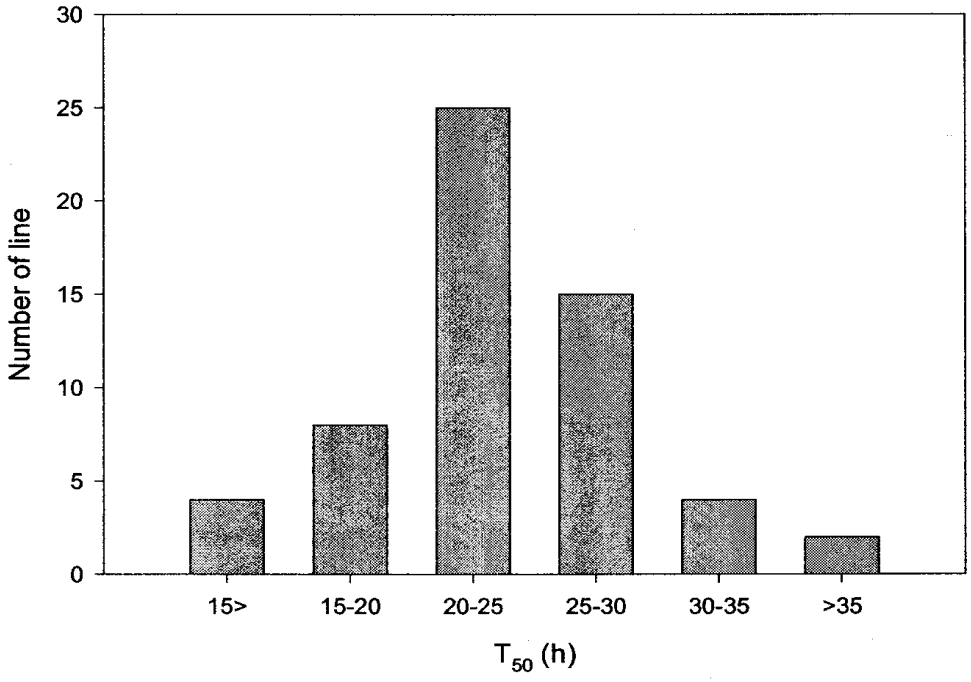


그림 2-2. 발아소요시간(T_{50})에 따른 계통별 빈도

2) 콩나물 생장 해석 및 품종군 구분

가) 재래 나물콩의 콩나물 생장 특성

(1) 생장특성 : 배축장, 생체중, 건물중

(가) 계통별 재배기간에 따른 배축장, 생체중 및 건물중은 표 2-1에 나타내었다.

(나) 파종 후 2일째 배축장의 길이는 계통에 따라 1.0 - 3.3cm로서 비교적 큰 차이를 보였으며 따라서 이는 계통간 발아속도의 차이로 볼 수 있어 발아력 우수한 계통의 선발 가능성을 보였다.

(다) 파종 후 4일째 배축장의 길이는 계통에 따라 3.0 - 11.4cm로서 큰 차이를 보였으며 따라서 계통에 따라 배축 신장 속도의 차이가 충분히 있어 선발의 가능성이 클 것으로 판단되었다.

(라) 파종 후 4일째 배축 생체중은 계통에 따라 384-788(mg/hypocotyl)의 분포를 나타내었으며 건물중은 6-24(mg/hypocotyl)로서 큰 차이를 보였다.

(마) 파종 후 2일부터 4일까지의 배축신장율, 생체중 및 건물중 증가율은 각각 0.5-4.5cm/day, 6.0-168.1mg/day, 0.2-9.9mg/day로 나타나 재래종 계통에 따라 큰 차이가 있었다.

(표 2-1) 계통별 재배일수에 따른 배축장, 배축생체중 및 배축건물중

계통번호	종피색	100립중	배축장(cm)		생체중(mg)		건물중(mg)	
			2*	4	2	4	2	4
1	노랑	9.7	2.2	7.8	63.2	198.7	5.6	10.3
2	노랑	9.2	1.5	6.8	37.6	172.0	4.1	8.8
3	노랑	8.2	2.4	7.4	70.3	218.3	4.2	11.3
4	노랑	12.6	1.7	6.2	36.8	165.0	4.3	8.2
5	노랑	10.3	1.8	6.9	53.2	199.7	6.7	12.6
6	노랑	13.8	1.4	9.3	39.0	307.0	5.8	16.8
7	노랑	13.1	2.5	7.9	82.9	250.1	6.5	14.8
8	노랑	13.9	3.3	8.8	124.8	313.9	8.9	17.3
10	노랑	6.9	3.0	11.4	79.2	257.3	5.7	12.1
11	노랑	8.0	1.8	10.1	48.3	236.2	4.5	12.9
12	노랑	9.8	1.9	8.7	45.0	223.7	3.7	11.0
13	노랑	8.8	1.9	9.9	52.7	318.2	4.6	15.7
14	노랑	8.8	2.2	6.9	63.0	173.6	4.9	9.2
15	노랑	6.8	2.0	10.0	64.6	314.9	5.2	14.8
16	노랑	6.7	2.0	8.1	66.6	222.0	5.7	11.4
18	노랑	10.0	2.1	9.5	74.6	368.0	6.6	19.3
19	노랑	7.7	1.9	10.2	45.4	294.3	5.1	13.6
20	노랑	7.6	1.8	6.7	46.1	187.7	5.0	11.1
21	노랑	11.0	1.7	6.2	43.5	239.2	6.4	15.1
22	노랑	9.5	2.1	8.0	58.4	183.5	6.3	9.3
23	노랑	10.2	1.7	6.9	49.2	173.4	5.7	9.8
24	노랑	7.0	1.9	9.2	54.0	225.9	5.5	15.7
25	노랑	9.1	2.2	8.5	50.5	203.7	5.2	10.6
26	노랑	11.7	2.2	8.8	68.8	345.8	7.8	19.1
27	노랑	8.2	2.2	7.4	73.7	214.2	6.8	11.8
28	노랑	10.2	2.7	6.9	64.6	188.8	5.5	11.0
29	노랑	7.0	2.5	7.5	64.9	161.1	5.6	9.6
30	노랑	8.4	2.0	5.2	46.3	142.9	5.2	8.0
31	노랑	6.9	2.1	9.5	58.1	236.1	5.5	10.9
32	노랑	10.5	1.0	7.6	18.9	192.0	2.7	10.2
33	노랑	8.0	2.4	11.4	54.4	313.1	4.8	15.7
34	노랑	6.8	1.9	8.4	50.5	244.8	5.0	13.0
35	노랑	20.4	1.1	7.6	25.0	361.2	3.9	23.6
36	노랑	13.0	2.1	7.7	73.3	286.0	8.0	17.9
37	노랑	17.6	1.6	6.5	42.0	224.9	5.9	14.1
38	노랑	23.6	1.3	6.2	35.3	211.9	4.7	12.4
39	연두	12.7	2.6	10.1	88.5	292.4	7.7	13.4
40	연두	10.2	1.8	4.7	69.0	301.2	5.5	11.7

*파종 후 경과 일수

(계속)

계통번호	종피색	100립중	배축장		배축생체중		배축건물중	
			2*	4	2	4	2	4
41	연두	11.2	1.5	7.1	47.5	217.6	4.9	12.4
42	연두	8.4	1.8	8.5	36.8	220.8	5.1	12.9
43	쑥색	8.4	1.9	8.5	55.5	216.9	5.2	11.4
44	쑥색	10.6	1.7	8.9	47.6	269.0	5.5	15.8
45	쑥색	9.8	1.8	8.5	50.0	264.3	6.2	14.8
46	쑥색	9.1	1.5	10.4	47.9	295.5	4.7	15.5
47	쑥색	9.2	2.0	10.3	60.3	285.7	5.5	15.4
48	쑥색	9.1	2.0	9.0	64.4	228.2	6.1	12.2
49	쑥색	9.5	2.0	9.2	61.4	235.6	5.9	12.7
50	쑥색	8.2	1.9	9.0	58.8	238.5	6.2	12.7
51	쑥색	9.3	3.3	10.8	104.4	317.3	7.6	16.2
52	쑥색	9.3	2.5	9.3	76.1	260.8	5.2	13.4
53	쑥색	10.5	2.2	9.9	81.2	297.5	7.1	15.0
54	쑥색	10.6	2.4	8.9	89.9	289.5	7.2	16.5
55	쑥색	12.6	2.2	8.2	97.2	290.9	8.3	14.5
56	쑥색	9.7	2.7	10.8	84.8	383.8	7.0	20.3
57	쑥색	9.8	2.7	9.0	76.2	252.7	5.4	14.3
58	쑥색	10.1	2.6	8.3	81.3	261.7	6.0	13.7
59	쑥색	9.7	2.6	8.6	84.4	301.3	6.5	16.2
60	녹색	8.6	2.0	9.9	68.0	305.3	4.5	15.3
61	녹색	8.2	2.4	7.4	84.4	244.6	6.4	12.3
62	녹색	9.9	2.3	8.7	82.5	237.0	6.0	11.9
63	녹색	11.5	1.9	10.4	61.6	327.3	5.1	17.2
64	녹색	12.5	1.8	8.7	45.6	232.1	4.7	11.6
65	녹색	9.6	2.2	7.2	71.5	302.2	5.5	16.6
66	녹색	11.0	1.7	5.9	51.5	162.5	5.1	8.4
67	녹색	11.2	2.1	10.9	57.5	347.3	5.7	16.5
68	녹색	11.7	2.1	6.8	80.3	225.8	5.4	10.8
69	녹색	11.1	2.0	7.2	64.4	206.4	6.8	10.8
70	녹색	11.8	2.0	8.7	70.3	255.5	5.5	12.4
71	녹색	12.1	1.9	6.9	62.1	228.8	6.0	12.6
72	녹색	10.2	2.3	10.1	75.7	301.8	5.9	15.0
73	녹색	12.3	1.8	8.1	58.5	258.1	5.5	13.2
74	녹색	11.5	1.9	7.8	56.4	257.2	5.7	12.3
75	녹색	11.5	1.6	3.5	46.9	290.9	4.9	14.3
76	녹색	11.9	1.9	9.3	66.0	267.7	5.1	12.1
77	녹색	11.3	2.0	7.3	66.9	249.9	5.5	13.1
78	녹색	10.2	2.1	8.2	66.9	252.3	5.4	12.0
79	녹색	11.7	2.0	4.7	62.2	171.9	5.9	11.0
80	녹색	11.2	2.1	3.8	69.6	144.5	5.5	8.1

(계속)

계통번호	종피색	100립중	배축장		생체중		건물중	
			2*	4	2	4	2	4
81	녹색	10.5	2.0	5.9	66.0	180.3	5.3	10.3
82	녹색	11.1	2.0	5.4	73.2	211.6	5.6	10.5
83	녹색	10.8	2.1	7.2	78.9	207.9	5.4	9.9
84	녹색	10.3	2.0	5.3	63.4	171.4	6.2	8.9
85	녹색	10.8	2.6	6.4	90.9	253.1	6.8	13.5
86	녹색	11.7	2.3	7.8	85.3	285.6	6.8	13.6
87	녹색	10.1	2.3	5.9	88.8	258.4	6.7	13.1
88	갈색	7.8	2.1	7.2	69.3	200.6	6.0	9.5
89	갈색	8.1	1.7	5.5	40.1	119.7	3.5	6.0
90	갈색	13.5	2.1	3.0	65.8	77.8	5.8	5.1
91	갈색	8.3	2.1	5.2	47.3	141.4	5.7	8.2
92	갈색	8.5	1.3	4.4	27.7	121.7	4.2	7.9
93	갈색	8.4	1.5	3.7	35.8	121.3	4.2	8.6
94	갈색	12.9	1.6	4.6	45.4	139.5	6.0	10.2
95	갈색	13.1	1.5	8.1	41.5	227.9	5.5	13.4
96	갈색	13.7	1.8	6.1	56.8	174.1	6.3	11.4
97	갈색	16.7	1.8	8.1	53.5	228.9	5.6	12.6
98	갈색	11.0	2.2	4.6	71.4	145.1	6.4	8.5
99	검정	8.7	2.4	9.0	61.1	247.5	6.2	13.5
100	검정	12.6	1.8	9.9	48.9	156.7	5.1	10.2
101	검정	8.2	2.7	10.6	73.8	243.3	6.3	13.3
102	검정	11.5	2.5	7.3	67.5	287.3	6.2	11.8
103	검정	10.8	2.1	9.3	68.9	306.2	6.8	16.3
104	검정	13.0	2.4	7.3	90.2	258.1	7.3	14.7
105	검정	11.1	2.2	8.5	69.4	241.0	6.1	13.6
106	검정	9.2	2.5	7.2	59.6	210.6	5.5	12.7
107	검정	9.4	2.8	6.5	70.8	194.5	6.1	12.8
108	검정	9.3	2.5	9.7	60.7	278.2	5.9	15.8
109	검정	9.4	2.3	7.8	61.4	205.6	6.3	12.1
110	검정	8.1	3.1	10.9	73.5	242.0	6.1	13.8
111	검정	9.6	2.7	8.9	104.6	269.3	8.4	15.1
112	검정	9.2	2.3	8.7	61.0	229.6	5.9	12.6
113	검정	9.4	2.5	7.6	81.0	215.3	7.2	13.2
114	검정	11.7	2.1	8.9	55.9	263.3	6.1	14.8
115	검정	10.1	2.7	9.5	79.1	230.8	6.1	13.3
116	검정	11.2	2.3	10.0	78.8	366.2	6.4	14.9
117	검정	8.3	2.5	9.4	72.7	268.0	5.7	14.4
118	검정	8.5	2.4	9.6	78.3	281.1	6.1	14.8
119	검정	10.1	3.0	8.0	97.1	241.5	6.9	12.9
120	검정	8.0	2.0	7.9	41.0	194.1	3.9	12.0

2) 종자의 활력과 배축 신장성 및 수분 흡수 특성과의 관계

(가) 종자의 활력과 배축 신장성과의 관계를 구명하기 위하여 수집된 118계통 중에서 배축 신장성을 조사한 후 신장성이 우수한 계통과 떨어지는 계통을 각각 5개씩 선발하여 배축신장성과 수분흡수특성을 조사하였다.

(나) 이들 계통들의 외형적 특성, 발아력 및 배축 신장성과 관련된 특성은 (표 2-2)에 나타내었다.

(다) 배축 신장성이 우수한 계통들의 T_{50}은 20.4시간으로 저조한 계통들의 발아립 중 50%가 발아되는데 소요되는 시간인 평균 T_{50}(23.3시간)보다 약간 빠른 경향이었으며 T_{50}이 짧은 계통들이 배축 신장성이 우수한 것으로 판단되었다.

(표 2-2) 선발된 수집계통들의 콩나물 생장 특성

배축 신장성	계통		100립중(g)	파종 후 4일째			생장율*			T_{50}** (h)
	번호	종피색		배축장 cm	생체중 mg	건물중 mg	배축장 cm/day	생체중 mg/day	건물중 mg/day	
우수	10	노랑	6.9	11.4	257.3	12.1	4.2	89.1	3.2	20.7
	33	노랑	8.0	11.4	313.1	15.7	4.5	129.4	5.5	18.3
	46	쑥색	9.1	10.4	295.5	15.5	4.5	123.8	5.4	21.5
	47	쑥색	9.2	10.3	285.7	15.4	4.2	112.7	5.0	19.4
	67	녹색	11.2	10.9	347.3	16.5	4.4	144.9	5.4	21.9
	평 균		8.9	10.9	300.0	15.0	4.4	120.0	4.9	20.4
저조	1	노랑	9.7	7.8	198.7	10.3	2.8	67.8	2.3	21.2
	5	노랑	10.3	6.9	199.7	12.6	2.6	73.3	3.0	21.4
	37	노랑	17.6	6.5	224.9	14.1	2.5	91.5	4.1	14.6
	80	녹색	11.2	3.8	144.5	8.1	0.9	37.5	1.3	21.6
	82	녹색	11.1	5.4	211.6	10.5	1.7	69.2	2.5	37.9
	평 균		12.0	6.1	195.9	11.1	2.1	67.9	2.6	23.3

*(파종 후 4일째-2일째)/2일, **50% 발아에 소요되는 시간

(라) 발아시 수분 흡수 특성이 배축신장성과 T_{50}에 미치는 영향을 조사하기 위하여 선발계통들의 발아과정 중 수분함량 변화를 조사한 결과는 (그림 2-3)과 같다.

(마) 공시된 모든 계통 (우수와 저조계통)에서 파종 후 6시간까지는 수분의 흡수가 급속하게 이루어져 100%내외에 도달한 이후 완만하게 증가하는 경향을 보였다.

(바) 초기의 수분 흡수속도는 계통간 뚜렷한 차이가 있었으나 50% 발아시점(T_{50})에서의 수분 함량은 공시 대부분의 계통에서 130-140%로 계통간 차이가 크지 않은 것으로 나타났다.

(사) 배축신장성이 우수한 계통(그림 2-3A)과 저조한 계통(그림 2-3B)에서 수분함량의 변화 경향은 거의 유사하여, 나물콩의 경우 흡수 특성과 배축 신장성과는 관계가 없는 것으로 판단되었다.

(아) 종자의 흡수 특성보다는 종자 내에서의 발아중 생화학적인 변화가 배축의 신장과 밀접한 관련이 있을 것으로 추정되었다.

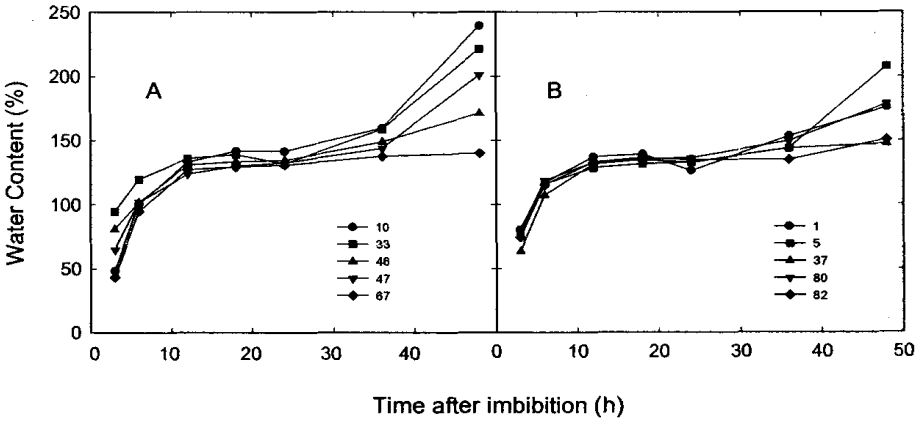


그림 2-3. 배축 신장성이 우수한 계통(A)과 저조한 계통(B)에서 발아중 수분함량의 변화.

나) 계통군별 특성

(1) 종피색에 따른 계통군별 특성

(가) 종피색에 따른 파종 후 4일째의 배축장, 생체중, 건물중과 그들의 증가율은 표 2-3에 나타내었다.

(나) 100립중은 검정색과 쑥색계통이 다른 색에 비하여 작은 편이었다.

(다) 파종후 4일째 배축장은 쑥색이 9.3cm로 가장 높았으며 배축의 생체중 역시 높은 편이었다.

(라) 또한 쑥색 계통이 배축과 생체중의 단위 일별 증가율이 다른 종피색 계통들에 비하여 높은 편이었다.

(마) T_{50}은 노란색이 19.3시간, 쑥색이 22.1g으로 낮은 편이었다.

(바) 이상의 결과 쑥색 계통들이 비교적 발아가 빠르며 배축의 신장율도 높아 고품질 나물콩의 육성재료로 활용성이 클 것으로 판단되었다.

(표 2-3) 종피색에 따른 배축장, 생체중, 건물중의 차이

종피색	계통수	100립중 (g)	파종 후 4일째		생장율*		T_{50}(h)		
			배축장 cm	생체중 mg	배축장 cm/day	생체중 mg/day	조사 계통수	범위	평균
노 랑	36	10.3	8.1	238.0	3.1	90.9	16	12.2-26.0	19.3
연 두	4	10.6	7.6	258.0	2.8	98.8	1	-	28.3
쑥 색	17	9.7	9.3	275.8	3.5	102.0	13	17.9-28.1	22.1
녹 색	28	10.9	7.5	244.2	2.7	87.9	10	20.4-37.9	26.2
갈 색	10	12.2	6.0	169.8	2.0	57.2	6	19.7-37.8	27.8
검 정	23	9.5	8.4	236.1	3.0	84.2	12	21.1-33.4	26.0
전 체	118	10.4	8.0	239.5	2.9	87.9	58	12.2-37.9	23.5

*(파종 후 4일째-2일째)/2일

(2) 100립중에 따른 계통군별 특성

(가) 100립중에 따른 파종 후 4일째의 배축장, 생체중, 건물중과 그들의 파종 후 2일에서 4일까지의 증가율은 표 2-4와 그림 2-4에 나타내었다.

(나) 100립중이 증가함에 따라 파종 후 4일 째의 배축장은 감소하는 경향이었으며 배축신장율도 100립중이 큰 계통들이 낮은 편이었다.

(다) 생체중 및 건물중은 배축장과 달리 뚜렷한 경향이 없었으며 오히려 14g 이상인 계통들이 배축장은 작았으나 생체중 및 건물중이 컸는데 이는 배축의 직경이 크기 때문일 것으로 판단되었다.

(라) 100립중과 T_{50}의 관계에는 뚜렷한 경향이 없었다.

(표 2-4) 100립중에 따른 배축장, 생체중, 건물중 및 T_{50}의 차이

100립중 g	계통수	파종 후 4일째			생장율*			T_{50}	
		배축장 cm	생체중 mg	건물중 mg	배축장 cm/day	생체중 mg/day	건물중 mg/day	조사 계통수	평균
8>	10	8.8	234.5	12.2	3.4	87.3	3.4	6	21.8
8-9	22	8.1	219.2	11.9	3.0	80.9	3.4	11	27.7
9-10	24	8.7	247.9	13.5	3.2	90.2	3.8	16	22.9
10-11	20	7.7	247.2	13.0	2.8	88.5	3.5	10	24.5
11-12	22	7.5	250.4	12.8	2.8	93.1	3.5	9	26.7
12-13	8	7.8	220.4	11.7	3.0	80.0	2.9	2	21.4
13-14	8	7.3	236.9	14.1	2.6	82.5	3.6	1	14.3
>14	4	7.1	256.7	15.7	2.8	108.9	5.3	3	17.7
평 균	118	8.0	239.5	12.9	2.9	87.9	3.5	58	23.5

*(파종 후 4일째-2일째)/2일

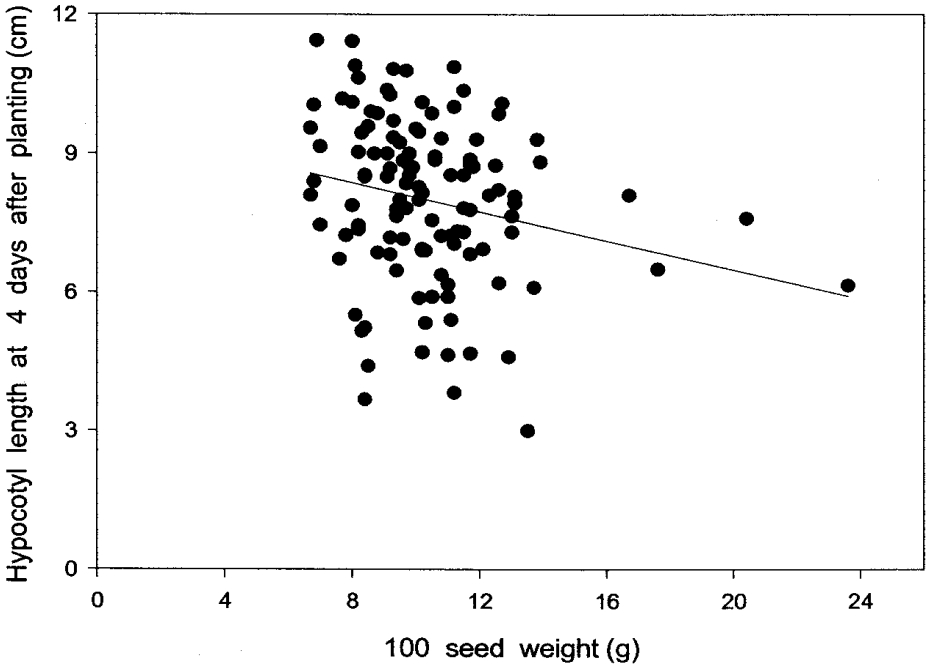


그림 2-4. 100립중과 파종 후 4일째 배축장과의 관계

(3) T_{50}과 100립중, 배축장 및 생장율과의 관계

(가) T_{50}과 100립중 및 파종 후 2일째의 배축장과는 상관관계가 없는 것으로 나타났다(그림 2-5 A, B).

(나) 그러나 T_{50}과 파종후 4일째의 배축장과 생체중 (그림 2-5 C, D), 배축의 신장율 (E), 및 생체중의 증가율(F)과는 약한 부의 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

(다) 따라서 T_{50}이 작은 계통(발아소요 시간이 짧은 계통)이 비교적 배축의 신장성 및 생체중 증가율이 높아, 이를 육종의 한 지표로 사용할 수 있을 것으로 판단되었다.

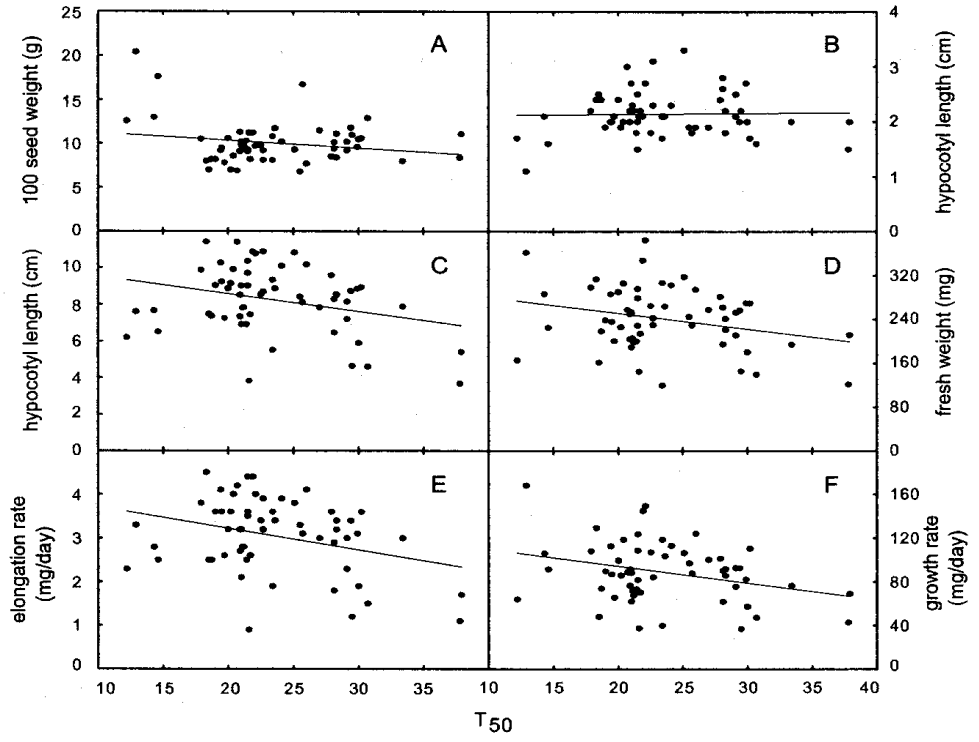


그림 2-5. T_{50}과 100립중(A), 발아 후 2일째(B)와 4일째(C)의 배축장, 4일째의 생체중(D) 배축신장율(E) 및 생체중 증가율(F)와의 관계

3) 계통별 콩나물 배축의 세포학적 특성비교

가) 종자 100립중에서 차이가 나는 25계통을 대상으로 콩나물의 특성을 비교하기 위하여 시험관(2.5 x 15cm)에 솜을 깔고 파종 후 5일째 특성을 조사한 결과는 (표 2-5)과 같다.

나) 공시된 25계통을 대상으로 100립중과 배축신장성을 조사한 결과는 (그림 2-6)와 같다.

다) 100립중이 클수록 배축의 신장성이 떨어지는 것으로 나타났다. 100립중이 작은 계통이 큰 계통보다 배축의 직경이 커 통통한 특성을 보였다.

라) 배축의 길이와 배축의 직경 관계는 (그림 2-7)에서처럼 길이가 길수록 배축의 직경이 가늘어지는 경향이었으나 그 정도는 매우 미미하였다.

마) 배축의 신장성은 세포의 분열과 세포의 길이에 영향을 받기 때문에 우선적으로 cm당 생체중의 차이가 세포의 수 및 크기차이에 의한 것인지를 조사하기 위하여 배축의 횡단면에서의 총세포수를 현미경을 이용하여 조사한 결과 세포수에는 차이가 없는 것으로 나타났다(data not shown).

바) 따라서 세포의 크기 차이에 의하여 배축의 신장성이 결정되는 것으로 판단되어 배축의 각 부위별로 세포의 크기를 조사한 결과는 (그림 2-8)에 나타낸 것처럼 자엽으로부터 3.5cm 이후에는 세포 크기가 일정하게 나타나 세포의 신장은 주로 0-3.5cm 사이에서 일어나는 것으로 판단되었다.

사) 계통별로 세포의 신장이 왕성하게 일어나는 자엽 1cm 아래의 세포의 크기를 조사한 결과는 (그림 2-9)에 나타내었다. 배축의 길이가 긴 계통이 1cm 부위의 세포의 크기가 큰 것으로 나타났다.

아) 또한 세포의 크기가 최대에 달하는 자엽 아래 4 cm 부위의 세포크기와 배축장과의 관계는 (그림 2-10)에서 나타낸 바와 같이 배축의 길이가 큰 계통이 최대 세포의 크기가 큰 것으로 나타났다.

자) 이러한 결과는 계통에 따라 콩나물 배축의 신장성은 100립중과 밀접한 관계가 있으며 또한 세포의 수가 아니라 세포의 크기가 콩나물 배축의 신장과 밀접한 관계가 있는 것으로 판단되었다.

(표 2-5) 공시계통의 콩나물 특성

품종	종피색	100립중 (g)	배축 길이 (cm)	배축 직경 (mm)	품종	종피색	100립중 (g)	배축 길이 (cm)	배축 직경 (mm)
풍산콩	노랑	8.0	14.9	1.8	금강콩	노랑	18.0	10.2	1.8
준저리	노랑	8.4	12.1	1.6	다장콩	노랑	18.2	9.2	1.7
소원쿵	노랑	8.8	13.1	1.7	두유콩	노랑	18.8	13.3	2.2
소명콩	노랑	9.0	13.0	1.7	장미콩	노랑	18.9	14.1	1.8
오리알태	연녹	9.6	16.6	1.6	신팔달2호	노랑	20.3	12.1	1.9
도래미콩	노랑	10.4	11.4	1.9	검정콩4호	검정	23.3	10.0	2.0
소록콩	노랑	11.5	12.2	1.9	큰올콩	노랑	24.4	16.1	1.9
익산나물콩	노랑	11.9	11.2	1.8	새올콩	노랑	25.4	8.5	1.9
새별콩	노랑	12.4	15.2	2.0	일미콩	노랑	25.8	12.9	1.6
광안콩	노랑	14.1	10.0	2.2	대원콩	노랑	26.0	8.4	1.7
진품콩	노랑	14.4	13.8	2.0	장엽콩	노랑	30.2	5.2	1.9
재래콩	연녹	14.8	12.0	2.3	황금콩	노랑	35.3	5.9	1.9
알찬콩	노랑	15.6	12.9	1.8					

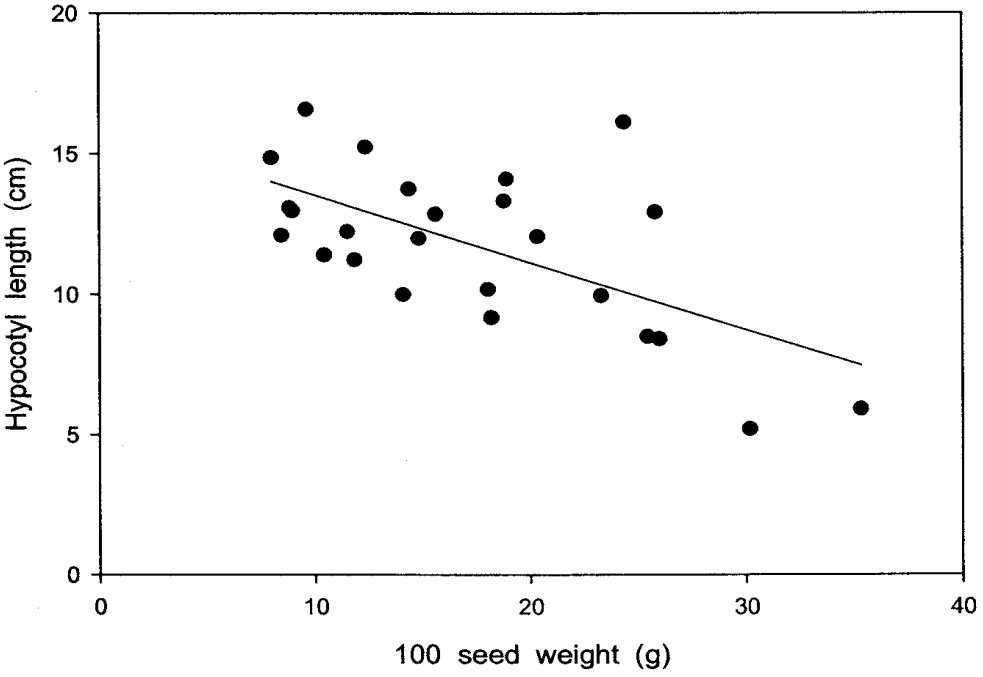


그림 2-6. 100립중과 배축장과의 관계.

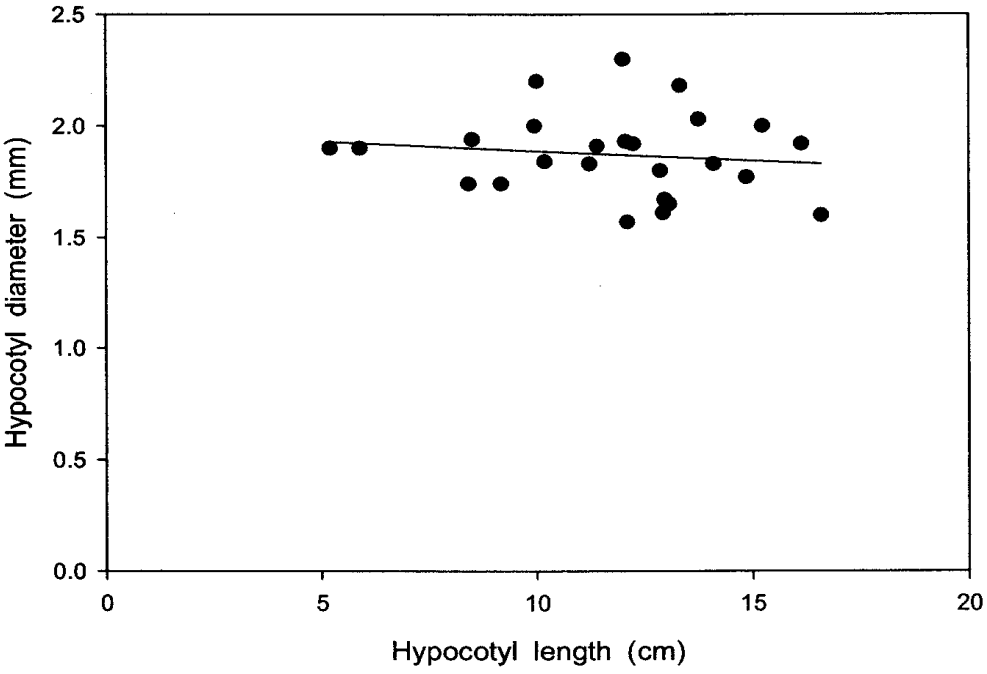


그림 2-7. 콩나물의 배축장과 배축직경과의 관계.

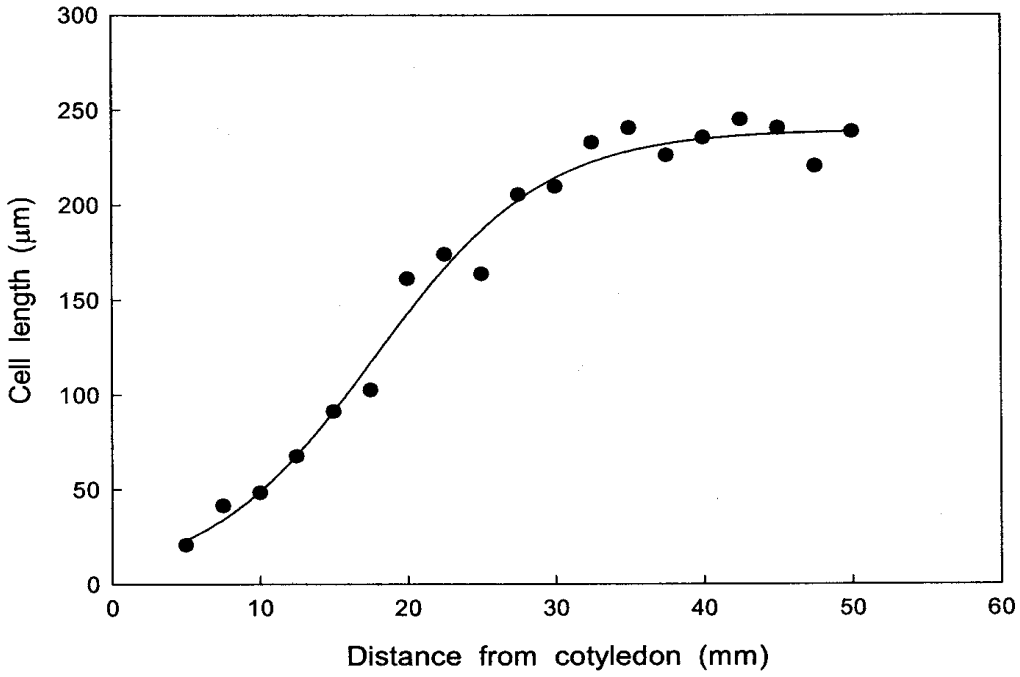


그림 2-8. 재래콩의 배축에서 자엽으로부터의 거리에 따른 세포크기의 변화

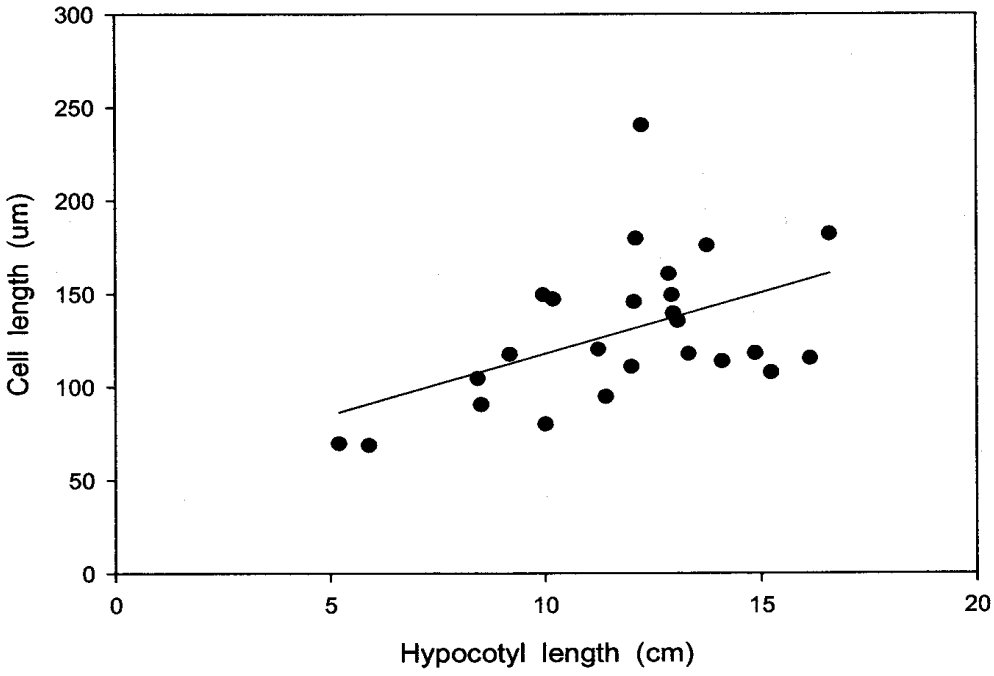


그림 2-9. 콩나물의 배축장과 자엽 밑 1cm에서의 세포크기와의 관계.

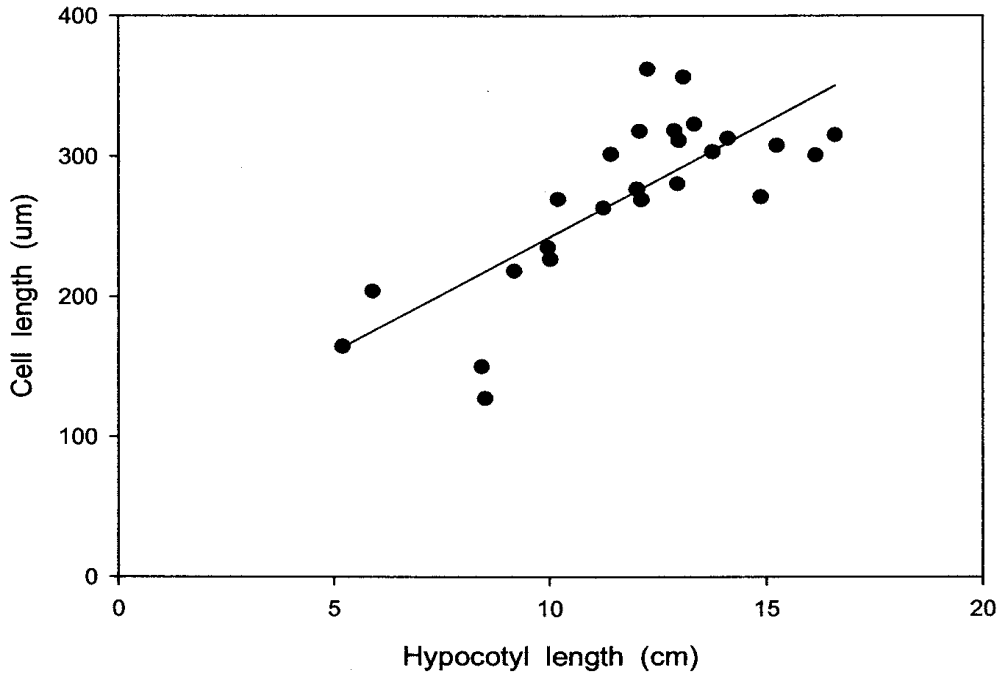


그림 2-10. 콩나물의 배축장과 자엽 밑 4cm에서의 세포크기와의 관계.

나. 나물콩과 장콩의 특성 비교

1) 100립중이 서로 다른 장콩과 나물콩을 대상으로 배축신장성 및 발아특성을 조사하였음

가) 콩나물 생장특성 및 발아력 비교

(1) 장콩과 나물콩의 차이를 구명하고자 기존에 육성 보급되어 재배되고 있는 100립중이 서로 다른 품종 12개를 대상으로 콩나물을 재배하여 조사한 결과는 (표 2-6) 및 (표 2-7)에서 보는 바와 같다.

(2) (표 2-7)에서 나타난 바와 같이 평균 배축장에서는 두 품종군간 차이가 없었으며 생체중은 나물콩이 약간 많았으나 품종에 따른 차이가 컸고 건물중 평균간에는 차이가 없었다.

(3) 건물중의 생장율에서는 두 품종간 차이가 없었으나 배축장과 생체중의 생장율은 장콩품종들에 비해 나물콩 품종 평균이 높았는데 품종간 차이도 크게 나타났다.

(4) T_{50}의 경우 장콩이(25.7) 나물콩에(23.9시간) 비하여 다소 큰 경향이어서 나물콩이 상대적으로 빠른 시간내에 발아함을 알 수 있었다.

(표 2-6) 품종별 재배일수에 따른 배축장, 배축 생체중 및 배축 건물중

품종명	종피색	100립중 (g)	배축장(cm)		생체중(g)		건물중(g)	
			2*	4	2	4	2	4
장엽콩	노랑	29.8	1.7	5.2	52.3	272.6	6.8	20.4
황금콩	노랑	25.9	1.9	8.3	52.9	316.0	5.4	17.6
무한콩	노랑	22.2	2.7	8.8	90.1	283.2	9.0	16.6
태광콩	노랑	20.0	2.1	7.2	63.0	240.9	8.0	15.5
새알콩	노랑	19.4	2.2	5.5	64.5	170.5	6.5	11.4
백운콩	노랑	16.9	2.3	8.7	71.2	261.9	7.7	14.3
단엽콩	노랑	13.3	1.9	7.7	68.6	307.3	8.1	17.9
다원콩	노랑	13.6	2.0	7.6	49.7	284.1	7.2	17.7
단백콩	노랑	13.6	0.6	6.9	52.9	247.6	7.1	15.1
광안콩	노랑	13.0	0.7	5.2	36.6	163.6	4.7	10.8
명주나물콩	노랑	12.8	2.2	6.5	76.9	272.9	7.8	16.7
은하콩	노랑	10.2	1.2	9.8	90.0	324.2	7.8	16.8

* 재배일수

(표 2-7) 공시 품종들의 콩나물 생장 특성

품종		100립중 (g)	파종 후 4일째			생장율*			T_{50} (h)
			배축장 cm	생체중 mg	건물중 mg	배축장 cm/day	생체중 mg/day	건물중 mg/day	
중대립종	장엽콩	29.8	5.2	272.6	20.4	1.8	110.2	6.8	18.0
	황금콩	25.9	8.3	316.0	17.6	3.2	131.6	6.1	21.5
	무한콩	22.2	8.8	283.2	16.6	3.1	96.6	3.8	26.4
	태광콩	20.0	7.2	240.9	15.5	2.6	89.0	3.8	33.2
	새알콩	19.4	5.5	170.5	11.4	1.7	53.0	2.5	15.8
	백운콩	16.9	8.7	261.9	14.3	3.2	95.4	3.3	39.2
	평균	22.4	7.3	257.5	16.0	2.6	96.0	4.4	25.7
소립종	단엽콩	13.3	7.7	307.3	17.9	2.9	119.4	4.9	19.7
	다원콩	13.6	7.6	284.1	17.7	2.8	117.2	5.3	41.0
	단백콩	13.6	6.9	247.6	15.1	3.2	97.4	4.0	19.6
	광안콩	13.0	5.2	163.6	10.8	2.3	63.5	3.1	25.4
	명주나물콩	12.8	6.5	272.9	16.7	2.2	98.0	4.5	18.9
	은하콩	10.2	9.8	324.2	16.8	4.3	117.1	4.5	18.9
	평균	12.8	7.3	266.6	15.8	3.0	102.1	4.4	23.9

*(파종 후 4일째-2일째)/2일

나) 수분흡수 특성 및 타 특성과의 관계

(1) 장콩 4품종과 나물콩 5품종을 대상으로 수분함량 변화를 조사한 결과는 (그림 2-11)과 같다.

(2) 장콩의 경우 종실의 수분흡수율은 건물종자중 대비 80~120%사이로 품종에 따라 다소 차이가있었으며 나물콩은 130%내외로 장콩 품종들보다는 다소 높게 나타났다(그림 2-11).

(3) 나물콩 중 재래 나물콩과(그림 2-3)과 장려품종(그림 2-11A) 수분흡수 특성을 비교하여 보면 큰 차이가 없었음. 이러한 결과는 종자의 크기가 1차적으로 수분의 흡수패턴을 결정하기 때문인 것으로 판단되었다.

(4) 나물콩들의 파종 3시간후 수분함량이 장콩 품종들에 비하여 높게 나타났다.

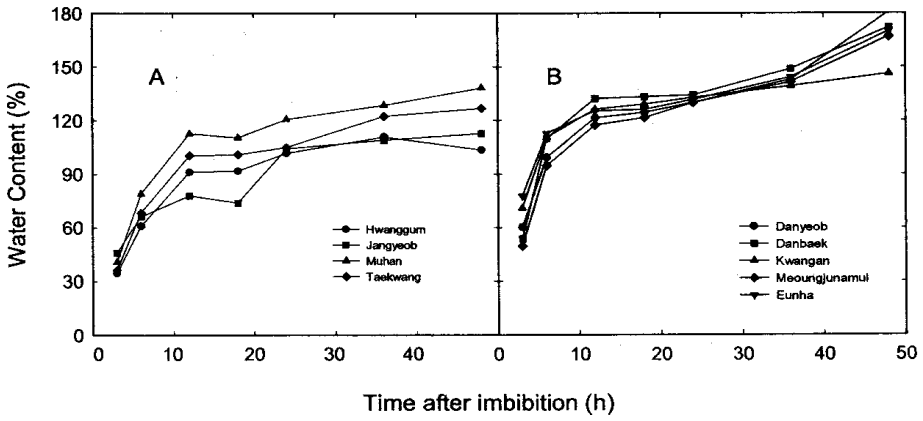


그림 2-11. 백립중이 큰 품종(A)과 작은 품종(B)에서 발아 중 수분함량의 변화.

(5) 파종 3시간후의 초기 수분함량과 T_{50}, 배축신장율과의 관계는 (그림 2-12)에 나타내었다.

(6) (그림 2-12A)에서 나타난 것처럼 초기 수분함량이 높은 품종이 비교적 T_{50}이 작은 경향이었고 발아 초기 흡수가 빠르면 그 만큼 발아가 촉진되었다.

(7) 또한 초기의 종자 수분함량이 높으면 그 만큼 배축신장율도 높아지는 것으로 보였다 (그림 2-12B).

(8) (그림 2-12)의 결과는 소립종이 중대립종에 비해 발아속도가 빠르고 배축 신장율도 높아 나물콩으로 선호되는 하나의 근거가 되는 것으로 판단되었다.

(9) 그러나 발아속도, 배축의 신장성은 같은 소립종이라 하더라도 계통에 따라 차이가 큰 것으로 나타나 소립종 내에서도 선발이 필요할 것으로 판단되었다.

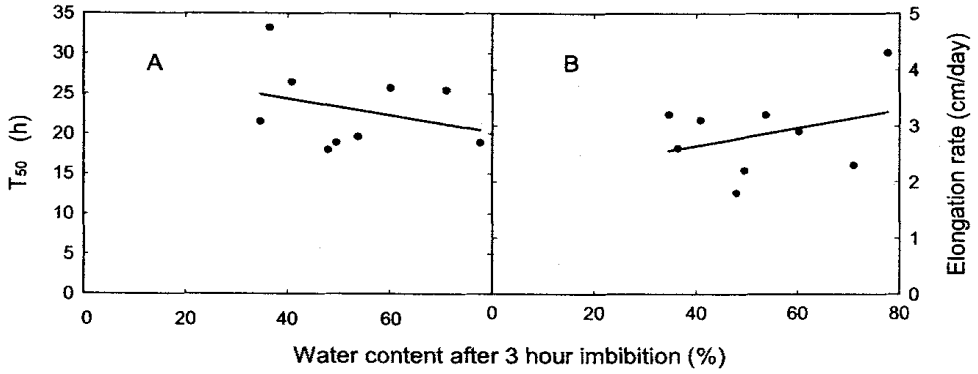


그림 2-12. 발아초기의 수분함량과 T_{50}(A) 및 배축신장성(B)과의 관계.

다. 나물콩의 품질관련 성분분석

1) 종실의 성분 비교 검토

가) 배축 신장성이 다른 대표적인 재래나물콩 17계통을 택하여 조단백, 조지방 및 회분을 분석한 결과는 (표 2-8)과 같다.

나) 이들 성분은 계통에 따라 큰 변이를 보였는데. 조단백 함량은 39.5~44.4%, 조지방은 16.2~20.4%, 회분함량은 4.9~5.6%의 범위를 나타내었다.

다) 대비품종을 포함한 나물콩 품종 및 계통의 평균 조단백 함량은 41.0, 조지방은 18.7 회분은 5.2%였다.

라) Sucrose, raffinose 및 stachyose 함량을 분석한 결과 계통에 따라 큰 변이를 보였는데. sucrose 4.2~7.2%, raffinose 0.6~1.04%, stachyose 함량은 2.2~3.3%의 범위를 나타내었으며 올리고당 총 함량은 7.3~10.7%의 범위를 보였다.

마) 대비품종인 소백나물콩의 sucrose 함량 및 총 함량이 상대적으로 매우 높았으며 15번 계통이 매우 낮았다.

바) 이들 재료에 대한 free isoflavones 함량은 계통에 따라 매우 큰 변이를 보였는데, daidzin 16.3~126.9, genistin 76.9~220.8%, daidzein 1.0~15.3, genistein 함량은 trace~8.6mg/kg의 범위를 나타내었다.

사) 특히 17번 계통은 모든 free isoflavone 함량에서 높은 수치를 보여 기능성 물질 함량 면에서 우수한 재료로 평가되었다.

(표 2-8) 재래나물콩 17계통 및 장려 품종 종실의 조단백, 조지방, 회분 함량.

계통 일련번호	조단백(%)	조지방(%)	회분(%)
1	39.5	19.5	5.6
2	40.2	18.7	5.2
3	40.9	16.2	5.2
4	40.6	18.7	5.1
5	39.9	20.3	5.4
6	39.8	20.2	5.0
7	42.7	15.7	5.2
8	41.6	18.4	5.1
9	44.3	17.2	5.6
10	40.5	18.7	5.1
11	40.2	19.2	5.1
12	41.6	20.4	4.9
13	40.3	20.4	5.0
14	40.9	18.9	4.9
15	39.9	17.5	5.3
16	44.4	17.3	5.4
17	43.8	16.3	5.4
다원콩	40.4	20.4	5.1
소백나물콩	38.4	21.1	5.1
평균	41.0	18.7	5.2
LSD(.05)	1.12	0.77	0.37

* 대비 품종(장려 나물콩 품종)

(표 2-9) 재래 나물콩 17계통 및 장려 품종 종실의 당 종류별 함량.

계통 일련번호	Sucrose (%)	Raffinose (%)	Stachyose (%)	합계 (%)
1	5.7	1.0	3.0	9.7
2	5.8	1.0	2.8	9.6
3	5.6	0.9	2.8	9.3
4	6.7	1.0	2.9	10.6
5	6.2	0.8	2.4	9.4
6	7.2	0.8	2.7	10.7
7	5.8	0.9	2.5	9.2
8	5.2	0.9	3.3	9.4
9	4.2	0.9	2.2	7.3
10	5.4	0.7	2.7	8.8
11	5.9	0.7	2.7	9.3
12	5.3	0.7	2.4	8.4
13	5.8	0.7	2.5	9.0
14	5.7	0.8	2.8	9.3
15	4.9	0.6	2.7	8.2
16	4.9	0.7	3.3	8.9
17	5.3	0.7	3.1	9.1
다원콩	6.2	1.0	2.9	10.1
소백나물콩	7.5	0.9	2.9	11.3
평균	5.7	0.8	2.8	2.8
LSD(.05)	1.03	0.19	0.52	1.54

* 대비 품종(장려 나물콩 품종)

(표 2-10) 재래 나물콩 17계통 및 장려 품종 종실의 free isoflavone 함량(mg/kg, dry basis).

계통 일련번호	Daidzin	Genistin	Daidzein	Genistein
1	92.7	165.2	3.5	3.3
2	16.3	111.2	2.3	tr
3	63.8	172.9	1.5	0.8
4	25.3	116.6	1.3	0.7
5	19.3	124.8	1.5	0.5
6	40.9	113.6	1.6	0.3
7	41.9	76.9	1.9	0.1
8	22.9	85.2	1.0	tr
9	78.5	220.8	1.3	0.9
10	59.7	161.4	2.2	tr
11	62.9	180.4	2.0	0.6
12	84.5	182.4	1.6	0.5
13	60.3	173.9	2.2	tr
14	58.5	201.2	1.8	0.7
15	48.4	189.8	7.7	8.6
16	53.8	149.4	15.3	tr
17	126.9	216.8	11.2	5.3
다원콩*	70.4	256.4	3.0	0.8
소백나물콩*	37.8	136.6	0.9	0.5
평균	92.7	165.2	3.5	3.3

* 대비 품종(장려 나물콩 품종)

2) 콩나물의 성분 비교 검토

가) 조단백, 조지방 및 회분함량

(1) 재래 나물콩 17계통 및 품종들의 재배 4일째 콩나물 자엽의 조단백, 조지방 및 회분함량을 분석한 비교 결과는 (표 2-11)과 같다.

(2) 전반적으로 자엽의 조단백, 조지방 함량은 증가하였으며, 회분 함량은 감소 하였으나 그 정도는 계통에 따라 달랐다.

(3) 콩나물 자엽의 조단백 함량은 48.6~54.9%의 범위였으며, 7버 계통이 54.9%로 가장 높았으며 10번 계통의 경우는 48.6%로 가장 낮은 것으로 나타났다.

(4) 종실의 단백질 함량과 비교해 보면 계통 7, 9, 16이 종실에서와 마찬가지로 콩나물 자엽에서도 단백질 함량이 높았으나 line 17은 종실상태에서는 43.8%로 높았으나 콩나물 자엽에서는 49.5%로 다른 계통과 비교해 볼 때 낮았다.

(5) 평균지방함량을 보면 종실에서는 18.7%였고 콩나물로 재배시 21.0%로 2.3% 증가하였다

(6) 콩나물 자엽의 회분 함량은 종실의 함량에 비해 전체적으로 감소하였다.

(7) 감소정도는 장려품종인 다원콩이 0.2%, 소백나물콩이 0.4% 감소하였고 재래나물콩 계통은 0.1-0.7% 범위의 감소를 나타내었다.

(8) 콩 종실과 콩나물 자엽의 평균을 비교해 보면 종실이 5.2%에서 콩나물 자엽이 4.9%로 0.3% 감소하였다.

(표 2-11) 재래 나물콩 17계통 및 장려 품종 콩나물의 조단백 함량(dry basis)

계통 일련번호	조단백(%)			조지방(%)			회분(%)		
	종실	콩나물자엽	차이	종실	콩나물자엽	차이	종실	콩나물자엽	차이
1	39.5	49.7	10.2	19.5	22.7	3.2	5.6	5.3	-0.3
2	40.2	48.8	8.6	18.7	20.8	2.1	5.2	5.0	-0.2
3	40.9	50.3	9.4	16.2	19.5	3.3	5.2	5.3	1.0
4	40.6	51.0	10.4	18.7	22.1	3.4	5.1	4.9	-0.2
5	39.9	48.9	9.0	20.3	22.8	2.5	5.4	5.1	-0.3
6	39.8	49.5	9.7	20.2	23.0	2.8	5.0	4.9	-0.1
7	42.7	54.9	12.2	15.7	18.0	2.3	5.2	5.0	-0.2
8	41.6	50.5	8.9	18.4	19.9	1.5	5.1	4.8	-0.3
9	44.3	53.8	9.5	17.2	18.4	1.2	5.6	5.3	-0.3
10	40.5	48.6	8.1	18.7	21.4	2.7	5.1	4.6	-0.5
11	40.2	49.7	9.5	19.2	21.2	2.0	5.1	4.7	-0.4
12	41.6	50.7	9.1	20.4	21.4	1.0	4.9	4.7	-0.2
13	40.3	50.1	9.8	20.4	20.8	0.4	5.0	4.3	-0.7
14	40.9	52.9	12.0	18.9	21.6	2.7	4.9	4.7	-0.2
15	39.9	49.3	9.4	17.5	19.9	2.4	5.3	4.9	-0.4
16	44.4	52.7	8.3	17.3	20.4	3.1	5.4	5.3	-0.2
17	43.8	49.5	5.7	16.3	20.8	4.5	5.4	5.2	-0.2
다원콩*	40.4	48.9	8.5	20.4	21.1	0.7	5.1	4.9	-0.2
소백나물콩*	38.4	45.2	6.8	21.1	22.6	1.5	5.1	4.7	-0.4
평균	41.0	50.3	9.3	18.7	21.0	2.3	5.2	4.9	-0.3
LSD(.05)	1.12	1.93		0.77	0.62		0.37	0.36	

* 대비 품종(장려 나물콩 품종)

나) 지방산 조성

(1) 종실과 콩나물 자엽의 지방산 조성을 분석한 결과는 (표 2-12)와 같다.
(2) 콩나물 자엽의 포화 지방산 조성 중 palmitic acid를 살펴보면 재래나물콩은 12.4~16.2%의 범위를 보였는데 장려품종과 동일하게 종실에서보다 콩나물 자엽의 palmitic acid의 조성이 증가하는 것으로 나타났다.
(3) 재래나물콩의 콩나물 자엽의 stearic acid 조성은 2.8~4.4%의 범위였다.
(4) 종실에 비해 콩나물 재배시 콩나물 자엽의 포화지방산 조성은 전체적으로 증가하는 경향을 보였으나 계통 14와 16은 palmitic acid가 오히려 감소하였고 계통 16은 stearic acid가 감소한 것으로 나타났다.
(5) 불포화 지방산 전체 조성을 살펴보면 재래나물콩은 82.0~86.2%의 범위로 계통간에 유의적인 차이가 있었으며, 콩나물 자엽의 oleic acid는 종실에 비해 전체적으로 감소한 것으로 나타났는데 13.5~31.4%의 범위를 나타내었다.
(6) 재래나물콩 계통들의 linoleic acid 조성은 44.4~57.1%의 범위를 나타내었는데 line 9, 15, 16이 높은 계통들이었고 line 5와 7이 낮은 계통이었으며, 종실에 비해 콩나물 자엽에서의 감소도 계통에 따라 달랐다.
(7) 재래나물콩 콩나물 자엽의 전체 불포화 지방산 조성은 80.5-84.8%의 범위를 보여 계통간에 차이가 있었고 line 5는 종실에 비해 5.4% 감소하여 가장 크게 감소하였다.
(8) 종실 및 콩나물 자엽의 지방산 조성은 linoleic acid, oleic, palmitic acid 순이었으며 포화지방산은 콩 종실보다 콩나물 자엽에서 증가하는 것으로 나타났고 불포화 지방산은 종실보다 콩나물 자엽에서 감소하였으며 oleic acid가 가장 크게 감소하였다.

(표 2-12) 재래 나물콩 및 장려 품종의 지방산 조성.

계통 일련번호	종실(%)			콩나물자엽(%)		
	Palmitic (16:0)	Stearic (18:0)	SFA+	Palmitic (16:0)	Stearic (18:0)	SFA
1	11.8	3.4	15.2	13.9(2.1)*	3.8(0.4)	17.7(2.5)
2	11.8	3.0	14.8	14.2(2.4)	3.7(0.7)	17.9(3.1)
3	12.4	3.2	15.6	14.8(2.4)	3.6(0.4)	18.4(2.8)
4	12.0	2.7	14.7	14.5(2.5)	3.1(0.4)	17.5(2.8)
5	11.1	2.8	13.9	14.9(3.8)	4.4(1.6)	19.3(5.4)
6	11.2	2.8	14.0	12.4(1.2)	2.8(0.0)	15.2(1.2)
7	12.9	2.5	15.4	15.1(2.2)	3.0(0.5)	18.1(2.7)
8	11.1	2.7	13.8	13.7(2.6)	3.0(0.3)	16.7(2.9)
9	12.8	3.0	15.8	16.2(3.4)	3.3(0.3)	19.5(3.7)
10	11.5	2.6	14.1	13.0(1.5)	3.0(0.4)	16.0(1.9)
11	12.2	2.5	14.7	14.1(1.9)	3.1(0.6)	17.2(2.5)
12	11.9	2.6	14.5	13.5(1.6)	3.4(0.8)	16.9(2.4)
13	11.8	2.4	14.2	12.6(0.8)	3.0(0.6)	15.6(1.4)
14	13.4	3.0	16.3	12.6(-0.8)	3.3(0.3)	15.9(-0.4)
15	12.6	3.2	15.8	15.6(3.0)	3.4(0.2)	19.1(3.1)
16	14.3	3.7	18.0	14.0(-0.3)	3.3(-0.4)	17.2(-0.8)
17	12.2	3.1	15.3	15.7(3.5)	3.1(0.0)	18.8(3.5)
다원콩	12.0	3.5	15.5	13.7(1.7)	4.2(0.7)	17.9(2.4)
소백나물콩	11.3	2.3	13.6	12.4(1.1)	3.2(0.9)	15.6(2.0)
평균	12.1	2.9	15.0	14.0(1.9)	3.4(0.5)	17.4(2.4)
LSD(.05)	1.68	0.65	2.14	3.37	0.70	2.94

(계속)

계통 일련번호	종실(%)				콩나물자엽(%)			
	Oleic (18:1)	Linoleic (18:2)	Linolenic (18:3)	UFA++	Oleic (18:1)	Linoleic (18:2)	Linolenic (18:3)	UFA
1	33.3	44.8	6.7	84.8	28.3(-5.0)	47.2(2.4)	6.9(0.2)	82.3(-1.5)
2	29.4	49.4	6.3	85.2	28.0(-1.4)	47.8(-1.6)	6.4(0.1)	82.1(-3.1)
3	22.3	53.4	8.7	84.4	21.2(-1.2)	52.7(-0.7)	7.8(-0.9)	81.6(-2.8)
4	27.4	50.9	6.9	85.3	28.9(1.5)	48.2(-2.7)	5.4(-1.5)	82.5(-2.8)
5	32.4	48.1	5.6	86.1	31.4(-1.0)	44.4(-3.7)	4.9(-0.7)	80.7(-5.4)
6	26.2	52.1	7.8	86.0	26.6(0.4)	51.3(-0.8)	6.9(-0.9)	84.8(-1.2)
7	31.3	46.3	7.0	84.6	29.6(-1.7)	45.6(-0.7)	6.7(-0.3)	81.9(-2.7)
8	30.9	49.2	6.1	86.2	28.2(-2.7)	49.1(-0.1)	6.1(0.0)	83.3(-2.9)
9	14.6	58.9	10.7	84.2	13.5(-1.1)	57.1(-1.8)	9.8(-0.9)	80.5(-3.7)
10	31.9	47.0	7.0	85.9	30.4(-1.5)	47.0(0.0)	6.6(-0.4)	84.0(-1.9)
11	31.4	46.9	7.0	85.3	29.1(-2.3)	47.2(0.3)	6.6(-0.4)	82.8(-2.5)
12	27.5	50.5	7.6	85.5	26.8(-0.7)	49.3(-1.2)	7.0(-0.6)	83.1(-2.4)
13	28.6	49.9	7.3	85.8	28.7(0.1)	49.0(-0.9)	6.7(-0.6)	84.4(-1.4)
14	29.1	47.9	6.6	83.6	27.0(-2.1)	50.2(2.3)	6.9(0.3)	84.1(0.5)
15	16.2	57.9	10.0	84.2	16.1(-0.1)	56.2(-1.7)	8.7(-1.3)	80.9(-3.3)
16	21.0	53.1	7.9	82.0	20.2(-0.8)	55.5(2.4)	7.1(-0.8)	82.8(0.8)
17	30.0	47.0	7.7	84.7	27.9(-2.1)	46.8(-0.2)	6.5(-1.2)	81.2(-3.5)
다원콩	21.3	55.3	7.9	84.5	20.6(-0.7)	54.3(-1.0)	7.2(-0.7)	82.1(-2.4)
소백나물콩	33.6	46.8	6.0	86.4	31.5(-2.1)	47.2(0.4)	5.7(-0.3)	84.4(-2.0)
평균	27.3	50.3	7.4	85.0	26.0(-1.3)	49.8(-0.5)	6.8(-0.6)	82.6(-2.4)
LSD(.05)	2.08	2.28	0.72	2.14	2.02	1.82	0.50	2.94

+, ++ : Composition of saurated and unsaturated fatty acids.

* : ( ) indicates the compositional difference between seed and cotyledon of sprout.

다) 올리고당 함량

(1) 콩나물 자엽 및 종실의 올리고당 함량을 나타낸 결과는 (표 2-13)과 같다.
(2) Sucrose 함량은 1.03~2.90%의 범위였으며 line 3, 5, 6이 높았고 2, 16line이 낮았으며, raffinose 함량은 0.01~0.29%의 범위였는데 line 5, 17이 높았고 2가 낮았다.
(3) 콩나물 자엽의 stachyose 함량은 0.18~0.61%의 범위였으며, 총 올리고당 함량은 1.25~3.830%의 범위였으며 line 3, 5, 6이 높았고 2, line이 낮았다.
(4) 전체 평균을 보면 sucrose 1.75%, raffinose 0.14%, stachyose가 0.37%였으며 콩 종실의 올리고당 함량과 비교할 때 콩나물 자엽의 올리고당 함량이 현저히 감소하였다.
(5) 감소정도는 sucrose 2.27~5.45, raffinose 0.46~0.99%, stachyose 함량은 1.73~2.89%가 감소하였는데 감소정도는 계통에 따라 달랐다.

(표 2-13) 재래 나물콩 및 장려 품종 콩나물 자엽의 올리고당 함량.

계통 일련번호	Sucrose(%)	Raffinose(%)	Stachyose(%)	합계
1	1.43(-4.27)*	0.16(-0.84)	0.27(-2.73)	1.86(-7.84)
2	1.03(-4.77)	0.01(-0.99)	0.21(-2.59)	1.25(-8.35)
3	2.72(-2.88)	0.09(-0.81)	0.42(-2.38)	3.23(-6.07)
4	1.25(-5.45)	0.06(-0.94)	0.27(-2.63)	1.58(-9.02)
5	2.90(-3.30)	0.29(-0.51)	0.64(-1.76)	3.83(-5.57)
6	2.79(-4.41)	0.12(-0.68)	0.40(-2.30)	3.31(-7.39)
7	1.22(-4.58)	0.12(-0.78)	0.38(-2.12)	1.71(-7.48)
8	1.62(-3.58)	0.17(-0.73)	0.41(-2.89)	2.20(-7.20)
9	1.93(-2.27)	0.14(-0.76)	0.47(-1.73)	2.54(-4.76)
10	1.88(-3.52)	0.13(-0.57)	0.35(-2.35)	2.36(-6.44)
11	2.04(-3.86)	0.18(-0.52)	0.32(-2.38)	2.54(-6.67)
12	1.54(-3.76)	0.16(-0.54)	0.28(-2.12)	1.98(-6.42)
13	1.48(-4.32)	0.07(-0.63)	0.17(-2.33)	1.72(-7.28)
14	1.59(-4.11)	0.10(-0.70)	0.18(-2.62)	1.82(-7.43)
15	1.39(-3.51)	0.12(-0.48)	0.27(-2.43)	1.78(-6.42)
16	1.09(-3.81)	0.17(-0.53)	0.60(-2.70)	1.86(-7.04)
17	1.47(-3.83)	0.24(-0.46)	0.61(-2.49)	2.32(-6.78)
다원콩	1.24(-4.96)	0.14(-0.86)	0.33(-2.57)	1.71(-8.39)
소백나물콩	2.64(-4.86)	0.10(-0.80)	0.37(-2.53)	3.11(-8.19)
평균	1.75(-3.95)	0.14(-0.66)	0.37(-2.43)	2.25(-7.05)
LSD(.05)	0.12	0.10	0.12	0.39

* : ( ) indicates the compositional difference between seed and cotyledon of sprout

라) 아미노산 함량

(1) 선발된 개래나물콩 계통과 대비 장려품종들의 콩나물 자엽 아미노산 함량과 종실 함량과 의 차이를 종합한 결과는 (표 2-14)와 같다.
(2) 아미노산 중 glutamic acid 함량이 가장 높았고 그 다음으로는 aspartic acid가 높았다.
(3) Glutamic acid 함량의 경우 종실에 비해 콩나물 자엽에서 평균 1.4mg 감소하였는데 그 정도는 계통에 따라 달랐다.
(4) Proline, methionine, alanine, cystine, valine 함량은 대부분 증가하였으며 glycine 함량은 감소한 계통이 많았다
(5) 총 아미노산은 콩나물 자엽에서 평균 65.9mg 증가하였는데, 13번 계통이 6.9mg, 7번 계통은 137mg이 증가하여 계통간 차이가 현격하였다.

(표 2-14) 재래 나물콩 및 장려 품종 콩나물 자엽의 아미노산 함량(mg/g).

계통번호	Asp.	Thr.	Ser.	Glu.	Pro.	Gly.
1	100.3(26.6)	25.6(0.7)	29.5(2.8)	115.5(-1.8)	30.5(0.5)	27.3(-0.2)
2	118.0(39.9)	28.5(1.5)	32.1(2.6)	117.4(-11.5)	32.4(-0.1)	28.7(-1.0)
3	101.6(26.0)	28.4(1.9)	33.0(3.4)	126.3(-1.5)	36.0(2.0)	29.1(0.3)
4	107.6(34.4)	26.8(1.8)	30.8(3.7)	111.5(-11.4)	33.3(2.0)	27.2(-0.7)
5	94.6(17.2)	27.7(1.1)	32.7(3.8)	124.7(-0.9)	35.4(3.9)	28.1(-0.9)
6	97.8(23.3))	27.0(0.4)	32.4(4.2)	118.0(-5.4)	34.2(2.9)	27.2(-1.7)
7	118.2(45.7)	27.2(2.3)	33.4(6.0)	130.3(12.0)	36.6(6.2)	28.6(1.3)
8	112.5(33.1)	28.3(1.1)	33.8(4.0)	122.0(-9.5)	34.4(1.6)	28.4(-1.0)
9	100.8(22.9)	28.1(1.3)	33.3(3.0)	130.7(0.6)	35.8(3.0)	27.8(-1.2)
10	91.7(20.2)	25.7(2.1)	29.5(3.5)	110.0(-6.9)	32.0(2.2)	26.0(-0.9)
11	92.8(18.8)	25.3(1.1)	30.1(3.7)	109.4(-7.3)	32.2(2.1)	26.3(-1.1)
12	97.0(25.0)	26.1(2.8)	29.8(3.9)	110.7(-6.6)	31.6(2.5)	26.8(-0.2)
13	98.2(22.1)	26.0(-0.8)	29.7(-0.8)	110.0(-11.4)	31.7(1.0)	26.3(-2.6)
14	93.2(30.7)	24.3(1.4)	28.8(3.5)	114.9(12.5)	32.0(5.5)	26.1(1.6)
15	100.3(32.7)	25.8(1.5)	29.9(3.2)	112.6(3.3)	33.3(5.3)	27.2(1.5)
16	102.0(16.9)	26.9(-0.9)	32.8(0.8)	136.7(-5.8)	36.2(1.7)	29.1(-2.3)
17	94.1(26.1)	28.0(5.1)	31.9(6.7)	125.0(15.8)	35.3(7.7)	28.5(2.8)
다원콩	98.2(35.6)	25.7(4.5)	29.1(5.5)	104.9(7.2))	31.0(5.2)	25.7(2.6)
소백나물콩	88.5(22.3)	23.1(-0.8)	28.3(2.8)	106.2(0.5)	30.3(3.8)	23.9(-1.0)
평균	100.4(27.3)	26.6(1.5)	31.1(3.5)	117.8(-1.4)	33.4(3.1)	27.3(-0.2)

(계속)

계통번호	Ala.	Cys.	Val.	Met.	Iso.	Leu.	Tyr.
1	29.5(2.9)	5.3(0.1)	36.0(4.5)	8.0(0.3)	34.2(4.2)	51.5(5.2)	20.4(1.1)
2	29.7(2.6)	6.1(1.3)	38.3(5.0)	8.2(0.45)	34.5(3.7)	54.4(5.8)	23.1(2.2)
3	30.9(2.9)	5.6(2.4)	37.4(3.9)	8.1(3.4)	34.1(3.3)	53.5(4.9)	22.6(2.0)
4	29.8(3.6)	5.9(1.3)	36.6(3.9)	7.6(0.6)	32.8(2.0)	52.5(5.9)	21.3(1.8)
5	30.9(4.2)	5.2(0.2)	35.5(2.9)	7.7(0.3)	32.6(1.8)	52.4(4.6)	22.0(1.2)
6	30.9(4.9)	5.3(0.5)	35.5(2.8)	7.5(0.6)	31.9(1.4)	51.4(4.7)	21.1(1.0)
7	30.7(5.7)	6.0(1.0)	38.5(6.0)	10.3(1.6)	35.4(6.0)	55.5(10.2)	21.7(3.1)
8	30.8(3.7)	6.2(0.9)	36.2(3.6)	9.8(1.6)	33.6(2.5)	53.9(6.2)	22.2(1.5)
9	30.5(2.8)	5.9(0.9)	35.8(3.0)	9.1(0.4)	34.4(3.1)	54.8(5.7)	22.2(1.3)
10	28.5(2.8)	5.2(0.8)	33.2(2.1)	8.7(1.5)	29.6(1.1)	48.6(5.0)	20.2(1.6)
11	29.1(3.2)	5.7(0.7)	33.8(2.2)	8.9(1.4)	30.8(2.2)	48.7(3.7)	20.0(0.9)
12	28.2(2.2)	5.3(0.8)	34.1(2.1)	8.9(1.7)	30.8(2.0)	50.1(4.7)	20.9(2.0)
13	29.1(0.9)	5.1(0.5)	34.0(1.08)	8.4(0.9)	31.5(2.2)	48.2(0.6)	20.0(-0.3)
14	28.7(5.2)	4.7(0.5)	34.0(3.1)	8.6(2.1)	31.1(4.1)	48.8(6.9)	18.9(2.0)
15	29.6(4.2)	5.7(0.9)	35.6(5.1)	8.4(1.7)	32.5(4.9)	52.0(8.0)	20.6(2.4)
16	31.1(0.9)	4.9(0.1)	38.8(0.8)	9.1(1.4)	37.0(1.9)	56.0(0.9)	22.7(-0.6)
17	31.5(6.3)	6.3(1.6)	37.0(5.9)	9.9(2.8)	35.9(8.9)	52.6(11.8)	21.8(3.7)
다원콩	28.1(4.8)	5.1(-0.7)	34.3(4.6)	8.3(0.8)	32.0(5.5)	49.5(7.6)	20.9(3.1)
소백나물콩	27.7(3.3)	6.1(1.8)	33.6(4.1)	9.0(1.9)	30.7(3.6)	46.8(4.2)	18.6(0.2)
평균	29.7(3.5)	5.7(0.8)	35.7(3.5)	8.7(1.4)	32.9(3.4)	51.6(5.6)	21.1(1.6)

(계속)

계통번호	Phe.	His.	Lys.	Amm.	Arg.	합계
1	39.9(6.0)	19.7(1.7)	41.1(0.8)	16.3(4.6)	46.1(0.8)	676.8(60.7)
2	40.1(5.9)	21.3(2.5)	42.4(0.7)	17.6(5.2)	54.8(4.9)	728.8(71.9)
3	38.8(3.5)	21.1(2.9)	43.8(2.3)	15.4(2.9)	53.9(3.5)	719.0(69.9)
4	38.3(4.2)	21.1(3.1)	41.5(0.6)	15.8(4.0)	49.5(5.5)	690.0(66.4)
5	37.0(3.6)	20.5(1.7)	43.5(2.1)	14.1(2.2)	49.1(1.4)	693.2(50.4)
6	36.7(3.2)	20.4(2.0)	42.7(2.1)	15.3(3.4)	49.4(1.4)	684.5(51.3)
7	41.8(7.8)	23.1(3.1)	45.4(5.6)	17.5(4.6)	65.0(8.8)	765.3(137)
8	38.4(4.9)	21.1(2.3)	43.7(1.4)	15.8(3.5)	55.6(1.8)	726.7(63.2)
9	40.2(4.4)	19.9(1.9)	44.7(2.6)	14.7(2.3)	54.8(-0.5)	723.4(57.5)
10	33.9(2.0)	20.1(1.6)	39.9(1.3)	13.7(2.1)	57.4(-0.9)	654.2(41.4)
11	35.2(3.2)	20.9(2.0)	41.0(1.9)	14.4(2.6)	58.0(-0.5)	662.3(41.1)
12	35.2(2.2)	20.7(2.2)	40.6(1.1)	14.1(1.7)	55.7(-7.8)	666.6(42.5)
13	34.9(1.1)	20.1(0.4)	38.8(-3.3)	12.9(0.0)	62.8(-4.5)	667.8(6.9)
14	35.8(3.8)	19.9(0.8)	38.9(2.1)	12.8(0.6)	55.7(1.9)	657.2(88.2)
15	38.1(6.8)	20.4(3.0)	39.8(2.0)	13.1(1.6)	51.3(2.5)	676.2(90.6)
16	42.0(1.9)	21.3(0.3)	41.7(-4.9)	13.6(-0.6)	59.5(1.5)	741.5(14.0)
17	38.1(6.5)	21.3(3.8)	42.5(4.0)	12.6(1.4)	59.4(16.0)	711.7(137)
다원콩	35.5(6.2)	19.3(2.9)	38.3(2.1)	12.3(1.7)	49.1(7.1)	647.3(107)
소백나물콩	34.6(4.9)	18.3(1.7)	37.4(0.2)	12.5(1.9)	42.2(0.5)	617.8(56.0)
평균	37.6(4.3)	20.5(2.0)	41.5(1.3)	14.5(2.5)	54.2(2.3)	690.0(65.9)

* : ( ) indicates the compositional difference between seed and cotyledon of sprout.

마) Isoflavone 함량

(1) 공시계통 및 품종들의 콩나물 자엽의 isoflavones 함량을 분석한 결과는 (표 2-15)와 같다.
(2) 자엽의 daidzin 함량은 21.3~84.4, genistin 함량은 73.0~209.9, daidzein 함량은 3.9~7.7, genistein 함량은 3.1~9.9mg/kg의 넓은 범위를 나타내었다.
(3) 콩 종실과 콩나물 자엽의 daidzin과 genistin 함량을 비교해 보면 재래나물콩 계통 간에는 전체적으로 볼 때 감소하는 것으로 나타났으며, daidzein과 genistein은 증가하는 것으로 나타났다.
(4) 17번 계통은 종실에서와 마찬가지로 콩나물 자엽에서도 모든 free isoflavone 함량에서 높은 수치를 보여 기능성 물질 함량면에서 우수한 재료로 평가되었다.

(표 2-15) 재래 나물콩 계통들의 종실 및 콩나물 자엽 isoflavone 함량(mg/kg).

계통 일련번호	Daidzin	Genistin	Daidzein	Genistein
1	42.57(-50.06) *	92.73(-72.47)	7.60(4.14)	8.13(4.86)
2	34.53(18.23)	104.70(-6.50)	5.60(3.34)	7.30(7.30)
3	41.90(-21.87)	126.47(-46.43)	7.73(6.17)	6.16(5.33)
4	47.03(21.70)	119.80(3.17)	6.30(5.04)	8.07(7.90)
5	24.07(4.74)	100.60(-24.2)	5.43(4.00)	9.90(9.83)
6	30.83(-10.10)	72.87(-40.7)	3.90(2.34)	3.13(3.00)
7	51.40(9.50)	86.50(9.60)	4.40(2.43)	3.50(3.44)
8	21.27(-1.63)	91.13(5.93)	5.07(4.07)	4.70(4.70)
9	43.03(-35.44)	143.70(-77.07)	5.47(4.17)	5.30(4.37)
10	41.10(-18.63)	130.07(-31.36)	6.27(4.07)	6.20(6.20)
11	53.20(-9.67)	122.37(-58.10)	6.40(4.33)	5.90(5.33)
12	84.37(-0.10)	156.30(-26.13)	6.30(4.70)	3.63(3.30)
13	83.57(23.30)	168.03(-5.87)	7.30(5.10)	6.17(6.17)
14	69.63(11.10)	209.90(8.73)	5.23(3.40)	4.27(3.57)
15	49.77(1.34)	205.57(15.80)	4.47(-3.26)	5.67(-2.96)
16	49.10(-4.67)	156.90(7.53)	4.27(-11.0)	5.63(5.63)
17	81.70(-45.20)	187.00(-29.80)	7.43(-3.80)	7.07(1.77)
다원콩*	70.37(0.30)	259.63(3.23)	5.30(2.27)	6.10(6.07)
소백나물콩*	71.83(34.0)	170.20(33.63)	7.73(6.76)	9.17(9.14)
평균	52.18(-4.22)	142.34(-17.42)	5.91(2.54)	6.11(5.12)
LSD(.05)	33.15	76.76	1.50	2.84

* Difference between sprout cotyledon and seed in isoflavone content

라. 육성 계통의 특성 분석

1) 1세부과제에서 나물콩 육성 계통 중 우수한 작물학적 특성을 가지며 나물콩으로 사용 가능할 것으로 판단되는 24계통에(표 2-16) 대한 종실의 조단백, 조지방, 회분함량을 분석한 결과는 표 41에 나타내었다.
2) 이들 성분은 계통에 따라 큰 변이를 보였는데. 조단백 함량은 38.3~47.5%, 조지방함량은 14.0~19.5%, 회분함량은 4.9~5.9%의 범위를 나타내었다
3) 이들 계통의 평균 조단백 함량은 41.0, 조지방은 17.0, 회분은 5.3%로 기존의 재래나물콩과 큰 차이가 없었다.
4) 3022 및 3049계통은 조단백 함량이 비교적 높아 우수한 계통으로 평가되었다.

표 2-16. 육성 계통의 주요 성분 함량

계통	단백질(%)	조지방(%)	회분(%)
3011	47.3	14.0	4.9
3012	43.8	14.9	4.9
3014	39.8	16.4	5.1
3016	43.3	15.1	5.4
3017	43.5	15.0	5.0
3018	39.2	17.0	5.1
3022	45.7	14.3	5.9
3023	42.9	15.2	5.3
3049	47.5	17.0	5.1
3051	40.7	17.2	5.2
3055	40.7	17.9	5.2
3080	38.3	17.1	5.6
3086	39.2	17.3	5.5
3087	39.8	17.3	5.5
3088	41.3	18.2	5.6
3089	41.3	17.4	5.8
3090	40.3	18.6	5.5
3092	41.8	18.2	5.3
3093	44.0	16.5	5.5
3094	43.3	18.1	5.4
3095	39.4	18.7	5.2
3096	39.8	18.5	5.1
3097	40.7	19.5	5.4
3098	40.0	18.2	5.5
평균	41.8	17.0	5.33

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 제1세부과제 : 콩나물 부패병 내병성 계통 육성

콩나물 부패병을 유발하는 균을 2년에 걸쳐 수집, 분리하여 100여 균계를 확보하였으며 이 중 계통선발을 위하여 사용할 수 있는 병독성이 강한 균계를 선발, 동정하였으며 이는 앞으로 콩나물 부패병 내병성 계통선발에 유용하게 활용될 수 있다. 우리나라 재래 유전자원 227계통을 수집하였으며 이들 중 부패병에 상대적으로 강한 유전자형을 연구 3년차에 찾을 수 있었다. 이를 이용한 내병성 계통육성의 가능성을 제시하였다.

국내외 유전자형들을 대상으로 내병성 검정을 실시하고 인공교잡, 후대선발을 거쳐 잡종 4-5세대 나물콩 계통을 육성하였으며 절대적인 내병성 계통은 육성하지 못하였으나 상대적으로 우수한 계통을 선발하였다. 콩나물 부패병 발병환경조건을 구명하여 대량 screening 방법을 제시하였다. 비린내가 적은 콩나물 육성을 위해 인공교잡 및 후대선발을 통하여 잡종 4-5세대 우수 계통들을 선발할 수 있었다. 이 재료는 세대진전 및 특성검정을 거쳐 품종등록의 절차를 밟을 예정이다.

2. 협동과제 : 콩나물 품질향상 연구

재래 나물콩과 장콩을 대상으로 콩나물 재배시 종자의 활력, 종자의 흡수특성, 배축의 신장특성 및 배축의 세포크기 등을 종합적으로 비교 분석함으로써 나물콩에 대한 과학적 정의 기준을 마련하였다고 판단된다. 콩 종실 및 콩나물의 여러 주요 성분을 분석함으로써 각각의 성분에 대한 기초적 분석법을 확립하였으며, 특히 기능성 성분에 대한 분석법은 품질이 우수한 계통을 육성하는 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 판단되었다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

제1절 활용방안

1. 제1세부과제 : 콩나물 부패병 내병성 계통 육성

시중의 부패 콩나물을 수거하여 분리한 부패병 100여 균계들 중 병독성이 상대적으로 강한 6 균계들은 부패병 관련 연구 기관에서 광범위하게 활용될 수 있을 것이며 특히 품종육성을 위한 내병성 검정에 가장 유용하게 이용될 수 있을 것이다. 콩나물 재래 유전자원, 특히 연구 3년차에 발굴한 내병성 계통 561번은 현재 관련 발현유전자들을 분석하여 새로운 유전자 혹은 알려진 내병성 유전자들이 작용함을 확인하고 있으며 이는 품종육성기관에 활용될 수 있을 것이다. 콩나물 부패병 발병조건 및 검정방법도 콩 품종육성기관에서 계통선발 방법으로 활용할 수 있는 결과로 평가된다.

내병성 육성을 목표로 선발된 후기 F4-5세대의 계통들은 비록 완전한 내병성을 나타내지는 않지만 상대적인 내병성이 강하거나 병 진전이 느린 계통들은 추가적인 특성검정을 보완하여 품종등록 혹은 육성재료로 활용될 수 있을 것이다. Lipoxygenase(lx) 결여계통들에 대해서는 콩나물 생육과정 중의 lx 발현정도를 분석 중인데 총 활성도가 낮은 계통의 선발이 가능할 것으로 판단되며 비린 맛이 적은 나물콩 품종으로 등록이 가능할 것으로 판단된다.

2. 협동과제 : 콩나물 품질향상 연구

콩나물의 생육특성, 유전자원별 특성의 차이 등에 대한 정보는 나물콩 육성에 있어 좋은 참고자료가 될 것이다. 배축 신장과 세포에 대한 연구결과도 배축신장성에 관한 기초연구에 좋은 활용자료가 될 수 있다고 판단된다. 우리나라 재래 나물콩 계통들의 주요 성분분석 결과는 나물콩 유전자원에 대한 정보를 얻을 수 있었으며 이를 품종육성에 활용할 수 있을 것이다. 장콩류와 나물콩류의 특성비교 결과도 나물콩 품질개량에 좋은 기초자료로 활용 가능할 것이다.

제2절 추가적 연구

1. 제1세부과제 : 콩나물 부패병 내병성 계통 육성

연구기한의 제약으로 인해 육성된 계통들의 품종등록이 되지 못하였는데 추후 가장 우수한 계통을 선발하여 특성검정을 거쳐 품종등록을 추진할 계획이다. 연구 3년차에 발견한 내병성 재래 유전자원을 이용한 지속적인 계통육성을 해 나갈 것이며 내병성 유전자 확인 및 내병성 기작에 대한 연구도 병행해 나갈 계획이다. 선발된 lipoxygenase-less 계통들에 대해 콩나물 생육과정에서의 lx 활성도 등을 분석하여 비린내가 적은 콩나물 육성을 지속적으로 시도해 나갈 계획이다.

2. 협동과제 : 콩나물 품질향상 연구

품질향상을 위해 육성되는 계통들에 대한 콩나물로서의 성분, 물리적 특성을 분석할 것이며 특히 물성측정기를 이용한 씹힘성 등에 대한 집중적인 추가연구를 수행할 계획이다.

제 6 장 참고문헌

강충길, 김영구. 1997. 식물생장조절제가 콩나물 생장에 미치는 영향. 한국원예학회지 38(2) : 103-106.

강충길, 윤도원, 김영구, 최형태. 1996. 콩나물의 세근발생억제 및 생장촉진을 위한 benzyladenine의 적정농도 및 침지시간 구명. 한국원예학회지 37(6):773-776.

강충길, 이강휘, 박영선. 1989. 생장조절물질 처리가 콩나물의 생육 및 세근발생에 미치는 영향. 제3보. 생장조절물질 처리가 콩나물의 뿌리원기, 세근발생, 수분 보유력 및 ABA 함량에 미치는 영향. 한국잡초학회지 9(2):97-102.

강충길, 이정명, 판제. 1989. 생장조절물질 처리가 콩나물의 생육 및 세근발생에 미치는 영향. 제1보. 생장조절제의 단용 및 혼용처리가 콩나물의 생육에 미치는 효과. 한국잡초학회지 9(1):56-68.

강충길, 이정명, 판제. 1989. 생장조절물질 처리가 콩나물의 생육 및 세근발생에 미치는 영향. 제2보. 생장조절물질 처리가 콩나물의 ethylene 발생에 미치는 효과. 한국잡초학회지 9(2):90-96.

국제농업개발원. 1995. 7천억 콩나물시장의 실태와 전망. 상업농경영 1월:46-57.

권신한, 이영일, 김재리. 1981. 나물콩용 품종 육성을 위한 특성형질의 비교. 한국육종학회지 13(3):202

김 동연. 1963. 콩나물의 성장 및 성분에 미치는 gibberellin, urea 및 sucrose의 영향. 한국농화학회지 4:29-32.

김경주. 1981. 콩나물 재배시 protein pattern에 미치는 blue 및 red광의 영향. 영남대학교 식품영양학과 석사학위론문.

김경화. 1988. 화분하(pollen load)가 콩나물 생장에 미치는 영향. 단국대학교 식품영양학과 석사학위논문.

김길한, 권태완. 1988. 콩품질과 가공 이용. 농진청 심포지엄 3: 우리나라 콩의 생산성 및 이용도 향상 기술. pp.5-30.

김길환. 1981. 두채의 생육특성에 관한 연구. 한국식품과학회지 13(3):247-251.

김길환. 1989. 콩나물 재배에 대한 연구. 두채 1(4) : 16-23.

김길환. 1992. 콩나물콩 품종별 생육특성 및 일반성분 조성. 한국콩연구회지 9(2):27-30.

김상옥. 1982. 콩나물의 성장과 비타민C 생성에 kinetin과 auxin 혼합효과. 한국영양식량학회지 11(2):37-41.

김석동, 김수희, 홍은희. 1993. 콩나물의 성분과 그 영양학적 의미. 한국콩연구회지 10(1) : 1-9.

김정헌, 김명희. 1989. 콩나물의 잔류농약 분석. 한국식품과학회지 21(2): 224-228.

김주남. 1980. 콩나물 재배시 생장과 주요성분에 미치는 blue광의 효과. 영남대학교 식품영양학과 석사학위 론문.

김주남. 1985. 콩나물 생장시 HPLC에 의한 Vitamin C의 변화. 영남전문대논문집 14:339

김주남. 1988. 콩나물의 선장에 따른 세포벽 다당류의 변화와 조직의 현미경적 관찰. 영남대학교 식품영양학과 박사학위논문.

김주헌, 김동희, 김우정. 1994. 콩나물과 두부의 가공을 위한 콩 품종의 비교. 한국농화학회지 37(1):19

김철재, 박진숙, 김상용, 오덕근. 1996. 발아 및 성장 중에 일어나는 콩나물의 품종간 변화. 한국콩연구회지 13(1):1-6.

남해경, 양경남. 1995. 나물콩의 종피색에 따른 저장기간별 발아율의 변이. 경북대학교 농학과 졸업논문.

두채정보사. 1989. 콩과 콩나물 문화의 발상지. 두채 1(4) : 24-27.

명인식. 1987. 콩나물 부패의 원인과 방제. 고려대학교 석사학위논문.

박무현, 김동철, 김병삼, 남궁배. 1995. 청정콩나물 생산 및 유통방법 개선에 관한 연구. 한국콩연구회지 12(1): 51-67.

박무현. 1992. 콩나물 유통의 발전방향과 문제점. 콩나물에 대한 대 토론회 논문초록집. pp.33-50.

박원목, 김정환. 1998. 관수환경이 콩나물 생육에 미치는 영향. 한국콩연구회지 15(1) : 46-57.

박원목, 명인식, 이용세. 1986. 콩나물 부패병의 생물학적 방제. 한국콩연구회지 3(2) :4-9.

박의호, 최연식. 1995. 콩나물 부패경감에 유용한 약제 선발. 한작지 40(4): 487- 493.

박의호. 1992. 두아용 대두 품종의 종자활력 및 생육특성. 한국학술진흥재단 보고서.

박일현, 김찬조. 1956. 두아채에 관한 식품과학적 연구 (제1보). 과연휘보 1:32

박종서. 1984. 나물용 콩의 특성에 관한 연구. 서울대 대학원 농학과 석사학위논문.

배경근, 여익현, 류병훈. 1998. 콩나물 재배시 에틸렌 적용에 의한 생육특성. 한국콩연구회지 15(1) : 31-36.

배광옥. 1990. 전국 콩나물 원료콩 사용 실태. 두채 1(8):10-17.

변시명, 허남응, 이춘녕. 1977. 콩나물의 Asparagine 생합성에 관한 연구. 한국농화학회지 20(1):33-42.

서석기, 김경호, 김학신, 오영진, 김영진, 박호기, 장영선. 1996. 저장기간에 따른 나물콩 품종의 발아력 및 콩나물 특성. 한국콩연구회지 13(1): 62-69.

서석기, 김학신, 조상균, 오영진, 김수동, 장영선. 1995. 재배조건에 따른 나물콩 품종별 콩나물 생육특성. 한국콩연구회지 12(1): 75-84.

송준희, 신승렬, 김광수. 콩나물 생장시 세포조직과 세포벽 구성성분에 미치는 Ethrel의 영향. 새마을지역개발연구 8:140-151.

신동화, 최웅. 1996. 콩나물 재배방법에 따른 생장 특성 비교. 한국식품과학회지 28(2):240-245.

양차범, 김재훈. 1980. 콩나물 제조중 질소화합물의 변화와 그 영양학적 연구. 제1보. 콩나물 제조중 질소화합물의 변화. 한국농화학회지 23(1):7

양차범, 박상기, 윤석권, 박 훈. 1984. 콩나물 제조중 질소화합물의 변화와 그 영양학적 연구. 제6보. 단백질의 전기영동양상 변화. 한국농화학회지 27(2):129-134.

양차범, 이성우, 고영수, 윤석권. 1979. 대두의 효률적 이용에 관한 연구. 제1보 콩나물의 제조개선에 관한 연구. 한국영양식량학회지 8(1):1-8.

양차범. 1981. 콩나물 제조중 질소화합물의 변화와 그 영양학적 연구. 제2보. 총 아미노산 조성의 변화. 한국농화학회지 24(2):94-100.

양차범. 1981. 콩나물 제조중 질소화합물의 변화와 그 영양학적 연구. 제3보. 유리아미노산의 조성변화. 한국농화학회지 24(2):101-104.

양차범. 1982. 콩나물 제조중 질소화합물의 변화와 그 영양학적 연구. 제5보. Trypsin inhibitor 활성 및 소화율과 영양가와의 관계. 한국농화학회지 25(1):8-13.

오병준. 1989. 철분 및 염분이 콩나물 생육과 부패에 미치는 영향 및 콩나물 부패병균. 고려대학교 석사학위 논문.

이꽃임, 김은미, 우순자. 1996. 콩나물 성장 중에 식이섬유 함량과 조성의 변화. 한국영양학회지 29(10):1142-1149.

이상효, 정동효. 1982. 식물생장조절제가 콩나물의 성장 및 성분에 미치는 영향에 관한 연구. 한국농화학회지 25(2):75

이성춘, 서홍일, 김진호, 최경구. 1992. 콩의 종자 크기, 온도 및 GA 처리가 하배축 신장에 미치는 영향. 한국작물학회지 37(1):68-77.

이성춘, 이홍재, 송동석. 1988. 재래대두에 있어서 종자크기가 하배축 신장과 출아에 미치는 영향. 순천대 농업과학연구 2:75-82.

이양봉, 박해룡, 김미정, 김수희, 황인경. 1996. 콩 비린내의 생성기작, 제거방안과 향 분석방법. 한국콩연구회지 13(1): 32-42.

이정동, 황영현, 조호영, 김달웅, 정명근. 2002. 콩의 재배종과 야생종의 콩나물 관련 특성. 한국작물학회지 47(3) : 189-195.

이준찬, 황영현. 1996. 나물콩 품종의 asparagine과 aspartic acid 함량 변이. 한국작물학회지41(5):592-599.

이태녕, 최기주, 서경하. 1957. 두아채에 관한 식품화학적 연구 (제2보) 대두 발아 중에 있어서 riboflavin의 생성. 과연휘보 2:74-77.

장건형, 윤영희, 윤장식. 1963. 콩나물 재배에 관한 연구 (제2보) 콩나물의 성장에 따른 일반성분 및 riboflavin의 변화. 육군기술연구보고서 2집:16-18.

장병환. 1992. 콩나물에 관한 정책이 수립되어야 한다. 콩나물에 대한 대 토론회 논문초록집. pp.55-60.

장지현. 1992. 우리나라 콩나물 식문화. 콩나물에 대한 대 토론회 논문초록집. pp.51-54.

정우경. 1998. 나물콩의 품종과 재배기간에 따른 콩나물의 물리화학적 및 관능 특성. 서울대학교 대학원 박사학위논문.

정재기, 정태영, 나상무. 1976. 콩나물의 sterol 성분에 관한 연구. 한영회지 9(3):26- 30.

조경련. 1985. 콩나물 재배법 개선과 화학적 성분 변화에 관한 연구. 한양여전 논문집 11:301

최경구, 이성춘, 서홍일, 장영남. 1992. 수집종 나물용콩 품종의 주요특성 연구. Ⅲ. 하배축 신장성과 주요형질과의 관계. 한국육종학회지 24(2):159-164.

최연식, 박의호. 1996. 식품첨가제 처리가 콩나물 부패방지와 생육에 미치는 영향. 한국콩 연구회지 13(1) : 1-6.

최춘언, 김정희, 송필순, 이태영. 1959. 대두 발아 중 vitamin의 소장에 관하여. 과연휘보 4(2) : 181-183.

최희돈, 김성수, 김경탁, 이진열, 박원목. 2000. 침지처리가 콩나물의 생육 및 부패에 미치는 영향. 한국식품과학회지 32(3) : 584-589.

황영현, 박근용, 홍은희, 정길웅, 함영수. 1980. 수집재래종 나물콩의 특성 및 입중과 콩나물 수량과의 관계. 손응룡교수 화갑기념논문집. pp.123-129.

Adjei-Twun, D. C. and W. E. Splittstoesser. 1976. Use of soybean as sprouts. HortScience 11(3):235-236.

Burris, J. S. and K.H. Knittle. 1975. Partial reversal of temperature-dependent inhibition of soybean hypocotyl elongation by cotyledon excision. Crop Sci. 15:461-462.

Burris,J.S., and W.R. Fehr. 1971. Methods of evaluation for soybean hypocotyl length. Crop Sci. 11:116-117.

Cappuccino, J. G., and N. Sherman. 1992. Microbiology:a laboratory manual. Third ed. The Benjamin/Cumming Pub. Co. Inc. pp.31-33, 77-82, 247-254.

Gilman, D.F., W.R. Fehr, and J.S. Burris. 1973. Temperature effects on hypocotyl elongation of soybeans. Crop Sci. 13:246-249.

Grabe, D. F. and R. B. Metzer. 1969. Temperature-induced inhibition of soybean hypocotyl elongation and seedling emergence. Crop Sci. 9:331-333.

Hatfield, J. L. and D. B. Egli. 1974. Effect of temperature on the rate of soybean hypocotyl elongation and field emergence. Crop Sci. 14:423-426.

Hill,H.J., and S.H.West. 1982. Fungul penetration of soybean seed through pores. Crop Sci.22:602-605.

International Seed Testing Association. 1976. International rules for seed testing. Seed Sci. Technol.4:3-177.

Kang, J. H., A. J. Park, B. S. Jeon, S. Y. Yoon and S. W. Lee. 2002. Light quality during seed imbibition affects germination and sprout growth of soybean. Kor. J. Crop Sci. 47(4) : 292-296.

Kmetz, K. T., C. W. Ellete, and A. F. Schmitthenner. 1979. Soybean seed decay:sources of inoculm and nature of infection. Phytopathology 69:798-801.

Knittle K. H. and J. S. Burris. 1979. Regression equations for rate of soybean hypocotyl elongation by using field data. Crop Sci. 19:41-46.

Knittle K. H. and J. S. Burris. 1979. Soybean hypocotyl growth under field conditions. Crop Sci. 19:37-41.

Leopold, A. C. 1980. Temperature effects on soybean imbibition and leakage. Plant Phy siol.65:1096-1098.

McDonald Jr., M. B., C. W. Vertucci and E. E. Roos. 1988. Soybean seed imbibition: water absorption by seed parts. Crop Sci. 28:993-997.

Mukherjee, D. M., J.W.Lambert, R.L.Cooper and B.W.Kennedy.1966. Inheritance of resistance to bacterial blight(*Pseudomonas glycinea*) in soybeans. Crop Sci.6:324-326.

Obendorf, R. L. and P. R. Hobbs. 1970. Effect of seed moisture on temperature sensitivity during imbibition of soybean. Crop Sci. 10:563-566.

Palleroni, N. J. 1984. Family I . *Pseudomonadaceae. in* Krieg, N. R. and J. C. Holt (ed.). Bergy's manual of systematic bacteriology vol. I . Williams & Willikins Co., Baltimore. pp. 141-219.

Sammy,C., and C.E.Lamotte. 1976. Anomalous temperature dependence of seedling development in some soybean cultivars. Plant Physiol. 58 : 786-789.

Seong, R.C., K.H. Choi, and H.C. Minor. 1998. Changes of chemical composition during seedling development in soybean. Kor. J. Crop Sci. 43(2):95-100.

Sinclair,J.B. 1982. Compendium of soybean diseases. INTSOY. pp.68-76.