

최 중  
연구보고서

## 국산 나물콩의 생산성 향상과 이용증진 기술개발

Soybean sprout productivity enhancement of domestic breeding cultivars and their processing development

## 나물콩 생산포 병해충조사 및 흑반병 친환경방제 기술개발

The pest and disease survey in soybean fields, establishment of technology for environmental friendly prevention the cotyledon black syndrome

## 국산 콩나물 생산성 향상

Soybean sprout productivity enhancement of domestic breeding cultivars

## 국산 나물콩의 이용증진 기술개발

Soybean sprout processing development of domestic breeding cultivars

연구기관

경상대학교

농림수산식품부

## 주 의

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

## 제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “국산 나물콩의 생산성 향상과 이용증진 기술개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2009년 4월 일

주관연구기관명 : 경상대학교  
총괄연구책임자 : 강 진 호  
세부연구책임자 : 김 회 규  
연 구 원 : 최 진 룡  
연 구 원 : 심 재 석  
연 구 원 : 김 영 광  
연 구 원 : 전 승 호  
연 구 원 : 김 동 길  
연 구 원 : 노 치 응  
연 구 원 : 조 숙 현  
연 구 원 : 이 정 한  
협동연구기관명 : 경남농기원  
협동연구책임자 : 최 용 조

# 요 약 문

## I. 제 목

### 국산 나물콩의 생산성 향상과 이용증진 기술개발

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 필요성 : 콩나물은 우리 몸에 필요한 무기성분과 필수 영양분 등을 함유하고 있어 예로부터 우리나라에서는 겨울철 비타민 공급원으로 애용하고 있었으며, 최근에는 무침, 각종 찜, 해장국, 샐러드 등의 아주 다양한 형태로 식품으로써의 중요한 위치를 차지하고 있다. 현재 우리나라 시장규모는 연간 7,000억원 정도로 추산되고 더욱이 최근 광우병 등 가축의 질병으로 인한 동물성 영양급원을 대체할 식품으로써 콩나물 소비는 꾸준히 증가할 것으로 예측되고 이에 비례하여 국산 나물콩의 소비도 증가될 것으로 예상된다. 그리고 DDA, FTA 협상의 진전과 타결로 쌀 의무 도입물량의 증대로 정부에서는 국산콩의 재배와 소비를 장려하고 있으며, 나아가 무농약콩나물이라는 친환경농산물 인증제도를 실시하여 국산 나물콩의 소비촉진과 국산 콩나물 생산업체에 수익성을 보존하는 정책을 취하고 있다.

이와 같이 내수시장의 규모가 크고 건강식품으로의 그 비중이 더더욱 높아짐에도 불구하고 국산 나물콩의 여러 가지 문제점을 노출하고 있다. 국산 나물콩을 이용하여 생산된 콩나물은 수입 중국산 나물콩에 비하여 종자의 균일도, 생산수율뿐만 아니라 콩나물의 자엽에 흑반 무늬가 상대적으로 많이 형성되어 이를 제거하는 데에 과도한 노동력이 투입되어 인건비 투입뿐만 아니라 노동력 확보에 어려움이 있다. 그리고 무농약콩나물의 생산수율의 생산수율은 원료콩의 6배가 되어야 적정경영비를 확보할 수 있으나 원료콩의 품질이 불량할 경우 4배 정도로 아주 낮아 생산업체가 영세하여 저장 및 재배시설이 극히 허술할 경우 경영압박을 초래할 뿐만 아니라 단가가 1/2 이하인 수입 중국산 원료콩을 혼합하게 되는 원인이 된다. 또 무농약콩나물 인증 콩나물 생산업체의 수익성 보장하기 위하여 생산수율을 높이고 과도한 노동투입을 줄일 수 있을 정도로 원료콩의 품질이 확보되지 않는다면 국산 나물콩을 청국장, 된장 또는 간장을 생산하기 위한 메주, 두부 등의 가공용 원료로 전환시켜 손실을 최소화하는 등의 방안을 강구하여야 하나 아직 이를 이용할 있는 기술이 확립되어 있지 않아 이를 원료콩으로 이용하는 생산업체는 애로사항이 많은 실정이다.

2. 연구개발의 목적 : 국산 나물콩 생산증진과 이용에 있어 제거에 과도한 노동력이 투입되는 자엽의 검은 병반이 재배과정에서 오는 것인지 포장에서부터 유래되는 것인지 규명함과 아울러 생산수율이 저조한 것이 원료콩 자체에서 기인된 것인지, 저장 또는 콩나물 재배 과정에서 발생하는 문제인지를 정확히 조사하여 저수율과 흑반의 규명한 후에 처리비용을 상승시키지 않으면서도 친환경적인 개선방법 강구하고 생산업체에서 설비와 재배방법 개선을 통하여 이러한 문제점을 극복할 수 있다면 이에 관한 기술도 확립함고 아울러 콩나물을 생산하는데

이용할 수 없는 나물콩을 메주, 청국장 등 다양한 용도로 이용할 수 있는 기술을 개발함으로써 국산 나물콩을 원료로 이용하는 생산업체의 수익성 제고로 국산 나물콩의 안정적 소비를 유도하는 데 있다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

상기 연구의 필요성 및 목적에서 언급한 바와 같이 국산 나물콩의 저 생산수율과 콩나물 자엽의 흑반이 국산콩의 생산이 이루어지는 제주도 콩 재배포장에서 기인되었는지를 현지에서 조사하고 원료콩 생산포장과 콩나물 생산업체의 생산시설을 모두 조사함으로써 원인구명이 가능하고 이에 따른 친환경적 흑반병 방제법 개발을 연구하고 다량생산이 이루어지고 있는 생산업체에서 저 생산수율과 콩나물 자엽의 흑반이 기인된 것이라면 생산업체의 시설을 이용한 이를 극복할 수 있는 기술을 개발하도록 계획하여 실험실 수준이 아닌 생산현장의 시설을 이용한 기술이 개발 되어야 현장에 바로 접목시킬 수 있을 것이므로 이를 극복할 수 있는 기초와 응용 연구는 다량생산이 이루어지는 생산업체에서 시행할 것이다.

그리고 콩나물 원료콩으로 이용할 수 없는 나물콩을 타 용도로 이용하기 위한 가공기술 개발은 다량소비가 가능한 두부, 간장 및 된장의 원료인 메주, 청국장에 국한되어 있다. 두부는 제조시설 및 정화시설이 완비되어야 하기 때문에 시설비가 많이 투입되어 자금동원력이 약한 콩나물 생산업체가 운영하기에는 부적절하여 생산설비가 비교적 간편하여 투자비용이 적은 메주와 청국장의 가공에 한정하여 기술개발이 이루어지도록 추진하였다. 이를 위한 연구범위와 내용을 간략히 요약하면 다음과 같다.

#### 1. 나물콩 생산포 병해충조사 및 흑반병 친환경방제 기술개발

##### 가. 나물콩 생산포 병해충 조사

- (1) 병해(부패균) 조사 : 탄저병 및 미이라병
- (2) 종자 가해 해충 조사
- (3) 콩나물 발병 여부조사
  - (가) 콩나물 재배시 발생하는 흑반증상(CBS)유형 조사 : 시중에서 판매되고 있는 콩나물 흑반증상(CBS) 및 본 실험에서 재배한 콩나물의 흑반증상(CBS) 유형 조사

##### 나. 친환경 흑반병 방제방법

- (1) 피해유형별 원인 규명 및 방제방법개발 :
  - (가) 콩나물 : 검은무늬괴사(CBD), 검은점(BD), 검은얼룩무늬(BM),
    - ① 키토산을 이용한 방제방법
      - ㉠ 키토산 용액의 미생물 감소효과
      - ㉡ 키토산 용액에 나물콩 침지시간에 따른 발아율
    - ② NaOCl과 에탄올을 이용한 방제방법
      - ㉠ NaOCl과 에탄올의 미생물 감소효과

- ㉔ NaOCl과 에탄올에 나물콩 침지시간에 따른 발아율
- ㉕ 나물콩종자에 NaOCl, 에탄올 및 키토산 처리 후 콩나물 검은얼룩무늬(BM) 억제효과
- (나) 나물콩 : 모양별 재배시 콩나물 증상
  - ① NaCl을 이용한 선별방법
  - ② NaCl 농도에 따른 선별
  - ③ NaCl 농도와 침지시간에 따른 발아율

## 2. 국산 콩나물 생산성 향상

### 가. 원료콩의 실타조사

- 1) 원료콩 실타조사 : 정선전, 입고 원료콩 실타조사 및 수침시 부유유무별 조사
- 2) 종자상태별 흑반 발생 및 생산수율
- 3) 원료콩의 최적 정선방법 도출

### 나. 원료콩의 저장

- 1) 저장방법과 기간에 따른 발아 및 생장조사
- 2) 저장방법에 따른 기초조사 : 저장실 온도와 종자 수분함량

### 다. 시설운용 개선

- 1) 시설 개선
  - 가) 저수조 형태와 크기에 따른 수온변화
  - 나) 재배실의 온도 및 품온 변화
- 2) 시설운용에 따른 흑반발생과 생산수율 : 온도 변이와 관수방법

### 라. 재배방법 개선

- 1) 원료콩 정선과 관련된 생산수율 향상방법
- 2) 원료콩 저장과 관련된 생산수율 향상방법
- 3) 시설운용과 관련된 생산수율 조사 : 저수조, 온도 (수온, 대기), 관수방법
- 4) 재배방법 개선
  - 가) 종자의 소독 및 수침 : 열처리, 종자소독
  - 나) 시설운용 및 관수방법 개선 : 재배사 온도, aeration

## 3. 국산 나물콩의 이용증진 기술개발

### 가. 메주 제조공정 개발

- 1) 수침 및 증자조건별 메주의 이화학적 특성
  - 가) 메주제조의 최적 수침 및 증자조건 도출
  - 나) 수침 및 증자조건별 로 제조한 메주의 화학적 성분 분석
- 2) 과쇄 및 종균배양별 메주의 이화학적 특성

- 가) 메주제조의 최적 파쇄조건 도출 및 최적종균 선발
- 나) 종균배양 처리에 따른 나물콩 메주의 화학적 성분 분석
- 3) 발효온도 조건별 메주의 이화학적 특성
  - 가) 메주제조의 최적 발효방법 도출
- 4) 수침 및 증자조건별 발효메주 이용 장류제조
  - 가) 나물콩 간장의 품질특성
  - 나) 나물콩 된장의 일반적 특성
- 나. 청국장 제조공정 개발
  - 1) 수침 및 증자조건별 메주의 이화학적 특성
    - 가) 청국장제조에의 최적 수침 및 증자조건 도출
    - 나) 수침 및 증자조건별 로 제조한 청국장의 화학적 성분 분석
  - 2) 종균배양 및 발효조건에 따른 청국장의 품질특성
    - 가) 청국장 제조의 최적 종균 첨가농도 및 발효조건 도출
    - 나) 발효조건에 따라 제조한 나물콩 청국장의 균주동정
    - 다) 나물콩 청국장의 향기성분 및 지방산 분석

#### IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

##### 1. 연구개발의 결과

본 과제는 “국산 나물콩의 생산성 향상과 이용증진 기술개발”이라는 과제로 생산포 조사 및 흑반병 방제법 개발, 국산 콩나물 생산성 향상, 국산 나물콩의 이용증진 기술개발의 3개 소과제로 분리하여 진행되었다. 소과제별로 수행된 일련의 시험들로부터 도출된 결과를 요약하면 다음과 같다.

##### 가. 생산포 조사 및 흑반병 방제법 개발

생산된 콩나물은 유통기간을 거쳐야하기 때문에, 품질이 나쁜 콩나물은 부패관련미생물에 의한 부패가 발생할 수 있으며, 콩나물의 자엽의 흑반증상(CBS)이나 얼룩(BM)들은 소비자의 기호를 충족시키지 못하여 생산 및 수요가 감소될 수 있다. 이러한 콩나물 품질에 문제가 되는 저 품질 나물콩이 생산되는 원인을, 나물콩 생산포에서부터 나물콩을 가해하는 병해충을 조사하여 관련성을 규명하고, 콩나물 생산에 문제가 되는 흑반증상(CBS)을 친환경적으로 방제하기위하여, 인체에 무해한 수준으로 키토산, 에탄올, NaOCl을 처리하여, 생산된 콩나물의 품질의 우수성을 확인하였다. 나아가 저 품질 나물콩을 배제(exclude)하기 위하여 염수선 방법을 개선하였다.

##### 나. 국산 콩나물 생산성 향상

국산 콩나물 생산에서 가장 문제가 되고 있는 생산수율 저조와 흑반발생으로 인한 과도한 노동력 투입이다. 이를 경감하기 위해서 처리비용을 상승시키지 않으면서도 친환경적 대처방법

으로서 우선 재배농가에서는 대단위로 정선이 이루어지는 곳에서 고성능 복합종자선별기를 이용한 중립의 정상종자의 선별이 이루어져야 한다. 그리고 생산업체에선 종자의 발아율과 흑반 경감을 위해 채종 당해연도 종자를 저온저장고에 저장한 종자를 생산수율의 저조와 흑반의 원인이 되는 비정상 종자의 정선을 위하여 5분간 수침한 후 40분간 aeration 시켜 뜨는 종자를 건져내고 5시간 동안 물에 침종 후 상면살수 방식의 비해 품온이 낮은 하면담수 방식으로 재배한다. 연중 수온변화가 적은 지하 콘크리트에 저장된 물을 이용한 재배실 온도를 최적의 온도인 20~22℃로 6일간 재배하는 일련의 과정으로 요약된다.

한편 하면담수 방식의 재배과정 중 관수 시 aeration 공급으로 인한 흑반발생의 경감의 효과가 나타났으며 관수온도를 저온에서 고온으로 변화 시 생산수율은 낮았으나 세균형성 비율과 세균수 및 흑반발생 비율이 낮게 조사되었다.

#### 다. 국산 나물콩의 이용증진 기술개발

국산 나물콩은 주로 콩나물 생산용으로 이용되고 있지만 생산수율이 낮고 생산된 콩나물의 자엽에 흑반이 많이 형성되어 이용도가 낮으므로 메주 및 청국장으로의 제조공정 개발 및 가공적성 검토를 통해 소비를 촉진코자 한다. 품질이 우수한 나물콩 메주 제조를 위해 나물콩을 5시간 수침 후 스팀방식으로 찐 후 *Aspergillus oryzae* 1%를 첨가하고 초퍼 직경 20mm로 하여 제조하면 상품성 있는 메주가 되고, 전통적인 방식인 가압방식보다 스팀으로 할 경우 7시간동안 삶아야하던 것을 1시간으로 6시간 시간을 단축시킬 수 있다. 또한 최적의 수침, 증자, 파쇄 및 발효방법을 적용하여 간장 및 된장 담그면 칼슘과 마그네슘이 높아 기능성이 우수한 장류가 될 수 있다. 그리고 영양성이 좋고 냄새도 덜한 청국장 제조를 위해 나물콩을 5시간 수침하여 스팀으로 찐 후 *Bacillus subtilis* 1%를 첨가하고 종균을 첨가하지 않는 전통방식보다 균주를 첨가하므로써 군사성장도 많고 청국장 특유의 냄새도 적었으며 가압방식보다 시간 단축과 함께 리놀렌산과 필수아미노산 함량도 높아 영양가 높은 청국장이 될 수 있다.

#### 2. 연구개발의 활용

본 과제에서 도출된 연구결과는 많은 분야에 이용 또는 응용될 수 있다. 그러나 크게는 아래 분야에 바로 적용될 수 있을 것으로 평가된다.

가. 나물콩 재배 농가지도 자료 : 국산 나물콩을 이용하여 콩나물을 생산하는 업체는 수입콩에 비하여 국산 원료콩의 매입과정이 복잡한 문제점을 가지고 있으나 이보다는 수입콩에 비하여 생산수율이 낮고 생산콩나물의 자반에 흑반이 형성되어 이를 제거하는 데에 많은 노동력이 투입된다. 이러한 원인이 나물콩을 생산하는 농가의 포장에서 기인되었다면 국산 나물콩을 기피하는 원인이 되는 이러한 문제점을 제거하기 위한 국산 나물콩 재배농가의 지도 자료로 활용될 수 있을 것이다.

나. 콩나물 수매 및 공급단체 : 현재 나물콩 주생산지는 제주도이다. 제주도에 산재한 농협은 개별 재배농가로부터 나물콩을 수매한 후 이를 정선하여 콩나물 생산업체에 공급하고 있다.

따라서 제주도 농협이 공급하는 원료콩은 농협의 수익성을 확보하기 위하여 극히 소량의 종자만 제거하는 방식으로 종자를 정선하고 있기 때문에 수입콩에 비하여 고르지 못한 특성을 보이고 있다. 국산 나물콩의 생산수율이 낮고 콩나물 자반의 흑반 형성을 종자정선으로 경감시킬 수 있다면 제주도 농협의 나물콩 정선과정에 본 연구과제에서 도출된 연구결과를 이용할 수 있을 것이다.

다. 콩나물 생산업체 : 국산 나물콩의 생산수율이 낮고 생산된 콩나물의 자반에 형성된 흑반이 생산업체의 원료콩 저장, 시설운용 또는 재배방법에서 기인되었다면 콩나물 생산업체의 원료콩 저장, 재배 시설 및 방법의 개선을 통하여 개선될 수 있을 것이다. 이를 통하여 국산 콩나물 생산업체는 운용상의 문제점을 개선하고 수익성을 높일 수 있을 것이다. 품질이 불량하여 콩나물 생산 원료로서 이용될 수 없는 국산 나물콩은 또한 아래에 언급되는 바와 같이 메주 또는 청국장 가공용으로 이용함으로써 손실을 경감하여 기업경영을 개선시킬 수 있을 것이다.

라. 콩 가공업체 : 생산수율이 낮고 생산된 콩나물의 자반에 형성된 흑반으로 인하여 국산 나물콩을 콩나물 생산용으로 이용할 수 없다면 용도를 전환하여 이용할 수 있어야 손실을 최소화할 수 있을 것이다. 이와 더불어 콩나물 생산용으로 이용할 수 없는 원료콩은 정상적인 것에 비하여 가격이 1/2 이하이다. 따라서 메주, 청국장 등으로 이용할 수 있는 가공기술이 설정된다면 콩나물 생산업체 또는 콩 가공업체에서는 이러한 기술을 이용하여 저가로 제품을 생산할 수 있을 것이다.

## SUMMARY

### I. Title

Soybean sprout productivity enhancement of domestic breeding cultivars and their processing development

### II. The pest and disease survey in soybean fields, establishment of technology for environmental friendly prevention the cotyledon black syndrome

In order to reduce the cotyledon black syndrome (CBS) which is one of major concerns for quality issues in soybean sprout cultivation, the experiment was conducted in soybean fields and the laboratories as well. The field survey for diseases and insect pests was carried out to investigate the cause and counter measures of CBS incidence were studied. The results obtained were as follows:

1. The outbreaks of soybean anthracnose and pod blight were inclined to be relatively low below 10% levels annually in Jejudo Island .

2. Most insects attracted by yellow traps in field were Thysanoperan and Dipteran insects, although the Hemipteran insects, the major insects for soybean seeds were not attracted. Furthermore, the sex pheromone trap certainly attracted bean bug (*Riptortus clavatus*) which, however, was not effective enough to monitor the fluctuation of bean bug population over the cropping period due to the unique heavy rain and strong wind in Jejudo.

3. The cotyledons black syndrome(CBS) of sprout were classified into three types; i.e., Cotyledon Black Decay(CBD), Black Dot(BD) and Black Mottling(BM)(Fig. 4). CBD of soybean sprout were most prevalent and exceptionally high as 20% for seedlots produced in 2004, which was as low as 1% level for seedlots produced in both 2005 or 2006. The incidence of BD and BM tend to be consistent 1% to 2.5% over 3 year period.

The healthy seeds artificially fed by bean bug for one to seven days were sprouted, and 6 to 41% of the soybean sprout revealed CBD mimic to those occurred in soybean sprout from previous commercial seedlot screening experiments.

This finding is the first report to confirm that bean bug damage to pod at R<sub>8</sub> stage is directly responsible for the CBD, which did not concur with any other deleterious effects on sprouting such as reduction in hypocotyls elongation and rooting except unsightly sprout quality. However, earlier feeding either at green pod or greenish yellow pod stage(R<sub>6</sub>–early R<sub>7</sub> stage) resulted in rather severe damages, which strikingly reduced hypocotyls growth to about one forth to about two third, as well as the reduction in rates of seed germination.

4. Black Dot(BD) of cotyledon were attributed to be physiological, because no pathogen or trace of insect damage were observed by Scanning Electron Microscopy.

The Black Mottling(BM) were found frequently on the sprouts from plots, where contaminated water were recycled for a long time without change of the fresh water.

5. BM incidence, which was alleviated by NaOCl seedlot disinfection. Seed germination was adversely affected by Ethanol treatment and chitosan was bacterial growth static, rather than bactericidal

6. From seedlots, eight types of abnormal seed were sorted by color and shape, which were cultivated to soybean sprouts. Three abnormal seed such as Black rot(Br), Seed coat black spot(Bcb) and Wrinkled seed(Ws) sprouted to carry black lesion on cotyledons as shown in Fig. 21-b, c & d. The hypocotyledons were very short below 1cm long. Seed coat fractured(Scf) seeds and Unripe seeds(Us) did not germinate. However, seedlot with Brown seed coat(Bsc) or Brown hilum(Bh) did not result in any abnormalities on cotyledon of sprouts, which were surely normal.

7. Eight types of sub-normal seed comprising 6.1 % of bulky seedlot were exposed to brine assortment at 25% NaCl solution for 10 minutes: Those that were removed easily were Scf, Br, and Ws; those that germinated to normal soybean sprout were Bh and Bsc; those that are not excluded and are likely to be intermixed with healthy seeds were Pss, Us and Scb, the last one should be the one that carry the microbial pathogen or contaminates the sprouting system. This is what we are concern about.

**III. Soybean sprout productivity enhancement of domestic breeding cultivars :** The most serious problem for the production of soybean sprout are the low productivity and the lesion spot on the cotyledon. For this seed cleaning and condition of culture should be considered first of all. High efficiency seed sorter can solved some cause of these problems on seed cleaning stage and also the seed should storage in the cold room. Soybean seeds were soaked for 5 minutes before aerated for 40 minutes, floating seeds were removed at the beginning of 5 hour imbibition when the remaining seeds were soaked into water, and 3 hour aeration immediately before 6 days Underwatering culture. The temperature of culture is maintain the optimum 20~22°C by the water in the lower concrete tank.

The occurrence of lesion spot are decreased by underwatering with aerated water. The changing of water temperature low to high can reduce the lateral roots but soybean sprout productivity was decrease a little.

#### **IV. Soybean sprout processing development of domestic breeding cultivars**

Korean have been enjoying their own traditional foods as well such as Kimchi, Jang(Fermented soybean products) and Sikhae etc.. Jang has been played an important role in Korean dietary life as a good protein source as it contained a lot of degraded protein of good quality. In order to selection of the suitable soaking time by 0, 5, 10 and 20 hours,

cooking time(boiling process) by normally pressure and steam pressure, *Meju* and *cheonggukjang* fermented strain by *Asp. oryzae* and *B. subtilis*, fermentation temperature, fermentation method of *Meju* and *cheonggukjang* on soybean sprout were evaluated.

# CONTENTS

<b>Chapter 1 Introduction</b> .....	13
Section 1 Objective of Study .....	13
Section 2 Significance of Study .....	13
Section 3 Scope of Study .....	14
<b>Chapter 2 Research Background</b> .....	17
<b>Chapter 3 Contents and Results</b> .....	21
Section 1 The pest and disease survey in soybean fields, establishment of technology for environmental friendly prevention the cotyledon black syndrome .....	21
Section 2 Soybean sprout productivity enhancement of domestic breeding cultivars .....	54
Section 3 Soybean sprout processing development of domestic breeding cultivars .....	118
<b>Chapter 4. Achievement and Contribution</b> .....	193
Section 1 Achievement .....	139
Section 2 Contribution .....	195
<b>Chapter 5. Application Plan of Results</b> .....	197
Section 1 Significance of Additional Studies .....	197
Section 2 Application into Other Projects .....	197
Section 3 Plan for Industrialization .....	198
<b>Chapter 6. Information on Foreign Technology</b> .....	199
<b>Chapter 7. References</b> .....	200

# 목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요 .....	13
제 1 절 연구개발의 목적 .....	13
제 2 절 연구개발의 필요성 .....	13
제 3 절 연구개발의 범위 .....	14
제 2 장 국내외 기술개발 현황 .....	17
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 .....	21
제 1 절 나물콩 생산포 병해충조사 및 흑반병 친환경방제 기술개발 .....	21
제 2 절 국산 콩나물 생산성 향상 .....	54
제 3 절 국산 나물콩의 이용증진 기술개발 .....	118
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	193
제 1 절 목표달성도 .....	193
제 2 절 관련분야 기여도 .....	195
제 5 장 연구개발결과의 활용계획 .....	197
제 1 절 추가연구의 필요성 .....	197
제 2 절 타사업에의 응용 .....	197
제 3 절 기업화 추진방안 .....	198
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술 정보 .....	199
제 7 장 참고문헌 .....	200

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## I. 연구개발의 필요성

콩나물은 우리 몸에 필요한 무기성분과 필수 영양분 등을 함유하고 있어 예로부터 우리나라에서는 겨울철 비타민 공급원으로 애용하고 있었으며, 최근에는 무침, 각종 찜, 해장국, 샐러드 등의 아주 다양한 형태로 식품으로서의 중요한 위치를 차지하고 있다. 현재 우리나라 시장 규모는 연간 7,000억원 정도로 추산되고 더욱이 최근 광우병 등 가축의 질병으로 인한 동물성 영양급원을 대체할 식품으로서 콩나물 소비는 꾸준히 증가할 것으로 예측되고 이에 비례하여 국산 나물콩의 소비도 증가될 것으로 예상된다. 그리고 DDA, FTA 협상의 진전과 타결로 쌀 의무 도입물량의 증대로 정부에서는 국산콩의 재배와 소비를 장려하고 있으며, 나아가 무농약 콩나물이라는 친환경농산물 인증제도를 실시하여 국산 나물콩의 소비촉진과 국산 콩나물 생산업체에 수익성을 보존하는 정책을 취하고 있다.

이와 같이 내수시장의 규모가 크고 건강식품으로의 그 비중이 더욱 높아짐에도 불구하고 국산 나물콩의 여러 가지 문제점을 노출되고 있다. 국산 나물콩을 이용하여 생산된 콩나물은 수입 중국산 나물콩에 비하여 종자의 균일도, 생산수율뿐만 아니라 콩나물의 자엽에 흑반 무늬가 상대적으로 많이 형성되어 이를 제거하는 데에 과도한 노동력이 투입되어 인건비 투입뿐만 아니라 노동력 확보에 어려움이 있다. 그리고 무농약콩나물의 생산수율의 생산수율은 원료콩의 6배가 되어야 적정경영비를 확보할 수 있으나 원료콩의 품질이 불량할 경우 4배 정도로 아주 낮아 생산업체가 영세하여 저장 및 재배시설이 극히 허술할 경우 경영압박을 초래할 뿐만 아니라 단가가 1/2 이하인 수입 중국산 원료콩을 혼합하게 되는 원인이 된다. 또 무농약콩나물 인증 콩나물 생산업체의 수익성 보장하기 위하여 생산수율을 높이고 과도한 노동투입을 줄일 수 있을 정도로 원료콩의 품질이 확보되지 않는다면 국산 나물콩을 청국장, 된장 또는 간장을 생산하기 위한 메주, 두부 등의 가공용 원료로 전환시켜 손실을 최소화하는 등의 방안을 강구하여야 하나 아직 이를 이용할 있는 기술이 확립되어 있지 않아 이를 원료콩으로 이용하는 생산업체는 애로사항이 많은 실정이다.

## II. 연구개발 목적

국산 나물콩 생산증진과 이용에 있어 제거에 과도한 노동력이 투입되는 자엽의 검은 병반이 재배과정에서 오는 것인지 포장에서부터 유래되는 것인지 규명함과 아울러 생산수율이 저조한 것이 원료콩 자체에서 기인된 것인지, 저장 또는 콩나물 재배 과정에서 발생하는 문제인지를 정확히 조사하여 저수율과 흑반의 규명한 후에 처리비용을 상승시키지 않으면서도 친환경적인 개선방법 강구하고 생산업체에서 설비와 재배방법 개선을 통하여 이러한 문제점을 극복할 수 있다면 이에 관한 기술도 확립함과 아울러 콩나물을 생산하는데 이용할 수 없는 나물콩을 메주, 청국장 등 다양한 용도로 이용할 수 있는 기술을 개발함으로써 국산 나물콩을 원료로 이용

하는 생산업체의 수익성 제고로 국산 나물콩의 안정적 소비를 유도하는 데 있다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

상기 연구의 필요성 및 목적에서 언급한 바와 같이 국산 나물콩의 저 생산수율과 콩나물 자엽의 흑반이 국산콩의 생산이 이루어지는 제주도 콩 재배포장에서 기인되었는지를 현지에서 조사하고 원료콩 생산포장과 콩나물 생산업체의 생산시설을 모두 조사함으로써 원인구명이 가능하고 이에 따른 친환경적 흑반병 방제법 개발을 연구하고 다량생산이 이루어지고 있는 생산업체에서 저 생산수율과 콩나물 자엽의 흑반이 기인된 것이라면 생산업체의 시설을 이용한 이를 극복할 수 있는 기술을 개발하도록 계획하여 실험실 수준이 아닌 생산현장의 시설을 이용한 기술이 개발 되어야 현장에 바로 접목시킬 수 있을 것이므로 이를 극복할 수 있는 기초와 응용 연구는 다량생산이 이루어지는 생산업체에서 시행할 것이다.

그리고 콩나물 원료콩으로 이용할 수 없는 나물콩을 타용도로 이용하기 위한 가공기술 개발은 다량소비가 가능한 두부, 간장 및 된장의 원료인 메주, 청국장에 국한되어 있다. 두부는 제조시설 및 정화시설이 완비되어야 하기 때문에 시설비가 많이 투입되어 자금동원력이 약한 콩나물 생산업체가 운영하기에는 부적절하여 생산설비가 비교적 간편하여 투자비용이 적은 메주와 청국장의 가공에 한정하여 기술개발이 이루어지도록 추진하였다. 이를 위한 연구범위와 내용을 간략히 요약하면 다음과 같다.

#### 1. 나물콩 생산포 병해충조사 및 흑반병 친환경방제 기술개발

##### 가. 나물콩 생산포 병해충 조사

- (1) 병해(부패균) 조사 : 탄저병 및 미이라병
- (2) 종자 가해 해충 조사
- (3) 콩나물 발병 여부조사

(가) 콩나물 재배시 발생하는 흑반증상(CBS)유형 조사 : 시중에서 판매되고 있는 콩나물 흑반증상(CBS) 및 본 실험에서 재배한 콩나물의 흑반증상(CBS) 유형 조사

##### 나. 친환경 흑반병 방제방법

(1) 피해유형별 원인 규명 및 방제방법개발 :

(가) 콩나물 : 검은무늬괴사(CBD), 검은점(BD), 검은얼룩무늬(BM),

① 키토산을 이용한 방제방법

㉠ 키토산 용액의 미생물 감소효과

㉡ 키토산 용액에 나물콩 침지시간에 따른 발아율

② NaOCl과 에탄올을 이용한 방제방법

㉠ NaOCl과 에탄올의 미생물 감소효과

㉡ NaOCl과 에탄올에 나물콩 침지시간에 따른 발아율

㉢ 나물콩종자에 NaOCl, 에탄올 및 키토산 처리 후 콩나물 검은얼룩무늬(BM)

억제효과

(나) 나물콩 : 모양별 재배시 콩나물 증상

- ① NaCl을 이용한 선별방법
- ② NaCl 농도에 따른 선별
- ③ NaCl 농도와 침지시간에 따른 발아율

## 2. 국산 콩나물 생산성 향상

가. 원료콩의 실타조사

- 1) 원료콩 실타조사 : 정선전, 입고 원료콩 실타조사 및 수침시 부유유무별 조사
- 2) 종자상태별 흑반 발생 및 생산수율
- 3) 원료콩의 최적 정선방법 도출

나. 원료콩의 저장

- 1) 저장방법과 기간에 따른 발아 및 성장조사
- 2) 저장방법에 따른 기초조사 : 저장실 온도와 종자 수분함량

다. 시설운용 개선

- 1) 시설 개선
  - 가) 저수조 형태와 크기에 따른 수온변화
  - 나) 재배실의 온도 및 품온 변화
- 2) 시설운용에 따른 흑반발생과 생산수율 : 온도 변이와 관수방법

라 재배방법 개선

- 1) 원료콩 정선과 관련된 생산수율 향상방법
- 2) 원료콩 저장과 관련된 생산수율 향상방법
- 3) 시설운용과 관련된 생산수율 조사 : 저수조, 온도 (수온, 대기), 관수방법
- 4) 재배방법 개선
  - 가) 종자의 소독 및 수침 : 열처리, 종자소독
  - 나) 시설운용 및 관수방법 개선 : 재배사 온도, aeration

## 3. 국산 나물콩의 이용증진 기술개발

가. 메주 제조공정 개발

- 1) 수침 및 증자조건별 메주의 이화학적 특성
  - 가) 메주제조의 최적 수침 및 증자조건 도출
  - 나) 수침 및 증자조건별 로 제조한 메주의 화학적 성분 분석
- 2) 파쇄 및 종균배양별 메주의 이화학적 특성
  - 가) 메주제조의 최적 파쇄조건 도출 및 최적종균 선발
  - 나) 종균배양 처리에 따른 나물콩 메주의 화학적 성분 분석

3) 발효온도 조건별 메주의 이화학적 특성

가) 메주제조 최적 발효방법 도출

4) 수침 및 증자조건별 발효메주 이용 장류제조

가) 나물콩 간장의 품질특성

나) 나물콩 된장의 일반적 특성

나. 청국장 제조공정 개발

1) 수침 및 증자조건별 메주의 이화학적 특성

가) 청국장제조 최적 수침 및 증자조건 도출

나) 수침 및 증자조건별 로 제조한 청국장의 화학적 성분 분석

2) 종균배양 및 발효조건에 따른 청국장의 품질특성

가) 청국장 제조 최적 종균 첨가농도 및 발효조건 도출

나) 발효조건에 따라 제조한 나물콩 청국장의 균주동정

다) 나물콩 청국장의 향기성분 및 지방산 분석

## 제 2 장 국내외 기술개발현황

콩나물은 생산 후 소포장하여 바로 이용되기 때문에 콩나물의 부패를 방지하기 위하여 다른 식물병과는 달리 농약 사용의 제한이 있다. 또한 현재 국내의 나물콩 선별 시스템으로는 여러 가지 증상들의 저 품질 나물콩을 걸러내기는 한계가 있고, 이런 저 품질의 나물콩이 생산 시 혼입되어 콩나물의 품질에 영향을 주고 있는 실정이다. 콩나물 재배 과정 중 발생하는 병해 연구로는 종자의 변색, 발아 저해, 자엽의 무름증상 및 하배축 신장이 억제되는 현상은 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 콩나물 세균성 무름병(박 등 1997a), 하배축 뿌리에 갈색 수침상 병반은 부생세균, *Pseudomonas putida* biovar, A에 의한 콩나물 세균성부패병(박 등 1997b)등 세균에 의한 병해와 연한갈색에서 진한갈색반점으로 변하다가 세균 등에 의해 2차 감염되어 부패하는 *Collectotrichum truncatum* 및 *C. gloeosporioides*에 의한 콩나물 탄저병(김 등 2002)이 있고 *Fusarium* spp. 및 *Alternaria* sp.도 부패에 관여하는 진균으로 보고된 바 있다. 이러한 콩나물 부패를 방지하기 위한 연구로 Acetic acid, Propionic acid의 종자 침지 처리하여 부패를 억제하는 효과(박 & 최 1995)가 보고되어있고, 인산염을 이용한 산성수(pH3)를 관수하여 콩나물 재배시 부패병 방제효과(박 등 1997b)가 있는 것으로 알려져 있다. 또한 미국 FDA는 종자위생처리제로 Calcium hypochlorite (20,000 ppm) 처리를 추천하고 있다. 그러나 나물콩에 나타나는 증상의 원인이나 콩나물 재배시 이러한 증상들에 의해 나타나는 자엽의 증상에 관련한 연구는 미진한 실정이다. 콩나물은 재배 특성상 다습한 조건 하에서 생산되므로 저 품질의 나물콩에 분포하는 부패관련 미생물이 증식하기에 유리하므로 나물콩의 종자 소독이나 저 품질의 나물콩의 선별기술이 개발되어야한다. 본 연구는 소비자들이 우려하는 Food-borne pathogen의 주요 유입원을 차단하기위해 저 품질의 나물콩의 원인을 규명하고 이를 효율적으로 선별할 수 있는 기술개발과 친환경적인 방법으로 콩나물 재배시 부패병 방제로 청정콩나물 생산이 가능하게 하는 것이다.

콩나물은 우리 몸에 필요한 무기성분과 필수 영양분 등을 함유하고 있어 예로부터 우리나라에서는 겨울철 비타민 공급원으로 애용하고 있었으며, 최근에는 무침, 각종 찜, 해장국, 샐러드 등의 아주 다양한 형태로 식품으로써의 중요한 위치를 차지하고 있다. 콩나물과 용도가 유사한 숙주나물은 인구가 많은 일본, 중국, 인도 및 유럽 등에서 주로 이용되고 있는 반면, 콩나물은 우리나라에서 주로 이용되고 있다. 이러한 배경 때문에 콩나물에 대한 연구는 우리나라에서 활발하게 이루어지고 있는 실정이다. 이로 인하여 콩나물에 대한 연구는 일부 특정분야를 제외하고는 우리나라가 선도적인 위치에 있다고 할 수 있다. 따라서 상기 기술은 국외는 개념정립 단계라고 할 수 있고, 우리나라는 개념정립을 막 벗어나 기업화 단계 이전으로 평가할 수 있다.

먼저 콩나물에 관한 연구가 주로 이루어지고 있는 국내의 연구기관에서 체계적으로 행한 연구과제는 <표 1>과 같다. 그러나 이러한 과제는 재배와 관련된 기초 또는 응용 연구로서 부분적으로는 다량생산이 이루어지는 콩나물 생산업체에 바로 이용할 수 있는 결과도 일부 있으나 대부분 적용시험을 거쳐야 활용 가능한 결과이다. 특히 국내외 농업여건의 변화에서 비롯된 국산콩 재배를

장려하는 과정에서 파생되는 국산 나물콩의 문제점을 해결하기 위한 연구 내용과는 거리가 있다.

<표 1> 국내 연구기관에서 수행된 연구 과제와 활용현황

연구수행 기관	연구개발의 내용	연구개발성과의 활용현황
순천향대학교	환경친화적 콩나물 생산 및 선도유지 기술 개발	실험실 수분의 연구결과로서 다량생산 체계에 적용하기 위하여는 현장 적용시험이 필요함
한국과학기술원	친환경성 콩나물 순환재배 기술 개발	다량생산 체계에 바로 적용시킬 수 없는 응용기술이기 때문에 적용여부를 점검하여야 함
목포대학교	식물면역활성제를 이용한 콩나물의 고품질화 기술개발	재배와 관련된 기초연구로서 다량생산 체계에 적용하기 위하여는 현장 적용시험이 필요함
경북대학교	고부가가치 기능성 콩나물 개발 및 상품화	나물콩 육종과 관련된 연구로서 다양한 육성품성의 상품성 평가가 주내용임
경상대학교	환경친화형 고부가 청정콩나물의 다량생산 기술개발	다량생산 체계에 적용할 수 있는 기술로 생산성과 상품성을 고려한 재배과정을 모형화한 연구임
전북대학교	생물공학적 기법에 의한 전통 장류의 제품화 연구	메주와 청국장 등의 표준제조공정 제시. 나물콩은 메주 또는 청국장으로 가공시 품질이 가장 나쁨
한국식품개발원	전통장류용 메주생산의 산업화 연구	상기와 유사한 결과 제시

국가에서 지원하여 연구내용이 많은 과제 이외에 개별연구자들이 수행하여 발표한 논문을 정리하면 <표 2>와 같다. 콩나물과 관련된 많은 분야에서 연구가 진행되고 있으나 다량생산 업체에 바로 적용할 수 있는 기술은 극히 적은 편이다. 특히 전적으로 국산콩만 취급하는 콩나물 생산업체가 겪는 저생산수율, 자엽 흑반으로 인한 과도한 노동력 투입, 콩나물로 재배할 수 없는 국산 나물콩의 타용도 제품으로의 가공기술 미미 등에 대한 관련 연구는 전무한 실정이다.

<표 2> 콩나물 재배 및 저장과 관련된 기존 연구결과의 세부항목별 요약

구분	처리 항목		최적결과	연구 내용	참고 문헌 <sup>1)</sup>	
	항목	세부 내용				
원료콩	품종	재래종 (준저리, 오리알태 등)	소립종(12 g/100립 내외)	립중 및 품종간 차이 있음 (은하콩이 우수; 최근 육성품종 소원콩 평가 요망)	김철재 등 (1996) 김길환 (1981, 1992) 서석기 등 (1995)	
		육성품종 (은하, 소원콩 등)				
	저장	저장기간과 온도	채종 < 1년	5°C의 채습, 적어도 < 3년	최경구 등 (1992)	
물	관수수질	지하수와 상수도	무오염	중금속 및 병원성 오염	오병준 (1989)	
침종	방법	침종간격과 회수	5.5시간 4회	□ Imbibition injury와 관련 □ 수화속도를 고려	박아정 (2000)	
	온도	대기 및 침종수온	25°C ~ 30°C	침종: 온도↓, 기간↑	김동연 등 (1988)	
	소독	첨가제	Acetic, Propionic acid	0.1 ~ 0.2 %	0.1%에 2분, 20°C로 처리	박의호 등 (95)
			Sodium hypochlorite, 기타	상기 첨가제 이용이 효과적	SH 0.08%, 30분	최연식 등 (1996) 명인식 (1987)
	빛처리	광질	형광등			박아정 (2000)
		광도	75 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$			강진호 등 (2000)
	첨가제 (기능성)	종류	결론유도 불가		녹차, 키토산, 황토 등	산업체에서 특허출원한 것으로 학술 논문 극소
농도		종류간 차이 있음				

<sup>1)</sup> 대표 문헌만 명시. . 각항목별 인용문헌은 “참고자료 및 문헌”에 항목별로 정리되어 있으니 참고하시기 바람.

<표 2> 계속

구 분	처 리 항 목		최적결과	연 구 내 용	참 고 문 헌 <sup>1)</sup>
	항 목	세 부 내 용			
생 장 조 절 제	Auxins		25 ppm	주로 IAA이용 (세근↑)	강충길 등 (89, 96, 97)
	Gibberellins		2.0 mM	주로 GA <sub>3</sub> 이용	이성춘 등 (1992)
	Cytokinins		BA 4 ppm	12.5에서 4 ppm으로 감소	강충길 등(96,97), 박이정 (00)
	ABA		25 ppm	세근발생억제↓	강충길 등(1989)
	Ethylene			세근발생 일부억제↓	배경근 등 (1998)
	BA 처리 후 최초관수 (중요)		3시간	2시간 이하 세근발생	강충길 등 ('97), 강진호 등 ('00)
	* 현재 산업체에서는 IAA (auxin)와 BA의 혼합물인 인돌비를 사용				농약공업협회 (2000)
재 배	온 도	대 기	20℃	온도, 특히 관수온도가 >20℃이면 부패증가	김선림 등 (2000)
		관 수	20℃		
	관 수 방법	간 격	2~3시간	간격↑, 관수시간↓	김선림 등 (2000) 박원목 등 (1998)
		수 량 (관수시간)	4분		
		왕 복 (기준)	하면담수와 공기주입 겸 용 방법이 가장 양호	일관된 결과 없음 (박 등은 상면살수; 김 등은 상면살수후 담수; 배 등은 하면담수 방법이 양호하다는 결론)	배경근 등 (1999)
			상면살수		
	하면담수				
혼합 (왕복+하면담수)	추후 시험 필요				
빛처리	광 질	형광등	청색과 적색 유사, 50분/일	박이정 (00), Tajiri (00)	
	광 도	150 μmol	75~240 μmol 거의 유사	강진호 등 (2000)	
재 배 부 패 병원균	Erwinia carotovora subsp. carotovora	미발아종자의 부패유도 (가용성양분 ↑, 부패유도)		박원목 등 ('97, '98)	
		Pseudomonas putida		박원목 등 ('97, '98)	
		* 50여종 이상이 보고되고 있으나 위의 2종이 부패와 주로 관련		이은정 등 ('99):종자전염	
기능성 물질 첨가	처리시기 (침종, 재배기)	결론유도 불가	주로 재배기간중 처리	기특허출원된 내용 (모형화에 따른 재시험)	
	종 류		키토산, 녹차, 황토 등이 이용되나 처리농도는 다름		
	농 도				
재배 모형화	부패 및 세균 발생억제를 위한 재배의 모형화		상기 기술개발의 필요성 참고	강진호 등 (2000, 2002)	
설 비	기 구	재배수조통, 살수기, 자동 세척기, 에어쿨, 포장기 (재배 및 온도조절을 위한 관수가 핵심)	저 면 담 수 및 공기주 입 방식	다양한 장치가 개발되고 있으나 재배방식에 따라 변함	박원목 등('98), 김선림 등 ('00), 배경근 등('99)이 재배기의 형태를 달리하여 시험
	시 설	재배사, 지하수 이용 설비 (온도조절이 핵심)	지하수 (20℃ 이하)	보조장치로 기화열을 이용한 에어쿨 장치 이용	박무현 등 (1995)
가 공	메 주	표준 제조공정	수침, 증자, 파쇄, 종균배양, 발효	최적화된 제조공정 설정	신동화(98), 유진영(98)
	청국장	표준 제조공정	수침, 증자, 파쇄, 종균배양, 발효	"	"

## 제 3 장 연구개발 수행내용 및 결과

### 제 1 절 생산포 조사 및 흑반병 방제법 개발

#### 1. 서 론

콩나물 재배에서 자엽의 흑반증상(CBS)이나 검은 얼룩(BM) 등의 발생은 품질을 저하시킬 뿐만 아니라 유통과정 중 부패를 촉진시킨다. 그러나 이러한 증상들의 원인이 재배과정에서 오는 것인지 포장에서부터 유래하는 것인지 명확히 규명되어있지 않아 생산 농가에서 근본적으로 증상경감개선은 힘든 실정이다. 또한 콩나물은 생산 후 소포장하여 바로 이용되기 때문에 콩나물의 부패를 방제하기 위하여 다른 식물병과는 달리 농약 사용의 제한이 있다. 현재 국내의 나물콩 선별 시스템으로는 여러 가지증상들의 저 품질 나물콩을 걸러내기는 한계가 있고, 이런 저 품질의 나물콩이 생산시 혼입되어 콩나물의 품질에 영향을 주고 있는 실정이다. 콩나물 재배 과정 중 발생하는 병해 연구로는 종자의 변색, 발아 저해, 자엽의 무름증상 및 하배축 신장이 억제되는 현상은 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 콩나물 세균성 무름병(박 등 1997a), 하배축 뿌리에 갈색 수침상 병반은 부생세균, *Pseudomonas putida* biovar, A에 의한 콩나물 세균성부패병(박 등 1997b)등 세균에 의한 병해와 연한갈색에서 진한갈색반점으로 변하다가 세균 등에 의해 2차 감염되어 부패하는 *Collectotrichum truncatum* 및 *C. gloeosporioides*에 의한 콩나물 탄저병(김 등 2002)이 있고 *Fusarium* spp. 및 *Alternaria* sp.도 부패에 관여하는 진균으로 보고된 바 있다. 이러한 콩나물 부패를 방제하기 위한 연구로 Acetic acid, Propionic acid의 종자 침지 처리하여 부패를 억제하는 효과(박 & 최 1995)가 보고되어있고, 인산염을 이용한 산성수(pH3)를 관수하여 콩나물 재배시 부패병 방제효과(박 등 1997b)가 있는 것으로 알려져 있다. 또한 미국 FAD는 종자위생처리제로 Calcium hypochlorite (20,000 ppm) 처리를 추천하고 있다. 그러나 나물콩에 나타나는 증상의 원인이나 콩나물 재배시 이러한 증상들에 의해 나타나는 자엽의 증상에 관련한 연구는 미진한 실정이다. 콩나물은 재배 특성상 다습한 조건 하에서 생산되므로 저 품질의 나물콩에 분포하는 부패관련 미생물이 증식하기에 유리하므로 나물콩의 종자 소독이나 저 품질의 나물콩의 선별기술이 개발되어야한다. 또한 자엽의 흑반증상(CBS)이나 검은 얼룩(BM) 등의 원인을 규명하여 콩나물 재배나 원료인 나물콩 생산시 인체에 무해한 물질 처리나 병해충 방제 등으로 이러한 증상들의 발생을 경감시킬 수 있는 방법을 개발해야 한다. 본 연구는 콩나물 품질에 문제가 되는 저 품질 나물콩이 생산되는 원인을 나물콩 생산포에서부터 나물콩을 가해하는 병해충을 조사하여 관련성을 규명하고 콩나물 생산에 문제가 되는 흑반(CBS)을 친환경적으로 방제하기위해 인체에 무해한 수준으로 키토산, 에탄올, NaOCl을 처리하여 콩나물 생산 환경(미생물) 및 생산된 콩나물의 품질을 확인하였으며, 저 품질 나물콩을 제거하는 방법으로 염수선에 의한 제거방법을 사용하여 소비자들이 우려하는 Food-borne pathogen의 주요 유입원을 차단하기위해 저 품질의 나물콩

의 원인을 규명하고 이를 효율적으로 선별할 수 있는 기술개발과 친환경적인 방법으로 콩나물 재배시 부패병 방제로 청정콩나물 생산이 가능하게 하는 것이다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 공통적인 연구수행 방법

2007년과 2008년도 나물콩 병해충 조사지역으로 제주도의 대규모 경작지인 봉성리, 조수리, 금악면에서 4개의 포장을 선정하여 8월 3일부터 10월 16일까지 2주 간격으로 5회 실시하였다. 총 조사 포장 면적은 16,528.3 m<sup>2</sup>로 각 포장별 나물콩 품종과 파종 시기는 봉성리(포장 1, 보석콩) 6월 13일, 금악면(포장 2, 풍산콩) 6월 23일, 조수리(포장 3, 풍산콩)와 금악면(포장 4 풍산콩) 7월 5일이었다. 실험재료는 제주도에 2004년에서 2007년까지 수확된 풍산나물콩을 3°C의 저온창고(모델, 농산22세기)에 보관하며 사용하였다.

### 나. 처리

#### (1) 나물콩 생산포 병해충 조사

##### (가) 병해(부패균) 조사

나물콩 생산에서 가장 큰 피해를 일으키는 탄저병과 미이라병의 발생 조사 지역으로 선정된 4개 포장과 인근 포장 3곳에서 병발생률이 조사되었으며, 조사방법으로는 생산 포장의 수확 시기인 10월 중순에 각 포장 당 100주를 무작위로 선정하여 꼬투리에 나타나는 미이라병과 탄저병 증상을 육안으로 관찰하는 방법으로 병발생을 조사하였다. 콩꼬투리에 병을 일으키는 병원체를 정확하게 동정하기 위해 병든 꼬투리를 채집하여 이병조직을 ethanol(70%)에 30초, sodium hypochlorite (1%)에 60초 간 침지한 다음 멸균수에 세척하고 한천 배지(Water Agar, WA)에 치상하여 생장한 곰팡이 균사 끝을 감자한천배지(Potato Dextrose Agar, PDA)에 옮겨 25°C incubator에서 배양하였다. 한편 정밀한 순수 배양을 위해 탄저병과 미이라병의 분생자충이나 자낭각을 니들(needle)을 이용하여 콩꼬투리에서 분리하고 60°C에서 10분간 처리한 후 WA에 치상하여 분리하는 방법도 병행하였다. 병원균의 형태학적 동정은 PDA 배지에서 형성된 포자를 광학현미경으로 검경하여 분류·동정하였다.

##### (나) 종자 가해 해충 조사

제주 지역 생산 포장의 나물콩 가해 해충 조사를 위해 포장별로 25 x 15 cm 의 황색 끈끈이 판(Green Agro-Tach, Korea)을 1 m 높이에 15 m 간격으로 모두 10개를 설치하고 2주에 한 번씩 황색 끈끈이 판을 수거하여 해부현미경으로 총채벌레목(Thysanoptera), 파리목(Diptera), 나비목(Lepidoptera), 딱정벌레목(Coleoptera), 매미목(Homoptera), 메뚜기목(Orthoptera), 노린재목(Hemiptera) 등으로 구분하여 조사하였다. 또한 생산포에서 나물콩에 가장 심한 피해를 입히는 해충 중 하나인 톱다리개미허리노린재를 유인하는 페로몬 트랩(그린아그로텍)을 구입하여 선정된 4개 포장에 각각 3개씩 설치하고 8/8, 8/22, 9/5, 10/6 4회 조사하였다. 트랩 설치기간은 약 2~4주였으며 암수 구분 없이 조사하였다.

(다) 콩나물 발병 여부조사

① 콩나물 재배시 발생하는 흑반증상(CBS)유형 조사

시중에서 판매되고 있는 콩나물 흑반증상(CBS) 조사: 대형할인마트 및 소규모 연쇄점에서 봉지단위로 판매되고 있는 콩나물 100봉을 구입하여 콩나물 자엽에 주로 나타나는 흑반증상(CBS)을 유형별로 분류하여 나타나는 빈도를 조사하였다.

② 본 실험에서 재배한 콩나물의 흑반증상(CBS)유형 조사: 공시 재료(2004, 2005, 2006년 풍산나물콩)를 하면담수재배기(치수형재배기, 대덕기계공업사)를 이용하여 3시간 간격으로 30초간 물이 넘치도록 3분간 물을 공급하여 7일간 재배였으며, 재배실 온도는  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 를 유지하였다. 재배가 끝난 콩나물의 자엽에 나타나는 흑반의 유형별 발생빈도를 조사하였다.

(2) 친환경 흑반병 방제방법

(가) 피해유형별 원인 규명 및 방제방법개발

① 콩나물

㉠ 검은무늬괴사 (CBD): 시중에서 판매되고 있는 콩나물과 실험실에서 재배한 콩나물을 조사한 결과 주로 검은무늬괴사 (CBD), 검은점(BD)과 검은얼룩무늬(BM)의 세 종류의 자엽 피해 유형이 나타났다. 검은무늬괴사 (CBD)의 원인을 규명하기 위해 2006년 제주도에 수확된 풍산나물콩을 톱다리개미허리노린재(*Riptortus clavatus*)가 흡즙하게 하는 방법으로 조사하였다. 처리방법으로는 풍산나물콩종자 10개당 톱다리개미허리노린재 10마리를 투입하여 10반복으로 1주일간 사육하면서 각각 1, 3, 5, 7일간 흡즙하게 한 후 처리된 나물콩을 하면담수식으로 7일간 재배하여 자엽에 검은무늬괴사 (CBD)이 나타나는 개체수와 해배축 및 뿌리의 생장을 조사하였다. 톱다리개미허리노린재 흡즙에 의한 나물콩의 피해증상을 자세히 관찰하기 위해 광학현미경(OLYMPUS SZ61, Moticam 2000)과 전계방사형 주사전자현미경(Field Emission Scanning Electron Microscope, Philips XL 30 s FEG, Netherland)을 노린재 흡즙시 나타나는 나물콩의 특징을 관찰하였다.

㉡ 검은점 (BD): 검은점(BD)의 원인을 규명하기위해 검은점(BD)이 발생한 콩나물 자엽을 전계방사형 주사전자현미경(Field Emission Scanning Electron Microscope, Philips XL 30 s FEG, Netherland)으로 관찰하였다.

㉢ 검은얼룩무늬(BM): 검은얼룩무늬(BM)의 원인을 규명하기위해 가정용 콩나물 재배기(신창 INC)를 이용하여 재배에 사용되는 물을 교체하지 않고 2시간간격으로 5분간 상면 살수방식으로 5일간 재배하였으며 대조구로는 24시간마다 재배에 사용되는 물을 교체하여 비교 실험하였다.

① 키토산을 이용한 방법

㉣ 키토산 용액의 조제: 증류수 900ml에 HCl 4ml을 첨가하여 키토산을 각각 1, 2g을 넣

어 키토산 용액을 조제하고, 0.1 M NaOH을 이용하여 pH 5.1로 조정한 후, 최종 volume을 1000ml가 되도록 증류수를 첨가하여, syringe filter(Minisart, 0.20 $\mu$ m)로 여과하여 0.2%, 0.1% 키토산 용액을 조제하였다.

㉔ 키토산 용액의 미생물 감소효과: 제조한 키토산용액(0.2%, 0.1%)을 syringe filter(Minisart, 0.20 $\mu$ m)로 여과하여 선별된 나물콩 종자 100g을 10분간 침지 처리 후 멸균수로 3분간 씻어낸 후 멸균수 1L에 넣고 하루 동안 120 rpm으로 shaking incubator에 시간별로 1, 3, 6, 12, 18, 24시간 배양하여 미생물 생균수를 100 $\mu$ l를 TSA (Tryptic Soy Agar) 배지에 도말하여 처리구별로 조사하였다. 사용된 물의 혼탁정도를 UV-VIS spectropotometer Libras 22(Biochrom, UK)로 280nm에서 흡광도를 조사하였으며 무처리구로는 멸균수를 이용하였다.

㉕ 키토산 용액에 나물콩 침지시간에 따른 발아율  
조제된 0.2%, 0.1% 키토산용액에 나물콩 종자를 각각 1분, 5분, 10분, 20분, 30분, 1시간동안 침지시키고 흐르는 증류수로 약 3분간 세척 후 20 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C에서 가정용 콩나물 재배기(신창 INC)를 이용하여 2일간 재배하여 나물콩 발아율과 기타 증상을 조사하였으며 무처리구로는 멸균수를 이용하였다.

㉖ 키토산 처리 효과: 0.2% 키토산 용액을 30분 침지하여 증류수로 약 3분간 세척 후 20 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C에서 5일간 재배하고 하배축, 뿌리길이, 콩나물 자엽의 증상을 조사하였다.

#### ㉑ NaOCl과 에탄올을 이용한 방법

㉗ NaOCl과 에탄올의 조제: 일반시중에서 구입할 수 있는 과일 세척용 NaOCl(4%)에 증류수를 각각 1%, 0.5%가 되게 희석하여 NaOCl 용액을 조제하였다. 또한 70%와 20% 에탄올을 증류수에 희석하여 이용하였다.

㉘ NaOCl과 에탄올의 미생물 감소효과: 1%, 0.5% NaOCl과 50%, 25% 에탄올을 키토산처리 때와 마찬가지로 선별된 나물콩 종자 100g을 NaOCl용액에 10분간 에탄올에 5분간 침지 처리 후 멸균수로 3분간 씻어내고 멸균수 1L에 넣고 시간별로 배양하여 미생물 생균수와 사용된 물의 혼탁정도를 조사하였다.

㉙ NaOCl과 에탄올에 나물콩 침지시간에 따른 발아율  
조제된 1%, 0.5% NaOCl과 70%와 20%에탄올에 나물콩 종자를 각각 1분, 5분, 10분, 20분, 30분, 1시간동안 침지시키고 흐르는 증류수로 약 3분간 세척 후 20 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C에서 2일간 재배하여 나물콩 발아율 및 기타 증상을 조사하였다.

㉚ NaOCl과 에탄올효과: 0.5% NaOCl 용액 10분, 25% 에탄올에 5분 침지한 뒤 증류수로 약1분간 세척 후 20 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C에서 5일간 재배하고 하배축, 뿌리길이, 콩나물 자엽의 증상을 조사하였다.

#### ① 나물콩

㉛ 나물콩 모양별 재배시 콩나물 증상: 2007년 제주도에서 수확되어 정선을 거친 풍산 나물콩에서 정상적인 콩을 제외한 나머지 콩을 자주무늬(Pss), 검은 썩음(Br), 종피흑반(Scb), 쭉그러짐(Ws), 갈색배꼽(Bh), 종피균열(Scf), 미숙립(Us), 종피갈색(Bsc)의 8가지 증상으로 나

누어 나물콩 종자 100g 당 해당증상의 g수를 조사하였고, 8가지 증상별로 분류된 나물콩을 각각  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 에서 3일간 가정용 콩나물 재배기(신창 INC)를 이용하여 재배하였다. 2시간 간격으로 10분 동안 상면살수방식으로 재배하였으며, 12시간마다 물을 교체하였으며 조사항목으로는 하배축과 뿌리의 길이, 무게, 발아율, 1cm 이하로 자란 것을 조사하였다.

㉞ NaCl을 이용한 선별방법

㉞ NaCl 농도에 따른 선별: 2008년 제주도에서 수확되어 정선을 거친 풍산나물콩을 자주무늬(Pss), 검은 썩음(Br), 종피흑반(Scb), 쭈그러짐(Ws), 갈색배꼽(Bh), 종피균열(Scf), 미숙립(Us), 종피갈색(Bsc)의 8가지 증상으로 나누어 분류하고 각각의 증상별 나물콩을 NaCl 농도 15%, 20%, 25%, 포화용액에 각각 1분간 침지시켜 침지되지 않은 나물콩 종자를 조사하였고 증상별로 나누지 않은 나물콩 종자를 NaCl 농도별로 침지하여 8가지 증상의 검출빈도를 조사하였으며 대조구로는 정상 나물콩을 사용하였다.

㉞ NaCl 농도와 침지시간에 따른 발아율: 나물콩을 NaCl 농도 15%, 20%, 25%, 포화용액에 시간별로 각각 1분, 5분, 10분, 20분, 30분, 1시간동안 침지시키고 흐르는 증류수로 약 3분간 세척 후  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 에서 2일간 재배하여 나물콩 발아율 및 기타 증상을 조사하였다.

㉞ NaCl 용액에 의해 선별된 콩나물 생산 및 품질

2008년도 정선된 풍산나물콩을 NaCl 농도에 따라 분리하고 5일간 재배하여 최종적으로 생산된 콩나물의 품질을 조사하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 나물콩 생산포 병해충 조사

##### (1) 병해(부패균) 조사결과

제주 지역 각 포장에서 2006년에서 2008년까지 년도별로 나물콩 꼬투리로부터 탄저병과 미이라병 발생을 조사한 결과 4개의 포장에서 탄저병과 미이라병 발생율은 10%를 넘지 않았다. 또한 나물콩 재배지역의 기후변화와 농약 살포정도에 따라 두 병해 모두 4개의 포장에서 일정한 병발생 경향이 나타나지 않았다(Fig. 1, 2). 년도별 탄저병과 미이라병 발생 정도는 2006년 두 병해 모두 발생률이 높았으며 2007년 병발생이 감소하기 시작하여 2008년에는 탄저병 발생이 조금 관찰되었으나 미이라병은 거의 조사되지 않았다(Fig. 3).

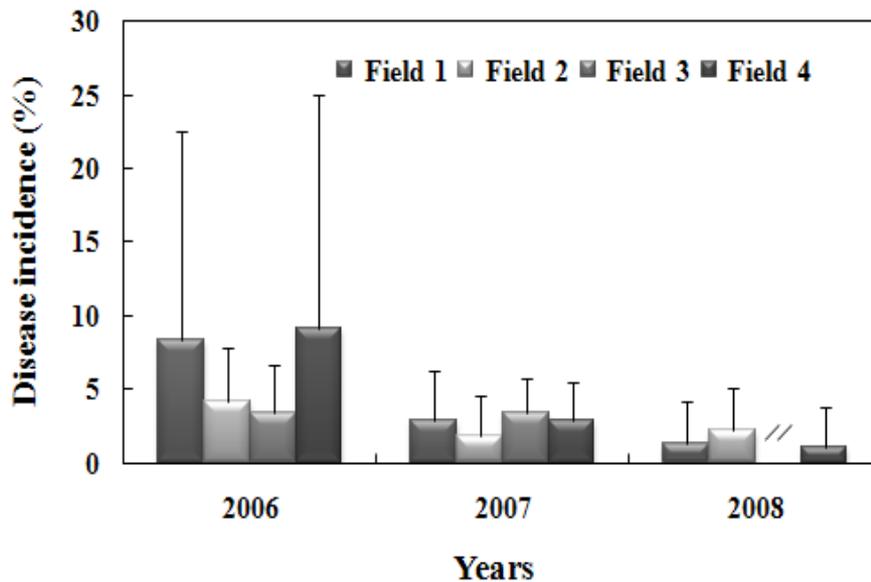


Fig. 1. Occurrence of pod anthracnose of soybean for sprouting cultivars in Jeju.

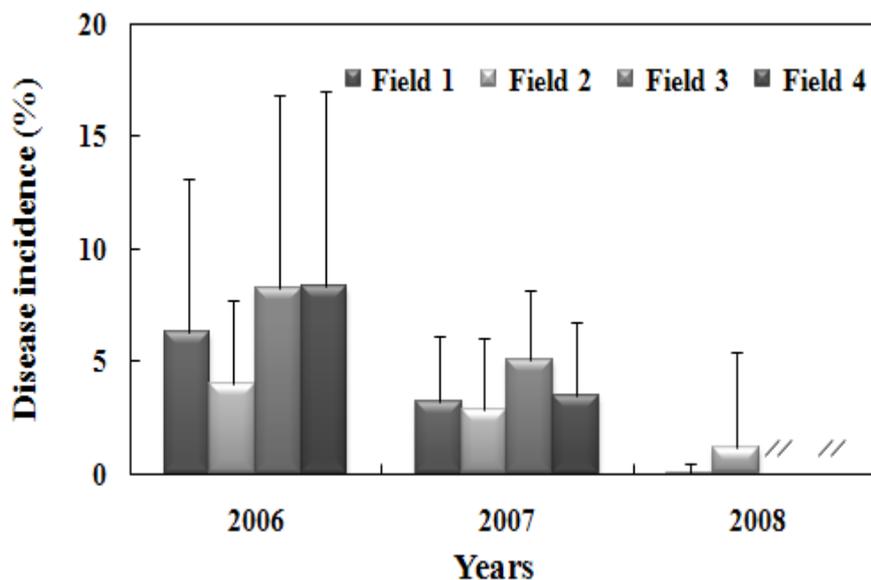


Fig. 2. Occurrence of pod blight of soybean for sprouting cultivars in Jeju.

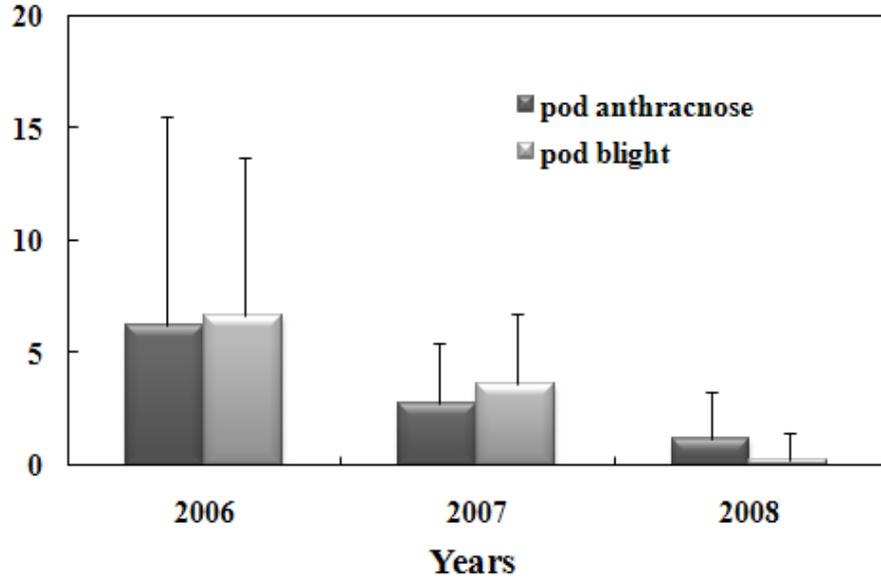


Fig. 3. Occurrence of pod anthracnose and blight of soybean for sprouting cultivars in Jeju.

#### (2) 종자 가해 해충 조사결과

제주 지역 4개 포장의 시기별 해충 발생소장을 조사한 결과 4개 포장 모두 총채벌레목과 파리목(굴파리류, 씨고자리파리)의 개체수가 딱정벌레목(풍뎅이류), 나미목(나방류), 매미목(진딧물류) 해충수보다 월등히 많았다. 포장별 총채벌레의 개체 증감추세는 9월 14일까지 조사에서는 비슷하게 나타났으나, 10월 2일 조사에서 포장 2, 3에서는 갑자기 각각 2935, 1573마리로 증가하였고 포장 1, 4에서는 개체수 변화가 크지 않았다. 파리목의 경우, 나머지 포장과 품종이 다른 포장 1의 보석콩에서는 8월 17일 갑자기 증가하였으며 나머지 포장 2, 3, 4의 풍산콩 품종은 10월 2일 각각 증가하여 수확시기까지 개체수가 유지되었다(Tables 1~4). 조사과정에서 특히 총채벌레목은 날씨와 온도변화에 개체수 증감이 민감한 것으로 나타났으며 다른 곤충들은 농약의 살포 유무에 따라 개체수 변화에 영향을 받은 것으로 추측되었다. Fig. 3은 포장별 곤충의 개체수를 더한 것으로 총채벌레목과 파리목이 다른 곤충보다 많이 분포한다는 것을 볼 수 있으며 나머지 곤충은 극히 적은 분포를 보였다. 품종이 다른 포장 1을 제외한 나머지 포장에서 총채벌레목의 수가 많으면 파리목의 수가 적고 파리목의 수가 많으면 총채벌레목의 수가 적어지는 경향을 보였다. 콩을 가해하는 해충 중에서 노린재류가 차지하는 비율이 상당한 부분을 차지하지만 포장 별 현지 조사 중에 8월 31일에 풀색노린재, 9월 14일 톱다리노린재, 풀색노린재 성충, 유충을 육안으로는 확인할 수 있었으나, 끈끈이 판에는 포집되지 않아서 실질적인 조사는 불가능 하였다.

Table 1. Fluctuation of insects population sprouting cultivar "Boseok" in soybean field No.1, Jeju.

Sampling date (month/day)	Thy <sup>a</sup>	Dip <sup>b</sup>	Col <sup>c</sup>	Lep <sup>d</sup>	Hom <sup>e</sup>	Etc.
08/03	541.3	768.3	2.0	0.7	0.0	6.9
08/17	515.0	2589.0	3.3	1.7	27.7	1.7
08/31	188.0	2024.3	35.7	1.0	13.3	2.4
09/14	278.0	414.3	22.0	3.3	0.0	1.4
10/02	267.0	1544.7	28.3	1.5	35.0	109.3

<sup>a</sup>*Thysanoptera*.

<sup>b</sup>*Diptera*.

<sup>c</sup>*Coleoptera*.

<sup>d</sup>*Lepidoptera*.

<sup>e</sup>*Homoptera*

Table 2. Fluctuation of insects population sprouting cultivar "Poongsan" in soybean field No.2, Jeju.

Sampling date (month/day)	Thy <sup>a</sup>	Dip <sup>b</sup>	Col <sup>c</sup>	Lep <sup>d</sup>	Hom <sup>e</sup>	Etc.
08/03	194.3	89.0	4.3	2.0	36.0	7.5
08/17	1347.3	360.7	32.7	0.0	7.0	1.0
08/31	33.3	631.7	30.3	1.7	3.0	2.8
09/14	334.0	106.7	32.0	6.0	1.7	2.0
10/02	2935.3	949.7	34.3	31.0	1.7	1.9

<sup>abcde</sup>Please refer to the footnote of table 1 for details.

Table 3. Fluctuation of insects population sprouting cultivar "Poongsan" in soybean field No.3, Jeju.

Sampling date (month/day)	Thy <sup>a</sup>	Dip <sup>b</sup>	Col <sup>c</sup>	Lep <sup>d</sup>	Hom <sup>e</sup>	Etc.
09/14	871.7	162.3	8.3	27.3	0.0	2.3
10/02	1573.3	4575.3	22.6	1.3	2.7	2.3
10/16	1598.2	5243.1	24.0	5.3	3.9	2.6

<sup>abcde</sup>Please refer to the footnote of table 1 for details.

※ Late sowing delayed flowering.

Table 4. Fluctuation of insects population sprouting cultivar "Poongsan" in soybean field No.4, Jeju.

Sampling date (month/day)	Thy <sup>a</sup>	Dip <sup>b</sup>	Col <sup>c</sup>	Lep <sup>d</sup>	Hom <sup>e</sup>	Etc.
09/14	412.7	75.3	17.0	2.3	1.0	2.4
10/02	315.0	1530.3	49.5	1.7	7.0	3.8
10/16	562.4	1285.2	47.8	21.5	0.0	1.5

<sup>abcde</sup>Please refer to the footnote of table 1 for details.

※ Late sowing delayed flowering.

### (3) 콩나물 발병 여부조사결과

#### (가) 콩나물 재배시 발생하는 흑반증상(CBS)유형 조사

##### ① 시중에서 판매되고 있는 콩나물 흑반증상(CBS) 조사

시중에서 판매되고 있는 콩나물과 본 실험에서 재배한 콩나물의 자엽 피해를 조사한 결과 주로 자엽 부위에 검은색 테두리 안쪽이 갈색으로 괴사하는 검은무늬괴사(CBD, Fig. 4A)과 자엽 한가운데 검은 점이 찍히는 검은점(BD, Fig. 4B) 그리고 자엽 표면에 검은 반점이 생기는 검은얼룩무늬(BM, Fig. 4C)의 세 종류의 자엽 피해 유형이 나타났다. 봉지단위로 판매되는 콩나물 자엽의 흑반증상(CBS) 비율은 검은얼룩무늬(BM)가 약 12%로 발생 빈도가 가장 높았으며 검은무늬괴사(CBD)이 10%, 검은점(BD)이 7%를 차지하였다(Fig. 5).



Fig. 4. Cotyledon black decay(A), Black dot(B) and Black mottling(C) appeared upon sprouting.

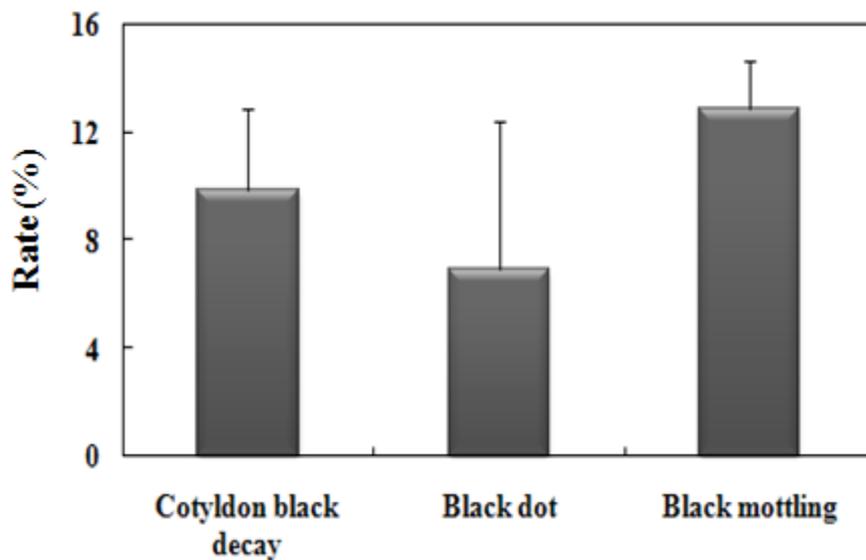


Fig. 5. Black syndromes occurred on cotyledons of soybean sprout surveyed from current soybean sprout in markets.

② 본 실험에서 재배한 콩나물 조사

공시재료(2004, 2005, 2006년 풍산나물콩)를 이용하여 콩나물을 재배하여 자엽피해를 조사한 결과 2005, 2006년 풍산나물콩에서는 검은점(BD)이 1% 이하로 낮은 피해를 보였으나 특히 2004년에 생산된 나물콩에서 검은무늬괴사(CBD)가 약 20%로 아주 심하게 발생되었으며 검은얼룩무늬(BM)는 약 2.5% 발생하였다(Fig. 6). BD와 BM의 발생유은 나물콩 생산년도에 상관없이 일정한 경향이 있었다.

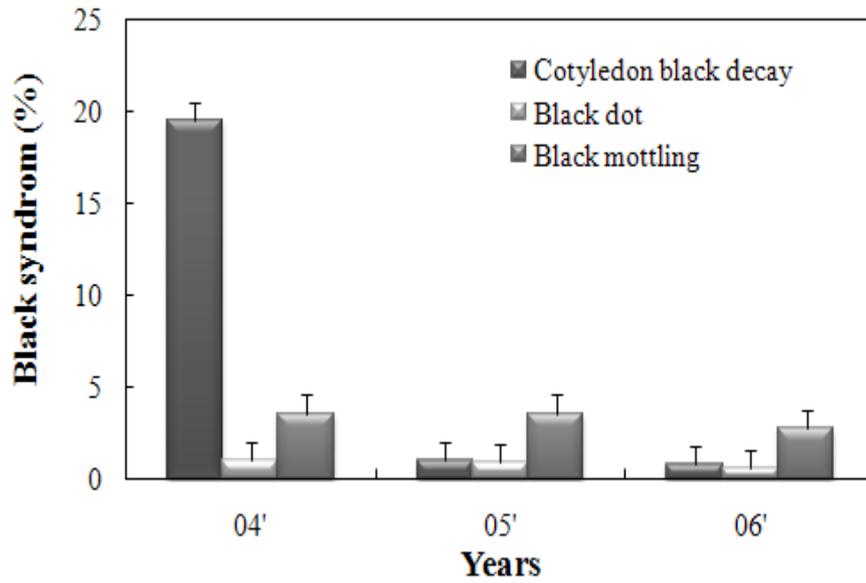


Fig. 6. Annual fluctuation of Cotyledon Black Syndrome(CBS) development on the soybean sprouts from the seedlots produced over the three years in Jeju Island. One liter of soybean seedlot samples sprouted for 7 days by watering the container for 3 minutes so as to overflow for 30 seconds at every three hour at  $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

나. 친환경 흑반병 방제

(1) 피해유형별 원인 규명

(가) 검은무늬괴사(CBD)

검은무늬괴사(CBD)의 원인을 규명하기 위해 2006년 제주도에서 수확된 풍산나물콩을 톱다리개미허리노린재(*Riptortus clavatus*)가 일수별로 흡즙하게하여 콩나물을 재배한 결과 노린재 흡즙 기간이 길어질수록 검은무늬괴사(CBD)의 수가 늘어나는 것을 관찰할 수 있었다. 또한 7일 동안 노린재가 흡즙한 나물콩의 반점형성 정도는 약 40%로 피해정도가 심하게 나타났다(Fig. 7).

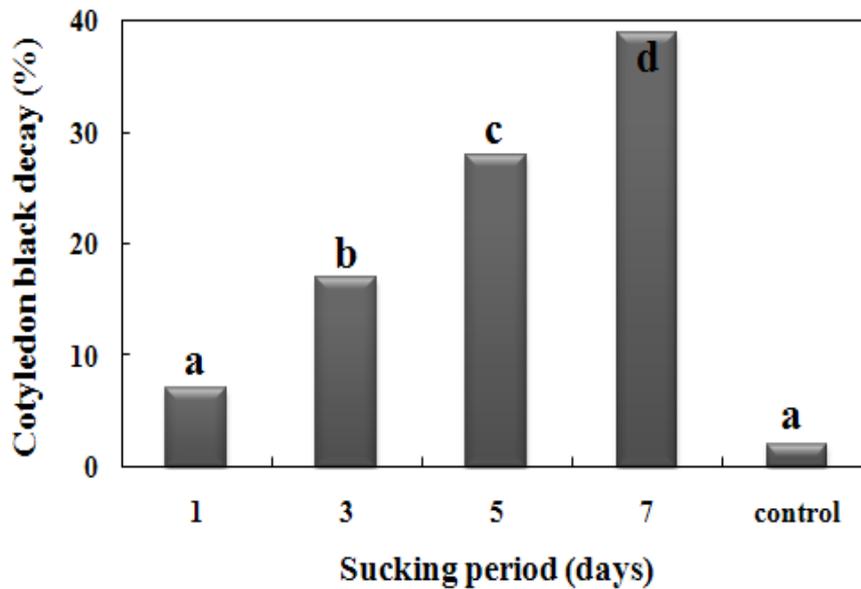


Fig. 7. Cotyledon black decay incidence of soybean sprouts in response to sucking period of hard healthy soybean seeds by bean bug. Bars corresponding to different letters differ significantly at  $p = 0.05$ .

툽다리개미허리노린재 흡즙에 의한 나물콩의 피해증상을 광학현미경을 이용하여 관찰한 결과 (Fig. 8. A, B) 노린재 구침에 의해 흡즙된 부분에는 빨대 피막이 형성되는 것을 관찰할 수 있었다. 또한 전계방사형 주사전자현미경을 이용하여 빨대 피막을 더 자세하게 관찰한 결과 나물콩 표피에서 대롱모양의 빨대피막을 관찰할 수 있었으며(Fig. 8. C), 콩의 종피를 제거한 후 관찰한 결과 자엽의 안쪽부분까지 대롱모양의 피막이 침투한 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 8. D). 이는 툽다리개미허리노린재의 흡즙에 의해 나타나는 증상이 자엽에 검은무늬괴사(CBD)로 나타나며 특히 2004, 2005, 2006년 풍산나물콩 중에서 2004년에 생산된 나물콩종자는 다른 해에 비해 툽다리개미허리노린재에 의해 많은 피해를 받은 것으로 나타났으며, 콩나물 생산에서 검은무늬괴사(CBD)를 줄이기 위해서는 우선적으로 툽다리개미허리노린재에 의한 피해를 줄여야 할 것으로 사료된다.

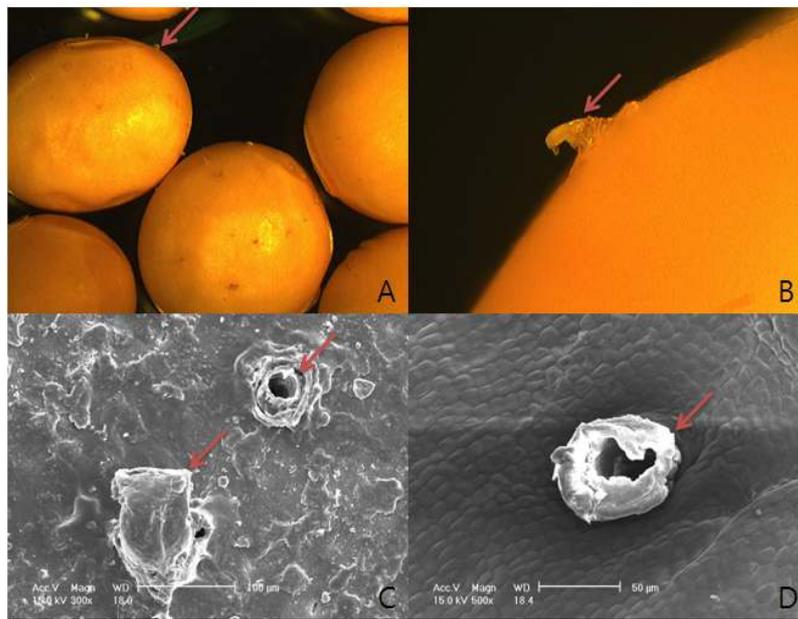


Fig. 8. The stereoscopy (8A & B) and scanning electron microscopy SEM(8C & D) of bean bug damage on the seed surface and trace of stylet sheath of bean bug attributed to feeding by *Riptortus clavatus* on soybean seed.

(나) 검은점(BD)

검은점(BD)의 원인을 규명하기위해 건전한 콩나물의 자엽과 검은점(BD)이 발생한 자엽을 수집하여 전계방사형 주사전자현미경으로 관찰한 결과(Fig. 9) 건전한 자엽(Fig. 9A)에 비해 Black spot부분이 함몰되어있는 것을 관찰할 수 있었으며(Fig. 9B), 건전한 자엽은 세포나 기공이 치밀하고 균일하게 분포된 반면(Fig. 9. B) 검은점(BD)이 발생한 부분에는 기공을 전혀 관찰할 수 없었으며 세포가 치밀하지 못하였으며 또한 밝혀지지 않은 이물질이 많이 분포하는 것을 관찰할 수 있었다. 함몰된 부분에서 미생물(세균, 곰팡이)의 흔적을 발견할 수 없었으므로 이것은 미생물에 의한 병이 아닌 생리적 원인에 의한 것으로 추측된다.

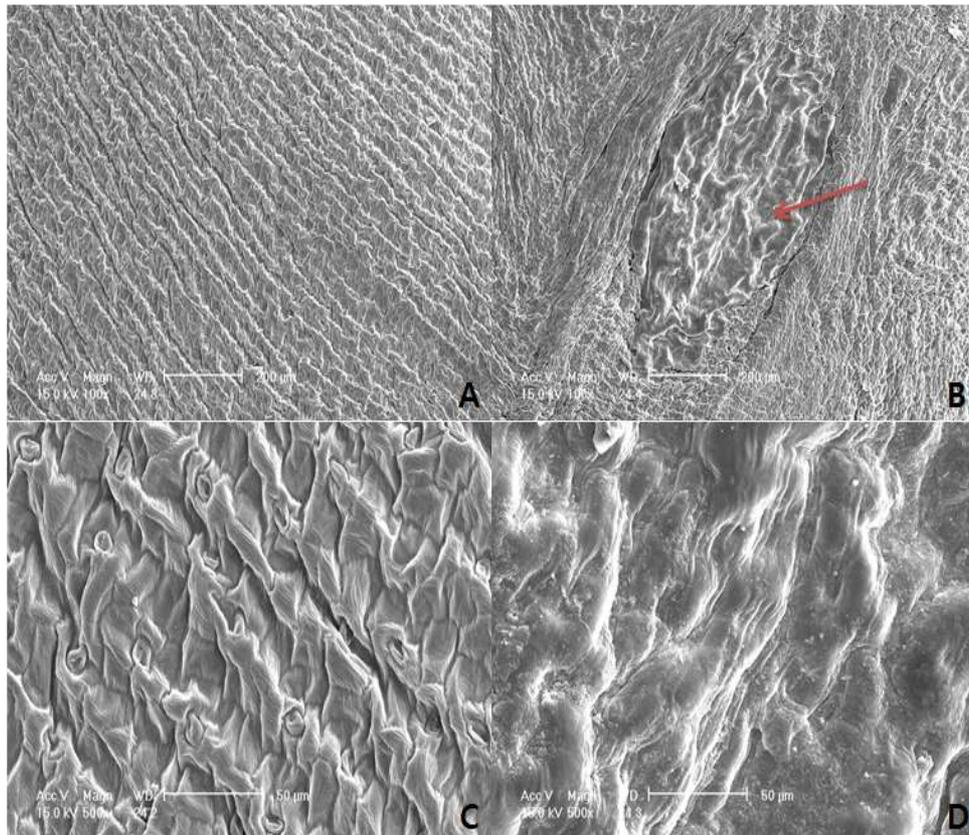


Fig. 9. Close-up view of black spot(B & D) and healthy(A & C) and tissue immediately

(다) 검은얼룩무늬(BM)

가정용 콩나물 재배기를 이용하여 콩나물재배에 사용되는 물을 교체하지 않고 연속적으로 사용한 것과 24시간마다 한번 교체하여 재배한 것을 비교하여 보았을 때 물을 교체하지 않고 재배한 콩나물의 자엽에서 검은얼룩무늬(BM)이 심하게 나타났다(Fig. 10). 이는 재배에 사용되는 물이 심하게 오염이 되어 콩나물 성장에 영향을 준 것으로 사료된다.



Fig. 10. Symptom of Black Mottling(BM) on sprout cotyledons. A; water was replaced with fresh water daily, B; water was recycled without replacing fresh water..

(라) 키토산을 이용한 방제방법

① 키토산 용액의 미생물 감소효과

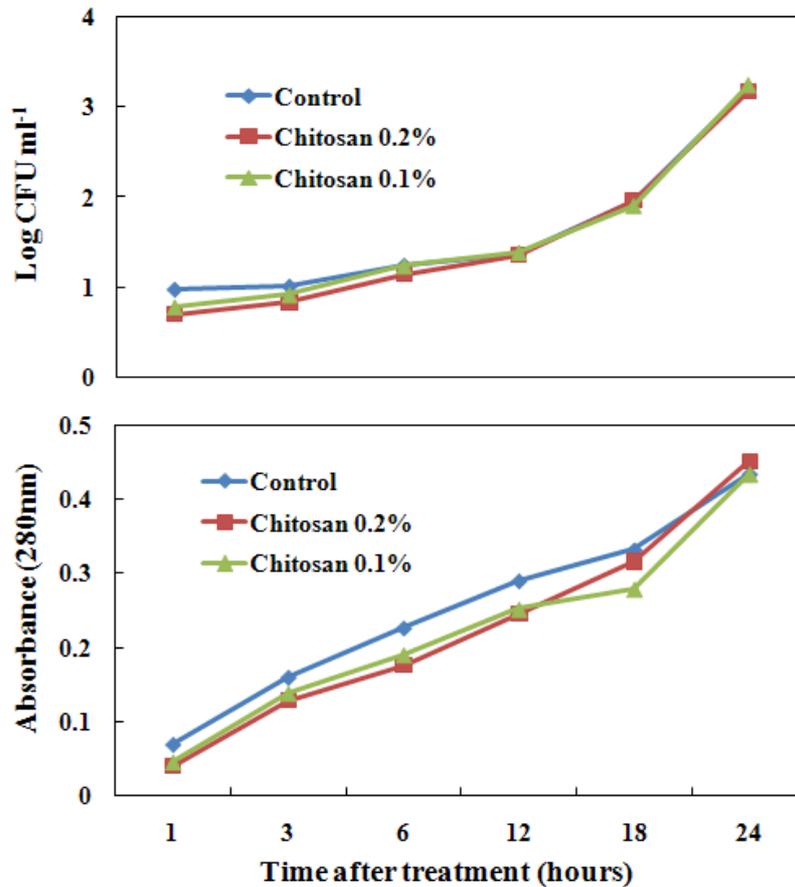


Fig. 11. Influence pre-sprouting treatment on seedlot of chitosan on microbes agents in soybean sprout culturing water.

제조한 키토산 0.2%, 0.1% 용액에 나물콩 종자를 10분간 침지 처리한 후 멸균수에 넣고 하루 동안 배양하며 미생물 생균수와 사용된 물의 혼탁정도를 조사한 결과 키토산 0.2%와 0.1% 용액 사이에 생균수는 차이가 나지 않았으며, 키토산 처리구와 무처리구를 비교하였을 때는 배양한 시간 후의 배양액에서만 조금차이가 났을 뿐 3시간 이후부터는 무처리구와 같은 경향이였다. 배양에 사용된 물의 혼탁정도를 흡광도 280nm에서 조사한 결과 무처리구의 흡광도가 키토산처리구의 흡광도보다 약간 높게 나타났으나 통계적 유의차가 나타나지 않았다(Fig. 11). 일반적으로 키토산 용액이 살균효과가 있는 것으로 알려져 있지만 본 실험에서 키토산용액에 나물콩 종자를 침지 처리하여 살균효과를 검정한 결과 미생물 감소 효과가 나타나지 않았다. 이는 키토산용액이 직접적으로 살균력이 있는 것이 아니라 미생물(세균)의 성장을 멈추게 하는 효과 (bacterial growth static effect)가 있는 것으로 판단된다.

② 키토산 용액에 나물콩 침지시간에 따른 발아율조사

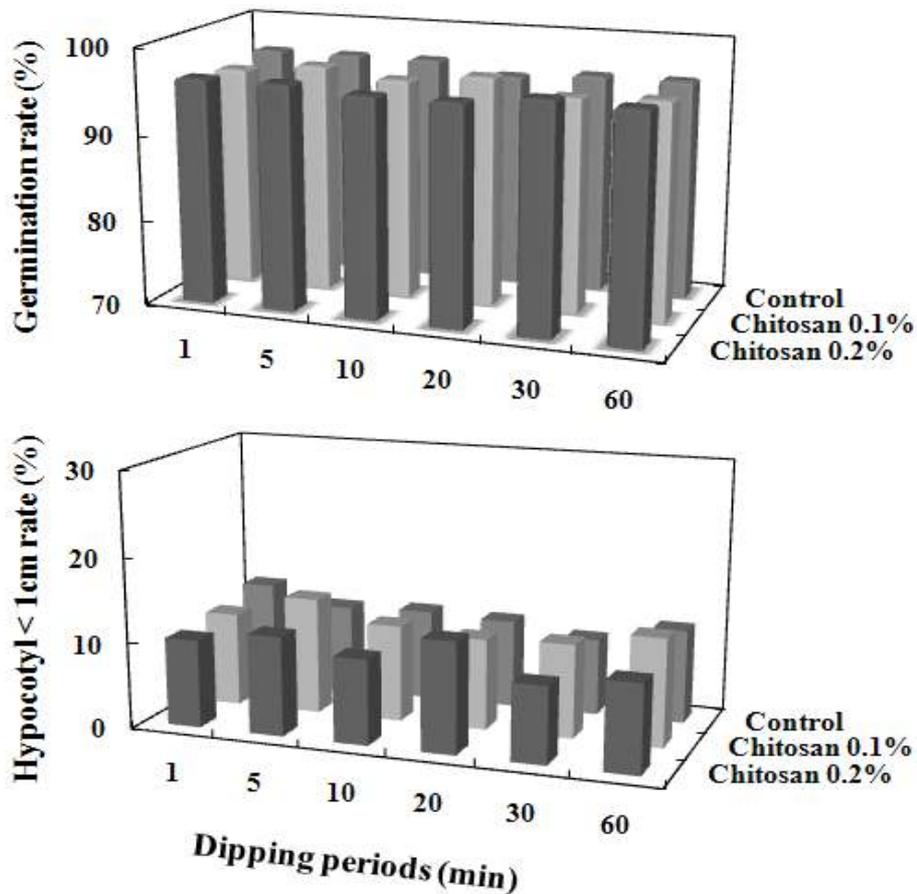


Fig. 12. Germination rate seedlots and hypocotyl length of soybean sprouts <1cm affected by dipping period of soybean grain in chitosan solution.

키토산 용액 0.2, 0.1%에 나물콩을 1, 5, 10, 20, 30, 60분 침지하여 발아율 조사와 하배축 길이가 1cm 이하인 것을 조사한 결과 발아율은 무처리구와 비교하여 키토산 농도(0.2, 0.1%)와 침지시간의 변화에 영향을 받지 않는 것으로 나타났으며 하배축 1cm 이하인 것도 무처리구와 거의 비슷한 수준으로 나타났다(Fig. 12). 0.2, 0.1% 키토산용액에 나물콩 1시간침지 처리는 콩 나물생산성에 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

(마) NaOCl 및 에탄올을 이용한 방제효과

① NaOCl 및 에탄올의 미생물 감소효과

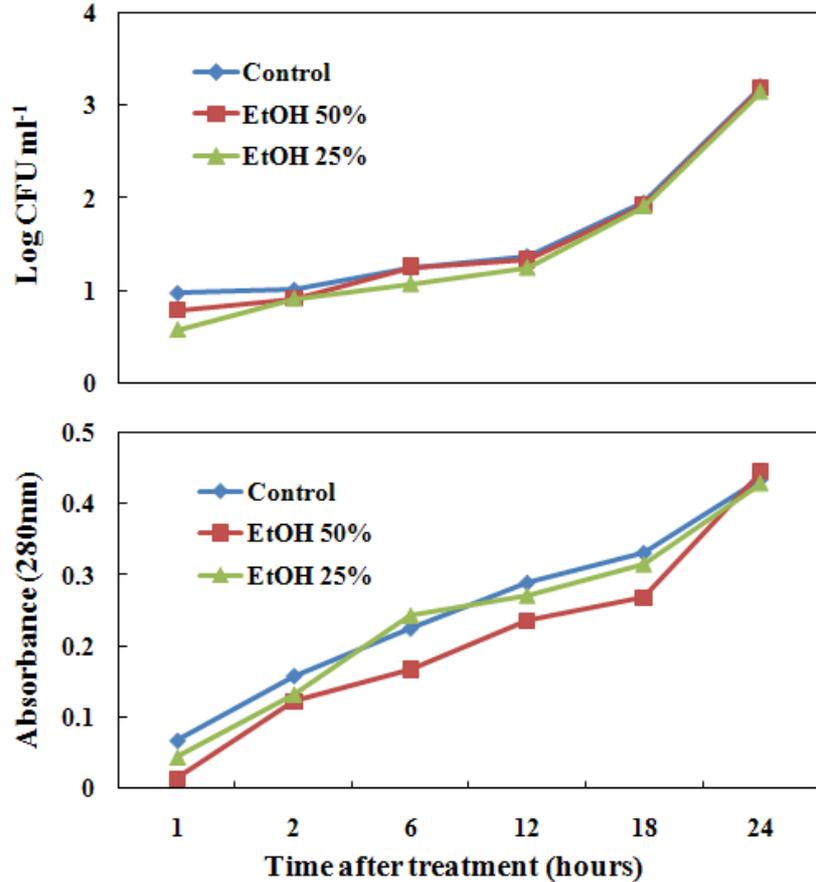


Fig. 13. Influence pre-sprouting treatment on seedlot of ethanol on microbes agents in soybean sprout culturing water.

에탄올 50%, 25%에 나물콩 종자를 5분 NaOCl 1%, 0.5% 용액에 나물콩 종자를 10분간 침지 처리한 후 멸균수에 넣고 하루 동안 배양하며 미생물 생균수와 사용된 물의 혼탁정도를 조사한 결과 에탄올 70%, 20% 용액 사이에 생균수는 차이가 나지 않았으며, 에탄올 처리구와 무처리구를 비교하였을 때는 배양 한 시간 후 에탄올 처리구의 배양액에서 생균수가 낮게 측정되었을 뿐 3시간 배양 이후부터는 무처리구와 같은 경향으로 나타났다. 에탄올 침지처리 종자 배양에 사용된 물의 혼탁정도를 측정한 결과 에탄올 50% 처리구의 흡광도가 무처리구와 에탄올 25% 처리구에 비해 흡광도가 낮게 나타나는 경향이었으나 통계적 유의차가 나타나지 않았다 (Fig. 13). 반면 NaOCl 처리구의 미생물 생균수와 사용된 물의 혼탁정도 측정 결과 키토산 처리 및 에탄올 처리구에 비해 살균력이 우수한 것으로 나타났다. NaOCl 1%와 0.5% 용액 처리구 사이에서의 미생물 생균수는 배양 18시간까지는 비슷한 수의 미생물 수가 관찰되었으나 24시간이 지나면 농도가 높은 NaOCl 1%가 좀 더 살균력이 강한 것으로 나타났다(Fig. 14).

무처리구와 NaOCl 처리구의 생균수는 배양 1시간부터 차이가 나기 시작하여 실험종료 시간인 24시간까지 많은 차이를 보였는데 NaOCl 1%와 0.5% 처리구에서 배양 6시간까지는 미생물이 전혀 검출되지 않은 반면 무처리구는 미생물이 1시간 배양 측정 시부터 24시간 까지 미생물수가 기하급수적으로 증가하였다. NaOCl 처리구와 무처리구의 사용된 물의 혼탁정도 측정을

위한 흡광도 측정결과는 무처리구에 비해 NaOCl 처리구가 낮게 측정되어 생균수 측정과 비슷한 양상으로 나타났다(Fig. 14). 배양 1시간째 흡광도 처리구에서 NaOCl 처리구와 무처리구가 비슷한 흡광도가 측정되었는데 이는 미생물의 수가 많아 높게 측정된 것이 아니라 NaOCl 처리에 의해 살균되어 죽은 세균세포의 영향으로 사료된다. 키토산, 에탄올 및 NaOCl 처리중 살균효과가 가장 뛰어난 것은 NaOCl 처리였으며 이를 실제 콩나물생산에 응용가능하며 재배때 발생하는 미생물에 의한 부패를 상당히 줄일 수 있는 것으로 사료된다.

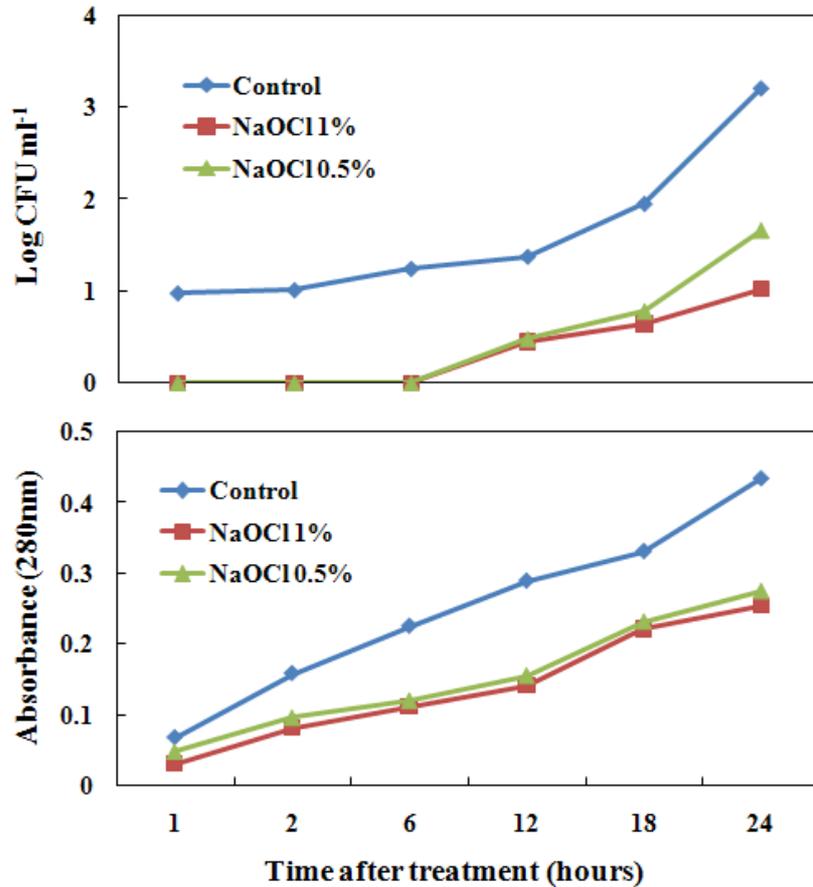


Fig. 14. Influence pre-sprouting treatment on seedlot of hypochlorite on microbes agents in soybean sprout culturing water.

② NaOCl 및 에탄올에 나물콩 침지시간에 따른 발아율조사

NaOCl 1, 0.5%에 나물콩을 침지시간별 발아율과 조사와 하배축 길이 1cm 이하인 것을 조사한 결과 발아율은 NaOCl 1%를 20분간 처리한 구에서 무처리구에 비해 약 3.3% 낮게 나타났으며 30, 60분간 처리한 구에서는 각각 6.3, 9.6%로 침지시간이 길어질수록 발아율이 낮게 나타났다. NaOCl 농도 0.5%에서는 침지처리 20분까지 무처리구와 비슷한 발아율을 보이다가 30, 60분 침지처리 한 구는 각각 1, 3.6% 정도 발아율이 감소하였다. NaOCl에 나물콩을 침지시간이 길어질수록 침지농도가 높을수록 발아율이 낮아지는 경향이였다. 하배축 1cm 이하인 것은 발아율과는 다른 양상이 나타났는데 NaOCl 침지농도와 시간에 관련 없이 무처리구와 비슷한 수준

으로 나타났다(Fig. 16). 실험결과 NaOCl을 상업적으로 이용하기 위해서는 NaOCl 1%는 10분 이하로 0.5%는 20분 이하로 나물콩 종자를 살균하여 재배하는 것이 콩나물 생산성에 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다.

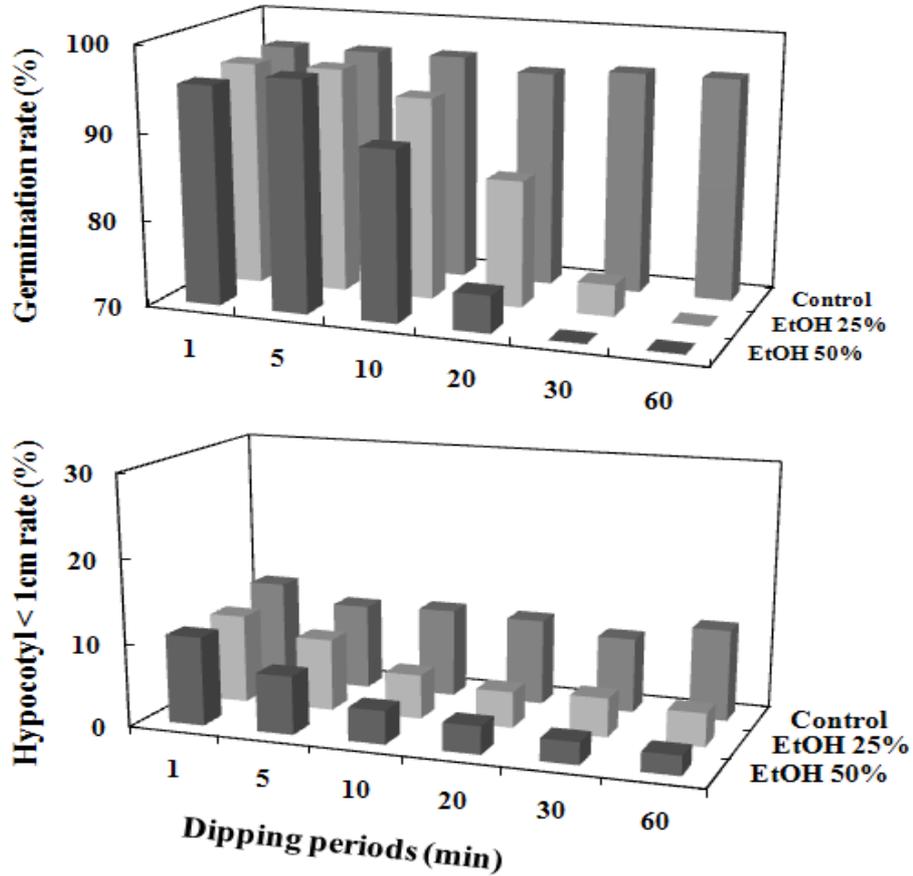


Fig. 15. Germination rate seedlots and hypocotyl length of soybean sprouts <1cm affected by dipping period of soybean grain in ethanol solution.

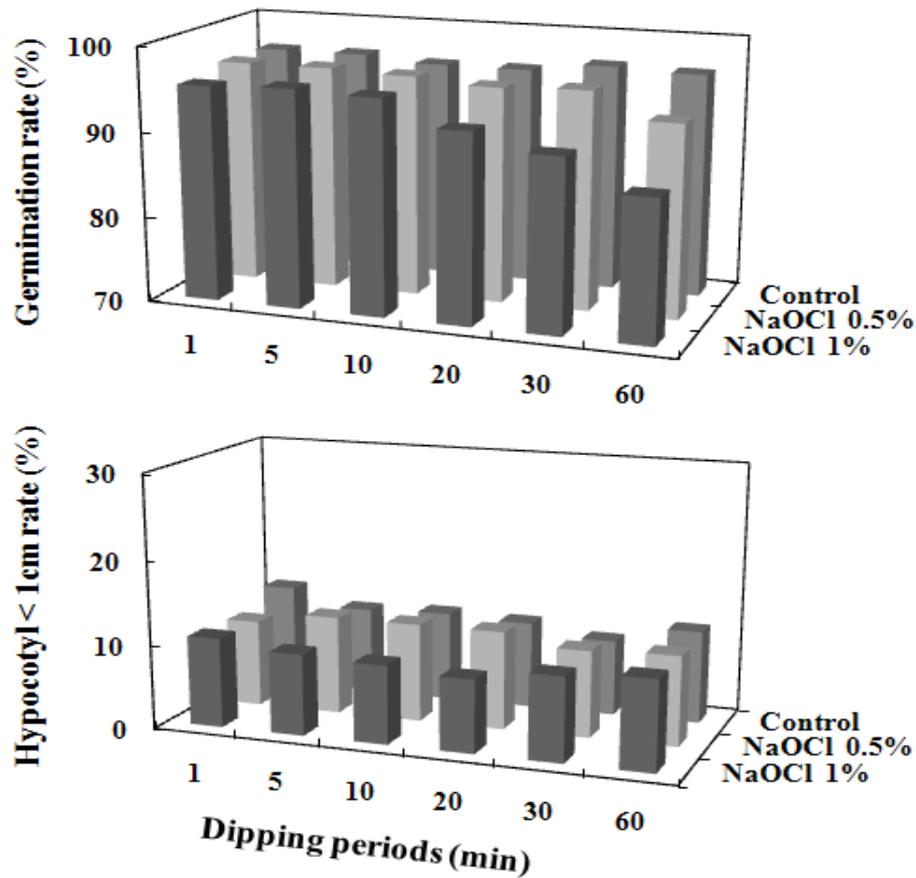


Fig. 16. Germination rate seedlots and hypocotyl length of soybean sprouts <1cm affected by dipping period of soybean grain in hypochlorite solution.

에탄올 50, 25%에 나물콩을 침지시간별 발아율 조사와 하배축 길이 1cm 이하인 것을 조사한 결과 실험에 사용한 살균능력이 있는 물질(키토산, NaOCl)중 가장 발아율이 낮게 조사되었는데 에탄올 50, 25% 모두 20분 침지 처리한 구에서 무처리구와 비교하여 각각 6.6, 3% 정도 발아율이 낮게 나타났으며, 두 농도 모두 침지처리 시간이 길어질수록 발아율이 감소하여 1시간 침지처리 구에서는 에탄올 50%는 58.3%, 25% 농도에서는 40.3%로 거의 절반정도가 발아하지 못하였으며, 에탄올 농도가 높을수록 발아율이 낮은 것으로 조사되었다. 하배축 1cm 이하인 것은 발아율 조사 결과와는 달리 에탄올 침지시간이 길어지고 농도가 높을수록 하배축 1cm 이하 개체율이 낮게 나타났다(Fig. 15). 이는 1cm 이하로 발아될 가능성이 있는 나물콩 종자의 배가 에탄올에 의해 수분이 탈수 되어 발아하지 않은 것으로 사료된다. 에탄올 침지처리 실험 결과 에탄올을 상업적으로 이용하기 위해서는 에탄올 50, 25% 모두 5분 이하로 처리로 나물콩 종자를 살균하여 재배하는 것이 콩나물 생산성에 영향을 미치지 않을 것으로 판단되었으나 미생물 감소 효과를 감안하면 콩나물 생산성증가는 기대하기 어렵다고 판단되었다.

③ 나물콩종자에 NaOCl, 에탄올 및 키토산 처리 후 콩나물 검은얼룩무늬(BM) 억제효과



Fig. 17. Effects of pre-seed-treatment of NaOCl, chitosan and ethanol on the Black Mottling(BM) incidence of soybean sprouts.

0.5% NaOCl 용액 10분, 25% 에탄올에 5분, 0.2% 키토산 용액에 30분 침지하여 세척 후  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 에서 5일간 재배하여 콩나물 자엽의 증상을 조사한 결과 미생물 감소효과가 가장 높게 나타난 NaOCl 용액 처리구에서는 자엽에 거의 아무런 증상이 나타나지 않았으며 에탄올 침지처리구에서는 발병도가 약 2.3으로 검은얼룩무늬(BM)가 약간 나타난 반면 키토산 용액 처리구는 나머지 두 처리구에 비해 발병도가 약 5로 가장 검은얼룩무늬(BM)에 의한 피해가 많이 나타났다(Fig. 17). 또한 NaOCl, chitosan 및 에탄올 침지처리가 콩나물 생장에 미치는 영향을 조사한 결과 세 처리구 모두 하배축과 뿌리의 생장이 무처리구와 비슷하여 생장에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 또한 톱다리개미허리노린재(*Riptortus clavatus*)에 의한 증상인 검은무늬괴사(CBD) 발생률은 NaOCl 에탄올 및 키토산 처리에 상관없이 1.3%로 비슷하게 나타났다(Fig. 18). 이는 노린재에 의해 피해를 받은 나물콩 종자는 내부가 괴사되어 종자소독으로 검은무늬괴사(CBD)가 없어지지 않는다는 결과가 나타났으며, 방제를 위해서는 나물콩 재배시에 톱다리개미허리노린재를 방제하는 것이 중요하다고 사료된다.

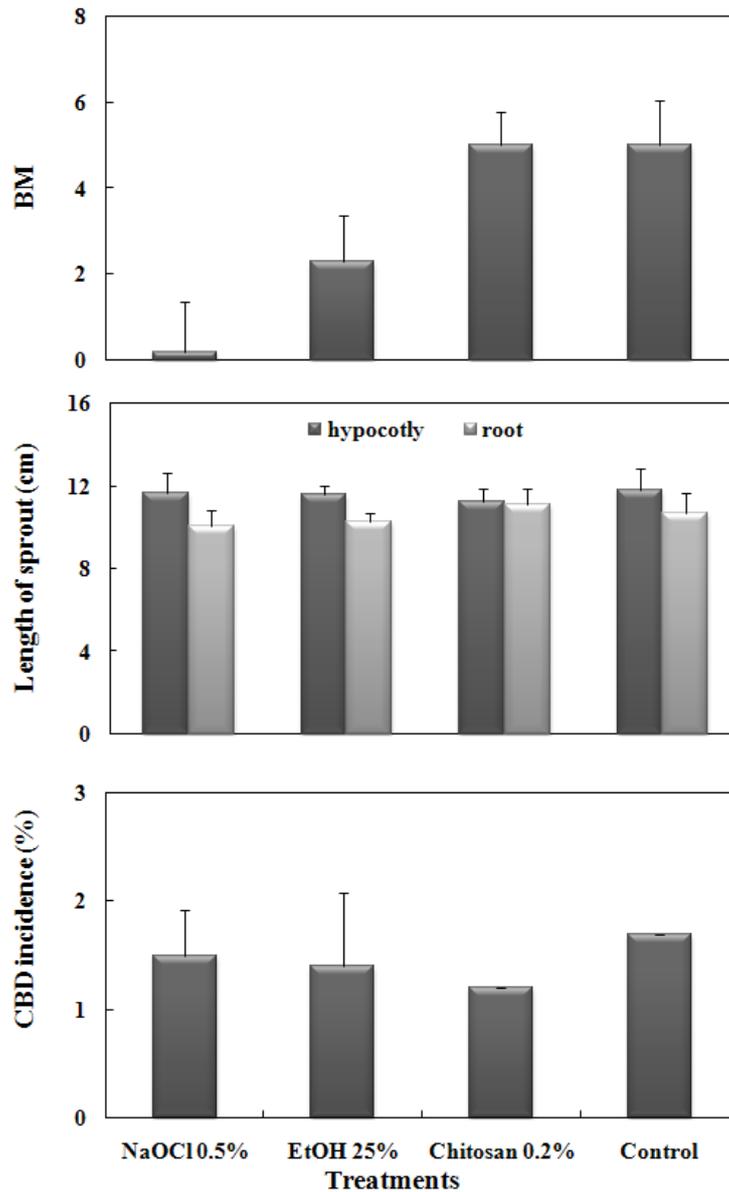


Fig. 18. Effects of pre-seed-treatment of NaOCl, chitosan and ethanol on the Black Mottling(BM) incidence, Cotyledon Black Decay(CBD) and growth of soybean sprouts.

(2) 나물콩 증상별 재배시 콩나물 증상 및 선별

(가) 나물콩 증상별 재배시 콩나물 증상

2007년 제주도에서 수확된 풍산나물콩에서 정상적인 콩을 제외한 나머지 콩을 조사한 결과 100g당 자주무늬(Pss), 검은 썩음(Br), 종피흑반(Scb), 쭈그리짐(Ws), 갈색배꼽(Bh), 종피균열(Scf), 미숙립(Us), 종피갈색(Bsc)이 각각 0.14g, 1.05g, 1.41g, 0.49g, 0.67g, 1.95g, 0.30g, 0.06g이었다.(Fig. 20). 또한 8가지 증상(Fig. 19a~h) 별로 분류된 나물콩을, 각각 재배하여 콩

나물의 모양을 조사한 결과(Fig. 21a~h) 자주무늬(Pss)는 자엽에 병징이 나타났고(Fig. 21a), 검은 썩음(Br)종자는 자엽의 상당부분이 검게 변화되는 것을 관찰하였다(Fig. 21b). 종피흑반(Scb)의 경우 콩나물 재배기간 중 종피에 남아 있다가 자엽에 옮겨지는 것을 관찰하였으며(Fig. 21c), 찌그러짐 증상(Ws)의 콩나물은 자엽에서 반점이나 얼룩이 나타났다(Fig. 21d). 갈색배꼽(Bh)은 종피가 갈색으로 변화하였지만 자엽은 정상이었으며(Fig. 21e), 종피균열(Scf)종자는 발아를 하지 않았고 종자를 반으로 쪼개었을 때 내부에 괴사조직이 관찰되었다(Fig. 21f). 미숙립(Us) 종자 역시 발아되지 않았으며 수분을 흡수하여 종자가 커진 체로만 남아있었다(Fig. 21g). 전체가 종피갈색(Bsc) 종자는 종피를 벗기면 자엽은 정상인 것으로 나타났다(Fig. 21h, h-1).

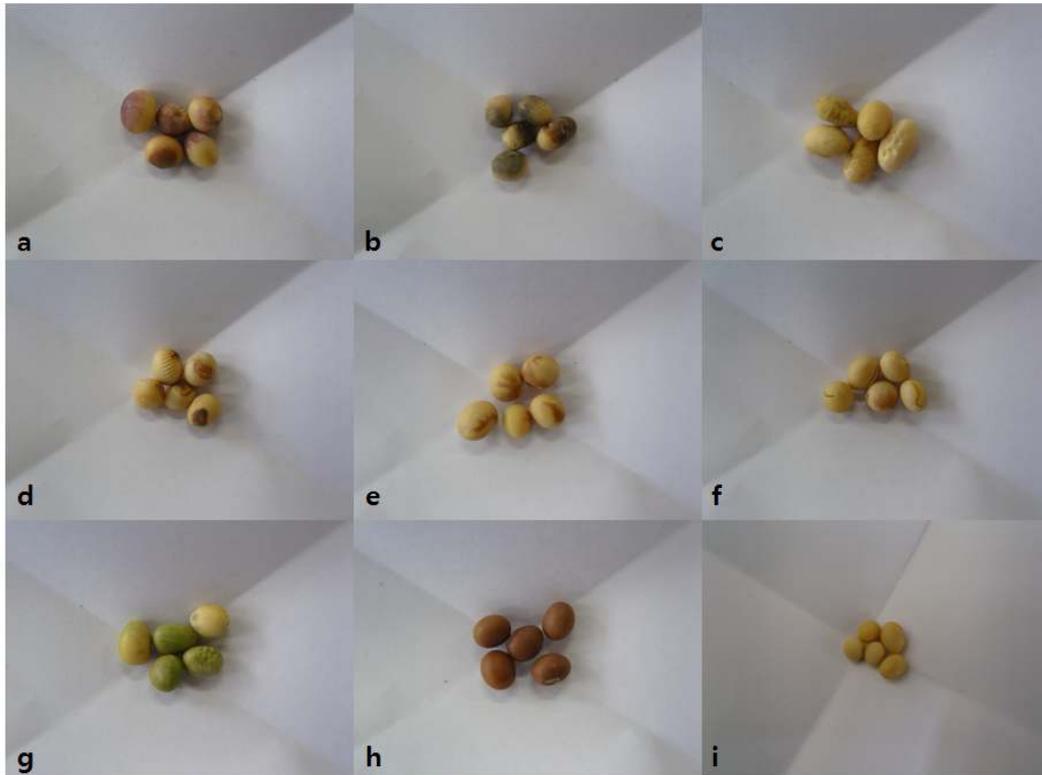


Fig. 19. Eight types of "Poongsan Namul-Kong" grain shapes: a, Purple seed stain(Pss); b, Black rot(Br); c, Seed coat black spot(Scb); d, Wrinkled seed(Ws); e, Brown hilum(Bh); f, Seed coat fracture(Scf); g, unripe seed(Us); h, Brown seed coat(Bsc); i, healthy.

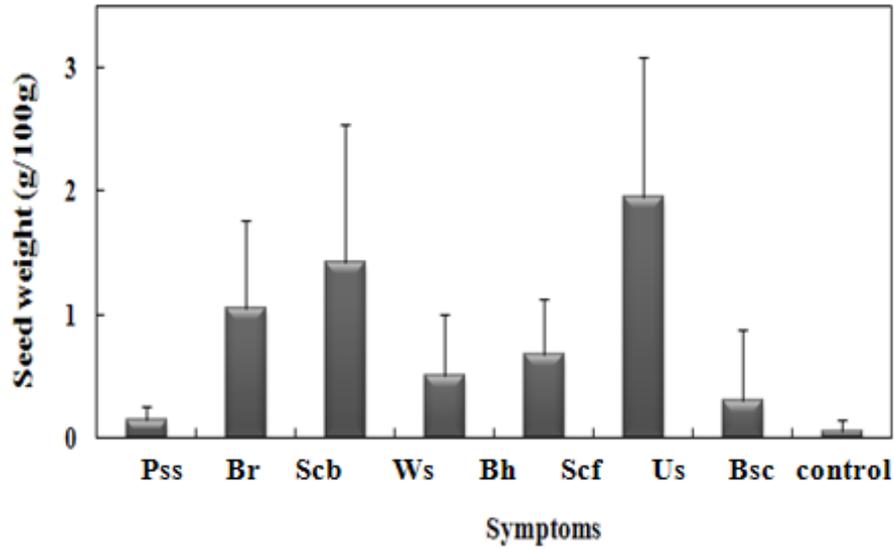


Fig. 20. Seed weight of eight types of "Poongsan NamulKong" grain shapes. Purple seed stain(Pss), Black rot(Br), Seed coat black spot(Scb), Wrinkled seed(Ws), Brown hilum(Bh), Seed coat fracture(Scf), Unripe seed(Us), Brown seed coat(Bsc).

풍산나물콩을 8가지 증상으로 나누어 분류한 후 각각을  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 3일간 재배하여 하배축의 길이와 뿌리의 길이를 조사한 결과 모든 증상이 정상 나물콩에 비해 하배축 길이가 짧았으며 정상적인 자엽을 가지고 있는 갈색배꼽인 것(Bh)과 종피갈색인 것(Bsc)의 하배축의 길이는 다른 증상들에 비해 1.7cm 정도로 길이가 길게 나타났으며, 다음으로 자주무늬(Pss)과 종피흑반(Scb) 콩나물의 하배축 길이가 각각 1.2와 1.3cm으로 나타났다. 뿌리의 길이는 역시 모든 증상이 정상 나물콩에 비해 뿌리의 길이가 짧았으며 다음으로 검은 반점(Scb), 갈색배꼽인 것(Bh), 자주무늬(Pss), 종피갈색(Bsc), 검은썩음(Br), 찌그러진 증상(Ws) 순으로 나타났다. 또한 미숙립(Us)의 나물콩 종자는 전혀 발아되지 않았으며, 종피 깨진 것(Scf)은 발아율이 0.5%이하로 아주 낮았으며 발아된 것도 정상적으로 성장하지 못하는 것으로 나타났다(Fig. 22).



Fig. 21. Features of soybean sprouts by eight kinds of soybean grain shapes: a, Purple seed stain(Pss); b, Black rot(Br); c, Seed coat black spot(Scb); d, Wrinkled seed(Ws); e, Brown hilum(Bh); f, Seed coat fracture(Scf); g, unripe seed(Us); h, Brown seed coat(Bsc); h-1, normal soybean sprout without seed coat; i, healthy.

풍산나물콩 8가지 증상에 발아율은 종피균열(Scf)과 미숙립(Us)의 증상을 가지고 있는 나물콩을 제외한 나머지 증상의 발아율은 대조구인 정상 나물콩의 발아율과 비슷하였다. 그러나 자주무늬(Pss), 검은썩음(Br), 종피흑반(Scb)과, 찌그러짐 증상(Ws)에서는 자엽에 검은 반점이나 얼룩이 생겨 콩나물의 품질에 좋지 않은 영향을 미치는 것으로 나타났다(Fig. 21). 8가지 증상에 대한 생체중은 정상 콩나물에 비해 모두 낮았고, 증상이 나타나는 나물콩은 약 6% 정도인 것을 감안하면 콩나물 생산량에 상당한 영향을 미칠 것으로 사료되었다. 하배축의 길이가 1cm 이하로 상품성이 없는 콩나물 발생량을 조사한 결과 모두 정상콩나물에 비해 발생율이 높았으며 종피균열(Scf)과 미숙립(Us)의 나물콩은 모두 발아율이 낮거나 모두 미발아하여 나타난 결과이며, 종피갈색(Bsc)인 나물콩 종자는 1cm 이하인 콩나물이 거의 나타나지 않아 정상 나물콩에 비해 하배축의 길이가 짧지만 상품으로는 가치가 있다고 판단된다. 자주무늬(Pss), 검은썩음(Br), 종피흑반(Scb), 찌그러짐 증상(Ws)은 콩나물 생산량에 영향을 미칠 것으로 사료되었다.

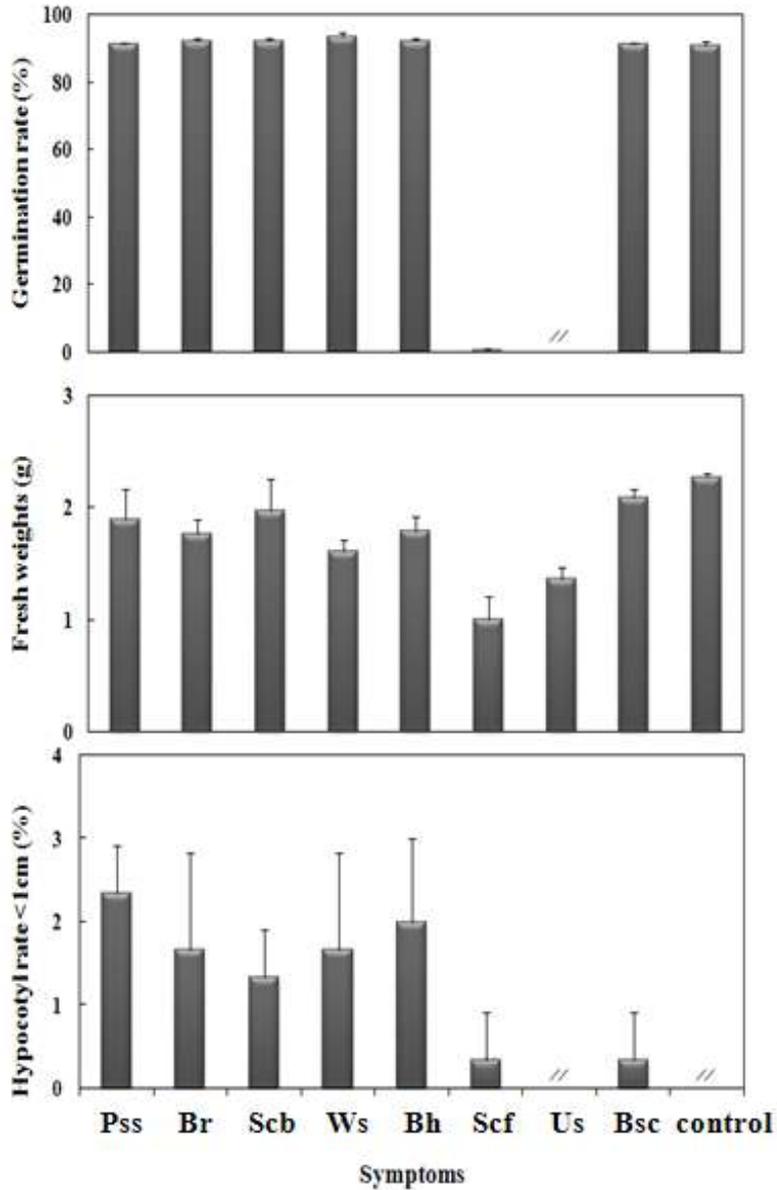


Fig. 22. Germination rate, fresh weight and hypocotyl <1cm rate of soybean sprouts by eight kinds of grain shape after sprouting culture. Purple seed stain(Pss), Black rot(Br), Seed coat black spot(Scb), Wrinkled seed(Ws), Brown hilum(Bh), Seed coat fracture(Scf), Unripe seed(Us), Brown seed coat(Bsc).

(나) NaCl 농도에 따른 선별

나물콩에서 관찰되는 일반적인 증상인 자주무늬(Pss), 검은 썩음(Br), 종피흑반(Scb), 찌그러짐(Ws), 갈색배꼽(BH), 종피균열(Scf), 미숙립(Us), 종피갈색(Bsc)의 8가지 증상의 나물콩을 NaCl 농도 15%, 20%, 25%, 포화용액에 각각 1분간 침지시켜 가라앉지 않은 나물콩 종자를 조사한 결과 NaCl 농도가 높을수록 전체적으로 많은 나물콩 종자가 부유되었으며, 증상별로는 종피균열(Scf), 검은 썩음(Br), 찌그러짐(Ws), 종피흑반(Scb), 종피갈색(Bsc), 자주무늬(Pss), 갈색배꼽(Bh), 미숙립(Us), 정상종자(control) 순으로 부유되는 비율이 높았다. 특히 선별된 나물

콩에서 가장 많이 관찰되는 종피균열(Scf) 종자는 NaCl 농도 15%, 20%, 25%와 포화용액에서 각각 35%, 71%, 85%, 99% 부유되어 우수한 선별효과가 나타났다. 다음으로 검은 썩음(Br)은 18%, 30%, 55%, 65%로 나타났으며, 찌그러짐 증상(Ws)은 14%, 31%, 36%, 39%였다. 또한 정상개체와 비슷한 발아율과 생장을 보이는 종피갈색(Bsc) 종자와 갈색배꼽(Bh)을 가진 종자는 각각 5%, 6%, 16%, 14%와 2%, 4%, 14%, 33%로 나타나 NaCl 포화용액에서 갈색배꼽(Bh) 종자를 제외하고는 상대적으로 부유 비율이 낮게 나타났다. 미숙립(Us)의 경우 대조구인 무처리구와 비교하여 NaCl 농도 15%와 20%에서 거의 부유하지 않았으나 25%와 포화용액에서 10% 정도의 선별 효과가 나타났다(Fig. 24, 25). 이러한 결과를 종합하여 볼 때 NaCl 포화용액은 정상개체로 성장 할 수 있는 종피갈색(Bsc) 종자와 갈색배꼽(Bh)을 가진 종자 까지도 부유시키는 효과가 나타나 생산성에 문제가 생길 수 있는 것으로 사료되어 두 증상을 가진 종자를 침지시키고 미숙립(Us)을 부유시킬 수 있는 25% 용액을 사용하여 불량 종자를 선별하여 제거한 후 이용하면 콩나물 생산성뿐만 아니라 품질 향상에 기여할 것으로 사료된다.

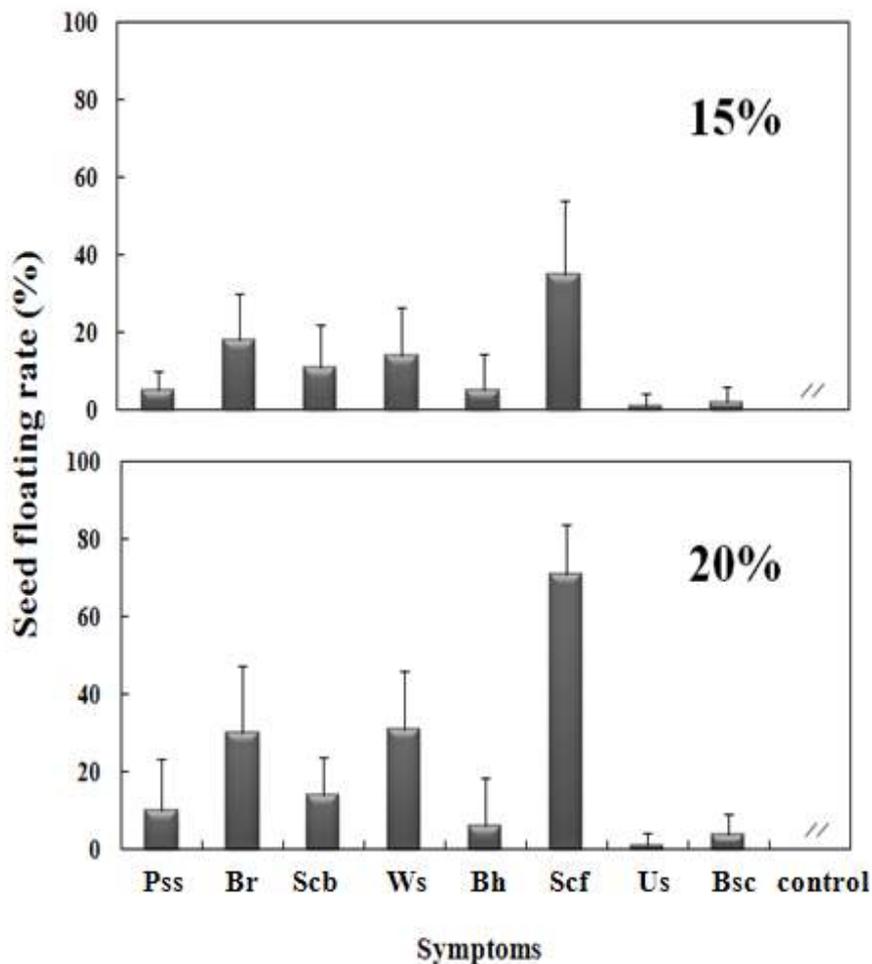


Fig. 23. Effect of sodium chloride concentration on the selection of normal soybean seeds. Purple seed stain(Pss), Black rot(Br), Seed coat black spot(Scb), Wrinkled seed(Ws), Brown hilum(Bh), Seed coat fracture(Scf), Unripe seed(Us), Brown seed coat(Bsc).

2008년도 정선된 풍산나물콩을 NaCl 농도별로 침지하여 8가지 증상의 검출빈도를 조사한 결과 증상별로는 종피균열(Scf)와 종피흑반(Scb) 증상의 나물콩 부유율이 NaCl 포화 용액에서 0.1% 이상으로 각각 0.45%와 0.16%로 높게 나타났으며, 다음으로 검은 썩음의 종자가 0.06% 부유되었으며 나머지 증상들은 모두 0.05% 이하로 낮게 부유되었다(Fig. 25). 이는 2008년도 선별된 풍산나물콩의 증상별 검출되는 양과 각 증상들이 가지는 부유력과 비교하여 볼 때 거의 같은 경향을 보이며 특히 콩나물 생산에서 많은 영향을 미치는 종피균열(Scf) 종자를 제거하는 효과가 높아 NaCl 용액을 이용한 선별은 콩나물 생산과 품질을 증대시키는데 아주 효과적이라고 사료된다.

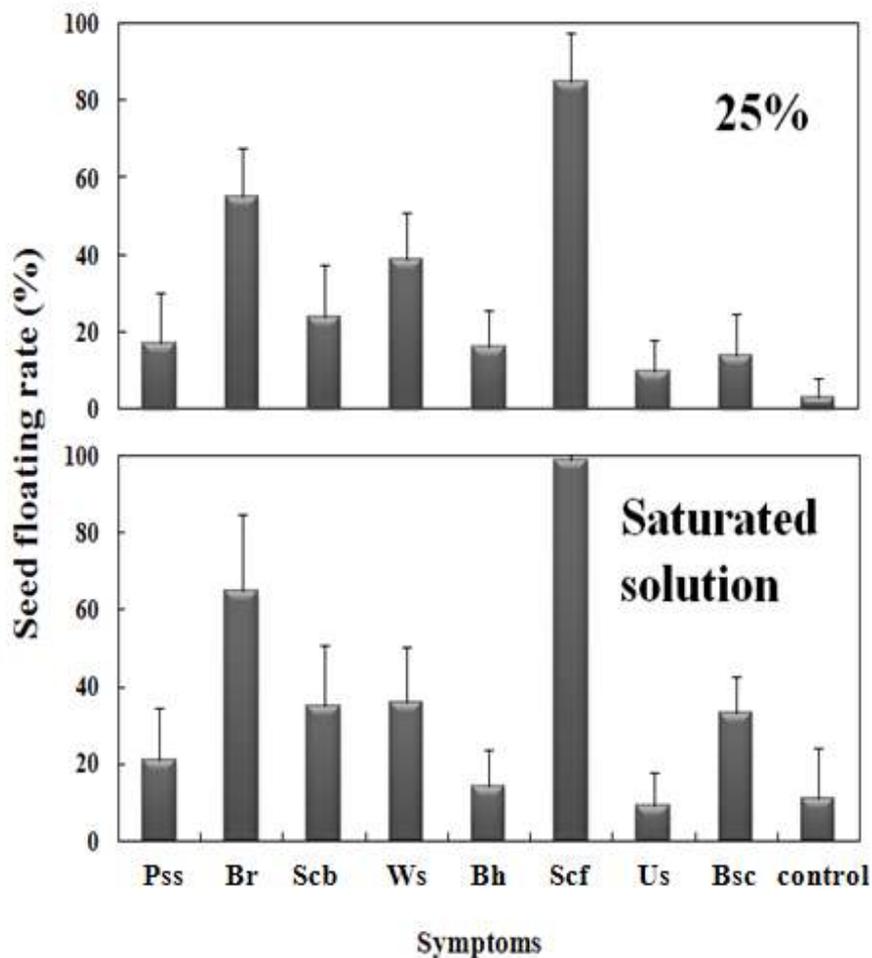


Fig. 24. Effect of sodium chloride concentration on the selection of normal soybean seeds. Purple seed stain(Pss), Black rot(Br), Seed coat black spot(Scb), Wrinkled seed(Ws), Brown hilum(Bh), Seed coat fracture(Scf), Unripe seed(Us), Brown seed coat(Bsc).

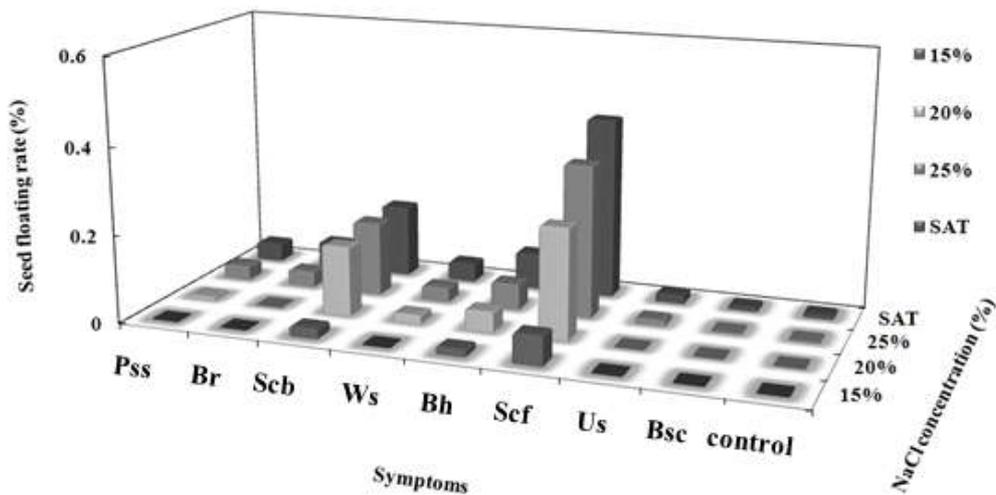


Fig. 25. Selection effect by NaCl solution in 2008 harvested soybeans. Purple seed stain(Pss), Black rot(Br), Seed coat black spot(Scb), Wrinkled seed(Ws), Brown hilum(Bh), Seed coat fracture(Scf), Unripe seed(Us), Brown seed coat(Bsc).

(다) NaCl 농도와 침지시간에 따른 발아율조사

나물콩을 NaCl 농도 25% 용액에 시간별로 각각 1분, 5분, 10분, 20분, 30분, 1시간동안 침지시켜 재배하여 나물콩 발아율을 조사한 결과 무처리구와 같은 경향이 나타난 반면 1cm 이하 개체율은 NaCl 용액에 20분 침지 처리한 구부터 개체수가 증가하여 한 시간 침지 처리한 것은 약 20% 정도 이었다.(Fig. 26). 이 결과를 종합하면 NaCl 농도 25% 용액에 10분 이하의 침지 조건은 나물콩을 침지하여 불량 종자를 충분히 선별할 수 있는 시간이기 때문에 이 조건을 실제 콩나물 생산에 적용하여 부유된 나물콩 종자를 제거하고 재배하면 1cm 이하의 상품성이 없는 개체를 5% 수준으로 줄일 수 있을 뿐만 아니라 우수한 품질의 콩나물을 생산 할 수 있을 것이라 사료된다.

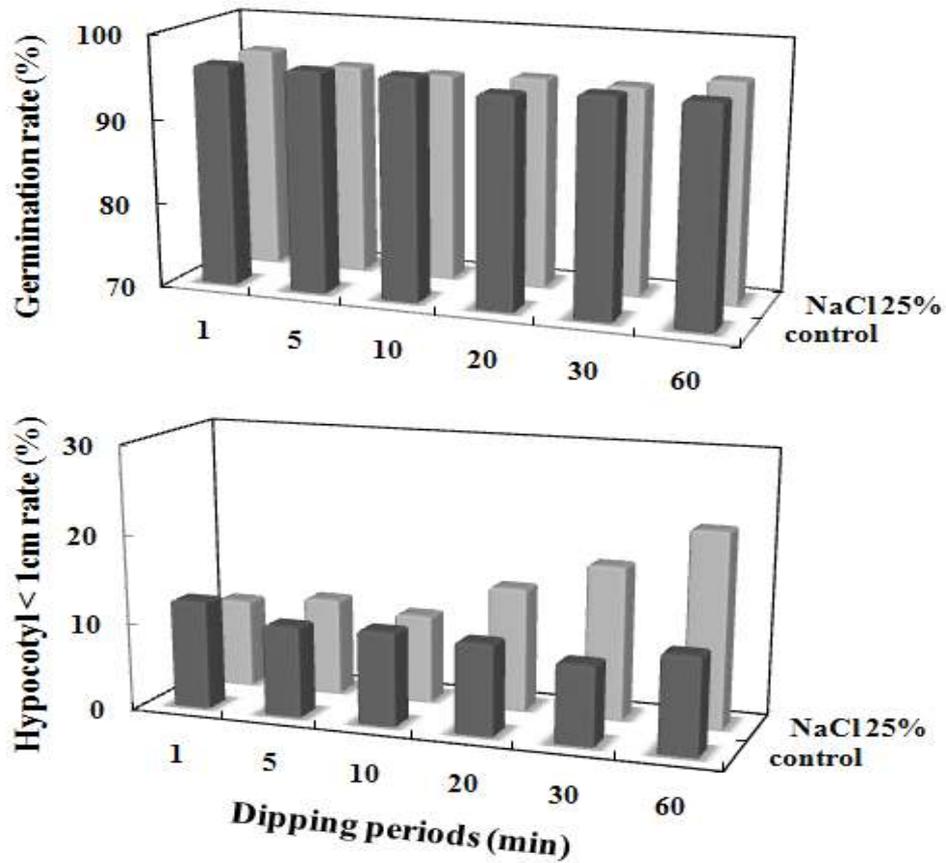


Fig. 26. Germination rate and hypocotyl length rate < 1 cm of soybean sprouts in response to selection NaCl 25% solution.

(라) NaCl 용액에 의해 선별된 콩나물 생산 및 품질조사

2008년도 풍산나물콩을 NaCl 농도에 따라 분리하고 5일간 재배하여 최종적으로 생산된 콩나물 생육을 조사한 결과 NaCl 용액 15, 20, 25% 모두 하배축 및 뿌리의 생육이 무처리구와 비교하여 차이가 나지 않은 반면 품질에는 많은 차이가 나타났는데 상품으로 인정이 되지 않는 비정상 개체율을 조사한 결과 NaCl 용액 15, 20, 25%에서 각각 무처리구와 비교하여 0.4, 8.4, 13% 정도 낮게 나타났다(Fig. 27).

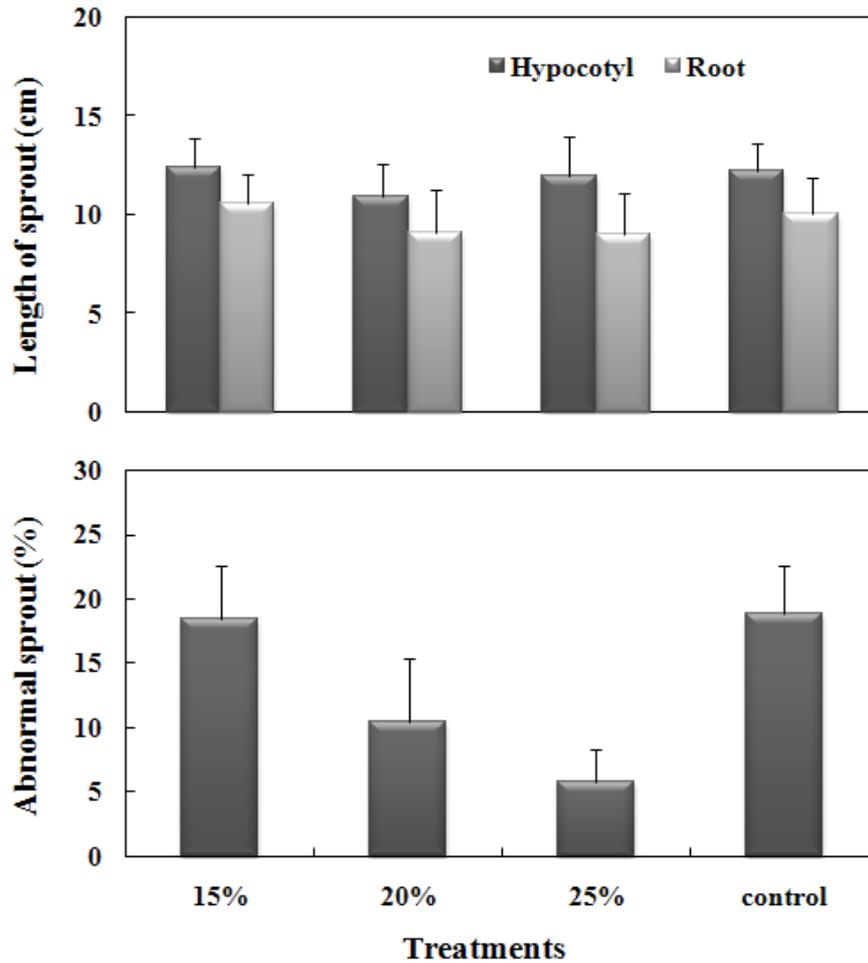


Fig. 27. Length of sprouts and rate of abnormal sprouts in response to selection by NaCl solutions.

나물콩이 미발아 하거나 비정상 개체율이 높으면 부생세균의 밀도가 높아져 콩나물 재배시 부패 위험도가 높아지는 경향이 있기 때문에 NaCl 용액에 의한 선별은 부패 위험도를 낮추기 위한 아주 효과적인 방법이고, 또한 정상적으로 생육하지 못하는 나물콩을 일차 제거함으로써 양질의 콩나물을 생산할 수 있고 상품으로 인정이 되지 않는 비정상 개체를 제거하는데 필요한 노동력을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 부패를 유발할 수 있는 비정상 개체가 혼입되는 것을 미리 방지할 수 있는 효과가 있다.

#### IV. 결과요약

##### 1. 나물콩 생산포 병해충 조사

(가) 병해(탄저병 및 미라병) 및 종자 가해 해충 조사 : 나물콩 재배지인 제주도에서 콩 탄저병과 미이라 병은 3년간 다소 차이가 있었으나 모두 10% 이하로 심한 경향은 아니었다. 황색끈끈이 트랩에 유인된 해충은 총채벌레목과 파리목이 가장 많았으며 종실가해 해충은 노린재류는 유인되지 않았을 뿐 아니라 톱다리개미허리노린재는 성 페르몬트랩에서 유인되기는 하였으나 제주도 특유의 강풍과 폭우로 인하여 유인수가 많지 않아 발생소장을 확인하기 어려웠다.

(나) 콩나물 발병 여부조사 : 콩나물 자엽의 흑반 현상유형을 검은무늬괴사, 검은 점, 검은 얼룩 등 크게 3가지로 분류할 때 2004년에 생산된 콩이 검은무늬괴사(CBD)가 20%, 검은얼룩무늬(BM)가 약 2.5% 발생하였다. 검은점(BD)은 전자현미경 사진으로 확인한 결과 병원균의 존재나 가해 현상이 확인되지 않았으므로 생리적 현상으로 추정되었고, 검은무늬괴사(CBD)는 건전한 콩을 톱다리개미허리노린재가 흡즙하면 콩의 표피에 구침 껍질(빨대피막)이 관찰 되었다. 이들 흡즙된 콩을 콩나물 재배하면 검은무늬괴사(CBD)가 재현되었으므로 이 현상은 성숙기이후 톱다리개미허리노린재 피해임이 입증 되었다. 그리고 검은 얼룩무늬 현상은 콩나물 재배시 물을 갈지 않고 계속 사용할 때 발생이 심한 것으로 나타났다. 종피의 색깔과 형태에 따라서 8종의 비정상립을 구별하여 콩나물을 재배한 결과 검은 썩음(Br)과 종피흑반(Scb), 종피쭈그러짐(Ws)이 있는 종자는 자엽에 검은 반점이 생기는 것이 확인되었으며 하배축의 길이가 1cm미만으로 종피균열(Scf) 또는 미숙립(Us)은 발아하지 않았으며 종피갈색(Bsc)이나 갈색배꼽(Bh)은 정상 개체보다 생육이 좋지 않았지만 품질 면에서는 상품으로 인정되었다.

##### 2. 친환경 흑반병 방제방법

흑반증상(CBS)을 방제하기 위하여 키토산, 에탄올, NaOCl 등에 의한 방제를 수행한 결과 NaOCl(0.5%) 종자소독이 가장 효과적이었고 콩나물 생육에 전혀 이상이 없었다. 그러나 톱다리개미허리노린재에 의한 피해 증상인 검은무늬괴사(CBD)는 제거되지 않았다. 자엽의 흑반현상(CBS)을 줄이기 위해서는 8종의 비정상적인 종자를 제거하는 것이 가장 중요한 것으로 염수선에 의한 제거 방법을 검토한 결과 25% NaCl용액으로 염수선할 때 가장 효과적 이었다.

## 제 2 절 국산 나물콩 생산성 향상

### 1. 서론

콩나물은 인체에 필요한 무기성분과 아미노산, 비타민 C를 포함한 필수 영양분을 함유하고 있을 뿐만 아니라 반찬용 무침, 비빔밥, 해장국, 샐러드 등 아주 다양한 형태로 이용되고 있다. 이러한 수요를 대처하기 위하여 우리나라에는 4,000여개의 콩나물 생산업체가 유통 원료콩으로 추정할 경우 연간 7,000억원 정도를 생산·판매하고 있는 것으로 추정되고 국산 나물콩은 내수시장의 30%인 2,000억원으로 평가되고 있어서 쌀, 고추 등 극히 일부 품목을 제외하고는 단일품목으로 가장 큰 시장을 확보하고 있다고 할 수 있다. 특히 최근에는 광우병 등 가축의 질병으로 인한 동물성 영양급원을 대체할 수 있는 식품으로서 콩나물 소비는 꾸준히 증가할 것으로 예측되고 이에 비례하여 국산 나물콩의 소비가 더욱 증가될 것으로 예상된다. 그리고 DDA, FTA 협상의 진전과 타결로 쌀 의무 도입물량의 증대로 정부에서는 국산콩의 재배와 소비를 장려하고 있으며, 나아가 무농약콩나물이라는 친환경농산물 인증제도를 실시하여 국산 나물콩의 소비촉진과 국산 콩나물 생산업체에 수익성을 보존하는 정책을 취하고 있다.

이와 같이 내수시장의 규모가 크고 건강식품으로서의 그 비중이 더욱 증가함에도 불구하고 국산 나물콩의 여러 가지 문제점을 노출하고 있다. 수입 나물콩은 양곡상회로부터 1개월 등 짧은 주기로 구입할 수 있으며 품질이 불량할 경우 반품도 가능하나 국내산 나물콩은 년중 한번 1년 소비량 전체를 매입 (대개 12월)하여야 하며 품질이 불량하더라도 반품이 불가능 한다. 또한 우량 국산나물콩이 확보되었다 하더라도 영세업체가 대부분이기 이를 저온저장고가 아닌 실내에 저장하여 종자 퇴화를 가속화 시킨다.

무농약콩나물의 생산수율은 원료콩 대비 6배가 되어야 적정경영비를 확보할 수 있으나 원료콩의 품질이 불량일 경우 4배 정도로 아주 낮아져 대부분의 콩나물 생산업체가 영세하여 저장 및 재배시설이 극히 허술하여 국산 나물콩을 원료로 이용하는 콩나물 생산업체의 경영압박을 초래할 뿐만 아니라 단가가 1/2 이하인 수입 중국산 원료콩을 혼합하는 유혹에 빠지고 있다. 또한 국산 나물콩을 이용하여 생산된 콩나물은 수입 중국산 나물콩에 비하여 종자의 균일도, 생산수율뿐만 아니라 콩나물의 자엽에 흑반 무늬가 상대적으로 많이 형성되어 이를 제거하는데에 과도한 노동력이 투입되어 인건비 투입뿐만 아니라 노동력 확보에 어려움이 있어 국산 나물콩을 원료로 이용하는 생산업체의 경영을 압박하는 등의 애로사항이 많은 실정이다.

이에 국산 나물콩의 생산수율이 저조한 원인을 규명하기 위해 원료콩 자체에 기인된 것이라면 생산업체에서 매입된 원료콩의 상태를 정확히 조사하여 종자의 정선 등 대처방법을 강구하여야 할 것이며 종자의 저장 또는 콩나물 재배 과정에서 발생하는 문제 등을 개선함과 아울러 처리비용을 상승시키지 않으면서도 친환경적인 대체방법을 강구하여야 할 것이며 생산업체에서 설비와 재배방법 개선을 통하여 이러한 문제점을 극복할 수 있는 기술을 확립하는데 본 소과제의 연구목적이 있다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 공통적인 연구수행 방법

본 연구는 경상대학교 농생명학부 농업생태학실험실과 경남 사천시 사천읍 두량리 소재 콩나물 생산회사인 초록빛마을에서 수행되었다. 시험에 이용된 재료 중에서 콩은 제주도 한경면 소재 고산농협 또는 현지에서 구입하였다. 구입종자는 시험에 이용될 때까지 3℃로 조절된 저온저장고 (모델, 농산22세기)에 보관하였다. 재배시험시 관수는 16℃ 내외의 지하수를 주로 이용하였으나, 가온이 필요하다면 온수 보일러로 22℃로 가온한 후에 사진 1과 같이 상면살수기 (자동살수기, 대덕기계공업사) 및 하면담수기 (치수형재배기, 대덕기계공업사)를 이용하여 3시간 간격으로 상면살수기는 2회 왕복 또는 하면담수기는 3분간 실시하였다. 재배실은 대기온도가 20℃ 이하로 내려갈 경우 라지에이터로 가온하여 대기온도를 20℃ 이상 유지하였다. 한편 재배실의 대기 및 관수 온도는 침수가 가능한 자동온도측정기 (Water Pro, HOBO사)를 이용하여 온도변화를 계속적으로 추적하였다.

콩나물의 재배는 각 시험항목에서 별도의 언급이 없을 경우 20℃의 물에 5시간 침종, 3시간의 aeration 후에 재배기 (하면담수 방식) 또는 재배통 (상면살수 방식)에 종자를 치상한 다음 6일간 실시하였다. 상품으로서 출하가 가능한 6일차에 이루어진 형질조사로는 발아 및 생장비율은 하배축의 길이를 기준으로 7 cm 이상, 4~7 cm, 4 cm 이하 또는 미발아 종자로 분류하여 전체에 대한 백분율로 환산하였다. 여타 형질은 4개로 분류된 것 중에서 하배축 길이가 7 cm 이상으로 상품성이 뛰어난 20개체를 취하여 세근수, 하배축 길이 및 직경, 뿌리길이, 자엽, 하배축 및 뿌리로 분리하여 이들의 생체중을 조사한 후에 75℃에 2일간 건조시켜 건물중을 측정하였다. 자엽의 흑반 발생 비율은 발생 개체수를 조산한 후 전체에 대한 비율로, 흑반의 크기는 발생된 흑반을 자엽 표면적에 대한 비율로 조사하였다.



Photo. 1. Culture system of overspraying and underwatering for soybean sprout production.

## 나. 처리

### (1) 원료콩의 선별

#### (가) 원료콩 실태조사

① 정선전 실태조사 : 국산 나물콩의 최대 생산지이며 국내 최정밀 종자정선시설을 갖춘 제주도 한경면 고산농협이 종자정선 전후의 종자상태를 알아보기 위하여 2년에 걸쳐 풍산나물콩을 대상으로 수행되었다. 고산농협의 정선시설을 이용하여 최종 종자정선이 이루어지기 전 제주도 한경면 소재 콩 재배농가에서 보통형 콤바인 [CT-2100A, (주)아세아농기계]으로 수확된 콩을 공시재료로 이용하였다. 콤바인으로 수확된 콩을 정선체로 ① 크기를 대, 중, 소로 분리하였고, 이들을 ② 형태에 따라 정상, 다른 종자, 미숙, 극소립, 이물질, 또는 ③ 손상의 정도에 따라 물리적 손상을 입은 것, 이병립, 해충가해립으로 사진 2과 같이 분류하여 그 비율을 계산하였다.



Photo. 2. Shapes of the sorted seeds before their cleaning.

② 입고 원료콩 실태조사 : 2년 동안 반복된 시험으로 원료콩의 종자정선 후, 즉 콩나물 생산회사에 공급되는 종자상태를 알아보기 위하여 국산 나물콩의 최대 생산지이며 국내 최정밀 종자정선시설을 갖춘 제주도 한경면 고산농협에 설치된 고성능 복합종자선별기 (원전산업사, 일본)로 정선된 풍산나물콩을 매입하였다. 상기 정선전 실태 조사시 행한 방법과 같이 풍산나물콩을 풍산나물콩 종자, 타품종 종자, 이물질로 분리한 후에 풍산나물콩 종자를 ① 크기를 대, 중, 소, ② 형태에 따라 정상, 미숙, 극소립, 또는 ③ 손상의 정도에 따라 무손상, 물리적 손상을 입은 것, 이병립, 해충가해립으로 분류하여 그 비율을 계산하였다.

③ 수침시 부유 유무별 조사 : 건조 나물콩을 5분간 물에 침종시킨 후에 건져서 40분간 aeration 시킨 다음 다시 물에 침종시키면 부유되는 종자는 농약살포 뿐만 아니라 자엽에 형성되는 흑반의 원인으로 작용하여 재배중 부패로 귀결되는 것으로 보고되었다 [강진호 등, 2006, 한국자원식물학회지 19(2):204-208]. 콩나물 생산회사에서 확보한 정선 종자의 상태를 보다 면밀히 관찰하고자 중립인 풍산나물콩 종자를 상기와 같이 수침 후 aeration 시킨 종자를 다시 침종할 경우 물에 가라앉는 무부유종자와 부유종자, 부유 유별별 종자상태의 비율을 측정하였다.

(가) 종자 상태별 흑반 발생 및 생산수율

① 크기에 따른 변화 : 나물콩의 종자 크기가 콩나물의 생장 및 흑반발생에 미치는 영향을 추적하고자 정선된 풍산나물콩을 대, 중, 소로 분리하여 상기 공통적인 시험수행방법에서 언급한 바와 같이 6일간 재배한 후 형태, 생장형질, 흑반 발생 및 생산수율을 조사하였다.

② 종자상태에 따른 변화 : 나물콩의 종자 상태가 콩나물의 생장 및 흑반발생에 미치는 영향을 추적하고자 정선된 풍산나물콩의 중립종자에서 관찰된 정상종자, 미성숙립, 극소립을 분리하여 상기 공통적인 시험수행방법에서 언급한 바와 같이 6일간 재배한 후 형태, 생장형질, 흑반 발생 및 생산수율을 조사하였다.

③ 흠집 (손상) 유무에 따른 변화 : 나물콩의 종자 형태가 콩나물의 생장 및 흑반발생에 미치는 영향을 추적하고자 정선된 풍산나물콩의 정상 중립종자, 이병립, 해충가해립, 물리적 손상립으로 분리하여 상기 공통적인 시험수행방법에서 언급한 바와 같이 6일간 재배한 후 생장, 형태 및 흑반발생을 조사하였다.

④ 수침시 부유 유무에 따른 변화 : 앞서 설명한 바와 같이 나물콩의 종자의 수침시 부유 유무가 콩나물의 생산수율 및 흑반발생에 미치는 영향을 추적하고자 정선된 풍산나물콩을 대상으로 시험을 계획하였으나 탈곡과 정선이 체계화된 제주도 고산농협에서 매입한 종자를 수침시 부유 유무에 따른 발아, 형태 및 생장을 추적한다는 것은 가능한 것으로 판단되어 부유종자와 무부유종자를 이용하여 상기와 같이 재배 시험을 수행하였다.

(2) 원료콩의 저장

(가) 저장 방법과 기간에 따른 발아 및 생장 조사

① 저장방법에 따른 변화 : 1차년도인 2006년도에 단명종자인 콩나물 생산원료인 콩의 저장방법에 따른 콩나물의 생산수율 및 콩나물 자엽의 흑반발생에 따른 변화와 저장설비 규모를 경감할 수 있는가를 탐색하고자 1년 전에 채종되어 계속 저온저장고에 저장된 종자와 당해년도 채종종자를 입고되는 12월 초부터 저온저장고에 저장한 후, 상기 공통적인 시험수행방법에서 언급한 바와 같이 6일간 재배한 후 형태 및 생장 형질을 조사하였다.

② 저장 기간에 따른 변화 : 1차년도인 2006년도에 단명종자인 콩나물 생산원료인 콩의 저장방법에 따른 콩나물의 생산수율 및 콩나물 자엽의 흑반발생에 따른 변화와 저장설비 규모를 경감할 수 있는가를 탐색하고자 이월종자 및 채종 당해년도 종자 모두 종자가 입고되는 12월초부터 실온에 계속 야적, 바로 저온저장을 계속하는 저온저장, 온도가 낮은 4월말까지는 야적하다가 그 이후에는 저온 저장하는 방법으로 종자를 저장한 후, 상기 공통적인 시험수행방법에서 언급한 바와 같이 6일간 재배한 후 형태 및 생장 형질을 조사하였다.

(나) 저장 방법에 따른 기초 조사.

① 저장실 온도변화 조사 : 콩나물의 생산수율은 종자의 발아능과 관련이 많다. 종자의 발아에 가장 큰 영향을 미치는 외적요인은 종자의 저장온도와 종자의 수분함수량이다. 종자는

저장 전에 일정한 수분함량으로 건조되어 저장되지만, 실내에 저장할 경우 계절에 따라 온도는 변한다. 따라서 저온저장고에 저장되지 않고, 실내에 저장되는 종자는 계절에 따라 변화되는 외부온도의 영향을 받게 되고 그 결과 생산수율과 자엽의 흑반 발생에도 영향을 미칠 것으로 예상된다. 따라서 실내에 야적되는 종자가 처하는 온도와 저온저장고의 온도 변화를 추적할 필요가 있다. 이를 위하여 춘분, 하지, 추분과 동지를 중심으로 1주일간 종자가 저장되는 실내의 온도, 저온저장고의 온도와 측후소에서 제공하는 온도를 비교하는 방법으로 저장온도의 변화를 조사하였다.

② 종자의 수분함량 변화 조사 : 상기 시험항목에서 설명한 바와 같이 원료콩의 저장과 관련하여 콩나물의 생산수율과 자엽의 흑반 발생에 가장 큰 영향을 미치는 외적요인은 종자의 저장온도와 종자의 수분함수량이다. 따라서 저장방법에 따라 저장중 콩나물 원료콩의 수분함량이 추적되어야 종자의 수분관리가 가능할 것이다. 이를 위하여 대기수분 변화가 심한 실내에 저장되는 종자와 상대적으로 수분함량이 일정한 저온저장고에 저장되는 채종 당해년도 종자와 이월종자의 수분함량을 춘분, 하지, 추분, 동지로 구분하여 조사하였다.

#### (1) 시설 운용 개선

##### (가) 시설개선

① 저수조 형태와 크기에 따른 수온변화 : 콩나물의 생장은 관수되는 물의 온도, 즉 수온과 재배실의 대기 온도의 영향을 가장 크게 받으나, 후자보다는 전자의 영향을 크게 받는다. 콩나물 재배중 관수되는 물을 저류하는 수조는 외부에 노출되어 있고 크기가 다양한 기존의 플라스틱 탱크와 최근 지하에 함몰시켜 수온의 변화를 적게 하도록 만든 지하 콘크리트 탱크로 대별된다. 따라서 이들 플라스틱 탱크와 지하 콘크리트 탱크의 수온이 측정되어 이들의 차이점이 비교 분석되어야 재배의 공정화와 이에 따른 문제점을 극복할 수 있을 것이다. 플라스틱 탱크를 수조로 이용하는 콩나물 생산업체는 5 ton의 플라스틱 수조를 1개를 이용하거나 생산량이 많을 경우 2개를 연결하여 사용하고 있다. 반면 지하탱크는 지하에 매몰되어 있고 지상부는 판넬로 씌워져 있기 때문에 수온의 변화는 거의 없다. 따라서 30 ton의 물이 저류되는 지하 콘크리트 탱크, 5 ton의 플라스틱 수조를 1개 또는 2개를 연결된 수조에서의 수온을 춘하추동 4계절로 구분하여 측정하였다.

##### (나) 재배실의 온도 및 품온 변화

① 관수 방법에 따른 변화 : 콩나물의 재배는 상면살수와 하면담수로 크게 구분된다. 상면살수 방식과 하면담수 방식으로 콩나물을 재배할 경우 부패와 관련된 재배실과 재배기내의 온도 및 품온 변화를 측정하여 이들을 비교하였다. 본 시험항목에서 상면살수 방식은 20 kg을 생산할 수 있는 플라스틱 재배통을 2단으로 포개어 쌓지 않고 1단으로 시험을 수행하였으며, 하면담수 방식은 100 kg을 생산할 수 있는 재배기를 이용하여 시험을 수행하였다.

② 재배 밀도에 따른 변화 : 콩나물의 재배는 상면살수와 하면담수 방식으로 크게 구분된다. 하면담수 방식은 재배용량이 크기 때문에 중첩 재배가 어려운 반면, 상면살수 방식은 플

라스틱 재배통의 크기에 따라 중첩재배가 가능하다. 대형재배기를 이용한 하면담수 방식과 재배통 위에 재배통을 겹쳐 재배하는 상면살수 방식으로 콩나물을 재배할 경우 부패와 관련된 재배실의 대기온도와 재배기내의 품온 변화를 측정하여 이들을 비교하였다. 본 시험항목에서 상면살수 방식은 20 kg을 생산할 수 있는 플라스틱 재배통을 2단으로 포개어 매일 상하를 교체하는 방식으로 시험을 수행하였으며, 하면담수 방식은 상기 시험항목과 같이 100 kg을 생산할 수 있는 재배기를 이용하여 시험을 수행하였다.

(가) 시설 운용에 따른 흑반발생과 생산수율.

① 온도 변이에 따른 변화 : 콩나물의 생장은 여러 가지 요인이 영향을 미칠 수 있으나 관수되는 수온의 영향을 크게 받는다. 수조에서 공급되는 수온을 측정한 결과 수온은 연간 최저 12℃, 최고 26℃ 범위로 나타났다 (그림 11). 한편 콩나물 재배시 발생하는 호흡열로 인하여 재배통 내의 온도는 상승하기 때문에 콩나물 재배에서 문제가 되는 부패를 방지하기 위하여는 콩나물 재배업체에서는 20℃ 내외로 재배를 하고 있다. 이들 최고온도와 최적온도, 최저온도로 관수온도를 달리하면서 각각 5, 6, 8일간 재배한 후 조사를 실시하였다.

② 관수 방법에 따른 변화 : 콩나물의 재배는 상면살수와 하면담수로 크게 구분된다. 이러한 상면살수 방식과 하면담수 방식 모두 3시간으로 관수간격을 같이 하였으나 상면살수 방식은 2회 왕복, 하면담수 방식은 3분으로 관수시간을 달리하여 재배한 콩나물의 생장과 흑반발생 정도를 조사하였다.

(1) 재배방법 개선

(가) 원료콩 정선과 관련된 생산수율 향상방법 설정 : 콩나물의 생산수율은 종자의 크기, 비정상종자 및 이물질의 혼입 등에 의하여 큰 영향을 받는 것으로 조사되었을 뿐만 아니라, 트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자간에는 구성비율에서 상당한 차이를 보였다. 구성비율에서 차이를 보인 트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 상기와 같이 6일간 재배하여 조사를 실시하였다.

(나) 원료콩 저장과 관련된 생산수율 향상방법 설정 : 콩나물의 생산수율은 종자의 발아능과 관련이 많다. 종자의 발아에 가장 큰 영향을 미치는 외적요인은 종자의 저장온도이다. 종자는 저장 전에 일정한 수분함량으로 건조되어 저장되지만 실내에 저장할 경우 계절에 따라 온도는 변한다. 따라서 저온저장고에 저장되지 않고 실내에 저장되는 종자는 계절에 따라 변화되는 외부온도의 영향을 받게 되고 그 결과 생산수율과 자엽의 흑반 발생에도 영향을 미칠 것으로 예상된다. 따라서 저온 저장과 실온 저장에 보관된 종자를 상기와 같이 6일간 재배하여 조사하였다.

(다) 시설 운용과 관련된 생산수율 조사 : 콩나물의 생장은 관수되는 물의 온도, 즉 수온과 재배실의 대기 온도의 영향을 크게 받는다. 콩나물 재배중 관수되는 물을 저류하는 수조

는 외부에 노출되어 있고 크기가 다양한 기존의 플라스틱 탱크와 지하에 함몰시켜 수온의 변화를 적게 하도록 만든 지하 콘크리트 탱크로 대별된다. 따라서 이들의 플라스틱 탱크와 지하 콘크리트 탱크를 이용하여 저수조의 형태, 관수 온도와 관수방법을 이용하여 상기와 같이 재배하여 조사하였다.

#### (라) 재배방법 개선

##### ① 종자의 소독 및 수침

㉞ 열처리에 따른 흑반발생 및 생산수율 : 콩나물의 부패를 방지하기 위한 여러 방안 중에서 부패병원균은 60℃에서 사멸된다는 이전의 보고 (장 등, 2005)에 의하여 원료콩을 60℃의 공기중에 15분, 30분간 처리와 60℃의 물속에 처리시간을 5분, 또는 10분, 무처리로 달리 처리한 후 콩나물 재배하여 상기와 같이 6일간 재배하여 형질조사를 실시하였다.

㉟ 종자 소독제에 따른 흑반발생 및 생산수율 : 콩나물의 부패를 방지하기 위한 0.2%의 acetic 또는 propionic acid에 2분간 처리하는 것이 효과적이라는 기존의 보고 [장 등, 2006, 韓資源誌. 19(5):606-611]가 콩나물 재배하여 판매하고 있는 대형설비를 이용할 경우에도 가능한가를 점검하고자 콩나물 재배업체에서 상기와 같이 6일간 재배하여 형질조사를 실시하였다.

##### ② 시설 운용 및 관수방법 개선

㉞ 재배사 온도에 따른 형태변화 : 콩나물의 성장 과정 중에 가장 크게 영향을 미치는 관수온도의 다양한 변화가 콩나물의 형태에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보기 위하여, 재배 기간 중 고온계속, 고온 3일후 저온 3일, 저온 3일후 고온 3일와 계속 저온의 방법으로 관수온도를 달리하면서 재배한 후 조사를 실시하였다.

㉟ 관수중 aeration 유무에 따른 변화 : 콩나물의 재배는 상면살수와 하면담수로 크게 구분된다. 대량생산이 가능한 하면담수 방식이 3분간 관수중 aeration 공급 유무로 인해 재배한 콩나물의 성장과 흑반발생 정도를 조사하였다.

### 3. 조사형질 및 방법

시험결과를 설명하는데 특별히 형질조사 방법이 언급되지 않았다면 다음과 같이 행하였다. 조사는 상품으로서 출하가 가능한 대개 6일차에 실시하였으며, 발아 및 성장비율은 하배축 길이를 기준으로 7 cm 이상 (A), 4~7 cm (B), 4 cm 이하 (C) 또는 미발아 종자 (D)로 분류하여 전체에 대한 백분율로 환산하였다. 여타 형질은 하배축 길이가 7 cm 이상인 개체를 30개체를 취하여 세근수, 하배축 길이 및 직경, 뿌리길이, 자엽, 하배축 및 뿌리로 분리하여, 이들의 생체중 및 75℃에 2일간 건조시킨 후에 이들의 건물중을 측정하였다. 세근발생 비율은 세근이 1개 이상 돌출된 개체를 전체개수에 백분율로, 개체당 세근수는 세근이 발생된 개체를 대상으로 계산하였다. 전체길이는 하배축과 뿌리 길이를 합하는 방식으로, 하배축과 뿌리 길이의 비율은 하배축 길이를 뿌리 길이로 나누는 방식으로 계산하였다. 개체당 전체 생체중과 건물중은 자엽, 하배축 및 뿌리의 생체중과 건물중을 각각 합하는 방식으로 계산하였다. 흑반 발생의 비율은 자엽에 흑반이 발생한 개체를 전체개수에 백분율 하였으며, 흑반 크기는 자엽을 4등분

하여 크기를 측정하였다. 그리고 원료콩 대비 생산수율조사는 재배전 건조 콩나물을 측정 후 6일간 재배한 후 생체중을 측정하였으며 치상된 건조 원료콩의 대비로 환산하였다.

재배실의 재배통, 재배기, 대기 및 관수 온도는 침수가 가능한 자동온도측정기 (Water Pro, Hobo Co., USA)가 항상 가운데 위치하도록 4개 방향으로 끈을 묶어 고정시킨 후에 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 원료콩의 선별

##### (1) 원료콩의 실태조사

##### (가) 정선전 실태조사

트랙터 부착용 종자수확기로 수확된 종자를 풍산나물콩 재배농가에서 매입한 나물콩 종자상태를 조사한 결과 그림 1, 2와 같다. 먼저 1차년도 정선되지 않은 종자는 대립 5.9%, 중립 85.1%, 소립 9.0%의 비율을 보였으며 2차년도에서는 대립 22.4%, 중립 72.9%, 소립 4.7%의 비율을 보였다. 이는 1차년도에 비해 2차년도에서 중립은 줄고, 대립과 소립은 많은 경향을 보였다. 이들을 더욱 정밀하게 조사하였던바 1차년도 대립은 해충가해립은 7.5%, 이병립 1.4%, 물리적 손상을 입은 립 1.8%, 이물질 3.2%가 혼입되어 있었으며, 2차년도에서는 해충가해립은 0.01%, 이병립 1.4%, 물리적 손상을 입은 립 7.4%, 이물질 0.33%가 혼입되어 있었다. 중립은 해충가해립은 8.2%, 이병립 1.3%, 물리적 손상을 입은 립 0.48%가, 2차년도에서는 이병립 3.8%, 물리적 손상을 입은 립 3.7%, 이물질 0.01%, 미성숙립 0.16%가 혼입되었다. 소립은 해충가해립은 7.6%, 이병립 8.4%, 물리적 손상을 입은 립 6.6%, 이물질 0.75%, 타품종 0.1%, 극소립 1.4%, 미성숙립 0.5%가 혼입되어 있는 것으로 조사되었고, 2차년도에서는 이병립 35.9%, 물리적 손상을 입은 립 9.4%, 이물질 4.7%, 극소립 1.7%, 미성숙립 2.4%가 혼입되어 있는 것으로 조사되었다. 이러한 결과는 전년도에 비하여 해충가해립이 극히 적을 뿐만 아니라 종자크기별 구성비율에서도 많은 차이를 보이는 것으로 나타났다. 년차간 구성비율에서 차이가 있다 할지라도 정상종자가 아닌 비정상종자 또는 혼입되는 콩나물의 품질과 생산수율을 떨어뜨리는 요인으로 작용할 수 있기 때문에 수확된 종자는 정상적인 종자를 정확하고 균일하게 정선할 수 있는 설비가 반드시 갖추어져야 국산콩나물 재배업자는 양질의 나물콩을 확보할 수 있을 것으로 사료된다.



Fig. 1. Composition of seed size before their cleaning. They were sorted by sieves and examined.

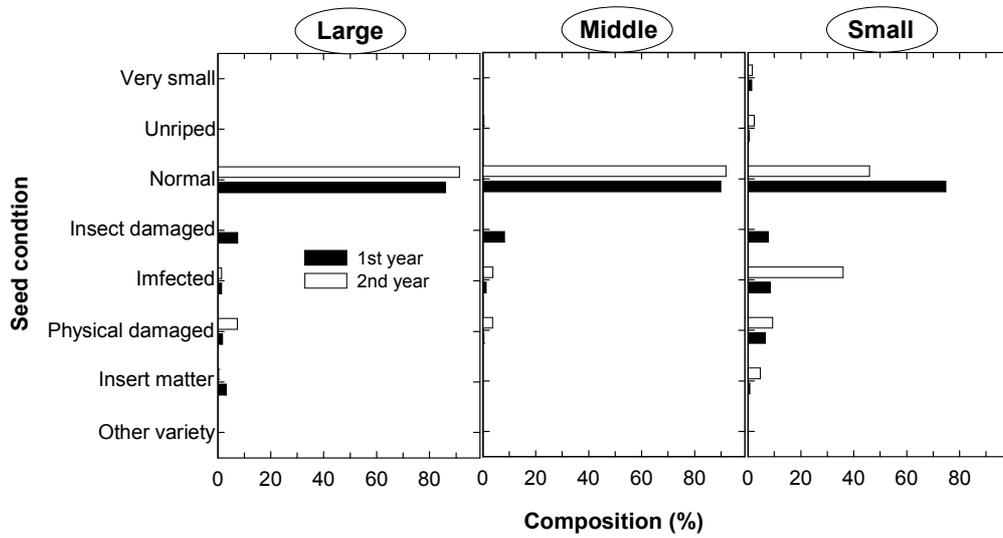


Fig. 2. Composition of other materials before their cleaning. They were sorted by sieves and examined.

(나) 입고 원료콩 실태조사

고성능 복합종자선별기로 정선된 고산농협으로부터 매입하여 무게비율로 조사한 결과는 그림 3, 4와 같다. 정선되어 콩나물 생산회사에 공급되고 있는 종자는 1차년도에서는 대립 5.1%, 중립 91.6%, 소립 3.3% 2차년도에서는 대립 4.4%, 중립 97.9%, 소립 15.1%의 비율을 보였다. 이러한 비율은 1차년도에 비해 2차년도에 서 중립이 감소한 반면, 소립의 비율은 증가되었다.

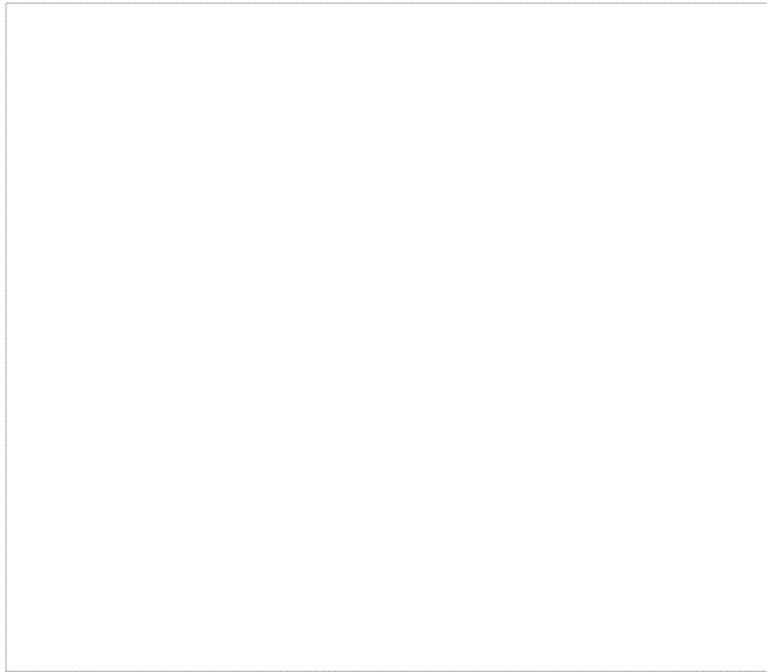


Fig. 3. Composition of seed size after their cleaning. They were sorted by sieves and examined.

이들을 더욱 정밀하게 조사하였던바 대립은 이병립 3.92%, 물리적 손상립 1.96%, 해충가해립은 1.96%, 미숙립 3.92% 다음해에선 대립은 이병립 0.2%, 물리적 손상립 2.3%가 혼입되어 있었다. 중립은 이병립 0.9%, 타품종 0.1%, 미숙립 0.9% 다음해에선 이병립 0.8%, 물리적 손상립 1.2%, 미성숙립 0.1%가 혼입되어 있었다. 소립은 이병립 3.03%, 미숙립 3.03% 다음해에선 이병립 2.0%, 물리적 손상립 0.8% 미성숙립 0.2%가 혼입되어 있는 것으로 조사되었다. 일반 정선기를 이용하여 종자를 정선한 1차년도에 비하여 고성능 복합종자선별기로 정선된 본 시험의 조사결과 이병립과 물리적 손상립의 비율이 현저히 줄어든 결과를 보였다. 이러한 결과는 콩나물 재배 후 이물질 등을 골라내는 인력 투입시간, 생산된 콩나물의 품질 등을 고려할 경우 수확 이후, 고성능 정선기로 정선하여 전국에 산재된 콩나물 재배업자에게 공급하는 방법이 합리적이라고 할 수 있다. 따라서 제주도내에의 나물콩 재배면적이 많은 단위협동조합 모두 고성능 종자선별기를 설치하지 않더라도 몇 개 지역을 묶어 설치할 필요성이 있다고 사료된다.



Fig. 4. Composition of other materials after their cleaning. They were sorted by sieves and examined.

(다) 수침시 부유 유무별 조사

제주도 한경면 소재 고산농협으로부터 매입한 풍산나물콩을 상기와 같이 처리하여 부유비율과 부유 유무별 종자상태를 조사한 것은 그림 5와 같다. 재배하면 부패되거나 기형으로 변하는 부유종자는 1.0% 정도로 전년도 0.31% 비하여 높은 것으로 조사되었다. 육지에서 대체적으로 나물콩을 많이 재배하는 전남 무안에서 매입한 시험재료를 이용하여 상기와 같은 방법으로 수침을 가한 결과를 보고한 결과 [강진호 등, 2006, 한국자원식물학회지 19(2):204-208]로는 약 8% 정도가 부유되는 것으로 보고된 바 있다. 제주도의 나물콩 콩의 수확은 트랙터 부착용 콩 전용 종자수확기 [CT-2100A, (주)아세아농기계]로 수확하고 있는 반면, 여타지역은 인력으로 콩을 수확하여 탈맥기로 탈곡하기 때문에 협으로부터 탈곡시키는 과정에서 속도가 부유종자의 비율에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다. 따라서 나물콩의 재배가 집단적으로 이루어지는 제주도에서 원료콩을 매입하여 이용하고 있는 콩나물 생산업자는 수확과정의 물리적 충격에서 오는 부유종자에 관한 문제는 거의 고려할 필요가 없을 것으로 판단된다.

한편 부유종자는 이병립 77%, 해충가해립 2%, 물리적 손상립 10%, 극소립 3%, 미성숙립 8%로 조사되었던 반면, 물에 가라앉는 무부유종자는 정상립 90%, 이병립 6%, 해충가해립 1%, 물리적 손상립 1%, 극소립 1%, 미성숙립 2%로 나타났다. 물에 뜨는 부유종자는 정상립이 없는 반면, 이병립이 극히 많고 물리적 손상립, 미성숙립 비율이 높았다. 따라서 이들을 선별할 수 있는 방법을 설정하여야 콩나물 재배에서 경비를 절감할 수 있을 뿐만 아니라 품질도 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.



Fig. 5. Floating and setting rates of medium-sized seeds related to sprout decay and their composition.

(2) 종자 상태별 흑반 발생 및 생산수율

(가) 크기에 따른 변화

풍산나물콩 종자를 대, 중, 소로 분리하여 재배한 콩나물의 생장 및 발아정도를 하배축 길이로 분류한 후 그 비율을 계산한 것은 표 1과 같다. 상품화가 가능한 하배축 길이가 4 cm 이상인 A + B급의 비율은 종자의 크기가 작아질수록 감소하는 경향을 보였으며 소립에서 현저히 감소하였다. 이러한 특성을 갖고 있는 소립은 중·대립에 비하여 상품성이 가장 좋은 하배축 길이가 7 cm 이상인 A급의 비율이 현저히 낮고 하배축 길이가 4~7 cm인 B급의 비율이 매우 높은 것으로 조사되었다.

풍산나물콩 종자를 대, 중, 소로 분리하여 재배한 콩나물의 형태 변화는 표 2와 같다. 상품성에 가장 큰 영향을 미치는 세균발생 비율과 개체당 세균수는 종자가 작을수록 감소하였다. 하배축과 뿌리 길이, 하배축 직경도 종자가 작을수록 감소하여 세균의 형성과 유사한 결과를 보였다. 그러나 대립과 중립간 차이보다는 중립과 소립간 차이가 크게 나타났다.

Table 1. Effect of seed size on composition rate of soybean sprout classified by their hypocotyl length.<sup>†</sup>

Seed size	Normal		Abnormal	No-germ.	A+B	C+D
	> 7 cm (A) <sup>‡</sup>	4~7 cm (B)	< 4 cm (C)	0 cm (D)		
%						
Large	77.5	12.9	6.4	3.2	90.4	9.6
Medium	70.0	20.3	8.4	1.3	90.3	9.7
Small	30.2	37.3	24.9	7.6	67.5	32.5
LSD.05	3.2	5.1	4.0	3.5	5.5	5.5

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water, and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Sorted by hypocotyl lengths of 6 day old sprouts.

Table 2. Effect of seed size on morphological characters of soybean sprouts.<sup>†</sup>

Seed size	Lateral root formation		Length			Diameter	
	Rate	Number	Hypocotyl	Root	Total	Hypocotyl	Hook
	— % —	no. sprout <sup>-1</sup>	cm sprout <sup>-1</sup>			mm sprout <sup>-1</sup>	
Large	53.1	4.3	8.3	6.5	14.8	1.81	1.33
Medium	26.7	2.8	8.0	6.3	14.3	1.75	1.14
Small	0.0	0.0	7.6	5.6	13.2	1.59	1.27
LSD.05	14.0	1.1	ns	0.5	1.0	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water, and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

ns Nonsignificant difference between seed size.

풍산나물콩 종자를 대, 중, 소로 분리하여 재배한 콩나물의 개체당 각부위 및 전체 생체중과 건물중의 변화는 표 3과 같다. 생산수율과 관련된 생체중과 건물중도 종자가 작을수록 감소하였다. 이러한 차이는 특정 부위의 차이보다는 전체 부위에서의 차이에 기인되는 것으로 나타났다. 또한 앞서 설명한 바와 같이 형태에서는 대립과 중립보다는 중립과 소립간에 차이가 컸으나, 대립과 중립간에도 각부위 및 전체 생체중과 건물중에서는 차이가 큰 것으로 나타났다.

Table 3. Effect of seed size on fresh and dry weights of soybean sprouts.<sup>†</sup>

Seed size	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	mg sprout <sup>-1</sup>				mg sprout <sup>-1</sup>			
Large	298.3	301.6	59.3	659.1	88.4	17.6	4.3	110.2
Medium	273.4	274.5	38.8	586.7	73.5	15.1	3.3	91.9
Small	224.6	202.8	25.0	452.1	52.9	12.2	2.0	67.1
LSD.05	17.0	27.8	8.6	45.6	13.1	2.5	0.8	16.1

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water, and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

풍산나물콩 종자를 대, 중, 소로 분리하여 재배한 콩나물의 자엽에 발생하는 흑반과 생산수율을 조사한 결과는 표 4와 같다. 흑반이 발생된 개체의 비율과 크기는 중립에서 가장 적었으며, 대립과 소립간에는 흑반의 크기에서 차이가 없었을지라도 흑반발생 비율은 대립에서 높은 것으로 나타났다. 그러므로 종자의 크기가 큰 경우 흑반의 발생이 증가되는 이러한 시험결과로부터 경지에서 생산된 원료콩은 대부분 중립으로 대립의 비율이 극히 낮기 때문에 나물콩용으로 생산된 대립종자는 다른 용도로 전용하는 방법도 고려할 필요가 있을 것으로 사료된다.

Table 4. Lesion spot and productivity of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by its seed size.<sup>†</sup>

Seed size	Lesion spot		Productivity <sup>§</sup>
	Rate	Size <sup>‡</sup>	
	%		
Large	25.8	37.5	7.0
Medium	12.1	22.5	6.6
Small	16.0	37.5	6.0
LSD.05	1.9	7.6	0.9

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

이상의 결과로부터 종자의 크기는 발아와 그 이후의 성장, 상품성에 가장 큰 영향을 미치는 세근형성과 관련이 깊어 세근형성 등의 다수와 관련된 수확시기의 조절이 아주 중요할 것으로 사료된다. 따라서 상품성을 결정하는 요인에는 생산된 콩나물의 균일성도 포함되기 때문에 가능하다면 정선단계에서 종자의 크기가 비슷한 것으로 분류하여 공급하는 체계를 갖추는 것이 합리적인 방법으로 사료된다.

#### (나) 종자 상태에 따른 변화

풍산나물콩의 정상 중립종자, 미성숙립, 극소립으로 분리하여 재배한 콩나물의 성장 및 발아정도를 하배축 길이로 분류한 후 그 비율을 계산한 것은 표 5와 같다. 정상종자는 상품화가 가능한 하배축 길이가 4 cm 이상인 A + B급의 비율이 93% 정도로 아주 높았다. 그러나 미성숙립은 발아가 전혀 이루어지지 않았고, 극소립은 발아는 일부 이루어졌으나, 비정상 개체 및 미발아 종자의 비율이 현저히 높았다. 따라서 판매를 목적으로 재배하는 업체에서 미성숙립은 물론 극소립의 혼입도 방지할 수 있는 방법을 강구하여야 할 것으로 보인다.

풍산나물콩의 정상 중립종자, 미성숙립, 극소립으로 분리하여 재배한 콩나물의 형태 변화는 표 6과와 같다. 상품성에 가장 큰 영향을 미치는 세근발생 비율과 개체당 세근수는 정상종자에서만 관찰되었으나, 미성숙립, 극소립에서는 형성되지 않았다. 하배축과 뿌리 길이는 미성숙립에서는 발아가 되지 않아 측정이 불가능하였던 반면, 정상종자에 비하여 극소립에서 아주 짧았으며, 하배축 직경도 하배축과 뿌리 길이와 유사한 반응을 보였다.

Table 5. Germination and growth of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by seed condition.<sup>†</sup>

Seed condition	Normal		Abnormal	No-germ.	A+B	C+D
	> 7 cm (A) <sup>‡</sup>	4~7 cm (B)	< 4 cm (C)	0 cm (D)		
	%					
Normal	76.7	16.4	5.3	1.5	93.1	6.9
Unripened	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0	100.0
Very small	0.0	28.7	37.8	33.5	28.7	71.3
LSD.05	2.0	6.3	7.8	1.9	6.4	6.5

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water, and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Sorted by hypocotyl lengths of 6 day old sprouts.

Table 6. Morphological characters of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by seed condition.<sup>†</sup>

Seed condition	Lateral root formation		Length			Diameter	
	Rate	Number	Hypocotyl	Root	Total	Hypocotyl	Hook
	— % —	— no. sprout <sup>-1</sup> —	— cm sprout <sup>-1</sup> —			— mm sprout <sup>-1</sup> —	
Normal	47.7	2.8	8.0	6.3	14.3	1.75	1.14
Unripened	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00
Very small	0.0	0.0	5.5	3.8	9.3	1.70	1.35
LSD.05	4.9	0.4	0.7	0.3	0.8	0.10	0.09

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water, and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

풍산나물콩의 정상 중립종자, 미성숙립, 극소립으로 분리하여 재배한 콩나물의 개체당 각부 위 및 전체 생체중과 건물중의 변화는 표 7과 같다. 생산수율과 관련된 생체중과 건물중도 종자가 발아되지 않은 미성숙종자에서는 가장 작았다. 이러한 차이는 특정 부위의 차이보다는 전체 부위에서의 차이에 기인되는 것으로 나타났다. 또한 앞서 설명한 바와 같이 형태에서는 대립과 중립보다는 중립과 소립간에 차이가 컸다. 종자의 크기에 따라 생체중에서 차이를 보인 이상의 결과로부터 생산된 콩나물의 균일성도 상품성에 영향을 미치기 때문에 가능하다면 정선단계에서 종자의 크기가 비슷한 것으로 분류하여 공급하는 체계를 갖추는 것이 합리적인 방법으로 사료된다.

Table 7. Fresh and dry weights of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by seed condition.<sup>†</sup>

Seed condition	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	— mg sprout <sup>-1</sup> —				— mg sprout <sup>-1</sup> —			
Normal	223.4	294.5	38.8	556.7	63.5	18.4	3.3	85.2
Unripened	181.3	0.0	0.0	181.3	39.5	0.0	0.0	39.5
Very small	122.3	119.4	19.0	260.7	33.5	8.1	1.7	43.3
LSD.05	13.5	8.9	6.7	23.4	3.9	3.1	0.9	6.1

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water, and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

풍산나물콩의 정상 중립종자, 미성숙립, 극소립으로 분리하여 재배한 콩나물의 자엽에 발생

하는 흑반과 생산수율을 조사한 결과는 표 8과 같다. 흑반이 발생된 개체의 비율과 크기는 정상중립에서 가장 적었으며, 미성숙립에서 가장 많이 조사되었다. 그러므로 종자가 성숙되지 않은 종자를 원료콩으로 이용할 경우 생산수율 감소와 흑반발생 비율이 높아짐으로 정밀한 정선이 필요한 것으로 사료된다.

Table 8. Lesion spot and productivity of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by its seed condition.<sup>†</sup>

Seed condition	Lesion spot		Productivity <sup>§</sup>
	Rate	Size <sup>‡</sup>	
	%		
Normal	11.8	27.5	7.0
Unripened	87.0	48.5	0.0
Very small	59.0	47.5	3.1
LSD.05	10.3	8.3	0.8

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Rate of lesion spot to cotyledon surface.

<sup>§</sup> Ratio of fresh sprout weight to seed dry weight.

(다) 흠집 (손상) 유무에 따른 변화

풍산나물콩의 정상 중립종자, 이병립, 해충가해립, 물리적 손상립으로 분리하여 재배한 콩나물의 생장 및 발아정도를 하배축 길이로 분류한 후 그 비율을 계산한 것은 표 9와 같다. 정상종자는 상품화가 가능한 하배축 길이가 4 cm 이상인 A + B급의 비율이 93% 정도로 아주 높았다. 그러나 물리적 손상립은 대부분 발아가 되지 않았다. 그러나 이병립은 발아가 일부 된다 하여도 비정상개체의 비율이 높았던 반면, 해충가해립은 상품화가 가능한 하배축 길이가 4 cm 이상인 비율이 38% 정도, 비정상개체 비율이 36%, 미발아종자 비율이 26%에 이르는 것으로 나타나, 종자에 미치는 손상정도는 이병립과 물리적 손상립에서 큰 것으로 조사되었다.

Table 9. Germination and growth of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by seed damaged types.<sup>†</sup>

Seed damaged	Normal		Abnormal	No-germ.	A+B	C+D
	> 7 cm (A) <sup>‡</sup>	4~7 cm (B)	< 4 cm (C)	0 cm (D)		
	%					
Normal	76.7	16.4	5.3	1.5	93.1	6.9
Infected	0.0	6.5	17.3	76.2	6.5	93.5
Insect damaged	0.0	38.0	36.0	26.0	38.0	62.0
Physical damaged	0.0	4.7	1.8	93.5	4.7	95.3
LSD.05	1.6	2.5	5.1	4.3	2.7	2.7

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water, and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Sorted by hypocotyl lengths of 6 day old sprouts.

풍산나물콩의 정상 중립종자, 이병립, 해충가해립, 물리적 손상립으로 분리하여 재배한 콩나물의 형태 변화는 표 10과 같다. 상품성에 가장 큰 영향을 미치는 세균발생 비율과 개체당 세균수는 정상종자와 일부 해충가해립에서만 관찰되었으나, 이병립과 물리적 손상립에서는 형성

되지 않았다. 하배축과 뿌리 길이는 정상종자에서 가장 길고, 해충가해립, 물리적 손상립과 이병립 순으로 짧아졌다. 그러나 하배축 직경은 종자의 손상유무에 관계없이 생장이 일어난다면 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 10. Morphological characters of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by seed damaged types.<sup>†</sup>

Seed damaged	Lateral root formation		Length			Diameter	
	Rate	Number	Hypocotyl	Root	Total	Hypocotyl	Hook
	- % -	- no. sprout <sup>-1</sup> -	cm sprout <sup>-1</sup>			mm sprout <sup>-1</sup>	
Normal	47.0	3.1	8.0	6.3	14.3	1.75	1.14
Infected	0.0	0.0	6.1	2.7	8.8	1.76	1.18
Insect damaged	2.7	0.8	6.5	4.6	11.1	1.79	1.27
Physical damaged	0.0	0.0	5.5	3.4	8.9	1.89	1.13
LSD.05	5.8	1.3	0.6	1.4	1.6	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water, and then aerated for 3 hours before 6 day culture.  
ns Nonsignificant difference between treatment levels.

풍산나물콩의 정상 중립종자, 이병립, 해충가해립, 물리적 손상립으로 분리하여 재배한 콩나물의 개체당 각부위 및 전체 생체중과 건물중의 변화는 표 11과 같다. 생산수율과 관련된 생체중과 건물중도 정상종자에서 가장 많고, 해충가해립, 물리적 손상립과 이병립 순으로 감소하였으며, 손상을 입은 종자는 정상종자에 비하여 하배축 무게의 감소로 전체생체중이 현저히 줄어드는 것으로 나타났다. 한편 건물중은 정상종자와 해충가해립간에는 차이가 없이 가장 많았고, 물리적 손상립, 이병립 순으로 감소하였다.

Table 11. Fresh and dry weights of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by seed damaged types.<sup>†</sup>

Seed damaged	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	mg sprout <sup>-1</sup>				mg sprout <sup>-1</sup>			
Normal	223.4	294.5	38.8	556.7	63.5	18.5	3.3	85.3
Infected	166.3	150.3	24.7	341.3	45.6	9.9	1.6	57.2
Insect damaged	228.6	171.5	43.7	443.8	63.9	15.8	3.3	83.0
Physical damaged	183.4	182.6	26.7	392.7	55.3	12.9	2.5	70.7
LSD.05	35.8	142.0	14.6	147.7	10.5	2.5	1.1	13.6

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water, and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

풍산나물콩의 정상 중립종자, 이병립, 해충가해립, 물리적 손상립으로 분리하여 재배한 콩나물의 자엽에 발생하는 흑반과 생산수율을 조사한 결과는 표 12와 같다. 흑반이 발생된 개체의 비율은 정상종자에서는 아주 낮았으나, 이병립, 해충가해립, 물리적 손상립에서는 80% 이상을 보였으며, 흑반의 크기도 발생비율보다는 차이가 적을지라도 흑반 발생 비율과 유사한 결과를 보였다. 한편 생산수율은 정상종자의 경우 건조원료콩의 7배 정도 생산이 되었으나, 이병립, 해충가해립, 물리적 손상립은 아주 낮은 것으로 나타났다. 이상의 연구결과로부터 형태와 크기에서 차이가 없는 손상을 전혀 받지 않은 정상종자가 콩나물 생산용으로 이용될 수 있어야 생산

수율을 높이면서도 품질이 우수한 콩나물을 생산할 수 있을 것으로 사료된다.

Table 12. Lesion spot and productivity of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by its seed damaged types.<sup>†</sup>

Seed damaged	Lesion spot		Productivity <sup>§</sup>
	Rate	Size <sup>‡</sup>	
	%		
Normal	11.8	27.5	7.0
Infected	87.8	43.3	0.6
Insect damaged	80.7	34.2	2.1
Physical damaged	90.7	41.4	0.3
LSD.05	5.1	4.3	0.8

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Rate of lesion spot to cotyledon surface.

<sup>§</sup> Ratio of fresh sprout weight to seed dry weight.

(라) 수침시 부유 유무에 따른 변화

부유 및 무부유종자로 분리하여 재배한 콩나물의 성장 및 발아정도를 하배축 길이로 분류한 후 그 비율을 계산한 것은 표 13과 같다. 무부유종자, 즉 물속에 가라앉는 종자는 상품화가 가능한 하배축 길이가 4 cm 이상인 A + B급의 비율이 92% 정도로 아주 높았던 반면, 부유종자는 23% 정도로 현저히 줄어들었던 반면, 미발아종자의 비율이 현저히 높은 것으로 조사되었다. 따라서 부유종자는 발아가 되지 않거나 발아가 된다하여도 생장이 부진하여 상품으로 판매되는 비율이 극히 낮다고 할 수 있다.

Table 13. Effect of seed floating on composition rate of soybean sprout classified by their hypocotyl length.<sup>†</sup>

Seed floating	Normal		Abnormal	No-germ.	A+B	C+D
	> 7 cm (A) <sup>‡</sup>	4~7 cm (B)	< 4 cm (C)	0 cm (D)		
%						
Floating	0.9	22.0	19.3	57.8	22.9	77.1
Setting	75.8	16.5	5.3	2.4	92.2	7.8
LSD.05	4.1	ns	5.4	14.6	18.4	18.4

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water, and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Sorted by hypocotyl lengths of 6 day old sprouts.

ns Nonsignificant difference between treatment levels.

부유 및 무부유종자로 분리하여 재배한 콩나물의 형태 변화는 표 14와 같다. 상품성에 가장 큰 영향을 미치는 세균발생 비율과 개체당 세균수는 무부유종자, 즉 물속에 가라앉는 종자는 정상적으로 생육이 이루어져 측정이 가능하였다. 그러나 부유종자는 하배축과 뿌리 길이도 짧고 하배축 직경도 가늘어 생장이 지연되기 때문에 세균발생 비율과 개체당 세균수는 전혀 관찰되지 않았다.

Table 14. Effect of seed floating on morphological characters of soybean sprouts.<sup>†</sup>

Seed floating	Lateral root formation		Length			Diameter	
	Rate	Number	Hypocotyl	Root	Total	Hypocotyl	Hook
	— % —	— no. sprout <sup>-1</sup> —	— cm sprout <sup>-1</sup> —			— mm sprout <sup>-1</sup> —	
Floating	0.0	0.0	6.1	3.5	9.6	1.75	1.15
Setting	47.6	3.0	7.9	6.3	14.2	1.87	1.28
LSD.05	9.1	0.6	1.8	1.6	3.2	ns	0.12

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water, and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

ns Nonsignificant difference between treatment levels.

부유 및 무부유종자로 분리하여 재배한 콩나물의 개체당 각부위 및 전체 생체중과 건물중의 변화는 표 15와 같다. 생산수율과 관련된 생체중과 건물중을 비교하면 부유종자에 비하여 무부유종자에서 하배축 생체중과 건물중이 많았으나 자엽과 뿌리의 생체중과 건물중에서는 차이가 없어 개체당 전체 생체중과 건물중은 차이가 없는 것으로 분석되었다.

부유 및 무부유종자로 분리하여 재배한 콩나물의 자엽에 발생하는 흑반과 생산수율을 조사한 결과는 표 16과 같다. 흑반이 발생된 개체의 비율은 무부유종자보다는 부유종자에서 훨씬 높고, 흑반의 크기도 큰 것으로 나타났다. 반면 생산수율은 무부유종자에서는 정상수율을 보였으나 부유종자에서는 아주 낮은 것으로 나타났다.

Table 15. Effect of seed floating on fresh and dry weights of soybean sprouts.<sup>†</sup>

Seed floating	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	— mg sprout <sup>-1</sup> —				— mg sprout <sup>-1</sup> —			
Floating	203.3	217.0	32.8	453.1	58.2	12.0	2.5	72.7
Setting	223.4	291.2	38.8	553.4	63.5	17.4	3.3	84.2
LSD.05	ns	47.3	ns	ns	ns	2.2	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water, and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

ns Nonsignificant difference between treatment levels.

Table 16. Lesion spot and productivity of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by its seed floating.<sup>†</sup>

Seed floating	Lesion spot		Productivity <sup>§</sup>
	Rate	Size <sup>‡</sup>	
		%	
Floating	44.7	54.2	2.2
Setting	12.7	27.5	6.8
LSD.05	8.1	10.0	0.9

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Rate of lesion spot to cotyledon surface.

<sup>§</sup> Ratio of fresh sprout weight to seed dry weight.

### (3) 원료콩의 최적 정선방법 도출

콩나물의 생산수율을 향상시키면서도 노동력 투입을 줄이기 위한 콩나물 자엽의 흑반발생을 줄일 수 있는 방법을 탐색하고자 상기와 같이 다수의 시험을 수행하였다. 이러한 연구결과를 비교하여 보면 중립 종자는 비율도 가장 많고 불량종자 및 이물질의 혼입도 가장 적어 콩나물용으로 가장 적합한 것으로 판단된다. 그러나 중립종자는 이병립, 타품종, 미숙립 종자가 혼입이 될 수 있기 때문에 대단위 정선이 이루어지는 제주도 농협의 정선현장에서 이를 제거하기 위한 정선기술이 적용되는 것이 가장 효과적일 것으로 사료된다.

## 나. 원료콩의 저장

### (1) 저장방법과 기간에 따른 발아 및 성장조사

저온저장고에 저장된 채종 당년의 종자 (1년)와 이월 종자 (2년)를 저온저장, 실온저장 및 실온에서 저온저장으로 저장방법을 달리하여 재배한 콩나물의 성장 및 발아정도를 하배축 길이로 분류한 후 그 비율을 계산한 것은 그림 6과 같다. 채종당해 연도 종자에서는 상품성이 가장 좋은 하배축 길이가 7 cm 이상의 비율은 저온저장과 실온에서 저온저장으로 전환하여 저장된 콩에 비하여 실온에서 계속 저장할 경우 가장 낮았던 반면, 하배축 길이가 4~7 cm, 비정상개체, 미발아종자의 비율은 높은 것으로 조사되었다.

저장기간이 긴 이월종자에서는 상품성이 가장 좋은 하배축 길이가 7 cm 이상의 비율은 저온저장에서 가장 많았는데 이는 비정상개체와 미발아종자의 비율이 가장 낮은 데에 기인되는 것으로 조사되었다. 따라서 원료용으로 이용되는 종자는 설비에 필요한 자금이 허용된다면 저온저장고를 완비하여 입고와 동시에 저온저장을 행하여야 하며, 최소한 이월이 예상되는 종자는 기온이 낮은 겨울철이라도 저온저장고에 저장하여야 할 것으로 판단된다.

저장 기간과 방법을 달리하여 재배한 콩나물의 형태 변화는 표 17과 같다. 상품성에 가장 큰 영향을 미치는 세근은 저장기간이 긴 이월종자에서는 전혀 발생되지 않았으나 채종 당해연도 종자는 세근이 발생되는 것으로 조사되었다. 하배축 중간 부분의 직경을 제외하고는 채종 당해연도의 종자가 이월종자보다 하배축과 뿌리 길이, hook 부분의 직경이 길고 굵어 채종 당해연도의 종자를 이용할 경우 콩나물의 생장이 양호하며 이러한 생장의 차이가 세근형성에 영향을 미친 것으로 분석되었다.



Fig. 6. Germination and growth of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by storage period and method. Seeds were imbibed for 5 hours into water, and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

Table 17. Morphological characters of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by its storage period and method.<sup>†</sup>

Parameters	Lateral root formation		Length		Diameter	
	Rate	Number	Hypocotyl	Root	Hypocotyl	Hook
	— % —	— no. sprout <sup>-1</sup> —	— cm sprout <sup>-1</sup> —		— mm sprout <sup>-1</sup> —	
Storage period (year; S)						
1	2.4	0.5	8.6	5.2	2.14	1.61
2	0.0	0.0	7.4	4.1	2.19	1.44
LSD.05	0.7	0.1	0.2	0.4	ns	0.08
Storage method (M)						
Open room	0.0	0.0	6.9	4.1	2.05	1.50
Cold room	2.8	0.6	9.0	5.5	2.31	1.60
Open→Cold room	0.8	0.1	8.1	4.4	2.14	1.48
LSD.05	0.8	0.1	0.3	0.5	0.13	0.10
S × M	**	**	**	ns	**	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water, and then aerated for 3 hours before 6 day culture. ns, \*\* Nonsignificant or significant at 0.01 probability, respectively.

상품성을 좌우하는 세근형성과 하배축 길이 및 중간부분의 직경에서 저장기간과 저장 방법간에 유의성이 있어 이들을 도시한 것은 그림 7과 같다. 세근형성 비율과 개체당 세근수는 채종 당해연도의 종자를 저온저장고에 계속저장할 경우 가장 많았고, 실온에서 저온저장으로 변환시켜 저장할 경우 중간 정도인 것으로 나타났다. 하배축 중간부분의 직경에서 채종 당해연도의

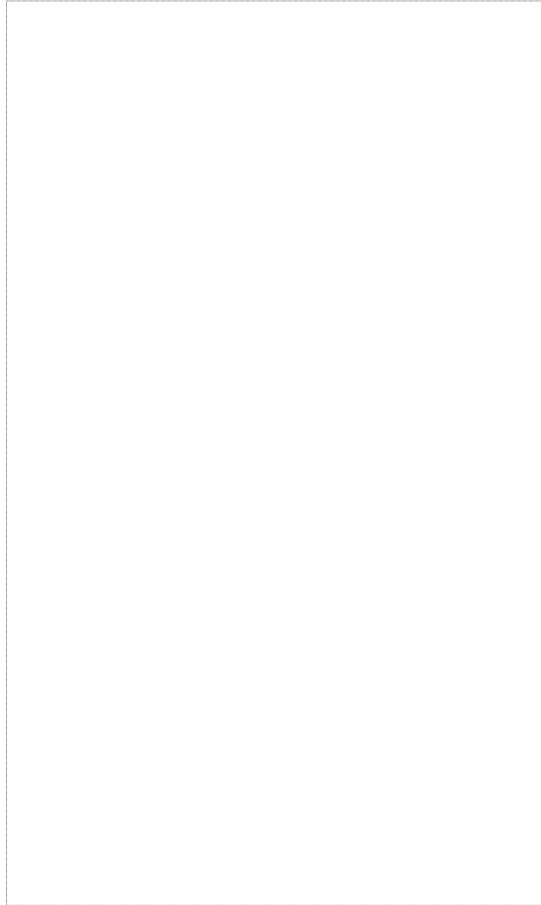


Fig. 7. Morphological characters of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by seed storage method. Seeds were imbibed for 5 hours into water, and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

종자는 저장 방법간 차이가 없었으나 채종 당해년도의 하배축 길이와 이월종자의 하배축 길이 및 직경에서는 실온에 계속저장할 경우 가장 짧거나 가는 것으로 조사되었다.

저장 기간과 방법을 달리하여 재배한 콩나물의 개체당 각부위 및 전체 생체중과 건물중의 변화는 표 18과 같다. 생산수율과 관련된 생체중에서는 이월종자에 비하여 당해연도 매입종자가 뿌리의 생체중을 제외한 자엽, 하배축 및 전체 생체중도 많았으며, 건물중도 생체중과 유사한 결과를 보였다. 한편 저장방법에서는 계속저온저장고에 저장할 경우 각부위 및 전체 생체중은 가장 많았으며, 실온에서 고온기에 저온저장고로 저장을 달리할 경우, 실온에 계속 저장하는 순으로 감소하였다. 저장방법에 따른 건물중의 변화도 생체중과 유사한 것으로 나타났다.

저장 기간과 방법을 달리하여 재배한 콩나물의 자엽에 발생하는 흑반을 조사한 결과는 표 19와 같다. 흑반이 형성된 개체의 비율은 상기시험과 같이 저장기간이 긴 이월종자에서 높았던 반면, 자엽에 형성된 흑반의 크기에서는 차이가 없는 것으로 나타났다. 한편 온도의 변이가 심한 실온에 그대로 저장할 경우 흑반형성 비율도 높고 크기도 가장 컸으며, 그 다음으로 실온에서 저온저장고로 전환, 실온에 계속 저장하는 순으로 감소하였다. 그러므로 생산수율과 흑반의 형성을 고려할 경우 채종 당해연도의 종자를 저온저장고에 저장하는 것이 생산수율도 높고 흑

반의 형성도 적기 때문에 콩나물 생산회사는 시설비용을 확보할 수 있다면 저온저장고에 종자를 저장하는 방법이 가장 합리적인 것으로 사료된다.

Table 18. Fresh and dry weights of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by its storage period and method.<sup>†</sup>

Parameters	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	mg sprout <sup>-1</sup>				mg sprout <sup>-1</sup>			
Storage period (year; S)								
1	290.3	365.8	46.7	702.9	70.0	16.3	2.4	88.7
2	253.6	281.0	44.7	579.3	64.6	14.1	2.0	80.7
LSD.05	15.1	33.1	ns	30.0	3.1	1.8	ns	3.9
Storage method (M)								
Open room	258.3	282.9	41.2	582.4	62.9	14.3	1.8	79.0
Cold room	284.2	366.0	53.2	703.5	71.9	16.6	2.9	91.4
Open→Cold room	273.3	321.4	42.7	637.4	67.0	14.7	1.9	83.6
LSD.05	18.5	40.6	7.9	36.8	3.8	2.2	0.4	4.8
S × M	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into 2 ppm BA solution, and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

ns Nonsignificant between treatment factors.

Table 19. Lesion spot of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by storage period and method.<sup>†</sup>

Parameters	Lesion spot	
	Rate	Size <sup>‡</sup>
	%	
Storage period (year; S)		
1	6.3	27.2
2	13.1	30.3
LSD.05	2.7	ns
Storage method (M)		
Open room	16.9	45.3
Cold room	4.8	18.1
Open→Cold room	7.4	22.5
LSD.05	3.3	8.8
S × M	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into 2 ppm BA solution, and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Ratio of lesion spot to cotyledon surface.

(2) 저장방법에 따른 기초조사.

(가) 저장실 온도변화 조사.

저온저장고의 온도는 설정온도인 3℃ 정도로 유지가 되었던 반면, 종자가 저장되는 실내의 온도는 일중 최저온도와 최고온도의 평균인 측후소에서 제공하는 일중온도보다 높은 것으로 조사되었다 (그림. 8).



Fig. 8. Temperature change in ventilated shed, cold storage room and outdoor for seven days at the four seasons (1st year).

2차년도 (2007)에서도 동지에 일중 및 실내 온도를 제외하고는 1차년도와 비슷한 경향을 보였다. 저온저장고의 온도는 설정온도인 3℃ 정도로 유지가 되었다. 그러나 종자가 저장되는 실내 온도는 일중 최저온도와 최고온도의 평균인 측후소에서 제공하는 일중온도보다 춘분, 하지 및 추분에는 높았으나 동지에서는 차이가 없는 것으로 조사되었다 (그림 9). 실내에 종자를 저장할 경우 춘분, 하지 및 추분에는 공기의 이동이 외부와 차단될 뿐만 아니라 종자의 호흡 등으로 인하여 온도가 더욱 상승할 것으로 예측되기 때문에 종자를 실내저장시 저장온도를 낮출 수 있는 방법을 강구하여야 할 것으로 사료된다.

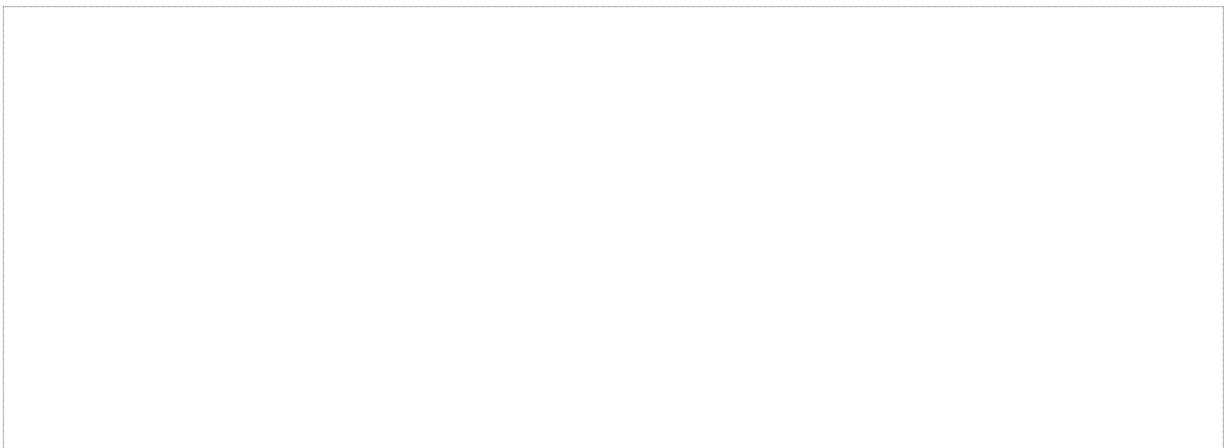


Fig. 9. Temperature change in ventilated shed, cold storage room and outdoor for seven days at the four seasons (2nd year).

(나) 종자의 수분함량 변화조사

저장 방법과 조사시기에 관계없이 1, 2차년도 모두 종자의 수분 함량은 채종 당해연도 종자와 이월종자간에 차이가 없었다. 종자를 저온저장고에 계속 저장할 경우 계절별 차이가 적었던 반면, 대기중에 그대로 노출되는 실내에 저장할 경우 수분함량은 변화가 심할 뿐만 아니라, 차년도 (2006년) 시험결과에 비하여 이월종자와 채종 당해연도의 수분 함량이 약간 높은 것으로 조사되었다 (그림 10). 종자의 발아율은 종자의 저장온도와 수분함량의 영향을 크게 받는 것으로 보고되고 있다. 상기 시험항목에서 실내 저장의 경우 온도의 변화가 심할 뿐만 아니라 수분함량의 변화도 상대적으로 크기 때문에 이러한 저장과정에서 종자가 받는 환경변화의 영향이 콩나물의 생산수율과 병발생에도 영향을 미치는 것으로 예측되기 때문에 재배시설 아니라 원료콩의 안전저장과 관련된 설비의 현대화에도 관심을 가져야할 것으로 보인다.

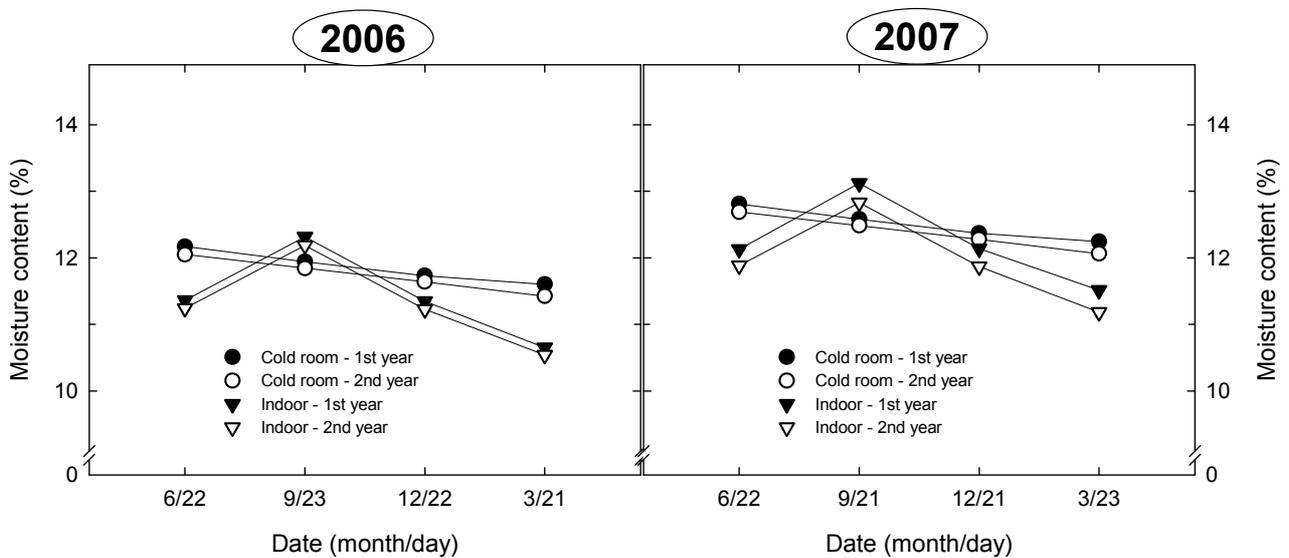


Fig. 10. Moisture content of storage seeds affected by season and their storage method.

다. 시설 운용 개선

(1) 시설개선

(가) 저수조 형태와 크기에 따른 수온변화

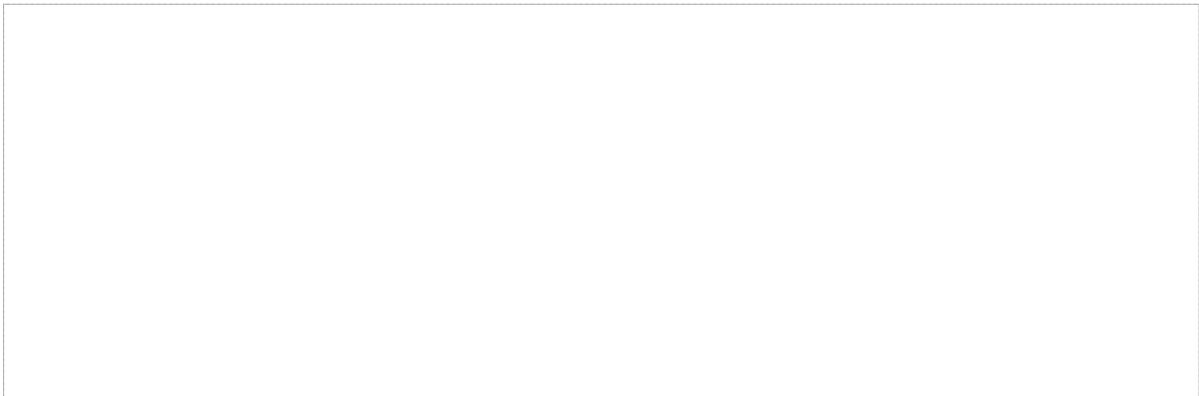
대기온도는 춘하추동 4계절간 커다란 차이를 보인 반면, 수온의 변화는 상대적으로 적은 것으로 나타났다. 봄과 가을에는 수조의 형태와 크기에 관계없이 비슷한 수온을 보였다. 그러나 대기온도가 높은 여름에는 지하에 매몰된 콘크리트 수조보다는 플라스틱 수조의 수온이 높고 플라스틱 수조를 2개 연결하는 것보다는 1개를 이용할 경우 높은 것으로 조사되었는데 최고온도는 플라스틱 수조 1개를 이용할 경우로 26℃ 정도로 조사된 반면, 동지에서는 대기온도보다는 수온이 높다고 할지라도 지하에 매몰된 콘크리트 수조에서 가장 높고, 플라스틱 수조 2개, 1개 순으로 낮아지는 결과를 보였는데 최저온도는 플라스틱 수조 1개 이용시 12℃로 나타났다. 이러한 수온은 1~3차년도 모두 겨울철 기온이 예년에 비해 높았다는 점을 고려할 경우 다른 해에는 이보다 낮을 것으로 사료된다 (그림 11). 이와 더불어 수조의 형태 및 크기에 따른 온도의 차이가 적은 것은 수조에 저장된 물이 3시간 마다 관수용으로 빠져나가고 16℃ 내외의 지하수가 채워지기 때문에 나타난 결과로 보인다. 따라서 국내 콩나물 생산업체에

서 관수되는 수온은 수조의 형태와 크기에 따라 일부 차이를 보일지라도 콩나물 재배중에 관수되는 수온은 연간 최저 12℃, 최고 26℃ 범위일 것으로 추정된다.

<1st year>



<2nd year>



<3rd year>

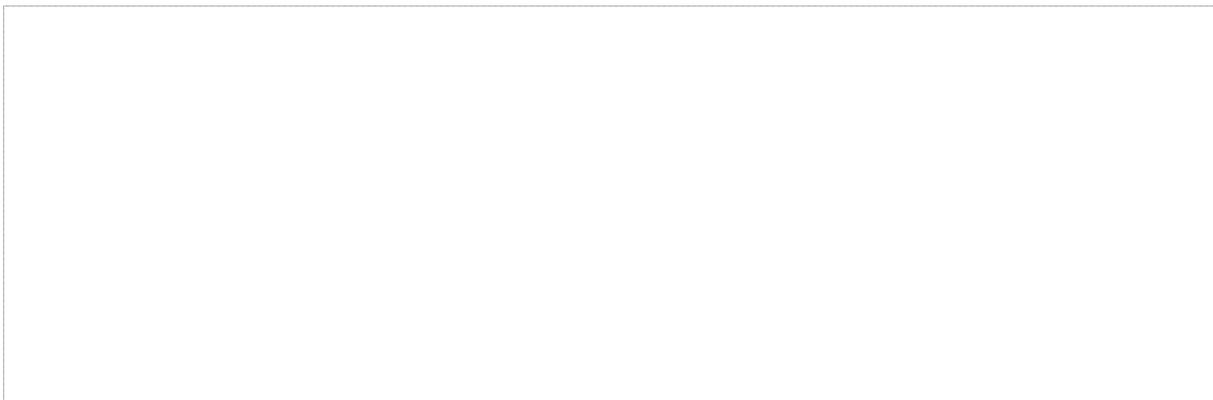


Fig. 11. Water temperature change by water tank shapes used of soybean sprouts culture.

나. 재배실의 온도 및 품온 변화

1) 관수 방법에 따른 변화.

재배실의 대기온도는 6일간 20℃ 정도로 측정되었다. 1~3차년도 모두 플라스틱 재배통과 재배기내의 품온 모두 재배실의 대기온도보다 높았으며, 최대 온도 차이는 2.5℃ 정도 되

는 것으로 나타났다 (그림 12). 한편 품온을 비교하여 보면 상면살수 방식의 플라스틱 재배통의 품온은 조사 기간 모두 재배 2일차 이후에는 하면담수 방식의 대형재배기보다 높은 것으로 조사되었다.



Fig. 12. Temperature change of soybean sprouts under culture methods.

(나) 재배밀도에 따른 변화

재배실의 대기온도는 상기 시험에서 측정된 온도에 비하여 변화의 진폭이 작은 것으로 측정되었다. 재배기 내의 품온은 상하를 매일 교체하는 플라스틱 재배통에 비하여 하면담수 방식에서 이용하는 대형 재배기의 품온이 낮은 것으로 조사되었다. 하면담수 방식으로 재배되는 대형 재배기보다 품온이 높은 플라스틱 재배통내의 품온은 재배 5일까지는 위에 위치하여 대기중에 노출되어 있는 플라스틱 재배통보다는 아래에 놓여있는 플라스틱 재배통의 품온이 높았다 (그림 13). 따라서 상면살수 방식으로 재배통을 중첩시키는 방법으로 재배할 경우 아래에 위치한 재배통의 품온이 상승하여 부패를 야기할 수 있기 때문에 매일 상하의 재배통을 교환시키거나, 아래에 위치한 재배통의 각별히 관리하여야 할 것으로 사료된다.

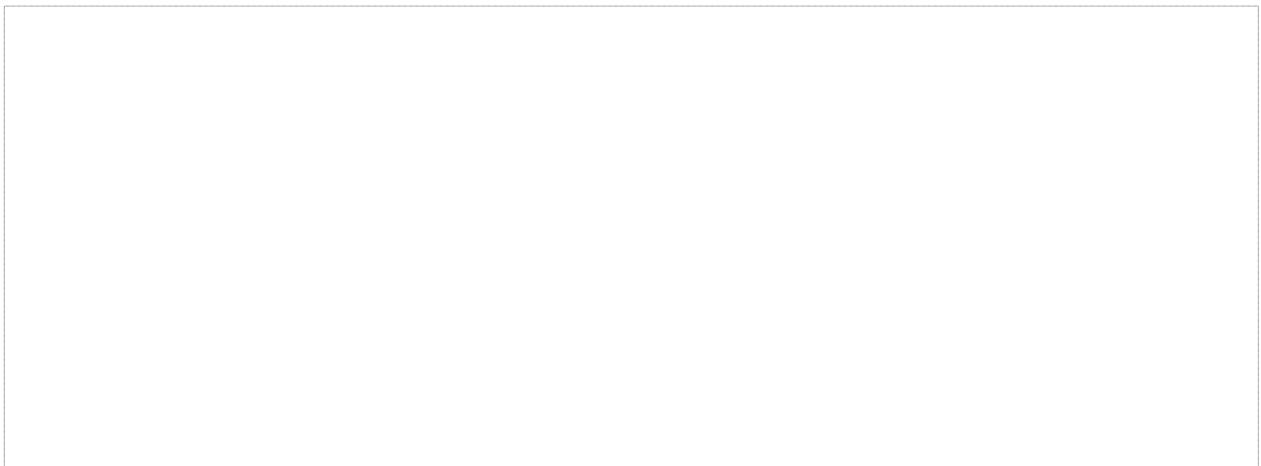


Fig. 13. Temperature change of soybean sprouts under culture methods.

(2) 시설 운용에 따른 흑반 발생과 생산수율

(가) 온도 변이에 따른 변화

관수온도를 온도를 달리하여 재배한 콩나물의 성장 및 발아정도를 하배축 길이로 분류한 후 그 비율을 계산한 것은 표 20과 같다. 최저온도의 진폭을 최대한 줄여 최저온도로 관수하여 재배할 시 하배축 길이가 상품 가능한 4 cm 이상인 A + B급의 비율이 5.3% 조사되었던 반면, 최고 및 최적 온도에서는 95% 이상으로 조사되었다.

Table 20. Effect of culture temperature on composition rate of soybean sprout classified by their hypocotyl length.<sup>†</sup>

Culture temperature	Normal		Abnormal	No-germ.	A+B	C+D
	> 7 cm (A) <sup>‡</sup>	4~7 cm (B)	< 4 cm (C)	0 cm (D)		
	%					
Maximum (26°C)	88.0	9.3	2.7	0.0	97.3	2.7
Optimum (20°C)	83.1	12.2	3.3	1.3	95.4	4.6
Minimum (12°C)	0.0	5.3	37.6	57.1	5.3	94.7
LSD.05	4.5	5.2	2.8	2.3	3.6	3.6

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water, and then aerated for 3 hours before 7 day culture.

<sup>‡</sup> Sorted by hypocotyl lengths of 6 day old sprouts.

관수온도를 달리하여 재배한 콩나물의 형태 변화는 표 21과 같다. 상품성에 가장 큰 영향을 미치는 세근발생 비율과 개체당 세근수는 인위적 가온이 가하여지지 않는 최저온도 12°C에서는 조사되지 않았으며, 년중 최고수온인 26°C로 관수할 경우 88%와 개체당 4.6개로 조사되었다. 그리고 최적온도에서는 최고온도인 26°C에 절반 정도로 관찰되었다. 하배축과 뿌리 길이에서는 관수온도에 따라 최고온도에서 가장 길었던 반면, 하배축과 hook의 직경은 최저온도에서 가장 굵게 조사되었다.

Table 21. Effect of culture temperature on morphological characters of soybean sprouts.<sup>†</sup>

Culture temperature	Lateral root formation		Length			Diameter	
	Rate	Number	Hypocotyl	Root	Total	Hypocotyl	Hook
	— % —	no. sprout <sup>-1</sup>	cm	cm	cm	mm	mm sprout <sup>-1</sup>
Maximum (26°C)	88.1	4.6	12.4	11.9	24.3	1.71	1.46
Optimum (20°C)	43.0	2.1	9.2	7.7	16.8	2.33	1.70
Minimum (12°C)	0.0	0.0	4.1	1.7	5.8	2.41	1.81
LSD.05	5.0	0.2	0.7	1.1	1.6	0.18	0.13

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water, and then aerated for 3 hours before 7 day culture.

관수온도를 달리하여 재배한 콩나물의 개체당 각부위 및 전체 생체중과 건물중의 변화는 표 22와 같다. 생산수율과 관련된 생체중도 상기 형태적 형질과 유사한 반응을 보여 인위적인 가온이 가하여지지 않은 최저온도 12°C에서는 자엽의 무게가 가장 많이 조사되었으나, 하배축과 뿌리에서는 최고온도 26°C에서 가장 많은 것으로 조사되었다. 전체 생체중도 관수온도에 따라 최고온도, 최적온도, 최저온도 순으로 조사되었다. 이상의 시험결과로는 자연상태에서 관찰

되는 최저온도 12°C로 관수할 경우 재배시 발아가 거의 이루어지지 않기 때문에 동절기에는 발아 및 생장에 크게 영향이 미칠 것으로 보여 가온 등 관수온도에 특별한 주의를 기울여야 할 것으로 보인다.

Table 22. Effect of culture temperature on fresh and dry weights of soybean sprouts.<sup>†</sup>

Culture temperature	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	mg sprout <sup>-1</sup>				mg sprout <sup>-1</sup>			
Maximum (26°C)	247.7	455.9	89.7	793.4	64.7	22.6	3.1	90.4
Optimum (20°C)	257.1	446.2	55.0	758.3	62.0	19.6	2.8	84.4
Minimum (12°C)	308.7	207.6	10.7	527.0	79.0	9.9	1.0	89.0
LSD.05	34.8	31.2	9.3	67.6	9.5	2.1	0.8	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water, and then aerated for 3 hours before 7 day culture.

관수온도를 달리하여 재배한 콩나물의 자엽에 발생하는 흑반을 조사한 결과는 표 23과 같다. 흑반이 형성된 개체의 비율은 관수온도가 높아짐에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 흑반의 크기는 최고온도인 26°C에서 큰 것으로 조사되었으며, 이외의 관수온도에서는 차이를 보이지 않았다. 따라서 흑반은 재배과정에서 온도에 의해서도 영향을 받는 것으로 나타났다. 한편 생산수율은 관수온도가 높을수록 높아지는 경향으로 조사되었다.

이상의 온도 변이에 따른 변화에서는 상품화가 가능한 하배축 길이 4 cm 이상인 A + B급 비율은 최고온도 및 최적 온도에서 많이 조사되어, 생산수율도 온도가 높아질수록 수율이 높아지는 경향을 보였으나, 상품성이 가장 큰 영향을 미치는 세근발생 비율과 개체당 세근수와 자엽의 흑반 발생 비율은 관수온도가 높아질수록 많아져서 오히려 상품성을 크게 떨어뜨렸다. 그러므로 온도가 높아질수록 생산수율이 높아진다고 할지라도 연료비의 대비 수익률을 고려한 경제성 및 상품성에는 최적온도로 재배하는 것이 가장 합리적인 방법으로 사료된다.

Table 23. Effect of culture temperature on lesion spot of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Culture temperature	Lesion spot		Productivity <sup>§</sup>
	Rate	Size <sup>‡</sup>	
	%		
Maximum (26°C)	37.3	43.5	7.8
Optimum (20°C)	12.2	25.0	7.0
Minimum (12°C)	2.2	25.0	2.7
LSD.05	4.6	2.4	0.8

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water, and then aerated for 3 hours before 7 day culture.

<sup>‡</sup> Rate of lesion spot to cotyledon surface.

<sup>§</sup> Ratio of fresh sprout weight to seed dry weight.

#### (나) 관수 방법에 따른 변화

재배방식의 차이로 구분되는 관수방법의 차이, 즉 상면살수 방식과 하면담수방식의 차이가 콩나물의 생장 및 발아정도를 하배축 길이로 분류한 후 그 비율을 계산한 것은 표 24와

같다. 상품성이 가장 좋은 하배축 길이가 7 cm 이상인 A급 비율, 상품화가 가능한 하배축 길이가 4~7 cm의 B급 비율, 비정상개체 비율인 C급의 비율, 미발아 개체 비율 모두 관수방법, 즉 상면살수 방식과 하면담수 방식간에 차이가 없었다.

Table 24. Effects of culture method on composition rate of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts classified by their hypocotyl length.<sup>†</sup>

Culture method	Normal		Abnormal	No-germ.	A+B	C+D
	> 7 cm (A) <sup>‡</sup>	4~7 cm (B)	< 4 cm (C)	0 cm (D)		
	%					
Overspraying	80.4	14.9	3.8	0.9	95.3	4.7
Underwatering	79.3	15.8	4.2	0.7	95.1	4.9
LSD.05	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Sorted by hypocotyl lengths of 6 day old sprouts.

ns Nonsignificant difference between treatment levels.

관수방법의 차이, 즉 상면살수 방식과 하면담수방식의 차이가 재배 콩나물의 형태 변화는 표 25와 같다. 상품성에 가장 큰 영향을 미치는 세균발생 비율과 개체당 세균수는 하면담수 방식으로 재배하는 것보다는 상면살수 방식으로 재배할 경우 많은 것으로 나타났다. 뿌리길이는 재배방식간 차이가 없었으나, 하면담수 방식으로 재배하는 것보다는 상면살수 방식으로 재배할 경우 하배축 길이가 길어져 전체길이도 길어지는 경향을 보였다. 하배축 중간과 hook 부분의 직경은 재배방식간 차이가 없었다. 비록 차이가 미미하더라도 발아 및 성장정도, 형태에서의 이러한 차이는 그림 12와 13에서 보는 바와 같이 재배통 내의 품온, 즉 재배온도가 하면담수 방식에 비하여 상면살수 방식에서 높았던 것에 기인된 결과로 보인다.

Table 25. Effects of culture method on morphological characters of soybean (cv. Pungsanna- mulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Culture method	Lateral root formation		Length			Diameter	
	Rate	Number	Hypocotyl	Root	Total	Hypocotyl	Hook
	%	no. sprout <sup>-1</sup>	cm	cm sprout <sup>-1</sup>		mm sprout <sup>-1</sup>	
Overspraying	80.7	6.4	10.6	7.9	18.5	2.07	1.44
Underwatering	60.0	1.5	8.3	7.7	16.0	2.01	1.45
LSD.05	7.3	2.5	1.4	ns	1.7	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

ns Nonsignificant difference between treatment levels.

관수방법의 차이, 즉 상면살수 방식과 하면담수방식의 차이가 재배 콩나물의 개체당 각부위 및 전체 생체중과 건물중의 변화는 표 26과 같다. 생산수율과 관련된 생체중에서는 상면살수 방식에 비하여 하면담수 방식으로 재배할 경우 하배축 생체중이 높다고 하나, 이들 재배 방식 간에는 자엽 및 뿌리 무게에서 차이가 없어 개체당 전체생체중에서는 차이가 없는 것으로 나타났다. 각부위 및 전체 건물중도 각부위 및 전체 생체중과 유사한 결과를 보였다. 따라서 재배방식에 따라 각부위별 무게에서는 차이를 보일지라도 생산수율 측면에서는 재배방식으로 구

분되는 상면살수 방식과 하면담수 방식간에 큰 차이를 보이지 않을 것으로 예상된다.

상면살수 방식과 하면담수방식의 차이가 재배 콩나물의 자엽에 발생하는 흑반을 조사한 결과는 표 27과 같다. 흑반이 형성된 개체의 비율은 하면담수 방식에 비하여 상면살수 방식에서 높아 많이 발생되었던 반면, 자엽에 형성된 흑반의 크기에서는 재배방식간 차이가 없는 것으로 조사되었다. 이러한 흑반의 발생이 하면담수 방식에 비하여 상면살수 방식에서 높았던 것은 재배통 내의 품온, 즉 재배온도가 하면담수 방식에 비하여 상면살수 방식에서 높았던 것에 기인된 결과로 해석된다. 이와 더불어 생산수율은 재배방식간 차이가 없었는데 이는 앞에서 설명한 바와 같이 개체당 전체생체중에서 차이가 없었던 것에 기인된 결과로 보인다.

Table 26. Effects of culture method on fresh and dry weights of soybean (cv. Pungsanna-mulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Culture method	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	mg sprout <sup>-1</sup>				mg sprout <sup>-1</sup>			
Overspraying	206.5	343.6	49.3	599.4	56.4	17.2	4.5	78.1
Underwatering	222.5	266.8	57.3	546.6	66.7	14.7	3.5	84.8
LSD.05	ns	66.2	ns	ns	ns	1.5	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.  
ns Nonsignificant difference between treatment levels.

Table 27. Lesion spot of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by culture method.<sup>†</sup>

Culture method	Lesion spot		Productivity <sup>§</sup>
	Rate	Size <sup>‡</sup>	
	%		
Overspraying	8.7	34.2	6.4
Underwatering	5.5	25.8	5.8
LSD.05	1.3	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Rate of lesion spot to cotyledon surface.

<sup>§</sup> Ratio of fresh sprout weight to seed dry weight.

## 라. 재배방법 개선

### (1) 원료콩 정선과 관련된 생산수율 향상방법 설정

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 6일간 재배한 콩나물의 성장 및 발아정도를 하배축 길이로 분류한 후 그 비율을 계산한 것은 표 28과 같다. 상품성인 가장 좋은 하배축 길이가 7 cm 이상인 A급 비율은 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자로 재배할 경우 훨씬 높았던 반면, 상품화가 가능한 하배축 길이가 4~7 cm의 B급 비율, 비정상개체 비율인 C급의 비율, 미발아종자의 비율 모두 낮은 것으로 조사되었다. 따라서 정선상태가 좋은 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자로 재배할 경우 상품화율은 증대될 것으로 예상된다.

Table 28. Effects of seed conditioning on composition rate of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts classified by their hypocotyl length.<sup>†</sup>

Seed conditioning	Normal		Abnormal	No-germ.	A+B	C+D
	> 7 cm (A) <sup>‡</sup>	4~7 cm (B)	< 4 cm (C)	0 cm (D)		
	%					
Before seed conditioning	48.2	28.4	20.9	2.5	76.6	23.4
After seed conditioning	79.6	16.0	4.4	0.0	95.6	4.4
LSD.05	9.2	10.7	2.0	ns	3.1	3.0

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Sorted by hypocotyl lengths of 6 day old sprouts.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 6일간 재배한 콩나물의 형태 변화는 표 29와 같다. 상품성에 가장 큰 영향을 미치는 세근발생 비율과 개체당 세근수는 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 이용할 경우 세근형성 비율이 높은 반면, 세근수는 적어 종자의 선별정도에 따른 세근형성에는 뚜렷한 차이가 없다고 할 수 있다. 한편 하배축의 hook 부분 직경을 제외하고는 하배축 길이 및 중간부분의 직경, 뿌리길이에서도 종자의 정선정도에 따른 차이가 없었다.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 6일간 재배한 콩나물의 개체당 각부위 및 전체 생체중과 건물중의 변화는 표 50과 같다. 생산수율과 관련된 각부위 및 전체 생체중과 건물중 모두 종자정선 정도에 따른 차이는 없었다. 따라서 개별 콩나물 무게에서는 차이가 없다고 할지라도 다량재배시 생산수율은 추적되어야 할 것으로 사료된다.

Table 29. Effects of seed conditioning on morphological characters of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Seed conditioning	Lateral root formation		Length			Diameter	
	Rate	Number	Hypocotyl	Root	Total	Hypocotyl	Hook
	— % —	no. sprout <sup>-1</sup>	cm	cm	cm	mm sprout <sup>-1</sup>	mm
Before seed conditioning	41.5	3.3	7.6	7.8	15.4	2.07	1.27
After seed conditioning	59.5	1.7	8.0	7.7	15.7	2.04	1.40
LSD.05	11.0	0.3	ns	ns	ns	ns	0.1

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

ns Nonsignificant difference between treatment levels.

Table 30. Effects of seed conditioning on fresh and dry weights of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Seed conditioning	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	mg sprout <sup>-1</sup>				mg sprout <sup>-1</sup>			
Before seed conditioning	214.2	282.1	53.4	549.7	60.6	14.8	4.0	79.4
After seed conditioning	206.6	272.9	59.6	559.0	59.8	14.9	3.4	78.1
LSD.05	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

ns Nonsignificant difference between treatment levels.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 6일간 재배한 콩나물의 자엽에 발생하는 흑반을 조사한 결과는 표 31과 같다. 종자정선 정도에 따른 흑반의 크기는 차이가 없었으나 흑반 발생 비율이 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 이용할 경우 적은 것으로 나타났다. 한편 생산수율은 트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자보다는 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 이용할 경우 높은 것으로 조사되었다.

Table 31. Lesion spot and productivity of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by its seed conditioning.<sup>†</sup>

Seed conditioning	Lesion spot		Productivity <sup>§</sup>
	Rate	Size <sup>‡</sup>	
	%		
Before seed conditioning	12.0	30.0	5.0
After seed conditioning	5.3	25.8	6.2
LSD.05	3.3	ns	1.0

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Rate of lesion spot to cotyledon surface.

<sup>§</sup> Ratio of fresh sprout weight to seed dry weight.

## (2) 원료콩 저장과 관련된 생산수율 향상방법 설정

### (가) 저온 저장기간

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 저온에서 저장기간을 달리하여 재배한 콩나물의 생장 및 발아정도를 하배축 길이로 분류한 후 그 비율을 계산한 것은 표 32와 같다. 상품성이 가장 좋은 하배축 길이가 7 cm 이상인 A급 비율로 인해 상품화가 가능한 A + B급의 비율은 고성능 복합정자선별기로 정선된 종자를 재배할 경우 높았던 반면, 비정상개체 비율인 C급의 비율과 미발아종자의 비율은 낮은 것으로 조사되었다. 당해연도 채종한 종자를 저온 저장하여 재배한 콩나물은 하배축 길이가 7 cm 이상인 A급 비율이 가장 높았던 반면, 하배축 길이가 4~7 cm 이상인 B급과 비정상개체 비율인 C급, 미발아종자의 비율 모두 낮은 것으로 조사되었다.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 저온에서 저장기간을 달리하여 재배한 콩나물의 형태변화는 표 33과 같다. 상품성에 가장 큰 영향을 미치는 세근발생 비율과 개체당 세근수는 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 이용할 경우 세근형성 비율과 세근수 모두 높게 조사되었다. 하배축의 직경과 hook 부분 직경은 트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자에서 높게 조사되었으나, 하배축 길이와 뿌리의 길이는 종자의 정선정도에 따른 차이가 없었다. 저온 저장기간을 달리하여 재배한 콩나물의 변화는 개체당 세근수를 제외하고는 세근형성 비율, 하배축과 뿌리의 길이 및 하배축과 hook 부분 직경 모두 차이가 없었다.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 저온에서 저장기간을 달리하여 재배한 콩나물의 개체당 각부위 및 전체 생체중과 건물중은 변화는 표 34와 같다. 생산수율과 관련된 각부위 및 전체 생체중과 건물중은 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 이용할 경우 모두 높게 조사되었고, 저온 저장기간을 달리하여 재배한 콩나

물의 생체중에서는 뚜렷한 차이는 조사되지 않았으나, 자엽과 뿌리의 건물중에서 당해연도 채종한 종자를 저온저장하여 재배한 콩나물에서 높게 조사되었다.

Table 32. Effects of seed conditioning and storing cold room on composition rate of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts classified by their hypocotyl length.<sup>†</sup>

Parameters	Normal		Abnormal	No-germ.	A+B	C+D
	> 7 cm (A) <sup>‡</sup>	4~7 cm (B)	< 4 cm (C)	0 cm (D)		
	%					
Seed conditioning (S)						
Before seed conditioning	76.8	7.9	4.7	10.7	84.7	15.3
After seed conditioning	79.3	9.2	7.0	4.4	88.6	11.8
LSD.05	2.5	ns	ns	3.6	3.6	3.6
Storage period (C)						
1	81.7	6.9	5.2	6.2	88.6	11.4
2	74.4	10.2	6.4	8.9	84.7	15.3
LSD.05	2.5	2.3	ns	ns	3.6	3.6
S × C	ns	**	ns	ns	*	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Sorted by hypocotyl lengths of 6 day old sprouts.

Table 33. Effects of seed conditioning and storing cold room on morphological characters of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Parameters	Lateral root formation		Length			Diameter	
	Rate	Number	Hypocotyl	Root	Total	Hypocotyl	Hook
	— % —	no. sprout <sup>-1</sup>	cm	cm sprout <sup>-1</sup>	—	mm sprout <sup>-1</sup>	—
Seed conditioning (S)							
Before seed conditioning	78.2	2.1	11.4	6.8	18.2	2.12	1.57
After seed conditioning	82.5	2.3	11.6	7.4	19.0	1.84	1.44
LSD.05	2.8	ns	ns	ns	ns	0.15	0.11
Storage period (C)							
1	81.1	2.4	11.7	7.1	18.8	2.03	1.52
2	79.6	2.0	11.3	7.1	18.4	1.93	1.49
LSD.05	ns	0.2	ns	ns	ns	ns	ns
S × C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then illuminated with red light for 5 minutes of the 3 hour aeration before culturing.

ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 저온에서 저장기간을 달리하여 재배한 콩나물의 자엽에 발생하는 흑반을 조사는 표 35와 같다. 정선 정도에 따른 흑반의 크기는 차이가 없었으나 흑반발생 비율은 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 이용할 경우 감소되는 것으로 조사되었다. 한편 저온저장기간을 달리하여 재배한

콩나물은 종자의 저온저장기간에 따른 흑반의 크기와 발생비율, 생산수율 모두 차이가 없었다. 따라서 종자의 저온저장이 2년을 경과하지 않는 나물콩 원료를 사용할 시, 상품성 및 생산수율 등에 큰 차이는 없는 것으로 조사되었다.

Table 34. Effects of seed conditioning and storing cold room on fresh and dry weights of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Parameters	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	mg sprout <sup>-1</sup>				mg sprout <sup>-1</sup>			
Seed conditioning (S)								
Before seed conditioning	260.0	485.9	27.9	777.8	63.9	26.1	2.9	92.9
After seed conditioning	288.9	491.3	36.1	816.3	72.6	23.4	3.1	99.1
LSD.05	0.3	ns	6.4	22.7	2.1	1.4	ns	2.5
Storage period (C)								
1	277.9	493.8	35.2	807.0	69.7	24.1	3.2	97.0
2	275.0	483.8	28.8	787.2	66.8	25.4	2.8	95.0
LSD.05	ns	ns	ns	ns	2.1	ns	0.2	ns
S × C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then illuminated with red light for 5 minutes of the 3 hour aeration before culturing.

ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

Table 35. Lesion spot of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by its seed conditioning and storing cold room.<sup>†</sup>

Seed size	Lesion spot		Productivity <sup>§</sup>
	Rate	Size <sup>‡</sup>	
	%		
Seed conditioning (S)			
Before seed conditioning	17.3	33.8	7.3
After seed conditioning	8.6	28.8	7.8
LSD.05	7.0	ns	ns
Storage period (C)			
1	11.6	30.0	7.6
2	14.0	32.1	7.5
LSD.05	ns	ns	ns
S × C	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Rate of lesion spot to cotyledon surface.

<sup>§</sup> Ratio of fresh sprout weight to seed dry weight.

(나) 실온 저장기간

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 실온에서 저장기간을 달리하여 재배한 콩나물의 생장 및 발아정도를 하배축 길이로 분류한 후 그 비율을 계산한 것은 표 36과 같다. 먼저 종자정선 정도에 따른 시험에서는 상품화가 가능한 A + B급의 비율은 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 재배할 경우 높았던 반면, 비정상개체 비율인 C급의 비율과 미발아종자의 비율은 낮은 것으로 조사되었다. 당해연도 채종한 종자를 실온 저장하여 재배한 콩나물은 하배축 길이가 7 cm 이상인 A급 비율과 하배축 길이가 4~7 cm 이상인 B급 높았던 반면, 비정상개체 비율인 C급, 미발아종자의 비율 모두 낮은 것으로 조사되었다. 한편 앞의 저온에서 저장기간을 달리하여 재배한 시험과의 상품화가 가능한 A + B급의 비율에서 현저히 낮은 것으로 조사되어 종자의 발아 및 하배축의 생장정도로 판단하면 저온저장을 하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

Table 36. Effects of seed conditioning and storing indoor on composition rate of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts classified by their hypocotyl length.<sup>†</sup>

Parameters	Normal		Abnormal	No-germ.	A+B	C+D
	> 7 cm (A) <sup>‡</sup>	4~7 cm (B)	< 4 cm (C)	0 cm (D)		
%						
Seed conditioning (S)						
Before seed conditioning	3.4	22.1	45.9	28.6	25.5	74.5
After seed conditioning	7.5	36.1	34.1	22.2	43.6	56.3
LSD.05	0.2	1.0	2.6	2.9	1.0	1.0
Storage period (C)						
1 year	9.3	31.9	42.4	21.4	41.2	63.8
2 year	1.6	26.3	37.6	29.4	27.9	67.0
LSD.05	0.2	1.0	2.6	2.9	1.0	1.0
S × C	ns	*	**	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Sorted by hypocotyl lengths of 6 day old sprouts.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 실온에서 저장기간을 달리하여 재배한 콩나물의 형태변화는 표 37과 같다. 상품성에 가장 큰 영향을 미치는 세균발생 비율과 개체당 세균수는 발아 및 생장이 미비하여 종자의 정선정도와 저장기간 모두 거의 조사되지 않았으며, 하배축 길이와 뿌리의 길이는 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 이용할 경우 길게 조사되었고, 저장 기간이 짧은 당해 채종한 1년차 종자를 이용할 경우 길게 조사되었다. 하배축의 직경과 hook 부분 직경은 종자의 정선 정도에서는 차이를 보이지 않았으나, 저장기간에서는 hook 부분 직경은 당해 채종한 종자를 이용할 경우 굵게 조사되었던 반면, 하배축의 직경에서는 얇게 조사되었다.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 실온에서 저장기간을 달리하여 재배한 콩나물의 개체당 각부위 및 전체 생체중과 건물중은 변화는 표 38과 같다. 생산수율과 관련된 각부위 및 전체 생체중과 건물중은 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 이용할 경우 모두 높게 조사되었고, 실온 저장기간을 달리하여 재배한 콩나

물의 생체중에서는 뚜렷한 차이는 조사되지 않았던 저온 저장기간과 달리 저장 기간이 짧은 당해 채종한 1년차 종자를 이용할 경우 각부위 및 전체 생체중과 건물중 모두 높게 조사되었다.

Table 37. Effects of seed conditioning and storing indoor on morphological characters of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Parameters	Lateral root formation		Length			Diameter	
	Rate	Number	Hypocotyl	Root	Total	Hypocotyl	Hook
	— % —	no. sprout <sup>-1</sup>	cm sprout <sup>-1</sup>			mm sprout <sup>-1</sup>	
Seed conditioning (S)							
Before seed conditioning	0.0	0.0	6.6	3.4	10.0	2.08	1.50
After seed conditioning	0.1	0.1	7.2	4.0	11.1	2.08	1.49
LSD.05	ns	ns	0.2	0.2	0.4	ns	ns
Storage period (C)							
1 year	0.1	0.1	7.2	4.1	11.3	2.06	1.50
2 year	0.0	0.0	6.6	3.2	9.8	2.11	1.50
LSD.05	ns	ns	0.2	0.2	0.4	0.03	0.03
S × C	ns	ns	ns	ns	ns	**	**

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then illuminated with red light for 5 minutes of the 3 hour aeration before culturing.  
ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

Table 38. Effects of seed conditioning and storing indoor on fresh and dry weights of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Parameters	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	mg sprout <sup>-1</sup>				mg sprout <sup>-1</sup>			
Seed conditioning (S)								
Before seed conditioning	264.4	310.9	44.8	620.1	63.9	13.7	2.3	79.9
After seed conditioning	271.9	337.5	46.2	655.6	65.1	14.8	2.3	82.2
LSD.05	3.0	7.0	ns	8.6	1.0	ns	ns	ns
Storage period (C)								
1 year	281.2	365.4	46.2	692.8	67.5	16.0	2.3	85.8
2 year	255.2	283.0	44.8	583.0	61.5	12.5	2.3	76.3
LSD.05	3.0	7.0	ns	8.6	1.0	1.5	0.1	2.4
S × C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then illuminated with red light for 5 minutes of the 3 hour aeration before culturing.  
ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 실온에서 저장기간을 달리하여 재배한 콩나물의 자엽에 발생하는 흑반을 조사는 표 39와 같다. 정선 정도에 따른 흑반발생 비율과 크기는 차이가 없었으며, 생산수율에서도 차이가 없었다. 실온에서 저장기간 길어질수록 흑반발생 비율은 증가하였으나 흑반의 크기는 차이가 없는 것을 조사되었다. 그러나 앞의 저온저장과 비교시 생산수율에서는 큰 차이를 보이며 감소하였으며, 이는 종자의 저장중에 온도와 습도의 영향을 크게 받은 것으로 사료된다. 따라서 종자를 실온에서 저장기간이 길어질수록 발아율뿐만 아니라 생산수율 및 흑반발생 비율도 감소하였고, 종자정선 정도에 의해서도 발아율이 더욱 차이를 보였다. 그러므로 종자의 저장시 저온저장고에 종자를 저장할 수 있도록 최소한의 저장시설을 갖추어야 할 것으로 사료된다.

Table 39. Lesion spot of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by its seed conditioning and storing indoor.<sup>†</sup>

Parameters	Lesion spot		Productivity <sup>§</sup>
	Rate	Size <sup>‡</sup>	
		%	
Seed conditioning (S)			
Before seed conditioning	17.0	25.0	2.3
After seed conditioning	21.7	25.4	2.3
LSD.05	ns	ns	ns
Storage period (C)			
1 year	16.0	25.4	2.4
2 year	22.7	25.0	2.2
LSD.05	3.8	ns	0.1
S × C	**	ns	*

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Rate of lesion spot to cotyledon surface.

<sup>§</sup> Ratio of fresh sprout weight to seed dry weight.

### (3) 시설운동과 관련한 생산수율 조사

#### (가) 저수조 형태

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 저수조 형태를 달리하여 재배한 콩나물의 생장 및 발아정도를 하배축 길이로 분류한 후 그 비율을 계산한 것은 표 40과 같다. 상품화가 가능한 A + B급의 비율은 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 재배할 경우 높았던 반면, 미발아종자의 비율은 낮은 것으로 조사되었다. 관수의 저수조 형태를 달리하여 재배한 콩나물의 생장 및 발아정도에서는 상품성이 가장 좋은 하배축 길이가 7 cm 이상인 A급 비율은 높았으나, A + B급의 비율은 차이가 없었다.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 저수조 크기를 달리하여 재배한 콩나물의 형태변화는 표 41과 같다. 상품성에 가장 큰 영향을 미치는 세균발생 비율은 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 이용할 경우 높게 조사되었으나 세균수, 하배축과 뿌리의 길이 및 하배축의 직경과 hook 부분 직경에서는 종자정선 정도에 따른

차이는 없었다. 관수의 저수조 형태를 달리하여 재배한 콩나물의 변화는 세근형성 비율과 세근수는 관수되는 수온이 높았던 플라스틱 수조에서 높았으며, 하배축과 뿌리의 길이의 길이도 길게 조사되었다.

Table 40. Effects of seed conditioning and storage method of irrigation water composition rate of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts classified by their hypocotyl length.<sup>†</sup>

Parameters	Normal		Abnormal	No-germ.	A+B	C+D
	> 7 cm (A) <sup>‡</sup>	4~7 cm (B)	< 4 cm (C)	0 cm (D)		
	%					
Seed conditioning (S)						
Before seed conditioning	77.6	5.3	5.0	12.1	82.8	17.1
After seed conditioning	80.8	8.3	6.8	4.1	89.1	11.9
LSD.05	2.6	1.2	ns	2.0	2.8	2.8
Storage method of irrigation water (C)						
Concrete tank	77.3	9.4	5.6	7.5	86.8	13.2
Plastic tank	81.0	4.2	6.1	8.6	85.2	14.7
LSD.05	2.6	1.2	ns	ns	ns	ns
S × C	ns	*	ns	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Sorted by hypocotyl lengths of 6 day old sprouts.

Table 41. Effects of seed conditioning and storage method of irrigation water on morphological characters of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Parameters	Lateral root formation		Length			Diameter	
	Rate	Number	Hypocotyl	Root	Total	Hypocotyl	Hook
	— % —	— no. sprout <sup>-1</sup> —	— cm sprout <sup>-1</sup> —			— mm sprout <sup>-1</sup> —	
Seed conditioning (S)							
Before seed conditioning	45.2	2.5	12.6	6.9	19.6	2.20	1.86
After seed conditioning	49.5	2.6	11.6	7.4	19.0	2.33	1.69
LSD.05	1.2	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Storage method of irrigation water (C)							
Concrete tank	43.8	2.1	10.5	6.7	17.2	2.25	1.79
Plastic tank	51.5	3.0	13.7	7.6	21.3	2.27	1.75
LSD.05	1.2	0.1	1.3	0.4	1.5	ns	ns
S × C	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then illuminated with red light for 5 minutes of the 3 hour aeration before culturing.

ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 저수조 형태를 달리하여 재배한 콩나물의 개체당 각부위 및 전체 생체중과 건물중은 변화는 표 42와

같다. 생산수율과 관련된 각부위 및 전체 생체중과 건물중은 고성능 복합종자성별기로 정선된 종자를 이용할 경우 모두 높게 조사되었고, 관수의 저수조 형태를 달리하여 재배한 콩나물의 하배축과 뿌리로 인해 전체 생체중에서는 플라스틱 수조에서 높게 조사되었으며, 각부위 및 전체 건물중도 이와 유사한 결과로 조사되었다.

Table 42. Effects of seed conditioning and storage method of irrigation water on fresh and dry weights of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Parameters	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	mg sprout <sup>-1</sup>				mg sprout <sup>-1</sup>			
Seed conditioning (S)								
Before seed conditioning	259.8	502.8	33.6	796.2	60.3	26.4	3.3	90.0
After seed conditioning	330.5	567.1	33.8	931.3	79.4	29.2	3.2	111.7
LSD.05	37.0	51.8	ns	83.5	7.9	1.9	ns	9.4
Storage method of irrigation water (C)								
Concrete tank	291.1	452.9	30.0	774.0	69.6	23.8	3.2	96.6
Plastic tank	299.2	617.0	37.4	953.6	70.1	31.9	3.2	105.2
LSD.05	ns	51.8	7.0	83.5	ns	1.9	ns	ns
S × C	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then illuminated with red light for 5 minutes of the 3 hour aeration before culturing.

ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

Table 43. Lesion spot of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by its seed conditioning and storage method of irrigation water.<sup>†</sup>

Parameters	Lesion spot		Productivity <sup>§</sup>
	Rate	Size <sup>‡</sup>	
	%		
Seed conditioning (S)			
Before seed conditioning	27.1	37.5	7.9
After seed conditioning	18.7	29.6	7.6
LSD.05	4.0	2.5	ns
Storage method of irrigation water (C)			
Concrete tank	12.9	30.0	7.4
Plastic tank	32.9	37.1	7.5
LSD.05	4.0	2.5	ns
S × C	ns	*	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Rate of lesion spot to cotyledon surface.

<sup>§</sup> Ratio of fresh sprout weight to seed dry weight.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 저수조 형태를 달리하여 재배한 콩나물의 자엽에 발생하는 흑반을 조사는 표 43과 같다. 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 이용한 흑반발생 비율과 크기 낮게 조사되었으며, 관수의 저수조 형태에서는 콘크리트 수조에서 모두 낮게 조사되었다. 생산수율에서는 정선된 종자정도와 저수조의 형태 모두 뚜렷한 차이는 없었다. 따라서 수온의 변화에 큰 차이를 보이는 저수조의 형태에 의해서 콩나물의 상품화에 큰 영향을 미치는 세근형성 비율과 세근수, 자엽의 흑반발생 비율, 크기에 많은 영향을 미치는 것으로 조사되었으며 특히 정선상태에 의해서도 더욱 영향을 미치는 것으로 조사되었다.

(나) 관수온도

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 관수 온도를 달리하여 재배한 콩나물의 성장 및 발아정도를 하배축 길이로 분류한 후 그 비율을 계산한 것은 표 44와 같다. 상품화가 가능한 A + B급의 비율은 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 재배할 경우 높았던 반면, 미발아종자의 비율은 낮은 것으로 조사되었다. 관수 온도를 달리하여 재배한 콩나물의 성장 및 발아정도에서는 상품성이 가장 좋은 하배축 길이가 7 cm 이상인 A급 비율은 높았으나, 상품화가 가능한 A + B급의 비율은 차이가 없었다.

Table 44. Effects of seed conditioning and culture temperature on composition rate of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts classified by their hypocotyl length.<sup>†</sup>

Parameters	Normal		Abnormal	No-germ.	A+B	C+D
	> 7 cm (A) <sup>‡</sup>	4~7 cm (B)	< 4 cm (C)	0 cm (D)		
	%					
Seed conditioning (S)						
Before seed conditioning	61.7	12.1	7.3	18.9	73.8	22.2
After seed conditioning	77.7	10.9	5.6	5.8	88.6	11.4
LSD.05	6.3	ns	ns	7.9	7.6	7.6
Culture temperature (C)						
Maximum	77.4	3.8	2.2	16.6	81.2	18.8
Minimum	61.9	19.2	10.7	8.2	81.1	18.9
LSD.05	6.3	4.9	2.8	7.9	ns	ns
S × C	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 8 day culture.

<sup>‡</sup> Sorted by hypocotyl lengths of 6 day old sprouts.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 관수 온도를 달리하여 재배한 콩나물의 형태변화는 표 45와 같다. 상품성에 가장 큰 영향을 미치는 세근형성 비율은 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자에서 세근발생 비율과 세근수가 높았으나 하배축과 뿌리의 길이를 합한 전체길이와 hook 부분 직경은 차이가 없었다. 관수 온도를 달리하여 재배한 콩나물의 세근형성 비율은 최고온도에서 모두 형성되었으며, 세근수도 많은

차이를 보였다. 하배측과 뿌리의 길이를 합한 전체길이도 길었으며, hook 부분 직경에서도 굵게 조사되었다. 관수 온도가 높은 최고온도에서 재배한 콩나물에서는 생장은 좋았으나, 세균이 발생 비율이 높아 이 모두를 고려한 관수 온도에 주의를 요해야 할 것으로 사료된다.

Table 45. Effects of seed conditioning and culture temperature on morphological characters of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Parameters	Lateral root formation		Length			Diameter	
	Rate	Number	Hypocotyl	Root	Total	Hypocotyl	Hook
	— % —	no. sprout <sup>-1</sup>	cm sprout <sup>-1</sup>			mm sprout <sup>-1</sup>	
Seed conditioning (S)							
Before seed conditioning	57.9	6.2	13.1	7.7	20.8	2.17	1.97
After seed conditioning	62.8	11.4	12.4	7.6	20.0	2.09	1.89
LSD.05	3.4	0.6	ns	ns	ns	0.07	ns
Culture temperature (C)							
Maximum	100.0	15.7	16.4	11.2	27.6	2.06	2.13
Minimum	20.7	1.8	9.1	4.1	13.2	2.19	1.74
LSD.05	3.4	0.6	0.7	1.9	2.4	0.07	0.16
S × C	*	**	ns	ns	ns	ns	*

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then illuminated with red light for 5 minutes of the 3 hour aeration before culturing.

ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

Table 46. Effects of seed conditioning and culture temperature on fresh and dry weights of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Parameters	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	mg sprout <sup>-1</sup>				mg sprout <sup>-1</sup>			
Seed conditioning (S)								
Before seed conditioning	267.1	496.4	69.2	829.7	41.4	23.1	5.0	69.5
After seed conditioning	380.4	576.9	77.4	1038.3	61.6	28.1	6.2	100.4
LSD.05	61.6	52.2	ns	120.0	7.4	3.0	ns	13.0
Culture temperature (C)								
Maximum	348.9	657.3	98.5	1104.7	66.2	30.5	7.8	90.3
Minimum	302.2	416.0	45.1	763.2	41.3	20.7	3.4	79.6
LSD.05	ns	52.2	26.0	124.2	ns	3.0	1.2	ns
S × C	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then illuminated with red light for 5 minutes of the 3 hour aeration before culturing.

ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 관수 온도를 달리하여 재배한 콩나물의 개체당 각부위 및 전체 생체중과 건물중은 변화는 표 46과

같다. 생산수율과 관련된 각부위 및 전체 생체중과 건물중은 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 이용할 경우 모두 높게 조사되었고, 관수 온도를 달리하여 재배한 콩나물의 경우 생산수율과 밀접한 관련이 있는 전체 생체중이 하배측과 뿌리로 인해 높고 나타났으며, 각부위 및 전체 건물중도 이와 유사한 결과로 조사되었다.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 관수 온도를 달리하여 재배한 콩나물의 자엽에 발생하는 흑반을 조사한 표 47과 같다. 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 이용한 흑반발생 비율과 크기 모두 낮게 조사되었으며, 관수 온도에서는 최저온도에서 모두 낮게 조사되었다. 생산수율에서는 정선된 종자에서 관수 온도가 높을 경우 높게 조사되었다. 이상의 시험결과로 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 최고 온도에서 재배할 경우 높은 생산수율을 보였으나, 재배중 높은 온도로 인해 세근형성 비율과 세근수, 자엽의 흑반발생 비율, 크기가 높거나 크게 조사되어 오히려 생산수율 및 상품성을 떨어뜨리는 결과를 나타내어 콩나물의 관수 온도에 보다 특별한 주의를 기울여야 할 것으로 사료된다.

Table 47. Lesion spot of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by its seed conditioning and culture temperature.<sup>†</sup>

Parameters	Lesion spot		Productivity <sup>§</sup>
	Rate	Size <sup>‡</sup>	
	%		
Seed conditioning (S)			
Before seed conditioning	25.3	38.9	6.6
After seed conditioning	10.9	30.9	8.9
LSD.05	4.1	5.8	0.9
Culture method (C)			
Maximun	23.5	42.6	8.9
Minimum	12.6	27.2	6.6
LSD.05	4.1	5.8	0.9
S × C	**	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 8 day culture.

<sup>‡</sup> Rate of lesion spot to cotyledon surface.

<sup>§</sup> Ratio of fresh sprout weight to seed dry weight.

#### (다) 관수방법

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 관수 방법을 달리하여 재배한 콩나물의 성장 및 발아정도를 하배측 길이로 분류한 후 그 비율을 계산한 것은 표 48과 같다. 미발아종자를 제외한 A, B, C급 비율 모두 차이를 보이지 않았으나, 상품화가 가능한 A + B급의 비율은 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 재배할 경우 높았다. 관수 방법 즉, 상면살수 방식과 하면담수 방식으로 재배한 콩나물의 성장 및 발아 정도에서는 모두 차이가 없었다.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 관수 방법을 달리하여 재배한 콩나물의 형태변화는 표 49와 같다. 상품성에 가장 큰 영향을 미치는 세근형성 비율은 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자에서 세근발생 비율은 높았으나, 세근수는 차이가 없었고, 뿌리의 길이 차이로 인해 전체길이에서는 낮게 나타났다. 하배축 중간부분과 hook 부분 직경은 차이가 없었다. 관수 방법을 달리하여 재배한 콩나물의 세근형성 비율과 세근수는 상면살수 방식에서 높게 조사되었으며, 하배축과 뿌리 및 하배축과 hook 부분 직경은 차이가 없었다.

Table 48. Effects of seed conditioning and culture method on composition rate of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts classified by their hypocotyl length.<sup>†</sup>

Culture temperature	Normal		Abnormal	No-germ.	A+B	C+D
	> 7 cm (A) <sup>‡</sup>	4~7 cm (B)	< 4 cm (C)	0 cm (D)		
%						
Seed conditioning (S)						
Before seed conditioning	77.6	11.0	6.6	3.4	90.0	10.0
After seed conditioning	82.2	11.1	6.4	0.2	93.3	6.7
LSD.05	ns	ns	ns	0.6	2.4	2.4
Culture method (C)						
Overspraying	81.4	10.6	6.3	1.7	92.0	8.0
Underwatering	79.8	11.6	6.7	2.0	91.3	8.7
LSD.05	ns	ns	ns	ns	ns	ns
S × C	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Sorted by hypocotyl lengths of 6 day old sprouts.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 관수 방법을 달리하여 재배한 콩나물의 개체당 각부위 및 전체 생체중과 건물중은 변화는 표 50과 같다. 뿌리를 제외한 각부위 및 전체 생체중과 건물중은 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 이용할 경우 모두 높게 조사되었고, 관수 방법을 달리하여 재배한 콩나물의 경우 차이를 보이지 않았다.

Table 49. Effects of seed conditioning and culture method on morphological characters of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Parameters	Lateral root formation		Length			Diameter	
	Rate	Number	Hypocotyl	Root	Total	Hypocotyl	Hook
	— % —	no. sprout <sup>-1</sup>	cm sprout <sup>-1</sup>			mm sprout <sup>-1</sup>	
Seed conditioning (S)							
Before seed conditioning	71.5	3.3	11.3	8.5	19.8	2.17	1.55
After seed conditioning	74.4	3.8	11.4	6.3	17.7	2.12	1.53
LSD.05	1.3	ns	ns	0.9	1.6	ns	ns
Culture method (C)							
Overspraying	76.0	4.2	11.6	7.5	19.0	2.13	1.56
Underwatering	70.0	2.8	11.2	7.3	18.4	2.15	1.52
LSD.05	1.3	0.7	ns	ns	ns	ns	ns
S × C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then illuminated with red light for 5 minutes of the 3 hour aeration before culturing.

ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

Table 50. Effects of seed conditioning and culture method on fresh and dry weights of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Parameters	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	mg sprout <sup>-1</sup>				mg sprout <sup>-1</sup>			
Seed conditioning (S)								
Before seed conditioning	237.3	449.6	43.6	730.5	52.6	20.5	3.5	77.6
After seed conditioning	293.2	479.8	32.4	805.4	72.9	22.0	3.2	98.1
LSD.05	21.2	ns	9.8	19.7	4.8	ns	ns	1.7
Culture method (C)								
Overspraying	271.4	476.2	41.7	789.3	63.8	21.3	3.4	88.5
Underwatering	259.1	453.2	34.0	746.3	62.7	21.1	3.3	87.1
LSD.05	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
S × C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then illuminated with red light for 5 minutes of the 3 hour aeration before culturing.

ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

Table 51. Lesion spot of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by its seed conditioning and culture method.<sup>†</sup>

Seed size	Lesion spot		Productivity <sup>§</sup>
	Rate	Size <sup>‡</sup>	
	%		
Seed conditioning (S)			
Before seed conditioning	19.4	37.1	6.8
After seed conditioning	6.2	31.3	7.9
LSD.05	2.2	ns	0.6
Culture method (C)			
Overspraying	13.8	35.8	7.6
Underwatering	11.9	32.5	7.1
LSD.05	ns	ns	ns
S × C	*	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Rate of lesion spot to cotyledon surface.

<sup>§</sup> Ratio of fresh sprout weight to seed dry weight.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 관수 방법을 달리하여 재배한 콩나물의 자엽에 발생하는 흑반을 조사는 표 47과 같다. 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 이용한 흑반발생 비율이 낮게 조사되었으며, 관수 방법에서는 차이를 보이지 않았다. 생산수율에서는 정선된 종자에서 낮게 조사되었고, 관수 방법에 따른 차이는 보이지 않았다. 따라서 종자정선에 따른 생산수율은 차이를 보였으나 관수방법에 따른 차이는 보이지 않았으며, 콩나물의 상품성에 큰 영향을 미치는 세균발생 비율과 세균수에서는 차이를 보여 하면담수 방식으로 재배할 경우 상품성이 더 우수할 것으로 보여진다.

#### (4) 재배방법 개선

##### (가) 종자의 소독 및 수침

##### ① 열처리에 따른 흑반 발생 및 생산수율

##### ㉞ 건열 종자소독

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 60℃ 공기로 가온한 건열소독의 처리기간을 달리한 후 재배한 콩나물의 하배축 길이로 분류한 후 생장 및 발아정도를 비율로 계산한 것은 표 52와 같다. 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자로 재배한 콩나물에서 하배축 길이가 7 cm 이상인 상품화가 가장 좋은 A급의 비율이 높은 결과 인해 상품화가 가능한 A+B 급이 높았으며, 이를 제외한 다른 개체비율에서는 차이를 보이지 않았다. 건열소독 처리기간간에서는 다른 개체 비율에서는 차이가 없었던 반면, 상품성이 가장 좋은 하배축 길이가 7 cm 이상인 A급에서 처리기간이 길어질수록 감소되는 것으로 조사되었다.

Table 52. Effects of seed conditioning and imbibition period to hot water on composition rate of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts classified by their hypocotyl length.<sup>†</sup>

Parameters	Normal		Abnormal	No-germ.	A+B	C+D
	> 7 cm (A) <sup>‡</sup>	4~7 cm (B)	< 4 cm (C)	0 cm (D)		
	%					
Seed conditioning (S)						
Before seed conditioning	72.7	8.7	8.7	9.9	81.4	18.6
After seed conditioning	78.7	9.2	6.5	5.6	87.2	12.1
LSD.05	4.4	ns	ns	ns	4.4	4.4
Dry heating period (C)						
0 min. at 60°C	78.6	7.8	6.8	6.9	86.3	13.7
15 min. at 60°C	76.5	9.3	6.8	7.2	85.9	14.1
30 min. at 60°C	72.1	9.7	9.1	9.1	85.8	14.2
LSD.05	5.4	ns	ns	ns	ns	ns
S × C	ns	*	ns	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Sorted by hypocotyl lengths of 6 day old sprouts.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 60°C 공기로 가온한 건열소독의 처리기간을 달리한 후 재배한 콩나물의 하배축 길이로 분류한 후 생장 및 발아정도를 비율로 계산한 것은 표 53과 같다. 상품성에 가장 큰 영향을 미치는 세근 발생 비율에서는 차이를 보이지 않았으나, 개체당 세근수는 고성능 복합 종자선별기로 정선된 종자를 이용해 재배한 콩나물에서 많이 조사되었다. 하배축, 뿌리 길이 및 이들을 합한 전체길이에는 영향이 미치지 않는 것으로 조사되었으며, 하배축 직경과 hook 부분직경에서는 트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자에서 굵게 조사되었다. 세근형성 비율에서는 건열소독 처리기간간 차이가 없었으나, 개체당 세근수에서는 15분 처리에서 가장 적게 조사되었다. 건열소독 처리기간이 하배축 길이 및 전체길이에는 영향을 미치지 않았으나, 하배축 직경과 hook 부분 직경은 건열소독 처리기간이 가장 긴 30분 처리에서 가장 가는 것으로 조사되었다. 따라서 트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자로 건열소독 기간이 30분으로 길어지면 발아도 불량해지고 세근수도 많아지기 때문에 건열소독을 길게 처리하는 것은 피해야 할 것으로 사료된다.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 60°C 공기로 가온한 건열소독의 처리기간을 달리한 후 재배한 콩나물의 개체당 각부위 및 전체 생체중과 건물중의 변화는 표 54와 같다. 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자로 재배한 콩나물에서 자엽의 무게로 인해 생산수율과 관련된 전체 생체중이 높게 조사되었으며, 건물중에서도 이와 유사한 결과로 조사되었다. 공기를 60°C로 가온한 건열소독의 처리기간을 달리하였을 때 각부위 및 전체생체중과 건물중 모두 차이가 없었다.

Table 53. Effects of seed conditioning and imbibition period to hot water on morphological characters of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Parameters	Lateral root formation		Length			Diameter	
	Rate	Number	Hypocotyl	Root	Total	Hypocotyl	Hook
	— % —	no. sprout <sup>-1</sup>	cm sprout <sup>-1</sup>			mm sprout <sup>-1</sup>	
Seed conditioning (S)							
Before seed conditioning	71.3	2.1	10.6	7.1	17.7	2.32	1.62
After seed conditioning	72.5	3.0	10.4	7.2	17.7	2.21	1.41
LSD.05	ns	0.3	ns	ns	ns	0.06	0.04
Dry heating period (C)							
0 min. at 60°C	71.5	2.5	10.8	6.8	17.6	2.35	1.58
15 min. at 60°C	70.5	2.3	10.3	7.6	17.8	2.27	1.50
30 min. at 60°C	73.5	3.0	10.4	7.1	17.6	2.15	1.46
LSD.05	ns	0.4	ns	0.5	ns	0.08	0.05
S × C	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then illuminated with red light for 5 minutes of the 3 hour aeration before culturing.

ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

Table 54. Effects of seed conditioning and dry imbibition period to hot water on fresh and dry weights of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Parameters	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	mg sprout <sup>-1</sup>				mg sprout <sup>-1</sup>			
Seed conditioning (S)								
Before seed conditioning	252.2	460.1	44.4	756.7	55.3	20.0	2.9	78.2
After seed conditioning	305.7	472.5	45.6	823.9	76.9	21.0	2.8	100.7
LSD.05	12.8	ns	ns	24.7	3.3	0.6	ns	3.8
Dry heating period (C)								
0 min. at 60°C	279.1	468.9	46.5	794.5	67.3	20.8	2.8	90.8
15 min. at 60°C	277.7	465.6	43.3	786.5	65.0	20.0	2.8	87.8
30 min. at 60°C	280.3	464.4	45.3	789.9	66.0	20.7	2.9	89.6
LSD.05	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
S × C	**	ns	ns	ns	*	ns	ns	*

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then illuminated with red light for 5 minutes of the 3 hour aeration before culturing.

ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 60°C 공기로 가온한 건열소독의 처리기간을 달리한 후 재배한 콩나물의 자엽에 발생하는 흑반을 조사한 결과는 표 55와 같다. 흑반 발생비율에서는 트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자로

재배한 콩나물에서 높게 조사되었으나, 흑반 크기와 생산수율에는 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었다. 건열소독 처리기간도 흑반 발생비율에서는 처리기간이 15분일 때 가장 낮은 비율로 조사되었으며, 크기 및 생산수율에 미치는 영향은 없는 것으로 조사되었다. 따라서 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 건열소독 15분간 처리하였을 때 상품성에 큰 영향을 미치는 세균과 흑반발생 비율이 낮은 것으로 조사되었다.

Table 55. Lesion spot of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by its seed conditioning and imbibition period to hot water.<sup>†</sup>

Parameters	Lesion spot		Productivity <sup>§</sup>
	Rate	Size <sup>‡</sup>	
		%	
Seed conditioning (S)			
Before seed conditioning	21.4	30.3	6.3
After seed conditioning	10.0	33.7	8.2
LSD.05	2.5	ns	0.6
Dry heating period (C)			
0 min. at 60°C	21.7	34.1	7.4
15 min. at 60°C	12.6	30.1	7.2
30 min. at 60°C	12.9	31.3	7.1
LSD.05	3.1	ns	ns
S × C	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Rate of lesion spot to cotyledon surface.

<sup>§</sup> Ratio of fresh sprout weight to seed dry weight.

#### ㉞ 습열 종자소독

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 60°C인 물로 습열소독의 처리기간을 달리한 후 재배한 콩나물의 하배축 길이로 분류한 후 생장 및 발아정도를 비율로 계산한 것은 표 56과 같다. 상품성이 가장 좋은 하배축 길이가 7 cm 이상인 A급의 비율로 인해 상품화가 가능한 A + B급의 비율이 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자로 재배한 콩나물에서 높게 조사되었다. 습열 처리기간이 길어지면 상품성이 가장 좋은 하배축 길이가 7 cm 이상인 A급과 A + B급은 감소하였던 반면, 비정상 개체 및 미발아 종자의 비율은 습열 처리기간이 길어질수록 감소되는 것으로 조사되었다.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 60°C인 물로 습열소독의 처리기간을 달리한 후 재배한 콩나물의 형태 변화는 표 57과 같다. 세균형성 비율은 차이를 보이지 않았으나, 개체당 세균수는 트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자로 재배한 콩나물에서 높게 조사되었다. 하배축과 뿌리 길이 이들을 합한 전체길이는 차이가 없었으며, 하배축 직경은 트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자로 재배한 콩나물에서 굴게

조사되었다. 상품성에 가장 큰 영향을 미치는 세균발생 비율과 개체당 세균수는 습열소독 처리 기간이 길어질수록 감소하는 것으로 조사되었으며 하배축 길이와 전체길이도 처리기간이 길어질수록 짧았던 반면, 하배축 직경에서는 처리간 차이가 없었다.

Table 56. Effects of seed conditioning and imbibition period to hot water on composition rate of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts classified by their hypocotyl length.<sup>†</sup>

Parameters	Normal		Abnormal	No-germ.	A+B	C+D
	> 7 cm (A) <sup>‡</sup>	4~7 cm (B)	< 4 cm (C)	0 cm (D)		
	%					
Seed conditioning (S)						
Before seed conditioning	49.8	15.6	7.0	17.3	65.4	34.6
After seed conditioning	67.9	13.1	9.0	10.2	81.0	19.0
LSD.05	3.6	2.3	3.0	3.3	3.5	3.5
Hot water imbibition period (C)						
0 min. 60°C	78.6	7.8	6.8	6.9	86.3	13.7
5 min. 60°C	70.0	10.9	3.4	15.7	80.9	19.1
10 min. 60°C	27.9	24.4	31.0	16.7	52.3	46.7
LSD.05	4.5	2.9	3.7	4.1	4.3	4.3
S × C	*	ns	**	ns	**	**

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Sorted by hypocotyl lengths of 6 day old sprouts.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 60°C 인 물로 습열소독의 처리기간을 달리한 후 재배한 콩나물의 개체당 각부위 및 전체 생체중과 건물중의 변화는 표 58과 같다. 생산수율과 관련된 전체생체중은 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자로 재배한 콩나물에서 높게 조사되었으며, 전체건물중도 이와 유사한 결과를 조사되었다. 습열소독의 처리기간이 길어질수록 각부위 생체중 및 전체 생체중이 감소하였으며, 건물중도 유사한 결과로 조사되었다.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 60°C 인 물로 습열소독의 처리기간을 달리한 후 재배한 콩나물의 자엽에 발생하는 흑반을 조사한 결과는 표 59와 같다. 상품성에 영향을 미치는 흑반 발생비율은 트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자로 재배한 콩나물에서 높게 조사되었으며, 생산수율도 높게 조사되었다. 습열소독 처리기간이 길어질수록 흑반 발생비율과 크기가 증가하였다. 반면 생산수율은 습열소독 처리기간이 가장 긴 10분 처리에서 가장 적은 것으로 조사되었다. 따라서 건열소독보다는 습열소독이 효과적이라는 기존의 보고 (강 등, 2005)는 콩나물을 재배하여 판매하고 있는 생산시설을 이용한 현재의 결과와 차이가 있다고 할 수 있다.

Table 57. Effects of seed conditioning and imbibition period to hot water on morphological characters of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Parameters	Lateral root formation		Length			Diameter	
	Rate	Number	Hypocotyl	Root	Total	Hypocotyl	Hook
	— % —	no. sprout <sup>-1</sup>	cm sprout <sup>-1</sup>			mm sprout <sup>-1</sup>	
Seed conditioning (S)							
Before seed conditioning	46.3	1.6	9.7	6.5	16.2	2.40	1.69
After seed conditioning	49.3	1.9	10.0	6.9	16.8	2.21	1.56
LSD.05	ns	0.3	ns	ns	ns	0.14	ns
Hot water imbibition period (C)							
0 min. 60°C	71.5	2.5	10.8	6.8	17.6	2.35	1.58
5 min. 60°C	47.4	1.4	9.8	7.1	16.9	2.32	1.69
10 min. 60°C	24.4	1.2	8.8	6.2	15.0	2.24	1.61
LSD.05	11.6	0.3	0.8	ns	1.4	ns	ns
S × C	*	*	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then illuminated with red light for 5 minutes of the 3 hour aeration before culturing.

ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

Table 58. Effects of seed conditioning and dry imbibition period to hot water on fresh and dry weights of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Parameters	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	mg sprout <sup>-1</sup>				mg sprout <sup>-1</sup>			
Seed conditioning (S)								
Before seed conditioning	242.2	439.8	43.7	725.7	55.2	19.6	2.6	77.4
After seed conditioning	316.4	452.3	41.9	810.5	81.8	20.9	2.6	105.4
LSD.05	17.3	ns	ns	53.5	4.2	ns	ns	5.1
Hot water imbibition period (C)								
0 min. 60°C	293.3	488.0	51.8	833.1	70.8	21.7	2.9	95.3
5 min. 60°C	279.1	468.9	46.5	794.5	67.3	20.8	2.8	90.8
10 min. 60°C	265.4	381.2	30.1	676.8	67.6	18.3	2.2	88.0
LSD.05	21.2	45.7	5.6	65.6	ns	1.7	0.3	6.3
S × C	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then illuminated with red light for 5 minutes of the 3 hour aeration before culturing.

ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

Table 59. Lesion spot of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by its seed conditioning and imbibition period to hot water.<sup>†</sup>

Parameters	Lesion spot		Productivity <sup>§</sup>
	Rate	Size <sup>‡</sup>	
		%	
Seed conditioning (S)			
Before seed conditioning	46.8	42.2	5.4
After seed conditioning	37.5	39.4	7.4
LSD.05	3.8	ns	0.3
Hot water imbibition period (C)			
0 min. 60°C	21.7	36.3	7.4
5 min. 60°C	33.2	36.6	6.9
10 min. 60°C	71.6	49.6	4.8
LSD.05	4.6	6.2	0.3
S × C	**	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Rate of lesion spot to cotyledon surface.

<sup>§</sup> Ratio of fresh sprout weight to seed dry weight.

#### (2) 종자소독에 따른 흑반 발생 및 생산수율

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 0.2%의 acetic 또는 propionic acid에 2분간 처리한 후 재배한 콩나물의 하배축 길이로 분류한 후 성장 및 발아정도를 비율로 계산한 것은 표 60과 같다. 상품성이 가장 좋은 하배축 길이가 7 cm 이상인 A급의 비율은 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자로 재배한 콩나물에서 높게 조사되었으며, 미발아 개체는 낮게 조사되어 상품화가 가능한 A + B급의 비율이 높았다. 종자소독을 달리하여 재배한 콩나물에서는 개체 비율 모두 차이를 보이지 않았다.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 0.2%의 acetic 또는 propionic acid에 2분간 처리한 후 재배한 콩나물의 형태 변화는 표 61과 같다. 트랙터 부착용 수확기로 수확한 종자로 재배한 콩나물에서 세균발생 비율이 높았으나, 개체당 세균수는 차이가 없었다. 하배축과 뿌리 길이 이들을 합한 전체길이 및 하배축 직경과 hook 부분직경 모두 차이가 없었다. 그리고 상품성에 가장 큰 영향을 미치는 세균발생 비율은 acetic 또는 propionic acid로 증가되거나 많아졌으며 콩나물 길이와 hook 직경에서는 차이가 없었다.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 0.2%의 acetic 또는 propionic acid에 2분간 처리한 후 재배한 콩나물의 개체당 각부위 및 전체 생체중과 건물중의 변화는 표 62와 같다. 생산수율과 관련된 각부위 및 전체 생체중은 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자로 재배한 콩나물에서 뿌리를 제외하고는 많이 조사되었으며, 건물중도 유사한 결과를 보였다. 종자소독 처리간 차이는 acetic 또는 propionic acid로 인해 하배축과 뿌

리 및 전체 생체중이 낮게 조사되었다.

Table 61. Effects of seed conditioning and seed disinfection on composition rate of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts classified by their hypocotyl length.<sup>†</sup>

Culture temperature	Normal		Abnormal	No-germ.	A+B	C+D
	> 7 cm (A) <sup>‡</sup>	4~7 cm (B)	< 4 cm (C)	0 cm (D)		
	%					
Seed conditioning (S)						
Before seed conditioning	77.4	5.3	5.9	11.3	82.7	17.3
After seed conditioning	85.5	4.7	4.7	5.1	90.1	9.9
LSD.05	4.3	ns	ns	3.6	4.2	4.2
Seed disinfection (C)						
No treatment	82.7	4.6	5.3	7.4	87.2	12.8
Propionic acid	81.3	5.2	5.3	8.1	86.6	13.4
Acetic acid	82.3	5.2	4.3	8.1	87.6	12.4
LSD.05	ns	ns	r	ns	ns	ns
S × C	ns	ns	r	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Sorted by hypocotyl lengths of 6 day old sprouts.

Table 62. Effects of seed conditioning and seed disinfection on morphological characters of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Parameters	Lateral root formation		Length			Diameter	
	Rate	Number	Hypocotyl	Root	Total	Hypocotyl	Hook
	— % —	no. sprout <sup>-1</sup>	cm sprout <sup>-1</sup>			mm sprout <sup>-1</sup>	
Seed conditioning (S)							
Before seed conditioning	51.8	3.8	11.3	7.8	19.1	2.22	1.63
After seed conditioning	33.7	3.2	11.6	7.3	18.9	2.25	1.63
LSD.05	4.3	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Seed disinfection (C)							
No treatment	37.7	3.2	11.6	7.7	19.3	2.43	1.67
Propionic acid	41.8	4.0	11.7	7.3	19.0	2.32	1.61
Acetic acid	48.8	3.3	11.0	7.6	18.7	1.96	1.61
LSD.05	5.3	ns	0.4	ns	ns	0.22	ns
S × C	**	**	**	ns	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then illuminated with red light for 5 minutes of the 3 hour aeration before culturing.

ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 0.2%의 acetic 또는 propionic acid에 2분간 처리한 후 재배한 콩나물의 자엽에 발생하는 흑반을 조사한 결과는 표 63과 같다. 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자로 재배한 콩나물에서 흑반

Table 63. Effects of seed conditioning and seed disinfection on fresh and dry weights of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Parameters	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	mg sprout <sup>-1</sup>				mg sprout <sup>-1</sup>			
Seed conditioning (S)								
Before seed conditioning	304.1	502.4	44.8	851.2	73.0	21.5	2.7	97.1
After seed conditioning	333.7	539.6	48.5	921.8	80.2	23.5	2.8	106.4
LSD.05	21.4	22.2	ns	43.9	4.9	1.3	ns	6.0
Seed disinfection (C)								
No treatment	332.5	540.3	50.0	922.8	79.6	23.3	2.6	105.5
Propionic acid	306.8	506.2	44.5	857.4	73.3	21.7	2.7	97.6
Acetic acid	317.4	516.4	45.5	879.3	76.8	22.5	2.9	102.3
LSD.05	ns	27.1	5.3	53.7	6.0	ns	ns	7.4
S × C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then illuminated with red light for 5 minutes of the 3 hour aeration before culturing.

ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

Table 64. Lesion spot of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by its seed conditioning and seed disinfection.<sup>†</sup>

Seed size	Lesion spot		Productivity <sup>§</sup>
	Rate	Size <sup>‡</sup>	
	%		
Seed conditioning (S)			
Before seed conditioning	19.7	41.9	7.8
After seed conditioning	10.4	32.2	9.2
LSD.05	3.7	3.9	0.7
Seed disinfection (C)			
No treatment	16.2	47.9	8.7
Propionic acid	15.4	38.3	8.2
Acetic acid	12.4	25.0	8.7
LSD.05	ns	4.8	ns
S × C	ns	**	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Rate of lesion spot to cotyledon surface.

<sup>§</sup> Ratio of fresh sprout weight to seed dry weight.

발생비율과 흑반의 크기 모두 적거나 낮게 조사되었으며, 생산수율도 높게 조사되었다. acetic 또는 propionic acid를 이용한 종자소독은 흑반 발생비율에는 영향이 없었으나 흑반의 크기를 감소시키는 것으로 나타났다. 반면 생산수율은 acetic 또는 propionic acid를 처리하여도 증가되

지 않는 것으로 나타났다. 따라서 콩나물의 생산업체의 시설을 이용하여 종자소독 처리시 흑반의 크기는 감소하였으나, 상품성에 영향을 미치는 세근수와 생산수율은 영향이 없는 것으로 보여졌다.

### (3) 최적 종자소독과 수침 비교

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 60°C의 공기중에 15분간 처리 또는 5분간 물에 침종후 건져 40분간 건조시켜 재배한 콩나물의 하배축 길이로 분류한 후 생장 및 발아정도를 비율로 계산한 것은 표 65와 같다. 상품성이 가장 좋은 하배축 길이가 7 cm 이상인 A급 비율은 고성능 복합종자선별기로 정선한 종자로 재배한 콩나물에서 높았으며, 미발아 개체의 비율은 낮게 조사되었다. 한편 상품화가 가장 좋은 A급의 비율은 모두 차이가 없었으나 상품성이 가능한 4 cm 이상인 A + B급의 비율은 수침에서 가장 높았다.

Table 65. Effects of seed conditioning and temperature treat on composition rate of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts classified by their hypocotyl length.<sup>†</sup>

Parameters	Normal		Abnormal	No-germ.	A+B	C+D
	> 7 cm (A) <sup>‡</sup>	4~7 cm (B)	< 4 cm (C)	0 cm (D)		
	%					
Seed conditioning (S)						
Before seed conditioning	72.1	13.3	6.1	7.3	85.4	13.3
After seed conditioning	76.3	13.1	5.3	5.1	89.4	10.5
LSD.05	2.0	ns	ns	2.0	2.7	2.4
Temperature treat (C)						
No treatment	72.7	11.7	7.6	6.0	84.3	13.6
Dry heating(15min 60°C)	71.5	13.2	5.7	6.2	84.8	11.9
Floating	74.4	14.7	3.8	6.4	89.1	10.3
LSD.05	ns	ns	1.9	ns	3.3	3.0
S × C	ns	ns	*	*	*	**

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Sorted by hypocotyl lengths of 6 day old sprouts.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 60°C의 공기중에 15분간 처리 또는 5분간 물에 침종후 건져 40분간 건조시켜 재배한 콩나물의 형태 변화는 표 66과 같다. 먼저 정선정도에서는 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자로 재배한 콩나물에서 세근형성 비율이 높았으나 개체당 세근수는 차이가 없었다. 뿌리의 길이와 전체길이에서도 차이가 없었으며 하배축 직경은 정선된 종자에서 굵게 조사되었다. 건열처리와 수침을 처리시 세근형성 비율과 개체당 세근수에는 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었다. 하배축과 뿌리 길이 및 이들을 합한 전체길이는 차이가 없었으나 하배축과 hook 부분직경은 이들 처리로 감소하는 것으로 나타났다.

트랙터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 60°C의 공기중에 15분간 처리 또는 5분간 물에 침종후 건져 40분간 건조시켜 재배한 콩나물의 개

체당 각부위 및 전체 생체중과 건물중의 변화는 표 67과 같다. 생산수율과 관련된 각부위 및 전체 생체중은 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자로 재배한 콩나물에서 뿌리를 제외하고는 많이 조사되었으며, 건물중도 유사한 결과를 보였다. 건열처리와 수침으로 인해 각부위 및 전체 생체중은 영향을 증가하거나 감소하지 않는 것으로 조사되었다.

Table 66. Effects of seed conditioning and temperature treat on morphological characters of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Parameters	Lateral root formation		Length			Diameter	
	Rate	Number	Hypocoty l	Root	Total	Hypocotyl	Hook
	— % —	no. sprout <sup>-1</sup>	cm	cm	cm	mm	mm
Seed conditioning (S)							
Before seed conditioning	19.2	2.6	11.1	6.4	17.5	2.23	1.59
After seed conditioning	21.8	2.6	10.0	6.6	16.7	2.39	1.64
LSD.05	5.0	ns	0.4	ns	ns	0.05	ns
Temperature treat (C)							
No treatment	19.1	2.8	10.7	6.5	17.2	2.42	1.67
Dry heating(15min 60°C)	21.5	2.5	10.7	6.4	17.1	2.26	1.53
Floating	21.0	2.4	10.3	6.2	16.5	2.26	1.64
LSD.05	ns	ns	ns	ns	ns	0.07	0.08
S × C	*	ns	**	ns	ns	*	**

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then illuminated with red light for 5 minutes of the 3 hour aeration before culturing.

ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

Table 67. Effects of seed conditioning and temperature treat on fresh and dry weights of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts.<sup>†</sup>

Parameters	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	mg sprout <sup>-1</sup>				mg sprout <sup>-1</sup>			
Seed conditioning (S)								
Before seed conditioning	241.0	540.8	40.3	822.2	53.1	23.0	2.5	78.8
After seed conditioning	333.5	558.5	47.5	939.5	69.4	24.0	3.1	96.4
LSD.05	26.2	ns	ns	35.3	5.9	ns	0.2	5.5
Temperature treat (C)								
No treatment	294.0	545.0	43.1	882.0	60.4	22.9	2.7	86.0
Dry heating(15min 60°C)	268.2	545.2	45.6	859.0	57.8	23.5	2.9	84.2
Floating	299.7	558.8	43.0	901.5	65.5	24.2	2.8	92.4
LSD.05	ns	ns	ns	ns	7.3	ns	ns	6.8
S × C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then illuminated with red light for 5 minutes of the 3 hour aeration before culturing.

ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

트렉터 부착용 종자수확기로 수확한 종자와 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자를 60°C의 공기중에 15분간 처리 또는 5분간 물에 침중후 건져 40분간 건조시켜 재배한 콩나물의 자엽에 발생하는 흑반을 조사한 결과는 표 68과 같다. 고성능 복합종자선별기로 정선된 종자로 재배한 콩나물에서 흑반 발생비율은 작았으며 흑반의 크기는 차이가 없었다. 생산수율은 정선된 종자에서 높게 조사되었다. 건열처리와 수침 처리시 흑반 발생비율은 감소하였으며, 특히 수침 처리 후 재배한 콩나물에서 크게 감소하였다. 흑반의 크기는 차이를 보이지 않았으며 생산수율에서도 차이가 없는 것으로 조사되었다. 따라서 생산업체의 시설을 이용하여 재배하는 콩나물의 상품성과 생산단가에 영향을 미치는 흑반을 줄이기 위해 고성능복합종자선별기로 정선된 종자를 5분간 물에 침중후 건져 40분간 건조시켜 재배하는 수침의 효과가 가장 좋았으나 생산업체에서는 건열 종자소독처리를 병행하여 사용한다면 흑반을 줄이는데 보다 큰 효과를 기대할 수 있을 것으로 기대된다.

Table 68. Lesion spot of soybean (cv. Pungsannamulkong) sprouts affected by its seed conditioning and temperature treat.<sup>†</sup>

Parameters	Lesion spot		Productivity <sup>§</sup>
	Rate	Size <sup>‡</sup>	
		%	
Seed conditioning (S)			
Before seed conditioning	12.4	27.1	7.0
After seed conditioning	14.2	29.3	7.8
LSD.05	1.6	ns	0.3
Temperature treat (C)			
No treatment	21.3	28.8	7.5
Dry heating(15min 60°C)	15.3	29.2	7.3
Floating	3.3	26.8	7.3
LSD.05	1.9	ns	ns
S × C	ns	ns	*

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 day culture.

<sup>‡</sup> Rate of lesion spot to cotyledon surface.

<sup>§</sup> Ratio of fresh sprout weight to seed dry weight.

#### (나) 시설운용 및 관수방법 개선

##### ① 재배사 온도에 따른 형태변화

재배사 온도에 큰 영향을 미치는 관수온도를 달리하였을 때 콩나물의 성장과 형태 변화가 어떠한지를 알아보려고 풍산나물콩, 소원콩 및 준저리 3개 공시품종 종자를 재배기간중 관수온도를 22°C로 계속 관수, 15°C 저온으로 계속 관수 또는 재배기간 중간 시기에 고온과 저온으로 바꾸어 관수하여 재배한 콩나물의 하배축 길이로 분류한 후 성장 및 발아정도를 비율로 계산한 것은 표 69와 같다. 관수온도의 22°C와 15°C는 앞의 저수조 형태에 따른 수온변화의 (그림 11.) 년중 온도의 고온과 저온의 평균 온도로 하였다. 4개 부류의 구성비율 모두

재배사 온도에 따른 품종간 차이가 있었으며 상품성이 가장 좋은 하배축 길이가 7 cm 이상의 비율은 준저리가 가장 높았고 하배축 길이가 4 cm 이하인 C급과 미발아 개체인 D급은 풍산나물콩에서 높게 조사되었다. 관수온도를 22°C로 계속 관수시 상품성이 가장 좋은 하배축 길이가 7 cm 이상인 A급의 비율이 가장 높았으나 상품화가 가능한 4 cm 이상인 A + B급의 비율은 고온에서 재배 3일후 저온으로 관수한 재배사에서 높았다. 이는 재배중 품온과 계속 고온 관수로 인한 재배사 온도 상승으로 미발아 개체비율이 증가한 것으로 사료된다.

Table 69. Effects of seed cultivars and culture temperature on composition rate of soybean sprouts classified by their hypocotyl length.<sup>†</sup>

Parameters	Normal		Abnormal	No-germ.	A+B	C+D
	> 7 cm (A)	4~7 cm (B)	< 4 cm (C)	0 cm (D)		
%						
Cultivars (C)						
Pungsannamulkong	44.2	28.4	13.3	14.1	72.7	27.3
Sowonkong	62.9	25.3	6.2	5.6	88.3	11.7
Junjery	64.7	21.0	6.9	7.4	85.7	14.3
LSD.05	3.0	4.6	2.5	3.9	3.9	3.9
Culture temperature (T)						
High Tem. (22°C)	83.1	5.0	2.6	9.3	88.1	11.9
High→Low Tem.	81.4	7.3	6.1	5.2	88.7	11.3
Low→High Tem.	61.6	18.5	8.8	11.1	80.1	19.9
Low Tem. (15°C)	3.0	68.9	17.7	10.4	71.9	28.1
LSD.05	3.5	5.3	2.9	4.5	4.6	4.6
C × T	**	**	ns	**	**	**

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 days culture. ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

풍산나물콩, 소원콩 및 준저리 3개 공시품종 종자를 재배기간중 관수온도를 22°C로 계속 관수, 15°C 저온으로 계속 관수 또는 재배기간 중간 시기에 고온과 저온으로 바꾸어 관수하여 재배한 콩나물의 형태 변화는 표 70과 같다. 상품성에 영향을 미치는 세근발생비율과 개체당 세근수는 소원콩에서 가장 높았으며, 풍산나물콩에서 가장 낮았다. 하배축과 뿌리 길이 이들은 합한 전체 길이 모두 준저리가 가장 길었고 하배축 중간과 hook 부분 직경은 소원콩에서 가장 굵었다. 관수온도에 따른 재배사 온도 차이에서는 계속 고온에서 세근발생 비율과 개체당 세근수 모두 높거나 많았으며 계속 저온에서는 조사되지 않았다. 하배축과 뿌리 길이 이들을 합한 전체 길이 모두 계속 고온, 고온에서 저온, 저온에서 고온, 계속 저온 순으로 길었다. 하배축 중간 직경은 차이가 없었으나 hook 부분 직경은 계속 고온에서 굵었으며 계속 저온에서 상대적으로 얇았다.

풍산나물콩, 소원콩 및 준저리 3개 공시품종 종자를 재배기간중 관수온도를 22°C로 계속 관수, 15°C 저온으로 계속 관수 또는 재배기간 중간 시기에 고온과 저온으로 바꾸어 관수하여

재배한 콩나물의 개체당 각부위 및 전체 생체중과 건물중의 변화는 표 71과 같다. 자엽과 하배축 및 전체생체중은 소원콩에서 높았으며, 각부위 및 전체 건물중도 유사한 결과로 조사되었다. 재배사 온도에 따른 비교에서는 계속 고온일 때 각부위 및 전체 생체중 모두 많았으며, 고온에서 저온, 저온에서 고온, 계속 저온 순으로 조사되었다. 건물중도 이와 유사하게 나타났다.

Table 70. Effects of seed cultivars and culture temperature on morphological characters of soybean sprouts.<sup>†</sup>

Parameters	Lateral root formation		Length			Diameter	
	Rate %	Number no. sprout <sup>-1</sup>	Hypocotyl cm	Root sprout <sup>-1</sup>	Total	Hypocotyl mm	Hook sprout <sup>-1</sup>
Cultivars (C)							
Pungsannamulkong	9.0	0.7	9.4	3.8	13.2	2.14	1.53
Sowonjong	35.4	2.0	10.8	5.0	15.8	2.38	1.69
Junjery	26.9	1.7	11.0	5.4	16.4	1.90	1.48
LSD.05	6.1	0.2	0.4	0.5	0.8	0.09	0.04
Culture temperature (T)							
High Tem. (22°C)	62.2	4.1	14.9	6.5	21.4	2.10	1.63
High→Low Tem.	27.2	1.0	10.9	4.8	15.7	2.13	1.59
Low→High Tem.	5.0	0.8	9.4	4.3	13.8	2.13	1.55
Low Tem. (15°C)	0.0	0.0	6.4	3.2	9.6	2.19	1.42
LSD.05	7.9	0.3	0.5	0.6	0.9	ns	0.05
C × T	**	**	**	**	**	*	**

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 days culture. ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

풍산나물콩, 소원콩 및 준저리 3개 공시품종 종자를 재배기간중 관수온도를 22°C로 계속 관수, 15°C 저온으로 계속 관수 또는 재배기간 중간 시기에 고온과 저온으로 바꾸어 관수하여 재배한 콩나물의 자엽에 발생하는 흑반을 조사한 결과는 표 72와 같다. 품종간에는 소원콩에서 흑반발생 비율이 가장 높았으며, 흑반의 크기에서는 차이가 없었다. 재배사 온도에 따른 비교에서는 흑반발생 비율은 계속 고온에서 가장 높았고 고온에서 저온과 저온에서 고온 간에는 차이가 없었다. 생산수율에서는 전체 생체중과 마찬가지로 계속 고온에서 가장 높았으며, 고온에서 저온, 저온에서 고온 및 계속 저온 순으로 조사되었다. 따라서 저온에서 고온으로 재배사 온도의 변화로 상품성에 큰 영향을 미치는 세근과 흑반에 줄여 생산수율 향상에 도움이 될 것으로 사료된다.

Table 71. Effects of seed cultivars and culture temperature on fresh and dry weights of soybean sprouts.<sup>†</sup>

Parameters	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	mg sprout <sup>-1</sup>				mg sprout <sup>-1</sup>			
Cultivars(C)								
Pungsannamulkong	249.5	397.7	51.0	698.1	57.2	17.5	2.1	76.8
Sowonkong	276.9	417.3	34.2	728.5	66.9	20.1	2.4	89.4
Junjery	211.9	373.4	32.2	617.5	48.7	17.6	2.7	68.9
LSD.05	17.2	25.9	ns	47.3	4.4	1.2	0.1	5.4
Culture temperature (T)								
High Tem. (22°C)	271.3	603.8	36.4	911.4	55.8	25.4	2.6	83.8
High→Low Tem.	242.2	445.9	33.4	721.5	56.2	19.5	2.6	78.2
Low→High Tem.	249.4	392.2	32.6	674.2	59.8	18.1	2.4	80.3
Low Tem. (15°C)	234.8	262.7	32.1	551.6	62.7	13.3	2.1	78.0
LSD.05	19.9	29.9	ns	54.7	5.1	1.3	0.1	ns
C × T	*	**	ns	*	ns	*	**	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then illuminated with red light for 5 minutes of the 3 hour aeration before culturing.

ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

Table 72. Lesion spot of soybean sprouts affected by its seed cultivars and culture temperature.<sup>†</sup>

Parameters	Lesion spot		Productivity <sup>§</sup>
	Rate	Size <sup>‡</sup>	
	%		
Cultivar (C)			
Pungsannamulkong	7.6	27.8	6.4
Sowonkong	10.7	34.8	6.9
Junjery	6.6	35.1	7.6
LSD.05	0.8	ns	0.4
Culture temperature (T)			
High Tem. (22°C)	13.9	34.3	8.4
High→Low Tem.	9.2	34.2	7.5
Low→High Tem.	9.0	36.8	6.8
Low Tem. (15°C)	1.1	25.0	5.2
LSD.05	1.0	ns	0.4
C × T	**	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 days culture.

<sup>‡</sup> Rate of lesion spot to cotyledon surface.

<sup>§</sup> Ratio of fresh sprout weight to seed dry weight.

② 하면담수 방식 재배시 aeration 유무에 따른 변화

하면담수 방식에서 관수중 aeration 실시한 것과 실시하지 않고 재배한 콩나물의 형태 변화는 표 73과 같다. 상품성에 큰 영향을 미치는 세근수에서는 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었으나 하배축 길이로 인해 전체길이는 aeration 실시할 경우 길게 조사되었다. 하배축 중간과 hook 부분 직경은 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었다.

하면담수 방식에서 관수중 aeration 유무 처리로 재배한 콩나물의 개체당 각부위 및 전체 생체중과 건물중의 변화는 표 74와 같다. 생산수율과 관련이 있는 생체중에서는 하배축과 뿌리의 무게로 인해 전체생체중이 증가하여 aeration 영향을 미치는 것으로 조사되었으며, 건물중에서는 하배축을 제외한 건물중에선 차이가 없었다.

Table 73. Aeration effect of irrigation during culturing in the underwatering method on morphological characters of soybean sprouts.<sup>†</sup>

Aeration	Lateral root formation		Length			Diameter	
	Number	Hypocotyl	Root	Total	Hypocotyl	Hook	
	- no. sprout <sup>-1</sup> -						cm sprout <sup>-1</sup>
No aeration	2.7	11.2	5.7	16.9	2.39	1.53	
Aeration	3.2	13.5	8.0	21.5	2.34	1.55	
LSD.05	ns	0.7	ns	2.9	ns	ns	

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then illuminated with red light for 5 minutes of the 3 hour aeration before culturing.

ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

Table 74. Aeration effect of irrigation during culturing in the underwatering method on fresh and dry weights of soybean sprouts.<sup>†</sup>

Aeration	Fresh weights				Dry weights			
	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total	Cotyledon	Hypocotyl	Root	Total
	mg sprout <sup>-1</sup>				mg sprout <sup>-1</sup>			
No aeration	225.6	572.1	35.0	832.6	50.4	24.1	2.2	76.7
Aeration	244.2	678.6	45.0	967.9	51.2	27.4	2.6	81.2
LSD.05	ns	62.8	8.5	88.7	ns	2.5	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then illuminated with red light for 5 minutes of the 3 hour aeration before culturing.

ns, \*, \*\* Nonsignificant or significant at 0.05 and 0.01 probabilities, respectively.

하면담수 방식에서 관수중 aeration 유무 처리로 재배한 콩나물의 자엽에 발생하는 흑반을 조사한 결과는 표 75와 같다. 흑반발생 비율에서는 aeration 실시할 경우 낮게 조사되었으며 흑반크기와 생산수율에는 영향을 미치지 않는 것을 조사되었다. 하면담수 방식으로 재배할 경우 흑반발생 비율이 낮았던 것은 aeration 통해 재배통내 온도가 낮아지는 결에 기인된 것으로 해석된다.

Table 75. Lesion spot of soybean sprouts affected by its Aeration of irrigation during culturing in the underwatering.<sup>†</sup>

Aeration	Lesion spot		Productivity <sup>§</sup>
	Rate	Size <sup>‡</sup>	
		%	
No aeration	22.9	31.2	7.2
Aeration	12.4	29.8	8.0
LSD.05	2.8	ns	ns

<sup>†</sup> Seeds were imbibed for 5 hours into water and then aerated for 3 hours before 6 days culture.

<sup>‡</sup> Rate of lesion spot to cotyledon surface.

<sup>§</sup> Ratio of fresh sprout weight to seed dry weight.

#### IV. 결과요약

국산 콩나물 생산에서 가장 문제가 되고 있는 것이 생산수율 저조와 흑반 발생이다. 이를 경감시킬 수 있는 방법을 강구함과 아울러 이를 여러 단계로 구성된 콩나물의 재배과정에 도입하여 생산수율 향상과 흑반발생을 처리비용을 상승시키지 않으면서도 친환경적인 대처방법을 확립하는 데에 있다. 또한 생산업체에서 설비와 재배방법 개선을 통하여 실험실 수준이 아닌 생산현장의 시설에서 바로 접목할 수 있는 기술을 개발하고자 일련의 시험을 수행하였던 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 트랙터 부착용 수확기로 수확한 정선되지 않은 종자는 고성능 종자선별기로 정선된 종자에 비해 종자의 크기가 균일하지 않았으며, 여러 이물질의 많이 혼입되어 콩나물의 품질과 생산수율을 떨어뜨리는 요인이 많은 것으로 조사되었다.

2. 크기가 작은 소립종자는 발아가 불량하고 크기가 큰 대립종자는 흑반발생 비율이 높았으며 성숙되지 않거나 흡집이 있는 이병립, 미숙립, 타품종 등은 생산수율을 떨어뜨리고 흑반발생 비율을 증가시키는 것으로 조사되었다.

3. 수침시 부유한 종자는 거의 발아가 되지 않았으며, 흑반발생 비율도 매우 높은 것을 조사되었다.

4. 채종 당해연도 종자를 3°C 저온저장고에 저장한 종자의 이용시 발아율 및 생산수율도 높고 흑반발생 비율도 낮은 것으로 조사되었다.

5. 저장실의 온도변화는 저온저장고와 달리 실내저장시 외부 온도의 영향으로 인한 변화가 심할 뿐만 아니라 종자의 수분함량 변화도 상대적으로 크게 조사되었다.

6. 저수조의 형태별 최고온도는 플라스틱 수조 1개를 이용할 경우 26°C 정도로 조사된 반면 동지에서는 최저온도로 12°C로 조사되었다.

7. 재배실의 온도는 플라스틱 재배통과 재배기내의 품온 모두 재배실의 대기온도보다 최고 2.5°C 정도보다 높았으며 상면살수 방식의 품온은 재배 2일차 이후부터 하면담수 방식의 대형 재배기보다 높은 것을 조사되었다.

8. 관수온도가 높아질수록 발아율과 생산수율도 높아졌으나 이에 따라 세균형성 비율과 세균수 및 흑반발생 비율도 높아지는 것으로 조사되었다.

9. 품온이 상면살수 방식보다 상대적으로 낮은 하면담수 방식에서 세균형성 비율과 세균수 및 흑반발생 비율이 낮았으며 생산수율은 차이를 없는 것으로 조사되었다.

10. 정선된 원료콩을 이용할 경우 세균형성 비율은 높았으나 발아율 및 생산수율이 높고 흑반발생 비율도 낮은 것으로 조사되었다.

11. 종자를 저온저장시 2년을 경과하지 않는 원료콩 사용시 상품성 및 생산수율 등에 큰 차이는 없었으나 실온저장시 저장기간이 길어질수록 발아율뿐만 아니라 생산수율 및 흑반발생 비율 등의 현저한 차이를 보이는 것으로 조사되었다.

12. 종자의 습열소독시 발아율과 생산수율이 낮았으며 흑반발생 비율과 크기도 증가하였으나 정선된 종자를 건열소독 15분간 처리시 세균수와 흑반발생 비율이 낮은 것은 조사되었다.

13. 종자의 수침시 건열소독 보다 상품화가 가능한 A + B급의 비율이 높고 흑반발생 비율도 낮은 것으로 조사되었다.

14. 관수 온도를 계속고온과 고온에서 저온시 보다 저온에서 고온의 경우 발아율과 생산수율은 낮았으나 세균형성 비율과 세균수 및 흑반발생 비율이 낮게 조사되었다.

15. 하면담수 방식 재배시 관수중 aeration 유무에 따른 세균수와 생산수율은 차이를 보이지 않았으나 흑반발생 비율은 낮게 조사되었다.

### 제 3 절 국산 나물콩의 이용증진 기술개발

#### 1. 서 론

나물용 콩은 우리나라 고유 식품인 콩나물의 원료로 이용되고 있어 매우 중요하다. 예부터 가정에서 손쉽게 기를 수 있고 식품 영양학적 기능이 좋으며, 오래전부터 식탁음식 및 숙취해소용 등 식품 및 영양학적 기능 외에 저렴한 가격을 갖고 있다. 그러나 원료콩의 품질이 가공 품질에도 영향을 주는 것으로 알려져 있는데, 특히 자반병에 감염된 콩 종실은 균열이 생겨 저장성이 저하되며 수량보다는 품질에 크게 영향을 미친다. 또한 콩은 전세계에서 경제적으로 매우 중요한 작물이다. 가공하여 두부, 된장, 콩가루, 과자, 콩기름 등을 만들고, 콩깻묵은 사료, 비료로 쓰고 다시 가공하여간장, 된장, 과자 등을 만드는 데 쓴다. 또 콩나물로 길러 먹기도 한다. 특히 한국사람의 식생활에서 가장 비중이 큰 단백질 공급원이며, 그 중 장류는 콩의 발효 제품으로서 조미료의 역할 뿐만 아니라 단백질 공급원으로도 중요한 우리나라의 전통식품이다. 대체로 장류콩은 단백질 함량이 높고 대립인 것이 양질로 취급되며, 유색콩보다는 황색콩에 대한 선호도가 높다. 이밖에 흡수속도 및 무름성이 높아야 하며 종피 두께가 얇은 것이 장류 원재료에 있어 고품질로 평가된다. 한편 국산 나물콩의 품질평가는 극히 불량므로(신동화 등, 1998) 콩나물 생산용 원료콩으로 이용할 수 없는 나물콩을 메주 또는 청국장으로 이용할 수 있는 가공방법이 개발되어야 한다. 나물을 생산하는데 이용할 수 없는 나물콩은 메주, 청국장, 두부, 콩국 등 다양한 용도로 이용할 수 있다. 그러나 두부와 콩국은 콩나물과 같이 유통기간이 짧아 콩나물과 같이 취급하는 것은 콩나물 생산업체에서는 적절치 않기 때문에 메주와 청국장으로 용도를 넓히는 것이 바람직하다. 나물콩은 장류콩과 달리 청국장 또는 메주를 제조할 경우 물에 불린 후 삶아 마쇄하고 발효시켜 제품화 하는데는 수율이 낮다. 따라서 생산수율이 낮고 자엽의 흑반 등으로 콩나물 생산용으로 사용 불가능한 원료콩을 청국장 또는 메주로 제조할 수 있는 공정을 개발하여 콩나물 생산업체의 경제적 손실을 경감하고 제품을 다양화하여 기업의 경쟁력을 높이도록 하여야 할 것이다. 지금까지 콩나물과 관련된 많은 분야에서 연구가 진행되고 있으나 국산 나물콩의 타용도 제품으로의 가공기술 미미 등에 대한 관련 연구는 전무한 실정이다.

메주는 장의 재료이며 또 콩으로 만들어진다. 메주의 역사는 즉 장의 「역사가 될 것이다. 장은 우리 동양의 식문화상 빼놓을 수 없는 중요한 위치에 있음은 아무도 부인치 않을 것이다. 모든 경우에서와 마찬가지로 메주에서도 그 원료인 콩의 품질은 대단히 중요하다. 옛날에는 콩을 솥에서 삶아서 사용했지만 지금은 콩을 물에 불렀다가 시루에서 증숙하게 된다. 콩을 익히는 목적은 날콩속에 있는 단백질분해효소저해소를 불활성화시키고 콩단백질을 알맞게 변성시켜서 미생물의 효소작용을 잘 받을수 있도록 하며 메주떡우는 과정에서 미생물의 증식이 잘되게 하기 위함이다. 콩 익히는 기술 다음으로 중요한 일은 띄우는 과정에서 미생물이 잘 번식해서 충분한 효소역가를 지니도록 해야 한다. 콩을 원료로 한 메주는 전통 장류 제조를 위한 중요한 starter cake로써 간장과 된장의 풍미와 위생적인 품질지표를 결정짓는 원료소재이며 그

품질은 간장과 된장의 품질과 직결되므로 좋은 간장과 된장을 제조하기 위해서는 우수한 품질의 메주를 선택해야 한다. 메주는 대두를 자숙 또는 수자하여 자연상태에서 발효시켜 자연의 미생물이 자라면서 대두의 고분자 물질을 분해하여 대사 산물 및 특유의 향을 생산함과 동시에 각종 효소를 분비하여 장류 발효시 이행되어 기질인 콩의 성분을 분해하여 발효 미생물이 생산하는 각종 대사산물과 함께 향, 맛 및 색택의 형성에 관여되게 된다. 메주에 관한 특허 및 연구자료를 살펴보면 메주 미생물에 관한 초기의 연구는 장지현(1966)이 메주에서 *Aspergillus sp.*, *Rhizopus sp.*, *Penicilium sp.*를 분리 보고하였다.

청국장은 감칠맛이 뛰어나 예부터 우리나라 사람들이 즐겨 먹어온 우리나라 고유의 대표적인 발효식품 중의 하나이며, 된장보다 단백질과 지방이 많으나 소화 흡수율은 오히려 높으며, 칼슘과 비타민 A, B의 중요한 공급원, 청국장균의 정장효과, 섬유질의 변비예방효과, 발암물질과 콜레스테롤의 체외 배출효과, 점질물의 알콜 흡수에 의한 해장효과, 사포닌의 혈관강화와 혈액순환 촉진과 젖산 분해효과, 레시틴의 뇌 노화와 치매, 고혈압과 동맥경화의 예방 등의 효과가 있다는 것이 밝혀져 있다. 청국장은 발효 숙성과정 중에 *Bacillus natto*, *Bacillus subtilis* 등이 생산하는 효소에 의하여 대두 단백질이 분해되어 소화 흡수율이 증가되고, 끈끈한 점질물이 생성되어 특유의 냄새와 맛을 발현한다. 청국장에 대한 연구는 대두를 원료로 한 발효과정 중 청국장 성분의 변화, 사용 미생물과 제한적인 발효조건의 차이에 따른 청국장 품질의 변화, 세균학적 특성, 효소학적 특성 및 향기성분에 관한 보고 등이 있다. 또한 황국을 이용하여 청국장의 불쾌한 냄새를 다소 제거하는 개량제조법에 관한 연구가 있다. 최근에는 마늘, 쑥, 고추 등의 첨가와 균원 시료를 달리하여 청국장의 품질 및 기호성 증진에 관한 연구보고가 있다. 앞으로 나물콩을 이용한 청국장도 소비자들에게 영양성 있는 대두발효식품으로 자리잡을 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구의 목표는 나물콩을 이용하여 장류가공품 제조 및 제조공정을 설정하므로서 나물콩의 소비를 적극적으로 유도하고자 하며, 우리나라 전통 장류식품의 맛과 특성을 유지하고 아울러 나물콩 재배를 장려하고 메주 및 청국장용으로 가공적성 검토와 아울러 제조공정을 설정하므로서 나물콩 재배농가의 소득증대와 부가가치를 높이고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 재료

본 실험에 사용된 재료인 나물콩은 제주도 고산농협에서 수매한 풍산나물콩이며, 실험에 사용된 나물콩의 일반성분은 수분 14.65%, 조단백질 34.71%, 조지방 17.83%, 조회분 5.19%이었다.

### 나. 수침 및 증자조건

무침지를 대조구로 하여 20℃에서 5시간, 10시간, 20시간 수침하여 가압증자는 이중솥에서 100℃로 7시간 가열하였으며, 스팀증자는 다단식 스팀취사기에서 0.5 Kg·f/cm<sup>2</sup>의 증기로 1시간 20분간 가열하였다.

### 다. 사용균주

*Aspergillus oryzae*와 *Bacillus subtilis*는 엔유씨에서 판매하고 있는 황국균과 청국균을 사용하였다.

### 라. 원료처리 및 종균배양

나물콩을 각 1Kg 씩 칭량하여 시간별로 침수하고 물을 뺀 다음 1차년도에서 최적 증자조건인 스팀방식을 사용하여 다단식 스팀취사기에서 0.5 Kg·f/cm<sup>2</sup>의 증기로 1시간 가열한 후 냉각시켰다. 냉각시킨 후 *Asp. oryzae*와 *B. subtilis*의 건조분말 균주를 사용하여 각 원료 중량에 대해 0.5%, 1%, 2% 종균을 첨가 접종시켰다.

### 마. 메주제조

나물콩을 무침지, 5시간, 10시간, 20시간 불린 다음, 가압으로 7시간, 스팀으로 1시간 30분정도 물렁할 때까지 푹 삶은 후 50℃정도까지 냉각한 후 메주를 성형하였는데, 메주의 전체크기는 15×9×24cm의 크기로 성형하여 5일간 걸말림 시킨 후 벗짚 위에 쌓기를 반복하여 발효실에서 온도 26℃, 습도 40%로 메주를 7일동안 발효시켜 천장에 매달아 30일간 발효시킨 후 이화학적 특성을 조사하였다. 2차년도에는 1차년도에서 5시간 침지하여 스팀방식이 우수하였으므로 그 방식을 적용시켜 나물콩을 5시간 수침한 후 탈수하여 스팀식 증숙고에서 1시간 30분 가열하고 50℃정도까지 냉각한 후 종균첨가농도에서 선발된 1%, 2% 농도로 원료중량에 대해 종균을 첨가시키고 chopper를 사용하여 직경 10mm와 직경 20mm되게끔 성형하여 메주형태로 만들었다. 메주의 전체크기는 15×9×24cm의 크기로 성형하여 5일간 걸말림 시킨 후 벗짚 위에 쌓기를 반복하여 발효실에서 온도 26℃, 습도 40%로 메주를 발효시켜 발효 10일정도에서 품질분석을 하였다.

### 바. 청국장제조

나물콩을 무침지, 5시간, 10시간, 20시간 불린 다음, 가압 및 증자조건으로 물렁할 때까지 푹 삶은 후 짚을 깐 바구니에 담아 40℃ 항온기에 넣어 24시간, 48시간, 72시간 발효하여 품질변

화 및 관능검사방법으로 검사하였다. 2차년도에는 1차년도에서 5시간 침지하여 스팀방식이 우수하였으므로 그 방식을 적용시켜 나물콩을 5시간 불린 다음, 스팀방식으로 물렁할 때까지 푹 삶고 냉각시킨 후 종균을 첨가하지 않고 전통방식으로 발효시킨 것을 대조구로 하고, 각 원료 중량에 대해 0.5%, 1%, 2% 종균을 첨가시켜 벗짚 바구니에 담아 40°C 항온기에 넣어 24시간, 48시간, 72시간 발효시켜 품질을 살펴보았다.

#### 사. 나물콩을 이용한 간장 및 된장제조

나물콩을 무침지, 5시간, 10시간, 20시간 불린 다음, 가압방식과 스팀방식으로 삶아 성형시킨 메주를 이용하여 염류는 시판 천일염(신풍염전)을 사용하였고 간장의 염농도는 20°Be이며, 메주 : 물 = 1 : 3의 비율로 제조하였으며, 25 L의 장독에 메주를 소금물에 침지시킨 후 90일 동안 자연조건에서 발효시켰다. 발효가 끝난 후 여액은 간장으로 하였고, 건더기는 된장으로 이용하였다.

#### 아. 품질분석

일반성분은 A.O.A.C.법<sup>97)</sup>으로 측정하였으며, 수분함량은 105°C 통풍상압건조법으로, 회분은 회화로를 이용하여 550°C에서 회화시켰고, 총질소량은 Kjeldahl법, 식염함량은 Mohr법, 아미노태질소 함량은 포르몰적정법을 이용하였고 수분활성도는 Retronic BT-RS1(swiss)로 색도는 색차계(Minolta spectrophotometer, CM-3500d, Japan)로 L, a, b값으로 환산하였다. pH는 pH meter(Orion 420, USA)로 측정하였고 산도는 0.1N-NaOH로 적정하여 젖산으로 환산하였다. 증자대두의 물성특성은 TA XT2 Texture Analyser(SMS Co. Ltd., England)에서 TPA(Texture Profile Analysis)로 측정하였으며, 측정조건은 pre-test speed 1.0 mm/s, test speed 2.0 mm/s, post-test speed 1.0 mm/s로 설정하였다. 물성특성치는 측정 후 얻어진 힘-시간 그래프로 해석하였고, 경도(hardness), 부서짐성(fracturability), 점착성(adhesiveness), springiness(탄력성), cohesiveness(응집성), gumminess(점성), chewiness(씹힘성)로 구하였다. 무기성분 분석은 시료 1 g을 습식분해액(HNO<sub>3</sub> : HClO<sub>4</sub> = 20 : 6)으로 분해시킨 여액을 필요에 따라 희석하여 K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Zn 을 Atomic Absorption Spectrophotometer (Perkin elmer, Analyst 300, USA)를 이용하여 분석하였다. 유리아미노산의 분석은 시료를 각각 아미노산 분석용 Lithium citrate buffer로 100배 희석한 다음 0.45 μm membrane filter와 Sep-pak C<sub>18</sub> cartridge에 통과시킨 후 AccQ-Tag<sup>TM</sup> method를 이용하여 3μl를 취해 HPLC로 분석하였다. 사용한 기기는 Waters Allience 2695 System (2475 Fluorescence detector)이었고, 칼럼은 AccQ-tag column (3.9×150mm)을 사용하였다. 분석조건은 표 1과 같다. 지방산조성 분석은 시료 0.2g을 정확히 취해 등근 플라스크에 넣고 설치된 직류 냉각에 0.5N Methanol-NaOH 5ml을 첨가하여 5분동안 반응시킨 후 BF<sub>3</sub>-methanol 5ml 첨가하고 3분 후에 냉각관을 통해 hexane 5ml를 넣고 1분 후에 saturated salt solution을 첨가해 hexane층을 분리시킨다. 무수 sodium sulfate에 여과시켜 수분을 제거한 다음 지방산 분석 시료로 사용하였

다. GC를 이용한 분석조건은 Table 2와 같다. 전자현미경 촬영은 나물콩을 침지, 스팀증자하여 전통방법과 종균(*Asp. oryzae*)으로 처리한 뒤 발효 24시간 경과 후 동결건조하여 나물콩 표면을 주사전자현미경(SEM)은 CARL Zeiss(German)의 VP1420을 이용하여, gold coating의 전처리를 거친 후 5,000배의 배율에서 포면을 관찰하였다. 관능검사방법은 72시간 발효된 청국장 색깔과 구수한 냄새가 나는 것을 좋음, 신냄새 및 콧소는 냄새가 나는 것을 나쁨으로 구분하여 9 점채점법으로 평가하였다.

Table 1. HPLC conditions for analysis of free amino acid composition

Instrument	Conditions
Column	Waters AccQ-tag column 3.9×150mm
Column Temperature	37°C
Eluent	A : Acetate-phosphate buffer B : 60% ACN solution
Flow rate	1.0 mL/min
Wavelength	Excitation : 250nm Emission : 395nm
Injection volume	3µl

자. GC-MIS에 의한 청국장에 존재하는 균주 동정  
 재래방법으로 발효시킨 청국장, *B. subtilis*를 첨가시켜 제조한 청국장, *Asp. oryzae*를 첨가시켜 제조한 청국장의 시료는 gas chromatography를 이용하여 지방산에 대한 각 peak microbial identification system(MIDI; Microbial ID, Inc., Newark, Delaware U.S.A)의 sherlock software내에 있는 표준미생물의 library의 fatty acid profiles과 비교하여 자동적으로 data화 함으로써 미생물을 동정하였다. GC는 GC 6890 series로 capillary column (INNOWAX 30m-diameter×0.25mm-ID×0.25µm-film thickness)을 사용하였다. Injector는 split injection port 를 detector는 FID를 사용하였고, 가스는 N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, air로 순도는 99.99%로 사용하였으며, 각각의 유속은 30, 30, 400 ml/min이었다. GC 분석조건은 injection temperature는 250°C, detector temperature는 300°C, oven temperature는 150~300°C로 분석하였다.

#### 차. 냄새가 적은 청국장 제조를 위한 향기성분 분석

##### (1) Head space 추출

향기성분은 동결건조 청국장 0.5g을 headspace용 20ml vial에 담아 headspace autosampler(Elite 624)로 추출하였다. 추출조건은 150°C 온도에서 15분 동안 평형화 시켰으며 GC/MS에 상부공간의 향기성분 추출액 1ml를 1분동안 주입하였다.

(2) GC/MS분석

추출한 향기성분은 GC/MS를 이용하여 정성하였다. GC/MS는 Perkin Elmer사의 Clarus 600(Elite 624 MS)을 이용하였고 컬럼은 HP-1(60m ×0.25mm×1.4 $\mu$ m)를 사용하였다. 오븐온도는 40°C에서 3분간 유지한 후 분당 5°C로 230°C까지 상승시켰으며 이 온도에서 7분간 유지하였다. 주입구의 온도는 200°C로 하였으며 carrier gas는 헬륨을 사용하였고 칼럼유속은 1ml/min로 하였다. 분리된 각 peak는 Mass spectral libraries NIST 98에 의해 동정하였다.

Table 2. Gas chromatography conditions for analysis of fatty acid composition

Instrument	Conditions
Column	INNIWAX 30m×0.25mm×0.25 $\mu$ m
Detector	Flame Ionization Detector(FID)
Carrier gas	H <sub>2</sub> , Air, N <sub>2</sub>
Oven temperature	150°C
Injection temperature	250°C
Injection volume	0.5 $\mu$ l
Detector temperature	250°C

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 메주 제조공정 개발

##### (1) 수침 및 증자조건에 따른 품질특성

##### (가) 원료콩의 일반성분 분석

대두는 간장과 된장의 주원료로서 지방, 단백질이 주로 함유되어 있어 메주나 그 가공식품 제품의 품질에 많은 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 본 실험에 사용한 풍산나물콩의 일반성분을 분석한 결과는 Table 3에서 보는 바와 같다. 수분함량은 14.65%의 범위로서 모든 장류용 메주콩의 규격기준인 14%에 적합하며 조지방함량은 17.83%이고, 조단백질함량은 34.71%의 범위로 일반적으로 대두 중 단백질의 함량을 보고한 타 논문 결과치보다는 낮은 단백질함량을 보였다.

Table 3. Chemical component of soybean sprout

(unit : %)

material	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash
sprout soybean (Poongsan)	14.65	34.71	17.83	5.19

##### (나) 수침 및 증자조건에 따라 제조한 메주의 이화학적 특성

##### 1) 메주의 일반성분

수침 및 증자조건에 따라 제조한 메주의 일반성분함량을 측정한 결과는 Table 4에서 보는 바와 같다. 수분은 메주의 크기, 발효상태 및 건조정도에 따라서 차이가 있을 것으로 보아 본 실험에 있어서의 메주의 성형, 발효조건 및 건조상태를 동일한 조건으로 하여서 제조한 결과 가압으로 증자한 메주의 수분함량은 59.09~66.27%였고, 스팀으로 제조한 메주의 수분함량은 62.32~66.27%로 크게 차이가 나지 않았으나 스팀으로 만든 메주제품은 동일한 조건으로 성형 및 발효를 하였지만 수분함량이 약간 높게 나타났다. 조지방은 가압의 경우 6.40~7.03%, 스팀은 3.28~6.34%의 범위로 원료콩에 비하여 메주에서는 감소를 하였고, 가압방식보다는 스팀방식에서 조지방의 낮았다. 조단백질 함량은 14.80~16.40%로서 원료콩보다는 단백질함량이 감소하는 것으로 나타났으며 가압방식보다는 스팀방식에서 조단백질의 함량이 높았다. 조회분의 함량은 4.90~13.30로 원료콩보다는 약간씩 증가하는 것으로 나타났다.

Table 4. Chemical component in different soybean sprout soaking and cooking condition

Items	Treatment							
	Control		5 hours		10 hours		20 hours	
	Normal pressure	Steam pressure						
Moisture	59.09	65.75	64.36	66.27	62.89	62.32	62.45	74.66
Crude protein	14.92	15.49	14.80	15.07	15.64	16.40	15.47	16.23
Crude lipid	6.64	6.34	6.40	3.28	7.00	5.24	7.03	4.05
Crude ash	2.65	1.38	2.23	0.10	2.27	0.78	1.97	1.55
Sugar content (°Brix)	13.30	5.10	9.10	5.90	10.0	4.90	5.80	5.10

2) 메주의 일반적 특성

수침 및 증자조건에 따라 제조한 메주의 일반적 특성을 살펴보면 Table 5에서 보는 바와 같다. 증자방식에 관계없이 무수침하여 제조한 메주의 pH는 6.76~6.92%, 수침시간에서는 pH가 7.00~7.15이었다. 수분활성도와 아미노태 질소는 수침과 증자조건에 관계없이 비슷하였다.

Table 5. Chemical properties in different soybean sprout soaking and cooking condition

Items	Treatment							
	Control		5 hours		10 hours		20 hours	
	Normal pressure	Steam pressure						
pH	6.76	6.92	7.15	7.14	7.00	7.11	7.02	7.09
Titrateable acidity(%)	0.17	0.13	0.17	0.17	0.17	0.26	0.25	0.17
Water activity (Aw)	0.98	0.96	0.98	0.99	0.97	0.98	0.98	0.98
Formol N (mg%)	0.63	0.63	0.63	0.63	0.60	0.59	0.66	0.63

3) 메주의 색도

메주의 색깔은 이를 원료로 제조되는 된장이나 간장의 색깔에 직접적인 영향을 주기 때문에 중요한 품질지표인자로 작용하는데 메주의 색도를 측정한 결과는 Table 6과 같다. 일반적으로 콩을 증자하여 메주를 발효시키면 제품의 색도에서 L값 및 b값이 모두 감소되는 것으로 알려져 있는데 반해 수침시간이 길어질수록 L값이 높아졌으나 b값에서는 비슷하였다.

Table 6. Hunter value in different soybean sprout soaking and cooking condition

Treatment		Hunter value <sup>↓</sup>			
		L	a	b	
Control	Normal pressure	46.78	10.98	29.35	
	Steam pressure	49.80	11.13	31.06	
Soaking condition	5 hours	Normal pressure	45.89	11.54	27.49
		Steam pressure	51.19	11.13	29.05
	10 hours	Normal pressure	50.69	11.10	30.00
		Steam pressure	52.59	11.06	31.02
20 hours	Normal pressure	52.30	11.00	29.00	
	Steam pressure	53.96	10.51	29.03	

↓ L : Lightness; a : redness(+ red, - green); b : yellowness(+ yellow, - blue)

#### 4) 메주의 유리아미노산

침지와 증자조건을 달리하여 제조한 나물콩의 유리아미노산을 측정한 결과는 Table 7과 같다. 무침지하여 가압방식으로 제조한 나물콩 메주의 유리아미노산이 265.34 mg%로 가장 많았고, 그 다음으로 5시간 침지하여 가압방식으로 제조한 나물콩 메주와 스팀방식으로 제조한 나물콩 메주가 각각 167.53, 149.08 mg%이였으며, 무침지하여 가압방식으로 제조한 메주콩 메주와 스팀방식으로 제조한 메주콩 메주가 각각 144.67, 128.98 mg% 이었고, 무침지하여 가압방식으로 제조한 나물콩 메주가 127.68 mg%, 20시간 침지하여 스팀방식으로 제조한 메주콩 메주와 가압방식으로 제조한 메주콩 메주가 각각 126.50, 115.71 mg% 순이었다. 이 중 침지와 증자조건에 관계없이 asparagine이 가장 많았고, 그 다음으로 원료콩 단백질을 분해시켜 생성한 구수한 맛을 내는 aspartic acid, proline, glutamic acid가 함유되어 있는 것으로 나타났으며 이외 유리아미노산은 14종이 함유되어 있었다. 한편 무침지보다는 5시간 침지에서, 가압방식보다는 스팀방식에서 유리아미노산의 손실을 보였지만, 5시간 침지의 나물콩의 경우 가압방식과 스팀방식에서 유리아미노산 함량의 차이가 크지 않은 것을 볼 때, 스팀방식이 시간과 노동력을 절감할 수 있으므로 보다 효과적이라고 간주한다.

Table 7. Free amino acid composition in different soybean sprout soaking and cooking condition

(unit : mg%)

Free amino acid	Treatment							
	No-soaking		soaking of 5hrs		soaking of 10hrs		soaking of 20hrs	
	Normal pressure	Steam pressure	Normal pressure	Steam pressure	Normal pressure	Steam pressure	Normal pressure	Steam pressure
Aspartic acid	47.86	28.35	22.90	24.45	24.50	21.55	9.18	18.86
Serine	23.36	9.62	16.10	14.76	9.98	7.54	9.15	8.82
Glutamic acid	28.97	14.92	18.21	16.34	16.78	21.13	12.64	14.29
Glycine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
*Histidine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
*Arginine	77.99	24.34	49.59	37.07	37.37	21.78	36.96	33.09
*Threonine	7.05	3.43	5.14	4.29	4.71	3.79	4.12	4.33
Alanine	13.41	6.15	9.53	9.88	12.57	13.38	5.89	9.92
Proline	43.78	24.77	28.52	25.92	21.72	24.09	19.33	20.56
Cysteine	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tyrosine	7.34	7.13	6.64	6.63	5.61	5.92	6.38	5.62
*Valine	0.70	0.70	0.64	0.64	0.78	0.69	0.58	0.86
*Methionine	4.79	2.44	3.45	3.14	3.05	2.61	3.32	2.86
*Lysine	4.42	2.40	2.52	2.47	3.16	2.38	3.57	2.74
*Isoleucine	2.77	1.81	1.73	1.43	1.97	2.07	1.83	1.92
*Leucine	2.35	1.17	1.95	1.55	1.62	1.38	2.28	1.73
*Phenylalanine	0.56	0.45	0.61	0.52	0.86	0.69	0.52	0.90
Total amino acid	265.34	127.68	167.53	149.08	144.67	128.98	115.71	126.50
*Essential amino acid	100.63	36.74	65.63	51.11	53.52	35.39	53.18	48.43

5) 메주의 물성

나물콩을 증자한 후 물성을 Texture analyzer로 측정 한 결과 Table 8과 같다. 먼저 증자콩의 조직형태를 변형시키는데 관계되는 견고성(Hardness)은 가압의 경우 조직 경도가 72.5~320.1 g이고, 스팀의 경우 143.5~258.6 g의 범위로 수침시간이 길어질수록 경도가 낮았다. 응집성(cohesiveness)은 수침과 증자조건에서는 가압보다는 스팀방식이 약간 높았고, 전반적으로 비슷하였다.

Table 8. Texture analysis in different soybean sprout soaking and cooking condition

Items	Treatment							
	Control		5 hours		10 hours		20 hours	
	Normal pressure	Steam pressure						
Hardness	320.1	258.6	269.9	239.4	81.9	158.2	72.5	143.5
Fractubility	401.8	326.0	301.5	207.7	198.5	171.0	170.6	169.4
Adhesiveness	-14.7	-46.3	-35.6	-50.8	-26.0	-35.0	-40.0	-50.1
Springiness	0.7	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.8
Cohesiveness	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
Gumminess	55.8	73.3	54.6	72.0	24.0	47.2	21.2	47.9
Chewiness	36.7	50.2	44.1	57.0	17.5	35.4	15.6	39.7

6) 메주의 무기성분

Table 9. Mineral contents in different soybean sprout soaking and cooking condition

(unit : mg%)

Minerals	Treatment							
	Control		5 hours		10 hours		20 hours	
	Normal pressure	Steam pressure						
K	482.4	533.7	505.1	478.5	568.0	437.0	538.1	441.3
Ca	37.7	38.9	37.6	28.6	39.1	34.5	40.0	47.7
Mg	84.1	102.4	85.4	104.1	99.3	76.1	88.8	72.2
Fe	23.9	4.4	8.0	21.1	5.5	27.9	3.9	6.9
Mn	1.7	1.5	1.4	1.5	1.5	1.3	1.6	1.5
Zn	3.5	2.3	2.5	6.9	2.3	1.9	2.4	1.7
Total	633.3	683.2	640.0	640.7	715.7	578.7	674.8	571.3

(2) 파쇄 및 종균배양조건에 따른 품질특성

(가) 종균배양조건에 따라 제조한 메주의 이화학적 특성

1) 종균농도 선정을 위한 첨가량별 메주의 일반성분, 일반적 특성, 색도 및 무기성분  
 채래식 맛을 지닌 종균을 선정하기 위하여 *Asp. oryzae*와 *B. subtilis* 종균 중에서 증자된  
 나물콩 배지에 각 종균을 접종하여 배양시킨 후 성분분석을 한 결과는 Table 10, 11 그리고  
 12와 같다. 종균첨가 농도에 따라 수분, 조단백질, 조회분 함량은 높아진 반면 조지방은 종균첨  
 가 농도에 따라 낮아지는 경향이였다. pH의 경우 전통적인 방법으로 제조한 메주는 6.99인데  
 종균첨가 농도에 따라 pH는 낮아지는 경향이고, 산도는 전통적인 방법은 2.99에 비해 종균 첨  
 가의 산도는 높은 경향을 나타내었고, *B. subtilis*보다 *Asp. oryzae*가 더 많은 젖산 생성량을  
 보였다. 수분활성도는 전통방법과 *B. subtilis* 종균첨가는 98.2~98.8인데 반해 *Asp. oryzae*는  
 종균첨가에 따라 높아졌다. 또한 제조된 중국의 색이 최종제품인 청국장, 된장 등의 장류 색깔  
 에 미치는 영향이 크기 때문에 수분활성도가 높을수록 *B. subtilis*종균 첨가에 따른 색의 밝기  
 가 밝은 반면, *Asp. oryzae*종균 첨가에 따라서는 어둡게 하는 경향이 있는 것으로 나타났다.  
 무기성분 함량에 있어서는 전통방법으로 제조한 무기성분함량은 490.1 mg%인데 반해 *Asp.*  
*oryzae* 종균을 첨가한 경우 첨가량에 따라 각각 490.6 mg%, 511.4 mg%, 503.2 mg%로 높았  
 고, 종균에 관계없이 K, Mg, Ca함량이 높았다. 따라서 메주제조시 종균에 따른 첨가농도를 선  
 정하기 위해 나물콩에 종균을 접종한 결과 1% *Asp. oryzae* 종균을 첨가할 경우 메주제조 후  
 수분활성도, 아미노태질소, 무기성분 함량을 고려해 볼 때 좋은 결과를 도출할 것으로 사료되  
 어 메주제조에 적용하였다.

Table 10. Chemical component of soybean sprout *Meju* prepared by different strains and addition of starter cultures

(unit : %)

Strain	Treatment	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash
	Control	68.23	14.79	7.35	1.27
B.subtilis	0.5%	67.33	16.27	6.05	1.54
	1.0%	67.54	14.80	5.51	1.36
	2.0%	69.88	14.42	5.19	1.29
Asp.oryzae	0.5%	68.76	14.87	8.02	1.24
	1.0%	69.48	14.80	6.80	1.45
	2.0%	72.21	15.07	6.22	1.29

Table 11. Chemical properties and hunter value of soybean sprout *Meju* prepared by different strains and addition of starter cultures

Strain	Treatment	pH	Titratable acidity(%)	Water activity (Aw)	Formol N (mg%)	Hunter value <sup>↓</sup>		
						L	a	b
	Control	6.99	2.99	98.8	114.67	61.99	7.07	25.86
B.subtilis	0.5%	7.50	6.88	98.2	114.47	54.90	7.43	26.53
	1.0%	7.18	9.84	98.5	138.16	54.58	7.82	26.64
	2.0%	6.84	8.72	98.6	148.30	56.09	7.46	26.98
Asp.oryzae	0.5%	6.64	10.27	94.6	137.60	56.99	8.21	26.49
	1.0%	6.62	12.00	96.9	140.17	55.33	7.27	27.32
	2.0%	6.95	9.22	99.2	148.51	54.71	7.56	26.38

↓ L : Lightness; a : redness(+ red, - green); b : yellowness(+ yellow, - blue)

Table 12. Mineral contents of soybean sprout *Meju* prepared by different strains and addition of starter cultures

(unit : mg%)

Strain	Treatment	Minerals (mg/100g)							
		K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Total
	Control	339.2	68.7	68.6	2.8	7.5	1.4	1.9	490.1
B.subtilis	0.5%	318.6	68.2	79.3	4.5	2.0	1.3	2.0	475.9
	1.0%	310.9	88.0	82.4	2.8	3.6	1.4	1.3	490.4
	2.0%	304.2	56.2	77.4	4.6	3.3	1.3	2.1	449.1
Asp.oryzae	0.5%	319.1	66.7	83.1	8.3	9.2	1.5	2.7	490.6
	1.0%	352.1	62.9	83.3	4.2	4.8	1.5	2.6	511.4
	2.0%	335.4	83.3	77.8	3.2	0.3	1.4	1.8	503.2

(나) 파쇄조건에 따라 제조한 메주의 이화학적 특성

1) 파쇄기 직경과 종균 첨가농도별 메주와 발효 10일후 메주의 일반성분

메주 제조시 chopper를 이용하여 압축되어 나오는 초퍼직경에 따라 메주성형과 발효기간동안 모양에 영향을 미치므로 chopper 직경을 10 mm와 20 mm 크기를 달리하여 메주를 제조한 직후와 발효 10일이 경과한 메주의 일반성분을 살펴본 결과를 Table 13과 14에 나타내었다. 메주의 일반성분을 보면 수분함량은 성형직 후 10 mm 직경크기로 파쇄 성형한 메주는 종균에 따라 62.35~64.93이었고, 20 mm 직경크기로 파쇄 성형한 메주는 65.63~66.45%로 10 mm 직경크기로 파쇄 성형한 메주보다 수분함량이 높았다. 이것은 초퍼직경에 따라 콩이 분쇄되어 나오는 입자크기 때문으로 사료된다. 그리고 발효 10일 경과 후 메주의 수분함량을 보면 10 mm 직경크기로 성형한 메주는 57.31~59.92%이고, 20 mm 직경크기로 성형한 메주는 55.12~62.75%로 약 1%의 수분이 감소되었다. 조단백질함량은 직경, 종균에 관계없이 15.53~17.15%

함량이었으나 발효가 진행되면서 18.24~20.65%로 증가하였다. 이것은 수분함량의 감소에 따른 증가로서 조단백질의 실제적인 변화와는 무관한 것으로 사료된다. 이와 같이 일반 메주콩으로 만든 메주와 단백질함량에서 큰 차이가 없으므로 나물콩을 이용하여 메주 등 장류가공을 함으로서 좋은 단백질 섭취원으로 이용될 수 있다고 생각된다. 조지방과 조회분 함량은 조단백질 함량과같이 파쇄 성형직후보다 발효 10일이 경과한 메주에서 약간 증가하였고, 직경과의 차이는 유의하지 않았다.

Table 13. Chemical component of soybean sprout *Meju* prepared by chopper diameter and different strains

(unit : %)

Diameter (§)	Treatment	Strain	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash
10mm	1.0%	A.oryzae	62.35	16.52	8.05	1.62
		B.subtilis	64.93	16.49	8.14	1.59
	2.0%	A.oryzae	63.48	17.05	8.68	1.78
		B.subtilis	64.63	15.53	7.79	1.86
20mm	1.0%	A.oryzae	66.45	17.05	9.10	1.63
		B.subtilis	65.63	15.53	9.05	1.77
	2.0%	A.oryzae	67.29	15.57	8.60	1.64
		B.subtilis	66.20	17.15	8.56	1.57

Table 14. Chemical component of soybean sprout *Meju* prepared by chopper diameter and different strains after fermentation 10 days

(unit : %)

Diameter (§)	Treatment	Strain	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash
10mm	1.0%	A.oryzae	58.43	19.43	10.12	2.01
		B.subtilis	59.92	18.70	9.56	2.24
	2.0%	A.oryzae	57.31	18.53	10.97	2.42
		B.subtilis	59.82	20.65	10.64	1.99
20mm	1.0%	A.oryzae	55.12	18.53	12.05	2.25
		B.subtilis	55.49	20.65	12.52	2.04
	2.0%	A.oryzae	62.75	18.24	11.23	2.07
		B.subtilis	60.76	19.21	10.58	1.98

2) 파쇄기 직경과 종균 첨가농도별 메주와 발효 10일후 메주의 일반적 특성 및 색도

메주 제조시 chopper를 이용하여 압축되어 나오는 초퍼직경에 따라 메주성형과 발효기간동안 모양에 영향을 미치므로 chopper 직경을 10 mm와 20 mm 크기를 달리하여 메주를 제조한 직후와 발효 10일이 경과한 메주의 일반적 특성을 살펴본 결과를 Table 15와 16에 나타내었다. 파쇄 성형직 후 메주의 pH에 있어서는 초퍼직경의 차이보다는 종균을 1% 첨가한 메주와 2% 첨가한 메주에서 pH변화를 볼 수 있었는데, 1%첨가한 종균에서는 pH가 7.35~8.42였던 것이 발효 10일이 지난 메주에서는 pH 5.00~5.83으로 감소하는 경향이었고, 2% 종균을 첨가한 메주는 pH 5.93~7.70이었던 것이 발효 10일이 지난 메주에서는 7.98~8.12로 증가하였다. 이것은 메주에 종균을 접종하므로써 자연적으로 생육하고 있는 *Asp. oryzae*와 *B. subtilis* 등의 균 증식이 활발하게 증식하고 있다고 생각되며, 또한 발효시간이 경과하면서 pH가 증가하는 것은 미생물의 생육으로 분비되는 효소에 의하여 대두단백질의 분해물 및 암모니아성 질소화합물의 생성에 기인한 것이다. 종균 1% 첨가보다는 2% 첨가하는 것이 활성이 강하게 작용을 하기 때문으로 사료된다. 적정산도에서는 직경 10 mm크기보다는 20 mm직경크기로 파쇄 성형한 메주에서 파쇄 성형전보다 발효 10일이 경과되면서 산도가 증가하였다. 파쇄 성형한 메주의 질소성분 결과 구수한 맛성분으로 중요한 아미노태질소는 직경 10 mm로 파쇄 성형하여 제조한 메주보다 20 mm크기로 파쇄 성형한 메주에서 아미노태질소 함량이 증가하는 경향을 보였고, *B. subtilis*보다 *Asp. oryzae*함량이 더 높으며, 발효 10일 경과한 메주 역시 아미노태질소 함량이 증가되는 경향을 보였다. 이러한 차이를 보이는 것은 종균의 특성과 활력의 차이라고 사료된다. 파쇄 성형한 메주의 수분활성도를 살펴보면 초퍼의 직경과의 차이는 보이지 않았으나 발효 10일이 지난 직경 20 mm로 파쇄 성형한 메주에서 수분활성도가 높음을 알 수 있었다. Table 17과 18에서는 메주의 색도로서 파쇄 성형직후 보다는 발효가 진행되면서 L값은 낮아지고, a 값과 b값은 대체적으로 높아졌다. 그리고 직경 10 mm 파쇄 성형하여 만든 메주보다 직경 20 mm로 제조한 메주의 황색도가 더 높음을 알 수 있었다.

Table 15. Chemical properties and hunter value of soybean sprout *Meju* prepared by chopper diameter and different strains

Diameter (§)	Treatment	Strain	pH	Titrateable acidity (%)	Formol N (mg%)	Water activity (Aw)
10mm	1.0%	A.oryzae	7.35	0.00	176.53	100.1
		B.subtilis	8.35	0.00	150.48	100.3
	2.0%	A.oryzae	7.50	6.58	170.09	98.3
		B.subtilis	7.70	4.56	162.45	97.0
20mm	1.0%	A.oryzae	8.40	0.00	195.38	98.9
		B.subtilis	8.42	0.00	148.11	100.4
	2.0%	A.oryzae	5.93	21.52	167.08	95.3
		B.subtilis	6.89	13.84	135.08	99.7

Table 16. Chemical properties and hunter value of soybean sprout *Meju* prepared by chopper diameter and different strains after fermentation 10 days

Diameter (§)	Treatment	Strain	pH	Titratable acidity(%)	Formol N (mg%)	Water activity (Aw)
10mm	1.0%	A.oryzae	5.83	10.45	210.11	95.0
		B.subtilis	5.00	29.29	199.35	95.6
	2.0%	A.oryzae	8.10	0.00	210.38	95.6
		B.subtilis	8.12	0.00	208.50	94.8
20mm	1.0%	A.oryzae	5.00	22.38	205.75	96.8
		B.subtilis	5.01	29.15	200.112	96.6
	2.0%	A.oryzae	7.98	8.07	232.68	98.6
		B.subtilis	8.00	5.61	224.38	96.3

Table 17. Hunter value of soybean sprout *Meju* prepared by chopper diameter and different strains

Diameter (§)	Treatment	Strain	Hunter value <sup>↓</sup>		
			L	a	b
10mm	1.0%	A.oryzae	48.5	8.7	27.4
		B.subtilis	46.3	8.5	26.7
	2.0%	A.oryzae	47.6	8.9	27.3
		B.subtilis	44.9	9.4	26.6
20mm	1.0%	A.oryzae	47.3	8.6	27.8
		B.subtilis	47.4	8.5	27.4
	2.0%	A.oryzae	50.1	8.2	23.5
		B.subtilis	48.2	9.5	26.9

↓ L : Lightness; a : redness(+ red, - green); b : yellowness(+ yellow, - blue)

Table 18. Hunter value of soybean sprout *Meju* prepared by chopper diameter and different strains after fermentation 10 days

Diameter (§)	Treatment	Strain	Hunter value <sup>↓</sup>		
			L	a	b
10mm	1.0%	A.oryzae	39.8	10.4	27.5
		B.subtilis	37.9	10.5	27.4
	2.0%	A.oryzae	36.5	10.7	26.1
		B.subtilis	37.0	10.7	26.8
20mm	1.0%	A.oryzae	38.9	11.0	28.5
		B.subtilis	39.0	11.2	28.8
	2.0%	A.oryzae	34.5	9.1	23.8
		B.subtilis	37.8	10.6	26.6

↓ L : Lightness; a : redness(+ red, - green); b : yellowness(+ yellow, - blue)

3) 파쇄기 직경과 종균 첨가농도별 메주와 발효 10일후 메주의 무기성분

메주 제조시 chopper를 이용하여 압축되어 나오는 초퍼직경에 따라 메주성형과 발효기간 동안 모양에 영향을 미치므로 chopper 직경을 10 mm와 20 mm 크기를 달리하여 메주를 제조한 직후와 발효 10일이 경과한 메주의 무기성분을 살펴본 결과를 Table 19와 20에 나타내었다. 종균첨가량에 따라 무기성분 총 함량이 발효기간에 따라서 증가하는 것으로 나타났고, 발효 기간동안 K함량이 가장 많이 함유되어 있었으며, 파쇄성형 직후 메주는 K> Mg>Ca>Na>Fe>Mn>Zn의 순으로 나타났지만, 발효가 진행되면서 K> Mg>Ca>Na>Fe>Zn>Mn의 순이었다. 또한 초퍼 직경 10 mm보다는 20 mm로 파쇄 성형한 메주의 총 무기성분 함량이 높음을 알 수 있었다. 3차년도에서 전체공정을 정리하면서 간장과 된장을 담은 후의 비교도 검토할 예정이다.

Table 19. Mineral contents of soybean sprout *Meju* prepared by chopper diameter and different strains

(unit : mg %)

Diameter (§)	Treatment	Strain	Minerals (mg/100g)							
			K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Total
10mm	1.0%	A.oryzae	581.5	118.7	124.2	6.1	12.5	1.9	0.7	845.6
		B.subtilis	548.2	100.9	118.4	5.9	15.2	1.8	0.6	791.0
	2.0%	A.oryzae	510.3	86.8	101.9	29.1	7.2	1.5	1.3	738.1
		B.subtilis	508.2	83.5	98.1	25.4	8.1	1.4	0.6	725.3
20mm	1.0%	A.oryzae	491.5	102.6	106.5	6.6	20.4	1.5	1.0	730.1
		B.subtilis	453.8	92.6	102.5	3.2	8.5	1.5	0.1	662.2
	2.0%	A.oryzae	511.3	76.3	90.8	32.0	0.4	1.2	0.2	712.2
		B.subtilis	466.7	85.7	94.6	31.3	8.3	1.1	0.1	687.8

Table 20. Mineral contents of soybean sprout *Meju* prepared by chopper diameter and different strains after fermentation 10 days

(unit : mg %)

Diameter (§)	Treatment	Strain	Minerals (mg/100g)							
			K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Total
10mm	1.0%	A.oryzae	567.5	111.4	132.3	8.3	16.2	2.1	2.3	840.1
		B.subtilis	570.4	110.1	80.4	7.9	10.1	1.8	2.1	782.8
	2.0%	A.oryzae	690.4	100.4	138.6	25.3	5.9	1.9	0.8	963.3
		B.subtilis	663.3	97.6	126.6	26.0	14.9	1.7	1.1	931.2
20mm	1.0%	A.oryzae	555.6	93.8	115.9	9.4	19.6	1.7	2.2	798.2
		B.subtilis	498.5	90.1	95.2	9.3	10.5	1.6	0.7	705.9
	2.0%	A.oryzae	652.0	107.6	120.1	30.4	7.5	1.6	1.2	920.4
		B.subtilis	665.6	94.2	111.6	31.5	2.6	1.7	2.1	909.3

(3) 발효온도조건에 따른 품질특성

(가) 스팀방식으로 온도별 발효방법을 달리하여 제조한 메주의 이화학적 특성

1) 발효방식에 따라 제조한 메주의 일반성분과 일반적 특성

발효방법별 40°C, 45°C에서 제조한 메주의 일반성분과 일반적특성은 Table 21과 22와 같다. 온도가 높을수록 수분함량은 적게 나타난 반면, 조단백질, 조지방, 조회분함량은 약간 높게 나타났다. 발효방법에 관계없이 40°C의 경우 수분함량은 58.62~61.98%, 조단백질이 18.65~17.07%, 조지방이 8.13~8.74%, 조회분이 1.94~2.40%였고, 45°C의 경우 수분은 57.56~58.75%, 조단백질이 18.78~19.95%, 조지방이 9.56~10.33%, 조회분이 2.32~2.46%였다. 일반적 특성인 pH, 수분활성도, 적정산도, 아미노태질소는 온도가 높을수록 pH는 높아지고, 수분활성도는 낮아졌다. 특히 적정산도는 온도가높으니까 전혀 검출되지 않았다. 그리고 아미노태질소는 Asp. oryzae를 첨가해서 발효시킨 메주는 낮아진 반면, 전통적인 방법과 B. subtilis 첨가 메주는 약간 높았다. 이것은 많은 부분의 단백질이 아미노태질소로 변화됨을 알 수 있었다.

Table 21. Chemical contents of soybean sprout *Meju* prepared by different fermentation temperature and methods

(단위 : %)

Temperature	Fermentation method	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash
40°C	Control	61.98	17.07	8.13	1.94
	B.subtilis	58.62	18.65	8.88	2.40
	A.oryzae	59.77	18.65	9.73	2.28
45°C	Control	57.56	18.78	10.33	2.38
	B.subtilis	58.54	19.95	9.56	2.46
	A.oryzae	58.75	19.08	8.74	2.32

Table 22. Chemical properties of soybean sprout *Meju* prepared by different fermentation temperature and methods

Temperature	Fermentation method	pH	Titrateable acidity(%)	Water activity (Aw)	Formol N (mg%)
40°C	Control	7.24	0.34	0.98	0.23
	B.subtilis	7.83	0.29	0.99	0.57
	A.oryzae	8.12	0.17	0.95	0.63
45°C	Control	8.73	0.00	0.97	1.22
	B.subtilis	8.58	0.00	0.97	0.68
	A.oryzae	8.75	0.00	0.99	0.56

2) 발효방식에 따라 제조한 메주의 무기성분과 색도

발효방법별 40℃, 45℃에서 제조한 메주의 무기성분과 색도는 Table 23과 24와 같다. 온도가 높을수록 무기성분 함량이 낮게 나타났고 *B.subtilis*를 첨가해서 40℃에서 발효시킨 메주가 476.3 mg%로 가장 높았고, 그 다음은 *Asp. oryzae*를 첨가시킨 메주가 422.5 mg%인 반면, *Asp. oryzae*를 첨가시켜 45℃에서 발효시킨 메주가 258.6 mg%로 가장 낮았다. 또한 명도(L)는 온도가 높을수록 낮아졌고, 황색도(b)는 약간 높았다.

Table 23. Mineral contents of soybean sprout *Meju* prepared by different fermentation temperature and methods

(unit : mg%)

Temperature	Fermentation method	Minerals (mg/100g)						
		K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Total
40℃	Control	147.5	66.0	160.9	6.9	1.3	2.1	384.7
	<i>B.subtilis</i>	199.0	64.8	194.4	14.9	1.5	1.7	476.3
	<i>A.oryzae</i>	175.5	67.0	172.5	4.2	1.4	1.9	422.5
45℃	Control	147.6	60.5	98.22	4.0	1.5	2.0	313.8
	<i>B.subtilis</i>	181.7	69.4	102.4	5.0	1.5	1.6	361.6
	<i>A.oryzae</i>	106.6	66.4	78.34	4.3	1.2	1.8	258.6

Table 24. Hunter value of soybean sprout *Meju* prepared by different fermentation temperature and methods

Temperature	Fermentation method	Hunter value <sup>↓</sup>		
		L	a	b
40℃	Control	59.37	8.55	25.85
	<i>B.subtilis</i>	48.93	9.18	28.78
	<i>A.oryzae</i>	48.90	8.76	27.43
45℃	Control	51.28	7.91	28.74
	<i>B.subtilis</i>	46.58	8.59	29.52
	<i>A.oryzae</i>	49.34	7.97	28.92

↓ L : Lightness; a : redness(+ red, - green); b : yellowness(+ yellow, - blue)

(4) 수침과 증자조건을 달리하여 제조한 나물콩 메주로 발효시킨 간장 및 된장

(가) 나물콩 메주로 제조한 간장의 품질특성

1) 나물콩 간장의 일반성분 및 특성

침지시간별 가압방식과 스팀방식으로 제조한 메주를 이용하여 천일염으로 제조한 간장의 일반적 특성을 Table 25에 나타내었다. 수분함량은 침지시간에 관계없이 수분함량은 72.50~75.19%로 비슷한 경향이였다. 총질소 함량은 간장의 숙성과정 중에 미생물과 효소에 의해 존재하는 질소성분이 분해되어 유리되면서 총질소가 증가하는데 용존되어 있는 총질소가 간장의 품질과 밀접한 관계가 있다고 하는데, 무침지하여 가압으로 처리한 간장, 10시간, 20시간 침지하여 스팀으로 처리한 간장이 식품공전 한식간장의 총질소 하한함량인 0.7%로 나타났고, 그 외 간장은 0.7%이상으로 나타났다. 염도는 처리내용에 관계없이 대체로 염도가 높았다. 아미노태질소는 간장덧의 숙성도를 결정하는 중요한 성분이며, 간장고유의 조미료적인 성질을 부여함과 동시에 영양학적 가치를 부여한다고 하는데 침지시간이 길어질수록 가압과 스팀방식에 관계없이 아미노태질소함량이 낮아졌다. 따라서 간장 제조시 무침지하거나 5시간정도 침지하여 간장을 담그면 영양학적인 면에서 우수한 간장이 될 수 있다고 사료된다. 간장의 pH측정결과, 아미노태질소함량과 마찬가지로 침지시간이 길어질수록 간장의 pH가 낮아지는 경향이였다.

Table 25. Chemical compositions of soy sauce with different soaking and cooking condition

Items	Treatment							
	Control		5hours		10hours		20hours	
	Normal pressure	Steam pressure						
Moisture	74.31	73.79	75.07	75.19	73.84	74.59	72.50	74.39
Crude ash	21.40	20.38	20.10	19.63	19.74	20.16	18.56	21.02
Total nitrogen	0.55	0.70	0.72	0.70	0.70	0.56	0.69	0.43
Nacl	30.52	28.05	29.70	26.86	27.25	27.99	26.50	30.55
Formol N (mg%)	214.03	190.71	189.34	192.08	178.36	194.82	175.20	183.85
pH	6.72	6.99	6.65	6.76	5.85	6.58	5.67	6.44
Titratable acidity	3.79	3.44	3.44	3.62	5.47	3.97	5.50	3.26

## 2) 나물콩 간장의 무기성분 및 유리아미노산

간장의 무기질 함량은 Table 26과 같다. 나물콩으로 제조한 간장은 침지시간과 증자방식에 관계없이 칼륨과 마그네슘이 대부분이었으며 무침지와 5시간침지 처리에서는 스팀방식이 무기 성분 함량이 약간 높게 나타났다. 90일동안 발효시킨 나물콩간장의 유리아미노산을 분석한 결과를 Table 27에 나타내었다. 총 17종의 유리아미노산이 검출되었는데 나물콩으로 제조한 간장에는 glutamic acid함량이 가장 많았다. 무침지하여 가압으로 제조한 나물콩 간장의 총아미노산 함량은 3,087.2 mg%로 가장 높았고, 그 다음으로 5시간 침지하여 스팀과 가압으로 제조한 간장이 각각 2,535.9 mg%, 2,282.1 mg%로 높은 값을 나타내었다. 총 필수아미노산의 함량도 무침지하여 가압으로 제조한 간장이 1,603.2 mg%로 가장 높았고, 총 아미노산함량과 마찬가지로 5시간 침지하여 스팀과 가압방식으로 제조한 간장이 1,212.6 mg%, 1,209.4 mg%였다. 총 아미노산에 대한 glutamic acid의 함량비는 무침지하여 가압과 스팀방식으로 제조한 간장이 각각 19.89 %, 19.69 %로 높았다. 이 결과를 볼 때 역시 나물콩을 이용하여 간장으로 제조하려면 나물콩을 침지하지 않거나, 5시간정도 침지시켜 가압이나 스팀방식을 사용하여 간장을 담그면 우리나라 전통장류의 특징인 glutamic acid함량이 높은 것 장류가 될 수 있다고 사료된다.

Table 26. Contents of mineral of soy sauce with different soaking and cooking condition

Minerals	Treatment							
	Control		5hours		10hours		20hours	
	Normal pressure	Steam pressure						
K	415.7	506.7	342.2	352.5	334.0	315.4	320.1	311.9
Ca	3.9	2.6	4.7	8.3	19.0	6.4	18.9	6.6
Mg	154.3	147.4	147.0	140.2	161.5	150.8	162.0	156.6
Fe	4.4	7.4	5.2	10.4	2.8	9.9	3.0	5.2
Mn	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1
Zn	0.5	0.8	0.8	1.2	0.5	2.0	0.6	2.5
Total	578.9	565.1	500.1	512.8	518.0	484.8	504.8	428.9

Table 27. Free amino acid of soy sauce with different soaking and cooking condition  
(단위 : mg%)

Items	Treatment							
	Control		5hours		10hours		20hours	
	Normal pressure	Steam pressure						
Aspartic acid	100.0	40.7	98.0	101.3	73.3	66.7	51.3	62.7
Serine	61.3	40.7	38.7	28.0	0.0	40.0	31.3	38.7
Glutamic acid	610.7	228.7	438.0	430.0	278.0	318.7	257.3	272.0
Glycine	154.0	56.0	114.7	160.7	111.3	122.0	92.0	105.3
*Histidine	115.3	43.3	42.7	65.3	54.7	66.7	90.7	44.7
*Arginine	32.0	39.3	32.7	18.7	22.0	32.0	22.7	19.3
*Threonine	75.3	12.7	50.0	49.3	42.7	69.3	39.3	57.3
Alanine	232.0	6.0	162.0	145.3	94.7	131.3	97.3	126.7
Proline	135.3	40.0	49.3	122.0	23.3	85.3	26.0	66.0
Cysteine	22.0	12.0	13.3	14.7	8.7	24.7	0.0	18.7
Tyrosine	168.7	90.7	158.7	192.0	152.7	139.3	130.7	118.0
*Valine	244.0	76.0	170.0	210.0	161.3	147.3	126.7	117.3
*Methionine	57.3	36.7	48.7	66.7	48.0	58.7	42.0	46.0
*Lysine	295.3	158.7	291.3	219.3	168.0	207.3	213.3	196.0
*Isoleucine	163.3	48.0	104.7	129.3	100.7	94.0	75.3	74.7
*Leucine	350.0	110.7	234.0	279.3	218.7	200.0	164.7	155.3
*Phenylalanine	270.7	121.3	235.3	304.0	220.7	200.0	184.0	156.7
Total amino acid	3,087.2	1,161.5	2,282.1	2,535.9	1,778.8	2,003.3	1,644.6	1,675.4
*Essential amino acid	1,603.2	646.7	1,209.4	1,212.6	1,036.8	1,075.3	958.7	867.3
GA/TA(%) <sup>1)</sup>	19.78	19.69	19.19	16.96	15.63	15.91	15.65	16.24

<sup>1)</sup>GA/TA(%) : Percentage of glutamic acid content/total amino acid content

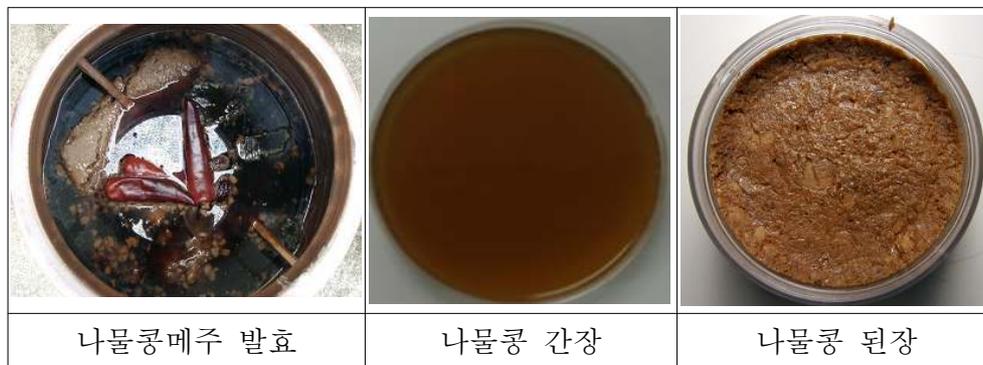


Fig. 1. Photograph for soy sauce and soybean paste made with soybean sprout

(나) 나물콩 메주로 제조한 된장의 품질특성

1) 나물콩 된장의 일반적 특성 및 무기성분

침지시간별 가압방식과 스팀방식으로 제조한 메주를 이용하여 천일염으로 제조한 간장을 여과하고 남은 건더기를 이용하여 된장을 제조하였다. 나물콩된장의 일반적 특성을 Table 28에 나타내었다. 수분함량은 침지시간이 길어질수록 수분함량이 높았고, 스팀방식이 가압방식보다 수분함량이 약간 높은 경향이였다. 조단백질함량은 무침지하여 가압으로 제조한 된장이 12.42%로 다른 처리에 비해 약간 높았고, 조지방함량과 조회분함량은 침지시간이 길어질수록 높아지는 경향이였다. 염도는 처리내용에 관계없이 대체로 염도가 높았다. 아미노태질소는 간장덧의 숙성도를 결정하는 중요한 성분이며, 간장고유의 조미료적인 성질을 부여함과 동시에 영양학적 가치를 부여한다고 하는데 된장도 역시 아미노태질소함량이 높으므로 조미료로서의 가치를 높일 수 있는데 침지시간에 관계없이 가압방식보다 스팀방식이 아미노태질소함량이 약간 높았다. 따라서 나물콩된장 제조시 오랜시간 동안 끓이는 가압방식도 좋지만, 시간도 줄일 수 있고, 메주콩에 비해 단단한 나물콩일 경우 스팀방식으로 증자를 하므로서 좋은 된장이 될 수 있다고 사료된다. 된장의 무기질 함량은 Table 29와 같다. 나물콩으로 제조한 된장은 침지시간과 증자방식에 관계없이 칼륨, 마그네슘 그리고 칼슘함량이 높게 나타났고, 무침지와 5시간 침지하여 가압과 스팀방식으로 제조한 된장에서 다른 처리에 비해 무기성분 함량이 조금 높았다. 따라서 된장을 담글 때 나물콩을 이용함으로써 칼슘과 마그네슘의 섭취를 높일 수 있고, 된장의 기능성 향상이라는 측면에서 볼 때 상품성이 될 수 있다고 사료된다.

Table 28. Chemical compositions of soybean paste with different soaking and cooking condition

Items	Treatment							
	Control		5hours		10hours		20hours	
	Normal pressure	Steam pressure						
Moisture	55.52	58.08	58.11	57.26	58.86	56.24	59.01	55.27
Crude protein	12.42	10.82	10.61	10.67	10.78	10.91	10.50	12.89
Crude lipid	2.75	2.99	3.07	2.37	3.50	4.05	3.58	5.19
Crude ash	16.72	17.31	17.40	16.43	16.95	15.78	16.50	16.63
Water acidity (Aw)	78.90	80.90	80.60	82.20	80.90	80.20	81.00	78.90
Formol N (mg%)	87.81	182.29	100.16	101.39	102.78	101.45	102.92	137.75
pH	6.86	7.29	6.37	7.04	6.17	6.78	6.20	6.72
NaCl	32.08	33.60	32.40	29.73	31.59	29.87	32.50	32.18

Table 29. Contents of mineral of of soybean paste with different soaking and cooking condition

Minerals	Treatment							
	Control		5hours		10hours		20hours	
	Normal pressure	Steam pressure						
K	325.0	410.9	254.7	299.1	277.5	228.6	270.2	244.7
Ca	108.4	114.1	126.1	117.6	111.1	114.4	115.0	83.0
Mg	240.1	226.0	238.0	225.7	232.7	230.0	230.5	232.9
Fe	16.8	19.3	18.6	16.3	16.0	12.8	17.0	15.4
Mn	1.3	1.2	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.2
Zn	2.5	5.2	1.7	4.1	1.3	3.1	1.0	3.3
Total	694.1	776.7	640.4	664.2	639.9	590.3	635.0	580.5

나. 청국장 제조공정 개발

(1) 수침 및 증자조건에 따른 품질특성

(가) 수침처리별 가압으로 제조한 청국장의 이화학적 특성

1) 나물콩 청국장의 일반성분

수침처리별로 청국장을 제조하여 발효시간에 따른 일반성분을 분석한 결과는 Table 30~33과 같다. 수침처리에 관계없이 발효기간이 경과함에 따라 수분함량은 낮아졌고, 조단백질, 조지방, 조회분함량은 높아졌다. 또한 수침처리시간이 길어짐에 따라 무수침에 비해 수분함량이 높아졌다. 김 등은 *B. subtilis*와 벧짚을 이용한 청국장의 수분함량은 54.33~57.19%로 보고하였고, 박에 의하면 청국장 메주 발효과정 중의 수분함량(60~63%)은 경시적으로 약간 증가한다고 하였는데, 그 이유는 원료대두가 미생물에 의해 발효되면서 암모니아 가스 등으로 휘발되어 고형물량이 감소되기 때문이라고 하였다. 한편 조단백질의 함량에서 대체로 발효가 오아성하게 일어난 청국장은 암모니아 가수를 포함한 휘발성 질소화합물의 손실이 많기 때문에 조단백질의 함량도 이로 인하여 낮아진다는 손 등이 보고한 결과와는 일치하지 않았다.

Table 30. Changes of chemical contents of soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation by no-soaking condition and normal pressure

(unit : %)

Fermentation period	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash
0	59.09	14.92	6.64	2.65
24hr	55.76	19.31	7.05	2.83
48hr	47.30	22.44	7.06	3.64
72hr	53.42	20.77	9.06	3.38

Table 31. Changes of chemical contents of soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation by soaking of 5 hours condition and normal pressure

(unit : %)

Fermentation period	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash
0	64.36	14.80	6.40	2.23
24hr	60.60	16.90	7.70	2.63
48hr	57.54	18.35	6.07	2.82
72hr	57.45	19.24	10.12	3.06

Table 32. Changes of chemical contents of soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation by soaking of 10 hours condition and normal pressure

(unit : %)

Fermentation period	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash
0	62.89	15.64	7.00	2.27
24hr	60.70	18.33	8.45	2.57
48hr	58.51	18.67	9.21	2.88
72hr	56.13	20.06	9.62	3.06

Table 33. Changes of chemical contents of soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation by soaking of 20 hours condition and normal pressure

(unit : %)

Fermentation period	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude ash
0	62.45	15.47	7.03	1.97
24hr	60.20	17.47	7.98	2.67
48hr	61.20	17.50	5.90	2.52
72hr	57.45	18.11	5.41	2.62

2) 나물콩 청국장의 일반적 특성 및 색도

수침 처리별로 청국장을 제조하여 발효시간에 따른 일반적 특성과 색도는 Table 34~37에 나타내었다. pH는 발효시간이 경과됨에 따라 높아졌고, 발효 72시간 pH의 경우 무수침은 8.10, 5시간 수침은 8.67, 10시간 수침은 7.92, 20시간 수침은 8.10이었고, 적정산도는 서서히 높아졌다. 김 등은 발효기간이 경과함에 따라 pH는 증가하고 총산은 감소한다고 보고하였는데, 본 결과와 다르게 나타났다. 아미노태 질소 함량은 발효시간이 경과함에 따라 점점 증가하였다. 아미노태 질소는 청국장의 숙성도 평가의 지표로써 이용되는데 우리나라 식품공전상의 규정은 280mg% 이상인데, 본 실험에서 측정된 아미노태 질소의 함량은 높은 결과를 보였다. 색도의 변화는 청국자의 밝기가 초기에 57.70~64.29이던 것이 발효 72시간에는 38.89~45.78로 시간이 지남에 따라 감소하는 추세이며, 이는 세균 및 곰팡이가 증식되면서 어두워지기때문으로 사료된다.

Table 34. Changes of chemical properties of soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation by no-soaking condition and normal pressure

Fermentation period	pH	Titration acidity (%)	Water acidity (Aw)	Amino type nitrogen (%)	Hunter value ↓		
					L	a	b
0	6.79	0.76	0.96	1.23	57.70	8.69	25.99
24hr	7.96	0.56	0.97	2.78	47.73	8.06	25.32
48hr	8.42	0.84	0.97	1.75	37.83	8.08	22.44
72hr	8.10	1.17	0.91	1.84	38.39	9.59	23.52

↓ L : Lightness; a : redness(+ red, - green); b : yellowness(+ yellow, - blue)

Table 35. Changes of chemical properties of soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation by soaking of 5 hours condition and normal pressure

Fermentation period	pH	Titration acidity (%)	Water acidity (Aw)	Amino type nitrogen (%)	Hunter value ↓		
					L	a	b
0	6.80	0.70	0.94	0.85	61.80	7.73	27.05
24hr	7.39	1.19	0.96	1.18	50.35	10.04	27.61
48hr	8.58	0.62	0.98	1.07	46.56	8.05	28.33
72hr	6.67	1.86	0.94	1.95	43.66	9.55	26.02

↓ L : Lightness; a : redness(+ red, - green); b : yellowness(+ yellow, - blue)

Table 36. Changes of chemical properties of soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation by soaking of 10 hours condition and normal pressure

Fermentation period	pH	Titration acidity (%)	Water acidity (Aw)	Amino type nitrogen (%)	Hunter value <sup>↓</sup>		
					L	a	b
0	6.87	0.48	0.95	0.82	64.25	7.60	27.42
24hr	7.34	1.44	0.95	1.35	54.43	8.58	28.06
48hr	7.75	1.48	0.93	1.80	49.75	8.81	27.06
72hr	7.92	1.78	0.98	2.08	44.11	10.20	29.86

↓ L : Lightness; a : redness(+ red, - green); b : yellowness(+ yellow, - blue)

Table 37. Changes of chemical properties of soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation by soaking of 20 hours condition and normal pressure

Fermentation period	pH	Titration acidity (%)	Water acidity (Aw)	Amino type nitrogen (%)	Hunter value <sup>↓</sup>		
					L	a	b
0	6.81	0.65	0.96	1.10	64.29	7.76	26.83
24hr	7.71	0.60	0.97	1.02	56.10	7.39	28.99
48hr	8.01	1.18	0.99	1.56	48.20	9.20	26.99
72hr	8.10	1.23	0.98	1.80	45.78	9.83	27.57

↓ L : Lightness; a : redness(+ red, - green); b : yellowness(+ yellow, - blue)

### 3) 나물콩 청국장의 무기성분

수침처리별로 제조한 청국장의 무기성분함량을 측정한 결과 Table 38~41과 같다. 전체적으로 K의 함량이 다른 무기질에 비하여 가장 많았으며, 다음으로는 Ca, Mg의 순으로 그 함량이 많았고, Na, Mn, Fe, Mn, Zn도 검출되었다. 또한 무기질 중의 K 함량은 수침시간에 관계없이 비슷하였다. 총 무기질 함량은 발효 72시간째의 청국장의 경우 무수침은 391.4 mg%, 5시간 수침 374.6 mg%, 10시간 수침 374.8 mg%, 20시간 수침 370.0 mg%으로 나타났다.

Table 38. Changes of chemical contents of soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation by no-soaking condition and normal pressure

(unit : mg%)

Fermentation period	Minerals							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Total
0	223.2	65.2	77.6	2.1	17.7	3.1	4.2	393.1
24hr	228.7	62.6	76.5	1.0	18.8	2.9	4.2	394.7
48hr	222.0	66.4	74.2	2.2	48.0	3.2	4.4	420.4
72hr	219.8	62.1	77.1	2.5	22.2	3.2	4.5	391.4

Table 39. Changes of chemical contents of soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation by soaking of 5 hours condition and normal pressure  
(unit : mg%)

Fermentation period	Minerals							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Total
0	193.8	54.4	63.2	2.0	18.8	2.8	3.8	338.8
24hr	217.0	63.0	71.3	1.9	22.5	3.0	4.5	383.2
48hr	230.0	62.8	52.5	1.5	18.0	3.0	4.2	372.0
72hr	231.5	60.1	54.3	2.0	19.3	3.1	4.3	374.6

Table 40. Changes of chemical contents of soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation by soaking of 10 hours condition and normal pressure  
(unit : mg%)

Fermentation period	Minerals							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Total
0	228.5	68.9	52.4	1.5	18.9	3.0	4.1	377.3
24hr	271.7	75.4	61.2	1.3	26.4	2.9	4.0	442.9
48hr	212.6	66.0	54.3	1.8	13.0	3.0	4.1	354.8
72hr	220.9	60.4	56.4	2.1	27.6	3.2	4.2	374.8

Table 41. Changes of chemical contents of soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation by soaking of 20 hours condition and normal pressure  
(unit : mg%)

Fermentation period	Minerals							
	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Total
0	227.1	59.1	56.2	1.9	19.7	2.8	4.2	371.0
24hr	239.8	65.9	62.2	1.2	11.6	3.0	4.4	388.1
48hr	222.5	64.8	60.0	1.4	17.7	3.0	5.3	374.7
72hr	228.6	58.8	62.0	0.2	12.9	3.2	4.3	370.0

#### 5) 나물콩 청국장의 유리아미노산

수침처리별로 청국자를 제조하여 발효시간에 따른 유리아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 46~49와 같다. 청국장의 전체 유리아미노산 함량은 발효 24시간의 경우 무수침은 918 mg%, 5시간 수침은 2,704 mg%, 10시간 수침은 3,456 mg%, 20시간 수침은 1,052 mg%였고, 발효 72시간의 경우 무수침은 9,232 mg%, 5시간 수침은 6,846 mg%, 10시간 수침은 5,336 mg%, 20시간 수침은 4,934 mg%으로 발효 초기보다 무수침은 약 10배, 5시간 수침은 약 3배, 10시간 수

침은 1.2배, 20시간 수침은 약 4배로 증가하였다. 전체 시료에서 glutamic acid의 함량이 가장 많았다.

Table 46. Changes of free amino acid of soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation by no-soaking and normal pressure

(unit : mg%)

Free amino acid	Fermentation period (days)			
	0	24 hour	48 hour	72 hour
Asp	48	0	160	300
Ser	23	16	106	154
Glu	29	44	788	1,832
Gly	0	32	248	462
*His	0	40	244	346
*Arg	78	18	60	56
*Thr	7	34	150	226
Ala	13	42	300	696
Pro	44	26	128	406
Cys	0	24	44	66
Tyr	7	96	448	506
*Val	1	56	536	732
*Met	5	44	138	172
*Lys	4	114	662	886
*Ileu	3	24	358	490
*Leu	2	158	830	1,050
*Phe	1	150	686	812
Tatal amino acid	265	918	5,886	9,232
*Essential amino acid	101	638	3,664	4,810

Table 47. Changes of free amino acid of soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation by soaking of 5 hours condition and normal pressure

(unit : mg%)

Free amino acid	Fermentation period (days)			
	0	24 hour	48 hour	72 hour
Asp	48	72	138	294
Ser	23	56	150	116
Glu	29	372	660	1,314
Gly	0	94	160	344
*His	0	64	102	128
*Arg	78	28	34	98
*Thr	7	82	112	150
Ala	13	142	364	486
Pro	44	98	92	148
Cys	0	28	36	40
Tyr	7	226	316	476
*Val	1	216	322	510
*Met	5	80	108	146
*Lys	4	336	522	874
*Ileu	3	114	190	314
*Leu	2	358	510	702
*Phe	1	388	478	706
Tatal amino acid	265	2,704	4,294	6,846
*Essential amino acid	101	1,616	2,378	3,628

Table 48. Changes of free amino acid of soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation by soaking of 10 hours condition and normal pressure

(unit : mg%)

Free amino acid	Fermentation period (days)			
	0	24 hour	48 hour	72 hour
Asp	48	50	218	220
Ser	23	66	76	0
Glu	29	662	768	834
Gly	0	84	198	334
*His	0	120	120	164
*Arg	78	28	52	66
*Thr	7	96	94	128
Ala	13	184	224	284
Pro	44	54	28	70
Cys	0	166	26	26
Tyr	7	268	298	458
*Val	1	252	356	484
*Met	5	100	104	144
*Lys	4	372	454	504
*Ileu	3	122	204	302
*Leu	2	438	480	656
*Phe	1	394	428	662
Tatal amino acid	265	3,456	4,128	5,336
*Essential amino acid	101	1,922	2,292	3,110

Table 49. Changes of free amino acid of soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation by soaking of 20 hours condition and normal pressure

(unit : mg%)

Free amino acid	Fermentation period (days)			
	0	24 hour	48 hour	72 hour
Asp	48	0	158	154
Ser	23	18	104	94
Glu	29	204	738	772
Gly	0	14	302	276
*His	0	56	14	272
*Arg	78	12	86	68
*Thr	7	34	206	118
Ala	13	42	382	292
Pro	44	12	232	78
Cys	0	12	38	0
Tyr	7	94	432	392
*Val	1	54	502	380
*Met	5	48	186	126
*Lys	4	132	622	640
*Ileu	3	24	324	226
*Leu	2	140	718	494
*Phe	1	156	572	552
Tatal amino acid	265	1,052	5,616	4,934
*Essential amino acid	101	656	3,230	2,876

5) 5시간 수침 후 가압으로 증자한 나물콩 청국장의 관능검사

관능검사는 Table 50와 같고, 72시간 발효된 나물콩 청국장의 색과 구수한 냄새가 나는 것을 좋음, 신냄새 및 콧내는 냄새가 나는 것을 나쁨으로 구분하여 9점채점법으로 평가하였다.

그 결과 발효 24시간째가 청국장 특유의 냄새가 나지 않고, 색상에 있어서도 밝은 색상때문으로 좋은 점수를 받았다.

Table 50. Changes of sensory properties of soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation by soaking of 5 hours condition and normal pressure

Fermentation period	Seneory properties ↓			
	Color	Odor	Taste	Overall
0	5.0	6.0	7.0	6.0
24hr	7.0	6.0	8.0	7.0
48hr	7.0	5.0	5.0	5.7
72hr	6.0	5.0	4.0	5.0

↓ 9점채점법(9 : 아주좋음, 1 : 아주 나쁨)

(2) 종균배양 및 발효조건에 따른 품질특성

(가) 수침처리별 가압으로 제조한 청국장의 이화학적 특성

1) 종균 첨가농도별 나물콩청국장의 발효기간에 따른 일반성분 변화

종균 첨가 농도별 발효방법을 달리하여 제조한 청국장의 발효시간에 따른 일반성분의 변화를 측정한 결과는 Table 47~50에 나타내었다. 수분은 첨가농도와 종균에 관계없이 발효시간이 경과함에 따라 서서히 감소하였다. 그 중 *B. subtilis*종균을 0.5% 첨가한 처리에서 다른 처리에 비해 수분함량이 57%로 낮았다. 조단백질은 발효시간이 경과함에 따라 계속 증가하였는데, 이는 수분감소에 따른 단백질의 증가로 사료된다. 조지방과 조회분함량도 발효시간이 경과할수록 전반적으로 증가하는 경향이었는데, 조회분의 경우 발효 72시간 후는 종균을 접종하지 않고 발효한 전통방법보다는 종균을 첨가한 처리에서 회분함량이 증가하였다.

Table 51. Changes of moisture contents in different concentration of strain soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation period by soaking of 5 hours and normal pressure

(unit : %)

Concentration	Strain	Fermentation period (days)		
		24	48	72
	Control	65.21	63.91	60.69
0.5%	<i>A.oryzae</i>	66.86	65.62	61.82
	<i>B.subtilis</i>	66.54	59.34	57.00
1.0%	<i>A.oryzae</i>	67.87	65.32	62.30
	<i>B.subtilis</i>	66.31	64.06	59.65
2.0%	<i>A.oryzae</i>	66.73	62.33	61.28
	<i>B.subtilis</i>	66.25	64.75	61.28

Table 52. Changes of crude protein in different concentration of strain soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation period by soaking of 5 hours and normal pressure

(unit : %)

Concentration	Strain	Fermentation period (days)		
		24	48	72
	Control	16.17	17.90	19.67
0.5%	<i>A.oryzae</i>	16.35	17.15	18.49
	<i>B.subtilis</i>	16.31	17.07	19.53
1.0%	<i>A.oryzae</i>	15.89	16.94	18.46
	<i>B.subtilis</i>	16.98	17.38	19.53
2.0%	<i>A.oryzae</i>	16.71	19.79	18.44
	<i>B.subtilis</i>	16.31	17.58	18.81

Table 53. Changes of crude lipid in different concentration of strain soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation period by soaking of 5 hours and normal pressure

(unit : %)

Concentration	Strain	Fermentation perios (days)		
		24	48	72
	Control	6.66	9.21	9.34
0.5%	A.oryzae	8.29	9.61	10.31
	B.subtilis	8.75	8.77	11.07
1.0%	A.oryzae	8.14	9.78	8.99
	B.subtilis	7.43	11.07	11.07
2.0%	A.oryzae	7.57	9.96	9.53
	B.subtilis	8.18	8.39	9.74

Table 54. Changes of crude ash in different concentration of strain soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation period by soaking of 5 hours and normal pressure

(unit : %)

Concentration	Strain	Fermentation perios (days)		
		24	48	72
	Control	1.77	2.00	2.10
0.5%	A.oryzae	1.63	1.80	1.88
	B.subtilis	1.82	1.88	1.98
1.0%	A.oryzae	2.13	2.19	2.53
	B.subtilis	2.26	2.30	2.47
2.0%	A.oryzae	1.83	2.20	2.25
	B.subtilis	1.64	2.08	2.40

## 2) 종균 첨가농도별 나물콩청국장의 발효기간에 따른 질소성분 변화

청국장 발효 중의 질소성분의 변화를 Table 51에 나타내었다. 청국장은 발효과정 중에 미생물이 분비하는 단백분해효소에 의하여 대두의 단백질이 분해되는데 먼저 수용성으로 되고 그 다음으로 peptide, 아미노산으로 분해되어 청국장 특유의 구수한 맛 성분으로 중요시되고 있다. 청국장의 구수한 맛을 좌우하는 아미노산 성분인 아미노태질소 함량은 발효시간이 경과함에 따라 대체로 증가하여 *Asp. oryzae*보다 *B. subtilis*구가 좀 더 높게 나타났고, 종균을 첨가하지 않은 처리보다 종균을 첨가한 처리에서 높게 나타났다.

Table 55. Changes of amino-type nitrogen in different concentration of strain soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation period by soaking of 5 hours and normal pressure

(unit : mg%)

Concentration	Strain	Fermentation perios (days)		
		24	48	72
	Control	157.34	189.72	205.47
0.5%	A.oryzae	140.50	182.06	198.82
	B.subtilis	174.33	206.89	220.41
1.0%	A.oryzae	140.61	188.47	201.72
	B.subtilis	167.15	201.20	212.36
2.0%	A.oryzae	132.95	182.53	189.34
	B.subtilis	186.29	197.33	215.40

3) 종균 첨가농도별 나물콩청국장의 발효기간에 따른 pH 및 산도 변화

나물콩 청국장의 발효과정 중의 pH 및 적정산도는 Table 52와 53과 같다. 청국장 발효시간이 경과함에 따라 서서히 증가하여 종균을 첨가하지 않은 처리에서는 72시간 후 7.95를 나타내었고, 종균 0.5% 첨가한 *Asp. oryzae*구는 8.19, *B. subtilis*는 8.03을 나타내었고, 종균 1.0% 첨가한 *Asp. oryzae*구는 8.22, *B. subtilis*는 8.04를 나타내었고, 종균 2.0% 첨가한 *Asp. oryzae*구는 7.98, *B. subtilis*는 8.04를 나타내었는데, 이것은 청국장 발효과정 중균의 증식이 활발하여 pH가 상승되는 것으로 사료된다. 나물콩 청국장 발효과정 중 종균의 증식이 활발한 관계로 pH가 급격히 활발한 반면 일반 청국장 제조에서 발효기간 중에는 감소되는 것과는 차이를 보였다. 적정산도는 발효가 진행됨에 따라 산도가 생성되지 않음을 알 수 있는데, 이것은 산생성이 높으므로 저하된 것으로 사료된다.

Table 56. Changes of pH in different concentration of strain soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation period by soaking of 5 hours and normal pressure

Concentration	Strain	Fermentation perios (days)		
		24	48	72
	Control	6.25	7.75	7.95
0.5%	A.oryzae	7.08	8.27	8.19
	B.subtilis	7.58	8.23	8.03
1.0%	A.oryzae	6.80	8.25	8.22
	B.subtilis	7.41	8.19	8.04
2.0%	A.oryzae	6.76	8.03	7.98
	B.subtilis	6.80	8.09	8.04

Table 57. Changes of titratable acidity in different concentration of strain soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation period by soaking of 5 hours and normal pressure

(unit : %)

Concentration	Strain	Fermentation perios (days)		
		24	48	72
	Control	16.67	2.98	0.00
0.5%	A.oryzae	12.23	0.0	0.0
	B.subtilis	8.67	0.0	0.0
1.0%	A.oryzae	15.39	1.22	0.0
	B.subtilis	10.68	1.22	0.0
2.0%	A.oryzae	16.07	0.0	0.0
	B.subtilis	19.78	0.88	0.0

4) 종균 첨가농도별 나물콩청국장의 발효기간에 따른 수분활성도 및 색도 변화  
 나물콩청국장 발효기간별 수분활성도와 색도의 변화를 Table 54와 55에 나타내었다. 발효가 진행됨에 따라 종균 첨가 및 농도에 관계없이 수분활성도와 명도 L값이 점차 낮아지는 것을 알 수 있었다. 수분활성도를 보면 1% B. subtilis가 발효기간이 경과함에 따라 낮아졌다.

Table 58. Changes of water activity in different concentration of strain soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation period by soaking of 5 hours and normal pressure

Concentration	Strain	Fermentation perios (days)		
		24	48	72
	Control	0.99	0.98	0.98
0.5%	A.oryzae	0.95	0.94	0.92
	B.subtilis	0.92	0.93	0.94
1.0%	A.oryzae	0.97	0.95	0.93
	B.subtilis	0.95	0.93	0.92
2.0%	A.oryzae	0.98	0.99	0.99
	B.subtilis	0.96	0.92	0.94

Table 59. Changes of hunter value in different concentration of strain soybean sprout *cheonggukjang* during fermentation period by soaking of 5 hours and normal pressure

Concentration	Strain	Fermentation period (days)								
		24			48			72		
		L	a	b	L	a	b	L	a	b
	Control	50.1	9.5	28.2	45.0	9.7	27.9	41.9	10.4	27.7
0.5%	A.oryzae	52.9	8.5	28.5	46.4	9.6	28.8	42.2	10.7	28.8
	B.subtilis	50.0	10.6	30.4	44.8	10.7	30.1	41.9	11.8	29.0
1.0%	A.oryzae	52.8	8.4	28.9	46.1	10.2	29.8	42.6	11.1	29.7
	B.subtilis	51.3	10.6	30.9	45.7	10.9	30.7	42.0	11.4	29.3
2.0%	A.oryzae	50.0	9.0	28.0	41.8	10.4	27.9	39.6	10.8	27.2
	B.subtilis	47.8	10.6	29.8	42.6	11.0	29.8	40.8	11.0	28.3

↓ L : Lightness; a : redness(+ red, - green); b : yellowness(+ yellow, - blue)

5) 종균 첨가농도별 나물콩청국장의 발효기간에 따른 무기성분 변화

나물콩청국장의 발효시간별 무기성분 함량을 Table 60~62에 나타내었다. 종균첨가량에 따라 무기성분 총 함량이 발효기간에 따라서 증가하는 것으로 나타났다. 발효 기간동안 K함량이 가장 많이 함유되어 있었으며, 전통적인 방법으로 제조한 청국장 또한 종균첨가하여 제조한 청국장보다 더 높은 함량을 나타내었다. 그 다음으로 Mg>Ca>Na>Fe>Zn>Mn의 순으로 높았다.

Table 60. Changes of mineral contents in different concentration of strain soybean sprout *cheonggukjang* during 24 hours by soaking of 5 hours and normal pressure

Concentration	Strain	Minerals (mg/100g)							
		K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Total
	Control	554.4	69.6	96.9	9.0	4.9	1.4	2.3	738.5
0.5%	A.oryzae	423.1	70.3	93.5	0.2	0.4	1.5	2.6	591.6
	B.subtilis	406.4	81.4	88.6	0.9	2.4	1.7	2.4	583.8
1.0%	A.oryzae	414.5	68.8	95.1	1.8	9.2	1.3	0.2	590.9
	B.subtilis	420.9	78.6	111.2	2.5	1.8	1.6	2.3	618.9
2.0%	A.oryzae	510.4	79.3	101.5	8.8	4.0	1.6	2.7	708.3
	B.subtilis	476.6	79.4	94.1	2.9	6.8	1.5	2.3	663.6

Table 61. Changes of mineral contents in different concentration of strain soybean sprout *cheonggukjang* during 48 hours by soaking of 5 hours and normal pressure

Concentration	Strain	Minerals (mg/100g)							
		K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Total
Control		589.2	87.0	103.2	2.3	2.5	1.5	1.8	787.5
0.5%	A.oryzae	457.4	83.7	95.2	0.0	4.2	1.7	2.5	644.7
	B.subtilis	482.7	98.3	102.8	0.8	2.7	1.6	2.2	691.1
1.0%	A.oryzae	461.4	84.9	102.2	1.2	2.3	1.6	2.0	655.6
	B.subtilis	466.7	58.0	97.1	3.0	3.5	1.7	1.7	631.7
2.0%	A.oryzae	592.2	81.8	113.1	10.6	5.8	1.8	1.7	807.0
	B.subtilis	534.1	77.4	101.7	4.3	15.4	1.7	1.6	736.2

Table 62. Changes of mineral contents in different concentration of strain soybean sprout *cheonggukjang* during 72 hours by soaking of 5 hours and normal pressure

Concentration	Strain	Minerals (mg/100g)							
		K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Total
Control		679.0	102.8	118.9	4.1	3.1	1.6	1.7	911.2
0.5%	A.oryzae	514.4	82.0	108.9	1.7	2.0	2.0	0.7	711.7
	B.subtilis	563.9	84.3	120.5	1.6	6.9	2.1	0.7	780.0
1.0%	A.oryzae	535.2	82.2	112.5	2.8	6.8	2.1	0.3	741.9
	B.subtilis	516.2	101.2	118.3	0.4	3.7	1.8	2.8	744.4
2.0%	A.oryzae	597.7	86.5	114.0	9.3	5.7	1.6	2.2	817.0
	B.subtilis	582.0	88.5	120.5	8.4	3.7	1.8	2.0	806.9

6) 종균 첨가농도별 나물콩청국장의 발효기간에 따른 유리아미노산 변화

청국장 발효과정 중의 유리아미노산 함량을 측정한 결과를 Table 63~65에 나타내었다. 콩을 원료로 하여 제조한 청국장 중의 단백질은 발효과정 중 *B. subtilis*가 분비하는 효소의 작용으로 polypeptide, peptide, 아미노산으로 분해되어 소화 흡수되기 쉬운 상태와 끈적한 점질물이 생성되어 고유의 맛과 방향을 지니게 된다. 나물콩 청국장의 아미노산은 총 17종이고, *Asp. oryzae*보다 *B. subtilis*가 유리아미노산 함량이 더 높게 나타났는데 청국장 제조 시 균주에 따라 차이를 알 수 있음으로 사료된다. 종균종류, 종균 첨가농도 그리고 발효시간에 관계없이 glutamic acid함량이 가장 많았다. 한편 발효 24시간에는 쓴맛에 관여하는 것으로 알려져 있는

leucine 함량이 높았고, 발효가 진행되면서 역시 쓴맛에 관여하는 것으로 알려져 있는 valine, leucine, isoleucine, phenylalanine의 함량도 높게 나타나고, 그와 함께 지미와 감미를 제공하는 alanine의 함량도 높게 나타났다. 전통 청국장장의 유리 아미노산 조성은 glutamic acid, aspartic acid, leucine, arginine, valine, phenylalanine, alanine 의 순으로 함유된 것으로 알려져 있고, *B. natto*와 *B. subtilis* 균주를 이용하여 제조한 청국장장의 아미노산 조성에 있어서 모두 glutamic acid, leucine, phenylalanine, alanine 등의 함량이 많았다고 보고되었는데 실험 결과 나물콩과 전통 적인 방법으로 제조한 청국장장과 유사한 것을 알 수 있었다. 그리고 *Asp. oryzae*보다 *B. subtilis*가 유리아미노산 함량이 높게 나타났으며 발효 24시간보다 발효 72시간의 유리아미노산 함량이 3~6배정도 높음을 알 수 있었다. 이것은 콩의 원료성분과 발효과정 중에 효소작용 등이 달라 아미노산의 함량에서 차이가 있을 것으로 사료된다. 따라서 청국장장은 발효 24시간보다 발효 72시간 후에 아미노산 함량이 높으므로 암모니아 특유의 냄새는 강하지만, 영양적으로 보았을 때 좋다고 생각되며, 청국장 제조할 때 전통적 방법보다 *B. subtilis*를 첨가해서 제조한 청국장이 영양기능성이 더 우수하다고 사료된다.

Table 63. Changes of free amino acid of soybean sprout *cheonggukjang* made with traditional method during fermentation by soaking of 5 hours condition and normal pressure

(unit : mg%)

Free amino acid	Fermentation period (days)			
	0	24 hour	48 hour	72 hour
Asp	0	268	862	1,655
Ser	0	0	0	1,151
Glu	11	2,010	4,807	8,595
Gly	0	387	1,199	3,246
*His	25	446	801	1,617
*Arg	0	42	55	81
*Thr	120	102	544	1,126
Ala	0	484	1,486	0
Pro	0	137	104	123
Cys	0	0	0	0
Tyr	14	0	1,579	0
*Val	0	721	1,663	0
*Met	0	278	466	824
*Lys	0	189	320	85
*Ileu	0	0	681	1,274
*Leu	0	398	834	2,012
*Phe	27	0	1,753	3,260
Tatal amino acid	197	5,462	17,154	25,049
*Essential amino acid	172	2,176	7,117	10,279

Table 64. Changes of free amino acid of soybean sprout *cheonggukjang* made with addition of 1% *Asp. oryzae* during fermentation by soaking of 5 hours condition and normal pressure

(unit : mg%)

Free amino acid	Fermentation period (days)			
	0	24 hour	48 hour	72 hour
Asp	0	138	2,180	1,938
Ser	0	0	0	72
Glu	11	1,328	9,651	8,574
Gly	0	863	3,524	3,211
*His	25	121	1,282	1,452
*Arg	0	0	86	25
*Thr	120	963	1,580	1,970
Ala	0	102	3,161	3,164
Pro	0	146	306	274
Cys	0	0	0	0
Tyr	14	1,257	0	0
*Val	0	1,608	0	0
*Met	0	498	881	4,023
*Lys	0	81	184	340
*Ileu	0	531	1,263	1,329
*Leu	0	1,095	2,497	2,378
*Phe	27	0	3,427	3,440
Tatal amino acid	197	8,731	30,022	32,190
*Essential amino acid	172	4,897	11,200	14,957

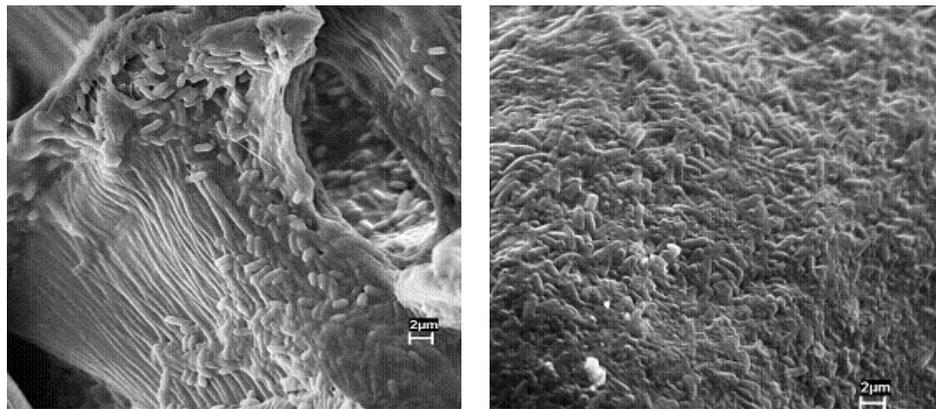
Table 65. Changes of free amino acid of soybean sprout *cheonggukjang* made with addition of 1% *B. subtilis* during fermentation by soaking of 5 hours condition and normal pressure

(unit : mg%)

Free amino acid	Fermentation period (days)			
	0	24 hour	48 hour	72 hour
Asp	0	63	1,311	1,638
Ser	0	0	306	458
Glu	11	1,530	6,976	7,777
Gly	0	790	2,741	3,067
*His	25	174	1,331	1,172
*Arg	0	880	109	1,057
*Thr	120	19	1,037	23
Ala	0	146	2,326	3,262
Pro	0	1,602	2,379	2,378
Cys	0	0	0	0
Tyr	14	1,219	2,371	82
*Val	0	1,337	3,235	3,444
*Met	0	75	879	908
*Lys	0	2,645	3,396	5,110
*Ileu	0	1,895	2,226	2,488
*Leu	0	0	4,210	4,883
*Phe	27	1,266	3,168	3,266
Tatal amino acid	197	13,641	38,001	41,013
*Essential amino acid	172	8,291	19,591	22,351

7) 발효 24시간째 나물콩청국장 표면 관찰

전통방식으로 종균을 첨가하지 않고 발효시켜 제조한 나물콩청국장의 발효 24시간째 대두 표면에 증식한 균을 알아보기 위해 전자현미경으로 관찰하였다(Fig. 2). 그 결과 발효 24시간째는 *Asp. oryzae*가 증식을 하다가 발효가 진행을 하면서 *B. subtilis*가 영향을 미치는 것으로 사료된다. 다음에 나오는 GC-MIS에 의한 청국장에 존재하는 균주 동정 결과에서 알 수 있다.



<Traditional method>

<Addition of *Asp. oryzae*>

Fig. 2. SEM images of strain in soybean sprout *cheonggukjang* during 24 hours by soaking of 5 hours and normal pressure

(3) GC-MIS에 의한 청국장에 존재하는 균주 동정  
 재래방법으로 발효시킨 청국장, *B. subtilis*를 첨가시켜 제조한 청국장, *Asp. oryzae*를 첨가시켜 제조한 청국장의 동정 결과를 Table 66과 Fig. 3~13에 나타내었다. 결과는 재래방법으로 제조한 청국장과 *B. subtilis*를 접종시킨 청국장은 *B. subtilis*로 동정이 되었고, *Asp. oryzae*를 접종시킨 청국장은 *B. atrophaeus*로 동정이 되었다.

Table 66. Identification of bacillus isolates from *cheonggukjang* made with different method by MIDI

Methods	Identification	Similarity
C1*	Bacillus subtilis	0.611
C2	Bacillus atrophaeus	0.862
C3	Bacillus subtilis	0.643

\* C1 : *cheonggukjang* made with traditional method; C2 : *cheonggukjang* made with addition of *Asp. oryzae*; C3 : *cheonggukjang* made with addition of *B. subtilis*

E085154.49A [2] ck1-1

Volume: DATA      File: E085154.49A      Samp Ctr: 3      ID Number: 2  
 Type: Samp      Bottle: 2      Method: TSBA6  
 Created: 5/15/2008 11:35:41 AM  
 Sample ID: ck1-1

RT	Response	Ar/Ht	RFact	ECL	Peak Name	Percent	Comment1	Comment2
1.727	3.336E+8	0.028	---	6.998	SOLVENT PEAK	---	< min rt	
2.442	221	0.025	---	8.322		---	< min rt	
7.137	385	0.034	0.990	13.619	14:0 iso	1.44	ECL deviates 0.000	Reference 0.002
8.660	3278	0.039	0.961	14.623	15:0 iso	11.95	ECL deviates 0.000	Reference 0.001
8.803	11196	0.041	0.959	14.713	15:0 anteiso	40.72	ECL deviates 0.000	Reference 0.001
10.317	1960	0.042	0.941	15.627	16:0 iso	6.99	ECL deviates 0.000	Reference 0.000
10.946	1841	0.041	0.935	15.999	16:0	6.52	ECL deviates -0.001	Reference -0.002
12.052	3615	0.045	0.927	16.630	17:0 iso	12.70	ECL deviates 0.000	Reference -0.001
12.214	5109	0.045	0.926	16.724	17:0 anteiso	17.93	ECL deviates 0.001	Reference -0.001
14.470	501	0.036	0.917	18.000	18:0	1.74	ECL deviates 0.000	Reference -0.003

ECL Deviation: 0.001      Reference ECL Shift: 0.001      Number Reference Peaks: 8  
 Total Response: 27885      Total Named: 27885  
 Percent Named: 100.00%      Total Amount: 26373  
 Profile Comment: Total response less than 50000.0. Concentrate and re-run.

Matches:

Library	Sim Index	Entry Name
TSBA6 6.00	0.611	Bacillus-subtilis
	0.423	Bacillus-atrophaeus

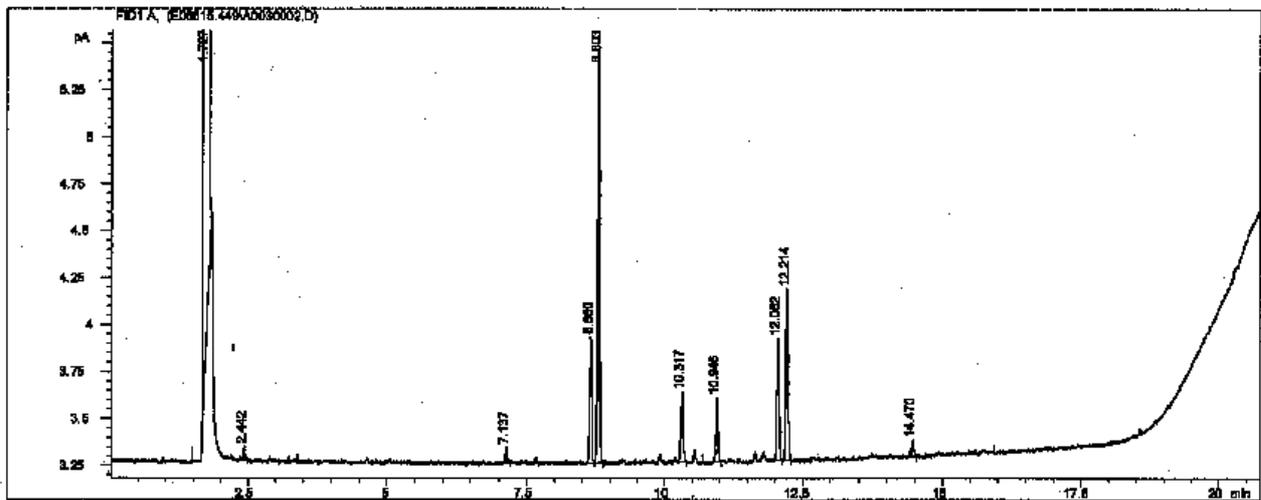


Fig. 3. GC chromatogram and identification of bacillus isolates from *cheonggukjang* made with traditional method by MIDI

E085154.49A [3] ck1-2

Volume: DATA File: E085154.49A Samp Ctr: 4 ID Number: 3  
 Type: Samp Bottle: 3 Method: TSBA6  
 Created: 5/15/2008 12:00:48 PM  
 Sample ID: ck1-2

RT	Response	Ar/Ht	RFact	ECL	Peak Name	Percent	Comment1	Comment2
1.727	3.338E+8	0.028	---	7.000	SOLVENT PEAK	---	< min rt	
1.842	3017	0.023	---	7.214		---	< min rt	
2.439	204	0.020	---	8.318		---	< min rt	
7.138	863	0.034	0.990	13.619	14:0 iso	1.53	BCL deviates 0.000	Reference 0.002
8.661	7185	0.039	0.961	14.623	15:0 iao	12.39	BCL deviates 0.000	Reference 0.001
8.804	23554	0.040	0.959	14.714	15:0 anteiso	40.54	BCL deviates 0.001	Reference 0.002
10.319	4761	0.044	0.941	15.627	16:0 iso	8.04	ECL deviates 0.000	Reference 0.001
10.545	462	0.039	0.938	15.761	16:1 w11c	0.78	ECL deviates 0.004	
10.948	2361	0.043	0.935	15.999	16:0	3.96	ECL deviates -0.001	Reference -0.001
11.636	463	0.039	0.929	16.392	17:1 iso w10c	0.77	ECL deviates 0.004	
12.054	7805	0.043	0.927	16.630	17:0 iso	12.98	ECL deviates 0.000	Reference 0.001
12.217	11448	0.043	0.926	16.724	17:0 anteiso	19.02	ECL deviates 0.001	Reference 0.001

ECL Deviation: 0.002 Reference ECL Shift: 0.001 Number Reference Peaks: 7  
 Total Response: 58904 Total Named: 58904  
 Percent Named: 100.00% Total Amount: 55731

Matches:

Library	Sim Index	Entry Name
TSBA6 6.00	0.640	Bacillus-subtilis
	0.472	Bacillus-atrophaeus

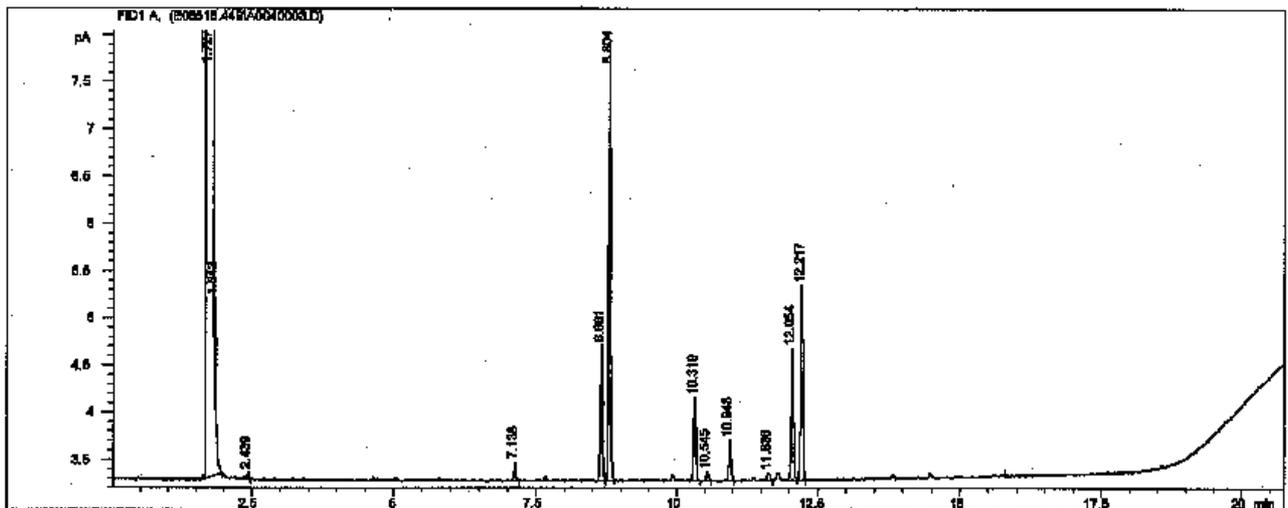


Fig. 4. GC chromatogram and identification of bacillus isolates from *cheonggukjang* made with traditional method by MIDI

E085154.49A [4] ck1-3

Volume: DATA      File: E085154.49A      Samp Ctr: 5      ID Number: 4  
 Type: Samp      Bottle: 4      Method: TSBA6  
 Created: 5/15/2008 12:26:04 PM  
 Sample ID: ck1-3

RT	Response	Ar/Ht	RFact	ECL	Peak Name	Percent	Comment1	Comment2
1.727	3.325E+8	0.028	---	7.001	SOLVENT PEAK	---	< min rt	
2.440	205	0.024	---	8.320		---	< min rt	
7.137	485	0.037	0.990	13.619	14:0 iso	1.52	ECL deviates 0.000	Reference 0.001
8.661	2078	0.039	0.961	14.623	15:0 iso	6.33	ECL deviates 0.000	Reference 0.001
8.804	14196	0.040	0.959	14.714	15:0 antiso	43.16	ECL deviates 0.001	Reference 0.002
9.919	364	0.037	0.945	15.392	16:1 w/c alcohol	1.09	ECL deviates 0.005	
10.318	2613	0.042	0.941	15.627	16:0 iso	7.79	ECL deviates 0.000	Reference 0.001
10.546	530	0.043	0.938	15.762	16:1 w/c	1.58	ECL deviates 0.005	
10.947	1586	0.042	0.935	15.998	16:0	4.70	ECL deviates -0.002	Reference -0.002
11.793	552	0.042	0.928	16.482	Sum In Feature 4	1.62	ECL deviates -0.004	17:1 antiso B/iso I
12.053	2956	0.046	0.927	16.630	17:0 iso	8.68	ECL deviates 0.000	Reference 0.000
12.215	8019	0.043	0.926	16.723	17:0 antiso	23.53	ECL deviates 0.000	Reference 0.000
---	552	---	---	---	Summed Feature 4	1.62	17:1 iso I/antiso B	17:1 antiso B/iso I

ECL Deviation: 0.003      Reference ECL Shift: 0.001      Number Reference Peaks: 7  
 Total Response: 33378      Total Named: 33378  
 Percent Named: 100.00%      Total Amount: 31547  
 Profile Comment: Total response less than 50000.0. Concentrate and re-run.

Matches:

Library	Sim Index	Entry Name
TSBA6 6.00	0.623	Bacillus-atrophaeus

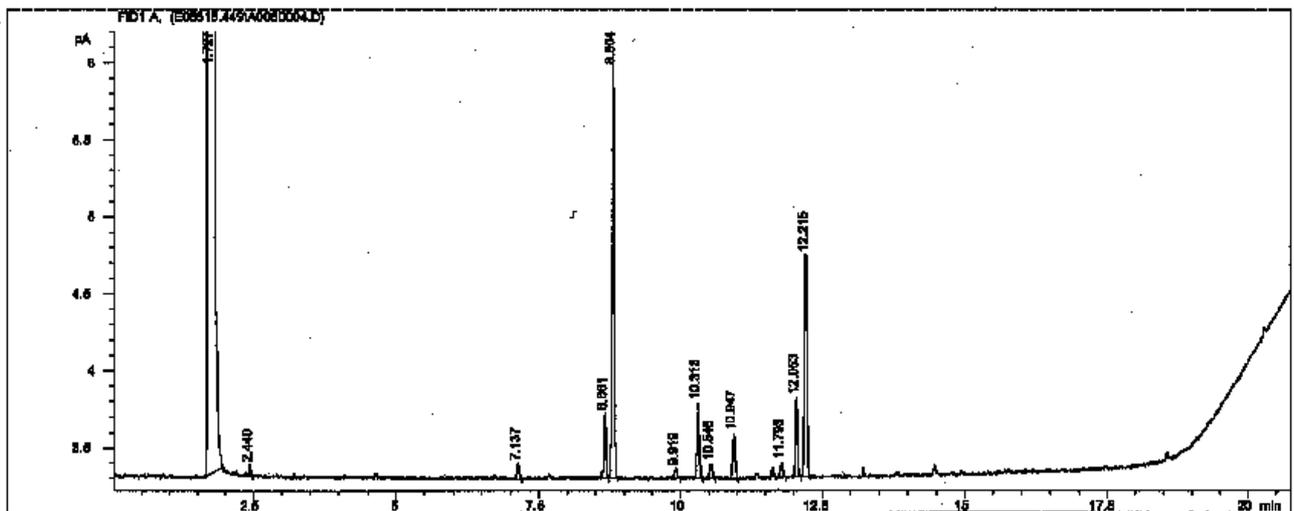


Fig. 5. GC chromatogram and identification of bacillus isolates from *cheonggukjang* made with traditional method by MIDI

E085154.49A [5] ck2-1

Volume: DATA      File: E085154.49A      Samp Ctr: 6      ID Number: 5  
 Type: Samp      Bottle: 5      Method: TSBA6  
 Created: 5/15/2008 12:51:24 PM  
 Sample ID: ck2-1

RT	Response	Ar/Ht	RFact	ECL	Peak Name	Percent	Comment1	Comment2
1.727	3.302E+8	0.028	---	7.002	SOLVENT PRAK	---	< min rt	
1.842	1748	0.023	---	7.215		---	< min rt	
2.440	200	0.025	---	8.321		---	< min rt	
3.229	149	0.021	---	9.781		---		
7.138	948	0.037	0.990	13.618	14:0 iso	2.03	ECL deviates -0.001	Reference 0.002
8.662	7122	0.040	0.961	14.624	15:0 iso	14.82	ECL deviates 0.001	Reference 0.002
8.804	18751	0.041	0.959	14.714	15:0 anteiso	38.94	ECL deviates 0.001	Reference 0.002
10.318	4185	0.042	0.941	15.627	16:0 iso	8.52	ECL deviates 0.000	Reference 0.001
10.546	434	0.038	0.938	15.761	16:1 wllc	0.88	ECL deviates 0.004	
10.948	2058	0.042	0.935	15.998	16:0	4.16	ECL deviates -0.002	Reference -0.001
11.632	487	0.036	0.929	16.390	17:1 iso w10c	0.98	ECL deviates 0.002	
12.054	6373	0.045	0.927	16.631	17:0 iso	12.79	ECL deviates 0.001	Reference 0.001
12.216	7881	0.043	0.926	16.723	17:0 anteiso	15.80	ECL deviates 0.000	Reference 0.000
14.476	537	0.048	0.917	18.000	18:0	1.07	ECL deviates 0.000	Reference 0.001

ECL Deviation: 0.002      Reference ECL Shift: 0.001      Number Reference Peaks: 8  
 Total Response: 48924      Total Named: 48775  
 Percent Named: 99.69%      Total Amount: 46180  
 Profile Comment: Total response less than 50000.0. Concentrate and re-run.

Matches:

Library	Sim Index	Entry Name
TSBA6 6.00	0.613	Bacillus-subtilis
	0.477	Bacillus-atrophaeus
	0.413	Virgibacillus-pantothenicus (Bacillus)

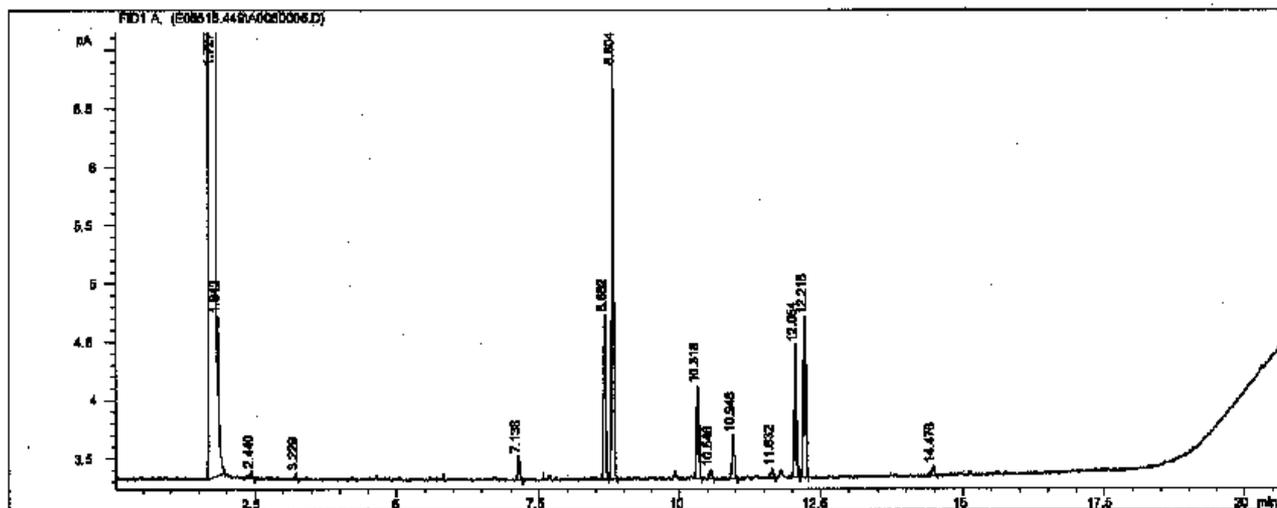


Fig. 6. GC chromatogram and identification of bacillus isolates from *cheonggukjang* made with addition of *Asp. oryzae* by MIDI

E085154.49A [7] ck2-3

Volume: DATA      File: E085154.49A      Samp Ctr: 8      ID Number: 7  
 Type: Samp      Bottle: 7      Method: TSBA6  
 Created: 5/15/2008 1:41:51 PM  
 Sample ID: ck2-3

RT	Response	Ar/Ht	RFact	ECL	Peak Name	Percent	Comment1	Comment2
1.727	3.331E+8	0.028	---	7.001	SOLVENT PEAK	---	< min rt	
1.843	2914	0.022	---	7.215		---	< min rt	
2.441	212	0.026	---	8.323		---	< min rt	
8.659	3023	0.039	0.961	14.622	15:0 iso	17.48	ECL deviates -0.001	Reference 0.000
8.803	6825	0.040	0.959	14.714	15:0 anteiso	39.37	ECL deviates 0.001	Reference 0.001
10.542	1316	0.042	0.938	15.762	16:1 w11c	7.43	ECL deviates 0.005	
10.946	1767	0.042	0.935	16.000	16:0	9.93	ECL deviates 0.000	Reference -0.002
11.634	663	0.043	0.929	16.392	17:1 iso w10c	3.70	ECL deviates 0.004	
11.795	455	0.037	0.928	16.484	Sum In Feature 4	2.54	ECL deviates -0.002	17:1 anteiso B/iso I
12.051	1775	0.044	0.927	16.630	17:0 iso	9.89	ECL deviates 0.000	Reference -0.001
12.215	1735	0.041	0.926	16.723	17:0 anteiso	9.66	ECL deviates 0.000	Reference 0.000
---	455	---	---	---	Summed Feature 4	2.54	17:1 iso I/anteiso B	17:1 anteiso B/iso I

ECL Deviation: 0.002      Reference ECL Shift: 0.001      Number Reference Peaks: 5  
 Total Response: 17558      Total Named: 17558  
 Percent Named: 100.00%      Total Amount: 16627  
 Profile Comment: Total response less than 50000.0. Concentrate and re-run.

Matches:

Library	Sim Index	Entry Name
TSBA6 6.00	0.231	Bacillus-subtilis
	0.184	Bacillus-atrophaeus

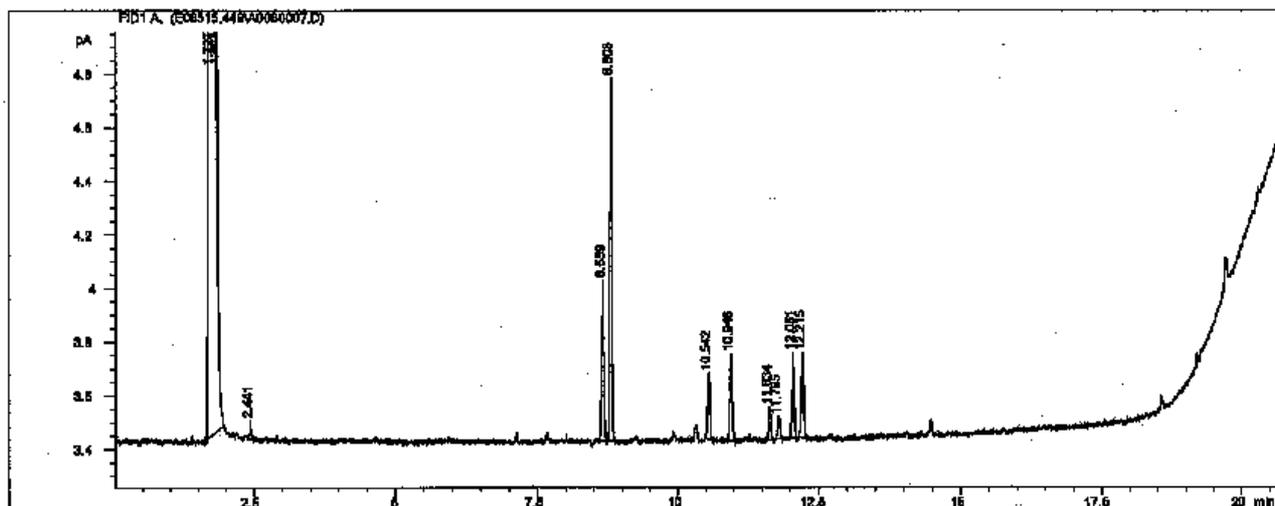


Fig. 7. GC chromatogram and identification of bacillus isolates from *cheonggukjang* made with addition of *Asp. oryzae* by MIDI

E085154.49A [6] ck2-2

Volume: DATA      File: E085154.49A      Samp Ctr: 7      ID Number: 6  
 Type: Samp      Bottle: 6      Method: TSBA6  
 Created: 5/15/2008 1:16:31 PM  
 Sample ID: ck2-2

RT	Response	Ar/Ht	RFact	ECL	Peak Name	Percent	Comment1	Comment2
1.725	3.315E+8	0.029	---	6.996	SOLVENT PEAK	---	< min rt	
1.839	1706	0.023	---	7.208		---	< min rt	
2.438	183	0.025	---	8.315		---	< min rt	
8.659	1666	0.040	0.961	14.622	15:0 iso	7.83	ECL deviates -0.001	Reference 0.000
8.802	9895	0.041	0.959	14.714	15:0 anteiso	46.42	ECL deviates 0.001	Reference 0.001
10.317	1974	0.042	0.941	15.628	16:0 iso	9.08	ECL deviates 0.001	Reference 0.000
10.945	946	0.042	0.935	15.999	16:0	4.33	ECL deviates -0.001	Reference -0.003
12.051	1995	0.048	0.927	16.630	17:0 iso	9.04	ECL deviates 0.000	Reference -0.001
12.213	5144	0.044	0.926	16.723	17:0 anteiso	23.29	ECL deviates 0.000	Reference -0.001

ECL Deviation: 0.001      Reference ECL Shift: 0.001      Number Reference Peaks: 6  
 Total Response: 21621      Total Named: 21621  
 Percent Named: 100.00%      Total Amount: 20444  
 Profile Comment: Total response less than 50000.0. Concentrate and re-run.

Matches:

Library	Sim Index	Entry Name
TSBA6 6.00	0.539	Bacillus-atrophaeus
	0.336	Nesterenkonia-halobia (Micrococcus halobius)

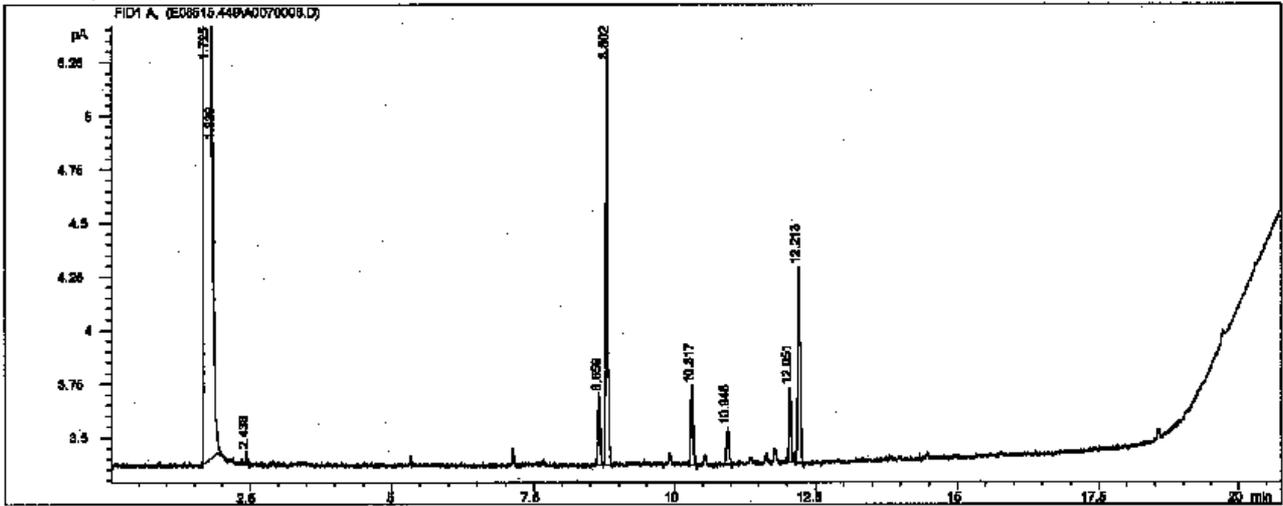


Fig. 8. GC chromatogram and identification of bacillus isolates from *cheonggukjang* made with addition of *Asp. oryzae* by MIDI

E085154.49A [8] ck2-4

Volume: DATA File: E085154.49A Samp.Ctr: 9 ID Number: 8  
 Type: Samp Bottle: 8 Method: TSBA6  
 Created: 5/15/2008 2:07:11 PM  
 Sample ID: ck2-4

RT	Response	Ar/Ht	RFact	ECL	Peak Name	Percent	Comment1	Comment2
1.727	3.321E+8	0.028	---	7.001	SOLVENT PEAK	---	< min rt	
1.840	1549	0.024	---	7.210		---	< min rt	
2.441	174	0.021	---	8.323		---	< min rt	
5.412	408	0.034	---	12.294		---		
7.136	466	0.035	0.990	13.619	14:0 iso	0.73	ECL deviates 0.000	Reference 0.001
7.763	1081	0.039	---	14.055		---		
8.660	11056	0.040	0.961	14.624	15:0 iso	16.82	ECL deviates 0.001	Reference 0.001
8.803	26612	0.040	0.959	14.714	15:0 anteiso	40.40	ECL deviates 0.001	Reference 0.001
9.918	811	0.044	0.945	15.391	16:1 w7c alcohol	1.21	ECL deviates 0.004	
10.317	2586	0.042	0.941	15.627	16:0 iso	3.85	ECL deviates 0.000	Reference 0.000
10.342	693	0.042	0.938	15.760	16:1 w11c	1.03	ECL deviates 0.003	
10.946	1406	0.041	0.935	15.998	16:0	2.08	ECL deviates -0.002	Reference -0.002
11.632	1283	0.043	0.929	16.390	17:1 iso w10c	1.89	ECL deviates 0.002	
11.794	2061	0.045	0.928	16.483	Sum In Feature 4	3.03	ECL deviates -0.003	17:1 anteiso B/iso I
12.053	5577	0.045	0.927	16.631	17:0 iso	8.18	ECL deviates 0.001	Reference 0.000
12.215	14187	0.046	0.926	16.723	17:0 anteiso	20.78	ECL deviates 0.000	Reference 0.000
---	2061	---	---	---	Summed Feature 4	3.03	17:1 iso I/anteiso B	17:1 anteiso B/iso I

ECL Deviation: 0.002 Reference ECL Shift: 0.001 Number Reference Peaks: 7  
 Total Response: 68228 Total Named: 66738  
 Percent Named: 97.82% Total Amount: 63182

Matches:

Library	Sim Index	Entry Name
TSBA6 6.00	0.679	Bacillus-atrophaeus
	0.506	Bacillus-subtilis

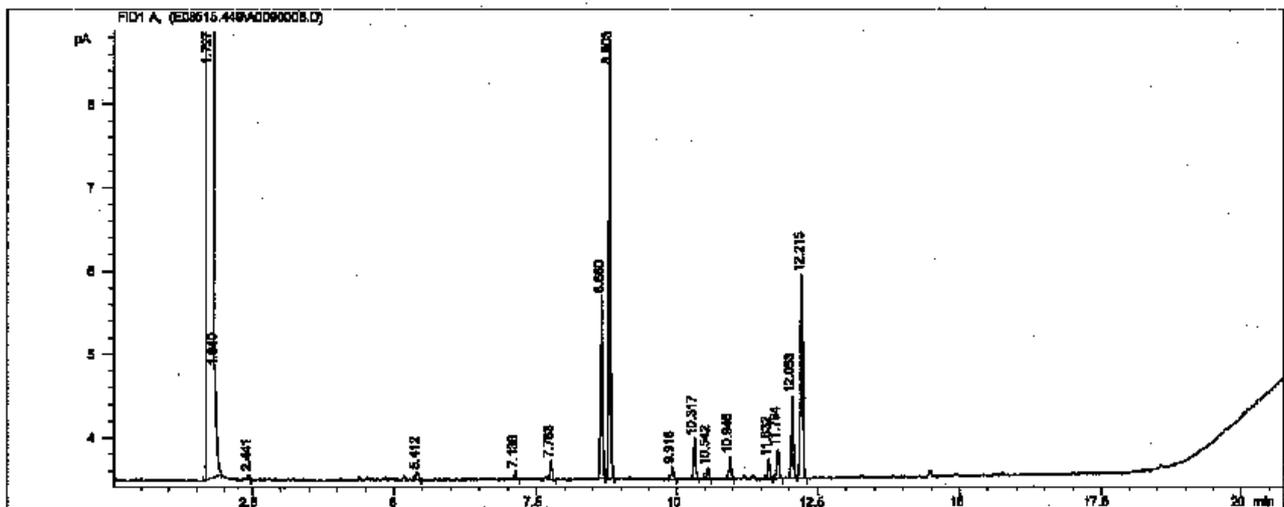


Fig. 9. GC chromatogram and identification of bacillus isolates from *cheonggukjang* made with addition of *Asp. oryzae* by MIDI

E085154.49A [9] ck2-5

Volume: DATA      File: E085154.49A      Samp Ctr: 10      ID Number: 9  
 Type: Samp      Bottle: 9      Method: TSBA6  
 Created: 5/15/2008 2:32:19 PM  
 Sample ID: ck2-5

RT	Response	Ar/Ht	RFact	ECL	Peak Name	Percent	Comment1	Comment2
1.726	3.321E+8	0.028	---	7.002	SOLVENT PEAK	---	< min rt	
2.439	205	0.025	---	8.321		---	< min rt	
7.134	399	0.032	0.990	13.619	14:0 iso	1.32	ECL deviates 0.000	Reference -0.001
8.659	5508	0.040	0.961	14.623	15:0 iso	17.68	ECL deviates 0.000	Reference 0.000
8.802	13527	0.041	0.959	14.714	15:0 anteiso	43.33	ECL deviates 0.001	Reference 0.001
9.915	595	0.037	0.945	15.390	16:1 w7c alcohol	1.88	ECL deviates 0.003	
10.316	1665	0.042	0.941	15.627	16:0 iso	5.23	ECL deviates 0.000	Reference -0.001
10.542	483	0.038	0.938	15.760	16:1 w11c	1.51	ECL deviates 0.003	
10.947	877	0.046	0.935	15.999	16:0	2.74	ECL deviates -0.001	Reference -0.002
11.630	528	0.038	0.929	16.390	17:1 iso w10c	1.64	ECL deviates 0.002	
11.792	856	0.046	0.928	16.482	Sum In Feature 4	2.65	ECL deviates -0.004	17:1 anteiso B/iso I
12.050	1761	0.042	0.927	16.630	17:0 iso	5.45	ECL deviates 0.000	Reference -0.001
12.213	5357	0.045	0.926	16.723	17:0 anteiso	16.56	ECL deviates 0.000	Reference -0.002
---	856	---	---	---	Summed Feature 4	2.65	17:1 iso I/anteiso B	17:1 anteiso B/iso I

ECL Deviation: 0.002      Reference ECL Shift: 0.001      Number Reference Peaks: 7  
 Total Response: 31555      Total Named: 31555  
 Percent Named: 100.00%      Total Amount: 29939  
 Profile Comment: Total response less than 50000.0. Concentrate and re-run.

Matches:

Library	Sim Index	Entry Name
TSBA6 6.00	0.862	Bacillus-atrophaeus
	0.521	Bacillus-GC group 22 (No 16S match to known species)

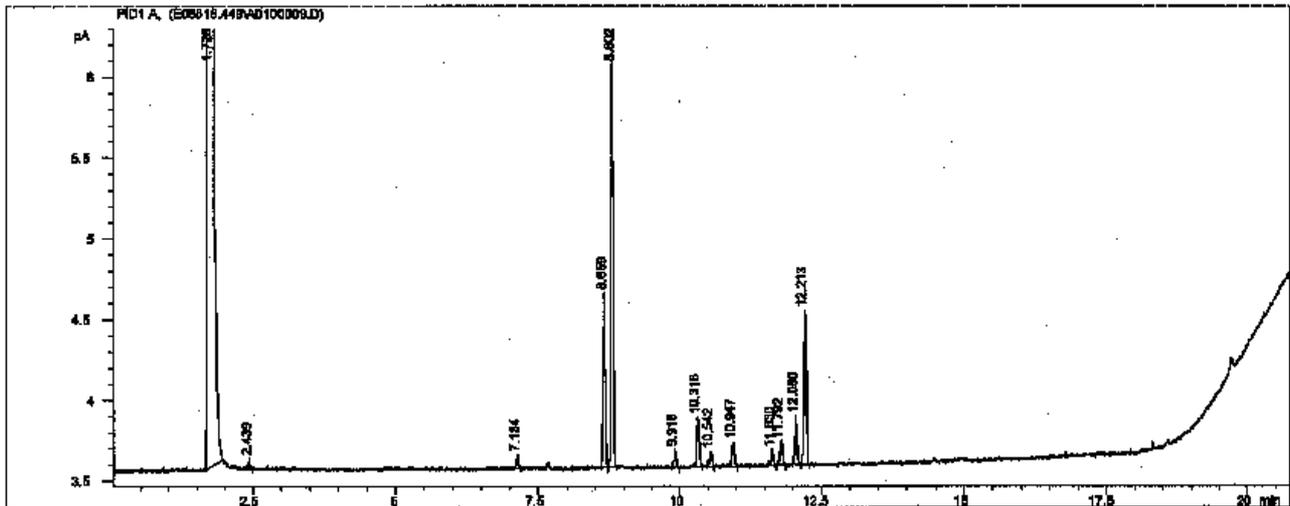


Fig. 10. GC chromatogram and identification of bacillus isolates from *cheonggukjang* made with addition of *Asp. oryzae* by MIDI

E085154.49A [11] ck3-2

Volume: DATA      File: E085154.49A      Samp Ctr: 12      ID Number: 11  
 Type: Samp      Bottle: 11      Method: TSBA6  
 Created: 5/15/2008 3:22:51 PM  
 Sample ID: ck3-2

RT	Response	Ar/Ht	RFact	ECL	Peak Name	Percent	Comment1	Comment2
1.727	3.335E+8	0.028	---	6.999	SOLVENT PEAK	---	< min rt	
1.842	3293	0.022	---	7.212		---	< min rt	
2.440	213	0.028	---	8.319		---	< min rt	
4.392	181	0.024	---	11.312		---		
5.414	517	0.036	---	12.293		---		
7.137	1151	0.036	0.990	13.619	14:0 iso	1.68	ECL deviates 0.000	Reference 0.001
7.764	1037	0.039	---	14.055		---		
8.660	9880	0.039	0.961	14.623	15:0 iso	14.05	ECL deviates 0.000	Reference 0.001
8.803	28624	0.041	0.959	14.714	15:0 anteiso	40.61	ECL deviates 0.001	Reference 0.001
9.916	1426	0.041	0.945	15.390	16:1 w7c alcohol	1.99	ECL deviates 0.003	
10.317	4360	0.042	0.941	15.627	16:0 iso	6.34	ECL deviates 0.000	Reference 0.000
10.542	1302	0.044	0.938	15.760	16:1 w11c	1.81	ECL deviates 0.003	
10.946	1941	0.045	0.935	15.998	16:0	2.68	ECL deviates -0.002	Reference -0.002
11.633	2094	0.042	0.929	16.391	17:1 iso w10c	2.88	ECL deviates 0.003	
11.792	1774	0.047	0.928	16.482	Sum In Feature 4	2.44	ECL deviates -0.004	17:1 anteiso B/iso I
12.052	8143	0.044	0.927	16.631	17:0 iso	11.16	ECL deviates 0.001	Reference 0.000
12.213	10477	0.045	0.926	16.723	17:0 anteiso	14.35	ECL deviates 0.000	Reference -0.001
---	1774	---	---	---	Summed Feature 4	2.44	17:1 iso I/anteiso B	17:1 anteiso B/iso I

ECL Deviation: 0.002      Reference ECL Shift: 0.001      Number Reference Peaks: 7  
 Total Response: 73106      Total Named: 71371  
 Percent Named: 97.63%      Total Amount: 67598

Matches:

Library	Sim Index	Entry Name
TSBA6 6.00	0.643	Bacillus-subtilis
	0.637	Bacillus-atrophaeus

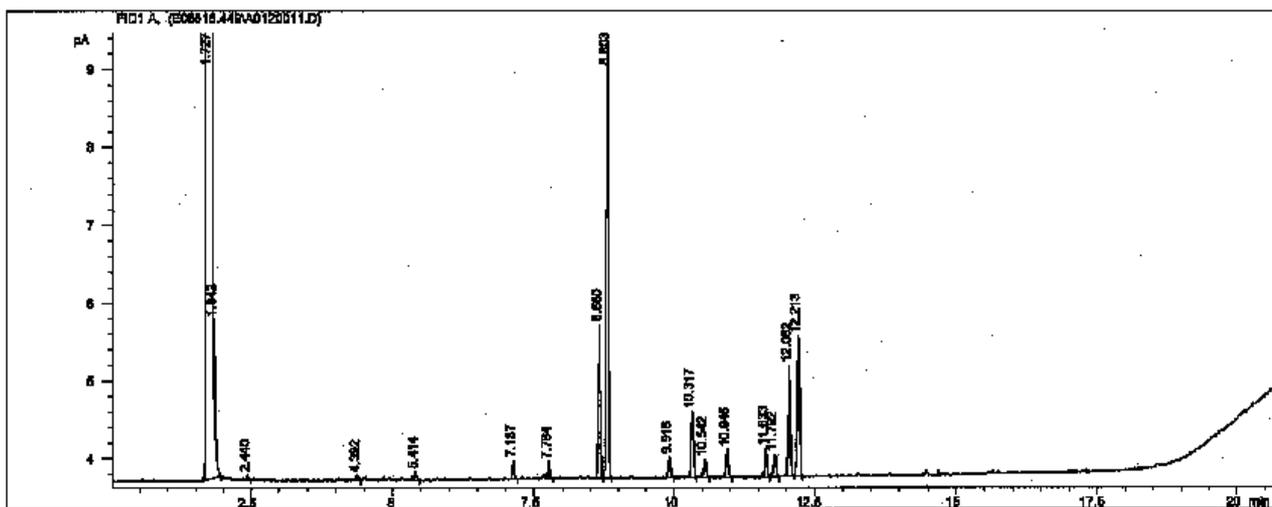


Fig. 11. GC chromatogram and identification of bacillus isolates from *cheonggukjang* made with addition of *B. subtilis* by MIDI

E085154.49A [12] ck3-3

Volume: DATA      File: E085154.49A      Samp Ctr: 13      ID Number: 12  
 Type: Samp      Bottle: 12      Method: TSBA6  
 Created: 5/15/2008 3:48:10 PM  
 Sample ID: ck3-3

RT	Response	Ar/HI	RFact	ECL	Peak Name	Percent	Comment1	Comment2
1.725	3.324E+8	0.029	---	6.994	SOLVENT PEAK	---	< min rt	
2.438	197	0.025	---	8.315		---	< min rt	
7.137	587	0.038	0.990	13.619	14:0 iso	2.05	ECL deviates 0.000	Reference 0.001
8.659	4449	0.041	0.961	14.623	15:0 iso	15.07	ECL deviates 0.000	Reference 0.000
8.802	11545	0.040	0.959	14.714	15:0 anteiso	39.03	ECL deviates 0.001	Reference 0.001
10.315	2349	0.042	0.941	15.627	16:0 iso	7.79	ECL deviates 0.000	Reference -0.001
10.944	974	0.042	0.935	15.998	16:0	3.21	ECL deviates -0.002	Reference -0.003
12.050	4445	0.045	0.927	16.631	17:0 iso	14.52	ECL deviates 0.001	Reference -0.001
12.212	5621	0.045	0.926	16.723	17:0 anteiso	18.34	ECL deviates 0.000	Reference -0.002

ECL Deviation: 0.001      Reference ECL Shift: 0.002      Number Reference Peaks: 7  
 Total Response: 29970      Total Named: 29970  
 Percent Named: 100.00%      Total Amount: 28372  
 Profile Comment: Total response less than 50000.0. Concentrate and re-run.

Matches:

Library	Sim Index	Entry Name
TSBA6 6.00	0.637	Bacillus-subtilis

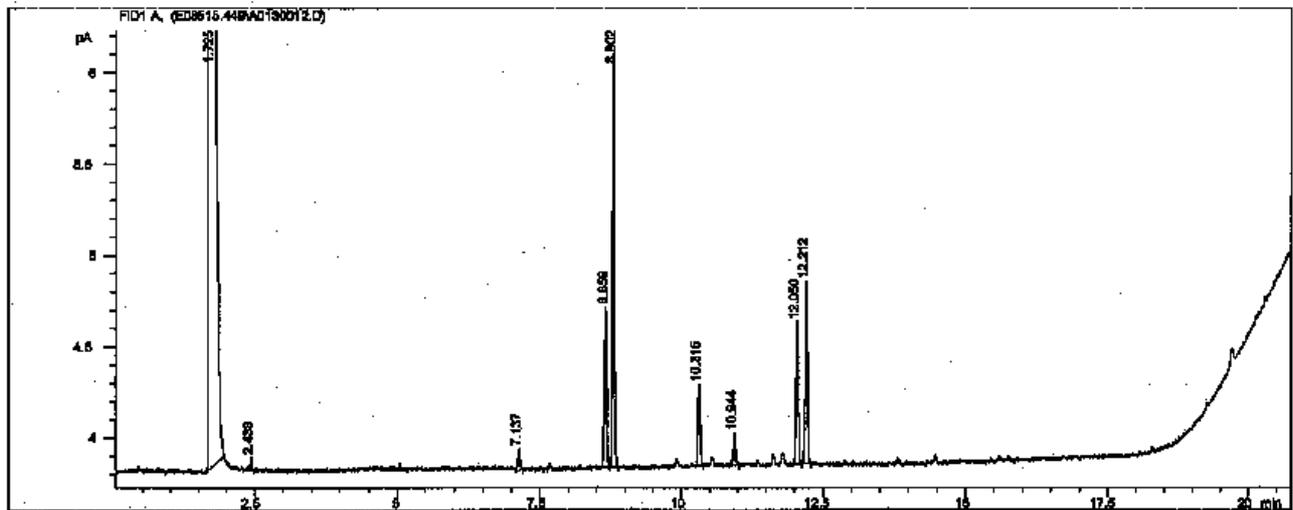


Fig. 12. GC chromatogram and identification of bacillus isolates from *cheonggukjang* made with addition of *B. subtilis* by MIDI

E085154.49A [13] ck3-6

Volume: DATA      File: E085154.49A      Samp Ctr: 15      ID Number: 13  
 Type: Samp      Bottle: 13      Method: TSBA6  
 Created: 5/15/2008 4:38:44 PM  
 Sample ID: ck3-6

RT	Response	Ar/Ht	RFact	ECL	Peak Name	Percent	Comment1	Comment2
1.727	3.335E+8	0.028	---	7.000	SOLVENT PEAK	---	< min rt	
1.841	1770	0.024	---	7.211		---	< min rt	
2.440	200	0.026	---	8.321		---	< min rt	
7.137	473	0.031	0.985	13.619	14:0 iso	1.77	ECL deviates 0.000	Reference 0.002
8.660	3471	0.041	0.964	14.623	15:0 iso	12.71	ECL deviates 0.000	Reference 0.000
8.802	11203	0.040	0.962	14.714	15:0 anteiso	40.95	ECL deviates 0.001	Reference 0.001
10.317	2338	0.041	0.949	15.628	16:0 iso	8.43	ECL deviates 0.001	Reference 0.000
10.944	1239	0.045	0.945	15.998	16:0	4.45	ECL deviates -0.002	Reference -0.003
12.051	3990	0.045	0.939	16.631	17:0 iso	14.24	ECL deviates 0.001	Reference -0.001
12.213	4891	0.045	0.939	16.723	17:0 anteiso	17.45	ECL deviates 0.000	Reference -0.001

ECL Deviation: 0.001      Reference ECL Shift: 0.001      Number Reference Peaks: 7  
 Total Response: 27606      Total Named: 27606  
 Percent Named: 100.00%      Total Amount: 26317  
 Profile Comment: Total response less than 50000.0. Concentrate and re-run.

Matches:

Library	Sim Index	Entry Name
TSBA6 6.00	0.607	Bacillus-subtilis
	0.368	Bacillus-atrophaeus

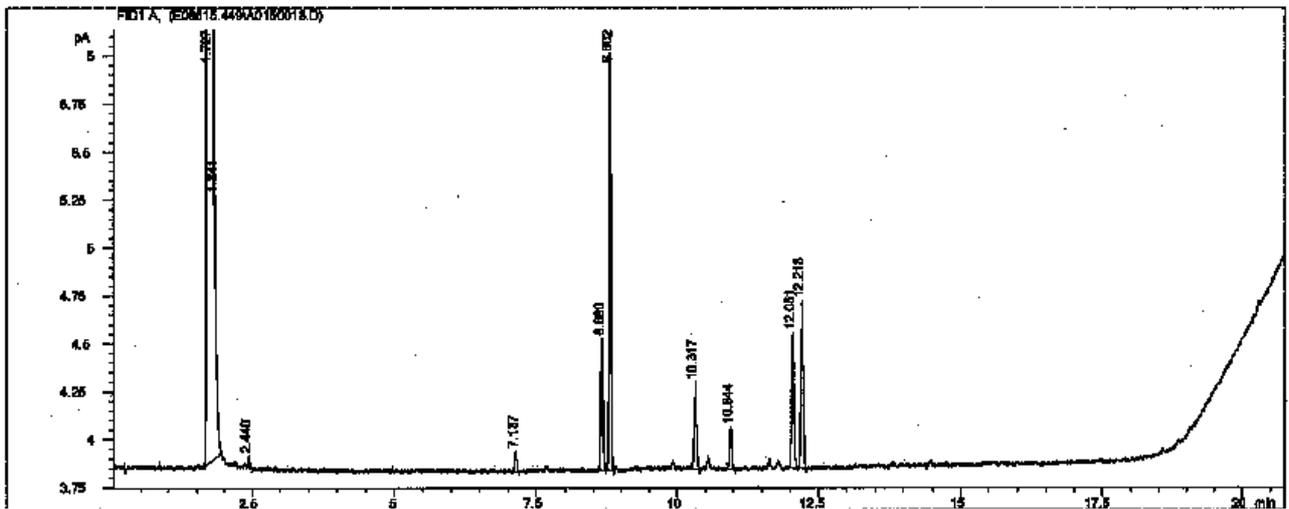


Fig. 13. GC chromatogram and identification of bacillus isolates from *cheonggukjang* made with addition of *B. subtilis* by MIDI

### (3) 발효조건에 따른 향기성분 분석

(가) 5시간 수침 후 스팀으로 제조한 나물콩 청국장의 발효방법과 기간에 따른 향기성분 앞의 실험에서 최적의 조건인 나물콩을 5시간 수침시킨 후 스팀으로 쪄서 40°C에서 발효방법을 달리하여 제조한 청국장을 발효시간별 휘발성분을 Head space법으로 추출하고 GC 및 GC-MS에 의하여 분리·동정한 gas chromatogram과 그 함량은 각각 Table 62~71과 Fig. 14~23에 나타내었다. 발효조건을 달리한 청국장의 휘발성분은 2,5-dimethyl pyrazine, trimethyl pyrazin 및 benzaldehyde를 포함한 19종류의 휘발성 화합물이 동정되었다. 이들 중 2,5-dimethyl pyrazine, trimethyl pyrazin 및 tetramethyl pyrazine은 청국장 특유의 냄새로서 발효 72시간에 휘발성분이 검출되었다. 전통적인 방법으로 제조한 청국장과 *B. subtilis*를 첨가해서 제조한 청국장은 발효 72시간에 청국장 특유의 냄새가 검출되었지만, *Asp. oryzae*를 첨가해서 제조한 청국장은 발효 24시간에서부터 검출되었으므로, 냄새가 적은 청국장을 제조하기 위해서는 전통적인 방법이던지, *B. subtilis*를 종균으로 첨가해서 제조하는 것이 냄새가 덜한 청국장을 제조할 수 있다고 사료된다. 그리고 *B. subtilis*를 첨가해서 제조한 청국장에서 발효 72시간째에 진균에 항생제 역할을 하는 benzaldehyde가 검출되었다.

최 등은 대두에 *B. subtilis*와 *B. natto*균주를 접종한 청국장의 휘발성분을 분석한 결과, *B. subtilis*를 접종한 청국장의 주요 휘발성분은 청국장 특유의 향기성분으로 알려진 trimethyl pyrazin, tetramethyl pyrazine 등을 비롯한 7종류의 alkyl pyrazine류와 증자대두의 주요 향기 성분인 3-methyl-1-butanol, 2-methyl propanoic acid 및 1-octen-3-ol등을 동정하였다. 또한 윤 등은 2-methyl propanoic acid는 대두와 청국장에 함량비율이 높은 성분으로 butyric acid와 같이 자극적인 향기를 내나 불쾌하지 않은 성분으로 알려져 있다고 하는데, 발효방법에 관계없이 발효 24~48시간째에는 이 성분이 검출되었지만, 발효 72시간에는 검출되지 않았다.

Table 67. Identified flavor compounds in soybean sprout by soaking of 5 hours and steam pressure

Retention time (min)	Compound
13.69	Acetic acid(Propanedioic acid)

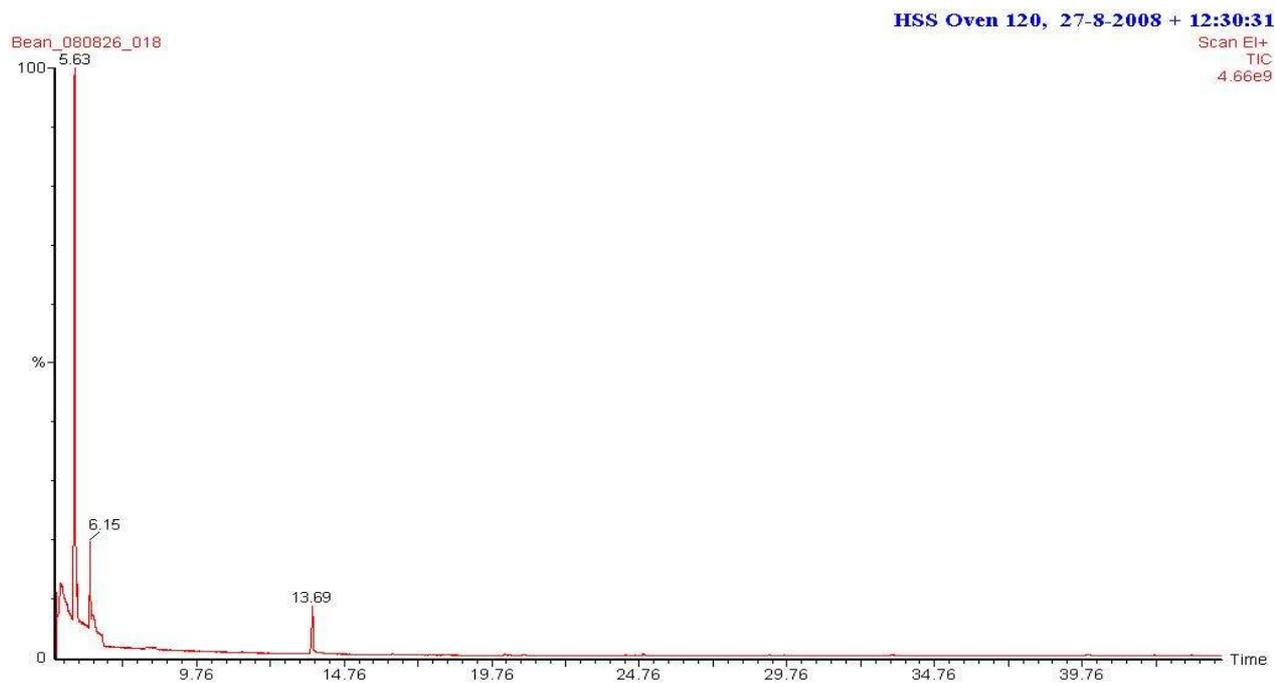


Fig. 14. GC chromatogram of volatile compounds in soybean sprout by soaking of 5 hours and steam pressure

Table 68. Identified flavor compounds in soybean sprout *cheonggukjang* fermented at 40°C for 24 hours by soaking of 5 hours and steam pressure

Retention time (min)	Compound
13.89	Acetic acid
14.08	3-methyl butanal
20.58	2-methyl propanoic acid
24.53	3-methyl butanoic acid

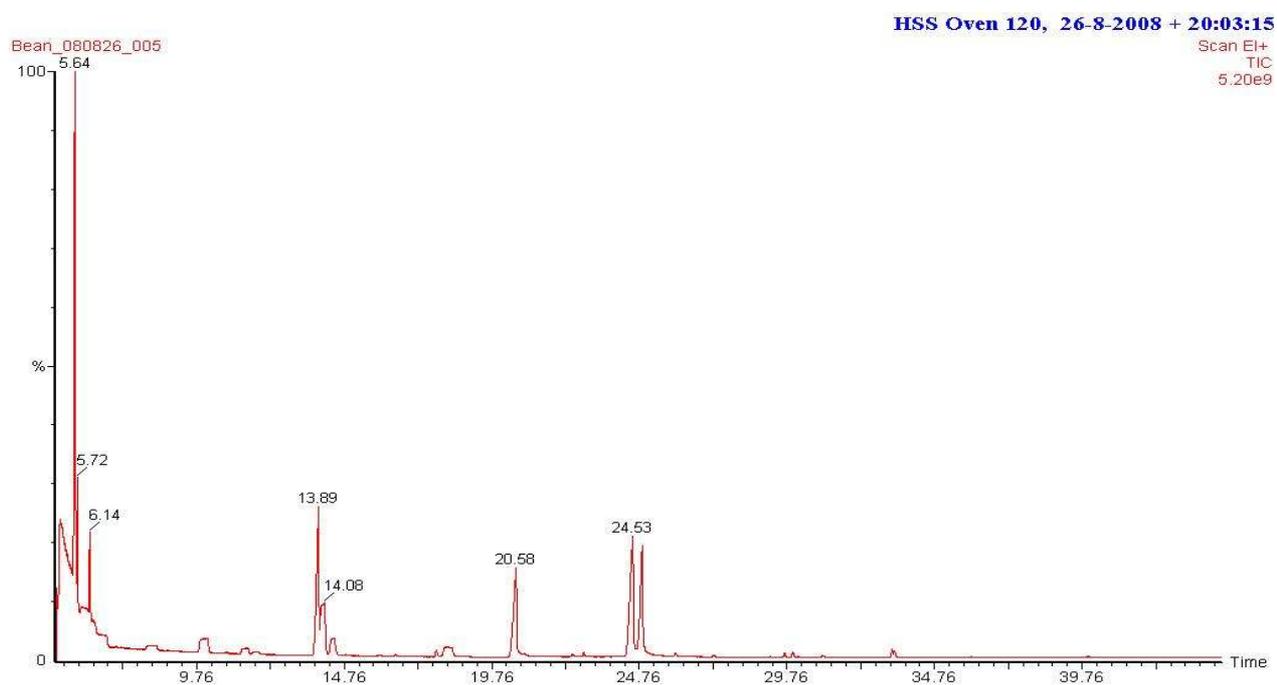


Fig. 15. GC chromatogram of volatile compounds in soybean sprout *cheonggukjang* fermented at 40°C for 24 hours by soaking of 5 hours and steam pressure

Table 69. Identified flavor compounds in soybean sprout *cheonggukjang* fermented at 40°C for 48 hours by soaking of 5 hours and steam pressure

Retention time (min)	Compound
10.08	2-methyl propanal
13.50	Acetic acid
14.07	3-methyl butanal
14.40	2-methyl butanal
17.67	2-nitro propionate ethanol
20.47	2-methyl propanoic acid
24.43	3-methyl butanoic acid
24.79	2-methyl butanoic acid

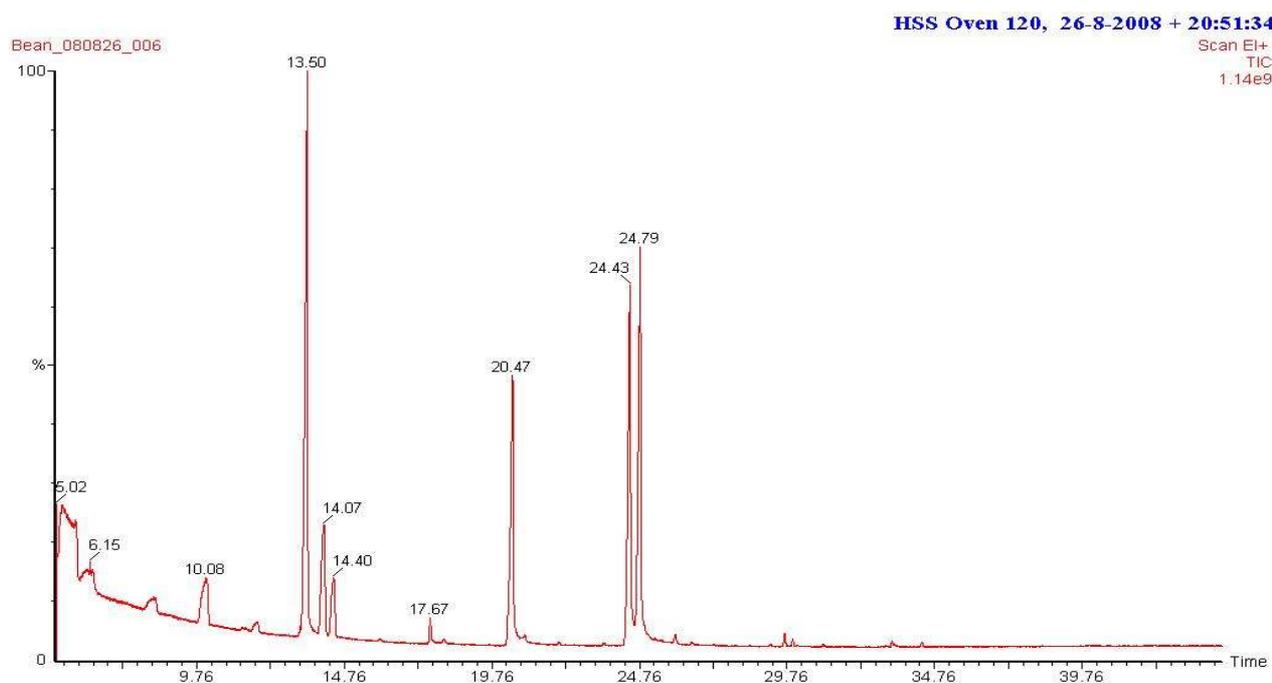


Fig. 16. GC chromatogram of volatile compounds in soybean sprout *cheonggukjang* fermented at 40°C for 48 hours by soaking of 5 hours and steam pressure

Table 70. Identified flavor compounds in soybean sprout *cheonggukjang* fermented at 40°C for 72 hours by soaking of 5 hours and steam pressure

Retention time (min)	Compound
10.08	2-methyl propanal
14.03	3-methyl butanone
14.39	2-methyl butanal
17.94	2-nitro propionate ethanol
20.74	Hexanal
24.74	2-methyl butanoic acid
25.07	2,5-dimethyl pyzazine

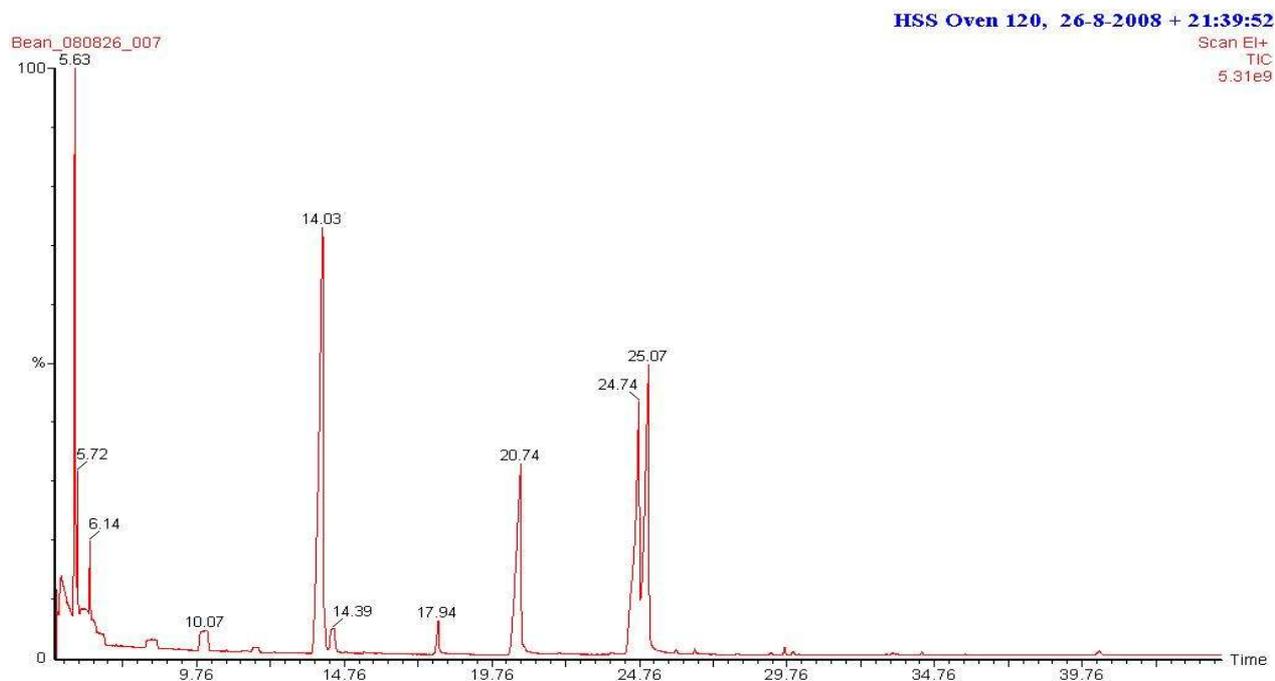


Fig. 17. GC chromatogram of volatile compounds in soybean sprout *cheonggukjang* fermented at 40°C for 72 hours by soaking of 5 hours and steam pressure

Table 71. Identified flavor compounds in soybean sprout *cheonggukjang* fermented at 40°C for 24 hours by soaking of 5 hours and addition of *B. subtilis* and steam pressure

Retention time (min)	Compound
10.09	2-methyl propanal
14.00	3-methyl butanone
14.40	2-methyl butanal
20.66	2-methyl propanoic acid
24.64	3-methyl butanoic acid
24.97	2-methyl butanoic acid

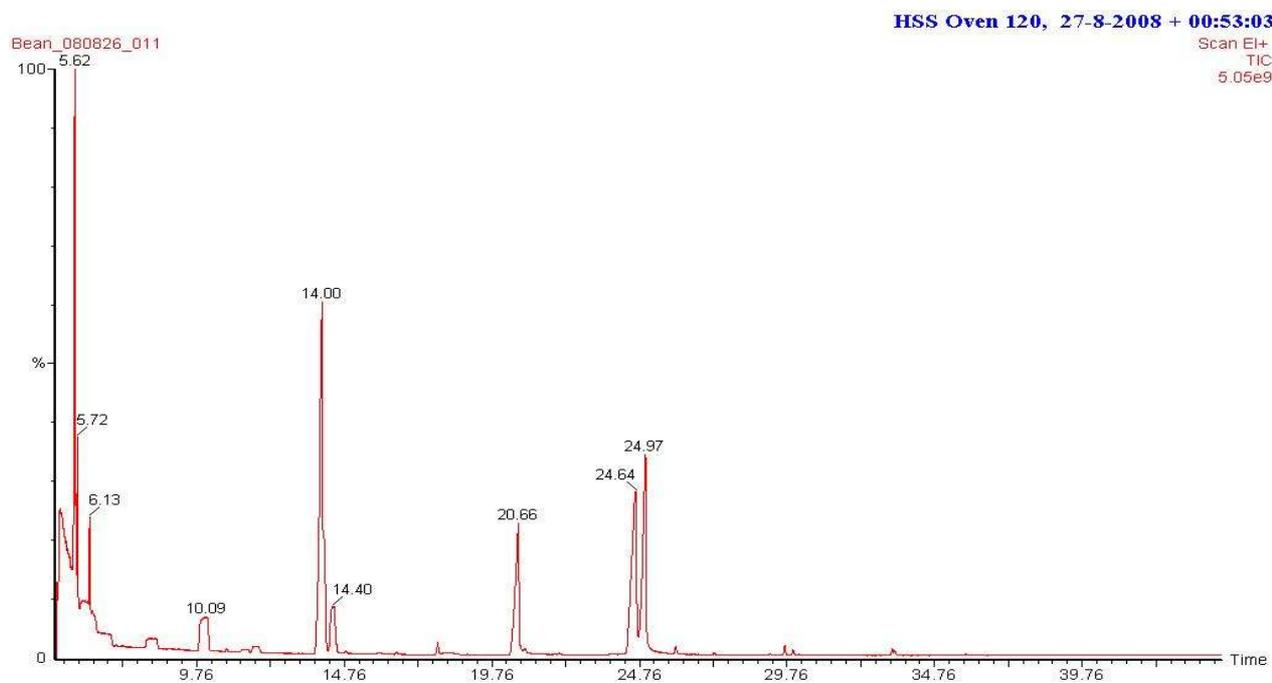


Fig. 18. GC chromatogram of volatile compounds in soybean sprout *cheonggukjang* fermented at 40°C for 24 hours by soaking of 5 hours and addition of *B. subtilis* and steam pressure

Table 72. Identified flavor compounds in soybean sprout *cheonggukjang* fermented at 40°C for 48 hours by soaking of 5 hours and addition of *B. subtilis* and steam pressure

Retention time (min)	Compound
10.11	2-methyl propanal
14.27	2-methyl butanal
18.07	3-hydroxy-2-butanone
20.91	2-methyl propanoic acid
24.95	2-methyl butanoic acid

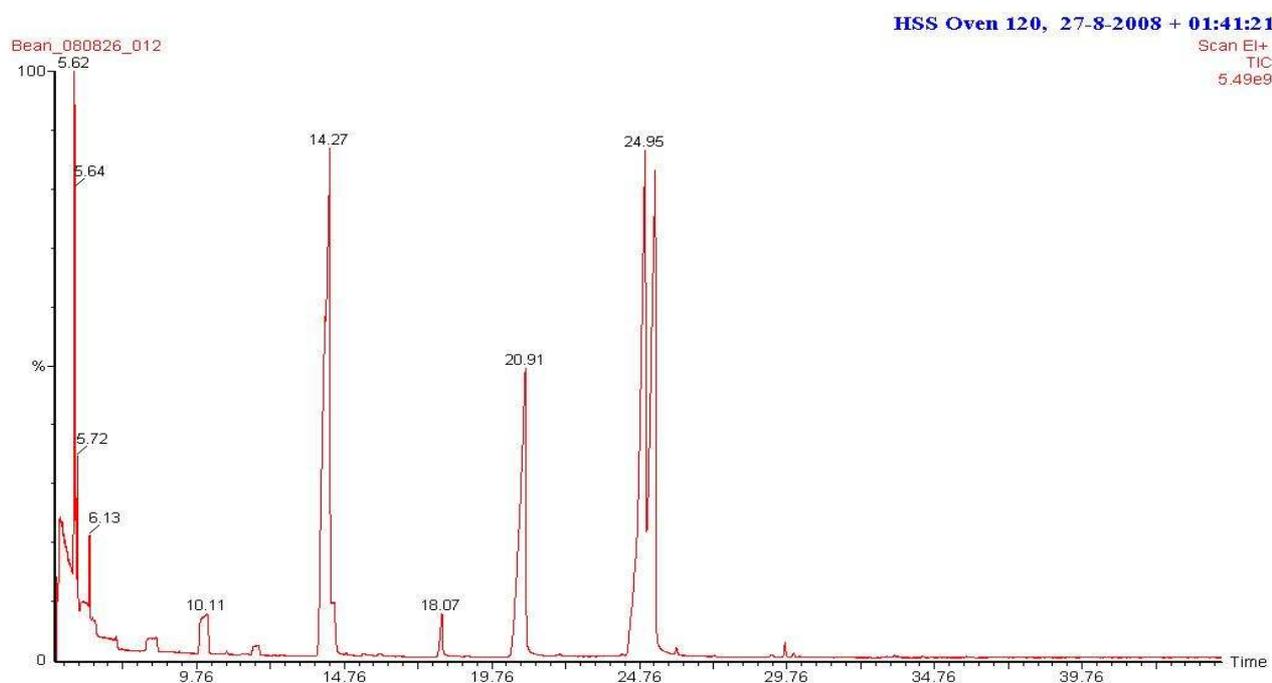


Fig. 19. GC chromatogram of volatile compounds in soybean sprout *cheonggukjang* fermented at 40°C for 48 hours by soaking of 5 hours and addition of *B. subtilis* and steam pressure

Table 73. Identified flavor compounds in soybean sprout *cheonggukjang* fermented at 40°C for 72 hours by soaking of 5 hours and addition of *B. subtilis* and steam pressure

Retention time (min)	Compound
8.35	Propenal acetate
10.11	2-methyl propanal
14.12	3-methyl-2-butanone
14.28	2-methyl butanal
18.06	3-hydroxy-2-butanone
20.90	Hexanal
24.95	2-methyl butanoic acid
25.29	2,5-dimethyl pyzazine
29.69	Benzaldehyde

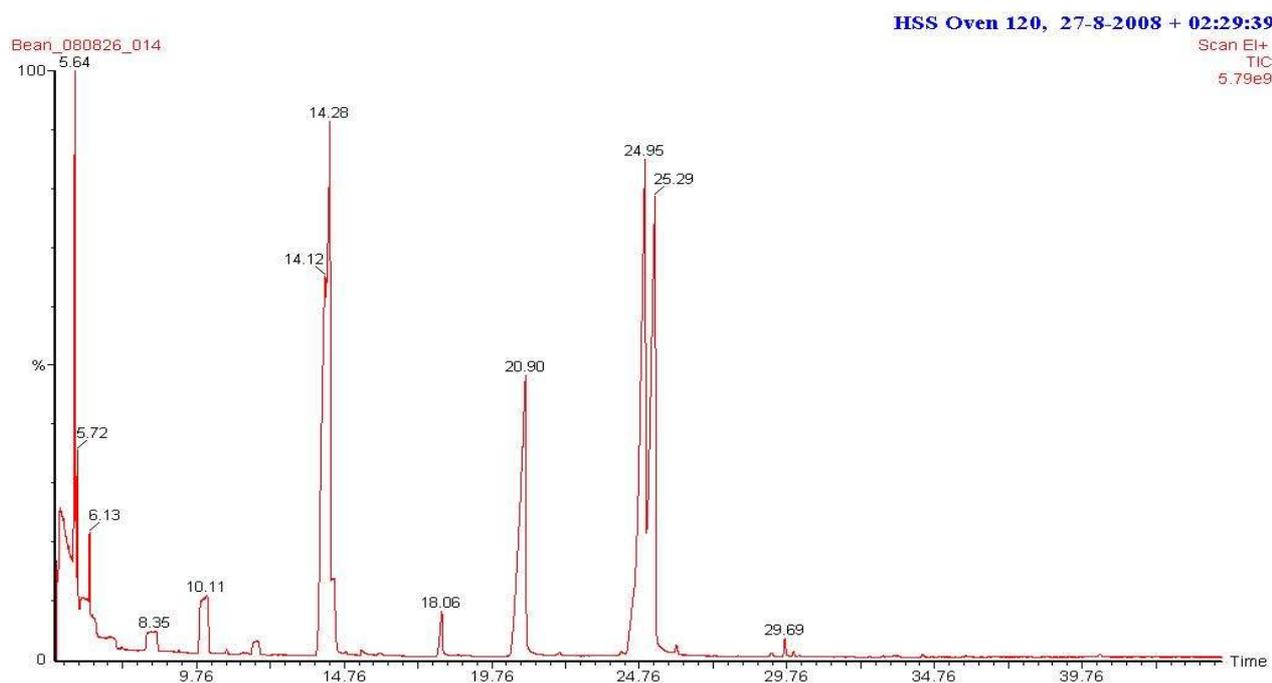


Fig. 20. GC chromatogram of volatile compounds in soybean sprout *cheonggukjang* fermented at 40°C for 72 hours by soaking of 5 hours and addition of *B. subtilis* and steam pressure

Table 74. Identified flavor compounds in soybean sprout *cheonggukjang* fermented at 40°C for 24 hours by soaking of 5 hours and addition of *Asp. oryzae* and steam pressure

Retention time (min)	Compound
10.11	2-methyl propanal
11.49	2,3-butanedione
13.89	Acetic acid
14.07	3-methyl butanone
14.40	2-methyl butanal
18.24	3-hydroxy-2-butanone
20.62	2-methyl propanoic acid
22.51	2,3-butandiol
22.88	2,3-butandiol
24.56	2-methyl butanoic acid
29.96	Triamethyl pyzazine
33.32	Tetramethyl pyzazine

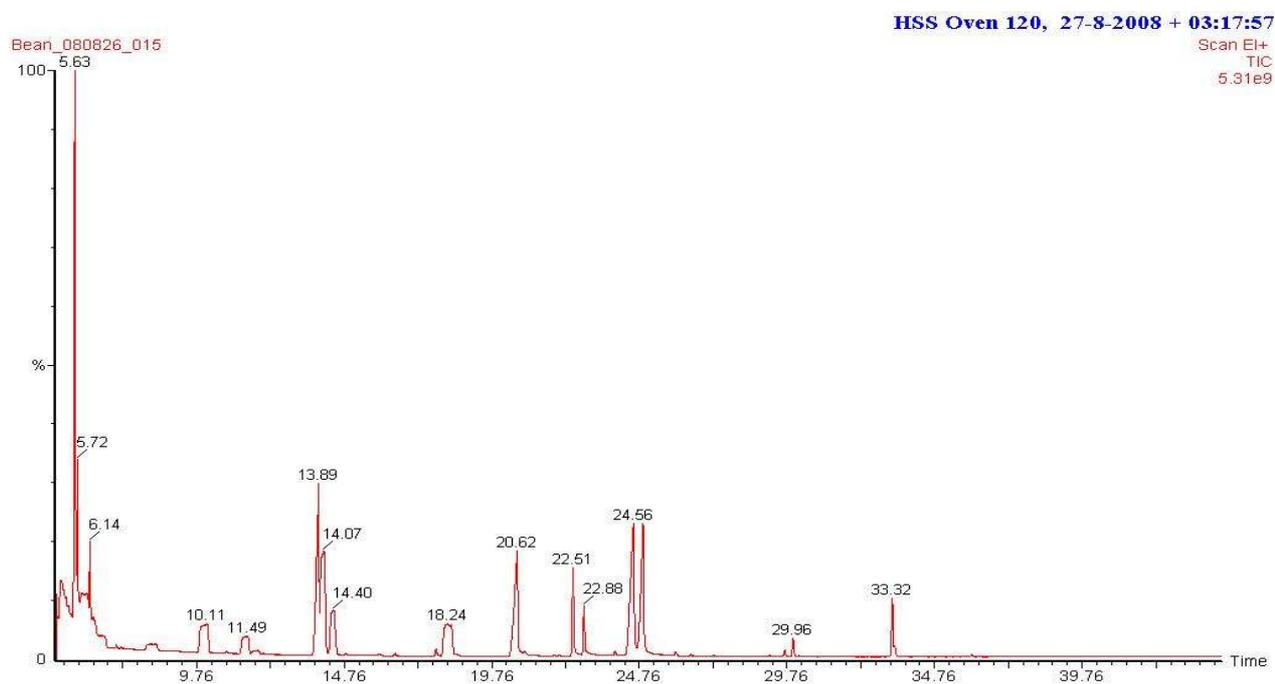


Fig. 21. GC chromatogram of volatile compounds in soybean sprout *cheonggukjang* fermented at 40°C for 24 hours by soaking of 5 hours and addition of *Asp. oryzae* and steam pressure

Table 75. Identified flavor compounds in soybean sprout *cheonggukjang* fermented at 40°C for 48 hours by soaking of 5 hours and addition of *Asp. oryzae* and steam pressure

Retention time (min)	Compound
10.09	2-methyl propanal
14.12	3-methyl butanal
14.40	2-methyl butanal
18.05	3-hydroxy-2-butanone
20.83	Hexanal
24.88	2-methyl butanoic acid
25.20	2,5-dimethyl pyrazine

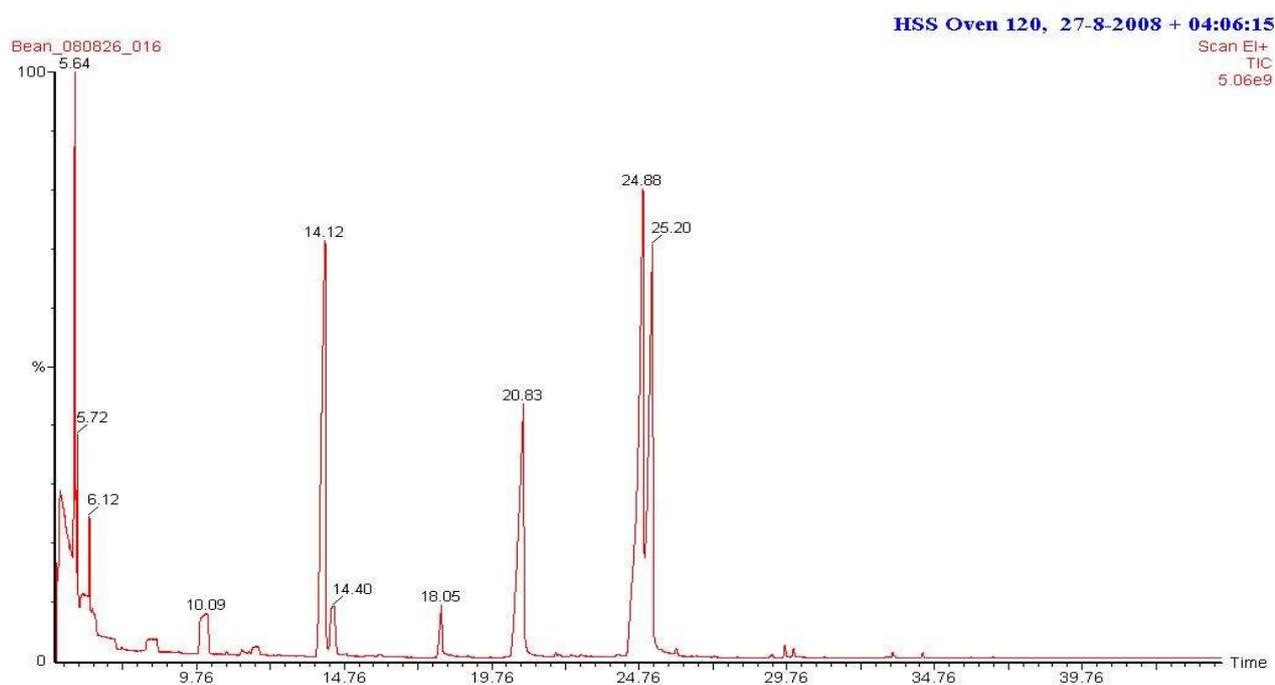


Fig. 22. GC chromatogram of volatile compounds in soybean sprout *cheonggukjang* fermented at 40°C for 48 hours by soaking of 5 hours and addition of *Asp. oryzae* and steam pressure

Table 76. Identified flavor compounds in soybean sprout *cheonggukjang* fermented at 40°C for 72 hours by soaking of 5 hours and addition of *Asp. oryzae* and steam pressure

Retention time (min)	Compound
8.10	Propenal acetate
10.11	2-methyl propanal
11.68	2,3-butanedione
13.58	Acetic acid
14.29	2-methyl butanal
17.69	2-nitro propionate ethanol
17.94	2-nitro propionate ethanol
20.55	2-methyl propanoic acid
20.82	Hexanal
24.92	2-methyl butanoic acid
25.26	2,5-dimethyl pyzazine
28.47	3-methyl thio propanal
29.92	Triamethyl pyzazine

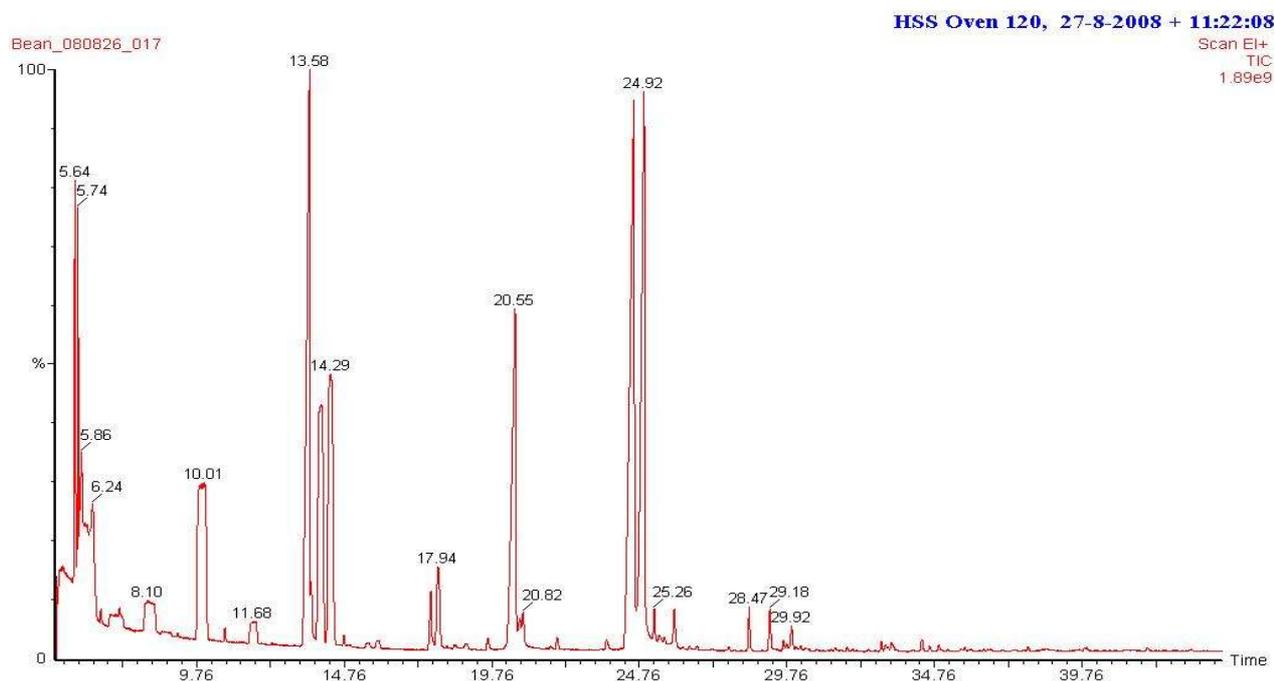
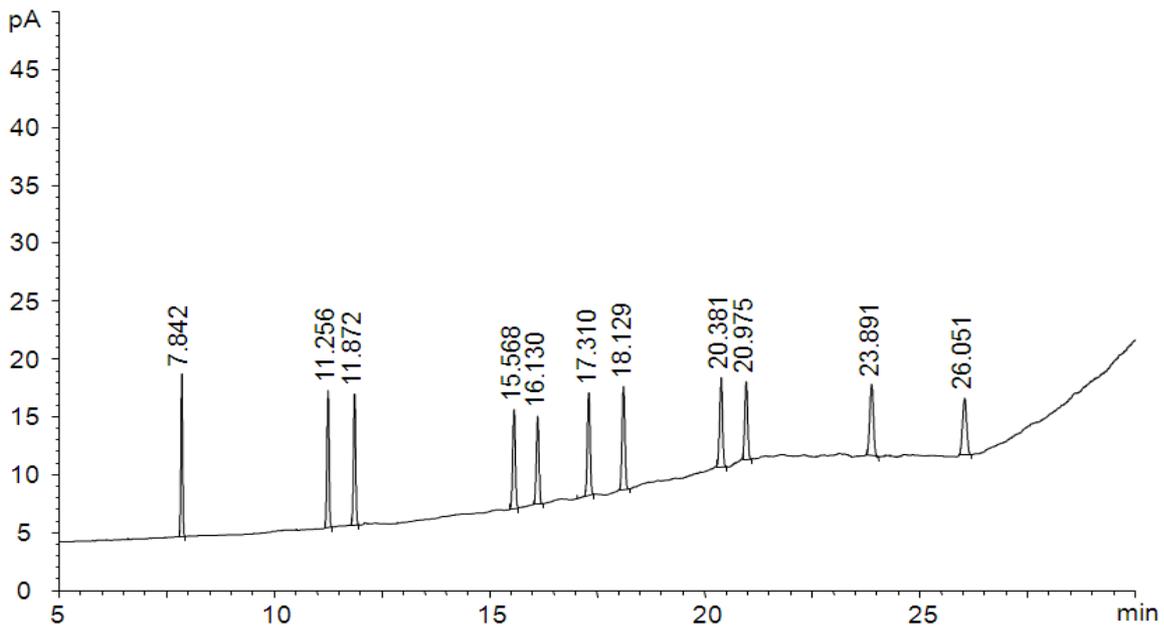


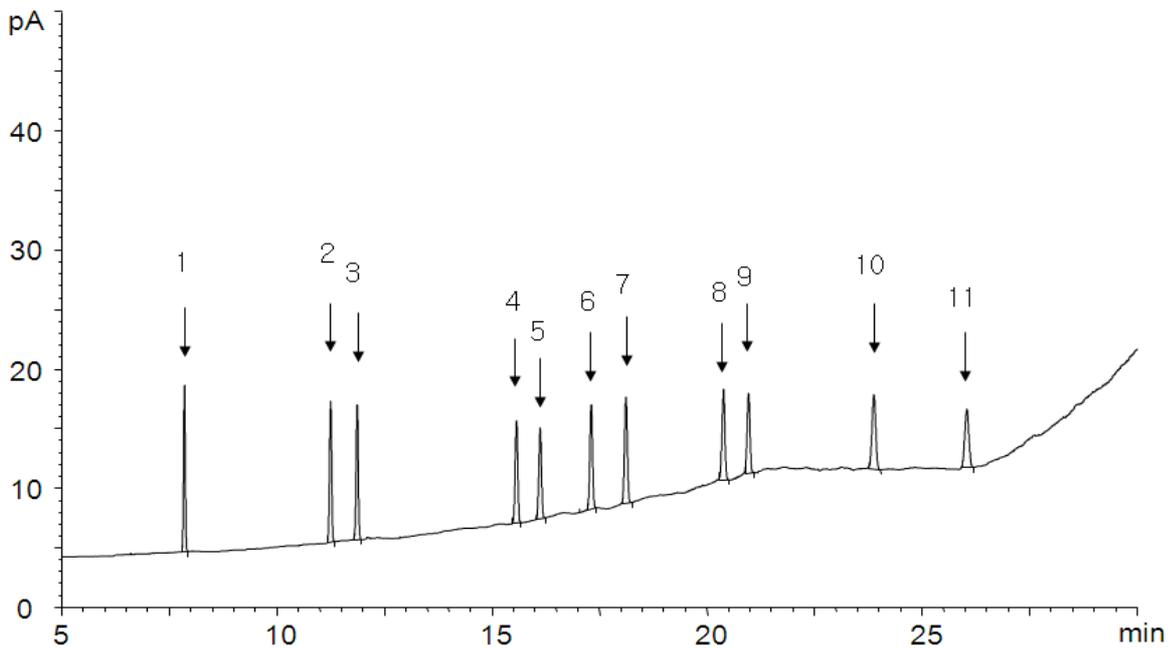
Fig. 23. GC chromatogram of volatile compounds in soybean sprout *cheonggukjang* fermented at 40°C for 72 hours by soaking of 5 hours and addition of *Asp. oryzae* and steam pressure

### (3) 수침과 발효조건에 따른 지방산 분석

수침조건별 스팀으로 제조한 나물콩 청국장의 지방산 조성은 Table 77~78과 같고, 수침조건별 *Asp. oryzae*와 *B. subtilis*를 첨가시켜 제조한 나물콩 청국장의 지방산 조성은 Table 79~82에 나타내었다. 12처리의 나물콩 청국장에서 지방산 중 linoleic acid(18:2)가 48.0~55.8%로서 가장 많았으며, oleic acid(18:1), palmitic acid(16:0) 순으로 불포화지방산인 이들 세 지방산이 85% 이상을 차지하였다. 무수침와 5시간 수침하여 제조한 나물콩 청국장은 발효시간이 경과할수록 linoleic acid가 높았지만, 10시간, 20시간 침지하여 제조한 청국장은 발효 24시간째는 linoleic acid 함량이 높았지만, 발효시간이 경과할수록 함량이 급속히 낮아졌다. 주요 지방산으로는 linoleic acid, oleic acid, palmitic acid, stearic acid 순이었고, 주요 지방산 이외에도 myristic acid, arachidic acid, cis-11-eicosenoic acid, behenic acid는 미량 검출되었다. 이 등은 대두 청국장에서 중성지질, 당지질, 인지질 및 유리지방산으로 분획한 뒤 지방산 조성을 조사한 결과 중성지질에서는 linoleic acid와 oleic acid가 53.64 및 21.86%로서 주요 지방산이었으며, 당지질, 인지질 및 유리지방산에서는 linoleic acid가 각각 39.80, 46.07 및 55.81%, oleic acid가 각각 32.24, 31.71 및 19.50%로서 주요 지방산이었다고 보고하였다. Fig. 24는 지방산 standard의 chromatogram이고, Fig. 25는 20시간 수침 후 *B. subtilis*를 첨가해서 제조한 청국장의 발효 72시간의 chromatogram이다.

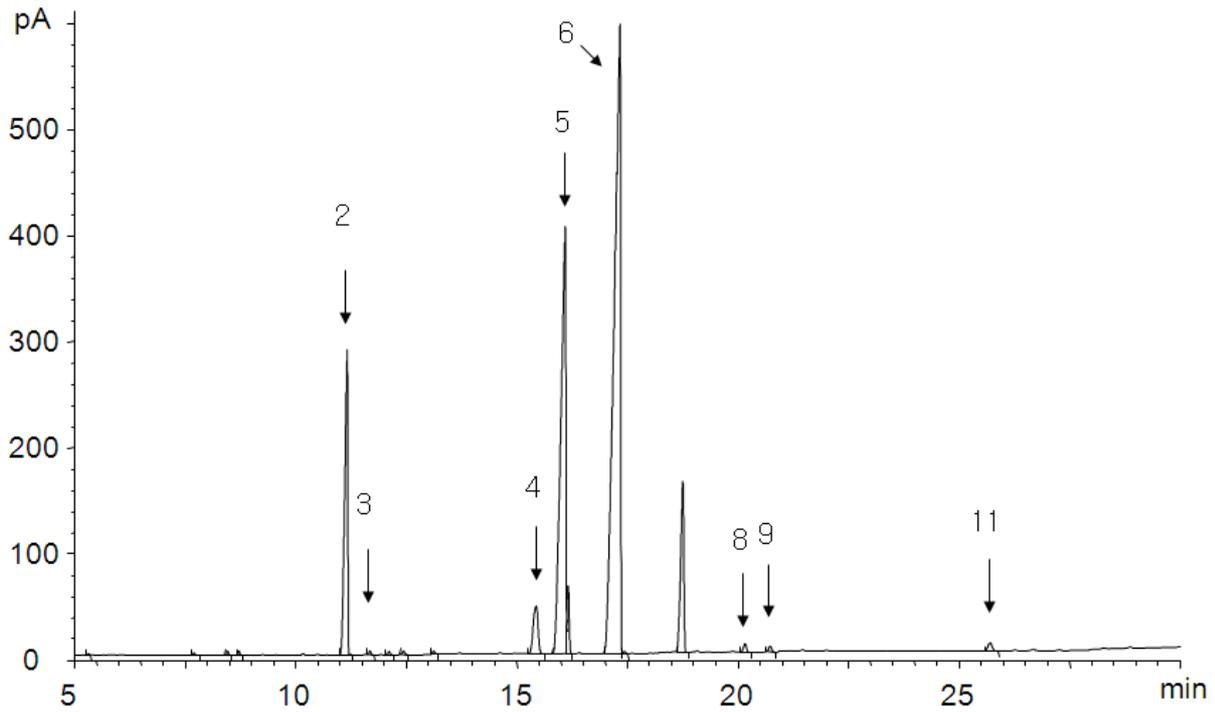


1. C14:0 (myristic acid), 2.C16:0(palmitic acid), 3. C16:1(palmitoleic acid), 4. C18:0(stearic acid),
5. C18:1(oleic acid), 6. C18:2(linoleic acid), 7. C18:3(linolenic acid), 8. C20:0(arachidic acid),
9. C20:1(cis-11-eicosenoic acid), 10. C20:4(arachidonic acid), 11. C22:0(behenic acid)



1. C14:0 (myristic acid), 2.C16:0(palmitic acid), 3. C16:1(palmitoleic acid), 4. C18:0(stearic acid),
5. C18:1(oleic acid), 6. C18:2(linoleic acid), 7. C18:3(linolenic acid), 8. C20:0(arachidic acid),
9. C20:1(cis-11-eicosenoic acid), 10. C20:4(arachidonic acid), 11. C22:0(behenic acid)

Fig. 24. GC chromatogram of fatty acid in standard



1. C14:0 (myristic acid), 2. C16:0 (palmitic acid), 3. C16:1 (palmitoleic acid), 4. C18:0 (stearic acid),  
 5. C18:1 (oleic acid), 6. C18:2 (linoleic acid), 7. C18:3 (linolenic acid), 8. C20:0 (arachidic acid),  
 9. C20:1 (cis-11-eicosenoic acid), 10. C20:4 (arachidonic acid), 11. C22:0 (behenic acid)

Fig. 25. GC chromatogram of fatty acid in soybean sprout *cheonggukjang* fermented at 40°C for 72 hours by soaking of 20 hours and addition of *B. subtilis* and steaming

Table 77. Change in fatty acid composition of soybean sprout *cheonggukjang* at aging with no-soaking and soaking of 5 hours by steaming

(unit :  $\mu\text{g/ml}$ )

Fatty acid	no-soaking			soaking of 5 hours		
	24	48	72	24	48	72
Myristic(14:0)	0.80	0.78	1.45	0.56	0.86	0.99
palmitic acid(16:0)	88.23	72.77	91.94	8.11	79.78	118.46
Palmitoleic acid(16:1)	1.04	0.94	1.75	1.83	0.95	1.33
stearic acid(18:0)	23.70	19.19	26.69	1.65	25.28	32.67
oleic acid(18:1)	184.95	181.32	210.75	12.15	190.67	294.74
Linoleic acid(18:2)	394.93	315.65	413.36	24.45	350.95	497.84
arachidic acid(20:0)	4.14	2.89	3.25	0.31	1.04	2.27
cis-11-eicosenoic acid(20:1)	5.91	3.06	2.80	1.45	2.04	2.78
behenic acid(22:0)	3.72	3.42	4.57	0.39	4.16	5.17

Table 78. Change in fatty acid composition of soybean sprout *cheonggukjang* at aging with soaking of 10 hours and soaking of 20 hours by steaming

(unit :  $\mu\text{g/ml}$ )

Fatty acid	soaking of 10 hours			soaking of 20 hours		
	24	48	72	24	48	72
Myristic(14:0)	0.53	0.59	0.50	4.57	1.62	1.28
palmitic acid(16:0)	49.40	57.58	37.07	351.69	131.40	110.51
Palmitoleic acid(16:1)	0.76	0.86	0.58	3.54	1.34	0.62
stearic acid(18:0)	15.32	16.14	10.37	92.38	35.16	30.26
oleic acid(18:1)	156.2	130.80	82.92	811.83	274.57	228.60
Linoleic acid(18:2)	221.70	276.02	175.02	1,565.00	590.71	165.61
arachidic acid(20:0)	2.44	2.17	1.74	11.03	3.96	1.84
cis-11-eicosenoic acid(20:1)	2.41	2.07	1.77	11.67	3.42	2.55
behenic acid(22:0)	3.48	3.09	2.04	13.68	5.58	3.46

Table 79. Changes in fatty acid composition of steaming soybean sprout *cheonggukjang* addition to *Asp.oryzae* and *B.subtlis* with no-soaking and steaming  
(unit :  $\mu\text{g/ml}$ )

Fatty acid	<i>Asp. oryzae</i>			<i>B. subtilis</i>		
	24	48	72	24	48	72
Myristic(14:0)	0.80	0.88	0.83	0.58	0.56	0.64
palmitic acid(16:0)	88.27	95.02	82.65	54.99	51.95	62.39
Palmitoleic acid(16:1)	1.06	1.10	1.07	0.80	0.85	0.85
stearic acid(18:0)	24.42	25.07	22.09	16.68	12.97	16.97
oleic acid(18:1)	183.11	187.99	185.54	134.99	166.37	148.28
Linoleic acid(18:2)	411.18	417.57	370.97	272.61	219.85	289.54
arachidic acid(20:0)	3.16	4.17	2.70	2.32	2.05	2.13
cis-11-eicosenoic acid(20:1)	3.24	4.90	2.41	2.67	2.64	2.11
behenic acid(22:0)	3.67	4.35	3.60	3.03	2.70	2.76

Table 80. Changes in fatty acid composition of steaming soybean sprout *cheonggukjang* addition to *Asp.oryzae* and *B.subtlis* with soaking of 5 hours and steaming  
(unit :  $\mu\text{g/ml}$ )

Fatty acid	<i>Asp. oryzae</i>			<i>B. subtilis</i>		
	24	48	72	24	48	72
Myristic(14:0)	0.69	1.24	1.89	0.85	1.38	0.58
palmitic acid(16:0)	72.81	140.53	272.52	66.83	174.58	34.84
Palmitoleic acid(16:1)	0.92	1.63	2.65	0.85	2.13	0.56
stearic acid(18:0)	20.85	43.52	74.30	20.77	50.71	10.02
oleic acid(18:1)	178.90	420.05	729.88	191.14	587.47	76.91
Linoleic acid(18:2)	320.79	607.11	1,095.97	269.22	694.92	141.91
arachidic acid(20:0)	0.50	2.67	5.02	1.22	3.35	0.49
cis-11-eicosenoic acid(20:1)	1.22	3.61	5.17	2.66	3.21	4.39
behenic acid(22:0)	3.59	7.22	2.10	3.56	8.85	1.66

Table 81. Changes in fatty acid composition of steaming soybean sprout *cheonggukjang* addition to *Asp.oryzae* and *B.subtlis* with soaking of 10 hours and steaming  
(unit :  $\mu\text{g/ml}$ )

Fatty acid	<i>Asp. oryzae</i>			<i>B. subtilis</i>		
	24	48	72	24	48	72
Myristic(14:0)	0.67	0.99	0.70	0.73	0.64	0.99
palmitic acid(16:0)	60.56	112.25	72.01	79.10	71.37	100.57
Palmitoleic acid(16:1)	0.83	1.31	0.89	1.07	0.97	1.21
stearic acid(18:0)	17.07	29.87	19.75	23.92	18.70	126.01
oleic acid(18:1)	126.38	243.18	134.13	217.81	181.54	216.64
Linoleic acid(18:2)	296.29	494.08	331.62	332.10	314.75	443.65
arachidic acid(20:0)	2.31	4.08	2.77	2.92	2.55	3.16
cis-11-eicosenoic acid(20:1)	2.32	14.65	3.10	2.79	2.65	2.82
behenic acid(22:0)	2.95	4.75	2.95	3.87	3.42	4.27

Table 82. Changes in fatty acid composition of steaming soybean sprout *cheonggukjang* addition to *Asp.oryzae* and *B.subtlis* with soaking of 20 hours and steaming  
(unit :  $\mu\text{g/ml}$ )

Fatty acid	<i>Asp. oryzae</i>			<i>B. subtilis</i>		
	24	48	72	24	48	72
Myristic(14:0)	0.28	1.62	1.64	1.70	1.84	1.85
palmitic acid(16:0)	0.51	142.08	125.65	117.38	145.68	129.02
Palmitoleic acid(16:1)	0.26	1.57	1.43	1.31	1.69	1.35
stearic acid(18:0)	0.26	36.60	32.14	32.35	38.03	33.77
oleic acid(18:1)	0.26	312.51	359.24	291.05	434.14	250.46
Linoleic acid(18:2)	0.26	633.79	536.25	515.85	614.05	598.48
arachidic acid(20:0)	0.26	4.48	4.03	3.73	4.69	3.85
cis-11-eicosenoic acid(20:1)	0.26	4.18	3.99	3.36	4.54	3.59
behenic acid(22:0)	0.26	6.20	5.99	5.10	7.19	5.34

#### 4. 결과요약

국산 나물콩은 주로 콩나물 생산용으로 이용되고 있지만 생산수율이 낮고 생산된 콩나물의 작업에 흑반이 많이 형성되어 이용도가 낮으므로 메주 및 청국장으로의 제조공정 개발 및 가공 적성 검토를 통해 소비를 촉진코자 한다.

1. 나물콩을 5시간 침지한 후 스팀방식으로 콩을 찐 후 메주로 제조하면, 기존방식의 가압 방식보다 시간도 4시간 이상 단축시킬 수 있고, 외관 및 품질도 우수한 메주가 될 수 있다.

2. 최적 수침과 증자방법으로 도출된 나물콩을 5시간 침지하여 스팀방식으로 삶은 후 종균 (*Asp. oryzae*) 1%를 첨가하고, 초과직경을 20mm로 하여 메주제조시 외관과 품질이 우수한 메주가 될 수 있고, 장류가공 이용시에도 상품성이 될 수 있는 가능성이 있다. 또한 간장제조시 무침지하거나 5시간정도 침지하여 스팀방식으로 간장을 담그면 영양학적인 면에서 우수한 간장이 될 수 있으며, 된장의 경우는 침지방식에서는 무침지와 5시간 침지하는 것이 좋고, 증자방식에서는 스팀방식으로 제조한 된장에서 간장에 비해 칼슘과 마그네슘 함량이 높아 기능성 향상과 함께 상품성 있는 된장이 될 수 있다.

3. 나물콩 메주 제조시 종균을 접종하지 않는 전통적인 방법보다 *Asp. oryzae*를 첨가하여 제조하는 것이 영양적인 면에서도 우수하고, 특유의 구수한 맛이 나며, 종균첨가량은 1% 정도가 우수하다.

4. 발효방법별 40°C, 45°C에서 제조한 메주의 일반성분과 일반적특성은 온도가 높을수록 수분 함량은 적게 나타난 반면, 조단백질, 조지방, 조회분함량은 약간 높게 나타났다. 일반적 특성인 pH, 수분활성도, 적정산도, 아미노태질소는 온도가 높을수록 pH는 높아지고, 수분활성도는 낮아졌다. 특히 적정산도는 온도가 높으면 전혀 검출되지 않았다. 그리고 아미노태질소는 *Asp. oryzae*를 첨가해서 발효시킨 메주는 낮은 반면, 전통적인 방법과 *B. subtilis* 첨가 메주는 약간 높았다.

5. 발효온도가 높을수록 무기성분 함량이 낮게 나타났고 *B.subtilis*를 첨가해서 40°C에서 발효시킨 메주가 우수하였다.

6. 나물콩 청국장 제조시 무침지보다 5시간 침지하여 스팀방식으로 제조할 시 색이 우수하고 냄새를 줄일 수 있으므로 증자방식을 통한 냄새가 덜한 청국장 제조 가능성이 보였다.

7. 나물콩을 5시간 침지하여 스팀방식으로 삶은 후 종균(*B. subtilis*) 1%를 첨가하여 청국장 제조시 종균을 첨가하지 않은 전통방식보다 균사생장도 많고, 청국장 표면색도 어두운 색이 띄지 않으며, 구수한 청국장이 될 수 있다.

8. 나물콩청국장의 발효시간별 무기성분 함량을 보면, 종균첨가량에 따라 무기성분 총 함량이 발효기간에 따라서 증가하는 것으로 나타났다. 발효 기간동안 K함량이 가장 많이 함유되어 있었으며, 전통적인 방법으로 제조한 청국장 또한 종균첨가하여 제조한 청국장보다 더 높은 함량을 나타내었다.

9. 나물콩 청국장의 아미노산은 총 17종이고, *Asp. oryzae*보다 *B. subtilis*가 유리아미노산 함량이 더 높게 나타났고, 종균종류, 종균 첨가농도 그리고 발효시간에 관계없이 glutamic acid 함량이 가장 많았다.

10. 재래방법으로 발효시킨 청국장, *B. subtilis*를 첨가시켜 제조한 청국장, *Asp. oryzae*를 첨가시켜 제조한 청국장에 대해 GC-MIS에 의한 청국장에 존재하는 균주 동정 결과, 재래방법으로 제조한 청국장과 *B. subtilis*를 접종시킨 청국장은 *B. subtilis*로 동정이 되었고, *Asp. oryzae*를 접종시킨 청국장은 *B. atrophaeus*로 동정이 되었다.

11. 나물콩을 5시간 수침시킨 후 스팀으로 찌서 40℃에서 발효방법을 달리하여 제조한 청국장을 발효시간별 휘발성분을 Head space법으로 추출하고 GC 및 GC-MS에 의하여 분리·동정한 결과, 발효조건을 달리한 청국장의 휘발성분은 2,5-dimethyl pyrazine, trimethyl pyrazin 및 benzaldehyde를 포함한 19종류의 휘발성 화합물이 동정되었다. 이들 중 2,5-dimethyl pyrazine, trimethyl pyrazin 및 tetramethyl pyrazine은 청국장 특유의 냄새로서 발효 72시간에 휘발성분이 검출되었다.

12. 수침조건별 *Asp. oryzae*와 *B. subtilis*를 첨가시켜 제조한 나물콩 청국장의 지방산 조성은 12처리의 나물콩 청국장에서 지방산 중 linoleic acid(18:2)가 48.0~55.8%로서 가장 많았으며, oleic acid(18:1), palmitic acid(16:0) 순으로 불포화지방산인 이들 3가지 지방산이 85%이상을 차지하였다.

## 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

### 제 1 절 목표 달성도

#### 1. 생산포 조사 및 흑반병 방제법 개발

나물콩 생산포 병해충조사 및 흑반병 친환경방제 기술개발과제에서 이루고자하는 목표는 ① 저 품질 나물콩이 생산되는 원인을 나물콩 생산포에서부터 나물콩을 가해하는 병해충을 조사하여 관련성을 규명하고 ② 콩나물 생산에 문제가 되는 흑반을 방제하기위해 인체에 무해한 수준으로 키토산, 에탄올, NaOCl을 처리하여 친환경적으로 방제하는 방법을 설정하는 것이다. 또한 ③ 콩나물 재배에서 품질에 영향을 미칠 수 있는 저 품질 나물콩을 염수선에 의한 제거 방법을 사용하여 효과적인 선별로 생산된 콩나물 품질을 높일 수 있게 하는 데 있다.

연구를 통해 도출된 결과로는 ① 저 품질 나물콩이 생산되는 원인으로 톱다리개미허리노린재에 의한 피해 증상인 콩나물의 검은무늬괴사(CBD)를 국내에서 처음으로 시험연구결과를 학회에 보고하였다. 또한 종피의 색깔과 형태에 따라서 주로 관찰할 수 있는 8종의 비정상립을 구별하여 콩나물을 재배한 결과 검은 썩음(Br)과 종피흑반(Scb), 종피 쭈그러짐(Ws)이 있는 종자는 자엽에 검은 반점이 생기는 것이 확인되었으며 하배축의 길이가 1cm미만으로 종피균열(Scf), 또는 미숙립(Us)은 발아하지 않았으며 종피갈색(Bsc)이나 갈색 배꼽(Bh)은 정상 개체보다 생육이 좋지 않았지만 품질 면에서는 상품으로 인정되었다. ② 콩나물 생산에 문제가 되는 흑반(BM)의 친환경적으로 방제하는 방법 설정을 위하여 키토산, 에탄올, NaOCl에 의한 방제를 수행한 결과 NaOCl 소독이 가장 효과적이었고 콩나물 생육에 전혀 이상이 없었다. 이는 생산포에서 생긴 여러 종류의 나물콩 피해립이 정상적으로는 생장이 불가능하지만 콩나물 생산시 정상적으로 성장하는 콩나물에 피해립에 묻어 있던 각종 미생물에 의해 2차 피해를 받을 수 있는 위험성을 경감시킬 수 있는데 의미가 크다고 사료되며 또한 나물콩 자체를 살균하여 좀 더 위생적으로 콩나물을 생산할 수 있게 하는 방법이 개발되었다고 할 수 있다. ③ 저 품질 나물콩을 염수선에 의한 제거방법은 기존에 시행하던 15% 정도의 소금물 농도를 25%로 높이면 선별된 나물콩에서 자주 관찰되는 8종의 비정상적인 나물콩 종자를 효율적으로 제거할 수 있는 결과를 도출하였다. 특히 콩나물재배시 종피가 깨진 종자를 대부분 제거할 수 있었는데 이 종자가 콩나물 재배시 혼입되면 발아를 하지 않고 내부에 괴사조직이 생겨 미생물(세균)의 번식처가 될 수 있을 뿐 아니라 다른 정상적인 콩나물에 2차적인 영향을 줄 수 있다. 본 연구에서는 소금물 농도를 25%로 높여 종피가 깨진 종자를 대부분 제거할 수 있는 방법을 개선하였다.

#### 2. 국산 콩나물 생산성 향상

국산 콩나물 생산성 향상에서 개발하고자 하는 기술 내용은 ① 원료콩의 정선 전후 상태, 생산수율 조사 및 최적 정선방법 도출하고, ② 저장방법에 따른 기초자료 및 발아율 조사하며,

③ 저수조의 형태와 크기에 따른 수온변화 조사와 관수방법과 재배밀도별 재배실의 온도와 품온 변화를 조사하며, ④ 원료콩의 정선과 저장 및 시설운용과 관련된 생산수율 향상방법을 모색하여 상기 시험결과를 이용한 재배방법 개선이 궁극적 목표이다.

연구를 통하여 도출된 결과로는 ① 정선전의 원료콩에서는 정선 후인 입고 원료콩에 비해 상품성을 결정하는 요인인 콩나물의 균일성에 큰 차이를 보였으며, 콩나물의 품질과 생산수율을 떨어뜨리는 요인으로 작용하는 해충가해립, 이병립, 물리적 손상립, 미성숙립, 극소립, 타품종 및 이물질 등이 많이 포함되어 있었다. 따라서 콩나물의 생산수율을 향상시키면서도 노동력 투입을 줄이기 위한 콩나물 자엽의 흑반발생을 줄일 수 있는 중립종자는 비율도 가장 많고 불량종자 및 이물질의 혼입도 가장 적어 콩나물용으로 가장 적합한 것으로 판단된다. 그러나 중립종자는 이병립, 타품종, 미숙립 종자가 혼입될 수 있기 때문에 대단위 정선이 이루어지는 곳에서는 이를 제거하기 위한 정선기술이 적용되는 것이 가장 효과적일 것으로 사료된다. ② 단명종자인 콩 종자는 저장기간이 길어질수록 발아정도와 하배축과 뿌리 길이는 감소하는 경향을 보이며 흑반발생 비율은 증가하였으나 저온저장시 실온저장에 비해 생산수율도 높고 흑반발생 정도도 적게 조사되었다. 또한 실내에 종자를 저장할 경우 춘분, 하지 및 추분에는 공기의 이동이 외부와 차단될 뿐만 아니라 종자의 호흡 등으로 인한 온도가 더욱 상승하였고 이러한 온도 변화로 인해 종자의 수분함량도 큰 폭으로 변화하였다. ③ 대기온도가 높은 여름에는 지하에 매몰된 콘크리트 수조보다 플라스틱 수조의 수온이 높아 최고온도는 플라스틱 수조 1개를 이용할 경우 26℃ 정도로 조사된 반면, 동지에서는 최저온도로 플라스틱 수조 1개 이용시 12℃ 로 조사되었다. 재배실의 온도는 플라스틱 재배통과 재배기내의 품온 모두 재배실의 대기온도보다 최고 2.5℃ 정도보다 높았으며 상면살수 방식의 품온은 재배 2일차 이후부터 하면담수 방식의 대형재배기보다 높은 것을 조사되었다. ④ 종자를 저온저장시 2년을 경과하지 않는 원료콩 사용시 상품성 및 생산수율 등에 큰 차이는 없었으나 실온저장시 저장기간이 길어질수록 발아율뿐만 아니라 생산수율 및 흑반발생 비율 등의 현저한 차이를 보이는 것으로 조사되었으며, 종자의 수침시 건열소독 보다 상품화가 가능한 A + B급의 비율이 높고 흑반발생 비율도 낮은 것으로 조사되었다. 또한 관수 온도를 계속고온과 고온에서 저온시보다 저온에서 고온의 변화를 준 경우 발아율과 생산수율은 낮았으나 세균형성 비율과 세균수 및 흑반발생 비율이 낮게 조사되었으며, 하면담수 방식 재배시 관수중 aeration 의한 세균수와 생산수율은 차이를 보이지 않았으나 흑반발생 비율은 낮게 조사되었다. 따라서 본 과제의 국산 콩나물 생산성 향상에서는 이와 같은 목표에 준하는 결과를 확보하였다. 계속적인 연구를 통하여 보다 개선시켜야 할 부분도 있으나 전체적으로는 연구계획 단계에서 설정한 목표를 완성한 것으로 평가할 수 있다.

### 3. 국산 나물콩의 이용증진 기술개발

국산 나물콩은 주로 콩나물 생산용으로 이용되고 있지만 생산수율이 낮은 나물콩을 이용하여 메주 및 청국장등의 제조공정 개발 및 가공적성 검토를 통해 농가소득 증대 및 소비를 촉진

시키고자 하며, 본 과제에서 이루고자 하는 목표는 메주 제조공정 개발에서 최적의 수침, 증자, 파쇄, 종균배양, 발효온도 조건을 검토하고, 장류를 제조하여 품질특성을 살피고, 청국장 제조 공정 개발에서 최적의 수침, 증자, 종균배양, 발효조건을 검토하고 발효조건에 따른 우수한 균주 선발, 그리고 냄새가 덜한 청국장 제조를 위해 향기분석, 영양성 있는 청국장제조를 위한 지방산분석을 통해 산업화할 수 있는 제조공정 개발을 도출하고자 한다.

연구를 통하여 도출된 결과로는 최적 수침과 증자방법으로 도출된 나물콩을 5시간 침지하여 스팀방식으로 삶은 후 종균(*Asp. oryzae*) 1%를 첨가하고, 초퍼직경을 20mm로 하여 메주제조시 외관과 품질이 우수한 메주가 될 수 있고, 장류가공 이용시에도 상품성이 될 수 있는 가능성이 있다. 우수한 청국장 제조는 나물콩을 5시간 침지하여 스팀방식으로 삶은 후 종균(*B. subtilis*) 1%를 첨가하여 청국장 제조시 종균을 첨가하지 않은 전통방식보다 균사생장도 많고, 청국장 표면색도 어두운 색이 띄지 않으며, 구수한 청국장이 될 수 있고, 색상이 우수하고 냄새를 줄일 수 있고, 또한 청국장을 제조하는 과정에서 일반적으로 삶는 방법을 개선한 증기를 이용하여 쪄내는 방식을 도입할 경우 시간단축(6시간)과 함께 청국장에 함유된 리놀렌산이 가열로 삶아서 만든 청국장보다 49%가 많았으며, 필수아미노산 함량도 21% 증가하였다.따라서 나물콩의 부가가치를 높이고 가공상품화 함으로써 소비를 촉진시키고 농가소득증대에도 기여할 수 있다.

## 제 2 절 관련분야 기여도

### 1. 생산포 조사 및 흑반병 방제법 개발

연구를 통해 도출된 결과로 흑반증상(CBS)의 원인규명에서 그 특성을 조사한 것과 톱다리 개미허리노린재에 의한 나물콩 자엽증상은 나물콩 생산포에서부터 병해나 충해의 철저한 방제로 해결할 수 있다는 결과를 도출하였다. 이는 나물콩 피해립의 정선과정을 거처도 상당량 혼입된다는 의미이며 현재 국내의 콩나물 생산 체계를 감안하면 저 품질 나물콩이 그대로 혼입되어 병해 및 흑반발생을 조장한다는 것이다. 본 연구는 기존의 연구와는 시각을 달리하여 나물콩 품질에 영향을 미치고 주로 많이 관찰되는 저 품질 나물콩을 8종으로 세세하게 구분하여 각각의 특징과 콩나물로 재배하였을 때 증상을 소개함으로써 나물콩 생산연구에 기초를 제공하였으며 후속연구를 위한 자료로 활용할 수 있다.

NaOCl을 이용한 나물콩 소독은 정상 나물콩과 저 품질 나물콩의 표면에 존재하는 미생물에 강력한 살균을 가지고 있는 것으로 나타났으며 콩나물 생산에도 아무런 영향을 주지 않는 결과가 나타났다. 또한 NaOCl은 일반적으로 쉽게 구할 수 있고 가격도 비교적 저렴하여 콩나물 재배농가에서 나물콩 살균용으로 상용적으로 이용할 수 있을 것이다.

저 품질 나물콩을 염수선에 의한 제거방법은 기존에 시행하던 15% 정도의 소금물 농도를 25%로 높이면 선별된 나물콩에서 자주 관찰되는 8종의 비정상적인 나물콩 종자를 효율적으로 제거할 수 있는 결과를 도출하였다. 특히 가장 높은 검출 빈도를 가지고 있는 종피균열 중

자를 대부분 제거할 수 있는 결과가 나타났으며 이는 콩나물 재배시 혼입되면 다른 정상적인 콩나물에 지대한 영향을 줄 수 있는 위험성을 경감 시키는데 큰 역할을 하였다고 할 수 있다.

## 2. 국산 콩나물 생산성 향상

본 연구를 통하여 정선 부실로 인한 종자의 균일도와 종자상태가 국산 콩나물의 상품성을 떨어뜨리고 생산수율을 감소시키는 결정적인 요인인 것과 콩나물 원료콩을 저온저장고에 저장 시 생산수율이 높고 흑반발생 비율이 낮게 나타나며 저장방법에 따른 온도 변화로 인해 종자의 수분함량도 큰 폭으로 변화하는 것을 확인할 수 있었으며, 저수조의 형태 즉 지하에 매몰된 콘크리트 수조에서 수온이 외부의 온도에 영향을 덜 받는 것으로 조사되고, 상면살수 방식에서 다량 재배기인 하면담수 방식보다 품온이 높은 것으로 조사 보고함으로서 이에 대한 기초자료로서의 활용할 수 있다.

고성능 종자선별기로 정선후 저온저장고에 보관한 원료콩으로 수침을 통한 최적의 온도에서 하면담수 방식을 통한 생산수율 향상과 흑반발생의 경감에 영향을 주는 것으로 조사되어 최적 재배방법을 설정할 수 있었다. 또한 재배과정 중 관수온도의 변화를 통한 재배사 온도의 변화와 aeration 공급 등의 친환경적 재배방법의 개선을 통해 세균발생과 흑반발생의 경감하는 것을 관찰하여 생산업체에서 이에 대한 활용도 가능할 것이다.

## 3. 국산 나물콩의 이용증진 기술개발

생산수율이 낮은 나물콩을 이용하여 메주 및 청국장으로의 장류가공 상품화 및 제조시간을 단축시킬 수 있는 제조공정과 영양가가 높은 장류가공상품을 도출하였다. 나물콩을 5시간 침지한 후 스팀방식으로 콩을 찢 후 메주로 제조하면, 기존방식의 가압방식보다 시간도 6시간 이상 단축시킬 수 있고, 외관 및 품질도 우수한 메주가 될 수 있다. 간장제조시 무침지하거나 5시간 정도 침지하여 스팀방식으로 간장을 담그면 영양학적인 면에서 우수한 간장이 될 수 있으며, 된장의 경우는 침지방식에서는 무침지와 5시간 침지하는 것이 좋고, 증자방식에서는 스팀방식으로 제조한 된장에서 간장에 비해 칼슘과 마그네슘 함량이 높아 기능성 향상과 함께 상품성 있는 된장이 될 수 있다. 나물콩 청국장 제조시 5시간 침지하여 스팀방식으로 콩을 찢 후 청국장으로 제조할 시 색상이 우수하고 냄새를 줄일 수 있다. 냄새가 적은 청국장을 제조하기 위해서는 *B. subtilis*를 종균으로 첨가해서 제조하는 것이 냄새가 덜한 청국장을 제조할 수 있다.

메주와 청국장제조를 위한 제조공정개발은 기술이전 협의 중이며, 가공상품은 추진중에 있다.

## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

### 제 1 절 추가연구의 필요성

국산 콩나물의 생산수율 향상과 흑반발생 경감에 관한 시험은 상면살수기 2대와 하면담수기 14대가 설치된 초록빛 마을에서 수행되었다. 이러한 재배기 대수는 연구기관 또는 대학에서 이용 가능한 것보다 많은 편이다. 그런 이러한 시설을 전부 동원 가동한다고하여도 관수방식을 결정하는데에는 한계가 있었다. 따라서 개별적인 조작이 가능한 시설을 만들어 동시에 시험이 이루어 질 수 있도록 하여야 효과적인 결론을 유도할 수 있을 것으로 판단된다. 추후 충분한 지원으로 갖추어 관수방식에 관한 정밀한 시험이 원활히 진행되었으면 한다.

### 제 2 절 타 사업에의 응용

본 과제에서 도출된 연구결과는 생산업체, 연구기관 등 다양한 분야에 바로 이용되거나 응용될 수 있을 것이다. 그러나 크게는 아래 분야에 바로 적용될 수 있을 것으로 평가된다.

**1. 콩나물 생산회사 :** 우리나라에서 오래전부터 주요 식품으로 애용되고 있는 콩나물은 최근의 광우병 등의 가축의 질병으로 인한 동물성 영양급원을 대체할 수 있는 식품으로써 국산 콩나물의 소비가 증가하면서 콩나물에 대한 소비자의 관심은 식품으로서의 안정성에 모아지면서 정부에서는 친환경농산물로서 무농약콩나물 인증제도를 시행하여 국산 나물콩의 소비를 촉진하고 있다. 이러한 여건으로 인해 국산 나물콩을 이용한 국산 콩나물을 생산에 있어 원료콩의 품질로 인한 생산수율 저조와 자엽에 흑반발생의 문제점에 노출되어 있다. 이와 더불어 콩나물 생산업체는 투입시설비가 적은 버섯재배사를 개조한 재배실, 수온이 계절과 함께 변화되는 지상설치 플라스틱 수조통 등 재배시설도 현저한 차이를 보인다. 그러므로 국산 콩나물 생산에서 노출되는 생산수율 저조와 흑반발생을 억제하기 위한 기술은 공장에 따라 달리 개발되어야만 한다. 현재 대부분의 콩나물 생산업체는 아주 영세하기 때문에 기술개발에 대한 여력이 없는 실정이다. 따라서 공익적 이득을 추구하는 기관 또는 단체에서 이러한 문제점을 해결하기 위한 기술을 개발하여 영세성을 벗어나지 못하고 있는 생산업체에 제공하는 것이 해결의 한 방법이라 할 수 있다. 생산수율 저조와 흑반발생은 흑반의 원인규명, 원료콩의 정선과 시설운용의 기초조사를 통한 재배방법의 개선방법과 품질이 낮은 국산 나물콩의 가공 기술의 제시로 제각각인 콩나물 생산업체에 바로 적용될 수 있을 것이다. 이와 더불어 이상의 연구결과를 통한 콩나물과 유사한 숙주나물 생산에 적용하여 기술개발이 가능할 것으로 예측되기 때문에 숙주나물 생산업체에서도 이용 가능한 것으로 평가될 수 있다.

**2. 시험연구기관 :** 콩나물에 대한 연구결과는 전반적으로 미비하고 특히, 국산 나물콩에 대한 연구결과는 더욱 미비하여 국산 나물콩의 실태조사와 시설운용의 기초자료 활용으로 인한 저장과 정

선기술 개발이 효율적으로 진행될 수 있을 것이다. 이와 더불어 흑반증상(CBS)의 원인규명과 톱다리개미허리노린재에 의한 나물콩 자엽증상은 나물콩 생산포에서부터 병해나 충해의 철저한 방제로 해결할 수 있다는 결과를 도출하였고 NaOCl을 이용한 나물콩 소독 방법이 확립되었다. 따라서 이를 이용하여 시험연구기관 또는 규모가 큰 업체에서 추가적인 연구를 수행할 때에 연구의 효율화뿐만 아니라 더욱 개선된 방법을 도출하는데 도움이 될 수 있을 것이다.

### 제 3 절 기업화 추진방향

본 과제의 총괄책임자는 폐교를 임대하여 초록빛마을 (사업자 등록번호 : 613-90-55942)을 설립한 후에 친환경 무농약콩나물 인증마크를 획득 (국립농산물품질관리원 제 17-06-3-01호)하여 “빛먹은 콩나물 (상표등록 출원번호 : 40-2000-37724)”을 생산·판매하고 있다. 이상의 시험을 통하여 도출된 연구결과는 기존의 재배기술을 한층 개선하였으며, 일한 개선된 기술은 본 과제를 원활히 수행할 수 있도록 지원층한 협력업체 초록빛마을에서 상품생산에 활용하고 있다.

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

### 나물콩 생산포 병해충조사 및 흑반병 친환경방제 기술개발

나물콩을 발아시켜 하배축을 식용으로 하는 민족은 우리나라와 일본 정도이며 국외의 경우 식용으로 콩나물을 재배하지 않기 때문에 콩나물 부패방지에 관련한 연구는 주로 우리나라에서 주도적으로 이루어지고 있다. 국외의 관심 분야는 알파파 무 등의 새싹채소를 식용으로 사용하기 때문에 주로 식중독 관련 세균분포 여부 및 오염원을 추적 및 유입차단을 시도하는 연구가 이루어지고 있다. 기주 식물에 일차적으로 발병할 수 있는 식물 병원균의 감염·발병에 의하여 기타 Food-borne 미생물의 서식에 도움을 주는 연구결과는 크게 참고 되어야 할 것이다. Fett & Cook(2003)은 숙주나물 표면에 부착하는 미생물로부터 분비된 물질이 엉키어져 형성된 Biofilm이 분포하는데 주로 세균 및 효모가 존재하며 물 세척이나 화학적인 처리제로는 제거되지 않는 특성이 있으며, 때로는 식물 또는 인간에 대한 병원성세균으로 우점하여 유통중 콩나물의 안전성에 영향을 줄 수도 있다는 것이다. 세균은 산도가 낮은 환경에는 생존하지 못하기 때문에 초산 발효세균을 이용한 경쟁적 억제방법을 도입하기 위한 연구가 진행되고 있다.

### 국산 콩나물의 생산성 향상

콩나물은 해외의 일부 국가에서 샐러드용 등 극히 제한적으로 사용하고 있을 뿐이며 대부분 우리나라에서 이용되고 있다. 이러한 이용량과 빈도 때문에 콩나물에 대한 연구도 해외보다는 우리나라에서 주로 이루어지고 있다. 외국에서는 재배용 종자의 저장에 관한 기초 연구가 일부 수행되어 보고되고 있으나 본 소과제에서 추구하는 콩나물용 원료콩의 저장, 재배방법 및 저수조의 개선에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

### 국산 콩나물의 이용증진 기술개발

본 과제에서 수행하는 나물콩의 가공에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

## 제 7 장 참고문헌

### • 생산포 조사 및 흑반병 방제법 개발

Felt, W. F. and Cook, P. 2003. Native Biofilms Mungbean sprout. CAN. J. MICROBIOL. 49:45-50.

Kim, Y. K., Ryu, J. K., Ryu, J. D., Lee, S. Y. and Lee, S. D. 2002. Soybean sprout rot caused by *Collectotrichum* species. *Res. Plant Disease*. 8(3):175-178.

Park, E. H. and Choi, Y. S. 1995. Selection of useful chemicals reducing soybean sprout rot. *Korean Journal of Crop Science*. 40(4):487-493

Park, J. C., Song, W. Y., and Kim, H. M., 1997a. Occurrence of soft rot soybean sprout caused by *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*.. *Korean J. Plant Pathol*. 13(1):13-17.

Park, W. M., Pyun, C. W. and Kim, J. H. 1997b. Bacterial rot of soybean sprout caused by saprophytic *Pseudomonas putida* biovar. A and control by acidity of water. *Korean J. Plant Pathol*. 13(5):304-310.

### • 국산 나물콩 생산성 향상

배경근, 남승우, 김경남, 신상진, 황영현. 2002. 침지조건에 따른 콩 종실의 수분흡수율 및 발아 특성. *韓作誌*. 47(3):244-249.

배경근, 여익현, 황영현. 1999. 수주방식에 따른 우수콩나물 재배기술. *韓콩研誌*. 16(2):57-63.

호남농업연구소. 2007. 국산나물콩의 경쟁력 강화를 위한 품질향상 방안 심포지엄. 농촌진흥청 작물과학원.

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

최상도, 김윤희, 남상해, 손미예. 2002. 국산 한약재 추출물로 재배한 콩나물의 생육특성. *한국식품저장유통학회지* 9(2):168-173.

최연식, 박의호. 1996. 식품첨가제 처리가 콩나물의 부패방지와 생육에 미치는 영향. *韓콩研誌*. 13(1):1-6.

한성수, 임요섭, 정재훈. 1996. 유기 게르마늄 수용액으로 재배된 콩나물의 생육특성과 게르마늄 흡수량. 한국응용생명화학지 39:39-43.

(주)좋은인상, 강진호. 2001. 컨베이어 라인을 이용한 종자 광 처리 시스템. 실용신안 제 0260123호, 특허청.

강충길, 윤도원, 김영구, 최형태. 1996. 콩나물의 세균발생억제 및 성장촉진을 위한 benzyladenine의 적정농도 및 침지시간 구명. 韓園誌. 37(6):773-776.

강충길, 이정명, 坂齊. 1989a. 성장조절물질 처리가 콩나물의 생육 및 세균발생에 미치는 영향. I. 성장조절물질의 단용 및 혼용처리가 콩나물의 생육에 미치는 영향. 한국잡초학회지 9(1):56-68.

강충길, 이강철, 박영선. 1989b. 성장조절물질 처리가 콩나물의 생육 및 세균발생에 미치는 영향. III. 성장조절물질 처리가 콩나물의 뿌리원기, 세균발생, 수분보유력 및 ABA 함량에 미치는 효과. 한국잡초학회지 9(2):97-102.

강충길, 김영구. 1997. 식물생장조절제 처리가 콩나물의 생육에 미치는 영향. 韓園誌. 38(2):103-106.

김동연, 서인숙, 이종욱. 1988. 대두의 수화속도에 미치는 침지온도의 영향. 한국농화학회지 31(1):46-51.

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. Korean J. Crop Sci. 47(4):292-296.

Kang, J.H., A.J. Park, B.S. Jeon, S.Y. Yoon, and S.W. Lee. 2003. Effect of fluorescent light treatment during imbibition and culture on growth of soybean sprouts. Korean J. Crop Sci. 48(4):292-296.

강진호, 전병삼, 박아정, 송경아. 2003a. 빛, 초저 BA 및 식품첨가물을 처리를 통해 재배한 청정콩나물 및 그 재배방법. 특허 제 0382558호, 특허청.

강진호, 류영섭, 윤수영, 전승호, 조숙현. 2004a. 침종 이후의 aeration 기간과 온도에 따른 숙주

- 나물의 생장. 韓作誌. 49(6):472-476.
- 강진호, 류영섭, 윤수영, 전승호, 김희규. 2004b. BA 침종기간이 숙주나물의 형태와 생장에 미치는 영향. 韓作誌. 49(6):477-481.
- 강진호, 류영섭, 윤수영, 전승호, 김승락. 2004c. 침종액중 BA 농도에 따른 숙주나물의 생장. 韓作誌. 49(6):482-486.
- 강진호, 류영섭, 윤수영, 전승호, 전병삼. 2004d. 관수방식에 따른 숙주나물의 생장과 품온 변화. 韓作誌. 49(6):487-490.
- 강진호, 윤수영. 2003. 발아 및 입묘율 향상을 위한 파종전 종자처리에 대한 제언. 藥作誌. 11(5):321-328.
- 강진호, 윤수영, 전승호. 2004e. 국내 학술지에 발표된 약용작물 종자처리의 실용성 분석. 韓藥作誌. 12(4):328-341.
- 김광수, 김순동, 김진구, 김주남, 김경주. 1982. Blue 광 조사가 콩나물의 주요성분에 미치는 영향. 한국영양식량학회지 11(4):7-12.
- 강정렬, 강선철, 박신. 2000. 콩나물의 생장과 품질에 미치는 황토 지장수의 효과. 한국농화학회지. 43:266-270.
- 김춘배. 1975. 대두의 암소처리와 명소처리에 있어서 탄수화물 함량변화에 관한 연구. 강원대학 연구논문집 9:265-269.
- Kim, D.K., S.C. Lee, J.H. Kang, and H.K. Kim. 2003. Colletotrichum disease of mungbean sprout by *Colletotrichum acutatum*. Plant Pathology J. 19(4):203-204.
- 김동연, 서인숙, 이종욱. 1988. 대두의 수화속도에 미치는 침지온도의 영향. 한국농화학회지 31(1):46-51.
- 김선림, 황종진, 손영구, 송진, 박금룡, 최광수. 2000a. 청정 콩나물 재배기술. I. 재배온도 및 수온이 콩나물 생육에 미치는 영향. 韓콩研誌. 17(1):69-75.

- 김선림, 송진, 송정춘, 황종진, 허한순. 2000b. 청정 콩나물 재배기술. II. 관수간격 및 관수량이 콩나물의 생육에 미치는 영향. 韓콩硏誌. 17(1):76-83.
- Lee, M.S. 1986. A historical research on native foods of Korea – with special reference to soybean and mungbean sprouts. Korean J. Dietary Culture. 192):163-166.
- 이유석, 박노동, 이종욱. 1999. 콩나물의 생장에 미치는 키토산 처리의 영향. 한국식품과학회지 31(1):153-157.
- 농약공업협회. 2002. 농약사용지침서. p. 830.
- 제주농협. 2007. 2006년도 제주농협 연차보고서. 제주농협
- 황의식, 강혜정. 2006. FTA 추진에 따른 농가유형별 소득변동 분석. 농촌경제 29(2).
- 임송수 등. 2006. DDA 농협협상 진정 상황에 따른 농업부분 영향분석. 한국농촌경제연구원.
- 박아정. 2000. 침지 또는 재배중 광질처리에 따른 콩나물의 발아와 생장. 석사학위논문, 경상대학교 대학원.
- 박의호, 최연식. 1995. 콩나물의 부패경감에 유용한 약제선발. 韓作誌. 40(4):487-493.
- 박규환, 백인열. 2000. 오존수가 콩의 발아와 콩나물 생장에 미치는 영향. 韓콩硏誌. 17:20-26.
- 박종철, 송완엽, 김형무. 1997. *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 콩나물의 무름병 발생. 한국식물병리학회지 13(1):13-17.
- 박무현, 김동철, 김병삼, 남궁배. 1995. 청정콩나물 생산 및 유통방법 개선에 관한 연구. 韓콩硏誌. 12(1):51-57.
- 박원목, 편철우, 김정환. 1997. 부생세균 *Pseudomonas putida* biovar. A에 의한 콩나물 세균성 부패병 발생 및 관수 산도에 의한 방제. 한국식물병리학회지 13(5):304-310.
- 박원목, 김정환. 1998. 관수환경이 콩나물 생육에 미치는 영향. 韓콩硏誌. 15(1):46-57.

Park, Y.R. 2004. A manufacturing method of green-tea's bean-sprouts using a green-tea powder and A green-tea's bean-sprouts by it's manufacturing method. Patent number: 443262, Korean Patent Administration.

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

송진, 김선림, 황종진, 손영구, 송정춘, 허한순. 2000. 재배기간에 따른 콩나물의 물리화학적 특성. 韓 農 研 誌. 17(1):84-89.

Tajiri, T. 1981. Effect of application of artificial light on the growth of hypocotyl and vitamin C (reduced ascorbic acid) content of bean sprouts (studies on cultivation and keeping quality of bean sprouts: part V). Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 28(8):430-436.

Tajiri, T. 1982. Improvement of bean sprouts cultivation by the application by the application of artificial light lamp (studies on cultivation and keeping quality of bean sprouts: part VI). Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 29(6):359-365.

Wightman, F. and K.V. Thimann. 1980. Hormonal factors controlling the initiation and development of lateral roots. I. Sources of promordia-inducing substances in the primary root of pea seedlings. Physiol. Plant. 49:13-20.

Woodstock, L.W. and R.B. Taylorson. 1981. Soaking injury and its reversal with polyethylene glycol in relation to respiratory metabolism in high and low vigor soybean seeds. Physiol. Plant. 53:263-268.

• 국산 나물콩의 이용증진 기술개발

이현자, 서정숙. 1981. 균주를 달리한 청국장 제조에 관한 연구(I). 한국영양학회지 14, 97

서정숙, 유명기, 허윤행. 1983. 균주를 달리한 청국장 제조에 관한 연구(III). 한국식품과학회지 15, 385

김경자, 유명기, 김상순. 1982. 벧짚을 이용한 청국장 제조에 관한 연구. 한국식품과학회지 14, 301

Sulistyo, J., Naotoshi Taya, Kazumi Funane, and Kan Kiuchi. 1988. Production of Natto starter. Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 35, 280

- 김종균, 김성곤, 이준식. 1988. 우리나라 콩의 지방산 조성 및 단백질의 전기영동 패턴. 한국식품과학회지. 20(2). 263
- 김동만, 유혜현, 김길환. 1990. 장려품종 콩의 단백질 특성. 한국식품과학회지. 22(4). 386
- 이계호. 이효지, 정문교. 1971. 청국장에 관한 연구( I ), 청국장 제조과정에 있어서 콩단백질의 변화에 관하여. 한국농화학회지. 14(3), 191
- 성낙주, 지영애, 정승용. 1984. 청국장 발효 중 질소화합물의 변화. 한국영양식량학회지. 13(3). 275
- No, J.D., Lee, D.H., Lee, D.H., Choi, S.Y., Kim, N.M and Lee, J.S. 2006. Changes of quality and physiological functionality during the fermentation of doenjangs made by isolated nuruk mold and commercial nuruk mold. J. Korean Soc Food Sci Nutr., 35. 1025
- Ko, Y.R., Kwon, S.H., Choi, J., Shon, M.Y and Park, S.K. 2003. Nitrogen compounds and free amino acids of black bean kanjang prepared with different cooking conditions of whole black bean. Korean Journal of Food Preservation. 10. 75
- Lee, K.S., Lee, J.C., Lee, J.K., Hwang, E.S., Lee, S.S. and O. M.J. 2002. Quality of 4-recommended soybean cultivars for meju and doenjang. Korean Journal of Food Preservation. 9. 205
- Choi, H.D., Kim, S.S., Hong, H.D. and Lee, J.Y. 2000. Comparision of physicochemical and sensory characteristics of soybean sprouts from different cultivars. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol., 43. 207
- Choi, K.S., Choi, C., Choi, J.D., Chung, H.C., Kwon, K.I., Im, M.H., Kim, Y.J. and Seo, J.S. 1999. Quality characteristics of kanjang prepared with meju cultivated on soybean cultivars with *Bacillus subtilis var. globigii* seed culture. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol., 42. 283
- Lee, J.C. and Hwang, Y.H. 1996. Variation of asparagine and aspartic acid contents in beansprout soybeans. J. Crop Sci., 41. 592

- Kim, K.M., Kim, H.R., Yoo, S.M., Kim, J.S., Choe, J.S. 2006. Quality characteristics of chunggugjang prepared by *Bacillus subtilis* NRLSI IV with different inoculum levels and fermentation temperatures. *Kor J. Food Cookery Sci.*, 22. 291
- Ko, Y.R., Kim, J.G. 2004. Changes of components affecting organoleptic quality during the ripening of korean traditional soy sauce—amino nitrogen, amino acids, and color. *Kor. J. Env. Hlth.*, 30. 22
- Kanno, A., Takamatsu, H., Takano, N. and Akimoto, T. 1982. Changes of saccharide in soybeans during manufacturing of natto. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*. 29. 105
- Sugawara, E., Ito, T., Odagiri, S., Kubota, K. and Koboyashi, A. 1985. Comparision of compositions of odor components of natto and soybeans. *Agric. Biol. Chem.*, 49. 311
- Choi, U.K., Son, D.H., Ji, W.D., Im, M.H., Choi, J.D. and Chung, Y.G. 1998. Changes of taste components and palatability during chunggugjang fermentation by *Bacillus subtilis* DC-2. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 27. 840
- Kim, J.G. 2004. Changes of components affecting organoleptic quality during the ripening of korean traditional soy sauce—amino nitrogen, amino acids, and color. *Kor. J. Env. Hlth.*, 30. 22
- Ko, Y.R., Kwon, S.H., Choi, J.H., Shon, M.Y. and Park, S.K. 2003. Nitrogen compounds and free amino acids of black bean kanjang prepared with different cooking conditions of whole black bean. *Kor. J of Preserv.*, 10. 75
- Kim, D.H., Yook, H.S., Kim, K.Y., Shin, M.G. and Byun, M.W. 2001. Fermentative characteristics of extruded meju by the molding temperature. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 30. 250
- So, K.H., Kim, M.K., Jeong, J.Y. and Do, D.H. 2000. Studies on the meju processing aptitude of recommended soybean varieties—1. characteristics of soybean varieties as raw material, soaking and boiling process. *Korean J. Food & Nutr.*, 13. 28
- Im, M.H., Choi, J.D., Chung, H.C., Choi, C. and Choi, K.S. 1998. Optimum soaking condition of raw soybean for meju preparation. *J. korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 27. 664

- Joo, H. K. 1998. Current trends and problems of fermented soybean products. Lecture 1, 1st symposium and expo for soybean fermentation foods. The research institute of soybean fermentation foods, Yeungnam Univ., Korea
- Jeon, M. S., Sohn, K. H., Chae, S. H., Park, H. K. and Jeon, H. J. 2002. Color characteristics of korean traditional soy sauces prepared under different processing conditions. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 31(1), 32-38
- Lee, E. J., Kwon, O. J., Im, M. H., Choi, U. K., Son, D. H., Lee, S. I., Kim, D. G., Cho, Y. J., Kim, W. S., Kim, S. H. and Chung, Y. G. 2002. Chemical changes of *kanjang* made with barley bran. Korean J. Food Sci. Technol., 34(5), 751-756
- A.O.A.C. 1984. Official Method on Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry, Sidney Williams, 14th, ed. The Association of Official Analytical Chemists, Inc., Virginia, USA
- Kim, J. K. and Kim, C. S. 1980. The taste components of ordinary korean soy sauce. J. Korean Agricultural Chemical Society., 23(2), 89-105
- Seo, J. S. and Lee, T. S. 1992. Free amino acids in traditional soy sauce prepared from *meju* under different formations. Korean J. Dietary Culture., 7(4), 323-328
- Park, O. J., Sohn, K. H. and Park, H. K. 1996. Analysis of taste compounds in traditional korean soy sauce by two different fermentation jars. Korean J. Dietary Culture., 11(2), 229-233
- 우승미, 권중호, 정용진. 2006. 청국장 균주의 선발과 발효특성. 한국식품저장유통학회지, 13(1), 77-82
- 손미예, 권선화, 성찬기, 박석규, 최상도. 2001. 소립검정콩 청국장의 화학성분 변화. 생명과학회지, 11(3), 284~290
- 안용선, 김용석, 신동화. 2006. 전통 청국장으로부터 Protease 분비능이 우수한 *Bacillus* sp. 균주의 분리동정 및 발효특성. 한국식품과학회지. 38(1), 82-87

- 정유경, 이예경, 노홍균, 김순동. 2006. 키토산 첨가가 청국장의 품질특성에 미치는 영향, 한국 식층영양과학회지, 35(4), 476~481
- 최병달, 이시경, 윤세억, 주현규. 1998. 청국장제조시 대두원료의 동결과 썩추출물의 첨가가 품질 및 이화학적 성분변화에 미치는 영향. 한국농화학회지, 41(7), 510-515
- 최혜선, 주선종, 윤향식, 김기식, 송인규, 민경범. 2007. 황기청국장의 발효중 품질특성, 한국식품저장유통학회지, 14(4), 536-363
- 백낙민, 박나영, 박금순, 이신호. 2008. 발효균주에 따른 청국장의 발효특성. 한국식품과학회지. 40(4), 400-405
- Kim, H. S., Kim, H. S, and Kim, K. H. 2006. Effects of sowing date for seed quality of sprout-soybean. Korean J.Crop Sci., 51(S), 152-159
- Kim, Y. S., Jung, H. J., Park, Y. S. and Yu, T. S. 2003. Characteristics of flavor and functionality of *Bacillus subtilis* K-20 chunggukjang. Korean J. Food Sci. Technol., 35(3), 475-478
- Lee, N. K., Jeon, E. H., Lee, H. J., Cho, I. J., and Hahm, Y. T. 2006. Isolation, identification, and characterization of *Bacillus* spp. from the traditionally fermented cheonggukjangs in thegyeonggi and the gangwon provinces. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 49(4), 276-280
- Oh, B. H., Kim, Y. S., Jeong, P. H., and Shn, D. H. 2006. Quality characteristics of Kochujang Meju prepared with *Aspergillus* species and *Bacillus subtilis*. Food Sci. Biotechnol 15(4), 549-554