

발간등록번호

11-1543000-000014-01

일반과제 과제번호 212010-1

**Golden Seed 프로젝트 품목별  
상세기획 보고서(양배추)**

**과제명 : 수입대체 및 수출용 양배추 종자개발  
세부연구 계획 수립을 위한 상세기획**

순천대학교

농림수산식품부·농촌진흥청·산림청

# 제 출 문

농림수산식품부장관 · 농촌진흥청장 · 산림청장 귀하

이 보고서를 “Golden Seed 프로젝트 품목별 상세기획” 과제의 보고서로 제출합니다.

2013년 4월 15일

주관연구기관명 : 순천대학교

주관연구책임자 : 노 일 섭

연 구 원 : 우 서

연 구 원 : 나잘 우딘 아메드

연 구 원 : 산티쿠말 타밀라산

연 구 원 : 정 희 정

연 구 원 : 양 태 진

연 구 원 : 허 윤 강

연 구 원 : 김 혜 란

연 구 원 : 곽 정 호

연 구 원 : 송 준 호

연 구 원 : 신 종 섭

연 구 원 : 안 경 구

연 구 원 : 정 운 화

연 구 원 : 서 홍 덕

연 구 원 : 최 준 화

Golden Seed 프로젝트  
품목별 상세기획 보고서

순천대학교  
노일섭


양배추 품목 상세기획보고서


과제명	국문	수입대체 및 수출용 양배추 종자개발 세부연구 계획 수립을 위한 상세기획		
	영문	Detailed Study Planning on Cabbage Seed Development for Substitution of Import to Export		
주관 연구책임자	성명(한문)	노일섭 (盧一燮)	전화번호	
	과학기술인번호		팩스번호	
	E-mail		휴대폰	
주관기관	기관명	순천대학교	기관구분	산( ), 학(O), 연( )
	담당 부서명	순천대학교 산학협력단	담당자	박은숙
	주소	전남 순천시 중앙로 255(석현동)		
총협약기간	2012. 10. 9. ~ 2013. 3. 8. (5개월)			
상세기획 연구비	82,000(천원)			

Golden Seed 프로젝트 사업단의 품목별 상세기획보고서를 붙임과 같이 제출합니다.

붙임 : Golden Seed 프로젝트 사업단 상세기획보고서 16부.

2013년 4월 15일

주관연구책임자 : 노 일 섭  (서명 또는 인)

주관연구기관장 : 순천대학교산학협력단  (직인)

**농림수산식품부장관·농촌진흥청장·산림청장**  
**농림수산식품기술기획평가원장 귀하**

# 요 약 문

## 제1장 개요

### 1. 상세기획 필요성

- 최근 식량안보, 기후변화, 글로벌화 등 종자산업 관련 환경 트렌드가 변화하고 있지만 국내 종자 시장의 대응은 미흡한 실정임
- FTA 협상 국가의 증가로 인한 농업시장의 개방으로 농업 경쟁력 강화가 목전의 이슈가 되었고, 농업경쟁력 강화의 핵심인 종자산업 경쟁력 강화가 시급한 실정임
- 품종보호권(UPOV) 전면시행에 따른 국내품종보호제도의 강화로 종자산업의 발전기틀이 마련되었으므로 로열티 해외지출을 줄이기 위한 정책적 및 기술적 전략이 필요함
- 우리 정부는 이에 적극적으로 대처하여 농업선진국으로 도약하기 위하여 2013년부터 2021년까지 Golden Seed 프로젝트 사업을 추진함

### 2. 상세기획 내용

- 국내·외 시장동향 분석 및 기술동향 분석과 양배추 육종가 및 전문가들의 의견을 수렴하여 양배추 품목의 목표시장을 국내, 중국, 인도, 동서남아, 유럽 등으로 선정함
- 국내외 동향 및 환경분석, 목표설정 및 프로젝트 도출, Micro로드맵 수립, 기대성과 및 활용방안 수립의 수행 절차를 통하여 기획내용을 도출함

	주요내용
국내·외 동향 및 환경분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내·외 시장동향 분석</li> <li>- 국내·외 기술동향 분석</li> <li>- 국내·외 정책동향 분석</li> <li>- 기술수준 및 연구개발 인프라 분석</li> </ul>
목표설정 및 프로젝트 도출	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기술개발 추진 방향 설정</li> <li>- 목표시장 및 정량적 목표 설정</li> <li>- 중점 추진영역 설정</li> </ul>
Micro로드맵 수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 프로젝트 과제명 도출</li> <li>- 세부 추진과제 후보 도출</li> <li>- 세부 추진과제 우선순위 선정</li> <li>- Micro로드맵 작성</li> <li>- 추진체계 및 연구팀 구성계획 수립</li> <li>- RFP 작성</li> </ul>
기대성과 및 활용방안 수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기대성과 분석</li> <li>- 연구성과 실용화 전략 수립</li> <li>- 국내·외 협력 및 활용계획 수립</li> </ul>

### 연구기획의 수행 절차

## 제2장 국내외 동향 및 환경 분석

### 1. 국내외 시장현황 및 전망

국내 시장현황 및 전망
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 양배추 생산량은 약 33만톤이며 양배추 종자시장은 매년 약간의 변동은 있으나 평균 5,500ha에 120,000봉을 소비하여 종자 시장은 약 20억원으로 작은 편임</li> <li>- 제주도와 전남은 국내 양배추 재배면적의 절반을 차지하고 있으며, 월동 양배추를 많이 재배하고 있으며 월동 양배추는 보통 노지 재배 양배추 보고 종자 가격 수준이 높으며 시들음병/뿌리혹병 저항성(YCR) 품종이 요구됨</li> <li>- 강원도 지역은 국내 양배추 재배면적의 1/4을 차지하고 있으며 준고랭지와 고랭지가 주 재배지역이며 내재해성과 내병성이 요구됨</li> <li>- 그 외 중간지 지역은 국내 양배추 재배면적의 40%를 차지하고 있으며 뿌리혹병과(CR) 더불어 검은썩음병 저항성(BR) 품종이 요구됨</li> <li>- 국내 양배추 종자 수출은 2005년 1.8백만불(21톤)을 수출하였으며, 2006년에는 2.8백만불(31톤), 2010년에는 종자 수출 금액이 300만불에 달하며 점차 증가 추세임</li> <li>- 국내에서 유통 중인 종자는 대부분 일본(다끼이, 사카타 종묘) 제품이며 국산화율은 10% 미만임</li> </ul>

중국 시장현황 및 전망
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 중국의 양배추 재배면적은 70-100만ha로 종자 소요량은 150~200톤에 이르는 수준으로 규모면에서 가장 큰 주요 시장이며, 종자 시장규모는 252억원(중국 저가 로컬 품종 제외)이며 재배면적과 종자가격이 꾸준히 상승하는 추세이고, 종자의 시장가격은 약 100불/kg 수준으로 대부분 저가임</li> <li>- 해외 수입 양배추 종자는 내병성과 환경저항성이 우수하여 농가 및 거래처의 관심이 상승 중이며 수입종 비율이 점진적으로 높아지고 있음</li> <li>- 각 지역에서 주로 요구되는 특성은 내재해성(내서성, 내한성)과 병충해 저항성(시들음병, 뿌리혹병, 검은썩음병, 연부병)이며 뿌리혹병 내병계 품종의 종자 가격은 일반계보다 2배 수준의 고가를 형성하고 있음</li> <li>- 기후 변화와 핵가족화 등으로 인해 구중 1-1.5kg 수준의 원형계 극조생 및 조생 품종의 비중이 가장 높고 계속 증가할 것으로 보임</li> <li>- 중국에서의 적양배추는 색소가공용 및 생식용으로도 쓰여 자색의 색이 진한 농자색이 요구되며, 조생계 적양배추의 종자가격은 일본 품종 종자 가격보다 3배 이상의 고가로 시판되고 있어, 품종이 우수하다면 현재의 가격보다 훨씬 고가로 수출이 가능함</li> <li>- 국내 기업 중 일부는 시장선도 제품을 보유하고 있으며 중국 진출이 활발하게 이루어지고 있음</li> </ul>

### 인도 및 동남아시아 시장현황 및 전망

- 인도의 양배추 재배면적은 전 세계 양배추 재배면적(200만ha)의 10%인 20만ha로 넓은 재배면적을 차지하고 있음
- 인도의 종자 가격은 비교적 낮은 수준으로 재배면적 대비 약 72억원 수준의 작은 시장규모임
- 인도에서 유통이 이루어지는 양배추 종자의 주요 품종은 원형계(80%)이며 West Bengal주에서는 기후의 변화로 인해 병이 많아지면서 고온과 습기에 강하면서 구비대력이 1kg 내외의 소형이면서 조숙성이고 원형이며 균일성이 높은 품종이 요구되며, 특히 내서성과 시들음병/뿌리혹병 저항성(YCR) 품종이 요구됨
- 인도의 양배추는 재래시장을 중심으로 거래되고 있어 재배지에서 재래시장으로의 장거리 운송 시에 저장성이 우수한 품종이 요구됨
- 세계적으로 양배추 시장에서 점점 더 우수한 품질을 가진 종자를 요구하고 있으며 인도 및 동남아 시장에서도 고품질을 가지고 있으면서 고기능성인 양배추의 육종이 요구됨
- 동남아시아의 양배추 시장규모는 약 54억원 수준으로 재배면적은 10만ha이며 일본에서 유입된 편원형계 품종이 주로 재배되며 선호함
- 인도네시아는 뿌리혹병이 15년 전부터 발생하기 시작하여, 현재는 40% 정도의 포장에 발병되고 있어 그 피해가 심각하여 뿌리혹병 저항성(CR)이 높은 품종이 요구됨
- 또한 동남아시아에서는 내서성이 강하고 병충해에 강한 품종을 선호하고 있으며 이러한 특성을 가지고 있는 품종의 단가가 높음

### 유럽 시장현황 및 전망

- 유럽의 양배추 재배면적은 36만ha이며 재배 지역은 동유럽에 집중되어 있으며, 동유럽권의 양배추 재배면적은 32만ha에 이룸
- 유럽은 주로 가공 및 저장용 양배추가 재배되는 시장으로 종자 가격이 타 국가들보다 5~10배 이상 고가임
- 유럽의 양배추 종자는 단가가 높으며 시장규모는 약 480억원 수준임
- 유럽의 양배추는 주로 숙기가 빠른 원형계 품종이 유통되고 있으며 내열구성이 요구됨
- 동유럽은 길고 추운 겨울동안 장기보관이 용이한 양배추의 수요가 절대적으로 높음
- 유럽은 다른 지역과 달리 유럽계 중만생종의 종자 유통이 활발하며 결구 긴도가 우수하고 포장 저장성, 내재해성 및 내병충해성(시들음병 저항성(YR), 뿌리혹병 저항성(CR))이 강한 중만생계 양배추 품종이 요구됨
- 유럽의 양배추 시장은 주로 네덜란드 회사(Bejo, Seminis)들이 주도해 왔음
- Takii, Sakata사 등의 일본회사들도 동유럽 시장에 적합한 숙기 늦은 품종을 출시하여 판매가 증가하고 있는 추세임



## 2. 국내외 기술동향

### 2.1 국내

- 국내 양배추 육종 기술은 배추과의 다른 작물에 비해 연구기간이 짧지만, 품종 육성을 위한 기반을 어느 정도 갖춘 상태임
- 국내 양배추와 관련된 연구 인력은 10명 내외 수준임
- 현재까지 일본이나 유럽 품종들과 경쟁할 수 있는 우수한 품종들이 꾸준히 개발되고 있으나 옹성불임(CMS)계통 육성은 초보단계임
- 국내 종묘업체는 몬산토 등 메이저 기업에 비하면 R&D투자 규모가 미미한 수준이고 연구 전문인력도 부족한 상황이어서 글로벌 기업과의 기술력 차이가 큼
- 국내 양배추 종자 기술 경쟁력이 세계최고 수준에 근접하여 있지만, 산업적 측면에서 아시아 시장에서 세계 시장으로 진출할 기업 육성이 필요함
- 현재 상당수의 경제 작물의 전체 게놈서열을 결정하려는 움직임이 있고, 많은 수의 재배 작물의 분자유전자지도가 작성되고 있음
- 국가 지원 사업으로 양배추류의 유전체 기반 육종 tool을 개발하는 사업이 2010년에 시작이 되어 tool을 개발하고 있으나, 그 결과를 활용할 수 있는 규모의 육종 회사가 미비함

### 2.2 국외

- 세계 주요 종자기업은 내재해성 유전자 확보, 고부가가치 기능성 품종 개발에 중점 투자하고 있음
- 내서성에 강하면서 뿌리혹병에 강한 양배추류에 대한 수요가 높으나 아직 이것을 충족시킬 품종개발은 이루어져 있지 않음
- 해외 주요 업체에서 유전자원 보호 차원에서 MS활용 육성이 증가하고 있어 유전자원의 활용에 어려움이 커지고 있으며, 전통 육종 외에 소포자배양, 약배양 등 조직배양 기술이 앞서 있음
- 중국 내 해외 수입 품종이 늘어나면서 바이어와 농가에서도 고순도, 발아율 높은 고품질의 종자에 대한 인식이 높아지면서 중국 Local 품종 중에서 순도

100%인 Male Sterility(웅성불임)품종들이 출시되고 있음

- 최근 뿌리혹병의 오염포장이 넓어지고 Race의 분화가 시작되어 신젠타에서 개발한 내병성 품종이 중국 북방지역에서는 내병성을 발현하나 남방에서는 내병성이 무너지는 현상이 일어나고 있음
- 내병성 품종 육성을 위해 주요 병에 대한 마커 활용이 활발하게 이루어지고 있으며, 뿌리혹병 저항성(CR)과 검은썩음병 저항성(BR)인 품종이 출시되고 있음
- 선진국에서는 1세대 분자육종기술이 상업화에 진입함에 따라 차세대 분자육종기술의 개발을 시작하였음
- 현재 19개 이상의 복합내병성, 기능성, 수량관련 형질들에 대한 분자표지가 개발되었고, 종자회사나 정부 연구기관에서는 MAS를 이용한 고효율 선발로 육종연한을 단축하고 있음

### 3. 국내외 정책동향

- 우리나라는 2012년 품종보호권(UPOV)의 전면시행에 따른 로열티 해외지출을 줄이기 위한 정책적 및 기술적 전략이 필요함
- G20 정상회담의 서울 개최와 국제무대에서의 선진국과 후진국간의 가교역할 수행으로 국가적 위상이 증가하고, 이에 걸 맞는 농업부문의 국제정치적 역할에 대한 기대가 증가하였음
- FTA 국가의 증가로 인한 농업시장의 개방으로 농업 경쟁력 강화가 목전의 이슈가 되었고, 농업경쟁력 강화의 핵심인 종자산업 경쟁력 강화가 시급한 실정임
- 인도는 The First Five Year Plan의 여러 단계 중 특히 The National Seed Projects(NSPs)와 WB Projects로 인해, 좋은 종자 생산 시스템이 공공부문뿐만 아니라 민간부문까지 발달하게 되었음
- 인도는 농산업의 산업화를 농업 시스템적 측면에서 기술 경쟁력에 많은 영향을 미치는 지적재산권(IPR: Intellectual Property Rights)과 관련한 연구들이 인도 농업 연구 위원회(ICAR: Indian Council of Agricultural Research)에서 진행되고 있음
- 글로벌 종자 산업은 전례가 없는 장악 및 취득이 가능하게 한 농업 생명공학기술과 새로운 제품덕분에 큰 혜택을 받았음

## 4. 기술수준 및 연구개발 인프라 분석

### 4.1 기술수준

- 한국의 양배추 육성 기술 수준은 세계 최고의 무, 배추 등 십자화과 기술 수준이 이미 양배추에도 동일하게 육성의 기술이 도입되어 세계 최고 수준의 기술 확보하고 있음
- 육성 기술력에 비해 육성가의 수가 부족함
- 국내 종묘회사에서는 양배추 전통육종가의 수가 부족하며 분자육종 시스템을 이용한 품종 개발이 저조함
- 국내 양배추 품종은 중소기업 중심으로 세포질용성불임성을 이용하여 양배추 품종을 개발하고 있음
- 우리나라는 우량형질을 탐색하여 선발하는 기술은 이미 세계적으로 정상급에 있으며, 우량계통을 조기에 육성할 수 있는 약배양 또는 소포자배양 기술도 잘 확립되어 실용으로 이용하고 있음

구분	구분	기술격차 (년)	최고기술�수준 보유 국가(기업)	최고기술�수준의 의미
육종 기반	시설/장비	3	일본(Takii)	세계 각국에 현지법인을 통한 Shuttle breeding 가능 분자마커 개발능력 인력 세계 최고 생명공학분야의 지속적인 R&D의 투자로 시설, 장비의 첨단화
	인력	3	스위스(sygneta)	육종효율 높일 수 있는 다수의 R&D 인력 보유
	정보	3	일본(Keneko)	전 세계 현지법인을 통한 각국 정보의 수집능력 탁월 보유 유전자원 정보의 그룹 내 육종가 간의 개방된 공유 및 제공
유전자원	유전자원 보유	3	네덜란드(SVS)	오랜 육종역사를 가진 기업으로 이에 따른 유전자원 축적
	유전자원 기초 및 안정성 연구	3	일본(다끼이)	육종소재의 기본적인 유전 정보에 관한 DB 구축

품종육성	전통육종	3	일본(Keneko)	오랜 육종 역사와 최고 육종인력 보유
	분자육종	5	스위스(sygneta)	MAB, MAS를 통한 육성연한 단축
	생력화	3	일본(Takii)	육종효율을 향상하기 위한 자동화 기술, 기계 보유 및 지속적인 개발
	품종평가	2	미국(Monsanto)	순도검정 및 성분분석, 병리검정에 관한 분자마커 개발을 통한 체계적인 종자 생산관리
종자상용화	종자생산	3	일본(다끼이)	종자생산의 체계적인 매뉴얼화
	종자가공처리	5	미국(Seminis)	종자 정선, 건조, 보관, 포장, 프라이밍, 코팅, 소독 등 가공, 처리에 대한 기술의 체계적이 관리 및 지속적인 연구
시장개척	현지시험	2	일본(다끼이)	각국에 있는 현지연구소를 활용한 수출 타겟 시장에 맞춤형 육성 품종 현지화 전략 우수

## 4.2 연구개발 인프라

- 순천대학교 원예학과는 마커 개발 및 식물조직배양에 필요한 다양한 시설을 확보하고 있으며 분자표지를 위한 DNA 증폭기(PCR) 2대, RT-PCR 1대 및 유전육종관련 장비를 갖추고 있음
- 서울대학교 기능성식물연구실은 양배추 SSR 마커 및 유전지도를 보유하고 있으며 중국과 캐나다와의 공동연구를 통해 양배추 표준유전체 정보를 보유하고 있음
- 충남대학교 생명시스템과학대학에는 온실과 배양실 및 배양실, 실험 및 분석실이 갖추어져 있으며 Gel Doc, PCR machine, 전기영동장치, 원심분리기, 진탕기 등 정밀분석과 유전자 연구에 필요한 모든 장비를 갖추고 있음
- 한국생명공학연구원은 유리온실 69.2m<sup>2</sup>, 향온실 12.6m<sup>2</sup>의 81.9m<sup>2</sup>의 식물 생산 시설을 보유하고 있으며 규모 유전정보의 염기서열 분석을 위한 Genome sequencing system 1대, Illumina Genome AnalyzerII 1대, 3700 DNA Analyzer 3대, 서버용 컴퓨터 5대, computer sever 2대 등의 장비를 보유하고 있음
- 농촌진흥청 국립원예특작과학원은 다양한 시설을 확보하고 있으며 조직배양실 50m<sup>2</sup>, 명실 30m<sup>2</sup>, 암실 20m<sup>2</sup>, 춘화처리실 50m<sup>2</sup> 등의 엽근채소 전용 조직배

양실과 춘화처리 및 병리검정 시설을 보유하고 있음

- 농우바이오 품종 개발 육성 연구소는 분자 육종 생명공학 연구소를 보유하고 있으며 중국, 미국, 인도, 인도네시아, 미얀마 등의 해외 연구소 또한 보유하고 있음
- 아시아종묘(주)는 67,000m<sup>2</sup>의 규모의 생명공학육종연구소가 있으며 인도 벵갈로에 현지 법인(50,000m<sup>2</sup>)가 있으며 하우스 및 노지, 기타 농자재를 이용하여 양배추 육종 및 서남아시아(인도 등), 동남아시아 수출용 양배추 전시포를 운영하고 있음
- 조은종묘는 연동 하우스(660m<sup>2</sup>) 2동, 교배용 이중 비닐하우스(330m<sup>2</sup>) 2동, 원종증식용 비닐하우스(330m<sup>2</sup>) 8동, 육묘용 비닐하우스(210m<sup>2</sup>) 3동, 시험용 종자 생산용 소형 하우스(18m<sup>2</sup>) 60동 등 양배추 육성에 필요한 시설을 보유하고 있음
- (주)코레곤종묘는 신품종개발연구와 원종생산, 시교종 생산, 해외시험포장 운영 종자품질 보증업무 등을 수행할 수 있는 경기안성육종연구센터 (79,200m<sup>2</sup>), 충남 공주계룡연구농장 (6,930m<sup>2</sup>), 전북 김제 백구면 소재 남부육종연구소 (46,200m<sup>2</sup>), 필리핀 시험포장(하우스 면적 : 13,860m<sup>2</sup>), 영덕 채종관리소 운영 (660,000m<sup>2</sup>) 등을 보유하고 있음
- 동부팜한농은 유리온실(50평), 비닐하우스(17,000평), 분자표지를 개발을 위한 분자마커분석용 HRM, PCR, 대형 원심분리기, 모세관전기영동분석기, 대량 조직 마쇄기, 형광현미경, 초저온냉동고를 보유하고 있음

## 5. 주요 이슈 및 전략방향

### □ SWOT 분석

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 신제품 조기도입 등 농가의 선제적 차별화에 대한 추구의 신속성</li> <li>· 노동집약적 생산 체제 및 고품질 생산기술의 적용확대</li> <li>· 산업체·연구기관 협력 네트워크</li> <li>· 종자/종묘 산업 지원을 위한 기반 기술 확보</li> <li>· 체계적인 종자산업 육성을 위한 기반 구축(Seed valley 등)</li> <li>· 수출 목표 국가와 인접</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 국내 양배추 종자산업 기반이 취약하고, 민간 종자 기업의 영세성으로 인한 한계</li> <li>· 전문인력의 지속적인 감소</li> <li>· 민간 종자회사의 투자 부족</li> <li>· 국내 종자 자급률 저조</li> <li>· 내수시장을 통한 성장동력 증대 한계</li> <li>· 신제품 개발 및 종자 수출에 대한 체계적인 지원체계 부족</li> <li>· 국제 비즈니스 판로개척을 위한 시장분석 및 전략수립 추진 역량 부족</li> </ul>
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 기후변화에 따른 글로벌 종자산업의 지각변동</li> <li>· FTA 확대에 따른 대응 체제의 도입으로 생산기반 조정과 과실 수출경쟁력 증대</li> <li>· UPOV의 전면개방으로 국내 육종 기반의 강화 및 국내 신제품 보급 확대의 가능성 증대</li> <li>· 정부의 강력한 지원 의지</li> <li>· 웰빙, 기능성에 대한 관심 증가로 건강식품에 대한 수요 증가</li> <li>· 생명공학 기술의 발전으로 미래 첨단 농업 수요 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 기후변화로 인한 기상이변과 돌발 병해충 등 재해 발생 빈도의 증가</li> <li>· UPOV 협약에 의한 각국의 품종보호 강화로 로열티 부담 증가</li> <li>· 중국, 인도 등 인구대국의 식량소비 증가와 에너지 작물 소비량의 증가</li> <li>· 다국적 종자기업의 품종 육종관련 핵심기술에 대한 특허 장벽</li> <li>· 각국의 핵심 유전자원 해외 반출 제한</li> <li>· 신흥국의 자국 종자시장 보호제도 증가</li> </ul>

□ 전략방향

SO(공격적 전략)	WO(만회 전략)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수출목적의 시장지향적 우수 품종 개발</li> <li>- 외국품종과 차별성을 강화하고, 품질경쟁력이 낮은 품목에 대해서는 우수 품종을 개발하여 단계적 시장점유율 확대</li> <li>- 목표지향적이고 대표브랜드화 할 수 있는 기술의 선택과 집중 전략 채택</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 경쟁력 있는 글로벌 종자업체 육성</li> <li>- 국제공동연구 또는 국제 협력을 통한 선진국의 재배 경험 및 기술 도입</li> <li>- 국제 비즈니스 판로 개척을 위한 국제협력의 전략적 추진</li> </ul>
ST(다각화 전략)	WT(방어적 전략)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국제협력 및 시장분석 활성화를 통한 목표시장 다양화</li> <li>- 해외시장분석을 활성화하여 목표 시장에 대한 품목별 정보 수집 후 집중적인 연구 및 검토를 거쳐 목표시장 다양화 실현</li> <li>- 우리의 강점인 IT-BT 융합을 통한 미래 첨단 농업 추진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산학연관의 역량 결집을 통한 수출육성 지원</li> <li>- 종자산업이 수출산업으로 정착할 수 있도록 경쟁력이 있는 품목의 품종 개발/육성 및 사업화까지의 전주기적 종자산업 R&amp;BD 지원 확대</li> <li>- 개발도상국과의 협력 파트너십을 통한 WIN-WIN 전략 추진</li> </ul>

## 제3장 목표 설정 및 프로젝트 도출

### 1. 목표 설정

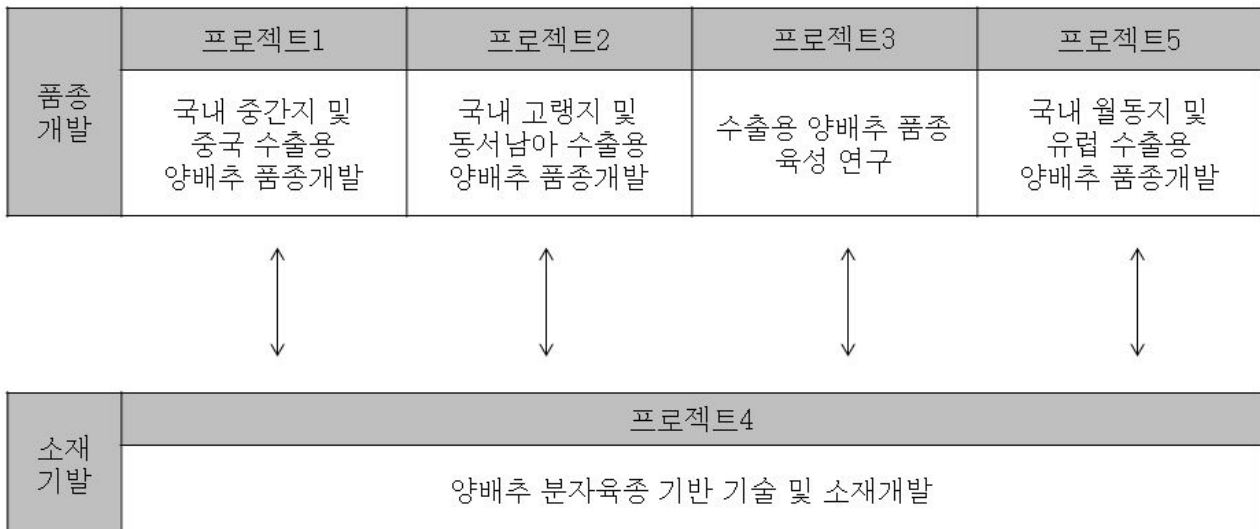
- GSP 양배추 연구개발사업의 최종목표는 ‘수입대체 국내용 양배추 품종개발, 중국, 인도/동서남아, 유럽 등의 목표시장 선호형 품종 개발을 통해 2021년 양배추 수입대체 50%, 해외 수출 2,000만 달러 달성’ 으로 설정

- 분자육종을 위한 시스템 구축은 1단계에서 기초시스템을 구축하고 2단계에서는 지원시스템을 구축하여 종자회사 직접적으로 활용할 수 있도록 함

1단계 목표	2단계 목표
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수입대체용 및 수출용 우수품종 개발</li> <li>- 분자육종 기초시스템 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수입대체용 및 수출용 우수품종 개발</li> <li>- 분자육종 지원시스템 구축</li> </ul>

## 2. 프로젝트 구성

- 양배추 품목의 목표시장을 국내/해외시장(중국, 동서남아, 유럽) 및 소재개발으로 설정하고 이들 목표시장이 선호하는 품종개발을 위하여 4개의 프로젝트로 구성



프로젝트 간 관계도



## 프로젝트 1 : 국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발

배 경		<ul style="list-style-type: none"> <li>- (시장성) 국내 전체 재배 종자량은 수입종자가 90% 수준으로 수입의존도가 매우 높음</li> <li>- 중국은 양배추 재배면적은 70-100만ha 수준으로 세계 최대 규모이며 종자 시장규모는 약 252억원으로 재배면적과 종자가격이 꾸준히 상승하는 추세임</li> <li>- (기술개발 필요성) 국내 조생계 품종은 일본 품종이 점유하고 있어 조생계 품종 개발이 필요함</li> <li>- 중국시장 또한 조생계 및 뿌리혹병, 시들음병/뿌리혹병 저항성 품종을 요구하고 있음</li> <li>- 양배추의 엽색은 저온기에 밖의 잎에 자색 축적으로 상품가치를 떨어뜨림</li> <li>- 적양배추는 국내는 물론 세계로의 수출이 가능하며 조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 적양배추의 경우 훨씬 고가로 수출이 가능함</li> </ul>
주 요 목 표		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 중간지 재배 및 중국 수출용 양배추 품종개발</li> <li>- 국내외 품종 등록 39건</li> <li>- 2021년 수입대체율 21%, 종자수출액 830만불 달성</li> <li>- SCI 논문 11건 발표</li> </ul>
국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발	세부 프로젝트 1	극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 선발 엘리트 조합, 계통육성 현지 시험</li> <li>- 국내용 및 중국 수출용 극조생계(숙기 정식 후 45-50일) 원형 양배추 품종개발</li> <li>- 채종 기술 확립 및 생산성 제고</li> </ul>
	세부 프로젝트 2	조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 중국 수출용 유전자원 수집 및 특성조사(원예 및 병리특성)</li> <li>- 국내용 및 중국 수출용 조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 품종 개발</li> <li>- 중국 수출 관련 현지 인프라 구축</li> </ul>
	세부 프로젝트 3	양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자마커 개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 엽색체의 유무 계통 및 선명한 녹색과 회백색을 이용하여 RNA Seq. 수행</li> <li>- 색채관련 유전자 탐색 및 계통 DNA 염기서열 분석을 수행</li> <li>- SNP와 InDel 분자마커로 개발 및 지원</li> </ul>
	세부 프로젝트 4 (‘14년 이후 추진)	조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종개발
주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 원예적 특성, 생리적 특성, 병리적 특성 등 조사 및 선발</li> <li>- 마커 및 포장검정을 통한 내병성 재료의 선발</li> <li>- 색도계 및 성분분석을 이용한 농자색의 적양배추 육성재료 선발</li> <li>- 국내·외 연락시험 및 시범포 운영을 통한 산지 적합품종 선발</li> </ul>	

프로젝트 2 : 국내 고랭지 및 동서남아 수출용 양배추 품종개발

배 경		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 인도, 동남아는 주로 일본 육종 회사 품종이 많이 재배되고 있으며 현지 직영 영업망을 구축하여 시장 지배력이 강함</li> <li>- (기술개발 필요성) 제주도 월동양배추의 일본 품종 점유율은 99% 수준으로 YR고계쓰(湖月) 30%, 마쓰모 20%, 하루타마 품종이 50% 정도 재배되고 있어 제주도에 맞는 국산종자 개발이 절실한 상황임</li> <li>- 인도는 고온다습한 환경에서 재배가 용이한 조생계 내서성 및 시들음병/뿌리혹병 저항성 품종이 요구되고 있음</li> <li>- 인도는 재래시장을 중심으로 거래되고 있어 저장성이 우수한 품종이 요구되고 있음</li> <li>- 동남아에서 재배되는 양배추는 대부분이 편원형이며 극조생계 양배추가 요구되고 있음</li> <li>- 안정성과 친환경적 요구가 높아짐에 따라, 기능성 성분이 많은 품종개발 연구가 활발히 이루어지고 있음</li> </ul>
주 요 목 표		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 고랭지 재배 및 동서남아 수출용 양배추 품종개발</li> <li>- 국내외 품종 등록 19건</li> <li>- 2021년 수입대체율 22%, 종자수출액 880만불 달성</li> <li>- SCI 논문 9건 발표</li> </ul>
국내 고랭지 및 동서남아 수출용 양배추 품종개발	세부 프로젝트 1	조생계 내서성 및 시들음병/뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집 및 특성조사</li> <li>- 계통의 분리 고정 및 선발</li> <li>- 소포자 배양 및 내병성 검정</li> <li>- 조합작성, 조합능력 검정</li> <li>- 국내 및 해외지역적응성 시험</li> <li>- 품종보호출원</li> <li>- 시장개척 및 수출</li> </ul>
	세부 프로젝트 2	극조생계 편원형 양배추 품종개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집, 평가 및 소재활용</li> <li>- 우수 계통 선발, 조합 작성, 평가 및 선발</li> <li>- 유망조합의 국내 및 해외지역적응 시험</li> <li>- 원종 증식 및 종자 생산성 시험</li> <li>- 품종등록</li> </ul>
	세부 프로젝트 3	양배추 고기능성 물질(glucosinolate 및 antioxidants) 관련 분자마커 개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- glucosinolate 및 antioxidants 분석 시스템 확립 및 분석 지원</li> <li>- 고기능성 육종소재의 분자표지 대량 개발 및 유전체 수준 finger print 개발</li> <li>- 고기능성 관련 allele 탐색</li> <li>- 고기능성 양배추 조기 선별 유전체 마커 개발</li> <li>- 고기능성 양배추 transcriptome 분석을 통한 유전자마커 선발 및 핵심 유전자 기능 연구</li> </ul>
	세부 프로젝트 4 (‘14년 이후 추진)	인도 수출용 고저장성 양배추 품종개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집 및 특성조사</li> <li>- 계통의 분리 고정 및 선발</li> <li>- 조합작성, 조합능력 검정</li> <li>- 인도 지역적응성 시험</li> <li>- 품종보호출원</li> <li>- 시장개척 및 수출</li> </ul>

프로젝트 3 : 수출용 양배추 품종육성 연구(이관과제)

배 경	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 글로벌 육종회사는 막대한 R&amp;D 비용을 투자하며 육종가와 긴밀히 연계하여 분자유종지원을 함으로써 신속한 우수 품종 개발에 힘쓰고 있는 반면 아직 우리나라는 투자 규모가 작고 육종가들과 소통을 위한 지원기관이 부족한 실정임</li> <li>- 여러 작물들의 유전체 염기서열이 밝혀짐으로 인해서 수백 개의 마커 개발을 넘어 sequencing 정보와 GWAS의 통합하는 접근방법이 여러 복잡한 형질들의 마커개발에 주요 전략으로 대두되고 있음</li> </ul>	
주 요 목 표	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수출용 검은썩음병 저항성 우수 개발품종의 개발 및 수출시장 확대</li> <li>- 검은썩음병과 뿌리혹병 저항성 검정 기술 확립 및 체계화</li> <li>- 양배추 고해상도 분자유전지도 작성을 통한 분자유종기술 확립</li> <li>- 검은썩음병과 뿌리혹병 저항성 유전자 연관 마커 개발 및 신속 간이 대량 검정 기술개발을 통한 산업재산권화와 육종효율증진에 직접 활용</li> </ul>	
수출용 양배추 품종육성 연구	세부 프로젝트 1	수출용 양배추 품종육성 연구(2013. 4. 10 ~ 2014. 4 09)
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수출용 고품질 검은썩음병 저항성 품종육성</li> <li>- 세포질 응성불임성을 위한 채종 체계 확립</li> <li>- 검은썩음병, 뿌리혹병 저항성 양배추 품종 육성을 위한 기초 연구</li> <li>- 배추와 양배추의 유전체 정보 기반 양배추의 고해상도 분자유전지도 작성</li> <li>- 검은썩음병 저항성 유전자 연관 마커 개발 및 분자유종시스템 개발</li> <li>- 뿌리혹병 저항성 유전자 연관 마커 개발 및 분자유종시스템 개발</li> </ul>

## 프로젝트 4 : 양배추 육종기반 기술 및 소재개발

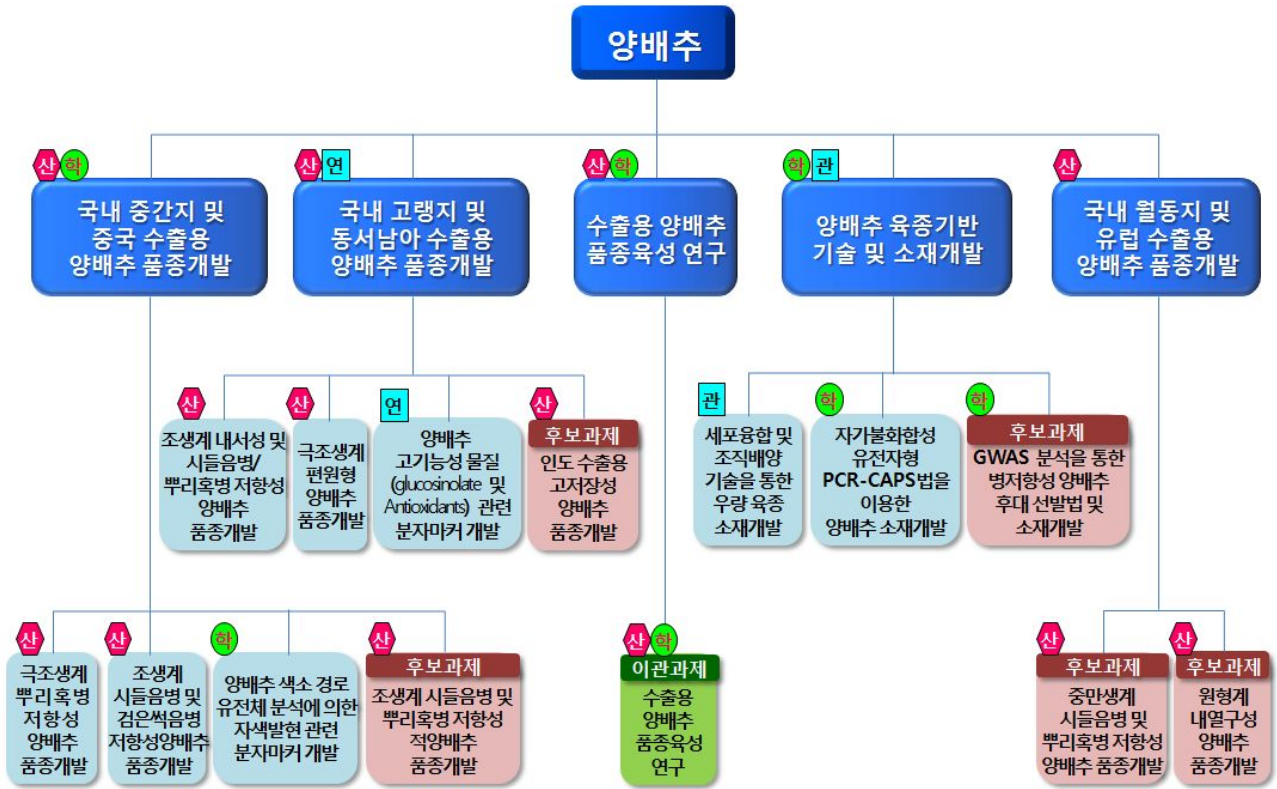
배 경		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 세포 융합 등의 기술은 배추과 작물에서 일부 시도 되고 있으나, 양배추의 경우 그 사례가 희소하여 우량 육종 소재 개발에 필수적인 융성불임성 및 다양한 병저항성 도입이 필요함</li> <li>- 배추과 작물의 소포자 배양 기술이 활용되고 있지만 양배추에서 그 효율성은 낮아 효율성을 높일 수 있는 기술 개발이 필요함</li> <li>- 국외 메이저 회사들의 elite 품종에 이용되는 원종의 확보가 필요함</li> <li>- 글로벌 기업은 자체적으로 대규모 고효율 분자유종시스템을 보유하고 있으며, 최근 양배추의 표준유전체정보가 해독되었음</li> </ul>
주 요 목 표		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 양배추 육종기반 기술 및 소재 개발</li> <li>- SCI 논문 22건 발표</li> <li>- 소재 개발/제공 서비스 실적 30건</li> <li>- 원종 탐색/제공 서비스 실적 18건</li> </ul>
양배추 육종기반 기술 및 소재개발	세부 프로젝트 1	세포융합 및 조직배양 기술을 통한 우량 육종 소재개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소포자 배양을 통한 우수 선발 자원의 조기 계통화 및 민간 보급</li> <li>- 세포융합 기술을 통한 신규 형질 도입 양배추 계통 육성 및 민간 보급</li> </ul>
	세부 프로젝트 2	자가불화합성 유전자형 PCR-CAPS법을 이용한 양배추 소재개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 시판 elite 품종 수집</li> <li>- 자가불화합성 마커를 이용하여 elite 품종들의 자가불화합성 유전자형 분석</li> <li>- PCR-CAPS법을 이용하여 수집된 elite 품종으로부터 원종 탐색</li> <li>- 탐색된 원종의 재확인 및 민간종묘회사에 제공</li> </ul>
	세부 프로젝트 3 ('14년 이후 추진)	GWAS 분석을 통한 병저항성 양배추 후대 선발법 및 소재개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 분자유전지도 구축 및 활용기반 제공</li> <li>- 융성불임 특성이 도입된 우수 양친계통을 이용한 고밀도 유전지도 기반 대규모 고효율 선발기술 개발</li> <li>- 양배추 표준유전체서열정보와 resequencing 및 GWAS 분석을 통한 우수 농업형질 관련 마커 개발</li> </ul>

프로젝트 5 : 국내 월동지 및 유럽 수출용 양배추 품종개발('14년 이후 추진)

배 경	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (시장성) 국내 전체 재배 종자량은 수입종자가 90% 수준으로 수입의존도가 매우 높으며 제주도의 경우 95% 이상임</li> <li>- 유럽의 양배추 시장 규모는 약 7천 3백만불(약 800억원)로 전체의 40% 이상을 차지하는 것으로 추정.</li> <li>- 판매 단가가 아시아 등 다른 지역에 비해 월등히 높아, 금액적인 시장규모는 가장 큼</li> <li>- (기술개발 필요성) 국내 중만생계 품종은 일본 품종이 점유하고 있어 중만생계 품종 개발이 필요함</li> <li>- 유럽시장 또한 중만생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 품종을 요구하고 있음</li> <li>- 유럽 지역은 숙기가 빠른 원형계 품종이 많이 유통되고 있으며 내열구성을 요구하고 있음</li> </ul>	
주 요 목 표	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 월동 및 유럽 수출용 양배추 품종개발</li> <li>- 국내외 품종 등록 16건</li> <li>- 2021년 수입대체율 7%, 종자수출액 300만불 달성</li> </ul>	
국내 월동지 및 유럽 수출용 양배추 품종개발	세부 프로젝트 1 ('14년 이후 추진)	중만생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 및 유럽용 기선발 조합들의 현지 적응성 시험</li> <li>- 유전자원 수집 및 특성조사</li> <li>- 계통의 분리 고정 및 조합 선발</li> <li>- 내병성 검정(시들음병, 뿌리혹병)</li> <li>- 조합작성 및 조합능력 검정</li> <li>- 해외적응성 시험 및 품종보호출원</li> <li>- 시장개척 및 수출 목표 달성</li> </ul>
	세부 프로젝트 2 ('14년 이후 추진)	원형계 내열구성 양배추 품종개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집 및 특성조사</li> <li>- 계통의 분리 고정 및 선발</li> <li>- 조합작성, 조합능력 검정</li> <li>- 국내 및 해외지역적응성 시험</li> <li>- 품종보호출원</li> <li>- 시장개척 및 수출</li> </ul>

# 제4장 품목별 프로젝트 추진체계 및 추진전략

## 1. 연구 추진체계



## 2. 성과지표

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항		
공 통 지 표	품종출원	국내	15	25	40		
		국외	11	17	28		
	품종등록	국내	13	26	39		
		국 외	품종신고	14	21	35	
			품종판매	-	-	-	
	종자수출액(만불)		680	2,010		GSP 양배추 2021년 수출액 최종 목표액은 2,000만불임	
	수입대체 효과(%)( 현재 20억원 대비)		20	50		GSP 양배추 2021년 수입대체 율 50%임	
	국내논문	SCI	4	4	8	IF 1.0 이상	
		등재학술지	3	2	5		
	국외논문	SCI	14	20	34	IF 1.0 이상	
		비SCI	-	-	-		
	학술발표	국내	16	24	40		
		국외	9	11	20		
	국내특허	출원	9	13	22		
		등록	4	9	13		
	국제특허	출원	-	1	1		
		등록	-	1	1	미국, 일본, 중국, 유럽	
매출액(억) 1\$=1,100	국내	4	10				
	국외	74.8	221.1				
기술이전(건수)		-	2	2	3억원 이상		
특 성 지 표	인력양성		14	15	29		
	기반구축 실적		2	2	4		
	D/B 구축		3	3	6		
	분자마커		3,109	61	3,170		
	서비스 실적	소재개발/제공	10	20	30		
		원종탐색/제공	8	10	18		
		마커서비스	205	1,050	1,255		
	등록/ 기탁	식물자원	20	25	45		
		유전자(유전체)	4	12	16		
		EST/RNA Sep.	5	6	11		
유전자 Chip		-	1	1			

### 3. 연구개발 소요예산

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	정부(억원)	1.80	2.89	2.72	2.79	2.71	2.48	2.98	2.98	2.98	24.33
	민간(억원)	0.53	1.27	1.2	1.2	1.17	1.13	1.27	1.27	1.27	10.31
	합계	2.33	4.16	3.92	3.99	3.88	3.61	4.25	4.25	4.25	34.64
조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발	정부(억원)	1.15	2.01	1.91	1.98	1.90	1.84	2.08	2.08	2.08	17.03
	민간(억원)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4.5
	합계	1.65	2.51	2.41	2.48	2.4	2.34	2.58	2.58	2.58	21.53
양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자마커 개발	정부(억원)	0.85	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.64
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0.85	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.64
조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종개발	정부(억원)	0	2.74	2.63	2.70	2.62	2.39	2.80	2.80	2.80	21.48
	민간(억원)	0	1.27	1.2	1.2	1.17	1.13	1.27	1.27	1.27	9.78
	합계	0	4.01	3.83	3.9	3.79	3.52	4.07	4.07	4.07	31.26
조생계 내서성 및 시들음병/뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	정부(억원)	2.11	3.40	3.11	3.40	3.26	3.16	3.39	3.39	3.39	28.61
	민간(억원)	0.44	1.07	1.01	0.98	0.93	1	1.03	1.03	1.03	8.52
	합계	2.55	4.47	4.12	4.38	4.19	4.16	4.42	4.42	4.42	37.13
극조생계 편원형 양배추 품종개발	정부(억원)	1.15	1.92	1.91	1.98	1.90	1.84	2.08	2.08	2.08	16.94
	민간(억원)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	2.7
	합계	1.45	2.22	2.21	2.28	2.2	2.14	2.38	2.38	2.38	19.64
양배추 고기능성 물질(gluco sinolate 및 antioxidants) 관련 분자마커 개발	정부(억원)	0.85	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.64
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0.85	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.64
인도 수출용 고저장성 양배추 품종개발	정부(억원)	0	3.20	3.00	3.14	3.07	2.85	3.25	3.25	3.25	25.01
	민간(억원)	0	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	5.5
	합계	0	3.7	3.5	3.84	3.77	3.55	4.05	4.05	4.05	30.51
수출용 양배추 품종육성 연구	정부(억원)	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5
세포융합 및 조직배양 기술을 통한 우량 육종 소재개발	정부(억원)	0.85	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.64
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0.85	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.64
자가불화합성 유전자형 PCR-CAPS법을 이용한 양배추 소재개발	정부(억원)	1.0	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.79
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	1.0	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.79
GWAS 분석을 통한 병저항성 양배추 후대 선발법 및 소재개발	정부(억원)	0	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	12.79
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	12.79
중만생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	정부(억원)	0	2.38	2.27	2.25	2.26	2.48	2.44	2.44	2.44	18.96
	민간(억원)	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4
	합계	0	2.88	2.77	2.75	2.76	2.98	2.94	2.94	2.94	22.96
원형계 내열구성 양배추 품종개발	정부(억원)	0	1.74	2.27	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.52
	민간(억원)	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4
	합계	0	2.24	2.77	2.03	2.03	2.06	2.13	2.13	2.13	17.52
총합	정부(억원)	12.26	28.98	27.52	27.42	26.9	26.4	28.8	28.8	28.8	235.88
	민간(억원)	1.77	5.91	5.71	5.88	5.77	5.76	6.17	6.17	6.17	49.31
	합계	14.03	34.89	33.23	33.3	32.67	32.16	34.97	34.97	34.97	285.19



#### 4. 품목 총괄로드맵

단계별 목표	1단계				2단계					최종목표	
	수입대체용 및 목표시장 맞춤형 품종 개발 분자유종 기초 시스템 구축				수입대체용 및 목표시장 맞춤형 품종 개발 분자유종 지원시스템 구축						
중점연구영역	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표	
국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발	극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	유전자원 수집 및 특성조사									-수출액 700만불 달성
		뿌리썩음병 마커 개발, 계통별 맞춤형 세포융합 기술 개발									-중국 수출용 양배추 20품종 개발
		조직배양-DH라인 육성, 계통 육성, 조합작성, 연락시험, 생산성 검정									-국내 수입대체 양배추 9품종 개발
		마커 및 세포융합 육성									
		국내 및 중국 현지 적응성 시험									
	국내 수입대체용 및 중국 수출용 품종 개발										
	조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발	조생계 양배추 조합작성 및 품종개발									-수출액 130만불 달성
		시들음병 및 검은썩음병 저항성 유전자원 선발									
		조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 계통 육성 및 품종 개발									-10품종 개발
		국내 및 중국 현지 적응성 시험									
	중국 종자 시판상 정보 확보 및 인프라 구축										
	양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자마커 개발	기존 유전정보 이용 마커 개발									-SCI논문 11편
		RNA Seq와 그 정보를 이용한 마커 개발									-기술이전 2건
		엽 색체 분석용 F2 집단 양성과 마커 검정									
		엽 색체관련 마커이용한 분석서비스 제공									
엽 색체와 저온관련 메카니즘 규명과 지적재산권 확보											
유전체 정보의 D/B 구축											
국내 고랭지 및 동서남아 수출용 양배추 품종개발	조생계 내서성 및 시들음병/뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	국내외 양배추 유전자원 수집, 특성평가 및 선발									-수입대체액 34만불 달성
		내재해성, 내병성 유전집단 선발 육성									
		소포자 배양, CMS모본 육성									
		국내 및 인도 현지 적응성 검정									-수출액 800만불 달성
		국내 수입대체용 및 인도 수출용 품종 개발									
		종자생산 관리체계 구축									
	극조생계 편원형 양배추 품종개발	국내외 양배추 유전자원 수집, 특성평가 및 선발									-수출액 80만불 달성
		내재해성, 내병성 유전집단 선발 육성									
		국내 및 인도, 동남아 현지 적응성 시험									-수입대체액 10만불 달성
	국내 수입대체용 및 인도, 동남아 수출용 품종 개발										
	현지홍보 및 대량생산 기술 개발										-6품종 개발
	양배추 고기능성 물질(glucosinolate 및 antioxidants) 관련 분자 마커 개발	유전자원의 탐색을 통한 우수 형질 (고기능성)보유 자원 선발 및 확보									-SCI 9편 발표
고기능성 관련 기작 및 유전체 마커 개발을 위한 대사체 유전체적 분석 및 품종 육성 tool 개발									-마커 서비스		
우수형질 (고기능성) 관련 진단 마커 개발											
고기능성 품종 육성을 위한 첨단 기반 구축 및 육종 지원체계를 통한 활용											

수출용 양배추 품종육성 연구	수출용 양배추 품종육성 연구	이관과제								2014년 과제 종료 -BR, CR 품종개발	
양배추 육종기반 기술 및 소재개발	세포융합 및 조직배양 기술을 통한 우량 육종 소재개발	양배추 및 도입예정 유용형질 보유 배추과 작물 유전자원 수집 및 특성검정									-양배추 신품종 육성용 우량 소재 조기 개발 및 민간 분양  -소재개발 21건
		세포질 분류시스템 개발									
		세포자 배양 효율 증진 조건 확립									
		원형질체 배양 및 식물체 재생체계 확립									
		무 신규 웅성불임 식물체 라인 확보									
		환경저항성 양배추 자원 유래 세포자 배양체 획득									
		신규 웅성불임 자원 산업재산권 확보									
		환경저항성 양배추 D.H 계통 검정									
	다양한 환경내성 및 병해 저항성 양배추 계통 지속 개발										
	자가불화합성 유전자형 PCR-CAPS법을 이용한 양배추 소재개발	국내외 유전자원 수집 및 해외 시판 elite 품종 수집									-원종 탐색 및 제공 18건  -SCI 논문 5편
국외 elite 품종으로부터 원종 탐색											
탐색된 원종간 교배를 통한 원종 확인 분석											
원종의 민간회사 제공											
GWAS 분석을 통한 병저항성 양배추 후대 선발법 및 소재개발	SSR 기반 유전지도 활용 분자유종									-소재개발 9건  -SCI 논문 10편	
	양배추 표준유전체와 NGS 기반 대규모 SNP 개발 및 활용										
	MAB 기반 구축 및 지원										
	GWAS분석을 통한 양배추 농업형질 연관 마커 대량 발굴										
	형질연관 마커 실용화 기술개발										
유전체정보 기반 육종기술 적용 및 실용적 지원											
국내 월동지 및 유럽 수출용 양배추 품종개발	중만생계 시들음병 및 뿌리혹병 양배추 품종개발	유전자원 수집 및 특성조사								-수출액 300만불 달성  -수입대체 7% 이상 달성  -16 품종 개발	
		중만생계 및 병 저항성 유전집단 선발 육성									
		국내 및 유럽 현지 적응시험									
		수입대체용 및 유럽 수출용 품종 개발									
현지 홍보 및 대량 생산 기술 개발											

# 제5장 프로젝트별 세부기획

## 제1절 국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발

### 1. 연구개발 목표

- 현재 약 90%를 점유하고 있는 수입 양배추 품종을 ‘국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발’ 프로젝트를 통하여 국내 육성 품종으로 상세기획 목표 50% 중 본 프로젝트에서 21% 이상 대체하여 내수 안정화를 도모하고 한국 품종의 대중국 수출을 300만불 규모에서 830만불 이상으로 확대하고자 함

### 2. 연구개발 필요성

- 현재 국내 양배추 종자시장 (20억)의 약 90%가 일본 종자회사의 품종이므로 이런 구조가 지속될 경우 가격경쟁력을 확보하지 못하여 일본 종자회사에 의해 가격이 지배될 우려가 있으므로 국내 시장에서 요구되어지고 있는 우수품종 개발 및 국내 개발 품종의 보급률을 확대하여야 함
- 국내 중간지 지역의 양배추 재배면적은 국내 양배추 재배면적의 40%에 해당함. 중간지 지역의 양배추 재배 품종 중 80% 이상이 일본 품종을 재배하고 있어 일본 품종에 대한 선호도가 높음. 최근에는 양배추 재배지에서 뿌리혹병과 더불어 검은썩음병이 문제가 되고 있어 이에 대응한 뿌리혹병 저항성(CR) 및 검은썩음병 저항성(BR) 품종의 육성이 요구됨
- 중국 양배추 종자 시장은 전 세계적으로도 규모가 매우 크며 확대 가능성이 무한한 시장임
- 한국의 대 중국 양배추 종자 수출은 2011년 300만불 수준으로 국내 전체 양배추 수출의 50% 이상을 차지하며 매년 증가하고 있음

### 3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

- 본 과제는 3개의 우선추진 세부 프로젝트와 1개의 후보과제로 구성되어 있으며, 목표시장 선호형 양배추 품종개발에 목적이 있음
- 국내 중간지 재배 및 중국 양배추 시장에서 요구되어지는 극조생계와 조생계의 뿌리혹병 저항성(CR), 시들음병/검은썩음병 저항성(YBR) 양배추 품종개발 등으로 목표형질이 명확하게 설정되어 있어 기존 연구과제들과 차별성을 가짐
- 중국 북부지역은 저온에 의해 양배추의 염색이 자색을 띄어 상품성이 떨어지므로 자색발현 관련 마커 개발이 필요하며 지금까지 색소관련 마커개발과제는 수행되지 않았음

### 4. 프로젝트 추진체계

	주요 수행 내용	수행주체
국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집 및 특성조사</li> <li>- 계통 육성 및 조합작성</li> <li>- 국내 중간지 재배 및 중국용 극조생계 뿌리혹병 저항성 품종개발</li> <li>- 국내 중간지 재배 및 중국용 조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 품종개발</li> <li>- 현지 연락 시험 및 조합선발</li> <li>- 생산성 검정 및 품종화</li> <li>- 현지 종자 시장 현황 수집 및 분석</li> <li>- 중국 종자 시판상 정보 확보 및 인프라 구축</li> <li>- 색소 경로 유전체 분석</li> <li>- 염 색 관련 마커 개발</li> </ul>	산, 학

## 5. 프로젝트 Micro 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표	
		양배추 국내 중간지 및 중국 수출용 품종 개발				양배추 국내 중간지 및 중국 수출용 품종 개발, 인프라 구축 및 네트워크 확보					-수입대체 21% 이상달성 -수출액 830만불 이상 달성	
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표	
극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	품종 개발	유전자원 수집 및 특성조사										-수출액 700만불 달성
		뿌리썩음병 마커 개발, 계통별 맞춤 세포융합 기술 개발										-중국 수출용 양배추 20품종 개발
		조직배양-DH라인 육성, 계통 육성, 조합작성, 연락시험, 생산성 검정										
		마커 및 세포융합 육성										
		국내 및 중국 현지 적응성 시험										
국내 수입대체용 및 중국 수출용 품종 개발												
조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발	품종 개발	조생계 양배추 조합작성 및 품종개발										-수출액 130만불 달성
		시들음병 및 검은썩음병 저항성 유전자원 선발										
		조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 계통 육성 및 품종 개발										
		국내 및 중국 현지 적응성 시험										
중국 종자 시판상 정보 확보 및 인프라 구축												
양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자마커 개발	분자 마커 개발	기존 유전정보 이용 마커 개발										-SCI논문 11편 -기술이전 2건
		RNA Seq와 그 정보를 이용한 마커 개발										
		엽 색체 분석용 F2 집단 양성과 마커 검정										
		엽 색체관련 마커이용한 분석서비스 제공										
		엽 색체와 저온관련 메카니즘 규명과 지적재산권 확보										
유전체 정보의 D/B 구축												

## 제2절 국내 고랭지 및 동서남아 양배추 품종개발

### 1. 연구개발 목표

- 현재 약 90%를 점유하고 있는 수입 양배추 품종을 ‘국내 고랭지 및 동서남아 수출용 양배추 품종개발’ 프로젝트를 통하여 국내 육성 품종으로 상세기획 목표 50% 중 본 프로젝트에서 22% 이상 대체하여 내수 안정화를 도모하고 한국 품종의 인도 및 동서남아 국가의 수출을 880만불 이상으로 확대하고자 함

### 2. 연구개발 필요성

- 강원도의 양배추 재배면적은 1,400ha로 국내 양배추 재배면적의 1/4을 차지하고 있어 제주도 다음으로 국내에서 양배추를 많이 재배하고 있음. 강원도 지역의 74%에 해당하는 준고랭지와 고랭지가 주 재배지역으로, 국내 고랭지 양배추의 거의 대부분을 강원도 지역에서 생산하고 있음. 강원도 지역의 양배추 재배 품종 중 일본 품종이 차지하고 있는 비율은 80% 이상으로 수입 품종의 재배 비율이 상당히 높아 로열티 지급 우려가 됨. 따라서 강원도 시장을 목표로 한 양배추 품종 육성을 위해서는 고랭지에 적합하면서도 일본 품종에 비해 더 우수한 내재해성(내서성) 및 내병성(시들음병 저항성(YR), 뿌리혹병 저항성(CR))을 갖춘 양배추 품종 육성이 요구됨
- 인도에서 유통이 이루어지는 양배추 종자의 주요 품종은 원형계(80%)이며 편형계(20%)는 캘커타와 방갈로 부근의 여름용과 고랭지 재배용으로 유통이 이루어지고 있음. 인도는 일본 육종 회사 품종이 많이 재배되고 있으며, 현지 직영 영업망을 구축하여 시장 지배력을 강화하고 있음
- 인도는 구비대력이 1kg내외의 소형이면서 고온다습한 환경에서 재배가 용이한 병저항성(검은썩음병, 시들음병) 품종이 요구됨
- 동남아의 시장규모는 약 54억원 수준으로 추정되며 재배면적은 10만ha에 이르

며, 일반적으로 일본에서 유입된 편형계 품종이 유통되고 있음

- 인도네시아, 베트남, 태국에서는 편형계 조생종 및 중생종 품종에 대한 요구가 많으며 녹색이 짙고 결구 긴도가 우수하며 내서성이 강하고 병충해에 강한 품종을 선호함

### 3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

- 본 과제는 3개의 우선추진 세부 프로젝트와 1개의 후보과제로 구성되어 있으며, 목표시장 선호형 양배추 품종개발에 목적이 있음
  - 국내 고랭지 및 동서남아 양배추 시장에서 요구되어지는 조생계의 내서성 및 시들음병/뿌리혹병 저항성, 극조생계의 편원형 양배추 품종개발 등으로 목표형질이 명확하게 설정되어 있어 기존 연구과제들과 차별성을 가짐
  - 국내의 소비자들이 고기능성 양배추 품종을 선호하고 있으며, 지금까지 양배추 고기능성 관련 특히 glucosinolate 및 antioxidants 관련 과제는 수행되지 않았음

### 4. 프로젝트 추진체계

	주요 수행 내용	수행주체
국내 고랭지 및 동서남아 수출용 양배추 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집 및 특성조사</li> <li>- 계통 육성 및 조합작성</li> <li>- 고품질 조생종 복합내병성 양배추 품종 개발</li> <li>- 극조생계 편원형 양배추 품종 개발</li> <li>- 현지 연락 시험 및 조합선발</li> <li>- 생산성 검정 및 품종화</li> <li>- 현지 종자 시장 현황 수집 및 분석</li> <li>- 동서남아 종자 시판상 정보 확보 및 인프라 구축</li> <li>- 고기능성 관련 마커 대량 개발</li> </ul>	산, 연

## 5. 프로젝트 Micro 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표	
		국내 고랭지 및 동서남아 수출용 양배추 품종개발				국내 고랭지 및 동서남아 수출용 품종 개발, 목표시장 현지 적응성 검정 및 현지 홍보					-수입대체 22% 이상달성 -수출액 880만불 이상 달성	
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표	
조생계 내서성 및 시들음병/뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	품종 개발	국내외 양배추 유전자원 수집, 특성평가 및 선발										-수입대체액 34만불 달성 -수출액 800만불 달성 -13품종 개발
		내재해성, 내병성 유전집단 선발 육성										
		소포자 배양, CMS모본 육성										
		국내 및 인도 현지 적응성 검정										
		국내 수입대체용 및 인도 수출용 품종 개발										
		종자생산 관리체계 구축										
		네트워크 구축, 현지홍보 및 대량생산 기술 개발										
극조생계 편원형 양배추 품종개발	품종 개발	국내외 양배추 유전자원 수집, 특성평가 및 선발										-수출액 80만불 달성 -수입대체액 10만불 달성 -6품종 개발
		내재해성, 내병성 유전집단 선발 육성										
		국내 및 인도, 동남아 현지 적응성 시험										
		국내 수입대체용 및 인도, 동남아 수출용 품종 개발										
		현지홍보 및 대량생산 기술 개발										
양배추 고기능성 물질(glucosinolate 및 antioxidants) 관련 분자마커 개발	분자 육종	유전자원의 탐색을 통한 우수 형질 (고기능성)보유 자원 선발 및 확보										-SCI 9편 발표 -마커 서비스
		고기능성 관련 기작 및 유전체 마커 개발을 위한 대사체 유전체적 분석 및 품종 육성 tool 개발										
		우수형질 (고기능성) 관련 진단 마커 개발										
		고기능성 품종 육성을 위한 첨단 기반 구축 및 지원체계를 통한 활용										



### 제3절 수출용 양배추 품종육성 연구

(이관과제: 2013. 04. 10 ~ 2014. 04. 09)

#### 1. 연구개발 목표

- 수출용 검은썩음병 저항성 우수 개발품종의 개발 및 수출시장 확대
- 검은썩음병과 뿌리혹병 저항성 검정 기술 확립 및 체계화
- 양배추 고해상도 분자유전지도 작성을 통한 분자유종기술 확립
- 검은썩음병과 뿌리혹병 저항성 유전자 연관 마커 개발 및 신속 간이 대량 검정 기술개발을 통한 산업재산권화와 육종효율증진에 직접 활용

#### 2. 연구개발 필요성

- 여러 작물들의 유전체 염기서열이 밝혀짐으로 인해서 수백 개의 마커 개발을 넘어 sequencing 정보와 GWAS의 통합하는 접근방법이 여러 복잡한 형질들의 마커개발에 주요 전략으로 대두되고 있음
- 유전체 표준염기서열이 밝혀진 작물의 경우 대규모 resequencing 기술 등이 접목되어 genomics assisted breeding (GAB) 기술이 보편화되고 있으므로 우리나라에서도 이에 대한 지원이 필요함
- 양배추는 전 세계에서 가장 많이 애용되는 중요한 채소 작물로서 유럽, 중국, 인도 등에 시들음병, 검은썩음병, 뿌리혹병 저항성 품종 요구도가 크므로 이들 주요 병에 대한 저항성 우수 품종을 개발할 경우 글로벌 종자시장이 확대될 것임

### 3. 세부프로젝트와의 연계방안

#### 3.1 세부프로젝트 ‘GWAS 분석을 통한 병저항성 양배추 후대 선발법 및 소재 개발’ 추진에 있어서 이관과제와의 연계방안

- 이관과제에서 개발된 마커들 및 유전지도와 resequencing 데이터의 활용
  - 현재 이관과제에서 개발된 분자마커들과 작성된 유전지도는 MAB시스템 구축에 중요한 정보를 제공할 뿐만 아니라 많은 유전자원 및 계통들의 분석에 활용될 수 있음
  
- 이관과제에서 활용된 육성친들과 주요 형질들
  - 이관과제에서 사용된 계통들은 실제 종자회사에서 엘리트 품종 개발을 위해 실제로 활용 중인 육성친들의 일부를 사용하였으며, 이후 프로젝트를 수행하기 위한 재료로도 중요하게 활용될 수 있음

#### 3.2 세부프로젝트 ‘중만생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발’ 추진에 있어서 이관과제와의 연계방안

- 이관과제에서 개발된 병저항성 육종계통의 활용을 통해 우수 저항성 품종개발
  - 이관과제를 통해 개발된 우수한 웅성불임친 및 병저항성 계통은 유럽시장의 주요 타입인 중만생 Processing 및 Storage 타입 품종용 계통 및 조합작성에 직접 또는 간접적으로 활용함으로써, 육성에 소요되는 기간을 단축시켜 육성효율을 제고 할 수 있음
  - 이관과제에서 개발한 분자마커 및 유전지도 정보의 활용은 중만생계 내병성 우수 계통을 짧은 기간 내에 개발하는 데 필수적인 요소로 활용 될 것임
  - 이관과제에서는 상대적으로 아시아 지역에서 큰 문제가 되지 않는 병인 시들음병에 대한 연구는 제외되었으나, 유럽의 경우 연작에 의해 많은 지역이 시들음병에 오염이 되었고 발병에 적합한 25~30℃조건외의 긴 여름에 걸쳐 재배되는 특성상, 시들음병 저항성 품종의 요구도가 증가하고 있음

## 제4절 양배추 육종기반 기술 및 소재개발

### 1. 연구개발 목표

- 양배추 상세기획 최종 목표인 수입대체율 50%, 수출액 2,000만불 달성을 위하여 우량형질을 보유하고 있는 소재개발이 매우 중요함
- 양배추 분자 육종 기반 기술을 이용한 우량 소재개발 프로젝트 수행을 통하여 민간 종묘회사가 육종에 이용할 수 있는 우량형질 보유 소재 개발 30건, 해외 양배추 elite 품종으로부터 탐색된 원종 18건 등을 민간회사에 제공하고, SCI 논문 22건을 발표함

### 2. 연구개발 필요성

- 전통 육종에서 유용 유전자원 혹은 품종으로부터 자식(selfing) 등에 의한 순계 분리에는 최소 5년 이상의 시간이 걸리고, 이들 순계로부터 새로운 품종의 조합을 얻기에 다시 2-3년이 소요되며, 최종 지역 적응성 시험 2-3년을 더해 최종 품종 개발에는 최소 7-10년이 필요
- 소포자배양 등의 기술 사용 시 우수 자원으로부터 순수계통(double haploid)을 얻는데 1-2년이 소요되어 전통육종 대비 육성 연한을 4-5년 단축 가능
- 국내 개발 품종이 외국 품종들과의 경쟁력을 갖기 위해서는 외국 종묘회사들의 elite 품종에 이용되고 있는 원종을 확보하여 육종에의 활용이 필요함. 따라서 외국 종묘회사의 양배추 F1종자 채종은 자가불화합성을 이용하고 있기 때문에 자가불화합성 유전자형 동정용 마커를 이용하여 원종 확보가 필요함
- 국내 종묘회사에서 보유 중인 매우 많은 양배추 유전자원은 자가불화합성 유전자형이 정확히 분류되어 있지 않기 때문에 육종현장에서는 육종가가 관행적으로 교배조합을 작성하고 있으므로 교배조합의 범위가 매우 좁음. 따라서 자가불화합성 유전자형 동정 마커 개발을 통하여 양배추 유전자원의 자가불화합성 유전자형 구분이 필요함

- 2010년 배추의 유전체 해독이 완료된 이후, 최근 중국과 캐나다 양국이 각각 다른 양배추 품종의 표준 유전체 해독을 완료
  - 양배추의 표준유전체 정보를 기반으로 하여 최근의 차세대유전체분석기술 (NGS) 을 이용하여 각 염색체당 수 만개 이상 대규모의 다양성 SNP 마커를 개발할 수 있으며 이는 다양한 양배추 자원에서 NGS 기술을 활용한 genome wide association study (GWAS) 분석을 통해 농업적으로 유용한 다양한 형질을 탐색하고 활용할 수 있는 기반을 제공함
  - 표준유전체 서열 정보를 기본 프로임으로 하여 marker- (혹은 genomics-) assisted backcross breeding 등 다양한 선발 효율에 활용 가능

### 3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

- 본 과제는 2개의 우선추진 세부프로젝트와 1개의 후보과제 세부프로젝트로 구성되어 있으며, 육종에 바로 이용할 수 있는 양배추 소재개발에 그 목적이 있음
  - 세포질 응성불임성을 이용한 종자 수출용 양배추 품종개발 과제가 수행 중이지만 이 과제는 이미 외국에서 만들어진 응성불임성을 도입하는 수준으로 향후 로열티 문제가 생길 수 있으므로 국내에서 새로운 응성불임주를 개발하여야 함
  - 국외 종묘회사에서 시판하고 있는 F1종자는 자가불화합성을 이용하여 채종하고 있으며, 현재까지 이들 품종으로부터 원종 탐색에 대한 연구과제는 수행된 적이 없음
  - 대량의 유전정보를 분석하여 양배추의 유용한 형질을 탐색하여 소재를 개발하는 연구는 수행된 적이 없음
  - 이관과제에서 개발된 마커들 및 유전지도와 resequencing 데이터의 활용하여 차후 프로젝트에서 GWAS와 연계한 대규모 형질연관 유전자 동정에 활용

#### 4. 프로젝트 추진체계

	주요 수행 내용	수행주체
<p style="text-align: center;">양배추 육종기반 기술 및 소재개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집</li> <li>- 양배추 및 기타 배추과 작물의 세포질 분류 시스템 개발</li> <li>- 비대칭 원형질체융합을 통한 cybrids 개발</li> <li>- 신규 융성불임 cybrids 선발</li> <li>- 자가불화합성 유전자를 이용하여 해외 elite 품종으로부터 원종 탐색</li> <li>- 탐색된 원종 간 교배를 통한 원종의 재확인</li> <li>- 확인된 원종의 민간회사 제공</li> <li>- SSR 유전지도기반 분자유종 시스템(소재 탐색 및 선발) 구축 및 NGS 적용 기술 개발</li> <li>- NGS 기반 유전체육종 시스템 구축 및 지원</li> </ul>	<p style="text-align: center;">학, 관</p>

## 5. 프로젝트 Micro 로드맵

단계별 목표	1단계				2단계					최종목표	
	육종소재 개발				육종소재 개발						
중점연구영역	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표	
세포융합 및 조직배양 기술을 통한 우량 육종 소재개발	세포융합 및 소포자 배양 기반 연구	양배추 및 도입예정 유용형질 보유 배추과 작물 유전자원 수집 및 특성검정									-양배추 신품종 육성용 우량 소재 조기 개발 및 민간 분양 -소재개발 21건
		세포질 분류시스템 개발									
		소포자 배양 효율 증진 조건 확립									
		원형질체 배양 및 식물체 재생체계 확립									
		무 신규 옹성불임 식물체 라인 확보									
		환경저항성 양배추 자원 유래 소포자 배양체 획득									
		신규 옹성불임 자원 산업재산권 확보									
		환경저항성 양배추 D.H 계통 검정									
다양한 환경내성 및 병해 저항성 양배추 계통 지속 개발											
자기불화합성 유전자형 PCR-CAPS 법을 이용한 양배추 소재개발	육종 기반	국내외 유전자원 수집 및 해외 시판 elite 품종 수집								-원종 탐색 및 제공 18건 -SCI 논문 5편	
		국외 elite 품종으로부터 원종 탐색									
		탐색된 원종간 교배를 통한 원종 확인 분석									
		원종의 민간회사 제공									
GWAS 분석을 통한 병저항성 양배추 후대 선발법 및 소재개발	육종 기반	SSR 기반 유전지도 활용 분자육종								-소재개발 9건 -SCI 논문 10편	
		양배추 표준유전체와 NGS 기반 대규모 SNP 개발 및 활용									
		MAB 기반 구축 및 지원									
		GWAS분석을 통한 양배추 농업형질 연관 마커 대량 발굴									
		형질연관 마커 실용화 기술개발									
유전체정보 기반 육종기술 적용 및 실용적 지원											

## 제5절 국내 월동지 및 유럽 수출용 양배추 품종개발

### 1. 연구개발 목표

- 현재 약 90%를 점유하고 있는 수입 양배추 품종을 ‘국내 월동지 및 유럽 수출용 양배추 품종개발’ 프로젝트 수행을 통하여 국내 육성 품종으로 상세기획 목표 50% 중 본 프로젝트에서 7% 이상 대체하여 내수 안정화를 도모하고 한국 품종의 유럽 국가들에 대한 수출을 300만불 이상으로 확대하고자 함

### 2. 연구개발 필요성

- 제주도 월동 양배추의 경우 95% 이상이 일본 품종을 재배하고 있어 특히 제주도 지역에서 일본 품종에 대한 충성심이 강함. 일본 품종은 내서성, 내습성 및 내열구성이 우수하고 시들음병 저항성(YR)이 우수하지만 여전히 뿌리혹병에 약한 특성이 있어, 시들음병 저항성이 기본적으로 있으면서 뿌리혹병 저항성(CR)이 강한 국내 월동 양배추 품종의 육성이 시급함
- 아시아 시장은 중국, 인도, 동남아 지역에 집중되어 있으며, 유럽시장은 러시아, 우크라이나, 폴란드 등 동유럽 중심임. 각각 8천만불 정도의 시장으로, 아시아 시장은 향 후, 교배종 추가 전환 및 종자단가 상승으로 인해 추가로 시장 규모 성장이 기대되며, 유럽 시장의 경우 이미 고단가 시장이지만, 동유럽을 중심으로 단가 상승으로 인해 시장 규모가 더 증가할 것으로 예상됨. 아시아 시장의 경우 고온 다우 등 재배환경이 상대적으로 열악하여, 단기간에 재배를 마치는 조생종 시장이 상대적으로 큰 데 반해, 유럽은 장기간 재배가 가능하면서 수량성 및 저장성이 우수한 중만생계 품종이 주류를 이루고 있음
- 양배추는 전 세계에서 가장 많이 애용되는 중요한 채소 작물로서 유럽, 중국, 인도 등에 시들음병 저항성(YR), 검은썩음병 저항성(BR), 뿌리혹병 저항성(CR) 품종 요구도가 크므로 이들 주요 병에 대한 저항성 우수 품종을 개발할 경우 글로벌 종자시장이 확대될 것임

### 3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

- 이관과제에서 개발된 병저항성 육종계통의 활용을 통해 우수 품종개발
  - 현재 “수출용 양배추 품종육성” 과제를 통해 양배추 품종 육성에 사용되는 우수 저항성 및 응성불임친을 활용하여 유럽 적응형 우수 양배추 품종개발에 활용
  - 현재까지 개발 되었거나 2014년 이관과제 종료 시까지 개발될 품종 중에서 중·조숙 원형계 타입 및 중간 편형계 검은씩음병 저항성 품종은 러시아, 우크라이나 등 유럽시장에 현지 적응성 시험을 거쳐 짧은 기간 내에 판매로 이어 질 수 있도록 함
  - 이관과제에 개발된 우수한 응성불임친 및 병저항성 계통은 유럽시장의 주요 타입인 Processing 및 Storage 타입 품종용 계통 및 조합작성에 직접 또는 간접적으로 활용함으로써, 육성 기간을 단축시켜 효율을 제고할 것임
  - 이관과제에서는 상대적으로 아시아 지역에서 큰 문제가 되지 않는 병인 시들음병에 대한 연구는 제외되었으나, 유럽의 경우 연작에 의해 많은 지역이 시들음병에 오염이 되었고 발병에 적합한 25~30℃ 조건의 긴 여름에 걸쳐 재배되는 특성상, 시들음병 저항성 품종의 요구도가 증가하고 있음

### 4. 프로젝트 추진체계

	주요 수행 내용	수행주체
국내 월동지 및 유럽 수출용 양배추 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 월동형 조합의 특성 평가</li> <li>- 국내 월동형 품종개발</li> <li>- Fresh용 조합의 특성 평가</li> <li>- 병 저항성 계통을 이용한 조합 작성 및 현지 시험</li> <li>- processing 및 storage용 조합의 특성 평가</li> <li>- 시들음병 저항성(YR) 및 뿌리혹병 저항성(CR) 계통을 이용한 조합 작성 및 현지 시험</li> </ul>	산



## 5. 프로젝트 Micro 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표	
		국내 월동지 및 유럽수출용 품종개발				국내 월동지 및 유럽수출용 품종개발 분자유종 지원시스템 구축					-수입대체액 7% 이상 달성 -수출액 300만불 이상 달성	
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표	
중만생계 시들음병 및 뿌리혹병 양배추 품종개발	품종 육성		유전자원 수집 및 특성조사									-수출액 300만불 달성 -수입대체 7% 이상 달성 -16 품종 개발
			중만생계 및 병 저항성 유전집단 선발 육성									
				국내 및 유럽 현지 적응시험								
				수입대체용 및 유럽 수출용 품종 개발								
					현지 홍보 및 대량 생산 기술 개발							

## 제6장 기대효과

### 1. 정책적 기대효과

- 고품질 양배추 품종개발로 수입대체가 가능함으로 수입대체 사업을 정책적으로 확대
- 국내 만연하는 병(뿌리혹병)과 아열대 기상 환경에 따른 생산량 감소를 극복할 수 있는 정책 구현
- 양배추 농산물 안정적 수급을 위한 양배추 육종 프로그램 강화
- 확대되고 있는 중국 종자 시장에 국내 회사들의 수출사업을 정책적으로 확대하고 업계의 활성화 실현
- 선진국과의 기술개발을 극복하여 정부지원의 효과를 극대화함
- 고급 기술 인력을 양성하는 계기를 마련함
- 사회적·국가적·글로벌 이슈에 대응할 수 있는 국가적 R&D 과제를 추진함으로써 국가경쟁력 제고의 근간이 마련
- 세계최고 품질을 가진 국가전략품종으로 육성함으로써 세계 식량 문제 해결에 기여

### 2. 기술적 기대효과

- 다양한 내병성 및 내재해성 유전자원의 확보가 가능함
- 양배추의 내병성 및 내재해성 육성 기술 모델 제시가 가능함
- 세포질 융합에 대한 원천기술을 이용한 다양한 변이 창출과 세대단축 등 응용 가능한 분야가 확대됨
- 고기능성 양배추류 품종육성에 의해 새로운 중동 및 미국 수출용 틈새시장이 개척됨
- 마커들을 이용한 유전자원의 효율적 이용 기술이 높아짐
- 유전체 분석 및 활용에 의한 우수 품종 육성 기술이 확립됨
- 새로운 MS 양배추 개발로 육종 프로그램이 확대됨
- 유용형질 연구를 통한 우수성과 획득 및 지적 재산권 확보가 가능해짐

### 3. 경제적 기대효과

- 10년 내에 수출용 양배추 품종 35점 출원하여 국외 수출 시장이 확대됨
- 국내 90%이상 수입대체가 50%까지 감소됨
- 양배추 수출 시장 개척과 더불어 타 작물의 수출시장 개척의 어시스트 역할이 가능해짐
- 한국형 품종 개발로 향후 로열티 문제 해결 및 획득한 형질 관련 마커기술과 같은 지적재산권을 통한 로열티 외화 수입이 기대됨
- 중국, 인도 및 유럽 수출량이 증가되면 우리나라 종자수출 경쟁력이 높아지고 국내 종자 관련 산업도 활성화될 것임
- 우수품종 개발 시 중국, 인도, 동남아 등 거대 수출시장 공략으로 연구종료 시점에 약 2,000만\$ 이상

# 목 차

<b>제1장 개요</b> .....	<b>1</b>
1. 상세기획 필요성 .....	1
2. 상세기획 내용 .....	3
3. 상세기획 참여인력정보 .....	8
<b>제2장 국내외 동향 및 환경 분석</b> .....	<b>9</b>
1. 국내외 시장현황 및 전망 .....	9
2. 국내외 기술동향 분석 .....	65
3. 국내외 정책동향 분석 .....	119
4. 기술수준 및 연구개발 인프라 분석 .....	125
5. 주요 이슈 및 전략방향 .....	139
<b>제3장 목표 설정 및 프로젝트 도출</b> .....	<b>145</b>
<b>제1절. 목표 설정</b> .....	<b>145</b>
1. 최종 목표 .....	145
2. 단계별 목표 .....	145
3. 목표 설정 근거 .....	145
<b>제2절. 프로젝트 구성</b> .....	<b>147</b>
1. 후보과제 도출 배경 및 과정 .....	147
2. 프로젝트 구성 및 내용 .....	152
3. 프로젝트 간 연관관계 .....	158
<b>제4장 품목별 프로젝트 추진체계 및 추진전략</b> .....	<b>159</b>
1. 연구 추진체계 .....	159
2. 연구 추진전략 .....	161
3. 성과지표 설정 방안 .....	163

4. 연구개발 소요예산 .....	169
5. 품목 총괄로드맵 .....	170
6. 성과 확산 방안 .....	172
7. 사업화 및 수출 확대전략 .....	172
<b>제5장 프로젝트별 세부기획 .....</b>	<b>175</b>
<b>제1절 국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발 .....</b>	<b>175</b>
1. 연구개발 목표 .....	175
2. 연구개발 필요성 .....	176
3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안 .....	177
4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략 .....	178
5. 프로젝트 Micro 로드맵 .....	180
6. 세부프로젝트 추진계획 .....	181
<b>제2절 국내 고랭지 및 동서남아 수출용 양배추 품종개발 .....</b>	<b>216</b>
1. 연구개발 목표 .....	216
2. 연구개발 필요성 .....	217
3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안 .....	219
4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략 .....	220
5. 프로젝트 Micro 로드맵 .....	221
6. 세부프로젝트 추진계획 .....	222
<b>제3절 수출용 양배추 품종육성 연구(이관과제) .....</b>	<b>260</b>
1. 연구개발 목표 .....	260
2. 연구개발 필요성 .....	260
3. 연구개발 내용 .....	261
4. 세부프로젝트와의 연계방안 .....	262
<b>제4절 양배추 육종기반 기술 및 소재개발 .....</b>	<b>265</b>
1. 연구개발 목표 .....	265

2. 연구개발 필요성 .....	266
3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안 .....	267
4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략 .....	268
5. 프로젝트 Micro 로드맵 .....	270
6. 세부프로젝트 추진계획 .....	271
<b>제5절 국내 월동지 및 유럽 수출용 양배추 품종개발 .....</b>	<b>297</b>
1. 연구개발 목표 .....	297
2. 연구개발 필요성 .....	297
3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안 .....	298
4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략 .....	299
5. 프로젝트 Micro 로드맵 .....	301
6. 세부프로젝트 추진계획 .....	302
<b>제6장 기대효과 .....</b>	<b>320</b>
1. 정책적 기대효과 .....	320
2. 기술적 기대효과 .....	321
3. 경제적 기대효과 .....	322
<b>&lt;부록&gt; .....</b>	<b>323</b>
1. 특허 및 논문 검색 리스트 .....	323
2. 유전체, 검은썩음병 및 뿌리혹병에 대한 논문 분석 .....	343
3. 내서성, 내염성 및 배추좀나방에 대한 논문 분석 .....	363
4. 세포융합, 유전자원 및 소포자배양에 대한 논문 분석 .....	372
5. 자체 중간보고회 발표 자료 .....	393
6. 1차 워크숍 발표 자료 .....	423
7. 2차 워크숍 발표 자료 .....	435

# 제1장 개요

## 1. 상세기획 필요성

- 최근 식량안보, 기후변화, 글로벌화 등 종자산업 관련 환경 트렌드가 변화하고 있지만 국내 종자 시장의 대응은 미흡한 실정임
- 중국, 인도 등의 지속적인 인구증가와 경제발전으로 식량 소비량이 급증, 세계 식량 수급 및 식량자원 안보를 위협하고 있음
- 급변하는 기후변화로 인하여 기존 채소 종자의 공급체계가 변화하고 있으며, 공급에 대한 불확실성이 증가하고 있음
- 우리나라가 '02년도에 가입한 품종보호제도(UPOV)가 전면 시행됨에 따라 로열티 지급 의무 발생 품목이 급증하고 있으나 이에 대응하는 품종 개발은 미흡한 실정임
- 분자농업, 식물공장기술 등 농업생명공학 및 융합기술의 발전으로 농업을 고부가가치 산업으로 변화시킬 수 있는 새로운 기회가 전개되고 있음
- 국내 전체 종자시장 규모는 4억불(5조 8천억원)로, 세계 시장의 1.1% 수준이며, 최근 다국적 기업들이 국내업체 M&A를 통해 시장을 주도하고 있으며 5대회사(농우바이오, 몬산토, 신젠타, 다끼이, 동부하이텍)가 시장의 80%를 점유하고 있음
- G20 정상회담의 서울 개최와 국제무대에서의 선진국과 후진국간의 가교역할 수행으로 국가적 위상이 증가하고, 이에 걸 맞는 농업부문의 국제정치적 역할에 대한 기대가 증가하고 있음. 또한 아프리카, 동남아 등 식량부족 국가 또는 후진농업 국가를 지원하기 위한 수단으로서 농업부문의 역할이 증대되고 있음
- FTA 협상 국가의 증가로 인한 농업시장의 개방으로 농업 경쟁력 강화가 목전의 이슈가 되었고, 농업경쟁력 강화의 핵심인 종자산업 경쟁력 강화가 시급한 실정임. 현재 칠레, 싱가포르, EFTA, ASEAN, 인도 등 16개국과 FTA가 발효되었고, 미국, 캐나다, 멕시코, GCC, 호주, 뉴질랜드, 페루, 콜롬비아, 터키 등 14개국과 FTA 협상을 진행 중이며 앞으로도 FTA 협상 체결 국가의 증가가 예상됨
- 농산물 시장 개방으로 기술력 기반, 고기능성 및 고품질 농산물 생산을 위한 종자 개발 필요하며, 해외 농산물 시장 개방에 따른 기회를 활용하기 위하여

글로벌 농업을 염두에 둔 종자 개발 정책 추진이 필요함

- 우리나라는 UPOV(국제식물신품보호동맹)에 2002년 50번째 회원국으로 가입하여 품종보호권(UPOV)이 전면시행 됨에 따라 해외기업들이 보호 등록하는 종자가 빠르게 확대될 것으로 전망되고, 이에 따라 로열티 지출이 빠르게 증가할 전망이다. 따라서 품종보호권(UPOV) 전면시행에 따른 국내품종보호 제도의 강화로 종자산업의 발전기틀이 마련되었으므로 로열티 해외지출을 줄이기 위한 정책적 및 기술적 전략이 필요함

□ 우리 정부는 이에 적극적으로 대처하여 농업선진국으로 도약하기 위하여 2013년부터 2021년까지 Golden Seed 프로젝트 사업을 추진함

□ 양배추 품종개발의 중요성

- 양배추는 호냉성 작물로 냉기에 강하기 때문에 전 세계적으로 가장 많이 키우는 작물 중에 하나이며 주로 요리용, 가공용으로 주로 소비되며 세계적으로 2,084천ha에서 재배되는 글로벌 작물로 생산량은 58백만 톤에 달함
- 주요 양배추 종자 개발 기업은 일본계 기업과 글로벌 기업으로 구분되며, 주요 일본계 기업은 다키이, 사카다 종묘 등이 있으며 동남아, 중국, 인도를 주요 대상으로 종자를 개발하고 있음. 또한 일본 기업 중 노자키, 고바야시, 도키다 등의 기업은 양배추 육종을 전문으로 하는 기업으로 주로 중국, 인도, 동남아 등지에 진출하고 있으며, 글로벌 기업인 니커스자완, 베조, 신젠타 등은 유럽, 미주를 주요 대상으로 하고 있음
- 중국의 양배추 재배면적은 70만 ha수준으로 세계 최대 규모이며 종자 소요량은 약 21만 kg 정도임. 2010년 중국의 양배추 종자 시장규모는 약 252억 원으로 추정되며 재배면적과 종자가격이 꾸준히 상승하는 추세임
- 인도의 재배면적은 유럽과 유사한 수준이지만 유통되는 종자가 낮은 수준에서 가격이 형성되어 있기 때문에 시장규모가 작으며 시장규모는 약 72억 원 수준으로 추정되며 재배면적은 20만 ha에 달함
- 유럽은 주로 원형계 품종이 유통되고 있으며 종자의 단가가 높고 생산면적이 안정적으로 유지된다는 특징이 있으며, 시장규모는 약 480억 수준으로 추정되며 재배면적은 약 20만ha임. 주로 가공 및 저장용 양배추가 재배되는 시장으로 종자 가격 면에서 타 국가들보다 5~10배 이상의 고가 시장으로 형성



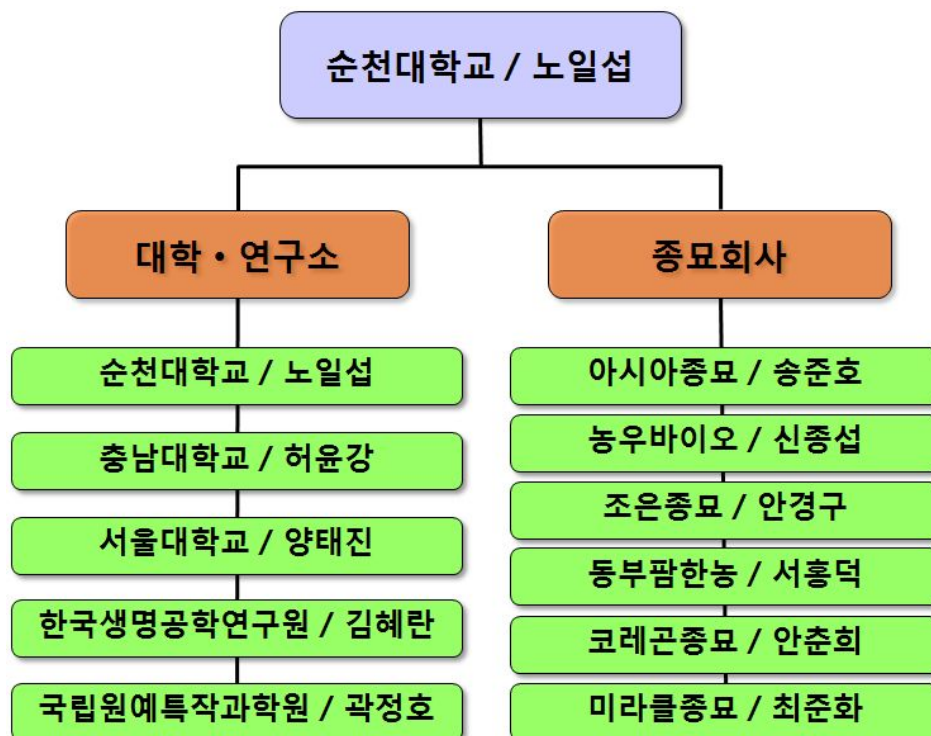
되어 있음

- 2010년 현재 국내 재배 면적은 약 4,500ha 수준이며 종자 소요량은 약 2톤 규모로, 시장 규모는 20억 원 수준임
- 국내에서 유통 중인 종자는 대부분 일본의 다끼이, 사카타 종묘의 제품이며 국산화율은 10% 미만으로 나타남

## 2. 상세기획 내용

### 2.1 주요 기획내용

- 상세기획팀 구성은 산·학·연(관)을 모두 포함시켜 구성하였으며 상세기획의 참여연구원은 양배추 육종가 및 전문가들로 구성하였음



[그림 1-1] 상세기획팀 구성

- 양배추의 우수 품종개발로 인한 수입대체 및 수출액 증가 등을 위하여 세부 연구추진 계획을 수립

○ 국내·외 시장동향 분석 및 기술동향 분석과 양배추 육종가 및 전문가들의 의견을 수렴하여 국내와 더불어 양배추 품목의 수출 목표시장을 중국, 인도, 동서남아, 유럽으로 선정함

- 국내·외 시장동향 분석은 본 상세기획에 참여한 기업의 참여연구원들이 자사가 보유중인 정보를 이용하여 상세하게 분석함
- 국내의 양배추 시장동향 분석은 코레곤(주)에서 분석
- 중국의 양배추 시장동향 분석은 농우바이오에서 분석
- 인도의 양배추 시장동향 분석은 (주)아시아종묘에서 분석
- 유럽의 양배추 시장동향 분석은 조은종묘(주)에서 분석
- 국내 및 외국계 회사의 양배추 수출확대 전략에 대한 분석은 동부광한농에서 분석
- 각 회사별(국내 및 국외) 주요 품종과 이들 품종의 특성 조사는 미라클종묘에서 분석
- 양배추의 자가불화합성 및 옹성불임성에 대한 주요 논문 분석은 순천대학교에서 분석
- 배추과 작물의 내염성 및 배추좀나방에 대한 주요 논문 분석은 충남대학교에서 분석
- 배추과 작물의 기능성 물질 및 전사체에 대한 주요 논문 분석은 한국생명공학연구원에서 분석
- 배추과 작물의 뿌리혹병, 검은썩음병, 유전체에 주요 논문 분석은 서울대학교에서 분석
- 배추과 작물의 소포자 배양, 세포융합 및 유전자원에 대한 주요 논문 분석은 원예특작연구소에서 분석
- 위의 시장동향 및 주요 형질에 대한 논문분석에 대한 발표는 2013년 1월 18일 양배추 품목 중간 보고회에서 발표함
- 양배추의 특허분석 및 논문 분석은 특허변인 화우에 의뢰함

□ 연구목표, 기술개발 내용, 추진방법 및 전략 수립

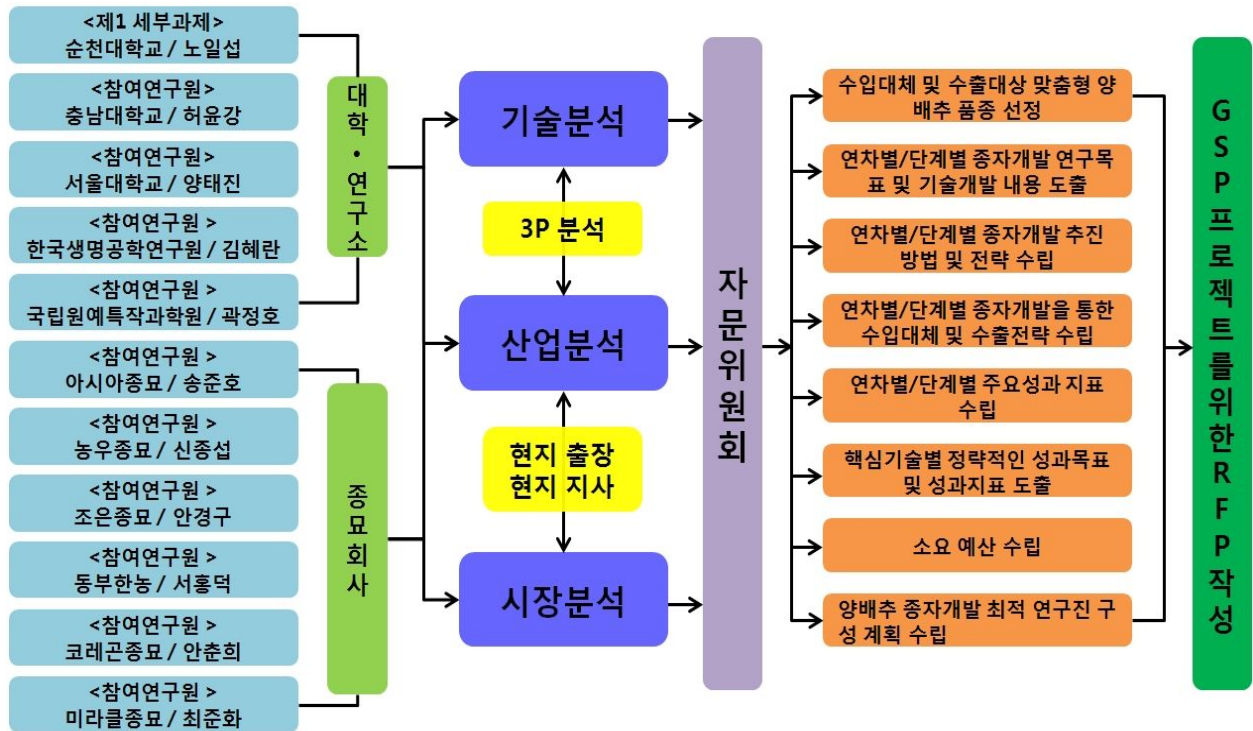
- 연구목표, 연구내용, 소요예산 등을 도출함.
- 세부 기술개발 내용에 대한 추진 방법, 추진체계 및 추진전략 등을 구체적으로 도출함

□ 품종 개발을 통한 수입대체 및 수출전략 수립

- 목표시장별로 세분화된 품종개발 전략 도출
- 핵심기술별 정량적인 성과목표 및 성과지표 도출

## 2.2 추진체계 및 추진전략

- 양배추 상세기획의 효과적이고 성공적인 추진을 위해 국내 양배추 전문가 및 양배추 육종가 대부분을 참여연구원으로 포함시켜 연구를 수행하였으며, 자문 위원으로 배추과 작물 육종가, 식물 병 전문가, 마커개발 전문가, 해외 영업 전문가 등으로 폭넓게 구성하였음



[그림 1-2] 연구추진체계

- 양배추 육종 및 마케팅 전문가들로 구성된 자문위원을 구성하였음
  - 국내 양배추 육종가, 양배추 연구자, 영업마케팅 전문가 및 시장분석 전문가들을 초빙하여 자문위원회를 구성함
  - 목표설정 및 프로젝트 도출, Micro로드맵 수립, 기대성과 및 활용방안 수립 등의 상세기획을 위하여 자문위원의 자문을 받음
- 국내 양배추 주요 재배지인 제주도, 해남 및 진도, 강원도 지역을 현지 방문하여 실제적으로 양배추 재배농가에서 요구하는 양배추 품종에 대한 의견을 수렴함
- 국외 양배추 시장동향 분석은 각각의 중요회사에서 역할 분담하여 자사 및 현지 법인들이 수집한 정보를 바탕으로 상세하게 분석함
- 프로젝트 및 세부 프로젝트는 시장 및 기술동향분석에 기초하여 목표시장

및 정량적인 성과목표를 도출한 후 자문위원들의 자문 후 최종 결정함  
 ○ 양배추 GSP 목표달성을 위한 세부과제별 RFP 작성

<b>국내·외 동향 및 환경분석</b>  <b>목표설정 및 프로젝트 도출</b>  <b>Micro로드맵 수립</b>  <b>기대성과 및 활용방안 수립</b>	<b>주요내용</b> - 국내·외 시장동향 분석 - 국내·외 기술동향 분석 - 국내·외 정책동향 분석 - 기술수준 및 연구개발 인프라 분석	<b>비 고</b> - 국내의 내륙 및 제주도 지역 조사 - 중국, 인도, 동남아, 유럽 조사 - 국가(지역)별 선호도 품종 조사
	- 기술개발 추진 방향 설정 - 목표시장 및 정량적 목표 설정 - 중점 추진영역 설정	- 국내·외 동향 및 환경분석 자료 이용 - 양배추 전문가 및 자문위원 의견 수렴
	- 프로젝트 과제명 도출 - 세부 추진과제 후보 도출 - 세부 추진과제 우선순위 선정 - Micro로드맵 작성 - 추진체계 및 연구팀 구성계획 수립 - RFP 작성	- 양배추 전문가 참여 - 자문위원 검토
	- 기대성과 분석 - 연구성과 실용화 전략 수립 - 국내·외 협력 및 활용계획 수립	- 양배추 전문가 의견 수렴 - 자문위원 의견 수렴

[그림1-3] 연구기획의 수행 절차

<표 1-1> 식물 병리 연구자로 구성된 자문위원

성 명	소 속	활 용 분 야
이 용 환	서울대학교	식물 미생물 자문
황 인 규	서울대학교	식물 세균 자문
박 서 기	순천대학교	식물 미생물 자문
고 영 진	순천대학교	식물 병리 자문
김 영 철	전남대학교	식물 병리 자문
이 귀 재	전북대학교	식물 병리 자문
임 현 섭	충남대학교	식물 바이러스 자문
김 상 수	순천대학교	해충 방제 자문

<표 1-2> 배추과 작물 육성가, 분자유종 연구자 및 해외영업 담당자로 구성된  
자문위원

성 명	소 속	활 용 분 야
강 권 규	한경대학교	마커 및 GMO 개발
강 향 구	농우바이오	해외 영업
권 석 윤	한국생명공학원	마커개발
김 성 길	전남대학교	CMS 활용 및 마커개발
김 준 호	농우바이오	해외 영업
박 범 석	국립농업과학원	유전체/전사체 분석
박 신 천	아시아종묘	해외 영업
양 태 진	서울대학교	마커개발 및 유전체 분석
조 성 환	씨더스	유전체/전사체 분석
김 도 현	개인육종	배추과 작물 육종
김 완 규	우리종묘	배추과 작물 육종
김 해 동	사카다	배추과 작물 육종
백 남 권	삼성종묘	배추과 작물 육종
변 동 해	개인육종	배추과 작물 육종
박 영 수	농우바이오	배추과 작물 육종
박 수 형	국립원예특작과학원	소포자 배양/세포 융합
양 만 성	농협종묘	배추과 작물 육종
이 영 표	동부팜종묘	배추과 작물 육종 및 마커 활용
윤 무 경	국립원예특작과학원	배추과 작물 육종 및 정책 동향
윤 병 옥	코레곤	해외 영업
이 수 성	바이오브리딩	배추과 작물 육종 및 정책 동향
엄 수 영	아시아종묘	해외 영업
장 창 순	한국종묘	배추과 작물 육종
조 윤 섭	현대종묘	배추과 작물 육종
채 원 기	농우바이오	배추과 작물 육종
최 경 자	한국화학연구원	채소 병리 검정

### 3. 상세기획 참여인력정보

No.	과제구분	소속	직위	성명
1	제1세부	순천대학교	교수	노일섭
2		순천대학교	선임연구원	우 서
3		순천대학교	선임연구원	나잘 우딘 아메드
4		순천대학교	선임연구원	산티쿠말 타밀라산
5		순천대학교	연구원	정희정
6		서울대학교	교수	양태진
7		충남대학교	교수	허윤강
8		한국생명공학연구원	책임연구원	김혜란
9		국립원예특작과학원	연구사	곽정호
10		아시아종묘(주)	소장	송준호
11		농우바이오(주)	차장	신종섭
12		조은종묘	사장	안경구
13		(주)코레곤	이사	정운화
14		동부팜	부장	서홍덕
15		미라클종묘	사장	최준화

## 제2장 국내외 동향 및 환경 분석

### 1. 국내외 시장현황 및 전망

#### 1.1 국내 시장현황

##### □ 재배면적 및 생산량

- 국내 양배추 재배총면적은 2001년 약 6,000ha정도로 정점에 이른 후 2010년 4,524ha, 현재 5,500ha정도의 재배면적을 유지하고 있음
- 양배추 종자 생산량은 68톤으로 국내에서 4.8톤, 해외채종으로 63.2톤을 생산하고 있음
- 2010년 현재 종자 소요량은 약 1톤 규모로 시장이 포화되어 최근 5년 동안 정체 상태인 국내 양배추 종자 시장은 F1 품종으로 시장이 형성되어 있음 (종자업체 제공자료)
- 국내 양배추 생산량은 약 33만톤으로 기상변화에 따라 유동적이며 2010년 봄 고랭지 양배추의 병해 및 가을 양배추 태풍 피해로 2009년 대비 9% 감소함
- 국내 혹서기 및 혹한기로 재배기 폭이 제한되어 내병성과 함께 내습성과 내한성 우수 품종 요구가 증가함
- 최대 주산지는 월동양배추를 생산하는 제주도로 2010년 재배면적 기준 약 37%, 호남 23%, 그 외 16%를 차지하고 있음
- 농협을 이용한 출하 비중이 높아 가격 변화에도 안정적 생산이 가능한 제주 지역은 양배추 재배면적 비중이 유지되고 있지만 다른 재배지역은 출하기 가격에 따라 재배면적 비중의 변화가 큼
- 재배형태는 대부분이 노지재배이며 시설재배는 전체 생산량의 약 4%수준임
- 양배추 재배 기술은 한국이 최고 수준으로 단위생산성이 세계 1위이며 품질, 가격, 생산비 등 미국, 일본보다 우위거나 뒤지지 않음으로 개방되어도 경쟁력이 있으며, 일부 제품군에서는 시장을 선도하고 있음
- 제주도는 최근에 소비패턴의 변화에 따라 양배추보다 부피가 작고 편리한 브로콜리, 양상추 등으로 재배가 전환되는 추세임

<표 2-1> 노지 및 시설재배현황

구분	'01	'05	'06	'07	'08	'09	'10
노지(%)	97.3	95.3	95.5	95.5	96.2	96.3	95.5
시설(%)	2.7	4.7	4.5	4.5	3.8	3.7	4.5

※ 농림수산물식품부

<표 2-2> 국가별 재배면적 및 단수

국가	재배면적(ha)	단수(톤/ha)	생산량(톤)	점유율(%)
세계	2,286,717	28.1	64,326,757	100.0
한국	5,500	62.0	341,000	0.5
중국	897,811	33.7	30,215,327	47.0
미국	26,510	34.3	909,450	1.4
인도네시아	62,000	21.5	1,335,150	2.1
베트남	42,881	17.5	751,567	1.2
태국	33,870	15.1	511,244	0.8
필리핀	8,500	14.7	124,712	0.2
말레이시아	1,850	41.8	77,400	0.1
싱가포르	25	20.0	499	0.0

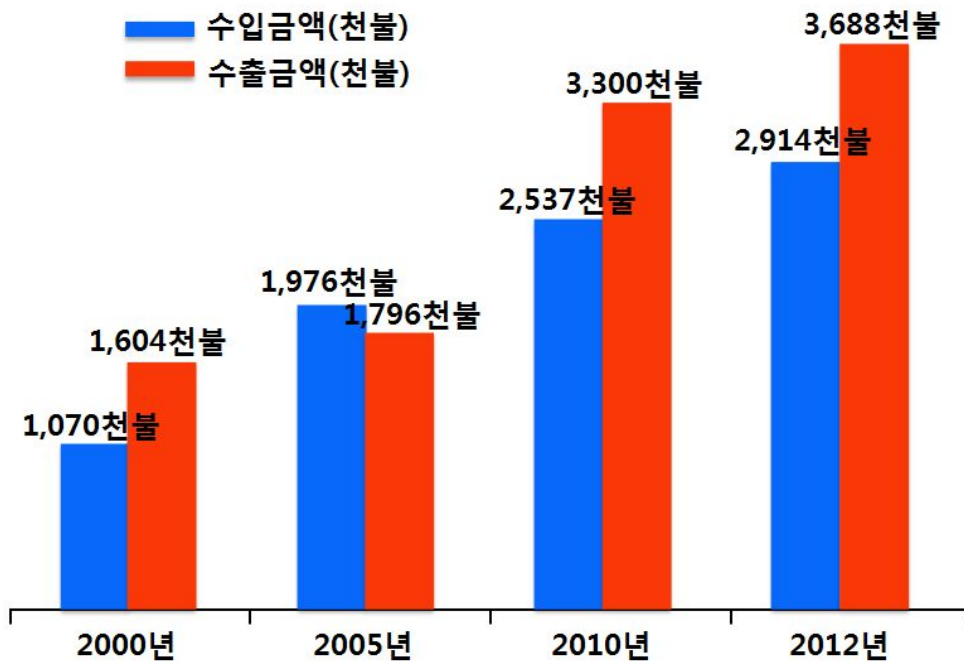
※ 2011 FAO 통계(<http://faostat.fao.org>, cabbage & other brassicas).

□ 종자시장 규모

- 양배추 종자시장의 규모는 제주도가 1,650ha 정도로 34.3%, 강원도가 1,400ha 정도로 24.3%를 차지하여 전체 시장의 58.6%를 차지하고 있으며 전라남도가 950ha으로 15.6%을 차지하고 있음
- 종자가격은 2,500립 당 약 15,000원 정도로 거래가 이루어지고 있으며 봄 양배추(16,000원/2,500립), 가을 양배추(13,000원/2,500립), 월동 양배추(25,000 ~ 50,000원/2,500립) 수준으로 나타남
- 양배추 종자 2,500립 1봉지에 오가네 품종은 15,000원, 검은씩음병에 강



- 한 마쓰모 품종은 34,000원임
- 매년 약간의 변동은 있으나 평균 5,500ha에 120,000봉을 소비하여 종자 시장은 약 20억원으로 작은 편임
  - 국내 양배추 재배 농가는 외국 품종을 선호하여 농가의 종자가격이 부담이 되고 있음
  - 국내에서 유통 중인 종자는 대부분 일본의 다끼이, 사카타 종묘의 제품이며 국산화율은 10% 미만으로 나타남(Golden Seed Project 예비타당성조사 대응 신규사업기획 연구)
    - 수입량 : ('00)1,070천불→ ('05)1,976천불→ ('10)2,537천불→ ('12)2,914천불
  - 국내 양배추 종자 수출은 2005년 21톤, 금액으로 1.8백만불을 수출하였으며, 2006년에는 31톤, 2.8백만불을 수출하여 고추(6.9백만불), 무(5.2백만불) 다음으로 큰 수출 품목이며 해마다 수출이 증가하고 있으며 2009년 양배추 종자 수출은 25톤, 금액으로 2.5백만불을 주로 인도, 중국, 인도네시아에 수출하였고 2010년에는 종자 수출 금액이 300만불에 달하는 수출 효자 품목임
    - 수출량 : ('00)1,604천불→ ('05)1,796천불→ ('10)3,300천불→ ('12)3,688천불
  - 양배추 종자를 연구 중인 국내기업은 아시아종묘, 농우바이오, 조은종묘이고 국내 진출 외국 기업에는 다끼이, 사카타, 누넴 등이 있음
    - 아시아 종묘, 농우바이오 등에서 양배추 종자 수출이 이루어지고 있으며 기업별로 연간 15~20톤 규모의 양배추 종자의 수출이 이루어지고 있는 등 국내기업의 양배추 종자 수출액은 점차 증가 추세에 있음



[그림 2-1] 양배추 종자 수입 및 수출액 동향(한국종자협회)

<표 2-3> 국내 종자시장 규모

지역	면적(ha)	종자량(봉)	금액(천원)	비율(%)
경기	59	1,239	20,046	1.0
강원	1,400	30,000	485,386	24.4
충북	275	5,775	93,437	4.7
충남	450	9,450	152,897	7.7
전북	100	2,100	33,977	1.7
전남	950	20,210	326,989	16.5
경북	550	11,550	186,874	9.4
경남	50	1,050	16,989	0.9
제주	1,650	41,450	670,642	33.7
합계	5,484	120,814	1,987,236	100.0

□ 재배작형 및 재배품종

- 재배작형은 다양하게 분화하고 발달되어 1년 내내 재배가 이루어지고 있으며 국내에서 유통되는 양배추는 봄 양배추, 가을 양배추, 월동 양배추로 나뉨
- 작형별 재배비율은 중간지 40%, 고랭지 20%, 제주도 및 전남의 월동 양배추 재배지 40%의 비율로 재배되고 있음
- 월동 양배추는 일본계 회사인 노자키의 제품을 많이 사용하고 있으며 무발현 안토시아닌이 필수적으로 요구됨
- 제주도를 제외한 내륙지방 종자시장은 일본 다끼이종묘의 YR호월, 오가네 등이 80% 이상의 시장을 형성하고 있으며 주로 편형계 제품이 유통되고 있음
- 국내 품종으로는 아시아종묘의 대박나가 내륙지역에서 점유율을 높여가고 있음
- 국내에서 많이 판매되고 있는 양배추 품종들은 대부분 검은썩음병에 약하고 뿌리혹병에 감수성인 문제점이 있음.
  - 다끼이 종묘의 ‘오키나’와 ‘YR호월’, 그리고 국내 회사들에서 판매되고 있는 품종들은 대부분 검은썩음병에 약한 특성이 있어 고냉지 여름재배 및 제주 월동재배에서 피해가 많이 발생하고 있음.
  - 또한 국내 판매 품종들은 모두 뿌리혹병에 감수성으로 대관령 등 양배추 주 재배지역에서 그 피해가 증가하고 있음

<표 2-4> 재배작형 및 재배품종

작형	파종기	정식기	수확기	재배지역	재배품종
겨울~초봄 초여름(15%)	2월하순 ~3월상순	3월하순 ~4월중순	6월~ 7월	전국평지	오가네 대박나
봄~초여름 여름~가을	3월중순 ~4월하순	4월중순 ~5월하순	7월~ 8월	준고냉지 (표고300~500m)	오가네, YR호월 대박나, 동도리
봄~초여름 여름~가을	4월중순 ~5월하순	5월중순 ~5월하순	8월~ 9월	고냉지 (표고600~800m)	오가네, YR호월 대박나, 동도리
여름~가을 (20%)	6월~7월	7월~8월	9월~ 10월	준고냉지 (표고300~500m)	오가네, YR호월 대박나, 동도리
여름~년내 (25%)	7월하순 ~8월상순	8월중순 ~8월하순	11월~ 12월	전국평지	오가네, YR호월 대박나, 동도리
여름~겨울 (40%)	8월상순 ~8월중순	8월하순 ~9월상순	12월~ 4월	제주도, 전남	YR호월, 동도리, 마쓰모, 춘옥, 하루토, 옥휘

○ 제주도 재배작형 및 재배품종

- 제주도는 7월 하순~8월 중순까지 파종하여 11월 중순~5월 초순까지 수확이 이루어짐
- 재배규모는 1,650ha이며, 약 6억2천만원(종자량 495ℓ)의 종자시장이 형성되어 있음
- 주 재배지역은 애월읍(하귀리, 광지리, 한림리)으로 생산량의 90%가 이 지역에서 재배되고 있음
- 주 재배품종은 오가네, YR호월, 마즈모, 레드루끼, 하루타마 등이고 신품종으로 하루토, 가모그린, 한옥1925가 재배되고 있으며 YR호월은 약 100만평, 마즈모는 200만평, 하루타마는 100만평 정도 재배하고 있음
- 조생종 품종은 오가네, 중생종은 YR호월, 중만생종은 마즈모, 만생종은 춘옥 등이 거의 대부분 일본 품종이 주로 재배되고 있음
- 적양배추의 재배면적은 9.3%를 차지하고 있으며, 셀레늄 성분이 보통 양배추보다 훨씬 많이 함유되어 있어 건강 기능성 식품으로 적양배추의 소비가 늘어날 것으로 전망되고 있음
- 출하기가 11월~4월로 노지월동이 가능하여 신선도가 높으나 “망” 포장 중심 유통으로 상품의 질이 떨어지고 있어 보완책이 필요한 상황임
- 최근에는 양배추 재배지에서 검은썩음병, 균핵병 등이 문제가 되고 있음

<표 2-5> 제주도 작배작형 및 재배품종

구분	숙기	파종	정식	수확	품종(회사)	판매량(봉지)		비율 (%)
						판매량	합계	
일반	조	7월말~8월초	8월중~8월말	11월중순	오가네(다끼이) 그외 기타	1,000 550	1,550	3.7
	중	8월초~8월중	8월말~9월초	12월중~1월중	YR호월(다끼이) 동도리(가네꼬사) 그 외 기타	8,000 3,000 2,000	13,000	31.3
	중만	8월중	9월중	1월말~2월말	마즈모(베조) 그외 기타	5,000 1,000	6,000	14
	만	8월중~하순	9월중~하순	3월~5월초	춘옥(경농) 하루토(가네꼬사) 그외 기타	15,000 1,000 1,000	17,000	41
적채	조	7월말~8월초	8월중~8월말	11월중~12월중	루비아(다끼이) 그외 기타	700 300	1,000	2
	중	8월초~8월중	8월말~9월초	12월~1월	레드루끼(사카다) 중생루비아(다끼이) 그외 기타	2,000 500 400	2,900	7



**YR호월 포장**



**마쓰모 포장**



**하루타마 포장**



**종묘사**



**뿌리혹병**



**YR하루토 포장**



**한남농약사**



**양배추육묘장**



**애월농협유통센터**

[그림 2-2] 제주도지역 포장, 종묘사, 농약사, 육묘장 및 유통센터 탐방

○ 강원도 재배작형 및 재배품종

- 준고랭지작형(표고 300~500m)은 3~4월에 파종해서 7월~8월에 수확함
- 고랭지작형(표고 600~800m)은 4월 중순~5월 상순에 파종해서 8월 상순~9월에 수확함
- 여름작형은 5월~6월 파종해서 9월~10월 수확함
- 재배규모는 1,400ha이며, 약 4억4천만원(종자량 420ℓ)의 종자시장이 형성되어 있음
- 주 재배지역은 평창군, 홍천군, 횡성군, 영월군으로 고랭지 양배추의 대부분이 이 지역에서 재배되고 있음
- 다끼이종묘의 오가네, YR호월 등이 80%의 시장을 점유하고 있으며 우리나라 품종으로 아시아종묘의 대박나, 농우바이오의 온누리 등이 17% 정도를 차지하고 있어 외국품종에 대한 의존도가 높음

<표 2-6> 강원도 작배작형 및 재배품종

작형	과종	정식	수확	품종(회사)	판매량(봉지)		비율 (%)
					판매량	합계	
준고랭지 (표고300 ~500m)	3~4월	4~5월	7~8월	오가네(다끼이) YR호월(다끼이) 대박나(아시아) 온누리(농우) 그외 기타	6,700 1,100 1,500 1,400 100	10,800	39
고랭지 (표고600 ~800m)	4월중 ~5월 상	5월중 ~5월하	8월상 ~9월	오가네(다끼이) YR호월(다끼이) 대박나(아시아) 온누리(농우) 그외 기타	4,800 3,000 500 1,100 300	9,700	35
여름재배	5~6월	6~7월	9~10월	오가네(다끼이) YR호월(다끼이) 대박나(아시아) 그외 기타	4,900 2,800 500 1,000	9,500	26

○ 전라남도 재배작형 및 재배품종

- 봄작형은 2월 하순~3월 중순에 과종해서 6월~7월에 수확함
- 여름작형 조생종은 7월 하순~8월 하순에 과종해서 11월에 수확함
- 여름작형 중생종은 8월 상순~8월 중순에 과종해서 12월~1월에 수확함
- 여름작형 만생종은 8월 중순에 과종해서 2월~4월에 수확함
- 재배규모는 950ha이며, 약 2억8천만원(종자량 285ℓ)의 종자시장이 형성되어 있음
- 무안군, 해남군, 진도군, 장흥군 등이 양배추 주 재배지역임
- 다끼이종묘의 오가네, YR호월, YR동장군 등이 68%를 점유하고 있으며, 우리나라 품종으로 아시아종묘의 대박나, 농우바이오의 온누리 등이 5% 정도를 차지하고 있음

<표 2-7> 전라남도 재배작형 및 재배품종

작형	파종	정식	수확	품종(회사)	판매량(봉지)		비율 (%)
					판매량	합계	
봄재배	2월하 ~3월중	3월하 ~4월중	6월~ 7월	오가네(다끼이) 대박나(아시아) 온누리(농우)	1,200 490 420	2,110	10
여름재배 (조생)	7월하 ~8월하	8월중 ~8월하	11월	오가네(다끼이) 그외 기타	3,700 700	4,400	22
여름 (중생)	8월상 ~8월중	8월하 ~9월상	12월~ 1월	YR호월(다끼이) 그외 기타	7,200 1,000	8,200	41
여름 (만생)	8월중	9월중	2월~ 4월	후유바(대림) YR동장군(다끼이)	3,200 2,300	5,500	27



해남원에센터



터미널농약사(해남)



원스톱 작황



오가네 월동 전경



고군면 오상리 작목반(진도)



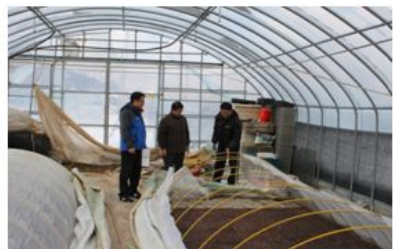
진도원예사



한들원예사(진도)



11월 파종 육묘상



12월 파종 육묘상

[그림 2-3] 전라남도지역 포장, 작목반, 농약사 및 육묘장 탐방

○ 경상북도 재배작형 및 재배품종

- 봄재배는 2월 하순~3월 상순까지 파종하여 6월 중순~7월 상순까지 수확함
- 여름재배는 6월~7월 파종해서 10~11월 수확함
- 재배규모는 550ha이며, 약 1억7천만원(종자량 165ℓ)의 종자시장이 형성되어 있음
- 주 재배지역으로 봉화군, 영양군, 청송군, 구미시 등에서 재배되고 있음
- 다끼이종묘의 오가네, YR호월 등이 83%를 점유하고 있는 반면 우리나라 품종으로는 아시아종묘의 대박나, 농우바이오의 온누리 등이 12% 정도를 차지하고 있음

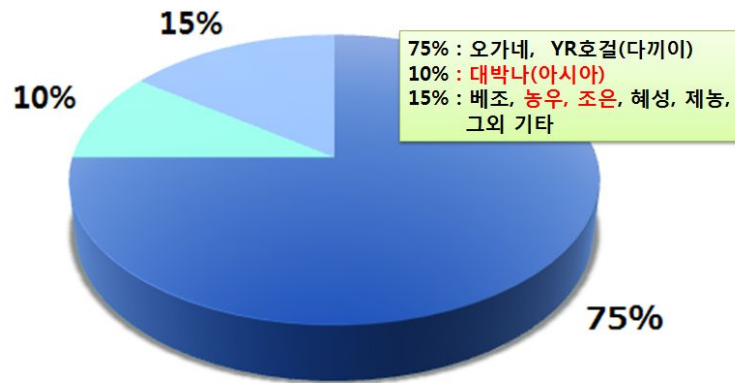
<표 2-8> 경상북도 작배작형 및 재배품종

작형	파종	정식	수확	품종(회사)	판매량(봉지)		비율 (%)
					판매량	합계	
봄재배	2월하 ~3월상	3월하 ~4월상	6월중 ~7월상	오가네(다끼이)	3,600	4,900	40
				대박나(아시아)	600		
				온누리(농우)	420		
				그외 기타	280		
여름재배	6월 ~7월	7월 ~8월	10월 ~11월	오가네(다끼이)	1,000	6,650	60
				YR호월(다끼이)	5,000		
				대박나(아시아)	300		
				그외 기타	350		

○ 그 외 지역(충남, 충북, 전북, 경남, 경기)의 재배작형 및 재배품종

- 봄, 여름재배로 다끼이종묘의 오가네, YR호월이 75%의 시장을 점유하고 있으며 우리나라 품종으로는 아시아종묘의 대박나가 10% 정도를 차지하고 있음
- 재배규모는 934ha이며, 약 2억9천4백만원(종자량 280ℓ)의 종자시장이 형성되어 있음








[그림 2-4] 충남, 충북, 전북, 경남, 경기 지역의 양배추 주 재배품종

<표 2-9> 국내 주요 재배품종 및 특성

품종명	특성	사진	육성회사
YR호월	중생종, 내병성(시들음병), 내서성, 초세 강, 밀식 재배용, 수확기간 장, 선록색, 1.6kg(포기 당), 종자 2,500립 당 12,000원		다끼이 종묘
YR 에코플러스	중조생종, YR, 검은썩음병 내병성, 구비대성이 우수, 추대 비교적 안정, 편구형		다끼이 종묘
후유기	중조생종, 내병성(시들음병, 검은썩음병), 내한성, 내열구성		다끼이 종묘
YR하루끼	내병성(시들음병, 검은썩음병), 내한성, 내열구성		다끼이 종묘
오가네	조생종, 내병성(시들음병) 내열구성, 저장성 우수		다끼이 종묘

품종명	특성	사진	육성회사
동도리	중조생종, 편원형, 검은썩음병 저항성		가네꼬사 종묘
YR 호남	중만생종, 내한성, 결구 긴도 우수, YR, 편구형		아시아 종묘
대박나	조생종, 결구 긴도 우수, YR, 편형		아시아 종묘
조은에이스	중생종, 결구 긴도 우수, 구비대력 우수, 숙기가 빠름, 편원형		조은 종묘
YR 온누리	구비대력 우수, 순도 우수, 오가네 대비 숙기가 2-3일 빠름		농우 종묘
루비아	조생종, 내서성, 저온 결구성 우수, 저장성이 뛰어난		다끼이 종묘
중생루비아	내한성, 저온결구성 우수, 농적자색의 구형임		다끼이 종묘
레드루끼	중조생종, 초세강함, 정원형		사카다 코리아

품종명	특성	사진	육성회사
마쓰모	농록색, 중만생종, 초세 왕성, 열구 늦음, 재포성 우수, 대구, 내한성 강 1.5~2kg		베조
YR하루토	시들음병 저항성, 내한성 강, 중생종, 진한 농록색, 안토시아닌 발생 없음, 만추성, 비대력 우수, 단맛 상 2.5~3kg		일본회사
하루타마	청록 갑고형, 운송성 양호, 시들음병 저항성, 흑색썩음병 강, 내습성 강, 내한성 강, 재포성 양호, 2.5~3kg		노자끼

## 1.2 국외 시장현황 및 전망

### □ 국외 시장 전체

- 양배추는 호냉성 작물로 냉기에 강하기 때문에 전 세계적으로 가장 많이 키우는 작물 중에 하나이며 주로 요리용, 가공용으로 주로 소비되며 세계적으로 208만ha에서 재배되는 글로벌 작물로 생산량은 5.8천만 톤에 달함 (FAOSTAT, 양배추 및 기타 brassica속 작물 포함)
  - 3분의 2면적은 아시아 지역에 집중되어 있으며, 중국과 인도의 재배면적이 100만ha 이상으로 추정됨. 종자 소요량은 500여 톤, 판매가격 기준으로 1억 7천만불(약 1,900억원)로 추정된다. 이중 유럽의 시장 규모는 약 7천 3백만불(약 800억원)로 전체의 40% 이상을 차지하는 것으로 추정됨
- 양배추의 재배면적은 중국이 약 70-100만ha로 가장 크며 다음으로, 유럽과 인도의 재배면적이 많으며 국가별 생산액은 중국, 인도, 러시아, 일본, 인도네시아, 폴란드, 미국, 루마니아, 우크라이나 순임
- 양배추 종자 시장은 전 세계적으로 1대 잡종 품종을 중심으로 시장이 형성되어 있음

- 양배추의 종자시장 규모가 가장 큰 지역은 유럽지역으로 고품질의 양배추 생산으로 인해 종자가격이 품질별로 차이가 있지만 고품질 종자는 2,000불/kg 수준의 높은 가격을 형성하고 있음(종자업체 제공자료)
- 면적 비율은 전체에서 20% 정도에 그치고 있으나, 판매 단가가 아시아 등 다른 지역에 비해 월등히 높아, 금액적인 시장 규모는 가장 큼



[그림 2-5] 양배추 지역별 재배면적 및 종자 시장규모

- 양배추의 시장구분은 외형에 의한 구분과 숙기에 의한 구분이 동시에 사용됨. 외형에 의한 분류로는 원형계 및 편형계 등이 있으며, 숙기에 의한 분류로는 극조생계(45~50일), 조생계(50~60일), 중생계(60~70일), 아시아계 만생(80~100일 전후), 유럽계 만생(150일 전후, 사우어 크라우트), 월동용(240일) 등이 있음
- 주요 양배추 종자 개발 기업은 일본계 기업과 글로벌 기업으로 구분되며 주요 일본계 기업은 다키이, 사카다 종묘 등이 있으며 동남아, 중국, 인도를 주요 대상으로 종자를 개발하고 있음. 또한 일본 기업 중 노자키, 고바야시, 도키다 등의 기업은 양배추 육종을 전문으로 하는 기업으로 주로 중국, 인도, 동남아 등지에 진출하고 있으며 글로벌 기업인 니커스자원, 베조, 신젠타 등은 유럽, 미주를 주요 대상으로 하고 있음
- 월동용 양배추는 무발현 안토시아닌의 특성이 필요하며 양배추의 미출하 기간인 12월~4월에 출하가 가능하다는 장점으로 인해 종자 가격이 높은 수준임
- 생명공학 기법의 도입이 활발하게 사용되고 있으나 현재까지는 전통육종기술에 대한 의존이 크다고 할 수 있으며 약배양 및 여교잡 기술활용이 활발하게 이루어지고 있음

□ 중국 시장

- 중국의 양배추 재배면적은 70-100만ha 수준으로 세계 최대 규모이며 종자 소요량은 150-200톤에 이르는 수준으로 규모면에서 가장 큰 주요 시장임 (종자업체 제공자료)
- 2010년 중국의 양배추 종자 시장규모는 약 252억원(중국 저가 로컬품종 제외)으로 추정되며 재배면적과 종자가격이 꾸준히 상승하는 추세이고, 종자의 시장가격은 약 100불/kg 수준이며 일부 고가 제품의 경우 2,000불/kg까지도 가격이 형성되고 있음(종자업체 제공자료)
- 중국 내 주요 채소 작물 중 양배추는 소매가격으로 오이, 토마토, 무에 이어 4위의 중요 작물임

<표 2-10> 중국의 양배추 재배면적 및 소요 종자량

구분	종자량(톤)	재배면적(만ha)	금액(만불)	비고
전세계	372-422	171-191	10,900	
중국	150-200	70-100	2,520	저가 로컬 품종전체 90% 이상-제외
유럽	40	36	4,800	고가시장
아시아(중국 제외)	130	60	2,000	중양아시아, 동·서남아, 인도포함
미주	30	8.5	2,000	미국포함
아프리카	22	5.5	400	OP多

<표 2-11> 중국의 양배추 소매가격

품 목	금액(억/RMB)-소매가	비 중(%)
오이	12.61	12.9
토마토	9.54	9.7
무	6.81	7.0
양배추	6.02	6.1
배추	5.77	5.9
전체	97.91	100

- 중국 내 품종 구성은 대부분 저가의 Local F1품종이 90%이상 점유하고, 고가(중국 Local 품종 대비 10배 수준)의 해외 수입품종의 비율은 10%미만임
- 중국 내 양배추 재배 면적은 사막, 산악지대인 서부 지역을 제외하고 전 성별로 재배 면적은 큰 차이를 나타내지 않음

<표 2-12> 중국 내 주요 성별 양배추 재배 면적

주요성	재배면적(만ha)	비율(%)
광둥성	8.5	9.1
호북성	7.8	8.3
하북성	7.5	8.0
호남성	6.8	7.3
사천성	6.3	6.7
북건성	6.0	6.4
하남성	5.7	6.1
광서성	5.2	5.5
강서성	4.7	5.0
산둥성	4.2	4.5
전국	93.7	100



※ 자료 : 중국농업부, 2007. 12.

- 중국 내 선도품종은 구의 무게가 1kg 정도의 중감21(중국농업과학원 개발) 품종으로 60톤 정도 유통되고 있음
- 지역별로 재배되는 품종이나 요구 특성에 차이가 있으며, 중국농업과학원에

서 개발한 품종 외에, 글로벌 업체가 점유하는 시장도 큼

- 중국 내 저가 로컬 품종에 대항하여 고품질의 F1 품종의 수요가 점차 확대되어 가격 면에서 신장속도가 아주 빠름
- 해외 수입 양배추 종자는 내병성과 환경저항성이 우수하여 농가 및 거래처의 관심이 상승 중이며 수입종 비율이 점진적으로 높아지고 있음
- 고온과 게릴라성 폭우, 다습 등 지구 기후 변화로 인하여 호냉성 작물인 양배추 재배 여건이 불량하여 재배 지역은 고랭지(운남, 산서, 감숙)이며 재배 시점은 월동과 이른 봄 재배로 작형이 변화 및 분화되고 있음
- 배추에서 발병하던 뿌리혹병이 기상환경 변화와 급격한 기계화로 인해 뿌리혹병 포자의 전파가 급속하게 빨라지고 그 밀도도 증가 하여 양배추 재배 단지에도 만연 하고 있음
  - 뿌리혹병 방제 약제 값이 종자 가격의 2배 이상으로 농가 부담이 증가하고 있음
  - 내병성 품종 요구 증가, 뿌리혹병 내병계(CR) 품종 종자 가격은 일반계보다 2배 수준의 고가를 형성하고 있음
- 중국 양배추 품종의 특이적 요구형질은 구면에 납질이 없으며 녹색이 매우 짙고 밝으며 광택이 우수한 구색을 선호함
- 중국 양배추 재배 면적과 생체 생산량이 세계 최고임과 동시에 인접국가인 동남아와 러시아로 생체 수출이 활발히 이루어지고 있음(한국 2012년 12월 5,327톤 수입)
- 중국은 양배추 생체용뿐만 아니라 라면 스프 건더기용 가공 양배추 재배면적도 매우 넓음(건조 양배추 : 중국 내수용, 일본, 대만, 한국 수출)

### 가공양배추



건조양배추



불량선별






완제품

[그림 2-6] 가공양배추 제조 공정

- 중국 양배추는 숙기별로 50일 내외의 극조생, 60일 내외의 조생종, 70-80일형의 중생종, 90일 이상의 만생종으로 구분되며 구형별로는 원형, 편원형, 우심형(원뿔형)으로 구성됨
- 재배면적을 살펴보면 원형계의 재배면적이 약 66%, 편형계의 재배면적이 약 32%, 우심형이 약 2% 정도가 재배되고 있으며, 월동용 양배추는 편형계가 80% 이상을 차지하고 있음

<표 2-13> 중국양배추 구형별 시장 현황

구 분	재배면적(만ha)	종자량(ton)	주요품종	사 진
원형	45	130	중감11호 8398	
편원형	22	70	경풍1호	
우심형	1.5	4	牛心甘藍	

- 재배 작형 별로는 노지 평지 작형(봄, 여름, 가을, 월동), 고랭지 작형(봄-여름), 터널 및 하우스 시설 작형(이른 봄)으로 이루어짐
- 기후 변화와 1가구 1자녀 정책으로 기인한 핵가족화 등으로 인해 비대력이 우수한 품종보다는 구비대는 구중 1-1.5kg 수준의 원형계 극조생 및 조생 품종의 비중이 가장 높고(60%이상) 계속 증가할 것으로 보임
- 겨울 저온기 양배추 재배지역이 중국 장강유역(호북성, 하남성)과 사천성, 운남성 등 중국 남방지역의 월동 양배추 재배 면적도 점차 증가 추세임
  - 종자 소매가격도 월동 양배추가 가장 고가의 품종군임
  - 일반 수입품종 소매가격 3\$/10g 수준, 월동용 수입품종 가격 10\$/10g 수준임
- 중국의 주요 양배추 수입 국가는 일본과 네덜란드 회사가 주를 이루고 있으며, 특히 전통적으로 재배되고 있는 노지 봄, 가을 시장뿐만 아니라 월동, 고랭지 적합 품종, 내병성과 재배안정성을 갖춘 품종들로 시장을 진입 및 확장하고 있는 추세임



<표 2-14> 중국내 수입품종(도입종)과 Local품종의 종자가격 비교

구형	구분	주요품종	결재가(불/kg)
원형	아시아 도입종	희망, 그린글로브	300
	유럽 만생	1038, 1039(Bejo)	500
	중국 로컬 품종	8398, 중감11호	30
편구형	해외 도입종	오가네(Takii)	300
	중국 로컬 품종	경농1호	20-30
우심형	중국 로컬 품종	우심감람	20-30

<표 2-15> 중국 작형별, 구형별, 숙기별 주요 선도 품종

구분	주요품종	회사	특성	비고	사진
해외 품종	希望	Sakata	구비대력, 내병, 내서 우수, 품질우수	중국 노지 봄, 가을 1위 품종	
	YR味美早生 極早2호	Mikado, Takii	저온하에서 구형 안정	중국월동 조생 1위 품종	
	展望	Tokita	고랭지 및 척박지에서 비대력 우수, 내서·내습에 우수	중국 고랭지 1위 품종	
	오가네	Takii	편구형 내병성, 비대력 우수	호북, 산동의 봄 재배용	
	強力 50	小林	내서성, 내병성	호북, 절강, 산동, 강소	
	1039	Bejo	월동 원형, 품질 우수	호북성 원형 월동 1위 품종	
	东升 M-3	Nozaki Marutane	월동 편구형, 장기 수확용	호북성 편구형 월동 1위 품종	
중국 로컬 품종	8398, 中甘11호	북경 농과원	저온기 조숙	중국 하우스 및 터널 재배 1위 품종	
	京農1호	북경 농과원	가공용 우수	중국 전역 재배, 편구형 1위 품종	
	牛心 감람	중국 로컬	만생, 내추대, 품질 우수	귀주, 강서 지역 재배 1위 품종	

- 각 지역에서 주로 요구되는 특성은 내재해성(내서성, 내한성)과 병충해 저항성(시들음병, 뿌리혹병, 검은썩음병, 연부병), 포장저장성이며, 남방은 내서성이 강한 편원형 양배추를 재배하고 있음
- 또한 중국의 각 지역에서 주로 요구되는 특성으로 시들음병 저항성(YR)과 검은썩음병 저항성(BR)의 요구도가 높으며, 중국의 북부지역에서는 추위에 자색이 발현하는 현상이 일어나 상품의 질을 떨어뜨리고 있어 문제가 되고 있음
- 중국에서의 적양배추는 색소가공용 및 생식용으로도 쓰여 자색의 색이 진한 농자색이 요구됨
- 중국에서 조생계 적양배추의 종자가격은 일본 품종 종자 가격보다 3배 이상의 고가로 시판되고 있어, 품종이 우수하다면 현재의 가격보다 훨씬 고가로 수출이 가능함
- 한국산 양배추 종자의 중국으로의 수출액은 2011년 300만\$ 수준으로 중국 전체 양배추 수입 종자 중 15% 정도를 차지하고 있음(각 종묘회사 자료)
- 국내 기업 중 일부는 시장선도 제품을 보유하고 있으며 이를 바탕으로 연간 20톤 규모의 수출실적을 보이고 있을 정도로 국내 기업의 중국 진출이 활발하게 이루어지고 있음. 또한 국내 기업의 기술수준은 중국 내 유통되는 제품의 90% 이상임

□ 인도 및 동남아시아 시장

- 인도 시장



[그림 2-7] 인도의 지도

- 인도의 면적은 3,287,263km<sup>2</sup>(세계 7위)으로 한반도의 34배이고 인구는 약 12억으로 중국 다음으로 세계 2위임
- 전체적 기후는 최북단이 우리의 제주도과 위도가 같은 열대몬순 기후로 혹서기(3월~6월), 우기(7월~9월) 및 건기 (10월~2월)로 나누어짐
- 인도의 경제는 최근 빠른 성장을 보이고 있으며, 2005년 이후 연 평균 성장률 9%이며, 수출보다는 내수가 성장을 주도하고 있음. 인도 국내 총생산(GDP)은 1조 7,111억USD로 세계 9위이며, 1인당 GDP 약 1,527USD(세계 135위)임
- 농업이 총 GDP의 18% 점유하며, 총 인구의 60%가 농업에 종사 함
- 인도의 농업재배면적 중 관수 가능한 지역은 40%에 불과하여 세계 평균 대비 매우 낮은 평균 수확량을 보임
- 인구 증가로 인한 농산물 소비량이 증가하고 있으며, 경제 성장으로 인한 1인당 채소 섭취량이 매년 증가하여 종자산업의 중요성이 증가하고 있음
- 글로벌 종자 산업은 몬산토, 듀폰, 신젠타, 바이엘, 다우 및 BASF와 같이 농업 생명공학연구 분야에서 비교우위를 가진 기업들은 세계 종자시장에서 지배적인 점유율을 차지하게 되었음

<표 2-16> 인도에서 회사별 매출 순위

No	회사	주요작물	인력구성 Level			
			Top	1st	2nd	3rd
1	Syngenta	TO, HP, CF, WM	8	12	60	145
2	Nunhems	TO, OK, HP, W. M	5	15	48	130
3	Seminis	CU, HP, CA, CF	5	8	50	125
4	Mahyco	HP, EP, OK	5	10	45	90
5	Golden-Adv.	CF, CA	2	12	55	70
6	Namdhari	TO, HP, WM	1	5	12	40
7	U.S.Agri	TO, HP, OK	3	12	38	80
8	Sungro	RA, GO, EP	1	4	10	30
9	Indo-America	HP, TO	1	4	15	30
10	AnkurSeeds	HP, EP, OK	2	12	40	65
11	Century	CA, GO, HP	1	5	10	15
12	Tokita	CA, CR	2	8	32	24
13	J.K.Seeds	TO, OK	1	12	30	60
14	Krishidhan	HP, GO	2	15	42	55
15	Bio-Seeds	OK, CU	2	8	25	60
16	Vibha	HP, GO, OK	1	10	30	70
17	VNRSeeds	HP, OK, GO	1	7	30	55
18	Neejuvedu	HP, TO	1	10	28	60
19	Sakata	CA, CF	-	5	12	20
20	NONGWOO	HP, CU, CA, RA	1	5	2	-
21	RasiSeeds	GO, HP, OK	1	10	25	65
22	Others					

※ HP : Hot Pepper, TO : Tomato, CA : Cabbage, CF : Cauliflower, OK : Okra, GO : Gourd, CU : Cucumber, EP : Egg Plant, CR : Carrot, RA : Radish, WM : Water Melon

※ 인력구성 Level - Top1: National Manager & Zonal Manager(한국 본부장, 지점장급), 1st: Regional Manager(한국 대리, 과장), 2nd: Staff(한국 주임, 사원급), 3rd: 계약직 직원

- 인도는 중국에 이어 세계에서 두 번째로 큰 규모의 채소 생산국임. 원예작물의 생산면적과 생산량은 꾸준히 증가하고 있음
- 인도 주요 채소 작물의 근년도 생산 현황을 보면 양배추의 재배면적이 8위이며, 생산량은 6위를 차지하고 있으며, 매년 재배면적과 생산량이 증가하고 있음

<표 2-17> 인도 주요 채소 작물의 연도별 생산 변화

(단위 : 재배면적(만ha), 생산량(천ton))

작물	'06~'07		'07~'08		'08~'09		'09~'10	
	재배 면적	생산량	재배 면적	생산량	재배 면적	생산량	재배 면적	생산량
감자	174	28,600	180	34,658	183	34,391	184	36,577
양파	77	10,847	82	13,900	83	13,565	76	12,159
토마토	60	10,055	57	10,303	60	11,149	63	12,433
가지	57	9,453	56	9,678	60	10,378	61	10,563
양배추	25	5,584	27	5,910	31	6,870	33	7,281
컬리플라워	30	5,538	31	5,777	35	6,532	35	6,569
오크라	40	4,070	41	4,179	43	4,528	45	4,803
완두콩	30	2,402	31	2,491	35	2,916	37	3,029
타피오카	26	8,232	27	9,056	28	9,623	23	8,060
고구마	12	1,067	12	1,094	12	1,120	12	1,095
기타	228	29,146	241	31,402	228	28,006	230	31,168
계	758	114,993	785	128,449	798	129,077	799	133,738

- 인도의 채소 교배종(F1 hybrid) 시장은 1988년 종자시장의 개방과 더불어 큰 변화를 보여 왔음. 개방과 더불어 몰려든 다국적 기업의 우량품종이 시장에 공급되면서, 경쟁관계의 인도 국내 회사의 품종 육성관련 연구 투자의 확대에 의해 그 규모가 확대되었음. 현재 인도 채소 일대잡종 품종의 시장규모는 약 1.2억불 수준으로 추산되고 재래종 종자 시장까지 포함할 경우 약 1.6억불 규모임. 최대 작물은 고추(hot pepper), 박(Gourds), 오크라(okra), 양배추(cabbage)등이며 호박, 컬리플라워, 토마토 등도 많이 재배하고 있음

<표 2-18> 인도의 주요 작물의 F1 및 O/P 시장

순 번	작물	F1Hybrid		O/P		총금액 (백만불)	점유율 (%)
		Q'ty(kg)	백만불	Q'ty(kg)	백만불		
1	HotPepper	60,000	26	500,000	5	31	20
2	Tomato(우기)	50,500	20	130,000	1	21	16
	Tomato(여름)	4,500	5	-	-	5	
3	Cauliflower	32,500	14	285,000	5	19	12
4	Cucumber	55,000	12	130,000	1	13	8
5	Cabbage	55,000	10	50,000	1	11	7
6	WaterMelon	100,000	8	70,000	1	9	6
7	Okra	485,000	7	650,000	2	9	6
8	SweetPepper	2,750	2	32,000	3	5	3
9	Radish	265,000	3	950,000	2	5	3
10	EggPlant	38,000	3	100,000	1	4	2
11	SweetMelon	9,250	2	50,000	1	3	2
12	Carrot	14,600	0.2	500,000	2	2	1
12	BottleGourd	50,000	2	70,000	1	2	1
13	BitterGourd	40,000	2	60,000	0	2	1
17	Beans	-	-	500,000	2	2	1
14	RidgeGourd	24,500	1	60,000	0	1	1
15	SpongeGourd	20,000	1	55,000	0	1	1
18	Other	-	8	-	6	14	9
Total			125		35	160	100

- 인도의 양배추 재배면적은 전 세계 양배추 재배면적(200만ha)의 10%인 20만ha로 그 재배 면적은 한국의 재배면적(5,500ha)과 비교해 볼 때 약 40배에 달하고 있음
- 인도의 양배추 재배면적은 유럽과 유사한 수준이지만 유통되는 종자가 낮은 수준에서 가격이 형성되어 있기 때문에 시장규모가 작으며 시장규모는 약 72억원 수준으로 추정됨(종자업체 제공자료)

<표 2-19> 각 주별 양배추 재배면적(OP+ F1)

State(주)	재배면적		생산량		생산성 지수 (억톤/만ha)
	만ha	%	억톤	%	
West Bengal(서부 벵골)	7.430	22	20,590	28	2,771
Bihar(비하르)	3.867	12	6,899	9	1,784
Orissa(오리사)	3.581	11	9,999	14	2,792
Assam(아삼)	2.977	9	6,142	8	2,063
Jharkhand(즈하르한드)	2.683	8	4,293	6	1,600
Gujarat(구자라트)	2.560	8	4,738	7	1,851
Maharashtra(마하라슈트라)	1.700	5	4,420	6	2,600
Chhattisgarh(차티스가르)	1.366	4	2,278	3	1,668
Haryana(하리아나)	1.223	4	2,183	3	1,785
Andhra Pradesh (안드라 프라데시)	0.907	3	1,361	2	1,500
Karnataka(카르나타카-벵갈루루)	0.890	3	1,762	2	1,980
Madhya Pradesh(마디아 프라데시)	0.786	2	1,573	2	2,002
Manipur(마니푸르)	0.560	2	728	1	1,300
Uttaranchal(유타란찰)	0.552	2	681	1	1,233
Himachal Pradesh (히마찰 프라데시)	0.458	1	1,447	2	3,159
Punjab(펀자브)	0.434	1	971	1	2,237
Others(그외)	1.128	3	2,751	4	2,439
TOTAL	33.102		72,815		2,200

※ 자료출처: NHB(National Horticulturer Board)

- 교배종 양배추가 꾸준히 늘면서 F1 종자 시장규모는 증가하고 있는 추세이고 종자 소요량은 50~65톤임. 일반종도 아직 80톤 정도 판매되고 있음
- 유통이 이루어지는 양배추 종자의 주요 품종은 원형계(80%)이고 편형계(20%)는 캘커타와 방갈로 부근의 여름용과 고랭지 재배용으로 유통이 이루어지고 있음. 그리고 일본 육종 회사 품종이 많이 재배되고 있으며, 현지 직영 영업망을 구축하여 시장 지배력이 강함
- 특히 인도의 양배추는 재래시장을 중심으로 거래되고 있어 재배지에서 재래시장으로의 장거리 운송 시에 저장성이 우수한 품종이 요구되고 있음

<표 2-20> 인도의 양배추 목표 시장 현황 분석

순번	구분	면적 (만ha)	종자 소요량 (톤)	평균 단가 (\$/kg)	시장 금액 (만\$)	주 재배지역	주요품종	비고
1	구형조생 (50~60일)	5	25	120	300	Rajsathan, Utsra Pradesh	T621, Zennith, NS43, Milenium111, Green Express	-
2	구형중생 (65~80일)	4	16	120	192	Maharashtra	Rare Ball, G.Ghallerger	
3	구형만생 (80일이상)	0.7	2.8	200	56	Tamil Nadu		소규모 시장
4	중간 편원형	0.4	1.6	120	19.2	Karnataka, Orrisa		저가 시장
5	편원형	1.6	6.4	100	64	West Bengal	Summer Queen, KK Cross, NS43	
	총계	11.7	51.8	120	635. 2			

- 지역 기후 변화로 인한 품종 변화를 살펴보면 KK Cross/Keneko의 경우 오랫동안 조생 편형계로 시장을 주도했으나, West Bengal에 비가 오는 패턴이 바뀌고 오래된 재배 품종으로 인해 병이 많아지면서 신품종을 기다리고 있었는데 최근 몇 년간 Summer Queen이 좋은 결과를 보여 시장을 확대해 나가고 있음

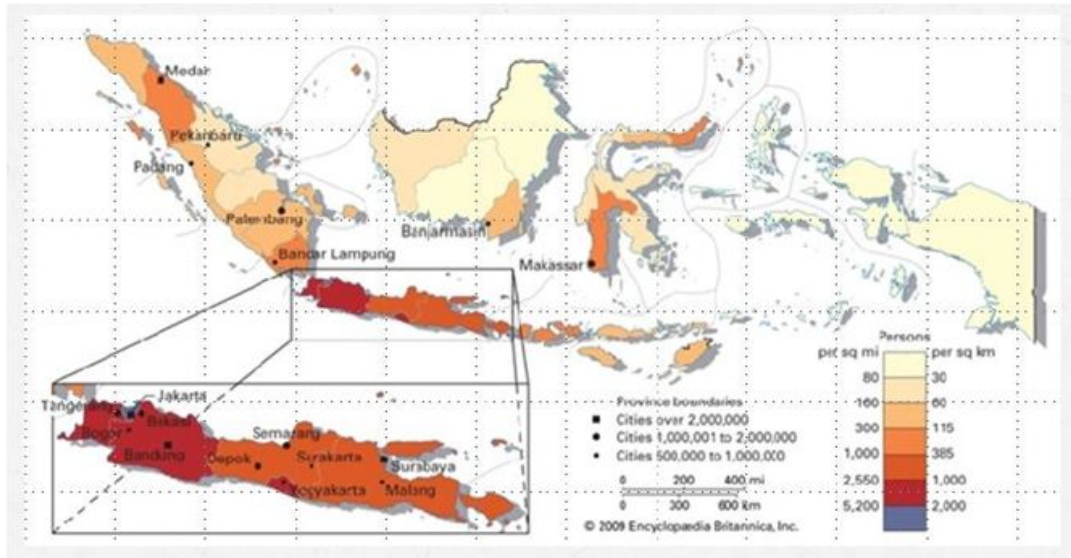


- 조생 원형계 시장도 크게 변화였는데, 극조생 품종인 Green Express가 지역 기후 변화로 적응력이 급격히 떨어지면서 T621/Takii와 Millenium/SVS가 그 품종을 대신하여 시장을 차지하고 있음
- 인도는 구비대력이 1kg 내외의 소형이면서 고온다습한 환경에서 재배가 용이한 뿌리혹병 저항성(CR), 시들음병 저항성(YR), 조숙성, 구형, 내서성에 강하며 균일성이 높은 품종이 요구됨
- 인도 양배추 품종 군은 조중생계 70% 차지하며 원형계를 선호함. 내병계, 고온결구력, 가뭄과 다습에 강한 품종을 선호함
- 원형계 극조생종 및 중생종을 가장 선호하며 숙기는 정식 후 40~65일이며 구는 녹색이 짙고 식미가 우수하며 결구 긴도가 우수하고 열구가 늦어 포장 저장성이 강하고 내서성 및 검은썩음병 저항성인 마이코의 “크란티”와 골든씨드의 “GC 60” 등이 재배되며, 최근 내한성이 우수하고 뿌리혹병 및 시들음병에 복합내병성이며 내충성이 강한 품종의 요구가 증가하고 있음
- 비가 많이 오고 공중 습도가 높은 지역에서는 검은썩음병에 강한 일본 품종이 주로 재배 되고 있으며, 조생 편형으로 다끼이의 “K-K Cross”, 인도 남다하리 종묘사가 수입 판매하고 있는 “NS-43”이 재배되고 있음
- 남부(방갈로) 지역은 해발 1,000m 이상으로 기후가 온난하여 겨울 최저기온이 섭시 18도 이상, 여름 최고 기온이 섭시 30도 내외로 양배추 재배에 좋은 기후임. 주로 다끼이의 “Green Coronet”이 인기가 있음

<표 2-21> 인도 양배추 시장의 대표 품종 및 특성

순번	품종명	회사명	품종 사진	품종특성	비고
1	Millenium III	SVS		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 조생계(60일)이며 구형</li> <li>- 구중은 1,000~1,500g</li> <li>- 외관은 우수한 녹색</li> <li>- 인도의 주요 품종</li> </ul>	
2	T621	Takii		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 조생계(60일) 원형</li> <li>- DBM, Alternaria, Black rot에 강함</li> <li>- 구 깨짐이 강함</li> <li>- 평균 구중은 1,000~1,500g</li> </ul>	
3	KK Cross	Keneko		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 조생계(58일) 편원형</li> <li>- 비와 습기에 강함</li> <li>- 고온에 강함</li> <li>- 평균 구중이 500~600g</li> <li>- 과는 연한 녹색</li> <li>- 수확시기 여름-가을</li> </ul>	
4	Summer Queen	Syngenta		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 조생계(65일) 편원형</li> <li>- 과중은 600~800g</li> <li>- 과는 녹색이며, 엽색이 우수</li> <li>- 밀식재배가 가능함</li> <li>- 고온과 습기에 강하여 여름재배에서 우수</li> </ul>	
5	Magic Ball	Nongwoo		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 조생계(68일) 구형</li> <li>- 대과종으로 1,400~1,600g</li> <li>- 과색은 짙은 녹색</li> <li>- 고온에 잘 버팁</li> <li>- 검은썩음병, 시들음병에 강함</li> <li>- 내부가 뽁뽁함</li> </ul>	
6	Rare Ball	Kaneko		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 중조생계(70일)이며, 구형</li> <li>- 저장성이 우수하여 장거리 운송이 가능</li> <li>- 과중은 1,500~2,000g</li> <li>- 밀식재배가 가능하며, 척박한 토양에서도 잘 자람</li> <li>- 고온에 우수하며, 검은썩음병에 내병성</li> </ul>	

## ○ 인도네시아 시장



[그림 2-8] 인도네시아 지도 및 지역별 기후

- 전 지역의 평균 기온이 25~26℃ 사이를 나타내나, 적도변의 중앙지대에서는 월 별 변화가 거의 없음. 강수량은 몬순의 영향을 받아 적도 부근의 연중 강우지역을 제외하면 대체로 건기와 우기의 구별이 뚜렷함
- 인도네시아는 화산 분출로 형성된 섬으로 이루어져 있으며 인구는 약 2억 4천만 명(세계 4위)이며, 연 평균 1%의 인구 증가율을 보임
- 국토 면적은 1억 8,000만ha로 우리나라 국토의 약 18배이고, 전체 면적의 73%는 산림지역으로 세계적인 열대 산림자원 보유국으로, 전체 수출액의 약 15%가 목재류임. 농지면적은 전체 국토 면적 중 약 19%인 36,039만ha임. 전체 농지 중, 관개 수리 면적은 약 16% 정도로 농업기반 시설은 미흡한 실정임. 농가의 영농규모도 영세하여 1ha 미만 농가가 정채 농가의 약 75% 정도 차지하고 있음. 대규모 농장은 일반적이지 않고, 평균 농장 규모는 0.25ha임.
- 인도네시아 농업의 강점은 열대기후와 유전자원으로서 종의 다양성임. 열대기후 덕분에 연중 작물을 재배할 수 있고, 품종개량을 위한 매우 다양한 자원의 저장소로 유명함. 하지만 경작지 비율은 1인당 300m<sup>2</sup>으로 태국이나 베트남보다 작음. 또한 경지의 비농업 전환율 또한 높아 인도네시아 농업의 약점으로 지적 받고 있음
- 현재 인도네시아의 전체 인구에서 농가인구가 차지하는 비중은 1980년

53.6%에서 1990년 51.9%, 2005년 40.6%, 2011년 36.7%까지 매년 감소하고 있으나 아직도 농촌인구가 차지하는 비중이 높음. 전체 고용 인구에서 농업부문 고용이 차지하는 비중은 1980년 57.8%에서 매년 약간씩 줄어들고 있음. 그러나 2011년 기준으로 고용된 경제활동 인구에서 농업종사 인구가 차지하는 비율은 약 41%를 차지하고 있음

- 인도네시아는 최근 6%이상의 연평균 경제 성장률을 보이며 아시아권에서 빠른 수준의 경제 성장을 보이고 있음. 2011년 기준으로 인도네시아 GDP는 8,468억USD불이며, 실질구매력을 감안한 GNI(Gross National Income) 지수로는 일인당 약 4,53USD 수준을 나타내고 있음

<표 2-22> 인도네시아 채소 생산 현황의 연도별 변화

(단위 : 면적(만ha), 생산량(천ton))

연도	인도네시아		세계		아시아	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
1980	59	2,467	2,570	325,631	1,380	162,787
1990	74	4,565	3,176	466,667	1,888	273,877
1995	105	9,116	3,809	570,773	2,469	376,721
2000	90	6,985	4,661	777,134	3,184	554,061
2005	94	8,264	5,172	896,333	3,673	655,330
2010	108	9,757	5,459	1,036,317	3,961	790,734

※ 자료: FAO Statics, 2012.8

- 인도네시아의 채소 생산량은 2010년 기준으로 아시아 채소 생산량의 1.23%, 세계 채소 생산량의 0.94%를 차지하고 있음
- 대규모 농사는 없고 주로 소규모 단위의 재배가 이루어지고 있으며 개인기업(자본과 기술보유)과 소규모 농가들과의 상호 파트너쉽을 통해 일부 고품질의 채소 집단 재배가 이루어지고 있음
- 고품질 채소 종자의 요구는 매년 증가하고 있으며, 주로 품질이 양호한 채소종자는 대만과 일본에서 수입되고 있음

<표 2-23> 인도네시아의 주요 작물의 연도별 생산 변화

(단위 : 면적(만ha), 생산량(천ton), N.D.(no data))

작목	2000		2005		2010		2011	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
샬롯(shallot)	8.4	773	8.4	733	10.9	1,049	9.4	893
콜라비/양배추	6.7	1,336	5.8	1,293	6.8	1,385	6.5	1,364
배추/겨자	4.7	455	5.2	548	5.9	584	6.2	581
토마토	4.5	593	5.1	647	6.1	892	5.7	954
양파	3.6	311	4.5	501	5.8	541	5.6	527
오이	4.4	166	5.3	552	5.7	547	5.4	522
가지	3.6	271	4.5	333	5.2	482	5.2	519
시금치	3.1	66	3.7	124	4.9	152	4.7	161
수박	2.2	172	3.1	337	2.7	349	3.3	498
당근	1.9	327	2.5	440	2.7	404	3.3	527
고추(합계)	N.D.	N.D.	1.8	307	1.9	471	1.9	542
박(squash)	0.58	159	0.96	180	1.1	369	0.97	428
콜리플라워	N.D.	N.D.	0.88	127	0.87	101	0.94	113
마늘	0.28	59	0.33	21	0.18	12	0.18	15
무	0.19	7.7	0.33	54	0.21	32	0.18	27

※ 자료: 인도네시아 농업부 통계조사국, 2012.11

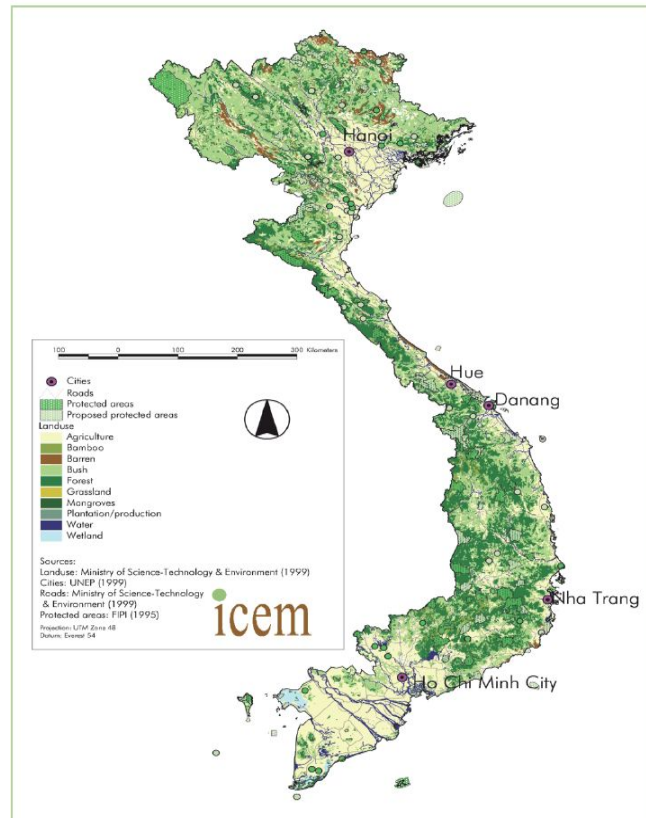
- 인도네시아에서 가장 넓은 생산면적을 가지는 작목은 샬롯(shallot)이며, 이어서 콜라비와 양배추가 면적으로 2위를 차지하고 있음. 배추와 겨자류가 3위, 토마토 4위, 양파 5위순임
- 산악지대에서 농민들은 고랭지 채소작물(양배추, 콜리플라워, 브로콜리, 당근 양파 등)을 재배함
- 채소는 일부 싱가포르에 수출하는 것을 제외하면 모두 국내 소비용으로 재배됨

<표 2-24> 양배추 유형별 종자 시장 분석

재배 지역	재배 면적 (ha)	종자소요량		종자가격		Leading 품종	비고
		ha당 (g)	합계 (ton)	USD/kg	합계 (만USD)		
중부 자바, 동부 자바, 서부 자바	67,793	150	12	380	456	Green Coronet(Takii), Grand 11(Chia Tai), Green Nova(Takii)	인도네시아에서 재배되는 양배추 타입은 편형계 한가지

- 인도네시아의 총재배면적은 67,739ha이며, 종자소요량은 12,000kg이며, ha당 과종량은 150g이고, 종자시장규모는 456만USD임
- 서부, 중부, 동부 자바주와 북부 수마트라주의 면적이 전체 인도네시아 양배추 재배면적의 대부분을 차지하고 있음
- 판매가격은 kg당 600루피아 정도이나 200루피아에서 2,000루피아까지 변동폭이 큰 편임
- 생산성을 높이고 더 좋은 품질의 양배추 생산을 위해 주 배지가 더 높은 고랭지로 이동하고 있음
- 가격은 단지 내의 면적, 작황에 따른 영향보다는 경합지역인 베트남의 출하량에 따라서 달라지고 있는데, 이유는 싱가포르 등지로 수출하는 수출량이 많기 때문임
- 가격 결정 요인 중 특이 사항은 수출 작업 시 외엽을 완전히 제거하기 때문에 외엽색을 별로 중요하게 생각하지 않고 있음
- 작업이 용이한 이유로 편구형을 선호하며 원형은 상대적으로 가격이 낮게 책정됨
- “Green Nova”가 가장 인기 품종이나 수확 시 밀둥(뿌리를 자른 부분)이 깨지는 경우가 종종 있음. 밀둥이 갈라지면 수송 시 이 부분부터 부패되는 경우가 있어서 싫어함
- 뿌리혹병은 15년 전부터 발생하기 시작하여, 현재는 40% 정도의 포장에 발병되고 있어 그 피해가 심각함. 인기 품종인 “Green Nova” 경우 다른 품종에 비해 좀 강하기는 하지만 내병성 품종은 아님

○ 베트남 시장



[그림 2-9] 베트남 지도 및 지역별 기후

- 베트남은 중국, 라오스, 캄보디아 등과 인접하고 있으며, 면적은 331,690km<sup>2</sup>으로 남한의 3.3배이고 일본 열도보다 조금 큰 면적임
- 베트남 북부 지역은 아열대성 기후이고, 남부 지역은 열대몬순 성격을 띤. 남과 북의 기후차이가 심할 뿐만 아니라 평야지대와 고원지대의 기후 또한 매우 다르게 나타남
- 2011년 기준으로 인구규모는 약 9,111만명으로 한국의 약 2배에 해당하며, 경제 성장률은 5.8%, GDP는 1.085억USD, 1인당 GDP는 1,240USD로 신흥개도국 중 상위의 경제 성장률을 보이는 국가임
- 농촌인구 비율은 68.3%이며, 인구 증가율은 1.04% 수준을 보이고 있음

<표 2-25> 베트남 채소 생산 현황의 연도 별 변화

(단위 : 면적(만ha), 생산량(천ton))

연도	베트남		세계		아시아	
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량
1980	28	2,469	2,570	325,631	1,380	162,787
1990	34	3,380	3,176	466,667	1,888	273,877
1995	42	4,327	3,809	570,773	2,469	376,721
2000	57	6,494	4,661	777,134	3,184	554,061
2005	67	8,011	5,172	896,333	3,673	655,330
2010	73	8,326	5,459	1,036,317	3,961	790,734

※ 자료 : FAO Statics, 2012.8

- 베트남의 채소 생산량은 2010년 기준으로 약 73만ha, 생산면적은 약 8,330천ton으로, 이는 아시아 채소 생산량의 1.05%, 세계 채소 생산량의 0.80%를 차지하고 있으며, 재배면적은 아시아 면적의 1.84%, 세계 면적의 1.34% 수준을 보이고 있음

<표 2-26> 베트남 지역 별 채소 생산 현황의 연도 별 변화

(단위 : 면적(만ha), 생산량(천ton))

구분	2007		2008		2009		
	면적	생산량	면적	생산량	면적	생산량	
전국	70.6	11,085	72.6	11,511	73.5	11,885	
북부	홍강유역	16.1	2,996	15.6	2,962	14.5	2,833
	북동부	8.3	947	8.6	1,019	8.9	1,084
	북서부	1.6	179	1.7	196	1.8	212
	북중부	7.7	767	8.1	826	8.1	828
	소계	33.6	4,889	33.9	5,002	33.1	4,957
남부	남중부	4.7	708	4.7	695	4.9	713
	중앙고랭지	6.2	1,275	4.7	1,482	7.4	1,636
	남동부	6.9	893	7.1	940	7.3	1,015
	메콩 델타	19.2	3,319	19.8	3,393	20.8	3,564
	소계	37.1	6,195	38.3	6,510	40.5	6,928

※ 출처: GSO 2006~2010



- 총 재배면적이 약 14,200ha에 이르는 양배추 역시 중부 고랭지의 Lam Dong지역이 주산지로서 이 지역에서는 편원형계가 선호되고 있으며, 북부 하노이 지역에서는 편형계가 주로 재배되고 있음.

<표 2-27> 베트남의 양배추 지역별 주 재배지 및 면적

지역	Province	주 재배지역	면적(ha)
북부 (70%)	Hai Duong	Gia Loc District	4,970
	Hung Yen	Nhu Quynh District	2,485
	Hanoi	Dong Anh District	2,485
중부 (15%)	Lamdong	Don Duong District	1,065
		Duc Trong District	639
		Dalat District	426
남부 (15%)	Tien Giang	Cho Gao District	639
	An Giang	Cho Moi District	426
	Soc Trang	My Xuyen District	426
	기타(Can Tho, Vinh Long, Hau Giang)	O Mon, Binh Minh, Vi Thanh	639
합계			14,200

- 베트남의 양배추 총 재배면적은 14,200ha이며, 종자소요량은 4,260kg이며, 종자가격은 kg당 145USD이며, 종자시장규모는 61.8만USD임
- 고랭지 기후와 비슷한 북부지역에서 70%재배하고 있으며, 중부와 남부는 각각 15%를 재배하고 있음
- Doan Thuong Village(Gia Loc District, Hai Duong Province)는 하노이 근교 중 양배추 재배가 가장 많이 되고 있는 지역 중 하나임. 재배면적은 약 5,000ha로서 매년 비슷한 면적을 유지하고 있음

<표 2-28> 양배추 유형별 베트남 종자 시장 분석

타입		편형계	편원형계
주재배지역		북부: 82%, 남부: 18%	중부(Dalat): 95%
재배면적(ha)		12,200	2,000
종자 소요량	ha당(g)	300	300
	합계(kg)	36,600	600
종자 가격	\$/kg	145	150
	합계(\$)	530,700	90,000
Leading 품종		NSX/Tokita Grand KK, KK-Cross/Takii Green Helmet/Sakata	Green Nova/Takii
비고			

- 편형계 타입은 베트남 시장에서 70%이상을 차지하는 주력 타입으로, 편형계 품종들은 고온 결구력이 강하고 내서성과 내병성이 강한 특성을 가지고 있음. 주요 품종들은 일본 Tokita사의 NSX(New Star Cross)와 Takii사의 Grand KK 그리고 최근 판매되기 시작한 Sakata사의 Green Helmet임
- 주로 고랭지에서 재배되고 있는 품종은 Green Nova로 Takii사가 공급하는 품종임
- NSX를 재배하는 농가들은 벼 수확 후 양배추를 재배하고 다시 벼를 재배하는 형태가 많고, Grand KK를 재배하는 농가들은 멜론, 오이, 수박 등 호박과 채소 재배와 돌려짓는 형태가 많음
- 6~7월 파종하여 9월에 수확하는 고온기 재배는 고온결구력이 뛰어난 Takii의 KK-Cross와 Grand KK가 재배되고, 비교적 온도가 떨어지는 8월~11월 파종기는 구중이 많이 나가고 맛이 좋은 Tokita사의 NSX가 많이 재배되고 있음. 최근 2~3년 전부터 Sakata의 Grand Helmet이라는 품종이 내서성과 내병성이 강한 특성을 가지고 있어 NSX 시장을 잠식하고 있음


○ 동남아 목포 시장

<표 2-29> 동남아시아 양배추 시장의 현황

순번	구분	면적 (만ha)	종자 소요량 (톤)	평균단가 (USD/kg)	시장금액 (만USD)	주재배지역	비고
1	구형 중생 (65~80일)	0.7	2.1	120	25.2	Thailand, Philippines	
2	중간편원형	6	18.0	120	216	Indonesia, Viet Nam	-
3	편원형	3.5	10.5	100	105	Indonesia	저가 시장
총계		10.2	30.6	113	346.2		

- 동남아의 시장규모는 약 54억원 수준으로 추정되며 재배면적은 10만ha에 이르며 일본에서 유입된 편원형 품종이 많이 유통되고 있음(종자업체 제공 자료)
- 인도네시아, 베트남, 태국에서는 편원형 조생종 및 중생종 품종에 대한 요구가 많으며, 녹색이 짙고 결구 강도가 우수하며 균일성이 있고 내서성이 강하고 병충해에 강한 품종을 선호함
- 중간 편원형 양배추가 단가가 높으며, 환경적응성, 내서성, 내병성 품종 개발을 목표로하고 있음
- 동남아시아 지역은 관수시설이 미약하고 건기가 상존하여 품종이 건기, 우기 시즌을 막론하고 모두 우수한 작황을 보이는 품종을 선호함

<표 2-30> 동남아시아 양배추 시장의 대표 품종 및 특성

순번	품종명	회사명	품종 사진	품종특성	비고
1	Green Coronet	Takii		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 중만생계(80일)이며 편원형</li> <li>- 균일도가 높음</li> <li>- 외엽이 커서 밀식이 어려움</li> <li>- 구중은 약 2,000g</li> <li>- 결구 강도가 좋으며 수송성도 우수</li> <li>- 재포능력이 뛰어나</li> </ul>	
2	Grand 11	Chia Tai		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 중생계(75일)이며 편형</li> <li>- 외엽의 크기가 작음</li> <li>- 고랭지 지역에서 밀식재배가 가능</li> <li>- 내열구성이 강함</li> </ul>	
3	Green Nova	Takii		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 중생계(75일)이며 편형</li> <li>- 초기 생육이 빠름</li> <li>- 가뭄에 잘 견디서 관수시설이 미약하고 건기인 지역에서 우수함</li> <li>- 균일도가 우수함</li> <li>- 잎곰팡이병에 강함</li> </ul>	
4	NSX	Tokita		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 중생종(70~75일)이며 편형</li> <li>- 구중은 1,500~1,700g</li> <li>- 맛은 좋으나 내열구성이 약함</li> <li>- 내병성에 약함</li> </ul>	

## □ 유럽 시장

- 유럽의 양배추 재배면적은 25만ha 이상이 러시아, 우크라이나를 중심으로 구소련 지역에 집중되어 있으며 폴란드, 루마니아 등 포함하여 전체 동유럽권의 양배추 재배 면적은 35만ha에 이른다. 이는 중국의 양배추 재배면적보다는 작으나, 13억 인구의 인도 양배추 재배면적보다는 큼. 영국, 독일, 이태리 등 서유럽 국가들에서도 양배추를 재배하고 있으나, 면적은 4만 여ha로 동유럽 재배 면적의 1/8 수준에 머물
- 유럽의 양배추는 주로 원형계 품종이 유통되고 있으며 내열구성이 요구됨. 종자의 단가가 높고 생산면적이 안정적으로 유지된다는 특징이 있으며, 시장 규모는 약 480억원 수준으로 추정됨(종자업체 제공자료)
- 주로 가공 및 저장용 양배추가 재배되는 시장으로 종자 가격 면에서 타 국가들보다 5~10배 이상의 고가 시장임
- 유럽시장은 일반적으로 종자의 품질 기준이 매우 높아서 유럽시장의 진출을 위해서는 고품질이면서 고기능성인 양배추의 육종이 요구됨
- 유럽은 다른 지역과 달리 유럽계 중만생 제품의 종자 유통이 활발하며 동부 유럽 국가와 러시아 등에서 생산이 이루어지고 있음
- 러시아연방 및 우크라이나에는 편형계 중생종 품종이 가장 많이 재배되며, 숙기는 70~80일이고 결구 긴도가 우수하고 열구가 늦어 포장 저장성이 강하고 내재해성 및 병충해 저항성 품종이 많이 재배되고 있음
- 루마니아, 폴란드, 세르비아, 벨라루스에서는 월동 만생종 편원형 및 적색 양배추의 유럽회사 품종들이 재배되며, 숙기는 80~200일 정도이며 결구 긴도가 우수하고 열구가 늦어 포장저장성 및 내한성이 강하며 시들음병 저항성(YR), 뿌리혹병 저항성(CR), 검은썩음병 저항성(BR)을 가진 복합저항성 품종을 선호함
- 유럽 내 양배추 종자를 주로 공급하는 회사는 베조, 세미니스, 신젠타, 니커스자완 등이 있으며 주로 원형계 품종을 공급하고 있음



[그림 2-10] 동유럽과 서유럽으로 유럽 양배추 시장의 구분

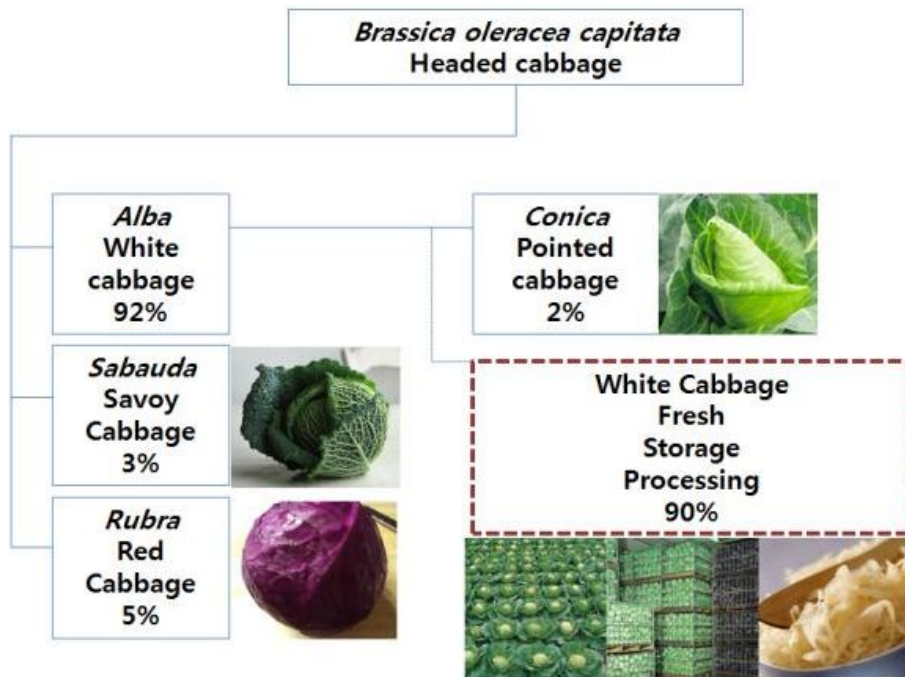
- 유럽은 구소련을 중심으로 한 동유럽 지역과 서유럽 시장이 분명하게 구분됨. 이는 경제상황 및 기후조건에 따라 양배추의 소비패턴이 다르게 형성되어 왔기 때문임
  - 서유럽의 경우 생활수준이 높아, 다양한 채소의 소비가 일찍부터 발달되었고, 경제가 통합되고 물류시스템이 발달되어, 겨울 등 상대적으로 채소재배가 어려운 시기에는 기후가 따뜻한 스페인 등 남부 유럽, 심지어 알제리, 모로코 등 북아프리카에서 다양한 채소를 수입하여 유통함으로써, 양배추의 재배 및 수요가 높지 않음
  - 상대적으로 동유럽은 길고 추운 겨울동안 다른 지역에서 대체 공급될 수 있는 채소의 종류 및 수량이 한정되어, 장기보관이 용이한 양배추에 대한 수요가 절대적으로 높음. FAO의 자료에 따르면, 인구 천만명 당 양배추 재배면적은 동유럽 국가들의 경우 1~2ha 수준으로 서유럽 국가들의 5배 수준에 이르고 있음. 이는 한국의 천만명 당 배추 재배 면적보다도 다소 높은 비율임(한국 2012년 배추 재배면적 약 3.5만ha, 한국농촌경제연구원)

<표 2-31> 유럽 10대 양배추 재배 국가의 양배추면적 및 단위인구당 면적

(단위 : 천만명)

지역	국가	면적(만ha)	인구(천만명)	천만명당 면적(만ha)
동유럽	Russian Federation	11.56	14.25	0.81
동유럽	Ukraine	7.07	4.49	1.58
동유럽	Romania	4.72	2.18	2.16
동유럽	Poland	3.31	3.84	0.86
동유럽	Serbia	2.09	0.73	2.87
서유럽	Italy	1.78	6.13	0.29
동유럽	Belarus	1.76	0.96	1.82
동유럽	Kazakhstan	1.73	1.75	0.99
서유럽	Germany	1.45	8.13	0.18
서유럽	United Kingdom	0.98	6.30	0.16
기타	Republic of Korea(배추)	3.50	4.89	0.72

※ 면적: FAO 2010기준, 인구: 미국 CIA 홈페이지 자료, 2012기준



[그림 2-11] 유럽 양배추 주요 타입

- 양배추(*Brassica oleracea* var. *capitata*)를 세분하면 세 그룹으로 분류 되는데, 첫 번째는 alba로 유럽지역 재배면적에서 대부분을 차지함. 두 번째 sabauda로 분류되는 사이보(Savoy)는 양국, 이태리를 중심으로 서유럽에서 주로 재배되고 있고, 동유럽지역에서도 재배되고 있으나 면적은 매우 제한적임. rubra로 분류되는 빨간 양배추도 유럽전역에서 재배되고 있으나 역시 제한적인 면적에서 재배되고 있음
- alba 양배추는 외엽이 녹색이며 내엽은 흰색을 띰. alba로 분류되는 타입 중 포인트(pointed)양배추는 스페인, 영국 등 서유럽에 제한적으로 재배되며, Fresh type, Storage type, Processing type으로 분류되는 White Cabbage가 대부분을 차지함
- 사보이 양배추, 포인트 양배추, 빨간 양배추는 전체 면적에서 10% 전후 면적에서 재배되고 있음
- 유럽 양배추의 대부분을 차지하고 있는 Fresh, Storage, processing 타입의 면적이 전체면적에서 90% 정도를 차지하는 것으로 추정됨. 그 중에서도 특히 러시아, 우크라이나, 폴란드 등 동유럽 국가들을 중심으로 한 지역에 집중되어 있음

<표 2-32> 동유럽 양배추 주요 타입별 분석

타입	Fresh	Storage	Processing
비율	45%	25%	25%
면적	16.1 만ha	9 만ha	9 만ha
시장 규모	2,300 만불	1,300 만불	1,300 만불
주요 품종	Parel (Bejo Zaden) Nozomi (Sakata) Pandion (Semini)	Counter (Bejo Zaden) Expect (Bejo Zaden) Galaxy (Semini)	Megaton (Bejo Zaden) Rinda (Semini) Burton (Nickerson Zwaan)
과종	2~6월(일부는 하우스 작형)	4~5월	4~5월
수확	5~10월 (정식 후 50~90일)	10~11월 (정식 후 100~160일)	8~10월 (정식 후 90~120일)
무게	0.8~2.5kg	2~5kg	3~7kg
핵심 요구특성	숙기, 내한성(초기), 재포성	저장성(3~6개월), 내한성(후기)	수량성
주요 내병성	시들음병, 검은썩음병		



- 동유럽 양배추 재배면적 약 32만ha중 95% 이상이 White Cabbage이며, 포인트 (Pointed)양배추 면적은 매우 적으며, 사보이(Savoy)와 빨간(Red)양배추 재배도 상대적으로 적음
- 동유럽 White Cabbage양배추 시장을 세분해 보면 크게 fresh용, processing용, storage용으로 구분되는데, 이중 fresh용의 재배 면적이 전체의 약 절반 정도를 차지하는 것으로 추산됨. 시장 규모로는 약 2천3백만불, 한화로 250억 정도임. 과종은 Storage 양배추의 물량이 소진되는 5~6월경 첫 수확에 맞추어 2월경부터 이어지며, 주로 원형의 숙기가 빠르며 내열구성인 품종이 재배됨. 마치 우리나라의 저장양파가 소진되는 시기에 극조생종 양파의 수요가 높듯이, fresh 양배추의 가격이 좋은 이른 봄 수확에 적합한 숙기가 빠른 특성이 매우 중요한 특성이며, 또한 재배 초기 때 저온에 강한 특성을 지녀야 함. 일부 지역에서는 보온을 위해 터널재배를 하며, 일부에서는 섬유 재질로 만든 커버로 보온을 하기 함



[그림 2-12] Fresh용 양배추 재배초기 보온을 위한 소형터널(좌)과 보온커버(우)

- 주요 품종으로는 Bejo사의 Parel (재배가 안정적이며 밀식에 유리함), Sakata사의 Nozomi(숙기가 빠르고 재포성이 우수함), Seminis사의 Pandion (숙기가 빠름)등이 있으며, 이외에도 Nickerson, Takii사의 다양한 품종들이 재배되고 있음
- 위의 작형의 품종들은 실질적으로 아시아 지역에서 재배되고 있는 숙기가 빠른 원형계 품종들과 특성이 비슷하므로, 현재 한국 회사들에서 개발된 조생계 품종들이 현지 적응 시험을 거쳐 선발된다면, 조기에 판매로 연결

- 될 수 있는 가능성이 매우 높음. 반대로 현재 인도, 중국에서 판매, 재배되고 있는 품종들 중에서 일부 품종들은 네덜란드 Bejo, Nickerson, Seminis 사 등에서 육성된 품종들이며, 주로 이 세크먼트에서 아시아 지역에서 적응 시험을 거쳐 2차로 선발되어 판매가 이루어지고 있는 경우임
- 여름이 비교적 서늘한 동유럽 지역의 특성상 양배추 재배 봄 파종 작형이 여름재배로 이어져 Fresh 타입의 경우 이후 8~9월 까지 수확이 계속되며, 이에 맞추어 4~5월 파종까지 이어 짐. 이중 일부는 숙기가 80~90일 정도 되는 품종들도 있는데, 이중 일부는 1~2달 정도 단기 저장용으로 사용되기도 함. 이 작형을 별도로 만생종 Fresh 타입으로 분류하기도 함. Bejo사의 Bronco, Ramada 품종은 밀식이 가능하면서도 단기저장이 가능하여 인기가 높으며, Nickerson사의 Castello 품종은 환경적응성이 우수하여 널리 재배됨

<표 2-33> 만생 Fresh용 주요 양배추 품종의 특성

품종명	특성	사진	육성회사
Bronco	숙기 80일, 구중 1.5~3kg, 밀식에 유리, 단기저장 가능		Bejo
Ramada	숙기 85일, 구중 2~3kg, 저장성 우수		Bejo
Castello	숙기 80일, 구중 2~3kg, 재포성 우수, 불량환경 재배용이		Nickerson

- Storage 작형은 전체의 약 1/4 정도를 차지하는 것으로 추산됨. 시장규모로는 약 1천 3백만불, 한화로 150억원 규모로 추산됨. 가을 주 수확기인 10~11월 수확을 기점으로 짧게는 3개월, 길게는 6개월까지 저온 저장고에서 보관이 되며, 시장에 출하 됨. 따라서 저장에 적합하도록 조직이 매우 치밀하게 천천히 자라는 품종이 재배됨. 숙기는 일반적으로 정식 후 130일에서 150일의 품종이 주로 재배되며, 160일 이상의 매우 늦은 숙기의 품종도 재배됨. 일반적으로 숙기가 늦을수록 조직이 치밀하고, 무게가 많이 나가며, 저장기간도 길어짐. 네덜란드의 Bejo사의 품종들이 우점하고 있으며, 그 외 Seminis사 Nickerson사의 품종들이 주로 재배되고 있음



[그림 2-13] 저장고에 저장 중인 Storage형 양배추(보통 3개월에서 6개월까지 저장)

<표 2-34> Storage용 주요 양배추 품종의 특성

품종명	특성	사진	육성회사
Counter	숙기 145일, 구중 3~4kg, 긴도 우수		Bejo
Expect	숙기 145일, 구중 3~4kg, 구모양 우수		Bejo
Galaxy	숙기 160일, 구중 4~6kg, 후기 내한성 우수, 조직이 단단, 장기저장에 적합(~180일)		Seminis

- 140일 전후의 숙기를 가진 Bejo사의 Counter(숙기 145일 무게 3~4kg, 긴 도 매우 우수, 시들음병 저항성), Expect(숙기 145일 무게 3~4kg, 모양 우수, 위황병 저항성), 무게 등이 동유럽 전역에서 재배되고 있으며, 이외 비슷한 숙기를 가진 Paradox, Saratoga 품종들도 많이 재배되고 있음. 포장 정식 후 재배기간이 4개월에서 길게는 6개월 까지 매우 길며, 고온인 여름 재배기를 거쳐야 하기 때문에, 토양 전염병인 시들음병(*Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans*) 저항성 품종의 요구도가 증가하고 있음. Seminis사의 Galaxy(숙기 160일, 무게 4~6kg, 저장성, 수량성 매우 우수, 시들음병 저항성)는 수량성 및 저장성이 매우 우수하면서도 시들음병 저항성(YR)을 가지고 있어 러시아, 폴란드 등에서 매우 인기가 높은 품종임. 그리고 우크라이나 남부 흑해 연안 등 습도가 상대적으로 높은 지역에서는 검은썩음병(*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) 저항성의 요구도가 높아지고 있는 추세임






[그림 2-14] Sauerkraut 제조과정

- Processing 타입은 전체의 약 1/4 정도를 차지하는 것으로 추산됨. 시장규모로는 Storage 타입과 비슷하게 약 1천 3백만불, 한화로 150억원 규모로 추산됨
- 겨울이 매우 길고 추운 동유럽에서는 채소재배가 어려운 겨울동안 저장이 상대적으로 용이한 양배추를 주채소로 이용하였고, Storage 타입의 양배추

를 저장고에 보관하면서 다양하게 요리하여 이용하는 것과 더불어, 마치 우리의 가을김장처럼 겨우내 보관이 간단하며, 영양이 풍부한 발효양배추 (Sauerkraut, Sauer는 맛이 시다라는 뜻이며, Kraut는 양배추 의미임)의 형태로 동유럽을 중심으로 유럽 전역에서 소세지 등과 어울려 많이 소비되고 있음

- 이전에는 각 가정마다 만들어 이용하였으나, 지금은 우리나라의 김치 가공 공장처럼 Sauerkraut를 전문적으로 만드는 가공업체가 매우 많음. 이들 공장에서는 가공이 용이하고 수량이 높은 품종을 선호하는데, Storage 타입 보다는 재배기간이 짧으면서도 수량성이 우수한 품종이 선호됨(가공과정에서 모두 채로 쳐지므로 반드시 긴도가 우수할 필요는 없다). 어떤 품종의 경우 재배환경에 따라 무게가 7~8kg에 이르는 품종도 있음. Bejo사의 Megaton이라는 품종이 대표적인데, 숙기는 105일 정도로 다소 늦은 편이나, 수량성이 매우 우수한 품종임. Seminis사의 Rinda 품종은 숙기가 빠르면서고 수량성이 우수하나, 내병성이 약하여 재배지역 확대에 한계가 있음. Nickerson사의 Burton 품종은 숙기는 다소 늦으나 수량성이 높고 시들음병 저항성을 가지고 중단기 저장에도 적합한 장점이 있음

<표 2-35> Processing용 주요 양배추 품종의 특성

품종명	특성	사진	육성회사
Megaton	숙기 105일, 구중 4~6kg, 수량성 매우 우수		Bejo
Rinda	숙기 95일, 구중 3~4kg, 조숙, 수량성 우수, High round 구형, 시들음병 약		Seminis
Burton	숙기 120일, 구중 4~6kg, 수량성 우수, Flat round 구형, 시들음병 저항성		Nickerson

○ 육성 회사 분석

<표 2-36> 주요 유럽용 양배추 육성 회사

구분	네덜란드			일본		
회사	Bejo, Seminis, Syngenta, Nickerson			Sakata, Takii		
유럽시장 점유율(추정)	70%			10%		
연구 및 육성지역	네덜란드 (위도 50~55도)			유럽현지 시험재배		
주요타입	Fresh	Processing	Storage	Fresh	Processing	Storage
	○	○	○	○	△	△
품종개발	현지직원 > 로컬회사			현지직원 < 로컬회사		


- 유럽의 양배추 시장은 주로 네덜란드 회사들이 주도해 왔음. 이들 회사들은 앞선 기술력으로 서유럽 양배추 시장을 20세기 중반부터 시장을 주도해 왔으며, 동구권이 개방된 1990년대 이후부터 이미 서유럽 시장에서 개발된 품종을 주력으로 러시아, 우크라이나, 폴란드, 루마니아 등의 시장에 진출하여, 현재 동유럽 시장은 Bejo사를 중심으로 한 네덜란드 회사들의 품종이 우점을 이루고 있음. Bejo사의 연간 양배추 종자 매출은 2천만불(약 200억) 이상으로 추정되며, Seminis사는 이의 약 절반정도 매출을 기록하고 있음
- 네덜란드 회사들의 육성 농장은 위도 50~55도에 위치하는데, 여름이 서늘한 조건을 이용하여 숙기가 매우 늦은 품종들의 육성에도 적합한 기후 특성을 이용하여, fresh 타입 뿐 아니라 숙기가 늦은 processing 타입 및 storage 타입의 양배추 육성을 활발히 하고 있음
- Takii, Sakata사 등의 일본회사들도 늦었지만 동유럽 시장에 적합한 숙기 늦은 품종들을 출시하여 판매가 증가하고 있는 추세임. 일본 회사들의 경우 최근에는 유럽용 품종의 개발을 위해 일본 본토보다는 일장이 길고 서늘한 북해도 지역에서 육성 프로그램을 운영, 품종을 선발하고 있음. 아직

- 은 Fresh 타입 양배추나 일본시장에서 주요 타입인 편구형으로 품종군이 제한되어 왔으나, 최근 processing타입과 Storage타입의 품종 출시를 강화하고 있음. 일본 회사 중에는 Takii사가 가장 활발하게 활동을 하고 있으며, Sakata사의 경우는 조숙 Fresh타입에 집중하고 있는 것으로 보임
- 한편 네덜란드 및 일본 회사 외에 일부 소규모 회사가 신품종 육성 및 종자생산을 병행하며, 일부 동유럽 시장을 잠식하고 있음
  - 중국 회사들도 숙기 빠른 Fresh type을 중심으로 유럽시장(주로 러시아)에 양배추 종자를 판매하고 있음. 이들 중 일부는 러시아 접경지대 러시아 영토에 들어가 양배추를 재배하여 러시아 등 동유럽으로 수출하는 유통업자들과 연계하여 종자를 공급하는 회사도 있음. 이 경우 숙기가 늦은 품종들은 중국 육성회사에서 품종 공급이 불가능하므로, Bejo사 등 네덜란드의 품종들을 구입하여 종자를 공급하고 있는데, 이들 네덜란드 회사들은 종자유통의 혼란을 사전에 방지하기 위해 유럽에서의 판매 가격과 같은 가격에 공급하는 것을 원칙으로 하고 있으며, 따라서 시장의 규모도 비례하여 성장하고 있음
  - 반면 우리나라의 경우 일부 종자회사에서 일본, 중국 회사들처럼 Fresh 타입 양배추 판매를 하고 있으나, 그 수량이 아직 매우 적고, 아울러 processing 및 storage 타입의 품종 공급은 거의 전무한 상황임

### Cabbage White Round

*Brassica oleracea (capitata group)*

	07-666 F1	Valna F1	Seorka F1
Type:	Late	Late	Late
Market:	Fresh market	Fresh market	Fresh market and processing
Maturity:	120 days	140 days	140 days
*Harvest season:	Autumn to winter	Autumn	Autumn
Storability:	Long	Long	Medium
*Plant density:	40,000 / ha	60,000 / ha	50,000 / ha
**Head size:	2.5-4.0 kg	2.0-3.0 kg	3.0-4.0 kg
Plant habit:	Medium	Closed	Closed
Plant size:	Compact	Medium large	Medium
Resistance:	Foc (FH)	-	-
Descriptor:	Short, medium compact plant with erect leaves. Very uniform, round to oblong heads. Blush green in color. Heavy firm with short core and almost no pockets. The leaves are mild to sweet. Easy to harvest due to higher stems. Suitable for medium to long storage.	Firm cabbage with good storage possibilities. Excellent leaf stand ability. Storable until May-June.	Dense cabbage with thin smooth leaves. Almost no aromatic colouration. Storable until February-March. Also suitable for high density cultivation for small sized heads.



Home / Preface / Developments / Recommended Variety / World of Products / Orders on the Net / Link on the Net / Message Board

**World of Products**

Location: Home — World of Products — Cabbage Seeds

Spherical
  Oblate
  Purple Cabbage
  Cattle-heart Cabbage
  Winkled Cabbage


1 2 3 4 5

---

**Jewelry vanguard**

Characteristics:


1. Early maturing, harvested in 45-50 days after transplanting.
2. **Spherical** ball, average 1.1-1.4 kg.
3. Less out leaves, light green color, good quality, good taste.
4. Suitable for planting in spring or autumn in the open field, early spring in greenhouse.



**JE GAN XIAN FENG— СЕМЕНА ГИБРИДА ОВОЩНОЙ КАПУСТЫ (КРУПНЫЙ ВИД)**

Свойство:


1. скороплодный, после высадки через 45-50 дней готов к уборке.
2. круглый шар, простой шар весом в 1.1-1.4 килограмма.
3. Мало эгзитов, светло-зелёный, высокое качество, хороший вкус.
4. подходящая весна и осень в открытый грунт и ранняя весна в защитный грунт посадить.



**Jewelry Early**

Characteristics:

1. Average 1.0-1.5kg, compact plant, suitable for close planting, harvested in 48 days after transplanting.
2. Spherical shape, light ball, good uniformity, strong disease resistance and good tolerance for cracking, easy for cultivation.
3. Gloss and light green color, soft foliage, good taste.



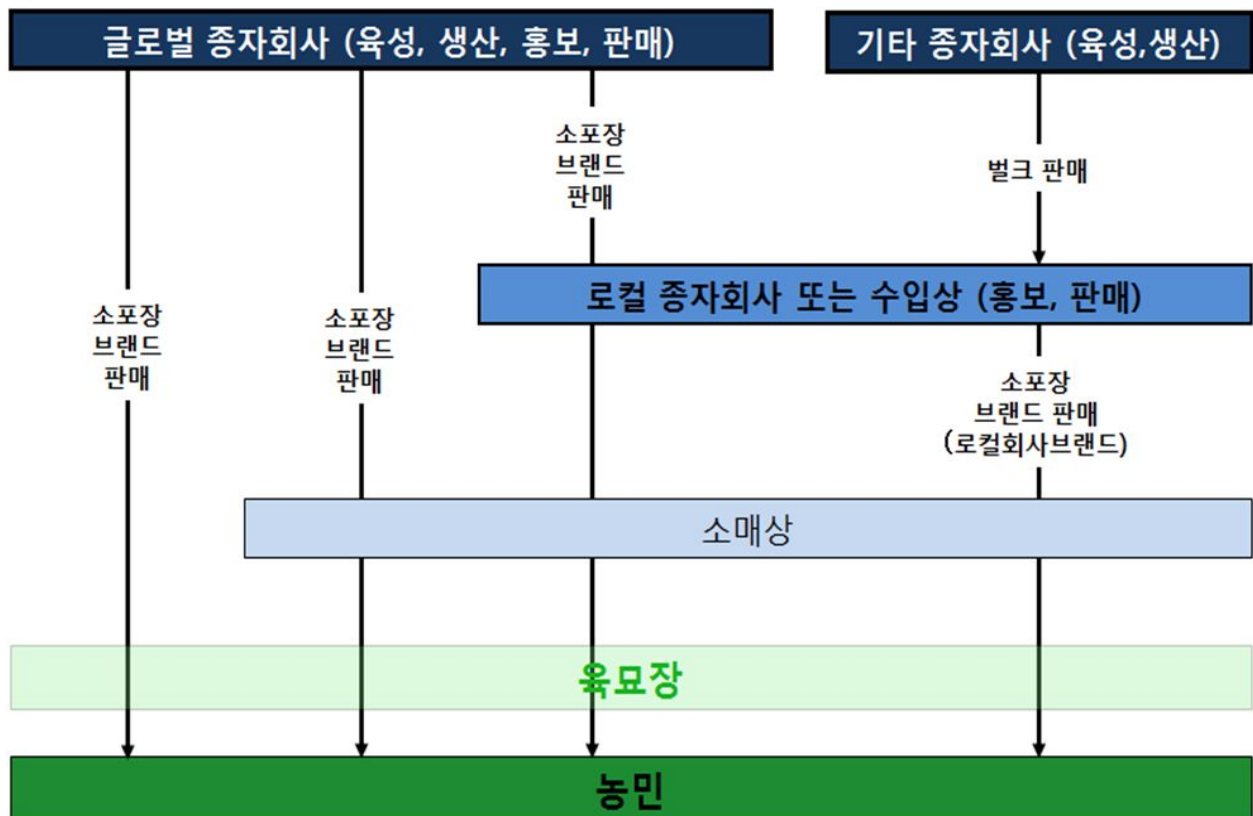
[그림 2-15] Takii Europe 양배추 상보, 정식 후 140일 숙기의 storage 타입도 육성하여 판매(좌), 중국 Jewelry Seed사의 러시아어 홈페이지(우)

## ○ 유통 채널 분석

- 유럽의 종자 유통 채널은 우리의 유통 채널과 근본적인 차이는 없으나, 대규모의 면적을 관리하는 농민이 상대적으로 많아 이들을 상대로 직접 판매하는 비중이 높음. 특히 Bejo, Seminis사 등은 현지 개발 및 판매 인력이 풍부하여 농민 또는 육묘장에 직접 접촉 판매를 하는 비율이 월등히 높음. 이들 개발 사원들은 (Product Development 또는 Technical Development 라는 직함을 가짐) 각 품종의 지역 적응성 시험 결과를 토대로 각 지역의 기후, 시장 요구도에 적합한 품종을 추천 판매함. 판매는 각 회사의 오리지널 브랜드를 사용하는 것이 대부분이며, 일부 경우에는 다른 회사의 품종의 종자를 벌크포장상태로 구입하여 해당 회사의 브랜드로 판매하는 경우도 있음(예, 아시아 지역의 종자회사로부터 배추종자를 벌크상태로 구매입하여 해당 회사의 브랜드로 판매한다). 이 경우는 최종 소비자에 직접 판매가 가능하므로 다단계의 유통 단계에서 생길 수 있는 마진의 감소를 최소화 할 수 있는 장점이 있는데 반해, 개발 및 영업 인력에 대한 투자가 많이 필요하므로 규모가 큰 종자회사가 아닌 경우에는 실질적으로 이러한 구조를 가지는 데는 한계가 있음
- 이보다 규모가 작은 회사의 경우, 주로 비유럽계 회사 또는 유럽의 중간 규모의 회사의 경우 이런 조직으로 많이 운영이 되는데, 개발 사원의 단위를 몇 개 국가를 포괄하여 (예, 러시아어 사용 국가들) 관리하는 경우임. 일본의 Takii사가 대표적으로 이러한 구조를 가지고 개발 및 영업을 하고 있는데, 현지어에 능통하고 현지 시장 및 유통에 대해 풍부한 경험을 가지고 있는 직원들을(주로 이전에 해당 지역에서 다른 종자 회사 근무 경력) 고용함. 이 경우에는 농민 단위까지의 직접 판매는 어렵지만, 국가별로 현지 협력 회사들과 긴밀하게 개발 협력활동을 하다면, 상대적으로 적은 비용으로 효율적으로 개발 및 판매로 연결할 수 있음. 브랜드 판매를 원칙으로 하며, 따라서 중장기적으로 보았을 때 브랜드 강화에도 적절한 유통 방식으로 판단됨. 한국 회사들의 경우 브랜드가 아직 알려지지 않아 현재는 유럽시장에 브랜드로 판매하는 경우가 매우 드문데, 품종력이 갖추어지고 시장 확대가 이루어진다면, 브랜드 강화 차원에서도 벌크 판매보다는 이러한 브랜드 유통방식이 더 바람직하다고 할 수 있음
- 이와는 다소 다른 방식으로 한 국가에 한 독점 업체를 지정하여 공급하는



- 방식인데, Seminis 등 일부 회사에서 일부 국가에서 이러한 방식을 통해 판매를 하고 있음. 품종력이 매우 우수하고 다양한 제품을 공급할 수 있는 경우에는 저비용으로 매우 효과적으로 판매를 확대할 수 있음. 그렇지 못한 경우에는 공급받는 업체에서는 품종을 다양화하지 못하는 한계가 있음
- 마지막으로 육성 및 생산을 하지만 브랜드력이 부족한 회사들의 경우 벌크로 현지 로컬회사에 공급하여, 현지 회사의 브랜드로 판매를 의뢰하는 경우임. 이 경우는 초기 판매는 용이할 수 있으나, 현지 로컬 판매회사의 판매 정책에 따라(이런 로컬 회사의 경우 대부분 여러 공급회사로부터 종자를 공급받는다) 판매의 안정도(연속성)가 떨어지는 경우 많음. 아울러 개발 및 홍보를 현지 로컬회사에 전적으로 의존하기 때문에, 육성회사의 입장에서 받는 종자의 가격도 상대적으로 낮은 편임. 이러한 형태는 진입 초기에는 효율적일 수 있으나, 중장기적으로는 절대 바람직하지 않은 유통 형태임



[그림 2-16] 유럽 종자 유통 경로

## ○ 경쟁력 분석

- 유럽 양배추 시장 특히 동유럽 양배추 시장은 앞으로 중국 및 인도 양배추 시장과 함께 지속적인 성장이 예상되는 매우 중요한 양배추 시장 중의 하나임. 우리나라의 경우 1980년대 일본 회사들이 선점하고 있던 인도 시장에 비록 후발로 진입하였으나, 우수한 육성 인력들의 부단한 연구, 개발 및 영업 직원들의 노력으로 현재는 일본회사들보다 상위에 위치하고 있음. 아울러 중국시장에서도 1990년대 초 개방 이후 중국 현지 연구소 및 영업소를 설치하는 등 활발한 투자로 인하여 현재는 일본과 함께 외국계 회사들 중에서 가장 높은 시장 점유율을 가지게 되었음. 동유럽 시장이 지리적으로 멀리 떨어져 있고, 아직 인적 네트워크가 많이 구성되어 있지 못하지만, 우리나라의 우수한 육성 경험을 바탕으로 유전자원 및 상대적으로 취약한 요소들, 즉 우수한 유전자원 확보, 브랜드를 포함한 개발 및 홍보 등을 보완하게 되면, 고단가 시장인 유럽시장으로 빠른 접근이 충분히 가능함. 일본의 Takii, Sakata사 등은 이미 판매가 증가하고 있으며, 중소 규모의 일본 회사들이 동반 진출하고 있는 상황임. 중국 회사들의 경우도 아직 육성 능력 및 품종력이 현저히 부족한 상황임에도 불구하고 적극적인 개발 및 홍보를 통해 시장에 진입하면서 판매를 서서히 증가시키고 있는 것으로 보인다. 이러한 상황에서 고단가 시장인 유럽시장 진입하기 위한 우리나라의 적극적인 움직임이 필요한 상황임
- 마지막으로, 유럽 시장에 진입하기 위해 한 가지 더 고려할 부분이 있는데, 종자의 품질 부분임. 유럽에서는 일반적으로 종자의 품질 기준이 매우 높으며, 특히 Seed Health(종자 감염성 병들에 대한 감염 여부)에 대한 기준이 매우 엄격함(아시아의 경우 대부분 이에 대한 기준이 없거나, 있더라도 실질적으로 이행되지 않는 경우가 많음). 네덜란드의 회사들은 대부분 자체 실험실에서 이를 철저히 검사한 후 종자를 출고하고, 자체 실험실에서 확인이 불가능하거나 제 3의 공인기관에서의 검정 결과가 필요할 경우에는 Naktuinbouw사와 같은 전문업체에 의뢰함. 우리나라에서는 아직 이러한 서비스를 제공하는 업체가 없으며, 그나마 일부 대규모의 종자회사에서 자체적으로 검정을 하지만 아직 모든 병에 대해 검정이 가능하지는 않은 상황임. 따라서 빠른 시장 진입 안정적인 판매 확대를 위해서 종자 품질 관련 서비스 수준의 향상도 필요한 상황임

<표 2-37> 주요 국가별 양배추 경쟁력 분석

구분	네덜란드	일본	한국	중국
유전자원	5	3	3	2
육종경험 및 능력	5	5	5	2
연구시설	5	4	3	2
품종개발 및 홍보력	5	4	3	3
브랜드력	5	4	2	1
종자 품질 (순도 및 병리 검정)	5	5	3	1

※ 1. 매우 낮음, 5. 매우 높음 (네덜란드 회사를 기준 5로 정함)

### 1.3 국내 및 국외 시장분석에 의한 시사점

- 제주도와 전남의 양배추 재배면적 각각 1,650ha와 950ha로 국내 양배추 재배 면적의 절반을 차지할 정도로 많이 재배하고 있음. 특히 제주도와 전남 지역에서는 월동 양배추를 많이 재배하고 있으며, 월동 양배추는 보통 노지 재배 양배추보다 종자 가격이 높은 수준으로 우수 품종의 육성이 요구됨
- 제주도 월동 양배추의 경우 95% 이상이 일본 품종을 재배하고 있음. 특히 제주도 지역에서 일본 품종에 대한 충성심이 강함. 일본 품종은 내서성, 내습성 및 내열구성이 우수하고 시들음병 저항성(YR)이 우수하지만 여전히 뿌리혹병에 약한 특성이 있어, 시들음병 저항성이 기본적으로 있으면서 뿌리혹병 저항성(CR)이 강한 국내 월동 양배추 품종의 육성이 시급함
- 강원도의 양배추 재배면적은 1,400ha로 국내 양배추 재배면적의 1/4을 차지하고 있어 제주도 다음으로 국내에서 양배추를 많이 재배하고 있음. 강원도 지역의 74%에 해당하는 준고랭지와 고랭지가 주 재배지역으로, 국내 고랭지 양배추의 거의 대부분을 강원도 지역에서 생산하고 있음. 강원도 지역의 양배추 재

배 품종 중 일본 품종이 차지하고 있는 비율은 80% 이상으로 수입 품종의 재배 비율이 상당히 높음. 따라서 강원도 시장을 목표로 한 양배추 품종 육성을 위해서는 고랭지에 적합하면서도 일본 품종에 비해 더 우수한 내재해성(내서성) 및 내병성(시들음병 저항성(YR), 뿌리혹병 저항성(CR))을 갖춘 양배추 품종 육성이 요구됨

- 국내 중간지 지역의 양배추 재배면적은 국내 양배추 재배면적의 40%에 해당함. 중간지 지역의 양배추 재배 품종 중 80% 이상이 또한 일본 품종을 재배하고 있고 일본 품종에 대한 선호도가 높음. 최근에는 양배추 재배지에서 뿌리혹병과 더불어 검은썩음병이 문제가 되고 있어 이에 대응한 뿌리혹병 저항성(CR) 및 검은썩음병 저항성(BR) 품종의 육성이 요구됨
- 중국의 양배추 재배면적은 70-100만ha이며 종자 시장 규모는 252억원(중국 저가 로컬품종 제외)으로 전 세계에서 가장 큰 재배면적을 가지고 있지만 중국 내 양배추 품종은 대부분 저가로 유통되어 재배면적 대비 종자 시장 규모는 작은 편임. 하지만 최근 중국 내 양배추 시장은 저가 로컬 품종에 대항하여 고품질의 F1품종의 수요가 점차 확대되고 있으며 가격 면에서 신장속도가 아주 빠름. 특히 해외 수입 양배추 종자는 내병성과 환경저항성이 우수하여 농가 및 거래처의 관심이 상승 중이므로 수출 목표 국가로 적합함. 또한 국내 기업 중 일부는 시장선도 제품을 보유하고 있으며 이를 바탕으로 연간 20톤 규모의 수출실적을 보이고 있을 정도로 국내 기업의 중국 진출이 활발하게 이루어지고 있으며 국내 기업의 기술수준은 중국 내 유통되는 제품의 90% 이상으로 국내 육성 품종으로 중국 시장을 충분히 공략할 수 있으며 많은 수출액 수익을 낼 것으로 기대됨
- 중국의 양배추 재배지에서는 배추에서 발병하던 뿌리혹병이 기상환경 변화와 급격한 기계화로 인해 뿌리혹병 포자의 전파가 급속하게 빨라지고 그 밀도도 증가 하여 양배추 재배 단지에도 만연 하고 있음. 뿌리혹병 방제 약제 값이 종자 가격의 2배 이상으로 농가 부담이 증가하고 있음. 따라서 뿌리혹병 저항성(CR) 품종의 요구도가 증가하고 있음. 특히 뿌리혹병 내병계 품종 종자 가격은 일반계보다 2배 수준의 고가를 형성하고 있어 국내 기술력으로 뿌리혹병 저항성(CR)

양배추 품종을 육성한다면 충분히 경쟁력이 있을 것으로 전망됨

- 중국의 기후 변화와 1가구 1자녀 정책으로 기인한 핵가족화 등으로 인해 비대력이 우수한 품종보다는 구비대는 구중 1-1.5kg 수준의 원형계 극조생 및 조생 품종의 비중이 가장 높고(60%이상) 계속 증가할 것으로 보임
- 또한 중국의 각 지역에서 주로 요구되는 특성으로 시들음병과 검은썩음병의 요구도가 높으며, 중국의 북부지역에서는 추위에 자색이 발현되는 현상이 일어나 상품의 질을 떨어뜨리고 있음. 따라서 양배추 품종 육성에 있어서 자색발현 관련 분자마커를 이용하여 저온에 자색이 발현되는 개체를 조기에 선발하여 제거 시킴으로서 육종의 효율을 높일 것으로 기대됨
- 인도는 양배추 재배면적이 20만ha로 종자 시장 규모는 72억원에 이룸. 그 중 약 7만ha로 가장 넓은 양배추 재배면적을 가지고 있는 West Bengal주에서는 비가 오는 패턴이 바뀌고 오래된 재배 품종으로 인해 병이 많아지면서 고온과 습기에 강하면서 구비대력이 1kg 내외의 소형이면서 조숙성이고 원형이며 균일성이 우수한 품종이 요구됨
- 양배추 시장이 전 세계적으로 점점 더 우수한 품질을 가진 종자를 요구하고 있음. 또한 유럽 및 미주 외에 비교적 저가인 동서남아 시장에서도 고품질을 가지고 있으면서 고기능성인 양배추에 대한 관심이 높아져 이에 대응하는 우수 품종의 육종이 요구됨
- 특히 인도의 양배추는 재래시장을 중심으로 거래되고 있어 재배지에서 재래시장으로의 장거리 운송 시에 저장성이 우수한 품종이 요구되고 있어 인도 수출용 품종으로 고저장성인 품종의 육성이 필요함
- 동남아시아의 양배추 재배면적은 10만ha이며 종자 시장 규모는 54억원으로 비교적 시장 규모가 큼. 대부분의 동남아시아에서는 작업이 용이한 이유로 편원형을 선호함

- 특히 인도네시아, 베트남, 태국에서는 편형계 조생종 및 중생종 품종에 대한 요구가 많으며, 이 편형계 품종들은 고온 결구력이 강하고 내서성과 내병성이 강한 특성을 가지고 있음. 또한 동남아시아에서는 녹색이 짙고 결구 긴도가 우수하며 균일성이 있으면서 내서성이 강하고 병충해에 강한 품종을 선호하고 있으며 이러한 특성을 가지고 있는 품종은 그 단가가 높아, 국내의 품종 육성 기술로 이와 같은 우수 품종을 육성하여 동남아시아로 수출한다면 보다 많은 수익을 창출할 수 있을 것으로 기대됨
  
- 유럽의 양배추 재배면적은 36만ha이며 종자 시장 규모는 480억원으로 종자 가격 면에서 타 국가들 보다 5~10배 이상의 고가 시장임. 그 중 서유럽에서는 4만ha를, 동유럽에서는 서유럽에 8배에 달하는 32만ha를 재배하고 있음. 주로 숙기가 빠른 원형계 품종이 유통되고 있으며 내열구성이 요구되고 있음. 특히 유럽 내 양배추 종자를 주로 공급하는 글로벌 회사에서 육성한 품종들은 실질적으로 아시아 지역에서 재배되고 있는 숙기가 빠르며 내열구성이 원형계 품종들과 특성이 비슷하므로, 현재 한국 회사에서 개발된 조생계 품종들을 현지 적용 시험을 거쳐 선발한다면, 조기에 판매로 연결될 가능성이 매우 높아 충분히 수출 경쟁력이 있는 시장임
  
- 유럽은 다른 지역과 달리 유럽계 중만생종의 종자 유통이 활발하며 결구 긴도가 우수하고 포장 저장성이 강하고 내재해성(내한성) 및 내병충해성(시들음병 저항성(YR), 뿌리혹병 저항성(CR)) 품종이 많이 재배되고 있으며 선호하고 있음. 유럽 지역이 지리적으로 멀리 떨어져 있고, 아직 인적 네트워크가 많이 구성되어 있지 못하지만, 우리나라의 우수한 육성 경험을 바탕으로 유전자원 및 상대적으로 취약한 요소들, 즉 우수한 유전자원 확보, 브랜드 개발 및 홍보 등을 보완하게 되면, 고단가 시장인 유럽시장으로 빠른 접근이 충분히 가능함

## 2. 국내외 기술동향 분석

### 2.1 국내외 기술동향

#### 가. 국내 기술동향

- 국내 업체의 채소품종 개발 수준은 선진국에 비해서는 다소 떨어지나 중국, 동남아보다는 매우 앞서 있는 수준임. 한편, 미국, 일본, 네덜란드 등 종자개발 선진국과 비교할 때 생명공학기법을 활용한 분자유종 기술은 배추, 무, 고추 등 일부 품목에서는 세계적인 경쟁력을 확보하고 있지만 나머지 품목에서는 미흡한 실정임
- 주로 무, 배추, 고추 등 배추과와 가지과 채소 종자에서 선진국 수준의 육성 기술을 보유하고 있다. 또한 무, 배추, 양배추의 경우 자가불화합성 및 옹성 불임성을 이용한 일대교잡종 육성 기술을 확보하고 있으며, 고추의 경우에도 옹성불임성 이용 기술을 활용하고 있음.
  
- 국내 채소 종자 개발은 농우 바이오, 동부 한농 등 주요 민간업체를 중심으로 활발하게 진행되고 있으며, 국내 품종 뿐 만 아니라 중국 등 해외 수출용 품종 개발에 주력하고 있음. 특히 농우바이오의 경우 국내에 3개 연구소와 해외 지역별 거점 연구소를 중심으로 국내 전용 품종과 해외용 품종 개발을 추진 중이며 R&D본부에서는 100여명의 육종 연구개발 인력과 30여명의 생명공학 연구개발 인력이 채소 종자 관련 연구개발을 추진 중이고 R&D에 매년 총매출액 15%이상을 투자하고 있음(자료: 농림수산식품기술기획평가원, 농림수산식품 분야 민간 연구개발 주체 현황 (2011. 04.)). 또한, (주)동부한농의 경우, 종자 개발 뿐만 아니라 작물보호제, 동물약품, 바이오 자원 등 농업 및 바이오 분야의 핵심기술과 친환경 고부가가치 개발을 추진 중임
  
- 국내 종묘업체는 특정 품목 즉, 채소 종자 중 배추, 고추, 무에 대한 육종 기술은 세계적 수준이나 양파, 토마토, 양배추, 파프리카 등의 기술은 부족한 것과 같이 특정 품목에 육종 기술이 치우쳐 있는 실정이며, 몬산토 등 메이저 기업에 비하면 R&D투자 규모가 미미한 수준이고 연구 전문인력도 부족한 상황이어서 글로벌 기업과의 기술력 차이가 큼

- 국내 양배추 육종 기술은 배추과 다른 작물에 비해 연구기간이 짧지만, 품종 육성을 위한 기반을 어느 정도 갖춘 상태임
  - 1990년대 초부터 배추좀나방에 대한 내충성 품종이 육성되었으며, 홍콩종묘에서 개발한 Saint 품종은 현재도 중국, 인도에서 인기 품종임
  - 현재까지 우리나라에서 육성된 품종은 50% 이상이 웅성불임성을 이용한 품종임
  
- 국내 양배추와 관련된 연구 인력은 10명 내외 수준임
  - 양배추는 배추과 작물로 배추, 브로콜리, 컬리플라워 등과 유사한 연구가 진행 될 수 있음
  
- 국내 양배추 종자 기술 경쟁력이 세계최고 수준에 근접하여 있지만, 산업적 측면에서 아시아 시장에서 세계 시장으로 진출할 기업 육성이 필요함
  - 배추과 작물의 국내 경쟁력은 높은 수준이나 소재의 다양성 부족 및 시장이 작은 규모인 국내에 치중되어 있어 육종 규모가 영세함
  - 유럽, 미국 등 선진국 시장 수출은 미미하며 마케팅이 없음
  
- 현재 상당수의 경제 작물의 전체 게놈서열을 결정하려는 움직임이 있고, 많은 수의 재배 작물의 분자유전자지도가 작성되고 있음
  - 이를 통한 대규모 분자표지개발이 이루어져 전통적인 육종 방법에 접목되고 있어 전통육종의 효율을 획기적으로 증대시키는 기술들이 개발될 전망
  
- 분자유종 기술
  - NGS 장비의 분석 비용이 낮아지고, 분석 기술이 발전함에 따라 대량의 생물정보를 생산할 수 있게 되었지만, 이 정보를 처리할 수 있는 무료 소프트웨어는 생물정보학에 숙련된 사람만이 활용할 수 있어 생물학 및 유전학을 전공한 연구자들이 활용하기에는 제약이 따름. 이와는 반대로 유료 프로그램을 사용하면 비 숙련자들도 쉽게 분석할 수 있지만, 중소 규모의 육종회사는 사용할 수 없는 한계가 있음
  - 국가 지원 사업으로 양배추류의 유전체 기반 육종 tool을 개발하는 사업이 2010년에 시작이 되어 tool을 개발하고 있으나, 그 결과를 활용할 수 있는 규모의 육종 회사가 미비함



## □ 기술개발 사유

- 1960년대까지는 우리나라에서 양배추가 조리용 및 여름철 김치용으로 많이 재배되었음
- 1970년대에는 고랭지 여름 무와 배추의 재배가 정착되면서 양배추의 재배면적이 크게 줄어들어 연간 종자소요량이 400ℓ(2섬)정도 밖에 되지 않았다. 따라서 배추, 무 등 배추과 채소의 육종수준이 세계 정상에 있으면서도 양배추 육종에는 관심을 가지지 않았음
- 국내 양배추 육성은 민간 종묘회사에서 1970년대 말부터 본격적으로 수출 목적으로 시작하였음
- 국내 양배추를 육성하던 회사들이 거의 대부분 다국적 기업으로 합병되어 그 동안 이루어온 육성 기술과 유전자원이 유출되어 현재 국내 기반의 육성 기술 및 병충해 저항성 유전자원의 수집이 시급함
- 일본이나 유럽보다 훨씬 늦게 육성을 시작하였지만 그 동안 축적해왔던 배추과 작물인 무, 배추의 육성 기술을 바탕으로 1990년대 초반부터 인도, 중국, 동남아, 미국 등지에 많은 종자를 수출하게 되었음
- 현재까지 일본이나 유럽 품종들과 경쟁할 수 있는 우수한 품종들이 꾸준히 개발되고 있으나 웅성불임(CMS)계통 육성은 초보단계임
- 국민 경제 수준이 향상되고 국민들의 건강식품에 대한 관심이 높아지면서 위장 궤양증에 특효약(비타민U 다량 함유)인 양배추의 소비량이 점차 증가하고 있음
- 또한 적색양배추의 재배가 조금씩 늘어나고 있지만 필요한 종자는 모두 수입에 의존하고 있음
- 양배추의 종자 자급을 위해 국내의 재배환경에 적합한 품종개발로 내수시장을 보호해야 함
- 최근 양배추 재배포장에서 발병이 심한 검은썩음병 저항성 품종개발이 시급함
- 일본 회사들과 유럽 회사들이 중국, 인도 시장에서 적극적인 품종과 시장 개발로 점유율을 높여가고 있음. 특히 유럽 회사들이 유럽에서 주로 재배되던 품종들을 중국에서 적극 개발하여 기존 품종들보다 5~8배 비싼 가격으로 판매하고 있음

## □ 우수 해외품종의 특성분석

- 다끼이종묘의 YR오가네 품종은 중생종으로 시들음병 저항성이며 내서성이 강하고 초세도 강하며 밀식재배용으로 수확기간이 길어 20여년간 재배농가

에서 선호하고 있는 품종임

- 마쓰모 품종은 중만생종으로 초세가 왕성함 열구가 늦고 재포성도 우수하며 내한성이 강한 대구형 품종임
- 하루타마 품종은 중생종으로 시들음병과 검은썩음병에 저항성이며 내습성과 내한성에 강하고 재포성도 양호함
- YR하루토 품종은 중생으로 시들음병 저항성이며 내한성에 강하며 안토시아닌 발생이 없고 만추대성으로 비대력이 우수하고 단맛도 우수함
- 개발된 사용 품종의 품질은 일본이 가장 우수하며 한국, 미국, 태국이 비슷한 수준임
- 품종 개발은 일본이 선두를 유지하고 있으며 전 세계로 품종을 수출하고 있음 ('YR호월', '아야히까리', '시오사이2호', '아사시오' 등)
- 국내 양배추 재배 품질은 일본 품질과 비교했을 때 약 5~6년 정도의 품질 격차가 있는 것으로 추산됨

<표 2-38> 양배추 유사 및 중복과제 검색 결과

사업명	과제명	총 연구기간	비고
차세대바이오그린21	양배추 내한/내서성 분자표지, 육종소재 개발과 수출용 품종 육성	2012-05 ~ 2014-12	
지역특화산업육성	제주양채류 웰빙식품 전략육성사업	2011-06 ~ 2014-02	
수출전략기술개발	좁나방 내성 GM양배추의 수출용 계통 및 품종개발과 GM양배추의 환경위해성평가 확립	2010-07 ~ 2015-06	
첨단생산기술개발	채소류 유전체 분석을 통한 분자유종통합지원 시스템구축	2010-07 ~ 2015-06	
수출전략기술개발	수출용 양배추 품종육성 연구	2009-04 ~ 2014-04	이관 과제
농림기술개발	수출 및 수입대체 녹색꽃양배추 F1품종육성	2009-04 ~ 2014-04	
FTA대응 경쟁력향상 기술개발	양배추 및 브로콜리의 수출, 내수 품종육성, 육종기술 개발 및 실용화 연구	2009-01 ~ 2013-12	
수출전략기술개발	세포질 융성불임성을 이용한 종자 수출용 양배추 품종 개발	2008-06 ~ 2013-06	
농림기술개발	중국수출용 초극조생 및 월동 양배추 품종육성	2007-08 ~ 2010-04	
농림기술개발	양배추로부터 배추좁나방 저항성 마커 개발과 MAS 시스템을 이용한 국내 및 수출용 양배추 품종육성	2004-10 ~ 2005-10	
농림기술개발	양상추, 양배추의 최소가공 및 샐러드용 소스 개발	2004-07 ~ 2005-07	
농림기술개발	양배추의 노화억제 성분을 이용한 가공제품 다양화기술 개발	2002-09 ~ 2005-09	

※ 국가R&D사업관리서비스(NTIS), 검색년도(과제시작 년도): 2002~2011, 키워드: 양배추

## 나. 국외 기술동향

- 세계 주요 종자기업은 GM 작물의 개발과 내재해성 유전자 확보, 고부가가치 기능성 품종 개발에 중점 투자하고 있음(자료: 신중수, 글로벌 종자산업 현황; 세계농업 제139호 (2012))
  - 기후변화와 물 부족 등 지역별 농업 환경 변화에 따라 환경재해에 내성을 가지는 유전자탐색 및 건강에 대한 소비자의 관심이 증가함에 따라, 기능성 품종의 개발에 대한 연구가 집중적으로 진행되고 있음
  - 항암성분 강화 브로콜리, 라이코펜 강화 토마토 등이 출시되었으며, 유기농에 적합한 내병성, 내충성 품종의 개발이 가속화되고 있고, 현재 GM작물은 콩과 옥수수 등 식량 작물에 먼저 상용화되었으나, 고추와 같은 채소 종자에서도 GM작물 개발이 진행 중임
  
- 대표적인 종자기업인 몬산토는 매출액의 12% 수준인 10억 달러 이상을 연구 개발에 투자하고 있으며, 100여개의 지역별 종자 실험실을 갖추고 있음
  - 몬산토는 GM작물 개발에 독점적인 특허기술을 보유하고 있으며, 최근에는 다른 기업들과의 기술제휴를 통해 협력을 강화하고 있으며, 또한 전통적인 교배육종방식에 더하여 생명공학기술을 적용한 GM 유전자원을 활용하여 효율적인 작물의 종자개발을 위주로 연구하고 있음
  
- 듀폰은 농업 부문에 대한 지속적인 R&D 투자와 생명공학 연구센터 설립으로 생명공학 기업으로 전환하였음
  - 2011년 듀폰의 R&D 투자액은 매출액의 5.1%수준인 약 20억 달러이며 이중 농업 분야에 절반 수준인 10억 달러를 투자하였고, 미국에 30개의 연구 시설 및 제조공장을 보유하고 있으며, 인도에 생명공학연구센터를 설립하였음
  
- 신젠타는 연구 및 사업역량 강화를 위해 세계 400여개 연구기관과 기술협력을 통해 기술을 개발하고 있으며, 종자 사업부의 R&D 투자비중이 전체의 38%에 달하고 2011년 R&D 투자규모는 11억 2,700만 달러에 달함
  
- 100개국 이상에 채소종자를 판매하고 서비스를 제공하는 세계적인 채소종자

전문회사인 누넴(Nunhems)은 2002년에 바이엘 크롭사이언스에 인수합병되었으며, 세계 각지에서 활발하게 종자 생산 판매 및 연구개발을 추진 중임

- 누넴은 부추, 양파, 당근, 멜론, 오이, 토마토 등 28가지 작물에 대해 2,500여종의 채소종자를 판매하고 있으며, 14개 국가에 26개의 R&D센터를 운영하고 있음. 또한 국내에는 누넴 코리아가 2003년 10월에 설립되어 2009년 10월 안성에 R&D센터를 개설하였고 2007년 한국의 종자회사 시텍스를 인수하였음

□ 내서성에 강하면서 뿌리혹병에 강한 양배추류에 대한 수요가 높으나 아직 이것을 충족시킬 품종개발은 이루어져 있지 않음

- 전 세계 양배추류 산지의 계속되는 연작과 고온 다습 등 재배환경의 불량으로 인하여 각종 병해가 만연되고 있으며, 특히 뿌리혹병의 피해가 날로 심해지고 있음
- 인도, 파키스탄, 중국남부, 동남아 등의 열대지방에서 주로 재배되는 내서성에 강한 품종은 1970~80년대에 일본에서 개발한 품종들로 신품종이 제때에 개발되지 않아 이들 시장에서의 품종대체 욕구가 매우 큼
- 현재 일본 회사들과 유럽 회사들이 중국, 인도 및 동남아 시장에서 적극적인 품종 개발과 시장 개발로 점유율을 높여가고 있으며, 특히 유럽회사들이 유럽에서 주로 재배하던 품종들을 중국에서 적극 개발하여 기존 품종들보다 비싼 가격으로 판매하고 있음

□ 해외 주요 업체에서 유전자원 보호 차원에서 MS활용 육성이 증가하고 있어 유전자원의 활용에 어려움이 커지고 있으며, 전통 육종 외에 소포자배양, 약배양 등 조직배양 기술이 앞서 있음

- 내병성 품종 육성을 위해 주요 병에 대한 마커 활용이 활발하게 이루어지고 있으며, 뿌리혹병과 검은썩음병에 내병성인 품종이 출시되고 있음

□ 중국 내 해외 수입 품종이 늘어나면서 바이어와 농가에서도 고순도, 발아율 높은 고품질의 종자에 대한 인식이 높아지면서 중국 Local 품종 중에서 순도 100%인 Male Sterility(웅성불임)품종들이 출시되고 있음(ex.중감 16호, 중감 17호, 중감 21호(중국 농과원))

- 한국 및 해외 다국적 기업들은 이미 7~8년 전부터 MS 품종들을 시판하고 있음

- 뿌리혹병, 시들음병, 검은썩음병 등 내병성의 중요성이 높아지고 있으며 특히 뿌리혹병은 최근 오염포장이 넓어지고 Race의 분화가 시작되고 있음
  - 운남성 등 남방과 산서성 등 북방 지역 간에 병원균의 race가 다름
  - 신젠타에서 개발한 내병성 품종의 경우 중국 북방지역에서는 내병성을 발현하나 남방에서는 내병성이 무너짐
  - 내병성 품종 육성을 위해 주요 병에 대한 마커 활용이 활발하게 이루어지고 있으며, 뿌리혹병과 검은썩음병에 내병성인 품종이 출시되고 있음
  
- 선진국에서는 1세대 분자유종기술이 상업화에 진입함에 따라 차세대 분자유종기술의 개발을 시작하였음
  - 전체 유전체의 염기서열을 결정하고 유전체에 기록되어 있는 모든 단백질의 구조와 기능을 분석하여 자료화함으로써 기존의 유전학적, 생리학적, 생화학적 분석법에 의해 확인될 수 없었던 생리와 발달과정을 규명하게 될 것임
  
- 해외 MAS/MAB 육종 현황
  - 현재 19개 이상의 복합내병성, 기능성, 수량관련 형질들에 대한 분자표지가 개발되었고, 종자회사나 정부 연구기관에서는 MAS를 이용한 선발이 일상화되어 선발 효율을 극대화시키고 육종연한을 단축하고 있어, 그렇지 않은 종자회사에 비해 국제 경쟁력이 강함

## 2.2 국내외 특허 동향

### 가. 분석 배경 및 목적

- 분석 배경
  - Golden Seed Project 연구개발사업 과제 『수입대체 및 수출용 양배추 종자 개발 세부 연구 계획 수립을 위한 상세 기획』을 위한 연구기획 단계에 있어서 해당 기술분야에 대한 현재 기술수준, 기술개발동향, 시장 및 산업동향 조사 등 사전 특허·기술 동향을 파악함으로써 R&D 방향성을 검토함

## □ 분석 목적

- 세계 종자산업 시장 규모는 약 700억불로 추정되며 현재 첨단생명공학기법 접목으로 지속 성장하고 있으며, 한국은 약 1.5%의 종자 시장 점유율을 확보하고 있음
- 한국은 1990년대 초반까지만 해도 채소종자 수출액의 72% 이상이 무 (59.1%), 배추 (13%)에 한정되었으나 최근 고추 및 양배추, 브로콜리 및 오이에서 수출이 증가되는 추세임
- 한국에서의 채소 품종 중 배추과 및 가지과 채소종자의 경우, 육종기술 면에서는 선진국 수준에 도달해 있고 종자산업법 제정 등으로 발전의 토대가 형성되어 있으므로 국가경쟁력이 있는 채소분야에 R&D 역량을 집중하는 것이 필요할 것으로 예상됨
- 한편, 배추과 및 가지과 채소종자 중 양배추 종자의 시장 규모는 1,600톤 정도로 전 세계적으로 가장 많이 재배되고 있는 채소 작물 중 하나이며 중국의 경우 연간 양배추 재배 면적은 약 92만ha, 인도의 경우 약 30만ha 그리고 동남아의 경우 약 10만ha로 전 세계 양배추 재배 면적의 약 80% 이상을 차지하는 거대 시장임
- 양배추류는 그동안 미국, 유럽, 일본 등의 나라에서 활발하게 품종육성을 해왔고 세계시장을 주도해 오고 있으나 우리나라의 배추, 무 등 배추과 작물의 육종능력은 세계수준에 이미 도달해 있기 때문에 이들 육종기술을 양배추에 접목한다면 충분히 단기간에 세계시장에서 우위를 확보할 수 있을 것으로 판단됨
- 최근 육묘기술의 발달로 재배농민들은 점점 더 고순도, 고품질, 고기능성의 품종을 원하고 있으며, 이를 위하여 다양한 유전자원을 수집하고 전통적 육종방법(선발과 교배) 및 생명공학기법을 이용한 내서성, 내병성 및 복합저항성 양배추류의 소재개발과 품종육성이 필요한 실정이므로 유전자 기반 기술 및 양배추 육종 기술에 대한 전반적인 특허정보가 필요할 것으로 판단됨
- 따라서 수출용 양배추 종자 개발에 대한 선진국 대비 국가 경쟁력을 확보하고자 국내·외 특허현황 및 국가별 기술경쟁력 등의 분석을 실시하고 최근 기술흐름 등을 도출하여 전략적인 연구개발 계획 수립에 활용할 수 있도록 함으로써, 중복 연구를 방지하고 본 과제의 R&D 타당성에 대한 객관적인 특허정보를 제공하고자 함

## 나. 분석 범위

### □ 분석대상 검색 DB 및 범위

- 본 분석에서는 배추과 식물의 분자 마커 기술과 양배추 종자 육종 및 개발 기술을 대상으로 ~2012년 12월까지 출원공개 된 한국, 미국, 일본, 유럽, 중국의 공개특허와 등록특허를 분석 대상으로 함
- 한국, 일본, 미국, 유럽 및 PCT를 출원일 기준으로 분석하며, 일반적으로 특허출원 후 18개월이 경과된 때에 출원 관련정보를 대중에게 공개하고 있음. 따라서 아직 미공개 상태의 데이터가 존재하는 2011~2012년 자료는 유효하지 않으므로 정량분석은 ~2010년까지 유효데이터로 분석함. 단, 정성분석에는 가장 최근 특허자료까지 포함하여 분석함

<표 2-39> 검색 DB 및 범위

자료 구분	국가	검색DB	분석구간	검색범위
공개·등록특허 (공개·등록일 기준)	한국, 일본, 미국, 유럽, 중국, PCR	WIPS ON	~ 2012.12	특허공개 및 등록 전체문서

※ 정량분석구간: 한국, 일본, 미국, 유럽, PCT ~2010 (출원년도 기준)

※ 정성분석구간: 전체분석구간 대상 (~2012.12)

### □ 분석대상 기술 및 검색식 도출

- 유전자 기반 기술과 양배추 육종 기술로 중분류로 선정하여, 세부분류로는 바이오마커 기술, 신규 유용 유전자 기술, 전통 육종기술 및 분자 육종 기술로 분류하였으며 심층 분석 시의 기술 분야를 동일하게 적용함

<표 2-40> 분석대상 기술분류

대분류	중분류	소분류
수출용 양배추 종자개발 기술(A)	유전자 기반기술(AA)	바이오 마커(AAA)
		신규 유용 유전자 기술(AAB)
	양배추 육종기술(AB)	전통 육종기술(ABA)
		분자 육종기술(ABB)



<표 2-41> 분석대상 기술분류기준

대분류	중분류	소분류	검색개요(기술범위)
수출용 양배추 종자 개발 기술	유전자 기반 기술	바이오 마커	- 배추과 식물(배추, 양배추 포함)의 내재해성, 내 병충해성 관련 발현, 유용 유전자, 유전자 표지법 - (배추, 양배추 포함)인 배추 및 양배추과로 과 식물에 적용되는 DNA, RNA 및 Protein 등 분 자 마커
		신규 유용 유전자 기술	- 양배추 유래 유용 유전자 발굴 기술
	양배추 육종 기술	전통 육종기술	- 자연적으로도 교배가 가능한 종(種)이나 속(屬)에 속하는 식물들을 인위적으로 교배시키는 기술 - 교잡, 작물 육종법, 소포자 배양을 이용한 전통 육종 기술, 대립 유전자 사용 기술 등
		분자 육종기술	- 유전공학, 유전자조작 기법을 접목하여, 식물이 갖 고 있는 정보들을 변형하거나 교환하는 육종 방법 - 유전자 재조합, 돌연변이, 화학변이, 형질전환, 세포 융합 기술 등

<표 4-42> 기술분류체계에 따른 최종 검색식

대분류	중분류	소분류	검색식	검색건수						
				한국	미국	일본	유럽	중국	국제	합계
수출용양배추종자개발	유전자기반기술	바이오마커	((배추* 유채* 싹추* 백채* 송채* 십자화* 진승* 백경* 무채* (Brassica* near2 (campestris pekinensis rapa)) pe-tsai ((korean* japanese* chinese*) near2 cabbage*) 양배추* 캐비지* 케비지* 케일* 브로콜리* 브러콜리* 콜라드* 방울다다기* cabbage (Brassica near2 (oleracea capitata botrytis)) broccoli* collard* brussel* colewort* kale*) and (((분자 바이오 유전자 유전체 단백질 디엔에이 디엔에이 알엔에이 알엔에이 molecular biological gene DNA RNA protein) near2 (마커 표지 지표 marker indicator)) 바이오마커 biomarker)	30	7	3	2	26	3	71
		신규유용유전자기술	((양배추* 캐비지* 케비지* 케일* 브로콜리* 브러콜리* 콜라드* 방울다다기* cabbage (Brassica near2 (oleracea capitata botrytis)) broccoli* collard* brussel* colewort* kale*) and (유전자* 디엔에이* 알엔에이* 알엔에이* 디엔에이* 염기 near2 서열) gene DNA RNA nucleotide transcripto*)),ab,ti,cl.	8	16	6	3	15	8	56
	소계			38	23	9	5	41	11	127
	양배추육종기술	전통육종기술	((양배추* 캐비지* 케비지* 케일* 브로콜리* 브러콜리* 콜라드* 방울다다기* cabbage (Brassica near2 (oleracea capitata botrytis)) broccoli* collard* brussel* colewort* kale*) and (육종* 선발* 교잡* 잡종* 품종* 전통* (자가 near2 불화합*) (웅성 near2 불임*) 웅성불임* tradition breeding mating hybrid variet* cultivar (self near2 incompatibility) (male near2 sterility))))).ab,ti,cl.	5	24	4	6	33	2	74
			분자육종기술	((양배추* 캐비지* 케비지* 케일* 브로콜리* 브러콜리* 콜라드* 방울다다기* cabbage (Brassica near2 (oleracea capitata botrytis)) broccoli* collard* brussel* colewort* kale*) and ((형질 near2 전환) 형질전환 (유전자 near2 재조합) (분자 near2 육종) 돌연변이 화학변이 원형질체 방사선* (세포 near2 융합) xray transgenic transformation transformant recombin* (cell near2 fusion*) GMO mutate* mutation protoplast protoplasmic micropore mutant radiation radioactive) ).ab,ti,cl. or ((양배추* 캐비지* 케비지* 케일* 브로콜리* 브러콜리* 콜라드* 방울다다기* cabbage (Brassica near2 (oleracea capitata botrytis)) broccoli* collard* brussel* colewort* kale*) and ((genetic near2 modif*))).ti,ab,cl.	6	9	3	5	15	6
		소계			11	33	7	11	48	8
	총합계			49	56	16	16	89	19	245

※ 한국 : KIPO, 미국 : USPTO, 일본 : JPO, 중국 : SIPO, 국제 : PCT

□ 유효특허 선별 기준 및 결과

<표 2-43> 분석대상 기술분류

대분류	중분류	소분류	노이즈제거 및 유효특허추출기준
수출용 양배추 종자 개발 기술	유전자 기반 기술	분자 마커	- 내재해성, 내병충해성 배추과 식물의 분자 마커 및 배추과 식물의 선별에 사용되는 마커를 유효 특허로 추출하였고 배추 추출물 및 배추로부터 분리된 분자를 포함하는 벡터, 단백질 등의 기술은 노이즈로 제거함
		신규 유용 유전자 기술	- 양배추과(브로콜리, 케일 포함) 식물에서 발굴한 유용 유전자 관련 특허를 유효 특허로 추출하였고 유전자 증폭용 프라이머, 양배추에 적용되는 살충 물질, 의약품 단백질 등의 기술은 노이즈로 제거함
	양배추 육종 기술	전통 육종 기술	- 양배추과(브로콜리, 케일 포함) 식물의 교배, 품종 선발, 자가 불화합성, 옹성불임성 성질을 이용하여 육종하는 방법을 포함하는 기술을 유효특허로 추출하였고 양배추 가공 식품 개발, 품종 구분용 프라이머 및 마커 등의 기술은 노이즈로 제거함
		분자 육종 기술	- 양배추과(브로콜리, 케일 포함) 식물을 형질전환, 유전자 재조합, GMO, 돌연변이, 원형질체, 세포 융합, 방사선 조사 등의 분자 레벨에서 내병충해성을 높인 기술을 포함하는 특허를 유효특허로 추출하였고 양배추 저장성 향상 기술, 유용 단백질 생산 기술, 질병 예방 식이 조성물 등의 특허를 노이즈로 제거함

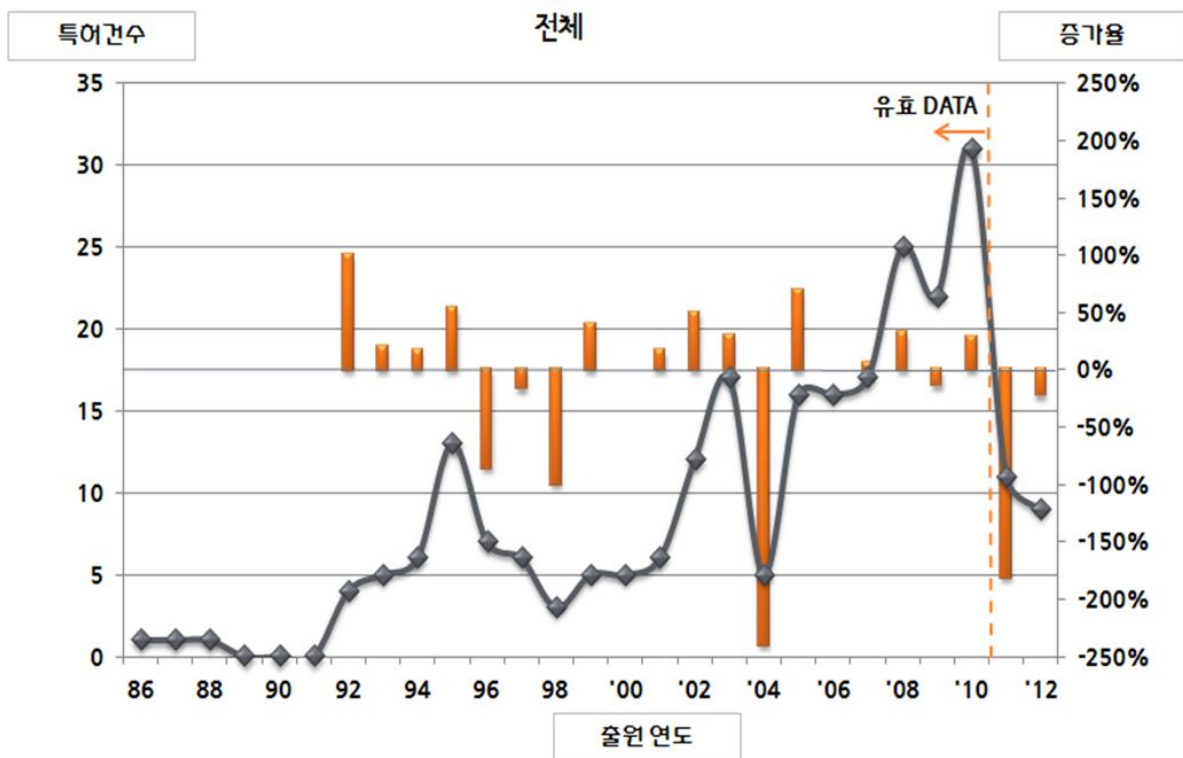
<표 2-44> 유효특허 선별결과

대분류	중분류	소분류	유효데이터 건수						
			한국 KIPO	미국 USPTO	일본 JPO	유럽 EPO	중국	국제 PCT	계
수출용 양배추 종자 개발 기술	유전자 기반 기술	바이오 마커	30	7	3	2	26	3	71
		신규 유용 유전자 기술	8	16	6	3	15	8	56
	소 계		38	23	9	5	41	11	127
	양배추 육종 기술	전통 육종기술	5	24	4	6	33	2	74
		분자 육종기술	6	9	3	5	15	6	44
	소 계		11	33	7	11	48	8	118
총 합 계			49	56	16	16	89	19	245

## 다. 특허 분석

### □ 국가별 Landscape

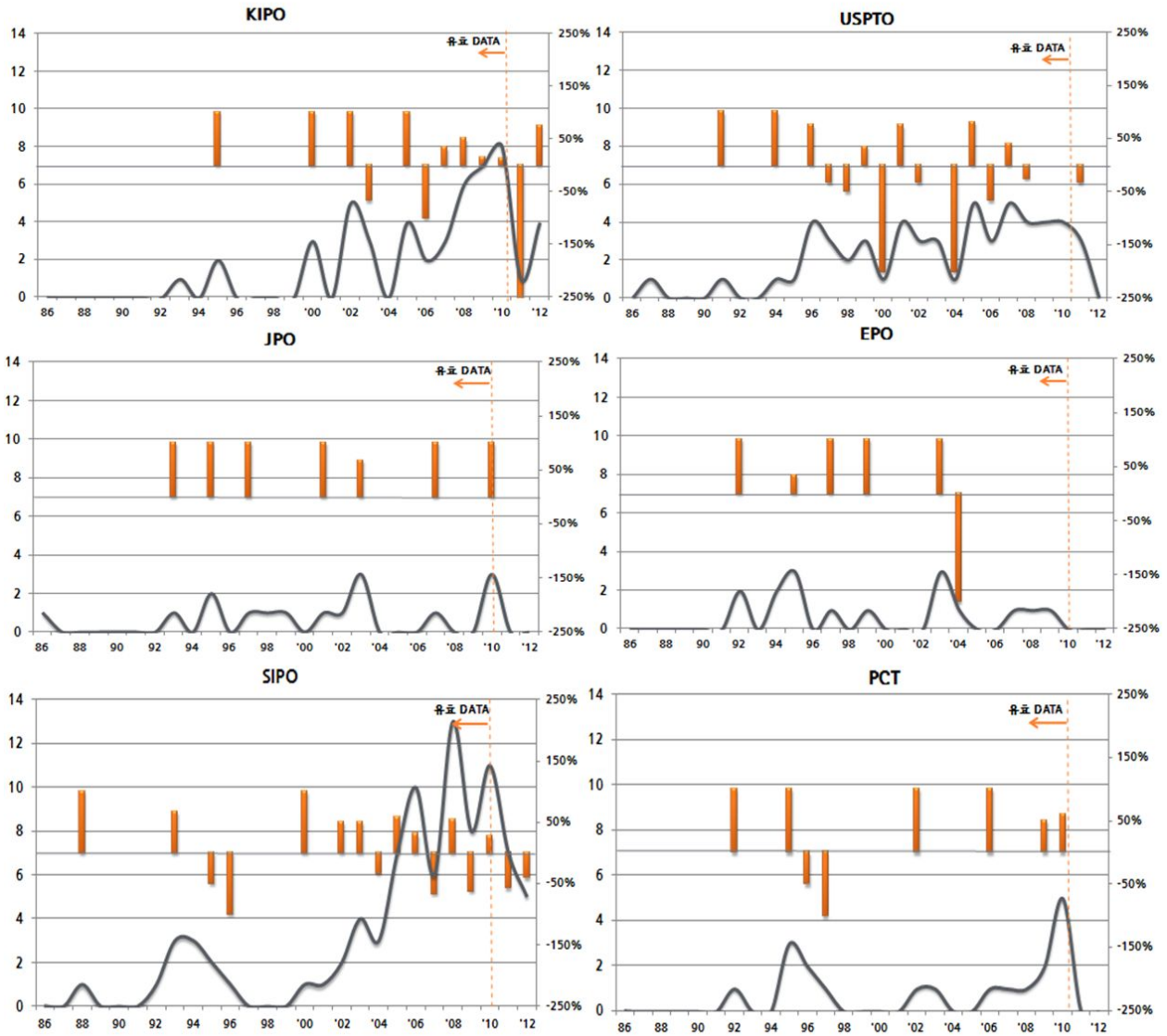
- 특허기술 Landscape에서는 조사대상국인 한국, 미국, 일본 및 유럽에서의 주요시장국 기술개발 활동현황, 구간별 출원인수와 출원건수의 증감정도의 분석을 통한 기술시장 성장단계 파악 및 국가 간 기술경쟁력 현황 분석 등을 통해 국가별 Landscape를 분석함



[그림 2-17] 수출용 양배추 종자 개발 기술 분야 전체 연도별 특허 동향

- 기술 분야의 전체 연도별 특허 동향을 살펴보면, 90년대 이후로 2000년대 초반까지, 미비한 특허 출원율을 보였으나, 2002년 이후로 최근 연도 구간까지 점층적인 성장 추세를 보이고 있는 것으로 나타남
- 주요 시장국별 특허 출원 동향에서 한국의 경우 2000년대 초반까지 매년 5건 미만의 특허 출원이 이루어진 것으로 나타났으나 정부 기관 및 학교 기관에서 배추 종자 관련 연구가 본격적으로 주도되기 시작하면서 2005년 이후로 점차 증가하는 양상을 보이기 시작한 것으로 조사됨

- 미국의 특허 출원 동향은 90년대 이후로 매년 5건 내외의 특허 출원이 꾸준히 이루어지고 있는 것으로 나타났으나 다양한 기관에 의한 특허 출원이 아닌 특정 종자 기업에 의해 시장이 장악되고 있어 미국 시장 진출을 위해서는 상기 주요 기업의 특허 기술에 대한 철저한 분석이 필요할 것으로 판단됨

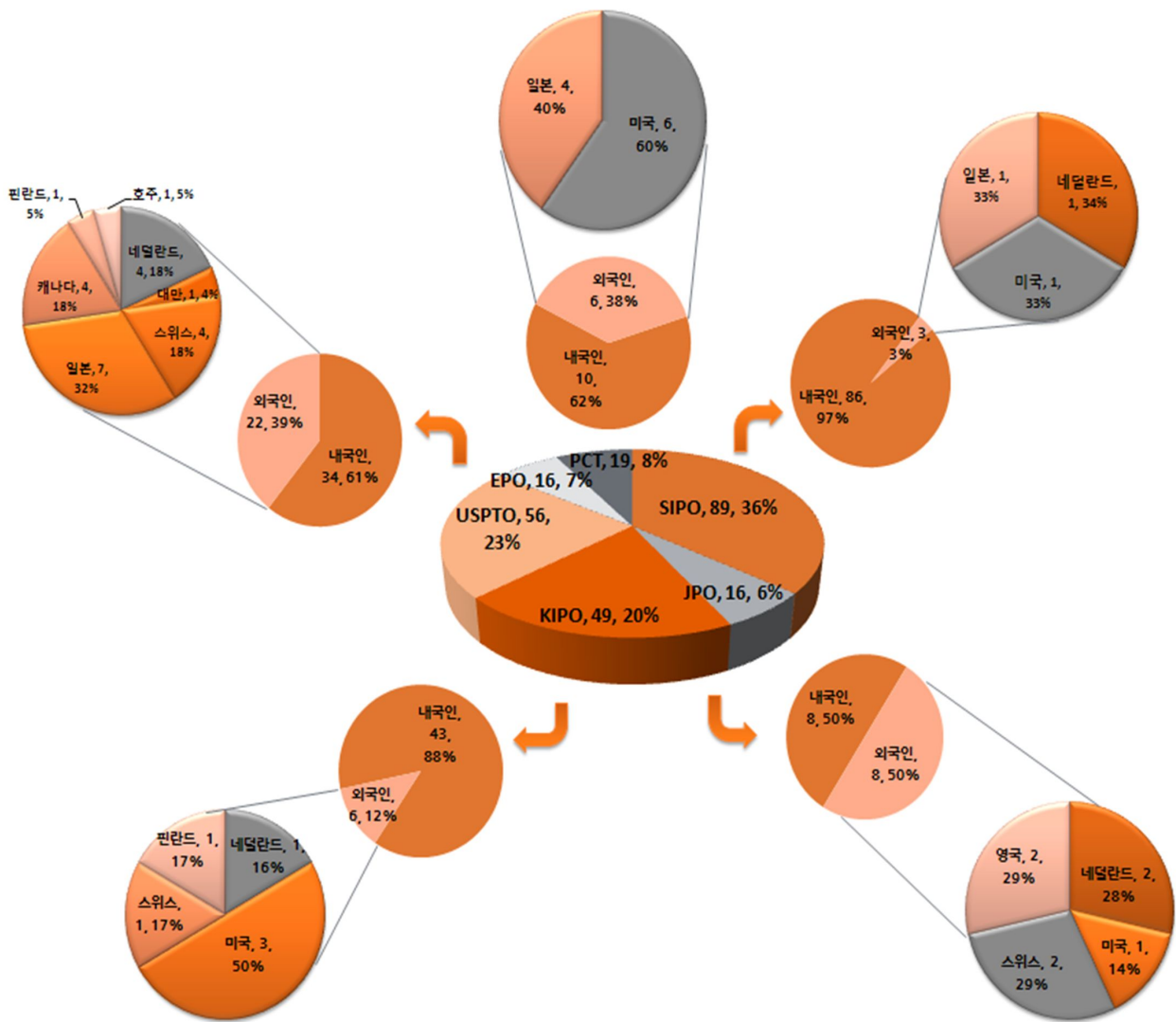


[그림 2-18] 주요시장국 연도별 특허동향

- 일본과 유럽 특허청의 연도별 동향을 살펴보면 한국, 미국 및 중국과 비교했을 때 특허 출원이 미흡하게 이루어지고 있는 것으로 나타났다. 일본의 경우 일본 국적의 주요 출원인이 자국의 특허 출원보다는 해외 진출을 위한 특허 출원에 집중하고 있는 것이 원인으로 분석됨. 또한 유럽의 주요 출원인들은 유럽 특허

정보다는 자국이나 미국 특허청에 특허 출원이 이루어지고 있는 것으로 조사됨

- 중국의 경우 90년대 후반 이후로 특허 출원이 증가가 되면서 2008년 가장 많은 특허가 출원된 것으로 조사되었는데 이는 최근 중국에서 바이오 및 농업 산업에 대한 관심이 고조되고 있고 중자 산업에서의 정책이 새롭게 정립되면서 중소기업과 대학 기관을 중점적으로 특허 출원이 활성화되고 있는 것으로 나타남

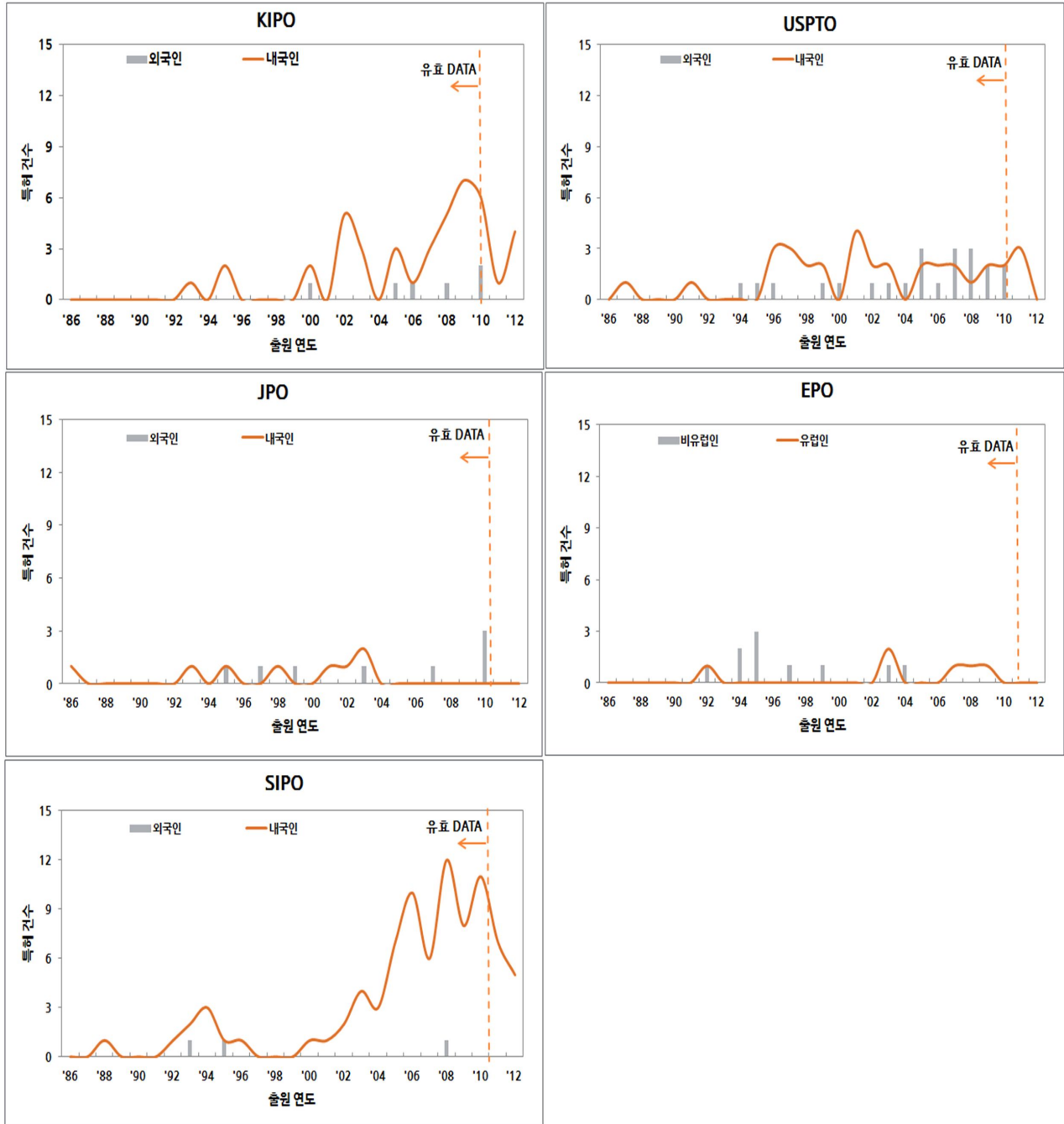


[그림 2-19] 주요시장국 내·외국인 특허출원현황

- 주요 시장국의 특허 출원 현황을 살펴보면 중국이 전체의 36%(89건)를 차지하고 있어 가장 많은 특허를 출원한 것으로 나타났고 뒤이어 미국이

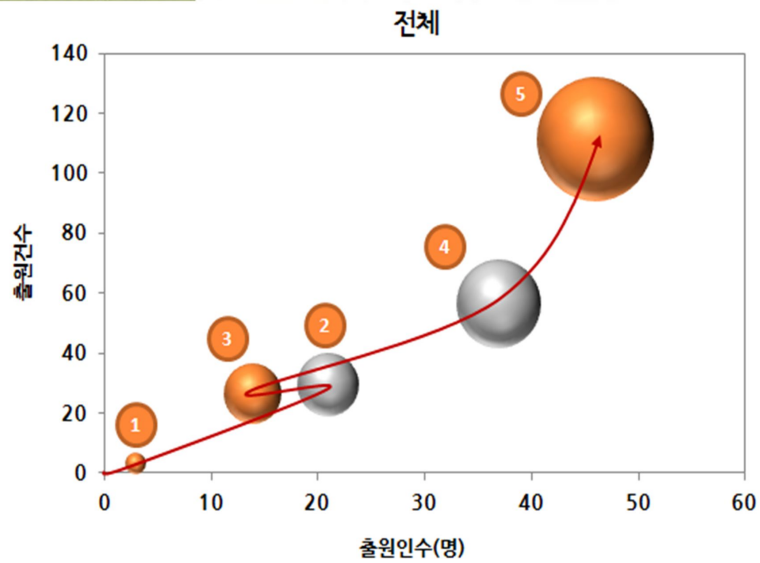
23%(56건), 한국이 20%(49건), PCT가 8%(19건), 유럽 특허청이 7%(16건) 및 일본이 6%(16건) 순으로 많은 특허가 출원된 것으로 조사됨

- 국가별 내·외국인 특허 동향을 살펴보면 일본을 제외한 한국과 미국, 일본 및 중국은 외국인에 의한 출원보다 내국인에 의한 출원이 많은 것으로 나타났다. 일본의 경우, 내국인과 외국인의 비중이 같은 것으로 나타났지만 일본에서 출원된 특허가 적기 때문에 상대적으로 외국인에 의한 출원 비중이 높은 것으로 분석됨
- 해외 출원인의 주요한 시장으로 인식되는 미국 특허청에서 내국인에 의한 출원이 외국인에 의한 출원보다 많은 것으로 나타났다. 이는 미국 특허 시장이 Seminis Vegetable Seeds사, ASGROW SEED 등의 종자 기업과 University of California 및 John Hopkins School of Medicine 등의 주요 연구관에 의한 특허 출원이 활성화되고 있기 때문으로 사료됨
- 중국과 한국의 경우, 최근 국가 기관 및 대학 기관을 중점적으로 연구가 본격적으로 시작되어 80%이상이 내국인에 의한 출원된 특허의 비중으로 나타났다. 현재까지는 해외 대규모 종자 기업들이 중요한 시장으로 인식되고 있지 않은 것으로 분석됨
- 가장 많은 특허가 출원된 중국의 경우, 2000년도 이후로 BEJO ZADEN사(네덜란드 국적)에서 출원된 1건의 특허를 제외한 모든 특허가 자국 출원인에 의한 출원인 것으로 나타났고 한국에서도 자국인에 의한 연구 개발이 주도되고 있는 것으로 조사됨
- 미국 시장은 최근 유럽 국적의 대규모 종자 기업들의 특허 출원이 증가하면서 2005년 이후로 외국인에 의한 특허 출원이 내국인에 의한 특허 출원을 추월하면서, 양배추 종자 시장에서 지배권을 확보에 많은 투자를 하고 있는 것으로 분석됨



[그림 2-20] 연도별 주요시장국 내·외국인 특허출원현황



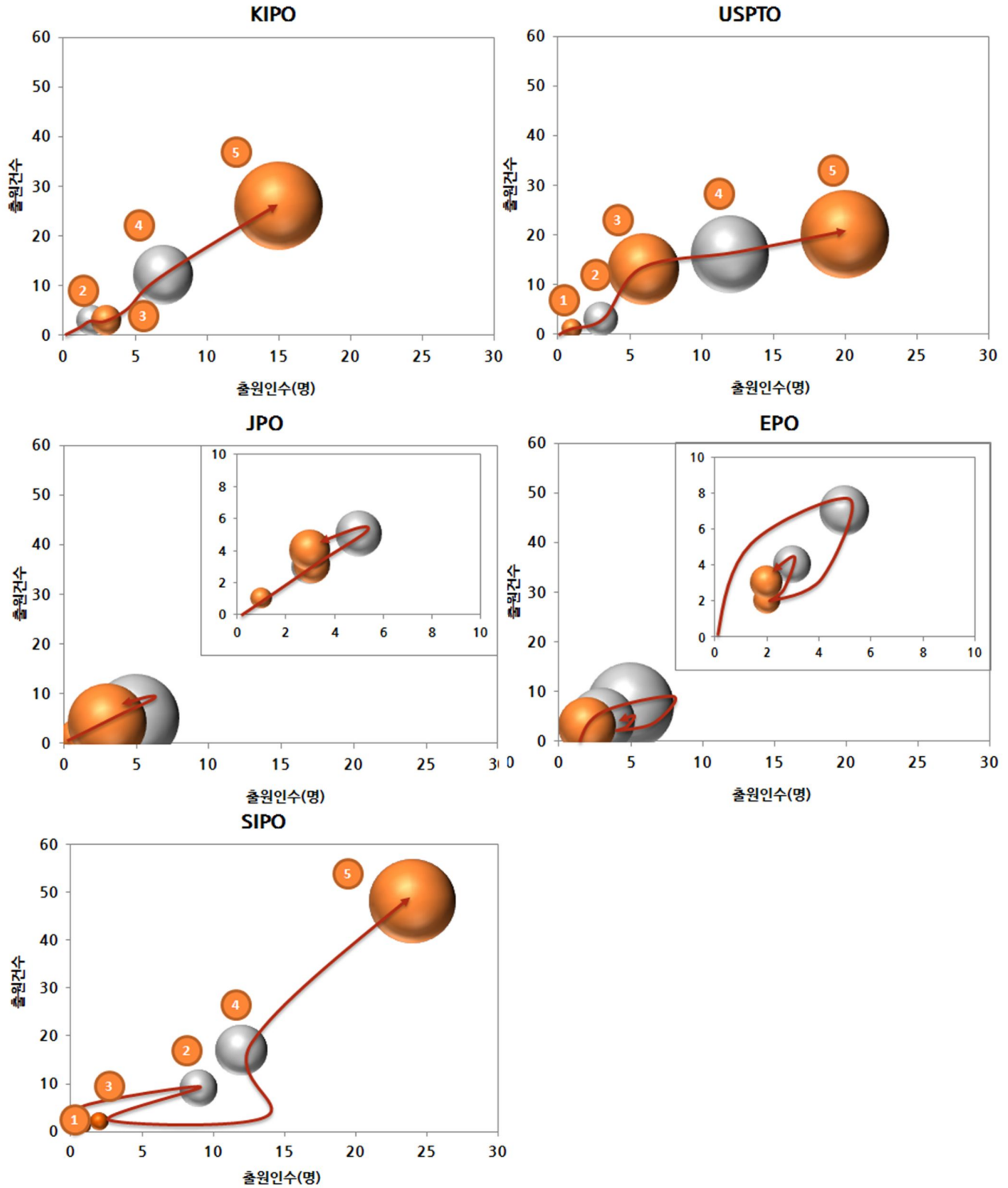


[그림 2-21] 수출용 양배추 종자 개발 기술 분야의 포트폴리오

※ 1구간: ~1990년, 2구간: 1991년~1995년, 3구간: 1996년~2000년, 4구간: 2001년~2005년, 5구간: 2006년~2010년

- 수출용 양배추 종자 개발 기술 분야의 전체 및 해당 국가의 기술 위치를 포트폴리오로 나타내어 전체 출원 중 최근의 출원 동향을 5개의 구간으로 나누어 각각의 구간별 특허 출원인 수 및 출원 건수를 분석하여 특허 출원 동향을 통한 기술의 위치를 살펴볼 수 있음
- 포트폴리오로 나타낸 전체특허의 기술 위치는 전반적으로 3구간(1996년~2000년)부터 5구간(2006년~2010년)까지 출원 건수와 출원인의 수가 계속 증가하는 발전기의 단계에 있으며 특히, 4구간(2001년~2005년)에서 5구간(2006년~2010년)으로 접어들면서 출원 건수가 증가하면서 급속한 발전이 이루어진 것으로 나타남. 이는 한국과 중국을 중심으로 정부 차원의 정책적

인 정립이 이루어진 짐에 따라 대학 및 연구 기관의 기술 개발의 영향으로 분석되지만 출원 건수에 비해 출원인 수의 증가 폭이 작아 미국 및 유럽에서 대규모 종자 기업의 시장 선점이 이루어지고 있는 것으로 판단됨



[그림 2-22] 각 출원국가별 기술시장 성장단계

- [KIPO] 포트폴리오로 나타낸 한국특허의 기술위치는 2구간(1991년~1995년)부터 5구간(2006년~2010년)까지 출원 건수와 출원인의 수가 계속 증가하는 발전기의 단계에 있음. 또한 4구간(2001년~2005년)부터 5구간(2006년~2010년)까지 출원 건수 및 출원인 수가 크게 증가하고 있어 급격한 기술 개발이 이루어지고 있는 것으로 분석됨
- [USPTO] 포트폴리오로 나타낸 미국특허의 기술위치는 1구간(1990년 이전)부터 5구간(2006년~2010년)까지 출원건수와 출원인의 수가 지속적으로 증가하는 발전기 단계인 것으로 나타났으나, 3구간(1996년~2000년) 이후로 출원 건수보다 출원인 수의 증가 폭이 큰 양상을 보임. 이는 1990년대 초반까지 미국 기업에 의해 시장이 장악되었으나 이후로 해외 기업들의 시장 진출로 이루어지고 있기 때문으로 사료됨
- [JPO] [EPO] 일본과 유럽 특허는 1구간(1990년 이전)부터 5구간(2006년~2010년)까지 출원인수와 출원건 수의 증감이 반복하고 있는 것으로 나타났는데, 양배추 종자 관련 기술의 특허 출원이 각각 16건으로 포트폴리오 상에서 발전 단계를 판단하기 어려운 것으로 판단됨
- [SIPO] 포트폴리오로 나타낸 중국특허의 기술위치는 1구간(1990년 이전)부터 3구간(1996년 ~2000년)까지 출원건수와 출원인의 수의 증감이 반복되었지만, 4구간(2001년~2005년)에서 5구간(2006년~2010년)으로 접어들면서 출원건수와 출원인 수가 크게 증가하고 있어 급격한 기술 개발이 이루어지고 있는 것으로 분석됨

□ 경쟁자 Landscape

- 상위 Top11의 다출원인 도출을 통하여 주요 경쟁자 현황 및 IP로 본 주요 시장국을 분석하고, 주요 경쟁자들의 시장확보력 및 기술력, 주력기술분야에 대한 파악을 통하여 경쟁자 Landscape를 분석함

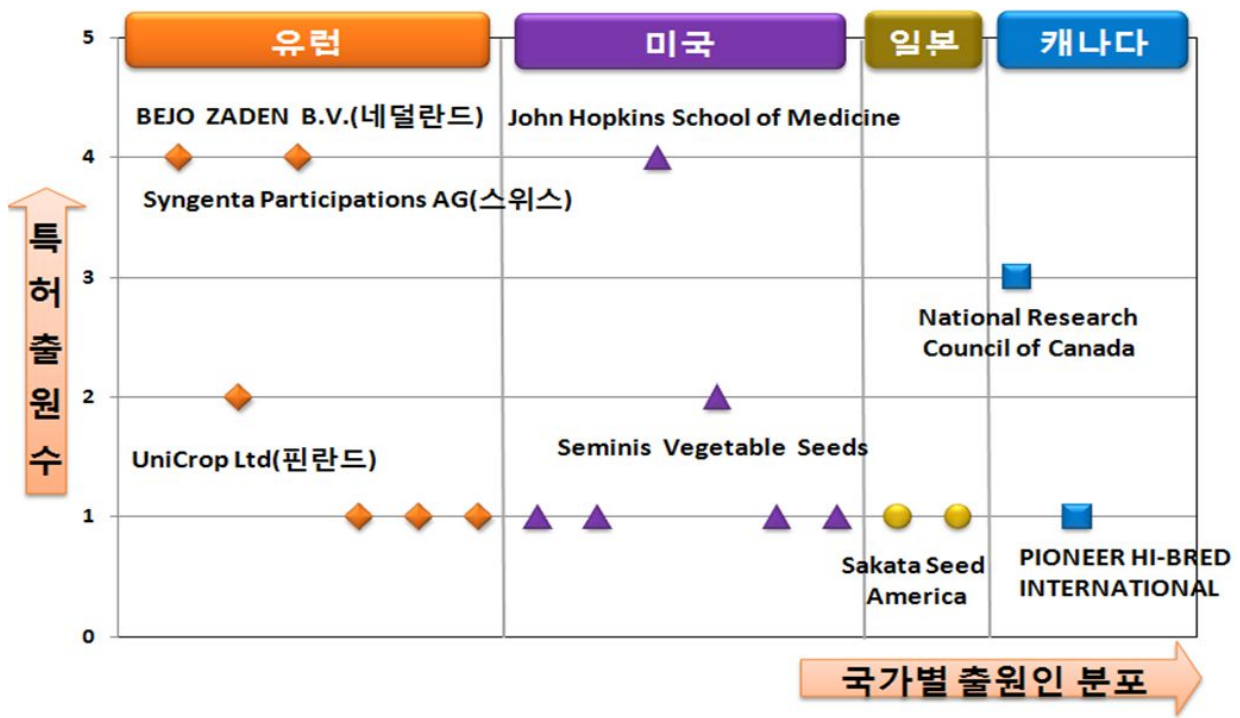
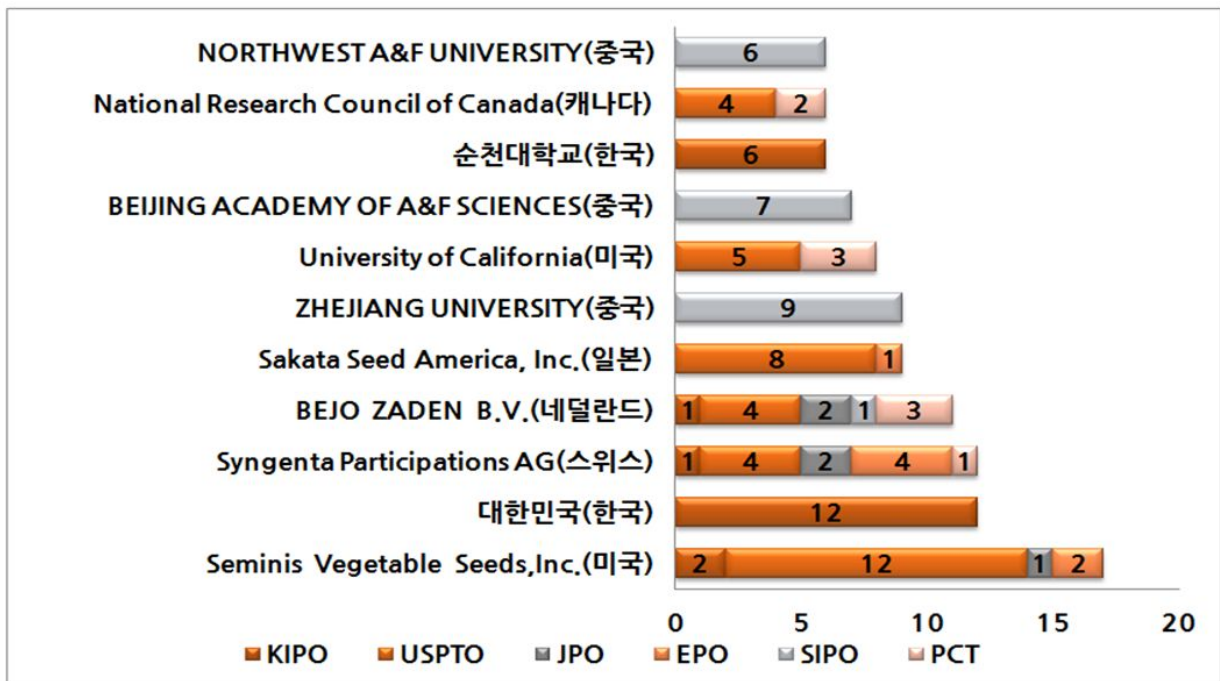
<표 2-45> 주요 경쟁자 Landscape

분석 항목 출원인	출원인 국적	주요 IP시장국(건수,%)							3국 패밀 리수 (건)	특허 출원 증가율 (최근 5년)	주력 기술 분야
		한국 KIPO	미국 USPTO	일본 JPO	유럽 EPO	중국 SIPO	PCT	IP 시장 국 종합 *			
Seminis Vegetable Seeds, Inc	미국	2 (11.8)	12 (70.6)	1 (5.9)	2 (11.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	미국	0	-21.0 %	AB A
Syngenta Participations	스위스	1 (8.3)	4 (33.3)	2 (16.7)	4 (33.3)	0 (0.0)	1 (8.3)	미국	0	0.0%	ABB
대한민국	한국	12 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	한국	0	73.2%	AA A
BEJO ZADEN B.V.	네델란드	1 (9.1)	4 (36.4)	2 (18.2)	0 (0.0)	1 (9.1)	3 (27.3)	미국	4	900%	AA A
Sakata Seed Coporation, Inc.	일본	0 (0.0)	8 (88.9)	0 (0.0)	1 (11.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	미국	1	-50%	AB A
ZHEJIAN G UNIVERSITY	중국	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	9 (100)	0 (0.0)	중국	0	200%	AA B
University of California	미국	0 (0.0)	5 (62.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (37.5)	미국	0	-100 %	AA B
BEIJING ACADEMY OF A&F SCIENCES	중국	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	7 (100)	0 (0.0)	중국	0	150%	모든 기술에 분산
순천대학교	한국	6 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	한국	0	100%	AA A
National Research Council of Canada	캐나다	0 (0.0)	4 (66.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (33.3)	미국	3	100%	AA A, ABB

※ AAA: 분자 마커 개발 기술, AAB: 유용 유전자, ABA: 전통육종 기술, ABB: 분자유종 기술

- 수출용 양배추 종자 개발 기술 분야에서 미국의 Seminis Vegetable Seed사가 가장 많은 특허를 출원한 것으로 나타났고, 뒤를 이어 스위스의 Syngenta사, 대한민국 정부 기관, BEJO ZADEN사, 일본의 Sakata Seed Coporation사 등이 주요 경쟁자인 것으로 조사됨
- Seminis Vegetable사는 중국을 제외한 한국, 미국, 일본 및 유럽에 특허 출원이 진행된 것으로 나타나 해외 시장 진출을 위한 지재권 확보에 많은 투자가 이루어지고 있는 것으로 판단됨
- 그 뒤를 이어 스위스의 Syngenta사와 대한민국 정부 기관이 각각 12건의 특허를 출원하였고, Syngenta사는 미국과 유럽뿐만이 아니라 한국과 일본에도 1건씩의 특허를 출원하여 한국 시장을 주요한 시장으로 인식하고 있는 것으로 파악됨
- 상위 주요 11개 출원인 중 미국 출원인인 Seminis Vegetable 및 California University는 최근 5년간 출원 증가율이 감소하고 있는 것으로 나타나 이들 기업의 향후 특허 동향을 주시하여 미국 기관의 개발 현황을 파악해 볼 필요가 있을 것으로 사료됨
- 중요 경쟁자 별 출원 현황을 살펴보면 미국과 유럽에서는 Seminis Vegetable사, Syngenta사, Bejo Zaden사 등 대규모 종자 기업이 상위 주요 출원인에 포함된 것으로 나타남. 이들 기업들은 미국과 유럽 이외에 한국과 일본에도 특허 출원이 이루어지고 있는 것으로 조사가 되었고 미국과 일본, 유럽에 공동 출원한 3극 특허를 보유하고 있어 글로벌 시장을 염두한 지재권 확보 활동이 활성화되고 있는 것으로 분석됨

<출원건수 및 3극 특허 출원수>



[그림 2-23] 주요 경쟁자 현황 및 IP로 본 시장국

- 한국의 주요 출원인은 대한민국 정부 기관과 순천대학교인 것으로 나타났으며 출원된 모든 특허가 한국에서 출원되고 있어 해외 주요 시장국들을 염두한 지재권 확보 활동은 아직까지는 미흡한 실정임

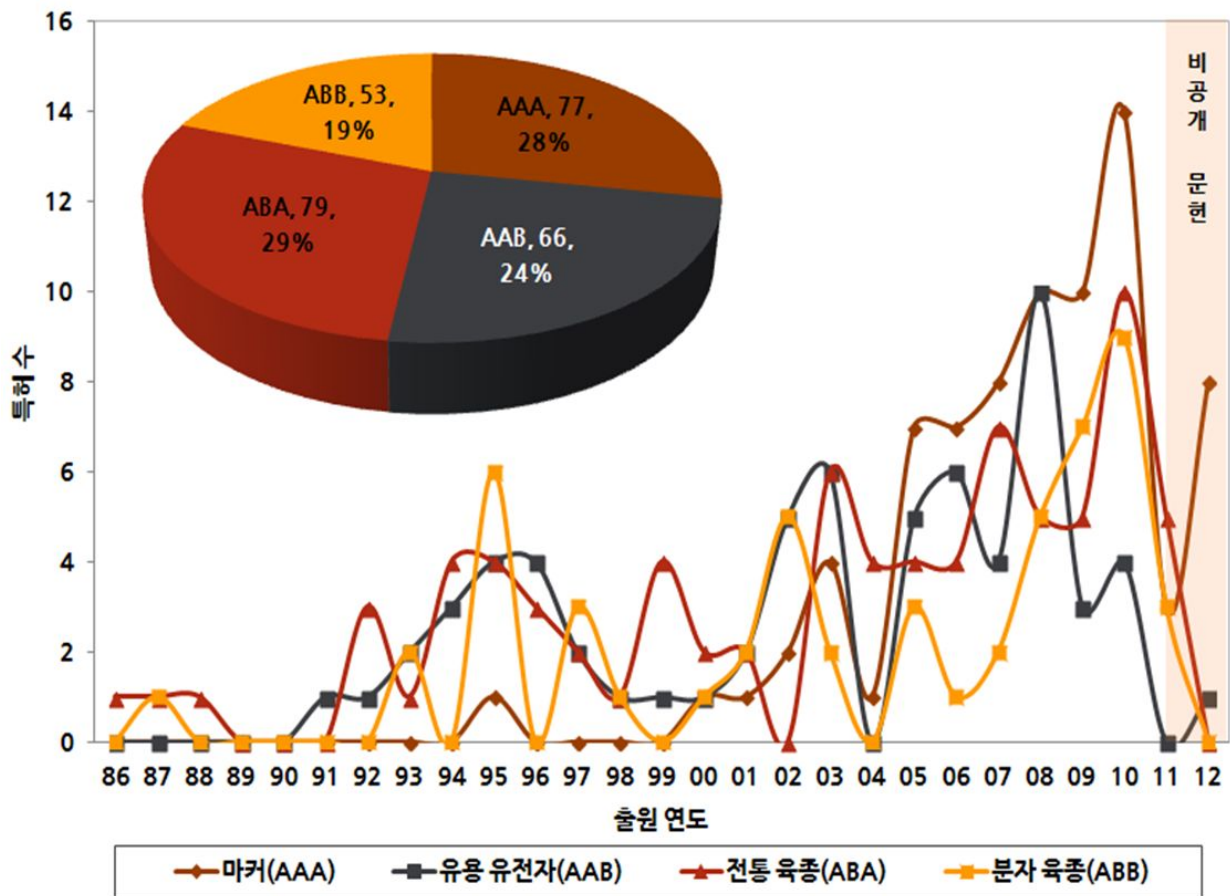
- 중국은 Zhejiang University, Beijing Academy Of A&F Sciences 및 Northwest A&F University 등의 연구소 및 대학 기관이 주요 출원인인 것으로 나타났고 중국의 주요 출원인 또한 한국과 마찬가지로 중국 시장에서만 특허 출원이 이루어지고 있는 것으로 조사되어 해외진출을 모색하고 있지 않은 것으로 판단됨

<표 2-46> 주요 IP시장국에서의 신규 시장 진입자(잠재적 경쟁자) ('08~'12)

한국(KIPO)		미국(USPTO)		일본(JPO)		유럽(EPO)		중국(SIPO)	
출원인명	건수	출원인명	건수	출원인명	건수	출원인명	건수	출원인명	건수
순천대학교	6	Itsaul Plants	1	BEJO ZADEN	1	Enza Zaden Beheer v	1	(주)북경 비지아밍 트리-스테이트 이온 연구소	1
충남대학교	4							BEJO ZADEN	1
Seminis Vegetable Seeds	2							천진 농업과학 아카데미	1
경희대학교	1							후지안 농업	1
서울대학교	1							북건 농업 임업 대학	1
(주)고센 바이오텍	1							강소 농업과학 아카데미	1
한국기초 과학 지원 연구소	1	MONSANTO TECHNOLOGY	1	Seminis Vegetable	1			전장 농업 과학 연구소	1
한국생명 공학 연구원	1							Li Xianming	1
BEJO ZADEN	1							유지작물연구소	3
								청도농업대학	1
								선양농업대학	2
								심천 농업과학 기술 남서부대학교	1
		전장 루이 팡 아그로노믹	1						
		산동 농업과학 아카데미 채소 연구소	2						
		원저우 농업과학 아카데미	1						
		저장 농업과학 아카데미	1						

- ‘08~‘12년 신규 시장 진입자로는 국내에서는 순천대학교, 충남대학교, 경희대학교, 서울대학교 등 대학 기관에서의 연구 참여가 진행되고 있는 것으로 조사되었고 네덜란드의 Benzo Zaden사는 2008년 이후로 한국과 일본, 중국에 새롭게 진출한 것으로 볼 때, 아시아 지역에서 지재권 확보를 통한 시장 활동을 모색하고 있는 것으로 분석됨

□ 연도 구간별 세부기술



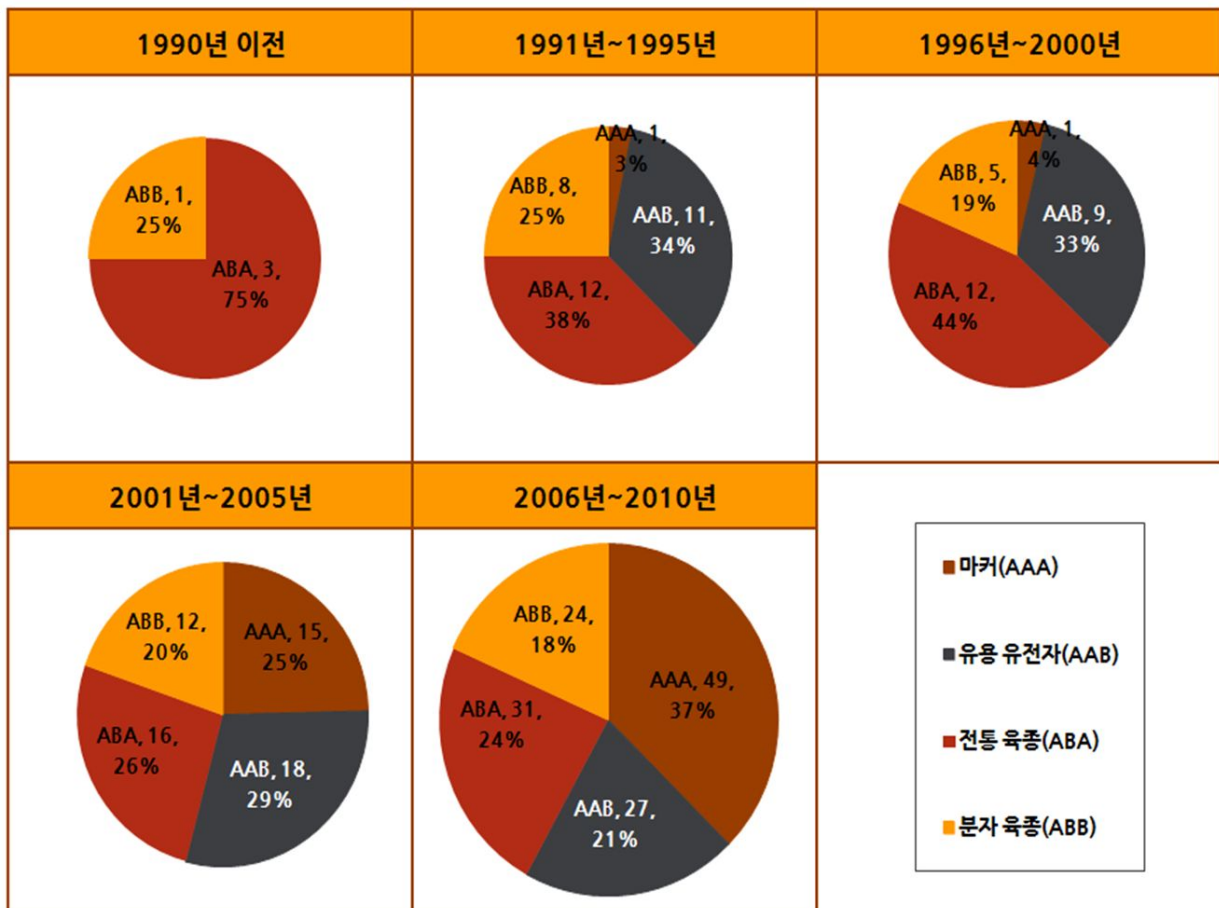
[그림 2-24] 수출용 양배추 종자 개발 기술의 세부 기술-연도별 동향

- 전반적으로 “수출용 양배추 종자 개발 기술”의 연도별 세부기술의 특허 출원은 2000년대 이후로 지속적으로 증가하고 있는 것으로 나타냄
- 분자 마커 기술(AAA)의 경우, 양배추 이외의 배추 과 전반적인 기술에 대한 동향을 반영하여 다른 세부 기술과 비교했을 때 많은 특허가 검색됨. 2000년 이후로 완만한 성장을 하였고 2005년 이후로 급격한 성장 추세를 나타내



고 있음. 이는 한국의 학교 및 연구 기관에서의 활발한 연구 개발에 따른 성과로 특허 출원이 이루어지고 있기 때문으로 분석됨

- 양배추의 전통 육종 기술(ABA)과 분자 육종 기술(ABB)은 90년대 초반 이후로 특허 출원이 꾸준한 성장을 하고 있는 것으로 나타났다. 전통 육종 기술(ABA)과 비교했을 때, 분자 육종 기술(ABB)의 특허 출원 비중이 낮지만 2008년 이후로 출원이 증가하면서 육종 기술 연구에 대한 다양한 기술 개발이 이루어지고 있는 것으로 판단됨
- 유용 유전자 개발 기술(AAB) 분야는 2000년대 후반까지 꾸준한 증가 추세를 나타냈지만 2008년 이후로 특허 출원이 감소하는 경향을 보이고 있음. 이는 2000년대 후반 중국의 대학 기관(ZHEJIANG UNIVERSITY, GUANGXI UNIVERSITY)에서의 출원이 집중되면서 일시적으로 많아졌기 때문으로 사료됨

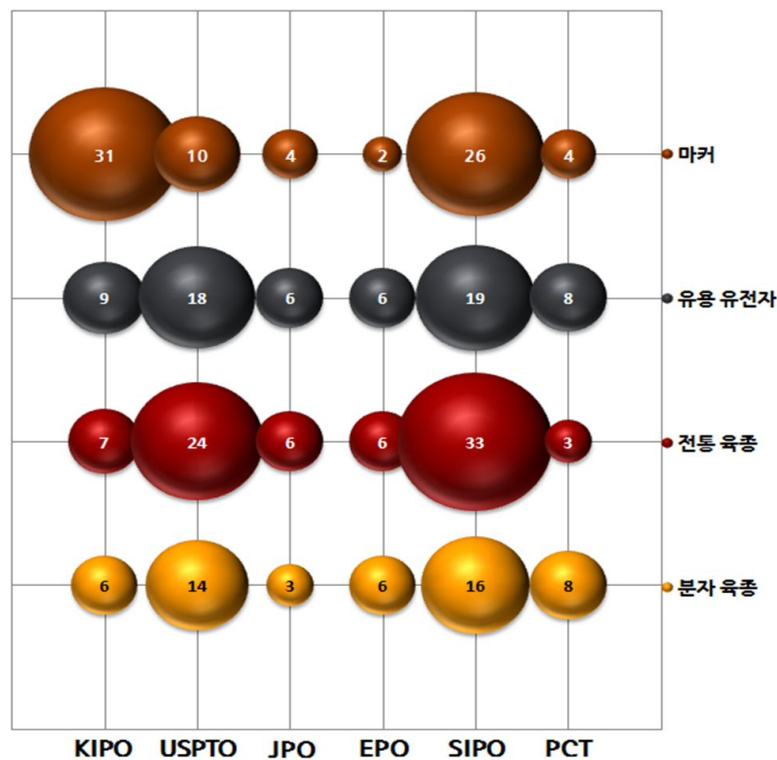


[그림 2-25] 세부기술의 구간별 집중도 추이

- 연도 구간별로 세부기술의 집중도 추이를 살펴보면 1990년대 이전에는 양배추의 육종 기술 관련 분야의 특허 출원이 이루어진 것으로 나타났고 양배추 유래 유용 유전자 및 분자 마커 관련 기술은 1990년 이후로 출원이 진행된 것으로 조사됨
- 분자 마커 기술 분야는 1990년대까지 2건의 특허 출원이 이루어졌으나 2000년대 이후로 점유율이 증가하면서 본격적인 연구 활동이 진행된 것으로 분석됨. 2006년~2010년 구간에서는 특허 출원이 3배가 증가한 것으로 나타나 최근 배추과 식물(배추 및 양배추)의 종자 연구에서 분자 마커 관련 기술 개발이 활성화되고 있는 것으로 판단됨

□ 시장별 세부기술

- 시장별 세부기술 동향에서는 각국의 특허청에 출원된 출원 데이터를 기준으로 세부기술의 집중도 및 공백영역 등을 버블그래프로 나타내어 해당 시장의 관심도를 나타냄
- 세부기술에 대한 전체적인 연도 구간별 흐름은 앞에서 제시하였으므로 여기에서는 주요시장에서 어떠한 세부기술이 중점적으로 특허 출원되고 있는가를 파악하고자 하며 해당 세부기술에 대한 시장별(특허청별)로 비교 분석함

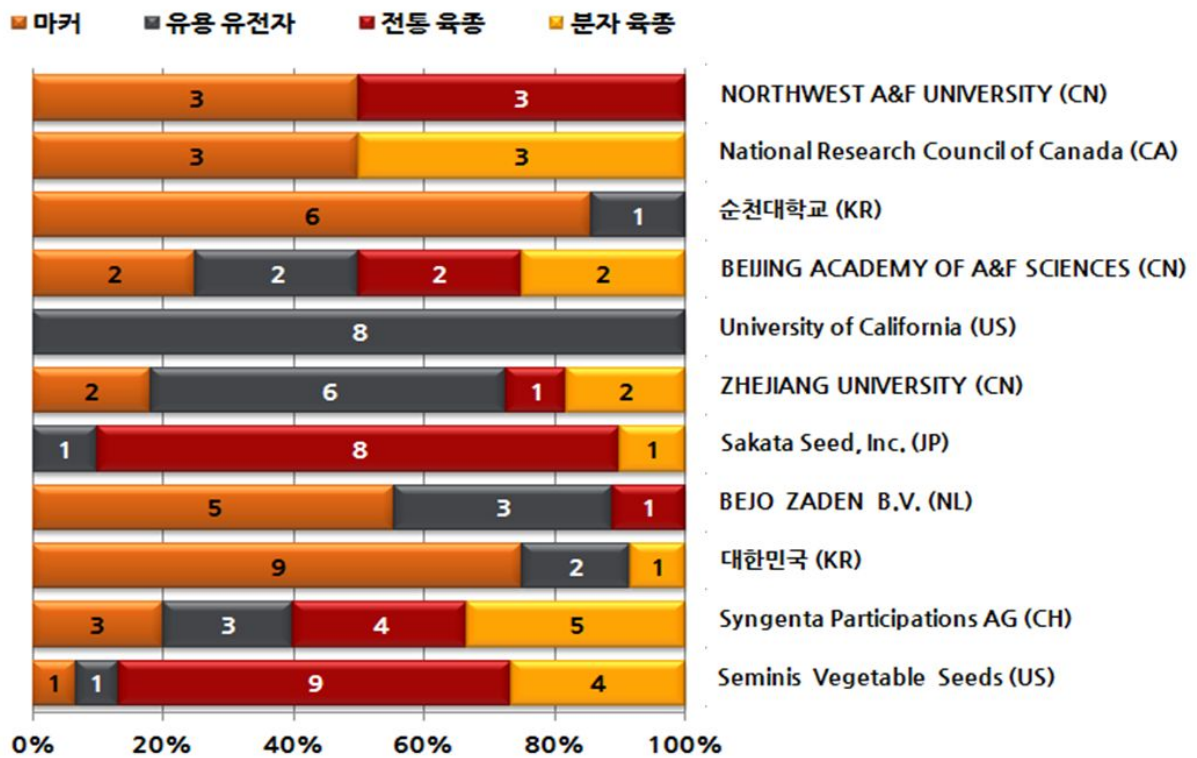
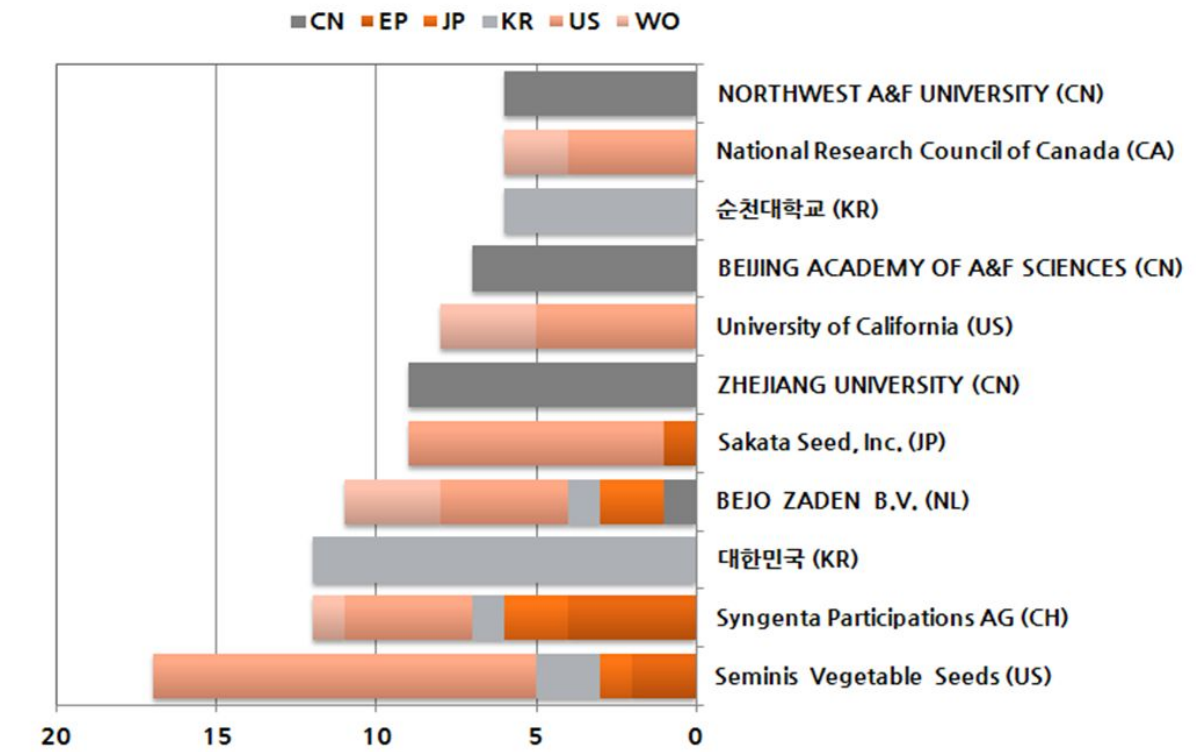


[그림 2-26] 시장별(특허청별) 세부기술 동향

- “수출용 양배추 종자 개발 기술”의 시장별 세부기술 동향을 살펴보면 한국은 육종 기술보다는 분자 마커의 연구 개발에 집중하고 있는 것으로 나타남. 이는 국내에서는 양배추 관련 육종 및 유전자 발굴 연구가 미흡하기 때문으로 분석됨
- 미국의 경우, 전통 육종 기술에 대한 특허출원이 상대적으로 많은 것으로 나타났고, 분자 마커 분야 연구는 한국 및 중국 등 아시아 지역의 시장국과 비교했을 때 미흡한 것으로 조사됨
- 일본과 유럽은 양배추 종자 개발 기술 분야에서의 특허 출원이 미흡하게 이루어지고 있는 것으로 나타남. 일본의 경우, 주요 출원인들이 자국보다는 해외 진출을 염두하고 타국에서의 특허 활동이 활성화되고 있는 것으로 나타났고 유럽은 유럽 특허청보다 자국 및 유럽에서의 특허 출원이 이루어지고 있는 것으로 사료됨
- 중국 시장은 최근 농업 및 바이오 기술 분야의 관심이 증가하고 있고 종자 산업의 정책이 정립이 되면서 2000년대 후반 이후로 특허 출원이 활성화되고 있으며 전통 육종 기술과 분자 마커 기술 개발에 연구가 집중되고 있는 것으로 나타남

#### □ 다출원인별 세부기술

- 다출원인의 기술별 특허출원 동향을 살펴보면 상위 11개 기관 중 5개 기관에서 분자 마커 기술 분야에 대한 출원이 집중적으로 이루어지고 있는 것으로 나타남
- 우리나라 기관인 대한민국 정부 및 순천대학교의 경우, 출원된 특허의 70% 이상이 분자 마커 관련 기술인 것으로 나타났고 그 밖에 유용 유전자 발굴에 대한 기술 개발도 이루어지고 있는 것으로 조사됨
- 가장 많은 특허 출원이 이루어진 미국 기업인 Seminis Vegetable Seeds사는 전통 육종 기술에 대한 연구가 가장 활성화되고 있는 것으로 나타났고, 글로벌 종자 기업인 Syngenta사는 모든 기술에 연구가 분산되어, 양배추 종자의 다양한 연구 개발이 이루어지고 있는 것으로 분석됨
- 일본 기업인 Sakata Seed사는 미국에 지사를 두고 있어 미국 시장에서의 특허 출원이 활성화되고 있으며 전통 육종 기술에 연구 개발이 집중되고 있는 것으로 나타나 양배추 종자의 전통 육종법을 개발할 경우 관련 특허를 검토할 필요가 있을 것으로 사료됨



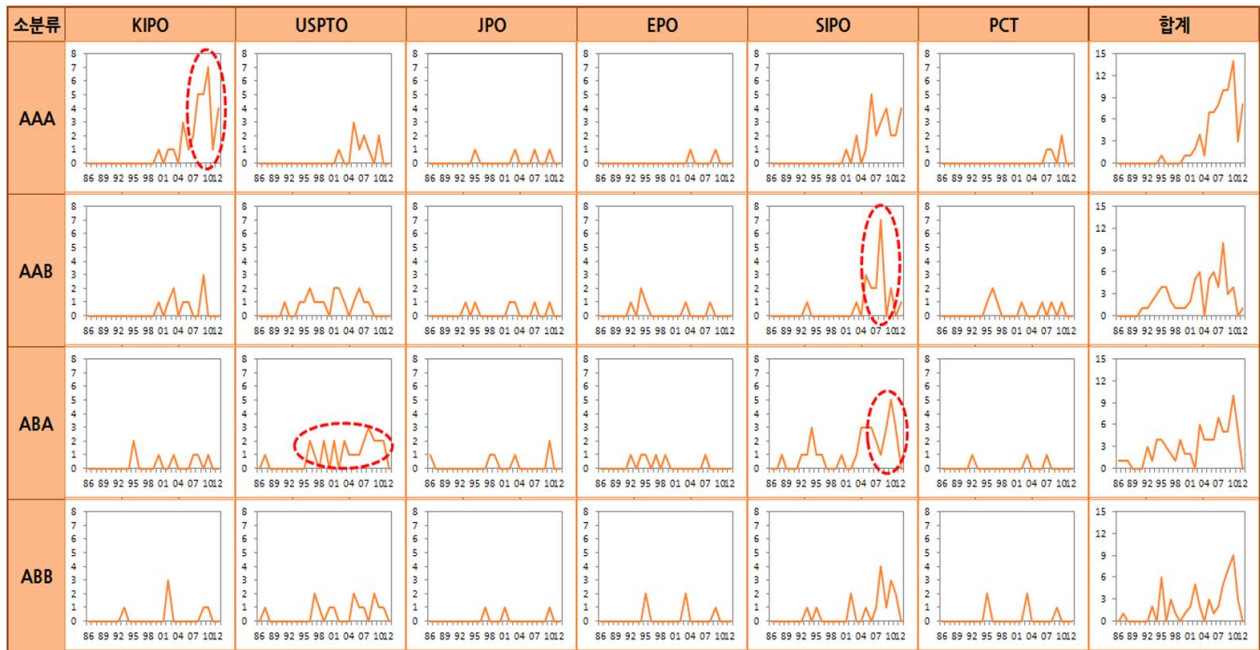
[그림 2-27] 다출원인의 기술별 특허동향

<표 2-47> 세부 기술별 다출원인 현황

분자 마커(AAA)		유용 유전자(AAB)		전통육종 기술(ABA)		분자 육종(ABB)	
대한민국	9	University of California	8	Seminis Vegetable Seeds, Inc.	14	Syngenta Participations AG	5
BEJO ZADEN B.V.	9	ZHEJIANG UNIVERSITY	6	Sakata Seed America, Inc.	8	Seminis Vegetable Seeds, Inc.	5
순천대학교	5	GUANGXI UNIVERSITY	4	Syngenta Participations AG	4	National Research Council of Canada	3
충남대학교	4	Syngenta Participations AG	3	John Hopkins School of Medicine	4	주식회사 농우바이오	3
National Research Council of Canada	3	Bejo Zaden B.V.	3	NORTHWEST A&F UNIVERSITY	3	ASGROW SEED COMPANY	3

- 분자 마커(AAA) 기술에서는 대한민국 정부, 순천대학교 및 충남대학교 등 국내 기관에 의한 특허 출원이 활성화되고 있는 것으로 나타나 한국 기관의 경쟁력이 높을 것으로 판단됨
- 양배추의 유용 유전자 발굴 기술(AAB)은 California University, Zhejiang University 및 Guangxi University 등의 대학 기관에서 다수의 특허 출원이 이루어지고 있는 것으로 나타남
- 육종 기술 분야(AB)는 Syngenta사, Seminis Vegetable사 등 글로벌 종자 기업에 의한 주도적인 특허 출원이 이루어지고 있는 것으로 나타났고 한국 기업인 (주)농우바이오에서 분자 육종 기술 관련 3건의 특허 출원이 진행된 것으로 조사됨

□ 특허동향으로 본 트렌드 기술



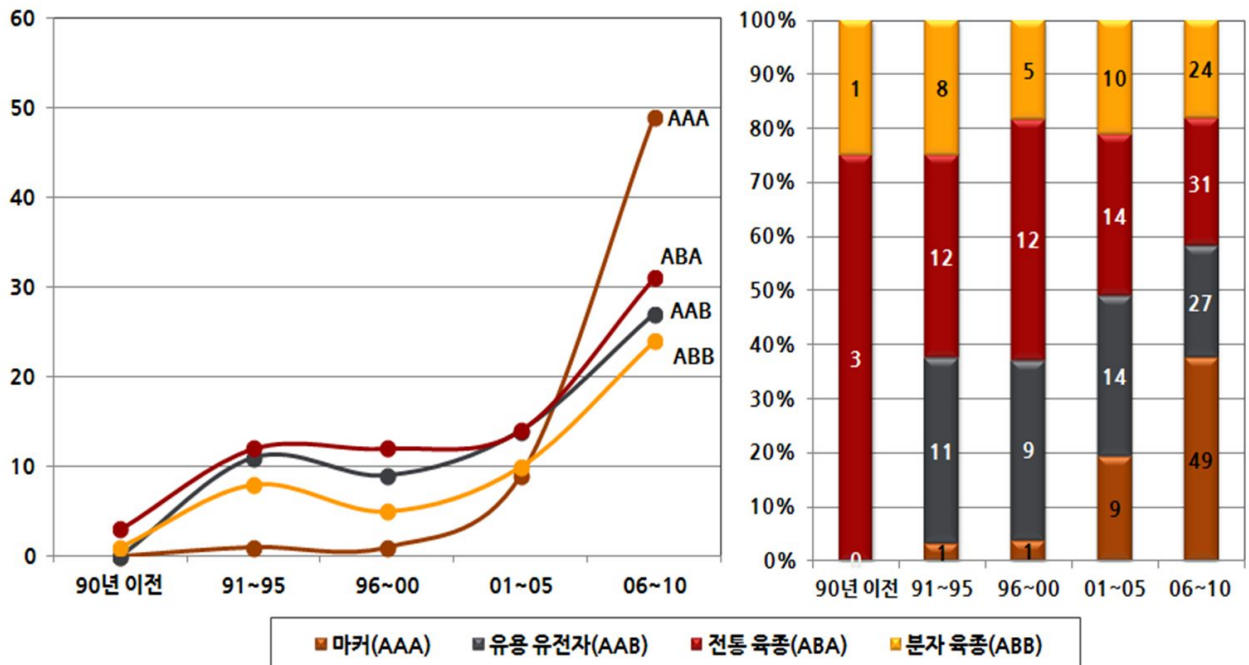
[그림 2-28] 세부기술별 추세선을 통한 출원증가율 분석

※ AAA: 분자 마커 개발 기술, AAB: 유용 유전자 발굴 기술, ABA: 전통 육종 기술, ABB: 분자 육종 기술

- 세부기술별 추세선 분석을 살펴보면 분자 마커(AAA) 개발 기술은 2000년대 후반 이후로 한국에서의 특허 출원이 집중되면서 전체적으로 연구 개발이 활성화되고 있는 것으로 나타남. 이 기술의 경우 중국과 한국이 주도하고 있는 것으로 보이며 특히 한국이 2008년에 국가 기관 및 대학을 중심으로 특허 출원이 급격히 증가함에 따라 이와 같은 증감이 나타난 것으로 보임. 특히 분자 마커 기술 쪽으로 특허출원을 다수함
- 유용 유전자(AAB) 발굴 기술은 중국에서 2008년 7건의 특허가 출원이 되었으나 매년 각 국에서 3건 미만의 특허 출원이 이루어지고 있는 것으로 조사되어 양배추에서의 유용 유전자 발굴 연구가 현재까지는 미비한 것으로 분석됨. 이 기술의 경우 중국이 주도하며 특히 중국이 2008년부터 특허출원이 급격하게 증가함
- 전통 육종 기술(ABA)은 미국에서 90년대 이후로 꾸준히 특허 출원이 이루어지고 있고 중국에서 2008년 이후로 특허 출원이 증가하는 추세를 보이고

있어 전체 국가에서의 특허 출원이 증가하는 형태를 나타내고 있음. 이 기술의 경우 중국과 미국이 주도하고 있는 것으로 보이고 미국의 Sakata사, Seminis, Syngenta사와 중국의 서북 농업&임업대학, 비영리 연구 기관들이 주도하고 있으며 특히 미국의 기업의 경우에는 신규 브로콜리 품종 육종 기술쪽으로 연구를 집중하고 있는 것으로 보임

- 분자 육종 기술(ABB)은 분석 대상 주요국에서 가장 적은 연구 활동이 이루어지고 있는 것으로 판단되나, 최근 전체 기술 동향은 전통 육종 기술(ABA)과 특허 출원이 비슷하게 이루어지고 있는 것으로 나타나 다양한 육종 기술이 개발되고 있는 것으로 판단됨. 이 기술은 특별히 주도하고 있는 나라를 찾을 수 없지만 글로벌 기업인 Seminis, Syngenta사에 의한 연구 개발이 활성화되고 있는 것으로 분석됨
- 세부기술 추세를 통한 부상기술을 파악하기 위해서 아래의 그래프에서는 세부기술별로 연도 구간별 특허기술의 출원 경향을 살펴보았는데, 왼쪽의 그래프는 출원건수를 통한 절대치를 나타내며, 오른쪽 그래프는 세부기술에 대한 연도구간별 상대비교를 보여주고 있음



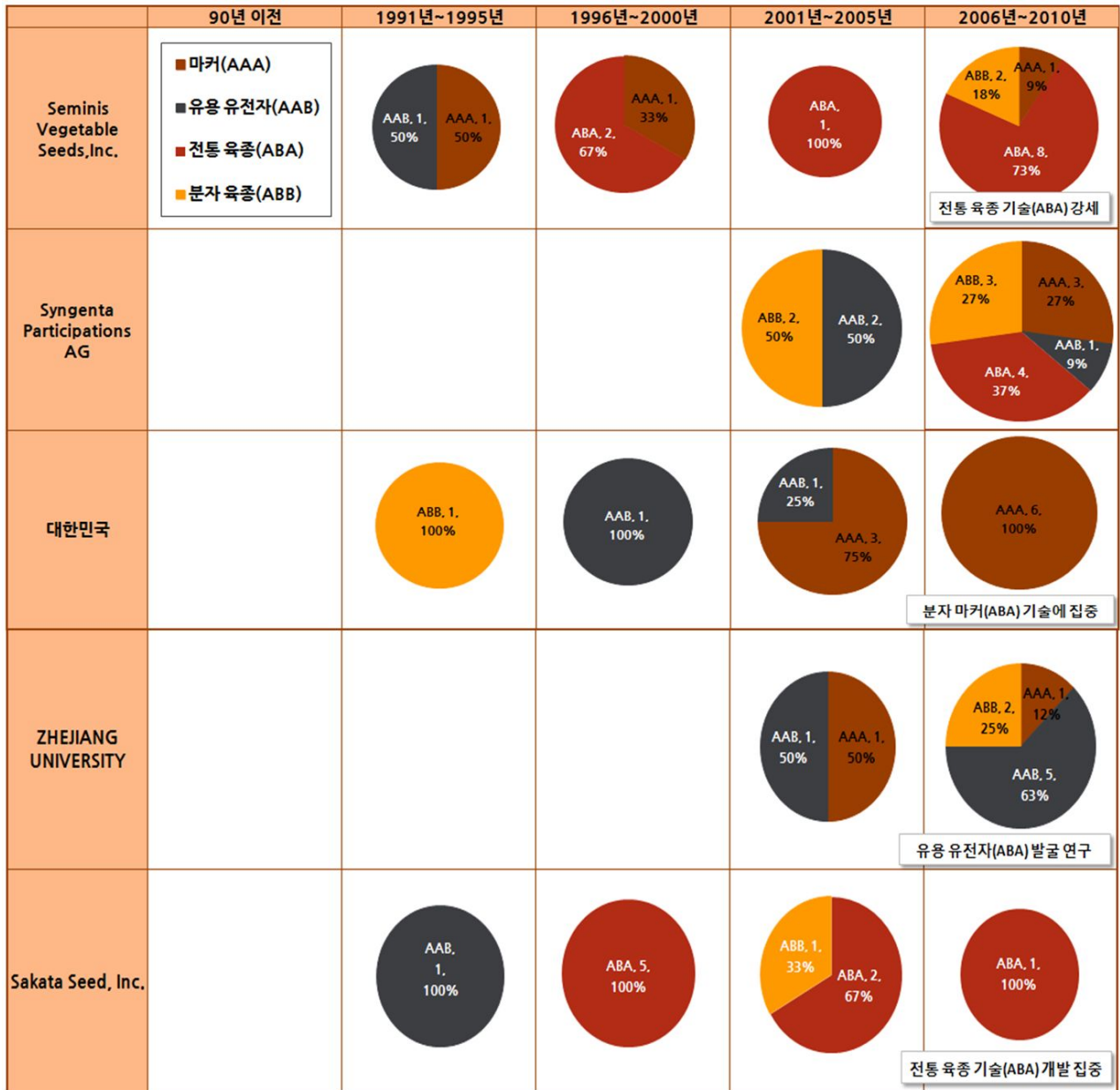
[그림 2-29] 세부기술 구간별 점유증가율 분석

- 세부기술의 구간별 점유증가율 분석에서 모든 세부 기술이 최근 구간('06년~'10년)에서 특히 출원이 증가한 것으로 나타남
- 특히, 십자화과 식물의 분자 마커(AAA) 개발 기술은 전 구간('01~'05)과 비교했을 때 급격한 증가가 이루어진 것으로 나타났고 점유율 분석에서도 2배 이상 증가한 것으로 조사됨
- 분자 마커(AAA) 개발 기술 외의 기술을 살펴보면, '01년~'05년 구간 및 '06년~'10년 구간에서의 전통 육종 기술(ABA) 및 유용 유전자(AAB) 발굴 기술의 특히 출원 점유율은 유사한 것으로 나타났고 분자 육종 기술(ABB)에 대한 출원은 증가하고 있지만 점유율은 하락하고 있는 것으로 파악됨



□ 특허동향으로 본 주요시장의 트렌드 기술

- ‘주요출원인의 구간별 점유 증가율’ 부분에서는 해당 부상기술 내 주요출원인들의 출원 동향을 구간별로 파악하고 분석함

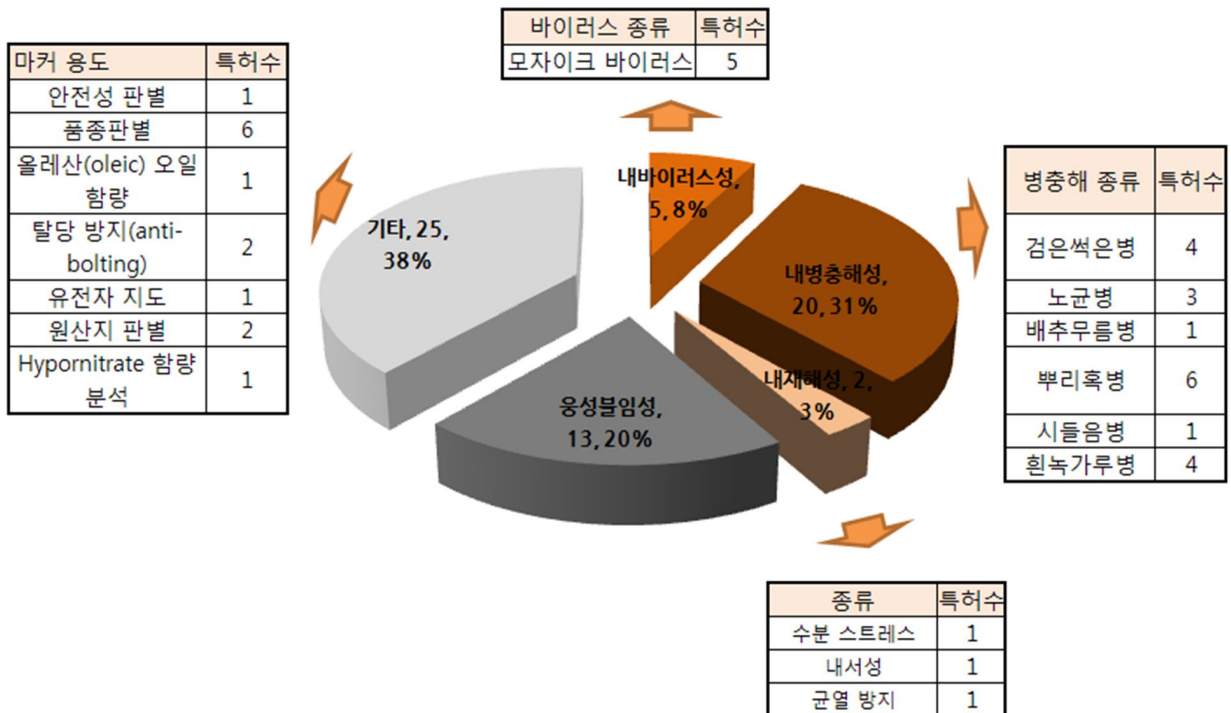


[그림 2-30] 주요출원인의 구간별 집중도 추이

- 미국의 종자 기업인 Seminis Vegetable Seeds사는 90년 이후로 양배추 종자 분야의 특허 출원이 진행된 것으로 나타났고 다양한 분야에서의 연구가 진행되었으나 최근에는 전통 육종 기술(ABA)에서 강세를 보이고 있는 것으로 파악됨

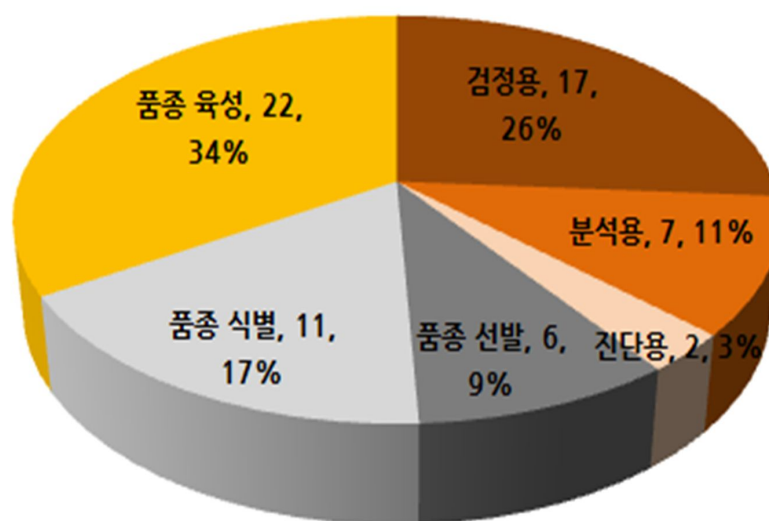
- 글로벌 종자 기업인 Syngenta사의 경우 2000년 이후로 양배추 종자 분야의 특허 출원이 진행되었으며 모든 세부 분야의 기술 개발이 활성화 되고 있고 특허 출원이 최근 상승한 것으로 볼 때 현재 양배추 연구에 투자를 증가하고 있는 상황으로 향후 연구 개발에 있어서 Syngenta사의 기술 검토가 필요할 것으로 사료됨
- 대한민국 정부 기관은 육성 기술보다는 분자 마커(AAA)에 대한 연구 개발이 집중되어 있어 양배추 종자를 수출하기 위한 경쟁력을 갖추기 위해서는 개발하고 있는 분자 마커 기술을 기반으로 아직 연구가 활성화되지 않은 분자 육종 기술(ABB)에 접목을 시키는 연구 개발이 필요할 것으로 판단됨
- 중국의 ZHEJIANG UNIVERSITY는 양배추의 유용 유전자(AAB) 발굴 연구 개발을 진행하고 있는 것으로 나타났으나 2009년 이후로 관련 특허 출원이 미비하게 이루어지고 있는 것으로 나타나 향후 출원 동향을 주시해야 할 것으로 분석됨
- Sakata Seed사는 90년 이후로 양배추 종자 분야에 꾸준히 특허 출원을 하고 있는 것으로 조사되었으나, 2000년도 후반에 1건의 특허만이 출원이 된 것으로 볼 때, 양배추가 아닌 다른 종으로 관심이 옮겨 간 것으로 판단됨

□ 분자 마커 기술



[그림 2-31] 분자 마커 용도에 따른 특허 분석

- 정량분석에서 유효특허로 추출된 배추과 품종의 분자 마커 분야 특허 중 품종 및 육종 및 양배추 품종 선별과 관련성이 높은 특허 65건을 선정하여 마커의 용도, 목적별 분석을 실시함
- 분자 마커의 용도 별로 분석을 한 결과 옹성불임성 관련 마커가 13건으로 전체의 20%를 차지하고 있는 것으로 나타났고 내병충해성 관련 마커가 20건(31%), 내바이러스성 관련 마커가 5건(8%)과 내재해성 관련 마커는 2건(3%)인 것으로 조사됨
- 내병충해성 관련 마커에서는 뿌리혹병(*Plasmodiophora brassicae*) 저항성 마커가 6건으로 가장 많은 특허가 출원되었고 검은썩은병(*Xanthomonas Campestris*) 및 흰녹가루병(*Albugo candida*) 저항성 마커가 각각 4건, 노균병(*Basidiophora*속) 저항성 마커가 3건인 것으로 나타남. 그 밖에 배추무름병, 시들음병 저항성 마커가 각각 1건씩 출원됨
- 내재해성 관련 마커는 수분 스트레스 저항성, 내서성, 균열 방지와 관련하여 각각 1건의 특허가 출원된 것으로 나타났고 모자이크 바이러스(Tobacco Mosaic Virus, TMV) 저항성 관련 마커는 5건이 출원됨
- 기타 용도로는 배추과 식물 품종(variety) 판별을 위한 마커, 탈당 방지(anti-bolting) 관련 마커, 원산지 판별의 용도로 사용되는 마커와 관련된 특허가 있으며 올레산 오일(Oleic oil)함량, Hyponitrate함량을 분석하기 위한 마커가 기재된 특허가 출원된 것으로 조사됨

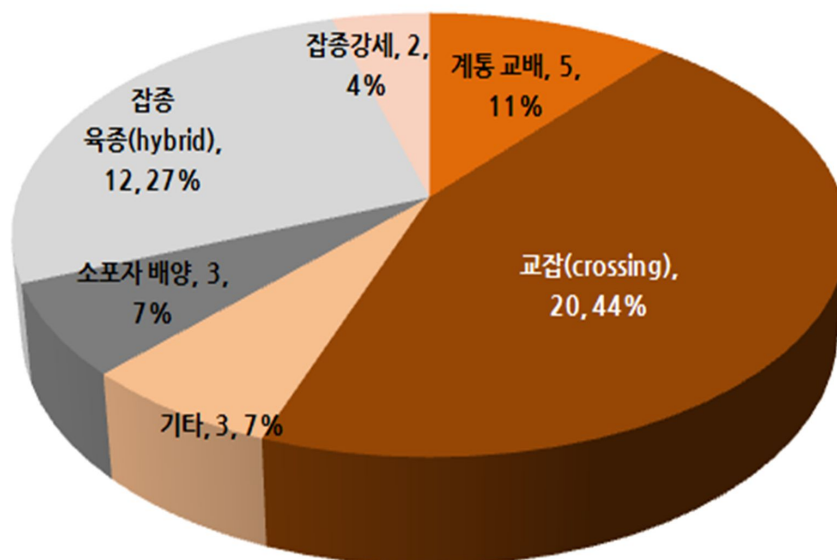


[그림 2-32] 분자 마커 용도에 따른 특허 분석

- 분자 마커를 사용하는 목적별 특허 분석을 한 결과 품종 육성을 위한 마커 개발은 전체의 34%(22건)로 가장 많은 것으로 나타났고 특정 유전자 및 작물의 특성(예를 들어 세포질 옹성불임성 등)을 판별하기 위한 검정용 마커는 26%(17건), 품종 식별용 마커가 17%(11건), 분석용 마커가 11%(7건) 및 진단용 마커 3%(2건) 순으로 나타남

□ 전통 육종 기술

- 전통 육종 기술의 특허 분석에서는 양배추(cabbage, *B. oleracea*종) 품종 범위에서 교잡(cross breeding), 잡종 육종(hybrid), 대립 유전자 이용 기술, 잡종 강세(hybrid vigour) 등 전통적인 육종 기술과 유사도가 높은 특허 45건을 선정하여 분석을 실시함

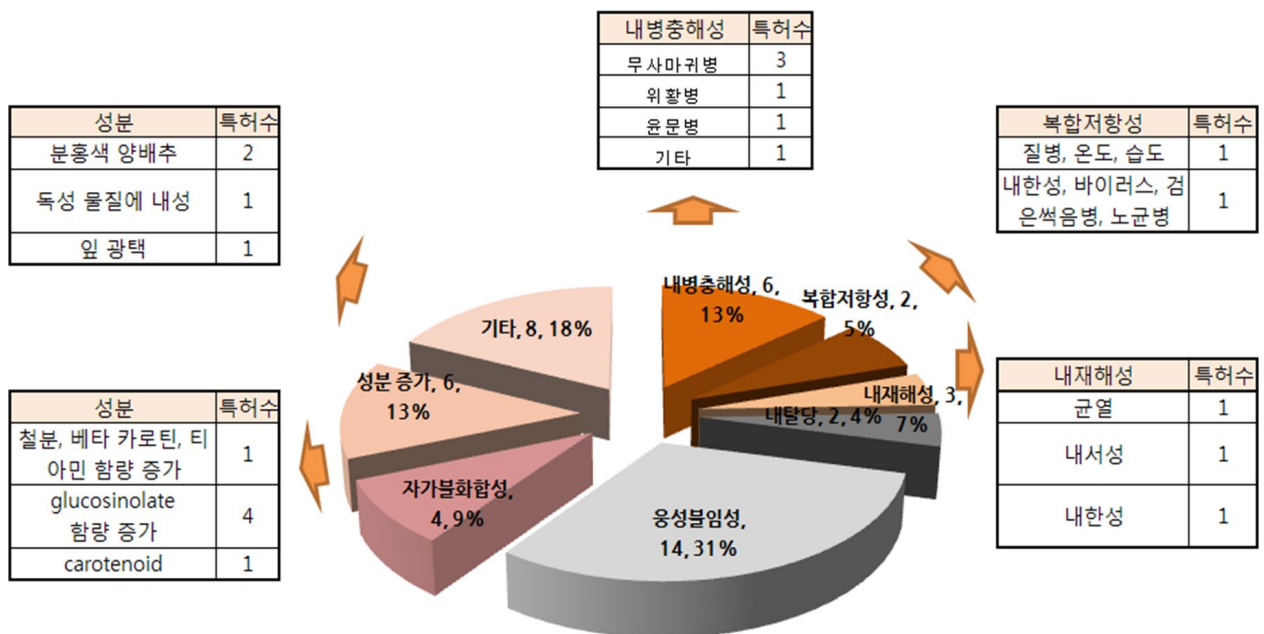


[그림 2-33] 육종 기술에 따른 특허 분석

- 육종 기술에 따른 특허를 분석했을 때 유전적으로 상이한 종 또는 개체간의 교배방법인 교잡 기술을 이용한 품종 개발 방법이 전체의 44%(20건)를 차지하고 있는 것으로 나타났고 F1 육종 방법이 27%(12건), 동종 계통 교배 방법이 11%(5건), 소포자배양 기술이 7%(3건), 잡종 강세 방법을 이용한 육종 방법이 4%(2건)의 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타남
- 다음으로 상기 육종방법으로 생산되는 품종의 특징별 특허 동향을 살펴보면 옹성불임성 품종 개발이 전체의 33%(14건)을 차지하고 있는 것으로 나타났

고 내병충해성 품종 및 특정 성분 함량을 증가시킨 품종이 각각 13%(6건), 내재해성 품종 및 자가불화합성 품종이 각각 7%(3건), 탈당 방지 (anti-bolting) 품종, 복합저항성 품종 관련 특허 출원이 각각 2건씩 4%의 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타남

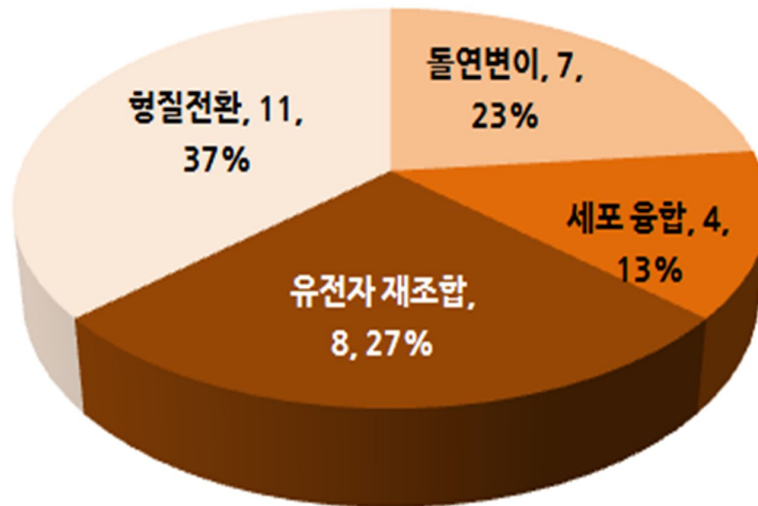
- 내병충해성 품종은 뿌리혹병(*Plasmodiophora brassicae*) 저항성 품종, 시들음병(*Fusarium oxysporum*) 저항성 품종, 운문병(*Mycosphaerella brassicicola*) 저항성 품종의 육종 기술에 대한 특허가 출원됨
- 특정 성분을 증가시킨 품종에서는 향암 효과가 있는 glucosinolate 함량이 증가된 품종과 철분, 베타 카로틴, 티아민 등의 성분 함량이 증가된 품종 및 카로티노이드의 함량이 증가된 품종 개발을 위한 육종 방법이 개재된 특허가 출원됨
- 내재해성 품종으로는 균열 방지, 내서성, 내한성의 특성을 갖는 품종의 육종 방법에 대한 내용이 출원되었고 기타 품종으로 분홍색 양배추, 독성에 내성을 갖는 품종, 잎에 광택이 있는 특징을 가지는 품종의 육종 방법 관련 특허가 검색됨
- 또한 전통 육종 기술을 이용한 복합저항성을 갖는 품종에 대한 특허 출원이 이루어진 것으로 나타났는데 질병, 온도, 습도 저항성이 있는 품종 육종 기술과 내한성, 바이러스병, 검은썩음병, 노균병 저항성을 갖는 품종의 육종 방법을 포함하고 있는 특허 문헌이 검색됨



[그림 2-34] 품종의 특성별 특허 분석

□ 분자 육종 기술

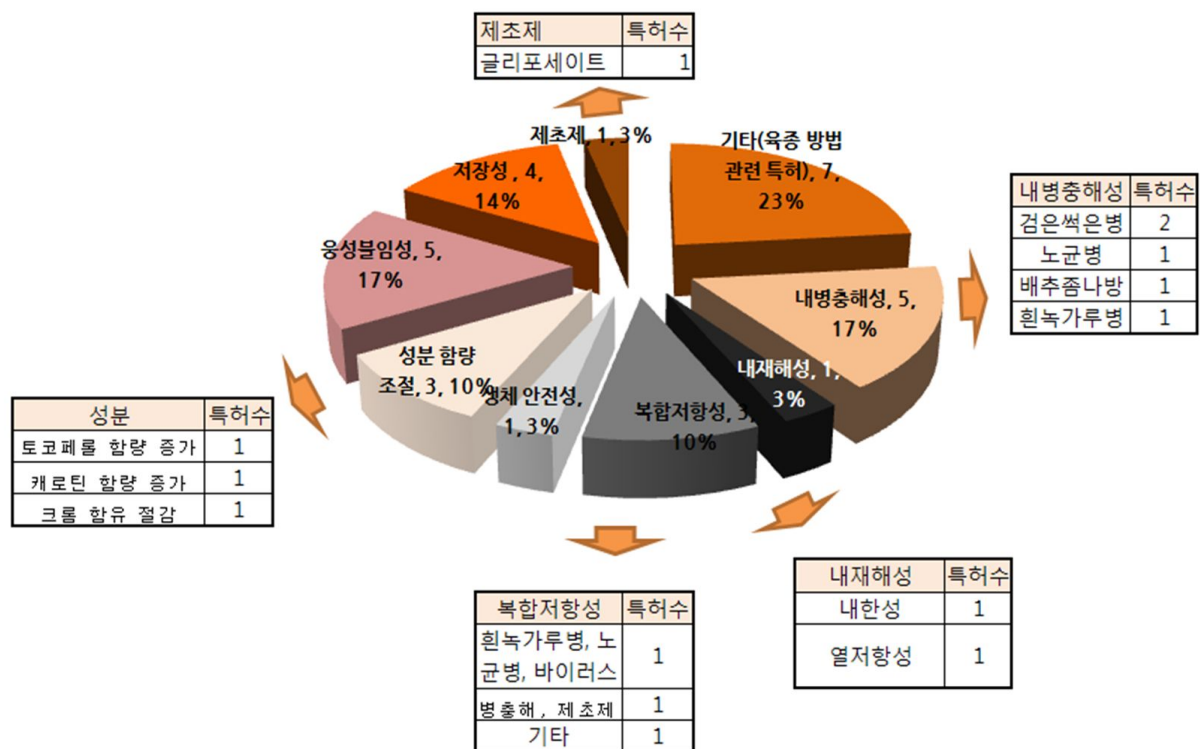
- 분자 육종 기술의 특허 분석에서는 양배추(cabbage, *B. oleracea*종) 품종 범위에서 유전공학적 기법(돌연변이, 유전자 재조합, 세포 융합, 원형질 등) 식물에 유전자를 도입하는 방법을 사용한 육종 기술 관련 30건의 특허를 대상으로 분석을 실시함



[그림 2-35] 분자육종 기술의 방법에 따른 특허 분석

- 분자육종 기술의 방법에 따른 특허를 분류한 결과 형질 전환 기술이 11건으로 전체의 37%를 차지하는 것으로 나타났고 유전자 재조합 기술이 8건(27%), UV, 감마선 등을 조사하는 방법으로 돌연변이를 일으키는 기술이 7건(23%), 서로 다른 두 형질의 세포를 융합하여 융합형질을 만드는 세포 융합기술이 4건(13%)의 점유율을 차지하고 있는 것으로 나타남
- 다음으로 분자 육종 기술을 이용하여 생산된 품종의 특징에 따른 특허를 분석한 결과 내병충해성 품종 육종 방법 및 용성불임성을 갖는 품종 육종 방법에서 5건의 특허가 출원되어 각각 17%의 점유율을 차지하는 것으로 나타났으며 저장성이 개선된 품종 육종 방법이 14%(4건), 성분 함량이 조절된 품종의 육종법 및 복합저항성 품종 육종법이 각각 10%(3건)의 점유율을 차지하는 것으로 나타났으며 그 밖에 생체 안전성을 높인 육종 방법 및 제조제 저항성을 갖는 품종의 육종방법이 각각 1건의 특허가 출원됨
- 내병충해성 품종을 갖는 육종법은 검은썩은병(*Guignardia bidwellii*), 노균병(*Basidiophora*속), 배추좀나방(*Plutella xylostella*), 흰녹가루병(*Albugo candida*) 저항성을 갖는 품종의 육종 방법 관련 특허가 출원되었음

- 복합저항성을 갖는 품종 관련 특허로는 흰녹가루병, 노균병, 바이러스병 저항성을 갖는 품종, 병충해, 제초제에 저항성을 갖는 품종의 특허 기술, 항균 활성을 높이는 방법으로 다수의 병충해에 저항성을 갖는 품종의 육종 기술을 포함하는 특허가 검색되었음
- 또한 특정 성분의 함량이 조절된 형질전환 식물의 육종 방법이 검색되었는데, 이들 특허에는 토코페롤 함량이 증가된 품종과 카로틴 함량이 증가된 품종의 육종 방법과 동위원소인 크롬의 함량이 절감된 품종의 육종 방법에 관한 내용이 기재된 것으로 나타남
- 내재해성 품종으로는 내한성과 열저항성 품종의 생산 방법에 대한 내용이 기재된 특허가 출원되었고 글리포세이트 제초제에 대한 내성을 갖는 육종 방법에 대한 특허 출원이 이루어진 것으로 조사됨



[그림 2-36] 분자육종 방법으로 생산된 품종의 특성별 특허 분석

## 라. 분석 결론

- “수출용 양배추 종자 개발 기술”은 출원되는 특허의 건수가 많지 않지만 2000년 이후로 지속적으로 증가하는 추세를 나타내고 있어 현재 발전기 상태인 것으로 분석됨
- 국가별로 한국과 중국은 종묘 산업에 있어서 정책적인 정립이 이루어지고 정부 차원의 지원이 증가하면서 2005년 중반 이후로 특허 출원이 급격히 증가하고 있음. 반면 미국의 경우 지속적으로 특허 출원이 증가하고 있지만 주도권이 유럽의 대규모 종자 기업으로 넘어 가고 있어 미국 기업의 영향력이 줄어들고 있는 것으로 분석됨
- 주요 출원인 동향에서는 Seminis사, Syngenta사, Bejo Zaden사 등 유럽의 종자 기업에 의한 다수의 특허 출원이 이루어지고 있는 것으로 나타났고 대한민국 정부 기관, 일본의 글로벌 기업인 Sakata Seed사도 본 연구 분야와 관련하여 활발한 연구 활동을 진행하고 있는 것으로 조사됨
- 특히 Syngenta사와 Bejo Zaden사는 미국과 유럽 이외에 한국과 중국, 일본에서도 특허 출원이 진행되고 최근 양배추 종자 사업 관련 규모가 증가되고 있어 향후 R&D 개발에 있어서 기술을 면밀히 분석할 필요가 있을 것으로 사료됨
- 대한민국 정부는 2000년대 초반부터 지속적으로 양배추 종자 관련 연구를 진행하고 있지만 모든 특허가 국내에서 출원되고 있고 수출을 위한 지재권 확보는 아직 이루어지고 있지 않은 것으로 분석됨. 또한 글로벌 종자 기업의 한국 시장 장악에 대비한 경쟁력을 제고하기 위해서는 산학연 협력을 통한 기술 개발이 시급한 것으로 판단됨
- 세부 기술별 동향으로는 한국과 중국의 분자 마커 기술의 특허 출원이 집중되고 있는 것으로 나타났고 유용 유전자 발굴 기술은 중국과 미국의 대학 기관에서 주도적으로 특허 출원이 이루어지고 있음. 육종 기술 분야의 경우 글로벌 기업(Seminis사, Syngenta사, Sakata사 등)에 의해 연구 개발이 집중되고 있어 시



장 진출을 위한 기술 개발에 많은 투자를 하고 있는 것으로 분석됨

- 통계분석 결과를 IP기반의 시사점을 살펴보면 한국은 대한민국 정부 기관 주도로 연구 개발이 이루어지고 있으며 대부분 출원인 한국에서 이루어지고 있고 분자 마커 기술에 출원이 집중되고 있음. 따라서 시장 점유율이 높은 글로벌 기업과 경쟁하기 위해서 다양한 분야의 기술 개발이 병행될 필요성이 있고 국내보다는 미국과 중국 등 넓은 시장의 지재권을 확보하기 위한 노력이 동반되어야 할 것으로 사료됨

## 2.3 국내외 논문 동향

### 가. 분석 배경 및 목적

- 분석 배경
  - Golden Seed Project 연구개발사업 과제 『수입대체 및 수출용 양배추 종자 개발 세부 연구 계획 수립을 위한 상세 기획』을 위한 연구기획 단계에 있어서 해당 기술분야에 대한 현재 기술수준, 기술개발동향, 시장 및 산업동향 조사 등 사전 특허·기술 동향을 파악함으로써 R&D 방향성을 검토함
- 분석 목적
  - 세계 종자산업 시장 규모는 약 700억불로 추정되며 현재 첨단생명공학기법 접목으로 지속 성장하고 있으며, 한국은 약 1.5%의 종자 시장 점유율을 확보하고 있음
  - 한국은 1990년대 초반까지만 해도 채소종자 수출액의 72% 이상이 무 (59.1%), 배추 (13%)에 한정되었으나 최근 고추 및 양배추, 브로콜리 및 오이에서 수출이 증가되는 추세임
  - 한국에서의 채소 품종 중 배추과 및 가지과 채소종자의 경우, 육종기술 면에서는 선진국 수준에 도달해 있고 종자산업법 제정 등으로 발전의 토대가 형성되어 있으므로 국가경쟁력이 있는 채소분야에 R&D 역량을 집중하는 것이 필요할 것으로 예상됨

- 한편, 배추과 및 가지과 채소종자 중 양배추 종자의 시장 규모는 1,600톤 정도로 전 세계적으로 가장 많이 재배되고 있는 채소 작물 중 하나이며 중국의 경우 연간 양배추 재배 면적은 약 92만ha, 인도의 경우 약 30만ha 그리고 동남아의 경우 약 10만ha로 전 세계 양배추 재배 면적의 약 80% 이상을 차지하는 거대 시장임
- 양배추류는 그동안 미국, 유럽, 일본 등의 나라에서 활발하게 품종육성을 해왔고 세계시장을 주도해 오고 있으나 우리나라의 배추, 무 등 배추과 작물의 육종능력은 세계수준에 이미 도달해 있기 때문에 이들 육종기술을 양배추에 접목한다면 충분히 단기간에 세계시장에서 우위를 확보할 수 있을 것으로 판단됨
- 최근 육묘기술의 발달로 재배농민들은 점점 더 고순도, 고품질, 고기능성의 품종을 원하고 있으며, 이를 위하여 다양한 유전자원을 수집하고 전통적 육종방법(선발과 교배) 및 생명공학기법을 이용한 내서성, 내병성 및 복합저항성 양배추류의 소재개발과 품종육성이 필요한 실정이므로 유전자 기반 기술 및 양배추 육종 기술에 대한 전반적인 특허정보가 필요할 것으로 판단됨
- 따라서 수출용 양배추 종자 개발에 대한 선진국 대비 국가 경쟁력을 확보하고자 국내·외 특허현황 및 국가별 기술경쟁력 등의 분석을 실시하고 최근 기술흐름 등을 도출하여 전략적인 연구개발 계획 수립에 활용할 수 있도록 함으로써, 중복 연구를 방지하고 본 과제의 R&D 타당성에 대한 객관적인 특허정보를 제공하고자 함

## 나. 분석 범위

### □ 분석대상 검색 DB 및 범위

- 분자 마커를 세부적으로 분석하기 위해 분자 마커 기술을 자가불화합성, 응성불임성, 저항성 마커 분야로 분류하였고 전반적인 육종 기술의 논문 동향을 살펴보기 위해 전통 육종 기술과 분자 육종 기술로 분류하여 최종적으로 5개의 세부분류를 기준으로 논문 분석을 진행함. 또한 세부 기술별로 사용되는 방법 및 특성을 알아보기 위해 양배추보다 넓은 범위인 십자화과(Brassica종) 식물의 범위에서 2012년 12월 31일까지 발행된 논문을 대상으로 종자 개발 관련 연구에 대한 정량적, 정성적 분석을 실시함

<표 2-48> 검색 DB 및 검색범위

자료 구분	국가	검색 DB	분석구간	검색범위
논문 (발행일 기준)	국내	NDSL	~ 2012.12	발행된 논문 전체
	국외	PUBMED DB		

□ 분석대상 기술 및 유효 논문 도출

- 십자화과(Brassica종) 식물을 대상으로 분자 마커(A)와 육종 기술(B)을 중분류로 선정하였고 분자 마커(A) 기술은 마커의 용도에 따라 자가불화합성(self-stability) 마커, 옹성불임성(male sterility) 마커, 저항성(내병충해성, 내재해성) 마커 기술로 분류하였고 육종 기술(B)은 육종 방법에 따라 전통육종기술(BA)과 분자육종기술(BB)로 분류함

<표 2-49> 논문 분석 대상 기술분류

분류	세부기술
바이오 마커 (A)	자가불화합성 (self-incompatibility) (AA)
	옹성불임성 (Male sterility) (AB)
	저항성 마커 (AC)
육종 기술 (B)	전통 육종 기술 (BA)
	분자 육종 기술 (BB)

<표 2-50> 논문 세부분류별 키워드

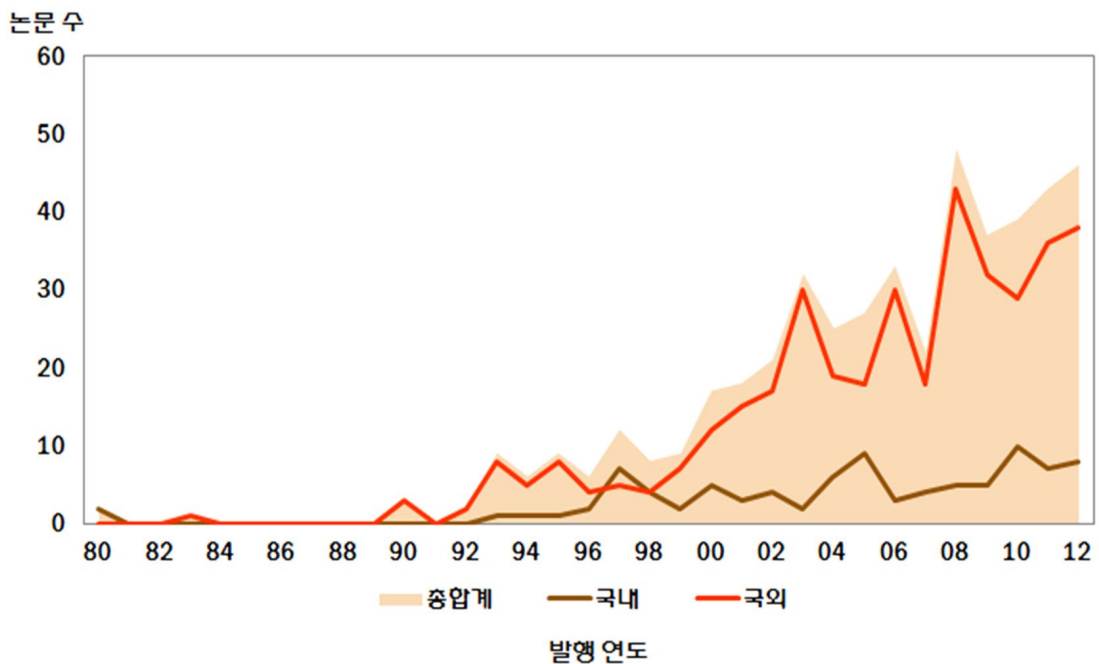
분류	세부분류	키워드	검색식 조합	공통 키워드
분자마커 (A)	자가불화합성 (self-incompatibility) (AA)	자가불화합성, 불화합 유전자, self incompatibility	마커 + 세부분류 (자가불화합성(AA)/웅성불임성(AB)/저항성(AC)) + 배추과 식물	1. 배추, 순무, 양배추, 꽃양배추, 브로콜리, 브로컬리, 케일, 십자화속, Brassica rapa, Brassica oleracea, cruciferae, cabbage, kale, broccoli, pe-tsai 2. 지표, 생물 표지, DNA 마커, protein 마커, RNA 마커, 분자 마커, 분자 표지, bio-indicator, biological marker, molecular marker, DNA marker, protein marker, glucosinolate
	웅성불임성 (Male sterility) (AB)	웅성불임, SSR(Simple Sequence Repeat) 마커, SCAR 마커(Sequence Characterized Amplified Region), AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) 마커, Male sterility		
	저항성 마커 (AC)	내한성, 내한발성, 내서성, 내염성, 내병충해성, cold resistance, Drought resistance, Heat resistance, salt resistance, disease resistance		
육종기술 (B)	전통 육종 기술 (BA)	전통 육종, 소포자 배양, 대립인자, 교배, 교잡, 잡종강세, traditional breeding, allele, hybrid breeding, crossbreeding, heterosis, cross-pollination	세부분류 (전통육종기술(BA)/분자육종기술(BB)) + 내재해성, 내병충해성	- 내병충해성, 뿌리혹병, 검은썩음병, 시들음병, 무름병, 검은뿌리썩음병, 노균병, 균핵병, 세균성부패병, 배추좀나방, 배추흰나비, 도둑나방, clubroot, black rot, yellow wilt, soft rot, black leg, downy mildew, sclerotinia rot, bacterial rot, diamondback moth, common cabbage worm, moth, 내한성, 내한발성, 내서성, 내염성, cold resistance, Drought resistance, Heat resistance, salt resistance
	분자 육종 기술 (BB)	세포 융합, 유전자변형, 형질 전환, 돌연변이, 유전자 재조합, 화학변이, 방사선 조사, 항산화물질, transformation, cell fusion, recombinant, transgenic, mutation, glucosinolate, antioxidant compound		

<표 2-51> 최종 유효 논문 선별 결과

분류	세부기술 분류	유효데이터 건수		
		국내	국외	계
바이오 마커 (A)	자가불화합성 (self-incompatibility) (AA)	12	47	59
	웅성불임성 (Male sterility) (AB)	14	38	52
	저항성 마커 (AC)	16	77	93
	소 계	42	162	204
육종 기술 (B)	전통 육종 기술 (BA)	22	95	117
	분자 육종 기술 (BB)	27	127	154
	소 계	49	222	271
총 합 계		91	384	475

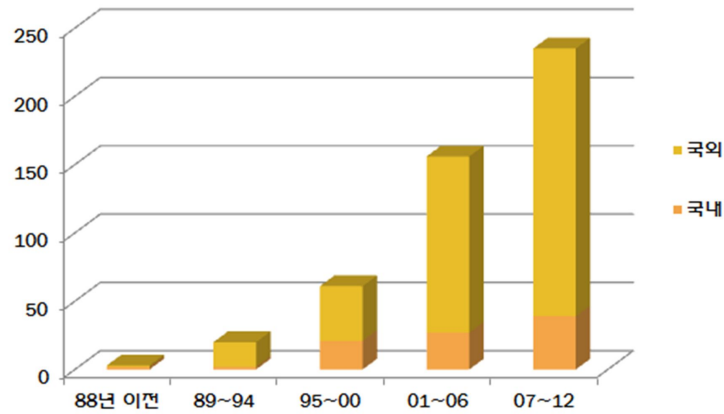
다. 논문 분석

□ 양배추 종자 기술 개발 전체



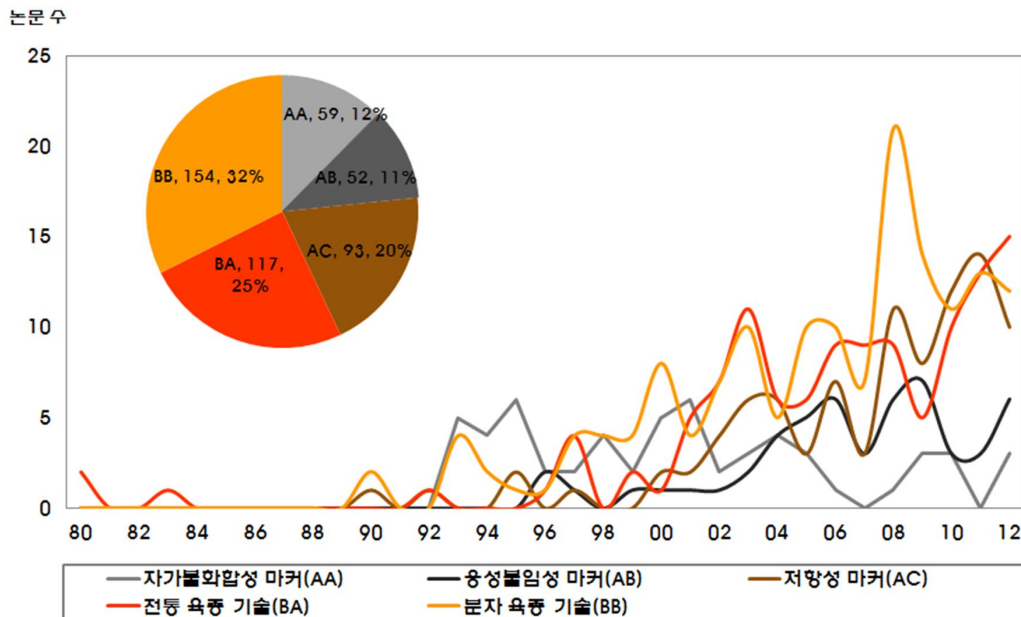
[그림 2-37] 십자화과 식물의 종자 개발 기술 논문 동향

○ “십자화과 식물의 종자 개발 기술” 분야 논문 동향을 살펴보면 90년대 이후로 꾸준히 증가하는 경향을 보이는 것으로 나타남. 특히 2000년 이후로 발행되는 논문 수가 급격히 증가하고 있어 2000년 초반 이후로 본격적인 연구가 이루어진 것으로 분석됨. 국내에서 발행되는 논문의 경우 국외 학회지에 게재되는 논문 수 보다 작지만 꾸준히 증가하고 있어 향후에 지속적으로 연구가 이루어 질 것으로 판단됨



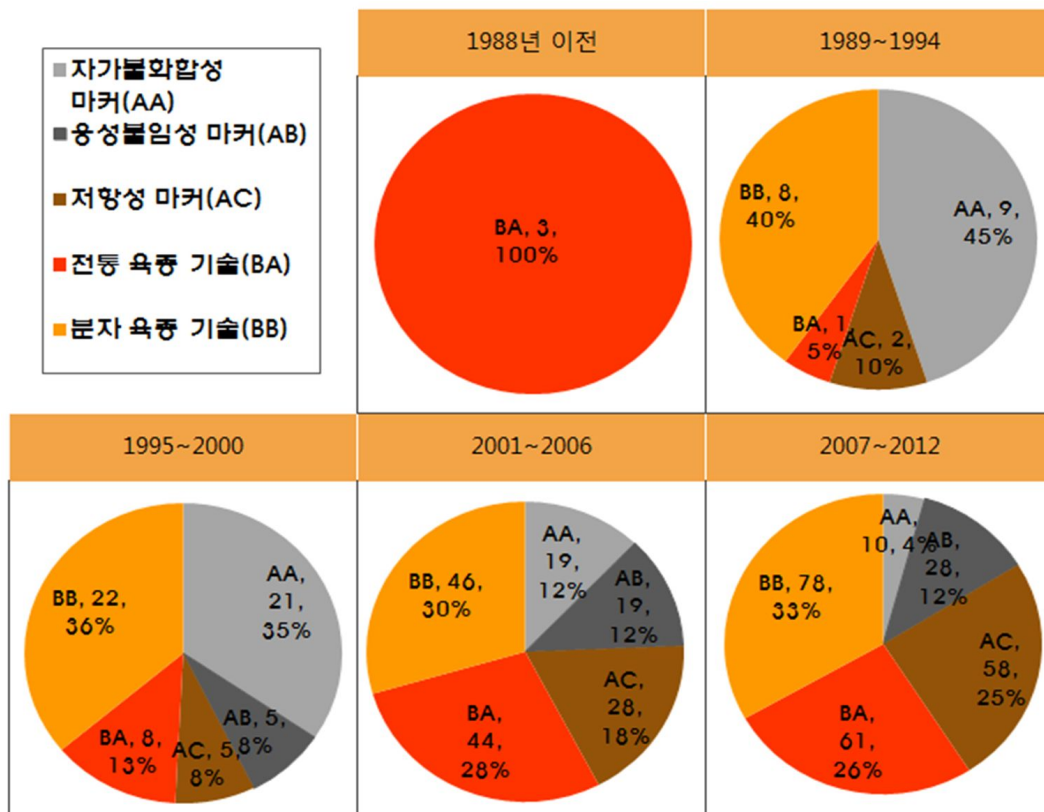
[그림 2-38] 십자화과 식물의 종자 개발 기술의 연도구간별 논문 동향

□ 세부 기술별



[그림 2-39] 세부기술별 논문 동향

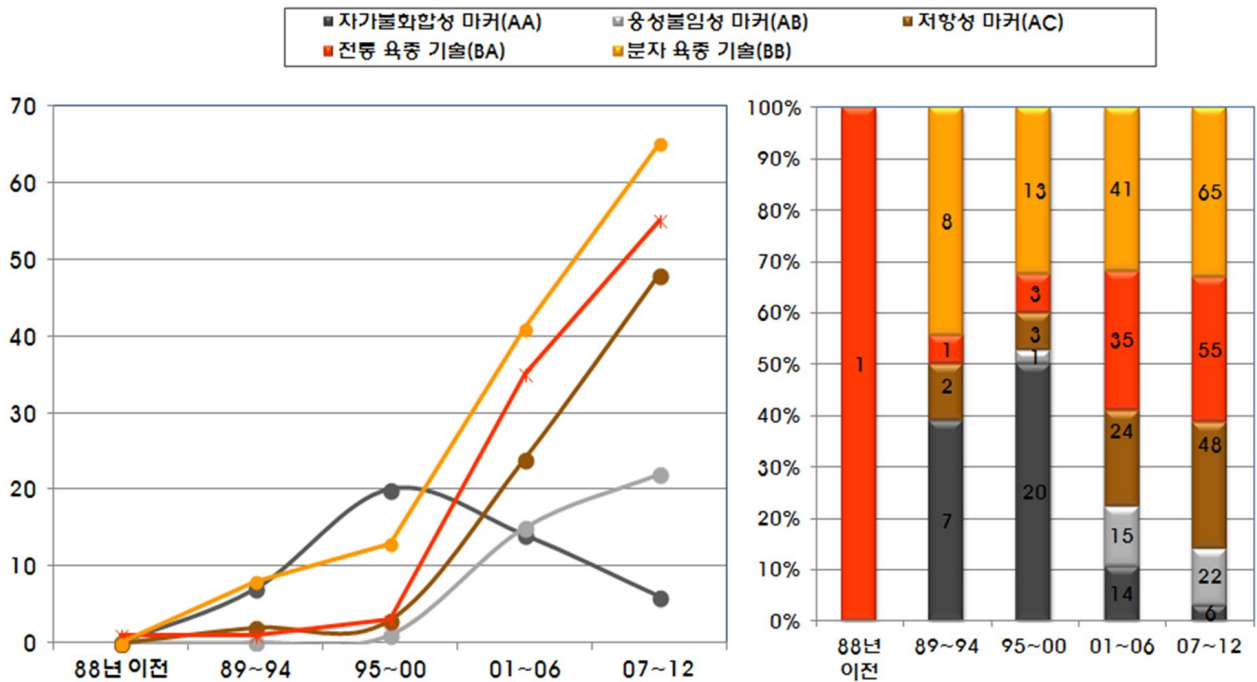
- 세부기술 별 기술 동향을 살펴보면 분자 육종 기술(BB) 분야에서 가장 많은 논문이 발행된 것으로 나타나 작물의 유전자 재조합, 돌연변이 등 형질전환 기술에 대한 관심이 높은 것으로 분석된다. 전통 육종 기술(BA) 분야는 육종 기술(BB)과 비교했을 때, 발행된 전체 논문 수는 적지만 최근까지 꾸준히 그 수가 증가하고 있어 지속적인 개발이 이루어지고 있는 것으로 판단됨
- 분자 마커(A) 개발 기술에서는 저항성(내재해성, 내병충해성) 마커(AC)에 대한 연구가 가장 활성화된 것으로 나타났고 융성불임성 마커(AB)는 매년 5건 내외의 논문이 발행되고 있으나 지속적으로 증가하고 있는 것으로 조사됨. 자가불화합성 마커(AA)는 90년대에 비교적 많은 논문이 발행되었지만 최근에는 개재되는 논문이 줄어들어 연구가 침체되는 경향을 보이고 있음



[그림 2-40] 세부기술-연도 구간별 논문 동향

- 세부기술-연도 구간 별 논문 동향에서 세부기술별 점유율 변화를 살펴보면 가장 많은 논문이 발행된 분자 육종 기술(BB)의 경우 90년대 후반 이후로 30~40%의 점유율을 유지하고 있으며 전통 육종 기술(BA)은 2000년대

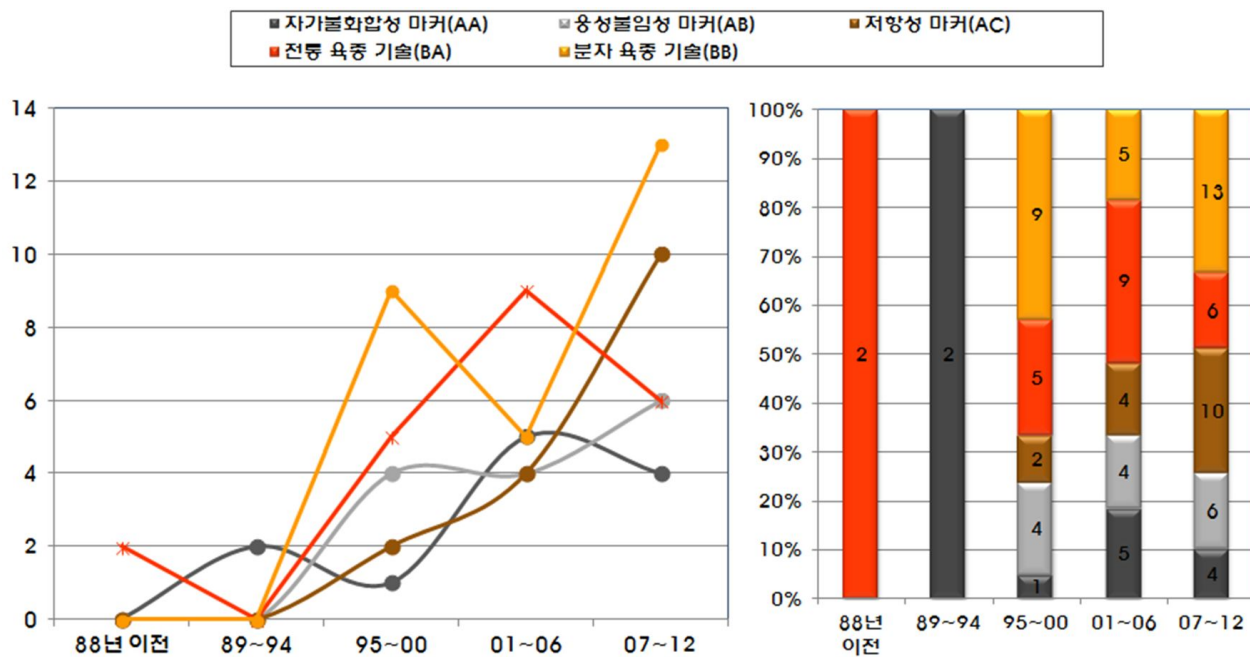
중반까지 지속적으로 증가한 것으로 조사됨. 융성불임성 마커(AB)와 저항성 마커(AC)에 대한 연구 비중은 증가하고 있으나 자가불화합성 마커(AA)는 90년대 이후로 지속적으로 비중이 하락하는 경향을 나타내고 있음



[그림 2-41] 국외 논문의 세부기술-연도 구간별 논문 동향

- 국외 논문의 세부기술-연도 구간별 논문 동향을 살펴보면 저항성 마커(AC) 기술, 전통 육종 기술(BA) 및 분자 육종 기술(BB)의 논문 발행이 2001년 이후 구간에서 급격히 증가하고 있는 것으로 나타나 상기 세 기술에 대한 연구 개발에 대한 관심이 높아지고 있는 것으로 분석됨. 자가불화합성 마커(AA)는 95~00 구간에서 가장 많은 논문이 발행되었지만 이후로 감소하는 경향을 나타내고 있어 마커 개발 기술에서 연구의 비중이 줄어들고 있는 것으로 판단됨

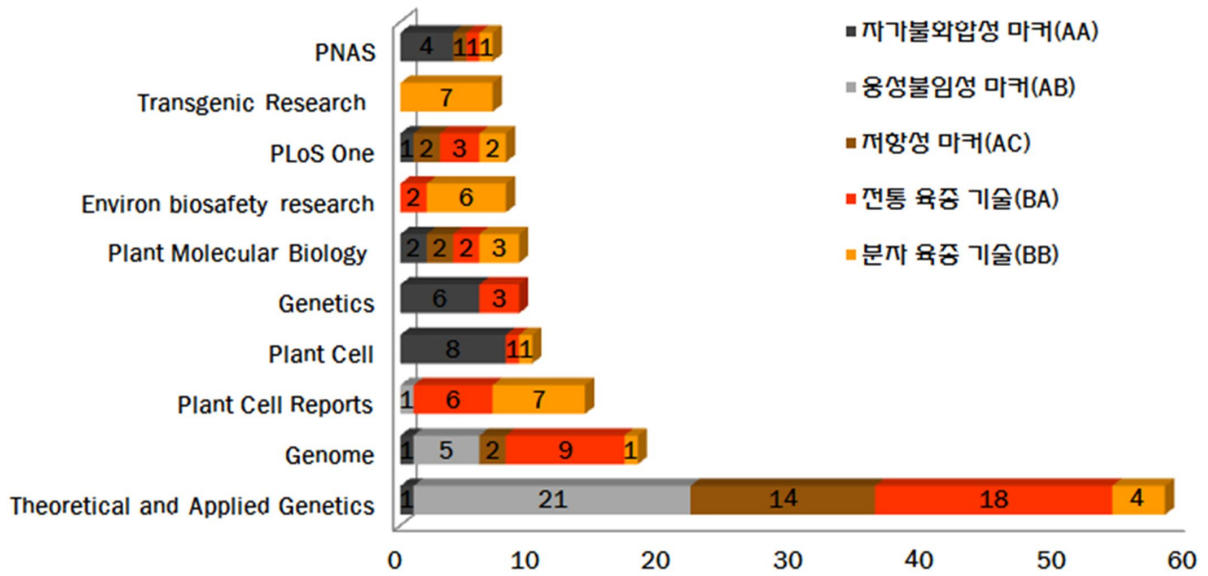




[그림 2-42] 국내 논문의 세부기술-연도 구간별 논문 동향

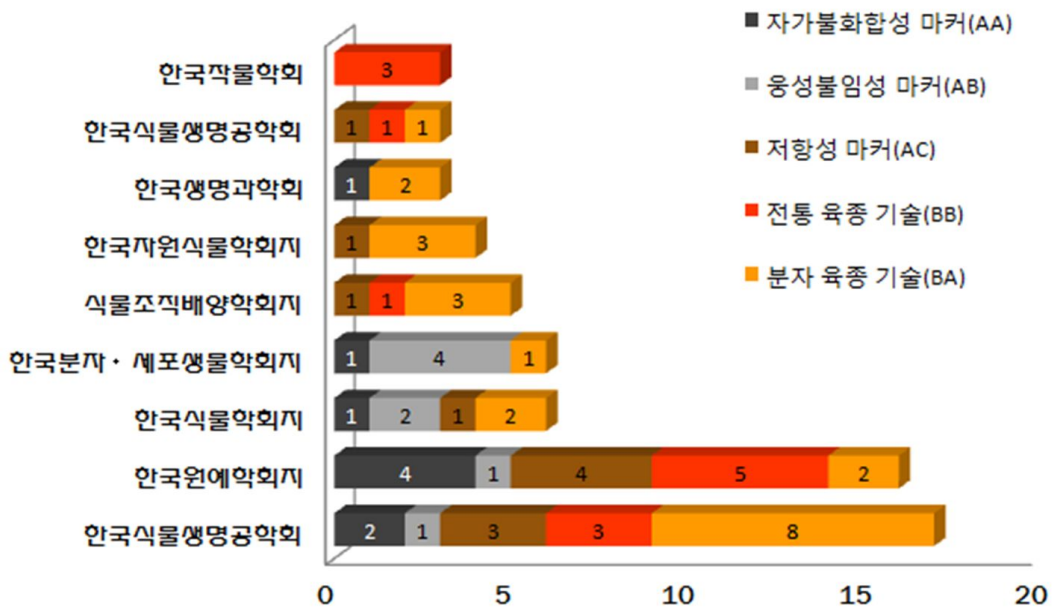
- 국내 저널에 기재된 논문의 세부기술-연도 구간 별 논문 동향을 살펴보면 최근 '07~'12년 구간에서 저항성 마커(AC), 분자 육종 기술(BB) 및 응성불임성 마커(AB) 기술에 대한 논문 발행은 증가한 반면 전통 육종 기술(BA)은 다소 감소한 경향을 보이고 있음
- 국내 논문은 국외에서 발행된 논문과 비교했을 때 수가 미비하지만 지속적으로 성장하고 있는 것으로 나타나 십자화과 식물에 대한 연구가 점차 활성화될 것으로 판단된다. 또한 마커(A) 기술에 대한 연구 비중이 점차 증가하고 있는 것으로 조사되어 저항성 식물 개발을 위한 마커 및 응성불임성 마커 개발에 대한 국내 연구진의 관심이 고조되고 있는 것으로 분석됨

□ 주요 저널



[그림 2-43] 국외 저널 동향

- “십자화과 식물의 종자 기술 개발” 분야에서 국외 저널(journal)의 동향을 살펴보면 Theoretical and Applied Genetics(Theor Appl Genet)지에서 60건의 논문이 발행되어 가장 많은 논문이 게재되었으며 그 밖에 Genome 지, Plant Cell Reports지, Plant cell지에서도 관련 논문이 발행됨



[그림 2-44] 국내 저널 동향

- 국내 학회지의 동향을 살펴보면 한국식물생명공학회지에 가장 많은 논문이 발행된 것으로 나타났고 한국원예학회지, 한국식물학회지, 한국분자세포생물학회지 등에서 관련 논문의 등재가 이루어진 것으로 나타남. 국내 주요 학회지에서는 분자 육종 (BB) 분야에 대한 연구 논문의 비중이 높은 것으로 조사됨

## 라. 분석 결론

- “십자화과 식물의 종자 기술 개발” 분야의 논문은 2000년 이후로 발행 수가 상당히 증가하였고, 연도 구간별로 분석했을 때 2001~2006년 구간과 2007~2012년 구간에서 급격한 성장 추세를 보이고 있어 향후에도 지속적인 연구 개발이 이루어질 것으로 전망됨
- 세부 기술별 논문 발행 동향에서 분자 육종 기술에 대한 연구가 가장 활발하게 이루어지고 있는 것으로 조사되었고 내병충해성, 내재해성 식물을 개발하기 위한 저항성 마커 연구에 대한 관심도 점차 증가하고 있는 것으로 나타남. 반면 자가 불화합성 마커의 경우 90년대 이후로 발행되는 논문 수가 줄어들고 있어 상대적으로 연구가 미비한 것으로 분석됨
- 국내에서 발행되는 논문의 세부 분야 동향은 분자 육종 기술, 저항성 마커 개발, 옹성불임성 마커에 대한 논문 발행이 증가하고 있는 것으로 나타났고 최근 마커 기술에 대한 개발이 활성화되면서 국외 논문과 비교했을 때 상대적으로 연구진의 관심이 높아지고 있는 것으로 판단됨

## 2.4 국내외 특허 및 논문 동향 분석의 시사점

논문(기초연구)	특허	시장
	<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ 마커 이용 육종 기간 및 선별 기간 단축</li> <li>❑ 복합저항성 품종의 육종 방법</li> <li>❑ 세포 융합 기술을 적용한 저항성 품종 개발 기술</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>❑ 기능성 물질 함유가 높은 품종 개발</li> <li>❑ 세포질웅성불임성 회복 유전자 좌에 연관된 분자 마커 개발</li> </ul>		

- Glycosinolate, 미네랄, 항산화물질 등 생체 기능 향상 물질 함량이 높은 품종 및 마커 개발
- 세포질웅성불임성(CMS) 회복 연관 분자 마커 개발

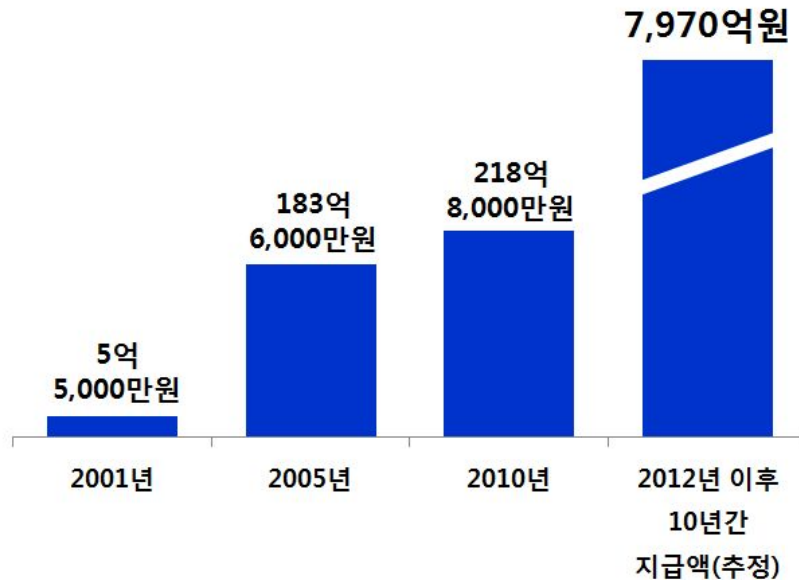
[그림 2-45] 논문 및 특허 분석에 의한 상용화 단계와 연구 방향 전망

- 특허에서 출원된 기술의 경우 현재 상용화되고 있는 품종과 밀접한 영향성이 있기 때문에 이미 시장에서 사용되고 있는 기술로 파악됨. 반면 논문은 기초 연구 개발에 의미가 있기 때문에 상용화가 되기까지 비교적 오랜 시간이 걸려 향후 개발 방향의 설정에 많은 도움이 될 것으로 사료됨
- 따라서 현재 양배추 품종 시장에서는 복합저항성 품종 관련 개발이 활성화되고 있는 것으로 파악되며 향후에는 생체 기능을 향상시킬 수 있는 물질의 함량이 높은 품종을 개발하는 방향으로 연구가 활성화 될 것으로 전망되며 웅성불임성 양배추 품종의 연구는 지속적으로 진행이 될 것으로 예상됨

### 3. 국내외 정책동향 분석

#### 3.1 국내 정책동향 분석

- 우리나라는 UPOV(국제식물신품종보호동맹)에 2002년 50번째 회원국으로 가입하여 품종보호권(UPOV)이 전면시행 됨에 따라 해외기업들이 보호 등록하는 종자가 빠르게 확대될 것으로 전망되고, 이에 따라 로열티 지출이 빠르게 증가할 전망이다. 따라서 품종보호권(UPOV) 전면시행에 따른 국내품종보호제도의 강화로 종자산업의 발전기틀이 마련되었으므로 로열티 해외지출을 줄이기 위한 정책적 및 기술적 전략이 필요함



[그림 2-46] 국내 농가의 종자 로열티 지급 현황

※ 자료 : 농촌진흥청·농림수산식품부

- 국내 양배추 종자 시장은 F1 품종으로 시장이 형성되어 있으며 시장 규모는 20 억원 수준으로 나타남
  - 2010년 현재 재배 면적은 약 4,500ha 수준이며 종자 소요량은 약 2톤 규모로, 시장이 포화되어 최근 5년 동안 정체 상태임
  - 국내에서 유통 중인 종자는 대부분 일본의 다끼이, 사카타 종묘의 제품이며 국산화율은 10% 미만으로 나타남

- 국내 양배추 종자는 인도와 중국으로 수출되고 있으며, 2010년 수출액은 3백 만불에 달함
- 국내에서 유통되는 양배추는 봄 양배추, 가을 양배추, 월동 양배추로 나뉘며 주로 편형계 제품이 유통되고 있음
- 국내에서 많이 판매되고 있는 양배추 품종들은 대부분 검은썩음병에 약하고 뿌리혹병에 감수성인 문제점이 있음
- 국내기업의 양배추 종자 수출액은 점차 증가 추세에 있음
  - 농우바이오, 아시아 종묘 등에서 양배추 종자 수출이 이루어지고 있으며 기업별로 연간 15~20톤 규모의 양배추 종자의 수출이 이루어짐
- 유통망 분석
  - 국내에서 재배되는 양배추는 수확 후 저장 및 유통기술이 낮아 상품의 품질이 저하되는 현상이 발생함
  - 국내 유통시 포장법을 개선하여야 하며, 품질(크기, 선조, 색상 등)의 규격화가 필요함
  - 일본, 미국 등의 선진국은 수확 후 저장 및 유통과 관련된 기술의 경쟁력이 높으며 저온 유통 시스템 관련 기술도 높은 수준임
- 국내 양배추의 수출입 실적
  - '00~'09 기간 동안에는 수입이 감소세이었지만, '10년에는 국내 양배추 생산량의 감소로 인해 강제로 전환됨
  - 주 수출국은 대만과 일본이, 주 수입국은 중국임
  - 수출입량은 총 공급량의 10% 미만임
  - 수출은 과잉 생산으로 국내 도매가격이 상품 8kg당 4,000원 이하에서 증가함
  - 수입은 가격 폭등시 상품 8kg당 1만원 이상 발생할 때 주로 중국, 베트남, 인도네시아 등에서 수입함

<표 2-52> 양배추 수출입 물량 및 금액 현황

구분	'00		'05		'10	
	물량(kg)	금액(USD)	물량(kg)	금액(USD)	물량(kg)	금액(USD)
수출	1,001,540	445,980	8,130,618	3,728,129	5,029,811	2,762,189
수입	2,227,300	1,310,150	936,560	1,327,081	23,248,432	9,932,956

※ 품목별 수출입실적(<http://www.kati.net>, 무역통계)

<표 2-53> 정책변화에 따른 종자업계의 반응 및 동향

정책변화	종자업계 반응 및 동향
해외 농업투자법인 주식 30%미만 보유	다국적 기업 투자회피 및 현지 파트너 물색
과채류 종자의 국내 생산 (2년간 유예)	수입상 농장보유에 따른 생산 기술자 인력난
품종 등록 실시	종자사고 발생시 정부 개입 가능
생산종자 사전 신고제	종자 생산작물 점검 방문에 대비
검증 발급 신청의 농산부 관리	신청은 국가 농산부, 발급은 각 도의 농촌지도소(발급기간 30일 이상 소요)
수입종자 검역시 불합격 종자는 폐기	반송에서 폐기로 전환(수출자 부담 가중)
품종 등록 기한제 실시	재연장시 품종 당 25만원 정도의 수수료
대선, 총선에 대비하여 농민대상 무상 종자 공급	각 회사별 선정을 위한 경쟁
품종 등록 절차 세분화 전시포→지도소→심의회장관→승인	비용, 소요 시간의 증가

### 3.2 국외 정책동향 분석

- G20 정상회담의 서울 개최와 국제무대에서의 선진국과 후진국간의 가교역할 수행으로 국가적 위상이 증가하고, 이에 걸 맞는 농업부문의 국제정치적 역할에 대한 기대가 증가하였음. 또한 아프리카, 동남아 등 식량부족국가 또는 후진농업 국가를 지원하기 위한 수단으로서 농업부문의 역할이 증대되고 있음
  
- FTA 협상 체결 국가의 증가
  - FTA 국가의 증가로 인한 농업시장의 개방으로 농업 경쟁력 강화가 목전의 이슈가 되었고, 농업경쟁력 강화의 핵심인 종자산업 경쟁력 강화가 시급한 실정임
  - 현재 칠레, 싱가포르, EFTA, ASEAN, 인도 등 16개국과 FTA가 발효되었고, 미국, 캐나다, 멕시코, GCC, 호주, 뉴질랜드, 페루, 콜롬비아, 터키 등 14개국과 FTA 협상을 진행 중이며 앞으로도 FTA 협상 체결 국가의 증가가 예상됨
  
- 농산물 시장 개방으로 기술력 기반, 고기능성 및 고품질 농산물 생산을 위한 종자 개발 필요하며, 해외 농산물 시장 개방에 따른 기회를 활용하기 위하여 글로벌 농업을 염두에 둔 종자 개발 정책 추진이 필요함
  
- 내서성에 강하면서 시들음병, 뿌리혹병에 강한 양배추류를 농민들은 절실히 원하고 있으나 아직 이것을 충족시킬 품종개발은 이루어져 있지 않음
  - 중국, 인도, 인도네시아 등의 양배추류 산지의 계속되는 연작과 고온 다습 등 재배환경의 불량으로 인하여 각종 병해가 만연되고 있으며, 특히 뿌리혹병의 피해가 날로 심해지고 있음
  - 인도, 파키스탄, 중국남부, 동남아 등의 열대지방에서 주로 재배되는 내서성에 강한 품종은 1970~80년대에 일본에서 개발한 품종들로 신품종이 제때에 개발되지 않아 이들 시장에서의 품종대체 욕구가 매우 큼
  - 일본, 유럽 회사들이 품종 개발과 시장 개발로 점유율을 높여가고 있음
  
- 국내 기업의 중국 진출이 활발하게 이루어지고 있음
  - 국내 기업 중 일부는 시장선도 제품을 보유하고 있으며 이를 바탕으로 연간 20톤 규모의 수출실적을 보이고 있음



○ 국내 기업의 기술수준은 중국 내 유통되는 제품의 90%수준에 이르고 있음

□ 중국의 정책동향 분석

- 중국의 양배추 육성은 중국 농과원 주도로 진행되고 있으며, F1품종은 1960년대부터 작성 될 정도로 앞서 있었으나 관 주도의 육성으로 육성의 진척이 매우 느려 현재는 중국 정부에서 민간 육종 회사 육성에 투자(시설과 자본)를 지원하고 있어 수입품종에 대비 중임
- 금후 중국농과원 등 관 주도의 육성을 곡물 육성에 집중하고 채소 작물 육성은 민간 주도로 방향 전환을 모색 중임
- 중국 농과원에서 육성한 품종을 민간에 판매 위탁 시스템을 도입하고 있음
- 중국 Local F1 품종의 가격이 해외 수입품종과 유사수준으로 높아지고 있음

<표 2-54> 중국 내 곡물 및 채소 종자 기업과 기관 현황

중국 내 곡물 및 채소 육성 기업과 기관			
중국 로컬 종자 공사	외자 단독 또는 중국 합작 채소 공사	농업과학원	양배추 주요 육성 기업
8,700 여개	몬산토, 리마그렘, 누넬, 신젠타, Hazera, 사카타, 다끼이, 도끼다, 대만농우, 세농 등 60 여개	39개 연구소 중 재배연구소 16개 (각 성·시에 분포)	북경농과원, 정부 지원 민간 기업 (ex 제리아)

※ 현재 국내 기업 중 농우바이오가 유일하게 현지 법인 및 연구소 운영

□ 인도의 정책동향 분석

- The First Five Year Plan의 여러 단계 중 특히 The National Seed Projects(NSPs)와 WB Projects로 인해, 좋은 종자 생산 시스템이 공공부문뿐만 아니라 민간부문까지 발달하게 되었음
- 종자 품질 공급은 안정화되었으나, 1960년대 후반에서 1970년대 초반 정책이 여러 단계 및 다른 작물(특히 채소)에서의 종자 품질에 대한 종자시장의 제한된 성장을 통해 어려움을 겪었음
- 인도는 농산업의 산업화를 위해 시스템 개선에 많은 노력을 기울이는데, 농

업 시스템적 측면에서 기술 경쟁력에 많은 영향을 미치는 지적재산권(IPR: Intellectual Property Rights)과 관련한 연구들이 인도 농업 연구 위원회(ICAR: Indian Council of Agricultural Research)에서 진행되고 있음

- 글로벌 종자 산업은 전례가 없는 장악 및 취득이 가능하게 한 농업 생명공학기술과 새로운 제품덕분에 큰 혜택을 받았음. 결과적으로 몬산토, 듀폰, 신젠타, 바이엘, 다우 및 BASF과 같이 농업 생명공학연구 분야에서 비교우위를 가진 기업들은 세계 종자시장에서 지배적인 점유율을 차지하게 되었음
- 1996년부터 2000년까지 4,200개 이상의 농업 생명공학과 관련된 특허의 75%를 민간 업계가 소유하였으며 지난 5년간 식물특허, 식물 다양성 보호 인증서(PVPCs: Plant Variety Protection Certificates) 및 실용특허의 수가 기하급수적으로 증가하였음

□ 동남아시아(인도네시아, 태국, 베트남 등)의 정책동향 분석

- 인도네시아에서는 작물 육종가에 의해 육성된 일대잡종 종자는 ISO 9000:2001 품질관리시스템을 따라 생산되어야하고 그렇지 않을 경우엔 종자인증 연구소에 의한 인증을 받아야함
- 인도네시아에서 보급 종자는 종자 생산자나 정보 또는 개인회사에서 생산되고 있는데 상향스리(Sang Hyanh Sri)와 퍼르타니(Pertani)는 정부 소유 종자 생산회사이고 다국적 회사로는 이스트웨스트(Eastwest), 다끼이 슈보(Takii Shubyo) 등이 있음
- 베트남 종자산업은 선진국에 비해 초기 단계 수준으로 1960년대 관련 협회의 설립으로 시작되었음
- 1996년 이후로 종자산업이 급속히 발달하였는데, 교배종의 품종 개량과 연구가 공공은 물론 민간 종자 부문에서 활발히 이루어 졌음. 이 시기 많은 수의 종자업체와 종자센터, 민간은 물론 민-관 합작회사, 외국 종자업체 등이 생겨나거나 출현하였음

## 4. 기술수준 및 연구개발 인프라 분석

### 4.1 기술수준

- 한국의 양배추 육성 기술 수준은 세계 최고의 무, 배추 등 십자화과 기술 수준이 이미 양배추에도 동일하게 육성의 기술이 도입되어 세계 최고 수준의 기술 확보하고 있음
- 육성 기술력에 비해 프로페셔널한 육성가의 수가 부족함
- 국내회사의 기술수준
  - 국내 종묘회사에서는 양배추 전통육종가가 부족함
  - 국내에 분자육종 시스템을 이용한 품종 개발이 저조함
  - 국내 양배추 품종은 중소기업 중심으로 세포질용성불임성을 이용하여 양배추 품종을 개발하고 있음
  - 우리나라는 우량형질을 탐색하여 선발하는 기술은 이미 세계적으로 정상급에 있으며, 우량계통을 조기에 육성할 수 있는 약배양 또는 소포자배양 기술도 잘 확립되어 실용으로 이용하고 있음

<표 2-55> 중국 시장 목표 기술에 대한 국내 및 다국적기업의 기술 수준 비교

중국 시장 목표 기술	기업 기술 수준	
	국내	다국적 기업
유전자원 보유량	7	8
육성 수준	8	8
육종가 수	4	7
종자 생산기술	5	8
세대 단축(MAB, MAS, 조직배양, 세포융합)	7	7
내병성(MAB, MAS, 조직배양)	7	7
고순도(MAB, 세포융합)	5	5

※ 기술수준: 1(낮음)~9(높음)

□ 외국회사의 기술수준

- 일본의 사카다종묘, 유럽의 신젠타종묘 등에서 세포질 응성불임성을 이용한 양배추 품종을 발표함
- 다끼이종묘 등의 일본계 종묘회사에서는 주로 자가불화합성을 이용한 양배추 품종을 발표하고 있음
- 외국회사의 응성불임 품종의 육성은 초기 수준이며 시들음병, 줌나방 등의 병해충 저항성 양배추 품종이 일부 개발되고 있음
- 미국 코넬대학교와의 공동연구로 원형질체 융합법을 활용해 무 세포질응성 불임 유전자를 양배추로 도입하여 품종을 육성함
- 일부 세포질응성불임 유전자의 경우 세계 특허에 등록된 상황임
- 중국 농과원에서도 응성불임 품종을 상용화하여 품종을 육성하고 있는 중임

<표 2-56> 국가별 양배추 기술 수준

구분	구분	기술격차 (년)	최고기술�수준 보유 국가(기업)	최고기술�수준의 의미
육종 기반	시설/장비	3	일본(Takii)	세계 각국에 현지법인을 통한 Shuttle breeding 가능 분자마커 개발능력 인력 세계 최고 생명공학분야의 지속적인 R&D의 투자로 시설, 장비의 첨단화
	인력	3	스위스(sygneta)	육종효율 높일 수 있는 다수의 R&D 인력 보유
	정보	3	일본(Keneko)	전 세계 현지법인을 통한 각국 정보의 수집능력 탁월 보유 유전자원 정보의 그룹 내 육종가 간의 개방된 공유 및 제공
유전자원	유전자원 보유	3	네덜란드(SVS)	오랜 육종역사를 가진 기업으로 이에 따른 유전자원 축적
	유전자원 기초 및 안정성 연구	3	일본(다끼이)	육종소재의 기본적인 유전 정보에 관한 DB 구축
품종 육성	전통육종	3	일본(Keneko)	오랜 육종 역사와 최고 육종인력 보유
	분자육종	5	스위스(sygneta)	MAB, MAS를 통한 육성연한 단축
	생력화	3	일본(Takii)	육종효율을 향상하기 위한 자동화 기술, 기계 보유 및 지속적인 개발
	품종평가	2	미국(Monsanto)	순도검정 및 성분분석, 병리검정에 관한 분자마커 개발을 통한 체계적인 종자 생산관리
종자 상용화	종자생산	3	일본(다끼이)	종자생산의 체계적인 매뉴얼화
	종자 가공처리	5	미국(Seminis)	종자 정선, 건조, 보관, 포장, 프라이밍, 코팅, 소독 등 가공, 처리에 대한 기술의 체계적이 관리 및 지속적인 연구
시장 개척	현지시험	2	일본(다끼이)	각국에 있는 현지연구소를 활용한 수출 타겟 시장에 맞춤형 육성 품종 현지화 전략 우수

## 4.2 연구개발 인프라

- 순천대학교 원예학과는 마커 개발 및 식물조직배양에 필요한 다양한 시설을 확보하고 있음
  - 식물의 년중 재배를 위하여 냉난방 시설이 갖추어진 유리온실 140m<sup>2</sup>, 비닐하우스 1500m<sup>2</sup> 등을 보유하고 있음
  - 온도와 습도 및 광주기 조절이 가능한 배양실을 갖추고 있어 재료 배양이 가능함
  - 공동실험실습관에 식물생장기 3대를 보유하고 있어 육종소재의 상시 재배가 가능함
  - 분자표지를 위한 DNA 증폭기(PCR) 2대, RT-PCR 1대 및 유전육종관련 장비를 갖추고 있음
  - 연구 인력은 박사 2명, 박사과정 4명, 석사과정 1명, 기타 인력 5명으로 12명의 인력을 보유하고 있음
  
- 서울대학교 기능성식물연구실은 양배추 SSR 마커 및 유전지도를 보유하고 있으며 중국과 캐나다와의 공동연구를 통해 양배추 표준유전체 정보를 보유하고 있음
  - 대규모 분자표지 분석을 위한 DNA 증폭기(PCR) 6대, RT-PCR 1대 및 유전육종관련 장비를 갖추고 있음
  - 동기관 나이셈에는 첨단 차세대유전체분석장비를 보유하고 있으며 언제든지 대규모 분석이 가능함
  - 동연구실에는 생명공학 연구 인력으로 박사급 4명과 석사급 16명의 연구인력을 보유하고 있음
  
- 충남대학교 생명시스템과학대학에는 온실과 배양실 및 배양실, 실험 및 분석실이 갖추어져 있음
  - 온실은 년 중 식물을 재배하여 재료 공급이 가능함
  - 생명과학동 316호실과 317호실에는 온도와 습도 및 광주기 조절이 가능한 배양실이 있어 재료 배양이 가능함.
  - 생명과학동에는 식물생장기 5대가 있어 육종소재를 어느 때고 준비하고 배양이 가능
  - Gel Doc, PCR machine, 전기영동장치, 원심분리기, 진탕기 등 정밀분석과

유전자 연구에 필요한 모든 장비를 갖추고 있음

○ 교배(2명)와 분자마커 개발에 필요한 인력(6명)을 확보하고 있음

□ 한국생명공학연구원은 유리온실 69.2m<sup>2</sup>, 향온실 12.6m<sup>2</sup>의 81.9m<sup>2</sup>의 식물 생장 시설을 보유하고 있음

○ 대규모 유전정보의 염기서열 분석을 위한 Genome sequencing system 1대, Illumina Genome AnalyzerII 1대, 3700 DNA Analyzer 3대, 서버용 컴퓨터 5대, computer sever 2대 등의 장비를 보유하고 있음

○ 성분 분석 및 이미징 분석을 위한 HPLC 10대, FPLC 1대, FT-IR 1대, 고성능해부현미경 2대, Bio-Imaging Analyzer Phosphor Imaging System 2대 등의 장비를 갖추고 있음

○ 유전자 분석 및 분자표지를 위한 DNA 증폭기(PCR) 14대, Real Time-PCR 5대를 보유하고 있음

□ 농촌진흥청 국립원예특작과학원은 식물조직배양에 필요한 다양한 시설을 확보하고 있음

○ 채소 시험용 온실 및 노지 포장

- 유리온실 6,130m<sup>2</sup>, 비닐하우스 21,125m<sup>2</sup> 노지포장 27,154m<sup>2</sup>

○ 엽근채소 전용 조직배양실, 춘화처리 및 병리검정 시설

- 조직배양실 50m<sup>2</sup>, 명실 30m<sup>2</sup>, 암실 20m<sup>2</sup>, 춘화처리실 50m<sup>2</sup>

- 클린벤치(2인 작업용) 4대

- 병리 검정 전용 온실 50m<sup>2</sup> 및 대용량 멸균기

○ 인력

- 조직배양 담당 박사급 2명, 석사급 1명, 시험보조 인력 5명, 교배 및 관리원 9명 등

○ 기타 장비

- 고속/초고속 원심분리기, 배수성 검정기, pH 측정기, 광학현미경 등 조직배양 관련 장비

- 일반 분자/세포/생화학 시험 장비 : PCR, RT-PCR, HPLC, UPLC, GC/MS, 전기영동 기기, 전자현미경(SEM/TEM) 등

- 농작업용 기계 : 관리기, 트랙터, 트럭, 농약살포기 등

□ 농우바이오 품종 개발 육성 연구소

○ 국내 연구소

- 여주 연구소 본장 : 199,650m<sup>2</sup>, 양귀리 농장 54,450m<sup>2</sup>, 노은농장 66,000m<sup>2</sup>, 밀양 남부 육종연구소 104,940m<sup>2</sup>
- 분자 육종 생명공학 연구소 : GM포장(6,600m<sup>2</sup>), 병리포장(21,450m<sup>2</sup>), 연구소 건물(1,320m<sup>2</sup>)

○ 해외 연구소

- 중국 : 북경연구소 155,760m<sup>2</sup>, 광둥연구소 74,834m<sup>2</sup>, 하북연구소 660,000m<sup>2</sup>
- 미국 : 캘리포니아 연구소 117,803m<sup>2</sup>
- 인도 : 방갈로 연구소 66,000m<sup>2</sup>
- 인도네시아 : 커드리 연구소 255,879m<sup>2</sup>
- 미얀마 : 뽀우린 연구소 726,000m<sup>2</sup>

○ 분자 육종 관련 기자재

- 배양실 12평, 4℃ cold room 2.5평, 순화실 9평, Gene-Gun, 형광현미경, 토양멸균기, 원심분리기17TR 4대, Ultra4.0 원심분리기 4대, BTX 2001Eletro cell manipulator, 클린벤치 16대, PCR 기기 14대, 세포마쇄기- 3대 shaking incubator 3대, Deep freezer 8대, 전기영동 장치 set 14대, 스펙트로포토 미터등 분자 육종 기기를 보유함

○ 전통 육종 관련 기자재

- 인큐베이트, 건조실, 트랙트, 경운기, 시설하우스등 보유함

○ 육종인력

- 국내 4개 농장과 해외 5개 법인에 각각의 작물 육성가가 36명, 생명 공학 연구인력 31명등 67명을 확보하고 있음

<표 2-57> 농우바이오의 시설 및 장비 보유 현황

분야	세부분야	기기명(장비명)	투자규모(금액,면적)	보유수량
시설	저장시설	창고		
	농업시설	유리온실		1동
		비닐하우스		520동
	특수시설	저온처리시설		1
	배양시설	조직배양실 - 명배양실3, 암배양실1		1



분야	세부분야	기기명(장비명)	투자규모(금액,면적)	보유수량
장비	분자표지	콜드랩챔버 (4도)		2대
		Dual 96 ABI PCR system 9700		8대
		Single 96 ABI PCR system 9700		4대
		Real-time PCR system		2대
		마커분석전기영동 kit		12대
		HRM PCR		1대
		Power supply		8대
		조직마쇄기		3대
		원심분리기(Union 32 R plus)		4대
	성분분석	HPLC ACME 9000		1대
		DNA정량기(ASP-2680)		1대
		Spectrophotometer		1대
		동결건조기(본딘로 FD5518)		1대
	품질검사	항온기(incubator)		10대
		항온실(Room)		1대
		종자계수기		1대
		전자저울		7대
		현미경		1대
		PCR		5대
		Real-Time PCR		1대
		Spectrophotometer		1대
		유전자 자동추출기		1대
		원심분리기		6대
		전기영동 장치		6대
		시료 마쇄기		2대
		Cold Chamber		2대
		항온항습기(설비)		3대
	농기계	트랙터		10대
		경운기		5대
		로더		1대
	기타	유세포분석기(Flow-cytometry)		1대

□ 아시아종묘(주)의 품종개발 연구를 위한 인프라는 다음과 같음

- 경기도 이천에 67,000m<sup>2</sup>의 규모의 생명공학육종연구소가 있음
  - 교배용 유리온실(330m<sup>2</sup>×1동), 재배용 비닐하우스(350m<sup>2</sup>×10동), 육묘용 비닐하우스(350m<sup>2</sup>×5동), 노지 (20,297m<sup>2</sup>) 및 저온처리시설(50m<sup>2</sup>), 원종 보관창고 등을 보유하고 있음
  - 분자표지를 개발을 위한 생물공학실험실(50m<sup>2</sup>)에 DNA 증폭기(PCR) 1대, RT-PCR 1대 및 분광광도계 1대, 생육상 4대 등의 생명공학 관련 장비를 갖추고 있음
  - 소포자 및 약배양을 위한 조직배양실(60m<sup>2</sup>), 준비실(20m<sup>2</sup>)에 배양대 9대, 인큐베이터 3대, 크린벤취 2대 등의 조직배양 관련 장비와 병리검정실험실에 관련 장비를 보유하고 있음
  - 농자재창고, 퇴비장, 트랙터 2대, 관리기 2대, 농약분무기 2대, 트럭 및 승합차를 보유함
  - 육종인력은 18명, 생명공학 연구 인력은 3명, 기타 인력 20명으로 41명의 인력을 보유하고 있음
- 아시아종묘(주)는 전남 영암 및 해남에 33,000m<sup>2</sup>의 규모의 남부육종연구소 및 생산기술연구소가 있음
  - 재배용 비닐하우스(350m<sup>2</sup>×5동), 육묘용 비닐하우스(350m<sup>2</sup>×2동), 노지 (10,000m<sup>2</sup>) 등이 있음
  - 농자재창고, 퇴비장, 트랙터 1대, 경운기 1대, 관리기 1대, 농약분무기 1대, 트럭 및 승합차를 보유함
  - 육종인력은 8명, 생산 및 채종인력은 8명, 기타 인력 10명으로 26명의 인력이 있음
- 아시아종묘(주)는 인도 벵갈로에 현지 법인(50,000m<sup>2</sup>)가 있으며 하우스 및 노지, 기타 농자재를 이용하여 양배추 육종 및 서남아시아(인도 등), 동남아시아 수출용 양배추 전시포를 운영하고 있으며, 이를 위해 육종인력은 2명, 해외영업인력 2명, 기타 인력 20명이 있음
- 아시아종묘(주)는 해외 영업 및 마케팅을 위해 해외영업본부에 해외 1팀(중국), 해외 2팀(인도, 네팔, 방글라데시, 유럽), 해외 3팀(아프리카, 중동, 서남아, 동남아)으로 10명의 해외 영업인력을 보유하고 있으며, 또한 국내 자급을 향상을 위해 국내영업본부에 영업지원팀, 특판영업팀, 홍보팀, 시장개발팀과 9개 지점, 2개 출장소를 운영하고 있으며 53명의 국내 영업인력이 있음

<표 2-58> 아시아종묘의 시설 및 장비 보유 현황

분야	세부분야	기기명(장비명)	투자규모(금액,면적)	보유수량	
시설	저장시설	창고	200평	2동	
	농업시설	유리온실	100평	1동	
		비닐하우스	6,000평	60동	
	특수시설	저온처리시설	30평	1동	
		항온항습창고(원종보관용)	50평	1동	
		항온항습창고(시판용)	200평	2동	
	기타	퇴비사	100평	1동	
		농자재창고	200평	1동	
병리검정창고		50평	1동		
장비	분자유종	분광광도계	2,000만원	1대	
		유전형분석기	2,500만원	1대	
		시료추출기	1,200만원	1대	
		원심분리기	2,500만원	4대	
		PH측정기	150만원	1대	
		분주기	600만원	1대	
		고압멸균기	350만원	1대	
		진탕배양기	700만원	2대	
		초저온냉동고	1,000만원	1대	
		저온항온기	300만원	1대	
		건조기	320만원	1대	
		원심분리기	2,500만원	4대	
		배양시설	2,000만원	9대	
	성분분석	분광광도계	1,580만원	1대	
		초저온냉동고	1,000만원	1대	
		원심분리기	2,500만원	1대	
	품질검사	발아율 측정장비 (인큐베이터)	600만원	2대	
		시료추출	1,150만원	1대	
		hume hood	330만원	1대	
		종자 고추 건조기	3,080만원	1대	
		사밍기 및 컴프레사	6,300만원	1대	
		풍압선별기	4,500만원	1대	
		사밍기	6,000만원	1대	
		hopper loader	2,700만원	1대	
		side shifter	1,500만원	1대	
		제습기	47,325만원	1대	
		자동 포장기계	45,432만원	1대	
		after cooler	32,812만원	1대	
			petrot pouch filling-sealer	17,168만원	1대
			씨앗용 비중선별기	12,443만원	1대
수전설비	10,820만원		1대		
열풍건조기	9,197만원		1대		
항온항습기	8,656만원		1대		

분야	세부분야	기기명(장비명)	투자규모(금액,면적)	보유수량
장비	품질검사	incubator	6,813만원	3대
		소형문자마킹기	5,951만원	1대
		종자자동공급기	5,139만원	1대
		rotary packer	3,510만원	1대
		air compressor	3,092만원	1대
		band sealer	2,433만원	1대
		이심통풍기	1,893만원	1대
		종자정선기	1,892만원	1대
		semi automatic strong machine	1,298만원	1대
		백필터형 집진기	1,113만원	1대
		에어커튼	1,095만원	1대
		air dryer	797만원	1대
		battery charger	541만원	1대
		원형코팅기	541만원	1대
		캔포장지	417만원	1대
		seed counter	315만원	1대
		휴대용 콤프레셔	243만원	1대
		전기접착기	162만원	1대
		코팅기계	9,530만원	1대
		DATA Count S25	17,992만원	1대
		종자입자선별기	53,570만원	1대
		반자동랩핑기	4,290만원	1대
		DATA Count	129,504만원	1대
		나선형종자선별기	19,083만원	1대
		발아용진공기계	16,143만원	1대
		자동파우치로타리포장기	75,900만원	1대
		에어콤프레샤	3,025만원	1대
		계수기	41,271만원	1대
	종자건열소독기	48,450만원	1대	
	탈곡기	2,376만원	8대	
	종자과중기	30,000만원	1대	
	대형콤프레셔	1,000만원	1대	
	풍구	2,026만원	4대	
	농기계	트랙터	3,000만원	2대
		관리기	200만원	3대
		현대 전동식지게차 2.5톤	17,668만원	1대
현대 전동식지게차 1.5톤		13,525만원	1대	
트랙터		7,900만원	1대	
전동차		1,352만원	1대	
트럭 1.5톤		1,500만원	2대	

- 조은종묘는 양배추 전문 육종 회사로서 육종 연구농장(16,500m<sup>2</sup>)를 보유하고 있음
  - 연동 하우스(660m<sup>2</sup>) 2동, 교배용 이중 비닐하우스(330m<sup>2</sup>) 2동, 원종증식용 비닐하우스(330m<sup>2</sup>) 8동, 육묘용 비닐하우스(210m<sup>2</sup>) 3동, 시험용 종자 생산용 소형 하우스(18m<sup>2</sup>) 60동 등 양배추 육성에 필요한 시설을 보유하고 있음
  - 트랙터, 경운기, 관리기 등 농기계를 보유하고 있음
  - 육종 연구 인력 3명, 연구 보조 인력 7명을 보유하고 있음

<표 2-59> 조은종묘의 시설 및 장비 보유 현황

분야	세부분야	기기명(장비명)	투자규모(금액,면적)	보유수량
시설	저장시설	창고	10평	2동
	농업시설	유리온실		
		비닐하우스	200평 연동하우스 100평 이중하우스 100평 하우스 80평 육묘하우스 30평 하우스 탑핑 하우스	2동 5동 5동 3동 8동 50동
	특수시설	저온처리시설	8평	1동
장비	품질검사	발아검사기	250만원	1대
		수분측정기	60만원	1대
	농기계	트랙터	2,000만원	1대
		경운기	400만원	1대
		관리기	180만원	1대

- (주)코레콘종묘는 농업전문기업으로 상시 정규임직원 51인, 계약직 10인 2011년 가결산 연매출 210억원의 종건종묘회사로 다양한 채소 종자 및 화훼, 산림 종자를 육종, 생산하고 수출하는 회사로 2010년에 백만불 수출탑을 수상한 종자회사임
  - 주요 작물로는 무, 배추, 양배추, 고추, 수박, 오이, 참외, 호박, 멜론, 대목 등을 개발하고 있으며, 국내용 및 수출용 품종 등을 개발하고 있음

- 연구 인력으로는 전통 육종가 9명, 고문 1명 등 총 10명이 품종을 개발하고 있음
- 주요 작물로는 무, 배추, 양배추, 고추, 수박, 오이, 참외, 호박, 멜론, 대목 등을 개발하고 있으며, 국내용 및 수출용 품종 등을 개발하고 있음.
- 육종사업에 필요한 식물조직배양실 200m<sup>2</sup>, 비닐하우스 5,237m<sup>2</sup>, 육종포장 8,250m<sup>2</sup> 세대단축실 1,960m<sup>2</sup>, 망실 1,197m<sup>2</sup>, 종자저온 저장창고 660m<sup>2</sup>, 저온저장고 660m<sup>2</sup> 등을 보유함
- 크린벤치, 진탕기, 콜드챔버, 고압증기멸균기, 건조기, 현미경, 향온향습기, 향온수조, 발아기, 전자저울, 농업용온풍난방기, 관리기, 경운기, 트랙트, CO<sub>2</sub> 저장탱크, 액화가스 기화기, 고속절단기, 채종탈종기 등 보유함
- 연구부서인 육종연구소는 신품종개발연구와 원종생산, 시교종 생산, 해외시험포장 운영 종자품질 보증업무 등을 수행하고 있음
  - 경기안성육종연구센터 (79,200m<sup>2</sup>)
  - 충남 공주계룡연구농장 (6,930m<sup>2</sup>)
  - 전북 김제 백구면 소재 남부육종연구소(46,200m<sup>2</sup>)
  - 필리핀 시험포장(하우스 면적 : 13,860m<sup>2</sup>)
  - 영덕 채종관리소 운영(660,000m<sup>2</sup>)
- 해외 영업 및 마케팅을 위해 해외 영업 인력 3명과 협력사인 동방구룡(중국), 북경동회성(중국) 등과 협력하여 해외 영업을 하고 있으며 국내영업은 중부, 대전, 광주, 대구, 경남지점 등 5개 지점에서 22명이 영업하고 있음

<표 2-60> 코레곤종묘의 시설 및 장비 보유 현황

분야	세부분야	기기명(장비명)	투자규모(금액,면적)	보유수량
	저장시설	항온항습실	200평	1동
		저온실	200평	1동
시설	농업시설	비닐하우스	3,100평	57동
		망실	363평	15동
		육묘장	50	1동
	특수시설	조직배양실	20평	1
		세대단축실	594평	2동
장비	품질검사	종자정선기		1
		전열건조기		1
		콜드챔버		1
		종자코팅기		1
		풍압정선기		1
		진동정선기		1
	배양실	크린벤취		1
		고압증기멸균기		1
		현미경		1
		pH측정기		1
		공기청정기		1
		Freeaer(-90~-400℃)		1
		Growth Chamber		1
		항온항습기		1
		BOD Incubator		1
		UV살균소독기		1
		항온수조		1
		발아기		1
		전자저울		1
		콜드랩챔버		1
	농업용온풍난방기		3	
	농기계	트랙터		2
		관리기		1
		경운기		1

<표 2-61> 동부팜한농의 시설 및 장비 보유 현황

분야	세부분야	기기명(장비명)	투자규모(금액,면적)	보유수량
시설	저장시설	항온항습창고	650평	1
		일반창고	300평	1
	농업시설	유리온실	50평	1
		비닐하우스	17,000평	100동
	특수시설	건열처리시설	6,000만원	4
	기타( 저온준화처리시설 )		15,000만원	5동
장비	분자표지	분자마커분석(HRM)	4,000만원	1
		PCR	10,000만원	13
		대형 원심분리기	1,500만원	2
		모세관전기영동분석기	2,000만원	1
		대량 조직 마쇄기	2,000만원	2
		형광현미경	1,000만원	1
		초저온냉동고	3,000만원	3
	성분분석	UV Spectrophotometer	1,000만원	1
	품질검사	핵산자동추출기	12,000만원	1
		Real-time PCR	3,000만원	1
		ELISA 분석기	4,000만원	2
		온도구배 발아측정 테이블	3,000만원	1
		항온생장상	3,000만원	4
	농기계	트랙터	30,000만원	10대
		운반차	10,000만원	5대
		경운기	1,500만원	3대
	정보	S/W	육종연구관리시스템	5억
연구협력 네트워크		산학협력연구과제 5건 수행 중		



## 5. 주요 이슈 및 전략방향

### 5.1 주요 이슈 및 기술개발 추진방향

#### □ 표적시장의 정책동향

- 기후변화 및 이와 관련된 이상 기상 저항성 품종과 보건 기능성 품종 개발을 필요로 하고 있음
- 양배추의 영양과 기능성에 대한 인지도가 높아지고 있어 양배추의 소비는 꾸준할 것을 보임
- 양배추는 생산성이나 품질면에서 우수하여 일본 수출시 가격차, 품질, 공급 형태를 치밀히 분석하면 가능성이 있음
- 수확 후 저장 및 유통, 포장 관련 기술의 발전으로 장거리 수출입도 가능해질 것으로 전망됨
- 상품화 시장 진입 시 국내 품종의 인지도 강화가 필요함
- 국내 품종의 지속적인 마케팅이 필요함
- 수입품종과 국내 육성 품종과의 체계적인 품질평가가 필요함
- 1990년 배추의 1/28배 수준의 수출액에서, 2010년 배추의 1.63배 수준으로 수출액의 증가를 보이고 있음
- 일부 국내 종묘회사에서 개발한 품종은 중국 및 인도 시장에 수출하고 있어 수출확대가 예상됨
- 내수 대체 품종 개발로 2010년도 국산 품종 점유율이 20%에서 2020년도에 50%로 점유율을 높여야 함
- 양배추 종자 수출액은 2010년도 3.3백만불에서 2020년도에 10백만불로 상승할 것으로 전망됨
- 일본의 수입량은 점차 증가하고 있으며, 업소용 수요가 급증하므로 대일 수출 수요는 계속 증가할 것으로 전망됨
- 일본의 2011년 원전사고 이후 신선채소에 대한 불안감이 증대되어 국산 양배추 수출 가능성이 증대되고 있는 상황임

## □ 국내 목표시장

### ○ 제주지역용

- 조생계 및 중만생계 내재해성 품종 개발이 필요함(현재 일본 품종이 대부분 사용되고 있음)
- 내병충성(시들음병, 뿌리혹병, 검은썩음병 저항성) 품종 개발이 필요함
- 비대력(3~4kg), 진한녹색, 맛, 고구형이 필요함
- 추대가 안정적인 품종이 요구됨
- 환경적응성(내한, 내서성)이 우수한 고품질의 품종 개발이 필요함
- 4월~5월까지 수확이 가능한 국내 품종을 육성해야 하며, 재포성이 좋은 품종의 요구도가 큼
- 저온에 자색이 발현되지 않는 품종이 요구됨

### ○ 내륙지역용

- 개량멸칭법의 도입으로 12월 중하순에 파종하여 5월에 수확이 가능한 월동작형의 개발이 필요함
- 내병충성(시들음병, 뿌리혹병 저항성) 품종 개발이 필요함
- 내열구성, 맛 등이 뛰어난 품종이 요구됨
- 환경적응성(내한, 내서, 내습성)이 우수한 고품질의 품종 개발이 필요함
- 재포성이 뛰어난 품종의 요구도가 큼
- 전남지역에서는 고구형을 기비하고 편구형을 선호함

## □ 중국 목표시장

### ○ 중국의 시장은 매우 광대하므로 틈새시장도 무시 못 할 큰 시장이므로 Niche Market을 공략함

- 우심형, 터널, 고온기, 고랭지 전용 품종을 개발해야 함

### ○ Main 시장 접근은 품질, 내병성, 숙기 등 복합적인 특성을 겸비해야 하므로 전통 육종과 분자육종을 통한 육성으로 정확성과 신속성을 확보해야 함

- 속도의 경쟁력을 확보해야 함

### ○ 기상악화와 재배 관리비(농약대, 인건비 등) 상승으로 재배를 기피하거나 어려운 지역에 적합한 품종 개발을 통한 신 시장(남방 여름 평지, 뿌리혹병 내병성 품종)을 개척해야 함

- Blue Ocean을 공략해야 함

- 한국은 중국과 인접해 있어 기후대가 유사한 지역이 많아 현지 적합 양배추 육성이 용이함
  - 봄, 여름, 가을 노지 품종의 개발이 가능함.
- 중국 정부는 정책적으로 곡물에 육성을 치중 할 움직임이 보이고 있어 앞선 기술력과 육성 기술력으로 시장 확장을 위한 기회임
  - 현지에서 조합선발과 계통선발을 통한 품종의 개발이 가능함

□ 인도 및 동남아시아 목표시장

- 전 세계적인 기후변화 및 온난화에 대처/대비하는 육종 프로그램의 변화가 불가피하여 내병성/저항성의 유전형질을 갖춘 신품종에 대한 필요성이 인도 육종가들 사이에 대두되고 있음
- 인도의 양배추 육성 방향
  - 중소의 원형으로 구 무게가 800~1,000g 품종
  - 구 깨짐이 늦은 품종
  - 수송성이 좋은 품종
  - 충해에 강한 품종(Dimomd back moth)
  - 내병성 품종(Black rot, Bacterial Leaf Blight, Club root in areas)
  - 환경적응성이 우수한 품종(고온, 가뭄, 비)
  - 낮은 온도에서 잘 자라는 품종
- 동남아시아의 양배추 육성 방향

<표 2-62> 동남아시아 수출용 우량품종 육성 방향

우량품종 구비조건	수출용 우량품종 육성포인트
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 극조생계 편원형 품종</li> <li>- 내서성 강한 품종</li> <li>- 외엽은 회록색 선호</li> <li>- 밀식이 가능한 것</li> <li>- 단단하여 열구에 강할 것</li> <li>- 근류병, 흑부병에 강한 품종</li> <li>- 포기 내부 잎이 가지런할 것</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 숙기가 빠르며 구형은 편원형일 것</li> <li>- 내서성이 강한 중조생계(70~75일)</li> <li>- 부름이 있어야 할 것</li> <li>- 외엽이 소엽이며 입성일 것</li> <li>- 코아가 원형이며 낮을 것</li> <li>- 지역별 CR의 레이스가 다르므로 병반을 수집하여 육성에 활용하여야 함</li> <li>- 잎이 후엽일 것</li> </ul>

□ 유럽 목표시장

- 특히 동유럽 양배추 시장은 앞으로 중국 및 인도 양배추 시장과 함께 지속적인 성장이 예상되는 매우 중요한 양배추 시장 중의 하나이며 원형계이면서 내열구성인 품종이 요구됨
- 일본의 Takii, Sakata사 등은 이미 양배추 판매가 증가하고 있으며, 중소 규모의 일본 회사들이 동반 진출하고 있는 상황임
- 중국 회사들의 경우 아직 육성 능력 및 품종력이 현저히 부족하지만 적극적인 개발 및 홍보를 통해 시장에서 서서히 양배추 판매량을 증가시키고 있음
- 주로 가공 및 저장용 양배추가 재배되는 시장으로 종자 가격 면에서 타 국가들보다 5~10배 이상의 고가 시장임
- Seminis사의 Galaxy는 저장성, 수량성이 매우 우수하면서도 시들음병 저항성을 가지고 있어 유럽에서 매우인기가 높은 품종임
- 우크라이나 남부 흑해 연안 등 습도가 상대적으로 높은 지역에서는 검은썩음병 저항성의 요구도가 높아지고 있음
  - 중만생계이고 결구 긴도가 우수하고 포장 저장성이 강하고 내재해성 및 병충해(시들음병, 뿌리혹병, 검은썩음병) 저항성 품종 육성이 필요함
- 유럽시장은 일반적으로 종자의 품질 기준이 매우 높아서 유럽시장의 진출을 위해서는 고품질이면서 고기능성인 양배추의 육종이 필요함

## 5.2 SWOT 분석 및 전략방향

### 가. SWOT 분석

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 신제품 조기도입 등 농가의 선제적 차별화에 대한 추구의 신속성</li> <li>· 노동집약적 생산 체제 및 고품질 생산기술의 적용확대</li> <li>· 산업체·연구기관 협력 네트워크</li> <li>· 종자/종묘 산업 지원을 위한 기반 기술 확보</li> <li>· 체계적인 종자산업 육성을 위한 기반 구축(Seed valley 등)</li> <li>· 수출 목표 국가와 인접</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 국내 양배추 종자산업 기반이 취약하고, 민간 종자 기업의 영세성으로 인한 한계</li> <li>· 전문인력의 지속적인 감소</li> <li>· 민간 종자회사의 투자 부족</li> <li>· 국내 종자 자급률 저조</li> <li>· 내수시장을 통한 성장동력 증대 한계</li> <li>· 신제품 개발 및 종자 수출에 대한 체계적인 지원체계 부족</li> <li>· 국제 비즈니스 판로개척을 위한 시장분석 및 전략수립 추진 역량 부족</li> </ul>
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 기후변화에 따른 글로벌 종자산업의 지각변동</li> <li>· FTA 확대에 따른 대응 체제의 도입으로 생산기반 조정과 과실 수출경쟁력 증대</li> <li>· UPOV의 전면개방으로 국내 육종 기반의 강화 및 국내 신제품 보급 확대의 가능성 증대</li> <li>· 정부의 강력한 지원 의지</li> <li>· 웰빙, 기능성에 대한 관심 증가로 건강식품에 대한 수요 증가</li> <li>· 생명공학 기술의 발전으로 미래 첨단 농업 수요 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 기후변화로 인한 기상이변과 돌발 병해충 등 재해 발생 빈도의 증가</li> <li>· UPOV 협약에 의한 각국의 품종보호 강화로 로열티 부담 증가</li> <li>· 중국, 인도 등 인구대국의 식량소비 증가와 에너지 작물 소비량의 증가</li> <li>· 다국적 종자기업의 품종 육종관련 핵심기술에 대한 특허 장벽</li> <li>· 각국의 핵심 유전자원 해외 반출 제한</li> <li>· 신흥국의 자국 종자시장 보호제도 증가</li> </ul>

## 나. 전략방향

SO(공격적 전략)	WO(만회 전략)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수출목적의 시장지향적 우수 품종 개발</li> <li>- 외국품종과 차별성을 강화하고, 품질경쟁력이 낮은 품목에 대해서는 우수 품종을 개발하여 단계적 시장점유율 확대</li> <li>- 목표지향적이고 대표브랜드화 할 수 있는 기술의 선택과 집중 전략 채택</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 경쟁력 있는 글로벌 종자업체 육성</li> <li>- 국제공동연구 또는 국제 협력을 통한 선진국의 재배 경험 및 기술 도입</li> <li>- 국제 비즈니스 판로 개척을 위한 국제협력의 전략적 추진</li> <li>- 개발도상국과의 국제 협력을 통하여 GM 재배 경험 확보</li> </ul>
ST(다각화 전략)	WT(방어적 전략)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국제협력 및 시장분석 활성화를 통한 목표시장 다양화</li> <li>- 해외시장분석을 활성화하여 목표 시장에 대한 품목별 정보 수집 후 집중적인 연구 및 검토를 거쳐 목표시장 다양화 실현</li> <li>- 우리의 강점인 IT-BT 융합을 통한 미래 첨단 농업 추진</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산학연관의 역량 결집을 통한 수출육성 지원</li> <li>- 종자산업이 수출산업으로 정착할 수 있도록 경쟁력이 있는 품목의 품종 개발/육성 및 사업화까지의 전주기적 종자산업 R&amp;BD 지원 확대</li> <li>- 개발도상국과의 협력 파트너십을 통한 WIN-WIN 전략 추진</li> </ul>

# 제3장 목표 설정 및 프로젝트 도출

## 제1절 목표 설정

### 1. 최종 목표

- GSP 양배추 연구개발사업의 최종목표는 ‘수입대체 국내용 양배추 품종개발, 중국, 동서남아, 유럽 등의 목표시장 선호형 품종 개발을 통해 2021년 양배추 수입대체 50%, 해외 수출 2,000만 달러 달성’ 으로 설정

### 2. 단계별 목표

- 목표시장용 우수품종 개발은 1단계부터 수행함
  - 기존 연구결과들을 최대한 활용하여 수행함
- 분자유종을 위한 시스템 구축은 1단계에서 기초시스템을 구축하고 2단계에서는 지원시스템을 구축하여 종자회사 직접적으로 활용할 수 있도록 함

1단계 목표	2단계 목표
- 수입대체용 및 수출용 우수품종 개발 - 분자유종 기초시스템 구축	- 수입대체용 및 수출용 우수품종 개발 - 분자유종 지원시스템 구축

### 3. 목표 설정 근거

- GSP 사전 기획 시 종묘회사 양배추 육종가 및 회사 임원들과의 회의를 통해 해외 수출액 2,000만 달러 달성에 기여하면서 국내 양배추 품종개발 기술력을 향상시킬 수 있도록 설정하였음

- 국내 양배추 품종 자급률을 높이고 수출액 증가를 위해서는 현지 소비자 기호에 적합하고 현지에서 생산 및 재배가 가능한 품종 개발이 필요함
  - 따라서 국내 및 목표시장(중국, 동서남아, 유럽 등)의 소비자가 선호하는 특징을 갖는 양배추 품종 개발을 목표로 함
  
- GSP 사전 기획 시 수입대체율을 70%로 설정하였지만 국내 양배추 재배 현지 방문(제주도, 진도, 해남 등)을 통하여 50%로 조정함
  - 국내 양배추 재배농가가 외국 품종 특히 일본 품종에 대한 충성도가 매우 높음
    - 따라서 전시포 운영 등에 의한 국내품종 우수성 홍보가 필요함
  - 수확시기별 해외품종 대응 품종육성이 필요함
    - 구의 크기, 내재해성, 내병성, 조생종, 중만생종 및 만생종(4~5월까지 수확이 가능한 품종) 육성이 필요



## 제2절 프로젝트 구성

### 1. 후보과제 도출 배경 및 과정

- 국내외 주요 시장, 기술동향과 종묘회사의 전문가 및 양배추 육종가들과의 회의를 통해 목표시장 및 후보과제를 1차적으로 선정하였고, 이후 후보과제에 대한 중복성 및 핵심성 등에 대한 검토 과정을 거쳐 최종 프로젝트 및 세부 프로젝트를 구성하였음
- 프로젝트 도출을 위해 양배추 육종가 및 해외 영업 경력자, 마커 개발 전문가, 식물 병리학자등의 자문 위원들과 5회의 회의를 개최하고 의견 수렴 과정을 거쳐 프로젝트를 도출하였음
- 세부 프로젝트 도출은 시장 분석 등을 통해 목표 시장에서 요구되어지는 형질들의 품종개발로 목표를 설정하여 이들 형질들은 양배추 육종가와 상시 협의 하에 결정하였음
- 또한 도출된 프로젝트들을 종묘회사 및 양배추 육종가들과 최종적으로 검토하여 최종 프로젝트 구성안을 확정하였음

#### □ 세부기획을 위한 주요 회의 일정

시 기	날 짜	장 소	내 용
1차	2012년 11월 27일	충남대 생명과학동 110호실	기획 보고서 작성을 위한 역할 분담, 논문 및 특허 분석, 심포지움 개최, 연구비 활용 등에 관한 토의
2차	2012년 12월 10~12일	제주도 애월읍	제주도 월동 양배추 재배지 및 종묘사 현장 방문, 월동 양배추 품종, 재배시기, 출하시기 조사, 상세기획 보고서 작성을 위한 토의
3차	2012년 12월 31일	해남군, 진도군	전라남도 양배추 시장규모, 주 재배지역 및 재배품종 조사
4차	2013년 01월 11일	충남대 생명과학동 106호	세부과제 도출을 위한 회의
5차	2013년 01월 18일	충남대 생명과학동 110호실	자체중간보고회 개최 (참여연구진의 역할 분담에 대한 결과 보고, 정밀 로드맵 작성을 위한 토의, 세부과제 RFP 도출을 위한 토의, 최적 연구진 구성을 위한 토의 및 자문위원 의견 수렴)
6차	2013년 02월 16~17일	순천 에코그라드호텔	뿌리혹병 및 시들음병의 분자마커 개발 및 이용 소개, 세부과제별 RFP 소개 및 자문위원 의견 수렴
7차	2013년 02월 27~28일	대전 호텔인터시티	양배추 분자육종 전략, 병리검정, 중국 시장 현황에 대한 발표 및 최종 RFP 확정을 위한 회의

○ 회의 및 재배지 방문 사진  
 - 1차 : 2012년 11월 27일



- 2차 : 2012년 12월 10~12일



**YR호월 포장**



**마쓰모 포장**



**하루타마 포장**



**증묘사**



**뿌리혹병**



**YR하루토 포장**



**한남농약사**



**양배추육묘장**



**애월농협유통센터**

- 3차 : 2012년 12월 31일



해남원예센터



터미널농약사(해남)



원스톱 작황



오가네 월동 전경



고군면 오상리 작목반(진도)



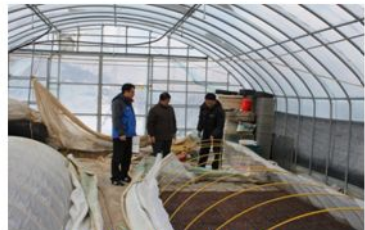
진도원예사



한들원예사(진도)

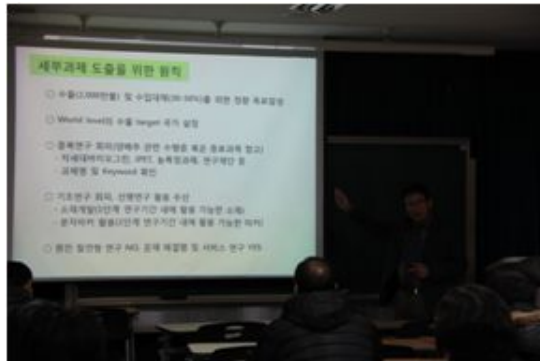


11월 파종 육묘상



12월 파종 육묘상

- 4차 : 2013년 01월 11일



- 5차 : 2013년 01월 18일



개회사 및 양배추  
상세기획 개요 발표



인도, 인도네시아,  
태국 등의 시장동향 발표



중국 시장동향 발표



유럽 및 미주의  
시장동향 발표



국내(제주도 및 내륙지역)  
시장동향 발표



자가불화합성, 웅성불임성,  
내한성, 내한발성에 관한 기술동향



내서성, 내염성, 배추좁나방에  
대한 기술동향 발표



무사마귀병, 검은썩음병,  
유전체에 관한 기술동향 발표



위황병, 무름병, 전사체에  
관한 기술동향 발표



소포자배양, 세포융합,  
유전자원에 관한 기술동향 발표



종합토의 및 폐회

- 6차 : 2013년 02월 16~17일



- 7차 : 2013년 02월 27~28일



## 2. 프로젝트 구성 및 내용

- 양배추 품목 3개의 프로젝트는 국내시장(중간지, 고랭지, 월동지) 및 해외시장(중국, 동서남아, 유럽)을 목표시장으로 설정하고, 1개의 프로젝트는 육종소재 개발로 목표시장이 선호하는 품종개발을 위한 지원을 하도록 설정하고, 1개의 프로젝트는 이관과제로 구성

### 2.1 프로젝트 구성

#### 프로젝트 1 : 국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발

배 경		<ul style="list-style-type: none"> <li>- (시장성) 국내 전체 재배 종자량은 수입종자가 90% 수준으로 수입의존도가 매우 높음</li> <li>- 중국은 양배추 재배면적은 70-100만ha 수준으로 세계 최대 규모이며 종자 시장규모는 약 252억원으로 재배면적과 종자가격이 꾸준히 상승하는 추세임</li> <li>- (기술개발 필요성) 국내 조생계 품종은 일본 품종이 점유하고 있어 조생계 품종 개발이 필요함</li> <li>- 중국시장 또한 조생계 및 뿌리혹병, 시들음병/뿌리혹병 저항성 품종을 요구하고 있음</li> <li>- 양배추의 엽색은 저온기에 밖의 잎에 자색 축적으로 상품가치를 떨어뜨림</li> <li>- 적양배추는 국내는 물론 세계로의 수출이 가능하며 조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 적양배추의 경우 훨씬 고가로 수출이 가능함</li> </ul>
주 요 목 표		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 중간지 재배 및 중국 수출용 양배추 품종개발</li> <li>- 국내외 품종 등록 39건</li> <li>- 2021년 수입대체율 21%, 종자수출액 830만불 달성</li> <li>- SCI 논문 11건 발표</li> </ul>
국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발	세부 프로젝트 1	극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 선발 엘리트 조합, 계통육성 현지 시험</li> <li>- 국내용 및 중국 수출용 극조생계(숙기 정식 후 45-50일) 원형 양배추 품종개발</li> <li>- 채종 기술 확립 및 생산성 제고</li> </ul>
	세부 프로젝트 2	조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 중국 수출용 유전자원 수집 및 특성조사(원예 및 병리특성)</li> <li>- 국내용 및 중국 수출용 조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 품종 개발</li> <li>- 중국 수출 관련 현지 인프라 구축</li> </ul>
	세부 프로젝트 3	양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자마커 개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 엽색체의 유무 계통 및 선명한 녹색과 회백색을 이용하여 RNA Seq. 수행</li> <li>- 색채관련 유전자 탐색 및 계통 DNA 염기서열 분석을 수행</li> <li>- SNP와 InDel 분자마커로 개발 및 지원</li> </ul>
	세부 프로젝트 4 (14년 이후 추진)	조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 원예적 특성, 생리적 특성, 병리적 특성 등 조사 및 선발</li> <li>- 마커 및 포장검정을 통한 내병성 재료의 선발</li> <li>- 색도계 및 성분분석을 이용한 농자색의 적양배추 육종재료 선발</li> <li>- 국내·외 연락시험 및 시범포 운영을 통한 산지 적합품종 선발</li> </ul>

프로젝트 2 : 국내 고랭지 및 동서남아 수출용 양배추 품종개발

배 경		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 인도, 동남아는 주로 일본 육종 회사 품종이 많이 재배되고 있으며 현지 직영 영업망을 구축하여 시장 지배력이 강함</li> <li>- (기술개발 필요성) 제주도 월동양배추의 일본 품종 점유율은 99% 수준으로 YR고계쓰(湖月) 30%, 마쓰모 20%, 하루타마 품종이 50% 정도 재배되고 있어 제주도에 맞는 국산종자 개발이 절실한 상황임</li> <li>- 인도는 고온다습한 환경에서 재배가 용이한 조생계 내서성 및 시들음병/뿌리혹병 저항성 품종이 요구되고 있음</li> <li>- 인도는 재래시장을 중심으로 거래되고 있어 저장성이 우수한 품종이 요구되고 있음</li> <li>- 동남아에서 재배되는 양배추는 대부분이 편원형이며 극조생계 양배추가 요구되고 있음</li> <li>- 안정성과 친환경적 요구가 높아짐에 따라, 기능성 성분이 많은 품종개발 연구가 활발히 이루어지고 있음</li> </ul>
주 요 목 표		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 고랭지 재배 및 동서남아 수출용 양배추 품종개발</li> <li>- 국내외 품종 등록 19건</li> <li>- 2021년 수입대체율 22%, 종자수출액 880만불 달성</li> <li>- SCI 논문 9건 발표</li> </ul>
국내 고랭지 및 동서남아 수출용 양배추 품종개발	세부 프로젝트 1	조생계 내서성 및 시들음병/뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집 및 특성조사</li> <li>- 계통의 분리 고정 및 선발</li> <li>- 소포자 배양 및 내병성 검정</li> <li>- 조합작성, 조합능력 검정</li> <li>- 국내 및 해외지역적응성 시험</li> <li>- 품종보호출원</li> <li>- 시장개척 및 수출</li> </ul>
	세부 프로젝트 2	극조생계 편원형 양배추 품종개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집, 평가 및 소재활용</li> <li>- 우수 계통 선발, 조합 작성, 평가 및 선발</li> <li>- 유망조합의 국내 및 해외지역적응 시험</li> <li>- 원종 증식 및 종자 생산성 시험</li> <li>- 품종등록</li> </ul>
	세부 프로젝트 3	양배추 고기능성 물질(glucosinolate 및 antioxidants) 관련 분자마커 개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- glucosinolate 및 antioxidants 분석 시스템 확립 및 분석 지원</li> <li>- 고기능성 육종소재의 분자표지 대량 개발 및 유전체 수준 finger print 개발</li> <li>- 고기능성 관련 allele 탐색</li> <li>- 고기능성 양배추 조기 선별 유전체 마커 개발</li> <li>- 고기능성 양배추 transcriptome 분석을 통한 유전자마커 선발 및 핵심 유전자 기능 연구</li> </ul>
세부 프로젝트 4 ('14년 이후 추진)	인도 수출용 고저장성 양배추 품종개발	
주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집 및 특성조사</li> <li>- 계통의 분리 고정 및 선발</li> <li>- 조합작성, 조합능력 검정</li> <li>- 인도 지역적응성 시험</li> <li>- 품종보호출원</li> <li>- 시장개척 및 수출</li> </ul>	

프로젝트 3 : 수출용 양배추 품종육성 연구(이관과제)

배 경	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 글로벌 육종회사는 막대한 R&amp;D 비용을 투자하며 육종가와 긴밀히 연계하여 분자유종지원을 함으로써 신속한 우수 품종 개발에 힘쓰고 있는 반면 아직 우리나라는 투자 규모가 작고 육종가들과 소통을 위한 지원기관이 부족한 실정임</li> <li>- 여러 작물들의 유전체 염기서열이 밝혀짐으로 인해서 수백 개의 마커 개발을 넘어 sequencing 정보와 GWAS의 통합하는 접근방법이 여러 복잡한 형질들의 마커개발에 주요 전략으로 대두되고 있음</li> </ul>	
주 요 목 표	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수출용 검은썩음병 저항성 우수 개발품종의 개발 및 수출시장 확대</li> <li>- 검은썩음병과 뿌리혹병 저항성 검정 기술 확립 및 체계화</li> <li>- 양배추 고해상도 분자유전지도 작성을 통한 분자유종기술 확립</li> <li>- 검은썩음병과 뿌리혹병 저항성 유전자 연관 마커 개발 및 신속 간이 대량 검정 기술개발을 통한 산업재산권화와 육종효율증진에 직접 활용</li> </ul>	
수출용 양배추 품종육성 연구	세부 프로젝트 1	수출용 양배추 품종육성 연구(2013. 4. 10 ~ 2014. 4 09)
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수출용 고품질 검은썩음병 저항성 품종육성</li> <li>- 세포질 응성불임성을 위한 재종 체계 확립</li> <li>- 검은썩음병, 뿌리혹병 저항성 양배추 품종 육성을 위한 기초 연구</li> <li>- 배추와 양배추의 유전체 정보 기반 양배추의 고해상도 분자유전지도 작성</li> <li>- 검은썩음병 저항성 유전자 연관 마커 개발 및 분자유종시스템 개발</li> <li>- 뿌리혹병 저항성 유전자 연관 마커 개발 및 분자유종시스템 개발</li> </ul>



프로젝트 4 : 양배추 육종기반 기술 및 소재개발

배 경		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 세포 융합 등의 기술은 배추과 작물에서 일부 시도 되고 있으나, 양배추의 경우 그 사례가 희소하여 우량 육종 소재 개발에 필수적인 융성불임성 및 다양한 병저항성 도입이 필요함</li> <li>- 배추과 작물의 소포자 배양 기술이 활용되고 있지만 양배추에서 그 효율성은 낮아 효율성을 높일 수 있는 기술 개발이 필요함</li> <li>- 국외 메이저 회사들의 elite 품종에 이용되는 원종의 확보가 필요함</li> <li>- 글로벌 기업은 자체적으로 대규모 고효율 분자유종시스템을 보유하고 있으며, 최근 양배추의 표준유전체정보가 해독되었음</li> </ul>
주 요 목 표		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 양배추 육종기반 기술 및 소재 개발</li> <li>- SCI 논문 22건 발표</li> <li>- 소재 개발/제공 서비스 실적 30건</li> <li>- 원종 탐색/제공 서비스 실적 18건</li> </ul>
양배추 육종기반 기술 및 소재개발	세부 프로젝트 1	세포융합 및 조직배양 기술을 통한 우량 육종 소재개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소포자 배양을 통한 우수 선발 자원의 조기 계통화 및 민간 보급</li> <li>- 세포융합 기술을 통한 신규 형질 도입 양배추 계통 육성 및 민간 보급</li> </ul>
	세부 프로젝트 2	자가불화합성 유전자형 PCR-CAPS법을 이용한 양배추 소재개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 시판 elite 품종 수집</li> <li>- 자가불화합성 마커를 이용하여 elite 품종들의 자가불화합성 유전자형 분석</li> <li>- PCR-CAPS법을 이용하여 수집된 elite 품종으로부터 원종 탐색</li> <li>- 탐색된 원종의 재확인 및 민간종묘회사에 제공</li> </ul>
	세부 프로젝트 3 ('14년 이후 추진)	GWAS 분석을 통한 병저항성 양배추 후대 선발법 및 소재개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 분자유전지도 구축 및 활용기반 제공</li> <li>- 융성불임 특성이 도입된 우수 양친계통을 이용한 고밀도 유전지도 기반 대규모 고효율 선발기술 개발</li> <li>- 양배추 표준유전체서열정보와 resequencing 및 GWAS 분석을 통한 우수 농업형질 관련 마커 개발</li> </ul>

프로젝트 5 : 국내 월동지 및 유럽 수출용 양배추 품종개발('14년 이후 추진)

배 경	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (시장성) 국내 전체 재배 종자량은 수입종자가 90% 수준으로 수입의존도가 매우 높으며 제주도의 경우 95% 이상임</li> <li>- 유럽의 양배추 시장 규모는 약 7천 3백만불(약 800억원)로 전체의 40% 이상을 차지하는 것으로 추정.</li> <li>- 판매 단가가 아시아 등 다른 지역에 비해 월등히 높아, 금액적인 시장규모는 가장 큼</li> <li>- (기술개발 필요성) 국내 중만생계 품종은 일본 품종이 점유하고 있어 중만생계 품종 개발이 필요함</li> <li>- 유럽시장 또한 중만생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 품종을 요구하고 있음</li> <li>- 유럽 지역은 숙기가 빠른 원형계 품종이 많이 유통되고 있으며 내열구성을 요구하고 있음</li> </ul>	
주 요 목 표	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 월동 및 유럽 수출용 양배추 품종개발</li> <li>- 국내외 품종 등록 16건</li> <li>- 2021년 수입대체율 7%, 종자수출액 300만불 달성</li> </ul>	
국내 월동지 및 유럽 수출용 양배추 품종개발	세부 프로젝트 1 ('14년 이후 추진)	중만생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 및 유럽용 기선발 조합들의 현지 적응성 시험</li> <li>- 유전자원 수집 및 특성조사</li> <li>- 계통의 분리 고정 및 조합 선발</li> <li>- 내병성 검정(시들음병, 뿌리혹병)</li> <li>- 조합작성 및 조합능력 검정</li> <li>- 해외적응성 시험 및 품종보호출원</li> <li>- 시장개척 및 수출 목표 달성</li> </ul>
	세부 프로젝트 2 ('14년 이후 추진)	원형계 내열구성 양배추 품종개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집 및 특성조사</li> <li>- 계통의 분리 고정 및 선발</li> <li>- 조합작성, 조합능력 검정</li> <li>- 국내 및 해외지역적응성 시험</li> <li>- 품종보호출원</li> <li>- 시장개척 및 수출</li> </ul>

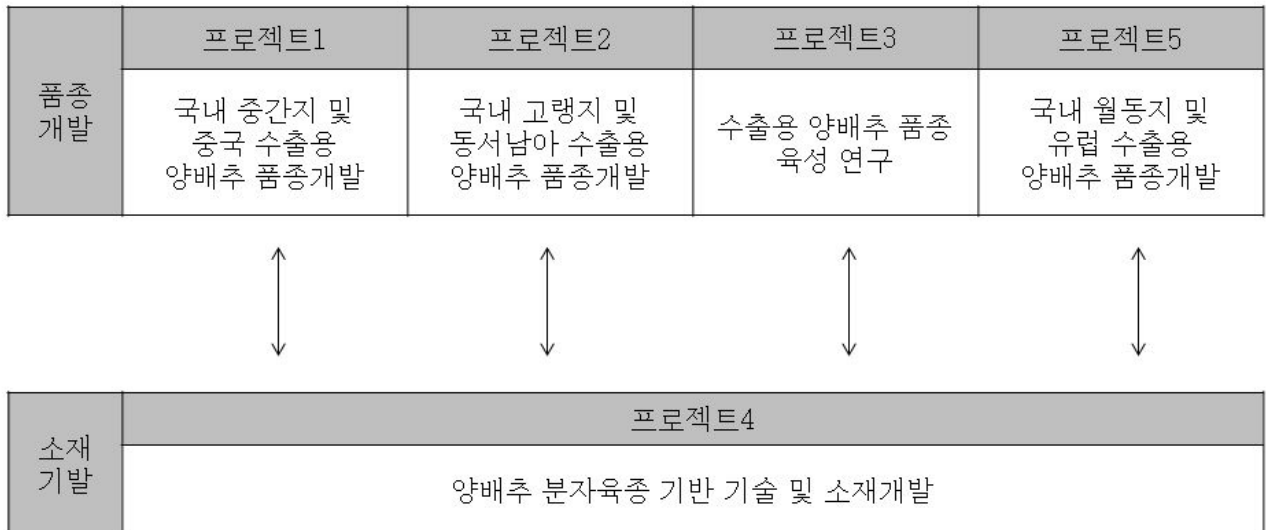
## 2.2 세부 프로젝트 후보과제

- 총 14개의 세부 프로젝트 후보과제 중 우선순위 결과에 따라 우선 추진할 9개의 세부 프로젝트를 선정
- 우선순위는 세부과제 내용의 중요성, 양배추 상세기획 목표인 2,000만불 달성, 연구내용의 구체성 등을 전문가, 자문위원, 양배추 육종가들과의 회의를 통해 결정하였음

구분	후보 과제명	비고
국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발	극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	우선추진
	조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발	우선추진
	양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자마커 개발	우선추진
	조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종개발	‘14년 이후 추진
국내 고랭지 및 동서남아 수출용 양배추 품종개발	조생계 내서성 및 시들음병/뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	우선추진
	극조생계 편원형 양배추 품종개발	우선추진
	양배추 고기능성 물질(glucosionlate 및 antioxidatns) 관련 분자마커 개발	우선추진
	인도 수출용 고저장성 양배추 품종개발	‘14년 이후 추진
수출용 양배추 품종육성 연구	수출용 양배추 품종육성 연구	이관과제
양배추 육종기반 기술 및 소재개발	세포융합 및 조직배양 기술을 통한 우량 육종 소재개발	우선추진
	자가불화합성 유전자형 PCR-CAPS법을 이용한 양배추 소재개발	우선추진
	GWAS 분석을 통한 병저항성 양배추 후대 선발법 및 소재개발	‘14년 이후 추진
국내 월동지 및 유럽 수출용 양배추 품종개발	중만생계 실들음병 및 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	‘14년 이후 추진
	원형계 내열구성 양배추 품종개발	‘14년 이후 추진

### 3. 프로젝트 간 연관관계

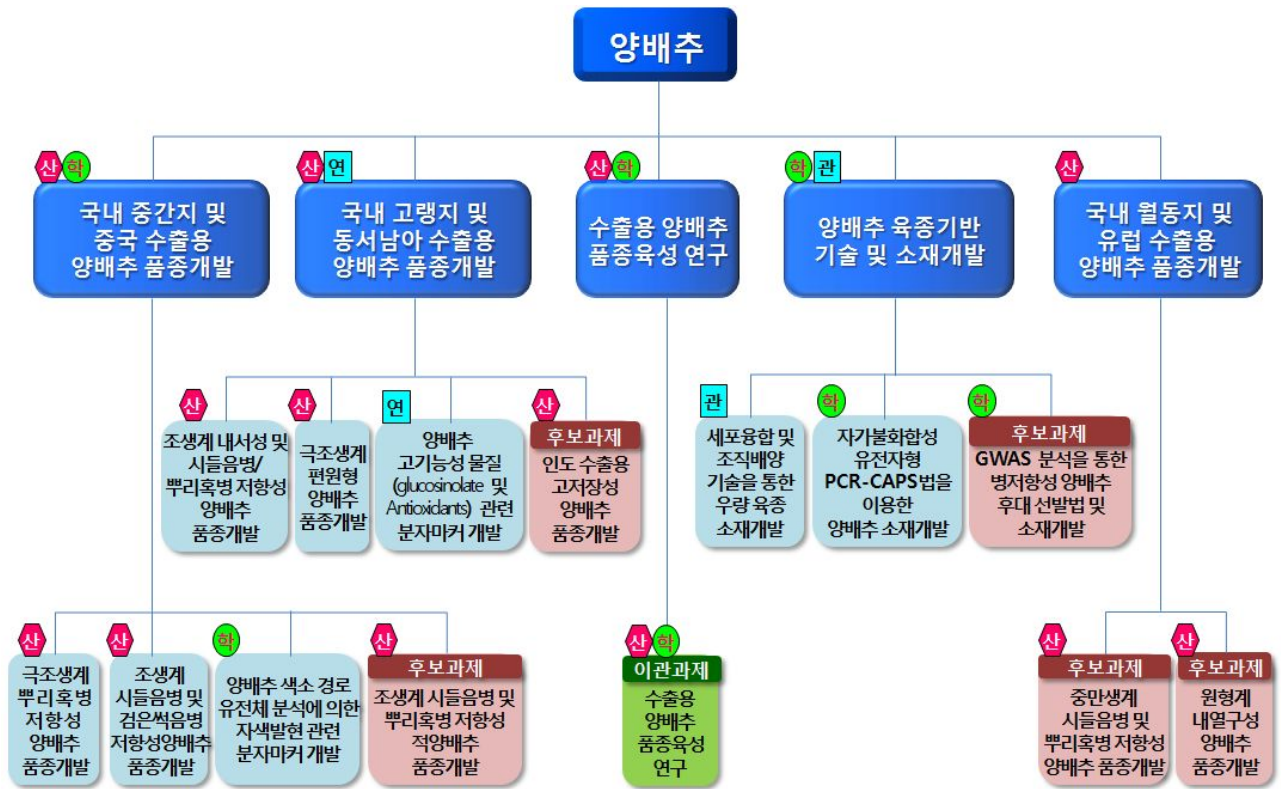
- 양배추 품목 3개의 프로젝트는 수입대체 및 수출을 위하여 목표시장에 적합한 우수 품종개발을 목적으로 하고, 1개의 프로젝트는 육종소재 개발로 우수 품종 개발을 위하여 지원하도록 하였으며, 1개의 프로젝트는 이관과제임
- 3개의 프로젝트는 목표시장을 국내, 중국, 동서남아, 유럽을 명확히 설정하여 수입대체 및 해외 수출을 목적으로 우수 신품종 개발
- 1개의 프로젝트는 육종소재 개발로서 개발된 소재는 프로젝트 간에 서로 공유함
- 개발된 마커들도 프로젝트 간에 서로 공유함



[그림 3-1] 프로젝트 간 관계도

# 제4장 품목별 프로젝트 추진체계 및 추진전략

## 1. 연구 추진체계



[그림 4-1] 연구 추진 체계

- 국내, 중국, 동서남아, 유럽을 목표시장으로 설정하여 3개의 프로젝트를 진행함
  - 극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발, 조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발, 양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자마커 개발, 조생계 시들음병 및 뿌리썩음병 적양배추 품종개발 등 4개의 세부 프로젝트를 하나의 프로젝트로 구성하여 국내 중간지 및 중국 시장을 목표로 함
  - 조생계 내서성 및 시들음병/뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발, 극조생계 편원형 양배추 품종개발, 양배추 고기능성 물질(glucosinolate 및 antioxidants) 관련 분자마커 개발, 인도 수출용 고저장성 양배추 품종개발 등 4개의 세부 프로젝트를 하나의 프로젝트로 구성하여 국내 고랭지 및 동서남아 시장을

목표로 함

- 중만생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발, 원형계 내열구성 양배추 품종개발 등 2개의 세부 프로젝트를 하나의 프로젝트로 구성하여 국내 월동지 및 유럽 시장을 목표로 함
  
- 육종소재 개발로 우수 품종 개발을 위하여 지원하도록 1개의 프로젝트를 진행함
  - 세포융합 및 조직배양 기술, 자가불화합성 유전자형 PCR-CAPS법, GWAS 분석을 통한 병저항성 양배추 후대 선발법 등 3개의 세부 프로젝트를 하나의 프로젝트로 구성하여 양배추 육종기반 기술 및 소재 개발을 목표로 함
  
- 1개의 프로젝트는 이관과제임
  
- 산·학·연(관)의 역할분담
  - (산) 육종가가 포함된 영세 종자회사 및 개인육종가: 응성불임성 및 자가불화합성을 이용한 전통육종 방법에 학연이 주축이 된 분자육종기술 지원을 받아 우수 F1 품종을 조기에 개발하여 우수 품종 종자 수출 확대
  - (학 혹은 연(관)) 대학교나 정부 출연 연구소가 국가적인 지원을 받아 육종가들을 위한 양배추의 분자육종 기술 개발, 인력양성 및 국가지원 체계 운영
  - (학 혹은 연(관))국가지원 전통/분자육종 지원센터의 역할
    - 전통/분자육종이 가능한 인력 양성
    - 양배추의 유전지도, 마커, 유전체정보 등에 대한 종합적인 연구 지원
    - 양배추 분자육종에 필요한 마커분석 지원에 대한 항시적 서비스
  - (학 혹은 연(관)) 글로벌 종자회사는 기업 내 부설로 막대한 예산의 지원이 되는 육종지원센터를 자체적으로 운영하고 있으나 우리나라의 영세 종자회사는 국가적인 지원체계를 갖추어야 함
  - (사업단) 중국, 인도, 동남아 등 수출대상국가의 재배시험 포장 및 종자판매 지원
    - 육성된 양배추의 현지 평가 지원을 통한 국제 경쟁력 강화

## 2. 연구 추진전략

- 중국, 동서남아, 유럽 등의 수출 목표지역을 출장하여 주요 양배추류의 재배 산지별 기후, 작형, 토양조건 등 재배정보 수집
- 현지 시장을 직접 방문하여 유통 중인 양배추류의 특성을 조사하고 유전자원 수집
- 유전자원은 F1 품종뿐만 아니라 재래종, 일반종 등 가능한 한 다양한 재료 수집
- 전 세계 외국 시판품종 구입, 국립원예특작과학원 및 농업유전자원센터로부터 양배추류 분양
- 기존보유중인 고정 또는 분리계통 및 북방계, 남방계 주요품종 유전자원을 수집하여 유전자원의 성능을 검정함
- 중국, 인도, 동남아, 유럽 등의 목표시장 현지에서 우량 F1조합 성능검정 및 지역적응성을 시험하고, 내재해성과 뿌리혹병, 바이러스병 저항성 등 내병성을 함께 검정함
- 수집된 유전자원은 적기에 파종하여 원예적 형질이 우수한 자원의 개체를 선발하여 모본으로 육성
- 하우스 및 노지에 파종하여 목표로 하는 형질 (저온신장성, 고기능성, 병저항성 등)을 가진 개체를 선발하여 모본으로 육성
- 육성된 모본의 계통분리 및 고정, 여교잡에 의하여 신규 CMS 계통을 유기, SI 검정 및 계통 선별을 통하여 F1조합을 작성함
- 중국, 인도, 동남아, 유럽 등의 목표시장의 재배작형과 각 지역별 맞춤형 연락 시험 및 시범포를 운영(현지 종묘회사들의 현지법인과 거래처 이용)
- 국내 조생, 중생, 만생종별 맞춤형 연락시험 및 시범포 운용(국내 전략 사업본부와 거래처 등을 이용)
- 내병성 병리 검정 체계를 확립하여, 내병성 DNA 마커를 개발하고, 세대단축이 필요한 재료는 약 배양으로 세대를 대폭 단축하여 단기간에 계통을 고정하여 품종을 육성함
- 양배추의 자가불화합성(SI) 유전자형을 검정하여 조기에 S-genotype을 결정하고 육종 프로그램에 적용함
- 자가불화합성 유전자형을 검정하는 마커를 이용하여 전 세계적으로 리더 품종의 원종을 선별하여 민간회사에 제공하여 육종에 이용하도록 함
- 계통간 우수조합을 선발하여 목표시장 현지 지역에서 실증검증을 실시한 후 육

성 가능한 품종을 선발하여 품종보호 출원을 수행

- 마커개발을 위한 분리집단 양성은 국내 민간종묘회사와 협력하여 세대를 진전함
- 분리집단 개발은 마커 개발용 뿐 만 아니라 여교잡을 통한 다양한 고정계통 개발이 동시에 가능 하도록 계획함
- 내병성 및 내재해성 관련 유전자를 NCBI에서 탐색하고, NGS(next generation sequencing) 기술을 활용한 resequencing 등을 통해 새로운 SNP들을 대량 발굴하여 유전자지도 작성에 활용함
- 유전자원의 유용형질(내병성, 내재해성, 고기능성 등)은 포장시험과 오믹스 기법을 이용한 탐색을 통합하여 시행하며, 각 형질별 조기탐색기술을 개발하여 우수종자개발을 지원함
- 우수형질을 가진 수집품종이나 야생종은 약배양을 통해 빠른 기간에 고정하여 활용하며, 변이를 확대시키며, 형질의 유전분석을 체계화 함
- 대량 샘플검정이 가능한 high-throughput SNP마커로 전환하고 LC480 시스템을 이용하여 양배추류 육종을 위한 민간종묘회사의 MAS를 지원함
- 소재 수집 및 시장 탐색, 분석 시점에서 상업품종 최종 선발까지 해외 현지 재배지 시험과 주요 거래처와의 정보교류 상시화하며 모든 계통 및 조합 성능검정은 현지 환경과 가장 유사한 조건하에서 실시



### 3. 성과지표 설정 방안

#### 3.1 최종 성과지표

□ ‘국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발’ 프로젝트는 2021년까지 우수 품종을 개발하여 상세기획 목표인 수입대체율 50%, 수출액 2,000만불 중 830만불, 수입대체율 21%를 담당하여 달성하는 것이 목표임

성과지표	목표('21)
국내 품종 보호 출원	9건
국외 품종 보호 출원	20건
국내 품종 보호 등록	12건
국외 품종 보호 등록(품종신고)	27건
종자수출액	GSP 종료 후 830만불/년
수입대체 효과(현재 20억원 대비)	21%
국내 SCI 논문	4건
국외 SCI 논문	7건
국내 학술 발표	9건
국외 학술 발표	8건
국내 특허 출원	3건
국내 특허 등록	3건
국내 매출액	4.2억원
국외 매출액(1\$=1,100)	91.3억원
기술이전	2건
인력양성	6명
D/B구축	2건
분자마커	10건
마커서비스 실적	85건
유전자(유전체) 등록/기탁	3건
EST/RNA Seq.	3건

□ ‘국내 고랭지 및 동서남아 수출용 양배추 품종개발’ 프로젝트는 2021년까지 우수 품종을 개발하여 상세기획 목표인 수입대체율 50%, 수출액 2,000만불 중 880만불, 수입대체율 22%를 담당하여 달성하는 것이 목표임

성과지표	목표('21)
국내 품종 보호 출원	23건
국내 품종 보호 등록	19건
종자수출액	GSP 종료 후 880만불/년
수입대체 효과(현재 20억원 대비)	22%
국외 SCI 논문	9건
국내 학술 발표	16건
국외 학술 발표	6건
국내 특허 출원	6건
국내 매출액	4.4억원
국외 매출액(1\$=1,100)	96.8억원
인력양성	2명
분자마커	3,150건
마커서비스 실적	1,170건
유전자(유전체) 등록/기탁	13건
EST/RNA Seq.	8건
유전자 Chip	1건

□ ‘양배추 육종기반 기술 및 소재개발’ 프로젝트는 2021년까지 우수 품종을 개발하여 상세기획 목표인 수입대체율 50%, 수출액 2,000만불을 위하여 육종기반 기술 및 소재 개발로 국내외 SCI 논문 22건, 소재 개발/제공 서비스를 30건, 원종 탐색/제공 서비스를 18건을 담당하여 달성하는 것이 목표임

성과지표	목표('21)
국내 SCI 논문	4건
국내 등재학술지 논문	5건
국외 SCI 논문	18건
국내 학술 발표	15건
국외 학술 발표	6건
국내 특허 출원	13건
국내 특허 등록	10건
국제 특허 출원	1건
국제 특허 등록	1건
인력양성	21명
기반구축 실적	4건
D/B구축	4건
분자마커	10건
소재 개발/제공 서비스 실적	30건
원종 탐색/제공 서비스 실적	18건
식물자원 등록/기탁	45건

□ ‘국내 월동지 유럽 수출용 양배추 품종개발’ 프로젝트는 2021년까지 우수 품종을 개발하여 상세기획 목표인 수입대체율 50%, 수출액 2,000만불 중 300만불, 수입대체율 7%를 담당하여 달성하는 것이 목표임

성과지표	목표('21)
국내 품종 보호 출원	8건
국외 품종 보호 출원	8건
국내 품종 보호 등록	8건
국외 품종 보호 등록(품종신고)	8건
종자수출액	GSP 종료 후 300만불/년
수입대체 효과	7%
국내 매출액	1.4억원
국외 매출액(1\$=1,100)	33억원

### 3.2 단계별 성과지표

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항		
공 통 지 표	품종출원	국내	15	25	40		
		국외	11	17	28		
	품종등록	국내	13	26	39		
		국 외	품종신고	14	21	35	
			품종판매	-	-	-	
	종자수출액(만불)		680	2,010		GSP 양배추 2021년 수출액 최종 목표액은 2,000만불임	
	수입대체 효과(% (현재 20억원 대비)		20	50		GSP 양배추 2021년 수입대체 율 50%임	
	국내논문	SCI	4	4	8	IF 1.0 이상	
		등재학술지	3	2	5		
	국외논문	SCI	14	20	34	IF 1.0 이상	
		비SCI	-	-	-		
	학술발표	국내	16	24	40		
		국외	9	11	20		
	국내특허	출원	9	13	22		
		등록	4	9	13		
	국제특허	출원	-	1	1		
		등록	-	1	1	미국, 일본, 중국, 유럽	
	매출액(억) 1\$=1,100	국내	4	10			
		국외	74.8	221.1			
	기술이전(건수)		-	2	2	3억원 이상	
특 성 지 표	인력양성		14	15	29		
	기반구축 실적		2	2	4		
	D/B 구축		3	3	6		
	분자마커		3,109	61	3,170		
	서비스 실적	소재개발/제공	10	20	30		
		원종탐색/제공	8	10	18		
		마커서비스	205	1,050	1,255		
	등록/ 기탁	식물자원	20	25	45		
		유전자(유전체)	4	12	16		
		EST/RNA Sep.	5	6	11		
유전자 Chip		-	1	1			

### 3.3 연차별 성과관리 계획(안) 및 지표

예상성과항목		1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	6년차	7년차	8년차	9년차	합계		
공 통 지 표	품종 출원	국내	3	3	4	5	4	5	5	5	6	40	
		국외	2	2	3	4	2	2	3	5	5	28	
	품종 등록	국내	1	3	4	5	4	4	5	6	7	39	
		국 외	품종신고	2	3	4	5	3	3	4	6	5	35
			품종판매	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	종자수출액(만불)		310	430	545	680	840	1,210	1,470	1,690	2,010		
	수입대체 효과(%)( 현재 20억원 대비)		12	14	16	20	27	33	38	45	50		
	국내 논문	SCI	-	2	1	1	-	2	-	2	-	8	
		등재학술지		-	1	2	2	-	-	-	-	5	
	국외 논문	SCI	2	3	4	5	2	4	5	4	5	34	
		비SCI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	학술 발표	국내	4	5	4	3	5	6	4	6	3	40	
		국외	-	2	3	4	1	2	4	2	2	20	
	국내 특허	출원	-	2	4	3	2	2	4	3	2	22	
		등록	-	-	1	3	2	-	1	3	3	13	
	국제 특허	출원	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	
등록		-	-	-	-	-	-	-	1	-	1		
매출액(억 1\$=1,100)	국내	2.4	2.8	3.2	4	5.4	6.6	7.6	9	10			
	국외	34.1	47.3	59.95	74.8	92.4	133.1	161.7	185.9	221.1			
기술이전(건수)		-	-	-	-	-	-	-	-	2	2		
특 성 지 표	인력양성		1	3	5	5	2	3	3	4	3	29	
	기반구축 실적		-	-	1	1	-	-	1	1	-	4	
	D/B 구축		1	1	-	1	-	1	1	-	1	6	
	분자마커		102	1,002	1,002	1,003	12	12	12	12	13	3,170	
	서비스 실적	소재개발/제공	-	2	4	4	3	4	4	4	5	30	
		원종탐색/제공	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	
		마커서비스	25	60	60	60	210	210	210	210	210	1,255	
	등록/ 기탁	식물자원	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45	
		유전자(유전체)	-	1	2	1	3	2	3	2	2	16	
EST/RNA Sep.		-	2	1	2	1	1	2	1	1	11		
유전자 Chip		-	-	-	-	-	-	-	1	-	1		

#### 4. 연구개발 소요예산

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	정부(억원)	1.80	2.89	2.72	2.79	2.71	2.48	2.98	2.98	2.98	24.33
	민간(억원)	0.53	1.27	1.2	1.2	1.17	1.13	1.27	1.27	1.27	10.31
	합계	2.33	4.16	3.92	3.99	3.88	3.61	4.25	4.25	4.25	34.64
조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발	정부(억원)	1.15	2.01	1.91	1.98	1.90	1.84	2.08	2.08	2.08	17.03
	민간(억원)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4.5
	합계	1.65	2.51	2.41	2.48	2.4	2.34	2.58	2.58	2.58	21.53
양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자마커 개발	정부(억원)	0.85	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.64
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0.85	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.64
조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종개발	정부(억원)	0	2.74	2.63	2.70	2.62	2.39	2.80	2.80	2.80	21.48
	민간(억원)	0	1.27	1.2	1.2	1.17	1.13	1.27	1.27	1.27	9.78
	합계	0	4.01	3.83	3.9	3.79	3.52	4.07	4.07	4.07	31.26
조생계 내서성 및 시들음병/뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	정부(억원)	2.11	3.40	3.11	3.40	3.26	3.16	3.39	3.39	3.39	28.61
	민간(억원)	0.44	1.07	1.01	0.98	0.93	1	1.03	1.03	1.03	8.52
	합계	2.55	4.47	4.12	4.38	4.19	4.16	4.42	4.42	4.42	37.13
극조생계 편원형 양배추 품종개발	정부(억원)	1.15	1.92	1.91	1.98	1.90	1.84	2.08	2.08	2.08	16.94
	민간(억원)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	2.7
	합계	1.45	2.22	2.21	2.28	2.2	2.14	2.38	2.38	2.38	19.64
양배추 고기능성 물질(glucosinolate 및 antioxidants) 관련 분자마커 개발	정부(억원)	0.85	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.64
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0.85	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.64
인도 수출용 고저장성 양배추 품종개발	정부(억원)	0	3.20	3.00	3.14	3.07	2.85	3.25	3.25	3.25	25.01
	민간(억원)	0	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	5.5
	합계	0	3.7	3.5	3.84	3.77	3.55	4.05	4.05	4.05	30.51
수출용 양배추 품종육성 연구	정부(억원)	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5
세포융합 및 조직배양 기술을 통한 우량 육종 소재개발	정부(억원)	0.85	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.64
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0.85	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.64
자가불화합성 유전자형 PCR-CAPS법을 이용한 양배추 소재개발	정부(억원)	1.0	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.79
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	1.0	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.79
GWAS 분석을 통한 병저항성 양배추 후대 선발법 및 소재개발	정부(억원)	0	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	12.79
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	12.79
중만생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	정부(억원)	0	2.38	2.27	2.25	2.26	2.48	2.44	2.44	2.44	18.96
	민간(억원)	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4
	합계	0	2.88	2.77	2.75	2.76	2.98	2.94	2.94	2.94	22.96
원형계 내열구성 양배추 품종개발	정부(억원)	0	1.74	2.27	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.52
	민간(억원)	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4
	합계	0	2.24	2.77	2.03	2.03	2.06	2.13	2.13	2.13	17.52
총합	정부(억원)	12.26	28.98	27.52	27.42	26.9	26.4	28.8	28.8	28.8	235.88
	민간(억원)	1.77	5.91	5.71	5.88	5.77	5.76	6.17	6.17	6.17	49.31
	합계	14.03	34.89	33.23	33.3	32.67	32.16	34.97	34.97	34.97	285.19

## 5. 품목 총괄로드맵

단계별 목표	1단계				2단계					최종목표	
	수입대체용 및 목표시장 맞춤형 품종 개발 분자유종 기초 시스템 구축				수입대체용 및 목표시장 맞춤형 품종 개발 분자유종 지원시스템 구축						
중점연구영역	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표	
국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발	극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	유전자원 수집 및 특성조사									-수출액 700만불 달성
		뿌리썩음병 마커 개발, 계통별 맞춤형 세포융합 기술 개발									-중국 수출용 양배추 20품종 개발
		조직배양-DH라인 육성, 계통 육성, 조합작성, 연락시험, 생산성 검정									-국내 수입대체 양배추 9품종 개발
		마커 및 세포융합 육성									
		국내 및 중국 현지 적응성 시험									
	국내 수입대체용 및 중국 수출용 품종 개발										
	조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발	조생계 양배추 조합작성 및 품종개발									-수출액 130만불 달성
		시들음병 및 검은썩음병 저항성 유전자원 선발									
		조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 계통 육성 및 품종 개발									-10품종 개발
		국내 및 중국 현지 적응성 시험									
	중국 종자 시판상 정보 확보 및 인프라 구축										
	양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자마커 개발	기존 유전정보 이용 마커 개발									-SCI논문 11편
		RNA Seq와 그 정보를 이용한 마커 개발									-기술이전 2건
		엽 색체 분석용 F2 집단 양성과 마커 검정									
		엽 색체관련 마커이용한 분석서비스 제공									
엽 색체와 저온관련 메카니즘 규명과 지적재산권 확보											
유전체 정보의 D/B 구축											
국내 고랭지 및 동서남아 수출용 양배추 품종개발	조생계 내서성 및 시들음병/뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	국내외 양배추 유전자원 수집, 특성평가 및 선발									-수입대체액 34만불 달성
		내재해성, 내병성 유전집단 선발 육성									
		소포자 배양, CMS모본 육성									
		국내 및 인도 현지 적응성 검정									
		국내 수입대체용 및 인도 수출용 품종 개발									-수출액 800만불 달성
		종자생산 관리체계 구축									
	극조생계 편원형 양배추 품종개발	국내외 양배추 유전자원 수집, 특성평가 및 선발									-수출액 80만불 달성
		내재해성, 내병성 유전집단 선발 육성									
		국내 및 인도, 동남아 현지 적응성 시험									
		국내 수입대체용 및 인도, 동남아 수출용 품종 개발									-수입대체액 10만불 달성
		현지홍보 및 대량생산 기술 개발									
		네트워크 구축, 현지홍보 및 대량생산 기술 개발									-13품종 개발
양배추 고기능성 물질(glucosinolate 및 antioxidants) 관련 분자 마커 개발	유전자원의 탐색을 통한 우수 형질 (고기능성)보유 자원 선발 및 확보									-SCI 9편 발표	
	고기능성 관련 기작 및 유전체 마커 개발을 위한 대사체 유전체적 분석 및 품종 육성 tool 개발									-마커 서비스	
	우수형질 (고기능성) 관련 진단 마커 개발										
	고기능성 품종 육성을 위한 첨단 기반 구축 및 육종 지원체계를 통한 활용										



수출용 양배추 품종육성 연구	수출용 양배추 품종육성 연구	이관과제								2014년 과제 종료 -BR, CR 품종개발	
양배추 육종기반 기술 및 소재개발	세포융합 및 조직배양 기술을 통한 우량 육종 소재개발	양배추 및 도입예정 유용형질 보유 배추과 작물 유전자원 수집 및 특성검정									-양배추 신품종 육성용 우량 소재 조기 개발 및 민간 분양  -소재개발 21건
		세포질 분류시스템 개발									
		세포자 배양 효율 증진 조건 확립									
		원형질체 배양 및 식물체 재생체계 확립									
		무 신규 웅성불임 식물체 라인 확보									
		환경저항성 양배추 자원 유래 세포자 배양체 획득									
		신규 웅성불임 자원 산업재산권 확보									
		환경저항성 양배추 D.H 계통 검정									
	다양한 환경내성 및 병해 저항성 양배추 계통 지속 개발										
	자기불화합성 유전자형 PCR-CAPS법을 이용한 양배추 소재개발	국내외 유전자원 수집 및 해외 시판 elite 품종 수집									-원종 탐색 및 제공 18건  -SCI 논문 5편
국외 elite 품종으로부터 원종 탐색											
탐색된 원종간 교배를 통한 원종 확인 분석											
원종의 민간회사 제공											
GWAS 분석을 통한 병저항성 양배추 후대 선발법 및 소재개발	SSR 기반 유전지도 활용 분자유종									-소재개발 9건  -SCI 논문 10편	
	양배추 표준유전체와 NGS 기반 대규모 SNP 개발 및 활용										
	MAB 기반 구축 및 지원										
	GWAS분석을 통한 양배추 농업형질 연관 마커 대량 발굴										
	형질연관 마커 실용화 기술개발										
유전체정보 기반 육종기술 적용 및 실용적 지원											
국내 월동지 및 유럽 수출용 양배추 품종개발	중만생계 시들음병 및 뿌리혹병 양배추 품종개발	유전자원 수집 및 특성조사									-수출액 300만불 달성  -수입대체 7% 이상 달성  -16 품종 개발
		중만생계 및 병 저항성 유전집단 선발 육성									
		국내 및 유럽 현지 적응시험									
		수입대체용 및 유럽 수출용 품종 개발									
현지 홍보 및 대량 생산 기술 개발											

## 6. 성과 확산 방안

- 국내의 산·학·연(관) 협력연구 네트워크 구성으로 경쟁력 강화
  - 목표시장의 재배현장 문제점을 공동연구의 네트워크로 피드백 시스템 구축
  - 개별적 연구개발의 비효율성을 타파하고 과학적 이론과 원리를 철저히 분석하여 현장에서 적용될 수 있는 실용화 및 사업화 구현
  
- 국제 공동연구를 통하여 유전자원 확보체계 확립 및 분자유종에 필요한 선진기술 도입
  - 국제 공동연구를 추진하여 유전자원 수집이 원활 하도록 함
  - 분자유종 시스템 구축에 필요한 다양한 마커 등의 정보를 국제 공동연구를 추진하여 공유함
  
- 품종육성 연구에 의하여 육성된 신품종은 국립종자원에 품종보호 출원·등록 후 그 권리를 보장받은 후 상용화

## 7. 사업화 및 수출 확대전략

- 산업화 역량을 강화하기 위해서 민간주도의 종자 개발 및 보급체제를 구축할 수 있도록 지원
  - 연구기관 또는 대학이 보유하고 있는 우수 기술 및 인프라가 해외 시장 진출이 가능한 민간 기업으로 기술이전이 될 수 있도록 지원
  - 대학 또는 출연(연)이 기술개발을 추진하는 경우라고 하더라도 창업 계획이 있는 경우, 지원을 통하여 육성
  - 본 사업에서 개발되는 종자, 종자생산 기술 등 성과에 대해서 해당 프로젝트에 참여한 기업이 기술실시에 대한 우선권을 가지도록 하며, 분자마커, 육종 기술 등 기초연구 성과는 타 종자개발에 연계 지원할 수 있도록 함
  - 기초연구성과는 우수종자를 지속적으로 개발하는데 활용이 가능한 성과로 타 종자개발에 활용을 통한 지속적인 수익창출용 종자개발이 가능하도록 함

- 개발 종자의 수출 기반을 강화하기 위해서 해외 시장 동향조사, 국제협력, 해외 인허가 대응 방안 등에 대한 지원을 강화
  - 해외 목표시장 동향 및 수요 조사, 수출 마케팅 활로를 위한 전략 기획 등을 지원하며 해외적응성 연구 등 수출 개척 연구를 지원
  - 수출을 위한 인허가 및 품종 등록 등 법·제도적 측면에서 수출대상국의 수출입 규제 관련 분석 및 교역 가이드라인 제시
  - 해외 박람회, 품평회 등 개최하여 국제적 홍보를 지원, 상대국 국가기관, 공기업, 또는 적절한 기업과의 국제협력을 추진할 수 있도록 정부 간 협력채널을 적극 활용, 전문기업에 의한 해외시장조사 및 개척을 위한 컨설팅 서비스를 제공 받을 수 있도록 시스템을 정비 등을 통하여 종자 개발 후 현지 비즈니스 파트너의 발굴을 지원하고, 국제협력 등을 적극 지원
  
- 민간 종자회사에서 보유한 시장 자료와 육종 재료를 토대로 현지 요구 특성에 맞는 계통 육성을 진행하고, 대학과 국가 연구소에서 보유한 기술을 지원함으로써 효율적인 양배추 수출용 품종 전략을 수립하고 수행 함
  
- 대학 연구소 및 국가 연구소는 양배추의 육종 계통 선발에 필요한 분자마커 기술, 여교배 세대 단축 기술, 반수체 배양 기술을 민간 종자회사에 지원 및 보급
  
- 각 종묘회사의 인프라 및 네트워크의 최대한 활용 및 원예종자사업단에서 수행 예정인 시범포(중간지, 고랭지, 월동지)의 적극 활용
  
- 민간 종자회사는 과제 수행으로 육성한 우수 조합에 대해 수출 대상 국가 현지에서 재배시험을 수행하여 현지 요구 특성에 맞는 품종 개발
  
- 연구기관 또는 대학이 보유하고 있는 우수 기술 및 인프라가 해외 시장 진출이 가능한 민간 기업으로 기술이전이 될 수 있도록 지원

□ 국내 민간 종묘 회사의 양배추 현지시험, 시장개척 및 마케팅 현황

기업	구분	현황
A사	현지시험	- 인도: Asiaseed India, Sungro, Phauja, Namdhari의 현지시험포 및 전시포 운영 - 중국: Jewelry seed, Honor seed의 현지시험포 및 전시포 운영 - 기타: 호주, 미국, 영국 등은 현지 협력회사를 통해 현지시험포 및 전시포 운영
	시장개척	시장개척은 자사의 해외영업팀을 이용하여 해외전시회 및 박람회의 지속적인 참여를 통해 해외 시장을 개척 - 해외영업 1팀(중국) - 해외영업 2팀(인도, 네팔, 방글라데시, 유럽) - 해외영업 3팀(아프리카, 중동, 동서남아) - 해외영업 4팀(북미, 남미, 오세아니아, 일본)
	마케팅	해외 바이어에게 시교종자의 시험성적과 샘플을 제공하여 수요를 창출
B사	현지시험	중국(각 주요 성별, 홍콩, 대만 포함), 인도(방갈로, 델리, 푸네), 러시아 외 유럽 각국, 남아공 외 아프리카, 터키 외 중양아시아, 미국 등 남미, 파키스탄 등 서남아, 인도네시아 등 동남아
	시장개척	각 대륙별로 주요 채소 재배국가와 거래
	마케팅	각 거래 국가별로 독점거래처와 벌크거래처 등 1-2개의 거래 선을 확보하고 있으며 가급적 벌크보다는 우리 품종으로 시판하는 브랜드 거래가 대부분임. 현재 중국, 인도, 미주, 인도네시아에 연구소와 영업망을 구축하고 있음
C사	현지시험	중국, 인도, 파키스탄, 방글라데시, 동남아 및 유럽에 신품종 및 선발조합들에 대해 현지 회사들을 통하여 현지 시험을 수행하고 있음
	시장개척	PSA 혹은 ISF meeting 등을 통하여 현지 회사들을 적극 개발하고 있음
	마케팅	현재 현지 회사들을 통해 판매시 Brand 판매를 적극 늘리고 있음
D사	현지시험	국립종자원 해외 전시포 사업을 통한 품종특성 파악 및 현지 적응성 시험(2010년 중국 베이징, 인도 푸네 2011년 인도 하이데라바드) 국가별 거래처를 통한 현지 시험진행(중국-광둥성 광주, 절강성 항주, 운남성 곤명 외) 현지 시험 포장 마련(준비중) - 2012년 동남아 1개 시험소(미얀마) - 2013년 중국내 3개 시험소(호북성 우한, 광둥성 광주, 산둥성 수광) - 2013년 인도 내 2개 시험소(방갈로)
	시장개척	- 지역현지 유통단계 간소화 (지역별 대리점 직접 거래) - 최종 소비자와 밀착된 거래 관계 형성 - 현지 법인 설립: 인도(독립법인), 중국(합작 법인)설립 추진
	마케팅	- 벌크 위주의 판매에서 자사 포장 제품 판매 유도 확대 - 브랜드 이미지 제고 및 로열티 강화 - 자체 전시포 활동 강화, 평가회 홍보활동 직접 참여 (현지 유통 채널 연계) - 현지 거래처 판촉활동 진행 주도적인 참여
E사	현지시험	현지 바이어의 시험포장에서 실시
	시장개척	현지 바이어의 포장에서 Field day open으로 대 농가홍보 및 재배권장
	마케팅	현지 바이어들의 연계 조직에 의한 판매조직 결성
F사	현지시험	국내 : 제주도, 해남에서 현지 재배시험 중 해외 : 중국, 인도의 거래처에서 주도하여 현지 시험 중
	시장개척	해외 : 국가별 딜러제로 독점을 주어 개척 중
	마케팅	준비 중

# 제5장 프로젝트별 세부기획

## 제1절 국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발

### 1. 연구개발 목표

- 현재 약 90%를 점유하고 있는 수입 양배추 품종을 ‘국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발’ 프로젝트 수행을 통하여 국내 육성 품종으로 상세기획 목표 50% 중 본 프로젝트에서 21% 이상 대체하여 내수 안정화를 도모하고 한국 품종의 대중국 수출을 300만불 규모에서 830만불 이상으로 확대하고자 함
- 최근 중국 내 한국품종의 보급률은 약 15%를 점유하며 300만불 정도에 해당하지만 향후 830만불 이상으로 확대
  - 중국의 양배추 종자시장은 고급화되어 가고 있으며 value chain이 상향되고 있으므로 중국의 각 지역에 특화하여 경쟁력이 우수한 품종을 개발하여 수출 확대
- 목표 설정 근거
  - 한국의 육성 기술이 내병성, MS 품종, 앞선 분자육종 기술 등 기반 기술 우수
  - 종묘회사 일부는 중국에 이미 1994년 현지 법인 설립으로 영업, 마케팅, 생산, 연구인력, 육성 필드 등 인프라 구축이 완료됨
  - 중국의 양배추 시장은 수입종과 Local 품종 합계 2,000억원 상당의 시장으로 고가의 수입종으로 시장 전환 시 시장 가치는 훨씬 성장할 가능성이 높음
  - 한국에서 중국으로 2012년 300만불 정도 수출을 하고 있어 품질적으로 현지에서 인정받고 있음
  - 지리적, 기후적으로 중국과 인접 국가로서 중국 시장 밀착형 품종 육성이 용이하고 최고의 육성 기술과 유전자원을 확보함
  - Made in Korea 품종은 중국내에서도 농가와 거래처 우수성을 인정함

□ 프로젝트 도출배경

- 중간지 지역(제주도와 전남, 강원도 지역 외)은 국내 양배추 재배면적의 40%를 차지하고 있으며 뿌리혹병 저항성(CR)과 더불어 검은썩음병 저항성(BR) 품종이 요구됨
- 중국은 전 세계 양배추 종자 규모 대비 50% 시장이며, 이 중 극조생 및 조생이 65% 시장을 점유하고 있음
- 외국 수입 고품질 양배추에 대한 농가 인식이 전환되어 구매력이 증가됨(한국산 수입 증가 추세)
- 엽색이 선명한 녹색의 양배추를 선호하기 때문에 엽색 구별이 가능한 분자마커가 필요함

## 2. 연구개발 필요성

- 현재 국내 양배추 종자시장(20억 규모)의 약 90%가 일본 종자회사의 품종이므로 이런 구조가 지속될 경우 가격경쟁력을 확보하지 못하여 일본 종자회사에 의해 가격이 지배될 우려가 있으므로 국내 시장에서 요구되어지고 있는 우수 품종 개발 및 국내 개발 품종의 보급률을 확대하여야 함
- 국내 중간지 지역의 양배추 재배면적은 국내 양배추 재배면적의 40%에 해당함. 중간지 지역의 양배추 재배 품종 중 80% 이상이 일본 품종을 재배하고 있어 일본 품종에 대한 선호도가 높음. 최근에는 양배추 재배지에서 뿌리혹병과 더불어 검은썩음병이 문제가 되고 있어 이에 대응한 뿌리혹병 저항성(CR) 및 검은썩음병 저항성(BR) 품종의 육성이 요구됨
- 중국 양배추 종자 시장은 전 세계적으로도 규모가 매우 크며 확대 가능성이 무한한 시장임
  - 중국 양배추 시장은 전 세계 양배추 재배 면적 대비 50%(70-100만ha) 수준, 종자량 대비 50%(150-200ton) 수준으로 규모면에서 가장 큰 주요 시장임
    - 중국 품종의 경우 품질적 결함으로 농가 및 바이어들의 해외 수입종에 대한 선호도가 높음
    - 중국의 주요 양배추 수입 국가는 일본과 네덜란드 회사가 주를 이루고 있

- 으며 특히 전통적으로 재배해 오는 노지 봄과 가을 시장뿐만 아니라 월동, 고랭지 적합 품종, 내병성과 재배 안정성을 갖춘 품종들로 시장의 진입·확장하고 있음
- 향후 가공용 양배추 시장이 매우 큰 유럽 및 미주 국가의 가공용 양배추의 재배 및 가공기지로의 성장 가능성이 매우 높음
  - 중국의 F1 품종은 재배안정성 면에서 부족한 점이 많아 가격적 메리트 외에는 인정을 못 받고 있음
  - 중국 내 품종 구성은 대부분 저가의 Local F1품종이 90%이상 점유하고, 고가(중국 Local 품종 대비 10배 수준)의 해외 수입품종의 비율은 10%미만임
  - 중국 재배지 환경변화에 따른 병 발병이 창궐하여 내병성 품종의 요구도 증가

### 3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

- 본 과제는 3개의 우선추진 세부 프로젝트와 1개의 후보과제로 구성되어 있으며, 목표시장 선호형 양배추 품종개발에 목적이 있음
- 국내 중간지 재배 및 중국 양배추 시장에서 요구되어지는 극조생계와 조생계의 뿌리혹병 저항성(CR), 시들음병/검은썩음병 저항성(YBR) 양배추 품종 개발 등으로 목표형질이 명확하게 설정되어 있어 기존 연구과제들과 차별성을 가짐
- 중국 북부지역은 저온에 의해 양배추의 엽색이 자색을 띄어 상품성이 떨어지므로 자색발현 관련 마커 개발이 필요하며 지금까지 색소관련 마커개발과제는 수행되지 않았음

## 4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

### 4.1 추진체계

	주요 수행 내용	수행주체
국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집 및 특성조사</li> <li>- 계통 육성 및 조합작성</li> <li>- 국내 중간지 재배 및 중국용 극조생계 뿌리혹병 저항성 품종개발</li> <li>- 국내 중간지 재배 및 중국용 조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 품종개발</li> <li>- 현지 연락 시험 및 조합선발</li> <li>- 생산성 검정 및 품종화</li> <li>- 현지 종자 시장 현황 수집 및 분석</li> <li>- 중국 종자 시판상 정보 확보 및 인프라 구축</li> <li>- 색소 경로 유전체 분석</li> <li>- 엽 색 관련 마커 개발</li> </ul>	산, 학

### 4.2 추진전략

- 목표시장에서 요구되어지는 극조생계 뿌리혹병 저항성, 조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성을 지니는 모본을 선발하여 각종 육종기술을 사용하여 시장 맞춤형 특성을 가진 양배추 품종을 개발함
- 양배추 국내 및 중국 현지 적응성 시험을 통해 개발된 신품종을 검증하고 실용화함
  - 국내 및 중국 수출에 적합하도록 새로 개발된 품종을 국내 및 중국 목표시장의 대상지역에서 지역별로 현지 실증 시험을 실시함
- 산, 학이 공조하는 효율적인 육종체계 구축, 우수 품종 개발 및 보급 확대
  - 양배추 육성가의 육성을 효율적으로 지원하기 위한 기반 연구 및 분자유종 지원시스템을 학에서 지원



- 옹성불임시스템을 이용한 우수한 F1 품종을 육성하여 대외 경쟁력 확보
- 분자육종시스템을 구축하여 우수한 품종을 조기에 육성하는 지원시스템 구축 및 대외 경쟁력 강화

## 5. 프로젝트 Micro 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표	
		양배추 국내 중간지 및 중국 수출용 품종 개발				양배추 국내 중간지 및 중국 수출용 품종 개발, 인프라 구축 및 네트워크 확보					-수입대체 21% 이상달성 -수출액 830만불 이상 달성	
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표	
극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	품종 개발	유전자원 수집 및 특성조사										-수출액 700만불 달성
		뿌리썩음병 마커 개발, 계통별 맞춤 세포융합 기술 개발										-중국 수출용 양배추 20품종 개발
		조직배양-DH라인 육성, 계통 육성, 조합작성, 연락시험, 생산성 검정										-국내 수입대체 양배추 9품종 개발
		마커 및 세포융합 육성										
		국내 및 중국 현지 적응성 시험										
		국내 수입대체용 및 중국 수출용 품종 개발										
조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발	품종 개발	조생계 양배추 조합작성 및 품종개발										-수출액 130만불 달성 -10품종 개발
		시들음병 및 검은썩음병 저항성 유전자원 선발										
		조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 계통 육성 및 품종 개발										
		국내 및 중국 현지 적응성 시험										
		중국 종자 시판상 정보 확보 및 인프라 구축										
양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자마커 개발	분자마커 개발	기존 유전정보 이용 마커 개발									-SCI논문 11편 -기술이전 2건	
		RNA Seq와 그 정보를 이용한 마커 개발										
		엽 색체 분석용 F2 집단 양성과 마커 검정										
		엽 색체관련 마커이용한 분석서비스 제공										
		엽 색체와 저온관련 메카니즘 규명과 지적재산권 확보										
		유전체 정보의 D/B 구축										

## 6. 세부프로젝트 추진계획

### 6.1 극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발

#### 가. 세부프로젝트 도출 배경

##### □ 국내 양배추 시장현황

###### ○ 양배추 종자 수입 의존도 높음

- 국내 양배추 시장은 조생종, 중생종, 만생종으로 구분되며 제주도, 강원도, 전라남도 순으로 전국적으로 골고루 재배되는 작물임
- 국내 전체 재배면적은 5,500ha규모로서 종자량은 1톤 내외, 금액적으로는 결재가 기준으로 20억원 수준임. 이 중 해외 수입종자의 비중은 대부분 일본과 네덜란드 산으로 90% 수준임
- 재배면적은 식습관의 변화와 웰빙 등 고기능 채소에 대한 국민적 관심 증가로 소폭 증가 추세임

###### ○ 국내 양배추 재배 및 품종과 동향

- 조생종 품종은 평지 봄과 고랭지 여름 수확용, 중생종 품종은 육지에서는 추위가 오기 전 평지 및 고랭지에서 연내 수확용, 만생종 품종은 월동 후 3-4월까지 수확을 연장할 수 있는 작형으로 구분됨
- 종자 가격 면에서는 조생과 중생에 비해 월동용 품종이 3배 정도 고가의 시장임
- 국내 일부 종묘회사에서 조생종 품종을 판매를 하고 있으며 수입품종들과의 경쟁력도 어느 정도 확보해 가고 있는 실정이나 중생과 만생 품종은 아직 육성이 미흡해서 수입품종이 시장을 점유하고 있음
- 국내 양배추 재배 포장은 제주도에서 강원도까지 전 지역이 뿌리혹병 오염지가 최근 급격이 늘어 금후에는 뿌리혹병 내병성 품종 육성이 가장 큰 과제로 부상할 것으로 사료됨

##### □ 중국 양배추 시장 현황

###### ○ 중국 양배추 시장 규모

- 중국 주요 채소 중 양배추의 소매가 기준으로 6억 RMB로 전체 작물 중 4위의 작물로 비중이 6.1%로 매우 중요한 작물임

- 재배 면적은 전 세계 양배추 재배면적 200만ha중 50%인 70-100만ha(한국의 200배), 종자량은 전세계 400여톤 중 50%인 200여톤(한국의 200배)으로 양배추 재배규모로는 가장 큰 국가임(농우바이오 자료)
- 중국 양배추는 원형계 조생, 중생, 만생(월동), 편구형 중생, 원뿔형인 牛心형으로 크게 나뉘어지며 원형이 64%로 가장 큰 시장을 형성하고 있음. 이 중 조생종 양배추 시장이 65%를 재배하고 있음
- 중국의 양배추는 재배 면적과 종자량에서도 매우 중요한 시장임과 동시에 현재 한국을 비롯한 인접국인 동남아 국가 양배추 수출을 위한 생산 기지로도 중요함
- 향후에는 가공용 양배추 시장이 매우 큰 유럽 및 미주국가의 가공용 양배추의 재배 및 가공 기지의 성장 가능성도 매우 높음

#### ○ 중국 양배추 품종 및 시장 동향

- 중국은 1960년대 양배추 F1품종이 나올 정도로 국내보다 양배추 육성의 시점은 빨랐음
- 또한, 중국 농과원 주도의 육성으로 품질적인 면에서는 시장을 선도할 수준이었으나 재배안정성 면에서 부족한 점이 많아 종자 가격적인 메리트 외에는 인정을 받지 못하는 실정임
- 중국의 로컬 품종들도 현재는 대부분 F1품종들이지만 품질적 결함으로 인해 농가 및 바이어들의 해외 수입종에 대한 선호도가 증가하고 있음(중국 로컬품종 대비 해외 수입종의 가격이 10-30배 고가임)
- 기존의 관 주도의 양배추 육성에서 현재는 민간 육성 기업에 자금과 시설 지원을 확대하여 해외 수입 품종들과 경쟁이 가능한 품종 육성을 적극 지원하고 있음
- 한국의 대중국 양배추 종자 수출은 2011년 300만\$수준으로 국내 전체 양배추 수출의 50% 이상을 차지하며 매년 증가하고 있음

#### ○ 기후와 양배추 재배의 변화

- 고온과 강우량 증가로 인해 평지 재배에서 고랭지 재배로 확장됨(산서, 운남, 감숙 등)
- 환경변화에 따른 검은썩음병과 뿌리혹병 발병이 창궐하여 내병성 품종의 요구도가 증가함(뿌리혹병 방제 약제 비용 1무당(200평) 500위엔(8만원): 종자가격 1무당 200원이하)
- 장기적인 저온과 극심한 고온, 기습적인 폭우등 강우량 증가로 인해 호냉성 작물인 양배추 재배여건이 불확실한 관계로 노지재배에서 시설재배로 확산 이동되고 있음

## 나. 세부프로젝트 최종 목표

### □ 최종 목표

- 중국 극조생 시장 양배추 수출 700만불 달성
  - 내병성 품종 육성: 뿌리혹병 저항성(CR) 품종 개발
  - 재배 안정성 품종 육성: 내서성과 내습성, 내한성 품종 개발
  - 중국 수출 전용 품종 개발(20품종 등록 개발)
- 생명공학 기술 확립
  - 내병성 품종 육성을 위한 MAB기술 확립(세대단축)
  - 재료 육성을 위한 조직배양 기술 확립(약배양, 소포자 배양)
  - 소재 개발 및 세대단축을 위한 세포 융합 기술 확립
- 국내 양배추 수입 대체율 증가
  - 현재 양배추 국내 수입 품종 비율이 90%이상
  - 국내 수입 대체율 16% 확보(9품종 등록 개발)
  - 국내에서 가장 문제시 되는 뿌리혹병 내병성(CR) 품종 육성 (MAB, 약배양, 소포자 배양 활용)
  - 국내 여름 평지 재배 가능한 새로운 시장 개척 및 품종개발
  - 국내 양배추는 산업용의 대구형이므로 가정용의 소형 양배추 시장 개척

### □ 단계별 목표

1단계('13~'16)	2단계('17~'21)
전통육종과 분자 육종의 융합을 통한 조기에 정확한 계통육성과 조합 선발	최단기간 적합 시장에 적합 품종을 런칭하여 수출 극대화
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집 및 특성조사</li> <li>- 계통 육성 및 조합작성               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 내병성 마커 개발</li> <li>· 세포 융합 기술 개발</li> <li>· 조직배양</li> </ul> </li> <li>- 현지 연락 시험 및 조합선발</li> <li>- 생산성 검정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집 및 특성조사</li> <li>- 계통 육성 및 조합작성</li> <li>- 현지 연락 시험 및 조합선발</li> <li>- 생산성 검정</li> <li>- 시교 사업 및 품종화               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 대단위 현지 시교 사업 및 적응성 검정 (단지권, 주요 거래처 및 핵심 농가)</li> </ul> </li> <li>- 내병성 마커, 세포융합, 조직 배양 기술 확립</li> <li>- 계통 육성, 조합선발에 적용</li> </ul>

## 다. 세부프로젝트 연구 내용

### □ 1단계(2013~2016) :

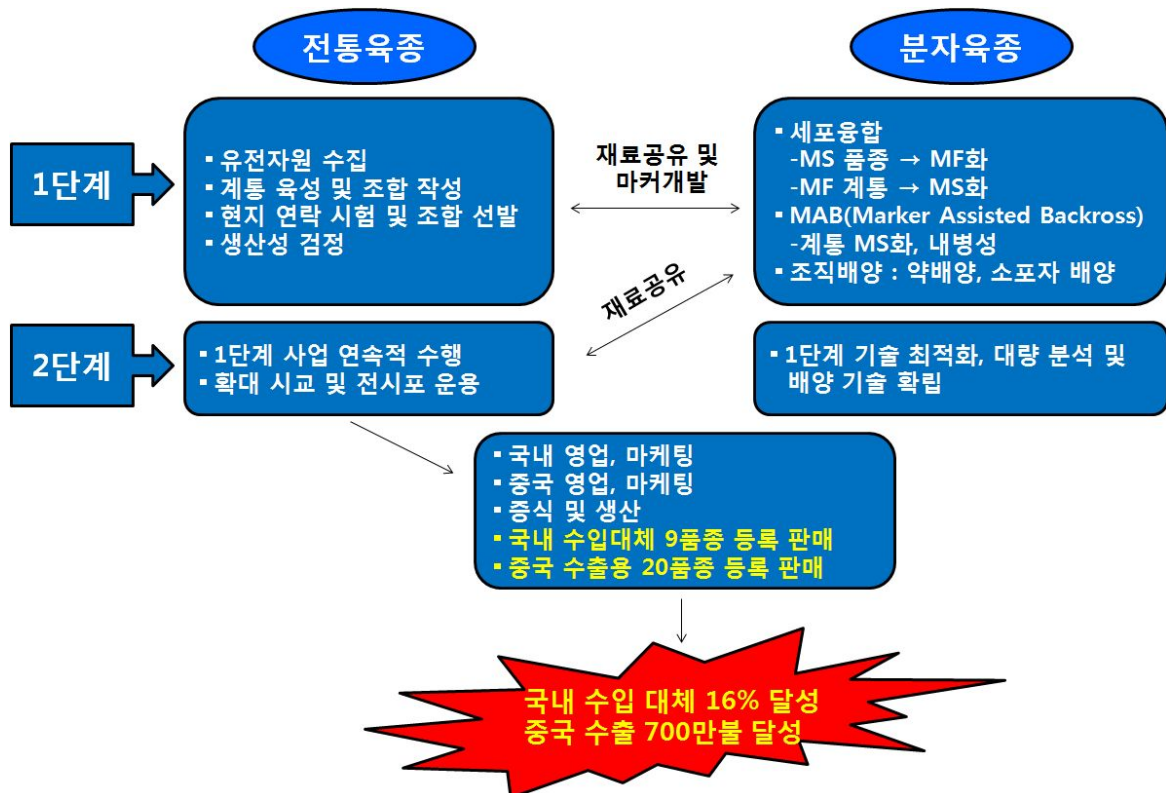
- 유전자원 수집 및 특성조사
  - 중국 및 동유럽 등 극조생 시장 품종 수집 및 원예적 특성 목적형질 조사
  - 내병성, MS, SI분석
  - 품종별 유연관계 분석을 통한 Grouping
- 계통 육성 및 조합작성
  - 시들음병, 뿌리혹병 MAS와 MAB를 이용 계통 선발
  - 세포융합을 통한 조기 MS계통 육성
  - 주요 MS품종의 MF화(세포융합)
  - 조직배양을 통한 조기 계통육성(약 배양, 소포자 배양)
- 현지 연락 시험 및 조합선발
  - 중국 내 재배 작형과 지역별 맞춤형 연락시험 및 시범포 운용(현지법인과 거래처)
  - 국내 조생, 중생, 만생별 맞춤형 연락시험 및 시범포 운용(국내 전략 사업 본부와 거래처)
- 생산성 검정
  - 국내 간이 생산 및 해외 상업 생산성 검정
  - 생산종자의 품질 검정
  - 원종 증식 검정

### □ 2단계(2017~2021) :

- 유전자원 수집 및 특성조사
- 계통 육성 및 조합작성
- 현지 연락 시험 및 조합선발
- 생산성 검정
- 시교 사업 및 품종화
  - 대단위 현지 시교 사업 및 적응성 검정(단지권, 주요 거래처 및 핵심 농가)
- 내병성 마커 개발, 세포융합, 조직 배양 기술 확립(계통 육성, 조합선발에 적용)
- 국내 수입대체 9품종 등록 판매
- 중국 수출용 20품종 등록 판매

## 라. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

- 목표시장에서 요구되어지는 극조생계 뿌리혹병 저항성(CR) 양배추 품종개발에 적합한 특성을 지니는 모본을 선발하여 각종 육종기술을 사용하여 시장 맞춤형 특성을 가진 양배추 품종을 개발함
  - 양배추의 유전자원을 수집 및 분석하여 국내 및 중국 시장에서 요구되어지는 형질에 적합한 특성을 지니는 모본을 선발하고 우량형질을 고정화하며 육종 시스템을 개발함
  
- 양배추 국내 및 중국 현지 적응성 시험을 통해 개발된 신품종을 검증하고 실용화함
  - 국내 및 중국 수출에 적합하도록 새로 개발된 품종을 국내 및 중국 목표시장의 대상지역에서 지역별로 현지 실증 시험을 실시함
  - 중국 내 재배작형과 지역별 맞춤형 연락시험 및 시범포를 현지법인과 거래처를 이용하여 운용함
  - 국내 전략 사업본부와 거래처를 이용하여 국내 조생, 중생, 만생별 맞춤형 연락시험 및 시범포를 운용함



마. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항		
공 통 지 표	품종출원	국내	4	5	9		
		국외	8	12	20		
	품종등록	국내	4	5	9		
		국 외	품종신고	8	12	20	
			품종판매				
	종자수출액(만불)		200	700			
	수입대체 효과(%) (현재 20억원 대비)		6	16			
	국내논문	SCI					
		등재학술지					
	국외논문	SCI					
		비SCI					
	학술발표	국내					
		국외					
	국내특허	출원					
		등록					
	국제특허	출원					
등록							
매출액(억) 1\$=1,100	국내	1.2	3.2				
	국외	22	77				
기술이전(건수)							
특 성 지 표	인력양성						
	기반구축 실적						
	D/B 구축						
	분자마커						
	서비스 실적	소재개발/제공					
		원종탐색/제공					
		마커서비스					
	등록/ 기탁	식물자원					
		유전자(유전체)					
		EST/RNA Sep.					
유전자 Chip							



## 바. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 국내 중간지 및 중국 수출용 극조생 뿌리혹병 저항성 양배추 품종 개발은 기본적인 유전자원 관리와 품종 육성은 민간 기업체에서 담당
- MAB, 마커 개발, 조직배양, 세포융합 등 분자 육종 분야도 해당 기관에서 지속적으로 육성해 온 분야로 민간 기업체에서 담당
- 중국 수출 및 국내 수입대체와 관련된 영업, 마케팅, 홍보는 이미 구축된 민간의 풍부한 네트워크와 인프라를 활용 가능

## 사. 세부프로젝트 예산

세부 프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	정부(억원)	1.80	2.89	2.72	2.79	2.71	2.48	2.98	2.98	2.98	24.33
	민간(억원)	0.53	1.27	1.2	1.2	1.17	1.13	1.27	1.27	1.27	10.31
	합계	2.33	4.16	3.92	3.99	3.88	3.61	4.25	4.25	4.25	34.64

### □ 예산 설정 근거

- 본 과제는 중국 수출용 양배추 개발 목적 과제로서 중국 남방에서 북방 전역에 재배되는 극조생 양배추 시장을 타겟으로 예산을 작성함
  - 2010~13년 한국생명공학 연구원 주관으로 양배추류의 유전체 분석 및 육종 지원 시스템 개발 과제에 정부 연구비 매년 10억원이 투자되었음
  - 2009~14년 서울대학교 주관으로 수출용 양배추 품종 육성 연구로 정부 연구비 매년 2.5억원이 투자됨
  - 2008~13년 (주)동부한농 주관으로 비대칭 원형질체 융합을 통한 옹성불임 육종자원개발로 정부 연구비 매년 2.8억원이 투자됨

- 2009-12년 농촌진흥청 주관으로 민간육종 기술지원을 위한 채소작물 MAS기술 개발 연구로 정부 연구비 매년 3.19억원 투자됨

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 18명, 석사급 27명, 기타인력 54명 등 총 99명으로 구성함

세부 프로젝트			1단계				2단계					총 계
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
소 요 인 력	극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	박사급	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
		석사급	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27
		기타인력	6	6	6	6	6	6	6	6	6	54
		총합	11	11	11	11	11	11	11	11	11	99

아. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

- 기 시판되는 품종보다 내병성과 재배안정성, 고순도로 보다 향상된 품종을 출시함
  - 전통육종과 생명공학적 분자육종을 통한 세대 단축과 선발의 효율과 정확성을 높임
  - 현지 법인(중국 북경 세농) 영업 및 마케팅 KEY MAN과 충성도 높은 주요 거래처를 통한 지속적이고 안정적인 시험사업 수행과 품종 포지셔닝 구축
  - 종자 품질 개선을 위한 종자 코팅, 펠렛 처리를 통한 무병 및 발아율 증진 고품질 종자 공급
  - 주요 거래처 국내 연구소 초청으로 육성의 역량과 안정적인 종자 시스템을 소개 및 신뢰도 구축
- 안정적인 생산기지 확보를 통한 연속성 있는 종자 공급(해외 생산 업체와의 긴밀한 협조)
  - 무병 채종지 확보를 통한 무병종자 생산

- 공급종자 수급의 안정을 기하기 위하여 복수의 생산지에서 생산
- 품종의 고급화 전략
  - 내병성, 환경저항성, 고품질 종자를 통하여 유럽산에 비해 저가 이미지의 국산 종자 이미지 개선
  - 메인 세그먼트의 시장뿐만 아니라 틈새시장 공략과 새로운 시장 창출을 통한 고가의 종자 개발
- 최종적으로 2012년 수출 700만불의 효과를 기대하고 수입 대체로 국산품종 16%점유를 기대함
- 국내 시장은 중간지 재배용과 가정용 소형 양배추 시장 개척

## 자. 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발		
세부 프로젝트명	극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9년)	연구비 지원범위	총 3,464백만원 (9년, 정부 2,433백만원, 민간 1,031백만원)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최종목표 : 국내 중간지 및 중국 수출용 극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발</li> <li>○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 중국 양배추 수출 목표 700만불(중국 수출용 20개 품종 개발)</li> <li>- 국내 수입 대체 목표 32만불(국내용 조생, 중생, 만생, 적양배추 등 9개 품종 개발)</li> </ul> </li> </ul>		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시장 규모적 필요성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 중국은 전 세계 양배추 종자 규모 대비 50%시장이며 이 중 극조생 및 조생이 65%시장 점유</li> </ul> </li> <li>○ 시장 성장 가능성에 따른 필요성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 중국 전체 양배추 종자 시장 중 80%이상이 저가, 저 품질의 로컬 품종이 점유</li> <li>- 외국 수입 고품질 양배추에 대한 농가 인식이 전환되어 구매력 증가(한국산 수입 증가 추세)</li> </ul> </li> <li>○ 재배 환경 변화에 따른 필요성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지구 기후 변화로 인한 양배추 재배의 불안정과 재배지의 변화(고냉지, 월동재배 증가)</li> <li>- 급속한 기계화로 인한 병원균 전파속도가 증가하여 내병성 품종의 요구도 증가</li> </ul> </li> <li>○ 육성 기반에 따른 필요성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 다양한 유전자원 다수 확보, 내병성(뿌리혹병) 및 분자 마커에 의한 조기 육성 시스템 확보</li> </ul> </li> </ul>		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 중국 현지 적응성 시험 및 전시포 사업 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 선발 엘리트 조합, 계통육성 현지 시험(자사 법인 연구소 및 현지 거래처 농장)</li> <li>- 선발조합에 한해 현지 단지권 확대시험 및 전시포 운용</li> </ul> </li> <li>○ 채종 기술 확립 및 생산성 제고 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생산성 검정을 통해 안정적 생산 기반 기술 구축(선발 조합별 특화된 생산 기술 적용)</li> <li>- 주요 계통 및 품종에 대한 MS화(MAB, 세포융합)로 생산성 안정, 생산효율 증대, 고품질 종자 생산 구축</li> </ul> </li> <li>○ 주요 병충해에 대한 내병, 내충성 품종 개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 뿌리혹병 내병성 품종 개발(MAB, 여교잡)</li> <li>- DBM(배추좀나방) 내충성 품종 개발(여교잡)</li> </ul> </li> <li>○ 주요 표현 형질에 대한 품질 개선 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 지구 기후변화에 대응하는 중국 남방 평지 및 고랭지 적합 특화 품종 개발(내서성, 내습성)</li> <li>- 월동 재배 확산(호북성, 운남성, 사천성 등)에 따른 내한성 품종 개발</li> <li>- 재배 작형 분화에 따른 저온기 하우스 재배가 가능한 극조생 품종 개발(숙기 정식 후 45-50일형)</li> <li>- 장거리 수송에 적합한 저장성 및 재포성 우수한 품종 개발(최대 5개 성을 거쳐 수송함)</li> </ul> </li> </ul>		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 지구 기후 변화에 따른 내병성, 환경내성 품종과 핵가족화에 따른 가정용 소구품종, 환경적 스트레스를 최소화 할 수 있는 극조생 및 조생 시장 증가 전망(중국)</li> <li>○ 고품질 해외 수입품종의 증가로 저가의 로컬 시장 대체, 수출량 증가 및 종자 가격 상승 기대(중국)</li> <li>○ 앞선 전통 육종+최신 생명공학적인 분자 육종의 결합으로 조기에 내병성과 환경내성 품종 육성을 통해 고품질계 품종 육성이 가능하여 2021년 수출 700만불 달성, 국내 수입대체 16% 달성을 기대함</li> </ul>		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구기관 자격 : 민간 종자 회사</li> <li>○ 신청 요건 : 현지 영업, 마케팅, 종자관리, 생산, 육성에 관한 인력 및 인프라 구축 업체</li> <li>○ 기타 사항 : 중국 수출 관련 시장 정보 및 동향, 수집 유전자원은 공개 필요</li> </ul>		
Keyword	한 글	세포융합, 마커지원 여교배, 뿌리혹병, 분자육종	
	영 문	cell fusion, marker-assisted backcrossing, clubroot, molecular breeding	

## 6.2 조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발

### 가. 세부프로젝트 도출 배경

#### □ 글로벌 시장 동향

- 양배추의 시장구분은 외형에 의한 구분과 숙기에 의한 구분이 동시에 사용됨
  - 외형에 따른 분류 : 원형계, 편형계 등
  - 숙기에 의한 분류 : 극조생계(45~50일), 조생계(50~60일), 중생(60~70일), 만생 아시아계(80~100일 전후), 유럽계 만생(150일 전후, 사우어 크라우트), 월동용 (240일, 안토시아닌 무발현 제품)
- 주요 양배추 종자 개발 기업은 일본계 기업과 글로벌 기업으로 구분됨
  - 일본계 기업은 다키, 사카다 종묘 등이 있으며 동남아, 중국, 인도를 주요 대상으로 하고 있음
  - 일본 기업 중 노자키, 고바야시, 도키다 등의 기업은 양배추 육종을 전문으로 하는 기업으로 주로 중국, 인도, 동남아 등지에 진출하고 있음
  - 글로벌 기업은 니커스자완, 베조, 신젠타 등이 있으며 유럽, 미주를 주요 대상으로 하고 있음

#### □ 중국 시장 동향

- 중국의 양배추 재배면적은 70-100만ha수준으로 세계 최대 규모이며 종자 소요량은 약 200톤에 이르고 있음
- 중국의 양배추 종자 시장규모는 약 252억원으로 추정되며 재배면적과 종자 가격이 꾸준히 상승하는 추세임
  - 양배추 종자의 시장가격은 약 100불/kg 수준이며 일부 고가 제품의 경우 2,000불/kg까지도 가격이 형성되어 있음
- 양배추 종자 중 원형계가 60%, 편형계가 40%의 점유율을 보임
  - 원형계 품종은 주로 유럽회사의 종자제품을 사용하고 있으며 편형계 제품은 주로 일본회사의 종자 제품을 사용하고 있으며, 원형계를 선호함
  - 구중 0.8kg~1kg 크기를 선호하며, 중국 내 선도품종은 구중 1kg 정도의 중감 11호, 8398(중국농업과학원 개발) 품종으로 130톤 정도 유통되어 있음
  - 지역별로 재배되는 품종이나 요구 특성에 차이가 있으며, 중국농업과학원에

- 서 개발한 품종 외에, 글로벌 업체가 점유하는 시장도 큼
- 각 지역에서 주로 요구되는 특성은 내재해성(내서성, 내한성)과 시들음병 및 검은썩음병 저항성(YBR), 포장저장성으로 이러한 특성을 가지고 있는 품종은 중국 내 로컬 품종에 비해 높은 가격으로 판매될 수 있음
  - 구의 비대력이 좋아 생산성이 높고 구면에 납질이 적고, 광택이 우수하며 청기가 많고 안토시아닌 발현이 없는 품종이 선호되며, 수확기 폭이 넓은 품종이 선호됨
  - 중국 내 저가 로컬 품종에 대항하여 고품질의 F1품종의 수요가 점차 확대되며, 가격 면에서도 신장세가 가장 빠름
  - 국내 기업의 중국 진출이 활발하게 이루어지고 있음
    - 국내 기업 중 일부는 시장선도 제품을 보유하고 있으며 이를 바탕으로 연간 20톤 규모의 수출실적을 보이고 있음
    - 국내 기업의 기술수준은 중국 내 유통되는 제품의 90%수준에 이르고 있음
  - 현재 일본 회사들과 유럽 회사들이 중국, 인도 및 동남아 시장에서 적극적인 품종 개발과 시장 개발로 점유율을 높여가고 있으며, 특히 유럽회사들이 유럽에서 주로 재배하던 품종들을 중국에서 적극 개발하여 기존 품종들보다 비싼 가격으로 판매하고 있음
  - 현재 로컬 품종들보다 비싼 가격으로 판매되고 있는 일본 품종과 유럽 품종들과 경쟁력을 같이 할 수 있음

## 나. 세부프로젝트 최종 목표

### □ 최종목표

- 1단계 목표
  - 양배추류 산지의 현지 시장정보 분석
  - 전통육종기술과 생명공학 기법의 활용으로 인한 검은썩음병 저항성 계통 육성
  - 조생계 시들음병 저항성 품종 육성
  - 중국 수출 목표 60만불
- 2단계 목표
  - 조생계 시들음병 및 검은썩음병 품종 육성

- 다양한 지역의 현지 시범포 운영을 통한 우수 품종 선발 유도 및 경제성 평가(산동, 운남, 하북, 호북, 광둥)
- 중국 수출 관련 현지 인프라 구축
- 중국 수출 목표 130만불

#### 다. 세부프로젝트 연구 내용

##### □ 1단계(2013~2016) :

- 기존 보유 계통을 중심으로 단기간에 수출이 가능한 조생계 양배추 조합 작성 및 품종 개발
- 시들음병 및 검은썩음병 저항성 유전자원 선발
- 전통육종기술과 생명공학기법을 이용한 조생계 검은썩음병 저항성 계통 육성 및 저항성 품종 개발
- 조생계 시들음병 저항성 계통 육성
- 중국 현지 시험포 운영
- 지속적인 중국 현지 종자 시장 현황 수집 및 분석

##### □ 2단계(2017~2021) :

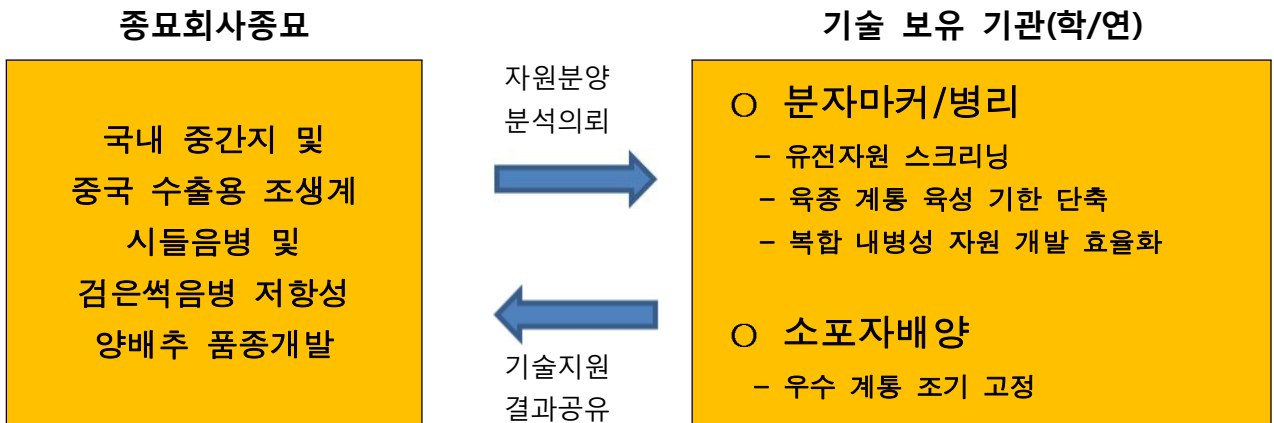
- 조생계 시들음병 저항성 품종 개발
- 조생계 시들음병 및 검은썩음병 계통 육성
- 우수 계통을 이용한 조생계 시들음병 및 검은썩음병 품종 개발
- 중국 현지 시험을 통한 우수 품종 개발 (산동, 운남, 하북, 호북, 광둥)
- 중국 종자 시판상 정보 확보 및 인프라 구축
- 체계적인 관리를 통한 해외 네트워크 확보

#### 라. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

##### □ 세부 프로젝트 추진 전략

- 중국 양배추 시장은 원형계(60%)와 편형계(40%)의 시장 상황에서 숙기가 빠르고 구 크기가 1kg 내외의 조생계 품종에 내서성과 같은 내재해성, 시들음병 및 검은썩음병 저항성(YBR) 품종을 필요로 함. 조생계 내병성 품종 개

발을 위해서는 전통육종기술을 비롯하여 병리, 소포자 배양법, 분자마커 등의 생명공학 기법을 활용하여 육종 효율을 높여야 함. 전통육종은 종자 회사가 담당하고, 병리/소포자 배양/마커 등과 같은 육종 기반 기술은 기술이 이미 확보된 기관이나 대학, 기업 등에서 담당하여 육종의 효율화를 가져와야함



○ 단기/중기/장기 과제 추진 전략

개발 전략	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	기술별 성과물
단기	조생계 양배추 품종 육성		중국 현지 판매								품종 육성 2건
중기	1. 조생계 검은썩음병 저항성 양배추 품종 육성 2. 조생계 시들음병 저항성 양배추 품종 육성				중국 현지 판매						품종 육성 3건
중장기	조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종 육성						중국 현지 판매				품종 육성 5건



마. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항		
공 통 지 표	품종출원	국내					
		국외					
	품종등록	국내	1	2	3		
		국 외	품종신고	3	4	7	
			품종판매				
	종자수출액(만불)		60	130			
	수입대체 효과(%) (현재 20억원 대비)		2	5			
	국내논문	SCI					
		등재학술지					
	국외논문	SCI					
		비SCI					
	학술발표	국내					
		국외					
	국내특허	출원					
		등록					
국제특허	출원						
	등록						
매출액(억) 1\$=1,100	국내	0.4	1				
	국외	6.6	14.3				
기술이전(건수)							
특 성 지 표	인력양성						
	기반구축 실적						
	D/B 구축						
	분자마커						
	서비스 실적	소재개발/제공					
		원종탐색/제공					
		마커서비스					
	등록/ 기탁	식물자원					
		유전자(유전체)					
		EST/RNA Sep.					
유전자 Chip							

## 바. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

### □ 최적 연구진 구성안

- 품종 육성 관련 연구진은 중국 현지 수출이 가능하고, 현지 인프라가 있는 종자 업체에서 담당하며, 품종 육성의 효율화를 가져올 수 있는 육종 기반 기술은 대학 및 정부 연구소가 담당함
- 기업: 동부팜한농, 농우바이오, 아시아종묘, 코레곤종묘, 조은종묘, 미라클종묘 등
- 대학 및 정부 연구소: 순천대학교, 서울대학교, 충남대학교, 국립원예특작원, 한국생명공학연구원 등

## 사. 세부프로젝트 예산

세부 프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발	정부(억원)	1.15	2.01	1.91	1.98	1.90	1.84	2.08	2.08	2.08	17.03
	민간(억원)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4.5
	합계	1.65	2.51	2.41	2.48	2.4	2.34	2.58	2.58	2.58	21.53

### □ 예산 설정 근거

- 본 과제는 중국 수출용 양배추 개발 목적 과제로서 조생계 BR 양배추 품종개발 과 조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 품종 개발을 통하여 국내 중간지 및 중국 시장을 목표로 함
  - 수출용 양배추 품종 육성 연구(2009~2014년, 서울대학교)로 정부 연구비 매년 2.5억원이 투자됨.

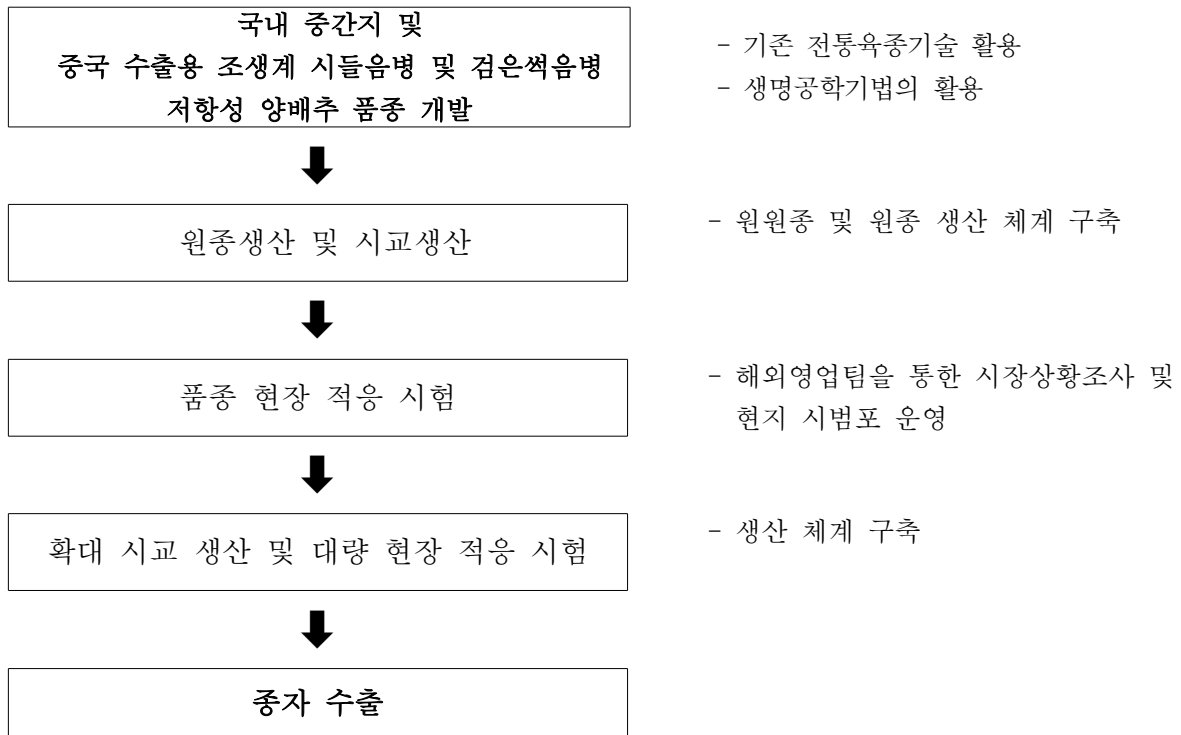
### □ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 9명, 석사급 36명, 기타인력 60명의 총 105명으로 구성함

세부 프로젝트		1단계				2단계					총 계	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
소 요 인 력	조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발	박사급	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
		석사급	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36
		기타인력	6	7	7	7	7	7	7	6	6	60
		총합	11	12	12	12	12	12	11	11	11	105

### 아. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

#### □ 수출 증대 전략



자. 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발		
세부 프로젝트명	조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9년)	연구비 지원범위	총 2,153백만원 (9년, 정부 1,703백만원, 민간 450백만원)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최종목표 : 국내 중간지 및 중국 수출용 조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발</li> <li>○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 중국 수출용 조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 품종개발</li> <li>- 중국 현지 적응성 시험 및 경제성 평가</li> <li>- 중국 수출 관련 현지 인프라 구축</li> <li>- 수입대체 목표 10만불, 수출 목표 130만불</li> </ul> </li> </ul>		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 중국 양배추 재배 면적은 세계 최고 수준이며, 저가의 로컬 품종에서 F1 품종으로 매우 빠르게 전환되고 있음. 따라서 종자 가격도 kg당 100불에서 2,000불까지 다양하게 형성되고 있으며, 주로 고품질 복합내병성 F1 품종의 경우 매우 높은 가격을 형성하고 있음. 고부가가치 중국 수출용 양배추 품종 개발을 위해서는 품질이 우수하면서 복합내병성 및 내재해성 특성을 지닌 우수 품종 개발이 필요함. 또한 중국 현지 적응성 시험을 통해 수출 확대가 가능한 품종 개발이 필요하며, 중국 현지 정보를 보다 자세하게 수집하여 공개함으로써 국가 차원에서의 수출 역량을 높이는 것이 필요함</li> </ul>		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 중국 수출용 조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 품종개발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 중국 수출용 유전자원 수집 및 특성 조사(원예특성, 병리특성)</li> <li>- 시들음병 및 검은썩음병 저항성 계통 육성</li> <li>- 분자마커를 이용한 육종연한 단축(SI, 시들음병 및 검은썩음병 저항성)</li> <li>- 우수 조합 선발 및 수출용 복합내병성 품종 개발</li> </ul> </li> <li>○ 중국 현지 적응성 시험 및 경제성 평가 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 중국 현지 시험포 확보(산둥, 운남, 허북, 호북, 광둥)</li> <li>- 중국 현지 적응성 시험 및 경제성 평가</li> </ul> </li> <li>○ 중국 수출 관련 현지 인프라 구축 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 중국 현지 품질 요구 특성 조사 및 리딩 품종 조사</li> <li>- 중국 종자 시관상 정보 확보 및 판매 인프라 구축</li> <li>- 확보된 정보 공개를 통해 후발 기업의 수출 경쟁력 확보 지원</li> </ul> </li> </ul>		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 중국 양배추 종자 시장은 F1 품종으로 빠르게 전환되고 있고, 이에 따라 종자 시장도 급속히 증가될 전망이다</li> <li>○ F1 품종으로의 전환은 주로 고품질이면서 복합 내병성 및 내재해성을 가진 품종을 위주로 대체될 전망이며, 매우 고가로 판매가 가능하여 고부가가치를 창출 할 수 있음</li> <li>○ 분자마커 및 병리 기술을 접목한 고품질 복합 내병성 품종 개발로 외국 글로벌 기업과 경쟁할 수 있는 차별화 경쟁력 확보가 가능함</li> <li>○ 지속적인 중국 현지 시장 정보 수집 및 인프라 구축으로 국가 차원의 중국 수출 경쟁력 확보 가능</li> </ul>		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구기관 자격 : 민간 종자 회사</li> <li>○ 신청 요건 : 중국 수출용 품종 육성 개발 능력과 현지 시험포 운영이 가능한 민간 종자 회사</li> <li>○ 기타 사항 : 중국 수출 관련 시장 정보 및 동향, 수집 유전자원은 공개 필요</li> </ul>		
Keyword	한 글	양배추, 조생계, 시들음병, 검은썩음병	
	영 문	cabbage, early maturity, yellow wilt, black rot	

## 6.3 양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자마커 개발

### 가. 세부프로젝트 도출 배경

- 양배추의 육종방향은 내병성, 내한 및 내서성, 결구형태 및 엽색이 주 방향임
  - 특히 엽색의 경우 회녹색 또는 청록색이 아니고 진한 녹색을 선호하는 경향이 있음
  - 엽색은 재배시기의 온도의 영향을 받아 변할 수 있음. 특히 내수의 경우 저온기에 밖의 잎에 안토시아닌이 축적되어 상품가치를 떨어뜨림
  - 안토시아닌이 발현되는 경우 양배추의 외엽이 줄기를 따라 붉은색이 나타나는데 미관상의 이유로 유통에 어려움이 있음
  - 소비자는 항상 선명하고 진한 녹색을 선호하고 있으며 일부 외국계 종묘회사에서는 이를 충족시킬 육종소재를 가지고 있으나 국내에는 없는 실정임
  - 필요에 따라서는 자색의 양배추를 육성할 필요가 있으며, 이 경우에도 분자마커를 이용하여 육종기간을 크게 단축할 수 있음
  - 작물의 색은 안토시아닌에 의해 주로 결정되며, 안토시아닌의 합성에는 많은 구조단백질 유전자와 전사조절 단백질 유전자가 관여하며 이들 유전자에 대한 연구는 모델식물인 애기장대와 더불어 옥수수, 포도 등에서 많이 연구가 되어 있음
  - 케일과 같은 엽채류에는 흰색과 자색의 품종이 존재하여 색체관련 유전자 연구에 필요한 정보를 얻을 수 있으며, 외국계 종자회사에서 개발한 양배추를 이용하면 안토시아닌 축적과 관련된 유전정보를 비교적 쉽게 얻을 수 있음
  - 클로로필 합성관련 유전자와 왁스합성 관련 유전자를 이용하면 선명한 녹색 양배추를 선발할 수 있는 마커 개발이 가능할 것임

### 나. 세부프로젝트 최종 목표

- 최종목표
  - 안토시아닌 합성과 관련된 분자마커를 개발하여 내수용 및 수출용 양배추의 육종 기간을 단축하고 수월하게 함
  - 선명한 녹색양배추를 선발할 수 있는 분자마커를 개발하여 고품질 양배추

- 육성을 가능하게 함
- 염색과 저온 및 고온 분자마커를 이용하여 내수 및 수출용 고품질 양배추 육성을 가속화 함
- 자색 관련 분자마커는 기능성 자색 양배추 육성에도 역으로 활용이 가능함

□ 단계별 목표

1단계('13~'16)	2단계('17~'21))
국내 중간지 재배용 양배추를 개발하기 위해 자색 관련 즉시 활용용 분자마커 4개 개발	추가 양배추 유전자원을 이용하여 자색 관련 추가 6개 분자마커 개발
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 애기장대 및 배추과에서 밝혀진 안토시아닌 합성관련 구조단백질 유전자와 조절 단백질 유전자 염기서열 분석과 양배추 유전자 클로닝을 위한 프라이머 작성</li> <li>- 양배추 유전자 클로닝 및 염기서열 분석 (40건 이상)</li> <li>- SNP및 SSR 마커를 탐색하고 검정을 위한 프라이머 제작과 테스트(10건 이상)</li> <li>- 마커와 표현형 검정을 위한 F2집단을 양성하고 분석</li> <li>- 양배추 계통을 이용한 RNA Seq 수행과 염색체 관련 표적유전자 탐색과 후속연구 (40개 유전자 이상)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 종자회사에서 보유하고 있는 추가적인 계통을 이용하여 RNA Seq를 수행하고 표적유전자 선발(100개 이상)</li> <li>- 표적 유전자의 게놈 DNA를 클로닝하고 염기서열 분석을 통하여 SNP및 SSR 마커를 탐색하고 검정을 위한 프라이머 제작과 테스트(후보마커 50개 이상)</li> <li>- 작성한 F2집단과 모본을 이용하여 마커를 테스트하여 마커 개발</li> <li>- 마커의 지적재산권 확보와 논문 및 D/B 작성</li> </ul>

다. 세부프로젝트 연구 내용

- 1단계(2013~2016) : 내수용 양배추를 개발하기 위해 자색 관련 즉시 활용용 분자마커 4종 개발
  - 알려진 안토시아닌 합성관련 구조단백질 유전자와 조절 단백질 유전자 염기서열 분석과 양배추 유전자 클로닝을 위한 프라이머 작성
  - 양배추 유전자 클로닝 및 염기서열 분석
  - SNP및 SSR 마커를 탐색하고 검정을 위한 프라이머 제작과 테스트
  - 마커와 표현형 검정을 위한 F2집단을 양성하고 분석함

- 양배추 계통을 이용한 RNA Seq 수행과 엽색채 관련 표적유전자 탐색과 후속연구
- 2단계(2017~2021) : 추가 양배추 유전자원을 이용하여 자색 관련 추가 6종 분자마커 개발
  - 종자회사에서 보유하고 있는 추가적인 계통을 이용하여 RNA Seq를 수행하고 표적유전자 선발
  - 표적 유전자의 게놈 DNA를 클로닝하고 염기서열 분석을 통하여 SNP 및 SSR 마커를 탐색하고 검정을 위한 프라이머 제작과 테스트
  - 작성한 F2집단과 모본을 이용하여 마커를 테스트하여 마커 개발
  - 마커의 지적재산권 확보와 논문 및 D/B작성

#### 라. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

- 엽색관련 마커개발은 다음과 같이 두 가지 방법으로 수행함: (1) 안토시아닌, 클로로필 및 왁스 생합성 관련 구조단백질 유전자 및 조절단백질 유전자를 클로닝하여 마커를 개발함, (2) RNA Seq를 수행하여 데이터를 분석하고 그 기반으로 마커를 개발함
- 안토시아닌, 클로로필 및 왁스 생합성 관련 구조단백질 유전자 및 조절단백질 유전자를 클로닝하여 마커를 개발[그림 5-1]: (1) 다름 그림과 같이 알려진 엽색 관련 유전자들에 대한 정보를 애기장대, 배추, 유채 및 양배추에서 찾아서 이들 유전자에 대한 게놈 DNA를 클로닝하기 위한 프라이머를 작성함, (2) 작성한 프라이머를 이용하여 엽색이 대별되는 두 계통으로부터 게놈 DNA를 증폭하고 염기서열을 분석함, (3) 염기서열 분석을 통하여 SNP, SSR 등의 마커를 찾아내고 이를 검정하기 위한 프라이머 작성, (4) 이 프라이머를 이용하여 모본에 대한 1차 검정을 수행함, (5) F2집단을 이용하여 마커를 검정하고 육종에 활용함
- SNP 개발 방법
  - 코딩 서열에 존재하는 SNP 개발
    - 이 방법은 RNA sequencing data와 분석을 통해 자색 관련 SNP를 개발하

고자 하는 것으로 (1) 내인(재)성 특이발현(intrinsic-specific expression)과 (2) 유도성 발현 유전자를 모두 포함. 내인성 특이발현은 형질이 발현되는 조건이 아닌 정상적인 성장조건에서 달리 발현되는 것을 의미하며, 유도성 발현은 안토시아닌이 합성되어 축적되는 저온 처리 후 발현을 의미

- 두 개의 대별되는 형질을 지닌 2중 반수체(doubled haploid)나 계통과 두 계통을 교잡하여 얻은 F2 집단의 선발된 개체의 앞으로부터 RNA를 분리하고 염기서열을 분석하고 유전자를 assembly함. 이렇게 얻은 RNA 서열 데이터를 분석하여 자색 관련 SNP를 찾아내고 PCR과 전기영동을 통해 검정
- 만약 F2 집단 육성 이전인 경우는 대별되는 2계통을 가지고 우선 수행하고 후에 F2 집단을 이용하여 검정
- 두 계통과 선발한 F2 집단 개체를 안토시아닌이 합성되는 조건에서 기르고 RNA를 분리하고 RNA Seq를 수행하여 발현 특이적 SNP를 분리하고 검정

#### ○ 인트론 서열에 존재하는 SNP 개발

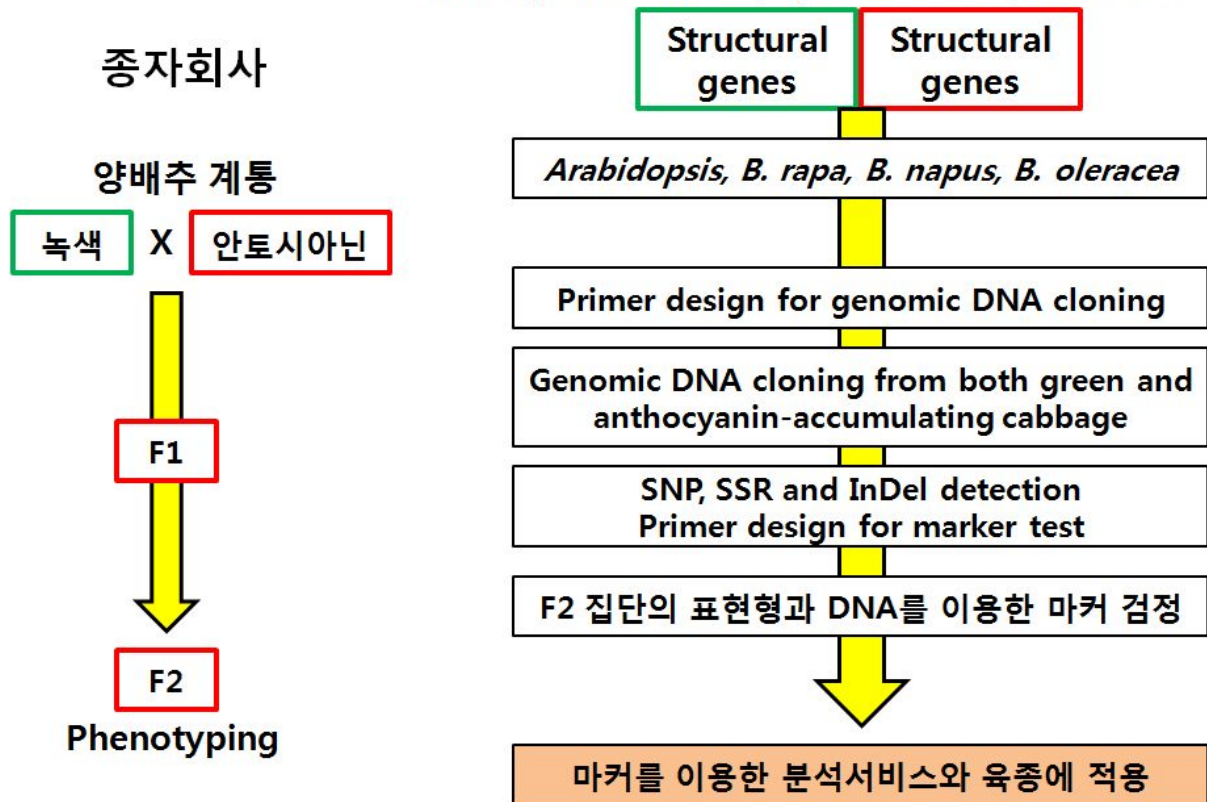
- 일반적으로 엑손(exon)서열보다는 인트론(intron)서열에 보다 많은 SNP가 존재하며 유용 가능한 SNP도 많기 때문에 인트론 서열을 클로닝하여 SNP를 찾아냄
- 1단계에서 얻은 RNA seq결과를 분석하여 두 계통 특이적으로 발현되는 유전자들을 선발하고 이들 서열을 이용하여 게놈 DNA를 클로닝하기 위한 프라이머를 제작함
- 제작한 프라이머들을 이용하여 두 계통의 게놈 DNA를 증폭하고 클로닝하여 염기서열을 분석하고 인트론에 존재하는 SNP를 찾아냄
- F2 집단의 게놈 DNA를 추출하여 찾아낸 SNP를 검정

#### ○ 전체 게놈 서열에 존재하는 SNP 개발

- 이 방법은 GSP가 진행되는 과정에 양배추 전체 유전체 서열이 밝혀졌을 경우를 가정하여 수행할 연구임
- 위에서 사용한 두 계통을 resequencing하여 표준 유전체서열을 이용하여 SNPs를 찾아냄. 연구비가 허락될 경우 특이적 F2 집단의 개체도 resequencing하여 분석하면 보다 필요한 형질과 연관된 SNP를 개발할 수 있음
- 모본과 F2 집단 및 시판용 품종을 대상으로 검정함

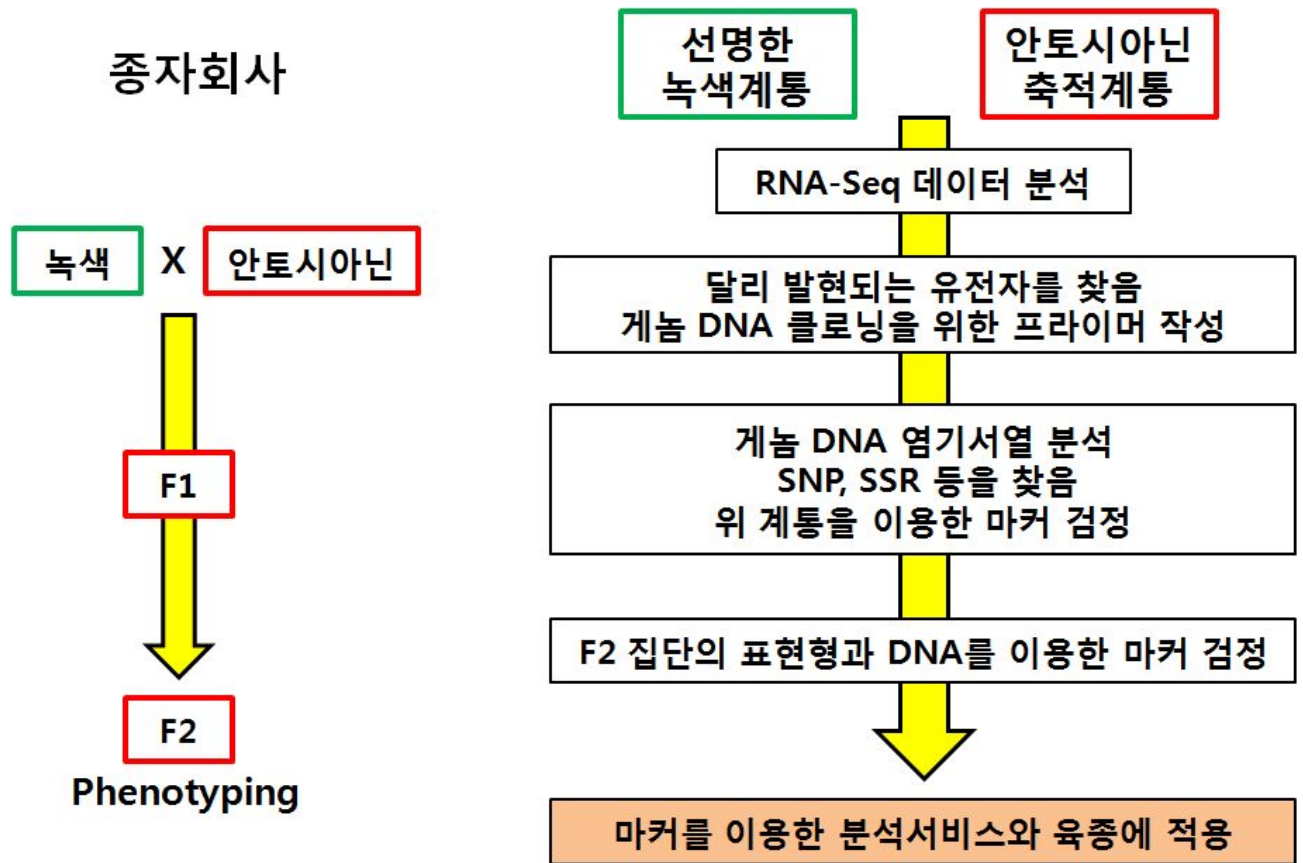


**Anthocyanin, Chlorophyll, Wax biosynthesis-related**



[그림 5-1] 추진전략 1

- 두 번째 추진전략은 [그림 5-2]와 같이 RNA Seq을 수행하여 마커를 개발하는 것임
  - 먼저 곱잎이 저온에 안토시아닌이 축적되는 계통과 선명한 녹색을 띠는 계통을 이용하여 RNA Seq을 수행하고 각 계통 특이적으로 발현되는 유전자를 선발함
  - 양배추 유전체 서열이 발표되었을 경우에는 이 유전자의 유전자 서열을 찾아서 위 두 계통에 해당되는 게놈 DNA를 증폭하기 위한 프라이머를 제작하고, 연구 당시까지 발표가 되지 않았을 경우에는 RNA 서열을 근거로 프라이머를 작성함
  - 게놈 DNA를 클로닝하고 염기서열을 분석함. 염기서열 분석결과 찾아낸 SNP, SSR을 검정하기 위한 프라이머를 작성하고 상기 두 계통을 이용하여 마커를 검정함
  - 검정된 마커를 이용하여 F2집단을 검정하고 검정된 마커를 이용하여 육종에 활용함



[그림 5-2] 추진전략 2

마. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항		
공 통 지 표	품종출원	국내					
		국외					
	품종등록	국내					
		국 외	품종신고				
			품종판매				
	종자수출액(만불)						
	수입대체 효과(%) (현재 20억원 대비)						
	국내논문	SCI	2	2	4		
		등재학술지					
	국외논문	SCI	2	5	7		
		비SCI					
	학술발표	국내	4	5	9		
		국외	3	5	8		
	국내특허	출원	1	2	3		
		등록		3	3		
국제특허	출원						
	등록						
매출액(억) 1\$=1,100	국내						
	국외						
기술이전(건수)			2	2			
특 성 지 표	인력양성		3	3	6		
	기반구축 실적						
	D/B 구축		1	1	2		
	분자마커		4	6	10		
	서비스 실적	소재개발/제공					
		원종탐색/제공					
		마커서비스		35	50	85	
	등록/ 기탁	식물자원					
유전자(유전체)		1	2	3			
EST/RNA Sep.		2	1	3			
유전자 Chip							

## 바. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 분자마커 개발에 필요한 인력은 고급과 지원인력으로 구분하며, 고급인력은 박사과정 및 박사 후 연구원, 지원인력은 석사과정 및 학부생으로 구성됨
- 연구의 지속성을 유지하기 위하여 테크니션 2명을 활용하여 연구과제가 종료 될 시기까지 운영함. 이들을 이용하여 F2 집단 양성을 추진함
- 보충인력으로 학부생을 훈련시켜 활용하도록 함

## 사. 세부프로젝트 예산

세부 프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자마커 개발	정부(억원)	0.85	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.64
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0.85	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.64

### 예산 설정 근거

- 본 과제의 목적은 엽색관련 분자마커를 대량으로 개발하고 분석서비스를 제공하여 내수용 양배추 품종개발의 효율과 기간을 단축하는데 있음. 특히 국내외 소비자가 요구하는 엽색의 양배추 품종을 조기에 육성하여 보급하는 것을 돕는데 있음
- 엽색관련 분자마커를 개발하기 위해서는 종자회사로부터 적합한 DH계통이나 내혼계 계통을 분양받아 RNA Seq등을 통하여 표적 유전자를 선별하고, 이 표적 유전자에 상응하는 게놈 DNA를 클로닝하고 유전자서열을 분석하여 SNP 및 SSR 마커를 찾아야 함. 이러한 연구를 수행하기 위해서는 년 3천만원 이상의 연구비가 필요함

- 개발한 염색관련 분자마커를 검정하기 위해서는 초기에 사용한 계통을 교배하여 육성한 F2집단으로부터 RNA와 DNA를 분리하여 발현양상과 마커에 의해 증폭되는 밴드 패턴을 조사해야 함. 이러한 일련의 연구를 위해서 년 1천만원 이상의 재료가 소요됨
- 상기 연구를 수행하기 위하여 연구원의 연구보조비의 지급이 필요하며 이는 년 4천만원 이상으로 판단됨

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 14명, 석사급 18명, 기타인력 27명의 총 59명으로 구성함

세부 프로젝트			1단계				2단계					총계
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
소 요 인 력	양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자마커 개발	박사급	1	1	1	1	2	2	2	2	2	14
		석사급	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
		기타인력	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27
		총합	6	6	6	6	7	7	7	7	7	59

아. 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발		
세부 프로젝트명	양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자마커 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9년)	연구비 지원범위	총 1,364백만원(9년, 정부 1,364백만원)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최종목표 : 양배추 자색 관련 분자마커 10종 이상을 개발하여 육종에 활용함</li> <li>○ 세부프로젝트목표               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 안토시아닌 합성과 축적을 조기 진단할 수 있는 PCR 마커 6종 개발</li> <li>- 선명한 녹색의 엽색 진단이 가능한 마커 4종 개발</li> </ul> </li> </ul>		
연구 필요 성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 내수용 양배추는 내한성을 지녀야 하며, 내한성 양배추 육종의 문제점은 저온에서 바깥 잎에 안토시아닌이 축적되어 상품성을 떨어뜨리는 것이기 때문에 이 색소의 축적 없이 내한성을 지닌 양배추 품종을 개발하기 위해서 분자마커를 이용한 조기선발이 필요함</li> <li>○ 엽색이 선명한 녹색의 양배추를 선호하기 때문에 구별이 가능한 분자마커가 필요함</li> </ul>		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 엽색관련 분자마커 개발: 모델식물인 애기장대에서 밝혀진 색 합성관련 전사인자 및 구조유전자를 확보하고 배추 등 십자화과 서열을 이용하여 상응하는 양배추 유전자를 찾고, 게놈 DNA를 증폭하고 염기서열을 분석함</li> <li>○ 엽색체가 있는 양배추와 없는 양배추 계통 및 선명한 녹색과 회백색을 이용하여 RNA Seq을 수행하여 색채관련 유전자를 찾아내고 상응하는 게놈 DNA를 클로닝하고 염기서열 분석을 수행함</li> <li>○ 분석한 양배추 게놈 서열로부터 SNP와 InDel을 찾고 다양한 양배추 계통을 이용하여 검정하고 분자마커로 개발함</li> </ul>		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 내수용 양배추 개발에 필수적인 저온기 색소 억제 품종개발에 필요한 마커를 개발하여 저온내성 마커와 함께 활용함</li> <li>○ 자색 관련 분자마커의 활용은 내한성 양배추 육종을 가속화하여 육종의 기간 단축과 효율성을 제고할 것임</li> <li>○ 선명한 녹색의 엽색을 지닌 양배추를 개발하여 내수 및 해외 수출에 기여함</li> </ul>		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구기관 자격 : 대학</li> <li>○ 신 청 요 건 : 양배추를 이용한 선행연구 풍부 및 마커 개발 경험이 있는 기관</li> <li>○ 기 타 사 항 :</li> </ul>		
Keyword	한 글	엽색, 안토시아닌, 분자마커, 저온내성	
	영 문	leaf color, anthocyanin, molecular marker, cold resistance	

## 6.4 조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종개발

### 가. 세부프로젝트 도출 배경

#### □ 중국 시장 동향

- 중국의 양배추 종자 시장규모는 약 252억원으로 추정되며 재배면적과 종자 가격이 꾸준히 상승하는 추세임
  - 양배추 종자의 시장가격은 약 100불/kg 수준이며 일부 고가 제품의 경우 2,000불/kg까지도 가격이 형성되어 있음
- 지역별로 재배되는 품종이나 요구 특성에 차이가 있으며, 중국농업과학원에서 개발한 품종 외에, 글로벌 업체가 점유하는 시장도 큼
- 구의 비대력이 좋아 생산성이 높고 구면에 납질이 적고, 수확기 폭이 넓은 품종이 선호됨
- 중국내 저가 로컬 품종에 대항하여 고품질의 F1품종의 수요가 점차 확대되며, 가격 면에서도 신장세가 가장 빠름
- 각 지역에서 주로 요구되는 특성은 내재해성(내서성, 내한성)과 병충해 저항성(시들음병, 뿌리혹병, 검은썩음병, 연부병), 포장저장성임
- 국내 기업 중 일부는 시장선도 제품을 보유하고 있으며 이를 바탕으로 연간 20톤 규모의 수출실적을 보이고 있음
- 내재해성과 뿌리혹병 저항성(CR), 시들음병 저항성(YR) 품종을 요구하고 있으며, 이러한 특성을 갖춘 품종은 중국 내 로컬 품종에 비해 높은 가격으로 판매될 수 있음
- 국내 기업의 중국 진출이 활발하게 이루어지고 있음
- 중국에서의 적양배추는 색소가공용 및 생식용으로도 쓰여 자색의 색이 진한 농자색이 요구됨
- 중국에서 조생계 적양배추의 종자가격은 일본 품종 종자 가격보다 3배 이상의 고가로 시판되고 있어, 품종이 우수하다면 현재의 가격보다 훨씬 고가로 수출이 가능함

## 나. 세부프로젝트 최종 목표

### □ 최종목표

#### ○ 1단계 목표

- 적양배추의 현지 시장정보 분석
- 전통육종기술과 생명공학 기법의 활용으로 인한 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 계통 육성
- 조생계 적양배추 품종 육성
- 조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종 육성
- 수출 목표 20만불

#### ○ 2단계 목표

- 조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종 육성
- 다양한 지역의 현지 시험포 운영을 통한 우수 품종 선발 유도 및 경제성 평가
- 중국 수출 관련 현지 인프라 구축
- 수출 목표 40만불

## 다. 세부프로젝트 연구 내용

### □ 1단계(2014~2016) :

- 유전자원 수집 및 특성조사
- 기존 보유 계통을 이용한 조생계 적양배추 조합작성 및 품종 개발
- 뿌리혹병 및 시들음병 저항성 유전자원 선발
- 조생계 뿌리혹병 저항성 계통 육성 및 저항성 적양배추 품종 개발
- 조생계 시들음병 저항성 적양배추 계통 육성
- 중국 현지 시험포 운영
- 지속적인 중국 현지 종자 시장 현황 수집 및 분석

### □ 2단계(2017~2021) :

- 조생계 시들음병 저항성 적양배추 품종 개발
- 조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 계통 육성



- 우수 계통을 이용한 조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종 개발
- 중국 현지 시험을 통한 우수 적양배추 품종 개발
- 중국 종자 시판상 정보 확보 및 인프라 구축
- 체계적인 관리를 통한 해외 네트워크 확보

#### 라. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

- 목표시장에서 요구되어지는 조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종 개발에 적합한 특성을 지니는 모본을 선발하여 각종 육종기술을 사용하여 시장 맞춤형 특성을 가진 양배추 품종을 개발함
  - 양배추의 유전자원을 수집 및 분석하여 국내 및 중국 시장에서 요구되어지는 형질에 적합한 특성을 지니는 모본을 선발하고 우량형질을 고정화하며 육종 시스템을 개발함
  - 기존 보유 계통을 최대한 이용하여 조생계 적양배추 품종개발을 위한 조합을 작성한 후 품종을 단기간에 개발하도록 함
- 양배추 국내 및 중국 현지 적응성 시험을 통해 개발된 신품종을 검증하고 실용화함
  - 국내 중간지 및 중국 수출에 적합하도록 새로 개발된 품종을 국내 및 중국 목표시장의 대상지역에서 지역별로 현지 실증 시험을 실시함
  - 중국 내 재배 작형과 지역별 맞춤형 연락시험 및 시범포를 현지법인과 거래처를 이용하여 운용함
  - 국내 전략 사업본부와 거래처를 이용하여 맞춤형 연락시험 및 시범포를 운용함

마. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항		
공 통 지 표	품종출원	국내					
		국외					
	품종등록	국내	1	2	3		
		국 외	품종신고	3	4	7	
			품종판매				
	종자수출액(만불)		20	40			
	수입대체 효과(%) (현재 20억원 대비)		1	3			
	국내논문	SCI					
		등재학술지					
	국외논문	SCI					
		비SCI					
	학술발표	국내					
		국외					
	국내특허	출원					
		등록					
	국제특허	출원					
등록							
매출액(억) 1\$=1,100	국내	0.2	0.6				
	국외	2.2	4.4				
기술이전(건수)							
특 성 지 표	인력양성						
	기반구축 실적						
	D/B 구축						
	분자마커						
	서비스 실적	소재개발/제공					
		원종탐색/제공					
		마커서비스					
	등록/ 기탁	식물자원					
		유전자(유전체)					
		EST/RNA Sep.					
유전자 Chip							

## 바. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

### □ 최적 연구진 구성안

- 품종 육성 관련 연구진은 중국 현지 수출이 가능하고, 현지 인프라가 있는 종자 업체에서 담당
  - 중국 수출 및 국내 종자 관련 영업, 마케팅, 홍보는 이미 구축된 민간기업의 풍부한 네트워크와 인프라 활용 가능

## 사. 세부프로젝트 예산

세부 프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종개발	정부(억원)	0	2.74	2.63	2.70	2.62	2.39	2.80	2.80	2.80	21.48
	민간(억원)	0	1.27	1.2	1.2	1.17	1.13	1.27	1.27	1.27	9.78
	합계	0	4.01	3.83	3.9	3.79	3.52	4.07	4.07	4.07	31.26

### □ 예산 설정 근거

- 본 과제는 국내 중간지 및 중국 수출용 적양배추 개발 목적 과제로서 조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종개발을 통한 국내 및 중국 시장을 목표로 함
  - 수출용 양배추 품종 육성 연구(2009~2014년, 서울대학교)로 정부 연구비 매년 2.5억원이 투자됨.

### □ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 8년 동안 박사급 8명, 석사급 22명, 기타인력 43명의 총 73명으로 구성함

세부 프로젝트		1단계				2단계					총 계	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
소 요 인 력	조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종개발	박사급	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
	석사급	0	2	2	3	3	3	3	3	3	3	22
	기타인력	0	5	5	5	5	5	6	6	6	6	43
	총합	0	8	8	9	9	9	10	10	10	10	73

#### 아. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

- 전통육종과 생명공학적 분자육종을 통한 세대 단축과 선발의 효율과 정확성을 높임
- 주요 거래처 국내 연구소 초청으로 육성의 역량과 안정적인 종자 시스템을 소개 및 신뢰도 구축
- 안정적인 생산기지 확보를 통한 연속성 있는 종자 공급(해외 생산 업체와의 긴밀한 협조)
- 메인 세그먼트의 시장뿐만 아니라 틈새시장 공략과 새로운 시장 창출을 통한 고가의 종자 개발

자. 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발		
세부 프로젝트명	조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종개발		
연구 기간	2014 ~ 2021 (8년)	연구비 지원범위	총 3,126백만원 (8년, 정부 2,148백만원, 민간 978백만원)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최종목표 : 국내 중간지 재배 및 중국 수출용 조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종개발</li> <li>○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 중간지 및 중국 수출용 조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종개발</li> <li>- 중국 현지 적응성 시험 및 경제성 평가</li> <li>- 중국 수출 관련 현지 인프라 구축</li> <li>- 수입대체 목표 6만불, 수출 목표 40만불</li> </ul> </li> </ul>		
연필요구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 일반 양배추의 시장이 크기는 하나 숙기, 구형, 색깔, 지역 및 작형에 따라 요구 특성도 각각 다르며, 이에 따라 품종도 매우 다양하게 개발해야 하는 반면, 적양배추는 몇 개의 품종으로 국내는 물론 세계로의 수출도 가능한 장점이 있음</li> <li>○ 최근 적양배추 시장은 이전의 중생~만생종의 품종을 유럽계 회사들에 의하여 구형계 조생종 품종으로 교체되고 있어, 구형 조생계의 품종이 개발된다면 시장 진입이 용이할 것으로 판단됨</li> <li>○ 중국에서의 적양배추는 색소가공용 및 생식용으로 쓰여 자색 중에서 색이 진한 농자색이 요구됨</li> <li>○ 적양배추의 종자가격은 일반 양배추보다 약 2배 정도로서 고가임</li> <li>○ 중국에서 조생계 적양배추의 종자가격은 일본 품종 종자 가격보다 3배 이상의 고가로 시판되고 있어, 품종이 우수하다면 현재의 가격보다 훨씬 고가로 수출이 가능함</li> </ul>		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 다양한 유전자원의 수집, 평가 및 재료의 육성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 원예적 특성, 생리적 특성, 병리적 특성 등 조사 및 선발</li> </ul> </li> <li>○ 뿌리혹병, 시들음병 등 내병성 재료의 육성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 마커 및 포장검정을 통한 내병성 재료의 선발</li> </ul> </li> <li>○ 주요 계통들의 웅성불임(MS)화로 재료의 보안, 순도의 제고 <ul style="list-style-type: none"> <li>- backcross 및 마커를 이용 조기의 MS화</li> </ul> </li> <li>○ 농자색의 적양배추 육성재료 선발 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 색도계 및 성분분석을 이용하여 재료 선발</li> </ul> </li> <li>○ 농자색의 구형 조생계 품종 육성 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내·외 연락시험 및 시범포 운영</li> <li>- 산지 적합품종 선발</li> </ul> </li> </ul>		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최근 적양배추 품종이 변화되는 시기로서 구형의 조생종 품종을 개발하는 것이 부가가치가 더 높음으로 시장진입이 용이할 것으로 판단됨</li> <li>○ SI 및 내병성 분자마커 검정기술을 이용하여 이전보다 빨리 품종개발을 하게 되면 글로벌 기업과 충분히 경쟁할 수 있을 것으로 사료됨</li> <li>○ 본 과제의 수행으로 다양한 적양배추 유전자원을 확보하게 되어 향후 신품종 개발 용이</li> <li>○ 고부가가치 품종 개발로 농가소득 향상과 종자 수입대체 및 종자 수출 증대</li> </ul>		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구기관 자격 : 민간 종자 회사</li> <li>○ 신청 요건 : 양배추 품종 육성 개발 능력과 중국 현지 거래처와의 협력으로 재료의 수집, 재료의 선발, 시험포 운영 및 판매 가능</li> <li>○ 기타 사항 : 수집한 시장 정보 및 수집 유전자원 공유 가능</li> </ul>		
Keyword	한 글	적양배추, 조생, 검은썩음병, 웅성불임	
	영 문	red cabbage, early maturity, black rot, male sterile	

## 제2절 국내 고랭지 및 동서남아 수출용 양배추 품종개발

### 1. 연구개발 목표

- 현재 약 90%를 점유하고 있는 수입 양배추 품종을 ‘국내 고랭지 및 동서남아 수출용 양배추 품종개발’ 프로젝트를 통하여 국내 육성 품종으로 상세기획 목표 50% 중 본 프로젝트에서 22% 이상 대체하여 내수 안정화를 도모하고 한국 품종의 인도 및 동서남아 국가의 수출을 880만불 이상으로 확대하고자 함
  
- 목표 설정 근거
  - 우리나라 양배추 육종기술은 세계수준에 이미 도달해 있음
  - 국내, 인도, 동남아시아 시장에서 요구되어지는 맞춤형 품종을 개발하여 공격적으로 목표시장을 공략할 수 있음
  - 양배추는 인도 주요 수출 품목으로 인도의 경제성장에 따라 수요가 증가하고 있음
  - 인도 및 동남아시아에는 국내 종묘회사들의 영업, 마케팅, 생산, 연구인력, 육성 필드 등 인프라 구축이 완료되어 있음
  
- 프로젝트 도출배경
  - 강원도 지역은 국내 양배추 재배면적의 1/4을 차지하고 있으며 준고랭지와 고랭지가 주 재배지역이며 내재해성과 내병성이 요구됨
  - 극조생계 양배추는 국산 품종 점유율 10%로 내수 대체 품종개발이 필요하며, 동남아는 녹색이 짙고 결구 긴도가 우수하며 내서성이 강하고 병충해에 강한 품종을 원함
  - 인도와 국내의 경우, 연작장해와 기후변화로 내재해성 품종과 내병충성 품종의 요구도가 증가하고 있음. 특히 인도의 양배추는 재래시장을 중심으로 거래되고 있어 양배추 저장에 우수한 품종이 요구됨

## 2. 연구개발 필요성

- 강원도의 양배추 재배면적은 1,400ha로 국내 양배추 재배면적의 1/4을 차지하고 있어 제주도 다음으로 국내에서 양배추를 많이 재배하고 있음. 강원도 지역의 74%에 해당하는 준고랭지와 고랭지가 주 재배지역으로, 국내 고랭지 양배추의 거의 대부분을 강원도 지역에서 생산하고 있음. 강원도 지역의 양배추 재배 품종 중 일본 품종이 차지하고 있는 비율은 80% 이상으로 수입 품종의 재배 비율이 상당히 높아 로열티 지급 우려가 됨. 따라서 강원도 시장을 목표로 한 양배추 품종 육성을 위해서는 고랭지에 적합하면서도 일본 품종에 비해 더 우수한 내재해성(내서성) 및 내병성(시들음병 저항성(YR), 뿌리혹병 저항성(CR))을 갖춘 양배추 품종 육성이 요구됨
- 인도의 재배면적은 유럽과 유사한 수준이지만 유통되는 종자가 낮은 수준에서 가격이 형성되어 있기 때문에 시장규모가 작게 나타남
- 유통이 이루어지는 양배추 종자의 주요 품종은 원형계(80%)이며 편형계(20%)는 캘커타와 방갈로 부근의 여름용과 고랭지 재배용으로 유통이 이루어지고 있음. 인도는 일본 육종 회사 품종이 많이 재배되고 있으며, 현지 직영 영업망을 구축하여 시장 지배력을 강화하고 있음
- 인도는 구비대력이 1kg내외의 소형이면서 고온다습한 환경에서 재배가 용이한 병저항성(검은썩음병, 시들음병) 품종이 요구됨
- 인도의 지역 기후 변화로 인한 품종 변화는 KK Cross/Keneko의 경우 오랫동안 조생 편형계로 시장을 주도했으나, West Bengal에 비가 오는 패턴이 바뀌고 오래된 품종으로 병이 많아지면서 최근 몇 년간 Summer Queen 신품종이 좋은 결과를 보여 시장을 확대해 나가고 있음
- 조생 원형계 시장도 크게 변화였는데, 극조생 품종인 Green Express가 지역 기후 변화로 적응력이 급격히 떨어지면서 T621/Takii와 Millenium/SVS가 그 품종을 대신하여 시장을 차지하고 있음

- 중동부(군투르) 지역은 원형계 극조생종 및 중생종을 가장 선호하며 숙기는 정식 후 40-65일 이며 구는 녹색이 짙고 식미가 우수하며 결구 긴도가 우수하고 열구가 늦어 포장 저장성이 강한 품종이 요구되고 있음. 또한 내서성 및 검은썩음병 저항성인 마이코의 “크란티”와 골든씨드의 “GC 60” 등이 재배되고 있으며, 최근 내한성이 우수하고 뿌리혹병 및 시들음병에 복합내병성이며 내충성이 강한 품종의 요구가 증가하고 있음
- 동부(켈커타) 지역은 비가 많이 오고 공중 습도가 높기 때문에 검은썩음병에 강한 일본 품종이 주로 재배 되고 있으며, 조생 편형으로 다끼이의 “K-K Cross”, 인도 남다하리 종묘사가 수입 판매하고 있는 "NS-43"이 재배되고 있으며, 조생 원형으로 사카타의 “Green Express”, 가네코의 “Rare ball”이 재배되고 있음
- 이와 같은 최근 인도시장의 변화로 인해 양배추의 조생, 내병 및 내충계가 필수적인 품종 특성이 되었으며 또한 열구깨짐에 강한 품종을 요구하는 추세임
- 동남아의 시장규모는 약 54억원 수준으로 추정되며 재배면적은 10만ha에 이르며, 일반적으로 일본에서 유입된 편형계 품종이 유통되고 있음
- 인도네시아, 베트남, 태국에서는 편형계 조생종 및 중생종 품종에 대한 요구가 많으며 녹색이 짙고 결구 긴도가 우수하며 내서성이 강하고 병충해에 강한 품종을 선호함
- 국내 양배추 종자 시장 규모는 약 20억원 수준이며 유통 중인 종자는 대부분 다끼이, 사카타 종묘로 일본 품종이 차지하며 국산화율은 10% 미만으로 국내 양배추 재배 농가는 외국 품종을 선호함
- 국내 양배추 종자 수출은 2005년 21톤, 금액으로 1.8백만불을 수출하였으며, 2006년에는 31톤, 2.8백만불을 수출하여 고추(6.9백만불), 무(5.2백만불) 다음으로 큰 수출 품목이며 해마다 증가하고 있으며 2009년에는 25,494kg, 금액



으로 250만불 이상 수출하여 고추, 무 다음의 수출 효자 종목으로 주로 인도, 중국, 인도네시아에 수출하고 있음

- 다끼이 종묘의 ‘오키나’와 ‘YR호월’, 그리고 국내 회사들에 판매되고 있는 품종들은 대부분 검은썩음병에 약한 특성이 있어 고냉지 여름재배에서 피해가 많이 발생하고 있음
- 고품질의 요구도가 높은 유럽시장의 진출과 높은 수준의 국내 소비자를 위해 고기능성 양배추 육종 필요
- 국내에서도 소비자 지향의 고기능성 양배추 품종 개발을 통한 시장 확대와 수입품종 대체 효과 필요
- 국내에서 뒤쳐진 고기능성 품종 개발을 위해서는 효율적인 육종 시스템 확립이 시급함

### 3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

- 본 과제는 3개의 우선추진 세부 프로젝트와 1개의 후보과제로 구성되어 있으며, 목표시장 선호형 양배추 품종개발에 목적이 있음
  - 국내 고랭지 및 동서남아 양배추 시장에서 요구되어지는 조생계의 내서성 및 시들음병/뿌리혹병 저항성, 극조생계의 편원형 양배추 품종개발 등으로 목표형질이 명확하게 설정되어 있어 기존 연구과제들과 차별성을 가짐
  - 국내의 소비자들이 고기능성 양배추 품종을 선호하고 있으며, 지금까지 양배추 고기능성 관련 특히 glucosinolate 및 antioxidants 관련 과제는 수행되지 않았음

## 4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

### 4.1 추진체계

	주요 수행 내용	수행주체
국내 고랭지 및 동서남아 수출용 양배추 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집 및 특성조사</li> <li>- 계통 육성 및 조합작성</li> <li>- 고품질 조생종 복합내병성 양배추 품종 개발</li> <li>- 극조생계 편원형 양배추 품종 개발</li> <li>- 현지 연락 시험 및 조합선발</li> <li>- 생산성 검정 및 품종화</li> <li>- 현지 종자 시장 현황 수집 및 분석</li> <li>- 동서남아 종자 시판상 정보 확보 및 인프라 구축</li> <li>- 고기능성 관련 마커 대량 개발</li> </ul>	산, 연

### 4.2 추진전략

- 목표시장에서 요구되어지는 조생계 내서성 및 조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성, 극조생계 편원형에 적합한 특성을 지니는 모본을 선발하여 각종 육종기술을 사용하여 시장 맞춤형 특성을 가진 양배추 품종을 개발함
- 양배추의 유전자원을 수집 및 분석하여 국내 및 동서남아 시장에서 요구되어지는 형질에 적합한 특성을 지니는 모본을 선발하고 우량형질을 고정화하며 육종 시스템을 개발함
- 양배추 국내 및 동서남아 현지 적응성 시험을 통해 개발된 신품종을 검증하고 실용화함
  - 국내 및 동서남아 수출에 적합하도록 새로 개발된 품종을 국내 및 동서남아 목표시장의 대상지역에서 지역별로 현지 실증 시험을 실시함
- 육종 지원 연구팀
  - 고기능성 품종 육성을 위한 기능성 물질 검정 및 마커 진단 지원을 수행함

## 5. 프로젝트 Micro 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표	
		국내 고랭지 및 동서남아 수출용 양배추 품종개발				국내 고랭지 및 동서남아 수출용 품종 개발, 목표시장 현지 적응성 검정 및 현지 홍보					-수입대체 22% 이상달성 -수출액 880만불 이상 달성	
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표	
조생계 내서성 및 시들음병/뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	품종 개발	국내외 양배추 유전자원 수집, 특성평가 및 선발										-수입대체액 34만불 달성 -수출액 800만불 달성 -13품종 개발
		내재해성, 내병성 유전집단 선발 육성										
		소포자 배양, CMS모본 육성										
		국내 및 인도 현지 적응성 검정										
		국내 수입대체용 및 인도 수출용 품종 개발										
		종자생산 관리체계 구축										
		네트워크 구축, 현지홍보 및 대량생산 기술 개발										
극조생계 편원형 양배추 품종개발	품종 개발	국내외 양배추 유전자원 수집, 특성평가 및 선발										-수출액 80만불 달성 -수입대체액 10만불 달성 -6품종 개발
		내재해성, 내병성 유전집단 선발 육성										
		국내 및 인도, 동남아 현지 적응성 시험										
		국내 수입대체용 및 인도, 동남아 수출용 품종 개발										
		현지홍보 및 대량생산 기술 개발										
양배추 고기능성 물질(glucosinolate 및 antioxidants) 관련 분자마커 개발	분자 육종	유전자원의 탐색을 통한 우수 형질 (고기능성)보유 자원 선발 및 확보										-SCI 9편 발표 -마커 서비스
		고기능성 관련 기작 및 유전체 마커 개발을 위한 대사체 유전체적 분석 및 품종 육성 tool 개발										
		우수형질 (고기능성) 관련 진단 마커 개발										
		고기능성 품종 육성을 위한 첨단 기반 구축 및 육종 지원체계를 통한 활용										

## 6. 세부프로젝트 추진계획

### 6.1 조생계 내서성 및 시들음병/뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발

#### 가. 세부프로젝트 도출 배경

##### □ 국내의 양배추 시장현황

- 국내에서 재배되는 양배추류는 대부분 외국산 품종이며, 그 중에서도 일본산 품종이 다수를 차지하고 있음. 이는 양배추 재배 면적이 2008년도를 기준으로 보았을 때 6,087ha로, 무(27,308ha)나 배추(37,285ha), 고추(48,825ha) 등에 비해 극히 적기 때문에 정부 연구기관이나 종자 회사에서 품종 육성에 크게 신경을 쓰지 않은 것과 우리나라에서 양배추가 재배되기 시작할 때부터 일본산 품종을 주로 사용해왔던 것이 가장 큰 이유임. 지금까지도 주산 단지라 할 수 있는 대관령이나 제주도 등지의 재배 농민들이 일본산 품종 또는 기타 수입종 품종을 대부분 재배하고 있음
- 반면에 국내에서 육성된 양배추류 품종들이 외국에서는 상당히 인기가 있어 종자 수출액이 2009년에 약 250만 달러로 무와 고추 다음으로 많은 양이 수출되고 있음. 이는 국내에서 육성된 품종들이 결코 일본산 품종에 뒤지지 않는 경쟁력을 확보하고 있음을 반증하는 것임
- 양배추류는 그동안 미국, 유럽, 일본 등의 나라에서 활발하게 품종육성을 해왔고 세계시장을 주도해 오고 있으나 우리나라의 배추, 무 등 배추과 작물의 육종능력은 세계수준에 이미 도달해 있기 때문에 이들 육종기술을 양배추에 접목한다면 충분히 단기간에 세계시장에서 우위를 확보할 수 있음
- 최근 육묘기술의 발달로 재배농민들은 점점 더 고순도, 고품질, 고기능성의 품종을 원하고 있음. 자식주가 발생하지 않는 100% 교잡종을 얻기 위하여 세포질웅성불임성을 이용한 육종방법이 각광을 받고 있는데 그 동안 세포질웅성불임성을 이용한 양배추 품종육성은 몬산토, 신젠타 등 몇몇 다국적기업에서 해왔으나 최근 중국 농과원에서 활발히 웅성불임품종을 발표하고 있음
- 따라서 우리나라도 자가불화합성 뿐만 아니라 세포질웅성불임성에 대한 연구를 활발히 할 필요성이 있으며 또한 종자 생산시에 해외의 채종포에서 양친이 유출되는 것을 방지할 수 있기 때문에 웅성불임 육종이 매우 중요함

## □ 인도의 양배추 종자 시장현황 및 전망

### ○ 인도 시장 정보

- 전체적 기후는 최북단이 우리의 제주도과 위도가 같은 열대몬순 기후로 혹서기(3월~6월), 우기(7월~9월) 및 건기(10월~2월)로 나누어짐
- 인도의 경제는 최근 빠른 성장을 보이고 있으며, 2005년 이후 연 평균 성장률 9%이며, 수출보다는 내수가 성장을 주도하고 있음. 인도 국내 총생산(GDP)은 1조 7,111억USD로 세계 9위이며, 1인당 GDP 약 1,527USD(세계 135위)임
- 인도의 인구 증가로 인한 농산물 소비량이 증가하고 있으며, 경제 성장으로 인한 1인당 채소 섭취량 또한 매년 증가함에 따라 종자산업의 중요성이 증가하고 있음
- 인도는 중국에 이어 세계에서 두 번째로 큰 규모의 채소 생산국임. 또한 경제성장 덕분에 원예 작물의 생산면적과 생산량은 꾸준히 증가하고 있음. 1990년 면적은 1,277만ha, 생산량은 9,656만톤에서 2010년 면적 2,088만ha, 생산량 22,309만ton으로 증가하였는데, 이것은 면적 대비 약 1.6배, 생산량 대비 약 2.3배 증가한 것임
- 인도 주요 채소 작물의 근년도 생산 변화를 살펴보면, 양배추가 가장 큰 재배면적의 변화를 보였고, 완두콩(Green Pea), 콜리플라워가 그 뒤를 따르고 있음
- 인도의 채소 교배종(F1 hybrid) 시장은 1988년 종자시장의 개방과 더불어 큰 변화를 보여 왔음. 개방과 더불어 몰려든 다국적 기업의 우량품종이 시장에 공급되면서, 경쟁관계의 인도 국내 회사의 품종 육성관련 연구 투자의 확대에 의해 그 수준과 규모가 확대되었음
- 현재 인도 채소 일대잡종 품종의 시장규모는 약 2억USD 수준으로 추산되고 재래종 종자 시장까지 포함할 경우 약 3.5억USD 규모임. 최대 작물은 고추(hot pepper), 박(Gourds), 오크라(okra), 양배추(cabbage)등이며, 호박, 콜리플라워, 토마토 등도 많이 재배되고 있음

### ○ 인도의 양배추 재배면적 및 생산량

- 세계 양배추 재배 면적 대비 인도의 양배추 재배면적은 전 세계 양배추 재배 면적(1,654,488ha)의 12%인 201,965ha로 전 세계 양배추 재배면적의 36.2%

- 를 차지하고 있는 1위인 중국(610,734ha)에 이어 2위를 차지하고 있음
- 인도의 재배면적은 유럽과 유사한 수준이지만 유통되는 종자가 낮은 수준에서 가격이 형성되어 있기 때문에 시장규모가 작으며 시장규모는 약 72억 원 수준으로 추정됨
- 유통이 이루어지는 양배추 종자의 주요 품종은 원형계(80%)이고 편형계(20%)는 캘커타와 방갈로 부근의 여름용과 고랭지 재배용으로 유통이 이루어지고 있음
- 일본 육종 회사 품종이 많이 재배되고 있으며, 현지 직영 영업망을 구축하여 시장 지배력이 강함
- 인도는 구비대력이 1kg 내외의 소형이면서 고온다습한 환경에서 재배가 용이한 뿌리혹병 저항성(CR) 및 시들음병 저항성(YR) 품종이 요구됨
- 교배종 양배추가 꾸준히 늘면서 F1 종자 시장규모는 11~14 M\$(115~150억원)이고 종자 소요량은 50,000~65,000kg임. 일반종도 아직 80ton 정도 판매되고 있음

#### ○ 인도의 양배추 목표 시장 현황

- 지역 기후 변화로 인한 품종 변화를 살펴보면 KK Cross/Keneko의 경우 오랫동안 조생 편형계로 시장을 주도했으나, West Bengal에 비가 오는 패턴이 바뀌고 오래된 품종으로 병이 많아지면서 신품종을 기다리고 있었는데 최근 몇 년간 Summer Queen이 좋은 결과를 보여 시장을 확대해 나가고 있음
- 조생 원형계 시장도 크게 변하였는데, 극조생 품종인 Green Express가 지역 기후 변화로 적응력이 급격히 떨어지면서 T621/Takii와 Millenium/SVS가 그 품종을 대신하여 시장을 차지하고 있음
- 중동부(군투르) 지역은 원형계 극조생종 및 중생종을 가장 선호하며 숙기는 정식 후 40-65일이며 구는 녹색이 짙고 식미가 우수하며 결구 긴도가 우수하고 열구가 늦어 포장 저장성이 강하고 내서성 및 검은썩음병 저항성인 마이코의 “크란티”와 골든씨드의 “GC 60” 등이 재배되며, 최근 내한성이 우수하고 뿌리혹병 및 시들음병에 복합내병성이며 내충성이 강한 품종의 요구가 증가하고 있음
- 동부(캘커타) 지역은 비가 많이 오고 공중 습도가 높기 때문에 검은썩음병에 강한 일본 품종이 주로 재배 되고 있으며, 조생 편형으로 다끼이의

“K-K Cross”, 인도 남다하리 종묘사가 수입 판매하고 있는 "NS-43"이 재배되고 있으며, 조생 원형으로 사카타의 “Green Express”, 가네코의 “Rare ball”이 재배되고 있음

- 이와 같은 최근 인도시장의 변화로 인해 양배추의 조생, 내병 및 내충계가 필수적인 품종 특성이 되었으며 또한 열구깨짐에 강한 품종을 요구하는 추세임

## 나. 세부프로젝트 최종 목표

### □ 최종목표

- 원형계 고품질 조생종 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 10 품종육성
- 원형계 내서성 3 품종육성
- 국내 수입대체 현재(20억)대비 17% 달성
- 양배추 인도 수출액 9년 후 800만불 달성

### □ 단계별 목표

1단계('13~'16)	2단계('17~'21)
인도 수출용 양배추 품종개발을 위한 기반 마련 및 품종 육성	인도 수출용 품종 육성, 인도현지 적응성 검정 및 인도 현지 홍보와 수출
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집 및 특성평가</li> <li>- 내서성 및 시들음병/뿌리혹병 저항성 유전집단 선발 육성</li> <li>- 소포자 배양</li> <li>- CMS모본 육성</li> <li>- 개발된 양배추 품종 현지 적응 검정</li> <li>- 인도시장 수출을 위한 네트워크 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집 및 특성평가</li> <li>- 내서성 및 시들음병/뿌리혹병 저항성 유전집단 선발 육성</li> <li>- 소포자 배양</li> <li>- CMS모본 육성 소포자 배양</li> <li>- 개발된 우량교잡계 적응성 현지 검정</li> <li>- 현지홍보 및 대량생산 기술 개발</li> <li>- 종자생산 관리체계 구축</li> </ul>

## 다. 세부프로젝트 연구 내용

### □ 1단계(2013~2016) :

- 국내에서 기 개발된 양배추 품종의 인도 현지 국가 적응성 검정
- 우수 양배추 유전자원 수집 및 선발
- 시들음병/뿌리혹병 저항성 및 우수형질 양배추 보유계통 육성
- 소포자 배양 및 CMS 모본 육성
- 조합작성 및 선발
- 선발품종 지역적응성 시험 및 종자생산성 시험
- 품종보호출원
- 수출 시장 개척 및 국내 수입대체

### □ 2단계(2017~2021) :

- 우수 양배추 유전자원 수집 및 선발
- 시들음병/뿌리혹병 저항성 및 우수형질 양배추 보유계통 육성
- 소포자 배양 및 CMS 모본 육성
- 조합작성 및 선발
- 품종보호출원
- 선발품종 지역적응성 시험 및 종자생산성 시험
- 종자 대량생산/가공 기술 개발
- 신품종의 현지 홍보 및 조기 보급을 위한 지역별 전시포 운영 및 농가실증
- 가격, 품질 경쟁력 향상을 위한 종자 대량 생산/가공 기술 개발 및 보급체계 구축
- 수출 시장 개척 및 국내 수입대체

## 라. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

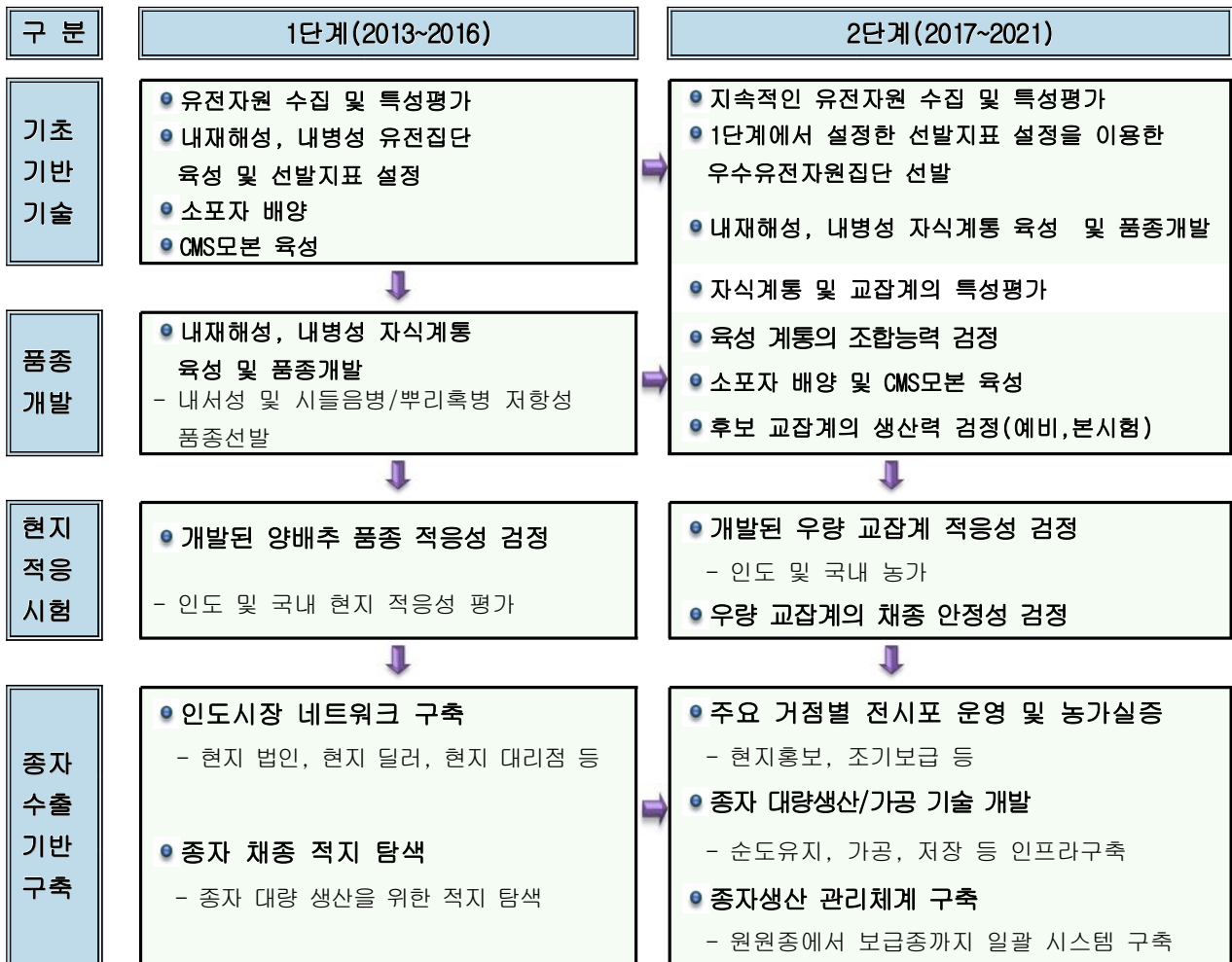
### □ 추진방법

- 다양한 지역의 재래종과 원형계, 조생종, 시들음병/뿌리혹병 저항성, 내서성 관련 유전자원 탐색 및 수집. 인도 및 국내지역 적응형 유전자원 탐색 및 수집
- 유전자원 탐색 및 수집을 통해 획득한 계통의 내병성 및 우수형질 특성 평가 및 보유계통 육성



- 소포자 배양을 통한 순종의 획득 및 육종기간의 단축, CMS 모본 육성을 통해 세포질용성불임성을 이용한 다양한 F1 종자생산을 위한 기반 마련
- 시들음병/뿌리혹병 저항성, 내서성 관련 우수형질 보유 조합 작성 및 선발
- 생산 종자의 인도 및 국내지역 등의 현지 지역 적응성 검증
- 국내민간회사의 인도 및 해외영업부, 판매처, 다국적 기업들과 긴밀한 협조를 통한 수출 시장 개척과 동시에 국내 수입대체
- 국내 개발 품종 중 현지 적응품종 및 신품종에 대한 판매 거점 지역 전시포 운영
- 현지농가 실증을 통한 품종 우수성 홍보
- 국내민간회사 인도 및 해외영업부, 판매처, 다국적 기업들과 긴밀한 협조를 통한 수출 시장 개척과 동시에 국내 수입대체

□ 추진체계



마. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항		
공 통 지 표	품종출원	국내	7	13	20		
		국외					
	품종등록	국내	3	10	13		
		국 외	품종신고				
			품종판매				
	종자수출액(만불)		350	800			
	수입대체 효과(%) (현재 20억원 대비)		7	17			
	국내논문	SCI					
		등재학술지					
	국외논문	SCI					
		비SCI					
	학술발표	국내					
		국외					
	국내특허	출원					
		등록					
국제특허	출원						
	등록						
매출액(억) 1\$=1,100	국내	1.4	3.4				
	국외	38.5	88				
기술이전(건수)							
특 성 지 표	인력양성						
	기반구축 실적						
	D/B 구축						
	분자마커						
	서비스 실적	소재개발/제공					
		원종탐색/제공					
		마커서비스					
	등록/ 기탁	식물자원					
		유전자(유전체)					
		EST/RNA Sep.					
유전자 Chip							

## 바. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 국내 고랭지 및 인도 수출용 조생계 내서성 및 시들음병/뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발 사업수행에 필요한 인력 중 유전자원 관리 및 작물 품종육성 인력은 민간기업체 인력, 국공립연구기관 인력으로 충당 가능하며, 육종기초연구와 관련된 인력은 농과계 대학교수 중심으로 수행될 가능성이 높음
- 유전자원 수집, 관리, 육종기초 및 품종개발 관련 연구 인력의 수급은 민간기업체, 대학, 국공립연구기관 인력으로 수요 충족이 가능할 것으로 예상됨
- 수출 인프라 구축과 국내 판매 및 마케팅 관련 인력은 사업 초기에는 대부분 민간기업체에 의존하게 될 전망이며 2단계사업 시작 시점부터는 추가적인 인력충원여부를 검토해야 될 것으로 생각됨
- 수출 인프라 구축과 국내 판매 및 마케팅 관련 인력은 급격한 수요 발생이 없는 한 민간기업 소속 인력으로 충당이 가능할 것으로 예상됨

## 사. 세부프로젝트 예산

세부 프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
조생계 내서성 및 시들음병/ 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	정부(억원)	2.11	3.40	3.11	3.40	3.26	3.16	3.39	3.39	3.39	28.61
	민간(억원)	0.44	1.07	1.01	0.98	0.93	1	1.03	1.03	1.03	8.52
	합계	2.55	4.47	4.12	4.38	4.19	4.16	4.42	4.42	4.42	37.13

- 예산 설정 근거
  - 본 과제의 목적은 해외 인도 및 국내소비자 선호형 품종개발이고, 수출증대 및 내수종자 수입대체 목적의 과제로 다음과 같이 예산을 정함
  - 2011년도 농촌진흥청 연구과제 중 “분자유종기술을 이용한 고품질 (고색소/고

- 심미/고기능성)가공용 고추품종육성”에 매년 정부출연금 3억 원이 투자되었음
- 2011년도 농림수산식품기술기획평가원의 지원 연구과제 중 “종자수출 확대를 위한 해외 맞춤형 품종개발”에 16건의 품종개발에 정부출연금 4억 원이 매년 투자되었음 또한 “기능성 및 내서성 유용 유전자원 탐색 및 활용기술 개발”에 정부출연 연구비가 매년 3.8억 원이 투자되었음
  - 2009년 농촌진흥청 주관연구과제 중 연구 중인 양배추 및 브로콜리의 수출, 내수 품종육성, 육종기술 개발 및 실용화 연구에서는 9건의 품종개발에 연구비 10.5억 원이 투자되었으나 본 연구 과제는 13건의 품종개발과 9년 후 종자 수출액 800만 달러 수출이 목표임

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 86명, 석사급 4명, 기타인력 85명의 총 175명으로 구성함

세부 프로젝트			1단계				2단9					총계
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
소요인력	조생계 내서성 및 시들음병/뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	박사급	7	9	10	10	10	10	10	10	10	86
		석사급	0	1	0	1	0	1	0	1	0	4
		기타인력	7	8	10	10	10	10	10	10	10	85
		총합	14	18	20	21	20	21	20	21	20	175

아. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 육종 방향

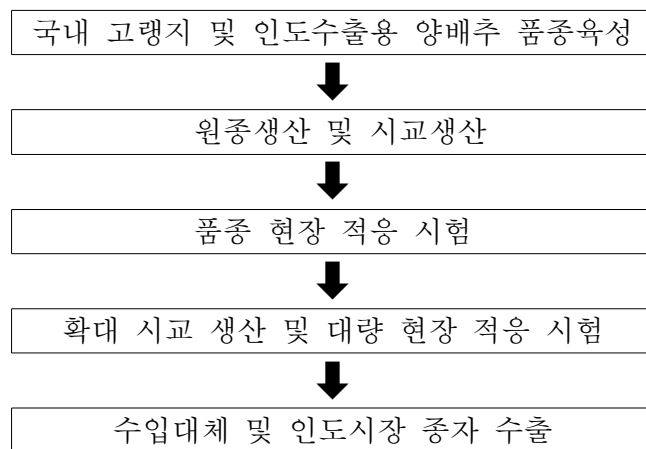
○ 육종방향

- 전 세계적인 기후변화 및 온난화에 대처/대비하는 육종 프로그램의 변화가 불가피하여 내서성 및 시들음병/뿌리혹병 저항성을 갖춘 유전형질 개발의

- 신품종에 대한 필요성이 인도 육종가들 사이에 대두되고 있음
- 서남아시아(인도 등)의 양배추 육성 방향
    - 중소형으로 구 무게가 0.8~1kg 품종
    - 구 깨짐이 낮은 품종
    - 수송성이 좋은 품종
    - 내병성 품종(black rot, bacterial leaf blight, club root in areas)
    - 환경적응성이 우수한 품종(고온, 가뭄, 비)
    - 낮은 온도에서 잘 자라는 품종

□ 수출 방향

- 본 연구 수행을 통해 개발한 우수형질 보유품종을 이용하여 원종생산, 시교 생산, 품종현장적응시험을 거쳐 국내 민간기업체의 국내외 판매망을 통해 국내수입대체 및 인도 지역으로 수출
- 수입대체 및 인도수출용 양배추 품종 개발을 위하여 국내 및 인도의 종자시장 및 정책 동향을 분석하여 타겟 시장을 선정하고 기후 및 선호도 별로 타겟 시장을 그룹화 하여 수출전략을 세움
  - 권역별 수출전략 : 인도의 넓고 다양한 지역의 기후조건 및 국내의 상황을 고려하여 권역별 수출 전략 수립
  - 국가별 수출전략 : 재배면적, 시장규모, 종자산업 관련 제도 및 정부정책을 고려하여 국가별 수출 전략 수립



[그림 5-3] 국내 고랭지 및 인도수출용 양배추 품종육성을 통한 판매 및 수출대책

- 국내 민간 기업체의 국내영업부, 인도지역의 해외영업부, 및 거래처와 긴밀한 업무 협력을 통해 인도지역 및 국내의 현지 농가에서 선호하는 품종의 정보를 육종가에 제공함으로써 현지 맞춤형 품종개발 전략을 추구함
- 개발된 품종의 수출을 위해 국내민간기업체의 국내영업부, 인도지역의 해외영업부를 통해 품종 전시를 늘리고 현지 농가에 수출거래처 및 소비자에게 충분히 알려 신뢰구축기반을 마련하고 품종에 맞는 시장가격을 만드는 등의 마케팅과 영업 전략을 추구함
- 개발된 다양한 우수형질의 품종은 국내수입대체와 인도지역 수출뿐만 아니라 전 세계 다양한 지역으로도 수출될 수 있을 것으로 예상됨

자. 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	국내 고랭지 및 동서남아 수출용 양배추 품종개발		
세부 프로젝트명	조생계 내서성 및 시들음병/뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9년)	연구비 지원범위	총 3,713백만원 (9년, 정부 2,861백만원, 민간 852백만원)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최종목표 : 국내 고랭지 및 인도 수출용 조생계 내서성 및 시들음병/뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발 및 수출 증대</li> <li>○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 고랭지 재배용 조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 품종개발</li> <li>- 인도 중동부지역 수출용 시들음병 및 뿌리혹병 저항성, 원형계 극조생종, 조생종 품종개발 및 수출</li> <li>- 인도 중서부지역 수출용 내서성, 원형계 중조생종 품종개발 및 수출</li> <li>- 수입대체 목표 34만불, 수출 목표 800만불</li> </ul> </li> </ul>		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 인도와 국내의 경우 연작장해와 기후변화로 내재해성 품종과 내병충성 품종의 요구도가 증가하고 있으며 일본 및 유럽회사들의 경쟁이 치열한 상태임</li> <li>○ 인도 및 서남아시아 등의 열대지방에서 주로 재배되는 내서성에 강한 품종은 1970~80년대에 일본에서 개발한 품종들로 신품종이 제때에 개발되지 않아 이들 시장에서의 품종대체 욕구가 매우 큼</li> <li>○ 국내 및 해외에서 세포질용성불임성을 이용한 용성불임 품종과 시들음병, 뿌리혹병, 검은썩음병에 저항성인 복합내병성 품종개발을 활발하게 진행하고 있음</li> <li>○ 세계적인 글로벌 작물인 양배추는 그동안 무, 배추에 비해 연구가 미흡했으나 배추과 작물의 축적된 육종기술을 보유하고 있어 적극적인 정부의 투자가 있을 경우 최고의 수출 작물이 될 수 있다고 사료됨</li> </ul>		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유전자원 수집 및 특성조사</li> <li>○ 계통의 분리 고정 및 선발</li> <li>○ 소포자 배양 및 내병성 검정</li> <li>○ 조합작성, 조합능력 검정</li> <li>○ 국내 및 해외지역적응성 시험</li> <li>○ 품종보호출원</li> <li>○ 시장개척 및 수출</li> </ul>		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 수입대체 및 인도지역으로 5,550만불 수출에 따른 외화 획득 및 수출경쟁력 강화</li> <li>○ 전통육종기술 및 기능성 성분 분석에 따른 신속선발체계 구축개발, 내병성 검정 기술 확립에 따른 최고의 효율적인 육종 시스템 도입으로 단기간 내에 우수한 형질을 가진 품종을 개발이 가능함</li> </ul>		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구기관 자격 : 해외 영업팀 및 법인의 유무</li> <li>○ 신청 요건 : 해외 50만불 이상 수출 실적, 품종보호출원 3품종 이상, 등록 1품종 이상</li> <li>○ 기타 사항 : 양배추 육종경력 10년 이상 육종가</li> </ul>		
Keyword	한 글	양배추, 내서성, 내한성, 내병성, 육종	
	영 문	cabbage, heat tolerance, cold tolerance, pathogen resistance, breeding	

## 6.2 극조생계 편원형 양배추 품종개발

### 가. 세부프로젝트 도출 배경

#### □ 국내 시장 현황

- 양배추 재배면적은 2001년 약 6,160ha로 정점에 이른 후 2010년 4,524ha, 2011년 약 5,800ha정도로 매년 청과시장에 따라서 약간의 변동이 있음
- 최대 주산지는 월동양배추 생산하는 제주도로 2010년 재배면적 기준 약 37%을 차지함
- 국내 양배추 종자 시장 규모는 약 20억원 수준이며 유통 중인 종자는 대부분 다끼이, 사카타 종묘로 일본 품종이 차지하며 국산화율은 10% 미만으로 국내 양배추 재배 농가는 외국 품종을 선호함
- 국내 양배추 종자 수출은 2005년 21톤, 금액으로 1.8백만불을 수출하였으며, 2006년 에는 31톤, 2.8백만불을 수출하여 고추(6.9백만불), 무(5.2백만불) 다음으로 큰 수출 품목이며 해마다 증가하고 있으며 2009년에는 25,494kg, 금액으로 250만불 이상 수출하여 고추, 무 다음의 수출 효자 품목으로 주로 인도, 중국, 인도네시아에 수출하고 있음
- 2011년 아시아종묘는 국내육성 품종으로 국내·외에서 300(백만원)매출을 올려 시장에서 개발품종의 인지도를 높여가고 있음
- 다끼이 종묘의 ‘오키나’와 ‘YR호월’, 그리고 국내 회사들에 판매되고 있는 품종들은 대부분 검은썩음병에 약한 특성이 있어 고냉지 여름재배 및 제주 월동재배에서 피해가 많이 발생하고 있음
- 양배추 육종은 일본이나 유럽보다 훨씬 늦게 육성을 시작하였지만 그동안 축적되어 왔던 배추과 육성 기술을 바탕으로 1990년대 초반부터는 인도, 중국, 동남아 미국 등지에 많은 종자를 수출하게 됨
- 내수용 품종 개발 시 제주지역용은 내한성, 내서성, 재포성, 흑부저항성, 추대성, 비대력(3-4kg), 진한녹색, 맛, 고구형 등이며 내륙지역용은 검은썩음병 저항성, 내서성, 재포성, 내열구성, 맛 등의 보완이 필요함



□ 동남아 시장 동향

- 시장규모는 약 54억원 수준으로 추정되며 재배면적은 10만ha에 이르는 것으로 나타남
- 일반적으로 일본에서 유입된 편형계 품종이 유통되고 있음
- 인도네시아, 베트남, 태국에서는 편형계 조생종 및 중생종 품종에 대한 요구가 많으며 녹색이 짙고 결구 긴도가 우수하며 내서성이 강하고 병충해에 강한 품종을 선호함

□ 국외 시장 현황

- 내서성에 강하면서 뿌리혹병에 강한 양배추류에 대한 수요가 높으나 아직 이것을 충족시킬 품종개발은 이루어져 있지 않음
- 전 세계 양배추류 산지의 계속되는 연작과 고온 다습 등 재배환경의 불량으로 인하여 각종 병해가 만연되고 있으며, 특히 뿌리혹병의 피해가 날로 심해지고 있음
- 인도, 파키스탄, 중국남부, 동남아 등의 열대지방에서 주로 재배되는 내서성에 강한 품종은 1970~80년대에 일본에서 개발한 품종들로 신품종이 제때에 개발되지 않아 이들 시장에서의 품종대체 욕구가 매우 큼
- 현재 일본 회사들과 유럽 회사들이 중국, 인도 및 동남아 시장에서 적극적인 품종 개발과 시장 개발로 점유율을 높여가고 있으며, 특히 유럽회사들이 유럽에서 주로 재배하던 품종들을 중국에서 적극 개발하여 기존 품종들보다 비싼 가격으로 판매하고 있음
- 상용 품종 개발은 일본이 선두를 유지하고 있으며, 자체 품종을 전 세계로 수출(‘YR호월’, ‘아야히까리’, ‘시오사이2호’, ‘아사시오’ 등)
- 개발된 상용 품종의 품질은 일본이 가장 좋고 한국, 미국, 태국이 비슷한 수준임
- 일본, 미국 등의 선진국은 수확 후 저장 및 유통관련 기술 경쟁력이 높고, 일관 저온 유통 시스템 관련 기술도 높음

□ 국내 기술개발 현황

- 배추과 작물의 일대잡종 품종육성 분야는 세계 최고 수준의 기술이 축적되어 있지만, 옹성불임(CMS)계통육성에는 초보단계이며, 병충해 저항성 유전자원의 수집확대와 품종 개발을 진행 중임

- 국내 양배추 육성은 민간주도로 1970년대 말 수출 목적으로 본격화 되었고, 외국에 비해 늦게 육성을 시작하였으나, 축적된 배추과 작물의 육성 기술을 바탕으로, 1990년대 초반부터는 인도, 중국, 동남아, 미국 등지에 많은 종자를 수출하는 수준으로 발전, 현재까지 일본이나 유럽 품종들과 경쟁할 수 있는 우수한 품종들이 꾸준히 개발
- 몬산토, 신젠타 등 다국적기업들이 국내기업을 합병함에 따라 양배추 유전자원과 육종기술이 유출되었기에 국내 품종 육성 기술의 기반 확대와 신규 유전자원의 확보가 시급
- 국내의 경우 내재해성, 내병충성 양배추 육종이 시작 단계에 있으며, 수출 목적지 별 요구도(복합병 저항성 등) 만족형 품종을 육성하고 있는 중임

#### □ 국외 기술발전

- 일본의 사카타종묘, 유럽의 신젠타종묘 등에서 세포질 융성불임성을 이용한 양배추 품종 발표
- 미국 코넬대와의 공동연구로 원형질체 융합법을 활용해 무 세포질 융성불임 유전자를 양배추로 도입하여 품종 육성
  - 일부 세포질융성불임 유전자의 경우 세계 특허 등록된 상황
  - 중국 농과원에서도 융성불임품종을 상용화하여, 품종 육성 중
- 다끼이 등의 일본계 종묘회사에서는 주로 자가불화합성을 이용한 양배추, 품종 발표
  - 융성불임 품종의 육성은 초기 수준이며, 시들음병, 즙나방 등의 병해충 저항성 양배추 품종이 일부 개발

### 나. 세부프로젝트 최종 목표

#### □ 최종목표

- 재포성, 검은썩음병 저항성, 내열구성, 내서성, 맛 등이 우수한 내수 대체 국산 품종 개발
- 숙기 45-65일, 구색 짙은 녹색, 열구 저항성, 내한성, 뿌리혹병 및 시들음병에 강한 품종 인도 수출용 품종개발
- 녹색이 짙고 결구 긴도가 우수하며 내서성이 강하고 병충해에 강한 동남아

## 수출용 품종개발

### □ 단계별 연구내용

- 1단계(2013~2016) : 내수 및 수출용 품종 개발을 위한 유전자원 수집, 특성 평가 및 품종육성
  - 유전자원 수집, 평가 및 동남아 현지 정보수집
  - 육종 목표에 부합한 우수계통 육성, 조합작성 및 조합선발
  - 선발조합 현지 지역적응시험
  - 원종 증식 및 종자 생산성 시험
  - 내수용 및 수출용 품종개발
- 2단계(2017~2021) : 내수 및 수출용 품종 개발을 위한 우수조합 선발 및 현지 지역적응성시험
  - 육종목표에 부합한 우수계통 육성, 조합작성 및 조합선발
  - 동남아에 선발조합 지역적응시험
  - 원종 증식 및 종자 생산성 시험
  - 내수용 및 동남아 수출용 품종개발

### 다. 세부프로젝트 연구 내용

#### □ 1단계(2013~2016) :

- 유전자원 수집 및 현지 정보수집
- 기 보유계통, 유전자원 평가
- 우수계통 육성, 조합작성 및 조합선발
- 선발조합 성능검정
- 기 보유계통, 선발계통 성능검정
- 내병성 검정
- 선발조합 지역적응시험
- 현지 지역적응시험
- 원(원종) 증식 및 종자 생산성 시험
- 품종등록
- 수출 시장 개척 및 국내 수입대체

□ 2단계(2017~2021) :

- 교배조합작성 및 조합선발시험
- 선발조합 지역적응시험
- 원(원종) 증식 및 종자 생산성 시험
- 내병성 검정시험
- 품종등록
- 신품종의 현지 홍보 및 조기 보급을 위한 지역별 전시포 운영 및 농가실증
- 가격, 품질 경쟁력 향상을 위한 종자 대량 생산/가공 기술 개발 및 보급체계 구축
- 수출 시장 개척 및 국내 수입대체

라. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

- 뿌리혹병 검정, 자가불화합성, 융성불임성을 이용한 품종개발을 위해 분자마커 지원 시스템 개발팀에 검정을 의뢰하여 육성에 필요한 계통을 조기에 선발함



마. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항		
공 통 지 표	품종출원	국내	1	2	3		
		국외					
	품종등록	국내	2	4	6		
		국 외	품종신고				
			품종판매				
	종자수출액(만불)		40	80			
	수입대체 효과(%) (현재 20억원 대비)		2	5			
	국내논문	SCI					
		등재학술지					
	국외논문	SCI					
		비SCI					
	학술발표	국내					
		국외					
	국내특허	출원					
		등록					
	국제특허	출원					
등록							
매출액(억) 1\$=1,100	국내	0.4	1				
	국외	4.4	8.8				
기술이전(건수)							
특 성 지 표	인력양성						
	기반구축 실적						
	D/B 구축						
	분자마커						
	서비스 실적	소재개발/제공					
		원종탐색/제공					
		마커서비스					
	등록/ 기탁	식물자원					
		유전자(유전체)					
		EST/RNA Sep.					
유전자 Chip							

## 바. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 국내 고랭지 및 동남아 수출용 극조생계 편원형 내병성 및 내서성 품종개발 사업수행에 필요한 인력 중 품종육성은 민간 종묘회사에서 수행하며 육종기반기술과 관련된 인력은 대학과 국공립연구기관을 중심으로 수행함
- 국내 판매 및 수출 인프라 구축과 마케팅 관련 업무는 민간 종묘회사에서 담당하며 수출시 검역과 관련된 업무는 국가기관인 식물검역소에서 상대국과 원만하게 해결해야 수출에 차질이 없을 것으로 보임

## 사. 세부프로젝트 예산

세부 프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
극조생계 편원형 양배추 품종 개발	정부(억원)	1.15	1.92	1.91	1.98	1.90	1.84	2.08	2.08	2.08	16.94
	민간(억원)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	2.7
	합계	1.45	2.22	2.21	2.28	2.2	2.14	2.38	2.38	2.38	19.64

### □ 예산 설정 근거

- 본 과제의 목적은 국내 고랭지 및 동남아 수출용 극조생계 편원형 양배추 품종개발이고, 내수 및 수출증대 목적의 과제로 다음과 같이 예산을 정함
- 2011년도 농림수산식품기술기획평가원의 지원 연구과제 중 “종자수출 확대를 위한 해외 맞춤형 품종개발”에 16건의 품종개발에 정부출연금 4억 원이 매년 투자되었음. 또한 “기능성 및 내서성 유용 유전자원 탐색 및 활용기술 개발”에 정부출연 연구비가 매년 3.8억 원이 투자되었음
- 2009년 농촌진흥청 주관연구과제 중 연구 중인 양배추 및 브로콜리의 수출, 내수 품종육성, 육종기술 개발 및 실용화 연구에서는 9건의 품종개발에 연구비 10.5억 원이 투자되었음

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 18명, 석사급 27명, 기타인력 63명의 총 108명으로 구성함

세부 프로젝트		1단계				2단계					총 계
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
소요 인력	박사급	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
	석사급	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27
	기타인력	7	7	7	7	7	7	7	7	7	63
	총합	12	12	12	12	12	12	12	12	12	108

아. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 유통망 분석

- 자사협력사(동방구룡, 북경동회성종업과기유한공사) 실무진 대상으로 현지 유통정보 수집, 시장동향 및 문제점 평가

□ 마케팅 전략

- 생산자 : 개발 품종의 우수성을 적극적으로 홍보
- 소비자 : 소비자가 선호할 수 있는 장점을 홍보
- 전문가 활용 : 마케팅 기획 전문가를 통하여 시장에서의 문제점 분석 및 평가

□ 시장 개척 전략

- 시장 규모, 향후 성장률 등 현지 현황 파악
- 재배면적, 재배형태, 주요 작형, 주요 품종 가격, 우점 품종의 특성 조사
- 현지 시범포 운영으로 개발 품종의 우수성을 적극적으로 홍보
- 전문가, 국가기관 등 주기적인 모임을 통하여 시장개발의 문제점 분석 및 평가

자. 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	국내 고랭지 및 동서남아 수출용 양배추 품종개발		
세부 프로젝트명	극조생계 편원형 양배추 품종개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9년)	연구비 지원범위	총 1,964백만원 (9년, 정부 1,694백만원, 민간 270백만원)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최종목표 : 국내 고랭지 및 동남아 수출용 극조생계 편원형 품종개발</li> <li>○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수입 대체용 시들음병 저항성, 내열구성 편원형 품종개발</li> <li>- 동남아 수출용 내서성 극조생계 편원형 품종개발</li> <li>- 수입대체 목표 10만불, 수출 목표 80만불</li> </ul> </li> </ul>		
연구 필요 구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 내수 대체 품종 개발이 필요함(국산 품종 점유율: 10%)</li> <li>○ 동남아는 주로 일본 육종 회사 품종이 많이 재배되고 있으며 현지 직영 영업망을 구축하여 시장 지배력이 강함</li> <li>○ 동남아는 녹색이 짙고 결구 강도가 우수하며 내서성이 강하고 병충해에 강한 품종을 원함</li> </ul>		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유전자원 수집, 평가 및 소재활용</li> <li>○ 연구목표에 부합한 우수 계통 선발, 조합 작성, 평가 및 선발</li> <li>○ 유망조합 현지지역적응시험</li> <li>○ 원종 증식 및 종자 생산성 시험</li> <li>○ 품종등록</li> </ul>		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 동남아 등에 80만불(2021년) 이상 수출 가능</li> <li>○ 세계 종자시장 진출로 국제 경쟁력 확보</li> <li>○ 수출 경쟁력을 갖춘 신품종으로 인도 및 동남아 시장 공략으로 수출증대</li> <li>○ 분자표지를 활용한 품종 개발로 육종의 과학화 기대</li> </ul>		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구기관 자격 : 민간중요회사</li> <li>○ 신청요건 : 해외 양배추 종자수출 및 품종등록이 가능한 기관</li> <li>○ 기타사항 : 수집한 시장 정보 및 수집 유전자원 공유 가능</li> </ul>		
Keyword	한글	양배추, 중국, 뿌리혹병, 시들음병, 내서성	
	영문	cabbage, china, clubroot, yellow wilt, heat tolerance	



## 6.3 양배추 고기능성 물질(glucosinolate 및 antioxidants) 관련 분자마커 개발

### 가. 세부프로젝트 도출 배경

#### □ 세계 채소 종자 시장

- 채소종자 시장규모는 재배 면적으로 볼 때는 아시아가 최대(2천2백만ha)이며, 시장 규모로 볼 때는 유럽이 최대 규모임(2조7천억원)
- FTA/WTO에 의한 시장개발과 국제식물신품종보호연맹 가입 등으로 종자시장개발과 품종보호제도 강화로 국가 간에 경쟁체제로 돌입
  - FTA 체결 : 칠레(2004), 싱가포르(2005), EFTA(2005), 아세안(2007), 미국(비준중)
  - FTA 협상중 : 중국, 인도, 캐나다, 인도, EU, 멕시코, 일본, 사우디 등
- 아시아 (중국, 인도) 시장
  - 2011년 총 1조8천억원의 신흥시장으로 세계 시장의 33%차지
  - 중국, 인도, 태국 등의 지속적인 경제성장률 상승과 인구 증가로 종자 시장의 규모 확대 전망
  - 중국과 인도 시장을 중심으로 F1 종자로 급격하게 전환되는 추세
  - 양배추 종자 시장의 규모는 중국이 약 252억원, 인도가 약 72억원으로 추정
  - 중국의 경우 양배추 재배 면적과 종자가격이 꾸준히 상승하며 고품질에 대한 요구도가 증가 중
- 유럽
  - 안정기에 접어든 성숙기 시장으로 총 2조7천억원의 시장 형성
  - 향후 유럽 지역에서 채소 수요가 개발도상국으로부터의 수입으로 충족되는 비중이 증가하면서 종자 소요량은 줄어들 것으로 전망
  - 품질에 관련된 형질 중요시되며, 고품질 종자 선호 및 시장 형성
  - F1 종자 시장이 형성 완료되어 종자가격이 상당히 높은 고단가 시장 형성
  - 글로벌기업의 점유율이 높음
  - 양배추 종자시장의 규모는 약 480억원으로 추정

#### □ 세계 종자 기업 상품 개발 방향

- 세계 종자 시장의 50% 이상을 몬산토 듀폰, 신젠타 3개의 회사가 차지

- 거대 자본의 다국적 기업은 분자 육종 및 유전체 기반 육종 기술 접목으로 시장 독점력을 더욱 강화 중
- 유전체 기술의 발전으로 야생종과 같은 새로운 유전자원 획득 및 분석을 통한 새로운 형질을 도입하려고 하는 노력이 활발히 이루어지고 있음
- 연구를 통한 신품종의 경우 신품종보호법에 의해 보호가 가능해지고 있음
- 신품종 개발의 방향이 기존 수량 위주에서 향미, 건강, 영양, 외형, 편리성 등의 소비자 지향적인 형질에 초점이 맞춰지고 있음
  - 예: 당과 산의 종류, 함량, 비타민 함량, 항산화 관련 물질, 색상, 등

#### □ 기능성 물질과 채소작물

- 양배추는 칼슘, 각종 미네랄, 비타민, glucosinolate류 물질, 항염 물질등 몸에 유익한 성분이 함유되어 있는 것으로 알려져 있음
- 최근 천연 기능성 물질들은 건강관리, 다이어트나 미용 혹은 각종 질병 예방 효과를 기대하여 많이 이용되고 있음
- 최근 첨단 기술의 발전과 함께 천연 기능성물질 분야는 선진국 위주로 거대 산업분야로 성장하고 있음
- 또한 유럽, 미국, 일본 등 선진국에서는 안정성과 친환경적 요구가 높아짐에 따라, 기능성 성분이 많은 품종 개발 연구가 활발히 이루어지고 있음
- 다국적 기업의 경우 고기능성 작물 개발을 위해 유전체 기법과 각종 오믹스 기법을 활용하여 첨단 육종 시스템을 확립하여 종자개발에 경쟁력을 확보 중
- 21세기 노령화 사회로 접어들면서 기존 식품의 1차적인 기능보다는 생체조절기능을 배가시킨 기능성 식품에 대한 관심이 증가
- 기능성 식품의 시장은 2007년 기준 4,000억 달러로 가파른 성장세를 보이고 있음(BCC Research, 2008)
- 급속하게 성장하는 기능성 식품의 시장을 선점하기 위해 기능성 물질, 항산화물질 등의 건강기능식품을 찾고자 하는 노력은 지속적으로 증가하고 있으며 이들 중 카로티노이드, 안토시아닌 등 색소화합물이 대부분을 차지
- 기능성 물질은 유용 생리활성에도 불구하고 식물에는 소량 존재하여 활용하기 어려움. 따라서 고부가가치 생리활성 물질 또는 새로운 활성을 가진 신규 물질의 개발 및 생산을 위한 육종 소재 개발, 분석 및 탐색 기술, 선발 기술 개발 등이 필요

- 지금까지의 안전한 먹거리에 대한 인식으로 식물을 통해 직접 섭취하던 기능성 물질들은 생산 가공을 통해 기능성 식품, 의약품 재료 등으로 산업화하기 위한 연구가 치열하게 진행되고 있음

#### □ 국내외 연구 현황

- 세계적으로 채소 기능성 물질에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 최근 신젠타에서는 안토시아닌 함량이 높은 자색무를 출시하였음
- 배추과 채소의 경우 다량의 glucosinolate가 존재하며 특히 브로콜리에 다량 함유된 sulfuraphane에 관한 연구가 활발히 진행되고 있음
- glucosinolate 대사 및 관련 유전자에 관한 연구는 애기장대를 대상으로 활발히 이루어지고 있음
- 현재 국내 대학, 정부 기관 및 민간 연구소에서 일부 엽채류의 기능성 물질 연구가 활발히 진행되고 있음
- Glucosinolate 등 배추의 기능성 물질 대사 과정 및 관련 유전자 발현과 조절에 관한 연구 보고는 다수 있으나, 실제품종개발을 위한 육종 tool 개발 연구는 보고된 바 없음
- 국내에서 양배추의 유전자원들을 체계적으로 기능성 성분에 대한 형질 조사가 필요하며, 기능성 물질 함량 및 분석 체계 구축은 중소형 민간 육종가들의 경쟁력 향상에 매우 중요
- 양배추의 기능성 물질 관련 조기 진단 마커 개발은 신품종 개발에 있어 경쟁력 확보에 매우 중요

#### □ 종자산업 경쟁력 강화 시급

- 농촌진흥청 외 연구기관, 대학, 산업계 등 연구자의 노력으로 우리 농산물의 품질이 대폭 향상되었으나, 양배추와 같은 국내 마이너작물의 경우 그 수준이 선진국 대비 매우 미흡
- 근래 민간육종을 활성화하여 우리나라 작물육종의 수준을 향상시키고, 종자산업의 발전을 꾀하고 있으나 전통적인 육종방식으로는 한계가 있어 분자육종의 도입이 절실히 요구 됨
- 정확한 성분 분석과 정밀한 유전자 개량을 통하여 우수하고 안전한 품질의 작물 품종을 육성할 수 있는 기반연구가 시급

- 중요 육종 소재에 대한 유전체 기반의 fingerprinting 개발은 품종보호에 있어 매우 중요한 기반이며, 첨단 기법들을 활용하여 정확하고 신속하며 경제적인 형질 진단 및 선발법 확립은 신품종 개발에 있어 핵심이 되는 매우 중요한 기술임
- 선진국의 경우 작물육종은 대부분 대형 회사가 주도함으로써 자체적으로 성분 분석과 분자육종 지원시스템을 구비하고 있어 육종효율을 높이고 있음
- 우리나라의 경우 자체적으로 분석 기능과 분자육종을 수행하는 육종회사는 외국계 종자회사와 ‘농우바이오’, ‘동부하이텍’ 정도이나 완벽한 지원조건은 불비하고 있으며, 더욱이 국내 마이너 작물인 양배추의 분석 및 분자육종 tool은 거의 전무한 상태임

□ 도출된 세부 프로젝트의 필요성

- 고품질의 요구도가 높은 유럽시장 및 세계시장의 진출을 위해 고기능성 양배추 육종 필요
- 국내에서도 소비자 지향의 고기능성 양배추 품종 개발을 통한 시장 확대와 수입품종 대체 효과 필요
- 국내에서 뒤쳐진 고기능성 품종 개발을 위해서는 효율적인 육종 시스템 확립이 시급함
- 첨단 오믹스 기법을 이용한 고기능성의 조기 진단 마커 개발 및 선발/탐색 마커 개발은 고기능성 양배추 품종 개발에 있어 효율과 경제성을 확보할 매우 중요한 기술임
- 따라서 국제 경쟁력 있는 소비자 지향적 고부가가치 품종 개발이 필요한 시점이며, 이를 위한 신속하고 정확하며 고효율적인 고기능성 품종 개발을 위한 국제 경쟁력 있는 첨단 기술 개발이 절실함

**나. 세부프로젝트 최종 목표**

□ 최종 목표

- 양배추 고기능성 물질/마커 분석 시스템 확립 및 분석 지원
  - glucosinolate 및 양배추에 함유된 각종 향산화물질 분석 체계 및 지원 시스템 확립
  - 고기능성 물질 생합성 관련 유전자 발현 분석

- 개발된 마커를 이용한 양배추 분석법 확립 및 육종가 지원
- 양배추 고기능성 조기진단 유전체/바이오 마커 개발
  - 고기능성 관련 대사체 연구
  - 고기능성 관련 유전체, 발현체 연구
  - 고기능성 관련 마커 대량 개발
  - 개발 마커 유전자 지도화 및 기작 연구
  - 고기능성 유전자/대사체 마커 개발
  - 고기능성 품종 육성용 여교배 선발용 기술 개발
- 고기능성 양배추 소재 및 신품종 fingerprinting 개발

□ 단계별 목표

1단계('13~'16)	2단계('17~'21)
양배추 고기능성 관련 물질/바이오/유전체 마커 개발	양배추 고기능성 육종 기술 개발 및 육종지원
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고기능성 물질 생합성 관련 유전자 발현 분석</li> <li>- 고기능성 관련 대사체 연구</li> <li>- 고기능성 관련 유전체, 발현체 연구</li> <li>- 고기능성 관련 마커 대량 개발</li> <li>- 개발 마커 유전자 지도화 및 기작 연구</li> <li>- 고기능성 유전자/대사체 마커 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- glucosinolate 및 양배추에 함유된 각종 향산화물질 분석 체계 및 지원 시스템 확립</li> <li>- 고기능성 품종 육성용 여교배 선발용 기술 개발</li> <li>- 개발된 마커를 이용한 양배추 분석법 확립 및 육종가 지원</li> <li>- 개발 마커 유전자 지도화 심화 및 기작연구</li> <li>- 고기능성 양배추 fingerprinting 개발</li> </ul>

다. 세부프로젝트 연구 내용

- 1단계(2013~2016) : 양배추 고기능성 물질/마커 분석 시스템 확립 및 분석 지원 확립
  - glucosinolate 및 양배추에 함유된 각종 향산화 물질 분석 체계 및 지원 시스템 확립
  - 고기능성 물질 생합성 관련 유전자 발현 분석
  - 개발된 마커를 이용한 양배추 분석법 확립 및 육종가 지원

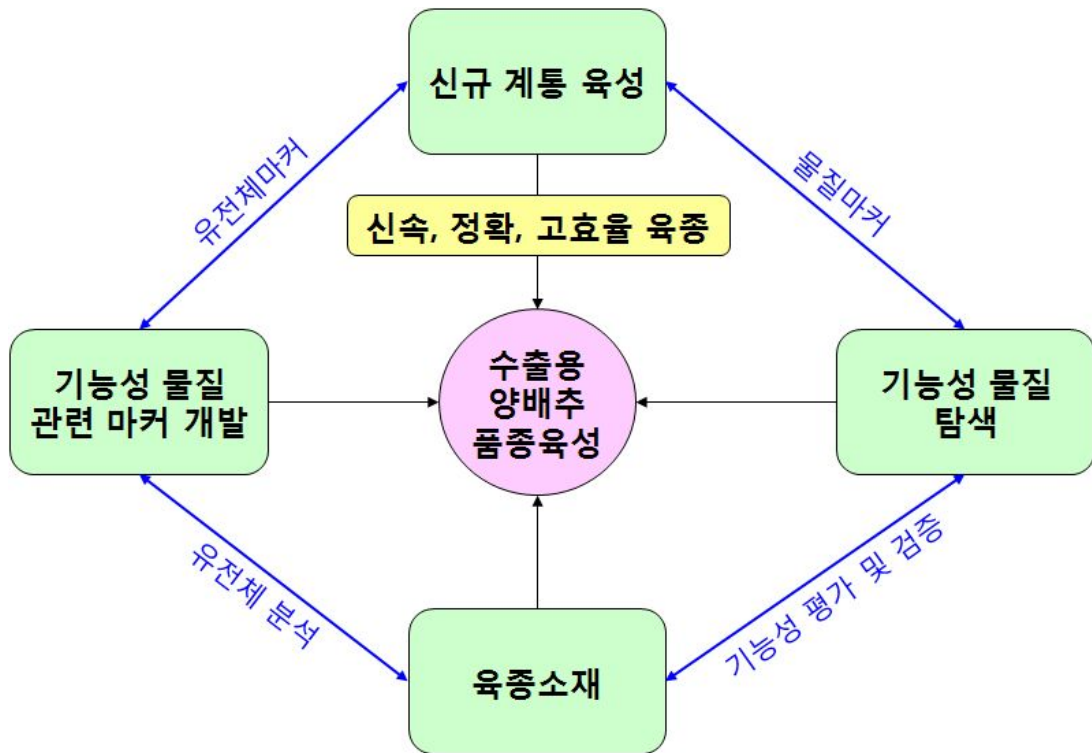
□ 2단계(2017~2021) : 육종 지원 tool의 활용 및 개발 심화

- 고기능성 관련 대사체 연구
- 고기능성 관련 유전체, 발현체 연구
- 고기능성 관련 마커 대량 개발
- 개발 마커 유전자 지도화 및 기작 연구
- 고기능성 유전자/대사체 마커 개발
- 고기능성 양배추 소재 및 신품종 fingerprinting 개발

라. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진방법 및 추진 체계

- 고기능성 양배추를 육성하는 육종가와 소재 및 본 프로젝트에서 개발되는 결과물의 공유와 상호 검정을 통해 실용성 극대화
- 품종 육성을 위한 소재의 기능성 대사체 profiling을 통한 형질 검정으로 육종가에게 보다 정확한 소재 정보를 제공함
- 육종 소재의 유전체 분석을 통한 대량 분자 마커 개발
- 기존 선행 연구진들이 보유한 유전자 지도와 같은 genetic resource 활용 극대화
- 분석한 대사체 정보와 유전체 정보는 통합 분석하여 보다 정확한 연구 결과 도출
- 중요 육종소재와 우수 신품종의 유전체 수준의 fingerprinting 확보로 확고한 품종보호자료 마련
- 품종 육성 육종가와 협력 연구, 유전체와 대사체의 통합 연구 체계로 효율성 극대화



마. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	품종출원	국내				
		국외				
	품종등록	국내				
		국 외	품종신고			
			품종판매			
	종자수출액(만불)					
	수입대체 효과(%) (현재 20억원 대비)					
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI	4	5	9	
		비SCI				
	학술발표	국내	7	9	16	
		국외	3	3	6	
	국내특허	출원	2	4	6	
		등록				
	국제특허	출원				
등록						
매출액(억) 1\$=1,100	국내					
	국외					
기술이전(건수)						
특 성 지 표	인력양성		1	1	2	
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커		3,100	50	3,150	
	서비스 실적	소재개발/제공				
		원종탐색/제공				
		마커서비스		170	1,000	1,170
	등록/ 기탁	식물자원				
		유전자(유전체)		3	10	13
EST/RNA Sep.		3	5	8		
유전자 Chip			1	1		



**바. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안**

- 양배추 유전체 정보 보유 및 분석 선행 기술 확보 연구팀으로서 아래의 연구진을 갖춘 구성
  - 양배추 물질 분석 및 유전체 분석 기술 보유 연구진
  - 양배추의 분자 육종 tool 개발 선행 기술 보유 연구진
  - 분석 지원 가능 연구진
  - 유전자 기능 및 기작 연구 선행 경험 보유 연구진

**사. 세부프로젝트 예산**

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
양배추 고기능성 물질 (glucosinolate 및 antioxidants) 관련 분자마커 개발	정부(억원)	0.85	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.64
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0.85	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.64

- 예산 설정 근거
  - 본 과제의 목적은 고기능성 양배추 육종 기술 개발로서 고기능성 양배추 품종 개발을 위한 국제 경쟁력 있는 기술 개발이 절실하므로 다음과 같이 예산을 정함
    - 우리나라의 경우 자체적으로 분석 기능과 분자육종을 수행하는 육종회사는 외국계 종자회사와 ‘농우바이오’, ‘동부하이텍’ 정도이나 완벽한 지원조건은 불비하고 있으며, 더욱이 국내 마이너 작물인 양배추의 분석 및 분자육종 tool은 거의 전무한 상태임

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 26명, 석사급 27명, 기타인력 4명의 총 57명으로 구성함

세부 프로젝트		1단계				2단계					총계	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
소 요 인 력	양배추 고기능성 물질 (glucosinolate 및 antioxidants) 관련 분자마커 개발	박사급	4	4	4	4	2	2	2	2	2	26
	석사급	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27	
	기타인력	0	0	0	0	0	1	1	1	1	4	
	총합	7	7	7	7	5	6	6	6	6	57	

아. 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	국내 고랭지 및 동서남아 수출용 양배추 품종개발		
세부 프로젝트명	양배추 고기능성 물질 (glucosinolate 및 antioxidants) 관련 분자마커 개발		
연구 기간	2013~2021 (9년)	연구비 지원범위	총 1,364백만원 (9년, 정부 1,364)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최종목표 : 고부가가치 동서남아 수출 및 국내 고랭지 재배용 양배추 개발</li> <li>○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 양배추 고기능성 물질/마커 분석시스템 확립 및 분석 지원</li> <li>- 양배추 고기능성 조기 진단 유전체/바이오 마커 개발</li> <li>- 고기능성 양배추 소재 fingerprinting 개발</li> </ul> </li> </ul>		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국제 경쟁력이 있는 소비자 지향적 고부가가치 품종 개발 필요</li> <li>○ 신속, 정확 고효율적인 고기능성 품종개발을 위한 국제 경쟁력 있는 첨단 tool 필요</li> </ul>		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ glucosinolate 및 antioxidants 분석 시스템 확립 및 분석 지원</li> <li>○ 고기능성 육종소재의 분자표지 대량 개발 및 유전체 수준 fingerprint 개발</li> <li>○ 고기능성 관련 allele 탐색</li> <li>○ 고기능성 양배추 조기 선별 유전체 마커 개발</li> <li>○ 고기능성 양배추 품종 개발을 위한 여교배 선발용 SNP 칩 개발</li> <li>○ 고기능성 양배추 transcriptome 분석을 통한 유전자마커 선발 및 핵심 유전자 기능 연구</li> </ul>		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 영양학적 가치가 높아진 고부가가치 종자 개발을 통한 시장 점유율 확대</li> <li>○ 기능성 물질을 이용한 양배추의 시장의 확대</li> <li>○ 육종 소재의 fingerprint 작성을 통한 소재 주권 확립</li> <li>○ 유용 유전자 및 마커의 개발을 통한 지적재산권 확보</li> </ul>		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구기관 자격 : 물질과 유전체 분석이 가능한 산, 학, 연</li> <li>○ 신청 요건 : 양배추 유전체 정보 보유 및 분석 선행 기술 확보 연구 팀</li> <li>○ 기타 사항 :</li> </ul>		
Keyword	한 글	양배추, 유전체마커, 지문, 고기능성	
	영 문	cabbage, genomic marker, fingerprint, high functional	

## 6.4 인도 수출용 고저장성 양배추 품종개발

### 가. 세부프로젝트 도출 배경

#### □ 인도시장 동향

- 인도의 양배추 재배면적은 전 세계 양배추 재배면적(165만ha)의 12%인 20만ha로 전 세계 양배추 재배면적의 36.2%를 차지하고 있는 1위인 중국(70-100만ha)에 이어 2위를 차지하고 있으며, 다음으로 러시아, 인도네시아, 미국 순으로 되어 있으며 그 재배 면적은 한국의 재배면적(5,500ha)과 비교해 볼 때 약 40배에 달하고 있음
- 교배종 양배추가 꾸준히 늘면서 F1 종자 시장규모는 11~14백만불(115~150억원)이고 종자 소요량은 50~65톤임. 일반종도 아직 80톤 정도 판매되고 있음
- 유통이 이루어지는 양배추 종자의 주요 품종은 원형계(80%)이고 편형계(20%)는 캘커타와 방갈로 부근의 여름용과 고랭지 재배용으로 유통이 이루어지고 있음. 그리고 일본 육종 회사 품종이 많이 재배되고 있으며, 현지 직영 영업망을 구축하여 시장 지배력이 강함
- 인도 양배추 품종 군은 조중생계 70% 차지하며 원형계를 선호함. 내병계, 고온 결구력, 가뭄과 다습에 강한 품종을 선호함
- 인도의 양배추는 재래시장을 중심으로 거래되고 있기 때문에 양배추 저장에 우수한 품종이 요구되고 있음
- 또한 장거리 운송이 가능한 저장성이 우수한 품종이 요구되고 있음

### 나. 세부프로젝트 최종 목표

#### □ 최종목표

- 고품질 고저장성 양배추 3품종 육성
- 양배추 인도 수출액 9년 후 50만불 달성

□ 단계별 목표

1단계('14~'16)	2단계('17~'21)
품종개발을 위한 기반 마련 및 품종 육성	품종 육성, 인도현지 적응성 검정 및 인도 현지 홍보와 수출
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집 및 특성평가</li> <li>- 고저장성 유전집단 선발 육성</li> <li>- 고저장성 양배추 품종 개발</li> <li>- 개발된 양배추 품종 현지 적응 검정</li> <li>- 인도시장 수출을 위한 네트워크 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집 및 특성평가</li> <li>- 고저장성 유전집단 선발 육성</li> <li>- 개발된 우량교잡계 적응성 현지 검정</li> <li>- 현지홍보 및 대량생산 기술 개발</li> <li>- 종자생산 관리체계 구축</li> </ul>

다. 세부프로젝트 연구 내용

- 목표시장에서 요구되어지는 고저장성 양배추 품종개발에 적합한 특성을 지니는 모본을 선발하여 각종 육종기술을 사용하여 시장 맞춤형 특성을 가진 양배추 품종을 개발함
  - 양배추의 유전자원을 수집 및 분석하여 국내 시장에서 요구되어지는 형질에 적합한 특성을 지니는 모본을 선발하고 우량형질을 고정화하며 육종 시스템을 개발함
  
- 개발된 양배추 품종의 현지 적응성 시험을 통해 개발된 신품종을 검증하고 실용화함
  - 인도에 적합하도록 새로 개발된 품종을 인도 목표시장의 대상지역에서 지역별로 현지 실증 시험을 실시함
  - 인도 재배 작형과 지역별 시범포를 거래처 등을 이용하여 운용함

라. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항		
공 통 지 표	품종출원	국내	2	3	5		
		국외					
	품종등록	국내	1	2	3		
		국 외	품종신고				
			품종판매				
	종자수출액(만불)		30	50			
	수입대체 효과(%) (현재 20억원 대비)						
	국내논문	SCI					
		등재학술지					
	국외논문	SCI					
		비SCI					
	학술발표	국내					
		국외					
	국내특허	출원					
		등록					
	국제특허	출원					
등록							
매출액(억) 1\$=1,100	국내						
	국외	3.3	5.5				
기술이전(건수)							
특 성 지 표	인력양성						
	기반구축 실적						
	D/B 구축						
	분자마커						
	서비스 실적	소재개발/제공					
		원종탐색/제공					
		마커서비스					
	등록/ 기탁	식물자원					
		유전자(유전체)					
		EST/RNA Sep.					
유전자 Chip							

마. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 인도 수출용 고저장성 양배추 품종 개발은 기본적인 유전자원 관리와 품종 육성은 민간 기업체에서 담당
- 수출과 관련된 영업, 마케팅, 홍보는 이미 구축된 민간의 풍부한 네트워크와 인프라를 활용 가능한 민간 기업체

바. 세부프로젝트 예산

세부 프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
인도 수출용 고저장성 양배추 품종개발	정부(억원)	0	3.20	3.00	3.14	3.07	2.85	3.25	3.25	3.25	25.01
	민간(억원)	0	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	5.5
	합계	0	3.7	3.5	3.84	3.77	3.55	4.05	4.05	4.05	30.51

- 예산 설정 근거
  - 본 과제의 목적은 인도 선호형 품종개발이고, 수출증대 목적의 과제로 다음과 같이 예산을 정함
  - 2011년도 농림수산식품기술기획평가원의 지원 연구과제 중 “종자수출 확대를 위한 해외 맞춤형 품종개발”에 정부출연금 4억원이 매년 투자되었음 또한 “기능성 및 내서성 유용 유전자원 탐색 및 활용기술 개발”에 정부출연 연구비가 매년 3.8억원이 투자되었음
  - 2009~14년 서울대학교 주관으로 수출용 양배추 품종 육성 연구로 정부 연구비 매년 2.5억원이 투자됨

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 8년 동안 박사급 14명, 석사급 26명, 기타인력 37명의 총 77명으로 구성함

세부 프로젝트			1단계				2단계					총계
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
소 요 인 력	인도 수출용 고저장성 양배추 품종개발	박사급	0	1	1	2	2	2	2	2	2	14
		석사급	0	2	3	3	3	3	4	4	4	26
		기타인력	0	4	4	4	5	5	5	5	5	37
		총합	0	7	8	9	10	10	11	11	11	77

사. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

- 본 연구 수행을 통해 개발한 우수형질 보유품종을 이용하여 원종생산, 시교 생산, 품종현장적응시험을 거쳐 국내 민간기업체의 해외 판매망을 통해 인도 지역으로 수출
- 인도 수출용 양배추 품종 개발을 위하여 인도의 종자시장 및 정책 동향을 분석하여 타겟 시장을 선정하고 기후 및 선호도별로 타겟 시장을 그룹화 하여 수출전략을 세움
  - 권역별 수출전략 : 인도의 넓고 다양한 지역의 기후조건을 고려하여 권역별 수출 전략 수립
- 국내민간기업체의 인도지역 해외영업부, 및 거래처와 긴밀한 업무 협력을 통해 인도지역의 현지 농가에서 선호하는 품종의 정보를 육종가에 제공함으로써 현지 맞춤형 품종개발 전략을 추구함
- 개발된 품종의 수출을 위해 국내민간기업체의 인도지역 해외영업부를 통해 품종 전시를 늘리고 현지 농가와 신뢰 구축 기반을 마련하고 품종에 맞는 시장가격을 만드는 등의 마케팅과 영업 전략을 추구함
- 개발된 다양한 우수형질의 품종은 인도지역 수출뿐만 아니라 전 세계 다양한 지역으로도 수출 가능할 것임



사. 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	국내 고랭지 및 동서남아 수출용 양배추 품종개발		
세부 프로젝트명	인도 수출용 고저장성 양배추 품종개발		
연구 기간	2014 ~ 2021 (8년)	연구비 지원범위	총 3,051백만원 ( 8년, 정부 2,501백만원, 민간 550백만원)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최종목표 : 인도 수출용 고저장성 양배추 품종개발</li> <li>○ 세부프로젝트 목표                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인도 수출용 고저장성 양배추 3품종 개발</li> <li>- 양배추 수출액 9년 후 50만불 달성</li> </ul> </li> </ul>		
연구 필요 구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 인도 양배추 품종 군은 조중생계 70% 차지하며 원형계를 선호함. 내병계, 고온 결구력, 가뭄과 다습에 강한 품종을 선호함</li> <li>○ 인도의 양배추는 재래시장을 중심으로 거래되고 있기 때문에 양배추 저장성이 우수한 품종이 요구되고 있음</li> <li>○ 또한 장거리 운송이 가능한 저장성이 우수한 품종이 요구되고 있음</li> </ul>		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유전자원 수집 및 특성조사</li> <li>○ 계통의 분리 고정 및 선발</li> <li>○ 소포자 배양 및 내병성 검정</li> <li>○ 조합작성, 조합능력 검정</li> <li>○ 인도 지역적응성 시험</li> <li>○ 품종보호출원</li> <li>○ 시장개척 및 수출</li> </ul>		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 인도지역으로 50만불 수출에 따른 외화 획득 및 수출 경쟁력 강화</li> <li>○ 다양한 고저장성 유전자원을 확보하게 되어 향후 신품종 개발이 용이</li> <li>○ 고부가가치 품종 개발로 농가소득 향상</li> <li>○ 개발된 고저장성 품종은 유럽으로도 수출이 가능할 것으로 기대됨</li> </ul>		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구기관 자격 : 민간 종묘회사</li> <li>○ 신청 요건 : 양배추 품종 육성 개발 능력과 인도 현지에서 수출 네트워크가 형성된 민간종자 회사</li> <li>○ 기타 사항 : 수집한 시장 정보 및 수집 유전자원 공유 가능</li> </ul>		
Keyword	한 글	양배추, 고저장성, 수출, 인도	
	영 문	cabbage, high storage, export, india	

### 제3절 수출용 양배추 품종육성 연구

(이관과제: 2013. 04. 10 ~ 2014. 04. 09)

#### 1. 연구개발 목표

- 수출용 검은썩음병 저항성 우수 개발품종의 개발 및 수출시장 확대
  - 중국, 인도, 동남아시아 국가 대상 4품종 상업화
  
- 검은썩음병과 뿌리혹병 저항성 검정 기술 확립 및 체계화
  - 양배추 검은썩음병, 뿌리혹병에 대한 검정 기술 확립
  
- 양배추 고해상도 분자유전지도 작성을 통한 분자유종기술 확립
  - SSR, IBP, SNP 등 sequence based PCR marker의 개발 및 이를 이용한 신속 검정 기술 체계화
  
- 검은썩음병과 뿌리혹병 저항성 유전자 연관 마커 개발 및 신속 간이 대량 검정 기술개발을 통한 산업재산권화와 육종효율증진에 직접 활용
  
- 프로젝트 도출배경
  - “중국, 인도, 동남아 수출용 고품질 흑부병 내병성 양배추 품종개발”

#### 2. 연구개발의 필요성

- 글로벌 육종회사는 막대한 R&D 비용을 투자하며 육종가와 긴밀히 연계하여 분자유종지원을 함으로써 신속한 우수 품종 개발에 힘쓰고 있는 반면 아직 우리나라는 투자 규모가 작고 육종가들과 소통을 위한 지원기관이 부족한 실정임
  
- 우리나라의 경우 종자시장에서 국제경쟁력을 강화하기 위해서 육종과 유전체 연구를 병행해야 하며 국가차원의 분자유종지원시스템이 필요함

- 여러 작물들의 유전체 염기서열이 밝혀짐으로 인해서 수백 개의 마커 개발을 넘어 sequencing 정보와 GWAS의 통합하는 접근방법이 여러 복잡한 형질들의 마커개발에 주요 전략으로 대두되고 있음
- 유전체 표준염기서열이 밝혀진 작물의 경우 대규모 resequencing 기술 등이 접목되어 genomics assisted breeding (GAB) 기술이 보편화되고 있으므로 우리나라에서도 이에 대한 지원이 필요함
- 양배추는 전 세계에서 가장 많이 애용되는 중요한 채소 작물로서 유럽, 중국, 인도 등에 시들음병, 검은썩음병, 뿌리혹병 저항성 품종 요구도가 크므로 이들 주요 병에 대한 저항성 우수 품종을 개발할 경우 글로벌 종자시장이 확대될 것임

### 3. 연구개발 내용

- 수출용 고품질 검은썩음병 저항성 품종육성
  - 중국용 원형 극조생계 검은썩음병 저항성 품종육성
  - 인도용 원형 조생계 검은썩음병 저항성 품종육성
  - 인도, 중국용 원형 중조생계 검은썩음병 저항성 품종육성
  - 동남아시아용 편형계 검은썩음병 저항성 품종육성
- 세포질 융성불임성을 위한 채종 체계 확립
  - 고순도의 종자 생산과 해외 채종 시 원종 유출 방지를 위한 세포질 융성불임성 도입
  - 세포질 융성불임성을 이용한 효율적이고 안정적인 채종 체계 확립
- 검은썩음병, 뿌리혹병 저항성 양배추 품종 육성을 위한 기초 연구
  - 검은썩음병과 뿌리혹병 저항성 유전자원들을 이용하여 병 저항성 유전 양식 구명
  - 다양한 검은썩음병 접종방법을 적용하여 신속 정확하며 경제적인 저항성 검

## 정방법 확립

- 배추와 양배추의 유전체 정보 기반 양배추의 고해상도 분자유전지도 작성
  - 배추의 유전체정보 기반 개발된 IBP, SSR 마커를 이용한 양배추 유전지도 작성
  - 양배추 유전체 서열정보의 생물정보 분석을 통한 마커 개발 및 유전지도 작성
  - 비교유전체 정보를 이용한 병저항성 관련 마커의 발굴 및 유전지도 작성
  - 배추와 양배추의 비교유전체 연구
  
- 검은썩음병 저항성 유전자 연관 마커 개발 및 분자유종시스템 개발
  - Bulked Segregant Analysis를 이용한 저항성유전자 개발
  - 후보마커의 연관검정 및 분리집단 분석을 통한 유전지도상 위치 확인
  - 비교유전체정보를 이용한 Candidate 저항성 유전자 마커 개발
  - 저항성 연관 마커의 신속 간편 분석 기술 개발 및 실용화
  - 유전지도를 이용한 양배추 자원 다양성 분석 및 여교잡 세대 단축
  
- 뿌리혹병 저항성 유전자 연관 마커 개발 및 분자유종시스템 개발
  - Bulked Segregant Analysis를 이용한 저항성유전자 개발
  - 후보마커의 연관검정 및 분리집단 분석을 통한 유전지도상 위치 확인
  - 비교유전체정보를 이용한 Candidate 저항성 유전자 마커 개발
  - 저항성 연관 마커의 신속 간편 분석 기술 개발 및 실용화

## 4. 세부프로젝트와의 연계방안

### 4.1 세부프로젝트 ‘GWAS 분석을 통한 병저항성 양배추 후대 선발법 및 소재 개발’ 추진에 있어서 이관과제와의 연계방안

- 이관과제에서 개발된 마커들 및 유전지도와 resequencing 데이터의 활용
  - 현재 “수출용 양배추 품종육성” 과제를 통해 양배추 품종 육성에 사용되는 육성친들 사이에 300여개의 마커로 구성되어 있는 유전지도가 작성이 되어 있고, 중국과 캐나다 그룹에서 최근 완성한 양배추 표준유전체 염기서열 정보

가 확보되어 있으며 이를 넓게 활용하고자 양배추 4개 육성계통의 resequencing 데이터를 생산하였음

- 개발된 분자마커들과 작성된 유전지도는 MAB시스템 구축에 중요한 정보를 제공할 뿐만 아니라 많은 유전자원 및 계통들의 분석에 활용될 수 있음
- 4계통의 resequencing 데이터를 표준유전체 염기서열정보와 비교하여 대규모의 SNP 지역을 확보하는데 필요한 정확한 mapping 기술과 정밀한 filtering 기술은 차후 프로젝트에서 GWAS와 연계한 대규모 형질연관 유전자 동정 및 마커개발을 위한 연구의 중요한 초석이 될 것임

□ 이관과제에서 활용된 육성친들과 주요 형질들

- 이관과제에서 사용된 계통들은 실제 종자회사에서 엘리트 품종 개발을 위해 실제로 활용 중인 육성친들의 일부를 사용하였으며, 이후 프로젝트를 수행하기 위한 재료로도 중요하게 활용될 수 있음
- 검은썩음병 및 뿌리혹병 저항성 형질들은 양배추 재배에서 매우 중요시 되는 형질들로 이관과제에서의 이 형질들에 대한 연구는 유용한 정보로 사용될 수 있음
- 시들음병 저항성 연관 마커의 경우 양배추 유전체 정보와 유전지도 정보 및 문헌리뷰를 기반으로 활용 가능한 마커 개발이 가능할 것임

#### 4.2 세부프로젝트 ‘중만생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발’ 추진에 있어서 이관과제와의 연계방안

□ 이관과제에서 개발된 병저항성 육종계통의 활용을 통해 우수 저항성 품종개발

- 현재 “수출용 양배추 품종육성” 과제를 통해 양배추 품종 육성에 사용되는 우수 병저항성 및 옹성불임친을 활용하여 유럽 적응형 우수 양배추 품종개발이 용이함. 현재까지 개발 되었거나 2014년 현 프로젝트 종료시까지 개발 될 품종 가운데 중조숙 원형계 타입 및 중간편형계 검은썩음병 저항성 품종은 러시아, 우크라이나 등 유럽시장에 현지적응성 시험을 거쳐 짧은 기간 내에 판매로 이어 질 수 있을 것으로 기대됨. 한편 금번 연구를 통해 개발된 우수한 옹성불임친 및 병저항성 계통은 유럽시장의 주요 타입인 중만생 Processing 및 Storage 타입 품종용 계통 및 조합작성에 직접 또는 간접적

으로 활용함으로써, 육성에 소요되는 기간을 단축시켜 육성효율을 제고 할 수 있음

- 양배추에서의 주요한 병인 검은썩음병, 뿌리혹병은 아시아뿐 아니라, 유럽에서도 공히 문제가 되는 병으로, 이관과제에서 개발된 분자마커 등 유전정보의 활용은 유럽품종용 우수계통의 조기 선발에도 바로 적용이 가능함
- 우리나라 양배추 육성은 최근까지 아시아 지역 중심이었던 관계로 상대적으로 조생계 계통개발에 집중되어 왔고, 중만생계 우수계통의 보유는 네덜란드나 일본회사들에 비해 적는데, 분자마커 및 유전지도 정보의 활용은 부족한 중만생계 내병성 우수 계통을 짧은 기간 내에 개발하는 데 필수적인 요소로 활용 될 것임
- 한편, 이관과제에서는 상대적으로 아시아 지역에서 큰 문제가 되지 않는 병인 시들음병에 대한 연구는 제외되었으나, 유럽의 경우 연작에 의해 많은 지역이 시들음병에 오염이 되었고 발병에 적합한 25~30℃조건인 긴 여름에 걸쳐 재배되는 특성상, 시들음병 저항성 품종의 요구도가 증가하고 있음. 이에 새로운 연구 과제에는 시들음병 관련 분자마커 및 유전지도 관련 연구 보완이 필요함

## 제4절 양배추 육종기반 기술 및 소재개발

### 1. 연구개발 목표

- 양배추 상세기획 최종 목표인 수입대체율 50%, 수출액 2,000만불 달성을 위하여 우량형질을 보유하고 있는 소재개발이 매우 중요함
- 양배추 분자 육종 기반 기술을 이용한 우량 소재개발 프로젝트 수행을 통하여 민간 종묘회사가 육종에 이용할 수 있는 우량형질 보유 소재 개발 30건, 해외 양배추 elite 품종으로부터 탐색된 원종 18건 등을 민간회사에 제공하고, SCI 논문 22건을 발표함
  
- 목표 설정 근거
  - 세포융합 기반 시설 및 기술은 이미 보유
  - 융성불임주 개발에 대한 선행연구를 보유하고 있음
  - 자가불화합성 유전자형 동정 마커 및 활용 기술 보유
  - 자가불화합성 유전자를 이용한 유전자형 동정 및 분류에 대한 선행연구 보유
  - GWAS 분석을 통해 농업적으로 유용한 형질을 탐색하는 기술 보유
  
- 프로젝트 도출배경
  - 세포 융합 등의 기술은 배추과 작물에서 일부 시도되고 있으나, 양배추의 경우 그 사례가 희소하여 우량 육종 소재 개발에 필수적인 융성불임성 및 다양한 병저항성 도입 등으로 확대 필요
  - 국내 민간 종묘회사에서 보유 중인 양배추 유전자원은 S-genotype이 정확히 분류되어 있지 않으며, 육종현장에서는 육종가가 관행적으로 교배조합을 작성하고 있고 교배조합의 범위가 매우 좁음. 국외 메이저 회사들의 elite 품종에 이용되는 원종의 확보가 시급함

## 2. 연구개발 필요성

- 국외의 경우 배추과 작물에서 세포융합 등의 기술을 이용하여 종·속간 유전물질의 전이를 통해 무름병, 검은썩음병 등의 형질을 도입한 보고가 있으며, 또한 아연(Zn) 내성, 내한성 등의 환경 내성 형질이 도입된 보고도 있음
- 전통 육종에서 유용 유전자원 혹은 품종으로부터 자식(selfing) 등에 의한 순계 분리에는 최소 5년 이상의 시간이 걸리고, 이들 순계로부터 새로운 품종의 조합을 얻기에 다시 2-3년이 소요되며, 최종 지역 적응성 시험 2-3년을 더해 최종 품종 개발에는 최소 7-10년이 필요
  - 소포자 배양 등의 기술 사용 시 우수 자원으로부터 순수계통(double haploid)을 얻는데 1-2년이 소요되어 전통육종 대비 육성 연한을 4-5년 단축 가능
- 양배추 및 배추의 자가불화합성 주두측 유전자인 *SLG* 및 *SRK*, 화분측 유전자인 *SCR/SP11*가 많이 동정되어 유전자 은행에 등록되어 있기 때문에 자가불화합성 유전자형 동정 활용에 용이함
- 국내 개발 품종이 외국 품종들과의 경쟁력을 갖기 위해서는 외국 종묘회사들의 elite 품종에 이용되고 있는 원종을 확보하여 육종에의 활용이 필요함. 따라서 외국 종묘회사의 양배추 F1종자 채종은 자가불화합성을 이용하고 있기 때문에 자가불화합성 유전자형 동정용 마커를 이용하여 원종 확보가 필요함
- 국내 종묘회사에서 보유 중인 매우 많은 양배추 유전자원은 자가불화합성 유전자형이 정확히 분류되어 있지 않기 때문에 육종현장에서는 육종가가 관행적으로 교배조합을 작성하고 있으므로 교배조합의 범위가 매우 좁음. 따라서 자가불화합성 유전자형 동정 마커 개발을 통하여 양배추 유전자원의 자가불화합성 유전자형 구분이 필요함
- 2010년 배추의 유전체 해독이 완료된 이후, 최근 중국과 캐나다 양국이 각각 다른 양배추 품종의 표준 유전체 해독을 완료
  - 벼 등 표준 유전체 정보가 완료된 작물의 경우 분자육종 기술은 비약적으로



효율적인 방법으로 적용이 되고 있으며 다양한 농업형질을 결정하는 유전자를 결정한다거나 실제 유전체 정보를 알고 유전체정보에 기반하여 새로운 초우수 작물을 design-by-breeding 하는 기술이 적용됨

- 양배추의 표준유전체 정보를 기반으로 하여 최근의 차세대유전체분석기술 (NGS) 을 이용하여 각 염색체당 수 만개 이상 대규모의 다양성 SNP 마커를 개발할 수 있으며 이는 다양한 양배추 자원에서 NGS 기술을 활용한 genome wide association study (GWAS) 분석을 통해 농업적으로 유용한 다양한 형질을 탐색하고 활용할 수 있는 기반을 제공함
- 표준유전체 서열 정보를 기본 프로임으로 하여 marker- (혹은 genomics-) assisted backcross breeding 등 다양한 선발 효율에 활용 가능

### 3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

- 본 과제는 2개의 우선추진 세부프로젝트와 1개의 후보과제 세부프로젝트로 구성되어 있으며, 육종에 바로 이용할 수 있는 양배추 소재개발에 그 목적이 있음
- 세포질 응성불임성을 이용한 종자 수출용 양배추 품종개발 과제가 수행 중이지만 이 과제는 이미 외국에서 만들어진 응성불임성을 도입하는 수준으로 향후 로열티 문제가 생길 수 있으므로 국내에서 새로운 응성불임주를 개발하여야 함
- 국외 종묘회사에서 시판하고 있는 F1종자는 자가불화합성을 이용하여 채종하고 있으며, 현재까지 이들 품종으로부터 원종 탐색에 대한 연구과제는 수행된 적이 없음
- 대량의 유전정보를 분석하여 양배추의 유용한 형질을 탐색하여 소재를 개발하는 연구는 수행된 적이 없음
- 이관과제에서 개발된 마커들 및 유전지도와 resequencing 데이터의 활용하여 차후 프로젝트에서 GWAS와 연계한 대규모 형질연관 유전자 동정에 활용

## 4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

### 4.1 추진체계

	주요 수행 내용	수행주체
양배추 육종기반 기술 및 소재개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집</li> <li>- 양배추 및 기타 배추과 작물의 세포질 분류 시스템 개발</li> <li>- 비대칭 원형질체융합을 통한 cybrids 개발</li> <li>- 신규 융성불임 cybrids 선발</li> <li>- 자가불화합성 유전자를 이용하여 해외 elite 품종으로부터 원종 탐색</li> <li>- 탐색된 원종 간 교배를 통한 원종의 재확인</li> <li>- 확인된 원종의 민간회사 제공</li> <li>- SSR 유전지도기반 분자유종 시스템(소재 탐색 및 선발) 구축 및 NGS 적용 기술 개발</li> <li>- NGS 기반 유전체육종 시스템 구축 및 지원</li> </ul>	학, 관

### 4.2 추진전략

- 학, 관이 공조하는 효율적인 육종체계 구축 및 우수 품종 개발을 위한 소재개발
  - 양배추 육성가의 육성을 효율적으로 지원하기 위한 기반 연구 및 분자유종 지원시스템을 학, 관에서 지원
    - 자가불화합성 유전자형 동정 기술을 이용하여 해외 elite 품종에 이용되는 원종을 탐색하여 종묘회사에 제공
    - 세포융합을 이용한 새로운 융성불임성 계통 창출 및 종묘회사에 제공
    - 분자유종시스템을 구축하여 우수한 품종을 조기에 육성하는 지원시스템 구축
  
- SSR 마커 기반 유전지도를 활용한 소재 탐색 및 선발로 육종 지원 효율성을 높임
  - 전체 400개 이상의 양배추 분자유전지도 활용기반 제공
    - 우리나라 양배추 품종 육성에 직접 활용이 가능한 SSR 마커의 개발 및 소

재 탐색 및 선발을 위한 활용체계 지원

- 융성불임 특성이 도입된 육종가의 우수 육성계통 전개 과정에 직접 분자마커를 이용한 선발 기술 지원

□ 양배추 표준유전체 정보를 활용하여 분자유종기반 구축의 용이성을 갖춤

○ 중국과 캐나다그룹의 양배추 표준유전체 서열정보의 활용기반 제공

- 양배추 표준유전체 정보를 기반으로 하여 우수 양배추 계통들의 resequencing 정보를 대규모 추출하고 계통 간 표현형 특성과 DNA 서열의 특성 간 association 분석을 통해 농업특성과 관련된 유전자를 탐색하는 GWAS분석
- 표준 유전체 정보를 기본 프레임으로 하여 육성계통 전개 과정에 resequence 기반 선발 기술 지원

## 5. 프로젝트 Micro 로드맵

단계별 목표	1단계				2단계					최종목표	
	육종소재 개발				육종소재 개발						
중점연구영역	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표	
세포융합 및 조직배양 기술을 통한 우량 육종 소재개발	세포융합 및 소포자 배양 기반 연구	양배추 및 도입예정 유용형질 보유 배추과 작물 유전자원 수집 및 특성검정									-양배추 신품종 육성용 우량 소재 조기 개발 및 민간 분양 -소재개발 21건
		세포질 분류시스템 개발									
		소포자 배양 효율 증진 조건 확립									
		원형질체 배양 및 식물체 재생체계 확립									
		무 신규 옹성불임 식물체 라인 확보									
		환경저항성 양배추 자원 유래 소포자 배양체 획득									
		신규 옹성불임 자원 산업재산권 확보									
		환경저항성 양배추 D.H 계통 검정									
다양한 환경내성 및 병해 저항성 양배추 계통 지속 개발											
자가불화합성 유전자형 PCR-CAPS 법을 이용한 양배추 소재개발	육종 기반	국내외 유전자원 수집 및 해외 시판 elite 품종 수집								-원종 탐색 및 제공 18건 -SCI 논문 5편	
		국외 elite 품종으로부터 원종 탐색									
		탐색된 원종간 교배를 통한 원종 확인 분석									
		원종의 민간회사 제공									
GWAS 분석을 통한 병저항성 양배추 후대 선발법 및 소재개발	육종 기반	SSR 기반 유전지도 활용 분자육종								-소재개발 9건 -SCI 논문 10편	
		양배추 표준유전체와 NGS 기반 대규모 SNP 개발 및 활용									
		MAB 기반 구축 및 지원									
		GWAS분석을 통한 양배추 농업형질 연관 마커 대량 발굴									
		형질연관 마커 실용화 기술개발									
유전체정보 기반 육종기술 적용 및 실용적 지원											

## 6. 세부프로젝트 추진계획

### 6.1 세포융합 및 조직배양 기술을 통한 우량 육종 소재개발

#### 가. 세부프로젝트 도출 배경

##### □ 작목의 중요도

###### ○ 국내 비중 및 세계 시장 규모에서의 위상

- 양배추, 무, 배추, 브로콜리, 유채 등의 배추과 채소류는 국내는 물론 세계적으로도 경제성이 큰 작목(국내 : 25억원, 세계 : 9.3천만불)
- 최근 중국, 인도, 인도네시아 등 신흥 아시아 국가들의 F<sub>1</sub> 종자 시장 규모가 급속히 증가하고 있으며, 다수의 다국적 종묘회사가 경쟁적으로 시장진출을 이루고 있음
- 2011년도 양배추 종자 수출액 : 481.1만불(중국 263, 인도 130, 인도네시아 22)
- 지역 별 양배추 시장 규모 : 유럽/북미(5,025만불), 중국(731), 인도(635), 기타 동남아(346)

##### □ 국내·외 기술의 수준

###### ○ 배추과 채소 작물에서 자가불화합성(SI) 및 옹성불임성(MS)을 이용한 F<sub>1</sub> 종자 육성 기술은 세계적 수준

- 현재 배추과 채소 작물의 육종은 자가불화합성(SI)에서 옹성불임성(MS)으로 전환되고 있으며, 옹성불임 기반 육종기술 보유 유무에 따라 경쟁력이 결정됨
- 현재 배추과 채소 작물의 상업 육종에서는 1960년대 무에서 유래된 Ogura 옹성불임자원을 다른 배추과 작물(양배추, 브로콜리, 청경채, 배추, 유채 등)에 세포융합 기술로 도입한 자원을 사용 중

###### ○ 국내 배추과 채소의 병저항성 품종 육성은 초기 단계

- 현재 뿌리혹병, 무름병, 위항병 등의 저항성 품종 개발이 이루어지고 있으나, 병리검정 및 유전양상 구명 등의 기반 기술은 초기 단계로 다국적 기업과의 경쟁력 확보 미흡
- 국외의 경우 배추과 작물에서 세포융합 등의 기술을 이용하여 종속간 유전물질의 전이를 통해 무름병, 검은썩음병 등의 형질을 도입한 보고가 있으

- 며, 또한 아연(Zn) 내성, 내한성 등의 환경 내성 형질이 도입된 보고도 있음
- 국내에서는 개발된 고유의 CMS 자원으로는 무 유래의 신규 CMS와 이를 세포융합 등의 기술로 다른 배추과 작물에 도입한 자원 등이 있음
- 배추과 채소 작물의 세대 단축 기술은 신품종 육성 연한 단축의 키워드
  - 약 배양, 소포자 배양, 자방 배양 등의 조직배양 기술을 통해 배추과 작물의 순계 확보에 걸리는 시간 단축이 회사 간 신품종 육성의 핵심 기술로 대두
  - 전통 육종에서 유용 유전자원 혹은 품종으로부터 자식(selfing) 등에 의한 순계 분리에는 최소 5년 이상의 시간이 걸리고, 이들 순계로부터 새로운 품종의 조합을 얻기에 다시 2-3년이 소요되며, 최종 지역 적응성 시험 2-3년을 더해 최종 품종 개발에는 최소 7-10년이 필요
  - 소포자 배양 등의 기술 사용 시 우수 자원으로부터 순수계통(double haploid)을 얻는데 1-2년이 소요되어 전통육종 대비 육성 연한을 4-5년 단축 가능
  - 국내에서는 이미 양배추, 브로콜리, 무 등의 소포자 배양 기술이 일반화 되어 있으며, 그 효율성의 제고를 통해 수출용 품종 육성에 유용한 기술로 사용될 수 있음

## 나. 세부프로젝트 최종 목표

### □ 최종 목표

- 세포융합 기술을 이용한 유용 형질 도입
  - 내수대체 및 수출용 품종 개발에 필수적인 병저항성 형질의 도입
    - 뿌리혹병(무사마귀병, clubroot) 등의 양배추 주요 병 저항성 형질을 다른 배추과 작물로부터 도입
  - 신규 CMS 작출
- 원예원 공동 개발 신규 무 CMS 형질의 양배추 도입
  - 국내 중소 종묘업체로 조기 분양하여 신규 품종 개발 기반 제공
- 소포자 배양을 통한 중간 모본 조기 육성과 종자업체 분양
- 고정된 유용 형질 계통의 조기 육성과 종자업체 보급
  - 환경 저항성(내건/내서/내한성 등) 형질의 조기 고정
  - 육성 계통의 민간 조기 공유로 양배추 품종 개발의 시한 단축

□ 단계별 목표

1단계('13~'16)	2단계('17~'21)
양배추 등 배추과 작물 세포융합 및 소포자 배양 기반 기술 구축	조직배양 기술을 활용한 환경 및 병저항성 양배추 육종 소재 개발
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 양배추 및 도입예정 유용형질 보유 배추과 작물의 유전자원 수집/특성검정</li> <li>- 양배추 및 기타 배추과 작물의 세포질 분류 시스템 개발</li> <li>- 양배추 등 배추과 작물의 순계라인으로부터 기내배양 및 원형질체배양과 식물체 재생체계 확립</li> <li>- 무 응성불임 (CMS) 식물체의 세포배양 라인확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 비대칭 원형질체융합을 통한 cybrids 개발</li> <li>- 환경저항성 양배추 자원 유래 소포자 배양체 획득</li> <li>- 신규 응성불임 cybrids 선발</li> <li>- 신규 응성불임 자원 산업재산권 확보</li> <li>- 다양한 환경내성 및 병해 저항성 양배추 계통 지속 개발 및 민간회사 분양</li> </ul>

다. 세부프로젝트 연구 내용

- 1단계(2013~2016) : 양배추 등 배추과 작물 세포융합 및 소포자 배양 기반 기술 구축
  - 양배추 및 기타 유용 배추과 작물의 유전자원 수집/특성검정
    - 국내 및 수출 현지에 적합한 육종 자원 수집 및 평가
    - 원형질체 융합을 통해 생산된 응성불임 식물체의 조기 상용화를 위한 유용 양배추 육종 소재 선발
  - 양배추 등 유용 배추과 작물의 응성불임자원 세포질 분류 시스템 개발
    - 응성불임 세포질 분류 마커 시스템 구축(양배추 등)
  - 양배추 소포자 배양 효율 증진 조건 확립
    - 배지, 배양 조건 등의 구명
  - 양배추 등 배추과 작물의 순계라인으로부터 기내배양 및 원형질체배양과 식물체 재생체계 확립
    - 캘러스 및 기내배양체계 확립
    - 분화능 우수 순계라인 선발
  - 무 응성불임(CMS)라인 확보
    - 캘러스 및 기내배양체계 확립
    - 식물체 대량 증식

- 무 캘러스 및 식물체 잎으로부터 원형질체 분리 조건 확립
- 양배추 계통별 소포자 배양 효율 변이 원인 구명
  - 고효율 계통과 저효율 계통 간의 genotype 비교/분석
- 2단계(2017~2021) : 조직배양 기술을 활용한 환경 및 병저항성 양배추 육종 소재 개발
  - 비대칭 원형질체융합을 통한 cybrids 개발
    - 무 원형질체의 핵 제거 체계 확립
    - 양배추 등 배추과 작물의 원형질체 세포질 불활성화 체계 확립
    - 원형질체 융합 체계 확립
    - 융합 원형질체 배양을 통한 식물체 재생체계 확립
  - 환경저항성 양배추 자원 유래 소포자 배양체 획득
    - 내건/내서/내한성 등
  - 신규 융성불임 cybrids 선발
    - CMS cybrids 선발
    - CMS cybrids 식물체 토양 순화 및 대량 증식
  - 환경저항성 양배추 DH 계통의 검정
    - 기내 검정을 통한 환경저항성 시험
    - 저항성 DH 계통의 종자 확보 및 분양
  - 신규 융성불임 자원 산업재산권 확보
    - CMS 도입한 융성불임 배추과 작물 대상
  - 다양한 환경내성 및 병해 저항성 양배추 계통 지속 개발
    - 내건/내한/내서성 및 뿌리혹병, 위항병 저항성 양배추 계통 개발과 보급 지속

## 라. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

- 세포 융합
  - 세포융합 기반 시설 및 기술은 원예원 시설과 인적자원 활용 가능
  - 신규 융성불임 형질의 도입
    - 원예원에서 공동 개발한 무 신규 CMS 자원으로부터 세포질 융성불임성을 양배추로 도입하기 위해 비대칭 원형질체 융합 기술이 필요
    - 2007년도 원예원에서 공동 개발한 융성불임 자원은 신규 MS로 후대 안정



- 이 검증된 자원으로 기존 MS자원과의 지적재산권 분쟁의 소지 없음
- 병저항성 형질의 도입
    - 뿌리혹병 저항성 유전자를 가진 순무 자원에서 양배추로 세포 융합기술을 사용하여 그 저항성 형질을 도입 가능
    - 이때 사용될 뿌리혹병 저항성 순무 유전자원은 원예원 자체 보유 자원 사용 예정
  
  - 소포자 배양
    - 소포자 배양에 요구되는 시설 및 기술은 원예원 시설과 인적자원 활용 가능
    - 내건/내서/내한성 등의 환경 저항성 자원은 양배추 GSP 프로젝트 내 공동 연구 팀(종묘회사)의 자체 확보 자원 공유 필요

마. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	품종출원	국내				
		국외				
	품종등록	국내				
		국 외	품종신고			
			품종판매			
	종자수출액(만불)					
	수입대체 효과(%) (현재 20억원 대비)					
	국내논문	SCI	2	2	4	
		등재학술지	1	1	2	
	국외논문	SCI	1	2	3	
		비SCI				
	학술발표	국내	3	5	8	
		국외	1	1	2	
	국내특허	출원	2	2	4	
		등록	1	2	3	
	국제특허	출원				
등록						
매출액(억) 1\$=1,100	국내					
	국외					
기술이전(건수)						
특 성 지 표	인력양성					
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커					
	서비스 실적	소재개발/제공	6	15	21	
		원종탐색/제공				
		마커서비스				
	등록/ 기탁	식물자원	20	25	45	
		유전자(유전체)				
		EST/RNA Sep.				
유전자 Chip						

## 바. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 기반 식물 재료 : 유용 양배추 및 기타 배추과 유전자원의 확보가 용이한 연구기관으로 농촌진흥청 소속 연구기관 및 해외 자원 수입이 활발한 일부 민간 육종 연구소에서 주로 수행
- 조직배양 : 소포자 배양 및 세포융합 기반 시설 및 인력을 보유한 기관이 유리하며, 농촌진흥청 소속 연구기관 또는 대학교 중심으로 수행
- 기타 사항 : 육종소재의 공유 및 상호 분양 등에 있어 원활한 상호 조정 기능이 가능한 국가 연구기관이 세부 프로젝트의 주관기관으로 적합

## 사. 세부프로젝트 예산

세부 프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
세포융합 및 조직배양 기술을 통한 우량 육종 소재개발	정부(억원)	0.85	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.64
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0.85	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.64

### □ 예산 설정 근거

- 본 과제의 목적은 내수대체 및 수출용 양배추 품종 육성에 있어 필수적인 유용형질을 가진 육종소재를 조직배양 기술을 통해 조기 개발하는 목적의 과제이므로 다음과 같이 예산을 산정함
  - 2012년 농촌진흥청 주관의 “양배추 및 브로콜리의 수출, 내수 품종육성, 육종기술 개발 및 실용화 연구’ 과제는 연간 정부예산 1.9억원이 투자되었음
  - 2011년 농림수산식품부 주관의 “수출용 양배추 품종육성 연구’ 과제는 연간 정부예산 2.5억원이 투자되었음

□ 연구원 구성

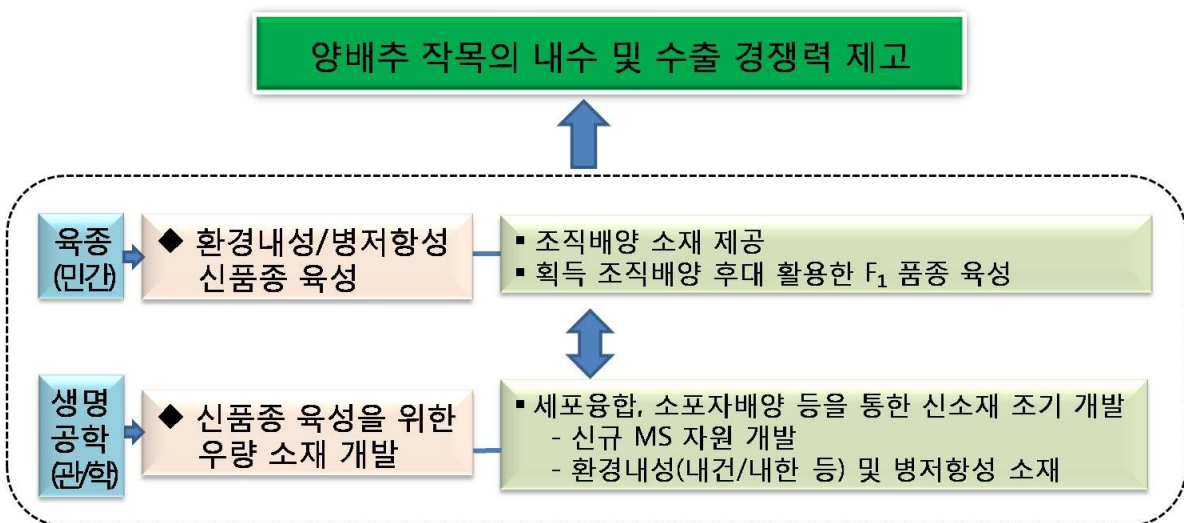
- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 14명, 석사급 17명, 기타인력 55명의 총 86명으로 구성함

세부 프로젝트			1단계				2단계					총계
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
소요 인력	세포융합 및 조직배양 기술을 통한 우량 육종 소재개발	박사급	1	1	1	1	2	2	2	2	2	14
		석사급	1	2	2	2	2	2	2	2	2	17
		기타인력	5	5	5	5	7	7	7	7	7	55
		총합	7	8	8	8	11	11	11	11	11	86

아. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 신품종 육성의 기반 소재 제공

- 조직배양을 통한 우량 소재의 조기 개발 및 민간 보급
  - 신규 MS 소재, 환경저항성, 병저항성 계통의 조기 육성
  - 민간 종묘회사와의 긴밀한 자원, 소재 공유로 우량 소재 조기 개발과 보급



자. 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	양배추 육종기반 기술 및 소재개발		
세부 프로젝트명	세포융합 및 조직배양 기술을 통한 우량 육종 소재개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9년)	연구비 지원범위	총 1,364백만원 (9년, 정부 1,364백만원)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최종목표 : 세포융합 및 조직배양 기술을 통하여 우량 육종 소재를 개발</li> <li>○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소포자 배양, 세포융합 등의 조직배양 기술 확립과 효율성 증대 기술 개발</li> <li>- 조직 배양을 통한 우수 양배추 육종 소재의 조기 확보 및 민간 분양</li> </ul> </li> </ul>		
연구요구	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 및 수출용 품종 육성을 위한 다양한 환경 및 병 저항성 양배추 유전자원의 수집과 평가로 우수 자원의 조기 민간 보급 필요</li> <li>○ 배추과 작물의 소포자 배양 기술은 우수 소재의 개발을 위해 널리 활용되고 있으나 양배추에서 그 효율성은 낮아 효율성 증대 기술 개발이 필요</li> <li>○ 세포 융합 등의 기술은 배추과 작물에서 일부 시도 되고 있으나, 양배추의 경우 그 사례가 희소하여 우량 육종 소재 개발에 필수적인 융성불임성 및 다양한 병저항성 도입 등으로 확대 필요</li> </ul>		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 소포자 배양을 통한 우수 선발 자원의 조기 계통화 및 민간 보급 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소포자 배양 후대 DH 계통의 기내 형질 검정을 통해 목적 형질 계통의 조기 선발과 보급</li> </ul> </li> <li>○ 세포융합 기술을 통한 신규 형질 도입 양배추 계통 육성 및 민간 보급 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 중간 비대칭 및 대칭 세포융합 기술 확립 (융합 가능 종·속 확대 및 효율 증진 기술 개발)</li> <li>- 신규 CMS, 내한성, 무름병 등의 유용 형질 도입체 개발과 민간 보급</li> </ul> </li> </ul>		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 양배추 조직배양 기반기술 관련 산업 재산권 획득(소포자 배양 및 세포융합 기술)</li> <li>○ 유용형질 고정 계통 조기 육성으로 목표 시장 품종 육성 연한 단축 (6~8년 → 3~5년)</li> <li>○ 전통 육종으로 도입 곤란한 병저항성 및 환경내성 형질 도입 계통 확보</li> <li>○ 개발된 기술 및 계통은 민간 육종회사에 조기 보급</li> </ul>		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구기관 자격 : 민간과 육종 소재 관련 공유에 있어 공평성이 담보된 정부, 국공립 및 대학 연구기관</li> <li>○ 신청 요건 : 조직배양 관련 시설 및 조직배양을 통한 배추과 작물 계통 개발 실적</li> </ul>		
Keyword	한 글	양배추, 조직배양, 소포자 배양, 세포융합	
	영 문	cabbage, tissue culture, microspore cultivation, cell fusion	

## 6.2 자가불화합성 유전자형 PCR-CAPS법을 이용한 양배추 소재개발

### 가. 세부프로젝트 도출 배경

- 배추과 작물에 있어서 자가불화합성은 *S*-locus라는 단일 유전자 좌에 의해서 조절되며, 이들의 자가불화합성은 *S*-locus좌에 위치하고 있는 주두측 자가불화합성 인자 *SRK* (*S*-locus receptor kinase)와 화분측 자가불화합성 인자 *SP11* (*S*-locus protein 11)/*SCR*의 상호 인식반응에 의하여 자기·비자기를 인식하여 수정이 이루어 짐
- 세계적으로 포자체형 자가불화합성 연구의 재료는 배추과 식물, 특히 배추(*B. rapa*)를 재료로 해서 많은 연구가 진전이 되어 있으며 양배추(*B. oleracea*)를 이용한 자가불화합성 연구도 진전되고 있음
- 이러한 까닭에 배추 및 양배추의 자가불화합성 주두측 유전자인 *SLG* 및 *SRK*, 화분측 유전자인 *SCR/SP11*가 많이 동정되어 유전자 은행에 등록되어 있기 때문에 자가불화합성 유전자형 동정용 마커 개발에 활용이 용이함
- 국내 종묘회사에서 보유 중인 매우 많은 양배추 유전자원은 자가불화합성 유전자형이 정확히 분류되어 있지 않음
- 자가불화합성 유전자형을 알지 못하기 때문에 육종현장에서는 육종가가 관행적으로 교배조합을 작성하고 있으므로 교배조합의 범위가 매우 좁음
- 따라서 자가불화합성 유전자형을 판별할 수 있는 자가불화합성 유전자형 동정 마커 개발과 보유 중인 양배추 유전자원의 정확한 유전자형 정보가 필요함
- 외국 종묘회사(신젠타, 다끼이, 신젠타, 베조 등)들의 양배추 F1종자 채종은 자가불화합성을 이용하여 채종하고 있음
- 국내 개발 품종이 외국 품종들과의 경쟁력을 갖기 위해서는 우량형질을 가지고 있는 양친의 사용이 필수적임. 따라서 외국 종묘회사들의 elite 품종에 이용되

고 있는 우량 형질을 보유한 양친의 원종 확보는 우수 품종 개발에 좋은 유전  
 자원으로 활용 가치가 높음

**나. 세부프로젝트 최종 목표**

□ 최종목표

- 국외 종묘회사들의 모든 elite 품종 수집
- 국외 elite 품종으로부터 원종 선발
- 원종 확인 및 종묘회사에 제공

□ 단계별 목표

1단계('13~'16)	2단계('17~'21)
육종 소재 개발	육종소재 개발
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 해외 elite 양배추 품종 수집</li> <li>- 수집된 elite 양배추 품종의 자가불화합성 유전자형 동정</li> <li>- 해외 elite 품종으로부터 원종 탐색</li> <li>- 교배를 통한 원종의 재확인</li> <li>- 민간회사에 원종 제공(8건)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 해외 elite 양배추 품종 수집</li> <li>- 수집된 elite 양배추 품종의 자가불화합성 유전자형 동정</li> <li>- 해외 elite 품종으로부터 원종 탐색</li> <li>- 교배를 통한 원종의 재확인</li> <li>- 민간회사에 원종 제공(10건)</li> </ul>

**다. 세부프로젝트 연구 내용**

□ 1단계(2013~2016) : 육종 소재 개발 및 제공

- 유전자원 수집
  - 종묘회사에서 수집·보유중인 양배추 유전자원 분양 (종묘회사, 국립유전자원 센터 등)
  - 해외 시판중인 양배추 F1 품종 수집(특히 elite 품종을 우선적으로)
- PCR-CAPS법을 이용한 소재개발
  - 수집된 elite 품종 파종(200립/품종)

- 유묘기의 잎으로부터 DNA 추출
- 자가불화합성 마커를 이용하여 elite 품종들의 자가불화합성 유전자형 분석
- PCR-CAPS법을 이용하여 elite 품종으로부터 원종 탐색
- 탐색된 원종들의 재확인
  - 탐색된 원종들 간 교배 및 종자 수확
  - 수확된 종자의 파종 및 시판 품종과의 형질비교
- 재확인된 원종의 민간종묘회사에 제공

□ 2단계(2017~2021) : 육종소재 개발 및 제공

- 유전자원 수집
  - 종묘회사에서 수집·보유중인 양배추 유전자원 분양 (종묘회사, 국립유전자원 센터 등)
  - 해외 시판중인 양배추 F1 품종 수집(특히 elite 품종을 우선적으로)
- PCR-CAPS법을 이용한 소재개발
  - 수집된 elite 품종 파종(200립/품종)
  - 유묘기의 잎으로부터 DNA 추출
  - 자가불화합성 마커를 이용하여 elite 품종들의 자가불화합성 유전자형 분석
  - PCR-CAPS법을 이용하여 elite 품종으로부터 원종 탐색
- 탐색된 원종들의 재확인
  - 탐색된 원종들 간 교배 및 종자 수확
  - 수확된 종자의 파종 및 시판 품종과의 형질비교
- 재확인된 원종의 민간종묘회사에 제공

라. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

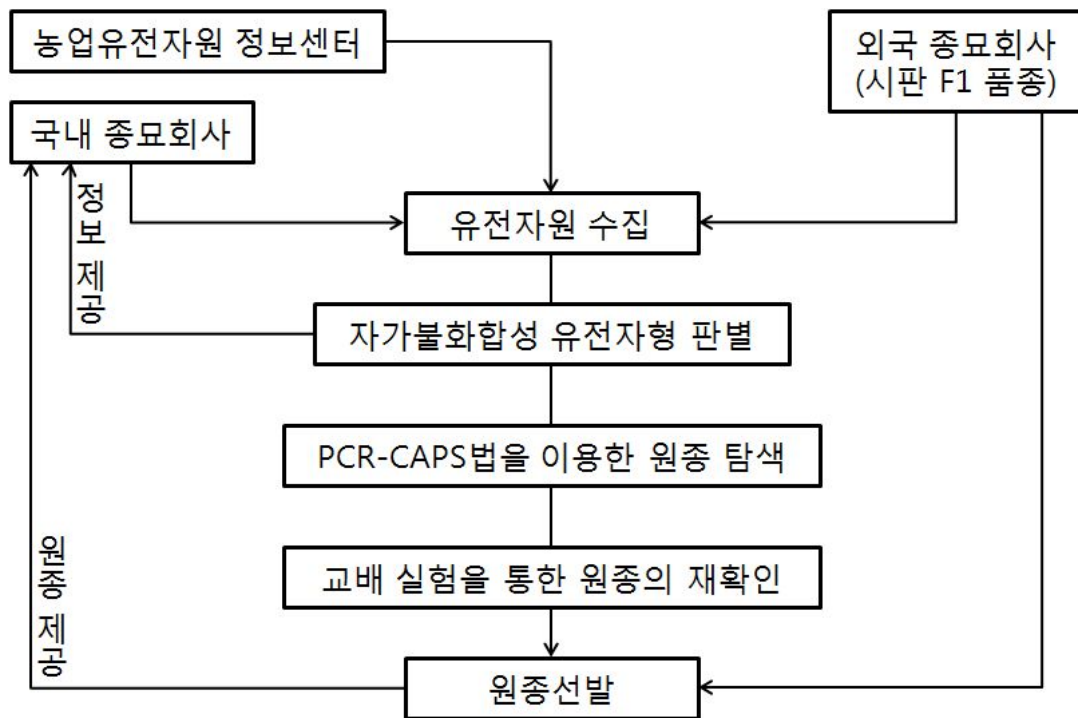
□ 추진방법

- 양배추의 유전자원 수집
  - 국내에서 보유중인 양배추 유전자원(종묘회사, 국립유전자원 센터 등) 수집
  - 국외 종자회사가 시판중인 양배추 품종 수집, 특히 국외 종묘회사의 모든 elite 품종 수집
- 국외 elite 품종으로부터 원종 선발 및 종묘회사에 제공



- 수집된 국외 elite 품종을 파종(품종 당 200립 정도)한 후 유묘기에 DNA 추출
- PCR-CAPS법을 이용하여 자가불화합성 유전자형 판별 및 유전자형이 호모/헤테로 인지를 판별
- 호모로 판별된 샘플은 상동성이 높은 유전자가 함께 증폭될 수 있으므로 다시 한 번 제한효소를 처리하여 확실하게 호모인지를 확인
- 유전자형이 다른 확실한 호모 계통은 교배실험을 통하여 elite 품종에 이용된 원종인지를 재확인
- 확인된 원종은 종묘회사에 제공하여 육종 소재로 활용하게 함

□ 추진체계



마. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항		
공 통 지 표	품종출원	국내					
		국외					
	품종등록	국내					
		국 외	품종신고				
			품종판매				
	종자수출액(만불)						
	수입대체 효과(%) (국내 20억원 대비)						
	국내논문	SCI					
		등재학술지	2	1	3		
	국외논문	SCI	2	3	5		
		비SCI					
	학술발표	국내	2	5	7		
		국외	2	2	4		
	국내특허	출원	2	3	5		
		등록	1	2	3		
국제특허	출원						
	등록						
매출액(억) 1\$=1,100	국내						
	국외						
기술이전(건수)							
특 성 지 표	인력양성		3	4	7		
	기반구축 실적						
	D/B 구축						
	분자마커						
	서비스 실적	소재개발/제공					
		원종탐색/제공8		8	10	18	
		마커서비스					
	등록/ 기탁	식물자원					
유전자(유전체)							
EST/RNA Sep.							
유전자 Chip							

## 바. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 마커 개발에 대한 선행기술을 확보한 연구팀으로서 아래의 연구진을 갖춘 구성
  - 배추과 작물의 자가불화합성 연구 경력이 풍부한 연구진
  - 배추과 작물의 자가불화합성 유전자형 구분 마커를 보유하고 있는 연구진
  - 자가불화합성에 대한 선행연구가 풍부한 연구진

## 사. 세부프로젝트 예산

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
자가불화합성 유전자형 PCR-CAPS법을 이용한 양배추 소재개발	정부(억원)	1.0	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.79
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	1.0	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.79

### □ 예산 설정 근거

- 본 과제의 목적은 양배추 소재 및 유용마커를 개발하여 양배추 우수 품종개발을 위한 지원 목적의 과제이므로 다음과 같이 예산을 정함
  - 2013년 종료된 “수출용 무모계 당근 종자 품종 육성 및 분자마커 개발” 과제는 정부예산 1.4억원/년이 투자되었음
  - 2013년 4월에 종료될 “야생콩 유래 고 및 저 리놀레릭산 통 개발을 위한 DNA 마커 개발” 과제는 정부예산 1.5억원이 투자되었음
  - 지속적인 육종가의 분석지원 업무를 위하여 2명 이상의 연구원이 필요하며 인건비로 년 4,000만원 이상 소요될 것으로 추산됨
- 마커 검색 및 개발용 기계 구입이 필요함
  - 예: multiNA 기계(Shimadzu biotech사), 가격 3천만원 정도임

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 18명, 석사급 27명, 기타인력 36명의 총 81명으로 구성함

세부 프로젝트			1단계				2단계					총계
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
소 요 인 력	자기불화합 성 유전자형 PCR-CAPS 법을 이용한 양배추 소재개발	박사급	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
		석사급	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27
	기타인력	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36
	총합	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	81

아. 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	양배추 육종기반 기술 및 소재개발		
세부 프로젝트명	자가불화합성 유전자형 PCR-CAPS법을 이용한 양배추 소재개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9년)	연구비 지원범위	총 1,379백만원 (9년, 정부 1,379)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최종목표 : 양배추 분자육종 기반 기술을 이용한 우량 소재 개발 및 지원</li> <li>○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국외 elite 품종으로부터 원종 선발(18종) 및 종묘회사에 제공</li> </ul> </li> </ul>		
연구 필요 성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국외 양배추 F1 품종은 자가불화합성을 이용하여 채종하고 있음</li> <li>○ 국내 민간 종묘회사에서 보유중인 양배추 유전자원은 S-genotype이 정확히 분류되어 있지 않음</li> <li>○ 육종현장에서는 육종가가 관행적으로 교배조합을 작성하고 있으므로 교배조합의 범위가 매우 좁음</li> <li>○ 국외 메이저 회사들의 elite 품종에 이용되는 원종의 확보가 시급함</li> </ul>		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내외 시판 elite 품종 수집</li> <li>○ 자가불화합성 마커를 이용하여 elite 품종들의 자가불화합성 유전자형 분석</li> <li>○ PCR-CAPS법을 이용하여 수집된 elite 품종으로부터 원종 탐색</li> <li>○ 탐색된 원종들의 재확인 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 탐색된 원종들간 교배 및 종자 수확</li> <li>- 수확된 종자의 파종 및 시판 품종과의 형질비교</li> </ul> </li> <li>○ 재확인된 원종의 민간종묘회사에 제공</li> </ul>		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 양배추 자가불화합성 인자의 조기 동정 마커를 육종에 적용시킬 경우 육종연한을 현저하게 단축시킬 수 있음</li> <li>○ S 유전자형 동정은 정확하고 신속하므로 교배 시에 발생하는 환경요인에 의한 장애요인을 제거할 수 있음</li> <li>○ 유품기 때 S 유전자형이 동정되면 개화기까지 작물을 재배하는데 필요한 비용과 교배 노력이 절감됨</li> <li>○ 주두측 및 화분측에서 발현하는 자가불화합성 유전자의 동정은 교배조합 작성에 활용</li> <li>○ 양배추의 자가불화합성 유전자 정보는 F1 순도검정용 primer 합성에 활용</li> </ul>		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구기관 자격 : 대학</li> <li>○ 신청 요건 : 배추과 작물의 자가불화합성 연구 경력 풍부, 배추과 작물의 S-genotype 구분 마커 보유 및 선행연구 풍부</li> </ul>		
Keyword	한 글	양배추, 자가불화합성 유전자, S 유전자형, 마커, elite 품종	
	영 문	cabbage, self-incompatibility, S-genotype, marker, elite cultivar	

## 6.3 GWAS 분석을 통한 병저항성 양배추 후대 선발법 및 소재개발

### 가. 세부프로젝트 도출 배경

#### □ 양배추의 분자육종시스템 지원 필요

- 양배추 품종육성의 글로벌 경쟁력 강화를 위해서는 우리나라 소규모 민족기업과 개인 육종가를 지원할 수 있는 분자육종 시스템의 도입 및 지원이 필요함
  - 글로벌 종자기업은 자체적으로 대규모 분자육종지원 시스템을 구축하고 있으며 육종가의 선발 효율을 증진하기 위하여 분자마커의 검정을 기하급수적으로 증가하고 있음
  - 글로벌 기업은 한 회사에서만 수조원의 연구개발비를 지출하고 있으며 이중 분자육종지원에 막대한 비중의 지원을 하고 있지만 우리나라의 경우 자체 회사별로 분자육종시스템을 갖추는 건 불가능하며 국가 차원에서 안정적인 분자육종 지원을 하여야 함

#### □ 양배추 유전체해독과 이에 기반한 대규모 분자육종 시스템 구축 필요성

- 2010년 배추의 유전체해독이 완료된 이후, 최근 중국과 캐나다 양국이 각각 다른 양배추 품종의 표준 유전체 해독을 완료하였으며 본 연구에 저희도 참여하고 있어 전체 해독된 서열정보를 확보하고 있음
  - 벼 등 표준 유전체 정보가 완료된 작물의 경우 분자육종 기술은 비약적으로 효율적인 방법으로 적용이 되고 있으며 다양한 농업형질을 결정하는 유전자를 결정한다거나 실제 유전체 정보를 알고 유전체정보에 기반을 두어 새로운 초우수 작물을 design-by-breeding 하는 기술이 적용됨
  - 양배추의 표준유전체 정보를 기반으로 하여 최근의 차세대유전체분석기술(NGS)을 이용하여 각 염색체당 수 만개 이상 대규모의 다양성 SNP 마커를 개발할 수 있으며 이는 다양한 양배추 자원에서 ngs 기술을 활용한 genome wide association study (GWAS) 분석을 통해 농업적으로 유용한 다양한 형질을 탐색하고 활용할 수 있는 기반을 제공함
  - 표준유전체 서열 정보를 기본 프로임으로 하여 marker- (혹은 genomics-) assisted backcross breeding 등 다양한 선발 효율에 활용할 수 있음

나. 세부프로젝트 최종 목표

- 유럽, 아시아 지역 등 수출 가능한 우수한 양배추 품종 육성을 위한 양배추 후대 선발법 및 소재개발
  - 양배추의 고밀도 유전지도와 표준유전체정보를 활용한 분양배추 후대 선발법 구축 및 소재개발
    - 시판되는 양배추 품종에 활용될 수 있는 표준 SSR 유전지도 구축 및 활용체계
    - 양배추 표준유전체 해독 정보를 활용한 대규모 유전지도와 NGS 정보를 활용한 선발기술 적용
    - 표준유전체정보를 기반으로 다양한 양배추계통에서 GWAS분석을 수행하고 농업적으로 유용한 질적 및 양적형질 분석

□ 단계별 목표

1단계('14~'16)	2단계('17~'21)
SSR 유전지도기반 분자유종 시스템 구축 및 NGS 적용기술 개발	NGS 기반 유전체육종 시스템 구축 및 지원
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 우리나라 양배추 품종 육성친들에 적용할 수 있는 SSR 마커 400개 이상 구축</li> <li>- 염색체 전 지역에 균등하게 분포하는 SSR 마커셋 확립</li> <li>- 유전자원 스크리닝</li> <li>- MAB시스템 구축 및 대용량 분석 지원</li> <li>- NGS 기반 대규모 SNP 마커 개발 및 GWAS를 통한 형질 마커 개발과 대량분석 시스템 구축</li> <li>- 품종육성에 직접 지원 (10,000건 이상)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- NGS 기반 대규모 분석기술 확립 및 선발기술 적용</li> <li>- GWAS 분석을 통한 대규모 형질연관 마커 개발</li> <li>- 대규모 SNP 분석 시스템 확립 및 지원</li> <li>- 양배추 육성가와 긴밀한 협조에 의한 육종 지원 시스템 구축</li> </ul>

## 다. 세부프로젝트 연구 내용

- 1단계(2014~2016) : SSR 유전지도기반 분자유종 시스템 구축 및 NGS 적용 기술 개발
  - 우리나라 양배추 품종 육성친들에 적용할 수 있는 SSR 마커 400개 이상 구축
  - 염색체 전 지역 균등하게 분포하는 SSR 마커셀 확립
  - 육종가의 양배추 유전자원 및 육성계통의 다양성 분석과 스크리닝
  - marker assisted backcross breeding (MAB)시스템 구축 및 대용량 분석 지원
  - NGS 기반 대규모 SNP 마커 개발 및 GWAS를 통한 형질 마커 개발과 대량 분석 시스템 구축
    - 중국과 캐나다 그룹이 최근 완성한 양배추 표준유전체 서열 정보 이용
    - 양배추 염색체 9쌍을 대표하는 표준유전체 정보 약 600Mbp 확보하고 있음
    - 우리나라 양배추 품종육성에 양친으로 많이 사용되는 4육성 계통 전체 게놈서열 약 20x coverage 생산
    - 4계통의 resequencing 데이터를 표준유전체서열에 맵핑하고 정밀하게 필터링하고 검정을 하여 계통 간 차이를 보이는 SNP를 각 염색체당 10,000개 이상씩 전체 100,000개 이상 개발
  - 양배추 육성가의 품종육성에 직접 지원 (10,000건 이상)
  
- 2단계(2017~2021) : NGS 기반 유전체육종 시스템 구축 및 지원
  - NGS 기반 대규모 분석기술 확립 및 선발기술 적용
  - 다양한 양배추 자원 200계통 resequencing과 형질조사를 통한 대규모 형질 연관 마커 개발
  - 대규모 SNP 분석 시스템 확립 및 지원
    - 개발된 100,000개 SNP 마커를 대규모로 분석할 수 있는 SNP genotyping 기술 적용
    - 육종과정의 background 선발 등을 위한 marker-assisted backcross breeding (MAB) 혹은 genome-assisted breeding (GAB) 로 진행할 수 있도록 효율적으로 활용될 수 있는 SNP set (96, 2x96, 3x96, 4x96, 10x96) 개발 및 정보 제공
  - 양배추 육성가와 긴밀한 협조에 의한 육종 지원 시스템 구축 (20,000건 이상 지원)



## 라. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

- SSR 마커 기반 유전지도를 활용한 분자유종기반 제공
  - 전체 400개 이상의 양배추 분자유전지도 활용기반 제공
    - 우리나라 양배추 품종 육성에 직접 활용이 가능한 SSR 마커의 개발 및 활용체계 지원
    - 양배추 사업단에 참여하는 기업들에 무상 제공 및 분석 지원
    - 옹성불임 특성이 도입된 육종가의 우수 육성계통 전개 과정에 직접 분자마커를 이용한 선발 기술 지원
  
- 양배추 표준유전체 정보를 활용한 분자유종기반 제공
  - 중국과 캐나다그룹의 양배추 표준유전체 서열정보의 활용기반 제공
    - 양배추 표준유전체 정보를 기반으로 하여 우수 양배추 계통들의 resequencing 정보를 대규모 추출하고 계통 간 표현형 특성과 DNA 서열의 특성간 association 분석을 통해 농업특성과 관련된 유전자를 탐색하는 GWAS분석
    - 표준 유전체 정보를 기본 프레임으로 하여 육성계통 전개 과정에 resequence 기반 선발 기술 지원
  - 양배추의 첨단 분자유종 시스템 구축 및 개인 육종가에 대한 효율적인 지원

마. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항		
공 통 지 표	품종출원	국내					
		국외					
	품종등록	국내					
		국 외	품종신고				
			품종판매				
	종자수출액(만불)						
	수입대체 효과(%) (현재 20억원 대비)						
	국내논문	SCI					
		등재학술지					
	국외논문	SCI	5	5	10		
		비SCI					
	학술발표	국내					
		국외					
	국내특허	출원	2	2	4		
		등록	2	2	4		
	국제특허	출원		1	1		
등록			1	1			
매출액(억) 1\$=1,100	국내						
	국외						
기술이전(건수)							
특 성 지 표	인력양성		7	7	14		
	기반구축 실적		2	2	4		
	D/B 구축		2	2	4		
	분자마커		5	5	10		
	서비스 실적	소재개발/제공		4	5	9	
		원종탐색/제공					
		마커서비스					
	등록/ 기탁	식물자원					
		유전자(유전체)					
		EST/RNA Sep.					
유전자 Chip							

**바. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안**

- 본 프로젝트는 기반사업으로 대학교에서 주축이 되고 사업단이 중재 역할을 하여야 함
- 대학교에 기반을 두고 진행하며 사업단의 중재를 통해 산업체에 적극적인 기술지원이 되도록 장려하여야 함
  - 양배추의 표준유전지도를 확보하고 있는 대학교에서 과제를 진행하며 실제적인 산업체 지원 가능케 하여야 함
    - 대학교의 경우 본 사업을 위해 전문 기술 인력을 2인 이상 상시 운용
      - : 표준유전지도를 대규모로 분석 지원함
      - : 생물 정보 분석을 통해 대규모 분석지원 결과 제공
    - 전문 연구인력 8인 이상 육성: 양배추 분자육종시스템 개발 및 형질연관 마커개발을 위한 전문 연구인력 육성
  - 사업단의 중재 하에 최소한의 비용으로 양배추 육종가와 민간기업의 분석을 지원할 수 있어야 함
  - 산업체에 분자육종에 활용될 수 있는 분자마커를 적극적으로 활용할 수 있는 홍보와 사업단 차원에서의 지원이 필요함

**사. 세부프로젝트 예산**

세부 프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
GWAS 분석을 통한 병저항성 양배추 후대 선발법 및 소재개발	정부(억원)	0	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	12.79
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0	1.74	1.54	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	12.79

- 예산 설정 근거
  - 본 과제의 목적은 우리나라 양배추 분자육종 기본 인프라를 구축함은 물론 양배추 육종가를 실용적인 지원하기 위한 내용으로 상시적인 분석 서비스를 위해 10인 이상의 연구 인력이 필요함

- 이 중 2인은 전임 연구원으로 기능하도록 하여 육종가의 분석지원 업무를 하도록 하여야 함 : 인건비만 매년 5,000만원 이상 소요
- NGS 기술을 적용하여 대규모 형질연관 마커를 개발하기 위한 내용이므로 대규모 서열분석 및 이후 생물정보 분석에 많은 예산이 지속적으로 필요함
  - 약 200계통 이상의 resequencing을 하여야 하며 이때 전체 소요 비용은 2억 이상 예상되며 여기서 나온 데이터에 대한 생물정보 분석을 위해 장기적인 인력과 예산이 소요됨
- 글로벌 중자기업의 경우 위와 같은 회사 내 지원을 위한 R&D 예산에 막대한 지원을 하고 있어 우리나라의 경우 글로벌 시장 개척을 위해서는 사업단 차원의 지원이 꼭 필요함
  - 몬산토 단일 회사의 R&D 예산이 1.4조원에 달해 우리나라의 예산과 비교가 되지 않지만 특화된 지원 전력을 추구하여야 함

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 8년 동안 박사급 13명, 석사급 32명, 기타인력 16명의 총 61명으로 구성함

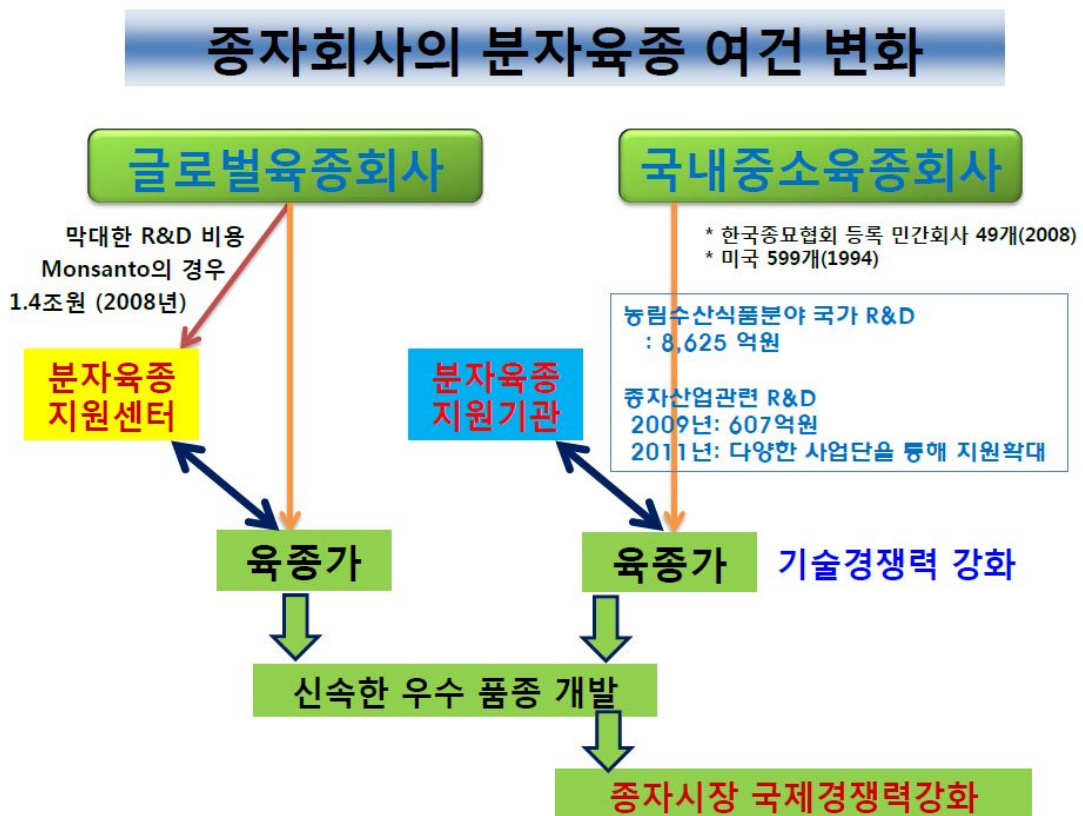
세부 프로젝트			1단계				2단계					총계
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
소요 인력	GWAS 분석을 통한 병저항성 양배추 후대 선발법 및 소재개발	박사급	0	1	1	1	2	2	2	2	2	13
		석사급	0	4	4	4	4	4	4	4	4	32
		기타인력	0	2	2	2	2	2	2	2	2	16
		총합	0	7	7	7	8	8	8	8	8	61

## 아. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 양배추 품종육성 효율증진을 위한 분자육종지원시스템의 사업단 차원 지원 전략

○ 글로벌 기업과의 경쟁력 향상을 위한 돌파구 제공

- 글로벌 기업의 천문한적인 지원에 대응하여 우리나라 우수 양배추 품종의 경쟁력 있는 육종을 위해서는 골든시드프로젝트와 같이 장기적이면서 안정적인 사업단 차원에서의 지원 시스템이 필요함
- 아래 그림과 같이 국가적인 분자육종시스템의 안정지원을 통해서만 우리나라 양배추 품종의 국제경쟁력 확보가 가능하고 수출증대 및 수입대체를 통한 내수시장 기반이 마련될 것임



자. 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	양배추 분자유종 기반 기술을 이용한 우량 소재개발		
세부 프로젝트명	GWAS 분석을 통한 병저항성 양배추 후대 선발법 및 소재개발		
연구 기간	2014 ~ 2021 (8년)	연구비 지원범위	총 1,279백만원 (8년, 정부 1,279백만원)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input checked="" type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구개발 목표	○ 최종목표 : 유럽의 양배추 품종들과 글로벌 경쟁력 있는 양배추 품종의 육성 및 종자 산업 확대 ○ 세부프로젝트목표 - 양배추 품종의 효율적 및 신속개발을 위한 분자유종시스템(선발/소재 개발) 개발 - 수출적합 품종의 양친조합을 이용한 고밀도 유전 지도 작성 및 선발 기술개발 - 고밀도 유전지도와 표준유전체정보 기반 GWAS분석 및 우수형질 마커개발		
연구필요구성	○ 글로벌 기업은 자체적으로 대규모 고효율 분자유종시스템을 보유 ○ 품종개발의 경쟁력은 재료와 효율적인 선발을 위한 분자유종시스템의 지원필요 ○ 표준유전체 정보가 밝혀진 작물의 경우 대규모 유전체정보를 활용하는 기술이 범용으로 적용되는데 최근 양배추의 표준유전체정보가 해독되었으므로 이를 기반으로 하는 유전체육종기술 및 GWAS분석을 통한 농업유용형질 개발이 필요함		
주요연구내용	○ 우리나라 양배추 품종 육성에 직접 활용이 가능한 400개 이상의 SSR 마커로 구성된 분자유전지도 구축 및 활용기반 제공 - 양배추 사업단에 참여하는 기업들에 무상 혹은 저렴한 분석 지원 ○ 융성불임 특성이 도입된 우수 양친계통을 이용한 고밀도 유전지도 기반 대규모고효율 선발기술 개발 및 육종가 전개집단에 대한 선발 지원 ○ 양배추 표준유전체서열정보와 resequencing 및 GWAS 분석을 통한 우수 농업형질 관련 마커 개발		
시장전망 및 기대효과	○ 양배추 품종육성 효율증진을 위한 분자유종지원시스템의 사업단 차원 지원 전략 ○ 글로벌기업과 경쟁력 향상을 위한 돌파구 제공: 글로벌 기업의 천문학적인 지원에 대응하여 우리나라 우수 품종의 경쟁력 있는 육종을 위해서는 골든시드프로젝트와 같이 장기적이면서 안정적인 사업단 차원에서의 지원시스템이 필요함 ○ 국가적인 분자유종시스템의 안정지원을 통해서만 우리나라 양배추 품종의 국제경쟁력 확보가 가능하고 수출증대 및 수입대체를 통한 내수시장 기반이 마련될 것임		
자격 및 신청요건	○ 연구기관 자격 : 양배추 고밀도유전지도와 표준유전체정보를 활용하는 기술 보유 ○ 신청 요건 : 고효율 분자마커 선발기술 개발 및 지원 시스템 구축 ○ 기타 사항 : 육종가가 활용할 수 있도록 사업단이 중재 지원		
Keyword	한 글	유전지도, 양배추표준유전체서열정보, 분자유종, GWAS	
	영 문	genetic map, reference genome sequence, molecular breeding, genome wide association study	

## 제5절 국내 월동지 및 유럽 수출용 양배추 품종개발

### 1. 연구개발 목표

- 현재 약 90%를 점유하고 있는 수입 양배추 품종을 ‘국내 월동지 및 유럽 수출용 양배추 품종개발’ 프로젝트를 통하여 국내 육성 품종으로 상세기획 목표 50% 중 본 프로젝트에서 7% 이상 대체하여 내수 안정화를 도모하고 한국 품종의 유럽 국가들에 대한 수출을 300만불 이상으로 확대하고자 함
  
- 프로젝트 도출배경
  - 제주도와 전남은 국내 양배추 재배면적의 절반을 차지하고 있으며, 월동 양배추를 많이 재배하고 있음. 월동 양배추는 보통 노지 재배 양배추보다 종자가격이 높으며 시들음병/뿌리혹병 저항성(YCR) 품종이 요구됨
  - 유럽 양배추 재배면적은 약 36만ha로 전 세계 양배추 재배면적의 약 20%를 차지하고 있지만 시장규모는 73백만불로서 전체의 약 42%를 차지하여 아시아 전체시장(약 40%)보다도 큰 시장점
  - 유럽 양배추 평균 판매단가는 아시아 지역의 평균 8~10배 정도 높은 고부가가치의 시장임
  - 유럽 수출용 중만생계 내병성 품종 및 원형계 내열구성 양배추 품종개발이 요구됨

### 2. 연구개발 필요성

- 국내 양배추 재배 면적은 약 5,500ha 정도로서 국내 전체 채소 면적의 약 1% 정도를 차지함
  - 현재 수입 품종들의 국내 점유율은 90%이상으로, 국내 육성 품종들의 판매가 극히 미미하여, 수입 품종들을 대체할 수 있는 우수한 국내 육성 품종들의 개발이 시급한 실정임
  
- 제주도 월동 양배추의 경우 95% 이상이 일본 품종을 재배하고 있어 특히 제주

도 지역에서 일본 품종에 대한 충성심이 강함. 일본 품종은 내서성, 내습성 및 내열구성이 우수하고 시들음병 저항성(YR)이 우수하지만 여전히 뿌리혹병에 약한 특성이 있어, 시들음병 저항성이 기본적으로 있으면서 뿌리혹병 저항성(CR)이 강한 국내 월동 양배추 품종의 육성이 시급함

- 아시아 시장은 중국, 인도, 동남아 지역에 집중되어 있으며, 유럽시장은 러시아, 우크라이나, 폴란드 등 동유럽 중심임. 각각 8천만불 정도의 시장으로, 아시아 시장은 향 후, 교배종 추가 전환 및 종자단가 상승으로 인해 추가로 시장 규모 성장이 기대되며, 유럽 시장의 경우 이미 고단가 시장이지만, 동유럽을 중심으로 단가 상승으로 인해 시장 규모가 더 증가할 것으로 예상됨. 아시아 시장의 경우 고온 다우 등 재배환경이 상대적으로 열악하여, 단기간에 재배를 마치는 조생종 시장이 상대적으로 큰 데 반해, 유럽은 장기간 재배가 가능하면서 수량성 및 저장성이 우수한 중만생계 품종이 주류를 이루고 있음
- 양배추는 전 세계에서 가장 많이 애용되는 중요한 채소 작물로서 유럽, 중국, 인도 등에 시들음병 저항성(YR), 검은썩음병 저항성(BR), 뿌리혹병 저항성(CR) 품종 요구도가 크므로 이들 주요 병에 대한 저항성 우수 품종을 개발할 경우 글로벌 종자시장이 확대될 것임
- 고품질의 요구도가 높은 유럽시장의 진출과 높은 수준의 국내 소비자를 위해 고기능성 양배추 육종 필요

### 3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

- 이관과제에서 개발된 병저항성 육종계통의 활용을 통해 우수 품종개발
  - 현재 “수출용 양배추 품종육성” 과제를 통해 양배추 품종 육성에 사용되는 우수 저항성 및 응성불임친을 활용하여 유럽 적응형 우수 양배추 품종개발에 활용
  - 현재까지 개발 되었거나 2014년 이관과제 종료 시까지 개발될 품종 중에서 중·조숙 원형계 타입 및 중간 편형계 검은썩음병 저항성 품종은 러시아, 우크라이나 등 유럽시장에 현지 적응성 시험을 거쳐 짧은 기간 내에 판매로



이어 질 수 있도록 함

- 이관과제에 개발된 우수한 육성불임친 및 병저항성 계통은 유럽시장의 주요 타입인 Processing 및 Storage 타입 품종용 계통 및 조합작성에 직접 또는 간접적으로 활용함으로써, 육성 기간을 단축시켜 효율을 제고할 것임
- 이관과제에서는 상대적으로 아시아 지역에서 큰 문제가 되지 않는 병인 시들음병에 대한 연구는 제외되었으나, 유럽의 경우 연작에 의해 많은 지역이 시들음병에 오염이 되었고 발병에 적합한 25~30℃ 조건의 긴 여름에 걸쳐 재배되는 특성상, 시들음병 저항성 품종의 요구도가 증가하고 있음

## 4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

### 4.1 추진체계

	주요 수행 내용	수행주체
국내 월동지 및 유럽 수출용 양배추 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 월동형 조합의 특성 평가</li> <li>- 국내 월동형 품종개발</li> <li>- Fresh용 조합의 특성 평가</li> <li>- 병 저항성 계통을 이용한 조합 작성 및 현지 시험</li> <li>- processing 및 storage용 조합의 특성 평가</li> <li>- 시들음병 저항성(YR) 및 뿌리혹병 저항성(CR) 계통을 이용한 조합 작성 및 현지 시험</li> </ul>	산

### 4.2 추진전략

#### □ 품종 육성팀

- 국내 수입되고 있는 월동형 품종 등에 대처할 수 있는 국내 개발 월동형 양배추 품종을 육성함
- 국내 수입되고 있는 YR호월 등을 대체할 수 있는 편원형 타입으로 시들음병 저항성(YR)과 뿌리혹병 저항성(CR)인 품종을 육성함
- 동유럽 지역에서 선호하는 중만생계 원형 타입으로 시들음병 저항성(YR)과 뿌리혹병 저항성(CR)인 품종을 육성함

- 선발 조합들을 국내 및 유럽 현지 시험을 통한 환경적응력 검정하여 시장성을 확인하고 국내 판매 및 수출을 확대함

□ 육종 지원 연구팀

- 품종 육성팀 및 병리 검정 지원팀과 유기적으로 연계하여 각국 선호도에 부합하면서 시들음병과 뿌리혹병에 강한 고품질 양배추 품종 육성을 지원함
- 분자마커를 육성팀에서 활용할 수 있도록 육성과정에 blind test 등을 통해 선발효율을 검정하고 우수저항성 계통의 조기 육성을 위한 여교잡 육종, 교배조합작성 등에 활용하며 개발된 품종의 F1종자 순도검정 등의 연구 지원을 하며 분자육종기술 체계를 구축함
- 국내 및 유럽시장에 적합한 시들음병 저항성(YR) 및 뿌리혹병 저항성(CR) 계통 및 품종을 육성하기 위해 병리 검정을 수행함
- 고기능성 품종 육성을 위한 기능성 물질 검정 및 마커 진단 지원을 수행함

□ 양배추 표준유전체 정보를 활용하여 분자육종기반 구축의 용이성을 갖춤

- 중국과 캐나다그룹의 양배추 표준유전체 서열정보의 활용기반 제공
- 양배추의 첨단 분자육종 시스템 구축 및 개인 육종가에 대한 효율적인 지원
- 고기능성 양배추를 육성하는 육종가와 소재와 본 프로젝트에서 개발되는 결과물의 공유 및 상호 검정을 통해 실용성 극대화
- 품종 육성을 위한 소재의 기능성 대사체 profiling을 통한 형질 검정으로 육종가에게 보다 정확한 소재 정보를 제공함
- 육종 소재의 유전체 분석을 통한 대량 분자 마커 개발
- 기존 선행 연구진들이 보유한 유전자 지도와 같은 genetic resource 활용 극대화
- 분석한 대사체 정보와 유전체 정보는 통합 분석하여 보다 정확한 연구 결과 도출
- 중요 육종소재와 우수 신품종의 유전체 수준의 fingerprinting 확보로 확고한 품종보호자료 마련
- 품종 육성 육종가와 협력 연구, 유전체와 대사체의 통합 연구 체계로 효율성 극대화

## 5. 프로젝트 Micro 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표	
		국내 월동지 및 유럽수출용 품종개발				국내 월동지 및 유럽수출용 품종개발 분자육종 지원시스템 구축					-수입대체액 7% 이상 달성 -수출액 300만불 이상 달성	
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표	
중만생계 시들음병 및 뿌리혹병 양배추 품종개발	품종 육성		유전자원 수집 및 특성조사									-수출액 300만불 달성 -수입대체 7% 이상 달성 -16 품종 개발
			중만생계 및 병 저항성 유전집단 선발 육성									
				국내 및 유럽 현지 적응시험								
				수입대체용 및 유럽 수출용 품종 개발								
					현지 홍보 및 대량 생산 기술 개발							

## 6. 세부프로젝트 추진계획

### 6.1 중만생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 양배추 품종 육성

#### 가. 세부프로젝트 도출 배경

##### □ 국내 양배추 시장 동향

- 국내 양배추 재배 면적은 약 5,500ha 정도로서 국내 전체 채소 면적의 약 1% 정도를 차지함
- 국내 양배추 재배 시작과 더불어 일본 품종들이 주요 재배 품종으로 자리 잡아왔고, 일부 유럽 품종들이 도입되어 제주도를 중심으로 재배되고 있음. 현재 수입 품종들의 국내 점유율은 90% 이상으로, 국내 육성 품종들의 판매가 극히 미미하여, 수입 품종들을 대체할 수 있는 우수한 국내 육성 품종들의 개발이 시급한 실정임

##### □ 유럽 양배추 시장 동향

- 세계 양배추 재배 면적은 약 200만ha로 채소용 십자화과 재배 면적으로는 가장 넓은 재배 면적의 작물이며 전 세계에서 고루 재배 및 섭취되고 있음. 유럽의 시장 규모는 약 7천 3백만불(약 800억원)로 전체의 40% 이상을 차지하는 것으로 추정됨. 면적 비율은 전체에서 20%정도에 그치고 있으나, 판매 단가가 아시아 등 다른 지역에 비해 월등히 높아 금액적인 시장규모는 가장 큼
- 이중 25만ha 이상이 러시아, 우크라이나를 중심으로 구소련 지역에 집중되어 있으며, 폴란드, 루마니아 등 포함하여 전체 동유럽권의 양배추 재배 면적은 32만 ha에 이룸. 영국, 독일, 이태리 등 서유럽 국가들에서도 양배추를 재배하고 있으나 면적은 4만여 ha로, 동유럽 재배 면적의 1/6 수준임
- 서유럽의 경우 생활수준이 높아 다양한 채소의 소비가 일찍부터 발달되었고, 경제가 통합되고 물류시스템이 발달되어 겨울등 상대적으로 채소재배가 어려운 시기에는 기후가 따뜻한 스페인 등 남부 유럽에서 재배되고 있음
- 알제리, 모로코 등 북아프리카에서 다양한 채소를 수입하여 유통함으로써, 양배추의 재배 및 수요가 높지 않으나, 상대적으로 동유럽은 길고 추운 겨울동안 다른 지역에서 대체 공급될 수 있는 채소의 종류 및 수량이 한정되

어, 장기보관이 용이한 양배추에 대한 수요가 절대적으로 높음

- 종자 소요 수량은 유럽 전체 시장이 60톤 정도로 추산되며, 재배 면적과 비례하여 동유럽의 소요량이 서유럽에 비해 월등히 높음
- 종자의 단가는 서유럽에 비해 동유럽의 가격이 아직 상대적으로 낮은 것으로 추산됨. 이는 부분적으로는 서유럽에서 재배되는 사보이 양배추, 포인트 양배추 등의 가격이 상대적으로 고가인 이유가 있으며, 또한 동유럽의 상대적으로 낮은 물가에 따른 가격차이, 일부 남아 있는 일반종의 판매가 낮기 때문인데, 동유럽 지역의 생활수준이 계속 향상 되면서, 앞으로 추가 상승할 것으로 보임. 따라서 유럽양배추 시장의 규모는 앞으로도 동유럽 시장을 중심으로 계속 증가할 것으로 예상됨

#### □ 유럽용 양배추 육성 동향 및 수준

- 유럽의 양배추 시장은 주로 네덜란드 회사들이 주도해 왔음. 이들 회사들은 앞선 기술력으로 서유럽 양배추 시장을 20세기 중반부터 시장을 선도해 왔으며, 동구권이 개방된 90년대 이후부터 이미 서유럽 시장에서 개발된 품종을 주력으로, 러시아, 우크라이나, 폴란드, 루마니아 등의 시장에 진출하여, 현재 동유럽 시장은 Bejo사를 중심으로 한 네덜란드 회사들의 품종이 우점을 이루고 있음
- Bejo사의 연간 양배추 종자 매출은 2천만불(약 200억) 이상으로 추정되며, Seminis사는 이의 약 절반정도 매출을 기록하고 있음
- 위도 50도 내외에 위치한 네덜란드 채소종자 회사들은 여름이 서늘한 조건을 이용하여 동유럽시장에 필요한 숙기가 늦은 품종들의 육성에도 강점을 가져 왔으며, fresh 타입 뿐 아니라, 숙기가 늦은 processing 타입 및 storage 타입의 양배추 육성을 활발히 하고 있음
- Takii, Sakata사 등의 일본회사들도 네덜란드 회사들에 비해 늦었지만 시장에 동유럽 시장에 적합한 숙기 늦은 품종들을 출시하며, 시장점유율이 증가하고 있는 추세임
  - 일본 회사들의 경우 최근에는 유럽용 품종의 개발을 위해 일장이 길고 서늘한 북해도 지역에서 육성 프로그램을 운영, 품종을 선발하고 있음
  - 현재로서는 Fresh 타입 양배추나 일본시장의 주요 타입인 편구형으로 품종군이 제한되어 왔으나, 최근 processing타입과, Storage타입의 품종 출시를 강화하고 있음

- 일본 회사 중에는 Takii사가 가장 활발하게 활동을 하고 있으며, Sakata사의 경우는 조숙 Fresh 타입에 집중하고 있는 것으로 보임
- 한편 네덜란드 및 일본 회사 외에 일부 소규모 회사가 신품종 육성 및 종자 생산을 병행하며, 일부 동유럽 시장을 잠식하고 있음
- 중국 회사들도 숙기 빠른 Fresh type을 중심으로 유럽시장(주로 러시아)에 양배추 종자를 판매하고 있음
  - 이들 중 일부는 러시아 접경지대 러시아 영토에 들어가 양배추를 재배하여 러시아 등 동유럽으로 수출하는 유통업자들과 연계하여 종자를 공급하기도 함
- 반면 우리나라의 경우 일부 종자회사에서 일본, 중국 회사들과 같이 Fresh 타입 양배추 판매를 하고 있으나, 그 수량이 아직 매우 적고, 아울러 processing 및 storage 타입의 품종 공급은 거의 전무한 상황임
  - 우수한 육성인적 자원을 보유하고 있음에도 불구하고, 기존 인도·중국 등 아시아 시장 중심의 육성 프로그램에 포커스가 맞추어져 있어, 유럽의 주요 타입인 processing 및 storage 타입의 품종력이 부족하였던 것이 이유인데, 금번 프로젝트를 수행하면서 품종력을 높이고 아울러 브랜드력을 제고하여 고가 시장인 유럽의 양배추 시장의 점유율을 높이고자 함

## 나. 세부프로젝트 최종 목표

### □ 최종 목표

- 9년 후 수출액 300만 달러
- 9년 후 수입 대체액 14만 달러
- 품종보호권 출원/등록: 국내 월동형 및 유럽 수출용 중만생계 내병성(시들음병, 뿌리혹병) 양배추 품종 16건

### □ 목표 설정 근거

- 동유럽 양배추 시장은 약 5천만불 시장으로 추산되며, 6%의 시장 점유율을 목표로함
- 1단계에는 중생계 fresh용 중심, 2단계에는 만생계 processing과 storage용 중심으로 시장을 확대할 계획임
- 현재 네덜란드 회사가 우점인 동유럽용 품종을 개발하여, 2021년까지 연간

300만 달러의 수출 및 내수 판매를 달성하고자 함

□ 단계별 목표

1단계('14~'16)	2단계('17~'21)
중생계 유전자원 평가 및 품종육성	만생계 유전자원 평가 및 품종육성
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유럽용 중생계 유전자원 특성평가</li> <li>- 시들음병, 뿌리혹병 저항성 조합 선발 및 현지 시험재배</li> <li>- 수출용 품종 육성(3건) 및 연간 판매액 30만불 달성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유럽용 만생계 유전자원 특성평가</li> <li>- 시들음병, 뿌리혹병 저항성 조합 선발 및 현지 시험재배</li> <li>- 수출용 품종 육성(5건) 및 연간 판매액 300만불 달성</li> </ul>

다. 세부프로젝트 연구 내용

□ 1단계(2014~2016) : 중생계 fresh용 양배추 유전자원 평가 및 품종육성

○ Fresh용 조합의 특성 평가

- 동유럽 유래 수집 중생계 fresh 타입 유전자원의 원예적, 병리적 특성 조사

○ 병 저항성 계통을 이용한 조합 작성 및 현지 시험

- 시들음병 저항성, 뿌리혹병 저항성, 포장저장성 우수 품종 선발

- 러시아, 우크라이나 시장 개발

□ 2단계(2017~2021) : 만생계 processing 및 storage용 양배추 유전자원 평가 및 품종육성

○ processing 및 storage용 조합의 특성 평가

- 동유럽 유래 수집 만생계 유전자원의 원예적, 병리적 특성 조사

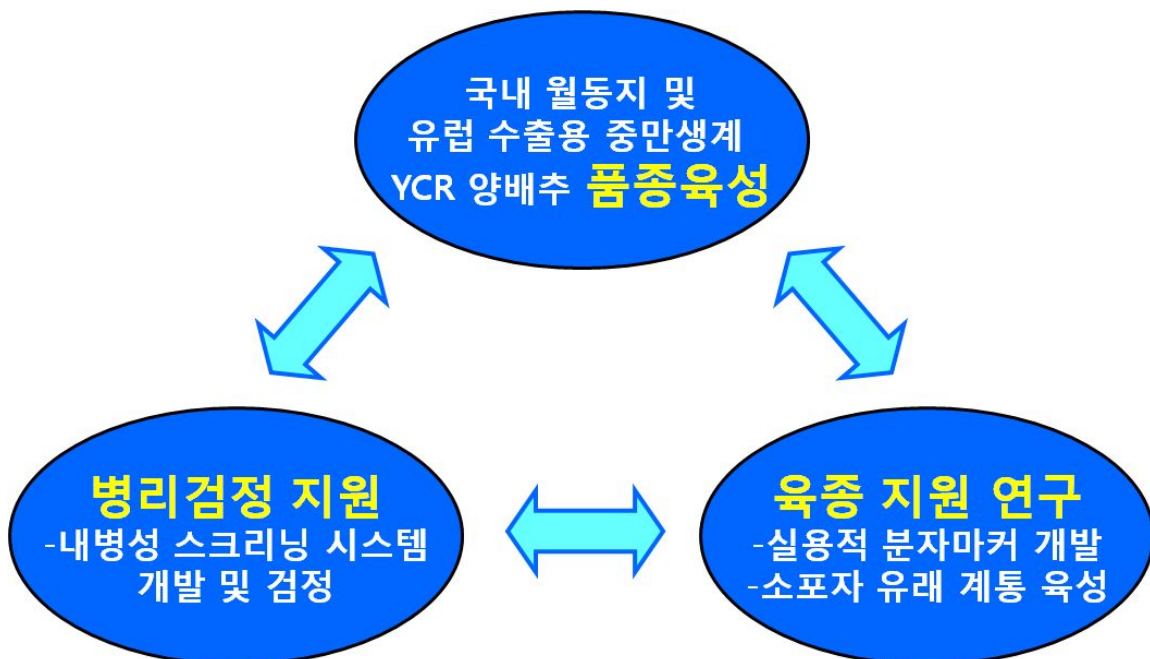
○ 시들음병 저항성 계통을 이용한 조합 작성 및 현지 시험

- 병저항성 보유, 저장성 및 수량성 우수 품종 선발

- 러시아, 우크라이나, 폴란드, 루마니아 등 시장 개발

라. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

- 품종 육성팀은 국내 수입되고 있는 YR호월 등을 대체할 수 있는 편원형 타입으로 시들음병과 뿌리혹병에 저항성이 품종을 육성함
- 동유럽 지역에서 선호하는 중만생계 원형 타입으로 시들음병과 뿌리혹병에 저항성인 품종을 육성함
- 선발 조합들을 국내 및 유럽 현지 시험을 통한 환경적응력 검정하여 시장성을 확인하고 국내 판매 및 수출을 확대함
- 육종 지원 연구팀은 품종 육성팀 및 병리 검정 지원팀과 유기적으로 연계하여 각국 선호도에 부합하면서 시들음병 및 검은썩음병에 강한 고품질 양배추 품종 육성을 지원함
- 분자마커를 육성팀에서 활용할 수 있도록 육성과정에 blind test 등을 통해 선발효율을 검정하고 우수저항성 계통의 조기 육성을 위한 여교잡 육종, 교배조합작성 등에 활용하며 개발된 품종의 F1종자 순도검정 등의 연구 지원을 하며 분자유종기술 체계를 구축함
- 병리 검정 지원팀은 국내 및 유럽시장에 적합한 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 계통 및 품종을 육성하기 위해 병리 검정을 수행함





마. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항		
공 통 지 표	품종출원	국내	3	5	8		
		국외	3	5	8		
	품종등록	국내	3	5	8		
		국 외	품종신고	3	5	8	
		품종판매					
	종자수출액(만불)		30	300			
	수입대체 효과(%) (현재 20억원 대비)		3	7			
	국내논문	SCI					
		등재학술지					
	국외논문	SCI					
		비SCI					
	학술발표	국내					
		국외					
	국내특허	출원					
		등록					
	국제특허	출원					
등록							
매출액(억) 1\$=1,100	국내	0.6	1.4				
	국외	3.3	33				
기술이전(건수)							
특 성 지 표	인력양성						
	기반구축 실적						
	D/B 구축						
	분자마커						
	서비스 실적	소재개발/제공					
		원종탐색/제공					
		마커서비스					
	등록/ 기탁	식물자원					
		유전자(유전체)					
		EST/RNA Sep.					
유전자 Chip							

**바. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안**

□ 연구팀 구성 및 추진전략

○ 품종 육성(산)

- 양배추 육성 경험이 풍부하고 일정 수준의 유전자원을 보유 및 양배추 품종 육성을 할 수 있는 업체를 중심으로 팀을 구성함

○ 육종 지원 연구(학)

- 품종 육성팀(산) 및 병리 검정 지원팀(연)과 유기적으로 연계하여 마커 개발하고 이를 품종 육성에 적극 활용함

○ 병리 검정 지원팀(연)

- 국내 및 유럽시장에 적합한 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 계통 및 품종을 육성하기 위해 병리 검정을 수행함. 현재 한국화학연구원 등에서 양배추의 검은썩음병, 뿌리혹병, 시들음병 등에 대한 연구가 많이 이루어져 검정 기술이 많이 축적되어 있으며, 향후 사업이 진행됨에 따라 이를 적극 활용함

**사. 세부프로젝트 예산**

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
중만생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	정부(억원)	0	2.38	2.27	2.25	2.26	2.48	2.44	2.44	2.44	18.96
	민간(억원)	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4
	합계	0	2.88	2.77	2.75	2.76	2.98	2.94	2.94	2.94	22.96

□ 예산 설정 근거

- 본 과제의 목적은 국내 수입 대체용 품종개발과 유럽용 중만생계 품종 개발로서 다음과 같이 예산을 정함

- 2009년도부터 농림수산식품기술기획평가원 과제로 서울대학교 주관으로

시행되고 있는 “수출용 양배추 품종육성” 과제는 정부예산 연 2.5억원이 투자되었음

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 8년 동안 박사급 13명, 석사급 16명, 기타인력 54명의 총 83명으로 구성함

세부 프로젝트			1단계				2단계					총계
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
소 요 인 력	중만생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	박사급	0	1	1	1	2	2	2	2	2	13
		석사급	0	2	2	2	2	2	2	2	2	16
		기타인력	0	7	7	7	6	6	7	7	7	54
		총합	0	10	10	10	10	10	11	11	11	83

아. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 글로벌 회사의 유통 채널

- 유럽의 종자 유통 채널은 대규모의 면적을 관리하는 농민이 상대적으로 많아 이들을 상대로 직접 판매하는 비중이 높음
- 특히 Bejo, Seminis사 등은 현지 개발 및 판매 인력이 풍부하여 농민 또는 육묘장에 직접 접촉 판매를 하는 비율이 월등히 높음
- 이들 개발 사원들은 각 품종의 지역적응성 시험 결과를 토대로 각 지역의 기후, 시장 요구도에 적합한 품종을 추천 판매함
- 판매는 각 회사의 브랜드를 사용하는 것이 대부분임. 이 경우는 최종 소비자에 직접 판매가 가능하므로 다단계의 유통단계에서 생길 수 있는 마진의 감소를 최소화 할 수 있는 장점이 있는데 반해, 개발 및 영업 인력에 대한 투자가 많이 필요할 수 있음

- 우리나라의 유럽 현지 브랜드력이나 인적자원 규모를 고려했을 때 아직은 사용하기 이른 개발, 판매 방식임

□ 한국 회사들의 유통 전략

- 규모가 작은 회사의 경우, 개발 사원의 단위를 몇 국가를 포괄하여 관리하는 경우가 효율적인데, 현지어에 능통하고 현지시장 및 유통에 대해 풍부한 경험을 가지고 있는 직원을 고용하거나, 또는 한국의 직원이 현지 국가별로 현지 협력회사들과 긴밀하게 개발 협력활동을 하는 것이 효율적임
- 이 경우에는 농민 단위까지의 직접 판매는 어렵지만, 상대적으로 적은 비용으로 효율적으로 개발 및 판매로 연결할 수 있음
- 브랜드 판매를 원칙으로 하며, 따라서 중장기적으로 보았을 때 브랜드 강화에도 적절한 유통 방식임
- 한국 회사들의 경우 브랜드력 약화로 인해 현재는 유럽시장에 브랜드로 판매하는 경우가 매우 드문데, 개발 초기인 1단계까지는 간접 판매의 방법을 통해 중자위 유통을 확대 시키고, 중만생계 양배추의 품종력이 갖추어지고 시장 확대가 상당부분 이루어지는 2단계(2017년 이후)부터는, 강력하게 브랜드력을 강화하면서 반 직접 유통방식으로 전환하는 것이 바람직함

자. 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	국내 월동지 및 유럽 수출용 양배추 품종 개발		
세부 프로젝트명	중만생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발		
연구 기간	2014 ~ 2021 (8년)	연구비 지원범위	총 2,296백만원 (8년, 정부 1,896백만원, 민간 400백만원)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최종목표 : 국내 월동 및 유럽 수출용 중만생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 양배추 품종 육성 및 수출 확대</li> <li>○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 월동형 양배추 품종 육성</li> <li>- 국내 수입 대체용 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 편원형 양배추 품종 육성</li> <li>- 유럽 수출용 중만생계 내병성(시들음병, 검은썩음병) 품종 육성 및 수출</li> <li>- 수입대체 목표 14만불, 수출 목표 300만불</li> </ul> </li> </ul>		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유럽 양배추 재배 면적은 약 36만ha로서 전 세계 양배추 재배면적의 약 20%를 차지하지만, 시장 규모는 73백만불로서 전체의 약 42%를 차지하여 아시아 전체 시장(약 40%)보다도 큰 시장임</li> <li>○ 유럽 양배추 평균 판매 단가는 아시아 지역의 평균 8-10배 정도 높은 고부가가치의 시장임</li> <li>○ 현재까지 국내 종자 회사들에 의한 수출이 극히 미미한 시장으로 적극적인 개발이 필요한 시장임</li> </ul>		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유럽용 기선발 조합들의 현지 적응성 시험</li> <li>○ 유럽용 선발 조합들의 현지 적응성 시험을 통한 3년 내 품종화 및 시판 개시</li> <li>○ 유전자원 수집 및 특성조사</li> <li>○ 계통의 분리 고정 및 조합 선발</li> <li>○ 내병성 검정(시들음병, 뿌리혹병)</li> <li>○ 조합작성 및 조합능력 검정</li> <li>○ 해외적응성 시험 및 품종보호출원</li> <li>○ 시장개척 및 수출 목표 달성</li> </ul>		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 일본 수입 품종들을 대체함으로써 수입 대체 효과 기대</li> <li>○ 고부가가치 시장인 유럽 시장에 적합한 고품질 양배추 품종 개발 및 수출 확대</li> <li>○ 2016년 30만불 수출 및 2021년 300백만불 수출 목표</li> </ul>		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구기관 자격 : 육종연구소 및 전문 육종 연구 인력 보유</li> <li>○ 신청 요건 : 해외 수출 실적 및 품종 등록 실적</li> <li>○ 기타 사항 : 수집한 시장 정보 및 수집 유전자원 공유 가능</li> </ul>		
Keyword	한 글	양배추, 유럽, 시들음병, 검은썩음병, 고품질	
	영 문	cabbage, europe, yellow wilt, black rot, high quality	

## 6.2 국원형계 내열구성 양배추 품종개발

### 가. 세부프로젝트 도출 배경

#### □ 국내시장 동향

- 국내 양배추 종자 시장은 F1 품종으로 시장이 형성되어 있으며 시장 규모는 20억원 수준으로 나타남
  - 현재 재배 면적은 약 5,500ha 수준이며 종자 소요량은 약 1톤 규모로, 시장이 포화되어 최근 5년 동안 정체 상태임
  - 국내에서 유통 중인 종자는 대부분 일본의 다끼이, 사카타 종묘의 제품이며 국산화율은 10% 미만으로 나타남
  - 양배추 종자를 연구 중인 국내기업은 아시아종묘, 농우바이오, 조은종묘, (주)미라클이며 국내 진출 외국 기업에는 다끼이, 사카타, 누넴 등이 있음
  - 국내 기업의 양배추 종자 기술 수준은 일본 제품의 90% 수준으로 나타나고 있으며 일부 제품군에서는 시장선도 제품을 보유하고 있음
  - 국내 양배추 종자는 인도와 중국으로 수출되고 있으며, 2010년 수출액은 3백만불에 달함
- 국내에서 유통되는 양배추는 봄 양배추, 가을 양배추, 월동 양배추로 나뉘며 주로 편형계 제품이 유통되고 있음
  - 양배추 종자의 가격은 2,500립당 15,000원으로 거래가 이루어지고 있으며 봄 양배추(16,000원), 가을 양배추(13,000원), 월동 양배추(25,000~50,000원) 수준으로 나타남
  - 종자의 크기가 기후에 따라 변하므로 차이가 있지만 일반적으로 2,500립은 약 10g정도의 무게임
- 국내에서 많이 판매되고 있는 양배추 품종들은 대부분 검은썩음병에 약하고 뿌리혹병에 감수성인 문제점이 있음
  - 다끼이 종묘의 ‘오키나’와 ‘YR호월’, 그리고 국내 회사들에 판매되고 있는 품종들은 대부분 검은썩음병(흑부병)에 약한 특성이 있어 고냉지 여름재배 및 제주 월동 재배에서 피해가 많이 발생하고 있음
  - 국내 판매 품종들은 모두 뿌리혹병에 감수성으로 대관령 등 양배추 주 재배지역에서 그 피해가 증가하고 있음

- 국내기업의 양배추 종자 수출액은 점차 증가 추세에 있음
  - 농우바이오, 아시아 종묘, 조은종묘, (주)미라클 등에서 양배추 종자 수출이 이루어지고 있으며 기업별로 연간 15~20톤 규모의 양배추 종자의 수출이 이루어짐

□ 유럽 시장 동향

- 유럽의 시장 규모는 약 7천 3백만불(약 800억원)로 전체의 40% 이상을 차지하는 것으로 추정됨. 면적 비율은 전체에서 20% 정도에 그치고 있으나, 판매 단가가 아시아 등 다른 지역에 비해 월등히 높아 금액적인 시장규모는 가장 큼
- 서유럽의 경우 생활수준이 높아 다양한 채소의 소비가 일찍부터 발달되었고, 경제가 통합되고 물류시스템이 발달되어 겨울등 상대적으로 채소재배가 어려운 시기에는 기후가 따뜻한 스페인 등 남부 유럽에서 재배되고 있음
- 동유럽은 길고 추운 겨울동안 다른 지역에서 대체 공급될 수 있는 채소의 종류 및 수량이 한정되어, 장기보관이 용이한 양배추에 대한 수요가 절대적으로 높음
- 종자의 단가는 서유럽에 비해 동유럽의 가격이 아직 상대적으로 낮은 것으로 추산됨.
- 유럽의 양배추 시장은 주로 네덜란드 회사들이 주도해 왔음. 현재 동유럽 시장은 Bejo사를 중심으로 한 네덜란드 회사들의 품종이 우점을 이루고 있음
- Bejo사의 연간 양배추 종자 매출은 2천만불(약 200억) 이상으로 추정되며, Seminis사는 이의 약 절반정도 매출을 기록하고 있음
- Takii, Sakata사 등의 일본회사들도 네덜란드 회사들에 비해 늦었지만 시장에 동유럽 시장에 적합한 숙기 늦은 품종들을 출시하며, 시장점유율이 증가하고 있는 추세임
  - 일본 회사들의 경우 최근에는 유럽용 품종의 개발을 위해 일장이 길고 서늘한 북해도 지역에서 육성 프로그램을 운영, 품종을 선발하고 있음
  - 일본 회사중에는 Takii사가 가장 활발하게 활동을 하고 있음

나. 세부프로젝트 최종 목표

□ 최종 목표

- 내열구 월동형 양배추 5품종 개발
- 수출액 9년 후 90만불 이상 달성

□ 단계별 목표

1단계(2014~2016)	2단계(2017~2021)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집 및 특성평가</li> <li>- 월동형 유전집단 선발 육성</li> <li>- 내열구성 유전집단 선발 육성</li> <li>- 월동형 원형계 내열수성 양배추 품종개발</li> <li>- 개발된 양배추 품종 현지 적응성 검정</li> <li>- 유럽시장 수출을 위한 네트워크 구축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집 및 특성평가</li> <li>- 월동형 유전집단 선발 육성</li> <li>- 내열구성 유전집단 선발 육성</li> <li>- 개발된 우량 교잡계 현지 적응성 검정</li> <li>- 현지 홍보 및 대량생산 기술 개발</li> <li>- 종자생산 관리체계 구축</li> </ul>

다. 세부프로젝트 연구 내용

□ 1단계(2014~2016) :

- 유전자원 수집 및 현지 정보수집
- 기 보유계통, 유전자원 평가
- 우수계통 육성, 조합작성 및 조합선발
- 선발조합 성능검정
- 기 보유계통, 선발계통 성능검정
- 선발조합 지역적응시험
- 현지 지역적응시험
- 원종 증식 및 종자 생산성 시험
- 품종등록
- 수출 시장 개척 및 국내 수입대체



□ 2단계(2017~2021) :

- 교배조합작성 및 조합선발시험
- 선발조합 지역적응시험
- 원종 증식 및 종자 생산성 시험
- 품종등록
- 신품종의 현지 홍보 및 조기 보급을 위한 지역별 전시포 운영 및 농가실증
- 가격, 품질 경쟁력 향상을 위한 종자 대량 생산/가공 기술 개발 및 보급체계 구축
- 수출 시장 개척 및 국내 수입대체

라. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

- 다양한 지역의 재래종과 원형계, 내열구성 관련 유전자원 탐색 및 수집. 인도 및 국내지역 적응형 유전자원 탐색 및 수집
- 유전자원 탐색 및 수집을 통해 획득한 계통의 우수형질 특성 평가 및 보유 계통 육성
- 우수형질 보유 조합 작성 및 선발
- 생산종자의 유럽 및 국내지역 등의 현지 지역 적응성 검증
- 국내민간회사의 해외영업부, 판매처, 다국적 기업들과 긴밀한 협조를 통한 수출 시장 개척과 동시에 국내 수입대체
- 국내 개발 품종 중 현지 적응품종 및 신품종에 대한 판매 거점 지역 전시포 운영
- 현지농가 실증을 통한 품종 우수성 홍보
- 국내민간회사 인도 및 해외영업부, 판매처, 다국적 기업들과 긴밀한 협조를 통한 수출 시장 개척과 동시에 국내 수입대체

마. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	품종출원	국내				
		국외				
	품종등록	국내	1	1	2	
		국 외	품종신고	1	2	3
			품종판매			
	종자수출액(만불)		30	90		
	수입대체 효과(%) (현재 20억원 대비)		1	3		
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	학술발표	국내				
		국외				
	국내특허	출원				
		등록				
	국제특허	출원				
등록						
매출액(억) 1\$=1,100	국내	0.2	0.6			
	국외	3.3	9.9			
기술이전(건수)						
특 성 지 표	인력양성					
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커					
	서비스 실적	소재개발/제공				
		원종탐색/제공				
		마커서비스				
	등록/ 기탁	식물자원				
		유전자(유전체)				
		EST/RNA Sep.				
유전자 Chip						

바. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 국내 월동 및 유럽 수출용 원형계 내열구성 양배추 품종 개발은 기본적인 유전 자원 관리와 품종 육성은 민간 기업체에서 담당
- 국내 및 국외 영업, 마케팅, 홍보는 이미 구축된 민간의 풍부한 네트워크와 인 프라를 활용 가능한 민간 기업체

사. 세부프로젝트 예산

세부 프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
원형계 내열구성 양배추 품종개발	정부(억원)	0	1.74	2.27	1.53	1.53	1.56	1.63	1.63	1.63	13.52
	민간(억원)	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4
	합계	0	2.24	2.77	2.03	2.03	2.06	2.13	2.13	2.13	17.52

- 예산 설정 근거
  - 본 과제는 수입대체 및 수출용 양배추 품종개발 목적 과제로서 국내의 내륙, 제주도 시장 및 유럽을 목표시장으로 하여 예산을 작성함
  - 2009~14년 서울대학교 주관으로 수출용 양배추 품종 육성 연구로 정부 연구비 매년 2.5억원이 투자됨

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 8년 동안 박사급 16명, 석사급 16명, 기타인력 54명의 총 86명으로 구성함

세부 프로젝트			1단계				2단계					총계
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
소 요 인 력	원형계 내열구성 양배추 품종개발	박사급	0	2	2	2	2	2	2	2	2	16
		석사급	0	2	2	2	2	2	2	2	2	16
		기타인력	0	7	7	7	6	6	7	7	7	54
		총합	0	11	11	11	10	10	11	11	11	86

아. 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	국내 월동지 및 유럽 수출용 양배추 품종개발		
세부 프로젝트명	원형계 내열구성 양배추 품종개발		
연구 기간	2014 ~ 2021 (8 년)	연구비 지원범위	총 1,752백만원 (8년, 정부 1,352백만원, 민간 400백만원)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 최종목표 : 국내 월동지 및 유럽 수출용 원형계 내열구성 양배추 품종개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 월동형 양배추 품종개발</li> <li>- 안토시아닌 발생이 적은 품종 개발</li> <li>- 저온 조건에서 구 비대성이 우수하고 추대가 비교적 안정된 품종 개발</li> <li>- 유럽 수출용 원형계 내열구성 양배추 품종개발</li> <li>- 수입대체 목표 6만불, 수출 목표 90만불</li> </ul> </li> </ul>		
연구 필요 구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 최대 주산단지인 월동 양배추를 생산하는 제주도이며 2010년 재배면적 기준으로 약 37%가 재배되고 있는 큰 시장임</li> <li>○ 제주도 월동양배추의 일본 품종 점유율은 99% 수준으로 YR호월 30%, 마쓰모 20%, 하루타마 품종이 50% 정도 재배되고 있어 제주도에 맞는 국산종자 개발이 절실한 상황임</li> <li>○ 유럽 지역은 숙기가 빠른 원형계 품종이 많이 유통되고 있으며 내열구성을 요구하고 있음</li> </ul>		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 유전자원 수집 및 특성조사</li> <li>○ 계통의 분리 고정 및 선발</li> <li>○ 조합작성, 조합능력 검정</li> <li>○ 국내 및 해외지역적응성 시험</li> <li>○ 품종보호출원</li> <li>○ 시장개척 및 수출</li> </ul>		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 제주도 월동 양배추 시장은 국내 자체 시장의 약 40%를 차지할 정도로 큰 시장임</li> <li>○ 제주산 양배추는 매년 5000톤 이상 일본으로 수출이 이루어지며 특히 2011년 원전사고 이후 신선채소에 대한 불안감 증대로 국산 양배추의 수출 가능성 증대</li> <li>○ 고부가가치 시장인 유럽 시장에 적합한 고품질 양배추 품종 개발 및 수출 확대</li> </ul>		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 연구기관 자격 : 민간 중묘회사</li> <li>○ 신청 요건 : 양배추 품종 육종 개발 능력, 해외 수출 실적, 품종등록 실적</li> <li>○ 기타 사항 : 수집한 지장 정보 및 수집 유전자원 공유 가능</li> </ul>		
Keyword	한 글	월동 양배추, 원형계, 내열구성, 유럽	
	영 문	overwinter cabbage, round, split tolerance, europe	

## 제6장 기대효과

### 1. 정책적 기대효과

- 고품질 양배추 품종개발로 수입대체가 가능함으로 수입대체 사업을 정책적으로 확대
- 국내 만연하는 병(뿌리혹병)과 아열대 기상 환경에 따른 생산량 감소를 극복할 수 있는 정책 구현
- 양배추 농산물 안정적 수급을 위한 양배추 육종 프로그램 강화
- 확대되고 있는 중국 종자 시장에 국내 회사들의 수출사업을 정책적으로 확대하고 업계의 활성화 실현
- 선진국과의 기술개발을 극복하여 정부지원의 효과를 극대화함
- 고급 기술 인력을 양성하는 계기를 마련함
- 사회적·국가적·글로벌 이슈에 대응할 수 있는 국가적 R&D 과제를 추진함으로써 국가경쟁력 제고의 근간이 마련
- 세계최고 품질을 가진 국가전략품종으로 육성함으로써 세계 식량 문제 해결에 기여
- 중국, 인도, 아프리카 등 국가의 인구증가에 따른 식량문제뿐 아니라, 향후 우리나라 통일에 따른 식량문제 극복 가능
- 품종기술 개발을 통한 세계작물인 양배추의 생산력을 제고하고, 이에 따른 농산물 가격상승 억제
- 글로벌 종자업체 육성을 통한 지속 가능한 농업 경쟁력 확보 및 일자리 창출
- 국내 종자 개발 수준의 글로벌화 및 종자수출 확대를 통한 글로벌 종자업체 육성
- 국제적인 경쟁력이 있는 신품종, 신작물의 개발 및 실용화 구현으로 우리 농산업을 단순한 먹거리 생산 산업에서 고부가 종자생산 산업으로 전환 및 새로운 일자리 창출 가능
- 빌딩형 농업 및 가정농업용 종자산업 활성화를 통한 신산업 창출
- 종자 수출 목표 달성 및 국내 수입 대체 효과
- 육종 지원 시스템 확립을 통한 종자 수출의 중요성 인식 제공
- 브랜드력이 높은 유럽 회사들과 동등하거나 더 뛰어난 품종을 개발함으로써, 한국 종자회사의 브랜드력을 강화시켜 향후 다른 작물들의 유럽시장 진입 시, 진입의 용이성 및 고가 가격 정책을 제고 할 수 있을 것으로 기대 됨

## 2. 기술적 기대효과

- 다양한 내병성 및 내재해성 유전자원의 확보가 가능함
- 양배추의 내병성 및 내재해성 육성 기술 모델 제시가 가능함
- 개발된 유전자원들의 다른 작형 품종 개발에 이용이 가능함
- 중국, 인도 및 동남아시아 등에서 발생하는 병원균의 유전양식이 규명됨
- 세포질 융합에 대한 원천기술을 이용한 다양한 변이 창출과 세대단축 등 응용 가능한 분야가 확대됨
- 고기능성 양배추류 품종육성에 의해 새로운 중동 및 미국 수출용 틈새시장이 개척됨
- 우수한 융성불임계통의 육성은 같은 양배추속 작물인 브로콜리 컬리플라워, 케일, 콜라비 등의 융성불임성 육종에 매우 유용하게 이용할 수 있음
- 세포질융성불임성을 이용한 F1 종자생산 기술에 의하여 100% 순도의 종자를 공급할 수 있고 해외 종자생산 시 원종유출의 위험을 방지할 수 있음
- 양배추 시들음병 및 뿌리혹병에 대한 유전양식 규명은 다양한 양배추속 작물의 내병성육종에 유용하게 이용할 수 있음
- 내재해성이 강하고 시들음병, 뿌리혹병에 내병성인 품종이 개발될 경우 양배추 종자의 수입대체는 물론 중국, 인도, 동남아시아 등의 각국에 고가의 종자수출이 가능함
- 마커들을 이용한 유전자원의 효율적 이용 기술이 높아짐
- 유전체 분석 및 활용에 의한 우수 품종 육성 기술이 확립됨
- 새로운 MS 양배추 개발로 육종 프로그램이 확대됨
- 전통육종과 분자생물학적 육종과의 접목에 의한 육종기술 발달에 의해 우량종자 생산의 선도국이 됨
- 첨단육종 핵심 원천 기술 확보를 통한 국제적 기술의 우위 선점과 더불어 이 결과는 산업주도권 선점으로 이어짐
- 유용형질 연구를 통한 우수성과 획득 및 지적 재산권 확보가 가능해짐

### 3. 경제적 기대효과

- 10년 내 수출용 양배추 품종 35점 출원하여 국외 수출 시장이 확대됨
- 국내 생식용뿐인 양배추를 유럽 및 미주지역의 가공용 양배추 시장에 대처하는 가공 산업 육성이 가능해짐
- 국내 90%이상 수입대체가 20~30% 까지 감소됨
- 최종적으로 국내산 품종으로 국내 시장을 주도할 수 있는 기점이 됨
- GM양배추 종자 매출로 미래 종자시장을 선점하게 됨
- 양배추 수출 시장 개척과 더불어 타 작물의 수출시장 개척의 어시스트 역할이 가능해짐
- 내병성, 내충성, 극조생 등 고품질 양배추 개발로 기후 변화에 따른 농산물 수급 불안정, 농산물 가격폭등에 선제적 대응이 가능해짐
- 국내 양배추 및 유사품종인 양채류들의 품종 개발 기반 구축에 기여 및 실제 수축 주력 종자 산업체에 개발된 tool을 제공하여 신품종 개발 시간과 비용 절감 효과가 있음
- 한국형 품종 개발로 향후 로열티 문제 해결 및 획득한 형질 관련 마커기술과 같은 지적재산권을 통한 로열티 외화 수입이 기대됨
- 종자를 통한 국위 선양 및 홍보를 통한 국가의 품위 향상: 3차 산업의 진흥 유발 가능케 함
- 중국 양배추 시장은 아직까지 국가가 종자개발을 주도하고 있어 종자가격이 매우 낮으나 점차 민간 종묘사에 의한 종자개발이 주도할 것으로 예측되며 종자가격의 상승도 당연히 동반 상승 될 것으로 보임. 따라서 맞춤형 품종 공급으로 수출량 증가를 기대할 수 있으며 국가 경쟁력도 강화될 것임
- 중국, 인도 및 유럽 수출량이 증가되면 우리나라 종자수출 경쟁력이 높아지고 국내 종자 관련 산업도 활성화될 것임
- 우수품종 개발시 중국, 인도, 동남아 등 거대 수출시장 공략으로 연구종료 시점에 약 2,000만\$ 이상의 수출이 기대됨
- 내재해성 품종의 개발로 급변하는 기후에 대응 가능해짐
- 분자마커기술이 육종가에게 보급되어 육종과정에서 직접적으로 응용이 가능해짐
- 다양한 분자표지와 유용유전자에 대한 특허 획득으로 국가의 지적재산권이 확보됨



# <부록>

## 1. 특허 및 논문 검색 리스트

<표 1> 융성불임성 관련 마커 특허 리스트

국가	발명의 명칭	출원번호	출원인	특징	용도
중국	Molecule marking method for discriminating cytoplasmic male sterile gene of leaf mustard	2005-100 50319	ZHEJIANG UNIVERSITY	융성불임성	품종 선발
중국	Brassica campestris ssp. Chinensis male sterile molecular marker-assisted selection method	2006-100 86161	Nanjing Agricultural University	융성불임성	품종 육성
중국	Brassica campestris ssp. Chinensis cytoplasmic male sterile gene molecular marking method	2006-100 86162	Nanjing Agricultural University	세포질 융성불임	품종 육성
중국	Method for using molecular marking to assist selecting rapid transfer broccoli male sterile lines	2007-100 67888	ZHEJIANG UNIVERSITY	융성불임성	품종 육성
중국	Celery cabbage nucleo-cytoplasmic interreaction male sterility SRAP marker and use thereof for assisting selective breeding	2008-102 36450	Northwest Sci-Tech University Of A&F	융성불임 SRAP marker	품종 육성
중국	SCAR marks of genetic sterile multiple allele Ms of celery cabbage and application thereof	2009-100 10933	Shenyang Agricultural University	복대립 유전자 SCAR 마커	검정 용
한국	배추의 유전자적 다중대립인자 융성불임 유전자 MS의 마커 및 이의 용도	2009-003 5772	충남대학교	다중대립인자 융성불임 유전자	품종 육성
한국	배추과 작물의 세포질융성불임성 판별용 마커 및 그를 이용한 판별 방법	2010-006 2249	순천대학교	세포질융성 불임성 판별	검정 용
중국	Preparation method and application of molecular marker of rape male sterile restoring gene	2011-100 99608	Oil Crops Research Institute	융성불임성 복원	품종 육성
한국	배추과 작물의 세포질융성불임성 판별용 마커 및 그를 이용한 판별 방법	2012-003 9148	순천대학교	세포질융성 불임성 판별	검정 용
한국	배추과 작물의 세포질융성불임성 판별용 마커 및 그를 이용한 판별 방법	2012-003 9147	순천대학교	세포질융성 불임성 판별	검정 용
한국	배추과 작물의 세포질융성불임성 판별용 마커 및 그를 이용한 판별 방법	2012-003 9146	순천대학교	세포질융성 불임성 판별	검정 용
한국	배추과 작물의 세포질융성불임성 판별용 마커 및 그를 이용한 판별 방법	2012-003 9145	순천대학교	세포질융성 불임성 판별	검정 용

<표 2> 내병충해성 관련 마커 특허 리스트

국가	발명의 명칭	출원 번호	출원인	저항성	특징	용도
한국	알에이피디 표지인자를 이용한 배추 뿌리혹병 저항성유전자 관별방법	2006-0111866	대한민국	뿌리혹병	RAPD marker	검정용
중국	Molecular mark detection method of downy mildew resistance of celery cabbage and primer used by same	2009-10101724	Zhejiang Academy Of Agricultural Sciences	노균병	마커, 프라이머 세트	검정용
한국	배추무름병균 검출용 DNA 올리고뉴클레오티드 및 그 검출방법	2009-0115444	대한민국	배추무름병	DNA 뉴클레오타이드	검정용
한국	해충저항성 유전자변형 배추의 정성분석을 위한 프라이머세트	2008-0000249	경희대학교	해충저항성	프라이머 세트	분석용
한국	분자마커-이용 뿌리혹병 병원균 조기 진단 방법	2000-0043072	이윤수, 김희중	뿌리혹병 병원균	P.brassic ae 특이적 프라이머 증폭	진단용
한국	뿌리혹병균포자에특이적으로 결합하는프라이머및이를이용한십자화과작물의뿌리혹병진단방법	2010-0038505	충남대학교	뿌리혹병	ITS (interual transcribe d spacer) 유전자 증폭	진단용
일본	뿌리혹 병저항성 배추의 선발에 사용 하는 합성 올리고 뉴클로티드 ( nuclotide )	1995-300454	NORIN	뿌리혹병	합성 올리고 뉴클레오티드	품종 선발
일본	뿌리혹병 저항성 유채씨류의 선발 마커	2003-418160	MIE PREF	뿌리혹병		품종 선발
한국	배추의노균병저항성연관RAPD 분자표지및이를이용한저항성 배추품종선발방법	2010-0062473	전남대학교	노균병	RAPD 분자표지	품종 선발
중국	Auxiliary identification swedes blight-resistant molecular marker, special primer and its application	2010-10595388	Beijing Academy of Agriculture And Forestry Sciences	시들음병	SCAR 마커	품종 식별
미국	BRASSICA OLERACEA PLANTS WITH A RESISTANCE TO ALBUGO CANDIDA	2008-450727	BEJO ZADEN	흰녹가루병	품종교배	품종 육성

국가	발명의 명칭	출원번호	출원인	저항성	특징	용도
한국	배추 뿌리혹병 저항성 연관 분자표지 및 이의 용도	2008-0127167	주식회사 농우바이오	뿌리혹병	공우성 분자표지	품종육성
중국	Molecular marker BoRAAG/CTC112 interlocked with head cabbage downy mildew resistance gene and acquisition method thereof	2009-10152945	Jiangsu Academy Of Agricultural Sciences/Zhejiang University	노균병	BoRAAG/CTC112 marker	품종육성
유럽	Brassica oleracea plants resistant to Albugo candida	2009-171021	Syngenta Participations	흰녹가루병	신규 품종	품종육성
미국	Xanthomonas Campestris Pv. Campestris Resistant Brassica Plant and Preparation Thereof	2010-132575	BEJO ZADEN	검은썩은병	RAMP 마커	품종육성
일본	세균성 점무늬병원형 캄페스트리스 내성 유채속 식물 및 이들의 조제	2011-548694	BEJO ZADEN	검은썩은병	RAMP 마커	품종육성
한국	산토모나스 캄페스트리스 P V. 캄페스트리스 저항성 브라시카 식물 및 그의 제조 (XANTHOMONAS CAMPESTRIS PV. CAMPESTRIS RESISTANT BRASSICA PLANT AND PREPARATION THEREOF)	2011-7020726	BEJO ZADEN	검은썩은병	RAMP 마커	품종육성
PCT	XANTHOMONAS CAMPESTRIS PV. CAMPESTRIS RESISTANT BRASSICA PLANT AND PREPARATION THEREOF	PCT-E P2010-051426	BEJO ZADEN	검은썩은병	RAMP 마커	품종육성
PCT	BRASSICA OLERACEA PLANTS RESISTANT TO ALBUGO CANDIDA	PCT-E P2010-063761	Syngenta Participations AG	흰녹가루병	신규품종	품종육성
미국	NOVEL BRASSICA PLANTS RESISTANT TO DISEASE	2010-497746	Syngenta Participations AG	흰녹가루병	반우성인자의 계통교배	품종육성

<표 3> 내바이러스성 관련 마커 특허 리스트

국가	발명의 명칭	출원 번호	출원인	저항성	특징	용도
한국	배추 바이러스병(T uMV-C 4) 내병성 연관 S C A R 마커	2005-0114381	주식회사 바이오브리딩연구소	바이러스	S C A R 마커	품종 식별
한국	배추바이러스(T uMV-C 4) 내병성연관 S S R 마커	2008-0018102	이수성, 최우진	모자이크 바이러스	S S R 마커	품종 식별
한국	순무 모자이크 바이러스에 저항성인 배추 품종의 육종 방법 및 상기 방법에 의해 제조된 배추 품종	2009-0099059	서울대학교	순무 모자이크 바이러스	eIF(iso)4E 단백질의 특정 아미노산이 돌연변이	품종 육성
중국	A pair of cabbage turnip mosaic virus EST-SSR markers and application thereof	2010-10180024	QINGDAO AGRICULTURAL UNIVERSITY	모자이크 바이러스	EST-SSR 마커	품종 육성
한국	배추바이러스(T uMV-C 4) 내병성인자연관 S S R 마커 및 프라이머	2010-0109427	대한민국	바이러스	S S R 마커	품종 식별

<표 4> 내재해성 관련 마커 특허 리스트

국가	발명의 명칭	출원번호	출원인	저항성	특징	용도
중국	Pakchoi mater stress protein coding sequence	2003-10 107970	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	수분 스트 레스	단백질 코딩 시퀀스	검정 용
한국	내서성양배추품종의 조기선별을위한바이 오마커및이의용도	2011-00 39356	한국생명공학 연구원	내서 성	BoHSP101/B oHSP90/BoH SFA1 유전자 발현 측정	품종 선발
중국	Rape anticrack angle property major gene locus molecular marker and application	2012-10 243367	Oil Crops Research Institute	균열 방지	SSR 마커	분석 용

<표 5> 융성불임성 성질을 갖는 품종 육종 방법 특허 리스트

국가	발명의 명칭	출원 번호	대표출원인	특징	효과	육종 방법
P C T	Cytoplasmic Male Sterile Brassica Oleracea Plants Which Contain The Polima CMS Cytoplasm And Are Male Sterile At Hight And Low Temperatures	PCT -US 1995- 0114 97	PETOSEED CO.	융성불 임성	온도와 관계없이 융성불임성 유지	잡종 육종( hybri d)
일 본	오크라 세포질 융성 불임의 개량 임성 회복 유전자를 함유한 유료 종자 평지 속	1998 -528 180	PIONEER HI-BRED	호모 접합 임성회복 유전자 포함	온도와 관계없이 융성불임성 유지	잡종 육종( hybri d)
중 국	Tech. for breeding and prodn. of hybrid seeds of wild cabbage dominance male sterile line	1996 -001 2078 5	Vegetables And Flowers Inst. Chinese Agricultural Academy Of Sciences	핵 융성불 임성	교배율을 높이고 낮은 비용으로 육종 가능한 기술	교잡 (cros sing)
중 국	Cytoplasmic male sterile brassica oleracea plants which contain polima CMS cytoplasm and are male sterile at high and low temp.	1995 -001 9795 4	PETOSEED CO.	세포질 융성불 임	온도와 관계없이 융성불임성 유지	잡종 육종( hybri d)

국가	발명의 명칭	출원번호	대표출원인	특징	효과	육종방법
중국	Breeding method of cabbage type double low hybrid rape	1995-00117972	Henan PROV. Academy Of Agricultural Science	웅성불임성	질병저항성이 높고 경작수율을 높이는 육종 방법	교잡(crossing)
중국	Method for selectively culturig with cytoplasmic male sterile line and its hybridized combination	2004-10004714	BEIJING ACADEMY OF AGRICULTURE AND FORESTRY SCIENCES	웅성불임성	낮은 온도에 강한 품종 육종	교잡(crossing)
중국	Breeding process of cabbage type rape hybrid	2004-10065586	JIANGSU ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES	암꽃불임원	잡종강세를 이용한 생산성 향상	잡종강세
중국	Selective breeding method for cabbage cytoplasm male sterile line	2006-10012105	HUAZHONG AGRICULTURE UNIV.	웅성불임성	양배추 웅성불임 세포질의 약점을 보완하여 새로운 유전질제공	잡종강세
중국	A keeps the propagating method of the wild cabbage RGMS male sterile line	2009-10022814	NORTHWEST A&F UNIVERSITY	웅성불임성	식물체 증식효율을 높이고 대량종자의 질을 보증가능함	소포자배양
중국	Method for breeding celery cabbage temperature-sensitive male sterile line and temperature-insensitive male sterile line	2008-10150294	NORTHWEST SCI-TECH UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND FORESTRY	온도에 민감한 웅성불임	온도에 민감한 양배추 종자	교잡(crossing)
중국	A borecole cytoplasmic male nurtures near method of constructing gene system	2010-10211969	SHENYANG AGRICULTURAL UNIVERSITY	웅성불임성	동종 계통에 가까운 케일 품종 개발을 위한 유전자 시스템	교잡(crossing)
중국	Simplified breeding method for preparing hybrid cabbage by using cytoplasmic male sterile lines	2010-10164780	Jiangsu Qiuling District Zhenjiang Research Institute Of Agricultural Science/Zhejiang Ruifan CO.	웅성불임성 품종으로 교배	비용 및 시간적 효율성이 높은 육종 방법	교잡(crossing)

<표 6> 내병충해성 품종 육종 기술 특허 리스트

국가	발명의 명칭	출원 번호	대표출원인	저항성	특징	효과	육종 방법
중국	Wild cabbage type low mustard, middle sulphur rape three-way crossbreeding technology	1993-00101664	Agricultural Cultivation Science And Tech. Teaching Cetre, Shaanxi PROV.	내병충해성	CMS 형질을 갖는 품종으로 교배	낮은 에루크산 함량품종	교잡 (crossing)
일본	양배추 F1 잡종 및 그 작출 방법	1998-059528	MARUTANE	내병충해성(시들음병)	F1 돌연변이의 교배	시들음병 내성이 있는 품종 육종 방법	잡종 육종 (hybrid)
유럽	CLUBROOT RESISTANT BRASSICA OLERACEA PLANTS	2003-766293	Syngenta Participations AG	뿌리혹병	B. rap의 단일유전자 육종	뿌리혹병 저항성을 갖는 B. oleracea 식물	계통 교배
미국	Clubroot resistant Brassica oleracea plants	2009-573963	Syngenta Participations AG	뿌리혹병	B. rap의 단일유전자 육종		계통 교배
유럽	Clubroot resistant brassica oleracea plants	2010-176191	Syngenta Participations AG	뿌리혹병	B. rapa/B. oleracea 품종 교배	뿌리혹병 저항성을 갖는 B. oleracea 식물	계통 교배
PCT	BRASSICA OLERACEA PLANTS WITH A RESISTANCE TO MYCOSPHAERELLA BRASSICICOLA	PCT-E P2007-053570	BEJO ZADEN B.V.	윤문병		품종 육성	교잡 (crossing)

<표 7> 복합저항성 품종 육종 기술 특허 리스트

국가	발명의 명칭	출원 번호	대표출원인	저항성	특징	효과	육종 방법
중국	Breeding method of cold-resistant overwintering cabbages	2010-10299 976	JIANGSU ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES	내한성, 바이러스, 검은썩음병, 노균병	자가불화 합성을 갖는 내한성 품종 교배	추위, 바이러스병, 식물병 저항성이 높은 품종 육종	잡종 육종 (hybrid)
중국	A breeding and its strain breeding method against disease and wild cabbage	2011-10193 219	Zhenjiang Rui Fan Agromic/Jangsu hilly area of Zhejiang Institute of Agricultural Scienc	질병, 온도, 습도 저항성	자가불화 합성을 갖는 품종으로 교배	온도, 습도, 질병에 저항성을 갖는 양배추 육종 방법	잡종 육종 (hybrid)

<표 8> 내재해성 품종 육종 기술 특허 리스트

국가	발명의 명칭	출원 번호	대표출원인	저항성	특징	효과	육종 방법
유럽	Cytoplasmic male Sterile Brassica Oleracea Plants Which Contain The Polima CMS Cytoplasm And Are Male Sterile At High And Low Temperatures	1995-942 828	Seminis Vegetable Seeds, Inc.	내서성	웅성불임성	고온에 내성이 있는 양배추	교잡 (crossing)
중국	Method for breeding anti-cracking cabbage	2009-100 21102	NORTHWEST A&F UNIVERSITY	균열	웅성불임성 품종과 순종 품종의 교배	균열방지 기능이 있는 양배추 품종	교잡 (crossing)
미국	Brassica plant named 'Kaleidoscope'	2009-378 829	Itsaul Plants, LLC	-	Kaleidoscope: 온도에 따라 잎의 색이 달라짐 (고온:라벤더색 저온: 마젠타 핑크)	-	교잡 (crossing)



<표 9> 특정 성분 함량이 증가된 품종의 육종 기술 특허 리스트

국가	발명의 명칭	출원 번호	대표출원인	특징	효과	육종 방법
일본	브라시케종에 있어 항발암성 글루코시노레이트를 선택적으로 증가시키는 방법	2000 -542 970	PLANT BIOSCIENC E LIMITED	glucosinol ate(항암효 과) 함량 증대	항암효과가 증대된 브라시케 식물	교잡 (cro ssin g)
유럽	A novel cruciferous plant having a high carotene content	1994 -309 594	Shintaku, Yurie	carotene 함량 증가	carotene 함량이 높은 BRASSICA 품종	잡종 육종 (hy brid )
미국	Development of novel highly chemoprotectant crucifer germplasm	1999 -348 874	John Hopkins School of Medicine	glucosinol ate 프로파일링	종양화학보호 제 고함량 배추 품종	기타
한국	고도의 신규한 화학보호제인 십자화과 식물의 생식질 개발방법	2000 -701 5110	John Hopkins School of Medicine	glucosinol ate 프로파일링	종양화학보호 제 고함량 배추 품종	기타
미국	Development of novel highly chemoprotectant crucifer germplasm	2003 -366 724	John Hopkins School of Medicine	glucosinol ate 프로파일링	종양화학보호 제 고함량 배추 품종	기타
한국	식물 신품종 로얄채 및 그 육종방법 (A new variety plant of new kale, ROYALCHAE and method for breeding the same)	2007 -003 6531	이관호	로얄채: 철분, 베타 카로틴, 티아민 함량이 높음	철분, 베타 카로틴, 티아민 함량이 높은 신품종 로얄채	교잡 (cro ssin g)

<표 10> 자가불화합성을 갖는 품종의 육종 기술 특허 리스트

국가	발명의 명칭	출원 번호	대표출원인	저항 성	특징	효과	육종 방법
중국	Cross-breeding method for F1 wild cabbage	1992-00112162	VEGETABLES INST., SHANXI PROVINCIAL ACADEMY OF AGRICULTURE SCIENCE		자가불화합성 품종으로 교배	성장 기간을 줄이고, 고수율의 육종 방법	잡종 육종 (hybrid)
중국	Method for breeding high-quality multi-resisting high-yield wild cabbage	1994-00100901	DONGBEI AGRICULTURAL COLLEGE	바이러스	자가불화합성	비타민 함량이 높고, 질병 저항성이 높은 양배추	교잡 (crossing)
중국	Cross-breeding method for wild cabbage	1994-00100993	VEGETABLE & FLOWER INST. CHINESE ACADEMY OF AGRICULTURE SCIENCE		자가불화합성	미성숙 상태에서 탈당을 줄이고, 높은 수율을 가지는 육종 방법	잡종 육종 (hybrid)
중국	Method for breeding colorful Chinese cabbage	2005-10043117	NORTHWEST SCI-TECH UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND FORESTRY		자가불화합성, 다색 배추	탈당 방지 기능이 있는 양배추 육종	교잡 (crossing)

<표 11> 소포자 배양법을 사용한 육종 방법 특허 리스트

국가	발명의 명칭	출원번호	대표출원인	특징	효과
중국	A keeps the propagating method of the wild cabbage RGMS male sterile line	2009-10022814	NORTHWEST A&F UNIVERSITY	웅성불임성	식물체 증식 효율을 높이고 대량 종자의 질을 보증가능함
중국	A cabbage free microspore culture the method to obtain regenerated plantlet	2010-10018236	JIANGSU ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES	식물체 재생 기술	환경 이식 성공율이 높은 소포자 배양법 제공
중국	Method for regenerating DH (Double Haploid) plant by adventitious bud leaf of cabbage isolated microspore	2011-10089092	NORTHWEST A&F UNIVERSITY	반수성이배체 재생	소포자 배양법에서 배양 기간을 단축시킴

<표 12> 웅성불임성 성질을 갖는 품종의 육성 방법 특허 리스트

국가	발명의 명칭	출원번호	대표출원인	특징	효과	육종 방법
한국	대칭 다세포 융합 방법 개발에 의한 세포질웅성불임 특성을 갖으므로의 도입	2002-0013354	임학태	세포질 웅성불임성 (다세포 융합법)	다양한 육종 소재 발굴	세포 융합
중국	Non-beading Chinese-cabbage male-sterile-Heibuyu 1 transformation method and its use	2002-00138560	JIANG SHUDE	웅성불임성	생산비용을 절감하고, 질병저항성을 강화	유전자 재조합
중국	Male-fertility correlated gene BcPW1 of celery cabbage and process for the separation	2008-10060573	ZHEJIANG UNIVERSITY	gene BcPW1, Male-fertility 유전자	Male-fertility 유전자 기술기반	유전자 재조합
중국	Method for acquiring transgenic plant strain by using celery cabbage intine growth correlated gene PGBc1	2008-10163152	ZHEJIANG UNIVERSITY	gene PGBc1 이용, 웅성불임성	품종 생산성을 조절 가능함	유전자 재조합
중국	Method for culturing tetraploid common head cabbage	2009-10034657	JIANGSU ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES	4배체 배양 (36번 염색체 무테이션), 웅성불임성	탈당 기간이 연장되고, 개체당 재배 면적을 감소시킴	돌연변이

〈표 13〉 내병충해성 품종의 육종 기술 특허 리스트

국가	발명의 명칭	출원 번호	저항성	특징	효과	육종 방법
중국	Target gene for controlling black rot of cabbage	2005-10109170	검은썩은병	-	검은썩은병을 유발하는 균을 억제하는 DNA 시퀀스	유전자 재조합
중국	Method for cultivating black rot resisting cabbage vegetable	2007-10118535	검은썩은병	-	검은썩은병 저항성이 높은 육종 방법	세포 융합
한국	CryIAc 유전자로 형질전환된 배추좀나방 저항성 양배추 및 이의 제조 방법 (Cabbage resistant to diamondback moth transformed with CryIAc gene and production method thereof)	2009-0084250	배추좀나방	CryIAc 유전자를 포함하는 재조합 식물 발현 벡터	배추좀나방 저항성이 있는 양배추 품종	유전자 재조합
PC T	PLANT RESISTANT TO WHITE RUST	PCT-AU2010-000650	흰녹가루병	-	흰녹가루병 저항성이 있는 <i>Brassica oleracea</i> 식물	세포 융합
중국	Method for preparing new idioplasm of the cabbage of anti-downy mildew of asymmetric fusion of protoplast	2011-10074018	노균병	-	노균병 저항 양배추 품종 육종 방법	세포 융합

<표 14> 복합저항성을 갖는 품종의 육성 기술 특허 리스트

국가	발명의 명칭	출원번호	대표출원인	저항성	특징	효과	육종방법
일본	복합 병해 저항성을 나타내는 형질 전환 식물	2001-283117	NATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH ORGANIZATION	항균 활성	복합 병해 저항성을 갖는 식물	-	유전자 재조합
유럽	Disease resistant plants	2012-155893	Enza Zaden Beheer B.V.	흰녹가루병, 노균병, 바이러스	DMR6 단백질 제거	질병, 바이러스에 저항성이 있는 양배추	돌연변이
중국	A method for cultivating the transgene of homozygous anti-insect and concurrently anti-weedicide and viewing and admiring bare cole rapidly	2010-10125939	Beijing Academy Of Agriculture And Forestry Sciences	병충해, 제초제	종양균(agrobacterium) 이용	제초제, 병충해 저항성이 높은 품종 육종방법	유전자 재조합

<표 15> 특정 성분 함량이 조절된 품종의 육성 기술 특허 리스트

국가	발명의 명칭	출원번호	대표출원인	특징	효과	육종방법
중국	Gamma-tocopherol methyltransferase, gene and use thereof	2002-00158079	Institute Of Microbiology, Chinese Academy Of Sciences		α-tocopherol 함량이 높은 양배추	유전자 재조합
미국	Or gene and its use in manipulating carotenoid content and composition in plants and other organisms	2006-639064	The United States Secretary of Agriculture	carotenoid 함량이 높은 양배추	carotenoid 함량이 높은 양배추 품종	돌연변이
중국	Method for producing acoustic wave-fostered chromium-rich diabetes-prevention purple cabbage	2008-10246516	Beijing Yujiaming Tri-state Ion Research Institute	음파로 육성 촉진, 크롬 함유 보라색 양배추	보라색 양배추 품종 육성 시 크롬 함유 절감	돌연변이

<표 16> 세포 융합 기술 특허 리스트

국가	발명의 명칭	출원번호	대표출원인	저항성	특징	효과
한국	대칭 다세포 융합 방법 개발에 의한 세포질융성불임특성을 갖으므로의 도입	2002-0013354	임학태	-	세포질 융성불임성(다세포 융합법)	다양한 육종 소재 발굴
중국	Method for cultivating black rot resisting cabbage vegetable	2007-10118535	BEIJING ACADEMY OF AGRICULTURE AND FORESTRY SCIENCES	검은썩은병	-	검은썩은병 저항성이 높은 육종 방법
PC T	PLANT RESISTANT TO WHITE RUST	PCT-AU 2010-000650	CLAUDE LEE, Kiang MOREAU, Michael	흰녹가루병	-	흰녹가루병 저항성이 있는 Brassica oleracea 식물
중국	Method for preparing new idioplasm of the cabbage of anti-downy mildew of asymmetric fusion of protoplast	2011-10074018	Jiangsu Provincial Academy of Agricultural Sciences	노균병	-	노균병 저항 양배추 품종 육종 방법

<표 17> 분자 마커 분야 기술 핵심 특허 리스트

No.	발명의 명칭	특허 번호	출원인
1	뿌리혹 병저항성 배추의 선발에 사용 하는 합성 올리고 뉴클로티드 (nucleotide )	JP2730670	NORIN SUISANSYO YASAI CHIYAGIYOU SHIKENJO
2	배추 바이러스병(T u M V - C 4 ) 내병성 연관 S C A R 마커 (SCAR marker related with TuMV-C4 resistance)	KR2007-0055889	주식회사 바이오브리딩연구소
3	Brassica campestris ssp. Chinensis male sterile molecular marker-assisted selection method	CN001936021	NANJING AGRICULTURAL UNIV.
4	알에이피디 표지인자를 이용한 배추 뿌리혹병 저항성유전자 판별방법	KR2008-0043164	농촌진흥청
5	BRASSICA OLERACEA PLANTS WITH A RESISTANCE TO ALBUGO CANDIDA	US2011-0030085	BEJO ZADEN
6	Molecular marker method of turnip mosaic virus resistance gene in non-heading Chinese cabbage	CN101392293	SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY
7	배추 뿌리혹병 저항성 연관 분자표지 및 이의 용도	KR1095220	주식회사 농우바이오
8	Celery cabbage nucleo-cytoplasmic interreaction male sterility SRAP marker and use thereof for assisting selective breeding	CN101440408	NORTHWEST SCI-TECH UNIVERSITY OF AGRICULTURE AND FORESTRY
9	Brassica oleracea plants resistant to Albugo candida	EP2308285	Syngenta Participations AG
10	XANTHOMONAS CAMPESTRIS PV. CAMPESTRIS RESISTANT BRASSICA PLANT AND PREPARATION THEREOF	WOWO 2010-089 374	BEJO ZADEN
11	배추과 작물의 세포질웅성불임성 판별용 마커 및 그를 이용한 판별 방법	KR2012-0001457	순천대학교

<표 18> 분자 마커 분야 기술 핵심 논문 리스트

No.	제목	기관	저널명	연도
1	Physical linkage of the SLG and SRK genes at the self-incompatibility locus of <i>Brassica oleracea</i> .	Cornell University	Mol Gen Genet	1993
2	배추의 뿌리혹병 저항성 유전자와 연관된 분자표지 인자 개발		Journal of the Korean society for horticultural science	2002
3	Isolate-specific and broad-spectrum QTLs are involved in the control of clubroot in <i>Brassica oleracea</i> .	UMRINRA-ENSA RAMélioration des Plantes et Biotechnologies	Theor Appl Genet	2004
4	[Identification of PCR markers associated with cytoplasmic male sterility in <i>Brassica oleracea</i> var <i>Botrytis</i> ].	Nankai University, Tianjin	Yi Chuan	2005
5	Linkage mapping of a dominant male sterility gene <i>Ms-cd1</i> in <i>Brassica oleracea</i> .	Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences,	Genome	2006
6	The Use of Molecular Markers to Certify Clubroot Resistant Cultivars of Chinese Cabbage	충남대학교	Horticulture, Environment, and Biotechnology	2007
7	Variability of the self-incompatibility reaction in <i>Brassica oleracea</i> L. with S 15 haplotype.	USTHB FSB Laboratoire de Biologie et Physiologie des Organismes	Sex Plant Reprod	2010
8	Identification of QTLs that control clubroot resistance in <i>Brassica oleracea</i> and comparative analysis of clubroot resistance genes between <i>B. rapa</i> and <i>B. oleracea</i> .	Graduate School of Science and Technology, Niigata University	Theor Appl Genet	2010
9	Chilling resistance of <i>Phaseolus vulgaris</i> and <i>Brassica oleracea</i> under a high-intensity electric field.	Ataturk University	Z Naturforsch C	2010
10	[Development of molecular markers linked to the resistant QTL for downy mildew in <i>Brassica rapa</i> L. ssp. <i>pekinensis</i> ].	Capital Normal University	Yi Chuan	2011
11	Fine mapping of a male sterility gene <i>MS-cd1</i> in <i>Brassica oleracea</i> .	Chinese Academy of Agricultural Sciences	Theor Appl Genet	2011



<표 19> 전통 육종 기술 분야 핵심 특허 리스트

No.	발명의 명칭	특허 번호	출원인
1	Cross-breeding method for F1 wild cabbage	CN 001028832	VEGETABLES INST., SHANXI PROVINCIAL ACADEMY OF AGRICULTURE SCIENCE
2	Cytoplasmic male sterile brassica oleracea plants which contain polima CMS cytoplasm and are male sterile at high and low temp.	CN 001209724	PETOSEED CO.
3	브라시커종에 있어 항발암성 글루코시노레이트를 선택적으로 증가시키는 방법	JP 2002-511235	PLANT BIOSCIENCE
4	Clubroot resistant brassica oleracea plants	EP2302061	Syngenta Participations AG
5	Bolting-tolerant export special type cabbage variety breeding method	CN001788543	Northeast Agricultural University
6	신기한 녹색꽃 양배추 품종의 육성 방법	JP2004-236639	TAKII SHUBYO KK
7	Method for breeding anti-cracking cabbage	CN101473787	NORTHWEST A&F UNIVERSITY
8	Breeding method of cold-resistant overwintering cabbages	CN102017889	JIANGSU ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES
9	A breeding and its strain breeding method against disease and wild cabbage	CN102283102	The Zhenjiang Rui Fan agronomic Limited Jiangsu hilly area of Zhenjiang Institute of Agricultural Science
10	Method for regenerating DH (Double Haploid) plant by adventitious bud leaf of cabbage isolated microspore	CN102204513	NORTHWEST A&F UNIVERSITY

<표 20> 전통 육종 기술 분야 핵심 논문 리스트

No.	제목	기관	저널명	연도
1	An S5 self-incompatibility allele-specific cDNA sequence from <i>Brassica oleracea</i> shows high homology to the SLR2 gene.	University of Durham	Mol Gen Genet	1992
2	Molecular Characterization of the SI Genes in a Selfcompatible Cabbage ( <i>Brassica oleracea</i> var.) of Inbred line		Korean Society For Horticultural Science	2001
3	Commonality of self-recognition specificity of S haplotypes between <i>Brassica oleracea</i> and <i>Brassica rapa</i> .	Tohoku University	Plant Mol Biol	2003
4	New Cultivar of Chinese Cabbage-'Shan Chunbai 1', Super-early and Tolerance to Bolting	North west Sci-Tech University of Agriculture and Forestry	Acta horticultura esinica	2003
5	Isolate-specific and broad-spectrum QTLs are involved in the control of clubroot in <i>Brassica oleracea</i> .	UMR INRA-ENSAR Amélioration des Plantes et Biotechnologies Végétales	Theor Appl Genet	2004
6	Heterosis for mineral elements in single cross-hybrids of cabbage ( <i>Brassica oleracea</i> var. capitataL.)	Indian Agricultural Research Institute	Scientiahort iculturae	2009
7	Heterosis for superoxide dismutase, peroxidase and catalase enzymes in the head of single cross-hybrids of cabbage ( <i>Brassica oleracea</i> var. capitata).	ICAR Research Complex for NEH Region, Mizoram Centre	J Genet	2010
8	The Effects of Plant Growth Regulators, Activated Charcoal, and \$AgNO_3\$ on Microspore Derived Embryo Formation in Broccoli ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. italica)	National Institute of Horticultural & Herbal Science	Journal of the Korean society for horticultural science	2011

<표 21> 양배추의 분자 육종 기술 핵심 특허 리스트

No.	발명의 명칭	특허 번호	출원인
1	Polyploid cabbage breeding method	CN 001029722	NANJING AGRICULTURAL UNIV.
2	TRANSGENIC PLANTS EXPRESSING ACC OXIDASE GENES	EP 0779926	ASGROW SEED COMPANY
3	High efficiency plant transformation of brassica oleracea	US 6667428	Academia Sinica
4	GLOase 유전자 및 PMI 유전자를 함유한 재조합벡터, 상기 벡터로 형질전환된 식물 및 그 식물의 생산방법	KR 2004-0022680	주식회사 농우바이오
5	Method for cultivating black rot resisting cabbage vegetable	CN 101126087	BEIJING ACADEMY OF AGRICULTURE AND FORESTRY SCIENCES
6	CryIAc 유전자로 형질전환된 배추좀나방 저항성 양배추 및 이의 제조 방법	KR 2011-0026545	주식회사 농우바이오
7	PLANT RESISTANT TO WHITE RUST	WO 2010-135782	CLAUSE LEE, Kiang MOREAU, Michael
8	Method for preparing new idioplasm of the cabbage of anti-downy mildew of asymmetric fusion of protoplast	CN 102181424	Jiangsu Provincial Academy of Agricultural Sciences

<표 22> 양배추의 분자 육종 기술 핵심 논문 리스트

No.	제목	기관	저널명	연도
1	Modification of Phospholipid Catabolism in Microsomal Membranes of [gamma]-Irradiated Cauliflower ( <i>Brassica oleracea</i> L.).	Department of Food Science and Technology, Universite Laval	Plant Physiol	1993
2	Herbicide Resistant Cabbage ( <i>Brassica oleracea</i> ssp. capitata) Plants by Agrobacterium-mediated Transformation		Journal of plant biotechnology	2000
3	Genetic transformation of cauliflower ( <i>Brassica oleracea</i> var. botrytis) by direct DNA uptake into mesophyll protoplasts.	Federal Centre for Breeding Research on Cultivated Plants	Physiol Plant	2002
4	[A virulence gene from <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i> homologous to the <i>avrBs2</i> locus is recognized in race-specific reaction by two different resistance genes in Brassica plant species].	Russian Academy of Sciences	Genetika	2003
5	<i>Vitreoscilla</i> hemoglobin overexpression increases submergence tolerance in cabbage.	Shanghai Academy of Agricultural Sciences	Plant Cell Rep	2005
6	Expression of a <i>Bacillus thuringiensis</i> toxin ( <i>cry1Ab</i> ) gene in cabbage ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. capitata L.) chloroplasts confers high insecticidal efficacy against <i>Plutella xylostella</i> .	Ming Dao University	Theor Appl Genet	2008
7	A putative functional MYB transcription factor induced by low temperature regulates anthocyanin biosynthesis in purple kale ( <i>Brassica Oleracea</i> var. <i>acephala</i> f. <i>tricolor</i> ).	Chongqing University	Plant Cell Rep	2011
8	Production and characterization of interspecific somatic hybrids between <i>Brassica oleracea</i> var. botrytis and <i>B. nigra</i> and their progenies for the selection of advanced pre-breeding materials.	Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences	Plant Cell Rep	2011

## 2. 유전체, 검은썩음병 및 뿌리혹병에 대한 논문 분석

### □ 검색 방법

- 양배추에서 유전체 연구 및 뿌리혹병, 검은썩음병에 관한 기술동향을 살펴보기 위해 Google scholar에서 최근 10년간 논문/자료 전체 데이터베이스에서 검색을 실시함. 다음 표와 같은 keyword를 가지고 검색을 실시하였고, 두 병에 대해서는 양배추에 국한하지 않고 십자화과내 여러 작물들에 대해서 검색을 함

대상국가	전세계
논문 DB	Google scholar
검색기간	최근 10년간
검색범위	논문/자료 전체에서 검색

개발 기술명	양배추 유전체 연구	십자화과 내 검은썩음병 저항성 연구	십자화과 내 뿌리혹병 저항성 연구	
Keyword	Cabbage, <i>brassica oleracea</i> , sequencing, genome, marker	Crucifer, black rot, resistnace gene, <i>Xanthomonas campestris</i> , marker	Crucifer, club root, resistance gene, <i>Plasmodiophorabrassicae</i> , marker	
검색건수	2510	148	105	
유효논문건수	13	3	20	
핵심 논문 및 관련성	논문명	Construction and analysis of a high-density genetic linkage map in cabbage ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. capitata).	Identification of quantitative trait loci for resistance to <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i> in <i>Brassica rapa</i>	Identification of QTLs that control clubroot resistance in <i>Brassica oleracea</i> and comparative analysis of clubroot resistance genes between <i>B. rapa</i> and <i>B. oleracea</i>
	학술지명	BMC Genomics	Theoretical and Applied Genetics	Theoretical and Applied Genetics.
	저자	Wang W	P. Soengas	T. Nagaoka
	게재년도	2012	2007	2010
	관련성(%)	85 %	80 %	90 %
	유사점	Sequencing data를 이용하여 대규모 마커 개발 및 유전지도 작성	작성한 유전지도와 여러 병원체 race로 병리시험을 실시하여 저항성관련 QTL을 발견	근연종들에서 사용된 여러 마커 이용 및 작성된 유전 지도를 이용한 QTL 분석
차이점	개발 마커의 개수가 굉장히 많음	대부분 AFLP 마커를 사용하여 유전지도 작성 및 F2 개체들이 병리시험 실시	유전지도 작성할 때 이전 여러 연구에서 사용되었던 마커에 의존	

□ 양배추 유전체 연구기술 동향

- *Brassica oleracea*는 CC genome을 가지고 있고 염색체의 개수(n)가 9개로 알려져 있음. 전체 유전체의 크기는 작게는 603 Mb부터 최대 690 Mb 정도 되는 것으로 예상되고 있으며, 전 세계적으로 cabbage, broccoli, cauliflower, kale, kailan, Kohlrabi등 여러 형태로 소비가 이루어지고 있는 야종들마다 유전체 크기가 조금씩 다르다고 알려져 있음
- 이러한 양배추의 유전체 연구 동향을 살펴보고자 Cabbage, *Brassica oleracea*, sequencing, genome, marker의 키워드를 가지고 논문 검색을 실시하였고 전체 2,510건이 넘는 검색건수가 나옴. 하지만 양배추 유전체 연구를 주로 하는 유효논문건수는 13건 정도임. 십자화과 식물들 중 *Brassica rapa*와 *Arabidopsis thaliana*와 같은 식물들은 모델 plant로써 많은 연구가 되어있기 때문에 거의 모든 양배추 유전체 연구 논문들은 이들 근연종과 비교분석하는 형태로 연구가 주로 진행되어 왔지만, 최근 Next Generation Sequencing 기술이 발전함에 따라 양배추의 표준유전체 염기서열정보 완성을 위한 연구 역시 실시되고 있음을 알 수 있었음

Wang et al. BMC Genomics 2012, 13:523  
<http://www.biomedcentral.com/1471-2164/13/523>



RESEARCH ARTICLE

Open Access

## Construction and analysis of a high-density genetic linkage map in cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*)

Wanxing Wang<sup>1†</sup>, Shunmou Huang<sup>2†</sup>, Yumei Liu<sup>1\*</sup>, Zhiyuan Fang<sup>1</sup>, Limei Yang<sup>1</sup>, Wei Hua<sup>2</sup>, Suxia Yuan<sup>1</sup>, Shengyi Liu<sup>2</sup>, Jifeng Sun<sup>1</sup>, Mu Zhuang<sup>1</sup>, Yangyong Zhang<sup>1</sup> and Aisong Zeng<sup>1</sup>

[그림 1] 양배추의 고밀도 유전지도를 제작한 논문(BMC Genomic, 2012년)

- BMC Genomics 학술지에 2012년 발표된 논문으로 2009년 양배추 genome sequencing project가 생겨나고 scaffold들 anchoring할 수 있는 충분한 유전지도가 없었기 때문에 이들은 shotgun sequence data 활용하여 개발한 SSR 및 SNP 마커들과 이미 다른 연구에서 개발된 양배추 마커 등을 이용하여 고밀도의 유전지도를 제작한 연구논문임. 602개의 SSR마커와 625개의

SNP 마커, 총 1,227개 마커를 포함하고 있고 전체 거리가 1197.9cM에 이르며 9개의 연관군을 만들어 냈. loci간 평균 거리는 0.98cM으로 굉장히 고밀도의 유전지도를 만들어 내었으며, 양배추의 유전체 크기가 603Mb 정도로 예측이 되고 있기 때문에 마커 당 503.3Kbp의 염기서열에 해당하는 결과를 얻을 수 있었음. 유전지도는 scaffold들이 pseudo-chromosome에 anchoring이 되는 데에 큰 도움이 될 수 있을 것으로 판단되고, 또한 positional cloning, molecular breeding, 유전자와 형질의 integration하는데 중요한 정보로 활용될 수 있을 것임



### **Whole genome shotgun sequencing of *Brassica oleracea* and its application to gene discovery and annotation in *Arabidopsis***

Mulu Ayele, Brian J. Haas, Nikhil Kumar, et al.

*Genome Res.* 2005 15: 487-495

Access the most recent version at doi:[10.1101/gr.3176505](https://doi.org/10.1101/gr.3176505)

[그림 2] 양배추 whole genome(shot-gun sequencing 데이터)을 애기장대와 비교하여 annotation한 논문(Genome Research, 2005년)

- 2005년 Genome Research 학술지에 발표된 논문으로 양배추의 whole genome shot-gun sequencing 데이터를 근연종인 애기장대와 비교하여 유전자 discovery와 annotation을 한 논문이 있음. 모델식물인 애기장대 유전체에서 annotation 방법을 통해 잠재적인 functional sequence들을 나타내는 conserved 지역을 찾아낼 수가 있었음. Sequencing을 통해 약 283 Mb를 커버하는 데이터를 얻을 수 있었고 애기장대 genome을 대상으로 search를 하여 Conserved Arabidopsis Genome Sequences(CAGSs)를 동정함. 총 229,735개의 conserved 지역을 찾아낼 수 있었고, 이 중 167,357개 sequence는 이미 존재하는 유전자 모델에 해당하는 것을 알 수 있었으며, 60,378개의 지역이 annotation이 되지 않은 부위에 해당한다는 결과를 얻었음

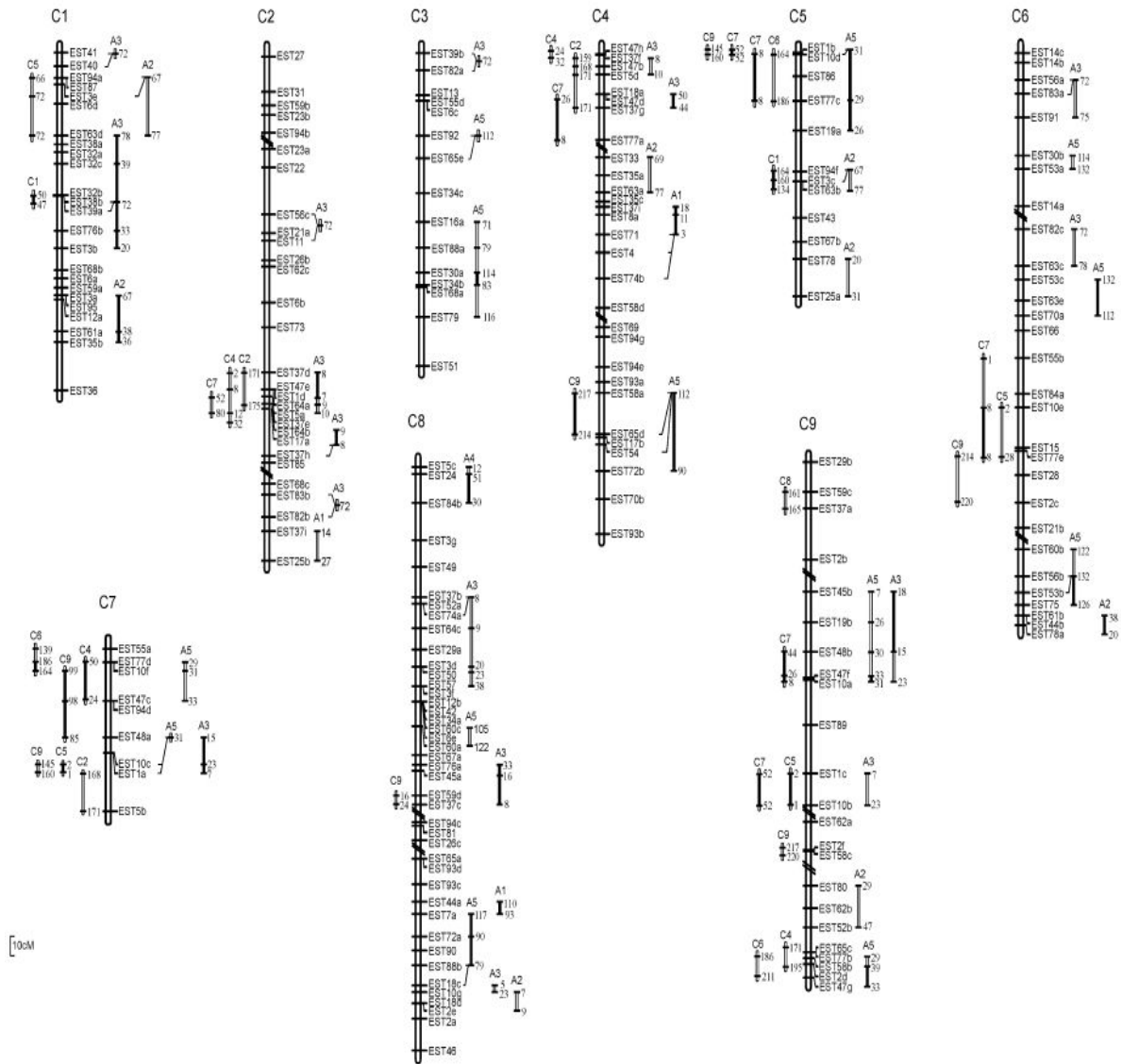
D. Babula · M. Kaczmarek · A. Barakat  
M. Delseny · C.F. Quiros · J. Sadowski

### **Chromosomal mapping of *Brassica oleracea* based on ESTs from *Arabidopsis thaliana*: complexity of the comparative map**

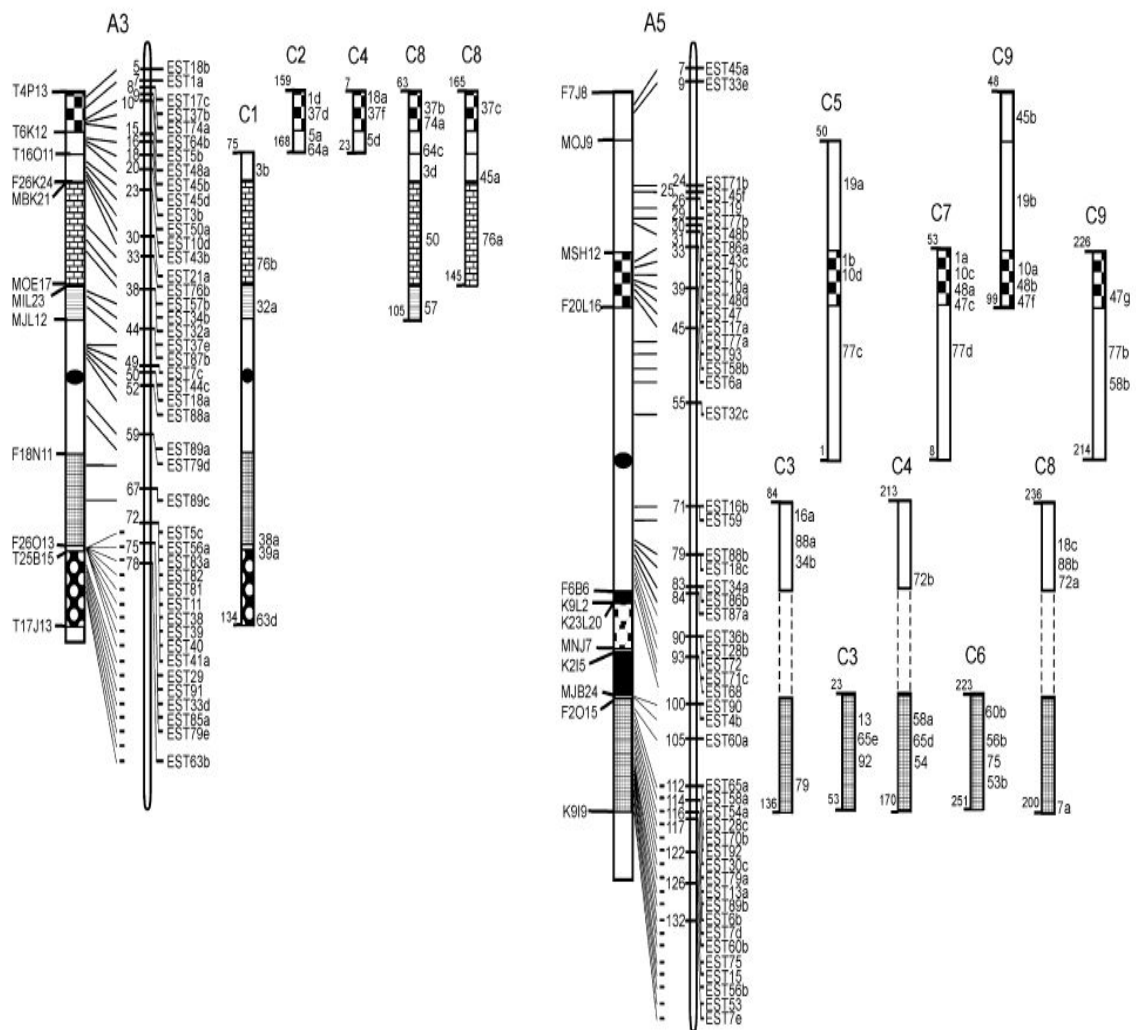
[그림 3] 애기장대의 EST를 이용한 genetic RFLP 마커 개발 및 양배추 map을  
작성한 논문(Molecular Genetics and Genomics, 2003년)

- 2003년 Molecular Genetics and Genomics 학술지에 발표된 논문으로 애기장대의 EST를 이용하여 genetic RFLP 마커를 개발하여 양배추 map을 작성한 논문이 있음. 95개의 애기장대 EST에서 map 작성에 사용할 수 있는 RFLP probe들을 찾았고, 총 212 loci에 해당하는 95 EST가 현재 존재하는 9개 linkage group으로 이루어진 양배추 유전지도에 추가됨. 이 정보들을 이용하여 양배추와 애기장대 염색체 사이에서 비슷한 colinearity가 있음을 확인할 수가 있었음





[그림 4] 95 EST(212 loci)가 9개 linkage group의 양배추 유전지도에 추가



[그림 5] 양배추와 애기장대 염색체 사이의 colinearity 확인

Theor Appl Genet (2005) 111: 949–955  
 DOI 10.1007/s00122-005-0029-9

ORIGINAL PAPER

Muqiang Gao · Genyi Li · W. Richard McCombie  
 Carlos F. Quiros

**Comparative analysis of a transposon-rich *Brassica oleracea* BAC clone with its corresponding sequence in *A. thaliana***

Received: 27 July 2004 / Accepted: 15 November 2004 / Published online: 26 July 2005  
 © Springer-Verlag 2005

[그림 6] Broccoli에 96.7Kb 길이의 BAC clone(B19NB)과 애기장대 유전체를 비교한 논문(Theor Appl Genet, 2005년)

○ *Brassica oleracea*의 한 아종인 broccoli로부터 96.7Kb 길이의 BAC clone(B19N3)의 sequence를 애기장대 유전체와 corresponding되는 지역을 비교분석 한 논문이 있었음. 이 BAC clone은 8개의 유전자와 5개의 transposable element들을 포함하고 있음. 이 clone에서 앞 두 유전자, Bo1과 Bo2는 애기장대의 5번 염색체 24Mb 지역에, 세 번째 유전자 Bo3는 같은 5번 염색체 2.6Mb 지역에 ortholog가 존재하는 것으로 밝혀짐. Bo4~8까지 5개의 유전자 역시 5번 염색체에 존재하고 7.7Mb 지역에 있다는 것을 알 수 있었음. 두 식물종간의 비교분석을 통해 2천만년 전에 애기장대와 양배추가 공통조상으로부터 분화되는 동안 두 식물 genome 모두 chromosomal rearrangement와 differential TE activity에 의해 분화되었음을 알 수 있었음. 이런 event들로 인해 염색체 개수가 변화된 것은 물론 각기 다른 종의 genome으로 진화되어 왔지만 여전히 corresponding gene들의 colinearity가 잘 보존되어 있음을 알 수 있었음

□ 십자화과 내 검은썩음병 관련 연구

○ 검은썩음병(흑부병, Black rot disease)은 *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*에 의해서 전염되는 병으로써 식물의 xylem으로 침투하여 mesophyll에 대량 서식하면서 잎맥이나 줄기 내 관다발조직 주변부를 검게 만들며 괴사시킴. 양배추뿐만 아니라 여러 십자화과 작물들의 재배에 큰 피해를 입혀 생산량과 질을 떨어뜨리며, 적어도 6개 race 이상의 병원체가 존재하고 있어 저항성 품종육성이 쉽지 않음. 그럼에도 불구하고 양배추의 우수한 품종육성을 위해서는 검은썩음병과 이에 대항하는 식물의 저항성 유전자를 동정하고 방어 mechanism을 이해하기 위한 연구는 반드시 필요함

○ 논문 검색은 Crucifer, black rot, resistance gene, *Xanthomonas campestris*, marker 등의 키워드를 가지고 검색을 해 보았고, 검색 결과를 살펴보았을 때 양배추에서뿐만 아니라 십자화과내 여러 작물에 걸쳐 검은썩음병 저항성에 관련된 연구는 많이 이루어지지 않은 것을 알 수 있었음. 검색 건수는 148건이었지만, 유효논문 건수는 3건에 불과함. 식물에서 병 저항성에 관련된 연구보다는 검은썩음병을 일으키는 병원체인 *Xanthomonas campestris*에 관련된 연구가 많이 진행되어 있었음

## Identification of quantitative trait loci for resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in *Brassica rapa*

P. Soengas · P. Hand · J. G. Vicente ·  
J. M. Pole · D. A. C. Pink

[그림 7] 배추 검은썩음병의 병원체 저항성인 QTL을 동정한 논문(TAG, 2007년)

- 2007년 Theoretical and Applied Genetics 학술지에 발표된 논문으로 배추에서 검은썩음병을 야기하는 병원체에 저항성을 가지게 하는 QTL을 동정한 내용의 논문이 있음. 현재까지 검은썩음병을 일으키는 것으로 알려진 병원체의 race 종류는 6개 정도 되는데, C genome을 가지고 있는 양배추에는 검은썩음병 저항성 소스가 거의 없는 것으로 알려져 있지만 A genome에 해당하는 배추를 포함한 다른 십자화과 작물에서는 종종 저항성 소스가 있는 것으로 알려져 있음. B162라는 배추 accession에서 race 1과 4에 저항성에 관여하는 QTL분석을 실시함
- 이병성인 R-o-18과 저항성인 B162 계통을 모부본으로 하여 유래된 114개의 F2 집단을 이용하여 223개의 AFLP, 23개의 microsatellite 마커를 사용하여 총 664 cM에 이르는 10개 연관군으로 이루어진 유전지도를 작성함. 그리고 125개의 F2 개체들을 사용하여 병리검정을 실시하였고, 병징이 발달하는 inoculation site의 비율과 개체 당 병징의 강도를 두 가지 기준을 가지고 결과를 정리함
- 작성된 유전지도와 병리검정 결과를 연계하여 QTL분석을 한 결과 race 1과 4 모두에 저항성인 형질에 연관되어 있는 것으로 보이는 QTL이 존재하는 것을 알 수 있었고 race 4번의 저항성에 관여하는 추가적인 QTL이 A02와 A09에 위치하고 있음을 알 수 있었음. 이 QTL 지역들에 가깝게 연관되어 있는 분자마커들은 배추의 다른 cultivar 혹은 근연종인 양배추로의 저항성 도입에 큰 역할을 함으로써 육종가들이 marker-assisted selection을 통하여 육종효율을 높이는 데에 이바지할 것임

## Identification of genes differentially expressed in cauliflower associated with resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*

Hanmin Jiang · Wenqin Song · Ai Li ·  
Xiao Yang · Deling Sun

[그림 8] 검은썩음병 병원체에 저항해 발현이 달라지는 유전자를 동정한 논문  
(Mol Biol Rep, 2011년)

- Molecular Biology Reports 학술지에 2011년 발표된 논문으로 *Brassica oleracea* 의 한 아종인 콜리플라워에서 재배에 가장 큰 피해를 입히는 병들 중 하나인 검은썩음병 병원체에 저항하여 발현이 달라지는 유전자들을 동정한 논문임. 병 저항성의 molecular mechanism을 조사하고 저항성에 관여하는 유전자들을 찾기 위해서 저항성 형질을 갖는 C712계통과 이병성인 C731 NIL을 사용하여 1,640개 clone으로 이루어진 suppression subtractive hybridization(SSH) cDNA library를 만들었음. 그리고 다음 그림과 같이 Reverse northern blotting 기술로 C731(이병성)에서 만들어진 clone들보다 1.5배 이상 발현량이 높은 C712계통의 clone들을 280개를 선발하였음

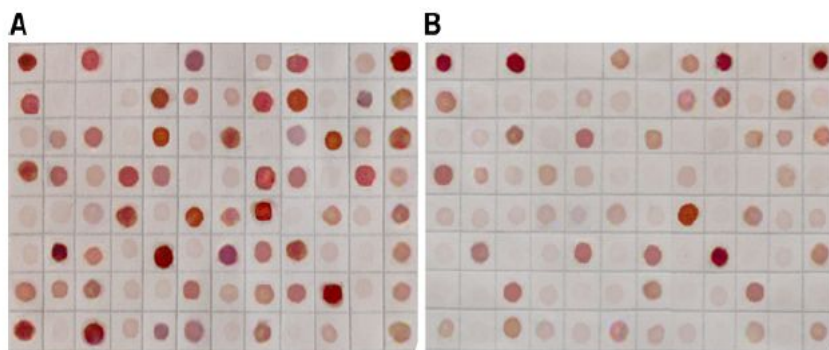
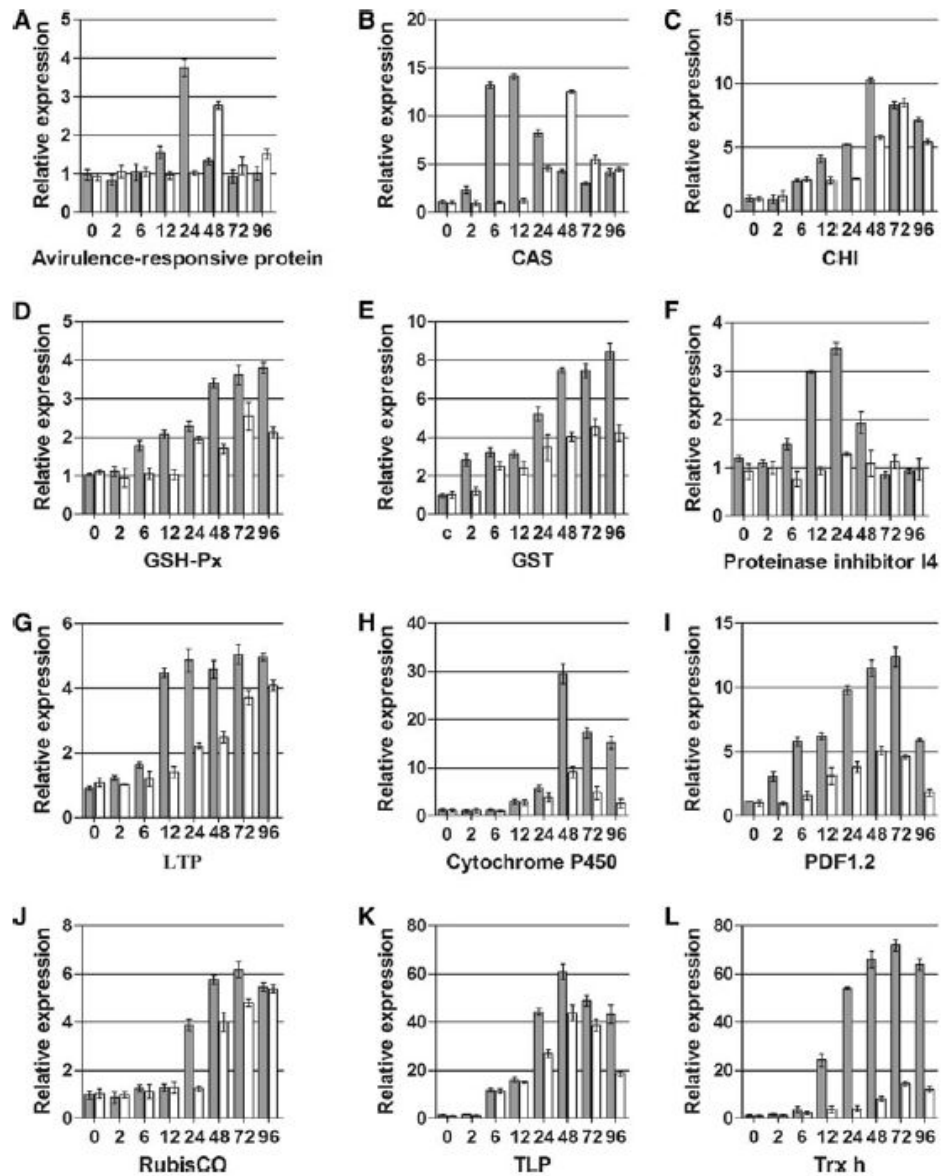


Fig. 1 Representative reverse northern dot blot of differentially expressed genes. Cloned cDNA bands were amplified and an aliquot of the amplified products were blotted on two membranes. The membranes were hybridized with DIG-labeled cDNAs synthesized from total RNA prepared from resistant cauliflower (a) and susceptible cauliflower (b) treated with *Xcc*

[그림 9] C712계통(저항성)과 C731 NIL(이병성)에 대한 Reverse northern blotting 결과

- 선발된 clone들은 sequencing 분석과 homology searching을 통해서 202개의 unique한 염기서열에 해당하는 정보를 가지고 있는 것을 알아낼 수 있었음. 이 library에는 plant defensin gene PDF1.2, lipid transfer protein, thioredoxin h등과 같이 식물체에서 방어/병저항성 관련 유전자들을 포함하고 있었음. 다른 functional 카테고리에 해당하는 12개 유전자들의 발현 형태를 real-time PCR을 통해서 관찰하였고 다음 그림과 같은 결과를 얻었음

**Fig. 2** Real-time RT-PCR analysis of gene expression. The relative expression levels of each gene at different time points were normalized using the  $C_t$  values that were obtained for the  $\beta$ -actin amplifications. All samples were tested in triplicate. The mean value  $\pm$  SD was used for analysis of relative transcript levels for each time point using the comparative  $C_t$  method. The relative expression of each gene at 0, 2, 6, 12, 24, 48, 72 and 96 h following inoculation with *Xcc* in the susceptible and tolerant lines of cauliflower are shown on the *left (gray)* and *right (blank)*, respectively. PBS-treated samples were used as control. The primers used for the analyses are shown in supplementary Table 1



[그림 10] 식물체에서 방어/병저항성 관련 유전자가 아닌 다른 functional 카테고리에 해당하는 12개 유전자들의 real-time PCR 결과

- 이 12개의 유전자들은 이병성인 C712에서 병원체에 반응하여 발현 유도가 저항성인 C731에 비해 더 빠르고 강하게 일어난 것을 확인할 수가 있었고, up-regulated된 유전자들이 콜리플라워 Xcc의 감염에 대항하는 데에 연관이 있을 수 있다고 생각되며, 이는 병저항성의 molecular mechanism을 이해하는데 도움이 될 수 있을 것임

### Construction of a Linkage Map and QTL analysis for Black Rot Resistance in *Brassica oleracea* L.

Doullah MAU<sup>1</sup>, Mohsin GM<sup>2</sup>, Ishikawa K<sup>3</sup>, Hori H<sup>3</sup> and Okazaki K<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Agronomy and Seed Science, Faculty of Agriculture, Sylhet Agricultural University, Sylhet-3100, Bangladesh; <sup>2</sup> Chief Plant Breeder, Research and Development Division, Lal Teer Seed Limited, Anchor Tower, 108, Bir Uttam C.R. Dutta Road, Dhaka-1205, Bangladesh; <sup>3</sup> Faculty of Agriculture, Niigata University, Niigata, 2-8050, Ikarashi, Niigata 950-2181, Japan.

[그림 11] 양배추 유전지도 작성 및 검은썩음병 저항성에 대한 QTL을 분석한 논문(International Journal of Natural Sciences, 2011년)

- 2011년 International Journal of Natural Sciences 학술지에 발표된 논문으로 *Brassica oleracea* L.에서 유전지도를 작성하고 검은썩음병 저항성에 연관된 QTL분석을 실시한 연구가 있음. 먼저 병에 이병성을 갖는 Green commet P09 브로콜리와 저항성 형질을 갖고 있는 cabbage Reiho P01계통을 교배하여 만들어진 F2집단을 CAPS 마커와 SRAP 마커들을 사용하여 총 92개 마커를 포함하는 10개의 linkage group으로 이루어진 유전지도를 작성함. 이 유전지도는 총 320.5 cM에 이르며 마커 간 평균 거리는 3.56cM임. 병리검정은 81개의 F3 개체들에서 가장자리 근처의 mid vein에 1cm 정도 잘라 병 접종을 실시하였으며 병리검정 결과와 작성된 유전지도를 이용하여 연계하여 QTL분석을 실시함
- Linkage group 2번과 9번에 병 저항성과 충분히 연관되어 있는 것으로 보이는 지역을 잡아낼 수 있었음. LG 2번 마커 CAM1 - GSA1 interval에서 10%의 phenotypic variation을 차지하는 결과가 나왔으며 LG 9번

F12-R12e와 BORED 마커 사이에서 16%를 차지하는 QTL지역이 발견됨. 이 마커들은 검은썩음병 저항성 육종에 marker-assisted selection 으로 좋은 tool이 될 것으로 예상됨

□ 십자화과 내 뿌리혹병 관련 연구

- 뿌리혹병(무사마귀병, Clubroot)은 토양에서 *Plasmodiophora brassicae*에 의해 발생하는 병으로 검은썩음병과 마찬가지로 십자화과 작물에 큰 피해를 입히는 병임. 토양 중에 존재하고 있다가 식물에 감염되면 병원체는 뿌리에서 gall 형성을 일으키고, 이로 인해 식물 뿌리가 물이나 각종 영양분을 흡수하여 지상부에 운반하는 것을 저해하여 피해를 입힘. 과습한 포장, 20~25℃ 정도의 온도, 그리고 산성토양에서 병 발생이 많음. 현재까지 십자화과 작물에서 동정된 뿌리혹병에 관여하는 유전자는 7개 정도로 병원체의 isolate 마다 각각 반응하는 유전자가 다른 것으로 알려져 있음. 뿌리혹병에 대한 연구 또한 양배추에 국한하지 않고 십자화과 내 여러 식물들을 대상으로 하여 Crucifer, club root, resistance gene, *Plasmodiophora brassicae*, marker 키워드로 논문 검색을 실시함. 검색건 수는 105개로 검은썩음병에 비해서 많은 결과를 보여주었지만 유효논문건수는 20개 정도로 오히려 십자화과 식물들, 특히 배추에서 뿌리혹병에 대한 연구는 더 많이 이루어진 것을 확인할 수가 있었음

Theor Appl Genet (2010) 120:1335–1346  
DOI 10.1007/s00122-010-1259-z

ORIGINAL PAPER

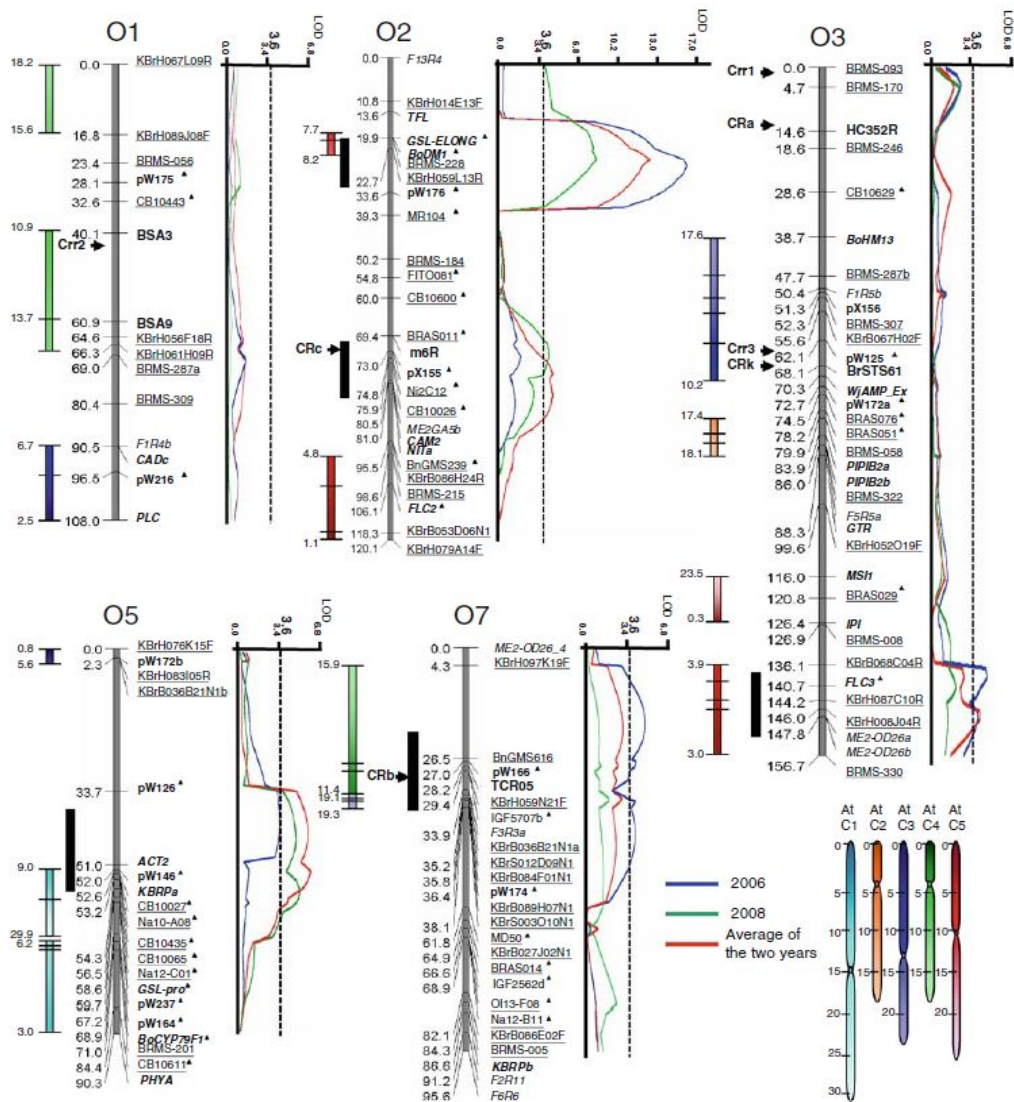
## Identification of QTLs that control clubroot resistance in *Brassica oleracea* and comparative analysis of clubroot resistance genes between *B. rapa* and *B. oleracea*

T. Nagaoka · M. A. U. Doullah · S. Matsumoto ·  
S. Kawasaki · T. Ishikawa · H. Hori ·  
K. Okazaki

[그림 12] 양배추의 뿌리혹병 저항성 형질을 조절하는 QTL 동정 및 배추의 저항성 유전자와 비교분석한 논문(TAG, 2010년)



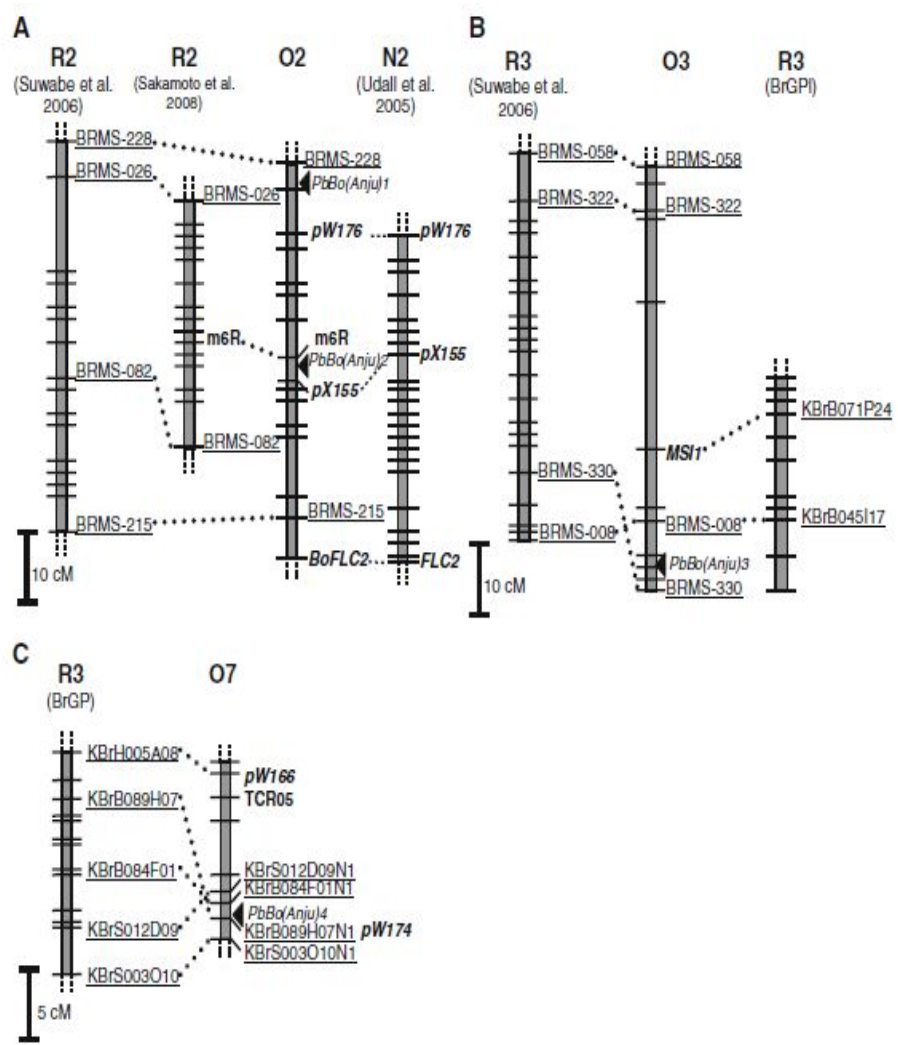
- 2010년 Theoretical and Applied Genetics 학술지에 발표된 논문으로, 양배추에서 뿌리혹병에 저항성 형질을 조절하는 QTL들을 동정하고, 배추의 저항성 유전자와 비교분석을 한 논문임. 먼저 병 저항성을 갖는 Anju계통과 이병성을 갖는 GC계통을 모부 본으로 사용하여 집단을 만들었고, 배추에서 CR 유전자와 연관되어 있는 마커들을 포함하여 192개 다형성 마커들로 이루어진 1,048.6cM에 이르는 양배추 유전지도를 작성함. F3 개체들에 병 접종을 실시하여 병리검정을 하였고, 이 결과와 유전지도를 연계하여 다음 그림과 같이 O2 연관군에서 LOD score가 13.7에 달하는 major QTL을 발견하였고, 또한 O5 연관군에서도 LOD score가 5.1인 큰 QTL을 찾을 수 있었으며, O2, O3, O7 연관군에서 minor QTL도 발견할 수 있었음



[그림 13] F3 개체들에 병 접종을 실시하여 병리검정한 후 QTL을 동정한 결과

- 유전자도에 사용된 마커들은 배추에서 CR 7개의 CR 유전자와 연관된 마커들도 포함되어있기 때문에 이 정보를 토대로 이미 보고된 CR 유전자 cluster들과 비교할 수 있는 정보를 제공함. 이를 통해서 배추와 양배추의 CR loci들의 비교분석을 실시하였고 이 정보 역시 위 그림에 표시하였고 배추 지도와 직접적인 비교는 다음 그림과 같이 나타내었음. 이러한 연구는 십자화과 작물들 사이에서 intra-, inter-specific cross에서 CR 유전자들의 집적하는 데에 도움을 줄 수 있을 것임

**Fig. 3** Identification of the homologous region of *B. oleracea* linkage groups containing CR-QTLs with that of *B. rapa* (Suwabe et al. 2006; Sakamoto et al. 2008, BrGP) and *B. napus* (Udall et al. 2005) linkage groups. Positions of molecular markers are shown as horizontal lines, and only the names of markers commonly mapped to each linkage group are shown here. The positions of *pbBo(Anju)1* and *pbBo(Anju)2* (a), *pbBo(Anju)3* (b), and *pbBo(Anju)4* (c) are shown



[그림 14] 배추와 양배추의 CR loci들의 비교분석

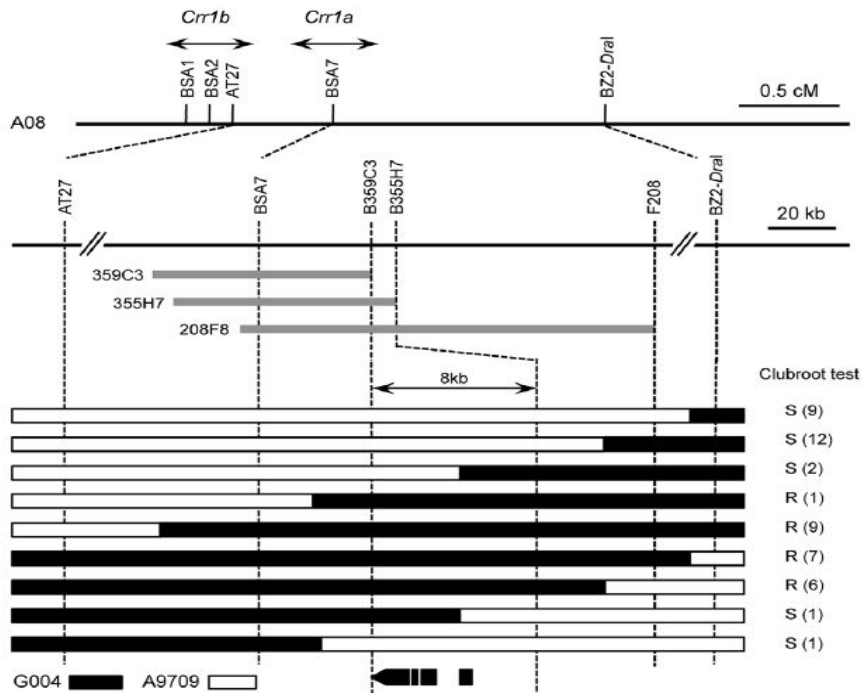
# Identification and Characterization of *Crr1a*, a Gene for Resistance to Clubroot Disease (*Plasmodiophora brassicae* Woronin) in *Brassica rapa* L.

Katsunori Hatakeyama<sup>1</sup>, Keita Suwabe<sup>2</sup>, Rubens Norio Tomita<sup>1</sup>, Takeyuki Kato<sup>1,2</sup>, Tsukasa Nunome<sup>1</sup>, Hiroyuki Fukuoka<sup>1</sup>, Satoru Matsumoto<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Vegetable Breeding and Genome Research Division, NARO Institute of Vegetable and Tea Science, Tsu, Mie, Japan, <sup>2</sup> Graduate School of Bioresources, Mie University, Tsu, Mie, Japan

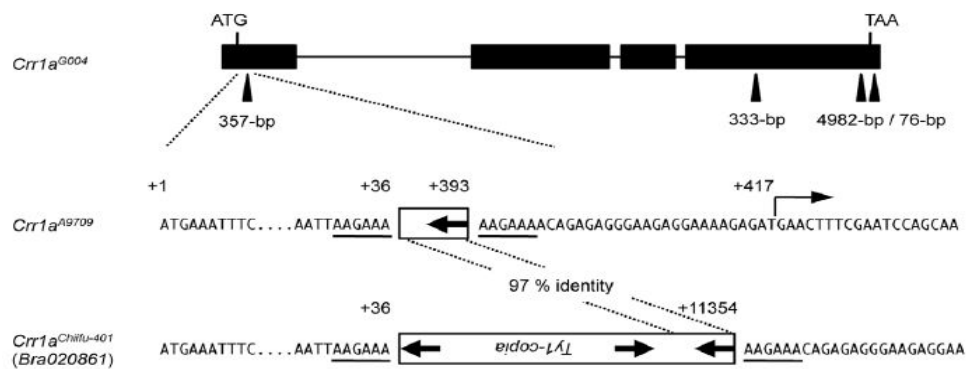
[그림 15] 배추의 뿌리혹병 저항성 유전자인 *Crr1a*를 동정한 논문  
(PLOS ONE, 2013년)

- 올해(2013년) PLOS ONE 학술지에 발표된 논문으로 배추에서 뿌리혹병 저항성 유전자인 *Crr1a* 유전자를 동정하고 characterization을 한 논문이 있음. 많은 CR loci들이 유전분석과 QTL mapping을 통해 동정이 되었지만 병원체에 저항하는 반응의 molecular mechanism은 아직 밝혀지지 않았음. single locus라고 알려져 있던 *Crr1* locus에 fine mapping을 실시해본 결과 다음 그림과 같이 실제로는 두 개의 유전자 loci가 있음을 알 수 있었음. 이는 각각 *Crr1a*와 *Crr1b*이라고 분류되었음
- 이 논문에서는 *Crr1a*를 map-based cloning을 실시하였고 characterization을 실시함. 저항성을 갖는 G004계통에서 cloning한 유전자는 TIR-NBS-LRR 도메인을 포함하고 있고, 식물 배축의 중심주와 피층, 병원체의 이차감염이 일어나는 뿌리에서 발현되는 것을 알 수 있었음. 하지만 일차감염이 일어나는 뿌리털에는 발현되지 않았음. 병 이병성을 보이는 배추와 애기장대에서 이 *Crr1a*를 삽입해본 결과 isolate Ano-01에 저항성을 갖게 되는 것을 확인할 수가 있었음



**Figure 1. Map-based cloning of *Crr1a*: a genetic map around the *Crr1* locus and graphical genotypes of  $F_3$  populations in which recombination occurred between AT27 and BZ2-DraI.** The major locus for resistance to Ano-01 was predicted around BSA7, and another locus with minor effect was predicted around BSA2 (Suwabe et al., 2011). We named the former locus *Crr1a* and the latter *Crr1b*. Gray bars indicate BAC clones isolated by using BSA7 as a probe. Black bars, homozygous for resistant G004 allele; white bars, homozygous for susceptible A9709 allele. Phenotypes of resistance (R) and susceptibility (S) of  $F_3$  populations to Ano-01 are indicated to the right of the graphical genotype, with the number of  $F_3$  populations of each in parentheses. The 3  $F_3$  populations in which recombination occurred between B359C3 and B355H7 were susceptible to Ano-01. The position of *Crr1a* was delimited to an 8-kb region between B355H7 and B359C3. The predicted ORFs of the *Crr1a* candidate are shown below.  
doi:10.1371/journal.pone.0054745.g001

[그림 16] *Crr1* locus에 fine mapping한 결과 *Crr1a*와 *Crr1b*의 2가지 loci로 분류



**Figure 4. Sequence polymorphisms of *Crr1a* between resistant and susceptible alleles.** *Crr1a*<sup>G004</sup>. Schematic representation of *Crr1a* allelic structure in resistant G004. Black boxes, exons; black lines, introns; arrowheads, large insertions. *Crr1a*<sup>A9709</sup>. Sequence surrounding the site of the 357-bp insertion in susceptible A9707. White box, retrotransposon-like sequence. Bent arrow, transcription start site of *Crr1a*<sup>A9709</sup> predicted by 2 independent 5'-RACE analyses. Putative target site duplication is underlined. *Crr1a*<sup>Chiifu-401</sup>. Corresponding sequence from susceptible Chiifu-401. The 357-bp insertion in *Crr1a*<sup>A9709</sup> was almost identical to the 3'-terminal region of a 4546-bp *copia*-like retrotransposon found in *Crr1a*<sup>Chiifu-401</sup>.  
doi:10.1371/journal.pone.0054745.g004

[그림 17] 저항성과 이병성 유전자의 nucleotide 서열 비교



Figure 3. Alignment of deduced amino acid sequences of *Crr1a* between resistant G004 and susceptible A9709 alleles. Asterisks, identical amino acid residues; dashed lines, gaps for alignment. Blue, TIR domain; green, NB domain; red, LRR domain.  
doi:10.1371/journal.pone.0054745.g003

[그림 18] 저항성과 이병성 유전자의 amino acid 서열 비교

Theor Appl Genet (2004) 108:1458–1465  
DOI 10.1007/s00122-003-1577-5

ORIGINAL PAPER

Z. Y. Piao · Y. Q. Deng · S. R. Choi · Y. J. Park ·  
Y. P. Lim

**SCAR and CAPS mapping of *CRb*, a gene conferring resistance to *Plasmodiophora brassicae* in Chinese cabbage (*Brassica rapa* ssp. *pekinensis*)**

[그림 19] 배추의 뿌리혹병 저항성 유전자인 CRb 지역에 SCAR, CAPS 마커를 mapping한 논문(TAG, 2004년)

- 2004년 Theoretical and Applied Genetics 학술지에 발표된 논문으로 배추에서 뿌리혹병 저항성 유전자인 CRb 지역에 SCAR, CAPS마커를 mapping 한 논문이 있음. Shinki DH 계통은 race 2, 4, 8에 저항성을 갖게 하는 단일우성 유전자인 CRb 유전자를 가지고 있음. 이 계통과 이병성 형질을 갖는 94SK 계통을 교배하여 유래한 집단을 통해 CRb 유전자를 mapping 하였음. F3 집단에서 single-spore isolate로 병리 검정을 하였을 때 1:2:1의 분리비 결과를 얻음으로써 단일우성유전자임을 확인하였음. AFLP 기술과 bulked segregant analysis를 결합하여 5개의 AFLP co-dominant 마커와 coupling에 관여하는 4개, repulsion에 관여하는 7개의 dominant AFLP 마커를 확보할 수가 있었음. 5개의 AFLP 마커는 CAPS와 SCAR 마커로 변환하였고 F2 집단에서 이 마커들을 분석하였음. CRb 유전자지역을 커버하는 6.75cM의 map을 만들었고 dominant 마커인 TCR09는 CRb에서 0.78cM 떨어진 곳에 위치하고 있음. 반대쪽으로 가장 가까운 마커 TCR05는 1.92cM 떨어진 곳에 있었음

Theor Appl Genet (2003) 107:997–1002  
DOI 10.1007/s00122-003-1309-x

K. Suwabe · H. Tsukazaki · H. Iketani ·  
K. Hatakeyama · M. Fujimura · T. Nunome ·  
H. Fukuoka · S. Matsumoto · M. Hirai

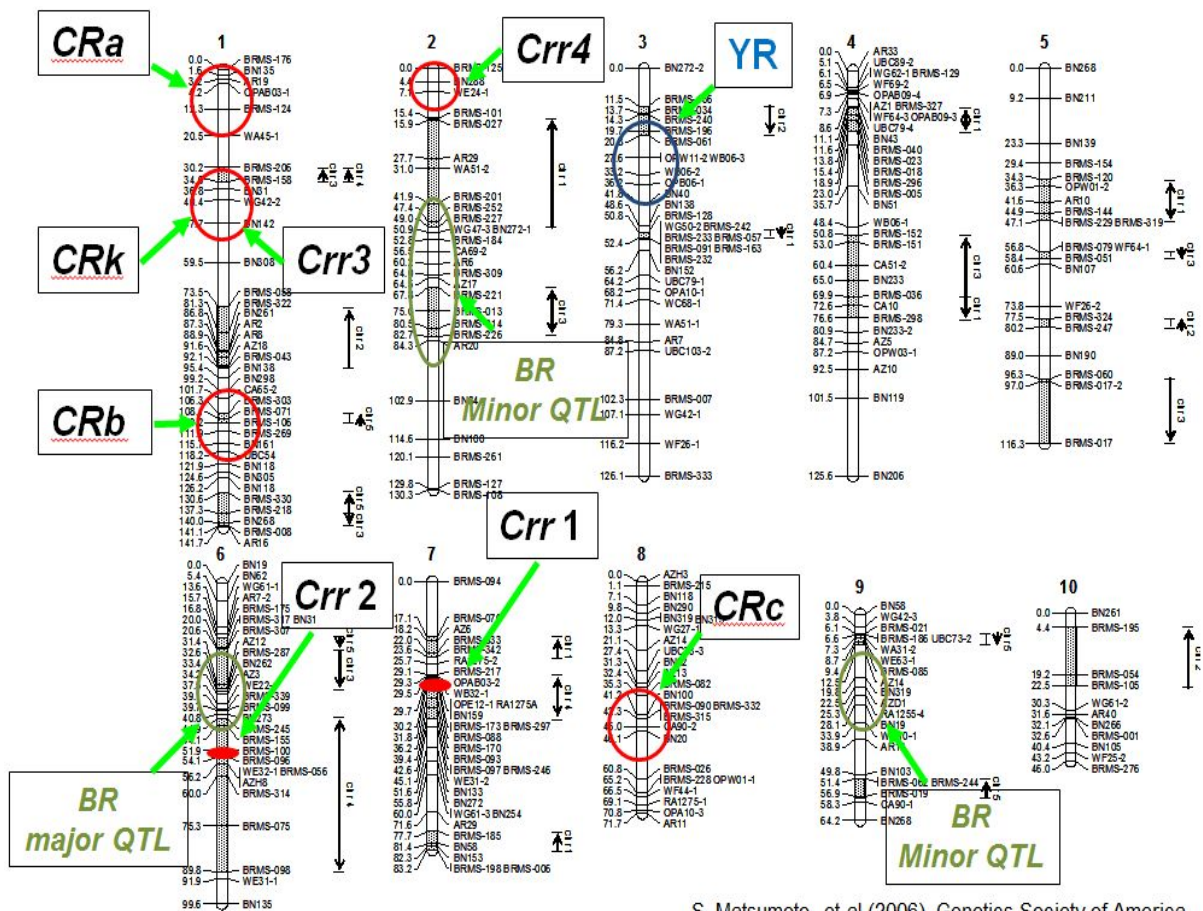
### **Identification of two loci for resistance to clubroot (*Plasmodiophora brassicae* Woronin) in *Brassica rapa* L.**

[그림 20] 배추의 뿌리혹병 저항성에 관여하는 두 loci(Crr1, Crr2)를 동정한 논문(TAG, 2003년)

- 2003년 Theoretical and Applied Genetics 학술지에 발표된 논문으로 배추에서 뿌리혹병 저항성에 관여하는 두 loci(Crr1, Crr2)를 동정한 논문이 있음. 병저항성인 ‘G004’ 계통과 이병성인 ‘Nou7’ 계통을 교배하여 유래한 114개의 F2 개체들을 이용하여 분석하였고, 이를 통해 병저항성에 연관된 두 loci인 Crr1과 Crr2를 동정할 수 있었음. 각각의 locus는 F2 집단에서 독립적으로 분리가 일어나는 것을 볼 수 있었고, 이는 다른 지역에 따로 존재하고 있다는 것을 설명할 수 있음. 이 두 loci에서 모두 homozygous 일 때 heterozygous 일 때보다 훨씬 저항성이 강하게 나타나는 것을 알 수 있었음

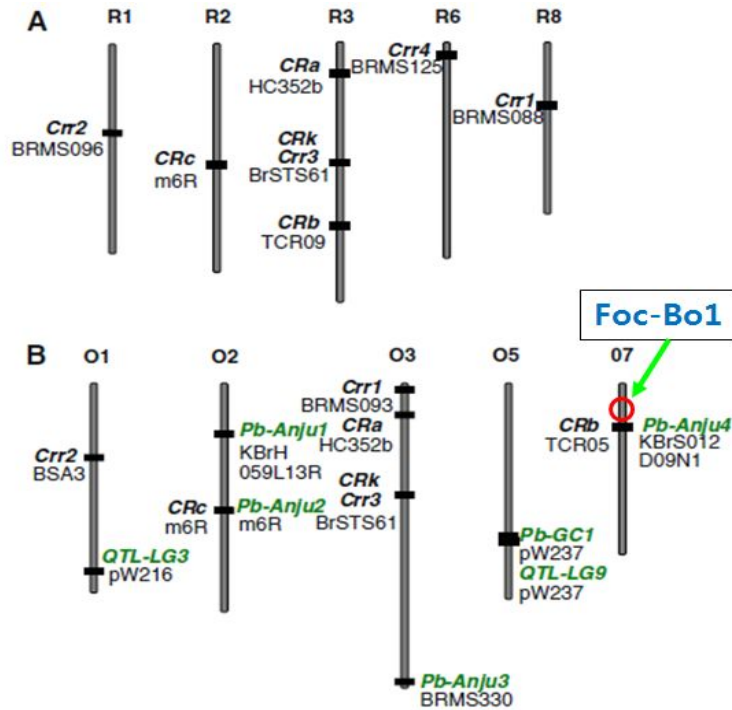
□ 종합의견

- 십자화과 내 작물에서 검은썩음병, 뿌리혹병에 대한 연구는 역시 모델 식물로써 유전체가 밝혀지고 상업적으로 큰 가치가 있는 배추를 대상으로 한 연구가 가장 많이 이루어져있는 것을 확인할 수가 있었음. 배추에서 두 병과 더불어 시들음병 저항성 관련 유전자 지역을 2006년 Genetics Society of America에 Matsumoto가 발표한 논문의 그림에 취합하여 다음 그림과 같이 표시해 보았음
- 병원체의 isolate 마다 각기 다른 저항성 유전자들이 주로 관여를 하는 것으로 알려져 있는 뿌리혹병에는 총 8개 유전자 지역이 동정되어 있으며, 다른 논문에서 발표된 검은썩음병 저항성을 보이는 QTL 지역과 양배추 시들음병 저항성 유전자(Foc-Bo1)와 유사한 것으로 보이는 locus의 대략적인 위치도 알아보고 표시해보았음



[그림 21] 배추의 뿌리혹병(CR), 검은썩음병(BR) 및 시들음병(YR) 저항성 관련 유전자 지역

- 양배추에는 이 여러 병들에 대한 연구가 얼마나 이루어졌는지 비교를 해보기 위해 2010년 TAG에 Okazaki가 발표한 논문의 그림을 바탕으로 분석을 해보았음



K. Okazaki et al (2010). *Theor Appl Genet*

[그림 22] 배추의 뿌리혹병 저항성 유전자 지역(A) 및 양배추 연관군(B)의 도식화

- A는 배추의 뿌리혹병 저항성 유전자 지역을 간단히 도식화한 것이고 B는 양배추 연관군을 도식화한 것임. B 그림에서 연관군 왼쪽에 써여 있는 것이 배추의 저항성 유전자와 homology가 있는 부분이고 오른쪽에 초록색으로 표시된 부분은 이 논문에서 뿌리혹병 QTL 지역을 동정한 부분임. O7 연관군에 양배추 시들음병 저항성 유전자 Foc-Bo1의 위치를 표시하였으며, 양배추 검은색음병 저항성 관련 유전자에 대한 위치는 아직 밝혀지지 않아서 표시하지 않았음. 배추와 양배추의 뿌리혹병 저항성 유전자를 비교해보면 CRc와 CRa같이 유사하게 나온 부분도 있지만 다른 지역은 두 식물종간에 다르게 나타나는 부분도 있는 것을 알 수 있음. 종합적으로 살펴보면 양배추에 대한 병저항성 연구는 근연종인 배추에 비해 아직 미흡한 실정인 것을 알 수 있었음
- 최근 대부분의 작물에 대한 Genomics Assisted Breeding의 방향으로 이루어지고 있고, 또한 양배추의 표준유전체 염기서열 정보가 밝혀짐으로 인해서 이를 기반으로 Genome Wide Association study(GWAS)가 빠르게 이루어질 것이고, 병저항성과 같은 농업적으로 우수한 형질의 QTL mapping과 분자유종이 진행될 것으로 사료됨



### 3. 내서성, 내염성 및 배추좀나방에 대한 논문 분석

#### □ 분석 배경

- 내서성에 대한 논문은 주로 모델식물인 애기장대를 대상으로 발표되었고, 최근에 벼와 밀 등 화본과 작물의 생산성과 관련된 고온의 효과에 대한 연구 및 내서성 마커관련 연구가 진행되고 있음
- 내염성에 대한 연구는 최근에 급진적으로 이루어지고 있으며 특히 단백질체학을 통하여 내염성관련 유전자를 확보하고 활용하는 방향으로 연구가 진행되고 있음
- 그러나 위와 같은 두 가지 경우 모두 국외에서 이루어지는 연구이고 국내의 연구는 매우 미진한 편임
- 배추좀나방에 대한 연구는 주로 살충제에 대한 배추 좀나방의 내성과 관련된 연구이고 일부는 Bt 유전자 또는 proteinase inhibitor 등을 식물에 도입하여 배추좀나방에 대한 저항성에 대한 연구이고 작물의 입장에서 저항성과 관련된 형질에 대한 연구는 전무한 형편임
- 결론적으로 내서성, 내염성 및 배추좀나방 저항성에 대한 germplasm의 확보와 마커의 개발은 육종에 필수적일 뿐만 아니라 시급한 과제임

#### □ 검색 방법

- 관련논문의 탐색은 4~5개의 키워드를 단독 또는 조합으로 PubMed, Google Scholar, Agricola 웹사이트를 이용함
- Agricola에서는 논문이 많이 나오지 않았으나 Google Scholar에서는 너무나 많은 논문이 나와 2003년 이후의 논문으로 제한하여 검색함
- PubMed의 경우는 매월 실시하여 최종적으로 2013년 2월 19일 결과를 정리함

<표 23> 내서성, 내염성, 배추좀나방 관련 논문의 수

SCOPE	Input keyword	PubMed	Google Scholar	Agricola
내서성 (Heat tolerance)	Plant heat tolerance	872	80,500	5
	Plant heat tolerance/review	67	33,100	-
	Heat tolerant crop	47	16,900	-
	Heat tolerant crop/marker	2	17,000	-
내염성 (Salt tolerance)	Plant salt tolerance	2,121	54,400	44
	Plant salt tolerance/review	109	23,000	-
	Salt tolerance/marker	142	18,100	-
	Salt tolerant crop	342	17,000	43
	Salt tolerant crop/marker	25	16,700	-
배추좀나방 (Diamondback-moth)	Diamondback-moth	363	10,300	763
	Diamondback-moth resistance	133	7,130	7
	Diamondback-moth resistance/marker	7	1,070	-
	Diamondback-moth resistant crop	8	6,210	-

※ Google Scholar 검색은 2003년 이후 결과임.

※ PuMed 검색은 2013년 2월 19일 결과임.

□ 내서성 및 내염성 관련 연구 개요

- 내서성 및 내염성 관련 연구는 크게 3가지로 나뉘는데 이는 유전학적 접근, 후성유전학적 접근 및 토양미생물을 활용하는 방법을 나눌 수 있음
- 유전학적인 접근은 주로 전사인자(TFs) 및 신호전달관련 유전자의 변이와 조절기작과 관련한 연구가 주를 이룸
- 후성유전학적(epigenetics)접근은 miRNA에 의한 저항성의 조절에 대한 연구임
- 토양미생물의 경우는 주로 뿌리 주위환경에서 식물의 환경스트레스 저항성을 주는 미생물을 탐색하고 이를 이용하는 방법임(이는 식물의 뿌리 생리 및 유전과 관련이 있어 협동연구가 가능한 부분임)

□ 내서성 관련 국내연구 현황

- 2007년 (주)테크노베이션 파트너스의 한국 농업생명공학 기술수준조사 결과

에 의하면 우리나라 작물유용유전자의 분자생물학적 연구, 분자표지를 이용한 작물분자유종 체계 연구, 그리고 형질전환작물 개발 및 실용화 연구가 최고 기술 선도국 대비 60% 미만이었으며 약 8년 정도의 기술 격차를 보임

- 고온저항성(HS resistance)에 대한 연구는 주로 애기장대를 대상으로 열충격단백질유전자(*Hsps*, heat-shock proteins)를 대상으로 연구해 왔음. 고온에 저항성이 있을 것으로 판단되는 권심배추(*B. rapa*, Kenshin)와 저항성이 부족할 것으로 예측되는 지부(*B. rapa*, Chiifu)배추 및 양배추에 대한 체계적인 연구는 보고된 바 없음
- 재해저항성(환경스트레스 내성)에 대해 체계적(전체적인 반응 메커니즘을 제어하는)으로 연구를 수행하는 해외의 주요 연구기관에 비해 국내의 연구는 너무 단편적임

#### □ 내서성 관련 국외연구 현황

- 식물체를 구성하는 전체 유전 정보를 해독하려는 노력으로서 인간의 유전체 해독 연구가 성공적으로 수행된 이후 수많은 동, 식물, 미생물에 대한 유전체 해독이 진행되어 왔으며, 그 결과 염기서열 해독 기술과 유전체학은 비약적인 발전을 이루어 왔음. 식물의 경우 2002년 모델식물인 애기장대의 유전체 해독을 시작으로 현재까지 벼(2005), 포플러(2007), 포도(2007), 파파야(2008), 수수(2008), 오이(2009), 옥수수(2009), 야생잔디(2010), 배추(2012) 등 10종의 모델 및 작물의 유전체 해독이 완료되어 발표되었으며 메디카고, 대두, 토마토, 감자, 담배 등 경제적으로 중요한 작물 또한 표준 유전체 지도 제작이 완료 단계에 접어들고 있음
- 유전체 해독 정보는 유용 유전자, 프로모터, 조절 서열, 분자마커 등 고부가가치의 유전자 자원을 개발할 수 있는 근본적 수단이 되기 때문에 분자유종을 위한 생명자원으로서의 가치가 더욱 더 증가하고 있으며 이에 따라 미국, 유럽, 일본, 중국 등은 국가적 차원에서 주요 경제 작물에 대한 유전체 해독을 지속적으로 수행하고 있음
- 염기서열 분석기술이 발달함에 따라 SSR/SNP/InDel 등의 다양한 형태의 마커의 개발이 가능해졌음. 이에 따라 많은 수의 유전적 변이를 탐지할 수 있게 되었고 대집단에서 유전적 변이를 빠르고 간편하게 선별할 수 있는 기술 발달에 의해 association mapping 이 가능하게 되었음(Duran et al., 2010)
- 미국, 유럽 등의 선진국을 중심으로 지구온난화에 의한 기후변화에 대하여

축각을 곤두세우며 모니터링이 이루어지고 있고 이에 대한 여러 방면에서의 대책들이 나오고 있으며 여기에 식물분야에서는 기후변화에 대응할 수 있는 형질전환작물에 대한 연구와 이에 대한 우수한 결과가 발표되고 있음

- 환경스트레스에 대한 인식부터 이 스트레스에 대한 내성 관련 하위 유전자들의 발현이 있기까지의 일련의 과정들을 이해하기 위한 노력들이 최근에 미국과 유럽을 중심으로 이루어지고 있음. 주로 환경스트레스 내성 유전자에 의한 인식이 이루어진 이후의 신호전달에 관련된 유전자들을 유전학적 관점에서 연구한 결과물들이 주를 이루고 있으나 최근(2009년)에는 앱시스산의 수용체로 알려진 단백질이 밝혀지면서 환경스트레스 자극에 대한 최초 인식부터 내성에 이르는 신호전달 과정에 대한 연구가 활발히 진행되고 있음(Ma et al., 2009; Melcher et al., 2009; Park et al., 2009; Santiago et al., 2009)
  - 환경 스트레스에 대한 식물의 반응은 기공을 폐쇄하여 수분의 증산율을 낮추는 방향으로 이루어지는데 결국 공변세포에 의존하게 됨. 이에 관여하는 것이 이온 채널(ion channel)인데 이에 관하여 2008년부터 많은 연구가 이루어지고 있고 특히 채널을 조절하는 단백질(kinase, phosphatase 등)의 연구가 현재 활발하게 진행되고 있음(Negi et al., 2008; Vahisalu et al., 2008; Geiger et al., 2009; Lee et al., 2009; geiger et al., 2010)
  - 권심(*B. rapa*, Kenshin)배추는 중국의 남방지역에 기원을 두기 때문에 유채 등 다른 채소작물의 고온저항성 작물을 개발하는 재료로 사용되어 왔음(Hossain et al., 1989; Yamagishi et al., 1994)
  - 열충격 스트레스 저항성 식물은 주로 *HSF1*, *Hsp70* 및 *Hsp17.7* 유전자를 애기장대 등에 도입하여 실험한 일부의 결과가 있으며(Iba, 2002), 최근에는 작은 열충격단백질인 효모 *hsp26* 유전자를 애기장대에 과발현시켰을 경우 열에 저항성을 보였다는 보고가 있음(Xue et al., 2010). 애기장대에 GroEL의 일종인 *Cpn60β*를 과발현시켜 Rubisco activase를 안정화시킴으로써 고온에서의 광합성율을 적게 감소시킬 수 있었음(Salvucci, 2008)
- 내서성 논문을 종합한 연구의 방향성 제시
- 고온내성 식물에 대한 연구는 주로 모델식물인 애기장대를 이용한 연구이며, HSP 발현의 증가(Kotak et al., 2007), DREB2A (Sakuma et al., 2006), MBF1C (Suzuki et al., 2005) 및 CTL1 (Kwon et al., 2007) 단백질을 과발현시켜 고온내성을 초래하였다는 보고가 있음. 작물을 이용한 연구는 전무

한 형편이며, 고온 저항성 작물의 분자육종은 고온저항성 유전자원이 부족하기 때문에 어려움을 겪고 있음(Yu et al., 2012). 따라서 고온내성이 강한 계통과 약한 계통을 육성하고 이 계통을 이용한 유전자의 발굴과 분자마커의 개발은 이 분야 시급한 문제임

- 고온 스트레스를 극복하기 위해서는 막의 안정성, ROS의 분해, 항산화 물질의 생산, 삼투조절 물질의 생산과 축적, MAPK(mitogen-activated protein kinase)의 유도, CDPK(calcium-dependent protein kinase) 회로의 유도, 샤프론(chaperone) 단백질의 활성화 등이 필요하기 때문에 이들과 관련된 유전자가 분자육종의 표적이 될 수 있음. 또한 고온 스트레스는 광합성을 억제하여 식물생장을 저해하기 때문에 광합성과 관련된 유전자 및 그 조절 요소에 대한 연구도 중요한 부분이 될 것임. 최근에 small RNA의 관련성과 중요성도 보고되기 때문에 염두에 둘 필요가 있음
- 열충격 단백질(HSPs, heat-shock proteins)은 고온에 의해서 발현이 유도됨(Piano et al., 2005)은 물론 여러 다른 스트레스에도 발현이 유도됨. 즉, 저온(Taylor et al., 2005), 건조(Vasquez-Robinet et al., 2008; Xu et al., 2009), 염분과 침수(Liu et al., 2006; Lin et al., 2010), 중금속(Milioni and Hatzopoulos, 1997), 자외선과 산화스트레스(Song et al., 2009), 삼투스트레스 및 병원균 감염(Swindell et al., 2007) 등 다양한 스트레스와 관련이 있어 스트레스 저항성 연구의 좋은 표적이 될 것임. 작물의 내염성은 내건성 특성과 중복되며 주로 벼, 수수, 밀, 보리 등에 대한 연구가 대부분이고 채소에 대한 연구는 전무한 형편임
- 고온내성에 대한 마커 연구는 주로 표2에서 보는 바와 같이 밀과 벼 그리고 동부콩에서 연구가 진행되었고 채소과에 대한 연구는 아직 보고된 바 없음. 특히 SSR과 SNP 마커가 밀과 벼에서 알려져 활용되고 있는 실정임

<표 24> 작물에서 고온관련 마커 개발 현황

Crop	Marker	Chracter	References
Wheat	SSR	grain filling rate	Brakat et al., 2011
	QTL, 160 SSR	heat tolerance	Paliwal et al., 2012
Rice	QTL	anthesis	Jagadish et al., 2009
	QTL, SNPs	flowering	Ye et al., 2011
	SNPs	seedling 48°C	Wei et al., 2013
Cowpea	QTL, 48 SNPs	high temperature	Lucas et al., 2012

- 최근 양배추와 유사한 배추(*Brassica rapa* ssp. *pekinensis*)의 유전체 서열이 밝혀졌고 유채 또한 EST서열 등이 밝혀져 이들 정보를 이용한 microsatellite 또는 SSR 마커들이 대량으로 개발되고 있음. 특히 충남대 임용표 교수 연구실에서 온도에 상반적인 반응을 보이는 지부와 권심 DH계통을 가지고 작성하여 보고한 microsaellite marker(Lrmchiary et al., 2011)와 SSR 마커 등은 양배추 등 십자화과 채소 작물의 고온 내성 마커로써의 활용가능성이 있어 이들 마커를 다른 작물을 이용하여 검색하고 선발할 수 있어 가장 빠른 마커개발 방법이 될 수 있음

□ 내염성 관련 연구 현황

- 최근에는 프롬티움을 이용한 내염성 메커니즘 및 내염성관련 유전자의 클로닝과 활용에 대한 연구가 활발히 진행되고 있음(Aghaei and Komatsu, 2013; Zhao et al., 2013)
- 마커를 이용한 작물의 육종에 관련된 논문이 비교적 많으며 최근의 종설은 결과를 잘 요약하고 방법을 제시하고 있음(Singh et al., 2011; Ashraf et al., 2012; Shahbaz et al., 2012; Ashraf and Foolad, 2013). Shahbaz et al. (2012)의 종설에 의하면, 염분에 대한 내성을 증진시키기 위하여 비료사용 및 조절제 사용 그리고 유전적 변형이 이용되고 있으며, 내염성과 관련해서 pea, okra, tomato, eggplant, pepper, carrot, broccoli, cauliflower 및 potato를 다루었음
- Ashraf et al.(2012)는 MAS의 중요성과 필요성을 강조하고 분자유종에서 MAS 이용의 방법을 자세히 소개해 주고 있어 초보자에 유용한 종설이 될 것임

- 가장 최근 논문인 Ashraf and Foolad(2013)는 과거의 표현형 위주의 선발로 되어있던 관행육종이 너무 느리기 때문에 최근에는 유전자나 양적형질(QTLs)과 관련된 분자마커를 이용하여 MAS를 통한 분자육종의 효율단축으로 내염성 작물의 개발이 활발히 진행되고 있다고 서술함. 수 많은 내염성관련 QTLs이 보고되어 있으나 MAS를 통해 개발된 내염성 재배종 또는 육종계통은 수가 적다고 기술함. 그 중설에서는 내염성(ST = salt tolerance)관련된 유전자 및 QTLs에 대하여 소개하고, MAS를 통한 내염성 작물 개발의 전망에 대하여 논의함. 내염성 관련 QTLs은 이온의 흡수과 축적, 산화적 방어시스템, organic osmolyte 및 osmoprotectant, 내염성 조건하에서 성장관련과 관련된 것이 있음
- 내염성관련 GM작물도 개발되었는데 벼, 밀 및 옥수수가 그 예임.

#### □ 배추좀나방 관련 연구 현황

- 배추좀나방(diamondback moth, *Plutella xylostella*)는 rapeseed, cauliflower, 양배추 및 배추와 같이 경제적으로 중요한 식량작물을 먹어 연간 5~6조원의 피해를 주고 있음. 50종 이상의 살충제가 개발되었으나 박멸이 불가능하도록 살충제에 내성을 지녀 조절이 매우 어려운 실정임
- 배추좀나방에 대한 검색 및 분석결과 대부분 논문이 배추좀나방 자체를 연구한 논문임(2013년 좀나방 염기서열 분석완료). 유전체나 기타 저항성 등에 관련된 논문도 배추좀나방에 대한 것임. 즉 살충제에 대한 배추좀나방의 저항성 메카니즘 또는 변이체간 저항성 정도 등에 대한 논문이 대부분이었음
- 배추좀나방은 유전적으로 다양하고 변이가 심하게 나타나 조절이 매우 어려우며 이는 동시에 배추좀나방 저항성 계통의 육성이 매우 어려울 것이라는 것을 시사함. 단지 배추좀나방 유전체 서열이 밝혀졌기 때문에 이 정보를 이용하여 숙주를 변형하거나 지속가능한 농약의 개발을 할 수 있을 것임. 따라서 배추좀나방에 대한 조사결과를 배추좀나방 유전체 분석과 배추좀나방 저항성 작물개발로 나누어 설명하고자 함

#### □ 배추좀나방 유전체 분석

- 배추좀나방 유전체 분석결과는 2013년 1월 13일 Nature Genetics의 online 판으로 보고됨(You et al., 2013). 이 연구는 Fujian Agriculture, Forestry University(FAFU)와 BGI가 주도함

- 밝힌 게놈 크기는 약 343Mb로 18,071개의 단백질 암호화 유전자를 포함하고 있었으며, 이는 비교적 많은 수의 유전자로 판명되나 유전자 군의 수는 중간정도였고 일부 유전자군의 expansion을 알 수 있었음
- 누에(*B. mori*)에 비해 살충제 저항성 유전자를 많이 가지고 있었음
- 다음과 같은 생체이물(xenobiotic) detoxification에 관여하는 4개 유전자군의 중복을 발견할 수 있었음.
  - ATP-binding cassette (ABC) transporter families
  - P450 monooxygenases (P450s)
  - Glutathione S-transferases (GSTs)
  - Carboxylesterase (COEs)
- 1,000 수놈 변태기의 염기서열을 분석하여 genome-wide polymorphism 조사한 결과 “sulfatase modifying factor 1 (*SUM1*)와 glucosinolate sulfatase (*GSS*) 유전자”의 상호발현이 성공적인 십자화와 섭식과 관련이 있는 것으로 판명됨. 이상의 결과는 배추좀나방에 대한 이해와 조절에 필수적인 정보를 제공할 것으로 전망됨

Home Search Blast GBrowse Download About us

# DBM-DB

Diamondback moth Genome Database

## Introduction

The diamondback moth (DBM), *Plutella xylostella*, (Lepidoptera: Plutellidae) is one of the most important insect pests, preferentially feeding on cruciferous plants. DBM damage has been recorded in every country producing crucifers, and it is thought to be the world's most widespread lepidopteran insects. DBM management remains a challenge because of its relatively short life cycle, high reproductive rate, wide host range of cruciferous plants and rapid evolution of insecticide resistance. Genome sequencing has become an essential step for unveiling the molecular interactions between the DBM and its host plant crucifers, and is important for understanding of insecticide resistance evolution and its management.

We sequenced the DBM genome using fosmid clones (~10X of the genome size) and the whole genome shotgun approach (~213X) using the Illumina sequencing platform. We developed custom software for assembling heterozygous data. The resulting 343 Mb genome (consisting of 1,819 scaffolds, with an N50 of 737 kb) contains 18,071 protein-coding genes, 33.97% for the repetitive sequences and 781 non-coding RNAs. The assembly covered 85.5% of a set of protein-coding expressed sequence tags (ESTs) generated by transcriptome sequencing.

To provide public access to the genomic resources of the DBM, we have developed a database of the DBM genome (DBM-DB) based on the completed genome sequence, which can be found at <http://iae.fafu.edu.cn/DBM>. The information from the DBM-DB can be useful for further research on functional genomics because we also provide the data from RNA-seq for transcriptomic analysis and digital gene expression profiling. The data for microRNAs and metagenomics in the DBM midgut are coming soon.

2012.12.25

Copyright (c) 2012 [iae.fafu.edu.cn](http://iae.fafu.edu.cn) All rights reserved.

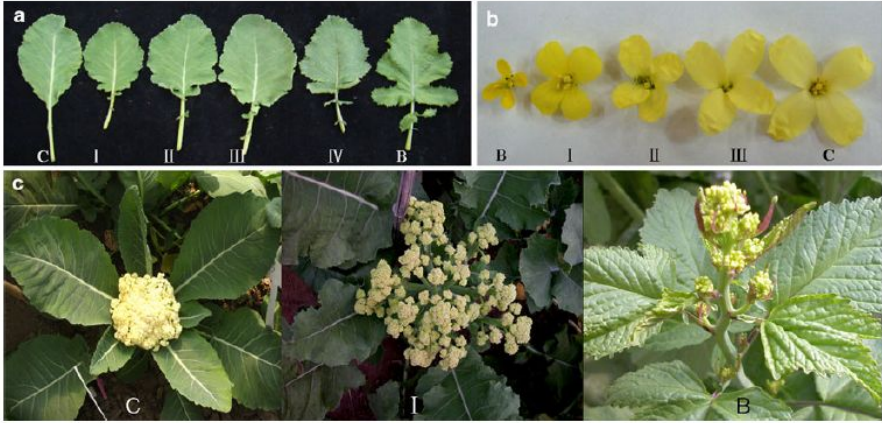
[그림 23] 배추좀나방 유전체 정보가 있는 사이트 홈페이지



□ 배추좀나방 저항성 작물개발

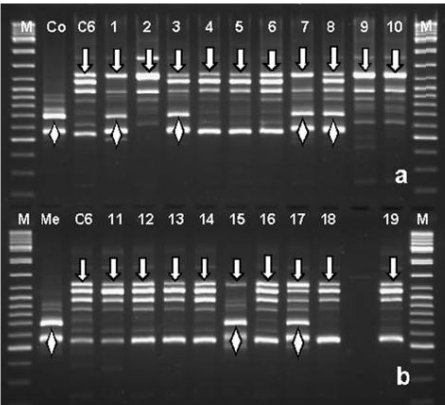
- 배추좀나방 저항성 작물의 개발은 2003년 *Bacillus thuringiensis*(Bt) toxin 유전자를 브로콜리에 도입한(Zhao et al., 2003) 이후에 Bt 유전자를 겨자에 도입하고(Cao et al., 2008), *Allium sativum* leaf agglutinin (ASAL)을 도입한 벼에 도입하였으며(Yarai et al., 2008), 감자의 proteinase inhibitor II 유전자를 배추에 도입한 것(Zhang et al., 2012) 등 저항성 작물의 개발에 대한 논문은 6편이 전부임. 배추좀나방의 특성상(You et al., 2013; Furlong et al., 2013) 저항성 작물의 개발은 좀나방이 회피하는 성질을 지닌 물질을 합성하는 유전자를 찾아 도입하는 것이 가장 바람직한 방향일 것임. 아마도 배추좀나방 저항성 계통이 존재한다면, 농업형질 및 식품형질이 문제가 될 것으로 전망되어 연구의 방향이 다른 작물과 다를 것으로 판단됨

#### 4. 세포융합, 유전자원 및 소포자배양에 대한 논문 분석

관련 주제	세포융합
논문 제목	Production and characterization of interspecific somatic hybrids between <i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> and <i>B. nigra</i> and their progenies for the selection of advanced pre-breeding materials
저자 및 서지정보	Gui-xiang Wang, Yu Tang, Hong Yan, Xiao-guang Sheng, Wei-wei Hao, Li Zhang, Kun Lu, Fan Liu. Plant Cell Rep (2011) 30:1811-1821
요약문	<p>체세포 교잡은 두 개의 멀리 관계된 종들의 sexual incompatibility를 극복가능하게 하는, 야생종으로부터 재배종으로의 유전자도입을 위한 잠재가능성이 있는 방법임. 본 실험은, 원형질 융합을 통한 <i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> (cauliflower)와 <i>Brassica nigra</i>(black mustard) 이종간의 체세포 교잡과 그들의 여교잡(BC<sub>3</sub>)과 자식세대(S<sub>3</sub>)를 분석하였음. sequence-related amplified polymorphism (SRAP) 분석은 교잡종 모두 조금의 변화가 있는 두 부모로부터의 DNA band pattern을 가지고 있음을 보여줌. 유전학적으로, 자식세대는 <i>B. nigra</i>와 유사하고, 여교잡세대는 콜리플라워와 유사함. 실험의 모든 체세포 교잡은 공여친인 black mustard의 chloroplast (cp) DNA를 포함하고 있는 반면, mitochondrial (mt) DNA는 재조합과 변이를 보여줌. 또한, 2-8 <i>B. nigra</i> 염색체를 가진 3개의 BC<sub>3</sub> 식물체의 genomic in situ hybridization (GISH)는 형태학적으로 콜리플라워와 유사하고, 흑균병에 높은 저항성을 보였음. 이러한 식물체들은 육종을 위한 교량역할을 할 것으로 기대됨</p>  <p><b>Fig. 1</b> Morphological analysis of the parents and somatic hybrid progenies. <b>a</b> Basal leaves of BC<sub>3</sub> progenies; <b>b</b> flower morphologies of the BC<sub>3</sub> hybrids; <b>c</b> the flower head of the BC<sub>3</sub> hybrids. <b>C</b> <i>B. oleracea</i>-cauliflower; <b>B</b> <i>B. nigra</i>-black mustard; <b>I-IV</b> BC progenies</p>

관련 주제	세포융합
논문 제목	Somatic hybrids of vegetable brassicas as source for new resistances to fungal and virus diseases
저자 및 서지정보	Paul Scholze, Reiner Kraemer, Ulrich Ryschka, Evelyn Klocke, Guenter Schumann. Euphytica (2010) 176:1-14
요약문	<p><i>Alternaria brassicicola</i>, <i>A. brassicae</i>, <i>Phoma lingam</i>, <i>Plasmodiophora brassicae</i>, <i>Turnip mosaic virus (TuMV)</i> 저항성을 <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> (cv. "Toskama")와 <i>botrytis</i> (cv. "Korso")에 옮기기 위해, PEG 처리를 통하여 원형질체 융합을 하여 체세포 잡종을 만들었다. 저항성을 가진 기부자로서, 야생종을 포함해 Brassicaceae 10종이 사용됨. 2,189개의 식물체(체세포 잡종) 중 1,616 (73.8%)개가 적어도 한 개 이상의 병원균에 저항성을 보였으며, 이는 저항성이 성공적으로 옮겨졌음을 보여줌. 500개, 22개의 교잡이 2,3개의 병원균에 큰 저항성을 보였으며, 4개의 병원균에 저항성을 보인 경우도 있었음. 융합에 사용된 공여친에 관계없이, 다양한 결과가 나타났음. <i>Alternaria</i> 병원균에는 <i>Sinapis alba</i>, <i>B. nigra</i>, <i>B. juncea</i>가 가장 효과적인 저항성 donor였으나, <i>Raphanus sativus</i>를 가진 융합은 clubroot와 TuMV에 가장 효과적이었다. <i>S. alba</i>, <i>Barbarea vulgaris</i>, <i>Hesperis matronalis</i>의 비대칭 융합은 특이하게도 공여친에 의해 저항성을 보이지 않는 경우도 있었음. <i>R. sativus</i> (+) <i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i>, 조합은 저항성이 매우 컸으며, <i>A. brassicicola</i>에 대한 다른 저항성을 가질 수 있음을 보여주었음. <i>Alternaria</i> 병원균에 대한 저항성은 매우 불안정하였다. <i>B. vulgaris</i>, <i>S. alba</i>, <i>B. carinata</i>의 저항성을 가진 식물체가 <i>R. sativus</i>와 같이 저항성이 없는 식물체에 잘 전달되었음</p> <div data-bbox="646 1507 1137 1825" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="639 1850 1144 1966"><b>Fig. 3</b> Raphano-Brassica hybrid after symmetric fusion of <i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> cv. "Toskama" (+) <i>Raphanus sativus</i> cv. "Ball Cross". Somatic hybrid with resistance to <i>Turnip mosaic virus (TuMV)</i>, (left) and with systemic disease symptoms (right)</p>

관련 주제	세포융합
논문 제목	양배추와 무의 동형 원형질체 융합을 이용한 식물체의 재분화
저자 및 서지정보	인동수, 송민정, 장인창, 민병환, 남석현, 신종섭, 이시우, 한지학. J Plant Biotechnol (2008) 35:121-126
요약문	<p>양배추와 무로부터 원형질체를 분리하였고 PEG 처리를 통하여 융합을 하였음. 고농도의 원형질체 혼합물로부터 많은 미소괴를 관찰할 수 있었으며, 미소괴는 정상적인 캘러스로 자랐고 이들 캘러스로부터 218개의 신초가 재분화 되었음. 순화된 208개체를 대상으로 마커 검정을 통하여 융합여부를 확인한 결과, 모두 무의 NWB-CMS에 특이적인 PCR 산물을 확인 할 수 없었음. 그러나 ISSR 분석을 통하여 208 개체 중 3개체에서 양배추와 무의 세포가 융합됨을 확인하였음. 이를 통하여 원형질체 융합이 성공적으로 일어났음을 증명할 수 있었음. 세포융합이 일어난 3개체는 모두 양배추와 무의 형질을 보이는 중간적인 형태를 가지고 있었음. 이들은 춘화처리를 거쳐 모두 개화 되었으나 꽃의 색깔이 무의 형질과 같은 흰색이었고 이중 한 개체에서만 역교배를 통하여 3개의 종자를 얻었음</p> <div data-bbox="608 1193 1161 1778" data-label="Image"> <p>The figure is a 3x3 grid of micrographs and photographs.    - Panel A: Micrograph of <i>R. sativus</i> protoplasts.   - Panel B: Micrograph of <i>B. oleracea</i> protoplasts.   - Panel C: Micrograph of protoplasts 10 minutes after PEG8000 treatment.   - Panel D: Micrograph showing the division of a fused cell.   - Panel E: Micrograph showing fused cell microcalli formation after 1 month of culture.   - Panel F: Photograph of callus development.   - Panel G: Photograph of shoot regeneration.   - Panel H: Photograph of young putative fusion plants.   - Panel I: Photograph of young putative fusion plants.</p> </div> <p><b>Figure 1.</b> Establishment of a symmetric protoplast fusion system of <i>B. oleracea</i> and <i>R. sativus</i> by PEG Method. A: <i>R. sativus</i> protoplast; B: <i>B. oleracea</i> protoplast; C: protoplasts at 10 min. after PEG8000; D: divisions of fused cell; E: fused cell microcalli formation after 1 month culture; F: callus development; G: shoot regeneration; H~I: young putative fusion plants.</p>

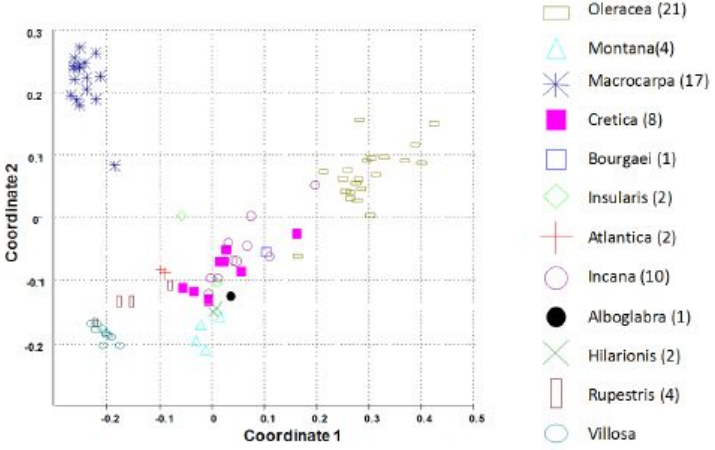
관련 주제	세포융합
논문 제목	Culture and fusion of pollen protoplasts of <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>italica</i> with haploid mesophyll protoplasts of <i>B. rapa</i> L. ssp. <i>pekinensis</i>
저자 및 서지정보	Fan Liu, U. Ryschka, F. Marthe, E. Klocke, G. Schumann, and H. Zhao. Protoplasma (2007) 231: 89-97
요약문	<p><i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> 의 화분과 <i>Brassica rapa</i> 반수체 mesophyll 원형질체 사이에서 성공적으로 원형질체 융합을 통합 교잡캘러스를 형성시켰음. 브로콜리의 화분 원형질체 분리는 옹성 배우체의 삼핵성 화분의 양에 깊게 관계되어짐. 화분 원형질체의 대부분은 분리되어지는데, 분리빈도는 약 94.7%의 삼핵기 화분을 가진 6.0- 7.0mm의 긴꽃눈의 90%에 도달함. 화분 원형질체는 불연속원 심구배법에 의해 정제되어짐. 반수체 mesophyll 원형질체는 <i>B. rapa</i>. 기내 반수체 식물에서 분리하였음. 화분 원형질체와 반수체 mesophyll 원형질체 모두 0.74 osmol/kg의 삼투압을 가진 prefusion 용액 내에서 안정된 둥근 모양을 지녔음. Polyethylene glycol이 원형질체 융합을 위해 사용되었는데, 40% polyethylene glycol 4000은 약 20%의 가장 높은 원형질체 융합율을 보였음. postfusion 원형질체는 캘러스 증식으로까지의 세포 분열을 보여줬음. 캘러스는 RAPD 방법을 통하여 교잡 캘러스가 있음이 증명되었음. 몇몇 교잡 캘러스는 초록색과 묘조원기로 성장하였음. 본 실험은, 두 반수체 원형질체 사이에 교잡을 이룬 첫 실험으로 추후 연구에 포괄적인 응용의 잠재 가능성이 있음으로 판단됨</p>
	 <p>Figure 4a and 4b show RAPD patterns of calli DNA. Panel a (lanes 1-10) shows calli derived from fusion between pollen protoplasts of <i>B. oleracea</i> var. <i>italica</i> 'Corvet' (Co) and haploid mesophyll protoplasts of <i>B. rapa</i> line C6-2 (C6). Panel b (lanes 11-19) shows calli derived from fusion between 'Medway' (Me) and C6-2. Lane M is a GeneRuler DNA ladder Mix. Arrows indicate typical fragments from the broccoli parent (<i>B. rapa</i>), and diamonds indicate typical fragments from the broccoli parent.</p>
	<p>Fig. 4a, b. RAPD pattern of calli DNA using primer OPA15. a Calli (1-10) derived from fusion between pollen protoplasts of <i>B. oleracea</i> var. <i>italica</i> 'Corvet' (Co) and haploid mesophyll protoplasts of <i>B. rapa</i> line C6-2 (C6). b Calli (11-19) derived from fusion between 'Medway' (Me) and C6-2. M GeneRuler DNA ladder Mix (MBI Fermentas). Diamond, typical fragment from broccoli parent; arrow, <i>B. rapa</i> fragment</p>

관련 주제	세포융합
논문 제목	Production of interspecific somatic hybrids between tuber mustard( <i>Brassica juncea</i> ) and red cabbage( <i>Brassica oleracea</i> )
저자 및 서지정보	Li-Ping Chen, Ming-Fang Zhang, Chun-Shun Li and Yutaka Hirata. <i>Plant Cell, Tissue and Organ Culture</i> (2005) 80: 305-311
요약문	<p>본 실험은 red cabbage (<i>Brassica oleracea</i>)의 중요한 유전자를 <i>Brassica juncea</i>.에 삽입하기 위해 tuber mustard와 red cabbage의 중간 체세포 교잡을 실시하였음. 융합 처리를 하기 전, 세포분열을 막기 위해 2 mM iodoacetamide를 처리하여 red cabbage의 원형질체를 불활성화시켰음. 원형질체 융합 후, 약 5주 후에 10.3%의 micro-calluses를 얻을 수 있었음. 증식 배지에 옮긴 후 융합된 캘러스는 red pigmented cells을 가지게 되었고, 체세포 교잡 celline을 가진 것으로 추정되었음. 12개의 cell line으로부터 소식물체가 형성되었는데, 이중 9개의 식물체는 식물형태학적으로 양친의 중간 형태를 보였음. 양친의 공통적인 protein band를 제외하고, 교잡종은 특이적인 banding pattern을 보였음. RAPD 분석 결과, 양친의 유전자 모두 교잡종에 부분적으로 통합됐음을 확인할 수 있었음. 긍정적이게, 모든 교잡종이 결실을 맺었으며, tuber mustard의 여교잡시, H7 체세포 교잡의 결실율은 4.2% 보였음</p> <div data-bbox="544 1402 1246 1854" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="528 1883 1262 1951"><i>Figure 3.</i> Leaf morphology of <i>B. oleracea</i> (left), somatic hybrid (No. 7) and <i>B. juncea</i> (right).</p>

관련 주제	세포융합
논문 제목	Producton and Characterizations of Somatic Hybrids between <i>Brassica campestris</i> L. ssp <i>pekinesis</i> and <i>Brassica oleracea</i> L. var <i>capitata</i>
저자 및 서지정보	Yu-Ji Lian, Hak-Tae Lim. J. Plant Biotechnology (2001) 3: 33-38
요약문	<p>PEG 융합방법을 통해 근교계인 <i>Brassica oleracea</i> L. var <i>capitata</i> (cabbage)와 <i>Brassica campestris</i> L. ssp <i>pekinesis</i> (chinese cabbage)의 원형질체를 분리하였음. 체세포 잡종 검정을 위하여 배수성 검정, 형태학적 비교, 세포학적 분석을 실시하였음. 원형질체로부터 융합된 모든 재분화된 식물체에서 2X-4X, 또는 높은 배수성을 보였음. 이는 체세포 교잡이나 염색체 배가에 의한 것으로 여겨진다. 잎, 옆병, 꽃은 형태학적으로 Chinese cabbage와 cabbage의 중간 형태를 보였음. 체세포 교잡의 염색체 수는 대부분 33 - 38 이었다. Genomic in situ hybridization(GISH)에 따르면, <i>B. campestris</i> 또는 <i>B. oleracea</i> 양친에 부착된 다른 색의 signal이 체세포교잡으로 추정되어지는 염색체로 관찰되었음</p> <div data-bbox="651 1227 1157 1848" data-label="Image"> </div> <p><b>Figure 1.</b> Plant regeneration from fused protoplasts (A) Isolated mesophyll protoplasts (B) Fused protoplasts (C) Cells at division (D) Microcalli from protoplasts-derived cell after 20days (E) Protoplasts-derived callus in semi-solid medium (F &amp; G) Shoot regeneration from protoplasts-derived callus after 90days of initial protoplast culture.</p>

관련 주제	유전자원
논문 제목	The patterns of population differentiation in a <i>Brassica rapa</i> core collection
저자 및 서지정보	Dunia Pino Del Carpio, Ram Kumar Basnet, Ric C. H. De Vos, Chris Maliepaard, Richard Visser, Guusje Bonnema. Theor Appl Genet (2011) 122:1105 -1118
요약문	<p>최근 높은 자료수집 처리능력기술의 개발로 유전적, 표현형적 자료가 이용이 매우 발전되었음. 비록 많은 유전적 다양성에 대한 연구들이 형태학적, 유전적인 자료를 통합시켰지만, metabolite 자료수집은 통합되지 못하였음. 그리하여 본 연구는 <i>Brassica rapa</i>로부터 유래된 다른 형태적, 지리적인 특징을 나타내는 168개의 식물체를 수집하여, metabolite 자료수집을 실시하였음. metabolite 실험을 위하여 잘 자란 어린잎을 사용하였으며, 또한 molecular marker profiling을 위한 재료로 사용하였음. 같은 작기 동안, 유묘기에 춘화처리한 식물체에 형태학적 특징을 조사하였음. molecular marker를 이용하여 hierarchical clustering을 한 group과 구성은 형태학적특성(<math>r = 0.420</math>)과 대사적인 특징(<math>r = 0.476</math>)을 기반으로 한 그룹과 높은 연관성을 보여주었음. <i>B. rapa</i>의 혼합정도를 증명을 위한 집단구조에 대한 정보를 얻기 위해 STRUCTURE의 결과를 비교하였음. 분석을 위해 STRUCTURE에서 증명되어진 5546 metabolite(LC-MS) signal을 random forests classification을 위해 사용하였음. random forests와 STRUCTURE를 비교하였을 때, 같은 subgroup에 속한 것들의 86%의 개연성을 보였음. 우리의 실험 결과는 만약 광범위한 표현형을 가진 자료들이 있다면, 그 자료들을 통한 분류가 유전적으로도 매우 연관성을 가질 수 있다는 것을 보여줌. 이러한 다변수의 자료와 방법론적인 접근이 유전적인 형질을 분류하는데 중요할 뿐만 아니라, 유전적 향상을 위해 사용되어지는데 유용하게 이용될 것임</p> <div data-bbox="518 1691 1300 1982"> <p><b>Fig. 2</b> Hierarchical cluster UPGMA obtained with a molecular markers and b 5,546 LC-MS mass scan signal. The colors indicate STRUCTURE subgroups red population 1, yellow population 2, green population 3 and blue population 4. Bootstrap values higher than 20 are indicated. Accessions indicated with an asterisk were selected for the study of metabolic variation within morphotypes (color figure online)</p> </div>



관련 주제	유전자원
논문 제목	Developing genetic resources for pre-breeding in <i>Brassica oleracea</i> L.: an overview of the UK perspective
저자 및 서지정보	Walley, Peter G., Teakle, Graham R., Moore, Jonathan D., Allender, Charlotte J., Pink, David A.C. Journal of Plant Biotechnology (2012), V.39(1), pp.62-68
요약문	<p>세계적으로 배추과 작물은 경제적, 상업적 중요도가 높은 작물임. 따라서 biotic stress는 물론 abiotic stress 저항성 품종의 개발은 이들 작물의 안정적 생산을 위해 필수적임. 작물의 신품종 육성은 이러한 문제를 해결하기 위한 주요 열쇠가 되고 있는데, 특히 이러한 형질개량 품종 육성을 위해서는 다양한 유전자원 중에서 필요 형질만을 가져오는 작업이 필수적임. 하지만 육종가들이 필요없는 형질은 버리면서 요구되는 형질만 가진 품종을 만드는 것에는 시간적 또는 경제적 제한이 있기 마련임. 더불어 유용 자원의 유용 형질에 관한 적절한 평가를 통해 육종에 핵심적인 자원을 선발하는 것은 신품종 육성에 선행되어야만 하는 연구분야임. 이 연구는 <i>Brassica oleracea</i>의 다양한 genepool을 육종에 효율적으로 적용하기 위해 평가, 분류하는 가에 대한 접근법에 대한 것임</p>  <p><b>Fig. 3</b> Principal co-ordinates analysis of genetic diversity within the BCgDFFS founder lines generated using 536 SNP markers (GoldenGate assay) showing species-specific clustering of lines. Brassica species are on the left side: <i>B. oleracea</i>, <i>B. montana</i>, <i>B. macrocarpa</i>, <i>B. cretica</i>, <i>B. bourgaei</i>, <i>B. insularis</i>, <i>B. atlantica</i>, <i>B. incana</i>, <i>B. alboglabra</i>, <i>B. hilarionis</i>, <i>B. rupestris</i>, <i>B. villosa</i></p>

관련 주제	유전자원																																										
논문 제목	Evaluation of Brassica germplasm for field resistance against clubroot ( <i>Plasmodiophora brassicae</i> Woron)																																										
저자 및 서지정보	Sharma, P. Siddiqui, S. Rai, P. Meena, P. Kumar, J. Chauhan, J., Phytopathologie und Pflanzenschutz, v.45 no.3, 2012, pp.356-359																																										
요약문	<p>뿌리혹병은 <i>P. brassicae</i> Woron에 의해 감염되는 병으로 세계적으로 배추과 작물의 생산에 큰 영향을 미치고 있음. 작물의 뿌리 부위에 혹이 달리며 지나치게 비대해지는 증상을 보여 결국 작물 전체가 시들어 죽게 되는데 이는 뿌리의 수분과 양분 흡수 기능을 방해하여 발생하는 것으로 알려져 있음. 일단 발병하면 작물의 수확량을 절반이상 줄이는 것으로 보고되고 있음. 이러한 뿌리혹병 저항성 품종 육성을 위해서 저항성 자원의 선발이 중요하게 대두되고 있음. 본 연구는 이러한 저항성 자원의 효율적 선발에 관해 다루고 있는데 총 124 종의 배추과 작물의 병저항 등급을 나누고, 저항성 자원을 선발하였음</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="502 1108 933 1444">  <p>Figure 1. Brassica plants infected with clubroot disease showing wilting symptoms.</p> </div> <div data-bbox="997 1108 1268 1478">  <p>Figure 2. (a) Swelling of <i>B. juncea</i> roots. (b) Club-shaped roots of <i>B. carinata</i>.</p> </div> </div> <p>Table 1. Reaction of different Brassica germplasm against clubroot (<i>P. brassicae</i> Woron.) under field conditions.</p> <table border="1" data-bbox="502 1556 1268 1971"> <thead> <tr> <th>Brassica species/sub species</th> <th>No. of entries tested</th> <th>Disease severity (%)</th> <th>Reaction (0-3 scale)</th> <th>Index of disease (%) range</th> <th>Resistant genotypes (I.D. = 0.0)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>B. juncea</i></td> <td>104</td> <td>5.0-65.4</td> <td>1-3</td> <td>0.0-54.5</td> <td>RH-0447, RGN-197, NRCDR-701, OMK-3, EJ-17, RH-0270, PAC-437, PR-2005-24, BBM-07-01, PBR-210, PBR-300, PRKS-38, PBR-91, NPJ-114, PWR-2011, NRCM-808, NRCHB-04-6</td> </tr> <tr> <td><i>B. rapa</i></td> <td>2</td> <td>17.4</td> <td>1-3</td> <td>0.0-16.2</td> <td>EC-414299</td> </tr> <tr> <td><i>B. rapa</i> var. <i>toria</i></td> <td>8</td> <td>4.5-29.9</td> <td>1-3</td> <td>0.0-25.2</td> <td>TL-2013, JMT-08-11, JMT-08-13</td> </tr> <tr> <td><i>B. rapa</i> var. <i>yellow sarson</i></td> <td>6</td> <td>5.9-19.8</td> <td>1-3</td> <td>0.0-19.5</td> <td>PYS-2006-1</td> </tr> <tr> <td><i>B. carinata</i></td> <td>3</td> <td>4.8-13.6</td> <td>2-3</td> <td>5.9-8.9</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td><i>B. napus</i></td> <td>1</td> <td>14.1</td> <td>3</td> <td>12.8</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Brassica species/sub species	No. of entries tested	Disease severity (%)	Reaction (0-3 scale)	Index of disease (%) range	Resistant genotypes (I.D. = 0.0)	<i>B. juncea</i>	104	5.0-65.4	1-3	0.0-54.5	RH-0447, RGN-197, NRCDR-701, OMK-3, EJ-17, RH-0270, PAC-437, PR-2005-24, BBM-07-01, PBR-210, PBR-300, PRKS-38, PBR-91, NPJ-114, PWR-2011, NRCM-808, NRCHB-04-6	<i>B. rapa</i>	2	17.4	1-3	0.0-16.2	EC-414299	<i>B. rapa</i> var. <i>toria</i>	8	4.5-29.9	1-3	0.0-25.2	TL-2013, JMT-08-11, JMT-08-13	<i>B. rapa</i> var. <i>yellow sarson</i>	6	5.9-19.8	1-3	0.0-19.5	PYS-2006-1	<i>B. carinata</i>	3	4.8-13.6	2-3	5.9-8.9	-	<i>B. napus</i>	1	14.1	3	12.8	-
Brassica species/sub species	No. of entries tested	Disease severity (%)	Reaction (0-3 scale)	Index of disease (%) range	Resistant genotypes (I.D. = 0.0)																																						
<i>B. juncea</i>	104	5.0-65.4	1-3	0.0-54.5	RH-0447, RGN-197, NRCDR-701, OMK-3, EJ-17, RH-0270, PAC-437, PR-2005-24, BBM-07-01, PBR-210, PBR-300, PRKS-38, PBR-91, NPJ-114, PWR-2011, NRCM-808, NRCHB-04-6																																						
<i>B. rapa</i>	2	17.4	1-3	0.0-16.2	EC-414299																																						
<i>B. rapa</i> var. <i>toria</i>	8	4.5-29.9	1-3	0.0-25.2	TL-2013, JMT-08-11, JMT-08-13																																						
<i>B. rapa</i> var. <i>yellow sarson</i>	6	5.9-19.8	1-3	0.0-19.5	PYS-2006-1																																						
<i>B. carinata</i>	3	4.8-13.6	2-3	5.9-8.9	-																																						
<i>B. napus</i>	1	14.1	3	12.8	-																																						

관련 주제	유전자원																																										
논문 제목	Screening Brassica species for glucosinolate content																																										
저자 및 서지정보	Antonious GF, Bomford M, Vincelli P. Environ Sci Health B. 2009 Mar;44(3):311-6.																																										
요약문	<p>배추과 작물에 많이 포함된 글루코시놀레이트류 물질은 그 가수분해 산물이 토양 유래 식물 병원균의 살균력이 있는 것으로 알려져 있음. 본 연구에서는 이러한 토양 유래 병원균 방제에 살균제 대신 배추과 작물을 재배해 동일한 병원균 방제 효과를 내기 위해 미 국립유전자원 보존소 자원을 대상으로 그 가능성을 조사하였음. 총 10종의 유망자원이 선발 되었고 이들 배추과 자원은 저온저항성, 조숙성, 강한 소세 등을 보였음. 여러 다양한 조건에서 재배된 이들 자원의 글루코시놀레이트류 물질 분석을 통해 이러한 살균 기능성 물질의 함량과 원예적 특성이 비교되었음</p> <div data-bbox="542 1086 1236 1736" data-label="Figure"> <table border="1"> <caption>Approximate data points from Figure 2</caption> <thead> <tr> <th>Accession/Environment</th> <th>Shoot Fresh Weight (kg m<sup>-2</sup>)</th> <th>Glucosinolates (µmol g<sup>-1</sup> Fresh Weight)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FIELD</td> <td>~1.5</td> <td>~75</td> </tr> <tr> <td>Ames 8887</td> <td>~2.5</td> <td>~65</td> </tr> <tr> <td>Ames 8674</td> <td>~3.5</td> <td>~60</td> </tr> <tr> <td>Ames 8660</td> <td>~4.5</td> <td>~55</td> </tr> <tr> <td>Pacific gold</td> <td>~6.5</td> <td>~50</td> </tr> <tr> <td>PI 603015</td> <td>~3.5</td> <td>~50</td> </tr> <tr> <td>Ames 8709</td> <td>~3.5</td> <td>~45</td> </tr> <tr> <td>Ida gold</td> <td>~4.5</td> <td>~45</td> </tr> <tr> <td>PI 120923</td> <td>~5.5</td> <td>~40</td> </tr> <tr> <td>PI 633215</td> <td>~3.5</td> <td>~35</td> </tr> <tr> <td>HIGH TUNNEL</td> <td>~4.5</td> <td>~35</td> </tr> <tr> <td>PI 169083</td> <td>~7.5</td> <td>~25</td> </tr> <tr> <td>GREENHOUSE</td> <td>~6.5</td> <td>~20</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p><b>Fig. 2.</b> Average aboveground fresh weight and glucosinolate concentration for each of ten <i>Brassica</i> accessions and three environments (fall greenhouse, winter high tunnel, and spring field). Curved lines show aboveground glucosinolate yield isoclines of 0.1 (---) and 0.2 (—) Mole m<sup>-2</sup>, calculated as shoot fresh weight × glucosinolate concentration.</p>	Accession/Environment	Shoot Fresh Weight (kg m <sup>-2</sup> )	Glucosinolates (µmol g <sup>-1</sup> Fresh Weight)	FIELD	~1.5	~75	Ames 8887	~2.5	~65	Ames 8674	~3.5	~60	Ames 8660	~4.5	~55	Pacific gold	~6.5	~50	PI 603015	~3.5	~50	Ames 8709	~3.5	~45	Ida gold	~4.5	~45	PI 120923	~5.5	~40	PI 633215	~3.5	~35	HIGH TUNNEL	~4.5	~35	PI 169083	~7.5	~25	GREENHOUSE	~6.5	~20
Accession/Environment	Shoot Fresh Weight (kg m <sup>-2</sup> )	Glucosinolates (µmol g <sup>-1</sup> Fresh Weight)																																									
FIELD	~1.5	~75																																									
Ames 8887	~2.5	~65																																									
Ames 8674	~3.5	~60																																									
Ames 8660	~4.5	~55																																									
Pacific gold	~6.5	~50																																									
PI 603015	~3.5	~50																																									
Ames 8709	~3.5	~45																																									
Ida gold	~4.5	~45																																									
PI 120923	~5.5	~40																																									
PI 633215	~3.5	~35																																									
HIGH TUNNEL	~4.5	~35																																									
PI 169083	~7.5	~25																																									
GREENHOUSE	~6.5	~20																																									

관련 주제	유전자원
논문 제목	Perennial kales: collection rationalization and genetic relatedness to other <i>Brassica oleracea</i> crop types
저자 및 서지정보	Robbert van Treuren and Noor Bas Genet Resour Crop Evol (2008), 55:203-210
요약문	<p>엽채류의 일종인 다년생 케일은 영양체로만 번식이 가능하여 보존 비용이 큼. 유전자원은행 보유 47종의 다년생 케일 자원을 34종의 다른 <i>Brassica oleracea</i> 자원과 microsatellite 표지를 이용한 비교를 통해 이 작물의 특성을 파악코자 본 연구를 수행하였음. 비교결과 다년생 케일 47종은 24종으로 그 다양성이 좁혀졌고 이들 24종은 34종의 다른 자원과 다르게 분류됨을 알 수 있었음. 다만 1종의 다년생 케일은 이들 두 그룹 사이에 위치하고 있어 종자 번식이 가능한 <i>Brassica oleracea</i> 그룹과 영양체 번식만 가능한 다년생 케일의 중간에 해당함을 알 수 있었음</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div data-bbox="486 1187 662 1444" style="width: 45%;"> <p><b>Fig. 1</b> Principal Coordinate plot using the microsatellite data of CGN's rationalized in vivo collection of perennial kales (filled circle) and those of the reference samples from CGN's seed collection of <i>B. oleracea</i> accessions (A-O, see Table 2). The percentage of variation explained by the axes is presented in parentheses in the axis legend</p> </div> <div data-bbox="790 1187 1300 1691" style="width: 45%;"> </div> </div>

관련 주제	유전자원																																																							
논문 제목	Organic varieties for cauliflower and cabbages in Brittany: from genetic resources to participatory plant breeding																																																							
저자 및 서지정보	Veronique Chable, Mathieu Conseil, Estelle Serpolay, Francois Le Lagadec, Euphytica (2008) 164:521-529																																																							
요약문	<p>유럽연합의 유기 농업관련 규정의 변화에 따라 유기농업용 식물 육종분야가 활기를 띠고 있음. 프랑스 브르타뉴 지역에서도 지속가능한 농업을 위해 유기채배 전용 배추과 작물의 품종육성 필요성이 떠오르고 있음. 본 연구에서는 국가 유전자원 보존 프로그램에서 수집된 콜리플라워, 양배추 자원을 평가하여 브르타뉴 지역에서 유기채배가 가능한 자원을 선발하였는데, 이들 선발 자원은 참여 육종가들에 의해 새로운 품종 개발의 유용한 소재로 사용될 것으로 기대됨</p> <p><b>Table 1</b> Evaluation of adaptation and heterogeneity of local cabbage population varieties which came from the INRA centre in Rennes</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Type</th> <th>No. of observed accessions</th> <th>Adaptation No. of accessions marked &gt;4 (max value = 5)</th> <th>No. of sub-groups with a homogeneous quality aspect</th> <th>No. of accessions chosen for conservation or breeding</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lorient</td> <td>14</td> <td>7</td> <td>1-4</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>“Pointu”</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>3-4</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Cabus</td> <td>7</td> <td>6</td> <td>1-3</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>22</td> <td>18</td> <td></td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table> <p>Adaptation is qualified by several criteria (physiology, healthiness) and heterogeneity was evaluated from the product quality viewpoint (form, colour, leaf aspect)</p> <p><b>Table 3</b> Types, origins and main aspects of quality or adaptation of the plants in Brittany</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Type</th> <th>Gene bank</th> <th>No. of observed accessions</th> <th>No. of selected accessions</th> <th>Comments</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Di Jesi</td> <td>HRI and Vavilov</td> <td>15</td> <td>4</td> <td>Good physiological adaptation for curd quality; some problems of tip-burn on central leaves diminished quality of plants, Tip-burn rate depending on genetic background. Heterogeneity of curd form: pyramidal to smoother form.</td> </tr> <tr> <td>Macerata</td> <td>HRI and CGN</td> <td>19</td> <td>4</td> <td>Poor adaptation for curd quality: cases of bracts and hair-like bracts in the curd, curd often irregular and flat.</td> </tr> <tr> <td>Romanesco</td> <td>HRI</td> <td>22</td> <td>3</td> <td>Quality of curd and vegetative part: poor.</td> </tr> <tr> <td>Violetto di Sicilia</td> <td>HER, CGN and Vavilov</td> <td>29</td> <td>5</td> <td>Population needs homogenisation of curd quality. In several populations, a disjunction violet/green appeared in the colour of the curd.</td> </tr> <tr> <td>Cape broccoli</td> <td>HRI</td> <td>5</td> <td>2</td> <td>Very good ability to be cultivated in Brittany. Populations showed a disjunction for two types of curds</td> </tr> </tbody> </table>	Type	No. of observed accessions	Adaptation No. of accessions marked >4 (max value = 5)	No. of sub-groups with a homogeneous quality aspect	No. of accessions chosen for conservation or breeding	Lorient	14	7	1-4	3	“Pointu”	5	5	3-4	3	Cabus	7	6	1-3	1	Total	22	18		7	Type	Gene bank	No. of observed accessions	No. of selected accessions	Comments	Di Jesi	HRI and Vavilov	15	4	Good physiological adaptation for curd quality; some problems of tip-burn on central leaves diminished quality of plants, Tip-burn rate depending on genetic background. Heterogeneity of curd form: pyramidal to smoother form.	Macerata	HRI and CGN	19	4	Poor adaptation for curd quality: cases of bracts and hair-like bracts in the curd, curd often irregular and flat.	Romanesco	HRI	22	3	Quality of curd and vegetative part: poor.	Violetto di Sicilia	HER, CGN and Vavilov	29	5	Population needs homogenisation of curd quality. In several populations, a disjunction violet/green appeared in the colour of the curd.	Cape broccoli	HRI	5	2	Very good ability to be cultivated in Brittany. Populations showed a disjunction for two types of curds
Type	No. of observed accessions	Adaptation No. of accessions marked >4 (max value = 5)	No. of sub-groups with a homogeneous quality aspect	No. of accessions chosen for conservation or breeding																																																				
Lorient	14	7	1-4	3																																																				
“Pointu”	5	5	3-4	3																																																				
Cabus	7	6	1-3	1																																																				
Total	22	18		7																																																				
Type	Gene bank	No. of observed accessions	No. of selected accessions	Comments																																																				
Di Jesi	HRI and Vavilov	15	4	Good physiological adaptation for curd quality; some problems of tip-burn on central leaves diminished quality of plants, Tip-burn rate depending on genetic background. Heterogeneity of curd form: pyramidal to smoother form.																																																				
Macerata	HRI and CGN	19	4	Poor adaptation for curd quality: cases of bracts and hair-like bracts in the curd, curd often irregular and flat.																																																				
Romanesco	HRI	22	3	Quality of curd and vegetative part: poor.																																																				
Violetto di Sicilia	HER, CGN and Vavilov	29	5	Population needs homogenisation of curd quality. In several populations, a disjunction violet/green appeared in the colour of the curd.																																																				
Cape broccoli	HRI	5	2	Very good ability to be cultivated in Brittany. Populations showed a disjunction for two types of curds																																																				

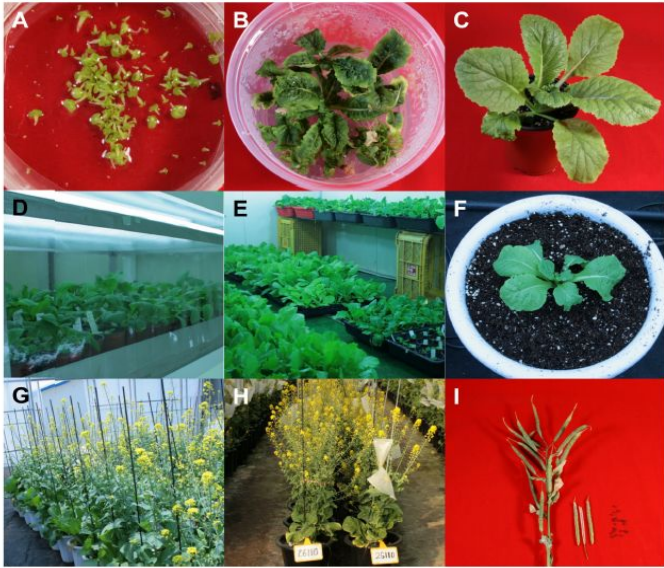
관련 주제	유전자원																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
논문 제목	Characterization of fall spring plantings of Galician cabbage germplasm for agronomic, nutritional, and sensory traits																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
저자 및 서지정보	Guillermo P., Maria E. C., Pilar S., Amando O. Euphytica (2007), 154:63-74																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
요약문	<p>21종의 지역종 양배추 품종과 2종의 Tronchuda 양배추 품종, 5종의 상용 양배추 품종, 1종의 Tronchuda 상용 양배추 품종을 대상으로 봄, 가을 작기에 걸쳐 원예적, 영양학적 특성 등이 조사 비교 되었음. 본 연구는 지역종의 특성을 상용 품종과 대비하여 조사 후, 우수 지역종을 선발하는 것임. 4종의 지역종 및 2종의 Tronchuda 양배추 품종은 결구가 되지 않았음. 가을재배에서는 상용 hybrid 품종이 수량이나 적응성 등이 지역종에 비해 떨어지는 것으로 조사되었으나 생산물의 균일성에서는 상용품종이 우수했다. 영양학적으로 가을 재배가 봄 재배에 비해 조단백질 양이 높고, 섬유소가 적었음. 종합적으로 우수한 지역종으로 MBG-BRS0425, MBG-BRS0452, MBG-BRS0536, MBG-BRS0537 등을 가을 재배에 적합한 우수 지역종으로 선발하였음</p> <p><b>Table 2</b> Agronomic qualitative traits in a collection of 23 <i>B. oleracea</i> accessions belonging to the <i>capitata</i> (21) and <i>tronchuda</i> (2) varieties from north-western Spain along with commercial checks</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Accession</th> <th colspan="3">Leaf <sup>a</sup></th> <th rowspan="2">Flower colour<sup>b</sup></th> <th rowspan="2">Autumn non-flower<sup>c</sup></th> <th colspan="2">Heading habit<sup>d</sup></th> <th colspan="2">Head shape<sup>e</sup></th> </tr> <tr> <th>Colour</th> <th>Margin</th> <th>Wax</th> <th>A/W<sup>f</sup></th> <th>S/S</th> <th>A/W</th> <th>S/S</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>MBG-BRS0057</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>Y&gt;W</td><td>80-100</td><td>5</td><td>7(5)</td><td>4(2)</td><td>2(4)(5)</td></tr> <tr><td>MBG-BRS0072</td><td>4</td><td>0</td><td>5</td><td>Y</td><td>40-60</td><td>0</td><td>0</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>MBG-BRS0074</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>Y</td><td>10-40</td><td>7(5)</td><td>7</td><td>2(4)</td><td>2(5)</td></tr> <tr><td>MBG-BRS0076</td><td>4</td><td>0</td><td>5</td><td>Y</td><td>20-70</td><td>0</td><td>0</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>MBG-BRS0083</td><td>3</td><td>1</td><td>5</td><td>Y</td><td>20-50</td><td>0</td><td>0</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>MBG-BRS0120</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>Y</td><td>20-40</td><td>7(5)</td><td>7(5)</td><td>4(2)</td><td>4</td></tr> <tr><td>MBG-BRS0152</td><td>4</td><td>0</td><td>5</td><td>Y-W</td><td>10-40</td><td>0</td><td>0</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>MBG-BRS0176</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>Y</td><td>20-60</td><td>5</td><td>5(7)</td><td>4(2)</td><td>4(2)(5)</td></tr> <tr><td>MBG-BRS0397</td><td>3</td><td>1</td><td>5</td><td>Y&gt;W</td><td>80-100</td><td>5</td><td>7(5)</td><td>4</td><td>4</td></tr> <tr><td>MBG-BRS0400</td><td>3</td><td>0</td><td>5</td><td>Y&gt;W</td><td>100</td><td>7(5)</td><td>5(7)</td><td>4(2)</td><td>4(2)</td></tr> <tr><td>MBG-BRS0402</td><td>3</td><td>0</td><td>5</td><td>Y&gt;W</td><td>60-80</td><td>7(5)</td><td>7</td><td>4(2)</td><td>4(2)</td></tr> <tr><td>MBG-BRS0404</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>Y</td><td>80-100</td><td>5(7)</td><td>7(5)</td><td>4(2)</td><td>2(4)(5)</td></tr> <tr><td>MBG-BRS0408</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>Y</td><td>50-80</td><td>5</td><td>5</td><td>4</td><td>4(2)</td></tr> <tr><td>MBG-BRS0411</td><td>4</td><td>1</td><td>5</td><td>Y</td><td>70</td><td>5(7)</td><td>5</td><td>4</td><td>4</td></tr> <tr><td>MBG-BRS0425</td><td>4</td><td>4</td><td>5</td><td>Y</td><td>70</td><td>5(7)</td><td>7</td><td>4(2)</td><td>2(4)</td></tr> <tr><td>MBG-BRS0449</td><td>3</td><td>1</td><td>5</td><td>Y</td><td>20-50</td><td>5(7)</td><td>7(5)</td><td>2(4)(5)</td><td>5(2)</td></tr> <tr><td>MBG-BRS0452</td><td>3</td><td>1</td><td>5</td><td>Y</td><td>10-40</td><td>7</td><td>7(5)</td><td>4(2)(5)</td><td>4(5)(2)</td></tr> <tr><td>MBG-BRS0534</td><td>4</td><td>0</td><td>5</td><td>Y</td><td>60-100</td><td>7(5)</td><td>7</td><td>4(2)</td><td>2(4)(5)</td></tr> <tr><td>MBG-BRS0535</td><td>4</td><td>0</td><td>5</td><td>Y</td><td>60</td><td>7(5)</td><td>7(5)</td><td>4(2)</td><td>5(2)</td></tr> <tr><td>MBG-BRS0536</td><td>4</td><td>0</td><td>5</td><td>Y</td><td>60-70</td><td>7</td><td>7</td><td>2</td><td>4(5)(2)</td></tr> <tr><td>MBG-BRS0537</td><td>4</td><td>1</td><td>7</td><td>Y&gt;W</td><td>30-50</td><td>7(5)</td><td>7</td><td>2(4)</td><td>5(2)</td></tr> <tr><td>MBG-BRS0121<sup>g</sup></td><td>3</td><td>0</td><td>5</td><td>W&gt;Y</td><td>0-20</td><td>0</td><td>0</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>MBG-BRS0226<sup>g</sup></td><td>3</td><td>0</td><td>5</td><td>W</td><td>60-70</td><td>0</td><td>0</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>Col asa de cántaro<sup>g</sup></td><td>3</td><td>0</td><td>5</td><td>W</td><td>10-30</td><td>0</td><td>0</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>Col repollo pie corto</td><td>4</td><td>0</td><td>7</td><td>Y</td><td>0-30</td><td>7</td><td>7</td><td>2(5)</td><td>5</td></tr> <tr><td>Virtudes</td><td>4</td><td>1</td><td>5</td><td>Y</td><td>0</td><td>7</td><td>7</td><td>2(5)</td><td>5</td></tr> <tr><td>Corazón de bucy</td><td>4</td><td>0</td><td>7</td><td>Y</td><td>0</td><td>7</td><td>7</td><td>2(5)</td><td>5</td></tr> <tr><td>Brunswick tenta</td><td>4</td><td>0</td><td>7</td><td>Y</td><td>0-40</td><td>7</td><td>7</td><td>5</td><td>5</td></tr> </tbody> </table>	Accession	Leaf <sup>a</sup>			Flower colour <sup>b</sup>	Autumn non-flower <sup>c</sup>	Heading habit <sup>d</sup>		Head shape <sup>e</sup>		Colour	Margin	Wax	A/W <sup>f</sup>	S/S	A/W	S/S	MBG-BRS0057	4	4	5	Y>W	80-100	5	7(5)	4(2)	2(4)(5)	MBG-BRS0072	4	0	5	Y	40-60	0	0	-	-	MBG-BRS0074	4	4	5	Y	10-40	7(5)	7	2(4)	2(5)	MBG-BRS0076	4	0	5	Y	20-70	0	0	-	-	MBG-BRS0083	3	1	5	Y	20-50	0	0	-	-	MBG-BRS0120	4	4	5	Y	20-40	7(5)	7(5)	4(2)	4	MBG-BRS0152	4	0	5	Y-W	10-40	0	0	-	-	MBG-BRS0176	4	4	5	Y	20-60	5	5(7)	4(2)	4(2)(5)	MBG-BRS0397	3	1	5	Y>W	80-100	5	7(5)	4	4	MBG-BRS0400	3	0	5	Y>W	100	7(5)	5(7)	4(2)	4(2)	MBG-BRS0402	3	0	5	Y>W	60-80	7(5)	7	4(2)	4(2)	MBG-BRS0404	4	4	5	Y	80-100	5(7)	7(5)	4(2)	2(4)(5)	MBG-BRS0408	4	4	5	Y	50-80	5	5	4	4(2)	MBG-BRS0411	4	1	5	Y	70	5(7)	5	4	4	MBG-BRS0425	4	4	5	Y	70	5(7)	7	4(2)	2(4)	MBG-BRS0449	3	1	5	Y	20-50	5(7)	7(5)	2(4)(5)	5(2)	MBG-BRS0452	3	1	5	Y	10-40	7	7(5)	4(2)(5)	4(5)(2)	MBG-BRS0534	4	0	5	Y	60-100	7(5)	7	4(2)	2(4)(5)	MBG-BRS0535	4	0	5	Y	60	7(5)	7(5)	4(2)	5(2)	MBG-BRS0536	4	0	5	Y	60-70	7	7	2	4(5)(2)	MBG-BRS0537	4	1	7	Y>W	30-50	7(5)	7	2(4)	5(2)	MBG-BRS0121 <sup>g</sup>	3	0	5	W>Y	0-20	0	0	-	-	MBG-BRS0226 <sup>g</sup>	3	0	5	W	60-70	0	0	-	-	Col asa de cántaro <sup>g</sup>	3	0	5	W	10-30	0	0	-	-	Col repollo pie corto	4	0	7	Y	0-30	7	7	2(5)	5	Virtudes	4	1	5	Y	0	7	7	2(5)	5	Corazón de bucy	4	0	7	Y	0	7	7	2(5)	5	Brunswick tenta	4	0	7	Y	0-40	7	7	5	5
Accession	Leaf <sup>a</sup>			Flower colour <sup>b</sup>	Autumn non-flower <sup>c</sup>			Heading habit <sup>d</sup>		Head shape <sup>e</sup>																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	Colour	Margin	Wax			A/W <sup>f</sup>	S/S	A/W	S/S																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0057	4	4	5	Y>W	80-100	5	7(5)	4(2)	2(4)(5)																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0072	4	0	5	Y	40-60	0	0	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0074	4	4	5	Y	10-40	7(5)	7	2(4)	2(5)																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0076	4	0	5	Y	20-70	0	0	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0083	3	1	5	Y	20-50	0	0	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0120	4	4	5	Y	20-40	7(5)	7(5)	4(2)	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0152	4	0	5	Y-W	10-40	0	0	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0176	4	4	5	Y	20-60	5	5(7)	4(2)	4(2)(5)																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0397	3	1	5	Y>W	80-100	5	7(5)	4	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0400	3	0	5	Y>W	100	7(5)	5(7)	4(2)	4(2)																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0402	3	0	5	Y>W	60-80	7(5)	7	4(2)	4(2)																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0404	4	4	5	Y	80-100	5(7)	7(5)	4(2)	2(4)(5)																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0408	4	4	5	Y	50-80	5	5	4	4(2)																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0411	4	1	5	Y	70	5(7)	5	4	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0425	4	4	5	Y	70	5(7)	7	4(2)	2(4)																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0449	3	1	5	Y	20-50	5(7)	7(5)	2(4)(5)	5(2)																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0452	3	1	5	Y	10-40	7	7(5)	4(2)(5)	4(5)(2)																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0534	4	0	5	Y	60-100	7(5)	7	4(2)	2(4)(5)																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0535	4	0	5	Y	60	7(5)	7(5)	4(2)	5(2)																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0536	4	0	5	Y	60-70	7	7	2	4(5)(2)																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0537	4	1	7	Y>W	30-50	7(5)	7	2(4)	5(2)																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0121 <sup>g</sup>	3	0	5	W>Y	0-20	0	0	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MBG-BRS0226 <sup>g</sup>	3	0	5	W	60-70	0	0	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Col asa de cántaro <sup>g</sup>	3	0	5	W	10-30	0	0	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Col repollo pie corto	4	0	7	Y	0-30	7	7	2(5)	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Virtudes	4	1	5	Y	0	7	7	2(5)	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Corazón de bucy	4	0	7	Y	0	7	7	2(5)	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Brunswick tenta	4	0	7	Y	0-40	7	7	5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																	

관련 주제	유전자원																																																																																																																																																										
논문 제목	Evaluation of a core collection of <i>Brassica oleracea</i> accessions for resistance to white rust of crucifers ( <i>Albugo candida</i> ) at the cotyledon stage																																																																																																																																																										
저자 및 서지정보	M.R. Santos and J.S. Dias, Genetic Resources and Crop Evolution (2004), 51: 713-722																																																																																																																																																										
요약문	<p>유묘기 흰녹가루병 저항성 자원의 선발을 위해서 <i>B. oleracea</i> 핵심 유전자원 집단(core collection) 400종을 대상으로 종 별로 50개체씩 발아시켜 병원균(포르투갈 분리 균주 Ac502) 접종 후 그 발병지수 (mean Disease Index)를 조사하였음. 발병지수는 완전 이병성부터 완전 저항성까지 다양하게 조사되었음. 저항성으로 분류된 개체는 콜리플라워, 브로콜리, tronchuda 양배추 등에서 발견되었음. 이러한 재료는 저항성 품종 육성에 유용하게 사용될 것으로 판단됨</p> <p><i>Table 4.</i> Mean and interaction interval of Disease Index (DI), percentage of reactions and expected and observed numbers of resistant accessions in each crop type of the <i>B. oleracea</i> L. core collection.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="3">Crop type</th> <th colspan="2">Disease Index</th> <th colspan="3">Percentage of reactions<sup>a</sup></th> <th colspan="2">Number of resistant accessions<sup>b</sup></th> <th rowspan="3"><math>\chi_r^{b,c}</math></th> </tr> <tr> <th colspan="2">(DI)</th> <th rowspan="2">R</th> <th rowspan="2">MS</th> <th rowspan="2">S</th> <th rowspan="2">Expected</th> <th rowspan="2">Observed</th> </tr> <tr> <th>Mean</th> <th>Range</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Brussels sprouts</td> <td>8.5</td> <td>7.1-8.6</td> <td>0</td> <td>3</td> <td>97</td> <td>5</td> <td>0</td> <td>5.63*</td> </tr> <tr> <td>Chinese kales</td> <td>8.0</td> <td>6.8-8.5</td> <td>4</td> <td>9</td> <td>87</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Kohlrabis</td> <td>8.2</td> <td>5.8-8.6</td> <td>2</td> <td>6</td> <td>92</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>0.56</td> </tr> <tr> <td>Cabbages</td> <td>7.9</td> <td>2.4-8.6</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>93</td> <td>11</td> <td>10</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>Kales</td> <td>7.3</td> <td>3.1-8.6</td> <td>7</td> <td>13</td> <td>80</td> <td>9</td> <td>9</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Broccoli</td> <td>6.9</td> <td>2.5-8.6</td> <td>14</td> <td>36</td> <td>50</td> <td>5</td> <td>7</td> <td>0.90</td> </tr> <tr> <td>Tronchuda cabbages</td> <td>6.8</td> <td>3.6-8.6</td> <td>9</td> <td>25</td> <td>64</td> <td>4</td> <td>7</td> <td>2.52</td> </tr> <tr> <td>Cauliflowers</td> <td>6.7</td> <td>2.0-8.6</td> <td>10</td> <td>23</td> <td>67</td> <td>8</td> <td>12</td> <td>2.27</td> </tr> <tr> <td>Total (Core Collect.)</td> <td>7.5</td> <td>2.0-8.6</td> <td>7</td> <td>17</td> <td>76</td> <td>45</td> <td>47</td> <td>0.09</td> </tr> </tbody> </table> <p><sup>a</sup> R = Resistant (NN + HN + FN); MS = Moderately susceptible (S1+S2).  <sup>b</sup> <math>E^R = T^R \times N^A/T^A</math>; where <math>E^R</math> = the expected number of resistant accessions in crop type group; <math>T^R</math> = the total number of resistant accessions found in the core collection; <math>N^A</math> = the number of accessions in a crop type group; <math>T^A</math> = the total number of accessions in the core collection.  <sup>c</sup> Susceptible (S3). * = Significant for <math>P = 0.05</math>; <math>\chi_r^2 = 3.51</math>.</p> <p><i>Table 5.</i> Values of the percentage of resistant seedlings (%R) and mean Disease Index (DI) for ten accessions of the core collection.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Core number</th> <th>Accession name</th> <th>Crop type</th> <th>%R</th> <th>DI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ISA383</td> <td>'Penca da Póvoa'</td> <td>Tronchuda cabbage</td> <td>0</td> <td>8.6</td> </tr> <tr> <td>BRA1419</td> <td>'Brimo'</td> <td>Broccoli</td> <td>0</td> <td>3.0</td> </tr> <tr> <td>HRI9842</td> <td>'Green Valiant' (F<sub>1</sub>)</td> <td>Broccoli</td> <td>0</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>ISA255</td> <td>'Couve de Desfolhar'</td> <td>Galega kale</td> <td>4</td> <td>5.5</td> </tr> <tr> <td>HRI4813</td> <td>'Marzatico Napoletano'</td> <td>Cauliflower</td> <td>11</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>HRI4302</td> <td>'Covo'</td> <td>Kale</td> <td>31</td> <td>5.7</td> </tr> <tr> <td>HRI2398</td> <td>'Piccolini di Palermo'</td> <td>Broccoli</td> <td>40</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>HRI6226</td> <td>'Giant Jersey'</td> <td>Kale</td> <td>42</td> <td>5.2</td> </tr> <tr> <td>BRA848</td> <td>'Haba 200'</td> <td>Savoy cabbage</td> <td>54</td> <td>3.1</td> </tr> <tr> <td>HRI11555</td> <td>'Bacalã'</td> <td>Cabbage</td> <td>78</td> <td>2.4</td> </tr> </tbody> </table>	Crop type	Disease Index		Percentage of reactions <sup>a</sup>			Number of resistant accessions <sup>b</sup>		$\chi_r^{b,c}$	(DI)		R	MS	S	Expected	Observed	Mean	Range	Brussels sprouts	8.5	7.1-8.6	0	3	97	5	0	5.63*	Chinese kales	8.0	6.8-8.5	4	9	87	1	1	-	Kohlrabis	8.2	5.8-8.6	2	6	92	2	1	0.56	Cabbages	7.9	2.4-8.6	6	7	93	11	10	1.00	Kales	7.3	3.1-8.6	7	13	80	9	9	-	Broccoli	6.9	2.5-8.6	14	36	50	5	7	0.90	Tronchuda cabbages	6.8	3.6-8.6	9	25	64	4	7	2.52	Cauliflowers	6.7	2.0-8.6	10	23	67	8	12	2.27	Total (Core Collect.)	7.5	2.0-8.6	7	17	76	45	47	0.09	Core number	Accession name	Crop type	%R	DI	ISA383	'Penca da Póvoa'	Tronchuda cabbage	0	8.6	BRA1419	'Brimo'	Broccoli	0	3.0	HRI9842	'Green Valiant' (F <sub>1</sub> )	Broccoli	0	3.5	ISA255	'Couve de Desfolhar'	Galega kale	4	5.5	HRI4813	'Marzatico Napoletano'	Cauliflower	11	3.5	HRI4302	'Covo'	Kale	31	5.7	HRI2398	'Piccolini di Palermo'	Broccoli	40	2.5	HRI6226	'Giant Jersey'	Kale	42	5.2	BRA848	'Haba 200'	Savoy cabbage	54	3.1	HRI11555	'Bacalã'	Cabbage	78	2.4
Crop type	Disease Index		Percentage of reactions <sup>a</sup>			Number of resistant accessions <sup>b</sup>		$\chi_r^{b,c}$																																																																																																																																																			
	(DI)		R	MS	S	Expected	Observed																																																																																																																																																				
	Mean	Range																																																																																																																																																									
Brussels sprouts	8.5	7.1-8.6	0	3	97	5	0	5.63*																																																																																																																																																			
Chinese kales	8.0	6.8-8.5	4	9	87	1	1	-																																																																																																																																																			
Kohlrabis	8.2	5.8-8.6	2	6	92	2	1	0.56																																																																																																																																																			
Cabbages	7.9	2.4-8.6	6	7	93	11	10	1.00																																																																																																																																																			
Kales	7.3	3.1-8.6	7	13	80	9	9	-																																																																																																																																																			
Broccoli	6.9	2.5-8.6	14	36	50	5	7	0.90																																																																																																																																																			
Tronchuda cabbages	6.8	3.6-8.6	9	25	64	4	7	2.52																																																																																																																																																			
Cauliflowers	6.7	2.0-8.6	10	23	67	8	12	2.27																																																																																																																																																			
Total (Core Collect.)	7.5	2.0-8.6	7	17	76	45	47	0.09																																																																																																																																																			
Core number	Accession name	Crop type	%R	DI																																																																																																																																																							
ISA383	'Penca da Póvoa'	Tronchuda cabbage	0	8.6																																																																																																																																																							
BRA1419	'Brimo'	Broccoli	0	3.0																																																																																																																																																							
HRI9842	'Green Valiant' (F <sub>1</sub> )	Broccoli	0	3.5																																																																																																																																																							
ISA255	'Couve de Desfolhar'	Galega kale	4	5.5																																																																																																																																																							
HRI4813	'Marzatico Napoletano'	Cauliflower	11	3.5																																																																																																																																																							
HRI4302	'Covo'	Kale	31	5.7																																																																																																																																																							
HRI2398	'Piccolini di Palermo'	Broccoli	40	2.5																																																																																																																																																							
HRI6226	'Giant Jersey'	Kale	42	5.2																																																																																																																																																							
BRA848	'Haba 200'	Savoy cabbage	54	3.1																																																																																																																																																							
HRI11555	'Bacalã'	Cabbage	78	2.4																																																																																																																																																							

관련 주제	소포자배양
논문 제목	Improved production of doubled haploids in <i>Brassica rapa</i> through microspore culture
저자 및 서지정보	YUN ZHANG, AI J IE WANG, YANG LIU, YUSHU WANG and HUI FENG. Plant Breeding (2012) 131:164-69
요약문	<p>본 실험은 소포자배양을 이용하여 doubled haploid <i>Brassica rapa</i> 식물체를 얻기 위해 실시하였음. 유전자형에 따른 배발생, 소포자유래배를 조사하였음. 72시간 배양 시, 33℃ 온도에서 24시간, 48시간 처리를 하였을 때 소포자배의 발생이 더욱 효율적으로 나타났음. 소포자 배의 발생은 NLN 배지에 6-benzylaminopurine 과 naphthalene acetic acid 첨가 시 향상되었음. SH-8에서 가장 높은 소포자 배발생을 보였으며 (21.1 embryos/bud), SH-6에서는 가장 높은 재분화율을 나타내었음 (67.4%). 2025개의 배로부터 총 1112개의 재분화식물체를 얻을 수 있었으며 이는 다음 실험에 이용되었음. 다른 종류의 유전형질을 가진 <i>B. rapa</i>의 자연배가율은 평균 57.5%였음</p>  <p>Fig. 1: Microspore culture of <i>Brassica rapa</i>. (a) Fully developed embryos in liquid NLN-13 medium 3 weeks after microspore isolation. (b) Plant directly regenerated from cotyledonary embryos. (c) Plants regenerated from callus. (d) Roots developed from embryos on MS medium + 0.1 mg/l naphthalene acetic acid. (e) Transplanted plantlet. (f) Plant transplanted from the beaker flask to soil. (g) Inflorescence of haploid plant. (h) Inflorescence of doubled haploid (DH) plant. (i) Inflorescence of polyploid plant. (j) Pollen grains from haploid plant. (k) Pollen grains from DH plant. (l) Pollen grains from polyhaploid plant. Bars in j, k and l are 50 <math>\mu</math>m</p>



관련 주제	소포자배양
논문 제목	Effects of pH, MES, arabinogalactan-proteins on microspore cultures in white cabbage
저자 및 서지정보	Su-xia Yuan, Yan-bin Su, Yu-mei Liu, Zhi-yuan Fang, Li-mei Yang, Mu Zhuang, Yang-yong Zhang, Pei-tian Sun. Plant Cell Tiss Organ Cult (2012) 110:69-6
요약문	<p>White cabbage (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i>)의 소포자 배양을 통한 배발생을 조사하였음. 5개의 white cabbage를 이용하여 NLN-13 액체배지에서 pH 변화에 의한 소포자 배발생을 조사하였음. 대부분 상대적으로 높은 pH인 6.3, 6.4에서 pH 5.8에서보다 소포자 배발생이 좋았으나 ‘Zhonggan No. 8’에서는 소포자 유래배가 발생하였음. 이를 토대로, 소포자배양을 이용하여 배발생을 높일 수 있도록 5개의 유전자형 중 4개의 유전자형에 대하여 2-(N-Morpholino) ethanesulfonic acid (MES), arabinogalactan-protein(AGP)을 첨가하였다. 4개의 유전자형 모두 MES와 AGP를 단독 처리하였을 때 효과적이었으나, 소포자유래 배발생율은 낮았음. 하지만, NLN-13 배지, pH 6.4조건에서 10 mg l<sup>-1</sup> gum arabic과 3 mM MES를 조합처리 하였을 때 소포자배의 발생률은 크게 향상되었음(bud 당 4.57-22.97 embryos). 특이하게도 ‘Zhonggan No. 8’은 약 35배로 향상되었음</p> 

관련 주제	소포자배양
논문 제목	중국도입 배추 소포자배양에 의한 배가반수체의 종자생산능력
저자 및 서지정보	조만현, 함인기, 박민영, 김태일, 임용표, 이은모. Kor. J. Hort. Sci. Technol. (2012) 30(5):573-578
요약문	<p>새로운 육종소재를 개발하고 신품종 육성에 이용할 수 있는 기초 자료를 얻고자, 중국도입 배추 11종의 소포자를 배양하여 식물체를 생산하였으며, 획득개체의 종자생산능력을 조사하였음. 화퇴당 획득 소포자유래배는 1.6-35.4개이었으며, 11품종 중 IT26110과 IT26153만이 화퇴당 34개 이상의 소포자유래배를 얻을 수 있었음. 저온처리 후까지 생존한 식물체비율은 획득 소포자유래배 대비 0.2-11.7%로 낮았으며, 이들 식물체 중 임성개체 비율은 7.7-58.8% 이었으나 IT26118, IT26122, IT26128, IT26130, 그리고 IT26164는 50% 이상이었음. 이들을 자식하여 종자생산능력을 조사한 결과 IT26128은 장각과당 11.9개의 채종하였으나 나머지 품종들은 10개 미만이었음. 이와 같이 유전적 기원이 다른 모본을 이용한 소포자 배양을 할 때 배상체 획득수나, 소포자유래배에서 유도된 식물체수 및 임성개체 비율, 그리고 정립생산능력이 획득된 배가반수체 계통별로 큰 차이를 보였음</p>  <p>Figure 1 consists of nine panels (A-I) illustrating the process of seed production from a doubled haploid plant through isolated microspore culture of Chinese cabbage. Panel A shows microspore-derived embryoids formed after 3 weeks of culture. Panel B shows plantlets developed from embryoids after 3 weeks. Panel C shows a regenerated plant grown from a plantlet after 3 weeks in an 8cm pot. Panel D shows the acclimatization of plantlets. Panel E shows cold treatment of acclimatized plants for 30 days at 5°C. Panel F shows cold-treated plants transferred to a big pot. Panel G shows the flowering of doubled haploid plants. Panel H shows self-pollination of doubled haploid plants. Panel I shows seed-gathering of self-pollinated plants in the greenhouse.</p>

관련 주제	소포자배양												
논문 제목	Bud Length, Plating Density, and Incubation Time on Microspore Embryogenesis in <i>Brassica napus</i>												
저자 및 서지정보	Behzad Ahmadi, Mortaza Ghadimzadeh, Amir Fayaz Moghaddam, Khoshnood Alizadeh and Jaime A. Teixeira da Silva. International Journal of Vegetable Science (2012) 18:346-57												
요약문	<p><i>Brassica napus</i> (L) 소포자 배발생에 대한 많은 연구가 이루어졌음에도 불구하고, 화퇴길이, 세포밀도, 배양시간에 관한 실험은 널리 행해지지 않았음. 꽃눈의 길이(1-1.9, 2-2.9, 3-3.9, 4-4.9 mm), 세포밀도(배지 당 <math>1 \times 10^4</math>, <math>2 \times 10^4</math> microspores·mL<sup>-1</sup>), 온도처리기간(30℃, 2,6 일)에 따른 <i>B. napus</i>, cv. <i>Regent</i>의 배발생에 대해 조사하였음. 2-2.9mm의 bud를 <math>2 \times 10^4</math> microspores·mL<sup>-1</sup> 농도로 30℃에서 2일 또는 6일 배양하였을 때 가장 높은 배발생율을 보였음. 이는 온도처리 기간 동안 꽃눈의 길이와 밀도가 서로 상호작용을 하는 것을 보여줌. 2-2.9mm 길이의 bud의 경우, <math>2 \times 10^4</math> microspores·mL<sup>-1</sup>의 밀도와 30℃에서 6일 배양하였을 때 가장 높은 배발생을 보였으며 (13.5 embryos·mL<sup>-1</sup>), 3-3.9mm 길이의 bud는 <math>1 \times 10^4</math> microspores·mL<sup>-1</sup>, 30℃에서 6일 배양하였을 때 가장 높은 배발생을 보였음(3 embryos·mL<sup>-1</sup>). 정상 재분화율은 2일 배양(24%)보다 6일 배양(42%)이 더 높게 나타났으나, 캘러스(45%)와 2차배(31%)는 2일 배양시 더 높게 나타남. <i>B. napus</i> 의 소포자배발생은 높은 온도에서의 적절한 화퇴길이, 세포밀도, 배양시간에 의해 향상될 수 있음을 알 수 있었음</p> <div data-bbox="571 1451 1225 1579" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="513 1599 1286 1659" data-label="Caption"> <p><b>Figure 1:</b> A) Microspore-derived embryos; B) cotyledonary embryos; C) secondary embryo formation from cotyledonary outer layers; D) and E) normal plantlet regeneration D) without and E) with roots.</p> </div> <div data-bbox="710 1684 1150 1944" data-label="Figure"> <table border="1"> <caption>Data for Figure 2: Effect of incubation time on regeneration of microspore-derived embryos.</caption> <thead> <tr> <th>Regeneration Type</th> <th>2 days incubation (%)</th> <th>6 days incubation (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Normal regeneration</td> <td>~24 (B)</td> <td>~42 (A)</td> </tr> <tr> <td>Secondary embryogenesis</td> <td>~45 (A)</td> <td>~31 (B)</td> </tr> <tr> <td>Callogenesis</td> <td>~31 (B)</td> <td>~24 (B)</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div data-bbox="628 1955 1169 1977" data-label="Caption"> <p><b>Figure 2:</b> Effect of incubation time on regeneration of microspore-derived embryos.</p> </div>	Regeneration Type	2 days incubation (%)	6 days incubation (%)	Normal regeneration	~24 (B)	~42 (A)	Secondary embryogenesis	~45 (A)	~31 (B)	Callogenesis	~31 (B)	~24 (B)
Regeneration Type	2 days incubation (%)	6 days incubation (%)											
Normal regeneration	~24 (B)	~42 (A)											
Secondary embryogenesis	~45 (A)	~31 (B)											
Callogenesis	~31 (B)	~24 (B)											

관련 주제	소포자배양
논문 제목	The Effects of Plant Growth Regulators, Activated Charcoal, and AgNO <sub>3</sub> on Microspore Derived Embryo Formation in Broccoli ( <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>italica</i> )
저자 및 서지정보	Haeyoung Na, Jung-Ho Kwak and Changhoo Chun. Hort. Environ. Biotechnol (2011) 52(5):524-529
요약문	<p>육종에서 소포자배양을 통한 배발생은 동형접합체를 생산할 수 있는 중요한 방법임. 소포자배양은 배추과 작물의 육종기간을 단축시킬수 있는 효율적인 방법임. 브로콜리(<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>italica</i> Plenck)의 소포자유래배(Microspore derived embryos, MDE)발생에 영향을 미치는 성장조절물질, 활성탄, AgNO<sub>3</sub>의 효과적인 조건을 구명하고자 하였음. BA 처리시, 0.05mg·L<sup>-1</sup>농도의 BA 처리를 하였을 때 MDE 발생이 증가하였음. 하지만 0.5×Nitsch &amp; Nitsch (NLN) 액체배지에 naphthalene acetic acid (NAA)와 BA를 조합처리 하였을 때가 BA 단독 처리보다 높은 MDE발생을 보였음. 0.5×NLN 액체배지에 0.05mg·L<sup>-1</sup> NAA와 0.01mg·L<sup>-1</sup> BA를 첨가하였을 때 가장 높은 MDE 발생율을 보였다. MDE발생은 배양 시 활성탄을 첨가하였을 때 크게 증가하였는데, 페트리디쉬 당 1.0mg 활성탄, 0.1mg·L<sup>-1</sup> AgNO<sub>3</sub>를 첨가시, AgNO<sub>3</sub>를 첨가하지 않은 배지(11.6)보다 MDE 발생을 높여주었음(26.2)</p> <div data-bbox="582 1361 1227 1682"> </div> <p data-bbox="555 1691 1257 1778"><b>Fig. 1.</b> Microspore derived embryo development and doubled haploid plant production procedure. A, Flower of <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>Italica</i>; B, Flower bud (experimental material) for microspore derived embryo formation; C, Flower bud grinding for microspore extraction; D, Microspore extracted washing; E, Microspores dispensing on petri dishes; F, Microspore derived embryos formation after 4 weeks in culture on 0.5× NLN medium containing 150 g·L<sup>-1</sup> sucrose, 24 h heat shock at 32.5°C; G, Microspore derived plantlet formation after 4 weeks on conversion medium (0.5× MS medium containing 30 g·L<sup>-1</sup> sucrose, 0.8% agar); H, Acclimatized microspore derived plants the greenhouse 4 weeks after transferred from in vitro culture.</p> <div data-bbox="568 1805 1241 1939"> </div> <p data-bbox="568 1951 1241 1980"><b>Fig. 5.</b> Morphologies of microspore embryo formation from microspores cultured on NLN liquid media with various concentrations of activated charcoal. A, 0; B, 5; C, 10; D, 13; E, 15 mg per petri dish.</p>

관련 주제	소포자배양
논문 제목	Microspore culture protocol for Indonesian <i>Brassica oleracea</i>
저자 및 서지정보	Budi Winarto, Jaime A, Teixeira da Silva. Plant Cell Tiss Organ Cult (2011) 107:305-315
요약문	<p><i>Brassica oleracea</i> 인도네시아 고유종인 ‘Kemeh’ 품종의 소포자배양 연구를 실시하였음. 높은 소포자 밀도인 <math>15 \times 10^4</math> cells/ml에서 높은 배발생을 보였음. 4.5-4.6mm 길이의 꽃눈을 절편체로 이용하여 30.5℃에서 48시간처리 후, 25℃ 처리 시 배발생을 향상시킬 수 있었음. 189의 bud에서 295개의 배를 얻을 수 있었는데 그 중 30%는 비정상이었음. 나머지 165개 모두 잘 자라 토양으로 순화시킬 수 있었음</p> <div data-bbox="550 958 1260 1429" data-label="Image"> </div> <p><b>Fig. 3</b> Successive stages of microspore embryogenesis in <i>B. oleracea</i> accession OPIVEGRI-2, <b>a</b> Sporophytic cell grew, became swollen and started to divide into two nuclei after 2-3 days of culture (cells in red circle), <b>b</b> Further development of sporophytic cell into 3-4 nuclei after 5-6 days of culture (cell in green circle), <b>c</b> Globular cell with more than 30 nuclei after 10 days of culture (cell in blue circle), <b>d</b> Heart shape of embryo observed 13-15 days after culture, <b>e</b> Torpedo shape immature embryo recorded 14-17 days after culture, and <b>f</b> Mature embryos obtained 25-30 days after culture. Black bars 40 <math>\mu</math>m, green bar 75 <math>\mu</math>m, white bar 4 mm</p> <div data-bbox="539 1630 1268 1886" data-label="Image"> </div> <p><b>Fig. 5</b> Embryo germination derived from microspore culture of <i>B. oleracea</i> from Indonesia. <b>a</b> Normal embryo, <b>b</b>, <b>c</b> Abnormal embryos. White bar 1.1 cm, black bars 0.9 cm</p>

관련 주제	소포자배양
논문 제목	Microspore derived embryo formation and doubled haploid plant production in broccoli ( <i>Brassica oleracea</i> L. var <i>italica</i> ) according to nutritional and environmental conditions
저자 및 서지정보	Haeyoung Na, Guiyoung Hwang, Jung-Ho Kwak, Moo Koun Yoon and Changhoo Chun, African Journal of Biotechnology (2011) 10:12535-12541
요약문	<p>세포배양에 있어, 적절한 환경조건을 유지해주는 것은 배발생을 높이고, 반수체 식물을 생산 가능하게 하는 유용한 방법 중 하나임. 육종에 드는 노력과 시간을 줄이기 위하여 <i>Brassica oleracea</i> L. var <i>italica</i> 의 소포자 배양에 필요한 적절한 영양학적, 환경적 요인을 조사하였음. 소포자 배의 발생을 위한 적절한 조건은 유전자형에 따라 다르지만, 소포자 유래배(Microspore derived embryos, MDE)의 발생은 NLN배지, 미량요소와 당의 농도, 열처리 온도와 기간에 영향을 받음. 0.5X NLN 액체배지가 MDE 발생에 효과적이었는데, 0.5X NLN 액체배지에 미량요소를 첨가하지 않을 때 높은 발생을 보였음. 0.5X NLN 액체배지에 13%나 15%의 sucrose 첨가 시, 정상적인 MDE 발생이 증가하였음. 가장 최적의 열처리온도는 32.5℃, 열처리 시간은 24시간 이었음. 배수성검정을 통하여 소포자유래 배발생 과정을 통한 식물체의 30%의 배수성을 확인할 수 있었음</p> <div data-bbox="427 1491 1398 1861"> </div> <p><b>Figure 2.</b> Microspore derived embryo of <i>Brassica oleracea</i> L. var <i>italica</i> . A, Cotyledonary microspore embryo formation after 4 weeks in culture on 0.5 X NLN medium containing 150 g L<sup>-1</sup> sucrose; B, microspore derived plantlet formation after 4 weeks on conversion medium (0.5X MS medium containing 30 g L<sup>-1</sup> sucrose, 0.8% agar); C, acclimatized microspore derived plants in the greenhouse 4 weeks after transfer from <i>in vitro</i> culture.</p>

## 5. 자체 중간보고회 발표 자료

**Golden Seed 프로젝트**  
 (수입대체 및 수출용 양배추 종자개발 세부 연구 계획수립을 위한 상세 기획)

### GSP 양배추 품목 상세기획과제 중간보고회

일시 : 2013년 1월 18일(화요일) 오후 2시  
장소 : 충남대학교 생명시스템과학대학 생물과학과 110호실

GSP 양배추 상세기획 자체 중간 보고회

### 수입대체 및 수출용 양배추 종자개발 세부연구계획 수립을 위한 상세기획 개요

노 일 선  
순천대학교

목 차

1. 개회사 및 양배추 상세기획 개요 - 노일선(순천대학교)
2. 인도, 인도네시아, 태국 등의 시장동향 - 송준호(아시아종묘)
3. 중국 양배추 시장분석 - 신종섭(농우바이오)
4. 유럽 양배추 시장 분석 및 시장동향 - 유재홍(조은종묘)
5. 국내 양배추 시장동향 분석 - 정은파(코레콘종묘)
6. 양배추 수출확대 전략 - 서종덕(동부팜한농)
7. 자가불화합성, 응성불임성, 내한성에 관한 기술동향 - 박종민(순천대학교)
8. 내서성, 내염성, 배추종나방에 관한 기술동향 - 허윤강(충남대학교)
9. 양배추 유전체, 검은색염색, 무사마귀병에 관한 기술동향 - 이종훈(서울대학교)
10. 위황병, 전사체, 기능성에 관한 기술동향 - 김혜란(한국생명공학연구원)
11. 소포자배양, 세포융합 및 유전자원에 관한 기술동향 -곽정호(국립원예특작과학원)

1. 연구의 필요성

- ◆ 채소작물의 세계적 재배 순위  
토마토(441만ha) > 양파(403만ha) > 수박(346만ha) > 양배추(225만ha)
- ◆ 중국, 인도, 러시아 및 동남아 지역이 전 세계 양배추 재배 면적의 약 80% 이상을 차지하는 거대 시장임

→ 세계 시장의 진출 가능성 매우 큼

2010년 전 세계 채소 재배 면적(AD)

2010년 전 세계 양배추 재배 면적(AD)

세계 양배추 재배 면적 및 시장금액

전체 93,300천\$  
1,654,000ha

품질보호종자 분야 (수입대체 + 수출)

- ◆ 국내 양배추 종자 시장의 규모는 작은 편임(20-30억)
- ◆ 국내 양배추 재배 농가는 외국 품종을 선호
- ◆ 양배추 종자 수출액은 고추 다음임

2010년 작물별 채소종자 국내 매출액(한국종자협회)

2011년도 양배추 종자 국내매출액

참여기업	국내육성 품종 매출액(백만원)	해외육성 품종 매출액(백만원)	합계(백만원)
아시아종묘	300	0	300
농우바이오	36	0	36
조은종묘	36	780	816
동부팜한농	0	90	90
코레콘종묘	0	599	599
미라클종묘	0	170	170
계	372 (18.5%)	1,639 (81.5%)	2,011

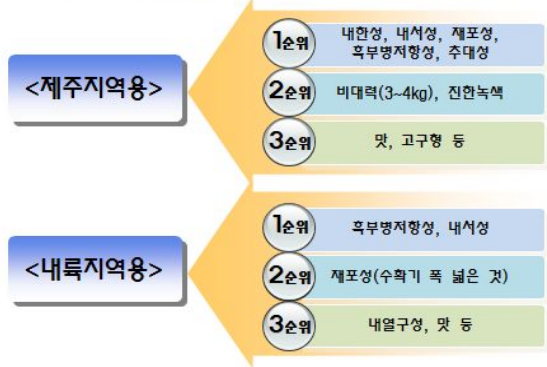
국내에 재배되고 있는 국내육성 품종 및 특성

품종명	특성	사진	육성회사
대박나	편형, 조생종, 결구 긴도 우수, YR		아시아 종묘
	재배적형:扁, 고행지역용, 가을 재배지역: 중부(서산), 강원(평창), 남부(해남/진도)		
YR 호남	편구형, 중만생종, 내한성, 결구 긴도 우수, YR		아시아 종묘
	재배적형: 고행지역용, 가을 및 월동적형 재배지역: 중부(서산), 강원(평창), 남부(해남/진도), 제주		
YR 온누리	국내 리딩 품종인 오가네(TAKII) 대비 구비대리 우수		농우 바이오
	MS조합으로 순도 우수, 숙기가 2-3일 빠름		
조은에이스	편원형, 중생종, 결구 긴도 우수, 구비대리 우수,		조은 종묘
	숙기가 빠름		

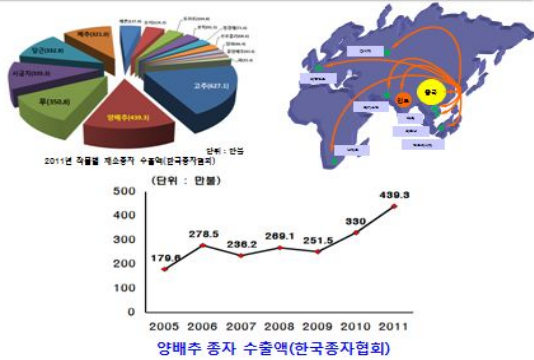
## 국내에 재배되고 있는 극외 품종 및 특성

재배면적 순위	내륙지역	제주지역
<b>1위</b>	<b>오오끼이 (TAKII)</b> 편암형, 중앙생중, 내기 및 내한성, 곱구리 우수, YR	<b>하루다마 (NOZAKI)</b> 편암, 극단생중, 내한성, 포장저항성강, YR
<b>2위</b>	<b>YR 호철 (TAKII)</b> 편암형, 중앙생중, 내기 및 내한성, 내열구성, YR	<b>마쓰모 (BEJO)</b> 내방성(혹부형), 짙은 녹색의 구, 구리내역 우수
<b>3위</b>	<b>하루다마 (NOZAKI)</b> 편암형, 중앙생중, 내기 및 내한성, 내열구성, YR	<b>YR 호철 (TAKII)</b> 편암형, 중앙생중, 내기 및 내한성, 내열구성, YR

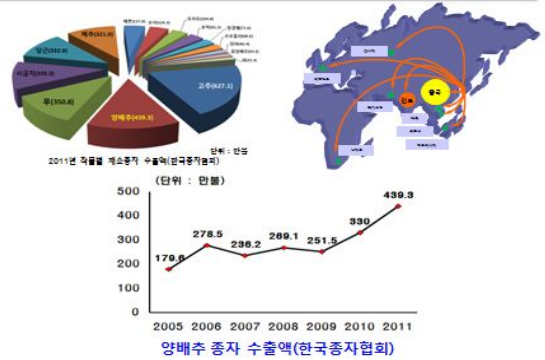
## 국내육성 품종의 보완사항



## 수출액의 증가추세 및 주요 수출 국가



## 수출액의 증가추세 및 주요 수출 국가



## 2. 연구 목표 및 내용

### 연구목표

- ◆ 국내 · 외 양배추 종자산업 분석
- ◆ 양배추 종자개발 세부 연구주진 계획(로드맵) 수립
- ◆ 세부과제/세세부과제명 도출 및 RFP 작성
- ◆ 양배추 종자개발 최적 연구진 구성 계획 수립

### 연구내용

- ◆ 양배추 종자산업의 기술/시장동향 및 수출 전략 분석
  - 국내 · 외 양배추 종자산업 기술동향 분석
  - 국내 · 외 양배추 종자산업 시장동향 분석
    - 내륙지역 및 제주지역
    - 중국, 인도, 동남아시아, 동유럽 및 미주
  - 수입업체 및 수출대상 지역별 양배추 품종 선호도 분석을 통한 수입 및 수출 전략 도출
- ◆ 양배추 종자개발 세부과제별 장달 로드맵 작성
  - 수입업체 및 수출대상 지역별 양배추 맞춤형 품종 특성 도출
  - 연차별/단계별 종자개발 연구목표 및 기술개발 내용 도출
  - 연차별/단계별 종자개발 추진 방법 및 전략 수립
  - 연차별/단계별 종자개발을 통한 수입업체 및 수출전략 수립
  - 연차별/단계별 주요성과 지표 수립
  - 핵심기술을 장마적인 성과목표 및 성과지표 도출
  - 소요 예산 수립
- ◆ 세부/세세부과제명 도출 및 RFP 작성
  - 설정된 연구목표와 내용 및 로드맵 바탕으로 RFP 작성 및 평가기준 설정
- ◆ 양배추 종자개발 최적 연구진 구성 계획 수립
  - 목표달성을 위한 최적의 종자개발 세부과제별 연구진 구성안 도출

## 3. GSP 양배추 정량목표

세계종자산업의  
상세 분석 및 정밀  
로드맵 작성

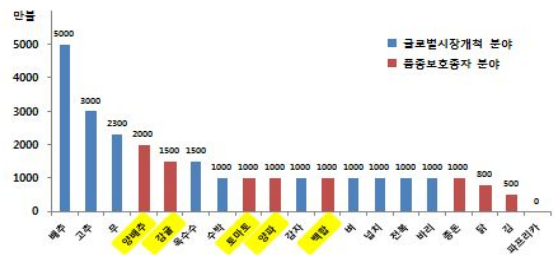
세부/세세부과제  
도출 및 RFP 작성

분자 및 전통육종  
을 위한 최적의연  
구진 구성

2020년

- ▶ 국내 양배추 품종 수입 대체율 확대(18-30%)
- ▶ 2천만\$ 수출 달성

## 2020년도 품목별 수출목표액

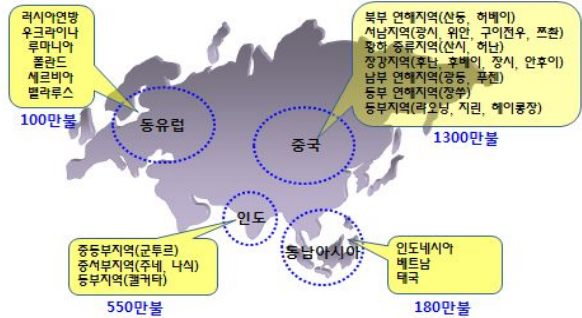




### 지역별 타겟 시장의 종자량 및 시장금액

지역	전체 시장			타겟 시장			형태/속기
	종자량 (kg)	평균단가 (USD/kg)	시장금액 (천USD)	종자량 (kg)	평균단가 (USD/kg)	시장금액 (천USD)	
유럽/북미	93,500	540	50,250	85,000	500	41,750	구형 조/중/만생
중국	226,800	30	7,312	25,200	120	3,120	구형 조생/중생/만생
인도	52,000	120	6,352	41,000	120	4,920	구형 조생/중생
동남아	30,600	113	3,462	20,100	120	2,412	구형 중생, 중간편구형
총계	402,900		67,376	171,300		52,202	

### 2020년도 종자 수출 목표 국가 및 수출액



## 4. 연구내용

### 상세기획팀 구성



### 배추과 작물 전문 및 분자육종 자문위원

#### <전통육종 분야>

성명	소속	활용분야
배인태	한국종자협회	종종 특성, 수출품 증진
김완규	우리종묘	배추과 작물 육종
김희중	사카다	배추과 작물 육종
백필권	삼성종묘	배추과 작물 육종
박종희	가인육종	배추과 작물 육종
박영수	농우바이오	배추과 작물 육종
박수철	국립원예특작과학원	스포츠 배추/새로 육종
이도원	한국 대개미 주식회사	배추과 작물 육종
윤우경	국립원예특작과학원	배추과 작물 육종 및 정제 통합
이수성	바이오브리딩	배추과 작물 육종 및 정제 통합
장환순	한국종묘	배추과 작물 육종
조종길	현대종묘	배추과 작물 육종
차원기	농우바이오	배추과 작물 육종

#### <분자육종 분야>

성명	소속	활용분야
강경규	한양대학교	마커 및 GMO 개발
임종표	충남대학교	마커개발
김성길	전남대학교	CMS 활용 및 마커개발
박법석	국립농업과학원	유전체/전사체 분석
박영동	경희대학교	마커개발 및 유전체 분석
조성환	비더스	유전체/전사체 분석
이영모	동부팜한농	배추과 작물 육종 및 마커 활용

### 해외영업 및 병리분야 자문위원

#### <해외영업 분야>

성명	소속	활용분야
강할구	농우바이오	해외영업
김준호	농우바이오	해외영업
박신천	아시아종묘	해외영업
윤병욱	코래곤	해외영업
염수영	아시아종묘	해외영업

#### <식물병리 분야>

성명	소속	활용분야
이용환	서울대학교	식물 미생물 자문
황인규	서울대학교	식물 세균 자문
박서기	순천대학교	식물 미생물 자문
고영진	순천대학교	식물 병리 자문
김영철	전남대학교	식물 병리 자문
이귀재	전북대학교	식물 병리 자문
임현섭	충남대학교	식물 바이러스 자문
김상수	순천대학교	해충 방제 자문
최경자	한국화학연구원	채소 병리 검정

### 4-1. 상세기획을 위한 1차 회의 (2012년 11월 27일)



기획 보고서 작성을 위한 역할 분담, 논문 및 특허분석, 심포지움 개최, 연구비 활용 등에 관한 토의

### 4-2. 특허 및 논문 분석을 위한 SCOPE

#### <육종기술>

Molecular marker, Self-incompatibility, Male sterility, Microspore culture, Cell fusion, Glucosinolate, Transcriptomes, Genomics, Gremplasm

#### <내재해성>

Cold resistance, Drought resistance, Heat resistance, Salt resistance

#### <내병충해성>

영명	학명	한글명
Clubroot	<i>Plasmodiophora brassicae</i>	무종증(無腫病)
Black rot	<i>Xanthomonas campestris</i> p. <i>campestris</i>	검은무늬병(黑腐病)
Yellow wilt (Fusarium wilt)	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>conglutinans</i>	시들무늬병(萎黃病)
Soft rot	<i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i>	무종증(軟腐病)
Black leg	<i>Leptostharia maculans</i>	검은다리무늬병(黑脚腐病)
Downy mildew	<i>Peroonospora brassicae</i>	무곰팡이(霜霉病)
Sclerotinia rot	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	곰팡이병(菌核病)
Bacterial rot	<i>Pseudomonas vitidiflava</i> (Burkholder 1930) Dowson 1939	세균성무늬병(細菌性軟腐病)
Diamondback moth	<i>Plutella xylostella</i>	배추흰나비
Common cabbage worm	<i>Antigaia rapae</i>	배추흰나비
Cabbage moth	<i>Mamestra brassicae</i>	표본나비

### 상세기획 참여연구원의 역할분담

	연구자(기관)	SCOPE	비고
대학 및 연구소	노일섭(순천대학교)	자기분석작성, 용성분석, 내한성, 내한발성	(작성요령 참조)
	허윤강(충남대학교)	내서성, 내열성, 배추줄나방	
	양태진(서울대학교)	무사마귀병, 검은색유변, 유전체	
	김해란(한국생명공학연구원)	위험병, 무늬병, 전사체	
중요회사	곽정호(원예연구소)	스포츠배양, 세포융합, 유전자원	시장동향 분석 (작성요령 참조)
	송준호(아시아종묘)	인도	
	신종섭(농우종묘)	중국, 인도네시아, 태국 등	
	안경구(조은종묘)	유럽(러시아연방, 우크라이나, 루마니아, 폴란드, 세르비아, 벨라루스 등 포함) 및 미주	
	서울덕(동부팜한농)	수출확대 전략(국내 및 외국계회사)	
	정은희(코래곤종묘)	국내(제주도 및 내륙지역)	
최준하(미라클종묘)	회사별 품종과 특성(world level)		



### 논문 검색에 의한 주요 기술개발 요약 작성 요령 (대학 및 연구소용)

**<양식>**

영문 제목	영문 저자	발행연도	페이지
논문 제목			1
저자명			
서지정보			

요약문은 한글로 작성  
(그림은 1~2개, 그림 설명은 영문으로)

**<예시>**

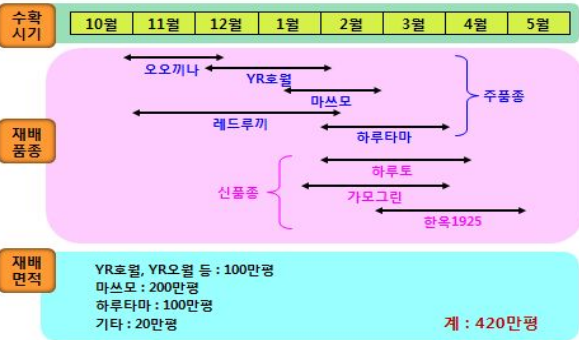
**<논문 요약>**

영문 제목: Identification of Bt- and YR28B-resistant cabbage lines by genetic analysis

저자명: Song T, Minoshima M, Cho J, Lim S, Bae A, Dohm H, Eom S, et al. Hort Sci Technol 2018; 36(1):101-107

요약: Bt (Bt79 and YR28B) and YR (YR28B) resistant Bt-resistant cabbage lines (Bt-resistant cabbage) are economically important because they can reduce the use of insecticides and protect cabbage from insect damage. However, the genetic background of the Bt- and YR28B-resistant cabbage lines is not clear. In this study, we identified the genetic background of the Bt- and YR28B-resistant cabbage lines using genetic analysis. The results showed that the Bt- and YR28B-resistant cabbage lines were derived from the genetic background of the Bt- and YR28B-resistant cabbage lines. The results of this study will be useful for the development of Bt- and YR28B-resistant cabbage lines.

### 4-3. 제주도 월동배추 재배지 방문 연구 결과



### 주요재배 품종의 특징

**YR호월**



위황병 방, 내서성 강, 조세 강, 중생종, 민스 재배용, 획기간 장, 선풍색 1.6kg

**마쓰모**



농특색, 중안생종, 조세 향성, 열구 농출용, 재표 우수, 대구, 내한성 강, 1.5~2kg

**하루타마**



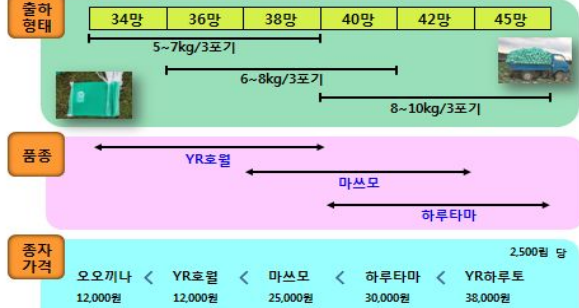
장 유출용, 강고형, 위황병 저항성, 특색 짙음, 내한성 강, 재표성 강, 내한성 강, 2.5~3kg

**YR하루토**



위황병 저항성, 내한성 강, 중생종, 진한 특색, 안트시아닌 발생 없음, 안추성, 비대역 우수, 단맛 강, 2.5~3kg

### 출하형태 및 중자가격



### 포장, 중요사, 농약사, 옥묘장 및 유통센터 탐방



### 제주 지역 수입품종 의존도 경감을 위한 제언

- ◆ 전시기 운영에 의한 국내품종 우수성 홍보
  - 한남, 애월, 곡지 (애월 농협 유통센터 활용)
- ◆ 계약재배 및 계통출하 권장
  - 농협, 대형유통업자 활용
- ◆ 수확시기별 해외품종 대응 품종육성 시급
  - 구가 크고, 추위에 강하고, 흑부병에 강하고, 4~5월까지 수확가능 품종 육성
- ◆ 진도, 서산, 대관령 지역 방문 연구 필요
  - 12~2월 중

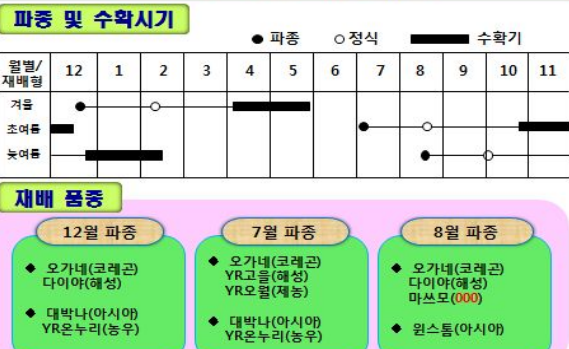
### 4-4. 전남 양배추 시장규모, 주재배지역 및 재배품종

◆ 규모 : 950ha x 0.3L = 285L(약 19,950톤) x 9,000원/톤 = 약 1억8천만원

◆ 주재배지역 : 해남군, 진도군, 무안군, 장흥군

작형	파종	정식	수확	품종(회사)	판매량(톤)		비율(%)
					판매량	합계	
봄재배	2월하순 ~ 2월중순	3월하순 ~ 4월중순	6월 ~ 7월	오가네(다케이)	1,500	2,300	11
				해박나(아시아)	500		
여름재배(조생)	7월하순 ~ 8월하순	8월하순 ~ 9월하순	11월	오가네(다케이)	3,500	4,000	20
				그외 기타	500		
여름재배(중생)	8월상순 ~ 8월중순	8월하순 ~ 9월상순	12월 ~ 1월	YR호월(다케이)	6,000	7,500	38
				그외 기타	1,500		
여름재배(만생)	8월하순 ~ 9월중순	9월중순	2월 ~ 4월	온옥(계봉)	4,000	6,150	31
				YR호월(계봉)	1,500		
				그외 기타	650		

### 파종 및 수확시기와 재배품종



### 포장, 작목반, 농약사 및 육묘장 탐방



### 4-5. 인도네시아 방문 연구 결과

양배추 시장 현황

구분	재배 면적 (ha)	총지 소요량 (kg)	단위 가격 (USD/kg)	시장규모 (USD, 소액 기준)	주요품종(특성)	특징	시장 요구도
고랭지 (1200m 이상)	22,000	5,500	350	1,925,000	Green Nova (Taki) Green Coronet (Taki)	관심형, 중앙종, 1.8~2.0kg 골구진도 우수	내형성 (골부형, 부피대형) 수송성, 수량성
준고랭지 (600~1200m)	18,000	4,500	300	1,350,000	Grand 11 (ChiaTa) Green Hero (Taki)	관심형, 중앙종, 1.5kg 내형성 우수	내형성 (골부형, 부피대형) 수송성, 내형성
중고랭지 (600m 이하)	7,000	1,750	300	525,000	KK Grass (Taki)	관형, 중앙종, 1.2kg 내형성 및 골구진도 우수	내형성 (골부형, 부피대형) 내형성
계	47,000	1,750		3,800,000			

\*소액 기준 20m(14g) 기준 IDR40,000~45,000

### 해남/진도 수입품종 의존도 경감을 위한 제언

- ◆ 전신포 운영에 의한 국내품종 우수성 홍보
  - 고군면(진도), 문내면(해남)
- ◆ 5월 수확용 작형 개발 시급(겨울작형)
  - 12월 중하순 파종, 개량법정법 도입
- ◆ 계약재배 및 계통출하 권장
  - 농협, 대형유통업자 활용
  - 영업력 강화, 국내 품종 우수성 홍보
- ◆ 중·만생형의 해외품종 대응 품종육성 시급
  - 마쓰모 및 하루타마 등의 재배면적 미약
  - 대박나 및 윈스톤의 우수성이 알려지기 시작하고 있음
  - 고구령 기비, 편구령 선호

### 자바 지역의 현지 수집상 수매



Green Nova (Taki) 수확 후 현지 수집상 수매 모습 (서부 자바 지역, 해발 1,300m)  
Grand 11 (ChiaTa) 수확 후 현지 수집상 수매 모습 (중부 자바 지역, 1,100m)

### 자바 지역의 흑부병 피해 포장



흑부병 피해 포장 및 병징 (Green Coronet, 중부 자바 지역, 해발 1,300m)

### 자바 지역의 마사마귀병 피해 포장



마사마귀병 피해 포장 및 병징 (Grand 11, 중부 자바 지역, 해발 1,100m)

### 인도네시아 양배추 시장의 요구특성

육성 재료		분자마커	ISSUE 및 요구사항
필요 육성 재료	재료확보 방안		
편구형 내환경성 내병성 양배추 계통 조합 육성	- 일부 확보 - 현지 시간 품종 수집	- SI - 위황병 - 무름병 - 흑부병	- 보유 소재의 내병성 검증 - 교배 조합 성능 검증 - 현지 시간 품종 대비 시험 - 필드 가능 지역 육성농장 운영 - 재종시험 (양형 개화기에 따른 파종시기 규명) - MS계통 도입

- ◆ 편구형의 조성, 증생, 중만생 품종 요구
- ◆ 위황병, 흑부병, 마사마귀병 저항성 품종 요구
- ◆ 내서성 및 수송성 우수 품종 요구
- ◆ 정식 후 60~70일 수확가능 품종 요구
- ◆ 인도(1월중), 중국(2월중) 방문연구 예정

### 중국 양배추 시장 세분화 및 요구특성

지역	형태/숙기	품종	특징 및 요구 특성
연계 지역 (신종, 허베이)	원형계 극조생종	중국농과원 (중간11호, 중간15호, 8398) 다카이 (오오카나)	숙기 40-60일 녹색이 짙고 식감이 우수, 내환경 내병성(내서성, 내냉성) 및 병저항성(위황병, 무름병, 흑부병, 검은무늬) 요구
영하 동부(안시, 허난)	원형계 중생종	관안토 (Salin)	숙기 60-85일 골구 진도 우수, 포장저장성이 강함 내서성, 병저항성, 저장성 요구
동부 연계지역(장쑤)	관형계 중생종	관안토 (민디)	숙기 65-75일 녹색이 짙고 골구 진도 우수 내환경성
장강 중류(후난, 후베이, 장시, 안후이)	관형계 원형계 중숙구형	Bejo-saDen (1038, 1039) 마부타이 (M3), 노저미 (후우, 후우)	숙기 30-40일 녹색이 짙고 골구 진도가 극히 강함 민주형성, 내환경성 요구 숙기 90-200일 (관생종) 내환경성 인공적으로인 무름병
남부 연계지역(광둥, 푸젠)	관형계, 관생종 다양 원형계 품종	유한 허시 품종	숙기 90-100일 녹색이 짙고 다구, 내환경성이 강함 관생종
동북지역 (허베이, 지린, 하이룽강)	관형계 중생종 품종	다카이 (오오카나)	숙기 70-80일 골구 진도가 우수하고 포장저장성이 강함 관생종 및 병저항성 요구
서남지역 (윈시, 윈난, 구이저우, 쓰촨)	조생종 원형계 조생종 관형계 관생종 관형계	중국농과원 (중간11호) 고미역지 (중화60) 다카이 (관생종)	숙기 90-200 골구 진도가 우수하고 내환경성, 포장저장성이 강하고 내병성이 높음 선호

## 인도 양배추 시장 세분화 및 요구특성

지역	형태/숙기	품종	특징 및 요구 특성
중동부 (몬두루, 인드라르 라데시)	원형계 극조생종, 중생종	아시아(S02)	숙기 40-65일 녹색이 짙고 식감이 우수, 결구간도가 우수하고 분구가 높어 포장저장성이 강한 품종 내한성, 복합내한성(부리폭형, 위양형), 내중생이 강한 품종 요구 증가
동부 (골카타)		Green Express(서가다) Rare Ball(마카도)	표부양에 강한 품종 (마카도 많이 오고 공중습도가 높음)
중서부 (푸네, 나시)	원형 조생종	몬산트 (Saint, Kranti)	양배추 주산지 숙기 50-65일 맛이 좋고 구석이 더 녹색이 심중중 심호 착주중나열 저항성, 고기능성 성분 함유 품종 요구
남부(벵골로)		마카어 (Green Coronet)	해발 1,000m 이상의 온난한 기후로 양배추 재배에 합용

## 5. GSP 양배추 상세기획 추진일정

- 1차 회의 : 2012년 11월 27일 (충남대학교)  
- 보고서 작성을 위한 역할 분담, 논문 및 특허분석, 심도지를 개최, 연구비 활용 등
- 2차 회의 : 2012년 12월 10~12일 (제주도, 2박 3일)  
- 활동 양배추 재배지 방문, 세부과제명 논의 등
- 중간보고회 : 2012년 12월 18일 (iPET 주관, LW컨벤션센터드림룸)  
- 연구책임자 구두발표(15분)
- 3차 회의 : 2013년 1월 11일 (충남대학교)  
- 세부과제명 도출 논의 등
- 4차 회의 : 2013년 1월 18일 (충남대학교) --- iPET 관계자 및 자원위원회 참석  
- 자체 점검(참여연구팀이 참석하여 역할분담 내용에 관한 점검 등)  
- 세미나 개최(주요 개발기술의 highlight 국내연사)
- 5차 회의 : 2013년 1월 24-25일 (제주도)  
- 배추와 연구회 참석
- 6차 회의 : 2013년 2월 16일 (순천대학교)  
- 국제 심도지명 (위양형, 무사마귀병 등)
- 7차 회의 : 2013년 2월 중순 (충남대학교)  
- 역할분담내용 제출 완료, 주요 기술별 자문회의 및 세부과제명 결정
- 8차 회의 : 2013년 2월 하순 (제주도, 2박 3일)  
- 활동 양배추 재배지 방문 및 RFP 및 로드맵 완성
- 보고서 완료 : 2013년 3월 5일

## 워크숍 개최

### 일시 및 장소

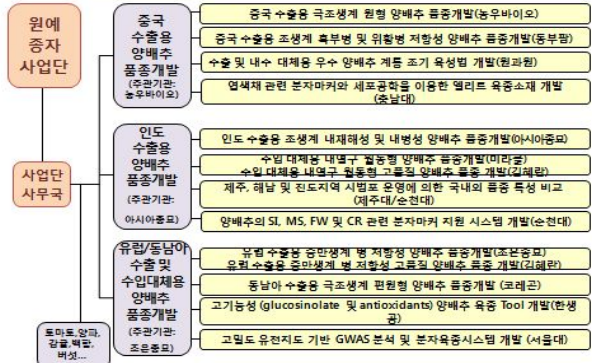
일시 : 2013년 2월 16일(토) 오후 2시 ~  
장소 : 순천대학교 70주년기념관 중회의실

### 발표내용

주제1 : Development of Highly Clubroot-Resistant Cabbage F<sub>2</sub> Cultivar, 'AKIMEKI', Accumulating three Resistance Genes, *CRRL*, *CR2R* and *CRB*  
발표자 : Matsumoto Satoru  
(NARO Institute of Vegetable and Tea Science, Japan)

주제2 : Identification of *Brassica rapa* of Fusarium Wilt Resistance Gene, *FOC-BO1* by Genome Synteny Analysis between *B. oleracea* and *B. rapa*  
발표자 : Okazaki Keiichi  
(Graduate school of Technology and Science, Niigata University)

## 세부과제명 도출



시간	내용	비고	
14:00-14:30	10분	개회사 및 양배추 상세기획 개요	노필성 (순천대학교)
14:30-14:40	10분	인도, 인도네시아, 태국 등의 시장동향	송준호 (아시아중동(주))
14:40-14:50	10분	중국 시장동향	신용성 (농수축산(주))
14:50-14:40	10분	유럽(러시아연방, 우크라이나, 루마니아, 폴란드, 세르비아, 발칸반도 등) 및 미국의 시장동향	민경구 (조분승표)
14:40-14:50	10분	국내(제주도 및 대동지역) 시장동향	((주)크레온농업)
15:00-15:10	10분	회사별 로딩특성 분석(양 오라디11990)	최준화 (에라온농업)
15:10-15:20	10분	수출확대 전략(국내 및 외국계회사)	서용익 (한우원)
15:30-15:50	20분	질서	
15:50-16:00	10분	자가물자합성, 중생물합성, 내한성, 내한발성에 관한 기술동향	박종민 (순천대학교)
16:00-16:10	10분	내서성, 내염성, 배추잡늪법에 관한 기술동향	이종길 (순천대학교)
16:10-16:20	10분	무사마귀병, 검은색증염, 유전체에 관한 기술동향	김태환 (순천대학교)
16:20-16:30	10분	위양형, 무물병, 인사체에 관한 기술동향	김태환 (전국생협(주))
16:30-16:40	10분	소파자해법, 세포공명, 유전자형에 관한 기술동향	곽정호 (국립과학사과연구원)
16:40-17:00	20분	합의표 및 제의	김준호 (충남대학교)

## 세부과제 도출을 위한 원칙

- 수출(2,000만불) 및 수입대체(30-50%)를 위한 정량 목표달성
- World level의 수출 target 국가 설정
- 중점연구 회피(양배추 관련 수행중 혹은 종료과제 참고)  
- 자체대바이오그린, iPET, 농특정과정제, 연구재단 등  
- 과제명 및 Keyword 확인
- 기초연구 회피, 선행연구 활용 우선  
- 소재개발(1단계 연구기간 내에 활용 가능한 소재)  
- 분자마커 활용(1단계 연구기간 내에 활용 가능한 마커)
- 원인 발견형 연구 NO, 문제 해결형 및 서비스 연구 YES



◆ 인도의 종자시장 규모

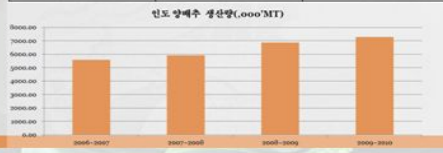
순번	종자	2010년		2011년		비고	2012년	
		면적	수량	면적	수량		면적	수량
1	무지	12,000	4,800	12	4,800	140	140	
2	콩	8,000	4,000	11	5,500	110	110	
3	콩나물	2,270	2,100	14	1,500	150	150	
4	콩	2,000	2,000	15	1,500	110	110	
5	콩	1,900	1,600	16	1,500	110	110	
6	콩	1,800	1,800	17	1,500	110	110	
7	콩	1,300	1,300	18	1,100	110	110	
8	콩	715	1,000	19	1,100	110	110	
9	콩	685	1,000	20	1,100	110	110	
10	콩	220	220	21	220	40	40	
11	콩	220	220	22	220	40	40	
12	콩	650	650	23	70	70	70	
13	콩	600	600	24	70	70	70	
14	콩	450	450	25	80	80	80	
15	콩	400	400	26	80	80	80	
16	콩	400	400	27	80	80	80	
17	콩	280	280	28	80	80	80	
18	콩	217	200	29	80	80	80	
19	콩	200	200	30	80	80	80	
20	콩	200	200	31	80	80	80	
21	콩	200	200	32	80	80	80	
22	콩	278	200	33	80	80	80	
23	콩	260	260	34	80	80	80	
24	콩	240	240	35	80	80	80	
25	콩	240	240	36	80	80	80	
26	콩	220	220	37	80	80	80	
27	콩	148	140	38	80	80	80	
28	콩	148	140	39	80	80	80	
29	콩	140	140	40	80	80	80	
30	콩	120	120	41	80	80	80	
총계		27,018	23,902					
* 출처 : ISU세계종자산업(올라미지) www.worldseed.org (2010년 update)								

◆ 인도 양배추 시장 현황

1. 인도 양배추 재배면적

- 전 세계 양배추 재배면적(2,644,488ha)의 12%인 331,020ha

년도	재배면적 (000 ha)	생산량 (000 MT)
2006-2007	249.00	5583.60
2007-2008	266.30	5910.40
2008-2009	310.26	6869.54
2009-2010	331.02	7281.50



2. 인도 채소종자 중 양배추 시장규모(액) 및 점유율 (2011)

No	작물	단기 / Kg		F1 Hybrid		OP		총 금액 (US)	점유율 (%)
		RS	US	QTY(KG)	MUS	QTY(KG)	MUS		
1	Hot Pepper	22,000	440	68,000	31.0	500,000	5	36.0	19.45
2	Tomato(무기)	20,900	400	51,000	27.5	130,000	1	35.1	18.97
3	Okra	1,100	22	750,000	16.5	650,000	2	18.5	10.0
4	Cauliflower	22,000	440	48,000	17.7	145,000	3	16.7	9.02
5	Cucumber	10,750	215	55,000	12	130,000	1	13	7.02
6	All Guard	2,500	50	280,000	14.0	245,000	2	12	6.48
7	Cabbage	9,000	180	54,500	10	50,000	1	11	5.94
8	Water Melon	5,000	100	110,000	11	70,000	1	9	4.86
9	Radish	375	7.5	265,000	3.6	950,000	2	5.6	3.02
10	Sweet Pepper	42,000	840	2,750	2	32,000	2	4	2.16
11	Egg Plant	3,750	75	60,000	4.5	100,000	1	4	2.16
12	Sweet Melon	18,000	360	9,250	2	50,000	1	3	1.62
13	Carrot	70,000	170	28,000	3.3	120,000	1, 4	3.25	1.75
14	Beans	200	4			500,000	2	2	1.08
15	Other						6	14	7.56
TOTAL					170		31	291	100

3. 인도 업체의 종자 별 판매 및 인력 순위(2011)

No	Company	Turn Over		Main Crop	Man Power			Remark	
		10MR\$	MUS		Top Level	1st Level	2nd Level		3rd Level
1	Syngenta	140	27.0	TO, H.P, CF, W.M	8	12	60	145	HP : Hot Pepper TO : Tomato CA : Cabbage CF : Cauliflower OK : Okra GO : Gourd CU : Cucumber EP : Egg Plant CR : Carrot RA : Radish
2	Nunhems	125	24.0	TO, OK, H.P, W.M	5	15	48	130	
3	Seminis	125	24.0	CU, H.P, C.A, C.F	5	8	50	125	
4	Malysco	80	16.0	H.P, EP, OK	5	10	45	90	
5	Golden Adv.	60	11.0	CF, CA	2	12	55	70	
6	Nandhari	50	10.0	TO, H.P, W.M	1	5	12	40	
7	U.S.Agr	70	13.0	TO, H.P, OK	3	12	38	80	
8	Sangro	40	8.0	RA, GO, EP	1	4	10	30	
9	Indo-America	40	8.0	H.P, TO	1	4	15	30	
10	Ankur Seeds	20	4.0	H.P, EP, OK	2	12	40	65	
11	Century	30	6.0	CA, GO, H.P	1	5	10	15	
12	Tokita	16	3.0	CA	2	8	32	24	
13	J.K. Seeds	16	3.0	TO, OK	1	12	30	60	
14	Krishdhan	10	2.0	H.P, GO	2	15	42	55	
15	Bio- Seeds	40	8.0	OK, CU	2	8	25	60	
16	Vibha	16	3.0	H.P, GO, OK	1	10	30	70	
17	VNR Seeds	40	8.0	H.P, OK, GO	1	7	30	55	
18	Neerjvedu	20	4.0	H.P, TO	1	10	28	60	
19	Sakata	20	4.0	CA, CF	1	5	12	20	
20	NONWOOD	10	2.0	HP, CU, C.A, C.R, RA	1	5	5	7	
21	Rasi Seeds	12	2.4	GO, H.P, OK	1	10	25	65	
22	Others	52	10.0						
Total		1650	201						

4. 인도 채소종자 연구투자 (R&D Power) 업체 순위(2011)

No	Company	Crop	No of Breeder	R & D Farms	Trial Farms	Remark
1	Syngenta	WM, TO, PE, OK, CF, SC	7	2	5	
2	Nunhems	HP, TO, CU, GO, WM, ME, OK, CA, CF, EP	15	2	6	
3	Seminis	HP, TO, CF, OK	4	3	8	
4	Malysco	OK, EP, GO, HP	5	2	6	
5	Golden Adv.	CA, CF, TO, EP, GO	6	2	5	
6	Nandhari	GO, TO, WM, HP, ME	5	2	2	
7	U.S.Agr	TO, CU, HP, GO, OK	6	2	5	
8	Sangro	HP, EP, GO, CA	2	2	2	HP : Hot Pepper TO : Tomato CA : Cabbage CF : Cauliflower OK : Okra GO : Gourd CU : Cucumber EP : Egg Plant CR : Carrot RA : Radish ON : Onion ME : Melon SC : Sweet Corn
9	LA	HP, TO, SP	4	2	3	
10	Ankur Seeds	EP, HP, GO, CU, BE	5	1	5	
11	Century		2	1	2	
12	Tokita	GO, HP, TO, EP	5	2	2	
13	J.K. Seeds	TO, OK, EP, GO, HP	5	1	3	
14	Krishdhan	HP, TO, EP, OK, GO	5	1	2	
15	Bio- Seeds	GO, OK, HP, TO	5	1	3	
16	Vibha	CA	7	1	5	
17	VNR Seeds	HP, EP, GO, OK, TO	6	1	3	
18	Neerjvedu	GO, WM, CU, TO, HP, EP, CF	7	2	5	
19	Sakata		7	1	7	
20	NONWOOD	HP, TO	2	1	1	
21	Rasi Seeds	GO, HP, EP, TO, OK	6	1	3	

5. 한국의 인도 양배추 수출 규모(종자협회 2011)

• 우리나라의 양배추 종자 수출량: 4,393천US\$(38,415kg)

6. 아시아중요의 양배추 인도시장 점유율(2011)

- 인도 양배추 시장 규모 : 104,500kg
- OP : 50,000kg - Hybrid : 54,500kg
- 총 10 여년에 가까운 지속적인 개발로 약7.5% 시장점유를 유지
- 고품질과 다양한 품종 라인 구축 ; 수출 및 매출의 선도 역할을 담당

◆ 인도 양배추 시장의 대표 품종 및 품종 특성



Cabbage Varieties

Name of the variety/Type	Characteristics
Golden Acre	Early growing variety with small round heads, colour of the leaves is light green from outside and dark green from inside. Individual head weighing 1-1.5 kg, harvested within 60-65 days after transplanting. Late harvesting leads to heads cracking. Average yield is 20-24 t/ha.
Pride of India	Early growing variety medium-large head weighing 1-1.5 kg, harvested within 70-80 days after transplanting. Average yield is 20-28 t/ha.
Copenhagen Market	Late maturing variety, popular variety in West Bengal. Head is large in size weighing 2.5-3 kg each. Harvested within 75-80 days after transplanting.
Pusa Mukta	Heads flattish round, medium sized with light green outer leaves, weighing 1.5-2 kg each. Tolerant to black rot disease. Average yield is 25-30 t/ha.

Pusa Synthetic	Heads are medium in size, high yielding variety. Average yields is 35-46 t/ha.
Midseason Market	Mid season variety. Heads are round and weigh 2-4 kg. Harvested within 80-90 days after transplanting.
September Early	Mid season variety popular in the Nilgiris, head is compact, flat-oblong with bluish green foliage, weighing 4-6 kg. Harvested within 105-110 days after transplanting. It is susceptible to black rot disease. Average yield is 40-50 t/ha. This variety can be kept in the field after they are ready for harvest and do not show cracking.
Pusa Drumhead	Late season variety. The heads are large, flat, somewhat loose and drum shaped. Each head weighs 3-5 kg. Outer leaves are light green with prominent mid-rib. Requires long winter for a good crop, tolerant to black leg disease. Average yield is 50-54 t/ha.
Early Drum Head	Early maturing variety with heads flat, medium-large, weighing 2-3 kg. Average yield is 20-30 t/ha.
Late Large Drum Head	Late maturing variety with heads compact, flat and equal in size. Harvested within 100-105 days after transplanting. Average yield is 20-30 t/ha.
K-1	Heads are large sized with inner leaves white in colour, tolerant to black rot disease. Average yield is 20-30 t/ha.

### ◆ 인도 양배추 품종 군 및 주요 병해충

#### 1. 인도 양배추 품종 군 : 조중생계 70% 차지

품종군 구분	주요 품종	F1 예상 수량 (Kg)
조중생 임형계	Takii-7621, Mahyco-Kranti, Seminis-Millennium111	10,000~12,000
조중생 임형계	Golden(GC-50, GC-65)	4,500~5,000
중생 임형계	Seminis: Saint, Green Challenger, Green Voyager, Indu, 136, 198, Namdhari: NS25, Sungro S-92, Golden: GC-65, Nongwoo : Green Hero	18,000~20,000
중생 편구형계	KANEKO - Rareball	5,000~6,000
만생 임형계	Syngenta : Quisto, Quizer, Tequila Seminis : Ganesh, vignesh	2,500~3,000
중만생 편구형계	Seminis : Empire, Mahyco : Hari Rani IAHS : Krishna, Maharani/Pahuja, Nunhems : Unnathi, Others:(East West, Syngenta Equitoria)	2,000~3,000
조중생 편형계	Summer Queen, KK Cross	5,500
기타	Tokita(Tokita), Seminis(Red Dynasty)	400~500
<b>TOTAL</b>		<b>47,900~55,000</b>

#### 2. 인도 양배추 주요 병해충

영명	학명	한글명
Clubroot	<i>Plasmodiophora brassicae</i>	루시아기병(瘤腐病)
Black rot	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>	검은박응병(黑腐病)
Yellow wilt (Fusarium wilt)	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>conglutinans</i>	시황증(萎黃病)
Soft rot	<i>Pectobacterium carotinarum</i> subsp. <i>carotinarum</i>	부름(軟腐病)
Black leg	<i>Leptosphaeria maculans</i>	검은다리검은병(黑脚腐病)
Downy mildew	<i>Peronospora brassicae</i>	녹곰병(露霉病)
Sclerotinia rot	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	균핵병(菌核病)
Bacterial rot	<i>Pseudomonas viridiflava</i> (Burkholder 1930, Dawson 1939)	세균성부패병(細菌性腐敗病)
Diamondback moth	<i>Plutella xylostella</i>	바주름나방
Common cabbage worm	<i>Artogeia rapae</i>	바주름나비
Cabbage moth	<i>Mamestra brassicae</i>	도둑나방

### ◆ 마케팅 세그먼트 및 육종 방향

#### 1. 육종 방향

- 전 세계적 인 기후변화 및 온난화에 대비하는 육종 프로그램 변화가 불가피함
- 내병/내저항성을 갖춘 유전형질 개발 필요성이 인도 육종가들 사이에 대두

#### 2. 마케팅 세그먼트

- 당사 주요 거래선의 인도 양배추 시장 대표품명 규모 (2010년도)

순위	회사	품명	매출량(kg)	매출액(\$)
1	A	Kranti	14,121	2,896,000
2	B	Rareball	12,778	2,332,000
3	C	KK Cross	7,525	1,393,000
합계			34,424	6,621,000

- Door-to-Door 마케팅/판매활동
- 기존 거래처 및 잠재 거래처 방문 : 현지 거래처와의 친밀 관계 구축
- 빈번한 수시 미팅과 상담을 통한 현장의 요구(니즈 needs) 파악
- 니즈(needs) 분석 및 계수화 : 품종 별 현지 마케팅/판매 전략 도출
- 계수 분석으로 분사와 공동 마케팅 전략 수립 : 마케팅/판매 활동 강화

#### • 월 계획 수립 : 친밀도 형성 및 Network 구축

일	계획
1일	승객별 인도 거래처 방문
2일	인도 방문 ISD 참가, 활동데이
3일	인도 거래처 방문 및 추천할 품종 주문도움, 그후 직할조사
4일	인도 거래처 방문 및 내셔널 품종품로 및 조사, 활동데이
5일	인도 거래처 방문 및 추천할 품종 주문도움 및 조사
6일	인도 거래처 방문 및 추천할 품종 주문도움, 유기적합성 품종품로
7일	인도 거래처 방문 및 유기적합성 품종품로 및 조사, 활동데이
8일	인도 거래처 방문 및 추천할 품종 주문도움
9일	인도 거래처 방문 및 추천할 품종 조사
10일	인도 거래처 방문 및 추천할 품종 조사
11일	APSA 품종 참가
12일	인도 거래처 방문 및 추천할 품종 주문도움, 친밀도 심화하기 주문도움

#### • 현황 분석 및 마케팅 소구 방안

- 당사의 현 입지
  - a. 지속적인 개발로 약 7.5% 시장점유율(년 7M/T) 구축 중
  - b. 고품질과 다양한 품종 라인 구축
  - c. 현지 거래선의 신뢰로 수출/매출의 선도 역할

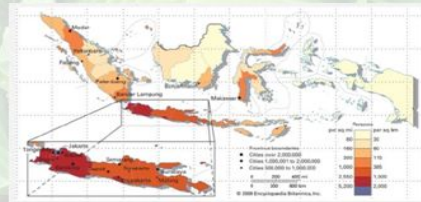
#### • 현황 분석 및 마케팅 소구 방안

- 미래 전략
  - a. 현지화 포지셔닝 : 인도 시장의 트렌드의 변화에 대응하여 신 품종 개발 및 홍보
  - b. 선택과 집중 : 구 품종 관리효율 극대화/집중을 위한 과감한 단종 전략도 고려
  - c. 현지 파트너 발굴 및 거래처 우선 순위 관리 이원화 : 규모와 판매능력 면밀히 분석
  - d. 선도품종 전략화
    - 시범포 사업 및 신 품종 개발/시범으로 우수 종자 시도 사업 실시
    - 우수 종자 시립/시도를 통한 적극적인 보급 및 마케팅
    - 시장 선도품종으로의 지위와 점유율 확보
  - e. 가격차별화 전략 : 구 품종들과 신 품종들의 가격 차별화 및 공급 이원화 전략 수립
  - f. 독점 전략 : 우수 파트너에 우선 독점권 부여

### ◆ 인도네시아 기후 및 농업 정책 동향

#### 1. 인도네시아 기후 및 정보

- 2억 4천만 명으로 세계 4위의 인구
- 년 평균 1%의 인구 증가율
- 화산 분출로 형성된 섬
- 저지대 30~35°C, 고지대 15°C 이하 온도로 다양한 식물군 형성
- 우기와 건기로 계절을 구분



#### 2. 인도네시아 종자업계 동향

정책 변화	종자업계 반응 및 동향
- 해외 농업투자법안 우선 30% 미만 보유	- 다국적 기업 투자회피 및 현지 파트너 확보
- 과제용 종자 인시 국내 생산 (2년간 유예)	- 수입상 농장보유에 따른 생산 기술자 인력난
- 품종 등록 실시	- 종자사고 발생시 정부 개입 가능
- 생산종자 사전 신고제	- 종자 생산자를 절입 방문에 대비
- 식량용 밭급 신형의 농산부 관리	- 신청은 자카르타 농산부, 밭급은 각 도의 농장지로서
- 수입종자 검역시 불합격 종자는 재기	- 만송에서 재기로 전환 (수출자 부담 가중)
- 품종 등록 기한제 실시	- 재연당시 수수료 율종당 25만원 정도
- 대신, 종선에 대하여 농민대상 무상 종자 공급	- 각 회사별 신청을 위한 경쟁
- 품종 등록 절차 세분화 (면허(지도소) → 심의회 당면 → 승인)	- 비용, 소요 시간의 증가

#### 3. 인도네시아 채소 종자 시장 특성

- 연중 재배 : 연작 장애
- 고온 다습한 기후 : 토양 전염 병해 심각
- 풍부하고 값싼 노동력
- 법적규제 : 수입 금지 (식자화과 제외), 외국인 회사 지분 규제(70%)

#### 4. 재배단지 집중화 현상

- 원인
  - 적합한 재배환경, 재배기술 발달
  - 도로, 교통발달, 포장기술 개선, 품종 개량
- 현상
  - 연작장애, 품종 집중화, Life cycle 짧아짐
- 대책
  - 목표단지 설정 : 현황, 동향 파악
  - 현장중심 유전자원확보, 현지 환경 연계 육성
  - 유력한 유통 시스템 활용 방안 강구

### ◆ 인도네시아 양배추 시장 현황

#### 1. 인도네시아 양배추 시장 및 주요 품종

구분	재배면적 (ha)	종자소요량 (kg)	단위가격 (USD/kg)	시장규모 (USD, 소매가 기준)	주요 품종(회사)	특징	시장 요구도
그랜드지 (1,200m 이상)	22,000	5,500	350	1,925,000	Green Nova(Takii) Green Coronet(Takii)	편유향, 중앙상종, 1.5~2.0kg 결구긴도, 우수	내별성 (북부병, 부리혹병) 수용성, 수형성
중그랜드지 (600~1,200m)	18,000	4,500	300	1,350,000	Grand 11(ChiaTa) Green Hero(Takii)	편유향, 중앙상종, 1.5kg 내서성 우수	내별성 (북부병, 부리혹병) 수용성, 내서성
중간지 (600m 이하)	7,000	1,750	300	525,000	KK Cross (Takii)	편유향, 조상종, 1.2kg 내서성 및 고온결구력 우수	내별성 (북부병, 부리혹병) 내서성
계	47,000	11,750		3,800,000			

\*1. 재가 기준 200kg/1kg 기준 5000, 1000~45,000

(조은중묘 안경구)

### 2. 양배추 수매 전경



Green Nova (Takii) 수확 후 현지수집상 수매 모습 (서부 자바 지역, 해발 1,300m)

Grand 11 (ChiaTa) 수확 후 현지수집상 수매 모습 (중부 자바 지역, 1,100m)

### 3. 인도네시아 양배추 주요 병징



흑부병 피해 포장 및 병징 (Green Coronet, 중부 자바 지역, 해발 1,300m)



무사마귀병 피해 포장 및 병징 (Grand 11, 중부 자바 지역, 해발 1,100m)

### ◆ 인도네시아 종자시장 진입을 위한 요건

구분	Positive
육성적인 면	-상종 싸이클이 길다. -과재류는 EastWest 및 Tanindo -염재류는 일본회사가 주류이나 최근 다국적 기업이 육성 포기 -최저임금 3~4 US\$/일 (경정성 있음)
생산적인 면	-국민성 유순해 단순작업에 유리 -기온, 토양대가 다양하여 품목에 따라 입지조건 선정에 유리 -미개발지가 많아 격리재배에 유리
영업적인 면	-농자재비에 대비 종자비 저렴 -일선에 밀집된 경쟁이 없다 -크레딧 발생시, 종자 교환선에 종결
개발적인 면	-종재 시장이 많다 -농민 집결이 쉬워 개발형사 용이 -민족들 선진국으로 인식, 상품가치력은 있음

구분	Negative
육성적인 면	-내별성, 내충성, 내열성, 내고온성, 내건성 등 제코포인트가 많아 품종육성이 곤란 -품종보호제도가 있으나 권리발 능력이 부족 -유전자원 유출 우려가 큼
생산적인 면	-생산에 필요한 전문 인력 부족 -농작물 및 생산물사 분실/유실이 많아 유의 -최근 TY 바이러스 만연, 생산성 감소 -우기 직할은 비가 될 재배
영업적인 면	-17,500개의 생, 여러 유통단계로 거쳐, 유통업자의 횡포가 심함 -지역별 도매상이 품종판매 특권권 요구 -직접 도매를 충성도가 낮아 돈 풀건 사고가 잦음
개발적인 면	-다양한 지역만큼 여러 시범포 소요 -우기와 건기 2반복 시범 -다양한 병해충으로 개발자 전문지식 필요

### ◆ 베트남 양배추 시장

#### 1. 베트남 양배추 시장 개요

타입	편원계	편원원계	
주 재배지역	북부:65%, 중부:25% 남부:10%	중부(Dalat)	
재배면적 (ha)	12,220	2,000	
종자 소요량	Ha당(g)	300g/ha	300g/ha
	합계(kg)	3,660	600
종자 가격	\$/kg	145	150
	합계(\$)	530,700	90,000
Leading 품종	NSX/Tokita Grand KK/Takii Green Helmet/Sakata	Green Nova/Takii	

### 2. 베트남 양배추 단지 현황

단지명 : Gia Loc District Hai Duong Province

구분	단위(내용)	조사 내용
총면적	Ha	4,970ha
재배농가수	농가	16,600농가
평균 재배면적	ha/농가	0.3ha
평균 파종량	g/ha	300g/ha
단지 종자 소요량	Kg	2,700kg
주 파종시기	월	8월-11월
육묘일수	일	25-30일
정식시기	월	9월-12월
정식주수	주/ha	48,000주
수확시기	월-일	11월-2월

구분	단위(내용)	조사 내용
평균 수확량	kg/ha	72,000~75,000kg/ha
판매가격	\$/kg	\$0.1-0.3/kg
농가 평균 수입	\$/농가	\$4,320/농가당
면적 변화		증감없음
시설사용 여부		노지 재배
포장방법		포대 혹은 대나무 바구니 이용
판매방법		직접 시장 출하

### 3. 베트남 양배추 리딩 품종 특성

품종명 : NSX(New Star Cross)

구분	단위	내용
공급회사		Tokita
판매량	Kg	1,200
시장점유율	%	27.0
판매가격(봉)	\$/can	37.5\$/can
라이프사이클		성숙
속기		중생종(70-75일)
균열도		우수
초세		중강
초차(타입)		입성
외엽색		녹색
수량	kg/ha	78,000





### 중국 양배추 구형별 시장현황

구분	재배면적(천ha)	중저량	주요품종	사진
월형	450	130ton(64%)	중감11호, 8398	
편구형	220	70ton(34%)	경풍1호	
牛心형	15	4ton(2%)	牛心甘藍	

### 중국 양배추 가격현황

구형	구분	주요품종	결재가(kg/\$)
월형	아시아 도입종	희망, 그린글로브	1kg/300
	유럽 만생	1038, 1039(Bejo)	1kg/500
	중국 로컬 품종	8398, 중감11호	1kg/30
편구형	해역 도입종	오가네(Takii)	1kg/300
	중국 로컬 품종	경풍1호	1kg/20-30
우심형	중국 로컬 품종	우심	1kg/20-30

### 회사별 주요 품종과 특성

구분	주요품종	회사	특성	비고	사진
해외 품종	希望	Sakata	구비대력, 내병, 내서, 품질우수	중국 노지 봄, 가을 1위 품종	
	YR味美早生 極早2호	Mikado Takii	저온하에서 구형안정 비대력, 결구력우수	중국 월동 조생 1위 품종	
	展望	Tokita	고냉지 적백지 비대력우수, 내서, 내습 우수	중국 고냉지 1위 품종	
	오가네	Takii	편구형 내병성, 비대력 우수	중국 호북, 산둥 봄	
	强力 50	小林	내서성, 내병성	호북, 절강, 산둥, 강소	
	1039	Bejo	월동 원형, 품질우수	호북성 원형 월동 1위 품종	
	东升 M-3	Nozaki Marutane	월동 편구, 장기수확용	호북성 편구 월동 1위 품종	
국내 품종	8398, 中甘11호	북경농과원	저온기 조숙	중국 하우스 및 터널 1위 품종	
	京農1호	북경농과원	기공용 우수	중국 전역 체배 편구형 1위 품종	
	牛心 甘藍	중국 로컬	만생, 내추대, 품질好	귀주, 강서 1위 품종	

### 국내 기업 주요 수출품종

구분	주요품종	회사	사진	주요품종	회사	사진
한국 대 중국 수출품종	그린글로브	농우			아시아	
	그린라이즈	농우			아시아	
	골든블	농우			아시아	
	세농591	농우			아시아	
	금월	미리클		조은에이스	조은	
	MC900	미리클		팩스틀	조은	

### 중국 채소 중저량 공사 현황

중국 중저량 공사			
중수	외자 단독 또는 중국 합작 공사	농업과학원	양배추 주요 육성 기업
8,700여개	본산도, 리마그림, 누넨, 신첸타, Hazera, 사카타, 다케이, 도케이, 데안농우, 세농 등 60여개	39개 연구소 중 재배연구소 16개 (각 성, 시에 분포)	북경농과원, 정부 지원(ex: 제리아)

국내 기업 중 농우 유일 중국 현지 법인 설립(세농중묘, 1992)

### 기술개발분야

구분	원형			편구형
	조생	만생	중감11호	
주요 품종	希望 (Sakata)	YR味美早生 (Tokita)	중감11호 (북경농과원)	등승 (Nozaki) 1039(Bejo)
현지 요구	내병성(뿌리썩병, 폭무병), 포장저장성, 내한성(저온기 비대력)			내병성, 고품질, 체배기 폭 적당
특성	내습성, 내서성, 고순도, 조숙			내추대성, 장기수확 (내병성, 내습성, 내서성)
기술개발 사유	#기계화로 오염저 확산 속도 가속화(내병성) 필수요건 ex) 중국 농가 비용 부담-뿌리썩병 방제 약제 1무당 500원, 중저구배가 1무당 30-200원 ex) 신센타 뿌리썩병 내병 품종 개발 (일반계 보다 1.5-2배 고품에 관여) #고순도 품질보증-생선 → MS생산 중국 로컬 MS품종 중시 ex) 中甘 16호, 中甘 17호 등(MS품종 필요성 인식, 침중투해) #내서성, 내습성, 내한성, 향후 주요 이슈-마파상장 개발 대비 남방(강동, 오남, 사천, 복건)과 고냉지(산서, 복건, 감숙)계배 증가			

### 유통망 분석



- 유동구조: 유통 중간유통의 소비가 불안정으로 시장을 형성하고 있어, 유통망에 대한 부분이 많상 내재 되어 있음. 이원 단계 해결을 위한 필요으로 유통구조의 단일화를 추구하는 방향으로 진행. 한국내 회사-민간회사에 전달수용
- Marketing: 유동구조의 단단계에 의한 마케팅 어려움으로, 이를 극복을 위한 전사별 시범과 운영 및 전문 Marketing 조직 운영. 또한 중저량 중심의 홍보 확대를 추진

### 기술수준 및 연구개발 인프라 분석

중국시장 목표 기술	회사 기술 수준		국내사 양배추 육성자	국내사 설비
	국내	해외		
유전자원보유량	7	8	5개사(농우, 아시아, 조은, 동부, 미리클)	농우 : 해외 5개 현지 법인, 국내 3개 육성농장 1개 생명공학 연구소 아시아 : 국내 2개 육성농장 해외 1개 현지 법인 조은 : 국내 1개 육성농장 동부 : 국내 3개 육성농장 미리클 : 국내 1개 육성농장
육성 수준	8	8		
육종가수	4	7		
중저 생산기술	5	8		
세대 단축 (MAB, MAS, 조직 배양, 세포융합)	7	7		
내병성 (MAB, MAS, 조직배양)	7	7	연구 인력 7명 농우-신종섭, 최수환 아시아-송준호, ? 조은-안경구 동부-박용 미리클-최준화	
고순도 (MAB, 세포 융합)	5	5		

기술수준: 1(낮음)-9(높음)

### 주요 이슈 및 전략방향

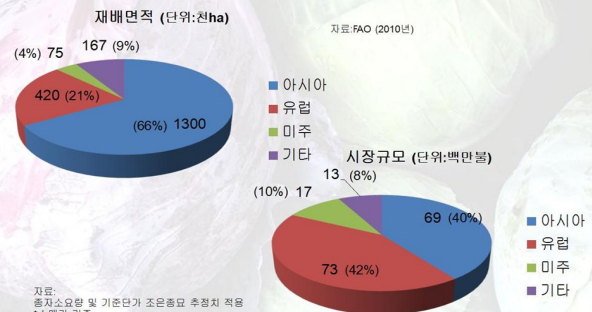
구분	현재	방향
시장 개척 전략	단위면적당 생산성 중요	핵가족화 고착-가정용 小球, 가공 및 납품용 大球으로 이원화
	재배 불안정	내병성과 환경저항성 품종 개발
	중자 공급 불안정-이형율고	SI→MS생산
	연락시험 거래처에 의존	현지화(주요 단지별 연락시험 및 시교자 확보)
시장 성장 가능성 분석	저가 정책 이미지 메이킹	품종력, 브랜드 가치 증대
	지구 기후 변화-아시아 및 동유럽 재배 및 생육 불안	FTA 효과-중국산 생체 수출 증가
	라면 스프용 견양배주 대만, 일본수출	인스턴트 식품 수요 증가→수출 증가
	가공용-라면 스프 견테기용 양배주	유럽 및 미주 양배주 소비형태인 가공용 (Sauerkraut)-중국 내 가공 후 수출 가치 가 능성 높음



### 유럽 양배추 시장 분석 및 시장 동향

조은종묘

### 세계 양배추종자 시장



JOEUN SEEDS VEGETABLE SEED

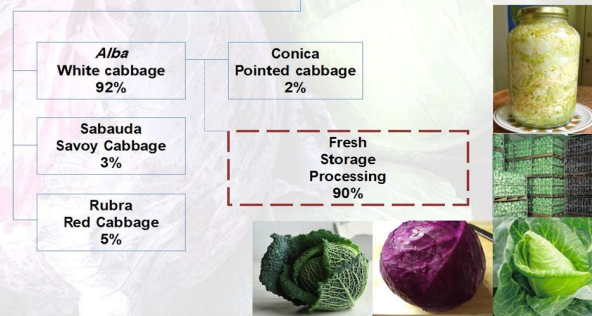
A Member of Korea Seed Export Cooperation



JOEUN SEEDS VEGETABLE SEED

A Member of Korea Seed Export Cooperation

### Brassica oleracea capitata Headed cabbage



JOEUN SEEDS VEGETABLE SEED

A Member of Korea Seed Export Cooperation

### 서유럽/동유럽 양배추종자 시장 비교

구분	서유럽	동유럽(중앙아시아 포함)
인구 a	4.2억	4.1억
재배면적(ha)	62,000	358,000
생산량 b	2,845 천톤	9,522 천톤
1인당 소비량 b/a	7 kg	23 kg
총자소요량	9 ton	43 ton
종자단가	\$2,400/kg	\$1,200/kg
시장규모	21천만불 (약 230억)	52천만불 (약 570억)
주요타입	Fresh, Savoy, Pointed, Red	Fresh, Processing, Storage
주요국가	영국, 독일, 이태리	러시아, 우크라이나, 폴란드, 우즈베키스탄

재배면적, 생산량 자료: FAO (2010년)

JOEUN SEEDS VEGETABLE SEED

A Member of Korea Seed Export Cooperation

### 동유럽 양배추 주요 타입

타입	Fresh	Processing	Storage
비율	45%	25%	25%
면적	161천 ha	90천 ha	90천 ha
시장 규모	23백만불	13백만불	13백만불
주요 품종	Parel (B) Nozomi (Sk) Pandion (Sm)	Megaton (B) Rinda (Sm) Burton (N)	Counter (B) Expect (B) Galaxy (Sm)
파종	2-6월 (일부는 하우스 작형)	4-5월	4-5월
수확	5-10월 (정식후 50일~90일)	8-10월 (정식후 90~120일)	10~11월 (정식후 100일~160일)
무게	0.8~2.5kg	3~7kg	2~5kg
핵심 요구특성	숙기, 내한성(초기), 재포성	수량성	저장성 (3~6개월), 내한성(후기)
주요 내병성	위황병, 흑부병	위황병, 흑부병	위황병, 흑부병

B(Bejo Zaden), Sm(Seminis), Sk(Sakata), N(Nickerson Zwaan)

JOEUN SEEDS VEGETABLE SEED

A Member of Korea Seed Export Cooperation



Fresh 양배추  
터널재배, 우즈베키스탄

Fresh 양배추  
Acryl cover를 이용한 보온

**JOEUN SEEDS**  
VEGETABLE SEED

A Member of Korea Seed Export Cooperation



Storage (저장) 양배추

Cabbage Shipping Seasons



**JOEUN SEEDS**  
VEGETABLE SEED

A Member of Korea Seed Export Cooperation



Processing (Sauerkraut) 양배추

**JOEUN SEEDS**  
VEGETABLE SEED

A Member of Korea Seed Export Cooperation

주요 품종 특성 Fresh

품종명	특성	사진	육성회사
Parel	숙기 50~60일 구중 1.3~1.5kg 말삭에 유리		bejo
Nozomi	숙기 45~50일 구중 0.8~1.3kg 조숙, 재포성 우수 진녹색		Sakata
Pandion	숙기 50~55일 구중 1.3~1.5kg Globular head 조숙, 열구기 빠름 녹색		Seminis

**JOEUN SEEDS**  
VEGETABLE SEED

A Member of Korea Seed Export Cooperation

주요 품종 특성 Processing

품종명	특성	사진	육성회사
Megaton	숙기 105일 구중 4~6kg 수량성 매우 우수		bejo
Rinda	숙기 95일 구중 3~4kg 조숙, 수량성 우수 High round 구형 위험병 약		Seminis
Burton	숙기 120일 구중 4~6kg 수량성 우수 Flat Round 구형 위험병 저항성		Nickerson

**JOEUN SEEDS**  
VEGETABLE SEED

A Member of Korea Seed Export Cooperation

주요 품종 특성 Storage

품종명	특성	사진	육성회사
Counter	숙기 145일 구중 3~4kg 긴도 우수		bejo
Expect	숙기 145일 구중 3~4kg 구모양 우수		bejo
Galaxy	숙기 160일 구중 4~6kg 후기 내한성 우수 조식이 단단 > 장기 저장에 적합(~180일)		Seminis

**JOEUN SEEDS**  
VEGETABLE SEED

A Member of Korea Seed Export Cooperation

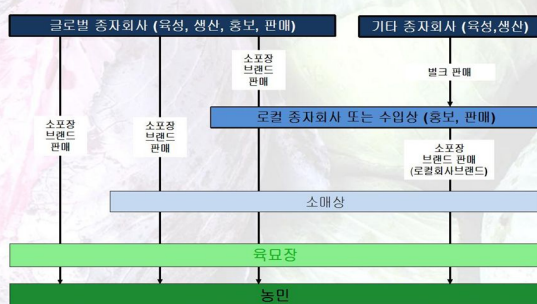
주요 회사 및 현황

구분	네덜란드			일본		
회사	Bejo, Seminis, Syngenta, Nickerson			Sakata, Takii		
시장점유율(추정)	70%			10%		
연구 및 육성	네덜란드 (위도 50~55도)			일본 (유형현지 시험재배)		
주요 타입	Fresh	Processing	Storage	Fresh	Processing	Storage
	○	○	○	○	△	△
품종개발 (Product Development)	현지 직원 > 로컬 회사			현지 직원 < 로컬 회사		

**JOEUN SEEDS**  
VEGETABLE SEED

A Member of Korea Seed Export Cooperation

종자 유통 경로



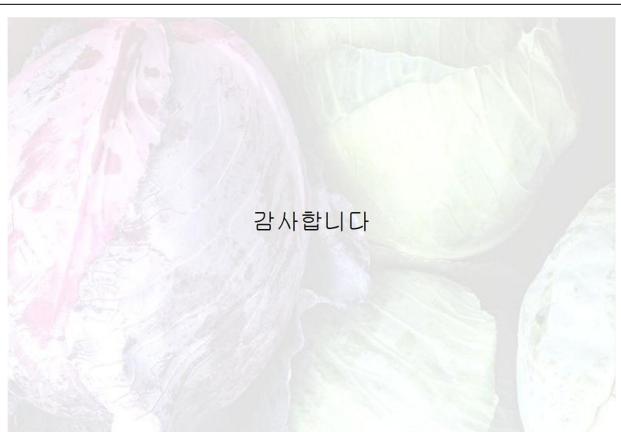
**JOEUN SEEDS**  
VEGETABLE SEED

A Member of Korea Seed Export Cooperation

중국 BEIJING JEWELRY SEEDS 사 홈페이지

**JOEUN SEEDS**  
VEGETABLE SEED

A Member of Korea Seed Export Cooperation



## 국내 양배추 시장동향 분석

코레콘종묘 정운화



### I. 국내 양배추 증자시장 규모

국내 양배추 증자시장 규모

지역	면적 (ha)	증자량 (t)	금액 (천원)	비율 (%)
경기	59	1,239	18,585	1.0
강원	1,400	29,400	441,000	24.3
충북	275	5,775	86,625	4.8
충남	450	9,450	141,750	7.8
전북	100	2,100	31,500	1.7
전남	950	18,800	282,000	15.6
경북	550	11,550	173,250	9.6
경남	50	1,050	15,750	0.9
제주	1,650	41,450	621,750	34.3
합계	5,484	120,814	1,812,210	100.0

재배종면적 : 5,484ha(약5,500~6,000ha정도, 청과시장에 따라서 변동 있음)  
증자금액 : 120,814t × 15,000원 = 약18억1천2백만원

### I. 국내 양배추 증자시장 규모

국내 양배추 재배작형 및 재배품종

작형	파종기	정식기	수확기	재배지역	재배품종
겨울-초여름 (15%)	2월하순 ~3월상순	3월하순 ~4월중순	8월~7월	전국경기	오가네(다카이), 대한나(아시아)
봄-초여름	3월중순 ~4월하순	4월중순 ~5월하순	7월~8월	전국경기 (표고300~300m)	오가네, YR호일(다카이), 대한나(아시아), 동도리(가네고사)
여름-초여름	4월중순 ~5월하순	5월중순 ~6월하순	8월~9월	고령지 (표고600~800m)	오가네, YR호일(다카이), 대한나(아시아), 동도리(가네고사)
여름-가을 (30%)	8월~7월	7월~8월	9월~10월	전국경기 (표고300~300m)	오가네, YR호일(다카이), 대한나(아시아), 동도리(가네고사)
여름-년내 (20%)	7월하순 ~8월상순	8월중순 ~9월하순	11월~12월	전국경기	오가네, YR호일(다카이), 대한나(아시아), 동도리(가네고사)
여름-겨울 (30%)	8월상순 ~9월상순	8월중순 ~9월하순	12월~4월	제주도, 전남(하남)	YR호일(다카이), 동도리(가네고사), 마르모(베조), 동쪽(강남), 하루도(세종)

국내 증자시장은 일본 다카이종묘의 YR호일, 오가네 등이 70% 이상 시장을 형성하고 있음(내출)  
제주도에서는 벼조, 가네고사, 경농 등의 품종이 60% 이상의 시장을 형성하고 있음  
- 국내 아시아종묘, 농우바이오 등 국내 시장 점유율을 높여가고 있음  
- 증자시장은 매년 5% 정도 증가

### I. 국내 양배추 증자시장 규모

제주도 재배작형 및 재배품종

구분	숙기	파종	정식	수확	종묘(회사)	면적(ha)		비율 (%)
						면적	금액	
일반	초	7월말 ~8월말	8월중순	11월중순	오가네(다카이) 그외 기타	1,000	1,500	8.7
		8월초 ~8월중	8월말 ~9월초	12월초 ~1월중	YR호일(다카이), 동도리(가네고사), 그외 기타	8,000	18,000	81.8
	중만	8월초	9월초	1월말 ~2월말	마르모(베조), 그외 기타	5,000	6,000	14.4
		8월초 ~하순	9월초 ~하순	8월 ~9월초	동쪽(강남), 하루도(가네고사), 그외 기타	15,000	17,000	41
겨울	초	7월말 ~8월초	8월초	11월중순	후미야(다카이) 그외 기타	700	1,000	2.4
		8월초 ~8월중	8월말 ~9월초	12월 ~1월	레드루키(사카타), 동상후미야(다카이) 그외 기타	2,000	500	6.3

· 규모 : 1,650ha × 0.3% = 495t (41,450t) × 15,000원/봉 = 약 6억 2천만원  
· 주재배지역 : 애월읍(하귀리, 광리리, 한림리)

### I. 국내 양배추 증자시장 규모

강원도 재배작형 및 재배품종

작형	파종	정식	수확	종묘(회사)	면적(ha)		비율 (%)
					면적	금액	
중고령지 (표고600~800m)	8~4월	4~5월	7~8월	오가네(다카이), YR호일(다카이), 대한나(아시아), 동우(동우) 그외 기타	6,500	1,000	86
				1,500	1,000		
고령지 (표고900~1300m)	4월중순 ~5월상순	5월중순 ~6월하순	8월중순 ~9월	오가네(다카이), YR호일(다카이), 대한나(아시아), 동우(동우) 그외 기타	4,500	2,000	82
				500	1,000		
여름재배	5월	6월	9월 ~10월	오가네(다카이), YR호일(다카이), 대한나(아시아) 그외 기타	5,000	2,000	82
				500	1,000		

· 규모 : 1,400ha × 0.3% = 420t(약29,400t) × 15,000원/팩 = 약 4억4천만원  
· 주재배지역 : 평창군, 홍천군, 횡성군, 영월군 등

### I. 국내 양배추 종자시장 규모

국내 양배추 시장동향 분석

#### 전라남도 재배작형 및 재배품종

작형	과종	정식	수확	품종(회사)	면적(만)		비율(%)
					면적당	합계	
종재배	2월하순 ~8월상순	8월하순 ~4월상순	6월 ~7월	오가네(다카이) 대박나(아시아) 윤누리(농우)	1,288 598 478	2,364	11
여물 재배 (중순)	7월하순 ~8월하순	8월상순 ~8월하순	11월	오가네(다카이) 그외 기타	3,503 598	4,101	20
여물 (후순)	8월상순 ~8월상순	8월하순 ~9월상순	12월 ~1월	YR호남(다카이) 그외 기타	5,093 1,508	7,501	35
여물 (후년)	8월상순	9월상순	2월 ~4월	후유비(단원) YR호남(다카이)	3,003 2,898	5,901	28

- 규모: 950ha × 0.3t/ha = 285t(약18,800톤) × 15,000원/톤 = 약 2억8천만원
- 주재배지역: 무안군, 해남군, 진도군, 장흥군

### I. 국내 양배추 종자시장 규모

국내 양배추 시장동향 분석

#### 경상북도 재배작형 및 재배품종

작형	과종	정식	수확	품종(회사)	면적(만)		비율(%)
					면적당	합계	
종재배	2월하순 ~3월상순	3월하순 ~4월상순	8월중순 ~7월상순	오가네(다카이) 대박나(아시아) 윤누리(농우) 그외기타	3,800 900 420 280	4,900	46
여물재배	8월~7월	7월~3월	10월 ~11월	오가네(다카이) YR호남(다카이) 대박나(아시아) 그외기타	1,000 3,000 300 350	8,800	80

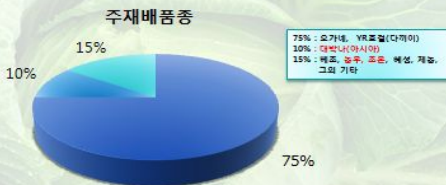
- 규모: 550ha × 0.3t/ha = 165t(약11,550톤) × 15,000원/톤 = 약1억7천원
- 주재배지역: 봉화군, 영양군, 청송군, 구미시

### I. 국내 양배추 종자시장 규모

국내 양배추 시장동향 분석

#### 그외 지역(충남, 충북, 전북, 경남, 경기)

- 규모: 934ha × 0.3t/ha = 280t(약19,600톤) × 15,000원/톤 = 약2억9천4백만원
- 주작형: 봄재배 및 여름재배



### II. 국내 양배추 주요품종 및 특성

국내 양배추 시장동향 분석

#### 국내 주요 양배추 품종

품종명	특성	사진	육성회사
오가네	조생종, 내병성(위험병) 내열구성, 저장성 우수		다카이 종묘
후유비	중조생종, 내병성(위험병, 흑부병) 내한성, 내열구성		다카이 종묘
YR하루키	내병성(위험병, 흑부병) 내한성, 내열성, 내열구성		다카이 종묘
YR 에코플러스	중조생종, YR, 흑부병 내병성, 구비대성이 우수, 후대 비교적 안정, 편구형		다카이 종묘

### II. 국내 양배추 주요품종 및 특성

국내 양배추 시장동향 분석

#### 국내 주요 양배추 품종

품종명	특성	사진	육성회사
등도리	중조생종, 편원형, 흑부병 저항성		가네꼬사
YR 호남	중만생종, 내한성, 결구 건조 우수, YR, 편구형		아시아 종묘
대박나	조생종, 결구 건조 우수, YR, 편형		아시아 종묘
조은에이스	중생종, 결구 건조 우수, 구비대력 우수, 숙기가 빠름, 편원형		조은 종묘

### II. 국내 양배추 주요품종 및 특성

국내 양배추 시장동향 분석

#### 국내 주요 양배추 품종

품종명	특성	사진	육성회사
YR 윤누리	구비대력 우수, M5조합으로 쓴드 우수, 오가네 대비 숙기가 2-3일 빠름		농우 종묘
루비아	조생종, 내서성, 저온 결구성 우수, 저장성이 뛰어남		다카이 종묘
중생루비아	내한성, 저온결구성 우수, 농직자세의 구형일		다카이 종묘
레드루키	중조생, 초세강함, 정원형		사카타 코리아

### III. 기술동향 분석

국내 양배추 시장동향 분석

#### 기술개발 사유

- 양배추 재배면적은 약 6,000ha로 전체 채소 재배면적 중 1% 정도를 차지함
- 주요 재배 품종은 일본 품종이 차지하고 있음
- 국내 기반의 육성 기술 및 유전자원 확보가 시급함
- 분자표지를 이용한 품종 개발이 필요함

#### 경쟁사와의 품종 비교분석

- 일본
  - 다카이종묘의 오가네 품종은 재포성이 뛰어나 20년정도 재배농민들이 선호함
  - 흑부병에 어느 정도 강한 일본 품종들이 발표되었으나 흑부병에 극히 강한 품종은 없음

### IV. 정책동향 분석

국내 양배추 시장동향 분석

#### 유통망 분석

- 업계 영업망을 활용하여 정보 수집
- 유통전문가 통하여 시장현황 및 문제점 평가

#### 마케팅 전략

- 생산자 : 국내 신품종의 우수성 제시 및 적극적으로 홍보
- 소비자 : 소비자의 기호도 조사로 고품질의 품종 개발
- 전문가 활용 : 마케팅 기획 전문가 통하여 국내 품종개발의 문제점, 평가 및 분석 실시

#### 표적시장의 정책동향

- 상품화 시장 진입시 국내 품종의 인지도 강화 필요
- 국내 품종의 지속적인 마케팅이 필요
- 수입품종과 국내 육성 품종과의 체계적인 품질평가 필요

### V. 기술수준 및 연구개발 인프라 분석

국내 양배추 시장영향 분석

#### ● 목표시장에서 요구하는 기술 특성

- 재포성이 뛰어난 품종의 요구도가 큼
- 환경(내한, 내서, 내습)적응성이 우수한 고품질
- 소비자가 지향적인 고기능성 품종

#### ● 국내 회사의 인적/물적 인프라 분석

- 국내 종묘회사들의 양배추 전문육종가 부족
- 분자유종 시스템을 이용한 품종 개발 저조

### VI. 주요 이슈 및 전략방향

국내 양배추 시장영향 분석

#### ● 시장 개척 전략

- 시장 동향 분석 수집 : 시장규모, 향후 성장률 등 분석
- 생산자 : 재배면적, 재배형태, 주요 작형, 주요 품종 가격, 우점 품종의 특성 조사로 국내 환경에 적합한 품종 개발
- 소비자 : 소비자 선호도 조사로 고품질의 품종 개발
- 전문가 활용 : 마케팅 기획 전문가, 국가기관 등 주기적인 모임을 통하여 국내 품종개발의 문제점, 평가 및 분석 실시

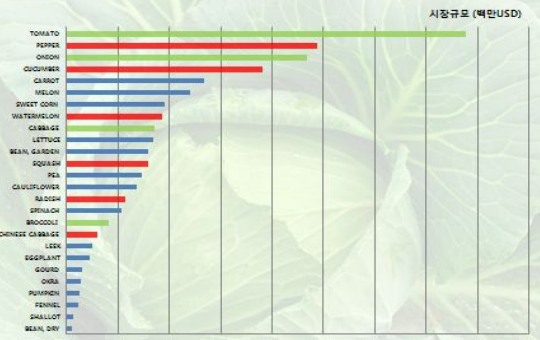
#### ● 시장의 성장 가능성 분석

- 재배면적이 점차적으로 증가(매년5%)
- 양배추의 영양과 기능성에 대한 인지도가 높아지고 있음

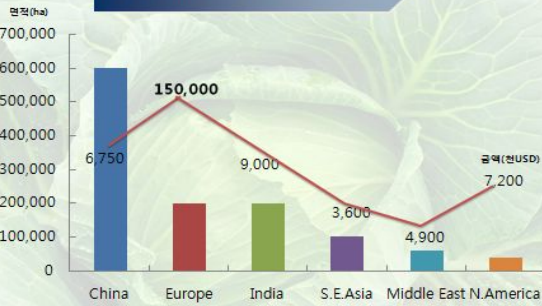
## 양배추 수출 확대 전략

동부품한농

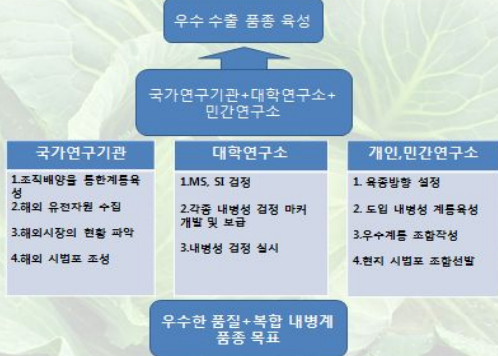
### 세계 증자 시장 현황



### 세계 양배추 재배 면적 및 시장금액



### 수출용 우수 양배추 육성 전략



#### 수출확대를 위한 향후 개선점

- 동일 시장의 국내회사 중복 진출과 줄일 판매
- 동일 품종의 복사 증가로 시장 교란
- 현지 바이어 교환에 의한 종자 가격 하락
- 일본, 다국적 종자회사의 품종과 품질 격차 해소
- 수출 성장시장에서 교육 브랜드 정착
- 자국 보호 정책에 대비한 준비
- 고가시장의 점유율을 높이기 위한 고품질 품종 개발(유럽, 북미)
- 고품질 내병성 품종육성을 통한 시장확대와 교육 브랜드 정착
- 단일 브랜드로 여러 시장진입이 가능한 만능 품질에 의한 시장 진입 경쟁저항 (ex: 한 품종의 우수한 조생계로 인도, 중국, 유럽시장 진입 가능)

#### 수출확대를 위한 지원 요구 점

- 수출에 관한 세부적인 교육
- 정확한 시장에 대한 요구 품종의 특성 및 시장 현황 파악
- 수출경로의 지원
- 마케, 병리, 조직배양 지원으로 우수계통 육성 지원
- 특허 범위 필수 있는 MS(윤성물임) 지원 지원 (MS채종 효과: 종자 품질향상, 채종단가 30%감, 자식종자 회피로 유전자원 보호)
- 다양한 지역의 현지 시범포 운영 지원을 통한 우수 품종 선별 유도

### GSP 양배추 상세기획 자재 중간 보고회(2013년 1월 18일)

자가불화합성, 옹성불임성, 내한성에 관한 기술동향

박종인  
순천대학교

### 논문 검색

Scope	Input keywords	PubMed	Google scholar	Agricole
Self-incompatibility (last 20 years)	Self-incompatibility <i>Brassica oleracea</i>	76	3660	98
	Self-incompatibility Cabbage	236	2830	39
	Self-incompatibility marker <i>Brassica oleracea</i>	3	2580	11
	Self-incompatibility marker Cabbage	8	2240	2
Male sterility (last 20 years)	Male sterility <i>Brassica oleracea</i>	15	4920	68
	Male sterility Cabbage	131	8400	50
	Male sterility marker <i>Brassica oleracea</i>	6	4000	12
Cold resistance (last 10 years)	Male sterility marker Cabbage	32	6710	5
	Cold resistance <i>Brassica oleracea</i>	2	7570	7
	Cold resistance Cabbage	13	17700	10
Cold resistance (last 10 years)	Cold resistance marker <i>Brassica oleracea</i>	-	6180	-
	Cold resistance marker Cabbage	1	12500	-

**Sexual Plant Reproduction**  
© Springer-Verlag 1999

**Development of a method for the identification of S alleles in *Brassica oleracea* based on digestion of PCR-amplified DNA with restriction endonucleases**

J. Brace, D.J. Ockendon, and G.J. King  
Department of Breeding and Genetics, Horticulture Research International, Watlington, Warwick CV35 9EF, UK

Sex Plant Reprod (1996) 7:203-208 © Springer-Verlag 1999

**ORIGINAL PAPER**

J. Brace · G. J. King · D. J. Ockendon

**A molecular approach to the identification of S-alleles in *Brassica oleracea***

Mo Cell Vi 12 No 2 pp 227-232

**Molecules and Cells**  
vol.12, no.2, 2001

**Identification of S-Genotypes by PCR-RFLP in Breeding Lines of Brassica**

Jong In Park, Il-Sup Noh<sup>1</sup>, Soo-Seong Lee<sup>2</sup>, Kwon-Kyoo Kang<sup>2</sup>, and Masao Watanabe<sup>3</sup>  
Major of Horticulture, Faculty of Plant Science, Seonhan National University, Seonhan 540-742, Korea; <sup>1</sup> Department of Horticultural Crop Breeding, ChungAng University, Anseong 436-756, Korea; <sup>2</sup> Department of Horticulture, Hankyong National University, Anseong 436-749, Korea; <sup>3</sup> Laboratory of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Tohoku University, Morioka 020-8576, Japan

**SLR, SLG 유전자를 이용한 S-genotype 구분**

Theor Appl Genet (1997) 95: 335-342 © Springer-Verlag 1997

T. Nishio · M. Kowalski · K. Sakamoto · D. J. Ockendon

**Polymorphism of the kinase domain of the S-locus receptor kinase gene (SRK) in *Brassica oleracea* L.**

Plant Breeding 121, 192-197 (2002)  
 © 2002 Blackwell Verlag, Berlin  
 ISSN 0179-0541

**Identification of S-alleles using polymerase chain reaction-cleaved amplified polymorphic sequence of the S-locus receptor kinase in inbreeding lines of *Brassica oleracea***

J. I. PARK<sup>1</sup>, S. S. LEE<sup>2</sup>, M. WATANABE<sup>3</sup>, Y. TAKAHATA<sup>4</sup> and I. S. NOH<sup>1,4</sup>  
<sup>1</sup> Faculty of Plant Science, Seonhan National University, Seonhan 540-742, Korea; <sup>2</sup> Department of Horticultural Crops Breeding, ChungAng University, Anseong 436-756, Korea; <sup>3</sup> Laboratory of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Iwate University, 3-18-8, Ueda, Morioka 020-8576, Japan; <sup>4</sup> Corresponding author. E-mail: inoh@seonhan.ac.kr

With 4 figures and 1 table  
 Received July 23, 2001/Accepted February 5, 2002  
 Communicated by P. Wehling

**SRK 유전자를 이용한 S-genotype 구분**

Theor Appl Genet (2005) 111: 1191-1200  
 DOI 10.1007/s00122-005-0632-4

**ORIGINAL PAPER**

Seok-Hyeon Nahm · Hee-Jeong Lee · Shi-Woo Lee · Gyeon-Young Jun · Cheo-Hark Han · Seung-Gyun Yang · Hyung-Whan Min

**Development of a molecular marker specific to a novel CMS line in radish (*Raphanus sativus* L.)**

Euphytica (2009) 166:367-378  
 DOI 10.1007/s10681-008-9917-z

**Development of two new molecular markers specific to cytoplasmic male sterility in tuber mustard (*Brassica juncea* var. *tumida* Tsen et Lee)**

Xiao-lin Yu · Qiu-bin Xiao · Jia-shu Cao · Zhu-jun Chen · Yutaka Hirata

**새로운 CMS 특이적 marker 개발**

Plant Science

The CBFs: three Arabidopsis transcription factors to cold acclimate

Jinwen Yan<sup>1</sup>, Kefei Guo<sup>1</sup>, Jialin Zhang<sup>1</sup>

Transcriptional regulation network of cold-responsive genes in higher plants

Tingwen Yang<sup>1</sup>, Liqing Zhang<sup>1</sup>, Tingting Zhang<sup>1</sup>, Hua Zhang<sup>1</sup>, Shijian Xu<sup>1</sup>, Lihua An<sup>1,2</sup>

저온 및 결빙스트레스 관련 연구: CBFs (C-repeat binding factors), ICE1(inducer of CBF expression), CORs(cold-responsive) 등의 유전자를 담배, 애기장대, 유채 및 토마토에 도입하여 내냉성 및 내동성을 시험하고 그 결과를 보고함

- 보리에 있어서 Fructan 관련 유전자의 과발현 식물체는 내냉성을 증진한다고 보고됨

Cold stress regulation of gene expression in plants

Viewpoints Ohtsuyama<sup>1</sup>, Jianhua Zhu<sup>1</sup> and Jun-Kang Zhu<sup>2</sup>

**해외 양배추 품종은 100% SI 채종**

외국계 종자회사 주요 품종들의 종자 구입

↓

플러그트레이 128공을 이용하여 종자 파종(품종당 384립 파종)

↓

gDNA 추출 및 SI 특이적 마커를 이용한 PCR

↓

제한 효소 처리

↓

원종 선발

↓

종묘회사에 제공

↓

**품종 개발을 위한 유전자원으로 이용**

**Class I 과 II 구분 마커로 양배추 10 샘플에 대한 qPCR**

**Class I (KD5 + KD8)**

**Class II (KD4 + KD7)**

M: 100bp molecular marker

샘플 번호	계통명
1	YR하루토-51
2	마쓰모-51
3	마쓰모-52
4	마쓰모-53
5	마쓰모-13
6	마쓰모-14
7	YR123-51
8	YR123-52
9	YR123-53
10	YR123-54
11	발강배추(원종)3-1
E	Empty-no template

**결과**

- YR하루토-51, 마쓰모-51,52,53,13,14, YR123-51,52,53은 모두 class I과 II를 가지고 있었음.
- YR123-54는 class II만을 가지고 있었음.
- (발강배추는 primer가 잘 증폭되는가를 알아보기 위해 control로 추가하였고, E(empty)는 primer의 오염 여부를 알아보기 위해 추가하였음.)

**Class I 과 II 구분 마커로 양배추 10 샘플에 대한 qPCR-RFLP**

**Class I (KD5 + KD8 -HinfI + EcoRII)**

**Class II (KD4 + KD7 -HinfI)**

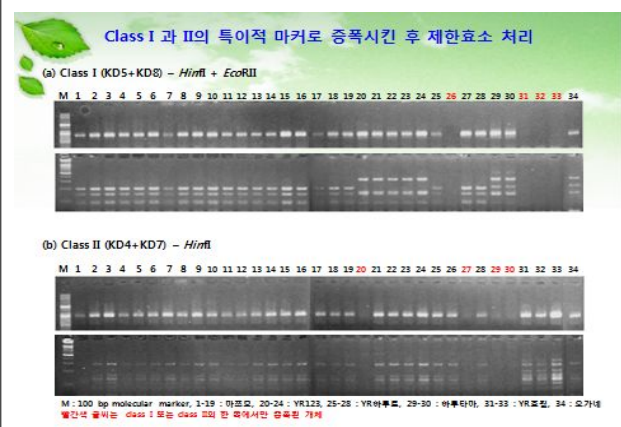
M: 100bp molecular marker

샘플 번호	계통명
1	YR하루토-51
2	마쓰모-51
3	마쓰모-52
4	마쓰모-53
5	마쓰모-13
6	마쓰모-14
7	YR123-51
8	YR123-52
9	YR123-53
10	YR123-54
11	발강배추(원종)3-1

**결과**

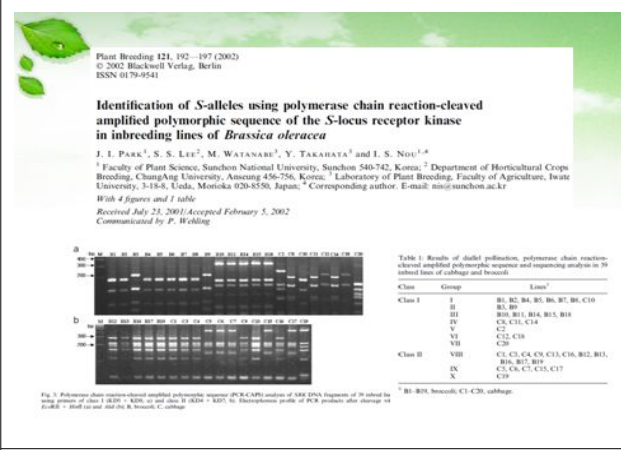
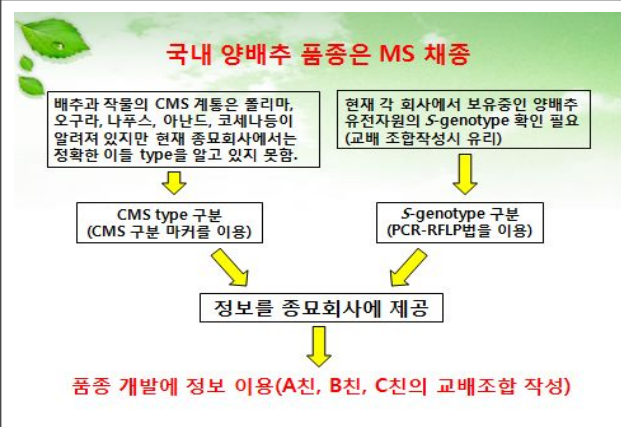
- YR하루토-51과 마쓰모-51,52,53,13,14는 class I과 II 각각 동일한 S 인자를 가지고 있음.
- YR123-51,52,53의 class I은 YR하루토(or 마쓰모)와 다른 S 인자를 가지고 있으나 class II는 YR하루토(or 마쓰모)와 동일한 S 인자를 가짐.
- YR123-54의 class I은 다른 YR123(-51,52,53)들과 동일한 S 인자를 가지고 있으며, class II는 가지고 있지 않은 등립접합체임.
- (발강배추는 제한효소가 잘 처리 되었는가를 알아보기 위해 control로 추가하였음)





### Class I 과 II의 특이적 마커로 증폭시킨 후 제한효소 처리

선번호	품종	class I - <i>HinfI</i> + <i>EcoRII</i>	class II - <i>HinfI</i>	ho/na	비고
1		+	+	+	
2		+	+	+	
3		+	+	+	
4		+	+	+	
5		+	+	+	
6		+	+	+	
7		+	+	+	
8		+	+	+	
9		+	+	+	
10		+	+	+	
11		+	+	+	
12		+	+	+	
13		+	+	+	
14		+	+	+	
15		+	+	+	
16		+	+	+	
17		+	+	+	
18		+	+	+	
19		+	+	+	
20		+	+	+	
21		+	+	+	
22	YR128	+	+	+	자식
23		+	+	+	자식(유전종교)
24		+	+	+	자식
25		+	+	+	자식
26		+	+	+	자식
27	YR하루포	+	+	+	자식
28		+	+	+	자식
29		+	+	+	자식
30	하루타마	+	+	+	자식
31		+	+	+	자식
32	YR보진	+	+	+	자식(?)
33		+	+	+	자식
34	오가네	+	+	+	자식



### 내서성, 내염성, 배추좀나방에 관한 기술동향(논문위주)

2013년 1월 18일

충남대학교 허윤강

### 논문찾기 결과의 요약

SCOPE	Input keyword	PubMed	Google Scholar	Agricola
내서성 (Heat tolerance)	Plant heat tolerance	844	80,500	5
	Plant heat tolerance/review	65	33,100	-
	Heat tolerant crop	46	16,900	-
	Heat tolerant crop/marker	2	17,000	-
내염성 (Salt tolerance)	Plant salt tolerance	2,051	54,400	44
	Plant salt tolerance/review	106	23,000	-
	Salt tolerance/marker	135	18,100	-
	Salt tolerant crop	181	17,000	43
배추좀나방 (Diamondback-moth)	Salt tolerant crop/marker	16	16,700	-
	Diamondback-moth	357	10,300	763
	Diamondback-moth resistance	128	7,130	7
	Diamondback-moth resistance/marker	6	1,070	-
	Diamondback-moth resistant crop	6	6,210	-

\* 구글학술검색은 2003년 이후를 검색한 것임

**논문찾기 결과의 요약**

SCOPE	Input keyword	PubMed	Google Scholar	Agricola
내시성 (Heat tolerance)	Plant heat tolerance	844	80,500	5
	Plant heat tolerance/review	65	33,100	-
	Heat tolerant crop	46	16,900	-
내염성 (Salt tolerance)	Heat tolerant crop/marker	2	17,000	-
	Plant salt tolerance	2,051	54,400	44
	Plant salt tolerance/review	106	23,000	-
	Salt tolerance/marker	135	18,100	-
배추좀나방 (Diamondback-moth)	Salt tolerant crop	181	17,000	43
	Salt tolerant crop/marker	16	16,700	-
	Diamondback-moth	357	10,300	763
	Diamondback-moth resistance	128	7,130	7
	Diamondback-moth resistance/marker	6	1,070	-
Diamondback-moth resistant crop	6	6,210	-	

\* 구글학술검색은 2003년 이후를 검색한 것임

**Heat Tolerance**

-고온저항성 (HS resistance)에 대한 연구는 주로 애기장대들 대상으로 열충격단백질 유전자 (*Hsps*, heat-shock proteins)에 대한 것임.

-열충격 스트레스 저항성 식물은 주로 *HSF1*, *Hsp70* 및 *Hsp17.7* 유전자들 애기장대 등에 도입하여 실험한 일부의 결과가 있으며 (Iba, 2002)

-최근에는 작은 열충격단백질인 효소 *hsp26* 유전자들 애기장대에 과발현시켰을 경우 열에 저항성을 보였다는 보고가 있음 (Xue et al., 2010)

-애기장대에 *GroEL*의 일종인 *Cpn60.8*를 과발현시켜 *Rubisco activase*를 안정화 시킴으로써 고온에서의 광합성율을 적게 감소시킬 수 있었음 (Salvucci, 2008)

-다음 단백질 유전자들 과발현키면 애기장대의 고온내성이 증가하였음:

- HSP (Kotak et al., 2007)
- DREB2A (Sakuma et al., 2006)
- MBF1C (Suzuki et al., 2005)
- CTL1 (Kwon et al., 2007)

▶작물의 경우: 대부분이 salt tolerance, drought tolerance와 겹침. 주로 벼, 수수, 밀, 보리 등 단작작물에 대한 연구가 많음

**GENETIC TRANSFORMATION AND HYBRIDIZATION**

**Enhanced heat and drought tolerance in transgenic rice seedlings overexpressing *OsWAK11* under the control of *HSP101* promoter**

Xianan Wu · Yoko Shirato · Sachie Kishitani · Yukihiko In · Kiyoa Toriyama



**Abstract**  
In an earlier greenhouse screening, we identified a local indica cultivar HT54 tolerant to high temperature at both seedling and grain-filling stages. In this study, we develop an optimized procedure for fine assessment of this heat tolerance. The results indicated that HT54 seedlings could tolerate high temperature up to 48 °C for 79h. The genetic analysis of F1 and F2 offspring derived from the cross between HT54 and HT13, a heat-sensitive breeding line, reveals that the heat tolerance HT54 was controlled by a dominant major locus, which has been designated as *OsHTAS* (*Oryza sativa* heat tolerance at seedling stage). This locus was mapped on rice chromosome 9 within an interval of 420kb between markers of *OsD5* and *RM7364*. The determined candidate ZFP gene has been confirmed to be cosegregated with a single nucleotide polymorphism (SNP) developed PCR-restriction fragment length polymorphism (RFLP) marker *RFLPMST1* in its promoter region. Another heat tolerance-associated SNP was identified in the first intron of its 5'-untranslated region. The existence of these SNPs thereby indicated that the *OsHTAS* locus contains at least two alleles. We named the one from HT54 as *OsHTAS(a)* and the one from HT13 as *OsHTAS(b)*. Further dynamic expression analysis demonstrated that *OsHTAS(a)* was actively responsive to 45 °C high temperature stress compared with the *OsHTAS(b)* allele.

These Anal Genes: 2012 Aug 15(15):1661-76. doi: 10.1007/s12242-012-9853-5. Epub 2012 Apr 5.  
**QTL mapping of terminal heat tolerance in hexaploid wheat (*T. aestivum* L.).**  
Patrik R. Eder, MS, Kumar U. Shrivastava, JP, Justin A. ...  
Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (IPK), Corrensstr. 3, 06466, Gatersleben, Germany.

**Abstract**  
High temperature (>30 °C) at the time of grain filling is one of the major causes of yield reduction in wheat in many parts of the world, especially in tropical countries. To identify quantitative trait loci (QTL) for heat tolerance under terminal heat stress, a set of 148 recombinant inbred lines was developed by crossing a heat-tolerant hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivar (NW1514) and a heat-susceptible (HAW68) cultivar. The F5, F6 (6), and F7 (7) generations were evaluated in two different sowing dates under field conditions for 2 years. Using the trait values from controlled and stressed trials, four different traits: (1) heat stability index (HSI) of thousand grain weight (HSITGW), (2) HSI of grain fill duration (HSIGFD), (3) HSI of grain yield (HSYLDI), and (4) canopy temperature depression (CTD) were used to determine heat tolerance. Days to maturity was also investigated. A linkage map comprising 160 simple sequence repeat markers was prepared covering the whole genome of wheat. Using composite interval mapping, significant genomic regions on 2S, 7B and 7D were found to be associated with heat tolerance. Of these, two (2S and 7B) were colocalized QTL and explained more than 15 % phenotypic variation for HSI/TGW, HSI/GFD and CTD. In pooled analysis over three trials, QTL explained phenotypic variation ranging from 9.78 to 20.34 %. No QTL \* trial interaction was detected for the identified QTL. The three major QTL obtained can be used in marker-assisted selection for heat stress in wheat.

Jiang, 2012 Oct 24. Epub ahead of print.  
**A Dominant Major Locus in Chromosome 9 of Rice (*Oryza sativa* L.) Confers Tolerance to 48 (degrees)C High Temperature at Seedling Stage.**  
Wei Li, Wang Y, Huang H, Zhang S, Wang L, Zhang J, Tai J, Zhang S.  
Institute of Crop Science, College of Agriculture and Biotechnology, Zhejiang University, Yuhang Road 365, Hangzhou 310056, China.

**Abstract**  
In an earlier greenhouse screening, we identified a local indica cultivar HT54 tolerant to high temperature at both seedling and grain-filling stages. In this study, we develop an optimized procedure for fine assessment of this heat tolerance. The results indicated that HT54 seedlings could tolerate high temperature up to 48 °C for 79h. The genetic analysis of F1 and F2 offspring derived from the cross between HT54 and HT13, a heat-sensitive breeding line, reveals that the heat tolerance HT54 was controlled by a dominant major locus, which has been designated as *OsHTAS* (*Oryza sativa* heat tolerance at seedling stage). This locus was mapped on rice chromosome 9 within an interval of 420kb between markers of *OsD5* and *RM7364*. The determined candidate ZFP gene has been confirmed to be cosegregated with a single nucleotide polymorphism (SNP) developed PCR-restriction fragment length polymorphism (RFLP) marker *RFLPMST1* in its promoter region. Another heat tolerance-associated SNP was identified in the first intron of its 5'-untranslated region. The existence of these SNPs thereby indicated that the *OsHTAS* locus contains at least two alleles. We named the one from HT54 as *OsHTAS(a)* and the one from HT13 as *OsHTAS(b)*. Further dynamic expression analysis demonstrated that *OsHTAS(a)* was actively responsive to 45 °C high temperature stress compared with the *OsHTAS(b)* allele.

**\*\* 구글학술검색 결과 요약**

-Bread wheat - grain filling rate - SSR markers - Brakat et al. 2011  
-Heat-tolerant hexaploid wheat - QTL - 180 SSR markers - Paliwal et al. 2012

-Rice - QTL/anthesis - Jagadish et al. 2009  
QTL/flowering - SNP markers (Ye et al. 2011)  
Map/SNP - *OsHTAS* locus (a and b alleles) (Wei et al. 2012)

-Cowpea - QTL - 48 SNP markers (4) - Lucas et al. 2012

-배추파에 대한 결과는 없음

**Salt Tolerant crop & marker**

**PubMed 검색**

Journal of Experimental Botany, Vol. 55, No. 396, pp. 307-319, February 2004  
DOI: 10.1093/jxb/erh003 Advanced Access publication 12 January 2004

**FOCUS PAPER**  
**Improving crop salt tolerance**

T. J. Flowers\*  
School of Biological Sciences, University of Sussex, Falmer, Brighton, Sussex BN1 9QJ, UK  
School of Plant Biology, 35 Stirling Highway, Crawley, Western Australia 5006, Australia

Salinity is an ever-present threat to crop yields, especially in countries where irrigation is an essential aid to agriculture. Although the tolerance of saline conditions by plants is variable, crop species are generally intolerant of one-third of the concentration of salts found in seawater. Attempts to improve the salt tolerance of crops through conventional breeding programmes have met with very limited success, due to the complexity of the trait: salt tolerance is complex genetically and physiologically. Tolerance often shows the characteristics of a multigenic trait, with quantitative trait loci (QTL) associated with tolerance identified in barley, citrus, rice, and tomato and with ion transport under saline conditions in barley, citrus and rice. Physiologically salt tolerance is also complex, with halophytes and less tolerant plants showing a wide range of adaptations. Attempts to enhance tolerance have involved conventional breeding programmes, the use of in vitro selection, pooling physiological traits, interspecific hybridization, using halophytes as alternative crops, the use of marker-assisted selection, and the use of transgenic plants. It is surprising that, in spite of the complexity of salt tolerance, there are commonly claims in the literature that the transfer of a single or a few genes can increase the tolerance of plants to saline conditions. Evaluation of such claims reveals that, of the 65 papers produced between 1993 and early 2003, only 19 report quantitative estimates of plant growth. Of these, four papers contain quantitative data on the response of transformants and wild-type of six species without and with salinity applied in an appropriate manner. About half of all the papers report data on experiments conducted under conditions where there is little or no transpiration, such experiments may provide insights into components of tolerance, but are not grounds for claims of enhanced tolerance at the whole plant level. Whether enhanced tolerance, where properly established, is due to the chance alteration of a factor that is limiting in a complex chain or an effect on signalling remains to be elucidated. After ten years of research using transgenic plants to alter salt tolerance, the value of this approach has yet to be established in the field.

**Developing salt-tolerant crop plants: challenges and opportunities**

Toshio Yamaguchi and Eduardo Blumwald

Department of Plant Science, University of California, One Shields Ave, Davis, CA 95616, USA.

**Soil salinity, one of the major abiotic stresses reducing agricultural productivity, affects large terrestrial areas of the world. The need to produce salt-tolerant crops in these areas is an increasingly urgent issue. The development and use of crop plants tolerant to the high levels of salinity in the world would be a practical contribution towards addressing global food security.**  
**Efforts to improve crop performance under restricted resources have not been that fruitful because the fundamental mechanisms of stress tolerance in plants remain to be completely understood. Genetic diversity and gene transfer are promising approaches to address the molecular and biological constraints to solving the problem of salinity. Although there has been some success with technical solutions to the problem, the biological solutions have been more difficult to**

PLoS ONE | DOI:10.1371/journal.pone.0091702 Epub 2013 Oct 15.  
**QTL Analysis of Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> Concentrations in Roots and Shoots under Different Levels of NaCl Stress in Rice (*Oryza sativa* L.).**

Wang Z, Chen Z, Cheng J, Liu Y, Wang J, Bao Y, Huang J, Zhang S.  
The Laboratory of Seed Science and Technology, State Key Laboratory of Crop Genetics and Germplasm Enhancement, Nanjing Agricultural University, Nanjing, People's Republic of China.

**Abstract**  
The key to plant survival under NaCl salt stress is maintaining a low Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> level or Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ratio in the cells. A population of recombinant inbred lines (RILs, F<sub>2</sub>) derived from a cross between the salt-tolerant japonica rice variety Jucaying and the salt-sensitive indica variety F508, was used to determine Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> concentrations in the roots and shoots under three different NaCl stress conditions (0, 100 and 120 mM NaCl). A total of nine additive QTLs were identified by QTL Cartographer program using single-environment phenotypic values, whereas eight additive QTLs were identified by QTL IciMapping program. Among these additive QTLs, five were identified by both programs. Epistatic QTLs and QTLs by environment interactions were detected by QTLNetwork program in the joint analysis of multi-environment phenotypic values, and one additive QTL and nine epistatic QTLs were identified. There were three epistatic QTLs identified for Na<sup>+</sup> in roots (RNC), three additive QTLs and five epistatic QTLs identified for Na<sup>+</sup> in shoots (SNC), four additive QTLs identified for K<sup>+</sup> in roots (RKC) and three epistatic QTLs identified for K<sup>+</sup> in shoots (SKC) and one additive QTL and one epistatic QTL for salt tolerance rating (STR). The phenotypic variation explained by each additive epistatic QTL and K<sup>+</sup> concentration interaction ranged from 4.5 to 18.9%, 0.5 to 5.3% and 0.7 to 7.4%, respectively. By comparing the chromosomal positions of these additive QTLs with those previously identified, the additive QTLs, qSNC9, qSKC1, qSKC2, qRKC4 and qSTR1, might represent novel salt tolerance loci. The identification of salt tolerance in selected RILs showed that a major QTL, qSNC11 played a significant role in rice salt tolerance, and could be used to improve salt tolerance of commercial rice varieties with marker-assisted selection (MAS) approach.



대상국가	한국
논문 DB	Google scholar
검색기간	최근 10년간
검색범위	논문/자료 전체에서 검색
개별기법명	유전체 연관 분석, 유전체 연관 분석, 유전체 연관 분석, 유전체 연관 분석
키워드	Genetic linkage analysis, linkage disequilibrium, quantitative trait loci, genome-wide association study
발간연도	2010
유출논문수	12
논문명	Construction and analysis of a high-density genetic linkage map in Brassica napus (var. napobrassica)
저널지명	BMC Genomics
저자	Wang W, Song S, Zhang J, et al.
발간연도	2010
인용률(%)	65%
유출시점	2010년 10월 20일
차이점	유전체 연관 분석, 유전체 연관 분석, 유전체 연관 분석, 유전체 연관 분석

### 양배추 유전체 연구

Keyword	Abstract, Brassicaceae, genome, sequencing	발간번호	1
논문 제목	Construction and analysis of a high-density genetic linkage map in Brassica napus (var. napobrassica)	발간번호	1
저자 및 저지명	Wang W, Song S, Zhang J, et al.	저자 및 저지명	1
요약문	Genetic linkage analysis, linkage disequilibrium, quantitative trait loci, genome-wide association study	요약문	1

### 양배추 유전체 연구

Keyword	Abstract, Brassicaceae, genome, sequencing	발간번호	3
논문 제목	Chromosomal mapping of Brassica napus based on 95% of the genome	발간번호	3
저자 및 저지명	Wang W, Song S, Zhang J, et al.	저자 및 저지명	3
요약문	Genetic linkage analysis, linkage disequilibrium, quantitative trait loci, genome-wide association study	요약문	3

### 양배추 유전체 연구

- 근원종인 배추, 애기장대들의 유전체와 비교분석하는 연구로 진행되어 있음
  - BAC clone, EST, whole genome shotgun
  - Gene annotation
  - Sequence colinearity
- BGI에서 최근 whole genome reference sequence가 완성되어 논문 준비중 (2011)
  - Accomplished 9 pseudo-molecule sequences
- 캐나다 그룹에서도 다른 품종으로 whole genome reference sequence 완성하여 논문 준비중, 유리그룹에 제공하기로 하였음 (2013 PAG)
  - 50,000개 High density SNP mapping
- 최근 대부분의 작물에 대한 Genomics Assisted Breeding 진행됨
- Reference genome sequence 기반 Genome Wide Association study (GWAS)를 통해 농업적으로 우수한 형질의 QTL mapping과 분자육종이 진행됨

### 십자화과의 흑부병 저항성 관련 연구

Keyword	Brassicaceae, black rot, resistance gene, transcriptome	발간번호	1
논문 제목	Identification of quantitative trait loci for resistance to black rot in Brassica napus	발간번호 <td>1</td>	1
저자 및 저지명	Wang W, Song S, Zhang J, et al.	저자 및 저지명	1
요약문	Genetic linkage analysis, linkage disequilibrium, quantitative trait loci, genome-wide association study	요약문	1

### 십자화과의 흑부병 저항성 관련 연구

- 뿌리혹병에 비해 상대적으로 적은 연구
- 유전지도와 병리검정 결과를 비교하여 QTL 발견
- 2~3개의 후보 QTL 동정 (5cM ~ 18 cM)

### 십자화과의 뿌리혹병 저항성 관련 연구

Keyword	Brassicaceae, club root, resistance gene, transcriptome	발간번호	1
논문 제목	Identification of quantitative trait loci for resistance to club root in Brassica napus	발간번호	1
저자 및 저지명	Wang W, Song S, Zhang J, et al.	저자 및 저지명	1
요약문	Genetic linkage analysis, linkage disequilibrium, quantitative trait loci, genome-wide association study	요약문	1

### 십자화과의 뿌리혹병 저항성 관련 연구

Keyword	Brassicaceae, club root, resistance gene, transcriptome	발간번호	2
논문 제목	Identification of quantitative trait loci for resistance to club root in Brassica napus	발간번호	2
저자 및 저지명	Wang W, Song S, Zhang J, et al.	저자 및 저지명	2
요약문	Genetic linkage analysis, linkage disequilibrium, quantitative trait loci, genome-wide association study	요약문	2

## 십자화과의 뿌리혹병 저항성 관련 연구

- 십자화과 여러 작물에서 연구가 진행되어 있음
- 유전지도와 병리검정 결과를 비교하여 QTL 발견
  - Crr1(1.75cM), Crr2(0.88cM), CRa(2~4cM), CRb(0.78~1.92cM) 유전자 동정
- 가장 많이 연구가 된 배추에서는 저항성 유전자의 구조적 특징에 관한 연구도 진행되었음

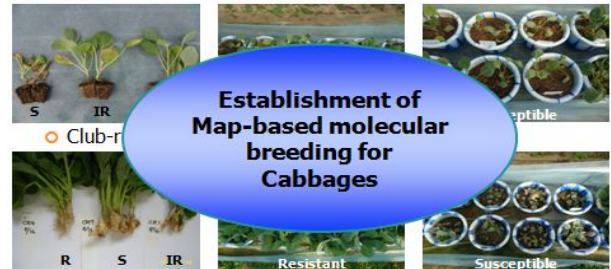
Research from our laboratory

## Introduction

- *Brassica oleracea*
  - CC genome, n=9
  - Approximately 630Mbp
- Huge seed market worldwide
  - A popular vegetable crop
  - Increasing seed export volume
- The most devastating diseases of cruciferous crops worldwide
  - Black rot & Club-root disease

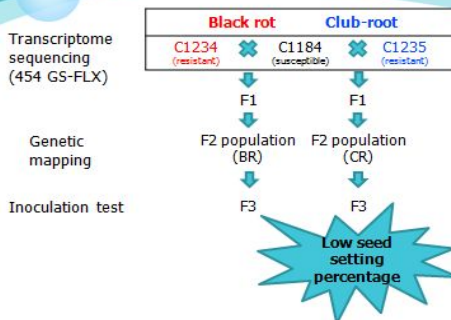
## Introduction

- Black rot (*Xanthomonas campestris* pv. *Campestris*)

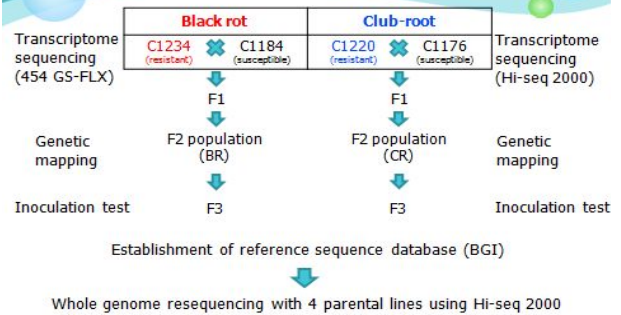


Establishment of Map-based molecular breeding for Cabbages

## Workflow of our lab



## Workflow of our lab



## Genomic research of *B.oleracea*

	Black rot		Club-root		
	C1234 (resistant)	C1184 (susceptible)	C1235 (resistant)	C1220 (resistant)	C1176 (susceptible)
Transcriptome sequencing using 454 (2010)	○	○	○		
Transcriptome sequencing using Illumina (2011)				○	○
Whole genome resequencing data using Illumina (2012)	○	○		○	○

## Transcriptome Sequencing

- 454 GS-FLX Titanium – C1184, C1234, C1235

	Reads No	Length	Isocpa No	Singles No	Singles Length	Largest Isocg	Avg Isocg Size	N50 Isocg Size	Largest Isocg Size
C1184	92,255	37,888,126	5,515	38,651	10,978,478	3,820	745	760	3,820
C1234	127,532	53,250,461	7,271	32,878	12,404,186	8,231	791	815	8,231
C1235	92,247	38,713,637	5,382	29,350	11,347,746	4,181	752	764	4,181

- Illumina Hi-seq 2000 – C1176, C1220

	Reads No	Length	Sequence No	Length	Avg seq Size	N50 seq Size	Largest seq Size
C1176	113,578,644	11,172,869,375	50,527	67,490,536	1,335	2,110	18,035
C1220	123,131,869	12,116,998,750	52,883	69,202,339	1,308	2,084	13,150

## Transcriptome Sequencing - C1184, C1234, C1235 -

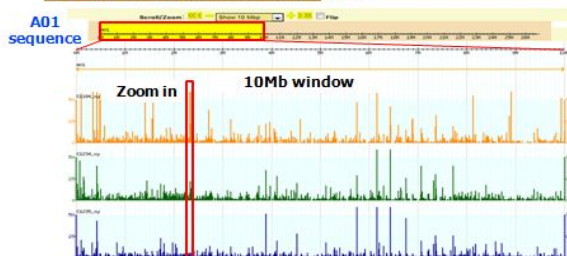
- Mapping on *B.rapa* pseudo-chromosome  
<http://nature.snu.ac.kr/cq-bin/gbrowse/A01~10>

	C1184		C1234		C1235	
	No	%	Reads No	%	Reads No	%
Mapped Reads	89,631	38.33	123,348	45.59	89,244	42.46
Mapped Bases	12,352,596	32.65	21,580,147	40.64	14,532,674	37.66
Fully Mapped	22,596	24.50	27,841	21.84	20,221	21.93
Partially Mapped	9,379	10.17	12,307	9.65	8,567	9.29
Unmapped	2,203	2.39	3,627	2.84	2,631	2.85
Repeat	3,382	3.67	17,985	14.11	10,369	11.24
Chimeric	54,274	58.84	65,215	51.15	50,087	54.31
Too Short	404	0.44	528	0.41	342	0.37

Mapped on *B. rapa* pseudo chromosome sequence (NASt) by GSNMapper with 90% sequence similarity option

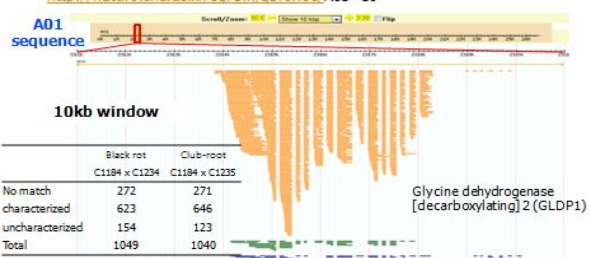
## Transcriptome Sequencing - C1184, C1234, C1235 -

- Mapping on *B.rapa* pseudo-chromosome  
<http://nature.snu.ac.kr/cq-bin/gbrowse/A01~10>



## Transcriptome Sequencing - C1184, C1234, C1235 -

- Mapping on *B.rapa* pseudo-chromosome  
<http://nature.snu.ac.kr/cq-bin/gbrowse/A01~10>

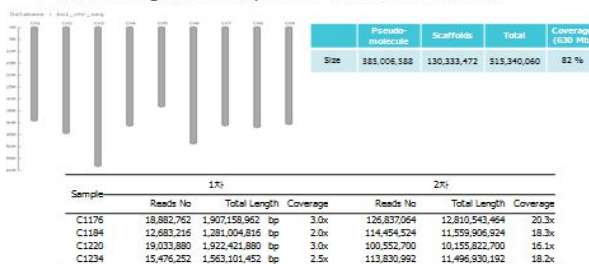


## Genomic research of *B. oleracea*

	Black rot		Club-root		
	C1234 (resistant)	C1184 (susceptible)	C1235 (resistant)	C1220 (resistant)	C1176 (susceptible)
Transcriptome sequencing using 454 (2010)	○	○	○		
Transcriptome sequencing using Illumina (2011)				○	○
Whole genome resequencing data using Illumina (2012)	○	○	○	○	○

## Whole Genome Resequencing

- Reference genome sequences database from BGI



## Whole Genome Resequencing

- Large-scale SNP analysis

		C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09
Black rot C1184 x C1234	SNP	145747	180220	273276	172481	118956	190177	162195	167209	136366
	INDEL	20583	26231	44180	26982	18197	29397	24658	25407	21496
Club-root C1176 x C1220	SNP	146014	184553	255077	158839	129142	214201	165976	200061	186113
	INDEL	22503	26375	42397	24768	20263	29608	25375	26458	23928

## Marker development

- Used markers for parental survey

Marker type	Used markers	Polymorphic markers
Reported SSR	615	91
IBP	1841	152
SNP	178	67
EST-SSR	800	97
MIP	203	11
Total	3637	418

- Marker development is still on the procedure.

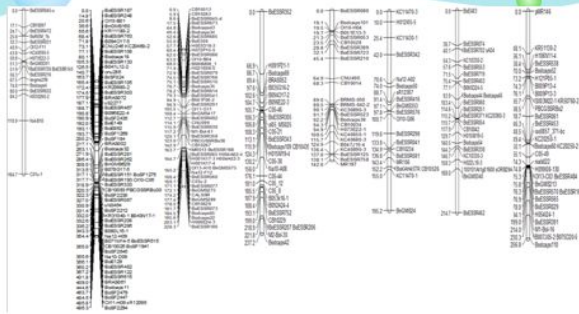
## Genetic Mapping - C1184 x C1234 -

- Genetic mapping
  - 97 F<sub>2</sub> population with 279 markers

Marker types	No. of markers
IBP from <i>B. rapa</i>	65
Reported SSR	84
EST-SSR	93
SNP	31
Others	6
Total	279

- Joinmap 4.1
  - 8 linkage groups with 270 markers
  - Covering 1025.8 cM
  - Average 3.79 cM interval between markers

## Genetic Mapping - C1184 x C1234 -

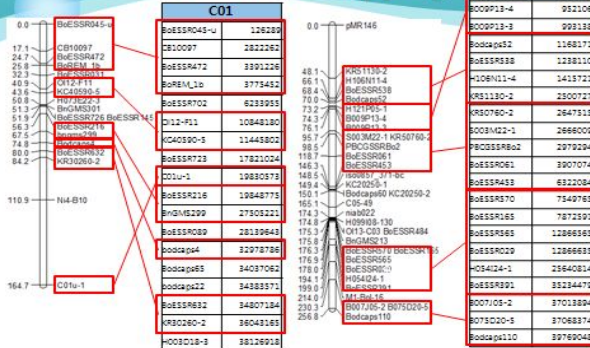


## Comparison between genetic map & In-silico mapping

- Compared to *in-silico* mapping on pseudo-molecule sequences

Chr	Gene	Map Distance (cM)	Gene	Map Distance (cM)	Gene	Map Distance (cM)	Gene	Map Distance (cM)
1	Bo001p1	0.0	Bo001p2	0.0	Bo001p3	0.0	Bo001p4	0.0
1	Bo001p5	0.0	Bo001p6	0.0	Bo001p7	0.0	Bo001p8	0.0
1	Bo001p9	0.0	Bo001p10	0.0	Bo001p11	0.0	Bo001p12	0.0
1	Bo001p13	0.0	Bo001p14	0.0	Bo001p15	0.0	Bo001p16	0.0
1	Bo001p17	0.0	Bo001p18	0.0	Bo001p19	0.0	Bo001p20	0.0
1	Bo001p21	0.0	Bo001p22	0.0	Bo001p23	0.0	Bo001p24	0.0
1	Bo001p25	0.0	Bo001p26	0.0	Bo001p27	0.0	Bo001p28	0.0
1	Bo001p29	0.0	Bo001p30	0.0	Bo001p31	0.0	Bo001p32	0.0
1	Bo001p33	0.0	Bo001p34	0.0	Bo001p35	0.0	Bo001p36	0.0
1	Bo001p37	0.0	Bo001p38	0.0	Bo001p39	0.0	Bo001p40	0.0
1	Bo001p41	0.0	Bo001p42	0.0	Bo001p43	0.0	Bo001p44	0.0
1	Bo001p45	0.0	Bo001p46	0.0	Bo001p47	0.0	Bo001p48	0.0
1	Bo001p49	0.0	Bo001p50	0.0	Bo001p51	0.0	Bo001p52	0.0
1	Bo001p53	0.0	Bo001p54	0.0	Bo001p55	0.0	Bo001p56	0.0
1	Bo001p57	0.0	Bo001p58	0.0	Bo001p59	0.0	Bo001p60	0.0
1	Bo001p61	0.0	Bo001p62	0.0	Bo001p63	0.0	Bo001p64	0.0
1	Bo001p65	0.0	Bo001p66	0.0	Bo001p67	0.0	Bo001p68	0.0
1	Bo001p69	0.0	Bo001p70	0.0	Bo001p71	0.0	Bo001p72	0.0
1	Bo001p73	0.0	Bo001p74	0.0	Bo001p75	0.0	Bo001p76	0.0
1	Bo001p77	0.0	Bo001p78	0.0	Bo001p79	0.0	Bo001p80	0.0
1	Bo001p81	0.0	Bo001p82	0.0	Bo001p83	0.0	Bo001p84	0.0
1	Bo001p85	0.0	Bo001p86	0.0	Bo001p87	0.0	Bo001p88	0.0
1	Bo001p89	0.0	Bo001p90	0.0	Bo001p91	0.0	Bo001p92	0.0
1	Bo001p93	0.0	Bo001p94	0.0	Bo001p95	0.0	Bo001p96	0.0
1	Bo001p97	0.0	Bo001p98	0.0	Bo001p99	0.0	Bo001p100	0.0

## Comparison between genetic map & In-silico mapping



## Disease resistance study

- Inoculation screening - 10~15 F<sub>3</sub> plants from each F<sub>2</sub> progeny
  - Black rot inoculation
    - Xanthomonas campestris* pv. *Campestris* KACC 10377
    - Infected 4 weeks after seeding
  - Club-root inoculation
    - Plasmodiophora brassicae* 감릉 (race 9)
    - Infected 14 days after seeding
- Identification of QTLs related to black rot & club-root disease resistance
  - Constructed genetic map
  - The results of inoculation test

## Further plan

- Construction of high-density genetic map
  - More accurate & effective map
  - Application of sequencing information
- Identifying QTLs of black rot & club-root disease resistance
- Establishment of map-based molecular breeding system

## Acknowledgements

SNU, Lab of Functional Crop Genomics & Biotechnology

- Dr. 박지영  
이준훈  
Izzah Nur Kholilatul  
Sampath Perumal  
이서희

NICEM  
- Dr. 최익영, 최보순

RDA  
- Dr. 박병선, 윤경희, 권수진

조은준교  
- Dr. 안경구  
이주연  
서주덕

Research was supported by IPET grant  
'수확은 알바우 품종육성'



양배추 GSP 상설지원센터  
등산청 두렁리  
2018. 1. 18.

양배추의 소포자배양, 세포융합 및 유전자원에 관한 기술동향

곽경호, 채소과 국립원예특작과학원

## 발표 목차

1 기습 동향 조사 개요

2 주요 조사 내용

3 향후 추진 방향

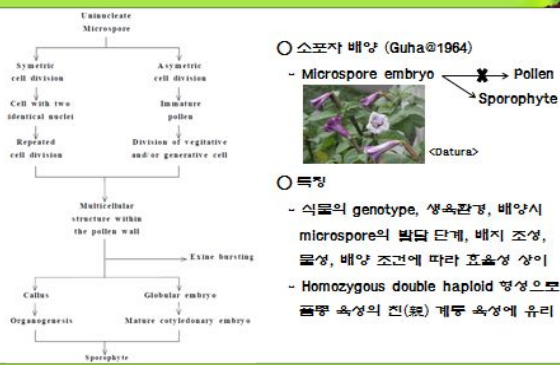
## 기술 동향 조사 개요

- 주제
  - 양배추의 스포자배양, 세포융합, 유전자원 관련 연구 논문 동향
- 범위
  - 기간 : 단순조사(DB 전기관), 상세조사(2012~ 현재)
  - 검색 엔진 : NDSL, PubMed, Web of Knowledge
- Keyword
  - 스포자 배양 : Microspore, Cultivation, Culture 등
  - 세포 융합 : Cell, Cytoplasm, Protoplast, Fusion 등
  - 유전 자원 : Germplasm, Core collection, Genetic Resource 등

## 기술 동향 조사 개요

검색 주제	검색 DB	국가	논문수	비고
스포츠배양	NDSL	국내	17	-
	PubMed	국외	117	-
	W. of Know.	"	109	Agriculture only
세포융합	NDSL	국내	90	-
	PubMed	국외	196	-
	W. of Know.	"	173	Agriculture only
유전자원	NDSL	국내	64	-
	PubMed	국외	124	-
	W. of Know.	"	127	Agriculture only

## 주요 조사 내용 : 스포자 배양



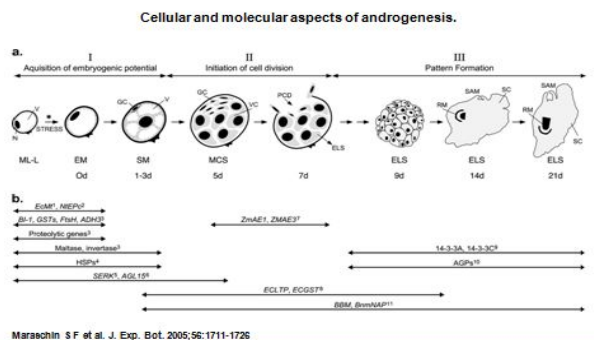
## 주요 조사 내용 : 스포자 배양

- 스포자 배의 발생 경로
  - pollen 대신 sporophyte 형성을 유도 하는 조건 구명 필요
  - *in vivo*
    - 작목별 스포자 모세포의 분화 기작 연구
    - : 초기 스포자의 발달조건은 고정된 것이 아니다 ! 즉, 정상조건에서는 용성배우체로 발달하나 온도저리 등의 조건에서는 발생 방향의 변경 가능 ! (고추) 2핵성 스포자, 영양세포의 분열에 의한 생식세포 형성 유제) 고온 생육시 비정상 pollen의 출현
    - Hyacinthus) 용성배우체의 핵 분가에 의한 embryo sac 형성

## 주요 조사 내용 : 스포자 배양

- 스포자 배의 발생 경로
  - pollen 대신 sporophyte 형성을 유도 하는 조건 구명 필요
  - *in vitro*
    - 작목별 스포자 모세포의 분화 기작 연구
    - : 초기 스포자의 균등분열/비균등분열
    - Microtubule의 배열에 의해 결정 (colchicine 등의 antimicrotubule agent 사용은 균등분열을 촉진)
    - : 스포자 배 발생 시 embryogenic cell에 특이 조직 단백질 형성
    - 답배) 배 발생시 특이 발현 mRNA와 인단백질(phosphoprotein) 발현 유제) 생식세포의 inductive temp.에서는 다수의 mRNA 유기

## 주요 조사 내용 : 스포자 배양



## 주요 조사 내용 : 스포자 배양

- 스포자 배의 유기 방법
  - 약(Anther) 배양
    - 스포자란의 순수 분리가 곤란한 경우, anther 자체를 배양 재료로 사용
    - 약조직 유래의 체세포성 callus 발생 빈번
  - 스포자(Microspore) 배양
    - cell sorting/density gradient  $\phi$  등으로 스포자란 배양 재료로 사용
    - 배양시 지상 및도 조정, 배발생의 단계 추적, 돌연변이 유기 등에 효율적

## 주요 조사 내용 : 스포자 배양

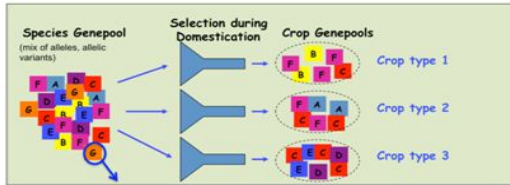
- 스포자 배 발생에 영향을 미치는 요인들
  - 모(母) 식물의 genotype
    - 배 발생 관련 유전자 및 이들 유전자의 도입 가능성 연구
    - 밀, 브로콜리) 배발생률 낮은 계통에 유전자 도입 연구
  - 모(母) 식물의 생육환경
    - 온도, 광도, 광주기, 생육상태 등에 따른 배양 효율 연구
    - 밀) 생장식, 온실 보다 포장 생육 체계가 유리
    - 답배) 저온/단일 조건과 고광도가 유리
    - 배추과) 노화 개체, 저온조건이 유리





## 주요 조사 내용 : 유전자원

- 배후과 자원의 지속적 수집과 수집자원의 분석
- 형태적 특성, 분자표지 등을 사용한 유전체의 근연관계, 대사 산물의 유사성 등을 기점으로 자원을 세분



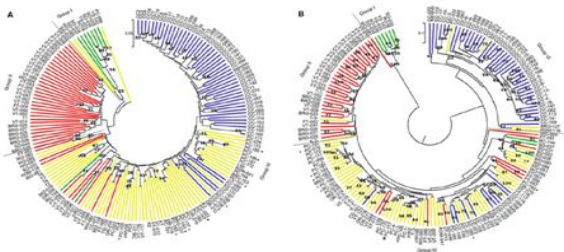
## 주요 조사 내용 : 유전자원

Table 1. Description of morphological traits.

	PC 1	PC 2	PC 3
<b>A. Leaf traits</b>			
Leaf length	0.98	0.31	0.22
Leaf width	0.39	0.60	0.26
Leaf area	0.43	0.34	-0.05
Leaf ratio	0.22	-0.06	0.75
Leaf area	0.39	0.60	0.26
Leaf perimeter	0.19	0.23	0.14
Petiole length	0.03	0.07	0.11
Leaf lobes	0.42	-0.13	0.11
Leaf color	-0.42	0.31	0.25
Leaf edge shape	0.46	0.06	0.22
<b>B. Flower traits</b>			
Number of petals	0.41	-0.46	0.03
SPAD	0.42	-0.27	-0.19
Chlorophyll content			
<b>C. Plant architecture traits</b>			
Canopy length	-0.11	0.76	0.09
Canopy width	-0.11	0.76	0.02
Plant height	-0.02	0.48	0.47
Plant width	-0.07	0.05	-0.27
Plant width	0.36	-0.47	0.19
Plant area	-0.08	0.17	-0.14
Plant perimeter	-0.06	0.34	0.08
Plant shape	0.36	-0.46	0.18
Plant color	-0.76	-0.1	0.05
Flowering in time	0.36	0.04	-0.07
<b>D. Plant architecture traits</b>			
Leaf number	-0.47	0.22	0.13
Plant branch	-0.04	0.07	0.18
Plant height	-0.1	0.31	0.15
Plant leaf height	-0.06	0.44	0.11
Variance	31.23	23.67	9.38



## 주요 조사 내용 : 유전자원



고맙습니다.

## GSP 양배추 상세기록 중간 보고서

## 양배추 논문 분석: 위황병, 전사체, 기능성

한국생명공학연구원 김혜란

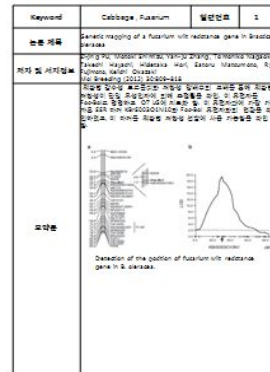
## 논문 검색

대상국가	전세계
논문 DB	pubmed DB(www.ncbi.nlm.nih.gov)
검색기간	최근 10년간
검색범위	제목, 초록 및 키워드
검색분야	양배추 위황병 양배추 전사체 양배추 항산화 물질 관련 육종 양배추 글루코시놀레이트 관련 육종

## 논문 검색 결과 요약

개별기호명	양배추 유질염	양배추 전사체	양배추 항산화 물질 연구	양배추 글루코시놀레이트 연구	
Keyword	Cabbage, Fuzarium	Cabbage, transcriptome	Cabbage, marker, antioxidants	Cabbage, marker, glucaninase	
발간연수	25	31	14	15	
프로그래밍수	25	40	12	15	
핵심어	Genetic mapping of a fuzarium wilt resistance gene in Brassica oleracea	A Brassica weed array for whole-transcript gene expression profiling	Unravelling the genetic basis of leaf glucaninase biosynthesis in oilseed-mustard (Brassica juncea) using genomic information from allied species	Gene mapping of loss involved with glucaninase biosynthesis in oilseed-mustard (Brassica juncea) using genomic information from allied species	
	저자	Jiang, Xu, Matsui, Shimizu, Yatsu, Zhang, Tomohiko, Nagasaki, Takai, In, Hayashi, Hidetake, Han, Setaru, Matsushima, Ryo, Fujimoto, Keichi, Chikashi	Loise, CG, Graham, NS, C, Leatham, S, Douvan, MC, May, ST, White, R, Roselley, MR, Hammond, JF, King, G, J.	Wang, X, Zhang, C, Li, L, Prasad, S, Indragiri, J, Zhang, W, Wang, Y, Jung, C, Wang, J.	Rah, NC, Gupta, V, Ramcharny, N, Sothi, VS, Mulholland, A, Akum, Ugen, N, Patel, D, Pradhan, AK.
	게재연도	2012	2010	2012	2009
	원문비율	92%	92%	70%	85%
조사일	유질염 개발 관련 자료 조사 및 원문 확보	유질염 개발 관련 자료 조사 및 원문 확보	유질염 개발 관련 자료 조사 및 원문 확보	유질염 개발 관련 자료 조사 및 원문 확보	
	유질염 개발 관련 자료 조사 및 원문 확보	유질염 개발 관련 자료 조사 및 원문 확보	유질염 개발 관련 자료 조사 및 원문 확보	유질염 개발 관련 자료 조사 및 원문 확보	
저자일	유질염 개발 관련 자료 조사 및 원문 확보	유질염 개발 관련 자료 조사 및 원문 확보	유질염 개발 관련 자료 조사 및 원문 확보	유질염 개발 관련 자료 조사 및 원문 확보	
	유질염 개발 관련 자료 조사 및 원문 확보	유질염 개발 관련 자료 조사 및 원문 확보	유질염 개발 관련 자료 조사 및 원문 확보	유질염 개발 관련 자료 조사 및 원문 확보	

## 양배추 위황병 저항성 (유효논문: 25편)

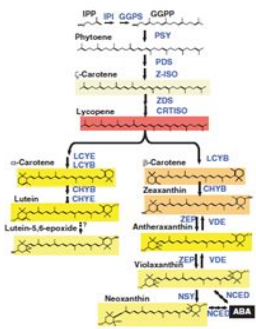


- 이외의 논문은 위황병 균에 관한 내용이 다수
- 작물을 통틀어 검색할 경우 관련 유전자 또는 마커에 대한 보고는 다수, 참고 가능
- 본 논문의 결과는 실용 가능해 보임



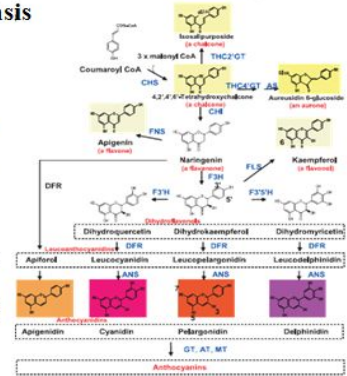
### Carotenoid biosynthesis in Brassica

**Carotenoid biosynthetic genes in plants.**  
 GGDP, geranylgeranyl diphosphate;  
 PSY, phytoene synthase;  
 PDS, phytoene desaturase;  
 ZDS,  $\zeta$ -carotene desaturase;  
 LCYB, lycopene  $\beta$ -cyclase;  
 CHXB,  $\beta$ -ring carotene hydroxylase;  
 CHXE,  $\epsilon$ -ring carotene hydroxylase;  
 ZEP, zeaxanthin epoxidase;  
 NCED, 9-*cis* epoxy-carotenoid dioxygenase.



### Anthocyanin biosynthesis in Brassica

**Anthocyanin biosynthetic genes in Brassica:**  
 PAL, phenylalanine ammonium lyase; *C4H*, cinnamic acid 4-hydroxylase; *4CL*, 4-coumarate-CoA ligase; *CHS*, chalcone synthase; *CHI*, chalcone isomerase; *F3H*, flavanone-3-hydroxylase; *F3'H-1*, flavonoid-3'-hydroxylase-1, *F3'H-2*, flavonoid-3'-hydroxylase-2, *FLS-1*, flavonol synthase-1; *FLS-2*, flavonol synthase-2, *DFR*, dihydroflavonol reductase; *ANS*, anthocyanin synthase.



### Glucosinolate analysis

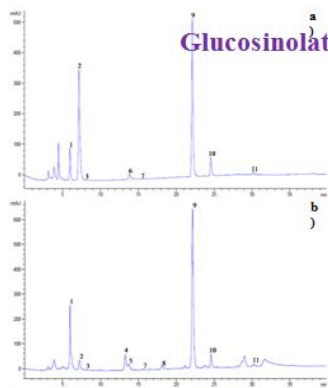


Table 1. HPLC analysis for glucosinolates in green and red cabbage

No.	Trivial names
1	Glucoraphanin
2	Sinigrin
3	Glucobrassicin
4	Glucosinabin
5	Utiacoin
6	Glucoraphanin
7	4-Hydroxyglucobrassicin
8	Utiacoin
9	Glucobrassicin
10	4-Methoxyglucobrassicin
11	Neoglucobrassicin

\*No. the elution order of glucosinolates from HPLC chromatogram (Fig. 4).

Fig. 1. HPLC chromatogram of glucosinolates. a), green cabbage; b), red cabbage.

### Free amino acid analysis

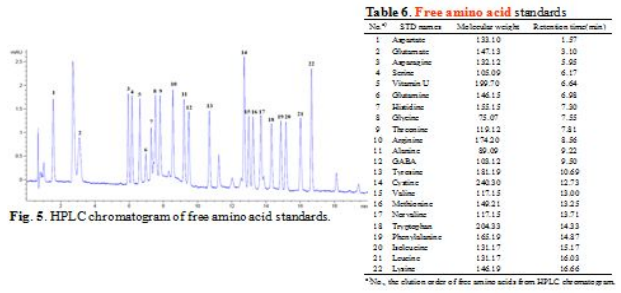


Table 6. Free amino acid standards

No.	STD names	Molecular weight	Retention (min)
1	Alanine	133.10	1.87
2	Glycine	147.13	3.10
3	Arginine	192.12	3.86
4	Serine	195.09	6.17
5	Vitamin U	199.70	6.64
6	Glutamine	146.12	6.98
7	Asparagine	152.15	7.30
8	Ornithine	133.07	7.58
9	Threonine	119.12	7.81
10	Asparagine	174.20	8.56
11	Alanine	89.09	9.22
12	GABA	103.12	9.26
13	Tyrosine	181.19	10.69
14	Cysteine	240.90	12.73
15	Valine	117.15	13.00
16	Methionine	149.21	13.23
17	Norvaline	117.13	13.71
18	Tryptophan	204.33	14.23
19	Phenylalanine	165.19	14.87
20	Sulfoxone	131.17	15.17
21	Lysine	133.17	16.03
22	Urea	146.19	16.66

Fig. 5. HPLC chromatogram of free amino acid standards.

\*No. the elution order of free amino acids from HPLC chromatogram.

### 양배추, 품종 개발, 산업 배가화

- 종자 수요의 세계성
  - 무, 배추 등과 비교해 다양한 국가별 소비시장 형성
- 건강 기능성 2차 상품 시장의 개척 (연간 5%성장률)
  - 세계 : 70조원/08년 (국내 : 8천억원/08년)
  - 의약품 시장의 개척 가능성 (항세균 및 항바이러스 약물 시장)

1차 농산물  
→ 1kg = 6천원

2차 농산물  
→ 1kg = 10만원

3차 농산물  
→ 1kg = 200만원

4차 농산물  
→ 1kg = 6,000만원

부가가치의 무한 확대 가능!!!

### RFP 양식

1월 18일(금) 발표 내용에 포함

프로젝트명	유럽 수출 및 수입 대체를 양배추 품종개발	
세부 프로젝트명	고기농성 (glucosinolate 및 antioxidants) 양배추 육종 Tool 개발	
연구 기간	20 ~ 20 (년)	연구비 지원범위
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용과기술(종합과제)	<input type="checkbox"/> 총 범민원(년, 정부, 민간)
연구 개발 목표	<input type="checkbox"/> 실용과기술(개발과제)	<input type="checkbox"/> 실용과기술(개발과제)
연구 필요성	○ 세부프로젝트목표	
주요 연구 내용	○	
시장 전망 및 기대 효과	○	
자격 및 신청 요건	○ 연구기관 자격: ○ 신청 요건: ○ 기타 사항:	
Keyword	양배추	

IPET 홈페이지 (일반공지) 'Golden Seed 프로젝트 관리지침' pp.48

### 세부프로젝트 성과목표

1월 18일(금)까지 제출  
기관별 특성지표 개발 요양


성과구분	성과구분명	1단계				2단계	3단계	4단계	5단계
		13	14	15	16				
기술개발	종자개발 완료								
	종자개발 완료								
	종자개발 완료								
	종자개발 완료								
	종자개발 완료								
	종자개발 완료								
	종자개발 완료								
	종자개발 완료								
	종자개발 완료								
	종자개발 완료								
기술개발	종자개발 완료								
	종자개발 완료								
	종자개발 완료								
	종자개발 완료								
	종자개발 완료								
	종자개발 완료								
	종자개발 완료								
	종자개발 완료								
	종자개발 완료								
	종자개발 완료								

## 6. 1차 워크샵 발표 자료

**Golden Seed 프로젝트**  
(수입대체 및 수출용 양배추 종자개발 세부 연구 계획수립을 위한 상세 기획)

### GSP 양배추 품목 워크샵

(양배추의 시들음병 및 무사마귀병에 관하여)




일시 : 2013년 2월 16일(토) 오후 2시 30분~  
장소 : 순천 에코그라드호텔 4F Ecobay 1

## 목 차

- ▶ **주제1** : Development of Highly Clubroot-Resistant Cabbage F<sub>1</sub> Cultivar, 'AKIMEKI', Accumulating three Resistance Genes, *CRR1*, *CRR2* and *CRB*
  - 발표자 : Matsumoto Satoru  
(NARO Institute of Vegetable and Tea Science, Japan)
- ▶ **주제2** : Identification of *Brassica rapa* of Fusarium Wilt Resistance Gene, *FOC-BO1* by Genome Synteny Analysis between *B. oleracea* and *B. rapa*
  - 발표자 : Okazaki Keiichi  
(Graduate school of Technology and Science, Niigata University)

**National Agriculture and Food Research Organization** **NARO**  
National Agriculture and Food Research Organization

### Recent Advances on Clubroot Disease Resistance of Brassica

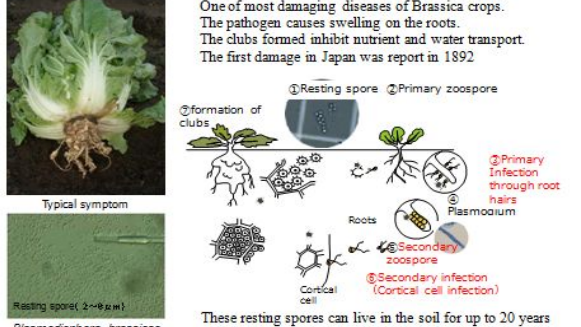


**NARO Institute of Vegetable and Tea Science**  
**Satoru Matsumoto**

Food and Agriculture for the Future



**Clubroot disease** **NARO**  
National Agriculture and Food Research Organization



One of most damaging diseases of Brassica crops. The pathogen causes swelling on the roots. The clubs formed inhibit nutrient and water transport. The first damage in Japan was report in 1892.

Typical symptom

Resting spore(2~4µm)  
*Plasmodiophora brassicae*

These resting spores can live in the soil for up to 20 years

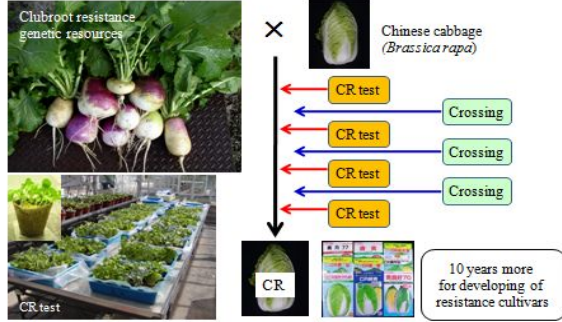
**Clubroot disease** **NARO**  
National Agriculture and Food Research Organization

- Temperature: 20~25 °C
- Soil humidity: >60% over: this disease tends to be prominent in lower fields where water tends to collect. **High ridge cultivation**  
Reduction of chance infection zoospore
- Soil pH: pH 4.0~7.0(Especially 4.6~6.5) **Adjustment of soil pH**  
The germination is inhibited on pH 7.0 over.
- Long day: The damage is decreased under 11.5 hours day light condition. **Prevention of germination from resting spore**
- Soil: Clary rich soil (high), Sandy soil (low)
- Density of resting spore in soil **Reduction of resting spore**  
The degree of damage is not influenced by environmental condition at high resting spore density field (10<sup>6</sup>~10<sup>8</sup> spore/g) where the damage is severe.  
• Taking off disease plants  
• Soil disinfection  
• Cultivation of resistance cultivars

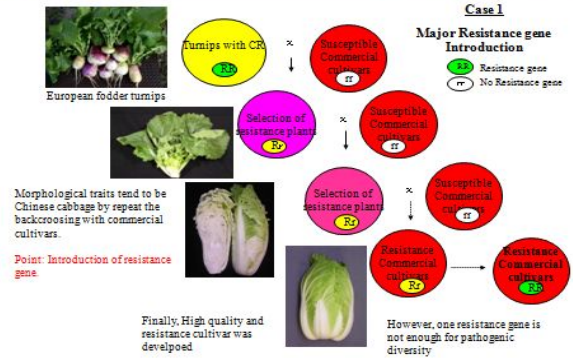
Conventional Breeding



Back crossing and CR test



Introduction of major resistance gene by conventional Breeding



Although Chinese cabbage cultivars show clubroot resistance (CR),



Most of cultivars are susceptible to Wakayama-01

CR Cultivar Name	Isolates and Resistance	
	No.9	Wakayama-01
Kanami 90	R	S
Super CR Hiroki	R	PR
Ryutoku	R	S
Kiraboshi	R	S
Super CR Shin Ruso	R	S
Kifuko 65	R	PR
Melroy	R	PR
CR-Kasuki No.100	R	S
NNH-104	R	S
CR Satozaki	R	S
W-116	R	S
Kigokoro 65	R	S
Yusuki	R	S
CR Shishi	R	S
Kogetsu 77	R	S
Kogetsu 87	R	S
Karyoyoshi70	R	S
Motegi	R	S
CR Otsuka 65	R	S
CR Seiga 65	R	S
CR Kikouma	R	S

Hatakeyama et al. (2004)

Pathotype of isolates in Japan



The pathogenicity of isolates were characterized into 4 groups using two CR cultivars, SCR Hiroki and CR Ryutoku.

Cultivar Name	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
	No.5	No.13	No.14	Ano-01
SCR Hiroki	S	R	S	R
CR Ryutoku	S	S	R	R
Muso	S	S	S	S
Parental Line No.9	R	R	S	R

R: Resistance, S: Susceptible

CR cultivars have different resistance gene.

Multiple resistance genes must be accumulated for developing a cultivar with resistance for all pathotype.

Conventional breeding :problem (1)



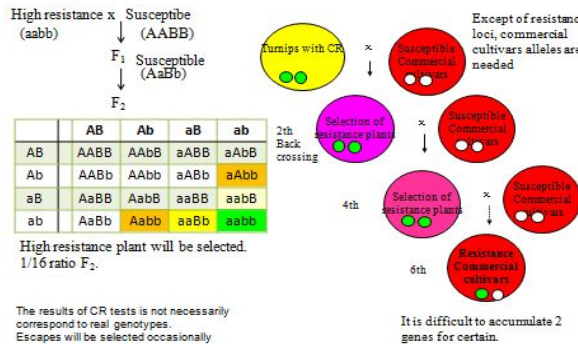
What is problem ?

- Infection of fungi: Preparation and infection works are very laborious.
- If the plants which were selected by resistance test must be isolated, because infected fungi stay attached these plants. (Clubroot resistance breeding: we can not transfer directly these plants with *Plasmodiophora brassicae* experimental field.)
- Isolated field for planting the plants with fungi  
Isolated field is desired. We can evaluate resistance and general agronomic trait.

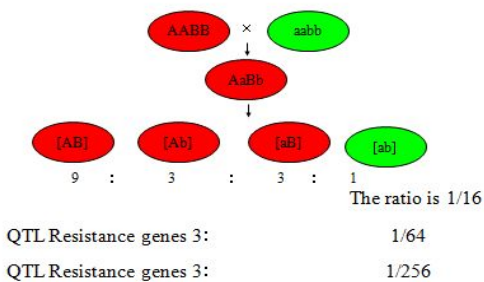


Isolation field (Bacterial wilt, *Ralstonia solanacearum*) in NIVTS

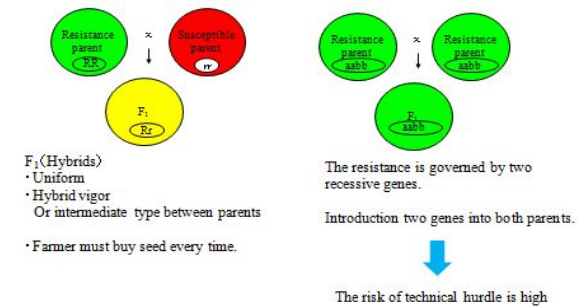
Case2(1): Two recessive resistance genes



Case2(2): Two recessive resistance genes



Most of commercial cultivars of vegetable are F1 hybrids



### Conventional breeding :problem (2)



#### What is problem ?

★ Visual selection on morphological characteristics  
The traits governed by recessive genes must be evaluated on segregated population .



**Cabbage breeding**  
Generation cycle  
One cycle per one year

- 1<sup>st</sup> : F<sub>1</sub>
  - 2<sup>nd</sup> : Resistance test using F<sub>2</sub> segregated population
  - 3<sup>rd</sup> : Breeding F<sub>2</sub>B,C, Resistance F<sub>2</sub>B,C,S
- ※ Two seasons is needed to breed one generation



It's takes 10 years more to develop resistance cultivars with high quality.



It's takes long time to develop cultivars

### Conventional breeding :problem (3)



#### What is problem ?

★ It's very difficult to select multiple disease resistance plants

Yellows *Plasmodium exiguum bolakandaki* 30°C+  
Clubroot *Plasmodiophora brassicae* 20~25°C

Since disease occurring temperature condition between yellows and clubroot is different, we can not evaluate both resistance at one time.



Development of Yellows and Clubroot resistance cultivar (YCR) in cabbage with high quality is very difficult.

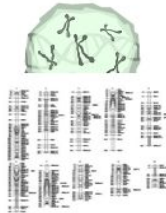
Evaluation of two resistance is carried out separately

### Marker Assisted Selection (MAS)



Improvement of the efficiency and precision of conventional plant breeding

- 1) DNA  
• deoxyribonucleic acid, DNA  
The hereditary material in almost all other organisms
- 2) Chromosome: Most DNA is located in the cell nucleus. In the nucleus of each cell, the DNA molecule is packaged into thread-like structures called chromosomes. Each chromosome is made up of DNA tightly coiled many times around proteins called histones that support its structure.
- 3) Gene Mapping (Genetic Map, Physical Map)  
Genetic Map: linkage analysis to determine how two genes on a chromosome relate in their positions.  
Physical Map: location of genes by their absolute positions on a chromosome by sequence information.

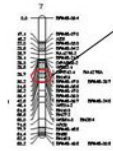


### Marker Assisted Selection (MAS)



#### ★ What is DNA marker ?

• Although precision of gene map is different on organisms, information of gene location (locus) will be useful.



Precise mapping is very laborious work

Rough mapping is not so difficult compared of fine mapping or gene isolation

Even if genes affecting agronomic trait are unknown, the DNA marker linkage to the target loci is useful as "Maker"  
Two linkage genes tend to be not separate during meiosis.  
[Linkage]  
Genetic linkage is the tendency of genes that are located proximal to each other on a chromosome.

### Marker Assisted Selection (MAS)



The selection by linkage marker has been used in horticulture.

Leaf size and double flowered trait of garden stock are linked by genetically.

- Plants with large size leaf show double flowered.
- Plants with small size leaf show single flowered.



Double flowered and single flowered of garden stock are separated into 1:1 and single flowered is no commercial. Therefore, young plants with double flowered are selected by evaluation of leaf size. Only selected plants are transferred to field.

### Marker Assisted Selection (MAS)

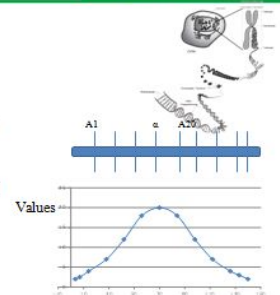


#### • Linkage analysis:

Genetic linkage analysis is a statistical method that is used to associate functionality of genes to their location on chromosomes.

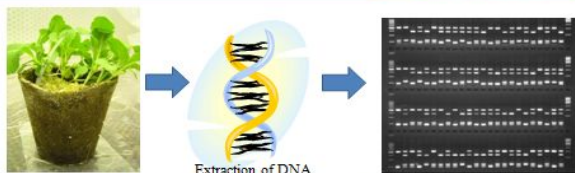
#### • QTL analysis:

Quantitative trait loci (QTLs) are stretches of DNA containing or linked to the genes that underlie a quantitative trait.



If a resistance gene locates a position, marker "A20" is positioned near a and becomes selective marker for selecting resistance plant.

### Marker Assisted Selection (MAS)

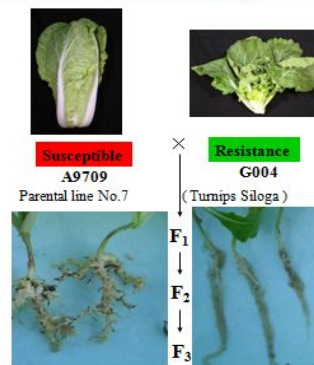


We can select resistance plants by detection of marker genotypes

DNA marker can divide into the plants harboring resistance genes and the plants without resistance gene

Efficiency and Precision Selection

### Development of selective marker for clubroot resistance breeding



(1) Polymorphism markers  
SSR, RFLP, RAPD

(2) Linkage map

(3) Resistance test

Ano-01 (Pathotype G-4),  
Wakayama-01 (Inter mediate between G1 and G2)

(4) QTL analysis and selective DNA marker

### Clubroot resistance pot test using young plants



Soil containing resting spore  $5 \times 10^7/10g$  pot  
Eight – ten seeds were sown in a pot.

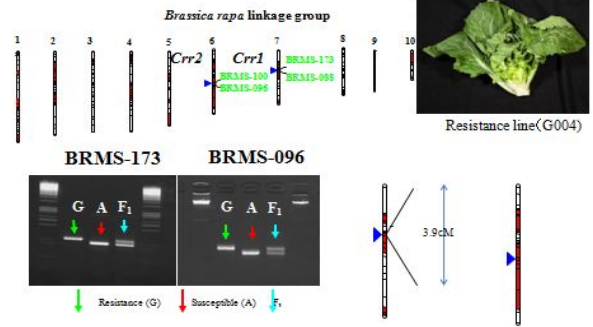
Resistance tests were carried out in a growth chamber at 25/20Centidegree(day/night) with a photoperiod of 14 h



0 : no symptoms; 1: a few small, separate globular clubs; 2: intermediate symptoms; 3: severe clubs on main roots. Arrows indicate the club(s) on roots (Arrows show club)



### Clubroot resistance loci, *Crr1* and *Crr2*



### Genotype of BRMS-173 marker and Disease index



Genotype	Num. of F <sub>2</sub>	Disease index (D.I.)	
		Ano-01	Wakayama-01
AA	36	2.99	3.00
AG	50	1.83	2.60
GG	8	0.74	2.34
Total plants and average of D.I.	94	2.18	2.73

### Genotypes of BRMS-173 and BRMS-096, and disease index from CR test using Wakayama-01 as pathogen



Genotype	BRMS173	BRMS096	Num. of plants	D.I.
AA	AG	AG	19	3.00
		GG	13	3.00
AG	AA	AA	11	2.98
		AG	29	2.70
		GG	25	2.00
GG	AA	AA	4	2.94
		AG	3	2.23
		GG	6	0.64
Total plants and average of D.I.			114	2.56

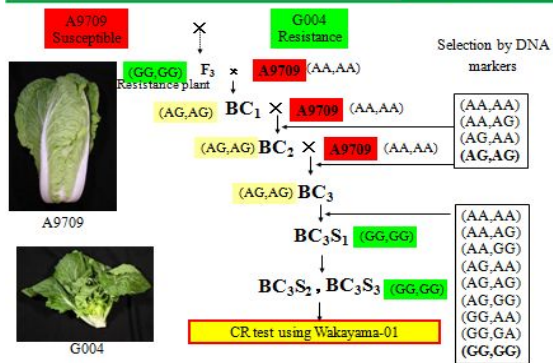
### Role of *Crr1* and *Crr2*



- Crr1***
- Major gene
  - Crr1* confers resistance to pathogen, "Ano-01", however, does not confer resistance to "Wakayama-01".
- Crr2***
- Neither *Crr1* nor *Crr2* conferred clubroot pathogen "Wakayama-01"
  - Resistance occurred only when resistance alleles co-existed at both loci.

The plants both resistance alleles with resistance homozygote showed stable resistance to "Wakayama-01".

### Development of CR parental line using DNA marker





The resistance to "Wakayama-01" of S<sub>2</sub> or S<sub>3</sub> plants with *Crr1* and *Crr2* as homozygotes



D.I.	112B42-1E1	28-8-100/W/18	28-8-100/W/8	28-8-100/W/9	43@4-1D11	4-4-100/A21	8-4-100/W/14	8-4-100/W/16
0	6	5	4	6	5	14	2	6
1	3	6	2	0	1	2	1	7
2	0	0	1	3	0	0	0	3
2.5	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
No. of plant	9	11	7	9	6	16	3	16
Average	0.33	0.55	0.57	0.67	0.17	0.13	0.33	0.81



4-8-1

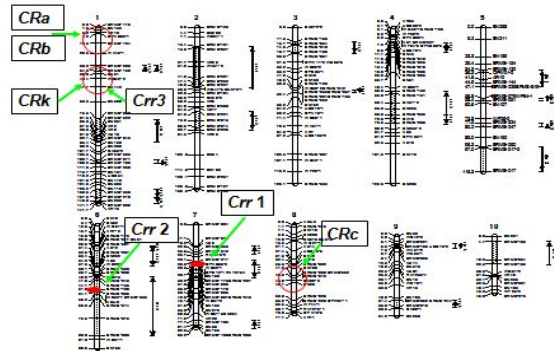
Parental line No.9 was selected



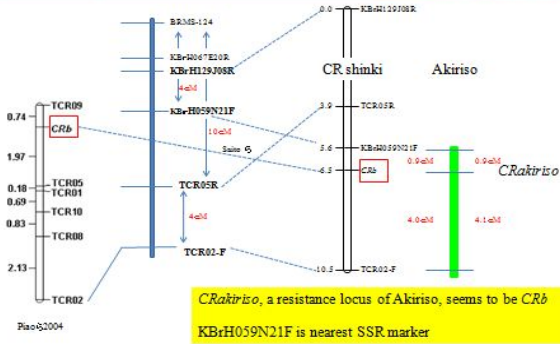
43@7-2A4

112-13-1A13

Clubroot Resistant loci



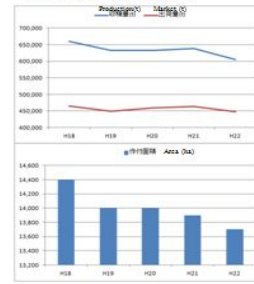
Resistance gene of "Akirisso" is *CRb*



Recent production of Chinese cabbage in Japan



Production is decreasing



Production in past five years

"Akirisso" is increasing



High quality  
Yellow color  
Resistance to Yellows

Development of CR commercial F<sub>1</sub> cultivar



Commercial F<sub>1</sub> hybrid with high resistance to clubroot  
 Marker Assisted Selection, efficiency and precision selection

- Chinese cabbage Parental Line No.9 (PL9) carries two CR genes, *Crr1* and *Crr2*, which were introduced from genetic resource 'G004' derived from European fodder turnip 'Siloga' and shows high resistance to clubroot isolates from pathotype group 1 which is pathogenic to most of Japanese Chinese cabbage F<sub>1</sub> cultivars, group 2 and group 4, but not group 3.
- 'Akirisso' is a high quality F<sub>1</sub> hybrid of Chinese cabbage. T line is a parent harboring *CRb* which confers resistance for clubroot isolate pathotype group 3 (Kato et al 2012). Another parent is V line shows resistant to *Verticillium yellows*.

Breeding for clubroot and yellows resistance cultivar

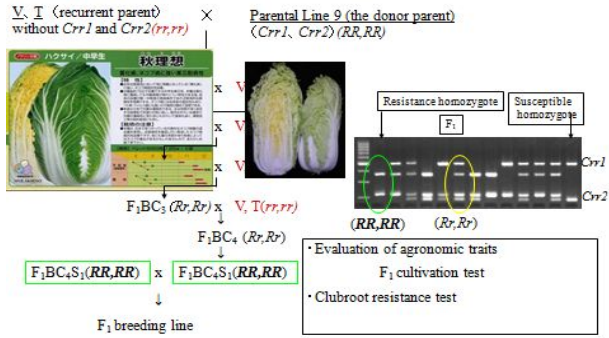


Clubroot disease

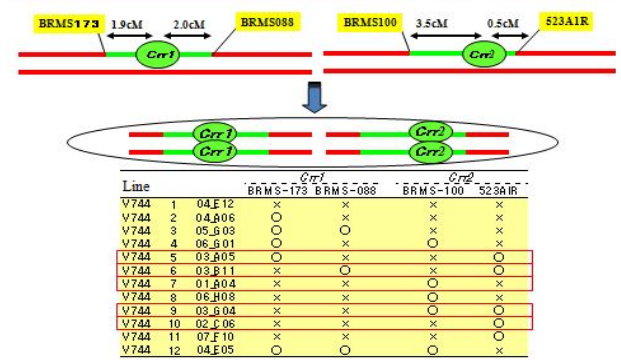


Yellows

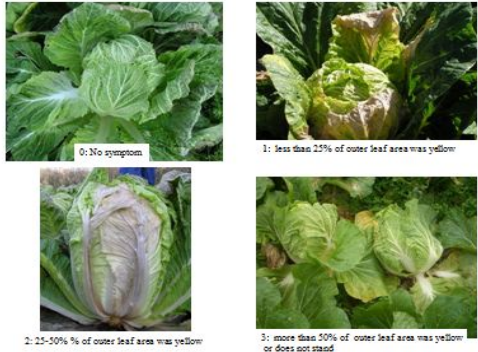
### Breeding for clubroot and yellows resistance cultivar



### Selection of recombinant plants occurring on *Crr1* and *Crr2*



### Disease index of yellows



### Yellows resistance



Line Name	<i>Crr1</i>		<i>Crr2</i>		Disease symptom					Urborn plants	Total	Disease Index
	BRMS-173	BRMS-088	BRMS-100	S23AIR	0	0.5	1	2	3			
1 04-E12	×	×	×	×	53	4	1	0	0	3	64	0.06
2 04-A08	○	○	○	○	43	11	7	0	0	3	64	0.20
3 06-G03	○	○	○	○	56	5	2	0	0	1	64	0.07
4 08-G01	○	○	○	○	46	17	0	0	0	1	64	0.13
5 03-A06	○	○	○	○	51	8	3	0	0	2	64	0.11
6 03-B11	×	○	○	○	26	21	12	0	0	5	64	0.38
7 01-A04	○	○	○	○	49	3	1	2	0	4	64	0.15
8 06-H08	○	○	○	○	47	14	2	0	0	1	64	0.14
9 03-G04	○	○	○	○	53	9	2	0	0	0	64	0.10
10 02-G08	○	○	○	○	51	3	8	0	0	4	64	0.13
11 07-F10	○	○	○	○	51	8	5	0	0	0	64	0.14
12 04-E05	○	○	○	○	40	1	1	0	0	2	44	0.04
13 V系統	○	○	○	○	53	8	2	0	0	3	64	0.08
14 豊久根菜	○	○	○	○	0	0	0	0	51	0	51	3.00

### Evaluation of clubroot resistance in F<sub>1</sub>BC<sub>3</sub>S<sub>1</sub>



"Wakayama-01"					"No.5"								
	0	1	2	3	Total	D.I.		0	1	2	3	Total	D.I.
<i>rr, rr</i>	0	0	0	5	5	3.0	<i>rr, rr</i>	0	0	0	5	5	3.0
<i>Rr, Rr</i>	0	0	0	9	9	3.0	<i>Rr, Rr</i>	0	0	0	12	12	3.0
<i>rr, RR</i>	0	0	1	3	4	2.8	<i>rr, RR</i>	0	0	0	3	3	3.0
<i>Rr, rr</i>	0	0	0	14	14	3.0	<i>Rr, rr</i>	0	0	0	12	12	3.0
<i>Rr, Rr</i>	0	2	0	33	35	2.9	<i>Rr, Rr</i>	0	1	1	21	23	2.9
<i>Rr, RR</i>	0	2	0	11	13	2.7	<i>Rr, RR</i>	0	3	2	1	6	1.7
<i>RR, rr</i>	0	0	0	12	12	3.0	<i>RR, rr</i>	0	0	0	8	8	3.0
<i>RR, Rr</i>	0	0	2	11	13	2.8	<i>RR, Rr</i>	1	0	2	12	15	2.7
<i>RR, RR</i>	4	3	3	0	10	0.9	<i>RR, RR</i>	3	4	1	0	8	0.8

Cultivar	Wakayama-01	No.5
V744:	3.0	3.0
SCR Hiroki:	1.6	3.0
Kiraboshi:	2.0	3.0
Kimami 90:	1.4	3.0
R861:	0.3	0.7

### Clubroot resistance test (Group 1)



### Clubroot test in field





Comparison between F<sub>1</sub> and susceptible cultivars **NARO**  
National Agriculture and Food Research Organization



Clubroot resistance test in field test **NARO**  
National Agriculture and Food Research Organization

Cultivar Name	Disease Index				Total	Disease plants%	Average D.I.
	0	1	2	3			
No.57	7	9	0	0	16	56.3%	0.6
64Line Total	1024	0	0	0	1024	0.0%	0.0
Akiriso	0	1	2	13	16	100.0%	2.8
Kifuku65	9	3	2	2	16	43.8%	0.8
SCR.Hiroki	16	0	0	0	16	0.0%	0.0
Kiraboshi	6	9	1	0	16	62.5%	0.7
Kinami 90	16	0	0	0	16	0.0%	0.0
Muso	0	0	2	14	16	100.0%	2.9

Since some plants of line No.57 were susceptible, it's speculated that the resistance gene mutation occurred.



A New F<sub>1</sub> Chinese Cabbage Cultivar "Akimeki" **NARO**  
National Agriculture and Food Research Organization

National Agriculture and Food Research Organization (NARO)  
Nippon Norin Seed Co.  
No.25985. 2011.6.6



2011.11.22. Yuki city, Ibaraki pref.

“Akimeki” has resistance to 4 clubroot pathotypes



Hatakeyama et al. 2004

Cultivar Name	Group1 No.5	Group2 No.13	Group3 No.14	Group4 Azo-01
SCR Hiroki	S	R	S	R
CR Ryutoku	S	S	R	R
Akiriso	S	S	R	R
PL9	R	R	S	R
Akimeki	R	R	R	R

R: Resistance, S: Susceptible



Cultivation of “Akimeki” reduces agricultural chemicals applied for clubroot disease.

Up to now, quality of CR cultivars tend to be low compared of non-CR cultivars.

Development of “Akimeki” is expect to reduction of agrochemical use and production of high quality Chinese cabbage.

“Akimeki”



- Good shape
- Color contrast between green in leaf edge and yellow inner leaf
- Nabe cooking, Japanese pickle

農研機構



食のブランドニッポン2011

新たな食の創造に向けて

開催日時: 平成23年11月8日(土) 15:00~19:00 (14:00受付終了)

会場: 日本科学未来館

How nice! That Chinese cabbage is good taste

Development of clubroot resistance cultivars in Japanese local vegetables (*Brassica rapa*)

Resistance loci in *Brassica oleracea*



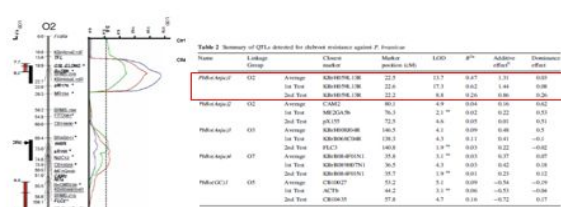
Theor Appl Genet (2009) 120:1335–1346  
DOI 10.1007/s00122-009-1259-z

ORIGINAL PAPER

Identification of QTLs that control clubroot resistance in *Brassica oleracea* and comparative analysis of clubroot resistance genes between *B. rapa* and *B. oleracea*

T. Nagoka · M. A. U. Doolah · S. Matsumoto · S. Kawasaki · T. Ishikawa · H. Hori · K. Okazaki

Resistance loci in *Brassica oleracea*



Genetic analysis and MAS of Fusarium yellow wilt resistance in *Brassica oleracea* and *B. rapa*.



1 Genetic mapping and identification of a fusarium wilt resistance gene in *B. oleracea*

2 *B. rapa* fusarium resistance gene detected by RNA-sequence

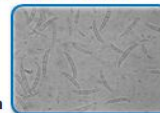


K. Okazaki Graduate school of science & technology, Niigata University, Japan

1 Genetic mapping of a fusarium wilt resistance gene in *B. oleracea* –Background(1)

> Pathogen

*Fusarium oxysporum* f.sp. *conglutinans*  
Soil-borne pathogen

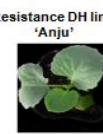


Cong1-1, Race 1, Race 2

> Symptom

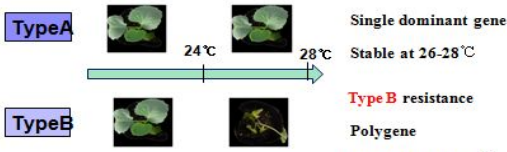
Yellowing; Wilt; Collapse; Death

Warm-weather Disease



## 1 Genetic mapping of a fusarium wilt resistance gene in *B. oleracea* — Background(2)

- Two types of cabbage fusarium wilt resistance gene (Walker, 1930; Blank, 1937)
  - Type A resistance**: Single dominant gene, Stable at 26-28°C
  - Type B resistance**: Polygene, Unstable above 24°C

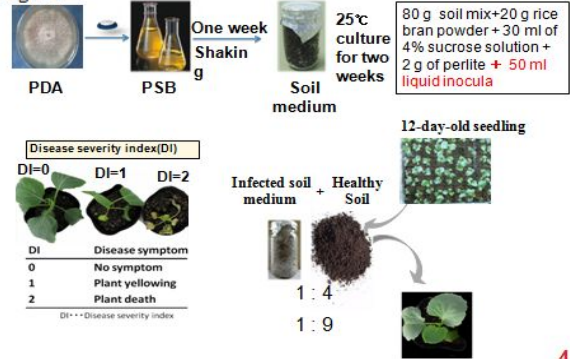


### ● Aims of this study

- To analyze the inheritance pattern of fusarium wilt resistance
- To develop a marker-assisted selection (MAS) process for fusarium wilt resistance breeding

## ● Materials and Methods-inoculation test

Cong:1-1



## ● Result--Response to fusarium resistance

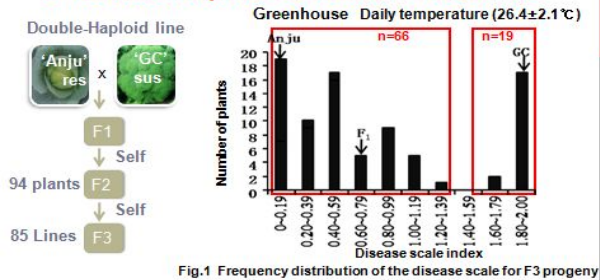
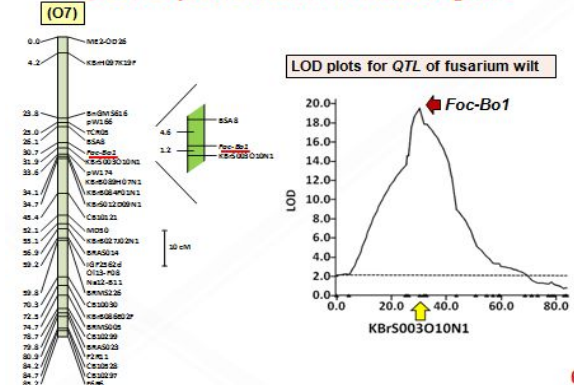


Fig.1 Frequency distribution of the disease scale for F3 progeny

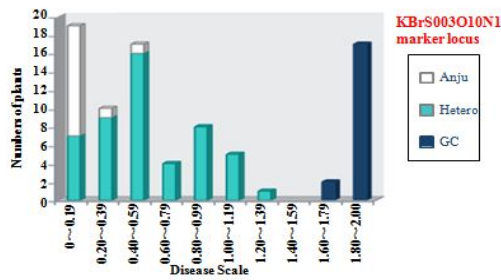
Table.  $\chi^2$  test, comparisons between observed phenotypic segregation

Line	Number of plants	Resistance	Susceptible	Total	$\chi^2$	P value
F <sub>2,3</sub>	66	19	85	0.32	0.5 < P < 0.75	

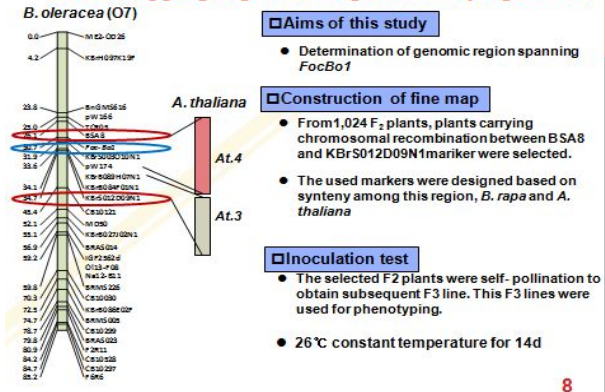
## ● QTL analysis of *Fusarium* resistance gene



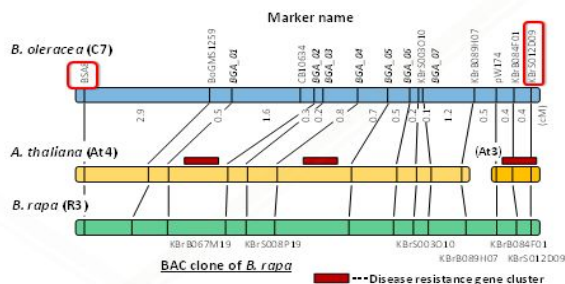
## ● Associations between genotyping with KBrS003O10N1 marker and phenotyping in the F2 population



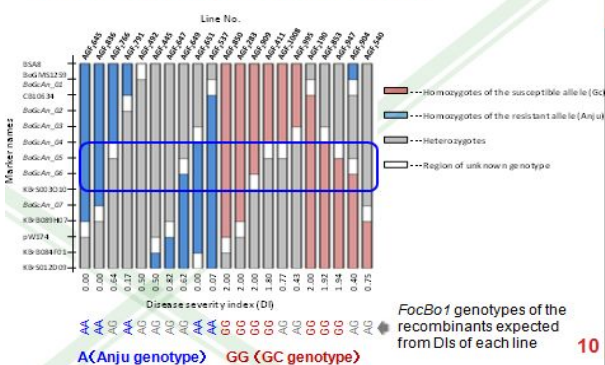
## 2 Fine mapping of genomic region underlying *FocBo1*



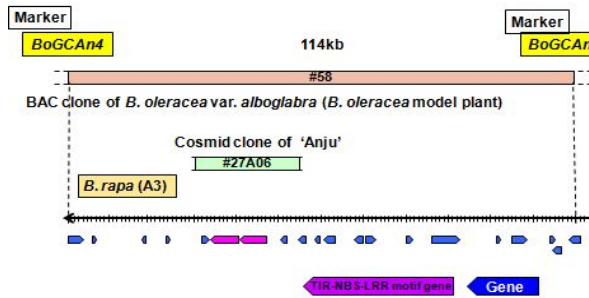
## ● Genomic region underlying *FocBo1*



## ● Graphical genotypes of the selected recombinants and their phenotyping for disease symptoms

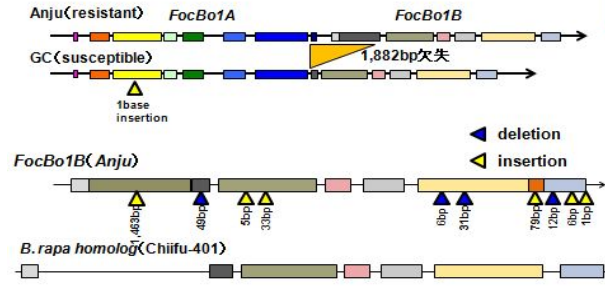


3 Identification of the candidate gene of Fusarium resistance  
 ● Isolation of BAC clone and cosmid clone spanning *FocBo1*



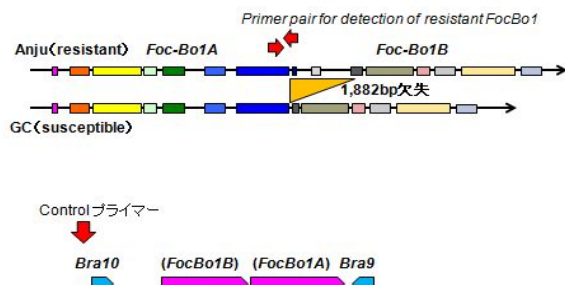
11

● Gene structure of *FocBo1* and *B. rapa* homologue



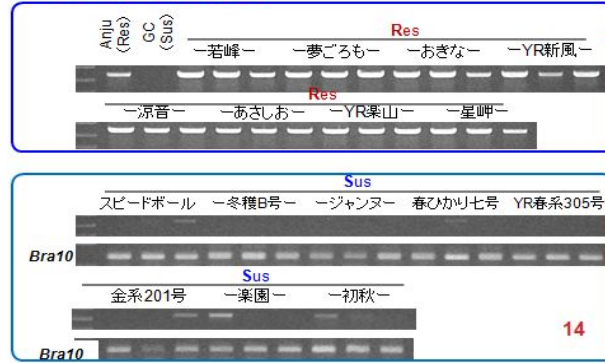
12

● Development of MAS for detection of resistant *FocBo1*



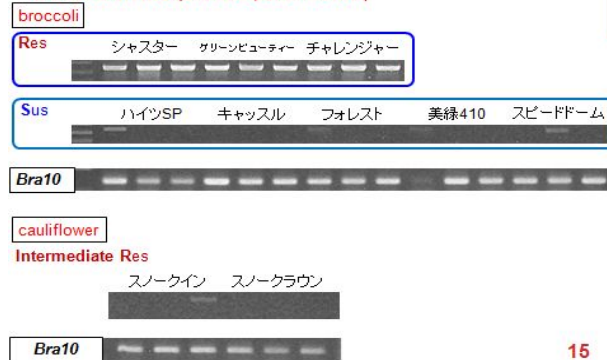
13

● Correlation between genotyping of resistant *FocBo1* and inoculation test (cabbage)

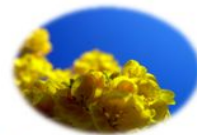


14

● correlation between genotyping of resistant *FocBo1* and inoculation test (broccoli, cauliflower)



15



*B. rapa* fusarium resistance gene detected by RNA-sequence

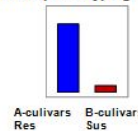
16

● Backgrounds

- Advantages of RNA sequence (RNA-Seq)
- A powerful tool for analysis of quantitative expression of genes on a genome-wide scale
  - A useful tool for development of EST-SNP
  - Overcoming of cross-hybridization in microarray

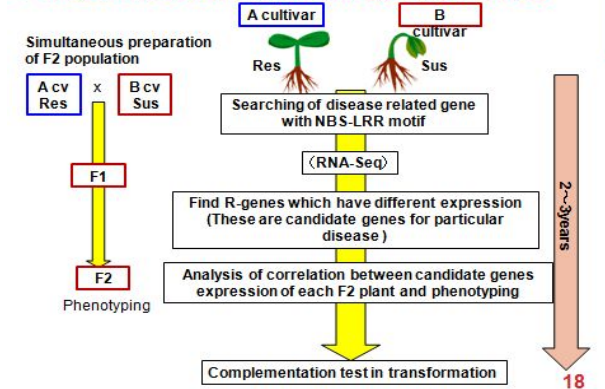
● Aims of this study

- To develop a new RNA seq application by which we can find the particular R-genes associated to disease resistance. 1) Detection of differential expression of R genes (candidates) in Res and Sus line. 2) simultaneous genotyping with candidate genes and phenotyping of F2 plants derived from Res x Sus line



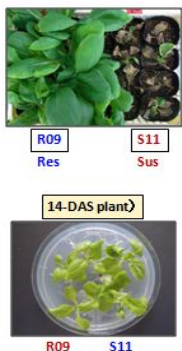
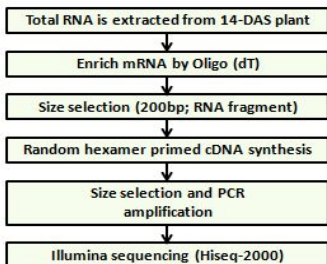
17

● The scheme of identification of R-genes by RNA-Seq



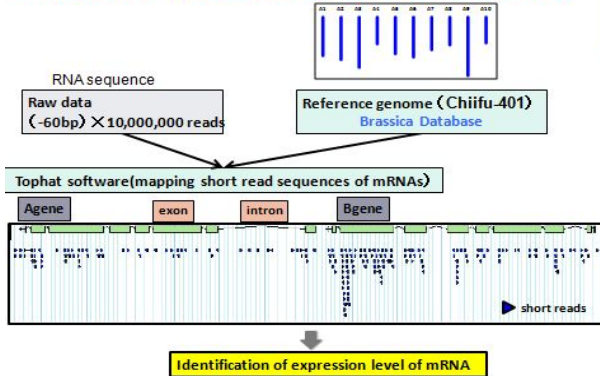
18

**RNA-Seq procedure**



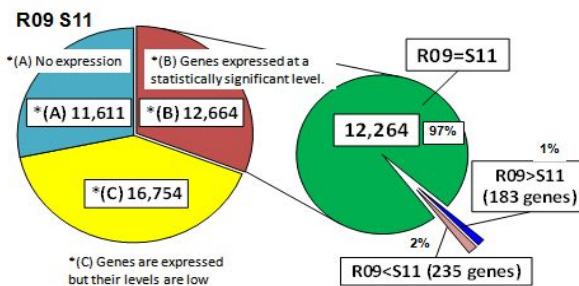
19

**An example of identification of expression level of genes**



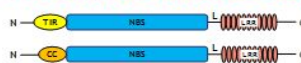
**Results: Classification of genes on RNA seq data**

Total no. of genes expressed in Chiifu-401(from Brassica Database)(41,029 genes)



21

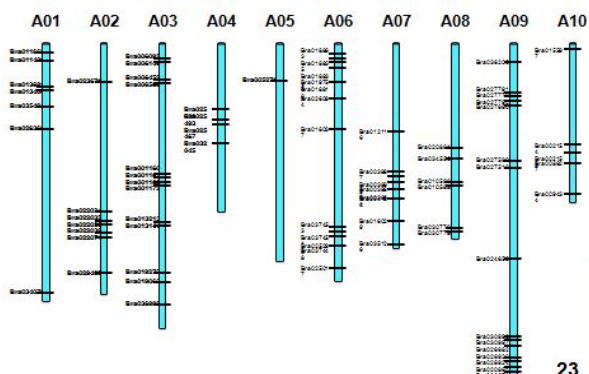
**Finding NBS-LRR genes carrying SNP in B. rapa genome**



LG	NBS-LRR gene	NBS-LRR gene carrying SNP
A1	18	7
A2	39	7
A3	29	12
A4	7	4
A5	10	1
A6	22	12
A7	17	8
A8	24	7
A9	60	16
A10	9	5
scaffold	9	4
	244	83

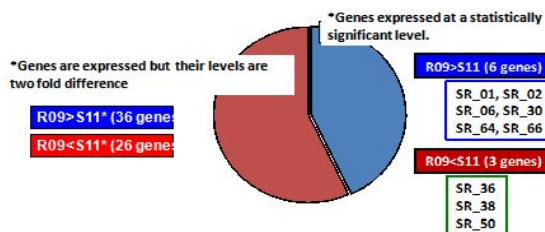
22

**Location of 83 NBS-LRR motif genes with SNP**



23

**Selection of NBS-LRR genes differentially expressed between resistant and susceptible lines**



24

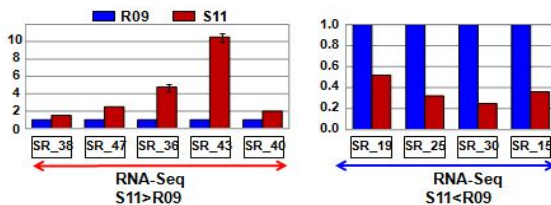
**List of genes expressed but their levels are two fold difference**

R09>S11				R09<S11					
遺伝子名	R09発現	S11発現	モチーフ	遺伝子名	R09発現	S11発現	モチーフ		
1	SR_2	21.377	9.437	TR-NBS-LRR	1	SR_47	1.672	10.356	CC-NBS-LRR
2	SR_15	8.121	1.136	TR-NBS-LRR	2	SR_49	2.287	9.219	NBS-CC-NBS
3	SR_04	7.952	0.307	TR-NBS-LRR	3	SR_29	2.600	8.291	TR-Only
4	SR_07	7.428	0.422	NBS	4	SR_41	2.003	7.659	TR-Only
5	SR_25	7.414	2.546	CC-NBS	5	SR_59	0.000	6.133	NBS-LRR
6	SR_19	6.093	1.758	TR-NBS-LRR	6	SR_42	1.400	5.617	TR-NBS-LRR
7	SR_26	5.712	2.181	TR-NBS	7	SR_49	0.076	5.131	TR-NBS-LRR
8	SR_14	5.350	0.730	TR-NBS-LRR	8	SR_60	0.000	3.077	TR-Only
9	SR_24	5.202	1.752	CC-NBS-LRR	9	SR_40	1.340	4.311	TR-NBS-LRR
10	SR_27	5.083	0.000	TR-NBS-LRR	10	SR_44	0.825	3.458	CC-NBS
11	SR_20	4.466	1.322	CC-NBS-LRR	11	SR_26	1.251	2.786	TR-Only
12	SR_05	3.751	0.044	TR-NBS-LRR	12	SR_48	0.173	2.754	TR-Only
13	SR_31	2.931	1.192	CC-NBS-LRR	13	SR_34	1.004	2.058	TR-X
14	SR_28	2.680	0.000	TR-NBS-LRR	14	SR_45	0.374	1.748	
15	SR_08	2.633	0.181	CC-NBS	15	SR_37	0.400	1.040	
16	SR_16	1.917	0.337		16	SR_51	0.000	0.855	
17	SR_27	1.825	0.704						
18	SR_22	1.750	0.578						
					28	SR_52	0.000	0.089	
41	SR_23	0.105	0.052		29	SR_58	0.000	0.038	
42	SR_65	0.090	0.000						

To confirm the data of RNA-Seq, qPCR was conducted for the selected genes

25

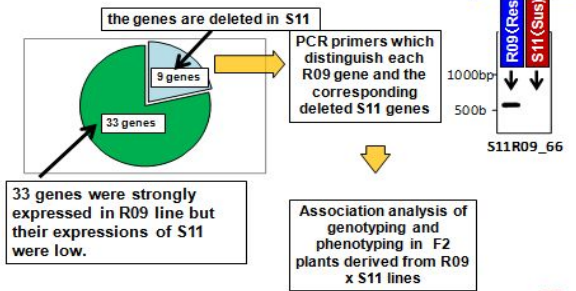
**Relative value of S11 line when expression level of R09 line is set 1.0 (qPCR).**



26

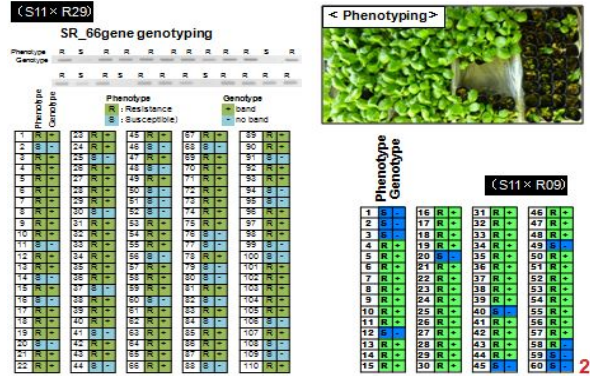
- Focus on 9 NBS-LRR motif gene loci where the genes were expressed in R09 whereas the genes are deleted in S11.

42 NBS-LRR motif genes



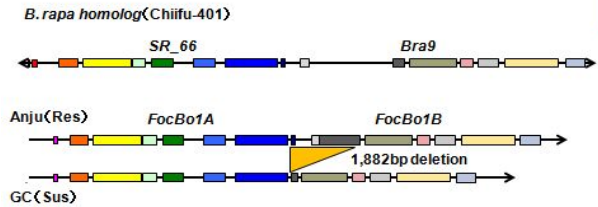
27

- Association analysis of genotyping of SR\_66 gene and phenotyping to *F. oxysporum* in F2 plants



28

- SR\_66 gene was *B. rapa* homolog of *FocBo1*



29

- Conclusion of RNA-Seq

- 9 NBS-LRR motif genes were statistically differently expressed.
- 62 NBS-LRR motif genes were differently expressed at two fold difference.
- Among them, 9 NBS-LRR motif gene loci expressed mRNA in R09(Res), whereas the corresponding S11 genes was deleted.
- Among the selected 9 genes, genotyping of only SR\_66 gene marker coincided with the phenotyping of *F. oxysporum* infection in F2 population from R09xS11 line.
- SR\_66 gene was *B. rapa* homolog of *FocBo1*
- We developed a new RNA seq application by which we can find the particular R-genes associated to disease.



30



# 7. 2차 워크샵 발표 자료

**Golden Seed 프로젝트**  
(수입대체 및 수출용 양배추 종자개발 세부 연구 계획수립을 위한 상세 기획)

## GSP 양배추 품목 워크숍

(분자유종 현황, 병리검정 시스템, 중국 종자 시장에 관하여)



일시 : 2013년 2월 27일(수) 오후 3시 ~ 오후 6시  
장소 : 대전 호텔인터시티 3층(Oak 회의실)

## 목 차

- ▶ 주제 1  
양배추 분자유종 현황 및 전략  
- 최익영 (서울대학교 나이셈 유전체분석센터장)
- ▶ 주제 2  
배추과 작물의 병리검정 시스템  
- 최경자 (한국화학연구원 채소병리검정사업단 단장)
- ▶ 주제 3  
중국 양배추 종자 시장현황  
- 최민 (스카이종묘 부장)

## 양배추 분자유종 현황 및 전략

2013. 02. 27  
서울대학교 나이셈  
최익영



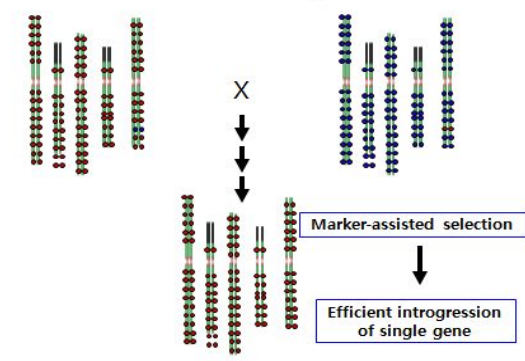
Lab. of Functional Crop Genomics and Biotechnology

## Brassica oleracea

1. Brassica CC genome with 630 ~ 690 Mbp on 9 chromosomes
2. Most diverse agricultural products with different features
3. Vegetable with important functional components (황암, 위염, 다이어트 등)
4. Consumed by worldwide

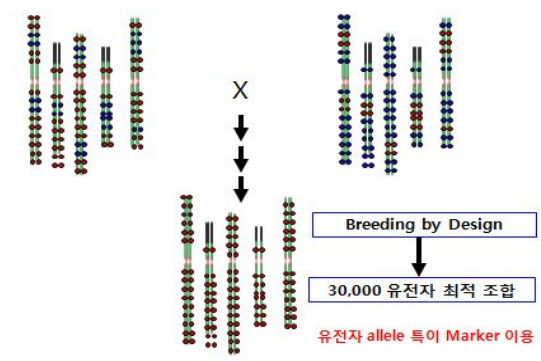


## Marker-Assisted Breeding (MAB)



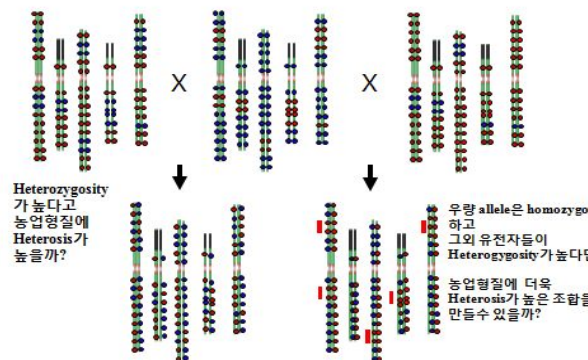
Marker-assisted selection  
Efficient introgression of single gene

## Genomics-Assisted Breeding (GAB)



Breeding by Design  
30,000 유전자 최적 조합  
유전자 allele 특이 Marker 이용

## Selection of best cross combination for best heterosis



Heterozygosity가 높다고 농업형질에 Heterosis가 높을까?  
우량 allele은 homozygous 하고 그외 유전자들이 Heterozygosity가 높다면 농업형질에 더욱 Heterosis가 높은 조합을 만들수 있을까?

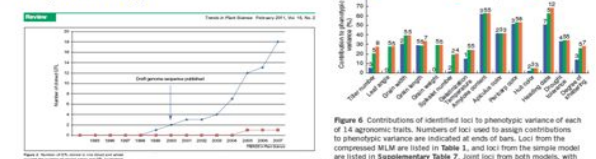
## Research of Genomes & Molecular Breeding of Brassica



### Developed markers associated with traits

Trait	Locus or QTL name	Chr	Markers	Paper
Club root resistance	CR1	10L1	TC09	Theor Appl Gen 2010 120:1024-1032
	CR2	10L1	C1234	Plant Mol Biol 2012 82:23-33
	CR3	10L1	Y05	
	CR4	10L1	8K7591	Theor Appl Gen 2010 120:1024-1032
	CR5	10L1	8K7592	
	CR6	10L1	8K7593	
	CR7	10L1	8K7594	
	CR8	10L1	8K7595	
Downy mildew resistance	DM1	10L1	116-1050, P011, Q1236	Mol Breeding 2009 23:275-280
Black rot resistance	BR1	10L1	111-1050, P011, Q1237	Theor Appl Gen 2007 116:627-635
	BR2	10L1	111-1050, P011, Q1238	
Self-incompatibility	SI1	10L1	10K4	Genome 22 227:142-151
	SI2	10L1	8K7596-87	
	SI3	10L1	8K7598-101	
Flowering time & vernalization response	FT1	10L1	7U2467, 7U2468-9	Journal of Experimental Botany 2010, Vol. 61, No. 4, pp 1817-1825
Seed color	SC1	10L1	10K761, 10K762	Genome 22 227:142-151
Change color on the inner leaf	CI1	10L1	10K763, 10K764	Mol Breeding 22 2:1923-20
Gross weight	GW1	10L1	10K765, 10K766	
	GW2	10L1	10K767, 10K768	
	GW3	10L1	10K769, 10K770	
	GW4	10L1	10K771, 10K772	
	GW5	10L1	10K773, 10K774	
Non wrapper leaves	NWL1	10L1	10K775, 10K776	
	NWL2	10L1	10K777, 10K778	
	NWL3	10L1	10K779, 10K780	
	NWL4	10L1	10K781, 10K782	
	NWL5	10L1	10K783, 10K784	
Head Weight	HW1	10L1	10K785, 10K786	
	HW2	10L1	10K787, 10K788	
	HW3	10L1	10K789, 10K790	
	HW4	10L1	10K791, 10K792	
Head length	HL1	10L1	10K793, 10K794	Mol. Environ. Biotech. 25(5):506-521, 2011.
	HL2	10L1	10K795, 10K796	
	HL3	10L1	10K797, 10K798	
Head width	HW1	10L1	10K799, 10K800	
	HW2	10L1	10K801, 10K802	
	HW3	10L1	10K803, 10K804	
	HW4	10L1	10K805, 10K806	
Head length/head width ratio	HLWR1	10L1	10K807, 10K808	
	HLWR2	10L1	10K809, 10K810	
	HLWR3	10L1	10K811, 10K812	
	HLWR4	10L1	10K813, 10K814	
	HLWR5	10L1	10K815, 10K816	
	HLWR6	10L1	10K817, 10K818	
	HLWR7	10L1	10K819, 10K820	
Forming leaves	FL1	10L1	10K821, 10K822	
	FL2	10L1	10K823, 10K824	
	FL3	10L1	10K825, 10K826	
	FL4	10L1	10K827, 10K828	
	FL5	10L1	10K829, 10K830	

### GWAS : Speed-up finding QTLs by NGS sequencing



**Genome-wide association studies of 14 agronomic traits in rice landraces**

Xuehui Huang<sup>1,2,3,4</sup>, Xinghua Wei<sup>3,5,6</sup>, Tao Sang<sup>6,7</sup>, Qiang Zhao<sup>3,2,3,8</sup>, Qi Feng<sup>1,9</sup>, Yan Zhao<sup>1,9</sup>, Canyang Li<sup>1</sup>, Chuanrong Zhu<sup>1</sup>, Tingting Li<sup>1</sup>, Zhiluo Zhang<sup>1</sup>, Meng Li<sup>1,9</sup>, Dandan Fan<sup>1</sup>, Yundi Guo<sup>1</sup>, Aibang Wang<sup>1</sup>, Lu Wang<sup>1</sup>, Liwei Deng<sup>1</sup>, Wenjun Li<sup>1</sup>, Yujia Lu<sup>1</sup>, Qian Wang<sup>1</sup>, Kangyan Liu<sup>1</sup>, Tao Huang<sup>1</sup>, Taoying Zhou<sup>1</sup>, Yufeng Jing<sup>1</sup>, Wei Li<sup>1</sup>, Zhang Lin<sup>1</sup>, Edward S Buckler<sup>1,7</sup>, Qian Qian<sup>1</sup>, Qi-Fa Zhang<sup>1</sup>, Boyang Li<sup>9</sup> & Bin Han<sup>1,2</sup>

Uncovering the genetic basis of agronomic traits in crop landraces that have adapted to various agro-climatic conditions is important to world food security. Here we have identified ~3.8 million SNPs by sequencing 137 rice landraces and constructed a high-density haplotype map of the rice genome using a novel data-imputation method. We performed genome-wide association studies (GWAS) for 14 agronomic traits in the population of *Oryza sativa indica* subspecies. The loci identified through GWAS explained ~36% of the phenotypic variance, on average. The peak signals at six loci were tied closely to previously identified genes. This study provides a fundamental resource for rice genetic research and breeding, and demonstrates an approach integrating second-generation genome sequencing and GWAS can be used as a powerful complementary strategy to classical biparental cross-mapping for dissecting complex traits in rice.

NATURE GENETICS VOLUME 42 | NUMBER 11 | NOVEMBER 2010

Finding 14 QTLs by Resequencing of 517 rice landraces

Expanding to 50,000 accessions

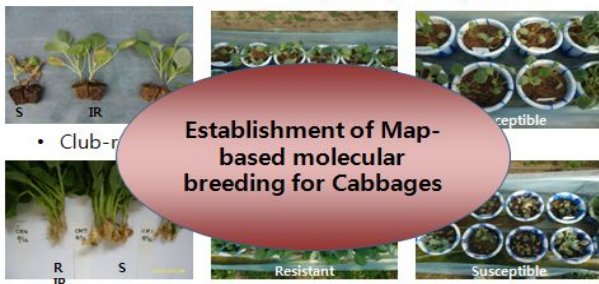
### To sum up...

- Sequencing 기술의 발달
  - MAB를 넘어 GAB의 형태의 육종
  - Reference genome sequence 기반 GWAS를 통해 많은 형질의 QTL mapping과 분자육종 진행
  - 배추와 양배추의 표준유전체 염기서열 정보가 밝혀짐
- Brassica 작물의 여러 형질에 대한 QTL 지역 탐색 및 마커개발
  - 양배추에 대해서는 상대적으로 적은 연구 결과
  - 주요 형질에 대하여 GWAS의 방향으로 loci 동정
  - 유용 형질의 최적조합

Research from our laboratory

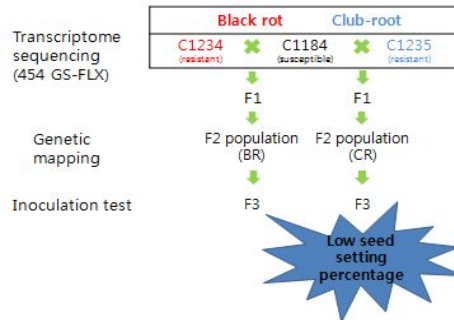
### Introduction

- Black rot (*Xanthomonas campestris* pv. *Campestris*)

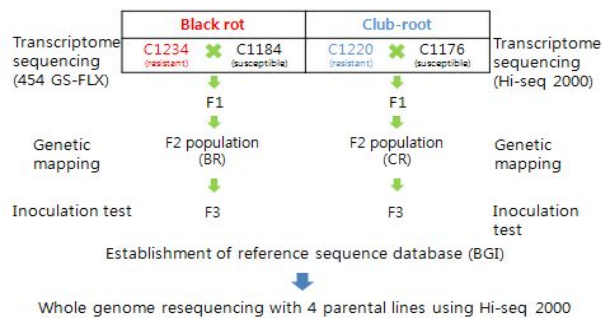


- Club-root

### Workflow of our lab



### Workflow of our lab



### Performed sequencing

	Black rot		Club-root		
	C1234 (resistant)	C1184 (susceptible)	C1235 (resistant)	C1220 (resistant)	C1176 (susceptible)
Transcriptome sequencing using 454 (2010)	○	○	○		
Transcriptome sequencing using Illumina (2011)				○	○
Whole genome resequencing data using Illumina (2012)	○	○		○	○

## Transcriptome Sequencing

- 454 GS-FLX Titanium – C1184, C1234, C1235  
– Assembly: Newbler 2.3

	Reads No	Length	Isotigs No	Singles No	Singles Length	Largest isotig	Avg isotig Size	NSO isotig Size	Largest seq Size
C1184	92,255	97,988,126	5,515	38,651	10,978,478	3,820	745	760	3,820
C1234	127,522	53,290,461	7,271	32,879	12,404,186	8,231	791	815	8,231
C1235	92,247	38,713,637	5,382	29,350	11,347,746	4,181	752	764	4,181

- Illumina Hi-seq 2000 – C1176, C1220  
– Assembly: Trinity

	Reads No	Length	Sequence No	Length	Avg seq Size	NSO seq Size	Largest seq Size
C1176	113,578,646	11,172,869,375	59,892	91,219,867	1523	1,867	16,405
C1220	123,131,969	12,116,998,750	56,237	84,252,772	1498	1,839	16,284

## Transcriptome Sequencing - C1184, C1234, C1235 -

- Mapping on *B.rapa* pseudo-chromosome

<http://nature.snu.ac.kr/cgi-bin/gbrowse/A01~10>

	C1184		C1234		C1235	
	No	%	Reads No	%	Reads No	%
Mapped Reads	89,631	38.33	123,348	45.59	89,244	42.46
Mapped Bases	12,352,596	32.65	21,580,147	40.64	14,532,674	37.66
Fully Mapped	22,596	24.50	27,841	21.84	20,221	21.93
Partially Mapped	9,379	10.17	12,307	9.65	8,567	9.29
Unmapped	2,203	2.39	3,627	2.84	2,631	2.85
Repeat	3,382	3.67	17,985	14.11	10,369	11.24
Chimeric	54,274	58.84	65,215	51.15	50,087	54.31
Too Short	404	0.44	528	0.41	342	0.37

Mapped on *B. rapa* pseudo chromosome sequence (NAST) by GSNMapper with 90% sequence similarity option

## Transcriptome Sequencing - C1184, C1234, C1235 -

- Mapping on *B.rapa* pseudo-chromosome

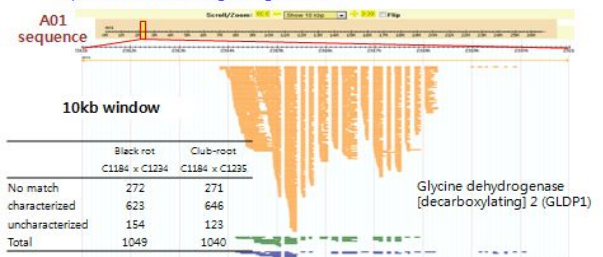
<http://nature.snu.ac.kr/cgi-bin/gbrowse/A01~10>



## Transcriptome Sequencing - C1184, C1234, C1235 -

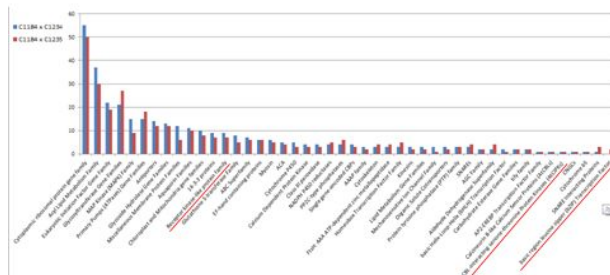
- Mapping on *B.rapa* pseudo-chromosome

<http://nature.snu.ac.kr/cgi-bin/gbrowse/A01~10>



## Gene family analysis

- Genes which have different expression level



## Marker development

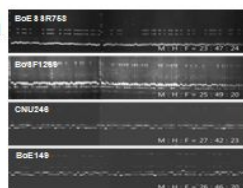
- Used markers for parental survey

Marker type	Used markers	Polymorphic markers
Reported SSR	615	91
IBP	1841	152
SNP	178	67
EST-SSR	800	97
MIP	203	11
Total	3637	418

## Genetic Mapping (C1184 x C1234)

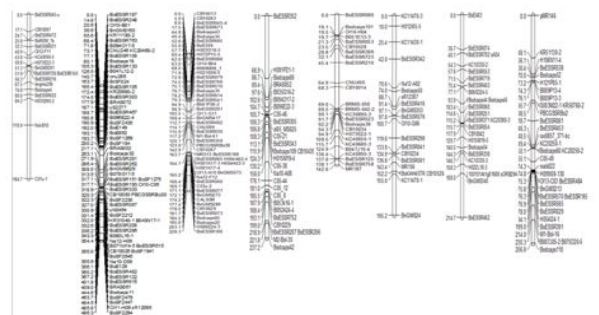
- Genetic mapping
  - 97 F<sub>2</sub> population with 279 markers
  - Non-denaturing polyacrylamide gel
  - Fragment analyzer

Marker types	No. of markers
IBP from <i>B.rapa</i>	65
Reported SSR	84
EST-SSR	93
SNP	31
Others	6
Total	279



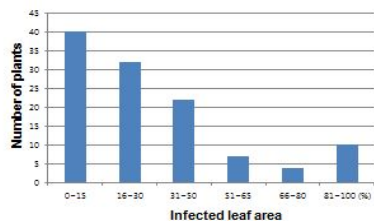
- Joinmap 4.1
  - 8 linkage groups with 270 markers
  - 1025.8 cM covered
  - Average - 3.79 cM

## Genetic Mapping (C1184 x C1234)



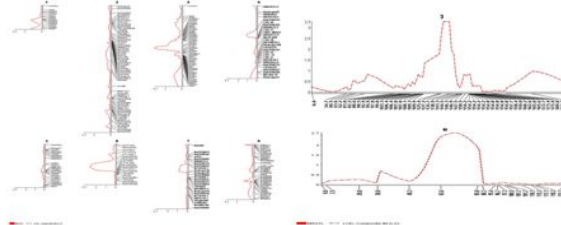
### QTL analysis of black rot resistance

- Inoculation screening – 10 ~15 F<sub>3</sub> plants from each F<sub>2</sub> progeny



### QTL analysis of black rot resistance

- Qgene - Composite Interval mapping
  - C03 : BoESSR291 – OI11-G11 (127.2 ~ 135.7 cM)
  - C07 : BoESSR342 – BoESSR416 (65.6 ~ 85.8 cM)

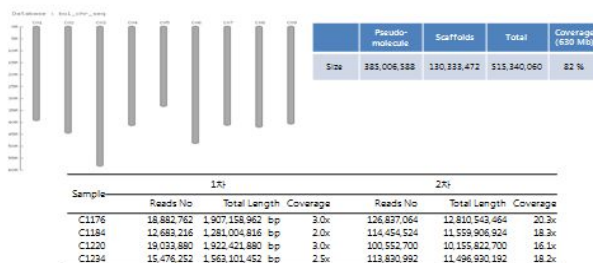


### Performed sequencing

	Black rot		Club-root		
	C1234 (resistant)	C1184 (susceptible)	C1235 (resistant)	C1220 (resistant)	C1176 (susceptible)
Transcriptome sequencing using 454 (2010)	○	○	○		
Transcriptome sequencing using Illumina (2011)				○	○
Whole genome resequencing data using Illumina (2012)	○	○		○	○

### Whole genome resequencing

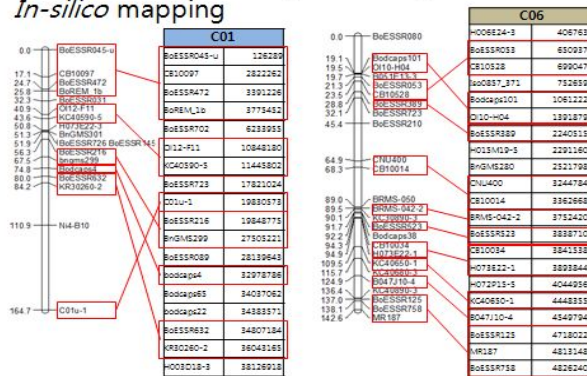
- Reference genome sequences database from BGI



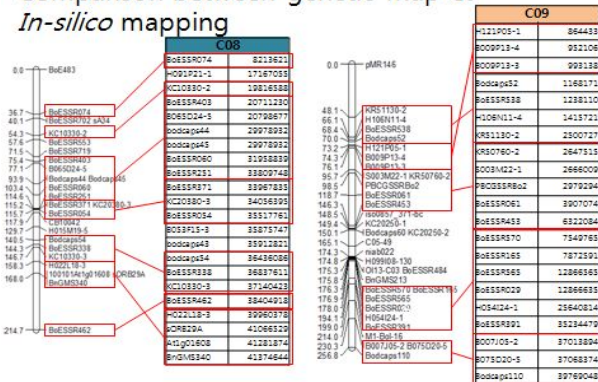
### Whole genome resequencing

- Large-scale SNP discovery
  - Compared to reference genome
  - High-density genetic mapping
  - Sequencing F<sub>2</sub> plants
    - Bin mapping
    - Direct use for genetic mapping in nucleotide level

### Comparison between genetic map & In-silico mapping

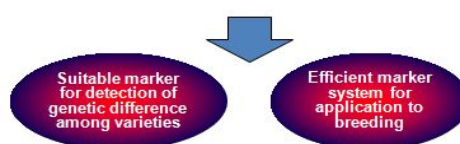


### Comparison between genetic map & In-silico mapping



### Miniature Inverted-repeat Transposable Elements (MITEs)

- Belong to Class II, non-autonomous DNA
- Relatively small size & many copies in genome
- Closely associated with genes
- Causing genome evolution & diversity





## Genetic diversity in 91 commercial *B. oleracea* cultivars

Table 4 Genetic differentiation among six varietal groups of *B. oleracea* L. cultivars

Varietal group	No. of cultivars tested	Mean no. alleles/locus	Major allele frequency	Mean genetic diversity	Mean heterozygosity	Mean PIC value
Cabbage	49	3.81	0.32	0.39	0.38	0.34
Broccoli	22	2.42	0.37	0.28	0.32	0.25
Chiroflowe	5	1.80	0.41	0.26	0.23	0.24
Kohlrabi	9	2.81	0.33	0.41	0.41	<b>Highest heterozygosity</b>
Kale	3	1.77	0.39	0.33	0.38	0.27
Kailan	3	1.46	0.43	0.22	0.13	<b>Lowest heterozygosity</b>
Total	91	14.07	2.25	1.89	1.55	
Average		2.35	0.38	0.32	0.26	0.27

- Usefulness of DNA markers
  - Assessing genetic diversity
  - Detecting heterozygous individuals
  - Differentiating & identifying cultivars
  - Distinctness, uniformity, & stability test of new cultivar
  - F1 seed purity test in breeding program

## Further plan

- Construction of high-density genetic map
  - More accurate & effective map
  - Application of sequencing information
- Identifying QTLs of black rot & club-root disease resistance
- Establishment of map-based molecular breeding system

## Acknowledgements

SNU, Lab of Functional Crop Genomics & Biotechnology

- Dr. 박지영  
이주홍  
Izzah Nur Kholilatul  
Sampath Perumal  
이서희

NICEM  
- Dr. 최연영, 최범순

RDA  
- Dr. 박병석, 문경환, 김수진

조은숙  
- Dr. 안경구  
이요연  
서주덕

Research was supported by IPET grant  
'수출용 양배추 품종육성'



채소병리검정지원사업단  
Supporting Center for Disease Resistant Vegetable Breeding

## 배추과 작물의 병리검정 시스템



2013. 2. 27  
한국화학연구원 최경자

채소병리검정지원사업단  
Supporting Center for Disease Resistant Vegetable Breeding

## 사업단 설립 목적

- 채소작물(가지과, 박과, 배추과)의 내병성 육종을 위한 체계적이고 효율적인 병리검정 기반을 구축하여 육종가를 지원하고자 함.
- 유전자원 스크리닝을 통하여 내병성 육종 소재를 확보하고자 함.

채소병리검정지원사업단  
Supporting Center for Disease Resistant Vegetable Breeding

## 사업단 설립 배경

### □ 선진국 동향

- 채소육종은 전통육종에 분자육종 기술을 접목하여 동종 개발 경쟁력을 강화하고 있음
- 채소 신종육 육성에 있어 핵심요소는 내병성 육종임
- 분자유전학 발달로 내병성 관련 분자마커가 많이 개발되고 있음
- 다국적 종자회사들을 중심으로 자체 분자마커 개발 및 high-throughput-MAS 시스템 확립에 많은 투자가 이루어지고 있음

채소병리검정지원사업단  
Supporting Center for Disease Resistant Vegetable Breeding

### □ 국내 동향

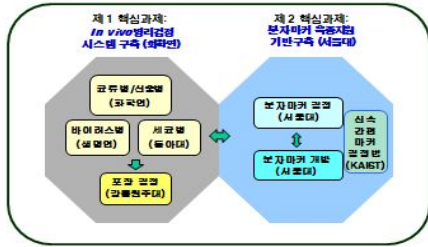
- 배추, 무, 고추, 양배추 등은 세계적 경쟁력 갖추고 있으나, 내병성 육종 육성이 시급히 요구됨
- 내병성 육종과정 중 가장 많은 시간과 경비가 소모되는 단계는 병리검정임
- 작물 병리검정은 시설, 장비 및 기술이 요구되는 전문분야임
- 대다수 중소규모 종자회사는 병리검정이 전문적으로 이루어지지 못하고 있어 정부에 병리검정 지원센터 구축을 요청하여 왔음
- 채소병리검정지원사업단(2009년 4월 9일-2014년 4월 9일)이 병리검정 지원

채소병리검정지원사업단  
Supporting Center for Disease Resistant Vegetable Breeding

## 사업단의 최종연구목표



## 사업단의 과제구성



과제	성명	소속	
제 1 핵심 In vivo 병리검정	균류병 검정	최 경자	한국화학연구원 산업바이오화학연구센터
	세균병 검정	이 선우	동아대 생명자원과학대학 응용생명공학부
	바이러스병 검정	문 재신	생명연 식물시스템공학연구센터
제 2 핵심 분자마커 병리검정	포자 검정	김 병섭	강릉원주대 생명과학대학 식물생명과학과
	분자마커 개발	최 도일	서울대 농업생명과학대학 식물생산과학부
	분자마커 개발 및 검정	강 병철	서울대 농업생명과학대학 식물생산과학부
신속관련 마커 검정법 개발	박 현규	한국과학기술원 생명화학공학과	

## 수요 조사 및 사업 반영

### □ 설문 조사 실시

- 한국종자협회, 국립종자원, 채소육종가 모임 등의 협조를 통해 채소육종가 주소록 작성
- 효율적인 사업 수행을 위한 설문조사 실시 : 2009년 7월 - 8월
  - 34개사
  - 사업설명회 참여회사는 설명회에서 설문 조사
  - 설명회 불참 회사는 전화 및 팩스를 이용하여 조사
- **설문의 참석** : 그린히드베이오, 뉴란베이오, 뉴란케이오, 한국다끼이, 제일농모농산, 대농종묘, 권농종묘, 온산프코리아, 조운종묘, 대연육종연구소, 바이오브라임연구소, 씨앗과사람들, 종부화이맥, 신센타종묘, 장춘종묘, 삼성종묘, 아시아종묘, 원대종묘, NH종묘센터, 고추외국종, 우리종묘
- **설문의 대상** : 키키종묘, 선경종묘, 하나종묘, 시카타코리아, 진흥종묘, 경신종묘, 영산종묘, 덕원종묘, 통일농산종묘, 한국일본연구소, 꾸이코리아종묘, 농우베이오, 바이오종

⇒ **연차별 목표 수정: 설문조사 결과를 바탕으로 연구계획 수정**

## 사업단 운영

### □ 채소병리검정지원사업단 홈페이지 관리 (www.scdr.re.kr, 2009년 10월)



- 병리검정 시험 항목 및 시험료
- 의뢰 서식
- 연락처 : 전화 번호, 이메일
- 공지 사항 : 할인 행사, 서비스 항목 추가 등

### □ 브로셔 제작 : 종자관련 학회 및 심포지움 배포



### □ 사업단 광고

- 사업단 광고 I : 한국종자연구회-종자과학과 산업(8-2호, 8-3호, 8-4호 게재, 9-1호 예정)
- 사업단 광고 II : 한국식물병리학회-식물병연구(2011년 1호, 2호, 3호) 게재



### □ 육통가 교육



- 채소에 발생하는 주요 균류병에 대한 저항성의 이론 및 실습
- 세균병 저항성 검정 방법
- 채소작물 주요병에 대한 포장 검정법
- 가치과 작물의 유전자 개발 현황 및 전망
- 분자마커 활용 및 전리 이론 및 실습

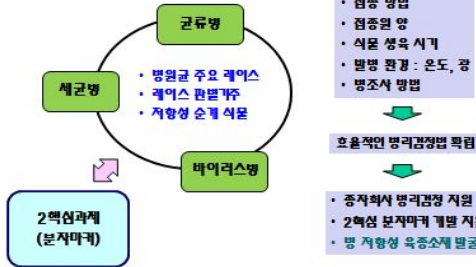
### □ 병리검정 의뢰 절차





## 연구주진체계

### □ In vivo 병리검정



## In vivo 병리검정 체계확립

### 균류병/선충병 저항성 검정 기술

- 역병 (*Phytophthora capsici*): 고추, 파프리카
- 잎마름병 (*Phytophthora infestans*): 토마토
- 시들음병 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*): 토마토
- 잎곰팡이병 (*Fulvia fulva*): 토마토
- 잿빛곰팡이병 (*Botrytis cinerea*): 토마토, 감자
- 뿌리혹선충병 (*Meloidogyne incognita*): 토마토
- 뿌리혹병 (*Plasmodiophora brassicae*): 배추, 양배추, 브로콜리, 무
- 시들음병 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans*): 양배추, 브로콜리
- 시들음병 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*): 무
- 흰가루병 (*Podosphaera xanthii*): 오이, 멜론, 수박, 호박
- 탄저병 (*Colletotrichum orbiculare*): 오이, 수박

## In vivo 병리검정 체계확립

### 세균병 저항성 검정 기술

- 풋마름병 (*Ralstonia solanacearum*): 토마토, 고추
- 무름병 (*Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*): 채소
- 검은색곰팡이 (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*): 양배추, 배추, 무

### 바이러스병 저항성 검정 기술

- Turnip mosaic virus (TuMV): 무, 배추
- Pepper mild mottle virus (PMMoV): 고추, 파프리카
- Pepper mottle virus (PepMoV): 고추, 파프리카
- Cucumber mosaic virus (CMV): 오이, 고추
- Tomato spotted wilt virus (TSWV): 고추

## 양배추 시들음병

- *Fusarium wilt*, **위험병**
- *Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutinans*: pathogenic on many Brassica spp., but not on radish (Bosland and Williams, 1987).
- A-type 저항성: 단일자 무성, 모든 온도에서 저항성
- B-type 저항성: 25℃ 이하에서 저항성
- A-type 저항성 품종 시판 중
- Race 1: 감수성 품종에만 병을 일으키는 시들음균군
- Race 2: 단일자 저항성 A-type의 양배추에 강한 병원성 나타냄(1985)



Figure 1. Fusarium yellows of cabbage

### □ 양배추 시들음병 검정 체계 확립: 시판 품종 평가

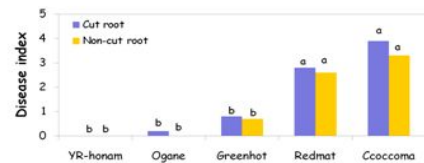
- ◆ 9 cabbage cultivars
- ◆ 14-day-old seedlings
- ◆ Concentration of *F. oxysporum* f. sp. *conglutinans* KR3:  $3 \times 10^7$  spores/ml
- ◆ Dipping period: 2 hr

#### Development of Fusarium wilt in the 9 commercial cultivars of cabbage

Cultivars	Company	Disease index	Cultivars	Company	Disease index
YR-honam	Asiaseed	0.2	Redmateu	Asiaseed	4.5
Greenmateu	Asiaseed	0.5	Asiaboll	Asiaseed	0.1
Greenhot	Asiaseed	1.2	YR-hogiri	Koregon	0.2
Coccooma	Asiaseed	4.9	Ogane	Koregon	0.1
Deabakna	Asiaseed	0.3			

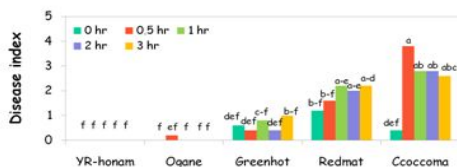
### □ 양배추 시들음병에 대한 병리검정 체계 확립: 뿌리 상처

- ◆ 선발 5종 품종: YR-호남, 오가네, 그린핫, 레드마트, 꼬꼬마
- ◆ Growth stage of cabbage plant: 14-day-old seedlings
- ◆ Inoculation of *F. oxysporum* f. sp. *conglutinans* KR3:  $1 \times 10^7$  spores/ml, 0.5 hr, dipping method



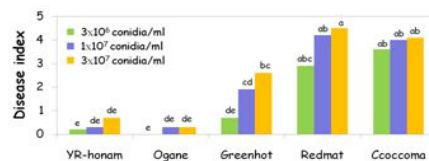
### □ 양배추 시들음병에 대한 병리검정 체계 확립: 원지 시간

- ◆ 선발 5종 품종: YR-호남, 오가네, 그린핫, 레드마트, 꼬꼬마
- ◆ Growth stage of cabbage plant: 14-day-old seedlings
- ◆ Inoculation of *F. oxysporum* f. sp. *conglutinans* KR3:  $1 \times 10^7$  spores/ml, non-cut roots, dipping method



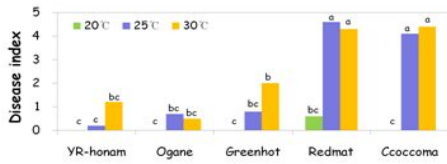
### □ 양배추 시들음병에 대한 병리검정 체계 확립: 접종 농도

- ◆ 선발 5종 품종: YR-호남, 오가네, 그린핫, 레드마트, 꼬꼬마
- ◆ Growth stage of cabbage plant: 14-day-old seedlings
- ◆ Inoculation of *F. oxysporum* f. sp. *conglutinans* KR3: non-cut roots, 0.5 hr, dipping method



□ 양배추 시들음병에 대한 병리검정 체계 확립 : 발병 온도

- ◆ 선발 5종 품종 · YR-호남, 오가네, 그린핫, 레드마트, 꼬꼬마
- ◆ Growth stage of cabbage plant · 14-day-old seedlings
- ◆ Inoculation of *F. oxysporum* f. sp. *conglutinans* KR3 ·  $1 \times 10^7$  spores/ml, 0.5 hr, non-cut roots, dipping method



□ In vivo 병리검정



병원균 레이스와 병 저항성 관계?

배추의 뿌리혹병 저항성과 Williams 레이스

Host	Race															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Cabbage	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Jersey Queen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Badger Shipper	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Laurentian	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wilhelmbuger	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Host	항상	강종-1	장안	괴산	연안-1	황성	유안	허리	익남1	익남2	강릉-2
Jersey Queen	1.3(R)	0.7(R)	0.6(R)	0.6(R)	3.9(S)	4.0(S)	0.0(R)	0.3(R)	4.0(S)	4.0(S)	3.6(S)
Badger Shipper	0.1(R)	0.0(R)	0.0(R)	0.0(R)	3.3(S)	3.6(S)	0.0(R)	0.0(R)	4.0(S)	3.5(S)	0.5(R)
Laurentian	3.4(S)	3.5(S)	2.7(S)	3.9(S)	3.8(S)	4.0(S)	0.6(R)	0.7(R)	4.0(S)	4.0(S)	4.0(S)
Wilhelmbuger	2.6(S)	2.4(S)	1.5(S)	2.4(S)	0.2(R)	0.6(R)	0.3(R)	0.4(R)	4.0(S)	4.0(S)	4.0(S)

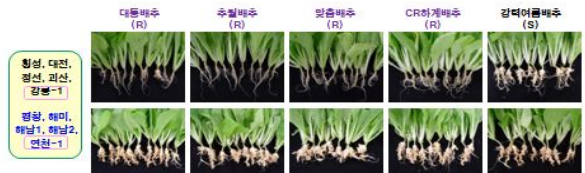
해남1균주 (race 4)



□ 29(26+3)종 시판 품종의 확보 균주에 대한 뿌리혹병 저항성

품종	연안-1 (race2)	황성 (race2)	평양 (race9)	강릉-1 (race9)	괴산 (race9)	장안 (race9)	해미 (race5)	대전 (race5)	해남1 (race4)	해남2 (race4)	강릉-2 (race1)
대흥배추	3.8	0.9	3.9	0.7	0.0	0	3.5	0.0	4.0	3.9	0.0
수달배추	3.7	1.0	4.0	0.1	1.2	0	3.2	0.0	4.0	4.0	0.0
빛줄배추	3.0	0.2	4.0	0.1	0.0	0	3.5	0.0	4.0	4.0	0.0
CR하계배추	3.3	0.2	4.0	0.0	0.0	0	3.5	0.0	4.0	3.6	0.0
CR하배추	3.0	0.0	4.0	0.7	0.0	0	3.5	0.1	4.0	3.7	0.0
CR할한	3.0	1.3	4.0	0.0	0.3	0.4	3.3	0.3	4.0	3.2	0.0
CR황봉	3.9	1.2	4.0	0.1	0.0	0	3.1	0.2	4.0	3.9	0.0
CR병충배추	3.7	0.0	4.0	0.7	0.4	0.1	3.3	0.0	4.0	4.0	0.0
CR광근	3.7	0.7	3.8	0.4	0.0	0.2	3.4	0.0	4.0	3.8	0.0
CR황쪽	3.0	0.3	3.7	0.2	0.0	0	3.1	0.0	4.0	3.7	0.0
불암이름	3.9	0.9	4.0	0.3	0.0	0	3.4	0.0	4.0	3.7	0.0
참피운	3.7	1.0	3.9	0.1	0.3	0	3.0	0.4	4.0	3.8	0.0
부활	3.8	0.3	3.9	0.1	0.0	0.4	3.4	0.2	4.0	3.8	0.0
CR안심	3.8	0.3	4.0	0.2	0.0	0	3.4	0.0	4.0	3.7	0.0

품종	연안-1 (race2)	황성 (race2)	평양 (race9)	강릉-1 (race9)	괴산 (race9)	장안 (race9)	해미 (race5)	대전 (race5)	해남1 (race4)	해남2 (race4)	강릉-2 (race1)
올림픽배추	3.7	0.1	3.3	0.1	0.0	0	2.9	0.0	4.0	3.9	0.0
CR농심	3.3	0.3	3.1	0.1	0.0	0	3.3	0.0	4.0	3.3	0.0
CR안심	3.7	0.2	3.9	0.1	0.4	0	3.9	0.0	4.0	3.5	0.0
CR합금	3.9	0.9	3.9	0.4	1.0	0.0	3.1	0.3	4.0	3.3	1.1
어촌한	3.3	0.3	3.8	0.3	0.0	0.3	3.4	0.0	4.0	3.5	0.0
CR오시마사	3.7	0.5	3.9	0.1	0.0	0	3.1	0.0	4.0	3.2	0.0
CR키오시	3.9	0.0	4.0	0.4	0.0	0	3.1	0.0	4.0	3.9	0.0
CR합쪽	3.1	0.3	3.7	0.1	0.0	0	3.4	0.0	4.0	2.4	0.0
CR고냉지어름	3.8	0.8	4.0	0.5	0.0	0	3.4	0.0	4.0	3.9	0.0
CR별가	3.5	0.9	4.0	0.3	0.0	0	3.3	0.0	4.0	3.2	0.2
CR황가	3.0	0.9	3.9	0.3	0.0	0	3.5	0.0	4.0	3.0	0.0
광학이름	3.0	4.0	3.8	3.8	3.2	3.3	3.1	3.5	4.0	3.7	3.8
삼백갯길이	3.7	3.8	4.0	3.8	3.7	3.5	3.4	4.0	4.0	3.8	3.9
노랑김방	4.0	4.0	4.0	3.8	3.9	3.8	3.7	1.7	4.0	4.0	3.9



황성, 대전, 장안, 괴산, 강릉-1, 평양, 해미, 해남1, 해남2, 연안-1

CR loci reported on *Brassica rapa*

CR locus	Found as	Map position	Origin <sup>1)</sup>	Gene source
<i>CRa</i>	Major gene	-	-	136-8
<i>Crr1</i>	Major gene	R8	Chromosome 4	Silaga
<i>Crr2</i>	Major gene	R1	Chromosome 4	Silaga
<i>Crr3</i>	Major gene	R3	Chromosome 3	Milan White
<i>Crr4</i>	QTL	R6	-	Silaga
<i>CRb</i>	Major gene	R3	Chromosome 4	Gelina R

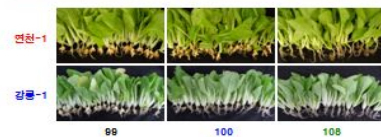
<sup>1)</sup>Chromosome of Arabidopsis showing homology

□ 22(15+7)종 품종의 대표 균주에 대한 뿌리혹병 저항성

품종	특성	강릉-1 (S)	연안-1 (R)	품종	특성	강릉-1 (S)	연안-1 (R)
편그린	R	0.4	4.0	태봉	R	0.0	4.0
진형	R	0.3	4.0	위대방근	R	0.1	4.0
급방울	R	0.2	4.0	OR광상	R	0.3	4.0
산울림	R	0.4	4.0	가을한	S	3.9	4.0
황이랑	R	0.1	4.0	한글밭	S	3.9	4.0
우리	R	0.1	4.0	노랑반동	S	3.9	4.0
빛동전하	R	0.2	4.0	노랑원지	S	3.9	3.9
OR여름맛	R	0.3	4.0	노랑주석	S	3.8	4.0
OR입춘	R	0.1	4.0	불암3호	S	3.7	4.0
노랑외향	R	0.4	3.8	참이슬갯길이	S	3.4	4.0
상방근	R	0.8	4.0	노랑김방	S	3.7	4.0
영양	R	0.1	4.0	온비름	S	3.9	4.0

□ 뿌리혹병에 대한 저항성 배추 품종 육성

품종	연안-1 (R)	강릉-1 (S)	품종	연안-1 (R)	강릉-1 (S)
99	3.4	3.0	108	0.0	0.0
100	4.0	0.2	109	3.9	2.8
101	3.5	3.3	110	3.5	3.3
102	3.5	2.7	111	4.0	3.5
103	3.9	3.3	112	3.7	0.1
104	3.8	2.7	113	0.0	0.0
105	3.4	0.0	114	0.0	0.0
106	0.0	0.0	CR 안쪽	3.3	0.2
107	0.0	0.0	노랑김방	4.0	3.8



무 시들음병균 Phytotoxin 동정 및 역할 규명

- Fusarium wilt, **위험병**
- *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani* : pathogenic on radish
- 토양전염병
- 레이스 분화 없음
- 병 저항성 품종은 판매되고 있으나, 병 저항성 유전자에 대한 연구는 거의 없음



무 시들음병에 대한 병리검정 체계 확립 : 시판품종 평가

- ◆ 실험 방법
  - \* 14-day-old seedlings
  - \* Concentration of *F. oxysporum* f. sp. *raphani* KR1 :  $1 \times 10^7$  spores/ml
  - \* Dipping period : 2 hr
- ◆ 시판 품종 평가 : 41(8+33) radish cultivars

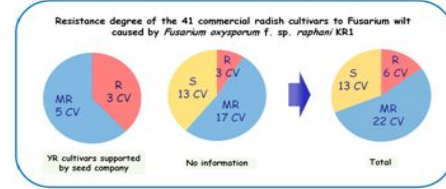


Table 1.  $^1\text{H-NMR}$  and  $^{13}\text{C-NMR}$  data of SP compound produced by *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*

Carbon assignment	Chemical shifts (ppm)	
	$^1\text{H-NMR}$	$^{13}\text{C-NMR}$
1	8.39	147.9
3	8.21	144.2
3	7.98	141.5
4	2.73	125.4
5	1.61	34.1
6	1.33	33.4
7	0.92	23.2
8		14.1

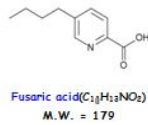


Table 2. Phytotoxic effect of fusaric acid and development of Fusarium wilt on 14 commercial cultivars of cruciferous vegetable crops

Crop	Cultivar	Phytotoxicity*	Disease index†	
			<i>f. sp. raphani</i>	<i>f. sp. conglutinans</i>
Radish	Myeongsun	++++	$0.8 \pm 1.5$ R-	$0.0 \pm 0.0$ R
	Chungdu	++++	$1.7 \pm 1.1$ MR	$0.0 \pm 0.0$ R
	Jangjaeng	++++	$2.1 \pm 1.1$ MR	$0.0 \pm 0.0$ R
	Minsojoseang	++++	$3.7 \pm 1.3$ S	$0.0 \pm 0.0$ R
	Chungjukmaejung	++++	$4.0 \pm 1.4$ S	$0.0 \pm 0.0$ R
Chinese cabbage	Noragginjang	++++	$0.0 \pm 0.0$ R	$0.7 \pm 1.6$ R
	Sambokkeogahy	++++	$0.0 \pm 0.0$ R	$4.0 \pm 2.1$ S
Cabbage	YR-Hoam	++++	$0.0 \pm 0.0$ R	$0.2 \pm 0.6$ R
	Grandmart	++++	$0.0 \pm 0.0$ R	$0.0 \pm 0.0$ R
	Kkokkoma	++++	$0.0 \pm 0.0$ R	$2.9 \pm 1.7$ S
	Redmart	++++	$0.3 \pm 0.7$ R	$3.1 \pm 1.4$ S
Broccoli	Acedom	+++	$0.5 \pm 0.5$ R	$0.0 \pm 0.0$ R
	Grandeur	++++	$0.5 \pm 0.5$ R	$0.4 \pm 1.3$ R
	Verydom	+++	$0.7 \pm 0.5$ R	$0.6 \pm 1.3$ R

- Fusaric acid는 무의 감수성 품종 뿐만 아니라 저항성 품종에도 활성을 나타냄 -> 무의 저항성과 관련 없음
- Fusaric acid는 비기주 배추과 작물인 배추, 양배추 및 브로콜리에도 활성을 보임 -> 비기주 특이적 독소(non-host-specific toxin)
- ➡ 무 시들음병 저항성 검정에서 병원균 배양액을 원심분리하여 독소를 제거하고 접종원을 준비해야 함.

Cf-9 토마토 잎곰팡이병 발생



- Leaf mold
- *Fulvia fulva* (*Passalora fulva*, *Cladosporium fulvum*)
- 균의 생장이 굉장히 느림
- 병 저항성 유전자 중 Cf-2, Cf-4, Cf-5, Cf-6, Cf-9 및 Cf-11 등이 품종에 도입
- 레이스 명명 예) race 2.4
- 유럽 : Cf-6을 제외한 모든 저항성을 침해하는 균주 보고
- 일본 : Cf-2, Cf-4, Cf-9, Cf-11을 침해하는 균주 보고
- 우리나라 : 보고되지 않음

시판 품종의 토마토 잎곰팡이병 저항성 검정

유전자	품종
0	방명(동부한농), 서형(문산포)
Cf-4	순관도태랑(다케이), 도태랑브르(다케이), 도태랑해글러(다케이), 로우산마루(사카타), 블코워드(문산포)
	큐티(다케이), 도태랑글드(다케이), 도태랑아스퍼(다케이), 도태랑다이아(다케이), 로세이(문산포), 유니콘(문산포), 흥진(문산포), 제우스42(문산포),
Cf-9	조이(문산포), 호송(사카타), 로사마(사카타), 마이로우(사카타), 마이로우(사카타), 순관산드(사카타), 워드랑(농우바이오), 키스플(농우바이오), 미니멀리니(농우바이오), 큐피랑(농우바이오)
	(본리본 품종 2011, 토마토유전체프로젝트팀)



Fig. 토마토 잎곰팡이병균 KACC 46041(레이스 2.4.11)에 대한 감수성(왼쪽) 및 저항성(오른쪽) 품종

- Cf-9 토마토 품종 4개로부터 15개 균주 분리
- 모든 균주는 Cf-9와 Cf-5 품종에 잎곰팡이병 발생
- Cf-4 품종들은 5개 균주에 대해서는 감수성을 그리고 10개 균주에는 저항성을 보임
- 17개 Cf-9 토마토 품종 중 15개는 이들 균주에 감수성을 보임

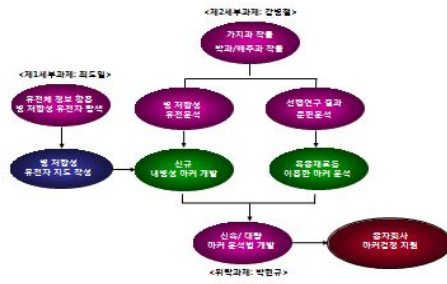


포장 검정 기술 : 강릉원주대

- 배추/브로콜리 뿌리혹병(clubroot) · *Plasmodiophora brassicae*
- 무 시들음병(Fusarium wilt) · *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*
- 배추 무름병(soft rot) · *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*
- 양배추 검은색무름병(black rot) · *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*
- 고추 역병(Phytophthora blight) · *Phytophthora capsici*
- 고추 탄저병(anthraco-nose) · *Colletotrichum* spp.
- 고추 흰가루병 (powdery mildew) · *Leveillula taurica*
- 토마토 시들음병(근부위조병)(Fusarium wilt) · *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*
- 토마토 역병(Phytophthora late blight) · *Phytophthora infestans*
- 토마토 잎곰팡이병(leaf mold) · *Fulvia fulva*
- 토마토 흰가루병(powdery mildew) · *Leveillula taurica*
- 고추/토마토 풋마름병(bacterial blight) · *Ralstonia solanacearum*
- 토마토 뿌리혹선충병(root knot nematode) · *Meloidogyne* spp.
- 가지과 작물 바이러스병 · PVY(1), PVY(2), PVX, TSWV, PepMoV, TMGMV, TMV, CMV
- 박과작물 흰가루병(*Podosphaera fusca*)
- 박과작물 뿌리혹선충 (root knot nematode) · *Meloidogyne* spp.

연구추진체계

분자마커 병리검정

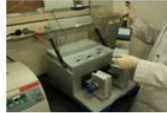


분자마커 신속검정법의 확립

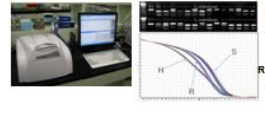
HRM(high resolution melting) 분석 시스템 확립

기질별인 병 저항성 분자마커 염기서열을 분석하여 SNP를 발굴하고, 이를 이용해 real-time 분자마커로 전환

A. 신속대응 DNA 추출법 확립



B. Nongel-based 실시간 마커 검정 기술 확립



토마토 병 저항성 HRM 분석법 확립

염기서열 분석 및 SNP 발굴

Sequencing data for TyMV, TYLCL, Fusarium wilt, and Root knot nematode. Red boxes highlight SNP positions. Below the sequences are HRM curves for each pathogen, showing distinct melting profiles for susceptible and resistant samples.

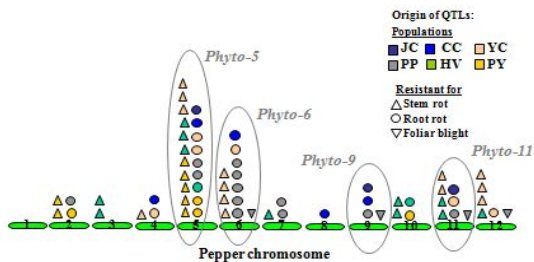
고추 분자마커 검정법 확립

식물병	병원체	유전자	타입	HRM 분석	유전자와의 거리(kM)	비고
바이러스	Potyvirus	<i>pvr1</i>	CAPS, HRM	○	0	분류 용이
		<i>pvr1<sup>2</sup></i>	CAPS, HRM	○	0	분류 용이
		<i>Pvr4</i>	SCAR, CAPS	○	0.1	
		<i>pvr6</i>	CAPS	○	0	분류 용이
	ChVMV	<i>pvr1<sup>2</sup>, pvr6</i>	CAPS	○	0	검정 용이
	TSWV	<i>Tsw</i>	CAPS	○	0.9	분류 용이, 시퀀싱 가능
세균	PMMoV	<i>L</i>	CAPS, HRM	○	1	검정 용이
	CMV	<i>Cmr1</i>	CAPS, HRM	○	1.5	검정 용이
	<i>Xanthomonas campestris</i>	<i>Bx2</i>	SCAR, CAPS	○	1	
곰팡이	<i>Xanthomonas campestris</i>	<i>Bx3</i>	AFPL	○	0	
	<i>Ralstonia solanacearum</i>	QTL	-	-	-	
선충	<i>Meloidogyne</i> spp.	<i>Me2/Me4</i>	AFPL	○	0.5	
흰가루병	<i>Leveillula taurica</i>	QTL	CAPS	○	-	
	<i>Phytophthora capsici</i>	QTL	HRM	○	-	개발 중

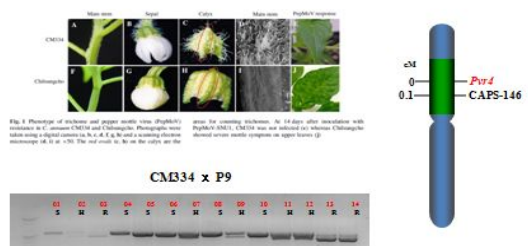
토마토 분자마커 검정법 확립

식물병	병원체	저항성 유전자	마커타입	유전자와의 거리(kM)	HRM 분석
바이러스	<i>Tomato spotted wilt virus</i>	<i>Sw5</i>	SCAR	0.1	
	<i>Tomato mosaic virus (ToMV)</i>	<i>Tm2a</i>	CAPS, HRM	0	○
	<i>Tomato yellow leaf curl virus (TYLCLV)</i>	<i>Ty-1</i>	CAPS, HRM	○	
		<i>Ty-2</i>	SCAR		
		<i>Ty-3</i>	SCAR		
세균	<i>Ralstonia solanacearum</i>	<i>R, Rs (Bw-Q)</i>			
	<i>Pseudomonas syringae</i>	<i>Pst, Pto</i>	CAPS	0	
	<i>Xanthomonas campestris</i>	<i>Bx, Xcv (Bx4)</i>	CAPS	0	
	<i>Fulvia fulva</i>	<i>LM, Ff (CF-5)</i>	SCAR	0	개발 중
곰팡이	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i>	<i>F2 (F-2)</i>	CAPS	0	
		<i>F3 (F-3)</i>	HRM	0	○
	<i>Verticillium dahliae</i>	<i>V, Vd (1d-1)</i>	SCAR	0.6	
	<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>			0	
	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Asc, Aal (Asc-1)</i>	CAPS	0	
	<i>Leveillula taurica</i>	<i>Lt (Lt4)</i>	CAPS	0.4	
	<i>Oidium lycopersici</i>	<i>Oi (OI-gnt1_3)</i>	CAPS, SCAR	QTL	
선충	<i>Meloidogyne incognita</i>	<i>Mi</i>	CAPS, HRM	< 0.5	○

고추 역병 분자마커 개발

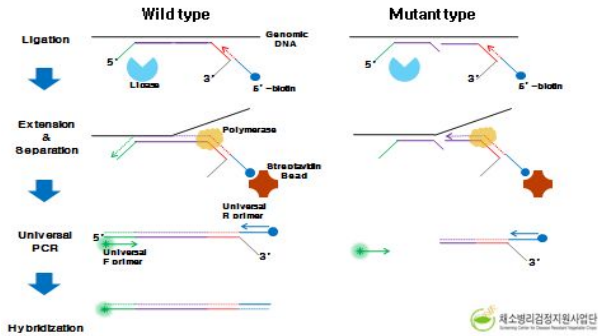


고추 PepMoV 분자마커 개발

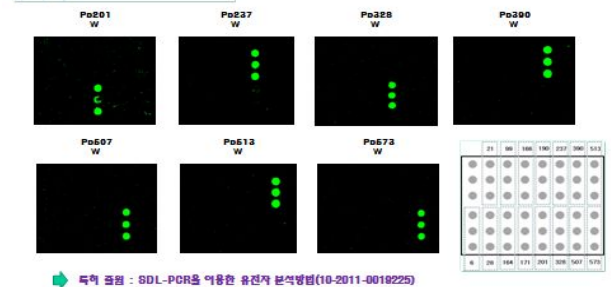


## 신속 간편 검정법 개발

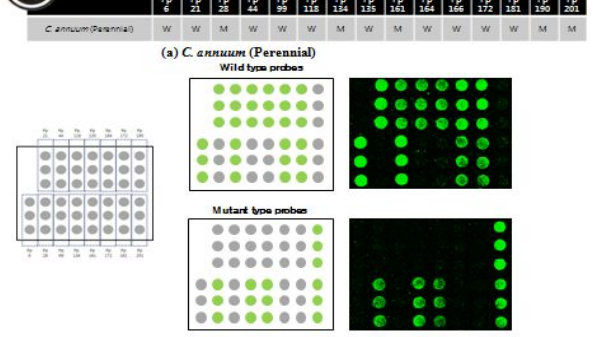
SDL-PCR (Separation of Displaced Ligation probe based PCR)



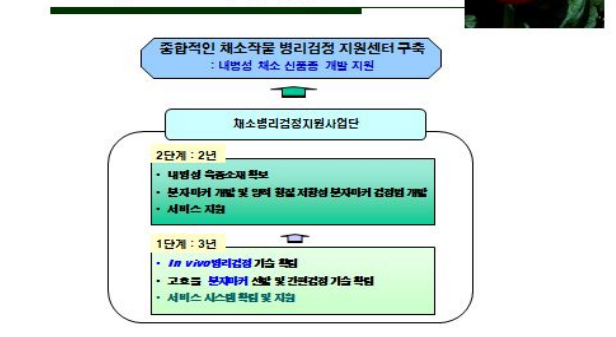
## DNA Chip confirmation experiments



## Real sample data



## 채소종자산업 경쟁력 강화



채소병리검정지원사업단

농림수산식품부는 식량작물이나 축산·수산물의 종자를 '미래 신성장동력'으로 키우기 위한 '2020 종자산업 육성 대책' 발표 (2009년 10월 26일)

1. R&D 투자 확대

- R&D에 2020년까지 1조488억원 투입
- 연간 예산 투자 10년 후 2.7배로 확대

## 중국 양배추 종자 시장현황

2013. 2. 27

최민

## 차례

I. 온남성 양배추 주요 조사결과

II. 광동성 양배추 주요 조사결과

### 주요 조사 결과

중국채소종자시장현황

Crop	Ha	Volume(Kg)	Value(1,000s)
Ch.Cabbage	1,691,000	1,972,400	13,240
Watermelon	1,026,200	766,290	15,885
Hot Pepper	998,700	596,420	17,824
Radish	862,206	2,696,300	10,189
Cabbage	649,110	410,300	7,377
Spinach	610,300	17,006,750	12,007
Cucumber	569,200	569,060	16,255
Tomato	552,727	145,650	12,420
Welsh Onion	398,500	1,192,250	5,435
Carrot	246,900	861,300	8,573
Onion	198,000	2,356,610	11,193
Squash	156,405	455,618	3,198
Melon	132,590	89,816	2,049
Broccoli	15,150	9,090	2,423
Others			
Total(25Crops)	9,606,018	39,846,236	179,125

### 주요 조사 결과 **운남성 채소 재배환경**

#### ❖ 적합한 기후

- ▶ 저위도(21° 09'~29° 15'): 풍부한 일조량, 온난한 기후
- ▶ 평균 해발 2000m (84% 산악지역): 적합한 기온, 주야간 온도 격차
- ▶ 태풍 없는 지역

#### ❖ 재배단지 비육한 저지대 집중

- ▶ 재배, 수송 기술 발달
- ▶ 연작피해 증가

#### ❖ 원거리 수송

- ▶ 운남성내 근명시 이외 [배소비도시 없음]
- ▶ 원거리 출하 불가(2~3일 소요)
- ▶ 북경-3,200km, 광주-1,630km, 상해-2,660km

4

### 주요 조사 결과 **광둥성 채소 재배환경**

#### ❖ 기후

- ▶ 고온다습(평균기온 22.6°C, 강우량 1,500~2,000mm)
- ▶ 낮은 해발저지대
- ▶ 잦은 태풍
- ⇒ 주년 재배 가능하나 품질 저하 우려→고가종자사용기피

#### ❖ 가까운 소비도시

- ▶ 광둥, 홍콩, 삼천 등 대도시 인접
- ⇒ 장거리 수송 불필요

5

### 운남성 양배추 주요 조사 결과

### 양배추

#### ❖ 양배추 재배단지 현황

구분	단지	비고
단지명	玉溪市通海縣, 曲靖市陸良縣, 紅河州	
단지면적	7,200ha	2회 파종
단지 총자 소요량	6,480kg	
금액	2,968,000\$	

\*운남성 중 재배면적 : 30,000ha

7

### 양배추

#### ❖ 양배추 재배단지 동향

- ▶ 玉溪市, 曲靖市, 紅河州지구 대단지의 소규모 단지 산재
- ▶ 노지재배
- ▶ 주년재배
- ▶ 재배면적 7,200ha, 재배농가 50,000농가
- ▶ 단지 판매중자 대금: 2,968,000\$(10g~30g)
- ▶ 전한 녹색, 원형 선호
- ▶ 품질 좋아 북경, 상해 등 대도시 출하 및 해외 수출

8

### 양배추

#### ❖ 양배추 재배단지 위치도



9

### 양배추

#### ❖ 주요 재배품종

품종명	점유율(%)	라이프사이클	주요특성
美味早生(미미조생)	30	성숙	내한성 양호, 구색
日本早生(일본조생)	10	성숙	내서성, 구형, 구색 양호
希望(희망)	10	도입	수량, 내열구성, 균일도 양호
京豐1號(경풍1호)	10	식퇴	만추대 균일도 낮음

10

### 미미조생/일본미카도새



11



- ### 양배추
- ❖ 수출용 품종 육성 포인트
    - ▶ 형태: 원형 선오
    - ▶ 구중: 1kg 내외 소구
    - ▶ 속가: 50-60일종 선외극조생45일종 구중약 기피
    - ▶ 열색: 녹색 선외외록색 싫어함, 청록색 기피
    - ▶ 내한성 및 내서성 품종
    - ▶ 균일도: 품종 선택 시 주요 고려 사항임
    - ▶ 추대문제: 대부분의 작형에서 문제가 안됨
    - ▶ 내병성: 흑부름, 무리흑병
- 16

### 광동성 양배추 주요 조사 결과

17

### 양배추

- ❖ 양배추 재배단지 현황

구분	단지	비고
단지명	廣州市 番禺區, 中山市 龍溪鎮, 佛山市 惠州市 東莞市 江門市 肇慶市	
단지면적	8,000ha	
단지 종자 소요량	3,600kg	
금액	576,000\$	

\*광동성 양배추 시장 규모(면적): 82,000ha: 3,240,000\$

18



### 양배추

❖ 양배추 재배단지 동향

- 주 파종기: 8~11월
- 고온으로 재포기간이 길어질수록 8월 파종 시
- 재배지역 인근 판매 위주
- 소득이 낮아 타작목 전환소득: 320\$/무

20

### 양배추

❖ 주요 재배품종

품종	숙기	구형태	판매가격	주요특성
中甘(중감)11	50일	원형	1.6\$/20g	조생계 대표품종, 내열구성 약함
京豊(경풍)1號	80일	편원형	1.3\$/25g	만생종, 내서 내한성, 풍산종
早秋(조추)	60일	편원형	2\$/10g	내서, 내한성, 균일도 양호
永明(영명)	65일	고편원형	2.7\$/10g	균일도, 색, 광택 양호 밀식 가능

21

### 중감11(중국농과원)

22

### 조추KK-Cross 다끼사

23

### 영명

24

### 양배추

25

### 양배추

❖ 수출용 품종 육성 포인트

- 기후 특성상 대구 보다는 중, 소구 선호
- 내병성강(연부, 위황, 근핵, 잿빛곰팡이)하여 생산량 높을것
- 원형계보다 편원형계 선호
- 다습 지역으로 하엽이 지체부에서 떨어진 것 선호(말착시 병 발생 원인)
- 구형 균일, 색깔은 선명한 녹색 선호
- 엽중형이라도 조생종 선호(맛보다 수량 우선)
- 내서, 내한성 겸비한 품종

26

### 양배추

❖ 기타 재배품종

품종	숙기	구형태	판매가격	주요특성
中甘(중감)21	53일	원형	3.9\$/20g	조생종, 맛좋음, 색깔좋음
한춘4호	80일	편원형	7.1\$/10g	월동용, 내한성강, 결구긴밀
1038	85일	원형	17.4\$/10g	월동용, 내한성강, 결구긴밀
진기타입	65일	원형	3.1\$/10g	내서, 내병성강, 생산량고

27



중감21(중국농과원)

자재명: 대추, 기온: 20도



28세

한춘4(외일본 가네고사)

자재명: 대추, 기온: 20도



29세

동풍(일본 노자끼사)

자재명: 대추, 기온: 20도



30세

1038(BEIO 사)

자재명: 대추, 기온: 20도



31세

영풍(迎風)

자재명: 대추, 기온: 20도



32세

월등시 내한성 약한 경우 나타나는 현상

자재명: 대추, 기온: 20도



33세

FAFE Ba(일본 가네고 사)

자재명: 대추, 기온: 20도



34세

병해 고령지 밀둥썩음병

자재명: 대추, 기온: 20도



35세

쟁쟁争争, 상해시 농과원

자주방유무지(무지) 2010년



- > 무심계 양배추
- > 장강유역(감소, 절강, 호북, 호남성)
- > 파종 10월-11월, 수확 4-5월
- > 내한, 내추대성강, 후기 내서성강
- > 숙기 45-50일
- > 색깔 짙은 녹색, 품질 고

36

중국 레스종지 시장 현안



감사합니다



## 주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부·농촌진흥청·산림청에서 시행한 Golden Seed 프로젝트 품목별 상세기획의 최종보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부·농촌진흥청·산림청에서 시행한 Golden Seed 프로젝트 품목별 상세기획의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.