

발간등록번호

11-1543000-000011-01

보안과제(), 일반과제(○) 과제번호: 212007-1

Golden Seed 프로젝트 품목별 상세기획 보고서(무)
과제명 : 수출용 무 종자개발 세부연구계획 수립을
위한 상세기획

세종대학교 산학협력단

농림수산식품부 · 농촌진흥청 · 산림청

보안과제(), 일반과제(○) 과제번호: 212007-1

**Golden Seed 프로젝트 품목별 상세기획
보고서(무)**

**과제명 : 수출용 무 종자개발 세부연구계획
수립을 위한 상세기획**

세종대학교 산학협력단

농림수산식품부·농촌진흥청·산림청

제 출 문

농림수산식품부장관 · 농촌진흥청장 · 산림청장 귀하

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

2013 년 4 월 15 일

주관연구기관명 : 세종대학교

주관연구책임자 : 박 한 용

세부연구책임자 : 박 한 용

연 구 원 : 최 승 국

연 구 원 : 강 갑 수

연 구 원 : 전 병 문

연 구 원 : 안 영 순

연 구 원 : 서 정 팔

연 구 원 : 유 성 준

연 구 원 : 박 형 준

연 구 원 : 심 성 철

연 구 원 : 황 성 빈

연 구 원 : 나 해 영

위탁연구기관명 : 에이탑컨설팅

위탁연구책임자 : 박 상 민

과제명	국문	수출용 무 종자 개발 세부 연구추진 계획 수립을 위한 상세기획		
	영문	Planning Radish Breeding Research Project for Seed Export		
주관 연구책임자	성명(한문)	박 한 용 (朴 漢 用)	전화번호	
	과학기술인번호		팩스번호	
	E-mail		휴 대 폰	
주관기관	기관명	세종대학교	기관구분	산(), 학(O), 연()
	담당 부서명	세종대학교 산학협력단	담 당 자	정세림
	주소	서울특별시 광진구 군자동 98 세종대학교 산학협력단		
총협약기간	2012. 10. 09. ~ 2013. 03. 08. (5 개월)			
상세기획 연구비	82,000 (천원)			

Golden Seed 프로젝트 사업단의 품목별 상세기획보고서를 붙임과 같이 제출합니다.

붙 임 : Golden Seed 프로젝트 사업단 상세기획보고서 1 부.

2013 년 4 월 15 일

주관연구책임자 : 박 한 용 (서명 붙임 인)

주관연구기관장 : 세종대학교 산학협력단장 [직인]

농림수산식품부장관·농촌진흥청장·산림청장
농림수산식품기술기획평가원장 귀하

Golden Seed 프로젝트
품목별 상세기획 보고서

세종대학교
박한용

무 품목 상세기획보고서

요 약 문

제 1 장 개요

1. 배경 및 필요성

- 최근 식량안보, 기후변화, 글로벌화 등의 종자 산업 환경변화에 대한 종자 시장의 대응 미흡
- 국내 종자산업 현황¹⁾을 보면 종자시장 규모는 4억불(5.8천억 원)로, 세계 시장의 1.1% 수준이며, 최근 다국적 기업들이 국내업체 M&A를 통해 시장을 주도하고 있음

※ 세계 종자시장 규모는 총 695억불로, 그 중 농산물이 '08년 기준 367억불 (연평균성장률 4.3%)

※ 5대 회사(농우바이오, 몬산토, 신젠타, 다끼, 동부하이텍)가 시장의 80%를 점유

- 식량, 사료 등 경종작물은 정부가 품종개발 보급을 주도하고 있고, 채소종자 개발 생산판매는 민간주도로 이뤄지고 있음
- 종자개발 보다는 수입에 의존해오면서 종자 로열티 부담이 증가되어왔고, 특히 품종보호제도(UPOV)의 시행에 따라 더욱 증대될 전망
- 환경변화에 능동적으로 대응하기 위한 국가 차원의 종자산업 육성 계획 등 주요 정책들이 수립 및 세부실천계획 수립
- Golden Seed 프로젝트 중 무 분야의 성공을 창출할 수 있는 전략수립과 구체적인 추진 방향 제시를 위한 상세 기획 필요
- 국내 무 종자산업의 경쟁력 제고를 위한 방안 모색 필요

제 2 장 국내외 동향 및 환경 분석

제 1 절 국내외 시장현황 및 전망

1. 국내 시장동향

□ 생산동향

- 무 재배면적은 가격 등락에 따라 증감을 반복하는 가운데 2000년에 약 4만 ha를 기록한 이후 2006년 3만 ha, 최근 평년은 2만 ha로 감소 추세를 나타냄
- 생산량은 재배면적 감소에 따라 지속적인 감소 추세를 보이고 있으며, 2000년 176만 톤에서 2012년 생산량은 연평균 5% 감소한 97만 6천 톤으로 추정되는데 이는 전년과 평년보다 21% 적은 수준임

□ 소비동향

- 1인당 무 소비량은 생산량 감소에 따라 2000년 37.4kg에서 2012년 19.8kg으로 연평균 5%의 감소율을 나타내고 있으며, 이는 식생활의 서구화에 따라 김치를 비롯해 무를 이용하는 요리의 소비량이 꾸준히 감소하였기 때문

□ 가격동향

- 무 연평균 실질도매가격은 재배면적과 생산량이 감소함에 따라 2000년부터 2012년까지 연평균 2%의 상승 추세를 보이고 있음

□ 수급전망

- 2013년 무 재배 면적은 2012년과 비슷한 수준인 19,586ha로 전망
- 무 생산량은 2013년 103만 7천 톤에서 2017년 103만 톤, 2022년은 96만 9천 톤으로 2013년 보다 각각 1%, 7% 감소할 것으로 전망

□ 국내 시장 점유율

- 1위의 종자회사는 농우바이오이며, 해외 4개 현지법인과 연구소를 보유하고 있음
- 2011년 매출액 560억 원으로 국내 종자시장의 25%를 점유

□ 국내 농작물 종자산업 규모

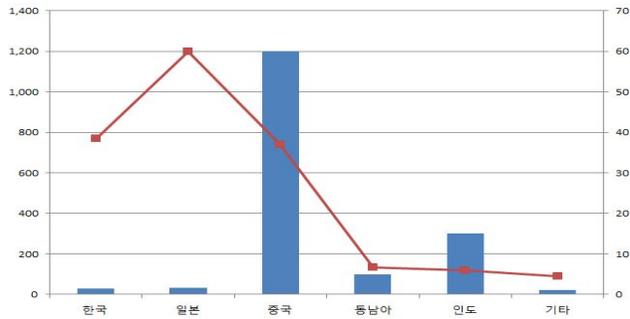
- 채소 종자 기업수는 2011년 185개로 증가하였으나 대부분 영세한 수준으로 영농 조합 형태가 많으며, 유전자원 관리, 신품종 육성 등의 기술력을 가진 업체는 소수

2. 국외 시장동향

□ 무 시장 동향

- 2010년 현재 약 1500억 원 규모인 무 종자 시장에서는 중국 시장이 급격히 성장하여 약 367억 원 규모의 시장을 형성하고 있으며, 향후에도 교배종으로의 전환에 따라 중국 시장이 급격히 확대될 전망

※ 아시아 지역에서 무의 재배면적은 약 150만ha 정도로, 중국이 그 중 120만ha를 차지



자료: 종자업체 제공자료

<그림 2> 무 종자 지역별 시장규모

- 아시아의 무 재배면적은 약 100만~150ha 정도이며, 2011년 총 1500억 원의 신흥 시장으로, 향후 가장 큰 시장으로 성장할 것으로 예상됨

□ 일본 무 시장 동향

- 일본의 무 종자시장은 고단가 시장으로 소비량과 생산면적이 안정적으로 유지될 것으로 예상되어 시장규모는 현재 600억 원 수준에서 큰 변화가 없을 것으로 전망됨
- 근피, 근형 등 원예적 특성 요구도가 높은 상황이며, 만추대성과 위황병 내병성 이 요구

□ 중국 무 시장 동향

- 2010년 현재 중국 무 종자의 시장규모는 약 367억 원 규모로 추정되며, 재배면적은 120만ha로 정채 상태이나 F1품종 전환과 단가 상승을 통해 시장규모 급증 예상
- 중국의 무 종자 시장은 봄 무, 여름 무, 가을 무, 월동 무 등 재배시기와 청수, 백수 등 무 형태에 따라 다양한 로컬 타입의 시장으로 세분화되어 있음

□ 기타 지역 무 시장 동향

- 인도와 동남아 지역의 전체 무 재배면적은 약 350,000ha이며, 종자 시장규모는 130억 원으로 추정됨
- 인도와 동남아의 무 종자 시장은 고정종에서 F1 품종으로 전환되고 있는 상태로, 봄 무와 남방계 품종이 주를 이루고 있음
- 유럽형 무는 주로 샐러드용인 20일무로 F1과 고정종 모두 유럽계 회사와 일본 회사에서 개발한 품종이 재배되고 있음

제 2 절 국내외 기술동향 분석

1. 기술개발 동향

□ 국내 무 품종개발 기술

- 가장 앞서 있는 국가는 일본과 한국으로, Sakata, Mikado Kyowa 등의 종묘 기업은 무 유전자원 보유 수준이나 분자 육종 기술이 세계 최고 수준이며, 국내 기업도 유사한 수준임
- 국내 무 품종 육성기술은 세계 최고 수준으로 민간 회사 및 민간 육성가들이 일본, 중국 시장을 개척하기 위해 경쟁하고 있음
- 융성불임성과 자가불화합성을 이용한 F1품종 육성 및 분자육종기술은 세계 최고 수준임
- 특히, 소포자 배양기술을 확보함으로써 품종 개발에 소요되는 기간을 단축하였음

□ 연구개발 투자현황

- 본 조사에서는 “무 종자 개발”과 관련되며, 현재까지 수행된 과제를 조사 대상으로 함
- 상기 도출된 핵심 검색어를 통하여 1,310건의 Raw Data를 선별하였으며, 검색된 과제 중에서 과제의 제목 및 요약을 중심으로 분석하여 총 83건의 과제를 추출하고 이를 이용하여 다음과 같은 표를 작성함
- “무 종자”와 관련된 국가 과제 수행기관 별 국가과제를 조사한 결과, 83건의 과제를 검색함
- 최근 5년 동안(2008~2012)국가과제를 수행한 기관은 농촌진흥청(14건), 국립원

에특작과학원(9건) 및 ㈜동부하이텍(4건)이며, 특히 2012년 과제는 품종개발과 관련된 과제가 집중적으로 수행되고 있음을 확인함

□ 국외 기술 개발 투자 동향

- 세계 주요 종자기업은 GM 작물의 개발에 특히 주력하고 있는 한편, 내재해성 유전자 확보, 고부가가치 기능성 품종 개발에도 중점 투자하고 있음
- 기후변화와 물 부족 등 지역별 농업 환경 변화에 따라 환경재해에 내성을 가지는 유전자 탐색에 노력 중임

□ 국외 기업체 기술 동향

- 대표적인 종자기업인 몬산토는 매출액의 12% 수준인 10억달러 이상을 연구개발에 투자하고 있으며, 100여개의 지역별 종자 실험실을 갖추고 있음
- 듀퐁은 농업 부문에 대한 지속적인 R&D 투자와 생명공학 연구센터 설립으로 생명공학 기업으로 전환하였음
- 신젠타는 글로벌 연구센터와 상호협력을 통해 기술을 개발하고 있으며, 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 중

2. 국내외 특허 및 논문 동향 분석

1) 특허 동향 분석

□ 특허분석 범위

- 본 분석에서는 연구 성과의 파급효과 및 연구의 필요성을 고려하여, 『수출용 무 종자개발』과 관련되며, 현재까지 공개된 특허를 분석대상으로 하였으며, 그 중에서 중국/한국/일본/미국/유럽/국제에 출원된 특허를 분석대상으로 함
- 포트폴리오로 나타낸 전체특허의 기술위치는 1구간(~1985년)에서 6구간(2006년~2010년) 사이에서 지속적으로 출원건수와 출원인수가 증가하는 모습을 보이고 있어, 이를 통해 전체 특허는 기술성장단계로 판단됨

□ 주요 출원인별 특허동향

- 출원인별 국가별 출원건수를 산출하여, 상위 주요출원인 기준 출원국가의 출원 건수를 막대그래프로 산정
- Patent Family는 동일한 발명을 보호하기 위하여 그 발명과 관련된 최초의 출원 (우선권 주장 기초출원; 일반적으로 발명자 또는 출원인의 자국에 출원됨)을 기초로 하여, 여러 국가(특허청)에 출원된 특허를 의미함

2) 논문 동향 분석

- 학술연구 Landscape 및 주요 시장국 논문 발행 현황 및 구성 국가
- 주요 학회지 연구 활동 현황 및 주요 연구 기관 연구 활동 현황

제 3 절 국내 정책동향 분석

- 정부(농식품부)는 2009년 ‘2020 종자산업 육성대책’을 마련하여 2020년까지 종자수출 2억 달러 달성을 목표로 추진
- 2011년 마련된 ‘Golden Seed 프로젝트’에서 무 종자가 수출을 지향하는 글로벌 시장개척 분야로 선정

제 4 절 기술수준 및 연구개발 인프라 분석

1. 국내 기술수준 분석

□ 기술수준 종합

- 무 품목의 전체 기술수준은 최고 기술 보유국 대비 66.7%, 기술격차는 3.9년
- 전통육종은 최고 기술 보유국 대비 기술수준이 95%로 높게 나타났으며, 기술격차는 없이 무 분야 세부기술 수준 중 가장 높음
- 반면 분자육종 기술은 최고 기술 보유국 대비 기술수준 58.9%, 기술격차 4.3년으로 나타나 동 기술에 대한 지원 및 개발이 요구됨

□ 국내 업체의 채소품종 개발 수준

- 주로 무, 배추, 고추 등 배추과와 가지과 채소 종자에서 세계최고 수준의 육성 기술을 보유하고 있음

- 미국, 일본, 화란 등 종자 개발 선진국에 비교할 때 생명공학기법을 활용한 분자 육종 기술이 미흡한 편임

2. 연구개발 인프라 분석

□ 인프라 조사 방법

- 국내 R&D 역량 진단을 위해 인프라 현황에 대한 설문조사를 실시하였음

□ 무 분야 인력현황

- 무 분야의 경우 육종을 하고 있는 산업체가 다른 분야에 비해 많은 것으로 나타났으며 분야 별 기관 당 평균 육종인력은 약 3명으로 나타남

□ 시설현황

- 총 14개의 개인육종가, 산, 학 기관을 대상으로 시설현황에 대한 조사를 한 결과 농협종묘의 비닐하우스 시설 규모가 큰 것으로 나타남

□ 장비현황

- 자동포장기계, 씨앗용 비중선별기, After Cooler, Retort pouch filling-sealer 등 상품화 및 자동화 관련 고가 장비들을 보유하고 있는 기관은 (주)아시아종묘로 나타남

제 5 절 R&D 추진 전략방향

1. 주요 이슈

- 무 종자의 주요 목표 시장은 중국, 일본, 인도와 동남아, 유럽이며, 그 중에서도 중국과 인도, 동남아의 성장성이 높음
- 관련 특허를 가장 많이 출원한 주요 출원인으로는 미국의 Monsanto사이며 가장 많은 특허출원건수를 기록하였으며, 주로 무 종자 품종개발 기술과 관련된 특허에 주력

2. 전략방향

□ 주요 산업 전략

- 수출 전략지역 공략을 위한 관행육종 기술을 이용하여, F1품종 등 맞춤형 고부가가치 품종을 개발

- 목표 시장에 대한 분석 및 기술동향 모니터링을 실시 및 현지 시험 포장을 조성하여 목표시장에서 선호하는 품종을 육종
- 관행 + 분자유종 기술 인력 양성

□ SWOT분석

내부요인 / 외부요인	O(기회)	T(위기)
	<ul style="list-style-type: none"> • OP에서 F1 시장으로 전환함에 따라 종자가격이 급격하게 상승하고 있음 • 무는 육종이 어려워 한번 자리를 잡으면 후발 주자가 따라 잡기 어려움 • 중국 종자시장의 급성장 • F1 품종을 비롯한 고품질 품종 선호도 증가 • 낮은 종자가격(중국, 인도 등) 	<ul style="list-style-type: none"> • 경쟁국인 일본이 전통 육종에 많은 투자를 하고 있음 • 경쟁으로 인한 종자 가격 하락의 위험이 있음 • 한국 종자에 대한 검역강화로 종자의 수출입 제한이 많음 • 기후 변화로 인한 무 채종의 안정성 하락 • 중국의 과감한 투자정책 • 부족한 생산 전문가
S(강점)	SO전략 추진방향	ST전략 추진방향
<ul style="list-style-type: none"> • 우수한 육종가 보유 • 무 시장에 대한 다양한 분석 • 한국 무에 대한 높은 상품 인지도 보유 • GSP 등 정부 지원 확대 • 세계적인 수준의 관행육종 기술 • 다양한 유전자원 확보 	<ul style="list-style-type: none"> • 앞선 관행육종 기술을 이용하여 중국에서 선호하는 품종 육종 • 신흥시장을 세분화하여 수출 전략지역 공략을 위한 맞춤형 품종 개발 • F1품종 등 고부가가치 품종 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 다국적기업에서 만든 특허장벽을 회피할 수 있는 • 대체 기술 개발에 집중 투자 • 분자유종기반구축에 정부 투자 확대
W(약점)	WO전략 추진방향	WT전략 추진방향
<ul style="list-style-type: none"> • 육종 중간 세대들이 없음 • 타 작물에 비해 기초연구 취약 • 타 배추과 작물에 비해 협종 종자 수가 적어 인건비가 많이 요소 • 원종 증식 등 제반 여건이 다른 십자화과 작물에 비해 몇 배의 노력이 듭 	<ul style="list-style-type: none"> • 분자유종 기반 구축에 집중 투자하여 핵심기술 확보 • 유전적으로 가깝고 유전체 정보가 많이 축적된 Arabidopsis와 배추와 무의 비교유전체 연구에 투자 확대 	<ul style="list-style-type: none"> • 관행육종과 분자유종 기술을 겸비한 육종 인력 양성 • 축적된 배추 유전체 분석 기술을 응용하여 무 유전체 정보 및 이를 기반으로 유용 형질 선발용 • 분자마커 개발 선점

제 3 장 목표 설정 및 프로젝트 도출

제 1절 목표 설정

1. 최종 목표

- GSP 무 연구 개발 사업의 최종 목표는 '수출용 무 품종 육성 및 무 육종 기반연구를 통해 2021년 무 수출용 품종 개발로 수출 2000만 달러를 달성 및 무 육종 기

반 확립'

일본 수출용 무 23 품종 육성
유럽 및 미주 수출용 무 8 품종 육성
중국 수출용 무 25 품종 육성
동남아 및 인도용 무 10 품종 육성
가공용 무 15 품종 육성

2. 연차별 목표 및 단계별 목표

□ 연차별목표

- 수출용 무 품종 육성을 위해 각 연차별로 과 같이 계획을 세우고 무 GSP는 품종 육종 분야는 1단계부터 품종 육성을 하여 판매를 시작
- 품종 육종 기반 연구는 1단계에서는 기존에 개발되어 있는 마커, 병리 및 반수체 기술을 개발을 이용 하여 육종을 효율적으로 할 수 있도록 지원하고 2단계는 품종의 판매 확대를 기하고 확립된 육종기반 기술을 바탕으로 효율적인 품종육종을 할 수 있도록 지원

3. 목표 설정근거

□ 사전기획과 상세기획을 진행하며 5차 회의와 서면 설문조사를 통해 목표 도출

- GSP 사전 기획단계에서 무 GSP 과제는 품종 육종 2과제와 육종 기반 2과제를 선정하였으나 상세기획을 진행하면서 연구위원과 기획 위원들의 5차에 걸친 전문가 회의 및 서면 설문 조사 진행
- 세계 무 종자 시장은 약 1억 5천만 불로 수출 대상국으로는 일본이 가장 큰 시장이며 중국이 재배면적이거나 시장 규모 면에서 두 번째로 큰 시장임. 인도나 동남아 시장은 현재 시장 규모는 작으나 이 시장은 OP가 대부분으로 이시장이 F1으로 전환된다면 무 시장 가치는 더욱더 커질 가능성이 있음

<표 1> 세계 무 재배 면적 및 시장 규모

국가	재배면적(ha)	면적(%)	가격(백만\$)	가격(%)	비고
한국	27,000	1.6	38.4	25.2	'12년
일본	32,000	1.9	60	39.3	'07년
중국	1,200,000	71.5	37	24.3	'11년
동남아	100,000	6.0	6.7	4.4	'11년
인도	300,000	17.9	6	3.9	'11년
기타	20,000	1.2	4.4	2.9	'11년
합계	1,679,000	100	152.5	100	

종자 회사 자료 제공

- 국내의 경우 내병성 품종이 많이 개발이 시도 되고 있으나, 무 병해충에 대한 기초연구 및 특허 등의 기반 연구들이 간혹 수행되어도 지속성이 없이 기반이 취약
- 국내 무 육종자원의 DNA 프로파일링은 아직 미미하여 많은 연구 개발 및 기반구축이 절실

제 2절 프로젝트 구성

1. 후보과제 도출 배경 및 과정

- 무의 국내외 주요 동향과 중국, 일본, 동남아, 인도, 미주 및 유럽 시장조사 결과를 참고 하여 연구위원들이 후보 과제를 제시하였음
- 무 품종 육종 중점 분야 5개 프로젝트는 신품종을 육성하여 종자 수출을 주 목적으로 하며 품종 육종을 효율적이고 효과적으로 수행하기 위해 무 육종 기반 2개 중점 과제를 기획
- 과제를 도출하기 위해 무 육종 회사, 민간 육종 가들 및 기초분야 전문가들이 모여 5차례의 기획회의를 하고 2차례의 특허 분야 회의를 거쳐 과제 도출

2. 프로젝트구성 및 내용

□ 품종 육종 프로젝트

- 품종육종은 현재 시장가치와 미래시장가치 두 가지로 나누어 도출
- 생식용 품종육종은 2013년부터 시작하고 가공용 시장은 예산이 증액 되는 2014년부터 시작하기로 함

□ 품종 육종 프로젝트 구성

- 품종 육종 프로젝트는 현재 기존 연구되어 오든 무 품종 연구를 바탕으로 수출 지역별로 세분화 하여 프로젝트를 도출, 현재의 시장과 미래 발전 가능성이 매우 높은 시장으로 구분하여 프로젝트를 구성

□ 육종 기반 연구 프로젝트

- 육종 기반 연구는 육종 팀이 품종육성을 효율적이고 효과적으로 품종을 육성하기 위한 기반 연구 과제를 도출
- 육종 기반 연구 중점 후보과제(예산 증액 시 2014년부터 시행)

3. 프로젝트간 연관관계

□ 무 GSP 상세기획 과제 별로 추진되는 20개의 프로젝트는 종자 수출 및 상대적으로 취약한 무 육종 기반 연구를 위해 품종 육종 분야와 육종 기반 연구가 서로 긴밀한 협조를 바탕으로 추진

- 육종팀 ↔ 병리검정 ↔ 마커개발 ↔ DNA프로파일링 ↔ 반수체 육성등 상호 자유롭게 협력체계를 구축

제 4 장 추진체계 및 추진전략

1. 연구 추진체계

□ 수출용 무 품종 육성을 위해서 품종 육종 분야에 생식용 무 품종 육성과 가공용 품종 육성 과제로 수출 연구를 진행 함

- 수출용 과제는 1단계 확보된 예산으로 생식용 무 품종육성을 과제를 진행하고 예산이 확보되면 가공용 품종육성 분야를 진행하기로 함

2. 연구 추진전략

□ 무 전통육종 기술은 세계적으로 고추와 더불어 가장 앞서 있는 분야

- 전통육종에 대해 기술을 더욱 더 확고히 하고 현재 기초육종 분야는 전통 육종의 우수성에 비해 상대적으로 뒤쳐져 있으므로 우수한 육종 소재를 바탕으로 기초 연구에 대한 재료를 제공하고 개발된 기초연구를 품종 육종에 활용 하고자 함
- 산·학·연의 역할 분담수출을 목적으로 한 대상 시장의 선두 품종의 특성 조

사 및 현지 기후 등 조사하고 시험이 우수하면 품종 보호출원 및 판매

3. 성과지표 설정 방안

□ 최종 성과지표

○ 무 종자 수출 증대 효과

종자 수출액	(연간 2,000 만 불)	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 수출시장이 가장 큰 극동용 시장을 목표로 개발된 품종을 이용한 수출 전략 및 성과지표 수립 • 현재 시장 가치는 낮지만 재배 면적이 넓은 중국, 인도, 동남아 시장을 목표로 개발된 품종을 이용한 수출전략 및 성과지표 수립
품종 육성	(총 71건)	<ul style="list-style-type: none"> • 일본용 H형 무 품종 개발 (23건) • 유럽 및 미주 수출용 품종 개발 (8건) • 중국 수출용 무 품종 개발 (15건) • 동남아 및 인도용 품종 개발 (10건) • 가공용 무 개발 (15)
국내외 SCI 논문	(총 15건)	<ul style="list-style-type: none"> • 무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발에 관한 연구 • 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발에 관한 연구 • DNA 프로파일링을 이용한 무육성계통의 원예 및 농업형질 특성 평가에 관한 연구 • 무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성 • 무의 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축에 관한 연구
국내 특허 출원	(총 12건)	<ul style="list-style-type: none"> • 무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발에 관한 연구 • 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발에 관한 연구 • DNA 프로파일링을 이용한 무육성계통의 원예 및 농업형질 특성 평가에 관한 연구 • 무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성 • 무의 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축에 관한 연구
인력 양성	(36명)	<ul style="list-style-type: none"> • 품종 육종 프로젝트를 중심으로 학사, 석사, 및 박사급 연구인력 배출 • 육종 기반연구 및 네트워크 구축에 대한 학사, 석사 및 박사급 연구인력 배출
D/B 구축	(1건)	<ul style="list-style-type: none"> • 주요 형질 (SI인자, 위황병 등) 관련 분자마커 유전자형에 대한 육종 계통 D/B 구축

4. 연구개발 소요예산

세부 프로젝트명	구분 연구 기간	1단계				2단계					총계
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
만추대 및 위황병 저항성 백육색 무 품종 개발	정부(억원)	2.1	2.8	2.75	2.8	2.6	2.6	2.6	2.64	2.63	23.52
	민간(억원)	0.8	0.98	1.01	0.95	0.92	0.85	0.9	0.9	0.9	8.21
	합계	2.9	3.78	3.76	3.75	3.52	3.45	3.5	3.54	3.53	31.73
조기비대용 백육색 가을무 품종 개발	정부(억원)	1.6	2.4	2.4	2.4	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	19.8
	민간(억원)	0.8	0.9	0.8	0.84	0.78	0.79	0.79	0.8	0.81	7.31
	합계	2.4	3.24	3.28	3.22	2.98	2.99	2.99	3	3.01	27.11
월동용 백육색 품종 개발	정부(억원)	0.9	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.05	1.1	1.1	9.65
	민간(억원)	0.4	0.41	0.5	0.37	0.39	0.4	0.38	0.4	0.4	3.53
	합계	1.3	1.49	1.5	1.47	1.49	1.5	1.43	1.5	1.5	13.18
진녹계 만추대 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종 육성	정부(억원)	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72
	민간(억원)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	합계	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72
유색무 품종 개발	정부(억원)	0.90	1.20	1.20	1.20	1.10	1.10	1.05	1.05	1.05	9.85
	민간(억원)	0.40	0.43	0.44	0.41	0.39	0.4	0.37	0.38	0.39	3.61
	합계	1.30	1.63	1.64	1.61	1.49	1.5	1.42	1.43	1.44	13.46
만추대 타원형 백수계 품종 개발	정부(억원)	1.1	1.5	1.45	1.5	1.5	1.5	1.45	1.5	1.5	13
	민간(억원)	0.4	0.55	0.54	0.51	0.6	0.55	0.5	0.5	0.5	4.63
	합계	1.5	2.03	1.99	2.01	2.1	2.05	1.95	2	2	17.63
만추대 타원형 청수계 품종 개발	정부(억원)	0.8	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1.05	1.1	1.1	9.75
	민간(억원)	0.4	0.42	0.4	0.41	0.39	0.4	0.4	0.4	0.4	3.62
	합계	1.2	1.62	1.5	1.61	1.49	1.5	1.45	1.5	1.5	13.37
재래종(청피홍심 등) 품종 개발	정부(억원)	0.9	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	9.9
	민간(억원)	0.4	0.42	0.4	0.41	0.39	0.4	0.4	0.4	0.4	3.62
	합계	1.3	1.62	1.5	1.61	1.49	1.5	1.5	1.5	1.5	13.52
동남아 청수계 남방계 바이러스 저항성 품종 개발	정부(억원)	0.9	1.3	1.2	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	10.7
	민간(억원)	0.4	0.46	0.44	0.44	0.43	0.44	0.44	0.44	0.44	3.93
	합계	1.3	1.76	1.64	1.74	1.63	1.64	1.64	1.64	1.64	14.63
인도용 남방계 및 백수계 품종 개발	정부(억원)	0.8	1.15	1.05	1.15	1.05	1.05	1.05	1.1	1.05	9.45
	민간(억원)	0.4	0.4	0.39	0.39	0.37	0.38	0.4	0.4	0.4	6.93
	합계	1.2	1.55	1.44	1.54	1.42	1.43	1.45	1.5	1.43	16.38
전분함량이 높은 무말레이용 품종 개발	정부(억원)	0	2.40	2.20	2.40	2.20	2.20	2.15	2.15	2.10	17.80
	민간(억원)	0	0.85	0.81	0.82	0.78	0.81	0.80	0.77	0.78	6.42
	합계	0	3.25	3.01	3.22	2.98	3.01	2.95	2.92	2.88	24.22
극동 지역 단무지용 무 품종 개발	정부(억원)	0	1.3	1.2	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	9.3
	민간(억원)	0	0.46	0.45	0.44	0.39	0.4	0.41	0.4	0.4	3.34
	합계	0	1.76	1.64	1.74	1.49	1.5	1.51	1.5	1.5	12.64
중국 짜사이용 단무 무 품종 개발	정부(억원)	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
	민간(억원)	0	0.35	0.37	0.34	0.36	0.37	0.37	0.37	0.37	2.9
	합계	0	1.35	1.37	1.34	1.36	1.37	1.37	1.37	1.37	10.9

세부 프로젝트명	구분 연구 기간	1단계				2단계					총계
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
무 품종육성을 위한 SNP 탐색 및 MAS용 분자마커 개발과 DNA 프로파일링	정부(억원)	2	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	21.2
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	2	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	21.2
무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발	정부(억원)	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	9.8
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	9.8
무 재종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성	정부(억원)	0.62	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	7.02
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0.62	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	7.02
생산 기반 연구(원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)	정부(억원)	0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	7.2
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	7.2
수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축	정부(억원)	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	10.7
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	10.7
내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술 개발	정부(억원)	0	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	10.4
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	10.4

5. 품목총괄로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표
		-무종자수출 274만 달러 달성 -품종보호출원 23 품종 신청 -내병성 스크리닝 구축 -실용적 마커 개발				-무종자수출 4400만 달러 달성 -품종보호출원 48 품종 신청 -내병성 스크리닝 구축 -실용적 마커 개발					- 2021년 무종자수출 2,000만달러달성 - 2021년 품종보호출원 71건 - 무 육종기반 네트워크 구축
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표
품종 육종	교배조합 작성	계통육성	조합작성 및 재배시험			우수 계통 육성, 선발 및 조합 작성					- 교배조합 작성 18650 조합 - 국내 재배시험 14270품종 - 현지재배 시험 583품종수 - 품종 보호출원 국내71건 신청 - 품종 등록 20건
	국내 시험 재배	국내시험 및 선발	국내 재배 시험 및 수출 대상지역 현지 재배 시험			국내 재배 시험 및 수출 대상지역 현지 재배시험					
	현지 시험재배 및 시교	현지시험	현지 적응 시험 확대			현지 적응 시험 및 수출					
	품종 보호출원 및 수출	보호출원 및 판매				보호출원, 등록 및 확대 판매					
무 품종 육성을 위한 육종 기반 기술 개발 및 네트 워크 구축	무 품종육성을 위한 SNP 탐색 및 MAS용 분자마커 개발과 DNA 프로파일링	- 무 품종육성을 위한 SNP 마커를 대량으로 확보하고 목표형질에 연관된 MAS용 분자마커 개발 - 목표형질에 대한 자동화 및 대량분석이 가능한 형질검정 체계 확립 - 위황병, 뿌리혹병, 노균병 등 병저항성 관련 신규 분자마커 4개 이상 개발 - 근피색 등 품질 관련 신규 분자마커 4개 이상 개발 - Genome-wide SNP를 이용하여 원종, 원원종, 육종계통들의 DNA 프로파일링				- 위황병, 뿌리혹병, 노균병 등 병저항성 관련 신규 분자마커 4개 이상 개발 - 근피색 등 품질 관련 신규 분자마커 4개 이상 개발 - 목표형질 연관 MAS용 분자마커 개발 및 분자육종기술 실용화 - Genome-wide SNP를 이용하여 원종, 원원종, 육종계통들의 DNA 프로파일링(계속) - 최적화된 분자육종시스템을 확립하고 품종육성에 활용					무 품종육종을 위한 육종기반 확립
	무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발	- 약 및 소포자 생산을 위한 모식물체 육성 - 반수체 식물 육성 효율에 따른 계통 및 품종의 분류 - 반수체 유래 배 발생 연구				- 반수체 유래 배의 재분화 - 반수체 유래 무 계통 식물체의 순화 - 반수체 유래 무 계통 식물체의 특성 조사 - 반수체 유래 유용한 무 계통 선발 및 공급					
	무 재종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성	- 국내외 유전자원 수집 및 원예적, 형태적 특성 검정 - 종자생산량이 많은 유전자원 선발 - 종자생산량 많은 계통 육성 - 자가불화합성 유전자원 선발 - 세포질 유전자적 음성불임성 유전자원 선발				- 종자생산량 많은 계통 육성 및 품종화 - 자가불화합성 NIL 계통 육성 - 세포질 유전자적 음성불임성 및 유지친 계통 육성 - 계통육성, 세대단축을 위한 반수체 배양을 이용한 품종 소재화					
	생산 기반 연구(원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)	후보과제				후보과제					
	수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축	- 핵심 유전자원의 병 저항성 검정 및 평가를 통한 내병성 육성 계통 발굴 지원 - 중수형 민간 육성 회사 및 개인육성가들의 내병성 육성 소재 발굴 협조 및 제도				- 일본, 중국 및 동남아 등 수출용 무 품종 육성을 위한 유전자원, NIL, F1 계통들의 내병성 검정 체계 확립 - 수출용 무 품종 육성을 위한 중수형 민간 육종회사 및 개인 무 품종 육성가를 위한 병리 검정 체계 확립 및 서비스					
무 품종육성을 위한 내병성 검정 기술 개발	- 바이러스 계통들, 위황병균, 뿌리혹병, 점무늬병세균 등에 대한 국내 및 수출 지역 타겟 맞춤형 균주 수집 및 특성 평가 - 무 병원성이 각각 다른 바이러스 계통 및 기타 균주들의 in vivo검정 기술 개발 - 국내외에서 수집하여 특성을 파악한 바이러스 계통들, 위황병균, 뿌리혹병균 등에 대한 면역학적 실용화 진단 방법 개발 - 무 육종용 병원체 실용화 분자 진단법 개발				- 국내외 수집 균주들의 in vivo 및 in vitro 표준 보관 기술 개발 - 바이러스 계통들, 위황병균, 뿌리혹병균, 세균 등에 중수형 민간 육종회사 사용 개인 무 품종 육성가를 위한 비용 감형 현장용 저항성 판별법 개발					무 품종육종을 위한 내병성검정 기술 개발	

6. 성과확산방안

- 산 학 연 협력연구 네트워크 구성으로 경쟁력 강화
 - 2021년 무 종자 수출 2,000만 달러 달성을 위해서는 품종 육종뿐 아니라 내병성, 반수 체 육성, 실용적 마커 분석 등 육종 기반 연구도 병행하여야만 달성 가능한 수치임

7. 사업화 및 수출확대 전략

- 수출 대상 시장의 선두 품종의 특성 조사 및 현지 기후 등 조사
 - 각 세부 과제별로 선두 품종을 조사하고 선두 품종의 원예적 특성 형질(바람들이, 추대, 흑심증 등)을 조사하고 분석하여 선두 품종 보다 뛰어난 품종 육성
- 기존 개발 된 우수 계통을 바탕으로 교배조합 작성 후 국내 1차 재배 특성 조사
 - 기존에 개발된 계통과 연구과제를 통하여 개발된 우수 계통들을 조합하여 초기 부터 조합 작성 시험을 실시
- 1차 재배시험에 선발된 품종을 시교 생산하여 수출 대상현지에서 적응시험
 - 개발된 품종을 국내에서 일차 시험을 실시하고 선발된 우수한 조합들은 개발대상 현지에서 시교 시험을 실시
- 현지에서 선발된 품종의 대량 시교 생산 및 원종 증식
 - 선발된 품종을 대상으로 invoice를 받은 품종을 대상으로 농가 생산 시험을 확대하고 판매 지역 확대 시험을 실시

제 5 장 프로젝트별 세부기획

제 1절 무 품종육종 프로젝트

1. 연구개발 목표

- 최종 목표
 - 무 GSP 생식용 무 품종 육종은 무 신품종을 육종 하고 상용화 하여 2021년 무 수출 및 수입 대체 효과 2,000만 달러 달성 및 품종 보호 71건을 출원 할 예정임

□ 세부 연구 개발 목표

제1프로젝트 개발목표	일본용 H형 무 품종개발	<ol style="list-style-type: none"> 1. 일본용 만추대 품종 개발 2. 일본용 만추대 흑심 및 적심증 저항성 품종 개발 3. 일본용 위황병 저항성 품종 개발 4. 일본용 만추대 백육계 품종개발 5. 일본용 조기 비대용 백육계 품종 개발 6. 일본용 백육계 월동용 품종 개발 7. 일본용 진녹계 만추대 품종 개발
제2프로젝트 개발목표	유럽 및 미주 수출용 무 개발	<ol style="list-style-type: none"> 1. 유색무 품종 개발
제3프로젝트 개발목표	중국 수출용 무 품종개발	<ol style="list-style-type: none"> 1. 중국용 만추대 타원형 백수계 품종 개발 2. 중국용 만추대 병저항성 백수계 품종 개발 3. 중국용 만추대 생리저항성(적심, 흑심) 품종 개발 4. 중국용 만추대 타원형청수계 품종 개발 5. 중국용 만추대 타원형 조기비대용 품종 개발 6. 중국용 재래종(청피 홍심, 중국청피 등) 품종 개발
제4프로젝트 개발목표	동남아 및 인도용 품종개발	<ol style="list-style-type: none"> 1. 동남아용 청수계 품종 개발 2. 동남아용 바이러스 저항성 품종 개발 3. 인도용 남방계 백수계 품종 개발 4. 인도용 남방계 바이러스 저항성 품종 개발
제5프로젝트 개발목표	가공용 무 품종개발	<ol style="list-style-type: none"> 1. 수분이 적고 건조가 쉬운 무 말랭이용 품종 개발. 2. 전분 함량이 높은 무말랭이 품종 개발 3. 일본, 한국 및 중국용 무 말랭이 품종 개발 4. 절임이 쉽고 가공이 잘되는 단무지 품종 개발 5. 육질이 아삭하고 정자성이 우수한 단무지 품종 개발 6. 비대가 빠르고 공동증상이 적은 단무지 품종개발 7. 단맛이 많고 육질이 우수한 짜샤이용 품종 개발 8. 가공시 절임력이 뛰어난 짜샤이용 품종 개발

2. 연구개발 필요성

- 무 신품종 육성은 기술·자본 집약적 고부가가치 산업으로 우수한 인적자원과 풍부한 기술력을 보유한 우리나라에 적합
- 종자산업은 미래 성장동력 산업으로 발전가능성이 매우 높은 분야
- 세계 각국은 유전자원 확보경쟁과 품종보호권 확대를 통해 종자주권 강화 중에 있음

3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

- GSP 무 수출용 품종 육성 과제와 현재 수행중인 중복성이 있는 기존 과제는 농기평 과제중 “일본 수출용 청수 만추대 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종육

성” 1개 과제와 중복 되어 GSP 세부 과제로 이관하기로 함

- 수출용 무 품종 육성 과제는 재배 및 현지 적응 시험이 지역에 따라 품종 및 기호도가 너무 다르므로 현지 적응시험 과제가 거의 수행된 적이 없어 중복성 문제는 거의 없음

4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

□ 추진전략

- 수출 대상 시장의 선두 품종의 특성 조사 및 현지 기후 등 조사
- 기존 개발 된 우수 계통을 바탕으로 교배조합 작성 후 국내 1차 재배 특성 조사
- 1차 재배시험에 선발된 품종을 시교 생산하여 수출 대상현지에서 적응시험
- 현지에서 선발된 품종의 대량 시교 생산 및 원종 증식

제 2절 무 육종 기반연구 프로젝트

1. 연구개발 목표

□ 최종 목표

- 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 육종 기반 기술 네트워크 구축

□ 세부 연구 개발 목표

제1 세부 목표	무 품종육성을 위한 SNP 탐색 및 MAS용 분자마커 개발과 DNA 프로파일링	<ul style="list-style-type: none"> • RNA-Seq을 이용하여 무 genome-wide SNP 탐색 • SNP 탐색에 최적화된 생물정보분석 기술 개발 • 위항병, 뿌리혹병 및 근피색 관련 핵심유전자원의 선발 및 분리집단 작성 • 목표형질 관련 신규 분자마커 8개 이상 개발 • 국내 무 육종자원들의 DNA 프로파일링과 형질검정을 수행하여 교배종 육성 효율성을 증진 • 원종 및 원원종의 DNA 프로파일링 • 육종자원의 유전적 유연관계 분석 및 계통도 작성
제2 세부 목표	무의 반수체 육종법 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 반수체 육종 기술 체계 확립 • 무의 육종연한 단축을 위한 반수체 유래 순계 육성 • 무의 육종연한 단축을 위한 반수체 유래 계통 개발 및 공급
제3 세부 목표	무 재종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 환경 및 작형에 적합한 유전자원 수집, 특성 평가 및 분류 • 종속간 교잡을 통한 유용형질의 핵심유전자원 내로의 도입 • 분류군 간의 유전적 거리(genetic distance) 조사 등 최적 교배 조합 검정
제4 세부 목표	생산 기반 연구(원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)	<ul style="list-style-type: none"> • 무 생산적지 개발 • 원원종 증식 체계 개발 • 원종 증식 체계 개발
제5 세부 목표	수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 저항성 평가용 국내외 바이러스 등 무 병원체 수집 및 특성 평가 • 저항성 평가용 무 병원체 실용화 검정 기술 개발 • 일본 수출용 무 품종 육종을 위한 병리 검정 및 스크리닝 기술 개발 및 구축 • 중국 수출용 무 품종 육종을 위한 병리 검정 및 스크리닝 기술 개발 및 구축
제6 세부 목표	내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 무 바이러스 대량검정 기술개발 • 무 위항병 대량 검정 기술 개발 • 무 무사마귀병 대량 검정 기술개발

2. 연구개발 필요성

□ 세계 종자산업의 특성, 중요성 및 기술 지배력

- 종자 산업은 작물생산을 위한 곡물, 채소, 화훼 등의 종자를 개발, 육성, 보급하는 산업으로서, 식량의 수급에 미치는 중요 요소임과 동시에 식품, 바이오에너지, 제약등 미래 성장산업의 원천임

3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

- 대부분의 본 연구과제에서 제안하는 무 육종 기반 기술 개발 및 네트워크 구축에는 기존 연구내용과 중복성 문제가 없는 것으로 판단됨

4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

- 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축을 위해 세부 프로젝트별로 과제를 기획하고 확립하여 품종육종을 효율화시키기 위한 추진체계와 추진전략을 수립

제 6 장 기대효과

1. 정책적 기대효과

- 종자강국 실현을 통한 국가 안전 및 국가경제발전에 기여
- 무 산업 자료 및 시장 동향 보고서를 통한 미래 무 수출의 극대화를 위한 자료 제공
- 무 관련 전문가에게 품종개발 기술에 대한 연구개발 활용자료 제공

2. 기술적 기대효과

- 농업분야에 대한 다양한 정보 제공을 통한 이해도 제고
- 연구자들에게는 종자산업 핵심 기술에 대한 연구개발 활용자료 제공
- 육종가들의 종자개발기술의 선진화
- 3P 및 전문 DB를 활용한 분석 자료 및 동향 보고서 작성을 통한 미래 유망 농산에 관한 정보 제공
- 농업분야 미래 유망기술 발굴 및 R&D 신규 사업 기획에 활용

3. 경제적 기대효과

- 우수종자 개발을 통한 국내 농업기반 확보
- 우수종자 개발기술 확립과 더불어 육종 및 재배기술의 발전으로 인한 농업 경쟁력을 상승시키는 시너지 효과 창출 기대
- 체계적인 정보 제공과 효율적인 기술을 바탕으로 종자로 인해 발생 할 수 있는 위험 요인에 대한 리스크 감소

목차

제 1 장 개요	1
1. 배경 및 필요성	1
2. 상세기획 추진내용	3
3. 상세기획 참여인력정보	7
제 2 장 국내외 동향 및 환경 분석	8
제 1 절 국내외 시장현황 및 전망	8
1. 국내 시장동향	8
2. 국외 시장동향	15
제 2 절 국내외 기술동향 분석	2
1. 기술개발 동향	25
2. 국내외 특허 및 논문 동향 분석	34
제 3 절 국내 정책동향 분석	0
1. 국내 정책동향	70
제 4 절 기술수준 및 연구개발 인프라 분석	7
1. 국내 기술수준 분석	71
2. 연구개발 인프라 분석	74
제 5 절 R&D 추진 전략방향	7
1. 주요 이슈	77
2. 주요 산업 전략	78
제 3 장 목표 설정 및 프로젝트 도출	8
제 1 절 목표 설정	8
1. 최종 목표	80
2. 연차별 목표 및 단계별 목표	82

- 3. 목표 설정 근거 87
- 제 2 절 프로젝트 구성 9**
- 1. 후보과제 도출 배경 및 과정 89
- 2. 프로젝트 구성 및 내용 91
- 3. 프로젝트 간 연관관계 93

- 제 4 장 추진체계 및 추진전략 9**
- 1. 연구 추진체계 95
- 2. 연구 추진전략 97
- 3. 성과지표 설정 방안 100
- 4. 연구개발 소요예산 102
- 5. 품목 총괄로드맵 105
- 6. 성과 확산 방안 109
- 7. 사업화 및 수출확대 전략 111

- 제 5 장 프로젝트별 세부기획 117**
- 제 1 절 무 품종육종 프로젝트 117**
- 1. 연구개발 목표 117
- 2. 연구개발 필요성 118
- 3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안 128
- 4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략 129
- 5. 수출용 품종육성 프로젝트 Micro 로드맵 130
- 6. 세부프로젝트 추진계획 131
- 제 2 절 무 육종 기반 연구 프로젝트 304**
- 1. 연구개발 목표 304
- 2. 연구개발 필요성 304
- 3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안 324

4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략	327
5. 프로젝트 Micro 로드맵	329
6. 세부프로젝트 추진계획	330
제 6 장 기대효과	365
1. 정책적 기대효과	365
2. 기술적 기대효과	365
3. 경제적 기대효과	366
부록	367

표 목차

- [표 2-1] 한국 무 재배면적 및 생산현황 9
- [표 2-2] 한국 무종자 국가별 수출실적 10
- [표 2-3] 2012년 월동무 생산량 추정 12
- [표 2-4] 무 수급 전망 12
- [표 2-5] 해외 채종 비율과 종자 자급률(2010년) 13
- [표 2-6] 전세계 채소종자 시장규모 17
- [표 2-7] 조사 기간 및 과제 건수 28
- [표 2-8] 출원국별 분석구간 및 특허건수 34
- [표 2-9] 분석에 사용된 특허검색 DB의 종류 34
- [표 2-10] 무 종자개발에 대한 검색식 35
- [표 2-11] 분석대상 기술 분류 35
- [표 2-12] 분석대상 기술 분류 기준 36
- [표 2-13] 주요시장국 내·외국인 특허 출원동향 40
- [표 2-14] 주요 경쟁자 Landscape분석대상 기술 분류 기준 48
- [표 2-15] 분석구간 및 논문건수 57
- [표 2-16] 논문검색 DB 및 검색 범위 57
- [표 2-17] 무 종자개발에 대한 논문 검색식 57
- [표 2-18] 주요 시장국의 논문 현황 62
- [표 2-19] 주요 학회지 발행 논문 건수 및 발행 연도 66
- [표 2-20] 주요 연구기관 발행 논문건수 및 발행 연도 67
- [표 2-21] 주요저자 발행 논문건수 및 발행연도 68
- [표 2-22] 기술수준척도 별 의미 73
- [표 2-23] 무 분야 세부기술별 기술수준 73
- [표 2-24] 무분야 연구기관 및 육종 인력 수 74
- [표 2-25] 무 종묘 업체의 시설 현황 75
- [표 2-26] SWOT 분석 79

[표 3-1] 세부 프로젝트별 목표	82
[표 3-2] 무 품목의 단계별 주요 목표	86
[표 3-3] 세계 무 재배 면적 및 시장 규모	87
[표 3-4] 분과위원회 주요활동	90
[표 3-5] 일본 무 시장 재배 면적 시장 규모	91
[표 3-6] 품종 육종 세부프로젝트	92
[표 3-7] 육종 기반 세부프로젝트	93
[표 4-1] 무 GSP 연구 추진 전략	98
[표 4-2] 무 종자개발 사업의 비용 및 편익	113
[표 4-3] 시장점유율 예측 시나리오	114
[표 4-4] 무 종자개발 사업 R&D 투자금액	115
[표 4-5] 무 종자개발 사업 R&D 투자의 B/C 분석	116
[표 5-1] 종자시장 상위 15개국의 추정 시장규모 및 총 재배면적	120
[표 5-2] 수출용 무 품종 육성 연구 관련 과제수행기관 별 국가과제 목록	128
[표 5-3] 무 재배 면적 및 종자 시장	131
[표 5-4] 세계10대 종자기업 (2009년)	307
[표 5-5] 2011년 채소종자 작물별 매출액	310
[표 5-6] 2011년 채소종자 작물별 국내 생산량	311
[표 5-7] '12 상반기 채소종자 국가별 수출현황	312
[표 5-8] 수출용 및 기능성 무 품종 육성 형질 및 육종 지원기술 국내 현황	320
[표 5-9] 무에 발생하는 주요 병원체들	321
[표 5-10] 무 연구 관련 과제수행기관 별 국가과제 목록	324

그림 목차

[그림 2-1] 무 재배면적과 생산량 동향	8
[그림 2-2] 세척무 구입의향 여부의 이유	10
[그림 2-3] 무 작형별 실질 도매가격 변화(3개년 이동평균)	11
[그림 2-4] 무 재배면적 및 생산량 장기 전망	13
[그림 2-5] 무 종자 지역별 시장규모	15
[그림 2-6] 세계 종자 산업 동향	16
[그림 2-7] 국내 무 종자산업 R&D 추진체계	27
[그림 2-8] 주요시장국의 연도별 특허동향	37
[그림 2-9] 미국(USPTO)의 연도별 특허동향	37
[그림 2-10] 한국(KIPO)의 연도별 특허동향	38
[그림 2-11] 중국(SIPO)의 연도별 특허동향	38
[그림 2-12] 일본(JPO)의 연도별 특허동향	39
[그림 2-13] 유럽(EPO)의 연도별 특허동향	39
[그림 2-14] 특허청별 연도별 특허동향	40
[그림 2-15] 미국(USPTO)의 내·외국인 특허 출원동향	41
[그림 2-16] 중국(SIPO)의 내·외국인 특허 출원동향	41
[그림 2-17] 한국(KIPO)의 내·외국인 특허 출원동향	42
[그림 2-18] 유럽(EPO)의 내·외국인 특허 출원동향	42
[그림 2-19] 일본(JPO)의 내·외국인 특허 출원동향	43
[그림 2-20] 각 출원국가별 기술시장 성장단계	45
[그림 2-21] Monsanto사의 주요 시장국 기술별 특허출원 현황	52
[그림 2-22] BASF 사의 주요 시장국 기술별 특허출원 현황	53
[그림 2-23] Bayer 사의 주요 시장국 기술별 특허출원 현황	54
[그림 2-24] 농촌진흥청의 주요 시장국 기술별 특허출원 현황	55
[그림 2-25] Mitsubishi사의 주요 시장국 기술별 특허출원 현황	56
[그림 2-26] 발행 연도별 논문동향	58
[그림 2-27] 한국의 발행 연도별 논문동향	59
[그림 2-28] 미국의 발행 연도별 논문동향	59

[그림 2-29] 일본의 발행 연도별 논문동향	60
[그림 2-30] 유럽의 발행 연도별 논문동향	60
[그림 2-31] 중국의 발행 연도별 논문동향	61
[그림 2-32] 인도의 발행 연도별 논문동향	61
[그림 3-1] 후보과제 도출 과정	90
[그림 3-2] 프로젝트 간 관계도	94
[그림 4-1] 무 GSP 프로젝트 간 관계도	95
[그림 4-2] 무 GSP 수행주체별 육종 기반 추진체계	96
[그림 4-3] 무 GSP 품종 육종 세부 프로젝트 추진 상세계획	96
[그림 4-4] 무 GSP 육종 지원 기반 구축 추진체계	97
[그림 4-5] 무 GSP 육종 기반기술 추진전략	99
[그림 4-6] 수출용 무 품종 세부프로젝트 마이크로 로드맵	108
[그림 4-7] 성과확산 방안 및 수출 확대 전략	111
[그림 5-1] 세계 종자관련 농업 회사	121
[그림 5-2] 2010년 국내 채소종자 작물별 매출액	121
[그림 5-3] 한국 채소종자 회사 현황	123
[그림 5-4] 일본 채소 재배 면적	132
[그림 5-5] 일본용 현지 재배시험 현장(일본, 북해도 및 죠시 지역)	134
[그림 5-6] 유색무 재배 현황	185
[그림 5-7] 해외현지 재배시험 현장(인도, 뉴델리 인근 포장 및 시장)	235
[그림 5-8] 해외현지 동남아 재배시험 현장	236
[그림 5-9] 가공용 무 품종 개발	269
[그림 5-10] 단무지용 가공무	287
[그림 5-11] 단무지용, 찌사이용 가공용 무	296
[그림 5-12] 작물별 종자시장규모(2011)	306
[그림 5-13] 무 노균병에 감염된 무 잎, 뿌리 조직 및 병원균의 현미경 사진	319
[그림 5-14] 육종 기반 추진 체계	327
[그림 5-15] 육종 기반 추진 전략	328
[그림 5-16] 세부 프로젝트 추진 전략	340

제 1 장 개요

1. 배경 및 필요성

□ 최근 식량안보, 기후변화, 글로벌화 등의 종자 산업 환경변화에 대한 종자 시장의 대응 미흡

- (식량안보 위협) 중국, 인도 등의 지속적인 인구증가와 경제발전으로 식량 소비량이 급증, 세계 식량 수급 및 식량자원 안보를 위협
- (기후변화) 기후변화로 기존 농축수산업 및 종자·종축·종어의 공급체계가 변화하고, 대체에너지로써 바이오에너지용 농산물의 수요 증가
 - (UPOV 시행) 우리나라가 '02년도에 가입한 품종보호제도(UPOV)가 전면 시행됨에 따라 로열티 지급 의무 발생 품목이 급증, 이에 대응하는 품종 개발은 미흡
 - ※ UPOV : Union Internationale Pour la Protection es Obtentions Vegetables
 - (종자산업 및 융합기술 발전) 분자농업, 식물공장기술 등 농업생명공학 및 융합기술의 발전으로 농업을 고부가가치 산업으로 변화시킬 수 있는 새로운 기회 전개
- 국내 종자산업 현황²⁾을 보면 종자시장 규모는 4억불(5.8천억 원)로, 세계 시장의 1.1% 수준이며, 최근 다국적 기업들이 국내업체 M&A를 통해 시장을 주도하고 있음

※ 세계 종자시장 규모는 총 695억불로, 그 중 농산물이 '08년 기준 367억불 (연평균성장률 4.3%)

※ 5대 회사(농우바이오, 몬산토, 신젠타, 다끼, 동부하이텍)가 시장의 80%를 점유

- 식량, 사료 등 경종작물은 정부가 품종개발 보급을 주도하고 있고, 채소종자 개발 생산판매는 민간주도로 이뤄지고 있음

※ 벼, 보리, 콩 종자의 민간시장 점유율은 극히 미미하여 1% 미만임

- 종자개발 보다는 수입에 의존해오면서 종자 로열티 부담이 증가되어왔고, 특히 품종보호제도(UPOV)의 시행에 따라 더욱 증대될 전망이다

※ 로열티 부담: ('01년) 5억 5,000만원 → ('05년) 183억 6,000만원 → ('10년) 218억 8,000만원 → ('20년) 수입대체품목 9개에서만 7,900억 원 예상 (농촌진흥청)

2) 제주농업기술원 자료를 참고하여 작성

□ **환경변화에 능동적으로 대응하기 위한 국가 차원의 종자산업 육성 계획 등 주요 정책들이 수립 및 세부실천계획 수립**

○ 종자산업 육성 관련 주요 정책 수립

- 녹색성장 5개년 계획(녹색성장위원회, '09): 기후변화 및 재해에 잘 적응하는 품종·어종을 개발 및 재배·사육·양식 기술 보급 내용 포함
- 농림수산식품과학기술육성종합계획('10~'14): 종자강국 실현을 위한 우수 종자·종묘 생산 체계화 방안 제시
- 2020 종자산업 육성대책('09): 종자강국 실현을 위한 총괄적인 세부실천계획 제시
- 농림수산식품·농산어촌 비전 2020('10): 동식물자원을 활용한 종자산업 육성 제시

○ 「2020 종자산업육성대책('09.10)」의 세부실천계획으로 GSP 전략계획 수립

- GSP 사업은 농림수산식품부 과학기술정책과, 농촌진흥청 연구정책과, 산림청 산림정책과의 공동주관으로 '12~'21년까지 10년간 2단계에 걸쳐 추진
- 농림수산식품기술기획평가원 내에 별도의 운영본부를 구성하여 추진

□ **Golden Seed 프로젝트 중 무 분야의 성공을 창출할 수 있는 전략수립과 구체적인 추진 방향 제시를 위한 상세 기획 필요**

- 국내·외 기술 및 시장분석, 수출대상국의 육종인프라, 무육종인력의 능력, 각국의 종자마케팅 전략분석, 무종자 수급분석, 종자개발 등 다양한 측면에서의 종합적인 분석으로 효과적인 연구개발 및 수출전략 도출
- GSP의 최종 목표인 무 종자 수출확대를 달성할 수 있는 세부적인 연차별 개발 목표 및 관련 프로젝트 도출
- 연차별 성과지표 설정 및 적용방안과 최적 연구진 구성안 도출을 통해 효과적인 프로젝트 추진

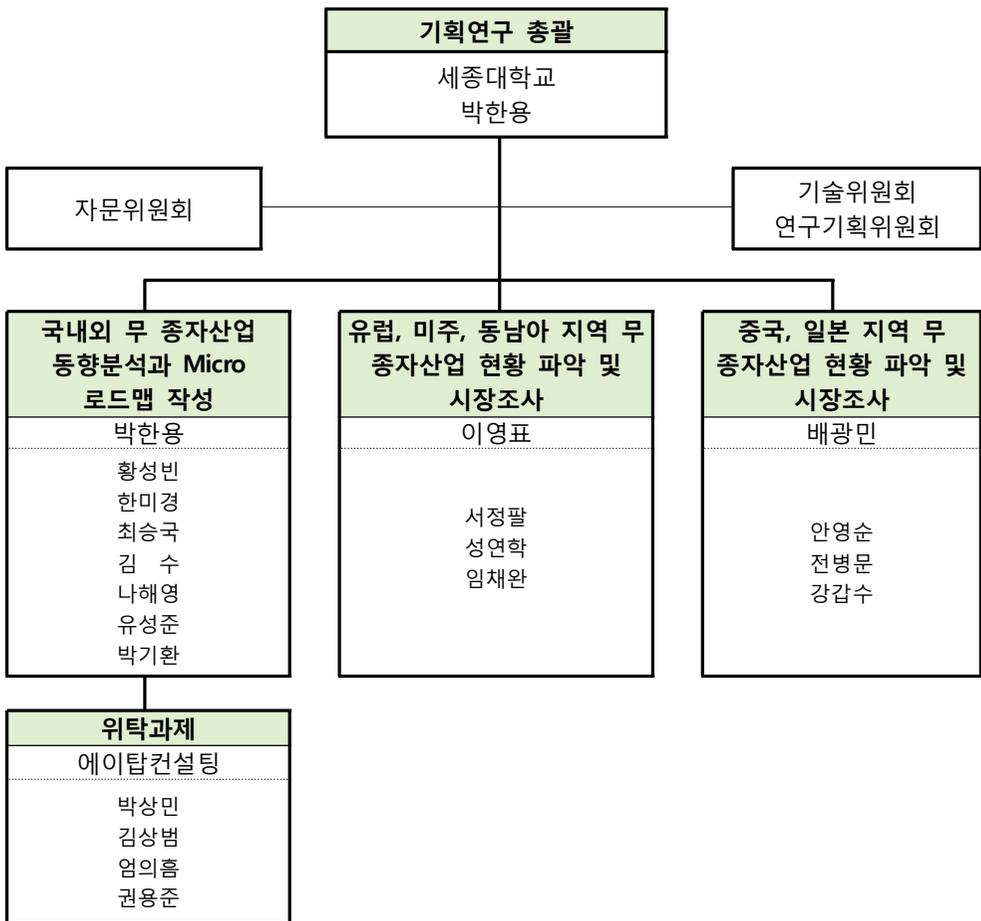
□ **국내 무 종자산업의 경쟁력 제고를 위한 방안 모색 필요**

- 시장개방 확대와 다국적 종자기업과의 경쟁이 심화되는 상황에서 중장기적으로 국내 무종자 산업의 경쟁력 제고 필요성 증가
- 국내 무종자 시장이 고품질 안정화 단계에 접어들어 따라 OP 시장에서 F1 하이브리드 시장으로 전환되는 수출시장 확대의 필요성 증가
 - ➔ 수출시장 개척 및 확대를 위한 구체적인 로드맵 수립 필요

1. 상세기획 추진내용

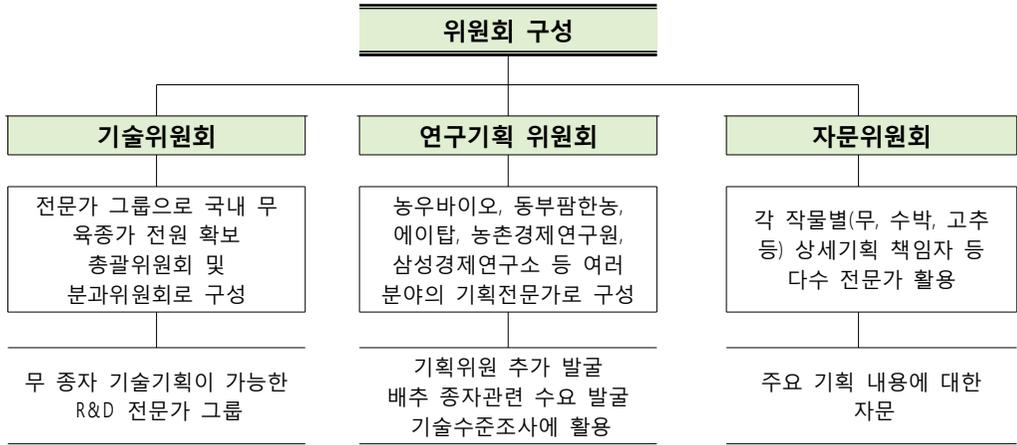
□ 연구추진체계

- 기술위원회, 연구기획위원회, 자문위원단을 구성하며, 위탁과제 담당인 에이탑 컨설팅은 총괄적 기획의 코칭 업무를 수행
- 국내 무 육종전문가 전원을 기술위원회 위원으로 위촉하고 이를 총괄위원회와 분과위원회로 구성하여 각 단위의 역할과 책임을 명확히 할 수 있도록 하여 기획을 진행



- 농림수산물부, 농림수산물 기술기획평가원과의 협의 하에 연구기획을 위한 전문가그룹으로 구성된 연구기획위원회를 구성하여 전문가에 의한 브레인스토밍을 적극적으로 추진함

- 자문위원단으로 각 작물별(무, 수박, 고추 등) 상세기획 책임자 등 다수 전문가 활용함
- 본 연구기획은 다양한 분야의 전문가들의 창의적 소통에 의한 독창적 기획을 지향하므로 다양한 전문가 그룹들에게 채널을 개방



○ 연구기획전문가 명단

이름	회사	이름	회사
박한용	세종대학교	황성빈	세종대학교
최승국	원예특작과학원	박상민	에이탑컨설팅
나해영	목포대학교	유재홍	마케팅(농경제)
강갑수	충원종묘	박기환	마케팅(농경제)
전병문	몬산토	유성준	세종대학교
김 수	원예특작과학원	안영순	뉴란

○ 기술기획위원 명단

이름	회사	이름	회사
이종철	관농종묘	이광식	코레곤
서정팔	농협	이영표	한농
전병문	몬산토	임채완	한농
편룡범	동영종묘	김덕현	현대종묘
예인해	삼성종묘	김승호	개인육성가
박상민	아시아	안영순	뉴란
이상협	세종대	나해영	목포대
강갑수	충원종묘	최승국	원예특작 과학원
편룡범	동영종묘	조규천	개인채종전문가

□ 추진전략

- 수출용 무 종자개발을 위한 상세기획 기본전략으로 연구개발 기획의 3대 전략인 Overt Benefits, Dramatic Difference, Real Reason to Believe에 근거하여 추진

[추진전략 1] 무 GSP의 경제적 편익 추진 타당성	[추진전략 2] 무 GSP의 차별성 확보	[추진전략 3] 체계적 기획방법론 적용
<ul style="list-style-type: none"> - 산업적, 경제적 종자 연구개발 수요에 대한 선제적 대응 - 연구자를 위한 향후 9년 간의 무 종자 분야 기술 개발의 기본 방향제시 - 무 종자 관련 기업을 위한 미래성장동력 발굴을 지원 - 종자시장실패영역에서 정부개입의 성과 극대화 	<ul style="list-style-type: none"> - 차별성 확보 <ul style="list-style-type: none"> · 타 부처 사업과의 차별성 · 기존 타사업과의 차별성 - 의미 있는 독창성 추구 - 산업적 파장이 큰 연구 및 개발 <ul style="list-style-type: none"> · high risk, high impact 	<ul style="list-style-type: none"> - 개방형 R&D 기획/근거 중심 기획 - 기술 전문성과 기획 전문성에 시너지를 창출하는 추진체계 - 목표지향적 연구기획 - 성과지향적 연구기획

○ 추진경과

구분	주요안건	주요산출물
12.10.08 1차 실무기획회의	<ul style="list-style-type: none"> · 과제 개요 설명 · 세부과제 제안 	<ul style="list-style-type: none"> · 세부과제 제안서 취합본
12.11.12 2차 실무 기획회의	<ul style="list-style-type: none"> · 동향자료 수집 · 후보과제 검토 · 품목별 기술수준조사 	<ul style="list-style-type: none"> · 프로젝트 구성 체계 및 주요내용(세부프로젝트) · 기획보고서 초안 작성
12.11.20 특허 조사회의	<ul style="list-style-type: none"> · 특허분석 방향 논의 	<ul style="list-style-type: none"> · 특허동향에 대한 그래프 및 도표 · 중국, 일본, 미국 특허분석 · 논문 자료 · 무 분석범위(phenotyping, 무 마커, 병리마커, 웅성불임성(mail-sterility, self-incompatibility))
12.12.13 3차 기획회의	<ul style="list-style-type: none"> · 기획보고서 검토 · 세부프로젝트(안) 구성 	<ul style="list-style-type: none"> · Micro 로드맵 초안 · 프로젝트별 최종목표 및 성과목표 · 세부프로젝트별 예산배분 비중(%)
12.12.27 4차 기획회의	<ul style="list-style-type: none"> · Micro 로드맵 검토 · 세부과제별 예산 배분 · 프로젝트 차별화 방안 	<ul style="list-style-type: none"> · Micro 로드맵 수정 · 프로젝트별 예산배분 배정(%) · 프로젝트 및 세부프로젝트명 수정
13.1.24.~25 중간보고회	<ul style="list-style-type: none"> · 추진전략 검토 	<ul style="list-style-type: none"> · 프로젝트 추진체계 및 역할분담 수정 · 예상 및 인력투입 계획 수정
13.2.5 자료 보고서 회의	<ul style="list-style-type: none"> · 무 관련 보고서 자료 검토 · 계획서 작성방법 	<ul style="list-style-type: none"> · 보고서 작성 역할분담

□ 기술개발전략 수립 방안

- 기술개발전략 수립은 동향분석, 미래수요 발굴, 전략수립의 3단계로 진행하며, 중점추진분야를 도출하기 위한 후보과제 도출을 최종 목적으로 함

주요연구내용	세부수행 내용	
환경, R&D사업 현황 조사 및 분석	환경변화 분석	- 정치, 경제, 사회문화, 과학기술 등의 환경요인 분석 및 시사점 도출
	동향 분석	- 국내외 시장동향 조사 및 분석 - 특허 및 논문 동향 분석을 통한 기술 동향 분석 - 정책동향 조사 - 국내 기술 수준 및 인프라 현황 조사
	R&D 니즈 분석	- 기술개발 니즈 조사 및 분석
전략체계 설계	전략 방향 도출	- 주요 이슈를 해결할 수 있는 전략 방향 도출 - SWOT분석
	비전 및 목표 설계	- 비전 체계 설계 - 목표 설계
	중점추진분야 도출	- 전략방향 결정 - R&D 중점 연구분야 도출
	R&D 로드맵 작성	- 기술개발 시나리오 설계 및 단계별 자원배분 계획 - 기술개발 전략을 chart로 시각화
RFP 작성	세부기술별 RFP	- 세부기술별 RFP 작성

2. 상세기획 참여인력정보

과제 구분	성명	과학기술인 등록번호	소속기관명	직급	전공 및 학위			
					학위	연도	전공	학교
제1세부 (주관)	박한용	10821 051	세종대학교	부교수	박사	1995	유전육종	서울대
	이영표	1092 9924	동부팜한농 육종연구소	과장	석사	2002	생명공학	고려대
	성연학	1113 1280	동부팜한농 해외마케팅	주임	학사	2010	중어중문	명지대
	배광민	1113 1283	동부팜한농 해외마케팅	대리	학사	2008	경영학	계명대
	유재홍		동부팜한농 해외마케팅	과장	석사	1998	유전육종	서울대
	한미경	1088 7769	세종대학교	연구원	석사	2009	원예학	한경대
	최승국	1010 0182	원예특작과학원	Post. Dr	박사	2003	병리학	고려대
	강갑수	1080 0067	충원종묘	대표이사	박사	1991	원예학	경상대
	안영순	1081 0695	뉴란	대표이사	학사	1983	원예학	서울대
	전병문	1009 7674	문산토	이사	박사	1993	원예학	충북대
	김 수	1082 5458	원예특작과학원	Post. Dr	박사	2009	원예마커	고려대
	나해영	1017 9867	목포대학교	전임교수	박사	2007	원예학	서울대
	박기환	1015 1097	농촌경제연구원	연구원	박사	2005	생물자원 경제학	교토대
유성준	10105038	세종대학교	교수	박사	1996	바이오인 포매틱스	시라큐스 대	
제1세부 위탁	박상민	1100 7689	에이탑컨설팅	이사	석사	1999	경제학	인하대
	김상범	1103 0210	에이탑컨설팅	책임	학사	1996	환경공학	안동대
	엄의흠	1065 6766	에이탑컨설팅	책임	공학박사	2006	화학공학	단국대
	조성암	1109 5459	에이탑컨설팅	선임				

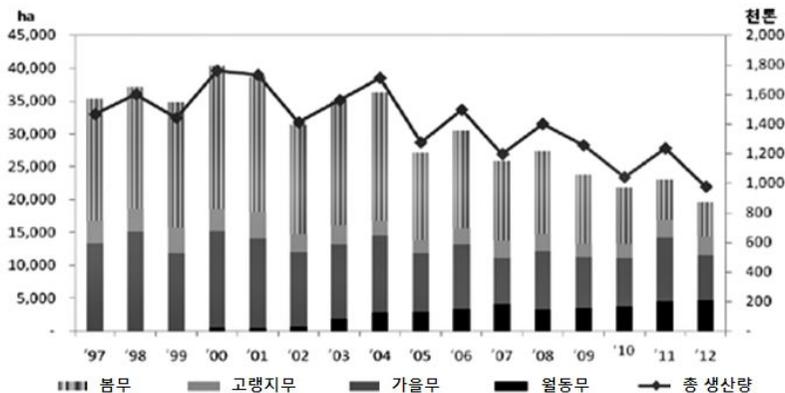
제 2 장 국내외 동향 및 환경 분석

제 1 절 국내외 시장현황 및 전망

1. 국내 시장동향

□ 생산동향

- 무 재배면적은 가격 등락에 따라 증감을 반복하는 가운데 2000년에 약 4만 ha를 기록한 이후 2006년 3만 ha, 최근 평년은 2만 4천ha로 감소 추세를 나타냄
- 2012년 재배면적은 전년보다 15%감소한 1만 9천 600ha로 추정되며, 고랭지 무 면적은 지난 2년간 가격이 높아 전년보다 5% 늘었으며 월동무는 태풍 피해를 입은 당근, 감자 등에서 대파되어 전년보다 6%증가³⁾
- 봄무와 가을무는 전년 출하기 가격 하락으로 각각 16%, 30% 감소한 것으로 추정



[그림 2-1] 무 재배면적과 생산량 동향

- 봄무 재배면적은 월동무 재배면적이 증가함에 따라 감소추세를 보이고 있으며, 고랭지무는 2001년 천 ha로 최대면적을 기록하고 2009년은 최저면적인 2천 ha
- 가을무는 2000년 1만 5천 ha에서 2012년 6,826ha로 연평균 6% 감소했는데 이는 봄무와 마찬가지로 월동무 재배면적 증가의 영향으로 판단되며, 월동무는 2000년대 초반 제주도를 중심으로 재배가 시작된 작형으로 2000년 500ha에서 해마다 크게 증가하여 2012년 최대면적인 4,732ha로 추정됨

3) 2012 생산량은 농업관측센터 추정치임. 월동무는 행정통계를 이용했으며, 봄무는 월동무를 제외한 수치임. 자료: 통계청, 제주특별자치도청

- 무 10kg 생산량은 재배기술 발전으로 2000년대 초반 4,447kg에서 2010년에는 588kg이 증가한 5,034kg 수준을 보였으며, 2012년 무 단수는 작황이 좋았던 전년보다 7% 감소한 10a당 4,993kg으로 추정
- 작형별 단수에서 봄무는 상대적으로 변동이 적은 편이나 고랭지무와 가을무, 월동무의 연도별 단수 증감폭이 큰 것으로 나타났으며, 이는 최근 잦아진 태풍, 고온, 강우, 한파 등 기상의 영향을 받기 때문

[표 2-1] 한국 무 재배면적 및 생산현황

(단위: ha, 천 톤)

구분		1997	2001	2005	2007	2008	2009	2010	2011	2012
전체	재배면적	35,313	38,751	27,130	25,835	27,308	23,780	23,891	23,068	19,553
	생산량	1,463	1,732	1,277	1,194	1,402	1,256	1,039	1,237	976
봄무	재배면적	18,551	20,613	13,234	12,077	12,554	10,513	8,582	6,151	5,137
	생산량	602	715	452	418	450	362	305	150	124
고랭지무	재배면적	3,381	4,017	2,072	2,596	2,564	2,042	2,161	2,713	2,858
	생산량	100	113	64	86	76	59	55	75	82
가을무	재배면적	13,381	13,689	8,854	7,162	8,948	7,771	7,473	9,748	6,826
	생산량	761	882	579	459	675	624	473	717	500
월동무	재배면적	-	432	2,970	4,000	3,260	3,454	3,675	4,456	4,732
	생산량	-	22	182	231	201	211	206	291	270

- 생산량은 재배면적 감소에 따라 지속적인 감소 추세를 보이고 있으며, 2000년 176만 톤에서 2012년 생산량은 연평균 5% 감소한 97만 6천 톤으로 추정되는데 이는 전년과 평년보다 21% 적은 수준임
- 2012년 작형별 생산량은 면적 감소로 봄무가 전년보다 18% 적은 12만 4천 톤이고 가을무는 전년보다 30% 적은 50만 톤으로 추정되며, 고랭지무는 면적과 단수 증가로 전년보다 10% 많은 8만 2천 톤이고, 월동무는 재배면적이 증가했으나 단수가 감소하여 생산량은 전년보다 7% 적은 27만 톤으로 추정
- 국내 무 종자 수입량은 증가 추세, 수출량은 급속히 감소되는 추세임
 - 무 종자 생산량: 589.1톤(국내 120.7톤, 해외채종 14.7톤)
 - 수입량 : ('00년) 3,127천불 → ('05) 3,804천불 → ('10) 3,749천불
 - 수출량 : ('00년) 6,389천불 → ('05) 4,391천불 → ('10) 3,836천불
 - 주요 수출대상국은 일본으로, 20009년의 경우, 일본 수출액인 2백6십만 불에 달함

[표 2-2] 한국 무종자 국가별 수출실적

(단위: 천 불)

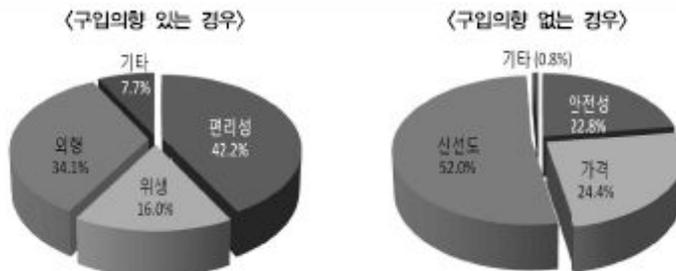
국가	2009년 수출액(비율)
일본	2,597(62.9)
인도	556(13.5)
계	4,127

자료: 종자산업의 동향과 국내 종자기업 육성방안

- 현재의 무 품종으로 무리 없이 재배되고 있으며, 특별한 형질 개량이 요구되고 있지 않은 상황으로, 일부 품목은 가격 경쟁이 심한 상태
- 국내 3-4개 소규모 회사들이 일본 등 해외에 무 종자를 수출할 품종을 육성 중이나, 인력과 경제력 등에서 어려움에 직면

□ 소비동향

- 1인당 무 소비량은 생산량 감소에 따라 2000년 37.4kg에서 2012년 19.8kg으로 연평균 5%의 감소율을 나타내고 있으며, 이는 식생활의 서구화에 따라 김치를 비롯해 무를 이용하는 요리의 소비량이 꾸준히 감소하였기 때문
- 농업관측센터 소비자 조사 결과, 수확 후 세척되어 출하되는 '세척무'(현재 제주도에서 출하되는 월동무가 해당)의 가격이 세척하지 않은 '일반무'(월동무를 제외한 봄, 고랭지, 가을무)와 비슷하거나 다소(10% 내외) 높을 경우, '세척무 구입의사가 있다'고 응답한 비율이 61%, '세척무 구입의사가 없다'가 39%로 나타남
- 편리성 등을 이유로 세척무에 대한 소비자들의 구매 의향이 높은 것으로 조사되어 향후 월동무 이외 작형의 무도 세척 후 출하하는 방안을 모색해 볼 필요가 있음

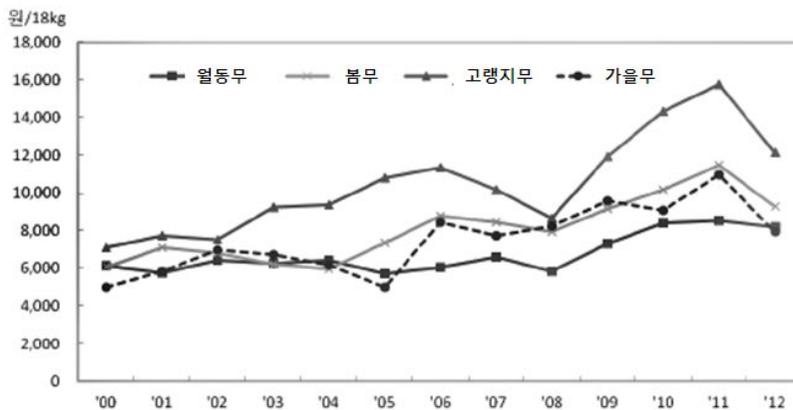


[그림 2-2] 세척무 구입의향 여부의 이유

자료: 농업관측센터 소비자 조사치(2013년 1월)

□ 가격동향

- 무 연평균 실질도매가격은 재배면적과 생산량이 감소함에 따라 2000년부터 2012년까지 연평균 2%의 상승 추세를 보이고 있음
- 작형별, 연도별 평균가격은 모든 작형의 가격이 상승 추세인데 그 중 월동무의 상승폭이 가장 작고 고랭지무가 가장 큰 폭으로 상승하는 것으로 나타났으며, 봄무와 가을무는 가격 상승추세가 비슷한 양상을 보임⁴⁾
- 연도별 가격이 변이계수를 살펴보면 봄무와 월동무는 2005~2008년 각각 0.38, 0.29에서 2009~2012년에 0.42, 0.33으로 다소 높아졌고 고랭지무와 가을무는 동기간 각각 0.32, 0.48에서 0.6, 0.59로 변동폭이 특히 큰 것으로 나타남
 - 여름과 가을철 고온, 태풍, 집중호우 등 잦아진 기상 이변으로 수요 대비 공급 변화율이 커졌기 때문



[그림 2-3] 무 작형별 실질 도매가격 변화(3개년 이동평균)

□ 수급전망

- 2012년 월동무 추정 재배면적은 4,732ha로 작년보다 6%, 평년보다 28% 증가한 것으로 조사되었으며, 단수는 파종지연으로 생육이 좋지 않아 전년보다 13%, 평년보다 5% 감소한 5,711kg/10a로 추정되고, 월동무 생산량은 27만 톤으로 작년보다 7% 감소하고 평년보다 21% 증가할 것으로 추정

4) 실질가격은 명목가격을 생산자물가지수(2005=100)로 디플레이트한 수치이며, 1~5월 월동무, 6~7월 봄무, 8~10월 고랭지무, 11~12월은 가을무 출하기로 구분 하였음. 자료: 서울시농수산식품공사

- 2013년 무 재배 면적은 2012년과 비슷한 수준인 19,586ha로 전망
 - 2013년 봄무 재배면적은 월동무 재배면적 증가로 가격 약세가 예상되어 2012년보다 7% 감소할 것으로 전망
 - 고랭지무의 재배면적은 최근 몇 년간 면적 증가와 가격 불안정성으로 전년보다 16% 감소하고 평년과 비슷한 2,409ha로 예상되고 가을무는 2012년 출하기 가격이 크게 높아 전년보다 15% 증가한 7,839ha로 추정

[표 2-3] 2012년 월동무 생산량 추정 (단위: ha, kg/10a, 톤, %)

구분		재배면적	단수	생산량
2012		4,732	5,711	270,221
2011		4,456	6,538	291,333
평년		3,710	6,015	223,136
증감률	작년대비	6.2	-12.7	-7.2
	평년대비	27.6	-5.1	21.1

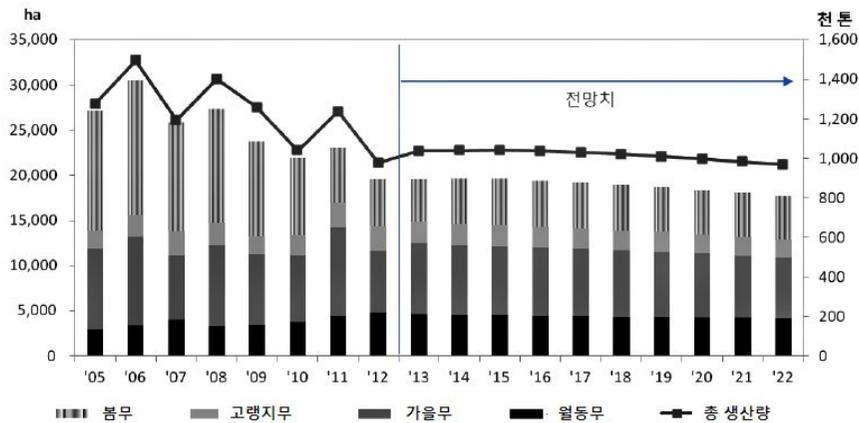
주: 식재년도 기준이며, 평년은 2007~2011년 최대, 최소를 뺀 평균
 자료: 농업관측센터 추정치, 제주특별자치도청

- 무는 수입과 수출이 미미하고 국내 생산량에 따라 수급과 가격이 결정되고 있으므로 FTA에 따른 관세 감축효과의 영향은 없을 것으로 판단됨
- 국내 생산량만을 고려한 중장기 수급 전망을 분석한 결과 무 재배면적은 2013년 이후 연평균 1% 감소하여 2022년에 17,725ha가 될 것으로 전망됨
- 무 생산량은 2013년 103만 7천 톤에서 2017년 103만 톤, 2022년은 96만 9천 톤으로 2013년 보다 각각 1%, 7% 감소할 것으로 전망
- 1인당 소비량은 2013년 평균 20.7kg에서 연평균 1%가 감소하여 2022년 18.8kg 수준이 될 것으로 전망

[표 2-4] 무 수급 전망

구분	단위	2012	전망		
			2013	2017	2022
재배면적	ha	19,553	19,586	19,181	17,725
생산량	천 톤	976	1,037	1,030	969
1인당 소비량	kg	19.6	20.7	20.3	18.8

주: 전망치는 한국농촌경제연구원



[그림 2-4] 무 재배면적 및 생산량 장기 전망

□ 무 종자 해외 채종 비율 및 자급률(2010년)

- 무는 총생산량이 채소 중 가장 높고 해외 채종량도 가장 높으나 타 작물에 비해 상대적으로 낮은 해외 채종률을 나타냄
- 총 543,233kg의 생산량 중 수출량이 277,563kg, 순수입량이 108,975kg으로 약 60%의 자급률을 나타내어 타 채소종자와 비교하여 낮은 수준을 보임

[표 2-5] 해외 채종 비율과 종자 자급률(2010년)

(단위 : kg, %)

작물	총생산량(A)	수출량(B)	A-B	순수입량(C)	자급률 C/(A-B)
무	543,233	277,563	265,670	108,975	59.0
	총생산량	국내생산	해외채종	해외채종율	
	589,105	120,690	468,416	79.5	

□ 국내 시장 점유율

- 1위의 종자회사는 농우바이오이며, 해외 4개 현지법인과 연구소를 보유하고 있음
- 2011년 매출액 560억 원으로 국내 종자시장의 25%를 점유
- 중국, 인도네시아, 미국, 인도에 현지법인을 설립하여 해외시장에 진출하고 있으며, 총 매출액 중 수출 비중이 30%를 차지
- 국내 시장의 정체에도 불구하고 고기능성 신종자개발 및 시장 확대로 내수시장에서의 영향력을 유지하고 있음

- 국내 종자회사 중 동부광한농(주)는 Monsanto Korea의 채소종자 부분을 인수
 - 동부그룹은 채소 시장의 종자에서 최종 산물 판매까지의 횡적 통합을 시도하고 있으며 Monsanto의 연구인력, 소재, 흥농 브랜드를 인수하여 채소종자시장에서 두각을 나타내고 있음
- 아시아종묘(주)는 생명공학육종연구소, 남부육종연구소 등의 국내 연구소와 인도 벵갈로 육종연구소를 중심으로 내수 및 수출용 품종을 개발하고 있음
 - R&D본부에서는 60여명의 육종 연구개발 인력과 생명공학 연구개발 인력이 종자 개발 연구를 추진 중이며, R&D에 매년 매출액 대비 20%이상을 투자

□ 국내 농작물 종자산업 규모

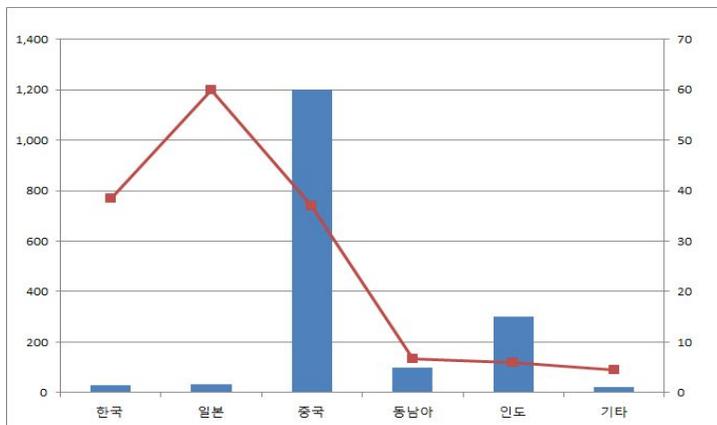
- 약 2,000억 원으로 파악, 농업 부문의 저성장으로 2000년 이래 시장 규모는 정체상태
- 채소 종자 산업에서 중소 및 개인 사업자 참여가 확대되고 있으나, 영세한 판매·생산업체가 대부분임
- 채소 종자기업수는 2011년 185개⁵⁾로 증가하였으나 대부분 영세한 수준으로 영농 조합 형태가 많으며, 유전자원 관리, 신품종 육성 등의 기술력을 가진 업체는 소수에 불과함

5) 자료: 국립종자원, 2011년 9월 현재 채소 종자업 등록업체 현황

2. 국외 시장동향

□ 무 시장 동향

- 채소 종자 시장규모 중 세계 11위. 약 1,122톤 수준이며 금액은 130-155백만불로 추정되며, 주도권을 갖고 있는 국가는 아시아의 중국, 인도, 유럽의 스페인
 - 2020년 전세계 시장규모는 약 383백만 불로 성장 예상 (자료:context 2020 outlook)
- 2010년 현재 약 1500억 원 규모인 무 종자 시장에서는 중국 시장이 급격히 성장하여 약 367억 원 규모의 시장을 형성하고 있으며, 향후에도 교배종으로의 전환에 따라 중국 시장이 급격히 확대될 전망
 - 무 생산의 대부분은 중국을 비롯한 아시아 지역에서 이루어지며, 시장 규모 면에서도 아시아 지역이 대부분을 차지함
 - ※ 아시아 지역에서 무의 재배면적은 약 150만ha 정도로, 중국이 그 중 120만ha를 차지



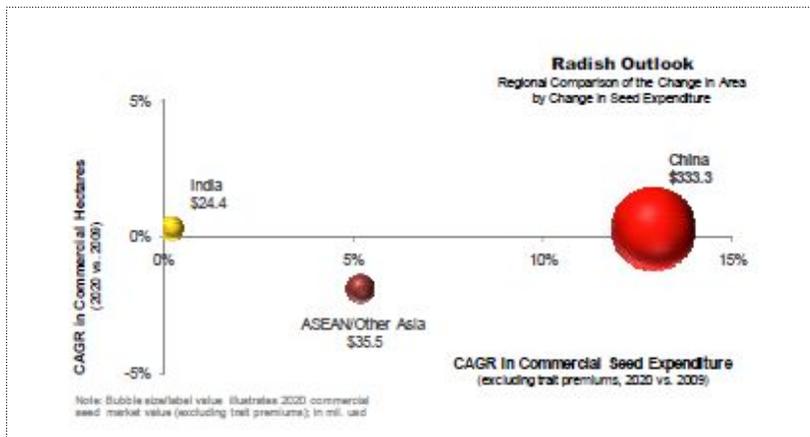
자료: 종자업체 제공자료

[그림 2-5] 무 종자 지역별 시장규모

- 무 품종 개발은 주로 한국과 일본을 중심으로 진행되고 있으며, 다른 국가들은 아직 1대 잡종 품종 육성을 본격적으로 시도하지 못하고 있음
 - 일본 및 다국적 회사들은 중국 시장을 목표로 현지 연구소에서 직접 육종 수행
 - 무 품종 첨단 육성 기술은 일본과 한국을 제외한 다른 나라에서는 연구가 미미한 상황이며, 분자마커를 개발하여 육종에 응용하고 있고 소포자 배양 및 내병성 실험을 통해 육종가들에게 정보를 제공하고 있음

□ 대륙별 종자 시장

- 채소종자산업은 종자산업 중에서 가장 복잡하고 세분화된 분야로, 전반적인 시장규모가 증가 추세임
 - 상업용 채소종자 시장은 2011년 현재 약 5조 5천억 원으로 추정되며, 2020년에는 9조 6천억 원까지 성장할 전망 (연평균 성장률 7%)⁶⁾
 - 인구의 증가와 함께 개인당 소득의 증가 및 건강에 대한 관심이 증대됨에 따라 채소 소비도 지속적으로 증가 추세이며, 이에 따라 종자 시장규모도 증가
- 전세계 채소종자 시장규모는 58억 USD(약 6조 3800억) 유럽 및 아시아가 전체 시장의 70% 점유



[그림 2-6] 세계 종자 산업 동향

- 유럽과 북미 지역은 안정기에 접어든 성숙기 시장으로, 총 2조 7천억 원의 시장을 형성하고 있음
 - 유럽과 북미에서는 대부분의 채소종자에서 교배종으로의 전환이 완료되어 종자 가격이 상당히 높은 고단가 시장이며, 글로벌 업체의 점유율이 높음
 - 향후, 유럽/북미 지역에서의 채소 수요가 개발도상국으로부터의 수입으로 충족되는 비중이 증가하면서 종자 소요량은 줄어들 전망
- 2020 outlook Major Vegetable Crop Seed Markets(2010)에 따르면 2020 상업용 채소종자시장 성장의 주요 원인은 종자가격의 상승효과(54%)이며, 이밖에도

6) 시장규모 : 종자업체 제공자료를 기반으로 최신 통계 데이터를 적용하여 추산.
연평균성장률 출처: 2020 Outlook • Major Vegetable Crop Seed Market, 2nd ed.

재배면적 증가효과(20%), 교배종으로의 전환효과(16%)에 의해서 시장이 성장 될 것으로 예측

- 뿌리채소 (양파, 당근, 무)의 일인당 소비량은 선진국에서는 정체상태이며, 다른 지역에서는 지속성장 중으로 향후 종자 단가가 오를 전망
 - 선진국 시장에서 뿌리채소 종자는 육종/생산 업체에서 농가로 직접 유통되는 경향이 나타남
 - 아시아와 동유럽 지역의 경우, open pollinated (방임 수분) 종자에서 F1 하이브리드로 전환 가능성 높음
 - 하이브리드 무 종자 품종이 아시아, 특히 중국에서 서서히 적용되고 있음
- 아시아의 무 재배면적은 약 100만~150ha 정도이며, 2011년 총 1500억 원의 신흥 시장으로, 향후 가장 큰 시장으로 성장할 것으로 예상됨
 - 무 재배 면적은 거의 증가하지 않은 상태로 지속되고 있음
 - 한국과 일본을 제외한 국가들에서 고품질 F1 종자시장의 비율이 증가하고 있음
 - ※ 일본 및 다국적 회사들은 중국 시장을 목표로 현지 연구소에서 직접 육종 수행
 - 특히 중국과 인도 시장은 기존 재래종에서 교배종으로 급격하게 전환되는 추세로서 시장규모도 급증할 것으로 예상됨
 - ※ 인도 등 동남아 국가들은 대부분 고정종인 남방계와 미농조생계 무를 재배하고 있으나 F1품종과 만추대 품종의 요구가 확대
 - 병해충이 가장 큰 위협 요소이며 온난화, 물 부족 등이 생산성에 위협이 됨
 - 교배종과 GM종자의 확대에 기인한 품질향상 등으로 생산성은 증대

[표 2-6] 전세계 채소종자 시장규모

(단위 : 백만ha, 억US\$)

	아시아	유럽	중동/ 아프리카	북미	중남미	합계
면적	17.1	3.9	2.8	1.9	0.9	26.6
시장규모 (채소종자)	21.1	18.6	5.9	9.6	2.8	58.0

□ 중국 무 시장 동향

- 2010년 현재 중국 무 종자의 시장규모는 약 367억원(7) 규모로 추정되며, 재배면적은 120만ha로 정체 상태이나 F1품종 전환과 단가 상승을 통해 시장규모 급증 예상
 - 중국의 무 종자 총 소요량은 약 2천톤으로 추정되며, 평균 단가는 15불/kg
- 중국의 무 종자 시장은 봄 무, 여름 무, 가을 무, 월동 무 등 재배시기와 청수, 백수 등 무 형태에 따라 다양한 로컬 타입의 시장으로 세분화되어 있음

구분	재배면적 (ha)	교배증진 환율(%)	생산량 (kg)	가격/kg	생산액 (US\$)	생식용 생산량(톤)	전망
봄무	47,900	95	87,560	128	11,207,680	3,592,500	증가
여름무	12,333	95	22,199	200	4,439,800	924,975	증가
가을/겨울무	791,967	3	185,031	48	8,881,488	59,397,525	증가
열대성무	253,000	1	758,900	7	5,312,300	10,120,000	현수준 유지
가공용무	13,200	10	26,400	15	387,473	198,000	현수준 유지
총합계	1,118,400		1,080,090	25	30,228,741	742,333,000	

- 배추와 비슷한 시장 상황으로, 대부분의 면적이 아직 매우 싼 가격의 로컬 품종들임
- 백수계/청수계/남방환형 무 품종이 주를 이루고 있으며, OP 시장이 주를 이루고 있으나 F1 품종이 확대되고 있음
- 백수계 무는 중국에서 가장 많이 재배되고 선호되는 무 형태로 근피가 매끈하고 내부색이 순백색 품종이며, 봄 백수계 무는 중국 중부와 남부 지역에서 재배
- 청수계 무는 주로 중국 북방지역에서 많이 재배되며, 한국형 봄무와 일본형 봄무가 도입되어 산동성 및 동북3성 지역에서 주로 재배됨
- 작형이 점차 세분화되고 있어 이에 적합한 품종이 요구되고 있으며, 중국 회사들의 무 육성기술 수준은 낮은 편임
- 추대를 안정시켜 주년 생산을 가능하게 하는 품종의 개발이 필요하며, 전체 시장에서 5~10% 정도는 추대 저항성 품종으로 전환되고 있음
 - 전반적으로 고정종에서 F1품종으로 전환되는 추세이며, 봄무의 경우 이미 F1 품종이 주를 이루고 있음

7) 종자업체 제공자료

- 남부 지역의 주 타입인 남방 환엽계 시장의 경우, 교배종으로 급격히 변화 중이며, 이에 따라 가격과 시장 규모가 급증하고 있음
- 가을무의 경우, 저가 고정종이 대부분이지만, 이 중 10% 정도가 청수청육형의 봄무 재배 작형으로 변경될 것으로 예상



- 일본 업체와 국내 업체가 다수 진출하여 시장을 확대해 가고 있으며, 주로 봄무 종자 시장에서 수입산의 비율이 높은 편임
 - 봄무 백수계 품종의 경우, 한국계 회사인 대일과 세농의 시장 점유율이 높으며, 청수계 품종에서는 일본 업체인 Tohoku사가 주도
- 중국은 자국 시장을 개발하기 위해 중국 종자공사 주관으로 각 성에서 무 품종 육성 연구를 추진 중
- 주로 만추대성이 포함된 품종의 요구가 크며, 근피와 근형에서 원예적 특성을 가진 비대력이 우수한 품종 필요

중국 여름무 시장	<ul style="list-style-type: none"> • 순백무 	<ul style="list-style-type: none"> • 백색의 근피 및 매끄러운 근피 • 우수한 뿌리형성 • 뿌리길이 : 26~30cm • 내열성, 비균열 및 비측근형성 • 고재식밀도 및 수직형 잎형 • 바이러스 저항성, 공동증상강, 흑심증상강 • 생육후기 근형 안정성 중요
중국 가을 및 겨울무 시장	<ul style="list-style-type: none"> • 순백무 	<ul style="list-style-type: none"> • 만추대성 • 저온에서 우수한 뿌리생육 • 생육후기 근형 안정성 중요 • H 뿌리형태, 30cm 길이 및 순백무 • 비균열 및 비측근형성 • 수직형 잎형, 고재식밀도, 용이한 재배

중국 재래종 및 남방계 시장	<ul style="list-style-type: none"> • 대부분 Op 시장임, F1 시장으로 전환 된다면 시장성이 아주 큰 작형임 • 청피계 품종, 순백무, 대륙홍환, 백색근피에 속은 붉은품종, 근피가 붉은 품종 	<ul style="list-style-type: none"> • 단지형, 부부 OP 시장임, F1시장으로 전환된다면 시장성이 아주 큰 작형임 • 비대가 빠르고 저장성이 좋은 품종(중국 청피) • 근피는 청색이나 • H 뿌리형태, 30cm 길이 및 순백무 • 바람들이가 낮은 품종 및 비축근형성, 저장성이 강하고 재배가 용이한 품종
-----------------------	---	--

○ 목표시장 및 특성

중국		한국 s&o	
구분	주요 대상형질	강점	기회
봄무	<ul style="list-style-type: none"> • 조숙성 • 추대 저항성 • H뿌리형태 • 고수량 	<ul style="list-style-type: none"> • 선도적인 위치 • 강한 육종 및 산업강력 • 강한 지역분포네트워크 • 다양한 생산시기 및 경력 	<ul style="list-style-type: none"> • 경제성장 • 시장수요증가 • 부가가치 형질 • 100% 집중시장 • 고가
여름무	<ul style="list-style-type: none"> • 내열성 • 고수량 		

□ 일본 무 시장 동향

- 일본의 무 종자시장은 고단가 시장으로 소비량과 생산면적이 안정적으로 유지 될 것으로 예상되어 시장규모는 현재 수준에서 큰 변화가 없을 것으로 전망됨

구분	재배면적 (ha)	교배종전 환율(%)	생산량 (kg)	가격/kg	생산액 (U\$)	생식용 생산량(톤)	전망
봄무	4,890	100	7,970	931	7,423,000	237,000	현수준유지
여름무	6,840	100	15,937	900	14,343,300	249,000	현수준유지
가을/겨울무	23,200	99	76,560	460	35,217,600	1,006,000	현수준유지
총합계	34,930		100,467	567	56,983,900	1,492,400	

- 일본의 무 종자 시장규모는 약 152억 원이며, 종자 소요량은 약 100톤 정도로 추산됨
- 일본 봄/여름무의 경우 종자 생산단가가 가을무 품종에 비해 약 2배가량 높고, 가을무는 재배 면적 및 종자 소요량은 많으나 단가가 봄 무에 비해 낮음

- 최근 일본 회사 자체 품종들이 강세를 보이고 있는 상황으로, 주요 선도업체는 Mikado Kyowa, Seminis(現몬산토) 등이며, 국내 업체들도 상당량을 수출하고 있음



- 일본에서는 큰 회사들을 중심으로 무 육종을 추진하고 있으며, 중국 시장을 주요 목표로 하여 현지에서 직접 육종을 수행
 - 최근 육성가를 양성 중이며, 융성불임을 이용한 품종 육성이 일반화되고 있음
- 근피, 근형 등 원예적 특성 요구도가 높은 상황이며, 만추대성과 위황병 내병성이 요구

	봄무	여름무	가을무	겨울무
주요종자 회사(일본)	Mikado, Kyowa	Sakata, Tohoku장	Takii	Sakata, Kaneko, takii
외국계종자회사	동부, 신젠타(신젠타는 육종프로그램을 중단하였으나 기존에 개발된 품종을 판매)	신젠타, 동부팜 한농	신젠타, 동부팜 한농, 농우	신젠타, 동부팜 한농
파종시기	11월~3월	4월~8월	10월~12월	9월~12월
수확시기	3월~5월	6월~10월	1월~4월	1월~4월
종자가격	JPY 73,600/kg	JPY 60,300/kg	JPY 43,000/kg	JPY 45,000/kg
수확량	4.7톤/10a	5톤/10a	4.4톤/10a	4.9톤/10a
시장 요구도	만추대성, 복합내병성(Fusarium Yellow, BW, Verticillium)	만추대성, 복합내병성(Fusarium Yellow, BW, Verticillium)	식미성, 복합내병성(Fusarium Yellow, CR)	내한성, 복합내병성(Fusarium Yellow, CR)

○ 목표시장 및 특성

일본		한국 s&o	
구분	목표특성	강점	기회
봄무	<ul style="list-style-type: none"> 조숙성 만추대성 H뿌리형태 빠른 근미매침 매끈한 근피 늦은 바람등이 	<ul style="list-style-type: none"> 시장의 리더 높은 브랜드 가치 다양한 2차시장 다양한 유전 자원 확보 원종 및 원원종 증식 경험 강함 다양한 교배종(F1)생산 경험을 가지고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 유전 자원 확보 시장가치 창출 여름무의 봄시장 진출 근수부 녹색 봄무
여름무	<ul style="list-style-type: none"> 조숙성 만추대성 H 뿌리형태 매끈한 근피 늦은 바람들이 생리장해강(적심, 흑심) 빠른 근미매침 		
가을/ 겨울무	<ul style="list-style-type: none"> 조숙성 늦은 바람들이 뿌리형태 빠른 근미매침 매끈한 근피 내한성 		

참 조

일본무 주요 정보(99% in Open fields)

□ **주산지** : Kanto, Nigata, Tohoku, Kyushu, Hokkaido

○ 총 재배지의 57%를 차지하는 주요현은 Hokkaido, Aomori, Chiba, Miyawaki, Kimamoto, Niigata, Ibaraki, Fukushima, Gunma, Kanagawa

- 평균 재배농가 규모는 0.3ha 이하

○ 재배작물의 윤작은 다른 작물의 수확시기에 의해 결정됨

- 봄 : 당근, Bunching onion, 양배추, 여름 : 당근, 양배추, 단옥수수, 상추

- 가을/겨울 : 고구마, 토란, 땅콩

□ **평균 종자가격** : 도메가(\$117/kg, 한국 수출가) → 재배자(\$590/kg : ¥100/\$)

□ **재배면적 지속적인 감소(2%), 수입량은 전체생산의 0.1%**

○ 재배면적 감소의 주원인은 식생활의 서구화로 소비 감소, 품종의 개량과 재배의 성력화로 생산성 증가

□ **관계시설** → 기본적으로 관계를 하지 않으나 가물 경우 파이프를 물을 공급

○ 해변지역에서는 겨울과 초봄에 터널재배를 함

○ 계절별 재배기간(파종후 수확까지 일수): 늦봄~여름(55~65일), 가을(65~80일), 겨울~초봄(90~120일)

□ **재배방법**: 손과 기계로 파종

○ 10a 당 재식밀도 : 5,500~7,000 주

○ 못자리 준비의 기계화와 균일하고 양질의 심토 사용이 요구됨

□ **수확 및 판매**

○ 손수확(기계수확은 Hokkaido에도 이루어짐)

○ 10kg 박스당 8~12개의 신선무의 판매

○ 윤작 : 토양병의 방제를 위해 5년 주기로 윤작을 하는 것이 바람직함. 북해도의 경우 20년 전 위황병이 심하여 재배를 거의 할 수 없어 밀, 비트 메밀 등 작물을 돌아가면서 재배함

□ 기타 지역 무 시장 동향

- 인도와 동남아 지역의 전체 무 재배면적은 약 350,000ha이며, 종자 시장규모는 130억 원으로 추정됨⁸⁾
- 인도와 동남아의 무 종자 시장은 고정종에서 F1 품종으로 전환되고 있는 상태로, 봄 무와 남방계 품종이 주를 이루고 있음
 - 교배종 전환에 따라 가격과 시장규모도 급속히 증가할 것으로 전망됨(연평균성장률 15%)
 - 인도 등 동남아 국가들은 대부분 고정종인 남방계와 미농조생계 무를 재배하고 있으나 F1품종과 만추대 품종의 요구가 확대

서남아시아 시장	백피계 판엽계, 순무형태의 무 및 가공용 시장	<ul style="list-style-type: none"> • 근피가 깨끗한 품종 • 비대가 빠른 품종 • 바람들이 늦은 품종 • 세균성 흑반병 등 내병성이 있는 품종 • 수량성이 많은 품종 • 내서성이 있는 품종 • 밀식이 가능한 품종
서동아시아 시장	백피계 판엽계, 순무형태의 무 및 가공용 시장	<ul style="list-style-type: none"> • 근피가 깨끗한 품종 • 비대가 빠른 품종 • 바람들이 늦은 품종 • 세균성 흑반병 등 내병성이 있는 품종 • 수량성이 많은 품종 • 잎이 짧고 밀식이 가능한 품종

- 일본 다키이, 대만 농우회사에서 동남아용 무 수출을 하고 있으나 고정종 보다 나은 수준이며, 점차 고품질이 요구됨
- 유럽형 무는 주로 샐러드용인 20일무로 F1과 고정종 모두 유럽계 회사와 일본 회사에서 개발한 품종이 재배되고 있음
- 목표시장 및 특성

기타		한국 s&o	
구분	주요 대상형질	강점	기회
가공용무	<ul style="list-style-type: none"> • 가격경쟁력 • 고수량 • 균일성 • 조숙성 • 안정적인 공급체계 	<ul style="list-style-type: none"> • 선도적인 위치 • 충분한 산업경력 • 다양한 생산시기 및 경력 	<ul style="list-style-type: none"> • 경제성장 • 큰 2차시장 지역 (서아시아 및 서동아시아) • 동일한 시장요구 • 교배종전환

8) 종자업체 추정치

제 2 절 국내외 기술동향 분석

1. 기술개발 동향⁹⁾

□ 국내 무 품종개발 기술

- 가장 앞서 있는 국가는 일본과 한국으로, Sakata, Mikado Kyowa 등의 종묘 기업은 무 유전자원 보유 수준이나 분자 육종 기술이 세계 최고 수준이며, 국내 기업도 유사한 수준임
- 국내 무 품종 육성기술은 세계 최고 수준으로 민간 회사 및 민간 육성가들이 일본, 중국 시장을 개척하기 위해 경쟁하고 있음
- 옹성불임성과 자가불화합성을 이용한 F1품종 육성 및 분자육종기술은 세계 최고 수준임
 - 무 옹성불임성 선발 마커가 엽록체(전남대)와 미토토콘드리아(동부한농, 국립원에 특작과학원)로부터 개발되었음
- 특히, 소포자 배양기술을 확보함으로써 품종 개발에 소요되는 기간을 단축하였음
 - 2007년부터 무 소포자 배양 실험을 실시하여 2009년부터는 선발된 배양 자원을 활용하여 효과적인 배양 조건을 규명하였음

□ 국내 중국용 무 품종 업체

- 소수이며 기존 품종보다 우수한 품종은 나오지 않고 있으나 국내 한 회사에서 육성한 품종이 고온기 재배에서 좋은 평가를 받고 있음
- 동남아 및 유럽형 무 품종 육성은 거의 하지 않고 있으며, 이미 개발된 미농무 계통을 수출

□ 국내 무 유전자원 현황

- 국내의 농촌진흥청과 각 종자회사에 상당수가 수집되어 있으며, 일본의 경우 약 600여점이 보고되어 있음
- 농촌진흥청의 농업유전자원센터에는 무 자원이 2,517점이 보고되어 있으며, 이중 1,133자원은 센터에서 직접 수집한 자원임

9) 농촌진흥청, 유전체 결과활용 기반 조사·분석·기획 보고서 (2011) 참조

- 국내 종자회사인 (주)농우바이오나 (주)동부한농 및 세종대학교는 각각 다양한 형질을 가진 무 계통 자원을 보유하고 있음
 - 주로 뿌리혹병 저항성, 위황병 저항성, 추대성, 내서성, 근피색소 등 품질관련, 기능성 물질 보유 등의 형질과 관련된 계통을 보유
- 국내 농진청 보유 무 유전자원은 특성조사가 체계적으로 이루어지지 않아 활용에 어려움이 있으며, 국내 종자회사의 무 자원은 육종 자원으로서도 좋지만 공공성 차원의 활용에 한계가 있는 상황
- 일본의 경우, 농업생물자원유전자뱅크(NIAS Genebank)에 무 자원 약 600여점이 보고되어 있으며, 이중 410종에 대해서는 특성 평가 데이터를 공개
- 무 유전체 해독 연구가 차세대바이오그린21사업에서 수행되고 있으며, 2012년 유전체 초안 완성을 목표로 하고 있음
- 해외의 경우, 일본에서 웅성불임과 병저항성을 중심으로 무 분자마커의 개발이 활발하게 이루어지고 있음
 - 2011년 일본 KUZASA DNA연구소의 Shirasawa 등은 무 EST를 기반으로 한 SSR 마커의 개발을 발표하였고, 일본 동북대의 Nishio 등은 SNP 마커의 개발을 발표

□ 국내 무 품종 육성

- 주요 종자회사와 국립원예특작과학원이 주도하고 있으며, 농진청의 국립원예특작과학원은 현재까지 중간모본으로서의 무 17계통을 공개하여 종자를 분양
- 농우바이오의 경우, 해외 수출을 위해 다음과 같은 품종개발에 주력

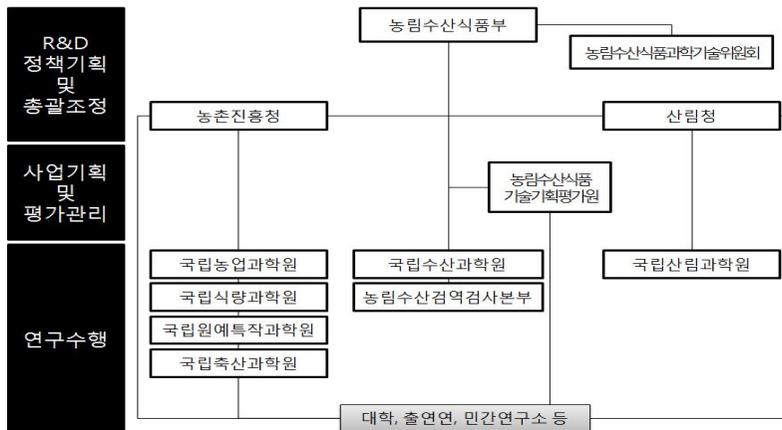
- 내병성(위황병, 연부병, 뿌리혹병), 만추대성 품종
- 중국 수출용 만추대성 홍피 및 청피 품종
- 수출용 백수계 및 남방계 품종개발
- 남방계 수출을 위한 내서성이 향상된 품종 개발
- 단맛이 높아 생식 가능한 품종 개발
- 기능성 물질(소화 촉진 및 해독작용)이 강화된 품종 개발

- 동부한농의 무 품종육성 현황은 다음과 같음

- 내병성(위황병, 뿌리혹병) 품종
- 중국 수출용 청피계, 백수계 품종
- 단맛이 높은 품종 개발
- 일본 수출용 품종육성
- 기능성 물질이 강화된 품종 개발

□ 국내 연구 체계

- 국내 무 종자산업 관련 농림수산식품과 관련된 R&D 정책의 추진 체계는 농림수산 식품부를 중심으로 구성됨
 - R&D와 관련된 정책의 기획 및 총괄 조정을 담당하는 부서는 크게 농림수산식품부와 농촌진흥청, 산림청으로 구분됨
 - 농림수산식품부는 각 부처간 의견조율을 하는 총괄부서로 역할을 수행하며 정책심의기구로 농림수산식품과학기술위원회를 산하에 두고 있음
 - 각 종자산업의 R&D정책은 농림수산식품부(수산, 검역검사), 농촌진흥청(농업, 식량, 원예특작, 축산 등), 산림청(산림)이 주관하고 있음
- 종자산업과 관련된 연구수행은 국책연구기관인 각 과학원과 민간연구기관인 대학, 출연(연), 민간연구소 등에서 수행되고 있음
- 농림수산식품기술기획평가원은 종자산업에 대한 전반적인 사업기획 및 평가관리를 수행
- 이 외에 관련 R&D조직은 지방자치단체의 농업기술원(도)과 농업기술센터(시군), 농촌진흥청의 농업실용화 재단 등이 존재함



[그림 2-7] 국내 무 종자산업 R&D 추진체계

□ 연구개발 투자현황

- 본 조사에서는 “무 종자 개발”과 관련되며, 현재까지 수행된 과제를 조사 대상으로 함

[표 2-7] 조사 기간 및 과제 건수

검색어	검색 DB	조사 기간	Raw Data	Real Data
무, 종자 (제목 + 요약)	http://www.ntis.go.kr (국가과학기술지식정보서비스)	2002 ~ 현재	134	83

- 상기 도출된 핵심 검색어를 통하여 1,310건의 Raw Data를 선별하였으며, 검색된 과제 중에서 과제의 제목 및 요약을 중심으로 분석하여 총 83건의 과제를 추출하고 이를 이용하여 다음과 같은 표를 작성함
- “무 종자”와 관련된 국가 과제 수행기관 별 국가과제를 조사한 결과, 83건의 과제를 검색함
- 가장 많은 과제를 수행한 기관은 원예연구소이며, ‘무 고순도 복교잡종 조기 육성’ 및 ‘주요 채소 작물의 신품종 개발을 위한 분자표기 개발’에 대한 과제를 2002년부터 2007년까지 수행함
- 그 외 많은 논문을 수행한 기관은 농촌진흥청본청(농촌진흥청 포함 14건), 국립원예특작과학원(9건) 및 (주)동부하이텍(7건), (주)바이오브리딩연구소(6건)이며, 특히 농촌진흥청은 특허 및 논문에서 다출원/발행을 수행한 기관으로 무 종자 개발과 관련된 기술분야의 선두그룹임을 확인함
- 최근 5년 동안(2008~2012)국가과제를 수행한 기관은 농촌진흥청(14건), 국립원예특작과학원(9건) 및 (주)동부하이텍(4건)이며, 특히 2012년 과제는 품종개발과 관련된 과제가 집중적으로 수행되고 있음을 확인함

수행 년도	과제명	연구 책임자	과제수행기관	과제관리기관
2002	난지채소류 적품종 선발	문두영	제주농업시험장	농촌진흥청
	무, 배추 내병성 품종 육성	목일진	원예연구소	농촌진흥청
	무(Raphanus sativus L)의 자가불화합성 유전자 좌상의 유전자군 해석	노일섭	순천대학교	농림기술관리센터
	방사선이용 생물활성 증진효과 연구	김재성	한국원자력연구소	한국과학재단

	수출증대를 위한 고품질 위항병 저항성 무 품종 육성	이시우	(주)농우바이오	농림기술관리센터
	양성자빔을 이용한 화훼 및 채소작물의 고부가 신품종개발 및 변이체 해석	이광식	(주)뉴서울종묘	한국과학재단
	채소작물 유전자원 증식 및 이용형질 특성평가	박남규	농업과학기술원	농림기술관리센터
2003	무 고순도 복교잡종 조기 육성	윤무경	원예연구소	국립원예특작과학원
	무(Raphanus sativus L)의 자가불화합성 유전자 좌상의 유전자군 해석	노일섭	순천대학교	농림기술관리센터
	십자화와 유전자원 수집 및 이용연구	석순중	농업생명공학연구원	농업생명공학연구원
	양성자 빔 이용 화훼 및 채소작물의 고부가 신품종 개발 및 변이체 해석	이광식	(주)뉴서울종묘	한국과학재단
	채소작물 유전자원 증식 및 이용형질 특성평가	박남규	농업과학기술원	농림기술관리센터
2004	무 고순도 복교잡종 조기 육성	윤무경	원예연구소	국립원예특작과학원
	무, 배추의 돌연변이 유전자원개발 및 변이체 고정	이영일	(주)뉴서울종묘	농림기술관리센터
	신 채소 작물 배무채의 주요 형질 개선 및 쌈 채소로 연중 생산 연구	이수성	(주)바이오브리딩연 구소	농림기술관리센터
	양성자빔을 이용 화훼 및 채소작물의 고부가 신품종개발과 변이체 해석	이광식	(주)뉴서울종묘	한국과학재단
	유전자원 활용을 위한 자생나리의 고품질 개 화구 생산체계 확립	김규원	영남대학교	농림기술관리센터
2005	국내외 식물유전자원 수집, 다양성 확보연구	김창영	농업생명공학연구원	농업생명공학연구원
	무 고순도 복교잡종 조기 육성	윤무경	원예연구소	국립원예특작과학원
	무, 배추의 돌연변이 유전자원개발 및 변이체 고정	이영일	뉴서울종묘주부설기 술연구소	농림기술관리센터
	배추과 종속간 잡종식물의 발현유전자 분석	진용문	농업생명공학연구원	농업생명공학연구원
	배추과 채소의 융성불임성 품종 육성	윤무경	원예연구소	국립원예특작과학원
	신 채소 작물 배무채의 주요 형질 개선 및 쌈 채소로 연중 생산 연구	이수성	(주)바이오브리딩연 구소	농림기술관리센터
	재래종 유전자원의 특성평가 및 활용도 증진	강정훈	농업생명공학연구원	농촌진흥청
	전통 육종의 효율 극대화를 위한 분자생물학적 기술 개발	이수성	(주)바이오브리딩연 구소	농촌진흥청
	주요 채소작물의 신품종 개발을 위한 분자마커 개발	김기택	원예연구소	농촌진흥청
	채소작물의 GAP 재배지침서 작성	고관달	원예연구소	국립원예특작과학원

2006	고령지 수출 유망화훼 고품질 안정생산기술 개발	이종남	고령지농업연구소	국립식량과학원
	난지 고유채소의 기능성분 분석 및 상품 개발연구	장기창	난지농업연구소	농촌진흥청
	무 고순도 복교잡종 조기 육성	윤무경	원예연구소	국립원예특작과학원
	배추과 채소의 옹성불임성 품종 육성	박수형	원예연구소	국립원예특작과학원
	전통 육종의 효율 극대화를 위한 분자생물학적 기술 개발	이수성	(주)바이오브리딩연구소	농촌진흥청
	주요채소작물의 신품종 개발을 위한 분자마커 개발	김기택	원예연구소	농촌진흥청
2007	난지 고유채소의 기능성분 분석 및 상품 개발연구	장기창	난지농업연구소	국립원예특작과학원
	배무채 옹성불임성(CMS) 계통 개발 및 이를 이용한 복합내병성 1대 잡종 품종 육성	이수성	(주)바이오브리딩연구소	농림기술관리센터
	수출용 무 품종 육성 및 실용화 연구	안영순	(주)동부하이텍	농림기술관리센터
	전통육종의 효율 극대화를 위한 분자생물학적 기술 개발	이수성	(주)바이오브리딩연구소	농림기술관리센터
	주요채소작물의 신품종 개발을 위한 분자마커 개발	김기택	원예연구소	농촌진흥청
2008	국내 토착미생물 Serratia Gsm01 유래 신규 고분자 천연물질을 이용한 친환경적 cucumber mosaic virus(CMV) 방제기술의 산업화	임춘근	(주)파이오니아	농림기술관리센터
	중국 수출용 만추대, 내서성 무 품종 육성	안영순	(주)동부하이텍	농림기술관리센터
2009	감귤 신품종 육성 및 육종소재 개발	박재호	국립원예특작과학원	국립원예특작과학원
	국내 토착미생물 Serratia Gsm01 유래 신규 고분자 천연물질을 이용한 친환경적 cucumber mosaic virus(CMV) 방제기술의 산업화	임춘근	(주)파이오니아	농림수산식품기술기획평가원
	녹비작물 종자 대량생산 기술 확립	김민태	국립식량과학원	농촌진흥청
	민간육종 기술지원을 위한 채소작물의 MAS 기술개발	김기택	국립원예특작과학원	국립원예특작과학원
	배추과 작물의 수출, 내수 품종육성 및 육종기술 개발	박수형	국립원예특작과학원	농촌진흥청
	배추과 채소 품종 육성 및 육종 기술 개발	박수형	국립원예특작과학원	국립원예특작과학원
	배추과 채소의 종자산업 경쟁력 제고를 위한 생명공학 육종기술 개발	유희주	국립원예특작과학원	국립원예특작과학원
	비대칭 원형질체 융합을 통한 옹성불임 육종 자원 개발	성순기	(주)동부하이텍	농림수산식품기술기획평가원
	아프리카 해외농업기술개발	김재웅	농촌진흥청	농촌진흥청

	일본 수출용 청수 만추대 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종육성	강갑수	충원종묘	농림수산식품기술기획평가원
	중국 수출용 만추대, 내서성 무 품종 육성	안영순	(주)동부하이텍	농림수산식품기술기획평가원
	채소 신품종육성 및 이용촉진사업	김대영	국립원예특작과학원	농촌진흥청
2010	무(radish) 분자육종 시스템 구축을 통한 실용화 기술 개발	김성길	전남대학교	농촌진흥청
	민간육종 기술지원을 위한 채소작물의 MAS 기술개발	이혜은	국립원예특작과학원	국립원예특작과학원
	배추과 작물의 수출, 내수 품종 육성 및 육종 기술 개발	박수형	농촌진흥청	농촌진흥청
	배추과 채소 품종 육성 및 육종 기술 개발	박수형	국립원예특작과학원	국립원예특작과학원
	배추과 채소의 종자산업 경쟁력 제고를 위한 생명공학 육종 기술 개발	조명철	국립원예특작과학원	국립원예특작과학원
	비대칭 원형질체 융합을 통한 웅성불임육종 자원 개발	성순기	(주)동부하이텍	농림수산식품기술기획평가원
	수입대체 백수계 단무지 무 및 싹 전용무 품종육성	이광식	(주)코레곤	농기평
	아프리카 해외농업기술개발	김재용	농촌진흥청	농촌진흥청
	일본 수출용 청수 만추대 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종육성	강갑수	충원종묘	농림수산식품기술기획평가원
	중국 수출용 만추대, 내서성 무 품종 육성	안영순	(주)동부하이텍	농림수산식품기술기획평가원
채소 신품종육성 및 이용촉진사업	김대영	농촌진흥청	농촌진흥청	
2011	고랭지 채소신품종 육성 및 안정생산기술개발	김기덕	농촌진흥청 본청	국립식량과학원
	무, 배추 품종 육성 및 육종 기술 개발	박수형	농촌진흥청 본청	국립원예특작과학원
	민간육종 기술지원을 위한 채소작물의 MAS 기술 개발(원예시험연구)	이혜은	농촌진흥청 본청	국립원예특작과학원
	배추 유전체 정보 활용 분자육종기술 개발	조명철	농촌진흥청 본청	국립원예특작과학원
	배추과 작물의 대량 유전자 발굴	문정환	농촌진흥청 본청	국립농업과학원
	배추과 작물의 수출, 내수 품종육성 및 육종 기술 개발	박수형	농촌진흥청 본청	농촌진흥청
	비대칭 원형질체 융합을 통한 웅성불임 육종 자원 개발	성순기	(주)동부한농	농기평
	세포융합기술을 이용한 첨단 육종 소재 개발	한지학	(주)농우바이오	농림수산식품기술기획평가원

	수입대체 백수계 단무지 무 및 싹 전용무 품종육성	이광식	(주)코레곤	농기평
	일본 수출용 청수 만추대 봄 무 및 고품질 조속성 가을무 품종육성	강갑수	충원종묘	농림수산식품기술기획평가원
	중국 수출용 만추대, 내서성 무 품종 육성	오영석	(주)동부하이텍	농림수산식품기술기획평가원
	채소 신품종육성 및 이용촉진사업	김대영	농촌진흥청 본청	농촌진흥청
2012	고랭지지역 채소 우량계통 지역적응시험	이종남	농촌진흥청 본청	농촌진흥청
	기능성무 함량증가를 위한 재배 법 개발 및 성분 분석	석경현	신젠타종묘(주)	농촌진흥청
	무 분자마커 정보수집 및 MAS 기술 개발	이혜은	농촌진흥청 본청	국립원예특작과학원
	무 유전체 연구를 위한 핵심집단 구축	박한용	세종대학교	농촌진흥청
	분자 육종 기술을 이용한 복합 내병성 무 품종 개발	이영표	(주)동부한농	농촌진흥청
	용성불임을 활용한 수출용 무 품종 육성	강일수	현대종묘(주)	농촌진흥청
	육종연한 단축을 위한 무 소포자유래 식물체 유기	나해영	목포대학교	농촌진흥청
	중부지역 채소 우량계통 지역적응시험 및 신품종이용촉진사업	김대영	농촌진흥청 본청	농촌진흥청

□ 국외 기술 개발 투자 동향

- 세계 주요 종자기업은 GM 작물의 개발에 특히 주력하고 있는 한편, 내재해성 유전자 확보, 고부가가치 기능성 품종 개발에도 중점 투자하고 있음¹⁰⁾
- 현재 GM작물은 콩과 옥수수 등 식량 작물에 먼저 상용화되었으나, 고추와 같은 채소 종자에서도 GM작물 개발이 진행 중
- 기후변화와 물 부족 등 지역별 농업 환경 변화에 따라 환경재해에 내성을 가지는 유전자 탐색에 노력 중임
- 또한, 건강에 대한 소비자의 관심이 증가함에 따라, 기능성 품종의 개발에 대한 연구가 집중적으로 진행됨
 - 항암성분 강화 브로콜리, 라이코펜 강화 토마토 등이 출시되었으며, 유기농에 적합한 내병성, 내충성 품종의 개발이 가속화되고 있음

10) 자료: 신중수, 글로벌 종자산업 현황; 세계농업 제139호 (2012)

□ 국외 기업체 기술 동향

- 대표적인 종자기업인 몬산토는 매출액의 12% 수준인 10억달러 이상을 연구개발에 투자하고 있으며, 100여개의 지역별 종자 실험실을 갖추고 있음
 - 몬산토는 GM작물 개발에 독점적인 특허기술을 보유하고 있으며, 최근에는 다른 기업들과의 기술제휴를 통해 협력을 강화하고 있음, 다우에그라싱언시스, 바이엘 크롭사이언스, 바스프 식물과학과의 기술제휴를 통해 GMO 작물 또는 내건성 및 고생산성 작물 생산을 위한 공동 R&D프로젝트를 진행
 - 또한 몬산토는 전통적인 교배육종방식에 더하여 생명공학기술을 적용한 GM유전 자원을 활용하는 효율적인 작물의 종자개발을 위주로 하고 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 이 중 농업 분야에 절반 수준인 10억 달러를 투자, 미국에 30개의 연구시설 및 제조공장을 보유하고 있으며, 인도에 생명공학연구센터를 설립하였음
- 신젠타는 글로벌 연구센터와 상호협력을 통해 기술을 개발하고 있으며, 2011년 R&D 투자규모는 11억 2,700만 달러에 달함
 - 종자 사업부의 R&D 투자비중이 전체의 38%에 달하며, 연구 및 사업역량 강화를 위해 세계 400여개 연구기관과 기술협력
- 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 중
 - 누넴은 부추, 양파, 당근, 멜론, 오이, 토마토 등 28가지 작물에 대해 2,500여종의 채소종자를 판매하고 있으며, 14개 국가에 26개의 R&D센터를 운영 중
 - 국내에는 누넴 코리아가 2003년 10월에 설립되어 2009년 10월 안성에 R&D센터를 개설하였고 2007년 한국의 종자회사 시텍스를 인수하였음
- 기타 주요 기업의 동향
 - 그 외에 세계적인 채소종자 전문회사들로는 네덜란드의 Rijk Zwaan, Enza Zaden, Bejo, 그리고 일본의 Sakata 와 Takii가 창업당시의 소유형태를 유지하고 있음
 - 네덜란드가 주축이 되어 1970년대 Asia지역에서 창업한 East West사가 동남아 열대지방의 노지 채소 F1 종자 시장에서 두각을 나타내고 있으며 앞으로 우리나라 회사의 주요 경쟁상대가 될 것임

2. 국내외 특허 및 논문 동향 분석

1) 특허 동향 분석

□ 특허분석 범위

- 본 분석에서는 연구 성과의 파급효과 및 연구의 필요성을 고려하여, 『수출용 무 종자개발』과 관련되며, 현재까지 공개된 특허를 분석대상으로 하였으며, 그 중에서 중국/한국/일본/미국/유럽/국제에 출원된 특허를 분석대상으로 함

[표 2-8] 출원국별 분석구간 및 특허건수

출원국	전체분석구간	Raw Data	Real Data
중국(SIPO)	~ 2013. 01. 11.	2,150	294
한국(KIPO)		995	288
일본(JPO)		86	41
미국(USPTO)		1,420	671
유럽(EPO)		201	128
국제(WIPO)		22	12
합계		4,519	1,434

- 특허분석을 위하여, 세종대학교 연구책임자가 제공한 연구내용 제안서를 통해 기술 내용에 근거하여 특허분석을 위한 검색어를 도출하였으며, 추가적으로 관련 기술문헌, 논문 및 과제책임자와의 논의를 거쳐 2차 검색어를 도출함
- 상기 도출된 핵심 검색어를 통하여 4,519건의 Raw Data를 선별하였으며, 검색된 특허 중에서 중복되는 특허를 제외하고, 발명의 명칭, 요약, 대표 청구항 및 청구항을 중심으로 분석하여 총 1,434건의 특허를 추출하고, 이를 이용하여 분석을 실시함

□ 검색 DB

- 분석대상 논문검색 DB 및 검색범위는 다음 [표1-2]에 나타냄

[표 2-9] 분석에 사용된 특허검색 DB의 종류

국 가	DB명	web 주소
통합DB	웍스 온	http://www.wipson.com

□ 검색식

- 무 종자개발을 검색하기 위하여 하기와 같은 검색식을 사용하여 분석대상특허를 도출함

[표 2-10] 무 종자개발에 대한 검색식

기술명 대분류	검색식
무 종자개발	((무 or Raphanus or daikon or radish) and ((종자 or seed) or (육종 or breed*)).Key.) or (((마커 or marker) or (유전자 or gene) or (스포자 or microspor*) or (접목 or graft*) or (육종 or breed*)).AB. and (무 or daikon or radish).CLA.)

□ 분석대상 기술 분류

- 기술 분류 체계

- 본 분석에서는 『수출용 무 종자개발』과 관련된 기술 분야의 과제책임자로부터 제공받은 연구내용 제안서를 기초로 기술 분류를 확립하여 분석을 수행하였으며, 그 내역은 [표 1-4]에 나타냄
- 분석대상 기술의 기술 분류 체계에서는 과제의 RFP(제안요청서) 또는 기술요약서를 기초로 하여 기획범위 내의 기술을 기술 분류 별로 구분하여 대분류부터 소분류까지 가지치기 식으로 분류함

[표 2-11] 분석대상 기술 분류

대분류	중분류	소분류
무 종자개발 (A)	품종개발 (AA)	분자마커 (AAA)
		형질전환체 (AAB)
		내병성 품종개발 (AAC)
		의약품 생산 품종개발(AAD)
	재배기술개발 (AB)	종자 처리 방법 (ABA)
		접목방법(ABB)
		작물의 저항성 (ABC)
		종자개발 (ABD)

□ 기술 분류 기준

- 기술 분류 기준은 위에 작성된 기술 분류 체계의 가장 하위분류인 소분류의 기술범위를 한정함

[표 2-12] 분석대상 기술 분류 기준

대분류	중분류	소분류	검색 개요(기술 범위)
무 종자개발	품종 개발 (AA)	분자마커 (AAA)	분자마커개발을 위한 관련 유전자를 대상으로 하는 기술(예, 육종 효율성, 품종개발 소요기간 단축)
		형질전환체 (AAB)	유용 유전자 탐색 체계 확립, 실용적인 유용 유전자도입, 형질전환체 획득과 관련된 기술
		내병성 품종개발 (AAC)	작물의 역병, 바이러스, 해충 저항성, 내병성, 내염성의 특성을 대상으로 하는 기술
		의약품 생산 품종개발 (AAD)	항암성분, 기타 질환 예방 및 개선, 치료성분 강화
	재배 기술개발 (AB)	종자 처리 방법 (ABA)	발아력 향상을 위한 열처리, 약품처리, priming, 습식처리 기술
		접목방법 (ABB)	접목 기술
		작물의 저항성 (ABC)	육종기간 단축 및 작물의 저항성과 관련된 기술
		종자개발 (ABD)	조직배양기술(조직, 소포자 등), 응성불임 및 자가불화합성 특성

□ 특허기술 Landscape

- 전체적인 기술의 수준 및 출원동향을 파악하기 위하여, 먼저 특허의 출원년도 별 동향을 분석함
 - 특허의 출원년도 별 동향을 파악하기 위하여, 검색된 공개 및 등록 특허에 대하여 연도별로 그 유효 특허 건수를 도표화하여 정량화함
- 전체적으로 현재까지 증가하는 추세이며, 2000년 이후로 급격히 증가하였고, 2006년부터 2010년 사이에 대폭 출원건수가 증가하여 현재까지 유지되고 있음
- 특허, 1995년 이전에는 무 종자개발 관련 특허의 수가 매우 적은 반면, 2000년 이후에는 증가하는 경향을 보이고 있으며, 이는 무 종자개발 관련 분야에 대한 연구 및 기술 개발이 2000년대 이후에 폭발적으로 증가하고 있음을 나타냄
- 참고로, 2010년 이후에 출원이 다소 감소하는 것처럼 표시되었으나, 이는 미 공개된 특허의 영향인 것으로 판단되며, 전체적으로 최근까지 지속적으로 특허출원 건수가 증가하고 있는 유망한 분야인 것으로 판단됨

- 주요시장국의 연도별 특허동향을 살펴보면, 미국(USPTO)은 1972년에 출원이 되기 시작하였고, 나머지 국가는 1985년부터 출원이 시작됨



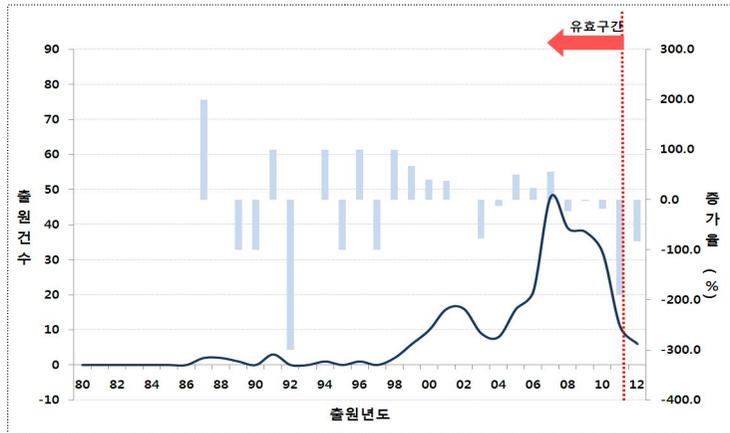
[그림 2-8] 주요시장국의 연도별 특허동향

- 미국(USPTO)은 1972년에 주요시장국 가운데 제일 먼저 출원을 하기 시작하여 전반적으로 출원 증가세를 보이고 있으며, 특히 2000년에 340%의 성장률을 보이면서 급격히 출원건수가 증가하였고, 2008년에는 83건으로 최다 출원을 보이고 있음
- 이러한 경향은 전체시장국의 연도별 특허동향과 일치하는 것으로서 국제특허 출원 및 경쟁력 측면에서 높은 수준을 나타냄



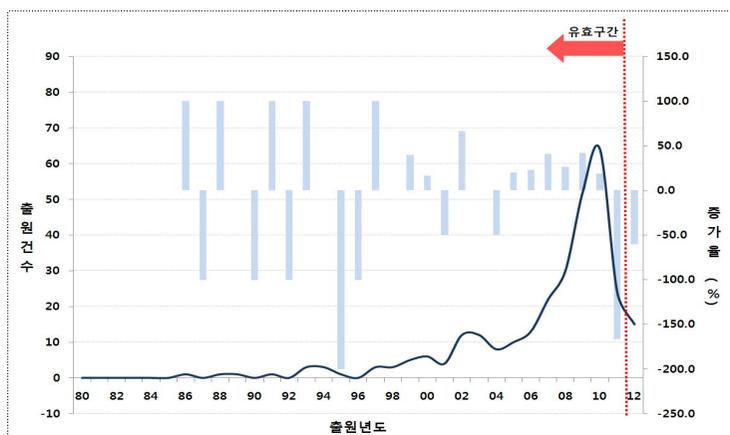
[그림 2-9] 미국(USPTO)의 연도별 특허동향

- 한국(KIPO)은 1987년부터 출원되기 시작하여 2001년에 16건으로 1차 다출원 피크를 보이고 2007년에는 48건 이상으로 2차 다출원 피크를 나타냈으나, 이후 출원건수가 다소 감소하는 추세를 보이고 있음



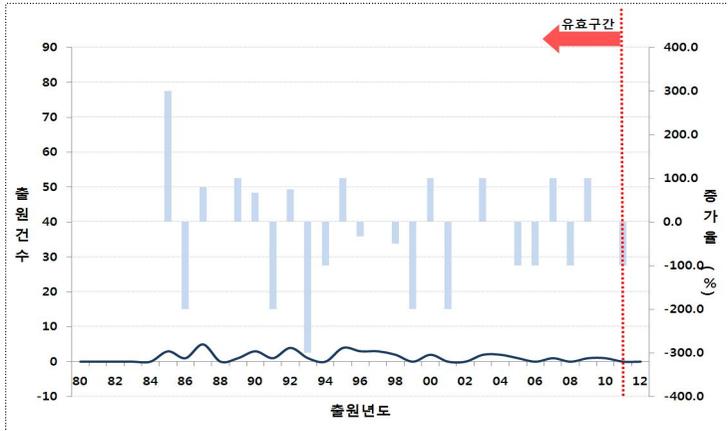
[그림 2-10] 한국(KIPO)의 연도별 특허동향

- 중국(SIPO)은 1986년부터 출원되기 시작하여, 전반적으로 증가하는 추세를 보이는 것으로 나타남. 특히 2005년부터 출원건수가 급격히 증가하다가 2010년에 64건으로 최다출원을 나타냄
- 이는 중국의 경제성장 및 시장개방 등의 정책변화에 따라 특허의 중요성이 부각되면서 산업 전반에 걸친 특허 출원 증가에 의한 영향으로 판단됨



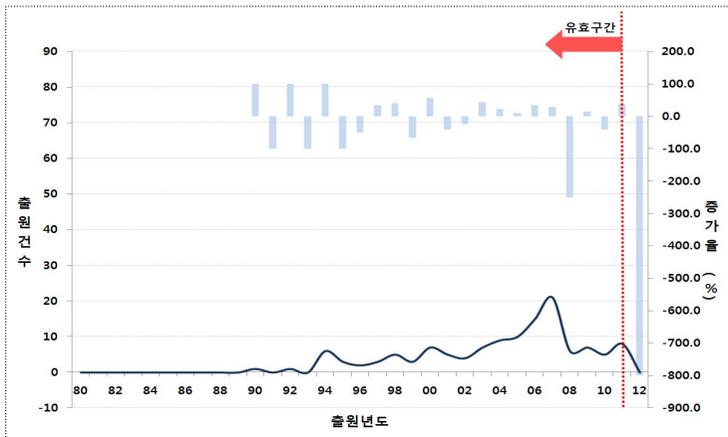
[그림 2-11] 중국(SIPO)의 연도별 특허동향

- 일본(JPO) 및 국제(WIPO)는 1986년 및 1994년부터 출원이 시작되었으나, 적은 양의 특허가 균일하게 출원된 것으로 큰 의미는 없는 것으로 판단됨



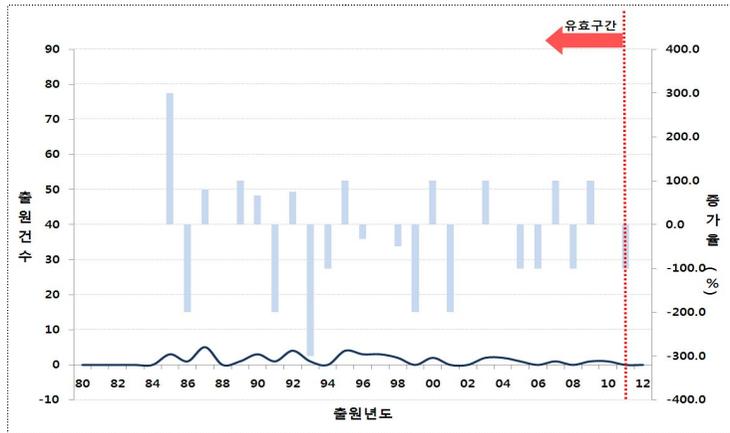
[그림 2-12] 일본(JPO)의 연도별 특허동향

- 유럽(EPO)은 1990년부터 출원이 시작되어 꾸준히 출원건수가 증가하다가 2007년에 21건으로 최다출원을 하였으나, 이후 출원건수가 감소하는 추세를 보이고 있음



[그림 2-13] 유럽(EPO)의 연도별 특허동향

- 전체적으로 주요시장국의 연도별 특허 동향을 살펴볼 때, 2000년 이후부터 한국, 중국 및 미국 특허가 건수 자체 및 증가율에 있어서 다소 높은 경향을 나타내는 것으로 미루어, 한국에의 특허 출원 및 경쟁력 측면에 있어서도 높은 수준에 있는 것으로 판단됨



[그림 2-14] 특허청별 연도별 특허동향

□ 주요시장국 내·외국인 특허출원 현황

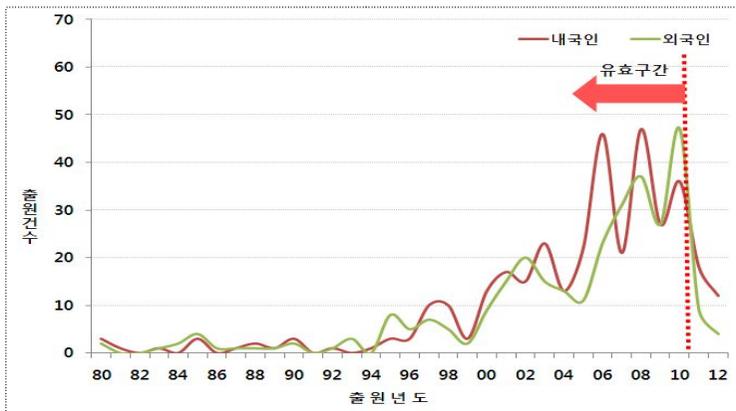
- 출원인국적은 어느 시장에 출원했는지 간에 출원된 특허기술을 보유하고 있는 자의 국적으로 기술보유국을 의미하며, 출원인국적을 내국인과 외국인으로 구분하여 분석하면 해당 출원국가에서 자국기술력이 우세한지, 외국기술에 대한 의존도가 높은지를 파악할 수 있음
 - 내·외국인의 출원건수 변화추이를 연도별로 살펴보면 특정시장에서의 외국기술 유입상황을 파악 가능
- 각 국가별 전체 출원 건수를 살펴보면, 무 종자개발과 관련된 기술 분야의 특허 출원 국에서 미국(USPTO)시장이 46.8%, 중국(SIPO)시장이 20.5%, 한국(KIPO)시장이 20.1%, 유럽(EPO)시장이 8.9%, 일본(JPO)시장이 2.9%를 차지하고 있는 것으로 나타남

[표 2-13] 주요시장국 내·외국인 특허 출원동향

국가별 출원	내국인	외국인	합계(%)
US	362	309	671(46.8)
CN	137	157	294(20.5)
KR	166	122	288(20.1)
EP	62	66	128(8.9)
JP	40	1	41(2.9)
합계	767	655	1,422(100.0)

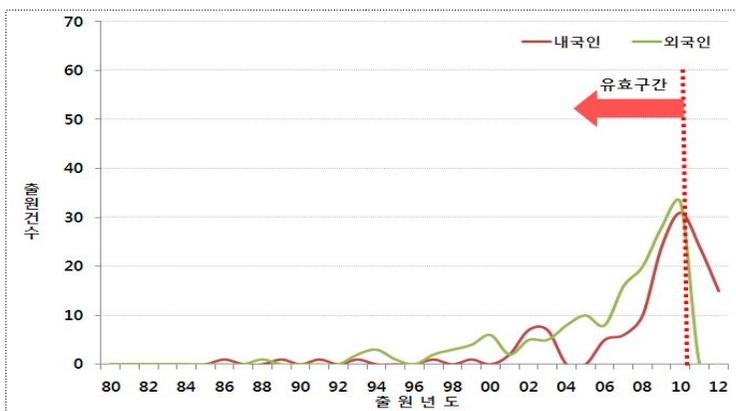
KR: 한국 국적, US: 미국 국적, JP: 일본 국적, EP: 유럽 국적, CN: 중국 국적, CH: 스위스 국적, DE: 독일 국적, FR: 프랑스 국적, NL: 네덜란드 국적, ETC: 기타국가 국적

- 미국 특허청(USPTO)의 내·외국인 출원동향을 살펴보면, 외국인 출원의 점유율이 46.1%이며, 외국인의 국적으로는 독일(DE)국적의 출원이 34%로 가장 높았으며, 이어서 일본(JP)이 13.6%로 출원비율이 높게 나타남
- 2000년부터 외국인 출원율이 상승하다가 2010년에 출원건수가 가장 높게 나타났는데 이는 최근 독일(DE)기업 BASF 및 Bayer사의 미국시장진출에 의한 것으로 파악됨



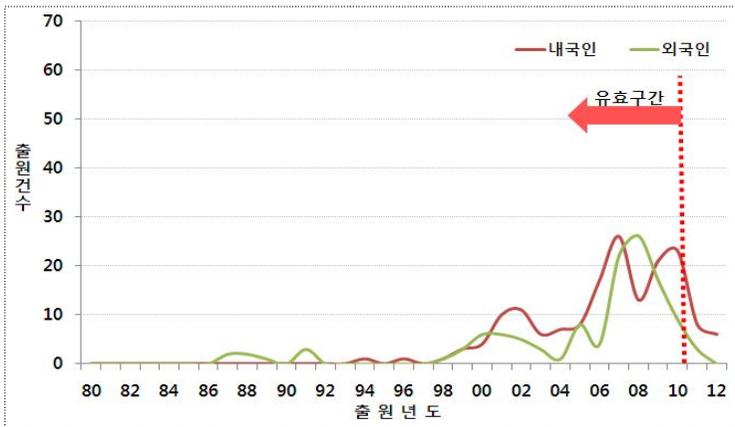
[그림 2-15] 미국(USPTO)의 내·외국인 특허 출원동향

- 중국 특허청(SIPO)의 내·외국인 출원동향을 살펴보면, 외국인(53.4%)과 내국인(46.6%)의 비율이 비슷하였으며, 외국인의 국적으로는 주로 독일(DE, 34.4%)과 미국(US, 30.6%)이 차지하고, 그 외 스위스(CH), 일본(JP) 등이 있는 것으로 파악됨
- 중국시장에 대한 미국과 독일의 높은 관심과 함께 치열한 경쟁이 이루어지고 있으며, 외국인과 내국인 출원은 2000년도 이후에 지속적으로 증가한 후 2005년부터 출원건수가 상당히 높은 수준으로 증가하는 것으로 나타남



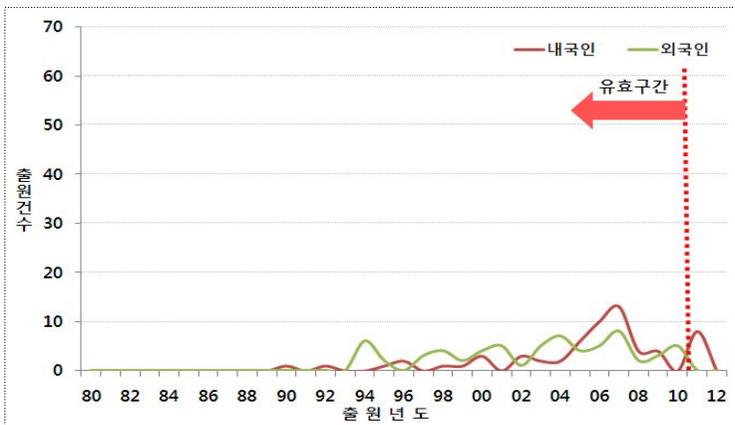
[그림 2-16] 중국(SIPO)의 내·외국인 특허 출원동향

- 한국 특허청(KIPO)의 내·외국인 출원동향을 살펴보면, 외국인(42.4%)보다 내국인(57.6%)의 비율이 높았으며, 외국인 국적으로는 주로 독일(DE)이 50%로 절반을 차지하였고, 그 외 미국(US), 일본(JP) 및 스위스(CH) 등이 있음
- 일반적으로 특허 출원의 일정 비율 이상이 외국인임을 감안할 때, 상기와 같이 57.5%라는 수치는 높은 비율의 수치이며, 이러한 경향은 한국 국적의 연구자에 의한 무 종자개발이 활발하게 이루어지고 있는 것으로 유추할 수 있음
- 한국 특허청에서 외국인 출원건수가 2007년과 2008년에 상당히 증가하였는데 이러한 경향은 독일(DE)국적의 BASF 및 Bayer사의 한국 시장에 대한 관심이 높기 때문으로 파악됨



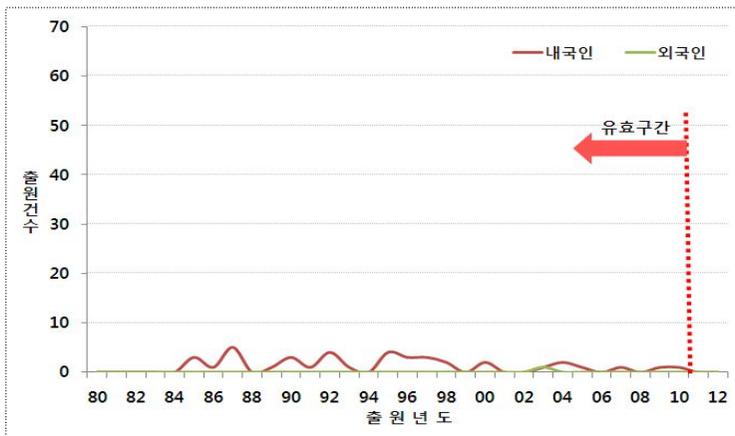
[그림 2-17] 한국(KIPO)의 내·외국인 특허 출원동향

- 유럽 특허청(EPO)의 내·외국인 출원동향을 살펴보면, 중국의 출원동향과 유사하게 외국인(51.6%)과 내국인(48.4%)의 비율이 비슷한 것으로 나타남



[그림 2-18] 유럽(EPO)의 내·외국인 특허 출원동향

- 유럽 특허청의 출원동향은 외국인의 국적으로는 주로 미국(US)이 59.1%로 가장 높았으며 그 외 일본(JP)으로 31.8%로 두 번째 출원비율을 나타내는 것으로 파악됨
 - 외국인 중 미국국적의 출원인이 가장 많았다는 점에서, 미국이 본 시장의 주요 리딩그룹임을 확인할 수 있으며, 외국인 및 내국인 모두 출원이 1999년대부터 지속적으로 유지되고 있는 것으로 나타남
- 일본 특허청(JPO)의 내·외국인 출원동향을 살펴보면, 외국인(2.4%) 출원이 내국인(97.6%)출원 비율보다 현저히 낮았으며, 외국인의 국적으로는 한국(KR) 기업 (주)농우바이오가 1건을 출원한 것이 유일한 것으로 확인됨



[그림 2-19] 일본(JPO)의 내·외국인 특허 출원동향

- 상기 한국, 미국 및 중국 시장국을 살펴보면, 주요시장국 가운데 미국특허청에 671건으로 가장 높은 특허 출원을 기록하였으며, 미국시장의 경우 내국인 출원건수(53.9%)가 외국인 출원건수(46.1%)보다 높게 나타남
- 중국 및 유럽을 제외한 다른 국가에서는 내국인 출원이 외국인 출원보다 많으므로 무 종자 관련 기술은 미국시장으로 주로 해외 진출하는 편이고, 다른 국가로의 해외진출은 낮은 것으로 판단됨
- 전체적으로 내국인 및 외국인 출원비율은 비슷하게 나타났으며 또한 상기 각 나라의 외국인 국적이 대부분 미국(US)과 독일(DE)이 차지하고 있는 것으로 확인되어, 이는 무 종자개발과 관련된 시장이 미국(US) 및 독일(DE)에 의해 리드되고 있다고 판단됨

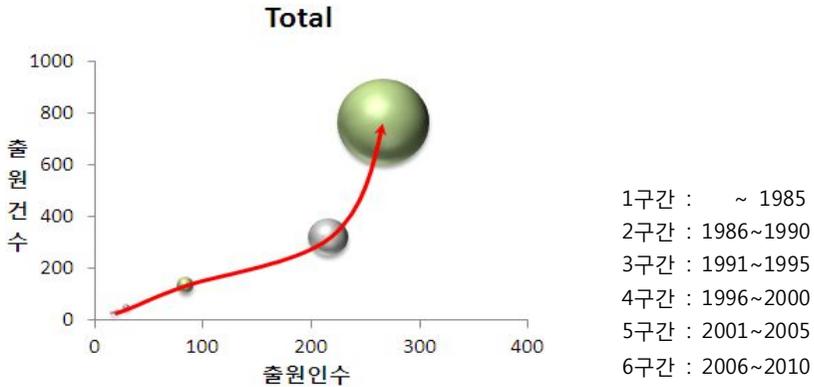
□ 기술시장 성장단계 파악

- 무 종자개발과 관련된 기술 분야의 전체 및 해당 국가의 기술위치를 포트폴리오로 나타낸 것으로 전체 출원 중 최근의 출원 동향을 6개의 구간으로 나누어 각각의 구간별 특허 출원인 수 및 출원 건수를 나타내어 특허 출원 동향을 통한 기술의 위치를 살펴볼 수 있음
 - 태동기 단계에서는 출원인과 출원건수가 활발하게 진행되는 단계로써 연구 활동이 활발한 것을 판단할 수 있음
 - 성숙기 단계는 출원건수 및 출원인의 증가율이 낮아지면서 시장진입자들이 빠져나가는 단계
 - 쇠퇴기 단계는 출원인 뿐 아니라 출원건수도 감소하여 해당기술의 시장이 위축되는 단계로 해석
 - 회복기 단계는 원천기술을 이용하여 현 시장에 맞는 기술들이 다시 개발되어 새로운 아이디어와 함께 시장이 재형성되는 단계로 볼 수 있음



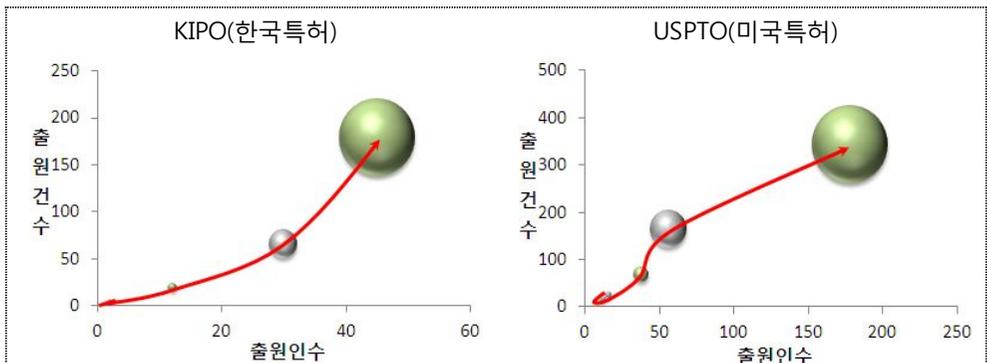
- 각 출원구간으로 구분하여 출원건수(특허건수)와 출원인수(특허권자수)를 2차원 버블차트로 구현한 그래프임. 버블의 크기는 출원인수(특허권자수)임
- 출원건수는 기술 개발의 활동정도를 나타내고, 출원인수의 증가는 시장의 신규 진입자가 증가하는 것을 의미하며, 이는 해당 기술분야의 시장이 커지고 있다는 것을 나타냄
- 각 구간은 1구간(~1985년), 2구간(1986년~1990년), 3구간(1991년~1995년), 4구간(1996년~2000년), 5구간(2001년~2005년), 6구간(2006년~2010년)으로 나눔

- 포트폴리오로 나타난 전체특허의 기술위치는 1구간(~1985년)에서 6구간(2006년~2010년) 사이에서 지속적으로 출원건수와 출원인수가 증가하는 모습을 보이고 있어, 이를 통해 전체 특허는 기술성장단계로 판단됨

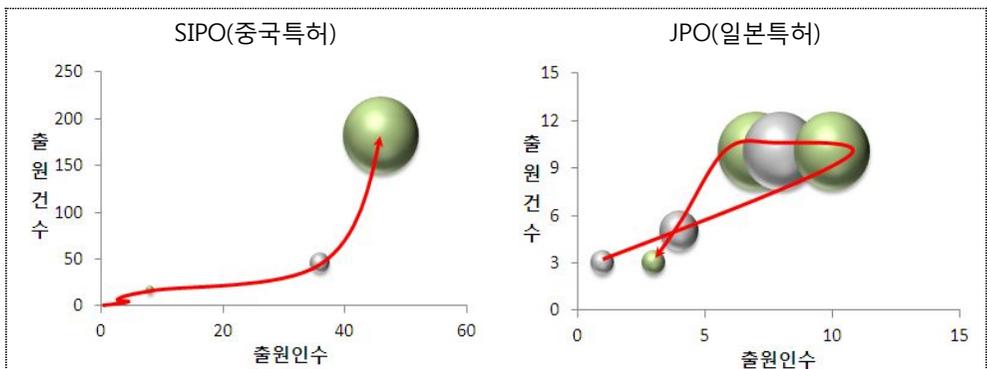


[그림 2-20] 각 출원국가별 기술시장 성장단계

- 포트폴리오로 나타난 한국특허의 기술위치는 2구간(1985년~1990년)에서 출원이 시작되어 3구간(1991년~1995년)까지는 출원 건수의 변동이 없는 정체모습을 보이다가, 4구간(1996년~2000년)에서부터 급격히 출원건수와 출원인수가 증가하는 추세를 보임
 - 한국은 아직 기술 성장단계에 있으며, 그 추이가 전체특허 동향과 비슷하게 나타남. 일본에 비해 기술 단계가 상대적으로 높으며 연구 개발이 계속 이어질 것으로 판단됨
- 포트폴리오로 나타난 미국특허의 기술위치는 1구간(~1985년)에서 3구간(1991년~1995년)까지 출원건수와 출원인수가 감소하지만 4구간(1996년~2000년)부터 6구간(2006년~2010년)까지 급격히 출원건수가 증가하는 추세를 보이고 있음
 - 이를 통해 미국 특허는 한국 특허동향과 비슷하게 기술 성장단계로 판단됨

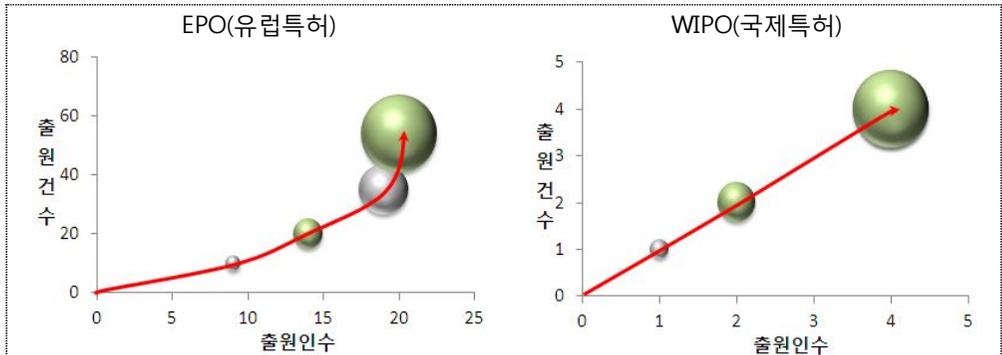


- 포트폴리오로 나타낸 중국특허의 기술위치는 2구간(1985년~1990년)에서 출원이 시작되어 4구간(1996년~2000년)까지는 출원 건수의 변동이 미미한 증가세를 보이다가, 5구간(2001년~2005년)에서부터 급격히 출원건수와 출원인수가 증가하는 추세를 보이고 있음
 - 이를 통해 중국은 아직 기술 성장단계에 있으며, 그 추이가 전체특허 동향과 비슷하게 나타남으로서 무 종자개발과 관련된 전체 시장에서 중국시장이 2000년대 후반부터 급성장하고 있음을 알 수 있음
- 포트폴리오로 나타낸 일본특허의 기술위치는 1구간(~1985년)에서 2구간(1985년~1990년) 사이에서 급격히 출원건수와 출원인수가 증가하는 모습을 보이다가 2구간(1985년~1990년)에서 4구간(1996년~2000년) 사이에서 출원건수의 변동이 없는 정체모습을 보임
- 4구간(1996년~2000년)과 5구간(2001년~2005년) 사이에서 급격히 출원건수와 출원인수가 감소하는 추세를 보이면서 5구간(2001년~2005년)과 6구간(2006년~2010년)까지 계속 감소하면서 퇴조기의 양상을 보이고 있음
 - 이는 실제적인 퇴조기라기보다는 기술 성숙기의 양상을 보이며, 좀 더 정확한 양상을 알기 위해서는 이후 출원동향을 지속적으로 모니터링 해야 할 것임



- 포트폴리오로 나타낸 유럽특허의 기술위치는 2구간(1985년~1990년)에서에서 3구간(1991년~1995년)사이에서 급격히 출원건수와 출원인수가 감소하는 모습을 보이다가, 4구간(1996년~2000년)과 6구간(2006년~2010년)에서 지속적으로 급격히 증가하는 추세를 보이고 있음
 - 이를 통해 유럽은 기술 성장단계에 있으며, 그 추이가 한국, 미국의 특허동향과 비슷하게 나타남

- 포트폴리오로 나타낸 국제특허의 기술위치는 3구간(1991년~1995년)에서 출원이 시작되어 5구간(2001년~2005년)까지 급격히 출원인수와 출원건수가 같은 증가 추세를 보이다가 5구간(2001년~2005년)과 6구간(2006년~2010년) 사이에서 출원 건수의 변동이 없는 정체모습을 보임
 - 이를 통해 국제 특허는 기술 성장단계에서 성숙기의 단계로 접어든 것으로 판단됨



- 각 국가별 포트폴리오 중에서 무의 주요 소비국인 한국과 중국 및 해당 기술분야에 대하여 가장 오랜 역사를 가지고 있는 미국이 기술성장기의 모습을 보인다
 - 이는 무 종자개발 기술 분야의 연구개발이 활발히 이루어지고 있는 것으로 보임
 - 이러한 추세를 살펴볼 때, 지금시기에 해당 기술분야에 대한 경쟁이 치열하므로 새로운 기술을 활발하게 연구개발해야 할 것으로 판단됨

□ 경쟁자 Landscape

- 출원인별 특허현황 분석을 나열식으로 정리한 것으로 하나의 표로 표기함으로써, 분석대상 기술의 주요출원인의 주요 시장국과 최근 연구활동 및 미국특허로 본 기술 수준, 주력 기술분야를 한 번에 용이하게 파악할 수 있음

[표 2-14] 주요 경쟁자 Landscape분석대상 기술 분류 기준

출원인	출원인 국적	주요 IP시장국(건수,%)							3국 패밀리 수(건)	특허출원 증가율 (최근5년)	주력 기술 분야
		한국 KIPO	미국 USPTO	일본 JPO	유럽 EPO	중국 SIPO	국제 WIPO	IP시장국 종합			
Monsanto	미국	5 (29.8%)	91 (77.1%)	0 (0%)	12 (10.2%)	10 (8.5%)	0 (0%)	미국	97	200%	품종 개발
BASF	독일	27 (23.3%)	50 (43.1%)	0 (0%)	7 (6.0%)	32 (27.6%)	0 (0%)	미국	94	1114%	재배 기술 개발
Bayer	독일	34 (29.8%)	42 (36.8%)	0 (0%)	18 (15.8%)	20 (17.5%)	0 (0%)	미국	77	560%	재배 기술 개발
Pioneer	미국	0 (%)	60 (78.9%)	0 (0%)	9 (11.8%)	6 (7.6%)	1 (1.3%)	미국	53	114%	품종 개발
Syngenta	스위스	10 (13.8%)	39 (54.2%)	0 (0%)	8 (11.2%)	14 (19.4%)	1 (1.4%)	미국	49	5%	품종 개발
Du Pont	미국	1 (2.4%)	32 (78.0%)	0 (0%)	2 (4.9%)	6 (14.6%)	0 (0%)	미국	31	2500%	품종 개발
CORNELL	미국	7 (18.4%)	26 (68.4%)	0 (0%)	2 (5.3%)	3 (7.9%)	0 (0%)	미국	25	0%	품종 개발
California University	미국	0 (0%)	22 (88.0%)	0 (0%)	2 (8.0%)	1 (4.0%)	0 (0%)	미국	21	-56%	품종개 발/재배 기술개 발
Mitsubishi Corporation	일본	2 (9.1%)	6 (27.3%)	3 (13.6%)	4 (18.2%)	6 (27.3%)	1 (4.5%)	미국 중국	20	900%	재배 기술 개발
CropDesign, N.V.	벨기에	0 (0%)	6 (27.3%)	0 (0%)	11 (50.0%)	5 (22.7%)	0 (0%)	유럽	17	29%	품종 개발
농촌진흥청	한국	31 (91.2%)	1 (2.9%)	0 (0%)	1 (2.9%)	1 (2.9%)	0 (0%)	한국	1	100%	품종 개발

- 무 종자개발과 관련된 기술 분야의 미국, 유럽 및 일본특허청에 집중하여 출원한 주요출원인 Top11을 추출한 결과, 미국의 Monsanto사가 1위를 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 해외출원보다는 국내출원에 집중하고 있음이 특징, 또한 Monsanto사의 주 기술 분야는 무 품종개발임이 특징임
- 다음으로 독일의 BASF사 및 Bayer사가 각각 2위와 3위를 차지하고 있으며, 미국출원에 초점을 맞추고 있음
 - 특히 한국 및 중국출원으로 인한 최근 5년간 급격한 특허출원 성장률을 보이고 있음이 특징이며, 주 기술분야는 무 재배기술개발 분야로 확인됨
- 그 뒤를 이어 미국의 Pioneer사가 4위를 차지하고 있으며, 주 기술 분야는 무 품종개발임이 특징이고, 해외출원보다는 국내 출원에 초점을 맞추고 있음
- 그 외 미국을 제외한 주요 출원인으로서 스위스의 Syngenta사, 일본의 Mitsubishi corporation, 벨기에의 CropDesign, 한국의 농촌진흥청이 각각 5위, 9위, 10위 및 11위를 차지하고 있음. 스위스의 Syngenta사는 최근 5년간 특허출원 증가율이 5%로서 감소하는 추세에 있으며 해당 기술 분야에 대한 미국출원에 집중하고 있음
 - 일본의 Mitsubishi corporation은 국내출원에 집중하기보다는 해외출원에 집중하고 있음이 특징임
 - 한국의 농업진흥청은 해외출원보다는 국내출원에 초점을 맞추고 있으며 주 기술분야는 무 품종개발을 위한 분자마커 및 형질전환체 획득에 대한 분야가 주 출원을 이루고 있음
- 대부분의 주요 출원인들의 주 기술분야는 무 품종개발분야로 확인되었는데, 이는 해당 유효특허 중 가장 높은 비율을 차지하는 기술이 품종개발분야인 것과 일치함
- 주요 출원인중 미국 출원인들이 다수를 차지하고 있었으며, 이들이 보유하고 있는 특허들 중 3국 특허(미국, 일본, 유럽특허청)의 비율이 상대적으로 높게 나타났음
- 또한 이들의 주요 시장국 역시 자국인 미국의 비율이 다른 시장국에 비해 월등히 높은 것으로 나타났으며, 이는 미국의 주요 출원인들이 주로 자국 산업 및 시장에 초점을 맞추고 있으며, 다소 자국에만 주력하고 있는 양상을 보임

□ 주요 출원인별 특허동향

- 출원인별 국가별 출원건수를 산출하여, 상위 주요출원인 기준 출원국가의 출원 건수를 막대그래프로 산정
 - 주의점 : 패밀리 특허는 1건으로 취급, 출원국가는 모두 산출하되 주요 출원국가는 표기하고, 나머지는 기타로 표시
- Patent Family는 동일한 발명을 보호하기 위하여 그 발명과 관련된 최초의 출원 (우선권 주장 기초출원; 일반적으로 발명자 또는 출원인의 자국에 출원됨)을 기초로 하여, 여러 국가(특허청)에 출원된 특허를 의미함

다출원인 [국적]	중국특허	유럽특허	일본특허	한국특허	미국특허	국제특허	총합계 (건)
Monsanto[US]	10	12	0	5	91	0	118
BASF[DE]	32	7	0	27	50	0	116
Bayer[DE]	20	18	0	34	42	0	114
Pioneer[US]	6	9	0	0	60	1	76
Syngenta[CH]	14	8	0	10	39	1	72
Du Pont[US]	6	2	0	1	32	0	41
Cornell [US]	3	2	0	7	26	0	38
농촌진흥청[KR]	1	1	0	31	1	0	34
California University[US]	1	2	0	0	22	0	25
포항공과대학교[KR]	0	0	0	20	4	0	24
CropDesign, N.V.[BE]	5	11	0	0	6	0	22
Mitsubishi Corp.[JP]	6	4	3	2	6	1	22
서울대학교[KR]	1	0	0	16	3	0	20

KR: 한국국적, US: 미국국적, CH: 스위스국적, DE: 독일국적, BE: 벨기에국적, JP: 일본국적

- 상위 13개사에 대한 무 종자 관련 출원동향을 살펴보면, 미국의 Monsanto사, 독일의 BASF 및 Bayer사의 특허 출원 활동이 두드러짐을 알 수 있음
 - 특히 미국의 Monsanto사의 경우, 주로 자국에만 출원을 하는 경향을 보인 반면, 독일의 BASF사는 미국, 중국 및 한국이 주요 출원국이며, 독일의 Bayer사는 미국을 중심으로 한 해외출원을 하고 있음
 - 그 외 한국 출원인은 농촌진흥청, 포항공과대학교 및 서울대학교가 8위, 10위 및 13위를 차지하고 있음
 - 주요 출원인은 주로 자국에만 출원하는 경향이 두드러지며, 해외출원이 저조한 편으로 확인됨. 특히, 포항공과대학교 및 서울대학교는 연구중심의 대학교로서, 대학

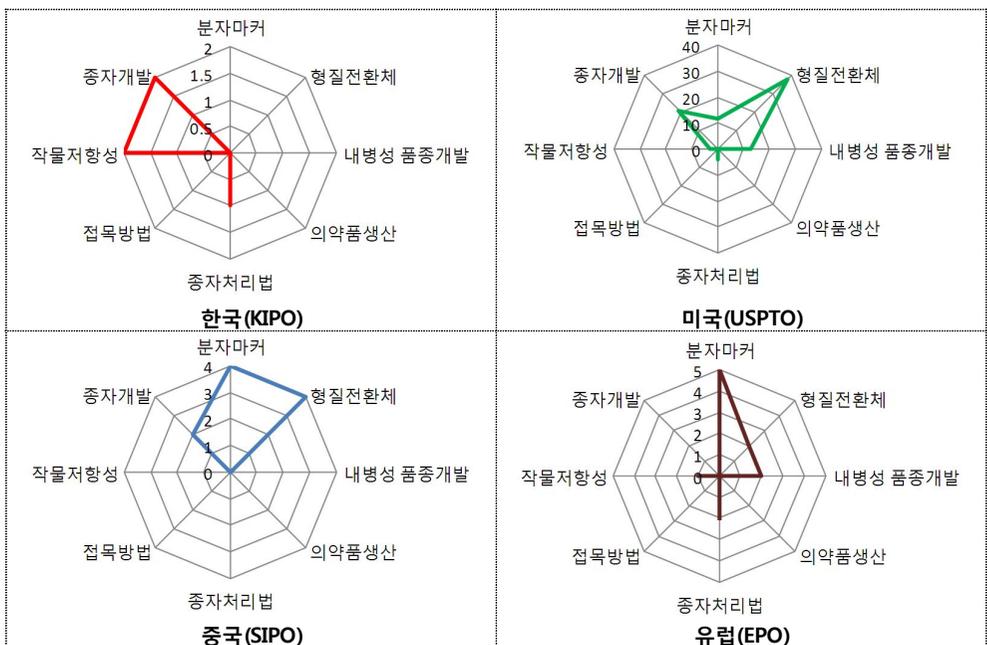
위주로 무 종자개발 관련 연구는 왕성한 편이나 자국에만 출원하여 시장확보력은 높지 않은 양상을 보임

- 미국 Monsanto사는 무 종자개발과 관련된 전체 시장의 8.2%를 차지하는 거대 기업임을 확인하였으며, 이는 2005년 세계 최대의 채소 및 과일 종자기업인 미국(US)의 세미니스(Seminis)사와의 합병 및 2008년 토마토, 오이, 가지, 후추, 메론 등을 포함한 채소 종자 교배종을 생산 및 판매하는 네델란드(NL)의 디루이터 시드 그룹 (De Ruiter Seeds Group) 인수에 의한 것으로 판단됨
 - 미국의 Monsanto사는 무 종자 관련 기술(118건)에 대해서는 중국에 10건, 유럽에 12건, 한국에 5건 출원한 바와 같이 해외출원이 저조한 편으로 확인됨
- 무 종자 기술 관련하여 최다 출원인 상위 13개 가운데 5개의 출원인은 미국 출원인들이며, California 대학을 제외하고 이들 대부분이 거대 기업임. 이 기업들의 주요시장국을 살펴보면 미국시장에 초점을 맞추어 해외출원을 하고 있어서 세계시장 확보는 저조한 편임

□ 주요시장국 기술별 특허출원 현황

○ 무 종자개발 기술에 대하여 독점적인 지위를 가지고 있는 미국의 Monsanto사의 주요시장에 대한 기술별 특허출원 동향을 분석함

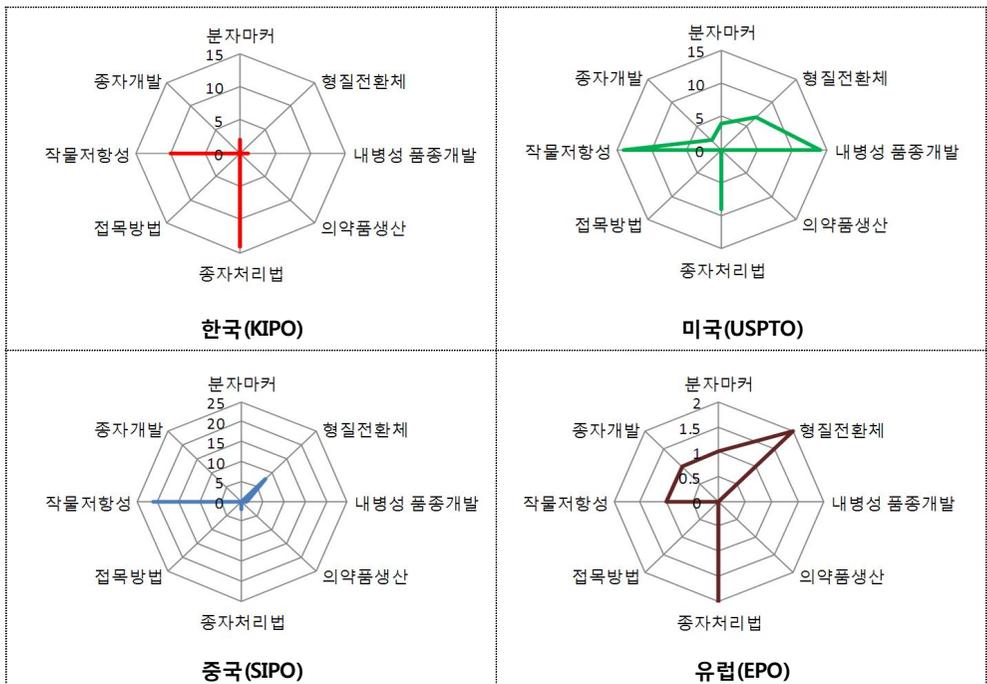
- 주요 시장국에서 Monsanto사의 출원이 가장 활발한 기술분야는 무 종자 품종개발 배기술에 대한 형질전환체(AAB)기술로, 주요 시장국 가운데 자국인 미국시장에서 38건 이상의 출원을 하였으며(32%), 특히 중국에서는 4건 이상의 출원을 나타냄
- 한국에서 Monsanto사는 무 종자 품종개발과 관련된 특허출원이 이루어지지 않았으나, 무 종자재배 기술과 관련된 종자 처리 방법, 작물의 저항성 및 종자개발분야와 관련하여 특허출원이 이루어졌음. 특히 전반적으로 특허출원이 극히 미미한 것으로 나타남
- 미국에서 Monsanto사는 의약품 생산 및 접목방법기술을 제외한 각 기술분야에서 고른 출원 양상을 보이고 있으며 특히 무 품종개발 기술에 관한 특허출원에 집중한 것으로 나타남
- Monsanto사는 타 시장과 비교하였을 때, 분자마커, 형질전환체, 내병성 품종개발 및 종자개발에 관한 특허 출원수가 유일하게 10건 이상으로, 무 종자개발을 위한 용도와 관련하여 타 시장보다 출원이 집중적으로 이루어지고 있음을 확인함
- 유럽에서 Monsanto사는 분자마커, 형질전환체 및 종자개발 기술분야에서 특허출원이 주로 이루어 졌으나 타 시장에 비하여 전체적으로 미미한 정도로 10건이 출원됨



[그림 2-21] Monsanto사의 주요 시장국 기술별 특허출원 현황

○ 무 종자개발 기술에 대하여 상위 13개국 가운데 두 번째를 차지하는 독일의 BASF사의 주요시장에 대한 기술별 특허출원 동향을 분석함

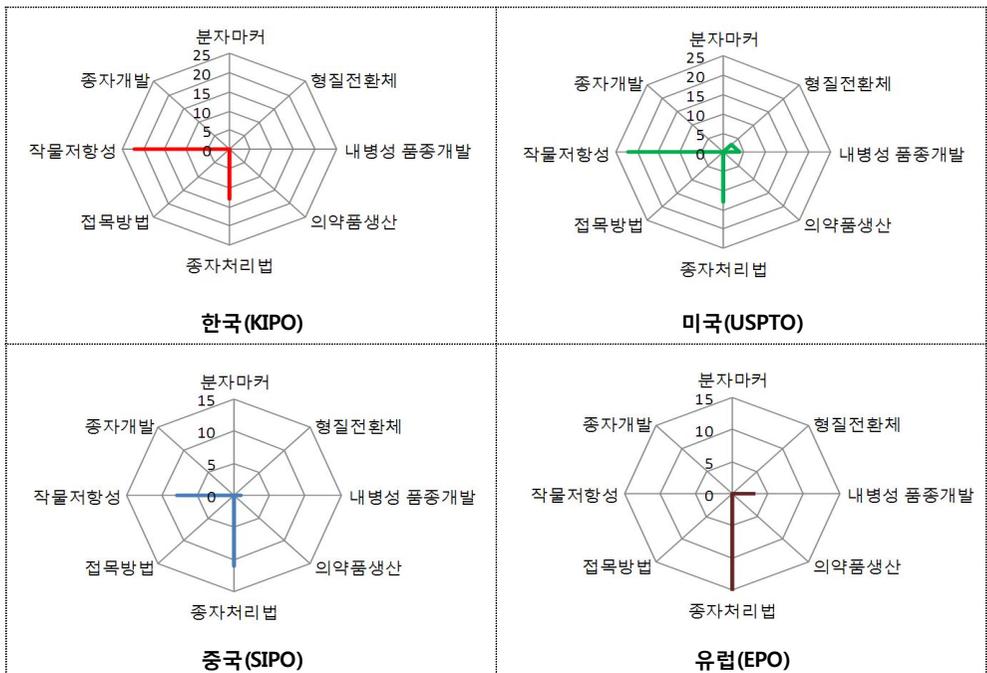
- 주요 시장국에서 독일의 BASF사의 출원이 가장 활발한 기술분야는 무 종자 재배기술개발에 대한 작물의 저항성(ABC)기술로, 주요 시장국 가운데 중국시장에서 21건 이상의 출원을 하였으며(18%), 특히 한국에서는 10건 이상의 출원을 함
- 한국에서 BASF사는 무 종자 품종개발과 관련된 특허출원이 분자마커 및 내병성 품종으로 이루어졌으나 미미한 수준인 반면 무 종자재배 기술과 관련된 종자 처리 방법 및 작물의 저항성과 관련하여 24건의 특허출원이 이루어졌음
- 미국에서 BASF사는 의약품 생산 및 접목방법기술을 제외한 각 기술분야에서 고른 출원 양상을 보이고 있으며, 특히 무 재배 기술 가운데 작물의 저항성에 관한 출원이 46건으로 전체 시장에서 40%를 차지, 이는 무 종자개발의 주요시장임을 확인할 수 있음
- 독일의 BASF사는 유럽에서 분자마커, 형질전환체 및 종자 처리 방법, 작물의 저항성 및 종자개발 기술분야에서 특허출원이 이루어졌으나 타 시장에 비하여 전체적으로 미미한 정도로 7건이 출원됨



[그림 2-22] BASF 사의 주요 시장국 기술별 특허출원 현황

○ 무 종자개발 기술에 대하여 상위 13개국 가운데 세 번째를 차지하는 독일의 Bayer 사의 주요시장에 대한 기술별 특허출원 동향을 분석함

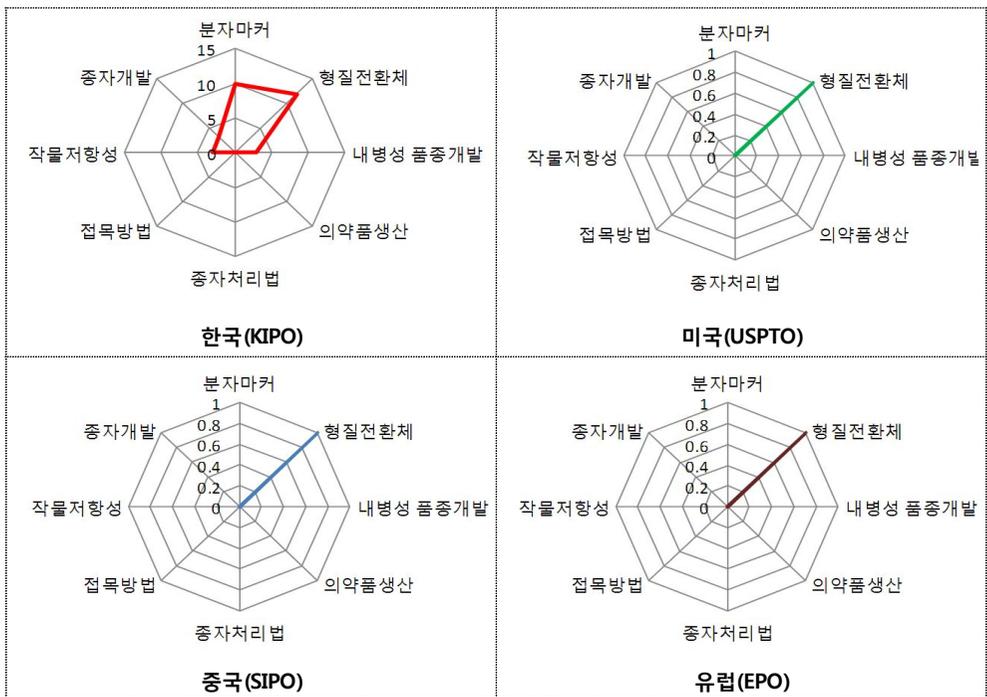
- 주요 시장국에서 독일의 Bayer사의 출원이 가장 활발한 기술분야는 무 종자 재배 기술개발에 대한 종자 처리 방법(ABA)기술로, 주요 시장국 가운데 미국시장에서 56건 이상의 출원을 하였으며(46%), 특히 한국에서는 17건 이상의 출원을 나타냄
- 한국에서 Bayer사는 무 종자 품종개발과 관련된 특허출원이 이루어지지 않았으나, 무 종자재배 기술과 관련된 종자 처리 방법 및 작물의 저항성 기술과 관련하여 34 건의 특허출원, 특히 미국 다음으로 한국시장에 특허출원을 많이 하여 한국시장에 대한 관심이 높음을 확인할 수 있음
- 미국에서 Bayer사는 주요 시장국에 무 종자 재배기술개발을 위한 종자 처리 법(ABA)에 관한 출원이 모두 이루어졌으며 작물의 저항성(ABC) 기술과 관련된 출원은 미국 및 한국에서 집중적으로 이루어짐, 독일의 Bayer사가 무 종자시장의 타겟 시장으로 미국 및 한국에 집중한 것으로 파악됨
- 독일의 BASF사는 유럽시장에 내병성 품종개발(AAC) 및 종자 처리 방법(ABA) 기술 분야에 관한 특허출원이 이루어졌으며, 이는 중국시장에서와 비슷한 경향을 나타남



[그림 2-23] Bayer 사의 주요 시장국 기술별 특허출원 현황

○ 무 종자개발 기술에 대하여 상위 13개국 가운데 여덟 번째를 차지하는 한국의 농촌진흥청의 주요시장에 대한 기술별 특허출원 동향을 분석함

- 주요 시장국에서 한국의 농촌진흥청의 출원이 가장 활발한 기술분야는 무 종자 품종 개발에 대한 형질전환체(AAB) 및 분자마커(AAA)기술로 주요 시장국 가운데 자국시장에서 31건 이상의 출원(91%) 중국, 미국 및 유럽에서 각각 1건의 출원을 나타냄
- 한국에서 농촌진흥청은 무 종자 품종개발과 관련된 특허출원이 작물의 저항성 및 종자개발에서 6건이 출원되었으며, 무 종자재배 기술과 관련된 형질전환체 및 분자마커기술과 관련된 특허출원이 25건으로 이 기술에 집중하고 있음을 확인함

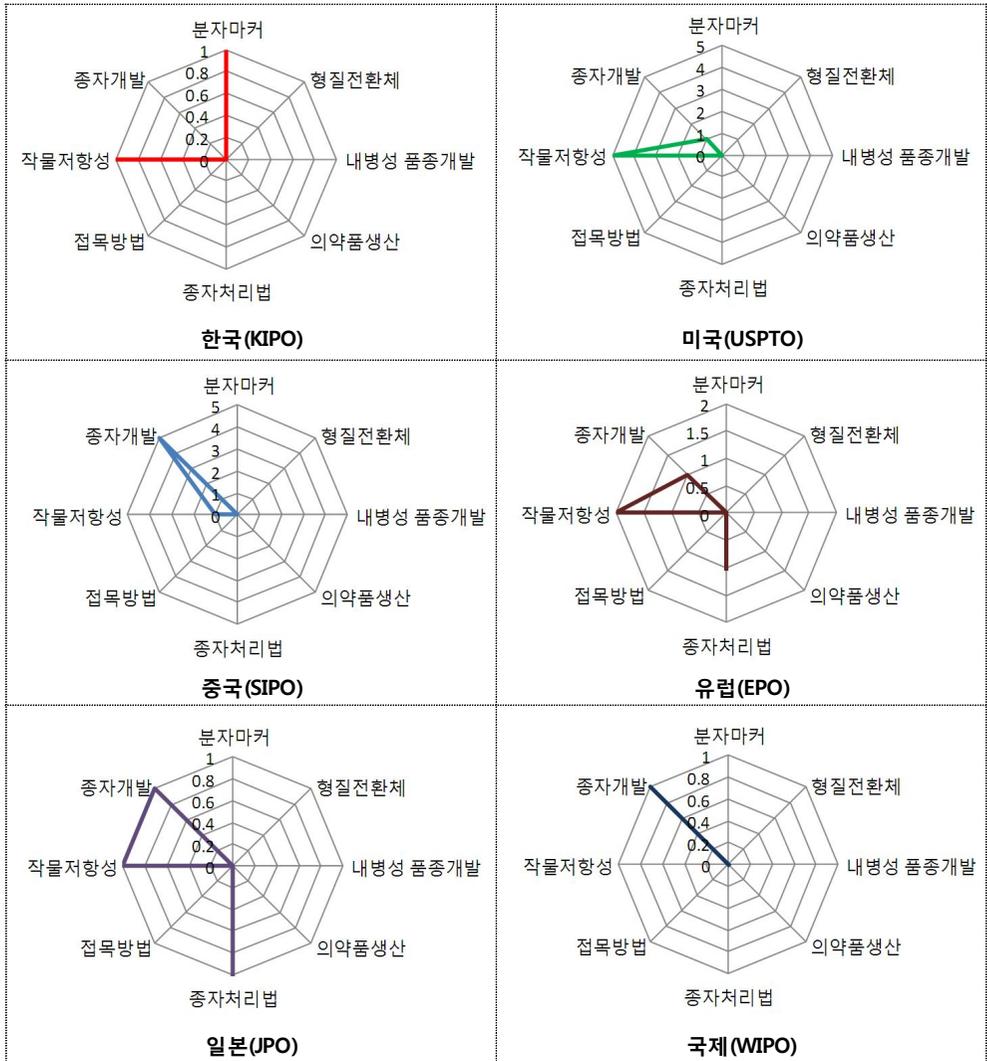


[그림 2-24] 농촌진흥청의 주요 시장국 기술별 특허출원 현황

○ 무 종자개발 기술에 대하여 상위 13개국 가운데 열두 번째를 차지하는 일본의 Mitsubishi사의 주요시장에 대한 기술별 특허출원 동향을 분석함

- 주요 시장국에서 Mitsubishi사의 출원이 가장 활발한 기술분야는 무 종자 재배기술에 대한 작물의 저항성(ABC) 및 종자개발(ABD)기술로, 주요 시장국 가운데 미국 및 중국시장에서 각각 6건 씩 출원을 하였으며, 특히 자국에서는 3건의 출원이 이루어짐. 이는 자국에서보다 미국 및 중국시장에 집중하고 있는 것으로 파악됨

- 한국에서 Mitsubishi사는 무 종자개발을 위한 분자마커(AAA) 및 작물의 저항성(ABC)기술과 관련하여 각각 1건의 특허출원만이 이루어짐. 특히 전반적으로 특허출원이 극히 미미한 것으로 나타남



[그림 2-25] Mitsubishi사의 주요 시장국 기술별 특허출원 현황

2) 논문 동향 분석

□ 논문분석 범위

- 본 분석에서는 『수출용 무 종자개발』과 관련되며, 현재까지 발행된 논문을 분석대상으로 함

[표 2-15] 분석구간 및 논문건수

국가	전체 분석구간	Raw Data	Real Data
해외 및 한국	~ 2013.01.21	1,026	492
한국		148	94
합계		1,174	586

- 논문분석을 위하여, 세종대학교 연구책임자가 제공한 연구 내용 제안서를 통해 기술 내용에 근거하여 논문분석을 위한 검색어를 도출하였으며, 추가적으로 관련 기술 문헌, 논문 및 과제책임자와의 논의를 거쳐 2차 검색어를 도출함
- 상기 도출된 핵심 검색어를 통하여 1,174건의 Raw Data를 선별하였으며, 검색된 논문 중에서 논문의 제목, 요약, 검색어를 중심으로 분석하여 총 586건의 논문을 추출하고, 이를 이용하여 분석을 실시함

□ 검색 DB

- 분석대상 논문 검색 DB 및 검색 범위는 다음 [표 2-15]에 나타냄

[표 2-16] 논문검색 DB 및 검색 범위

자료 구분	국 가	검색 DB	분석구간	검색 범위
논문	해외 및 한국	Scopus	~ 2012.01.21	제목, 요약, 키워드
	한국	NDSL		전체문서

□ 검색식

- 무 종자개발을 검색하기 위하여 하기와 같은 검색식을 사용하여 분석대상 논문을 도출함
- 기술 분류 체계. 기술 분류 기준은 상기 특허분석 기준과 동일한 범위로 한정함

[표 2-17] 무 종자개발에 대한 논문 검색식

기술명 대분류	검색식
무 종자개발	(Raphanus or daikon or radish or 무) and (종자 or 육종 or seed or breed)

□ 학술연구 Landscape

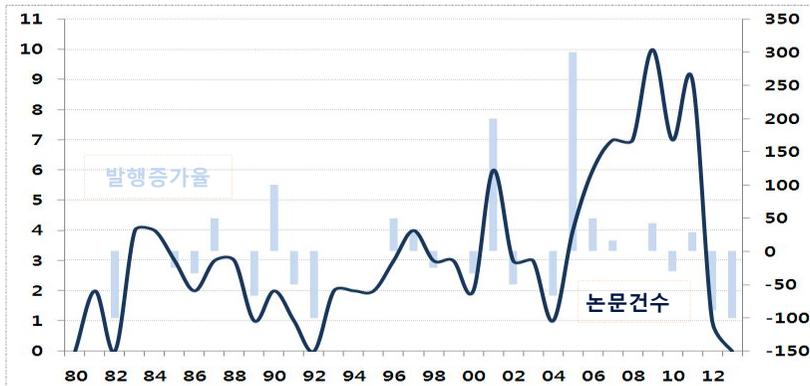
- 전체적인 기술의 수준 및 발행 동향을 파악하기 위하여, 먼저 논문의 발행 연도별 동향을 분석함
 - 논문의 발행 연도별 동향을 파악하기 위하여, 검색된 논문에 대하여 연도별로 그 유효 발행 건수를 도표화하여 정량화함



[그림 2-26] 발행 연도별 논문동향

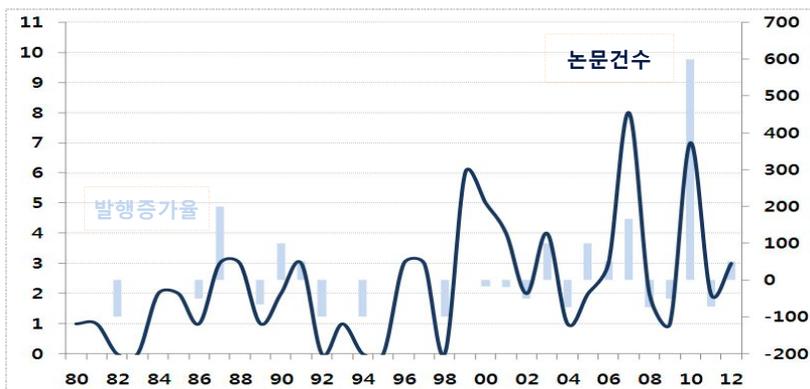
- 상기 그래프에서 무 종자개발과 관련된 기술 분야의 연도별 전체 논문동향을 살펴보면, 1994년 이후로 본격적으로 관련 논문들이 발행되기 시작하여 점차 증가하는 동향을 나타냄
- 전체적으로 현재까지 증가하는 추세이며, 1996년 이후로 급격히 증가하였고, 2006년부터 2010년 사이에 대폭 논문건수가 증가하여 현재까지 유지되고 있음. 이 시기는 전 세계로 상업 종자시장 규모가 267억 달러로 성장하는 시기로 해당 분야에 대한 연구가 집중적으로 이루어진 것으로 보임
- 논문은 비공개기간이 없으나, 논문이 발행되고 논문검색 DB에 올라가는데 시간이 소요됨을 감안하면 2012년도 논문건수는 더 증가될 수 있고, 발행 논문이 감소하는 추세라고 보기는 어려울 것으로 판단됨
 - 특히 2007년 이후 논문 발행건수가 크게 증가하였고, 이때 발행된 논문은 주로 재배기술개발의 논문이 주를 이루고 있어, 해당 분야에 대한 연구가 2000년도 말기에 활발히 이루어진 것으로 보임

- 주요국가의 연도별 논문동향을 살펴보면, 한국은 1980년부터 관련 논문이 간헐적으로 발행되고 있었으나, 1996년도부터 관련 논문이 꾸준히 발행되기 시작하여 본격적인 연구가 시작된 것으로 보임



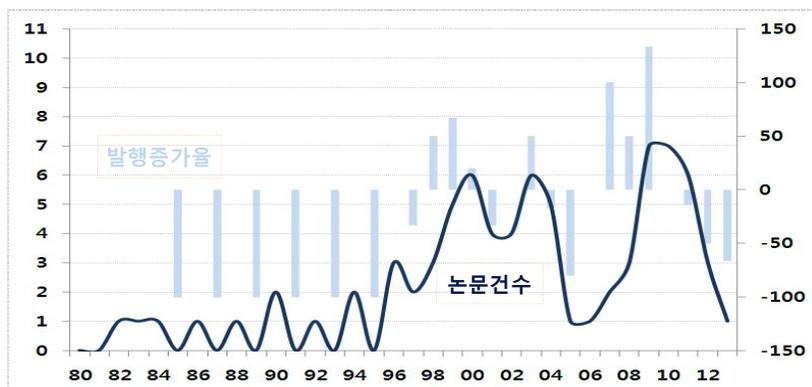
[그림 2-27] 한국의 발행 연도별 논문동향

- 미국은 1984년부터 본격적으로 관련 논문이 발행되기 시작하였으며, 계속하여 증가하는 양상은 보이지 않았으나 꾸준히 연구가 진행되고 있는 것으로 판단됨



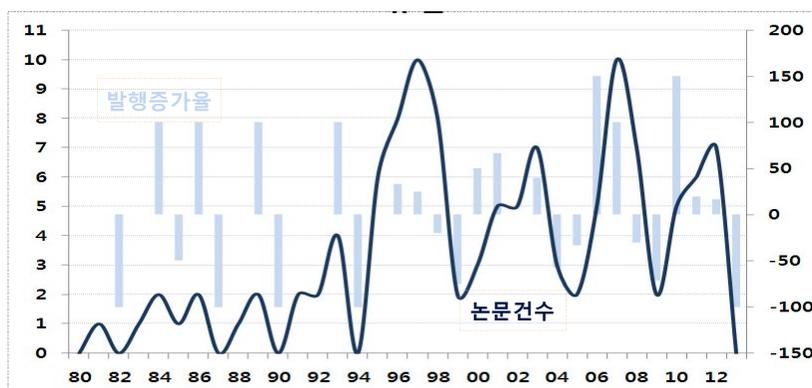
[그림 2-28] 미국의 발행 연도별 논문동향

- 일본의 경우 1973년부터 관련 논문이 간헐적으로 발행이 되다가 1996년부터 논문 발행건수가 증가하는 양상을 보이고 있음
 - 또한 2005년부터 2007년까지 논문건수가 감소하는 경향을 보이다가 2008년부터 제 2차 논문건수의 증가를 나타냄



[그림 2-29] 일본의 발행 연도별 논문동향

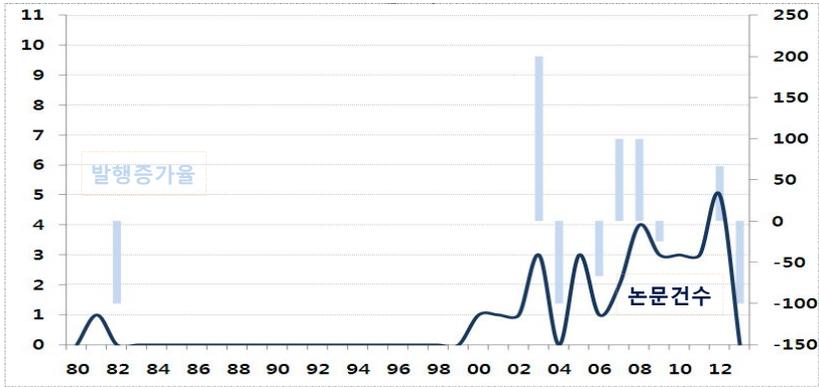
- 유럽의 경우 1957년부터 관련 논문이 간헐적으로 발행이 되다가 1995년 이후부터 논문 발행건수가 전반적으로 증가하는 양상을 보이고 있으며, 최근까지도 활발히 연구가 진행되고 있는 것으로 보임. 특히 1990년대 중반부터 다른 주요 국가에 비해 상당히 많은 논문발행을 기록하면서 해당 기술분야와 관련하여 전통적인 리더그룹이라 볼 수 있음



[그림 2-30] 유럽의 발행 연도별 논문동향

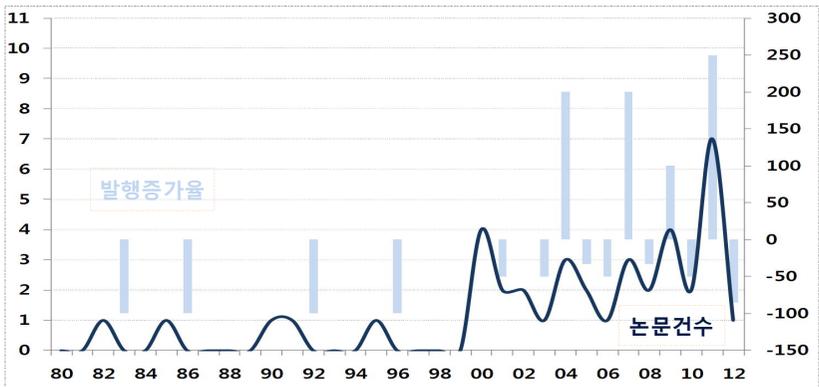
- 중국의 경우 관련 논문들이 발행되고 있지 않다가 2000년부터 논문 발행이 시작되었고 전반적으로 그 건수가 계속 이어지고 있어, 최근 들어 해당 분야에 활발한 연구가 진행되고 있는 것으로 보이며, 앞으로도 꾸준히 연구가 이루어질 것으로 보임

- 이 시기는 한국산 종자 특히 무와 배추 수입량 및 수입액의 증가율이 두 자리를 유지하는 시기임



[그림 2-31] 중국의 발행 연도별 논문동향

- 인도의 경우 1947년부터 관련 논문이 간헐적으로 발행되고 있었으나 2000년 이후부터 관련 논문이 꾸준히 발행되기 시작하며 본격적인 연구가 시작된 것으로 보임



[그림 2-32] 인도의 발행 연도별 논문동향

□ 주요 시장국 논문 발행 현황 및 구성 국가

- 주요 시장국 중 한국에서의 논문 발행은 개별국가 중 117건으로 가장 높았으며, 유럽의 경우는 131건의 발행수를 기록함
 - 유럽국 중 이탈리아(IT)가 33건, 프랑스(FR)가 25건으로 높았으며 해당 기술 분야에 대한 연구가 가장 활발한 것으로 나타남
 - 나아가 기타 국가 중에선 중국이 31건으로, 연도별 특허 및 논문동향에서 보여주듯이 2000년대 이후 급격히 증가한 것으로 보아 해당 무 종자개발 기술에 있어서 후 발주자 기술국이라는 사실을 확인함
- 한국의 경우 117건으로 상당히 높은 논문 발행비율을 보여주고 있으나 이는 NDSL 검색 DB 을 이용하여 국내 논문의 추가 보완을 하였기 때문에 다른 국가에 비해 상대적으로 높은 발행건수를 기록한 것으로 한국이 해당 연구 분야의 선두그룹에 위치하는 것은 아닌 것으로 보이나 한국 역시 본 기술 분야에 대하여 꾸준히 초점을 맞춰 연구를 진행한 것으로 판단됨
- 일본의 경우 특허동향과는 달리 논문의 경우엔 많은 발행건수를 기록하였으며, 이는 일본이 해당 연구 분야에 대한 학술연구에 집중하고 있는 것으로 판단됨

[표 2-18] 주요 시장국의 논문 현황

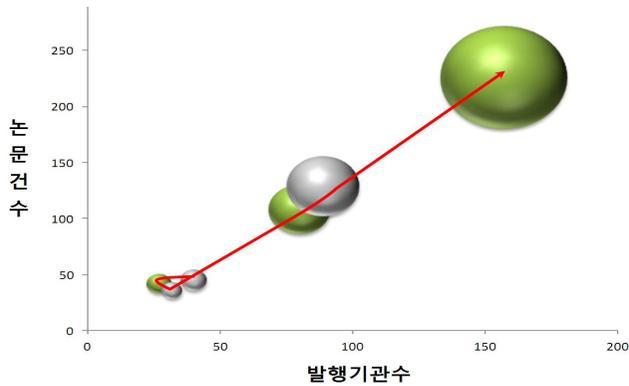
주요 시장국		논문 건수(건)	비율(%)
유럽	이탈리아	33	5.6
	프랑스	25	4.3
	독일	11	1.9
	네덜란드	11	1.9
	기타	51	8.7
	소계	131	22.4
한국		117	20.0
미국		84	14.3
일본		83	14.2
인도		42	7.2
기타	중국	31	5.3
	브라질	20	3.4
	캐나다	17	2.9
	오스트레일리아	16	2.7
	러시아	7	1.2
	기타	38	6.5
	소계	129	22.0
총합계		586	100

□ 학술연구 성장 단계 파악

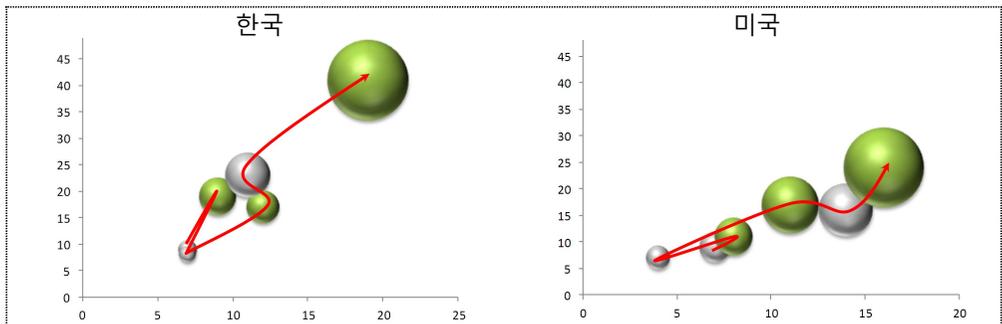
- 무 종자개발과 관련된 기술 분야의 전체 및 해당 국가의 기술위치를 포트폴리오로 나타낸 것으로 전체 발행된 논문 중 최근의 논문발행 동향을 6개의 구간으로 나누어 각각의 구간 별 발행기관 수 및 논문발행 건수를 나타내어 논문 발행 동향을 통한 기술의 위치를 살펴봄



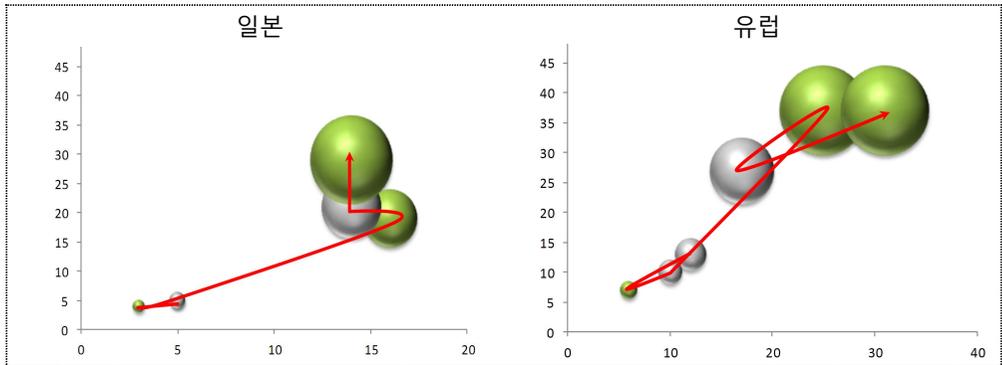
- 무 종자개발과 관련된 기술 분야의 전체 및 해당 국가의 기술위치를 포트폴리오로 나타낸 것으로 전체 발행된 논문 중 최근의 논문발행 동향을 6개의 구간으로 나누어 각각의 구간 별 발행기관 수 및 논문발행 건수를 나타내어 논문 발행 동향을 통한 기술의 위치를 살펴봄
- 각 구간은 1구간(~1982년), 2구간(1983년~1988년), 3구간(1989년~1994년), 4구간(1995년~2000년), 5구간(2001년~2006년) 및 6구간(2007년 ~2013.01)으로 나눔
- 포트폴리오로 나타낸 전체논문의 기술위치는 1구간(~1982년)에서 3구간(1989년~1994년) 사이에서 발행 논문과 발행기관수가 감소하는 양상을 보이나, 이는 퇴조기의 양상이 아니고 1940년대 후반부터 발행되기 시작하여 1982년까지 발행된 논문들의 수가 합산되어 이러한 결과로 나타난 점에 주의할 필요가 있음
- 그 외 3구간(1989년~1994년)에서 6구간(2007년 ~2013.01) 사이에서는 계속 논문 발행건수 및 발행기관수가 증가하고 있어, 전체적으로 성장기의 양상을 보임



- 포트폴리오로 나타낸 한국논문의 기술위치는 처음 1구간(~1982년)에서 3구간(1989년~1994년) 사이에서는 전체논문의 동향과 마찬가지로 논문발행건수와 발행기관의 수가 줄어들었으나, 3구간(1989년~1994년)과 4구간(1995년~2000년) 사이에서 그 증가가 급격히 이루어져, 1990년부터 해당 연구 분야에 대하여 활발히 학술연구가 이루어진 것으로 보임, 4구간(1995년~2000년)과 5구간(2001년~2006년) 사이에서는 논문 발행 건수와 발행기관의 수가 일시 정체되었으나 5구간(2001년~2006년)에서 6구간(2007년~ 2013. 01) 사이에 그 증가가 급상승하여, 성장기의 양상을 보임
- 포트폴리오로 나타낸 미국논문의 기술위치는 1구간(~1982년)에서 3구간(1989년~1994년) 사이에서 정체기의 양상을 보이나, 이는 본 연구 분야에 대한 초기 개발단계로 발행된 논문건수가 미미하기 때문에 발생한 결과이지 실질적인 정체기라 보긴 어렵다고 판단됨, 그리고 3구간(1989년~1994년)과 4구간(1995년~2000년) 사이에서 급격하게 논문발행건수와 논문발행기관이 증가하여, 지속적으로 증가를 유지하는 성장기의 양상을 보임, 이러한 동향을 나타내는 것으로 보아 미국은 1990년대부터 본 연구 분야에 대하여 활발하게 연구가 수행되고 있는 것으로 판단됨

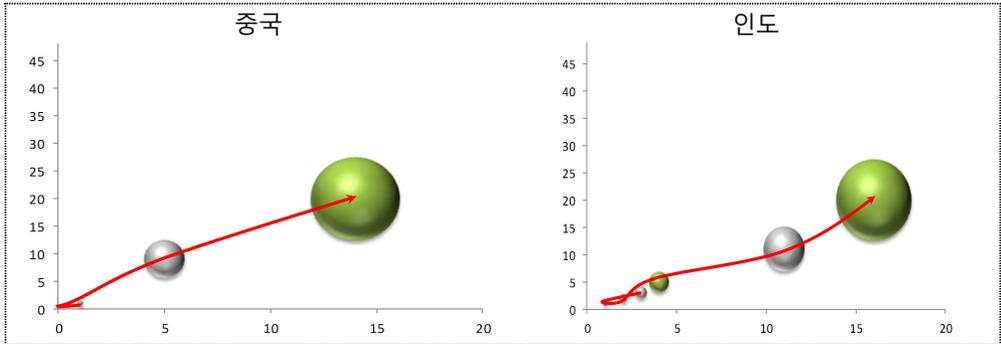


- 포트폴리오로 나타낸 일본논문의 기술위치는 처음 1구간(~1982년)에서 3구간(1989년~1994년) 사이에서 논문발행건수와 발행기관의 수가 미미하였으나, 3구간(1989년~1994년)과 4구간(1995년~2000년)사이에서 급격하게 논문발행건수와 논문발행기관이 증가하는 성장기의 양상을 보임, 나아가 4구간(1995년~2000년)에서 6구간(2007년 ~2013.01) 사이에서는 논문발행건수의 증가에도 불구하고 논문발행기관수가 정체되는 양상을 보임.
 - 이러한 동향을 나타내는 것으로 보아 일본은 본 연구 분야에 대한 지속적인 연구개발 활동이 진행되는 성숙기의 양상을 보임
- 유럽논문의 기술위치는 처음 1구간(~1988년)과 2구간(1989년~1994년) 사이에서 논문발행건수와 발행기관의 수가 줄어들었으나, 이는 본 연구 분야에 대한 초기 개발단계로 발행된 논문건수가 미미하기 때문에 발생한 결과이지 실질적인 정체기라 보긴 어렵다고 판단됨, 나아가 1990년대부터 계속하여 논문건수와 발행기관 수가 증가하는 성장기의 양상을 보임



- 포트폴리오로 나타낸 중국논문의 기술위치는 처음 1구간(~1988년)과 4구간(1995년~2000년)사이에서 초기 개발 단계로 발행된 논문건수가 미미하였으나 최근 2000년 중반부터 논문발행건수와 발행기관의 수가 급격히 증가하는 성장기의 양상을 보임
 - 나아가 중국논문의 동향과 마찬가지로 중국특허에서도 2000년대부터 기술성장단계를 나타냄으로써 무 종자개발과 관련된 전체 시장에서 중국시장이 2000년대부터 급성장하고 있다고 판단됨
- 포트폴리오로 나타낸 인도논문의 기술위치는 단일국가로서 중국보다 많은 논문들을 발행해 왔으며, 특히 인구 대비 식량부족으로 인해 종자개발에 중점하고

있는 국가이므로, 인도 역시 향후 본 연구분야와 관련하여 주목할 필요가 있을 것으로 판단됨. 특히 중국논문의 동향과 마찬가지로 인도논문에서도 2000년대 부터 빠른 기술성장단계를 보이고 있음



□ 주요 학회지 연구 활동 현황

- 다음의 표는 논문건수 상위 Top 7의 주요 학회지에 대한 것이고, 각 학회지에서 발행된 논문의 연도를 기재함

[표 2-19] 주요 학회지 발행 논문 건수 및 발행 연도

학회지	논문건수	발행 연도
한국원예학회지	23	1965(2), 1969(1), 1976(1), 1977(1), 1979(1), 1981(1), 1983(3), 1984(4), 1985(2), 1987(1), 1995(1), 1996(1), 1997(2), 2005(1), 2011(1)
Euphytica	16	1957(1), 1962(2), 1976(1), 1981(1), 1983(1), 1984(1), 1988(1), 1989(1), 1997(2), 2000(1), 2006(1), 2007(1), 2008(1), 2009(1)
Theoretical and Applied Genetics	16	1992(1), 1995(2), 1996(1), 1998(2), 2000(3), 2001(1), 2003(3), 2007(1), 2011(1), 2012(1)
Allelopathy Journal	15	1998(1), 2001(1), 2004(1), 2005(1), 2007(4), 2008(1), 2009(2), 2010(1), 2011(1), 2012(2)
Phytochemistry	10	1968(2), 1976(1), 1977(1), 1993(1), 1998(1), 2000(1), 2001(1), 2002(1), 2003(1)
한국잡초학회지	9	1985(1), 1986(1), 1987(1), 1988(2), 1990(1), 1991(1), 2010(1), 2011(1)
American Journal of Botany	9	1986(1), 1996(1), 1998(1), 2001(1), 2003(1), 2007(4)

- 본 연구 분야와 관련하여 가장 많은 논문을 발행한 학회지는 한국원예학회지로써 1965년부터 관련 논문들을 발행하기 시작하였으며, 비교적 최근인 2011년까지 꾸준히 발행되고 있음

- 또한 본 학회지의 논문들은 주로 무 재배기술개발(AB)이 주를 이루고 있어 본 연구 분야와 관련성이 매우 높은 학회지로 판단됨
- 본 연구 분야와 관련하여 많은 논문을 발행한 상위 네 번째까지의 학회지는 주로 무 재배기술개발(AB)과 관련된 논문을 발행하였으며, 상위 학회지 가운데 다섯 번째 Phytochemistry는 무 품종개발(AA)과 관련된 논문을 가장 많이 발행한 학회지로 확인됨
- 한국의 경우 한국원예학회지에서 상위 첫 번째로 많은 논문발행건수(23건)를 기록하고 있으며, 한국잡초학회지는 상위 여섯 번째 주요 학회지를 차지하고 있음
- 이러한 현황을 통하여 무 종자개발과 관련하여 한국이 집중적으로 연구개발을 진행하고 있음을 확인함

□ 주요 연구 기관 연구 활동 현황

- 다음 표는 논문건수 상위 Top 10의 주요 연구기관에 대한 것이고, 각 연구기관에서 발행된 논문의 연도를 기재함

[표 2-20] 주요 연구기관 발행 논문건수 및 발행 연도

연구기관	논문건수	발행 연도
California University[US]	15	1967(1), 1980(1), 1985(1), 1986(1), 1987(1), 1990(1), 1991(2), 1999(2), 2001(1), 2003(1), 2008(1), 2009(1), 2013(1)
강원대학교[KR]	12	1976(1), 1981(1), 1983(3), 1984(3), 1987(1), 1996(1), 2001(1), 2003(1)
농촌진흥청[KR]	12	1965(1), 1975(1), 1988(2), 1997(1), 2005(1), 2006(2), 2009(2), 2011(2)
건국대학교[KR]	10	1985(1), 1990(1), 1998(2), 1999(1), 2006(4), 2007(1)
INRA[FR]	10	1995(1), 1997(1), 1998(4), 2000(1), 2003(2), 2007(1)
New Mexico University[US]	10	1988(1), 1996(1), 1998(1), 2001(1), 2003(1), 2007(3), 2010(2)
Napoli Federico II University [IT]	9	1993(1), 2001(2), 2002(1), 2003(1), 2005(1), 2006(1), 2007(1), 2008(1)
경북대학교[KR]	8	2007(2), 2009(4), 2010(2)
Tsukuba University[JJP]	8	1998(1), 1999(1), 2004(2), 2006(1), 2007(1), 2009(1), 2010(1)
Utsunomiya University[JJP]	8	1996(2), 2000(1), 2001(1), 2002(1), 2003(1), 2009(1), 2011(1)

- 미국에 위치한 California 대학이 가장 많은 논문건수를 기록하였으며 발행된 논문들은 주로 무 재배기술개발에 대한 기술(AB)로 구성이 되어 있음
 - 본 연구분야와 상당히 관련성이 있는 연구들을 1967년부터 꾸준히 수행해온 것으로 확인됨
 - 최근까지도 계속 학술연구가 진행되고 있으므로, 주의 깊게 살펴볼 연구기관으로 볼 수 있음
- 다음으로 한국의 강원대학교 및 농촌진흥청이 두 번째로 많은 10건의 논문건수를 기록하였으며 특히 농촌진흥청은 최근까지도 계속 학술연구가 진행되고 있는 것을 볼 수 있음
- 또한 상기 두 연구기관은 미국의 California 대학과 마찬가지로 무 재배기술개발 (AB) 기술에 관한 연구가 많이 진행되어 역시 국내 주요 기관으로 주목할 만함

□ 주요 저자 연구 활동 현황

- 다음 표는 논문건수 상위 Top 11의 주요저자에 대한 것이고, 각 학회지에서 발행된 논문의 연도를 기재함

[표 2-21] 주요저자 발행 논문건수 및 발행연도

이름	논문건수	소속	발행연도
Marshall D.L.	7	New Mexico University[US]	1988(1), 1998(1), 2001(1), 2007(2), 2010(2)
윤화모	6	강원대학교[KR]	1976(1), 1983(3), 1984(1), 1996(1)
정일민	6	건국대학교[KR]	1999(1), 2006(4), 2007(1)
Kobayashi K.	5	Tsukuba University[Jp]	1999(1), 2006(1), 2007(1), 2009(1), 2010(1)
권중호	4	경북대학교[KR]	2007(2), 2009(2)
유진희	4	고려대학교[KR]	2010(1), 2011(3)
전재철	4	전북대학교[KR]	1985(1), 1986(1), 1987(1), 1990(1)
허만규	4	동의대학교[KR]	1999(1), 2001(2), 2009(1)
Bang S.W.	4	Utsunomiya University[Jp]	1996(2), 2002(1), 2011(1)
Bari M.L.	4	National food research institute[Jp]	1999(1), 2003(1), 2009(2)
Okumura T.	4	Meijo University[Jp]	2009(1), 2010(2), 2011(1)

- 주요 논문 저자들 중 최다 논문저자는 미국의 New Mexico 대학 소속의 Marshall D.L이며 주요 연구 분야는 무 종자 재배기술개발(AB)과 관련된 연구로서 최근까지도 논문을 발행함
- 주요 논문 저자들 중 일본 국적을 소유한 네 명의 저자는 최근까지 무 종자 재배 기술(AB) 관련 연구에 집중하고 있음을 확인함. 이를 통하여 무 종자개발과 관련된 연구를 계속 수행할 주요 저자로 생각되므로 지속적으로 주의 깊게 살펴 볼 필요가 있다고 판단됨
- 한국 소속의 주요 논문 저자 가운데 동의대학교 소속의 허만규는 다른 상위 Top 주요저자와 달리 무 종자 품종개발(AA)과 관련된 분야에 논문을 발행함

제 3 절 국내 정책동향 분석

1. 국내 정책동향

- 정부(농식품부)는 2009년 '2020 종자산업 육성대책'을 마련하여 2020년까지 종자수출 2억 달러 달성을 목표로 추진
- 농식품부는 최근 종자강국 도약을 위한 '종자산업 육성 방안'에 대한 내용을 발표(2011. 12, '제7차 위기관리대책회의'에 보고)
 - 목 표 : 2020년에 종자수출 2억불(현 0.3억불), 2030년에 30억불 달성, 기후변화에 대응 안정적인 식량생산 구축
 - 추진내용 : 종자 육종연구 기반조성, R&D투자 확대 및 효율화, 종자기업 육성 지원 등 3대 전략 및 10개 중점 과제
 - 무 종자분야는 종자 R&D투자 확대 및 효율화를 위하여 전략품목¹¹⁾으로 선정
 - 대표적인 채소과 작물인 무는 고추, 배추 등과 수출전략품목으로 정부차원(농식품부 주관)에서 전략적 지원
 - 정부(농식품부)는 2009년 '2020 종자산업 육성대책'을 마련하여 2020년까지 종자수출 2억 달러 달성을 목표로 추진
 - 채소종자의 경우, 민간주도형으로 종자 기업이 상당 부분의 역할을 담당, 정부의 종자산업 육성대책도 민간부문에 초점
- 2011년 마련된 'Golden Seed 프로젝트'에서 무 종자가 수출을 지향하는 글로벌 시장개척 분야로 선정
 - 글로벌 시장개척형 종자 : 보유 강점기술을 기반으로 수출시장 개척용 종자 개발
 - 글로벌 시장 개척형 종자 : (식량) 벼, 감자, 옥수수, (원예 및 특작) 배추, 고추, 수박, 무, (수산) 넙치, 바리과, 전복
- 무 분야는 투자 아이템 선정 시 수출의 강점, 기술성이 높고, 사회경제적 파급성이 큰 품목으로 구분
 - 우수 육종기술과 유전자원을 바탕으로 세계시장에서의 점유율 향상을 통해 1,000만 달러 이상을 글로벌 수출 가능한 품목으로 선정

11) 전략품목 : 벼, 고추, 배추, 수박, 무, 토마토, 양파, 넙치, 전복, 돼지, 닭

제 4 절 기술수준 및 연구개발 인프라 분석

1. 국내 기술수준 분석

□ 국내 기술수준조사

- 국내 R&D 역량 진단을 위해 선진국 대비 국내 기술수준에 대한 설문조사 실시
- 조사 분석 방법

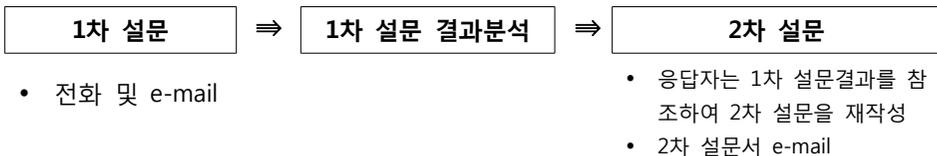
□ 조사 목적

- Golden Seed Project(GSP) 무 품목의 국내 기술수준을 파악 하여 GSP 사업 중 무 품목의 추진 전략 수립 및 세부기획의 근거자료로 활용

□ 조사 분석 방법

- 기술수준조사방법 : 조사결과의 객관성 확보를 위해 Mini-Delphi 설문기법 도입
- Mini-Delphi : 전문가 그룹의 의견을 체계적으로 도출하여 수렴하기 위한 조사 방법으로 응답자가 1차례의 설문응답 후 통계 결과를 확인하여 2차 설문에 응답하는 방법

[Mini-Delphi 조사 프로세스]



○ 기간

- (1차) 2012년 8월 2일 ~ 2012년 8월 21일
- (2차) 2012년 9월 26일 ~ 2012년 9월 28일

○ 조사경과

- 종자관련 연구 및 개발 주체가 되는, 산, 학, 연 및 기타(협회 등) 기관으로 농림수산식품기술기획평가원 추천 전문가 240여명 대상 실시

○ 조사 내용

- 종자 R&D 기술 분류 체계에 따른 세부 기술의 최고기술보유국 대비 기술수준 및 기술격차

□ 조사항목별 정의

구분	정의	세부구분	정의
육종기반	품종육종에 직접적인 기술은 아니나 육종의 효율성 및 효과성을 향상시키는 여건을 제공하는 기술 분야	시설/장비	육종 과정에서 육종기간을 연장하거나 육종의 효율을 높일 수 있는 환경 제공
		인력	육종 소재의 유전자분석, 성분분석, 장기보존 등 첨단 장비 개발/활용으로 육종 효과/효율성 향상
		정보	육종프로그램관리정보시스템, 육종관련 연구정보 네트워크 등 IT기술 융합 인프라
유전자원	육종에 활용할 소재의 수집, 분석, 관리 그리고 육종에의 이용을 용이하게 하기위한 기초 연구	유전자원 보유	유전자원 수집 및 보유 현황
		유전자원 기초 및 안정성 연구	유전자원을 품종육성에 활용하고자 개별적 특성에 대한 연구 및 육종소재로의 개발, 식품 및 제약의 원료로서의 연구, 산업적 이용에 필요한 유전자원의 생화학적 안정성에 대한 연구, 품종 개발 시 성능 안정성 연구
품종육성	육종목표에 부합하는 유전자원과 육종방법을 이용하여 인공적 교배와 선발과정을 거쳐서 기존의 품종보다 우수한 신품종을 개발하기 위한 기술분야	전통육종	교배, 계통육성, 고정화 등의 전통육종기술
		분자육종	분자마커 개발 및 활용, 유전체 육종, genoty-ping, genome assisted breeding 등
		생력화	육종효율 향상을 위한 자동화 처리기술
		품종평가	병리검정, 성분분석, 발아율, 순도검정 등 품질검사에 대한 기술
종자상용화	개발된 신품종을 생산하여 시장에 출시하기까지 각 단계에 적용되는 기술분야	종자생산	원원종/원종관리 시스템, 보급종자 생산시스템, 하이브리드 생산기술 등
		종자가공처리	종자 정선, 건조, 보관, 포장, 프라이밍, 코팅, 소독 등 가공, 처리에 대한 기술
시장개척	신품종을 시장에 진입시켜 성공적인 시장점유를 달성하는데 필요한 기술 분야	현지포장 시험 등 현지시험	타겟시장 현지시험재배 시스템(장) 구축 등 현지화 기술

□ 조사항목별 척도와 평가방법

- 중요도: 각 품목에서 해당 기술 분야의 상대적인 중요도(상, 중, 하)
- 기술수준: 종자 R&D기술별 최고기술수준(국가)대비 현재 국내 기술수준
 - ※ 육종기반, 유전자원-유전자원 보유: 5점 척도(매우 낮음(1점)~매우 높음(5점))
 - ※ 유전자원-유전자원 기초 및 안정성 연구, 품종육성, 종자상용화, 시장개척

- 기술격차: 현재 세계 최고기술 수준에 도달하기까지 걸리는 소요시간 (단위: 년)

[표 2-22] 기술수준척도 별 의미

내용	연구개발 능력 불확실	선진기술 도입 후 적용가능	선진기술 모방 개량	최고 수준에 대등 또는 근접	세계 최고 수준
점수	20 이하	21~40	41~60	61~80	81~100

□ 기술수준 종합

- 무 품목의 전체 기술수준은 최고 기술 보유국 대비 66.7%, 기술격차는 3.9년
- 전통육종은 최고 기술 보유국 대비 기술수준이 77.7%로 높게 나타났으며, 기술격차가 0.7년으로 무 분야 세부기술 수준 중 가장 높음
- 반면 분자육종 기술은 최고 기술 보유국 대비 기술수준 58.9%, 기술격차 4.3년으로 나타나 동 기술에 대한 지원 및 개발이 요구됨

[표 2-23] 무 분야 세부기술별 기술수준

구분	세부기술	최고기술보유국대비		최고기술보유국
		기술수준 (%)	기술격차 (년)	
유전자원	유전자원보유	78.3	4.3	일본
	유전자원기초 및 안전성 연구	73.9	5.4	한국, 일본
품종육성	전통육종	77.7	0.7	한국, 일본
	분자육종	58.9	4.3	한국, 일본
	생력화	60.6	5.4	일본
	품종평가	69.6	2.9	일본
종자상용화	종자생산	61.5	3.8	미국, 뉴질랜드
	종자가공처리	63.8	5.2	일본
시장개척	현지시험	56.2	3.0	일본
전체				

□ 국내 업체의 채소품종 개발 수준

- 선진국에 비해서는 다소 떨어지나 중국, 동남아보다는 매우 앞서는 수준임
- 주로 무, 배추, 고추 등 배추과와 가지과 채소 종자에서 선진국 수준의 육성 기술을 보유하고 있음
- 미국, 일본, 화란 등 종자 개발 선진국에 비교할 때 생명공학기법을 활용한 분자

육종 기술이 미흡한 편임

- 그러나, 국내 재배면적이 많은 배추, 무, 고추 등 일부 품목에서는 세계적인 경쟁력을 확보하고 있음
 - 무, 배추, 양배추의 경우 자가불화합성 및 응성불임성을 이용한 일대교잡종 육성 기술을 확보하고 있으며, 고추의 경우에도 응성불임성 이용 기술을 활용

2. 연구개발 인프라 분석

□ 인프라 조사 방법

- 국내 R&D 역량 진단을 위해 인프라 현황에 대한 설문조사를 실시하였음
 - 조사 방법은 이메일 설문지 송부 및 회신으로 진행됨

□ 무 분야 인력현황

- 무 분야의 경우 육종을 하고 있는 산업체가 다른 분야에 비해 많은 것으로 나타났으며 분야 별 기관 당 평균 육종인력은 약 3명으로 나타남
- 무 분야에 다수의 육종인력을 보유하고 있는 기관으로는 (주)동부팜한농과 삼성종묘로 나타남

[표2-24] 무분야 연구기관 및 육종 인력 수

품목	기관	육종인력 수(명)
무	농협종묘	1
	(주)동부팜한농	3
	네오씨드	1
	충원종묘	1
	아시아종묘	1
	대일종묘	1
	현대종묘	1
	삼성종묘	1
	(주)코레곤종묘	1
	세종대학교	1
	목포대학교	1
	네오씨드	1
	뉴란	1

□ 시설현황

- 총 14개의 개인육종가, 산, 학 기관을 대상으로 시설현황에 대한 조사를 한 결과 농협종묘의 비닐하우스 시설 규모가 큰 것으로 나타남

[표 2-25] 무 종묘 업체의 시설 현황

업체	세부분야	시설	투자규모(금액, 면적)	보유수량
농협종묘	저장시설	창고	200평	
	농업시설	유리온실	4000평	
		비닐하우스	14000평	
	특수시설	저온처리시설	7평	
	기타(조직배양실)		10평	
㈜동부팜한농	저장시설	향온향습창고	650평	1
		일반창고	300평	1
	농업시설	유리온실	50평	1
		비닐하우스	17,000평	100동
	특수시설	건열처리시설	6,000만원	4
	기타(저온춘화처리시설)		15,000만원	5동
네오씨드	저장시설	창고		
	농업시설	유리온실		
		비닐하우스	70평	18동
	특수시설	저온처리시설		
기타(노지)		700평		
충원종묘	저장시설	창고		
	농업시설	유리온실		
		비닐하우스	1억	1000평
	특수시설	저온처리시설	1천만원	1평
기타				
아시아 종묘	저장시설	창고	200평	2동
	농업시설	유리온실	100평	1동
		비닐하우스	6,000평	60동
	특수시설	저온처리시설	30평	1동
		향온향습창고(원종보관용)	50평	1동
		향온향습창고(시판용)	200평	2동
	기타	퇴비사	100평	1동
		농자재창고	200평	1동
병리검정창고		50평	1동	
대일종묘	저장시설	창고	한국 :5평, 중국:300평	2동
	농업시설	유리온실		
		비닐하우스	한국:5,000평, 중국북경:12,000평	110동

			중국광동:3,500평	
	특수시설	저온처리시설		
		기타		
현대종묘	저장시설	창고	100평	1동
	농업시설	유리온실		
		비닐하우스	80평	45동
	특수시설	저온처리시설	Growth chamber	1대
		기타(건조기)	2평	1대
삼성종묘	저장시설	창고	80평	2동
	농업시설	유리온실		
		비닐하우스	60평	60동
	특수시설	저온처리시설		
		기타		
㈜코레곤종묘	저장시설	창고	50평	4동
	농업시설	유리온실	-	-
		비닐하우스	4,500평	총 면적
	특수시설	저온처리시설	200평	1동
		기타		
세종대학교	저장시설			
	농업시설	유리온실	2,500만원(10평:2동)	1동
		비닐하우스	100평: 2동	2동
	특수시설	저온처리시설	2,500만원(10평:1동)	없음
	배양시설	조직배양실	3,000만원(15평: 1개)	1개
		기타(저온 chamber)	800만원(1개)	1개
목포대학교	저장시설	항온항습창고	200평	1
		일반창고	200평	1
	농업시설	유리온실	100평	1
	특수시설	비닐하우스	17,000평	100동
			기타(저온춘화처리시설)	15,000만원
개인육종가B	저장시설	창고	1,000만원	1동
	농업시설	유리온실		
		비닐하우스	1,980m ²	13동
	특수시설	저온처리시설		
		기타	132m ²	1동

□ 장비현황

- 성분분석 장비 중 HPLC는 (주)농우바이오, (주)에프앤피, 경북농업기술원 영양고추시험장이 보유
- 자동포장기계, 씨앗용 비중선별기, After Cooler, Retort pouch filling-sealer 등 상품화 및 자동화 관련 고가 장비들을 보유하고 있는 기관은 (주)아시아종묘로 나타남

제 5 절 R&D 추진 전략방향

□ 주요 이슈

- 무 종자의 주요 목표 시장은 중국, 일본, 인도와 동남아, 유럽이며, 그 중에서도 중국과 인도, 동남아의 성장성이 높음
- 무 종자개발과 관련된 기술 분야에 있어서 전체적으로 출원되고 있는 특허들은 계속 증가하는 추세에 있는 것으로 보이며, 해당 분야에 대해 전반적으로 연구가 꾸준히 이어지고 있음
 - 특히 최근의 출원 증가율은 중국 출원의 영향을 많이 받은 것으로 보이며 향후 주요 시장국으로 중국을 주목할 필요가 있음
- 관련 특허를 가장 많이 출원한 주요 출원인으로는 미국의 Monsanto사이며 가장 많은 특허출원건수를 기록하였으며, 주로 무 종자 품종개발 기술과 관련된 연구들을 주로 수행한 것으로 나타남
 - 한국의 다출원인이 출원한 특허와 동일한 기술분야로써 주목해야할 필요가 있음

목표 시장	시장 세분화	요구특성	시장 규모	전망
중국	- 재배시기: 봄 무, 여름무, 가을무, 월동무 - 형태: 청수, 백수	<ul style="list-style-type: none"> • 만추대 내서성 일대잡종 • 백피계 품종 	367 억원	매우 높음 (교배종으로의 전환이 빠름)
일본	- 재배시기: 봄무, 여름 무, 가을무, 월동무 - 형태: 청수, 백수	<ul style="list-style-type: none"> • 고순도 F1 품종 • 내부 변색이 없고 병에 강한 종자 • 근비대력 우수, 만추대성 종자 	152 억원	현재 수준 유지
인도/ 동남아	봄무, 남방계 무	<ul style="list-style-type: none"> • 봄무: 고순도 품종, 비대력 우수, 만추대성 품종, 바람들이가 늦은 품종 • 남방계: 백수계, 비대가 빠른 고순도 품종, 바람들이가 늦은 품종 	127 억원	약 15% (교배종 면적 확대)
유럽/ 미주	샐러드용20일 무, 유색 무	<ul style="list-style-type: none"> • 20일 무: 순도 우수, 비대가 균일한 품종, 샐러드용 조생 소형무 • 유색 무: 순도 우수, 색이 변색되지 않는 품종, 생식용으로 맵지 않은 품종 	44 억원	현재 수준 유지 (무 소비량이 정체 상태)

- 무 종자개발과 관련된 연구 분야 중 발아력 향상을 위한 열처리, 약품처리, priming, 습식처리 기술인 종자처리법(ABA)과 관련한 논문이 높은 발행건수를 기록하고 있으며, 1990년 중반부터 점진적인 증가세를 나타냄
 - 이러한 증가세로 보아 해당 기술 분야에 대한 연구가 타 세부기술에 비해 더 활발히 연구되어질 것으로 판단됨

□ 주요 산업 전략

- 수출 전략지역 공략을 위한 관행육종 기술을 이용하여, F1품종 등 맞춤형 고부가가치 품종을 개발
- 목표 시장에 대한 분석 및 기술동향 모니터링을 실시 및 현지 시험 포장을 조성하여 목표시장에서 선호하는 품종을 육종
- 유전체 분석을 통한 분자마커 개발 및 유용 유전자 발굴, 소포자 배양 세대단축 기술 개발
- 관행 + 분자육종 기술 인력 양성

- **선택과 집중** = 목표시장 : 중국 및 일본(봄, 여름, 가을/겨울)과 가공용
 - ⇒ 생산성, 안정적인 생산, 가격경쟁력을 증대하기 위한 지역별 및 계절별 생산시설과 인프라 구조 확립
 - ⇒ 마케팅의 차별성을 위한 브랜드 개념과 가치를 개발
- **방어전략** → 중국(봄 및 여름)과 기타 아시아 국가(가공용)
 - ⇒ 선도적인 위치를 확고히 하고 유지
 - ⇒ 브랜드를 비롯한 산업의 차별성(생산, 가격, 지역, 홍보)의 지속적인 개발
- **공격전략** → 일본(봄, 여름 및 가을/겨울)
 - ⇒ 새로운 배급네트워크 형성
 - ⇒ 내부적인 가격경쟁 최소화
 - ⇒ 주요특성과 시장요구의 지속적인 업데이트
 - ⇒ 자체브랜드를 통한 현지시장 개척

□ SWOT분석

[표 2-25] SWOT 분석

<p>내부요인</p> <p style="margin-left: 100px;">외부요인</p>	O(기회)	T(위기)
	<ul style="list-style-type: none"> • OP에서 F1 시장으로 전환함에 따라 종자가격이 급격하게 상승하고 있음 • 무는 육종이 어려워 한번 자리를 잡으면 후발 주자가 따라 잡기 어려움 • 중국 종자시장의 급성장 • F1 품종을 비롯한 고품질 품종 선호도 증가 • 낮은 종자가격(중국, 인도 등) 	<ul style="list-style-type: none"> • 경쟁국인 일본이 전통 육종에 많은 투자를 하고 있음 • 경쟁으로 인한 종자 가격 하락의 위험이 있음 • 한국 종자에 대한 검역강화로 종자의 수출입 제한이 많음 • 기후 변화로 인한 무 채종의 안정성 하락 • 무 채종가격의 상승 • 융성불임 등 핵심 기술에 대한 다국적 기업에 의한 선점 • 자본을 앞세운 다국적 기업과의 기술 격차 심화 • 중국의 과감한 투자정책 • 부족한 생산 전문가
S(강점)	SO전략 추진방향	ST전략 추진방향
<ul style="list-style-type: none"> • 전통 육종에 대한 다양한 경험, 소량다품목 생산경험 • 우수한 육종가 보유 • 무 시장에 대한 다양한 분석 • 한국 무에 대한 높은 상품 인지도 보유 • GSP 등 정부 지원 확대 • 세계적인 수준의 관행육종 기술 • 다양한 유전자원 확보 	<ul style="list-style-type: none"> • 앞선 관행육종 기술을 이용하여 중국에서 선호하는 품종 육종 • 신흥시장을 세분화하여 수출 전략지역 공략을 위한 맞춤형 품종 개발 • F1품종 등 고부가가치 품종 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 다국적기업에서 만든 특허장벽을 회피할 수 있는 • 대체 기술 개발에 집중 투자 • 분자육종기반구축에 정부 투자 확대
W(약점)	WO전략 추진방향	WT전략 추진방향
<ul style="list-style-type: none"> • 육종 중간 세대들이 없음 • 타 작물에 비해 기초연구 취약 (일부 기업을 제외, 부족한 유전체 연구) • 타 배추과 작물에 비해 협종 종자 수가 적어 인건비가 많이 요소 • 원종 증식 등 제반 여건이 다른 십자화과 작물에 비해 몇 배의 노력이 듦 • 일부 지역에 대한 마케팅이 취약 • 다양한 경험들을 가지고 있으나 상호 정보교류가 약함 • 유전자원의 활용도 부족 • 원종증식의 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> • 분자육종 기반 구축에 집중 투자하여 핵심기술 확보 • 유전적으로 가깝고 유전체 정보가 많이 축적된 Arabidopsis와 배추와 무의 비교유전체 연구에 투자 확대 	<ul style="list-style-type: none"> • 관행육종과 분자육종 기술을 겸비한 육종 인력 양성 • 축적된 배추 유전체 분석 기술을 응용하여 무 유전체 정보 및 이를 기반으로 유용 형질 선발용 • 분자마커 개발 선점

제 3 장 목표 설정 및 프로젝트 도출

제 1 절 목표 설정

1. 최종 목표

□ GSP 무 연구 개발 사업의 최종 목표는 '수출용 무 품종 육성 및 무 육종 기반연구를 통해 2021년 무 수출용 품종 개발로 수출 2000만 달러를 달성 및 무 육종 기반 확립'

○ 수출용 무 품종 육성

일본 수출용 무 23 품종 육성
유럽 및 미주 수출용 무 8 품종 육성
중국 수출용 무 25 품종 육성
동남아 및 인도용 무 10 품종 육성
가공용 무 15 품종 육성

○ 종자 수출액 증진

- 종자수출액을 현 390만불(2011년 종자협회 자료)을 2021년 2,000만 불로 증진
- 무 종자 시장은 2021년 2억불 이상에 달할 것으로 예측 되는데 GSP 무 사업을 통해 무 종자 시장의 10% 이상을 차지하는 것을 목표로 함
- 일본용 무 품종수출 누적수출액 25 백만불
- 중국 동남아 및 인도용 무 품종 수출 누적수출액 17 백만불
- 가공용 무 품종수출 누적수출액 6 백만불

○ 무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발과 DNA 프로파일링

- 무 품종 육성을 위한 SNP 마커를 대량으로 확보하고 목표형질에 연관된 MAS용 분자마커 개발
- 목표형질에 대한 자동화 및 대량분석이 가능한 형질검정 체계 확립
- 위황병, 뿌리혹병, 노균병 등 병저항성 관련 신규 분자마커 4개 이상 개발
- 근피색 등 품질 관련 신규 분자마커 4개 이상 개발
- Genome-wide SNP을 이용하여 원종, 원원종, 육종계통들의 DNA 프로파일링

- 목표형질 연관 MAS용 분자마커 개발 및 분자유종기술 실용화
- 최적화된 분자유종시스템을 확립하고 품종육성에 활용
- 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발
 - 반수체 육종 기술 체계 확립
 - 무의 육종연한 단축을 위한 반수체 유래 순계 육성
 - 무의 육종연한 단축을 위한 반수체 유래 계통 개발 및 공급
- 무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성
 - 다양한 환경 및 작형에 적합한 유전자원 수집, 특성 평가 및 분류
 - 종·속간 교잡을 통한 유용형질의 핵심유전자원 내로의 도입
 - 분류군 간의 유전적 거리(genetic distance) 조사 등 최적 교배 조합 검정
 - 분자 마커를 이용한 우수 교배모본의 유전형 분석 및 후대 선발을 통한 세대 단축
- 생산 기반 연구 (원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)-후보과제
 - 무 MS 원종증식 체계 확립 (정식시기, 정식비율, CO2 처리농도 등)
 - 무 채종시 등숙기에 우습에 의한 피해 저감 대책 연구
 - 수출용 무 종자 생산을 위한 효율적 건조 및 종자 처리 기술 개발
 - 수출용 무 종자 안정화 공급을 위한 해외 채종지 탐색, 개발 및 확립
- 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축
 - 저항성 평가용 국내·외 바이러스 등 무 병원체 수집 및 특성 평가
 - 저항성 평가용 무 병원체 실용화 검정 기술 개발
 - 일본 수출용 무 품종 육종을 위한 병리 검정 및 스크리닝 기술 개발 및 구축
 - 중국 수출용 무 품종 육종을 위한 병리 검정 및 스크리닝 기술 개발 및 구축
 - 동남아 및 인도 수출용 무 품종 육종을 위한 병리 검정 스크리닝 기술 개발 및 구축
- 내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술개발-후보과제
 - 저항성 평가용 국내·외 바이러스 등 무 병원체의 육종용 표준화
 - 일본 수출용 무 품종 육종을 위한 표준 균주의 개발 및 병리검정 구축
 - 중국 수출용 무 품종 육종을 위한 표준 균주의 개발 및 병리검정 구축

- 동남아 및 인도 수출용 무 품종 육종을 위한 표준 균주의 개발 및 병리검정 구축
- 저항성 평가용 무 병원체의 대량 병리 검정 실용화 기술 개발 및 구축

2. 연차별 목표 및 단계별 목표

□ 연차별목표

- 수출용 무 품종 육성을 위해 각 연차별로 [표 3-1]과 같이 계획을 세우고 무 GSP는 품종 육종 분야는 1단계부터 품종 육성을 하여 판매를 시작
- 2단계에서는 1단계에서 육성 된 계통을 중심으로 조합 작성을 늘리고 1단계에서 판매된 품종들에 대한 매출 신장 도출
- 품종 육종 기반 연구는 1단계에서는 기존에 개발되어 있는 마커, 병리 및 반수체 기술을 개발을 이용 하여 육종을 효율적으로 할 수 있도록 지원하고 2단계는 품종의 판매 확대를 기하고 확립된 육종기반 기술을 바탕으로 효율적인 품종육종을 할 수 있도록 지원
- 육종 기반 연구는 새로운 품종에 대한 지원뿐 아니라 기존의 품종도 순도검정, 생산 방법 등을 지원하여 지속적으로 판매 될 수 있도록 지원
 - 1단계에서는 품종육종을 효율적으로 지원 할 수 있는 기술 개발을 위주
 - 2단계에서 개발 된 기술이 실용적으로 적용 될 수 있도록 육종 팀들과 상호 보완적인 협조를 거쳐 과제를 수행

[표 3-1] 세부 프로젝트별 목표

연차	연도	중점 연구영역	주요 목표
1년차	2013	무 품종 육종	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 1050 조합 • 국내 재배시험 - 800 조합 • 현지 시교 시험 - 21 품종
		무 육종 기반연구	<ul style="list-style-type: none"> • 무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발 • DNA 프로파일링을 이용한 무육성계통의 원예 및 농업형질 특성 평가 (5계통에서의 DNA 프로파일링) • 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발 (5계통에서의 반수체 육종법 기술 적용) • 무 재종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성 • 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축 (바이러스 1종, 세균 1종, 진균 1종 균주 개발) • 내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술개발-후보과제 (바이러스 1종 및 세균 1종 균주 표준화)

			<ul style="list-style-type: none"> • 생산 기반 연구 (원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)-후보과제 (등숙기 무 꼬투리 우기 저감 대책)
2년차	2014	무 품종 육종	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 1180 조합 • 국내 재배시험 - 910 조합 • 현지 시교 시험 - 41 품종 • 품종 보호출원 - 2 품종 • 종자수출 - 14 만불
		무 육종 기반연구	<ul style="list-style-type: none"> • 무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발 • DNA 프로파일링을 이용한 무육성계통의 원예 및 농업형질 특성 평가 (10계통에서의 DNA 프로파일링) • 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발 (10계통에서의 반수체 육종법 기술 적용) • 무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성 • 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축 (바이러스 2종, 세균 1종, 진균 1종 균주 개발) • 내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술개발-후보과제 (바이러스 1종 및 세균 1종 균주 표준화) • 생산 기반 연구 (원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)-후보과제 (등숙기 무 꼬투리 우기 저감 대책 및 채종지 후보 4곳 탐색)
3년차	2015	무 품종 육종	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 1620 조합 • 국내 재배시험 - 1190 조합 • 현지 시교 시험 - 49 품종 • 품종 보호출원 - 9 품종 • 종자수출 - 59 만불
		무 육종 기반연구	<ul style="list-style-type: none"> • 무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발 • DNA 프로파일링을 이용한 무육성계통의 원예 및 농업형질 특성 평가 (10계통에서의 DNA 프로파일링) • 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발 (10계통에서의 반수체 육종법 기술 적용) • 무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성 • 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축 (바이러스 2종, 세균 1종, 진균 1종의 병리검정기술개발) • 내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술개발-후보과제 (바이러스 1종 및 세균 1종 균주 표준화) • 생산 기반 연구 (원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)-후보과제 (등숙기 무 꼬투리 우기 저감 대책 및 채종지 후보 4곳 탐색)
4년차	2016	무 품종 육종	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 1940 조합 • 국내 재배시험 - 1480 조합 • 현지 시교 시험 - 63 품종 • 품종 보호출원 - 12 품종 • 종자수출 - 196 만불
		무 육종 기반연구	<ul style="list-style-type: none"> • 무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발 • DNA 프로파일링을 이용한 무육성계통의 원예 및 농업형질 특성 평가 (10계통에서의 DNA 프로파일링) • 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발 (10계통에서의 반수체 육종법 기술 적용) • 무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성 • 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축 (바이러스 2종, 세균 1종, 진균 2종의 병리검정기술개발 및 병리

			<ul style="list-style-type: none"> 네트워크 구성) 내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술개발-후보과제 (바이러스 1종 및 세균 1종 균주 표준화) 생산 기반 연구 (원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)-후보과제 (등숙기 무 꼬투리 건조 기술 20% 향상)
5년차	2017	무 품종 육종	<ul style="list-style-type: none"> 우수계통 육성 교배조합 작성 - 2070 조합 국내 재배시험 - 1670 조합 현지 시교 시험 - 72 품종 품종 보호출원 - 4 품종 종자수출 - 330 만불
		무 육종 기반연구	<ul style="list-style-type: none"> 무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발 DNA 프로파일링을 이용한 무육성계통의 원예 및 농업형질 특성 평가 (10계통에서의 DNA 프로파일링) 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발 (10계통에서의 반수체 육종법 기술 적용) 무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축 (바이러스 2종, 세균 1종, 진균 2종의 병리검정기술개발 및 병리 네트워크 구성) 내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술개발-후보과제 (바이러스 1종 및 세균 1종, 진균 1종 균주 표준화) 생산 기반 연구 (원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)-후보과제 (등숙기 무 꼬투리 우기 피해율 20% 저감)
6년차	2018	무 품종 육종	<ul style="list-style-type: none"> 우수계통 육성 교배조합 작성 - 2410 조합 국내 재배시험 - 1860 조합 현지 시교 시험 - 80 품종 품종 보호출원 - 11 품종 종자수출 - 430 만불
		무 육종 기반연구	<ul style="list-style-type: none"> 무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발 DNA 프로파일링을 이용한 무육성계통의 원예 및 농업형질 특성 평가 (10계통에서의 DNA 프로파일링) 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발 (10계통에서의 반수체 육종법 기술 적용) 무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축 (바이러스 2종, 세균 1종, 진균 2종의 병리검정기술개발 및 병리 네트워크 구성) 내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술개발-후보과제 (바이러스 1종 및 세균 1종, 진균 1종 균주 표준화) 생산 기반 연구 (원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)-후보과제 (등숙기 무 꼬투리 채종율 15%)
7년차	2019	무 품종 육종	<ul style="list-style-type: none"> 우수계통 육성 교배조합 작성 교배조합 작성 - 2680 조합 국내 재배시험 - 2080 조합 현지 시교 시험 - 83 품종 품종 보호출원 - 6 품종 종자수출 - 635 만불
		무 육종	<ul style="list-style-type: none"> 무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발

		기반연구	<ul style="list-style-type: none"> DNA 프로파일링을 이용한 무육성계통의 원예 및 농업형질 특성 평가 (10계통에서의 DNA 프로파일링) 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발 (10계통에서의 반수체 육종법 기술 적용) 무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축 (바이러스 2종, 세균 1종, 진균 2종의 병리검정기술개발 및 병리 네트워크 구성) 내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술개발-후보과제 (바이러스 1종 및 세균 1종, 진균 1종 균주 표준화) 생산 기반 연구 (원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)-후보과제 (등숙기 무 꼬투리 채종율 15% 및 해외 채종지에서 효율10% 향상)
8년차	2020	무 품종 육종	<ul style="list-style-type: none"> 우수계통 육성 교배조합 작성 - 2800 조합 국내 재배시험 - 2120 조합 현지 시교 시험 - 87 품종 품종 보호출원 - 13 품종 종자수출 - 1005 만불
		무 육종 기반연구	<ul style="list-style-type: none"> 무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발 DNA 프로파일링을 이용한 무육성계통의 원예 및 농업형질 특성 평가 (10계통에서의 DNA 프로파일링) 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발 (10계통에서의 반수체 육종법 기술 적용) 무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축 (바이러스 2종, 세균 1종, 진균 2종의 병리검정기술개발 및 병리 네트워크 구성) 내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술개발-후보과제 (바이러스 1종 및 세균 1종, 진균 1종 균주 표준화) 생산 기반 연구 (원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)-후보과제 (후보 해외 채종지에서 무 종자 생산 효율 10% 향상)
9년차	2021	무 품종 육종	<ul style="list-style-type: none"> 우수계통 육성 교배조합 작성 - 2900 조합 국내 재배시험 - 2160 조합 현지 시교 시험 - 87 품종 품종 보호출원 - 14 품종 종자수출 - 2000 만불
		무 육종 기반연구	<ul style="list-style-type: none"> 무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축 (바이러스 2종, 세균 1종, 진균 2종의 병리검정기술개발 및 병리 네트워크 구성) DNA 프로파일링을 이용한 무육성계통의 원예 및 농업형질 특성 평가 (10계통에서의 DNA 프로파일링) 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발 (10계통에서의 반수체 육종법 기술 적용) 무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성 내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술개발-후보과제 (바이러스 1종 및 세균 1종, 진균 1종 균주 표준화) 생산 기반 연구 (원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)-후보과제 (후보 해외 채종지에서 무 종자 생산 효율 10% 향상)

[표 3-2] 무 품목의 단계별 주요 목표

	1단계 목표	2단계 목표
무 품종 육종	<ul style="list-style-type: none"> 수출용 무 품종 육성 및 보호 출원 23 건 수출용 무 종자수출 274 만불 	<ul style="list-style-type: none"> 수출용 무 품종 육성 및 보호 출원 48 건 수출용 무 종자수출 4400 만불
무 육종 기반연구	<ul style="list-style-type: none"> 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축 무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발 DNA 프로파일링을 이용한 무육성계통의 원예 및 농업형질 특성 평가 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발 무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성 	<ul style="list-style-type: none"> 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축 무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발 DNA 프로파일링을 이용한 무육성계통의 원예 및 농업형질 특성 평가 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발 무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성

3. 목표 설정 근거

□ 사전기획과 상세기획을 진행하며 5차 회의와 서면 설문조사를 통해 목표 도출

- GSP 사전 기획단계에서 무 GSP 과제는 품종 육종 2과제와 육종 기반 2과제를 선정하였으나 상세기획을 진행하면서 연구위원과 기획 위원들의 5차에 걸친 전문가 회의 및 서면 설문 조사 진행
- 무 품종 육종에서 5개의 세부 프로젝트와 무 육종기반 연구에서 2개의 세부 프로젝트로 최종 목표로 설정
- 무 육종에서는 무 품종 육종 중점 추진과제 9개 과제와 이관과제 1개, 무 품종 육종 후보과제 3과제를 도출
- 무 육종 기반연구에서는 5개의 중점과제와 2개의 세부 후보과제를 선정
 - 무 품종의 특성상 현재 수출이 잘 진행되고 있고 산업체 중심의 수출 활로를 개선하기 위해 종자회사별로 강점을 가지고 있는 지역을 세분화 하여 기존의 연구와 시너지 효과를 극대
 - 2021년 종자수출액 2억 달러 달성에 기여를 하고 무 품종 육성 분야에서 세계적으로 앞서 나갈 수 있는 육종회사 육성 및 인력 양성에 전력
- 세계 무 종자 시장은 약 1억 5천만 불로 수출 대상국으로는 일본이 가장 큰 시

장이며 중국이 재배면적이나 시장 규모 면에서 두 번째로 큰 시장임. 인도나 동남아 시장은 현재 시장 규모는 작으나 이 시장은 OP가 대부분으로 이시장이 F1으로 전환된다면 무 시장 가치는 더욱더 커질 가능성이 있음

[표 3-3] 세계 무 재배 면적 및 시장 규모

국가	재배면적(ha)	면적(%)	가격(백만\$)	가격(%)	비고
한국	27,000	1.6	38.4	25.2	'12년
일본	32,000	1.9	60	39.3	'07년
중국	1,200,000	71.5	37	24.3	'11년
동남아	100,000	6.0	6.7	4.4	'11년
인도	300,000	17.9	6	3.9	'11년
기타	20,000	1.2	4.4	2.9	'11년
합계	1,679,000	100	152.5	100	

종자 회사 자료 제공

- 국내의 경우 내병성 품종이 많이 개발이 시도 되고 있으나, 무 병해충에 대한 기초연구 및 특허 등의 기반 연구들이 간혹 수행되어 지속성이 없이 기반이 취약
 - 분자마커를 이용하여 무 내병성 품종이 많이 개발이 시도 되고 있으나, 분자마커를 개발 완료 후 기업 위주로 연구가 수행되어 지식 확산 및 저변 확대에 제한 사항이 존재하여 개인육성가 및 중소형 무 육종 기업 등에서 활용이 극히 제한적
 - 기반연구 조성 및 관련 정보의 제공등의 역할을 할 수 있는 무 육종 지원 기술 개발 및 연구자들간의 혼연일치하는 네트워크 구축이 절실한 상황
- 무 병해충에 대한 기초 연구 자료들 및 특허 출원, 등록 등의 기반 연구들이 국가 기관을 중심 혹은 기업을 중심으로 간혹 수행되어 연구 성과가 미비
 - 연속적이며 지속성이 없이 연구가수행되어 무 내병성 평가 기술 구축 및 검정 체계 등의 기반이 매우 취약
 - 무 육종가들이 in viv병리 검정 기술을 활용하여 F1 품종 개발에 는 활용도가 떨어져, 수출용 무 품종 개발을 위한 in viv병리검정 스크리닝 기술 개발 및 평가 시스템 구축이 필수적
- 바이러스와 탄저병, 뿌리혹병에 대한 내병성 품종 개발 요구도에 따른 저항성 무 품종 육종 개발이 일부 되었으나, 수출용 내병성 품종 개발을 위한 현지 육성이 결여
 - 동부 한농에서 일부 연구가 수행되고 있으나, 『수출용 무 복합내병성 품종 (예: 바이러스병-위황병-무름병 복합저항성 등)』의 개발은 아직 미진한 상황임

- 치열한 아시아 무 종자시장에서 한국의 선두적인 위치를 지속시키기 위해 MAS 기술을 이용한 품종개발 연한 단축 및 우량개체 선발효율의 극대화로 경쟁력 확보를 위한 MAS 육종시스템 확립이 요구됨
- 국내 무 육종자원의 DNA 프로파일링은 아직 미미하여 많은 연구 개발 및 기반구축이 절실
- 반수체 육종법을 이용하여 고품질 신품종을 단기간에 효율적으로 육성하여 수출함으로써 국내 농업의 위기 요소로 인식되어지는 한국-다국간 자유무역협정(FTA)에 의한 농업 기반 및 생산 위기를 기회로 전환하는데 일조할 것으로 추정함
 - 외국의 경우 대형 종자회사를 중심으로 소포자를 이용한 반수체 육종 기술이 개발되어 신품종 육성에 직접 이용되고 있으나, 국내의 경우 종자회사의 열악한 실정으로 다양한 계통 및 품종에 적합한 소포자 배양 기술을 개발하기 어려운 여건
 - 무는 원종증식에 많은 비용과 노동력들이 투입되어 기술 개발이 필요하며, 특히 무 종자 수출용 증대를 위해서는 적기에 최소 노력을 투입하여 해외시장 무 종자 요구 시기를 맞출 수 있는 것이 필수적인데, 무 채종 효율 증대를 위한 재배 연구, 효율적인 채종지 관리, 개발, 대체 적기 해외 채종 개발 등 기반 구축 연구가 필수적
 - 국내채종으로는 수출용 무 종자 생산이 힘든 경우를 대비해 해외 채종 적지를 개발할 필요가 있음
- 자동화되고 대량분석이 가능한 무 육종용 형질 검정 기술의 개발이 필요
 - DNA마커 개발을 통한 내병성, 내서성, 만추대 육종 등에 활용이 각 회사별, 연구주체별로 각각 이루어지고 있으므로 선택과 집중이 필수적임
- 효율적인 무 육종을 위하여 RNA sequencing data를 기반으로 한 SNP 마커의 개발이 필요
 - 식물체 부위별로 발현되는 RNA를 분석하여 개발된 분자마커는 발현된 exon 부위를 기반으로 제작된 분자마커이므로 농업적 또는 원예적 형질의 선발에 매우 유용하나 무에서는 이에 대한 연구가 제한적임
 - RNA를 기반으로 한 무 genome-wide 분자마커는 육종세대 단축과 선발후대의 표본크기를 줄이는데 매우 유용함

제 2 절 프로젝트 구성

1. 후보과제 도출 배경 및 과정

- 무의 국내외 주요 동향과 중국, 일본, 동남아, 인도, 미주 및 유럽 시장조사 결과를 참고 하여 연구위원들이 후보 과제를 제시하였음
 - 프로젝트 도출을 위해 무 육종가, 채종전문가, 원종증식 전문가, 병리전문가, 마커 전문가 등이 기획회의 하고 이후 서면을 통한 의견수렴을 거쳐 과제 도출
 - 기획위원회에서 후보과제에 대한 검토를 한 후 기존 과제와의 중복성, 시장성 등을 검토 한 후 무 품종 육종 분야에서는 일본용 H형 무 품종 개발, 유럽 및 미주 수출용 품종 개발, 중국수출용 무 품종개발, 동남아 및 인도용 품종개발을 중점 추진 프로젝트로 가공용 품종육종을 수출용 무 후보 프로젝트 과제로 선정하고 육종 기반 연구 과제 중점 추진 분야와 후보 프로젝트를 구성함
 - 연구 기획위원회 최종 회의를 통해 품종 육종 과제중 현재 수출 비중이 가장 높은 극동 지역 과제는 그대로 유지하고 미래적 잠재 가치는 높지만 현재 시장이 적은 동남아 과제는 1개 줄이고 가공용 과제를 후보 과제로 도출 함
- 무 품종 육종 중점 분야 5개 프로젝트는 신품종을 육성하여 종자 수출을 주 목적으로 하며 품종 육종을 효율적이고 효과적으로 수행하기 위해 무 육종 기반 2개 과제를 기획



[그림 3-1] 후보과제 도출 과정

- 과제를 도출하기 위해 무 육종 회사, 민간 육종 가들 및 기초분야 전문가들이 모여 5차례의 기획회의를 하고 2차례의 특허 분야 회의를 거쳐 과제 도출

[표 3-4] 분과위원회 주요활동

구분	주요 안건	회의자료(input)	주요 산출물
1차 실무 기획회의 (10. 08) 코레곤중요	<ul style="list-style-type: none"> 과제 개요 설명 세부과제 제안 	<ul style="list-style-type: none"> GSP 사전기획도출과제 목록 세부과제 제안서 양식 	<ul style="list-style-type: none"> 세부과제 제안서 취합본
2차 실무 기획회의 (11. 12) 동부팜한농	<ul style="list-style-type: none"> 동향자료 수집 후보과제 검토 품목별 기술수준조사 	<ul style="list-style-type: none"> '11년 기추진과제 목록 후보과제 목록 기술수준조사양식 	<ul style="list-style-type: none"> 프로젝트 구성체계 및 주요내용 (세부 프로젝트) 기획보고서 초안 작성
특허조사회의 (11. 20) 세종대학교	<ul style="list-style-type: none"> 특허분석 방향 논의 	<ul style="list-style-type: none"> 기본적인 정량분석 자료 제공 무 분석 범위 요구 주요 회사 및 연구자 등 특허분석 	<ul style="list-style-type: none"> 특허동향에 대한 그래프 및 도표 중국, 일본, 미국 특허분석 논문 자료 무 분석 범위 (phenotyping, 무 마커, 병리마커, 용성불임성(male-sterility), self-incompatibility)
3차 기획회의 (12. 13일) 농협중모센터	<ul style="list-style-type: none"> 기획보고서 검토 세부 프로젝트(안) 구성 	<ul style="list-style-type: none"> 프로젝트별 기획보고서 작성 초안 	<ul style="list-style-type: none"> Micro 로드맵 초안 프로젝트별 최종목록 및 성과목표 세부프로젝트별 예산배분 비중(%)
4차 기획회의 (12. 27일) 세종대학교	<ul style="list-style-type: none"> Micro 로드맵 검토 세부과제별 예산 배분 프로젝트 차별화 방안 	<ul style="list-style-type: none"> 프로젝트별 기획보고서 작성 	<ul style="list-style-type: none"> Micro 로드맵 수정 세부프로젝트별 예산배분 비중(%) 프로젝트 및 세부프로젝트명 수정
중간보고회 (01. 24~25) 제주도	<ul style="list-style-type: none"> 추진전략 검토 	<ul style="list-style-type: none"> 기획보고서 수정안 프로젝트 추진체계 초안 	<ul style="list-style-type: none"> 프로젝트 추진체계 및 역할분담 수정 예산 및 인력투입 계획수정
자료 보고서 회의 (02. 05) 세종대학교	<ul style="list-style-type: none"> 무 관련 보고서 자료 검토 계획서 작성 방법 	<ul style="list-style-type: none"> 보고서 양식 	<ul style="list-style-type: none"> 보고서 작성 역할분담

2. 프로젝트 구성 및 내용

□ 품종 육종 프로젝트

- 품종육종은 현재 시장 가치와 미래시장 가치에 중점을 두어 크게 두 가지로 나누어 도출
- 현재 시장 가치
 - 2021년 까지 수출 2000만 불을 달성하기 위한 프로젝트 도출

[표 3-5] 일본 무 시장 재배 면적 시장 규모

(2007 일본농림수산성, *은추정치)

구분	재배면적(ha)	소요 종자량*(kg)	종자시장규모*(만\$)
봄	5,010	9,100	1000
여름	7,400	17,240	1250
가을	20,000	63,400	3000
겨울	4,800	9,000	750
전체	37,210	98,740	6000

- 일본은 현재 전체 수출 시장의 50~70% 점유하고 있음
- 일본 가을무 시장은 약 3000만 불 시장으로 수출용 무 시장 가치가 가장 높을 작형
- 미래 시장 가치
 - 현재의 시장 크기는 낮아도 미래 성장력이 우수한 시장을 위한 프로젝트 도출
 - 중국은 수출시장에서도 크게 성장하고 있을 뿐 아니라 재배면적 미래시장 가치에서도 가능성이 아주 높은 시장임
 - 인도 및 동남아 시장은 현재 시장 가치는 낮지만 인구나 재배면적으로 볼 때 성장 잠재 가치가 있음
- 생식용 품종육종은 2013년부터 시작하고 가공용 시장은 예산이 증액 되는 2014년부터 시작하기로 함

□ 품종 육종 프로젝트 구성

- 품종 육종 프로젝트는 현재 기존 연구되어 오던 무 품종 연구를 바탕으로 수출 지역별로 세분화 하여 프로젝트를 도출, 현재의 시장과 미래 발전 가능성이 매우 높은 시장으로 구분하여 프로젝트를 구성

[표 3-6] 품종 육종 세부프로젝트

일본용 H형 백옥색 무 품종 개발	1. 만추대 및 위황병 저항성 품종 개발
	2. 조기비대용 백옥색 가을무 품종 개발
	3. 월동용 백옥색 품종 개발
	4. 진녹계 만추대 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종 육성
유럽 및 미주 수출용 품종 개발	1. 유색무 품종 개발
중국 수출용 무 품종개발	1. 만추대 타원형 백수계 품종 개발
	2. 만추대 타원형 청수계 품종 개발
	3. 재래종(청피홍심 등) 품종개발
동남아 및 인도용 품종 개발	1. 동남아 청수계 및 남방계 바이러스 저항성 품종 개발
	2. 인도용 남방계 백수계 품종 개발
가공용 무 품종 개발	1. 전분 함량이 높은 무 말랭이용 품종 개발
	2. 극동 지역 단무지용 품종 개발
	3. 중국 짜사이용 단맛 무 품종 개발

□ 육종 기반 연구 프로젝트

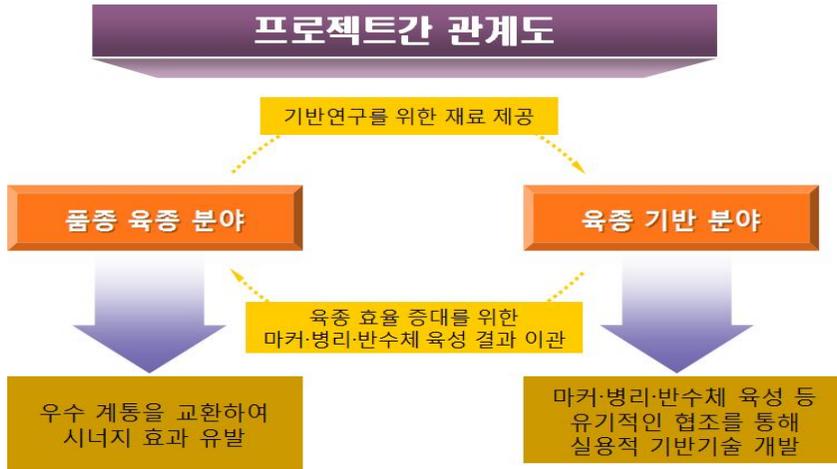
- 육종 기반 연구는 육종 팀이 품종육성을 효율적이고 효과적으로 품종을 육성하기 위한 기반 연구 과제를 도출
- 무 품종육성을 위한 육종 기반 기술 개발 및 네트워크 구축
 - 세부프로젝트 1. 무 품종육성을 위한 SNP 탐색 및 MAS용 분자마커 개발과 DNA 프로파일링
 - 세부프로젝트 2. 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발
 - 세부프로젝트 3. 무 재종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성
 - 세부프로젝트 4. 생산 기반 연구(원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)
- 무 품종 육종을 위한 내병성 검정 기술 개발
 - 세부프로젝트 6. 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축
 - 세부프로젝트 7. 내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술 개발

[표 3-7] 육종 기반 세부프로젝트

협동과제	협동과제명	연구주체	과제시작연도
무 품종육성을 위한 육종 기반 기술 개발 및 네트워크 구축	무 품종육성을 위한 SNP 탐색 및 MAS용 분자마커 개발과 DNA 프로파일링	학 연	2013년
	무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발	학 연	2013년
	무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성	학 연	2013년
	생산 기반 연구(원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)	산 학 연	2014년
무 품종육종을 위한 내병성검정 기술 개발	수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축	산 학 연	2013년
	내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술 개발	산 학 연	2014년

3. 프로젝트 간 연관관계

- 무 GSP 상세기획 과제 별로 추진되는 17개의 프로젝트는 종자 수출 및 상대적으로 취약한 무 육종 기반 연구를 위해 품종 육종 분야와 육종 기반 연구가 서로 긴밀한 협조를 바탕으로 추진
- (육종팀 ↔ 병리검정 ↔ 마커개발 ↔ DNA프로파일링 ↔ 반수체 육성 등 상호 자유롭게 협력체계를 구축)



[그림 3-2] 프로젝트 간 관계도

제 4 장 품목별 프로젝트 추진체계 및 추진전략

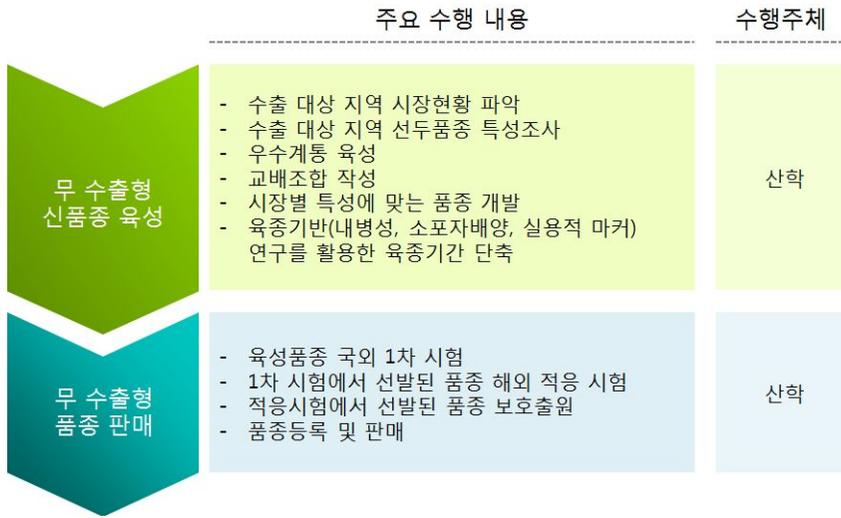
1. 연구 추진체계

- 수출용 무 품종 육성을 위해서 품종 육종 분야에 생식용 무 품종 육성과 가공용 품종 육성 과제로 수출 연구를 진행 함
- 수출용 과제는 1단계 확보된 예산으로 생식용 무 품종육성을 과제를 진행하고 예산이 확보되면 가공용 품종육성 분야를 진행하기로 함



[그림 4-1] 무 GSP 프로젝트 간 관계도

- 효율적인 무 품종 육종을 위해 무 육종 기반 연구를 기획하여 7개의 세부 프로젝트를 구성함
 - 이 중 5개 과제를 우선 추진하고 예산이 확보되는 2014년 추가적으로 2개 과제를 수행하기로 함
- 품종육종을 효율적으로 하기 위해 먼저 수출대상국의 해당 작형의 선두 품종, 기후 등을 현지에 맞게 품종을 육성하여 수출하기로 함



[그림 4-2] 무 GSP 수행주체별 육종 기반 추진체계

- 육종 연한 단축을 위해 반수체 육성 기술개발, 해당지역에 수출을 하기위한 해당지역의 내병성을 분류하고 균주 수집 및 내병성 test 등을 추가 함

단계별 목표		1단계				2단계				최종 개발목표 (선진국대비 기술수준)		
		<ul style="list-style-type: none"> > 수출용 무 품종 육성 : 24품종 ↑ > 종자수출 목표 : 384만불 > 생산 기술 개발 및 품질 향상 > 육종 지원 인프라 개발 				<ul style="list-style-type: none"> > 수출용 무 품종 육성 : 52품종 ↑ > 종자수출 목표 : 4470만불 > 생산 기술 개발 및 품질 향상 > 육종 지원 인프라 개발 				수출품종 육성 및 인프라 구축	95%	
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	기술별 목표	
무 품종 육종 중점 추진 과 제	교배조합작성수	1030	1060	1270	1520	1590	1930	2080	2080	2180	수출용 신품종 개발	95%
	국내 시험재배 품종 수	860	850	1040	1240	1270	510	500	460	410		
	시고 품종 수(현지 시험 결과만 인정)	21	37	42	52	56	64	67	67	67		
	품종보호출원 수	0	2	9	8	4	8	5	10	10		
	품종 판매 금액(단위:만불)	2	7	117	258	350	445	660	1035	1980		
무 품종 육종 후보 과제	교배조합작성수		200	400	500	600	600	750	900	1000	수출용 신품종 개발	95%
	국내 시험재배 품종 수		150	300	400	500	500	600	650	750		
	시고 품종 수(현지 시험 결과만 인정)		5	10	15	20	20	20	25	25		
	품종보호출원 수		0	0	5	0	5	5	0	5		
	품종 판매 금액(단위:만불)											

[그림 4-3] 무 GSP 품종 육종 세부 프로젝트 추진 상세계획

최종연구 목표 수출증대용 무 품종 개발을 위한 육종 기반 기술 네트워크 구축

Motto 독창성, 실현가능성 및 팀 워크가 어우러진 연구



[그림 4-4] 무 GSP 육종 지원 기반 구축 추진체계

2. 연구 추진전략

□ 무 전통육종 기술은 세계적으로 고추와 더불어 가장 앞서 있는 분야

- 전통육종에 대해 기술을 더욱더 확고히 하고 현재 기초육종 분야는 전통 육종의 우수성에 비해 상대적으로 뒤쳐져 있으므로 우수한 육종 소재를 바탕으로 기초 연구에 대한 재료를 제공하고 개발된 기초연구를 품종 육종에 활용 하고자 함
- 산·학·연의 역할 분담

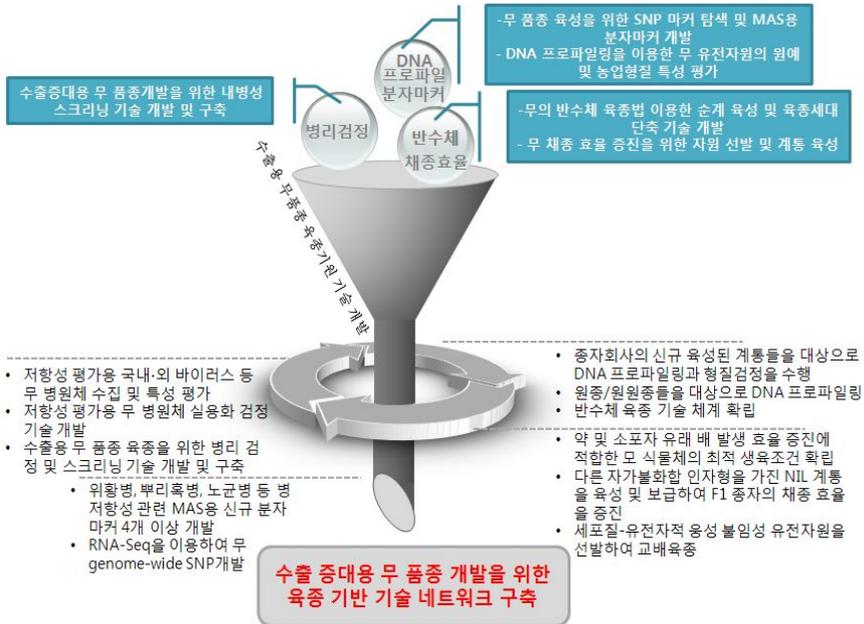
산·학	품종개발 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 목표 대상 지역의 육종 전략 수립 • 목표 대상 지역의 품종개발 계획 수립
산·학·연	육종 효율을 위한 기반 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 뿌리혹병, 위황병 및 세균성 흑반병 등 내병성 검정 • 자가불화합 마커를 이용한 분석으로 교배 효율 증대 • 반수체를 이용한 순계 육종으로 육종 연한 단축 • DNA 프로 파일일링을 이용한 분석으로 잡종강세 이용 확대

- 수출을 목적으로 한 대상 시장의 선두 품종의 특성 조사 및 현지 기후 등 조사
- 기존 개발 된 우수 계통을 바탕으로 교배조합 작성 후 국내 1차 재배 특성 조사
- 1차 재배시험에 선발된 품종을 시고 생산하여 수출 대상현지에서 적응시험
- 현지에서 선발된 품종의 대량 시고 생산 및 원종 증식
- 2차 시험에서도 우수하면 품종 보호출원 및 판매

[표 4-1] 무 GSP 연구 추진 전략

프로젝트명	추진전략
품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 목표 대상 지역의 현지 품종개발에 적합한 육종 전략 수립 • 목표 대상 지역의 품종개발 계획 수립 • 목표 지역의 선두 품종의 특성분석 • 목표 지역의 품종 기호도 분석 • 분석된 자료를 바탕으로 우수품종 육성
육종기반기술 개발 및 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 뿌리혹병, 위황병 등 내병성 분석 체계 확립 및 지원 • SI 마커, 내병성 마커 등 육종 효율 증진을 위한 실용적 마커 개발 • 반수체 육성을 통한 유망 계통 육성으로 육성 계통 • 반수체 육성을 통한 유망 계통 육성으로 순계 계통 유지 및 수출용 무 품종 육종 기한 단축 • DNA 프로파일링을 이용한 무육성계통의 원예 및 농업형질 특성 평가를 위한 표준화된 저항성 평가용 균주 개발 및 표준화된 대량 병리 검정 스크리닝 기술 구축을 통한 수출용 내병성 무 품종 개발 • 무 채종 효율 증진 및 기간 단축용 무 유전자원 선발 및 계통 육성을 통하여 수출용 무 품종 F1계통에 적용하여 채종 효율을 높여, 수출 대상 국가의 종자 요구도에 부합한 종자 공급 • 수출용 무 종자 생산을 위한 무 꼬투리 피해 및 채종 효율 향상 기술 개발 • 수출용 무 종자 생산을 위한 효율적인 최적의 해외 채종지 개발을 통한 수출 증대

- 산·학·연간의 효율적인 역할 분담으로 효과적이고 빠른 무 품종 연구를 확실히 함
- 효율적인 품종 육종을 위해서는 기반 연구가 필수적인데 무는 육종 기반 연구가 다른 작물에 비해 매우 취약한 실정
- 육종 기반 구축을 하기 위해서는 육종 자원이 필수적인데 무 육종 팀에서 기반 구축에 필요한 유전자원을 제공하기로 함



[그림 4-5] 무 GSP 육종 기반기술 추진전략

3. 성과지표 설정 방안

□ 최종 성과지표

○ 무 종자 수출 증대 효과

- GSP 무 품종 육성 프로젝트를 통하여 신품종을 개발하여 매출을 증대시킴과 동시에 기존에 판매하던 품종도 수정 보완하여 매출을 지속적으로 유지할 수 있도록 함

종자수출액	(연간 2,000만 불)	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 수출시장이 가장 큰 극동용 시장을 목표로 개발된 품종을 이용한 수출 전략 및 성과지표 수립 • 현재 시장 가치는 낮지만 재배 면적이 넓은 중국, 인도, 동남아 시장을 목표로 개발된 품종을 이용한 수출전략 및 성과지표 수립
품종 육성	(총 71건)	<ul style="list-style-type: none"> • 일본용 H형 무 품종 개발 (23건) • 유럽 및 미주 수출용 품종 개발 (8건) • 중국 수출용 무 품종 개발 (15건) • 동남아 및 인도용 품종 개발 (10건) • 가공용 무 개발 (15)
국내외 SCI 논문	(총 15건)	<ul style="list-style-type: none"> • 무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발에 관한 연구 • 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발에 관한 연구 • DNA 프로파일링을 이용한 무육성계통의 원예 및 농업형질 특성 평가에 관한 연구 • 무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성 • 무의 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축에 관한 연구
국내 특허 출원	(총 12건)	<ul style="list-style-type: none"> • 무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발에 관한 연구 • 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발에 관한 연구 • DNA 프로파일링을 이용한 무육성계통의 원예 및 농업형질 특성 평가에 관한 연구 • 무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성 • 무의 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축에 관한 연구
인력양성	(36명)	<ul style="list-style-type: none"> • 품종 육성 프로젝트를 중심으로 학사, 석사, 및 박사급 연구인력 배출 • 육종 기반연구 및 네트워크 구축에 대한 학사, 석사 및 박사급 연구인력 배출
D/B 구축	(1건)	<ul style="list-style-type: none"> • 주요 형질 (SI인자, 위황병 등) 관련 분자마커 유전자형에 대한 육종 계통 D/B 구축

□ 사업단장 운영계획서 최종 성과 및 성과지표

최종성과목표	성과지표		구분	목표치	1단계	2단계	단위	지표 측정방법 및 검증방법
과학기술적 목표	품종개발	국내 출원	공통		23	48	118건	품종보호 출원 건수
		국내 등록	공통		6	16		품종보호 등록 건수 (출원 건수의 80% 기준)
		국외 판매	공통		5	20		해외 품종 신고 및 판매 건수
	국내특허	출원	공통		5	7	21건	기반과제 2억당 특허출원 건수
		등록	공통		4	5		출원 건수의 80% 기준
	국제특허	출원	공통		2	2	8건	사업비 10억당 특허출원 건수
		등록	공통		2	2		출원 건수의 80% 기준
	논문	SCI	공통		6	9	27건	기반과제 기준 SCI는 1편/2억당, 비SCI는 1편/1억당 논문 게재 건수
		비SCI	공통		6	6		
	분자마커		특성		4	5	9점	기반과제 5억당 분자마커개발 건수 분자마커 특허 출원 및 등록
	유전자원수집		특성		10	10	20점	기반과제 연구비의 10% 배분하고 1억당 100점 기준
	성분분석기술개발		특성				건	분석기술 실용화정도
	병리검정기술개발		특성		4	5	9건	분석기술 실용화정도
분석서비스		특성				건	분석서비스 건수	
DB시스템구축 - 유전체 DB 시스템 - 육종정보 DB 시스템		특성		1	1	2종	외부 전문기관 평가	
산업경 제적 목표	국내매출액		공통				억원	외부 전문기관 평가
	종자수출액		공통		196	2000	억불	외부 전문기관 평가
	수입대체효과		공통				%	국내소요량비 수입량 비율 감소량
	기술이전		공통				건	사업비 10억당 건수
환경적 목표	마케팅전략 수립 보고서		특성				건	외부 전문기관 평가
	인력양성		특성		18	18	36명	기반과제 연구비의 70%배분하고 1억당 1명
합계				-	84	154	250	-

4. 연구개발 소요예산 전체

세부 프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구 기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
프로젝트1 일본용 H형 무 품종 개발	정부 (억원)	5.32	6.30	6.25	6.30	5.90	5.90	5.85	5.94	5.93	53.69
	민간 (억원)	2.00	2.30	2.29	2.14	2.10	2.04	2.07	2.11	2.12	19.17
	합계	7.32	8.60	8.54	8.44	8.00	7.94	7.92	8.05	8.05	72.86
프로젝트2 유럽 및 미주수출용 품종 개발	정부 (억원)	0.90	1.20	1.20	1.20	1.10	1.10	1.05	1.05	1.05	9.85
	민간 (억원)	0.40	0.43	0.44	0.41	0.39	0.4	0.37	0.38	0.39	3.61
	합계	1.30	1.63	1.64	1.61	1.49	1.5	1.42	1.43	1.44	13.46
프로젝트3 중국 수출용 무 품종 개발	정부 (억원)	2.80	3.90	3.65	3.90	3.70	3.70	3.60	3.70	3.70	32.65
	민간 (억원)	1.20	1.38	1.35	1.32	1.38	1.35	1.30	1.30	1.31	11.89
	합계	4.00	5.28	5.00	5.22	5.08	5.05	4.90	5.00	5.01	44.54
프로젝트4 동남아 및 인도용 품종 개발	정부 (억원)	1.70	2.45	2.25	2.45	2.25	2.25	2.25	2.3	2.25	20.15
	민간 (억원)	0.80	0.88	0.83	0.83	0.8	0.82	0.84	0.84	0.82	7.46
	합계	2.50	3.33	3.08	3.28	3.05	3.07	3.09	3.14	3.07	27.61
프로젝트5 가공용 무 품종 개발	정부 (억원)	0	4.7	4.4	4.7	4.3	4.3	4.25	4.25	4.2	35.1
	민간 (억원)	0	1.68	1.62	1.6	1.53	1.58	1.57	1.54	1.55	12.67
	합계	0	6.38	6.02	6.3	5.83	5.88	5.82	5.79	5.75	47.77
프로젝트6 무 품종육성을 위한 육종 기반 기술 개발 및 네트워크 구축	정부 (억원)	3.62	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	45.22
	민간 (억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	3.62	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	45.22
프로젝트7 무 품종육종을 위한 내병성검정 기술 개발	정부 (억원)	1.1	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	21.1
	민간 (억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	1.1	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	21.1
총합	정부 (억원)	15.44	26.25	25.45	26.25	24.95	24.95	24.7	24.94	24.83	217.76
	민간 (억원)	4.40	6.67	6.53	6.30	6.20	6.19	6.15	6.17	6.19	54.80
	합계	19.84	32.92	31.98	32.55	31.15	31.14	30.85	31.11	31.02	272.56

세부 프로젝트명	구분 연구 기간	1단계				2단계					총계
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
만추대 및 위황병 저항성 백옥색 무 품종 개발	정부(억원)	2.1	2.8	2.75	2.8	2.6	2.6	2.6	2.64	2.63	23.52
	민간(억원)	0.56	0.98	1.01	0.95	0.92	0.85	0.9	0.9	0.9	7.97
	합계	2.66	3.78	3.76	3.75	3.52	3.45	3.5	3.54	3.53	31.49
조기비대용 백옥색 가을무 품종 개발	정부(억원)	1.6	2.4	2.4	2.4	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	19.8
	민간(억원)	0.8	0.9	0.8	0.84	0.78	0.79	0.79	0.8	0.81	7.31
	합계	2.4	3.24	3.28	3.22	2.98	2.99	2.99	3	3.01	27.11
월동용 백옥색 품종 개발	정부(억원)	0.9	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.05	1.1	1.1	9.65
	민간(억원)	0.4	0.41	0.5	0.37	0.39	0.4	0.38	0.4	0.4	3.53
	합계	1.3	1.49	1.5	1.47	1.49	1.5	1.43	1.5	1.5	13.18
진녹계 만추대 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종 육성	정부(억원)	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72
	민간(억원)	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24
	합계	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96
유색무 품종 개발	정부(억원)	0.90	1.20	1.20	1.20	1.10	1.10	1.05	1.05	1.05	9.85
	민간(억원)	0.40	0.43	0.44	0.41	0.39	0.4	0.37	0.38	0.39	3.61
	합계	1.30	1.63	1.64	1.61	1.49	1.5	1.42	1.43	1.44	13.46
만추대 타원형 백수계 품종 개발	정부(억원)	1.1	1.5	1.45	1.5	1.5	1.5	1.45	1.5	1.5	13
	민간(억원)	0.4	0.55	0.54	0.51	0.6	0.55	0.5	0.5	0.5	4.63
	합계	1.5	2.03	1.99	2.01	2.1	2.05	1.95	2	2	17.63
만추대 타원형 청수계 품종 개발	정부(억원)	0.8	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1.05	1.1	1.1	9.75
	민간(억원)	0.4	0.42	0.4	0.41	0.39	0.4	0.4	0.4	0.4	3.62
	합계	1.2	1.62	1.5	1.61	1.49	1.5	1.45	1.5	1.5	13.37
재래종(청피홍심 등) 품종 개발	정부(억원)	0.9	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	9.9
	민간(억원)	0.4	0.42	0.4	0.41	0.39	0.4	0.4	0.4	0.4	3.62
	합계	1.3	1.62	1.5	1.61	1.49	1.5	1.5	1.5	1.5	13.52
동남아 청수계 남방계 바이러스 저항성 품종 개발	정부(억원)	0.9	1.3	1.2	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	10.7
	민간(억원)	0.4	0.46	0.44	0.44	0.43	0.44	0.44	0.44	0.44	3.93
	합계	1.3	1.76	1.64	1.74	1.63	1.64	1.64	1.64	1.64	14.63
인도용 남방계 및 백수계 품종 개발	정부(억원)	0.8	1.15	1.05	1.15	1.05	1.05	1.05	1.1	1.05	9.45
	민간(억원)	0.4	0.4	0.39	0.39	0.37	0.38	0.4	0.4	3.8	6.93
	합계	1.2	1.55	1.44	1.54	1.42	1.43	1.45	1.5	1.43	16.38
전분함량이 높은 무말레이용 품종 개발	정부(억원)	0	2.40	2.20	2.40	2.20	2.20	2.15	2.15	2.10	17.80
	민간(억원)	0	0.85	0.81	0.82	0.78	0.81	0.80	0.77	0.78	6.42
	합계	0	3.25	3.01	3.22	2.98	3.01	2.95	2.92	2.88	24.22
극동 지역 단무지용 무 품종 개발	정부(억원)	0	1.3	1.2	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	9.3
	민간(억원)	0	0.46	0.45	0.44	0.39	0.4	0.41	0.4	0.4	3.34
	합계	0	1.76	1.64	1.74	1.49	1.5	1.51	1.5	1.5	12.64
중국 짜샤이용 단맛 무 품종 개발	정부(억원)	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
	민간(억원)	0	0.35	0.37	0.34	0.36	0.37	0.37	0.37	0.37	2.9
	합계	0	1.35	1.37	1.34	1.36	1.37	1.37	1.37	1.37	10.9

세부 프로젝트명	구분 연구 기간	1단계				2단계					총계
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발과 DNA 프로파일링	정부(억원)	2	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	21.2
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	2	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	21.2
무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발	정부(억원)	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	9.8
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	9.8
무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성	정부(억원)	0.62	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	7.02
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0.62	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	7.02
생산 기반 연구(원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)	정부(억원)	0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	7.2
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	7.2
수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축	정부(억원)	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	10.7
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	10.7
내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술 개발	정부(억원)	0	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	10.4
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	10.4
총 합	정부(억원)	4.72	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	66.32
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	4.72	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	66.32

5. 품목 총괄로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표
		-무종자수출 274만 달러 달성 -품종보호출원 23 품종 신청 -내병성 스크리닝 구축 -실용적 마커 개발				-무종자수출 4400만 달러 달성 -품종보호출원 48 품종 신청 -내병성 스크리닝 구축 -실용적 마커 개발					-2021년 무종자수출2,000만 달러 달성 -2021년 품종보호출원71건 -무 육종기반 네트워크 구축
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표
일본용 H형 무 품종 개발	만추대 및 위황병 저항성 백육색 무 품종 개발	- 현지 시 교 - 기존 계 통이용조 합작성	- 소 포 자 배양이용 계통육성 - 품종 보 호출원 - 현지 시 교 - 종 자 생 산	- 품종보호출원 - 현지시교 - 종자생산		- 소 포 자계통 육성 - 현지 시교시 험	- 품 종 보 호 출 원 - 현 지 시 교 종 자 판 매	- 소 포 자계통 육성 - 현 지 시 교 시 교 시 험	- 품종보호출원 - 현지시교 - 종자생산 및 판 매		종자 수출 430만불 달성
	조기비대용 백육색 가을무 품종 개발	- 반 수 체 배양계통 육성 - 기존 계 통이용조 합작성	- 기존 계 통이용조 합작성 - 현지 시 교	- 품종보호출원 - 현지시교 - 종자생산			- 품 종 보 호 출 원 - 현 지 시 교	품종보 호출원	- 품종보호출원 - 현지시교 - 종자생산		종자 수출 320만불 달성
	월동용 백육색 품종 개발	기존계통 이용 합작성	확대조합 작성 현지시교 확대	- 품 종 보 호 출 원 - 현 지 시 교 - 종 자 생 산	- 소 포 자 계통육성 - 현 지 시 교 시 험	- 품종보호출원 - 현지시교 - 종자생산		현지시 교확대 종자생 산	- 품종보호출원 - 현지시교 - 종자생산		종자 수출 200만불 달성
	진녹계 만추대 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종 육성	- 품종 보 호출원	이관과제			이관과제					종자 수출 2만불 달성
유럽 및 미주 수출용 품종 개발	유색무 품종 개발	- 기존 계 통이용조 합작성 - 소 포 자 배양이용 계통육성	- 품종보호출원 - 현지시교 - 종자생산		- 품종보호출원 - 현지시교 - 종자생산		- 종자판매 - 품종보호출원 - 현지확대시교시험				종자 수출 100만불 달성

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표
		-무종자수출 274만 달러 달성 -품종보호출원 23 품종 신청 -내병성 스크리닝 구축 -실용적 마커 개발				-무종자수출 4400만 달러 달성 -품종보호출원 48 품종 신청 -내병성 스크리닝 구축 -실용적 마커 개발					-2021년 무종자수출2,000만 달러 달성 -2021년 품종보호출원71건 -무 육종기반 네트워크 구축
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표
중국 수출용 무 품종 개발	만추대 타원형 백수계 품종 개발	-기존계통이용조합작성 -소포자배양이용계통육성			-품종보호출원 -현지시교 -종자생산	-소포자계통육성 -현지시교시험 -확대조합작성	-품종보호출원 -현지시교 -종자생산	-확대조합작성 -현지시교시험 -종자판매	-품종보호출원 -현지시교 -종자생산		종자 수출 200만불 달성
	만추대 타원형 청수계 품종 개발	-기존계통이용조합작성 -소포자배양이용계통육성		-품종보호출원 -현지시교 -종자생산	-확대조합작성 0 현지시교시험 0 종자판매	품종보호출원	-소포자계통육성 -현지시교시험 -확대조합작성	-품종보호출원 -현지시교 -종자생산		종자 수출 295만불 달성	
	재래종(청피 홍심 등) 품종 개발	-소포자계통육성 -기존계통이용조합작성	-현지시교시험 -소포자계통육성 -종자생산	-품종보호출원 -현지시교 -종자생산	-소포자계통육성 -현지시교시험 -확대조합작성	-종자판매 -품종보호출원 -현지확대시교시험	-종자판매확대 -품종보호출원		종자 수출 150만불 달성		
동남아 및 인도용 품종 개발	동남아 청수계 남방계 바이러스 저항성 품종 개발	-소포자계통육성 -기존계통이용조합작성	현지확대시교	-품종보호출원 -현지시교 -종자생산	-확대조합작성 -현지시교시험 -종자판매	-품종보호출원 -현지시교 -종자생산및판매	-확대조합작성 -현지시교시험 -종자판매	-종자판매 -품종보호출원 -현지확대시교시험		종자 수출 200만불 달성	
	인도용 남방계 및 백수계 품종 개발	-소포자계통육성 -기존계통이용조합작성	-현지확대시교시험 -소포자계통육성 -종자생산	-품종보호출원 -현지시교 -종자생산	-현지확대시교시험 -소포자계통육성 -종자생산	-품종보호출원 -현지시교 -종자생산	-확대조합작성 -현지시교시험 -종자판매	-종자판매 -품종보호출원 -현지확대시교시험		종자 수출 150만불 달성	

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표
		-무종자수출 274만 달러 달성 -품종보호출원 23 품종 신청 -내병성 스크리닝 구축 -실용적 마커 개발				-무종자수출 4400만 달러 달성 -품종보호출원 48 품종 신청 -내병성 스크리닝 구축 -실용적 마커 개발					-2021년 무종자수출2,000만 달러 달성 -2021년 품종보호출원71건 -무 육종기반 네트워킹 구축
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표
가공용 무종개발	전분함량이 높은 무말레이용 품종개발		-소포자계통육성 -기존계통이용조합 작성	- 품종 보호출원 - 현지 시교 - 종자 생산	-확대조합작성 -현지시교시험 -종자판매	- 품종 보호출원 - 현지 시교 - 종자 생산	- 종자 판매 - 현지 시교 확대	- 품종 보호출원 - 현지 시교	종자 수출 110만불 달성		
	극동 지역 단무지용 무 품종개발		-소포자계통육성 -기존계통이용조합 작성	- 품종 보호출원 - 현지 시교 - 종자 생산	-확대 조합작성 -현지시교 -종자판매	- 품종 보호출원 - 현지 시교 - 종자 생산	- 확대 조합작성 - 현지 시교 - 종자 판매	- 품종 보호출원 - 현지 시교 - 종자 생산	종자 수출 80만불 달성		
	중국 짜사이용 단무 품종 개발		-소포자계통육성 -기존계통이용조합 작성	- 품종 보호출원 - 현지 시교 - 종자 생산	-확대 조합작성 -현지시교 -종자판매	- 품종 보호출원 - 현지 시교 - 종자 생산	- 확대 조합작성 - 현지 시교 - 종자 판매	- 품종 보호출원 - 현지 시교 - 종자 생산	종자 수출 60만불 달성		

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표
		수출용 무 품종 육종 지원을 위한 기반 기술 개발				수출용 무 육종 품종 지원을 위한 복합적, 유기적 네트워크 구축					무 종자 수출 2000만 달러 달성 지원
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표
무 품종육성을 위한 육종기반 기술 개발 및 네트워크 구축	무 품종육성을 위한 SNP 탐색 및 MAS용 분자마커 개발과 DNA 프로파일링	<ul style="list-style-type: none"> - 무 품종육성을 위한 SNP 마커를 대량으로 확보하고 목표형질에 연관된 MAS용 분자마커 개발 - 목표형질에 대한 자동화 및 대량분석이 가능한 형질검정 체계 확립 - 위황병, 뿌리혹병, 노균병 등 병저항성 관련 신규 분자마커 4개 이상 개발 - 근피색 등 품질 관련 신규 분자마커 4개 이상 개발 - Genome-wide SNP를 이용하여 원종, 원원종, 육종계통들의 DNA 프로파일링 				<ul style="list-style-type: none"> - 위황병, 뿌리혹병, 노균병 등 병저항성 관련 신규 분자마커 4개 이상 개발 - 근피색 등 품질 관련 신규 분자마커 4개 이상 개발 - 목표형질 연관 MAS용 분자마커 개발 및 분자유종기술 실용화 - Genome-wide SNP를 이용하여 원종, 원원종, 육종계통들의 DNA 프로파일링(계속) - 최적화된 분자유종시스템을 확립하고 품종육성에 활용 					무 품종육종을 위한 육종기반 확립
	무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 약 및 소포자 생산을 위한 모식물체 육성 - 반수체 식물 육성 효율에 따른 계통 및 품종의 분류 - 반수체 유래 배 발생 연구 				<ul style="list-style-type: none"> - 반수체 유래 배의 재분화 - 반수체 유래 무 계통 식물체의 순화 - 반수체 유래 무 계통 식물체의 특성 조사 - 반수체 유래 유용한 무 계통 선발 및 공급 					
	무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성	<ul style="list-style-type: none"> - 국내외 유전자원 수집 및 원예적, 형태적 특성 검정 - 종자생산량이 많은 유전자원 선발 - 종자생산량 많은 계통 육성 - 자가불화합성 유전자원 선발 - 세포질-유전자적 음성불임성 유전자원 선발 				<ul style="list-style-type: none"> - 종자생산량 많은 계통 육성 및 품종화 - 자가불화합성 NIL 계통 육성 - 세포질-유전자적 음성불임성 및 유지된 계통 육성 - 계통육성 세대단축을 위한 반수체 배양을 이용한 품종 소재화 					
	생산 기반 연구(원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)	<ul style="list-style-type: none"> - 원종 증식 체계 확립 - MS 원종 증식 방법 확립 - 안정적인 F1 생식 체계 확립 				<ul style="list-style-type: none"> - 원종 증식 체계 확립 - MS 원종 증식 방법 확립 - 안정적인 F1 생식 체계 확립 					
무 품종육종을 위한 내병성 검정 기술 개발	수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 핵심 유전자원의 병 저항성 검정 및 평가를 통한 내병성 육성 계통 발굴 지원 - 중소형 민간 육성 회사 및 개인육성가들의 내병성 육성 소재 발굴 협조 및 제공 				<ul style="list-style-type: none"> - 일본, 중국 및 동남아 등 수출용 무 품종 육성을 위한 유전자원, NIL, F1 계통들의 내병성 검정 체계 확립 - 수출용 무 품종 육성을 위한 중소형 민간 육종회사 및 개인 무 품종 육성가를 위한 병리 검정 체계 확립 및 서비스 					무 품종육종을 위한 내병성검정 기술 개발
	내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 바이러스 계통들, 위황병균, 뿌리혹병, 점무늬병세균 등에 대한 국내 및 수출 지역 타켓 맞춤형 균주 수집 및 특성 평가 - 무 병원성이 각각 다른 바이러스 계통 및 기타 균주들의 in vivo 접종 기술 개발 - 국내외에서 수집하여 특성을 파악한 바이러스 계통들, 위황병균, 뿌리혹병균 등에 대한 면역학적 실용화 진단 방법 개발 - 무 육종용 병원체 실용화 분자 진단법 개발 				<ul style="list-style-type: none"> - 국내외의 수집 균주들의 in vivo 및 in vitro 표준 보관 기술 개발 - 바이러스 계통들, 위황병균, 뿌리혹병균 등에 중소형 민간 육종회사 및 개인 무 품종 육성가를 위한 비용 절감형 현장용 저항성 판별법 개발 					

[그림 4-6] 수출용 무 품종 세부프로젝트 마이크로 로드맵

6. 성과 확산 방안

□ 산 학 연 협력연구 네트워크 구성으로 경쟁력 강화

- 2021년 무 종자 수출 2,000만 달러 달성을 위해서는 품종 육종뿐 아니라 내병성, 반수체 육성, 실용적 마커 분석 등 육종 기반 연구도 병행하여야만 달성 가능한 수치임
 - 각 국가별 포트폴리오 중에서 무의 주요 소비국인 한국, 일본, 중국 및 해당 기술분야에 대하여 가장 오랜 역사를 가지고 있는 미국이 기술성장기의 모습을 보인다는 점에서, 무 종자개발 기술 분야의 연구개발이 활발히 이루어지고 있는 것으로 보임
 - 이러한 추세를 살펴볼 때, 지금시기에 해당 기술분야에 대한 경쟁이 치열하므로 새로운 기술을 활발하게 연구개발해야 할 것으로 판단됨
- 국제특허의 기술위치는 3구간(1991년~1995년)에서 출원이 시작되어 5구간(2001년~2005년)까지 급격히 출원인수와 출원건수가 같은 증가 추세를 보이다가 5구간(2001년~2005년)과 6구간(2006년~2010년) 사이에서 출원건수의 변동이 없는 정체모습을 보임
 - 이를 통해 국제 특허는 기술 성장단계에서 성숙기의 단계로 접어든 것으로 판단됨
- 무 종자 기술 관련하여 최다 출원인 상위 13개 가운데 5개의 출원인은 미국 출원인들이며, California 대학을 제외하고 이들 대부분이 거대 기업임. 이 기업들의 주요시장국을 살펴보면 미국시장에 초점을 맞추어 해외출원을 하고 있어서 세계시장 확보는 저조한 편임
- 무 종자 품종개발(AA) 분야의 경우, 형질전환체(AAB) 43.3%, 분자마커(AAA) 29.5%, 내병성 품종개발(AAC) 25.6% 및 의약품생산(AAD) 1.6% 순으로 출원건수가 많은 것으로 나타났으며, 의약품생산(AAD)과 관련된 기술의 출원은 미미한 것으로 나타남
- 소분류 별로 분자마커(AAA), 형질전환체(AAB), 내병성 품종개발(AAC)에 있어서 그 출원 분포는 형질전환체(AAB)를 이용한 출원건수가 가장 높았으며 분자마커(AAA) 및 내병성 품종개발(AAC)에 있어서 그 출원건수는 거의 비슷한 비율로 분포되어 있음. 이는 무 종자 품종개발을 위하여 형질전환체 기술을 집중적으로 이용하여 연구되고 있음을 확인할 수 있음
 - 특히 유용유전자를 도입한 형질전환체(AAB)를 이용한 무 종자개발과 관련된 출원은 2000년대부터 꾸준히 이어지면서 계속 출원이 증가하는 성장세를 보임. 이는 무

종자 품종개발을 위한 기술분야에서 관심기술임을 확인할 수 있음

- 다만 출원된 특허들이 모두 국내 위주의 출원이고 국제적인 출원을 가지고 있지 않으므로, 세계시장에 대한 영향력은 다소 낮은 것으로 판단
- 따라서 분자마커, 형질전환체, 내병성 품종개발, 의약품 생산 품종개발 및 종자 처리 방법, 접목방법, 작물의 저항성 및 종자개발 등의 연구 및 기술 개발을 통하여 수출용 무 종자를 개발한다면 해외에 지급된 로열티 226억원(2011년 기준) 이상을 줄일 수 있고, 수출 품종 육성을 통한 수출확대도 가능할 수 있을 것으로 판단됨
- 무 종자 재배기술개발(AB) 분야의 경우, 소분류 별로 종자 처리 방법(ABA), 접목방법(ABB), 작물의 저항성(ABC), 종자개발(ABD)에 있어서 작물의 저항성 기술이 38.9%로 가장 높은 출원을 보이고 있음
- 특히 종자 처리 기술 및, 육종기간 단축 및 작물의 저항성 향상과 관련된 작물의 저항성 기술의 출원이 꾸준히 증가하여 성장세를 보이는 것으로 파악됨
- 해당 기술 분야에 있어서 가장 연구의 중심이 되는 분야는 종자 처리 방법 및 작물의 저항성 기술로
- 최근 2007년 이후 종자 처리 방법 및 작물의 저항성 기술 관련 출원이 증가하는 추세에 있으며 이는 해당분야에 대한 연구개발이 활발하게 이루어지고 있으며 기술이 성장기에 들어선 것으로 판단됨
- 작물의 역병, 바이러스, 해충 저항성, 내병성, 내염성의 특성을 대상으로 하는 기술(AAC, 내병성 품종개발) 및 항암성분, 기타 질환 예방 및 개선, 치료성분 강화(AAD, 의약품 생산)를 목적으로 하는 의약품생산 품종개발의 경우 각각 2.7%로 낮은 비율을 차지함
- 무 종자의 내병성 품종개발(AAC)에 관한 특허출원은 25.6%의 출원율을 보였는데 이는 학술연구의 대상이 되기보다는 주로 특허기술 위주로 연구가 진행
- 해당 의약품 생산 품종개발(AAD)에 관한 연구분야는 특허 및 논문이 간헐적으로 출원, 발행되고 있는 것으로 보아 거의 연구가 진행되고 있지 않은 것으로 판단됨



45

[그림 4-7] 성과확산 방안 및 수출 확대 전략

7. 사업화 및 수출확대 전략

1) 단계적 사업화 및 수출전략

□ 수출 대상 시장의 선두 품종의 특성 조사 및 현지 기후 등 조사

- 각 세부 과제별로 선두 품종을 조사하고 선두 품종의 원예적 특성 형질(바람들이, 추대, 흑심증 등)을 조사하고 분석하여 선두 품종 보다 뛰어난 품종 육성
- 각 세부 과제별 개발 대상 시장의 기후 특성 등을 조사하고 시장 기후에 맞는 우수한 품종들을 육성

□ 기존 개발 된 우수 계통을 바탕으로 교배조합 작성 후 국내 1차 재배 특성 조사

- 기존에 개발된 계통과 연구과제를 통하여 개발된 우수 계통들을 조합하여 초기부터 조합 작성 시험을 실시
- 반수체를 이용한 계통 육성을 실시하여 계통 육성 연한을 단축 하여 F1 우수품

종 연한을 단축시킴

□ 1차 재배시험에 선발된 품종을 시교 생산하여 수출 대상현지에서 적응시험

- 개발된 품종을 국내에서 일차 시험을 실시하고 선발된 우수한 조합들은 개발대상 현지에서 시교 시험을 실시

□ 현지에서 선발된 품종의 대량 시교 생산 및 원종 증식

- 현지에서 선발된 시험용 품종들을 대상으로 원종증식 및 대량 시교 생산을 실시하고 생산된 종자들로 대량 시교 시험을 실시
- 선발된 품종을 대상으로 invoice를 받은 품종을 대상으로 농가 생산 시험을 확대하고 판매 지역 확대 시험을 실시

□ 2차 시험에서도 우수하면 품종 보호출원 및 판매

- 생산된 종자들을 대상으로 국내 및 현지에서 재배 시험을 실시함과 동시에 품종 보호출원을 신청함
- 육종 기반 팀과 협조하여 자가불화합, 내병성 시험등을 실시하여 판매에 필요한 품종의 기초 특성을 파악

2) 무 GSP 사업의 경제성 분석

□ 경제성 분석 방법과 기본 가정

○ 경제성 분석 방법

- 경제적 분석은 사업에 투입되는 비용과 편익을 사회경제적 효율성 관점에서 분석하는 비용편익분석(Benefit-Cost Analysis) 수행
- 화폐환산이 가능한 비용, 효과(편익)만을 산정하는 정량적 추정 평가

◆ 분석의 절차 ◆

편익 추정 → 경제적 타당성 분석을 위한 비용, 편익 조정 → 현금 유통표 작성 → 비용, 편익 할인 → B/C Ratio, NPV, IRR 산출 → 경제적 타당성 판정

○ 편익 요소를 경제적 가치로 환산하기 위한 방법으로는 시장접근법을 이용

- 시장접근법은 사업수행으로 개발될 기술로부터 발생할 것으로 예상되는 산출물에

대한 시장규모 예측을 통해 R&D 투자의 직접 편익을 추정하여 방법

- 무 종자개발 사업에 따른 비용과 편익 항목은 다음과 같음

비용	종자개발을 위한 R&D 투자비용, 종자생산을 위한 토지, 노동력, 시설, 자본 비용, 국내외 종자수출을 위한 마케팅 및 유통비용 등
편익	연구사업에 따른 R&D 기반 강화, 신종자 개발에 따른 기술료 수입, 종자생산 과정에서 유발되는 고용창출, 농가소득 증대, 종자수출 증대, 수입대체 및 타 연관산업의 연계 발전, 종자안보력 증대 등

○ 무 종자개발 사업에 따른 종자수출 수익에 대해서만 경제성 분석을 실시

- 시장규모와 시장점유율의 시나리오 설정을 통한 경제성 분석 시행
- 편익 중 기술료, 수입대체효과, 고용창출효과, 농가소득 증대, 종자 안보력 증대 등은 실질적인 측정에 한계가 있어, 동 연구에서는 직접적인 효과를 계상 대상으로 함

[표 4-2] 무 종자개발 사업의 비용 및 편익

구분	종자개발 R&D	신종자 개발	종자생산	종자 수출	기타
비용 (cost)	R&D 투자		토지, 노동력, 시설, 자본, 농자재 등	마케팅 비용, 유통비용	
편익 (benefit)	R&D 기반 강화	기술료 수입	종자사업성장(매출증대), 고용창출, 종자안보력 증대, 농가소득 증대 등	수출증대	수입대체, 타 산업과의 연계 발전 등

○ 사업의 경제적 타당성은 편익/비용비율(B/C Ratio)로 평가함

- 편익/비용비율(B/C Ratio)은 사업을 통해 발생하는 편익의 현재가치를 비용의 현재가치로 나누어 계산
- 편익/비용비율(B/C Ratio)이 1이상이면 경제적 타당성이 있다고 판단

$$B/C \text{ Ratio} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

□ 경제성 분석을 위한 기본 가정

○ 무종자의 수출 목표시장 및 규모, 시장점유율, 사업화 성공률, 편익분석 기간에 대한 예측

- 편익분석과 관련된 다양한 가정들은 농림수산물부의 『Golden Seed 프로젝트 기획보고서』에서 활용한 가정들을 이용
- R&D 투자비용은 무 상세기획의 연구개발니즈 조사결과를 적용

- 편익분석기간은 2022년부터 2031년까지 10년으로 설정
 - 10년 간 R&D 투자 후 11년차부터 매출이 발생하는 것으로 가정
 - 미국 식물 관련 특허분류(A01H)의 기술수명주기는 8년으로 되어 있으나, 동 연구에서는 『Golden Seed 프로젝트 기획보고서』와 동일하게 새로운 품종의 수명을 10년으로 가정
- 무종자와 관련된 수출목표시장은 연구개발니즈 조사결과에 따라 중국, 일본, 동남아 등으로 설정하였고, 해외시장규모는 본 연구 조사결과를 반영하였음
 - 국가별 해외 시장규모는 중국 376억 원, 일본 152억 원, 인도·동남아 78억 원 등 총 888억원 규모로 추정(2010년 기준)
 - 현재와 미래의 수출시장규모 자료를 통해 추세법으로 5%의 성장을 가정 2022~2034년의 시장규모를 예측

[표 4-3] 시장점유율 예측 시나리오¹²⁾

구분		세계시장	내용
<상황2> 기업이 있는 경우	시나리오 I (비관적)	보급된 품종 중 2% 점유	소기업 수준의 마케팅 능력을 가진 경우
	시나리오 II (중립적)	보급된 품종 중 13% 점유	중소기업 수준의 마케팅 능력을 가진 경우
	시나리오 III (낙관적)	보급된 품종 중 34% 점유	대기업 수준의 마케팅 능력을 가진 경우

- 『Golden Seed 프로젝트 기획보고서』에서 시장점유율 예측은 해당 기업의 기술 마케팅 및 비즈니스 개발역량에 따라 달라지는 점을 고려하여 3개의 시나리오와 기업의 즉시 참여 여부를 고려하여 2가지 상황으로 구분
- 사업화성공률은 종자의 수출 산업화를 목표로 하는 연구개발 투자사업이라는 측면에서 기존기술 개선을 통한 기존시장 사업화성공률 50%¹³⁾로, 기술기여도는 28.1%¹⁴⁾를 적용
- 사업기여율은 유사한 목적의 연구개발 투자 중에서 해당 사업이 차지하는 비중을 적용하여 그 사업에 해당하는 효과만큼을 분리하는 것으로 최근 5년간 투자된 종자 R&D 투자와 『Golden Seed 프로젝트』 예산을 고려하여 96.6%를 적용
- 현재가치 산출을 위한 할인율은 예비타당성조사 기준 할인율인 5.5%를 적용하고, 환율은 2012년 원 달러 평균 환율인 1,126.87원으로 가정

12) 『Golden Seed 프로젝트 기획보고서(2011)』에서 인용

13) R.G. Cooper, New Product Development, McMaster University, 1995

14) 기술개발이 경제성장에 미치는 효과 분석(2004, 과학기술정책연구원)

□ 비용

- 비용편익분석의 비용은 『Golden Seed 프로젝트』 무 종자개발 사업에 소요되는 총 R&D 투자 금액을 현재가치로 환산하여 산정함.
- 『Golden Seed 프로젝트』 무 종자개발 사업 R&D 투자 소요 예상액은 10년간 272.6억(현재가치로 환산하면 209.3억 원)

[표 4-4] 무 종자개발 사업 R&D 투자 금액

(단위: 억 원)

구분	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	합계
원가	19.8	32.8	31.9	32.6	31.2	31.2	31.0	31.2	31.1	272.6
현재가	18.8	29.5	27.3	26.3	23.8	22.7	21.3	20.4	19.3	209.3

□ 수익

- 『Golden Seed 프로젝트』 무 종자개발 사업에 따른 수익은 2022년부터 10년간 발생하는 매출액의 부가가치 편익의 현재가치는 시나리오별로 43억 원~733억 원으로 나타남

경제적 편익(총매출액) =
(시장규모×시장점유율)×사업화성공률×기술기여도×사업기여율

□ B/C 분석 결과

- 『Golden Seed 프로젝트』 무 종자개발 사업의 경제성 분석 결과 비관적인 시나리오를 제외하면 경제적 타당성이 있는 것으로 나타남
- 무 종자개발 사업 예상 투자액의 현재가치는 209억원
- 무 종자개발 사업에 따른 부가가치 창출액으로 평가한 경제적 편익의 현재가치는 시나리오 I의 경우 33억 원, 시나리오II는 217억 원, 시나리오III은 568억 원으로 추정
- 이에 따라 B/C 비율은 시나리오 I의 경우 0.16, 시나리오II는 1.04 시나리오III은 2.71로 추정

[표 4-5] 무 종자개발 사업 R&D 투자의 B/C 분석

시나리오	R&D투자 PV	시장규모×시장점유율 PV	사업화 성공률	기술 기여도	사업 기여율	편익 NPV	B/C 비율
I(비관적)	209.3	246.3	50%	28.1%	96.6%	33.4	0.16
II(중립적)		1,600.8				217.3	1.04
III(낙관적)		4,186.8				568.2	2.71

- 본 분석에서는 종자수출에 따른 수익발생 효과만을 부가가치를 통해 추정하였기 때문에, 품종개발에 따른 로열티수입, 수입대체효과, 농가소득 증대효과 등의 수익을 감안할 경우는 B/C비율이 더 높아질 것으로 예상
- 비관적인 시나리오를 제외하면 『Golden Seed 프로젝트』 무 종자개발 사업은 경제적으로 타당성이 있다고 판단
 - 무 종자개발의 목표는 최소 글로벌 시장의 13%이상 점유를 목표로 추진되어야 할 것임

제 5 장 프로젝트별 세부기획

제 1 절 무 품종육종 프로젝트

1. 연구개발 목표

최종 목표

- 무 GSP 무 품종 육종은 무 신품종을 육종 하고 상용화 하여 2021년 무 수출 및 수입 대체 효과 2,000만 달러 달성 및 품종 보호 71건을 출원 할 예정임

세부 연구 개발 목표

제1프로젝트 개발목표	일본용 H형 무 품종 개발	<ol style="list-style-type: none"> 1. 일본용 만추대 품종 개발 2. 일본용 만추대 흑심 및 적심증 저항성 품종 개발 3. 일본용 위황병 저항성 품종 개발 4. 일본용 만추대 백육계 품종개발 5. 일본용 조기 비대용 백육계 품종 개발 6. 일본용 백육계 월동용 품종 개발 7. 일본용 진녹계 만추대 품종 개발
제2프로젝트 개발목표	유럽 및 미주 수출용 품종 개발	<ol style="list-style-type: none"> 1. 유색무 품종 개발
제3프로젝트 개발목표	중국 수출용 무 품종 개발	<ol style="list-style-type: none"> 1. 중국용 만추대 타원형 백수계 품종 개발 2. 중국용 만추대 병저항성 백수계 품종 개발 3. 중국용 만추대 생리저항성(적심, 흑심) 품종 개발 4. 중국용 만추대 타원형청수계 품종 개발 5. 중국용 만추대 타원형 조기비대용 품종 개발 6. 중국용 재래종(청피 홍심, 중국청피 등) 품종 개발
제4프로젝트 개발목표	동남아 및 인도용 품종 개발	<ol style="list-style-type: none"> 1. 동남아용 청수계 품종 개발 2. 동남아용 바이러스 저항성 품종 개발 3. 인도용 남방계 백수계 품종 개발 4. 인도용 남방계 바이러스 저항성 품종 개발
제5프로젝트 개발목표	가공용 무 품종 개발	<ol style="list-style-type: none"> 1. 수분이 적고 건조가 쉬운 무 말랭이용 품종 개발. 2. 전분 함량이 높은 무말랭이 품종 개발 3. 일본, 한국 및 중국용 무 말랭이 품종 개발 4. 절임이 쉽고 가공이 잘되는 단무지 품종 개발 5. 육질이 아삭하고 정자성이 우수한 단무지 품종 개발 6. 비대가 빠르고 공동증상이 적은 단무지 품종개발 7. 단맛이 많고 육질이 우수한 짜샤이용 품종 개발 8. 가공시 절임력이 뛰어난 짜샤이용 품종 개발

- 무 품종 육종 기술은 세계 최고의 기술력을 가지고 있고 각 종묘회사에서는 우수한 유전자원을 가지고 있으며, 또한 국립 유전자원센터에서는 기존 종자회사에서는 가지고 있지 않은 특이한 자원을 가지고 있어 이들 유전자원을 자원을 활용 할 경우 목표 지역별 우수 품종을 육성 할 수 있음
- 또한 기 보유하고 있는 유전자원을 활용 과제 시작과 동시에 시교 및 품종 보호 출원을 추진함과 동시에 판매에 대한 전략을 세우고 수출을 추진 할 수 있음
- 무 품종 육종의 세부프로젝트는 수출 대상 지역과 품종의 특성에 따라 5가지 세부 프로젝트로 나눔
 - 현재의 수출 시장가치가 가장 높은 시장인 “일본용 H형 무 품종 개발”, 과 “유럽 및 미주 수출용 품종 개발”
 - 현재는 시장 가치가 낮지만 미래의 시장가치가 아주 높은 “중국용 무 품종 개발” 과 “동남아 및 인도용 품종개발”
 - 예산이 증액되었을 때 수행 할 후보과제로 다) “가공용 품종 개발” 프로젝트를 선정

□ 단계별 목표

세부과제	1단계(2013~2016)	2단계(2017~2021)
무 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 5790조합 • 국내 재배시험 - 4380조합 • 현지 시교 시험 - 174품종 • 품종 보호출원 - 23품종 • 종자 판매 - 274만불 	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 12860조합 • 국내 재배시험 - 9890조합 • 현지 시교 시험 - 409품종 • 품종 보호출원 - 48품종 • 종자 판매 - 4400만불

2. 연구개발 필요성

- 무 신품종 육성은 기술·자본 집약적 고부가가치 산업으로 우수한 인적자원과 풍부한 기술력을 보유한 우리나라에 적합
- 종자산업은 미래 성장동력 산업으로 발전가능성이 매우 높은 분야
 - 종자는 안전한 식량 수급과 생명산업의 요체로서 식품산업, 바이오에너지, 제약 산업 등 미래의 녹색성장의 기반
 - 종자는 제2녹색혁명의 키워드로서 전 세계적인 인구 증가에 따른 식량위기, 생활수

준 향상에 따른 식량수급 문제를 해결하는 방안인 동시에 저탄소녹색성장의 근간

- 세계 각국은 유전자원 확보경쟁과 품종보호권 확대를 통해 종자주권 강화 중
 - 생물다양성협약 등 유전자원에 대한 규제와 유전자원 수집을 위한 국가 간 경쟁이 심화되고 있으며, 우리나라의 국제식물신품종보호연맹(UPOV) 가입으로 로열티 지급 의무가 발생한 품종 급증
 - ※ 품종보호 대상작물 : 전 품목으로 확대
 - 유전자원을 수집하기 위한 국가 간 경쟁이 치열해 지고 있으며, 유전자원 선점을 통하여 종자주권 강화
 - FTA 체결 확대, DDA 진전 등에 따라 국가 간 경쟁이 심화됨에 따라 각국은 우수하고 고유한 유전자원을 경쟁의 주요 수단으로 활용
 - 유전자원을 적극 활용한 종자 개발·생산·유통·수출입 등을 민간 글로벌 종자회사가 주도
- 무 세계 시장 규모 및 전망
 - 채소 종자 시장규모 중 세계 11위. 약 1,122톤 수준이며 금액은 130-155백만 불로 추정
 - 주도권을 갖고 있는 국가는 아시아의 한국, 일본, 중국 등이며 한국과 일본이 가장 앞서 있고 중국, 대만, 인도 등이 추격하고 있는 시장임
 - 2020년 전세계 무 시장규모는 약 383백만 불로 성장 예상 (자료:context 2020 outlook)

[표 5-1] 종자시장 상위 15개국의 추정 시장규모 및 총 재배면적

순위	국 명	종자시장 추정 규모 (억 달러)	재배면적 (만 ha)
1	미 국	120.0	13,447
2	중 국	95.0	17,124
3	프랑스	24.0	1,867
4	브라질	20.0	6,547
5	인 도	20.0	19,169
6	일 본	14.0	445
7	독 일	12.6	1,910
8	이탈리아	7.8	970
9	아르헨티나	6.0	3,706
10	캐나다	5.5	3,255
11	러시아	5.0	6,018
12	스페인	4.5	1,295
13	호 주	4.0	4,892
14	대한민국	4.0	258
15	터 키	4.0	1,941

출처: International Seed Federation(2011), FAO-STAT(2010)

세계 10대 종자기업			세계 10대 농화학기업		
1	몬산토	미국	1	바이엘(누벴)	독일
2	듀폰	미국	2	신젠타	스위스
3	신젠타	스위스	3	바스프	독일
4	리마그린	프랑스	4	다우	미국
5	랜드오레이크	미국	5	몬산토	미국
6	KWASG	독일	6	듀폰	미국
7	바이엘 크롭사이언스(누벴)	독일	7	쿠어	이슬라엘
8	사카타	일본	8	스미토모	일본
9	DLF-트리폴리움	덴마크	9	누팜	호주
10	다끼이	일본	10	아리스타	일본

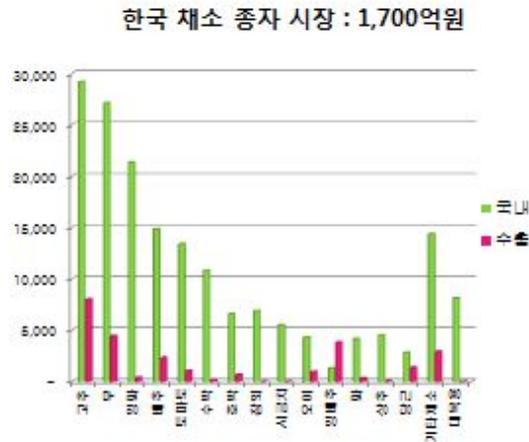
<자료: ETC group(문화 및 생물 다양성, 인권을 보호하는 국제 단체) 2008

국내 진출기업(육종연구소 소유 기업)

[그림 5-1] 세계 종자관련 농업 회사

- 한국 채소 종자시장에서 무는 고추와 더불어 매우 중요한 작물 중에 하나이므로 종자수출 부분에 있어 무는 중요한 분야를 차지하고 있음

작물	국내	수출
고추	29,183	8,040
무	27,117	4,435
양파	21,325	401
배추	14,884	2,334
도마도	13,405	1,082
수박	10,793	175
요박	8,593	879
참외	8,867	21
시금치	5,498	14
오이	4,321	944
양배추	1,316	3,818
파	4,191	349
상추	4,490	44
달걀	2,841	1,385
기타채소	14,383	2,914
대목물	8,141	-
계	175,287	28,814



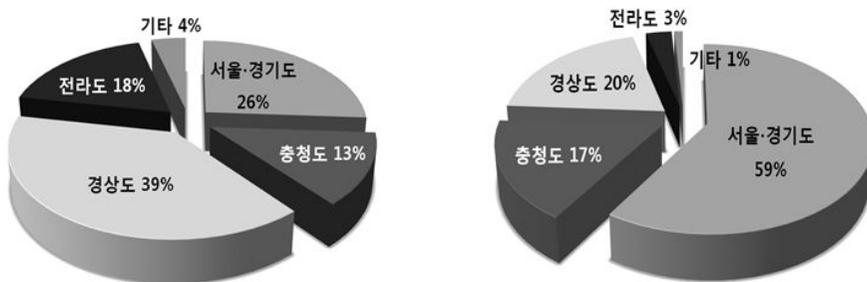
한국농업진흥청 농정조사 통계자료

(단위: 백만 원)

[그림 5-2] 2010년 국내 채소종자 작물별 매출액

- UPOV 협약 등 세계 각국이 유전자원 보호 추세가 강화되고 있어 품종 보호에 대한 필요성이 커지고 있으므로 이에 대응할 신품종을 육성 하고 수출 확대를 위해 체계적인 품종 육성 및 기술 개발이 필요함
- 무(Raphanus sativus L.)는 배추과에 속하는 작물로 국내, 일본 및 아시아 전역에 재배되고 있고, 비타민, 다양한 무기물질, 황 화합물, 등 몸에 유익한 성분을 다량 함유하고 있는 알칼리성 채소작물
- 전세계 무 재배 면적은 약 150만 ha로(종자업계추산) 그중 중국이 약 100만 ~120만 ha로 가장 넓으며 인도가 약 30만 평 정도로 두 번째로 넓은
 - 재배 면적으로 보면 중국과 인도가 약 85~90%의 면적을 차지하고 있으나 종자 가격 면에서는 약 20 ~30% 정도의 시장을 점유
 - 반면 한국과 일본은 재배면적은 약 8% 내외이나 종자 가격은 70~80%를 차지
- 중국, 동남아 및 인도 시장은 OP가 대부분이나 경제가 성장함에 따라 양적인 부분 보다는 품질을 따지는 시장으로 바뀌고 있어 OP에서 F1품종으로 전환 될 때 무의 시장가치는 무궁무진함
- 국내 무 재배면적은 약 35,000ha 로서 채소 재배 면적의 약 10%에 달하고 일본에서도 약 45,000ha 이상 재배되고 있으며 중국, 인도, 동남아를 합치면 약 1,500,000ha 이상의 재배면적을 가진 중요 채소 작물
- 인도 및 동남아 무의 재배 면적은 정확한 통계는 없으나 업계추산 수십만 ha로 추정되며 현재 대부분 고정종이 재배되고 있으며 고정종에서 F1으로 품종 전환이 되고 있어 잠재적 시장 가치가 무궁무진함
- 무는 단백질, 지질, 당질, 섬유질, 비타민, 철, 마그네슘, 칼슘, 그리고 다양한 유용기능성물질을 함유하고 있고, 우리나라 7대 채소 중에 속할 만큼 중요한 위치를 차지하고 있으나 가격의 등락폭이 너무 심해 농가의 경제적 안정을 꾀할 수 없는 상황임
- 현재 단순히 식재료로 이용되던 무의 활용도를 높여 무 재배농가의 안정적인 소득증대를 꾀하기 위해서는 무에 함유된 기능성 물질이 함유된 고품질의 신품종을 육성하여 무의 이용가치를 높이는 것이 필요함
- 국내 종자산업 규모는 약 2,300억 원으로 추정되며 농업부문의 저성장으로 2000년 이래 시장규모가 점진적으로 증가하고 있음

- 매출확대를 위해서는 종자를 고부가가치 품종으로 개발하거나 해외 진출이 필요
- 종자기업의 수는 1998년에서 10년 사이에 2.5배인 약 820개 업체로 늘었으나 대부분 영세업체이고 유전자원 관리, 신품종 육성, 종자가공 처리 등의 기술력을 가진 업체는 소수에 불과함
- 제한된 시장에 영세업체가 난립하는 문제점이 나타나고, 심지어는 품종보호권의 침해 현상도 나타나고 있어 산업 성장을 저해하는 요소로 대두됨
- 국내 종자 회사는 많으나 일부 몇 개 업체를 제외하고는 매우 영세하므로 본 과제를 통하여 국내종자 산업 전반을 활성화하고 무 육종을 전문화하여 세계적인 경쟁력을 갖추는 것이 필요함



국립종자원에 등록된 전체 종자업체 현황 종자 판매실적이 활발한 70개 업체 기준

자료: 농기평

[그림 5-3] 한국 채소종자 회사 현황

□ 국내 연구 현황

- 무는 주로 아시아에서 많이 소비되기 때문에 자가불화합 분류는 한국과 일본이 가장 앞서 있으며, 그 외 국가에서는 연구 실적이 미미하며 동남아 및 서남아시아권에서는 연구가 거의 없는 실정
- MS를 이용한 배추과 작물 육성 또한 한국과 일본을 제외하면 거의 없으며, SI와 MS를 이용한 배추과 작물 육성 방법은 아직 초기 단계이며 연구 실적이 거의 없음
- 융성불임을 이용한 무 품종 육종 기술의 경우 현재 일부 품종에서 활용하고 있으나 무 융성불임은 유지친을 별도로 개발해야 하는데 국내 가을무 일부 품종 등에는 아직까지 활용이 어려운 실정
- 우리나라의 자가불화합성을 이용한 배추과 육종기술은 보편적으로 다른 나라에 비하여 월등히 앞서있음

□ 국외 연구 현황

- 세계적으로 채소 기능성 물질에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 최근 신젠타에서 안토시아닌 함량이 높은 자색 무를 출시
- 배추과 채소의 경우, 다량의 Glucosinolate (GLS)가 존재하며, 특히 브로콜리에 다량 함유되어 있는 기능성 물질 Sulforaphane에 관한 연구가 활발히 진행
- GLS 대사 및 관련 유전자에 관한 연구는 애기장대식물을 대상으로 이루어지고 있음
- 해외 대형 종자 회사에서는 반수체 육종을 이용하여 우수한 형질을 가진 품종의 종자를 생산하고 있으나, 무의 경우, 활용 범위가 넓지 않아 품종 육성 및 재배 기술 연구 수준이 낮은 실정
- 일본에서는 농업생물유전자뱅크에서 체계적으로 유전자원을 관리하며, 600 여점의 무 자원을 보유하고 있으며, 이중 410 점에 대해서는 특성 평가와 완료되어 공개되고 있는 상황

□ 국내외 시장 동향

- 종자 산업은 작물생산을 위한 곡물, 채소, 화훼 등의 종자를 개발, 육성, 보급하는 산업으로서, 식량의 수급에 미치는 중요 요소임과 동시에 식품, 바이오에너지, 제약 등 미래 성장산업의 원천임
- 종자 산업은 기술·자본 집약적 고부가가치 산업으로 인적 자본과 기술력을 가진 글로벌 대기업이 세계 종자 산업을 주도하고 있음
 - 2011년 기준 세계 종자산업 규모는 780억 달러 규모로 추정되며, 농작물이 450억 달러로 전체의 53%를 차지하고, 이 중 곡물종자는 79%, 채소와 화훼종자는 17%를 차지
 - 종자산업은 시장규모가 300억 달러인 반도체보다 규모가 월등히 크며, 성장 잠재력을 고려할 때 향후에도 고성장이 예상됨
- 국가별로 미국이 120억 달러로 시장규모가 크며, 중국 90억 달러, 프랑스 36억 달러 순이며 한국은 세계시장의 1% 수준임
 - 상위 5개국(미국, 중국, 프랑스, 브라질, 인도)의 종자시장 규모는 2008년 180억 달러에서 2011년 292억 달러로 확대된 바, 이는 중국의 경제성장과 인도, 브라질에서

GM 종자가 확대 보급되었기 때문임

- 채소종자 산업은 종자산업 중에서 가장 복잡하고 세분화된 분야로, 전반적인 시장규모 증가 추세
 - 인구의 증가와 함께 개인당 소득의 증가 및 건강에 대한 관심이 증대됨에 따라 채소 소비도 지속적으로 증가 추세이며, 이에 따라 종자 시장규모도 증가
- 전 세계 채소종자 시장규모는 증가 추세로, 상업용 채소종자 시장은 2011년 현재 약 5조 5천억 원으로 추정되며, 2020년에는 9조 6천억 원까지 성장할 전망(연평균 성장률 7%)
 - 상업용 채소종자 시장 성장의 주요 원인은 종자가격의 상승효과(54%)이며, 이 밖에도 재배면적 증가효과(20%), 교배종으로의 전환효과(16%)에 의해서 시장이 성장
- 전세계적으로 토마토 종자의 시장 규모가 9,300억원으로 가장 크며, 다음으로 고추, 양파, 오이 등의 시장규모가 큼
- 재배 면적을 기준으로 할 경우, 토마토, 양파, 수박, 고추 순으로 많이 재배되고 있으며 무는 13위로 시장 규모가 형성되어 있음
- 과거 종자산업은 종자를 개발하여 농가에 보급하는 수준에 머물렀으나 최근에는 바이오 산업, 식품산업, 제약산업과 융·복합화 하는 특성을 보이며, 부가가치 높은 고품질 기능성 종자 개발을 통해 높은 수익을 창출하고 있음
 - 토마토, 파프리카 등의 고품질 종자는 같은 무게의 금 보다 비싸며, 종자 산업을 육성하여 해외에 지급하는 로열티 (2011년 기준 226억 원)를 줄일 수 있고 종자 수출을 통해 외화 획득 가능
- 글로벌 선두기업인 몬산토, 듀퐁, 신젠타 등은 각각 화학, 화학섬유, 제약 및 농약 사업을 구조 조정하여 종자 기업으로 전환하였으며, 이들의 시장점유율은 각각 27, 17, 9%로 3개 기업의 점유율이 절반 이상을 차지함
- 선두기업들은 시장 지배력을 강화하기 위해 곡물 유통업체 또는 경쟁사와 전략적 제휴를 하거나, 종자 형질 및 관련 기술에 대한 특허권을 행사함으로써 후발 주자의 시장 진입을 견제

□ 세계 주요 종자 기업

- 2009년 매출을 기준으로 몬산토, 듀폰, 신젠타 등이며, 10대 종자 기업의 점유율이 점차 높아지고 있음
 - 10대 종자기업의 점유율은 2007년 67%에서 2009년 73%로 높아졌으며, 이러한 현상은 주로 상위기업들이 소규모 종자 기업들에 대한 인수합병을 진행한 것이 주요 원인임
 - 특히 미국기업의 시장 점유율이 50%에 해당하며, 점차 이러한 추세가 강화될 예정이며, 유럽과 아시아 기반의 종자회사들은 시장 영향력이 약화되고 있음
- 신젠타社は 채소 종자기업인 Zeraim Gedera을 인수하였으며, 듀폰과 협력하여 몬산토의 독주체제에 대응하고 있음
- 대표적인 종자기업인 몬산토는 매출액의 12% 수준인 10억달러 이상을 연구개발에 투자하고 있으며, 100여개의 지역별 종자 실험실을 갖추고 있음

- 몬산토는 GM작물 개발에 독점적인 특허기술을 보유하고 있으며, 최근에는 다른 기업들과의 기술제휴를 통해 협력을 강화하고 있음
- 다우에그라싱언시스, 마이엘 크롭사이언스, 바스프 식물과학과의 기술제휴를 통해 GMO 작물 또는 내건성 및 고생산성 작물 생산을 위한 공동 R&D프로젝트를 진행
- 몬산토는 전통적인 교배육종방식에 더하여 생명공학기술을 적용한 GM유전자원을 활용하는 효율적인 작물의 종자개발을 위주로 하고 있음
- 몬산토의 경우, 채소 종자 사업부문을 강화하기 위해 세계 최대 채소종자 회사인 세미니스와 De Ruiter를 인수합병하였으며, 농식품 유통과 레스토랑 체인사업 참여까지 전체 가치사슬로 확대하려는 시도를 하고 있음
- 함암성분 강화 브로콜리, 라이코펜 강화 토마토 등이 출시되었으며, 유기농에 적합한 내병성, 내충성 품종의 개발이 가속화되고 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 이 중 농업 분야에 절반 수준인 10억 달러를 투자
 - 미국에 30개의 연구시설 및 제조공장을 보유하고 있으며, 인도에 생명공학연구센터를 설립

- 신젠타는 글로벌 연구센터와 상호협력을 통해 기술을 개발하고 있으며, 2011년 R&D 투자규모는 11억 2,700만 달러에 달함
 - 종자 사업부의 R&D 투자비중이 전체의 38%에 달하며, 연구 및 사업역량 강화를 위해 세계 400여개 연구기관과 기술협력
- 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 중

- 누넴은 부추, 양파, 당근, 멜론, 오이, 토마토 등 28가지 작물에 대해 2,500여종의 채소종자를 판매하고 있으며, 14개 국가에 26개의 R&D센터를 운영 중
 - 국내에는 누넴 코리아가 2003년 10월에 설립되어 2009년 10월 안성에 R&D센터를 개설하였고 2007년 한국의 종자회사 시텍스를 인수하였음
 - 그 외에 세계적인 채소종자 전문회사들은 네덜란드의 Rijk Zwaan, Enza Zaden, Bejo, 그리고 일본의 Sakata 와 Takii가 창업당시의 소유형태를 유지하고 있음
- 네덜란드가 주축이 되어 1970년대 Asia지역에서 창업한 East West사가 동남아 열대지방의 노지 채소 F1 종자 시장에서 두각을 나타내고 있으며 앞으로 우리나라 회사의 주요 경쟁상대가 될 것임
- 무, 배추, 고추 등의 주요채소에 대한 일대잡종 품종육성분야는 세계 최고 수준의 기술이 축적되어 있으며, 응성불임(CGMS)계통육성, 병해충 저항성 유전자원의 수집확대와 품종 개발을 하고 있음
 - MS를 이용한 무 육종 기술을 이용하여 채종하고 있으며, 국내업체도 일부 품종에서 MS채종을 하고 있으나 실적이 미미한 상태임
- 무는 주로 아시아에서 소비가 되므로 대부분 한국, 일본에서 연구 및 품종 육성이 실시되어, 무의 자가불화합 관련 연구는 일본에서 가장 활발하며 유채 등 배추과 작물을 재배하는 미국, 캐나다 및 유럽 몇몇 국가에서 간혹 연구 진행
 - 무를 소비하고 있는 국가인 동남아 및 서남아시아권에서는 연구가 미비한 수준임
- 일본의 경우 위황병, 무사마귀병등이 강한 품종이 육성되어 있으며 지속적으로 이들 병에 강한 품종 육성이 요구됨
- 극동 지역의 무 재배면적 및 소비는 거의 변동이 없는 상황이며 종자 가격상승으로 인한 시장의 가치는 조금 높아지고 있음(한국의 경우 시장 재배면적은 그대로 이나 종자시장 가치는 2008년 290억에서 2012년 390억을 증가함)

3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

- GSP 무 수출용 품종 육성 과제와 현재 수행중인 중복성이 있는 기존 과제는 농기평 과제중 “일본 수출용 청수 만추대 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종육성” 1개 과제와 중복 되어 GSP 세부 과제로 이관하기로 함
- 수출용 무 품종 육성 과제는 재배 및 현지 적응 시험이 지역에 따라 품종 및 기호도가 너무 다르므로 현지 적응시험 과제가 거의 수행된적이 없어 중복성 문제는 거의 없음

[표 5-2] 수출용 무 품종 육성 연구 관련 과제수행기관 별 국가과제 목록

2010	무(radish) 분자유종 시스템 구축을 통한 실용화 기술 개발	김성길	전남대학교	농촌진흥청
	민간육종 기술지원을 위한 채소작물의 MAS 기술개발	이혜은	국립원예특작과학원	국립원예특작과학원
	배추과 작물의 수출, 내수 품종 육성 및 육종기술 개발	박수형	농촌진흥청	농촌진흥청
	배추과 채소 품종 육성 및 육종 기술 개발	박수형	국립원예특작과학원	국립원예특작과학원
	배추과 채소의 종자산업 경쟁력 제고를 위한 생명공학 육종 기술 개발	조명철	국립원예특작과학원	국립원예특작과학원
	비대칭 원형질체 용합을 통한 양성불임육종 자원 개발	성순기	(주)동부하이텍	농림수산식품기술기획평가원
	수입대체 백수계 단무지 무 및 싹 전용무 품종육성	이광식	(주)코레곤	농기평
	아프리카 해외농업기술개발	김재용	농촌진흥청	농촌진흥청
	일본 수출용 청수 만추대 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종육성	강갑수	충원중요	농림수산식품기술기획평가원
	중국 수출용 만추대, 내서성 무 품종 육성	안영순	(주)동부하이텍	농림수산식품기술기획평가원
2011	채소 신품종육성 및 이용촉진사업	김대영	농촌진흥청	농촌진흥청
	고랭지 채소신품종 육성 및 안정생산기술개발	김기덕	농촌진흥청 본청	국립식량과학원
	무, 배추 품종 육성 및 육종 기술 개발	박수형	농촌진흥청 본청	국립원예특작과학원
	민간육종 기술지원을 위한 채소작물의 MAS 기술 개발(원예 시험연구)	이혜은	농촌진흥청 본청	국립원예특작과학원
	배추 유전체 정보 활용 분자유종기술 개발	조명철	농촌진흥청 본청	국립원예특작과학원
	배추과 작물의 대량 유전자 발굴	문정환	농촌진흥청 본청	국립농업과학원
	배추과 작물의 수출, 내수 품종육성 및 육종기술 개발	박수형	농촌진흥청 본청	농촌진흥청
	비대칭 원형질체 용합을 통한 양성불임 육종 자원 개발	성순기	(주)동부한농	농기평
	세포융합기술을 이용한 첨단 육종 소재 개발	한지학	(주)농우바이오	농림수산식품기술기획평가원
	수입대체 백수계 단무지 무 및 싹 전용무 품종육성	이광식	(주)코레곤	농기평
2012	일본 수출용 청수 만추대 봄 무 및 고품질 조숙성 가을무 품종육성	강갑수	충원중요	농림수산식품기술기획평가원
	중국 수출용 만추대, 내서성 무 품종 육성	오영석	(주)동부하이텍	농림수산식품기술기획평가원
	채소 신품종육성 및 이용촉진사업	김대영	농촌진흥청 본청	농촌진흥청
	고랭지지역 채소 우량계통 지역적응시험	이종남	농촌진흥청 본청	농촌진흥청
	기능성무 함량증가를 위한 재배 법 개발 및 성분 분석	석경현	신젠타중요(주)	농촌진흥청
	무 분자마커 정보수집 및 MAS 기술 개발	이혜은	농촌진흥청 본청	국립원예특작과학원
	무 유전체 연구를 위한 핵심집단 구축	박한용	세종대학교	농촌진흥청
	분자 육종 기술을 이용한 복합 내병성 무 품종 개발	이영표	(주)동부한농	농촌진흥청
	양성불임을 활용한 수출용 무 품종 육성	강갑수	현대중요(주)	농촌진흥청
	육종연한 단축을 위한 무 소포자유래 식물체 유기	나혜영	목포대학교	농촌진흥청
중부지역 채소 우량계통 지역적응시험 및 신품종이용촉진사업	김대영	농촌진흥청 본청	농촌진흥청	

4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

□ 추진체계

	주요 수행 내용	수행주체
무 수출형 신품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> - 수출 대상 지역 시장현황 파악 - 수출 대상 지역 선두품종 특성조사 - 우수계통 육성 - 교배조합 작성 - 시장별 특성에 맞는 품종 개발 - 육종기반(내병성, 소포자배양, 실용적 마커) 연구를 활용한 육종기간 단축 	산학
무 수출형 품종 판매	<ul style="list-style-type: none"> - 육성품종 국외 1차 시험 - 1차 시험에서 선발된 품종 해외 적응 시험 - 적응시험에서 선발된 품종 보호출원 - 품종등록 및 판매 	산학

□ 추진전략

- 수출 대상 시장의 선두 품종의 특성 조사 및 현지 기후 등 조사
 - 각 세부 과제별로 선두 품종을 조사하고 선두 품종의 원예적 특성 형질(바람들이, 추대, 흑심증 등)을 조사하고 분석하여 선두 품종 보다 뛰어난 품종 육성
 - 각 세부 과제별 개발 대상 시장의 기후 특성 등을 조사하고 시장 기후에 맞는 우수한 품종들을 육성
- 기존 개발 된 우수 계통을 바탕으로 교배조합 작성 후 국내 1차 재배 특성 조사
 - 기존에 개발된 계통과 연구과제를 통하여 개발된 우수 계통들을 조합하여 초기부터 조합 작성 시험을 실시
 - 반수체 육성을 이용한 계통 육성을 실시하여 계통 육성 연한을 단축 하여 F1 우수 품종 연한을 단축시킴

- 1차 재배시험에 선발된 품종을 시교 생산하여 수출 대상현지에서 적응시험
 - 개발된 품종을 국내에서 일차 시험을 실시하고 선발된 우수한 조합들은 개발대상 현지에서 시교 시험을 실시
- 현지에서 선발된 품종의 대량 시교 생산 및 원종 증식
 - 현지에서 선발된 시험용 품종들을 대상으로 원종증식 및 대량 시교 생산을 실시하고 생산된 종자들로 대량 시교 시험을 실시
 - 선발된 품종을 대상으로 invoice를 받은 품종을 대상으로 농가 생산 시험을 확대하고 판매 지역 확대 시험을 실시
- 2차 시험에서도 우수하면 품종 보호출원 및 판매
 - 생산된 종자들을 대상으로 국내 및 현지에서 재배 시험을 실시함과 동시에 품종 보호출원을 신청함
 - 육종 기반 팀과 협조하여 자가불화합, 내병성 시험등을 실시하여 판매에 필요한 품종의 기초 특성을 파악

5. 수출용 품종 육성 프로젝트 Micro 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표
		- 무종자수출 274만 달러 달성 - 품종보호출원 23품종 신청				- 무종자수출 4400만 달러 달성 - 품종보호출원 48품종 신청					-2021년 무종자수출 2,000만 달러 달성 -2021년 품종보호출원71 건
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표
품종 육성	교배조합 작성	계통육성	조합작성 및 재배시험		우수 계통 육성, 선발 및 조합 작성					- 교배조합 작성 18,650조합	
	국내 시험 재배	국내시험	국내시험 및 선발	국내 재배 시험 및 현지 재배시험	국내 재배 시험 및 현지 재배시험					- 국내 재배시험 14,270품종 - 현지재배 시험 583품종수	
	현지 시험재배 및 시교	현지시험	현지 적응 시험 확대		현지 적응 시험 및 수출					- 품종 보호출원 71건 신청	
	품종 보호출원 및 수출	보호출원 및 판매				보호출원 신청 및 확대 판매					- 품종 등록 20건 신청

6. 세부프로젝트 추진계획

- 무 품종 육종의 세부프로젝트는 수출 대상 지역과 품종의 특성에 따라 3가지로 나눔
 - 현재의 수출 시장가치가 가장 높은 시장 일본용 및 유색무 품종 개발”
 - 프로젝트와 현재는 시장 가치가 낮지만 미래의 시장가치가 아주 높은 “중국및 동남아 인도용 품종개발” 프로젝트를 우선과제로 선정
 - 후보과제로 가공용 품종 개발” 프로젝트를 선정

프로젝트 1 : 일본용 H형 무 품종 개발

가. 세부프로젝트 도출 배경

□ 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

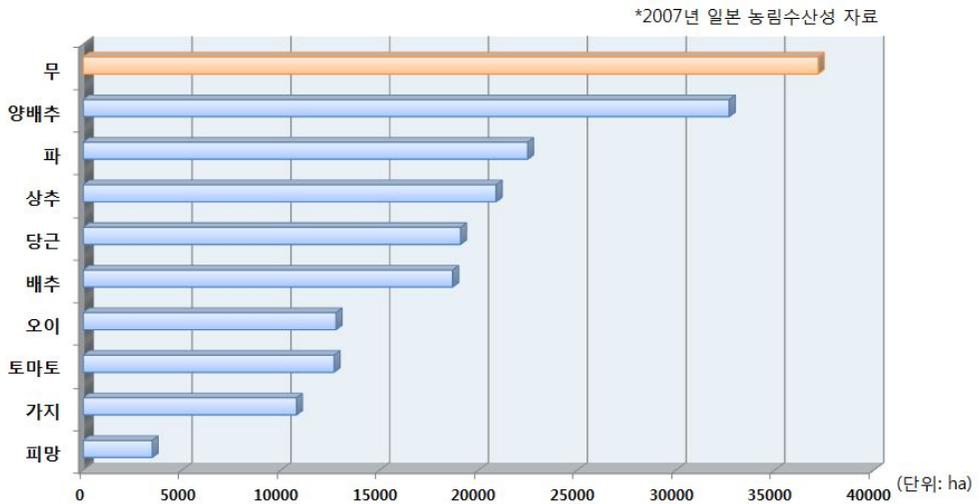
- 무(Raphanus sativus L.)는 배추와 더불어 배추과에 속하는 작물로 국내와 일본 전역에 재배되고 있고, 비타민, 다양한 무기물질, 황 화합물, 등 몸에 유익한 성분을 다량 함유하고 있는 알칼리성 채소작물임
- 전세계 무 재배 면적은 약 150만 ha(종자업체추산) 한국과 일본은 재배면적은 약 6% 정도이나 종자 시장은 전체의 약 60~70%를 차지

[표 5-3] 무 재배 면적 및 종자 시장

국가	재배면적(ha)	면적(%)	가격(백만\$)	가격(%)	비고
한국	27,000	1.6	38.4	25.2	'12년
일본	32,000	1.9	60	39.3	'07년
중국	1,200,000	71.5	37	24.3	'11년
동남아	100,000	6.0	6.7	4.4	'11년
인도	300,000	17.9	6	3.9	'11년
기타	20,000	1.2	4.4	2.9	'11년
합계	1,679,000	100	152.5	100	

- 세계 무 육종은 현재 한국과 일본이 주도 하고 있으며 일본과의 경쟁에서 이기기 위해서는 극동용 무 품종 개발이 꼭 필요함. 일본용 시장에서 선두가 되면 다른 지역의 무 수출 시장을 선도 할 수 있음

- 무는 일본의 채소작물 중에서 가장 넓은 재배 면적을 가지고 있음
- 일본의 경우 위황병, 무사마귀병 등이 강한 품종이 육성되어 있으며 이들 품종과 동일하거나 우수한 품종들을 지속적으로 개량하여 병에 강한 품종 육성이 요구됨
- 극동 지역의 무 재배면적 및 소비는 거의 변동이 없는 상황이나 종자 가격상승으로 인한 시장의 가치는 조금 높아지고 있음
 - 한국의 경우 시장 재배면적은 조금 줄었으나 종자시장 가치는 2008년 290억에서 2012년 390억으로 약 30% 증가
 - 일본은 재배 면적은 조금 줄었으나 종자 가격은 조금씩 증가 하고 있음



[그림 5-4] 일본 채소 재배 면적

나. 세부프로젝트 최종 목표

- 일본용 H형 무 품종 개발 과제는 무 신품종을 육종 하고 상용화 하여 2021년 무 GSP 전체 수출 및 수입 대체 효과 2,000만 달러 달성을 위해 2013년부터 2021년 까지 종자수출 2,228만 달러를 달성하고 및 품종 보호 23건을 출원 할 예정임

□ 일본용 H형 무 품종 개발 연구 내용

- 일본용 H형 무는 근피가 깨끗하고 바람들이가 낮은 품종 육성
- 일본용 H형 무는 적심, 흑심 등 생리장애에 강한 품종 육성
- 일본용 H형 무는 위황병 등 내병성에 강한 품종 육성
- 일본용 H형 무는 근장이 37cm 정도에 근중이 1.2kg 정도의 무 품종 육성
- 일본용 H형 봄 및 여름무는 추대가 낮은 품종 육성
- 일본용 H형 가을무는 비대가 빠르고 근미 맷힘이 빠른 품종 육성
- 일본용 H형 월동무는 내한성이 있는 품종 육성
- MS를 이용한 생산으로 균일가 우수한 품종 육성



[그림 5-5] 일본용 현지 재배시험 현장(일본, 북해도 및 죠시 지역)

□ 단계별 목표 및 내용

세부프로젝트	1단계(2013~2016)	2단계(2017~2021)
일본용 H형 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우수계통 육성 ○ 교배조합 작성 - 2820 조합 ○ 국내 재배시험 - 2150 조합 ○ 현지 시교 시험 - 55 품종 ○ 품종 보호출원 - 9 품종 ○ 종자 판매 - 158 만불 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우수계통 육성 ○ 교배조합 작성 - 5080 조합 ○ 국내 재배시험 - 3900 조합 ○ 현지 시교 시험 - 116 품종 ○ 품종 보호출원 - 14 품종 ○ 종자 판매 - 2070 만불

○ 연차별(1단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1차년도	2013	일본용 H형 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 - 반수체 계통육성 등 • 교배조합 작성 - 760 조합 • 국내 재배시험 - 570 조합 • 현지 시교 시험 - 9 품종 • 종자 판매 - 5 만불
2차년도	2014	일본용 H형 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 - 반수체 계통육성 등 - 내병성 계통육성 등 • 교배조합 작성 - 580 조합 • 국내 재배시험 - 440 조합 • 현지 시교 시험 - 14 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 13 만불
3차년도	2015	일본용 H형 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 - 반수체 계통육성 등 - 내병성 계통육성 등 • 교배조합 작성 - 700 조합 • 국내 재배시험 - 530 조합 • 현지 시교 시험 - 16 품종 • 품종 보호출원 - 4 품종 • 종자 판매 - 40 만불
4차년도	2016	일본용 H형 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 - 반수체 계통육성 등 - 내병성 계통육성 등 • 교배조합 작성 - 780 조합 • 국내 재배시험 - 610 조합 • 현지 시교 시험 - 16 품종 • 품종 보호출원 - 4 품종 • 종자 판매 - 100 만불

○ 연차별(2단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
5차년도	2017	일본용 H형 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 830 조합 • 국내 재배시험 - 670 조합 • 현지 시교 시험 - 18 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 160 만불
6차년도	2018	일본용 H형 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 980 조합 • 국내 재배시험 - 760 조합 • 현지 시교 시험 - 24 품종 • 품종 보호출원 - 4 품종 • 종자 판매 - 190 만불
7차년도	2019	일본용 H형 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 1070 조합 • 국내 재배시험 - 820 조합 • 현지 시교 시험 - 25 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 280 만불
8차년도	2020	일본용 H형 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 1070 조합 • 국내 재배시험 - 820 조합 • 현지 시교 시험 - 25 품종 • 품종 보호출원 - 4 품종 • 종자 판매 - 490 만불
9차년도	2021	일본용 H형 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 1130 조합 • 국내 재배시험 - 830 조합 • 현지 시교 시험 - 24 품종 • 품종 보호출원 - 4 품종 • 종자 판매 - 950 만불

다. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진 방법

○ 계통 육성

- 기 육성 해 오던 계통과 육종 기반연구의 반수체 육성, 내병성 육종을 통해 일본용 지역에 맞는 육성 계통 선발

○ 교배 조합 작성 및 국내 재배 시험

- 기존의 계통을 이용하여 교배 조합을 작성하고 임성, 개화시기 등을 조사하고 국내 포장에서 1차로 재배 시험을 실시함

○ 해외 현지 시험 및 시교 시험

- 국내에서 1차로 선발된 조합을 바탕으로 수출 지역의 현지 시험을 통해 우수한 품종을 2차로 선발함, 2차로 선발 된 품종은 시교를 생산하고 3년차 해외 재배시험을 실시하고 판매 여부에 대해 현지 회사를 대상으로 시교를 배포함

○ 시교 대량 생산 및 원종 증식

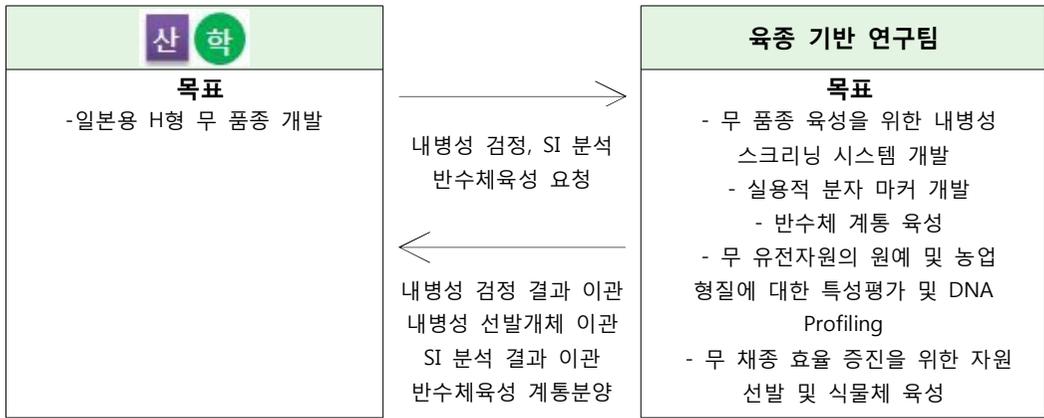
- 현지에서 선발된 품종을 대상으로 대량 시교 생산을 하고 대상품종의 원원종 및 원종증식을 실시하여 판매실시

○ 농가 현장 생산 및 수출

- 선발된 품종을 대상으로 농가 현장 생산을 실시하고 생산된 종자를 받아들, 다화분 혼입, 자식체 출현 등 수출에 필요한 기본 검사를 하고 검사에 통과한 종자를 수출을 함

□ 연구 협력 체계

- 수출용 무 품종 육종은 수출 대상 지역에 따라서 차이가 많이 나는데 일본용 여름무는 위황병등 내병성이 문제
 - 내병성 분석팀에 내병성 검정을 의뢰하여 개체 선발을 통한 계통육성 및 F1 품종을 시험
 - 육종 연한을 단축하기 위한 반수체 육성을 통해 육성계통을 조기에 개발할 수 있도록 상호 보완 하며 자가불화합 마커 등을 개발하여 교배 효율을 증가



□ 수출용 품종 육성 프로젝트 MiCRO 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표	
		- 무종자수출 158만 달러 달성 - 품종보호출원 9품종 신청				- 무종자수출 20700만 달러 달성 - 품종보호출원 14품종 신청						
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표	
일본용 H형 무 품종 개발	교배조합 작성	계통육성	조합작성 및 재배시험			우수 계통 육성, 선발 및 조합 작성						- 교배조합 작성 7,900조합
	국내 시험 재배	국내시험	국내시험 및 선발	국내 재배 시험 및 현지 재배시험		국내 재배 시험 및 현지 재배시험						- 국내 재배시험 6,050품종
	현지 시험재배 및 시교	현지시험	현지 적응 시험 확대			현지 적응 시험 및 수출						- 현지재배 시험 116품종수
	품종 보호출원 및 수출	보호출원 및 판매				보호출원 신청 및 확대 판매					- 품종 보호출원 23건 신청 - 품종 등록 6건	

라. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수	9	14	23		
	품종등록 건수	국내	2	3	5	
		국외				
	종자수출액	158만불	2070 만불	2228 만불		
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원 등록				
		출원 등록				
	국제특허	출원 등록				
		출원 등록				
	매출액	국내				
국외						
기술이전 *****						
특 성 지 표	인력양성	3	3	6		
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					

마. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 육종 프로젝트의 연구진은 각 종묘 회사가 주축이 되어 육종 경험이 있는 breeder가 주축이 되어 품종을 육종하고 육종 기반 연구의 내병성, 실용적 분자 마커, 반수체 배양 연구팀과 함께 구성되는 것이 효율적임
- 본 수출용 무 품종 육종 프로젝트를 수행할 후보 기관은 학교, 기업, 정부 기관 등 육종능력을 가지고 있는 모든 기관 및 회사가 될 수 있음
 - 기업 : 농우(주), 농협, 동부 팜 한농, 권농종묘, 삼성종묘, 아시아 종묘, 코레곤종묘, 현대종묘, 대일종묘, 뉴란, 네오씨드, 충원종묘
 - 대학 및 정부 기관 : 국립원예특작 과학원, 세종대학교, 목포 대학교 등

□ 연구원 구성

- 본 과제 of 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 63명, 석사급 79명, 기타인력 268명의 총 410명으로 구성함

세부프로젝트		1단계				2단계					총계	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
소 요 인 력	일본용 H형 무 품종 개발	박사급	7	7	7	7	7	7	7	7	7	63
		석사급	6	8	8	8	9	10	10	10	10	79
		기타	26	30	31	31	28	29	31	31	31	268
		총합	43	45	46	46	44	45	47	47	47	410

바. 세부프로젝트 예산

- 수출용 무 품종 육종 과제는 계통육성, 교배조합 작성, 종자 생산, 현지 개발 및 판매를 위해서 다음과 같이 예산을 편성함
- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성

세부 프로 젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
일본용 H 형 무 품종 개발	정부(억원)	5.32	6.30	6.25	6.30	5.90	5.90	5.85	5.94	5.93	53.69
	민간(억원)	2.00	2.3	2.29	2.14	2.10	2.04	2.07	2.11	2.12	19.17
	합계	7.32	8.60	8.54	8.44	8.00	7.94	7.92	8.05	8.05	72.86

사. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 주체별 전략

주체	수입대체 전략	
민간종자회사	목표시장 계통 육성 및 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 시장조사, 수출 대상 지역 선두 품종 조사 • 유전자원 수집, 계통 육성 • 웅성불임 계통 육성, 유지친 및 화분친 육성 • F1 교배조합 작성, 우수조합 선발 및 생산력 및 지역적응성 검정
	육성 품종, 종자 생산 및 판매	<ul style="list-style-type: none"> • 육성 품종의 생산력 검정 • 생산된 종자의 순도 검정 및 판매
	대학 및 연구 기관들 간 협력 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 순도검정, 내병성 테스트, 마커 개발 등
대학 및 연구기관	육종 효율 증진을 위한 기반 연구 집중	<ul style="list-style-type: none"> • 내병성 검정 시스템 구축 • 마커개발 시스템 구축 • 반수체 육성을 통한 계통 육성 • 유연관계 분석을 통한 잡종강세 품종 개발 • 채종효율 증진을 위한 자원 개발

□ 수출 증대 전략

1단계(2013년 ~ 2016년)

- 수출 대상 국가의 수요 분석
- 참여 업체를 통한 수출 추진
- 기존 계통을 이용한 품종 조합 작성
- 시교 생산 및 현지 적응 시험
- 판매

2단계(2017년 ~ 2021년)

- 수출 대상 국가의 수요 분석 업그레이드
- 한국 품종의 브랜드 강화
- 1단계 계통을 이용한 품종 조합 작성
- 시교 생산 및 대량 생산 시험
- 현지 적응 시험
- 무 GSP 목표 달성

아. 품종 육종 세부 프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	GSP 수출용 무 종자 개발 세부프로젝트		
세부 프로젝트명	1. 일본용 H 형 무 품종 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9 년)	연구비 지원범위	총 7286 (백만원) (9년, 정부 5369 , 민간 1917)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제) <input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제) <input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종목표 : 수출용 무 품종종 육성 (현지에 맞는 수출용 품종 육성) <ul style="list-style-type: none"> - 일본용 H형 무는 근피가 깨끗하고 바람들이가 늦은 품종 육성 - 일본용 H형 무는 적심 흑심 등 생리장애에 강한품종 육성 - 일본용 H형 무는 위황병 등 내병성에 강한 품종 육성 - 일본용 H형 무는 근장이 37cm 정도에 무게가 1.2kg 정도의 무 품종 육성 - 일본용 H형 봄 및 여름무는 추대에 저항성이 있는 품종 육성 - 일본용 H형 가을무는 비대가 빠르고 근미 맷힘이 빠른 품종 육성 - 일본용 H형 월동무는 내한성이 있는 품종 육성 - MS를 이용한 생산으로 균일가 우수한 품종 육성 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전세계 무 재배 면적은 약 150만 ha로(종자업계추산) 한국과 일본은 재배면적은 약 8% 내외이나 종자 시장은 전체의 약 70~80%를 차지하고 있다. 따라서 일본용 H형 무 품종 육성 및 수출이 절대적으로 필요함 ○ 세계 무 육종은 현재 한국과 일본이 주도 하고 있으며 일본과의 경쟁에서 앞서기 위해서는 일본용 H형 무 품종 개발이 꼭 필요함. 일본용 H형 시장에서 선두가 되면 다른 지역의 무 수출 시장을 선도 할 수 있음 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 일본용 H형 무 품종 개발을 위한 계통 육성 - 일본용 H형 무 품종 개발을 위한 조합 작성 - 일본용 H형 무 품종 개발을 위한 시고 생산 - 일본용 H형 무 품종 개발을 위한 원종증식 체계 확립 - 일본용 H형 무 품종 개발을 위한 현지 재배 시험 및 시고시험 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 무는 육종이 다른 작물에 비해 인력과 시간 등이 많이 소요되므로 품종육종을 통한 기반을 구축 되면 종자 수출을 위한 유리한 고지를 점유 할 수 있음 ○ 아시아시장 경제가 성장함에 따라 잠재적인 무 시장의 폭발적인 증대가 예상됨 ○ 수출용 무 품종육성으로 국익 창출 ○ 품종 육종 기술 개발로 인력 양성 ○ 육종 기반 연구팀과 공동 연구로 MS 자가불화합 등 육종 효율을 증대 할 수 있는 기술력 확보 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 무 육종 연구기관, 산, 학, 연 ○ 신청요건 : 육종 경험이 10년이상인 무 육종가를 보유한 회사 무 품종 육종 개발에 필요한 유전자원 및 시설 기반을 갖추고 있고 육종해운 회사, 기관 및 민간 육종가 ○ 기타사항 : 		
Keyword	한 글	일본용H형 무, 약한 청수계, 자가불화합, 백육색 무 , MS 이용 육종	
	영 문	Japan radish, light green should,, white insde color SI breeding, MS breeding	

세부프로젝트 1-1 : 만추대 및 위축병 저항성 백육색 무 품종 개발

가. 세부프로젝트 도출 배경

□ 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 무(Raphanus sativus L.)는 배추와 더불어 배추과에 속하는 작물로 국내와 일본 전역에 재배되고 있고, 비타민, 다양한 무기물질, 황 화합물, 등 몸에 유익한 성분을 다량 함유하고 있는 알칼리성 채소작물임
- 무는 일본의 채소작물 중에서 가장 넓은 재배 면적을 가지고 있음
- 일본의 경우 위황병, 무사마귀병 등이 강한 품종이 육성되어 있으며 이들 품종과 동일하거나 우수한 품종들을 지속적으로 개량하여 병에 강한 품종 육성이 요구됨
- 극동 지역의 무 재배면적 및 소비는 거의 변동이 없는 상황이나 종자 가격상승으로 인한 시장의 가치는 조금 높아지고 있음
 - 한국의 경우 시장 재배면적은 조금 줄었으나 종자시장 가치는 2008년 290억에서 2012년 390억으로 약 30% 증가
 - 일본은 재배 면적은 조금 줄었으나 종자 가격은 조금씩 증가 하고 있음

나. 세부프로젝트 최종 목표

만추대 및 위황병 저항성 백육색 무 품종 개발 과제는 무 신품종을 육성 하고 상용화 하여 2021년 무 GSP 전체 수출 및 수입 대체 효과 2,000만 달러 달성을 위해 2013년부터 2021년 까지 종자수출 1019만 달러를 달성하고 및 품종 보호 10건을 출원 할 예정임

□ 만추대 및 위축병 저항성 백육색 무 품종 개발 연구 내용

- 일본용 H형 만추대 무는 근피가 깨끗한 품종 육성
- 일본용 H형 만추대 무는 바람들이가 낮은 품종 육성
- 일본용 H형 만추대 무는 적심 흑심 등 생리장애에 강한 품종 육성
- 일본용 H형 만추대 무는 위황병 등 내병성에 강한 품종 육성

- 일본용 H형 만추대 무는 근장이 37cm 정도에 무게가 1.2kg 정도의 무 품종육성
- 일본용 봄 및 여름무는 추대가 늦은 품종 육성
- MS를 이용한 생산으로 균일가 우수한 품종 육성

□ 단계별 목표 및 내용

세부프로젝트	1단계(2013~2016)	2단계(2017~2021)
만추대 및 위황병 저항성 백육색 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우수계통 육성 ○ 교배조합 작성 - 1370 조합 ○ 국내 재배시험 - 1060 조합 ○ 현지 시교 시험 - 27 품종 ○ 품종 보호출원 - 4 품종 ○ 종자 판매 - 89 만불 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우수계통 육성 ○ 교배조합 작성 - 2200 조합 ○ 국내 재배시험 - 1730 조합 ○ 현지 시교 시험 - 60 품종 ○ 품종 보호출원 - 6 품종 ○ 종자 판매 - 930 만불

○ 연차별(1단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1 차 년 도	2013	만추대 및 위황병 저항성 백육색 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 - 반수체 계통육성 등 • 교배조합 작성 - 300 조합 • 국내 재배시험 - 230 조합 • 현지 시교 시험 - 3 품종 • 종자 판매 - 3 만불
2 차 년 도	2014	만추대 및 위황병 저항성 백육색 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 - 반수체 계통육성 등 - 내병성 계통육성 등 • 교배조합 작성 - 320 조합 • 국내 재배시험 - 250 조합 • 현지 시교 시험 - 8 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 11 만불
3 차 년 도	2015	만추대 및 위황병 저항성 백육색 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 - 반수체 계통육성 등 - 내병성 계통육성 등 • 교배조합 작성 - 350 조합 • 국내 재배시험 - 280 조합 • 현지 시교 시험 - 8 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 25 만불
4 차 년 도	2016	만추대 및 위황병 저항성 백육색 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 - 반수체 계통육성 등 - 내병성 계통육성 등 • 교배조합 작성 - 400 조합 • 국내 재배시험 - 300 조합 • 현지 시교 시험 - 8 품종 • 품종 보호출원 - 2 품종 • 종자 판매 - 50 만불

○ 연차별(2단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
5차년도	2017	만추대 및 위황병 저항성 백육색 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 400 조합 • 국내 재배시험 - 330 조합 • 현지 시교 시험 - 8 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 70 만불
6차년도	2018	만추대 및 위황병 저항성 백육색 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 450 조합 • 국내 재배시험 - 350 조합 • 현지 시교 시험 - 13 품종 • 품종 보호출원 - 2 품종 • 종자 판매 - 90 만불
7차년도	2019	만추대 및 위황병 저항성 백육색 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 450 조합 • 국내 재배시험 - 350 조합 • 현지 시교 시험 - 13 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 120 만불
8차년도	2020	만추대 및 위황병 저항성 백육색 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 450 조합 • 국내 재배시험 - 350 조합 • 현지 시교 시험 - 13 품종 • 품종 보호출원 - 2 품종 • 종자 판매 - 220 만불
9차년도	2021	만추대 및 위황병 저항성 백육색 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 450 조합 • 국내 재배시험 - 350 조합 • 현지 시교 시험 - 13 품종 • 품종 보호출원 - 2 품종 • 종자 판매 - 430 만불

다. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진 방법

○ 계통 육성

- 기 육성 해 오던 계통과 육종 기반연구의 반수체 육성, 내병성 육종을 통해 일본 지역에 맞는 육성 계통 선발

○ 교배 조합 작성 및 국내 재배 시험

- 기존의 계통을 이용하여 교배 조합을 작성하고 임성, 개화시기 등을 조사하고 국내 포장에서 1차로 재배 시험을 실시함

○ 해외 현지 시험 및 시교 시험

- 국내에서 1차로 선발된 조합을 바탕으로 수출 지역의 현지 시험을 통해 우수한 품종을 2차로 선발함, 2차로 선발 된 품종은 시교를 생산하고 3년차 해외 재배시험을 실시하고 판매 여부에 대해 현지 회사를 대상으로 시교를 배포함

○ 시교 대량 생산 및 원종 증식

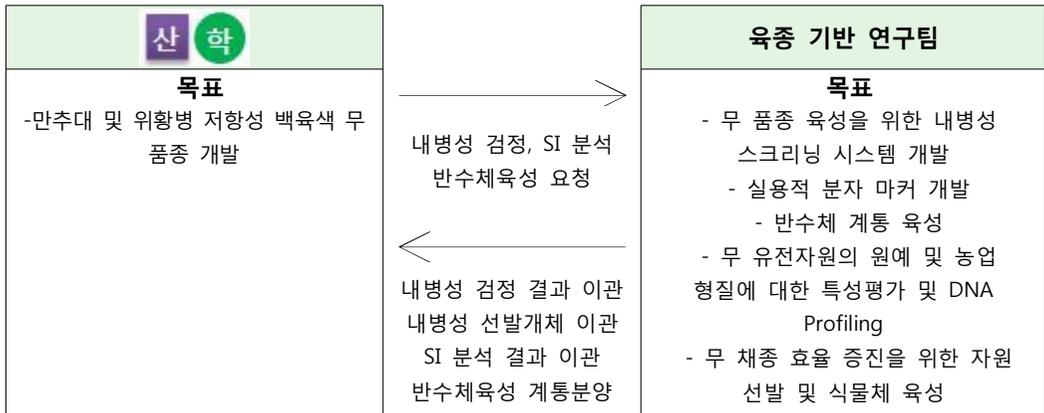
- 현지에서 선발된 품종을 대상으로 대량 시교 생산을 하고 대상품종의 원원종 및 원종증식을 실시하여 판매실시

○ 농가 현장 생산 및 수출

- 선발된 품종을 대상으로 농가 현장 생산을 실시하고 생산된 종자를 받아들, 다화분 혼입, 자식체 출현 등 수출에 필요한 기본 검사를 하고 검사에 통과한 종자를 수출을 함

□ 연구 협력 체계

- 수출용 무 품종 육종은 수출 대상 지역에 따라서 차이가 많이 나는데 일본용 여름무는 위황병등 내병성이 문제
 - 내병성 분석팀에 내병성 검정을 의뢰하여 개체 선발을 통한 계통육성 및 F1 품종을 시험
 - 육종 연한을 단축하기 위한 반수체 육성을 통해 육성계통을 조기에 개발할 수 있도록 상호 보완 하며 자가불화합 마커 등을 개발하여 교배 효율을 증가



라. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수	4	6	10		
	품종등록 건수	국내	1	2	3	
		국외				
	종자수출액	89만불	930 만불	1019만불		
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원 등록				
		출원 등록				
	국제특허	출원 등록				
		출원 등록				
매출액	국내					
	국외					
기술이전 *****						
특 성 지 표	인력양성	1	1	2		
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					

마. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 육종 프로젝트의 연구진은 각 종묘 회사가 주축이 되어 육종 경험이 있는 breeder가 주축이 되어 품종을 육종하고 육종 기반 연구의 내병성, 실용적 분자 마커, 반수체 배양 연구팀과 함께 구성되는 것이 효율적임
- 본 수출용 무 품종 육종 프로젝트를 수행할 후보 기관은 학교, 기업, 정부 기관 등 육종능력을 가지고 있는 모든 기관 및 회사가 될 수 있음
 - 기업 : 농우(주), 농협, 동부 팜 한농, 권농종묘, 삼성종묘, 아시아 종묘, 코레곤종묘, 현대종묘, 대일종묘, 뉴란, 네오씨드, 충원종묘
 - 대학 및 정부 기관 : 국립원예특작 과학원, 세종대학교, 목포 대학교 등

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 9명, 석사급 13명, 기타인력 55명의 총 77명으로 구성함

세부프로젝트			1단계				2단계					총계
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
소 요 인 력	만추대 및 위황병 저항성 백옥색 무 품종 개발	박사급	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
		석사급	1	1	1	1	1	2	2	2	2	13
		기타	5	5	6	6	6	6	7	7	7	55
		총합	7	7	8	8	8	9	10	10	10	77

바. 세부프로젝트 예산

- 수출용 무 품종 육종 과제는 계통육성, 교배조합 작성, 종자 생산, 현지 개발 및 판매를 위해서 다음과 같이 예산을 편성함
- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성

세부 프로 젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
만추대 및 위황병 저항성 백육색 무 품종 개발	정부(억원)	2.1	2.8	2.75	2.8	2.6	2.6	2.6	2.64	2.63	23.52
	민간(억원)	0.56	0.98	1.01	0.95	0.92	0.85	0.9	0.9	0.9	7.97
	합계	2.66	3.78	3.76	3.75	3.52	3.45	3.5	3.54	3.53	31.49

사. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 주체별 전략

주체	수입대체 전략	
민간종자회사	목표시장 계통 육성 및 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> 시장조사, 수출 대상 지역 선두 품종 조사 유전자원 수집, 계통 육성 웅성불임 계통 육성, 유지친 및 화분친 육성 F1 교배조합 작성, 우수조합 선발 및 생산력 및 지역적응성 검정
	육성 품종, 종자 생산 및 판매	<ul style="list-style-type: none"> 육성 품종의 생산력 검정 생산된 종자의 순도 검정 및 판매
	대학 및 연구 기관들 간 협력 방안	<ul style="list-style-type: none"> 순도검정, 내병성 테스트, 마커 개발 등
대학 및 연구기관	육종 효율 증진을 위한 기반 연구 집중	<ul style="list-style-type: none"> 내병성 검정 시스템 구축 마커개발 시스템 구축 반수체 육성을 통한 계통 육성 유연관계 분석을 통한 잡종강세 품종 개발 채종효율 증진을 위한 자원 개발

아. 품종 육종 세부 프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	일본용 H 형 무 품종 개발		
세부 프로젝트명	1-1. 만추대 및 위황병 저항성 백육색 무 품종 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9 년)	연구비 지원범위	총 (3749백만원) (9년, 정부 2352 , 민간 797)
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"> ○ 최종목표 : 수출용 무 품종 육성 - 기후변화에 민감하지 않고 안정된 품종개발 (일장과 저온에 둔감한 품종개발) - 근장이 온도 영향이 적고 근미비대가 빠른 품종개발 - 근피가 곱고 근형이 우수한 품종개발 - 위황병 및 Verticillium에 강한 품종 개발 - 극동용 여름무는 적심 흑심 등 생리장해가 문제가 되므로 생리적 장애가 강한 품종 육성 - 여름은 추대가 문제가 되므로 저온에 비교적 강한 품종 개발 - 근피가 깨끗하고 바람들이가 늦은 품종 개발 - 품종의 고순도와 소재보호를 위한 MS품종개발 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 무는 일본에서 가장 중요한 채소 작물 중 하나로 재배 면적이 넓고 소비가 많은 품종임. 일본무 재배면적은 약 35,700ha (2010년 일본 통계 연보)로 봄무 시장 면적은 약 5,000ha이나 봄무 품종은 재배면적이 50%이상 늘은 것으로 생각되고 종자단가도 가장 고가로 부가가치가 가장 높음 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 일본용 H형 약한 청수계 및 백육인 품종 개발을 위한 계통 육성 - 일본용 H형 약한 청수계 및 백육인 조합 작성 - 일본용 H형 약한 청수계 및 백육인 품종 개발을 위한 현지조합 선발시험 - 일본용 H형 약한 청수계 및 백육인 품종 개발을 위한 시교 생산 - 일본용 H형 약한 청수계 및 백육인 품종 개발을 위한 원종증식 체계 확립 - 일본용 H형 약한 청수계 및 백육인 품종 개발을 위한 현지 재배 시험 및 시교시험 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 만추대 시장 면적은 약 1,500 ha이나 다른 계절에도 많이 재배고 있으며 기상이변 현상이 많아 안정된 생산을 위하여 만추대 재배면적이 증가 할 것으로 생각됨 ○ 일본 수출용 무 품종육성으로 국익 창출 ○ 품종 육종 기술 개발로 인력 양성 ○ 육종 기반 연구팀과 공동 연구로 MS 자가불화합 등 육종 효율을 증대할 수 있는 기술력 확보 ○ 만추계 소재활용으로 국내무에도 이용하여 국내 무 생산에 기여 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 무 육종 연구기관, 산, 학, 연 ○ 신청요건 : 육종 경험이 10년이상인 무 육종가를 보유한 회사 무 품종 육종 개발에 필요한 유전자원 및 시설 기반을 갖추고 있고 육종해온 회사, 기관 및 민간 육종가 ○ 기타사항 : 		
Keyword	한 글	일본H형 무, 약한 청수계, 자가불화합, 버티실리움, MS 이용 육종	
	영 문	H typeJapan radish, light green should,, Verticillium, SI breeding, MS breeding	

세부프로젝트 1-2 : 조기비대용 백육색 가을무 품종 개발

가. 세부프로젝트 도출배경

□ 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 무(Raphanus sativus L.)는 배추와 더불어 배추과에 속하는 작물로 국내와 일본 전역에 재배되고 있고, 비타민, 다양한 무기물질, 황 화합물, 등 몸에 유익한 성분을 다량 함유하고 있는 알칼리성 채소작물임
- 무는 일본의 채소작물 중에서 가장 넓은 재배 면적을 가지고 있음
- 일본의 경우 위황병, 무사마귀병 등이 강한 품종이 육성되어 있으며 이들 품종과 동일하거나 우수한 품종들을 지속적으로 개량하여 병에 강한 품종 육성이 요구됨
- 극동 지역의 무 재배면적 및 소비는 거의 변동이 없는 상황이나 종자 가격상승으로 인한 시장의 가치는 조금 높아지고 있음
 - 한국의 경우 시장 재배면적은 조금 줄었으나 종자시장 가치는 2008년 290억에서 2012년 390억으로 약 30% 증가
 - 일본은 재배 면적은 조금 줄었으나 종자 가격은 조금씩 증가 하고 있음

나. 세부프로젝트 최종 목표

- 조기비대용 백육색 가을무 품종 개발과제는 무 신품종을 육성 하고 상용화 하여 2021년 무 GSP 전체 수출 및 수입 대체 효과 2,000만 달러 달성을 위해 2013년부터 2021년 까지 종자수출 772만 달러를 달성하고 및 품종 보호 8건을 출원 할 예정임

□ 극일본용 H형 무 품종 개발 연구 내용

- 일본용 H형 조기비대용 백육색 가을무 품종 개발은 근피가 깨끗한 품종 육성
- 일본용 H형 조기비대용 백육색 가을무 품종개발은 바람들이가 늦은 품종 육성
- 일본용 H형 조기비대용 백육색 가을무 품종개발은 비대가 빠르고 근미 맷힘이 우수한 품종 육성
- 일본용 H형 조기 비대용 백육색 가을무 품종개발은 근장이 37cm 정도에 무게

가 1.2kg 정도의 무 품종 육성

- 일본용 H형 조기 비대용 백육색 가을무 품종개발은 가을 조기 재배시 생리 장애가 강한 품종 육성
- MS를 이용한 생산으로 균일가 우수한 품종 육성

□ 단계별 목표 및 내용

세부프로젝트	1단계(2013~2016)	2단계(2017~2021)
조기비대용 백육색 가을무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우수계통 육성 ○ 교배조합 작성 - 750 조합 ○ 국내 재배시험 - 560 조합 ○ 현지 시교 시험 - 19 품종 ○ 품종 보호출원 - 4 품종 ○ 종자 판매 - 42 만불 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우수계통 육성 ○ 교배조합 작성 - 1860 조합 ○ 국내 재배시험 - 1480 조합 ○ 현지 시교 시험 - 41 품종 ○ 품종 보호출원 - 4 품종 ○ 종자 판매 - 730 만불

○ 연차별(1단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1 차 년 도	2013	조기비대응 백육색 가을무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 - 반수체 계통육성 등 • 교배조합 작성 - 130 조합 • 국내 재배시험 - 80 조합 • 현지 시교 시험 - 3 품종 • 종자 판매 - 0 만불
2 차 년 도	2014	조기비대응 백육색 가을무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 - 반수체 계통육성 등 - 내병성 계통육성 등 • 교배조합 작성 - 140 조합 • 국내 재배시험 - 110 조합 • 현지 시교 시험- 4 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 2 만불
3 차 년 도	2015	조기비대응 백육색 가을무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 - 반수체 계통육성 등 - 내병성 계통육성 등 • 교배조합 작성 - 230 조합 • 국내 재배시험 - 160 조합 • 현지 시교 시험- 6 품종 • 품종 보호출원 - 2 품종 • 종자 판매 - 10 만불
4 차 년 도	2016	조기비대응 백육색 가을무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 - 반수체 계통육성 등 - 내병성 계통육성 등 • 교배조합 작성 - 250 조합 • 국내 재배시험 - 210 조합 • 현지 시교 시험- 6 품종 • 품종 보호출원 - 2 품종 • 종자 판매 - 30 만불

○ 연차별(2단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
5차년도	2017	조기비대응 백육색 가을무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 280 조합 • 국내 재배시험 - 230 조합 • 현지 시교 시험 - 7 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 60 만불
6차년도	2018	조기비대응 백육색 가을무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 350 조합 • 국내 재배시험 - 280 조합 • 현지 시교 시험 - 8 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 70 만불
7차년도	2019	조기비대응 백육색 가을무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 400 조합 • 국내 재배시험 - 320 조합 • 현지 시교 시험 - 9 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 110 만불
8차년도	2020	조기비대응 백육색 가을무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 400 조합 • 국내 재배시험 - 320 조합 • 현지 시교 시험 - 9 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 170 만불
9차년도	2021	조기비대응 백육색 가을무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 430 조합 • 국내 재배시험 - 330 조합 • 현지 시교 시험 - 8 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 320 만불

다. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진 방법

○ 계통 육성

- 기 육성 해 오던 계통과 육종 기반연구의 만수체 육성, 내병성 육종을 통해 일본 지역에 맞는 육성 계통 선발

○ 교배 조합 작성 및 국내 재배 시험

- 기존의 계통을 이용하여 교배 조합을 작성하고 임성, 개화시기 등을 조사하고 국내 포장에서 1차로 재배 시험을 실시함

○ 해외 현지 시험 및 시교 시험

- 국내에서 1차로 선발된 조합을 바탕으로 수출 지역의 현지 시험을 통해 우수한 품종을 2차로 선발함, 2차로 선발된 품종은 시교를 생산하고 3년차 해외 재배시험을 실시하고 판매 여부에 대해 현지 회사를 대상으로 시교를 배포함

○ 시교 대량 생산 및 원종 증식

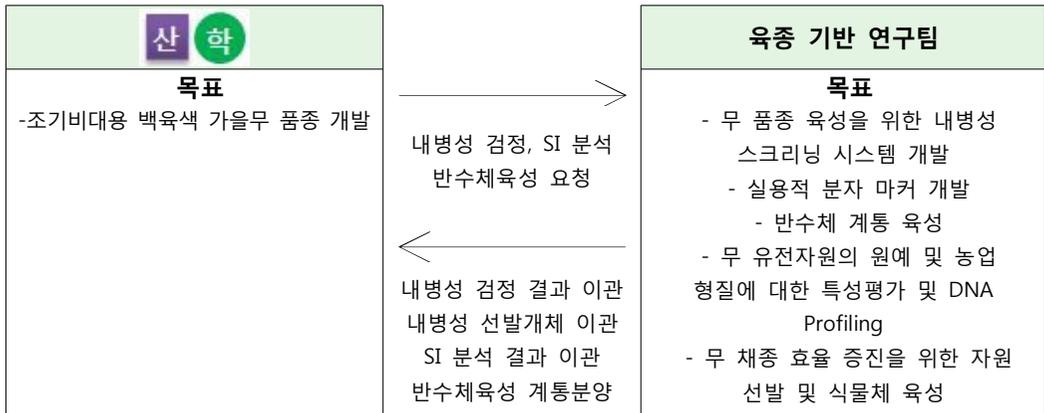
- 현지에서 선발된 품종을 대상으로 대량 시교 생산을 하고 대상품종의 원원종 및 원종증식을 실시하여 판매실시

○ 농가 현장 생산 및 수출

- 선발된 품종을 대상으로 농가 현장 생산을 실시하고 생산된 종자를 받아들, 다화분 혼입, 자식체 출현 등 수출에 필요한 기본 검사를 하고 검사에 통과한 종자를 수출을 함

□ 연구 협력 체계

- 수출용 무 품종 육종은 수출 대상 지역에 따라서 차이가 많이 나는데 일본용 여름무는 위황병등 내병성이 문제
 - 내병성 분석팀에 내병성 검정을 의뢰하여 개체 선발을 통한 계통육성 및 F1 품종을 시험
 - 육종 연한을 단축하기 위한 반수체 육성을 통해 육성계통을 조기에 개발할 수 있도록 상호 보완 하며 자가불화합 마커 등을 개발하여 교배 효율을 증가



라. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수	4	4	8		
	품종등록 건수	국내	1	1	2	
		국외				
	종자수출액	42만불	730 만불	772 만불		
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원 등록				
		출원 등록				
	국제특허	출원 등록				
		출원 등록				
매출액	국내					
	국외					
기술이전 *****						
특 성 지 표	인력양성	1	1	2		
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					

마. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 육종 프로젝트의 연구진은 각 종묘 회사가 주축이 되어 육종 경험이 있는 breeder가 주축이 되어 품종을 육종하고 육종 기반 연구의 내병성, 실용적 분자 마커, 반수체 배양 연구팀과 함께 구성되는 것이 효율적임
- 본 수출용 무 품종 육종 프로젝트를 수행할 후보 기관은 학교, 기업, 정부 기관 등 육종능력을 가지고 있는 모든 기관 및 회사가 될 수 있음
 - 기업 : 농우(주), 농협, 동부 팜 한농, 권농종묘, 삼성종묘, 아시아 종묘, 코레콘종묘, 현대종묘, 대일종묘, 뉴란, 네오씨드, 충원종묘
 - 대학 및 정부 기관 : 국립원예특작 과학원, 세종대학교, 목포 대학교 등

□ 연구원 구성

- 본 과제 of 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 18 명, 석사급 32명, 기타인력 100명의 총 150명으로 구성함

세부프로젝트		1단계				2단계					총계	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
소 요 인 력	조기비 대용 백옥색 가을무 품종 개발	박사급	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
		석사급	3	3	3	3	4	4	4	4	4	32
		기타	11	12	12	12	10	10	11	11	11	100
		총합	16	17	17	17	16	16	17	17	17	150

바. 세부프로젝트 예산

- 수출용 무 품종 육종 과제는 계통육성, 교배조합 작성, 종자 생산, 현지 개발 및 판매를 위해서 다음과 같이 예산을 편성함
- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성

세부 프로 젝트명	구분 연구기간	1단계				2단계					총계
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
조기비 대용 백육색 가을무 품종 개발	정부(억원)	1.6	2.4	2.4	2.4	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	19.8
	민간(억원)	0.8	0.84	0.88	0.82	0.78	0.79	0.79	0.8	0.81	7.31
	합계	2.4	3.24	3.28	3.22	2.98	2.99	2.99	3	3.01	27.11

사. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 주체별 전략

주체	수입대체 전략	
민간종자회사	목표시장 계통 육성 및 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> 시장조사, 수출 대상 지역 선두 품종 조사 유전자원 수집, 계통 육성 웅성불임 계통 육성, 유지친 및 화분친 육성 F1 교배조합 작성, 우수조합 선발 및 생산력 및 지역적응성 검정
	육성 품종, 종자 생산 및 판매	<ul style="list-style-type: none"> 육성 품종의 생산력 검정 생산된 종자의 순도 검정 및 판매
	대학 및 연구 기관들 간 협력 방안	<ul style="list-style-type: none"> 순도검정, 내병성 테스트, 마커 개발 등
대학 및 연구기관	육종 효율 증진을 위한 기반 연구 집중	<ul style="list-style-type: none"> 내병성 검정 시스템 구축 마커개발 시스템 구축 반수체 육성을 통한 계통 육성 유연관계 분석을 통한 잡종강세 품종 개발 채종효율 증진을 위한 자원 개발

아. 품종 육종 세부 프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	일본용 H 형 무 품종 개발		
세부 프로젝트명	1-2. 조기 비대용 백육색 품종 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9 년)	연구비 지원범위	총 2711 (백만원) (9년, 정부 1980 , 민간 731)
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"> ○ 최종목표 : 수출용 무 품종 육성 - 일본용 가을무는 적심 흑심 등 생리장해가 문제가 되므로 생리적 장해가 강한 품종 육성 - 저온 약광하에서 직근성이 좋고 근신장 및 비대가 우수한 품종 육성 개발 - 일본용 H형 가을무 작형은 지배기간이 길으므로 육질이 좋고 바람들이가 늦은 품종개발 - 근피가 깨끗하고 근미 맛힘이 빠른 품종 육성 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 무는 일본에서 가장 중요한 채소 작물 중 하나로 재배 면적이 넓고 소비가 많은 품종임. 일본 남부지역의 9월하순~1월하순 파종의 가을 무 종자 소비량은 35톤으로 최저 종자수출가격으로 계산하면 400만불의 시장이며 우수품종의 경우 120USD/kg 보다 높은 170~180 USD/kg이 가능할 것으로 앞으로 약한 청수계 가을무 시장은 종자 가격 상승 여지가 있고 종자수출가격 경쟁력이 높아 시장 점유 필요성이 있음 ○ 가공에 적합한 청수색이 매우 약한 백수에 가까운 타입의 신품종을 원하고 있어 기존의 불만족 품종들을 대체할 수 있는 수출 유망품종 육성이 요구됨 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 일본용 H형 약한 청수계 및 백육인 품종 개발을 위한 계통 육성 - 일본용 H형 약한 청수계 및 백육인 조합 작성 - 일본용 H형 약한 청수계 및 백육인 품종 개발을 위한 현지조합 선발시험 - 일본용 H형 약한 청수계 및 백육인 품종 개발을 위한 시교 생산 - 일본용 H형 약한 청수계 및 백육인 품종 개발을 위한 원종증식 체계 확립 - 일본용 H형 약한 청수계 및 백육인 품종 개발을 위한 현지 재배 시험 및 시교시험 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 일본 수출용 무 품종육성으로 국익 창출 ○ 품종 육종 기술 개발로 인력 양성 ○ 육종 기반 연구팀과 공동 연구로 MS 자가불화합 등 육종 효율을 증대할 수 있는 기술력 확보 ○ 극동용 청수계 가을무 품종개발로 (2021년)400만불 수출경쟁력 확보 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 무 육종 연구기관, 산, 학, 연 ○ 신청요건 : 육종 경험이 10년이상인 무 육종가를 보유한 회사 무 품종 육종 개발에 필요한 유전자원 및 시설 기반을 갖추고 있고 육종해온 회사, 기관 및 민간 육종가 ○ 기타사항 : 		
Keyword	한 글	일본용H형 무, 약한 청수계, 조기비대, 백육색 무, MS 이용 육종	
	영 문	Japan radish, light green should, fast enlargement, white insde color SI breeding, MS breeding	

세부프로젝트 1-3 : 월동용 백육색 품종개발

가. 세부프로젝트 도출 배경

□ 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 무(Raphanus sativus L.)는 배추와 더불어 배추과에 속하는 작물로 국내와 일본 전역에 재배되고 있고, 비타민, 다양한 무기물질, 황 화합물, 등 몸에 유익한 성분을 다량 함유하고 있는 알칼리성 채소작물임
- 세계 무 육종은 현재 한국과 일본이 주도 하고 있으며 일본과의 경쟁에서 이기기 위해서는 극동용 무 품종 개발이 꼭 필요함. 극동용 시장에서 선두가 되면 다른 지역의 무 수출 시장을 선도 할 수 있음
- 무는 일본의 채소작물 중에서 가장 넓은 재배 면적을 가지고 있음
- 일본의 경우 위황병, 무사마귀병 등이 강한 품종이 육성되어 있으며 이들 품종과 동일하거나 우수한 품종들을 지속적으로 개량하여 병에 강한 품종 육성이 요구됨
- 극동 지역의 무 재배면적 및 소비는 거의 변동이 없는 상황이나 종자 가격상승으로 인한 시장의 가치는 조금 높아지고 있음
 - 일본은 재배 면적은 조금 줄었으나 종자 가격은 조금씩 증가 하고 있음

나. 세부프로젝트 최종 목표

- 월동용 백육색 품종개발 과제는 무 신품종을 육종 하고 상용화 하여 2021년 무 GSP 전체 수출 및 수입 대체 효과 2,000만 달러 달성을 위해 2013년부터 2021년 까지 종자수출 435만 달러를 달성하고 및 품종 보호 5건을 출원 할 예정임

□ 극일본용 H형 무 품종 개발 연구 내용

- 일본용 H형 월동용 백육색 품종개발은 내한성을 가지고 있는 품종 개발
- 일본용 H형 월동용 백육색 품종개발은 저온비대성이 우수한 품종 개발
- 일본용 H형 월동용 백육색 품종개발은 가다고계(머리부분 가늘어 지는 것) 현

상이 적음 품종 육성

- 일일본용 H형 월동용 백육색 품종개발은 육색이 청육이 없는 백육색 품종 개발
- 일본용 H형 월동용 백육색 품종개발은 동해에 강한 품종 육성
- MS를 이용한 생산으로 균일가 우수한 품종 육성

□ 단계별 목표 및 내용

세부프로젝트	1단계(2013~2016)	2단계(2017~2021)
월동용 백육색 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우수계통 육성 ○ 교배조합 작성 - 450 조합 ○ 국내 재배시험 - 330 조합 ○ 현지 시교 시험 - 7 품종 ○ 품종 보호출원 - 1 품종 ○ 종자 판매 - 25 만불 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우수계통 육성 ○ 교배조합 작성 - 1020 조합 ○ 국내 재배시험 - 690 조합 ○ 현지 시교 시험 - 15 품종 ○ 품종 보호출원 - 4 품종 ○ 종자 판매 - 410 만불

○ 연차별(1단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1차년도	2013	월동용 백육색 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 - 반수체 계통육성 등 • 교배조합 작성 - 80 조합 • 국내 재배시험 - 60 조합 • 현지 시교 시험 - 1 품종 • 종자 판매 - 0 만불
2차년도	2014	월동용 백육색 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 - 반수체 계통육성 등 - 내병성 계통육성 등 • 교배조합 작성 - 120 조합 • 국내 재배시험 - 80 조합 • 현지 시교 시험 - 2 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 0 만불
3차년도	2015	월동용 백육색 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 - 반수체 계통육성 등 - 내병성 계통육성 등 • 교배조합 작성 - 120 조합 • 국내 재배시험 - 90 조합 • 현지 시교 시험 - 2 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 5 만불
4차년도	2016	월동용 백육색 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 - 반수체 계통육성 등 - 내병성 계통육성 등 • 교배조합 작성 - 130 조합 • 국내 재배시험 - 100 조합 • 현지 시교 시험 - 2 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 20 만불

○ 연차별(2단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
5차년도	2017	월동용 백육색 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 150 조합 • 국내 재배시험 - 110 조합 • 현지 시교 시험 - 3 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 30 만불
6차년도	2018	월동용 백육색 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 180 조합 • 국내 재배시험 - 130 조합 • 현지 시교 시험 - 3 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 30 만불
7차년도	2019	월동용 백육색 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 220 조합 • 국내 재배시험 - 150 조합 • 현지 시교 시험 - 3 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 50 만불
8차년도	2020	월동용 백육색 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 220 조합 • 국내 재배시험 - 150 조합 • 현지 시교 시험 - 3 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 100 만불
9차년도	2021	월동용 백육색 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 250 조합 • 국내 재배시험 - 150 조합 • 현지 시교 시험 - 3 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 20 만불

다. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진 방법

○ 계통 육성

- 기 육성 해 오던 계통과 육종 기반연구의 반수체 육성, 내병성 육종을 통해 극동용 지역에 맞는 육성 계통 선발

○ 교배 조합 작성 및 국내 재배 시험

- 기존의 계통을 이용하여 교배 조합을 작성하고 임성, 개화시기 등을 조사하고 국내 포장에서 1차로 재배 시험을 실시함

○ 해외 현지 시험 및 시교 시험

- 국내에서 1차로 선발된 조합을 바탕으로 수출 지역의 현지 시험을 통해 우수한 품종을 2차로 선발함, 2차로 선발 된 품종은 시교를 생산하고 3년차 해외 재배시험을 실시하고 판매 여부에 대해 현지 회사를 대상으로 시교를 배포함

○ 시교 대량 생산 및 원종 증식

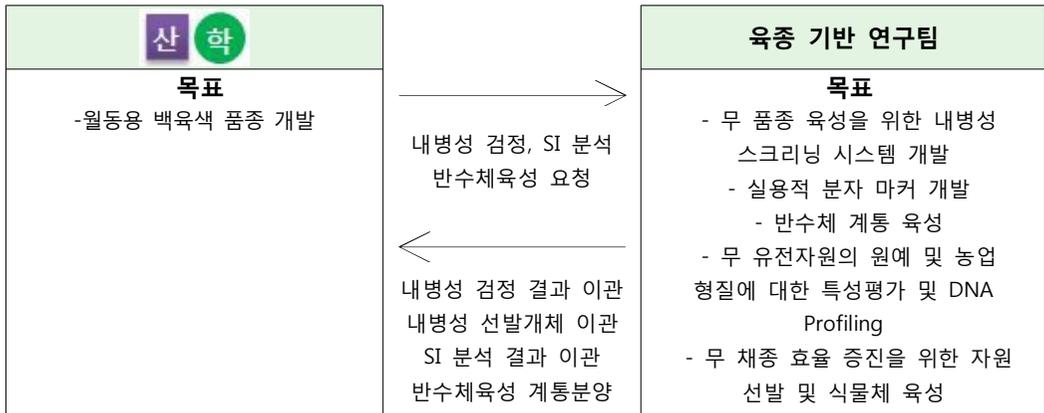
- 현지에서 선발된 품종을 대상으로 대량 시교 생산을 하고 대상품종의 원원종 및 원종증식을 실시하여 판매실시

○ 농가 현장 생산 및 수출

- 선발된 품종을 대상으로 농가 현장 생산을 실시하고 생산된 종자를 받아들, 다화분 혼입, 자식체 출현 등 수출에 필요한 기본 검사를 하고 검사에 통과한 종자를 수출을 함

□ 연구 협력 체계

- 수출용 무 품종 육종은 수출 대상 지역에 따라서 차이가 많이 나는데 극동용 여름무는 위황병등 내병성이 문제
 - 내병성 분석팀에 내병성 검정을 의뢰하여 개체 선발을 통한 계통육성 및 F1 품종을 시험
 - 육종 연한을 단축하기 위한 반수체 육성을 통해 육성계통을 조기에 개발할 수 있도록 상호 보완 하며 자가불화합 마커 등을 개발하여 교배 효율을 증가



라. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수	1	4	5		
	품종등록 건수	국내	0	1	2	
		국외				
	종자수출액	25만불	410만불	435만불		
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원 등록				
		출원 등록				
	국제특허	출원 등록				
		출원 등록				
	매출액	국내				
국외						
기술이전 *****						
특 성 지 표	인력양성	1	1	2		
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					

마. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 육종 프로젝트의 연구진은 각 종묘 회사가 주축이 되어 육종 경험이 있는 breeder가 주축이 되어 품종을 육종하고 육종 기반 연구의 내병성, 실용적 분자 마커, 반수체 배양 연구팀과 함께 구성되는 것이 효율적임
- 본 수출용 무 품종 육종 프로젝트를 수행할 후보 기관은 학교, 기업, 정부 기관 등 육종능력을 가지고 있는 모든 기관 및 회사가 될 수 있음
 - 기업 : 농우(주), 농협, 동부 팜 한농, 권농종묘, 삼성종묘, 아시아 종묘, 코레콘종묘, 현대종묘, 대일종묘, 뉴란, 네오씨드, 충원종묘
 - 대학 및 정부 기관 : 국립원예특작 과학원, 세종대학교, 목포 대학교 등

□ 연구원 구성

- 본 과제 of 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 18 명, 석사급 16명, 기타인력 52명의 총 86명으로 구성함

세부프로젝트			1단계				2단계					총계
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
소 요 인 력	월동용 백육색 품종 개발	박사급	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
		석사급	0	2	2	2	2	2	2	2	2	16
		기타	4	6	6	6	6	6	6	6	6	52
		총합	10	11	11	11	10	10	10	10	10	86

바. 세부프로젝트 예산

- 수출용 무 품종 육종 과제는 계통육성, 교배조합 작성, 종자 생산, 현지 개발 및 판매를 위해서 다음과 같이 예산을 편성함
- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성

세부 프로 젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
월동용 백육색 품종 개발	정부(억원)	0.9	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.05	1.1	1.1	9.65
	민간(억원)	0.4	0.39	0.4	0.37	0.39	0.4	0.38	0.4	0.4	3.53
	합계	1.3	1.49	1.5	1.47	1.47	1.5	1.43	1.5	1.5	13.18

사. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 주체별 전략

주체	수입대체 전략	
민간종자회사	<p>목표시장 계통 육성 및 품종 육성</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 시장조사, 수출 대상 지역 선두 품종 조사 • 유전자원 수집, 계통 육성 • 융성불임 계통 육성, 유지친 및 화분친 육성 • F1 교배조합 작성, 우수조합 선발 및 생산력 및 지역적응성 검정
	<p>육성 품종, 종자 생산 및 판매</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 육성 품종의 생산력 검정 • 생산된 종자의 순도 검정 및 판매
	<p>대학 및 연구 기관들 간 협력 방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 순도검정, 내병성 테스트, 마커 개발 등
대학 및 연구기관	<p>육종 효율 증진을 위한 기반 연구 집중</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 내병성 검정 시스템 구축 • 마커개발 시스템 구축 • 반수체 육성을 통한 계통 육성 • 유연관계 분석을 통한 잡종강세 품종 개발 • 채종효율 증진을 위한 자원 개발

아. 품종 육종 세부 프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	일본용 H 형 무 품종 개발		
세 부 프로젝트명	1-3. 월동용 백육색 품종 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9 년)	연구비 지원범위	총 1318 (백만원) (9년, 정부 965 , 민간 353)
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"> ○ 최종목표 : 수출용 무 품종 육성 - 저온 신장력이 우수한 품종개발 - 저온 비대력이 우수한 품종개발 - 근미 맷힘이 우수한 품종개발 - 추대가 안정된 품종개발(만추대 품종육성) - 육색이 백색인 품종개발 - 생리장애에 강한 품종개발 - 웅성불임 계통 이용 품종육성 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 일본에서 월동용 무 재배면적은 약 5,000ha 정도로 전체 면적의 15% 정도이며 종자시장은 약 800만불 정도로 추정 ○ 일본 월동용무가 주로 재배되는 지역은 지바, 시코쿠, 미우라 등 남쪽지방이나 기후온난화로 인해 점차 면적이 늘어나는 추세로 종자시장도 커질 것으로 전망됨 ○ 일본 월동용 재배품종은 후유미네, 후유미네 세븐(사카타), 冬美人(카네코), 冬侍 등 일본회사 품종이 주류를 이루고 있으나 개발된 지 오래되어 신품종이 요구됨 ○ 국내 우수한 육종 능력을 기반으로 신품종을 육성하게 되면 종자수출을 증대시킬 수 있음 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 일본용 H형 청수계 백육색 월동용 품종 개발을 위한 계통 육성 - 일본용 H형 청수계 백육색 월동용 품종 개발을 위한 조합 작성 - 일본용 H형 청수계 백육색 품종 개발을 위한 시교 생산 - 일본용 H형 청수계 백육색 품종 개발을 위한 원종증식 체계 확립 - 일본용 H형 청수계 백육색 품종 개발을 위한 현지 재배 시험 및 시교시험 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 일본용 청수계 월동무 시장 30% 점유 ○ 일본 월동용 무 우수품종 육성으로 410만불 수출 증대 ○ 육종 관련 인력 양성 ○ 육종기반 연구 인프라 형성 및 강화로 육종 효율을 증대할 수 있는 기술력 확보 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 무 육종 연구기관, 산, 학, 연 ○ 신청요건 : 육종 경험이 10년이상인 무 육종가를 보유한 회사 무 품종 육종 개발에필요한 유전자원 및 시설 기반을 갖추고 있고 육종해온 회사, 기관 및 민간 육종가 ○ 기타사항 : 		
Keyword	한 글	월동무, 약한 청수계, 내한성 청수계, 웅성불임성, 추대	
	영 문	over winter radish, light green shoulder, cold resitance, Male sterility, Bolting	

세부프로젝트 14 : 진녹계 만추대 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종 육성

가. 세부프로젝트 도출 배경

□ 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 무(Raphanus sativus L.)는 배추와 더불어 배추과에 속하는 작물로 국내와 일본 전역에 재배되고 있고, 비타민, 다양한 무기물질, 황 화합물, 등 몸에 유익한 성분을 다량 함유하고 있는 알칼리성 채소작물임
- 세계 무 육종은 현재 한국과 일본이 주도 하고 있으며 일본과의 경쟁에서 이기기 위해서는 일본용 무 품종 개발이 꼭 필요함. 일본용 시장에서 선두가 되면 다른 지역의 무 수출 시장을 선도 할 수 있음
- 무는 일본의 채소작물 중에서 가장 넓은 재배 면적을 가지고 있음
- 일본의 경우 위황병, 무사마귀병 등이 강한 품종이 육성되어 있으며 이들 품종과 동일하거나 우수한 품종들을 지속적으로 개량하여 병에 강한 품종 육성이 요구됨
극동지역 무 재배면적 및 소비는 거의 변동이 없는 상황이나 종자 가격상승으로 인한 시장의 가치는 조금 높아지고 있음
- 일본은 재배 면적은 조금 줄었으나 종자 가격은 조금씩 증가 하고 있음

나. 세부프로젝트 최종 목표

- 진녹계 만추대 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종육성 과제는 이관 과제로 품종 보호 2건을 출원 할 예정임
- 진녹계 만추대 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종 육성
 - 진녹계 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종육성 개발은 만추대인 품종 육성
 - 진녹계 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종육성 개발은 비대가 빠른 품종 육성
 - MS를 이용한 생산으로 균일가 우수한 품종 육성

□ 단계별 목표 및 내용

세부프로젝트	1단계(2013~2016)	2단계(2017~2021)
진녹계 만추대 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우수계통 육성 ○ 교배조합 작성 - 250 조합 ○ 국내 재배시험 - 200 조합 ○ 현지 시교 시험 - 품종 ○ 품종 보호출원 - 1 품종 ○ 종자 판매 - 2 만불 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우수계통 육성

○ 연차별(1단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1 차 년 도	2013	진녹계 만추대 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 - 반수체 계통육성 등 • 교배조합 작성 - 250 조합 • 국내 재배시험 - 200 조합 • 현지 시교 시험 - 2 품종 • 종자 판매 - 2 만불
2 차 년 도	2014	-	<ul style="list-style-type: none"> • 이관과제
3 차 년 도	2015	-	<ul style="list-style-type: none"> • 이관과제
4 차 년 도	2016	-	<ul style="list-style-type: none"> • 이관과제

○ 연차별(2단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
5차년도	2017	-	<ul style="list-style-type: none"> • 이관과제
6차년도	2018	-	<ul style="list-style-type: none"> • 이관과제
7차년도	2019	-	<ul style="list-style-type: none"> • 이관과제
8차년도	2020	-	<ul style="list-style-type: none"> • 이관과제
9차년도	2021	-	<ul style="list-style-type: none"> • 이관과제

다. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진 방법

○ 계통 육성

- 기 육성 해 오던 계통과 육종 기반연구의 반수체 육성, 내병성 육종을 통해 일본 지역에 맞는 육성 계통 선발

○ 교배 조합 작성 및 국내 재배 시험

- 기존의 계통을 이용하여 교배 조합을 작성하고 임성, 개화시기 등을 조사하고 국내 포장에서 1차로 재배 시험을 실시함

○ 해외 현지 시험 및 시교 시험

- 국내에서 1차로 선발된 조합을 바탕으로 수출 지역의 현지 시험을 통해 우수한 품종을 2차로 선발함, 2차로 선발 된 품종은 시교를 생산하고 3년차 해외 재배시험을 실시하고 판매 여부에 대해 현지 회사를 대상으로 시교를 배포함

○ 시교 대량 생산 및 원종 증식

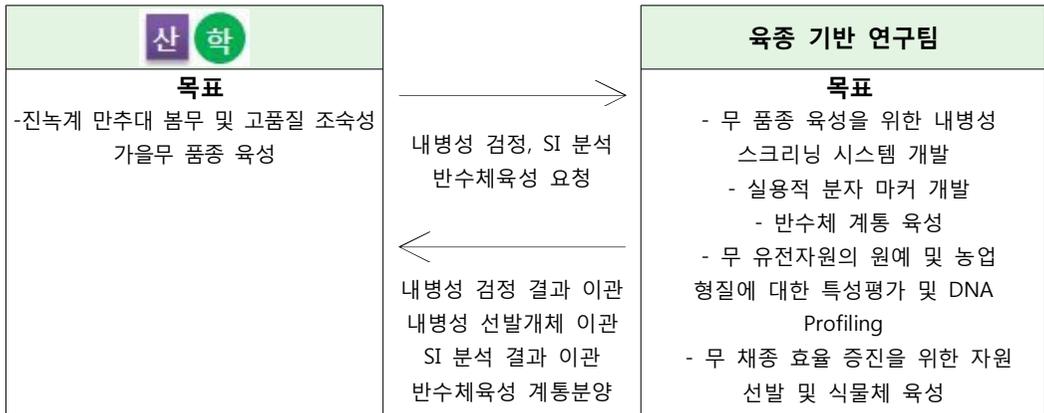
- 현지에서 선발된 품종을 대상으로 대량 시교 생산을 하고 대상품종의 원원종 및 원종증식을 실시하여 판매실시

○ 농가 현장 생산 및 수출

- 선발된 품종을 대상으로 농가 현장 생산을 실시하고 생산된 종자를 받아들, 다화분 혼입, 자식체 출현 등 수출에 필요한 기본 검사를 하고 검사에 통과한 종자를 수출을 함

□ 연구 협력 체계

- 수출용 무 품종 육종은 수출 대상 지역에 따라서 차이가 많이 나는데 일본 여름 무는 위황병등 내병성이 문제
 - 내병성 분석팀에 내병성 검정을 의뢰하여 개체 선발을 통한 계통육성 및 F1 품종을 시험
 - 육종 연한을 단축하기 위한 반수체 육성을 통해 육성계통을 조기에 개발할 수 있도록 상호 보완 하며 자가불화합 마커 등을 개발하여 교배 효율을 증가



라. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항
공 통 지 표	종자개발 건수	2		2	
	품종등록 건수	국내			
		국외			
	종자수출액	2 만불	만불	만불	
	수입대체 효과				
	국내논문	SCI			
		등재학술지			
	국외논문	SCI			
		비SCI			
	국내특허	출원 등록			
		출원 등록			
	국제특허	출원 등록			
		출원 등록			
	매출액	국내			
국외					
기술이전 *****					
특 성 지 표	인력양성				
	기반구축 실적				
	D/B 구축				
	분자마커				
	유용유전자				

마. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 육종 프로젝트의 연구진은 각 종묘 회사가 주축이 되어 육종 경험이 있는 breeder가 주축이 되어 품종을 육종하고 육종 기반 연구의 내병성, 실용적 분자 마커, 반수체 배양 연구팀과 함께 구성되는 것이 효율적임
- 본 수출용 무 품종 육종 프로젝트를 수행할 후보 기관은 학교, 기업, 정부 기관 등 육종능력을 가지고 있는 모든 기관 및 회사가 될 수 있음
 - 기업 : 농우(주), 농협, 동부 팜 한농, 권농종묘, 삼성종묘, 아시아 종묘, 코레곤종묘, 현대종묘, 대일종묘, 뉴란, 네오씨드, 충원종묘
 - 대학 및 정부 기관 : 국립원예특작 과학원, 세종대학교, 목포 대학교 등

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 1년 동안 박사급 1명, 석사급 0명, 기타인력 4명의 총 5명으로 구성함

세부프로젝트			1단계				2단계					총계
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
소 요 인 력	진녹계 만추대 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종 육성	박사급	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		석사급	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		기타	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	총합	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	

바. 세부프로젝트 예산

- 수출용 무 품종 육종 과제는 계통육성, 교배조합 작성, 종자 생산, 현지 개발 및 판매를 위해서 다음과 같이 예산을 편성함
- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성

세부 프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
진녹계 만추대 붐무 및 고품질 조숙성 가을무 품종 육성	정부(억원)	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72
	민간(억원)	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24
	합계	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96

사. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 주체별 전략

주체	수입대체 전략	
민간종자회사	목표시장 계통 육성 및 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 시장조사, 수출 대상 지역 선두 품종 조사 • 유전자원 수집, 계통 육성 • 웅성불임 계통 육성, 유지친 및 화분친 육성 • F1 교배조합 작성, 우수조합 선발 및 생산력 및 지역적응성 검정
	육성 품종, 종자 생산 및 판매	<ul style="list-style-type: none"> • 육성 품종의 생산력 검정 • 생산된 종자의 순도 검정 및 판매
	대학 및 연구 기관들 간 협력 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 순도검정, 내병성 테스트, 마커 개발 등
대학 및 연구기관	육종 효율 증진을 위한 기반 연구 집중	<ul style="list-style-type: none"> • 내병성 검정 시스템 구축 • 마커개발 시스템 구축 • 반수체 육성을 통한 계통 육성 • 유연관계 분석을 통한 잡종강세 품종 개발 • 채종효율 증진을 위한 자원 개발

아. 품종 육종 세부 프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	일본용 H 형 무 품종 개발		
세부 프로젝트명	이관 과제 : 1-4. 진녹계 만추대 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종 육성		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9 년)	연구비 지원범위	총 96(백만원) (1년, 정부 72 , 민간 24)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<input type="radio"/> 최종목표 : 수출용 무 품종 육성 - 저온 신장력이 우수한 품종개발 - 저온 비대력이 우수한 품종개발 - 근미 맷힘이 우수한 품종개발 - 추대가 안정된 품종개발(만추대 품종육성) - 육색이 백색인 품종개발 - 생리장애에 강한 품종개발		
연구 필요성	<input type="radio"/> 일본용 진녹계 만추대는 시장이 정체되어 있으나 종자 가격은 높음 <input type="radio"/> 국내 우수한 육종 능력을 기반으로 신품종을 육성하게 되면 종자수출을 증대시킬 수 있음		
주요 연구 내용	일본용 만추대 진녹계 품종개발 일본용 만추대 고품질 진녹계 품종 개발		
시장 전망 및 기대 효과	일본용 품종 개발로 수출 증대 효과 <input type="radio"/> 육종 관련 인력 양성 <input type="radio"/> 육종기반 연구 인프라 형성 및 강화로 육종 효율을 증대할 수 있는 기술력 확보		
자격 및 신청 요건	이관 과제		
Keyword	한 글	진노계, 만추대, 조숙성, 응성불임성, 추대	
	영 문	dark green radish, shoulder, late bolting, fast enlargement, Male sterility, Bolting	

프로젝트 2 : 유럽 및 미주 수출용 품종 개발

가. 세부프로젝트 도출 배경

□ 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 무(Raphanus sativus L.)는 배추와 더불어 배추과에 속하는 작물로 국내와 일본 전역에 재배되고 있고, 비타민, 다양한 무기물질, 황 화합물, 등 몸에 유익한 성분을 다량 함유하고 있는 알칼리성 채소작물임
- 유럽 및 미주 지역의 유색무 시장은 약 5만 ha 정도로 추산되고 종자 시장은 약 5백만불 시장이 형성 되어있다. 이 지역은 고가의 종자 시장이 형성되어 있어 좋은 품종이 개발 되면 아주 고가로 판매할 수 있으면 미국 및 유럽지역에서 아시아계의 무 소비가 점차 늘어나고 있어 향후 이 시장에서의 가치는 높은 것으로 예상 할 수 있음

나. 세부프로젝트 최종 목표

- 유색무 품종 육성 과제는 무 신품종을 육종하고 상용화하여 2021년 무 GSP 전체 수출 및 수입 대체 효과 2,000만 달러 달성을 위해 유럽 및 미주 수출용 품종 개발 프로젝트에서는 2013년부터 2021년 까지 종자수출 211만 달러를 달성하고 및 품종 보호 8건을 출원 할 예정임
- 유색무 재배면적은 유럽지역이 약 20,000ha 로 종자 소요량은 약 50톤이고 종자가격은 약 400백만 달러에 달함
- 미주지역의 종자소요량은 약 60톤이고 종자가격은 300만 달러에 달함
- 유럽과 미주의 재배면적과 종자소요량에 대한 정확한 통계자료는 없으나 이 지역에서 무의 종자 시장은 지속될 것으로 판단되며 수출 품목으로 가치가 클 것으로 판단함. 종자가격은 60-80\$/KG로 동남아무보다 가격이 높게 형성되고 있으며 중국 봄무와 비슷한 가격에 거래되고 있음

□ 유색무 품종 개발 연구 내용

- 유럽 및 미주 수출용 유색무(적환20일무)품종 개발
- 균일도, 내서성, 안정적인 적색 발현, 노균병 내성, 열근과 바람들이에 강한 적환 무 육성(파종후 20-30일에 직경 2-3cm 크기의 환형의 근피가 적색인 극조생계 무)
- 파종후 30-40일에 직경 4-5cm 크기의 적환무 육성
- 근피와 내부의 적색발현이 우수한 품종
- 보라색, 청색, 백색의 환형무
- MS를 이용한 생산으로 균일도 필요



[그림5-6] 유색무 재배 현황

□ 단계별 목표 및 내용

세부프로젝트	1단계(2013~2016)	2단계(2017~2021)
유색무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우수계통 육성 ○ 교배조합 작성 350 품종 ○ 국내 재배시험 110 품종 ○ 현지 시교 시험 18 품종 ○ 품종 보호출원 3 품종 ○ 종자 판매 16 만불 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우수계통 육성 ○ 교배조합 작성 500 품종 ○ 국내 재배시험 150 품종 ○ 현지 시교 시험 25 품종 ○ 품종 보호출원 5 품종 ○ 종자 판매 195 만불

○ 연차별(1단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1차년도	2013	유색무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 - 반수체 계통육성 등 • 교배조합 작성 - 50 조합 • 국내 재배시험 - 20 조합 • 현지 시교 시험 - 3 품종 • 종자 판매 - 0 만불
2차년도	2014	유색무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 - 반수체 계통육성 등 - 내병성 계통육성 등 • 교배조합 작성 - 100 조합 • 국내 재배시험 - 30 조합 • 현지 시교 시험- 5 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 1 만불
3차년도	2015	유색무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 - 반수체 계통육성 등 - 내병성 계통육성 등 • 교배조합 작성 - 100 조합 • 국내 재배시험 - 30 조합 • 현지 시교 시험- 5 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 5 만불
4차년도	2016	유색무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 - 반수체 계통육성 등 - 내병성 계통육성 등 • 교배조합 작성 - 100 조합 • 국내 재배시험 - 30 조합 • 현지 시교 시험- 5 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 10 만불

○ 연차별(2단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
5차년도	2017	유색무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 100 조합 • 국내 재배시험 - 30 조합 • 현지 시교 시험 - 5 품종 • 품종 보호출원 - 1품종 • 종자 판매 - 15 만불
6차년도	2018	유색무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 100 조합 • 국내 재배시험 - 30 조합 • 현지 시교 시험 - 5 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 20 만불
7차년도	2019	유색무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 100 조합 • 국내 재배시험 - 30 조합 • 현지 시교 시험 - 5 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 25 만불
8차년도	2020	유색무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 100 조합 • 국내 재배시험 - 30 조합 • 현지 시교 시험 - 5 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 35 만불
9차년도	2021	유색무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 100 조합 • 국내 재배시험 - 30 조합 • 현지 시교 시험 - 5 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 100 만불

다. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진 방법

○ 계통 육성

- 기 육성 해 오든 계통과 육종 기반연구의 반수체 육성, 내병성 육종을 통해 유럽 및 미주 지역에 맞는 육성 계통 선발

○ 교배 조합 작성 및 국내 재배 시험

- 기존의 계통을 이용하여 교배 조합을 작성하고 임성, 개화시기 등을 조사하고 국내 포장에서 1차로 재배 시험을 실시함

○ 해외 현지 시험 및 시교 시험

- 국내에서 1차로 선발된 조합을 바탕으로 수출 지역의 현지 시험을 통해 우수한 품종을 2차로 선발함, 2차로 선발 된 품종은 시교를 생산하고 3년차 해외 재배시험을 실시하고 판매 여부에 대해 현지 회사를 대상으로 시교를 배포함

○ 시교 대량 생산 및 원종 증식

- 현지에서 선발된 품종을 대상으로 대량 시교 생산을 하고 대상품종의 원원종 및 원종증식을 실시하여 판매실시

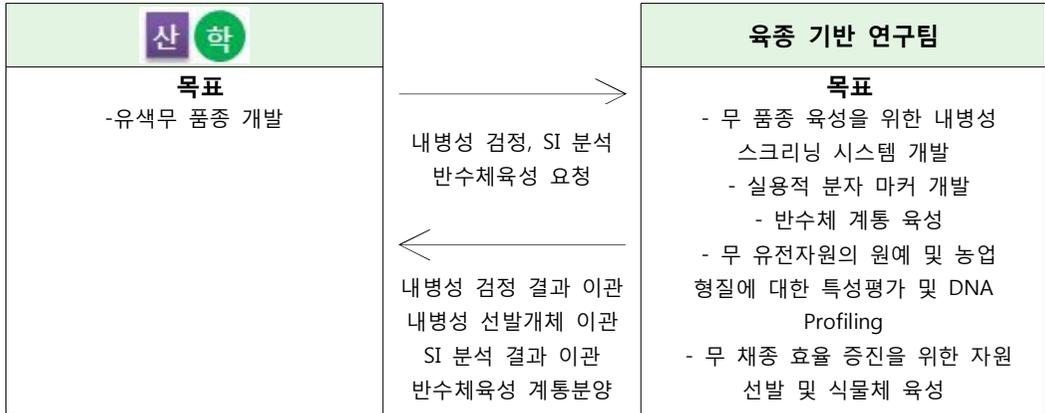
○ 농가 현자 생산 및 수출

- 선발된 품종을 대상으로 농가 현장 생산을 실시하고 생산된 종자를 받아들, 다화분 혼입, 자식체 출현 등 수출에 필요한 기본 검사를 하고 검사에 통과한 종자를 수출을 함

□ 연구 협력 체계

○ 수출용 무 품종 육종은 수출 대상 지역에 따라서 차이가 많이 나는데 위황병, 세균성 흑반병 등 내병성이 문제

- 내병성 분석팀에 내병성 검정을 의뢰하여 개체 선발을 통한 계통육성 및 F1 품종을 시험
- 육종 연한을 단축하기 위한 반수체 육성을 통해 육성계통을 조기에 개발할 수 있도록 상호 보완 하며 자가불화합 마커 등을 개발하여 교배 효율을 증가



□ 수출용 품종 육성 프로젝트 MiCRO 로드맵

단계별 목표	1단계				2단계					최종목표
	- 무종자수출 16만 달러 달성 - 품종보호출원 3품종 신청					- 무종자수출 195만 달러 달성 - 품종보호출원 5품종 신청				
중점연구영역	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표
유 색 무 개 발	교배조합 작성	계통육성	조합작성 및 재배시험		우수 계통 육성, 선발 및 조합 작성					- 교배조합 작성 850조합
	국내 시험 재배	국내시험	국내시험 및 선발	국내 재배 시험 및 현지 재배시험	국내 재배 시험 및 현지 재배시험					- 국내 재배시험 260품종
	현지 시험재배 및 시교	현지시험	현지 적응 시험 확대		현지 적응 시험 및 수출					- 현지재배 시험 43품종수
	품종 보호출원 및 수출	보호출원 및 판매			보호출원 신청 및 확대 판매					- 품종 보호출원 8건 신청 - 품종 등록 3건

라. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수	3	5	8		
	품종등록 건수	국내	1	2	3	
		국외				
	종자수출액	16만불	195 만불	211 만불		
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원 등록				
		출원 등록				
	국제특허	출원 등록				
		출원 등록				
	매출액	국내				
국외						
기술이전 *****						
특 성 지 표	인력양성	1	1	2		
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					

마. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 육종 프로젝트의 연구진은 각 종묘 회사가 주축이 되어 육종 경험이 있는 breeder가 주축이 되어 품종을 육종하고 육종 기반 연구의 내병성, 실용적 분자 마커, 반수체 배양 연구팀과 함께 구성되는 것이 효율적임
- 본 수출용 무 품종 육종 프로젝트를 수행할 후보 기관은 학교, 기업, 정부 기관 등 육종능력을 가지고 있는 모든 기관 및 회사가 될 수 있음
 - 기업 : 농우(주), 농협, 동부 팜 한농, 권농종묘, 삼성종묘, 아시아 종묘, 코레곤종묘, 현대종묘, 대일종묘, 뉴란, 네오씨드, 충원종묘
 - 대학 및 정부 기관 : 국립원예특작 과학원, 세종대학교, 목포 대학교 등

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 9명, 석사급 9명, 기타인력 59명의 총 77명으로 구성함

세부프로젝트		1단계				2단계					총계	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
소 요 인 력	유색 무 품종 개발	박사급	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
		석사급	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
		기타	6	6	6	6	7	7	7	7	7	59
		총합	8	8	8	8	9	9	9	9	9	77

바. 세부프로젝트 예산

- 수출용 무 품종 육종 과제는 계통육성, 교배조합 작성, 종자 생산, 현지 개발 및 판매를 위해서 다음과 같이 예산을 편성함
- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성

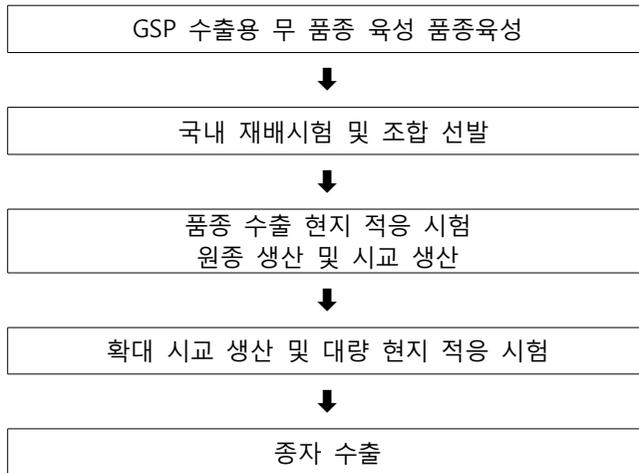
세부 프로 젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
유색무 품종 개발	정부(억원)	0.90	1.20	1.20	1.20	1.10	1.10	1.05	1.05	1.05	9.85
	민간(억원)	0.40	0.43	0.44	0.41	0.39	0.4	0.37	0.38	0.39	3.61
	합계	1.30	1.63	1.64	1.61	1.49	1.5	1.42	1.43	1.44	13.46

사. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 주체별 전략

주체	수입대체 전략	
민간종자회사	목표시장 계통 육성 및 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 시장조사, 수출 대상 지역 선두 품종 조사 • 유전자원 수집, 계통 육성 • 웅성불임 계통 육성, 유지친 및 화분친 육성 • F1 교배조합 작성, 우수조합 선발 및 생산력 및 지역적응성 검정
	육성 품종, 종자 생산 및 판매	<ul style="list-style-type: none"> • 육성 품종의 생산력 검정 • 생산된 종자의 순도 검정 및 판매
	대학 및 연구 기관들 간 협력 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 순도검정, 내병성 테스트, 마커 개발 등
대학 및 연구기관	육종 효율 증진을 위한 기반 연구 집중	<ul style="list-style-type: none"> • 내병성 검정 시스템 구축 • 마커개발 시스템 구축 • 반수체 육성을 통한 계통 육성 • 유연관계 분석을 통한 잡종강세 품종 개발 • 채종효율 증진을 위한 자원 개발

□ 수출 증대 전략



아. 품종 육종 세부 프로젝트 사업제안요구서(RFP)

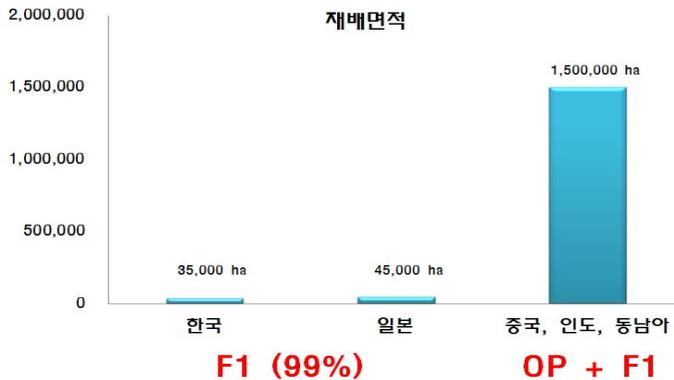
프로젝트명	2. 유럽 및 미주 수출용 품종 개발		
세부 프로젝트명	2-1. 유색무 품종 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9 년)	연구비 지원범위	총 1346 (백만원) (9년, 정부 985 , 민간 361)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<p>○ 최종목표 : 유럽 및 미주 수출용 유색무(적환20일무)품종 개발</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 균일도, 내서성, 안정적인 적색 발현, 노균병 내성, 열근과 바람들이에 강한 적환무 육성(파종후 20-30일에 직경 2-3cm 크기의 환형의 근피가 적색인 극조생계 무) 2. 파종 후 30-40일에 직경 4-5cm 크기의 적환무 육성 3. 근피와 내부의 적색발현이 우수한 품종 4. 보라색, 청색, 백색의 환형무 5. MS를 이용한 생산으로 균일도 필요 		
연구 구성 필요	<p>○ 유색무 재배면적은 유럽지역이 약 10,000ha 로 종자 소요량은 약 300톤이고 종자 가격은 약 2,200만 달러에 달함. 미주지역의 종자소요량은 약 60톤이고 종자가격은 300만 달러에 달함.</p> <p>○ 유럽과 미주의 재배면적과 종자소요량에 대한 정확한 통계자료는 없으나 이 지역에서 무의 종자 시장은 지속될 것으로 판단되며 수출 품목으로 가치가 클 것으로 판단됨. 종자가격은 60-80\$/KG로 동남아무보다 가격이 높게 형성되고 있으며 중국 봄무와 비슷한 가격에 거래됨.</p>		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 유럽 및 미주 수출용 유색무(적환20일무) 품종 개발을 위한 계통 육성 - 유럽 및 미주 수출용 유색무(적환20일무) 품종 개발을 위한 조합 작성 - 유럽 및 미주 수출용 유색무(적환20일무) 품종 개발을 위한 시교 생산 - 유럽 및 미주 수출용 유색무(적환20일무) 품종 개발을 위한 원종증식 체계 확립 - 유럽 및 미주 수출용 유색무(적환20일무) 품종 개발을 위한 현지 재배 시험 및 시교시험 		
시장 전망 및 기대 효과	<p>○ 종자가격은 60-80\$/KG로 동남아무보다 가격이 높게 형성되고 있으며 중국 봄무와 비슷한 가격에 거래되고 있어 지속적인 종자 수출 시장을 유지할 것으로 기대됨</p> <p>○ 적환20일무 품종육성으로 국익 창출</p> <p>○ 품종 육종 기술 개발로 인력 양성</p> <p>○ 육종 기반 연구팀과 공동</p>		
자격 및 신청 요건	<p>○ 연구기관 자격 : 무 육종 연구기관, 산, 학, 연</p> <p>○ 신청요건 : 육종 경험이 10년이상인 무 육종가를 보유한 회사 무 품종 육종 개발에필요한 유전자원 및 시설 기반을 갖추고 있고 육종해온 회사, 기관 및 민간 육종가</p> <p>○ 기타사항 :</p>		
Keyword	한 글	유색무, 적환20일무, 백환20일무, 청환20일무, 자가불화합 이용 육종, MS 이용 육종	
	영 문	Color radish, red, white, green radish, SI breeding, MS breeding	

프로젝트 3 : 중국 수출용 무 품종 개발

가. 세부프로젝트 도출 배경

□ 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 무(*Raphanus sativus* L.)는 배추와 더불어 배추과에 속하는 작물로 국내와 일본 전역에 재배되고 있고, 비타민, 다양한 무기물질, 황 화합물, 등 몸에 유익한 성분을 다량 함유하고 있는 알칼리성 채소작물임
- 전세계 무 재배 면적은 약 150만 ha로(종자업체추산) 그중 중국이 약 100만~120만 ha로 가장 넓으며 인도 및 동남아가 약 30만 평 정도로 두 번째로 넓은 재배 면적으로 보면 중국과 인도가 약 85~90%의 면적을 차지하고 있으나 종자 가격 면에서는 약 20~30% 정도의 시장을 점유
 - 반면 한국 과 일본은 재배면적은 약 8% 내외이나 종자 가격은 70~80%를 차지



- 중국 시장은 OP가 대부분이나 경제가 성장함에 따라 양적인 부분 보다는 품질을 따지는 시장으로 바뀌고 있어 OP에서 F1품종으로 전환 될 때 현재의 시장가치는 낮으나 미래의 시장가치는 무궁무진하다 할 수 있다
- 중국 재래종 OP 시장으로 청피계 품종, 대륙홍환, 근피가 붉으나 속은 순백색인 품종, 백색이나 청색 근피에 속이 붉은 무 품종은 아직 경쟁 품종이 없으므로 이 시장을 OP 시장으로 유도하고 선두 품종을 육성 할 수 있다면 시장서이 아주 큰 작형

- 무의 주요 병해는 위황병, 무사마귀병, 연부병, 바이러스병, 흑반병, 근부병 등의 피해가 있고, 일본의 경우 위황병, 무사마귀병등이 강한 품종이 육성되어 있으며 지속적으로 이들 병에 강한 품종 육성이 요구됨. 중국의 경우도 추대성, 내병성등의 요구도가 증가되고 있으며 고품질의 내병성이 강화된 품종 육성이 요구됨
- 2010년 현재 중국 무 종자의 시장규모는 약 367억원 규모로 추정되며, 재배면적은 120만ha로 정체 상태이나 F1품종 전환과 단가 상승을 통해 시장규모 급증이 예상됨
- 중국의 무 종자 시장은 봄 무, 여름 무, 가을 무, 월동 무 등 재배시기와 청수, 백수 등 무 형태에 따라 다양한 로컬 타입의 시장으로 세분화되어 있음
- 백수계/청수계/남방환엽계 무 품종이 주를 이루고 있으며, OP 시장이 주를 이루고 있으나 F1 품종이 확대되고 있음
- 백수계 무는 중국에서 가장 많이 재배되고 선호되는 무 형태로 근피가 매끈하고 내부색이 순백색 품종이며, 봄 백수계 무는 중국 중부와 남부 지역에서 재배됨

나. 세부프로젝트 최종 목표

- 중국 수출용 무 품종 육성 프로젝트는 무 신품종을 육종 하고 상용화 하여 2021년 무 GSP 전체 수출 및 수입 대체 효과 2,000 달러 달성을 위해 중국 수출용 무 품종 육성 프로젝트에서는 종자수출 1,095만 달러를 달성하고 및 품종 보호 15건을 출원 할 예정임

□ 중국용 품종개발 연구내용

- 바이러스에 강하면서 적심 흑심 등 생리 장애가 강한 품종 육성
- 중국용 만추대 품종은 타원형 백수계이면서 비대가 빠른 품종 육성
- 중국용 만추대 타원형 백수계 품종은 근피가 깨끗하면서 위황병 내병계 품종 육성
- 잎이 짧으면서 고 밀도재식 재배가 가능한 품종 육성
- 중국용 맞추대 타원형 청수계 무는 추대가 늦으면서 바람들이 늦은 품종육성
- 중국용 만추대 타원형 청수계 무는 저장성이 있으면서 순도가 우수한 품종 육성
- 중국용 재래종 품종은 비대가 빠르면서 바람들이가 늦은 품종 육성
- 중국용 재래종 균일도가 뛰어난 품종 육성



□ 단계별 목표 및 내용

세부프로젝트	1단계(2013~2016)	2단계(2017~2021)
중국 수출용 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 1100 조합 • 국내 재배시험 - 840 조합 • 현지 시교 시험 - 59 품종 • 품종 보호출원 - 5 품종 • 종자 판매 - 55 만불 	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 2730 조합 • 국내 재배시험 - 2310 조합 • 현지 시교 시험 - 134 품종 • 품종 보호출원 - 10 품종 • 종자 판매 - 1040 만불

○ 연차별(1단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1 차 년 도	2013	중국 수출용 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 160 조합 • 국내 재배시험 - 130 조합 • 현지 시교 시험 - 7 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 0 만불
2 차 년 도	2014	중국 수출용 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 220 조합 • 국내 재배시험 - 160 조합 • 현지 시교 시험 - 14 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 0 만불
3 차 년 도	2015	중국 수출용 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 300 조합 • 국내 재배시험 - 230 조합 • 현지 시교 시험 - 15 품종 • 품종 보호출원 - 2 품종 • 종자 판매 - 10 만불
4 차 년 도	2016	중국 수출용 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 420 조합 • 국내 재배시험 - 320 조합 • 현지 시교 시험 - 23 품종 • 품종 보호출원 - 3 품종 • 종자 판매 - 45 만불

○ 연차별(2단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
5 차 년 도	2017	중국 수출용 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 420 조합 • 국내 재배시험 - 370 조합 • 현지 시교 시험- 25 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 70 만불
6 차 년 도	2018	중국 수출용 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 550 조합 • 국내 재배시험 - 430 조합 • 현지 시교 시험- 27 품종 • 품종 보호출원 - 3 품종 • 종자 판매 - 100 만불
7 차 년 도	2019	중국 수출용 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 580 조합 • 국내 재배시험 - 500 조합 • 현지 시교 시험 - 27 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 150 만불
8 차 년 도	2020	중국 수출용 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 580 조합 • 국내 재배시험 - 500 조합 • 현지 시교 시험- 27 품종 • 품종 보호출원 - 3 품종 • 종자 판매 - 220 만불
9 차 년 도	2021	중국 수출용 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 600 조합 • 국내 재배시험 - 510 조합 • 현지 시교 시험- 28 품종 • 품종 보호출원 - 3 품종 • 종자 판매 - 500 만불

다. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진 방법

○ 계통 육성

- 기 육성 해 오든 계통과 육종 기반연구의 반수체 육성, 내병성 육종을 통해 중국 및 동남아 지역에 맞는 육성 계통 선발

○ 교배 조합 작성 및 국내 재배 시험

- 기존의 계통을 이용하여 교배 조합을 작성하고 임성, 개화시기 등을 조사하고 국내 포장에 1차로 재배 시험을 실시함

○ 해외 현지 시험 및 시교 시험

- 국내에서 1차로 선발된 조합을 바탕으로 수출 지역의 현지 시험을 통해 우수한 품종을 2차로 선발함, 2차로 선발 된 품종은 시교를 생산하고 3년차 해외 재배시험을 실시하고 판매 여부에 대해 현지 회사를 대상으로 시교를 배포함

○ 시교 대량 생산 및 원종 증식

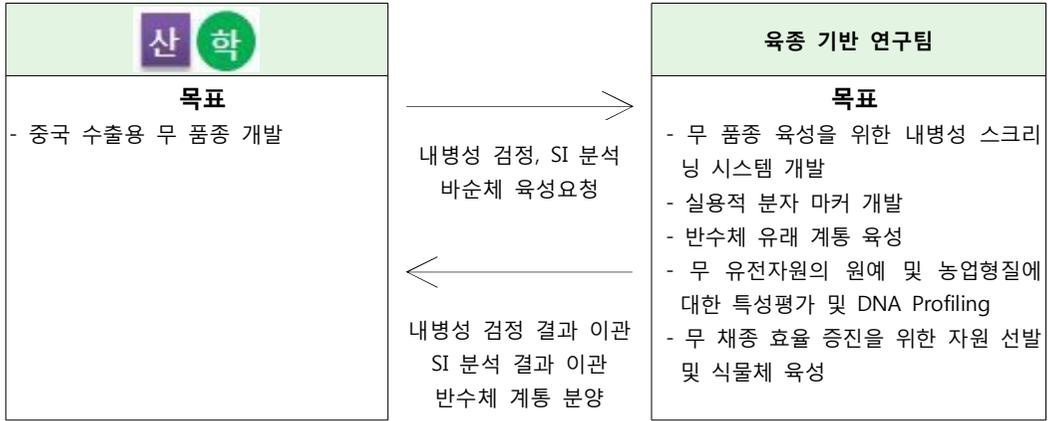
- 현지에서 선발된 품종을 대상으로 대량 시교 생산을 하고 대상품종의 원원종 및 원종증식을 실시하여 판매실시

○ 농가 현자 생산 및 수출

- 선발된 품종을 대상으로 농가 현장 생산을 실시하고 생산된 종자를 받아들, 다화부 혼입, 자식체 출현 등 수출에 필요한 기본 검사를 하고 검사에 통과한 종자를 수출을 함

□ 연구 협력 체계

- 수출용 무 품종 육종은 수출 대상 지역에 따라서 차이가 많이 나는데 극동용 여름무는 위황병등 내병성이 문제가 되므로 내병성 분석팀에 의뢰하여 내병성 검정을 의뢰하여 계통육성 및 F1 품종을 시험하고 육종 연한을 단축하기 위한 반수체 계통 육성을 통하여 육성계통을 조기에 개발할 수 있도록 상호 보완 하며 자가불화합 마커 등을 개발하여 교배효율을 증가 하는데 목표를 두고자 한다.



□ 수출용 품종 육성 프로젝트 MiCRO 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표
		- 무종자수출 55만 달러 달성 - 품종보호출원 5품종 신청				- 무종자수출 1040만 달러 달성 - 품종보호출원 10품종 신청					-2021년 무종자수출 2,000만 달러 달성 -2021년 품종보호출원15건
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표
중국 수출 용 무 품종 개발	교배조합 작성	계통육성	조합작성 및 재배시험			우수 계통 육성, 선발 및 조합 작성					- 교배조합 작성 3,830조합
	국내 시험 재배	국내시험	국내시험 및 선발	국내 재배 시험 및 현지 재배시험		국내 재배 시험 및 현지 재배시험					- 국내 재배시험 3,150품종
	현지 시험재배 및 시교	현지시험	현지 적응 시험 확대			현지 적응 시험 및 수출					- 현지재배 시험 193품종수
	품종 보호출원 및 수출	보호출원 및 판매				보호출원 신청 및 확대 판매					- 품종 보호출원 3건 신청 - 품종 등록 5건 신청

라. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수	5	10	15		
	품종등록 건수	국내	1	4	5	
		국외				
	종자수출액	55 만불	1040 만불	1095 만불		
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원				
		등록				
	국제특허	출원				
		등록				
	매출액	국내				
국외						
기술이전						

특 성 지 표	인력양성	3	3	6		
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					

마. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 육종 프로젝트의 연구진은 각 종묘 회사가 주축이 되어 육종 경험이 있는 breeder가 주축이 되어 품종을 육종하고 육종 기반 연구의 내병성, 실용적 분자 마커, 반수체 배양 연구팀과 함께 구성되는 것이 효율적임
- 본 수출용 무 품종 육종 프로젝트를 수행할 후보 기관은 학교, 기업, 정부 기관 등 육종능력을 가지고 있는 모든 기관 및 회사가 될 수 있음
 - 기업 : 농우(주), 농협, 동부 팜 한농, 권농종묘, 삼성종묘, 아시아 종묘, 코레곤종묘, 현대종묘, 대일종묘, 뉴란, 네오씨드
 - 대학 및 정부 기관 : 국립원예특작 과학원, 세종대학교, 목포 대학교 등

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 59명, 석사급 54명, 기타인력 185명의 총 288명으로 구성함

세부 프로젝트		1단계				2단계					총계	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
소 요 인 력	중 국 수 출 용 무 품 종 개 발	박사급	4	5	5	5	6	6	6	6	6	49
		석사급	6	6	6	6	6	6	6	6	6	54
		기타	18	21	21	21	19	19	22	23	23	185
		총합	28	32	32	32	32	31	34	35	35	288

마. 세부프로젝트 예산

- 수출용 무 품종 육종 과제는 계통육성, 교배조합 작성, 종자 생산, 현지 개발 및 판매를 위해서 다음과 같이 예산을 편성함
- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성 하였음

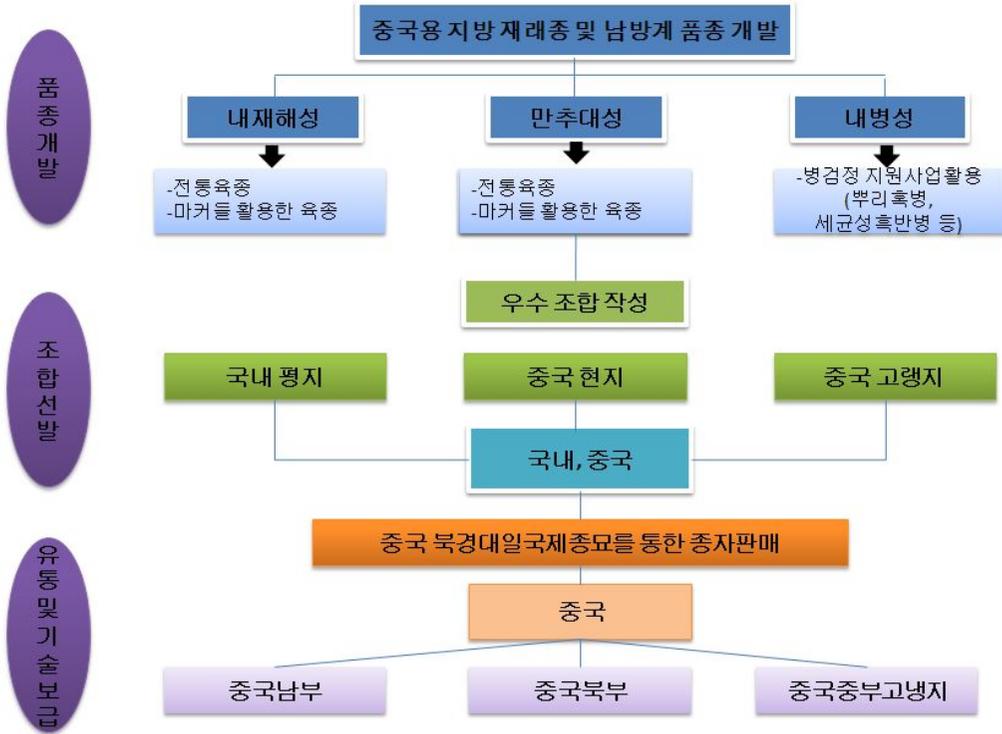
세부프로 젝트명	구분 연구 기간	1단계				2단계					총계
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
중국 수출용 품종개발	정부 (억원)	2.80	3.90	3.65	3.90	3.70	3.70	3.60	3.70	3.70	32.65
	민간 (억원)	1.20	1.38	1.35	1.32	1.38	1.35	1.30	1.30	1.31	11.89
	합계	4.00	5.28	5.00	5.22	5.08	5.05	4.90	5.00	5.01	44.54

바. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 주체별 전략

주체	수입대체 전략	
민간종자회사	목표시장 계통 육성 및 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 시장조사, 수출 대상 지역 선두 품종 조사 • 유전자원 수집, 계통 육성 • 웅성불임 계통 육성, 유지친 및 화분친 육성 • F1 교배조합 작성, 우수조합 선발 및 생산력 및 지역적응성 검정
	육성 품종, 종자 생산 및 판매	<ul style="list-style-type: none"> • 육성 품종의 생산력 검정 • 생산된 종자의 순도 검정 및 판매
	대학 및 연구 기관들 간 협력 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 순도검정, 내병성 테스트, 마커 개발 등
대학 및 연구기관	육종 효율 증진을 위한 기반 연구 집중	<ul style="list-style-type: none"> • 내병성 검정 시스템 구축 • 마커개발 시스템 구축 • 반수체 육성을 통한 계통 육성 • 유연관계 분석을 통한 잡종강세 품종 개발 • 채종효율 증진을 위한 자원 개발

□ 수출 증대 전략



아. 품종 육종 세부 프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	GSP 수출용 무 종자 개발 프로젝트		
세부 프로젝트명	3. 중국 수출용 무 품종 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9 년)	연구비 지원범위	총 4454 (백만원) (9년, 정부 3265 , 민간 1189)
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"> ○ 최종목표 : 수출용 무 품종 육성 (현지에 맞는 수출용 품종 육성) 바이러스에 강하면서 적심 흑심 등 생리 장애가 강한 품종 육성 - 중국용 만추대 품종은 백수계이면서 비대가 빠른 품종 육성 - 중국용 만추대 백수계 품종은 근피가 깨끗하면서 위황병 내병계 품종육성 - 잎이 짧으면서 고 밀도재식 재배가 가능한 품종 육성 - 중국용 맞추대 청수계 무는 추대가 늦으면서 바람들이 늦은 품종육성 - 중국용 만추대 청수계 무는 저장성이 있으면서 순도가 우수한 품종 육성 - 중국용 재래종 및 남방계 품종은 비대가 빠르면서 바람들이가 늦은 품종 육성 - 중국용 재래종 및 남방계 품종은 균일도가 뛰어난 품종 육성 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전세계 무 재배 면적은 약 150만 ha로(종자업계추산) 그중 중국이 약 100만 ~120만 ha로 가장 넓으며 인도가 약 30만 평 정도로 두 번 째로 넓다. 재배 면적으로 보면 중국과 인도가 약 85~90%의 면적을 차지하고 있으나 종자 가격 면에서는 약 20 ~30% 정도의 시장을 점유 하고 있다. 중국시장은 OP가 대부분 이므로 경제가 성장함에 따라 양적인 부분 보다는 품질을 따지는 시장으로 바뀌고 있어 OP에서 F1품종으로 전환 될 때 중국의 무 시장가치는 무궁무진하다 할 수 있다 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 중국용 무 품종 개발을 위한 계통 육성 - 중국용 무 품종 개발을 위한 조합 작성 - 중국용 무 품종 개발을 위한 시교 생산 - 중국용 무 품종 개발을 위한 원종증식 체계 확립 - 중국용 무 품종 개발을 위한 현지 재배 시험 및 시교시험 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 아시아시장 경제가 성장함에 따라 잠재적인 무 시장의 폭발적인 증대가 예상됨 ○ 수출용 무 품종육성으로 국익 창출 ○ 품종 육종 기술 개발로 인력 양성 ○ 육종 기반 연구팀과 공동 연구로 MS, 자가불화합 등 육종 효율을 증대 할 수 있는 기술력 확보 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 무 육종 연구기관, 산, 학, 연 ○ 신청요건 : 무 품종 육종 개발에 필요한 유전자원 및 시설의 기반을 갖추고 있고 육종 해온 회사, 기관 및 육종가 ○ 기타사항 : 		
Keyword	한글	중국무, 백수계, 청피계. 자가불화합 육종, 응성불임 육종, 다수확	
	영문	chinese radish, white should, dark green radish, SI breeding, MS breeding, high yield	

세부프로젝트 3-1 : 만추대 타원형 백수계 품종 개발

가. 세부프로젝트 도출 배경

□ 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 무(*Raphanus sativus* L.)는 배추와 더불어 배추과에 속하는 작물로 국내와 일본 전역에 재배되고 있고, 비타민, 다양한 무기물질, 황 화합물, 등 몸에 유익한 성분을 다량 함유하고 있는 알칼리성 채소작물임
- 전세계 무 재배 면적은 약 150만 ha로(중자업체추산) 그중 중국이 약 100만 ~120만 ha로 가장 넓으며 인도 및 동남아가 약 30만 평 정도로 두 번째로 넓은
- 재배 면적으로 보면 중국과 인도가 약 85~90%의 면적을 차지하고 있으나 종자 가격 면에서는 약 20 ~30% 정도의 시장을 점유
- 반면 한국 과 일본은 재배면적은 약 8% 내외이나 종자 가격은 70~80%를 차지
- 중국 시장은 OP가 대부분이나 경제가 성장함에 따라 양적인 부분 보다는 품질을 따지는 시장으로 바뀌고 있어 OP에서 F1품종으로 전환 될 때 현재의 시장가치는 낮으나 미래의 시장가치는 무궁무진하다 할 수 있음
- 중국 재래종 OP 시장으로 청피계 품종, 대륙홍환, 근피가 붉으나 속은 순백색인 품종, 백색이나 청색 근피에 속이 붉은 무 품종은 아직 경쟁 품종이 없으므로 이 시장을 OP 시장으로 유도하고 선두 품종을 육성 할 수 있다면 시장서이 아주 큰 작형
- 무의 주요 병해는 위황병, 무사마귀병, 연부병, 바이러스병, 흑반병, 근부병 등의 피해가 있고, 일본의 경우 위황병, 무사마귀병등이 강한 품종이 육성되어 있으며 지속적으로 이들 병에 강한 품종 육성이 요구됨. 중국의 경우도 추대성, 내병성등의 요구도가 증가되고 있으며 고품질의 내병성이 강화된 품종 육성이 요구됨
- 2010년 현재 중국 무 종자의 시장규모는 약 367억원 규모로 추정되며, 재배면적은 120만ha로 정체 상태이나 F1품종 전환과 단가 상승을 통해 시장규모 급증이 예상됨

- 중국의 무 종자 시장은 봄 무, 여름 무, 가을 무, 월동 무 등 재배시기와 청수, 백수 등 무 형태에 따라 다양한 로컬 타입의 시장으로 세분화되어 있음
- 백수계/청수계/남방환엽계 무 품종이 주를 이루고 있으며, OP 시장이 주를 이루고 있으나 F1 품종이 확대되고 있음
- 백수계 무는 중국에서 가장 많이 재배되고 선호되는 무 형태로 근피가 매끈하고 내부색이 순백색 품종이며, 봄 백수계 무는 중국 중부와 남부 지역에서 재배됨

나. 세부프로젝트 최종 목표

만추대 타원형 백수계 품종 개발은 신품종을 육성 하고 상용화 하여 2021년 무 GSP 전체 수출 및 수입 대체 효과 2,000 달러 달성을 위해 종자수출 435만 달러를 달성 하고 및 품종 보호 4건을 출원 할 예정임

□ 중국용 품종개발 연구내용

- 바이러스에 강하면서 적심 흑심 등 생리 장애가 강한 품종 육성
- 중국용 만추대 품종은 타원형 백수계이면서 비대가 빠른 품종 육성
- 중국용 만추대 타원형 백수계 품종은 근피가 깨끗하면서 위황병 내병계 품종 육성
- 잎이 짧으면서 고 밀도재식 재배가 가능한 품종 육성
- 중국용 재래종 균일도가 뛰어난 품종 육성

□ 단계별 목표 및 내용

세부프로젝트	1단계(2013~2016)	2단계(2017~2021)
만추대 타원형 백수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 370 조합 • 국내 재배시험 - 270 조합 • 현지 시교 시험 - 40 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 25 만불 	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 950 조합 • 국내 재배시험 - 900 조합 • 현지 시교 시험 - 75 품종 • 품종 보호출원 - 3 품종 • 종자 판매 - 410 만불

○ 연차별(1단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1 차 년 도	2013	만추대 타원형 백수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 50 조합 • 국내 재배시험 - 50 조합 • 현지 시교 시험 - 5 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 0 만불
2 차 년 도	2014	만추대 타원형 백수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 70 조합 • 국내 재배시험 - 50 조합 • 현지 시교 시험 - 10 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 0 만불
3 차 년 도	2015	만추대 타원형 백수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 100 조합 • 국내 재배시험 - 70 조합 • 현지 시교 시험 - 10 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 5 만불
4 차 년 도	2016	만추대 타원형 백수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 150 조합 • 국내 재배시험 - 100 조합 • 현지 시교 시험 - 15 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 20 만불

○ 연차별(2단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
5 차 년 도	2017	만추대 타원형 백수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 150 조합 • 국내 재배시험 - 150 조합 • 현지 시교 시험- 15 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 30 만불
6 차 년 도	2018	만추대 타원형 백수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 200 조합 • 국내 재배시험 - 150 조합 • 현지 시교 시험- 15 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 40 만불
7 차 년 도	2019	만추대 타원형 백수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 200 조합 • 국내 재배시험 - 200 조합 • 현지 시교 시험 - 15 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 60 만불
8 차 년 도	2020	만추대 타원형 백수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 200 조합 • 국내 재배시험 - 200 조합 • 현지 시교 시험- 15 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 80 만불
9 차 년 도	2021	만추대 타원형 백수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 200 조합 • 국내 재배시험 - 200 조합 • 현지 시교 시험- 15 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 200 만불

다. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진 방법

○ 계통 육성

- 기 육성 해 오든 계통과 육종 기반연구의 반수체 육성, 내병성 육종을 통해 중국 및 동남아 지역에 맞는 육성 계통 선발

○ 교배 조합 작성 및 국내 재배 시험

- 기존의 계통을 이용하여 교배 조합을 작성하고 임성, 개화시기 등을 조사하고 국내 포장에 1차로 재배 시험을 실시함

○ 해외 현지 시험 및 시교 시험

- 국내에서 1차로 선발된 조합을 바탕으로 수출 지역의 현지 시험을 통해 우수한 품종을 2차로 선발함, 2차로 선발 된 품종은 시교를 생산하고 3년차 해외 재배시험을 실시하고 판매 여부에 대해 현지 회사를 대상으로 시교를 배포함

○ 시교 대량 생산 및 원종 증식

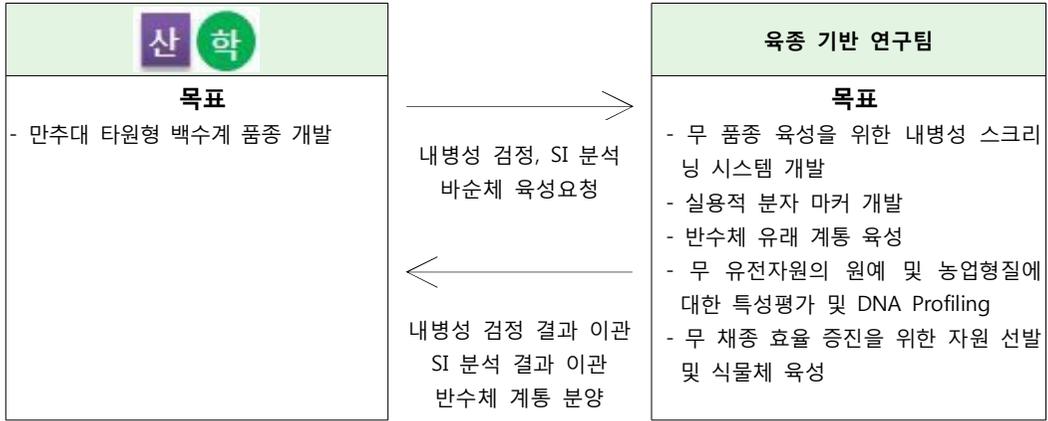
- 현지에서 선발된 품종을 대상으로 대량 시교 생산을 하고 대상품종의 원원종 및 원종증식을 실시하여 판매실시

○ 농가 현자 생산 및 수출

- 선발된 품종을 대상으로 농가 현장 생산을 실시하고 생산된 종자를 받아들, 다화부 혼입, 자식체 출현 등 수출에 필요한 기본 검사를 하고 검사에 통과한 종자를 수출을 함

□ 연구 협력 체계

- 수출용 무 품종 육종은 수출 대상 지역에 따라서 차이가 많이 나는데 중국용은 세균성 흑반병, 위황병등 내병성이 문제가 되므로 내병성 분석팀에 의뢰하여 내병성 검정을 의뢰하여 계통육성 및 F1 품종을 시험하고 육종 연한을 단축하기 위한 반수체 계통 육성을 통하여 육성계통을 조기에 개발할 수 있도록 상호 보완 하며 자가불화합 마커 등을 개발하여 교배효율을 증가 하는데 목표를 두고자 한다.



라. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수	1	3	4		
	품종등록 건수	국내	1	2	3	
		국외				
	종자수출액	25 만불	410 만불	435 만불		
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원				
등록						
국제특허	출원					
	등록					
매출액	국내					
	국외					
기술이전 *****						
특 성 지 표	인력양성	1	1	2		
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					

마. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 육종 프로젝트의 연구진은 각 종묘 회사가 주축이 되어 육종 경험이 있는 breeder가 주축이 되어 품종을 육종하고 육종 기반 연구의 내병성, 실용적 분자 마커, 반수체 배양 연구팀과 함께 구성되는 것이 효율적임
- 본 수출용 무 품종 육종 프로젝트를 수행할 후보 기관은 학교, 기업, 정부 기관 등 육종능력을 가지고 있는 모든 기관 및 회사가 될 수 있음
 - 기업 : 농우(주), 농협, 동부 팜 한농, 권농종묘, 삼성종묘, 아시아 종묘, 코레곤종묘, 현대종묘, 대일종묘, 뉴란, 네오씨드
 - 대학 및 정부 기관 : 국립원예특작 과학원, 세종대학교, 목포 대학교 등

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 18명, 석사급 18명, 기타인력 60명의 총 96명으로 구성함

세부 프로젝트		1단계				2단계					총계	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
소 요 인 력	만추대 타원형 백수계 품종 개발	박사급	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
	석사급	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18	
	기타	6	7	7	7	6	6	7	7	7	60	
	총합	10	11	11	11	10	10	11	11	11	96	

바. 세부프로젝트 예산

- 수출용 무 품종 육종 과제는 계통육성, 교배조합 작성, 종자 생산, 현지 개발 및 판매를 위해서 다음과 같이 예산을 편성함
- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성 하였음

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
만추대 타원형 백수계 품종 개발	정부 (억원)	1.1	1.5	1.45	1.5	1.5	1.5	1.45	1.5	1.5	13
	민간 (억원)	0.4	0.53	0.54	0.51	0.6	0.55	0.5	0.5	0.5	4.63
	합계	1.5	2.03	1.99	2.01	2.1	2.05	1.95	2	2	17.63

사. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 주체별 전략

주체	수입대체 전략	
민간종자회사	목표시장 계통 육성 및 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 시장조사, 수출 대상 지역 선두 품종 조사 • 유전자원 수집, 계통 육성 • 웅성불임 계통 육성, 유지친 및 화분친 육성 • F1 교배조합 작성, 우수조합 선발 및 생산력 및 지역적응성 검정
	육성 품종, 종자 생산 및 판매	<ul style="list-style-type: none"> • 육성 품종의 생산력 검정 • 생산된 종자의 순도 검정 및 판매
	대학 및 연구 기관들 간 협력 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 순도검정, 내병성 테스트, 마커 개발 등
대학 및 연구기관	육종 효율 증진을 위한 기반 연구 집중	<ul style="list-style-type: none"> • 내병성 검정 시스템 구축 • 마커개발 시스템 구축 • 반수체 육성을 통한 계통 육성 • 유연관계 분석을 통한 잡종강세 품종 개발 • 채종효율 증진을 위한 자원 개발

아. 품종 육종 세부 프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	중국 수출용 무 품종개발		
세부 프로젝트명	3-1. 만추대 타원형 백수계 품종 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9 년)	연구비 지원범위	총 1763 (백만원) (9년, 정부 1300 , 민간 463)
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"> ○ 최종목표 : 중국용 만추대 백수계 품종 개발 - 근피가 깨끗하고 추대가 늦은 백수계 품종 개발 - 위황병/뿌리혹병/바이러스 등의 병에 강한 복합 내병성 백수계 품종 개발 - 적심/흑심/바람들이 등의 생리 장애에 강한 백수계 품종 개발 - 내병성(위황병,뿌리혹병), 만추대성, 내생리장애성이 보완된 백수계 품종 개발 - 중국 수출 관련 현지 시험포 확보 및 현지 네트워크 구축 		
연구 필요 구성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중국 백수계 무는 중국에서 가장 많이 재배되는 무 형태로 주로 중부와 남부 지역에서 재배됨. 종자 소요량 및 재배면적 등이 매우 큰 시장으로 만추대성의 고품질 품종이 개발된다면 성장 가능성이 매우 높은 시장임 ○ 기존 우점 품종 대비 내병성(위황병, 뿌리혹병 등), 만추대성, 내 생리장애성이 보강된 품종이 개발된다면 고단가 판매 전략이 가능함 ○ 만추대성으로 근피가 깨끗하며, 현지 주요 병에 대한 내병성이 강화된 고단가의 품종 개발이 필요함 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중국 수출 관련 현지 시험포 확보 및 현지 네트워크 구축 ○ 만추대, 내병성, 내생리장애성 계통 육성 ○ 중국용 만추대 백수계 품종 개발을 위한 조합 작성 ○ 중국현지 적응성 시험을 통한 지역별 우수 조합 선별 ○ 현지 재배 시험 및 시교시험 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중국 무 종자의 시장규모는 약 367억원 규모(2010년)로 추정되며, 재배면적은 120만 ha로 정체 상태이나 F1품종 전환과 단가 상승을 통해 시장규모 급증이 예상됨 ○ 중국 백수계 무는 중국에서 가장 많이 재배되는 무 형태로 고품질의 품종 개발로 종자 판매 단가가 상승될 전망이며 시장 성장 가능성이 매우 높은 시장임 ○ 중국 백수계 무 시장의 리딩 품종은 근피 및 근형면에서는 소비자들이 만족하고 있으나, 추대성 및 내병성에 대해서는 요구도가 증가하고 있는 추세임 ○ 기존 리딩품종 대비 추대성 및 내병성이 보완된 품종 개발로 고단가 판매 전략이 가능하고 중국 내 시장 점유율 확대가 가능함 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 국내 중요 회사, 기관 및 민간 육종가 ○ 신청요건 : 무 품종 개발이 자체적으로 가능하고 중국 현지 수출 인프라가 있는 중요 회사 ○ 기타사항 : 		
Keyword	한 글	봄무, 백수계, 육종, 만추대, 늦은 바람들이	
	영 문	spring radish, white should, breeding, late-bolting, late phiness	

세부프로젝트 3-2 : 만추대 타원형 청수계 품종개발

가. 세부프로젝트 도출 배경

□ 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 무(*Raphanus sativus* L.)는 배추와 더불어 배추과에 속하는 작물로 국내와 일본 전역에 재배되고 있고, 비타민, 다양한 무기물질, 황 화합물, 등 몸에 유익한 성분을 다량 함유하고 있는 알칼리성 채소작물임
- 전세계 무 재배 면적은 약 150만 ha로(종자업체추산) 그중 중국이 약 100만~120만 ha로 가장 넓으며 인도 및 동남아가 약 30만 평 정도로 두 번째로 넓은 재배 면적으로 보면 중국과 인도가 약 85~90%의 면적을 차지하고 있으나 종자 가격 면에서는 약 20~30% 정도의 시장을 점유
 - 반면 한국 과 일본은 재배면적은 약 8% 내외이나 종자 가격은 70~80%를 차지
- 중국 시장은 OP가 대부분이나 경제가 성장함에 따라 양적인 부분 보다는 품질을 따지는 시장으로 바뀌고 있어 OP에서 F1품종으로 전환 될 때 현재의 시장가치는 낮으나 미래의 시장가치는 무궁무진하다 할 수 있다
- 중국 재래종 OP 시장으로 청피계 품종, 대륙홍환, 근피가 붉으나 속은 순백색인 품종, 백색이나 청색 근피에 속이 붉은 무 품종은 아직 경쟁 품종이 없으므로 이 시장을 OP 시장으로 유도하고 선두 품종을 육성 할 수 있다면 시장서이 아주 큰 작형
- 무의 주요 병해는 위황병, 무사마귀병, 연부병, 바이러스병, 흑반병, 근부병 등의 피해가 있고, 일본의 경우 위황병, 무사마귀병등이 강한 품종이 육성되어 있으며 지속적으로 이들 병에 강한 품종 육성이 요구됨. 중국의 경우도 추대성, 내병성등의 요구도가 증가되고 있으며 고품질의 내병성이 강화된 품종 육성이 요구됨
- 2010년 현재 중국 무 종자의 시장규모는 약 367억원 규모로 추정되며, 재배면적은 120만ha로 정체 상태이나 F1품종 전환과 단가 상승을 통해 시장규모 급증이 예상됨

- 중국의 무 종자 시장은 봄 무, 여름 무, 가을 무, 월동 무 등 재배시기와 청수, 백수 등 무 형태에 따라 다양한 로컬 타입의 시장으로 세분화되어 있음
- 백수계/청수계/남방환엽계 무 품종이 주를 이루고 있으며, OP 시장이 주를 이루고 있으나 F1 품종이 확대되고 있음
- 백수계 무는 중국에서 가장 많이 재배되고 선호되는 무 형태로 근피가 매끈하고 내부색이 순백색 품종이며, 봄 백수계 무는 중국 중부와 남부 지역에서 재배됨

나. 세부프로젝트 최종 목표

- 중국 수출용 만추대 타원형 청수계 품종 개발 과제는 무 신품종을 육종 하고 상용화 하여 2021년 무 GSP 전체 수출 및 수입 대체 효과 2,000 달러 달성을 위해 종자수출 295만 달러를 달성하고 및 품종 보호 5건을 출원 할 예정임

□ 중국용 품종개발 연구내용

- 바이러스에 강하면서 적심 흑심 등 생리 장애가 강한 품종 육성
- 잎이 짧으면서 고 밀도채식 재배가 가능한 품종 육성
- 중국용 맞추대 타원형 청수계 무는 추대가 늦으면서 바람들이 늦은 품종육성
- 중국용 만추대 타원형 청수계 무는 저장성이 있으면서 순도가 우수한 품종 육성

□ 단계별 목표 및 내용

세부프로젝트	1단계(2013~2016)	2단계(2017~2021)
만추대 타원형 청수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 370 조합 • 국내 재배시험 - 290 조합 • 현지 시교 시험 - 6 품종 • 품종 보호출원 - 2 품종 • 종자 판매 - 5 만불 	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 950 조합 • 국내 재배시험 - 720 조합 • 현지 시교 시험 - 25 품종 • 품종 보호출원 - 3 품종 • 종자 판매 - 290 만불

○ 연차별(1단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1 차 년 도	2013	만추대 타원형 청수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 50 조합 • 국내 재배시험 - 40 조합 • 현지 시교 시험 - 7 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 0 만불
2 차 년 도	2014	만추대 타원형 청수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 70 조합 • 국내 재배시험 - 50 조합 • 현지 시교 시험 - 1 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 0 만불
3 차 년 도	2015	만추대 타원형 청수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 100 조합 • 국내 재배시험 - 80 조합 • 현지 시교 시험 - 2 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 0 만불
4 차 년 도	2016	만추대 타원형 청수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 150 조합 • 국내 재배시험 - 120 조합 • 현지 시교 시험 - 3 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 5 만불

○ 연차별(2단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
5 차 년 도	2017	만추대 타원형 청수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 150 조합 • 국내 재배시험 - 120 조합 • 현지 시교 시험- 5 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 20 만불
6 차 년 도	2018	만추대 타원형 청수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 200 조합 • 국내 재배시험 - 150 조합 • 현지 시교 시험- 5 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 20 만불
7 차 년 도	2019	만추대 타원형 청수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 200 조합 • 국내 재배시험 - 150 조합 • 현지 시교 시험 - 5 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 40 만불
8 차 년 도	2020	만추대 타원형 청수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 200 조합 • 국내 재배시험 - 150 조합 • 현지 시교 시험- 5 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 60 만불
9 차 년 도	2021	만추대 타원형 청수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 200 조합 • 국내 재배시험 - 150 조합 • 현지 시교 시험- 5 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 150 만불

다. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진 방법

○ 계통 육성

- 기 육성 해 오든 계통과 육종 기반연구의 반수체 육성, 내병성 육종을 통해 중국 지역에 맞는 육성 계통 선발

○ 교배 조합 작성 및 국내 재배 시험

- 기존의 계통을 이용하여 교배 조합을 작성하고 임성, 개화시기 등을 조사하고 국내 포장에 1차로 재배 시험을 실시함

○ 해외 현지 시험 및 시교 시험

- 국내에서 1차로 선발된 조합을 바탕으로 수출 지역의 현지 시험을 통해 우수한 품종을 2차로 선발함, 2차로 선발된 품종은 시교를 생산하고 3년차 해외 재배시험을 실시하고 판매 여부에 대해 현지 회사를 대상으로 시교를 배포함

○ 시교 대량 생산 및 원종 증식

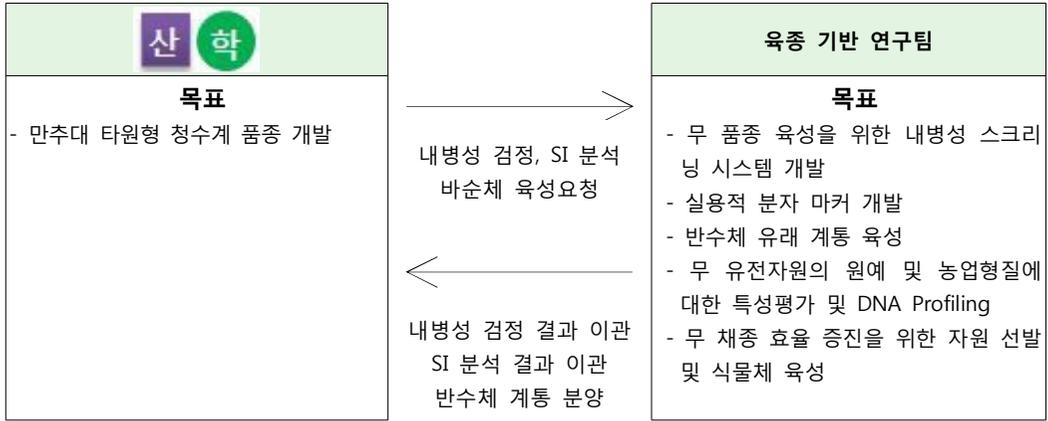
- 현지에서 선발된 품종을 대상으로 대량 시교 생산을 하고 대상품종의 원원종 및 원종증식을 실시하여 판매실시

○ 농가 현자 생산 및 수출

- 선발된 품종을 대상으로 농가 현장 생산을 실시하고 생산된 종자를 받아들, 다화부 혼입, 자식체 출현 등 수출에 필요한 기본 검사를 하고 검사에 통과한 종자를 수출을 함

□ 연구 협력 체계

- 수출용 무 품종 육종은 수출 대상 지역에 따라서 차이가 많이 나는데 중국용 청피계무는 균일성, 바람들이 및 위황병 등 내병성이 문제가 되므로 내병성 분석팀에 의뢰하여 내병성 검정을 의뢰하여 계통육성 및 F1 품종을 시험하고 육종연한을 단축하기 위한 반수체 계통 육성을 통하여 육성계통을 조기에 개발할 수 있도록 상호 보완 하며 자가불화합 마커 등을 개발하여 교배효율을 증가 하는데 목표를 두고자 한다.



라. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수	2	3	5		
	품종등록 건수	국내	0	1		
		국외				
	종자수출액	5 만불	290 만불	295 만불		
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원				
등록						
국제특허	출원					
	등록					
매출액	국내					
	국외					
기술이전 *****						
특 성 지 표	인력양성	1	1	2		
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					

마. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 육종 프로젝트의 연구진은 각 종묘 회사가 주축이 되어 육종 경험이 있는 breeder가 주축이 되어 품종을 육종하고 육종 기반 연구의 내병성, 실용적 분자 마커, 반수체 배양 연구팀과 함께 구성되는 것이 효율적임
- 본 수출용 무 품종 육종 프로젝트를 수행할 후보 기관은 학교, 기업, 정부 기관 등 육종능력을 가지고 있는 모든 기관 및 회사가 될 수 있음
 - 기업 : 농우(주), 농협, 동부 팜 한농, 권농종묘, 삼성종묘, 아시아 종묘, 코레곤종묘, 현대종묘, 대일종묘, 뉴란, 네오씨드
 - 대학 및 정부 기관 : 국립원예특작 과학원, 세종대학교, 목포 대학교 등

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 17명, 석사급 18명, 기타인력 65명의 총 100명으로 구성함

세부 프로젝트		1단계				2단계					총계	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
소 요 인 력	만추대 타원형 청수계 품종 개발	박사급	1	2	2	2	2	2	2	2	2	17
		석사급	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
		기타	6	7	7	7	7	7	8	8	8	65
		총합	9	11	11	11	11	11	12	13	13	100

바. 세부프로젝트 예산

- 수출용 무 품종 육종 과제는 계통육성, 교배조합 작성, 종자 생산, 현지 개발 및 판매를 위해서 다음과 같이 예산을 편성함
- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성 하였음

세부프로 젝트명	구분 연구 기간	1단계				2단계					총계
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
만추대 타원형 청수계 품종 개발	정부 (억원)	0.8	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1.05	1.1	1.1	9.75
	민간 (억원)	0.4	0.42	0.4	0.41	0.39	0.4	0.4	0.4	0.4	3.62
	합계	1.2	1.62	1.5	1.61	1.49	1.5	1.45	1.5	1.5	13.37

사. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 주체별 전략

주체	수입대체 전략	
민간종자회사	목표시장 계통 육성 및 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 시장조사, 수출 대상 지역 선두 품종 조사 • 유전자원 수집, 계통 육성 • 웅성불임 계통 육성, 유지친 및 화분친 육성 • F1 교배조합 작성, 우수조합 선발 및 생산력 및 지역적응성 검정
	육성 품종, 종자 생산 및 판매	<ul style="list-style-type: none"> • 육성 품종의 생산력 검정 • 생산된 종자의 순도 검정 및 판매
	대학 및 연구 기관들 간 협력 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 순도검정, 내병성 테스트, 마커 개발 등
대학 및 연구기관	육종 효율 증진을 위한 기반 연구 집중	<ul style="list-style-type: none"> • 내병성 검정 시스템 구축 • 마커개발 시스템 구축 • 반수체 육성을 통한 계통 육성 • 유연관계 분석을 통한 잡종강세 품종 개발 • 채종효율 증진을 위한 자원 개발

아. 품종 육종 세부 프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	중국 수출용 무 품종개발		
세부 프로젝트명	3-2. 만추대 타원형 청수계 품종 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9 년)	연구비 지원범위	총 1337 (백만원) (9년, 정부 975 , 민간 362)
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"> ○ 최종목표 : 수출용 무 품종 육성 - 추대가 낮고 저온기 비대성이 좋으며 수량성이 많은 품종개발 - 청수가 진하며 원통형의 품종개발 - 바람들이가 낮고 근피가 곱고 수송성이 좋은 품종개발 - 위황병등 내병성이 강하고 순도가 우수한 품종개발 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 중국의 무 재배면적은 대략 315,700ha 정도이며 만추대 청수계무는 30,000ha정도로 아직 미약하지만 점차 재배면적이 늘어날 것으로 보임 - 주 재배지역은 섬서, 요녕, 장북, 복건성 지역으로 재배면적이 급속히 증가하고 있음 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 중국용 만추대 청수계 품종 개발을 위한 계통 육성 - 중국용 만추대 청수계 품종 개발을 위한 조합 작성 - 중국용 만추대 청수계 품종 개발을 위한 시교 생산 - 중국용 만추대 청수계 품종 개발을 위한 원종증식 체계 확립 - 중국용 만추대 청수계 품종 개발을 위한 현지 재배 시험 및 시교시험 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 만추대 청수계 품종의 시장 면적은 약30,000 ha로 아직 미약하나 섬서, 요녕, 장북, 복건성 지역으로 종자 소모량은 13,000Kg 정도이고 소득수준향상과 연중 공급체제로 시장이 급격히 증가 할 것으로 기대됨 ○ 중국 수출용 무 품종육성으로 국익 창출 ○ 품종 육종 기술 개발로 인력 양성 ○ 육종 기반 연구팀과 공동 연구로 MS 자가불화합 등 육종 효율을 증대할 수 있는 기술력 확보 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 국내 중요 회사, 기관 및 민간 육종가 ○ 신청요건 : 무 품종 개발이 자체적으로 가능하고 중국 현지 수출 인프라가 있는 중요 회사 ○ 기타사항 : 		
Keyword	한 글	중국용 무, 만추대, 청피계, 자가불화합 이용 육종, MS 이용 육종	
	영 문	Late bolting, dark green should, SI breeding, MS breeding	

세부프로젝트 3-3 : 재래종 (청피홍심 등) 품종 개발

가. 세부프로젝트 도출 배경

□ 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 무(*Raphanus sativus* L.)는 배추와 더불어 배추과에 속하는 작물로 국내와 일본 전역에 재배되고 있고, 비타민, 다양한 무기물질, 황 화합물, 등 몸에 유익한 성분을 다량 함유하고 있는 알칼리성 채소작물임
- 전세계 무 재배 면적은 약 150만 ha로(종자업체추산) 그중 중국이 약 100만 ~120만 ha로 가장 넓으며 인도 및 동남아가 약 30만 평 정도로 두 번째로 넓은 재배 면적으로 보면 중국과 인도가 약 85~90%의 면적을 차지하고 있으나 종자 가격 면에서는 약 20 ~30% 정도의 시장을 점유
 - 반면 한국 과 일본은 재배면적은 약 8% 내외이나 종자 가격은 70~80%를 차지
- 중국 시장은 OP가 대부분이나 경제가 성장함에 따라 양적인 부분 보다는 품질을 따지는 시장으로 바뀌고 있어 OP에서 F1품종으로 전환 될 때 현재의 시장가치는 낮으나 미래의 시장가치는 무궁무진하다 할 수 있음
- 중국 재래종 OP 시장으로 청피계 품종, 대륙홍환, 근피가 붉으나 속은 순백색인 품종, 백색이나 청색 근피에 속이 붉은 무 품종은 아직 경쟁 품종이 없으므로 이 시장을 OP 시장으로 유도하고 선두 품종을 육성 할 수 있다면 시장성이 아주 큰 작형
- 무의 주요 병해는 위황병, 무사마귀병, 연부병, 바이러스병, 흑반병, 근부병 등의 피해가 있고, 일본의 경우 위황병, 무사마귀병등이 강한 품종이 육성되어 있으며 지속적으로 이들 병에 강한 품종 육성이 요구됨. 중국의 경우도 추대성, 내병성등의 요구도가 증가되고 있으며 고품질의 내병성이 강화된 품종 육성이 요구됨
- 2010년 현재 중국 무 종자의 시장규모는 약 367억원 규모로 추정되며, 재배면적은 120만ha로 정체 상태이나 F1품종 전환과 단가 상승을 통해 시장규모 급증이 예상됨

- 중국의 무 종자 시장은 봄 무, 여름 무, 가을 무, 월동 무 등 재배시기와 청수, 백수 등 무 형태에 따라 다양한 로컬 타입의 시장으로 세분화되어 있음
- 백수계/청수계/남방환엽계 무 품종이 주를 이루고 있으며, OP 시장이 주를 이루고 있으나 F1 품종이 확대되고 있음
- 백수계 무는 중국에서 가장 많이 재배되고 선호되는 무 형태로 근피가 매끈하고 내부색이 순백색 품종이며, 봄 백수계 무는 중국 중부와 남부 지역에서 재배됨

나. 세부프로젝트 최종 목표

- 재래종 (청피홍심 등) 품종 개발 과제는 무 신품종을 육성 하고 상용화 하여 2021년 무 GSP 전체 수출 및 수입 대체 효과 2,000 달러 달성을 위해 종자수출 365만 달러를 달성하고 및 품종 보호 6건을 출원 할 예정임

□ 중국용 품종개발 연구내용

- 바이러스에 강하면서 적심 흑심 등 생리 장애가 강한 품종 육성
- 중국 재래종 무는 잎이 짧으면서 고 밀도재식 재배가 가능한 품종 육성
- 중국용 재래종 무는 청피홍심 등 붉은색이 지한 품종 육성
- 중국용 청피계인 중국 청피 무는 저장성이 뛰어난 품종 육성
- 중국용 청피계인 중국 청피 무는 순도가 우수한 품종 육성
- 중국용 재래종 품종은 비대가 빠르면서 바람들이가 낮은 품종 육성
- 중국용 재래종 균일도가 뛰어난 품종 육성

□ 단계별 목표 및 내용

세부프로젝트	1단계(2013~2016)	2단계(2017~2021)
재래종(청피홍심 등) 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 360 조합 • 국내 재배시험 - 280 조합 • 현지 시교 시험 - 13 품종 • 품종 보호출원 - 2 품종 • 종자 판매 - 25 만불 	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 830 조합 • 국내 재배시험 - 690 조합 • 현지 시교 시험 - 34 품종 • 품종 보호출원 - 4 품종 • 종자 판매 - 340 만불

○ 연차별(1단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1 차 년 도	2013	재래종(청피홍심 등) 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 60 조합 • 국내 재배시험 - 40 조합 • 현지 시교 시험 - 2 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 0 만불
2 차 년 도	2014	재래종(청피홍심 등) 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 80 조합 • 국내 재배시험 - 60 조합 • 현지 시교 시험 - 3 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 0 만불
3 차 년 도	2015	재래종(청피홍심 등) 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 100 조합 • 국내 재배시험 - 80 조합 • 현지 시교 시험 - 3 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 5 만불
4 차 년 도	2016	재래종(청피홍심 등) 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 120 조합 • 국내 재배시험 - 100 조합 • 현지 시교 시험 - 5 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 20 만불

○ 연차별(2단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
5 차 년 도	2017	재래종(청피홍심 등) 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 120 조합 • 국내 재배시험 - 100 조합 • 현지 시교 시험- 5 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 20 만불
6 차 년 도	2018	재래종(청피홍심 등) 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 150 조합 • 국내 재배시험 - 130 조합 • 현지 시교 시험- 7 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 40 만불
7 차 년 도	2019	재래종(청피홍심 등) 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 180 조합 • 국내 재배시험 - 150 조합 • 현지 시교 시험 - 7 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 50 만불
8 차 년 도	2020	재래종(청피홍심 등) 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 180 조합 • 국내 재배시험 - 150 조합 • 현지 시교 시험- 7 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 80 만불
9 차 년 도	2021	재래종(청피홍심 등) 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 200 조합 • 국내 재배시험 - 160 조합 • 현지 시교 시험- 8 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 150 만불

다. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진 방법

○ 계통 육성

- 기 육성 해 오든 계통과 육종 기반연구의 반수체 육성, 내병성 육종을 통해 중국에 맞는 육성 계통 선발

○ 교배 조합 작성 및 국내 재배 시험

- 기존의 계통을 이용하여 교배 조합을 작성하고 임성, 개화시기 등을 조사하고 국내 포장에 1차로 재배 시험을 실시함

○ 해외 현지 시험 및 시교 시험

- 국내에서 1차로 선발된 조합을 바탕으로 수출 지역의 현지 시험을 통해 우수한 품종을 2차로 선발함, 2차로 선발된 품종은 시교를 생산하고 3년차 해외 재배시험을 실시하고 판매 여부에 대해 현지 회사를 대상으로 시교를 배포함

○ 시교 대량 생산 및 원종 증식

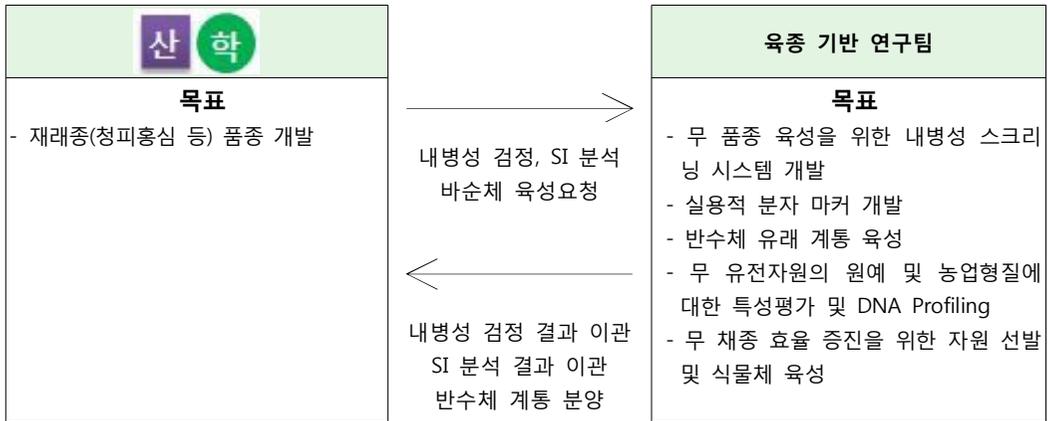
- 현지에서 선발된 품종을 대상으로 대량 시교 생산을 하고 대상품종의 원원종 및 원종증식을 실시하여 판매실시

○ 농가 현자 생산 및 수출

- 선발된 품종을 대상으로 농가 현장 생산을 실시하고 생산된 종자를 받아들, 다화분 혼입, 자식체 출현 등 수출에 필요한 기본 검사를 하고 검사에 통과한 종자를 수출을 함

□ 연구 협력 체계

- 수출용 무 품종 육종은 수출 대상 지역에 따라서 차이가 많이 나는데 중국용 재래종은 바람들이, 균일도, 비대 및 위황병등 내병성이 문제가 되므로 내병성 분석팀에 의뢰하여 내병성 검정을 의뢰하여 계통육성 및 F1 품종을 시험하고 육종 연한을 단축하기 위한 반수체 계통 육성을 통하여 육성계통을 조기에 개발할 수 있도록 상호 보완 하며 자가불화합 마커 등을 개발하여 교배효율을 증가하는데 목표를 두고자 한다.



라. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수	2	4	6		
	품종등록 건수	국내	0	1	2	
		국외				
	종자수출액	25 만불	340 만불	365 만불		
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원				
등록						
국제특허	출원					
	등록					
매출액	국내					
	국외					
기술이전 *****						
특 성 지 표	인력양성	1	1	2		
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					

마. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 육종 프로젝트의 연구진은 각 종묘 회사가 주축이 되어 육종 경험이 있는 breeder가 주축이 되어 품종을 육종하고 육종 기반 연구의 내병성, 실용적 분자 마커, 반수체 배양 연구팀과 함께 구성되는 것이 효율적임
- 본 수출용 무 품종 육종 프로젝트를 수행할 후보 기관은 학교, 기업, 정부 기관 등 육종능력을 가지고 있는 모든 기관 및 회사가 될 수 있음
 - 기업 : 농우(주), 농협, 동부 팜 한농, 권농종묘, 삼성종묘, 아시아 종묘, 코레곤종묘, 현대종묘, 대일종묘, 뉴란, 네오씨드
 - 대학 및 정부 기관 : 국립원예특작 과학원, 세종대학교, 목포 대학교 등

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 14명, 석사급 18명, 기타인력 60명의 총 92명으로 구성함

세부 프로젝트		1단계				2단계					총계	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
소 요 인 력	재래종(청피홍 심 등) 품종 개발	박사급	1	1	1	1	1	1	2	2	2	14
		석사급	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
		기타	6	7	7	7	7	7	7	7	7	60
		총합	9	10	10	10	10	10	11	11	11	92

바. 세부프로젝트 예산

- 수출용 무 품종 육종 과제는 계통육성, 교배조합 작성, 종자 생산, 현지 개발 및 판매를 위해서 다음과 같이 예산을 편성함
- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성 하였음

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
재래종(청피홍심 등) 품종 개발	정부(억원)	0.9	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	9.9
	민간(억원)	0.4	0.42	0.4	0.41	0.39	0.4	0.4	0.4	0.4	3.62
	합계	1.3	1.62	1.5	1.61	1.49	1.5	1.5	1.5	1.5	13.52

사. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 주체별 전략

주체	수입대체 전략	
민간종자회사	목표시장 계통 육성 및 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 시장조사, 수출 대상 지역 선두 품종 조사 • 유전자원 수집, 계통 육성 • 웅성불임 계통 육성, 유지친 및 화분친 육성 • F1 교배조합 작성, 우수조합 선발 및 생산력 및 지역적응성 검정
	육성 품종, 종자 생산 및 판매	<ul style="list-style-type: none"> • 육성 품종의 생산력 검정 • 생산된 종자의 순도 검정 및 판매
	대학 및 연구 기관들 간 협력 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 순도검정, 내병성 테스트, 마커 개발 등
대학 및 연구기관	육종 효율 증진을 위한 기반 연구 집중	<ul style="list-style-type: none"> • 내병성 검정 시스템 구축 • 마커개발 시스템 구축 • 반수체 육성을 통한 계통 육성 • 유연관계 분석을 통한 잡종강세 품종 개발 • 채종효율 증진을 위한 자원 개발

아. 품종 육종 세부 프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	중국 수출용 무 품종개발		
세부 프로젝트명	3-3. 중국 재래종(청피홍심 등)품종 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9 년)	연구비 지원범위	총 1353 (백만원) (9년, 정부 990 , 민간 363)
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"> ○ 최종목표 : 수출용 무 품종 육성 - 중국지방 재래종 및 남방계 무는 내서성이 강하고 바람들이에 강한 품종 육성 - 여름은 바이러스가 문제가 되므로 바이러스에 강한 품종 개발 - 중국지방 재래종 및 남방계 무는 지역에 따른 품종요구도 다양하므로 백수 품질, 수송성, 저장성, 소비자 기호에 맞는 품종 개발 - 고정종을 탈피한 품질이 우수한 교배종 무 품종 개발 		
연구 구성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 무는 중국에서 가장 중요한 채소 작물 중 하나로 재배 면적이 넓고 소비가 많은 작물임. 중국무 재배면적은 약 900, 000ha 중국 지방재래종 시장 면적은 약33,000 ha로 현재 고정종시장이며, 교배종 육성품종이 초보적이며 시장 요구도에 미치지 못하고 있는 실정. ○ 시장주도 교배종은 일본종자회사 품종이 지배적이나, 품종우수도가 미약한 상태 ○ 목표시장에 대한 중국, 일본 종묘회사의 품종개발 노력이 증가하고 있음 ○ 중국에 대한 한국종묘회사의 무 품종개발 이니셔티브를 주도적으로 확대 할 필요가 있음 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 중국지방 재래종 품종개발을 위한 계통 육성(소재활용, 평가) - 중국지방 재래종 품종 개발을 위한 조합 작성(인자분석) - 중국지방 재래종 품종 개발을 위한 시교 생산 - 중국지방 재래종 품종 개발을 위한 원종증식 체계 확립 - 중국지방 재래종 품종 개발을 위한 현지 재배 시험 및 시교시험 - 품종국내출원 및 중국 품종출원 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중국용 무 전체시장 면적은 약900,000 ha로 종자 시장은 약 1천70만불 정도로 형성 되어 있고 앞으로 지방 재래종 및 남방계 무시장은 종자가격 상승 여지가 있음 ○ 중국 수출용 무 품종육성으로 국익 창출 ○ 품종 육종 기술 개발로 인력 양성 ○ 육종 기반 연구팀과 공동 연구로 MS 자가불화합 등 육종 효율을 증대할 수 있는 기술력 확보 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 국내 종묘 회사, 기관 및 민간 육종가 ○ 신청요건 : 무 품종 개발이 자체적으로 가능하고 중국 현지 수출 인프라가 있는 종묘 회사 ○ 기타사항 : 		
Keyword	한 글	중국남방계, 붉은무, 자가불화합 이용 육종, MS 이용 육종, 청피홍심	
	영 문	China south radish, red radish, SI breeding, MS breeding, green & red inside	

프로젝트 4 : 동남아 및 인도용 무 품종 개발

가. 세부프로젝트 도출 배경

□ 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 무(*Raphanus sativus* L.)는 배추와 더불어 배추과에 속하는 작물로 국내와 일본 전역에 재배되고 있고, 비타민, 다양한 무기물질, 황 화합물, 등 몸에 유익한 성분을 다량 함유하고 있는 알칼리성 채소작물임
- 전세계 무 재배 면적은 약 150만 ha로(종자업체추산) 그중 중국이 약 100만~120만 ha로 가장 넓으며 인도 및 동남아가 약 30만 평 정도로 두 번째로 넓은
- 동남아 및 인도 시장은 OP가 대부분이나 경제가 성장함에 따라 양적인 부분 보다는 품질을 따지는 시장으로 바뀌고 있어 OP에서 F1품종으로 전환 될 때 현재의 시장 가치는 낮으나 미래의 시장가치는 무궁무진하다 할 수 있음
- 남방계 품종은 잎이 절엽이 한국과 일본의 품종과는 달리 잎이 완전한 하나의 형태로 이루어진 판엽형으로 되어 있음. 따라서 내서성이 요구되고 바람들이가 아주 빠른 특성이 있어 이 지역에서는 바람들이가 늦고 수량성이 있는 품종의 육성이 요구
- 인도 및 동남아 무의 재배 면적은 정확한 통계는 없으나 업체추산 수십만 ha로 추정되며 현재 대부분 고정종이 재배되고 있으며 고정종에서 F1으로 품종 전환이 되고 있어 잠재적 시장 가치가 무궁무진함

나. 세부프로젝트 최종 목표

- 동남아 및 인도용 품종개발 프로젝트는 무 신품종을 육종 하고 상용화 하여 2021년 무 GSP 전체 수출 및 수입 대체 효과 2,000만 달러 달성을 위해 동남아 및 인도용 품종개발 프로젝트에서는 종자수출 574만 달러를 달성하고 및 품종 보호 10건을 출원 할 예정임

□ 동남아 및 인도용 품종개발 연구내용

- 바이러스에 강하면서 적심 흑심 등 생리 장애가 강한 품종 육성
- 잎이 짧으면서 고 밀도재식 재배가 가능한 품종 육성
- 동남아용 품종은 비대가 빠르면서 바람들이 늦은 품종 육성
- 남방계 품종은 잎이 완전한 하나로 된 편엽계 이므로 내서성이 있는 품종 육성이 요구됨
- 동남아용 품종은 내서성이 있으면서 뿌리혹병 등의 내병성이 있는 품종 육성
- 인도용 남방계 품종은 비대가 빠르면서 바람들이 늦은 품종 육성
- 인도용 남방계 품종은 단위 면적당 수량성이 많은 품종 육성



[그림 5-7] 해외현지 재배시험 현장(인도, 뉴델리 인근 포장 및 시장)



[그림 5-8] 해외현지 동남아 재배시험 현장

□ 단계별 목표 및 내용

세부프로젝트	1단계(2013~2016)	2단계(2017~2021)
동남아 및 인도용 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 680 조합 • 국내 재배시험 - 560 조합 • 현지 시교 시험 - 20 품종 • 품종 보호출원 - 2 품종 • 종자 판매 - 34 만불 	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 1550 조합 • 국내 재배시험 - 1210 조합 • 현지 시교 시험 - 46 품종 • 품종 보호출원 - 8 품종 • 종자 판매 - 540 만불

○ 연차별(1단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1 차 년 도	2013	동남아 및 인도용 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 80 조합 • 국내 재배시험 - 80 조합 • 현지 시교 시험 - 2 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 0 만불
2 차 년 도	2014	동남아 및 인도용 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 160 조합 • 국내 재배시험 - 120조합 • 현지 시교 시험 - 4 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 0 만불
3 차 년 도	2015	동남아 및 인도용 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 200 조합 • 국내 재배시험 - 160 조합 • 현지 시교 시험 - 6 품종 • 품종 보호출원 - 2 품종 • 종자 판매 - 4 만불
4 차 년 도	2016	동남아 및 인도용 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 240 조합 • 국내 재배시험 - 200 조합 • 현지 시교 시험- 8 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 30 만불

○ 연차별(2단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
5 차 년 도	2017	동남아 및 인도용 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 240 조합 • 국내 재배시험 - 200 조합 • 현지 시교 시험- 8 품종 • 품종 보호출원 - 2 품종 • 종자 판매 - 60 만불
6 차 년 도	2018	동남아 및 인도용 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 300 조합 • 국내 재배시험 - 240 조합 • 현지 시교 시험- 8 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 70 만불
7 차 년 도	2019	동남아 및 인도용 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 330 조합 • 국내 재배시험 - 250 조합 • 현지 시교 시험 - 10 품종 • 품종 보호출원 - 2 품종 • 종자 판매 - 90 만불
8 차 년 도	2020	동남아 및 인도용 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 330 조합 • 국내 재배시험 - 250 조합 • 현지 시교 시험- 10 품종 • 품종 보호출원 - 2 품종 • 종자 판매 - 120 만불
9 차 년 도	2021	동남아 및 인도용 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 350 조합 • 국내 재배시험 - 270 조합 • 현지 시교 시험- 10 품종 • 품종 보호출원 - 2 품종 • 종자 판매 - 200 만불

다. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진 방법

○ 계통 육성

- 기 육성 해 오든 계통과 육종 기반연구의 반수체 육성, 내병성 육종을 통해 동남아 지역에 맞는 육성 계통 선발

○ 교배 조합 작성 및 국내 재배 시험

- 기존의 계통을 이용하여 교배 조합을 작성하고 임성, 개화시기 등을 조사하고 국내 포장에 1차로 재배 시험을 실시함

○ 해외 현지 시험 및 시교 시험

- 국내에서 1차로 선발된 조합을 바탕으로 수출 지역의 현지 시험을 통해 우수한 품종을 2차로 선발함, 2차로 선발 된 품종은 시교를 생산하고 3년차 해외 재배시험을 실시하고 판매 여부에 대해 현지 회사를 대상으로 시교를 배포함

○ 시교 대량 생산 및 원종 증식

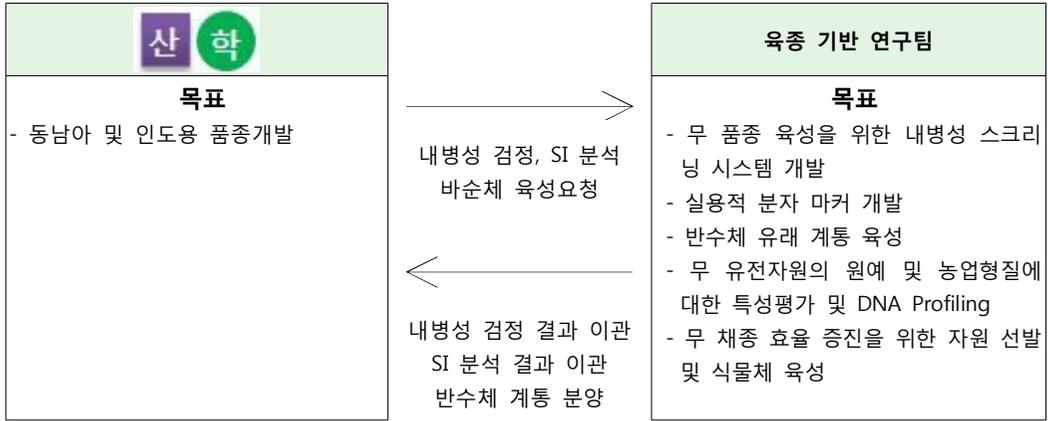
- 현지에서 선발된 품종을 대상으로 대량 시교 생산을 하고 대상품종의 원원종 및 원종증식을 실시하여 판매실시

○ 농가 현자 생산 및 수출

- 선발된 품종을 대상으로 농가 현장 생산을 실시하고 생산된 종자를 받아들, 다화분 혼입, 자식체 출현 등 수출에 필요한 기본 검사를 하고 검사에 통과한 종자를 수출을 함

□ 연구 협력 체계

- 수출용 무 품종 육종은 수출 대상 지역에 따라서 차이가 많이 나는데 동남아 및 인도용 무는 조기비대성, 바람들이가 낮은 품종, 내서성을 가지는 품종 및 위황병 등 내병성이 문제가 되므로 내병성 분석팀에 의뢰하여 내병성 검정을 의뢰하여 계통육성 및 F1 품종을 시험하고 육종 연한을 단축하기 위한 반수체 계통 육성을 통하여 육성계통을 조기에 개발할 수 있도록 상호 보완 하며 자가불화합 마커 등을 개발하여 교배효율을 증가 하는데 목표를 두고자 한다.



□ 수출용 품종 육성 프로젝트 MiCRO 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표
		- 무종자수출 34만 달러 달성 - 품종보호출원 2품종 신청				- 무종자수출 540만 달러 달성 - 품종보호출원 8품종 신청					
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표
동남아 및 인도용 품종 개발	교배조합 작성	계통육성	조합작성 및 재배시험		우수 계통 육성, 선발 및 조합 작성					- 교배조합 작성 2,230조합	
	국내 시험 재배	국내시험	국내시험 및 선발	국내 재배 시험 및 현지 재배시험	국내 재배 시험 및 현지 재배시험					- 국내 재배시험 1,770품종	
	현지 시험재배 및 시교	현지시험	현지 적응 시험 확대		현지 적응 시험 및 수출					- 현지재배 시험 66품종수	
	품종 보호출원 및 수출	보호출원 및 판매			보호출원 신청 및 확대 판매					- 품종 보호출원 10건 신청 - 품종 등록 4건	

라. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수	2	8	10		
	품종등록 건수	국내	1	3	4	
		국외				
	종자수출액	34 만불	540 만불	574 만불		
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원				
		등록				
	국제특허	출원				
		등록				
	매출액	국내				
국외						
기술이전						

특 성 지 표	인력양성	2	2	4		
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					

마. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 육종 프로젝트의 연구진은 각 종묘 회사가 주축이 되어 육종 경험이 있는 breeder가 주축이 되어 품종을 육종하고 육종 기반 연구의 내병성, 실용적 분자 마커, 반수체 배양 연구팀과 함께 구성되는 것이 효율적임
- 본 수출용 무 품종 육종 프로젝트를 수행할 후보 기관은 학교, 기업, 정부 기관 등 육종능력을 가지고 있는 모든 기관 및 회사가 될 수 있음
 - 기업 : 농우(주), 농협, 동부 팜 한농, 권농종묘, 삼성종묘, 아시아 종묘, 코레곤종묘, 현대종묘, 대일종묘, 뉴란, 네오씨드
 - 대학 및 정부 기관 : 국립원예특작 과학원, 세종대학교, 목포 대학교 등

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 27명, 석사급 27명, 기타인력 105명의 총 159명으로 구성함

세부 프로젝트			1단계				2단계					총계
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
소 요 인 력	동남아 및 인도용 품종 개발	박사급	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27
		석사급	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27
		기타	11	12	12	12	11	11	12	12	12	105
		총합	17	18	18	18	17	17	18	18	18	159

바. 세부프로젝트 예산

- 수출용 무 품종 육종 과제는 계통육성, 교배조합 작성, 종자 생산, 현지 개발 및 판매를 위해서 다음과 같이 예산을 편성함
- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성 하였음

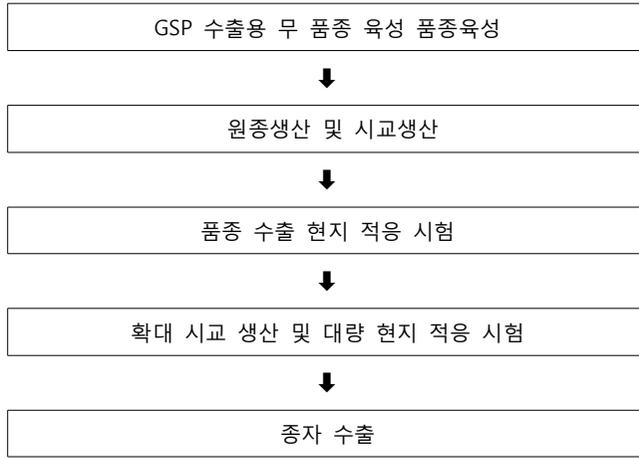
세부프로젝트명	구분 연구기간	1단계				2단계					총계
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
동남아 및 인도용 품종개발	정부 (억원)	1.70	2.45	2.25	2.45	2.25	2.25	2.25	2.3	2.25	20.15
	민간 (억원)	0.80	0.88	0.83	0.83	0.8	0.82	0.84	0.84	0.82	7.46
	합계	2.50	3.33	3.08	3.28	3.05	3.07	3.09	3.14	3.07	27.61

사. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 주체별 전략

주체	수입대체 전략	
민간종자회사	목표시장 계통 육성 및 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 시장조사, 수출 대상 지역 선두 품종 조사 • 유전자원 수집, 계통 육성 • 웅성불임 계통 육성, 유지친 및 화분친 육성 • F1 교배조합 작성, 우수조합 선발 및 생산력 및 지역적응성 검정
	육성 품종, 종자 생산 및 판매	<ul style="list-style-type: none"> • 육성 품종의 생산력 검정 • 생산된 종자의 순도 검정 및 판매
	대학 및 연구 기관들 간 협력 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 순도검정, 내병성 테스트, 마커 개발 등
대학 및 연구기관	육종 효율 증진을 위한 기반 연구 집중	<ul style="list-style-type: none"> • 내병성 검정 시스템 구축 • 마커개발 시스템 구축 • 반수체 육성을 통한 계통 육성 • 유연관계 분석을 통한 잡종강세 품종 개발 • 채종효율 증진을 위한 자원 개발

□ 수출 증대 전략



아. 품종 육종 세부 프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	GSP 수출용 무 종자 개발 프로젝트		
세부 프로젝트명	4. 동남아 및 인도용 품종 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9 년)	연구비 지원범위	총 2761 (백만원) (9년, 정부 2015 , 민간 746)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	○ 최종목표 : 수출용 무 품종육성 (현지에 맞는 수출용 품종 육성) - 바이러스에 강하면서 적심 흑심 등 생리 장애가 강한 품종 육성 - 잎이 짧으면서 고 밀도재식 재배가 가능한 품종 육성 - 동남아용 품종은 비대가 빠르면서 바람들이 낮은 품종 육성 - 남방계 품종은 잎이 완전한 하나로 된 판엽계이므로 내서성이 있는 품종 육성이 요구됨 - 동남아용 품종은 내서성이 있으면서 뿌리혹병 등의 내병성이 있는 품종 육성 - 인도용 남방계 품종은 비대가 빠르면서 바람들이 낮은 품종 육성 - 인도용 남방계 품종은 단위 면적당 수량성이 많은 품종 육성		
연구 필요성	○ 전세계 무 재배 면적은 약 150만 ha로(종자업체추산) 그중 중국이 약 100만 ~120만 ha로 가장 넓으며 인도가 약 30만 평 정도로 두 번째로 넓다. 재배 면적으로 보면 중국과 인도가 약 85~90%의 면적을 차지하고 있으나 종자 가격 면에서는 약 20 ~30% 정도의 시장을 점유 하고 있다. 동남아 및 인도 시장은 OP가 대부분 이므로 경제가 성장함에 따라 양적인 부분 보다는 품질을 따지는 시장으로 바뀌고 있어 OP에서 F1품종으로 전환 될 때 무의 시장가치는 무궁무진하다 할 수 있다.		
주요 연구 내용	- 동남아 및 인도용 무품종 개발을 위한 계통 육성 - 동남아 및 인도용 무품종 개발을 위한 조합 작성 - 동남아 및 인도용 무품종 개발을 위한 시교 생산 - 동남아 및 인도용 무품종 개발을 위한 원종증식 체계 확립 - 동남아 및 인도용 무품종 개발을 위한 현지 재배 시험 및 시교시험		
시장 전망 및 기대 효과	○ 아시아시장 경제가 성장함에 따라 잠재적인 무 시장의 폭발적인 증대가 예상됨 ○ 수출용 무 품종육성으로 국익 창출 ○ 품종 육종 기술 개발로 인력 양성 ○ 육종 기반 연구팀과 공동 연구로 MS, 자가불화합 등 육종 효율을 증대 할 수 있는 기술력 확보		
자격 및 신청 요건	○ 연구기관 자격 : 무 육종 연구기관, 산, 학, 연 ○ 신청요건 : 무 품종 육종 개발에 필요한 유전자원 및 시설의 기반을 갖추고 있고 육종 해온 회사, 기관 및 육종가 ○ 기타사항 :		
Keyword	한글	무, 남방계, 백수계,자가불화합 육종, 웅성불임 육종, 다수확	
	영문	radish, tropical type, white should, SI breeding, MS breeding, high yield	

세부프로젝트 41 : 동남아 청수계 남방계 바이러스 저항성 품종 개발

가. 세부프로젝트 도출 배경

□ 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 무(*Raphanus sativus* L.)는 배추와 더불어 배추과에 속하는 작물로 국내와 일본 전역에 재배되고 있고, 비타민, 다양한 무기물질, 황 화합물, 등 몸에 유익한 성분을 다량 함유하고 있는 알칼리성 채소작물임
- 전세계 무 재배 면적은 약 150만 ha로(종자업체추산) 그중 중국이 약 100만~120만 ha로 가장 넓으며 인도 및 동남아가 약 30만 평 정도로 두 번째로 넓은
- 동남아 및 인도 시장은 OP가 대부분이나 경제가 성장함에 따라 양적인 부분 보다는 품질을 따지는 시장으로 바뀌고 있어 OP에서 F1품종으로 전환 될 때 현재의 시장 가치는 낮으나 미래의 시장가치는 무궁무진하다 할 수 있음
- 남방계 품종은 잎이 절엽이 한국과 일본의 품종과는 달리 잎이 완전한 하나의 형태로 이루어진 판엽형으로 되어 있음. 따라서 내서성이 요구되고 바람들이가 아주 빠른 특성이 있어 이 지역에서는 바람들이가 늦고 수량성이 있는 품종의 육성이 요구
- 인도 및 동남아 무의 재배 면적은 정확한 통계는 없으나 업체추산 수십만 ha로 추정되며 현재 대부분 고정종이 재배되고 있으며 고정종에서 F1으로 품종 전환이 되고 있어 잠재적 시장 가치가 무궁무진함

나. 세부프로젝트 최종 목표

- 동남아 청수계 남방계 바이러스 저항성 품종 개발 프로젝트는 무 신품종을 육종 하고 상용화 하여 2021년 무 GSP 전체 수출 및 수입 대체 효과 2,000만 달러 달성을 위해 동남아 청수계 남방계 바이러스 저항성 품종 개발 프로젝트에서는 종자수출 232만 달러를 달성하고 및 품종 보호 5건을 출원 할 예정임

□ 동남아 품종개발 연구내용

- 바이러스에 강하면서 적심 흑심 등 생리 장애가 강한 품종 육성
- 잎이 짧으면서 고 밀도재식 재배가 가능한 품종 육성
- 동남아용 품종은 비대가 빠르면서 바람들이 낮은 품종 육성
- 남방계 품종은 잎이 완전한 하나로 된 판엽계 이므로 내서성이 있는 품종 육성이 요구됨
- 동남아용 품종은 내서성이 있으면서 뿌리혹병 등의 내병성이 있는 품종 육성



□ 단계별 목표 및 내용

세부프로젝트	1단계(2013~2016)	2단계(2017~2021)
동남아 청수계	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성
남방계	<ul style="list-style-type: none"> • 교배조합 작성 - 340 조합 	<ul style="list-style-type: none"> • 교배조합 작성 - 720 조합
바이러스	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 재배시험 - 280 조합 	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 재배시험 - 580 조합
저항성	<ul style="list-style-type: none"> • 현지 시교 시험 - 10 품종 	<ul style="list-style-type: none"> • 현지 시교 시험 - 23 품종
품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 12 만불 	<ul style="list-style-type: none"> • 품종 보호출원 - 4 품종 • 종자 판매 - 220 만불

○ 연차별(1단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1 차 년 도	2013	동남아 청수계 남방계 바이러스 저항성 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 40 조합 • 국내 재배시험 - 40 조합 • 현지 시교 시험 - 1 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 0 만불
2 차 년 도	2014	동남아 청수계 남방계 바이러스 저항성 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 80 조합 • 국내 재배시험 - 60 조합 • 현지 시교 시험 - 2 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 0 만불
3 차 년 도	2015	동남아 청수계 남방계 바이러스 저항성 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 100 조합 • 국내 재배시험 - 80 조합 • 현지 시교 시험 - 3 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 2 만불
4 차 년 도	2016	동남아 청수계 남방계 바이러스 저항성 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 120 조합 • 국내 재배시험 - 100 조합 • 현지 시교 시험 - 4 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 10 만불

○ 연차별(2단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
5 차 년 도	2017	동남아 청수계 남방계 바이러스 저항성 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 120 조합 • 국내 재배시험 - 100 조합 • 현지 시교 시험- 4 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 20 만불
6 차 년 도	2018	동남아 청수계 남방계 바이러스 저항성 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 150 조합 • 국내 재배시험 - 120 조합 • 현지 시교 시험- 4 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 30 만불
7 차 년 도	2019	동남아 청수계 남방계 바이러스 저항성 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 150 조합 • 국내 재배시험 - 120 조합 • 현지 시교 시험 - 5 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 40 만불
8 차 년 도	2020	동남아 청수계 남방계 바이러스 저항성 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 150 조합 • 국내 재배시험 - 120 조합 • 현지 시교 시험- 5 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 50 만불
9 차 년 도	2021	동남아 청수계 남방계 바이러스 저항성 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 150 조합 • 국내 재배시험 - 120 조합 • 현지 시교 시험- 5 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 80 만불

다. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진 방법

○ 계통 육성

- 기 육성 해 오든 계통과 육종 기반연구의 반수체 육성, 내병성 육종을 통해 동남아 지역에 맞는 육성 계통 선발

○ 교배 조합 작성 및 국내 재배 시험

- 기존의 계통을 이용하여 교배 조합을 작성하고 임성, 개화시기 등을 조사하고 국내 포장에 1차로 재배 시험을 실시함

○ 해외 현지 시험 및 시교 시험

- 국내에서 1차로 선발된 조합을 바탕으로 수출 지역의 현지 시험을 통해 우수한 품종을 2차로 선발함, 2차로 선발된 품종은 시교를 생산하고 3년차 해외 재배시험을 실시하고 판매 여부에 대해 현지 회사를 대상으로 시교를 배포함

○ 시교 대량 생산 및 원종 증식

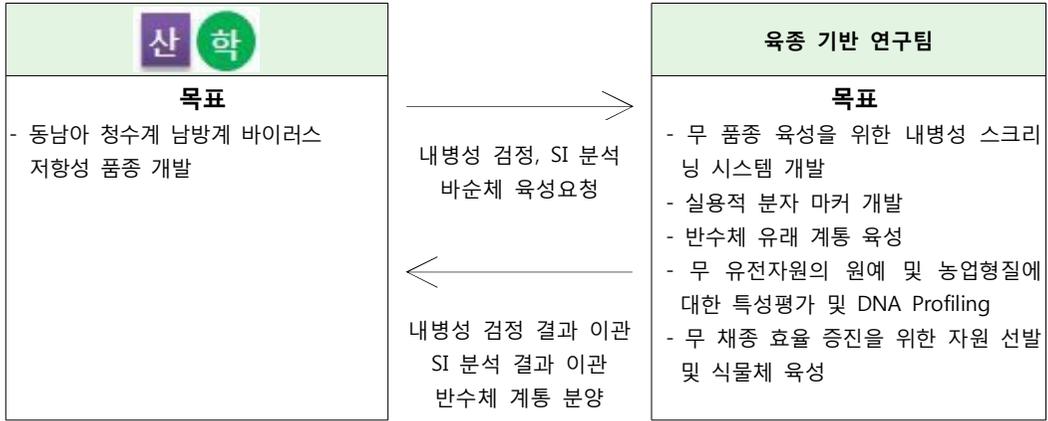
- 현지에서 선발된 품종을 대상으로 대량 시교 생산을 하고 대상품종의 원원종 및 원종증식을 실시하여 판매실시

○ 농가 현자 생산 및 수출

- 선발된 품종을 대상으로 농가 현장 생산을 실시하고 생산된 종자를 받아들, 다화분 혼입, 자식체 출현 등 수출에 필요한 기본 검사를 하고 검사에 통과한 종자를 수출을 함

□ 연구 협력 체계

- 수출용 무 품종 육종은 수출 대상 지역에 따라서 차이가 많이 나는데 동남아무는 조기비대성, 늦은 바람들이, 판엽, 위황병등 내병성이 문제가 되므로 내병성 분석팀에 의뢰하여 내병성 검정을 의뢰하여 계통육성 및 F1 품종을 시험하고 육종 연한을 단축하기 위한 반수체 계통 육성을 통하여 육성계통을 조기에 개발할 수 있도록 상호 보완 하며 자가불화합 마커 등을 개발하여 교배효율을 증가 하는데 목표를 두고자 한다.



라. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수	1	4	5		
	품종등록 건수	국내	0	2	2	
		국외				
	종자수출액	12 만불	220 만불	232 만불		
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원				
등록						
국제특허	출원					
	등록					
매출액	국내					
	국외					
기술이전 *****						
특 성 지 표	인력양성	1	1	2		
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					

마. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 육종 프로젝트의 연구진은 각 종묘 회사가 주축이 되어 육종 경험이 있는 breeder가 주축이 되어 품종을 육종하고 육종 기반 연구의 내병성, 실용적 분자 마커, 반수체 배양 연구팀과 함께 구성되는 것이 효율적임
- 본 수출용 무 품종 육종 프로젝트를 수행할 후보 기관은 학교, 기업, 정부 기관 등 육종능력을 가지고 있는 모든 기관 및 회사가 될 수 있음
 - 기업 : 농우(주), 농협, 동부 팜 한농, 권농종묘, 삼성종묘, 아시아 종묘, 코레곤종묘, 현대종묘, 대일종묘, 뉴란, 네오씨드
 - 대학 및 정부 기관 : 국립원예특작 과학원, 세종대학교, 목포 대학교 등

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 9명, 석사급 18명, 기타인력 45명의 총 72명으로 구성함

세부 프로젝트		1단계				2단계					총계	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
소 요 인 력	동남아 청수계 남방계 바이러 스 저항성 품종 개발	박사급	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
	석사급	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
	기타	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45
	총합	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	72

바. 세부프로젝트 예산

- 수출용 무 품종 육종 과제는 계통육성, 교배조합 작성, 종자 생산, 현지 개발 및 판매를 위해서 다음과 같이 예산을 편성함
- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성 하였음

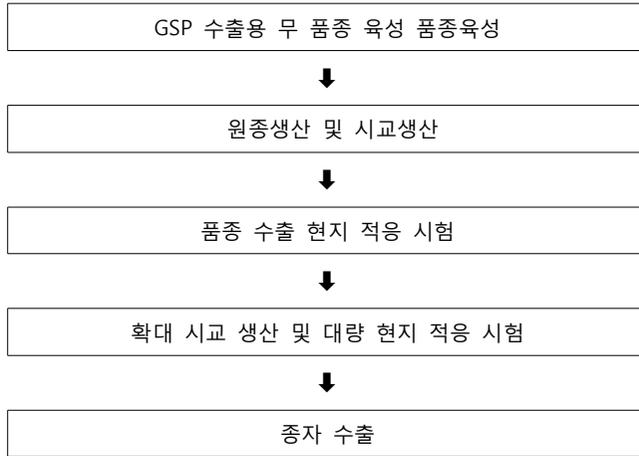
세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
동남아 청수계 남방계 바이러스 저항성 품종 개발	정부 (억원)	0.9	1.3	1.2	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	10.7
	민간 (억원)	0.4	0.46	0.44	0.44	0.43	0.44	0.44	0.44	0.44	3.93
	합계	1.3	1.76	1.64	1.74	1.63	1.64	1.64	1.64	1.64	14.63

사. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 주체별 전략

주체	수입대체 전략	
민간종자회사	목표시장 계통 육성 및 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 시장조사, 수출 대상 지역 선두 품종 조사 • 유전자원 수집, 계통 육성 • 웅성불임 계통 육성, 유지친 및 화분친 육성 • F1 교배조합 작성, 우수조합 선발 및 생산력 및 지역적응성 검정
	육성 품종, 종자 생산 및 판매	<ul style="list-style-type: none"> • 육성 품종의 생산력 검정 • 생산된 종자의 순도 검정 및 판매
	대학 및 연구 기관들 간 협력 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 순도검정, 내병성 테스트, 마커 개발 등
대학 및 연구기관	육종 효율 증진을 위한 기반 연구 집중	<ul style="list-style-type: none"> • 내병성 검정 시스템 구축 • 마커개발 시스템 구축 • 반수체 육성을 통한 계통 육성 • 유연관계 분석을 통한 잡종강세 품종 개발 • 채종효율 증진을 위한 자원 개발

□ 수출 증대 전략



아. 품종 육종 세부 프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	동남아 및 인도용 품종 개발		
세부 프로젝트명	4-1. 동남아 청수계 남방계 바이러스 저항성 품종개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9 년)	연구비 지원범위	총 1462 (백만원) (9년, 정부 1070 , 민간 392)
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"> ○ 최종목표 : 수출용 무 품종중 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 만추대성 장근 다수성 품종 개발 - 조숙성(>45~55) 품종 개발 - 바이러스 저항성이 뛰어난 품종 개발 - 곡근 및 근수부 열근 발생이 적은 품종 개발 - 근피가 깨끗하고 바람들이가 낮은 품종 개발 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 동남아 시장은 현재 OP 시장이 주류를 이루고 있으나 한국과 일본의 F1 품종이 점진적으로 증가 하고 있고 시장 요구도도 OP 보다는 F1을 원하고 있어 육종 기술력이 우수한 우리나라가 이시장에 진출할 수 있는 좋은 기회임 ○ 동남아시아의 경우 만추대성 무의 경우 자체 종자생산의 어려움으로 인해 지속적으로 해외 수입에 의존해야하므로 수출을 위한 전략시장으로 어느 시장보다 유리한 시장으로 시장 선점을 위한 적시성으로 연구개발의 필요성이 높음 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 동남아용 품종 개발을 위한 계통 육성 - 동남아용 품종 개발을 위한 조합 작성 - 동남아용 품종 개발을 위한 시교 생산 - 동남아용 품종 개발을 위한 원종증식 체계 확립 - 동남아용 품종 개발을 위한 현지 재배 시험 및 시교시험 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 만추대성 무 육성 및 채종이 어려운 동남아시아 시장에서 만추대성 무 시장을 선점함으로써 안정된 수출 시장을 확보할 수 있음 ○ 동남아시아 시장은 신흥시장으로 성장가능성이 높아 지속적으로 확대 되는 시장에서 경제적 성과를 향유할 수 있음 ○ 과제 종료시 연 100만불 수출이 가능하며 수출액은 지속적으로 강한 상승 흐름을 지속할 것으로 예측됨 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 무 육종 경력 10년 이상의 육종가 보유 ○ 신청요건 : 무 품종 육종 개발에 필요한 유전자원 및 시설의 기반을 갖추고 있고 육종해온 육종가 ○ 기타사항 : 과제 책임자 과제 전담 보장 		
Keyword	한 글	동남아시아, 만추대성, 자가불화합성 이용 육종, MS 이용 육종, 바이러스	
	영 문	south east Asia, late bolting, SI breeding, MS breeding, virus	

세부프로젝트 42 : 인도용 남방계 백수계 품종 개발

가. 세부프로젝트 도출 배경

□ 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 무(*Raphanus sativus* L.)는 배추와 더불어 배추과에 속하는 작물로 국내와 일본 전역에 재배되고 있고, 비타민, 다양한 무기물질, 황 화합물, 등 몸에 유익한 성분을 다량 함유하고 있는 알칼리성 채소작물임
- 전세계 무 재배 면적은 약 150만 ha로(종자업체추산) 그중 중국이 약 100만~120만 ha로 가장 넓으며 인도 및 동남아가 약 30만 평 정도로 두 번째로 넓은
- 동남아 및 인도 시장은 OP가 대부분이나 경제가 성장함에 따라 양적인 부분 보다는 품질을 따지는 시장으로 바뀌고 있어 OP에서 F1품종으로 전환 될 때 현재의 시장 가치는 낮으나 미래의 시장가치는 무궁무진하다 할 수 있음
- 남방계 품종은 잎이 절엽이 한국과 일본의 품종과는 달리 잎이 완전한 하나의 형태로 이루어진 판엽형으로 되어 있음. 따라서 내서성이 요구되고 바람들이가 아주 빠른 특성이 있어 이 지역에서는 바람들이가 늦고 수량성이 있는 품종의 육성이 요구
- 인도 및 동남아 무의 재배 면적은 정확한 통계는 없으나 업체추산 수십만 ha로 추정되며 현재 대부분 고정종이 재배되고 있으며 고정종에서 F1으로 품종 전환이 되고 있어 잠재적 시장 가치가 무궁무진함

나. 세부프로젝트 최종 목표

- 인도용 남방계 백수계 품종 개발 프로젝트는 무 신품종을 육종 하고 상용화 하여 2021년 무 GSP 전체 수출 및 수입 대체 효과 2,000만 달러 달성을 위해 인도용 남방계 백수계 품종 개발 프로젝트에서는 종자수출 342만 달러를 달성하고 및 품종 보호 5건을 출원 할 예정임

□ 인도용 품종개발 연구내용

- 바이러스에 강하면서 적심 흑심 등 생리 장애가 강한 품종 육성
- 잎이 짧으면서 고 밀도재식 재배가 가능한 품종 육성
- 인도용 품종은 비대가 빠르면서 바람들이 늦은 품종 육성
- 남방계 품종은 잎이 완전한 하나로 된 편엽계 이므로 내서성이 있는 품종 육성이 요구됨
- 인도용 품종은 내서성이 있으면서 뿌리혹병 등의 내병성이 있는 품종 육성
- 인도용 남방계 품종은 비대가 빠르면서 바람들이 늦은 품종 육성
- 인도용 남방계 품종은 단위 면적당 수량성이 많은 품종 육성



□ 단계별 목표 및 내용

세부프로젝트	1단계(2013~2016)	2단계(2017~2021)
인도용 남방계 및 백수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 340 조합 • 국내 재배시험 - 280 조합 • 현지 시교 시험 - 10 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 22 만불 	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 830 조합 • 국내 재배시험 - 630 조합 • 현지 시교 시험 - 23 품종 • 품종 보호출원 - 4 품종 • 종자 판매 - 320 만불

○ 연차별(1단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1 차 년 도	2013	인도용 남방계 및 백수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 40 조합 • 국내 재배시험 - 40 조합 • 현지 시교 시험 - 1 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 0 만불
2 차 년 도	2014	인도용 남방계 및 백수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 80 조합 • 국내 재배시험 - 60 조합 • 현지 시교 시험 - 2 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 0 만불
3 차 년 도	2015	인도용 남방계 및 백수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 100 조합 • 국내 재배시험 - 80 조합 • 현지 시교 시험 - 3 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 2 만불
4 차 년 도	2016	인도용 남방계 및 백수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 120 조합 • 국내 재배시험 - 100 조합 • 현지 시교 시험 - 4 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 20 만불

○ 연차별(2단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
5 차 년 도	2017	인도용 남방계 및 백수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 120 조합 • 국내 재배시험 - 100 조합 • 현지 시교 시험- 4 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 40 만불
6 차 년 도	2018	인도용 남방계 및 백수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 150 조합 • 국내 재배시험 - 120 조합 • 현지 시교 시험- 4 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 40 만불
7 차 년 도	2019	인도용 남방계 및 백수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 180 조합 • 국내 재배시험 - 130 조합 • 현지 시교 시험 - 5 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 50 만불
8 차 년 도	2020	인도용 남방계 및 백수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 180 조합 • 국내 재배시험 - 130 조합 • 현지 시교 시험- 5 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 70 만불
9 차 년 도	2021	인도용 남방계 및 백수계 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 200 조합 • 국내 재배시험 - 150 조합 • 현지 시교 시험- 5 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 120 만불

다. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진 방법

○ 계통 육성

- 기 육성 해 오든 계통과 육종 기반연구의 반수체 육성, 내병성 육종을 통해 동남아 지역에 맞는 육성 계통 선발

○ 교배 조합 작성 및 국내 재배 시험

- 기존의 계통을 이용하여 교배 조합을 작성하고 임성, 개화시기 등을 조사하고 국내 포장에 1차로 재배 시험을 실시함

○ 해외 현지 시험 및 시교 시험

- 국내에서 1차로 선발된 조합을 바탕으로 수출 지역의 현지 시험을 통해 우수한 품종을 2차로 선발함, 2차로 선발 된 품종은 시교를 생산하고 3년차 해외 재배시험을 실시하고 판매 여부에 대해 현지 회사를 대상으로 시교를 배포함

○ 시교 대량 생산 및 원종 증식

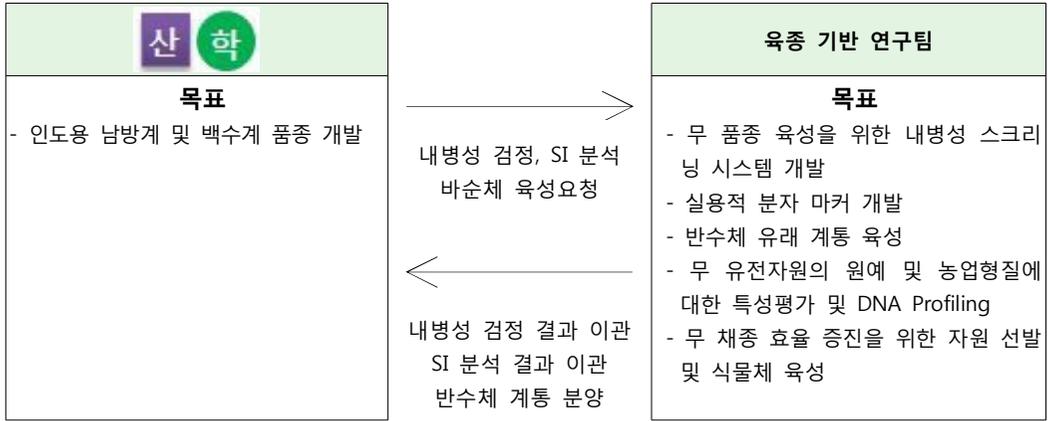
- 현지에서 선발된 품종을 대상으로 대량 시교 생산을 하고 대상품종의 원원종 및 원종증식을 실시하여 판매실시

○ 농가 현자 생산 및 수출

- 선발된 품종을 대상으로 농가 현장 생산을 실시하고 생산된 종자를 받아들, 다화분 혼입, 자식체 출현 등 수출에 필요한 기본 검사를 하고 검사에 통과한 종자를 수출을 함

□ 연구 협력 체계

- 수출용 무 품종 육종은 수출 대상 지역에 따라서 차이가 많이 나는데 인도용 남방계무는 판엽계무, 바람들이가 늦은 품종, 비대가 빠른 품종 위황병등 내병성이 문제가 되므로 내병성 분석팀에 의뢰하여 내병성 검정을 의뢰하여 계통육성 및 F1 품종을 시험하고 육종 연한을 단축하기 위한 반수체 계통 육성을 통하여 육성계통을 조기에 개발할 수 있도록 상호 보완 하며 자가불화합 마커 등을 개발하여 교배효율을 증가 하는데 목표를 두고자 한다.



라. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수	1	4	5		
	품종등록 건수	국내	1	1	2	
		국외				
	종자수출액	22 만불	320 만불	342 만불		
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원				
등록						
국제특허	출원					
	등록					
매출액	국내					
	국외					
기술이전 *****						
특 성 지 표	인력양성	1	1	2		
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					

마. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 육종 프로젝트의 연구진은 각 종묘 회사가 주축이 되어 육종 경험이 있는 breeder가 주축이 되어 품종을 육종하고 육종 기반 연구의 내병성, 실용적 분자 마커, 반수체 배양 연구팀과 함께 구성되는 것이 효율적임
- 본 수출용 무 품종 육종 프로젝트를 수행할 후보 기관은 학교, 기업, 정부 기관 등 육종능력을 가지고 있는 모든 기관 및 회사가 될 수 있음
 - 기업 : 농우(주), 농협, 동부 팜 한농, 권농종묘, 삼성종묘, 아시아 종묘, 코레곤종묘, 현대종묘, 대일종묘, 뉴란, 네오씨드
 - 대학 및 정부 기관 : 국립원예특작 과학원, 세종대학교, 목포 대학교 등

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 18명, 석사급 9명, 기타인력 60명의 총 87명으로 구성함

세부 프로젝트			1단계				2단계					총계
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
소 요 인 력	인도용 남방계 및 백수계 품종 개발	박사급	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
		석사급	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
		기타	6	7	7	7	6	6	7	7	7	60
		총합	9	10	10	10	9	9	10	10	10	87

바. 세부프로젝트 예산

- 수출용 무 품종 육종 과제는 계통육성, 교배조합 작성, 종자 생산, 현지 개발 및 판매를 위해서 다음과 같이 예산을 편성함
- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성 하였음

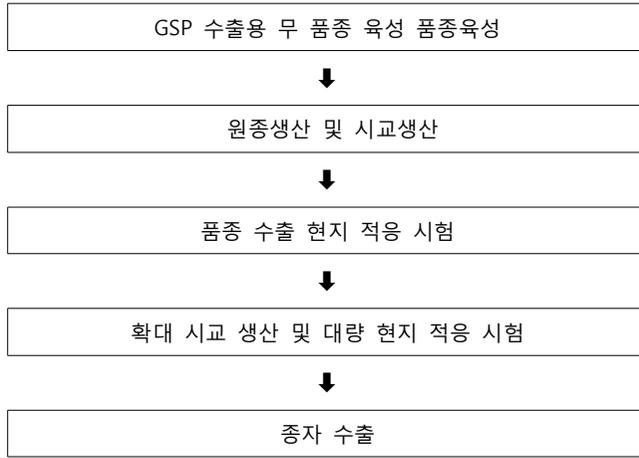
세부프로젝트명	구분 연구기간	1단계				2단계					총계
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
인도용 남방계 및 백수계 품종 개발	정부 (억원)	0.8	1.15	1.05	1.15	1.05	1.05	1.05	1.1	1.05	9.45
	민간 (억원)	0.4	0.4	0.39	0.39	0.37	0.38	0.4	0.4	3.8	6.93
	합계	1.2	1.55	1.44	1.54	1.42	1.43	1.45	1.5	1.43	16.38

사. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 주체별 전략

주체	수입대체 전략	
민간종자회사	목표시장 계통 육성 및 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 시장조사, 수출 대상 지역 선두 품종 조사 • 유전자원 수집, 계통 육성 • 웅성불임 계통 육성, 유지친 및 화분친 육성 • F1 교배조합 작성, 우수조합 선발 및 생산력 및 지역적응성 검정
	육성 품종, 종자 생산 및 판매	<ul style="list-style-type: none"> • 육성 품종의 생산력 검정 • 생산된 종자의 순도 검정 및 판매
	대학 및 연구 기관들 간 협력 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 순도검정, 내병성 테스트, 마커 개발 등
대학 및 연구기관	육종 효율 증진을 위한 기반 연구 집중	<ul style="list-style-type: none"> • 내병성 검정 시스템 구축 • 마커개발 시스템 구축 • 반수체 육성을 통한 계통 육성 • 유연관계 분석을 통한 잡종강세 품종 개발 • 채종효율 증진을 위한 자원 개발

□ 수출 증대 전략



아. 품종 육종 세부 프로젝트 사업제안요구서(RFP)

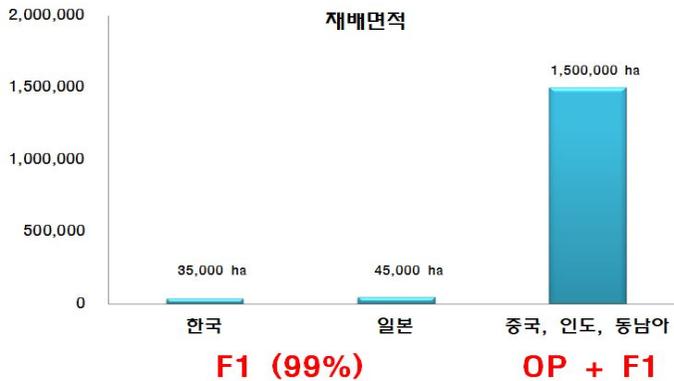
프로젝트명	동남아 및 인도용 품종 개발		
세부 프로젝트명	4-2. 인도용 남방계 백수계 품종 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021 (9 년)	연구비 지원범위	총 1638 (백만원) (9년, 정부 945 , 민간 693)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종목표 : 인도 수출용 남방계 무 품종 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 내서성 백수계(순백색, 아이보리) 품종개발 - 파종 후 45~55일 수확용 조생종 품종개발 - 뿌리가 길며 곡근 발생이 적고, 다수성인 품종개발 - 근수부의 열근 발생이 적고 근피가 깨끗하며 바람들이가 늦은 품종 개발 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인도와 무 재배면적은 약 300,000ha로 종자시장규모는 78억원으로 추정된다. 현재 인도와 동남아의 무 종자 시장은 고정종에서 교배종으로 전환되고 있는 상태로 봄무와 남방계 품종이 주를 이루며, 교배종으로의 전환에 따라서 가격과 시장규모 역시 급속히 증가할 것으로 전망된다. 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 인도용 품종 개발을 위한 계통 육성 - 인도용 품종 개발을 위한 조합 작성 - 인도용 품종 개발을 위한 시교 생산 - 인도용 품종 개발을 위한 원종증식 체계 확립 - 인도용 품종 개발을 위한 현지 재배 시험 및 시교시험 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인도의 남방계 무 시장은 1,000,000kg에 달하며, 이 중 10%(100,000kg)는 50~60\$/kg의 가격에 거래되고 있는 고부가가치 시장이다. 앞으로 인도의 경제성장에 따른 시장 규모가 확대될 것으로 예상되며 100\$/kg의 가격 조건으로 시작 재배가 이루어질 정도로 가능성이 높게 평가됨 ○ 육성된 품종은 동남아시아 각 지역에 판매가 가능하므로 잠재시장의 전망 역시 매우 밝음 ○ 인도 수출용 남방계 무 품종육성으로 수출증대와 품종 육종기술 개발로 인한 육종 기반 연구팀과의 공동 연구로 육성불임·자가불화합 등 육종효율을 증대할 수 있는 기술력을 확보하고 우수한 육종 인력양성의 효과도 전망됨 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 무 육종 연구기관, 산, 학, 연 ○ 신청요건 : 무 품종 육종 개발에 필요한 유전자원 및 시설의 기반을 갖추고 있고 있고 육종해은 육종가 ○ 기타사항 : 		
Keyword	한 글	인도용 무, 만추계, 판엽계, 자가불화합 이용 육종, MS 이용 육종	
	영 문	India radish, late-bolting, entire leaf, SI , MS	

세부프로젝트 5 : 가공용 품종 육성

가. 세부프로젝트 도출 배경

□ 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 무(Raphanus sativus L.)는 배추와 더불어 배추과에 속하는 작물로 국내와 일본 전역에 재배되고 있고, 비타민, 다양한 무기물질, 황 화합물, 등 몸에 유익한 성분을 다량 함유하고 있는 알칼리성 채소작물임
- 전세계 무 재배 면적은 약 150만 ha로(종자업체추산) 그중 중국이 약 100만~120만 ha로 가장 넓으며 인도 및 동남아가 약 30만 평 정도로 두 번째로 넓은
 - 재배 면적으로 보면 중국과 인도가 약 85~90%의 면적을 차지하고 있으나 종자 가격 면에서는 약 20~30% 정도의 시장을 점유
 - 반면 한국 과 일본은 재배면적은 약 8% 내외이나 종자 가격은 70~80%를 차지



- 중국, 동남아 및 인도 시장은 OP가 대부분이나 경제가 성장함에 따라 양적인 부분 보다는 품질을 따지는 시장으로 바뀌고 있어 OP에서 F1품종으로 전환 될 때 현재의 시장 가치는 낮으나 미래의 시장가치는 무궁무진하다 할 수 있다
- 중국 재래종 및 남방계 시장은 대부분 OP 시장으로 청피계 품종, 대륙홍환, 근피가 붉으나 속은 순백색인 품종, 백색이나 청색 근피에 속이 붉은 무 품종은 아직 경쟁 품종이 없으므로 이 시장을 OP 시장으로 유도하고 선두 품종을 육성 할 수 있다면 시장서이 아주 큰 작형
- 남방계 품종은 잎이 절엽이 한국과 일본의 품종과는 달리 잎이 완전한 하나의 형태

로 이루어진 관엽형으로 되어 있다. 따라서 내서성이 요구되고 바람들이가 아주 빠른 특성이 있어 이 지역에서는 바람들이가 늦고 수량성이 있는 품종의 육성이 요구

- 국내 무 재배면적은 약 35,000ha 로서 채소 재배 면적의 약 10%에 달하고 일본에서도 약 45,000ha 이상 재배되고 있으며 중국, 인도, 동남아를 합치면 약 1,500,000ha 이상의 재배면적을 가진 중요 채소 작물임
- 인도 및 동남아 무의 재배 면적은 정확한 통계는 없으나 업체추산 수십만 ha로 추정되며 현재 대부분 고정종이 재배되고 있으며 고정종에서 F1으로 품종 전환이 되고 있어 잠재적 시장 가치가 무궁무진함
- 무는 단백질, 지질, 당질, 섬유질, 비타민, 철, 마그네슘, 칼슘, 그리고 다양한 유용기능성물질을 함유하고 있고, 우리나라 7대 채소 중에 속할 만큼 중요한 위치를 차지하고 있으나 가격의 등락폭이 너무 심해 농가의 경제적 안정을 꾀할 수 없는 상황임
- 염적에 의한 가공이 주류 이므로 육색이 백색인 품종이 주로 요구됨
- 육질이 단단하고 단위 면적당 수량이 많이 나오는 품종이 요구됨
- 저온에도 비대가 빠르고 안정적인 품종이 요구됨
- 단무지 시장은 액 4만 ~ 5만 kg 정도의 시장이 요구되며 한국에서 재배되는 많은 품종이 일본에서 수입되므로 수입대체용으로도 개발이 필요함
- 무말랭이용 시장은 급격한 감소를 가져왔으나 최근 무에 함유된 기능성 성분 등이 알려 지면서 가공용 무에 대한 관심이 날로 증대 하고 있다
- 무의 안정적인 소비를 위해서는 가공무 품종의 개발이 필수적인 상황임
- 전세계적으로 가공무의 소비가 점차 늘어나고 있으므로 미래의 시장 가치를 위해서는 가공용무의 개발이 필요함

나. 세부프로젝트 최종 목표

- 가공용 무 품종 개발 과제는 무 신품종을 육종 하고 상용화 하여 2021년 무 GSP 전체 수출 및 수입 대체 효과 2,000만 달러 달성을 위해 가공용 품종 개발 프로젝트에서는 종자수출 566만 달러를 달성 및 품종 보호 15건을 출원 할 예정임

□ 가공용 무 품종개발 연구내용

- 전분함량이 많고 육질이 백색인 품종 개발
- 내서성과 만추대성이 갖추어진 백수계 품종 개발
- 위황병 저항성이 있는 품종 육성
- 근형이 H형으로 단무지 보다 짧고 건조하기 쉬운 품종 육성
- 내습성을 가지고 바람들이가 늦은 품종 육성
- 내서성과 만추대성이 갖추어진 백수계 단무지 근형의 무
- 파종 후 40~50일 경에 직경 8~10cm, 근장 40cm 크기의 무
- 위황병 내병계 품종으로 고가의 종자가격 유도
- 매운맛이 없고 육질이 아삭한 품종 육성
- 육색이 완전한 백육색으로 절입시 색의 변화가 없는 품종 육성
- 육질이 단단하고 염적이 용이한 품종 개발
- 종자생산성이 높고 순도가 좋은 삼원 또는 복교잡 신품종 개발
- 바람들이가 늦고 공동현상이 적은 품종 개발
- 기후 변화에 의한 공동 발생이 적은 품종 육성
- 육질이 아삭하고 가공 후 쓴맛이 나지 않는 짜사이용 무 개발
- 가공 후 단맛이 나는 짜사이 무 개발
- 내습성을 가지고 바람들이가 늦은 품종 육성



[그림 5-9] 가공용 무 품종 개발

□ 단계별 목표 및 내용

세부프로젝트	1단계(2013~2016)	2단계(2017~2021)
가공용 무 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 840 조합 • 국내 재배시험 - 720 조합 • 현지 시교 시험 - 22 품종 • 품종 보호출원 - 4 품종 • 종자 판매 - 11 만불 	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 3000 조합 • 국내 재배시험 - 2320 조합 • 현지 시교 시험 - 88 품종 • 품종 보호출원 - 11 품종 • 종자 판매 - 555 만불

○ 연차별(1단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1차년도	2013	-	-
2차년도	2014	가공용 무 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 120 조합 • 국내 재배시험 - 160 조합 • 현지 시교 시험 - 4 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 0 만불
3차년도	2015	가공용 무 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 320 조합 • 국내 재배시험 - 240 조합 • 현지 시교 시험 - 7 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 0 만불
4차년도	2016	가공용 무 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 400 조합 • 국내 재배시험 - 320 조합 • 현지 시교 시험 - 11 품종 • 품종 보호출원 - 4 품종 • 종자 판매 - 11 만불

○ 연차별(2단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
5 차 년 도	2017	가공용 무 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 480 조합 • 국내 재배시험 - 400 조합 • 현지 시교 시험- 16 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 25 만불
6 차 년 도	2018	가공용 무 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 480 조합 • 국내 재배시험 - 400 조합 • 현지 시교 시험- 16 품종 • 품종 보호출원 - 3 품종 • 종자 판매 - 50 만불
7 차 년 도	2019	가공용 무 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 600 조합 • 국내 재배시험 - 480 조합 • 현지 시교 시험 - 16 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 90 만불
8 차 년 도	2020	가공용 무 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 720 조합 • 국내 재배시험 - 520 조합 • 현지 시교 시험- 20 품종 • 품종 보호출원 - 3 품종 • 종자 판매 - 140 만불
9 차 년 도	2021	가공용 무 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 720 조합 • 국내 재배시험 - 520 조합 • 현지 시교 시험- 20 품종 • 품종 보호출원 - 4 품종 • 종자 판매 - 250 만불

다. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진 방법

○ 계통 육성

- 기 육성 해 오든 계통과 육종 기반연구의 반수체 육성, 내병성 육종을 통해 일본, 중국, 인도 및 동남아 지역에 맞는 육성 계통 선발

○ 교배 조합 작성 및 국내 재배 시험

- 기존의 계통을 이용하여 교배 조합을 작성하고 임성, 개화시기 등을 조사하고 국내 포장에 1차로 재배 시험을 실시함

○ 해외 현지 시험 및 시교 시험

- 국내에서 1차로 선발된 조합을 바탕으로 수출 지역의 현지 시험을 통해 우수한 품종을 2차로 선발함, 2차로 선발된 품종은 시교를 생산하고 3년차 해외 재배시험을 실시하고 판매 여부에 대해 현지 회사를 대상으로 시교를 배포함

○ 시교 대량 생산 및 원종 증식

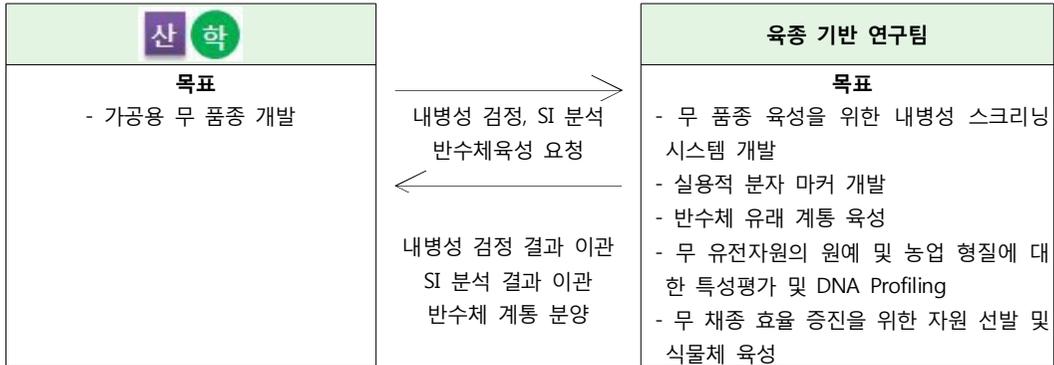
- 현지에서 선발된 품종을 대상으로 대량 시교 생산을 하고 대상품종의 원원종 및 원종증식을 실시하여 판매실시

○ 농가 현자 생산 및 수출

- 선발된 품종을 대상으로 농가 현장 생산을 실시하고 생산된 종자를 받아들, 타화분 혼입, 자식체 출현 등 수출에 필요한 기본 검사를 하고 검사에 통과한 종자를 수출을 함

□ 연구 협력 체계

- 수출용 무 푸종 육종은 수출 대상 지역에 따라서 차이가 많이 나는데 가공용 무는 바람들이, 비대성, 단맛, 위황병등 내병성이 문제가 되므로 내병성 분석팀에 의뢰하여 내병성 검정을 의뢰하여 계통육성 및 F1 품종을 시험하고 육종 연한을 단축하기 위한 반수체 육성계통을 조기에 개발할 수 있도록 상호 보완 하며 자가불화합 마커 등을 개발하여 교배효율을 증가 하는데 목표를 두고자 한다.



□ 수출용 품종 육성 프로젝트 MiCRO 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표
		- 무종자수출 11만 달러 달성 - 품종보호출원 4품종 신청				- 무종자수출 555만 달러 달성 - 품종보호출원 11품종 신청					-2021년 무종자수출 2,000만 달러 달성 -2021년 품종보호출원15건
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표
가공용 무 품종 개발	교배조합 작성	계통육성	조합작성 및 재배시험			우수 계통 육성, 선발 및 조합 작성					- 교배조합 작성 3,840조합
	국내 시험 재배	국내시험	국내시험 및 선발	국내 재배 시험 및 현지 재배시험		국내 재배 시험 및 현지 재배시험					- 국내 재배시험 3,040품종
	현지 시험재배 및 시교	현지시험	현지 적응 시험 확대			현지 적응 시험 및 수출					- 현지재배 시험 110품종수 - 품종 보호출원 15건 신청
	품종 보호출원 및 수출	보호출원 및 판매				보호출원 신청 및 확대 판매					- 품종 등록 5건 신청

라. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공통 지표	종자개발 건수	4	11	15		
	품종등록 건수	국내	1	4	5	
		국외				
	종자수출액	11 만불	555 만불	566 만불		
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원				
		등록				
	국제특허	출원				
		등록				
매출액	국내					
	국외					
기술이전						

특성 지표	인력양성	3	3	6		
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					

마. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 육종 프로젝트의 연구진은 각 종묘 회사가 주축이 되어 육종 경험이 있는 breeder가 주축이 되어 품종을 육종하고 육종 기반 연구의 내병성, 실용적 분자 마커, 반수체 배양 연구팀과 함께 구성되는 것이 효율적임
- 본 수출용 무 품종 육종 프로젝트를 수행할 후보 기관은 학교, 기업, 정부 기관 등 육종능력을 가지고 있는 모든 기관 및 회사가 될 수 있음

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 24명, 석사급 48명, 기타인력 148명의 총 220명으로 구성함

세부 프로젝트			1단계				2단계					총계
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
소 요 인 력	가공용 무 품종 육성	박사급	0	3	3	3	3	3	3	3	3	24
		석사급	0	6	6	6	6	6	6	6	6	48
		기타	0	19	19	19	17	17	19	19	19	148
		총합	0	29	29	29	28	28	30	30	30	220

바. 세부프로젝트 예산

- 수출용 무 품종 육종 과제는 계통육성, 교배조합 작성, 종자 생산, 현지 개발 및 판매를 위해서 다음과 같이 예산을 편성함
- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성하였음(부록)

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
가공용 무 품종 육성	정부 (억원)	0	4.7	4.4	4.7	4.3	4.3	4.25	4.25	4.2	35.1
	민간 (억원)	0	1.68	1.62	1.6	1.53	1.58	1.57	1.54	1.55	12.67
	합계	0	6.38	6.02	6.3	5.83	5.88	5.82	5.79	5.75	47.77

사. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 주체별 전략

주체	수입대체 전략	
민간종자회사	목표시장 계통 육성 및 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 시장조사, 수출 대상 지역 선두 품종 조사 • 유전자원 수집, 계통 육성 • 융성불임 계통 육성, 유지친 및 화분친 육성 • F1 교배조합 작성, 우수조합 선발 및 생산력 및 지역적응성 검정
	육성 품종, 종자 생산 및 판매	<ul style="list-style-type: none"> • 육성 품종의 생산력 검정 • 생산된 종자의 순도 검정 및 판매
	대학 및 연구 기관들 간 협력 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 순도검정, 내병성 테스트, 마커 개발 등
대학 및 연구기관	육종 효율 증진을 위한 기반 연구 집중	<ul style="list-style-type: none"> • 내병성 검정 시스템 구축 • 마커개발 시스템 구축 • 반수체 육성을 통한 계통 육성 • 유연관계 분석을 통한 잡종강세 품종 개발 • 채종효율 증진을 위한 자원 개발

□ 수출 증대 전략



아. 품종 육종 세부 프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	수출용 무 종자 개발 세부 연구 추진계획 수립을 위한 상세 기획		
세부 프로젝트명	5. 가공용 품종 육성		
연구 기간	2014 ~ 2021 (8 년)	연구비 지원범위	총 4777 (백만원) (8년, 정부 3510 , 민간 1267)
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"> ○ 최종목표 : 수출용 무 품종 육성 (현지에 맞는 수출용 품종 육성) - 내서성과 만추대성이 갖추어진 백수계 품종 개발 강한 품종 육성 - 위황병저항성이 있는 품종 육성 - 근형이 H형으로 단무지 보다 조금 짧은 품종 육성 - 보라색을 나타내내는 품종 육성 - 내습성을 가지고 바람들이가 늦은 품종 육성 - 바람들이가 강한 품종 육성 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전세계 무 재배 면적은 약 150만 ha로(중자업계추산) 그중 중국 이 약 100만 ~120만 ha로 가장 넓으며 인도가 약 30만 평 정도로 두 번 째로 넓다. 재배 면적으로 보면 중국과 인도가 약 85~90%의 면적을 차지하고 있으나 종자 가격 면에서는 약 20 ~30% 정도의 시장을 점유 하고 있다. 가공용 무는 한국과 일본에서 주로 단문지로 이용되는 무가 있으며, 일본은 무를 갈아서 먹는 오로시라는 품종의 개발이 요구되며 중국, 동남아 및 이도 시장에서는 한국의 장백미농 계통의 무가 년 500톤정도 팔리고 있으나 종자 단가가 kg당 8불 내외로 아주 저가로 형성되어 있다. 이러한 시장을 특성이 우수한 F1 시장으로 유도를 할 필요가 있다. 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 가공용 무 품종 개발을 위한 계통 육성 - 가공용 무 품종 개발을 위한 조합 작성 - 가공용 무 품종 개발을 위한 시교 생산 - 가공용 무 품종 개발을 위한 원종종식 체계 확립 - 가공용 무 품종 개발을 위한 현지 재배 시험 및 시교시험 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 종자 소요량은 약 500톤으로 시장 규모는 굉장히 큼 ○ 종자 단가가 8불~10불 내외로 아주 싼 시장이지만 경제가 발전함에 따라 고품질의 F1 시장으로 전환이 된다면 현재는 약 350만 \$ 정도의 시장이지만 몇 배의 시장 증가를 가져 올 수 있음 ○ 품종 육종 기술 개발로 인력 양성 ○ 육종 기반 연구팀과 공동 연구로 MS, 자가불화합 등 육종 효율을 증대 할 수 있는 기술력 확보 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 무 육종 연구기관, 산, 학, 연 ○ 신청 요건 : 무 품종 육종 개발에 필요한 유전자원 및 시설의 기반을 갖추고 있고 육종 해운 회사, 기관 및 육종가 ○ 기 타 사 항 : 		
Keyword	한 글	가공용 무, 무말랭이백수계, 짜샤이용 무, 백수계	
	영 문	processing radish, dried slice radish, chashai radish, white should,	

프로젝트 5-1 : 전분함량이 높은 무말랭이용 품종 개발

가. 세부프로젝트 도출 배경

□ 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 무(Raphanus sativus L.)는 배추와 더불어 배추과에 속하는 작물로 국내와 일본 전역에 재배되고 있고, 비타민, 다양한 무기물질, 황 화합물, 등 몸에 유익한 성분을 다량 함유하고 있는 알칼리성 채소작물임
- 무는 단백질, 지질, 당질, 섬유질, 비타민, 철, 마그네슘, 칼슘, 그리고 다양한 유용기능성물질을 함유하고 있고, 우리나라 7대 채소 중에 속할 만큼 중요한 위치를 차지하고 있으나 가격의 등락폭이 너무 심해 농가의 경제적 안정을 꾀할 수 없는 상황임
- 무말랭이용 시장은 급격한 감소를 가져왔으나 최근 무에 함유된 기능성 성분 등이 알려 지면서 가공용 무에 대한 관심이 날로 증대 하고 있다
- 무의 안정적인 소비를 위해서는 가공용 무 품종의 개발이 필수적인 상황임,
- 전세계적으로 가공무의 소비가 점차 늘어나고 있으므로 미래의 시장 가치를 위해서는 가공용 무의 개발이 필요함

나. 세부프로젝트 최종 목표

- 전분함량이 높은 무말랭이용 품종 개발 과제는 무 신품종을 육종 하고 상용화 하여 2021년 무 GSP 전체 수출 및 수입 대체 효과 2,000만 달러 달성을 위해 종자수출 269만 달러를 달성 및 품종 보호 7건을 출원 할 예정임

□ 전분함량이 높은 무 말랭이용 품종 개발 연구내용

- 전분함량이 많고 육질이 백색인 품종 개발
- 내서성과 만추대성이 갖추어진 백수계 품종 개발
- 위황병 저항성이 있는 품종 육성
- 근형이 H형으로 단무지 보다 짧고 건조하기 쉬운 품종 육성

가고시마 무말랭이	제주도 무말랭이	무 말랭이 작업
		

□ 단계별 목표 및 내용

세부프로젝트	1단계(2013~2016)	2단계(2017~2021)
전분함량이 높은 무말랭이 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> 우수계통 육성 교배조합 작성 - 420 조합 국내 재배시험 - 360 조합 현지 시교 시험 - 10 품종 품종 보호출원 - 2 품종 종자 판매 - 4 만불 	<ul style="list-style-type: none"> 우수계통 육성 교배조합 작성 - 1500 조합 국내 재배시험 - 1160 조합 현지 시교 시험 - 44 품종 품종 보호출원 - 5 품종 종자 판매 - 265 만불

○ 연차별(1단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1차년도	2013	-	-
2차년도	2014	전분함량이 높은 무말랭이 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> 우수계통 육성 교배조합 작성 - 60 조합 국내 재배시험 - 80 조합 현지 시교 시험 - 2 품종 품종 보호출원 - 0 품종 종자 판매 - 0 만불
3차년도	2015	전분함량이 높은 무말랭이 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> 우수계통 육성 교배조합 작성 - 160 조합 국내 재배시험 - 120 조합 현지 시교 시험 - 3 품종 품종 보호출원 - 0 품종 종자 판매 - 0 만불
4차년도	2016	전분함량이 높은 무말랭이 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> 우수계통 육성 교배조합 작성 - 200 조합 국내 재배시험 - 160 조합 현지 시교 시험 - 5 품종 품종 보호출원 - 2 품종 종자 판매 - 4 만불

○ 연차별(2단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
5 차 년 도	2017	전분함량이 높은 무말랭이 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 240 조합 • 국내 재배시험 - 200 조합 • 현지 시교 시험- 8 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 10 만불
6 차 년 도	2018	전분함량이 높은 무말랭이 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 240 조합 • 국내 재배시험 - 200 조합 • 현지 시교 시험- 8 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 25 만불
7 차 년 도	2019	전분함량이 높은 무말랭이 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 300 조합 • 국내 재배시험 - 240 조합 • 현지 시교 시험 - 8 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 50 만불
8 차 년 도	2020	전분함량이 높은 무말랭이 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 360 조합 • 국내 재배시험 - 260 조합 • 현지 시교 시험- 10 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 70 만불
9 차 년 도	2021	전분함량이 높은 무말랭이 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 360 조합 • 국내 재배시험 - 260 조합 • 현지 시교 시험- 10 품종 • 품종 보호출원 - 2 품종 • 종자 판매 - 110 만불

다. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진 방법

○ 계통 육성

- 기 육성 해 오든 계통과 육종 기반연구의 반수체 육성, 내병성 육종을 통해 중국 및 동남아 지역에 맞는 육성 계통 선발

○ 교배 조합 작성 및 국내 재배 시험

- 기존의 계통을 이용하여 교배 조합을 작성하고 임성, 개화시기 등을 조사하고 국내 포장에 1차로 재배 시험을 실시함

○ 해외 현지 시험 및 시교 시험

- 국내에서 1차로 선발된 조합을 바탕으로 수출 지역의 현지 시험을 통해 우수한 품종을 2차로 선발함, 2차로 선발 된 품종은 시교를 생산하고 3년차 해외 재배시험을 실시하고 판매 여부에 대해 현지 회사를 대상으로 시교를 배포함

○ 시교 대량 생산 및 원종 증식

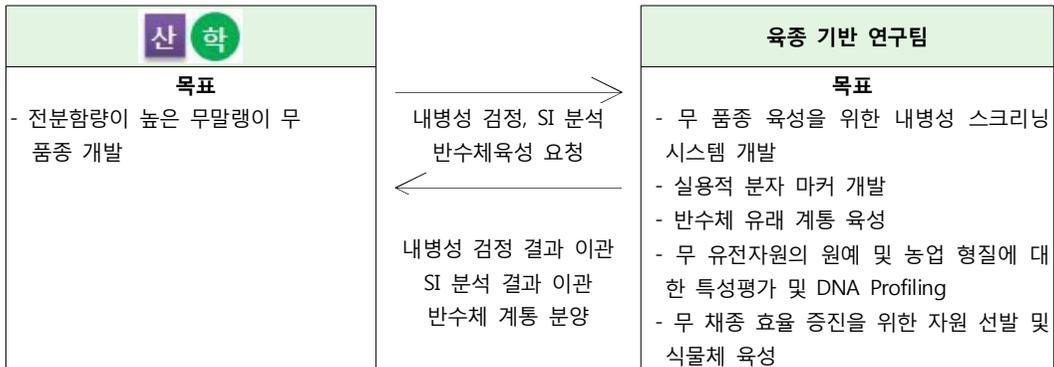
- 현지에서 선발된 품종을 대상으로 대량 시교 생산을 하고 대상품종의 원원종 및 원종증식을 실시하여 판매실시

○ 농가 현자 생산 및 수출

- 선발된 품종을 대상으로 농가 현장 생산을 실시하고 생산된 종자를 받아들, 타화분 혼입, 자식체 출현 등 수출에 필요한 기본 검사를 하고 검사에 통과한 종자를 수출을 함

□ 연구 협력 체계

- 수출용 무 품종 육종은 수출 대상 지역에 따라서 차이가 많이 나는데 전분함량이 높은 무말랭이 품종육성은 바람들이, 건조가 쉬워야 하고 백색무 등 위황병 등 내병성이 문제가 되므로 내병성 분석팀에 의뢰하여 내병성 검정을 의뢰하여 계통육성 및 F1 품종을 시험하고 육종 연한을 단축하기 위한 반수체 육성계통을 조기에 개발할 수 있도록 상호 보완 하며 자가불화합 마커 등을 개발하여 교배효율을 증가 하는데 목표를 두고자 한다.



라. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공통지표	종자개발 건수	2	5	7		
	품종등록 건수	국내	1	1	2	
		국외				
	종자수출액	4 만불	265 만불	269 만불		
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원				
		등록				
	국제특허	출원				
등록						
매출액	국내					
	국외					
기술이전						

특성지표	인력양성	1	1	2		
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					

마. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 육종 프로젝트의 연구진은 각 종묘 회사가 주축이 되어 육종 경험이 있는 breeder가 주축이 되어 품종을 육종하고 육종 기반 연구의 내병성, 실용적 분자 마커, 반수체 배양 연구팀과 함께 구성되는 것이 효율적임
- 본 수출용 무 품종 육종 프로젝트를 수행할 후보 기관은 학교, 기업, 정부 기관 등 육종능력을 가지고 있는 모든 기관 및 회사가 될 수 있음

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 18명, 석사급 32명, 기타인력 123명의 총 171명으로 구성함

세부 프로젝트		1단계				2단계					총계	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
소 요 인 력	전분함 량이 높은 무말레이 용 품종개발	박사급	0	2	2	2	2	2	2	2	2	16
		석사급	0	4	4	4	4	4	4	4	4	32
		기타	0	14	14	14	15	15	17	17	17	123
		총합	0	20	20	20	20	21	23	23	23	171

바. 세부프로젝트 예산

- 수출용 무 품종 육종 과제는 계통육성, 교배조합 작성, 종자 생산, 현지 개발 및 판매를 위해서 다음과 같이 예산을 편성함
- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성하였음

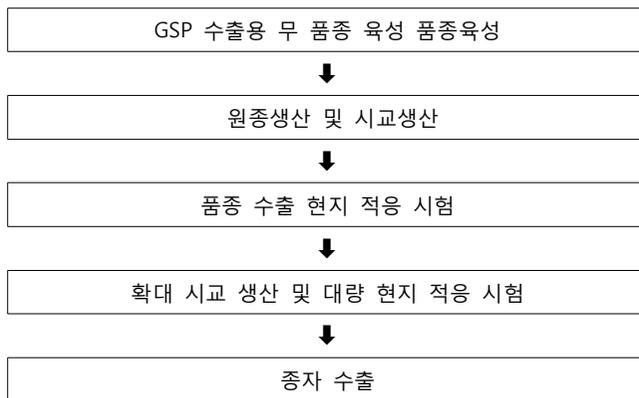
세부프로 젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
전분함량 이 높은 무말레이용 품종개발	정부 (억원)	0.00	2.40	2.20	2.40	2.20	2.20	2.15	2.15	2.10	17.80
	민간 (억원)	0.00	0.85	0.81	0.82	0.78	0.81	0.80	0.77	0.78	6.42
	합계	0.00	3.25	3.01	3.22	2.98	3.01	2.95	2.92	2.88	24.22

사. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 주체별 전략

주체	수입대체 전략	
민간종자회사	목표시장 계통 육성 및 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 시장조사, 수출 대상 지역 선두 품종 조사 • 유전자원 수집, 계통 육성 • 융성불임 계통 육성, 유지친 및 화분친 육성 • F1 교배조합 작성, 우수조합 선발 및 생산력 및 지역적응성 검정
	육성 품종, 종자 생산 및 판매	<ul style="list-style-type: none"> • 육성 품종의 생산력 검정 • 생산된 종자의 순도 검정 및 판매
	대학 및 연구 기관들 간 협력 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 순도검정, 내병성 테스트, 마커 개발 등
대학 및 연구기관	육종 효율 증진을 위한 기반 연구 집중	<ul style="list-style-type: none"> • 내병성 검정 시스템 구축 • 마커개발 시스템 구축 • 반수체 육성을 통한 계통 육성 • 유연관계 분석을 통한 잡종강세 품종 개발 • 채종효율 증진을 위한 자원 개발

□ 수출 증대 전략



아. 품종 육종 세부 프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	가공용 무 품종 개발		
세부 프로젝트명	5-1. 전분함량이 높은 무말랭이 무 품종 개발		
연구 기간	2014 ~ 2021 (8년)	연구비 지원범위	총 2422 (백만원) (8년, 정부 1780 , 민간 642)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제) <input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제) <input type="checkbox"/> 공공기반기술
	연구 개발 목표 ○ 최종목표 : 수출용 무 품종 육성 (현지에 맞는 수출용 품종 육성) - 전분함량이 많고 육질이 백색인 품종 개발 - 내서성과 만추대성이 갖추어진 백수계 품종 개발 - 위항병, 저항성이 있는 품종 육성 - 근형이 H형으로 단무지보다 짧고 건조하기 쉬운 품종 육성 - 내습성을 가지고 바람들이가 늦은 품종 육성		
연구 필요성	○ 전세계 무 재배 면적은 약 150만 ha로(중자업계추산) 그중 중국 이 약 100만 ~120만 ha로 가장 넓으며 인도가 약 30만 평 정도로 두 번 째로 넓다. 재배 면적으로 보면 중국과 인도가 약 85~90%의 면적을 차지 하고 있으나 종자 가격 면에서는 약 20 ~30% 정도의 시장을 점유 하고 있다. 가공용 무는 한국과 일본에서 주로 단문지로 이용되는 무가 있으며, 일본은 무를 갈아서 먹는 오로시라는 품종의 개발이 요구되며 최근 웰빙 추세에 맞추어 가공용 무 말랭이의 수요가 점진적으로 늘어나고 있어 한국, 일본 및 기타 아시아 지역에 대한 품종 개발이 요구됨		
주요 연구 내용	- 말랭이용 무 품종 개발을 위한 계통 육성 - 말랭이용 무 품종 개발을 위한 조합 작성 - 말랭이용 무 품종 개발을 위한 시교 생산 - 말랭이용 무 품종 개발을 위한 원종증식 체계 확립 - 말랭이용 무 품종 개발을 위한 현지 재배 시험 및 시교시험		
시장 전망 및 기대 효과	○ 웰빙식품에 대한 관심이 높아지면서 무 말랭이 등 가공용 식품에 대한 관심이 높아지고 있어 향후 시장 전망은 높음 ○ 품종 육종 기술 개발로 인력 양성 ○ 육종 기반 연구팀과 공동 연구로 MS, 자가불화합 등 육종 효율을 증대 할 수 있는 기술력 확보		
자격 및 신청 요건	○ 연구기관 자격 : 무 육종 연구기관, 산, 학, 연 ○ 신청 요건 : 무 품종 육종 개발에 필요한 유전자원 및 시설의 기반을 갖추고 있고 육종 해운 회사, 기관 및 육종가 ○ 기 타 사 항 :		
Keyword	한 글	가공용 무, 백수계, 무말랭이, 자가불화합 이용 육종, MS 이용 육종	
	영 문	processing radish, white should, dried slice radish, SI , MS	

세부프로젝트 5-2 : 극동 지역 단무지용 무 품종 개발

가. 세부프로젝트 도출 배경

□ 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 무(*Raphanus sativus* L.)는 배추와 더불어 배추과에 속하는 작물로 국내와 일본 전역에 재배되고 있고, 비타민, 다양한 무기물질, 황 화합물, 등 몸에 유익한 성분을 다량 함유하고 있는 알칼리성 채소작물임
- 전세계 무 재배 면적은 약 150만 ha로(종자업체추산) 그중 중국이 약 100만 ~120만 ha로 가장 넓으며 인도 및 동남아가 약 30만 평 정도로 두 번째로 넓은
- 식품의 다양화 및 저장을 위한 1차 가공용 무 품종이 일본 한국 중국에서 유사하게 요구 되고 있음
- 무는 단백질, 지질, 당질, 섬유질, 비타민, 철, 마그네슘, 칼슘, 그리고 다양한 유용기능성물질을 함유하고 있고, 우리나라 7대 채소 중에 속할 만큼 중요한 위치를 차지하고 있으나 가격의 등락폭이 너무 심해 농가의 경제적 안정을 꾀할 수 없는 상황임
- 염적에 의한 가공이 주류 이므로 육색이 백색인 품종이 주로 요구됨
- 육질이 단단하고 단위 면적당 수량이 많이 나오는 품종이 요구됨
- 저온에도 비대가 빠르고 안정적인 품종이 요구됨
- 단무지 시장은 액 4만 ~ 5만 kg 정도의 시장이 요구되며 한국에서 재배되는 많은 품종이 일본에서 수입되므로 수입대체용으로도 개발이 필요함
- 무말랭이용 시장은 급격한 감소를 가져왔으나 최근 무에 함유된 기능성 성분 등이 알려 지면서 가공용 무에 대한 관심이 날로 증대 하고 있다
- 무의 안정적인 소비를 위해서는 가공용 무 품종의 개발이 필수적인 상황임
- 전 세계적으로 가공무의 소비가 점차 늘어나고 있으므로 미래의 시장 가치를 위해서는 가공용무의 개발이 필요함

나. 세부프로젝트 최종 목표

- 극동 지역 단무지용 무 품종개발 과제는 무 신품종을 육종 하고 상용화 하여 2021년 무 GSP 전체 수출 및 수입 대체 효과 2,000만 달러 달성을 위해 극동 지역 단무지용 무 품종개발 과제 프로젝트에서는 종자수출 180만 달러를 달성 및 품종 보호 4건을 출원 할 예정임

□ 가공용 무 품종개발 연구내용

- 내서성과 만추대성이 갖추어진 백수계 단무지 근형의 무
- 파종 후 40~50일 경에 직경 8~10cm, 근장 40cm 크기의 무
- 위황병 내병계 품종으로 고가의 종자가격 유도
- 매운맛이 없고 육질이 아삭한 품종 육성
- 육색이 완전한 백육색으로 절입시 색의 변화가 없는 품종 육성
- 육질이 단단하고 염적이 용이한 품종 개발
- 종자생산성이 높고 순도가 좋은 삼원 또는 복교잡 신품종 개발
- 바람들이가 늦고 공동현상이 적은 품종 개발
- 기후 변화에 의한 공동 발생이 적은 품종 육



[그림 5-10] 단무지용 가공무

□ 단계별 목표 및 내용

세부프로젝트	1단계(2013~2016)	2단계(2017~2021)
극동 지역 단무지용 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> 우수계통 육성 교배조합 작성 - 210 조합 국내 재배시험 - 180 조합 현지 시교 시험 - 6 품종 품종 보호출원 - 1 품종 종자 판매 - 5 만불 	<ul style="list-style-type: none"> 우수계통 육성 교배조합 작성 - 750 조합 국내 재배시험 - 580 조합 현지 시교 시험 - 22 품종 품종 보호출원 - 3 품종 종자 판매 - 175 만불

○ 연차별(1단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1 차 년 도	2013	-	-
2 차 년 도	2014	극동 지역 단무지용 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> 우수계통 육성 교배조합 작성 - 30 조합 국내 재배시험 - 40 조합 현지 시교 시험 - 1 품종 품종 보호출원 - 0 품종 종자 판매 - 0 만불
3 차 년 도	2015	극동 지역 단무지용 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> 우수계통 육성 교배조합 작성 - 80 조합 국내 재배시험 - 60 조합 현지 시교 시험 - 2 품종 품종 보호출원 - 0 품종 종자 판매 - 0 만불
4 차 년 도	2016	극동 지역 단무지용 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> 우수계통 육성 교배조합 작성 - 100 조합 국내 재배시험 - 80 조합 현지 시교 시험 - 3 품종 품종 보호출원 - 1 품종 종자 판매 - 5 만불

○ 연차별(2단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
5 차 년 도	2017	극동 지역 단무지용 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 120 조합 • 국내 재배시험 - 100 조합 • 현지 시교 시험- 4 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 10 만불
6 차 년 도	2018	극동 지역 단무지용 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 120 조합 • 국내 재배시험 - 100 조합 • 현지 시교 시험- 4 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 20 만불
7 차 년 도	2019	극동 지역 단무지용 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 150 조합 • 국내 재배시험 - 120 조합 • 현지 시교 시험 - 4 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 25 만불
8 차 년 도	2020	극동 지역 단무지용 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 180 조합 • 국내 재배시험 - 130 조합 • 현지 시교 시험- 5 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 40 만불
9 차 년 도	2021	극동 지역 단무지용 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 180 조합 • 국내 재배시험 - 130 조합 • 현지 시교 시험- 5 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 80 만불

다. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진 방법

○ 계통 육성

- 기 육성 해 오든 계통과 육종 기반연구의 반수체 육성, 내병성 육종을 통해 중국 및 동남아 지역에 맞는 육성 계통 선발

○ 교배 조합 작성 및 국내 재배 시험

- 기존의 계통을 이용하여 교배 조합을 작성하고 임성, 개화시기 등을 조사하고 국내 포장에 1차로 재배 시험을 실시함

○ 해외 현지 시험 및 시교 시험

- 국내에서 1차로 선발된 조합을 바탕으로 수출 지역의 현지 시험을 통해 우수한 품종을 2차로 선발함, 2차로 선발 된 품종은 시교를 생산하고 3년차 해외 재배시험을 실시하고 판매 여부에 대해 현지 회사를 대상으로 시교를 배포함

○ 시교 대량 생산 및 원종 증식

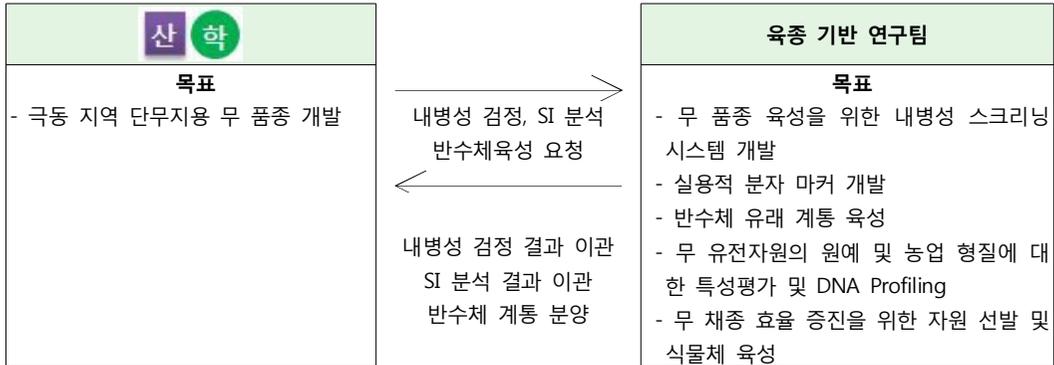
- 현지에서 선발된 품종을 대상으로 대량 시교 생산을 하고 대상품종의 원원종 및 원종증식을 실시하여 판매실시

○ 농가 현자 생산 및 수출

- 선발된 품종을 대상으로 농가 현장 생산을 실시하고 생산된 종자를 받아들, 타화분 혼입, 자식체 출현 등 수출에 필요한 기본 검사를 하고 검사에 통과한 종자를 수출을 함

□ 연구 협력 체계

- 수출용 무 품종 육종은 수출 대상 지역에 따라서 차이가 많이 나는데 세균성 흑반병, 위황병등 내병성이 문제가 되므로 내병성 분석팀에 의뢰하여 내병성 검정을 의뢰하여 계통육성 및 F1 품종을 시험하고 육종 연한을 단축하기 위한 반수체 육성계통을 조기에 개발할 수 있도록 상호 보완 하며 자가불화합 마커 등을 개발하여 교배효율을 증가 하는데 목표를 두고자 한다.



라. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공통지표	종자개발 건수	1	3	4		
	품종등록 건수	국내	0	2	2	
		국외				
	종자수출액	5 만불	175 만불	180 만불		
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원				
		등록				
	국제특허	출원				
		등록				
	매출액	국내				
국외						
기술이전						

특성지표	인력양성	1	1	2		
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					

마. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 육종 프로젝트의 연구진은 각 종묘 회사가 주축이 되어 육종 경험이 있는 breeder가 주축이 되어 품종을 육종하고 육종 기반 연구의 내병성, 실용적 분자 마커, 반수체 배양 연구팀과 함께 구성되는 것이 효율적임
- 본 수출용 무 품종 육종 프로젝트를 수행할 후보 기관은 학교, 기업, 정부 기관 등 육종능력을 가지고 있는 모든 기관 및 회사가 될 수 있음

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 8명, 석사급 16명, 기타인력 56명의 총 80명으로 구성함

세부 프로젝트			1단계				2단계					총계
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
소 요 인 력	극동지역 단무지용 무 품종개발	박사급	-	1	1	1	1	1	1	1	1	8
		석사급	-	2	2	2	2	2	2	2	2	16
		기타	-	7	7	7	7	7	7	7	7	56
		총합	-	10	10	10	10	10	10	10	10	80

바. 세부프로젝트 예산

- 수출용 무 품종 육종 과제는 계통육성, 교배조합 작성, 종자 생산, 현지 개발 및 판매를 위해서 다음과 같이 예산을 편성함
- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성하였음

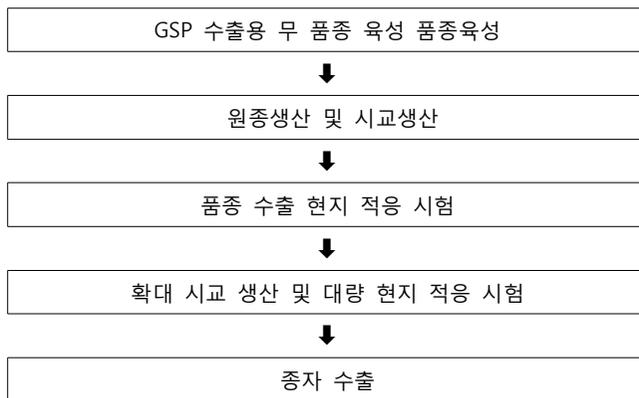
세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
극동지역 단무지용 무 품종개발	정부 (억원)	0	1.3	1.2	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	9.3
	민간 (억원)	0	0.46	0.44	0.44	0.39	0.4	0.41	0.4	0.4	3.34
	합계	0	1.76	1.64	1.74	1.49	1.5	1.51	1.5	1.5	12.64

사. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 주체별 전략

주체	수입대체 전략	
민간종자회사	목표시장 계통 육성 및 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 시장조사, 수출 대상 지역 선두 품종 조사 • 유전자원 수집, 계통 육성 • 융성불임 계통 육성, 유지친 및 화분친 육성 • F1 교배조합 작성, 우수조합 선발 및 생산력 및 지역적응성 검정
	육성 품종, 종자 생산 및 판매	<ul style="list-style-type: none"> • 육성 품종의 생산력 검정 • 생산된 종자의 순도 검정 및 판매
	대학 및 연구 기관들 간 협력 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 순도검정, 내병성 테스트, 마커 개발 등
대학 및 연구기관	육종 효율 증진을 위한 기반 연구 집중	<ul style="list-style-type: none"> • 내병성 검정 시스템 구축 • 마커개발 시스템 구축 • 반수체 육성을 통한 계통 육성 • 유연관계 분석을 통한 잡종강세 품종 개발 • 채종효율 증진을 위한 자원 개발

□ 수출 증대 전략



아. 품종 육종 세부 프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	가공용 품종 개발		
세부 프로젝트명	5-2. 극동지역 단무지용 무 품종 개발		
연구 기간	201 2014 ~ 2021 (8 년)	연구비 지원범위	총 1264 (백만원) (8년, 정부 930 , 민간 334)
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"> ○ 파종 후 40~50일 경에 직경 8~10cm, 근장 40cm 크기의 무 ○ 위황병, 바이러스 등 내병계 품종으로 고가의 종자가격 유도 ○ 매운맛이 없고 육질이 아삭한 품종 육성 ○ 육색이 완전한 백육색으로 절임시 색의 변화가 없는 품종 육성 ○ 육질이 단단하고 염적이 용이한 품종 개발 ○ 종자생산성이 높고 순도가 좋은 삼원 또는 복교잡 신품종 개발 ○ 바람들이가 늦고 공동현상이 적은 품종 개발 ○ 기후 변화에 의한 공동 발생이 적은 품종 육성 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 단무지 시장은 약 4만 ~ 5만 kg 정도의 시장이 요구되며 한국에서 재배되는 많은 품종이 일본에서 수입되므로 수입대체용으로도 개발이 필요함 ○ 국내에 재배되고 있는 단무지는 다끼이의 "장미" 품종이 대부분 재배되고 있어 수입 대체용으로도 품종 개발이 필요함 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 단무지 가공용 무 품종 개발을 위한 계통 육성 - 단무지 가공용 무 품종 개발을 위한 조합 작성 - 단무지 가공용 무 품종 개발을 위한 시교 생산 - 단무지 가공용 무 품종 개발을 위한 원종증식 체계 확립 - 단무지 가공용 무 품종 개발을 위한 현지 재배 시험 및 시교시험 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 단무지용 종자 소요량은 약 100여톤으로 시장 규모는 굉장히 큼 ○ 종자 단가가 30~50불 내외 이지만 위황병 내병계나 만추대 품종이 육성 되면 몇 배의 시장 증가를 가져 올 수 있음 ○ 품종 육종 기술 개발로 인력 양성 ○ 육종 기반 연구팀과 공동 연구로 MS, 자가불화합 등 육종 효율을 증대 할 수 있는 기술력 확보 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 무 육종 연구기관, 산, 학, 연 ○ 신청 요건 : 무 품종 육종 개발에 필요한 유전자원 및 시설의 기반을 갖추고 있고 육종 해운 회사, 기관 및 육종가 ○ 기타 사항 : 		
Keyword	한 글	단무지 무, 백수계, 절임용 무, MS,	
	영 문	processing radish, white should, salt radish, chasai radish,	

세부프로젝트 5-3 : 중국 짜샤이용 단맛 무 품종 개발

가. 세부프로젝트 도출 배경

□ 연구개발대상 기술의 경제적·산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 무(*Raphanus sativus* L.)는 배추와 더불어 배추과에 속하는 작물로 국내와 일본 전역에 재배되고 있고, 비타민, 다양한 무기물질, 황 화합물, 등 몸에 유익한 성분을 다량 함유하고 있는 알칼리성 채소작물임
- 전세계 무 재배 면적은 약 150만 ha로(종자업체추산) 그중 중국이 약 100만 ~120만 ha로 가장 넓으며 인도 및 동남아가 약 30만 평 정도로 두 번째로 넓은
- 식품의 다양화 및 저장을 위한 1차 가공무 품종이 일본 한국 중국에서 유사하게 요구 되고 있음
- 무는 단백질, 지질, 당질, 섬유질, 비타민, 철, 마그네슘, 칼슘, 그리고 다양한 유용기능성물질을 함유하고 있고, 우리나라 7대 채소 중에 속할 만큼 중요한 위치를 차지하고 있으나 가격의 등락폭이 너무 심해 농가의 경제적 안정을 꾀할 수 없는 상황임
- 염적에 의한 가공이 주류 이므로 육색이 백색인 품종이 주로 요구됨
- 육질이 단단하고 단위 면적당 수량이 많이 나오는 품종이 요구됨
- 저온에도 비대가 빠르고 안정적인 품종이 요구됨
- 단무지 시장은 액 4만 ~ 5만 kg 정도의 시장이 요구되며 한국에서 재배되는 많은 품종이 일본에서 수입되므로 수입대체용으로도 개발이 필요함
- 무말랭이용 시장은 급격한 감소를 가져왔으나 최근 무에 함유된 기능성 성분 등이 알려 지면서 가공용 무에 대한 관심이 날로 증대 하고 있다
- 무의 안정적인 소비를 위해서는 가공무 품종의 개발이 필수적인 상황임
- 전세계적으로 가공무의 소비가 점차 늘어나고 있으므로 미래의 시장 가치를 위해서는 가공용무의 개발이 필요함

나. 세부프로젝트 최종 목표

- 중국 짜사이용 단맛 무 품종 개발 과제는 무 신품종을 육성 하고 상용화 하여 2021년 무 GSP 전체 수출 및 수입 대체 효과 2,000만 달러 달성을 위해 종자수출 117만 달러를 달성 및 품종 보호 4건을 출원 할 예정임

□ 가공용 무 품종개발 연구내용

- 위황병 내병계 품종으로 고가의 종자가격 유도
- 매운맛이 없고 육질이 아삭한 품종 육성
- 육색이 완전한 백육색으로 절입시 색의 변화가 없는 품종 육성
- 종자생산성이 높고 순도가 좋은 삼원 또는 복교잡 신품종 개발
- 기후 변화에 의한 공동 발생이 적은 품종 육성
- 육질이 아삭하고 가공 후 쓴맛이 나지 않는 짜사이용 무 개발
- 가공 후 단맛이 나는 짜사이 무 개발



[그림 5-11] 단무지용, 짜사이용 가공무

□ 단계별 목표 및 내용

세부프로젝트	1단계(2013~2016)	2단계(2017~2021)
중국 짜사이용 단맛 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 210 조합 • 국내 재배시험 - 180 조합 • 현지 시교 시험 - 6 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 2 만불 	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 750 조합 • 국내 재배시험 - 580 조합 • 현지 시교 시험 - 22 품종 • 품종 보호출원 - 3 품종 • 종자 판매 - 115 만불

○ 연차별(1단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1 차 년 도	2013	-	-
2 차 년 도	2014	중국 짜샤이용 단맛 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 30 조합 • 국내 재배시험 - 40 조합 • 현지 시교 시험 - 1 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 0 만불
3 차 년 도	2015	중국 짜샤이용 단맛 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 80 조합 • 국내 재배시험 - 60 조합 • 현지 시교 시험 - 2 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 0 만불
4 차 년 도	2016	중국 짜샤이용 단맛 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 100 조합 • 국내 재배시험 - 80 조합 • 현지 시교 시험 - 3 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 2 만불

○ 연차별(2단계) 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
5 차 년 도	2017	중국 짜샤이용 단맛 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 120 조합 • 국내 재배시험 - 100 조합 • 현지 시교 시험- 4 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 5 만불
6 차 년 도	2018	중국 짜샤이용 단맛 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 120 조합 • 국내 재배시험 - 100 조합 • 현지 시교 시험- 4 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 5 만불
7 차 년 도	2019	중국 짜샤이용 단맛 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 150 조합 • 국내 재배시험 - 120 조합 • 현지 시교 시험 - 4 품종 • 품종 보호출원 - 0 품종 • 종자 판매 - 15 만불
8 차 년 도	2020	중국 짜샤이용 단맛 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 180 조합 • 국내 재배시험 - 130 조합 • 현지 시교 시험- 5 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 30 만불
9 차 년 도	2021	중국 짜샤이용 단맛 무 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 우수계통 육성 • 교배조합 작성 - 180 조합 • 국내 재배시험 - 130 조합 • 현지 시교 시험- 5 품종 • 품종 보호출원 - 1 품종 • 종자 판매 - 60 만불

다. 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진 방법

○ 계통 육성

- 기 육성 해 오든 계통과 육종 기반연구의 반수체 육성, 내병성 육종을 통해 중국 및 동남아 지역에 맞는 육성 계통 선발

○ 교배 조합 작성 및 국내 재배 시험

- 기존의 계통을 이용하여 교배 조합을 작성하고 임성, 개화시기 등을 조사하고 국내 포장에 1차로 재배 시험을 실시함

○ 해외 현지 시험 및 시교 시험

- 국내에서 1차로 선발된 조합을 바탕으로 수출 지역의 현지 시험을 통해 우수한 품종을 2차로 선발함, 2차로 선발 된 품종은 시교를 생산하고 3년차 해외 재배시험을 실시하고 판매 여부에 대해 현지 회사를 대상으로 시교를 배포함

○ 시교 대량 생산 및 원종 증식

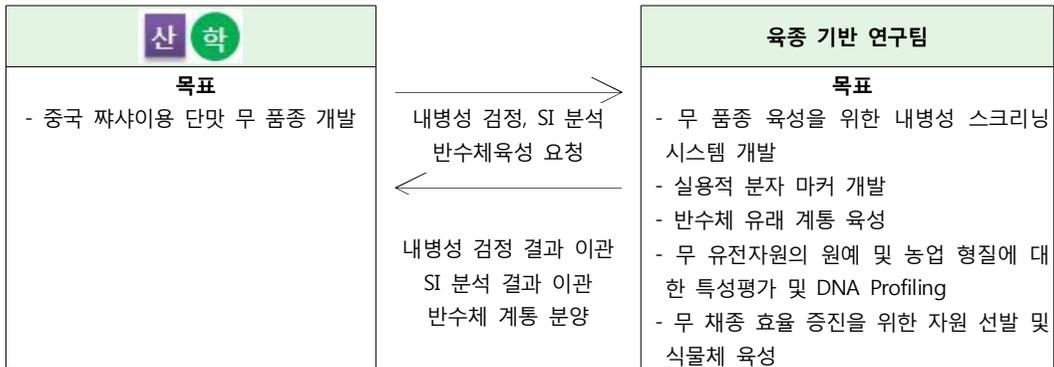
- 현지에서 선발된 품종을 대상으로 대량 시교 생산을 하고 대상품종의 원원종 및 원종증식을 실시하여 판매실시

○ 농가 현자 생산 및 수출

- 선발된 품종을 대상으로 농가 현장 생산을 실시하고 생산된 종자를 받아들, 타화분 혼입, 자식체 출현 등 수출에 필요한 기본 검사를 하고 검사에 통과한 종자를 수출을 함

□ 연구 협력 체계

- 수출용 무 품종 육종은 수출 대상 지역에 따라서 차이가 많이 나는데 극동용 여름무는 위황병등 내병성이 문제가 되므로 내병성 분석팀에 의뢰하여 내병성 검정을 의뢰하여 계통육성 및 F1 품종을 시험하고 육종 연한을 단축하기 위한 반수체 육성계통을 조기에 개발할 수 있도록 상호 보완 하며 자가불화합 마커 등을 개발하여 교배효율을 증가 하는데 목표를 두고자 한다.



라. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공통지표	종자개발 건수	1	3	4		
	품종등록 건수	국내	0	1	1	
		국외				
	종자수출액	2 만불	115 만불	117 만불		
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원				
		등록				
	국제특허	출원				
		등록				
매출액	국내					
	국외					
기술이전						

특성지표	인력양성	1	1	2		
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					

마. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 육종 프로젝트의 연구진은 각 종묘 회사가 주축이 되어 육종 경험이 있는 breeder가 주축이 되어 품종을 육종하고 육종 기반 연구의 내병성, 실용적 분자 마커, 반수체 배양 연구팀과 함께 구성되는 것이 효율적임
- 본 수출용 무 품종 육종 프로젝트를 수행할 후보 기관은 학교, 기업, 정부 기관 등 육종능력을 가지고 있는 모든 기관 및 회사가 될 수 있음

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 16명, 석사급 32명, 기타인력 135명의 총 183명으로 구성함

세부 프로젝트		1단계				2단계					총계	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
소 요 인 력	중국 짜사이용 단맛 무 품종 개발	박사급	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8
		석사급	2	2	2	2	2	2	2	2	2	16
		기타	5	5	5	5	5	5	5	5	5	40
		총합	8	8	8	8	8	8	8	8	8	64

바. 세부프로젝트 예산

- 수출용 무 품종 육종 과제는 계통육성, 교배조합 작성, 종자 생산, 현지 개발 및 판매를 위해서 다음과 같이 예산을 편성함
- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성하였음

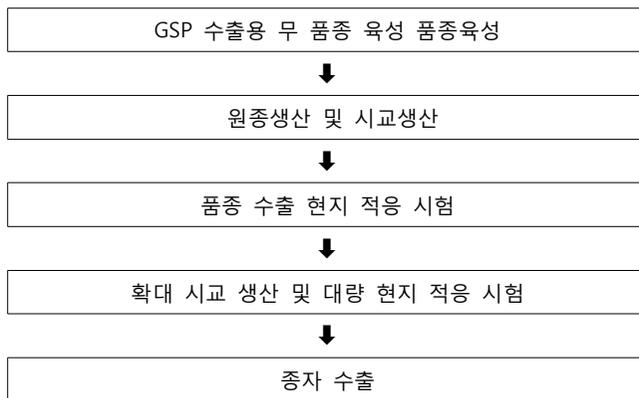
세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
중국 짜사이용 단맛 무 품종 개발	정부 (억원)	0.00	1	1	1	1	1	1	1	1	8
	민간 (억원)	0.00	0.35	0.37	0.34	0.36	0.37	0.37	0.37	0.37	2.9
	합계	0.00	1.35	1.37	1.34	1.36	1.37	1.37	1.37	1.37	10.9

사. 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 주체별 전략

주체	수입대체 전략	
민간종자회사	목표시장 계통 육성 및 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 시장조사, 수출 대상 지역 선두 품종 조사 • 유전자원 수집, 계통 육성 • 융성불임 계통 육성, 유지친 및 화분친 육성 • F1 교배조합 작성, 우수조합 선발 및 생산력 및 지역적응성 검정
	육성 품종, 종자 생산 및 판매	<ul style="list-style-type: none"> • 육성 품종의 생산력 검정 • 생산된 종자의 순도 검정 및 판매
	대학 및 연구 기관들 간 협력 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 순도검정, 내병성 테스트, 마커 개발 등
대학 및 연구기관	육종 효율 증진을 위한 기반 연구 집중	<ul style="list-style-type: none"> • 내병성 검정 시스템 구축 • 마커개발 시스템 구축 • 반수체 육성을 통한 계통 육성 • 유연관계 분석을 통한 잡종강세 품종 개발 • 채종효율 증진을 위한 자원 개발

□ 수출 증대 전략



아. 품종 육종 세부 프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	가공용 무 품종 개발		
세부 프로젝트명	5-3. 중국 짜사이용 단맛 무 품종 개발		
연구 기간	2014 ~ 2021 (8 년)	연구비 지원범위	총 1090 (백만원) (8년, 정부 800 , 민간 290)
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"> ○ 육질이 아삭하고 가공 후 쓴맛이 나지 않는 짜사이용 무 개발 ○ 가공 후 단맛이 나는 짜사이무 개발 ○ 매운맛이 없고 육질이 아삭한 품종 육성 ○ 종자생산성이 높고 순도가 좋은 삼원 또는 복교잡 신품종 개발 ○ 바람들이가 늦고 공동현상이 적은 품종 개발 		
연필요 구성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 짜사이용 무는 중화권에서 일반적으로 소비되고 있는 중요한 무. 현재 중국을 중심으로 한 소비가 한국, 일본 동남아 등지로 급속하게 증가하고, 소비도 늘어나는 추세이므로 이러한 품종의 육성이 시급한 상황임 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> - 짜사이용 가공용 무 품종 개발을 위한 계통 육성 - 짜사이용 가공용 무 품종 개발을 위한 조합 작성 - 짜사이용 가공용 무 품종 개발을 위한 시교 생산 - 짜사이용 가공용 무 품종 개발을 위한 원종증식 체계 확립 - 짜사이용 가공용 무 품종 개발을 위한 현지 재배 시험 및 시교시험 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 짜사이 이용 시장은 현재 저가의 품질이 낮은 종자를 사용 하지만 육질이나 가공 후 품질이 우수한 품종이 육성되면 고가의 종자 시장이 형성 될 수 있음 ○ 품종 육종 기술 개발로 인력 양성 ○ 육종 기반 연구팀과 공동 연구로 MS, 자가불화합 등 육종 효율을 증대 할 수 있는 기술력 확보 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 무 육종 연구기관, 산, 학, 연 ○ 신청 요 건 : 무 품종 육종 개발에 필요한 유전자원 및 시설의 기반을 갖추고 있고 육종 해온 회사, 기관 및 육종가 ○ 기 타 사 항 : 		
Keyword	한 글	단무지 무, 백수계, 절임용 무, 짜사이용 무,	
	영 문	processing radish, white should, salt radish, chasai radish,	

제 2 절 무 육종 기반 연구 프로젝트

1. 연구개발 목표

□ 최종 목표

- 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 육종 기반 기술 네트워크 구축
 - MAS 기술을 이용한 품종개발 연간 단축 및 우량개체 선발효율의 극대화로 경쟁력 확보를 위한 MAS 육종시스템 확립
 - 국내 무 육종계통의 DNA 프로파일링에 대한 연구 개발 및 기반 구축
 - 배추과 작물에서도 일부 제한된 소수의 품종에 적용 가능하였던 반수체 육종 기술을 확립
 - 무 채종 효율 증대를 위한 재배 연구, 효율적인 채종지 관리, 개발, 대체 적기 해외 채종 개발 등 기반 구축
 - 자동화되고 대량분석이 가능한 무 육종용 형질 검정 기술의 개발
 - 바이러스와 탄저병, 뿌리혹병에 대한 내병성 품종 개발 요구도에 따른 저항성 무품종 계통육성

□ 세부 연구 개발 목표

무 품종육성을 위한 육종 기반 기술 개발 및 네트워크 구축	1. 무 품종 육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발과 DNA 프로파일링 2. 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발 3. 무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 식물체 육성 4. 생산 기반 연구 (원종 및 F1 생산지 기반 기술 개발)
무 품종육종을 위한 내병성검정 기술 개발	1. 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축 2. 내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술 개발

2. 연구개발 필요성

□ 세계 종자산업의 특성, 중요성 및 기술 지배력

- 종자 산업은 작물생산을 위한 곡물, 채소, 화훼 등의 종자를 개발, 육성, 보급하는 산업으로서, 식량의 수급에 미치는 중요 요소임과 동시에 식품, 바이오에너

지, 제약등 미래 성장산업의 원천임

- 종자 산업은 기술·자본 집약적 고부가가치 산업으로 인적 자본과 기술력을 가진 글로벌 대기업이 세계 종자 산업을 주도하고 있음
 - 2011년 기준 세계 종자산업 규모는 780억 달러 규모로 추정되며, 농작물이 450 억 달러로 전체의 53%를 차지하고, 이 중 곡물종자는 79%, 채소와 화훼종자는17%를 차지
 - 종자산업은 시장규모가 300억 달러인 반도체보다 규모가 월등히 크며, 성장 잠재력을 고려할 때 향후에도 고성장이 예상됨
- 국가별로 미국이 120억 달러로 시장규모가 크며, 중국 90억 달러, 프랑스 36억 달러 순이며 한국은 세계시장의 1% 수준임 [표5-8]
 - 상위 5개국(미국, 중국, 프랑스, 브라질, 인도)의 종자시장 규모는 2008년 180억 달러에서 2011년 292억 달러로 확대된 바, 이는 중국의 경제성장과 인도, 브라질 에서 GM 종자가 확대 보급되었기 때문임

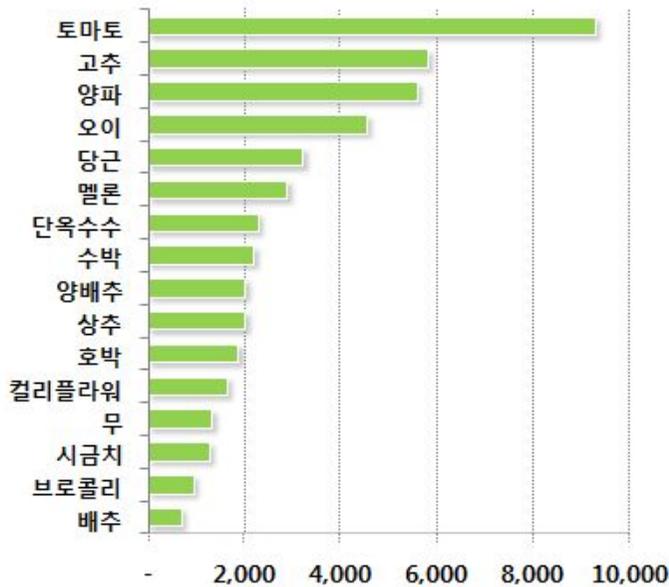
순위	국 명	종자시장 추정 규모 (억 달러)	재배면적 (만 ha)
1	미 국	120.0	13,447
2	중 국	95.0	17,124
3	프랑스	24.0	1,867
4	브라질	20.0	6,547
5	인 도	20.0	19,169
6	일 본	14.0	445
7	독 일	12.6	1,910
8	이탈리아	7.8	970
9	아르헨티나	6.0	3,706
10	캐나다	5.5	3,255
11	러시아	5.0	6,018
12	스페인	4.5	1,295
13	호 주	4.0	4,892
14	대한민국	4.0	258
15	터 키	4.0	1,941

출처: International Seed Federation(2011), FAO-STAT(2010)

- 채소종자 산업은 종자산업 중에서 가장 복잡하고 세분화된 분야로, 전반적인 시장규모가 증가 추세
 - 인구의 증가와 함께 개인당 소득의 증가 및 건강에 대한 관심이 증대됨에 따라 채소 소비도 지속적으로 증가 추세이며, 이에 따라 종자 시장규모도 증가
- 전 세계 채소종자 시장규모는 증가 추세로, 상업용 채소종자 시장은 2011년 현

재 약 5조 5천억 원으로 추정되며, 2020년에는 9조 6천억 원까지 성장할 전망 (연평균 성장률 7%)

- 상업용 채소종자 시장 성장의 주요 원인은 종자가격의 상승 효과(54%)이며, 이밖에도 재배면적 증가효과(20%), 교배종으로의 전환효과(16%)에 의해서 시장이 성장
- 전세계적으로 토마토 종자의 시장 규모가 9,300억원으로 가장 크며, 다음으로 고 추, 양파, 오이 등의 시장규모가 큼



[그림 5-12] 작물별 종자시장규모(2011)

- 재배 면적을 기준으로 할 경우, 토마토, 양파, 수박, 고추 순으로 많이 재배되고 있으며 무는 13위로 시장 규모가 형성되어 있음
- 과거 종자산업은 종자를 개발하여 농가에 보급하는 수준에 머물렀으나 최근에는 바이오 산업, 식품산업, 제약산업과 융·복합화 하는 특성을 보이며, 부가가치 높은 고품질 기능성 종자 개발을 통해 높은 수익을 창출하고 있음
 - 토마토, 파프리카 등의 고품질 종자는 같은 무게의 금 보다 비싸며, 종자 산업을 육성하여 해외에 지급하는 로열티 (2011년기준 226억원)를 줄일 수 있고 종자 수출을 통해 외화 획득 가능
- 글로벌 선두기업인 몬산토, 듀폰, 신젠타 등은 각각 화학, 화학섬유, 제약 및 농약 사업을 구조 조정하여 종자 기업으로 전환하였으며, 이들의 시장점유율은 각

각 27, 17, 9%로 3개 기업의 점유율이 절반 이상을 차지함 [표5-9]

- 선두기업들은 시장 지배력을 강화하기 위해 곡물 유통업체 또는 경쟁사와 전략적 제휴를 하거나, 종자 형질 및 관련 기술에 대한 특허권을 행사함으로써 후발 주자의 시장 진입을 견제
- 세계 주요 종자 기업은 2009년 매출을 기준으로 몬산토, 듀폰, 신젠타 등이며, 10대종자 기업의 점유율이 점차 높아지고 있음
 - 10대 종자기업의 점유율은 2007년 67%에서 2009년 73%로 높아졌으며, 이러한 현상은 주로 상위기업들이 소규모 종자 기업들에 대한 인수합병을 진행한 것이 주 요인
 - 특히 미국기업의 시장 점유율이 50%에 해당하며, 점차 이러한 추세가 강화될 예정이며, 유럽과 아시아 기반의 종자회사들은 시장 영향력이 약화되고 있음

[표 5-4] 세계10대 종자기업 (2009년)

기업명 (국적)	종자 매출액 (백만\$)	점유율 (%)
1. Monsanto(미국)	7,927	27
2. DuPont (미국)	4,641	17
173. Syngenta (스위스)	2,564	9
4. Groupe Limagrain (프랑스)	1,252	5
5. land O'Lakes (미국)	1,100	4
6. KWS AG (독일)	997	4
7. Bayer Crop Science (독일)	700	3
8. Dow AgroScience (미국)	635	2
9. Sakata (일본)	491	2
10. DLF-Trifolium (덴마크)	385	1
세계 10대 기업 합계	20,062	73

자료: ETC Group, Whwill control green economy, 2011.12.

- 몬산토의 경우, 채소 종자 사업부문을 강화하기 위해 세계 최대 채소종자 회사인 세미니스와 De Ruiter를 인수합병하였으며, 농식품 유통과 레스토랑 체인사업 참여까지 전체 가치사슬로 확대하려는 시도를 하고 있음
- 신젠타사는 채소 종자기업인 Zeraim Gedera을 인수하였으며, 듀폰과 협력하여 몬산토의 독주체제에 대응하고 있음
- 세계 주요 종자기업은 GM 작물의 개발에 특히 주력하고 있는 한편, 내재해성 유전자 확보, 고부가가치 기능성 품종 개발에도 중점 투자하고 있음

- 현재 GM작물은 콩과 옥수수 등 식량 작물에 먼저 상용화되었으나, 고추와 같은 채소 종자에서도 GM작물 개발이 진행 중
- 기후변화와 물 부족 등 지역별 농업 환경 변화에 따라 환경재해에 내성을 가지는 유전자 탐색에 노력 중임
 - 또한, 건강에 대한 소비자의 관심이 증가함에 따라, 기능성 품종의 개발에 대한 연구가 집중적으로 진행됨
- 항암성분 강화 브로콜리, 라이코펜 강화 토마토 등이 출시되었으며, 유기농에 적합한내병성, 내충성 품종의 개발이 가속화되고 있음
- 대표적인 종자기업인 몬산토는 매출액의 12% 수준인 10억달러 이상을 연구개발에 투자하고 있으며, 100여개의 지역별 종자 실험실을 갖추고 있음
- 몬산토는 GM작물 개발에 독점적인 특허기술을 보유하고 있으며, 최근에는 다른 기업들과의 기술제휴를 통해 협력을 강화하고 있음
 - 다우에그라싱언시스, 바이엘 크롭사이언스, 바스프 식물과학과의 기술제휴를 통해 GM작물 또는 내건성 및 고생산성 작물 생산을 위한 공동 R&D 프로젝트를 진행
- 몬산토는 전통적인 교배육종방식에 더하여 생명공학기술을 적용한 GM유전자를 활용하는 효율적인 작물의 종자개발을 위주로 하고 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 이 중 농업 분야에 절반 수준인 10억달러를 투자
 - 미국에 30개의 연구시설 및 제조공장을 보유하고 있으며, 인도에 생명공학연구센터를 설립하였음
- 신젠타는 글로벌 연구센터와 상호협력을 통해 기술을 개발하고 있으며, 2011년 R&D 투자규모는 11억 2,700만 달러에 달함
 - 종자 사업부의 R&D 투자비중이 전체의 38%에 달하며, 연구 및 사업역량 강화를 위해 세계 400여개 연구기관과 기술협력
- 100개국 이상에 채소종자를 판매하고 서비스를 제공하는 세계적인 채소종자 전문회사인 누넴(Nunhems)은 2002년에 바이엘 크롭사이언스에 인수합병되었으며, 세계각지에서 활발하게 종자 생산·판매 및 연구개발을 추진 중

- 누뎀은 부추, 양파, 당근, 멜론, 오이, 토마토 등 28가지 작물에 대해 2,500여종의 채소종자를 판매하고 있으며, 14개 국가에 26개의 R&D센터를 운영 중
- 국내에는 누뎀 코리아가 2003년 10월에 설립되어 2009년 10월 안성에 R&D센터를 개설하였고 2007년 한국의 종자회사 시텍스를 인수하였음
- 그 외에 세계적인 채소종자 전문회사들로는 네덜란드의 Rijk Zwaan, Enza Zaden, Bejo, 그리고 일본의 Sakata 와 Takii가 창업당시의 소유형태를 유지하고 있음
- 네덜란드가 주축이 되어 1970년대 Asia지역에서 창업한 East West사가 동남아 열대지방의 노지 채소 F1 종자 시장에서 두각을 나타내고 있으며 앞으로 우리나라 회사의 주요 경쟁상대가 될 것임

□ 국내 종자산업 현황

- 국내 종자산업 규모는 약 1,400억 원으로 추정되며 농업부문의 저성장으로 2000년 이래 시장규모가 정체되어 있는 형편임
 - 매출확대를 위해서는 종자를 고부가가치 품종으로 개발하거나 해외 진출이 필요
- 종자기업의 수는 1998년에서 10년 사이에 2.5배인 약 820개 업체로 늘었으나 대부분 영세업체이고 유전자원 관리, 신품종 육성, 종자가공 처리 등의 기술력을 가진 업체는 소수에 불과함
 - 제한된 시장에 영세업체가 난립하는 문제점이 나타나고, 심지어는 품종보호권의 침해 현상도 나타나고 있어 산업 성장을 저해하는 요소로 대두됨
- 일찍 중국 시장에 진출한 업체는 중국의 종자시장 규모의 확대에 따른 이익을 창출하고 있고, 기술력을 바탕으로 미주, 동남아, 인도 등의 시장에 진출하는 업체가 많아짐
 - 중국 종자시장은 2002년 225억 위안에서 2006년 310억 위안으로 성장하였으며 현재 600억 위안(95억 달러) 규모의 시장은 2015년까지 두 배의 증가가 예상되며, 1000억 위안에 달할 것임(2012년 7월, 일본 三井物産戰略研究所)
 - 중국의 채소종자 시장은 약 300억 위안으로 수입종자 점유율이 60% 정도이며, 연구개발이 취약하여 앞으로도 외국 기업이 종자시장을 주도할 것으로 전망
 - 2011년 국내 채소종자의 매출액은 총 2,337억 원으로, 이 중 국내 매출이 약 80%
- 채소종자의 수출은 매년 지속적으로 증가 추세이며, 2011년까지 일본으로의 수출실적이 가장 높았으나, 2012년 상반기에는 중국이 수출대상국 1위로 부상

- '12년 6월까지 채소종자의 수출액은 17.8백만 불로 전년대비 50% 수출증가
 - 중국 주력수출업체는 주요 5개 업체 내외로, 고추, 양배추, 토마토, 무, 파, 기타 채종자 등이 주 수출 품목임
- 매출액 규모와 수출액이 가장 큰 작물은 고추이며, 다음으로 무 종자의 매출 규모가 높고 채소 종자 중 무와 배추 종자의 생산량 비중이 각각 39.9%, 38.8%로 대부분을 차지함

[표 5-5] 2011년 채소종자 작물별 매출액 (단위: 백만 원)

작물	총매출	%	국내	%	수출	%
고추	44,288	18.9	37,339	18.9	6,949	19.3
무	37,914	16.2	34,027	17.2	3,887	10.8
양파	23,404	10.0	22,890	11.6	514	1.4
배추	19,551	8.4	15,994	8.1	3,557	9.9
토마토	16,088	6.9	14,927	7.5	1,161	3.2
수박	11,332	4.8	11,183	5.7	149	0.4
시금치	10,60	4.5	6,891	3.5	3,715	10.3
당근	7,004	3.0	3,316	1.7	3,688	10.2
파	6,243	2.7	5,850	3.0	393	1.1
양배추	5,916	2.5	1,049	0.5	4,867	13.5
오이	5,818	2.5	4,441	2.2	1,377	3.8
호박	5,463	2.3	4,407	2.2	1,056	2.9
상추	5,327	2.3	5,245	2.7	82	0.2
참외	4,887	2.1	4,824	2.4	63	0.2
기타	22,036	9.4	17,476	8.8	4,560	12.7
대목용 (전체)	7,851	3.4	7,851	4.0		
박	2,176					
토마토	1,322					
호박	1,181					
오이	929					
수박	735					
참외	661					
고추	399					
기타	448					
계	233,728	100.0	197,710	100.0	36,018	100.0

출처: 한국종자협회, 2012

- 국내 시장 점유율 1위의 종자회사는 농우바이오이며, 해외 4개 현지법인과 연구소를 보유하고 있음
- 2011년 매출액 560억 원으로 국내 종자시장의 25%를 점유
 - 중국, 인도네시아, 미국, 인도에 현지법인을 설립하여 해외시장에 진출하고 있으며,

총 매출액 중 수출 비중이 30%를 차지

- 국내 시장의 정체에도 불구하고 고기능성 새로운 종자개발 및 시장 확대로 내수 시장에서의 영향력을 유지하고 있음

[표 5-6] 2011년 채소종자 작물별 국내 생산량

	2011년도		2010년도	대 비
	(A)	%	(B)	(A/B)
고 추	2,486	1.1	1,502	165.5
당 근	350	0.2	325	107.7
무	89,843	39.9	120,690	74.4
배 추	87,404	38.8	59,467	147
브로콜리	32	0	-	-
상 추	5,292	2.4	4,648	113.9
수 박	669	0.3	426	157.2
시 금 치	16,834	7.5	10,097	166.7
양 배 추	4,981	2.2	4,811	103.5
양 파	8,768	3.9	9,183	95.5
오 이	457	0.2	796	57.4
참 외	119	0.1	220	53.9
토 마 토	99	0	92	107.8
파	6,390	2.8	2,567	248.9
호 박	384	0.2	451	85.2
대목용 고추	100	0	116	86.5
대목용 수박	0	0	0	-
대목용 오이	0	0	0	-
대목용 참외	30	-	40	75
대목용 토마토	40	-	40	100
대목용 호박	705	0.3	245	287.8
계	224,982	100	215,714	104.3

○ 국내 종자회사 중 동부팜한농(주)는 MonsantoKorea의 채소종자 부분을 인수함

- 동부그룹은 채소 시장의 종자에서 최종 산물 판매까지의 횡적 통합을 시도하고 있으며 Monsanto의 연구인력, 소재, 흥농, 몬산토 브랜드를 인수하여 채소종자시장에서 두각을 나타내고 있음
- 아시아종묘(주)는 생명공학육종연구소, 남부육종연구소 등의 국내 연구소와 인도벵갈로 육종연구소를 중심으로 내수 및 수출용 품종을 개발하고 있음 R&D본부에서는 60여명의 육종 연구개발 인력과 생명공학 연구개발 인력이 종자 개발 연구를 추진 중이며, R&D에 매년 매출액 대비 20%이상을 투자하고 있음
- 국내 농작물 종자산업 규모는 약 2,000억 원으로 파악되며, 농업 부문의 저성장으로 2000년 이래 시장 규모는 정체 상태임
- 채소 종자 산업에서 중소기업 및 개인 사업자 참여가 확대되고 있으나, 영세한 판매·생

산업체가 대부분임

- 채소 종자기업수는 2011년 185개로 증가하였으나 대부분 영세한 수준으로 영농조합 형태가 많으며, 유전자원 관리, 신품종 육성 등의 기술력을 가진 업체는 소수에 불과함

□ 국내 무 종자시장 동향

- 무의 일인당 소비량은 선진국에서는 정체상태이며, 다른 지역에서는 성장 중으로 향후 종자 단가가 오를 전망
- 무 생산의 대부분은 중국을 비롯한 아시아 지역에서 이루어지며, 시장 규모면에서도 아시아 지역이 대부분을 차지함
- 아시아 지역에서 무의 재배면적은 약 150만ha 정도로, 중국이 그 중 120만ha
 - 국내 무 재배 면적은 거의 증가하지 않은 상태로 지속되고 있음
 - 한국과 일본을 제외한 국가들에서 고품질 F1종자의 비율이 증가하고 있으며, 특히 중국에서 상업용 종자 비중이 증가하고 있음
- 뿌리 채소의 가격은 다른 채소에 비해 낮은 편으로, 종자 시장 또한 중간 수준임
- 2010년 현재 약 888억원 규모인 무 종자 시장에서는 중국 시장이 급격히 성장하여 약 367억원 규모의 시장을 형성하고 있으며, 향후에도 교배종으로의 전환에 따라 중국 시장이 급격히 확대될 전망이며 수출 증가가 예상됨

[표 5-7] '12 상반기 채소종자 국가별 수출현황

(천불, 전년 동월대비 %)

국가		중국	미국	일본	인도	호주	파키스탄	홍콩	필리핀
수출액	'11상반기	1,950	2,061	2,068	2,074	796	279	158	30
	'12상반기	4,658	2,865	2,128	1,945	1,904	475	445	424
증가율		138.85	39.02	2.92	△ 6.21	139.32	70.42	181.89	1325.35
(비중)		26.24	16.14	11.99	10.96	10.73	2.68	2.50	2.39

출처: 한국종자협회, 2012

- 무 품종 개발은 주로 한국과 일본을 중심으로 진행되고 있으며, 다른 국가들은 아직 1대 잡종 품종 육성을 본격적으로 시도하지 못하고 있음
 - 일본 및 다국적 회사들은 중국 시장을 목표로 현지 연구소에서 직접 육종 수행
 - 무 품종 첨단 육성 기술은 일본과 한국을 제외한 다른 나라에서는 연구가 미미한

상황이며, 분자마커를 개발하여 육종에 응용하고 있고 소포자 배양 및 내병성 실험을 통해 육종가들에게 정보를 제공하고 있으나 기반은 매우 취약함

□ 해외 무 종자 기술 개발 동향

○ 특허 분석을 통한 무 종자 기술 개발 동향

- 특허 출원은 현재까지 증가하는 추세이며, 2000년 이후로 급격히 증가하였고, 2006년부터 2010년 사이에 대폭 출원건수가 증가하여 현재까지 유지되고 있음

- 특히, 1995년 이전에는 무 종자개발 관련 특허의 수가 매우 적은 반면, 2000년 이후에는 증가하는 경향을 보이고 있으며, 이는 무 종자개발 관련 분야에 대한 연구 및 기술 개발이 2000년대 이후에 폭발적으로 증가하고 있음을 나타냄
- 미국은 1972년에 주요시장국 가운데 제일 먼저 출원을 하기 시작하여 전반적으로 출원 증가세를 보이고 있음
- 특히 2000년에 340%의 성장률을 보이면서 급격히 무 출원건수가 증가하였고, 2008년에는 83건으로 최다 출원, 이러한 경향은 전체시장국의 연도별 특허동향과 일치하는 것으로서 국제특허 출원 및 경쟁력 측면에서 가장 높은 수준임일본의 경우 2006년~2010년까지 계속 감소하면서 퇴조기의 양상을 보이고 있음. 이는 실제적인 퇴조기라기보다는 기술 성숙기의 양상을 보이며, 좀 더 정확한 양상을 알기 위해서는 이후 출원동향을 지속적으로 모니터링 해야 할 것임

- 일본(JPO) 및 국제(WIPO)는 1986년 및 1994년부터 출원이 시작되었으나, 적은양의 특허가 균일하게 출원된 것으로 큰 의미는 없는 것으로 판단됨
- 유럽(EPO)은 1990년부터 출원이 시작되어 꾸준히 출원건수가 증가하다가 2007년에 21건으로 최다출원을 하였으나, 이후 출원건수가 감소하는 추세를 보이고 있음
- 중국(SIPO)은 1986년부터 출원되기 시작하여, 전반적으로 증가하는 추세를 보이는 것으로 나타남. 특히 2005년부터 출원건수가 급격히 증가하다가 2010년에 64건으로 최다출원을 나타냄. 이는 중국의 경제성장 및 시장개방 등의 정책변화에 따라 특허의 중요성이 부각되면서 산업 전반에 걸친 특허 출원 증가에 의한 영향으로 판단됨
- 각 국가별 전체 출원 건수를 살펴보면, 무 종자개발과 관련된 기술 분야의 특허 출원 국에서 미국(USPTO)시장이 46.8%, 중국(SIPO)시장이 20.5%, 한국(KIPO)시장이 20.1%, 유럽(EPO)시장이 8.9%, 일본(JPO)시장이 2.9%를 차지하고 있는 것으로 나타남
- 한국은 아직 기술 성장단계에 있으며, 그 추이가 전체특허 동향과 비슷하게 나타남. 일본에 비해 기술 단계가 상대적으로 높으며 연구 개발이 계속 이어질 것으로 판단됨
- 2006년~2010년까지 급격히 출원건수가 증가하는 추세를 보이고 있음. 이를 통해 미국 특허는 한국 특허동향과 비슷하게 기술 성장단계로 판단됨

- 일본의 경우 2006년~2010년까지 계속 감소하면서 퇴조기의 양상을 보이고 있음. 이는 실제적인 퇴조기라기보다는 기술 성숙기의 양상을 보이며, 좀 더 정확한 양상을 알기 위해서는 이후 출원동향을 지속적으로 모니터링 해야 할 것임
- 무 종자개발과 관련된 기술 분야의 미국, 유럽 및 일본특허청에 집중하여 출원한 주요출원인 Top11을 추출한 결과, 미국의 Monsanto사가 1위를 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 해외출원보다는 국내출원에 집중하고 있음, 또한 Monsanto사의 주 기술 분야는 무 품종개발임이 특징임
- 다음으로 독일의 BASF사 및 Bayer사가 각각 2위와 3위를 차지하고 있으며, 미국출원에 초점을 맞추고 있음. 특히 한국 및 중국출원으로 인한 최근 5년간 급격한 특허출원 성장률을 보이고 있음이 특징임. 주 기술 분야는 무 재배기술개발 분야로 확인됨

- 무 종자 기술 관련하여 최다 출원인 상위 13개 가운데 5개의 출원인은 미국 출원인들이며, California 대학을 제외하고 이들 대부분이 거대 기업임. 이 기업들의 주요 시장국을 살펴보면 미국시장에 초점을 맞추어 해외출원을 하고 있어서 세계시장 확보는 저조한 편임
- 이는 2000년 이후부터 품종개발 및 재배기술개발과 관련된 출원건수를 비교해본 결과 품종개발 기술의 출원건수는 총 590건, 재배기술개발 기술의 출원건수는 538건으로 품종개발 기술의 출원수가 높았지만 꾸준히 상승하는 추세를 보이고 있어서 성장세가 계속 이어질 것으로 파악됨
- 소분류 별로 분자마커, 형질 전환체, 내병성 품종개발에 있어서 그 출원 분포는 형질전환체를 이용한 출원건수가 가장 높았으며 분자마커 및 내병성 품종개발에 있어서 그 출원건수는 거의 비슷한 비율로 분포

- 이는 무 종자 품종개발을 위하여 형질전환체 기술을 집중적으로 이용하여 연구되고 있음을 확인할 수 있음
- 특히 유용유전자를 도입한 형질전환체(AAB)를 이용한 무 종자개발과 관련된 출원은 2000년대부터 꾸준히 이어지면서 계속 출원이 증가하는 성장세를 보임. 이는 무 종자 품종개발을 위한 기술 분야에서 관심기술임을 확인할 수 있음
- 해당 기술 분야에 있어서 가장 연구의 중점이 되는 분야는 종자 처리 방법 및 작물의 저항성 기술로 판단, 최근 2007년 이후 종자 처리 방법 및 작물의 저항성 기술 관련 출원이 증가하는 추세에 있으며 이는 해당분야에 대한 연구개발이 활발하게 이루어지고 있으며 기술이 성장기에 들어선 것으로 판단됨

- 무 연구 분야에 대하여 출원된 특허 중 가장 높은 비율을 차지하고 있는 기술 분야는 무 종자 재배기술개발을 위한 작물의 저항성(ABC)기술로서 출원건수가 38.9%로 가장 높은 양상을 보이고 있음. 해당분야의 출원건수가 2000년부터 꾸준히 증가하는 추세를 보여 성장세가 계속 이어질 것으로 판단됨
- 해외의 경우, 일본에서 응성불임과 병저항성을 중심으로 무 분자마커의 개발이 활

발하게 이루어지고 있으며 2011년 일본 KUZASA DNA연구소의 Shirasawa 등은 무 EST를 기반으로 한 SSR 마커의 개발을 발표하였고, 일본 동북대의 Nishi등은 SNP 마커의 개발을 발표

- 따라서 분자마커, 형질전환체, 내병성 품종개발, 의약품 생산 품종개발 및 종자 처리 방법, 접목방법, 작물의 저항성 및 종자개발 등의 연구 및 기술 개발을 통하여 수출용 무 종자를 개발한다면 해외에 지급된 로열티 226억원 (2011년 기준) 이상을 줄일 수 있고, 수출 품종 육성을 통한 수출확대도 가능할 수 있을 것으로 판단됨
- 국내 무 연구를 통한 분자마커, 형질전환체, 내병성 육종 평가 기술, 내병성 품종개발 등 연구 기반은 매우 취약하며, 산발적으로 이루어지고 있으므로 선택과 집중을 통하여 인적, 기술적 육종 지원 네트워크 구축을 통하여 수출용 무 종자 개발에 역량을 집중할 필요성이 매우 높음

○ 논문 분석을 통한 무 종자 기술 개발 동향

- 전체적으로 현재까지 증가하는 추세이며, 1996년 이후로 급격히 증가하였고, 2006년부터 2010년 사이에 대폭 논문건수가 증가하여 현재까지 유지되고 있음. 이 시기는 전 세계로 상업 종자시장 규모가 267억 달러로 성장하는 시기로 해당 분야에 대한 연구가 집중적으로 이루어진 것으로 보임
- 유럽의 경우 1957년부터 관련 논문이 간헐적으로 발행이 되다가 1995년 이후부터 논문 발행건수가 전반적으로 증가하는 양상을 보이고 있으며, 최근까지도 활발히 연구가 진행되고 있는 것으로 보임. 특히 1990년대 중반부터 다른 주요 국가에 비해 상당히 많은 논문발행을 기록하면서 해당 기술 분야와 관련하여 전통적인 리더 그룹이라 볼 수 있음
- 미국은 1984년부터 본격적으로 관련 논문이 발행되기 시작하였으며, 계속하여 증가하는 양상은 보이지 않았으나 꾸준히 연구가 진행되고 있는 것으로 판단됨
- 주요국가의 연도별 논문동향을 살펴보면, 한국은 1980년부터 관련 논문이 간헐적으로 발행되고 있었으나, 1996년도부터 관련 논문이 꾸준히 발행되기 시작하여 본격적인 연구가 시작된 것으로 보임
- 중국의 경우 관련 논문들이 발행되고 있지 않다가 2000년부터 논문 발행이 시작되었고 전반적으로 그 건수가 계속 이어지고 있어, 최근 들어 해당 분야에 활발한 연구가 진행되고 있는 것으로 보이며, 앞으로도 꾸준히 연구가 이루어질 것으로 보임. 이 시기는 한국산 종자 특히 무와 배추 수입량 및 수입액의 증가율이 두 자리를 유지하는 시기임

- 국내 및 해외 논문의 수 및 질적 증가기를 볼 때 1900년대 부 나아가 1990년대부터 계속하여 논문건수와 발행기관 수가 증가하는 성장기의 양상을 보임
- 주요 논문 저자들 중 최다 논문저자는 미국의 New Mexic대학 소속의 Marshall D.L이며 주요 연구분야는 무 종자 재배기술개발과 관련된 연구임
- 주요 논문 저자들 중 일본국적을 소유한 4명의 저저는 최근까지 무 종자 재배 기술 관련 연구에 집중하고 있음을 확인함. 이를 통하여 무 종자개발과 관련된 연구를 계속 수행할 주요 저자로 생각되므로 지속적으로 주의 깊게 살펴 볼 필요가 있다고 판단됨
- 무 재배기술개발에 관한 연구는 1947년부터 꾸준히 진행되어 오면서 점차 증가하는 경향을 보이고 있으며, 1996년을 기점으로 논문건수가 급격히 증가함. 이를 통하여 해당 연구 분야와 관련하여 계속하여 꾸준히 연구가 진행되고 있는 것으로 판단됨
- 무 품종개발을 통한 무 종자개발의 경우, 재배기술개발에 비해 상대적으로 낮은 논문 발행비율을 보임(12.5%)
- 무 종자개발에 대한 품종개발기술의 경우 소분류별로 분자마커 개발을 위한 관련 유전자를 대상으로 하는 기술분야인 분자마커의 논문이 가장 높은 비율을 차지하고 있으며(79.5%), 해당 분야에 대한 연구가 최근까지도 계속 활발히 진행되는 것으로 판단되나, 국내의 경우 분자마커에 대한 논문 발행 비율이 매우 저조함
- 유용 유전자 탐색 체계 확립, 실용적인 유용 유전자 도입, 형질전환체 획득과 관련된 기술(AAB, 형질전환체) 분야의 논문이 15.1%의 비율로 발행되었으며, 1997년부터 꾸준히 관련논문이 발행되고 있음
- 작물의 역병, 바이러스, 해충 저항성, 내냉성, 내염성의 특성을 대상으로 하는 기술(내병성 품종개발) 및 항암성분, 기타 질환 예방 및 개선, 치료성분 강화(의약품 생산)를 목적으로 하는 의약품생산 품종개발의 경우 각각 2.7%로 낮은 비율을 차지함
- 한편 무 종자의 내병성 품종개발에 관한 특허출원은 25.6%의 출원률을 보였는데 이는 학술연구의 대상이 되기보다는 주로 특허기술 위주로 연구가 진행
- 해당 의약품 생산 품종개발(AAD)에 관한 연구분야는 특허 및 논문이 간헐적으로 출원, 발행되고 있는 것으로 보아 거의 연구가 진행되고 있지 않은 것으로 판단됨
- 조직배양기술, 소포자, 응성불임 및 자가불화합성 특성에 따른 종자개발 기술의 논문이 24.6% 비율로, 25.1%의 비율을 차지한 작물의 저항성 기술과 비슷한 경향을 나타냄, 1995년을 기점으로 해당분야의 논문 발행수가 급격히 증가하였고 그 이후로도 지속적으로 관련 논문이 발행되고 있는 것으로 보아 해당 분야에 대한 연구가 최근까지도 꾸준히 진행되고 있는 것으로 판단됨

- 육종기간 단축 및 작물의 저항성과 관련된 기술(작물 저항성)의 논문이 25.1%의 비율로 조직배양기술 및 육종처리에 따른 종자개발기술과 거의 유사한 수준으로 발행되었으며, 이 분야의 특허출원은 38.9%로 가장 높은 비율을 차지함

- 무 종자개발과 관련된 연구 분야 중 발아력 향상을 위한 열처리, 약품처리, priming, 습식 처리 기술인 종자처리법(ABA)과 관련한 논문이 높은 발행건수를 기록하고 있으며, 1990년 중반부터 점진적인 증가세, 이러한 증가세로 보아 해당 기술 분야에 대한 연구가 타 세부 기술에 비해 더 활발히 연구되어질 것으로 판단
- 특히 무 종자개발과 관련된 품종개발기술의 경우에는 특허출원보다 비중이 매우 낮게 차지하고 있는(12.5%) 반면 재배기술개발(AB) 기술은 87.5% 발행으로 그 비중이 매우 높게 나타났으며, 이의 의미하는 바는 특허 및 논문의 공통된 주요 집중 분야로는 무 종자 재배 기술개발 특히 종자처리법에 집중되어 있음을 확인할 수 있음

- 무 바이러스, 진균, 세균, 해충 저항성, 내냉성, 내염성의 특성을 대상으로 하는 기술 개발을 통하여 내병성 품종개발 및 항암성분, 기타 질환 예방용 기능성 무 품종 의약품생산 개발의 경우, 무 종자의 내병성 품종개발에 관한 특허출원 가능성이 매우 높으며 학술적으로도 많은 기술적 개발을 통한 연구 논문 증대를 통하여 부가 가치 창출 및 학술적 성과 도출이 가능할 것으로 판단됨
- 무 채종 관련 논문부터 이 24.6% 비율로, 25.1%의 비율을 차지한 작물의 저항성 기술과 비슷한 경향을 나타내어 1995년을 기점으로 해당분야의 논문 발행수가 급격히 증가하였고 그 이후로도 지속적으로 관련 논문이 발행되고 있는 것으로 보아 해당 분야에 대한 연구가 최근까지도 꾸준히 진행되고 있는 것으로 판단됨
- 국내 뿐만 아니라 해외에서도 재배, 배양법 개발, GM개발, 작물 저항성 등의 기술적인 연구 분야로서의 특허 및 논문에 집중하고 있으나, 본 제안하는 과제에서는 조직배양기술, 소포자, 응성불임 및 자가불화합성 특성에 따른 종자 개발 기술 개발부터 안정적인 수출용 무 종자 공급을 위한 채종 효율 증대법 연구를 통한 무 종자 채종 효율화 기술 개발 및 해외 원종 및 F1 채종지 개발 및 사후 관리까지 일련의 체계로서 연구 수행하여 기술 개발 네트워크를 구축한다면, 수출용 무 품종 육성을 통한 수출 증대에 무난하게 목표 성과를 도출할 수 있을 것으로 기대함

□ 국내 무 종자 기술개발 수준 및 동향

- 무 품종개발에서 가장 앞서 있는 국가는 일본과 한국으로, Sakata, Mikado, Kyowa 등의 종묘 기업은 무 유전자원 보유 수준이나 분자 육종 기술이 세계 최고 수준이며, 국내 기업도 유사한 수준임
- 국내 무 품종 육성기술은 세계 최고 수준으로, 민간 회사 및 민간 육성가들이 일본, 중국 시장을 개척하기 위해 경쟁하고 있음
 - 옹성불임성과 자가불화합성을 이용한 F1 품종 육성 및 분자육종기술은 세계 최고 수준임
 - 무 옹성불임성 선발 마커가 엽록체(전남대)와 미토콘드리아 (동부한농, 국립원예특작과학원)로부터 개발되었음
 - 특히, 소포자 배양기술을 확보함으로써 품종 개발에 소요되는 기간을 단축하였으며 2007년부터 무 소포자 배양 실험을 실시하여 2009년부터는 선발된 배양 자원을 활용하여 효과적인 배양 조건 등을 활용하여 연구 및 품종 개발에 확대 연구 수행 중
- 중국용 무 품종 업체는 소수이며 기존 품종보다 우수한 품종은 나오지 않고 있으나 국내 한 회사에서 육성한 품종이 고온기 재배에서 좋은 평가를 받고 있음
 - 동남아 및 유럽형 무 품종 육성은 거의 하지 않고 있으며, 이미 개발된 미농무 계통을 수출
- 무 유전자원은 국내의 농촌진흥청과 각 종자회사에 상당수가 수집되어 있으며, 일본의 경우, 약 600여점이 보고되어 있음

- 농촌진흥청의 농업유전자원센터에는 무 자원이 2,517점이 보고되어 있으며, 이 중 1,133자원은 센터에서 직접 수집한 자원임국
- 국내 종자회사인 (주)농우바이오나 (주)동부한농은 각각 다양한 형질을 가진 무 계통 자원을 보유하고 있으며 주로 뿌리혹병 저항성, 위황병 저항성, 추대성, 내서성, 근피색소 등 품질관련, 기능성 물질 보유 등의 형질과 관련된 계통을 보유
- 농진청 보유 무 유전자원은 특성조사가 체계적으로 이루어지지 않아 활용에 어려움이 있으며, 국내 종자회사의 무 자원은 육종 자원으로서의 좋지만 공공성 차원의 활용에 한계가 있는 상황
- 유전체 해독 연구가 차세대바이오그린21사업에서 수행되고 있으며, 2014년 유전체 초안 완성을 목표로 하고 있음

- 국내 무 품종 육성은 주요 종자회사와 국립원예특작과학원이 주도하고 있음
 - 농진청의 국립원예특작과학원은 현재까지 중간모본으로서의 무 17계통을 공개 하여 종자 분양을 하고 있음
 - 해외 수출을 위해 다음과 같은 품종 개발에 주력해야 함이 공통적으로 국내 무 육종가들은 공감하고 있으며, 이런 추세로 수출용 무 품종 육성하고 있음
- 지금까지 수량, 내병성 등에 관한 품종 육성이 주로 이루어져 왔으나 향후에는 품질개선 육종이 이루어져야 하나 품질 육종 연구는 초보수준을 면치 못하고 있음
- 최근 무 품종육성 연구는 위황병, 뿌리혹병 등 주요 병 저항성 품종육성이 서서히 이루어져 왔으나 아직도 바이러스병, 위황병, 균핵병 등에 대한 저항성 품종육성의 완성도는 낮으며, 아직도 품종화되는 효율이 매우 낮음
- 월동무, 봄 및 여름 무의 경우, 연작하는 재배 포장의 특성상 뿌리혹병, 연부병, 바이러스병등 대한 내병성의 요구도가 증가하는 추세이며, 생산성, 수송성이 우수한 만추대성 품종이 요구되고 있으며, 가을 배추의 경우, 뿌리혹병과 바이러스에 강함 고품질 무에 대한 복합 저항성을 갖춘 품종 개발이 요구가 증가하고 있음
- 채소병리검정지원사업단 (한국화학연구원)은 유묘를 이용하는 in vivo병리검정과 DNA를 조사하는 분자마커 병리검정을 수행하고 있으나, 무의 경우는 병원형이 다른 균주 선발을 통한 병리 검정, 분자육종 및 수출용 무 내병성 검정 실적은 전무

□ 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 육종 기반 기술 연구 필요성

- 무의 경우에는 in vivo검정으로는 세균성 검은무늬병, 위황병, 뿌리혹병 및 TuMV 등의 바이러스병에 대해서는 in vivo검정 체계 및 기술적 수준이 국내 연구진들에 의해서 일부분 이루어졌으나, 이들 병원체들에 대해서 저항성 유전자원의 발굴 및 육성 소재로서의 특성 구명의 연구 성과는 낮음



[그림 5-13] 무 노균병에 감염된 무 잎, 뿌리 조직 및 병원균의 현미경 사진

- 무 내병성 검정 체계는 바이러스, 세균 및 진균 등의 내병성 검정용으로 병원형이 각각 다른 균주를 확보하여 활용하는 것이 필요하며, 실제 포장에서 균주를 수집 분리 특성 평가를 통하여, 무 저항성 검정에 필요한 기반 기술을 갖추고 있는 육종회사 또는 개인 무 육성가들은 극히 제한적인 상황임
- 무 재배 포장 단지에서 무 이병주에서 분리한 병원체들은 지역별로 상이하므로 각각의 재배단지 (예: 제주도 성산읍, 조천읍 및 강원도 평창군 일대)별로 수집하여 유전자학적, 분자생물학적, 병리학적 특성 평가를 통하여 구별이 되는 육종에 이용해야 하나, 국내 대학교, 육종 회사 및 개인 육성가들에서는 기반 연구 시설이 미비하여 육종에 활용도가 낮음
- 수출용 무 품종 육성에서는 기술개발을 통한 서비스 부분에서 in vivo 병리 검정을 통한 지역형 진균, 세균 및 바이러스 저항성을 집적시키는 연구 및 기술개발이 필수적이며, 예를 들어, 중국의 무 노균병의 특성이 국내 무 노균병하고 병리학적, 유전학적 특성의 유사성을 조사하여 육종에 활용하는 체계가 필요함
- 저항성 및 품질 관련 형질 분석들이 늦어져 분자마커의 개발이 미흡하여 결국 분자마커를 활용한 병 저항성 활용도가 전무하여 시급히 무 병리 검정 체계 확립이 요구됨

[표 5-8] 수출용 및 기능성 무 품종 육성 형질 및 육종 지원기술 국내 현황

요구되는 형질	필요한 육종지원기술	선진국대비 국내 기술력 기반 수준
내병성 (위황병, 연부병, 뿌리혹병)	<ul style="list-style-type: none"> • 병원균 검정기술 • 병원균 진단기술 • 분자마커기술 • 세대 단축기술 • 채종효율 증진기술 • 채종지 재배 기술 	30~70%
중국수출용 만추대성 홍피 및 청피 품종	<ul style="list-style-type: none"> • 내병성 검정기술 • 분자마커기술 • 세대 단축기술 • 내서성 평가 기술 • 채종효율 증진기술 • 채종지 재배 기술 	
일본 및 동남아 수출용 백수계 및 남방계 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> • 내병성 검정기술 • 분자마커기술 • 세대 단축기술 • 내서성 평가 기술 • 채종효율 증진기술 • 채종지 재배 기술 	

단맛이 높아 생식 가능한 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 내병성 검정기술 • 분자마커기술 • 세대 단축기술 • 내서성 평가 기술 • 채종효율 증진기술 	
기능성 물질(소화 촉진 및 해독작용)이 강화된 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 내병성 검정기술 • 분자마커기술 • 세대 단축기술 • 내서성 평가 기술 • 채종효율 증진기술 	
항암물질이 높은 고기능성 무 품종	<ul style="list-style-type: none"> • 내병성 검정기술 • 분자마커기술 • 세대 단축기술 • 내서성 평가 기술 • 채종효율 증진기술 	

○ 저항성 관련 무 병리 검정 기술 및 진단체계 및 대량 검정체계 확립이 필수적이며, 목표 기술들이 개발되어야 할 병원체들은 [표 5-8]과 같음

[표 5-9] 무에 발생하는 주요 병원체들

종류	병명	병원균	비고
곰팡이	위황병	<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>raphani</i>	
	흰녹가루병	<i>Albugcandida</i>	
	균핵병	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	
	잘록병	<i>Rhizoctonia solani</i>	
	노균병	<i>Peronospora brassicae</i>	
	뿌리혹병	<i>Plasmodiophora brassicae</i>	점균류
	검은뿌리썩음병	<i>Aphanomyces raphani</i>	
	검은무늬병	<i>Alternaria brassicicola</i>	
세균	무름병	<i>Ervinia carotovora</i> subsp. <i>carotovara</i>	
	세균점무늬병	<i>Xanthomonas vesicatoria</i>	
	검은썩음병	<i>Xanthomonas campestris</i>	
	세균검은무늬병	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>maculicola</i>	
바이러스	CMV	cucumber mosaic virus	
	RaMV	radish mosaic virus	
	RMV	Ribgrass mosaic virus	
	TVCV	Turnip vein clearing virus	
	TuMV	Turnip mosaic virus	
	TRV	Tobaccrattle virus	

- DNA microarray 기술의 관심 및 활용도가 증가하고 있으나 기술적인 특수성이거나 고가의 array와 분석장비, 분석전문가 부족 등의 이유로 대부분 의/약학 관련 연구에 편중되고 있으며, 특히 무를 비롯한 원예작물 육종연구에의 사용은 극히 미약한 실정임. 특히, 분석을 한국생명공학연구소, (주)지노믹트리 등의 기관이나 전문회사에 의뢰되는 경우가 많아 기술의 보편화가 어려운 실정임
- 분자마커나 약배양 기술을 계통 육성에 적극적으로 도입함으로써 선발 효율을 증대시키고 품종 육성연한을 단축 필요
- 반수체 육종은 자식성 작물의 경우 조기에 homozygous한 계통을 얻을 수 있어 육종 연한을 크게 단축 가능함
- 소포자 유래 반수체와 이 반수체에서 얻어진 homozygous한 이배체는 분화기작을 연구할 수 있는 재료로는 물론 육종재료로도 유용하게 이용 가능하며 반수체 유래 식물체는 열성형질의 출현 빈도가 높아 유용열성인자를 쉽게 이용할 수 있음
- 반수체 육종 기술의 확립으로 순계 육성 기간이 단축될 뿐 아니라 육종세대 단축이 가능하여 기존의 품종 개발에 소요되던 육종연한을 4-5배 단축시킬 수 있어 경제적 절감 효과가 큼
- 다양한 육종 기술을 이용하여 무의 수확대상물인 뿌리에 유용기능성 물질 함유량을 극대화 시킨 특화된 고품질의 기능성 무를 생산하여 유용기능성물질의 원료로도 이용가능할 것으로 예상됨
- 현재 국내 무 육종에 모본으로 사용되고 있는 유전자원의 다양성 결여되어 있으며 관동 여름무 등 제한된 우수품종에서 비롯된 교배모본이 현재 이용되고 있음
- 야생종, 도입종 및 근연종·속으로부터 유용형질의 도입이 필요
- 수집된 유전자원의 분류 및 유전적 다양성 조사는 효율적인 분류체계의 확립을 통하여 형태적 특성(잎, 뿌리, 화기 등의 형태 및 색), 분자마커를 이용한 유전자원의 분류, 염기서열 분석을 통한 마커 개발 및 적용, Flow cytometry를 이용한 세포유전적특성(유전체 크기, 배수성 등) 관찰 및 이를 이용한 유전자원의 분류가 필수적임
- 유용형질의 도입을 위해 필요시 종간 또는 속간 교잡 실시를 통한 핵심 유전자원의 유전적 다양성 증가를 촉진시키기 위하여 종 또는 속간 교배종의 유용형질을 여교잡을 통하여 핵심유전자원으로 도입하여야 함

- 잡종강세를 얻기 위하여 유전적으로 가장 먼 분류군을 이용한 교배조합 작성하여 육종을 위한 최적의 교배조합 검정이 필요함
- 한국은 일본과 더불어 무 품종개발에 선두주자이나 전통육종기술의 의존도가 높으며 분자 마커 이용선발(Marker-Assisted Selection: MAS)의 활용이 미미해 분자 마커의 개발과 실용화에 대한 많은 연구가 필요함
- 일본, 미국 등의 선진국은 분자마커 개발에 대한 연구가 활발하며 품종육성에 MAS의 적용이 광범히 하게 이루어지고 있음
- 치열한 아시아 무 종자시장에서 한국의 선두적인 위치를 지속시키기 위해 MAS 기술을 이용한 품종개발 연한 단축 및 우량개체 선발효율의 극대화로 경쟁력 확보를 위한 MAS 육종시스템 확립이 요구됨
- MAS용 분자마커 개발을 위해 Kanek 등의 연구진은 무 위황병 저항성 QTL 분석을 수행하여 Sequenced Characterized Amplified Region (SCAR) 마커를 개발하였고 Kamei 등은 뿌리혹병 저항성 QTL 분석 연구를 통해 Crs1을 동정하였음
- DNA 프로파일링과 형질분석을 통해 육종자원들을 체계적으로 분류하고 우수한 중간모본들을 선발하면 수출대상국가에 경쟁력 있는 교배종을 효율적 육성 가능
- 효율적인 무 육종을 위하여 RNA sequencing data를 기반으로 한 genic 마커의 개발이 필요하며, 특히 식물체 부위별로 발현되는 RNA를 분석하여 개발된 분자 마커는 발현된 exon 부위를 기반으로 제작된 분자마커이므로 농업적 또는 원예적 형질의 선발에 매우 유용하나 무에서는 이에 대한 연구가 제한적임
- 중국을 비롯한 글로벌 무 종자시장에서 국내품종의 수출을 증대시키기 위해 국내외에 수집된 다양한 무 유전자원과 국내 종자회사들 보유하고 있는 육종계통의 체계적인 특성조사를 DNA 프로파일링을 통하여 체계적으로 분류 및 육성 소재화 구축 필요
- RNA를 기반으로 한 무 genome-wide 분자마커는 육종세대 단축과 선발후대의 표본크기를 줄이는데 매우 유용하나 국내에서 마커 개발은 전무한 실정임
- 국내의 경우 웅성불임성 선발마커가 엽록체(전남대)와 미토콘드리아(동부한농, 국립원예특작과학원)에서 개발되었으나 분자육종에 대한 기반이 부족하여 육종에 활용에는 한계성이 존재하여 기술 개발이 필요함
- 가장 빈번한 염기서열변이인 SNP은 분자마커의 대량 개발과 유전자형 분석의

자동 화가 가능하며 차세대 염기서열 분석장치 (Next Generation Sequencing: NGS)를 이용하여 국내외에서 수집된 핵심유전자원들의 염기서열정보를 확보하고 대량의 SNP를 동정, 분자마커 자원을 확대가 필요한 연구 기반을 통하여 최적 육종 지원 기술 구축

- 여교잡 육종에 genome-wide SNP의 활용은 반복친의 유전자형을 신속하게 회복시킬 수 있어 마커이용 여교잡 (Marker-Assisted Back-crossing: MAB)의 효율성을 향상시키고 품종육성의 기간을 단축할 수 있는 장점이 있는 기술 개발이 필요함

3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

- 대부분의 본 연구과제에서 제안하는 무 육종 기반 기술 개발 및 네트워크 구축에는 기존 연구내용과 중복성 문제가 없는 것으로 판단됨
- 무 종자와 관련된 국가 과제 조사결과 88건의 과제를 검색되었으나 본 과제에서 제안 하는 내용과 중복성은 없는 것으로 판단됨

[표 5-10] 무 연구 관련 과제수행기관 별 국가과제 목록

과제수행 기관	수행년도	과제명	연구 책임자	과제관리기관
(주)동부한농	2011	비대칭 원형질체 융합을 통한 융성불임 육종 자원 개발	성순기	농기평
	2012	분자 육종 기술을 이용한 복합 내병성 무 품종 개발	이영표	농촌진흥청
(주)코레온	2010	수입대체 백수계 단무지 무 및 싹 전용무 품종육성	이광식	농기평
	2011	수입대체 백수계 단무지 무 및 싹 전용무 품종육성	이광식	농기평
농촌진흥청 본청	2011	민간육종 기술지원을 위한 채소작물의 MAS 기술 개발(원예시험연구)	이혜은	국립원예특작과학원
	2011	무, 배추 품종 육성 및 육종 기술 개발(원예시험연구)	박수형	국립원예특작과학원
	2011	고랭지 채소 신품종 육성 및 안정생산기술개발(고랭지농업시험연구)	김기덕	국립식량과학원
	2011	배추과 작물의 대량 유전자 발굴(농업생명자원연구)	문정환	국립농업과학원
	2011	배추과 작물의 수출, 내수 품종육성 및 육종기술 개발	박수형	농촌진흥청
	2011	채소 신품종육성 및 이용촉진사업(국책기술개발)	김대영	농촌진흥청
	2011	배추 유전체 정보 활용 분자육종기술 개발(원예시험연구)	조명철	국립원예특작과학원
	2012	무 분자마커 정보수집 및 MAS 기술 개발	이혜은	국립원예특작과학원
	2012	중부지역 채소 우량계통 지역적응시험 및 신품종이용촉진사업	김대영	농촌진흥청
	2012	고랭지지역 채소 우량계통 지역적응시험	이종남	농촌진흥청
목포대학교	2012	육종연한 단축을 위한 무 소포자유래 식물체 유기	나혜영	농촌진흥청
세종대학교	2012	무 유전체 연구를 위한 핵심집단 구축	박한용	농촌진흥청
신젠타종묘(주)	2012	기능성무 함량증가를 위한 재배 법 개발 및 성분 분석	석경현	농촌진흥청
현대종묘(주)	2012	융성불임을 활용한 수출용 무 품종 육성	강일수	농촌진흥청
(주)농우바이오	2002	수출증대를 위한 고품질 위황병 저항성 무 품종 육성	이시우	농림기술관리센터
	2011	세포융합기술을 이용한 첨단 육종 소재 개발	한지학	농기평

(주)뉴서 올종묘	2002	양성자빔을 이용한 화훼 및 채소작물의 고부가 신제품개발 및 변이체 해석	이광식	한국과학재단
	2003	양성자 빔 이용 화훼 및 채소작물의 고부가 신제품개발 및 변이체 해석	이광식	한국과학재단
	2004	무, 배추의 돌연변이 유전자원개발 및 변이체 고정	이영일	농림기술관리센터
	2004	양성자빔을 이용 화훼 및 채소작물의 고부가 신제품개발과 변이체 해석	이광식	한국과학재단
(주)동부 하이텍	2007	수출용 무 품종 육성 및 실용화 연구	안영순	농림기술관리센터
	2008	중국 수출용 만추대, 내서성 무 품종 육성	안영순	농림기술관리센터
	2009	중국 수출용 만추대, 내서성 무 품종 육성	안영순	농기평
	2009	비대칭 원형질체 융합을 통한 융성불임 육종 자원 개발	성순기	농기평
	2010	중국 수출용 만추대, 내서성 무 품종 육성	안영순	농기평
	2010	비대칭 원형질체 융합을 통한 융성불임 육종 자원 개발	성순기	농기평
(주)바이 오브리딩 연구소	2004	신 채소 작물 배무채의 주요 형질 개선 및 쌈 채소로 연중 생산 연구	이수성	농림기술관리센터
	2005	신 채소 작물 배무채의 주요 형질 개선 및 쌈 채소로 연중 생산 연구	이수성	농림기술관리센터
	2005	전통 육종의 효율 극대화를 위한 분자생물학적 기술 개발	이수성	농촌진흥청
	2006	전통 육종의 효율 극대화를 위한 분자생물학적 기술 개발	이수성	농촌진흥청
	2007	배무채 융성불임성(CMS) 계통 개발 및 이를 이용한 복합내병성 1대잡종 품종 육성	이수성	농림기술관리센터
	2007	전통육종의 효율 극대화를 위한 분자생물학적 기술 개발	이수성	농림기술관리센터
(주)파이 오니아	2008	국내 토착미생물 Serratia Gsm01 유래 신규 고분자 천연물질을 이용한 친환경적 cucumber mosaic virus(CMV) 방제기술의 산업화	임춘근	농림기술관리센터
	2009	국내 토착미생물 Serratia Gsm01 유래 신규 고분자 천연물질을 이용한 친환경적 cucumber mosaic virus(CMV) 방제기술의 산업화	임춘근	농기평
고령지농 업연구소	2006	고령지 수출 유망화훼 고품질 안정생산기술 개발	이종남	국립식량과학원
국립식량 과학원	2009	녹비작물 종자 대량생산 기술 확립(국책기술개발)	김민태	농촌진흥청
국립원에 특작과학 원	2009	배추과 채소의 종자산업 경쟁력 제고를 위한 생명공학 육종기술 개발	유희주	국립원에특작과학원
	2009	배추과 채소 품종 육성 및 육종 기술 개발(원예시험연구)	박수형	국립원에특작과학원
	2009	배추과 작물의 수출, 내수 품종육성 및 육종기술 개발	박수형	농촌진흥청
	2009	감굴 신제품 육성 및 육종소재 개발(감굴시험연구)	박재호	국립원에특작과학원
	2009	민간육종 기술지원을 위한 채소작물의 MAS 기술개발(원예시험연구)	김기택	국립원에특작과학원
	2009	채소 신제품육성 및 이용촉진사업(국책기술개발)	김대영	농촌진흥청
	2010	배추과 채소의 종자산업 경쟁력 제고를 위한 생명공학 육종 기술 개발	조명철	국립원에특작과학원
	2010	배추과 채소 품종 육성 및 육종 기술 개발(원예시험연구)	박수형	국립원에특작과학원
난지농업 연구소	2006	난지 고유채소의 기능성분 분석 및 상품 개발연구	장기창	농촌진흥청
	2007	난지 고유채소의 기능성분 분석 및 상품 개발연구	장기창	국립원에특작과학원
농업과학 기술원	2002	채소작물 유전자원 증식 및 이용형질 특성평가	박남규	농림기술관리센터
	2003	채소작물 유전자원 증식 및 이용형질 특성평가	박남규	농림기술관리센터
농업생명 공학연구 원	2003	십자화과 유전자원 수집 및 이용연구	석소중	농업생명공학연구원
	2005	국내외 식물유전자원 수집, 다양성 확보연구	김창영	농업생명공학연구원
	2005	재래종 유전자원의 특성평가 및 활용도 증진	강정훈	농촌진흥청
	2005	배추과 종속간 집중식물의 발현유전자 분석	진용문	농업생명공학연구원
농촌 진흥청	2009	아프리카 해외농업기술개발	김재용	농촌진흥청
	2010	배추과 작물의 수출, 내수 품종 육성 및 육종기술 개발(FTA대응경쟁력향상기술개발)	박수형	농촌진흥청
	2010	아프리카 해외농업기술개발	김재용	농촌진흥청
	2010	채소 신제품육성 및 이용촉진사업(국책기술개발)	김대영	농촌진흥청
뉴서울종 묘주부설 기술연구소	2005	무, 배추의 돌연변이 유전자원개발 및 변이체 고정	이영일	농림기술관리센터
순천 대학교	2002	무(Raphanus sativus L)의 자가불화합성 유전자 좌상의 유전자군 해석	노일섭	농림기술관리센터
	2003	무(Raphanus sativus L)의 자가불화합성 유전자 좌상의 유전자군 해석	노일섭	농림기술관리센터
영남 대학교	2004	유전자원 활용을 위한 자생나리의 고품질 개화구 생산체계 확립	김규원	농림기술관리센터

원예 연구소	2002	무, 배추 내병성 품종 육성	목일진	농촌진흥청
	2003	무 고순도 복교잡종 조기 육성	윤무경	국립원예특작과학원
	2004	무 고순도 복교잡종 조기 육성	윤무경	국립원예특작과학원
	2005	배추과 채소의 응성불임성 품종 육성	윤무경	국립원예특작과학원
	2005	주요 채소작물의 신품종 개발을 위한 분자마커 개발	김기택	농촌진흥청
	2005	무 고순도 복교잡종 조기 육성	윤무경	국립원예특작과학원
	2005	채소작물의 GAP 재배지침서 작성	고관달	국립원예특작과학원
	2006	주요채소작물의 신품종 개발을 위한 분자마커 개발	김기택	농촌진흥청
	2006	배추과 채소의 응성불임성 품종 육성	박수형	국립원예특작과학원
	2006	무 고순도 복교잡종 조기 육성	윤무경	국립원예특작과학원
2007	주요채소작물의 신품종 개발을 위한 분자마커 개발	김기택	농촌진흥청	
전남 대학교	2010	무(radish) 분자유종 시스템 구축을 통한 실용화 기술 개발(바이오그린21)	김성길	농촌진흥청
제주농업 시험장	2002	난지채소류 적품종 선발	문두영	농촌진흥청
충원종묘	2009	일본 수출용 청수 만추대 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종육성	강갑수	농기평
	2010	일본 수출용 청수 만추대 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종육성	강갑수	농기평
	2011	일본 수출용 청수 만추대 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종육성	강갑수	농기평
한국원자 력연구소	2002	방사선이용 생물활성 증진효과 연구	김재성	한국과학재단

- 브로컬리의 소포자 유래 식물체 유기에 관한 연구가 진행되고 있으며 브로컬리의 소포자 배양을 통해 다양한 배양조건들이 구명되고 있어 이러한 배양 조건들을 기반으로 무 반수체 배양의 효율을 증진시킬 수 있는 화학적 환경 조절 뿐만 아니라 물리적 환경 조절에 관한 연구를 연계하여 연구할 예정임
- 무 또한 품종 육성 및 육종 연한 단축을 위한 소포자 유래 식물체 유기에 관한 연구를 기초 과학 측면에서 진행되고 있으나, 수출용 무 계통에 세대 단축을 위한 “실용화 세대 단축 기술인 무 반수체 연구 및 기술 개발”에 관한 내용에서 핵심은 무 소포자 유래 배의 발달 및 퇴화 원인에 관한 상세한 연구이므로 중복성 문제는 없는 것으로 판단
- 위의 소포자 유래 식물체 유기에 관한 연구를 더 확대하여 실용화 측면에 강조 및 중점성을 두어 무 수출용 품종 개발을 위한 각 육종 회사들의 다양한 계통 및 F1 육성에 본 기술을 적용하여 결과적으로 새로운 무 수출용 품종 개발을 통한 수출 증대에 도움을 주고자 함

4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

- 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 육종 기반 기술 개발 및 구축을 위해 세부 프로젝트별로 과제를 기획하고 확립하여 품종육종을 효율화 시키기 위한 추진체계와 추진전략을 수립.

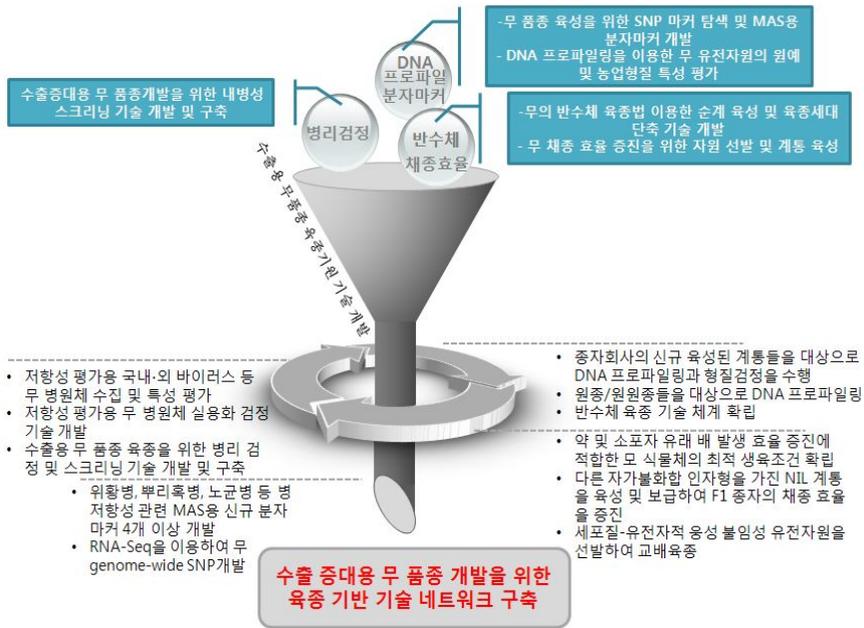
□ 추진체계

- 무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발 및 활용
- 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발
- 무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성
- 생산 기반 연구 (원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)
- 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축
- 내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술개발



[그림 5-14] 육종 기반 추진 체계

□ 추진전략



[그림 5-15] 육종 기반 추진 전략

5. 프로젝트 Micro 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표
		수출용 무 품종 육종 지원을 위한 기반 기술 개발				수출용 무 육종 품종 지원을 위한 복합적, 유기적 네트워크 구축					무 종자 수출 2000만 달러 달성 지원
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표
무 품종육성을 위한 육종 기반 기술 개발 및 네트워크 구축	무 품종육성을 위한 SNP 탐색 및 MAS용 분자마커 개발과 DNA 프로파일링	<ul style="list-style-type: none"> - 무 품종육성을 위한 SNP 마커를 대량으로 확보하고 목표형질에 연관된 MAS용 분자마커 개발 - 목표형질에 대한 자동화 및 대량분석이 가능한 형질검정 체계 확립 - 위황병, 뿌리혹병, 노균병 등 병저항성 관련 신규 분자마커 2개 이상 개발 - 근피색 등 품질 관련 신규 분자마커 2개 이상 개발 - Genome-wide SNP를 이용하여 원종, 원원종, 육종계통들의 DNA 프로파일링 				<ul style="list-style-type: none"> - 위황병, 뿌리혹병, 노균병 등 병저항성 관련 신규 분자마커 2개 이상 개발 - 근피색 등 품질 관련 신규 분자마커 2개 이상 개발 - 목표형질 연관 MAS용 분자마커 개발 및 분자육종기술 실용화 - Genome-wide SNP를 이용하여 원종, 원원종, 육종계통들의 DNA 프로파일링(계속) - 최적화된 분자육종시스템을 확립하고 품종육성에 활용 					무 품종육종을 위한 육종기반 확립
	무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 약 및 소포자 생산을 위한 모식물체 육성 - 반수체 식물 육성 효율에 따른 계통 및 품종의 분류 -반수체 유래 배 발생 연구 				<ul style="list-style-type: none"> - 반수체 유래 배의 재분화 - 반수체 유래 무 계통 식물체의 순화 -반수체 유래 무 계통 식물체의 특성 조사 -반수체 유래 유용한 무 계통 선발 및 공급 					
	무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성	<ul style="list-style-type: none"> - 국내외 유전자원 수집 및 원예적, 형태적 특성 검정 - 종자생산량이 많은 유전자원 선발 - 종자생산량 많은 계통 육성 - 자가불화합성 유전자원 선발 - 세포질-유전자적 양성불임성 유전자원 선발 				<ul style="list-style-type: none"> - 종자생산량 많은 계통 육성 및 품종화 - 자가불화합성 NIL 계통 육성 - 세포질-유전자적 양성불임성 및 유지된 계통 육성 - 계통육성 세대단축을 위한 반수체 배양을 이용한 품종 소재화 					
	생산 기반 연구(원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)	<ul style="list-style-type: none"> -원종 증식 체계 확립 -MS 원종 증식 방법 확립 -안정적인 F1 생산 체계 확립 				<ul style="list-style-type: none"> 원종 증식 체계 확립 -MS 원종 증식 방법 확립 -안정적인 F1 생산 체계 확립 					
무 품종육종을 위한 내병성 검정 기술 개발	수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 핵심 유전자원의 병 저항성 검정 및 평가를 통한 내병성 육성 계통 발굴 지원 - 중소형 민간 육성 회사 및 개인육성가들의 내병성 육성 소재 발굴 협조 및 제공 				<ul style="list-style-type: none"> - 일본, 중국 및 동남아 등 수출용 무 품종 육성을 위한 유전자원, NIL, F1 계통들의 내병성 검정 체계 확립 - 수출용 무 품종 육성을 위한 중소형 민간 육종회사 및 개인 무 품종 육성가를 위한 병리 검정 체계 확립 및 서비스 					무 품종육종을 위한 내병성검정 기술 개발
	내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> -바이러스 계통들, 위황병균, 뿌리혹병, 점무늬병세균 등에 대한 국내 및 수출 지역 타겟 맞춤형 균주 수집 및 특성 평가 - 무 병원성이 각각 다른 바이러스 계통 및 기타 균주들의 in viv접종 기술 개발 - 국내외에서 수집하여 특성을 파악한 바이러스 계통들, 위황병균, 뿌리혹병균 등에 대한 면역학적 실용화 진단 방법 개발 - 무 육종용 병원체 실용화 분자 진단법 개발 				<ul style="list-style-type: none"> - 국내외 수집 균주들의 in viv 및 in vitro 표준 보관 기술 개발 - 바이러스 계통들, 위황병균, 뿌리혹병균 등에 중소형 민간 육종회사 및 개인 무 품종 육성가를 위한 비용 절감형 현상용 저항성 판별법 개발 					

6. 세부프로젝트 추진계획

세부프로젝트 6 : 무 품종육성을 위한 육종 기반 기술 개발 및 네트워크 구축

가. 세부프로젝트 도출 배경

- 무 품종 개발은 주로 한국과 일본을 중심으로 진행되고 있으며, 다른 국가들은 아직 1대 잡종 품종 육성을 본격적으로 시도하지 못하고 있음
- 일본 및 다국적 회사들은 중국 시장을 목표로 현지 연구소에서 직접 육종 수행
- 2012년 상반기 무 품종 종자수출액은 379만 불로 고추(421만 불)에 이어 2위
- F1 교배종에 대한 수요가 증가하고 있어 우수한 교배종의 육성이 향후 글로벌 무 종자시장에 우위를 차지하는데 관건이 될 것임.
- 무 품종 첨단 육성 기술은 일본과 한국을 제외한 다른 나라에서는 연구가 미미한 상황이며, 일부 분자마커를 개발하여 육종에 응용하고 있으며, 소포자 배양 및 내병성 검정을 통하여 육종가들은 무 품종 육종에 일부 활용하고 있으나 실적은 미비함
- 한국과 일본을 제외한 국가들에서 고품질 F1종자의 비율이 증가하고 있으며, 특히 중국에서 상업용 종자 비중이 증가하고 있음
- 2010년 현재 약 888억원 규모인 무의 종자 시장에서 중국 시장이 급격히 성장하여 약 367억원 규모의 시장을 차지하고 있으며, 향후에도 교배종으로의 전환에 따라 중국 시장은 급격히 확대될 것으로 예상되나 무 육종을 지원할 수 있는 연구인력, 기반 기술, 시설 및 장비 등의 활용등 각각 무 육종가들 및 연구자들이 수행하여 비 효율적인 시스템을 가지고 있음
- 국내의 경우 내병성 품종이 많이 개발이 시도 되고 있으나, 무 병해충에 대한 기초연구 및 특허 등의 기반 연구들이 간혹 수행되어 지속성이 없이 기반이 취약
- 분자마커를 이용하여 무 내병성 품종이 많이 개발이 시도 되고 있으나, 분자마커를 개발 완료 후 기업 위주로 연구가 수행되어 지식 확산 및 저변 확대에 제한 사항이 존재하여 개인육성가 및 중소형 무 육종 기업 등에서 활용이 극히 제한적이므로, 기반연구 조성 및 관련 정보의 제공등의 역할을 할 수 있는 무 육종 지원 기술 개발 및 연구자들간의 혼연일치하는 네트워크 구축이 절실한 상황임
- 무 병해충에 대한 기초 연구 자료들 및 특허 출원, 등록 등의 기반 연구들이 국가 기

관을 중심 혹은 기업을 중심으로 간혹 수행되어 연구 성과가 미비하며 특히 연속적이며 지속성이 없이 연구가 수행되어 무 내병성 평가 기술 구축 및 검정 체계등의 기반이 매우 취약하여, 무 육종가들이 in vivo 병리 검정 기술을 활용하여 F1 품종 개발에는 활용도가 떨어져, 수출용 무 품종 개발을 위한 in vivo 병리검정 스크리닝 기술 개발 및 평가 시스템 구축이 필수적임

- 바이러스와 탄저병, 뿌리혹병에 대한 내병성 품종 개발 요구도에 따른 저항성 무 품종 육종 개발이 일부 되었으나, 수출용 내병성 품종 개발을 위한 현지 육성이 결여되고 있으며, 동부 한농에서 일부 연구가 수행되고 있으나, 『수출용 무 복합내병성 품종 (예: 바이러스병-위황병-무름병 복합저항성 등)』의 개발은 아직 미진한 상황임
- 치열한 아시아 무 종자시장에서 한국의 선두적인 위치를 지속시키기 위해 MAS 기술을 이용한 품종개발 연한 단축 및 우량개체 선발효율의 극대화로 경쟁력 확보를 위한 MAS 육종시스템 확립이 요구됨
- 국내 무 육종자원의 DNA 프로파일링은 아직 미미하여 많은 연구 개발 및 기반 구축이 절실함
- 배추과 작물에서도 일부 제한된 소수의 품종에 적용 가능하였던 반수체 육종 기술을 확립하여 무 계통 및 품종 개발 적용할 경우 육종 연한을 4~5년 정도 단축시킬 수 있을 것임
- 웰빙식품에 대한 소비자의 다양한 요구에 부합하여 유용 기능성 물질을 함유한 무 품종 육종 및 생산 단축에 확대시킬 수 있는 기술적 효과 기대됨
- 반수체 육종법을 이용하여 고품질 신품종을 단기간에 효율적으로 육성하여 수출함으로써 국내 농업의 위기 요소로 인식되어지는 한국-다국간 자유무역협정(FTA)에 의한 농업 기반 및 생산 위기를 기회로 전환하는데 일조할 것으로 추정함
- 외국의 경우 대형 종자회사를 중심으로 소포자를 이용한 반수체 육종 기술이 개발되어 신품종 육성에 직접 이용되고 있으나, 국내의 경우 종자회사의 열악한 실정으로 다양한 계통 및 품종에 적합한 소포자 배양 기술을 개발하기 어려운 여건임
- 국내의 우수한 품종 육성 기술을 건강에 유익한 고품질의 기능성 무 개발에 접목할 필요성이 있으며, 소포자 배양을 활용한 분자육종 기술 실용화가 필요한 시점임
- 무의 경 소포자 유래 배를 이용한 반수체 육종 기술을 활용한다면 고품질 신품

종뿐만 아니라 고기능성 물질이 함유된 무의 품종 육성이 단기간에 가능할 것임

- 무의 반수체 육종 기술인 소포자 배양을 기술을 개발하여 반수성이배체 식물을 효율적으로 검정하고 생산한다면 국내 품종 육성 뿐 만 아니라 해외 수출 품종 육성에도 크게 기여할 수 있다고 판단
- 무는 원종증식에 많은 비용과 노동력들이 투입되어 기술 개발이 필요하며, 특히 무 종자 수출용 증대를 위해서는 적기에 최소 노력을 투입하여 해외시장 무 종자 요구 시기를 맞출 수 있는 것이 필수적인데, 무 채종 효율 증대를 위한 재배 연구, 효율적인 채종지 관리, 개발, 대체 적기 해외 채종 개발 등 기반 구축 연구가 필수적임
- 국내채종으로는 수출용 무 종자 생산이 힘든 경우를 대비해 해외 채종 적지를 개발 할 필요가 있음
- 자동화되고 대량분석이 가능한 무 육종용 형질 검정 기술의 개발이 필요
- DNA마커 개발을 통한 내병성, 내서성, 만추대 육종 등에 활용이 각 회사별, 연구 주체별로 각각 이루어지고 있으므로 선택과 집중이 필수적임
- 중국의 무 종자 시장규모는 2011년 현재 약 2억 달러 규모이며 향후 F1 품종 등의재배에 의해 시장규모는 더욱 확대될 것으로 예상됨
 - 중국 및 동남아에서 재배되는 가을용 무는 재래종 및 지역종, 즉 방임수분품종 (Open pollinated variety)의 비율이 높아 종자의 가격이 저렴하고 순도가 낮음
 - 중국 및 동남아 시장 공략을 위하여 채종 효율이 높고 품종 보호가 유리한 계통의 육성 및 이를 이용한 F1 종자의 판매가 필요함
- 무는 수분화 당 종자수가 적어 채종효율이 낮음
 - 무는 다른 배추과 채소에 비해 종자 생산율이 극히 낮고(배추의 1/5) 이는 종자생산비 증가의 주요한 원인임
 - 다양한 유전자원 수집 및 특성 검정을 통하여 수분화 당 종자의 수가 많은 유전자원 선발 및 계통 육성이 필요함
- 자가 불화합성을 이용한 무의 채종효율을 증진할 수 있는 기술의 개발이 필요함
 - 무의 계통 육성 시 효율적인 자가 불화합성 회피 및 타파를 위한 기술이 필요함
 - 순도 높은 복교잡 품종 육성 또는 강한 자가 불화합성으로 증식이 어려운 계통의 증식을 위하여 NIL(Near Isogenic Line)의 육성이 필요함

- 유전적으로 고정된 형질을 지니면서 자가불화합 인자형이 서로 다른 NIL 계통은 다양한 육종방법에 활용이 용이함
- 무의 세포질 응성불임성을 이용한 채종 효율 및 F1 종자의 순도 증진 필요함
 - 자가불화합성을 이용하여 F1 잡종의 채종을 할 경우 환경 및 노화수분의 영향으로 자식체가 발생하는 문제가 있음
 - 무에서 세포질-유전자적 응성불임성(CGMS) 유전자원은 Ogura CGMS 및 최근 발견된 D-CGMS(김 등 2008)가 있으나 후자는 특허관련 문제로 인하여 사용의 제약이 있으므로 효율적인 무의 채종을 위해 다양한 세포질-유전자적 응성불임성 유전자원이 필요
 - 유전자원의 수집 및 응성불임성 자원의 검정을 통하여 새로운 응성불임 유전자원을 선발하여 응성불임 계통의 다양화가 필요
- 효율적인 무 육종을 위하여 RNA sequencing data를 기반으로 한 genic 마커의 개발이 필요
 - 식물체 부위별로 발현되는 RNA를 분석하여 개발된 분자마커는 발현된 exon 부위를 기반으로 제작된 분자마커이므로 농업적 또는 원예적 형질의 선발에 매우 유용하나 무에서는 이에 대한 연구가 제한적임
 - RNA를 기반으로 한 무 genome-wide 분자마커는 육종세대 단축과 선발후대의표본크기를 줄이는데 매우 유용함
- 한국은 무 품종개발에 선두주자로 자가불화합성과 응성불임성을 활용한 F1 교잡종 육성기술은 세계적인 수준에 있음
 - 1967년 흥농종묘에서 자가불화합성을 이용한 단교잡 F1 봄 무 (불암대형봄무)가 육성된 이후 교잡종들이 개발되기 시작하였음
- 중국을 비롯한 글로벌 무 종자시장에서 국내품종의 수출을 증대시키기 위해 국내외에 수집된 다양한 무 유전자원과 국내 종자회사들 보유하고 있는 육종계통의 체계적인 특성조사를 필요

- DNA 프로파일링과 형질분석을 통해 육종자원들을 체계적으로 분류하고 우수한 중 간모본들을 선발하면 수출대상국가에 경쟁력 있는 교배종을 효율적으로 육성할 수 있음

○ 일본 등 국외의 경우 품종개발의 효율성을 향상시키기 위해 분자마커 개발, 유전자지도 작성, 유용유전자 탐색 등 분자유종에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있음

- 2003년 Bett와 Lydiate는 85개의 F2 집단과 144개의 RFLP probe를 기반으로 무 최초의 유전자 지도를 작성 (236개의 RFLP 마커를 9개의 연관군에 위치함)
- 2007년 Kaneko 등은 무 위황병 저항성 QTL 분석을 수행하여 Sequenced Characterized Amplified Region (SCAR) 마커를 개발하였음
- Kamei 등 (2010)은 뿌리혹병 저항성 QTL 분석 연구를 통해 Crs1을 동정하였음
- Wang 등 (2008)은 Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP) 마커를 이용하여 무 유전자원간의 유전적 다양성을 분석함
- 2011년 일본 KUZASA DNA연구소의 Shirasawa 등은 무 2만6천개의 EST를 개발 하여 3,800개의 EST-SSR 동정하였고 이중 630개를 가지고 유전자지도를 작성함
- 일본 동북대의 Nishino 연구팀은 2011년 무 EST에서 개발된 746개의 Single Nucleotide Polymorphism (SNP) 마커를 기반으로 유전자지도를 작성하였고, 2013년 에는 차세대 염기서열분석 장치 (Next Generation Sequencing, NGS)를 활용하여 1,953개의 SNP 마커를 동정하였음
- 표준 유전체 염기서열 정보를 활용하고 무 국내 유전자원들의 resequencing을 통해 SNP 마커를 탐색하고 대량 유전자형분석 시스템을 확립이 요구되고 있음

○ genome-wide selection을 통하여 무 육종, 특히 여교잡을 통한 육종 시 genome-wide 분자마커는 육종세대를 단축시킬 수 있으나 무에서 이에 대한 연구 및 적용은 미비

○ 회사별, 연구 주체의 규모는 대부분 소규모 혹은 소수이므로, 분자 마커 개발 및 활용의 분자 육종 분야, in vivo 병리 검정, F1 내병성 검정, 유전자원에 대한 수집, 특성 평가 및 채종 효율의 증대를 위한 무 연구 및 기술 개발은 토마토, 고추, 배추 등에 다른 채소 작물들에 비해서 상당한 수준으로 낙후되었으며 연구 성과들은 극히 미진한 상태임

- 무 육종 기술에 관한 연구 네트워크가 미비하며, 기술 확산이 취약한 구조를 가지고 있어 무 육종 기반 조성 기초 연구 활성화 및 기술적, 인적 네트워크 형성이 필수적으로 판단되며, 특히 Segmentation 맞춤형 수출 증대용 무 품종 개발에는 육성 계통 및 F1종자에 대한 in vivo 병리검정 수행 → 마커개발 → 분자마커 활용을 통한 유묘기 검정을 통한 기간 및 수량 단축 → in vivo 병리 검정을 통한 재검증 → 반수체 및 세대단축 기술 활용 및 채종 효율 증대 기술 적용 → 지역별 수출 및 판매에 활용하는 “선 순환적 사이클 및 유기적인 네트워크 기반 기술 구축”이 필수적임
- 또한, 국내의 경우에 연작, 기후변화와 외국농산물의 수입 증가로 인해 새로운 병·해충이 지속적으로 발생하여 이들에 대한 저항성 품종의 개발이 시급한 실정이므로, 국내 및 수출 경쟁력을 갖추는데, 기술 개발 및 무 육종 지원 기반 구축을 통한 전통육종-분자육종-무 육종기반기술의 융합 네트워크를 구축해야 함

나. 세부프로젝트 최종 목표

□ 최종 연구개발 목표

- 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 육종 기반 기술 네트워크 구축

□ 세부 연구개발 목표

제1 세부 목표	무 품종육성을 위한 SNP 탐색 및 MAS용 분자마커 개발과 DNA 프로파일링	<ul style="list-style-type: none"> • 북한내병성 및 품질관련 10여종의 핵심유전자원의 염기서열 확보 및 SNP 탐색 • 목표형질 관련 신규 분자마커 6개 이상 개발 • 위황병, 뿌리혹병 및 근피색 관련 핵심유전자원의 선발 및 분리집단 작성 • RNA-Seq을 이용하여 무 genome-wide SNP 탐색 • 국내 무 육종자원들의 DNA 프로파일링과 형질검정을 수행하여 교배종 육성 효율성을 증진 • 원종 및 원원종의 DNA 프로파일링 • 육종자원의 유전적 유연관계 분석 및 계통도 작성
제2 세부 목표	무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 반수체 육종 기술 체계 확립 • 무의 육종연한 단축을 위한 반수체 유래 순계 육성 • 무의 육종연한 단축을 위한 반수체 유래 계통 개발 및 공급
제3 세부 목표	무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 환경 및 작형에 적합한 유전자원 수집, 특성 평가 및 분류 • 종속간 교잡을 통한 유용형질의 핵심유전자원 내로의 도입 • 분류군 간의 유전적 거리(genetic distance) 조사 등 최적 교배 조합 검정
제4 세부 목표	생산 기반 연구(원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)	<ul style="list-style-type: none"> • 무 생산 적지 개발 • 원원종 증식 체계 개발 • 원종 증식 체계 개발

다. 세부프로젝트의 추진방법 및 추진전략

□ 추진방법

○ 제1세부목표 무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발과 DNA 프로파일링

1단계 (2013년 ~ 2016년)
<ul style="list-style-type: none"> • 목표 형질에 대한 핵심유전자원의 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 위황병, 뿌리혹병, 노균병, 근피색 등의 형질에 관련된 다양한 육종자원들을 평가하여 10여종의 핵심육종자원을 선발 • NGS 기술을 이용하여 선발된 핵심육종자원의 발현유전자 염기서열을 확보 - 기존에 개발된 생물정보분석방법을 도입하고 응용하여 최적의 genome-wide SNP 탐색 파이프라인을 구축 • 내병성(위황병, 뿌리혹병 등), 추대성, 내서성, 근피색소, 식미성, 기능성 물질에 대한 기존 분석방법을 개량하여 대량분석(high-throughput)이 가능한 효율적인 형질검정체계를 확립하여 표현형 정보를 수집 • 목표형질에 대한 분리집단을 작성하고 MAS용 분자마커 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 선발된 핵심육종자원을 이용하여 복합내병성 및 품질관련 F2, F3, BC, RIL, NIL 등의 분리집단을 형성 - Association mapping을 통해 목표형질에 연관된 유용유전자를 동정하고 MAS용 신규 분자마커 개발 • 국내외에서 수집된 유전자원들과 종자회사들이 보유하고 있는 원종 및 원원종들을 대상으로 DNA 프로파일링
2단계 (2017년~2021년)
<ul style="list-style-type: none"> • 목표형질에 대한 분리집단을 작성하고 MAS용 분자마커 개발 (계속 진행) <ul style="list-style-type: none"> - Association mapping을 통해 목표형질에 연관된 유용유전자를 동정하고 MAS용 신규 분자마커 개발 • 종자회사에 새롭게 육성된 계통들을 대상으로 DNA 프로파일링과 형질검정을 수행 • 본 과제에서 도출된 모든 결과들을 바탕으로 Breeder's toolbox를 구축 • 효율적인 MAS/MAB 시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 개발된 MAS용 분자마커를 이용하여 유용유전자를 가지고 있는 계통을 선발 - 마커이용 여교잡(Marker-Assisted Backcross: MAB)의 경우 여교잡 부모본에 다형성을 보여주는 96~384개의 genome-wide SNP 마커를 선발, 활용하여 반복친의 유전자형의 87.5% 이상을 계통을 BC1 세대에서 선발하여 여교잡 육종 기간을 단축

○ 제2세부목표: 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발

1단계 (2013년 ~ 2016년)
<ul style="list-style-type: none"> • 약 및 소포자 생산을 위한 모식물체 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 약 및 소포자 유래 배발생 효율 증진에 적합한 모식물체의 최적 생육조건 확 - 광 및 온도 등 환경 조건 구명하여 모 식물체 육성 • 반수체식물 육성 효율에 • 따른 무 계통 및 품종 분류 <ul style="list-style-type: none"> - 각 종자회사에서 보유한 계통 및 품종을 약 및 소포자 유래 배 발생 효율에 따라 분류 - 약 및 소포자 유래 배 발생 효율이 높은 품종과 낮은 품종의 특성 조사 • 반수체 육종 기술 체계 확립 <ul style="list-style-type: none"> - 배양 환경(온도, 광, heat shock 온도 등) 증진 - 배양 배지(배지 종류, 배지 농도, 배지 첨가물, 첨가 탄소원 등) 최적 조건설정 - 소포자 유래 배 발생 및 퇴화 과정 해부학적 관찰 • 소포자 배양에 의한 선발된 유전자원의 신속한 계통화 체계 확립
2단계 (2017년~2021년)
<ul style="list-style-type: none"> • 반수체 육종 기술 체계 확립 <ul style="list-style-type: none"> - 약 및 소포자 유래 배의 최적 재분화 조건 구명 - 약 및 소포자 유래 배의 발근에 적합한 배지 조사(배지 종류, 배지 농도, 배지첨가물, 첨가 탄소원 등) - 약 및 소포자 유래 식물체의 순화체계 확립 - 약 및 소포자 유래 식물체의 조기 광독립영양체 유도 • 반수체 유래 식물체의 유용기능성물질 함유 특성 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 유용 반수체 유래 계통 선발 - 각 종자 회사에 유용 반수체 유래 계통 공급 - 약 및 소포자 유래 식물체의 조기 광독립영양체 유도 • 약 및 소포자 유래 배 발생 효율이 높은 계통 및 품종 교배를 통한 반수체 식물체 육성 효율이 높은 계통 및 품종의 확대 • 제5특성 검정, 분류, 선발 및 교배조합 검정

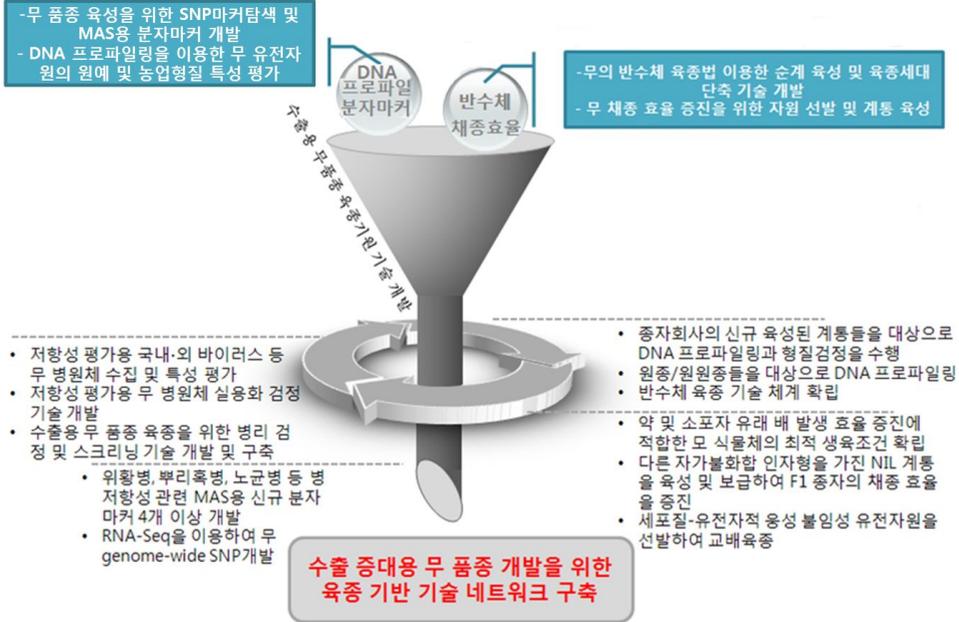
○ 제3세부목표: 무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성

1단계 (2013년 ~ 2016년)
<ul style="list-style-type: none"> • 국내외 무 육종자원 및 야생종 및 근연종 등 다양한 유전자원의 수집, 국내외 무 육종자원 뿐만 아니라 야생종 및 근연종, 외래종 등의 무 유전자원 수집 • 한국 및 중국, 동남아 시장을 목표로 한 품종 개발을 위하여 육종 목표에 적합한 유전자원의 형태적 및 원예적 특성 검정을 통한 핵심 유전자원 선발 • 논문 및 DB 검색을 통한 SSR 및 SNP 분자마커 발굴 및 이를 이용한 자가불화합성 및 세포질-유전자적 응성불임성 유전자원의 분류 및 선발 방법 확립하고 이를 교배조합 검정에 이용함 • 무 채종효율 증진을 위하여 수집된 유전자원 중 종자생산량이 많은 유전자원을 원예적, 형태적 특성 검정을 통한 선발 및 계통 육성 • 다양한 자가불화합 인자형을 가진 유전자원의 선발 및 이를 이용한 계통의 육성과 보급 • 새로운 세포질-유전자적 응성불임성 유전자원 선발 및 계통의 육성과 보급 • 소포자 배양에 의한 선발된 유전자원의 신속한 계통화 체계 확립
2단계 (2017년~2021년)
<ul style="list-style-type: none"> • 무 채종효율 증진을 위하여 채종량이 많고 원예적 특성이 우수한 계통의 육성 및 보급 • 원예적 특성이 우수하고 형질이 고정되었으나 자가불화합성 유전형이 각기 다른 NIL 계통의 육성 및 이를 민간 육종 회사와 연구기관에 보급 • 선발된 세포질-유전자적 응성불임성 자원의 계통화 및 보급 • 유전자원 및 NIL 계통을 이용하여 sequencing 및 분자마커를 이용한 자가불화합성 검정 방법 개발 및 보급 • 유전자원 및 분리세대를 이용하여 분자마커를 이용한 세포질-유전자적 응성불임성 계통 검정 방법 개발 • 1단계에서 확립된 소포자 배양 방법을 이용, 선발된 유전자원을 신속히 계통화

○ 제4세부목표: 생산기반 연구(원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)

1단계 (2013년 ~ 2016년)
<ul style="list-style-type: none"> • 원원종 증식 체계 확립 • 원종 증식 체계 확립 • MS 원종 증식 체계 확립 • SI 이용한 MS 원종 증식 체계 확립 • 만추대 무의 국내생산 체계 확립 • 해외 생산 적지 개발
2단계 (2017년~2021년)
<ul style="list-style-type: none"> • 원원종 증식 체계 확립 • 원종 증식 체계 확립 • MS 원종 증식 체계 확립 • SI 이용한 MS 원종 증식 체계 확립 • 만추대 무의 국내생산 체계 확립 • 해외 생산 적지 개발

□ 추진전략



[그림 5-16] 세부 프로젝트 추진 전략

라. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

최종성과 목표	성과지표		구분	목표치	1단계	2단계	단위	지표 측정방법 및 검증방법
과학기술적 목표	품종개발	국내 출원	공통				건	품종보호 출원 건수
		국내 등록	공통					품종보호 등록 건수 (출원 건수의 80% 기준)
		국외 판매	공통					해외 품종 신고 및 판매 건수
	국내특허	출원	공통		3	4	12건	기반과제 2억당 특허출원 건수
		등록	공통		2	3		출원 건수의 80% 기준
	국제특허	출원	공통		1	1	4건	사업비 10억당 특허출원 건수
		등록	공통		1	1		출원 건수의 80% 기준
	논문	SCI	공통		4	6	18건	기반과제 기준 SCI는 1편/2억당, 비SCI는 1편/1억당 논문 게재 건수
		비SCI	공통		4	4		
	분자마커		특성		4	5	9점	기반과제 5억당 분자마커개발 건수 분자마커 특허 출원 및 등록
	유전자원수집		특성		10	10	20점	기반과제 연구비의 10% 배분하고 1억당 100점 기준
	성분분석기술개발		특성				건	분석기술 실용화정도
	병리검정기술개발		특성				건	분석기술 실용화정도
	분석서비스		특성				건	분석서비스 건수
DB시스템구축 - 유전체 DB 시스템 - 육종정보 DB 시스템		특성		1	1	2종	외부 전문기관 평가	
산업경제적 목표	국내매출액		공통				억원	외부 전문기관 평가
	중자수출액		공통				억불	외부 전문기관 평가
	수입대체효과		공통				%	국내소요량비 수입량 비율 감소량
	기술이전		공통				건	사업비 10억당 건수
환경적 목표	마케팅전략 수립 보고서		특성				건	외부 전문기관 평가
	인력양성		특성		3	3	6명	기반과제 연구비의 70%배분하고 1억당 1명
합계				-	33	38	71	-

마. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 본 세부프로젝트의 연구진은 산업계, 학계와 연구소 및 무 육종가들이 함께 협의하여 연구를 수행하는 것이 바람직하므로, 산학연-육종가 콘소시엄의 형태로 1차적으로 구성되는 것이 바람직함
- 본 세부프로젝트를 수행할 후보 연구기관으로는 국립원예특작과학원 등의 국공립 농업 전문 연구기관, 분자마커 개발을 위한 인프라가 구성된 4년제 이상의 대학원이 갖추어진 대학교 및 수출 무 품종 육성을 하고 있거나 또는 의욕적으로 무 수출 산업에 종사하고자 하는 중소형 민간 회사들 및 개인 육종가들이 필수적임
- 무 수출 증대를 위한 품종 개발에는 마케팅 분야의 전문가들에게 컨설팅을 받아서 무 육종에 필요한 기반 기술을 개발하고 더 나아가 수출용 무 품종 육종 지원을 위한 체계화된 네트워크를 구축하는 것이 필수적임
- 산-학-연-육종가-마케팅 연계 프로그램으로 구성하는 것이 최고의 팀 플레이를 위해서, 성과 도출을 위해서 요구되며, 이를 위하여 육종 기반 기술 개발에 있어서 수출 지역의 세그먼트별로 육종 및 육종기반을 나누고 서로 깊숙하게 연계하는 협조 체계 a 및 윈-윈 전략 수립이 바람직함
- 본 과제 기획 보고서에서 제시하는 1단계 목표를 달성하기 위한 협조 체계는 예를 들면, 일본 수출용 청수계 무 품종 개발 목표 (육종분야) → 분자마커 개발 (마커개발팀) → 세대단축기술을 통한 유전적 고정 (반수체 기술분야) → 일본 수출에 필요한 무 채종 및 생산 (채종효율화기술 분야) → 수출 및 판매 등의 맞춤형, 전략형으로 일원화 하는 것이 필요하므로 산학연 (기반구축) 및 무 육종가의 긴밀한 협조 체계가 필수적이며, 일련의 선 순환적이면서도 유기적인 네트워크로 연결되어야만 목표를 성취가 가능할 것으로 판단되므로 무 육종 기반 기술 개발 및 네트워크 구축은 산-학-연-육종가-마케터의 협조 및 체계 확립은 필수적인 항목임

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 71명, 석사급 44명, 기타인력 166명의 총 281명으로 구성함

세부 프로젝트		1단계				2단계					총계	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
소 요 인 력	무 품종 육종을 위한 육종기반 기술 개발 및 네트워크 구축	박사급	7	8	8	8	8	8	8	8	8	71
	석사급	4	5	5	5	5	5	5	5	5	44	
	기타	14	19	19	19	19	19	19	19	19	166	
	총합	25	32	32	32	32	32	32	32	32	281	

바. 세부프로젝트 예산

세부프로젝트명		구분	1단계				2단계					총계
			연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
무 품 종 육 성 을 위 한 육 종 기 반 기 술 개 발 및 네 트 워 크 구 축	무 품종육성을 위한 SNP 탐색 및 MAS용 분자마커 개발과 DNA 프로파일링	정부(억원)	2	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	21.2
		민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		합계	2	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	21.2
	무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발	정부(억원)	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	9.8
		민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		합계	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	9.8
	무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성	정부(억원)	0.62	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	7.02
		민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		합계	0.62	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	7.02
	생산 기반 연구(원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)	정부(억원)	0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	7.2
		민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		합계	0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	7.2
	총합	정부(억원)	3.62	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	45.22
		민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		합계	3.62	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	45.22

사. 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	수출 증대를 위한 무 육종 기반 연구		
세부프로젝트명	6. 무 품종육성을 위한 육종 기반 기술 개발 및 네트워크 구축		
연구 기간	2013 ~ 2022	연구비지원범위	총4522백만원 (9년, 정부)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술 (통합협과제) <input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)		<input type="checkbox"/> 원천기술 <input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> • 최종 목표 : 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 육종 기반 기술 네트워크 구축 • 세부프로젝트 목표 <ul style="list-style-type: none"> - 무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발 - DNA 프로파일링을 이용한 무육종계통의 원예 및 농업형질 특성 평가 - 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발 - 무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 한국이 경쟁이 치열한 아시아 무 종자시장에서 선두적인 위치를 지속하기 위해 선진화된 분자육종기술을 개발하여 선발효율의 극대화와 품종개발 기간 단축이 요구됨 • 무 육종 기반 기술에 관한 네트워크가 약하여, 기술 확산이 취약한 구조를 가지고 있어 무 육종 기반 조성 기초 연구 활성화 및 기술적, 인적 네트워크 형성이 필수적임 • 무 기술 개발 및 육종 지원 기반 구축을 통한 전통육종-분자육종-무 육종 기반 기술간의 융합 네트워크를 구축을 통한 무 품종의 수출 경쟁력 제고 및 증대가 필요함 		
주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> • RNA-Seq을 이용하여 무 genome-wide SNP 마커 탐색 • 내병성 (위황병, 뿌리혹병 등) 및 품질관련 (근피색소, 식미성 등) 형질들에 대한 자동화 및 대량검정 방법 구축 • 내병성 및 고품질에 대한 신규 MAS용 분자마커 개발 • 원종/원원종의 DNA 프로파일링을 통한 육종자원의 유전적 유연관계 계통도 작성 • 반수체 육종 기술 체계 확립 및 육종 지원 네트워크 기반 구축 • 무 육종연한 단축을 위한 반수체 유래 순계 육성 및 계통 개발 및 서비스 • 국내외 유전자원의 수집 및 원예적·형태적 특성 검정 및 채종량 우수 계통 육성 • 자가불화합성이 상이한 NIL 계통 및 웅성불임성 계통 유전자원 선발 및 계통 육성 		
시장전망 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> • SNP 탐색 및 MAS용 분자마커 개발등 무 분자육종기반 핵심기술 확보를 통한 경쟁력 • 무 유전자원들의 체계적 계통분석을 통한 잡종강세를 극대화하는 중간모본 선발 활용 • 내병성, 기능성이 향상된 수출용 무 품종 육성의 세대 연한 단축에 의한 산업화 • 자가불화합성 및 웅성불임성 계통의 육성을 무 채종 및 종자 생산비 감소에 기여 		
자격 및 신청요건 (과제구성요건)	<ul style="list-style-type: none"> • 연구기관 자격: 내병성 평가, 분자마커, 반수체 육종기술, 육종 또는 유전자원 확보등 실무 경험 다수 및 관련 연구 인프라를 확보하고 있는 기관 (예: 유리온실확보등) • 신청 요건: 박사학위소지자로서 실무 10년 이상인 식물병리, 식물유전학등 관련 분야 연구 전문가이며 최근 5년간 SCI논문 8편 이상을 게재한 전문가 • 최소과제 구성 요건: 국공립연구소 및 대학교의 4개팀 이상의 컨소시엄 구성 필수 		
최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> • MAS용 분자마커개발(8건) • 계통 개발(출원: 5건, 등록: 5건) • SCI 논문게재 (26건), 비SCI (10건) • 국내특허(출원: 10건, 등록: 8건), 국제특허(출원: 2건, 등록: 2건), 인력양성(6명) • 무 유전자원수집 (40건), 분자육종관련 DB시스템구축(2건) 		
Key Words	한 글	무, 내병성, 분자마커, 육종지원, DNA 프로파일링, 반수체, 웅성불임,	
	영 문	radish, resistance, breeding support, DNA profiling, haloid, male-sterile	

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 36명, 석사급 18명, 기타인력 54명의 총 108명으로 구성함

세부 프로젝트		1단계				2단계					총계	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
소 요 인 력	무 품종육성 을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발과 활용	박사급	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36
	석사급	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
	기타	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	54
	총합	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	108

□ 세부프로젝트 예산

- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성 하였음

세부프로 젝트명	구분	1단계				2단계					총계	
		연구 기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		2021
무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발과 활용	정부 (억원)	2	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	21.2
	민간 (억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	2	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	21.2

□ 제 1세부목표: 무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발과 DNA 프로파일링

프로젝트명	무 품종육성을 위한 육종 기반 기술 개발 및 네트워크 구축		
세부프로젝트명	6-1. 무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발과 DNA 프로파일링		
연구 기간	2013 ~ 2022	연구비지원범위	총2120백만원 (9년, 정부)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술 (통합협과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 최종목표: 무 품종육성을 위한 SNP 마커 탐색 및 MAS용 분자마커 개발과 활용 세부프로젝트목표 - 10여종의 무 핵심육종자원의 염기서열 및 genome-wide SNP 확보 - 위황병, 뿌리혹병, 노균병 등 병저항성 관련 MAS용 신규 분자마커 4개 이상 개발 - 근피색 등 품질 관련 MAS용 신규 분자마커 4개 이상 개발 - 최적화된 분자육종시스템 확립 및 실용화 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> 한국은 일본과 더불어 무 품종개발에 선두주자이나 전통육종기술의 의존도가 높으며 마커이용선택(Marker-Assisted Selection: MAS)의 활용이 미미해 분자마커의 개발과 실용화에 대한 많은 연구가 필요함 차세대 바이오그린21 사업에서 차세대염기서열분석장치(Next Generation Sequencing: NGS)를 활용한 무 표준 유전체 분석이 수행 중에 있는데 해독이 완료되면 향후 다양한 무 유전자원들의 resequencing을 촉진시켜 기초 및 육종연구에 큰 진전을 가져올 것으로 기대됨 염기서열로부터 대량의 SNP를 탐색할 수 있는 다양한 생물정보분석기술 및 자동화된 형질검정기술들이 선진국에서 개발되어져 왔는데 이를 국내에 도입하고 응용하여 최적화된 기술의 개발이 필요함. Genome-wide SNP의 확보는 병저항성을 비롯한 다양한 형질 관련 유용유전자들을 보다 심도 있게 연구하고 다수의 MAS용 분자마커를 확보하여 선진국과의 기술격차를 따라잡을 수 있음 글로벌 무 종자시장에서 경쟁력 있는 우수한 F1 교배종을 육성하기 위해 국내외에 수집된 다양한 무 유전자원과 국내 종자회사들이 보유하고 있는 육종계통의 체계적인 특성조사가 요구됨 		
주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> 내병성(위황병, 뿌리혹병, 노균병 등) 및 품질(근피색 등)에 대한 핵심유전자원 선별 RNA-Seq을 통한 SNP 탐색 - NGS를 이용하여 선별된 핵심유전자원의 발현유전자 염기서열을 확보 - 기존에 개발된 생물정보분석방법을 도입하고 응용하여 최적의 genome-wide SNP 탐색 파이프라인을 구축 - SNP 탐색에 최적화된 생물정보분석 기술 개발 대량분석이 가능한 형질검정방법을 개발하고 이를 활용하여 표현형 분석의 효율성 증진 목표형질에 대한 분리집단을 작성하고 목표형질 연관 신규 분자마커 개발 - 선별된 핵심유전자원을 이용하여 목표형질에 대한 분리집단을 형성 - Association mapping 방법으로 목표형질 관련 유전자를 동정 및 MAS용 분자마커 개발 개발된 분자마커를 이용하여 다수의 유용유전자를 신속하게 집적할 수 있는 효율적인 MAS/MAB 시스템 구축 국내외에서 수집된 유전자원들과 종자회사들이 보유하고 있는 원종, 원원종, 육종계통들을 대상으로 DNA 프로파일링 		
시장전망 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> 대량 SNP 탐색을 위한 생물정보분석방법 구축, 자동화된 형질분석방법 개발, MAS용 분자마커 개발, DNA 프로파일링에 이르는 일련의 무 분자육종기술개발 파이프라인 구축에 필요한 핵심기술 확보 선진국과의 분자육종기술 격차를 좁혀 세계시장에서 경쟁력 있는 품종육성을 가능하게 할 것으로 기대됨 		
자격 및 신청요건 (과제구성요건)	<ul style="list-style-type: none"> 연구기관 자격 : 10년 이상 분자마커 개발 경력이 있고 지난 3년간 4편 이상의 분자마커 관련 SCI 논문실적 있는 연구진을 확보하고 있는 기관 신청요건 : 목표형질 관련 다양한 육종자원을 확보하고 있는 기관 기타사항 : 병리검정을 수행할 수 있는 연구진과 긴밀한 협조가 가능한 기관 		
최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> 무 품목 병리 검정 실적 (회사 검정 10건/년, 무 개체 1000건/년) 수출 증대용 무 내병성 평가용 주요 무 바이러스들 등 병원체 특성 검정 등에 관한SCI논문 수출용 무 내병성 평가용 주요 무 바이러스들 등 병원체 특성 검정 기법 등에 관한 특허 출원 8건 이상 및 특허 등록 3건 이상 		
Key Words	한글	무, 분자마커, MAS, 내병성, 품질, DNA 프로파일링	
	영문	Radish, Molecular marker, MAS, Disease resistance, Quality, DNA profiling	

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 9명, 석사급 9명, 기타인력 36명의 총 54명으로 구성함

세부 프로젝트		1단계				2단계					총계	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
소 요 인 력	무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발	박사급	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
	석사급	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
	기타	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36
	총합	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	54

□ 세부 프로젝트 예산

- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성 하였음

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계	
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		2021
무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발	정부 (억원)	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	9.8
	민간 (억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	9.8

□ 제 2세부목표: 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발

프로젝트명	무 품종육성을 위한 육종 기반 기술 개발 및 네트워크 구축		
세부프로젝트명	6-2. 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021	연구비지원범위	총980백만원 (9년, 정부)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술 (통합협과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> • 최종 목표 : 무의 반수체 육종법을 이용한 순계 육성 및 육종세대 단축 기술 개발 • 세부프로젝트 목표 -반수체 육종 기술 체계확립 • 유용 반수체 유래 계통 개발 및 공급 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 반수체 유래 식물체와 이 반수체에서 얻어진 homozygous한 이배체는 분화기작을 연구할 수 있는 재료로는 물론 육종재료로도 유용하게 이용 가능함 • 무에 반수체 육종 기술을 적용한다면 고품질의 신품종 육성 뿐만 아니라 유용기능성 물질의 함량이 극대화된 신품종을 단기간에 육성할 수 있음 • 무의 다양한 품종 및 계통에 적용가능한 반수체 육종 기술을 체계화 및 확립하여 반수성 이배체 식물을 효율적으로 검정하고 생산한다면 국내 품종 육성 뿐 만 아니라 해외 수출을 위한 품종 육성에 크게 기여할 수 있을 것임 		
주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> • 약 및 소포자 생산을 위한 모식물체 육성 • 반수체식물 육성 효율에 따른 무 계통 및 품종 분류 • 반수체 육종 기술 체계 확립 • 유용반수체 유래 계통 선발 및 공급 		
시장전망 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> • 무의 기능성이 향상된 특화된 고품질의 신품종 육성이 단기간에 완성되어 종자 산업의 발달에 기여할 수 있음무의 기능성이 향상된 특화된 고품질의 신품종 육성이 단기간에 완성되어 종자 산업의 발달에 기여할 수 있음 • 소비자의 요구에 부응한 다양하고 특화된 고품질의 무 종자를 국내 시장 뿐만 아니라 해외 수출 시장 확대에 기여할 수 있음 • 무의 고품질 신품종 육성 전 과정의 단계별 기술을 체계화하여 다른 작물의 신품종 육성에도 도움을 줄 수 있음 		
자격 및 신청요건 (과제구성요건)	<ul style="list-style-type: none"> • 연구기관 자격 -반수체 육종 기술 확립 및 관련기술 보유 -반수체 배양이 가능한 연구 공간(배양실, 저온 저장고 등) 확보 필수 -다양한 계통 및 품종을 재배할 수 있는 재배공간 확보 -춘화처리가 가능한 온실 춘화처리실 확보 필수 • 신청 요건: 실무 10년 이상인 조직배양 및 반수체 배양 분야 연구 전문가 • 최소과제 구성 요건: 최근 5년간 SCI 논문 게재 5편 이상인자 		
최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> • 반수체 육종 기술 체계화 및 확립(각 단계별 최적 기술 체계화) • 다양한 계통 및 품종의 반수체 배양 효율 검정(각 종자 회사 계통 및 품종 검정: 100 계통 이상/연) • 무의 반수체 육종 기술에 관한 SCI논문 		
Key Words	한 글	반수체, 품종, 육종연한, 소포자, 약	
	영 문	haploid , cultivar, breeding period, microspore, anther	

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 18명, 석사급 9명, 기타인력 36명의 총 63명으로 구성함

세부 프로젝트		1단계				2단계					총계	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
소 요 인 력	무 재종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성	박사급	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
		석사급	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
		기타	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36
		총합	7	7	7	7	7	7	7	7	7	63

□ 세부프로젝트 예산

- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성 하였음

세부프로 젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
무 재종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성	정부 (억원)	0.62	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	7.02
	민간 (억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0.62	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	7.02

□ 제 3세부목표: 무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성

프로젝트명	무 품종육성을 위한 육종 기반 기술 개발 및 네트워크 구축		
세부프로젝트명	6-3. 무 채종 효율 증진을 위한 자원 선발 및 계통 육성		
연구 기간	2013 ~ 2021	연구비지원범위	총702백만원 (9년, 정부)
과제 성격	■ 실용화기술 (통합협과제)		□ 실용화기술(개별과제)
	□ 원천기술		□ 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> • 최종 목표 : • 세부프로젝트 목표 <ul style="list-style-type: none"> - 종자생산율이 높은 유전자원의 선발 및 계통 육성 및 보급 - 형질이 고정되고 자가불화합성이 서로 다른 NIL 계통 육성 및 보급 - 세포질-유전자적 음성불임성 유전자원 선발 및 계통 육성 및 보급 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 무의 낮은 채종율은 종자생산비 증가의 주요 원인이므로 수분화 당 종자의 수가 많은 유전자원 선발 및 계통의 육성이 필요함 • 유전적으로 고정된 형질을 지니면서 자가불화합 인자형이 서로 다른 NIL 계통은 무의 다양한 육종 방법에 활용이 용이함 • 자가불화합성을 이용한 F1 채종은 자식체가 발생하는 문제가 있으므로 F1의 순도가 높은 세포질-유전자적 음성불임성 계통의 개발이 필요함 		
주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> • 국내외 유전자원의 수집 및 원예적·형태적 특성 검정 • 채종량이 많은 유전자원의 선발 및 계통 육성 • 자가불화합 인자형이 서로 다른 NIL 계통의 육성 • 새로운 세포질-유전자적 음성불임성 유전자원 선발 및 계통 육성 • 선발된 유전자원을 소포자 배양법을 이용하여 DH 계통화 및 평가 		
시장전망 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> • 무의 핵심유전자원의 다양화 및 분류체계를 확립하여 무의 육종기반 마련 • 자가불화합성 및 세포질-유전자적 음성불임성 계통의 육성 및 민간기관, 연구기관에 보급하여 무의 육종 시 채종효율 증진을 통한 종자생산비 감소에 기여 • 유전자원별 DH 계통 육성법을 확립하여 신속한 계통 및 품종 육성에 기여 • 고품질의 무 종자의 국내·외 시장 확대에 기여 		
자격 및 신청요건 (과제구성요건)	<ul style="list-style-type: none"> • 연구기관 자격: 무 육종 관련 국·공립 연구소 및 대학교 • 신청 요건: 육종 또는 유전자원 분류, 식물유전학 관련 4년 이상 연구자 • 최소과제 구성 요건: 최근 5년간 SCI 논문 게재 3편 이상인 연구자 		
최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> • 종자생산량이 많은 계통의 육성 및 보급 • 서로 다른 자가불화합성을 가진 NIL 계통 육성 및 보급 • 세포질-유전자적 음성불임성 계통 육성 및 보급 • 계통의 품종 등록 및 자가불화합성 관련 논문 		
Key Words	한 글	채종효율, 자가불화합성, 세포질-유전자적 음성불임성, 반수체	
	영 문	seed production, self-incompatibility, cytoplasmic-genic male sterility, haploid	

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 8명, 석사급 8명, 기타인력 40명의 총 56명으로 구성함

세부 프로젝트		1단계				2단계					총계	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
소 요 인 력	생산 기반 연구(원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)	박사급	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
		석사급	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
		기타	0	5	5	5	5	5	5	5	5	40
		총합	0	7	7	7	7	7	7	7	7	56

□ 세부프로젝트 예산

- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성 하였음

세부프로 젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
생산 기반 연구(원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)	정부 (억원)	0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	7.2
	민간 (억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	7.2

□ 제 4세부목표: 생산 기반 연구(원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)

프로젝트명	무 품종육성을 위한 육종 기반 기술 개발 및 네트워크 구축		
세부프로젝트명	6-4. 생산 기반 연구(원종 및 F1 생산지 기반기술 개발)		
연구 기간	2014 ~ 2021	연구비지원범위	총720백만원 (9년, 정부)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술 (통합협과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> • 최종 목표 : • 세부프로젝트 목표 <ul style="list-style-type: none"> - 원원종 생산체계 확립 및 보급 - 원종 생산 체계 확립 및 보급 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 유전적으로 고정된 형질을 지니면서 자가불화합 인자형이 서로 다른 NIL 계통은 무의 다양한 육종 방법에 활용이 용이함 • 기존의 F1 채종방식(자가불화합성을 이용)은 자식체 형성을 유발하기도 해 F1의 순도가 높은 세포질-유전자적 웅성불임성 계통의 개발이 요구됨 		
주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> • 원원종 증식 체계 확립 • 원종 증식 체계 확립 • 세포질 유전자적 웅성불임성 원종 증식 체계 확립 • 자가불화합성을 이용한 MS 원종 증식 체계 확립 • 만추대 무의 국내생산 체계 확립 • 해외 생산 적지 개발 		
시장전망 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> • 무의 원원종 증식체계를 확립하여 무 생산 기반 마련 • 무의 원종 증식체계를 확립하여 무 생산 기반 마련 • 무 F1 생산체계를 최적화함으로써 원활한 종자 생산 도모 • 무 F1 생산 적지를 개발 및 구축함으로써 안정적인 종자 수급 및 수출에 기여 		
자격 및 신청요건 (과제구성요건)	<ul style="list-style-type: none"> • 연구기관 자격: 무 육종 관련 국·공립 연구소, 대학교 및 산업계 • 신청 요건: 육종 또는 유전자원 분류, 식물유전학 관련 4년 이상 연구자 • 최소과제 구성 요건: 원종, 원원종 및 F1 생산경력이 5년 이상 		
최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> • 원종 및 원원종 생산 체계 구축 • F1 생산 체계 확립 및 생산 적지 개발 		
Key Words	한 글	원원종, 원종, F1 종자 생산, 자가불화합성, 세포질-유전자적 웅성불임성,	
	영 문	foundation seed, stock seed, F1 seed production, self-incompatibility, cytoplasmic-genic male sterility	

가. 세부프로젝트 도출 배경

- 한국과 일본을 제외한 국가들에서 고품질 F1종자의 비율이 증가하고 있으며, 특히 중국에서 상업용 종자 비중이 증가하고 있음
- 2010년 현재 약 888억원 규모인 무의 종자 시장에서 중국 시장이 급격히 성장하여 약 367억원 규모의 시장을 차지하고 있으며, 향후에도 교배종으로의 전환에 따라 중국 시장은 급격히 확대될 것으로 예상되나 무 육종을 지원할 수 있는 연구인력, 기반 기술, 시설 및 장비 등의 활용등 각각 무 육종가들 및 연구자들이 수행하여 비효율적인 시스템을 가지고 있음
- 월동무, 봄 및 여름 무의 경우, 연작하는 재배 포장의 특성상 뿌리혹병, 연부병, 바이러스병등 대한 내병성의 요구도가 증가하는 추세이며, 생산성, 수송성이 우수한 만추대성 품종이 요구되고 있으며, 가을 배추의 경우, 뿌리혹병과 바이러스에 강함 고품질 무에 대한 복합 저항성을 갖춘 품종 개발이 요구가 증가하고 있음
- 무 병해충에 대한 기초 연구 자료들 및 특허 출원, 등록 등의 기반 연구들이 국가 기관을 중심 혹은 기업을 중심으로 간혹 수행되어 연구 성과가 미비하며 특히 연속적이며 지속성이 없이 연구가 수행되어 무 내병성 평가 기술 구축 및 검정 체계등의 기반이 매우 취약하여, 무 육종가들이 in vivo 병리 검정 기술을 활용하여 F1 품종 개발에는 활용도가 떨어져, 수출용 무 품종 개발을 위한 in vivo 병리검정 스크리닝 기술 개발 및 평가 시스템 구축이 필수적임
- 채소병리검정지원사업단 (한국화학연구원)은 유묘를 이용하는 in vivo병리검정과 DNA를 조사하는 분자마커 병리검정을 수행하고 있으나, 무의 경우는 병원형이 다른 균주 선발을 통한 병리 검정, 분자유종 및 수출용 무 내병성 검정 실적은 전무
- 무의 경우에는 in vivo검정으로는 세균성 검은무늬병, 위황병, 뿌리혹병 및 TuMV 등의 바이러스병에 대해서는 in vivo검정 체계 및 기술적 수준이 국내 연구진들에 의해서 일부분 이루어졌으나, 이들 병원체들에 대해서 저항성 유전자원의 발굴 및 육성 소재로서의 특성 구명의 연구 성과는 낮음
- 무 내병성 검정 체계는 바이러스, 세균 및 진균 등의 내병성 검정용으로 병원형이 각각 다른 균주를 확보하여 활용하는 것이 필요하며, 실제 포장에서 균주를

수집 분리 특성 평가를 통하여, 무 저항성 검정에 필요한 기반 기술을 갖추고 있는 육종회사 또는 개인 무 육성가들은 극히 제한적인 상황임

- 무 재배 포장 단지에서 무 이병주에서 분리한 병원체들은 지역별로 상이하므로 각각의 재배단지 (예: 제주도 성산읍, 조천읍 및 강원도 평창군 일대)별로 수집하여 유전자학적, 분자생물학적, 병리학적 특성 평가를 통하여 구별이 되는 육종에 이용해야 하나, 국내 대학교, 육종 회사 및 개인 육성가들에서는 기반 연구 시설이 미비하여 육종에 활용도가 낮음
- 수출용 무 품종 육성에서는 기술개발을 통한 서비스 부분에서 in viv병리 검정을 통한 지역형 진균, 세균 및 바이러스 저항성을 집적시키는 연구 및 기술 개발이 필수적이며, 예를 들어, 중국의 무 노균병의 특성이 국내 무 노균병하고 병리학적, 유전학적 특성의 유사성을 조사하여 육종에 활용하는 체계가 필요함
- 저항성 및 품질 관련 형질 분석들이 늦어져 분자마커의 개발이 미흡하여 결국 분자마커를 활용한 병 저항성 활용도가 전무하여 시급히 무 병리 검정 체계 확립이 요구됨
- 또한, 국내의 경우에 연작, 기후변화와 외국농산물의 수입 증가로 인해 새로운 병해충이 지속적으로 발생하여 이들에 대한 저항성 품종의 개발이 시급한 실정이므로, 국내 및 수출 경쟁력을 갖추는데, 기술 개발 및 무 육종 지원 기반 구축을 통한 전통육종-분자육종-무 육종기반기술의 융합 네트워크를 구축해야 함

나. 세부프로젝트 최종 목표

□ 최종 연구개발 목표

- 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 검정 기술 개발 및 실용화

제1 세부목표	수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축	<ul style="list-style-type: none"> • 저항성 평가용 국내외 바이러스 등 무 병원체 수집 및 특성 평가 • 저항성 평가용 무 병원체 실용화 검정 기술 개발 • 일본 수출용 무 품종 육종을 위한 병리 검정 및 스크리닝 기술 개발 및 구축 • 중국 수출용 무 품종 육종을 위한 병리 검정 및 스크리닝 기술 개발 및 구축
제2 세부목표	내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 무 바이러스 대량검정 기술개발 • 무 위황병 대량 검정 기술 개발 • 무 무사마귀병 대량 검정 기술개발

다. 세부프로젝트의 추진방법 및 추진전략

- 제1세부목표: 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축

1단계 (2013년 ~ 2016년)
<ul style="list-style-type: none"> • 저항성 평가용 국내·외 바이러스 등 무 병원체 수집 및 특성 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 바이러스 계통들, 위황병균, 뿌리혹병, 점무늬병세균 등에 대한 국내 균주 수집 - 일본, 중국 및 동남아 등 수출 지역 타겟 맞춤형 균주 선발용 해외 균주 수집 - 국내외의 수집 균주들의 무 F1 품종들에 대한 병원형 판별 등 병리학적 특성 검정 - 국내외의 수집 균주들의 분자생물학적법을 이용한 유전적 다양성 조사를 통한 선발 - 무 병원성이 각각 다른 바이러스 계통 및 기타 균주들의 in vivo 접종 기술 개발 - 국내외의 수집 균주들의 in vivo 및 in vitro 표준 보관 기술 개발 • 저항성 평가용 무 병원체 실용화 검정 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외에서 수집하여 특성을 파악한 바이러스 계통들, 위황병균, 뿌리혹병균 등에 대한 면역학적 실용화 진단 방법 개발 - 국내외에서 수집하여 특성 분석된 바이러스 계통들, 위황병균, 뿌리혹병균 등에 실용화 분자 진단법 개발 - 국내외에서 수집하여 특성 분석된 바이러스 계통들, 위황병균, 뿌리혹병균 등에 중소형 민간 육종회사 및 개인 무 품목 육성가를 위한 비용 절감형 현장용 저항성 판별법 개발 - 내병성 분자마커 개발 및 육종 지원용 DNA 프로파일링용 병리 특성 검정 지원 - 중소형 민간 육성 회사 및 개인육성가들의 내병성 육성 소재 발굴 협조 및 제공
2단계 (2017년~2021년)
<ul style="list-style-type: none"> • 일본, 중국 및 동남아 등 수출용 무 품종 육성을 위한 유전자원 및 NIL 라인들의 내병성 검정 체계 확립 <ul style="list-style-type: none"> - 세그멘테이션 맞춤형 복합 내병성 육종을 위한 in vivo 표준 균주 접종 기술 - 세그멘테이션 맞춤형 복합 내병성 육종을 위한 in vivo 병리 진단 기술 • 일본, 중국 및 동남아 등 수출용 무 품종 육성을 위한 무 계통들 및 F1 계통들의 내병성 검정 체계 확립 <ul style="list-style-type: none"> - 세그멘테이션 맞춤형 복합 내병성 육종을 위한 in vivo 표준 균주 접종 기술 - 세그멘테이션 맞춤형 복합 내병성 육종을 위한 in vivo 병리 진단 기술 • 일본, 중국 및 동남아 등 수출용 무 품종 육성을 위한 무 및 F1계통들에 대한 내병성 검정 간편 실용화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 수출 지역 맞춤형 무 품종 육종을 위한 병리 검정 스크리닝 기술 개발 및 구축 • 일본, 중국 및 동남아 등 수출용 무 품종 육성을 위한 중소형 민간 육종회사 및 개인 무 품목 육성가를 위한 병리 검정 서비스 <ul style="list-style-type: none"> - 각 회사 및 육성가들의 무 육종 계통, OP 계통 및 F1계통들에 대한 병리 검정의 출장 서비스 실시

- 제2세부목표: 내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술 개발

1단계 (2013년 ~ 2016년)

- 위황병균, 뿌리혹병, 점무늬병세균 등 무 주요병에 대한 국내 및 수출 지역 맞춤형 균주 수집 및 특성 평가
- 무 병원성이 각각 다른 바이러스 계통 및 기타 균주들의 in vivo 접종 기술 개발
- 국내외에서 수집하여 특성을 파악한 바이러스 계통들, 위황병균, 뿌리혹병균 등에 대한 면역학적 실용화 진단 방법 개발
- 무 육종용 병원체 실용화 분자 진단법 개발

2단계 (2017년~2021년)

- 위황병균, 뿌리혹병, 점무늬병세균 등 무 주요병에 대한 국내 및 수출 지역 맞춤형 균주 수집 및 특성 평가(계속)
- 국내외 수집 균주들의 in vivo 및 in vitro 표준 보관 기술 개발
- 바이러스 계통들, 위황병균, 뿌리혹병균 등에 중소형 민간 육종회사 및 개인 무 품목 육성가를 위한 비용 절감형 현장용 저항성 판별법 개발

라. 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

최종성과 목표	성과지표		구분	목표치	1단계	2단계	단위	지표 측정방법 및 검증방법
과학기술적 목표	품종개발	국내 출원	공통				건	품종보호 출원 건수
		국내 등록	공통					품종보호 등록 건수 (출원 건수의 80% 기준)
		국외 판매	공통					해외 품종 신고 및 판매 건수
	국내특허	출원	공통		2	3	9건	기반과제 2억당 특허출원 건수
		등록	공통		2	2		출원 건수의 80% 기준
	국제특허	출원	공통		1	1	4건	사업비 10억당 특허출원 건수
		등록	공통		1	1		출원 건수의 80% 기준
	논문	SCI	공통		2	3	9건	기반과제 기준 SCI는 1편/2억당, 비SCI는 1편/1억당 논문 게재 건수
		비SCI	공통		2	2		
	분자마커		특성				점	기반과제 5억당 분자마커개발 건수 분자마커 특허 출원 및 등록
	유전자원수집		특성				점	기반과제 연구비의 10% 배분하고 1억당 100점 기준
	성분분석기술개발		특성				건	분석기술 실용화정도
	병리검정기술개발		특성		4	5	9건	분석기술 실용화정도
분석서비스		특성				건	분석서비스 건수	
DB시스템구축 - 유전체 DB 시스템 - 육종정보 DB 시스템		특성				종	외부 전문기관 평가	
산업경제적 목표	국내매출액		공통				억원	외부 전문기관 평가
	중자수출액		공통				억불	외부 전문기관 평가
	수입대체효과		공통				%	국내소요량비 수입량 비율 감소량
	기술이전		공통				건	사업비 10억당 건수
환경적 목표	마케팅전략 수립 보고서		특성				건	외부 전문기관 평가
	인력양성		특성		3	3	6명	기반과제 연구비의 70%배분하고 1억당 1명
합계				-	17	20	37	-

마. 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 본 세부프로젝트를 수행할 후보 연구기관으로는 국립원예특작과학원 등의 국공립 농업 전문 연구기관, 내병성 검정 기술 개발을 위한 인프라가 구성된 4년제 이상의 대학원이 갖추어진 대학교 및 수출 무 품종 육성을 하고 있거나 또는 의욕적으로 무 수출 산업에 종사하고자 하는 중소형 민간 회사들 및 개인 육성가들이 필수적임
- 무 수출 증대를 위한 품종 개발에는 마케팅 분야의 전문가들에게 컨설팅을 받아서 무 육종에 필요한 기반 기술을 개발하고 더 나아가 수출용 무 품종 육종 지원을 위한 체계화된 네트워크를 구축하는 것이 필수적임
- 산-학-연-육종가-마케팅 연계 프로그램으로 구성하는 것이 최고의 팀 플레이를 위해서, 성과 도출을 위해서 요구되며, 이를 위하여 육종 기반 기술 개발에 있어서 수출 지역의 세그먼트별로 육종 및 육종기반을 나누고 서로 깊숙하게 연계하는 협조 체계 및 윈-윈 전략 수립이 바람직

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 34명, 석사급 17명, 기타인력 51명의 총 102명으로 구성함

세부 프로젝트			1단계				2단계					총계
			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
소 요 인 력	무 품 종 육 성 을 위 한 내 병 성 검 정	박사급	2	4	4	4	4	4	4	4	4	34
		석사급	1	2	2	2	2	2	2	2	2	17
		기타	3	6	6	6	6	6	6	6	6	51
		총합	6	12	12	12	12	12	12	12	12	102

바. 세부프로젝트 예산

세부프로젝트명		구분	1단계				2단계					총계
			연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
무 품 종 을 위 한 내 병 성 검 정	수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축	정부(억원)	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	10.7
		민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		합계	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	10.7
	내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술 개발	정부(억원)	0	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	10.4
		민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		합계	0	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	10.4
	총합	정부(억원)	1.1	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	21.1
		민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		합계	1.1	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	21.1

사. 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	수출 증대를 위한 무 육종 기반 연구		
세부프로젝트명	7. 무 품종 육성을 위한 내병성 검정 기술 개발		
연구 기간	2013 ~ 2022	연구비지원범위	총2110백만원 (9년, 정부)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술 (통합협과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 최종 목표 : 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 검정 기술 개발 및 실용화 세부프로젝트 목표 <ul style="list-style-type: none"> 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축 내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술 개발 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> 국내외의 경우 내병성 품종이 많이 개발이 시도 되고 있으나, 무 병해충에 대한 기초 연구 및 특허 등의 기반 연구들의 지속성이 없이 수행되어, 바이러스, 세균 및 진균 등의 내병성 검정용으로 병원체가 각각 다른 균주를 확보하여 활용하는 것이 필요 국내외 균주를 수집 분리 특성 평가를 통하여 파악된 균주를 이용하여 무 내병성 품종 육성에 이용하는 중소형 민간육종회사 및 개인육성가들은 극히 소수임 수출 증대를 위한 무 품종을 위한 해외지역별 맞춤형 병리검정기술 구축이 필수 		
주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> 저항성 평가용 국내·외 바이러스 등 무 병원체 수집 및 특성 평가 저항성 평가용 무 병원체 실용화 검정 기술 개발 수집된 유전자원의 병 저항성 검정 및 평가를 통한 내병성 육성 계통 발굴 지원 동북아(일본 및 중국) 수출용 무 품종 육종을 위한 병리 검정 및 스크리닝 기술 개발 및 구축 동남아 및 인도 수출용 무 품종 육종을 위한 병리 검정 스크리닝 기술 개발 및 구축 수출용 무 품종 육성을 위한 중소형 민간 육종회사 및 개인 무 품종 육성가를 위한 병리 검정 서비스 		
시장전망 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> 병원체가 다른 균주 확보 및 특성 검정을 통한 기반 구축 및 서비스 가능 병원체 현장진단용 간편 무 내병성 검정 기술 개발을 통한 육종가들의 편의성 도모 무 유전자원, 계통 및 F1계통들에 대한 내병성 평가를 통한 복합내병성 소재 개발 수출형 무 복합 내병성 품종 육성을 위한 체계화된 병리 검정 기술 기반 구축 		
자격 및 신청요건 (과제구성요건)	<ul style="list-style-type: none"> 연구기관 자격: 바이러스, 세균, 곰팡이에 대한 무 저항성 평가 기술 확립 및 관련기술 보유 및 품종 저항성 검정 평가용 연구 공간 (예: 유리온실 등) 확보 필수 신청 요건: 실무 7년 이상인 식물병리 및 관련 분야 연구 전문가 최소과제 구성 요건: 최근 5년간 특허 출원/등록 3건 및 SCI 논문 게재를 주저자/교신저자로서 8편 이상 게재한 실적이 있는 전문가 		
최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> 무 품종 병리 검정 실적 (회사 검정 10건/년) 무 병리 검정 기술 개발 (11건) 수출 증대용 무 내병성 평가용 주요 무 바이러스 등 병원체 특성 검정 등에 관한 SCI논문 (6편) 및 비SCI (6편) 게재 수출용 무 내병성 평가용 주요 병원체 특성 검정 기법 등에 관한 특허 (출원 4건 이상, 등록 3건 이상) 		
Key Words	한 글	무, 바이러스, 병리검정, 저항성, 진단기술, 스크리닝, 병원체,	
	영 문	radish, virus, disease identification, resistance, diagnosis, screening, pathogen	

□ 연구원 구성

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

세부 프로젝트		1단계				2단계					총계	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
소 요 인 력	수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축	박사급	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
		석사급	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
		기타	3	3	3	3	3	3	3	3	3	27
		총합	6	6	6	6	6	6	6	6	6	54

□ 세부프로젝트 예산

- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성 하였음

세부프로 젝트명	구분	1단계				2단계					총계	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축	정부 (억원)	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	10.7
	민간 (억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	10.7

□ 제 1세부목표: 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축

프로젝트명	무 품종 육성을 위한 내병성 검정 기술 개발		
세부프로젝트명	7-1. 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축		
연구 기간	2013 ~ 2022	연구비지원범위	총1070백만원 (9년, 정부)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술 (통합협과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> • 최종 목표 : 수출 증대용 무 품종 개발을 위한 내병성 스크리닝 기술 개발 및 구축 • 세부프로젝트 목표 <ul style="list-style-type: none"> - 저항성 평가용 국내·외 바이러스 등 무 병원체 수집 및 특성 평가 - 저항성 평가용 무 병원체 실용화 검정 기술 개발 - 핵심 유전자원의 병 저항성 검정 및 평가를 통한 내병성 육성 계통 발굴 지원 - 수출용 무 품종 육종을 위한 병리 검정 및 스크리닝 기술 개발 및 구축 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> • 국내의 경우 내병성 품종이 많이 개발이 시도 되고 있으나, 무 병해충에 대한 기초 연구 및 특허 등의 기반 연구들의 지속성이 없이 수행되어, 바이러스, 세균 및 진균 등의 내병성 검정용으로 병원형이 각각 다른 균주를 확보하여 활용하는 것이 필요 • 국내외 균주를 수집 분리 특성 평가를 통하여 파악된 균주를 이용하여 무 내병성 품종 육성에 이용하는 중소형 민간육종회사 및 개인육성가들은 극히 소수임 • 수출 증대를 위한 무 품종을 위한 해외지역별 맞춤형 병리검정기술 구축이 필수 		
주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> • 저항성 평가용 국내·외 바이러스 등 무 병원체 수집 및 특성 평가 • 저항성 평가용 무 병원체 실용화 검정 기술 개발 • 수집된 유전자원의 병 저항성 검정 및 평가를 통한 내병성 육성 계통 발굴 지원 • 핵심 유전자원의 병 저항성 검정 및 평가를 통한 내병성 육성 계통 발굴 지원 • 내병성 무 유전자원 및 계통에 대한 저항성 선발에 의한 분자마커 개발 지원 • 일본 수출용 무 품종 육종을 위한 병리 검정 및 스크리닝 기술 개발 및 구축 • 중국 수출용 무 품종 육종을 위한 병리 검정 및 스크리닝 기술 개발 및 구축 • 동남아 및 인도 수출용 무 품종 육종을 위한 병리 검정 스크리닝 기술 개발 및 구축 • 일본, 중국 및 동남아 등 수출용 무 품종 육성을 위한 중소형 민간 육종회사 및 개인 무 품종 육성가를 위한 병리 검정 출장 서비스 		
시장전망 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> • 병원형이 다른 균주 확보 및 특성 검정을 통한 기반 구축 및 서비스 가능 • 병원체 현장진단용 간편 무 내병성 검정 기술 개발을 통한 육종가들의 편의성 도모 • 무 유전자원, 계통 및 F1계통들에 대한 내병성 평가를 통한 복합내병성 소재 개발 • 수출형 무 복합 내병성 품종 육성을 위한 체계화된 병리 검정 기술 기반 구축 		
자격 및 신청요건 (과제구성요건)	<ul style="list-style-type: none"> • 연구기관 자격: 바이러스, 세균, 곰팡이에 대한 무 저항성 평가 기술 확립 및 관련 기술 보유 및 품종 저항성 검정 평가용 연구 공간 (예: 유리온실 등) 확보 필수 • 신청 요건: 실무 7년 이상인 식물병리 및 관련 분야 연구 전문가 • 최소과제 구성 요건: 최근 5년간 특허 출원/등록 3건 및 SCI 논문 게재를 주저자/교신저자로서 8편 이상 게재한 실적이 있는 전문가 		
최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> • 무 품목 병리 검정 실적 (회사 검정 10건/연) • 무 병리 검정 기술 개발 (11건) • 수출 증대용 무 내병성 평가용 주요 무 바이러스들 등 병원체 특성 검정 등에 관한 SCI논문 (6편) 및 비SCI (6편) 게재 • 수출용 무 내병성 평가용 주요 병원체 특성 검정 기법 등에 관한 특허 (출원 4건 이상, 등록 3건 이상) 		
Key Words	한 글	무, 바이러스, 병리검정, 저항성, 진단기술, 스크리닝, 병원체,	
	영 문	radish, virus, disease identification, resistance, diagnosis, screening, pathogen	

□ 연구원 구성

- 본 과제의 인력은 연구내용과 연구비를 고려하여 연구기간 9년 동안 박사급 16명, 석사급 8명, 기타인력 24명의 총 48명으로 구성함

세부 프로젝트		1단계				2단계					총계	
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
소 요 인 력	내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술 개발	박사급	0	2	2	2	2	2	2	2	2	16
		석사급	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
		기타	0	3	3	3	3	3	3	3	3	24
		총합	0	6	6	6	6	6	6	6	6	48

□ 세부프로젝트 예산

- 세부 예산은 GSP본부의 예산을 기초로 하여 각 세세부 프로젝트에서 도출한 예산을 기본으로 하여 예산을 편성 하였음

세부프로 젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술 개발	정부 (억원)	0	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	10.4
	민간 (억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	10.4

□ 제 2세부목표: 내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술개발

프로젝트명	무 품종 육성을 위한 내병성 검정 기술 개발		
세부프로젝트명	7-2. 내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술개발		
연구 기간	2014 ~ 2021	연구비지원범위	총1040백만원 (8년, 정부)
과제 성격	■ 실용화기술 (통합협과제)		□ 실용화기술(개별과제)
	□ 원천기술		□ 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> 최종 목표 : 내병성 육종용 병원체 표준화 및 대량 검정 기술개발 세부프로젝트 목표 <ul style="list-style-type: none"> 내병성 평가용 국내·외 무 병원체 수집 및 특성 평가 내병성 평가용 대량 검정 기술 개발 무 유전자원의 내병성 검정 및 평가를 통한 내병성 육성 계통 발굴 지원 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> 무 재배 포장 단지에서 무 이병주에서 병원체를 수집, 분리, 특성 평가를 통하여, 무 내병성 검정에 필요한 기반 기술을 갖추고 있는 육종회사 또는 개인 무 육성가들은 극히 제한적 무 내병성 검정 체계는 바이러스, 세균 및 진균 등의 내병성 검정용으로 병원형이 각각 다른 균주를 확보하여 활용하는 것이 필요함 		
주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> 위황병균, 뿌리혹병, 점무늬병세균 등 무 주요병에 대한 국내 및 수출 지역 맞춤형 균주 수집 및 특성 평가 무 병원성이 각각 다른 바이러스 계통 및 기타 균주들의 in vivo 접종 기술 개발 국내외에서 수집하여 특성을 파악한 바이러스 계통들, 위황병균, 뿌리혹병균 등에 대한 면역학적 실용화 진단 방법 개발 무 육종용 병원체 실용화 분자 진단법 개발 국내외의 수집 균주들의 in vivo 및 in vitro 표준 보관 기술 개발 바이러스 계통들, 위황병균, 뿌리혹병균 등에 중소형 민간 육종회사 및 개인 무 품종 육성가를 위한 비용 절감형 현장용 저항성 판별법 개발 		
시장전망 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> 병원형이 다른 균주 확보 및 특성 검정에 의한 병원체 표준화는 저항성 검정의 정확도를 향상 대량 검정 기술 개발은 무 유전자원 및 계통들에 대한 내병성 신속하고 정확한 평가를 가능하게 하여 복합내병성 소재 개발을 도모 국내 내병성 검정 기술의 고도화를 통해 무 육종의 선도적인 위치를 확고히 할 수 있음 		
자격 및 신청요건 (과제구성요건)	<ul style="list-style-type: none"> 연구기관 자격: 바이러스, 세균, 곰팡이에 대한 무 저항성 평가 기술 확립 및 관련 기술 보유 및 품종 저항성 검정 평가용 연구 공간 (예: 유리온실 등) 확보 필수 신청 요건: 실무 7년 이상인 식물병리 및 관련 분야 연구 전문가 최소과제 구성 요건: 최근 5년간 특허 출원/등록 3건 및 SCI 논문 게재를 주저자/교신저자로서 8편 이상 게재한 실적이 있는 전문가 		
최종 성과물	<ul style="list-style-type: none"> 무 병원체 표준화 및 대량 검정 기술 개발 (5건) 주요 무 바이러스, 세균, 진균 등의 병원체 특성 검정 등에 관한 SCI논문 (6편) 및 비SCI (6편) 게재 무 주요 병원체 특성 검정 기법 등에 관한 특허 (출원 4건 이상, 등록 3건 이상) 		
Key Words	국문	무, 병원체, 내병성, 대량 검정	
	영어	radish, pathogen, disease resistance, high-throughput diagnosis	

제 6 장 기대효과

1. 정책적 기대효과

- 종자강국 실현을 통한 국가 안전 및 국가경제발전에 기여
- 국내 종자 산업의 활성화로 고용 증대
- 세계 종자시장 진출로 국제 경쟁력 확보
- 무 산업 자료 및 시장 동향 보고서를 통한 미래 무 수출의 극대화를 위한 자료 제공
- 무 관련 전문가에게 품종개발 기술에 대한 연구개발 활용자료 제공

2. 기술적 기대효과

- 농업분야에 대한 다양한 정보 제공을 통한 이해도 제고
- 연구자들에게는 종자산업 핵심 기술에 대한 연구개발 활용자료 제공
- 육종가들의 종자개발기술의 선진화
- 3P 및 전문 DB를 활용한 분석 자료 및 동향 보고서 작성을 통한 미래 유망 농산업에 관한 정보 제공
- 농업분야 미래 유망기술 발굴 및 R&D 신규 사업 기획에 활용
- 목표 시장에 적합한 각 작형별, 지역별 우수 무 품종 개발
- 고부가가치 품종 개발 농가소득 향상 및 종자 수출 증대
- 육종 기술의 과학화 도모
- 내병성 품종의 개발로 인한 저농약 · 친환경 농업에 기여
- 분자 육종 기술을 통한 우수 품종육성 확대 및 세계 종자시장 진출 확대

3. 경제적 기대효과

- 우수종자 개발을 통한 국내 농업기반 확보
- 우수종자 개발기술 확립과 더불어 육종 및 재배기술의 발전으로 인한 농업 경쟁력을 상승시키는 시너지 효과 창출 기대
- 체계적인 정보 제공과 효율적인 기술을 바탕으로 종자로 인해 발생 할 수 있는 위험 요인에 대한 리스크 감소
- 미래 농업의 성장 동력으로서의 종자산업의 기술력 확보로 인한 농업·농가 소득 증대에 직·간접적 영향
- 종자수출을 통한 국부 증대 및 농업기술의 해외 진출가속화
- 기존 품종 대비 차별화된 우수 품종 보급으로 국내 브랜드 인지도 상승
- 세계 종자시장 진출로 국제 경쟁력 확보
- 국내 종자생산 농가의 소득증대 기여
- 수출경쟁력을 갖춘 신품종을 중국뿐만 아니라 동남아 시장공략 가능

부 록

연도별 무 종자 국가과제 목록

수행 년도	과제명	연구 책임자	과제수행기관	과제관리기관
2002	난지채소류 적품종 선발	문두영	제주농업시험장	농촌진흥청
	무, 배추 내병성 품종 육성	목일진	원예연구소	농촌진흥청
	무(Raphanus sativus L)의 자가불화합성 유전자 좌상의 유전자군 해석	노일섭	순천대학교	농림기술관리센터
	방사선이용 생물활성 증진효과 연구	김재성	한국원자력연구소	한국과학재단
	수출증대를 위한 고품질 위황병 저항성 무 품종 육성	이시우	(주)농우바이오	농림기술관리센터
	양성자빔을 이용한 화훼 및 채소작물의 고부가 신품종개발 및 변이체 해석	이광식	(주)뉴서울종묘	한국과학재단
	채소작물 유전자원 증식 및 이용형질 특성평가	박남규	농업과학기술원	농림기술관리센터
2003	무 고순도 복교잡종 조기 육성	윤무경	원예연구소	국립원예특작과학원
	무(Raphanus sativus L)의 자가불화합성 유전자 좌상의 유전자군 해석	노일섭	순천대학교	농림기술관리센터
	십자화과 유전자원 수집 및 이용연구	석순중	농업생명공학연구원	농업생명공학연구원
	양성자 빔 이용 화훼 및 채소작물의 고부가 신품종 개발 및 변이체 해석	이광식	(주)뉴서울종묘	한국과학재단
	채소작물 유전자원 증식 및 이용형질 특성평가	박남규	농업과학기술원	농림기술관리센터
2004	무 고순도 복교잡종 조기 육성	윤무경	원예연구소	국립원예특작과학원
	무, 배추의 돌연변이 유전자원개발 및 변이체 고정	이영일	(주)뉴서울종묘	농림기술관리센터
	신 채소 작물 배무채의 주요 형질 개선 및 쌈 채소로 연중 생산 연구	이수성	(주)바이오브리딩연구소	농림기술관리센터
	양성자빔을 이용 화훼 및 채소작물의 고부가 신품종개발과 변이체 해석	이광식	(주)뉴서울종묘	한국과학재단
	유전자원 활용을 위한 자생나리의 고품질 개화구 생산체계 확립	김규원	영남대학교	농림기술관리센터
2005	국내외 식물유전자원 수집, 다양성 확보연구	김창영	농업생명공학연구원	농업생명공학연구원
	무 고순도 복교잡종 조기 육성	윤무경	원예연구소	국립원예특작과학원
	무, 배추의 돌연변이 유전자원개발 및 변이체 고정	이영일	뉴서울종묘주부설기술연구소	농림기술관리센터
	배추과 종속간 잡종식물의 발현유전자 분석	진용문	농업생명공학연구원	농업생명공학연구원

	배추과 채소의 옹성불임성 품종 육성	윤무경	원예연구소	국립원예특작과학원
	신 채소 작물 배무채의 주요 형질 개선 및 쌈 채소로 연중 생산 연구	이수성	(주)바이오브리딩연구소	농림기술관리센터
	재래종 유전자원의 특성평가 및 활용도 증진	강정훈	농업생명공학연구원	농촌진흥청
	전통 육종의 효율 극대화를 위한 분자생물학적 기술 개발	이수성	(주)바이오브리딩연구소	농촌진흥청
	주요 채소작물의 신품종 개발을 위한 분자마커 개발	김기택	원예연구소	농촌진흥청
	채소작물의 GAP 재배지침서 작성	고관달	원예연구소	국립원예특작과학원
2006	고령지 수출 유망화훼 고품질 안정생산기술 개발	이종남	고령지농업연구소	국립식량과학원
	난지 고유채소의 기능성분 분석 및 상품 개발연구	장기창	난지농업연구소	농촌진흥청
	무 고순도 복교잡종 조기 육성	윤무경	원예연구소	국립원예특작과학원
	배추과 채소의 옹성불임성 품종 육성	박수형	원예연구소	국립원예특작과학원
	전통 육종의 효율 극대화를 위한 분자생물학적 기술 개발	이수성	(주)바이오브리딩연구소	농촌진흥청
	주요채소작물의 신품종 개발을 위한 분자마커 개발	김기택	원예연구소	농촌진흥청
2007	난지 고유채소의 기능성분 분석 및 상품 개발연구	장기창	난지농업연구소	국립원예특작과학원
	배무채 옹성불임성(CMS) 계통 개발 및 이를 이용한 복합내병성 1대 잡종 품종 육성	이수성	(주)바이오브리딩연구소	농림기술관리센터
	수출용 무 품종 육성 및 실용화 연구	안영순	(주)동부하이텍	농림기술관리센터
	전통육종의 효율 극대화를 위한 분자생물학적 기술 개발	이수성	(주)바이오브리딩연구소	농림기술관리센터
	주요채소작물의 신품종 개발을 위한 분자마커 개발	김기택	원예연구소	농촌진흥청
2008	국내 토착미생물 Serratia Gsm01 유래 신규 고분자 천연물질을 이용한 친환경적 cucumber mosaic virus(CMV) 방제기술의 산업화	임춘근	(주)파이오니아	농림기술관리센터
	중국 수출용 만추대, 내서성 무 품종 육성	안영순	(주)동부하이텍	농림기술관리센터
2009	감귤 신품종 육성 및 육종소재 개발	박재호	국립원예특작과학원	국립원예특작과학원
	국내 토착미생물 Serratia Gsm01 유래 신규 고분자 천연물질을 이용한 친환경적 cucumber mosaic virus(CMV) 방제기술의 산업화	임춘근	(주)파이오니아	농림수산식품기술기획평가원
	녹비작물 종자 대량생산 기술 확립	김민태	국립식량과학원	농촌진흥청

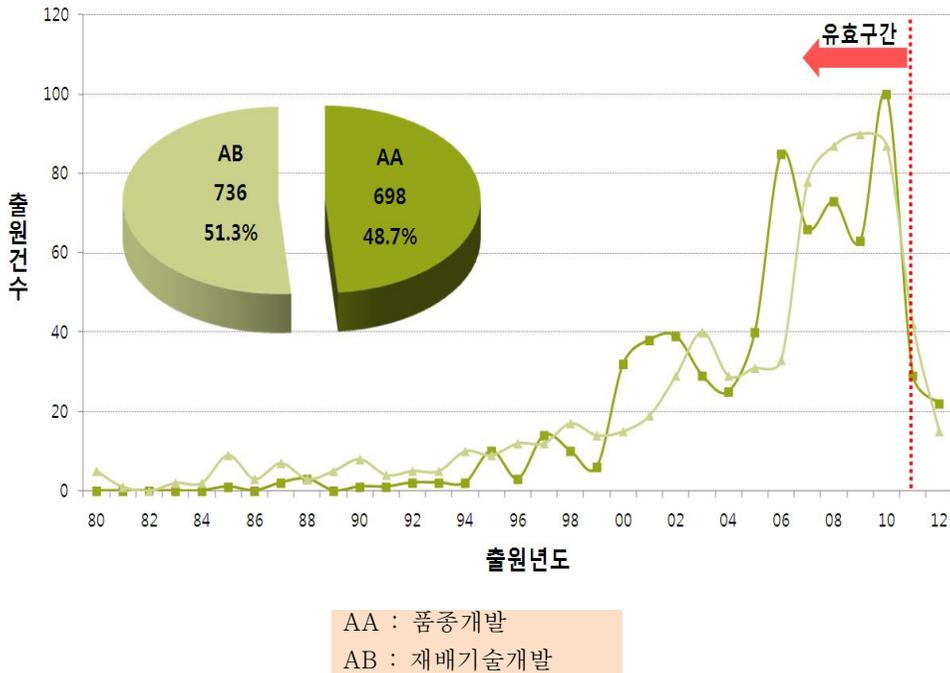
	민간육종 기술지원을 위한 채소작물의 MAS 기술개발	김기택	국립원예특작과학원	국립원예특작과학원
	배추과 작물의 수출, 내수 품종육성 및 육종기술 개발	박수형	국립원예특작과학원	농촌진흥청
	배추과 채소 품종 육성 및 육종 기술 개발	박수형	국립원예특작과학원	국립원예특작과학원
	배추과 채소의 종자산업 경쟁력 제고를 위한 생명공학 육종기술 개발	유희주	국립원예특작과학원	국립원예특작과학원
	비대칭 원형질체 융합을 통한 양성불임 육종 자원 개발	성순기	(주)동부하이텍	농림수산식품기술기획평가원
	아프리카 해외농업기술개발	김재용	농촌진흥청	농촌진흥청
	일본 수출용 청수 만추대 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종육성	강갑수	충원종묘	농림수산식품기술기획평가원
	중국 수출용 만추대, 내서성 무 품종 육성	안영순	(주)동부하이텍	농림수산식품기술기획평가원
	채소 신품종육성 및 이용촉진사업	김대영	국립원예특작과학원	농촌진흥청
2010	무(radish) 분자육종 시스템 구축을 통한 실용화 기술 개발	김성길	전남대학교	농촌진흥청
	민간육종 기술지원을 위한 채소작물의 MAS 기술개발	이혜은	국립원예특작과학원	국립원예특작과학원
	배추과 작물의 수출, 내수 품종 육성 및 육종 기술 개발	박수형	농촌진흥청	농촌진흥청
	배추과 채소 품종 육성 및 육종 기술 개발	박수형	국립원예특작과학원	국립원예특작과학원
	배추과 채소의 종자산업 경쟁력 제고를 위한 생명공학 육종 기술 개발	조명철	국립원예특작과학원	국립원예특작과학원
	비대칭 원형질체 융합을 통한 양성불임육종 자원 개발	성순기	(주)동부하이텍	농림수산식품기술기획평가원
	수입대체 백수계 단무지 무 및 싹 전용무 품종육성	이광식	(주)코레곤	농기평
	아프리카 해외농업기술개발	김재용	농촌진흥청	농촌진흥청
	일본 수출용 청수 만추대 봄무 및 고품질 조숙성 가을무 품종육성	강갑수	충원종묘	농림수산식품기술기획평가원
	중국 수출용 만추대, 내서성 무 품종 육성	안영순	(주)동부하이텍	농림수산식품기술기획평가원
	채소 신품종육성 및 이용촉진사업	김대영	농촌진흥청	농촌진흥청
2011	고랭지 채소신품종 육성 및 안정생산기술개발	김기택	농촌진흥청 본청	국립식량과학원
	무, 배추 품종 육성 및 육종 기술 개발	박수형	농촌진흥청 본청	국립원예특작과학원

	민간육종 기술지원을 위한 채소작물의 MAS 기술 개발(원예시험연구)	이혜은	농촌진흥청 본청	국립원예특작과학원
	배추 유전체 정보 활용 분자육종기술 개발	조명철	농촌진흥청 본청	국립원예특작과학원
	배추과 작물의 대량 유전자 발굴	문정환	농촌진흥청 본청	국립농업과학원
	배추과 작물의 수출, 내수 품종육성 및 육종 기술 개발	박수형	농촌진흥청 본청	농촌진흥청
	비대칭 원형질체 융합을 통한 웅성불임 육종 자원 개발	성순기	(주)동부한농	농기평
	세포융합기술을 이용한 첨단 육종 소재 개발	한지학	(주)농우바이오	농림수산식품기술기획평가원
	수입대체 백수계 단무지 무 및 싹 전용무 품종육성	이광식	(주)코레곤	농기평
	일본 수출용 청수 만추대 봄 무 및 고품질 조숙성 가을무 품종육성	강갑수	충원종묘	농림수산식품기술기획평가원
	중국 수출용 만추대, 내서성 무 품종 육성	오영석	(주)동부하이텍	농림수산식품기술기획평가원
	채소 신품종육성 및 이용촉진사업	김대영	농촌진흥청 본청	농촌진흥청
2012	고랭지지역 채소 우량계통 지역적응시험	이종남	농촌진흥청 본청	농촌진흥청
	기능성무 함량증가를 위한 재배 법 개발 및 성분 분석	석경현	신젠타종묘(주)	농촌진흥청
	무 분자마커 정보수집 및 MAS 기술 개발	이혜은	농촌진흥청 본청	국립원예특작과학원
	무 유전체 연구를 위한 핵심집단 구축	박한용	세종대학교	농촌진흥청
	분자 육종 기술을 이용한 복합 내병성 무 품종 개발	이영표	(주)동부한농	농촌진흥청
	웅성불임을 활용한 수출용 무 품종 육성	강일수	현대종묘(주)	농촌진흥청
	육종연한 단축을 위한 무 소포자유래 식물체 유기	나해영	목포대학교	농촌진흥청
	중부지역 채소 우량계통 지역적응시험 및 신품종이용촉진사업	김대영	농촌진흥청 본청	농촌진흥청

1. 세부기술별 동향

□ 연도 구간별 세부기술 동향

- 무 종자개발 방법을 크게 품종개발 및 재배기술개발로 분류하였으며, 세부적인 종자개발 방법 즉 분자마커, 형질전환, 내병성 품종개발, 의약품생산, 종자 처리 방법, 접목, 작물저항성 및 종자개발 방법을 소분류로 분류하여 특허동향을 조사함



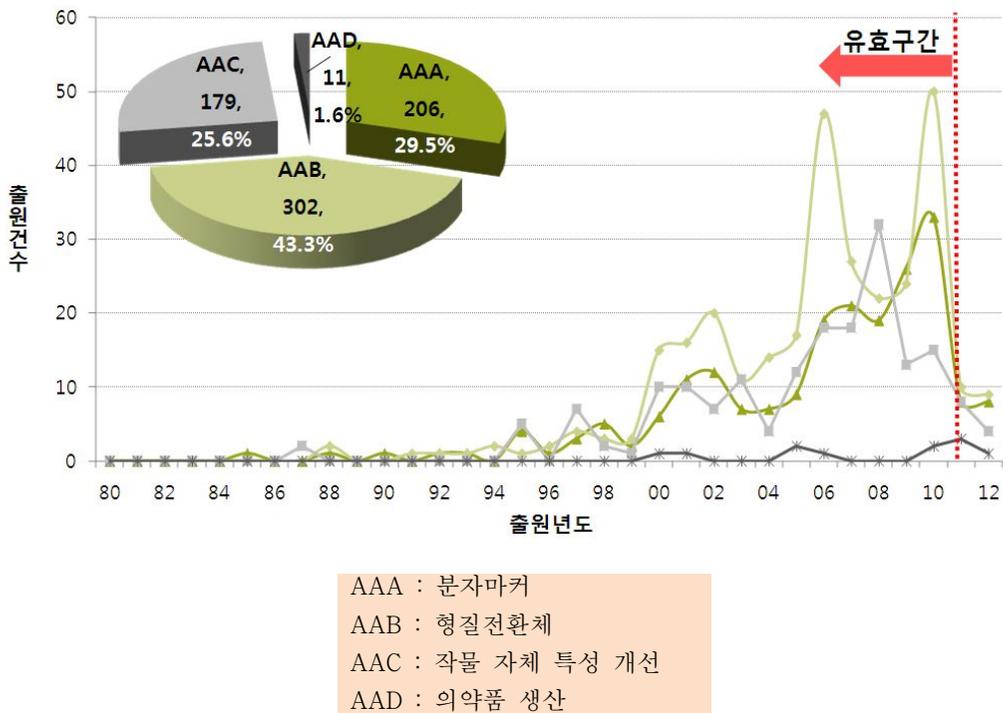
[그림 1-7] 연도 구간별 세부기술 동향

- 연도 구간별 세부기술 동향과 관련하여 먼저 기술 중분류(AA/AB)별 동향을 살펴본다면, 품종개발 및 재배기술개발과 관련된 기술 분야에서 재배기술개발(AB)과 관련된 출원건수가 51.3%로서 품종개발 기술(AA)보다 높았으며, 출원이 1990년도부터 꾸준히 증가하는 추세를 보이고 있음
- 해당 기술 분야에 있어서 가장 연구의 초점이 되는 기술 분야는 재배 기술(AB)이라 판단됨. 이는 2000년 이후부터 품종개발 및 재배기술개발과 관련된 출원건

수를 비교해본 결과 품종개발 기술의 출원건수는 총 590건, 재배기술개발 기술의 출원건수는 538건으로 품종개발 기술의 출원수가 높았지만 꾸준히 상승하는 추세를 보이고 있어서 성장세가 계속 이어질 것으로 파악됨

- 품종개발 기술(AA)의 경우 관련출원이 48.7%로서 재배기술개발(AB)과 비슷한 출원율을 보임. 2005년 이후 출원이 급격히 증가하는 추세를 보이다가 2009년까지 출원이 감소하였지만 다시 증가하여, 성장세가 계속 이어질 것으로 판단됨
- 재배기술개발(AB)의 경우 관련출원이 51.3%로 품종개발 기술(AA)과 비슷한 출원율을 보였으며 2006년 이후 출원이 급격히 증가하는 추세를 보이고 있어 성장세가 계속 이어질 것으로 판단됨
- 상기에서 살펴본 세부기술 동향은 기술 중분류에 대하여 살펴본 것이고, 각각의 중분류에 따른 세부 기술별로 그 동향을 아래와 같이 살펴 봄

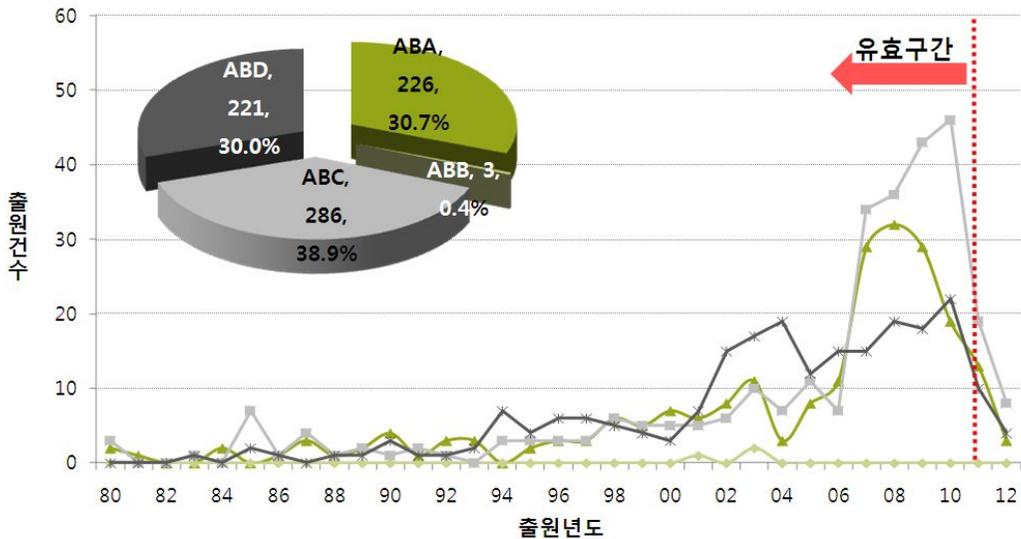
□ 무 종자 품종개발(AA)의 세부기술별 출원동향



[그림 1-8] 연도 구간별 세부기술(AA) 동향

- 무 종자 품종개발(AA) 분야의 경우, 형질전환체(AAB) 43.3%, 분자마커(AAA) 29.5%, 내병성 품종개발(AAC) 25.6% 및 의약품생산(AAD) 1.6% 순으로 출원건수가 많은 것으로 나타났으며, 의약품생산(AAD)과 관련된 기술의 출원은 미미한 것으로 나타남.
- 소분류 별로 분자마커(AAA), 형질전환체(AAB), 내병성 품종개발(AAC)에 있어서 그 출원 분포는 형질전환체(AAB)를 이용한 출원건수가 가장 높았으며 분자마커(AAA) 및 내병성 품종개발(AAC)에 있어서 그 출원건수는 거의 비슷한 비율로 분포되어 있음. 이는 무 종자 품종개발을 위하여 형질전환체 기술을 집중적으로 이용하여 연구되고 있음을 확인할 수 있음
- 특히 유용유전자를 도입한 형질전환체(AAB)를 이용한 무 종자개발과 관련된 출원은 2000년대부터 꾸준히 이어지면서 계속 출원이 증가하는 성장세를 보임. 이는 무 종자 품종개발을 위한 기술분야에서 관심기술임을 확인할 수 있음

□ 무 종자 재배기술개발(AB)의 세부기술별 출원동향

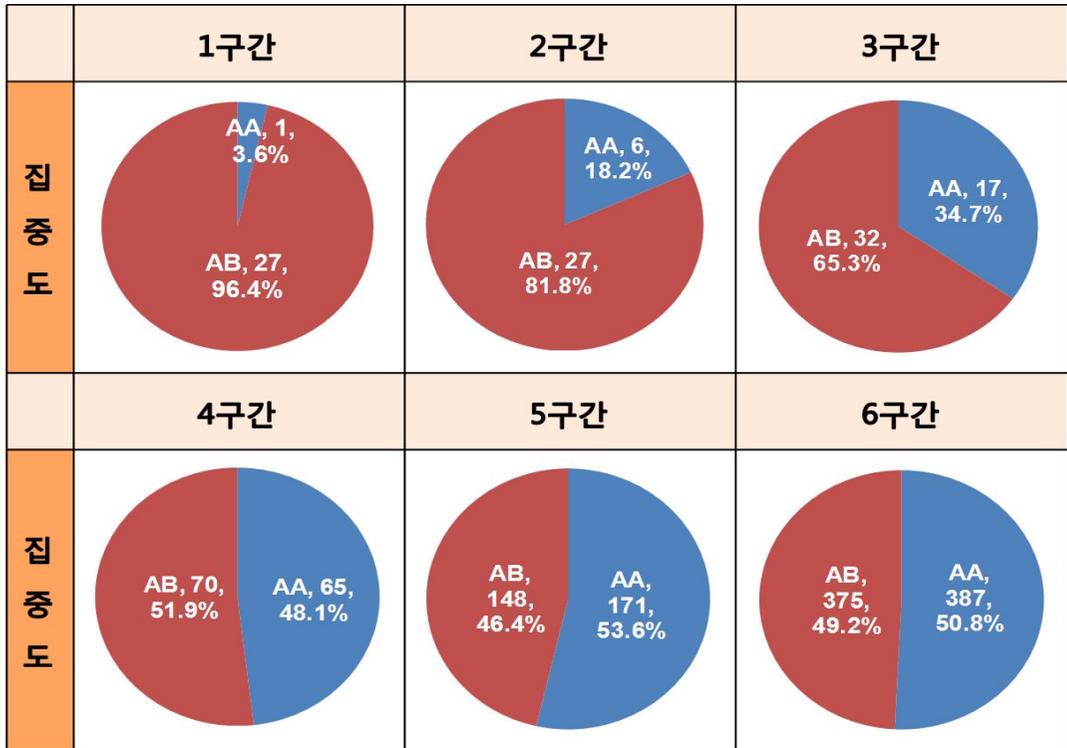


ABA : 종자 처리 법
 ABB : 접목방법
 ABC : 작물저항성 기술
 ABD : 종자개발

[그림 1-9] 연도 구간별 세부기술(AB) 동향

- 무 종자 재배기술개발(AB) 분야의 경우, 소분류 별로 종자 처리 방법(ABA), 접목방법(ABB), 작물의 저항성(ABC), 종자개발(ABD)에 있어서 작물의 저항성 기술이 38.9%로 가장 높은 출원을 보이고 있음. 특히 종자 처리 기술 및, 육종기간 단축 및 작물의 저항성 향상과 관련된 작물의 저항성 기술의 출원이 꾸준히 증가하여 성장세를 보이는 것으로 파악됨
- 해당 기술 분야에 있어서 가장 연구의 중점이 되는 분야는 종자 처리 방법 및 작물의 저항성 기술로 보여짐. 최근 2007년 이후 종자 처리 방법 및 작물의 저항성 기술 관련 출원이 증가하는 추세에 있으며 이는 해당분야에 대한 연구개발이 활발하게 이루어지고 있으며 기술이 성장기에 들어선 것으로 판단됨
- 종자 처리 법(ABA)의 경우 관련 출원이 30.7%로서 종자개발 기술과 비슷한 유형으로 출원이 계속 이어져 오고 있지만, 2006년부터 급격히 출원건수가 증가하여 본 분야에 대하여 지속적인 연구개발이나 관심이 집중되어 있는 것으로 판단됨
- 접목방법(ABB)의 경우 관련 출원이 0.4%로 2001년과 2003년에 3건 출원됨. 이는 본 분야에 대하여 연구개발이나 초점이 맞추어져 있지 않은 것으로 판단됨
- 본 연구분야에 대하여 출원된 특허 중 가장 높은 비율을 차지하고 있는 기술분야는 무 종자 재배기술개발을 위한 작물의 저항성(ABC)기술로서 출원건수가 38.9%로 가장 높은 양상을 보이고 있음. 해당분야의 출원건수가 2000년부터 꾸준히 증가하는 추세를 보여 성장세가 계속 이어질 것으로 판단됨

- 무 종자개발과 관련된 기술분야에 있어서 중분류별 세부기술 즉 품종개발(AA) 및 재배기술개발(AB)에 대한 구간별 집중도 및 점유율 분석을 조사함



1구간 : ~ 1985
 2구간 : 1986~1990 AA : 품종개발
 3구간 : 1991~1995 AB : 재배기술개발
 4구간 : 1996~2000
 5구간 : 2001~2005
 6구간 : 2006~2010

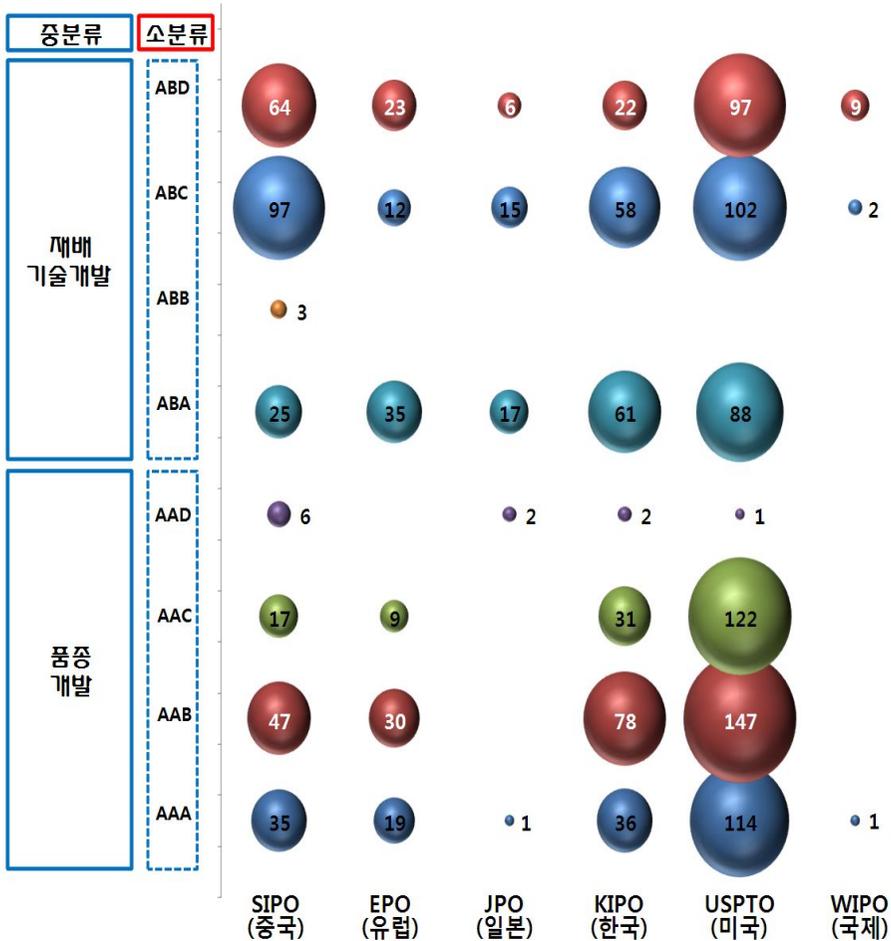
[그림 1-10] 세부기술의 구간별 집중도 추이

- 연도구간별로 4구간(1996 ~ 2000)을 기점으로 1구간(~1985)에서 3구간(1991 ~ 1995) 사이에서는 무 종자개발을 위한 재배기술개발 기술(AB)이 집중적으로 증가 점유율을 차지하고 있지만, 5구간(2001 ~ 2005)에서 6구간(2006 ~ 2010) 사이에서는 무 종자개발에 대한 품종개발 기술이 약간 우세한 증가 점유율을 보이고 있어, 품종개발 기술(AA) 및 재배기술개발(AB)분야에 대한 연구는 계속 이루어지고 있음을 확인할 수 있음.

- 품종개발 기술(AA) 의 경우, 전체구간에서 점차적으로 점유율이 증가하는 양상을 보이는 반면, 무 종자개발의 집중적인 연구 기술 이었던 재배기술개발(AB)의 경우, 5구간(2001 ~ 2005)부터 재배기술개발(AB)과 비슷한 비율로 기술 개발이 이루어지고 있음을 확인함

2. 시장별 세부기술동향

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



[그림 1-11] 시장별 세부기술 동향

- 주요 시장국인 미국(USPTO)의 경우, 무 종자 품종개발의 형질전환체(AAB), 내병성 품종개발(AAC) 및 분자마커(AAA)와 관련된 기술들이 높은 특허 출원수를 보여주었으며, 다음으로 재배기술개발(AB)의 작물의 저항성(ABC)에 관한 기술이 두 번째로 높은 특허 출원수를 나타냄
- 또한 재배기술개발의 종자 처리 방법(ABA)과 관련된 기술은 다른 시장국에 비해 미국(USPTO)이 가장 높은 특허 출원수를 나타내었으며, 다음으로 한국(KIPO)이 높은 출원수를 나타냄
- 중국(SIPO)의 경우, 무 재배기술개발을 위한 작물의 저항성(ABC)과 관련된 기술의 특허 출원수가 가장 높았으며 다음으로 종자개발(ABD)에 관한 기술이 두 번째로 높은 특허 출원수를 나타냄
- 이러한 경향은 출원수는 다소 적지만 한국(KIPO)에서도 유사하게 나타남. 본 기술분야와 관련하여 무 종자개발을 위한 재배 기술방법(AB)과 관련된 기술에서는 주로 작물저항성(ABC)에 연구 초점을 맞추고 있는 것으로 판단됨
- 한국(KIPO)의 경우, 무 품종개발을 위한 형질전환체(AAB)와 관련된 기술이 가장 높은 특허 출원수를 보여주었으며 다음으로 무 재배기술개발을 위한 작물의 저항성(ABC)에 관한 기술이 두 번째로 높은 특허 출원수를 나타냄
- 유럽(EPO), 일본(JPO), 국제(WIPO)의 경우, 무 종자개발과 관련된 기술의 특허 출원이 중국, 한국 및 미국보다 상대적으로 미미한 것으로 나타나 앞으로 무 종자개발 기술을 개발하여 타켓시장의 대상으로 삼을 수 있을 것으로 판단됨

의미::

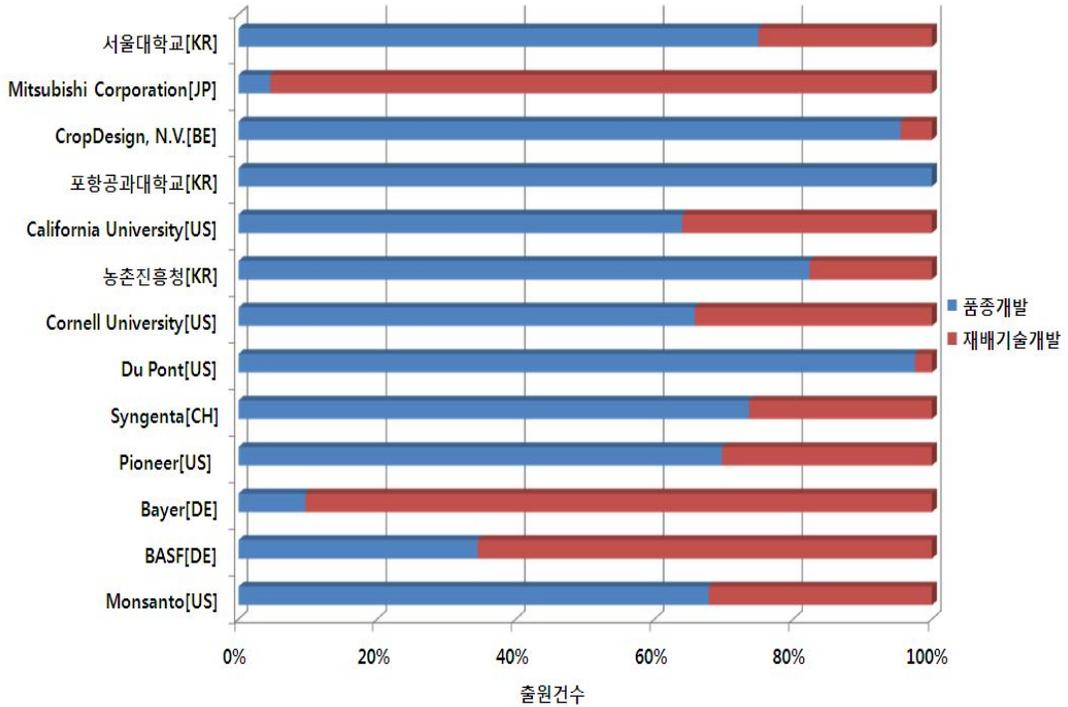
'시장별 세부기술 동향'을 통해 세부기술별 시장의 관심도와 집중도를 파악할 수 있다. 전담기관의 담당자와 기술전문가에게는 과제에 해당하는 기술이 어느 시장에서 관심이 많은지 알 수 있으며, 기술 개발시 target으로 해야하는 시장이 어디인지 파악할 수 있다.

활용방법::

기술전문가가 정해진 기술트리를 중심으로 각국 특허청의 특허출원 데이터를 따로 분류하여 버블 그래프로 나타낸다. 시장별 세부기술의 크기를 가로축을 통해서 볼 수 있으며, 각 시장의 집중 또는 공백 기술 영역을 세로 축을 통해서 파악할 수 있다.

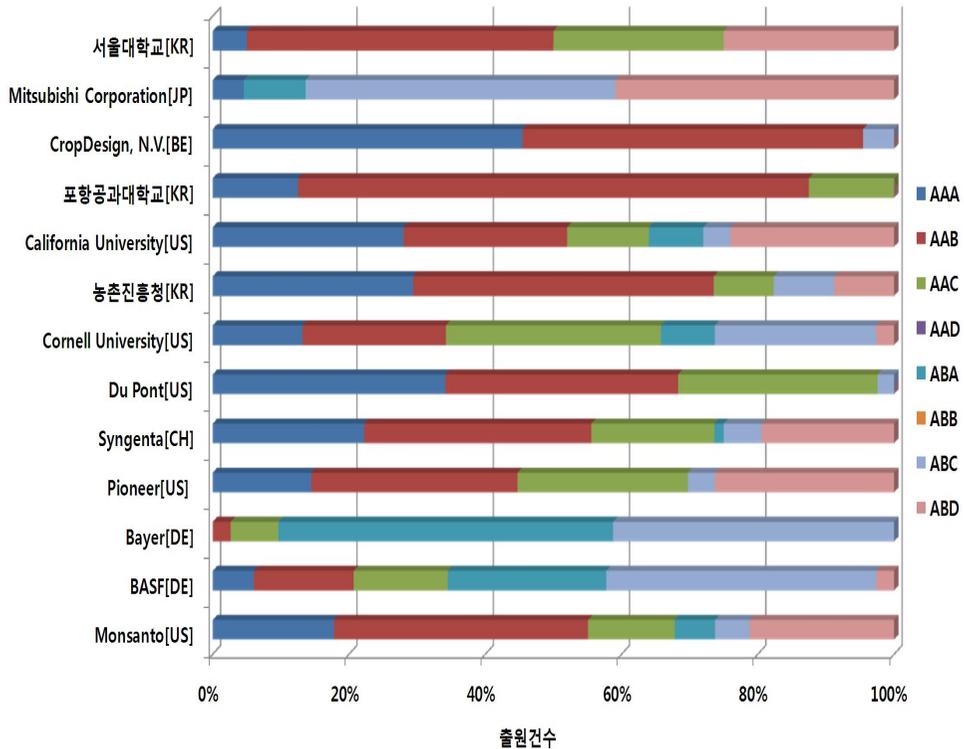
3. 다출원인의 기술별 특허출원 동향

□ 다출원인의 기술별 특허출원동향



	품종개발 (AA)	재배기술개발 (AB)	합계
Monsanto[US]	80	38	118
BASF[DE]	40	76	116
Bayer[DE]	11	103	114
Pioneer[US]	53	23	76
Syngenta[CH]	53	19	72
Du Pont[US]	40	1	41
Cornell University[US]	25	13	38
농촌진흥청[KR]	28	6	34
California University[US]	16	9	25
포항공과대학교[KR]	24	0	24
CropDesign, N.V.[BE]	21	1	22
Mitsubishi Corporation[JP]	1	21	22
서울대학교[KR]	15	5	20

[그림 1-12] 다출원인의 기술별 특허출원 동향



	AAA	AAB	AAC	AAD	ABA	ABB	ABC	ABD	합계
Monsanto[US]	21	44	15	0	7	0	6	25	118
BASF[DE]	7	17	16	0	27	0	46	3	116
Bayer[DE]	0	3	8	0	56	0	47	0	114
Pioneer[US]	11	23	19	0	0	0	3	20	76
Syngenta[CH]	16	24	13	0	1	0	4	14	72
Du Pont[US]	14	14	12	0	0	0	1	0	41
Cornell University[US]	5	8	12	0	3	0	9	1	38
농촌진흥청[KR]	10	15	3	0	0	0	3	3	34
California University[US]	7	6	3	0	2	0	1	6	25
포항공과대학교[KR]	3	18	3	0	0	0	0	0	24
CropDesign, N.V.[BE]	10	11	0	0	0	0	1	0	22
Mitsubishi Corporation[JP]	1	0	0	0	2	0	10	9	22
서울대학교[KR]	1	9	5	0	0	0	0	5	20

AAA : 분자마커	ABA : 종자 처리 방법
AAB : 형질전환체	ABB : 접목방법
AAC : 내병성 품종개발	ABC : 작물의 저항성
AAD : 의약품 생산	ABD : 종자개발

[그림 1-13] 다출원인의 세부 기술별 특허동향

- 상위 13개사에 대한 기술별 특허출원 동향을 살펴보고자, 상단 그래프에는 중분류(AA 및 AB) 별로 특허 출원수를 나타내었으며, 하단 그래프에는 소분류(AAA/ AAB/ ABA/ ABB... 등)별로 특허출원수를 나타냄
- 상위 11개사에 대한 기술별 특허출원동향을 살펴보면, 미국의 Monsanto 사의 기술별 특허 출원 활동이 가장 두드러짐을 알 수 있음. 특히 무 종자를 이용하여 의약품생산 기술(AAD) 및 접목방법 기술(ABB)을 제외한 모든 기술분류에 있어 고른 출원을 보여주고 있으며, 무 종자 품종개발 방법 중 형질전환체와 관련된 기술의 특허 출원수가 가장 높게 나타나고 있음을 확인함. 이는 2005년 세계 최대의 채소 및 과일 종자기업인 미국(US)의 세미니스(Seminis)사와의 합병에 의한 것으로 판단됨
- 두 번째로 많은 출원을 한 독일(DE)의 BASF사는 무 종자 재배기술개발 방법 중 식물의 저항성과 관련된 기술의 특허 출원수가 가장 높게 나타나서 식물의 저항성과 관련된 출원에 집중하고 있으나 상대적으로 의약품생산 기술 및 접목방법과 관련된 특허출원은 미미한 것으로 나타남
- 세 번째로 많은 출원을 한 독일(DE)의 Bayer사는 미국의 Monsanto사와 달리 무 종자 재배기술개발 방법에 집중하고 있으며 특히 종자 처리 방법과 관련된 출원수가 가장 높게 나타났으나 상대적으로 무 종자 품종개발과 관련된 출원은 미미한 것으로 나타남
- 이상과 같이 상위 3개사에 대한 기술별 특허출원동향을 살펴보면, 미국의 Monsanto사는 의약품생산 기술 및 접목방법과 관련된 기술을 제외한 모든 기술 분야에 대한 출원에 집중하고 있으나 특히 무 종자 품종개발에 주력하고 있음. 또한 독일(DE)의 BASF사는 무 종자개발과 관련 모든 세부기술에 대하여 출원함. 반면 독일(DE)의 Bayer사는 무의 품종개발보다는 재배기술개발에 대한 출원에 집중하고 있음. 이는 상위 3개사의 집중분야를 지속적으로 모니터링 함으로써 무 종자개발과 관련된 주요시장국의 변화를 확인할 수 있을 것으로 판단됨
- 다섯 번째의 Syngenta사는 무 종자 품종개발 중 형질전환체와 관련된 기술의 특허 출원수가 가장 높게 나타남. 또한 형질전환체와 관련된 출원에 집중하고 있으나 상대적으로 무 종자재배 기술과 관련된 특허출원은 미미한 것으로 나타남
- 여덟 번째, 열 번째 및 열세 번째의 출원인은 한국출원인으로서 특허출원인을 살

펴보면, 대부분 대학교 및 연구기관으로서 무 품종개발 기술에 집중하는 경향성을 나타냄

- 상위 여덟 번째의 출원인 농촌진흥청은 포항공과대학 및 서울대학교와 같은 양상을 나타내었으며 특히 무 품종개발을 위한 마커개발 기술에 특허출원이 집중되어 있음을 확인함
- 네 번째, 일곱 번째 및 아홉 번째의 출원인은 미국출원인으로서 대부분 순수 연구기관이 아닌 기업체임, 이 기업체들은 무 종자의 재배기술개발보다는 무 품종개발에 특허출원을 집중하고 있으며, 특히 형질전환체 기술과 관련된 특허출원을 많이 한 것으로 확인됨
- 이상으로 상위 13개사에 대한 기술별 특허출원동향을 살펴보면, 주요 출원인 가운데 한국 출원인이 23%(3개 출원인)를 차지하여, 본 연구분야와 관련하여 한국 출원인들이 집중하고 있음을 확인함

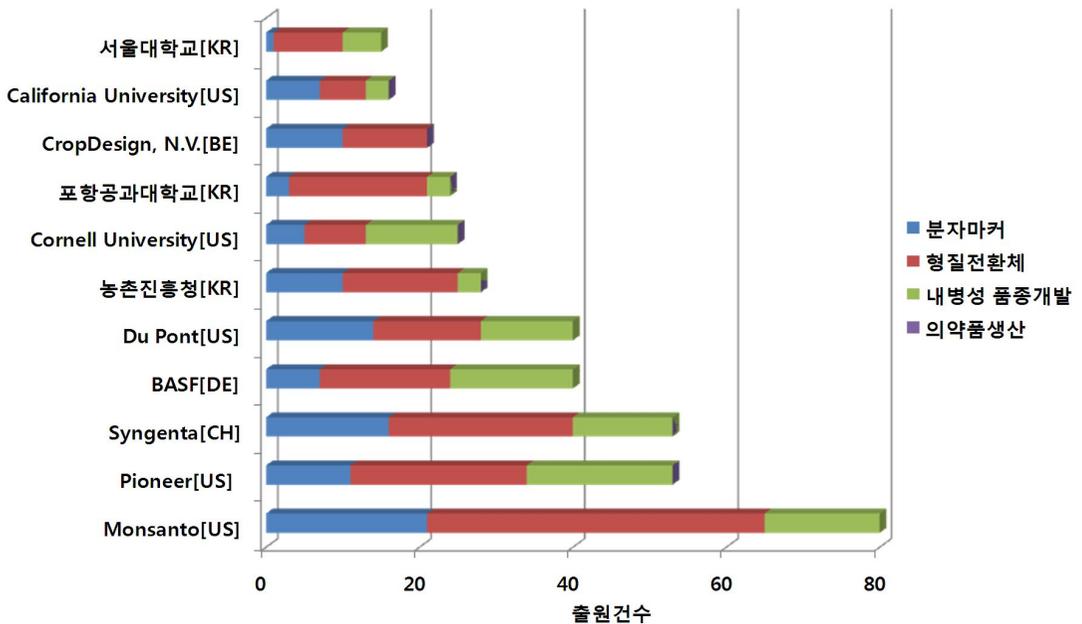
의미:: '다출원인의 기술별 특허출원동향'을 통해 다출원인 혹은 주요출원인의 기술 집중도 및 출원경향을 파악할 수 있다. 또한 다출원인의 출원비중도 파악함으로써 기술의 상대적인 집중도를 파악할 수 있다.

활용방법::

다출원인의 기술별 포트폴리오를 보여주는 아래쪽 그래프는 상대적인 수치임을 명시해야 한다. 위쪽 그래프는 각 특허청에서의 출원현황임을 명시해야 한다.

□ 다출원인의 세부기술별 특허집중도 현황

- 앞에서 다출원인의 전반적인 기술별 특허출원동향을 살펴보았으며, 여기에서는 각각의 중분류별로 다출원인 및 이들이 집중하고 있는 특허기술에 대해서 심층적으로 살펴보려고 함
- 아래의 그림에서도 볼 수 있듯이 각각의 세부기술에는 해당하는 주요출원이 다르게 나타나며, 또한 이들이 집중하고 있는 기술분야도 다양함을 알 수 있음

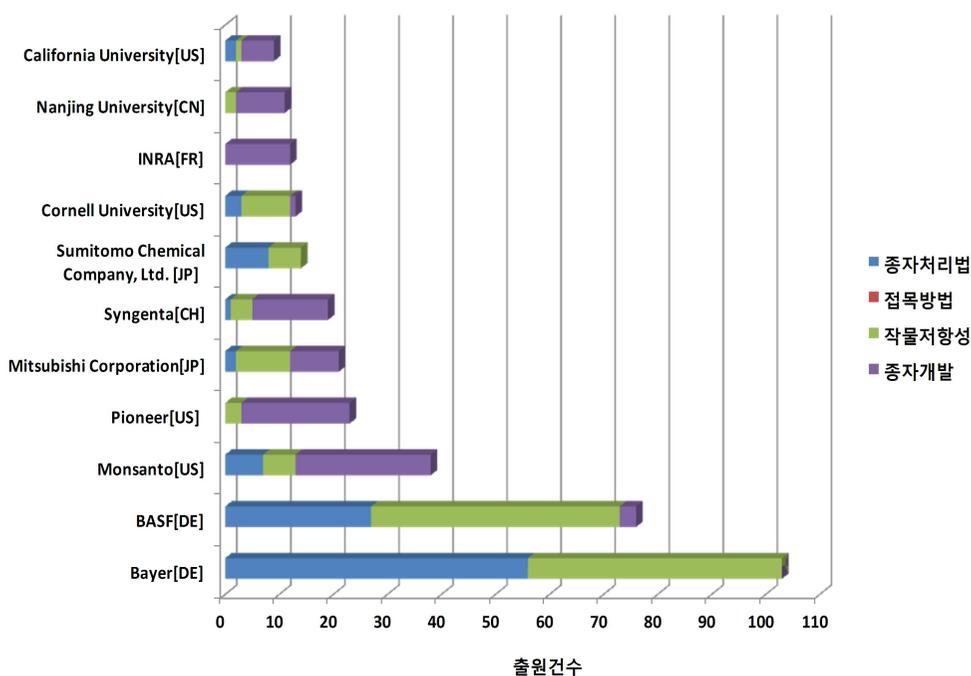


AA	분자마커	형질전환체	내병성 품종개발	의약품생산	합계
Monsanto[US]	21	44	15	0	80
Pioneer[US]	11	23	19	0	53
Syngenta[CH]	16	24	13	0	53
BASF[DE]	7	17	16	0	40
Du Pont[US]	14	14	12	0	40
농촌진흥청[KR]	10	15	3	0	28
Cornell University[US]	5	8	12	0	25
포항공과대학교[KR]	3	18	3	0	24
CropDesign, N.V.[BE]	10	11	0	0	21
California University[US]	7	6	3	0	16
서울대학교[KR]	1	9	5	0	15

[그림 1-14] 다출원인의 세부기술별 특허집중도(AA 분야)

- 무 종자의 품종개발(AA)의 주요 출원인으로 가장 많은 출원을 한 것은 미국의 Monsanto 사이며, 그 다음으로 미국의 Pioneer사와 스위스의 Syngenta사가 많은 출원을 함.
- Monsanto사는 해당분야의 각 기술에 관하여 특허출원을 하였고, 특히 형질전환체 기술 분야에 대하여 집중적으로 출원하고 있음을 확인함
- 무 종자 품종개발(AA)분야의 상위 11개 주요 출원인 가운데 미국이 5개를 차지하고 있으며 이 출원국들의 출원기술을 살펴보면, 유용유전자를 이용한 형질전환체 기술에 대한 출원이 주를 이루고 있음. 이는 미국의 Monsanto사를 중심으로 미국 기업들이 무 종자 품종개발 기술연구를 활발히 하고 있으며 앞으로 해당기술분야의 상당한 성장세를 보일 것으로 판단됨
- 한국 국적의 출원인은 농촌진흥청, 포항공과대학 및 서울대학교이며, 이 출원인들은 출원수는 작지만 미국의 Monsanto사와 유사하게 형질전환체 기술분야에 집중하고 있음을 확인함
- 본 연구 분야에 있어서 해당 기술분야가 주요 구성에 해당하므로, Monsanto사는 주의해야할 필요가 있는 기업이며 나아가 최근 떠오르는 미국의 Pioneer사도 향후 주목할 필요가 있다고 판단됨

[그림 1-15] 다출원인의 세부기술별 특허집중도(AB 분야)



AB	종자처리법	접목방법	작물저항성	종자개발	합계
Bayer[DE]	56	0	47	0	103
BASF[DE]	27	0	46	3	76
Monsanto[US]	7	0	6	25	38
Pioneer[US]	0	0	3	20	23
Mitsubishi Corporation[JP]	2	0	10	9	21
Syngenta[CH]	1	0	4	14	19
Sumitomo Chemical Company, Ltd. [JP]	8	0	6	0	14
Cornell University[US]	3	0	9	1	13
INRA[FR]	0	0	0	12	12
Nanjing University[CN]	0	0	2	9	11
California University[US]	2	0	1	6	9

- 무 종자의 재배 기술(AB)의 주요 출원인으로 가장 많은 출원을 한 기업은 독일의 Bayer사이며, 그 다음으로 독일의 BASF사가 많은 출원을 함. 특히 Bayer사는 다른 주요 출원인에 비하여 해당분야에 있어 두 배 이상의 높은 출원을 하였고, 종자 처리 및 작물의 저항성기술에 따른 무 종자 재배 기술에 초점을 두고 있음
- 상위 세 번째 다출원국인 미국의 Monsanto사와는 달리 독일의 Bayer사와 BASF사는 종자개발에 관한 특허출원은 하지 않고, 종자 처리 법 및 작물의 저항성 기술분야에 집중적으로 출원하고 있음을 확인함
- Monsanto사는 종자개발 기술에 관하여 특허출원은 하지 않았고 상대적으로 미국의 Pioneer사는 종자개발 기술에 집중적으로 특허를 출원하고 있음을 확인함
- 본 연구 분야에 있어서 한국출원인은 포함되지 않아서, 이 해당분야에 대한 연구가 정체되어 있음을 확인함. 일본은 Mitsubishi사에 의해 작물의 저항성 및 종자 개발에 관한 출원이 이루어지고 있는데, 이 일본기업은 자국시장보다는 다른 주요국가 시장들에 관심이 있음을 확인함
- 그 외 다출원인은 프랑스의 농업진흥청(INRA) 및 중국의 난징농업대학이 있으며 이들은 조직배양기술, 옹성불임 및 자가불화합성 특성기술 등의 종자개발 기술에 대하여 집중적으로 출원하고 있음
- 결론적으로, 무 종자 재배 기술에 대하여 상기 다출원인은 종자 처리 법 및 작물의 저항성과 관련된 특허를 집중적으로 출원하고 있지만 다른 출원인들은 종

자개발 기술분야에 출원을 많이 하고 있음을 확인함. 이는 상위 다출원인들은 다국적 기업으로서 기업합병을 통한 해당기술을 많이 확보하고 있기 때문이므로 소규모의 출원인들은 상기 다국적 기업이 소유하고 있는 기술보다 더 새로운 기술을 연구하여 경쟁을 피할 수 있는 무 종자개발 기술에 집중해야할 필요가 있다고 판단됨

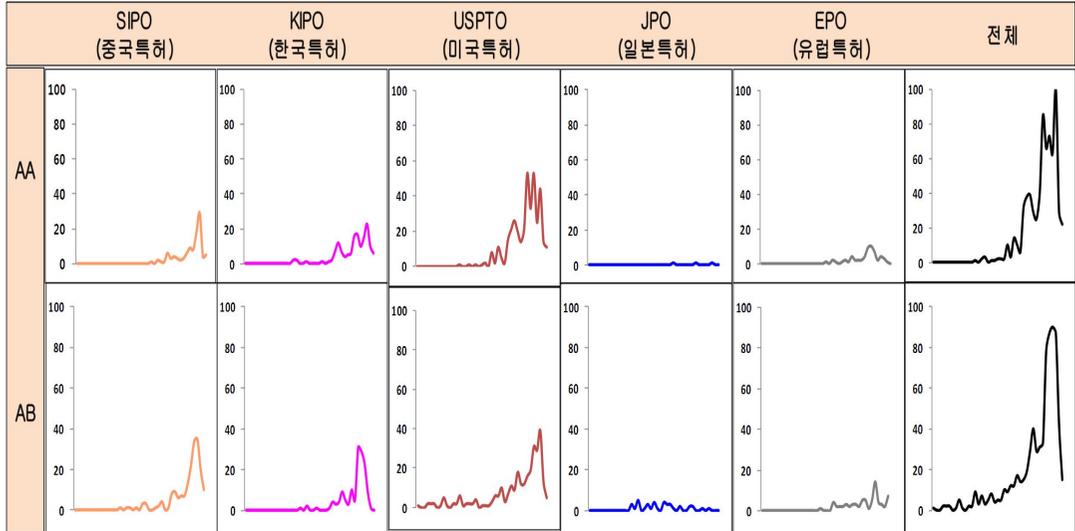
의미::

'다출원인의 세부기술별 특허집중도 현황'을 통해 중분류보다 더 심층적인 소분류 차원에서 기술의 집중도를 특허출원을 중심으로 파악한다. 세부기술별로 특허된 기술로 출원을 많이 한 출원인이 각각 다르데 그 동향을 알아보는 것을 목표로 한다.

활용방법::

세부기술 별로 각각의 기술트리를 중심으로 나누고, 해당 세부기술의 다출원인을 찾아낸다. 또한 각각의 세부기술별로 집중하고 있는 소기술에 대해 파악한다.

4. 특허동향으로 본 트렌드기술



[그림 1-16] 기술별 추세선 분석

- 무 종자개발과 관련된 기술 분야의 중분류별/국가별 추세를 분석할 결과, 전체적으로 꾸준한 성장세를 보이고 있으며 분석 후반구간이 초기구간에 비하여 크게 성장한 것으로 나타남
- 미국은 다른 국가에 비해 출원이 빨리 시작되는 패턴을 볼 수 있으며, 특히 무 종자 재배기술개발(AB)과 관련된 출원이 꾸준히 발생하고 있음. 이는 아직까지 미국이 세계적인 메가트렌드를 선도하고 있음을 보여주고 있음
- 중국의 경우 한국 및 유럽과 마찬가지로 다른 국가에 비해 출원이 늦게 시작되는 패턴을 보이나, 최근에 이를수록 대부분 급격히 출원이 증가함을 볼 수 있음.
- 유럽과 일본은 모든 기술에 있어서 관련 출원이 미비하고 변동이 심함을 볼 수 있으며 또한 점차 관련 출원이 감소하고 있음을 볼 수 있음. 이러한 경향은 일본에서 가장 두드러지게 나타남
- 또한 무 종자의 품종개발(AA)과 재배 기술(AB)은 미국 특허청에 가장 많이 출원 되었으며 각 해당기술이 동시에 관심이 집중되고 있음이 확인됨

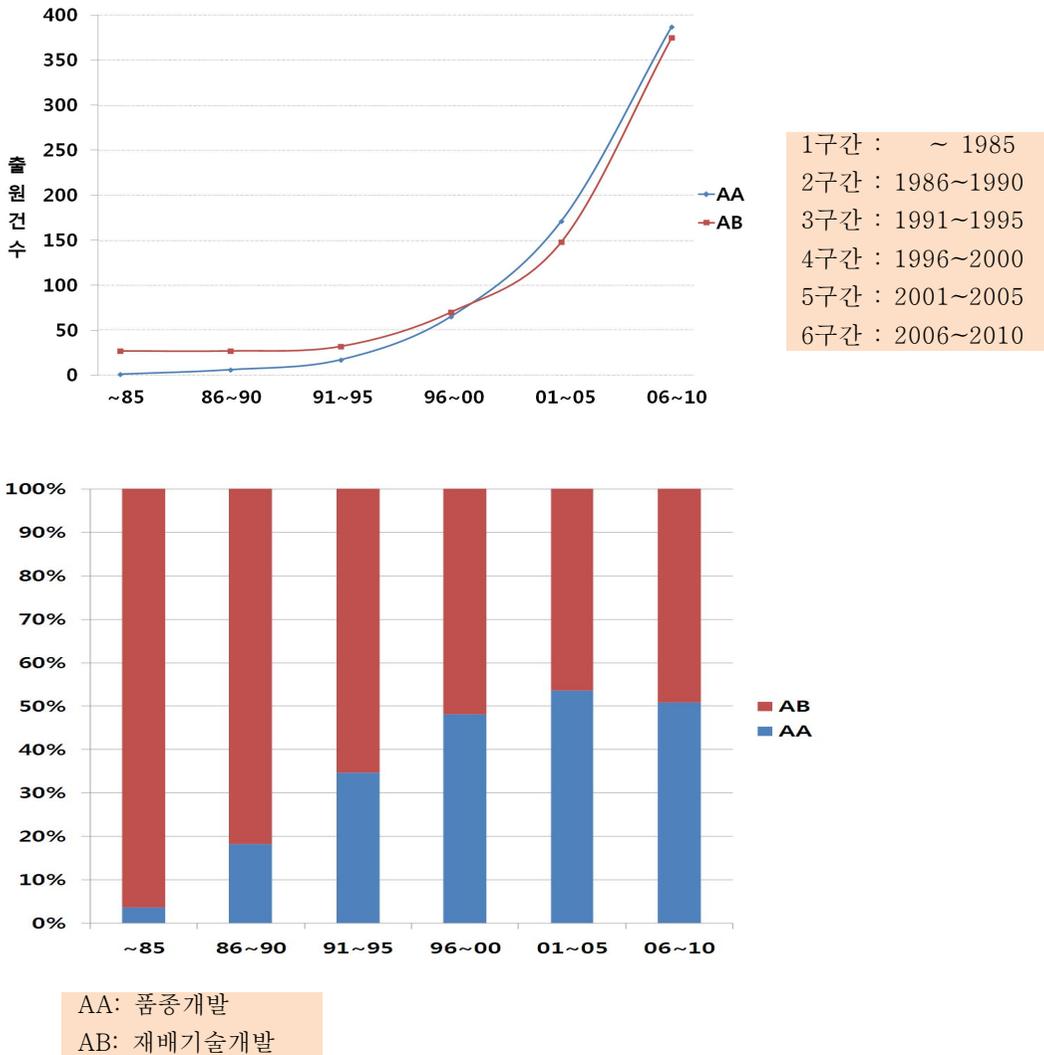
의미... '세부기술별 추세선 분석' 항목에서는 사전에 기술트리를 작성하여 해당 분야의 세부 기술을 확정하고 각국 특허청 별 연도별 출원에 따른 추세를 분석한다. '연도별 부상기술 추세선 분석' 항목에서는 '세부기술별 부상기술 추세선 분석' 항목에서 분석된 세부기술별 출원 추세를 중첩하여 동일한 조건에서 비교한다.

활용방법...

'세부기술별 추세선 분석' 항목은 각 세부기술 별 어느 국가의 특허청에 많이 출원이 되었는지, 최근 추세는 어떠한지 파악할 수 있다. 또한 이러한 데이터를 이용해 '연도별 추세선 분석'을 실시하면 동일한 기준 아래에서 각 세부기술 별 출원 추이의 절대값을 서로 비교, 분석할 수 있다. 이에 따라 해당 기술 분야의 여러 세부기술 중 어떤 세부기술이 최근 부상하고 있으며, 관심이 집중되고 있는지 파악할 수 있다.

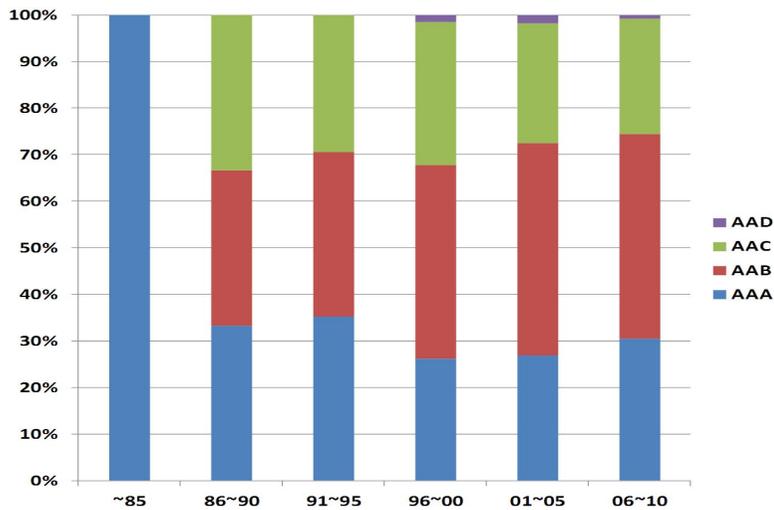
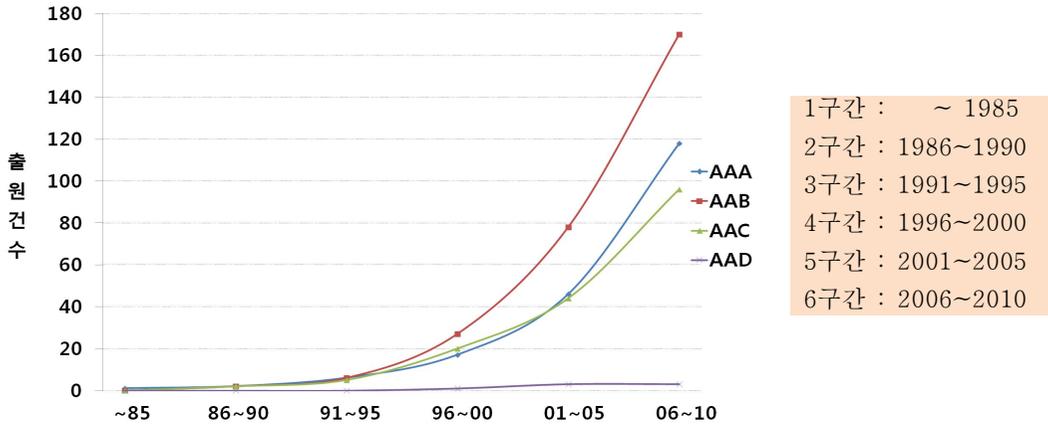
5. 세부기술 구간별 점유증가율 분석

- 세부기술 추세를 통한 부상기술을 파악하기 위하여 아래의 그래프에서는 세부기술별로 연도 구간별 특허기술의 출원 경향을 살펴봄. 상단 그래프는 출원건수를 통한 절대치를 나타내며, 하단 그래프는 세부기술에 대한 연도구간별 상대비교를 보여주고 있음



[그림 1-17] 기술 구간별 점유증가율 분석

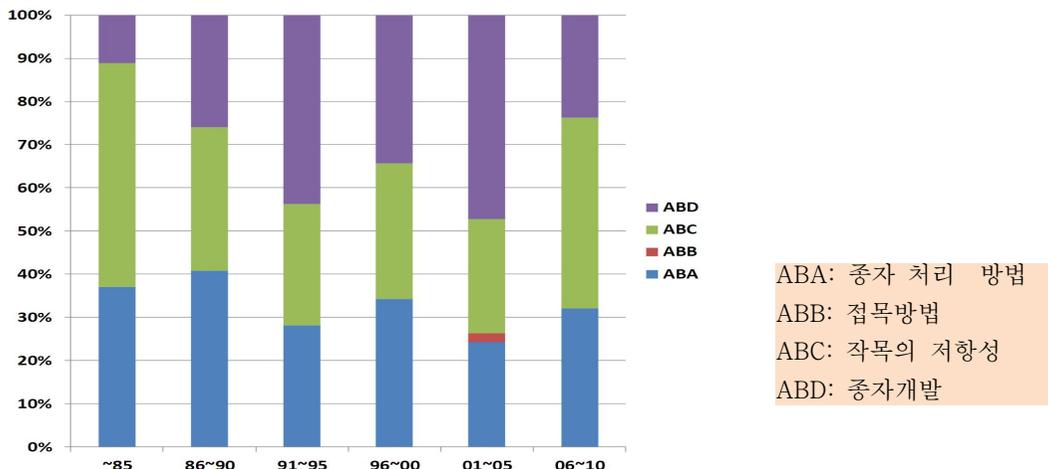
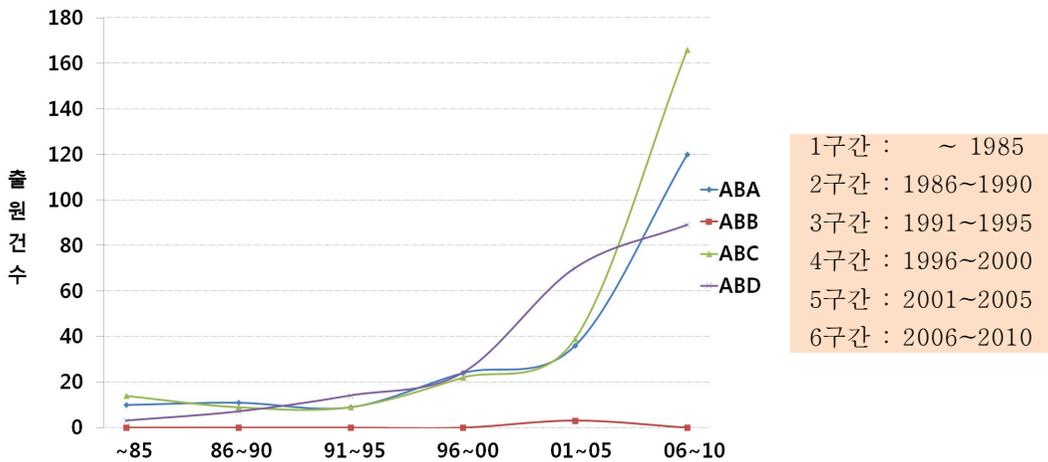
- 무 종자 품종개발(AA) 및 재배기술개발(AB) 기술에 대하여 비슷한 출원수를 기록하고 있으며 계속하여 증가하는 추세에 있음. 특히 1995년 이전까지는 성장이 미비하다가 그 이후로 급격히 출원이 늘어난 것을 확인할 수 있음. 이는 기존의 무 종자개발 기술에서 점차 탈피하여 다양한 종자개발에 대한 연구가 활발해진 것으로 판단됨



AAA: 분자마커
 AAB: 형질전환체
 AAC: 내병성 품종개발
 AAD: 의약품 생산

[그림 1-18] 세부기술 구간별 점유증가율 분석(AA)

○ 무 종자 품종개발을 위한 분자마커(AAA)의 경우 1985년 이전까지 상당히 높은 비율을 차지하고 있었지만 그 이후로 해당 출원비율이 상당히 감소하였으며, 의약품생산기술(AAD)을 제외한 형질전환체(AAB) 및 내병성 품종개발(AAC)의 연구는 분자마커(AAA) 기술과 더불어서 1995년 이전까지는 성장이 미비하다가 그 이후로 급격히 출원이 증가함을 확인함. 특히 형질전환체(AAB)의 경우 1996년부터 출원율이 급성장하였으며 다른 세부기술에 비해 가장 출원건수가 높게 나타나 이는 최근 이 분야에 연구의 초점이 맞춰진 것으로 판단됨

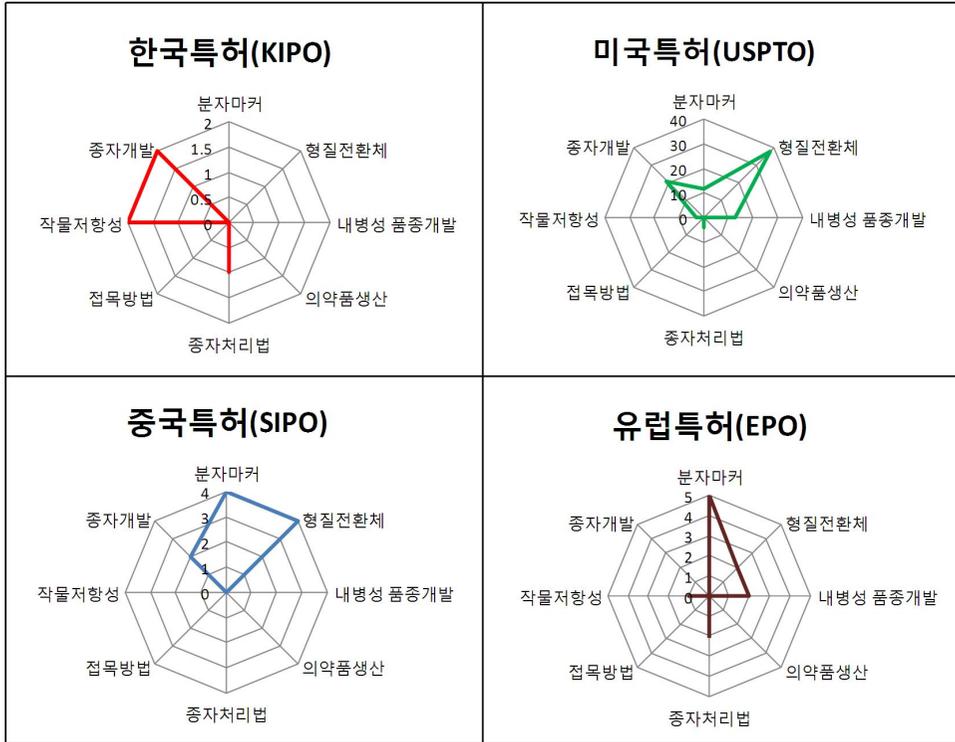


[그림 1-19] 세부기술 구간별 점유증가율 분석(AB)

- 무 종자재배 기술 가운데 종자 처리 방법(ABA)의 경우, 1996년부터 출원이 급증하였음.
- 무 종자 재배 기술 가운데 접목방법(ABB)은 아주 미미한 수준으로 2001년부터 2005년 사이에 출원되었으나, 이 분야의 경우 연구의 초점이 맞춰지지 않은 것으로 판단됨.
- 무 종자 재배 기술 가운데 가장 출원건수가 많은 작목의 저항성기술(ABC)의 경우, 2000년 이전에도 꾸준히 출원이 이루어졌으나, 2000년도부터 최근까지 출원건수가 급격히 상승하는 양상을 보이고 있으며, 이러한 경향에 비추어 봤을 때 해당분야에 대한 연구가 크게 각광을 받은 것으로 판단됨.
- 무 종자개발(ABD)의 경우, 1996년부터 최근까지 출원수가 증가하고 있으며 이는 조직배양기술, 융성불임 및 자가불화합성 특성 등을 대표적인 기술로 이용한 연구개발이 점차 증가하고 있는 것으로 판단됨

주요업체 기술별 특허출원 현황

1. Monsanto사의 기술별 특허출원 현황

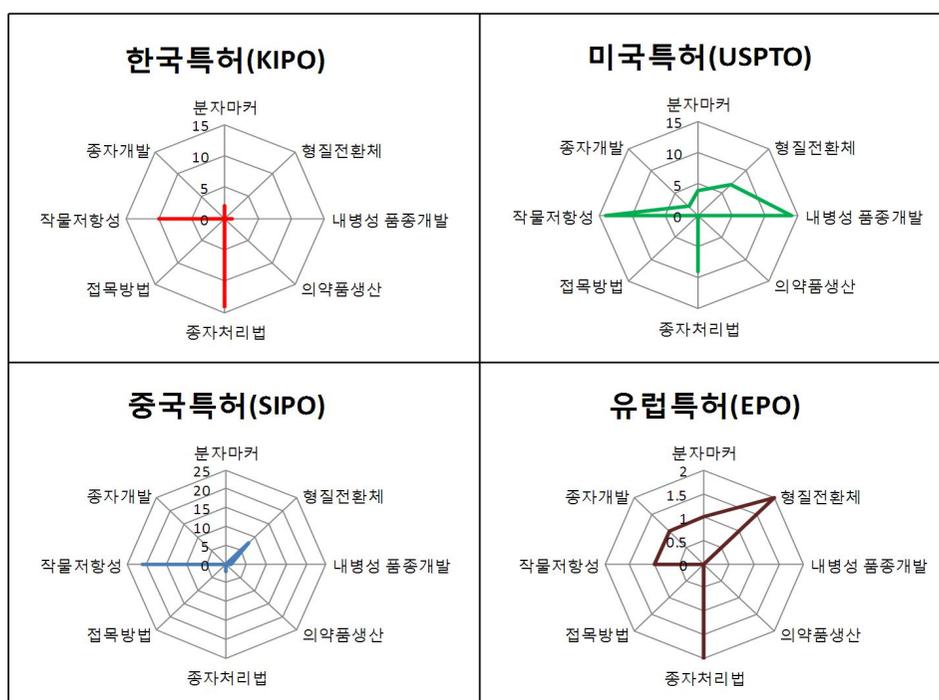


[그림 1-20] Monsanto사의 주요 시장국 기술별 특허출원 현황

- 무 종자개발 기술에 대하여 독점적인 지위를 가지고 있는 미국의 Monsanto사의 주요시장에 대한 기술별 특허출원 동향을 분석함
- 주요 시장국에서 Monsanto사의 출원이 가장 활발한 기술분야는 무 종자 품종개발 배기술에 대한 형질전환체(AAB)기술로, 주요 시장국 가운데 자국인 미국시장에서 38건 이상의 출원을 하였으며(32%), 특히 중국에서는 4건 이상의 출원을 나타냄
- 한국에서 Monsanto사는 무 종자 품종개발과 관련된 특허출원이 이루어지지 않았으나, 무 종자재배 기술과 관련된 종자 처리 방법, 작물의 저항성 및 종자개발분야와 관련하여 특허출원이 이루어졌음. 특히 전반적으로 특허출원이 극히 미미한 것으로 나타남

- 미국에서 Monsanto사는 의약품 생산 및 접목방법기술을 제외한 각 기술분야에서 고른 출원 양상을 보이고 있으며 특히 무 품종개발 기술에 관한 특허출원에 집중한 것으로 나타남
- Monsanto사는 타 시장과 비교하였을 때, 분자마커, 형질전환체, 내병성 품종개발 및 종자개발에 관한 특허 출원수가 유일하게 10건 이상으로, 무 종자개발을 위한 용도와 관련하여 타 시장보다 출원이 집중적으로 이루어지고 있음을 확인함
- 유럽에서 Monsanto사는 분자마커, 형질전환체 및 종자개발 기술분야에서 특허출원이 주로 이루어 졌으나 타 시장에 비하여 전체적으로 미미한 정도로 10건이 출원됨

2. BASF사의 기술별 특허출원 현황



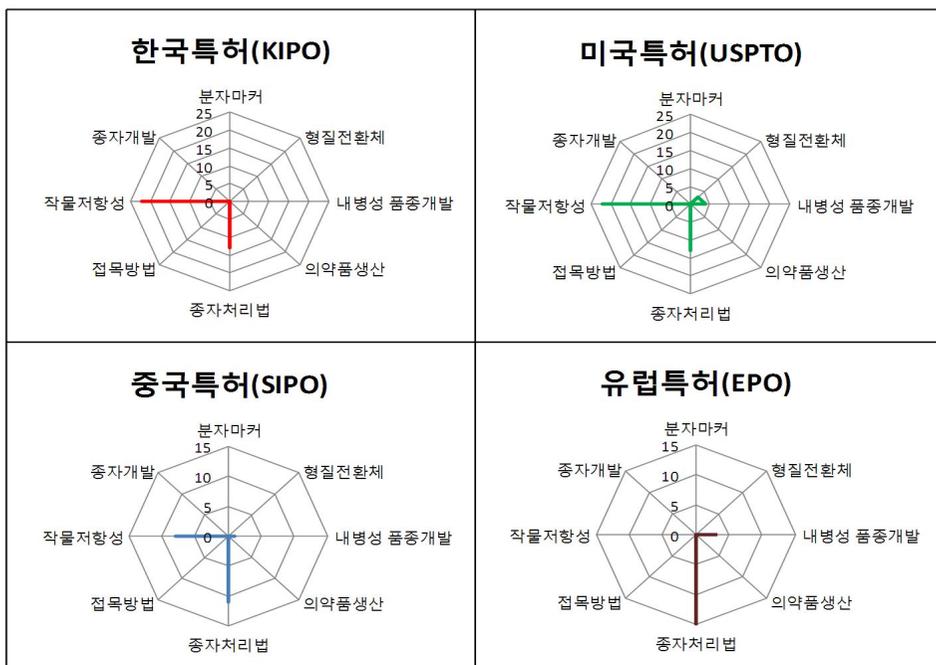
[그림 1-21] BASF 사의 주요 시장국 기술별 특허출원 현황

- 무 종자개발 기술에 대하여 상위 13개국 가운데 두 번째를 차지하는 독일의 BASF사의 주요시장에 대한 기술별 특허출원 동향을 분석함
- 주요 시장국에서 독일의 BASF사의 출원이 가장 활발한 기술분야는 무 종자 재

배기술개발에 대한 작물의 저항성(ABC)기술로, 주요 시장국 가운데 중국시장에서 21건 이상의 출원을 하였으며(18%), 특히 한국에서는 10건 이상의 출원을 함

- 한국에서 BASF사는 무 종자 품종개발과 관련된 특허출원이 분자마커 및 내병성 품종으로 이루어졌으나 미미한 수준인 반면 무 종자재배 기술과 관련된 종자 처리 방법 및 작물의 저항성과 관련하여 24건의 특허출원이 이루어졌음
- 미국에서 BASF사는 의약품 생산 및 접목방법기술을 제외한 각 기술분야에서 고른 출원 양상을 보이고 있으며, 특히 무 재배 기술 가운데 작물의 저항성에 관한 출원이 46건으로 전체 시장에서 40%를 차지하였음. 이는 무 종자개발의 주요시장임을 확인할 수 있음
- 독일의 BASF사는 유럽에서 분자마커, 형질전환체 및 종자 처리 방법, 작물의 저항성 및 종자개발 기술분야에서 특허출원이 이루어졌으나 타 시장에 비하여 전체적으로 미미한 정도로 7건이 출원됨

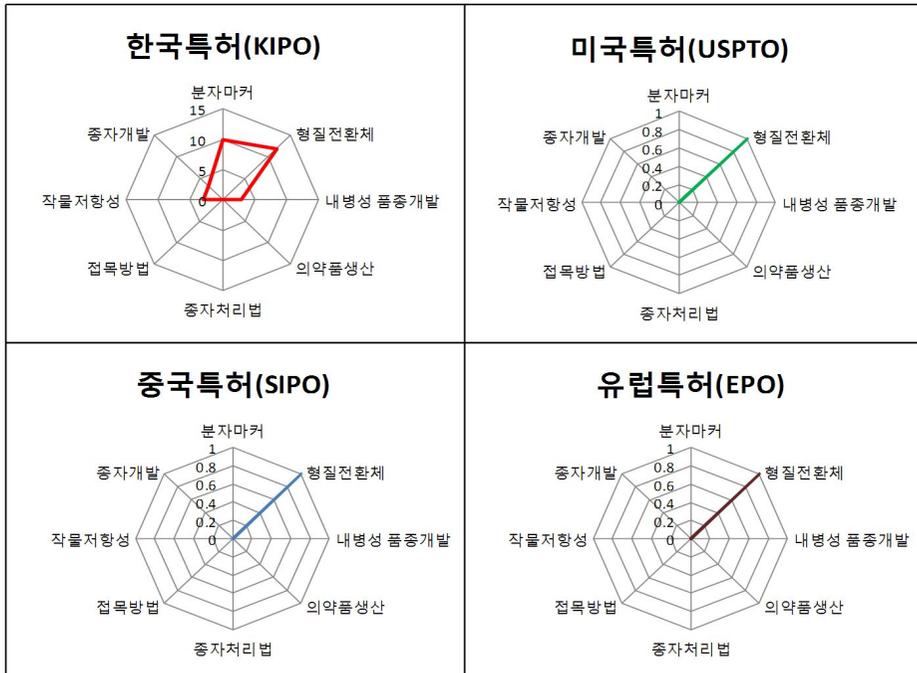
3. Bayer사의 기술별 특허출원 현황



[그림 1-22] Bayer 사의 주요 시장국 기술별 특허출원 현황

- 무 종자개발 기술에 대하여 상위 13개국 가운데 세 번째를 차지하는 독일의 Bayer 사의 주요시장에 대한 기술별 특허출원 동향을 분석함
- 주요 시장국에서 독일의 Bayer사의 출원이 가장 활발한 기술분야는 무 종자 재배 기술개발에 대한 종자 처리 방법(ABA)기술로, 주요 시장국 가운데 미국시장에서 56건 이상의 출원을 하였으며(46%), 특히 한국에서는 17건 이상의 출원을 나타냄
- 한국에서 Bayer사는 무 종자 품종개발과 관련된 특허출원이 이루어지지 않았으나, 무 종자재배 기술과 관련된 종자 처리 방법 및 작물의 저항성 기술과 관련하여 34건의 특허출원이 이루어짐. 특히 미국 다음으로 한국시장에 특허출원을 많이 하여 한국시장에 대한 관심이 높음을 확인할 수 있음
- 미국에서 Bayer사는 주요 시장국에 무 종자 재배기술개발을 위한 종자 처리 법(ABA)에 관한 출원이 모두 이루어졌으며 작물의 저항성(ABC) 기술과 관련된 출원은 미국 및 한국에서 집중적으로 이루어졌음. 이는 독일의 Bayer사가 무 종자 시장의 타겟시장으로 미국 및 한국에 집중한 것으로 파악됨
- 독일의 BASF사는 유럽시장에 내병성 품종개발(AAC) 및 종자 처리 방법(ABA) 기술 분야에 관한 특허출원이 이루어졌으며, 이는 중국시장에서와 비슷한 경향을 나타냄

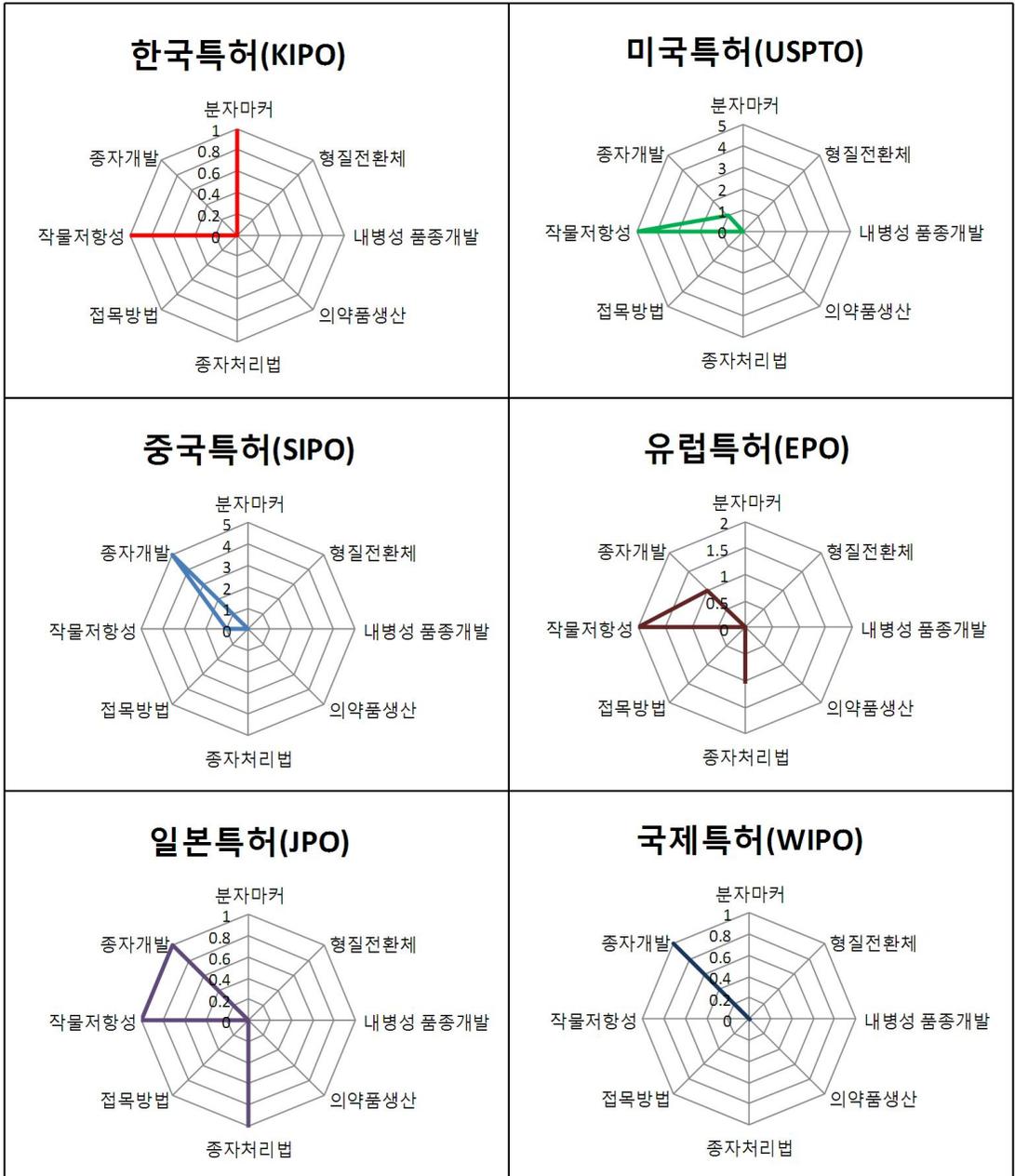
4. 농촌진흥청의 기술별 특허출원 현황



[그림 1-23] 농촌진흥청의 주요 시장국 기술별 특허출원 현황

- 무 종자개발 기술에 대하여 상위 13개국 가운데 여덟 번째를 차지하는 한국의 농촌진흥청의 주요시장에 대한 기술별 특허출원 동향을 분석함
- 주요 시장국에서 한국의 농촌진흥청의 출원이 가장 활발한 기술분야는 무 종자 품종개발에 대한 형질전환체(AAB) 및 분자마커(AAA)기술임. 또한 주요 시장국 가운데 자국시장에서 31건 이상의 출원을 하였으며(91%) 중국, 미국 및 유럽에서 각각 1건의 출원을 나타냄
- 한국에서 농촌진흥청은 무 종자 품종개발과 관련된 특허출원이 작물의 저항성 및 종자개발에서 6건이 출원되었으며, 무 종자재배 기술과 관련된 형질전환체 및 분자마커기술과 관련된 특허출원이 25건으로 이 기술에 집중하고 있음을 확인함

5. Mitsubishi사의 기술별 특허출원 현황



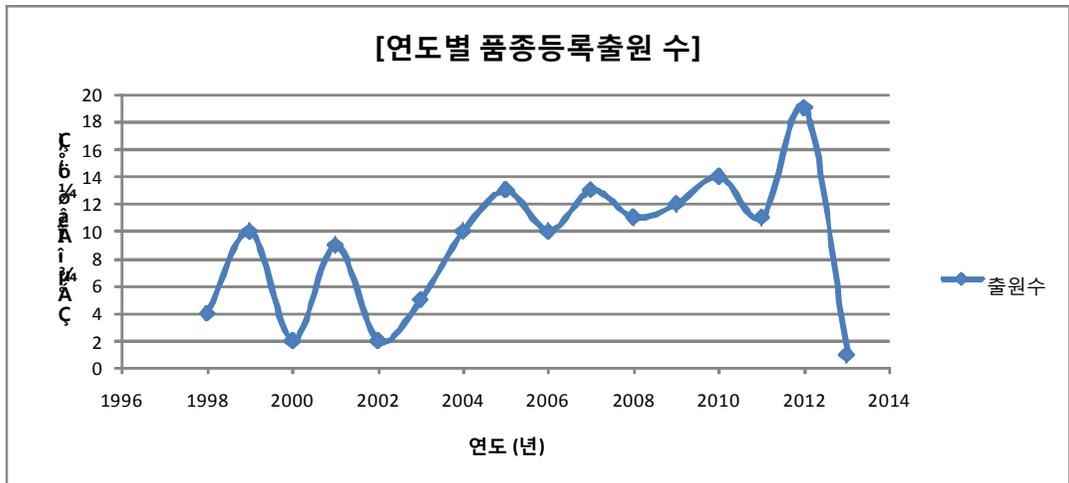
[그림 1-24] Mitsubishi사의 주요 시장국 기술별 특허출원 현황

- 무 종자개발 기술에 대하여 상위 13개국 가운데 열두 번째를 차지하는 일본의 Mitsubishi사의 주요시장에 대한 기술별 특허출원 동향을 분석함
- 주요 시장국에서 Mitsubishi사의 출원이 가장 활발한 기술분야는 무 종자 재배기술에 대한 작물의 저항성(ABC) 및 종자개발(ABD)기술로, 주요 시장국 가운데 미국 및 중국시장에서 각각 6건 씩 출원을 하였으며, 특히 자국에서는 3건의 출원이 이루어짐. 이는 자국에서보다 미국 및 중국시장에 집중하고 있는 것으로 파악됨
- 한국에서 Mitsubishi사는 무 종자개발을 위한 분자마커(AAA) 및 작물의 저항성(ABC)기술과 관련하여 각각 1건의 특허출원만이 이루어짐. 특히 전반적으로 특허출원이 극히 미미한 것으로 나타남

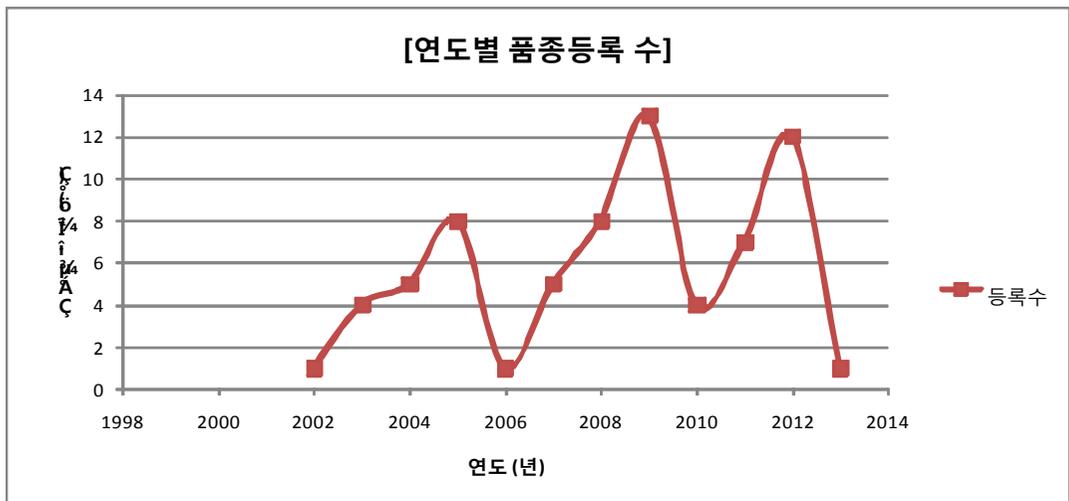
한국과 일본의 품종보호출원 현황

□ 한국의 품종보호출원 현황

- 1998년 이래 한국의 품종보호출원은 총 146건이 출원공개되었고, 이중에서 83건이 설정등록 되었음

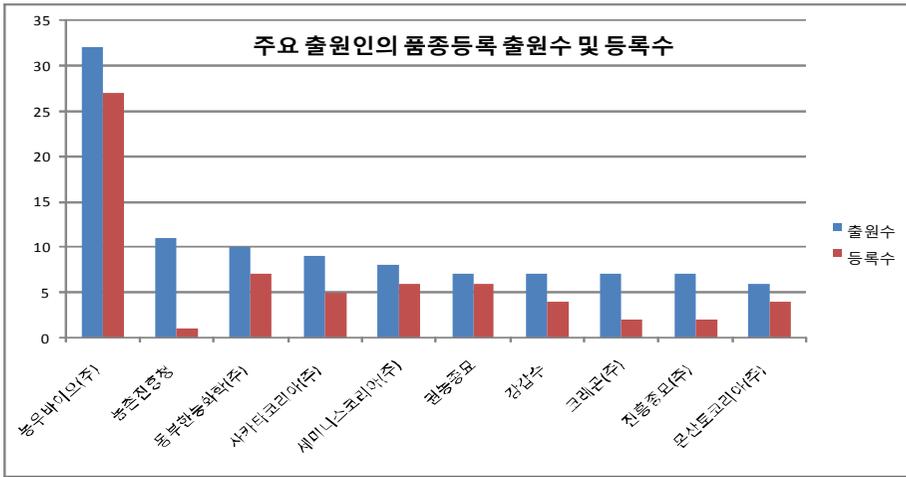


[그림 1-25] 한국의 품종보호출원 현황



[그림 1-26] 한국의 품종보호등록 현황

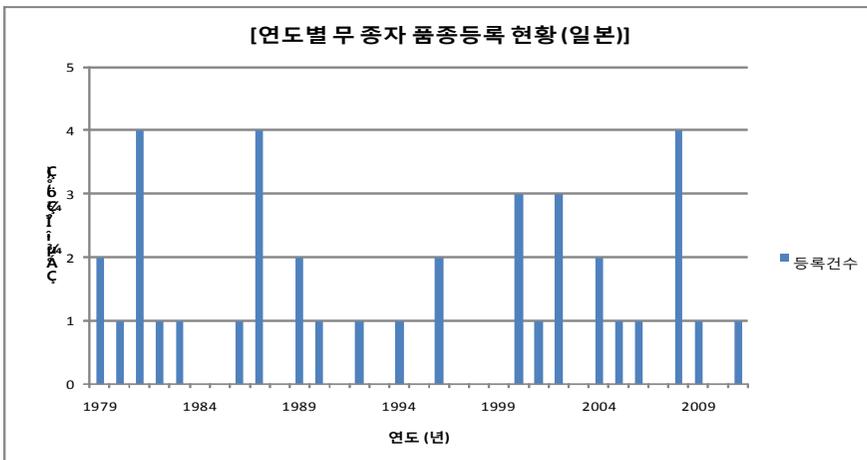
○ 주요 출원인으로는 농우바이오(주) 외 9개 출원인이 검색되었음.



[그림 1-27] 한국의 주요출원인별 품종보호 출원 및 등록 현황

□ 일본의 품종보호출원 현황

○ 1979년 이래 일본의 품종보호출원은 총 38건이 설정등록되었음.

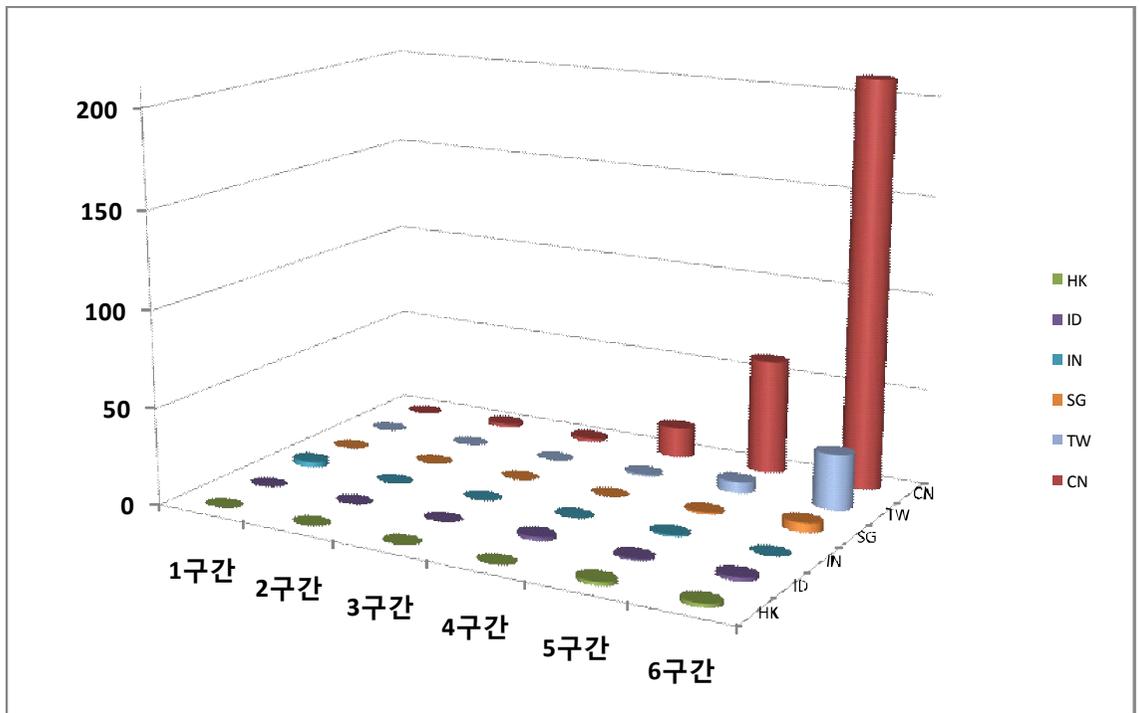


[그림 1-28] 일본의 품종보호등록 현황

○ 주요 출원인으로는 독립행정법인 농업기술 연구기구 외 7개 주요 출원인이 검색되었고, 이외의 다양한 지방자치구에서도 무 품종보호에 많은 관심을 보이고 있음.

아시아지역 국가별 기술 성장성 분석

- 아시아지역 국가별 기술 성장성 분석 1975년 이래 한국과 일본을 제외한 아시아지역의 주요 국가인 중국(CN), 대만(TW), 싱가포르(SG), 인도네시아(ID), 홍콩(HK) 및 인도(IN)에서 무종자 관련 특허출원수를 검색하였음.



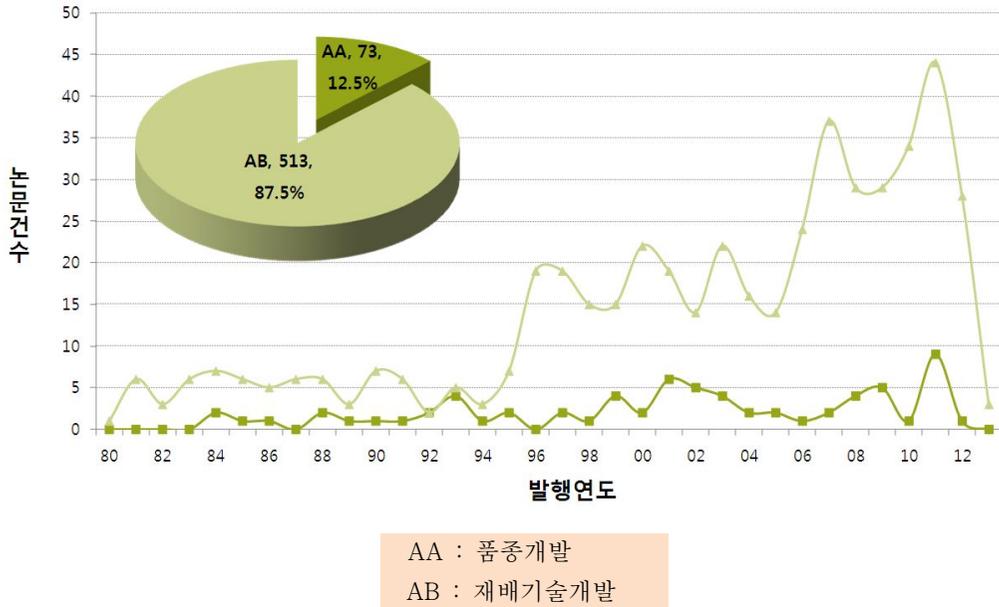
[그림 1-29] 아시아지역 국가별 출원건수

- 출원시기 별로 분석하면, 1995년을 기준으로 출원경향이 명백히 구별됨.
 - 1995년 이전에는 무종자와 관련된 특허출원이 거의 수행되지 않았음. 즉, 1985년 이전(1구간)에는 인도에서 3건 출원되었고, 1986 - 1990년(2구간)과 1991 - 1995년(3구간)에는 각각 중국에서 2건 출원되었음.
 - 1995년 이후에는 무종자와 관련된 특허출원이 폭발적으로 증가하였음, 즉, 1996-2000년(4구간)에는 중국에서 16건, 인도네시아에서 2건, 대만에서 1건이 출원되었고, 2001-2005년(5구간)에는 중국에서 60건, 대만에서 6건, 홍콩에서 2건,

인도네시아, 인도 및 싱가포르에서 각각 1건이 출원되었으며, 2006-2010년(6구간)에는 중국에서 210건, 대만에서 29건, 싱가포르에서 5건, 홍콩 및 인도네시아에서 각각 2건이 출원되었음.

- 현재 파악된 무 종자와 관련된 중국 시장규모는 약 367억원인 것으로 파악되고, 인도 및 동남아시아 시장규모는 약 127억원인 것으로 파악되지만, 현재 특허출원된 기술이 상용화 되는 시점에서는 상기 시장규모가 확대될 가능성이 매우 높고, 이처럼 시장규모의 확장은 새로운 기술개발 관련 분야의 투자를 야기시켜서 선순환 구조의 상승효과를 나타낼 가능성이 매우 높다고 판단됨.
- 기술적인 측면에서 볼 때, 중국에서는 재배성과 외래요인에 대한 저항성이 우수한 교배종을 재배하는 기술의 개발이 급격히 진행되고 있으며, 이러한 재배기술은 목표지역 맞춤형 품종개발에 이용될 수 있으므로, 상기 개발된 기술로 인해 제조된 무품종은 미국을 비롯한 해외시장으로 진출할 가능성이 높다고 판단됨.
- 이러한 경향으로 볼 때, 이후 아시아지역에서 무종자 관련 특허출원은 더욱 활발하게 될 것으로 파악되며, 확대일로에 있는 중국시장으로의 진출전략을 도출하고, 압도적인 출원건수를 보여주는 중국특허에 대한 대비가 이루어져야 할 것으로 판단됨.

1. 연도 구간별 세부 연구 동향

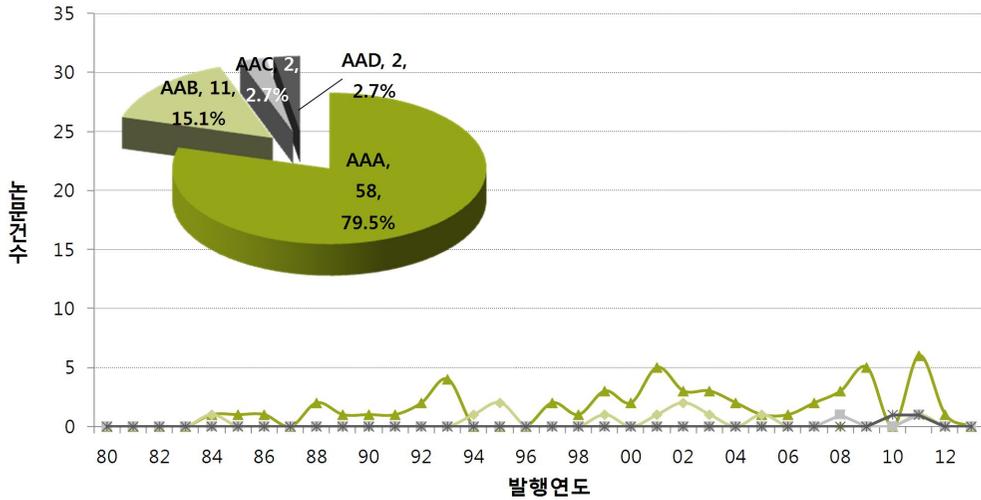


[그림 2-5] 연도 구간별 기술 동향

- 연도 구간별 세부기술 동향과 관련하여 먼저 기술 중분류(AA/AB)별 동향을 살펴본다면, 무 종자개발과 관련된 연구 분야에 있어서는 재배기술개발(AB)이 가장 많은 논문건수(87.5%)를 기록하여 특허출원건수(51.3%)와 유사한 경향을 보임. 이는 무 재배 기술을 개선함으로써 무 종자개발에 관한 연구가 활발히 진행되면서 나타난 결과로 판단됨
- 해당 재배기술개발(AB)에 관한 연구는 1947년부터 꾸준히 진행되어 오면서 점차 증가하는 경향을 보이고 있으며, 1996년을 기점으로 논문건수가 급격히 증가함. 이를 통하여 해당 연구 분야와 관련하여 계속하여 꾸준히 연구가 진행되고 있는 것으로 판단됨
- 품종개발(AA)을 통한 무 종자개발의 경우, 재배기술개발에 비해 상대적으로 낮은 논문 발행비율을 보임(12.5%). 1997년 이전에는 논문 발행건수가 간헐적으로

발행되는 경향을 보이다가 2007년을 기점으로 점차 논문 발행건수가 증가하는 경향을 보임. 해당 품종개발(AA)에 관한 연구 분야는 재배기술개발(AB)보다 낮은 논문발행률을 보이지만 계속하여 꾸준히 연구가 진행되고 있음

□ 무 종자개발에 대한 품종개발(AA)



	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	총합계
AAA	0	0	0	0	1	1	1	0	2	1	1	1	2	4	0	0	0	2	1	3	2	5	3	3	2	1	1	2	3	5	0	6	1	0	54
AAB	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	0	1	2	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	11
AAC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
AAD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2

AAA : 분자마커
 AAB : 형질전환체
 AAC : 내병성 품종개발
 AAD : 의약품 생산

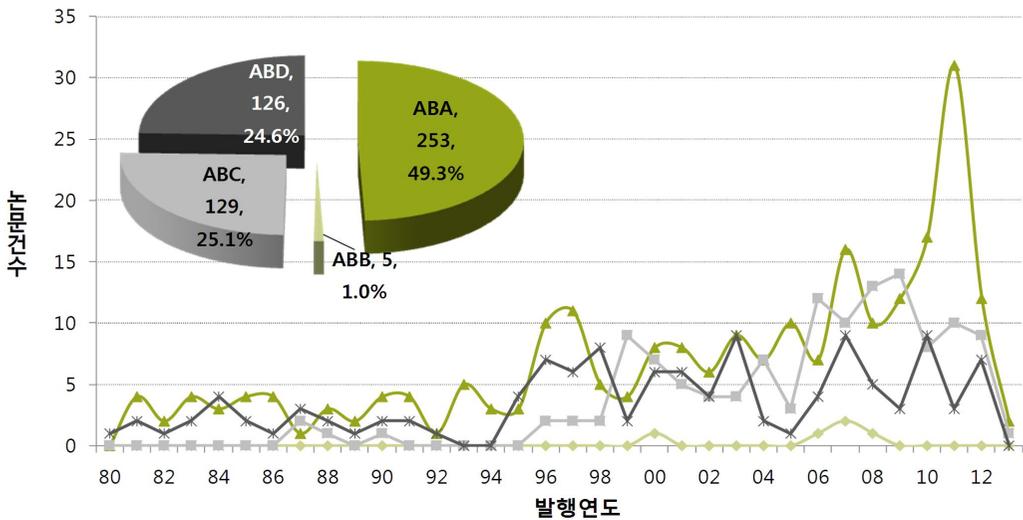
[그림 2-6] 연도 구간별 세부기술 동향(AA)

- 무 종자개발에 대한 품종개발기술(AA)의 경우 소분류별로 분자마커 개발을 위한 관련 유전자를 대상으로 하는 기술분야(AAA, 분자마커)의 논문이 가장 높은 비율을 차지하고 있으며(79.5%), 해당 분야에 대한 연구가 최근까지도 계속 활발히 진행되는 것으로 판단됨
- 다음으로 유용 유전자 탐색 체계 확립, 실용적인 유용 유전자 도입, 형질전환체 획득과 관련된 기술(AAB, 형질전환체) 분야의 논문이 15.1%의 비율로 발행되었

으며, 1997년부터 꾸준히 관련논문이 발행되고 있음

- 마지막으로 작물의 역병, 바이러스, 해충 저항성, 내병성, 내염성의 특성을 대상으로 하는 기술(AAC, 내병성 품종개발) 및 항암성분, 기타 질환 예방 및 개선, 치료성분 강화(AAD, 의약품 생산)를 목적으로 하는 의약품생산 품종개발의 경우 각각 2.7%로 낮은 비율을 차지함. 반면 무 종자의 내병성 품종개발(AAC)에 관한 특허출원은 25.6%의 출원율을 보였는데 이는 학술연구의 대상이 되기보다는 주로 특허기술 위주로 연구가 진행되는 것으로 판단됨. 해당 의약품 생산 품종개발(AAD)에 관한 연구분야는 특허 및 논문이 간헐적으로 출원, 발행되고 있는 것으로 보아 거의 연구가 진행되고 있지 않은 것으로 판단됨

2. 무 종자개발에 대한 재배기술개발(AB)



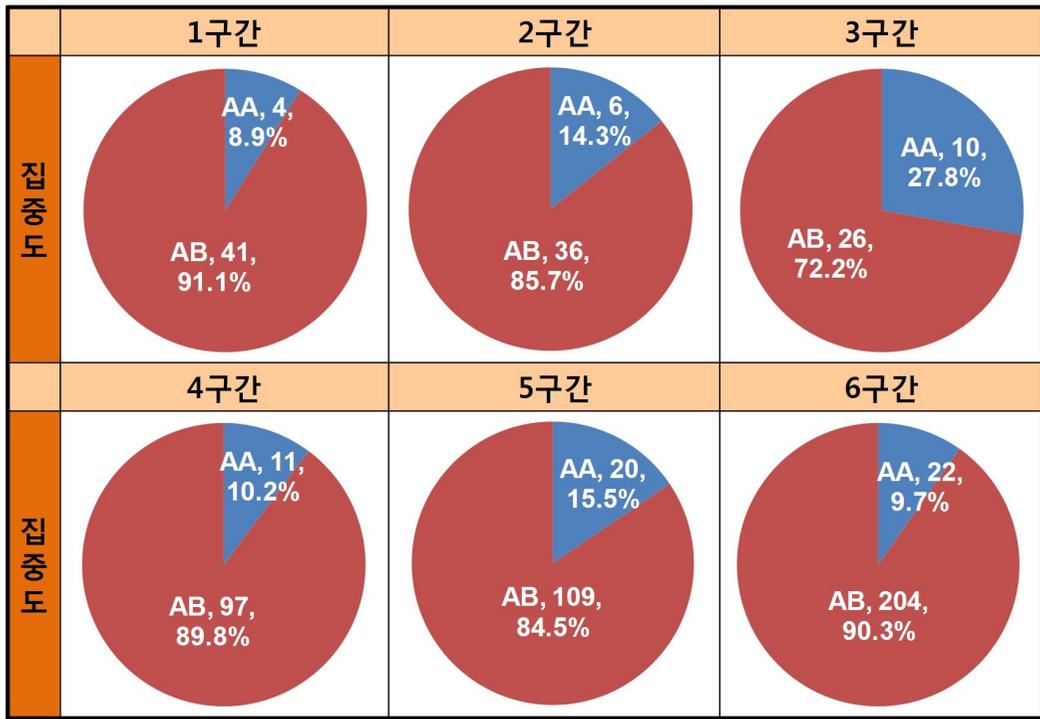
	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	총합계
ABA	0	4	2	4	3	4	4	1	3	2	4	4	1	5	3	3	10	11	5	4	8	8	6	9	7	10	7	16	10	12	17	31	12	2	232
ABB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	5
ABC	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	2	2	2	9	7	5	4	4	7	3	12	10	13	14	8	10	9	1	126
ABD	1	2	1	2	4	2	1	3	2	1	2	2	1	0	0	4	7	6	8	2	6	6	4	9	2	1	4	9	5	3	9	3	7	0	119

ABA : 종자처리법
 ABB : 접목방법
 ABC : 작물저항성기술
 ABD : 종자개발

[그림 2-7] 연도 구간별 세부기술 동향(AB)

- 무 종자개발에 대한 재배기술개발(AB)의 경우, 발아력 향상을 위한 열처리, 약 품처리, priming, 습식처리 기술(ABA, 종자처리법)의 논문이 49.3%로 가장 높은 비율을 차지함. 이 기술 분야에 대한 연구는 최근까지 계속 활발히 진행
- 조직배양기술, 소포자, 응성불임 및 자가불화합성 특성에 따른 종자개발 기술 (ABD, 육종처리법)의 논문이 24.6% 비율로, 25.1%의 비율을 차지한 작물의 저항성기술(ABC) 과 비슷한 경향을 나타냄. 1995년을 기점으로 해당분야의 논문 발행수가 급격히 증가하였고 그 이후로도 지속적으로 관련 논문이 발행되고 있는 것으로 보아 해당 분야에 대한 연구가 최근까지도 꾸준히 진행되고 있는 것으로 판단됨
- 다음으로 육종기간 단축 및 작물의 저항성과 관련된 기술(ABC, 작물 저항성)의 논문이 25.1%의 비율로 조직배양기술 및 육종처리에 따른 종자개발기술(ABD) 과 거의 유사한 수준으로 발행되었으며, 이 분야의 특허출원은 38.9%로 가장 높은 비율을 차지함. 이는 특허와 논문의 출원 및 발행건수의 지속적 증가 추세로 보아 해당 분야에 대한 연구가 최근까지도 계속 활발히 진행되는 것으로 판단
- 마지막으로 접목기술(ABB)에 있어서는 논문 1.0%, 특허 0.4%로 다른 기술보다 낮은 비율을 차지함. 2000년 중반에 5건의 논문 및 2000년 초반에 3건의 특허 발행되거나 출원됨. 이는 접목방법(ABB)에 관한 연구 분야의 연구가 다른 연구 기술보다 연구가 진행되지 않은 것으로 판단됨

- 무 종자개발과 관련된 연구 분야에 있어서 분류별 세부기술에 대한 논문의 구간별 집중도 및 점유율 분석은 하기와 같음. 여기서 중분류에 해당하는 AA는 품종개발, AB는 재배기술개발이 해당됨



AA : 품종개발	1구간 : ~ 1982	4구간 : 1995 ~ 2000
AB : 재배기술개발	2구간 : 1983 ~ 1988	5구간 : 2001 ~ 2006
	3구간 : 1989 ~ 1994	6구간 : 2007 ~ 2013.01

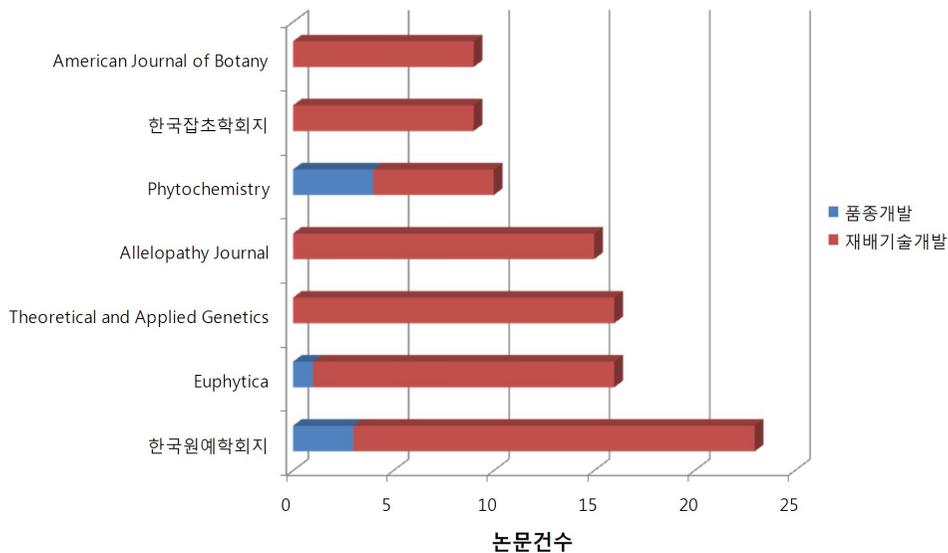
[그림 2-8] 세부기술의 구간별 집중도 추이

- 연도 구간별로 처음 1구간(~1982)에 있어서 무 종자개발에 대한 재배기술개발 (AB)이 가장 많은 비율을 차지하고 있었으며(91.1%), 오래전부터 무 종자개발에 대한 재배기술개발은 이미 연구가 계속 진행된 분야임을 알 수 있음. 해당 기술 분야는 2구간(1983~1988)과 3구간(1989~1994)에 걸쳐서 그 비율이 감소하기는 하였지만, 논문건수 자체는 증가하므로 해당 분야의 학술연구는 지금까지도 활발히 진행되고 있는 것으로 판단됨

- 무 종자개발에 대한 품종개발(AA)의 경우 3구간(1989~1994)에서 2구간(1983~1988)보다 약 2배가량 증가 비율을 보이지만 전체적으로 그 증가 비율이 높지 않음. 그럼에도 불구하고, 구간별 비율을 보면 초반보다 후반으로 갈수록 무 종자개발에 대한 품종개발(AA)에 대해서도 비중을 두고 연구가 진행되는 것으로 판단됨

3. 주요 학회지 연구 활동 현황

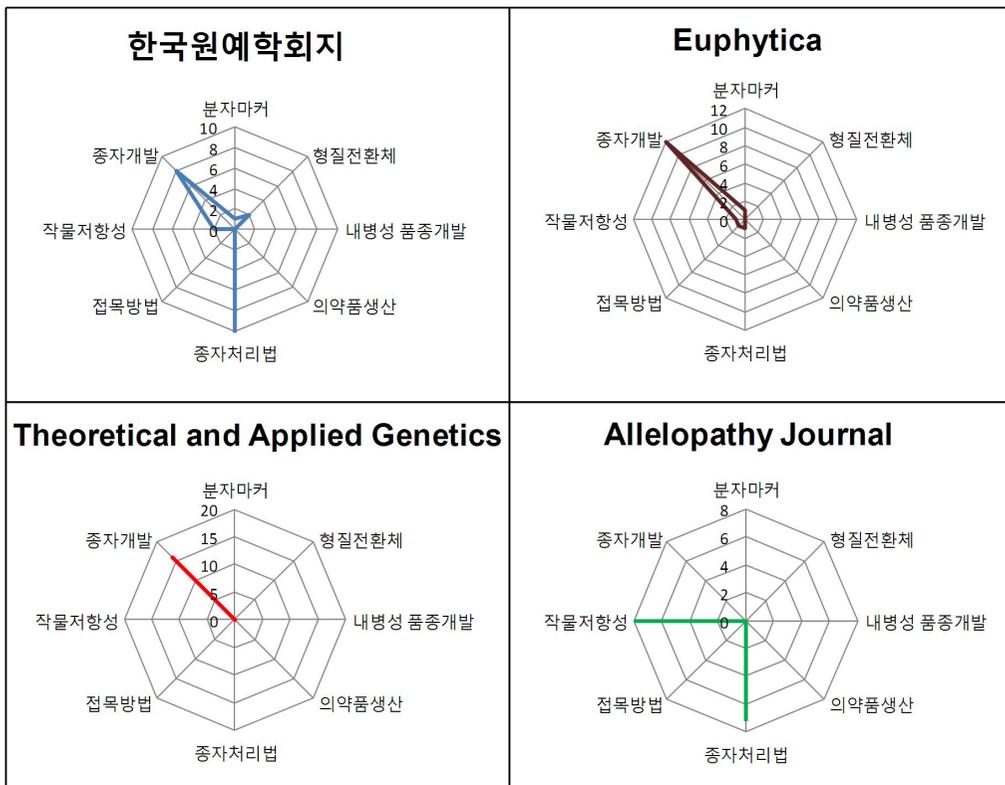
- 무 종자개발과 관련된 연구 분야에 대한 주요 학회지의 중분류별 이력이 집중하고 있는 연구동향을 분석함



[그림 2-9] 주요 학회지의 기술별(중분류) 연구 활동 동향

- 주요 학회지별 가장 많은 논문을 발행한 한국원예학회지의 경우, 무 종자개발을 위한 재배기술개발(AB)과 관련된 연구 분야에 집중을 하고 있으므로 본 연구 분야와 관련성이 높을 것으로 판단됨
- 주요 학회지 가운데 품종개발(AA) 기술은 한국원예학회지, Euphytica 및 phytochemistry 학회지에서 발행하고 있지만 품종개발(AA)기술 보다는 재배기술개발(AB) 분야에 집중적으로 발행되고 있음을 확인 함

- 주요 학회지로 한국의 경우 한국원예학회지가 있으며, 품종개발에 관련된 연구 보다는 재배기술개발(AB)분야에 초점이 맞추어져 있음을 확인함. 또한 한국잡초학회지는 상위 여섯 번째 학회지로서 재배기술개발(AB) 분야에 대하여 집중적으로 발행하고 있음을 확인함
- 무 종자개발과 관련된 연구 분야에 대한 주요 학회지의 소분류별 이들이 집중하고 있는 연구 동향을 분석함
- 무 종자개발과 관련된 연구 분야에 대한 주요 학회지의 소분류별 이들이 집중하고 있는 연구 동향을 분석함



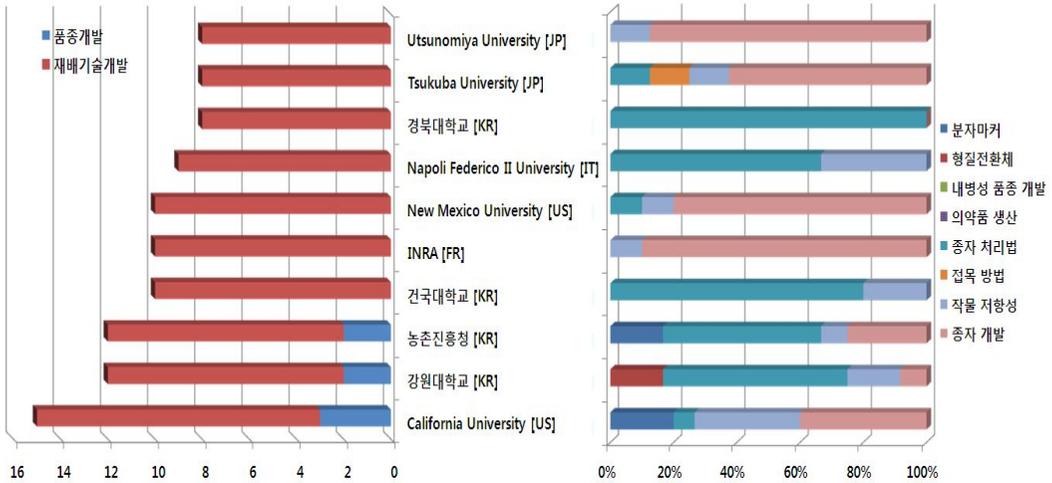
[그림 2-10] 주요 학회지의 기술별(소분류) 연구 활동 동향

- 주요 학회지에서 한국원예학회지의 가장 활발한 기술 분야는 무 재배기술 개발에 대한 종자처리법(ABA)으로, 10건의 논문을 발행함

- 두 번째로 많은 논문을 담고 있는 Euphytica의 경우, 분자마커, 종자처리법, 접목방법 및 작물의 저항성 기술분야에 대한 발행을 보여주고 있지만 특히 종자개발(ABD) 기술 분야에 집중적으로 발행이 이루어지고 있음을 확인함
- 또한 Euphytica 학술지와 동일한 16건의 논문을 발행한 식물유전학의 대표적인 학술지 Theoretical and Applied Genetics의 경우, 품종개발에 관련된 연구보다는 대부분 재배기술 개발(AB)분야의 종자처리법(ABA)에 초점이 맞추어져 있음을 확인함
- 다음 Allelopathy Journal의 경우 무 종자의 재배기술개발에 관한 종자처리법 및 작물의 저항성 기술분야에 집중적인 논문 발행이 이루어짐

4. 주요 연구기관의 연구 활동 현황

□ 무 종자개발과 관련된 연구 분야에 대한 주요 연구기관의 세부기술별 이들이 집중하고 있는 연구에 대해서 살펴봄



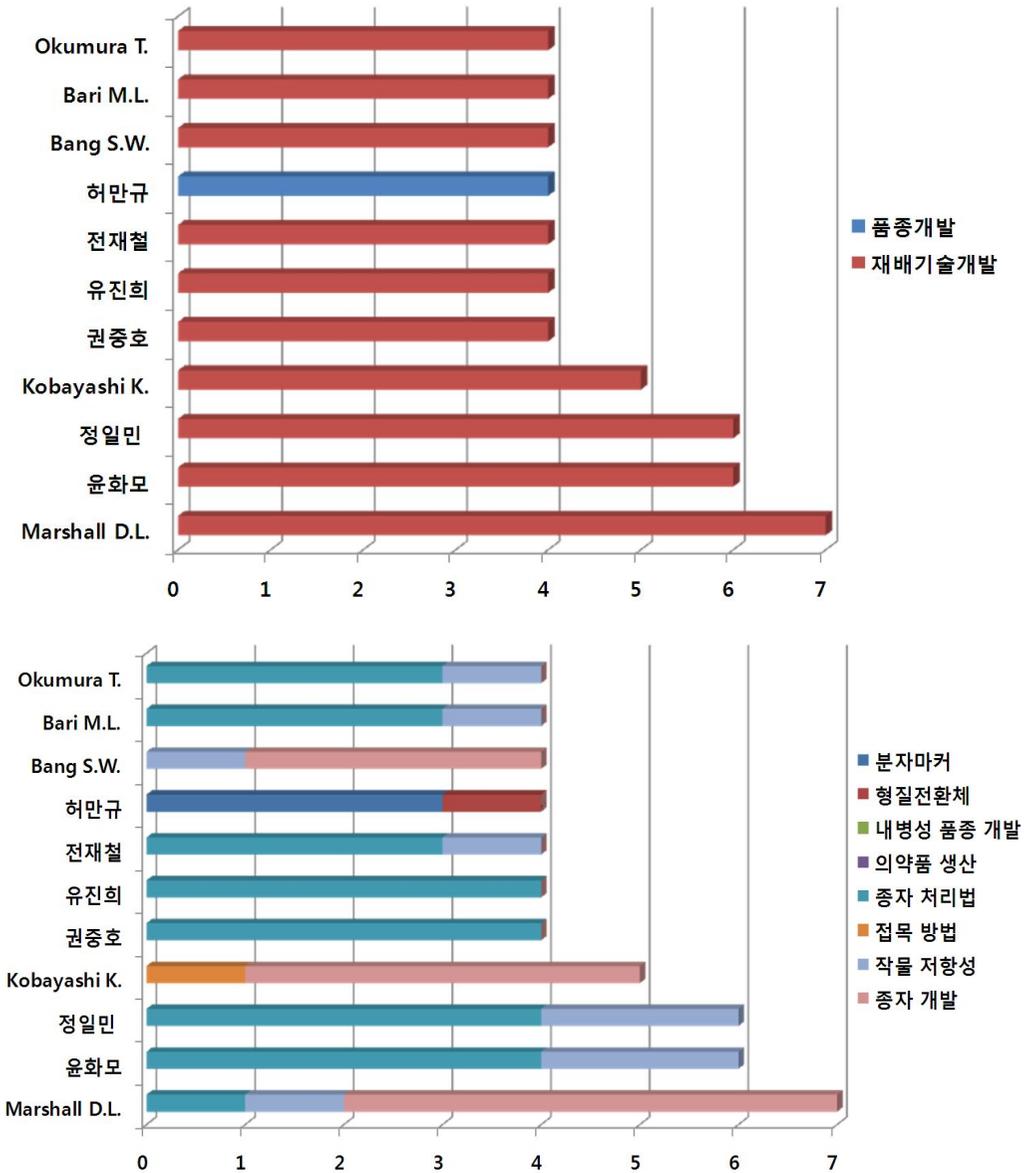
AA : 품종개발	AAA : 분자마커	ABA : 종자처리법
AB : 재배기술개발	AAB : 형질전환체	ABB : 접목방법
	AAC : 내병성 품종개발	ABC : 작물 저항성 기술
	AAD : 의약품 생산	ABD : 종자개발

[그림 2-11] 주요연구기관의 세부기술별 학술연구 집중도

- 가장 많은 논문을 발행한 기관으로 미국의 California 대학을 들 수 있으며, 무 종자개발에 대한 재배기술개발 중에서도 육종기간 단축 및 작물의 저항성과 관련된 기술과 관련된 작물의 저항성(ABC) 및 종자개발(ABD)에 대한 연구를 집중적으로 수행함. 다만 품종개발 중에서도 의약품 생산에 대한 연구는 타 연구 기관과 마찬가지로 전혀 수행되지 않은 것으로 보아, 무 종자개발을 통한 의약 산업으로의 진출에는 그 관심도가 떨어지는 것으로 판단됨
- 상위 10개의 주요연구기관 가운데 4개 연구기관의 국적이 한국으로 무 종자개발 관련 분야에 대한 연구 및 기술 개발이 집중적으로 이루어지고 있음을 확인
- 상위 세 번째까지의 주요 연구기관은 무 종자의 재배기술개발뿐만 아니라 품종개발 관련 분야에 대한 연구 및 기술 개발이 이루어진 반면 그 이외의 주요 연구기관은 무 재배기술개발 기술분야에만 집중하는 것으로 확인 됨
- 두 번째로 많은 논문을 발행한 기관은 한국의 강원대학교와 농촌진흥청이며, 특히 무 종자의 재배기술개발을 위한 종자처리법(ABA)과 관련된 기술에 초점을 두고 있음. 특히 무 종자 품종개발과 관련하여 농촌진흥청은 분자마커 기술 분야에 집중한 반면, 강원대학교는 형질전환체 기술분야와 관련된 기술에 초점을 두고 있음
- 세 번째 주요 연구기관부터 무 종자 재배기술개발과 관련된 연구가 집중적으로 이루어졌으며, 한국의 건국대학교 및 경북대학교, 이탈리아의 Napoli Federico II 대학은 종자처리법과 관련된 논문을 집중적으로 발행함. 반면에 프랑스의 INRA, 미국의 New Mexico 대학, 일본의 Tsukuba 및 Utsunomiya 대학은 종자개발과 관련된 기술 분야에 집중적으로 논문을 발행한 것으로 파악됨
- 한국의 주요 연구기관은 주로 대학교 및 연구기관인 강원대학교, 농촌진흥청, 건국대학교, 경북대학교로서 종자처리법 및 종자개발 기술 분야에 대한 높은 기술력을 확보하고 있음. 이를 통하여 해당 기술분야에 대하여 집중적으로 연구하고 있는 이탈리아의 Napoli Federico II 대학교를 경쟁상대로서 주의해야 할 필요가 있다고 판단됨

5. 주요 저자의 연구 활동 현황

□ 무 종자 품종개발 및 재배기술개발과 관련된 연구 분야에 대한 주요 저자의 세부 기술별 이들이 집중하고 있는 연구에 대해서 살펴보고자 함

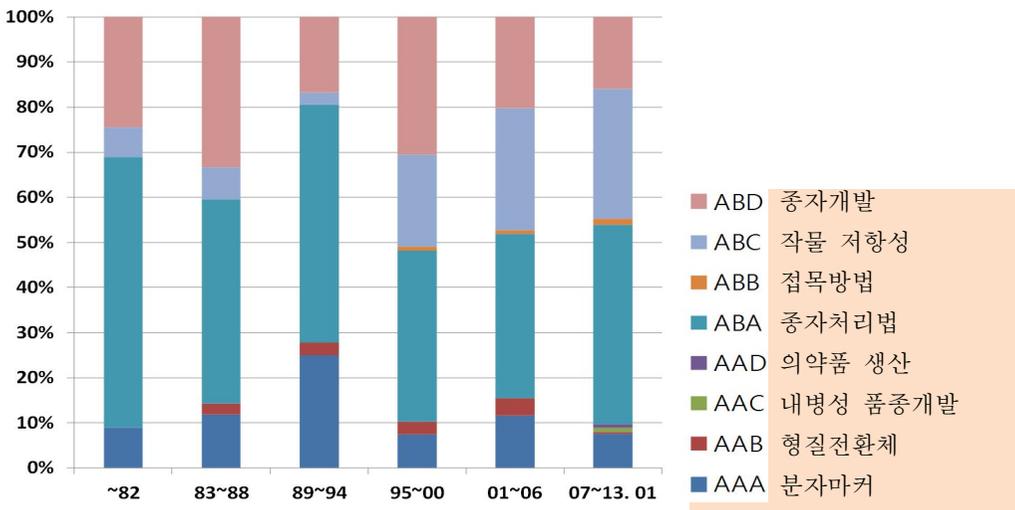
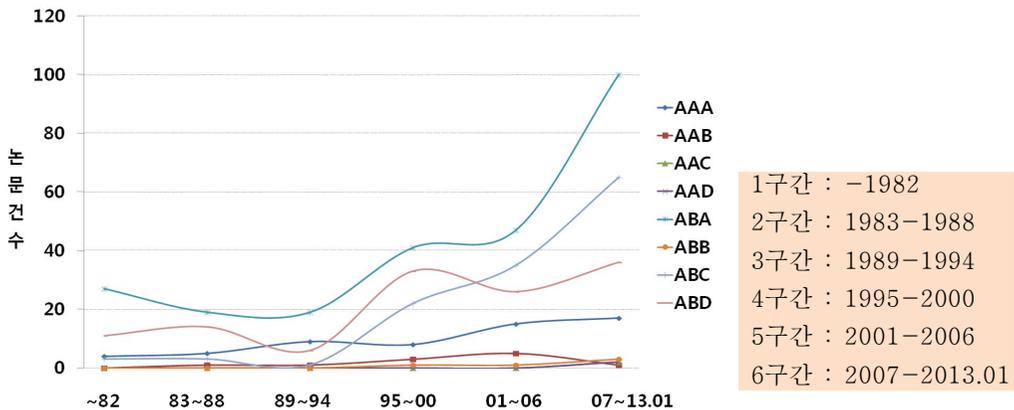


[그림 2-12] 주요 저자의 기술별 연구 활동 동향

- 가장 많은 논문을 집필한 저자의 경우 미국 New Mexico 대학교 소속의 Marshall D.L. 이며, 무 종자 재배기술개발에 관한 연구를 수행하여 논문을 발행하였으며, 주로 종자개발(ABD)과 관련된 연구를 집중적으로 수행함
- 상위 11의 주요 저자 가운데 한국 국적의 주요저자는 윤화모, 정일민, 권중호, 유진희, 전재철, 허만규(6명)이며, 이들의 연구는 동의대학교 소속 허만규를 제외하고 모두 재배 기술개발과 관련된 연구들이며 주로 종자처리법(ABA)과 관련된 연구를 많이 수행함
- 상기 동의대학교 소속 허만규는 상위 11의 주요저자 가운데 유일하게 무 종자 품종개발과 관련된 연구를 수행하였으며, 특히 분자마커 및 형질전환체와 관련된 연구를 집중적으로 수행함
- 그 외 일본 국적의 Kobayashi K, Bang S.W., Bari M.L. 및 Okumura T.는 무 재배기술개발과 관련된 연구를 수행하였으며, Kobayashi K 및 Bang S.W.은 종자개발과 관련된 연구에 집중한 반면 Bari M.L. 및 Okumura T.는 종자처리법에 대한 연구를 많이 수행함
- 전체적으로 상위 11의 주요 저자들의 소속은 모두 대학교로서, 재배기술개발에 대한 연구가 집중되고 있음을 확인함. 또한 한국 국적의 주요 저자들은 미국과 일본 소속의 저자들이 집중적으로 발행 하고 있는 종자개발과 관련된 연구보다는 종자처리법에 집중하고 있는 것으로 파악됨. 이를 통하여 수출용 무 종자를 개발하기 위하여 종자개발과 관련된 연구가 이루어져야 할 것으로 판단됨

6. 세부 연구 분야 연도 구간별 점유증가율 현황

□ 세부기술 추세를 통한 부상기술을 파악하기 위해서 아래의 그래프에서는 세부 기술별로 연도 구간별 학술연구의 경향을 살펴봄. 상단의 그래프는 논문건수를 통한 절대치를 나타내며, 하단의 그래프는 세부기술에 대한 연도구간별 상대비교를 보여줌



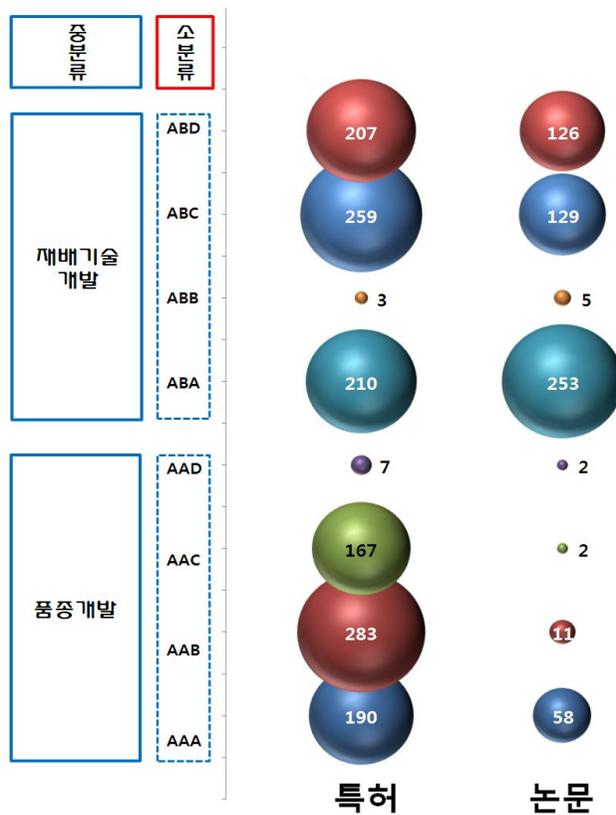
[그림 2-13] 세부기술 구간별 점유증가율 분석

○ 무 종자개발과 관련된 연구 분야 중 발아력 향상을 위한 열처리, 약품처리,

priming, 습식처리 기술인 종자처리법(ABA)에 대한 재배기술개발과 관련한 논문이 높은 발행건수를 기록하고 있으며, 4구간(1995 ~ 2000)을 기점으로 점진적인 증가세를 보임. 특히 6구간(2007 ~ 2013. 01)에서는 종자처리법 및 작물의 저항성과 관련된 연구 분야가 5구간(2001 ~ 2006)과 비교하여 약 2배 이상의 논문이 발행됨. 이러한 증가세로 보아 해당 기술 분야에 대한 연구가 타 세부기술에 비해 더 활발히 이루어질 것으로 판단됨

7. 세부 연구 분야 논문동향과 특허 출원 현황 비교

○ 여기에서는 세부기술에 대한 논문동향과 특허출원 동향이 어떠한지 세부기술의 집중도 및 공백 영역 등을 버블그래프로 나타내어 비교 분석함



AAA : 분자마커
 AAB : 형질 전환체
 AAC : 내병성 품종개발
 AAD : 의약품 생산

ABA : 종자처리법
 ABB : 집목방법
 ABC : 작물 저항성
 ABD : 종자개발

[그림 2-14] 세부기술별 논문동향과 특허동향 비교

- 특허 및 논문의 주요 집중 분야를 살펴보면, 양자 모두 열처리, 약품처리, priming, 습식처리 기술인 종자처리법(ABA)에 대한 재배기술개발(AB)에 많이 분포된 것을 확인할 수 있음
- 이다만 무 종자개발에 있어서 특허와는 달리 논문의 경우 무 종자 품종개발을 위한 분자마커(AAA) 및 형질전환체(AAB)에 대한 품종개발(AA)은 타 세부 기술별 분류 중 그 비중이 매우 낮게 나타남
- 또한 무 종자개발에 있어서 특허의 경우, 품종개발(AA)과 재배기술개발(AB)의 해당연구가 비슷한 비율로 진행된 데 반해 논문의 경우, 재배기술개발(AB)에 편중되어 연구가 주로 수행된 것으로 나타남

HANOL

신규식물 품종보호를 위한 특허법과 종자산업법의 비교

한얼국제특허사무소

Contents

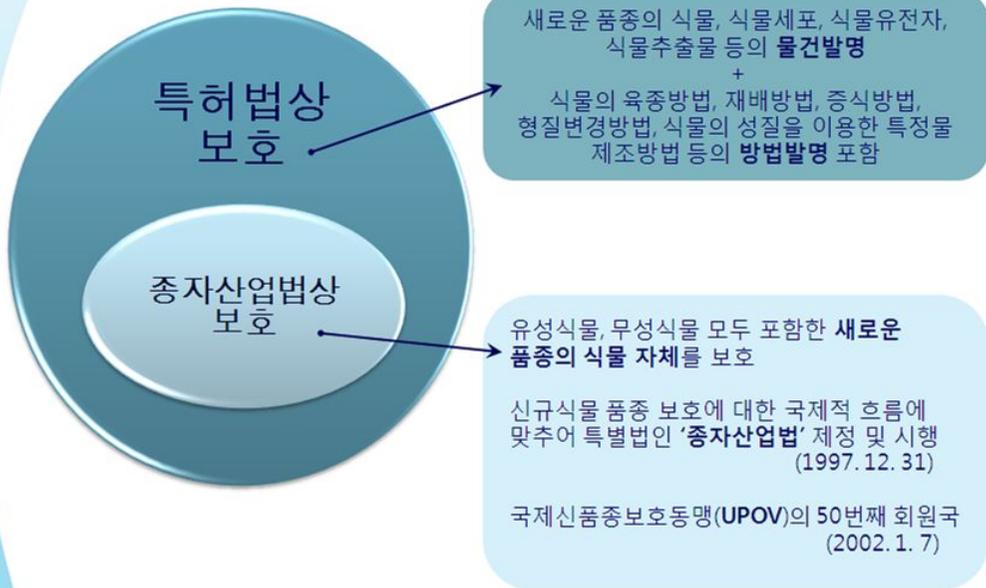
- 1 서 론
- 2 신규식물 품종의 특허법상 보호
- 3 신규식물 품종의 종자산업법상 보호
- 4 신규식물 품종에 대한 각국에서의 보호
- 5 결 론

1 서론

- 신규식물 품종에 대한 보호방법
- 우리나라 신규식물 품종 관련 법체계의 문제점

한얼국제특허사무소

신규식물 품종에 대한 보호방법



한얼국제특허사무소

관련 법체계의 문제점

❖ 관련법률의 인식부족에 의한 등록불가 - '쌈추사건'



❖ 등록 이후의 권리범위 간 충돌가능성

한얼국제특허사무소

2 신규식물 품종의 특허법상 보호

- 보호대상
- 특허요건
- 기재요건
- 특허권의 효력

한얼국제특허사무소

보호대상

보호 대상

1) 식물

- 구 특허법은 무성번식식물로 대상을 한정하였으나, 현행 특허법은 유·무성생식 여부를 불문하고 특허 대상으로 봄
- 다만, 미국의 경우 식물특허법상의 '식물'은 일반적인 개념이며, 버섯과 같은 진균류는 포함되나 박테리아는 포함되지 않는 것으로 해석함

2) 신규 식물

- 기존의 종·속에 속하는 신품종은 물론, **형질전환, 세포융합, 유전자재조합 등의 육종기술에 의해 만들어진 작물** 역시 특허 대상에 포함
- '식물관련발명 개정 심사기준안' - '신규식물'을 '유전적으로 발현되는 특성 중 한 가지 이상이 다른 식물군과 상이한 식물군 또는 식물군의 그룹'으로 정의

한얼국제특허사무소

특허요건

발명의 성립성 (특허법 제2조 제1호)

- 1) 종래에 존재하지 않았던 식물을 새로 창출한 경우에 해당
- 2) 재배과정에서 '발견'된 변종식물은 육종방법은 별론, 그 자체는 특허대상이 아니라는 것이 대법원 입장
- 3) 출원시점에 완성되어야 함
- 4) 반복재현성 구비
 - 명세서의 기재대로 동일한 육종소재를 사용하여 동일한 육종과정을 반복하였을 때, 명확하게 동일한 변종식물을 재현시킬 수 있을 것
 - 특허법원은 반복재현성과 관련하여, ① 신규의 변종식물을 교배 또는 돌연변이를 통하여 얻는 과정과 ② 그 변종식물의 형질을 고정시켜 자손대까지 전달하는 과정 모두에 대하여 존재할 것을 요구함

산업상 이용가능성 (특허법 제29조 제1항 본문)

- 1) 국내 심사지침서에는 특별한 규정을 두고 있지 않음
- 2) ① 자연계에서 발견된 식물 그 자체 또는 ② 유용성이 기재되어 있지 않고 어떠한 유용성이 유추되지도 않은 것은 산업상 이용가능성 없다고 규정 (일본 심사기준)

한얼국제특허사무소

특허요건

불특허발명 (특허법 제32조)

- ① 생태계를 파괴할 우려가 있는 식물,
- ② 환경오염을 초래할 우려가 있는 식물,
- ③ 인간에게 해를 끼칠 염려가 있는 식물,
- ④ 혐오감을 줄 수 있는 식물 등은 등록받을 수 없음

신규성 (특허법 제29조 제1항)

- 1) 출원식물의 특성이 공지식물에 나타나 있는지 여부를 대비하여 판단함
- 2) ① 식용식물의 경우, 영양함량, 수량 등의 특성을 중심으로, 약용식물의 경우, 약효를 갖는 유효성분의 함량, 수량 등의 특성을 중심으로, ③ 관상용식물의 경우, 색, 형태, 수량 등의 특성 등을 중심으로 신규성 판단함
- 3) 잎의 길이와 수, 꽃의 수, 꽃색, 꽃대 기울기, 개화기, 품종용도, 내병성 등의 원예학적 특성에서 동일 식물로 평가될 수 있는 경우 신규성 부정할 사례 존재

진보성 (특허법 제29조 제2항)

- 1) 신규식물이 속하는 종의 공지식물이 갖는 형질로부터 용이하게 예측할 수 없고, 유리한 효과를 갖는 경우 진보성 인정함
- 2) 추위나 가뭄 또는 병충해에 견디는 성질, 성장의 신속성, 수확량의 증대, 영양 성분의 함량, 색상, 향기 등의 면에서 공지식물과의 변형된 특성 내지 개량 정도가 기준

한얼국제특허사무소

기재요건

【식물의 표시】

- 1) 식물의 명명법에 의한 학명 기재
- 2) 우리말 표기와 괄호 속에 학명을 이탤릭체로 기재

【특허청구범위】

- ① 신규식물의 명칭 또는
- ② 식물의 특성 또는 그 특징이 되는 유전자
- ③ 육종방법이나 번식방법 등을 기재할 수 있음

【발명의 상세한 설명】

- 1) 기재사항
 - ① 공지식물의 개량하고자 하는 특성과, 특정한 특성을 개량하기 위한 구체적 방법,
 - ② 특성이 개량된 신규식물의 구체적 육종방법, 특히 모(母)식물이 신규한 경우에는 그 입수수단, 신규식물의 증식 및 재배방법, 재배조건, 식물명명법에 의한 학명으로 표시된 신규식물의 명칭, ③ 공지식물과 비교되는 모든 특성과 재배상 및 이용상의 효과
- 2) 기재정도
 - 발명의 출발이 되는 식물에서부터 발명의 결과물에 이르기까지의 전 과정의 기재를 요함
- 3) 명세서의 보정
 - 신규사항 추가는 허용되지 아니하며, 다만 최초 출원시 첨부된 명세서에 기탁사실 및 수탁번호가 기재된 경우에 수탁증의 추후제출은 신규사항 추가로 보지 아니함

한얼국제특허사무소

특허권의 효력

특허권의 존속기간 및 효력범위

- 1) 존속기간: **설정등록이 있는 날로부터 특허출원일 후 20년**
- 2) 효력범위
 - 특허받은 **신규식물**에 대하여 **업으로서 실시할 수 있는 권리**를 독점
 - 종자산업법에서 '실시'의 개념을 '증식, 생산, 조제, 양도, 대여 등'으로 규정하고 있는 것과 달리, 특허법에서는 신규식물의 발명에 있어서의 '생산'의 구체적 행위가 **명확하지 않다**는 문제점 존재
 - 유전적 동일성을 유지하는 2세대 이후의 식물에도 효력이 미치는지 여부도 문제

효력이 미치지 않는 범위

- ① 연구 또는 시험을 하기 위한 특허발명의 실시,
 - ② 국내를 통과하는 선박 등에 사용된 물건,
 - ③ 특허출원시부터 국내에 있는 물건 등에는 효력이 미치지 아니함.
- ⇒ 특허권이 부여된 유전자나 신규식물을 제3자가 육종재료로 이용하는 것은 연구 또는 시험을 위한 실시에 해당하여 효력이 미치지 아니함

한얼국제특허사무소

특허출원 순서도



한얼국제특허사무소

3 신규식물 품종의 종자산업법상 보호

- 보호대상
- 보호요건
- 품종보호권의 효력

한얼국제특허사무소

보호대상

종자산업법 목적 및 품종보호

[종자산업법 제1조]

종자산업법은 식물의 신품종에 대한 육성자의 권리 보호, 주요 작물의 품종성능 관리, 종자의 생산·보존 및 유통, 종자산업의 육성 및 지원 등에 관한 사항을 규정함으로써 종자산업의 발전을 도모하고 농업·임업 및 수산업 생산의 안정에 이바지함을 목적으로 한다.

⇒ 특정작물의 신품종을 육성하거나 발견하여 개발한 자에게 품종보호권을 부여함으로써 **배타적인 상업적 독점권**을 부여함

품종보호 대상작물

1) 육성된 신품종 또는 새로 발견하여 개발된 작물의 품종이 대상임. 따라서 새로 발견된 것만으로는 보호받을 수 없고, **증식과 평가 등의 육종과정을 거쳐야 보호받을 수 있음**

2) 품종보호 대상작물은 **농림수산식품부령으로 지정**
-2012년 11월 현재, 254개 작물 및 총 4,237종의 식물이 보호대상으로 등록
(국립종자원 홈페이지 <http://www.seed.or.kr/>)

한얼국제특허사무소

보호요건

보호요건

- 5개 요건: ①신규성, ②구별성, ③균일성, ④안정성, ⑤1개의 고유한 품종명칭
- 신규성과 품종명칭은 서류심사/ 구별성, 균일성, 안정성은 재배심사(DUS Test)

신규성 (증자산업법 제13조)

1) 신품종의 경우

- 품종보호출원일 이전에 대한민국에서는 1년, 그 밖의 국가에서는 4년(과수, 임목은 6년) 이상 당해 품종의 종자 또는 수확물이 이용을 목적으로 양도되지 않은 경우, 신규성 구비 ('**상업적 미판매성**'이라고도 함)
- 이는 출원 전 상업화 가능성 여부에 대한 검토 위한 유예기간을 부여한 것

2) 알려진 품종의 경우

- 대상작물로 지정될 당시 이미 알려진 품종으로서, ① 우량종자의 품종, ② 외국에서 품종보호권이 설정등록된 품종, ③ 육성자 및 최초 유통일에 대한 증거가 있는 품종의 경우 품종보호작물의 속 또는 종으로 정해진 날로부터 1년 이내에 출원한 경우에는 신규성 구비 간주
- 이 때 품종보호권은 ① 우량종자품종으로 결정된 날, ② 외국 품종보호권의 설정등록일, ③ 최초유통일로부터 존속기간이 기산됨

한얼국제특허사무소

보호요건

구별성 (증자산업법 제14조)

- 1) 출원일 이전까지 **일반인에게 알려져 있는 품종과 명확하게 구별되는 것을 의미**
- 2) '일반인에게 알려져 있는 품종'
 - ① 유통 중인 품종, ② 보호품종, ③ 품종목록에 올라있는 품종, ④ 농림수산식품부령으로 정하는 증자산업과 관련된 협회에 등록되어 있는 품종
- 3) 재배심사
 - 가장 유사한 기존 품종과 **1 또는 2 이상의 중요한 형질에 있어서 명확하게 구별되는 양적, 질적 특성이 있는지** 여부로 판단
 - 구별대상인 특성은 농업적 중요성이 아닌 **식물학적 특성**임

균일성 (증자산업법 제15조)

- 1) 품종의 **본질적 특성이 그 품종의 번식방법상 예상되는 변이를 고려한 상태에서 충분히 균일한 경우를 의미함**
- 2) 재배심사
 - 이형주가 균일성 판정기준의 수치를 초과하지 않아야 균일성이 인정됨

한얼국제특허사무소

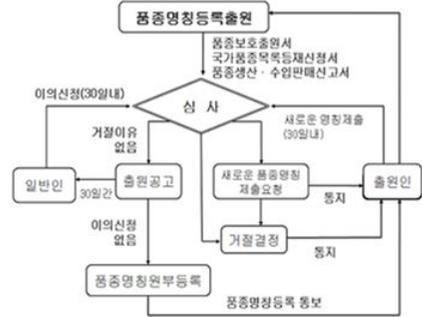
보호요건

안정성 (증자산업법 제16조)

반복적으로 증식된 후(1대 잡종 등과 같이 특정한 증식주기를 가지고 있는 경우에는 매 증식주기 종료 후)에도 당해 품종의 본질적 특성이 변하지 않는 경우를 의미

고유의 품종명칭 (증자산업법 제108조)

- 1) 품종명칭 등록출원제도 존재
- 2) 대한민국 또는 외국에 품종명칭이 등록되어 있거나 등록출원된 경우에 그 품종명칭을 사용하여야 함
- 3) 상표법과 증자산업법 간 선출원주의 적용
 - 증자산업법에 의하여 등록된 품종명칭은 등록과 동시에 그 품종을 지칭하는 보통명칭이 되어 이와 동일·유사한 표장은 상표등록 불가



한얼국제특허사무소

보호요건

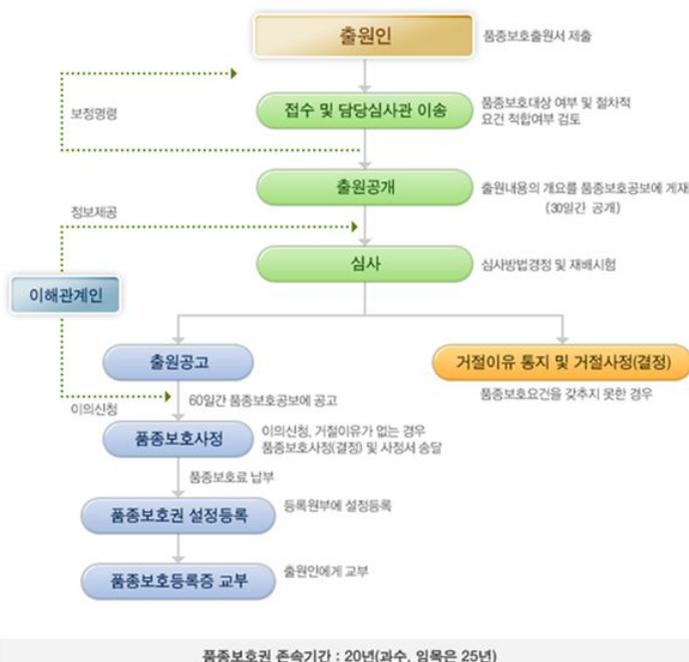
유전자변형생물체(LMO)의 위해성 검사

출원품종이 ① 인위적으로 유전자를 재조합하거나 유전자를 구성하는 핵산을 세포 또는 세포내 소기관으로 직접 주입하는 기술이거나 ② 분류학에 의한 과의 범위를 넘는 세포융합으로서, 새롭게 조합된 유전물질을 포함하고 있는 생물체(LMO)에 해당하는 경우

⇒ 이의 개발·생산·수입·수출·유통 등에 관한 안전성의 확보를 위하여 '유전자변형생물체의 국가간 이동 등에 관한 법률'에 의하여 위해성이 없는 유전자변형생물체라는 승인을 받았다는 자료를 첨부하여야 함

한얼국제특허사무소

품종보호출원 순서도



한얼국제특허사무소

특허법과 종자산업법의 비교

	특허법	종자산업법
출원	<ul style="list-style-type: none"> 특허청에 특허출원하여 권리 획득 	<ul style="list-style-type: none"> 국립종자관리소, 삼림품종관리센터에 품종보호출원을 하여 권리 획득
보호대상	<ul style="list-style-type: none"> 기존의 종·속에 속하거나 속하지 않는 신규식물뿐만 아니라, 식물세포, 식물유전자 등 식물의 일부나 육종방법, 증식방법, 형질변경방법, 가공방법, 식물의 특성을 이용한 생산 및 처리방법 등이 모두 대상이 됨 	<ul style="list-style-type: none"> 농림수산부령으로 정한 작물의 속·종에 대해서만 한정
보호기간	<ul style="list-style-type: none"> 특허권의 설정등록이 있는 날로부터 특허출원일 후 20년이 되는 날 무성생식식물은 1946.10.15.부터, 유성생식식물은 2006.3.3.부터 보호 	<ul style="list-style-type: none"> 품종보호권의 설정등록이 있는 날로부터 20년(과수 및 임목의 경우는 25년) 1997.12.31.부터 보호
심사방법	<ul style="list-style-type: none"> 명세서의 기재 중심으로서 서면심사 엄격한 기재요건에 의해 기재불비로 인한 등록거절 사례가 많음 	<ul style="list-style-type: none"> 구별성, 균일성, 안정성 요건은 재배심사(DUS Test)에 의한 신규성, 고유의 품종명칭은 서류심사
효력범위	<ul style="list-style-type: none"> 청구범위에 따른 (생산, 사용, 양도, 대여, 수입, 수출, 대여의 청약) 	<ul style="list-style-type: none"> 법이 정한 권리(종식, 생산, 조제, 양도, 대여, 수출, 수입, 양도/대여의 청약)
효력제한	<ul style="list-style-type: none"> 실험, 연구 	<ul style="list-style-type: none"> 실험, 연구, 육종재료, 자가채종
심판제도	<ul style="list-style-type: none"> 특허청의 특허심판원이 관장 심결에 대한 불복은 모두 특허법원의 전속관할 	<ul style="list-style-type: none"> 농림수산부의 품종보호심판위원회에서 관장
공개정보검색	<ul style="list-style-type: none"> 키프리스에서 검색 (http://www.kipris.or.kr/) 	<ul style="list-style-type: none"> 국립종자원에서 검색 국립신림품종관리센터에서 검색

한얼국제특허사무소

특허법과 종자산업법의 비교

	특허법	종자산업법
신규성	<ul style="list-style-type: none"> ● 신규식물이 특허출원 전에 공지 또는 공연실시되지 않은 것을 의미 ● 자기 공지 또는 의사의 반하는 공지의 경우 신규성 상실의 예외 주장가능기간이 1년(2012년 개정법)임. 	<ul style="list-style-type: none"> ● 신규성이 상업적 미판매성을 의미 ● 유예기간도 1년 내지 4년으로서 특허법에 비하여 장기임 ● 지정 당시 이미 알려진 품종의 경우 공지시 기 불문하고 신규성 요건 구비 간주함
진보성, 구별성	<ul style="list-style-type: none"> ● 진보성은 신규식물의 특성이 그 신규 식물이 속하는 종의 공지식물이 갖는 형질과 명확하게 구별될 뿐만 아니라, 공지 의 식물로부터 쉽게 도출할 수 없는 것 ● 따라서, 공지식물과 명확히 구별되나 산업적 유용성이 인정되지 않으면 진보성 부정 	<ul style="list-style-type: none"> ● 구별성은 일반인에게 알려져 있는 품종과 1 이상의 명확하게 구별되는 식물학적 특성이 있는 것 ● 각별한 유용성이 있는지 여부는 요구되지 않음
균일성, 안정성, 품종명칭	<ul style="list-style-type: none"> ● 특허요건이 아니므로 특성이 변하는 경우라 하더라도 기술적 과제해결위해 유용성이 인정되면 특허 가능 ● 그러나 형질이 고정되지 않아 균일성과 안정성이 문제된다면, 반복재현성 결여에 의한 발명의 성립성 또는 산업상 이용가능성이 문제될 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ● 균일성은 식물의 본질적 특성이 번식방법 상 예상되는 변이를 고려한 상태에서 충분히 균일한 경우를 의미 ● 안정성은 반복적 증식 후에도 본질적 특성이 유지되는 것을 의미 ● 1개의 고유한 품종명칭을 가져야 함

한얼국제특허사무소

4 신규식물 품종에 대한 각국에서의 보호

- 유럽 (EPO)
- 미국
- 일본
- 중국

한얼국제특허사무소

유럽에서의 품종보호제도

EU의 식물신품종 보호제도

- 1) 1994년 EU규정에 의해 설립, 27개 EU국가에 효력미침
- 2) 독립기구로서 유럽연합 품종보호사무소(CPVO) 운영
- 3) 보호대상 - 모든 식물의 속/종이 대상작물로 지정
- 4) 보호기간 - 25년 (덩굴, 수목 및 감자는 30년)
출원공개시점으로부터 등록에 이르기까지 임시보호권 부여
- 5) 출원인 자격 - EU국가의 국민 또는 UPOV 회원국의 국민
이외의 경우에는 행정이사회의 결정에 따르도록 규정
- 6) 1회의 출원/절차/심사 및 결정으로 27개 EU 가입국에 대하여 1개의 권리로 통용됨
따라서, 육성자는 EU의 품종보호체계와 각국의 품종보호체계에 대한 선택권 가짐

보호대상 및 보호요건

- 1) 보호대상 - 모든 식물의 속/종이 대상작물로 지정 (약 800종 이상)
- 2) 보호요건 - 신규성, 구별성, 균일성, 안정성
고유한 품종명칭 (별도의 출원이 이루어짐)

한얼국제특허사무소

유럽에서의 품종보호제도

출원

- 1) CPVO에 직접 출원 또는 품종보호공보(Part B)에 명시된 각 회원국의 담당기관에 출원 (단, 국가기관을 거쳐 출원한 경우 CPVO에 직접 통지 필요)
- 출원일 및 선출원일(priority date)은 각 사무국에 최초 접수된 날로 함
- 2) 출원서, 품종특성기술서(TQ), 컬러사진 2부 첨부 필요
- 3) 모든 심사절차 완료 전까지 품종명칭 출원하여야 함
- 4) 출원공개는 격월로 발행되는 공보를 통해 공개됨

심사

- 1) 출원서 규정 준수여부 확인하고, 준수하지 못한 경우 "No-Form" 처리 및 통지
- 처리일로부터 2월 내에 보정되면 출원일 부여
- 2) 출원서류가 완비되고 수수료가 납부된 출원품종만이 품종보호공보에 공개됨
(이 때부터 임시보호권 부여)
- 3) CPVO의 행정위원회가 지정한 시험기관에서 재배시험 수행
(CPVO는 신뢰가능한 기관의 시험보고서 인용 가능)
- 4) 시험기관 선정 후, 통지에 따라 출원인은 시험기관에 종자시료 제출 필요
- 5) 시험 종료 후 최종 보고서 발행되며, 출원인은 2월 내 의견제출 가능
- 6) 시험기관에서 품종명칭 검토하며 거절이유가 없을 경우 공보에 공개됨
(이에 따른 이의제기는 출원 후 3월 이내에 가능)

한얼국제특허사무소

유럽에서의 품종보호제도

보호기간 및 효력

- 1) 보호기간 - 등록일로부터 25년 (단, 덩굴, 수목, 감자는 30년)
- 2) 효력범위
 - 품종보호권의 범위는 등록품종의 수확물에 대해서까지 효력이 미침
 - 등록품종의 증식 목적의 사용, 판매 목적의 공급, 유통 또는 판촉행위, EU 외로의 수출, EU내로의 수입, 상기 목적으로 한 저장 등에 대하여 효력이 미침
 - 다만, 개인 및 비상업적 목적의 사용, 실험 목적의 사용, 품종 육성을 위한 사용에 대해서는 효력이 제한됨

중복 보호의 금지

- 1) 한 품종에 대해 EU 품종보호권과 각국별 품종보호권을 동시에 보유할 수 없음
 - 2) EU 품종보호권은 특허권과 함께 사용할 수 없음
- ⇒ - EU 품종보호권을 보유한 품종은 EU 내 개별 국가에서 획득한 품종보호권이나 특허권은 효력이 없음
- 개별 국가 품종보호권이나 특허권을 이미 획득한 품종이 EU 품종보호권을 획득한 경우, EU 품종보호권의 보호기간동안 개별 국가의 품종보호권 및 특허권의 효력 중지됨

한얼국제특허사무소

유럽에서의 품종보호제도

출원서
제출

• CPVO 또는 각 국가기관을 통해 출원서 제출

출원서
검토

• 출원서 적합여부 검토 후, 이상이 없다면 CPVO는 출원품종의 재배시험을 수행기관에 위탁

재배
시험

• 출원품종의 구별성, 균일성, 안정성을 심사
• 통상 화훼류는 1년, 과수류는 6년 정도 소요

품종명칭
출원

• 재배시험 완료 전에 CPVO에 출원품종에 대한 명칭출원 해야 함

품종보호
권 부여

• 심사결과 적합성이 인정되면, EU 식물품종보호권이 부여됨

한얼국제특허사무소

미국에서의 품종보호제도

식물신품종 보호제도

- 1) 식물품종보호법에 의한 보호와 식물특허법에 의한 보호 가능
 - 유성번식식물, 괴경식물은 식물품종보호법(United States Plant Variety Protection Act: PVPA)에 의한 보호 가능 / 무성번식식물에 대해서는 특허법 중 식물특허(Plant Patent Act) 또는 일반특허(General Utility Patent)로 보호 가능
- 2) 품종보호제도는 출원하면 임시보호권이 발생되어 바로 실시 가능한 반면, 식물특허는 품종보호보다 권리가 강력하므로 양자 모두 출원하여 육성자의 권리 강화 가능

한얼국제특허사무소

미국에서의 품종보호제도

보호대상 및 보호요건

- 1) 식물품종보호법에 의한 보호
 - ① 보호대상: -유성번식/무성번식 식물품종 및 괴경, F1품종도 보호가능
-품종 뿐만 아니라, 보호품종에서 기본적으로 유래된 품종과 보호품종의 수확물도 보호가능
 - ② 보호요건: 구별성, 균일성, 안정성, 신규성
- 2) 식물특허법에 의한 보호
 - ① 보호대상: 재배되지 않은 상태에서 발견된 식물이나 괴경증식 식물을 제외한 무성번식식물
 - ② 보호요건: 균일성, 안정성, 신규성(출원일로부터 1년 이상 판매하지 않았거나 공개하지 않은 식물 또는 미국 내 공문화된 문서로 발표되지 않은 식물일 것), 구별성(재배조건이나 비료 수준 등과의 차이에서 나타나는 것은 인정하지 아니함)

한얼국제특허사무소

미국에서의 품종보호제도

출원

- 1) 식물품종보호법에 의한 보호
 - 품종명칭과 육성품종에 대한 설명서, 출원서, **3,000립의 종자 또는 감자나 괴경 식물의 경우 배양한 개체 시료**를 식물품종보호사무소(PVPO)에 제출
 - 설명서에 육성경과, 구별성 검정결과, 육성목표, 통계처리 내용 등 기재
- 2) 식물특허법에 의한 보호
 - 출원서와 공증서 작성 및 서명 후, 원본은 특허청(USPTO)에 제출하고 복사본은 USDA 농업연구부 농업과에 제출
 - 출원서가 일종의 명세서로서, 출원인 관련 내용 뿐만 아니라, 자세한 식물학적 특성과 구별성 사진 등이 첨부 되어야 함
 - 안정성 검정결과, 요약서, 사진 2장의 제출 필요

한얼국제특허사무소

미국에서의 품종보호제도

심사

- 1) 식물품종보호법에 의한 보호
 - 출원인이 제출한 출원서와 품종특성기술서를 가지고 심사
 - DUS 검정시, 출원품종과 기존품종 중 가장 유사한 대조품종과의 형태적, 생리적, 분자생물학적 특성을 기준으로 비교분석함
 - 주로 SNPs, SSRs, AFLPs, RAPDs 기법 사용
- 2) 식물특허법에 의한 보호
 - 출원인이 제출한 품종특성기술서(명세서) 등의 관련 서류를 중심으로 심사 (식물명칭, 요약서, 출원요약서, 명세서와 완성도 및 결과의 일치성, 출원품종의 신규성, 서류 내용의 명백성 등의 내용 심사)

한얼국제특허사무소

미국에서의 품종보호제도

보호기간 및 효력범위

1) 식물품종보호법에 의한 보호

- ① 보호기간 : 등록일로부터 20년 (단, 과수, 수목 등의 목본은 25년)
- ② 효력범위
 - 등록품종 뿐만 아니라, 그로부터 유래된 품종과 수확물도 보호됨
 - 다만, 개인 및 비상업적 목적의 사용, 자가채종의 경우, 연구 목적의 경우, 중개상에 의한 홍보 등에 대해서는 효력이 제한됨
- ③ 유럽과 달리 미국은 품종보호기간 동안 매년 납부하는 품종보호료 없음

2) 식물특허법에 의한 보호

- ① 보호기간 : 설정등록 후 출원일로부터 20년까지
- ② 효력범위
 - 특허 받은 식물의 생산 및 재배 등에 대하여 효력이 미치며, 다만, 연구 목적의 비상업적 사용 등에 대해서는 효력이 제한됨

한얼국제특허사무소

일본에서의 품종보호제도

일본의 품종보호제도

1) 특허법에 의한 보호

- 종래에는 기존의 식물품종을 생산 또는 재배하는 방법, 형질개량방법 등의 방법 발명만이 대상이었고, 신규식물 자체에 대한 발명성은 부정하는 견해가 지배적
- 1975년 10월, 식물신품종 심사기준 제정을 통해 신규식물도 특허대상에 포함시킴

2) 중요법에 의한 보호

- 종래에는 신품종 명칭만을 보호하였으나, 개정을 통해 신품종 보호
- 수확물단계의 육성자권 침해에 벌칙(2003년 개정), 육성자권의 효력을 가공품에 확대(2005년 개정), 육성자권 침해죄의 벌칙 강화 및 표지 적정화 조치(2007년 개정)

보호대상 및 보호요건

- 1) 보호대상 - 재배하는 모든 식물(종자식물, 양치류, 선대류, 다세포의 조류) 및 정령으로 지정되어 있는 버섯
- 2) 보호요건 - 특성조사요건(구별성, 균일성, 안정성), 명칭의 적절성, 미양도성 - 출원일로부터 1년 이전에 양도하지 않았을 것. 다만, 외국에서의 양도는 일본에의 출원일로부터 4년(목본성 식물은 6년) 이전에 양도하지 않을 것)

한얼국제특허사무소

일본에서의 품종보호제도

출원

1) 출원서 제출

- 농림수산대신에게 품종등록원(출원서)을 제출
- 출원품종의 특성 등을 기재한 설명서(특성표 포함), 식물체 사진 첨부
- 조건에 따라 종자나 증명서류 제출 필요
- 출원료는 출원서에 수입인지 첨부하여 납부

2) 출원공표(공개)

- 출원수리 후 즉시(보정명령 받은 경우 적절한 보정 후) 공표
- 농림수산성의 품종등록 홈페이지(<http://www.hinsyu.maff.go.jp/>)에서 확인

3) 가보호(임시보호)

- 출원공표부터 품종등록까지의 제3자의 생산 또는 양도 등에 대하여 이용료 상당액의 보상금 청구 가능
- 사전 서면경고 내지 이용자의 약의 입증 필요함

한얼국제특허사무소

일본에서의 품종보호제도

심사

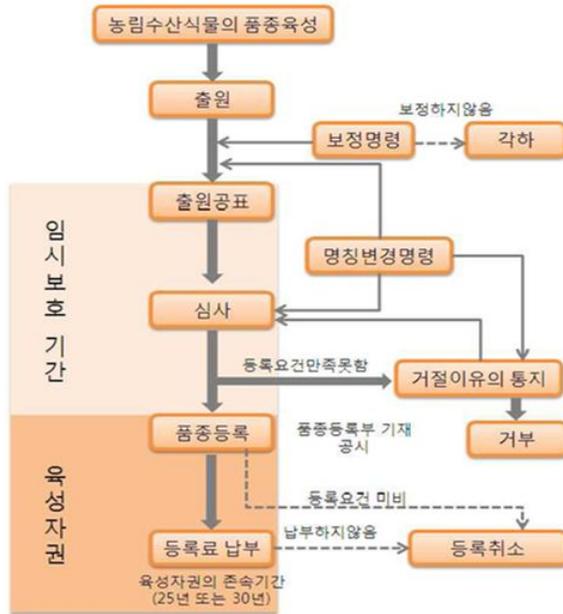
- 출원공표 후 특성심사(DUS), 명칭의 적절성, 미양도성 위주로 심사
- 특성심사는 재배시험, 현지조사, 자료조사로 구성
- 심사협력에 입각하여 동맹국에서 실시한 심사결과 보고서 및 출원인이 실시한 상세한 조사보고서 등의 자료조사가 가능한 경우에는 재배시험 및 현지조사 하지 않음
- 품종명칭 심사는 '출원 직후'와 '등록 직전' 두 차례에 걸쳐 이루어짐
- 미양도성의 심사 : ① 국내에서 출원일로부터 1년이 지나기 전과 외국에서 출원일로부터 4년(목본식물은 6년)이 지나기 전에 각각 업으로서 양도받은 것인가, ② 시험 및 연구를 위해서 또는 육성자의 뜻에 반하여 양도된 것인가를 심사

보호기간 및 효력범위

- 1) 보호기간: 등록일로부터 25년(단, 과수, 임목, 관상수 등의 목본식물은 30년)
(다만, 품종등록 후에 식물체의 특성이 유지되지 않을 경우 품종등록 취소됨)
- 2) 효력범위
 - ① 등록품종(등록품종과 명확히 구별되지 않는 품종 포함)의 종묘, 수확물 및 일정 가공품 뿐만 아니라, 증속품종과 교잡품종에 대하여도 효력이 미침
 - ② 종묘의 생산, 조제, 양도신청, 양도, 수출, 수입, 보관 등에까지 효력이 미침
 - ③ 다만, 신품종의 육성, 그 외의 연구를 위한 이용과 농업인의 자가증식의 경우, 권리소진된 경우에는 효력이 제한됨

한얼국제특허사무소

일본에서의 품종보호제도



한얼국제특허사무소

중국에서의 품종보호제도

중국의 품종보호제도

- 1) 전리법에 의한 보호
 - 농업기술의 낙후성을 감안하여 정책적으로 신규식물 품종을 특허의 대상에서 제외
 - 식물의 생산방법에 대해서만 특허를 부여
- 2) 중화인민공화국중자법(이하 중자법)에 의한 보호
 - 1997년 식물신품종보호 조례를 제정하면서, 초본류는 농업부에서, 임목은 임업국에서 지정한 품종에 대하여 별도 보호

보호대상 및 보호요건

- 1) 보호대상 - 국가식물품종보호목록에 속하는 식물의 속 또는 종
 - ① 농업부문 대상작물 - 식량, 면화, 유류, 마류, 당류, 채소(수박, 참외 포함), 담배, 뽕나무, 차, 과수(견과류 제외), 관상식물(목본 제외), 잔디류, 녹비작물, 초본약재 등의 식물과 고무나무 등의 열대작물의 신품종 및 식용균류
 - ② 임업부문 대상작물 - 임목, 대나무, 목본 관상식물(목본 화훼 포함), 과수(견과류 포함), 목본유류·음료·조미료 식물, 목본약재 등
- 2) 보호요건 - 구별성, 균일성, 안정성, 품종명칭
신규성(신정일 전 판매된 적이 없거나 중국 내에서 1년 이상 판매되지 않은 것일 것)

한얼국제특허사무소

중국에서의 품종보호제도

출원

- 농업부 또는 임업국 식물신품종보호사무실에 출원서 제출
- 출원서, 설명서, 품종사진을 각각 2부씩 제출하며, 출원서와 설명서의 전자파일도 제출하여야 함
- 출원서와 동시에 또는 출원일로부터 1월 이내에 출원료 납부하여야 하며, 미납 또는 부족의 경우 출원이 철회간주됨
- 품종보호사무실이 통지한 날로부터 3월 이내에 번식재료 제출
- 중국 내 거주하지 않거나 중국 내 상주하는 사무소가 없는 외국인 등은 반드시 대리기구를 통해 절차를 위탁대리 하여야 함

심사

- 예비심사와 실질심사의 2단계 심사과정을 거침
- 출원공개 전, 출원서류 기재내용을 바탕으로 예비심사 수행 : 식물품종보호대상 여부, 외국인의 위탁대리 여부, 신규성 규정 부합 여부, 품종명칭 적합여부 등
- 예비심사 기간동안 보정명령, 품종명칭 변경명령에 따른 조치 가능
- 예비심사 합격 후, 심사로 납부후 실질심사 수행
- 실질심사는 서류심사, 현지심사, 재배심사로 이루어짐
- 지정 기한 내 의견 진술 또는 보정 가능

한얼국제특허사무소

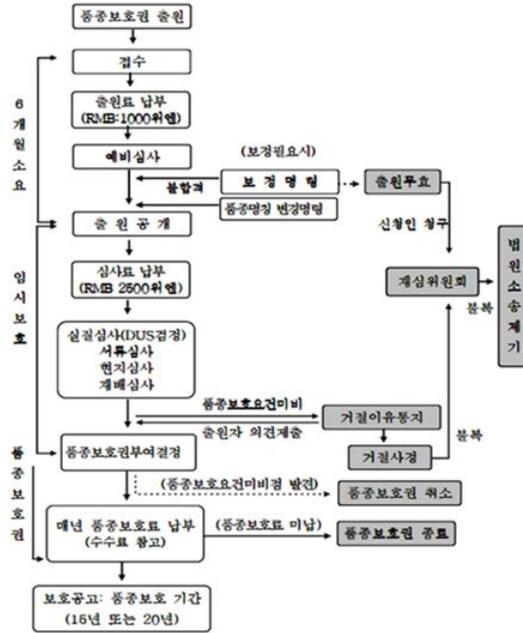
중국에서의 품종보호제도

보호기간 및 효력범위

- 1) 보호기간: 등록일로부터 15년(단, 덩굴,산림,과수 및 관상식물은 20년)
- 2) 효력범위
 - ① 등록품종의 번식재료의 상업적 목적의 생산 또는 판매 또는 다른 품종의 번식재료의 생산에의 반복 사용행위 등에 대하여 효력이 미침
 - ② 다만, 과학연구활동 및 육종에 이용할 경우, 등록품종의 번식재료를 농민이 자가 번식, 자가이용을 목적으로 사용하는 경우에는 효력이 제한됨

한얼국제특허사무소

중국에서의 품종보호제도



한얼국제특허사무소

5 결론

한얼국제특허사무소

결론

❖ 이중적 보호체제의 강점 - 육성자의 권한 강화

1) 종자산업법에 의한 보호

- 대상작물이 전작물로 확대 지정되어 넓은 분야에 속하는 식물까지 보호 가능한 반면, 표현형(phenotype)으로 심사하므로 유전자 물질 자체의 발명이나 육종 및 증식방법에 대한 권리 보호 어려움

2) 특허법에 의한 보호

- 넓은 권리범위 형성이 가능하며, 물건/방법발명의 보호까지 가능하나, 자가채종을 권리보호의 예외범위로 두고 있지 않아 종자특허의 과도한 독점 문제 발생

❖ 그럼에도 이른바 '삼추사건'과 같은 이중적 보호체제의 운영에 따른 문제점에 대한 대응책 필요

- 우선권주장 인정, 변경출원의 인정 등