

최 종 보 고 서

편집순서 1 (겉표지)

<p>(뒷면)</p> <div data-bbox="183 1444 391 1556" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>주 의 (편집순서 6)</p> </div> <p style="text-align: center;">(15 포인트 고딕계열)</p> <p style="text-align: center;">↑ 6cm ↓</p>	<p>과 제 번 호 : 2012001- 1 G o l d e n S e e d 프 로 젝 트 품 목 별 상 세 기 획 보 고 서 (벼) 농 립 수 산 식 품 부 농 촌 진 흥 청 산 림 청 ↑ 3cm ↓</p>	<div data-bbox="598 504 893 593" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center;">발간등록번호</p> <p style="text-align: center;">11-1543000-000005-01</p> </div> <p style="text-align: right;">(앞면)</p> <p>보안과제(), 일반과제(○) 과제번호 : 2012001-1 5cm</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Golden Seed 프로젝트 품목별 상세기획 보고서(벼) 과제명 : 수출용 벼 종자개발 세부연구계획서 수립을 위한 상세 기획 (18포인트, 고딕계열)</p> <p style="text-align: center;">국립식량과학원 벼맥류부 (17 포인트 명조계열)</p> <p style="text-align: center;">↑ 9cm ↓</p> <p style="text-align: center;">농 립 수 산 식 품 부· 농 촌 진 흥 청· 산 립 청 (17포인트 명조계열)</p> <p style="text-align: center;">↑ 4cm ↓</p>
--	--	--

제 출 문

농림수산식품부장관 · 농촌진흥청장 · 산림청장 귀하

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

2013 년 4 월 15 일

주관연구기관명 : 국립식량과학원 벼맥류부

주관연구책임자 : 김 보 경

세부연구책임자 : 식량원 벼맥류부 김보경

연 구 원 : 조 영 찬

연 구 원 : 최 임 수

연 구 원 : 이 점 호

연 구 원 : 정 응 기

연 구 원 : 강 경 호

연 구 원 : 송 유 천

연 구 원 : 박 동 수

연 구 원 : 김 연 규

협동연구기관명 : 한국종자포럼(사)

협동연구책임자 : 황 흥 구

연 구 원 : 문 현 팔

연 구 원 : 김 홍 열

연 구 원 : 배 경 득

협동연구기관명 : 농우바이오(주)

협동연구책임자 : 양 승 균

연 구 원 : 오 창 식

연 구 원 : 조 유 현

연 구 원 : 안 정 탁

Golden Seed 프로젝트
품목별 상세기획 보고서

국립식량과학원 벼맥류부
김 보 경

벼 품목 상세기획보고서

과제명	국문	수출용 벼 종자개발 세부 연구 계획 수립을 위한 상세계획		
	영문	Research Plan Detailed to Develop Rice Variety for Export		
주관 연구책임자	성명(한문)	김 보 경 (金 補 經)	전화번호	
	과학기술인번호		팩스번호	
	E-mail	kimbk@korea.kr	휴 대 폰	
주관기관	기관명	국립식량과학원 벼맥류부	기관구분	산(), 학(), 연(O)
	담당 부서명	벼육종재배과	담 당 자	김보경
	주소	전북 익산시 송학동 평동로 457		
총협약기간	2012 . 10. 9. ~ 2013. 3. 8. (5 개월)			
상세계획 연구비				

Golden Seed 프로젝트 사업단의 품목별 상세계획보고서를 붙임과 같이 제출합니다.

붙 임 : Golden Seed 프로젝트 사업단 상세계획보고서 1부.

2013 년 4 월 15 일

주관연구책임자 : 김 보 경 (서명인)

주관연구기관장 : 국립식량과학원 장



농림수산식품부장관·농진청장·산림청장
농림수산식품기술기획평가원장 귀하

<요 약 문>

제1장. 개 요

1. 상세기획 내용

가) 상세기획의 최종목표 및 주요 내용

- 최종 목표
 - 벼 종자 수출을 위한 수출 대상지역(국가)별 품종개발 추진 및 마케팅 전략 수립
- 주요 연구내용
 - 벼 종자 수출 목표지역 선정 및 지역(국가)별 접근 전략 상세계획 수립
 - 벼 종자 수출 대상지역(국가)별 육종전략 상세계획 수립
 - 벼 종자수출 대상지역(국가)별 종자생산 및 수출 마케팅 상세계획 수립

나) 상세기획 과제별 연구개발의 목표 및 내용

□ 지역(국가)별 수출용 벼 품종개발 전략 수립

- 연구개발 목표 : 수출 대상지역(국가)의 재배생태형별 안정 다수성 품종 개발
- 연구개발 내용
 - 유전자원 수집·평가, 유용자원 선발 이용 및 품종개발 기술 전략 수립
 - 품종 조기개발을 위한 육종기술 활용 전략 : 형질 조기고정 기술, 육종연한단축 기술 등
 - 종자생산 효율증대를 위한 기술 전략 및 대상지역(국가) 연구기관과 협력체계 구축 방안
 - 품종육성 연구진 구성 방안

□ 벼 종자수출 대상지역 선정 및 종자생산 협력체계 구축 전략수립

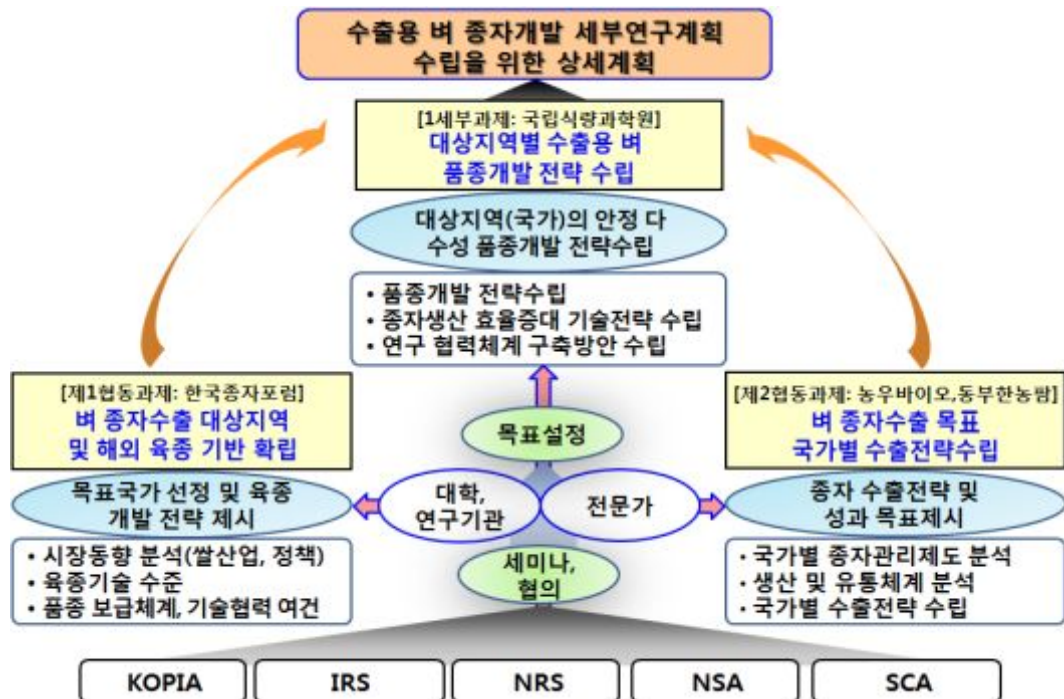
- 연구개발 목표 : 대상지역(국가) 선정 및 재배생태형별 적응품종 개발방향 제시
- 연구개발 내용
 - 지역(국가)별 쌀 수급 현황 및 사회, 경제, 정책 현황 등 동향 분석
 - 지역(국가)별 벼 품종개발 현황 및 육종기술 수준 분석
 - 지역(국가)별 벼 종자생산 현황 및 보급 체계 분석
 - 대상지역(국가)별 기술협력체계 구축 및 현지 육종전진기지 설치 여건 분석 등

□ 벼 종자수출 대상지역(국가)별 수출전략 수립

- 연구개발 목표 : 수출대상 지역(국가)별 종자생산 및 수출 마케팅 상세전략 수립
- 연구개발 내용
 - 대상지역(국가)별 식량 소비형태 및 쌀의 경제사회적 위치 분석
 - 쌀의 소비자 선호도 및 시장성 분석
 - 대상지역(국가)의 품종등록 및 종자생산의 정책, 제도적 분석 : 품종등록 및 검역 등
 - 종자 시장진출을 위한 인프라 분석
 - 시장 확대 전략 및 단계별 수출(판매)목표 제시

2. 추진체계 및 추진전략

□ 추진 체계



□ 추진 협력 기관

- 국내협력기관 : 국립식량과학원, 대학, 민간 연구기관, 종자회사
- 국외협력기관 : 잠재 수출대상지역(국가)에 대한 현지출장, KOPIA 센터, 국가연구기관(NARS), 국제연구기관(IRRI, AfricaRice Center)과 협력 추진

□ 과제별 추진 방법

○ 제1세부 과제

- 대상지역(국가)별 재배생태형 선정과 품종육성 전략 수립
- 수출용 벼 품종개발을 위한 연구진 구성 및 국내외 협력 추진체계 구축

○ 제1협동 과제 : 단계별 추진내용 및 방법

- 1차 : 정보수집(문헌, 보고서 등) 및 현지조사 (KOPIA 센터, 현지 연구기관 협조)
- 2차 : 품종개발 대상지역 선정
- 3차 : 대상지별 품종개발 방향제시 및 육종기반확립 계획 수립

○ 제2협동 과제

- 해외 시장개발에 경험과 지식을 갖춘 전문가를 단기적으로 고용하여 최적 시장전략 수립
- 각국 벼 종자 생산, 가공 및 유통 체계, Infra 분석을 통한 현장성 있는 수출 전략 수립
- 세부, 협력과제의 정보를 활용한 품종육성 및 수출 목표달성을 위한 인적자원 pool 구축

제2장. 국내외 동향 및 환경 분석

1. 국내외 시장 · 기술 · 정책현황 분석

<국내외 시장현황 및 전망>

1) 국내 시장 현황 및 전망

- 우리나라 종자시장의 규모는 약 5,810억원으로 추정되며 이는 전 세계 종자시장 규모의 약 1.1% 수준임
- 국내 식량작물(벼, 보리, 콩, 감자 등)의 종자생산 및 보급은 정부주도로 이루어지고 식량작물 종자 생산액은 830억원이며 이중 벼가 530억 규모임.
- 식량작물의 종자수출은 감자 종자를 2009년 24만불 수출하였고 수입은 옥수수 종자를 미국에서 매년 120~200만불 정도 수입하고 있음
- 우리나라는 중앙정부 주도의 식량작물 종자사업이 이루어지고 있으나 보급종 생산 판매의 지방정부 및 민간기업에게 이양을 추진하고 있음
 - 이양계획 : 감자, 옥수수 2011년, 콩, 보리 2012년, 벼 2014년
- 그러나 민간 이양시 공급가격의 현실화로 종자가격이 상승하여 농민부담이 늘어나고 종자 가공시설, 육종인력 확보 및 민간 시장형성 등의 어려움이 있음
- 그러므로 민간 종자회사의 국내 벼 종자시장 참여는 수익창출이 불투명하여 시간이 소요될 것이나 공공기관 및 농민단체의 참여는 점차 확대될 것으로 전망됨.

2) 국외 시장현황 및 전망

- 세계 벼 종자 소요량(FAO)은 2000년 16.25백만톤에서 2010년 16.75톤으로 완만하게 증가하고 있음(FAO 추정에 의하면 동남아는 생산량의 약 2%가 종자로 사용)
- 일대잡종 벼 재배 국가는 중국(18,000천ha), 인도(1,980), 베트남(606), 방글라데시(500), 필리핀(193), 인도네시아(190) 등 임
- 다국적 종자회사는 기후변화 관련 유전자 개발과 일대잡종 품종개발 연구를 집중적으로 추진하고 있으며, 일대잡종 종자판매회사는 Bayer(인도), Syngenta(필리핀, 인도네시아, 인도, 베트남, 방글라데시), Pioneer(필리핀, 인도네시아), Bellseed(인도), Monsanto(소규모로 각국 배치) 등이 있으며 품종 개발 후 종자생산하기까지 2~5년이 소요됨
- 세계 농작물(filed crop) 종자시장 규모는 2010년 291억 불이며, 연평균 4.7%씩 성장하여 2025년에는 585억 불에 달할 것으로 전망되며 벼는 전체시장의 12% 정도임
- 미얀마와 캄보디아를 제외한 아시아 국가들의 벼 재배가능 지역은 대부분이 논으로 개발되어 이용되고 있으므로 재배면적 증가에 의한 종자량의 증가는 적을 것임
- 흑해연안 국가는 쌀 생산정책 의지가 높아 재배면적이 확대되고 있으며 기계화 직파재배 형태로 보급종 종자를 사용하므로 종자시장규모가 확대될 가능성이 클 것으로 전망됨

- 일대잡종 벼 재배면적은 2007년 19.7백만ha에서 2011년 21.7백만ha로 증가하는 추세임.
- 인도에서 재배되는 중국의 일대잡종 품종은 품질이 낮아 고품질 일대잡종 품종의 요구도가 높고, 남부지역에서는 장립종 보다는 중립종을 선호하고, 일부지역은 향미를 선호하지 않는 등 지역별로 선호도가 달라 이를 반영한 품종개발이 필요함

표1. 아시아 주요 국가별 일대잡종 벼 생산현황(2010)

국가	재배면적(천ha)	생산성(톤/ha)	생산량(천톤)	종자량(톤)
중국	18,000	9.0*	160,200*	450,000
인도	1,980	6.0*	11,880*	49,500
베트남	606	6.8	4,859	15,140
방글라데시	500	8.8	4,430	12,500
필리핀	193	6.1	1,178	4,800
인도네시아	190	7.4	1,400	4,730

주) 1. The 6th International Hybrid Rice Symposium(2012).

2. 종자량은 25kg/ha

3. *는 추정치

표2. 중국의 동남아 국가별 일대잡종 종자 수출량(단위 : 톤)

국가명	2010년	2012년
베트남	18,000	14,000
방글라데시	11,000	8,000
인도네시아	7,500	8,000
파키스탄	3,500	6,000
계	40,000	36,000

표 3. 국가별 벼 일대잡종 종자 생산성

국가	종자생산성(톤/ha)	국가	종자생산성(톤/ha)
중국	2.0~4.2	인도네시아	0.7~3.9
인도	1.5~2.5	방글라데시	1.8~2.5
베트남	1.5~3.0	필리핀	-

*The 6th International Hybrid Rice Symposium(2012).

2. 기술수준 및 연구개발 인프라 분석

- 벼 종자사업을 위한 기술은 유전자원 확보 및 정보관리, 특성검정시설, 세대축진용 조직배양실, 분자육종실험실 등과 같은 육종기반 기술과 전통육종, 일대잡종육종 등의 육종기술과 종자전염병 방제기술, 종자순도검정, 종자소독 등의 채종기술로 구분됨
- 국내 벼 육종진은 인디카 품종과 자포니카 품종 육종기술을 가진 국가로 광 이용효율증진 및 도복에 강한 단간직립초형개발을 통한 다수성 육종을 포함한 저항성 육종, 품질육종 분야에 기술적 우위를 점하고 있음
- 동남아는 국내에 비해 전반적인 육종기반시설 확보 및 활용성이 떨어지고 육종방법의 적용이나 실험실을 활용하는 육종기술도 낮은 편임
- 유럽은 맥류육종의 경험이 있고 실험실이나 병해충 검정시설 및 온실 등 기반 시설도 갖추고 있고 농기계의 활용성은 높은 편임
- 벼 일대잡종 품종개발 기술 수준은 중국을 제외하면 약 15년 내외의 연구를 추진하고 있어 아직 초기단계라 할 수 있으며, 최근 민간기업체에서 연구가 활발히 추진되고 기술이 크게 발전하고 있으나, 종자채종 문제에 직면하여 재배면적이 확대되지 못하는 실정임. 따라서 중국을 비롯한 각국에서는 잡종종자를 1회만 생산해도 되는 2계통 육종기술을 적극 개발하고 있음.

표 4. 국내의 기술수준 및 연구개발 인프라 분석

구 분	분 야	기술수준		
		국내	동남아	유럽
육종기반시설	유전자원 확보 및 정보관리	◎	○	△
	특성검정시설	◎	△ ~ ○	△
	농기계 및 장비 활용성	◎	△ ~ ◎	◎
	인공교배 및 세대축진 시설	◎	○	○
육종기술	전통육종	◎	○	△
	병해충 및 재해저항성 육종	●	△ ~ ○	△
	반수체육종	◎	○	○
	품질육종	◎	△ ~ ○	●
	중간잡종육종	●	△	△
	일대잡종	△	△ ~ ○	△
종자생산기술	종자감염 병해충 검정	◎	○	△
	종자품질 및 순도검정	◎	○	○
	약제처리 및 가공기술	◎	○	○

3. 주요 이슈 및 전략 방향

가. 주요 이슈

- 국내 벼 품종개발은 국가기관인 농촌진흥청에서 이루어져왔으나, 최근에 일부 대학 및 민간 육종가가 개발한 품종이 등록되고 있음
- 국내 육성 품종들의 해외 적응성시험은 통일형 품종을 위주로 KOICA, KOPIA 사업을 통해 이루어지고 있으나 종합적인 분석과 검토가 이루어지지 않았음
- 다양한 생태형의 해외지역 적응 품종을 개발함으로써 육종목표와 대상형질을 다변화하여 육종기술의 발전과 유전자원 확보를 추진할 수 있음
- 일대잡종 품종 재배 국가들의 공통적인 문제점은 품질저하, 병해충 복합저항성 결여, 비싼 종자가격으로 농가소득이 줄어 일부 지역은 재배면적이 감소하고 있음

표 5. 국가별 벼 일대잡종 재배의 문제점

국가	일대잡종 품종의 문제점
중국	품질저하, 병해충 복합저항성 결여, 시장가격 하락, 종자가격 상승
인도	장간, 생육기간 김, 잡종강세 낮음, 병해충 복합저항성 결여, 품질 낮음
인도네시아	병해충 복합저항성 결여, 종자가격 상승, 기후변화로 종자생산 불안정
베트남	쌀 품질저하, 병해충 복합저항성 결여, 생육기간 길음
방글라데시	흰잎마름병 및 염해 저항성 결여, 종자가격 상승, 아밀로즈 함량 낮음
필리핀	잡종강세 낮음, 병해충 복합저항성 결여, 품질 및 완전미 수율 낮음

나. 전략 방향

- 해외적응 벼 품종개발은 종자판매용과 정부의 공적원조사업으로도 지원 가능한 2개 트랙으로 추진하며 방향은 일대잡종 품종과 자식성 품종을 구분하여 프로젝트를 수립함
- 품종개발 대상지역은 동남아시아와 서남아시아국가가 위치한 열대아시아지역과 유럽지역을 목표로 흑해연안 지역을 대상으로 선정하고 대상 국가는 동남아는 향후 종자수요가 늘어날 것으로 전망되는 미얀마, 캄보디아, 베트남을, 서남아는 인도, 방글라데시를, 유럽은 터키와 루마니아를 대상으로 추진하고 육종목표는 지역별 재배안전성 증진과 수량성향상을 목표로 하고, 특히 도정수율 향상을 통한 품질개선으로 차별화를 기함
- 현지육종은 해당국의 연구기관이나 대학 등을 주 협력기관으로 하고 국제미작연구소등 국제기관과 유전자원 교환, 특성검정, 국제연락시험 등 양방향 협력체계를 구축토록 함
- 현지육종 해당국가의 국내 기관 파견사무소(KOPIA, KOICA)와 농진청 연구 네트워크(AFACHI 등)을 통한 업무지원 및 정보교환 등 협력체계 구축

표 6. 목표지역별 육성품종 및 대상형질

대상지역	생태형	품종형	재배형태	대상형질
동남, 서남아시아	열대	인디카, 통일형	이앙	도정수율향상, 고온해, 바이러스, 한발, 멸구류
유럽	온대	통일형, 자포니카	기계화 직파	미질(중대립), 냉해, 도열병, 저온 발아성,

제3장. 목표 설정 및 프로젝트 도출

1. 목표설정

가. 최종 목표

□ 수출용 일대잡종 벼품종 개발 : 3품종 출원

- 인디카형 : 서남아시아 적응 장립형 1품종, 동남아시아 적응 중장립형 1품종
- 인디카/자포니카 중간형 : 동남아시아 지역 대상 1품종
- 잡종강세 육종 효율증진과 재배안정성 확충을 위한 분자육종체계
- 품종육성기반 및 생물검정 기반 확립

□ 수출용 중·장립형 다수성 벼품종 개발 : 6품종 출원

- 지중해와 흑해연안 국가 적응 중장립 품종 2품종
- 동남아시아 지역적응 2품종, 서남아시아 지역적응 2품종
- 자식계 품종 재배안정성 확충을 위한 분자육종체계 및 생물검정 기반 확립
- 병해충 및 재해에 대한 생물검정 체계 구축

□ 수출용 벼 종자생산 보급체계 구축

- 품종등록 및 종자수출
 - 국내 2품종, 국외 8품종 이상 품종 등록
 - 종자수출 : 현지 생산종자 판매액 기준 500만불 수출 달성(2021년)
- 고순도 일대잡종 벼 종자생산 기술 및 기반 구축
 - 일대잡종 종자생산 : 2~2.5ton/ha, 종자순도 : 97% 이상
 - 자식계 품종 종자대량생산 체계 기반 확립
- 수출용 벼종자 상품화 기술개발 및 마케팅 기반 구축

나. 연차별 목표 및 단계별 목표

프로젝트		1단계 (2013 ~ 2016)				2단계 (2017 ~ 2021)					최종목표
프로젝트	세부프로젝트	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표
수출용 일대잡종 벼품종 개발	열대 아시아 지역 수출용 일대잡종 벼품종 개발	인디카형				<ul style="list-style-type: none"> 수출용 벼품종 국내외 출원 각 2품종 이상 우량계통(지역정시험) 육성 10계통 이상 - 2018년 이후 매년 2계통 이상 - 통상실시 2건 유전자원 수집 평가 : 년 50점 이상 F1 조합 육성 : 50조합/년 이상 기초결과 논문게재 : 일반 1편 지역적응성 검정 시험 기반 구축 : 2곳 					<ul style="list-style-type: none"> 일대잡종 3품종 개발 유전자원 확보 950종 논문 SCI 4편 특허 등록 3건 육종기반 확립 5곳 이상 생물검정 기반 6곳
		인디카/ 자포니카 중간형				<ul style="list-style-type: none"> 수출용 벼품종 국내외 출원 각 1품종 이상 우량계통(지역정시험) 육성 10계통 이상 - 2018년 이후 매년 2계통 이상 - 통상실시 1건 유전자원 수집 평가 : 년 20점 이상 F1 조합 육성 : 50조합/년 이상 기초결과 논문게재 : SCI 1, 일반 1편 지역적응성 검정 시험 기반 구축 : 2곳 					
	일대잡종 벼 육종효율 증진 분자육종 및 생물검정 체계 구축		<ul style="list-style-type: none"> 불임, 임성회복 및 광친화성 관련 유전자에 대한 분자표지 : 3개/년 이상 병해충, 재해저항성 관련 : 2개/년 이상 논문: 국내 SCI 1편, 일반 2편 분자표지 특허출원 : 국내 2건(16) 병해충, 재해 생물검정 기반구축 : 2곳 				<ul style="list-style-type: none"> 불임, 임성회복 및 광친화성 관련 유전자에 대한 분자표지 : 5개/년 이상 병해충, 재해저항성 관련 : 3개/년 이상 논문: 국내외 SCI 2편, 일반 3편 분자표지, 잡종강세 관련 특허 - 국내 출원 및 등록 각 3건 병해충, 재해 생물검정 기반구축 : 4곳 				
수출용 중·장립형 다수성 벼품종 개발	지중해 연안지역적응 조숙 중단립형 벼품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> 국내육성 기존품종 현지적응성 검정 및 선발 - 품종 출원 1품종 - 통상실시 : 1건 핵심 유전자원 도입-평가: 15점/년 이상 인공교배(F1) : 50조합/년 이상 계통육성: 1,000계통/년 이상 품종육성 기반 구축 : 1지역 				<ul style="list-style-type: none"> 육성품종 국내외 출원: 각 1품종 이상 우량계통(지역정시험) 육성 5계통 이상 - 2018년 이후 매년 1계통 이상 - 통상실시 : 1건 핵심 유전자원 도입-평가: 10점/년 이상 인공교배(F1) : 50조합/년 이상 계통육성: 2,000계통/년 이상 품종육성 기반 구축 : 2지역 기술지원(공적원조) : 1건 					<ul style="list-style-type: none"> 자식계 벼 품종개발 6개 - 아시아 4품종 유립 2품종 논문 SCI 3편 육종기반 4곳 이상 생물검정 기반 6곳
		아시아 열대지역 적응 중장립형 벼 품종 개발				<ul style="list-style-type: none"> 국내육성 기존품종 현지적응성 검정 및 선발 - 품종 출원 1품종 - 통상실시 : 1건 핵심 유전자원 도입-평가: 25점/년 이상 인공교배(F1) : 50조합/년 이상 계통육성: 1,500계통/년 이상 품종육성 기반 구축 : 2지역 기술지원(공적원조) : 1건 					
	수출용 벼 내재해성 유전자 분자표지 이용 및 생물검정 체계 구축		<ul style="list-style-type: none"> 대상지역 병해충, 재해 저항성 유전자/QTL 관련 분자표지 개발 2~3개/년 논문: 국내 SCI 1편, 국내일반 2편 분자표지 특허: 국내 출원 2건, 등록 1건 현지 생물검정 기반 구축 : 2곳 				<ul style="list-style-type: none"> 대상지역 병해충, 재해 저항성 유전자/QTL 관련 분자표지 개발 4개/년 논문: 국내외 SCI 2편, 국내일반 3편 분자표지 특허: 국내외 출원 각 2건, 등록 각 1건 이상 현지 생물검정 기반 구축 : 4곳 특허기술 이전 : 2건 				
수출용 벼 종자생산 및 보급체계 연구	수출용 벼 일대잡종 종자생산 기술개발 및 종자생산 기반 구축	<ul style="list-style-type: none"> 종자생산 기반 조성 및 종자 수출회사 생산기술 조사 일대잡종 벼종자 생산 예비시험 - 최적지, 시기, 재배법 				<ul style="list-style-type: none"> 종자생산 기반 구축 : 3곳 일대잡종벼 종자생산 기술 관련 - 일반 논문게재 1건, 국제특허 출원 1건 					<ul style="list-style-type: none"> 품종등록 10건 - 국내 2건 - 국외 8건 종자수출 500만달러 종자생산기반 구축 4곳
	수출대상 국가별 시장개척 및 상품화 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 대상국 선호 품종 특성 조사 소비자 선호 품종 및 소비형태 조사 벼 종자수출 대상지역 기반 조사 - 보급 품종, 생산 및 보급체계 민간회사 종자 시장 참여 현황 다국적 종자회사 마케팅 기술 판매용 종자 상품화 관련 기술 조사 - 저장, 소독, 포장, 보급 				<ul style="list-style-type: none"> 품종 등록 - 국내 2품종, 국외 8종 이상 종자수출 : 500만달러 이상 품종보호권 처분: 5건 이상 종자생산 기반 구축 : 4곳 종자 보관 및 마케팅 D/B 구축 2건 					

2. 프로젝트 구성

가. 후보과제 도출 배경 및 과정

□ 수출용 일대잡종 벼 품종 개발

- 인도, 방글라데시 등 대상 인디카형 일대잡종 품종 개발
 - 인디카형 벼는 세계적으로 가장 많이 재배되어 일대잡종 품종육성 효과가 매우 큼
- 베트남, 인도네시아 등 동남아시아 대상 인디카/자포니카 중간형 일대잡종 벼 개발
 - 인디카/자포니카 일대잡종 벼는 아밀로스 함량이 낮아 고부가가치 신규 시장형성이 가능함
- 저개발 국가에서는 일대잡종 종자생산을 통한 일자리 창출에 대한 효과도 커서 국가적 지원이 가능함.

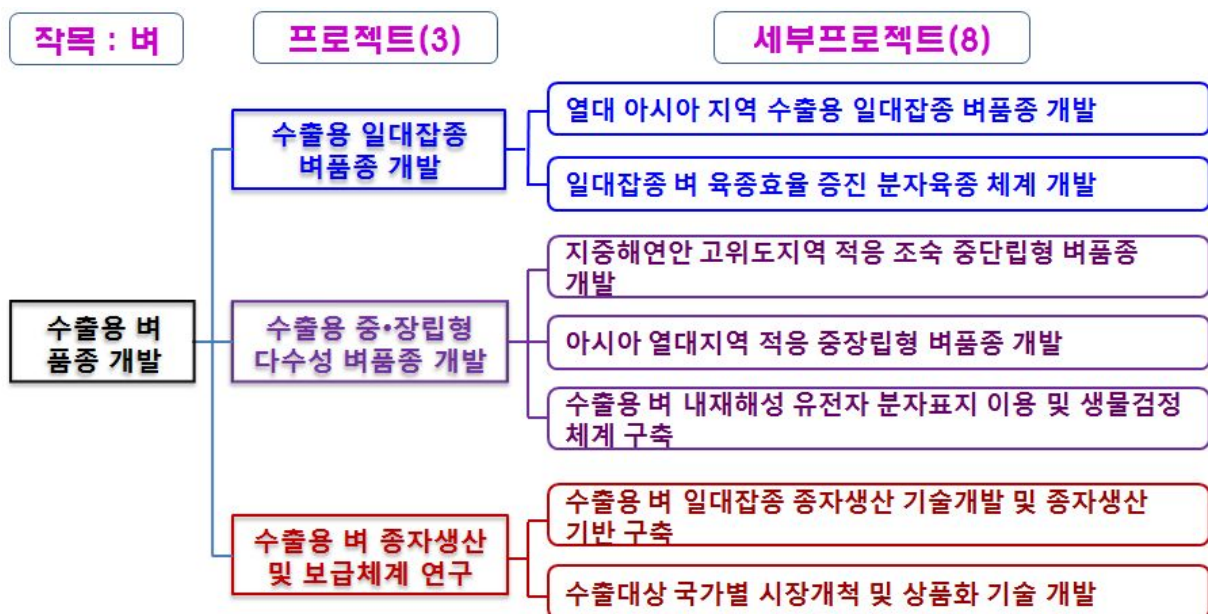
□ 수출용 중·장립형 다수성 벼품종 개발

- 아시아 열대지역은 대표적인 벼 생산지이며 동시에 소비처로 수출 및 원조용 벼 육성효과가 매우 높은 지역임
- 유럽 국가는 최근 쌀 소비가 늘어나는 추세로 신규 고부가가치 종자시장으로 육성될 가능성이 높음
 - 유럽 국가의 쌀 소비 형태는 Risotto, Paella, Pilaf, Pudding, Tart 등 다양하여, 품종 개발도 amylose 함량 등 품질관련 특성을 다양화할 수 있음

□ 수출용 벼 품종개발을 위한 분자유종 체계 구축

- 식물 검역의 강화로 국가간 유전자원의 이동, 병원균, 해충의 도입은 현실적으로 불가능하므로 국내에서 간접적으로 선발할 수 있는 분자유종체계 구축이 필수적임
- 유전자기반의 분자마커를 활용한 신속하고 정확한 간이검정 체계 구축을 통한 육종년한 단축 및 유용개체의 선발효율 증진이 필수적임

나. 프로젝트 구성



다. 프로젝트 간 연관관계

□ 프로젝트 1 및 2간 연계

- 수출용 일대잡종 벼 품종개발(프로젝트 1)과 수출용 중·장립형 다수성 벼품종 개발(프로젝트 2)은 일대잡종(hybrid) 및 자식계(inbrid) 품종육성 경험이 풍부한 국내 연구그룹이 수출 대상국(지역)별 현지에 품종육성 기반을 구축하여 품종을 육성함
- 프로젝트 1과 프로젝트 2가 공동으로 육성기반인 시험포장, 시설, 병해충 및 재해에 대한 저항성 검정 체계를 구축하고, 공동으로 활용하는 방안 모색
 - 수출 대상지역(국가)가 같을 경우 공동으로 유전자원 확보와 이용이 필요함
 - 수출대상 지역(국가)별 프로젝트간 공동 품종개발 기반 조성 및 생물검정 기반 조성으로 효율 증대 및 예산절감 등의 효과를 얻을 수 있음
- 각 프로젝트별 목적에 맞게 약배양 및 분자유종 체계를 확립하여 육성 기간을 최소화 하며 각 프로젝트간 관련기술을 공유함

□ 프로젝트 1 및 2에서 분자유종 및 생물검정 체계 구축 세부프로젝트

- 프로젝트 1의 제2세부프로젝트 “일대잡종 벼 육종효율 증진 분자유종 및 생물검정 체계 구축”과 프로젝트 2의 제3세부프로젝트 “수출용 벼 내재해성 유전자 분자표지 이용 및 생물검정 체계 구축”은 각각 품종개발 세부프로젝트의 육종 효율 증진과 생물검정을 통한 재배안정성 확충을 위한 지원과제임
 - 분자표지 개발은 실용화를 위해 기 정보를 활용하여 선발효율이 높은 MAS용 분자표지 개발이 최우선이며, 기초 연구는 목표 달성 후에 수행함

□ 프로젝트 1 및 2와 프로젝트 3과의 연계관계

- 프로젝트 3의 제1세부프로젝트 과제인 “벼 일대잡종 종자생산 기술개발 및 종자생산 기반 구축”은 일대잡종 벼 프로젝트 1과 긴밀한 상호연계가 필요함
 - 프로젝트 1의 “수출용 일대잡종 벼 품종개발”에서 육성된 일대잡종벼 육성계통 또는 품종을 활용하여 일대잡종 종자 생산 효율 증진 체계를 구축함
- 프로젝트 3의 제2세부 프로젝트는 프로젝트 1과 2에서 개발된 벼 품종에 대해 수출대상국별 종자수출을 위한 마케팅 기반을 구축함
 - 수출 대상 국가별 대량 종자생산, 수확 후 건조 및 소독, 가공, 보급체계 기반을 구축과 프로젝트 1과 2에서 육성된 우량 품종을 수출 대상 국가별 벼 품종등록과 판매를 위한 시장개척 및 상품화 기술 개발을 수행함

제4장. 품목별 추진체계 및 추진전략

1. 연구 추진체계

□ 연구개발 목표

- 육종기술과 기반이 빈약하고 수량성이 낮은 국가, 벼 재배면적과 쌀 소비량이 많거나 추후 증가가 예상되는 국가를 대상으로 고위도 지역 조숙 중단립종, 열대지역 적응 장립종 벼 품종을 개발하고 대상 지역 병해충 및 내재해성 유용 유전자원 확보를 목표로 함.

□ 단계별 목표

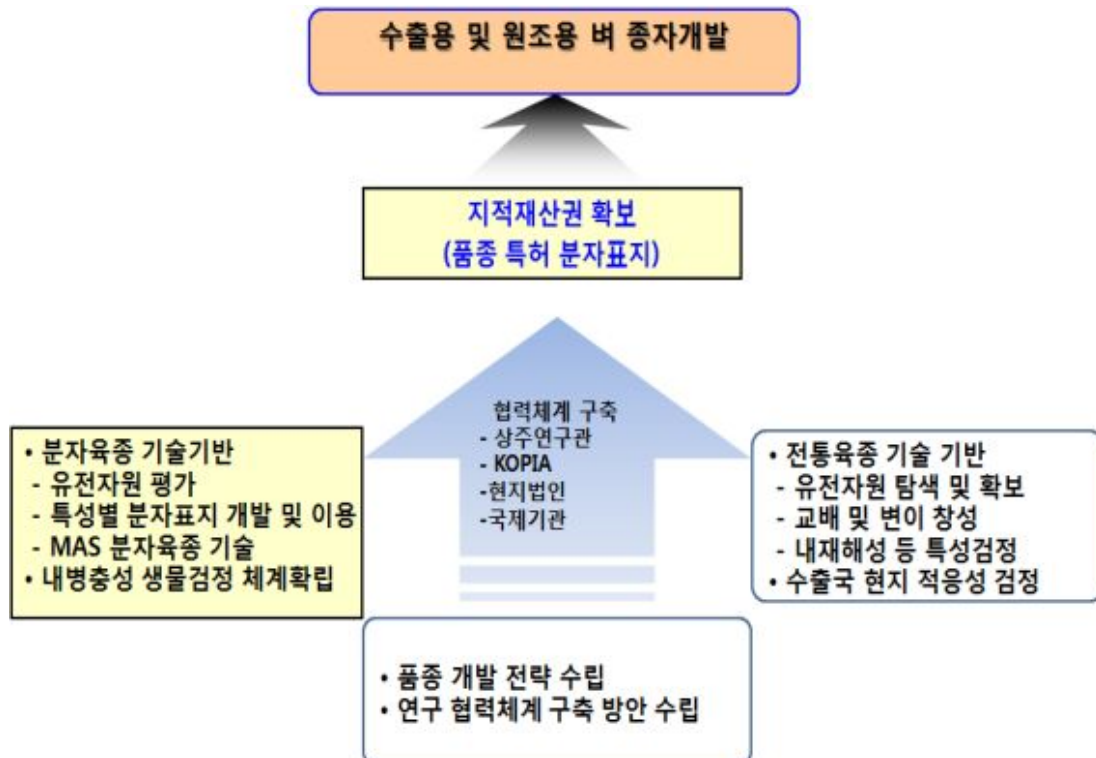
○ 1단계 (2013 - 2016)

- 벼 육종소재 확보, 변이 검정 및 집단 육성
- 복합저항성 및 내재해성 검정체계 확립 및 평가
- 기능성/복합저항성/내재해성 고세대 계통 육성 : 분자표지 선발 등
- 복합저항성/내재해성 유전자 분자표지 개발 및 생물검정 체계 구축 : SSR, SNP 등

○ 2단계 (2017 - 2021)

- 고정품종 개발 및 종자 증식
- 복합저항성/내재해성 유전자 분자표지 개발 및 생물검정 체계 구축
- 해외 현지 육종기반 확보 및 목표 지역 품종 등록 및 국제협력 체계 구축

2. 연구 추진전략



2. 성과지표(전체)

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	중간모본(우량계통) 육성		35	35	현지적응시험 단계	
	품종출원 건수	국내		7	7	
		국외	2	7	9	
	품종등록 건수	국내		2	2	2건 이상
		국외		8	8	8건 이상
	종자수출액(만달러)		500	500	현지 종자생산 매출액	
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI	2	3	5	
		등재학술지	10	12	22	
	국외논문	SCI		2	2	
		비SCI				
	국내특허	출원	5	7	12	
		등록	1	3	4	
	국제특허	출원		5	5	
		등록		1	1	
매출액	국내					
	국외					
기술이전(품종 보호권 처분)	2	9	11	통상실시 (품종보호권, 특허)		
기술지원 및 공적원조	1	3	4			
특 성 지 표	인력양성	10	17	27	석박사 과정/미케팅전문가	
	기반구축 실적	19	27	46	현지육종, 생물검정, 종자생산 기반	
	D/B 구축		2	2	보관 및 마케팅	
	분자마커개발	30	60	90	MAS 적용 가능 분자표지	
	유용유전자원 수집 및 평가	500	450	950	특성평가, GeneBank 입고	
	인공교배(조합)	800	1,300	2,100		
	육성 계통수	10,000	20,000	30,000		

- ※ 기반구축 : 품종육성, 생물검정 등이 공동구축으로 효율 증대화
- 공동 구축시 기반시설 지역수는 감소
 - 세부프로젝트 참조

3. 연구개발 소요예산(전체)

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
프로젝트1-1: 열대 아시아 지역 수출용 일대잡종 벼품종 개발	정부(억원)	1.75	5.0	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	43.15
	민간(억원)	0.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.6	11.8
	합계	2.15	6.4	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.8	54.95
프로젝트1-2: 일대잡종 벼 육종 효율 증진 분자육 종 및 생물검정 체 계 구축	정부(억원)	1.2	2.9	3.8	3.8	3.84	3.84	3.84	3.84	3.85	30.91
	민간(억원)	0	0.5	0.5	0.5	0.56	0.56	0.56	0.56	0.61	4.35
	합계	1.2	3.4	4.3	4.3	4.4	4.4	4.4	4.4	4.46	35.26
프로젝트2-1: 지중해 연안 국가 적응 다수성 중단 립종 벼품종 개발	정부(억원)	1.1	4.0	3.7	3.7	3.43	3.43	3.43	3.43	3.4	29.62
	민간(억원)	0.3	0.8	0.85	0.85	0.87	0.87	0.87	0.87	1.2	7.48
	합계	1.4	4.8	4.55	4.55	4.3	4.3	4.3	4.3	4.6	37.1
프로젝트2-2: 아시아 열대지 역 적응 장립종 벼품종개발	정부(억원)	1.1	4.0	3.7	3.7	3.46	3.46	3.46	3.46	3.47	29.81
	민간(억원)	0.3	0.8	0.85	0.85	0.87	0.87	0.87	0.87	1.2	7.48
	합계	1.4	4.8	4.05	4.05	3.83	3.83	3.83	3.83	4.07	37.29
프로젝트2-3: 수출용 벼 내재해 성 유전자 분자표 지 이용 및 생물검 정 체계 구축	정부(억원)	1.5	2.2	3.1	3.1	3.78	3.78	3.78	3.78	3.79	28.81
	민간(억원)	0	0.7	0.6	0.6	0.62	0.62	0.62	0.62	0.61	4.99
	합계	1.5	2.9	3.7	3.7	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	33.8
프로젝트 3-1: 수출용 벼 일대잡 종 종자생산 기술 개발 및 종자생산 기반 구축	정부(억원)	0.2	0.48	1.42	1.42	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	8.52
	민간(억원)	0.05	0.2	0.30	0.30	0.2	0.2	0.2	0.2	0.25	1.9
	합계	0.25	0.68	1.72	1.72	1.2	1.2	1.2	1.2	1.25	10.42
프로젝트 3-2: 수출대상 국가별 시장개척 및 상 품화 기술 개발	정부(억원)	0.15	0.4	0.98	0.98	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	8.46
	민간(억원)	0.05	0.2	0.3	0.3	0.28	0.28	0.28	0.28	0.33	2.3
	합계	0.20	0.6	1.28	1.28	1.47	1.47	1.47	1.47	1.52	10.76
총합	정부(억원)	7.0	18.98	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	179.28
	민간(억원)	1.1	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	5.8	40.3
	합계	8.1	23.58	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	27.7	219.58

4. 품목 총괄로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표		
		<ul style="list-style-type: none"> 일대잡종 및 자식계 수출용 벼품종육성을 위한 소재 확보 및 기반 확립 일대잡종벼 종자생산 최적 지역 및 시기선정과 생산방법 구축 				<ul style="list-style-type: none"> 수출용 일대잡종 및 자식계 품종 개발 및 품종등록 종자생산 기반 구축 수출시장 개척 						종자수출 500만 달러 달성	
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표		
품종개발	유전자원 수집 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> 3계, 2계 일대잡종 육성불임/임성 회복 유전자원 도입 유전자원 평가 및 선발기술 확립 유용유전자원 집단 형성 				<ul style="list-style-type: none"> 3계, 2계 육성불임/임성회복 도입 우량품종 육성 - 벼수량성 15~20% 증수 - 재배안정성 증진 유용유전자 도입 집적 					<ul style="list-style-type: none"> ○ 일대잡종 3품종 개발 ○ 자식계 6품종 개발 · 아시아 4품종 · 유럽 2품종 ○ 유전자원 확보 250종, DB 2건 ○ 통상실시 9건 ○ 공적원조 4건 		
	변이창성 및 계통육성	<ul style="list-style-type: none"> 잡종강세 우수 일대잡종 조합 개발 - 인디카형, 인디카/자포니카형 · 종자생산 효율 증진을 위한 화기구조 개선 				<ul style="list-style-type: none"> · 재배안정성 확충을 위한 병해충 및 재해저항성 유전자 도입 · 잡종종자 최대 생산을 위한 화기 특성 계통 육성 							
	육종연한단축	<ul style="list-style-type: none"> · 교잡육종, 돌연변이육종 기술 계통육종법, 집단육종법, 수별육종법 				<ul style="list-style-type: none"> · 우량계통 선발 및 고정화 							
	생산력 검정	<ul style="list-style-type: none"> · 육성기내 예비선발 수준 				<ul style="list-style-type: none"> · 육성국가내 지역적응성 및 안전성 검정 · 국가간 Multi-Environment Test 							
육종기반 구축	생물검정(병해충, 재해) 검정기반 확립	<ul style="list-style-type: none"> · 수출대상국의 biotype 및 pathotype 분석 표준군주 확보 및 판별품종 확립 · 현지 hot spot검정 체계구축 			<ul style="list-style-type: none"> · 분자유종 및 생물검정 체계 병합을 통한 정밀검정, 대량검정 추진 								<ul style="list-style-type: none"> ○ 기반구축14개 ○ 특허출원 6건 ○ 기술이전 2건 ○ 논문게재 · SCI 6건 · 비SCI 10건
	생리장해검정기술	<ul style="list-style-type: none"> · 현지검정 및 인공검정 방법 확립 			<ul style="list-style-type: none"> · 분자유종 및 생물검정 체계 병합을 통한 정밀검정, 대량검정 추진 								
	품질분석	<ul style="list-style-type: none"> · 일대잡종 품종 육성 : 일대잡종 생산물 입형, 투명도, 이화학적 및 도정 특성 분석 · 자식계 품종육성 - 육종초기세대 : 입형 및 투명도 선발 - 후기세대 : 이화학적 분석, 도정특성 분석 											
	분자유종기술	<ul style="list-style-type: none"> · 기 정보이용 일대잡종 육성 효율증진 MAS용 분자표지 개발 - 육성불임, 임성회복, 광친화성 			<ul style="list-style-type: none"> · 잡종강세, 수량구성요소 관련 유전자/QTL 분석 및 분자표지 개발 								
품종등록, 종자생산 및 마케팅	일대잡종 종자생산 체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> · 최적 종자생산 시기, 지역 탐색을 통한 최대 생산시험 - 소규모 종자생산시험 - 규모화 종자생산 체계 구축 				<ul style="list-style-type: none"> · 수출용 일대잡종 종자 생산 - 수출대상 국가(지역)별 일대잡종 종자생산 기반 구축 - 규모화 종자생산 체계 구축 					<ul style="list-style-type: none"> ○ 종자생산량 2~2.5t/ha ○ 종자순도 97% 이상 		
	현지품종선정 및 품종등록	<ul style="list-style-type: none"> · 대상국 선호 품종 특성 조사 · 소비자 선호 품종 및 소비형태 조사 				<ul style="list-style-type: none"> · 수출대상 지역별 지역적응시험 · 국가별 품종등록 · 전시포 및 상설전시관 설치 					<ul style="list-style-type: none"> ○ 품종등록 10건 · 국내 2건 · 국외 8건 		
	시장개척 및 상품화	<ul style="list-style-type: none"> · 벼 종자수출 대상지역 기반 조사 - 보급 품종, 생산 및 보급체계 - 민간회사 종자 시장 참여 현황 - 다국적 종자회사 마케팅 기술 · 판매용 종자 상품화 관련 기술 - 저장, 소독, 포장, 보급 				<ul style="list-style-type: none"> · 종자소독, 정선/선별 기반구축 · 최적보관 기술 개발 및 수송체계 확립 · 고객 특성분석, 전시포 및 상설전시관 설치 · 농민교육 및 홍보 · 마켓포지셔닝, Lisk대응 방안 수립 					<ul style="list-style-type: none"> ○ 종자관리보급 체계 구축 ○ 2012년 수출 500만불 달성 		

제5장. 프로젝트별 세부기획

제1절 「수출용 일대잡종 벼품종 개발」 프로젝트

1. 연구개발 목표

□ 최종목표

- 정성적 목표: 동남아 수출용 벼 일대잡종 품종 개발 및 종자 수출
- 정량적 목표 : 품종개발 3품종(잡종강제: 수량 15~20% 이상, 종자 생산 2~2.5톤/ha 이상)

□ 단계별 목표

단계	1단계(2013년~2016년)	2단계(2017년~2021년)
목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - 유전자원 확보 및 융성불임 체계 개발 - 임성회복친 선발 및 우량조합 선발 - 일대잡종 종자 최대생산 특성 개량 - 해외 현지 육종 및 적응시험 기반확보 ○ 산업화 및 수출 <ul style="list-style-type: none"> - 대상국과 국제협력 네트워크 구축 (KOICA, KOPIA 등과 협력) - 해외 현지 적응성 검정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - 일대잡종 3품종 육성 - 일대잡종의 농업형질 강화 <ul style="list-style-type: none"> · 품질, 주요 병해충 및 재해 저항성 - 종자 생산 효율 제고 특성 강화 ○ 산업화 및 수출 <ul style="list-style-type: none"> - 일대잡종 종자 생산 및 적응성 검정 - 해외 현지 전시포 운영 - 일대잡종 품종 출원

2. 연구개발 필요성

- 쌀은 세계 3대 식량 곡물의 하나로 세계인구의 절반이 주식으로 하고 있는 가장 중요한 식량작물로 개발 도상국가들의 폭발적인 인구 증가에 대비한 지구 식량안보를 위해서 기술 향상에 의한 생산성 증대가 요구됨
- FAO와 IRRI에서는 2035년까지 1.16억톤의 쌀 추가수요가 발생할 것으로 전망하고 있어 증수 대책이 절실함
- 동남아시아 주요 벼 재배 국가를 중심으로 일대잡종 벼의 재배면적이 확대되고 있음
 - 일대잡종 벼는 1976년부터 중국에서 실용화되어 일반품종 대비 증수효과가 20% 정도임
 - 일대잡종 벼의 재배면적은 중국이 가장 많으며 2010년 전체 벼 재배면적의 60%인 1,800만ha에 재배되었음
 - 인도에서도 2011년 200만ha에 재배되었고 2015년에는 500만ha를 목표로 재배면적을 늘리기 위하여 품종개발에 주력하고 있음
- 일대잡종은 자식성 품종에 비해 종자 시장 진입에 유리하며, 시장발전의 여지가 큼

- 일대잡종은 종자를 해마다 갱신해야 하기 때문에 생산자들은 종자를 그때마다 구매하여 재배해야 하고 일반종자에 비해 비싸기 때문에 종자회사로서는 중요한 사업 품목임

표 7. 국가별 벼 종자가격

국가	종자가격(\$/kg)	
	자식계	일대잡종
베트남	3	5
인도네시아	0.75	5
필리핀	?	5
중국	3.5	5~7.5
미얀마	2	4.5
인도	1	3~4.5

3. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

- 단계별 기술개발 추진체계

- 2개의 세부과제로 구분하여 1단계는 일대잡종품종 육성 기반 확립, 2단계는 일대잡종품종 실용화 및 수출의 기술개발을 수행



□ 추진전략

- 사업단에 참여하는 대학, 연구소, 기업 간에 상호 정보를 공유하여 기술개발 및 실용화와 종자수출을 추진하고 차세대바이오그린21사업의 식물분자유종사업단의 일대잡종관련 연구결과를 서로 공유함
- 유전자원 평가, 교배육종, 세대축진, 분자유종 등의 기술을 보유하고 있는 기관의 참여를 유도함으로써 관련 육종기술의 첨단화 및 융복합화를 도모
- 국제미작연구소의 일대잡종연구컨소시엄에 참여하여 유전자원 및 육종재료를 확보와 연구네트웍을 구축하고 관련기술연수를 통해 초기 일대잡종육종기반을 확립
- 세부과제 연구진 상호간에 반기별 워크숍을 개최하여 진행상황을 점검하고, 연구개발 상호 정보 교환을 추진
- 국제벼연구소의 HRDC(Hybrid Rice Development Consortium)에 가입하여 유전자원을 도입하고 정보 파악

4. 프로젝트 Micro 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표
		일대잡종 벼품종 육성을 위한 육종소재 확보 및 기반 확립				일대잡종 벼품종 육성 및 품종등록 및 종자 수출					일대잡종 벼종자 수출 500만 달러 달성
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표
수출용 일대잡종 벼품종 개발	유전자원 도입 및 평가	• 3계, 2계 일대잡종 벼육성 • 웅성불임/임성회복 유전자원 도입 평가				• 3계, 2계 웅성불임/임성회복 도입 우량계통 육성					<ul style="list-style-type: none"> ○ 품종개발 3품종 ○ 벼수량성 15~20% 증수 ○ 품질 - 지역별 기호성 ○ 저항성 - 지역별 주요 병충해 및 재해 복합 저항성
	우량 일대잡종 조합 육성	• 잡종강세 우수 일대잡종 조합 개발 - 인디카형, 인디카/자포니카형				• 재배안정성 확충 일대잡종 품종 육성 - 병해충, 재해 저항성					
	분자유종 체계 확립	• 기 정보이용 일대잡종 육성 효율증진 MAS용 분자표지 개발 - 웅성불임, 임성회복, 광친화성				• 잡종강세, 수량구성 요소 관련 유전자/QTL 분석 및 분자표지 개발					
		• 기 정보활용 수출 대상국 주요 병해충, 재해 저항성 관련 MAS용 분자표지 개발 • 육성계통 검정 지원				• 수출대상국 주요 biotic/abiotic stresses 저항성 유전자/QTL 탐색 및 MAS용 분자표지 개발 • 육성계통 검정 지원					
		• 품종판별용 분자표지 개발 • F1 순도검정용 및 품종판별용 분자표지 개발				• 수출용 품종과 대상국 재배품종간 품종판별 체계 구축 • 고순도 F1 종자생산 체계 확립					
	생물검정 기반 확립	• 주요 병해충, 재해 저항성 검정을 위한 기반 확립				• 육성계통에 대한 생물검정에 의한 재배안전성 평가					
잡종종자 최대 생산체계 확립	• 불임계통 화기구조 개량				• 대상 국가별 잡종종자 최대 생산 적합 계통 육성						

제2절. 「수출용 중·장립형 다수성 벼품종 개발」 프로젝트

1. 연구개발 목표

□ 최종연구목표

- 아시아 열대지역 적응 장립종 벼품종 개발 : 6품종(아시아4, 유럽2)
- 전통육종과 분자육종을 접목한 벼 품종개발 체계의 정착 : 논문 8편, 분자마커 30개 개발
- 유용 유전자원 수집 및 평가 : 230점

□ 단계별 연구목표

[1단계 : 2013~2016]

- 품종개발 2품종
 - 국내품종의 현지 적응성검정을 통한 품종선발 : 아시아지역 1, 유럽지역 1품종
- 개발품종의 통상실시 2건, 특허 출원 2건, 논문게재 3건
- 유용 유전자원 수집 및 평가 150점, 기반구축 8건
- 대외 기술지원 및 공적원조 2건

[2단계 : 2017~2021]

- 품종개발 4품종
 - 교배육종을 통한 육종목적별 품종선발 : 아시아지역 3, 유럽지역 1품종
- 개발품종의 통상실시 4건, 특허 출원 4건, 논문게재 5건
- 유용 유전자원 수집 및 평가 150점, 기반구축 8건
- 대외 기술지원 및 공적원조 3건

2. 연구개발 필요성

□ 국내외 정책

- 국내는 종자산업을 국가 성장산업으로 육성하고 수출용 품종개발을 통한 종자산업의 발전을 추진하고 있으며 민간 육종사업의 활성화를 위한 육종단지 조성 및 지원을 강화하고 있음
- 아시아, 유럽국가들은 우량종자의 생산과 판매에 관한 종자산업을 정책적으로 국가 - 민간의 협력사업(PPP)으로 추진하고 있음
- 열대 아시아지역의 쌀 수출 및 수입국가들은 우량종자의 확대보급을 통한 생산성 증대를 위해 종자구입 보조금제도를 실시하고 있음

□ 국내외 기술수준

- 국내 교배육종기술은 다양한 용도와 숙기와 내재해성 품종을 개발하고 있으며 개발품종의 수량성도 7톤/ha 이상으로 높은 수준이나 최근 품종개발 기술이 정체되어 있음
- 동남아품종들의 수량성은 3~5톤/ha으로 낮은 편이며 다양한 열대 환경의 생물적, 비생물적인 제한요인들이 많아 불량환경에서 재배안전성이 높은 저항성품종 개발이 요구됨
- 유럽품종들의 수량성은 3~7톤/ha으로 이태리, 스웨덴, 터키는 수량성이 높은 편이나 동유럽

국가들은 수량성이 낮으며 대부분 국가의 벼 연구인력 및 기반시설은 부족한 편임

- 몬산토, 듀퐁, 신젠타와 같은 글로벌 종자회사들은 일대잡종 품종개발과 기후변화관련 유전자개발에 매년 10억불이상의 많은 투자를 하고 있음

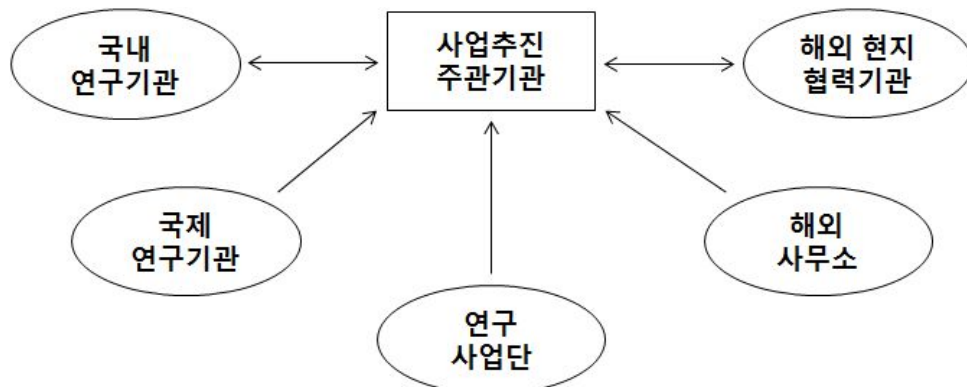
□ 시장 측면

- 2010년 세계 농작물 종자시장의 규모는 291억불로 옥수수 113억(39%), 콩 52억(18%), 벼 34억(12%)순이며 글로벌 상위기업의 대형화와 집중화로 과점체제가 강화되고 있는 추세임
 - 시장점유율 : 몬산토 27%, 듀퐁 17%, 신젠타 9%
- 동남아의 수입국가인 필리핀, 인도네시아, 방글라데시, 말레이시아는 우량종자 생산 및 보급률 확대를 국가 우선정책으로 추진하고 있어 민간의 역할이 늘어날 것으로 전망됨
 - 우량종자 보급율 : (현재) 25~40% → (목표) 60% 이상
- 유럽은 터키, 루마니아, 불가리아등 흑해연안국가들 위주로 재배면적이 증가하고 있고 직파기계화재배를 하므로 이앙재배보다 많은 종자량이 소요됨
 - 흑해연안 4개국 재배면적 증가 : 89.7천ha(2000) → 153천(2011, 171%)
 - * 터키, 루마니아, 불가리아, 우크라이나

3. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

□ 추진체계

- 사업추진 체계 : 국내 프로젝트 주관기관과 해외기관 간의 협력체계 구축
 - 국내 주관기관 : 국내 산학연 공동연구 체계구축
 - 해외 협력기관 : 현지의 연구기관 및 대학과 협력체계구축
- 사업지원체계 : 국내연구사업단, 국제연구기관, 국내기관의 해외사무소와 협력체계 구축
 - 연구사업단 : 농진청의 분자육종사업단, 유전체사업단
 - 국제연구기관 : 국제미작연구소, 아프리카 벼 센터
 - 해외사무소 : 코피아, 아파치, 종자회사 현지사무소, 농진청 동문회



4. 프로젝트 Micro 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표
		수출용 품종 개발을 위한 기반구축 및 육종소재 개발				수출용 품종 개발 종자생산 기반 구축 수출시장 개척					종자수출 200만 달러 달성
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표
품종개발	유전자원 수집 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> 유전자원 평가 및 선발 기술 확립 유용유전자원 집단 형성 				<ul style="list-style-type: none"> 유용유전자 도입 집적 					<ul style="list-style-type: none"> ○ 벼 6품종개발 아시아 4, 유럽 2품종 ○ 유전자원확보 250종, DB 2건 ○ 통상실시 6건 ○ 공적원조 4건
	변이창성 및 계통육성	<ul style="list-style-type: none"> 교잡육종, 돌연변이육종 기술 계통육종법, 집단육종법, 수별육종법 				<ul style="list-style-type: none"> 우량계통 선발 및 고정화 					
	육종연한단축	<ul style="list-style-type: none"> 약배양, 왕복육종, MAB 기술 이용 									
	생산력 검정	<ul style="list-style-type: none"> 육성기지 내 예비선발 수준 				<ul style="list-style-type: none"> 육성국가내 지역적응성 및 안전성 검정 - 국가간 Multi-Environment Test 					
육종기반 구축	병해충 검정기술	<ul style="list-style-type: none"> 수출대상국의 biotype 및 pathotype 분석표준균주 확보 및 판별품종 확립 현지 hot spot검정 체계구축 			<ul style="list-style-type: none"> 정밀검정, 대량검정추진 					<ul style="list-style-type: none"> ○ 기반구축12개 ○ 특허출원 6건 ○ 기술이전 2건 ○ 논문게재 SCI 3건 비SCI 5건 	
	생리장해검정기술	<ul style="list-style-type: none"> 현지검정 및 인공검정 방법확립 			<ul style="list-style-type: none"> 정밀 검정 및 대량검정 						
	품질분석	<ul style="list-style-type: none"> 육종초기세대 : 입형 및 투명도 선발 후기세대 : 이화학적 분석, 도정특성 분석 									
	분자유종기술	<ul style="list-style-type: none"> 기 정보활용 주요 특성별 분자마커 개발 및 MAS 체계 활용 야생유전자원 활용 마커 개발 				<ul style="list-style-type: none"> 분자마커 활용선발 유전정보 육종 기술개발 					
	품종판별 기술	<ul style="list-style-type: none"> 수출용 품종판별용 분자표지 개발 				<ul style="list-style-type: none"> 수출용 품종과 대상국 재배품종간 품종판별체계 - SNP, SSR 마커 등 					

제3절. 「수출용 벼 종자생산 및 보급체계 연구」 프로젝트

1. 연구개발 목표

□ 최종 연구 목표

- 벼 일대잡종 종자생산 기술 개발 및 종자생산 기반 구축
 - 종자 생산성 : 2 ~ 2.5ton/ha ⇒ 안정적인 종자 공급
- 수출 대상 국가별 시장 개척 및 상품화 기술 개발(global sales network 구축)

□ 단계별 목표

○ 1단계 연구목표(2013 ~ 2016)

- 적정 종자 생산 시기 및 채종 지역 선정
 - 종자수출 회사의 전략 등 정보 수집 및 분석
- 이앙시기, 재식밀도 및 시비량 시험에 의한 최대 생산 방법 구축
- 수출 대상국가(지역) 시장 조사
 - 재배농민 선호품종 및 소비자 선호쌀 특성 조사

○ 2단계 연구목표(2017 ~ 2021)

- 종자 생산성 제고(2 ~ 2.5ton/ha) 및 종자 순도 97% 이상
- 수출 대상 국가별 종자관리 및 보급 시스템 구축
- 수출 대상 국가별 시장 확대 전략 수립
- 수출 대상 국가별 global sales network 구축

2. 연구개발 필요성

□ 세계 속의 종자강국으로 진입하기 위해서는 채소 전문으로는 시장이 제한적이기 때문에 벼와 옥수수과 같은 식량작물 종자를 개발, 보급하여야 됨.

○ 벼 일대잡종 품종, 인디카 및 통일형 다수성 품종으로 종자수출 가능.

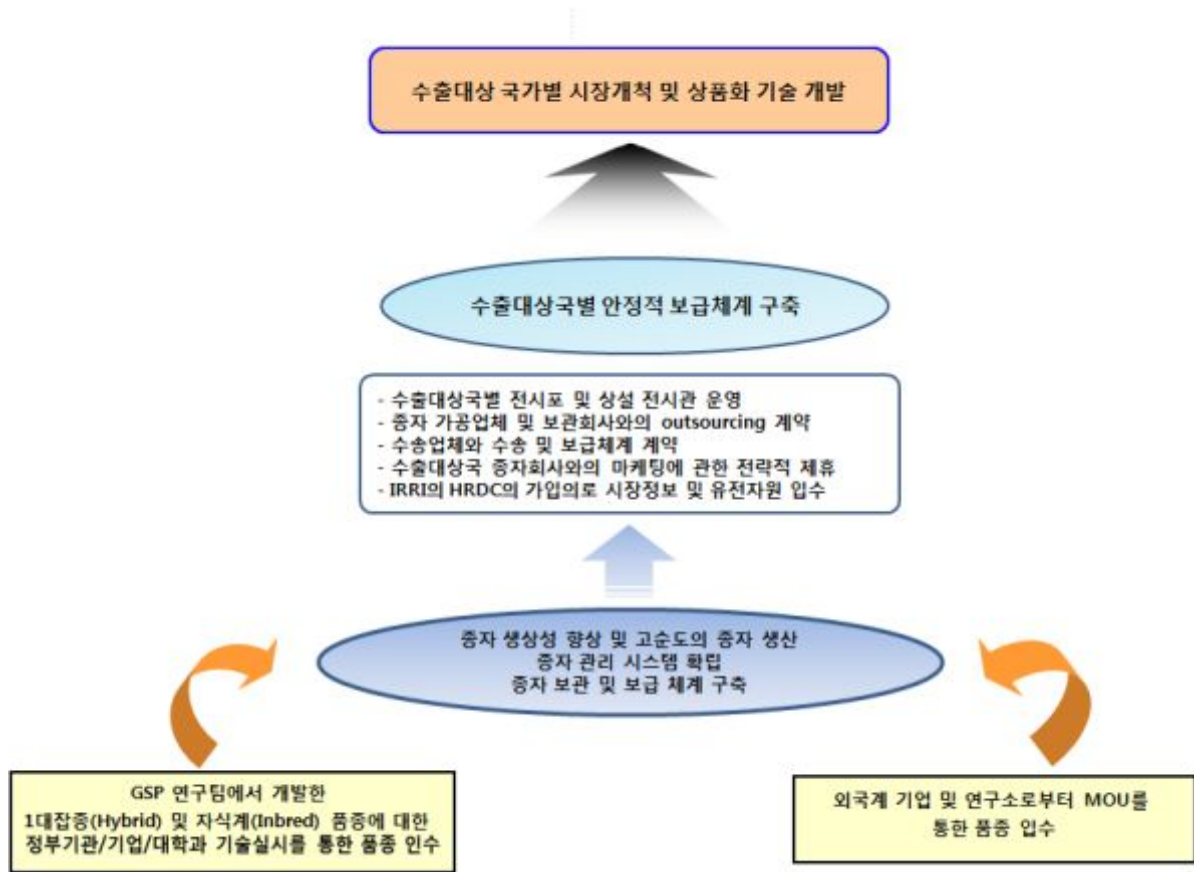
○ 저개발국가에 원조용으로 열대지역에 적응하는 품종개발이 일부 수행되고 있으나 세계 종자시장에 적극 참여하기 위해서는 대상지역(국가), 현지적응 품종개발, 수출전략 등 구체적이고 체계적인 연구기획과 장기적인 추진이 긴요함

□ 최근 빈발하는 이상기상으로 인한 국제적인 식량생산 불안정 및 금후 식량무기화의 가능성에 대응하기 위해서는 세계적 식량작물인 벼 종자수출 산업화를 위한 체계적인 연구를 시작하여야 할 필요성이 매우 높아짐.

○ 최근 전 세계적으로 한파와 폭설, 집중호우와 홍수, 그리고 가뭄, 폭염, 산불 등 다양한 자연재해가 지속적으로 발생하여 식량작물 생산의 불안이 고조됨

3. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

□ 프로젝트 추진체계



□ 추진 전략

- 현지 생산 전문회사와의 생산 증진기술에 관하여 공동 개발
- 기후 권역별로 생산체계 구축
- 생산 비용과 수송성을 고려하여 생산 적지 선정
- GSP 벼 품종개발팀에서 개발한 품종을 인수하여 시장개척 및 판매
- 현지 마케팅 회사와의 전략적 제휴로 현지 국가의 규정 및 제도 등의 정보 확보와 공동 마케팅 전략 수립
- 필리핀 국제미작연구소 HRDC(Hybrid Rice Development Consortium)에 가입하여 유전자원의 도입과 시장 정보 파악
- Hybrid 벼 품종 및 판매 회사의 M/A 고려
- 마케팅 인력 양성 및 전략적으로 우수 인력 영입

4. 프로젝트 Micro 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표		
		일대잡종벼 종자생산 최적 시기 및 채종지역 선정과 최대 종자생산 방법 구축				<ul style="list-style-type: none"> - 종자생산량 제고(2~2.5ton/ha) - 종자순도 : 97% 이상 - 종자관리 및 보급체계 구축 - 2021년 종자수출 500만달러 달성 							
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표		
수출용 벼 종자 생산 및 보급체계 구축	일대잡종벼 종자생산	<ul style="list-style-type: none"> • 종자생산 적지 탐색 및 기반 조성 <ul style="list-style-type: none"> - 일대잡종 종자생산지, 시기 - 수출 회사 생산 기반 현황 등 				<ul style="list-style-type: none"> • 소규모 종자생산시험 <ul style="list-style-type: none"> - 종자생산 기반 조성 - 출수기 조정 시험 등 			<ul style="list-style-type: none"> • 수출용 종자생산 <ul style="list-style-type: none"> - 대규모 생산 		<ul style="list-style-type: none"> • 자식계 품종 종자생산 체계 구축 및 규모화 		<ul style="list-style-type: none"> o 일대잡종 종자생산량 (2~2.5t/ha) o 종자순도 97% 이상
	시장개척 및 상품화	<ul style="list-style-type: none"> • 고객특성 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 대상국 농민 선호품종 특성 - 소비자 선호 품종특성 및 소비형태 				<ul style="list-style-type: none"> • 마케팅 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 종자소독, 정선/선별, 포장기술 		<ul style="list-style-type: none"> • 최적 보관기술(온도, aeration) • 전시포 및 상설전시관 설치 • 농민교육 및 홍보 • 마켓 포지셔닝 • Lisk 대응 방안 수립 			<ul style="list-style-type: none"> o 종자관리 및 보급 체계 구축 o (2021년) 종자수출 500만달러 달성 		

제6장. 기대효과

1. 정책적 기대효과

□ 식량주권 강화와 이미지 제고

- 세계 각국이 식량안보 및 식량(종자)주권 강화를 위해 노력하고 있는 상황에서 우리나라는 식량 자급률이 OECD 국가 중 최저 수준에서 탈피할 수 있는 기술력 보유
- 우리나라는 IT 분야에서 국내 대기업이 글로벌 시장에서 국위 선양을 하고 있으며, 금번 GSP를 통하여 농·생명 산업 분야에서는 두각을 나타낼 것으로 기대 됨.

□ 신성장 동력 개발

- 고부가가치 종자 개발, 신소재 제품 개발 등을 통해 발전하는 농·생명산업은 IT, 조선, 자동차 등의 기존 산업과는 다른 새로운 블루오션 시장으로써 국가 산업 포트폴리오의 다양화에 기여하게 될 것임

□ 쌀을 주식으로 하는 저개발국가 공적 원조를 통한 국가 역량제고와 식량위기 대응 주곡의 안정적인 공급기반 협력 확립

2. 기술적 기대효과

- 식량작물 분야의 국가 R&D 및 기술 혁신을 통한 과학기술 역량 제고
 - 세계 최고수준의 벼 품종개발기술 역량을 이용하여 global 우량 벼품종 개발을 통한 식량작물 종자기술 강국으로 도약 기반 확립
 - 벼 개발기술을 (기반으로) 타 곡실류 식량작물개발에 공유함으로써 새로운 종자개발 관련 원천기술 확보 및 종자 브랜드개발로 국가 경쟁력 강화 ???
 - 일대잡종 벼 개발 기술 확보 및 종자생산의 실용화 기술 확보
 - 수출대상 지역 및 국가에 적응하는 품종개발을 위해 현지의 관행 육종기술 및 첨단 분자유종 기술의 접목을 통한 새로운 벼 육종기반을 확립
 - 기후변화에 대응하는 핵심 유전자원을 발굴하여 국내 벼 품종육성에 활용함으로써 국내품종의 유전적 다양성을 확대하여 재배안정성 증진효과를 기대
 - 다양한 환경조건에 적응하는 다수성 품종개발, 국가별 소비자의 기호도에 맞는 다양한품질의 품종개발과 이에 부응하는 차세대 분자마커 개발기술 확보
 - 주식인 쌀의 품종개발 및 종자산업에 대한 폐쇄형 국가 R&D 시스템을 개방형·창조형으로 진화시킴으로써 벼에 대한 국가 R&D 시스템을 한 단계 도약시킬 수 있을 것으로 기대됨
 - 연구주체들 간 연구협력체계 강화 및 개방형 혁신 연구체제의 기틀 마련
- 수출대상국(지역)의 현지 재배, 수확, 수확후 처리 및 상품화를 위한 관련 농기계와 가공산업에 대한 기술개발 및 역량 제고
 - 이앙, 수확, 도정 관련 농기계 개발과 종자소득, 가공, 상품화 관련 기술 역량 제고

3. 경제적 기대효과

- 사회적·국가적·글로벌 이슈에 대응할 수 있는 국가적 R&D 과제 추진을 통해 국가경쟁력 제고의 근간 마련
 - 수출 경쟁력을 갖춘 세계 최고 수준의 다수성 벼 품종을 국가 전략품종으로 육성함으로써 세계 식량문제 해결에 기여
 - 중국, 동남아시아, 인도, 아프리카 등 인구증가율이 높고 식량이 부족한 국가들의 식량문제 해결뿐만 아니라 우리나라 통일을 대비한 식량문제 극복을 위한 기반 마련
 - 2021년 벼 GSP 종자수출 목표를 달성을 통해 지속적인 종자산업 성장 및 확대를 통한 일자리 창출과 종자 수출 증대에 이바지할 것임
 - 식품산업, 제약산업 등과 융·복합할 수 있는 품종다변화로 새로운 시장을 창출하게 될 것이며 경제 활성화 및 활력 증가에 기여할 것임
 - 내병성·내재해성 품종개발 보급을 통해 기후변화에 대응하는 재배안정성 확충으로 주곡 식량안보 증진 및 애그플레이션 대응 역량 강화
 - 기후변화 대응 벼품종 개발 기술 확충을 통한 생산력 제고와 이에 따른 농산물 물가상승 억제

목 차

제1장 개요	1
1. 상세기획 필요성	1
2. 상세기획 내용	2
3. 상세기획 참여인력정보	6
제2장 국내외 동향 및 환경 분석	7
1. 국내외 시장현황 및 전망	7
2. 국내외 기술동향 분석	12
3. 국내외 정책동향 분석	27
4. 기술수준 및 연구개발 인프라 분석	29
5. 주요 이슈 및 전략방향	30
제3장 목표 설정 및 프로젝트 도출	3
제1절. 목표 설정	33
1. 최종 목표	33
2. 연차별 목표 및 단계별 목표	34
3. 목표 설정 근거	35
제2절. 프로젝트 구성	37
1. 후보과제 도출 배경 및 과정	37
2. 프로젝트 구성 및 내용	40
3. 프로젝트 간 연관관계	41
제4장 품목별 추진체계 및 추진전략	41
1. 연구 추진체계	43
2. 연구 추진전략	46
3. 성과지표 설정 방안	48
4. 연구개발 소요예산	51
5. 품목 총괄로드맵	52

6. 성과 확산 방안	53
7. 사업화 및 수출확대 전략	54
제5장 프로젝트별 세부기획	5
제1절. 프로젝트 1(수출용 일대잡종 벼 품종개발 프로젝트)	5
1. 연구개발 목표	57
2. 연구개발 필요성	58
3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안	61
4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략	63
5. 프로젝트 Micro 로드맵	64
6. 세부프로젝트 추진계획	65
제2절. 프로젝트 2(수출 및 원조용 다수성 벼 품종개발 프로젝트)	8
1. 연구개발 목표	85
2. 연구개발 필요성	86
3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안	87
4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략	88
5. 프로젝트 Micro 로드맵	89
6. 세부프로젝트 추진계획	90
제3절. 프로젝트 3(수출용 벼 종자생산 및 보급체계 연구 프로젝트)	1
1. 연구개발 목표	110
2. 연구개발 필요성	110
3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안	111
4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략	111
5. 프로젝트 Micro 로드맵	112
6. 세부프로젝트 추진계획	113
제6장 기대효과	138
1. 정책적 기대효과	138
2. 기술적 기대효과	138
3. 경제적 기대효과	139

제1장 개요

1. 상세기획 필요성

□ 벼는 세계 30억 인구의 주식으로서 식량작물 중 가장 비중이 큰 작물

- 쌀은 우리의 주곡일 뿐만 아니라 아시아를 비롯한 세계 30억 인구의 주식이며, 영양성분 조성이 우수하고 생산성이 높아 단위면적당 인구 부양능력이 가장 큰 작물이다.
- FTA/WTO 등에 의한 시장개방 가속화로 국제 쌀 시장의 개방화 및 시장경쟁 가속화로 우수 품종 육성의 요구도가 증대되고 있으며, 우수 품종의 벼 종자 시장도 확대되고 있다.
- 최근 세계 곡물 및 채소 등의 우수 품종에 대한 종자시장이 급속하게 성장되고 있어 각국의 종자개발과 우량(핵심) 유전자원의 수집 및 보존, 특성평가와 이를 이용한 품종육성에 대한 경쟁이 심화되고 있다.
 - 세계 종자시장은 몬산토, 신젠타, 바이에르, 바이오씨드 및 파이오니아 등 다국적 기업인 대형 세계 10대 기업이 전체 종자시장의 57%를 차지하고 있다.
 - 우리나라도 쌀기 등 9개 수입품목의 종자 및 묘목에 대한 로열티는 2020년 7,900억원으로 추산되며, 최근 과채류 종자 수입액이 급속히 증가하고 있다.
 - 세계 종자시장의 규모는 현재 290억불 수준이며 2020년 1,650억불 수준으로 증가할 것으로 전망되며, 거대 다국적 기업은 종자시장 확보에 사활을 걸고 있다.
- 식량자급률이 27%에 불과한 우리나라에서는 국내 생산 및 소비를 위한 품종개발에 치중함으로써 세계 종자시장 대응을 위한 벼, 옥수수, 감자 등 식량작물 종자개발 연구는 매우 미흡한 실정임
- 미래 식량안보에 대비하기 위해 세계 각국은 품종개발의 원천소재인 우량 유전자원 선점 및 확보를 위한 치열한 경쟁을 벌이고 있다.

□ 세계 벼 생산 및 종자 시장 현황

- 세계 벼 재배면적은 약 1억 7천ha에 벼 생산량은 6억 8천만톤 정도이며, 이들 중 90%는 아시아에 분포하고 있다.
 - 아시아 재배벼는 열대지역에 재배되는 장립형인 인디카와 한국, 일본 및 중국 동북3성 등 일부지역에 재배되는 단립형인 자포니카로 대별되며, 전체 벼 생산 중 70%가 인디카 벼이다.
- 세계 벼 종자시장 규모는 약 23억달러(2조 5천억) 정도로 추산되며, 종자량은 생산물의 1/100에 해당되는 약 650만톤 정도로 추산된다.
- 벼 종자수출은 시작단계로써 새로운 성장산업으로 인식이 확대되고 있으며, 주로 일대잡종

벼(hybrid rice) 종자의 수출이 추진 중이다. 중국은 일반품종에 비해 20~30% 증수효과를 보이는 일대잡종 벼가 중국내 벼 품종 재배면적의 약 60%를 차지하며 이들에 대한 종자시장과 자식계 벼 품종의 종자에 대한 종자시장이 형성되어있다.

- 베트남 및 인도 등에서 일대잡종 벼 종자를 수출하고 있으나 구체적인 무역량은 파악되지 않으며, 중국 Guangxi의 Zhuang 자치구는 2010년 일대잡종 벼종자 1,965톤, 종자가격 111만 달러 정도의 수출 보고가 있다.

□ 최근 빈발하는 이상기상으로 인한 국제적인 식량생산 불안정 및 금후 식량무기화의 가능성에 대응하기 위해서는 세계적 식량작물인 벼 종자수출 산업화를 위한 체계적인 연구를 시작하여야 할 필요성이 매우 높아짐

○ 최근 전 세계적으로 한파와 폭설, 집중호우와 홍수, 그리고 가뭄, 폭염, 산불 등 다양한 자연재해가 지속적으로 발생하여 식량작물 생산의 불안이 고조됨

○ 2008년에는 세계은행에서 식량가격 급등으로 정치와 사회가 불안해진 33개 국가를 선정한 바가 있음

□ 우리나라 벼 품종개발 기술은 세계 수준에 접근하고 있으나 고품질 쌀 안정생산을 위하여 품질향상 등 내수대응 위주였던 까닭으로 수출용 벼 품종개발은 전무한 상태로서 금후 세계 식량작물 종자시장에 참여하기 위해서는 국내 육종기술을 바탕으로 하되 새로운 접근방안을 강구하여야 될 것임

○ 일대잡종 품종, 인디카 및 통일형 다수성 품종, 향미 등 종자수출을 위한 연구의 활성화가 필요

○ 저개발국가에 원조용으로 열대지역에 적응하는 품종개발이 일부 수행되고 있으나 세계 종자시장에 적극 참여하기 위해서는 대상지역(국가), 현지적응 품종개발, 수출전략 등 구체적인 연구기획과 장기적인 추진이 긴요함

2. 상세기획 내용

1) 주요 기획내용

가) 상세기획의 최종목표 및 주요 내용

○ 최종 목표

- 벼 종자 수출을 위한 수출 대상지역(국가)별 품종개발 추진 및 마케팅 전략 수립

○ 주요 연구내용

- 벼 종자 수출 목표지역 선정 및 지역(국가)별 접근 전략 상세기획 수립

- 벼 종자 수출 대상지역(국가)별 육종전략 상세기획 수립

- 벼 종자수출 대상지역(국가)별 종자생산 및 수출 마케팅 상세계획 수립

나) 상세계획 과제별 연구개발의 목표 및 내용

□ 지역(국가)별 수출용 벼 품종개발 전략 수립 (식량원)

- 연구개발 목표 : 수출 대상지역(국가)의 재배 생태형별 안정 다수성 품종 개발
- 연구개발 내용
 - 유전자원 수집·평가 및 유용자원 선발 이용
 - 품종개발 기술 전략 수립
 - 생태형별 육종집단 양성 및 선발방법, 수량성 검정 및 지역적응시험 단계 수립
 - 품종 조기개발을 위한 육종기술 활용 전략 : 형질 조기고정 기술, 육종연한단축 기술
 - 종자생산 효율증대를 위한 기술 전략
 - 대상지역(국가) 연구기관과 협력체계 구축 방안
 - 품종육성 연구진 구성 방안

□ 벼 종자수출 대상지역 선정 및 종자생산 협력체계 구축 전략수립 (사, 한국종자포럼)

- 연구개발 목표 : 대상지역(국가) 선정 및 재배 생태형별 적응품종 개발방향 제시
- 연구개발 내용
 - 지역(국가)별 쌀 수급 현황 및 사회, 경제, 정책 현황 등 동향 분석
 - 재배면적, 생산량, 소비량, 수출입동향, 가격, 식량 자급율, 국가정책 등
 - 지역(국가)별 벼 품종개발 현황 및 육종기술 수준 분석
 - 재배 생태형 파악, 품종개발 방향, 육종인력, 육종기반 설비
 - 지역(국가)별 벼 종자생산 현황 및 보급 체계 분석
 - 종자생산기관(공공, 민간), 종자생산 및 소비량, 종자 갱신율, 종자가격
 - 대상지역(국가)별 기술협력체계 구축 및 현지 육종전진기지 설치 여건 분석

□ 벼 종자수출 대상지역(국가)별 수출전략 수립(주, 농우바이오)

- 연구개발 목표 : 수출대상 지역(국가)별 종자생산 및 수출 마케팅 상세전략 수립
- 연구개발 내용
 - 대상지역(국가)별 식량 소비형태 및 쌀의 경제사회적 위치 분석
 - 쌀의 소비자 및 시장 선호성 분석
 - 품종별 시장 선호성 및 소비자 계층별 쌀 선호성
 - 대상지역(국가)의 품종등록 및 종자생산의 정책, 제도적 분석
 - 품종등록, 종자생산 및 관리, 검역 등
 - 종자 시장진출을 위한 인프라 분석
 - 시장 확대 전략 및 단계별 수출(판매)목표 제시

다) 단계별 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1단계	1세부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유전자원 수집·평가 및 유용계통 선발 ○ 품종개발 기술 전략 수립 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유전자원 확보 방안 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 유전자원 탐색, 해외 자원 확보 ○ 대상지역(국가)별 재배생태형 선택 <ul style="list-style-type: none"> - 품종육성 적용기술에 따른 효율성 분석
	1협동	<ul style="list-style-type: none"> ○ 식량수급 현황 및 동향분석 ○ 품종개발 현황 및 기술수준 정보 수집 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대상지역(국가)의 쌀 생산량, 소비량, 수출량, 향후 수급추이 등 ○ 대상지역(국가)의 육종기관, 연구진 구성, 품종개발 수준 등
	2협동	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대상 국가별 식량 소비형태 분석 ○ 쌀의 소비자 및 시장 선호성 분석 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대상국의 주곡 수급현황, 쌀의 위치 ○ 품종별 시장선호성, 소비자 계층별 선호성 등
2단계	1세부	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조기 품종개발을 위한 육종전략 수립 ○ 종자생산 효율증대를 위한 기술전략 ○ 대상지역 연구기관과 협력체계 구축 ○ 최적 품종육성 연구진 구성 및 제안 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 품종육성 연한 단축을 기술 분석 ○ 육성품종 종자생산 및 순도유지 기술 ○ 대상지역 연구기관/국제연구기관간 협력체계 방안 모색 ○ 벼육종 전문가 pool 활용 연구진 구성
	1협동	<ul style="list-style-type: none"> ○ 종자생산 현황 및 보급체계 분석 ○ 품종개발 방향 및 육종기술 분석 ○ 기술협력체계 구축 및 육종기지 조성을 위한 인프라 분석 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 보급단계별 종자생산 현황 및 보급체계 <ul style="list-style-type: none"> - 국가, 민간기업, 자가채종 등 ○ 지역(국가)별 적응 생태형 선정 <ul style="list-style-type: none"> - 국가, 민간 품종육성 연구소 현황 등 - 생태형별 육종목표, 주요 개선형질 등 ○ 협력 방안(방법)도출 <ul style="list-style-type: none"> - 시설 및 유전자원 공유 체계 구축 - 공동연구, 협력 연구 등
	2협동	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해외시장 진출을 위한 정책 및 제도 분석 ○ 대상 국가별 유통 인프라 분석 ○ 단계별 시장확대 전략 및 수출목표 제시 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대상지역(국가)별 종자정책 및 제도 <ul style="list-style-type: none"> - 품종등록, 관리 및 검역 등 ○ 현지 종자생산 유통 체계 수립 <ul style="list-style-type: none"> - 수출을 위한 생산, 저장, 수송 등 ○ 수출 증대 방안 모색
3단계 (최종)	종합	<ul style="list-style-type: none"> ○ 상세 기획보고서 작성 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 세부, 협동과제별 분석 결과를 집약한 상세 기획보고서 작성

2) 추진체계 및 추진전략

□ 추진 협력 기관

- 국내협력기관 : 국립식량과학원, 대학, 민간 연구기관, 종자회사
- 국외협력기관 : 잠재 수출대상지역(국가)에 대한 현지출장, KOPIA 센터, 국가연구기관(NARS), 국제연구기관(IRRI, AfricaRice Center)과 협력 추진

□ 과제별 추진 방법

○ 제1협동 과제 : 단계별 추진내용 및 방법

- 1차 : 정보수집 (문헌, 보고서, 인터넷 등 활용)
- 2차 : 현지조사 (KOPIA 센터, 현지 연구기관 및 국제연구기관 협조)
- 3차 : 품종개발 대상지역 선정 (SWOT 분석)
- 4차 : 대상지역 품종개발 방향제시 및 육종기반확립 계획 수립

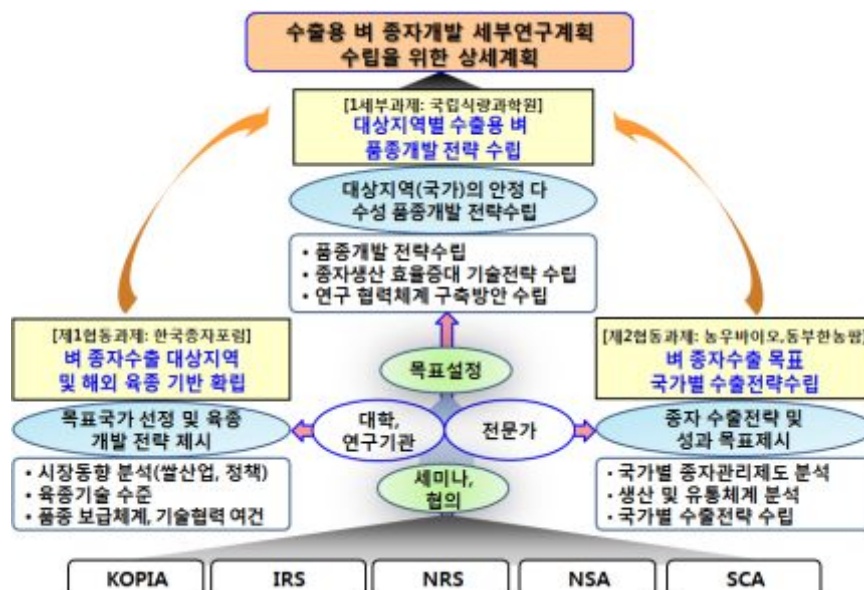
○ 제1세부 과제

- 대상지역(국가)별 재배생태형 선정과 품종육성 전략 수립
- 제1협동과제로부터 품종개발 대상지역에 대한 정보 활용
- 국제연구기관 주재관, 육종전문가 등과 협의로 대상국의 육종목표, 생태형, 육종기술 및 품종조기개발 체계 수립
- 재배안정성 증진 : 대상지역(국가)별 병해충발생 현황 분석 및 유전자원 확보 방안 수립
- 수출용 벼 품종개발을 위한 연구진 구성 및 국내외 협력 추진체계 구축

○ 제2협동 과제

- 협동연구기관의 동서남아시아의 20여개 거래처로부터 시장규모, 선호 품종의 특성, 미래의 품종 육성 방향 등의 자료를 제공 받아 수출 전략 수립
- 해외 시장개발에 풍부한 경험과 지식을 갖춘 전문가를 단기적으로 고용하여 최적의 시장 전략 수립
- 각국 벼 종자 생산, 가공 및 유통 체계, Infra 분석을 통한 현장성 있는 수출 전략 수립
- 품종 육성 및 보급 기간 단축을 위해 중국 등 벼품종 개발회사와의 전략적 제휴관계 모색
- 세부, 협력과제의 정보를 활용한 품종육성 및 수출 목표달성을 위한 인적자원 pool 구축

□ 추진 체계



3. 상세기획 참여인력정보

No.	과제구분	소속	직위	성명	연락처 (이메일/전화)
1	1세부과제	국립식량과학원	과장	김보경	kimbke@korea.kr
2	"	국립식량과학원	연구관	조영찬	yccho@korea.kr
3	"	국립식량과학원	"	최임수	ischoi1317@korea.kr
4	"	국립식량과학원	"	이점호	ppjhlee4093@korea.kr
5	"	국립식량과학원	"	강경호	khkang@korea.kr
6	"	국립식량과학원	"	정응기	egjeong@korea.kr
7	"	국립식량과학원	"	송유천	songyc@korea.kr
8	"	국립식량과학원	"	박동수	parkds9709@korea.kr
9	"	유전자원센터	센터장	김연규	ygkim55@korea.kr
10	제1협동과제	한국종자포럼	이사	황홍구	ricehgg@naver.com
11	"	한국종자포럼	이사장	문헌팔	moonhp45@gmail.com
12	"	서울대학교	책임급	김홍열	khy0238@naver.com
13	"	한국종자포럼	연구원	배경득	ya98122m@hanmail.net
14	제2협동과제	(주)농우바이오	소장	양승균	yangsg54@naver.com
15	"	(주)동부팜한농	대리	오창식	ocs76@dongbu.com
16	"	(주)시드피아	대표	조유현	jo0027@hotmail.com
17	"	(주)농우바이오	기타	안정탁	gold15@naver.com

제2장 국내외 동향 및 환경 분석

1. 국내외 시장현황 및 전망

1) 국내 시장 현황 및 전망

가. 국내시장 현황

- 우리나라 종자시장의 규모는 약 5,810억원으로 추정되며 이는 전 세계 종자시장 규모의 약 1.1% 수준임
- 국내 식량작물(벼, 보리, 콩, 감자등)의 종자생산 및 보급은 정부주도로 이루어지고 식량작물 종자 생산액은 830억원이며 이중 벼가 530억 규모임.

표1. 국내 식량작물 종자 시장 규모(단위 억원)

구분	벼	보리	콩	옥수수	감자	계
정부보급종	519	29	17	11	119	695.0
민간시장	11	1	0.5	37	86	135.5
계	530	30	17.5	48	205	830.5

*자료 : 농촌진흥청

- 벼 보급종 공급량은 2만톤 정도이며 보급종 재배면적은 40만ha로 종자 갱신율은 40%정도임
- 식량작물의 종자수출은 감자종자를 2009년 24만불 수출하였고 수입은 옥수수종자를 매년 미국에서 120만 ~ 200만불 정도 수입하고 있음

2) 국내 시장전망

- 우리나라는 중앙정부주도의 식량작물 종자사업이 이루어지고 있으나 보급종 생산 판매의 지방정부 및 민간이양은 세계적 추세임
- 정부는 단계적으로 보급종 생산 공급을 민영화 또는 지방정부에 이양하고 민간종자업체의 활성화를 통한 종자생산과 공급역량을 높이는 지원계획을 발표함
 - 이양계획 : 감자, 옥수수 2011년, 콩, 보리 2012년, 벼 2014년
- 그러나 민간이양시 공급가격의 현실화로 종자가격이 상승하여 농민부담이 늘어나고 종자가 공시설, 육종인력확보 및 민간시장형성 등의 어려움이 있음
- 그러므로 민간 종자회사의 국내 벼 종자시장 참여는 수익창출이 불투명하여 시간이 소요될 것이나 공공기관 및 농민단체의 참여는 점차 확대될 것으로 전망됨.

2) 국외 시장현황 및 전망

가. 국외 시장현황

- 2012년 세계 쌀 생산 10대 국가는 중국(143,000천톤), 인도(101,000), 인도네시아(36,900), 방글라데시(34,000), 베트남(27,710), 태국(20,500), 필리핀(10,990), 미얀마(10,750), 브라질(8,186), 일본(7,756) 순임
- 세계 10대 수출국은 태국(8,000천톤), 인도(7,250), 베트남(7,000), 파카스탄(4,000), 미국(3,282), 캄보디아(950), 이집트(850), 우르과이(850), 브라질(600), 미얀마(600) 순임
- 세계 10대 수입국은 중국(2,400천톤), 나이제리아(2,300), 이란(1,950), 필리핀(1,500), 인도네시아(1,450), EU(1,400), 이라크(1,350), 사우디(1,225), 말레이시아(1,050), 남아프리카(1,000) 순으로 유럽과 중동지역의 국가가 많음
- 세계 벼 종자소요량(FAO)은 2000년 16.25백만톤에서 2010년 16.75톤으로 완만하게 증가하고 있음
 - FAO 추정(2007)에 의하면 동남아는 생산량(2007)의 약 2%가 종자로 사용
 - 국가별 종자 사용율(%) : 인도네시아(1), 미얀마(3~4), 라오스(6)
- 아시아 주요 일대잡종 벼 재배 국가는 중국(18,000천ha), 인도(1,980), 베트남(606), 방글라데시(500), 필리핀(193), 인도네시아(190) 등이며, 이들 국가의 종자소요량은 중국(450천톤) 인도(49.5), 베트남(15.1), 방글라데시(12.5), 필리핀(4.8), 인도네시아(4.7)이며 국가별로 자국 소비량의 20~80%를 수입에 의존하고 있음
- 다국적 종자회사의 일대잡종 종자판매는 바이엘(인도), 신젠타(필리핀, 인도네시아, 인도, 베트남, 방글라데시), 파이오니아(필리핀, 인도네시아), Bellseed(인도), 몬산토(소규모로 각국 배치) 등이 있으며 품종 개발 후 종자생산하기까지 2~5년이 소요됨
- 중국은 하이난, 호남, 장시, 복건, 사천성 등이 일대잡종 종자생산 지역이며 국내에서 생산한 종자 수출량은 36,000톤(2012년)으로 주요 종자 회사는 중국정부기업인 China National Seed Group Co., Ltd 와 LongPing High-Tech 임
- 인도는 일대잡종 종자시장의 95%를 민간회사가 점유하고 있으며 Bayer이 선도기업으로 45%를 점유하고 있으며, 그 외 Pioneer, Advanta, Nath, JK Agri, Syngenta, Mahyco, Bioseeds, PHI Seeds, Sri Ram Bio-seed, Indo-American Hybrid Seeds, Metahelics Life Science, Ganga Kaveri Seeds, US Agri. Genetics 등 25개 종자회사가 활동 중임
- 방글라데시의 일대잡종 종자 생산성은 1.5~2.8톤/ha로 낮아 소요량의 61.7%인 6,640톤을 수입에 의존하고 있음
- 베트남은 바이엘이 일대잡종 벼 연구는 싱가포르에서 하고 베트남에서는 종자생산만하고 있으며 북부 및 중부지역에는 소규모 회사로 중국계가 70%이고 베트남회사가 30% 정도이며 중국, 인도, 필리핀으로부터 종자를 수입하고 있음
- 필리핀은 다국적 종자회사 Bayer이 개발한 품종이 일대잡종 전체 재배면적의 40% 이상을

차지하고 있음.

- 인도네시아는 일대잡종 품종 재배적지는 160만ha로 현재 700천ha에서 재배되며 종자 소요량의 81% 정도를 수입하고 있음

표2. 국가별 벼 생산 현황 (2010년)

순위	국가	재배면적(천ha)	생산성(톤/ha)	생산량(천톤)	종자량(천톤)
1	중국	30,311	6.68	202,667	7,213
2	인도	44,100	3.53	155,700	3,255
3	인도네시아	13,201	4.98	65,740	600
4	방글라데시	12,000	4.21	50,627	1,170
5	베트남	7,651	5.53	42,331	1,270
6	태국	11,630	2.97	34,588	686
7	미얀마	8,038	4.08	32,800	830
8	필리핀	4,536	3.67	16,684	223
9	브라질	2,752	4.89	13,477	217
10	미국	1,059	7.92	8,391	150
	대한민국	854	7.38	6,304	43
	세계	164,124	4.40	672,015,587	18,012

*출처: FAO 2011

표3. 세계 10대 쌀 수출입국가

10대 수출국			10대 수입국		
순위	국가	수출량(천톤)	순위	국가	수출량(천톤)
1	태국	8,000	1	중국	2,400
2	인도	7,250	2	나이제리아	2,300
3	베트남	7,000	3	이란	1,950
4	파키스탄	4,000	4	필리핀	1,500
5	미국	3,282	5	인도네시아	1,400
6	캄보디아	950	6	EU	1,400
7	이집트	850	7	이라크	1,350
8	우르과이	850	8	사우디	1,225
9	브라질	600	9	말레이시아	1,050
10	미얀마	600	10	남아프리카	1,000

*출처 FAO 2011

표4. 아시아 국가별 소요 종자량

순위	국가별	생산량(천톤)	순위	국가별	생산량(천톤)
1	중국	7213.0	8	파키스탄	246.8
2	인도	3225.0	9	필리핀	223.0
3	베트남	1269.9	10	라오스	183.9
4	방글라데시	1170.0	11	캄보디아	167.7
5	미얀마	830.0	12	네팔	89.1
6	태국	686.8	-	한국	42.9
7	인도네시아	600.0	-	터키	19.3

*출처 : FAO, 2011

표5. 아시아 주요 국가의 일대잡종 벼 생산현황(2010)

국가	재배면적(천ha)	생산성(톤/ha)	생산량(천톤)	종자량(톤)
중국	18,000	9.0*	160,200*	450,000
인도	1,980	6.0*	11,880*	49,500
베트남	606	6.8	4,859	15,140
방글라데시	500	8.8	4,430	12,500
필리핀	193	6.1	1,178	4,800
인도네시아	190	7.4	1,400	4,730

- 주) 1. The 6th International Hybrid Rice Symposium(2012).
 2. 종자량은 25kg/ha
 3. *는 추정치

표6. 중국의 대 동남아시아 일대잡종 종자 수출량(단위 : 톤)

국가명	2010년	2012년
베트남	18,000	14,000
방글라데시	11,000	8,000
인도네시아	7,500	8,000
파키스탄	3,500	6,000
계	40,000	36,000

표7. 방글라데시 벼 일대잡종 품종 재배면적 및 종자 수입량

년도	2004~5	2005	2006	2007	2008	2009~10
면적(천ha)	128	244	537	1,000	916	500*
수입량(톤)	-	2,960	7,300	8,110	10,000	12,500

* Boro 시즌 제외

나. 국외 시장전망

- 세계 농작물(field crop) 종자시장 규모는 2010년 291 억불이며, 연평균 4.7%씩 성장하여 2025년에는 585억불에 달할 것으로 전망됨
- 작물별 시장규모를 살펴보면 옥수수 종자시장이 전체 시장의 39%로 가장 규모가 크고, 콩이 18%, 벼 12% 순임

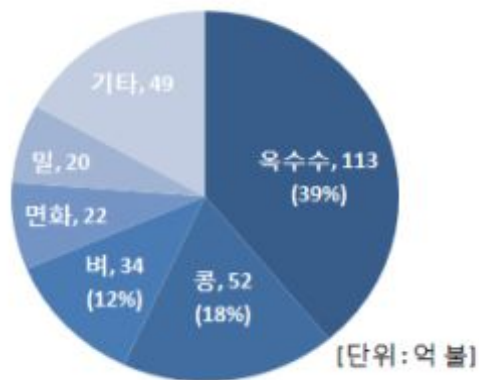


그림 10. 작물별 종자시장 규모 (2010)

- 아시아 지역의 미얀마와 캄보디아를 제외한 국가들은 벼 재배 가능지역이 대부분이 논으로 개발되어 이용되고 있으므로 재배면적 증가에 의한 종자량의 증가는 적을 것임
- 그러나 각 국이 우량 종자보급을 통한 수량증대 정책을 추진하고 있으므로 보급종 종자 갱신율의 확대에 의한 종자소요량이 증대될 것임
- 흑해연안 국가는 쌀 생산정책 의지가 높아 재배면적이 확대되고 있으며 기계화 직파재배형태이므로 보급종 종자를 사용으로 종자시장 규모가 확대될 가능성이 클 것으로 전망됨
- 흑해연안 4개국 재배면적 증가 : 89,700ha(2000) → 153,462(2011, 171%)
- * 터키, 루마니아, 불가리아, 우크라이나

표 8. 유럽국가의 재배면적

국가별	재배면적(ha)		증가율 (B/A, %)
	2000년(A)	2011년(B)	
이집트	660,000	593,185	89.8
이태리	221,000	246,500	111.5
러시아	175,800	207,200	117.8
스페인	111,000	121,700	109.6
터키	60,000	99,400	165.6
우크라이나	25,200	29,600	117.4
모로코	5600	9608	171.5
불가리아	3000	11791	393.2
루마니아	1500	12671	844.7

*출처 : FAO, 2011

- 일대잡종 벼 재배면적은 2007년 19.7 백만ha에서 2011년 21.7백만ha로 증가하는 추세임. 국가별로는 방글라데시, 인도, 인도네시아는 증가하고 있고 필리핀(368천ha → 193), 베트남(709천ha → 606)은 감소 추세임
- 이는 잡종종자 생산성이 낮아 종자가격이 비싸기 때문이며 종자생산기술이 개발되면 급격하게 확대될 것으로 전망됨. 정부의 일대잡종 종자보급 의향이 강한 인도, 인도네시아는 재배면적이 확대될 것이고 정부가 일대잡종 종자구입비를 지원하는 국가인 필리핀, 방글라데시에서는 현재 수준의 재배면적을 유지할 것으로 생각됨
- 인도에서 재배되는 중국의 일대잡종 품종은 품질이 낮아 고품질 일대잡종 품종의 요구도가 높고, 남부지역에서는 장립종보다 중립종을 선호하고, 일부지역은 향미를 선호하지 않는 등 지역별로 선호도가 달라 이를 반영한 품종개발이 필요함
- 각국에서 선호하는 일대잡종 벼 품종은 베트남, 필리핀에서 생육일수가 105일, 생태형은 인디카 또는 인디카와 자포니카간 일대잡종을, 인도, 방글라데시, 인도네시아는 생육일수 130일 정도의 인디카형을 선호함 (표 9).

표 9. 국가별 일대잡종 벼 품종들의 주요 특성

국가명	품종명	생육일수(일)	벼키(cm)	생산성(톤/ha)	생태형
인도	APHR-2	120-125	115	7.52	Indica
방글라데시	BHD3	142~147	110	9.0	Indica
인도네시아	Hipa 11	125	-	10.8	Indica
베트남	D64S/RV126	102	97	11.44	Ind. x Jap.
베트남	D66-1/R838	103	105	10.31	Indica
필리핀	NSIC2010RC232H	110	113	7.01	Ind. x Jap.

다. 국내 연구진의 경쟁력

- 기존 외국종자와 경쟁우위 확보방안
 - 인도의 일대잡종 품종 재배는 95% 이상이 종자회사에서 육성한 품종들이나 불임친은 대부분 IRRI나 중국에서 육성한 계통을 사용하고 있으며, 인도를 제외한 다른 국가들은 인도나 중국에서 생산한 종자를 수입하여 재배하므로 현지 적응성이 떨어짐
 - 일대잡종 품종개발 목표는 ① 잡종강세 ② 종자생산성 ③ 현지선호 품질 ④ 지역 적응성이므로 따라서 경쟁력 우위를 확보하기 위해서는 현지의 육종재료로 현지의 적응성이 높은 품종을 선발해야하므로 현지 육종사업을 통해서만 가능함
- 국내 연구진의 일대잡종 연구 결과에 의한 핵심적 기술적 우위성 제시
 - 종자수출 대상국의 잡종품종 생산성은 7.5~11.4톤/ha, 종자생산성은 2톤/ha 정도이며(표 10), 우리나라는 1982년부터 2002년까지 일대잡종 품종개발을 위한 연구 결과, 일대잡종 품종의 수량성은 12.1톤/ha 정도이며, 잡종 종자 생산성은 2.05톤/ha 정도로 충분한 경쟁력을 확보하고 있음(표 33).

표 10. 벼 일대잡종 종자 생산성

국가	종자생산성(톤/ha)	국가	종자생산성(톤/ha)
중국	2.0~4.2	인도네시아	0.7~3.9
인도	1.5~2.5	방글라데시	1.8~2.5
베트남	1.5~3.0	필리핀	-

*The 6th International Hybrid Rice Symposium(2012).

2. 국내외 기술동향 분석

1) 국내외 기술동향

가. 국내 기술동향

- 2010년 기준 국내 품종개발 등록 수는 227품종으로 육종주체별로 국립식량원 193, 도농업기술원 4, 대학 17, 원자력연구소 10, 개인 2, 외국인 1품종임
- 국내 벼 육종은 국립식량과학원에서 육종방법별로 전통육종, 반수체육종, 돌연변이육종, 야생벼 활용 중간잡종 육종, 분자육종과 목적별로 초다수성 육종, 내병충성 육종, 품질육종을 수행하고 있고 육종모재 선발을 위한 유전자원평가 및 활용연구를 수행하고 있음
- 농진청의 작물분자육종사업단과 유전체사업단에서는 대학 및 민간연구기관과 공동으로 MAS육종에 필요한 분자마커 개발과 유용유전자개발을 추진하고 있음
- 그러나 일대잡종에 대한 연구는 1980년대 중반부터 시작하였으나 1990년 중반부터 국내 벼 품종개발을 자포니카로 전환하면서 일대잡종연구도 중지하였음
- 국내 벼 일대잡종 연구는 1980년대 까지 통일형 품종을 중심으로 활발하게 추진되어 세포

질 응성불임체계 개발, 우량 임성회복친 선발, 종자생산체계의 확립 등 기반 기술을 구축하였으나 국내 벼 품종개발을 자포니카로 전환하면서 2004년부터는 연구가 중단되었음

- 1990년 통일형 품종의 일대잡종품종 수원잡종 1호와 수원잡종 2호를 개발하였으나 종자생산, 품질 문제로 실용화하지 못하였음

표 11. 벼 일대잡종 육성품종의 주요 특성 (1990, 수원)

품종명	교배조합	본답생육 (일)	간장 (cm)	수량성 (톤/ha)	수량지수 (%)	비고
수원잡종1호	SR16284A/용문벼	116	74	8.34	149	복합저항성
수원잡종2호	SR16283A/태백벼	111	66	7.34	131	복합저항성

나. 해외 연구동향

- 선진국과 다국적 종자회사는 분자유종을 기반으로 기후변화에 대응하는 재해저항성, 내병충성, 특수성분 증진, 일대잡종품종개발 관련 유전자개발 연구를 수행하고 있음
- 동남아 쌀 생산국가는 전통육종을 기반으로 포장선발과 특성검정에 의한 단간 직립 내병충성 다수성 품종을 개발하고 있고 약배양 및 조직배양기술이 확립되어 있으나 인디카품종의 분화효율이 낮아 실용화하지는 못하고 있음
- 또한 분자마커를 이용한 품종개발은 IRRI가 개발한 침수저항성유전자(sub)을 활용한 품종을 개발하여 실용화하고 있으나 몇 개국을 제외한 대부분 국가는 실험시설이 열악하고 기술수준도 낮음
- 각 국가의 재배환경과 육종 수준을 파악하는 간접지표인 국가별 수량성은 호주와 이집트가 9.0톤/ha로 가장 높고 한국, 일본은 7.0톤, 동남아국가는 6.0톤~3.0톤의 범위를 보임

표 12. 수량성 수준별 국가분류

수량성(톤/ha)	국 가
9.0	호주, 이집트
8.0	미국, 우르콰이, 모로코
7.0	한국, 일본, 터키, 페루, 아르헨티나, 엘살바도르
6.0	대만, 러시아, 베트남, EU
5.0	콜롬비아
4.0	말레이시아, 스리랑카, 방글라데시, 필리핀, 파키스탄
3.0	태국, 인도, 네팔, 미얀마
2.0	캄보디아, 브르네이

*출처 : USDA, 2012

- 일대잡종 품종개발은 대부분 동남아 국가에서 적극적으로 추진하고 있으나 주로 민간종자 회사에서 개발된 품종들이 많이 재배되고 있음
 - 아시아지역 평균 재배면적 : 13.2%(07), 중국 53.4%(07)
 - 필리핀 : 민간회사 종자점유율 75%, 재배면적 28.3%(05) ~ 7.1(09)
 - 일대잡종 벼 수량성은 중국이 14.15톤/ha로 가장 높고 베트남과 인도네시아가 각각 11.44톤/ha, 11.06톤/ha이며 기타 국가는 9톤/ha 이하임

표 13. 국가별 벼 일대잡종 품종 개발현황

국가	품종수			육성기간	최고수량성 (톤/ha)	기업체 수
	계	공공기관	민간회사			
중국	403	403	?	2001~2011	14.15	?
방글라데시	87	4	83	1998~2010	9.0	18
인도네시아	71	21	50	?	11.06	?
인도	59	31	28	1994~2012	9.0	12
필리핀	44	20	24	1994~2011	9.0	8
베트남	14	?	?	2008	11.44	?

표 14. 내재해성 유전자 특허 등록 현황

종자회사	국적	특허출원 건수	대상형질	비고
BASF	독일	21	내한발, 내염성, 내한성, 내환경스트레스	
Bayer	독일	5	내한발, 내염성, 내한성, 내환경스트레스	벼육종
Ceres, Inc	미국	4	내한발, 내염성, 내한성, 내침수, 내환경스트레스	
Dow	미국	2	내한발, 내염성	벼연구
Dupont	미국	1	내한발, 내한성, 내환경스트레스	벼육종
Evogene Ltd	이스라엘	2	내한발, 내염성, 내한성, 내환경스트레스, 내자외선	
Mendel Biotech.	미국	3	내한발, 내환경스트레스,	
Monsanto	미국	6	내한발, 내한성, 내환경스트레스, 질소이용효율증대	
Syngenta	스위스	7	내한발, 내한성, 내염성, 내환경스트레스	벼연구

* 출처 : ETC Group 2009

- 중국은 잡종종자 생산비가 적게 드는 초다수 2계 일대잡종 품종 Liangu 0293, Yliangu 1, Zhun liangu 527의 평균수량성(2004년)은 12톤/ha, Yliangu 2의 수량성(2011년)은 13.5톤/ha 보였음
 - 2010년 2계 잡종종자 생산면적 25,000ha에서 평균 2톤/ha의 생산성을 보였으며 최고 생산은 10ha에서 평균 4.22톤/ha의 생산성을 나타냈음.
 - 2계의 불임발현 온도는 23~24°C로 이 범위의 온도를 벗어나면 종자생산성과 순도 문제가 발생하며 자식세대가 진전될수록 종자순도가 떨어지는 단점이 있음.
- 인도는 IRRI 등과 공동연구를 통해 각 지방의 대표품종과 비교, 생산시험을 통해 안정적인 생산성을 보이는 일대잡종 품종(평균수량 6~8톤/ha)을 육성하였음.
 - 주요 재배품종은 DRRH-1, KRH-2, Sahyadri, PHB-71 및 PA 6201이며, Sahyadri는 직파적용 품종으로, Pusa RH-10은 향미 일대잡종으로 개발되었음
- 태국은 최근 고급 쌀 생산을 위해 GAP와 유기재배연구와 쌀의 부가가치사슬을 향상시키기 위해 재래종을 이용한 영양쌀 개발과 이용성 증대연구를 치중하고 있음.
- 베트남은 환경 및 병해충 저항성 유전자 집적, 단기성품종(90~100일)개발, 수출용 쌀의 품질향상을 위한 연구와 향미개발을 치중하고 있고 메콩강 유역의 벼멸구 발생억제를 위해 농약, 비료, 종자량을 줄이는 정책을 추진하고 있음. 일대잡종 보급품종은 3계 교잡종이 70%로 6~10품종이 보급되고 있으며 2계 교잡종(TGMS)은 전체 일대잡종의 30% 정도를 차지하고 있음
 - 최근에는 Indica x Indica형 보다는 Indaca x Japonica형 일대잡종 품종 개발에 집중하여 시험재배에서 11.44톤/ha의 생산성을 보이며 생육기간이 97일 정도의 D64S/RV126을 개발하였음
- 인도네시아는 2014년까지 천만톤 벼 추가생산 목표를 정하고 연간 9~10개 품종개발 계획을 세워 관개답, 천수답, 육도, 침수답의 생태형별 프로그램을 수행하고 있음. 일대잡종 품종은 71품종을 개발하였는데 이중 21품종이 국내육성이고 50품종은 중국 등에서 도입한 품종임
- 필리핀 PhilRice의 연구방향은 벼 적합환경 기술개발, 벼 부적합환경 기술개발, 벼 부가가치 증진임. 중점연구목표는 1) 생산비절감 : 기계화재배, 제초제 저항성, 물이용 효율증진, 영양성분 이용효율증진 2) 유기재배기술개발 : 생물비료, 생물농약개발, 잡초경합력, multililine 개발 3) 저에너지 이용 : 풍력, biomass, 에탄올 연구를 최근 수행하고 있음.
 - 이런 목적 아래에서 벼 품종개발은 생태형별 적응 내재해 다수성 품종개발, 생산비절감을 위한 직파재배 품종, 당노기능성(LGI)품종개발, 복합내병충성 다계품종개발을 추진하고 있음.
 - 일대잡종품종 44개 품종이 등록되어 있고 IRRI에서 10품종, PhilRice가 7품종, PhilSCAT가 개발한 품종이 3품종으로 공공기관이 개발한 품종이 20품종이며 민간분야에서는 DevGen 3, Sygenta 2, Pioner 1, HYRICE 1, Advanta 2, Seedwork 2, Metahelix 2, BeidaHuang Seed 1등 24품종을 개발하였음

- 방글라데시는 재배생태형(관개답, 침수지역, 한발지역, 염해지등)별 9개 지역시험장을 활용하여 육종프로그램을 수행하고 있으며 44개의 벼 품종을 육성하였고 이중 4개 품종은 향미로 수출용으로 재배를 추진하고 있음.
 - 최근에는 침수저항성 벼 품종과 내염성 품종개발에 치중하고 있고 국제미작연구소와 공동으로 golden rice의 농가보급용 종자를 생산하고 있고 한발지역용으로 NERICA 품종을 수입하여 시험보급하고 있음.
 - 일대잡종연구는 4개 품종을 개발하였으며 BRRRI hybrid dhan 1~3은 Boro용 품종이고 BRRRI hybrid dhan4는 T. Aman용 품종으로 2010년 개발되었음. BRRRI hybrid 3은 142~147일의 생육일수로 수량성은 8.5~9.0톤/ha이며 BRRRI hybrid 4는 생육일수가 115~120일인 단기성 품종으로 6.0~6.5톤/ha의 수량성을 보임.
- 캄보디아는 천수답용 중만생 16품종, 만생종 8품종, 관개답 조생종 9품종, 육도 2품종, 침수답 3품종을 총 38개 품종을 개발하였고 형질별로는 벼멸구, 이화명충에 저항성 품종과 한발과 침수저항성 육종에 성과를 내고 있음
- 미얀마는 라와디 강 중부지역을 포함하는 Sagaing 지역은 전체 재배면적으로 30% 정도를 차지하는 지역으로 이 지역에서 주로 재배되는 품종은 Ayeyar Min 품종(12만 ha)이 35% 정도이고 수량성은 4.45(t/ha) 수준임.
- 유럽지역의 터키는 재배지역의 적정 비료 시용량 규명과 도열병 방제, 적미 경감재배, 기계화 직파재배기술등에 관한 연구가 확대 수행되고 있으나 루마니아 등은 벼에 대한 연구는 많이 이루어지지 않고 있음

2) 국내외 특허 및 논문 동향 분석

가. 특허 동향분석

(1) 벼 육종분야 특허 동향

- 벼의 육종 기술에 대한 특허를 검색한 후 식품 및 의약 조성물, 기계 분야를 제외한 특허 건수는 총 2,727건이 검색되었으며, 전수검사를 통해 1,223건의 특허를 도출하여 분석에 사용하였음.
- 벼의 육종 기술에 대한 특허(출원 1,223건/등록 578건)를 연도별로 살펴보면, 1996년 이래로 지속적으로 특허 출원이 증가하고 있는 것으로 나타났으며, 2005년을 제외하고 등록 건수 또한 증가하는 것으로 나타남.

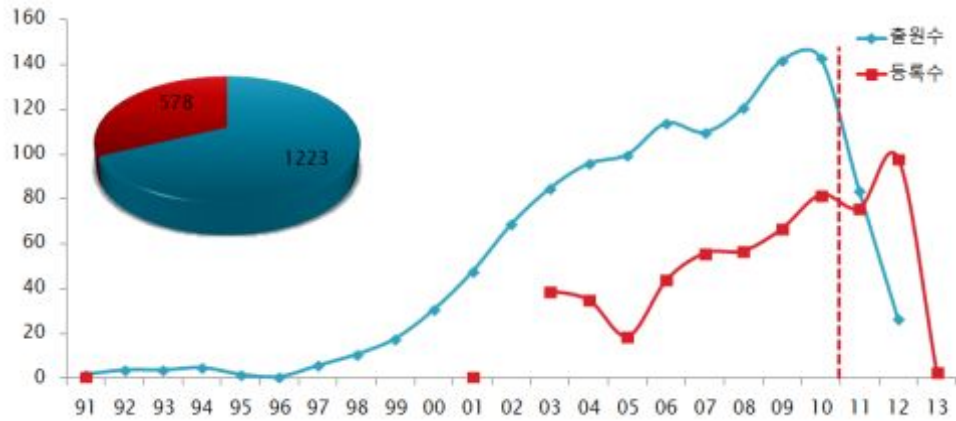


그림 3. 연도별 특허출원 동향

○ 벼의 육종 기술에 대한 특허(출원 1,223건/등록 578건)를 국가별로 살펴보면, 중국(615건), 미국(205건), 일본(182건), 한국(118건), 유럽(38건)순으로 나타남.

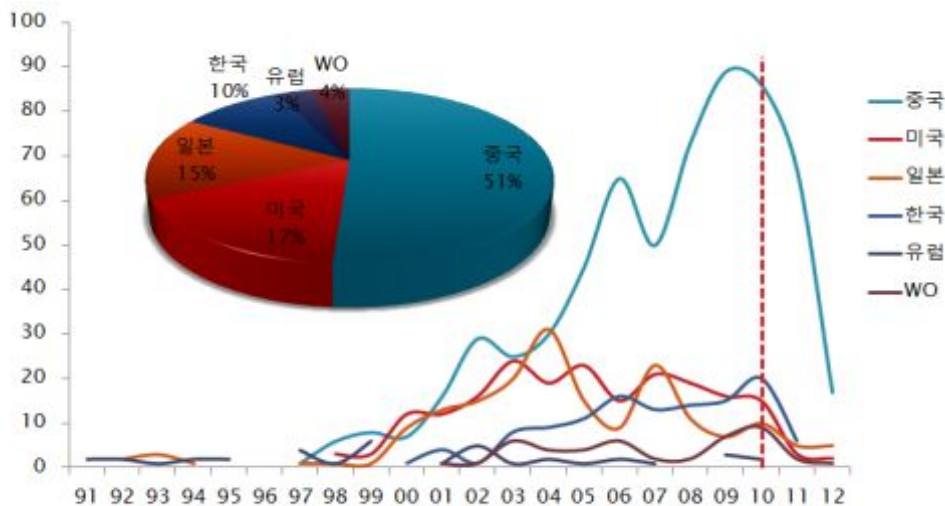


그림 4. 연도별/국가별 출원 동향

○ 벼 육종에 관한 기술을 세부적으로 나누어 보면, 전통 육종 기술, 분자육종 및 일대잡종으로 크게 3가지로 나누어 볼 수 있음.

- 전통육종 기술 분야는 육종 재료, 육종 방법, 육종 형질에 관련하여, 야생벼, 교잡, 중간교잡, 약배양이나 반수체 배양 등의 배양기술 및 유용형질(품질 및 수량 관련, 수확시기 관련)에 관한 것으로 나누어 볼 수 있으며, 연구자가 원하는 Planthopper 관련한 기술로 나누어 볼 수 있음.
- 분자육종 기술분야는 육종의 재료가 될 수 있는 유전자 및 분자마커로 나누어 볼 수 있으며, 유전자 기능 분석을 위한 형질전환 식물체 및 유전체 등을 들 수 있으며, 유전자원이 되는 벼를 구분할 수 있는 유전자형 비교에 사용되는 여러 기술 및 방법과 병, 수량 등과

관련된 분자 마커를 들 수 있음.

- 일대잡종 기술분야는 잡종강세, 응성불임, 종자생산으로 나누어 볼 수 있으며, 잡종강세에는 F1, 하이브리드, 자식약세 등의 기술로 한정하고, 응성불임의 경우 전통육종과 분자육종을 포함하고 있음.

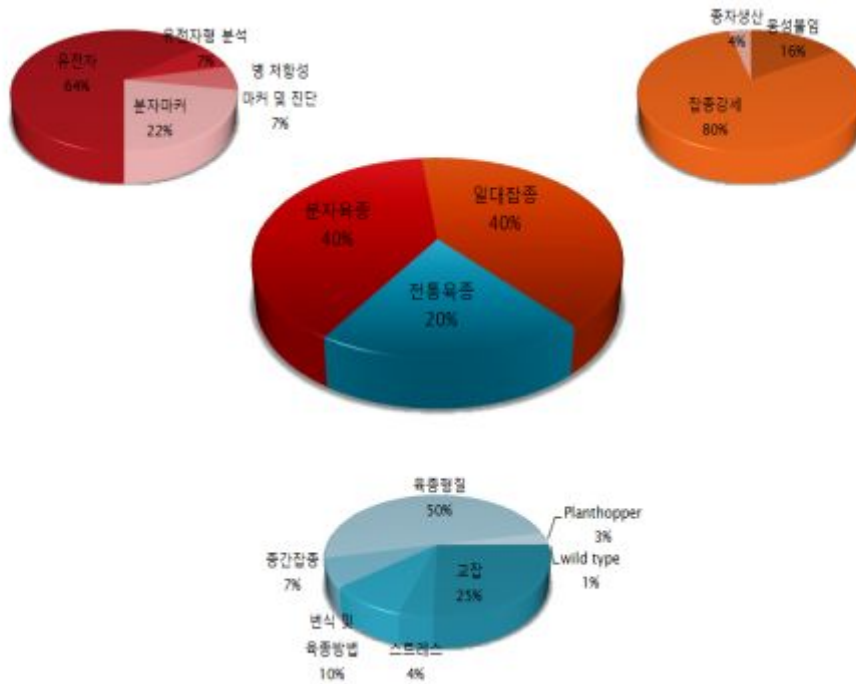


그림 5. 기술별 특허 점유율

- 벼 육종에 관련된 기술 점유율은 전통육종 20%, 분자육종 40%, 일대잡종 40% 였음
 - 전통육종의 경우 육종형질이 50%로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 교잡, 번식 및 육종 방법, 중간잡종 등의 순으로 나타났음.
 - 분자육종의 경우, 유전자 기능분석이 64%로 가장 높은 비중을 차지하였으며, 분자마커, 유전자형 분석, 병 저항성 마커 순서였음.
 - 일대잡종의 경우 잡종강세가 80%로 가장 높은 비중을 차지하였으며, 응성불임 16%, 종자 생산 4% 순으로 나타남.

(2) 주요 국가 및 국제 특허 동향

(가) 중국

- 중국의 벼 육종에 관한 최근 10년간의 동향을 살펴보면, 전통육종 17%, 분자육종 24%, 일대잡종 59% 순으로 나타남.

○ 중국의 비 육종에 관한 기술 중 일대 잡종 기술에서 잡종강세 기술에 대한 특허가 가장 많았으며, 2006년과 2009년에 가장 많은 수의 특허를 출원한 것으로 나타남.

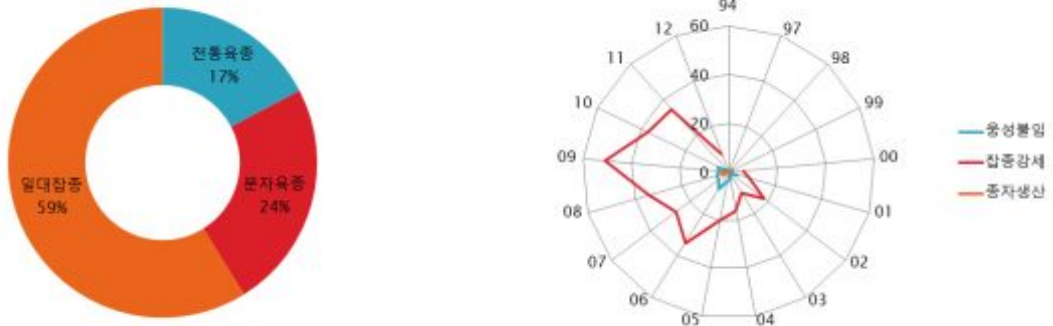


그림 6. 중국 기술별 특허 점유율 및 연도별 일대잡종 분야의 특허 출원 현황

(나) 미국

○ 미국의 비 육종에 관한 최근 10년간의 동향을 살펴보면, 전통육종 27%, 분자육종 27%, 일대잡종 46% 순으로 나타남.

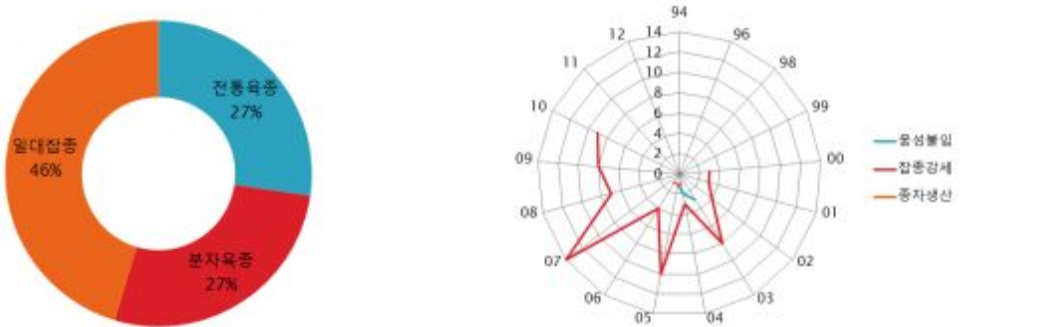


그림 7. 미국 기술별 특허 점유율 및 연도별 일대잡종 분야의 특허 출원 현황

(다) 일본

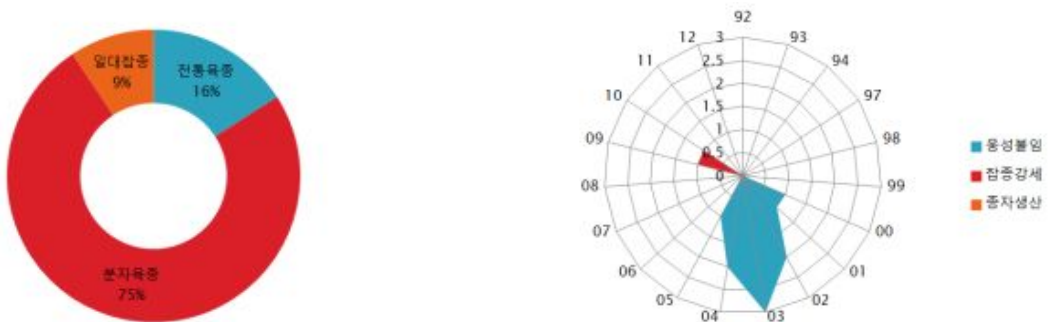


그림 8. 일본 기술별 특허 점유율 및 연도별 일대잡종 분야의 특허 출원 현황

- 일본의 벼 육종에 관한 최근 10년간의 동향을 살펴보면, 전통육종 16%, 분자육종 75%, 일대잡종 9% 순으로 나타남.
- 일본의 벼 육종에 관한 기술 중 일대 잡종 기술에서 옹성불임 부분에 대한 특허가 가장 많았으며, 미국과 중국에 비해 일대 잡종에 대한 특허 출원수가 낮은 편으로 나타남.

(라) 한국

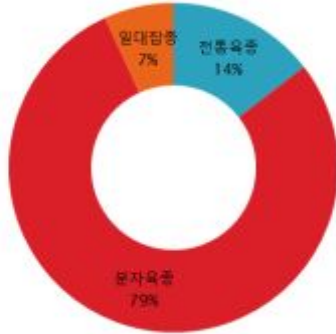


그림 9. 한국 기술별 특허 점유율

- 한국의 벼 육종에 관한 최근 10년간의 동향을 살펴보면, 전통육종 14%, 분자육종 79%, 일대잡종 7% 순으로 나타남.
- 한국의 벼 육종에 관한 특허 동향을 연도별로 살펴보면, 2003년 이후 특허 출원이 증가하였으며, 기술별로는 분자육종에 관한 특허를 가장 많이 출원하였으며, 유전자, 병 저항성 마커, 육종형질, 옹성불임 기술 순으로 특허 출원수가 증가하였음.

(마) 유럽

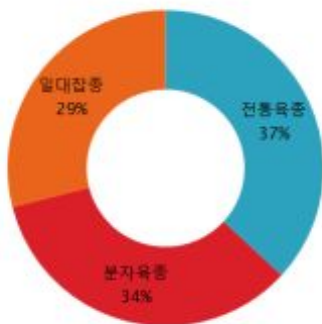


그림 10. 유럽 기술별 특허 점유율

- 유럽의 벼 육종에 관한 최근 10년간의 동향을 살펴보면, 전통육종 37%, 분자육종 34%, 일대잡종 29% 순으로 나타남.
- 유럽의 벼 육종에 관한 특허 동향을 기술별로 살펴보면, 유전자, 육종형질, 잡종강세, 교잡, 분자마커, 종자생산, 옹성불임 기술 순으로 특허 출원수가 증가하였음.

(다) 국가별 주요 출원인 동향

- 벼 육종에 관련된 지난 10년간 연구에서 중국은 주로 대학을 중심으로 이루어졌으며, Zhejiang 대학, Nanjing 대학, 중국과학원 순으로 나타남.
- 벼 육종에 관련된 지난 10년간 연구에서 미국은 기업에 의해 특히 출원이 이루어졌으며, 주요 출원인으로는 Bayer, Monsanto, Pioneer 순으로 나타남.
- 벼 육종에 관련된 지난 10년간 연구에서 일본의 주요 출원인은 National Institute of Agrobiological Sciences, Independent Administrative Institution Japan Science, National Agricultural Research Organization, Honda Motor 순으로 나타남.
- 벼 육종에 관련된 지난 10년간 연구에서 한국의 주요 출원인은 농촌진흥청으로 나타났으며, 경희대학, 경상대학, 서울대학, 고려대학, 동아대학, 명지대학 등 대학을 중심으로 특허를 출원한 것으로 나타났음
- 벼 육종에 관련된 지난 10년간 연구에서 유럽의 주요 출원인은 Bayer, Louisiana State 대학, 일본 tobacco 순으로 나타났음

나. 논문 동향분석

(1) 국가별/연도별 논문 동향

- 지난 10년간의 벼 육종분야의 논문게재 현황을 살펴보면, 2006년 이후 지속적으로 증가한 것으로 나타났으며, 중국, 일본, 미국, 필리핀, 인도, 한국 순으로 나타났음

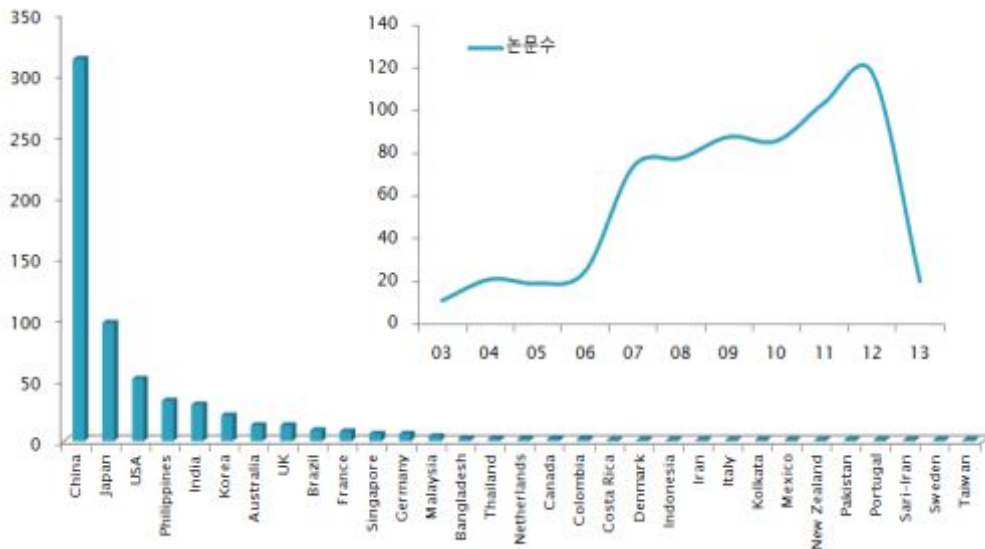


그림 11. 연도별/국가별 벼 육종 분야 논문현황

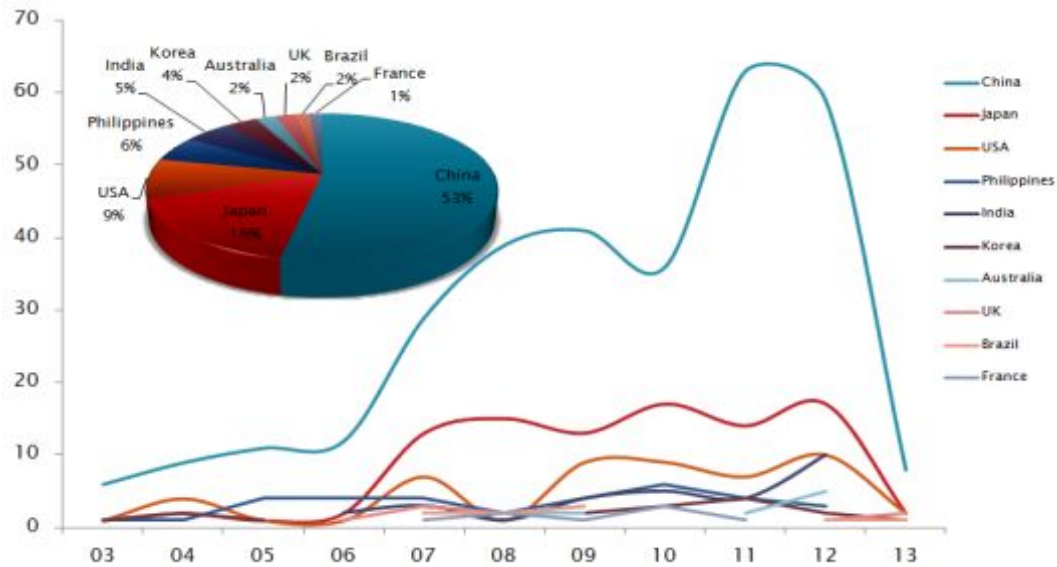


그림 12. 상위 10개국의 연도별 논문현황

- 지난 10년간의 벼 육종분야의 논문게제 현황을 국가별로 살펴보면, 중국이 약 53%로 가장 많은 논문을 발표하였으며, 2010-2012년 사이에 많은 수의 논문을 발표한 것으로 나타남.
- 논문발표 건수로 살펴본 순위는 중국이 53%로 1위를 차지하였으며, 일본 16%, 미국 9%, 필리핀 6%, 인도 5%, 한국 4%로 나타났으며, 주로 아시아권에서 연구가 많이 이루어지는 것으로 나타남.

표 15. 연도별 주요 학술지 현황

Journal	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	합계
TAG. Theoretical and applied genetics	1	4	4	2	19	16	13	15	20	16	2	112
Journal of genetics and genomics					3	2	2	7	7	1		22
Journal of integrative plant biology						1	6	1	3	5		16
Yi chuan = Hereditas		1	1	3		4	3		2	2		16
PloS one							1	1	3	9	1	15
The New phytologist				2	2	2	2	1	2	4		15
Genetics	1		1	1	1	3	2	2	2			13
Plant biotechnology journal				5		2	1	1	1	2	1	13
PNAS(USA)	1				1	3	2	2	1	3		13
Genome / National Research Council Canada		1			3	2	1	1	2	2		12
Plant cell reports	1	1		1	1	2	1	3		1	1	12
Journal of experimental botany				1	2		1	3	4			11
Phytopathology						2	3		2	3	1	11
The Plant journal : for cell and molecular biology		1			2		2		2	3	1	11

- 벼 육종 분야에서 가장 많은 수의 논문을 발표한 학술지는 TAG(Theoretical and applied genetics)로 전체 도출된 논문 중 17%를 나타냄.

(나) 기술별 논문 동향



그림 13. 벼 육종기술별 논문 현황

○ 벼 육종 분야의 최근 10년간 기술동향을 살펴보면, 분자유종분야가 447건(69%)로 가장 많이 차지하였으며, 일대잡종 142건(22%), 전통육종 55건(9%)순으로 나타남.

○ 벼 육종 분야의 최근 10년간 기술동향을 연도별로 살펴보면, 2007년 이후부터 급격하게 논문 수가 증가하였으며, 부분별로는 분자유종에 분자마커가 전체 검색건수의 54%를 차지하고 있으며, 일대잡종 기술분야의 잡종강세분야가 13.5%, 유전자 관련 연구 5%, 내재해성 연구 5%로 나타남.

표 16. 연도별/기술별 논문 현황

구분	기술분류	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	합계
전통육종	육종형질			3	2	3	3		3	4	5	1	24
	종간잡종				1	3	5	5	4	5	2	1	26
	번식 및 육종방법	1			2		1	1					5
분자유종	유전자	1	2	2	1	6	6	4	5	3	4	1	35
	유전자형 분석		1		2	2	5	4		4	7	1	26
	내재해성		2	1	1	3	2	7	3	4	9	2	34
	분자마커	7	11	10	9	42	39	45	52	54	72	11	352
일대잡종	종자생산				2	2	3	5	3	8	6	1	30
	응성불임		1		1	5	4	2	3	4	5		25
	잡종강세	3	4	3	4	8	10	15	13	18	8	2	87
합계		11	21	19	25	74	78	88	86	104	118	20	644

(다) 국가별/기술별 논문 동향



그림 14. 국가별/기술별 논문현황

- 벼 육종의 기술별 논문현황을 살펴보면, 중국은 분자유종, 일대잡종, 전통육종 순으로 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 일본은 분자유종, 일대잡종, 전통육종 순으로 연구가 활발히 진행되고 있으며, 특히 분자유종에 관련된 연구가 가장 활발하게 진행중인 것으로 나타남.

□ 중국

- 중국은 2007년 이후 지속적으로 논문수가 증가하였으며 특히 분자마커, 잡종강세 분야의 연구가 가장 활발히 진행되는 것으로 나타남.


표 17. 중국의 연도별/기술별 논문 현황

	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	합계
육종품질			1		1	2		1	2			7
종간잡종						3	3	1	3	2		12
번식 및 육종 방법				2			1					3
유전자					3	4		3		1		11
유전자형 분석		1				2			2	2	1	8
분자마커	4	4	7	4	15	18	20	20	33	36	5	166
내재해성		1	1	1			3	1	3	5		15
종자생산					1	1	4	2	5	5	1	19
웅성불임				1	4	3	1	1	3	4		17
잡종강세	2	3	2	4	5	6	9	7	12	4	1	55
합계	6	9	11	12	29	39	41	36	63	59	8	313

□ 일본

- 일본은 2007년 이후 지속적으로 논문수가 증가하였으며 특히 분자마커에 관련한 연구가 가장 활발히 진행되는 것으로 나타났음


표 18. 일본의 연도별/기술별 논문 현황본

	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	합계
육종품질			1						1	1		3
종간잡종						1		1	1			3
번식 및 육종 방법												0
유전자					1	2	2		1	2		8
유전자형 분석				1	2	1				2		6
분자마커	1	1			8	7	8	11	7	10	2	55
내재해성								1		1		2
종자생산				1		1						2
웅성불임		1			1		1	2				5
잡종강세					1	3	2	2	4	1		13
합계	1	2	1	2	13	15	13	17	14	17	2	97

□ 미국

- 미국은 2009년 이후 지속적으로 논문수가 증가하였으며, 분자마커에 관련된 연구가 지속적으로 이루어지는 것으로 나타났음


표 19. 미국의 연도별/기술별 논문 현황

	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	합계
육종품질					1	1		1	1	1	1	6
종간잡종					1		2	2				5
번식 및 육종 방법												0
유전자		2					1		1			4
유전자형 분석							1		1			2
분자마커	1	2	1	1	3		4	3	3	7	1	26
내재해성										1		1
종자생산								1				1
웅성불임												0
잡종강세					2	1	1	2	1	1		8
합계	1	4	1	1	7	2	9	9	7	10	2	53

□ 한국

- 우리나라도 2006년 이후 지속적으로 논문수가 증가하였으며, 특히 분자마커에 관련된 연구가 지속적으로 이루어지는 것으로 나타났음

표 20. 연도별/기술별 논문 현황-한국

	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	합계
육종품질			1					1		1		3
종간잡종												0
번식 및 육종 방법	1											1
유전자											1	1
유전자형 분석												0
분자마커		2		1	2	1	2	2	2	1		13
내재해성					1	1						2
종자생산									1			1
웅성불임												0
잡종강세									1			1
합계	1	2	1	1	3	2	2	3	4	2	1	22

3. 국내외 정책동향 분석

가. 국내

- 식량작물의 종자생산 및 보급은 정부주도에서 지방정부나 민간주도로 전환하는 정책을 시행하고 있음
- 정부는 종자강국을 위해 종자유종 연구기반조성, 종자 R&D 투자확대, 종자기업 육성 등 정책을 수립하여 추진하고 있음

나. 국외

- 쌀은 각 국가의 생존물품이므로 이동은 광범위한 정부의 통제 아래 있음
 - 일부국가는 국내시장 보호를 위해 국가 간 쌀의 유입과 방출조절 및 정책으로 최소 수출가격제 및 수출제한조치 시행하고 있음
- 쌀 수입국가들은 농민 인센티브부여를 통한 국내생산량 증대 정책을 시행하고 있음
 - 농민들의 가격지지(수매제도)정책, 농자재(비료, 종자, 연료 등)의 보조금지원
 - 식량자급을 위해 일대잡종 벼 재배를 권장하는 국가(인도네시아, 필리핀, 방글라데시)는 일대잡종 종자구입비를 지원
- 쌀 수입국가들은 소비자 보호를 위해 저소득층 대상으로 식량배급제와 근로배급제 시행
- 수출국인 태국은 연간 2작기 재배의 생산조정정책을 추진하고 베트남도 병해충발생을 방지하기 위해 휴경 장려금을 지급하고 있음

- 아시아의 대부분 국가들이 국내 가격안정과 기상재해 등의 유사시 대비를 위해 비축제도를 시행하고 있음
- 인도, 베트남, 방글라데시, 미얀마 등은 일대잡종 종자품종개발 및 종자보급 사업에 민간 종자회사, 외국과의 합작투자와 협력연구, 외국기관 및 개인의 일대잡종 품종개발 투자를 장려하고 외국투자자에게 지원을 하고 있음

표 21. 아시아 각국의 벼 교역 정책

국가별	최소수출 가격	양적제한 조치	수입세	쿼타	수출 금지	국가 교역	공공 비축
방글라데시							
인도	V				V	V	V
캄보디아			V			V	
인도네시아			V			V	
라오스					V	V	
말레이시아			V			V	
미얀마					V		
필리핀		V	V			V	
태국	V						V
베트남	V		V			V	V
파키스탄	V					V	
일본				V		V	
대만				V	V		V
한국						V	V

* 출처 : Hand book of rice policy for Asia, IRRI, 2012

표 22. 생산지원 및 소비자 보호 정책

국가별	가격지원 (\$/kg)	기계보 조	종자보조	관개	연료	비료	직불제	소비자 가격지원
방글라데시	0.41				V	V		V
인도	0.21	V	V	V	V	V		V
캄보디아				V				
인도네시아	0.39				V			V
라오스								
말레이시아	0.25	V						V
미얀마			V					
필리핀	0.39	V	V					V
태국	0.48					V		
베트남	0.24							
파키스탄				V		V		
일본							V	
대만	0.91						V	
한국	1.54						V	

* 출처 : Handbook of rice policy for Asia, IRRI, 2012

4. 기술수준 및 연구개발 인프라 분석

- 종자기술은 유전자원 확보 및 정보관리, 특성검정시설, 세대축진용 조직배양실, 분자육종실
 험실 등 육종기반 시설과 전통육종, 일대잡종육종 및 중간교잡육종 등 육종기술과 종자전
 염병 방제, 종자순도검정 및 종자소독 등 채종기술로 구분됨
- 동남아는 국내에 비해 전반적인 육종기반시설 확보 및 활용성이 떨어지고 육종방법의 적용
 이나 실험실을 활용하는 육종기술도 낮은 편임
- 유럽은 맥류육종의 경험이 있고 실험실이나 병해충 검정시설 및 온실 등 기반시설도 갖추
 고 있으며 농기계의 활용성은 높은 편임
- 벼 일대잡종 품종 개발 기술 수준은 중국과 국제미작연구소를 제외하면 대부분 국가의 연
 구기간이 약 15년 정도로 초기단계이나, 최근 민간종자회사의 적극적인 연구참여로 기술이
 크게 발전하고 있으나, 종자생산의 어려움으로 재배면적이 확대되지 못하는 실정임. 따라서
 중국을 비롯한 각국에서는 잡종종자를 1회만 생산해도 되는 2계통 육종기술을 적극 개발하
 고 있음.

표 23. 국내외 기술수준 및 연구개발 인프라 분석

구분	분야	기술수준		
		국내	동남아	유럽
육종기반시설	유전자원 확보 및 정보관리	◎	○	△
	특성검정시설	◎	△ ~ ○	△
	농기계 및 장비 활용성	◎	△ ~ ◎	◎
	인공교배 및 세대축진 시설	◎	○	○
육종기술	전통육종	◎	○	△
	병해충 및 재해저항성 육종	●	△ ~ ○	△
	반수체육종	◎	○	○
	품질육종	◎	△ ~ ○	●
	중간잡종육종	●	△	△
	일대잡종	△	△ ~ ○	△
종자생산기술	종자감염병충해검정	◎	○	△
	종자품질 및 순도검정	◎	○	○
	약제처리 및 가공기술	◎	○	○

5. 주요 이슈 및 전략방향

가. 주요 이슈

- 국내 벼 품종개발은 국가기관인 국립식량과학원에서 이루어져왔고 최근에 일부 대학 및 민간 육종가가 개발한 품종이 등록되고 있음. 국내 연구진에 의한 해외품종개발은 국제미작연구소에서 수행한 열대지역적응 자포니카품종 MS11이 최초 개발품종임
- 우리품종들의 해외 적응성시험은 통일형 품종을 위주로 코이카나 코피아 사업을 통해 이루어지고 있으나 종합적인 분석과 검토가 이루어지지 않았음
- 최근 벼 육종의 인력, 기반시설을 포함한 국내 벼 육종규모와 육종기술이 축소되고 있어 정부의 해외종자산업과 해외농업 개발사업에 적극 참여함으로써 벼 육종의 규모확대 및 기술진전을 추진하여야 함
- 다양한 생태형의 해외지역 적응 품종을 개발함으로써 육종목표와 대상형질을 다변화하여 육종기술의 발전과 유전자원 확보를 추진할 수 있음
 - 기후변화에 대응하는 저항성 육종기술 : 내한발, 내열성, 내침수성, 열대지역의 바이러스병 및 멸구류
 - 일대잡종육종기술
 - 직파품종과 육도(aerobic)품종 기술
- 일대잡종 품종 재배 국가들의 공통적인 문제점은 품질저하, 병해충 복합저항성 결여, 비싼 종자가격으로 농가소득이 줄어 일부 국가에서는 재배면적이 정체됨
 - 병해충에 약함 : 도열병, 흰잎마름병, 통그로바이러스, 벼멸구, 흰등멸구 등
 - 종자생산이 불안정하고 고생산비로 종자가격이 비싸다
 - 우기에 종자 생산성이 낮고 종자순도가 낮아 성장력이 떨어짐
 - 최고품질 품종과 비교하면 품질이 낮음
 - 외국품종 도입에 따라 적응지역을 제한 받음

표 24. 국가별 벼 일대잡종 재배의 문제점

국가	일대잡종 품종의 문제점
중국	품질저하, 병해충 복합저항성 결여, 시장가격 하락, 종자가격 상승
인도	생육기간 김, 장간화, 잡종강세 낮음, 병해충 복합저항성 결여, 품질 낮음
인도네시아	병해충 복합저항성 결여, 종자가격 상승, 기후변화로 종자생산 불안정
베트남	쌀 품질저하, 병해충 복합저항성 결여, 생육기간 길음
방글라데시	흰잎마름병 및 염해 저항성 결여, 종자가격 상승, 아밀로즈 함량 낮음
필리핀	잡종강세 낮음, 병해충 복합저항성 결여, 품질 및 완전미 수율 낮음

나. 전략 방향

- 해외적응 벼 품종개발의 목적은 종자판매용과 정부의 공적원조사사업으로도 지원 가능한 2개 트랙으로 추진하며 방향은 일대잡종품종과 자식성 품종을 구분하여 프로젝트를 수립함
- 품종개발 대상지역은 벼 생산의 65%를 차지하고 있는 동남아시아와 서남아시아국가에 위치한 열대아시아 지역, 쌀 수입국가가 많은 중동지역, 쌀의 소비량이 늘어 날 것으로 기대되는 유럽 지역을 목표로 흑해연안 지역을 대상으로 선정하였음
- 열대아시아 지역의 육종목표는 관개답 생태형의 품종개발을 주 대상으로 하여 현지 문제 병해충과 불량환경과 재해 등을 고려한 재배안정성 증진과 다수성을 목표로 하고 특히 도정수율을 증진을 주 개선목표로 하였음. 유럽지역은 단기성 내냉성 직파적응성 자포니카 품종개발을 목표로 선정하였음. 기능성 특수미 품종개발은 국내 연구와 중복성 등을 고려하여 지역별 특성에 맞는 찰벼, 향미 등 1~2개 품종으로 축소하여 목표를 설정하였음
- 해외품종개발 및 내재해성 특성검정은 원칙적으로 보급대상 지역의 생태형에 맞는 현지육종으로 추진하며 분자표지를 이용한 실내선발, 실험실을 활용하는 특성검정 등은 국내 연구도 가능하며 육종 년한 단축을 위한 육종방법과 왕복육종 체계를 구축하여 추진토록 함
 - 재배생태형측면에서는 인도차이나반도의 남북으로 긴 지형을 갖는 베트남과 서남아시아와 인접한 미얀마가 다양한 벼 생태형을 갖고 있음
 - 개발품종의 보급시 상대적으로 기술효과가 크며 벼 종자의 이동성과 연구 협력성이 좋고, 활동성이 편리한 국가를 대상으로 현지 육종국가로 선정토록 함
- 본 사업의 목적상 분자육종분야는 새로운 기술개발, 논문발표보다 기존 기술을 직접 품종개발에 활용할 실용화 MAS에 중점을 두며, 분자육종사업단, 유전체 사업단 등 국내의 관련 연구사업단과 상호 연구정보 교환, 결과 활용 등의 협력체계를 구축토록 함
- 현지육종은 해당국의 연구기관이나 대학 등을 주 협력기관으로 하고 국제미작연구소등 국제기관과 유전자원 교환, 특성검정, 국제연락시험 등 양방향 협력체계를 구축토록 함
 - 일대잡종 벼 연구는 IRRI의 일대잡종벼 연구 컨소시엄(년회비 10천 ~ 30천달러)에 가입하여 IRRI 자원(불임친, 회복친 등)을 활용함
 - 광지역성 검정(Multi- Environment test)의 국가간 지역적응시험은 IRRI와 협조를 받아 국가별 협력기관을 선정하여 추진
- 현지육종 해당국가의 국내 기관 파견사무소(KOPIA, KOICA)와 농진청 연구 네트워크(AFACHI, RDA동문회)을 통한 업무지원 및 정보교환 등 협력체계구축

표 25. 목표지역별 육성품종 및 대상형질

대상지역	생태형	품종형	재배형태	대상형질
동남, 서남아시아	열대	인디카	이앙	도정수율증진, 고온해, 바이러스,한발, 멸구류
유럽	온대	통일형, 자포니카	기계화 직파	미질, 냉해, 도열병, 저온발아성,

표 26. 국가별 일대잡종 품종육성 주요 대상형질

국가	품종형	대상형질
인도	인디카	병해충 복합저항성, 종자생산 3톤/ha >
방글라데시	인디카	병해충 및 염해 저항성, 생산성 10톤/ha >, 아밀로즈함량 25% >
필리핀	공통	병해충 복합저항성, 잡종강세 및 완전미율 향상
인도네시아	I × J	병해충 복합저항성, 종자생산 2톤/ha >, 종자순도와 활력
베트남	I × J	병해충 복합저항성, 생육기간 단축(105-110일)

표 27. 전략적 협력 추진체계

구분	협력기관	추진내용
왕복육종(현지 ↔ 국내)	국내연구기관, 대학, 국립식량과학원	분자육종지원
		세대축진
		현장지원
현지육종	주 협력기관	포장 및 시설활용
	부 협력기관	지역시험 및 특성 검정
	현지 파견사무소	업무지원 및 정보교환
국제협력	국제기관	유전자원 공유 및 특성검정
	국가별 협력기관	국가간 지역적응시험

제3장 목표 설정 및 프로젝트 도출

제1절. 목표 설정

1. 최종 목표

□ 수출용 일대잡종 벼 품종 개발 : 3품종 출원

- 인디카형 : 서남아시아 적응 장립형 1 품종, 동남아시아 적응 중장립형 1품종
 - 대상국가: 인도, 인도네시아, 베트남, 미얀마 등
- 인디카/자포니카 중간형 : 동남아시아 지역 대상 1품종
 - 대상국가: 기후대가 다양한 베트남, 중간형 품종 보급이 가능한 필리핀 등
- 잡종강세 육종 효율증진과 재배안정성 확충을 위한 분자유종체계
 - 음성불임 임성 회복유전자 *Rf1* 등, 광친화성 유전자(WC, S_n^5) 등과 관련된 MAS적용 가능 분자표지 30개 이상 개발
 - 잡종강세, 수량구성요소 관련 유전자/QTL 탐색 및 분자표지 개발
 - 수출 대상국 병해충 및 재해 저항성 증진 분자유종체계 개발 : 대상 유전자에 대한 분자표지
- 품종육성기반 및 생물검정 기반 확립
 - 품종육성을 위한 현지 포장 및 지역적응시험 포장 확충
 - 수출대상 국가 주요 병해충 및 재해 hot-spot 지역 생물검정 체계 확립

□ 수출용 중·장립형 다수성 벼품종 개발 : 6품종 출원

- 지중해와 흑해연안 국가 대상 2품종 이상
 - 1단계에서 기존 국내육성 이용 현지적응성 검토로 1품종 선발 및 품종 출원
 - 대상국가 : 터키, 이탈리아, 스페인, 불가리아, 루마니아, 이집트, 이란 등
- 동남아시아 및 서남아시아 지역 적응 장립형 다수성 품종 각 2품종
 - 1단계에서 기존 국내육성 이용 현지적응성 검토로 1품종 추가 선발 및 품종 출원
 - 대상국가 : (동남아시아) 베트남, 캄보디아, 라오스, 인도네시아, 필리핀, 미얀마
(서남아시아) 인도, 방글라데시, 스리랑카, 파키스탄 등
- 자식계 품종 재배안정성 확충을 위한 분자유종체계 및 생물검정 기반 확립
 - 수출 대상국 병해충 및 재해 저항성 증진 분자유종체계 개발 : 대상 유전자에 대한 분자표지
- 병해충 및 재해에 대한 생물검정 체계 구축
 - 수출대상 국가 주요 병해충 hot-spot 지역 생물검정 체계 확립
 - 도열병, 흰잎마름병, 바이러스병, 벼멸구류 등에 대한 저항성 유전자
 - 한발, 염해, 저온, 고온 등 재해에 대한 포장검정 체계 구축

□ 수출용 벼 종자생산 보급체계 구축 및 마케팅 전략 수립

- 품종등록 및 종자수출
 - 국내 2품종, 해외 8품종 이상 품종 등록
 - 종자수출 : 현지 생산종자 판매액 기준 500만불 수출 달성(2021년)
- 고순도 일대잡종 벼 종자생산 기술 및 기반 구축
 - 일대잡종 종자생산 : 2~2.5ton/ha, 종자순도 : 97% 이상
- 자식계 품종 종자 대량생산 체계 기반 확립
- 수출용 벼 종자 상품화 기술개발
 - 수확 후 종자 소독, 저장 등 관련 기술 개발
- 수출 국가별 품종등록, 마케팅 기반 및 보급체계 구축

2. 연차별 목표 및 단계별 목표

□ 프로젝트별, 단계별 연구목표

프로젝트		1단계 (2013 ~ 2016)				2단계 (2017 ~ 2021)					최종목표	
프로젝트	세부프로젝트	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표	
수출용 일대잡종 벼품종 개발	열대 아시아 지역 수출용 일대잡종 벼품종 개발	인디카형	<ul style="list-style-type: none"> ○ 일대잡종 벼품종 육성 기반확충 <ul style="list-style-type: none"> - 일대잡종 유전자원 확보 : 300점 <ul style="list-style-type: none"> · ('14) 50점, ('15) 50점, ('16) 50점 - F1 조합 육성 : 80조합/년 이상 ○ 기초결과 논문게재 : 일반 1편 ○ 현지적응성 검정 기반 구축 : 1곳 				<ul style="list-style-type: none"> ○ 수출용 벼품종 국내외 출원 각 2품종 이상 ○ 우량계통(지역정시험) 육성 10계통 이상 <ul style="list-style-type: none"> - 2018년 이후 매년 2계통 이상 - 통상실시 2건 ○ 유전자원 수집 평가 : 년 50점 이상 ○ F1 조합 육성 : 50조합/년 이상 ○ 기초결과 논문게재 : 일반 1편 ○ 지역적응성 검정시험 기반 구축 : 2곳 					<ul style="list-style-type: none"> ○ 일대잡종 3품종 개발 ○ 유전자원 확보 950종 ○ 논문 SCI 4편 ○ 특허 등록 3건 ○ 육종기반 확립 5곳 이상 ○ 생물검정 기반 6곳
			인디카/ 자포니카 중간형	<ul style="list-style-type: none"> ○ 일대잡종 벼품종 육성 기반확충 <ul style="list-style-type: none"> - 일대잡종 유전자원 확보 : 300점 <ul style="list-style-type: none"> · ('14) 50점, ('15) 50점, ('16) 50점 - 광친화성 유전자원 확보 : 15점 이상 - F1 조합 육성 : 80조합/년 이상 ○ 원연교잡 일대잡종 국내특허 1건 출원 ○ 기초결과 논문게재 : 일반 1편 ○ 현지적응성 검정 기반 구축 : 1곳 				<ul style="list-style-type: none"> ○ 수출용 벼품종 국내외 출원 각 1품종 이상 ○ 우량계통(지역정시험) 육성 10계통 이상 <ul style="list-style-type: none"> - 2018년 이후 매년 2계통 이상 - 통상실시 1건 ○ 유전자원 수집 평가 : 년 20점 이상 ○ F1 조합 육성 : 50조합/년 이상 ○ 기초결과 논문게재 : SCI 1, 일반 1편 ○ 지역적응성 검정시험 기반 구축 : 2곳 				
	일대잡종 벼 육종효율 증진 분자육종 및 생물검정 체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> ○ 불임, 임성회복 및 광친화성 관련 유전자에 대한 분자표지 : 3개/년 이상 ○ 병해충, 재해저항성 관련: 2개/년 이상 ○ 논문: 국내 SCI 1편, 일반 2편 ○ 분자표지 특허출원 : 국내 2건('16) ○ 병해충, 재해 생물검정 기반구축: 2곳 				<ul style="list-style-type: none"> ○ 불임, 임성회복 및 광친화성 관련 유전자에 대한 분자표지: 5개/년 이상 ○ 병해충, 재해저항성 관련: 3개/년 이상 ○ 논문: 국내외 SCI 2편, 일반 3편 ○ 분자표지, 잡종강세 관련 특허 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 출원 및 등록 각 3건 ○ 병해충, 재해 생물검정 기반구축: 4곳 						
수출용 중·장립형 다수성 벼품종 개발	지중해 연안지역적응 조숙 중단립형 벼품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내육성 기존품종 현지적응성 검정 및 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 품종 출원 1품종 - 통상실시 : 1건 ○ 핵심 유전자원 도입-평가: 15점/년 이상 ○ 인공교배(F1) : 50조합/년 이상 ○ 계통육성: 1,000계통/년 이상 ○ 품종육성 기반 구축 : 1지역 				<ul style="list-style-type: none"> ○ 육성품종 국내외 출원: 각 1품종 이상 ○ 우량계통(지역정시험) 육성 5계통 이상 <ul style="list-style-type: none"> - 2018년 이후 매년 1계통 이상 - 통상실시 : 1건 ○ 핵심 유전자원 도입-평가: 10점/년 이상 ○ 인공교배(F1) : 50조합/년 이상 ○ 계통육성: 2,000계통/년 이상 ○ 품종육성 기반 구축 : 2지역 ○ 기술지원(공적원조) : 1건 					<ul style="list-style-type: none"> ○ 자식계 벼 품종개발 6개 ○ 아시아 4품종 ○ 유럽 2품종 ○ 논문 SCI 3편 ○ 육종기반 4곳 이상 ○ 생물검정 기반 6곳 	
		아시아 열대지역 적응 중장립형 벼 품종 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내육성 기존품종 현지적응성 검정 및 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 품종 출원 1품종 - 통상실시 : 1건 ○ 핵심 유전자원 도입-평가: 25점/년 이상 ○ 인공교배(F1) : 50조합/년 이상 ○ 계통육성: 1,500계통/년 이상 ○ 품종육성 기반 구축 : 2지역 ○ 기술지원(공적원조) : 1건 				<ul style="list-style-type: none"> ○ 육성품종 국내외 출원 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 3품종, 수출 대상지역 3품종 이상 ○ 우량계통(지역정시험) 육성 10계통 이상 <ul style="list-style-type: none"> - 2018년 이후 매년 2~3계통 이상 - 통상실시 : 3건 ○ 핵심 유전자원 도입-평가: 20점/년 이상 ○ 인공교배(F1) : 50조합/년 이상 ○ 계통육성: 2,000계통/년 이상 ○ 품종육성 기반 구축 : 2지역 ○ 기술지원(공적원조) : 2건 					
	수출용 벼 내재해성 유전자 분자표지 이용 및 생물검정 체계 구축		<ul style="list-style-type: none"> ○ 대상지역 병해충, 재해 저항성 유전자/QTL 관련 분자표지 개발 2~3개/년 ○ 논문: 국내 SCI 1편, 국내일반 2편 ○ 분자표지 특허: 국내 출원 2건, 등록 1건 ○ 현지 생물검정 기반 구축 : 2곳 				<ul style="list-style-type: none"> ○ 대상지역 병해충, 재해 저항성 유전자/QTL 관련 분자표지 개발 4개/년 ○ 논문: 국내외 SCI 2편, 국내일반 3편 ○ 분자표지 특허: 국내외 출원 각 2건, 등록 각 1건 이상 ○ 현지 생물검정 기반 구축 : 4곳 ○ 특허기술 이전 : 2건 					
수출용 벼 종자생산 및 보급체계 연구	수출용 벼 일대잡종 종자생산 기술개발 및 종자생산 기반 구축	<ul style="list-style-type: none"> ○ 종자생산 기반 조성 및 종자 수출회사 생산기술 조사 ○ 일대잡종 벼종자 생산 예비시험 <ul style="list-style-type: none"> - 최적지, 시기, 재배법 				<ul style="list-style-type: none"> ○ 종자생산 기반 구축 : 3곳 ○ 일대잡종벼 종자생산 기술 관련 <ul style="list-style-type: none"> - 일반 논문게재 1건, 국제특허 출원 1건 					<ul style="list-style-type: none"> ○ 품종등록 10건 <ul style="list-style-type: none"> · 국내 2건 · 국외 8건 ○ 종자수출 500만달러 ○ 종자생산기반 구축 4곳 	
	수출대상 국가별 시장개척 및 상품화 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대상국 선호 품종 특성 조사 ○ 소비자 선호 품종 및 소비형태 조사 ○ 벼 종자수출 대상지역 기반 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 보급 품종, 생산 및 보급체계 - 민간회사 종자 시장 참여 현황 - 다국적 종자회사 마케팅 기술 ○ 판매용 종자 상품화 관련 기술 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 저장, 소독, 포장, 보급 				<ul style="list-style-type: none"> ○ 품종 등록 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 2품종, 국외 8종 이상 ○ 종자수출 : 500만달러 이상 ○ 품종보호권 처분: 5건 이상 ○ 종자생산 기반 구축 : 4곳 ○ 종자 보관 및 마케팅 D/B 구축 2건 						

3. 목표 설정 근거

1) 수출 대상국가(지역) 선정

□ 동남아시아 국가(지역)

- 대상국가 : 베트남, 캄보디아, 필리핀, 라오스, 인도네시아, 미얀마 등
- 쌀생산량 (벼재배면적 36백만ha), 소비량 많음
 - 일대잡종 재배면적 증가
- 벼품종 육성 및 종자보급 기반 빈약
- 품종육성 모지(기지)
 - 베트남: 다양한 생태형 품종육성 가능
 - 미얀마: 개화화 정책, 일대잡종벼 육성 요구 큼
- 품종형 : 인디카형 일대잡종 및 자식계



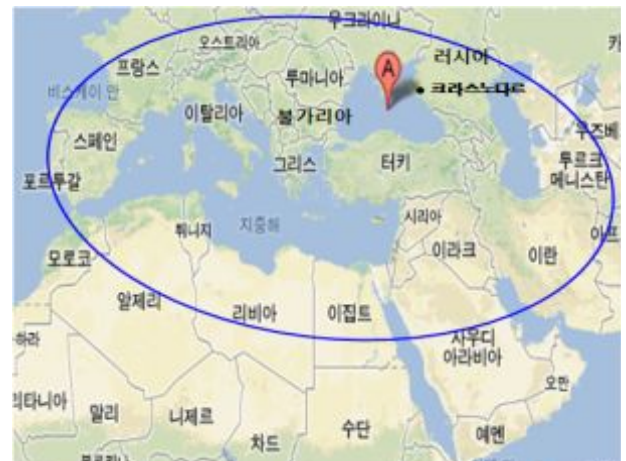
□ 서남아시아 국가(지역)

- 대상국가: 인도, 방글라데시, 파키스탄, 스리랑카, नेपाल 등
- 재배면적이 가장 많은 지역 : 약60천만ha
 - 쌀 소비형태 다양함
- 품종육성 기반 약함
- 품종육성 모지(기지) : 인도
 - 다양한 용도 품종 가능 : 향미(바스마티)
 - 외국종자회사에 대해 우호적임
- 품종형 : 인디카형 일대잡종 및 자식계



□ 지중해 및 (흑해) 연안 고위도지역(국가)

- 대상국가 : 지중해 및 흑해 연안국, 동유럽 국가
- 벼 재배면적 급증(최근 5년 이내 18.3% ↑)
- 쌀 소비량도 지속적 증가
- 대상지역의 특징
 - 품종다양화가 부족
 - 고위도지역이라 우리나라 품종 적응성 높음
- 품종군 : 자포니카형 및 중간형
 - 주요 특성 : 조생, 내도열병, 내냉성, 내염성 등
 - 다양한 가공특성 품종



2) 목표설정

□ 목표 1 : 수출용 일대잡종 벼 품종 개발 → 3품종

- 일대잡종벼 육성 필요한 유전자원(웅성불임친, 임성회복친)은 국제미작연구소의 일대잡종연구 컨소시엄을 통해 확보
 - 수출 대상국 우량 품종 이용 웅성불임친, 임성회복친 육성 : 7~8년 소요
 - 잡종강세가 높고 품질이 우수한 조합선정 시험 4~5년, 지역적응성 평가 2~3년 소요
 - 1단계(2013~2016년) : 일대잡종 육성 기반 확립
 - 2단계(2017~2021년) : 동남아시아 및 서남아시아 수출 대상국 적응 우수 일대잡종 벼 품종 3품종 육성 및 품종출원
 - 인디카형 일대잡종 : 생육일수 및 아밀로스함량이 다른 2품종 개발
 - 대상국가 : 인도, 인도네시아, 베트남, 미얀마 등
 - 인디카/자포니카 중간형 일대잡종 : 생육일수 짧은 다수성 1품종 개발
 - 대상국가 : 기후대가 다양한 베트남, 중간형 품종 보급이 가능한 필리핀 등

□ 목표 2 : 수출용 중·장립형 다수성 벼품종 개발 → 6품종

- 지중해 및 흑해연안 고위도 지역적응 품종개발 : 2품종(1품종 : 국내육성 품종에서 선발)
 - 이들 지역은 우리나라 자포니카 품종의 적응성이 높음
 - 대상국가 : 터키, 불가리아, 루마니아, 이탈리아, 그리스, 스페인 등
 - 1단계 : 조생, 내냉성, 내도열병 특성을 갖춘 품종 대상으로 현지적응성 검토 후 품종화 (1품종)
 - 2단계 : 대상지역 적응 우량품종 이용 2품종 육성
 - 대상지역 적응 핵심 유전자원 수집 및 평가 : 3~4년 소요
 - 우량조합 선발 및 계통 육성 : 7~8년 소요
 - 지역적응성 평가 : 2~3년 소요
 - 품종특성 : 중대립형, 극조생~조생, 내냉성, 도열병저항성, 직과적성(내도복성), 내한발성
 - 유럽, 지중해 연안지역 국가들은 다양한 형태 쌀 소비
 - 가공적성 다양화, Par-boiled rice, 향미 등
 - 대상국가 : 터키, 이탈리아, 스페인, 불가리아, 루마니아, 이집트 등
- 아시아 열대지역 대상 중·장립종 벼품종 개발 : 4품종 (1품종 : 국내육성 품종에서 선발)
 - 통일형 벼 품종들 중 일부가 동남아시아 국가에서 적응성이 높았음
 - 동남아시아 및 서남아시아 대상 국가들의 농업현황이 다양
 - 대상국가 : (동남아시아) 베트남, 캄보디아, 라오스, 인도네시아, 필리핀, 미얀마
(서남아시아) 인도, 방글라데시, 스리랑카, 파키스탄 등
 - 내염, 내한발, 내침수성, 직과적성, 복합 내병충성, 도정수율 향상 등
 - 1단계 : 조생, 내병충성인 초다수성 품종 이용 현지적응성 검토 후 품종화 (1품종)

- 2단계 : 수출 대상지역 대상 다수성, 복합 병해충 및 재해 저항성 5품종 육성
 - 대상지역 적응 핵심 유전자원 수집 및 평가 : 3~4년 소요
 - 우량조합 선발 및 계통 육성 : 7~8년 소요
 - 지역적응성 평가 : 2~3년 소요
- 품종특성 : 표준품종 대비 5% 증수, 장립형, 중장립형, 병해충 및 재해 저항성, 도정을 향상 등
- 동남아시아 지역 : 벼멸구 및 이화명충 저항성, 내한발성, 다수성 2품종
- 서남아시아 지역 : 단기성, 내냉성, 내열성, 다수성 1품종

□ 목표 3 : 품종개발 효율증진 분자유종 체계 및 생물검정 체계 구축

- 일대잡종 벼 품종 개발 효율증진을 위한 분자유종체계 구축
 - 목적 : 이들은 기 보고된 정보 활용 분자유종에 적합한 마커 개발 및 품종육성 과제 지원
 - 불임 유전자, 임성회복유전자, 광친화성 유전자 등에 대한 MAS 적용 가능 분자표지개발
 - 임성회복 유전자 : WA-CMS형 *Rf1*, BT-CMS형 *Rf2*, CW-CMS형 *Rf17* 필요
 - 광친화성 유전자 (WC) : S_n^5 유전자 allele
 - 일대잡종 종자 순도 검정 및 품종관별용 분자표지 개발
 - 기초연구 : 2단계 후반 (위의 육종효율 증진 연구가 실용화된 이후)
 - 잡종강세 및 수량성, 수량구성요소 관련 형질에 대한 QTL 분석 및 분자표지 개발 등
- 재배안정성 확충을 위한 복합 병해충 및 재해 저항성 증진 육종 효율증진을 위한 분자유종체계 구축
 - 1단계 : 수출 대상국 주요 병해충 및 재해 저항성 관련 유전자 연관 분자표지 개발
 - 병해충 : 도열병, 흰잎마름병, 바이러스병, 벼멸구, 이화명충 등
 - 재해 : 염해, 가뭄, 침수, 고온, 저온 등
 - 기타 특성 : 직파적성 등
 - 수출용 벼품종 관별용 분자표지 개발
 - 기초연구 : 2단계 후반 (위의 육종효율 증진 연구가 실용화된 이후)
 - 수출 대상국 주요 병해충 및 재해 관련 신규 저항성 유전자/QTL 탐색 및 분자표지 개발
- 생물검정 체계 구축
 - 재배안정성 확충을 위해 수출 대상국가의 주요 병해충 및 재해에 대해 hot-spot 지역에서 생물 검정
 - 수출 대상국 병해충 상습발생지(hot-spot)에 생물검정 포장 조성
 - 품종육성 및 지역적응성 시험포장과 연계 필요
 - 수출대상국별 주요 병충해는 국내에서 검정할 수 없으므로 현지에서 생물검정체계를 확립하고 저항성 자원별 분자마커 탐색 및 계통육성 후 생물검정으로 효율성 증진

□ 목표 4 : 수출용 벼 종자생산 보급체계 구축 : 수출 500만 달러 달성(2021년)

- 종자생산 효율성 증대 시험 및 기반 확충 : 2지역(국가) 이상
 - 일대잡종 종자생산 효율 증대시험
 - 최적 지역, 재배시기, 재배방법 등에 대한 시험
 - 일대잡종 종자생산 2~2.5ton/ha, 종자 순도율 97% 이상
 - 수출용 자식계 품종 종자생산 기반 확충
- 시장개척 및 상품화 기술개발
 - 품종등록 : 수출용으로 육성된 벼 품종에 대해 국내등록 2품종, 수출대상국 등록 8품종 이상
 - 수확후 관리기술 개발
 - 종자소독, 저장, 포장 및 상품화
 - 품종 홍보 : 수출대상국별 상설 전시포장 조성
 - 농민교육, 홍보프로그램 개발

제2절. 프로젝트 구성

1. 후보과제 도출 배경 및 과정

□ 수출용 일대잡종 벼 품종 개발

- 인도, 인도네시아 등 대상 인디카형 일대잡종 벼 개발
 - 인디카형 벼는 세계적으로 가장 많이 재배되어 품종육성 효과가 매우 큼
 - 인도는 인디카 재배 비율이 높으며 PPP(Public-Private Partnership) program이 잘 형성되어 있어 일대잡종 벼 품종의 신규 시장진입이 용이함
 - 세계 벼 재배면적과 생산량이 2위인 인도는 중국보다는 재배면적이 적으나 일대잡종 벼 보급비율이 4% 정도로 향후 시장 확대 가능성이 높음
 - ※ 인도네시아의 벼 종자갱신 비율은 35%정도이며 종자생산은 개인회사에서 주로 담당하므로 국내 민간회사 주도 시장개발이 용이함
- 베트남 등 동남아시아 대상 인디카/자포니카 중간형 일대잡종 벼 개발
 - 인디카/자포니카 중간형 일대잡종 벼는 아밀로스 함량이 낮아 고부가가치 신규 시장형성이 가능함
 - 베트남은 기후대가 다양하여 인근 국가에 수출 가능한 일대잡종 벼 육성모지로 활용가능성이 높으며 2-way 시스템을 이용하여 종자 생산시 지역별 온도 편차가 커 종자생산 기지로 활용 가능성이 높은 국가임

※ 베트남의 일대잡종 벼 품종 재배 면적은 전체 재배면적의 10% 수준인 70만 ha이며 대부분 북부지방에서 재배됨

- 미얀마는 개방화 정책을 펴고 있으며, 일대잡종 벼 품종 개발에 대한 기술 원조를 요청한 상태임 (미얀마 KOPIA 센터).
- 저개발 국가에서는 일대잡종 종자생산을 통한 일자리 창출에 대한 효과도 커서 국가적 지원이 가능함.

□ 수출용 중·장립형 다수성 벼품종 개발

- 아시아 열대지역은 대표적인 벼 생산지이며 동시에 소비처로 수출 및 원조용 벼 육성효과가 매우 높은 지역이다. 말레이시아, 태국, 베트남 등은 대표적인 벼 수출국이며 필리핀은 국제미작연구소가 소재하여 아시아 열대지역 적응 품종육성을 위한 기반이 잘 구축되어 있음
- 미얀마와 캄보디아는 벼 재배면적 확대 여지가 있고 생산성 증진을 통한 수출증대 정책을 추진하고 있으므로 우량종자의 수요가 증가할 것이며 품종육성 기반 및 육종기술이 빈약하여 국내 육종기술의 파급효과가 클 것임
- 유럽 국가는 최근 쌀 소비가 늘어나는 추세로 신규 고부가가치 종자시장으로 육성될 가능성이 높음
 - 지중해 및 흑해 연안 고위도 지역에 도열병, 내냉성 등이 확충된 우리나라 벼 품종의 적응성이 높음.
 - 유럽 국가의 쌀 소비 형태는 Risotto, Paella, Pilaf, Pudding, Tart 등 다양하여, 품종 개발도 amylose 함량 등 품질관련 특성을 다양화할 수 있음.

□ 수출용 벼 품종개발을 위한 분자유종 체계 및 생물검정 체계 구축

- 동식물 검역의 강화로 국가간 유전자원의 이동, 병원균, 해충의 도입은 현실적으로 불가능하므로 병해충/재해 저항성에 대해 저항성 유전자/QTL 연관 분자표지를 이용하여 육성계통에 대한 간접적 선발 분자유종체계를 구축이 필수적임
- 궁극적으로 수출대상 국가(지역)의 hot-spot 지역에서 육성된 계통에 대한 병해충/재해 저항성에 대한 생물 검정을 위한 기반 구축이 필요함
 - 생물검정 기반 구축 전 또는 육성 초기세대 계통들에 대해 분자표지 이용 저항성 개체 선별을 수행하고, 고세대 우량계통 중심으로 현지 hot-spot 지역에서 생물검정 수행
- 동남아시아 적응 인디카 품종은 감광성보다 감온성이 높아 세대단축이 용이하지 않고, 육종기간이 자포니카 품종에 비해 긴 편임

- 유전자기반의 분자마커 개발 등 신속하고 정확한 간이검정 체계 구축을 통한 육종효율 증진이 필수적임
- 일대잡종 육종은 인공교배를 통한 후대검정이 필수적이며, 관행 육종보다 육종기간이 많이 소요됨
 - 일대잡종 품종의 임성회복 유전자는 BT-CMS형은 *Rf1* 유전자, BT-CMS형은 *Rf2* 유전자, CW-CMS형은 *Rf17* 유전자에 의해 좌우됨.
 - BT-CMS형은 *Rf1* 유전자는 pentatricopeptide repeat protein로 밝혀져 있으며, 미토콘드리아의 *atp6-orf79* RNA와 결합하여 RNA processing을 촉진함
 - 임성회복 유전자 RF1에 대한 염기서열과 기능이 밝혀져 있으나 유전자 기반의 분자마커는 미흡하며, 연관된 SSR 마커를 이용하고 있는 실정임
- 수출용 벼 품종 판별체계 구축 및 F1 종자순도 검정 분자표지 개발
 - 수출용으로 개발된 품종 및 대상국 재배 품종들간 품종판별체계
 - 일대잡종 벼의 F1 종자순도 검정을 위한 분자표지 개발
 - SSR, SNP 등 분자표지 개발

□ 벼 작목의 수출용 품종개발 및 마케팅은 3개 Project로 구성

- 수출용 일대잡종 벼 품종개발
 - 자식성 작물인 벼에서 일대잡종 품종 개발은 잡종강세 향상, 품질 및 병해충, 재해 저항성 향상 및 종자생산 효율증진이 긴요함
 - 이들 문제가 극복된다면 초기 단계인 일대잡종 종자시장 개척이 용이할 것임
 - 저개발국가에서 일대잡종 벼 종자생산량 증진을 위한 일자리 창출도 가능하여 대상국가의 정책적 지원도 가능함
- 수출용 중·장립형 다수성 벼품종 개발
 - 동남아시아 국가들에서 일반적인 자식계 품종을 재배하고 있으며, 벼 생산성은 2.0~4.0 ton/ha 수준으로 수량성이 높고, 병해충 저항성이며 품질이 우수한 품종에 대한 열망이 높음
- 수출용 벼 종자생산 보급체계 구축
 - 벼 일대잡종 생산은 기온 및 일장에 따라 임성이 회복 또는 불임으로 나타나므로 고도의 생산체계 확립이 필요하며 일대잡종 종자의 생산성은 10a당 약 300kg 정도로 낮으므로 종자 생산성 향상을 위한 체계 구축이 필수적임
- 벼 일대잡종 종자의 순도 및 품질향상을 위하여 수확 후 종자가공 및 보관체계 확립이 필수적이며 수출 대상 국가별 정부정책에 대응하는 종자보급체계의 확립이 필요함
- 해외 종자 생산/판매 경험이 있는 국내 종자회사를 통해 인도, 인도네시아 대상 인디카형

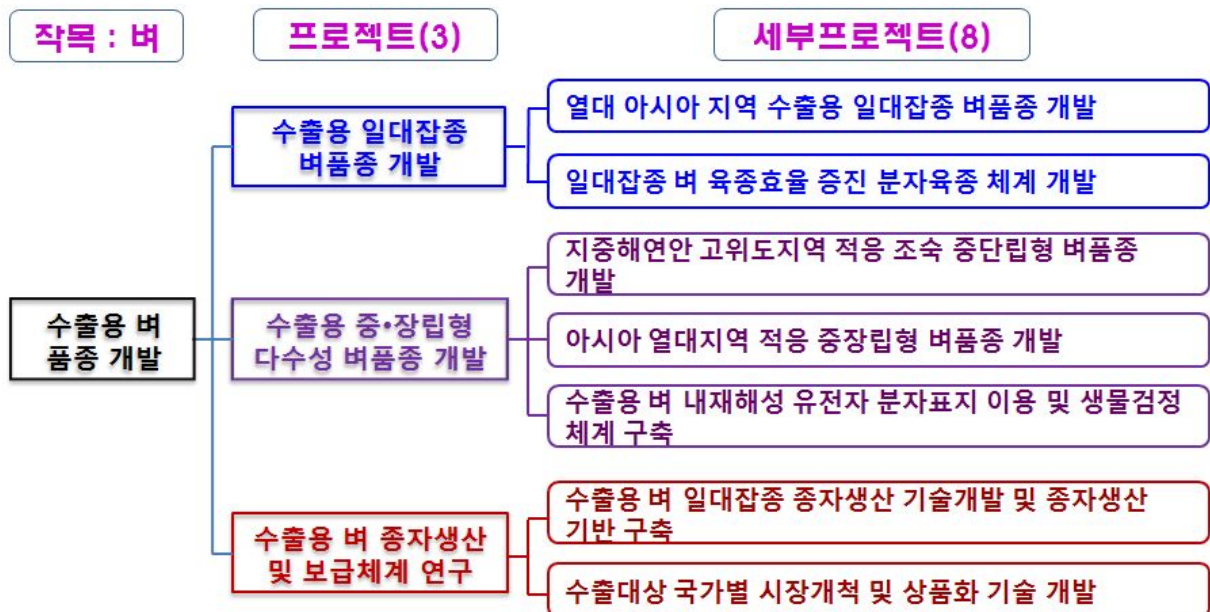
및 베트남 및 유럽 국가 대상 인디카/자포니카 중간형 벼 일대잡종 품종을 대상 국가별 품종등록 하고 수출 대상 국가별 품종등록 및 규제에 대한 검토, 고객 특성분석 및 마케팅 전략수립이 필요하며 전시포 설치, 농민 홍보로 수출시장을 개척함

2. 프로젝트 구성 및 내용

□ 수출용 벼품종 개발 및 마케팅은 3개 프로젝트로 구성

- 수출전용 품종형은 「일대잡종(hybrid) 벼」가 적합하며, 서남아시아와 동남아시아를 수출 목표 국가(지역)으로 하여 품종 개발
 - 프로젝트명 : 수출용 일대잡종 벼 품종개발
- 자식성 품종은 수출 대상지역을 지중해 연안국과 아시아 열대지역으로 구분
 - 지중해 연안 고위도 지역 국가 대상 수출용 품종개발
 - 아시아 열대지역 대상 벼품종 개발
 - 저개발국 공적 원조용으로 사용도 가능
- 종자수출을 위하여 대상국 품종등록, 종자생산 및 보급체계 구축과 마케팅 기술개발

□ 프로젝트 구성



3. 프로젝트 간 연관관계

□ 프로젝트 1 및 2간 연계관계

- 수출용 일대잡종 벼 품종개발(프로젝트 1)과 수출용 중·장립형 다수성 벼품종 개발(프로젝트 2)은 일대잡종(hybrid) 및 자식계(inbrid) 품종육성 경험이 풍부한 국내 연구그룹이 수출 대상국(지역)별 현지에 품종육성 기반을 구축하여 품종을 육성함
- 프로젝트 1과 프로젝트 2가 공동으로 육성기반인 시험포장, 시설, 병해충 및 재해에 대한 저항성 검정 체계를 구축하고, 공동으로 활용하는 방안 모색
 - 수출대상지역(국가)가 같을 경우 공동으로 유전자원 확보와 이용이 필요함
 - 품종육성을 위한 시험포장, 시설, 생물검정 체계 구축
- 각 프로젝트별 목적에 맞게 약배양 및 분자유종 체계를 확립하여 육성 기간을 최소화 하며 각 프로젝트간 관련기술을 공유함
 - 병해충, 재해 저항성 증진을 위한 MAS 체계 개발은 긴밀한 정보 공유가 필요
 - 품종육성 효율 증진을 위한 약배양 기술, 분자표지 이용 기술(MAS), shuttle breeding 등은 프로젝트 간 및 국내연구진과 상호 협력 구축이 필요함.

□ 프로젝트 1 및 2에서 분자유종 및 생물검정 체계 구축 세부프로젝트의 역할

- 프로젝트 1의 제2세부프로젝트 “일대잡종 벼 육종효율 증진 분자유종 및 생물검정 체계 구축”과 프로젝트 2의 제3세부프로젝트 “수출용 벼 내재해성 유전자 분자표지 이용 및 생물검정 체계 구축”은 각 품종개발 세부프로젝트의 육종 효율 증진과 생물검정을 통한 재배안정성 확충을 위한 지원과제임
 - 분자표지 개발은 실용화를 위해 기 정보를 활용하여 선발효율이 높은 MAS용 분자표지 개발이 최우선이며, 기초 연구는 목표 달성 후에 수행함

□ 프로젝트 1 및 2와 프로젝트 3과의 연계관계

- 프로젝트 3의 제1세부프로젝트 과제인 “일대잡종 벼 종자생산 기술개발 및 종자생산 기반 구축”은 일대잡종 벼 프로젝트 1과 긴밀한 상호연계가 필요함
 - 프로젝트 1의 “수출용 일대잡종 벼 품종개발”에서 육성된 일대잡종 벼 육성계통 또는 품종을 활용하여 일대잡종 종자 생산 효율 증진 체계를 구축함
- 프로젝트 3의 제2세부 프로젝트는 프로젝트 1과 2에서 개발된 벼 품종에 대해 수출 대상국별 종자수출을 위한 마케팅 기반을 구축함
 - 수출 대상 국가별 대량 종자생산, 수확 후 건조 및 소독, 가공, 보급체계 기반을 구축과 프로젝트 1과 2에서 육성된 우량 품종을 수출 대상 국가별 벼 품종등록과 판매를 위한 시장개척 및 상품화 기술 개발을 수행함

- 프로젝트간 및 세부 프로젝트간 최적 협력 체계 구축을 통해 수출용 일대잡종 벼 품종 및 자식계 품종 개발을 통하여 벼 종자수출 500만 달러를 달성할 수 있을 것임.

제4장 품목별 프로젝트 추진체계 및 추진전략

1. 연구 추진체계

1) 프로젝트 1 「수출용 일대잡종 벼 품종개발」 추진체계

□ 연구개발 목표

○ 대상지역

- 벼 재배면적과 쌀 소비량이 많으며, 육종기반이 빈약하여 우량품종 육성·보급이 어렵고 일대잡종 벼가 재배되고 있는 국가(지역)
 - 인디카형 일대잡종 : 인도, 인도네시아, 베트남, 미얀마 등
 - 인디카/자포니카 중간형 일대잡종 : 베트남, 필리핀 등

○ 수출용 품종육성

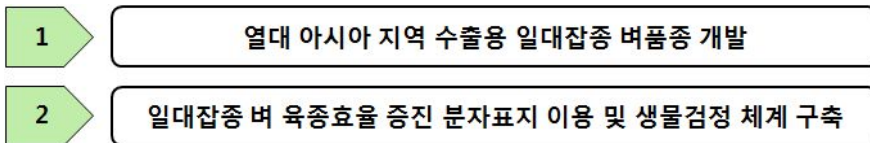
- 아시아 열대지역 대상으로 인디카형 및 인디카/자포니카 중간형 일대잡종 벼 품종 개발

○ 품종육성 기반 확립

- 수출대상 지역의 주요 병해충 및 재해에 대한 저항성 증진을 위한 분자유종체계 및 생물검정 기반 확립 구축
- 분자표지 이용 일대잡종 벼 품종 판별체계 및 F1 종자 순도검정 체계 확립

□ 핵심연구 주제

- 아시아 열대지방 대상 일대잡종 벼 품종 개발과 분자표지 이용 일대잡종 육종효율 증진과 복합 내병충성 및 내재해성 확충을 위한 분자유종체계 및 생물검정 체계 확립을 위해 다음의 2개 세부 프로젝트를 수행한다.



□ 단계별 연구목표

○ 1단계 (2013~2016)

- 일대잡종 벼 관련 핵심 유전자원 확보 (일대잡종 벼 연구 컨소시엄 가입)
- 대상지역(국가) 우량품종 유전자원 확보
- 수출 대상지역 육종기반 및 생물검정 기반 확립(구축)
- 잡종강세 조합능력이 높은 우량 조합 선발시험
- 융성불임, 임성회복친 육성 및 광친화성 유전자 도입

- 분자표지 이용 육종 효율 증진체계 확립
- 복합저항성 및 내재해성 검정체계 확립 및 평가
 - 복합저항성: 벼멸구, 도열병, 바이러스병 등
 - 내재해성 : 한발, 염해, 침수해 등
- 분자유종 체계 이용 병해충 및 재해 저항성 유전자 선발 및 집적체계 구축
- 분자표지 이용 복합저항성/내재해성 계통선발 및 생물검정을 통한 우량계통 선발
 - SSR, SNP 등 분자표지

○ 2단계 (2017~2021)

- 조합능력이 우수한 조합 이용 일대잡종 품종 개발
 - 소규모 종자생산 시험 및 지역 적응성 검정
- 복합저항성/내재해성 유전자 분자표지 개발 및 생물검정 체계 구축
- 잡종강세, 수량성 및 수량구성 요소 관련 분자유종 체계 구축
- F1 종자생산 효율증진 시험 및 종자생산 기반 확립
 - F1 종자순도 검정 및 품종판별용 분자표지 개발
- 목표 지역 적응시험 및 우량 조합 선발

2) 프로젝트 2 「수출용 중·장립형 다수성 벼품종 개발」 추진체계

□ 연구개발 목표

○ 대상지역

- 육종기술 및 기반이 빈약하며 쌀 수량성이 낮고, 벼 재배면적과 쌀 소비량이 많거나, 지속적으로 증가하는 국가(지역)
 - (지중해 연안국) 터키, 이탈리아, 스페인, 불가리아, 루마니아, 이집트 등
 - (동남아시아) 베트남, 캄보디아, 라오스, 인도네시아, 필리핀, 미얀마
 - (서남아시아) 인도, 방글라데시, 스리랑카, 파키스탄 등

○ 수출용 품종육성

- 지중해 연안 고위도 지역대상 조숙 중단립형 품종 개발
- 아시아 열대지역 대상으로 인디카 중장립형 품종개발

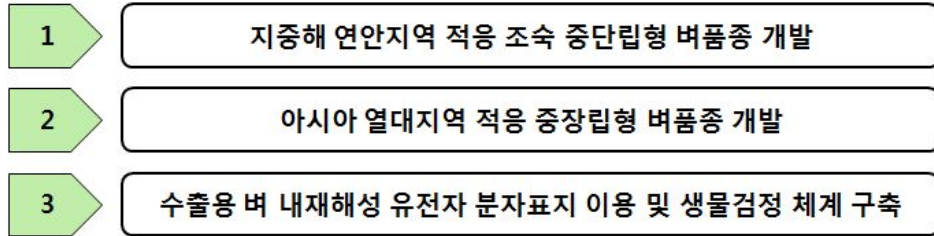
○ 품종육성 기반 확립

- 수출대상 지역의 주요 병해충 및 재해에 대한 저항성 증진을 위한 분자유종체계 및 생물검정 기반 확립 구축
- 분자표지 이용 수출용 벼 품종 판별체계 확립

□ 핵심연구 주제

- 글로벌 수출 및 개도국 원조용 다수성 벼 품종 개발과 수출대상지역에 대한 복합 내병충

성 및 내재해성 확충을 위한 분자유종 체계 및 생물검정 체계 확립을 위해 다음의 3개 세부 프로젝트를 수행한다.



□ 단계별 연구목표

○ 1단계 (2013~2016)

- 벼 육종소재 확보, 변이 검정 및 집단 육성
- 수출 대상국 현지 육종기반 및 생물검정 기반 구축
- 복합저항성 및 내재해성 검정체계 확립 및 평가
 - 복합저항성: 벼멸구, 도열병, 바이러스병 등
 - 내재해성 : 한발, 염해, 침수해 등
 - 기능성 성분, 미질 특성 등
- 기능성/복합저항성/내재해성 고세대계통 육성
 - 분자표지 선발, 분자표지 이용 유전자 집적
- 복합저항성/내재해성 유전자 분자표지 개발 및 생물검정 체계 구축
 - SSR, SNP 등 기능성 마커 개발

○ 2단계 (2017~2021)

- 고정품종 개발 및 종자 증식
- 복합저항성/내재해성 유전자 분자표지 개발 및 생물검정 체계 구축
 - 대상국 병해충 및 재해 hot-spot 지역 검정체계 구축
- 목표 지역 품종 등록 및 수출을 위한 마케팅 체계 구축 (마케팅 과제)

3) 프로젝트 3 「수출용 벼 종자생산 및 보급체계 연구」 추진체계

□ 연구개발 목표

○ 대상지역

- 일대잡종벼 : 열대 아시아 지역(국가)
 - (인디카형) 인도, 인도네시아, 베트남, 미얀마 등
 - (인디카/자포니카 중간형) 베트남, 필리핀 등
- 자식계 품종 : 열대 아시아지역(국가), 지중해 및 흑해 연안 지역(국가)

- (지중해 연안국) 터키, 이탈리아, 스페인, 불가리아, 루마니아, 이집트 등
- (동남아시아) 베트남, 캄보디아, 라오스, 인도네시아, 필리핀, 미얀마
- (서남아시아) 인도, 방글라데시, 스리랑카, 파키스탄 등

○ 품종육성 등록

- 수출 대상지역(국가)별 품종 및 특허 등록

○ 종자생산 체계 확립

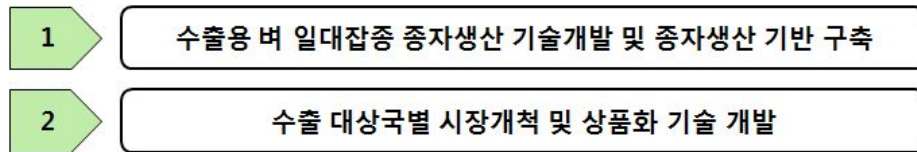
- 일대잡종 F1 종자생산 효율 증진 기술 및 종자생산 기술 개발
- 수출용 대상국별 대량 종자생산 기반 확립

○ 상품화 및 마케팅 기술 개발

- 수확후 종자소독, 저장, 상품화 기술개발
- 국가별 마케팅 전략 수립

□ 핵심연구 주제

- 글로벌 종자수출을 위한 기반확립 및 마케팅 전략 수립을 위해 다음의 2개 세부 프로젝트를 수행한다.



□ 단계별 연구목표

○ 1단계 (2015~2016)

- 일대잡종 벼 종자생산 효율 증대 시험
 - 목표 : F1 종자생산 2.0~2.5ton/ha, 종자 순도율 97% 이상
 - F1 종자생산 최적지 선정, 재배시기, 재배방법 등

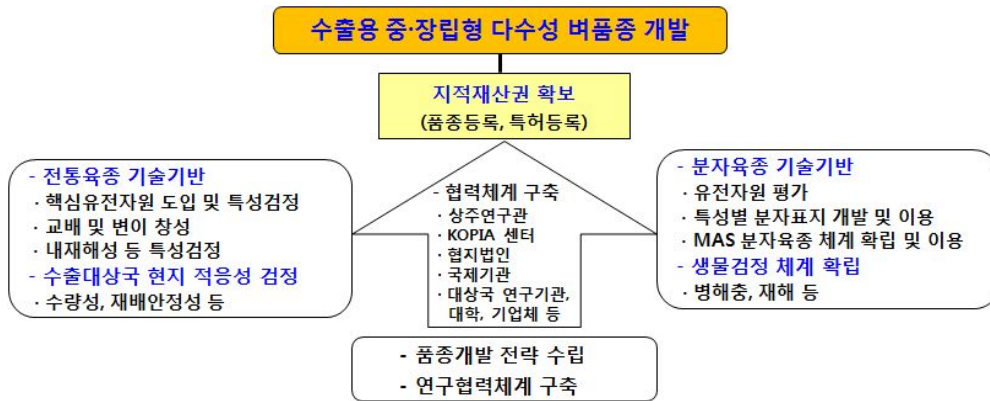
○ 2단계 (2017~2021)

- 일대잡종 벼 종자 최대생산 체계 확립
- 수출용 자식계 품종 종자생산 기반 확충

○ 시장개척 및 상화 기술개발

- 수출 대상국별 품종 및 특허 등록
- 수확 후 관리기술 개발
 - 종자소독, 저장, 포장 및 상품화
- 품종 홍보 : 수출 대상국별 상설 전시포장 조성
 - 농민교육, 홍보프로그램 개발

□ 「열대 아시아지역 수출용 다수성 벼품종 개발」 프로젝트



□ 「종자생산 기반확립 및 마케팅전략 수립」 프로젝트



3. 성과지표 설정 방안

1) 최종 성과지표

□ 수출용으로 육성된 품종 수

○ 품종육성 프로젝트 : 지역(현지) 적응성 검토 후 목표로 제시된 표준품종 대비 우수성이 입증된 품종(계통) 수

- 품종출원 건수
- 중간모본(우량계통) 건수 : 지역(현지) 적응성 검정 단계 이상
- 품종육성을 위해 구축된 기반 건수(지역 수)

○ 마케팅 분야

- 종자생산, 판매를 위해 수출대상 국가 품종등록 건수
- 종자생산을 위한 기반 구축 건수(지역 수)
- 수출목표 금액 : 500만달러 달성
 - 현지생산 판매종자 금액 : 벼는 부피가 크고, 종자 껍질이 있어 통관을 위한 검역과 수송이 어려워 수출 대상국 현지 종자생산·판매가 이루어져야함

- 품종개발 과정에서 생산된 결과
 - 교배조합 수, 육성 계통 수 등
 - 핵심 유전자원 도입 및 특성검정 건수
- 분자유종 및 생물검정 체계 구축
 - 관련 품종육성 과제에 적용된 분자표지개발 건수
 - 관련 연구를 통해 얻어진 기초 결과에 대한 논문게재 및 특허 출원·등록 건수
 - 생물검정을 위한 hot-spot 검정시험 포장 구축 건수
- 벼 품종육성 분야 후진 양성
 - 과제와 관련하여 석·박사 학위과정 학생 활용 및 지원 건수

2) 단계별 성과지표

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	중간모본(우량계통) 육성		35	35	현지적응시험 단계	
	품종출원 건수	국내		7	7	
		국외	2	7	9	
	품종등록건수	국내		2	2	(2건 이상)
		국외		8	8	(8건 이상)
	종자수출액(만달러)		500	500	현지 종자생산 매출액	
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI	2	3	5	
		등재학술지	8	10	18	
	국외논문	SCI		2	2	
		비SCI				
	국내특허	출원	5	7	12	
		등록	1	3	4	
	국제특허	출원		5	5	
등록			1	1		
매출액	국내					
	국외					
기술이전(품종 보호권 처분)	2	9	11	통상실시 (품종보호권, 특허)		
기술지원 및 공적원조	1	3	4			
특 성 지 표	인력양성	10	17	27	석박사 과정/마케팅전문가	
	기반구축 실적	19	23	42	현지육종, 생물검정, 종자생산 기반	
	D/B 구축		2	2	보관 및 마케팅	
	분자마커개발	30	60	90	MAS 적용 가능 분자표지	
	유용유전자원 수집 및 평가	450	450	900	특성평가, GeneBank 입고	
	인공교배(조합)	800	1,300	2,100		
	육성 계통수	10,000	20,000	30,000		

3) 연차별 성과관리 계획(안) 및 지표

- 본 Project는 수출용 벼품종 개발 및 종자 수출성과가 최종목표이며, 국내가 아닌 해외 수출대상국가 현지에서 수행하여야 하는 과제임

○ 정량적 성과 지표

- 프로젝트 및 세부프로젝트 책임자와 작목단장 간 신뢰관계 구축 필요
- 연차별 정량적 성과 달성에 치중하면 품종육성의 장기적 과정에 어려움 발생할 수 있음
- 단계별 최종년도 기준에 맞추어 지표 평가
 - 최종년도 성과달성에 미흡한 경우 2단계 진입에 대한 감점 및 페널티 부여

○ 정성적 성과 지표 평가

- 최종목표 달성에 가능한 과제진행 프로세스를 위한 정성적 성과지표 관리가 중요
- 과제 수행상 세부연구 내용은 우선순위가 바뀔 수 있음
 - 우선순위 변경에 대한 세밀한 타당성 평가 필요
 - 중요한 내용은 사전에 프로젝트 책임자 및 작목단장의 허가를 받을 것

※ 단계별 최종년도 성과 평가를 위한 전제조건

- 1단계 성과미흡으로 2단계 과제 참여가 제한 또는 불가능한 경우는 1단계에서 얻은 성과물에 대해 2단계사업 참여자와 공유(공여)

4. 연구개발 소요예산

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
	연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
프로젝트1-1: 열대 아시아 지역 수출용 일대잡종 벼품종 개발	정부(억원)	1.75	5.0	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	43.15
	민간(억원)	0.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.6	11.8
	합계	2.15	6.4	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.8
프로젝트1-2: 일대잡종 벼 육종 효율 증진 분자육 종 및 생물검정 체 계 구축	정부(억원)	1.2	2.9	3.8	3.8	3.84	3.84	3.84	3.84	3.85	30.91
	민간(억원)	0	0.5	0.5	0.5	0.56	0.56	0.56	0.56	0.61	4.35
	합계	1.2	3.4	4.3	4.3	4.4	4.4	4.4	4.4	4.46	4.46
프로젝트2-1: 지중해 연안 국가 적용 다수성 중단 립종 벼품종 개발	정부(억원)	1.1	4.0	3.7	3.7	3.43	3.43	3.43	3.43	3.4	29.62
	민간(억원)	0.3	0.8	0.85	0.85	0.87	0.87	0.87	0.87	1.2	7.48
	합계	1.4	4.8	4.55	4.55	4.3	4.3	4.3	4.3	4.6	4.6
프로젝트2-2: 아시아 열대지 역 적용 장립종 벼품종개발	정부(억원)	1.1	4.0	3.7	3.7	3.46	3.46	3.46	3.46	3.47	29.81
	민간(억원)	0.3	0.8	0.85	0.85	0.87	0.87	0.87	0.87	1.2	7.48
	합계	1.4	4.8	4.05	4.05	3.83	3.83	3.83	3.83	4.07	4.07
프로젝트2-3: 수출용 벼 내재해 성 유전자 분자표 지 이용 및 생물검 정 체계 구축	정부(억원)	1.5	2.2	3.1	3.1	3.78	3.78	3.78	3.78	3.79	28.81
	민간(억원)	0	0.7	0.6	0.6	0.62	0.62	0.62	0.62	0.61	4.99
	합계	1.5	2.9	3.7	3.7	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4
프로젝트 3-1: 수출용 벼 일대잡 종 종자생산 기술 개발 및 종자생산 기반 구축	정부(억원)	0.2	0.48	1.42	1.42	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	8.52
	민간(억원)	0.05	0.2	0.30	0.30	0.2	0.2	0.2	0.2	0.25	1.9
	합계	0.25	0.68	1.72	1.72	1.2	1.2	1.2	1.2	1.25	1.25
프로젝트 3-2: 수출대상 국가별 시장개척 및 상 품화 기술 개발	정부(억원)	0.15	0.4	0.98	0.98	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	8.46
	민간(억원)	0.05	0.2	0.3	0.3	0.28	0.28	0.28	0.28	0.33	2.3
	합계	0.20	0.6	1.28	1.28	1.47	1.47	1.47	1.47	1.52	1.52
총합	정부(억원)	7.0	18.98	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	179.28
	민간(억원)	1.1	4.6	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	5.8	40.3
	합계	8.1	23.58	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	27.7	27.7

(7) 종자개발을 통한 수출증대 전략

- 수출 대상 국가별 주요 고객의 특성 분석

5. 품목 총괄로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표
		<ul style="list-style-type: none"> 일대잡종 및 자식계 수출용 벼품종육성을 위한 소재 확보 및 기반 확립 일대잡종벼 종자생산 최적 지역 및 시기 선정과 생산방법 구축 				<ul style="list-style-type: none"> 수출용 일대잡종 및 자식계 품종 개발 및 품종등록 종자생산 기반 구축 수출시장 개척 					종자수출 500만 달러 달성
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표
품종개발	유전자원 수집 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> 3계, 2계 일대잡종 육성불임/임성 회복 유전자원 도입 유전자원 평가 및 선발기술 확립 유용유전자원 집단 형성 				<ul style="list-style-type: none"> 3계, 2계 육성불임/임성회복 도입 우량품종 육성 벼수량성 15~20% 증수 재배안정성 증진 유용유전자 도입 집적 					<ul style="list-style-type: none"> 일대잡종 3품종 개발 자식계 6품종 개발 아시아 4품종 유럽 2품종 유전자원 확보 250종, DB 2건 통상실시 9건 공적원조 4건
	변이창성 및 계통육성	<ul style="list-style-type: none"> 잡종강세 우수 일대잡종 조합 개발 - 인디카형, 인디카/자포니카형 종자생산 효율 증진을 위한 화기구조 개선 				<ul style="list-style-type: none"> 재배안정성 확충을 위한 병해충 및 재해저항성 유전자 도입 잡종종자 최대 생산을 위한 화기 특성 계통 육성 					
	육종연한단축	<ul style="list-style-type: none"> 교잡육종, 돌연변이육종 기술 계통육종법, 집단육종법, 수별육종법 				<ul style="list-style-type: none"> 우량계통 선발 및 고정화 					
	생산력 검정	<ul style="list-style-type: none"> 약배양, Shuttle breeding, MAB 기술 이용 약배양기술 이용 임성회복 유전자 및 				<ul style="list-style-type: none"> 광친화성 도입 우량계통 육성 					
육종기반 구축	생물검정(병해충, 재해) 검정기반 확립	<ul style="list-style-type: none"> 수출대상국의 biotype 및 pathotype 분석 표준균주 확보 및 판별품종 확립 현지 hot spot 검정 체계 구축 			<ul style="list-style-type: none"> 분자유종 및 생물검정 체계 병합을 통한 정밀검정, 대량검정 추진 					<ul style="list-style-type: none"> 기반구축 14개 특허출원 6건 기술이전 2건 논문게재 SCI 6건 비SCI 10건 	
	생리장해검정기술	<ul style="list-style-type: none"> 현지검정 및 인공검정 방법 확립 			<ul style="list-style-type: none"> 분자유종 및 생물검정 체계 병합을 통한 정밀검정, 대량검정 추진 						
	품질분석	<ul style="list-style-type: none"> 일대잡종 품종 육성 : 일대잡종 생산물 입형, 투명도, 이화학적 및 도정 특성 분석 자식계 품종육성 - 육종초기세대 : 입형 및 투명도 선발 - 후기세대 : 이화학적 분석, 도정특성 분석 									
	분자유종기술	<ul style="list-style-type: none"> 기 정보이용 일대잡종 육성 효율증진 MAS용 분자표지 개발 - 육성불임, 임성회복, 광친화성 			<ul style="list-style-type: none"> 잡종강세, 수량구성요소 관련 유전자/QTL 분석 및 분자표지 개발 						
		<ul style="list-style-type: none"> 기 정보활용 수출대상국 주요 병해충, 재해 저항성 확충을 위한 선발 효율증진 실용화 분자표지 개발 			<ul style="list-style-type: none"> 대상국 주요 biotic/abiotic stresses 관련 저항성 유전자/QTL 탐색 및 MAS용 분자표지 개발 유전체정보 이용 육종기술 개발 						
품종등록, 종자생산 및 마케팅	일대잡종 종자생산 체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> 최적 종자생산 시기, 지역 탐색을 통한 최대 생산시험 - 소규모 종자생산시험 - 규모화 종자생산 체계 구축 				<ul style="list-style-type: none"> 수출용 일대잡종 종자 생산 - 수출대상 국가(지역)별 일대잡종 종자생산 기반 구축 - 규모화 종자생산 체계 구축 					<ul style="list-style-type: none"> 종자생산량 2~2.5t/ha 종자순도 97% 이상
	현지품종선정 및 품종등록	<ul style="list-style-type: none"> 대상국 선호 품종 특성 조사 소비자 선호 품종 및 소비형태 조사 				<ul style="list-style-type: none"> 수출대상 지역별 지역적응시험 국가별 품종등록 전시포 및 상설전시관 설치 					<ul style="list-style-type: none"> 품종등록 10건 국내 2건 국외 8건
	시장개척 및 상품화	<ul style="list-style-type: none"> 벼 종자수출 대상지역 기반 조사 - 보급 품종, 생산 및 보급체계 - 민간회사 종자 시장 참여 현황 - 다국적 종자회사 마케팅 기술 판매용 종자 상품화 관련 기술 - 저장, 소독, 포장, 보급 				<ul style="list-style-type: none"> 종자소독, 정선/선별 기반구축 최적보관 기술 개발 및 수송체계 확립 고객 특성분석, 전시포 및 상설전시관 설치 농민교육 및 홍보 마켓포지셔닝, Lisk대응 방안 수립 					<ul style="list-style-type: none"> 종자관리보급 체계 구축 2012년 수출 500만불 달성

6. 성과 확산 방안

□ 수출대상국가(지역)에서 우수성이 입증되는 우량 품종 개발 및 우량 종자생산 보급

○ 일대잡종 벼 품종

- 가격이 저렴한 우량한 종자 보급
 - 종자생산 효율증진 기술 개발 필수
- 생육기간이 짧은 품종 개발
- 수량성 : 표준품종 대비 15~20% 증수
- 품질이 우수한 품종 개발
- 주요 병해충 및 재해에 대한 복합 저항성 확보
- 종자순도 : 97% 이상
 - 분자표지 이용 종자순도 검정

○ 자식계 벼 품종

- 수량성 : 표준품종 대비 5% 이상 증수
- 재배안정성 확충 : 복합 병해충 및 재해 저항성
- 품질이 우수하고 도정 수율이 높은 품종
- 종자순도가 높은 품종 보급 : 98% 이상

○ 공통 사항

- 우량종자 보급
 - 발아율이 높고, 종자전염 병해충에 대한 철저한 소독 관리

□ 품종 홍보 및 마케팅

○ 수출용으로 개발된 품종에 대한 적극적인 홍보

- 전시포장 운영
 - 수출 대상국가 주요 지역에 전시포장 운영
 - 선진농가 대상 종자공급 자금지원 및 재배를 통한 품종 우수성 입증
- 대농민 교육
 - 품종의 중요성
 - 품질인증 종자의 중요성 등

○ 대상국가 벼 관련 관계기관 관련자의 국내 초청 및 교육 기회 부여

○ 다국적기업 종자판매 마케팅 전략 벤치마킹

- Bayer 등 벼 종자판매 다국적기업의 종자생산기반, 판매전략 등 벤치마킹

□ KOPIA, KAPACI 등 국제협력사업을 통한 품종 우수성 홍보

7. 사업화 및 수출 확대전략

□ 목표시장의 주요 고객 특성

- 아시아 대부분의 국가에서 벼 교배종의 식미, 향 등의 품질향상을 기대하고 있으며, 다수성이면서 병에 강한 품종 요구도 높음.

표 28. 수출대상 주요 국가별 수출용 품종에 대한 요구 특성

주력제품	시장	구분	내용
벼 교배종	중국	고객니즈	다수성이면서 바이러스 및 곰팡이 내병성 품종
		고객동향	품질(맛)이 좋은 교배종 선호도 증가
		기타	벼는 중국 Local 회사가 주도하고 있음
	베트남	고객니즈	다수성, 내서성, 내병성 품종
		고객동향	고랭지 및 도시 근교 농업의 발달로 인한 고품질의 품종 요구도 상승
		기타	2,3차 산업 성장에 따라 농업 인구 감소 추세
	인도	고객니즈	내서성, 내병성, 고품질의 F1 품종 요구
		고객동향	수량성이 높고 재배 안정성이 높은 고가의 품종 선호하기 시작
	인도네시아	고객니즈	다수성, 내서성, 내병성을 겸비한 품종 요구
		고객동향	재배 용이한 품종 선호
		기타	
	필리핀	고객니즈	다수성, 고품질 품종 요구
		고객동향	기존의 고정 품종 재배에서 교배종 재배로 전환 중

□ 해외시장에 있어서의 주요 종자회와의 경쟁력

- 벼 교배종은 중국의 종자회사의 품종이 아시아 전역에 걸쳐서 우수한 성적을 나타내고 있으며, 브랜드 가치, 자본, 기술력이 뛰어난 Pioneer, Monsanto 등이 고가의 정책으로 시장에 진입 중에 있음. 한편, 우리나라는 모든 면에 있어서 중국회사 및 다국적 기업에 비하여 열악한 것이 사실이나 국내의 벼 품종 개발에 관한 우수 기술을 활용한다면 경쟁 가능한 품종의 보급이 가능할 것임.
- 또한, 곡물육종은 거대자본력이 동원되어야 할 국가적 장치산업으로 일개 기업으로서의 한계가 존재함. 거대기업들은 자국 산업보호를 위한 정부차원의 투자 및 지원을 받고 있는 반면 우리나라는 아직 이 부분이 열악한 상황임.

구분	업체명	핵심경쟁력				
		브랜드	자본	기술	가격	마케팅
해외시장	중국종자회사	●	●	●	◐	●
	Pioneer	◐	●	●	●	●
	Monsanto	◐	●	●	●	●
	Syngenta	◐	●	●	◐	◐
	한국종자회사	◐	◐	◐	-	-

● Excellent ◐ Good ◑ Med ◒ Poor ○ Very Poor

출처: 종자회사 자체 조사자료임.

그림 15. 다국적 종자회사와 우리나라 종자회사의 경쟁력

- 시장 확대 조직 및 역량 강화
 - 우리나라 기업은 대상국가에서의 품종개발, 현지 적응성 시험, 전시포 재배, 마케팅 및 홍보를 위하여 수출 대상 국가별로 현지 법인 체계를 확보하여야 됨.
 - 벼 종자는 채소종자와 달리 대량으로 물동량이 유통되기 때문에 기계화된 장치 이외에도 수출 대상국별로 대리점, 현지 국가의 기업과의 MOU를 통한 전략적 제휴 등으로 대상국가에 대한 정보 수집과 global sales network 구축 하여야 함.
- Global 생산체계 구축
 - 생산지를 남반구와 북반구에 걸쳐 생산기반이 고르게 분포되게 하여 년중 종자공급 체계 구축.
 - 다양한 지역 및 기후조건에서 종자의 공급이 가능하도록 전 세계적인 생산시스템을 구축.
 - 세계 각지의 지역별 기후 정보, 적기 생산을 위한 채종 정보 및 경제 정보를 확보하여야 함.
- 목표 시장별 마켓 포지셔닝 설정 방향
 - 현재 판매 종자에 대한 품질과 가격측면에서의 포지셔닝과 연구결과에 의하여 개발될 품종에 대한 2021년의 포지셔닝을 함으로써 사업성 여부를 판단하여야 됨.

표 29. 목표 시장별 마켓 포지셔닝

목표 시장	마켓 포지셔닝 설정 (시장확대전략방향)
베트남	① 중국 기업이 개발한 품종이 판매되고 있는 시장으로 수량성이 높고 고온에 강한 품종으로 시장 진입
인도	① 다국적 기업이 개발한 품종이 재배되고 있으며 바이러스 및 곰팡이 저항성 품종의 개발이 요구됨. 바이러스 저항성 품종의 개발로 시장 진입
인도네시아	① 중국 기업과 인도 국가기관이 공동으로 품종개발을 진행 중에 있으며 시장 형성 초기 단계임. 채소종자 거래처를 활용하여 시장 진입
필리핀	① 필리핀 기업과 국제미작연구소가 공동으로 품종 개발 중임. 당사도 국제 미작연구소와 공동 개발 시스템을 개발하고, 채소 품종개발 기술력을 활용하여 더위에 대한 버팀성 및 고품질의 품종을 개발하여 필리핀 기업과 경쟁 예정임

표 30. 목표 시장별 필요 역량 확보 방안

구분		내용
현지화	제품현지화	① 현지 식습관 및 식문화 고려, 재배기술 현지화 ② 시범사업 확대
	서비스현지화	① 지역별/국가별 맞춤화, 해당 거래처 마케팅
기술	제품차별화	① 복합 내병충성, 고품질화로 차별화된 품종 개발
	마케팅차별화	① 주산지현지 필드 마케팅 데이 강화
정보	시장정보	① 국가별 시장정보, 국가별 품종 등록 및 식물검역 시스템(제도·법적 규제사항)
	경쟁사정보	① 경쟁사 육종 / 마케팅 전략 확보 ② 경쟁제품 마케팅 및 거래처 개발 동향
조직	해외사업조직	① 사업 및 거래처 관리 및 해외 마케팅 전문인력 확보
	현지법인조직	① 목표 시장별 현지 법인 다양화
네트워크	현지판매네트워크	① 주요 목표시장별 거래처 개발과 전략적 사업 파트너십 마련 => 판매네트워크 구축
	현지전문가 네트워크	① 현지 당사 품종 전문가 육성으로 브랜드 홍보 및 강화

제5장 프로젝트별 세부기획

제1절. 「수출용 일대잡종 벼 품종개발」 프로젝트

1. 연구개발 목표

□ 최종목표

- 정성적 목표: 동남아 수출용 벼 일대잡종 품종 개발 및 종자 수출
- 정량적 목표

구 분	목표 내용	
과학기술적	농업 R&D 기반의 글로벌 확대로 국내 농업연구 역량 제고 잡종강세 : 15~20% 이상 일대잡종 종자 생산 : 2~2.5톤/ha 이상	3 품종
산업경제적	종자생산 및 국제 마케팅 시스템 구축 해외 농업 R&D 구축으로 식량안보 역량 제고 수출 500만\$ 달성	5 지역
환경·문화적	농업기술 역량 제고로 국제 식량안보 기여를 통한 국격 제고 외환위기 후 다국적기업화로 침체된 국내 종자연구 기반의 활성화	

□ 단계별 목표

단계	1단계(2013년~2016년)	2단계(2017년~2021년)
목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - 유전자원 확보 및 융성불임 체계 개발 - 임성회복친 선발 및 우량조합 선발 - 일대잡종 종자 최대생산 특성 개발 - 해외 현지 육종 및 적응시험 기반확보 ○ 산업화 및 수출 <ul style="list-style-type: none"> - 대상국과 국제협력 네트워크 구축 (KOICA, KOPIA 등과 협력) - 해외 현지 적응성 검정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - 일대잡종 품종 3개 육성 - 일대잡종의 농업형질 강화 <ul style="list-style-type: none"> · 품질, 주요 병해충 및 재해 저항성 - 종자 생산 효율 제고 특성 강화 ○ 산업화 및 수출 <ul style="list-style-type: none"> - 일대잡종 종자 생산 및 적응성 검정 - 해외 현지 전시포 운영 - 일대잡종 품종 출원

2. 연구개발 필요성

- 쌀은 세계 3대 식량 곡물의 하나이며 세계인구의 절반이 주식으로 하고 있는 가장 중요한 식량작물이다. 도시화, 사막화 및 자연 침식 등으로 인한 경지면적의 확대가 크게 제한적일 뿐만 아니라 지구기상변화 등 생산 환경의 악화로 생산성이 침체되고 있고, 생물연료개발의 확대 등에 따른 쌀의 수급 불균형으로 곡물가격이 급등하고 있어서 개발 도상국가들의 폭발적인 인구 증가에 대비한 지구 식량안보를 위해서는 기술 향상에 의한 생산성 증대가 절대 요구된다.
- 2012년 쌀 생산은 4.63 억톤, 소비는 4.64 억톤이었고, 기말재고는 해마다 변동 폭이 심하여 수급상황이 불안정하다.
- FAO와 IRRI에서는 2035년까지 1.16 억톤의 쌀 추가수요가 발생할 것으로 전망하고 있어 증수 대책이 절실하다.

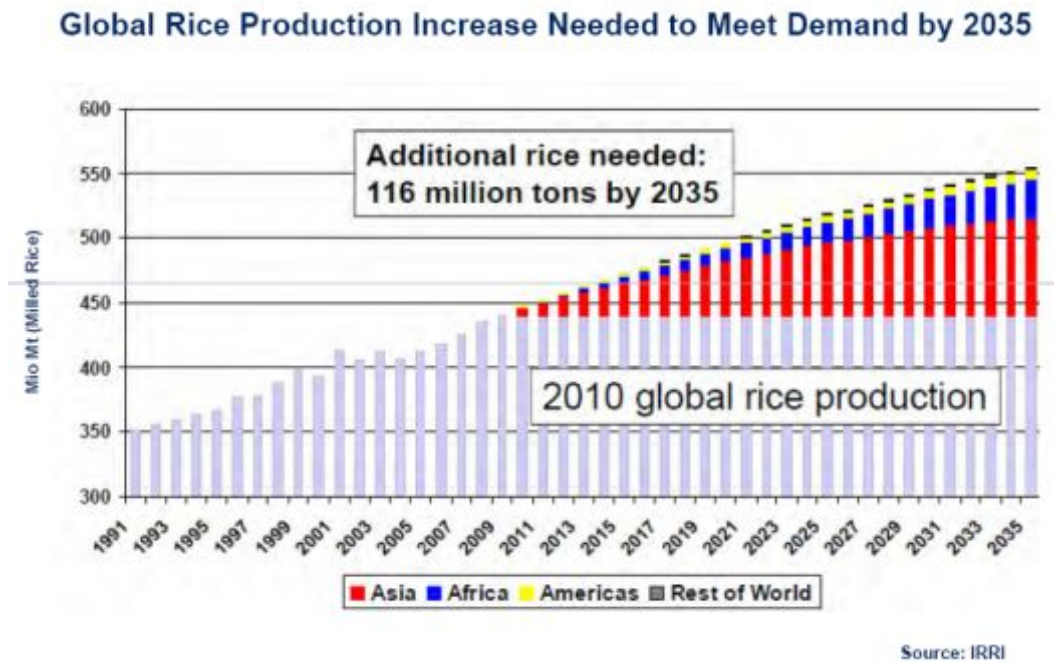


그림 16. 1991년부터 2035년까지의 쌀의 수요 증가 추세

- 쌀의 생산성의 증가는 둔화상태에 있고, 벼 재배면적은 지속적으로 감소되고 있다.
- 1970-80년대의 녹색혁명 이후 수량 증가 속도는 둔화되고 있어, 향후 수급에 차질이 예상된다. 이러한 상황에서 증수효과가 탁월한 일대잡종 벼를 도입하는 것은 당연한 귀결이라 하겠다.

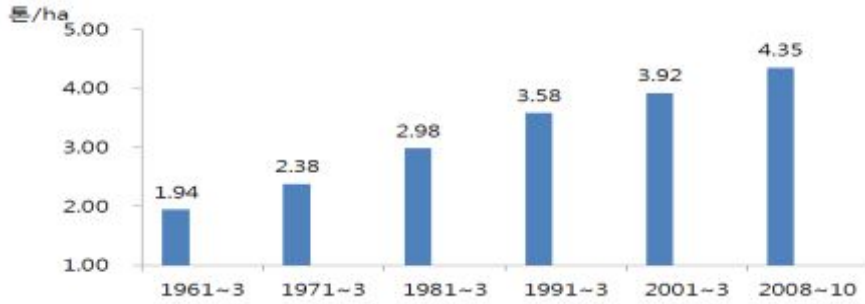


그림 17. 벼의 연대별 수량성 (FAO)

- 동남아시아 주요 벼재배 국가를 중심으로 일대잡종의 재배면적이 확대되고 있다
 - 벼에서 일대잡종은 1976년부터 중국에서 실용화되기 시작한 일대잡종 품종은 일반품종 대비 그 증수효과가 20% 정도이다.
 - 일대잡종 품종의 재배면적은 중국의 경우 2010년 전체 벼 재배면적의 60%인 1,800만ha에 재배되었다. 중국 이외의 나라에서는 2007년 1,980만ha, 2011년 2,170만ha에 재배되었고 (4년 동안 재배면적 10.2% 증가), 재배면적이 빠른 속도로 증가하고 있다(IRRI).
 - 특히 인도에서는 2011년 200만ha에 재배되었는데, 2015년 500만ha를 목표로 재배면적을 늘리기 위하여 품종개발에 주력하고 있다.

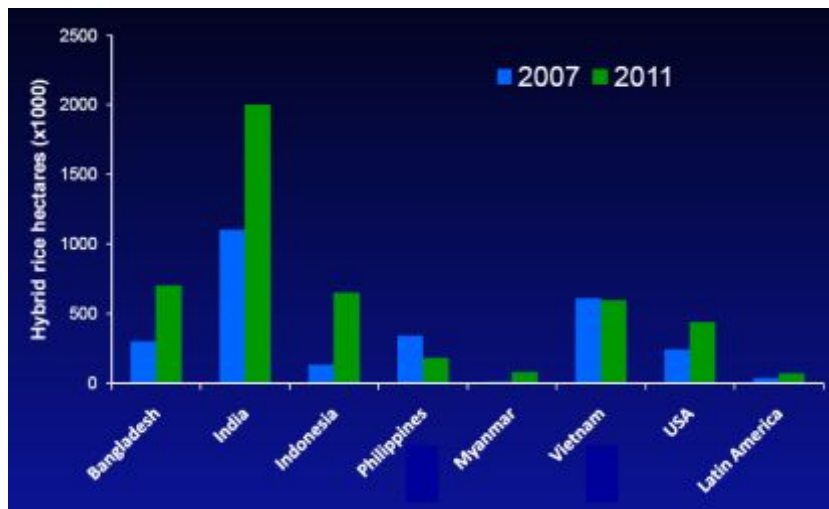


그림 18. 주요 국가별 일대잡종벼 재배면적 추이 (IRRI)

- 일대잡종은 종자 시장 진입에 유리하며, 시장발전의 여지가 크다
 - 일대잡종은 종자를 해마다 갱신해야 하기 때문에 생산자들은 종자를 그때마다 구매하여 재배해야 한다. 또한 일반종자에 비해 8~10배 비싸기 때문에 종자회사로서는 중요한 사업 품목이 되며, 종자사업이 활성화될 수 있다.

표 31. 국가별 벼 종자가격

국가	종자가격(\$/kg)	
	자식계	일대잡종
베트남	3	5
인도네시아	0.75	5
필리핀	?	5
중국	3.5	5~7.5
미얀마	2	4.5
인도	1	3~4.5

- 최근에는 주요 쌀 수입국인 필리핀(SL Agritech Corp.)도 방글라데시, 베트남, 인도네시아, 인도에 일대잡종 종자를 수출하고 있다.
- 벼의 일대잡종 품종은 그 사업성으로 인하여 많은 회사가 주요 수익성 품목으로 취급하고 있다. 중국내의 회사 이외에도 Bayer Crop Science, Syngenta, Dupont/Pioneer, Monsanto 등 다국적 기업들이 일대잡종 품종 개발에 심혈을 기울이고 있다.
- 중국에서는 벼 일대잡종 종자를 동남아에 수출하고 있는데 최근 수출량이 늘지 않고 있어 그 원인을 분석하고 해결하기 위해 다각도로 노력하고 있다(湖北省 種子集團有限公司).

표 32. 중국의 대 동남아 일대잡종 종자 수출량 (단위: 톤)

국가명	2010	2012
베트남	18,000	14,000
방글라데시	11,000	8,000
인도네시아	7,500	8,000
파키스탄	3,500	6,000

- 중국에서 분석한 일대잡종벼 수출 감소의 원인과 대책 (湖北省 種子集團有限公司)
 - 정부의 규제
 - 품종 육성 후 수출 대상국에 종자생산하기까지 2~5년 소요,
 - 출대상국의 식물검역과 종자처리에 관한 까다로운 규제
 - 중국정부에 의한 일대잡종친 수출 금지
 - 2계 일대잡종 수출금지
 - 3계 일대잡종은 등록된지 3년 이후 수출 가능

- 육종적 한계

- 최근 5~10년간 우수한 품종 개발 미흡
- 중국에서는 우수한 일대잡종 품종이 수출대상국에서는 우수하지 않았음
- 외국의 육종자원이 중국에서 정상 생육하지 않아 육종재료로 사용 어려움

- 종자생산 효율성 문제

- 종자생산 비용 증가
- 부적절한 기후 및 기계화 미흡
- 신품종별 종자생산기술 개발 미흡
- 종자생산지 이동에 따른 기술 전수 미흡
- 종자생산후 처리 및 저장과정 기술개발 미흡
- 중국 위안화 강세

- 대책

- 종자협회와 정부의 협력으로 종자수출에 따른 불필요한 규제 방지
- 일대잡종 종자 생산지의 적절한 선택(반드시 수출지일 필요는 없음)
- 일대잡종 품종 육성은 현지와의 협력체계 구축하여 진행되어야 함

○ 상기 문제들은 Golden Seed 프로젝트(GSP)를 수행하면서 충분히 해결 가능한 것들로서 향후 해외시장 개척 및 발전 전망이 긍정적이다.

3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

□ 국내 벼 일대잡종 연구는 1980년대부터 통일형 품종을 중심으로 활발하게 추진되어 세포질 웅성불임체계 개발, 우량 임성 회복친 선발, 종생산체계의 확립 등 기반 기술을 구축하였으나 정부의 쌀 증산 억제 정책 및 쌀 품질 고급화 육종을 위한 양질 다수성 육종에 치중함으로써 2004년부터는 연구가 중단되었다.

- 통일형 품종의 유전자-세포질 웅성불임체계(WA형)를 개발하였으며 이들 세포질 웅성불임 체계에 대해 밀양46호 등 많은 통일형 품종이 우수한 임성회복친임이 확인 하였다.
- 이들 웅성불임체계와 임성 회복친을 이용하여 수원 잡종 1호와 수원잡종 2호 등을 육성하여 쌀 수량성이 약 9톤에 이르렀으나 쌀 품질이 양질 다수성 품종에 미치지 못하였다.
- 특히 밀양46호와 밀양54호등은 중국에서 우량한 임성 회복친으로 활용되어 중국의 조생종 일대잡종으로 개발되어 1990년대에 많은 면적에 재배되었다.

□ 이러한 우리나라 일대잡종 벼 개발연구의 축적된 기술과 자원은 조생종 일대잡종 품종개발의 중요한 자원으로 활용될 수 있을 뿐만 아니라, 국내 최근 차세대바이오그린21사업 식물분자육종사업단에서 웅성불임체계 및 종자생산 효율증대와 관계되는 화기 구조에 관한 유전자 개발 등 일대잡종 개발을 위한 기초 연구가 착수되었다.

□ 따라서 1980년대의 기술축적과 연구결과 및 최근에 이루어지고 있는 기초연구를 바탕으로 본 연구(GSP)가 협력체계를 구축함으로써 일대잡종 벼 품종의 실용화가 효율적으로여 추진 될 수 있을 것으로 전망된다.

표 33. 한국에서의 시험용 벼 일대잡종 수량성의 연차비교(1982~1990)

일대잡종	선발연도	수량성 (톤/ha)	증수율 (%)	시험장소
V20A/수원294호	1982	9.1	109	수원
V20A/밀양46호	1983	11.4	119	밀양
HR1619A/이리362	1986	9.7	118	수원
IR54756A/수원333호	1987	9.8	115	익산
IR54756A/이리362호	1988	11.8	134	수원
IR54756A/수원318호	1989	11	112	수원
V20A/밀양46호	1989	12.1	124	수원
밀양55A/이리362호	1990	10.5	119	밀양
평균	-	10.7	121	-

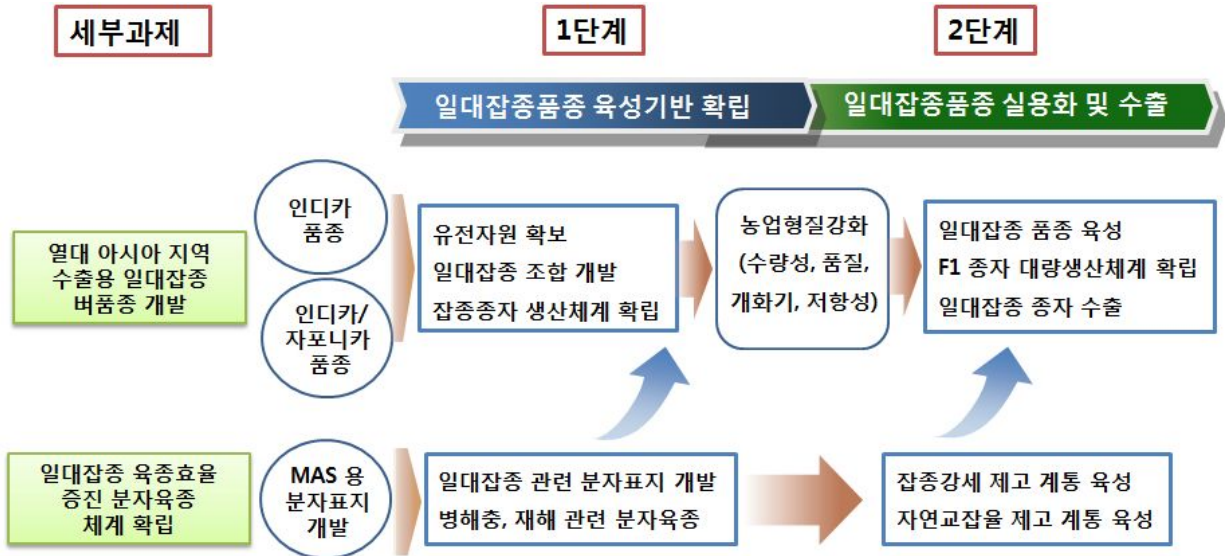
표 34. 벼 일대잡종 육성품종의 주요 특성 (1990, 수원)

품종명	교배조합	본답생육 (일)	간장 (cm)	수량성 (톤/ha)	수량지수 (%)	비고
수원잡종1호	SR16284A/용문벼	116	74	8.34	149	복합저항성
수원잡종2호	SR16283A/태백벼	111	66	7.34	131	복합저항성

4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

□ 단계별 기술개발 추진체계

- 3개의 세부과제로 구분하여 1단계는 일대잡종품종 육성 기반 확립, 2단계는 일대잡종품종 실용화 및 수출의 기술개발을 수행한다.



□ 참여 연구기관별 추진 협력 체계

- 사업단에 직접 참여하는 국내의 연구소/대학, 기업은 각각 기술개발과 실용화/수출의 업무를 분장한다.
- 국제기관 및 외국 현지 연구소/법인과 국제협력체계를 구축하여 사업을 수행한다.
- 차세대바이오그린21사업의 식물분자육종사업단과는 관련 분자육종기술을 협력한다.



□ 추진전략

- 사업단에 참여하는 대학, 연구소, 기업 간에 상호 정보를 공유하여 기술개발 및 실용화/종자수출을 추진한다. 차세대바이오그린21사업의 식물분자유종사업단과는 일대잡종 관련 기초연구 및 분자유종기술을 협력한다.
- 유전자원 평가기술, 교배육종기술, 세대축진, 분자유종기술 등을 가장 첨단으로 보유하는 기관의 사업단 과제참여를 유도함으로써 관련 육종기술의 첨단화를 도모한다.
- 일대잡종 국제 심포지엄에 참여하고, 일대잡종 관련 국제연구기관에 연수함으로써 선행 기술들을 신속히 습득 적용시킨다.
- 세부과제 연구진 상호간에 반기별 워크숍을 개최하고 진행상황을 점검하고, 연구개발 상호 정보를 교환한다.

5. 프로젝트 Micro 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표	
		일대잡종 벼품종 육성을 위한 육종소재 확보 및 기반 확립				일대잡종 벼품종 육성 및 품종등록 및 종자 수출					일대잡종 벼종자 수출 500만 달러 달성	
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표	
수출용 일대잡종 벼품종 개발	유전자원 도입 및 평가	• 3계, 2계 일대잡종 벼육성 육성불임/임성회복 유전자원 도입 평가				• 3계, 2계 육성불임/임성회복 도입 우량계통 육성					<ul style="list-style-type: none"> ○ 품종개발 3품종 ○ 벼수량성 15~20% 증수 ○ 품질 <ul style="list-style-type: none"> - 지역별 기호성 - 저항성 - 지역별 주요 병충해 및 재해 복합 저항성 	
	우량 일대잡종 조합 육성	• 잡종강세 우수 일대잡종 조합 개발 - 인디카형, 인디카/자포니카형				• 재배안정성 확충 일대잡종 품종 육성 - 병해충, 재해 저항성						
	분자유종 체계 확립	• 기 정보이용 일대잡종 육성 효율증진 MAS용 분자표지 개발 - 육성불임, 임성회복, 광친화성				• 잡종강세, 수량구성 요소 관련 유전자/QTL 분석 및 분자표지 개발						
		• 기 정보활용 수출 대상국 주요 병해충, 재해 저항성 관련 MAS용 분자표지 개발 - 육성계통 MAS로 저항성 개체 선발				• 수출대상국 주요 biotic/abiotic stresses 저항성 유전자/QTL 탐색 및 MAS용 분자표지 개발 - 육성계통 MAS로 저항성 개체 선발						
		• 육성계통 검정 지원				• 육성계통 검정 지원						
			• 품종판별용 분자표지 개발				• 수출용 품종과 대상국 재배품종간 품종판별 체계 구축					
			• F1 순도검정용 및 품종판별용 분자표지 개발				• 고순도 F1 종자생산 체계 확립					
생물검정 기반 확립	• 주요 병해충, 재해 저항성 검정을 위한 기반 확립				• 육성계통에 대한 생물검정에 의한 재배안전성 평가							
잡종종자 최대 생산체계 확립	• 불임계통 화기구조 개량				• 대상 국가별 잡종종자 최대 생산 적합 계통 육성							

6. 세부프로젝트 추진계획

1) 세부프로젝트 1 : 열대 아시아 지역 수출용 일대잡종 벼품종 개발

- [시험 1] 수출용 인디카형 일대잡종 벼품종 개발

(1) 세부프로젝트 도출 배경

□ 국내 기술 현황

- 우리나라 벼 일대잡종연구는 1980년대 초반부터 시작하였으나 주식의 자급자족과 품종의 생산성 증대와 잡종품종의 품질저하 등 문제로 2000년대 초반부터 중단하였음
- 일대잡종 연구는 3계 line에 집중하였고 벼 생산성은 '98년 IR58025A/9*한강찰//남풍벼 조합에서 1,027kg/10a와 '99년 IR58026A/9*삼강벼//청청벼 조합에서 1,022kg/10a의 생산성을 보였음
- 일대잡종 종자생산에 대한 연구는 비닐하우스 내에서 불임친과 회복친의 재식열수, 지엽 제거 유무, 재식방향 등 여러 가지 조건시험으로 1991년 SR16282A/남풍벼 조합에서 최고 202kg/10a 생산성을 보였음
- 일대잡종의 품질이 낮고 종자 생산성이 낮아 자포니카 양질다수성 품종에 비하여 소득차이가 뚜렷하지 않았음
- 양질 다수성 자식품종(자포니카)의 융성불임체계 및 종자생산 효율 증대를 위한 생명공학 기술에 의한 유전자개발 기초연구가 추진되고 있음

□ 국외 기술 현황

- 중국의 일대잡종 연구는 우리나라 통일계 품종인 청청벼를 활용하여 발전시켰으며 현재 대부분의 임성회복친은 청청벼에서 유래하였다
- 일대잡종의 중점연구는 수량성 및 종자생산 극대화과 내병충성 및 미질 향상이며, 2기작 지대에서는 벼 생육기간을 단축시키려는 연구도 수행하고 있음
- IRRI는 세계 17개 국가와 일대잡종 연락시험을 수행하고 있음
- 일대잡종 품종개발은 국가연구기관 보다는 민간회사에서 주로 이루어지고 있으며 융성 불임 유전자원 출처는 중국이고, 대부분 중국과 IRRI에서 육성된 계통은 활용하고 있음
- 현재 보급되고 있는 품종은 70%가 3계(three-line) 일대잡종이며, 30%가 온도반응 융성불임 TGMS 체계의 2계(two-line) 일대잡종이다.
- 일대잡종품종의 벼 생산성은 9.0~14.15톤/ha이며 잡종종자 생산성은 0.2~4.2톤/ha으로 목표 생산성은 2~2.5톤/ha임
- 아시아 지역에서 일대잡종품종을 재배하고 있는 국가 중에서 중국을 제외하면 품종개발 경험이 대부분 15~20년 내외의 초보기술이며, 대부분 종자회사가 개발한 도입품종을 재배하고 있어 각국이 공통된 문제점을 안고 있음

- F1 종자 생산성이 낮아 종자가격이 비쌈
 - F1 종자 순도가 낮아 품질이 떨어지고 생산성이 기대에 미치지 못함
 - 주요 병해충에 약하고 투입 노력 등 쌀 생산비가 자식계 보다 많이 듦
 - 종자회사에서 육성한 도입품종을 대부분 재배하므로 내재해 및 광지역 적응성이 낮아 보급지역에 제한을 받음
- 따라서 각국의 일대잡종 품종의 문제점이 어느 정도 해소된다면 소요량은 크게 늘어날 것으로 판단됨

표 35. 각국에서 육성된 일대잡종 품종과 수량성 및 주요 농업형질 특성

국가	개발 품종수			육성기간	최고수량성 (톤/ha)	종자생산성 (톤/ha)	생육기간	기업체 수
	계	기관	민간					
중국	403	403	?	'01~'11	14.15	2.0~4.2	-	?
인도	59	31	28	'94~'12	9.0	0.8~1.5	115~150	12
방글라데시	87	4	83	'98~'10	9.0	1.8~2.5	117~160	18
인도네시아	71	21	50	'93~'11	11.06	0.7~3.9	115~130	10
필리핀	44	20	24	'94~'11	9.0	2.0<	115~140	8
베트남	24	?	?	'06~'10	11.44	1.5~3.0	124~139	9

표 36. 각국의 일대잡종 벼품종의 주요 문제점

국가	일대잡종 벼 품종의 주요 문제점
인도	잡종강세 낮음, 생육기간 및 간장 단축, 병해충 복합저항성 결여, 품질 낮음
방글라데시	흰잎마름병 및 염해 저항성 결여, 종자가격 상승, 아밀로즈 함량 낮음
인도네시아	병해충 복합저항성 결여, 종자가격 상승, 기후변화로 종자생산 불안정
필리핀	잡종강세 낮음, 병해충 복합저항성 결여, 품질 및 완전미 수율 낮음
베트남	쌀 품질저하, 병해충 복합저항성 결여, 생육기간 길음

주) 병해충 : 도열병, 흰잎마름병, Tungro virus, Bph, 흰등멸구

□ 국외 정책 현황

- 벼 일대잡종 품종개발과 재배는 대부분 동서남아시아 국가에서 적극적으로 추진하고 있으며, 인도와 베트남은 쌀 수출국으로 수출시장 확대와 인도네시아는 수입국으로 식량자급을 위하여 양질 다수성 품종개발과 생산이 국가정책임
- 국가식량자급을 위해 일대잡종 품종 재배를 권장하는 인도네시아와 방글라데시는 일대잡종 종자구입비를 지원하고 있음

- 인도는 대부분 IRRI육성 일대잡종을 근간으로 국내 종자생산 보급하고 있으며, 베트남과 미얀마 등은 대부분 중국과 IRRI 육성 품종을 이용하고 있으며, 일대잡종 종자가격이 높아 종자회사가 비료 등 생산자재와 함께 공급하고 있는 실정임

□ 국외 시장 분석

- 주요 일대잡종 품종 재배 5개 국가의 최근 종자 소요량은 년 129,220톤으로 나라에 따라 자국 소비량의 20~80%를 수입종자에 의존하고 있음
- 다국적 종자회사의 종자판매 활동은 Bayer (인도), Syngenta (필리핀, 인도네시아, 인도, 베트남, 방글라데시), Pioneer(필리핀, 인도네시아), Bellseed (인도), Monsanto (소규모로 각국 배치) 등이 운영하고 있으며 품종 육성 후 수출 대상국에 종자생산하기까지 2~5년 소요되고 있음
- 인도의 경우 일대잡종 쌀시장의 95%를 종자회사가 점유하고 있으며 선도 기업은 점유율 45%의 Bayer이다. 그 외 Pioneer, Advanta, Nath, JK Agri, Syngenta, Mahyco, Bioseeds, PHI Seeds, Sri Ram Bio-seed, Indo-American Hybrid Seeds, Metahelics Life Science, Ganga Kaveri Seeds, US Agri. Genetics 등이 있음

표 37. 일대잡종 벼의 재배현황, 수량성, 종자 소요량

국가	재배면적 (천ha)	생산성 (톤/ha)	생산량 (천톤)	종자소요량 (톤)	종자수입량 (%)	종자생산목표 (톤/ha)
인도	2,000	6.0*	12,000	50,000	?	2
방글라데시	750	8.86	6,645	18,750	61.7	2
인도네시아	700	7.4	5,180	17,500	81.3	2
필리핀	200	6.12	1,224	5,000	?	2
베트남	650	6.90	4,485	16,250	20	2.5
계	4,300	6~8.86	29,534	129,220	20~81.3	2~2.5

주) 종자량은 25kg/ha 기준

표 38. 인도의 벼 종자시장 현황(2008-09)

구분	종자 비율(%)	면적비율(%)	생산성(톤/ha)
일반품종/재래종	93.7	93.9	4.4
공공기관 hybrids	0.2	0.3	6.6
종자회사 hybrids	6.1	5.9	5.2

RUTGERS, 2011

□ SWOT 분석

강점(Strength)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 세계수준의 벼육종 및 재배기술 보유 ○ 인디카/자포니카 교잡으로 통일형 품종육성 성공 ○ 1980년대 일대잡종 연구 경험 보유 ○ 분자육종, 유전체연구등 첨단생명공학 기술보유 ○ 다양한 유전자원 수집, 평가, 보유 및 관리 체계 기술(인프라) 확보 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해외 수출용 벼품종 개발 경험이 없음 ○ 일대잡종 벼 개발 연구인력이 협소 ○ 인디카/인디카 교배조합 이용 품종육성 경험 무 ○ 국가주도 종자 보급체제로 종자시장 불활성화 ○ 일대잡종 연구 단절로 유전자원 확보 미흡 ○ 수출 대상국가별 주요 유전자원 확보 미흡
기회(Opportunity)	위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 국가 신성장동력으로 종자산업 중요성 대두 ○ 국내 육종전문가의 글로벌 역량강화 기회 ○ 최근 국제 벼종자산업이 활성화 단계 ○ 기후변화 대응 곡물수급 불안정대비 식량 안보 강화 기회 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수출대상국의 식량자급율 제고 정책 대두 ○ 위생 및 식물검역조치에 관한 협정(SPS) 등과 같은 진입장벽 등장 ○ 안정성 및 환경보존 등에 관한 국제규범 강화 ○ 생물다양성협약 등 유전자원 수집·이용 규제 강화

(2) 세부프로젝트 최종 목표

□ 최종목표: 인디카 벼 일대잡종 품종 2개 육성 및 잡종종자 수출 200만달러 달성

□ 단계별 목표

○ 1단계: 인디카 벼 일대잡종 품종 육성기반 확립

- 3계 및 2계 일대잡종 육성용 융성불임/임성회복 유전자원 도입 평가
- 잡종강세 우수 일대잡종 조합 개발
- 잡종종자 최대 생산 특성 도입

○ 2단계: 인디카 벼 일대잡종 품종 실용화

- 3계 및 2계 융성불임/임성회복 도입 우량계통 육성
- 주요 농업형질 보강 일대잡종 품종 육성
- 잡종종자 최대 생산 계통 육성
- 일대잡종 종자 수출 200만달러 달성

□ 수출용 일대잡종 벼품종의 공통 목표

주요 특성	관련 목표
<ul style="list-style-type: none"> ○ 품종 개발 ○ 수량성 ○ 생육일수 ○ 병해충 복합저항성 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2개 품종 이상 ○ 잡종강세 15~20% 이상 ○ 90~130일 내외 ○ 도열병, 흰잎마름병, Tungro 바이러스, 벼멸구, 흰등멸구

□ 수출대상 지역(국가)별 목표

○ 서남아시아 지역적응 장립종 벼 품종개발

- 수량성 : 잡종강세 20% 이상
- 생육일수 : 130일 내외

- Amylose 함량 : 26% 이상의 장립종
- 동남아시아 지역적응 중장립종 벼 품종개발
 - 수량성 : 잡종강세15~20% 이상
 - 생육일수 : 90~100일 내외
 - Amylose 함량 : 20% 이상의 중장립종

(3) 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 기술개발 추진체계



□ 추진 전략

- 사업단 주관기관의 연구개발 시설 및 장비 전폭적 지원
- 국제미작연구소 주관 일대잡종 벼 연구 컨소시엄 가입으로 응성불임, 임성회복 유전자 보유 계통 등 유전자원 확보
- 전통육종 및 약배양, 분자육종 기술의 접목 계통육성 추진
- 국내외 현지간 shuttle breeding
- 사업단 참여 기관 및 국내외 기관간 협력으로 기술개발 가속화

□ 연차별 추진 내용

주요 연구내용	1단계				2단계					예산 (억원)
	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	
○ 유전자원 도입 평가										
○ 일대잡종 조합 선정										
○ 잡종강세 우수 일대잡종 개발										
○ 농업형질 강화										
○ 자연교잡을 제고 계통 및 기술 개발										
○ 현지 적응성 시험										
○ 광지역 적응성 검증										

- [시험 2] 수출용 인디카/자포니카 중간형 벼 일대잡종 품종 개발

(1) 세부프로젝트 도출 배경

- 일대잡종 벼품종 개발은 인디카/인디카, 인디카/자포니카, 자포니카/자포니카 등으로 대별할 수 있으며, 가장 많은 일대잡종 벼 품종이 개발되어 재배되고 있는 것은 인디카/인디카 또는 인디카/자바니카 교배조합 이다.
- 인디카/자포니카 교배조합 일대잡종은 인디카/인디카 또는 자포니카/자포니카 교배조합 일대잡종보다 잡종강세 정도가 월등히 우수한 것으로 알려지고 있다(LP Yuan, 2002).

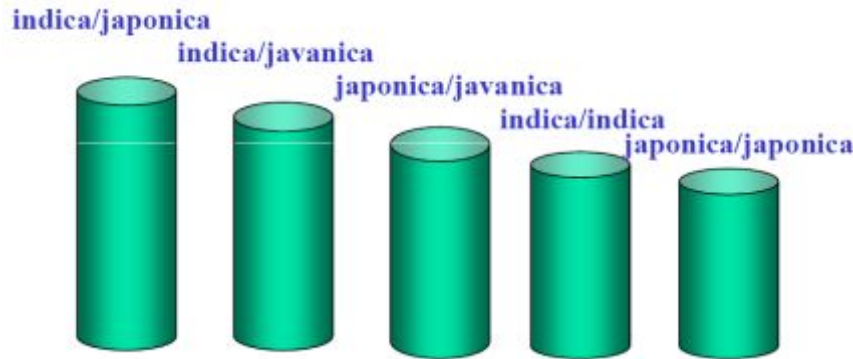


그림 19. 아종간 교배 조합에 따른 잡종강세 정도

- 인디카와 자포니카는 원연관계의 아종간으로 잡종에서 불임이 많이 발생하기 때문에 이를 극복하기 위해 중국에서는 자바니카 일부 품종에 있는 광친화성 유전자 (wide compatibility gene)를 도입하여 잡종친을 육성하고 있다.
- 인디카와 자포니카간 교잡의 일대잡종 품종개발에서 잡종불임 문제와 심복백미 발생 등 일부의 품질문제를 극복한다면 인디카/자포니카의 일대잡종은 향후 증수를 위한 개발 방향이 될 것이기에 본 사업에서 연구개발을 추진해야 한다.
- 인디카/자포니카 원연간 교배조합의 일대잡종은 벼 입형(grain shape)을 인디카형 장립형에서 중장립형의 중간형으로 육성하면 도정수율을 향상시킬 수 있다
- 순수 인디카형 일대잡종 품종보다 인디카/자포니카 교잡의 일대잡종은 인디카의 탈립성 문제를 해결하여 수확기 수량 손실을 감할 수 있다
- 중장립 대립형의 일대잡종 벼 품종 육성으로 중동, 지중해 및 흑해연안 국가에 대한 종자수출 및 쌀 수출 기획 확대
 - 중동, 지중해 및 흑해연안 국가에서는 천립중이 27g 이상의 대립형 쌀을 선호하며, Parboiled rice 등에 적합한 다양한 전분 특성의 품종 개발이 가능할 것으로 추정됨.
- 우리나라에서 인디카/자포니카 교잡으로 육성한 통일형 품종을 이용한 일대잡종 벼 품종 개발연구도 함께 병행함으로써 유전적 다양성 확보와 인력육성에 기여할 수 있을 것이다.
- 가야벼, 청청벼 등은 WA-type 세포질용성불임에 대한 임성회복 유전자 *Rf1* 유전자를 보유하고 있어 중국의 일대잡종 임성회복친 개발에 결정적인 역할을 했다
- 수량성 극대화를 위한 인디카/자포니카 조합 일대잡종 품종육성으로 우리의 식량안보를 강화하는 기회를 확대할 수 있다.

□ SWOT 분석

○ 강점(Strength)	○ 약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 세계수준의 벼육종 및 재배기술 보유 ○ 인디카/자포니카 교잡으로 통일형 품종육성 성공 ○ 1980년대 일대잡종 연구 경험 보유 ○ 분자육종, 유전체연구등 첨단생명공학 기술보유 ○ 다양한 유전자원 수집, 평가, 보유 및 관리 체계 기술(인프라) 확보 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해외 수출용 벼품종 개발 경험이 없음 ○ 수출용 벼품종 육성에 대한 민간기업, 개인 육종가 등의 관심 부족 ○ 국가주도 종자 보급체계로 종자시장 불활성화 ○ 수출 대상국가별 주요 유전자원 확보 미흡 ○ 일대잡종 연구 단절로 유전자원 확보 미흡
○ 기회(Opportunity)	○ 위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 국가 신성장동력으로 종자산업 중요성 대두 ○ 국내 육종전문가의 글로벌 역량강화 기회 ○ 최근 국제 벼종자산업이 활성화 단계 ○ 기후변화 대응 곡물수급 불안정대비 식량안보 강화 기회 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수출대상국의 식량자급을 제고 정책 대두 ○ 위생 및 식물검역조치에 관한 협정(SPS) 등과 같은 진입장벽 등장 ○ 안정성 및 환경보존 등에 관한 국제규범 강화 ○ 생물다양성협약 등 유전자원 수집·이용 규제 강화

(2) 세부프로젝트 최종 목표

□ 최종목표: 인디카/자포니카 벼 일대잡종 품종 1개 육성 및 잡종종자 수출 100만달러 달성

□ 단계별목표:

○ 1단계: 인디카/자포니카 간 벼 일대잡종 품종 육성기반 확립

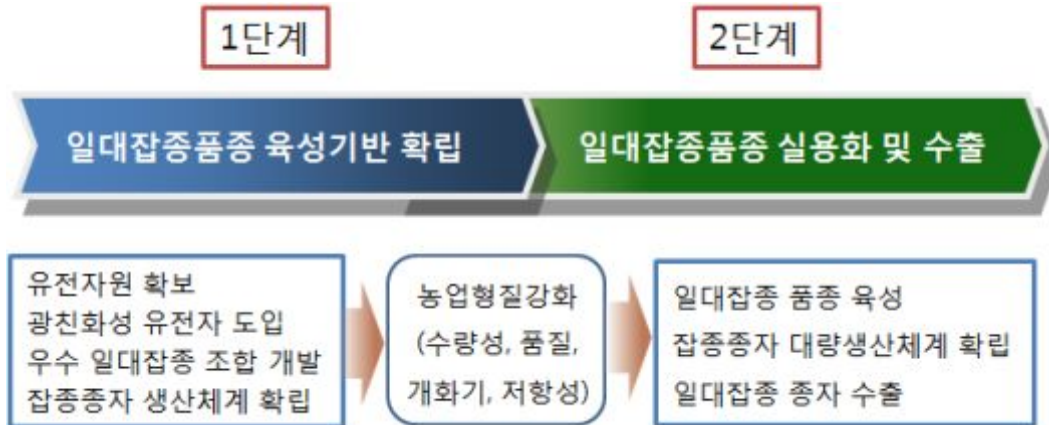
- 3계(three-line system) 및 2계(two-line system) 일대잡종 육성용 옹성불임/임성회복 유전자원 도입 평가
 - 3계(three-line system) : 옹성불임 계통, 유지친, 임성회복친 육성
 - 2계(two-line system) : 온도반응 옹성불임 유기 조건 확립(종자생산 가능지역)
- 광친화성 유전자(S_5^H) 보유 유전자원 확보 및 유전자 도입 계통 육성
 - 광친화성 유전자(S_5^H)와 연관된 분자표지 이용 선발 효율 증진
- 병해충 및 재해 저항성 유전자원 확보
- 인디카/자포니카 간 잡종강세 우수 일대잡종 조합 개발
- 잡종종자 생산기술 개발
 - 불임친의 주두 노출이 양호하여 잡종종자 생산 효율이 높은 계통 개발
 - 일대잡종 종자생산 최적화를 위한 불임친과 임성회복친의 출수·개화기 일치 계통 육성

○ 2단계: 인디카/자포니카 벼 일대잡종 품종 실용화 및 수출

- 3계 및 2계 옹성불임/임성회복 도입 광친화성 우량계통 육성
- 주요 농업형질 보강 일대잡종 품종 육성
- 잡종종자 최대 생산을 위한 특성개량 및 계통 육성
- 일대잡종 종자 수출 100만\$ 달성

(3) 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 기술개발 추진체계



□ 추진 전략

- 일대잡종 관련 유전자원 및 수출대상국 주요 우량 벼 품종 유전자원 확보 및 계통육성
 - 국제미작연구소 주관 국제일대잡종벼연구 컨소시엄 가입으로 웅성불임, 임성회복 유전자 보유 계통 등 유전자원 확보
 - 3계(three-line) 체계 : 수출대상국 주요 우량품종 이용 불임친, 유지친, 임성회복친 등 육성
 - 2계(two-line) 체계 : 온도감응 웅성불임 이용 종자생산 가능지역 선정 및 계통 육성
 - 잡종불임 극복을 위한 광친화성 유전자 도입
 - 수출 대상국 주요 병해충 및 재해 저항성 유전자원 확보 및 유전자 도입
 - 현지 생물검정 등 특성 검정을 통한 핵심 유전자원 발굴
 - 분자유종 과제(프로젝트 2-3)과 협력을 통한 MAS 체계 도입으로 육종 효율 증진
 - 잡종강세(heterosis)가 높은 우수 조합 선정을 위한 조합능력 검정
- 우량 일대잡종 계통 육성 및 수출대상국 적응성 검정
 - 잡종강세가 높은 조합 이용 우량 일대잡종 계통 육성
 - 수출 대상국에 대한 현지 적응성 시험을 통한 생산성 및 품질 평가
 - 기후 지대별 적응성 및 생산성 검정, 미질관련 특성 평가
 - 수출 대상국 주요 병해충, 재해에 대한 저항성 검정
 - 현지 적응성 시험시 생물검정(프로젝트 2-3)에 의한 재배안정 평가
 - 현지 농업인 및 소비자 기호도 조사에 따른 품종보급 가능성 평가
 - 수출 대상국별 현지 전시포장 설치 및 홍보
- 성공적인 품종 육성을 위한 협력 체계 구축
 - 사업단 주관기관의 연구개발 시설 및 장비 전폭적 지원
 - 전통육종 및 약배양, 분자유종 기술의 접목을 통한 계통육성 효율성 극대화
 - 사업단 참여 기관 및 국내외 기관간 협력으로 기술개발 가속화
 - 잡종종자 대량생산 기술은 국외 우수기관 연수를 통하여 기술도입과 개선

□ 연차별 추진 내용

연구개발 내용	1단계				2단계					예산 (억원)
	2013	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	
○ 유전자원 도입 평가										
○ 인디카/자포니카 일대잡종 조합 선정										
○ 잡종강세 우수 일대잡종 개발										
○ 광친화성 유전자 도입 계통 육성										
○ 농업형질 강화										
○ 자연교잡을 제고 계통 및 기술 개발										
○ 현지 적응성 시험										

(4) 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	중간모본(우량계통) 육성		20	20	현지적응시험 단계	
	품종출원 건수	국내		3	3	
		국외		3	3	
	품종등록건수	국내				
		국외				
	종자수출액(만달러)					
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI		1	1	
		등재학술지	2	2	4	
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원	1	2	3	
		등록		2	2	
	국제특허	출원				
등록						
매출액	국내					
	국외					
기술이전(품종 보호권 처분)						
기술지원 및 공적원조						
특 성 지 표	인력양성	2	4	6	석박사 과정	
	기반구축 실적	2	4	6	육종기반 구축	
	D/B 구축					
	분자마커개발					
	유용유전자원 수집 및 평가	300	300	600	특성평가, GeneBank 입고	
	F1 육성 (인공교배, 조합)	400	800	1200	조합능력검정	
육성 계통수						

(5) 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 산/학/연 공동으로 과제 추진체계 구축 필요
 - 작물육종가
 - 일대잡종 품종개발 경험 및 해외 벼 육종현황에 대한 지식이 있는 육종가
 - 교배 및 포장농업형질 평가 경험이 있는 전통 육종가
 - 분자육종가 : 잡종강세 관련 인자, 광친화성, 임성회복 유전자, 응성불임 유전자, 재해 저항성 관련 유전자/QTL 도입을 위한 MAS 이용 육종 효율 증대
 - 재배생리 전문가 : 우수 교배조합 선정을 위한 생산성 및 재배 특성 평가
 - 재해저항성 연구 전문가 : 수출 대상국의 재배안정성 확립을 위한 계통 평가

(6) 세부프로젝트 예산

세부프로젝트 명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
세부프로젝트1: 열대 아시아 지역 수출용 일대잡종 벼품종 개발	정부(억원)	1.75	5.0	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	43.15
	민간(억원)	0.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.6	11.8
	합계	2.15	6.4	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.8

(7) 종자개발을 통한 수출증대

- 일대잡종 품종의 개발
 - 사업단 과제 주관 하에 해외 현지 육종 및 적응시험을 통해 우수한 품종 개발
 - 현지 연구소/기업, 국제연구기관(IRRI), KOPIA 조직 등과 협력하여 수행
- 일대잡종 품종 우수성 홍보
 - 수출 대상국에 현지 전시포를 설치하여 품종의 우수성 홍보 및 호응도 조사

(8) 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	수출용 일대잡종 벼품종 개발		
세부 프로젝트명	열대 아시아 지역 수출용 일대잡종 벼품종 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021(9년)	연구비 지원범위	총 5,495백만원 (9년, 정부 4,315, 민간 1,180)
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 : 수출대상국 표준품종 대비 잡종강세가 15~20% 이상인 인디카형 및 인디카/자포니카 중간형 일대잡종 벼 3개 품종 이상 개발 및 종자 수출 300만\$ 달성</p> <p>○ 세부프로젝트 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> - 서남아시아 지역적응 장립종 벼 1품종 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 생육일수 130일 내외, amylose 함량 28% 이상, 주요 병해충 저항성 - 동남아시아 지역적응 장립형 벼 1품종 및 중장립형 벼 1품종 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 생육일수 : 90~110일 내외, amylose 함량 : 20~28% 내외, 주요 병해충 저항성 		
연구 필요성	<p>○ 인도와 베트남은 쌀 수출국이고 인도네시아는 수입국으로 양질 다수성 품종개발이 국가정책임</p> <p>○ 세계 종자 시장의 성장에 따른 수출용 종자 개발 및 우량 유전자원 수집·보존</p> <p>○ 일대잡종 벼 품종 개발로 세계 식량작물 종자시장 참여</p> <p>○ 쌀 소비패턴이 인디카형 뿐만 아니라 인디카/자포니카 중간형으로 다변화하고 있음</p>		
주요 연구 내용	<p>○ 교배모본 선정을 위한 기 개발된 유전자원 수집 및 평가</p> <p>○ 잡종강세가 높게 발현되는 유지친과 회복친 선발</p> <p>○ 벼 일대잡종품종 육성기반 확립</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3계(three-line) 및 2계(two-line) 융성불임친 및 임성회복친 자원 도입 평가 <ul style="list-style-type: none"> · 3계 : 융성불임친, 융성불임유지친, 임성회복친 선발 · 2계 : 온도반응 융성불임 유기 조건 확립 - 광친화성 유전자(S_5^H) 보유 유전자원 확보 <p>○ 계통육성 및 특성검정 : 제3 프로젝트와 연계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 자연교잡 증진 : 출수기, 간장, 지엽크기, 주두돌출 등 개량 - 내병충성 증대 : 수출지역 주요 내병충성 유전자 적정 안배 도입 - 품질 향상 : 선호성이 높은 외관, 곡립형태 및 이화학적 유전자 선발 - 잡종강세 최대발현 조합 선발 <p>○ 주요 병해충 특성검정 및 생산력 검정</p> <p>○ 자연교잡 이용 잡종종자 생산 (광지역 적응성 검정용)</p> <p>○ 광지역 적응성 검정 : 국가내 및 국가간 지역적응성</p>		
시장 전망 및 기대 효과	<p>○ 쌀 소비패턴 변화에 선점대응으로 종자 수출 활성화</p> <p>○ 국제 벼 종자 시장진출을 위한 기반조성</p> <p>○ 일대잡종 벼 연구협력 강화로 기상이변 대응 식량 안보 확립</p>		
자격 및 신청 요건	<p>○ 연구기관 자격 : 국공립연구기관, 대학, 종자회사, 민간단체</p> <p>○ 신청 요건 : 벼육종경력자, 현지 및 국내육종시설 확보 기관 및 회사</p> <p>○ 기타 사항 : 국외 현지육종을 위한 거점 보유 및 기반확보 선연구 기관 우선 품종육성 국내외 기관과 협력 체계 구성 기관 우선</p>		
Keyword	한 글	벼, 일대잡종, 융성불임, 임성회복친, 세포질, 생태형	
	영 문	Rice, Hybrid, Male sterility, Restorer, Cytoplasm, Ecotype	

2) 세부프로젝트 2 : 일대잡종 벼 육종효율 증진 분자유종 및 생물검정 체계 구축

(1) 세부프로젝트 도출 배경

- 본 과제는 일대잡종 벼육성 효율 제고와 수출대상국 주요 병해충 및 재해에 대한 저항성 유입 유전자 도입 및 생물검정을 재배안전성 확충을 위함.
- 벼 일대잡종은 중국에서 최초로 실용화하여 동남아에 수출하고 있지만 각국의 생산 환경이 다르며, 소비자의 기호도도 달라서 수출이 크게 확대되지 못하고 있다.
- 종자 수출을 위해서는 수출대상 국가(지역)에 적응하는 우수한 품종 육성이 필요하며, 이를 위해서는 일대잡종 관련 연구와 재배안정 향상 및 종자생산성 증대를 위한 기반연구가 필요함.
- 일대잡종 품종 육성을 위해서는 양성불임 및 임성회복 유전자, 원연간 교잡에 의한 일대잡종 육성을 위한 광친화성 유전자, 수출 대상국별 주요 병해충 및 재해 저항성 유전자/QTL 관련 연구가 필요함.
- 일대잡종의 증수효과를 높이기 위한 수량관련 형질에 대한 잡종강세 관여 QTL 분석, 농업형질과의 관련성 유전분석, 품질과 개화기 조절을 위한 기반 연구, 일대잡종 종자 생산효율을 향상시키기 위한 화기구조 및 개화 형질의 유전분석 등을 통하여 일대잡종 품종 육성 효율을 제고하기 위한 기반 연구가 필요함
- 각국별로 일대잡종의 품질 및 농업적 특성에 대한 요구도가 상이하기 때문에 그에 부응하기 위하여 육종목표 설정과 기반연구가 필요함.
- 수출용 우량 일대잡종 벼 품종을 신속 정확하게 육성하기 위해 첨단 분자유종기법의 도입을 통한 육종 효율 증대와 생물검정을 통한 재배안전성 증진이 필요하다.
- 일대잡종 품종 육성과 관련된 유전자/QTL 관련 기 보고된 정보를 활용하여 MAS용 분자표지 개발
- 주요 농업형질, 출수기, 간장, 수량구성 요소 관련 유전자/QTL에 대해 기보고 정보활용 MAS용 분자표지 개발
- 수출 대상국 주요 병해충, 재해 저항성 관련 유전자/QTL에 대한 기보고 정보활용 MAS용 분자표지 개발
- 생물검정 체계 구축
 - 육성계통에 대한 수출 대상지역(국) 주요 병해충, 재해에 대한 hotspot 생물검정 기반 조성 및 생물검정
- 본 세부과제는 다음을 주목적으로 한다.
- 수출대상국에 생물검정 기반을 조성하고 세부과제 1 및 세부과제 2에서 육성하는 계통들을 재료로 하여
 - 일대잡종 육성 효율 증진 : 불임친, 임성회복친, 화기특성, 조합능력 등 gene 개발
 - 재배안전성 확충 : 도열병, 흰잎마름병, Tungro 바이러스, 벼멸구, 흰등멸구, 내재해 유전자 개발
- 수출용 일대잡종 벼 품종 육성 효율 증진과 재배안전성 확충을 위한 생물검정을 수행하여 육성계통에 대해 주요 병해충 및 재해 관련 저항성 유전자/QTL에 대해 MAS에 이용할 수 있는 분자표지를 개발하여 세부과제 1 및 세부과제 2를 지원한다.
- 잡종강세 관련 유전자/QTL 분석 등 일대잡종 벼와 관련된 기타 기초연구는 차 순위로 수행함을 원칙으로 한다.

□ SWOT 분석

○ 강점(Strength)	○ 약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 세계수준의 벼 육종 및 재배기술 보유 ○ 주요 농업형질, 병해충, 재해 관련 저항성 유전자/QTL 분석 기술 보유 ○ 분자육종, 유전체연구 등 첨단생명공학 기술보유 ○ 분자표지 이용 품종판별 기술 보유 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해외 수출용 벼 품종 개발 경험이 없음 ○ 일대잡종 관련 유전분석 경험이 없음 ○ 수출대상국 주요 병해충, 재해 저항성 유전자원 미확보 ○ 수출 대상국 현지 생물검정 기반 전무
○ 기회(Opportunity)	○ 위협(Threat)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 생명공학 기술의 실용화 및 선진화 기회 ○ 국내 연구진 역량 제고 및 신진 연구진 양성 기회 ○ 전통육종가, 분자육종가, 병해충 생물검정 전문가들간 협력체계 구축 기회 ○ 기후변화 대응 국내 육성품종의 재해저항성 확충에 활용 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유용 유전자 및 분자표지에 대한 특허등록 등 정보공유 제한적 ○ 안정성 및 환경보존 등에 관한 국제규범 강화 ○ 생물다양성협약 등 유전자원 수집·이용 규제 강화

(2) 세부프로젝트 최종 목표

□ 최종목표: 벼 일대잡종 육종 효율 증진 분자육종 체계 확립 및 재배안정성 확충을 위한 생물검정

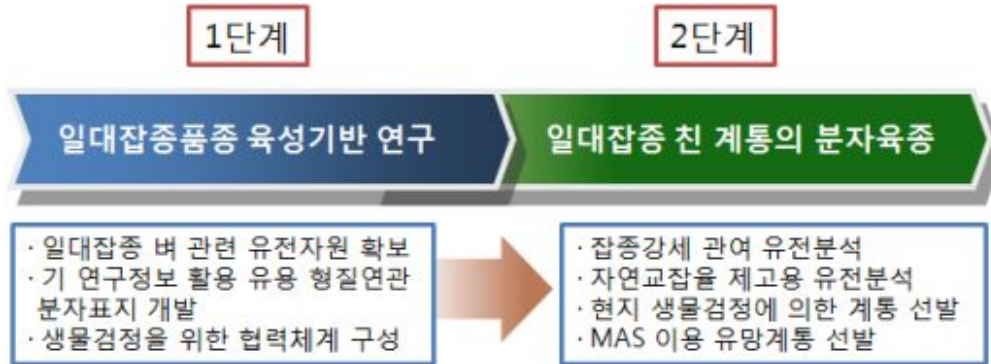
□ 단계별목표:

- 1단계: 일대잡종 품종 육성 효율증진을 위한 분자육종 체계 및 생물검정 기반 확립
 - 일대잡종 벼 육종효율 관련 필수 유전자원 확보
 - CMS 응성불임, 임성회복 관련 유전자원
 - GMS 열성 유전자, 광친화성, 출수기 등에 대한 유전자원
 - 벼 병해충 및 재해 저항성 관련 필수 유전자원 확보
 - Biotic/abiotic stresses 관련 유전자원 확보 : 도열병, 흰잎마름병, 바이러스(통그로, SRBSDV 등), 벼멸구류, 이화명충, 인디카형 내냉성, heat stress, 한발성, 내염성 등
 - 출수기 다양화를 위한 NIL 계통 확보
 - 필수 유전자 연관 분자표지 정보 이용 효율성 개선 MAS 분자표지 개발
 - 세부프로젝트 1 및 세부프로젝트 2와 정보 공유 효율성 제고
 - 육성계통 현지 hotspot 생물검정 기반 확립
 - 국내 및 수출대상국 관련 기관/연구자들간 협력체계 구성
 - KFAI, KOPIA, KOICA, 과제참여 종자회사 현지 지사 등과 협력관계 구축
- 2단계: 일대잡종 품종 육성 효율증진 분자육종 체계 및 육성계통 hotspot 생물검정
 - 육성 계통에 대해 목표형질 관련 분자표지 이용 MAS 효율성 제고 연구
 - 육종현장에 적용하여 실용화 및 육종 효율성 증대가 목표
 - 잡종강세 등 일대잡종 벼 육성 관련 기초연구
 - 수량 및 수량구성요소 잡종강세 QTL 분석
 - 자연교잡을 관여 형질의 QTL분석
 - 병해충 및 재해 저항성 확충을 위한 MAS와 현지 생물검정

- 일대잡종 종자 순도 검정용 분자표지 개발 및 적용
- ⇒ 우량 일대잡종 품종 개발 및 종자수출

(3) 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 기술개발 추진체계



□ 추진 전략

[1단계: 2013-2016]

- 일대잡종 벼 및 병해충·재해 저항성 관련 필수 유전자원 확보
 - 세부프로젝트 1 및 2와 협력하여 유전자원 확보
 - 용성불임, 임성회복, 광친화성 등
 - 원연교잡에 의한 잡종불임 극복 광친화성 유전자 도입(세부프로젝트 2와 협력)
 - 수출 대상국 주요 병해충 및 재해 저항성 유전자원 및 유전분석 정보 획득
 - 필수 유전자 연관 분자표지 정보 이용 효율성 개선 MAS 분자표지 개발
 - 세부프로젝트 1 및 2에 정보 제공으로 효율성 검토
- 육성계통 현지 hotspot 생물검정 기반 확립
 - 국내 및 수출대상국 관련 기관/연구자들간 협력체계 구성
 - KFAI, KOPIA 등과 협력관계 구축으로 현지 hotspot 지역 검정기반 확립

[2단계: 2017-2021]

- 일대잡종 벼 육성 관련 기초 연구
 - 수량구성요소 및 잡종강세(heterosis) 관련 유전자/QTL 분석
 - 일대잡종 벼의 미질관련 형질 개선을 위한 기초 연구
 - 자연교잡을 관련 유전자/QTL 분석
 - 관련 형질 MAS 체계 확립 연구
- 육성계통에 대한 MAS 적용으로 육종효율 제고
 - 일대잡종 품종개발 관련 육성계통에 대한 MAS에 의한 유용 유전자 선별
- 육성계통 재배안전성 확충을 위한 유용 유전자 선별 및 hotspot 생물검정
 - 병리·해충 전문가 및 관련 기관과 협력에 의한 생물검정
 - 저항성 관련 유전자QTL에 대한 MAS 적용

□ 연차별 추진 내용

연구개발 내용	1단계				2단계					예산 (억원)
	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	
○ 일대잡종 관련 유전자원 및 관련 정보 확보										
○ 일대잡종관련 유용 유전자 MAS 체계 확립										
○ 병해충, 재해 저항성 관련 MAS										
○ 수량 및 수량구성요소 잡종강세 QTL 분석 및 분자표지 개발										
○ 자연교잡을 관여 형질의 QTL분석 및 분자표지 개발										
○ 분자육종을 통한 잡종강세 제고 일대잡종 친 계통 육성										
○ 자연교잡을 향상용 분자표지 개발										
○ 생물검정 기반확립 및 생물검정										

(4) 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	중간모본(우량계통) 육성					
	품종출원 건수	국내				
		국외				
	품종등록건수	국내				
		국외				
	종자수출액(만달러)					
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI	1	1	2	
		등재학술지	2	3	5	
	국외논문	SCI		1	1	
		비SCI				
국내특허	출원	2	3	5		
	등록		3	3		
국제특허	출원					
	등록					
기술이전(품종 보호권 처분)						
기술지원 및 공적원조						
특 성 지 표	인력양성	2	3	5	석·박사 과정가	
	기반구축 실적	2	4	6	생물검정 기반 구축	
	D/B 구축					
	분자마커개발	20	40	60	MAS적용 가능 분자표지	
	유용유전자원 수집 및 평가					
	인공교배(조합) 육성 계통수					

(5) 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 산/학/연 공동으로 과제 추진체계 구축 필요
 - 분자마커 개발팀
 - 일대잡종 관련 주요 유전자 연관 분자표지 연구팀
 - 주요 농업형질에 대한 분자표지 이용 선발(MAS) 연구팀
 - 유전자원 관리 전문가 및 유전자원 보유 기관
 - 병해충 및 재해 저항성 생물검정팀
 - 수출 대상국 주요 pathotype과 biotype 분리 및 검정팀
 - 유전자원 및 육성계통 hotspot 생물검정 팀

(6) 세부프로젝트 예산

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
프로젝트 1-2: 일대잡종 벼 육종 효율 증진 분자육 종 및 생물검정 체계 구축	정부(억원)	1.2	2.9	3.8	3.8	3.84	3.84	3.84	3.84	3.85	30.91
	민간(억원)	0	0.5	0.5	0.5	0.56	0.56	0.56	0.56	0.61	4.35
	합계	1.2	3.4	4.3	4.3	4.4	4.4	4.4	4.4	4.46	35.26

(7) 종자개발을 통한 수출증대

- 관련 없음

8) 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	수출용 일대잡종 벼 품종 개발	
세부 프로젝트명	일대잡종 벼 육종효율 증진 분자육종 및 생물검정 체계 구축	
연구 기간	2013 ~ 2021 (9 년)	연구비 지원범위 총 3,526백만원(9년, 정부 3,091, 민간 435)
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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수출용 우량 일대잡종 벼 품종 개발 효율증진을 위한 분자육종 체계 확립과 재배안정성 확충을 위한 생물검정 기반 구축 <p>○ 세부프로젝트목표</p> <ul style="list-style-type: none"> - Three-line 체계의 임성회복 유전자(Rf), Two-line 체계의 불임유전자, 원연교잡의 불임성 극복을 위한 광친화성 유전자(WC, S_n^c)에 대한 MAS 체계용 분자표지 개발 - 수출 대상국별 주요 병해충 및 재해 저항성 관련 유전자/QTL 및 MAS용 분자표지 개발 - 일대잡종 종자순도 검정을 위한 분자표지 개발 - 수출 대상 국가별 병해충에 대한 생물검정 체계 확립 및 육성계통 생물검정 	
연구 필요성	<p>○ 임성회복 유전자(Rf), TGMS 불임 유전자 및 광친화성 유전자에 대한 분자표지 이용 선발체계 확립을 통한 일대잡종 벼 품종 개발의 효율성 증대</p> <p>○ 관련 병해충 및 재해에 대한 저항성 유전자/QTL 연관 분자표지 정보 활용으로 MAS 체계에 이용 가능한 분자표지 개발로 육종 효율 증대</p> <p>○ 분자표지를 이용한 일대잡종 벼 종자 순도 검정으로 상품성 향상</p> <p>○ 수출 대상국가별 주요 병해충에 대한 육성 품종의 생물검정으로 재배안정성 확인 필요</p>	
주요 연구 내용	<p>○ Three-line 체계에서 웅성불임 source별 임성회복 유전자(Rf)에 대한 연관 분자표지 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - WA-, G-, D-, ID-CMS 웅성불임에 대한 임성 회복 유전자 정보 검색 및 활용 <p>○ GMS 열성유전자 및 광친화성(WC) 유전자 연관 분자표지 개발 및 MAS체계 확립</p> <p>○ 기 정보활용 수출 대상국가 주요 biotic/abiotic stress에 대한 저항성 유전자/QTL 연관 실용화 분자표지 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - MAS 체계에서 목표 유전자 선발 가능 분자표지 개발 · 도열병, 흰잎마름병, 바이러스(통그로, SRBSDV 등), 벼멸구류, 인디카형 내냉성, heat stress, 한발성, 내염성 등 - 1세부프로젝트 개발 계통에 대한 병해충 및 재해 저항성 연관마커 분석 및 저항성 개체 선발 <p>○ 육성품종 품종판별 및 일대잡종 종자순도 검정을 위한 분자표지 개발 (SNP, SSR 등)</p> <p>○ 수출 대상국 주요 병해충, 재해에 대한 생물검정 기반확립 및 육성 계통 평가</p>	
시장 전망 및 기대 효과	<p>○ 일대잡종 벼 품종 육성에 필요한 주요 유전자 및 병해충/재해 저항성 유전자 선발용 분자표지 개발로 육종효율 증진</p> <p>○ 수출 대상국 주요 병해충, 재해에 대한 생물검정으로 재배안정성 확충을 통한 우량 품종 개발</p> <p>○ 분자표지 이용 일대잡종 종자순도 검정으로 우량 종자생산 및 판매</p>	
자격 및 신청 요건	<p>○ 연구기관 자격 : 국공립연구기관, 대학, 종자회사, 민간단체</p> <p>○ 신청 요건 : 분자 실험실 구비 및 분자육종 유경험 기관(연구자), 생물검정 시설 및 검정관련 전공자</p> <p>○ 기타 사항 :</p>	
Keyword	한 글	수출용, 일대잡종, 임성회복 유전자, 광친화성, 분자표지
	영 문	Export, hybrid, restorer gene, wide compatibility, DNA marker

제2절. 「수출용 중·장립형 다수성 벼품종 개발」 프로젝트

1. 연구개발 목표

□ 최종연구목표

[과학기술적 차원]

- 아시아 열대지역 및 유럽 중동지역 수출 가능 품종개발
 - 아시아 열대지역 적응 장립종 벼품종 개발 : 4품종(동남아2, 서남아2)
 - 동남아 지역 : 내충성(벼멸구), 도정수율증진, 수량성(표준대비 5%)
 - 서남아 지역: 단기성, 내냉성, 내열성, parboiled, 수량성(표준대비 5%)
 - 유럽지역 적응 중단립종 벼품종 개발 : 2품종(유럽2)
 - 유럽 지역 : 직파재배적응성, 내냉성, 내도열병, 단기성, 중단립종, 수량성(표준대비 5%)
- 전통육종과 분자육종을 접목한 벼 품종개발 체계의 정착
 - 기후변화대응 내재해성 및 내병충성 유전자의 MAS 선발체계 실용화
 - 논문발표 17건, 분자마커 10개 개발 및 현지 육종기반 12개소 구축
- 유전자원 수집 및 데이터베이스 구축 : 250점, 2건

[산업 경제적 차원]

- 종자수출 예상액(2022) : 2백만불
 - 아시아지역 대상 종자판매액 : 1백만불
 - 유럽(중동)지역 대상 종자판매액 : 1백만불
- 개발 품종의 통상실시 9건, 개발기술의 특허출원 및 기술이전 4건
- 저개발국 기술지원 및 공적원조 : 3건(3백만불)

[환경적 차원]

- 벼 재배면적 확대를 통한 글로벌 습지 생태계 유지 및 보존

□ 단계별 연구목표

[1단계 : 2013~2016]

- 품종개발 2품종
 - 국내품종의 현지 적응성검정을 통한 품종선발 : 아시아지역 1, 유럽지역 1품종
- 개발품종의 통상실시 2건, 특허 출원 2건
- 유전자원 수집 150점, 데이터베이스 구축 2건, 기반구축 8건
- 대외 기술지원 및 공적원조 1건

[2단계 : 2017~2021]

- 품종개발 4개 품종
 - 교배육종을 통한 육종목적별 품종선발 : 아시아지역 3, 유럽지역 1품종
- 개발품종의 통상실시 4건, 특허 출원 2건, 논문게재 7건

- 예상 종자수출액 : 2백만불
- 유전자원 수집 100점, 기반구축 8건
- 대외 기술지원 및 공적원조 3건

2. 연구개발 필요성

□ 국내외 정책

- 국내는 종자산업을 국가 성장산업으로 육성하고 수출용 품종개발을 통한 종자산업의 발전을 추진하고 있으며 민간 육종사업의 활성화를 위한 육종단지 조성 및 지원을 강화하고 있음
- 세계 모든 국가들은 산업화에 따른 경작지 감소와 기상이변으로 곡물생산의 불확실성과 가격 상승의 대응책으로 식량자원 자급정책을 국가 최우선 정책으로 추진하고 있음
- 아시아, 유럽 국가들은 우량종자의 생산과 판매에 관한 종자 산업을 정책적으로 국가 - 민간의 협력사업(PPP)으로 추진하고 있음
- 열대 아시아지역의 쌀 수출 및 수입 국가들은 우량종자의 확대보급을 통한 생산성 증대를 위해 종자구입 보조금제도를 실시하고 있음
- 중동국가들은 쌀을 수입하고 있으며 사우디는 식량 확보를 위해 해외식량기지구축을 최우선 정책과제로 아프리카와 아시아국가의 농지를 이용하여 식량을 생산하는 농업투자 정책을 추진하고 있음

□ 국내외 기술수준

- 국내 교배육종기술은 다양한 용도와 숙기와 내재해성 품종을 개발하고 있으며 개발품종의 수량성도 7톤/ha 이상으로 높은 수준이나 최근 품종개발 기술이 정체 되어 있음
- 국내 벼 육종기술의 기반확대와 가치창출을 위해서는 국내 품종육성 뿐만 아니라 다양한 해외수요를 반영할 수 있는 품종개발을 병행하는 민관 협력 연구체계구축이 필요함
- 국내 대학에서는 주로 실험실내의 생명공학 연구를 하고 있어 이 분야의 인력배출은 많으나 현장에서 이루어지는 전통육종 인력양성은 미진하므로 이에 대한 대책이 필요함
- 동남아국가들의 육종기술은 국내 육종기술에 비해 10년 이상의 차이가 있으나 각국 정부의 기술개발 의지가 강해 해외기술도입을 적극추진하고 있음
- 동남아품종들의 수량성은 3~5톤/ha으로 낮은 편이며 다양한 열대 환경의 생물적, 비생물적 인 제한요인들이 많아 불량환경에서 재배안전성이 높은 저항성품종 개발이 요구됨
- 유럽품종들의 수량성은 3~7톤/ha으로 이태리, 스웨덴, 터키는 수량성이 높은 편이나 동유럽 국가들은 수량성이 낮으며 대부분 국가의 벼 연구인력 및 기반시설은 부족한 편임
- Monsanto, DuPong, Syngenta와 같은 글로벌 종자회사들은 일대잡종 품종개발과 기후변화 관련 유전자개발에 매년 10억불이상의 많은 투자를 하고 있음

□ 시장 측면

- 2010년 세계 농작물 종자시장의 규모는 291억불로 옥수수 113억(39%), 콩 52억(18%), 벼 34억(12%)순이며 글로벌 상위기업의 대형화와 집중화로 과점체제가 강화되고 있는 추세임

- 시장점유율 : Monsanto 27%, DuPong 17%, Syngenta 9%
- 동남아의 수출국가인 태국과 베트남은 수출용 고품질 쌀 생산 확대 정책을 추진하고 있고 캄보디아, 미얀마는 다수성 품종과 벼 재배면적 확대로 수출량을 늘리는 정책을 추진하고 있어 도정수율이 높은 고품질과 다수성품종의 종자수요가 증가될 것으로 추정됨
- 동남아의 수입국가인 필리핀, 인도네시아, 방글라데시, 말레이시아는 우량종자 생산 및 보급률 확대를 국가 우선정책으로 추진하고 있어 민간의 역할이 늘어날 것으로 전망됨
 - 우량종자 보급율 : (현재) 25~40% → (목표) 60% 이상
- 유럽은 터키, 루마니아, 불가리아 등 흑해연안국가들 위주로 재배면적이 증가하고 있고 직파 기계화 재배를 하므로 이앙재배보다 종자량이 많이 소요됨
 - 흑해연안 4개국 재배면적 증가 : 89.7천ha(2000) → 153천(2011, 171%)
 - * 터키, 루마니아, 불가리아, 우크라이나
- 터키와 동유럽 국가는 유럽을 연결할 수 있는 교두보적인 위치로 주요 쌀 수입국인 중동과 유럽에 쉽게 접근할 수 있는 지리적인 장점이 있음
 - 쌀 수입국(2011) : 이란(1,950), EU(1,400), 이라크(1,350), 사우디(1,225천톤)

3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

□ 중복성

- 본 연구의 아시아 열대지역 적응 장립종 품종개발은 국내에서 추진하고 있는 우리나라 적응 자포니카 품종개발과는 대상품종의 생태형(인디카/자포니카)과 보급대상지역(아시아, 열대/한국, 온대)이 차별화되는 육종사업임
- 지중해 및 중동적응 중단립종 품종개발은 지중해 연안은 국내의 품종개발과 같은 자포니카 품종군에 속하나 극조생 ~ 조생품종군인 직파재배 품종형으로 국내의 이앙재배 품종과는 차별화되며 중동지역은 인디카/자포니카 중립종 품종으로 목표지역 및 품종생태형이 국내연구와 차별화됨

□ 연계방안

- 열대아시아지역의 장립종 품종개발은 70년~80년대 개발된 국내의 통일형 품종들을 대상으로 수출대상지역의 적응성을 검토하여 육종모재로 활용 할 수 있으며 본 사업에서 선발되는 우량 계통들도 국내 벼 품종개발의 유전적 다양성확보를 위한 육종모재로 활용이 가능함
 - 국내의 가공용 및 사료용 벼 품종개발 자원으로 활용 가능
 - 기후변화관련 형질과 병해충 저항성 개발유전자의 국내 벼 품종개발의 자원으로 활용
- 유럽지역의 중단립종 품종개발은 국내육성 조생종 품종들의 현지 적응성평가를 통한 핵심 유전자원화와 본 사업에서 선발된 우량 계통들의 국내 육종자원화로 활용이 가능함
 - 직파재배와 물 이용효율 관련 특성의 유용선발자원의 활용
 - 유럽인과 중동인의 소비적성에 맞는 품질관련 유전자원의 활용

4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

□ 추진체계

- 사업추진 체계 : 국내 프로젝트 주관기관과 해외기관 간의 협력체계 구축
 - 국내 주관기관 : 국내 산학연 공동연구 체계구축
 - 해외 협력기관 : 현지의 연구기관 및 대학과 협력체계 구축
- 사업지원체계 : 국내연구 사업단, 국제연구기관, 국내기관의 해외사무소와 협력체계 구축
 - 연구 사업단 : 분자유종사업단, 유전체사업단
 - 국제연구기관 : 국제미작연구소, 아프리카 벼 센터
 - 해외사무소 : KOPIA, AFACI, 종자회사 현지사무소, 농진청 동문회

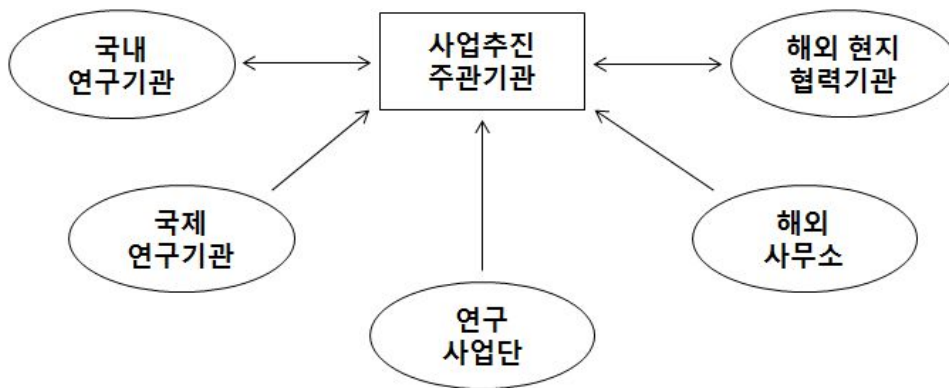


그림 20. 사업 추진 체계도

□ 단계별 추진전략

- 1단계 : 핵심자원 선발 이용 및 계통육성
 - 국가별 유전자원 수집 및 특성평가를 통한 유용자원 선발 및 데이터베이스화
 - 국내품종의 현지 적응성검토를 통한 우량품종 선발
 - 육종목적별 변이창출, 계통육성 및 검정체계 구축
 - 육종연한 단축 기술개발 및 적용
- 2단계 : 육성계통들의 현지 적응성 평가 및 품종선발
 - 현지 내재해성, 품질 특성검정 및 생산력검정
 - 현지 지역적응성 검정 및 안전성 검정
 - 품종개발 목표지역을 대상으로 국가간 광지역성 검정
- 3단계 : 품종등록 및 종자생산 판매
 - 현지 전시포 설치를 통한 농가 선호도 조사
 - 시장성 및 소비자 선호도 조사
 - 개발 품종등록 및 보호 출원
 - 종자생산 농가 선정, 품종홍보, 수출시장개척 등 종자생산 판매 전략 수립

5. 프로젝트 Micro 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표
		수출용 품종 개발을 위한 기반구축 및 육종소재 개발				수출용 품종 개발 종자생산 기반 구축 수출시장 개척					종자수출 200만 달러 달성
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표
품종개발	유전자원 수집 및 평가	<ul style="list-style-type: none"> 유전자원 평가 및 선발 기술 확립 유용유전자원 집단 형성 				<ul style="list-style-type: none"> 유용유전자 도입 집적 					<ul style="list-style-type: none"> ○ 벼 6품종개발 아시아 4, 유럽 2품종 ○ 유전자원확보 250종, DB 2건 ○ 통상실시 6건 ○ 공적원조 4건
	변이창성 및 계통육성	<ul style="list-style-type: none"> 교잡육종, 돌연변이육종 기술 계통육종법, 집단육종법, 수별육종법 				<ul style="list-style-type: none"> 우량계통 선발 및 고정화 					
	육종연한단축	<ul style="list-style-type: none"> 약배양, 왕복육종, MAB 기술 이용 									
	생산력 검정	<ul style="list-style-type: none"> 육성기지 내 예비선발 수준 				<ul style="list-style-type: none"> 육성국가내 지역적응성 및 안전성 검정 - 국가간 Multi-Environment Test 					
육종기반 구축	병해충 검정기술	<ul style="list-style-type: none"> 수출대상국의 biotype 및 pathotype 분석표준균주 확보 및 판별품종 확립 현지 hot spot검정 체계구축 			<ul style="list-style-type: none"> 정밀검정, 대량검정추진 					<ul style="list-style-type: none"> ○ 기반구축12개 ○ 특허출원 6건 ○ 기술이전 2건 ○ 논문게재 SCI 3건 비SCI 5건 	
	생리장해검정기술	<ul style="list-style-type: none"> 현지검정 및 인공검정 방법확립 			<ul style="list-style-type: none"> 정밀 검정 및 대량검정 						
	품질분석	<ul style="list-style-type: none"> 육종초기세대 : 입형 및 투명도 선발 후기세대 : 이화학적 분석, 도정특성 분석 									
	분자육종기술	<ul style="list-style-type: none"> 기 정보활용 주요 특성별 분자마커 개발 및 MAS 체계 활용 야생유전자원 활용 마커 개발 				<ul style="list-style-type: none"> 분자마커 활용선발 유전정보 육종 기술개발 					
	품종판별 기술	<ul style="list-style-type: none"> 수출용 품종판별용 분자표지 개발 				<ul style="list-style-type: none"> 수출용 품종과 대상국 재배품종간 품종판별체계 - SNP, SSR 마커 등 					

6. 세부프로젝트 추진계획

1) 세부프로젝트1 : 지중해 연안지역 적응 조속 중단립형 벼품종 개발

(1) 세부프로젝트 도출 배경

□ 자포니카 벼 재배환경

- 자포니카 벼의 재배지역은 동아시아, 중앙아시아, 지중해 연안 등 온대지역에서 아한대 지역에 걸친 고위도지역까지 재배되며 전 세계 벼 재배면적의 20% 정도를 차지함
 - 유럽지역 재배 벼는 80%가 자포니카, 20%가 인디카/자포니카 품종임
- 고위도지역은 매년 냉해로 인한 1~3.9톤/ha의 수량감소가 일어나고 저온으로 인한 도열병의 발생이 생산성에 영향을 미침
 - 유럽은 담수직파에 따른 초기 입묘불량과 잡초발생, 생육초기와 유수분화기의 냉해, 관개수 자원의 부족, 토양비옥도 저하, 병해충 발생이 벼 생산제한 요인임
- 열대아시아 국가의 북부 및 고산지역에도 자포니카 품종이 재배되며 냉해로 인한 수량 감소 및 생육일수의 지연으로 타 작물과의 작부체계 형성에 어려움이 있음

□ 국내의 기술현황

- 국내 자포니카 벼 품종은 식미와 도정수율 증진의 품질향상과 복합 내병충성과 생리장해 저항성증진의 재배안전성을 육종목표로 벼 재배양식과 생태형별로 다양한 숙기의 품종을 육성하고 있음
 - 국내품종개발은 교배육종을 기본으로 반수체육종, 돌연변이육종, 중간교잡육종 등 다양한 육종방법을 이용하고 있으며 개발품종의 수량성은 7 ~ 8톤 수준으로 높은 육종기술을 가지고 있음
- 지중해 연안 국가는 내냉성과 도열병저항성 증진을 중점 육종목표로 하고 내도복성, 내탈립성, 저온 발아성 등 직파재배와 기계화적성을 갖춘 조 ~ 중생위주의 품종을 육성하고 있음
 - 국가별 육성품종의 수량성은 이집트 9톤, 터키, 이태리, 스페인, 프랑스 6~7톤 수준이나 루마니아, 불가리아 등 동유럽 국가는 4~5톤의 낮은 수량성을 보임
- 유럽은 지역 벼 연구네트워크인 Med Rice를 결성하여 이집트, 프랑스, 그리스, 헝가리, 이태리, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 스페인, 터키, 영국 등 12개국 이 회원국으로 활동하고 있음

□ 국내의 생산동향 및 국가정책

- 국내 벼 재배면적과 쌀 생산량은 2004년 100만천ha에서 500만톤 생산 이후 계속 줄어들어 2012년은 84만 9천ha에 407만톤을 생산하였으며 일인당 쌀 소비량도 1979년 135kg에서 현재 69kg로 계속 감소하고 있음
- 정부는 종자산업을 미래성장 산업으로 발전시키기 위해 종자산업 육성정책을 추진하고 있으며 식량작물 종자개발은 종자주권확보를 위해 국가지원이 필요한 분야로 인정함
 - 지구온난화 등 글로벌 기후변화에 따른 국내외의 벼 종자의 수요변화에 대응하는 안정적인 식량생산을 위한 품종개발이 필요함

- 유럽은 70만ha 재배면적에서 266만톤의 쌀을 생산하며 유럽 전체소비량 398만톤 중 121만톤을 수입하고 있으며 국가별로 일인당 소비량은 5~15kg수준임
 - 일인당 소비량(kg/년간) : 프랑스, 스웨덴 5kg, 스페인, 이태리 6kg, 포르투갈 15kg
- 터키는 90년 이후 벼 품종개량, 우량종자 생산과 관개시설 확충 등 벼 연구와 생산기반 확보 정책을 중점 추진하였으며 종자비와 관개비용 보조, 가격지지제등의 생산 장려금을 농민들에게 지불하고 있으며 수출국가로 부상하려는 정책을 추진하고 있음
 - 재배면적 : 60천ha(2000, 100) → 99천ha(2010, 165%)
 - 수량성 : 4.5톤/ha(1980년,100) → 6.0톤/ha(2000) → 8.6톤/ha(2010,191%)

□ 시장 분석

- 이탈리아, 스웨덴, 프랑스 등은 재배면적의 확장 여지가 없으나 루마니아, 불가리아 등 동유럽 국가는 재배면적이 증가하고 있으며 벼 육종기술이 낮은 편으로 상대적으로 생산성 향상 가능성이 높음
 - 흑해연안 4개국 재배면적 증가 : 89.7천ha(2000, 100) → 153천ha(2011, 171%)
 - * 터키, 루마니아, 불가리아, 우크라이나
- 유럽과 흑해연안 국가들은 기계화 직파재배로 대부분 우량종자를 구입하여 재배함으로써 이양재배 위주의 아시아지역에 비해 소요 종자량이 많고 재배면적 증가에 따른 종자시장의 확대 가능성이 큼
 - 유럽 재배면적 및 종자소요량(2010) : 재배면적 717천ha, 147천톤(터키제외)
 - 재배형태별 종자소요량 : 직파재배 170 ~ 180kg/ha, 이양재배 50 ~ 60kg/ha
- 중동 지역은 이란, 이라크에서 벼 재배가 이루어지고 터키를 포함한 재배면적은 710천ha이며 종자소요량은 110천톤 정도임
 - 재배면적 및 종자량(2010) : 이란(563천ha, 81천톤), 이라크(47천, 8천), 터키(98천,19천)
- 유럽연합(EU) 국가들은 UPOV가입국들로 품종개발 후 20년간 품종보호권이 보장되는 육종가의 권리가 인정되는 권역임
- 터키와 루마니아 등 동유럽은 아시아와 유럽을 연결할 수 있는 교두보적인 위치로 주요 쌀수입국인 중동과 유럽에 쉽게 접근할 수 있는 지리적인 장점이 있음
 - 쌀 수입국(2011) : 이란(1,950), EU(1,400), 이라크(1,350), 사우디아라비아(1,225천톤)
- 사우디는 60~70년대는 500 ~3000톤의 쌀을 생산하였으나 현재는 전량수입하고 있으며 인구 증가율과 년 300백만 명의 메카 순교도로 인한 쌀 소비가 늘어 날것으로 전망
 - 일인당 쌀 소비량(kg/년) : 43kg
 - 인구증가율 : 년 3%
- 유럽의 쌀 소비는 국가별로 전통식품인 Rissotto, Paella, Pilaf형태로 이루어지나 최근에는 감자나 파스타 보다 좋은 건강식품으로 인정되어 소비가 늘어나고 아시아인, 아프리카 이민자들 위주로 소비가 늘어나고 있음
 - 유럽의 쌀 소비 형태 : Risotto, Paella, Pilaf, Pudding, Tart

□ 프로젝트 도출근거 및 필요성

○ SWOT 분석

구 분		장점(S)	약점(W)
		· 국내육종기술 우수성 · 기후생태형유사, 국내품종적용 · 지리적 접근성(중동, 유럽)	· 재배기반시설 부족(관개시설등) · 연구인력 및 기반시설 부족 · 일인당 쌀 소비량이 적음
기회 (O)	<p>○ 국내 여건:</p> <ul style="list-style-type: none"> · 종자산업 지원정책강화 · 해외농업의 수요 증대 <p>○ 유럽 여건:</p> <ul style="list-style-type: none"> · 쌀 생산지원 및 관개시설 확대 · 벼 재배면적의 확대(흑해연안) · 중동, 유럽 수입국 쌀소비증가 	<p>(SO전략)</p> <ul style="list-style-type: none"> · 유럽지역 대상 고급쌀 품종개발 · 중동지역 대상 수출용품종개발 · 개발도상국 기술지원 	<p>(WO전략)</p> <ul style="list-style-type: none"> · 해외 농업기반조성 산업진출 · 국내연구인력의 해외진출 · 쌀 소비 및 한류문화 확대
	<p>위기 (T)</p> <ul style="list-style-type: none"> · 국내 벼 연구영역의 축소 · 기후변화, 농업생태형의 변화 · 다국적 기업의 종자산업 확대 	<p>(ST전략)</p> <ul style="list-style-type: none"> · 육종연구 다변화를 통한 선진화 · 기후변화 대응기술 확보 · 우량유전자원 및 유전자 확보 	<p>(WT전략)</p> <ul style="list-style-type: none"> · 국내에서 해외연구로 영역확대 · 국내종자산업의 성장관

(2) 세부프로젝트 최종 목표

□ 과학기술적 측면

○ 품종개발

- 유럽지역대상 자포니카 2품종 개발(국내육성 품종 현지 적응시험 품종출원 1개)
- 중점목표 : 수량성(표준품종대비 5%이상), 숙기(극조생종 ~ 조생종), 내냉성, 도열병저항성, 직파적응성, 중대립종

○ 국내 벼 육종기술 역량 강화

- 전통육종과 분자육종의 접목을 통한 MAS 육종기반 정착
- 내재해성(내냉성, 내한발성, 도열병 저항성), 직파관련 인자 탐색 및 도입

○ 국내 벼 육종의 유전적 다양성 확보 및 기반양성

- 유럽과 중동지역의 핵심유전자원 확보 및 유전자원 데이터베이스 구축
- 세계를 대상으로 하는 벼 육종기반 확립 및 육종인력 양성

□ 산업 경제 및 문화적 차원

○ 개발된 품종의 국내 및 현지등록, 종자판매를 통한 경제적 수익창출

- 추정 종자판매액 : (2021) 100만불 → (27) 300 → (30) 600

*2022년 목표 : 전체 재배면적의 0.3%, 4000 ~ 5000ha

○ 저개발국에 대한 농업기술 전수 및 개발품종의 보급등 공적원조로 국격을 높일 수 있고 국내의 농업토목, 농기계, 도정업체의 현지진출을 통한 관련 산업의 발전을 기대할 수 있음

(3) 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 단계별 추진내용

<1단계 : 유전자원 수집, 평가, 이용>

- 유전자원 수집 : 농진청 종자은행, INGER 자원, 현지기관의 보유자원을 활용
- 유전자원 평가 및 유용모본 선발 : 주요 특성평가 및 현지적응성 검정

<2단계 : 계통육성 및 특성검정>

- 육종목표 및 형질별 다양한 인공교배 방법 및 계통육종법 추진
- 육종년한 단축을 위한 약배양 및 shuttle breeding 추진
- 병해충 및 생리장해 저항성 검정(3 세부프로젝트와 연계)
- 분자마커이용 실내 선발 : 인공검정 및 현지 상습지검정과 병행 추진
- 품질 검정 : 시장성, 도정특성, 이화학적특성

<3단계: 생산력 및 지역적응성 검정>

- 1차 : 육성기지내 예비선발 수준
- 2차 : 육성국내 지역별 수량성 및 안전성 평가(Yield and Stability Test)
- 3차 : 유럽 국가간 광지역성 평가(Multi-Environment Test)

<4단계 : 품종등록 및 종자생산>

- 3 프로젝트(종자생산 및 마케팅) 협력사업
- 전시재배 및 농가 선호도조사
- 시장성 및 소비자 선호도조사
- 품종등록, 종자생산 및 판매

□ 연차별 추진일정

주요 연구내용	1단계				2단계					예산 (억원)
	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	
○ 유전자원수집	■	■	■							
○ 특성평가 및 모본선발	■	■	■	■	■	■	■			
○ 인공교배 및 계통육성	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
○ 특성검정										
- 현지 및 실내검정	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
- MAS 선발(협력)		■	■	■	■	■	■	■	■	
○ 생산력 및 지역적응성평가			■	■	■	■	■	■	■	
- 국내 수량성 검정			■	■	■	■	■	■	■	
- 광지역성검정				■	■	■	■	■	■	

□ 추진전략 및 체계

○ 추진 전략

<단기전략 : 국내 개발품종의 현지 품종화>

- 국내품종의 현지 적응성검정을 통한 우량품종을 직접 품종등록 또는 일부 특성을 보완하여 현지품종으로 등록

<장기전략 : 현지적응 품종개발>

- 대상지역과 육종목적 형질별로 유전자원 수집 및 평가를 통한 핵심자원을 선별하여 다양한 육종방법을 활용한 중장기적인 현지적응 품종개발체계

○ 추진체계

<사업추진 체계 : 프로젝트 수행기관과 현지 파트너간 사업 추진 >

- 국내 : 주관연구기관 ↔ 농진청, 대학, 민간
- 현지 : 현지협력기관 ↔ 현지 대학 및 실험실

<사업지원, 정보공유 체계 : 수행기관과 관련 사업단, 해외사무소간 협력체계 구축>

- 국내 연관 연구사업단 및 국제기구 : 분자유종 사업단, GMO사업단, IRRI
- 해외사무소 : KOPIA, KOICA 등 한국 해외 사무소, 종자회사의 현지사무소

(4) 세부프로젝트 성과지표 설정방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	중간모본(우량계통) 육성		5	5		
	품종출원 건수	국내		1		
		국외	1	1	2	1단계기존품종 현지적응 선발
	품종등록건수	국내				
		국외				
	종자수출액(만달러)					
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원				
		등록				
	국제특허	출원				
		등록				
매출액	국내					
	국외					
기술이전(품종 보호권 처분)	1	1	2	통상실시		
기술지원 및 공적원조		1	1			
특 성 지 표	인력양성	1	2	3	석박사 과정	
	기반구축 실적	2	2	4	육종기반 구축	
	D/B 구축					
	분자마커개발					
	유용유전자원 수집 및 평가	50	50	100		
	인공교배(조합)	200	250	450		
육성 계통수	4,000	10,000	14,000			

(5) 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

□ 프로젝트 연구진 구성

- 유전육종분야 : 유전자원 수집 및 특성평가, 유용모본 선발, 인공교배, 계통선발 수행
- 품질분석분야 : 쌀 외관 형태, 이화학적 성분, 도정특성분석
- 조직배양분야 : 육성연한 단축을 위한 약배양
- 재배생리 및 식물보호분야 : 생산력 및 재배안정성 검정

(6) 세부프로젝트 예산

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
	연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
프로젝트 2-1: 지중해 연안지역 적응 조숙 중단립종 벼품 종 개발	정부(억원)	1.1	4.0	3.7	3.7	3.43	3.43	3.43	3.43	3.4	29.62
	민간(억원)	0.3	0.8	0.85	0.85	0.87	0.87	0.87	0.87	1.2	7.48
	합계	1.4	4.8	4.55	4.55	4.3	4.3	4.3	4.3	4.6	37.1

(7) 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 종자개발전략

- 재배환경, 생산비, 기술수준, 국가정책 등을 고려하여 성장가능성이 높은 국가를 품종개발 기지화로 삼아 유럽인과 중동인의 소비적성에 맞고 재배안전성이 높은 다수성 품종을 개발하여 개발품종의 재배면적을 확대
- 국제연구기관과 국가연구기관간의 협력체계구축으로 유럽 중동의 다양한 환경조건에서 안정성 및 수량성 검정을 통한 여러 국가에 보급 가능한 광지역성 품종육성

□ 종자생산 및 보급전략

- 국내 종자회사, 현지 종자생산 및 기술보급 정부기구와 협력으로 현지의 종자생산단지 구축과 종자생산 농가선정 및 기술교육 등을 실시하여 우량종자 생산을 유도하고 지역 및 국가별로 기술보급기관, 비정부기구와 협력으로 대농민 전시재배를 확대 운영하여 농민들에게 품종의 우수성을 홍보
- GSP 개발품종은 지역 및 생산자단체별로 집단재배 단지화를 구축하여 품종의 브랜드화를 확립하고 이를 통한 차별화 및 부가가치 증대를 추진
- 광지역성 검정을 통한 적응 국가를 선정하여 국가별로 개발품종의 전시포를 통한 품종홍보 및 현지 종자회사에 전용실시권을 부여하여 종자판매를 추진

(8) 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	수출용 중·장립형 다수성 벼품종 개발		
세부 프로젝트명	지중해 연안지역 적응 조숙 중단립형 벼품종 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021(9년)	연구비 지원범위	총 3,710백만원 (9년, 정부 2,962, 민간 748)
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 : 유럽 지역 적응 수출용 2품종 개발 및 종자수출 100만\$ 달성 ○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> - 지중해, 흑해연안 지역 적응 중단립종 2품종 개발 조생종, 내냉성, 내도열병, 직파재배적성, 중단립 자포니카품종 개발 		
연구 필요 구성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유럽은 흑해연안위주로 재배면적이 증가하고 있음 <ul style="list-style-type: none"> - 흑해연안 4개국의 벼 재배면적 : 89.7천ha(2000) → 153천ha(2011) ○ 동유럽은 아시아와 유럽을 연결할 수 있는 교두보적인 위치로 주요 쌀 수입국인 중동과 유럽에 쉽게 접근할 수 있는 지리적인 장점이 있음 <ul style="list-style-type: none"> - 쌀 수입국(2011) : 이란(1,950), EU(1,400), 이라크(1,350), 사우디(1,225천톤) 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교배모본 선정을 위한 현지 유전자원 수집 및 특성 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 유럽 및 중동지역 재배 품종 및 INGER의 유망계통 수집 ○ 국내 육성품종 및 도입품종 현지 적응성 검정 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 주요품종의 현지 생산성 및 주요 내재해성 평가 - 지역내 국가별 육성품종들의 특성 평가를 통한 유용자원 선별 ○ 목표형질별 유용변이 창출 및 고정 <ul style="list-style-type: none"> - 인공교배 및 계통육성 시험 ○ 품종 조기 육성을 위한 육종기간 단축 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 화분배양을 이용한 반수체 육종법, 국내 시설을 이용한 shuttle breeding ○ 주요 특성 검정 및 생산력검정 <ul style="list-style-type: none"> - 환경스트레스 저항성, 병충해저항성, 품질특성 검정, - 육성 국가내의 수량성 및 안전성 검정 ○ 광지역성 검정 : 지역내 국가간 지역적응성 검정 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 흑해연안의 벼 재배면적 증가추세로 종자시장 진입전망이 밝음 ○ 흑해지역은 유럽 및 중동지역의 접근가능성이 높아 새로운 수요 창출 기대 ○ 국내 육종기술의 고위도 지역 적용력이 높아 조기 결과 도출 가능 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 국공립연구기관, 대학, 민간 육종기관 ○ 신 청 요 건 : 벼 육종경력자, 현지와 국내의 육종시설 확보기관 ○ 기 타 사 항 : 국외 거점보유 및 대외협력 가능기관 우선선정 		
Keyword	한 글	벼, 수출용, 고위도, 유럽, 중동, 내냉성, 기계화 적성, 직파	
	영 문	rice, variety, high latitudes, Europe, Middle East, cold tolerance, direct seeding, aromatic rice,	

2) 세부프로젝트 2 : 아시아 열대지역 적응 중장립형 벼품종 개발

(1) 세부프로젝트 도출 배경

□ 국내·외 기술 현황

- 국내에서는 수량, 품질 개선 및 안전성 달성을 통한 안정적 공급을 넘어 고품질, 기능성 및 복합저항성 품종개발을 통한 부가가치 증대를 위한 기술 개발을 추진하고 있음
 - 벼 최고품질 및 생산비 절감 기술 개발
 - 초다수성 벼 품종 및 최대생산 기술개발
 - 벼 복합 내병성 인자 도입을 통한 재배안전성 기술 개발
- 열대 아시아에서 인디카형 중심으로 재배안정성이 높은 다수성 품종개발에 치중하고 있으며 이와 관련된 내병충성 및 환경재해저항성 증진을 위해 노력하고 있음
- 국제미작연구소는 기후변화 대응 기술개발, 야생벼의 유용유전자 도입, 초다수성 벼 품종 개발을 위한 C4 유전자 도입연구를 중점적으로 추진하고 있음
- 태국은 다수성 품종 개발을 기본으로 기후변화 대응연구와 쌀의 기능성과 이용성 증진을 통한 부가가치 증진 연구를 추진하고 있음
- 베트남은 육성품종의 병충해 저항성 증진 연구와 쌀의 품질향상을 위한 저장 및 도정수율 증진연구, 남북의 수량성 격차해소 연구를 추진하고 있음
- 인도네시아는 한발, 침수, 염해, 불량환경에 저항성을 갖춘 다수성 품종육성을 생태형별로 추진하고 있음
- 필리핀은 생산비절감을 위한 직파재배품종개발, 물과 영양분등 투입자재의 이용효율 증진, 수확후의 감모율을 줄이기 위한 건조, 저장, 도정연구, 저에너지 농기계개발 연구등을 중점 추진하고 있음
- 방글라데시는 생태형별로 내냉성(Boro), 내한발성, 이양직파겸용 품종(Aus), 침수저항성, 직파품종(Aman), 내염성(Aus, Aman)등 목표를 달리하여 품종개발을 하고 한발지역에는 NERICA 품종의 적응성을 검토하고 있으며 IRRI와 golden rice 보급을 추진중 임
- 캄보디아와 미얀마도 다양한 생태계의 내재해 다수성 품종 개발에 치중하고 있으나 대부분 IRRI의 자원과 기술에 의존하고 있으며 육종인력의 부족이 기술개발의 제한요인임

□ 정책적인 필요성

- 품종개발 기술력이 우수한 식량작물의 종자산업을 국가 존립의 기반기술 및 성장동력으로 육성하여 글로벌 환경변화에 적극 대처해야 함
 - 식량안보, 기후변화, 글로벌화 등 종자산업을 둘러싼 환경변화로 글로벌 벼 품종을 개발하여 국가 새로운 성장 동력 산업으로 육성·발전시킬 수 있는 기회
- 생명공학 및 융합기술의 발전으로 종자산업을 고부가가치 산업으로 전환할 수 있는 기회
- 기후변화로 인한 국내·외 벼 종자의 공급 및 수요 변화에 대처
 - 지구온난화에 대비한 주곡의 안정생산, 생산비 절감, 부가가치증대 등 국내연구와 함께 해외 국가를 대상으로 하는 품종개발로 종자산업과 벼 관련 산업의 발전을 도모

□ 국외 시장현황

- 아시아 국가별로 전체 생산량의 약 2 ~ 6%정도가 종자로 이용되고 있으며 각국의 생산정책은 우량종자 확대 보급정책이 기본이므로 아시아 열대지역의 벼 종자시장의 규모는 지속적으로 증대 될 것으로 추정됨
 - 우량종자보급에 의한 수량 증대율 : 15 ~20%
 - 우량종자 + 적정 농자재(물, 비료)에 의한 수량 증대율 : 40%
- 종자소요량이 많은 국가는 아시아 국가들로 중국, 인도, 베트남, 방글라데시, 미얀마 등이며 수출국으로 부상하고 있는 미얀마와 캄보디아는 재배면적이 늘어날 것으로 추정됨
 - 국가별 종자소요량 : 중국(721만톤), 인도(330), 베트남(120), 방글라데시(120), 미얀마(83), 태국(68), 인도네시아(60), 파키스탄(24.5), 필리핀(21), 라오스(18), 캄보디아(16만)
 - 방글라데시, 미얀마, 캄보디아는 신규 재배면적의 확대에 의한 수요증가 추정
- 인도, 방글라데시, 미얀마, 인도네시아, 캄보디아는 농민들이 우량종자를 쉽게 구입할 수 있는 민간협력 종자사업을 정책적으로 추진하고 있음
 - 방글라데시는 전체 벼 종자공급량의 16%를 민간 분야에서 공급하고 있으나 인도에서 밀수입된 종자가 전체 재배면적의 12%에 재배되고 있어 정부에서 민간투자 종자사업을 적극 지원하고 있음
 - 캄보디아는 현재 국영기업의 종자생산량을 2014년까지 2배로 확대할 계획수립

□ SWOT 분석

강점 (Strength)	기회 (Opportunity)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 육종 및 재배기술의 우수성 ○ 생명공학, 유전체 연구 등 관련기술 연구 ○ 국가별 네트워크 구축용이(동문회, KOPIA) ○ 수집 유전자원에 대한 보존 및 관리체계 등 인프라 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국가 신성장 동력으로 종자산업 중요성 대두 ○ 해외농업 수요증대(민간, 공공분야) ○ 국제 곡물수급 불안정으로 각국의 식량생산 및 안보정책 수립 ○ 세계 쌀 산업중심지로 종자수요가 많음
약점 (Weakness)	위협 (Threat)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 다양한 현지생태형에 대한 지식, 경험부족 ○ 국내 전통육종과 분자육종기술의 접목미비 ○ 국내 민간업체의 식량종자에 대한 관심 부족 ○ 열대지역 목적형질별 유전자원 정보부족 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국제 곡물가 상승 등 주변 여건변화 ○ 국제 글로벌 기업의 종자시장 석권 ○ 안전성·환경보존 등 국제 규범 강화 ○ 생물다양성협약 등 유전자원수집 어려움

(2) 세부프로젝트 최종 목표

□ 과학기술적 측면

- 벼 분야 종자 수출을 위한 국가 R&D 및 기술 혁신을 통한 과학기술 역량 제고
 - 세계 최고수준의 육종기술을 활용한 아시아지역 적응 수출용 벼 종자 개발
 - 벼 분야 국가 R&D 시스템을 글로벌·개방형 R&D 시스템으로 전환하여 국가 R&D 시스템의 한 단계 도약하는 계기 마련
- 전통육종 위주의 벼 품종개발에서 분자육종을 융합한 벼 품종개발 시스템의 정착
 - 분자표지를 이용한 MAB 기술의 정착 및 실용화로 선발 및 육종효율 증대
 - 다양한 특성의 유전자원 확보 및 특성검정을 통한 새로운 형질의 유전자 직접

□ 산업경제적 측면

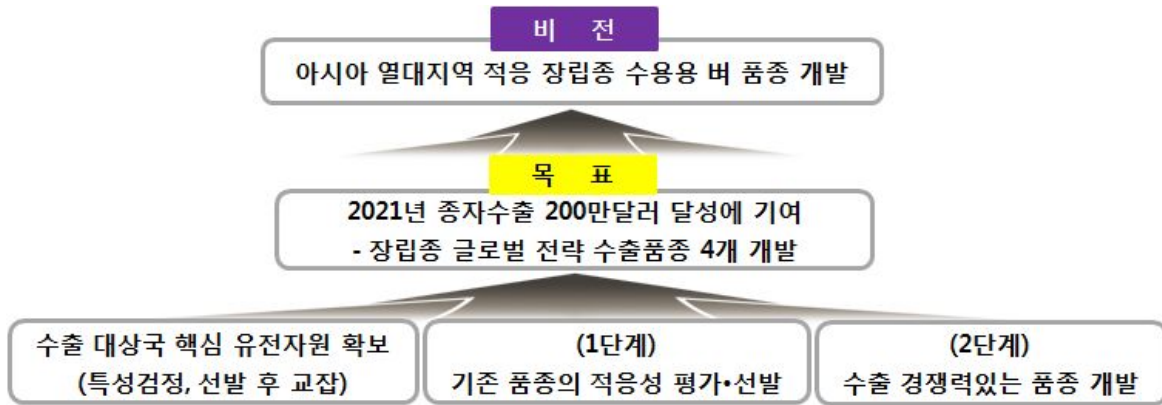
- 국내에서 육성된 품종 중에서 수출이 가능한 품종 선정 : 2품종 (1단계)
 - 국내 육성 통일형 품종의 현지 적응성검정을 실시하여 우수품종을 선발하여 국내 및 현지 종자생산을 통한 종자수출 추진
 - 종자수출 예상액 : 1백만불(2021)
 - * 대상지역 및 면적: 방글라데시, 미얀마, 캄보디아 등 10천 ~15천ha
- 아시아 열대지역 목표국가별 적응 품종 선발 : 4품종 이상(2단계)
 - 수출 대상지역의 육종목표에 부합하는 품종개발을 개발하여 품종보호출원과 종자생산 및 보급(수출) 또는 기술이전을 추진함
 - 종자수출 예상액 : 1백만불(2021)
 - * 대상지역 및 면적 : 인도, 방글라데시, 미얀마, 캄보디아, 베트남 등 50천 ~ 70천ha
- 품종 개발보급의 특성상 종자수출액은 시험연구기간(2013-2021)에는 수출액이 많지 않으나 보급 후 5년이 경과하면 일정 수준의 재배면적에 달하고 품종보호권 유지기간(20년)에 지속적으로 증가하여 총 수출액은 20백만불 이상 될 것으로 추정됨
- IMF 이후 대부분 국내 민간 종자회사는 글로벌 종자회사에 인수 또는 합병되었으므로 종자산업의 활성화를 통하여 민간 종자기업의 새로운 도약을 계기를 마련하고 인프라의 기반을 구축하여 국격 제고의 기회가 될 것임

□ 환경·문화적 측면

- 종자는 제2 녹색혁명의 키워드로서 전 세계적인 인구 증가에 따른 식량위기, 생활수준 향상에 따른 수요 급등과 저탄소녹색성장의 근간을 이루며, 벼 품종의 개발 가능성이 높음
- 식량자원을 통한 수출 진흥을 도모함과 동시에 전 세계적인 식량 확보 기여
 - 우리나라 5대 작물 중 쌀과 감자는 90%이상 자급이 되고 수출경쟁력도 있으므로 이를 국가전략작물로 육성, 보급하여 저개발국가의 빈곤 및 기아퇴치에 국제적으로 기여할 수 있음

(3) 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진방법



□ 추진 전략

[전략 1] : 수출 대상국 현지 적응 유전자원 수집 및 인공교배

- 수출 대상 국가별 국내 수집 유전자원의 정보수집 및 특성검정
- 현지 수출 대상국에서의 유전자원 수집 및 특성검정
- 품종개발 목적에 따른 인공교배조합 작성 및 인공교배

[전략 2] : 기존 육성품종의 수출대상국 현지 적응성 시험 및 품종 선정(1단계)

- 기존 국내 육성 통일형 품종의 수출대상국가 적응성 검정 및 우수 품종 선정
- 기존품종의 수출대상국에서 선정된 품종의 품종보호 출원
- 육성계통의 현지선발 : 생산력, 주요 병해충 저항성 등
- 현지 농업인 및 소비자 선호도 조사에 따른 종자생산 계획 수립
- 전시포 설치 등 현지농업인 홍보 및 종자생산 계약재배 및 판매 추진

[전략 3] : 국제 경쟁력 있는 수출용 품종개발(2단계)

- 수출대상 국가별 고정계통의 지역적응시험 추진 및 선발
- 아시아 열대지역을 선점할 수 있는 차별적 우위를 가지는 신품종의 개발
- 현지 농업인 및 소비자 선호도 조사에 따른 종자생산 계획 수립
- 전시포 설치 등 현지농업인 홍보 및 종자생산 계약재배 및 판매 추진
- 아시아 열대지역 미래 농업 환경에 대응할 수 있는 장립종 벼 품종 개발 및 종자생산 기술을 통하여 미래를 선도하는 벼 종자시장 개척

□ 추진 일정

주요 연구내용	1단계				2단계					예산 (억원)
	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	
· 유전자원수집 및 특성검정	████████████████████									
· 기존품종 현지 적응성 검정	████████████████████									
· 계통육성(인공교배 등)		████████████████████								
· 고정계통 현지 지역적응시험					████████████████████					
· 종자생산 체계 구축				████████████████████						
· 종자판매 마케팅				████████████████████						

(4) 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	중간모본(우량계통) 육성		10	10		
	품종출원 건수	국내		3	3	
		국외	1	3	4	1단계기존품종 현지적응 선발
	품종등록건수	국내				
		국외				
	종자수출액(만달러)					
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원				
		등록				
	국제특허	출원				
등록						
매출액	국내					
	국외					
기술이전(품종 보호권 처분)	1	3	4	통상실시		
기술지원 및 공적원조	1	2	3			
특 성 지 표	인력양성	1	2	3	석박사 과정	
	기반구축 실적	2	2	4	육종기반 구축	
	D/B 구축					
	분자마커개발					
	유용유전자원 수집 및 평가	100	100	200		
	인공교배(조합)	200	250	450		
육성 계통수	6,000	10,000	16,000			

(5) 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

□ 산/학/연이 공동으로 추진할 수 있는 시스템의 구축이 필요함

- 유전자원을 수집하고 평가 할 수 있는 연구진(유전자원 담당자)
- 인공교배 및 포장에서의 선발능력을 갖춘 연구진(전통육종가)
- 분자표지를 활용한 계통선발 능력을 겸비한 연구진(분자유종가)
- 개발된 품종을 현지에서 생산이 가능한 생리전문 연구진(생리학자)
- 생산된 품종을 농업인에게 판매하는 마케팅 전문 연구진(종자회사)

(6) 세부프로젝트 예산

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
프로젝트 2-2: 아시아 열대지 역 적응 중장 립종 벼품종 개발	정부(억원)	1.1	4.0	3.7	3.7	3.46	3.46	3.46	3.46	3.47	29.81
	민간(억원)	0.3	0.8	0.85	0.85	0.87	0.87	0.87	0.87	1.2	7.48
	합계	1.4	4.8	4.05	4.05	3.83	3.83	3.83	3.83	4.07	37.29

(7) 종자개발을 통한 수출증대

□ 수출용 종자의 생산전략

- 사업목표에 부합되는 현지화에 적합한 수출전용 벼 품종 개발 및 수출 지향의 잠재력 평가를 통해 성과창출 가능성이 큰 수출대상국을 선정하여 ‘선택과 집중’에 의한 선별 지원
 - 수출대상국에서 품종을 재배할 농업인과 생산된 쌀을 소비하는 소비자의 선호도를 조사하여 종자생산에 필요한 중장기 계획 수립하여 추진
 - 안정적인 종자 생산을 위한 현지 품종보호 출원 및 유관기관과의 긴밀한 유대관계 유지

□ 수출용 종자 마케팅전략

- 수출대상국에 개발된 품종을 판매하기 위한 적극적인 마케팅 전략을 수립하여 추진
 - 개발된 신품종을 알리기 위해 현지 농가 실증재배 및 품평회를 통하여 적극적인 홍보 추진
- 수출대상국의 현지 농업인의 재배 방법에 맞는 종자의 가공 및 처리기술 개발
 - 품종의 종자 소독, 직파재배에 적합한 코팅처리, 품종 순도 등

□ 수출용 종자 현지 재배 지원

- 수출대상국 현지 농업인의 벼 재배기술 지원
 - 수출용 종자를 구입한 농업인에게 선진 벼 재배기술 교육 및 생산·판매 지원하여 농업인 스스로 우수한 품종이라는 인식의 각인이 필요함
 - 국제협력사업인 KOPIA(해외농업기술개발센터), AFACI(아시아 농식품기술협력회의) 등과 연계한 수출용종자 구입 재배농민의 우선 기술지원 추진

(8) 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	수출용 중·장립형 다수성 벼품종 개발		
세부 프로젝트명	아시아 열대지역 적응 중장립형 벼품종 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021(9년)	연구비 지원범위	총 3,729백만원 (9년, 정부 2,981 , 민간 748)
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 : 수출 및 원조용 자식성 벼 4품종개발 및 종자수출 100만\$ 달성 ○ 세부프로젝트 목표 <ul style="list-style-type: none"> - 동남아 지역 적응 장립종 다수성 벼 2개 품종 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 수량성: 표준품종 대비 5%이상 - 서남아 지역 적응 장립종 다수성 벼 2개 품종 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 수량성 : 표준품종 대비 5%이상 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 아시아각국은 우량종자 생산 및 보급 확대을 통한 생산성향상을 정책적으로 추진하고 있으므로 벼 종자시장의 규모는 증대 될 것임 <ul style="list-style-type: none"> - 우량종자보급에 의한 수량증대율 : 15~20% ○ 종자수요량이 많은 국가는 열대아시아지역 국가임. <ul style="list-style-type: none"> - 국가별 종자소요량 : 중국(721만톤), 인도(330), 베트남(120), 방글라데시(120), 미얀마(83), 태국(68), 인네시아(60), 파키스탄(24.5), 필리핀(21), 라오스(18), 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현지 유전자원 수집, 평가를 통한 유용모본 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 동남아시아, 서남아시아 권역별 수집 평가, IRRI 협조 - 권역별 유용자원 선발 데이터베이스화 ○ 국내 육성품종 및 권역별 수집품종의 현지적응성 검정 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 육성 및 수집품종의 생산성 및 주요 특성평가 ○ 육종목표별 인공교배 및 계통육성 <ul style="list-style-type: none"> - 교배육종, 돌연변이육종으로 변이창출, 현지 계통전개 및 선발 ○ 육종연한 단축기술 : 약배양, Shuttle breeding, MAB 기술 활용 ○ 내병충성, 내재해성, 품질특성검정 및 생산력 검정 <ul style="list-style-type: none"> - 생산력검정과 재배안전성 검정 병행실시 ○ 광지역성 검정 : 국가 간 지역적응성 검정 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 각국의 공공/민간/협력 사업에 대한 이해가 높아 민간 종자시장 활성화 기대 ○ 우량 신품종 보급 확대로 상업적 종자시장 활성화 및 종자수출 시장 진입 ○ 종자 판매뿐만 아니라, 국가적 대 개도국 원조사업용으로 지원 가능 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 국공립 연구기관, 대학, 민간연구기관, 종자회사 ○ 신청 요건 : 벼 육종경력자, 현지와 국내 육종시설 확보기관 및 회사 ○ 기타 사항 : 국외 거점보유 및 국제협력가능 기관 우선 선정 		
Keyword	한 글	벼, 품종, 아시아, 열대, 장립종, 내병충성, 내재해성,	
	영 문	rice, variety, breeding, tropical, Asia, long grain, resistance, stress tolerance,	

3) 세부프로젝트 3: 수출용 벼 내재해성 유전자 분자표지 이용 및 생물검정 체계 구축

(1) 세부프로젝트 도출 배경

- 본 과제는 고·저위도 수출용 벼 품종개발 시 현지 육성계통에 대해 생물검정과 분자마커 분석을 통해 병해충 및 재해저항성 정보를 제공하므로 육종효율을 높이기 위한 과제임
- 수량성, 재해저항성, 품질은 품종의 수명을 결정하는 직접적인 요인으로 벼 품종의 재배안전성 확보 뿐 만 아니라 현지 품종등록을 위해서도 갖추어야 할 기본 요건 임
 - 필리핀, 태국, 인도네시아 등 저위도 열대지역 국가에서 흰잎마름병, 벼멸구, 도열병, 통그로 바이러스 등 병해충에 의해 생산성이 25~45%로 감소되며 우기에는 더욱 피해가 큼
 - 아시아지역 벼 재배면적의 절반이상이 한발, 침수, 염해, 불량토양에 의해 상습적인 피해를 받고 있고 이들 지역에서의 쌀 수량성은 1~2 톤/ha로 매우 낮은 실정임
 - 아시아국가의 한발, 침수, 염해지면적은 매년 각각 약 23, 20, 15백만ha에 영향을 주고 있으며, 특히 최근 한발에 의한 피해 경감은 열대지역 국가의 중요한 육종목표로 이를 해결하기 위한 노력이 진행되고 있음
- 수출용 다수성 병해충 및 재해저항성 벼 품종개발을 위해서는 현지 저항성 유전자원 선발 및 이용, 저항성계통 선발이 필수적으로 수행되어야 하며, 이를 위해 육종가와 병리·곤충·분자생물·생리 전문가의 협력연계가 수반되어야 함
 - 저고위도 국가의 주요 병해충 및 재해특성은 현지의 특이적인 균계, 바이오타입 등으로 국내에서 검정할 수 없기 때문에 현지의 생물검정시스템 구축이 이루어져야 함
 - 이를 위해 국내 생물 검정팀 구성되어야 하며 현지의 국립·민간 연구소를 통해 생물검정 장소, 시설, 인력을 활용하는 생물검정시스템 협력체계 구축이 선행되어야 함
 - 특히 한발 염해 등 재해저항성은 'hot spot'을 이용한 검정 등 생물검정의 신뢰성을 확보할 수 있는 대규모 검정시스템 확보가 반드시 필요함
- 또한 전 세계적으로 분자유전학적 기법을 이용한 병해충 및 재해저항성 유전자와 연관된 QTL/분자마커 개발이 광범위하게 이루어지고 있는 바, 생물검정과 아울러 분자마커를 이용한 '2중 정밀선발' 저항성 품종육성 체계 구축이 필요함
 - 이를 위해 국내에서 분자생물·생리전문가 구성된 분자유종팀이 구성되어야 하며 현지의 육종팀, 생물 검정팀과 연계하여 분자마커 분석이 수행되어야 함
 - 특히 한발, 염해, 고온 등숙, 내열성, 불량토양과 같은 재해저항성과 연관된 분자마커 개발이 요구됨
- 생물검정 및 MAS시스템 구축은 수출용 벼 품종의 경쟁력을 확보하고 지속가능한 품종개발을 위한 기반과제임
 - 열대지역 국가에서 내병충성 및 내재해성 다수성 품종육성까지는 10년 이상 장기간이 소요되므로 생물검정과 MAS를 이용한 2중 정밀검정체제로 육종계통의 저항성 확인과 품종육성 년한 단축을 기대할 수 있음

(2) 세부프로젝트 최종 목표

- 본 과제의 최종목표는 동남아시아 및 흑해연안의 저·고위도 국가의 「수출 및 원조용 다수성 벼 품종개발」을 위한 1) 현지국가의 문제 병해충 및 재해에 대해 저항성계통 선발을 위한 생물검정체계와 분자마커를 이용한 선발체계를 구축하고, 2) 수출용 벼 육성계통의 병해충·재해저항성 특성을 검정·분석하여 육종가에게 저항성정보를 제공하는 것임
- 이를 달성하기 위해
 - 수출대상국의 주요 병해충 및 재해에 대한 검정 및 현지 hotspot 검정체계 구축
 - 내병충성 및 내재해성 유전자/분자마커 개발 및 선발체계 구축
 - 생물검정과 분자마커를 이용한 다수성 내병충성·내재해성 정밀선발 체계 구축

(3) 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

- 주요 병해충 및 재해저항성에 대한 현지 hotspot 생물검정체계 구축
 - 병리·곤충전문가로 구성된 「생물검정팀」 결성
 - 현지의 주요 병해충 및 재해에 대해 상습지 생물검정체계구축
 - 문제시 되는 병해충 및 재해에 대한 정보 파악 및 대상 형질 결정
 - 내병충성: 도열병, 흰잎마름병, 벼멸구, 통그로바이러스(RTV)는 필수적으로 검정하고 rice yellow mottle virus (RYMV), brown spot, 문고병은 현지상황에 따라 추가 검정
 - 내재해성: 내냉성, 한발, 내열성은 필수적으로 검정하고 염해, 침수저항성, 불량토양 등은 상대국 검정시설 등에 따라 추가 검정
 - 선정된 목표형질에 대해 현지검정을 위한 'hot spot' 선정
 - 현지 국공립, 민간연구소와 협력연구 추진을 위한 연구 협약서(MOU) 작성
 - * 건기와 우기 최소 2회 검정을 통해 유전자원 및 육종계통에 대해 저항성 검정이 가능하도록 작성
 - 저고위도 현지 주요 병해충 및 재해저항성 검정 기반 연구
 - 현지의 병해충 및 재해저항성 유전자원 탐색
 - 현지 우점 균계 (pathogen structure)파악: 도열병, 흰잎마름병, 통그로바이러스
 - 현지 우점 biotype 파악 : 멸구류
 - 수출국 현지 재해저항성 선발을 위한 검정방법 개선 및 선발효율 증진을 위한 연관 형질 파악
- 기 개발 및 신규 개발되는 내병충성 및 내재해성 유전자/분자마커 활용 선발체계 구축
 - 분자유종 전문가로 구성된 「분자마커 개발 및 선발팀」 결성
 - 수출대상국에서 문제시되는 병해충 및 재해저항성 유전자원 및 분자마커 개발 정보 수집
 - 병해충 및 재해저항성에 대해 유전분석 및 마커개발 대상 형질 결정 (생물검정팀 연계)
 - 기존 개발된 저항성유전자 연관 분자마커에 대한 효과 확인 (생물검정팀 연계)
 - 기존 보고된 도열병, 흰잎마름병, 벼멸구저항성 유전자와 연관된 분자마커/QTL에 대해 현지에서 저항성 확인

- 새로운 저항성 유전자원에 내재된 병해충 및 내재해성 유전자 연관 분자마커 개발
 - 수출대상국 현지에서 효과적인 병해충 및 재해저항성을 나타내는 신규 유전자원 탐색
 - 신규 저항성 유전자원과 교잡을 통한 유전분석집단 육성: F2, NIL, RIL CSSL 등 상황에 따라 유전분석 집단 결정
 - 생물검정팀과 연계하여 유전분석 계통/개체에 대한 유전자형 판정 및 연관지도 작성
 - 저항성유전자 연관 마커개발 및 농업적 형질에 미치는 효과 구명

【분자마커 개발된 내병충성 및 내재해성 유전자】

- 흰잎마름병 저항성(8/30): *Xa1, Xa2, Xa3, Xa4, xa5, Xa7, xa8, Xa10, Xa11, Xa12, xa13, Xa14, xa15, Xa16, Xa17, Xa18, xa19, xa20, Xa21, Xa22, xa24, Xa25, Xa26, xa28, Xa29*
- 도열병(13/40): *Pi1, Pi2, Pi4, Pita, Pi6, Pi7, Pi9, Pi10, Pi11, Pi12, Pi40, Pia, Pib, Pik-m, Piz, Piz-t, Pita, Pita-2, Pb1*
- 벼멸구(7/20): *Bph1, bph2, Bph3, bph4, bph5, bph6, bph7, Bph8, Bph9, Bph10, bph11, bph12, bph13, Bph14, bph15, Bph16, Bph18t, bph19, Qbph1, Qbph2*
- Gall midge(6/10): *Gm1, Gm2, gm3, Gm4, Gm5, Gm6, Gm7, Gm8, Gm9, Gm10*
- 통그로바이러스(1):
- 내한발성: QTLs mapped
- 인산결핍내성(1): *Pup1*
- 침수저항성(1): *Sub1*
- 내염성(2): *Saltol, SKC1*
- 저산소발아: QTLs mapped

*** Map-based gene cloning**

- *Pib, Pita, Pi9, Pid2, Pi2, Piz-t, Pi36, Pi37, Pi40*
- *Xa1, xa5, xa13, Xa21, Xa26, Xa27*

□ 육종팀과 연계하여 생물검정과 분자마커를 이용한 다수성 내병충성·내재해성 정밀 선발 체계 구축

- 생물검정을 이용한 내병충성 및 내재해성 계통 선발
 - 육종팀에서 선발한 다수성 F3~F5 계통에 대해 hot-spot 생물검정시스템을 이용하여 병해충 및 재해저항성을 검정하고 육종팀에게 정보 제공
 - 건기와 우기에 대한 저항성 반응을 분석
- 분자마커를 이용한 내병충성 및 내재해성 계통 선발
 - 육종팀에 초정밀분자마커가 밝혀진 저항성 유전자원 제공
 - 육종팀에서 저항성 유전자원을 이용하여 육성한 다수성 F3~F5계통에 대해 목적형질별 분자 마커 분석을 통한 저항성 genotype 파악
 - 생물 검정팀과 연계하여 저항성 유전자형 계통에 대한 저항성 확인

(4) 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	중간모본(우량계통) 육성					
	품종출원 건수	국내				
		국외				
	품종등록건수	국내				
		국외				
	종자수출액(만달러)					
	국내논문	SCI	1	1	2	
		등재학술지	2	3	5	
	국외논문	SCI		1	1	
		비SCI				
	국내특허	출원	2	2	4	
		등록	1	1	2	
	국제특허	출원		2	2	
		등록		1	1	
매출액	국내					
	국외					
기술이전(품종 보호권 처분)			2	2	특허기술	
기술지원 및 공적원조						
특 성 지 표	인력양성	2	4	6	석·박사 과정	
	기반구축 실적	4	4	8	생물검정 기반	
	D/B 구축					
	분자마커개발	10	20	30		
	유용유전자원 수집 및 평가					
	인공교배(조합)					
	육성 계통수					

(5) 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

□ 생물검정팀

- 수출국 현지 주요 biotype 및 pathotype 분리 검정팀
 - 도열병, 흰잎마름병, 통그로바이러스(RTV), 멸구류 대상
 - phenotyping 방법개선: 문고병 등
- 유전자원 및 육성계통 hotspot 대량검정 팀
 - 내병충성: 도열병, 흰잎마름병, 통그로바이러스(RTV) 수출국의 주요 병해충 검정
 - 내재해성: 한발, 내열성, 내냉성, 염해, 불량토양 등

□ 분자마커개발선발팀

○ 기 개발 저항성유전자 연관 분자마커 이용 팀

- 수출국 현지 주요 biotype 및 pathotype에 대한 저항성 유전자/QTL 효과 확인
- 저세대 육종계통에 대한 분자마커 genotyping에 의한 선발

○ 신규 저항성 유전자 개발팀

- 수출국 현지의 주요 병해충 및 재해저항성 유전자원 탐색
- 저항성유전자 탐색을 위한 유전분석 및 분자마커 개발
- 저항성 유전자에 대한 농업적 특성 효과 검정 및 allele mining

(6) 세부프로젝트 예산

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
	연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
프로젝트 2-3: 수출용 벼 내재 해성 유전자 분 자표지 이용 및 검정 체계 구축	정부(억원)	1.5	2.2	3.1	3.1	3.78	3.78	3.78	3.78	3.79	28.81
	민간(억원)	0	0.7	0.6	0.6	0.62	0.62	0.62	0.62	0.61	4.99
	합계	1.5	2.9	3.7	3.7	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	33.8

(7) 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 수출대상국에서 재배안정성 높은 다수성 품종개발을 위한 지속가능한 현지 생물검정시스템 구축

- 수출대상국의 문제시 되는 병충해에 대한 biotype 및 pathotype 구조를 파악하여 정밀선발과 저항성 유전자탐색을 위한 기반 확보
- 수출대상국의 국·공립 연구소, 민간연구소와 병해충 및 재해저항성 생물검정을 위한 현지 hotspot 선정 및 현지의 검정시설, 검정방법, 인력을 이용한 정밀 생물검정 체계 구축
- 육종팀과 연계하여 저세대 육종계통부터 정밀검정을 통한 고도 저항성 계통 선발 및 육성 체계 구축

□ 해외 병해충 및 재해에 고도저항성 계통을 선발하기 위한 효율적인 분자마커 선발 시스템 구축

- 기 개발된 저항성 유전자/QTL를 보유한 유전자원의 직접적인 이용
- 신규 저항성 유전자원 개발 및 내재된 저항성 유전자 연관 QTL/분자마커 개발
- 신규 저항성유전자 탐색을 위한 유전분석 및 분자마커 개발 방법 개선
- 분자마커를 이용한 고도 병해충 및 재해저항성 유전자원 및 계통 선발을 통한 육종기한 단축

□ 생물검정과 분자마커를 적용한 2중 정밀선발시스템을 이용한 종자개발로 수출대상국에서의 품종 등록 요건을 충족하기 위한 과학적 증거제시 및 재해저항성 유전자 개발로 해외 원천 특허 획득 가능

(8) 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	수출용 중·장립형 다수성 벼품종 개발	
세부 프로젝트명	수출용 벼 내재해성 유전자 분자표지 이용 및 생물검정 체계 구축	
연구 기간	2013 ~ 2021(9년)	연구비 지원범위 총 3,380백만원(9년, 정부2,881, 민간 499)
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>○ 최종 목표 :</p> <p>1) 수출대상 국가 병해충 및 재해 저항성 확충을 위한 분자육종체계 확립과 생물검정기반 구축</p> <p>2) 수출용 벼 육종체통의 병해충·재해저항성 특성을 검정·분석하여 육종가에게 계통선발 정보를 제공함</p> <p>○ 세부프로젝트목표</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수출대상국의 주요 병해충 및 재해에 대한 현지 hotspot 검정체계 구축 - 기 개발된 내병충성 및 내재해성 유전자/분자마커 활용 선발체계구축 - 육종팀과 연계하여 저항성검정과 분자마커를 이용한 다수성 내병충성·내재해성 정밀선발 체계 구축 	
연구 필요성	<p>○ 병해충 및 재해저항성은 품종의 수량성, 품질 및 품종의 수명을 결정하는 직접적인 요인으로 수출용 벼 품종의 재배안전성 확보 뿐 만 아니라 현지국가에 품종 등록을 위해서도 갖추어야 할 기본 요건 임</p> <p>○ 수출용 다수성 병해충 및 재해저항성 벼 품종개발을 위해서는 현지에서 저항성 유전자원 선발 및 이용, 저항성계통 선발이 필수적으로 수행되어야 함</p>	
주요 연구 내용	<p>○ 수출대상국의 주요 병해충 및 재해저항성에 대한 현지 hotspot 생물검정체계 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> - 현지 주요 병해충 및 재해에 대해 'hot spot' 생물검정체계구축 - 현지 병해충 및 재해저항성 유전자원 탐색 및 우점 균계(pathogen structure)파악 - 현지 저항성개체 선발을 위한 phenotyping방법 개선 및 선발효율 증진을 위한 연관 형질 파악 <p>○ 내병충성 및 내재해성 유전자/분자마커 개발 및 선발체계 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기 정보이용 대상지역 주요 병해충(도열병, 흰잎마름병, 벼멸구 저항성 등) 및 재해 관련 유전자/QTL과 연관된 분자마커 개발 및 MAS 실용화 선발체계 구축 · 1차 분자표지 선발 및 현지 저항성 확인으로 육종효율 증진체계 확립 - 새로운 저항성 유전자원에 내재된 병해충 및 내재해성 유전자 연관 분자마커 개발 <p>○ 육종팀과 연계하여 생물검정 및 분자마커 이용 목표형질별 저항성 계통 선발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1세부 및 2세부 프로젝트 개발 계통에 대한 MAS 및 생물검정 평가 지원 <p>○ 품종판별 체계 : 수출용 육성품종과 대상국 재배품종간 품종판별용 분자표지(SNP, SSR 등)</p>	
시장 전망 및 기대 효과	<p>○ 수출대상국에서 지속가능한 재배안정성 높은 다수성 품종개발 시스템 구축</p> <p>○ 생물검정 및 분자마커 적용으로 품종육성기간단축 및 품종 경쟁력 확보</p> <p>○ 신규 저항성 유전자 개발로 지적재산권 확보</p>	
자격 및 신청 요건	<p>○ 연구기관 자격 : 국립연구소, 민간연구소, 대학</p> <p>○ 신청 요건 : 병리, 곤충, 생리, 육종, 분자육종 경력 10년 이상</p> <p>○ 기타 사항 : 분자육종 실험실구축, 해외 현지 협력사업 가능 기관</p>	
Keyword	한 글	벼, 수출용, 병해충, 재해저항성, 검정, 선발
	영 문	rice, disease, insect pest, abiotic stress, screening, selection, phenotyping, marker,

제3절. 「수출용 벼 종자생산 및 보급체계 연구」 프로젝트

1. 연구개발 목표

□ 최종연구목표

- 벼 일대잡종 종자생산 기술 개발 및 종자생산 기반 구축
 - 종자 생산성 : 2 ~ 2.5ton/ha ⇒ 안정적인 종자 공급
 - 종자 순도 : 97 % 이상
- 수출 대상 국가별 시장 개척 및 상품화 기술 개발
 - 수출 대상 국가별 종자관리 및 보급 시스템 구축
 - 수출 대상 국가별 품종등록 규정 조사 및 대응방안 수립
 - 수출 대상 국가별 시장 확대 전략 수립
 - 수출 대상 국가별 global sales network 구축
 - 2021년 수출 500만불 달성

□ 단계별 목표

- 1단계 연구목표(2013 ~ 2016)
 - 적정 종자 생산 시기 및 채종 지역 선정
 - 이양시기, 재식밀도 및 시비량 시험에 의한 최대 생산 방법 구축
- 2단계 연구목표(2017 ~ 2021)
 - 종자 생산성 제고(2 ~ 2.5ton/ha)
 - 종자 순도 97% 이상
 - 수출 대상 국가별 종자관리 및 보급 시스템 구축
 - 수출 대상 국가별 품종등록 규정 조사 및 대응방안 수립
 - 수출 대상 국가별 시장 확대 전략 수립
 - 수출 대상 국가별 global sales network 구축
 - 2021년 수출 500만불 달성

2. 연구개발 필요성

- 세계 종자시장의 규모는 약 35조원으로 2020년에는 약 1,650억불에 이를 것으로 전망되며, 이미 세계 강대국은 종자시장에 사활을 걸고 각축을 벌이고 있음.
- 세계 속의 종자강국으로 진입하기 위해서는 채소 전문으로는 시장이 제한적이기 때문에 벼와 옥수수과 같은 곡류를 개발, 보급하여야 됨.
- 수출용 품종 개발 경험이 없더라도 국내의 벼 품종 개발기술은 세계적인 수준이기 때문에 지금부터라도 수출용 벼 품종을 개발하면 다국적 기업과의 경쟁력을 확보할 것임.
- 일대잡종 품종, 인디카 및 통일형 다수성 품종으로 종자수출 가능.
- 저개발국가에 원조용으로 열대지역에 적응하는 품종개발이 일부 수행되고 있으나 세계 종자시장에 적극 참여하기 위해서는 대상지역(국가), 현지적응 품종개발, 수출전략 등 구체적이고

체계적인 연구기획과 장기적인 추진이 긴요함

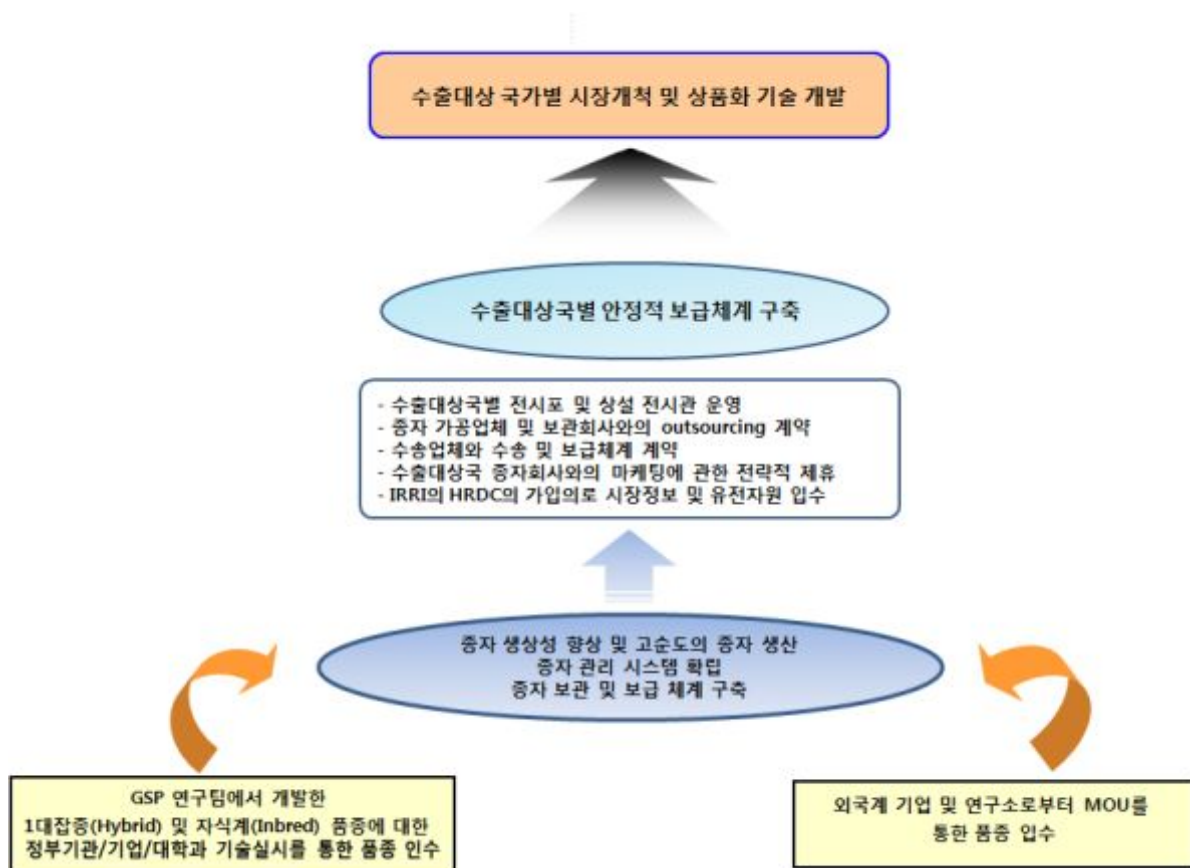
- 최근 빈발하는 이상기상으로 인한 국제적인 식량생산 불안정 및 금후 식량무기화의 가능성에 대응하기 위해서는 세계적 식량작물인 벼 종자수출 산업화를 위한 체계적인 연구를 시작하여야 할 필요성이 매우 높아짐.
- 최근 전 세계적으로 한파와 폭설, 집중호우와 홍수, 그리고 가뭄, 폭염, 산불 등 다양한 자연 재해가 지속적으로 발생하여 식량작물 생산의 불안이 고조됨

3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

- 기존 연구와 중복성이 없으며, 우리나라의 벼 육종 기술을 활용하여 조기에 수출용 벼 품종의 개발하고자 함.

4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

- 프로젝트 추진체계



- 현지 협력기관과의 유대강화
- 기존 증자생산 시스템 사전 탐색

- 기상환경, 교통수단, 노동력 등을 고려한 종자생산 적지 탐색
- GSP 벼 품종 개발팀에서 개발한 품종을 기술실시
- 외국계 기업 및 연구소로부터 고품질의 종자 매입

□ 추진 전략

- 현지 생산 전문회사와의 생산 증진기술에 관하여 공동 개발
- 기후 권역별로 생산체계 구축
- 생산 비용과 수송성을 고려하여 생산 적지 선정
- 기존 품종보다 종자순도 제고
- GSP 벼 품종개발팀에서 개발한 품종을 인수하여 시장개척 및 판매
- 외국계 기업 및 연구소와 royalty 계약 후 고가의 전략으로 판매 (Royalty는 판매금액의 4%) 수준임.
- 현지 마케팅 회사와의 전략적 제휴로 현지 국가의 규정 및 제도 등의 정보 확보와 공동 마케팅 전략 수립
- 필리핀 국제미작연구소 HRDC(Hybrid Rice Development Consortium)에 가입하여 유전자원의 도입과 시장 정보 파악
- Hybrid 벼 품종 및 판매 회사의 M/A 고려
- 마케팅 인력 양성 및 전략적으로 우수 인력 영입

5. 프로젝트 Micro 로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표		
		일대잡종벼 종자생산 최적 시기 및 채종지역 선정과 최대 종자생산 방법 구축				<ul style="list-style-type: none"> - 종자생산량 제고(2~2.5ton/ha) - 종자순도 : 97% 이상 - 종자관리 및 보급체계 구축 - 2021년 종자수출 500만달러 달성 							
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표		
수출용 벼 종자 생산 및 보급체계 구축	일대잡종벼 종자생산	<ul style="list-style-type: none"> • 종자생산 적지 탐색 및 기반 조성 <ul style="list-style-type: none"> - 일대잡종 종자생산지, 시기 - 수출 회사 생산 기반 현황 등 				<ul style="list-style-type: none"> • 소규모 종자생산시험 <ul style="list-style-type: none"> - 종자생산 기반 조성 - 출수기 조정 시험 등 			<ul style="list-style-type: none"> • 수출용 종자생산 <ul style="list-style-type: none"> - 대규모 생산 		<ul style="list-style-type: none"> • 자식계 품종 종자생산 체계 구축 및 규모화 		<ul style="list-style-type: none"> ○ 일대잡종 종자생산량 (2~2.5t/ha) ○ 종자순도 97% 이상
	시장개척 및 상품화	<ul style="list-style-type: none"> • 고객특성 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 대상국 농민 선호품종 특성 - 소비자 선호 품종특성 및 소비형태 				<ul style="list-style-type: none"> • 마케팅 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 종자소독, 정선/선별, 포장기술 					<ul style="list-style-type: none"> ○ 종자관리 및 보급 체계 구축 ○ (2021년) 종자수출 500만달러 달성 		
		<ul style="list-style-type: none"> • 벼 종자수출 대상지역 기반 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 보급 품종, 생산 및 보급체계 - 민간회사 종자 시장 참여 현황 - 다국적 종자회사 마케팅 기술 • 판매용 종자 상품화 관련 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 저장, 소독, 포장, 보급 				<ul style="list-style-type: none"> • 최적 보관기술(온도, aeration) • 전시포 및 상설전시관 설치 • 농민교육 및 홍보 • 마켓 포지셔닝 • Lisk 대응 방안 수립 							

6. 세부프로젝트 추진계획

1) 세부프로젝트 : 수출용 벼 일대잡종 종자생산 기술개발 및 종자생산 기반 구축

(1) 세부프로젝트 도출 배경

□ 국내 기술 현황

- 우리나라 벼 일대잡종연구는 1980년대 초반부터 시작하였으나 주식의 자급자족과 품종의 생산성 증대와 잡종품종의 품질저하 등 문제로 2000년대 초반부터 중단하였음
- 일대잡종 종자생산 연구는 비닐하우스 내에서 불임친과 회복친의 재식열수, 지엽제거 유무, 재식방향 등으로 일대잡종 종자생산에 관한 연구를 하여 1991년 SR16282A/남풍벼 조합에서 최고 202kg/10a 생산성을 보였음

□ 국외 기술 현황

- CMS 일대잡종 종자생산은 웅성불임친과 유지친간 교잡에 의한 증식과 불임계통을 이용한 F1 종자생산의 2단계를 거쳐야하며, TGMS를 이용한 2계통법에서는 일장처리에 의한 웅성불임을 유기하여 F1 종자생산으로 완료됨
- 자연교잡을 극대화하기 위하여 품종육성과정에서 웅성불임친과 회복친의 간장 조절, 출수기 조절, 화기구조개량 등 육종조작이 가해지지만 재배방법에 따라 생산성에 차이가 많음
- 현재 보급되고 있는 품종은 70%가 3 line hybrid이고 30%가 2 line hybrid인 TGMS임
- 잡종종자 생산성은 0.7~4.2톤/ha으로 건기와 우기, 풍향에 따른 재식방향과 풍속, 양친의 출수기 차이 등에 따라 생산성이 다르며 각국의 목표 생산성은 2~3톤/ha임
- 중국에서 2계통의 종자생산면적은 25,000ha로 평균 종자생산성은 2~4.2톤/ha이며, 인도에서 3계통의 종자생산면적은 18,000ha로 종자생산성은 0.8~1.5톤/ha임
- TGMS의 불임 유기온도는 23~24℃로 이보다 낮으면 임성이 회복됨
- 종자생산포장은 타 품종과 300m이상 격리시켜야하며 수시로 화분검경과 이삭외형 관찰이 요구됨
- 중국에서의 생산현황
 - 벼의 웅성불임은 일장이나 온도에 따라서 임성이 불안정하기 때문에 고순도의 종자 생산이 어려우며 생산자의 기술 수준이 높아야 됨.
 - 일정환경에서만 채종이 가능하기 때문에 한 지역에서 1년에 1회 채종함.
 - 모/부계의 개화기의 차이가 생산지역에 따라 다르기 때문에 생산지역 선정시 개화기 시험을 여러번 수행하고 있음.
 - 모/부계의 개화기를 비료 및 영양제로 조절하고 있음.
 - 벼 교배종 생산기지 : 사천, 귀주, 중경, 광서

○ 인도에서의 벼 생산 현황

- 일반종 생산비 : 약 400원/kg
- 교배종 생산비 : 약 1500 ~ 2500원/kg
- 교배종 생산량 : 1.5 ~ 2 ton/ha
- 교배종 생산방법 : 모계(80%, 8줄), 부계(20%, 2줄)

개화시기에 사람이 막대기로 툭툭 쳐서 꽃가루 비산

- 교배종 생산 지역 : 주로 AP 주의 Warangal, Laimnagar

표 39. 국가별 일대잡종 품종 개발현황

국가	개발 품종수			육성기간	최고수량성 (톤/ha)	종자생산성 (톤/ha)	생육기간	기업체수
	계	기관	민간					
중국	403	403	?	'01~'11	14.15	2.0~4.2	-	?
인도	59	31	28	'94~'12	9.0	0.8~1.5	115~150	12
방글라데시	87	4	83	'98~'10	9.0	1.8~2.5	117~160	18
인도네시아	71	21	50	'93~'11	11.06	0.7~3.9	115~130	10
필리핀	44	20	24	'94~'11	9.0	2.0<		8
베트남	24	?	?	'06~'10	11.44	1.5~3.0	124~139	9

□ 국외 정책 현황

- 벼 일대잡종 품종개발과 재배는 대부분 동서남아시아 국가에서 적극적으로 추진하고 있으며, 인도와 베트남은 쌀 수출국으로 수출시장확대와 인도네시아는 수입국으로 식량자급을 위하여 양질 다수성 품종개발과 생산이 국가정책임
- 국가식량자급을 위해 일대잡종품종 재배를 권장하는 인도네시아와 방글라데시는 일대잡종 종자구입비를 지원하고 있음
- 중국의 일대잡종 벼 수출 감소의 원인과 대책 (湖北省 種子集團有限公司)
 - 정부의 규제
 - 품종 육성 후 수출 대상국에 종자생산하기까지 2~5년 소요,
 - 수출대상국의 식물검역과 종자처리에 관한 까다로운 규제
 - 중국정부에 의한 일대잡종친 수출규제 : 2계 수출금지, 3계 등록된지 3년 이후 수출 가능
 - 육종적 한계·최근 5~10년간 우수한 품종 개발 미흡
 - 중국에서 우수품종이 수출대상국에서는 우수하지 않았음
 - 외국의 육종자원이 중국에서 정상 생육하지 않아 육종재료로 사용 어려움
 - 종자생산 등·종자생산 비용 증가
 - 부적합한 기후와 기계화 미흡
 - 신품종별 종자생산기술 개발 미흡
 - 종자생산지 이전에 따른 기술 전수 미흡
 - 종자생산후 처리 및 저장과정 기술개발 미흡
 - 중국 위안화 강세

- 대책
 - 종자협회와 정부의 협력으로 종자수출에 따른 불필요한 규제 방지
 - 일대잡종 종자 생산지의 적절한 선택(반드시 수출지일 필요는 없음)
 - 품종육성은 현지와의 협력체계를 구축하여 진행되어야 함
- 벼 품종개발 및 판매를 위해서는 연구개발 비용, 생산지 확보 및 생산체계 확립, 가공시설 비용이 많이 소요됨.(중국 정부에서 생산비용, 가공시설비 지원으로 회사의 부담이 적음)
- 태국의 생산정책
 - 가격지지제도 : 가격보장제도로 140억불예산. 농민이 정부에 벼를 팔면 실제가격과 정부 가격 (THB 10,000/톤)과의 차액을 보상함.
 - 가격보장제의 쌀 가격은 백미는 446~484불/톤, 찰쌀, Pathum Thani 는 434~517불/톤, 향미는 581불/톤, Hom Mali(향미) 쌀은 646불/톤임.
 - 가격보험제도 : 비료보조(농민직접보조금 49불/톤)

□ 국외 시장 분석

- 중국에서 일대잡종 벼 재배면적은 2010년 전체 벼 재배면적의 60%인 1,800만ha에 달함.
 - 중국 이외의 나라에서는 2007년 1980만ha, 2011년 2,170만ha에 재배되어 빠른 속도로 증가하고 있음(IRRI)
- 중국은 일대잡종 벼 생산비 상승으로 이익률이 40%에서 현재는 20%로 떨어졌음. 향 후 이 이익률이 더 저하될 것을 고려하여 기계화와 동서남아시아에서 채종 계획을 수립 중임.
- 인도에서는 2011년 200만ha에 재배되었는데, 2015년 500만ha를 목표로 재배면적이 증가 될 것으로 예측하고 있어 종자생산 면적이 증가될 것으로 전망함.
- 주요 일대잡종 품종 재배 5개 국가의 최근 종자 소요량은 129,220톤/년으로 나라에 따라 자국 소비량의 20~80%를 수입종자에 의존하고 있음
- 다국적 종자회사의 주요 활동국가로 Bayer(인도), Syngenta(필리핀, 인도네시아, 인도, 베트남, 방글라데시), Pioneer(필리핀, 인도네시아), Bellseed(인도), Monsanto(소규모로 각국 배치) 등이 운영
- 일대잡종 품종의 재배면적이 크게 확대되지 않는 원인중 하나는 종자가격이 비싼 만큼 농가 수입이 증가하지 않는데 있으므로 종자생산비 절감연구가 중요함
- 인도네시아에서는 저온 종자 저장시설이 없어 발아력을 상실하는 문제가 있음

표 40. 국가별 일대잡종 품종 재배현황

국가	재배면적 (천ha)	생산성 (톤/ha)	생산량 (천톤)	종자소요량 (톤)	종자수입량 (%)	종자생산목표 (톤/ha)
인도	2,000	6.0*	12,000	50,000	?	2
방글라데시	750	8.86	6,645	18,750	61.7	2
인도네시아	700	7.4	5,180	17,500	81.3	2
필리핀	200	6.12	1,224	5,000	?	2
베트남	650	6.90	4,485	16,250	20	2.5
계	4,300	6~8.86	29,534	129,220	20~81.3	2~2.5

주) 종자량은 25kg/ha 기준

표 41. 중국의 일대잡종 종자 수출량 (단위: 톤)

국가	2010년	2012년
베트남	18,000	14,000
방글라데시	11,000	8,000
인도네시아	7,500	8,000
파키스탄	3,500	6,000

(2) 세부프로젝트 최종 목표

- 종자수출 : 500만불 이상
- 종자생산성 : 2~2.5톤/ha 이상
- 종자순도 : 97% 이상

(3) 세부프로젝트의 추진체계 및 전략

- 기술개발 추진체계
 - 현지 협력기관과의 유대강화
 - 기존 종자생산 시스템 사전 탐색
 - 기상환경, 교통수단, 노동력 등을 고려한 종자생산 적지 물색
- 추진 전략
 - 현지 생산 전문회사와의 생산 증진기술에 관하여 공동 개발
 - 기후 권역별로 생산체계 구축
 - 생산 비용과 수송성을 고려하여 생산 적지 선정
 - 기존 품종보다 종자순도 제고
- 연차별 추진 내용

수행 내용	1단계				2단계				
	2013	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21
· 종자생산 지역 탐색 및 기반 조성	—————								
· 소규모 종자생산 시험			—————						
· 규모화 종자생산					—————				
· 수출용 종자 최대생산 체계 구축						—————			

(4) 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항
공 통 지 표	중간모본(우량계통) 육성				
	품종출원 건수	국내			
		국외			
	품종등록건수	국내			
		국외			
	종자수출액(만달러)				
	수입대체 효과				
	국내논문	SCI			
		등재학술지		1	1
	국외논문	SCI			
		비SCI			
	국내특허	출원			
		등록			
	국제특허	출원		1	1
등록					
매출액	국내				
	국외				
기술이전(품종 보호권 처분)					
기술지원 및 공적원조					
특 성 지 표	인력양성		1	1	석.박사 과정
	기반구축 실적		3	3	일대잡종 종자생산 기반
	D/B 구축				
	분자마커개발				
	유용유전자원 수집 및 평가				
	인공교배(조합)				
	육성 계통수				

(5) 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 산학연 공동 협력 추진 가능한 전문가
 - 벼 일대잡종 종자생산 전문가
 - 종자 유통, 판매, 마케팅 전문가
 - 품질분석 전문가
 - 주요 병해충 판별 전문가
 - 해외의 현지 생산 전문가(위탁과제)

(6) 세부프로젝트 예산

세부 프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
	연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
프로젝트 3-1: 수출용 벼 일대집중 종자생산 기술개발 및 종자생산 기반 구축	정부(억원)	0.2	0.48	1.42	1.42	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	8.52
	민간(억원)	0.05	0.2	0.30	0.30	0.2	0.2	0.2	0.2	0.25	1.9
	합계	0.25	0.68	1.72	1.72	1.2	1.2	1.2	1.2	1.25	10.42

(7) 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

- 관련 없음

(8) 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	수출용 벼 종자생산 및 보급체계 연구		
세부 프로젝트명	수출용 벼 일대잡종 종자생산 기술개발 및 종자생산 기반 구축		
연구 기간	2013 ~ 2021(9 년)	연구비 지원범위	총 1,042백만원 (9년, 정부852백만, 민간190백만)
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 <ul style="list-style-type: none"> - 벼 일대잡종 종자 안정적인 생산체계 확립과 보급체계 구축 - 종자생산 기반 확충 3~4 지역 확충 ○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> - 종자생산성 : 2~2.5톤/ha 이상 - 종자순도 : 97% 이상 		
연구 필요 구성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인도와 베트남은 쌀 수출국으로 수출시장 확대를 위하여 양질 다수성 품종개발이 국가정책임 ○ 열대지역의 기상환경, 생태환경에 적응하는 종자생산 기술이 요구됨 ○ 종자생산국의 생산체계, 사회적 여건 등 파악이 필요함 ○ 종자수출국의 보급체계, 종자소득, 종자가격의 변화 등 마케팅에 관한 정보획득 ○ 민간육종회사의 일대잡종 품종개발 연구가 활발하며 해외에서 채종하여 반입도 가능하나 검역체계 등 수출입관리 업무파악이 필요함 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 종자생산비 절감을 위한 최대 종자생산 재배법 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 적정 종자생산 시기 및 지역 파악 - 이앙시기, 재식밀도, 시비량 시험 - 병해충 발생정보 및 대비책 연구 - 양친의 특성 차이에서 유발되는 문제점 해결 연구 · 불임친과 임성회복친간 출수기 일치를 위한 재배 시험 등 ○ 고품질 종자 생산 기술 및 지반 조성 <ul style="list-style-type: none"> - 종자순도 유지를 위한 격리재배 방법 연구 - 품종 선호도 조사 및 판매 전략 연구 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 양질 다수성 품종개발을 적극 장려하는 global 정책 추진으로 수출전망 밝음 ○ 기존 종자가격 보다 저렴한 가격으로 판매되면 잡종종자 재배면적은 크게 늘어날 것으로 전망됨 ○ 관련 연구를 통하여 우리나라의 벼 일대잡종 기술수준 향상 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 종자사업을 수행하는 민간연구소 ○ 신청 요건 : 수출 대상국(지역)에 지점을 운영하는 기업체 ○ 기타 사항 : 		
Keyword	한 글	벼, 일대잡종육종, 2계통, 3계통, 종자생산, 종자순도	
	영 문	Rice, Hybrid breeding, 2 line, 3 line, Hybrid seed production, Seed purity	

2) 세부프로젝트 : 수출대상 국가별 시장개척 및 상품화 기술 개발

(1) 세부프로젝트 도출 배경

□ 국내 기술 현황

- 우리나라는 일대잡종 및 자식계 벼 종자에 대한 수출 실적이 없고, 원조용으로 일부 저개발국가에 벼 종자를 공급한 예는 있음.

□ 국외 기술 현황

- 벼와 같은 곡류사업은 정선, 보관, 운반 등에 있어서 규모가 크기 때문에 자동화 system에 의하여 정선 가공, 보관이 이루어지고 있으며 장치산업이라고 불리고 있음.
- 중국, 인도 등에서는 벼 종자의 품질향상 및 무병 종자를 공급하기 위한 색 선별기술 및 종자 소독기술이 발달되어 있음.
- 중국에서는 벼 품종의 홍보를 위하여 기업별로 매년 field day를 개최하고 있으며, 규모가 큰 회사의 경우는 500명 이상의 대리점 및 우수 농가를 초청함.
- 판매회사에서는 종자가공 및 보관이 가능한 outsourcing 회사를 활용하여 시설비용을 경감시키고 있음.

□ 국외 정책 현황

- 중국에 있어서는 벼 종자의 가공 및 보관시설 설치시 정부의 지원이 있음.
- 중국의 정부에서는 종자기업 지분을 일정부분 보유하고 있음.
(예, 년 3,200억원의 매출을 나타내는 중국 안휘성에 있는 합비풍락 종자회사의 38%의 지분을 가지고 있음)
- 중국에서의 식량작물을 품종개발에서부터 영업을 하기 위해서는 약 200억원을 투자하여야 되고 생산 및 판매에 있어서 중국정부의 견제를 받을 것으로 판단 됨.

표 41. 중국에서의 외국계 회사 중국 내에서의 곡류사업 사업진행 조건

구 분	관련내용	요구조건	비 고
외자기업 경영	합자회사 설립 필요 (독자경영 불허)	중국 : 외자 = 51 : 49 자본금:1억위엔 이상	
전국단위 경영	농업부 비준필요	자본금 : 3,000위엔	
지역단위 경영 省(성), 县(현)	성농업부 비준필요	자본금 : 500만위엔(省) 자본금 : 100만위엔(县)	

- 외자기업들은 정부방침에 의해 중국 기업과 합자회사 형태로 운영하면서 리스크 최소를 위해 중국 합자회사 측의 직원 수를 줄이고 외자기업 소속 직원 수를 다수 파견하여 합자회사 업무에 참여 시켜 감시 기능을 갖춘 운영을 하며, 지분율이 낮아 향후 발생 가능한

문제를 사전에 차단시키는 방법도 사용 하고 있음 (Syngenta).

- 중국에서는 벼 품종개발 및 판매를 위해서는 연구개발 비용, 생산지 확보 및 생산체계확립, 가공시설 비용이 많이 소요됨.
(중국 정부에서 중국기업에게는 생산비용, 가공시설비 지원으로 회사의 부담이 적음)
- 인도에서는 벼 교배종 생산, 가공, 보관 등 outsourcing 회사들이 잘 발달되어 있어서 초기 투자비용이 많이 들지는 않는다고 하며, Pioneer의 경우 일부는 outsourcing 업체에 위탁 관리 함.

□ 국외 시장 분석

- 아시아 국가의 쌀 시장 현황
 - 국가별로 중국이 벼 생산량과 생산성에서 세계 최고 수준으로 전세계 생산량의 29.5%를 점유하고 있으며, 인도가 20.7%, 인도네시아(7.7%), 방글라데시(6.8%) 순으로 나타났음.
 - 인도는 재배면적은 전 세계 벼 재배면적으로 27%를 차지하고 있으나, 생산성이 중국의 60% 수준이었음.
 - 뿐만 아니라 방글라데시와 인도네시아, 태국의 벼 재배면적은 남아메리카 지역의 전체 벼 재배면적보다 넓고, 베트남의 벼 재배면적은 아프리카 전체 벼 재배면적보다도 더 넓은 실정으로 아시아 지역이 전 세계 쌀 생산량 및 재배면적으로 90%를 점유하였음.
 - 대체적으로 동아시아 지역에 속하는 중국, 일본, 한국의 벼 생산성은 헥타 당 6.5톤 내외로 높은 수준이었으나 동남아시아 지역은 2.35~5.55 수준으로 나타났고, 특히 미얀마, 캄보디아, 라오스, 태국 등은 헥타 당 3톤 이하인 것으로 나타났음.
 - 아메리카 대륙에서는 미국과 남미의 브라질, 페루 등이 주요 쌀 생산국으로 나타났고, 유럽은 이탈리아, 스페인 등이 주요 생산국으로 전체 생산량의 0.45%정도를 차지하였음.
- 아시아 지역 주요 쌀 수출국
 - 2008년 이전 쌀 주요 수출국들은 태국, 베트남, 인도, 미국, 파키스탄, 중국 등으로 인데, 2003-'08년 연평균 세계 쌀 수출량(29,208천톤)의 85.6%에 해당되었으나, 최근 캄보디아, 미얀마 등의 쌀 수출국이 증대되고 있음.
 - 세계적으로 교역되는 쌀의 3/4 이상이 장립종인 장립종 쌀이고, 나머지는 대부분 중단립종 쌀이며, 기타 향미(香米)가 약 250만톤 정도, 찰쌀이 약 10만톤 정도 국제적으로 거래되고 있는 실정임. 우리나라와 같은 중단립종 쌀 수출국은 미국, 중국, 이집트, 호주 등이 있음.
 - 이처럼 세계 쌀 수출시장은 5~6개국으로 집중되어 있어 사실상 세계적으로 과점시장을 형성하고 있음.

표 43. 2011년도 주요 벼 생산국들의 생산현황

연번	지역	국가	재배면적(MHA)	생산성(t/ha)	생산량(MT)
1	동아시아	중국	29.87	6.55	137.00
2		일본	1.63	6.51	7.72
3		대한민국	0.89	6.51	4.30
4	남아시아	인도	42.86	3.52	95.98
5		방글라데시	11.70	4.06	31.70
6		파키스탄	2.10	3.57	5.00
7	동남아시아	인도네시아	12.08	4.67	35.50
8		베트남	7.61	5.55	26.37
9		미얀마	7.00	2.35	10.53
10		태국	10.37	2.87	20.26
11		필리핀	4.53	3.69	10.54
12		캄보디아	2.78	2.38	4.23
13		라오스	0.87	2.54	1.39
14		말레이시아	0.67	3.76	1.64
15	아메리카	미국	1.46	7.54	7.59
16		브라질	2.83	4.83	9.30
17		페루	0.39	7.28	1.94
18	EU		0.48	6.13	2.05
세계			157.73	4.35	463.94

USDA : <http://www.fas.usda.gov/>

표 44. 아시아 주요 쌀 수출국의 수출량 현황 (단위: 천 톤)

년도	2005	2006	2007	2008	2009	2010
태국	7,376	9,557	10,011	8,570	9,074	10,500
베트남	4,705	4,522	4,649	5,950	3,734	7,000
인도	4,537	6,301	3,383	2,123	2,228	4,200
파키스탄	3,579	2,696	3,050	3,187	3,000	4,000
캄보디아	350	450	500	800	1,000	1,000
미얀마	47	31	541	1,052	445	750
중국	1,216	1,340	969	783	619	500
일본	200	200	200	200	200	200
한국	91	161	0	4	4	3

USDA : <http://www.fas.usda.gov/>

- 아시아 지역의 쌀 수출은 태국, 베트남, 인도, 파키스탄 순으로 나타났으며, 대규모 수해가 있었던 2008년을 전후로 태국의 쌀 수출량이 급감하였다가 다시 증가추세에 있으며, 베트남, 미얀마 등은 2009년 쌀 수출량을 줄였다가 최근 다시 증가하는 추세이나 2011년에는 또다시 감소하였음.
- 2011년에는 쌀 수출의 절반이상을 차지하던 태국과 베트남의 시장 점유율이 급감하면서 인도가 새로운 수출 강국으로 부상하고 있음.
- 특히 태국은 자국의 쌀 가격을 국제가격 보다 높은 수준으로 책정하고 있는데, 쌀 수출가 인상을 위해 노력의 일환으로 베트남, 캄보디아, 라오스, 미얀마 등 주변 국가와 쌀 수출가 인상 및 마케팅 협력을 위한 공식 협력체를 출범예정(월스트리트 저널)이라고 함.

○ 아시아 지역 주요 쌀 수입국

- 쌀을 수입하는 국가들은 수출국들과는 달리 많은 국가와 지역으로 분산되어 있는 실정으로, 주요 쌀 수입국은 필리핀, 나이지리아, 사우디아라비아, EU, 인도네시아, 방글라데시, 이란 등인데, 이들 국가들은 전체 쌀 수입량의 약 31%를 차지하며 대부분 장립종 쌀임. 기타 수입국들은 코트디부아르, 이라크, EU, 남아공, 세네갈 등인데, 이들은 주로 장립종 쌀을 수입하며, 일본은 중단립종 쌀의 최대 수입국임.

표 45. 아시아 주요 쌀 수입국의 수입량 현황 (단위: 천 톤)

국가	년도						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
이란	150	1,460	1,430	1,470	1,000	1,400	1,500
필리핀	1,791	1,900	2,500	2,000	2,400	1,500	1,500
이라크	1,277	773	975	1,089	1,140	1,150	1,200
사우디아라비아	958	961	1,166	1,072	1,069	1,100	1,150
말레이시아	886	799	1,039	1,086	907	1,040	1,130
인도네시아	539	2,000	350	250	1,150	2,775	1,000
일본	681	680	533	750	649	700	700
방글라데시	531	1,570	1,658	150	660	1,400	650
홍콩	309	348	399	397	390	410	415
중국	654	472	295	337	366	600	400
베트남	350	450	300	500	400	500	400
한국	231	242	282	245	320	480	365

USDA : <http://www.fas.usda.gov/>

- 장립종 쌀은 태국에서 수출되는 쌀의 대부분을 차지하고 있고, 중국은 장립종은 물론이고 단립종 쌀도 수출하는데, 장립종 쌀은 아프리카나 아시아의 저품질 쌀 시장으로 수출하고 있음. 호주는 단립종은 물론이고 장립종 쌀의 일부도 수출하기 때문에, 중국과 호주는 동북아시아에서 미국과 경쟁을 함.

○ 중국의 쌀 시장 분석

- 중국의 종자 시장은 연간 500억(77억달러)원 수준으로 미국에 이어 세계 두 번째 로 큰 시장이며, 쌀 종자는 이 중 17%(3억원)에 해당되며, 8천 여개 이상의 중소 규모의 종자회사가 경쟁하고 있음(*Ministry of Commerce and the Ministry of Agriculture, Aug, 2011*).
- 중국은 최근 몇 년 동안은 장립종(인디카, indica)의 비율이 크게 감소되고, 중단립종(자포니카, japonica)의 생산과 총 쌀 생산이 상승하고 있음. 이는 주로 중단립종이 수입되고 장립종이 수출되는 국제 무역의 양상과 동일함.
- 1970년대, 1980년대에는 대부분 장립종을 재배하였으나 1990년대 이후 꾸준히 중단립종 쌀의 소비가 증가하고 있음. 1980 년부터 2005 년까지 장립종의 비율이 89.2 %에서 71.3 %로 하락하였고, 중단립종의 비율은 총 쌀 생산에 10.8%에서 28.7%로 증가하였음.

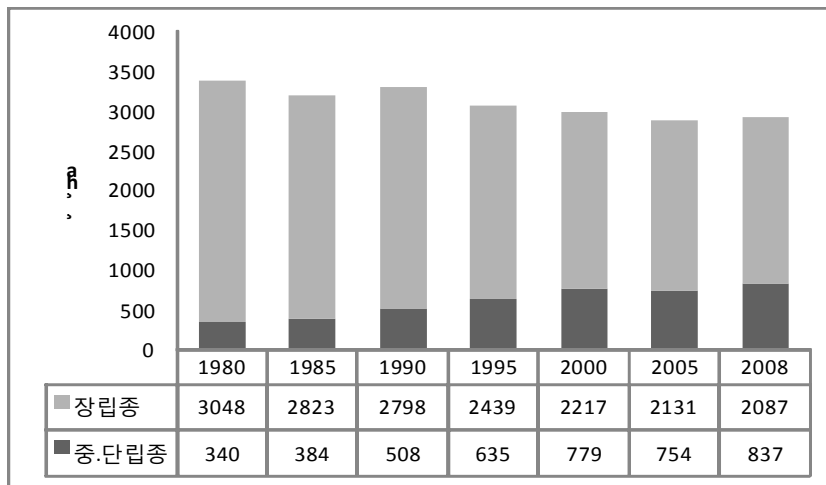
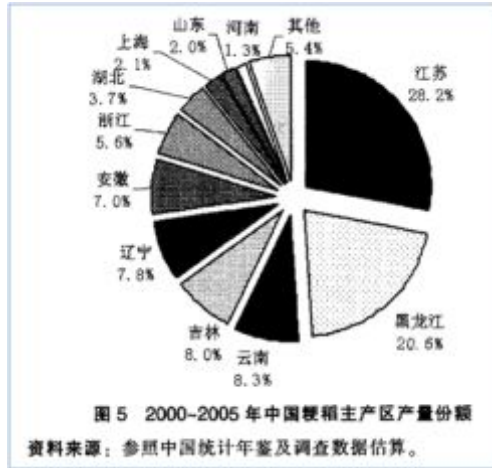
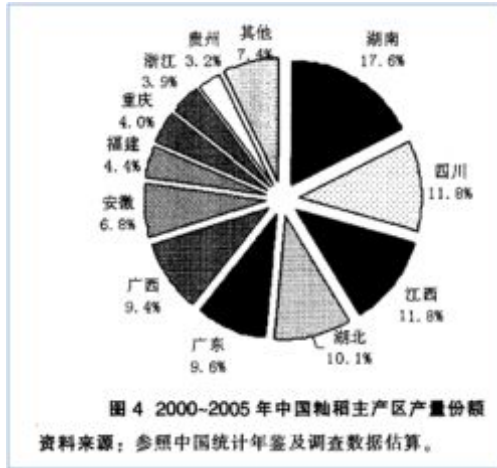


그림 21. 중국의 중단립종 쌀 재배면적 추이(1980~2008) (농촌경제연구원, 2009)

- 중국은 하이브리드, 장립종, 단립종 등이 지역별로 집중, 소비되는 형태를 보이고 있는데, 장립종의 경우 하이난, 광둥, 광시, 후난, 후베이, 윈난, 귀저우, 쓰촨, 충칭, 복건성, 장시성, 절강, 강소, 안휘, 산서 및 허난성 등 중국 남부에 16 지역에 분포하였고, 지역별 장립종의 비율은 각각 후베이(87%), 안휘(70%), 귀저우(92%), 허난(75%), 절강(65%), 운남(32%) 순으로 나타났음. 특히 2000년부터 2005년까지에서 생산에서 후난, 쓰촨, 장시성, 그리고 후베이 등 4지역에서 장립종 쌀의 50% 이상이 생산되었음(그림 22).



Wang Fang, CAAS, 2004.

그림 22. 중국에서 성별 인디카형 및 자포니카형 생산 비율

- 중단립종은 흑룡강, 요녕성, 길림성, 안휘, 강소, 상해, 절강 등 주로 중국의 북쪽지역과 남서쪽 지역에 분포함. 2000년부터 2005년까지 자료에서 강소성과 흑룡강성에서 중국 중단립종 쌀의 48.8%가 생산됨을 보여 줌(그림 22)

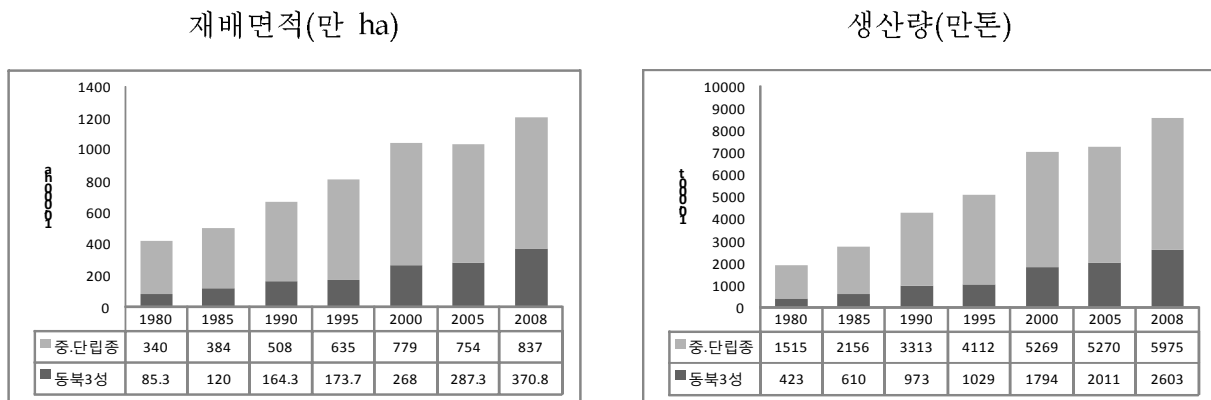


그림 23. 중국 동북 3성의 중단립종 쌀 재배면적 추이(1980~2008) (농촌경제연구원, 2009)

- 특히 동북3성(요녕, 길림, 흑룡강)의 중단립종 쌀 재배면적 및 생산량은 전체 중단립종 재배면적 및 생산량에 44.3%, 43.6% 수준임.
- 중단립종의 소비지역은 북쪽은 북경, 천진 및 그 주변 도시이고, 남쪽은 상해를 중심으로 그 주변 지역이 주요 소비 지역임.

○ 중국의 하이브리드 쌀 시장 분석

- 중국의 하이브리드 쌀 종자 생산은 254,000 MT(2010년 6월/11월 기간)에 이르며, 하이난, 호남, 장시성, 복건, 사천 등이 주요 생산 지역임.
- 흑룡강성, 요녕성, 길림성 등 중국의 북동부 지역은 기존의 중단립종 단일재배에서 하이

브리드 쌀 생산으로 변화하고 있어 하이브리드 쌀 종자 가격이 계속 증가 할 것으로 기대 됨.

- 하이브리드 쌀 종자의 가격은 2007~2008년 급격히 상승하였으며, 가격 또한 합리적이고, 안정화 되는 특성을 보였으며, 2008~2009년은 가격 인상과 성장 속도가 다소 감소 하였으나 지속적인 성장을 보였고, 2009~2010년에는 하이브리드 쌀 종자 가격이 40 % 증가하였음.
- 2010/2011년 기준 일대잡종 벼 종자 생산은 254,000 MT에 이르렀는데, 일대잡종 벼 종자의 가격은 종자 비용, 딜러의 운영비용(생산농가, 회사운영 등), 광고비용 및 프로모션 및 개발 비용 등 4요소에 의해 결정된다고 할 수 있음. 또한 기후, 종자 생산 및 품질, 생산 재료비용, 농산물 시장 가격의 변동, 그리고 수요와 공급에 의해 영향을 받음.

표 46. 일대잡종 쌀 산업 관련 가격 변이(2009년)(Yuan ¥/kg)

Variety	Seed propagation	procurement price	Enterprise cost	Selling price
Common variety	5.6	10	2.8	19.8
Specialize variety	6	14	2.8	40

(China Rice Data Center)

○ 중국의 주요 종자 회사 현황

- China National seed Group Co., Ltd (<http://www.chinaseeds.com.cn/>)

주식회사 중국 국가 시드 그룹(CNSGC)은 중국에서 유일하게 중앙 시드 기업 (회사가 직접 중앙 정부에 의해 실행)임. CNSGC는 2010 년 여러 쌀 종자 회사를 인수하고 2011 년 초에 중국의 모든 주요 쌀 재배 기지에서의 경쟁력을 강화함. 2010년 1월 후난 성의 대표적인 종자회사인 Hunan Dongting 하이테크 씨 (주)의 대주주가 되면서 양쯔강의 중, 하류 지역에서 강한 경쟁력을 갖추었고, 2010년 광둥성의 남부 중국 쌀 종자 시장에서 강력한 경쟁력을 가지고 광둥 황금쌀 종자 유한 공사의 주주가 되어 광둥에서 최고 시장 점유율 확보하였음.

- LongPing High-Tech (<http://www.lpht.com.cn/>)

LongPing High-Tech 1999년 6월 30일에 설립된 농업회사로 중국 과학 기술부와 High-tech enterprise of Chinese Academy of Sciences의 인증을 받았고, 우수한 품종 증식 시스템, 현대적인 종자 처리 및 저장 시스템, 종자 품질 검사 시스템 및 시장 네트워크 시스템을 전국적으로 표준화를 통해 2011년 전체 쌀 종자 마케팅 15~20%를 차지하는 가장 큰 쌀 종자 회사가 되었음.

○ 방글라데시의 벼 종자산업 분석

- 방글라데시의 쌀 생산은 생태종별로 다른 양상을 보이는데 인도의 Aus형, 파키스탄 Aman형 미얀마 Boro형으로 구분되는데, Boro는 11월에서 1월에 심어서 4~5월에 수확하고, Aman은 5~8월에 파종하여 11~12월에 수확하며, Aus는 3~5월에 심어서 7, 8월에 수확하는 형태임.
- 2010/2011 시즌 기준으로 각각의 쌀 재배면적은 115만ha(10%), 563만ha(49%), 472만ha(41%)이고, 생산량은 각각 213만 톤, 1,279만 톤 1,862만 톤 수준임.
- 정부 차원에서 생산성이 높은 하이브리드 쌀 생산을 장려하고 있으며, 대부분 Boro 시즌에 집중되어 쌀 생산성이 3.89(t/ha)으로 Aus, Aman의 1.85(t/ha), 2.27(t/ha)에 비해 높은 수준임.

표 47. 방글라데시 쌀 생산면적, 수량

	Aus			Aman			Boro			Total Rice		
	Area (million hectares)	Produc- tion (tons)	Yield (tons/ hectare)	Area (million hectares)	Produc- tion (tons)	Yield (tons/ hectare)	Area (million hectares)	Produc- tion (tons)	Yield (tons/ hectare)	Area (million hectares)	Produc- tion (tons)	Yield (tons/ hectare)
1980/81- 1989/90	2,886	2,993	1.04	5,823	7,911	1.36	1,695	4,080	2.41	10,976	16,076	1.46
1990/91- 1999/2000	1,655	1,902	1.15	5,674	9,127	1.61	2,863	7,746	2.71	10,891	20,174	1.85
2000/01- 2009/10	1,095	1,727	1.58	5,505	10,956	1.99	4,182	14,589	3.49	11,328	28,388	2.51
2010/11	1,150	2,133	1.85	5,630	12,791	2.27	4,780	18,617	3.89	11,975	34,513	2.88
Growth Rate (%) 1980/81- 2010/11	-4.43	-2.41	2.11	-0.30	1.55	1.86	4.69	6.63	1.85	0.19	2.86	2.67

Bangladesh, Bureau of Statistics 2011

- 방글라데시는 쌀 수입 의존도가 높은 국가로서 인도에서 주로 수입하고 있는데 자국내 쌀 가격 결정에 중요한 요소가 되고 있음. 2007~2008년 국제 쌀 가격이 급증하고 인도에서 쌀 수입 공급 중단으로 쌀 가격이 급등함에 따라 안정적인 쌀 수입원 확보에 집중하고 있음.
- 2006년 이전에는 방글라데시 정부의 대규모 국내시장 개입과 인도의 BPL 수입으로 안정적인 쌀 가격을 유지하였으나 2008년 이후 쌀 가격이 급등하였음.

○ 미얀마의 벼 종자산업 분석

- 미얀마는 지난 1962년 군부 쿠데타로 사회주의 정권이 집권하기 이전에는 연간 300만 이상의 쌀을 수출하며 한때 세계 1위 쌀 수출국 자리를 차지하기도 하였으나, 군사 정권이 쌀 산업을 국영화하면서 쌀농사를 제대로 관리하지 못해 쌀의 품질과 생산량이 떨어지면서 쌀 수출이 급감하였음.

- 최근 미얀마는 민간정부가 출범한 이후 경제 개혁의 일환으로 쌀 시장을 자유화하고 쌀 수출관세를 폐지하는 등 쌀 시장 활성화에 나서고 있으며, 고정환율제를 폐지하고 관리변동 환율제를 도입하는 등 경제 개혁 조치를 잇달아 취하고 있음.
- 미얀마는 2011년 84만4천200t의 쌀을 수출한 것으로 집계됐고, 2012년에는 전년보다 20% 증가한 100만t의 쌀을 수출하겠다는 계획을 세운 것으로 알려짐.
- 미얀마는 국민 1인당 연간 쌀 소비량이 평균 157kg으로 캄보디아, 필리핀, 인도네시아, 태국보다도 높은 세계 최고 수준임.
- 미얀마 내에는 현재 쌀 수출을 담당하고 있는 회사가 16개 정도 운영되고 있고, 쌀은 톤당 400달러 수준에 거래되고 있음.

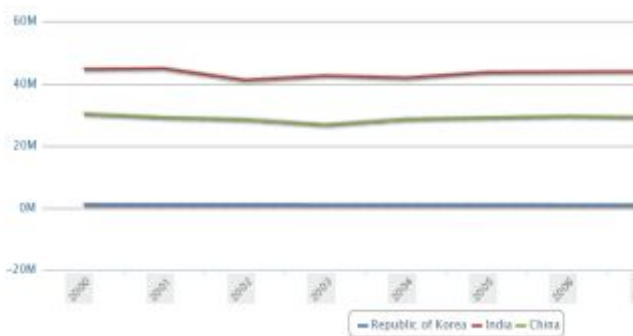
- 미얀마의 주요 쌀 재배지역은 크게 북부지역의 Kachin 지역과 중부지역인 Sagaing 지대, 그리고 남부지역인 Bago 및 Irrawaddy 등 지역임.
- 이라와디 강 중부지역을 포함하는 Sagaing 지역은 전체 재배면적으로 30% 정도를 차지하는 지역으로 이 지역에서 주로 재배되는 품종은 Ayeyar Min 품종(12만 ha)이 35% 정도 차지하고 Mawbe-2(6만2천 ha), Sin Akari-3(6만2천 ha), Paw San Mwe(5만 ha) 순으로 재배되고 있음. 각각의 수량은 4.45, 4.37, 4.38, 4.60(t/ha) 수준임.



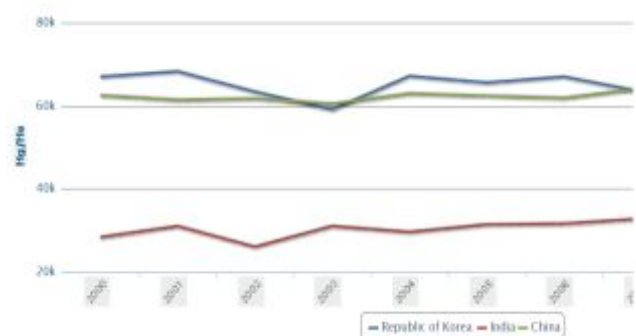
- 남부 Irrawaddy 지역은 전체 재배면적으로 25%를 차지하는 지역으로 Paw san Mwe(17만4천ha, 향미), Ayeyar Min(6만2천 ha) 2 품종이 전체의 90% 이상 재배되고 있음.
- 북부 Kachin 지역은 전체 재배면적으로 13% 내외를 차지하는 Sin Akari-3 품종이 거의 독점 (12만 9천 ha, 93%내외) 재배되고 있음.
- 중부 Bago 지역은 재배면적의 약 10%를 차지하며, Inn Ma Ye 품종이 6만 2천 ha로 65% 정도이고, Ayeyar Min이 만 ha(10.8%) 정도 재배되고 있음.
- 최근 미얀마에 민주화 바람이 불면서 외국 기업의 제제 조치가 풀리면서 미얀마 진출이 크게 늘어날 것으로 전망됨. 특히 변동환율제도에 의해 미얀마 화폐의 시장 환율을 그대로 반영할 수 있게 되어 과거와 같은 투자자 손실이 발생되지 않을 것이며 최근 미얀마는 농업을 국책사업의 하나로 다루고 있으며, 농업생산성 및 농산물가공능력을 향상시키기 위해 외국인 투자자들에게 상당한 특전을 주고 있음.
- 미얀마는 쌀 자체의 생산량은 많은 편이나, 도정이나 저장 설비가 낙후되어 있어 쌀의 품질이 낮고 생산성 또한 높지 않으므로 가공설비를 미얀마에 제공, 합작 운영 형태로 진출이 유리할 것으로 판단됨.

○ 인도의 벼 종자산업 분석

- 인도는 전 국민의 65%가 쌀을 주식으로 하며, 쌀 생산량은 전체 곡물생산량의 절반이상을 차지하고 있음.
- 인도의 벼 재배면적은 2011년 기준 4,286만 ha(USDA 2011)로 전세계 벼 재배면적으로 27%를 차지하고 있으나, 생산량은 벼 생산량과 생산성에서 세계 최고 수준으로 전세계 생산량의 29.5%를 점유하고 있으며, 인도가 20.7%, 인도네시아(7.7%), 방글라데시(6.8%) 순임.
- 인도는 재배면적은 전 세계 벼 재배면적으로 27%를 차지하고 있으며, 생산량은 전세계 생산량의 20%내외를 차지하고 있으나, 생산량 기준 중국의 70% 수준으로, 단위 생산성이 3.5톤으로 중국의 54% 수준이었음.(USDA 2011)



a) 쌀 재배면적(2000 ~2010)



b) 단위면적당 생산성(2000~2010)

그림 24. 한국, 중국, 인도의 쌀 재배현황 비교 (FAOSTAT, 2012)

- 인도는 급속한 인구 증가로 인해 2025년까지 약 130만톤(2011현재 95만톤 수준)의 벼 생산이 요구되고 있어 현재의 생산성으로는 약 1,300만 ha의 재배면적 확대가 요구되는 실정임.
- 인도의 벼 생산은 주로 편잡, 서벵갈, 우타르 프레데시, 안드라 프라데시 4개 지역의 생산량이 전체의 60% 이상 차지하고 있으며, 재배면적 확대가 어려움.
- 따라서 인도 정부는 적극적으로 다수계품종의 보급과 hybrid 품종 개발에 연구를 집중하고 있음.

○ 인도의 하이브리드 벼 확대

- 국제미작연구소(IRRI) 등과 공동연구를 통해 1,000계통 이상에 대해 각 지방의 대표품종과 비교, 생산시험을 통해 안정적인 생산성을 보이는 하이브리드 품종(평균 수량 6~8톤/ha)을 육성하였음.
- DRRH-1, KRH-2, Sahyadri, PHB-71 및 PA 6201 등은 공공 연구기관과 민간회사들에 의해 대규모 재배가 이루어지고 있음.
- Sahyadri는 대표적인 직파적응 품종으로 개발되어 생력재배에 활용되고 있고, Pusa RH-10은 대표적인 고품질 향미 하이브리드로서 Basmati 품종의 수출 가능성을 보여준

품종임.

- 하이브리드 쌀은 Punjab, Haryana, Coastal region 지역에 재배면적이 확대되고 있음.
- 중국의 하이브리드 품종은 품질 낮아 고품질 하이브리드 품종 육성이 요구되고 있으며, 남부지역에서는 기존의 장립종 hybrid종 보다는 고품질의 중립종(MS)을 선호하고, 일부 지역은 향을 선호하지 않는 등 다양한 품질 요구가 있어 이를 반영한 품종육성이 필요함.
- 또한 지역과 계절에 안정적인 생산성을 얻기 위해 BPH, 도열병 등 주요 해충 및 병에 대한 저항성 품종 육성이 필요함.

○ 인도의 쌀 수출 현황

- 인도의 농산물 수출은 농산물협동유통연맹(NAFED: National Agricultural Cooperative Marketing Federation)에 의해 이루어짐.

(<http://faostat.fao.org/> 2012)

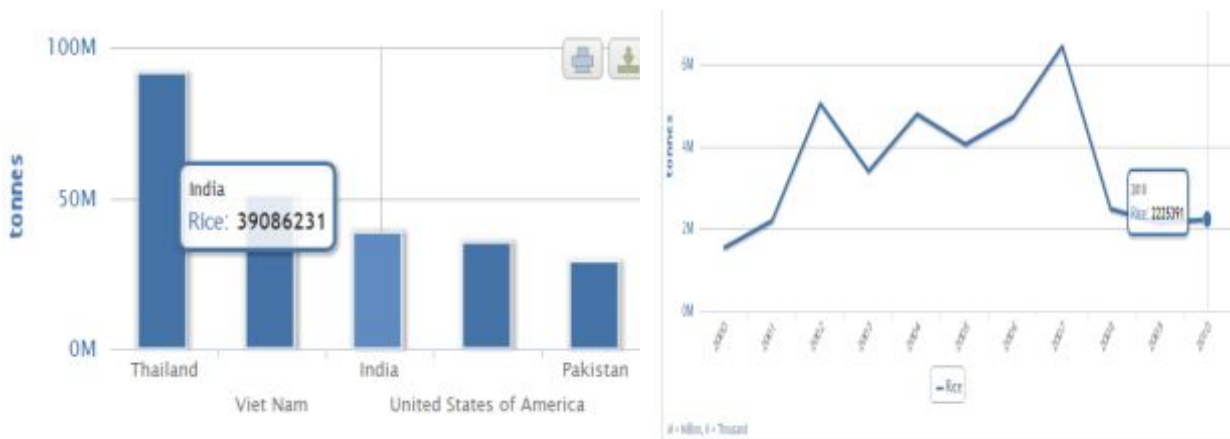


그림 25. 인도의 쌀 수출량 및 년차별 추이

- 연간 수출량 변이가 큰 편으로 2007년 6백만톤에서 2010년에는 2백만톤 규모로 감소하였음. 최근 10년간 평균 수출량 기준, 태국, 베트남에 이어 세계 3위 수준임 (그림 25).

○ 베트남의 쌀 시장 분석

- 베트남은 총면적 331,991km²로 한반도의 약 1.5배 정도로 국토의 70% 이상이 산악, 고원 구릉 지대로 이루어져 있음.
- 베트남의 경우 재배면적이 거의 일정하게 유지되면서 생산성이 지속적으로 개선되어 생산량이 꾸준히 증가하는 추세이나 최근 둔화되고 있음.
- 2010년 기준 벼 재배면적은 7백40만 ha이며, 쌀 생산량은 3천9백만t 이고, 평균 쌀 생산성은 4.73t/ha 수준임.

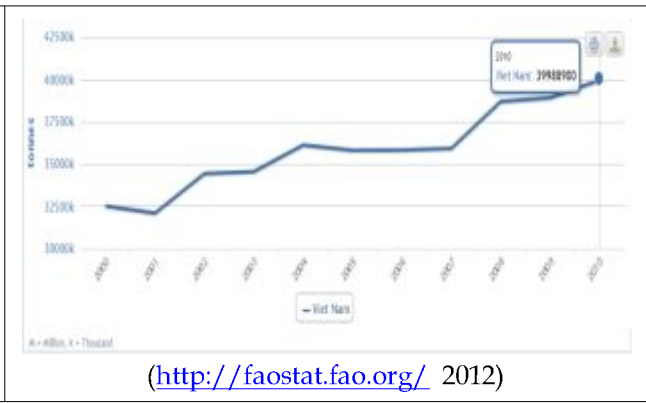
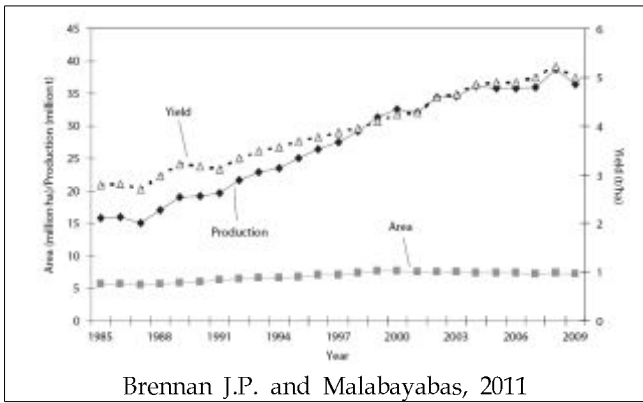


그림 27. 베트남의 쌀 수량성 및 생산량 추이

- 쌀 재배면적의 대부분은 남부지방의 메콩강 유역(3백8십만ha, 51%)과 북부 레드강 유역(115 만ha, 16%)에 집중되어 있으며, 단위면적당 쌀 생산성은 북부 레드강 유역이 가장 높았고, 중앙 고원지대와 레드강 서부 지역이 가장 낮았음 (그림 28).

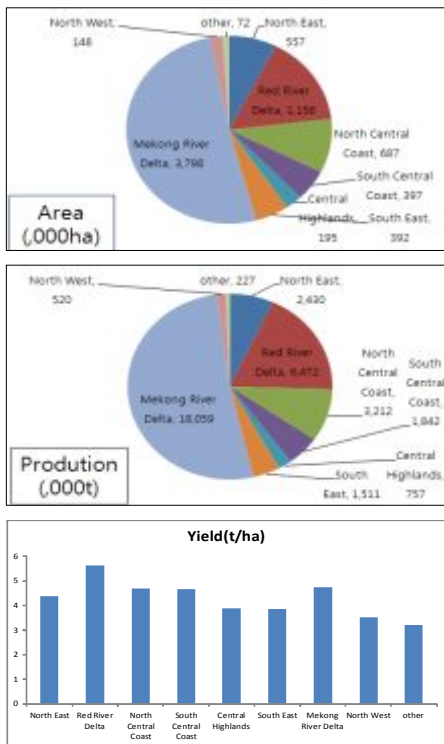


그림 28. 베트남 지역별 쌀 생산량 분포

○ 베트남에 있어서 하이브리드 쌀 생산 현황

- 베트남은 2000년 초부터 하이브리드 쌀을 생산하여 2010년 기준 약 60만ha에 일대잡종 쌀을 재배하고 있음. 이는 전체 쌀 재배면적으로 8% 수준이며, 생산성은 일반 벼의 1.3배 수준임 (표 47).

표 48. 베트남의 벼 재배면적 및 생산성

년도	재배면적(ha)			생산성(t/ha)		
	전체	Hybrid	비율(%)	전체	Hybrid	비율
2000	7,666,300	135,508	1.77	4.24	6.44	1.52
2001	7,492,700	480,000	6.41	4.29	6.48	1.51
2002	7,504,330	500,000	6.66	4.59	6.36	1.39
2003	7,452,200	600,000	8.05	4.64	6.26	1.35
2004	7,445,000	577,000	7.75	4.86	6.35	1.31
2005	7,326,000	553,000	7.55	4.89	6.5	1.33
2006	7,324,800	572,700	7.82	4.89	6.5	1.33
2007	7,180,700	620,000	8.63	4.99	6.5	1.30
2008	7,414,100	560,000	7.55	5.22	6.8	1.30
2009	7,440,100	709,816	9.54	5.23	6.82	1.30
2010	7,487,480	612,984	8.19	5.34	6.9	1.29

(관련 자료를 토대로 재정리함)

○ 베트남의 쌀 수출 현황

- 국제 쌀 수출의 20% 정도를 차지하며, 태국에 이어 세계 2위의 쌀 수출국임. 베트남 식품 협회의 최근 보고에 따르면 2012년 765만t 으로 세계 최대 규모가 될 것으로 예상함.

(<http://faostat.fao.org/> 2012)

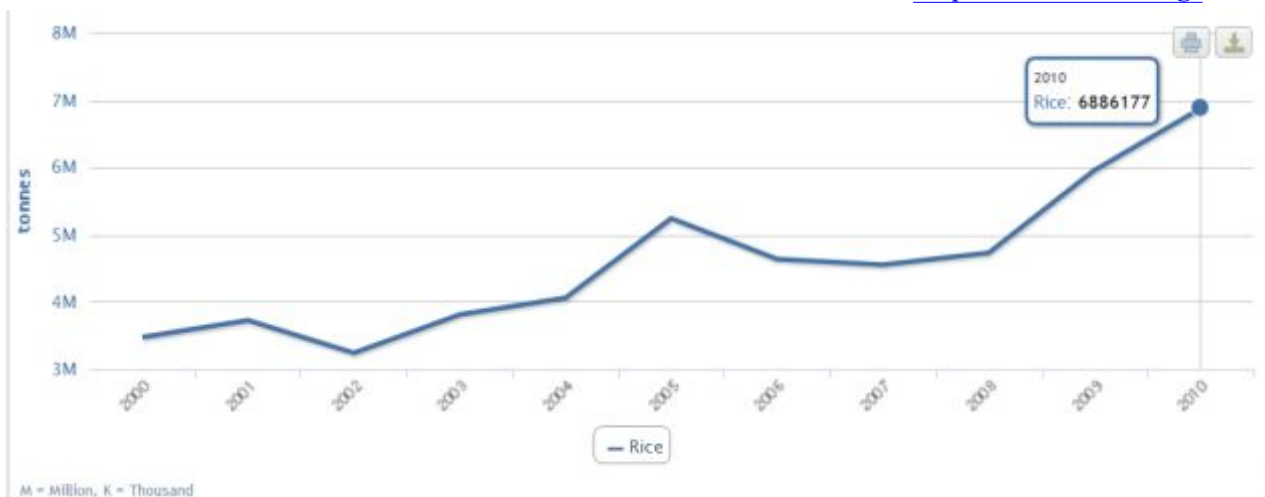


그림 29. 베트남의 쌀 수출량 추이

○ 벼 종자산업 발전을 위한 SWOT 분석

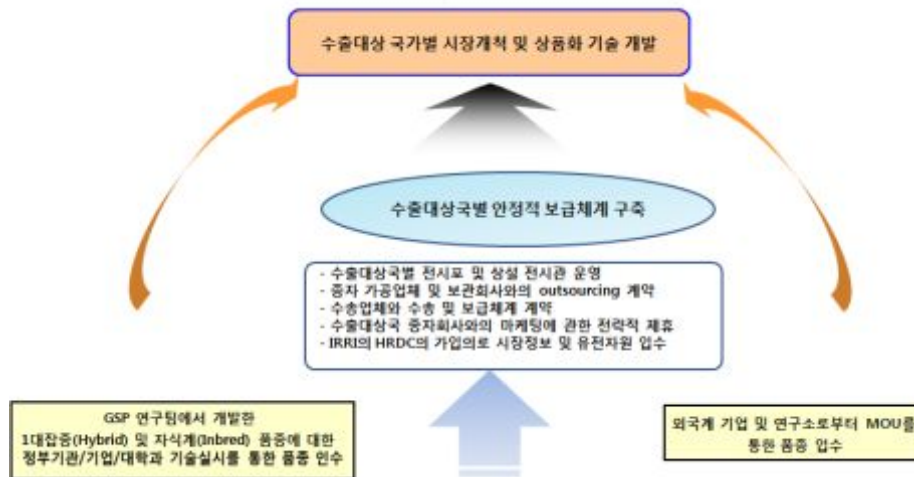
		강점 S	약점 W
		<ul style="list-style-type: none"> • 세계적인 고품질종 기술 보유 • 다양한 유전자원 보유 • GSP 등 정부의 종자산업 투자 의지 강함 • 종자산업법(품종보호권) 강화 • Indica 을 이용한 다수성 개발기술 보유 	<ul style="list-style-type: none"> • 민간기업의 벼 개발 및 판매 경험 전무 • 정부연구기관 중심의 개발로 수출용 품종개발 미흡 • 종자가격 매우 저렴 • 고배종 개발인력 부족 • 분자유종 기술 미흡 • 자본 부족
기 회 O	<ul style="list-style-type: none"> • 세계 인구 급증 • 국가별/지역별 다양한 품종 요구 • UPOV 품종보호 강화 • 틈새시장 활용 • HRDC 등으로부터 유전자원 확보 용이 • 채소종자기업의 해외 수출 경험 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 수출용 신품종 적극 개발 ✓ 벼 품종의 적극적 해외 시장 개척 ✓ 기업 중심/정부 지원 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 벼 종자 개발/관리의 민간기업 지원) ✓ 종자가격 현실화 ✓ 육종 및 종자산업 전문인력 양성
		SO전략	WO전략
위 협 T	<ul style="list-style-type: none"> • 국가별 식량작물에 대해서는 국가별 보호 장치/국유화 간존 • 종자 수출에 관한 생산/보급/판매 경험 없음 • 외국의 병해충 및 기후조건 다양 • 외국기업의 한국용 품종개발 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 해외 종자 생산 및 육종 기지 확보 (기업 중심/정부 지원) ✓ 목표시장 겨냥 계획적 품종 개발 ✓ 해외 시장 동향 모니터링 및 홍보 ✓ 대상국과 종자산업 협력체계 구축 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 옥수수 종자 R/D 및 인력양성 투자 확대 ✓ 경쟁력있는 글로벌 종자기업 육성 ✓ 수입억제 정책 필요 ✓ 위험요인에 대한 대응전략 수립팀 구성
		ST전략	WT전략

(2) 세부프로젝트 최종 목표

- 수출 대상 국가별 품종등록 규정 조사 및 대응방안 수립
- 수출 대상 국가별 시장 확대 전략 수립
- 수출 대상 국가별 global sales network 구축
- 2021년 수출 500만불 달성

(3) 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 종자 상용화 추진체계



□ 추진 전략

- GSP 벼 품종개발팀에서 개발한 품종을 인수하여 시장개척 및 판매
- 외국계 기업 및 연구소와 Royalty 계약 후 판매 (Royalty는 판매금액의 4%) 수준임.
- 현지 마케팅 회사와의 전략적 제휴로 현지 국가의 규정 및 제도 등의 정보 확보와 공동 마케팅 전략 수립
- 필리핀 국제미작연구소 HRDC(Hybrid Rice Development Consortium)에 가입하여 유전 자원의 도입과 시장 정보 파악
- Hybrid 벼 품종 및 판매 회사의 M/A 고려
- 마케팅 인력 양성 및 전략적으로 우수 인력 영입

□ 연차별 추진 내용

수행 연구내용	1단계				2단계				
	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21
· 대상국 농민재배 선호품종 특성조사	■	■							
· 소비자 선호 품종 및 소비형태 조사	■	■							
· 벼 종자수출 대상지역 기반 조사 - 보급품종, 생산 및 보급 체계 - 민간회사 종자시장 참여 현황 - 다국적 종자회사 마케팅 기술		■	■	■					
· 판매용 종자 상품화 관련 기술 - 저장, 소독, 포장, 보급		■	■	■					
· 벼 종자 오염 병원균의 소독 기술 개발					■	■	■		
· 벼 종자 최적의 보관기술 확립 (온도, aeration 등)						■	■	■	■
· 벼 순도 및 품질 향상을 위한 최적의 정선 및 선별 기술 확립					■	■	■		
· 경쟁력 확보를 위한 SWOT 분석						■	■	■	
· 수출 대상 국가별 전시포 설치					■	■	■	■	■
· 농민 교육 및 홍보 프로그램 수립						■	■	■	■
· 수출 대상 국가별 마케팅 포지셔닝					■	■	■		
· 수출대상 국가별 lisk 대응방안 수립					■	■	■		

(4) 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항
공 통 지 표	중간모본(우량계통) 육성				
	품종출원 건수	국내			
		국외			
	품종등록건수	국내	2	2	
		국외	8	8	
	종자수출액(만달러)		500	500	현지생산종자판매액
	수입대체 효과				
	국내논문	SCI			
		등재학술지	1	1	
	국외논문	SCI			
		비SCI			
	국내특허	출원			
		등록			
	국제특허	출원			
		등록			
매출액	국내				
	국외				
기술이전(품종 보호권 처분)		5	5		
기술지원 및 공적원조					
특 성 지 표	인력양성		1	1	석.박사 과정/마케팅전문가
	기반구축 실적		4	4	종자생산기반 구축
	D/B 구축		2	2	보관 및 마케팅
	분자마커개발				
	유용유전자원 수집 및 평가				
	인공교배(조합)				
	육성 계통수				

(5) 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 산학연 공동 협력 추진 가능한 전문가
 - 종자 가공 및 보관 전문가
 - 육성가
 - 마케팅 및 영업 전문가
 - 국제 협력 전문가
 - 해외의 현지 국가의 종자관리 전문가

(6) 세부프로젝트 예산

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계
	연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
3-2 수출대상 국가별 시장개척 및 상품 화 기술 개발	정부(억원)	0.15	0.4	0.98	0.98	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	8.46
	민간(억원)	0.05	0.2	0.3	0.3	0.28	0.28	0.28	0.28	0.33	2.3
	합계	0.20	0.6	1.28	1.28	1.47	1.47	1.47	1.47	1.52	10.76

(7) 종자개발을 통한 수출증대 전략

- 수출 대상 국가별 주요 고객의 특성 분석
 - ⇒ 고객의 소비성향, 품종 특성에 대한 고객의 니즈 분석
- 수출 대상 국가별 경쟁력 확보를 위한 SWOT 분석
 - ⇒ 국내의 종자기업은 다국적 기업에 비하여 품종개발 능력, 자본력, 마케팅능력 면에 있어서 미약하기 때문에 강점과 기회를 중심으로 분석하되 위협과 약점에 대해서도 분석하여야 함.
- 전시포 설치와 농민 교육 및 홍보 프로그램 수립으로 시장 진입의 교두보 마련
 - ⇒ 전시포 적지 선정, 전시포 관리인 선정, 품종 특성표 및 홍보 브로셔 제작 및 배포, 전시포 초청 범위 선정(정부기관 관계자, 대리점 관계자, 농민, 생산 관계자, 마케팅 관계자)
- 수출 대상 국가별 마켓 포지셔닝
 - ⇒ 가격과 품질적인 측면에서 분석
- 수출대상 국가별 위험 최소화
 - ⇒ 벼 종자 최적의 보관기술 확립으로 위험의 최소화, 안정적인 종자 판매
- 수출 대상 국가의 국내회사와의 MOU 체결
 - ⇒ 판매력 증진으로 목표 판매금액 조기 달성
- 선진 회사 및 개인육종가의 우수품종 물색 및 판매
 - ⇒ GSP 품종개발팀에 개발한 품종의 수준이 낮을 경우를 대비하여 다국적 기업의 차별화된 품종의 도입 판매함으로써 고가판매 추진 전략 수립
- 수출 대상 국가별 우수 거래처 확보
- 곡류 전문 마케팅 및 영업 인력 확보
- 수출 대상 국가별 고품질의 품종의 보급으로 2021년 500만불 수출이 기대 됨

8) 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	수출용 벼 종자생산 및 보급체계 연구		
세부 프로젝트명	수출대상 국가별 시장개척 및 상품화 기술 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021(9 년)	연구비 지원범위	총 1,076백만원 (9년, 정부 846백만, 민간 230백만)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input type="checkbox"/> 공공기반기술
연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종목표 : <ul style="list-style-type: none"> - 국내 2품종, 국외 8품종 이상 품종등록 및 종자수출 500만\$ 달성 - 벼 일대잡종 종자 안정적인 생산체계 확립과 보급체계 구축 ○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> - 수출 대상 국가별 품종등록 규정 조사 및 대응방안 수립 - 수출 대상 국가별 시장 확대 전략 수립 - 수출 대상 국가별 global sales network 구축 - 2021년 수출 500만불 달성 		
연구필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수출 대상 국가별로 벼 품종의 등록 및 규제에 대한 제도의 검토 및 분석 ○ 수출 대상 국가별 고객의 특성 분석으로 마케팅 및 판매전략 수립 ○ 수출 대상 국가별 전시포 설치 및 농가 홍보로 시장 진입 		
주요연구내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 벼 종자 오염 병원균의 소독 기술 개발 ○ 벼 순도 및 품질 향상을 위한 최적의 정선 및 선별 기술 확립 ○ 벼 종자 최적의 보관기술 확립(온도, aeration 등) ○ 수출 대상 국가별 주요 고객의 특성 분석 ○ 수출 대상 국가별 경쟁력 확보를 위한 SWOT 분석 ○ 수출 대상 국가별 전시포설치 ○ 농민 교육 및 홍보 프로그램 수립 ○ 수출 대상 국가별 마켓 포지셔닝 ○ 수출대상 국가별 lisk 대응방안 수립 		
시장전망 및 기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 벼 종자 최적의 보관기술 확립으로 risk의 최소화 ○ 수출 대상 국가별 농가 교육 및 홍보로 시장 진입의 교두보 마련 ○ 수출 대상 국가별 risk 최소화로 안정적인 종자 판매 ○ 수출 대상 국가의 local 회사와의 MOU 체결에 의한 판매력 증진으로 목표 판매금액 조기 달성 ○ 수출 대상 국가별 고품질의 품종의 보급으로 2021년 500만불 수출이 기대 됨. 		
자격 및 신청요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 해외 현지 법인 보유기업 및 국공립 연구기관 ○ 신청 요건 : 해외에서의 종자 마케팅 및 영업이 가능한 기관 ○ 기타 사항 : 		
Keyword	한 글	벼, 교배종, 종자 마케팅, 종자 판매	
	영 문	rice, hybrid seed, seed marketing, seed sales	

제6장 기대효과

1. 정책적 기대효과

- 식량주권 강화와 이미지 제고
 - 세계 각국이 식량안보 및 식량(종자)주권 강화를 위해 노력하고 있는 상황에서 우리나라는 식량 자급률이 OECD 국가 중 최저 수준 탈피
 - 우리나라는 IT 분야에서 국내 대기업이 글로벌 시장에서 국위 선양을 하고 있으며, 금번 GSP를 통하여 농·생명 산업 분야에서는 두각을 나타낼 것으로 기대 됨.
- 신성장 동력 개발
 - 고부가가치 종자 개발, 신소재 제품 개발 등을 통해 발전하는 농·생명산업은 IT, 조선, 자동차 등의 기존 산업과는 다른 새로운 블루오션 시장으로써 국가 산업 포트폴리오의 다양화에 기여하게 될 것임
- 쌀을 주식으로하는 저개발국가 공적 원조를 통한 국가 역량제고와 식량위기 대응 주곡 쌀의 안정적인 공급기반 협력 기반 확립

2. 기술적 기대효과

- 식량작물 분야 국가 R&D 및 기술 혁신을 통한 과학기술 역량 제고
 - 벼 품종개발 관련 세계 수준의 기술 역량을 통한 global 우량 벼품종 개발을 통한 식량작물 종자기술 강국으로 도약 기반 확립
 - 개발기술 기반을 화분과 곡실류 식량작물과 공유를 통해 새로운 종자개발 관련 원천기술 확보 및 종자 브랜드개발로 국가 경쟁력 강화
 - 수출대상 국가 및 지역 적응 품종개발을 위한 현지 육종에 관행 육종기술 및 첨단 분자유종 기술의 접목을 통한 새로운 육종기반 기술 확립
 - 기후변화 대응 핵심 유전자원 확보 및 이용을 통한 국내 재배용 벼품종 육성에 genetic diversity 확대로 재배안정성 확보
 - 차세대 마커개발 기술 확보, 다양한 환경에서 최고품질 벼 생산 기술 등 확립과 고품질, 기능성 품종개발 관련 신기술 개발 신수요 창출 및 벼육종 기반 확대
 - 주식인 쌀의 품종개발 및 종자산업에 대한 폐쇄형 국가 R&D 시스템을 개방형 · 창조형으로 진화시킴으로써 벼에 대한 국가 R&D 시스템을 한 단계 도약시킬 수 있을 것으로 기대됨
 - 연구주체들간 협력 연구체계 강화 및 개방형 혁신 연구체제 기틀 마련
- 종자 및 쌀 수출을 위해 수출대상국(지역) 현지 수확, 가공 및 상품화를 위한 관련 농기계, 가공산업 등에 대한 기술개발 및 역량 제고
 - 이앙, 수확, 도정 관련 농기계 개발과 종자소득, 가공, 상품화 관련 기술 역량 제고

3. 경제적 기대효과

- 사회적·국가적·글로벌 이슈에 대응할 수 있는 국가적 R&D 과제 추진을 통해 국가경쟁력 제고의 근간 마련
 - 수출 경쟁력을 갖춘 세계 최고 수준의 고품질 벼품종을 국가 전략품종으로 육성함으로써 세계 식량문제 해결에 기여
 - 중국, 동남아시아, 인도, 아프리카 등 인구증가율이 높고 식량이 부족한 국가들의 식량문제 해결뿐만 아니라 우리나라 통일을 대비한 식량문제 극복을 위한 기반 마련
 - 2021년 벼 GSP 종자수출 목표 달성을 통해 지속적인 종자산업 성장 및 확대를 통한 일자리 창출과 종자 수출 증대에 이바지 할 것임
 - 품종의 다변화로 식품산업, 농기계 산업 등과 융·복합되어 새로운 시장을 창출하게 될 것이며 경제 활성화 및 활력 증가에 기여할 것임
 - 내병성·내재해성 품종개발 기반 확대 및 품종보급을 통해 기후변화 대응 재배안정성 확충으로 주곡 식량안보 증대를 통한 애그플레이션 대응 역량 강화
 - 기후변화 대응 벼 품종개발 기술 확충을 통한 생산력 제고와 이에 따른 농산물 물가상승 억제

주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부·농촌진흥청·산림청에서 시행한 Golden Seed 프로젝트 품목별 상세기획의 최종보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부·농촌진흥청·산림청에서 시행한 Golden Seed 프로젝트 품목별 상세기획의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.