

213006-
05-5-CG
L00

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)

Golden Seed 프로젝트 사업 2년차 프로젝트 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003910-01

중
국
형
고
품
질
가
을
무
품
종
개
발

중국형 고품질 가을무 품종개발

2022.03.25

2022

프로젝트연구개발기관 /농업회사법인 대일국제종묘(주)
세부프로젝트연구개발기관/농업회사법인
대일국제종묘(주)
세부프로젝트연구개발기관/충남대학교 산학 협력단

농
림
축
산
식
품
부
농
림
식
품
기
술
기
획
평
가
원

농 립 축 산 식 품 부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “Golden Seed 프로젝트 사업”(기간 : 2017.01.01. ~ 2021.12.31.) 중국형 고품질 무 품종 개발 프로젝트의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 03 . 25.

프로젝트연구기관명 : 대일국제종묘(주) (대표자)

(인)

세부프로젝트연구기관명 : 대일국제종묘(주) (대표자)

(인)

세부프로젝트연구기관명 : 충남대학교 산학 협력단 (대표자)

(인)

참여기관명 : 북경대일한일국제종묘유한공사 (대표자)

(인)

프로젝트연구책임자 : 이상진

세부프로젝트연구책임자 : 이상진

세부프로젝트연구책임자 : 임현집

참여기관책임자 : 이숙순

국가연구개발혁신법 시행령 제33조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	213006-05-5-C GL00	해당단계 연구기간	60개월	단계구분	2/2
연구사업명	단위사업	Golden Seed 프로젝트사업			
	사업명	GSP채소종자사업단			
프로젝트명	프로젝트명	중국형 고품질 가을무 품종개발			
	세부프로젝트명	중국형 고품질 가을무 품종개발			
		바이러스(TuMV) 저항성 기작 연구 및 마커 개발 실용화 중국 고품질 무 판매확대 및 다변화 전략			
프로젝트책임자	해당단계 참여연구원 수	총: 95명 내부: 95명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부:1,536,000천원 민간:295,500천원 계:1,831,500천원	
	총 연구기간 참여연구원 수	총: 95명 내부: 95명 외부: 명	총 연구개발비	정부:1,536,000천원 민간:295,500천원 계:1,831,500천원	
연구기관명 및 소속부서명	대일국제종묘(주)			참여기업명 충남 대학교 산학 협력단	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명: 북경대일한일국제종묘유한공사			연구책임자: 이숙순	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	
-------------------------	--

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술요약 정보	소프트웨어	회합물	생명자원		신품종	
								생명정보	생물자원	정보	실물
등록·기탁 번호	2								MG200166 MG200167 MG200168 MG200169 MG200170 MW556025 MW556022 MW556023 MW556026 MW556027 MZ570590 MW556024 MZ570591	2021-512 2017-533 2018-639 2019-74 2019-75 7869 8362 8536 8535 40-2017-000220 40-2017-000995 02-0001-2017-71 02-0001-2018-51 02-0001-2019-10 02-0001-2019-12 02-0001-2021-05 02-0001-2021-43	

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약	보고서 면수
1. 품종개발 : 품종생산매신고 8건 품종보호출원 5건 품종보호등록 4건 2. 논문 : SCI 2건 3. 유전자원 : 등록 13건 4. 종자판매: 종자수출 376.744만 USD	131쪽

<요약문>

<p style="text-align: center;">연구의 목적 및 내용</p>	<p>본 연구 과제는 중국형 고품질 가을무 품종 개발 및 수출을 목적으로 현재 중국의 무 시장이 점차 고급화, 세분화 되어지는 상황에서 수출 증대를 목표로 근색, 직근성이 우수하며 바이러스에 저항성을 가지는 조생종, 중생종의 고품질 품종의 육성을 통해 중국 무의 시장에 수출 확대 및 판매 전략 다변화를 통한 수출 기반을 공고히 하는 것이다.</p> <p>제1세부: 중국형 고품질 가을무 품종개발 본 과제 연구는 세계 최대 무 시장인 중국의 가을무(여름, 가을재배 백수무, 청수무)의 고품질 품종 육성, 개발, 종자수출을 목적으로 하였다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 품종보호출원: 3품종 2. 품종등록: 4품종 3. 품종생산판매신고: 3품종 4. 종자수출 목표(USD): 1년차 40만불, 2년차 50만불, 3년차 30만불, 4년차 40만불, 5년차 125만불 <p>제2세부: 바이러스(TuMV) 저항성 기작 연구 및 마커 개발 실용화 본 연구과제는 무의 내병성 품종 육종을 위한 주요 바이러스 병해에 대한 국내(외, 중국)발생 조사를 바탕으로 무 바이러스 Infectious clone의 개발을 통하여 내병성 무 우량 품종 개발 지원을 목적으로 하였다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 내병성 평가용 국내·외 무 바이러스 수집 및 특성 평가 2. 국내 발생 무 바이러스 Infectious clone 제작 및 접종기술 개발 3. 병원성관련 바이러스 유전자 기능 탐색 및 분석 4. 바이러스에 따른 무 line별 저항성 품종 선발 지원 <p>제3세부: 중국 고품질 무 판매확대 및 다변화 전략 본 연구과제는 2019-2021년 3개년 사업으로, 주요 목표는 제1세부 연구과제로 육성된 고품질 가을무 품종에 대한 마케팅 다변화 전략을 통한 수출확대이다. 주요 연구개발 목표는 현지 시범포 사업을 통한 시교 확대 및 품종홍보, 현지 판매 바이어 관계망 강화 및 증대, 종자 박람회 참석을 통한 홍보부스 운영, 중국 무시장의 규모, 재배면적, 소비량 등 시장분석을 통한 수출 증대로 3개년 누적 수출 195만불을 달성하는 것이다.</p>
<p style="text-align: center;">연구개발성과</p>	<p>제1세부: 중국형 고품질 가을무 품종개발 본 과제를 수행하면서 중국 재래종의 유전자원을 도입하였으며, 품종개발 결과 슈퍼문, 명옥, AR1901, AR1902, 하미50 5개의 품종에 대하여 품종보호출원을 하였으며, 트로피칼3, 트로피칼어리, 슈퍼문, 명옥, AR1901, AR1902, DT1706, 하미50 8개의 품종에 대해서 생산판매신고를 진행하였다.</p> <p>동남아 국가 판매용인 트로피칼3, 트로피칼어리 2품종, 중국시장용 슈퍼문, 명옥, AR1901, AR1902, DT1706, 하미50 6품종을 생산 판매하였으며 중국,</p>

	<p>동남아시아 국가를 대상으로 연구기간 누적 229.4만불을 수출하였다.</p> <p>제2세부: 바이러스(TuMV) 저항성 기작 연구 및 마커 개발 실용화 본 과제는 무·배추 바이러스 전국 조사를 통한 국내 분포 TuMV inventory list (47 isolate) 확보하였으며, 무 병저항성 검정에 사용될 TuMV 6 isolate (KKH, KBC, KRS, KRS-3, KRS-8, KBC-8) 최종 선발하였고, 무·배추의 새로운 개발 품종에 대한 TuMV 병 저항성 검정을 가능하게 했다. TuMV, RaMV 를 이용한 발현 벡터 제작하여 무·배추의 유전체 특성 평가에 사용하도록 하였으며, RaMV를 이용한 조직배양을 배제한 새로운 유전자편집 기술개발을 통해 유전자편집 종자 생산을 가능하게 했다.</p> <p>제3세부: 중국 고품질 무 판매확대 및 다변화 전략 본 과제 주요 연구내용은 지역적응성 시험 및 시교사업 확대, 종자박람회 등을 통한 품종 홍보, 주요시장 규모, 재배면적, 종자소요량, 종자가격 등 시장 분석, 해외 목표시장 다각화 및 수출 마케팅 활동 강화이며, 중국 주요 무 재배지역인 하북, 하남, 산둥, 강소, 절강, 호북, 사천, 중경 등지에 현지 재배시험포 및 품종개발 시범포를 운영하였으며, 중국 북경, 천진, 산둥 수광, 강소 남경, 절강 항주, 호북 무한 등지의 종자박람회에 품종홍보부스를 설치하여 현지 바이어를 대상으로 품종홍보 및 판매망 구축 활동을 전개하였고, 매년 중국 무 시장에 대한 동향 분석을 실시하였다. 사업기간 BN133, QM40, 이상, RIA256, QR51, RZN6, RZN7, 아미백춘, 화이트스노우, 리버풀9, 리버풀11등 11품종을 수출하였다. 2019-2021년 3개년 연구기간 동안 중국 지역별 작형별 재배시험 13회, 시범포 10회, 종자박람회 전시포 6회, 국제종자회의 참가 9회, 품종 홍보 카탈로그 제작 2회를 실시하였으며, 누적 수출 164.2만불을 달성하였다.</p>
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>제1세부: 중국형 고품질 가을무 품종개발 본 연구에서 개발된 트로피칼3, 트로피칼어리 2품종은 인도, 동남아용 남방계 무로 현재 시장변화로 인해 판매가 감소될 전망이다. 연구기간 새롭게 육성된 고품질 조숙계통을 이용한 신품종 육성으로 변화된 시장에 지속적으로 대응해 갈 계획이다. 슈퍼문, 명옥은 중국용 청수무로 중국 청수무 시장은 주요 소비지역인 황하이북지역의 소득 증가로 고품질 다변화 품종으로 급속히 변화하고 있다. 상기 2품종의 개발판매를 지속하면서 만추대 조숙, 가을형 고품질 신품종을 계속 육성해나갈 계획이다. AR1901, AR1902, DT1706, 하미50 4품종은 중국용 백수무 품종으로 현재 시장점유율 20%를 점유하고 있고 향후 3-4년간 시장경쟁력을 유지할 것으로 예상되나 중국 로컬회사들의 강력한 도전이 예상된다. 향후 본 연구과제 수행기간 육성되어진 MS계통 및 우수재료를 이용한 선진적인 육성방법을 통해 중국 백색육 무 시장의 최근 변화에 대응하여 중남부 가을재배 백수무 시장에서 경쟁력있는 신품종을 계속 육성해나갈 계획이다.</p>

	<p>제2세부: 바이러스(TuMV) 저항성 기작 연구 및 마커 개발 실용화 본 과제의 연구성과를 활용하여 무·배추 바이러스의 지속적인 모니터링을 통하여 발생 예찰 및 농가 피해 최소화하며, RaMV 를 이용한 유전자 편집 기술을 바탕으로 특허 출원·등록 및 SCI급 저널에 투고할 예정이다.</p> <p>제3세부: 중국 고품질 무 판매확대 및 다변화 전략 본 연구에서 수행된 현지 재배시험 및 시범포 운영, 시장조사 및 상세 분석, 지역별 바이어 판매망 구축 등 제반 활동은 향후 지속적으로 중국 시장에 대한 신품종 육성 및 개발판매에 이용될 것이다. 중국 시장은 중국의 지속적인 경제발전과 국민소득증대로 많은 변화가 있을 전망이다. 저가 OP품종에서 고가 F1품종으로 종자가격의 상승, 가을무 위주의 재배 작형에서 주년재배체계로 전환, 저급한 재래소비시장에서 고급의 대형마트 소비로의 변화, 전통적인 무 소비형태에서 생식 소비로의 전환 등이 빠른 속도로 이루어지고 있다. 향후 이러한 변화에 대응하여 지속적으로 중국시장에 대한 품종 우위를 확보하고 수출증대를 이룩하는데 있어서 본 과제의 연구결과는 중요하게 이용될 것으로 기대된다.</p>				
국문핵심어 (5개 이내)	무	중국형	육성	바이러스	마케팅
영문핵심어 (5개 이내)	Radish	Chinese type	Breeding	Virus	Marketing

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

〈 목 차 〉

제 1 장 연구개발과제의 개요	8
제 1절 연구개발의 목적	8
제 2절 연구개발의 필요성	9
제 3절 연구개발의 범위	11
제 2 장 연구수행 내용 및 결과	13
제 1절 1세부 ‘중국형 고품질 가을무 품종 개발’	13
제 2절 1세부 위탁 ‘중국 시교 확대 및 마케팅’	42
제 3절 2세부 ‘바이러스(TuMV) 저항성 기작연구 및 마커 개발 실용화’	54
제 4절 3세부 ‘중국형 고품질 무 판매확대 및 시장 다변화 전략’	87
제 5절 3세부 위탁 ‘중국 시교사업 및 마케팅’	108
제 6절 연구결과	118
제 3 장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	121
제 1절 목표	121
제 2절 목표 달성 여부	121
제 3절 목표 미달성시 원인 및 차후대책	124
제 4 장 연구결과의 활용 계획 등	125
제 1절 결과활용 및 전망	125
제 2절 기대효과	125
참고문헌	127

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1절 연구개발의 목적

본 과제의 주요 목표는 품종 개발을 통해 중국 종자 시장을 겨냥한 상업화 과제로 본 과제를 통해 중국용 무 신품종을 개발하고 중국 무 종자 시장 전반에 걸쳐 수출 경쟁력을 강화하고자 한다. 본 과제를 통해 중국 무의 주요 타입인 백수계/청수계/OP종 무의 고품질 F1 종자를 개발하고, 중국 현지 네트워크 구축을 통해 향후에도 안정적으로 중국 수출이 가능한 체계를 구축하여, 국내 종자 업계의 중국 수출 증대를 이루고자 한다. 본 과제는 3세부 과제로 구분하여 제1세부는 중국 재래종을 이용한 가을무 품종개발, 제2세부는 바이러스(TuMV) 저항성 기작 연구 및 마커 개발 실용화, 제3세부는 중국형 고품질 무 판매확대 및 시장 다변화 전략연구(2019-2021년 3개년)를 세부사업과제로 구성되어 있다. 각 과제별 주요 연구목표는 아래와 같다.

1. 제1세부 ‘중국형 고품질 가을무 품종개발’ 연구 주요 목표

백수계, 청피청육색계, 조생남방계 고품질 계통육성, 병저항성(시들음병 외)검정을 통한 내병성 계통 육성, 중국 재래종 및 도입 육성계통을 이용한 F1품종개발(백수무, 청피청육무, 조생남방무), 중국 및 동남아 현지 시험재배를 통한 지역별 우수 F1조합 선발, 효율적인 원종증식 및 F1시교종자생산, MS(용성불임성)을 이용한 고순도 F1체종의 실용화, 상품화를 위한 현지 확대 시교시험, 동남아 및 서남아시아 국가의 지역종자전시회 참가 및 바이어 상담, 중국 및 동남아 바이어 초청 품종설명회 개최를 연구 주요 내용으로, 첫 번째, 2021년 5년차 종자 수출 250만불 이상 달성한다.

(1년차: 40만불, 2년차: 50만불, 3년차: 30만불, 4년차: 40만불, 5년차: 125만불)

두 번째, 품종 개발로 4품종 출원, 4품종 등록, 생산판매신고 3품종을 실시한다.

세 번째, 국내 시험재배: F1육성조합(30조합), 대비종 15품종을 진행한다.

네 번째, 중국현지 시험재배: 25조합, 대비종 20품종 × 1개소 진행한다.

다섯 번째, 아시아지역 현지시험재배: 4~5조합, 대비종 20품종 × 2개소 진행한다.

여섯 번째, 우수계통 육성을 위해 분리고정 및 소포자 배양을 통한 순계육성을 진행한다.

2. 제2세부 ‘바이러스(TuMV) 저항성 기작 연구 및 마커 개발 실용화’ 연구 주요 목표

국내 무 바이러스 조사, Cucumber mosaic virus(CMV) Ribgrass mosaic virus (RMV) Turnip mosaic virus (TuMV) Radish Mosaic Virus (RaMV) 의 발생지역 분포 조사, 국내발생 TuMV 와 RMV 의 Strain 분포 조사 및 Strain 별 infectious clones 제작, Strain 별 infectious clone 의 접종 방법 확립을 연구 주요 내용으로, 첫 번째, 무의 내병성 품종 육종을 위한 주요 바이러스 병해에 대한 국내(외, 중국)발생 조사를 바탕으로 무 바이러스 Infectious clone의 개발을 통하여 내병성 무 우량 품종 개발 지원한다. 두 번째, 내병성 평가용 국내·외 무 바이러스 수집 및 특성 평가를 진행한다. 세 번째, 국내 발생 무 바이러스 Infectious clone 제작 및 접종기술 개발 한다. 네 번째, 병원성관련 바이러스 유전자 기능 탐색 및 분석한다. 다섯 번째, 바이러스에 따른 무 line별 저항성 품종 선발에 기여한다.

3. 제3세부 ‘중국형 고품질 무 판매확대 및 시장다변화 전략’ 연구 주요 목표

육성 목적에 부합한 유망계통 육성, 교배조합 작성 및 우수조합 선발, 지역적응성 시험 및 시교사업 확대, 현지 판매 바이어 관계망 강화 및 증대, 종자박람회를 통한 품종 홍보, 중국 주요 시장에 대한 시장 분석, 해외 목표시장 다각화 및 수출 마케팅 활동 강화를 주요 연구 내용으로,

첫 번째, 중국 현지 지역적응성검정을 통한 유망조합 선발한다.

두 번째, 현지 시범포 사업을 통한 시교 확대 및 품종홍보를 진행한다.

세 번째, 현지 판매 바이어 관계망 강화 및 증대한다.

네 번째, 종자 박람회 참석을 통한 홍보부스 운영한다.

다섯 번째, 중국 무시장의 규모, 재배면적, 소비량 등 시장분석을 통한 수출 증대하여 종자 수출 2019년 30만불, 2020년 40만불, 2021년 125만불을 목표로 한다.

제 2절 연구개발의 필요성

2015년 중국의 무 재배면적은 약 120만ha로 백수계 품종(백수계, 남방계 F1/OP 포함)이 약 80만 ha, 청수계 품종(F1/OP포함)이 약 40만ha 정도 재배되고 있으며, 종자 소요량은 약 5,300ton 정도로 추정하고 있다. 중국 무 시장은 경제성장과 더불어 급격히 증가하여 약 367억원 규모의 시장을 형성하고 있으며 향후에도 고품질 F1 품종 보급으로 중국 시장이 급격히 증가될 것으로 전망하고 있다.

중국의 무 종자 시장은 봄, 여름, 가을, 겨울 등 재배시기와 청수, 백수 등 무 형태에 따라 다양한 로컬 타입의 시장으로 세분화되어 있고 과거 OP 시장이 F1품종으로 확대되고 있다. 그 중 백수계 무는 중국 전역에서 가장 많이 재배되고 선호되는 무 형태로 근피가 매끈하고 내부색이 순백색 품종이며, 봄 백수계 무는 중국 중부와 남부 지역에서 많이 재배되고 있다. 청수 무는 주로 중국 북방지역에서 많이 재배되며, 한국형 봄무와 일본형 봄무가 도입되어 산동성 및 동북3성 지역에서 주로 재배되고 있다. 작형이 점차 세분화되고 있어 이에 적합한 품종이 요구되고 있으며, 전반적으로 고정종에서 F1품종으로 전환되고 있는 추세로 봄무 경우 이미 F1 품종이 주를 이루고 있다. 남부 지역의 주 타입인 남방 관엽계 시장의 경우 가공용 OP 시장으로 주로 가을에 재배되며, 면적 및 종자 소요량이 가장 많으나 가격이 저렴한 시장이다. 중국 경제가 성장함에 따라 주년 공급을 요구하고, 양적인 부분보다는 품질을 요구하는 시장으로 전환되고 있는 추세로 OP에서 F1 품종으로 전환이 빠르게 진행되고 있다.

현재 중국의 경제 성장에 따라 고가의 외국 품종이라도 중국내 재배 작형 개발 또는 수요에 적합 할 경우 수입이 가능하게 되었으며, 특히 한국의 만추대성 품종이 수입되면서 기존에는 없던 봄 재배 작형이 중국 내에 정착하게 되면서 한국산 무 품종의 인지도가 상승되고 있는 추세이다. 따라서 앞으로 중국 지역별 재배작형 및 기호에 적합한 고품질 품종을 육성할 필요가 있다. 중국은 무를 장식, 생식, 샐러드, 탕, 무침 등 다양한 방법으로 요리하고 있으며 활용 목적에 적합한 다양한 자원을 활용하고 아직까지 만추대성 품종 육성 기술이 낙후되어 봄에 재배되고 있는 품종은 대부분 한국에서 수입하여 사용하고 있다.

현재까지는 주로 한국에서 수출하는 만추대성 무 품종과 일본에서 수입하는 무 품종이 재배되고 있으나 중국 종자회사들의 무 육성기술 수준이 한국의 육종기술을 도입하여 빠른 발전과

정에 있어 특성이 우수한 고품질 품종을 빠르게 개발하여 봄, 고랭지, 가을, 월동 무 작형의 재배시장을 우점할 필요가 있다. 중국 국공영 종자기업 및 사영기업들은 중국정부의 종자산업현대화 정책으로 막대한 지원을 받으며 빠르게 성장하고 있다. 지금까지 한국회사들이 공급했던 품종으로는 경쟁력이 상실되고 있어 신품종을 조속히 개발하여 중국의 무 종자 시장에서 지속적으로 우점적 지위를 확보할 필요가 있다.

무의 주요 병해는 시들음병, 뿌리혹병, 무름병, 검은무늬병, 뿌리썩음병, 바이러스 등으로 일본의 경우 시들음병과 뿌리혹병에 강한 품종이 육성되어 있으며 지속적으로 병 저항성 품종을 육성하고 있고, 중국 역시 병 저항성과 수송성, 만추대성 품종에 대한 요구도가 증가하고 있으며 고품질과 내병성을 복합적으로 갖춘 품종을 개발하여 높은 가격으로 판매함으로써 앞으로의 시장을 선도할 수 있다.

무에 발생하는 바이러스는 Cucumber mosaic virus(CMV), Ribgrass mosaic virus(RMV), Turnip mosaic virus(TuMV)가 국내 발생이 보고되었으며 최근 TuMV가 발생 보고가 2011년부터 매년 발생 보고가 있고, 현재까지 꾸준히 무 재배지에서 바이러스가 발생되고 있으며, 바이러스 발병에 의한 피해도 심각한 것으로 알려져 있다. 무 발생 바이러스는 곤충매개(진딧물)를 통한 전염이며 바이러스 매개 곤충의 발생상황에 따라 바이러스 감염 위험도가 높아지며 기후변화에 따른 외래 해충 유입에 따른 무 감염 바이러스의 증가와 다양한 isolate의 확산이 우려되고 있음. 최근 종자전염도 보고되고 있다. 무 감염 바이러스의 특징은 초기 감염시 병징이 나타나지 않아 노지 재배의 경우 정상적인 식물과 구별이 쉽지 않아 제거하지 않고 재배되는 경향이 매우 높아 수확 시 바이러스 전염으로 인한 무 생산량의 감소가 우려되고 있다. TuMV, RMV, CMV의 국내 무 감염 발생 보고가 있으나 각각의 바이러스의 isolate에 대한 병원성 조사가 없어 내병성 우량 품종의 선발이 어려움을 겪고 있으며, 대표적인 무 감염바이러스인 TuMV의 경우에는 infectious clone의 제작 보고되어 있으나 배추나 무에서의 접종 효율이 매우 낮고(in vivo 접종효율), infectious clone의 다양한 isolate의 미확보로 인하여 병원성 검증이 광범히 하게 이루어지지 않아 피해가 늘어나고 있어 무 감염 TuMV, RMV, CMV의 국내 분포 조사를 통한 다양한 isolate의 확보와 특성 연구가 필요하다. 따라서 각각의 바이러스 isolate를 이용하여 infectious clone(Infectious clone에 T7 promoter와 35S promoter 동시 삽입. In vitro transcription 및 in vivo inoculation을 가능하게 하여 접종 효율을 극대화 시킴)을 제작하여 다양한 무 바이러스 isolate 중 strain 분류가 필요하며 이를 바탕으로 우량품종의 선발에 유용하게 이용하고자 한다.

결론적으로 국내 강점 기술인 육종 기술을 활용하여 우수 종자를 개발하고, 지역별 현지 적응 시험을 통해 중국 시장을 리딩할 수 있는 품종 개발이 절실히 필요한 상황으로 본 과제를 통해 중국 무의 고품질 F1 종자를 개발하고, 중국 현지 네트워크 구축을 통해 향후에도 안정적으로 중국 수출이 가능한 체계를 구축하여, 국내 종자 업계의 중국 수출 증대를 통해 국내 종자회사의 역량 강화와 더불어 국익을 창출할 수 있을 것으로 기대된다.

제 3절 연구개발의 범위

1. 계통 육성

기 육성 계통과 현지에서 수집된 우수 유전자원을 이용한 교배조합 성숙모본 계통육성 및 소포자 배양에 의한 순계계통에 대하여 우수한 계통을 선발한다. 육성계통은 백수계, 청수계통으로 구분하여 근색, 근육형질이 우수한 내병성 계통을 선발하기 위해 가을노지 및 하우스재배를 하였으며, 선발된 계통에 대해서는 위황병, 뿌리혹병 생물검정을 통해 각 병에 대한 저항계통을 선발하였다. 또한 기반과제 연구팀의 지원에 의한 바이러스 검정을 이용하여 수출품종에 적합한 우수계통의 선발, 육성하였다.

2. 교배 조합 작성 및 국내 재배 시험

기존의 계통 및 새로 육성된 고품질 내병성 계통을 이용하여 각 재배 작형에 적합한 교배 조합을 작성하고 임성, 개화시기, 생산력 검정을 실시하였다. 국내 포장에서 1차 재배시험을 봄, 고랭지, 가을재배를 하여 각 재배 작형 이 우수한 조합을 선발하였다. 선발된 조합은 시교생산을 하여 현지 재배시험, 시범포에 공시하여 현지 우수 조합을 확정하여 대량시교생산 및 원종생산을 하였다.

3. 해외 현지 시험 및 시교 시험

국내 봄, 고랭지, 가을재배에서 1차 선발된 조합은 수출 대상 국가의 지역별 재배시험(국가별 지역별 하우스봄, 노지봄, 고랭지봄 여름, 가을, 월동재배)을 실시하였으며 선발된 우수조합은 확대시험, 시범포, 전시포 시험을 위해 확대시교생산을 하였고, 생산된 시교종자는 국가별 지역별 품종개발시험에 이용하였다

4. 원원종, 원종 증식 및 품종보호출원

현지에서 선발되어 상품개발이 확정되면 대상 품종들은 신속한 상품화 과정을 목적으로 원원종 및 원종을 생산하였다. 원원종 생산은 성숙모본선발을 인공교배로 진행하였고, 원종 생산은 대량 생산을 위해 CO₂처리시설을 이용한 벌 교배로 진행하였다. 상품개발 대상품종은 국내에 품종보호출원 및 생산판매신고를 진행였다.

5. F1 종자 대량생산

수출용 종자 대량생산은 시교생산과정에서 검토된 생산 매뉴얼에 따라 진행하였으며, 수출용 종자의 안정된 생산을 위하여 국내 채종포와 해외 채종지를 고루 배치하였다. 유전자원의 보호 및 고순도 종자를 생산하기 위해 종자생산친은 MS계통을 이용하였다. 품종에 따라 채종 재식비율을 달리하였으며, 대체적으로 종자생산친 대 화분친의 비율은 2대1로 하였다.

6. 바이러스 저항기작 연구 및 마커 실용화

국내 보고된 바이러스 분포를 조사한 후 조사된 바이러스의 염기서열 확보, variability 및 strain 조사 및 중국내 주요 수출지역 TuMV Strain 조사 및 분석을 통한 Infectious clone 제작하고, 바이러스 감수성/저항성 기작 연구를 위하여 바이러스의 감수성 유도 유전자 기작 확인: strain간 hybrid infectious clone 제작하여 무 바이러스 बैंकिंग 완성 및 바이러스 접종

기술개발 및 마케개발을 통해 무 육성을 지원하였다.

7. 개발 품종 홍보

개발된 품종에 대한 홍보는 현지 바이어와 연계하여 지역별 재배작형별 시범포를 운영하여 품종평가 및 품평회를 개최하여 대농민 홍보를 진행하였으며, 중국 주요 종자박람회에 홍보부스를 설치하여 판매 바이어와의 상담을 진행하였다. 현지 SNS활동 및 품종홍보 카탈로그 제작 등은 본 과제 위탁사업자인 북경 대일한일국제종묘유한공사와 공동으로 진행하였으며 판매위탁을 수행하였다.

8. 종자 수출증대 및 영업전략 마케팅 강화

종자 수출증대를 위해 주요 판매 개발은 현지 위탁사업자인 북경대일한일국제종묘유한공사 영업개발팀의 바이어 네트워크를 활용하였으며, 마케팅 강화 및 판매 다변화를 위해 중국 지역별 재배작형별 시장조사를 실시하고 변화에 된 환경에 능동적으로 대처하였다.

제 2 장 연구수행 내용 및 결과

제 1절 1세부 ‘중국형 고품질 가을무 품종 개발’

1. 우수계통 육성

가. 계통육성 및 세대진전

중국 남방계 관엽형의 대표적인 재래 품종인 양주백, 단엽 13호 등에 대한 백수무 가을 고품질 계통 육성과 중국 청수재래종의 대표적인 유현청, 청진청, 청수791 등에 대한 청수무 고품질 계통 육성을 목표로 기 보유 계통 및 수집된 재래종들과의 교잡후대분리를 진행하였다.

계통에 대한 특성 검정을 본 사업체의 김제육종연구소 시험포장에서 봄노지, 가을노지, 월동 하우스 재배로 2017년부터 2021년까지 총 952개의 공시계통에 대하여 293계통에 대한 선발을 진행하였으며 계통특성내역은 아래 표1(계통 성능검정 결과)과 같다.

표1. 계통 성능검정 결과

2017년도 봄 노지 계통 성능검정							
SN	엽장 (cm)	추대성 (1조-5만)	근장 (cm)	근경 (mm)	근색 (1-5)	바람들이 (1-5)	비고
225	34	5	37	4.8	3	3	
226	43	5	33	5.7	5	4	
227	38	5	33	7	3	3	
228	41.3	5	29	6.2	3	3	
229	41	5	35	6.5	5	3	
230	31.5	5	28	4.3	5	3	
231	49.6	5	32	5.7	3	4	
232	40.6	5	38	6.7	5	3	
234	38	5	37	5.5	4	4	
235	38	5	37	5.2	5	3	
236	39.5	5	27	4.7	3	4	
237	40	2	43	7	3	4	
238	36.5	2	9	5.2	3	5	
239	36.5	5	37	7.2	4	3	
240	37	5	30	7	3	3	
241	25	5	29	5	3	2	

*바람들이(1-5) : 1. 약하다 5.강하다
*근 색(1-5) : 1.매우 나쁨 5. 매우 좋음

2017년도 가을 노지 계통 성능검정							
SN	엽장 (cm)	추대성 (1조~5만)	근장 (cm)	근경 (mm)	근색 (1-5)	바람들이 (1-5)	비고

609	47.5	5	15.5	10.8	4	0	
610	54.6	5	19	16.4	5	0	
611	51.2	5	15.3	13.3	4	0	
612	49.5	5	15.5	10.3	3	0	
613	52.3	5	16.5	11.5	3	0	
614	52.2	5	17.5	12	3	0	
615	53	5	16.5	12	4	0.5	
616	53.3	5	15	9.5	4	0	
617	58.2	5	12	11.1	5	0	
618	43	5	41.5	5.5	3.5	0	
619	75	4	13.7	11.5	4	0	
620	58.8	3	14	8	4	0	
621	42.3	5	22	8.3	3	5	
622	37.5	5	24	8.3	2	4	
623	44	5	27	7.5	2	2	

*바람들이(1-5) : 1. 약하다 5.강하다

*근 색(1-5) : 1.매우 나쁨 5. 매우 좋음

2018년도 봄 노지 계통 성능검정							
SN	엽장 (cm)	추대성 (1조-5만)	근장 (cm)	근경 (mm)	근색 (1-5)	바람들이 (1-5)	비고
251	34	2	18	7	3	4	
252	38.5	5	14.5	7.8	4	3	
253	40.4	2	20	7.5	4	4	
254	40	5	17	8.4	3	4	
255	34	5	18	8.5	3	3	
256	32	5	16	7	4	3	
257	38.5	5	16	6.5	3.5	3	
258	37.7	5	17	7	3	3	
259	38.8	5	19	6.6	3	4	
260	40	3	20	7.5	2.5	4	
261	37	5	23	8.2	3.5	4	
262	43	5	21	7.5	3	3	
263	40.5	2.5	16	5.7	3	3.5	
264	33.5	2	14	8	3.5	4	
265	43.5	5	27	8.3	4	3	
266	40	5	21	7.7	3	4	
267	48.5	5	19	6	4	3	
268	44	5	19	6.1	3	3	
269	46.2	5	22	5.5	4	3	
270	36	5	24	6	3	4	
271	34	5	23	6.2	3	3	

272	27	5	32	5.5	3.5	4	
273	33	5	27	7.3	3.5	3	
274	37	5	25	7.7	3.5	4	
*바람들이(1-5) : 1. 약하다 5.강하다							
*근 색(1-5) : 1.매우 나쁨 5. 매우 좋음							

2018년도 가을 노지 계통 성능검정								
SN	세대	엽장 (cm)	추대성 (1조-5만)	근장 (cm)	근경 (mm)	근색 (1-5)	바람들이 (1-5)	비고
8004	G0	28.5	3	13	8	7	5	
8009	F4	26.4	3	19	7.5	11	5	
8024	F3	20.4	3	24.5	6	6.5	5	
8046	F6	28.5	3.5	19	6.5	15	5	
8047	F5	26.5	4	21.5	8	14	5	
8508	G0	20.4	4	32	7	5.5	5	
8509	G0	23.6	4	36	6.5	13	5	
8510	G0	20.8	3	28	6.5	9.5	5	
8511	G0	28.6	4	13	9	4.5	5	
8512	G0	26.5	3	11	8	4	5	
8519	G0	25.4	4	24	6.5	11.5	5	
8521	G0	24.3	3	18.5	7	7.5	5	
8523	F3	22.5	4	24	6.5	15	2	
*바람들이(1-5) : 1. 약하다 5.강하다								
*근 색(1-5) : 1.매우 나쁨 5. 매우 좋음								

2019년도 봄 노지 계통 성능검정							
SN	엽장 (cm)	추대성 (1조-5만)	근장 (cm)	근경 (mm)	근색 (1-5)	바람들이 (1-5)	비고
AQ-123	24.5	3	14.5	3.5	3.5	4	
AQ-125	26.5	4	16.3	3.5	3.5	3.5	
AQ-130	26.5	3.5	20.5	4.0	4.5	4	
AQ-132	24.5	3.5	20.7	4.5	3.5	4	
AQ-139	24	4	23.4	4.5	4	3.5	
AQ-141	28	3.5	22.4	4.8	3.5	3.7	
AQ-142	23.2	4	25.8	5.0	3.5	4	
AQ-143	21.5	4	26.7	4.8	3	4	
AQ-144	22.5	3	25.4	4.6	4	3.5	
AQ-145	28.4	3.5	25.0	4.5	3.5	3.5	
AQ-149	29.1	4.5	25.4	4.5	3	3.5	
AQ-154	30.6	3.5	22.4	4.6	4	3.5	
AQ-159	22.5	3.5	23.4	4.8	3	3	
*바람들이(1-5) : 1. 약하다 5.강하다							
*근 색(1-5) : 1.매우 나쁨 5. 매우 좋음							

2019년도 가을 노지 계통 성능검정

SN	엽장 (cm)	추대성 (1조-5만)	근장 (cm)	근경 (mm)	근색 (1-5)	바람들이 (1-5)	비고
AF-501	18.5	3.0	14.8	3.5	3.5	4	
AF-502	20.0	3.0	16.8	4.5	4.5	4	
AF-503	26.5	3.5	18.4	4.8	4.0	4	
AF-504	25.4	3.0	15.7	4.6	4.0	4	
AF-505	23.5	3.0	22.0	4.8	4.0	4	
AF-506	26.4	3.0	16.9	4.2	3.5	4	
AF-507	22.8	4.0	14.7	4.8	3.5	3.5	
AF-508	23.4	3.5	36.8	5.5	4.0	3.5	
AF-509	25.8	4.0	26.5	4.6	4.5	3.5	
AF-510	22.3	3.5	34.8	6.2	3.5	3	
AF-511	26.4	3.5	25.8	5.5	3.5	2.5	
AF-512	28.5	3.5	26.8	5.9	3.5	4	
AF-513	23.4	4.0	34.7	5.4	3.0	4	

*바람들이(1-5) : 1. 약하다 5.강하다

*근 색(1-5) : 1.매우 나쁨 5. 매우 좋음

2020년도 가을 노지 계통 성능검정							
번호	엽장 (cm)	추대성 (1조-5만)	근장 (cm)	근경 (mm)	근색 (1-5)	바람들이 (1-5)	비고
BF101	28.3	2.0	41.0	6.1	3.0	3.0	
BF102	38.7	2.0	27.5	5.5	4.0	2.0	
BF103	47.5	1.0	27.5	5.5	4.0	3.0	
BF104	43.5	2.0	42.0	5.5	3.0	3.0	
BF105	18.5	1.0	36.5	6.6	3.0	3.0	
BF106	51.0	1.0	35.5	6.5	3.0	1.0	
BF107	51.0	4.0	38.0	9.5	3.0	3.0	
BF108	38.1	3.0	43.0	4.5	3.0	3.0	
BF109	37.0	4.0	32.0	7.0	4.0	3.0	
BF110	38.0	4.0	30.3	6.5	3.0	3.0	
BF111	32.0	3.0	37.5	5.0	3.0	3.0	
BF112	36.6	4.0	31.0	5.5	3.0	3.0	
BF113	42.0	3.0	35.0	6.0	3.0	2.0	
BF114	41.1	3.0	37.2	6.5	3.0	3.0	
BF115	39.5	3.0	31.0	6.8	3.0	4.0	
BF116	37.7	2.0	26.4	6.8	4.0	4.0	
BF117	37.5	3.0	23.5	6.3	3.0	3.0	
BF118	40.3	4.0	31.0	7.0	3.0	3.0	
BF119	32.0	4.0	33.0	5.3	3.0	2.0	
BF120	43.3	3.0	31.5	6.5	4.0	3.0	
BF121	34.6	2.0	32.0	9.3	3.0	3.0	
BF122	40.5	2.0	32.5	6.4	3.0	2.0	
BF123	49.1	3.0	34.0	6.2	3.0	3.0	

BF124	40.1	2.0	31.0	6.0	4.0	4.0	
BF125	52.4	2.0	31.0	6.5	4.0	4.0	
BF126	31.6	3.0	28.5	5.3	4.0	5.0	
BF127	39.5	2.0	32.7	7.7	3.0	3.0	
BF128	36.5	3.0	26.5	9.5	3.0	3.0	
BF129	38.5	4.0	31.0	6.4	3.0	3.0	
BF130	36.9	3.0	28.9	6.0	3.0	4.0	
BF131	35.2	2.0	32.7	7.3	3.0	4.0	
BF132	30.8	3.0	32.0	6.1	3.0	4.0	
BF133	27.0	3.0	31.0	6.0	3.0	1.0	
BF134	31.1	2.0	29.5	7.1	3.0	1.0	
BF135	33.5	4.0	26.5	6.1	1.0	1.0	
BF136	28.4	2.0	21.5	6.5	3.0	3.0	
BF137	37.3	4.0	30.8	6.1	3.0	3.0	
BF138	43.8	4.0	30.5	7.4	3.0	3.0	
BF139	24.7	3.0	25.8	9.3	3.0	3.0	
BF140	31.7	3.0	30.0	5.3	3.0	3.0	
BF141	42.5	3.0	29.4	8.6	3.0	3.0	
BF142	32.7	3.0	31.3	8.2	3.0	3.0	
BF143	39.6	3.0	30.5	6.8	3.0	4.0	
BF144	32.5	3.0	26.0	8.0	3.0	4.0	
BF145	26.2	3.0	24.1	8.2	3.0	3.0	
BF146	29.2	4.0	22.2	8.1	3.0	3.0	
BF147	42.7	3.0	29.5	5.4	3.0	2.0	
BF148	33.1	3.0	27.0	5.6	3.0	3.0	
BF149	33.7	2.0	31.5	6.5	3.0	2.0	
BF150	35.3	3.0	32.3	6.0	3.0	2.0	
BF151	28.2	3.0	20.0	6.6	3.0	4.0	
BF152	38.5	3.0	29.0	6.3	3.0	3.0	
BF153	33.5	3.0	28.5	8.1	3.0	2.0	
BF154	29.3	3.0	23.5	7.2	3.0	3.0	
BF155	38.0	2.0	38.5	6.8	3.0	3.0	
BF156	22.7	3.0	38.0	6.8	3.0	2.0	
BF157	25.8	3.0	35.5	5.5	3.0	2.0	
BF158	25.5	3.0	38.2	5.6	3.0	2.0	
BF159	24.5	3.0	33.5	5.3	3.0	4.0	
BF160	22.5	3.0	29.5	7.0	3.0	4.0	
BF161	17.2	3.0	27.0	6.4	3.0	2.0	
BF162	34.1	3.0	41.0	8.3	2.0	2.0	
BF163	18.7	4.0	18.8	7.0	3.0	5.0	
BF164	38.5	2.0	39.0	9.5	3.0	3.0	
BF165	35.6	3.0	35.7	5.8	3.0	3.0	

BF166	30.0	3.0	35.5	6.9	3.0	3.0	
BF167	26.7	2.0	37.0	4.8	3.0	3.0	
BF172	26.5	2.0	33.2	6.4	3.0	3.0	
BF174	31.2	3.0	33.5	6.9	3.0	3.0	
BF176	29.2	1.0	39.0	6.3	3.0	2.0	
BF177	2.8	1.0	31.0	17.4	3.0	3.0	
BF178	35.5	1.0	33.7	7.5	3.0	3.0	
BF179	29.2	1.0	30.5	7.5	2.0	2.0	
BF181	32.2	1.0	31.5	8.5	3.0	3.0	
BF192	23.5	1.0	32.5	5.0	3.0	2.0	
BF193	33.8	3.0	38.0	7.3	3.0	2.0	
BF194	31.0	2.0	39.0	5.6	3.0	3.0	
BF195	29.5	2.0	35.6	4.5	3.0	2.0	
BF198	33.5	3.0	37.5	6.9	4.0	3.0	
BF200	31.7	3.0	35.2	6.8	3.0	2.0	
BF201	33.0	1.0	38.0	6.0	3.0	3.0	
BF203	27.2	3.0	26.5	6.0	2.0	3.0	
BF207	35.5	3.0	28.7	6.6	2.0	4.0	
BF210	24.6	3.0	28.5	5.1	3.0	3.0	
BF211	35.3	3.0	32.5	6.5	3.0	3.0	
BF212	22.3	3.0	32.0	4.9	3.0	3.0	
BF215	37.2	2.0	25.6	6.3	3.0	3.0	
BF220	28.3	3.0	23.7	5.8	3.0	3.0	
BF226	30.8	2.0	26.5	4.6	3.0	3.0	
BF227	27.3	3.0	28.7	4.2	3.0	3.0	
BF239	33.3	2.0	32.7	5.4	3.0	2.0	
BF240	28.2	3.0	2.5	6.9	3.0	4.0	
BF243	26.2	3.0	36.3	5.2	3.0	3.0	
BF244	34.5	2.0	32.0	5.3	3.0	3.0	
BF247	35.1	3.0	30.7	5.1	3.0	3.0	

*바람들이(1-5) : 1. 약하다 5.강하다

*근 색(1-5) : 1.매우 나쁨 5. 매우 좋음

2021년도 가을 노지 계통 성능검정							
번호	엽장(cm)	추대성 (1조-5만)	근장(cm)	근경(mm)	근색(1-5)	바람(1-5)	비고
CF-351	30.1	2.0	20.5	6.0	4.0	2.5	
CF-352	30.2	2.0	22.6	6.0	4.0	2.5	
CF-353	30.1	2.0	22.8	6.2	3.5	2.5	
CF-356	25.8	2.0	32.1	7.5	3.5	2.5	
CF-357	26.7	2.0	38.4	7.4	3.5	1.5	
CF-358	32.4	2.0	26.5	5.3	3.5	1.5	
CF-359	32.5	3.0	24.7	5.2	3.0	2.5	
CF-361	32.6	3.0	28.6	5.5	3.0	2.5	

CF-363	30.8	2.0	22.5	5.6	3.5	2.5	
CF-364	32.5	2.0	24.3	5.8	3.5	2.5	
CF-368	38.5	2.0	16.8	5.5	3.5	3.0	
CF-370	36.8	2.0	12.8	5.5	3.5	3.0	
CF-374	29.9	2.0	22.5	5.5	4.0	3.0	
CF-375	30.6	2.0	23.4	6.3	4.0	3.0	
CF-381	32.8	2.0	20.4	6.2	4.0	2.5	
CF-383	32.5	2.0	26.5	6.0	4.0	2.5	
CF-388	31.5	2.0	26.0	5.3	3.5	3.0	
CF-390	31.9	2.0	20.8	5.4	3.5	3.0	
CF-392	32.3	2.0	20.1	5.2	3.5	3.0	
CF-397	33.5	2.0	26.4	5.5	3.5	3.0	
CF-398	28.5	2.0	25.4	5.6	3.5	3.0	
CF-401	25.8	2.0	26.4	5.6	4.0	3.5	
CF-404	32.7	3.0	25.4	5.4	4.0	4.0	
CF-405	34.1	3.0	22.5	5.6	4.0	4.0	
CF-406	25.8	2.0	24	5.2	3.5	4.0	
CF-408	28.5	2.0	24.7	5.8	3.5	3.5	
CF-419	29.6	2.0	25.6	6.0	3.5	3.0	
CF-654	33.3	3.5	38.0	8.0	3.5	2.0	
CF-655	30.5	3.5	42.0	5.7	3.5	2.0	
CF-657	32.5	2.5	35.1	8.5	3.0	3.5	
CF-658	36.7	2.5	35.0	7.5	3.0	3.5	
CF-661	39.3	2.5	37.5	7.9	3.0	3.5	
CF-665	49.2	2.5	36.5	8.4	3.5	3.0	
CF-666	45.2	2.5	33.3	8.0	4.0	2.5	
CF-672	40.0	2.5	34.4	8.0	3.0	3.5	
CF-677	31.7	3.5	30.5	8.0	3.5	3.5	
CF-679	35.7	3.5	35.0	7.7	3.5	3.5	
CF-680	35.7	3.5	35.0	7.7	3.0	2.5	
CF-681	43.5	3.5	39.5	7.0	3.0	2.0	
CF-684	28.2	2.5	28.9	9.5	4.0	2.5	
CF-687	43.3	2.5	31.3	6.2	4.0	2.5	
CF-688	46.7	2.5	38.9	8.6	3.5	3.5	
CF-689	44.5	2.5	33.6	7.1	3.5	3.5	
CF-692	36.0	2.5	25.5	5.8	4.0	3.5	
CF-693	35.8	2.5	32.0	7.0	4.0	3.0	
CF-696	24.5	3.5	21.0	6.2	3.5	2.5	
CF-707	25.0	3.5	26.4	5.1	3.5	3.0	
CF-710	27.1	3.5	33.2	4.6	4.0	4.0	
CF-721	26.5	3.5	36.5	4.0	4.0	3.5	
CF-729	32.0	3.5	35.7	6.9	3.5	2.5	

CF-733	39.6	2.5	40.5	4.6	3.0	3.0	
CF-735	46.0	3.5	39.7	4.7	3.5	3.0	
CF-739	43.5	3.5	39.7	4.7	3.5	3.5	
CF-741	31.0	3.5	48.0	5.2	3.0	3.5	
CF-743	38.5	3.5	52.0	5.4	3.0	3.5	
CF-747	49.0	2.5	46.0	5.3	3.5	4.0	
CF-748	54.0	3.5	61.2	6.5	3.0	3.5	
CF-750	50.0	3.5	44.8	7.0	2.5	2.5	

*바람들이(1-5) : 1. 약하다 5.강하다
*근 색(1-5) : 1.매우 나쁨 5. 매우 좋음



그림1. 선발 우수계통 사진

나. 소포자 배양

중국무 고품질 계통의 다양한 유전자원 및 순계를 육성할 목적으로 2017년부터 2021년까지 42개의 계통에 대하여 국립원예특작과학원에 의뢰하여 소포자 배양을 진행하였다. 그 결과 총 561개의 배양체를 얻었으며, 이 배양체는 육묘하우스에서 월동하여 화분에 정식하여 봄에 개화하였다. 하지만 그동안 얻은 배양체의 수가 너무 적었거나 정식 후 개화를 시켰으나 반수체인 경우가 많아 그 결과가 미미하였다. 2021년 소포자 배양을 의뢰한 개체에서 DI-6번에서 매우 많은 양의 배양체를 얻을 수 있었으며 이후 정식 및 개화를 통해 순계를 획득하여 유의미한 결과를 얻을 수 있을 것으로 예상하고 있다. 5차년도 소포자 배양 결과는 표2(5차년도 소포자 배양 결과)와 같다.

표2. 5차년도 소포자 배양 결과

인계 번호	인수 번호	유형	세대	식물체수	엽형	배축색
DI-6-1	21-KK 14-1	일점홍, 자피자심	F1	7	관엽	연홍
	21-KK 14-2			7	관엽	연홍
	21-KK 14-3			11	절관	청
	21-KK 14-4			15	절관	청

	21-KK 14-5			16	절엽	연홍
	21-KK 14-6			20	절엽	청
	21-KK 14-7			15	절엽	청
	21-KK 14-8			20	관엽	청
	21-KK 14-9			19	절관	청
	21-KK 14-10			15	절관	연홍
	21-KK 14-11			14	절엽	청
	21-KK 14-12			8	절엽	보라
	21-KK 14-13			6	절엽	청
	21-KK 14-14			8	절엽	보라
	21-KK 14-15			13	절엽	청
	21-KK 14-16			6	절관	청
	21-KK 14-17			17	절엽	연보라
	21-KK 14-18			11	관엽	연보라
	21-KK 14-19			4	관엽	연보라
DI-7-1	21-KK 15-1	일점홍, 자피자심	F1	22	관엽	보라
	13			관엽	연보라	
	9			관엽	연홍	
	11			절관	청	
	1			관엽	청	
	14			절관	보라	
	9			절관	연보라	
	2			관엽	연보라	
	9			절관	연보라	
DI-9-1	21-KK 17-1	홍피백심	F1	6	절엽	홍
	9			절관	연홍	
	15			관엽	홍	
	5			관엽	연홍	

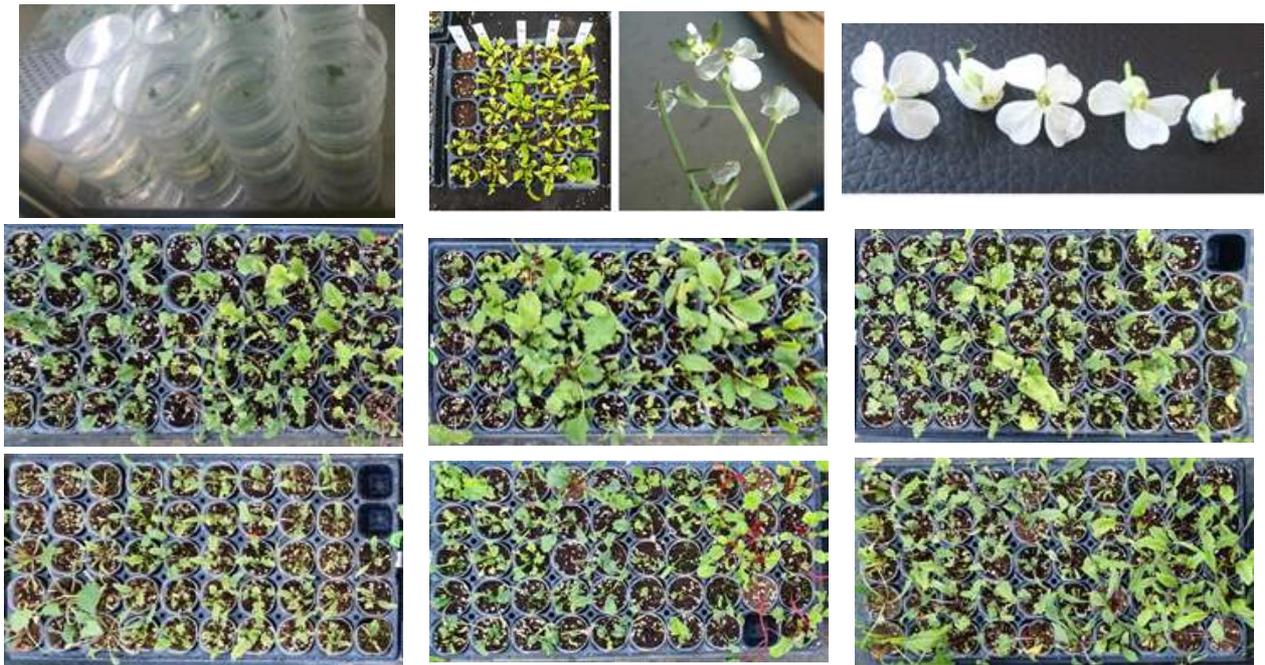


그림2. 소포자 배양사진

다. 병리 검정 및 SI 인자분석

무 시들음병(위황병) 및 뿌리혹병에 대한 저항성 계통 육성을 목적으로 한국화학연구소에 의뢰 병리 생물검정을 진행하였다. 시험 결과 위황병 저항성을 가진 18계통, 뿌리혹병 저항성을 가지는 2계통을 확인하였고 이들 계통은 위황병 및 뿌리혹병에 저항성인 고품질 계통 육성의 육성재료로 이용하였다. 그 결과는 표3(병리검정 결과)와 같다. 국립원예특작과학원에 의뢰하여 기 보유 고정계통 및 새롭게 육성된 우수 계통들에 대한 SI 인자 분석을 하였고 그 결과는 MS 계통 육성 및 조합작성에 이용하였다. SI인자 분석결과는 표4(SI인자 분석 결과)와 같다.

표3. 병리검정 결과

2017년 병리검정			2018년 병리검정				
line	평균	반응	No.	시들음병		뿌리혹병	
CH1	3.1	S		검정수치	저항성 판별	검정수치	저항성 판별
CH2	2.3	MR	1	0.6	R	4	S
CH3	2.3	MR	2	0.4	R	4	S
CH4	3.2	S	3	1	R	3.4	S
CH5	1.6	MR	4	0.5	R	2.3	S
CH6	2.8	S	5	2.2	MR	3.2	S
CH7	3.4	S	6	0.3	R	3.7	S
CH8	4.2	S	7	5	S	4	S
CH9	2.7	S	8	0.6	R	0	R
CH10	1	R	9	4.8	S	4	S
CH11	1	R	10	4.9	S	2.5	S
CH12	0.8	R	11	5	S	4	S
CH13	2.9	S	12	4.9	S	4	S
CH14	4.9	S	13	0.5	R	4	S
CH15	2.7	S	14	5	S	4	S
CH16	4.3	S	15	5	S	4	S
CH17	3.9	S	16	5	S	4	S
CH18	2.8	S	17	3.9	S	4	S
CH19	3	S	18	0.5	R	0	R
CH20	4.3	S	19	0.5	R	3.2	S
CH21	3.3	S	명산	0.8	R	-	-
CH22	3.5	S	백춘	5	S	-	-
CH23	3.8	S	길조	-	-	0	R
명산(R)	0	R	금봉	-	-	4	S
백춘(S)	4.5	S					

2020년 병리검정					
품종	평균	반응	품종	평균	반응
YR41	2.3	MR	YR62	4.3	S
YR42	3.7	S	YR63	4.9	S
YR43	4.7	S	YR64	1.9	MR
YR44	4.3	S	YR65	4.5	S
YR45	5	S	YR66	1.9	MR

YR46	5	S	YR67	4.4	S
YR47	4.7	S	YR68	3.1	S
YR48	4.2	S	YR69	2.1	MR
YR49	4.6	S	YR70	5	S
YR50	4.6	S	YR71	4.7	S
YR51	4.6	S	YR72	2.7	S
YR52	4.6	S	YR73	4.9	S
YR53	3.9	S	YR74	4.6	S
YR54	3	S	YR75	5	S
YR55	3.4	S	YR76	5	S
YR56	3.2	S	YR77	3.2	S
YR57	4.1	S	YR78	4.2	S
YR58	4.8	S	YR79	2.9	S
YR59	4.2	S	YR80	3.2	S
YR60	5	S	명산(R)	0.5	R
YR61	4.3	S	백춘(S)	5	S

표4. SI인자 분석결과

자가 불화합(SI) 검정 결과					
1	30	18	2, 30	35	29
2	21, 24	19	30	36	21, 24
3	21, 24, 2	20	30	37	10, 16, 29
4	21, 24	21	21, 24	38	10, 16, 29
5	8	22	2	39	30, 9
6	10, 2, 30, 29	23	31	40	21, 1
7	8	24	-	41	21, 5, 24
8	21	25	10, 16, 29	42	1, 30, 29
9	8	26	21, 24	43	21, 5, 24
10	8	27	21, 24	44	21, 5, 24
11	8	28	-	45	21, 5, 24
12	2	29	10, 16, 29	46	10, 29
13	2	30	30, 9	47	21, 5, 24
14	2	31	21, 24	48	21, 5
15	2	32	21	49	21, 24
16	2	33	29	50	2
17	21, 24	34	29	51	29

2. 교배 조합 작성 및 종자 생산

가. 조합 작성

중국 시장 지역별 작형별 고품질 무 품종 육성을 위한 교배조합은 백수무로는 황하이북 고랭지 여름 가을노지재배, 양자강유역 가을노지재배, 남부지역 가을 월동재배로 구분하고, 청수무는 중국 서북지역 고랭지 여름재배, 서남지역 봄 가을재배, 황하유역 하우스봄 노지봄 가을재배, 생식용 유현청계 품종으로 나누어 작성하였다. 2017년부터 2021년까지 인공 교배를 통하여 395개의 조합을 작성하였으며 생산된 교배조합 종자는 이후 국내 및 해외 현지 재배 시험을

통해 특성 조사를 진행하였다. 연도별 조합작성내역은 아래 표5(연도별 조합작성 목표 및 조합수)와 같다.

표5. 연도별 조합작성 목표 및 조합수

	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
목표	70	80	80	80	40	350
조합 작성	55	88	80	109	63	395

나. 원종 및 시교 생산

국내 조합성능시험 및 현지 재배시험 결과 성능이 우수한 조합 및 수출용 품종의 원종을 생산하고자 김제육종연구소의 하우스에서 각각 CO₂처리 및 벌 교배를 활용하여 채종을 하였으며 2017년부터 2021년까지 총 106.72kg을 생산하였다.

국내 조합성능시험 및 현지 재배시험 결과 성능이 우수한 조합의 현지 확대시험 및 시범포공시를 시교종자를 생산하였으며, 시교종자 생산과정에서 각 조합의 종자생산성 검정 및 생산특성을 조사하였다. 2017년부터 2021년까지 38조합 계 33.57kg의 시험 종자를 생산하였다. 연도별 원종 및 시교 생산량은 아래 표6(연도별 원종 및 시교생산량)와 같다.

표6. 연도별 원종 및 시교 생산량

	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
원종(kg)	26.0	22.3	22.9	18.95	16.57	106.72
시교(kg)	6.75	4.50	5.68	8.00	8.64	33.57



그림3. 원종하우스 사진



그림4. 시교하우스 사진

3. 품종 개발 시험

가. 국내 재배 시험

국내 재배시험은 본 사업체 김제연구소의 시험포장에서 봄/가을로 성능검정을 수행하여 봄에는 만추대성이며 저온비대가 우수한 조합을 가을은 바람들이, 생리장해, 바이러스 등에 안정적

이며 근형, 근색이 우수한 고품질 조합을 선발하였다. 2017-2021년까지 매년 작성된 신조합 395조합에 대해 성능 검정을 실시하였으며, 선발된 조합은 수출 대상 국가 현지 재배시험에 공시하였다.

(1) 2017년 김제 봄 청수무 재배시험

2017년 4월 19일 파종하여 2017년 6월 19일 수확 조사로 김제 육종연구소에서 성능검정을 실시하여 대비품종을 제외한 9조합을 공시하였다. 2016년 가을에 입주하여 재배토양조건이 무 재배에는 아직까지 부적합하나 토질을 무 재배에 적합하게 하기 위해 노력하면서 재배시험을 수행하였다. 시험결과 SN136 조합은 1단계 4년차 연구과제 수행결과 중국지역 봄 재배시험에서 극만추대성이며 저온에서 근비대성장 및 근형이 우수하고 특히 중국 동북삼성(요령성, 길림성, 흑룡강성)지역의 봄 재배에 적합한 청수계 조합으로 이후 신품종 슈퍼문(Super Moon)으로 생산판매신고 및 품종보호등록을 진행하였다.

표7. 2017년 김제 봄 청수무 재배시험 결과

2017년 김제 봄 청수무 성능검정 결과							
번호	엽장 (cm)	추대성 (1조-5만)	근장 (cm)	근경 (mm)	근색 (1-5)	바람 (1-5)	비고
136	41.5	5	19	7.2	3	3.5	슈퍼문
137	49.2	5	17	7.0	3.5	3.0	
138	51.8	4	28	7.8	3.5	3.5	
139	50.0	4	26	8.6	4.5	3.0	
대비품종1	53.0	5	27.7	8.1	3.5	3.0	
대비품종2	52.3	5	26.8	9.3	3.5	3.0	

*바람들이(1-5) : 1. 약하다 5.강하다
*근 색(1-5) : 1.매우 나쁨 5. 매우 좋음



그림5. 2017년 김제 봄 청수무 재배시험 선발 사진

(2) 2017년 김제 가을 재배시험

2017년 8월 25일 파종, 2017년 10월 30일 1차조사, 2017년 11월 6일 2차 조사를 김제 육종연구소에서 성능검정을 실시하였으며 대비품종의 48조합을 공시하였다. 시험결과 DT1715가 가장 우수하였으며 나머지 선발된 우수 조합들은 차년도에 추가 실험을 진행하였다.

표8. 2017년 김제 가을 재배시험 결과

2017년 김제 가을 성능검정 결과							
번호	엽장 (cm)	추대성 (1조-5만)	근장 (cm)	근경 (mm)	근색(1-5)	바람(1-5)	비고
DT1703 (대일바이오)	52.0	5	44.0	6.8	3.5	3	
DT1704	58.0	5	36.0	8.0	3.5	3	
DT1705	42.5	5	37.0	9.1	4.5	3	
DT1707	51.0	5	34.3	7.4	3.5	3	
DT1709	47.8	5	35.5	7.7	3.5	3	
DT1710	55.0	5	35.0	9.0	3.5	3	
DT1711	50.0	5	34.0	7.0	3	3	
DT1712	57.0	5	36.0	8.5	3.5	3	
DT1713	56.0	5	31.0	7.7	3.5	3	
DT1714	48.3	5	33.0	7.7	3.5	3	
DT1701	56.0	5	34.0	8.0	3	3	
대비품종1	49.5	5	38.0	6.0	3	3.5	
대비품종2	52.0	5	29.5	8.5	3.5	3.5	
대비품종3	50.0	5	30	7.7	3.5	3	
대비품종4	45.7	5	29	7.7	4	3	
HB-45	44.0	5	35	8.8	3	3	
대비품종5	54.0	5	26	7.7	3	3	
대비품종6	49.5	5	27	8.8	3	3	
DT1715	50.0	5	26	7.9	3.5	0	
316	48.7	5	27.5	9.3	3	0	
317	45.0	5	35.5	9.0	3	0	
318	48.5	5	27.0	10.6	3	0	
319	49.0	5	25.5	9.1	3.5	0	
320	43.5	5	23.5	8.4	3.5	0	
321	43.0	5	23.5	8.4	4	0	
326	58.0	5	29.9	9.5	3.5	0	
393	45.5	5	29.0	8.0	3.5	0	
398	35.0	5	21.0	8.2	4	0	
314	56.0	5	18.0	10.6	3.5	0	
387	48.3	5	23.0	12.0	3.5	3.5	

*바람들이(1-5) : 1. 약하다 5. 강하다
 *근 색(1-5) : 1. 매우 나쁨 5. 매우 좋음



그림6. 2017년 김제 가을 재배시험 사진

(3) 2018년 김제 봄 재배시험

2018년 4월 10일 파종, 2018년 6월 14일 수확 조사로 김제 육종연구소에서 성능검정을 실시하여 대비품종의 23조합을 공시하였다. 백수무 시험 결과 광동월동용으로 가능성이 있는 SN221, 저온신장성이 강하고 숙기가 빠른 SN222, 월동형으로 백수가 좋은 SN228, 만추 조생형 하우스 재배용으로 SN241번의 품종을 선발하였다. 청수무 시험 결과 1단계 과제시 우수 품종으로 품종출원한 ‘청춘하’ 품종이 근미맛함, 저온비대력 및 바람들이 등에 우수하였으며, 전체적으로 청수색 발현이 부족하였다. 차년도 조합 작성에서 청수색 발현이 좋고 품질이 좋은 조합으로 작성을 진행하였다.

표9. 2018년 김제 봄 재배시험 결과

2018년 김제 봄 성능검정 결과							
번호	엽장 (cm)	추대성 (1조-5만)	근장 (cm)	근경 (mm)	근색 (1-5)	바람 (1-5)	비고
206	50.0	5	26.0	8.4	3	3	
208	39.5	3	22.0	9.0	3.5	3	
221	54.0	3	26.0	8.0	3.5	3.5	
222	45.0	3	25.0	7.7	4	3.5	
228	33.0	3	27.0	5.8	3.5	3	
235	38.8	3	26.0	7.0	3	3.5	
236	42.0	3	25.0	6.6	3	3.5	
241	42.6	4	24.5	7.0	3.5	2.5	

*바람들이(1-5) : 1. 약하다 5. 강하다
 *근 색(1-5) : 1. 매우 나쁨 5. 매우 좋음



그림7. 2018년 김제 봄 재배시험 사진



(4) 2018년 김제 가을 재배시험

2018년 9월 6일 파종하여 2018년 11월 11일 수확 조사로 김제 육종연구소에서 성능검정을 진행하여 대비품종외 59조합을 공시하였다. 시험결과 SN341번 조합이 대조구대비 근형, 근비대 등이 우수하고 사용화가 가능하다고 판단되어 ‘명옥’으로 명명하여 생산판매신고 및 품종보호 출원을 신청하였다.

표10. 2018년도 김제 가을 재배시험 결과

2018년도 김제 가을 성능검정 결과							
번호	엽장 (cm)	추대성 (1조-5만)	근장 (cm)	근경 (mm)	근색 (1-5)	바람 (1-5)	비고
192	23	3	28	8.5	3.5	5	
193	23.5	3	33.5	8	3	5	
197	35.6	4	35	7.5	4	4.5	
198	35.6	3	33.5	7	3.5	5	
199	35.7	3	32.5	7.5	3.5	5	
200	35.7	4	33.5	8	4	5	
202	22.8	3	34.5	7	3.5	4.5	
203	35.5	4	33.5	8	3	4.5	
204	35.6	2	32.5	7.5	3	5	
205	35.7	3	32	7	3	3.5	
206	35.8	2	38	8	3.5	5	
303	23.5	2	22	9.3	3	5	
304	22.8	3	19.5	8.3	4	5	
337	23.8	3	32	8.3	4	5	
338	35.9	4	29	8.5	3.5	5	
339	23.5	3	28	7.3	3	5	
340	33.5	3	27	7.3	4	5	
341	35.3	4	22.5	9	3.5	5	
342	35.5	3	23.5	9.6	3	5	

*바람들이(1-5) : 1. 약하다 5.강하다
 *근 색(1-5) : 1.매우 나쁨 5. 매우 좋음



그림8. 2018년 김제 가을 재배시험 선발 사진

(5) 2019년 강원도 고랭지 재배시험 결과

2019년 6월 17일 파종, 2019년 9월 5일 수확 조사로 강원도에서 성능검정을 진행하였으며 대비품종의 10조합을 공시하였다. 시험결과 대비품종인 QR-51, RIA256보다 우수한 조합은 없었다.

표11. 2019년도 강원도 고랭지 재배시험 결과

2019년도 강원도 고랭지 성능검정 결과							
번호	엽장 (cm)	추대성 (1조-5만)	근장 (cm)	근경 (mm)	근색 (1-5)	바람 (1-5)	비고
AH383	23.5	3.5	3.56	6.2	3.5	2.5	
AH384	22.5	3	3.55	4.5	4.5	3.5	
AH393	33.4	3	22.5	5	2.5	4	
AH402	30.4	4	24	5.5	3.5	4	
AH410	33.5	3	26	5.5	3.3	4	
AH411	20.3	3	24.5	6.5	3.5	4	

*바람들이(1-5) : 1. 약하다 5.강하다
 *근 색(1-5) : 1.매우 나쁨 5. 매우 좋음



AH383



AH384



AH393



AH402

그림9. 2019년도 강원도 고랭지 재배시험 선발사진

(6) 2019년 김제 가을 재배시험 결과

2019년 8월 29일 파종하여 2019년 11월 1일 수확 조사로 김제 육종연구소에서 성능검정을 실시하여 대비품종의 67조합을 공시하였다. 시험결과 대비품종보다 우수한 조합은 없어 선발되지

않았으며 추후 재배 조합을 다시 작성하여 차년도에 시험을 진행하였다.



그림10. 2019년도 김제 재배시험 사진

(7) 2020년 김제 가을 조합시험 선발 결과

2020년 9월 9일 파종하여 2020년 10월 26일 수확 조사로 김제 육종연구소에서 성능검정을 실시하여 109조합을 공시하였다. 시험결과 11조합을 선발하였으며 추후 현지 재배 시험을 진행하였다.

표12. 2020년도 김제 가을 재배시험 결과

2020년도 김제 가을 성능검정 결과							
번호	엽장(cm)	추대성 (1조-5만)	근장(cm)	근경 (mm)	근색 (1-5)	바람들이 (1-5)	비고
대비품종	63.3	3	44.5	5.5	3	3	
BT35	43.2	3.5	50	9.5	5	3.5	
BT47	47	3	38	8	5	3	
BT59	44	4	48	8.5	5	3.5	
BT61	38.9	4.5	54	10.5	5	3.5	
BT75	38	3.5	44.5	8.5	5	3	
BT82	41.5	3	42	5.5	5	3	
BT85	51.5	3.5	43	8.2	4	3.5	
BT86	48.2	3.5	42.4	7.3	4	3.5	
BT88	44.5	3.5	40.3	8	2	3.5	
BT89	48.2	3	44	6.2	3	3.5	
BT91	46.3	3.5	43.8	6.7	4	3.5	

*바람들이(1-5) : 1. 약하다 5.강하다
 *근 색(1-5) : 1.매우 나쁨 5. 매우 좋음

그림11. 2020년 김제 가을 재배시험 선발 사진



(8) 2021년 김제 가을 조합 시험 선발 결과

2021년 8월 30일 파종하여 2021년 10월 25일 수확 조사로 김제 육종연구소에서 성능검정을 실시하였으며 대비품종의 63조합을 공시하였다. 시험결과 CT001, CT004, CT016은 북방 고랭지 여름재배형으로 선발, CT003, CT008, CT189는 남방 가을재배형으로 선발, CT023, CT033는 양자강유역 가을재배형으로 선발하였다.

표13. 2021년도 가을 재배시험 결과

2021년도 가을 성능검정 결과							
번호	엽장 (cm)	추대성 (1조-5만)	근장 (cm)	근경 (mm)	근색 (1-5)	바람들이 (1-5)	비고
CT001	51	3	27	8.5	3	3	
CT004	50.5	3	30	7	3.5	4	
CT016	44	3	29.8	7.2	3	3.5	
CT003	40	3	31	7.6	3	3	
CT008	47	2.5	30.5	7.5	3.5	3	
CT189	42	3.5	33	7.5	2.5	3	
CT023	40	3	31	8.2	3	3	
CT033	47	3.5	33	6	3	3	

*바람들이(1-5) : 1. 약하다 5.강하다
 *근 색(1-5) : 1.매우 나쁨 5. 매우 좋음





그림12. 2021년 김제 가을 재배시험 선발 사진

나. 해외 재배 시험

국내 조합성능 검정시험에서 선발된 우수조합에 대해 2017년부터 2021년까지 수출국가 현지 재배시험으로 중국의 북경시, 감숙성, 산서성, 광서성, 광둥성에서 시험을 진행하여 우수조합을 선발하였으며, 인도와 방글라데시에서 시교시험을 진행하고 선발된 조합에 대해 현지 바이어와 품종 개발 판매계약을 추진하였다.

(1) 2017년 중국 북경시 가을 재배시험

2017년 8월 18일 파종하였으며 2017년 10월 25일 조사를 진행하였다. 조사 결과 DT1705와 DT1709, DT1718, DT1715 4조합을 선발하였으며 선발된 조합은 시교생산을 하여 지역별 재배 작형별 확대시험 및 시범포에 공시하여 지역 적응성 검정을 진행하였다.

표14. 2017년 북경 선발 결과

2017년 북경 선발 결과							
번호	엽장	추대성	근장	근경	근색	바람	개발전략
대비품종	35	조추대	28	7.5	3.5	3.5	고랭지 여름
DT1705	35	만추대	25	7.8	3.5	3.5	봄 하우스
DT1709	42	만추대	30	7.8	3.5	4.0	봄 노지
DT1718	45	조추대	30	7.5	4.0	4.0	가을 노지
DT1715	35	조추대	27	7.5	4.0	4.0	고랭지 여름



DT1705

DT1709

DT1718

DT1715

그림13. 2017년 북경 선발 사진

(2) 2017년도 중국 감숙성 봄 재배시험

중국 감숙성에서 2017년 3월 4일 파종하여 2017년 5월 4일 조사하였다. 조사 결과 육성조합1은 대비종에 비하여 청수색이 약하나 순도와 품질이 우수하였으며, 육성조합2는 근장이 짧아 선발에서 제외하였다. 대비품종은 중국회사의 품종으로 중국내 우점품종이며 육질의 청수색 발현이 육성조합보다 많았다.

표15. 2017년도 감숙성 선발 결과

2017년도 감숙성 선발 결과							
번호	엽장	추대설	근장	근경	근색	바람	개발전략
대비품종	35	중추대	25	8.5	4.0	4.0	고랭지여름
육성조합1	35	만추대	27	8.0	3.5	4.0	가을노지
육성조합2	45	조추대	20	8.5	3.5	4.0	



육성조합1(307x 401)



육성조합2(307x 203)



대비품종: 炎秀(백막전)

그림14. 2017년 감숙성 선발 사진

(3) 2017년도 중국 산서성 봄 재배시험

2017년 4월 20일 파종, 2017년 7월 1일 조사를 진행하였다. 조사 결과 육성조합1(307x401)은 대비종에 비하여 청수색이 약하나 순도와 품질이 우수하였으며, 대비품종은 중국내 우점품종이며 육질의 청수색 발현이 육성조합보다 많았으며 청수색 발현이 더 강하게 발현하는 조합을 작성하여 추후 실험을 진행할 계획이다.

표16. 2017년도 산서성 선발 결과

2017년도 산서성 선발 결과							
번호	엽장	추대성	근장	근경	근색	바람	개발전략
대비품종1	40	조추대	32	8.0	4.0	3.0	
대비품종2	40	조추대	28	8.0	3.5	3.5	
대비품종3	50	조추대	30	8.0	3.5	3.0	
육성조합1	40	만추대	32	8.0	3.0	4.0	봄 노지



육성조합1

대비품종1

대비품종2

대비품종3

그림15. 2017년 산서성 선발 사진

(4) 2017년도 중국 계림시 가을 재배시험

2017년 8월 23일 파종하여 2017년 10월 21일 조사를 진행하였다. 시험 결과 절엽계인 1709, 1705가 계림시에서 선발되었으며 상용화를 위하여 확대 시교 종자를 차년도에 생산하였다.

표17. 2017년도 계림시 선발 결과

2017년도 계림시 선발 결과							
번호	엽장	추대성	근장	근경	근색	바람	개발전략
대비품종	35	조추대	28	7.5	3.5	3.0	
DT1715	35	조추대	28	7.5	3.2	3.5	
DT1709	40	조추대	32	7.5	3.5	3.5	가을월동
DT1705	40	만추대	30	7.5	3.5	4.0	봄노지



DT1715



DT1709



DT1705

그림16. 2017년 계림시 선발 사진

(5) 2018년도 중국 북경시 봄 재배시험

2018년 3월 24일 파종하여 2018년 6월 4일 조사를 진행하였다. 시험 결과 만추대 절엽 품종으로 근수에 청색이 발현되기는 하나 대비종 막전영춘(幕田迎春)에 비해 순도가 좋은 DT1705 선발 하였다. RFP상의 경쟁 상품은 백옥춘, CR301로 되어 있으나 현재 중국은 지역별 각기 다른 우점품종이 재배되고 있으며, 계림시 령천현의 경우 BMT만추판엽, 백화로 대체되어 해당 품종으로 대체하였다. 가을 전용 품종으로 대비종 백화(百和)와 비교하여 근색은 중간정도로 하얗지는 않으나 바람들이에 안정적인 DT1717을 선발 하였다.

표18. 2018년도 북경 선발 결과

2018년도 북경 선발 결과							
번호	엽장	추대	근장	근경	근색	바람	개발전략
대비종1	45	만추대	35	7.5	3.0	3.5	
DT1715	35	조추대	25	8.0	3.5	3.5	
DT1705	42	만추대	30	7.5	3.5	4.0	봄노지
DT1706	40	만추대	32	7.5	3.5	3.5	
DT1718	42	만추대	30	7.5	3.5	3.5	

DT1717	40	중추대	30	7.8	4.0	4.0	가을노지
대비종2	40	조추대	28	8.0	3.5	3.5	
RZM126	40	중추대	25	8.0	4.0	3.5	봄노지
RZM212	35	조추대	28	8.0	4.0	3.5	여름고랭지
RZM200	40	조추대	30	7.8	4.0	3.0	

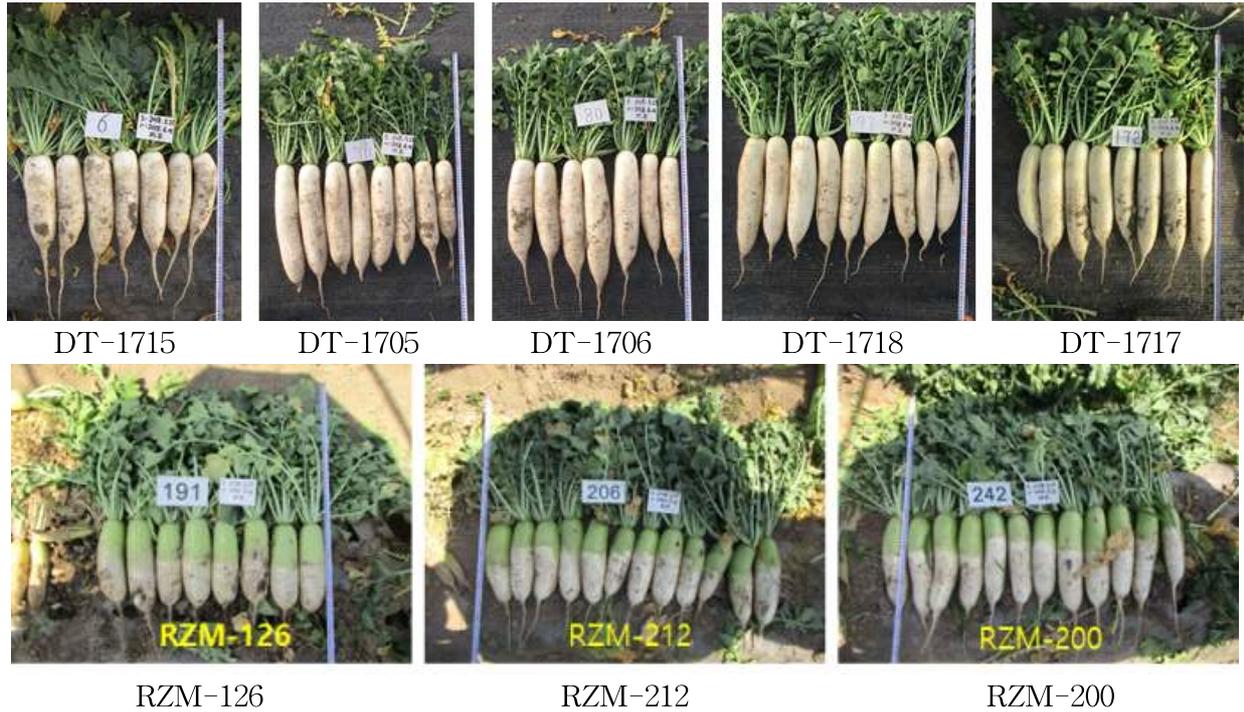


그림17. 2018년 북경 선발 사진

(6) 2018년도 중국 감숙성 봄 재배시험

2018년 4월 25일 파종하여 2018년 6월 28일 조사를 진행하였다. 시험 결과 QR861과 QR51두 조합을 선발하였다. 선발조합들은 대비품종에 비해 근수의 청색 발현은 좋으나, 근비대가 약하고 가늘고 긴 편이며, QR861은 육질이 하얀색, QR51은 육질이 녹색이나 추대가 있다. 대조품종 慕田592는 극만추대로 저온조기비대, 근형이 H형, 조기 근미맷힘이 우수한 봄 하우스 재배 작형의 우점품종이다.

표19. 2018년도 감숙성 선발 결과

2018년도 감숙성 선발 결과							
번호	엽장	추대	근장	근경	근색	바람	개발전략
막전592	35	극만추대	30	7.5	3.0	4.0	
DT1706	40	중추대	30	7.5	3.5	3.5	봄노지
DT1718	40	중추대	30	7.5	3.5	3.5	여름노지
DT1717	35	조추대	32	7.0	4.0	3.5	가을노지

(7) 2018년도 중국 산서성 봄 재배시험



막전592



DT-1706



DT-1718



DT-1717

그림18. 2018년 감숙성 선발 사진

2018년 4월 24일 파종 하여 2018년 7월 1일 조사를 진행하였다. 1차년도 시험 결과 청수색 발현이 많은 조합이 필요하여 조합작성 후 파종한 결과 RMA-317조합이 우수하여 선발하였으며, 나머지 7조합 또한 대비종과 비교하여 청수색 발현이 좋고 근형, 근미 맷힘 등의 품질이 우수하여 예비 선발하였다.

표20. 2018년도 산서성 선발 결과

2018년도 산서성 선발 결과							
번호	엽장	추대성	근장	근경	근색	바람	개발전략
대비품종	40	중추대	28	7.8	3.0	3.0	
RMA-317	40	중추대	28	7.8	3.5	3.5	봄노지
RMA-318	45	중추대	28	7.5	4.0	3.5	여름노지
RMA-366	40	중추대	30	7.5	4.0	3.5	가을노지
RMA-367	35	중추대	30	8.0	4.0	4.0	봄노지



RMA-367



RMA-317



RMA-318



RMA-366

그림19. 2018년 산서성 선발 사진

(8) 2018년도 중국 계림시 가을 재배시험

2018년 7월 2일 파종하여 2018년 9월 8일 조사를 진행하였다. 조사 결과 BMT만추판엽과 비교해 비대력 및 근형 등의 품질이 좋고, 바람들이에 강한 만추대 판엽 조합 DT1858과 DT1859 선발하였으며, 가을 작형 품종 선발을 위해 시험한 10조합 중 근비대력과 순도가 좋은 DT1848과 DT1853선발 하였다.

표21. 2018년도 계림시 선발 결과

2018년도 계림시 선발 결과							
번호	엽장	추대성	근장	근경	근색	바람	개발전략
CK	30.5	3	27.0	7.0	3	1.0	
DT1858	28.5	4	26.5	6.5	3.5	2.0	여름노지
DT1859	30.5	4	30.5	7.0	3.5	3.5	여름노지
DT1848	35.4	3	35.5	7.0	4	3.0	봄노지

DT1853	33.5	3	36.0	7.5	3.5	3.0	월동노지
--------	------	---	------	-----	-----	-----	------



DT1858



DT1859



DT1848



DT1853

그림20. 2018년 계림시 선발 사진

(9) 2019년도 중국 광둥성 가을 재배시험

2019년 10월 9일 파종하여 2019년 12월 14일 수확 조사로 광둥성 루핑시의 남부 해안에서 조합시험을 진행하였다. 시험결과 바람들이와 병충해에 강한 BN7, BN8, BN9, BN11, BN13, BN17, BN18, BN29 8개의 조합을 1차 선발하였으며, 추가 시험을 진행한 결과 BN11, BN13이 최종 선발되었다.

표22. 2019년도 광둥성 선발 결과

2019년도 광둥성 선발 결과							
번호	엽장	추대	근장	근경	근색	바람	개발전략
BN11	32.6	3	25.6	5.5	3.5	3.5	가을조기
BN13	30.7	3	25.5	5.5	3.5	3.5	가을조기



BN11



BN13

그림21. 2019년 광둥성 선발 사진

(10) 동남아시아 재배 시험

남방계 무인 Liverpool-7, Tropical3, Liverpool Early에 대해서 방글라데시, 인도에서 지역 바이어와 시범포를 실시하였다. 방글라데시의 경우 2017년 1월 31일 시험을 진행하였으며 시험결과 Tropical-3가 현지에서 우수한 평가를 받아 200kg의 종자 주문을 받았으며 인도의 경우 2017년 11월 10일, 2018년 2월 3일 시험을 진행하였으며 시험결과 Liverpool-7이 우수한 평가를 받아 200kg의 종자 주문을 받았다.



그림22. 방글라데시 재배 사진



그림23. 인도 재배 사진

5. 해외 시범포

가. 하북 장북 GSP 시범포

2018년도에 국립종자원에서 진행하는 GSP 해외 시범포 사업에 참가하여, 중국 시장용 고품질 청수무 및 백수무 품종을 전시하여 평가한 결과 QR51이 우수 품종으로 선발되었으며, 현지 판매상과 종자 판매에 대한 의견을 교환하였다.



그림24. 하북성 GSP 시범포 사진

나. 중국 운남 GSP 시험포

중국 운남성 월동재배형 무 말랭이용 가공무 품종을 개발하기 위해 국립종자원에서 진행하는 GSP시범포에 공시하여 2019년 9월 20일 파종, 2019년 12월 18일에 1차, 2020년 2월 1일에 2차 조사를 진행하였다. 운남성 무 말랭이 시장은 세계 최대의 가공무 시장으로 종자시장 규모는 약 40톤에 이른다. 건물중을 높이기 위한 월동 장기재배에 적합한 숙기 120-140내외, 근장

40-50cm, 근경 8-9cm, 근중 2.5-3kg, 바람들이에 강한 건물중 8-9%이상의 품종이 요구되고 있었으며 시험 결과 BN10, BN26, BN27, BN31, BN32가 1차로 선발되었으며 월동 후 2차 조사를 통해 내부형질, 건물중을 조사 하여 BN31, BN32를 최종 선발하였다.



BN31



BN32



내부형질 비교

그림25. 운남성 GSP 시범포 사진

6. 종자 교역회 및 박람회 참가

(1) 국제 종자 교역회 참석

현지에서 주요 시장 정보를 수집하고 해외바이어들과의 관계를 밀접하게 하기 위해 헝가리에서 열리는 세계종자협회(ISF / Budapest, Hungary), 인도에서 열리는 인도 종자총회(Indian Seed Congress, Kolkata)와 아시아태평양 종자협회(APSA)회의에 참가하여 홍보물 배포 및 바이어 상담을 통하여 종자관측을 진행하였다. 참가 일정과 상담 내역은 아래의 표23, 24와 같다.

표23. 해외 교역회 참가 내역

내용	날짜	장소	활동내용
2017인도 종자총회(ISC)	2017년 2월	인도	국제 무역, 바이어 상담
ISF총회(Budapest, Hungary)	2017년 5월	헝가리	유럽지역 품종홍보
2017 APSA 참석	2017년 11월	태국	국제 무역, 바이어 상담
2018 인도 종자총회(ISC)	2018년 2월	인도	국제 무역, 바이어 상담
2018 APSA 참석	2018년 11월	필리핀	국제 무역, 바이어 상담

표24. 국제 종자 교역회 상담 내역

2017년 종자교역회 상담 내역		
국가	업체수	업체명
스페인	1	intersemillas
미국	6	Golden Valley, Ahern Seed, etc
뉴질랜드	1	Mildland Seeds
요르단	1	Bright Seeds
스리랑카	2	Dimo Agribusiness, AG Star
이란	1	Iranbazarco

태국	1	Lion Seeds
이집트	1	Hytech Seed
프랑스	1	Haden Seeds
2018년 종자교역회 상담 내역		
뉴질랜드	1	Midlands
미국	1	Ahern Seed
스리랑카	1	Igna for agriculture
이탈리아	2	Suba Seeds co.,
칠레	1	Gold Star Seeds
홍콩	1	Phoenix Seeds Co.

(2) 김제 국제종자박람회 참가

2017-2021년도 실용화 재단에서 개최하는 김제 국제 종자 박람회에 홍보부스를 설치하고 개발된 품종을 홍보하였으며, 박람회 전시포를 통해 우수 품종들을 해외 바이어들에게 소개 및 판매 개발 홍보를 진행하였다.

표25. 김제 국제종자박람회 전시포 출품 내역

출품품종	년도	주요 특성	근장 (cm)	근중 (kg)	목표시장
BN501	2017	중조생종, 백수무	33	1.1	중국
BN502	2017	중조생종, 백수무	40	1.3	중국
BN503	2017	중조생종, 백수무	32	0.98	중국
BN602	2017	중생종, 청수무	20	1.4	중국
BN603	2017	중생종, 청수무	22	1.1	중국
BN1804	2018	현지여름판엽, 중생종, 백수무	25	1.2	중국
BN1810	2018	현지여름판엽, 중생종, 백수무	27	1.5	중국
BN1817	2018	봄, 조숙, 백수무	21	0.9	중국
BN1825	2018	봄&고랭지, 조숙, 백수무	20	0.8	중국
BN1841	2018	봄&고랭지, 중조숙, 백수무	22	1.0	중국
DT904	2019	조추대, 가을 미농형 백수무	45	2.0	인도
DT905	2019	만추대, 월동 미농형 백수무	40	2.5	인도
DT906	2019	만추대, 조춘 미농형 백수무	40	2.0	인도
RA7007	2020	만추대, 수량 우수, 백수무	30	1.2	중국
추미40	2020	근색 및 수량 우수, 백수무	32	1.2	중국
DR2105	2021	만추대 및 수량 우수, 백수무	30	1.2	중국
DR2106	2021	조숙종, 백수무	28	1.0	중국

DR2107	2021	조숙종, 백수무	27	1.2	중국
DR2108	2021	근품질 우수, 청수무	25	1.2	중국



종자박람회장 실내부스 사진

바이어 상담



제1회 김제 국제 종자 박람회 전시포



제2회 김제 국제 종자 박람회 전시포

제3회 김제 국제 종자 박람회 전시포



제4회 김제 국제 종자 박람회 전시포



제5회 김제 국제 종자 박람회 전시포

그림26. 김제 국제 종자 박람회 및 전시포

제 2절 1세부 위탁 ‘중국 시교 확대 및 마케팅’

1. 위탁과제 연구개발의 목표 및 내용

중국지역 해외시교사업, 품종개발, 시범포 운영, 종자 판매 마케팅과 관련하여 2019년부터 2021년(3개년)까지 북경시 소재 “북경대일한일국제종묘유한공사”와 위탁사업 협약을 체결하여 사업을 진행하였다. 세부 사업 계획은 아래와 같이 진행하였다.

가. 연구목표

현지 시교사업 확대 및 수출 확대를 위한 마케팅 능력강화

표26. 연도별 연구목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
3차년도	2019	○ 시험·시범포 운영 ○ 종자 판매	- 백수 품질계: 광동성 - 청수 품질계: 산서성, 감숙성 - 바이어 초청 및 시교사업 확대
4차년도	2020	○ 시험·시범포 운영 ○ 종자 판매	- 백수 품질계: 광동성 - 청수 품질계: 산서성, 감숙성 - 바이어 초청 및 시교사업 확대
5차년도	2021	○ 시험·시범포 운영 ○ 종자 판매	- 백수 품질계: 광동성 - 청수 품질계: 산서성, 감숙성 - 바이어 초청 및 시교사업 확대

2. 유전자원 수집 및 시장조사

현지 종자판매상을 방문하여 우수 리딩 품종 등 다양한 유전자원을 수집하고, 거래처와 직접 재배포장에도 방문하여 시장 조사를 진행하였다.

시험포 지역별로 선호하는 타입의 품종들을 조사하고, 주요 재배 작형, 시장 규모, 리딩 품종, 종자 단가 등을 조사하기 위해 농민, 거래처와의 상담, 현지 재래시장 및 도매시장 등을 방문하여 무 품종들을 조사하였다.

3. 시험 및 시범포 운영 결과 보고

국내 조합 성능검정 시험에서 선발된 조합들에 대하여 2019년부터 2021년까지 북경대일한일 국제종묘유한공사를 통하여 중국 현지에서의 지역별 작형별 성능검정시험 및 판매 개발을 위한 시범포를 운영하였다. 중국 고품질 가을무 시장은 양자강유역을 중심으로 한 백수무 시장과 황하이북 지역의 청수무 시장으로 구분된다. 가을형 백수무 주요 재배지역은 황하이북 여름고랭지 가을재배, 양자강유역의 가을 월동재배, 복건 광둥 가을 월동재배이며, 고품질 청수무 주

요 재배지역은 동북지방 가을재배, 서북지방 봄 여름재배, 황하유역 하우스 봄재배로 분류할 수 있다. 현지 재배시험은 2019년도 광둥성 1개소, 산서성 1개소, 감숙성1개소, 2020년도에는 광둥성 2개소, 하남성 2개소, 북경시 1개소 , 2021년도에 광둥성 1개소, 북건성 1개소, 하남성 2개소 요녕성 1개소시험등 총 13개소의 현지 재배시험을 진행하였다.

가. 2019년도 시험 및 시범포 운영 결과

(1) 광둥성 루핑시 봄 노지 백수무 재배시험

중국 남부지역 월동 노지 재배형 백수무 품종 개발을 목적으로 2019년 01월 16 과종, 수확 조사 2019년 04월 7일 재배시험을 실시하여 대비품종 백화(북경 백막전)외 16조합을 공시하였다. 중국 남부지역 월동 백수무는 저온비대가 우수하며 월동중 열근현상이 적고 생리장해에 안정된 품종을 선호하고 있다. 시험결과 만추대이며, 저온비대 및 근피가 깨끗한 우수 3조합을 선발하였다. 현지 바이어와 공동 선발한 우수조합에 대하여 2020년도 현지 바이어를 통하여 판매 시교를 확대하였다.

표27. 2019년 광둥성 월동 재배시험 결과

품종명	추대성	근미맺힘	비대성	상품성	평가	개발목표
백화	조추대	조기	A0	A-	B-	가을월동
19LF-4	중추대	중간	A+	B+	B0	봄 월동조숙
19LF-8	만추대	중간	A-	A-	B+	봄 월동중숙
19LF-15	만추대	조기	A0	A0	A0	봄 월동만숙



시험포 전경



대비품종: 백화



19LF-4



19LF-7



19LF-15

그림27. 2019년 광둥성 재배시험

(2) 산서성 장치시 봄 노지 청수무 재배시험

중국 서북지역 고품질 청수무 품종을 개발할 목적으로 2019년 03월 14 파종, 수확 조사 2019년 05월 14일 성능검정을 실시하여 대비품종 BMT719(북경 백막전)외 20조합을 공시하였다.

중국 서북지역 청수무는 로컬회사들의 재래종 OP품종이 주로 재배되고 있으며, 최근 한국회사들의 고품질 F1품종의 재배가 확대되고 있다. 시험결과 중추대이며, 저온비대 및 청수색이 우수한 1조합을 선발하였다.

표28. 2019년 산서성 선발조합 특성

품종명	추대성	청수형	내부색	상품성	평가	개발
BMT719	중추대	B+	백육계	B+	A-	늦봄노지
19CZS-7	중추대	A0	청육계	A0	A0	봄노지



시험포 전경



무수확 및 포장



대비품종:BMT719



19CZS-7



19CZS-7

그림28. 2019년 산서성 재배시험

(3) 감숙성 임조현 봄 노지 청수무 재배시험

중국 북방 고랭지 봄 여름재배형 청수무 품종 개발을 목적으로 2019년 04월 24 파종, 수확 조사 2019년 06월 25일 성능검정을 실시하여 대비품종 QR-51(대일종묘)외 20조합을 공시하였다.

중국 북방 고랭지 청수무는 봄 하우스 재배형인 만추대 품종과 여름 재배형 중추대 품종으로 구분된다. 만추대이며 청수가 우수하고 저온비대가 양호한 조합을 선발하지 못하였으며 이후 새로운 조합을 작성하여 2020년에 재시험을 시행할 예정이다.



그림29. 2019년 감숙성 재배시험

나. 2020년도 시험 및 시범포 운영 결과

(1) 광동성 봄 노지 백수무 재배시험

중국 남부지방 백수무 품종 개발을 목적으로 2020년 2월 12일 파종, 수확 조사 2020년 4월 26일 성능검정을 실시하여 대비품종 GD-13외 27조합을 공시하였다. 2019년 가을시험에서 근색이 우수한 조합에 대한 광동성 남부지역 시험 결과를 토대로 20GD-6, 20GD-8, 20GD-20 등 3조합이 선발되었으며, 선발된 조합은 2020-2021년 시교 확대를 진행하였다.

표29. 2020년 광동성 봄 선발조합 특성

시험번호	PLC	근장 (cm)	근경 (mm)	특성	개발전략	비고
GD-13	대비품종	30	7.5	H형		지역 우수 품종
GD-6	4	30	7.5	조숙	남부 가을월동재배	2020년 월동 확대시험
GD-8	4	32	7.5	비대	중남부 봄노지재배	2021년 확대시험
GD-20	4	35	8	비대	중남부 고랭지여름, 가을 재배	2020년 확대시험



대비품종: GD-13

GD-6

GD-8

GD-20

그림30. 2020년 광동성 봄 재배시험

(2) 광동성 가을 노지 백수무 재배시험

중국 남부지방 가을재배 백수무 품종 개발을 목적으로 2020년 10월 05일 파종, 수확 조사 2020년 12월 16일 성능검정을 실시하여 대비품종 추미외 29조합을 공시하였다. 중국 남부지역 백수무 주요시장은 광동성과 복건성이며, 주요 재배형태는 가을조기 고품질 판엽계, 가을후기 고품질 절엽계, 월동 저온비대형 절엽계로 구분된다. 품종 요구도는 각 재배작형 지역별로 다

르며, 요구 특성에 근거하여 복합내병성, 근피, 근색, 열근 등에서 우수한 3조합을 선발하였다.

표30. 2020년 광동성 가을 선발조합 특성

시험번호	PLC	근장(cm)	근경(mm)	특성	개발전략	비고
추미	CK	25.0	7.0	근피 우수	남부가을무	
20KR-54	5	25.0	7.0	근피 우수	남부가을무	
20KR-23	5	20.0	7.5	조숙	중부가을무	
20KR-65	5	25.0	7.0	근피 우수	남부가을무	



시험포 전경



대비품종: 추미



20KR-54



20KR-23



20KR-65

그림31. 2020년 광동성 가을 재배시험

(3) 하남성 봄 노지 청수무 재배시험

중국 황하유역의 만추대형 청수무 품종 개발을 위하여 2020년 03월 14일 파종, 수확조사 2020년 5월 16일 성능검정을 실시하여 대비품종을 포함한 22조합을 공시하였다. 조사 결과 RZN-7은 대비품종과 비교하여 저온비대력은 유사하고 청수, 근형이 지역 요구도에 적합하며, RZN-21, RZN-22는 만추대 조숙 품종으로 하우스 봄 재배에 적합하여 선발되었다. RZN-7은 시교를 생산하여 시교확대 및 시험판매를 하였으며, RZN-21, RZN-22는 2021년도에 재시험을 진행하였다.

표31. 2020년 하남성 봄 선발조합 특성

시험번호	PLC	근장(cm)	근경(mm)	특성	개발전략	비고
CK	대비품종	27	8	근피우수		주요 판매 품종
RZN-7	6.1	25	7.5	청수	하남, 산서 봄노지재배	2021년 시교생산 및 시험판매
RZN-21	4	20	7.5	청수	하남 봄하우스 재배	2021년 재시험
RZN-22	4	20	7.5	청수	하남 봄하우스 재배	2021년 재시험



시험포 전경



대비품종: CK



RZN-7



RZN-21



RZN-22

그림32. 2020년 하남성 봄 재배시험

(4) 하남성 여름노지 청수무 재배시험

중국 황하유역 여름재배형 청수무 품종 개발을 목적으로 2020년 5월 19일 파종, 수확 조사 2020년 7월 18일 성능검정을 진행하여 대비품종을 포함한 22조합을 공시하였다. 중국 황하유역 여름재배형 고품질 청수무는 중추대로 늦봄 재배에서 추대가 안정되어 있고 근피 청수가 진하며 근육이 청육색인 품종을 선호하고 있다. 조사결과 RZN-6, RZN-7은 대비품종 대비 근장, 근형이 시장요구도에 적합하며, 근미 및 청수가 우수하여 2021년도 시교생산 및 시험판매를 진행하였다.

표32. 2020년 하남성 여름 선발조합 특성

시험번호	PLC	근장(cm)	근경(mm)	특성	개발전략	비고
CK	대비품종	35	7	청수		확대 판매중
RZN-6	6.1	25	8	조숙	하남, 산서 봄노지재배	2021년 시교생산 및 시험판매
RZN-7	6.1	30	8	청수	하남, 산서 봄노지재배	2021년 시교생산 및 시험판매



시험포 전경



대비품종: CK



RZN-6



RZN-7

그림33. 2020년 하남성 여름 재배시험

(5) 북경시 봄노지 청수무 조합시험 및 선발

2019년도 새롭게 작성된 신조합의 국내 가을 조합성능검정에서 선발된 우수조합에 대해 중국 지역별 재배작형별 만추대성 고품질 청수무 품종 개발을 목적으로 2020년 3월 30일 파종, 2020년 6월 2일 조사를 성능검정을 진행하여 대비품종 포함 65조합을 공시하였다. 조사결과 만추대성, 저온비대성이 우수한 5조합을 선발하였다.

표33. 2020년 북경시 봄 선발조합 특성

시험번호	PLC	근장(cm)	근경(mm)	특성	개발전략	비고
148	대비 품종	30	8.5	저온비대		하남, 산서봄, 가을재배 우수품종
185	4	30	8.5	저온비대	하남, 산서 봄, 가을재배	2020년도 가을시험 확대시험
188	4	30	8.5	저온비대	하남, 산서 봄, 가을재배	2020년도 가을시험 확대시험
190	4	30	8.5	저온비대	하남, 산서 봄, 가을재배	2020년도 가을시험 확대시험
197	4	20	7	만추	하남성 봄 하우스재배	2021년도

				조숙 만추 조숙		재시험
200	4	20	7		하남성 봄 하우스재배	2021년도 재시험



대비품종 : 148



185



188



190



197



200

그림34. 2020년 북경시 봄 재배시험

다. 2021년도 시험 및 시범포 운영 결과

(1) 광동성 루핑시 봄 노지 백수무 재배시험

2020년도 국내 가을 조합성능 검정시험에서 선발된 우수조합에 대한 중국 남부지방 월동 백수무 품종 개발을 목적으로 2021년 1월 8일 파종, 수확 조사 2021년 3월 30일 성능검정시험을 진행하여 대비품종 천홍봄 포함 22조합을 공시하였다. 조사결과 저온비대가 우수하고 월동중에 열근이 적고 생리장해에 안정되어 있는 BN3, BN8, BN11 3조합 선발하였다.

표34. 2021년 광동성 봄 선발조합 특성

시험번호	PLC	근장(cm)	근경(mm)	특성	개발전략
21GDS-3	5	30.0	8.0	저온비대	가을 월동 조숙
21GDS-4	5	34.0	8.5	근장우수	중부 월동 만숙
21GDS-7	5	32.8	8.0	근장우수	가을 월동 만숙



21GDS-3



21GDS-4



21GDS-7

그림35. 2021년 광동성 봄 재배시험

(2) 복건성 봄 노지 백수무 재배시험

2020년도 국내 가을 조합성능 검정시험에서 선발된 우수조합에 대한 중국 남부지방 월동 백수무 품종 개발을 목적으로 2021년 1월 8일 파종, 수확 조사 2021년 3월 31일 성능검정을 실시하여 대비품종 RA7007포함 9조합을 공시하였다. 조사결과 저온비대가 우수하고 월동중에 열근이 적고 생리장해에 안정되어 있는 BN4, BN5, 2조합을 선발하였다.

표35. 2021년 복건성 봄 노지 선발조합 특성

시험번호	PLC	근장(cm)	근경(mm)	특성	개발전략
BN4	5	34.5	7.6	저온비대	월동 조숙
BN5	5	30.2	7.8	저온비대	가을 조숙



재배전경



BN4



BN5

그림36. 2021년 복건성 터널 재배시험

(3) 하남성 신야현 봄 노지 청수무 재배시험

2020년도 지역 재배시험에서 우수한 특성을 보였던 조합들에 대한 품종 개발 시험으로 2021년 2월 4일 파종, 수확 조사 2021년 4월 19일 성능검정을 실시하여 대비품종 포함 15조합을 공시하였다. 시험 결과 저온비대가 우수하고 근색이 진한 계항7호와 저온에 근미맷힘이 빠른 계항8호 2품종을 선발하였다. 선발된 2품종은 2020년 재배시험에서도 동일한 특성을 보여 시험판매를 목적으로 2021년도 종자생산을 할 계획이다.

표36. 2021년 하남성 봄 선발조합 특성

시험번호	PLC	근장(cm)	근경(mm)	특성	개발전략
계항7호	6.2	25.6	4.8	근색우수	봄 노지 재배
계항8호	6.1	22.2	7.5	저온비대	하우스 터널 재배

(4) 하남성 신야 청수무 조합시험 및 선발

2021년 4월 3일 파종, 수확 조사 2021년 5월 20일 성능검정을 실시하여 대비품종 포함 15조합을 공시하였다. 시험 결과 계항7호, 계항8호 2품종을 선발하였다.



비교사진



계항7호



계항8호

그림37. 2021년 하남성 봄 재배시험

표37. 2021년 하남성 신야 선발조합 특성

시험번호	PLC	근장(cm)	근경(mm)	특성	개발전략
계항7호	6.2	28.0	7.5	근색우수	봄 노지 재배
계항8호	6.1	20.0	8.0	저온비대우수	봄 하우스 재배



재배전경



계항7호



계항8호

그림38. 2021년 하남성 신야 재배시험

(5) 요녕성 금주시 봄 가공무 재배시험

2020년 국내 가을 조합성능 검정시험에서 선발된 우수조합에 대해 중국 가을재배 가공형 미농무 재배단지인 요녕성 금주시에 2021년 5월 5일 파종하여 수확 조사 2021년 7월 15일 성능검정을 실시하여 대비품종 포함 15조합을 공시하였다. 가을재배 가공형 미농무로 대비품종등에서 조기 추대를 보였으며, 시험결과 만추대이며 저온조건에서 원통형으로 직근성이 우수한 NR-17, NR-21, NR-5 3조합을 선발하였다.

표38. 2021년 요녕성 선발조합 특성

시험번호	PLC	근장(cm)	근경(mm)	특성	개발전략
NR-17	5	43	8.0	저온비대	운남 월동 가공무
NR-21	5	46	7.5	근형우수	요녕 가을 가공무
NR-5	5	48	7.8	근장우수	인도 봄 재배





재배전경



NR-17



NR-21



NR-5

그림39. 2021년 요녕성 재배시험

4. 마케팅 강화 및 품종 홍보

가. 중국 종자 박람회 품종 홍보

2019년-2021년의 연구기간 동안 중국 주요 종자박람회에 참가하여 품종 홍보 및 바이어와의 종자 개발 판매 활동을 위한 회사 홍보 부스를 설치하고, 품종 홍보, 바이어 상담, 주요 종자시장 정보 수집, 시교종자 배부 및 결과 보고 등 마케팅 홍보 활동을 하였다.

표39. 중국 지역별 종자 박람회 활동

교류명칭	시기	회수	지역	전시포	주요활동
북경종자교역회	10.18--10.22	29	북경시 풍태구	채소 전작물	홍보,교류
중원국제종자박람회	11.01--11.02	6	하남성 정주시	채소 전작물	전시포 활동
광둥국제종자박람회	12.10--12.13	20	광둥성 광주시	채소 전작물	전시포 활동



북경 종자 교역회



정주 종자박람회



그림40. 중국 종자 박람회 참가 사진

나. 품종 홍보

본 과제를 통해 개발된 품종을 홍보하기 위하여 카탈로그를 제작하여 종자박람회 및 교역회에서 품종홍보를 진행하였다.



그림41. 북경 대일 종묘 카탈로그

5. 종자판매 활동 및 바이어 네트워크

2019년도부터 2021년까지 동북3성(갈림성, 요녕성, 흑룡강성)과 하북성의 20개사의 바이어 대상으로 종자 판매를 진행하였으며 사천성 운남성의 30개사의 바이어를 대상으로 종자 판매를 진행하였다.

표40. 중국 종자 판매 지역별 바이어 현황

담당부서	담당 지역	바이어수	판매품종
북경대일 영업3팀	갈림성, 요녕성, 흑룡강성, 하북성	20	3
북경대일 영업4팀	사천성, 운남성	30	3

제 3절 2세부 ‘바이러스(TuMV) 저항성 기작연구 및 마커 개발 실용화’

1. 연구 수행 내용 및 연구수행 결과

가. 연구 수행 내용

(1) 무 바이러스 전구조사

2017년 제주도를 포함 전국 조사를 진행하여 바이러스 감염으로 의심되는 무 샘플을 27여점 확보(그림42)하여 TuMV(*Turnip mosaic virus*), RaMV(*Radish mosaic virus*), CMV(*Cucumber Mosaic virus*)의 감염 여부를 확인한 결과, 21개 샘플에서 TuMV의 감염을 확인하였고, 제주도에서 채집한 1개의 샘플에서는 TuMV 및 CMV의 복합감염이 된 것을 확인하였다(표41). 확보한 TuMV isolate를 바탕으로 염기 서열 분석한 결과 현재 국내에 발생 분포하는 TuMV 바이러스는 무와 배추에 동시 감염이 가능한 basal-BR group으로 확인되었다. (그림43) 또한 발병 지역의 무는 피해가 심각하였다.

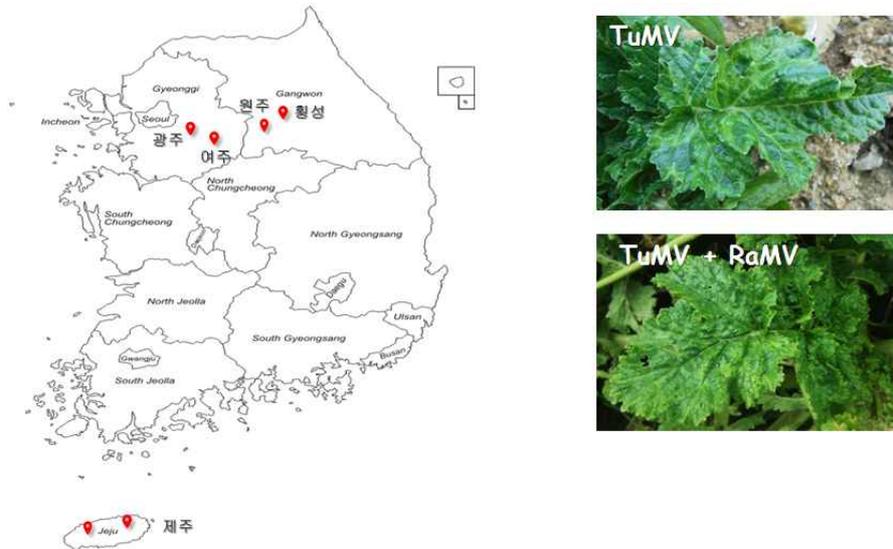


그림42. 무 바이러스 전국 조사 및 병징

표41. 바이러스 진단

지역/바이러스	채집 샘플	TuMV	RaMV	CMV	TuMV + RaMV	Unknown
강원 원주	4	3	0	0	0	1
강원 횡성	6	6	0	0	0	0
경기 광주	5	4	0	0	0	1
경기 여주	2	2	0	0	0	0
제주도	10	6	1	0	3	1
Total(%)	27	21(77.7)	1(3.7)	0(0)	3(11.1)	2(7.5)

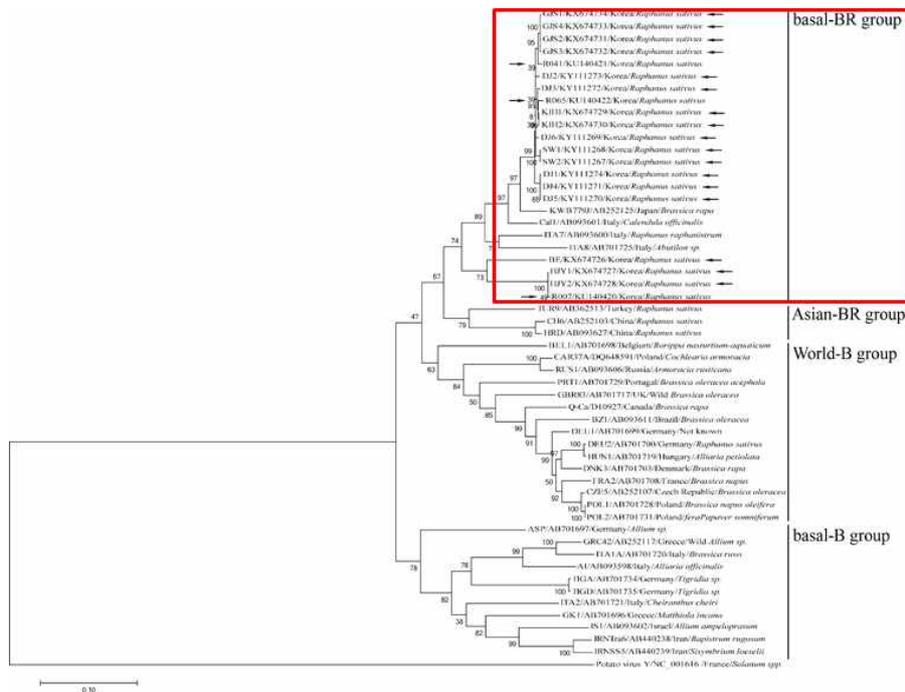


그림43. TuMV 염기서열 분석 및 계통분석

(2) Infectious clone의 제작(1차년도 및 2차년도 계속 진행)

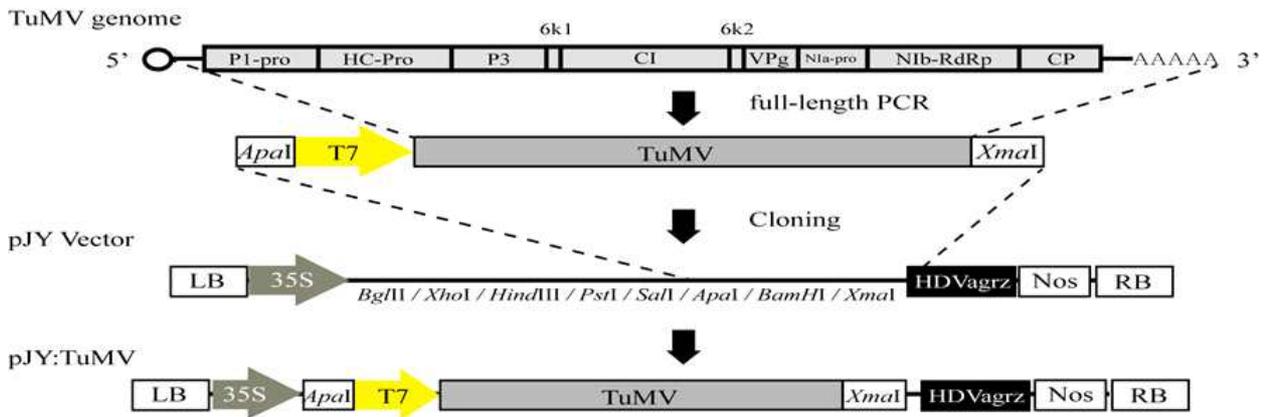


그림44. TuMV infectious clone 제작 모식도

진단된 무 샘플을 이용하여 Full length 염기서열 분석 후, TuMV infectious clone을 위와 같은 방법으로 제작하였다. 제작된 TuMV infectious clone은 35S promoter와 T7 promoter가 포함되어 있어 *Agroinoculation* 및 *in vitro transcription*등의 접종이 가능하기 때문에 접종 효율을 높였다.(그림44)

(3) TuMV 접종에 따른 저항성 무 Line 검정(1차년도 및 2차년도 계속 진행)

**TuMV infectiousclone *N.Benthamiana*에
먼저 Agroinoculation 하여 1차 접종**



그림45. TuMV infectious clone의 접종에 따른 기주식물의 바이러스 적용

국내 발생 분포하는 대표적인 3종류의 TuMV isolate를 이용하여 제작된 infectious clone은 기주 식물에 접종하기 전 바이러스의 안정적인 증식과 접종 효율을 높이고자 1차적으로 모델 식물인 *Nicotina benthamiana*에 *agro-inoculation*방법을 이용하여 접종을 실시하였다. 24시간에서 48시간이 경과 후 TuMV가 접종된 *N. benthamiana*를 즙액 접종을 통한 방법으로 확보한 다수의 무 line에 2차로 바이러스 접종을 실시하였고, 접종된 무 샘플은 접종 후 14일 뒤 육안을 통한 병징 확인 및 RT-PCR을 이용한 분자적 진단을 시행하여 감염 여부를 확인하였다.(그림45)

표42. TuMV isolate별 무 저항성 Line 검정

	Isolate name	채집지역	저항성 무 Line	List
1차년도(2017년) ~ 2차년도(2018년)	HJY1	부여	4 Line 확인	청운, 아시아가을저장, 평강김장, 청풍명월무
	KIH1	청주	8 Line 확인	빛고은열무, 슈퍼모델, 평강김장, 아우리월동, 전무후무, 한농알타리, 제일슈퍼시래기무
	BE	보은	11 Line 확인	명산, 빛고은열무, 슈퍼모델, 장형봄, 청운, 송백, 초비, 강성, 극동, 참조아열무, 청풍명월무
	HJY2 외 15종	부여 외 여러 지역	진행중	진행중

국내 발생 분포하는 대표적인 3종류의 TuMV isolate TuMV isolate별 무 저항성 line 검정 결과, HJY1 isolate는 총 4개 무 line에서 저항성을 보였고, KIH1 isolate는 총 8개 무 line에서 저항성을 보였고, BE isolate는 총 11개 무 line에서 TuMV 바이러스에 대한 저항성을 나타내었다.(표42) 또한 TuMV isolate에 따른 병원성 관련 유전자 기능 차이의 가능성을 확인하였다.

(4) TuMV Hybrid construct 제작(1차년도 및 2차년도 계속 진행)

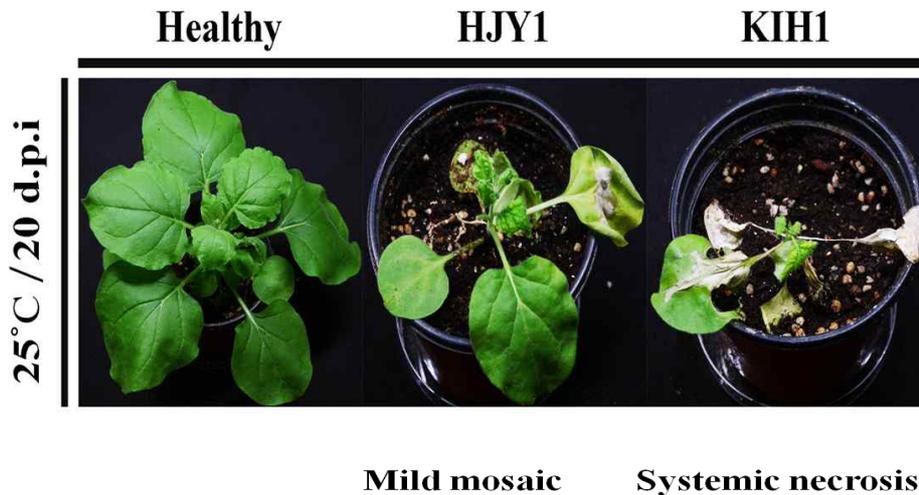
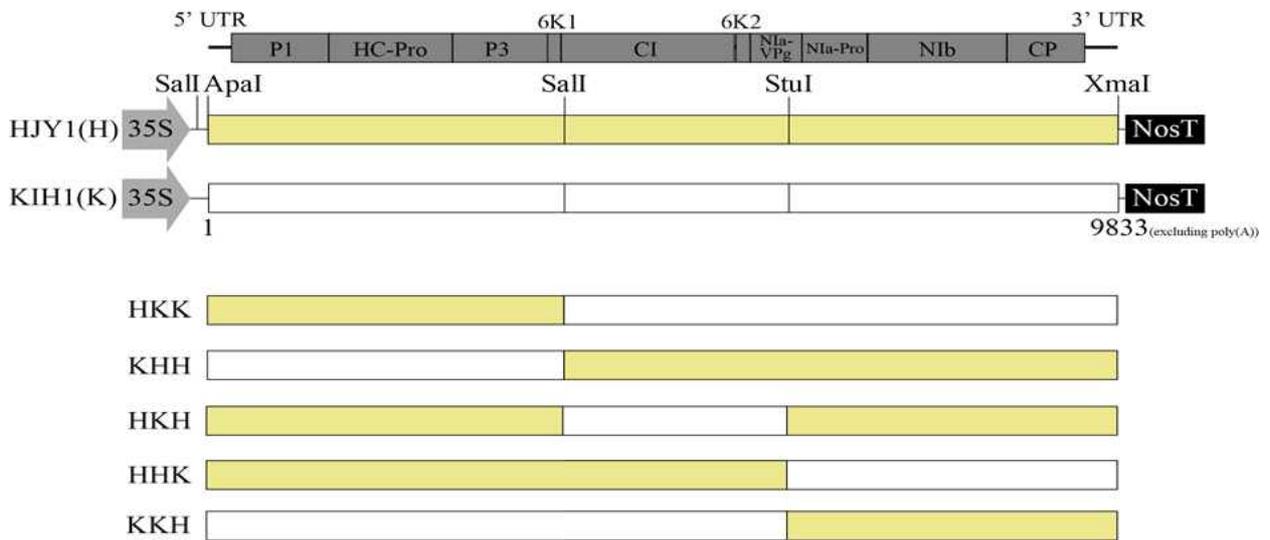


그림46. TuMV hybrid construct 제작

병징이 크게 다른 2개의 TuMV infectious clone인 HJY1과 KIH1간의 병원성과 관련된 유전자를 확인하기 위하여 두 clone간 동일하게 존재하는 제한효소를 이용하여 서로 switch하는 방법으로 여러 조합의 hybrid construct를 만들어 병원성 관련 바이러스 유전자를 탐색 하였다 (그림46)

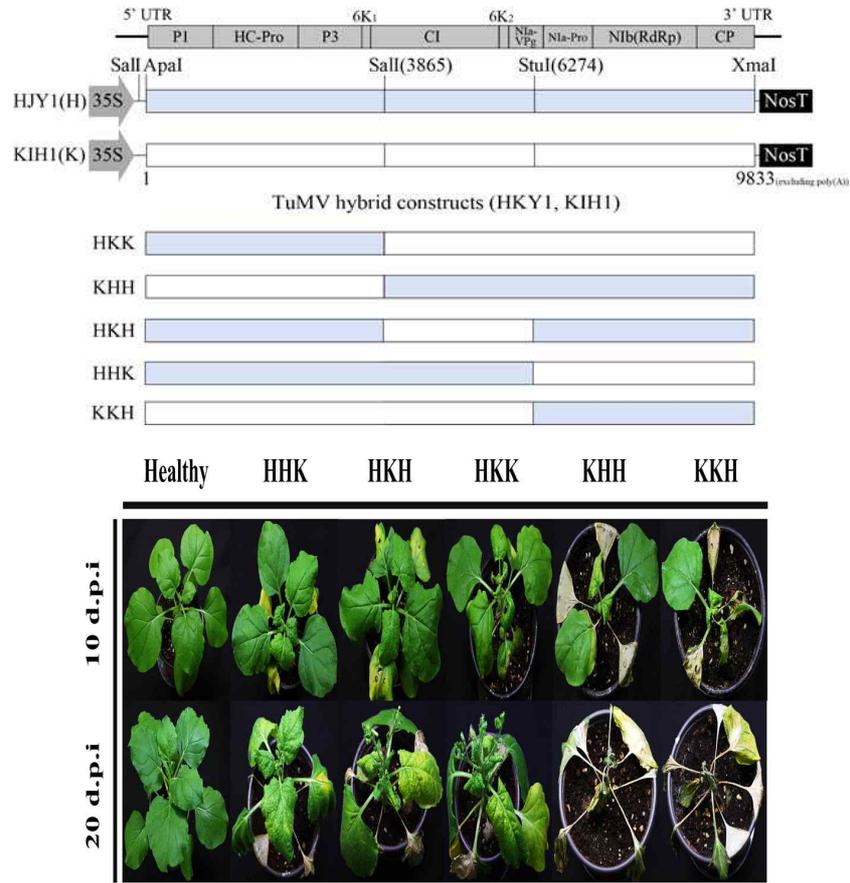
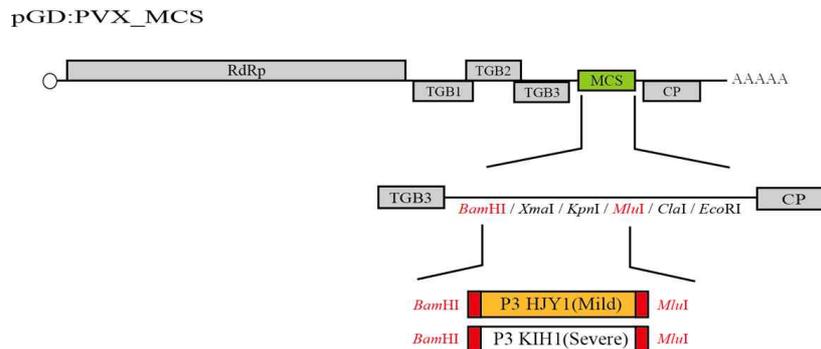


그림47. TuMV hybrid construct 접종을 통한 병원성 검정(*N. benthamiana*)

병원성 차이를 보이는 HJY1과 KIH1 infectious clone을 사용하여 두 clone에 동시에 존재하는 *SaI*, *StuI*, *XmaI* 제한 효소를 이용하여 5종류의 Hybrid construct을 제작하였고, 이러한 clone들을 *N. benthamiana*에 *Agroinoculation*을 통하여 접종을 실시하여 병원성을 관찰한 결과, KHH와 KKH는 잎자루와 잎에서 systemic necrosis를 나타낸 반면 HHK, HKH, HKK등은 병징이 약한 것을 확인하였다. 이러한 결과를 바탕으로 TuMV의 N-terminal 부위의 유전자들인 P1, HC-Pro, P3, 6K1등의 영향으로 병원성의 차이가 있음을 확인하였다(그림47).



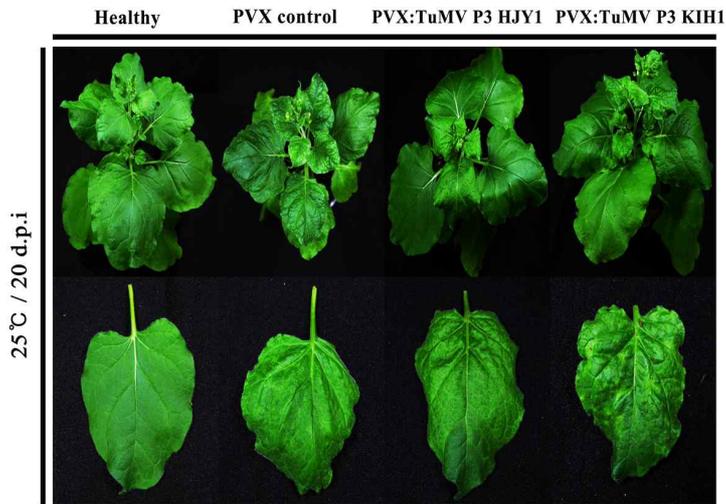


그림48. P3 단백질 overexpression을 통한 병원성 검정

TuMV의 N-terminal 부위의 유전자들인 P1, HC-Pro, P3, 6K1 등의 영향으로 병원성의 차이가 있음을 확인 후, 먼저 P3 단백질을 PVX 벡터에 클로닝을 통하여 접종을 통한 식물체내 과발현을 유도해 P3 단백질의 병원성 관련 기능을 확인하였다. *N. benthamiana*에서 P3 유전자를 과발현 시킨 결과, KIH1의 P3 유전자의 병징이 HJY1의 P3 유전자 보다 위축과 모자이크 증상이 확연히 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과로 *N. benthamiana*에서 TuMV의 P3 유전자가 병원성과 관련이 있는 것을 확인하였다.(그림48).



그림49. TuMV hybrid construct 접종을 통한 병원성 검정(*Brassica rapa*)

HJY1과 KIH1 그리고 5종류의 hybrid construct을 모델 식물인 *N. benthamiana*에 *agro-infiltration*을 통해 1차 접종한 후, 기주 식물인 3종류(SSD138, SSD002, Kenshin)의 다른 배추 line에 즙액 접종 방법을 통하여 병원성을 확인한 결과, KIH1, KHH, KKH의 경우에는 약한 병징을 보인 반면 HJY1, HHK, HKH, HKK의 병징이 강한 병징을 보이는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 TuMV의 N-terminal 부위에 따라 병원성의 차이를 다시 한번 확인할 수가 있었고, 담배와 배추에서의 병원성이 차이는 기주 의존성 병원성(host dependent pathogenesis) 차이로 발생하는 현상으로 *Plum pox virus* (Saenz et al., 2000; J. Gen. Virol. 81:557-566)에서 보고된 바 있다(그림49). 1년차 본 연구를 통하여 향후 지속적인 TuMV P3

유전자의 병원성 차이 규명과 기주 병원성 검정 등을 통하여 바이러스 저항성 마커개발이 가능하다고 사료되어 진다.

(5) 제주도 TuMV 샘플 확보 및 분석

제주도지역에서 확보한 무 샘플에서 TuMV(*Turnip mosaic virus*), RaMV(*Radish mosaic virus*), CMV(*Cucumber Mosaic virus*)의 감염 여부를 확인한 결과, 총 10점의 샘플에서 6개의 TuMV isolate와 3개의 CMV와 TuMV의 복합감염 isolate 및 RaMV 감염 샘플 1점이 발생한 것으로 확인하였으며(표43) 발생 지역의 무 피해는 심각하였다(그림50).



그림50. 무 바이러스 제주도 조사 및 병징

표43. 바이러스 진단

지역	샘플수	TuMV	RaMV	CMV	TuMV+ RaMV
제주도	10	6 (60%)	1 (10%)	0 (0%)	3 (30%)

(6) Infectious clone의 제작(1차년도 및 2차년도 계속 진행) 및 계통 분석

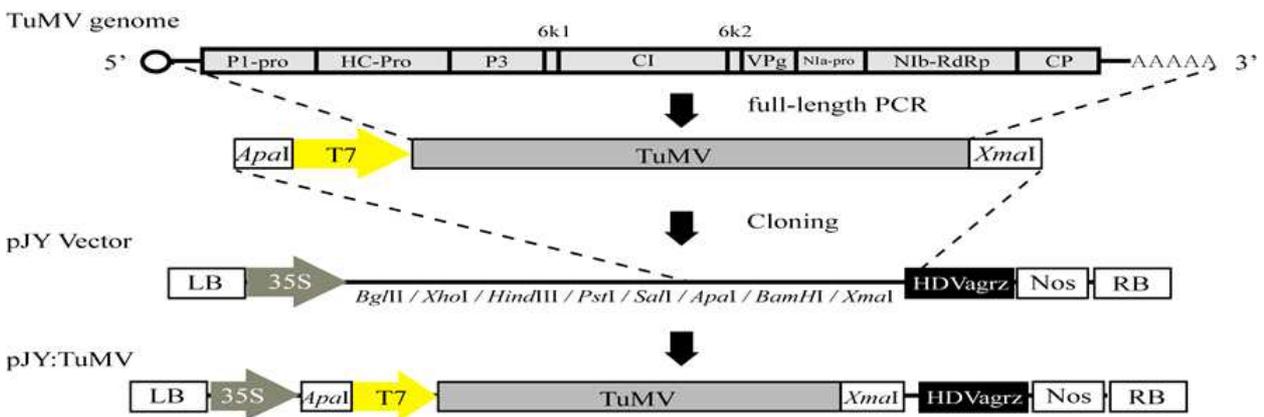


그림51. TuMV infectious clone 제작 모식도

진단된 무 샘플을 이용하여 Full length 염기서열 분석 후, TuMV infectious clone을 위와 같은 방법으로 제작하였다. 제작된 TuMV infectious clone은 35S promoter와 T7 promoter가 포함되어 있어 *Agroinoculation* 및 *in vitro transcription* 등의 접종이 가능하기 때문에 접종 효율을 높였다(그림51). 또한 기존에 확보한 TuMV isolate를 바탕으로 염기 서열 분석한 결과 현재 제주도 지역에 발생 분포하는 TuMV 바이러스는 국내 내륙 지역에 분포하는 무와 배추에 동시 감염이 가능한 basal-BR group으로 확인되었다(그림52).

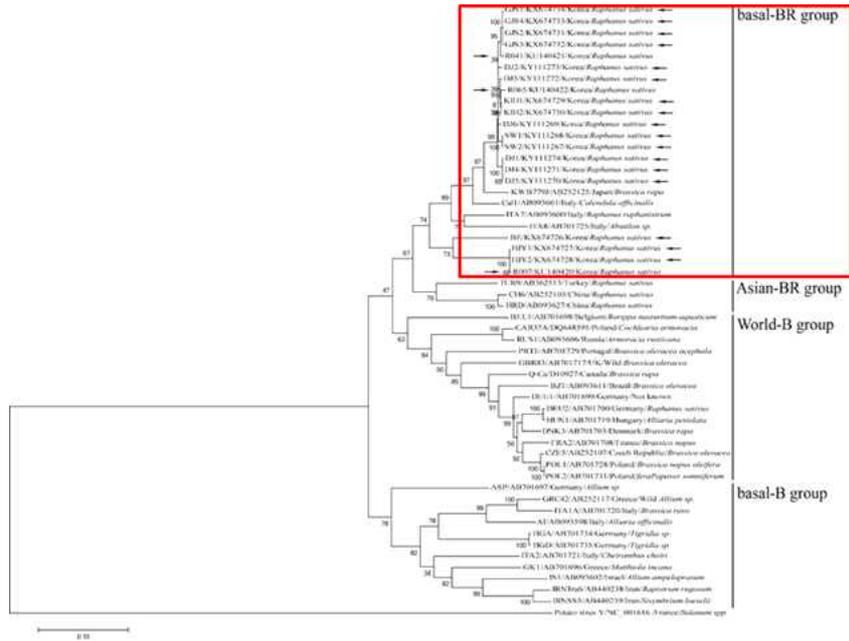


그림52. 제주도 TuMV 염기서열 분석 및 계통분석

제주도에서 발생 분포하는 대표적인 5종류의 TuMV isolate를 이용하여 제작된 infectious clone은 병원성 검정을 위하여 1차적으로 모델 식물인 *Nicotina benthamiana*에 *agro-inoculation* 방법을 이용하여 접종을 실시하였다. 병원성 검정을 통하여 mild한 병징 (KBJ1~4)을 보이는 isolate와 severe한 병징(KBJ5)을 확인할 수 있었다(그림53). 또한 KBJ5와 다른 mild한 isolate들의 아미노산 비교 결과 382(Asp>Gly), 981(Val>Ile)번재와 2522(Glu>Lys)번재 에서 차이를 보임을 확인 할 수 있었다. 내륙지역에 분포하는 isolate와의 분석 결과, P3 유전자의 변이가 병원성과 관련이 높을 것으로 사료 되어 hybrid construct 제작 및 point mutation 방법 등의 지속적인 연구를 통하여 병원성 관련 마커 규명을 계속 진행 중이다(그림54).

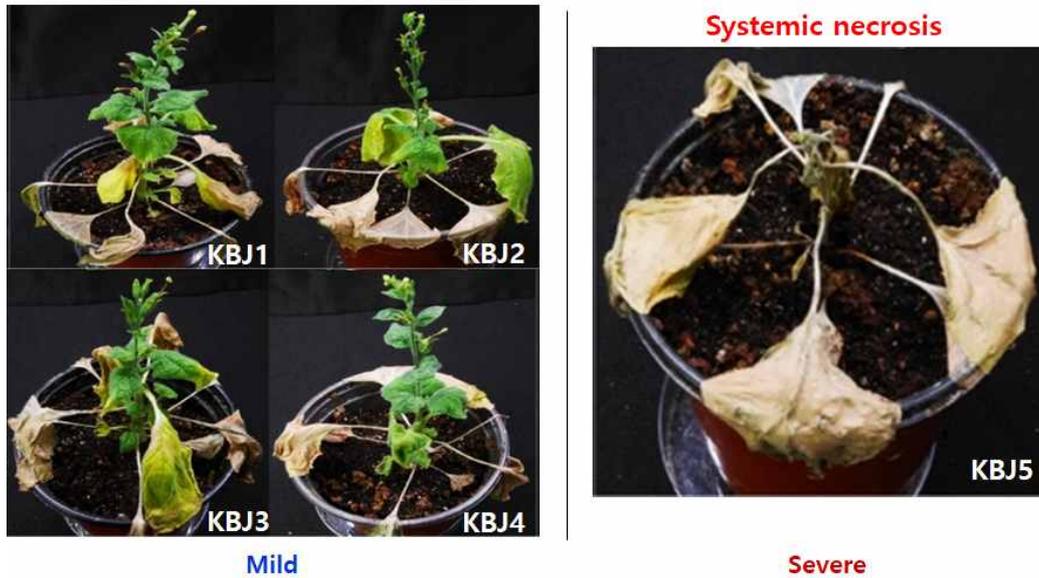


그림53. TuMV 접종을 통한 병원성 검정(Nicotina benthamiana)

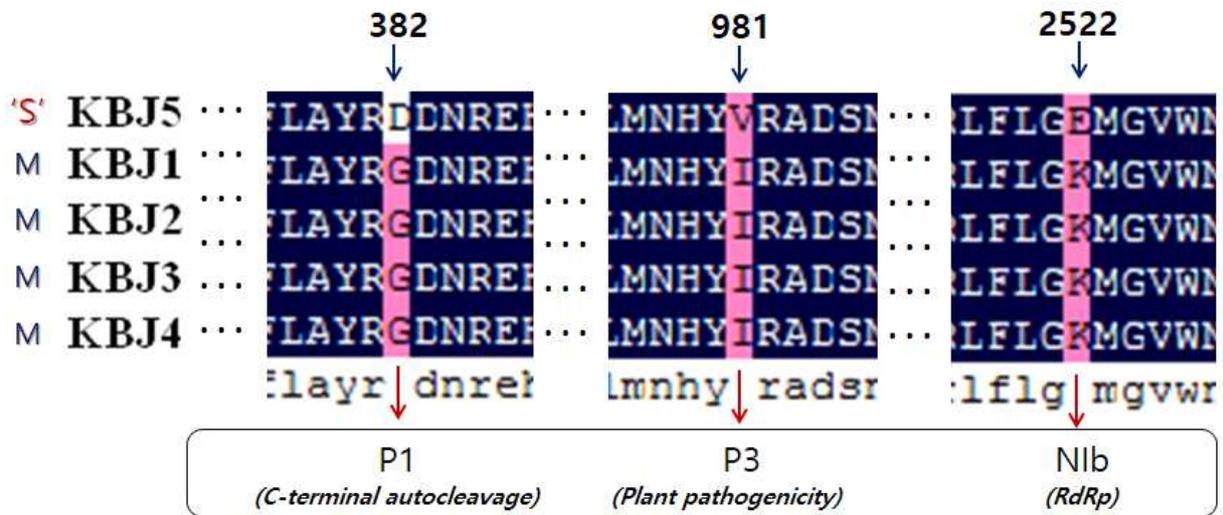


그림54. TuMV 병원성 관련 유전자 변이 예측

(7) 중국 TuMV 샘플 확보 및 분석

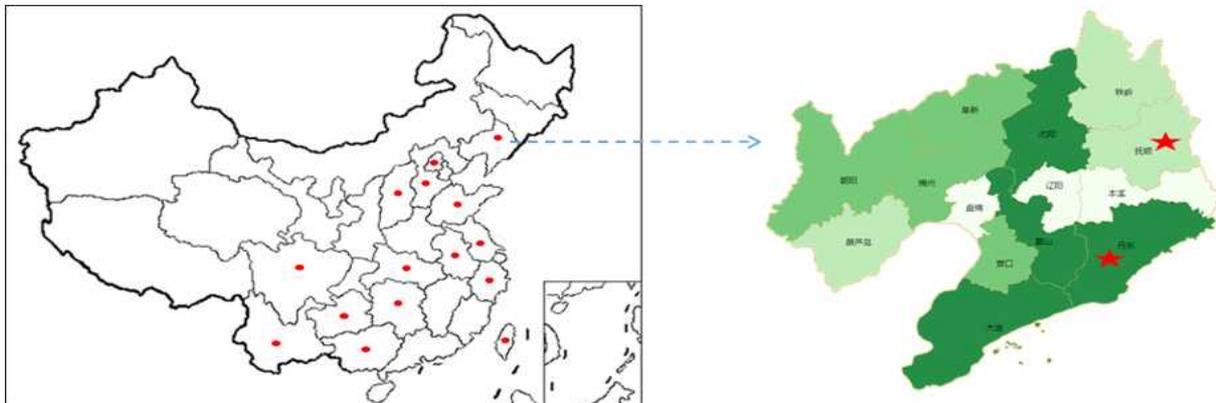


그림55. 무 바이러스 중국 조사

중국의 대표적인 무와 배추의 생산지인 랴오닝성(Liaoning Province)에서 수집한 무 샘플에서 TuMV(*Turnip mosaic virus*), RaMV(*Radish mosaic virus*), CMV(*Cucumber Mosaic virus*)의 감염 여부를 확인한 결과(그림55, 9개의 샘플 모두에서 TuMV 감염을 확인하였고, 국내와는 다르게 TuMV와 CMV 혹은 RaMV와의 복합 감염은 확인할 수 없었다(표44).

표44. 바이러스 진단

지역	샘플수	TuMV	RaMV	CMV	TuMV+ RaMV
랴오닝성	9	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)

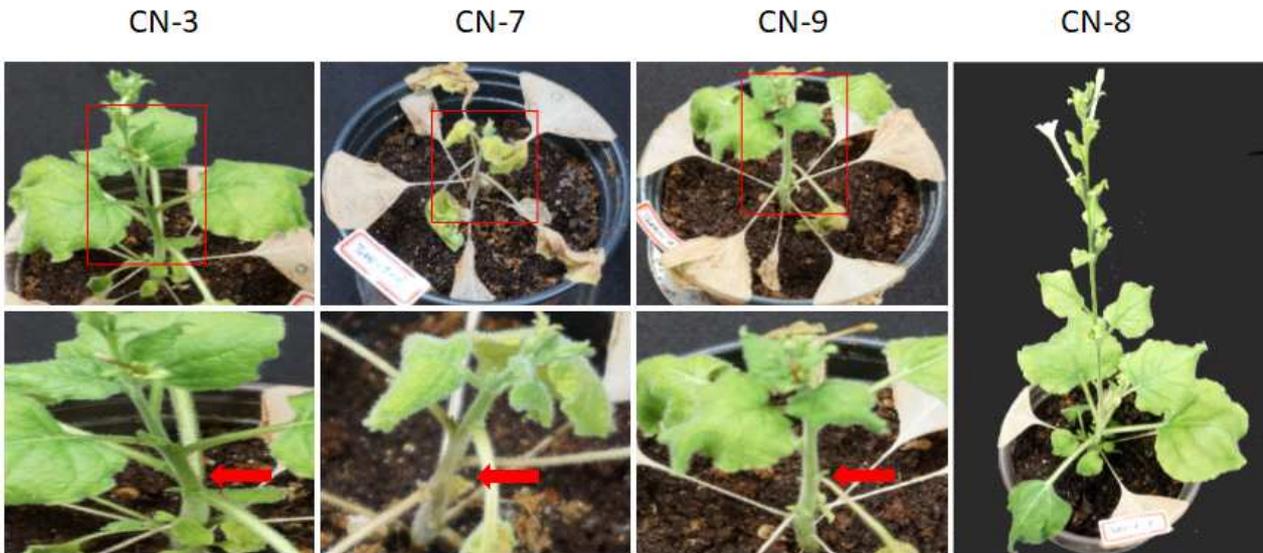


그림56. TuMV 접종을 통한 병원성 검정(Nicotina benthamiana)

랴오닝성(Liaoning Province)에서 발생 분포하는 TuMV isolate를 이용하여 제작된 infectious clone은 병원성 검정을 위하여 1차적으로 모델 식물인 *Nicotina benthamiana*에 *agro-inoculation*방법을 이용하여 접종을 실시하였다. CN-7 isolate는 severe한 병징과 엽병에 심각한 괴사가 일어나 접종 후 10일 이내 식물이 사멸하고, CN-3와 CN-9의 isolate 경우에는 mild한 병징을 나타내었으며, CN-8 isolate는 국내 분포하는 TuMV isolate와는 다르게 약한 모자이크 병징만 나타낼 뿐 종자 생성기까지 식물이 생육을 유지하고 있는 것을 확인 할 수 있었다(그림56). 이러한 국내에 분포하는 여러 종류의 TuMV와 근연 관계를 확인한 결과 배추와 무 모두에 감염을 일으키는 basal-BR group이었으며, 지역적으로 한국과 거리적으로 인접한 랴오닝성에서 확보한 무에 병을 일으키는 TuMV의 분석 결과 대다수가 중국내 분포하고 있는 상동(랴오닝성 인근)지역에 이미 분포하고 있는 isolate로 확인하였다(그림57). 또한 병원성 관련하여 국내 분포하는 TuMV isolate의 경우에는 P3 유전자의 변이에 의하여 병원성이 달라지는 것을 예측할 수 있었으나, 중국의 isolate의 경우에는 여러 부분(P1, HC-Pro, P3, CI,

NIB)의 단백질에서 아미노산 변이로 인하여 줄기괴사 및 성장 저해 등의 병징이 다양하게 일어나는 것을 확인할 수 있었다(그림58). 이유로 인하여 무와 배추의 수출 지역에 대한 TuMV 병저항성 마커 개발 시 국내 발생 분포 조사 및 중국 등 다양한 수출지역의 TuMV 조사가 다시 한번 필요한 것을 확인할 수 있었다.

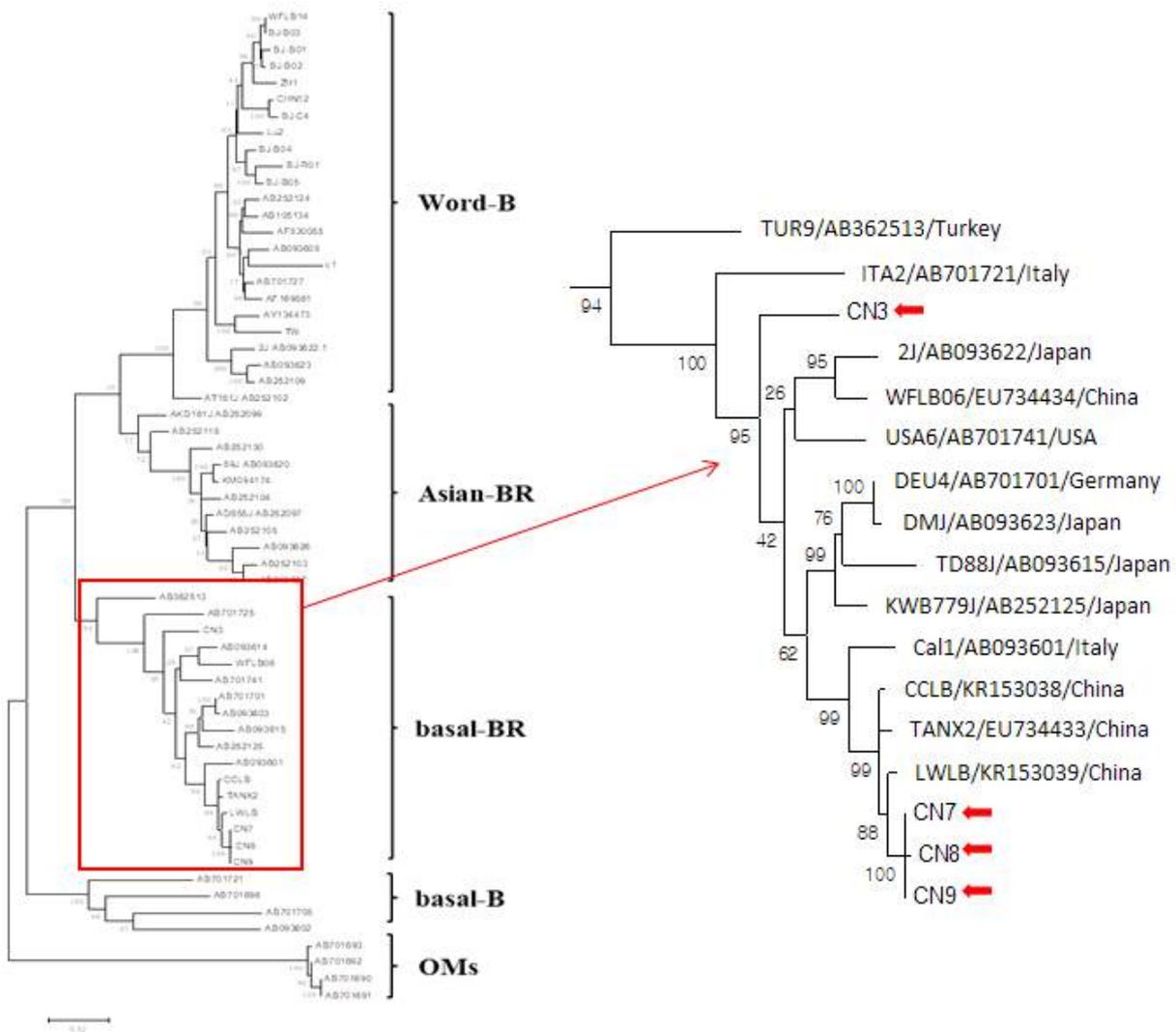
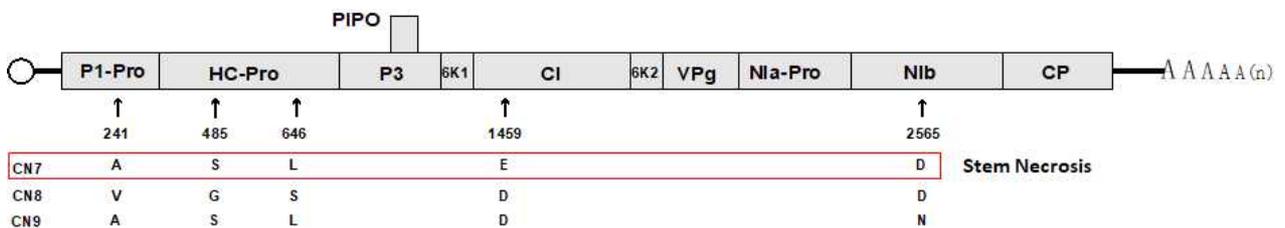


그림57. 중국 TuMV 염기서열 분석 및 계통분석



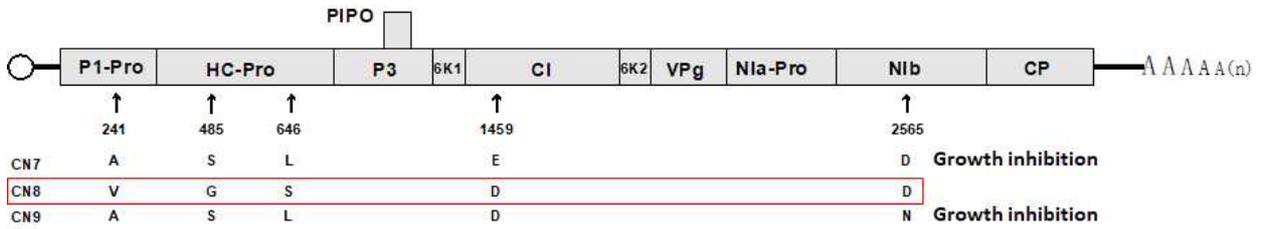


그림58. 중국 TuMV 염기서열 분석 및 병원성 관련 유전자 예측

(8) TuMV isolate 별 병 저항성 마커개발을 위한 무·배추의 병원성 Inventory bank 구축

국내 발생 분포하는 22종류의 TuMV isolate(Hybrid construc 포함)를 이용하여 제작된 infectious clone은 기주 식물에 접종하기 전 바이러스의 안정적인 증식과 접종 효율을 높이고 1차적으로 모델 식물인 *Nicotina benthamiana*에 *agro-inoculation*방법을 이용하여 접종을 실시하였다. 24시간에서 48시간이 경과 후 TuMV가 접종된 *N. benthamiana*를 즙액 접종을 통한 방법으로 확보한 다수의 무 line에 2차로 바이러스 접종을 실시하였고, 접종된 무와 배추 샘플은 접종 후 14일 뒤 육안을 통한 병징 확인 및 RT-PCR을 이용한 분자적 진단을 시행하여 감염 여부를 확인하였다(그림59)



그림59. TuMV isolate 별 접종을 통한 병 저항성 검정

배추와 무는 국내에서 봄·가을에 대표적으로 재배되는 배추와 무를 선택하여 병 저항성 검정에 이용하였다. 배추는 추사랑배추와 알찬노랑배추를 선택하여 22종류의 TuMV isolates를 접종하여 진단한 결과, 추사랑배추는 국내 분포하는 TuMV isolate 모두에서 병이 발생한 반면, 알찬노랑배추의 경우 TuMV KKH만이 배추에 병을 발생시키고 나머지 isolates 들에게는 병저항성 나타내는 것을 확인 할 수 있었으며(그림60, 그림61), 무의 경우에는 청화무와 일진무를 병 저항성 검정에 사용하였고 22종류의 TuMV isolates를 접종하여 진단한 결과, 청화무에서는 국내 분포하는 TuMV isolate 모두에서 병이 발생한 반면, 일진무에서는 DJ1, DJ2, DJ6, KIH2, KKH isolate를 제외하고 모두 바이러스병이 발생하였다(그림62, 그림63). TuMV isolate의 접종에 따른 병저항성이 품종 및 기주 작물의 종류에 따라 서로 다르게 나타난 것을 확인 할 수 있었다.

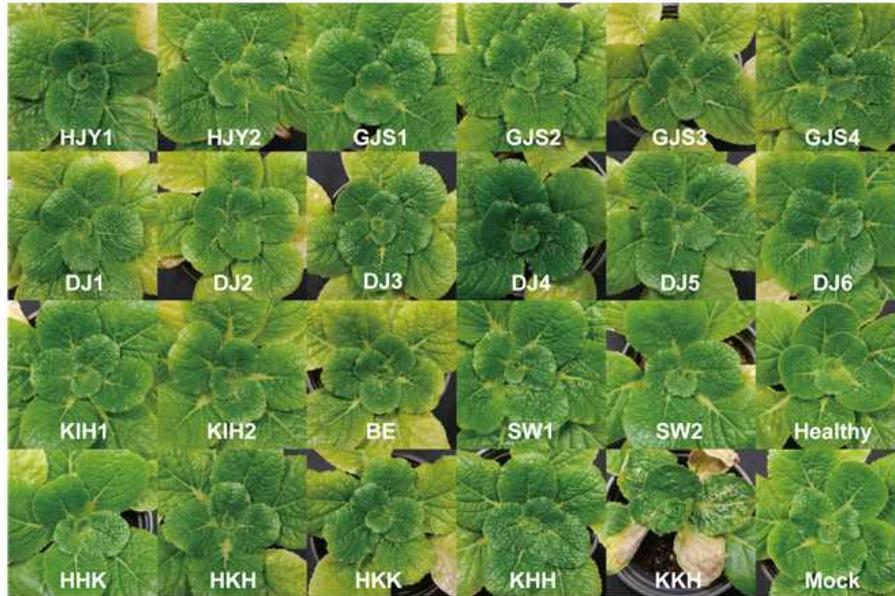


그림60. TuMV isolate 별 접종을 통한 배추 병 저항성 검정(알찬노랑배추)

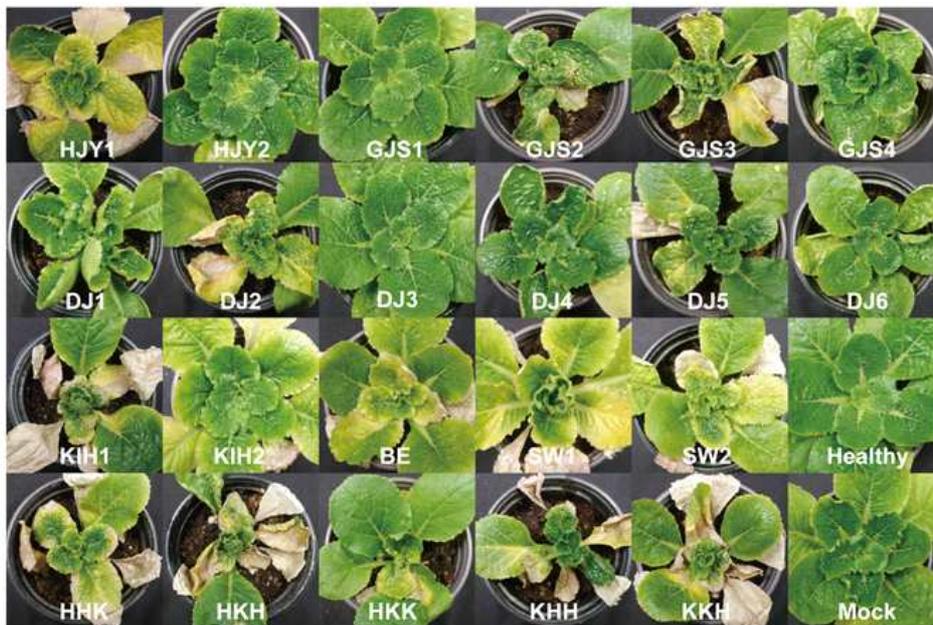


그림61. TuMV isolate 별 접종을 통한 배추 병 저항성 검정(추사랑배추)

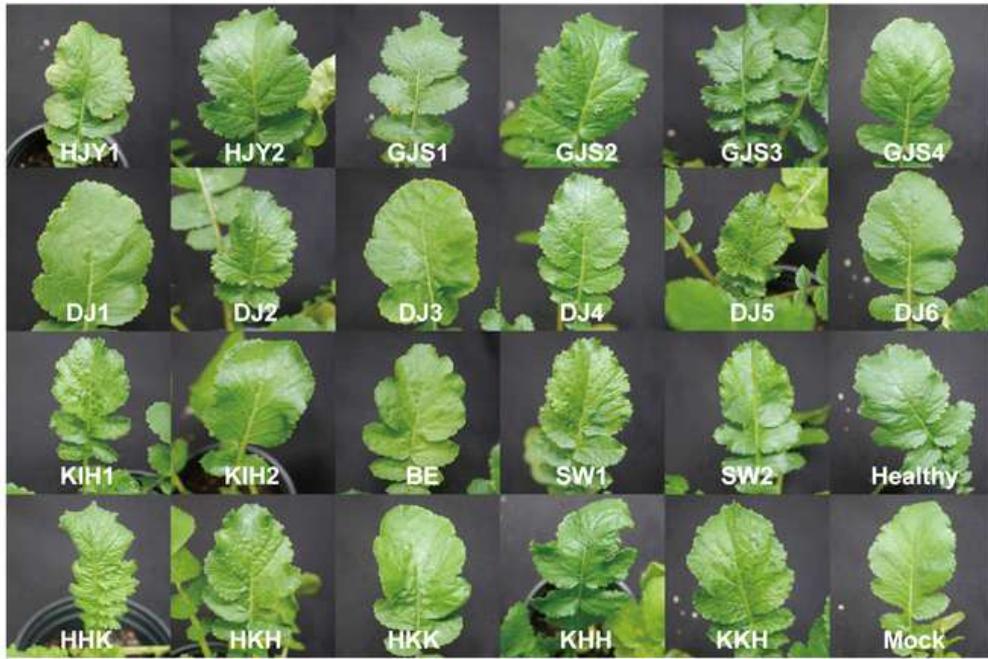


그림62. TuMV isolate 별 접종을 통한 무 병 저항성 검정(일진무)

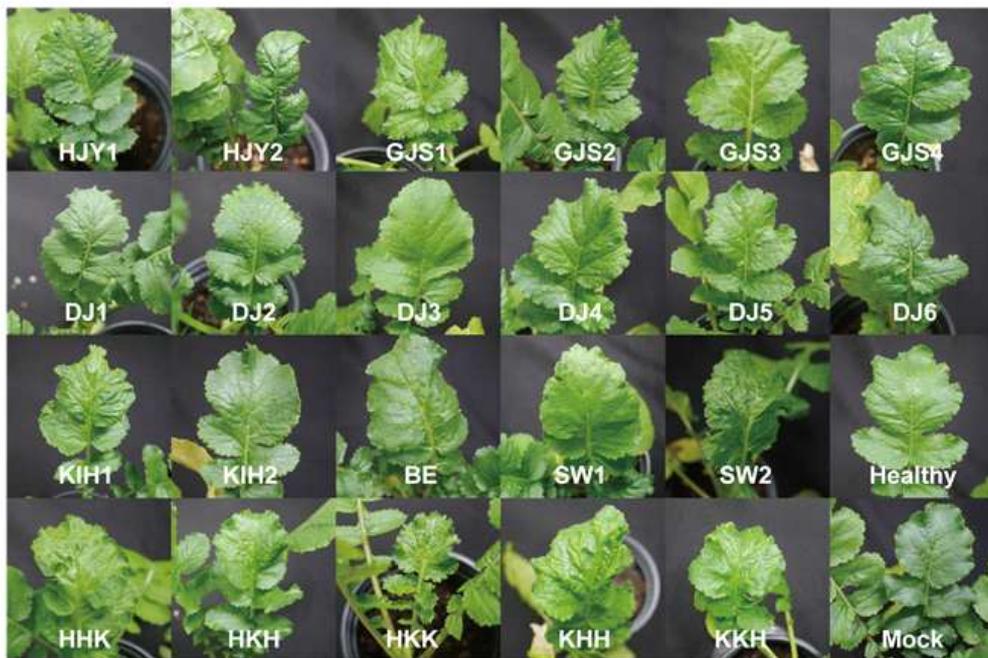


그림63. TuMV isolate 별 접종을 통한 무 병 저항성 검정(청화무)

지속적으로 국내 분포하는 TuMV isolate의 수집을 바탕으로 유전적인 특성 분석을 시행하고, 지속적인 infectious clone들을 제작하여 병 접종 검정을 시행하여 기주간 및 품종에 따른 다양한 저항성 기작을 확인하여 최종적으로 국내의 대표적인 5개의 TuMV isolate를 선발하게 되었다(그림64).

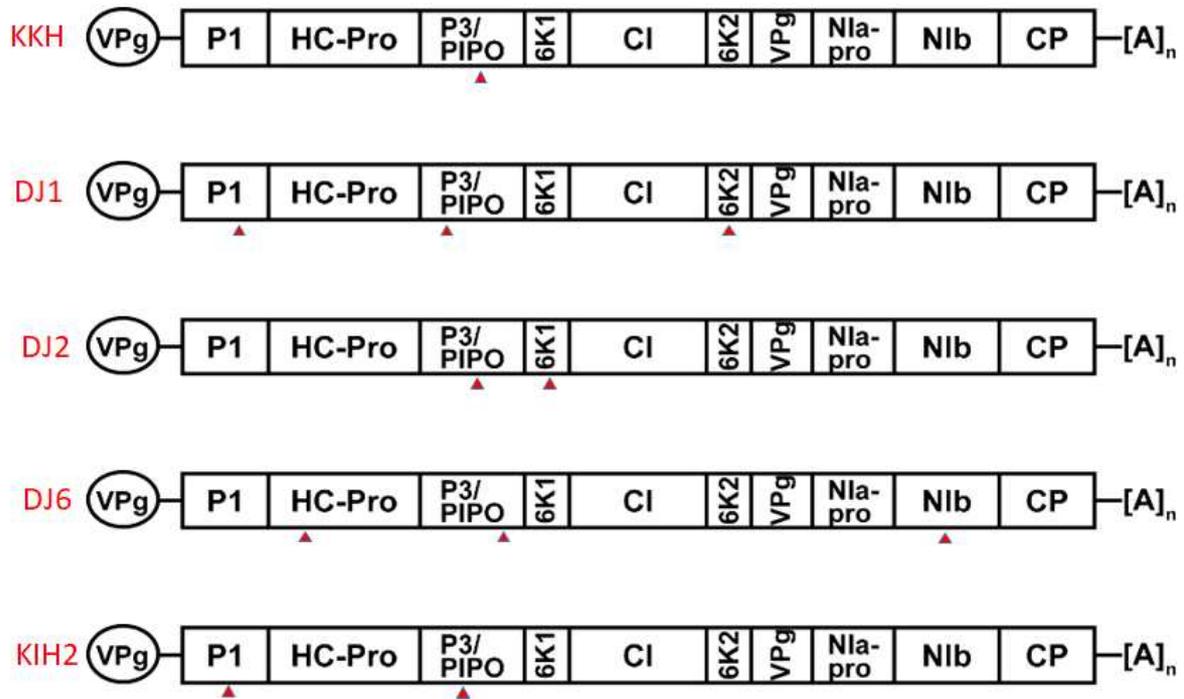


그림64. 국내 분포하는 대표적인 TuMV isolate

또한 지속적인 TuMV 국·내외 조사를 통하여 세계적으로 적용 가능한 TuMV 대표 isolate의 지속적인 선발과 작물별 inbred line의 병 저항성 검정을 통하여 최종적으로 품종 및 기주별 TuMV 병저항성 inventory bank의 정량화를 통한 TuMV 저항성 마커 개발을 통하여 국내뿐만아니라 수출지역의 품종 평가시에 신속한 병 검정을 통하여 저항성 품종 개발이 도움이 될 것으로 판단된다(표45).

표45. 기주 및 품종에 따른 TuMV 병원성 inventory bank

TuMV isolate or chimera	Chiness cabbage cultivar		Radish cultivar	
	Norang	Chusarang	Chunghwa	Iljin
HJY1	-	+	+	+
HJY2	-	+	+	-
GJS1	-	+	+	+
GJS2	-	+	+	+
GJS3	-	+	+	+
GJS4	-	+	+	+
DJ1	-	+	+	-
DJ2	-	+	+	+
DJ3	-	+	+	+
DJ4	-	+	+	+
DJ5	-	+	+	+
DJ6	-	+	+	-
KIH1	-	+	+	+
KIH2	-	+	+	-
BE	-	+	+	+
SW1	-	+	+	+
SW2	-	+	+	+
HHK	-	+	+	+
HKH	-	+	+	+
HKK	-	+	+	+
KHH	-	+	+	+
KKH	+	+	+	+
Healthy	-	-	-	-
Mock	-	-	-	-

(9) 제주도 발생 Radish Mosaic Virus(RaMV) 분석 및 infectious clone 제작

2017년 제주도 무에서 주요바이러스 병을 일으키는 Turnip Mosaic virus(TuMV) 이외에 내륙에서 거의 분포 되질 않는 Radish Mosaic virus(RaMV)가 분자적 진단을 통한 진단결과 sample5와 sample7에서 진단되었다(그림65). 병에 걸린 무는 심각한 위축과 모자이크 병징으로 상품적인 가치가 없어진 것을 확인하였다. 이러한 이유로 인하여 무·배추의 병저항성 마커 개발에 RaMV 또한 필요성이 있다고 판단되어 본 연구실에서 infectious clone을 제작하여 유전적인 특성과 병원성 연구를 진행하였다(그림66).

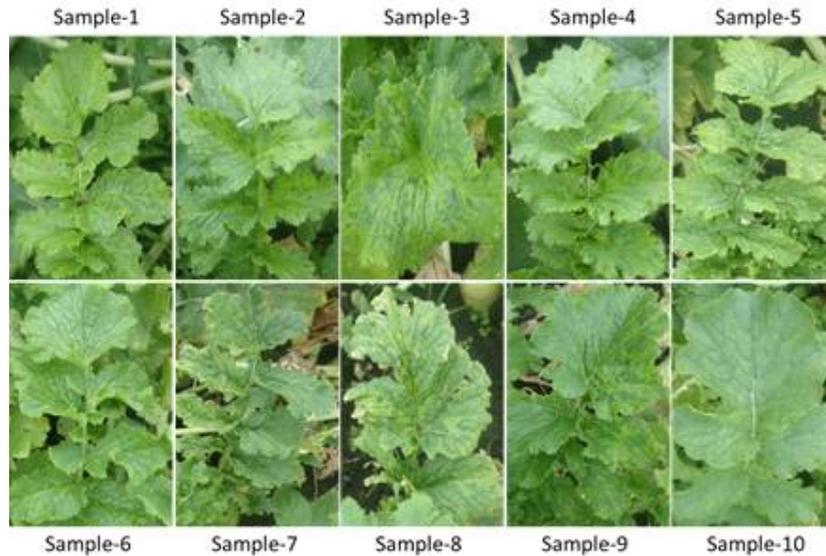


그림65. 제주도에 분포하는 대표적인 TuMV 및 RaMV 병징

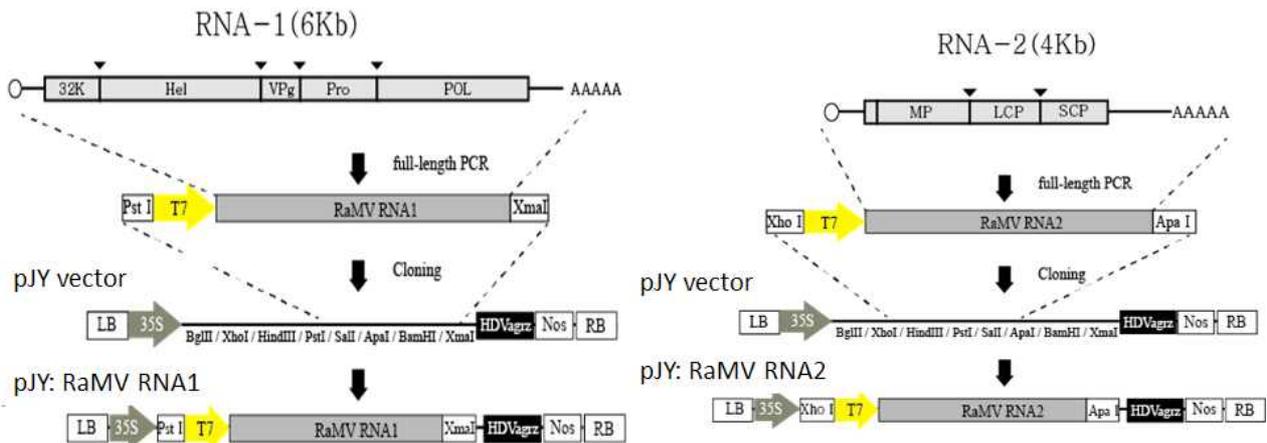


그림66. RaMV infectious clone 제작 모식도

RaMV의 유전적인 근연관계를 확인해본 결과 일본과 대만에서 발생되고 있는 RaMV와 매우 유사한 유전체로 분석되었고(그림67), 병징 또한 기보고 된 것과 같이 심각한 것을 확인할 수 있었다. Infectious clone의 제작을 통한 모델 식물의 접종을 통한 병원성 검정에서도 두 종류의 isolate간의 병원성의 차이를 확인할 수 있었다(그림68). 이러한 결과를 바탕으로 추후 RaMV VIGS 벡터의 개발로 병원성 관련 마커 개발을 통한 수출 지역에 병 검정 시스템 개발

에 도움이 될 것으로 판단된다.

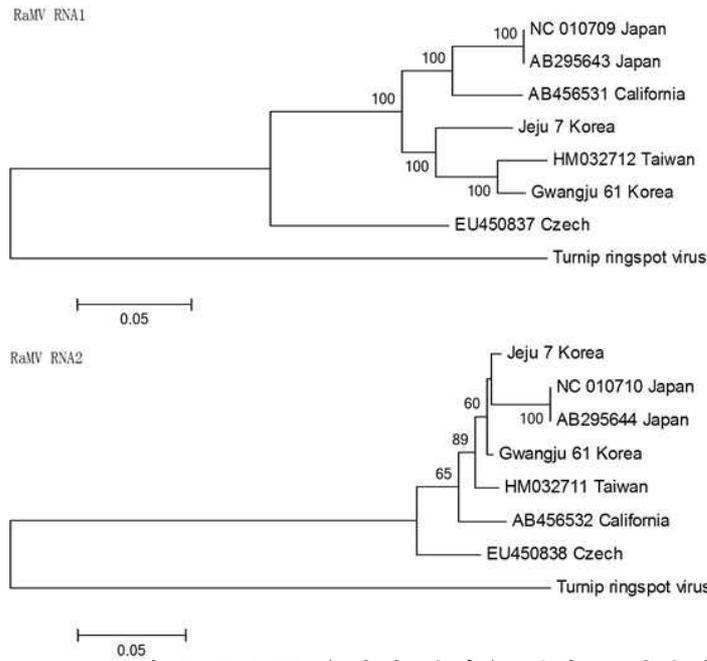


그림67. RaMV 유전체 분석을 통한 근연관계



그림68. 모델식물(Nicotiana benthamiana)에 RaMV 접종을 통한 병원성 검정

(10) TuMV(*Turnip Mosaic virus*) 병원성 관련 유전자 탐색

1차년도와 2차년도 국내에 발생하는 TuMV의 염기서열분석과 병원성 조사를 통하여 얻어진 대표적인 TuMV isolate인 HJY(HHH)와 KIH1(KKK)을 이용하여 hybrid construct를 제작하였고, 모델식물인 담배(*Nicotiana benthamiana*)에 Agro-infiltration 방법을 통하여 병접종을 시행하여 본 결과, TuMV의 접종에 따른 necrosis와 같은 강력한 병원성 관련 유전자가 P1, HC-Pro, P3, 6K1 단백질이라는 것을 다시 한번 예측할 수 있었다(그림69). 1·2차년도에 실시한 pGDG백터를 이용해서 P3 단백질의 overexpression을 통한 병원성 검정에서와는 다른 pattern을 보이는 것은 아마 P3단백질과 PIPO 단백질간의 상호작용으로 인한 병징으로 판단된

다.

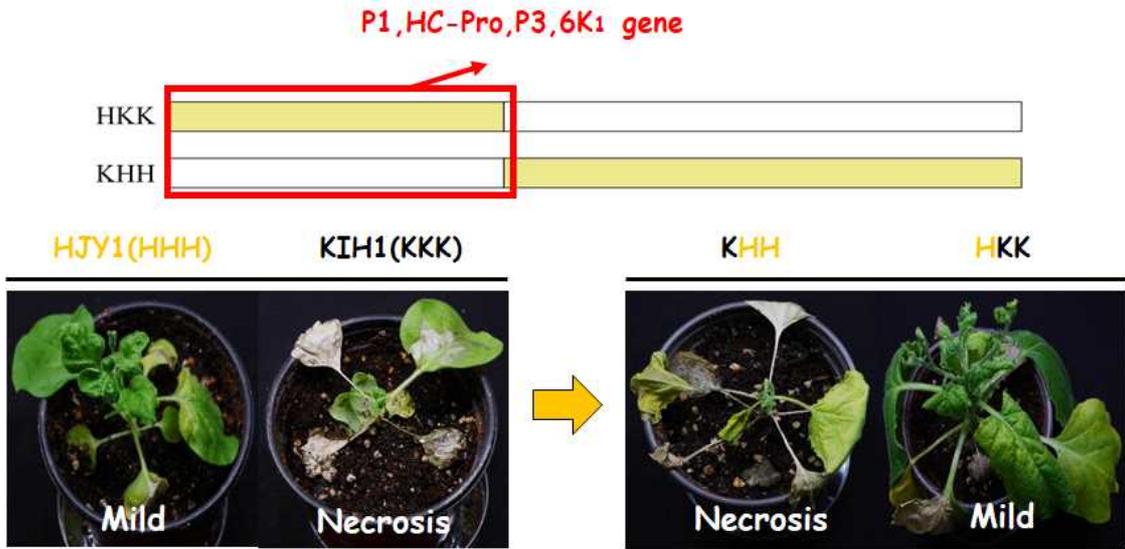


그림69. TuMV Hybrid Construct 제작 및 병원성 검정

대표적인 TuMV isolate인 HJY(HHH)와 KIH1(KKK)을 이용하여 hybrid construct 통한 병원성 관련 단백질 구멍을 위하여 새롭게 제작한 5종류의 chimeric construct를 이용하여 담배 (*Nicotiana benthamiana*), 무(*Raphanus sativus*), 배추(*Brassica rapa*)에 접종하여 병원성검정을 시행하였다(그림70). 각각의 병원성 검정을 통해본 결과, 병징의 관찰과 RT-PCR을 통하여 TuMV를 진단한 결과, 담배, 무, 배추의 경우 HJY(HHH)와 KIH1(KKK)을 조합한 KKH isolate에서 병원성이 바뀌는 것을 확인 할 수 있었다(그림71).

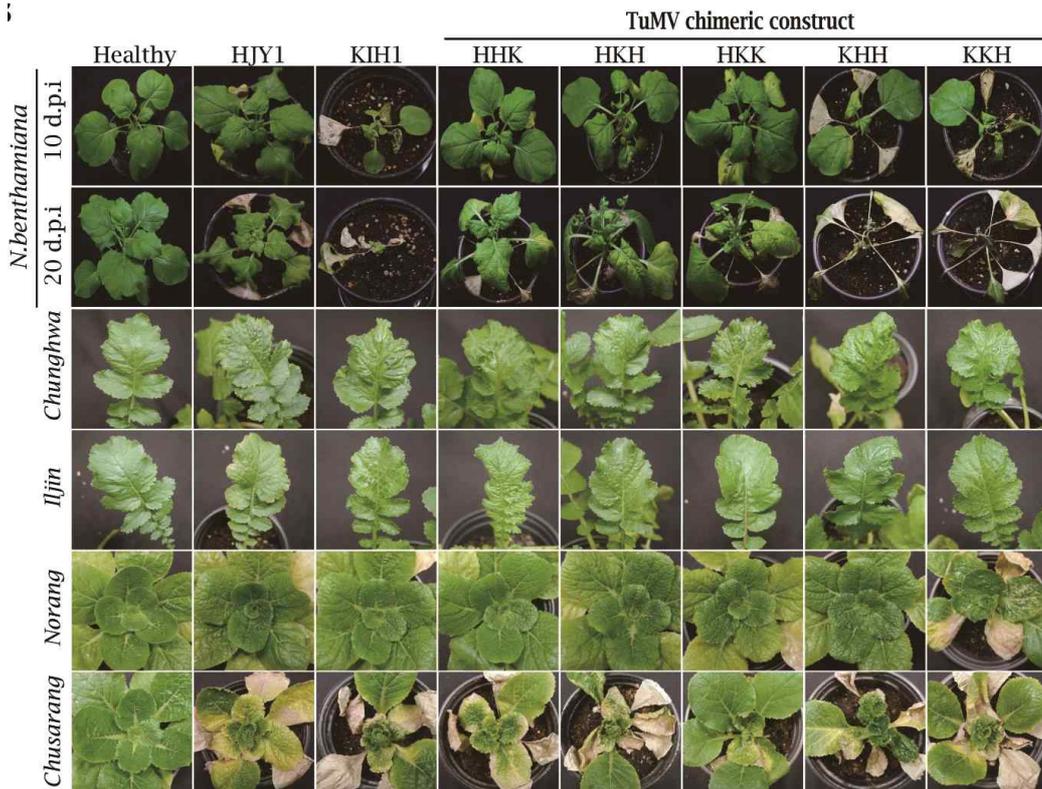


그림70. TuMV hybrid construct 접종을 통한 병원성검정(담배·무·배추)

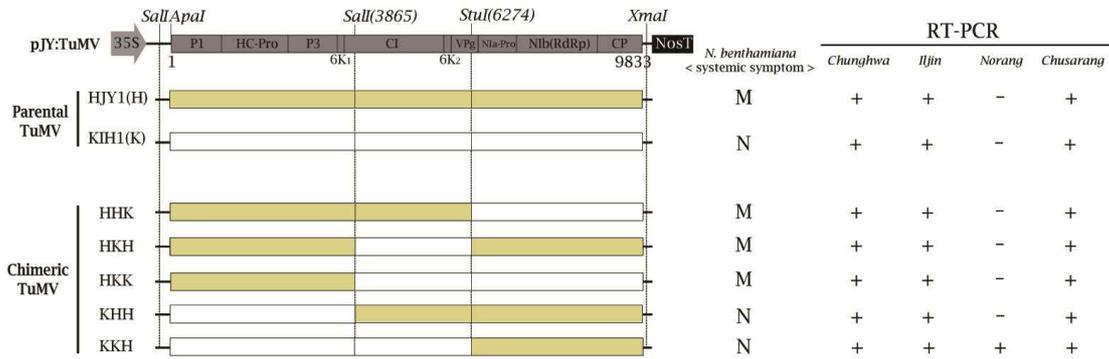


그림71. TuMV 병원성 검정 및 RT-PCR을 통한 진단

모델식물인 담배(*Nicotiana benthamiana*)에서 TuMV isolate의 P1, HC-Pro, P3, 6K1 단백질에 의한 병원성 차이를 확인할 수 있었고, 배추의 경우에는 cultivar Norang에서 KKH isolate에서만 necrosis 병질을 일으키는 것을 확인하였다. 이러한 현상은 기주식물에서의 병징의 차이가 P1, HC-Pro, P3, 6K1 이외에도 CI, 6K2, VPg 단백질에 의해서 병원성이 바뀌는 것을 확인할 수 있었다(그림70). 이러한 결과를 바탕으로 P3단백질과 P1 protease에 의해서 random 하게 cleavage 되는 P3N-PIPO 단백질의 상호작용에 의한 병원성 차이를 확인하고자 KIH1 과 HJY1 isolate의 P3, P3N-PIPO, PIPO 단백질들을 각각 pGD 벡터와 GFP 단백질이 fusion 되어 있는 pGDG 벡터에 클로닝하여 모델식물인 담배(*Nicotiana benthamiana*)에 agro-infiltration을 통한 병원성 검정을 시행한 결과, PIPO 단백질의 아미노산 D168N, G215 그리고 I217V 부위의 변화에 의해서 병원성이 바뀌는 것을 확인할 수 있었다(그림72).

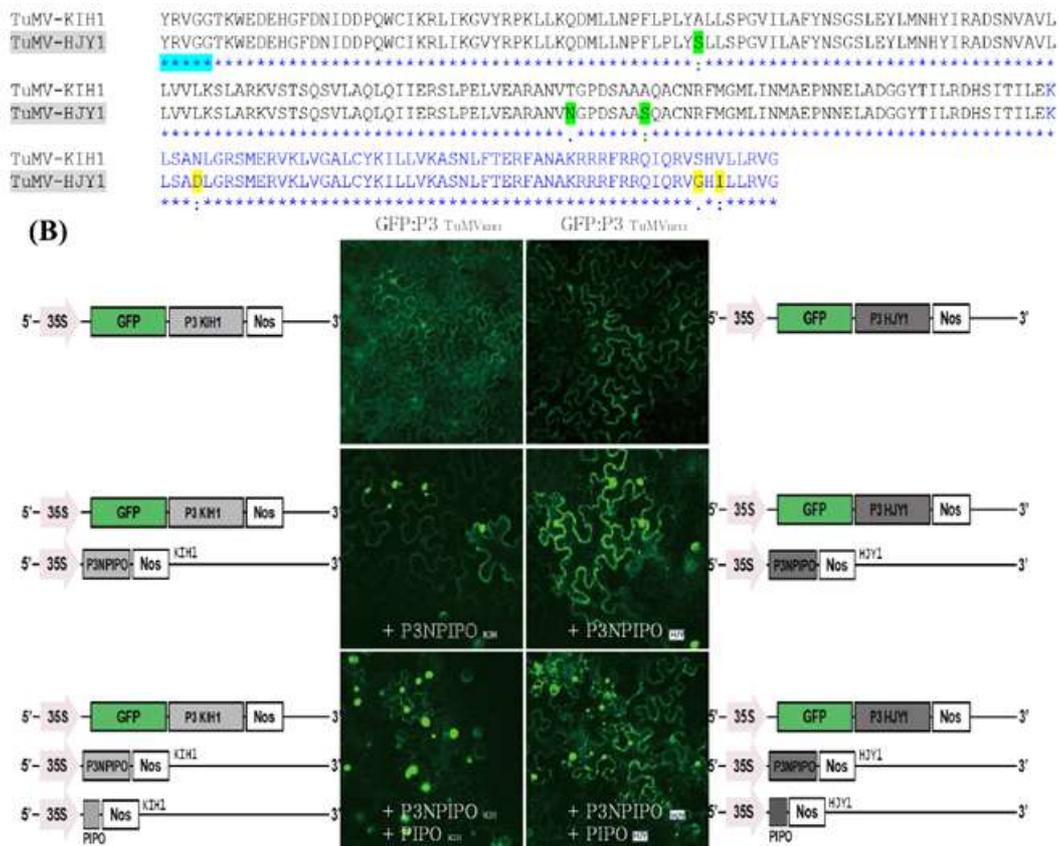


그림72. 병원성 관련 TuMV P3 단백질과 PIPO단백질간의 역할 규명

(11) 중국 TuMV 병원성관련 유전자 탐색

중국 Liaoning에서 수집한 TuMV isolate를 이용하여 유전적 분석을 통해 2차년도에 국내 분포하는 TuMV와 유전적 차이로 인한 줄기괴사와 같이 새로운 병원성 변화를 확인하였으며, 수출지역의 TuMV 병저항성 관련 유전자를 확인하고자 CN3, CN7, CN8, CN9 등의 infectious clone를 제작 후 무에 접종한 결과, 각각의 isolate의 아미노산 차이에 의한 병징의 차이를 담배와 무에서 확인할 수 있었고, 두 식물 모두에서 CN7 isolate가 담배에서 줄기 괴사, 무에서 심각한 모자이크 병징이 나타나는 것을 확인하였다. 이러한 isolate 별 아미노산서열 변화에 따른 병원성 차이 검정을 위하여 강한 병징을 유발하는 CN7과 약한 병징을 유발하는 CN8을 이용하여 hybrid construct를 제작하여 재차 병리 검정을 시행한 결과, 강한 병징을 유도하는 병원성 관련 유전자가 CN7의 P1, HC-Pro 단백질의 특이적인 아미노산 변이에의해서 심각한 줄기괴사, 생육저하 및 강한 모자이크 병반 유도 등의 병원성 차이가 나는 것을 확인하였다(그림 73).

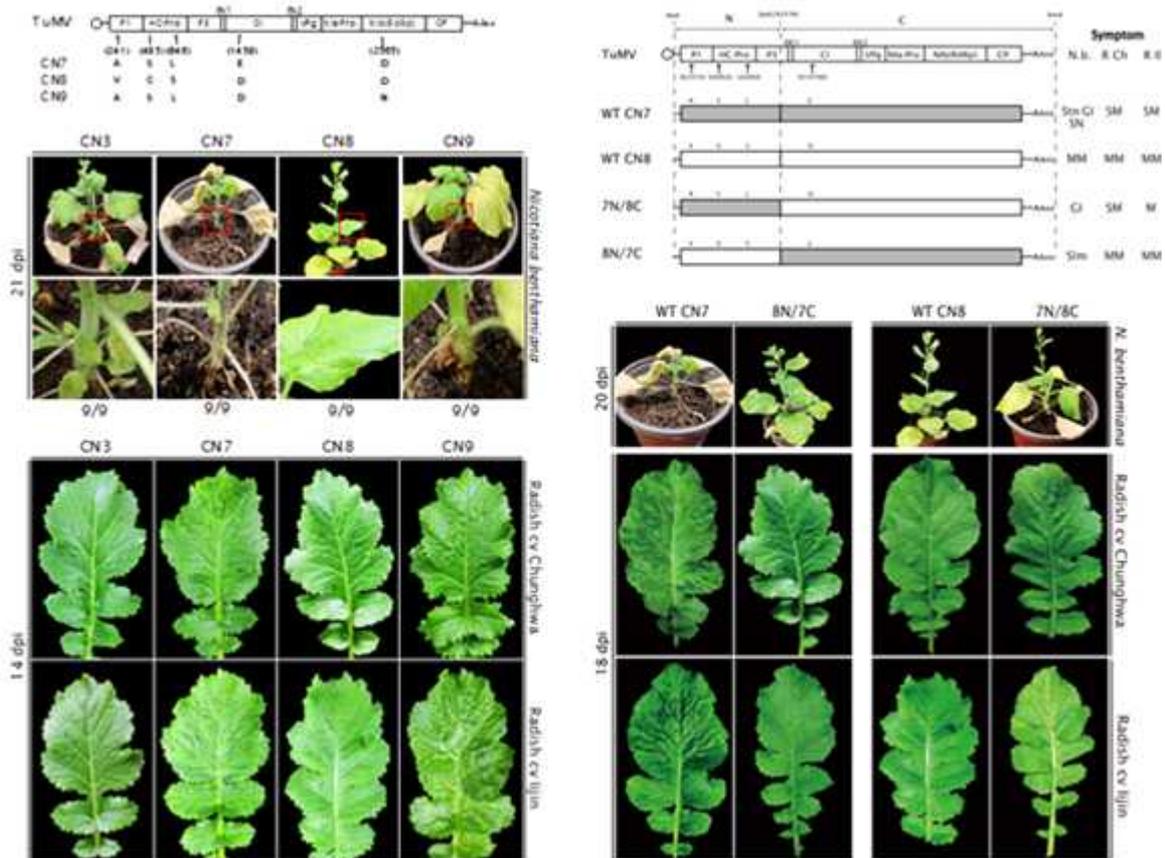


그림73. 중국 TuMV의 병원성 관련 단백질간의 역할 규명

(12) 국내 RaMV(Radish Mosaic Virus) infectious clone 제작을 통한 병원성검정

채집한 무에서 2015년 광주에서 1개 isolate, 2016년 제주도에서 2개 isolate를 분리한 RaMV isolates를 이용하여 염기서열 분석을 통하여 국내 분포하고 있는 RaMV RNA1 은 대만과 RNA2는 일본 isolate와 근연관계가 있는 것으로 2차년도 연구에서 확인하였고, 이를 pGD 벡터를 이용하여 최종적으로 infectious clone을 제작하였다. 제작한 RaMV를 제주 RNA1 과 제

주 및 광주 RNA2의 다양한 조합으로 접종하였을 때, Jj-AA의 경우에는 mild한 mosaic 증상을 보인 반면 Jj-AB와 JG-AW 조합의 경우에는 yellowing, severe mosaic, crumpling 등의 심각한 증세를 나타내는 것을 확인 할 수 있었고, RaMV RNA2에 의해서 병원성이 달라진다는 것을 확인하였다(그림74). 이러한 결과로 볼 때 국내 분포하고 있는 RaMV의 병원성을 고려하면 추후 더 많은 RaMV isolate 확보가 필요하며, 병원성관련 유전자 탐색과 이를 바탕으로 한 TuMV 이외에 무와 배추에 심각한 피해를 일으키는 또 다른 바이러스의 저항성 마커가 개발 될 것으로 사료된다.

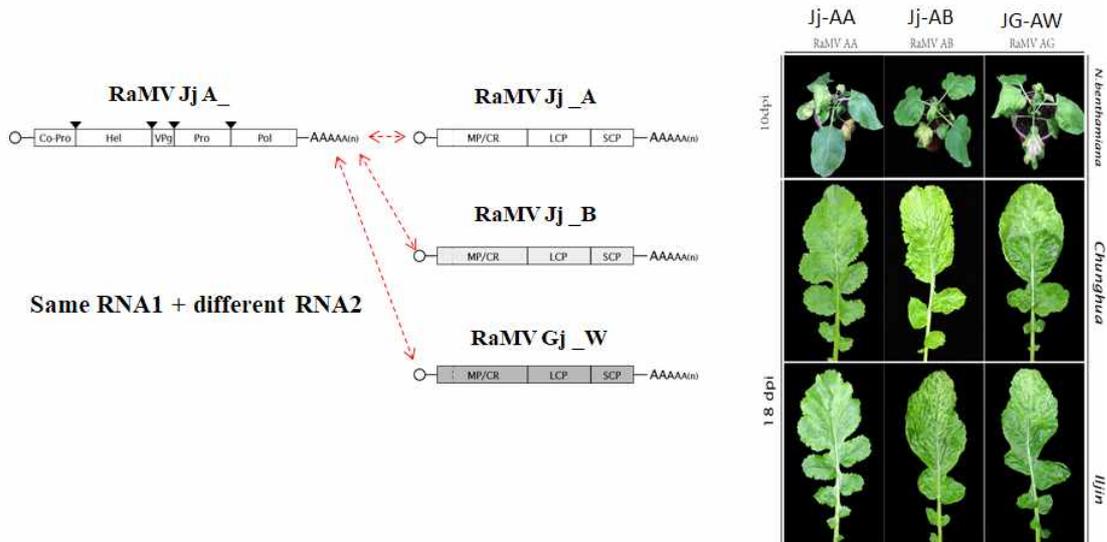


그림74. RaMV 병원성 검정

(13) 국내 RaMV(*Radish Mosaic Virus*) infectious clone의 MCS 제작 및 VIGS 벡터 제작 및 활용

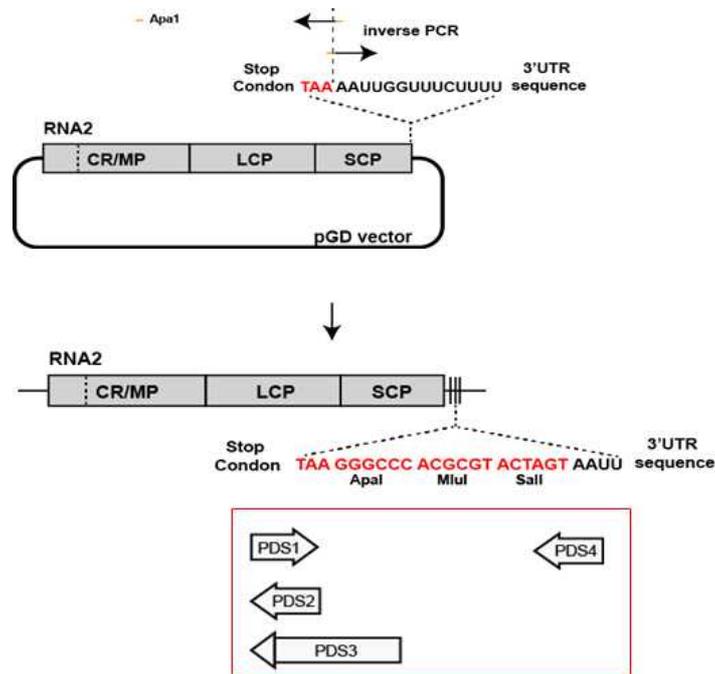


그림75. RaMV MCS 제작 및 VIGS 벡터의 개발

기 제작된 RaMV infectious clone을 이용하여 기주 식물의 유전체 분석에 이용한 VIGS 벡터의 개발을 위하여 병원성과 관련성 있는 RNA2를 이용하여 inverse PCR 방법을 통하여 최종적으로 3' non-coding region에 제한효소 ApaI, MluI 및 SalI을 갖는 RaMV RNA2 MCS 벡터를 제작 완료하였으며(그림75, MCS 삽입에 의한 RaMV 발현이 이상이 없음을 확인하고 무의 PDS(Phytoen desaturase gene)유전자를 다양한 사이즈로 클로닝하여 VIGS 벡터로서의 기능 분석 및 안정성을 평가하였다.

(14) 국내 RaMV(*Radish Mosaic Virus*) VIGS 벡터 활용

RaMV RNA2 MCS에 무 다양한 사이즈의 PDS(Phytoen desaturase gene)를 클로닝하여 접종한 결과, RaMV 병징 이외에 정도의 차이는 있었으나 무에서 백화 현상이 일어난 것을 확인할 수 있었다(그림76). 추후 안정적인 VIGS 벡터로의 활용을 위하여 다양한 사이즈의 유전자를 MCS에 삽입 후 접종 실험을 진행할 것이며, 이러한 실험 데이터를 바탕으로 RaMV VIGS 벡터의 최적화된 시스템 개발이 이루어질 것으로 판단되며, 육종학적인 측면에서 무·배추의 유전체 분석에 있어 유용한 수단으로 사용될 것이라 판단된다.



그림76. PDS 유전자를 이용한 RaMV VIGS 벡터의 활용

(15) TuMV(*Turnip Mosaic virus*) 기주에 따른 병원성 검정 및 염기서열 분석

국내 분포조사를 통해 무와 배추에서 채집된 TuMV의 병원성 검정을 통해서 기주특이적인 KRS, KBC isolate를 확보하였다. KRS isolate의 경우에는 담배(*Nicotiana benthamiana*)에서는 약한 모자이크 병징을 보였으며, 무(Iijin)에는 강한 모자이크 병징이 있는 반면 배추(CR Victory)에서는 어떠한 병징도 확인 할 수 없었다. KBC isolate의 경우에는 KRS isolate와 반대로 담배에서는 강한 병징을 보였으며, 무(Iijin)에서는 병징이 없는 반면 배추(CR Victory)에서는 강한 병징을 나타내는 것을 확인할 수 있었다(그림77).

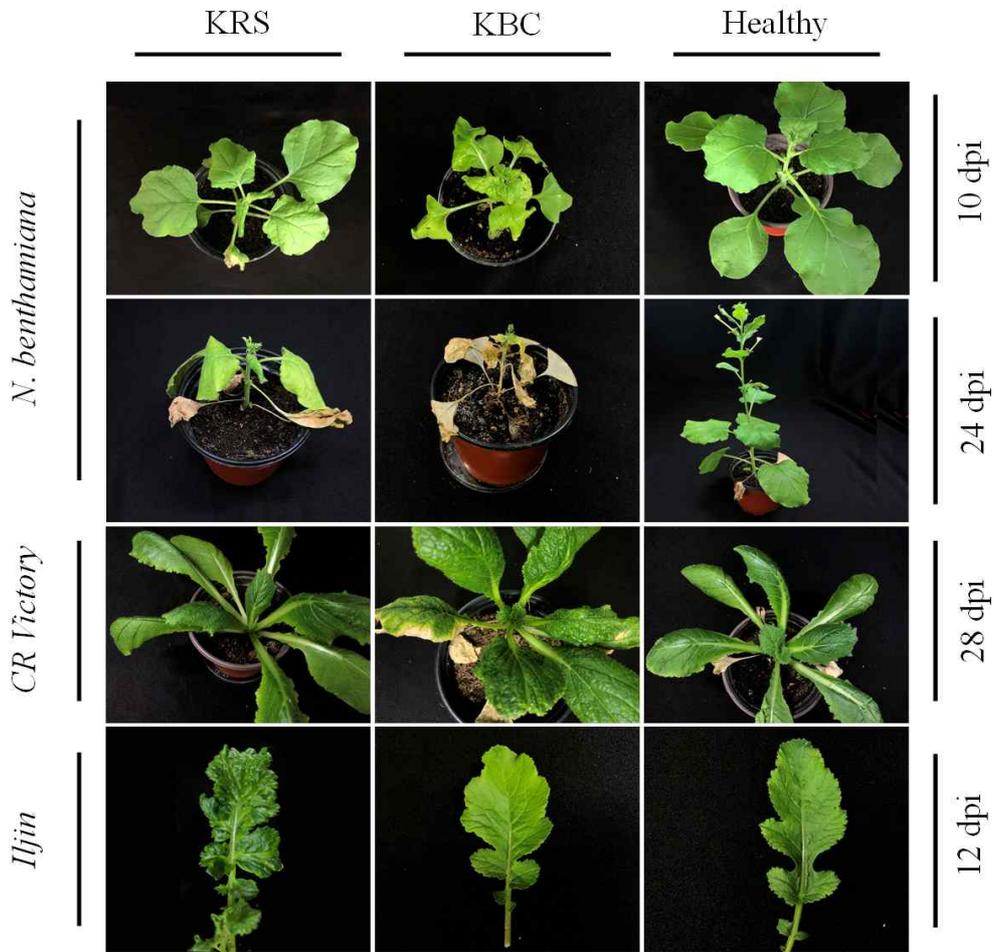


그림77. 기주 식물에 따른 TuMV 병원성 검정

현재까지 채집된 TuMV isolate 의 염기서열 분석 결과 국내에 분포하는 TuMV 의 대다수가 무·배추에 동시 감염이 가능한 Basal-BR group 으로 분류가 되었으나, infectious clone 제작을 통한 염기서열 분석에서 KBC isolate 가 World-B group 으로 국내에서도 발생하고 있는 것을 확인 할 수 있었고, 유채에서도 TuMV 에 감염된 isolate를 새롭게 확보하여 추가연구를 진행중에 있다(그림78). 이러한 병원성 및 유전학적 다양성 연구를 통한 병원성 관련 마커개발을 위하여 TuMV 분포 조사를 통한 다양한 isolate의 확보가 중요함을 재차 확인하였다(그림 79).

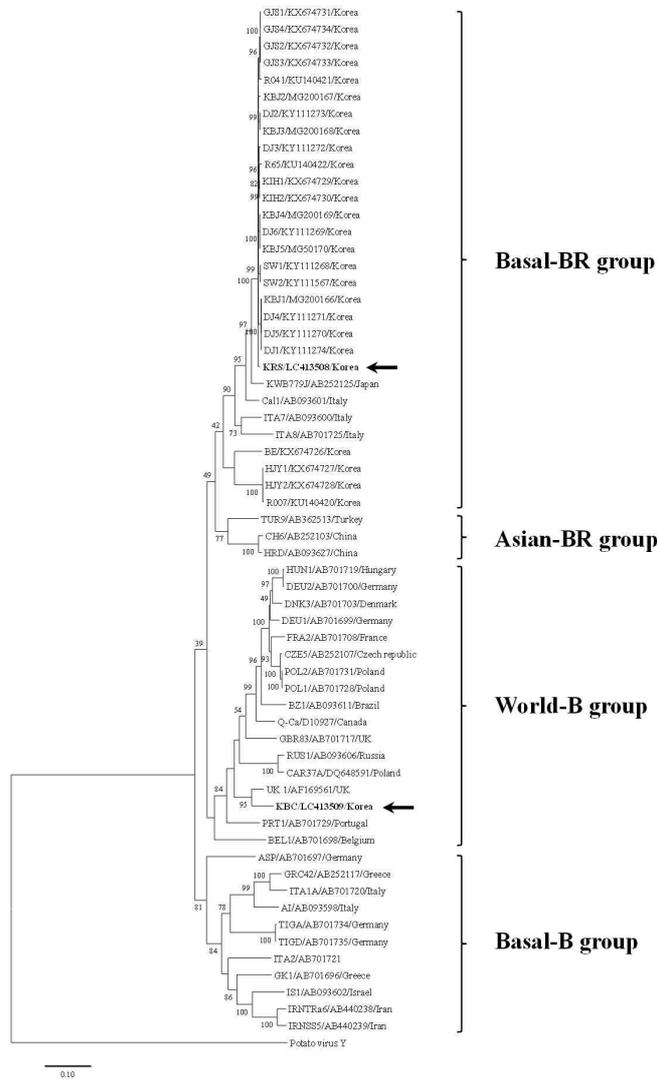


그림78. TuMV(KRS, KBC)의 염기서열 분석을 통한 근연관계



그림79. TuMV 감염 유채(*Brassica napus*)

(16) TuMV(*Turnip Mosaic virus*) 기주 관련 유전자 탐색을 위한 Hybrid clone 제작

KBC isolate와 KRS isolate 의 infectious clone 제작을 통하여 병원성 및 기주 관련 유전자의 역할을 구명하기 위하여 병원성 관련 HC-Pro, P3 단백질 등 다양한 chimeric clone을 제한효소 PvuII, BspEI, HindIII, NcoI, SpeI을 이용하여 제작 완료하였으며, 제작 완료된 다양한 chimeric clones 을 이용하여 모델식물인 담배(*Nicotiana benthamiana*) 및 무·배추에 접종을 통하여 병원성 관련 유전자와 기주선택적인 유전자의 기능을 확인 결과, KRS 8의 N-terminal

영역에서 병원성 관련 유전자의 변이를 통하여 병원성이 좌우됨을 확인할 수 있었다(그림80)

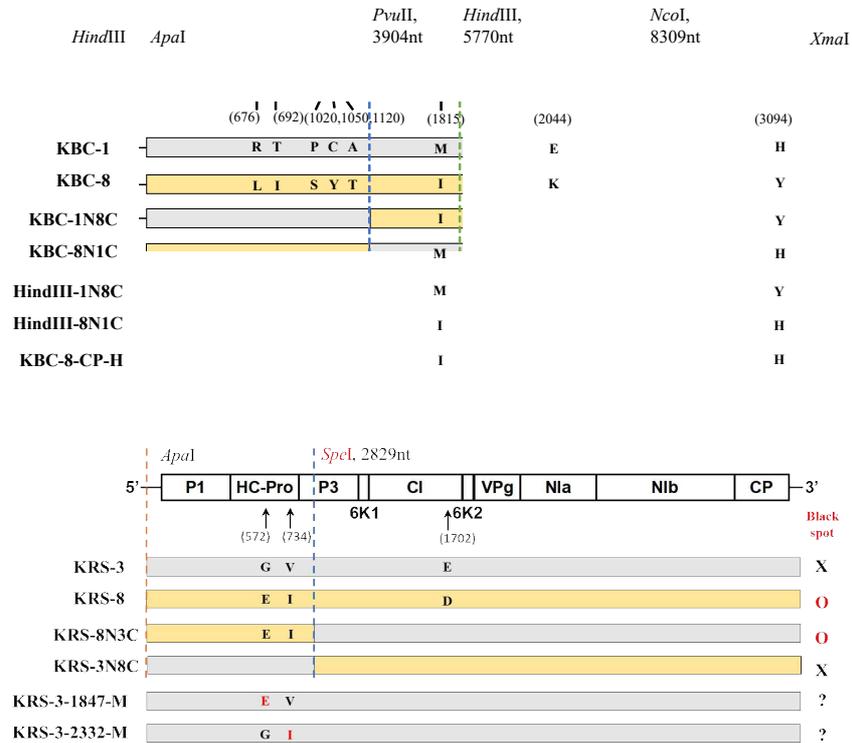


그림80. TuMV(KRS, KBC)의 chimeric clones 제작 모식도

(17) TuMV(*Turnip Mosaic virus*)를 이용한 유용 유전자 발현 벡터 및 VIGS 벡터 제작

유용 유전자의 발현을 통한 형질전환체 연구를 위하여 KIH1 TuMV isolate의 P1 단백질과 HC-Pro 단백질 사이에 overlap PCR를 통하여 새로운 제한효소 site 및 cleavage site를 추가된 유용 유전자 발현 가능한 infectious clone을 제작과 함께 3' non-coding 부위에도 MCS(Multi cloning site)를 추가된 infectious clone를 동시에 제작하여 VIGS 벡터로 활용할 계획이다. 추후 개발된 TuMV 발현 벡터와 VIGS 벡터를 이용하여 CRISPR 시스템을 이용한 유전자편집이 가능하도록 Cas 9 단백질과 담배의 GFP guide를 제작 및 TuMV 내 각각 삽입 후 유전자편집 가능 유무를 먼저 판단하고 나아가 무배추의 negative regulator 유전자의 guide RNA 삽입을 통한 유전자 편집 기능을 적용 및 연구에 이용하고자 한다(그림81).



그림82. 바이러스 감염 포장 및 주요 병징

표46. 바이러스 진단

채집샘플		TuMV	RaMV	TuMV+ RaMV	Un-Known
기주	샘플 수				
무 (2014~)	412	302(73%)	3(0.7%)	5(0.12%)	102
배추(2014~)	52	40(77%)	-	-	12
유채 (2021)	5	5(100%)	-	-	-

(2) 염기서열 분석을 위한 infectious clones 제작

진단 완료된 TuMV 를 이용하여 접종 효율을 높이고자 T7, 35S 프로모터를 사용할 수 있는 pJY벡터에 347 isolates 를 클로닝 완료하였으며 (표45, 그림83) → 모델식물인 담배(*Nicotiana benthamiana*) 접종하여 병원성 검정 및 유전자 분석 완료하였다.

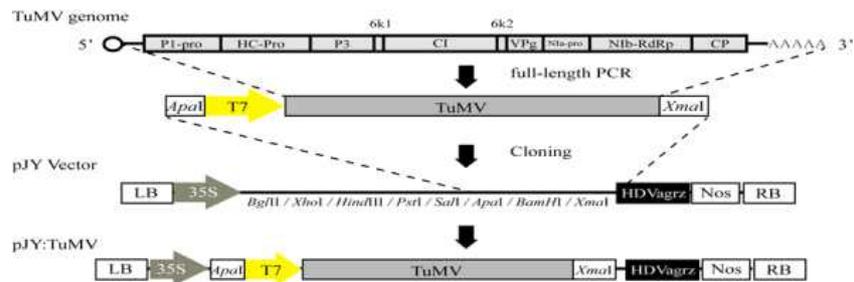


그림83. TuMV infectious clone 제작 모식도

유전체 분석을 통하여 국내 무·배추에 발생하는 TuMV는 무·배추에 모두 감염을 일으킬 수 있는 Basal-BR group 로 확인되었으며(Mega 6 program), 일부 배추에서 수집한 TuMV는 배추만 감염시키는 World-B group 으로 확인되어, 국내에 다양한 TuMV isolate 들의 영향으로 작물의 피해가 발생함을 확인할 수 있었다(그림84).

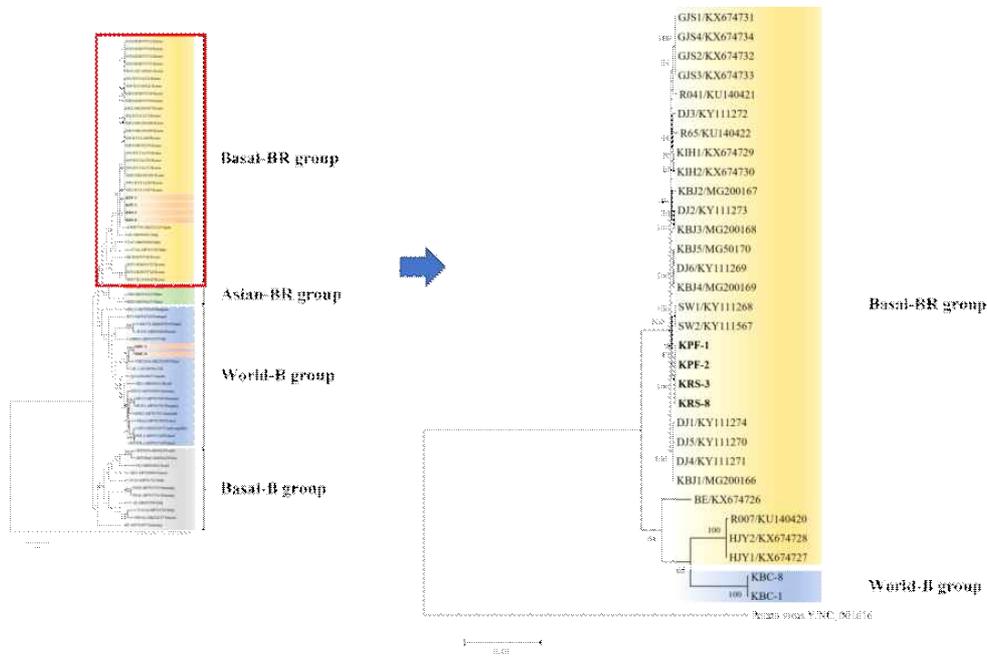


그림84. Phylogenetic analysis를 통한 TuMV 분석

(3) TuMV 병원성 검정 및 대표 TuMV 선발

제작 완료된 TuMV infectious clones 을 이용한 병원성 검정을 모델식물인 담배(*Nicotiana benthamiana*) 에 agro-inoculation 방법을 이용하여 병원성 검정을 시행하여(그림85), **TuMV isolates(35 isolates)** 및 **TuMV hybrid construct(12 isolates)** 등 47개의 국내 발생 대표 TuMV 로 선정하였고(표47, 48), 현재 국내 병원성 판별라인(TuMV C1~C4)과 비교분석을 진행중에 있다.

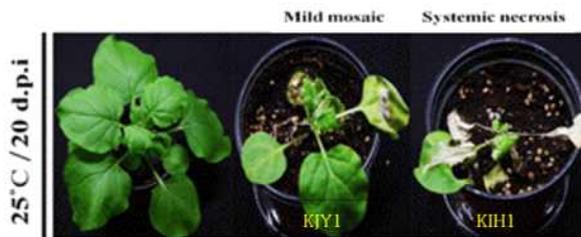


그림85. TuMV 접종에 따른 병원성

병원성 관련 국내 대표 TuMV inventory list 확보를 통한 바이러스 분석을 통하여 발생 예찰 및 빠른 대응이 가능할 것으로 판단되어 진다.

표 47 국내 대표 TuMV 병원성 검정

No.	Isolate	지역	병징*	AccessionNo.	비고
1	HJY1	부여	M	KX674727.1	무
2	HJY2	부여	M	KX674728.1	무
3	GJS1	문경	S	KX674734.2	무

4	GJS2	문경	S	KX674731.1	무
5	GJS3	문경	S	KX674732.1	무
6	GJS4	문경	S	KX674733.1	무
7	DJ1	대전	S	KY111274.1	무
8	DJ2	대전	S	KY111273.1	무
9	DJ3	대전	S	KY111272.1	무
10	DJ4	대전	S	KY111271.1	무
11	DJ5	대전	S	KY111270.1	무
12	DJ6	대전	S	KY111269.1	무
13	KIH1	청주	S	KX674729.1	무
14	KIH2	청주	S	KX674730.1	무
15	BE	보은	M	KX674726.1	무
16	SW1	수원	S	KY111268.1	무
17	SW2	수원	S	KY111267.1	무
18	KBJ1	제주	M	MG200166.1	무
19	KBJ2	제주	S	MG200167.1	무
20	KBJ3	제주	S	MG200168.1	무
21	KBJ4	제주	S	MG200169.1	무
22	KBJ5	제주	S	MG200170.1	무
23	CN3	중국	M	MH735111.1	무
24	CN7	중국	N	MH735112.1	무
25	CN8	중국	M	MH735113.1	무
25	CN9	중국	S	MH735114.1	무
26	KBC	강릉	M	LC413509.1	무
27	KRS	강릉	M	LC413508.1	무
28	Canola-12	상주	M	MW556022.1	유채
29	Canola-14	상주	M	MW556023.1	유채
30	KPF-1	춘천	S	MZ570590.1	들깨
31	KPF-2	춘천	S	MZ570591.1	들깨
32	KRS-3	강릉	S	MW556026.1	무
33	KRS-8	강릉	S	MW556027.1	무
34	KBC-1	강릉	S	MW556024.1	배추
35	KBC-8	강릉	S	MW556025.1	배추

*M: Mild mosaic, S: severe mosaic, *Nicotiana benthamiana*(담배)

표 48. TuMV hybrid construct 병원성 검정

No.	Isolate	Hybrid	병징*	AccessionNo.
1	HHK	HJY1 + KIH1	S	-
2	HKH	HJY1 + KIH1	S	-
3	HKK	HJY1 + KIH1	S	-
4	KKH	HJY1 + KIH1	M	-
5	KKH	HJY1 + KIH1	M	-
6	KHH	HJY1 + KIH1	M	-
7	8N/7C	CN7 + CN8	leaf malformation	-
8	7N/8C	CN7 + CN8	growth inhibition	-
9	KBC1N8C	KBC1+KBC8	S	-
10	KBC8N1C	KBC1+KBC8	S	-
11	HindIII1N8C	KBC1+KBC8	S	-
12	HindIII8N1C	KBC1+KBC8	S	-

국내 발생 47개 대표 TuMV infectious clones 를 담배에 1차 agro-inoculation 접종 후, 접종 샘플을 이용하여 무·배추에 2차 접종을 시행하여(그림86), 무·배추(무;청화무, 일진무, 배추;노랑배추, 추사랑배추)를 대상으로 저항성 라인 판별 실험을 완료(그림 58 ~ 62)하여 무·배추의 병저항성 검정에 사용 가능한 최종 6개 TuMV isolate 선발(KKH, KBC, KRS, KRS-3, KRS-8, KBC-8)(표49)



그림86. TuMV 대표 isolate를 이용한 무 저항성 라인 검정 방법

표49. 대표 TuMV를 이용한 무·배추 병저항성 검정

No.	TuMV isolate or chimera	Chinese cabbage cultivar		Radish cultivar	
		Norang	Chusarang	Chunghwa	Iljin
1	HJY2	-	+	+	-
2	GJS1	-	+	+	+
3	GJS2	-	+	+	+
4	GJS3	-	+	+	+
5	GJS4	-	+	+	+
6	DJ1	-	+	+	-
7	DJ2	-	+	+	+
8	DJ3	-	+	+	+
9	DJ4	-	+	+	+
10	DJ5	-	+	+	+
11	DJ6	-	+	+	-
12	KIH1	-	+	+	+
13	KIH2	-	+	+	-
14	BE	-	+	+	+
15	SW1	-	+	+	+
16	SW2	-	+	+	+
17	HHK	-	+	+	+
18	HKH	-	+	+	+
19	HKK	-	+	+	+
20	KHH	-	+	+	+
21	KKH	+	+	+	+
22	CN7	+	+	+	+
23	CN8	+	+	+	+
24	8N/7C	+	+	+	+

25	7N/8C	+	+	+	+
26	KBC	+	+	-	-
27	KRS	-	-	+	+
28	Conola-12	+	+	-	-
29	Conola-14	+	+	-	-
30	KPF-1	-	-	+	+
31	KPF-2	-	-	-	-
32	KRS-3	-	-	+	+
33	KRS-8	-	-	+	+
34	KBC-1	-	-	-	-
35	KBC-8	+	+	-	-
	Healthy	-	-	-	-
	Mock	-	-	-	-

-:바이러스 미감염 +:바이러스 감염

(4) TuMV 접종을 통한 무 저항성 검정의 적용

국내에 보급되고 있는 무 종자 일부를 사용하여 무·배추에 모두 감염을 일으키는 hybrid construct(KKH isolate) 를 이용하여 저항성 무 검정을 시행하여 총 21개 무 샘플중 4 종류의 무에서 TuMV 저항성을 나타냄을 확인할 수 있었다. 이러한 결과를 이용하여 개발품종의 TuMV 저항성 스크린 지원 가능 새로운 마커시스템을 확보하게 되었다(표50).

표50. TuMV KKH 를 이용한 무 병저항성 검정

Isolate name	저항성 무 Line	List
KKH (HJY1+KIH1 Hybrid)	청운, 아시아가을저장, 평강김장, 청풍명월무	아시아가을저장, 빛고은열무, 슈퍼모델, 평강김장, 아우리월동, 전무후무, 청운, 한농알타리, 제일슈퍼시래기무, 평강김장, 청풍명월무, 명산, 빛고은열무, 슈퍼모델, 장형봄, 송백, 초비, 강성, 극동, 참조아열무, 청풍명월무

(5) TuMV 를 이용한 기주 작물의 유전체 분석을 위한 벡터 개발

TuMV 의 P1 단백질과 HC-Pro 단백질 사이에 MCS(PasI/NcoI/AscI/Acc651)를 제작하여 GFP 단백질을 클로닝하여 접종 후 RT-PCR, 형광현미경을 통해 삽입된 외래유전자(GFP; 795bp)의 안정적인 발현을 확인할 수 있었으며, 외래(도입) 유전자의 안정적인 발현을 통한 무·배추 유전체 연구 수단으로 이용 가능성을 확인할 수 있었다 (그림87)

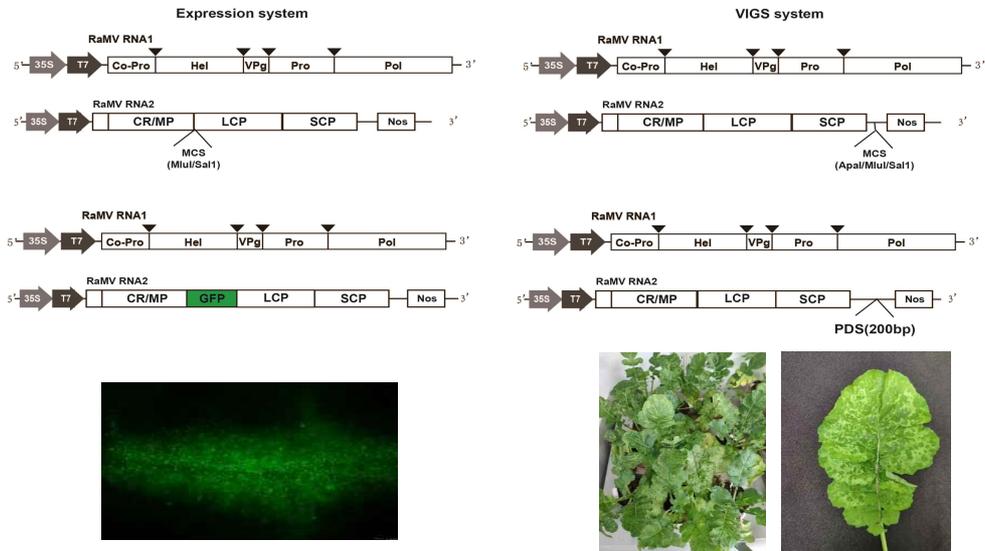


그림87. TuMV를 이용한 외래유전자 발현 벡터의 제작

TuMV KIH2 이외에 KRS, GJS1, HJY1등을 발현 벡터로서 추가 제작 완료함으로써 여러 품종간 유전체 연구 적용 가능 범위 확대가 가능할 것으로 판단되어 진다.

(6) RaMV 를 이용한 기주 작물의 유전체 분석을 위한 벡터 개발

Rasish Mosaic Virus(RaMV) 를 이용하여 RaMV RNA2 에 발현 벡터용 MCS, VIGS용 MCS를 각각 제작 완료하였고, 무에 접종을 통하여 외래단백질(GFP)의 안정적인 발현 확인과 PDS 유전자의 gene silencing 확인할 수 있었다. 바이러스를 이용한 유전자 발현 및 VIGS 시스템의 동시 개발을 완료로 인하여 무·배추 유전체 연구 수단으로 이용 가능할것으로 판단이 된다(그림88).

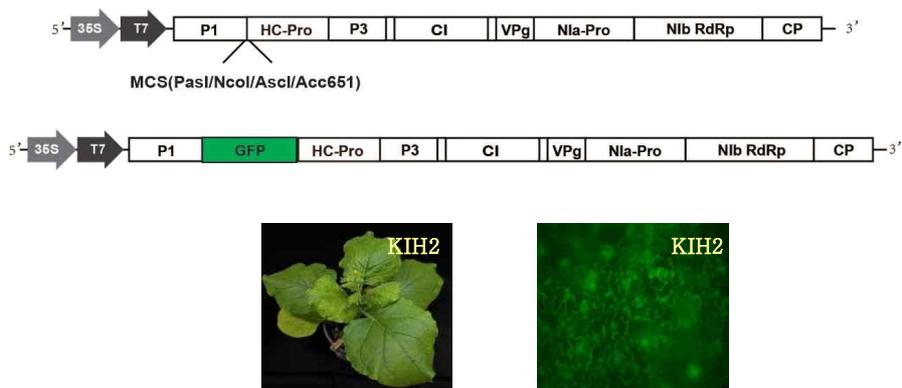


그림88. RaMV를 이용한 외래유전자 발현 벡터 및 VIGS 벡터 제작

(7) RaMV 벡터를 이용한 유전자편집(CRISPR) 기술 개발

RaMV RNA2 의 외래(도입)단백질의 발현 효율 상승을 위하여 RaMV RNA2 LCP, SCP 단백질을 제거한 RaMV RNA3를 추가 제작하여 발현 가능 유전자의 크기(1600bp 이하) 확인 및 외래단백질(GFP)의 안정적인 발현 확인하였다.(그림89)

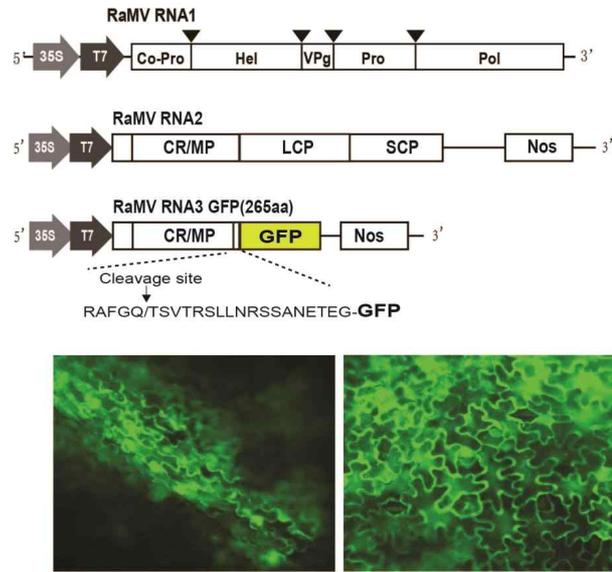


그림89. RaMV RNA 3 를 이용한 GFP 단백질 발현

(8) RaMV 벡터를 이용한 유전자편집(CRISPR) 기술 적용

RaMV RNA3 에 CRISPR 시스템 도입을 위하여 miniature Cas nuclease 인 Un1Cas12f1(1587bp), AsCas12f1(1266bp) 클로닝 완료하였고, RaMV RNA2 VIGS 벡터에 guide GFP RNA 클로닝 완료하였다.

RaMV RNA1, RaMV RNA2-guide GFP RNA, RaMV RNA3-(Un1Cas12f1 또는 AsCas12f1) 을 GFP 발현 담배(16c) 에 동시 접종을 진행하여 GFP 유전자편집(Indel) 효과를 확인(조직배양을 배제한 유전자 편집 종자 생산의 새로운 기술로 사용 가능)(그림90)

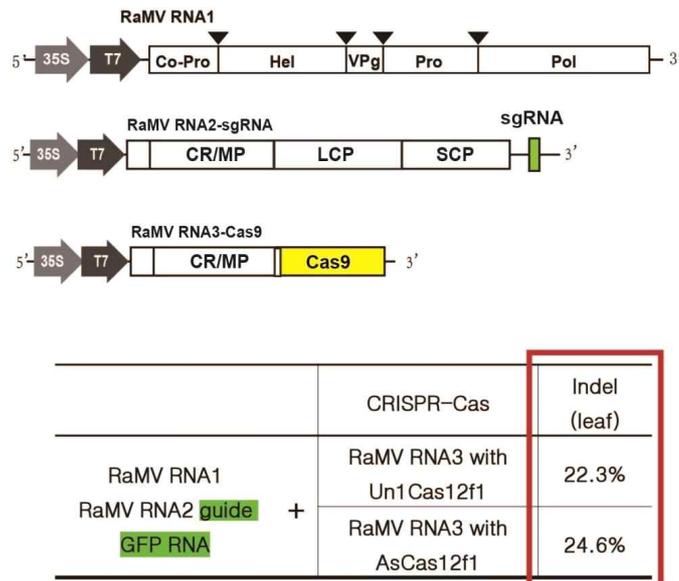


그림90. RaMV 바이러스를 이용한 CRISPR 시스템 기술

제 4 절 3세부 중국형 고품질 무 판매확대 및 시장 다변화 전략

1. 중국 및 동남아 무 시장조사 및 분석

가. 중국 무 시장 분석

무 생산은 중국을 비롯한 아시아 지역에서 대부분 이루어지고 있으며 시장 규모도 아시아 지역이 대부분을 차지하고 있다. 무의 품종 개발은 주로 한국과 일본을 중심으로 진행되고 있으나 중국은 자국 시장을 개발하기 위해 중국 농업과학원 주관으로 각 성에서 무 품종 육성 연구를 하고 있다. 중국의 무 종자 시장은 봄 무, 여름 무, 가을 무, 월동무 등 재배시기와 청수, 백수, 유색무 등 무 형태에 따라 다양한 로컬 타입의 시장으로 세분화되어 있다. 그 중 백수무는 중국에서 가장 많이 재배되고 있으며 근피가 매끈하고, 내부색이 백색이며 봄 백수계는 중국 산둥성, 하북성, 호북성, 절강성, 복건성, 광둥성 등, 여름고냉지는 호북성, 호남성, 운남성, 귀주성, 하북성 등, 월동은 복건성, 광둥성, 호북성, 절강성, 사천성, 운남성, 귀주성에서 재배되며, 청수무 재배는 주로 황화강 이북지역으로 산서성, 감숙성, 청해성, 하남성, 하북성, 동북3성이다. 중국 무 생산량은 전체 채소 생산량의 6% 정도로 추산되며, 하남, 산둥, 하북, 강소, 호북, 호남, 사천지역이 200만톤이상으로 전국 총생산량의 58%를 차지하고 있다. 아래 도표는 주요 지역별 재배면적 및 점유비율을 나타낸다.

单位:千公顷

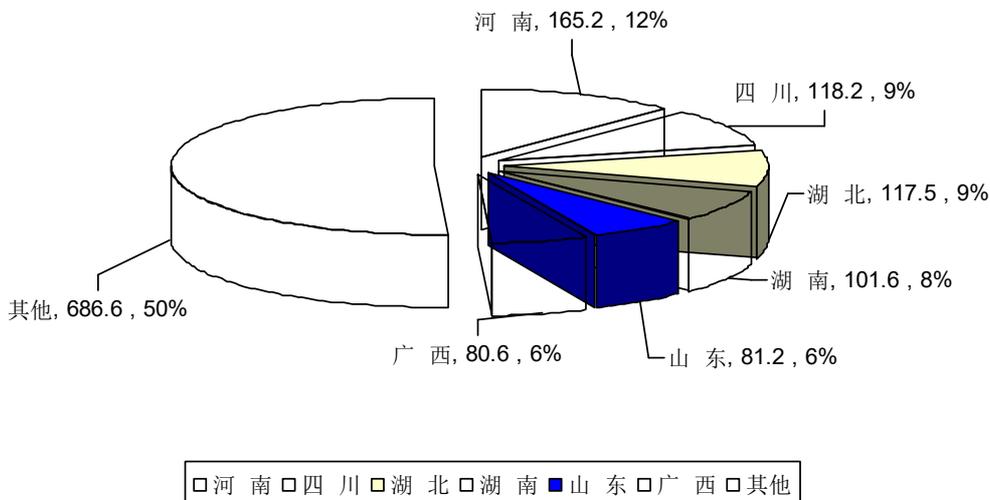


그림91. 중국 지역별 무 재배면적 및 점유 비율(면적ha, 비율%)

표51. 중국 고품질 F1 백수무 시장규모

작형	작형	시장규모 (톤)	리딩품종	신품종 요건
봄 평지	조숙하우스	3.0	관옥춘, 백옥춘	내추대, 저온비대성, 조숙, 근맷임 백색, 근형
		5.0	옥산백설, 특신백옥류	내저온, 내추대, 저온비대성, 근형
	봄 노지	12.0	특신백옥류, 옥산백설류	만추대, 저온비대성, 백색, 내열근 내저온, 백색, 근형

	봄 증만숙 노지	10.0	첩여미, 춘수	내저온, 근피, 백색, 내열근, 근형
	늦봄, 초여름	10.0	특신백옥류, 옥산백설	내추대, 저온비대성, 청수적 음, 고순도
여름 고랭지	늦여름, 초가을	10.0	301, CR301류, 조우 수	후반병저항성, 근형, 백색, 내 열근, 환경적응성
가을 평지	초가을 평지	20.0	CR301계	근형, 백색, 광택, 301개량형, H형
	가을중후기 평지	10.0	백화, 추보, 옥산백설, 아 주미추	301형 품질계, 근장개선, 백 색, 직통형, 후기저온비대성
	남부 연안 월동	10.0	특신백옥계, 옥산백설동	중내추대, 耐열근, 耐바람들 이, 근장, 근피, 광택
	양쯔강 유역 월동	10.0	항병춘박사, 신귀, 막전 477, 특신백옥류	만추대, 저온비대성, 청수발 현 감소



그림92. 중국 고품질 F1 백수무 주요 시장

표52. 중국 고품질 청수무 시장 규모

작형	지역	시장 규모(톤)	작형	리딩품종	신품중요건
서북 지구	산서성	1.5	늦봄 노지	세농806, 막전719	내추대, H형, 청수 강 조숙, 바람들이 강
			여름가을 노지	청수, 816, 청풍 막전721	근장우수, 근피광택, 청수 강, 고생산성
	감숙성	3.0	초봄 하우스	초복,막전385	내추대, 내저온 근장우수, 청수 강, 고생산성
		2.0	여름노지	벽옥, 세농816 막전719,염수	근장우수, 근피광택, 청수 강 육질우수
	영하성	2.0	초봄하우스	초복	근장우수, 내한성, 내추대

			여름노지	초복	
	청해성	1.0	하계노지	초복, 막전385	근장우수, 내추대, 청수 강
화북 평원	하남성	3.0	봄노지	RIA256, 초복, 리상	내추대, 비취색, 근장우수
	하북성 동북3성	50.0	가을노지	리상, OP종	비취색, 청수 강, 근장우수
운귀 고원	운남성	1.0	봄, 가을노지	청풍	근장우수, 내추대, 청수 강



그림93. 중국 고품질 청수무 주요 시장

나. 중국 무 종자회사 및 주요 품종

중국 고품질 무 품종 개발이 본격적으로 시작된 것은 한.중수교 이후 한국기업의 중국진출과 함께 한다. 이전의 중국 무 종자 시장은 중국농과원을 비롯한 주요 성농업과학원의 품종 육성을 기반으로 지역적으로 분산된 로컬회사들의 재래종 OP품종 위주였다고 할 수 있다. 백수무는 주로 양자강 이남지역에서 재배되었으며 주요 품종들은 추대성이 안정되지 않은 재래종 위주로 고랭지 여름, 가을재배가 중심이었다. 한국 종자 회사의 진출과 함께 보급된 만추대 백수무 품종은 중국 백수무 재배면적과 지역 분포를 폭발적으로 증가시켰다. 고품질 백수무 상품생산은 이후 급격히 증가하여 대부분의 백수무 재배면적을 차지하고 있으며, 백수무 품종도 재래종 OP품종에서 한국 종자 회사 또는 한국 종자 회사와 직간접적으로 연관을 갖는 회사들의 F1 품종으로 전환되었다. 1998년 IMF사태로 인한 다국적 기업의 한국 종자 기업 인수와 함께 한국 종자회사의 독점적 지배력을 상실하였고 이후 한국종자기업과 연관된 육종, 생산, 마케팅 등의 영역에서 종사했던 현지 인력들의 자생적 역량이 현지화되면서 한국의 독점적 지배력은 우점적으로 보다는 경쟁적으로 변모해왔다. 고품질 청수무 품종 개발은 백수무에 비해 늦은 속도로 발전해왔는데, 그 원인으로서는 청수무 주요 소비지역이 황하이북으로 백수무 소비 지역인 양자강 이남지역에 비하여 경제발전의 속도가 느렸고, 중국 청수무는 한국 또는 일본 청수무와는 다른 품종 특성으로 한국과 일본 품종이 도입 개발될 여지가 적었다. 하지만 최근 황하이북 지역의 경제발전과 함께 고품질 청수무 상품 생산이 증가하면서 그에 따른 품종 요구도도 높아지고 있다. 고품질 청수무 품종 개발은 청수무의 국가적 특성으로 인하여 한국이나 일본의 선도적인 우위력이 보장되지 않고 중국 현지 회사들과 경쟁적 관계에 있다고 할 수 있다. 아래 표는 현재 중국 고품질 무 품종 개발을 주도하고 있는 회사들의 현황이다.

표53. 중국 고품질 무 품종 개발 현지 종자 기업 현황

회사명	소재지	마케팅역량분석(1하-5상)					상품역량분석(1하-5상)					종합분석
		인원수	브랜드역량	마케팅구조	마케팅방법	평가	주요품종	주요작기	품종경력	판매지역	평가	
북경대일	북경	11.0	4.5	영업판매 마케팅	시범포 홍보	3.6	특신백 옥,초복	봄만 추	3.5	호북,광 동,감숙	2.6	상품역량보강, 마케팅방법개 선이요구됨
북경세농	북경	15.0	4.5	영업판매 마케팅	시범포 홍보	3.8	CR301, 세농816	고냉 지여름	3.5	호북,광 동,하북, 산서	2.8	상품역량보강이 요구됨
백막전	북경	15.0	4.5	상품개발 마케팅	시범포 홍보	4.3	백화,BM T385,염 수	가을 평지	4.5	호북,절 강,광동, 감숙	4.5	품질관리체계 보강
군천	북경	6.0	3.0	영업판매 마케팅	시범포 홍보	3.0	BN1504	중부 월동	3.5	호북,중 경	3.2	상품역량에 비해 기타 요소가 빈약함
동방구룡	북경	4.0	3.0	영업판매 마케팅	시범포 홍보	2.9	한옥백	하 스름	2.5	산동	1.6	상품역량 한계가 명확함, 시장퇴출
제리아	북경	10.0	3.5	상품개발 마케팅	시범포 홍보	3.9	제여미, 아미백 춘	고냉 지여름	4.0	광동,하 남	3.2	상품역량 보강, 품질관리 체계 정비
금백천	북경	6.0	3.0	영업판매 마케팅	시범포 홍보	3.3	백천801	고냉 지여름	4.0	하북	3.2	고개관리,품질관 리 체계개선요망
예사농	북경	3.0	3.0	상품개발 마케팅	시범포 홍보	3.3	아주미 설	남부 월동	3.5	호북,광 동,산서	2.8	상품역량보강,품 질관리체계 정비
동회성	북경	6.0	3.5	상품개발 마케팅	시범포 홍보	3.6	고산성 미	봄만 추	3.5	호북,광 동,감숙	2.8	상품역량 보강이 요구됨, 시장퇴출
화성	산동	6.0	2.5	상품개발 마케팅	시범포 홍보	3.1	화성백 춘	봄만 추	2.5	호북	1.6	상품역량 한계가 명확함
구두조	호북	6.0	3.0	현지개발 마케팅	시범포 홍보	3.8	추보	남부 월동	4.0	호북,광 동,운남	3.2	고개관리,품질관 리 체계개선요망
정연	하남	10.0	4.0	영업판매 마케팅	시범포 홍보	3.5	정회(청 수무F1)	가을 평지	4.0	하남	3.6	고개관리,품질관 리 체계개선요망
평균치	12 회사	8.2	3.5			3.5			3.6		2.9	중국시장 무 마케팅은 품종능력이 주된 요소

다. 최근 중국 무 시장 주요변화

(1) 중국 백수무 재배지역의 변화

최근 중국 남부지역의 기후변화(고온 다습)와 경제 개발로 인한 경지 점유, 그리고 수송 저장 등 무 유통구조의 발달로 인하여 전통적인 고품질 백수무 재배지역이 그 경쟁력을 상실하고 북방으로 급격히 이동하고 있다. 특히 하북성 고랭지와 그와 인접한 내몽고 고원 지대의 여름 재배 면적이 급격하게 증가하였는데, 이러한 현상은 중국 고품질 백수무 품종 육성 및 개발에 많은 변화를 주고 있다. 양자강 이남에서 주로 재배되었던 고품질 백수무 가을재배가 북방 고랭지 재배로 전환되면서 품종 요구도가 달라진 것이다. 고온 다습 기후에 적응하는 품종에서 건조 냉량 기후에 적합한 품종으로 품종 육성 목표의 주요 핵심은 조숙성과 수송성을 갖춘 고

품질 품종이라고 할 수 있다.



그림94. 하북성 고랭지 재배 사진

(2) 가공무시장의 확대

중국 운남지역에서 주로 재배되고 있는 무는 말랭이 또는 절임으로 가공되는 백수무이다. 종자시장 용량은 약 40톤가량으로 추정되며, 주요 품종은 일본 종자회사가 공급하는 내병충태의 자가 F2 생산 종자에 의존해왔다. 최근 중국 수출의 증가와 더불어 재배기술의 발달로 인한 운남지역 가공용 무의 경쟁력이 향상되면서 재배면적의 확대와 함께 고품질 가공무 품종 요구가 급격히 증가하고 있다. 고품질 가공무 품종 특성은 주로 장기 월동재배에도 근피색, 근육색이 순백색으로 바람들이 및 근 생리장해에 안정되어 있고 건물 함량이 높은 것이다.



그림95. 운남 무말랭이 사진

(3) 청수무, 유색무시장 다양화 및 재배면적 확대

중국 전통적인 무 시장은 요리 또는 가공용이며 생식형태로 소비하는 무 시장은 재배면적이 협소하고 그에 사용되는 품종 또한 재래종 OP품종 위주이었다. 최근 경제 발전과 더불어 소비 패턴에서 생식소비가 증가하였고, 이에 이용되는 무도 전통적인 백수무와 청수무에서 다양한 색상과 맛을 갖춘 유색무의 소비가 급격히 증가하고 있다. 중국에서 이용되는 생식용 무 품종으로는 산둥지역 재래종인 유현청과 천진지역 재래종인 천진청이 대표적이며, 유색무로는 북경지역 재래종인 심리미(청피홍심)가 유일하였다. 최근 생식소비가 증가하면서 대형슈퍼마켓 또는 인터넷 네트워크 판매가 증가하고, 이에 따라 재배품종의 특성도 생식에 적합한 육질과 다양한 색상(청피홍심, 홍피백심, 홍피홍심, 자피자심 등)을 구비한 균일도가 높은 품종을 요구하고 있다.



그림96. 중국 생식용 청수무 및 유색무

(4) 재배 환경의 변화

최근 중국 무 재배환경에서 많은 변화가 있었으며 이에 따른 무 품종 특성 및 종자 품질에서도 고급화를 요구하고 있다. 대표적인 변화는 중농 규모 재배에서 종자, 재배, 가공, 판매를 연결하는 기업농 출현으로 대면적 재배, 기계화, 생력 재배로 인한 종자 품질 요구도 상승이다. 대규모 기업농의 상품 생산의 증가로 단위 개체의 무 중량보다는 재배 안정성과 포장 상품성이 높은 품종형을 요구하고 있다. 품종 형태에서는 복합내병성이 강하고 재배포장에 따른 재배 안정성이 높은 조숙용 품종의 요구도가 높아 고 있다. 재배 형태에서도 대규모 1립 기계파종이 증가하면서 포장 발아가 균일하고 발아력이 높은, 종자 형태가 원형으로 균일한 종자 품질을 요구하고 있다. 이는 고품질 품종 육성 개발에 있어서 품종 특성 못지않게 종자 특성도 함께 고려해야 할 것으로 요구되어 진다.



그림97. 중국 기업농 재배 사진

라. 중국 무 소비형태 분석

중국 소비자의 무 구입형태로 중국 대도시 소비자 가운데 외식/배달의 경우 무가 포함된 음식을 ‘가끔’ 먹는 비중은 30.2%로 가장 높으며, 다음이 ‘주 1회’(21.6%), ‘주 2~3회’(20.5%), ‘먹지 않음’(10.8%) 등의 순으로 섭취 빈도가 많지 않았다. 연령별로는 50대 이상에서 ‘가끔’ 먹거나 ‘먹지 않음’의 비중이 타 연령층에 비해 크게 높은 것으로 조사되었다. 가정식에서 무가 포함된 음식을 먹는 빈도는 ‘주 2~3회’(26.6%), ‘주 1회’(25.9%), ‘가끔’(17.9%) 등으로 외식/배달보다는 섭취 빈도가 상대적으로 많은 것으로 나타났다. 연령별로는 연령이 낮을수록 매일 먹거나 주 2~3회 먹는 비중이 대체로 높은 경향을 보이고 있다. 무 구입 빈도는 ‘주 1회’(32.0%)와 ‘주 2~3회’(23.7%)가 55.7%를 차지하고 있으며, ‘2주일에 1회’와 ‘가끔’이 32.3%의 비중을 나타내고 있어 배추나 고추보다는 빈도수가 상대적으로 적은 것으로 조사되었다. 중국 대도시 거주 소비자의 무 1회 평균 구입액은 7.6위안이며, 평균 구입개수는 2.7개로 나타났다.

표54. 중국 소비자(북경+상해)의 무 포함 음식 섭취 빈도

		매일	주 2~3회	주 1회	2주일에 1회	1달에 1회	가끔	먹지 않음	계	
외식/ 배달	평균	3.0	20.5	21.6	7.7	6.5	30.2	10.8	100.0	
	연령	20대	5.8	30.6	23.8	5.9	2.5	22.8	8.7	100.0
		30대	3.0	27.4	26.3	8.0	4.1	25.9	5.2	100.0
		40대	2.3	21.4	27.5	8.3	4.8	28.5	7.3	100.0
		50대	0.6	3.7	12.5	10.2	15.3	40.9	16.8	100.0
		60대 이상	-	2.5	8.4	6.4	10.9	46.0	25.7	100.0
	월 가구 소득	3,000위안 이하	9.1	13.6	4.5	-	13.6	50.0	9.1	100.0
		3,001~5,000위안	0.8	13.6	18.2	4.5	8.3	31.1	23.5	100.0
		5,001~8,000위안	2.3	12.1	18.8	6.7	6.7	37.4	16.0	100.0
		8,001~12,000위안	2.5	19.6	19.1	8.5	8.1	32.4	9.8	100.0
		12,001~15,000위안	3.2	27.7	23.8	9.7	5.9	23.5	6.2	100.0
15,001위안 이상	4.3	24.9	27.6	6.9	3.3	25.2	7.8	100.0		
가정식	평균	6.7	26.6	25.9	11.6	6.6	17.9	4.9	100.0	
	연령	20대	9.8	31.7	23.6	6.3	3.6	18.8	6.1	100.0
		30대	9.6	34.6	24.6	6.1	3.3	17.2	4.8	100.0
		40대	7.6	29.7	26.7	7.3	5.8	19.4	3.5	100.0
		50대	0.3	13.4	29.0	23.6	13.6	15.9	4.3	100.0
		60대 이상	-	10.4	28.7	26.7	11.9	16.8	5.4	100.0
	월 가구 소득	3,000위안 이하	9.1	18.2	9.1	9.1	22.7	27.3	4.5	100.0
		3,001~5,000위안	3.8	15.9	31.8	15.9	6.8	20.5	5.3	100.0
		5,001~8,000위안	3.6	20.1	26.3	15.2	8.8	21.6	4.4	100.0
		8,001~12,000위안	5.1	26.7	26.1	11.5	7.3	18.3	5.1	100.0
		12,001~15,000위안	9.2	30.4	26.5	10.4	4.0	15.3	4.2	100.0
15,001위안 이상	10.2	32.5	23.8	8.1	5.0	14.7	5.7	100.0		

표55 중국 소비자(북경+상해)의 무 구입 빈도

		매일	주 2~3회	주 1회	2주일에 1회	1달에 1회	가끔	계
평균		1.9	23.7	32.0	17.0	10.1	15.3	100.0
연령	20대	3.0	35.4	27.0	10.0	8.2	16.3	100.0
	30대	2.7	31.5	30.3	12.6	8.3	14.6	100.0
	40대	1.8	22.2	36.4	15.5	8.5	15.5	100.0
	50대	-	7.4	34.5	28.0	15.3	14.7	100.0
	60대 이상	-	3.6	36.8	30.6	14.0	15.0	100.0
월 가구 소득	3,000위안 이하	4.5	13.6	18.2	13.6	27.3	22.7	100.0
	3,000~5,000위안	-	17.3	38.6	18.9	9.4	15.7	100.0
	5,000~8,000위안	0.8	14.4	31.7	21.6	12.3	19.2	100.0
	8,000~12,000위안	0.5	22.9	31.6	18.4	10.4	16.3	100.0
	12,000~15,000위안	3.3	29.3	30.8	15.4	9.3	11.8	100.0
15,000위안 이상	4.0	30.8	32.6	11.4	8.0	13.2	100.0	



그림98. 중국 무 산지 시장 조사

마. 동남아 지역 무 시장 분석

인도 및 동남아는 약 35만ha로 추정하고 있으며 동남아에서 주로 재배되는 남방계 무(tropical radish) 품종은 값이 저렴한 OP(고정종)종자가 시장을 주도하고 있다. 동남아 재배단지의 남방계 OP품종의 결점은 지상부 생육이 균일하지 못하고 뿌리 순도문제, 육질 흑심현상, 바람들이 현상, 추대 불안정, 근비대 불균일, 추근성, 이병성(바이러스)등의 문제점을 보이고 있었다. 저가의 고정종 남방계 OP품종 종자(10~14불/kg)를 지금까지 공급해오고 있는 동남아국가 바이어들과의 남방계 F1교배종 무종자의 수출단가 내고단계에서 선두 외국회사들의 현재 종자결재가격은 27~37불/kg로 유동적이며, 같은 품종을 가지고 저개발국에는 다소 저가로, 개발도상국은 정상가로 내고되고 있다. 현재 동남아 시장의 경우 East West, Chiatai 등 다국적 종자회사의 품종들이 우점하고 있는 형태로 동남아 수출을 위해서는 가격적으로 경쟁력을 갖춘 우수상품의 종자를 생산해야 하며 원종생산 단계부터 F1종자 생산까지의 원가절감형 프로세스 운영에 관한 실용화 연구가 필요할 것으로 보인다.



그림99. 동남아 무 산지 시장 조사

2. 우수계통 육성 및 세대진전

현지에서 도입한 우수계통과 기 보유된 우수계통들과의 교잡후대분리를 통해 2019년부터 2021년 동안 총 260계통들에 대한 세대 진전 및 분리 고정을 위해 인공 교배를 실시하였으며, 근피와 내부 형질이 우수한 중국 형 고품질 청수무 및 유색무 45계통을 육성하였다. 육성된 계통들에 대한 내역은 아래 표와 같다.

표56 2019년 김제 하우스 월동 계통 성능검정

2019년 김제 하우스 월동 계통 성능검정							
번호	엽장 (cm)	추대 (1조-5만)	근장 (cm)	근경 (mm)	근색 (1-5)	바람 (1-5)	비고
AS-159	55.5	3	36.0	4	3.5	1	
AS-160	45.0	3	35.0	3.5	3.5	2.5	
AS-161	44.5	3	33.5	4	3.5	2.0	
AS-162	46.0	2	35.5	2	3.5	2.5	
AS-163	45.5	4	36.0	4	2.5	2.0	
*바람들이(1~5) : 1. 약함 5.강함							
*근색(1~5):1.매우나쁨 5. 매우 좋음							

2020년 김제 하우스 월동 계통 성능검정							
번호	엽장 (cm)	추대 (1조-5만)	근장 (cm)	근경 (mm)	근색 (1-5)	바람 (1-5)	비고
BW1	31	3	30.2	11	3.0	3.0	
BW2	20	3	29	7.6	4.0	2.0	
BW3	24	3	25.5	9.7	4.0	4.0	
BW4	36	5	25.2	8.4	4.0	4.0	
BW5	35	3	33.6	10	3.0	4.0	
BW6	30	3	33	8.2	2.0	3.0	
BW7	29	3	29	8.2	5.0	5.0	
BW8	25	1	35.5	8.6	3.0	1.0	
BW9	24	3	33	7.9	3.0	4.0	
BW10	26	5	31.2	8.3	3.0	4.0	
BW11	31	5	29	5.7	5.0	5.0	
BW12	35	5	33.6	6	5.0	4.0	
BW13	30	5	35.3	6.6	2.0	4.0	
BW14	18	5	35	7.2	2.0	3.0	
BW15	26	5	34.3	5.9	3.0	3.0	
BW16	25	5	31.2	7.5	4.0	3.0	
BW17	32	1	35.5	7.5	5.0	5.0	
BW18	23	3	33.1	7.3	3.0	3.0	
BW19	20	3	32	8.7	3.0	3.0	
BW20	36	1	27	9.2	2.0	4.0	
*바람들이(1-5) : 1. 약함 5.강함							
*근 색(1-5) : 1.매우 나쁨 5. 매우 좋음							

2021년도 계통 성능검정							
번호	엽장 (cm)	추대 (1조-5만)	근장 (cm)	근경 (mm)	근색 (1-5)	바람 (1-5)	비고

CF-2	28.5	3.0	30.5	7.5	3.0	3.0	
CF-4	26.7	3.0	20.5	7.0	2.5	3.5	
CF-5	28.4	3.0	20.5	7.0	3.5	2.5	
CF-6	25.6	2.5	30.5	5.5	4.0	3.5	
CF-8	22.3	2.5	31.4	6.5	4.0	3.5	
CF-9	26.4	3.5	30.2	6.6	4.0	3.5	
CF-12	25.8	3.0	25.5	6.8	3.5	2.5	
CF-16	25.1	2.5	30.1	6.8	3.5	2.5	
CF-18	26.4	2.5	33.6	6.5	2.5	3.0	
CF-19	26.7	3.0	24.9	5.4	2.5	3.0	
CF-27	26.5	3.5	31.5	6.5	4.0	2.0	
CF-28	28.5	2.5	26.8	6.3	3.5	3.0	
CF-30	25.9	3.0	28.4	6.0	3.0	3.0	
CF-32	25.4	2.5	28.5	6.5	2.0	3.0	
CF-35	26.8	2.5	24.7	6.0	2.5	2.5	
CF-36	25.6	3.5	25.5	7.4	2.5	2.0	
CF-37	22.5	2.5	29.5	6.6	3.5	2.0	
CF-38	28.5	3.0	26.5	5.2	3.5	3.5	
CF-39	27.1	3.0	28.5	6.9	3.5	3.5	

*바람들이(1-5) : 1. 약함 5.강함
*근 색(1-5) : 1.매우 나쁨 5. 매우 좋음

3. 조합 작성 및 원종, 시교생산

가. 조합 작성

중국 시장에 적합한 백수계, 청수계, 남방계무 품종개발을 위하여 2019년부터 2021년까지 인공교배를 통해 70개의 조합을 작성하였으며, 작성된 조합은 이후 국내 및 해외 현지 재배 시험을 실시하여 특성 조사를 진행하였다. 연도별 조합 작성 내역은 아래 표와 같다.

표57. 연도별 조합작성 목표 및 조합수

	2019년	2020년	2021년	합계
목표	5	5	40	50
조합 작성	5	5	60	70

나. 원종 및 시교 생산

본 사업체의 김제육종연구소의 하우스에서 각각 CO₂처리 및 벌 교배를 활용하여 2019년부터 2021년까지 총 24kg의 원종을 생산하였다.

종자의 생산력 및 지역적응성 검정을 위해 시교종자를 생산하였으며 2019년부터 2021년까지 약 8조합에 대하여 총 5.4kg을 생산하였다. 연도별 원종 및 시교 생산량은 아래 표와 같다.

표58. 연도별 원종 및 시교 생산량

	2019년	2020년	2021년	합계
원종(kg)	3.5	5.7	14.8	24
시교(kg)	0.5	1.5	3.4	5.4



그림100. 원종하우스 사진



그림101. 시교하우스 사진

4. 품종 개발 시험

가. 국내 재배 시험

국내 재배 시험은 본 사업체 김제연구소의 시험포장에서 봄/가을로 성능검정을 수행하여 봄에는 만추대성 백수무, 청수무 조합을, 가을은 바람들이, 생리장해, 바이러스 등에 안정적이며 근색, 근육색이 우수한 고품질 조합을 선발하였다. 2017-2021년까지 매년 작성된 신조합 70함에 대해에 성능 검정을 실시하여 우수조합을 선발하여, 수출 대상 국가 현지 재배시험에 공시하였다.

(1) 2019년 김제 가을 조합 시험

2019년 8월 29일 파종하여 2019년 11월 1일 수확 조사로 김제 육종연구소에서 성능검정을 실시하였다. 시험결과 대비품종보다 우수한 조합이 없었으며, 차후 현지 재배시험을 통해 재차 선발할 예정이다.



그림102. 2019년 김제 가을 조합 성능검정 사진

(2) 2020년 김제 가을 조합시험

2020년 9월 9일 파종하여 2020년 10월 26일 수확 조사로 김제 육종연구소에서 성능 검정을 실시하였다. 시험결과 BT299, BT300, BT301, BT302, BT303 5조합을 선발하였으며 선발된 조합은 현지 확대 시교를 진행하여 추가적인 시험을 진행하였다.

표59 2020년 김제 가을 조합 성능검정 선발 결과

2020년 김제 가을 조합 성능검정							
번호	엽장 (cm)	추대 (1조-5만)	근장 (cm)	근경 (mm)	근색 (1-5)	바람 (1-5)	비고
BT299	44.5	2	44.5	7.5	2	3	봄 노지
BT300	46.2	2	43.5	7.7	3	3	고랭지여름
BT301	47.2	2	39.5	9.1	4	3	봄 하우스
BT302	49	3	42.8	8.0	3	3	가을 조숙
BT303	61.5	2	35.3	7.7	3	3	가을 조숙

*바람들이(1-5) : 1. 약함 5.강함
*근 색(1-5) : 1.매우 나쁨 5. 매우 좋음



그림103. 2020년 김제 가을 조합 성능검정 선발 사진

(3) 2021년 김제 가을 조합시험

2021년 8월 30일 파종하여 2021년 10월 25일 수확 조사로 김제 육종연구소에서 성능검정을 실시하였으며 대비품종외 63조합을 공시하였다. 시험결과 CT049는 북방 봄 조숙용으로, CT073과 CT076은 북방 가을 조숙용으로 선발하였다.

표60. 2020년 김제 가을 조합 성능검정 선발 결과

2021년 김제 가을 조합 성능검정							
번호	엽장 (cm)	추대 (1조-5만)	근장 (cm)	근경 (mm)	근색 (1-5)	바람 (1-5)	비고
CT035	46	2.5	33	6.5	3	3	봄 노지
CT049	43	3	27	7	3	3	봄 하우스
CT073	39	2.5	30	7	3	2.5	가을 노지
CT076	44	2.5	33	5.8	3.5	2.5	월동 노지

*바람들이(1-5) : 1. 약함 5.강함
*근 색(1-5) : 1.매우 나쁨 5. 매우 좋음



그림104. 2021년 김제 가을 조합 성능검정 선발 사진

5. 해외 시범포 참가

국내 조합성능 검정시험 및 해외 현지시험에서 선발된 우수한 품종들의 홍보를 위하여 2019-2021년도 감숙, 하북, 운남, 요녕의 GSP 시범포에 참가하여 품종에 대한 홍보를 진행하였다.

가. 2019년도 GSP 시범포

중국 서북방지역 고품질 무 품종 개발을 목적으로 감숙성과 하북성에서 진행하는 GSP 시범포에 참가하였으며 감숙성에서 백수무 및 청수무 4품종, 하북성에서 청수무 3품종을 선발하였다. 중국 서북방지역 무 재배는 주로 고랭지 봄, 여름재배로 만추대, 저온비대, 조기 근미맺힘, 근형이 H형으로 백수무는 근색,근피 품질이 우수한 판엽계를 선호하며, 청수무는 봄 하우스 재배에는 극 만추대, 저온비대가 우수한 품종, 여름재배는 고온 조건에서 복합내병성이 우수하고 근색이 진녹색으로 근육색이 녹색인 품종을 선호하고 있다.

(1) 중국 감숙성 GSP 시범포

2019년 4월 25일 파종, 2019년 6월 27일 수확 조사로 감숙성 임조현 지역의 GSP 시범포 성능검정을 실시하였다. 시험결과 BN1408, BN133, RMS129S, QR-51 4품종을 선발하였다.

표61. 2019년 중국 감숙성 GSP 시범포 선발 품종

품종명	품종형	품종특성	개발전략
BN1408	만추대 판엽	저온 근미비대 우수	중국 북서부 고랭지 봄, 여름 고품질 백수무
BN133	조추대 판엽	고랭지여름 근색 우수	중국 북서부 고랭지 여름, 가을 고품질 백수무
RMS129S	만추대 절엽	만추대 저온비대 우수	중국 중남부 평지, 고랭지 봄 백수무
QR-51	중국형 청수	중추대 청수청육계	중국 중서부 평지 만춘, 가을 청수무



그림105. 2019년 중국 감숙성 GSP 시범포 선발 품종 사진

(2) 중국 하북성 GSP 시범포

2019년 6월 12일 파종하여 2019년 8월 8일 수확 조사로 하북성 장가구시 GSP 시범포에서 성능검정을 실시하였다. 시험결과 DT1901, DT1907, DT1908 3품종을 선발하였다.

표62. 2019년 중국 하북성 GSP 시범포 선발 품종

품종명	품종형	품종특성	개발전략
DT1901	만추대 절엽	고랭지 봄, 근비대 우수	중국 중남부 평지봄 백수무
DT1907	조추대 관엽	고랭지 여름, 근품질 우수	중국 북서부 고랭지 여름 백수무
DT1908	만추대 관엽	고랭지 봄, 근형 우수	중국 중부 봄터널 백수무



DT1901

DT1907

DT1908

그림106. 2019년 중국 하북성 GSP 시범포 선발 품종 사진

나. 2020년도 GSP 시범포

중국 지역별 재배작형별로 적합한 고품질 무 품종을 선발할 목적으로 감숙성, 하북성, 운남성, 요녕성에서 진행하는 GSP 시범포에 참가하였으며 감숙성에서 청수무 4품종, 하북성에서 백수무 3품종, 운남성에서 가공무 2품종, 요녕성에서 가공무 2품종을 선발하였다.

(1) 중국 감숙성 GSP 시범포

2020년 4월 25일 파종, 2020년 6월 29일 수확 조사로 감숙성 입도현 지역에서 성능검정을 실시하였다. 시험결과 저온비대력, 근형, 근미, 청수, 바람들이가 우수한 QR51, RJA-256, KDY2014, KDY2015 4품종을 선발하였다.

표63. 2020년 중국 감숙성 GSP 시범포 선발 품종

파종번호	품종명	근색	바람들이	평점	특성	개발전략
8	막전 592	2.5	2.5	3.5	저온비대, 근형우수	대비품종
9	초복	2	2.5	2.5	저온비대	대비품종
30	QR51	3.8	2.8	2.8	H형, 청수우수	하남지역 품종
31	RJA-256	3.5	2.5	2.8	재배 불량	재시험
32	KDY2014	3.8	2.8	3	청수우수	확대시험

33	KDY2015	3.5	2.5	2	청수우수	확대시험
----	---------	-----	-----	---	------	------



시범포 전경



대비 품종 : 막전592



대비 품종 : 초복



QR51



KDY2015



<RJA-256>



<KDY2014>

그림107. 2020년 중국 감숙성 GSP 시범포 선발 품종 사진

(2) 중국 하북성 GSP 시범포

2020년 5월 15일 파종, 2020년 6월 17일 수확 조사로 하북성 장북현에서 성능검정을 실시하였다. 시험결과 KDY2005, KDY2007, KDY2012 3조합을 선발하였다.

표64. 2020년 중국 하북성 GSP 시범포 선발 품종

파종번호	품종명	근색	바람들이	평점	특성	개발전략
5	KDY2005	3.5	3.5	3.5	근피,근육 우수	하북 고랭지
7	KDY2007	3.5	3.5	3.5	근비대 우수	산동,강소 봄
12	KDY2012	3	4	3.5	근장 우수	호북,사천 봄



KDY2005



KDY2007



KDY2012

그림108. 2020년 중국 하북성 GSP 시범포 선발 품종 사진

(3) 중국 운남성 GSP 시범포

2020년 8월 28일 파종하여 2020년 9월 28일 운남성 퉁해에서 성능검정을 실시하였다. 시험결과 KDY2016, KDY2017 2조합을 선발하였다.

표65. 2020년 중국 운남성 GSP 시범포 선발 품종

과종번호	품종명	근색	바람들이	평점	특성	개발전략
16	KDY2016	4.0	3.5	3.5	근색우수	고품질 무 말랭이
17	KDY2017	3.5	3.5	3.5	저온비대우수	다수성 무 말랭이



재배진경



KDY2016



KDY2017

그림109. 2020년 중국 운남성 GSP 시범포 선발 품종 사진

(4) 중국 요녕성 GSP 시범포

2020년 7월 25일 파종하여 2020년 10월 20일 요녕성 능해에서 성능검정을 실시하였다. 시험결과 KDY2014, KDY2015 2품종을 선발하였다.

표66 2020년 중국 요녕성 GSP 시범포 선발 품종

과종번호	근색	바람들이	평점	특성	개발전략
KDY2014	4.0	4.0	3.5	근장,근형 우수	봄 노지
KDY2015	4.0	3.5	3	근색,근미 우수	봄 터널



KDY2014



KDY2015

그림110. 2020년 중국 요녕성 GSP 시범포 선발 사진

다. 2021년도 GPS 시범포

중국 감숙성, 하북성, 운남성, 요녕성에서 진행하는 GSP 시범포에 참가하였으며 감숙성에서 2 품종, 하북성에서 2품종 요녕성에서 2품종을 선발하였다.

(1) 중국 감숙성 GSP 시범포

2021년 4월 28일 파종, 2021년 7월 6일 수확 조사로 감숙성 란주시에서 성능검정을 실시하였다. 시험결과 KDY2110, KDY2111 2조합을 선발하였다.

표67. 2021년 중국 감숙성 GSP 시범포

과종번호	근색	바람들이	평점	특성	개발전략
KDY2110	3.5	3.5	3.5	저온비대 우수	봄 노지
KDY2111	3.5	3.5	3.5	저온 조기 근미맷힘	봄 하우스



재배전경



KDY2110



KDY2111

그림111. 2021년 중국 감숙성 GSP 시범포 선발 사진

(2) 중국 하북성 GSP 시범포

2021년 6월 18일 파종, 2021년 8월 10일 수확 조사로 하북성 장북현에서 성능검정을 실시하였다. 시험결과 KDY2110, KDY2111 2품종을 선발하였다.

표68. 2021년 중국 하북성 GSP 시범포

과종번호	근색	바람들이	평점	특성	개발전략
KDY2110	3.5	3.5	3.5	근색, 근형 우수	가을 노지
KDY2111	3.5	3.5	3.5	근미 조기 비대	고랭지 여름



재배전경



KDY2110



KDY2111

그림112. 2021년 중국 하북성 GSP 시범포 선발 사진

(3) 중국 요녕성 GSP 시범포

2021년 7월 27일 파종, 2021년 10월 21일 요녕성 능해시에서 성능검정을 실시하였다. 시험결과 KDY2113, KDY2115 2품종을 선발하였다.

표69. 2021년 중국 요녕성 GSP 시범포

과종번호	근색	바람들이	평점	특성	개발전략
KDY2113	3.5	3.5	3.5	근색 우수	운남 무 말랭이
KDY2115	3.0	3.5	3.5	근장 비대 우수	인도 월동 미농



재배전경



KDY2113



KDY2115

그림113. 2021년 중국 요녕성 GSP 시범포 선발 사진

5. 종자 박람회 및 전시포 참가

국내에서 개최한 김제 국제 종자 박람회와 중국에서 열리는 종자 박람회에 적극 참여하여 중국 시장에 대한 시장정보를 수집하고 동시에 국내 및 중국 지역별 작형별 재배시험에서 선발된 품종들을 박람회의 전시포 전시를 하였으며, 해외 바이어과 공동으로 품종 홍보와 개발 판매를 위한 네트워크를 구축 강화하였다.

가. 중국 종자 박람회 참가

중국 종자 박람회에서 개최하는 전시포에 참가하여 품종에 대한 홍보를 진행하였다. 2019년 강소성 항주의 채소 종자 박람회에서 4품종을 출품하였으며, 2020년과 2021년에는 하북 형태 십자화과 채소 국제박람회의 전시포에 참가하여 각각 8품종, 6품종을 출품하였다.



2019년 강소성 항주 채소종자 박람회 전시포 출품품종



2020년 하북 형태 십자화과채소 국제박람회 전시포 출품품종



2021년 하북 형태 십자화과채소 국제박람회 전시포 출품품종
그림114. 중국 박람회 전시포

다. 국내 박람회 및 전시포 참가

실용화 재단에서 운영하는 김제 국제 종자 박람회에 참가하여 박람회 부스 운영 및 전시포 품종 출품을 통해 홍보 활동을 진행하였으며, 2020년부터는 코로나19로 인하여 온라인 박람회로 변경되면서 온라인 전시포에 품종을 출품하여 홍보 활동을 진행하였다.

표70. 김제 종자박람회 전시포 출품 내역

출품품종	년도	주요 특성	근장 (cm)	근중 (kg)	목표시장
DT907	2019	근형, 근색 우수, 백수무	28	1.2	중국
DT908	2019	근형, 근색 우수, 백수무	27	1.2	중국
DT909	2019	만추대, 근색 우수, 백수무	30	1.3	중국
DT910	2019	만추대, 근형 우수, 백수무	35	1.3	중국
슈퍼문	2020	근품질 우수, 극조생, 청수무	26	1.1	중국
DR2109	2021	근품질 우수, 청수무	25	1.2	중국
DR2110	2021	H형, 중만생, 미농무	45	1.4	인도
DR2111	2021	H형, 중만생, 미농무	45	1.4	인도
DR2112	2021	근색우수, 중만생, 미농계	40	1.2	중국



2019년 김제 박람회 전시포 출품 품종



2020년 김제 박람회 전시포 출품 품종



2021년 김제 박람회 전시포 출품 품종

그림115. 김제 종자박람회 사진

6. 중국 수출용 무 품종 카탈로그 제작 및 온라인 홍보물 제작

무 품종 마케팅 및 판매를 강화하고, 바이어 네트워크 구축하기 위하여 품종수 45 품종, 25 페이지의 카탈로그를 2000부 제작하여 중국 지역별 바이어에 배포하였다.

2020년 코로나19의 확산으로 인하여 직접적인 해외 바이어들과의 만남이 어려운 만큼 온라인 화상 회의와 전시포의 상향을 온라인으로 제작하여 품종홍보를 진행하였다.



그림116. 카탈로그 제작



MVI_8623

MVI_8624

MVI_8626

MVI_8625

감숙성 품종 홍보 영상



요녕성 품종 홍보 영상



하북성 품종 홍보 영상

그림117. 홍보 영상 제작

7. 국제 종자교역회 참석 및 해외 바이어 미팅

2019년 11월 24일부터 2019년 12월 30일까지 말레이시아 쿠알라룸푸르에서 진행되는 APSA 에 참석하여 해외 바이어상담을 통하여 품종 홍보 및 판매 마케팅을 실시하였으나, 2020년 이후부터 코로나19로 인하여 화상 회의를 통하여 품종 홍보 및 판매 마케팅을 진행하였다.

표71. 2019년도 말레이시아 APSA 해외바이어 상담내역

국가	바이어 수	대표 바이어	주요사업내용	비고
인도	11	Namdhari Seeds	십자화과 수출	
중국	6	JinQuan RuiAn	십자화과 생산	
파키스탄	2	United Agro Traders	무 수출	
방글라데시	3	Masud seed co	무 수출	
기타 아시아	2	Plant Seeds PVT	무 및 기타 작물 수출	
그 외 지역	4	Golden Harvest Seed		



아시아태평양종자교역회 바이어 상담



해외 바이어 화상 상담

그림118. 해외 바이어 상담

제 5절 3세부 위탁 ‘해외 시교사업 및 마케팅’ 연구내용

1. 위탁과제 연구개발의 목표 및 내용

중국지역 해외시교사업, 품종개발, 시범포 운영, 종자 판매 마케팅과 관련하여 2019년부터 2021년(3개년)까지 북경시 소재 “북경대일한일국제종묘유한공사”와 위탁사업 협약을 체결하여 사업을 진행하였다. 세부 사업 계획은 아래와 같이 진행하였다.

가. 연구목표

중국 현지 시교사업 확대 및 수출 확대를 위한 마케팅 능력을 강화한다.

표72. 연도별 연구 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
3차년도	2019	○ 시교사업 확대 ○ 종자판매	- 백수 품질계 시험· 시범포 : 중경시, 호북성, 하북성 - 청수 품질계 시험· 시범포 : 하북성 - 현지바이어 초청 및 종자판매
4차년도	2020	○ 시교사업 확대 ○ 종자 판매	- 백수 품질계 시험· 시범포 : 중경시, 호북성, 하북성 - 청수 품질계 시험· 시범포 : 하남성, 하북성 - 현지바이어 초청 및 종자판매
5차년도	2021	○ 시교사업 확대 ○ 종자판매	- 백수 품질계 시험· 시범포 : 중경시, 호북성, 하북성 - 청수 품질계 시험· 시범포 : 하남성, 하북성 - 현지바이어 초청 및 종자판매

2. 유전자원 수집 및 시장조사

현지 종자판매상을 방문하여 현지 우수품종 등 다양한 유전자원을 수집하고, 거래처와 직접 재배포장에도 방문하여 시장 조사를 진행하였다. 시험포 지역별로 선호하는 타입의 품종들을 조사하고, 주요 재배 작형, 시장 규모, 리딩 품종, 종자 단가 등을 조사하기 위해 농민, 거래처와의 상담, 현지 재래시장 및 도매시장 등을 방문하여 무 품종들을 조사하였다.

3. 시험 및 시범포 운영 결과보고

국내 조합성능 검정시험에서 선발된 우수조합에 대하여 2019년부터 2021년까지 지역별 작형별 현지 재배시험을 실시하였다. 2019년 호북성 1개소, 북경시 1개소, 중경시 1개소, 2020년도 절강성 1개소, 사천성 1개소, 하남성 1개소, 북경시 1개소, 중경시 1개소, 2021년도 강소성 2개소, 절강성 1개소, 북경시 1개소등 12개소 지역별 재배시험을 실시하여 우수조합을 선발하고, 지역 바이어와 공동으로 품종 개발을 하였다.

가. 2019년도 시험 및 시범포 운영 결과보고

(1) 호북성 고랭지 여름 재배시험

중국 양자강유역 고랭지 여름재배용 백수무 품종 개발을 목적으로 2019년 07월 18일 파종, 2019년 09월 24일 수확 조사로 성능검정을 실시하여 대비품종 백화 외 18조합을 공시하였다. 중국 양자강유역의 고랭지 여름재배는 호북성, 호남성, 사천성, 귀주성, 운남성 등 가장 큰 백수무 재배단지로 백수무 품종 개발에 있어서 가장 중요한 지역이다. 한국 종자회사의 고품질 백수무가 최초로 개발 판매된 지역으로서 한국 종자회사 중국 무 시장 개발의 전략적 거점이다. 재배 작형은 봄, 여름, 가을재배로 봄 만추대, 여름 내병형, 가을 조숙형으로 구분되어진다. 시험결과 중국 중남부 고랭지 여름재배에 적합한 3조합을 선발하였다.

표73. 2019년 호북성 고랭지 여름 재배시험 결과

품종명	추대성	근미 맺힘	비대성	상품성	평가	개발목표
백화	조추	빠름	A0	A0	A0	고랭지 가을
MH902	만추	중간	A-	B+	A-	고랭지 봄
MH903	조추	빠름	A0	A-	A-	고랭지 가을
MH905	만추	빠름	A0	A+	A+	고랭지 봄,가을



시험포 전경

백화

MH902

MH-903

MH-905

그림119. 2019년 호북성 고랭지 가을 선발 사진

(2) 북경시 가을 노지 재배시험

2019년도 새롭게 작성된 신조합에 대한 중국 시장 적합성 초기성능시험으로 2019년 08월 22일 파종, 2019년 10월 17일 수확 조사로 대비품종 백수무 농우801(농우)과 청수무 염수(북경 백막전)외 30조합을 공시하였다. 시험결과 가을재배에 근형이 우수한 백수무 2조합과 청수무 1조합을 선발하였다.

표74. 2019년 북경시 가을 노지 재배시험 결과

품종명	추대성	근미 맺힘	비대성	상품성	평가	개발목표
농우801	조추대	중간	A0	B+	A-	여름 고랭지
BN39	중추대	빠름	A-	A-	A0	봄,여름 고랭지
BN213	중추대	빠름	B+	A0	A0	봄,여름 고랭지
염수	중추대	중간	A0	B+	A-	여름 고랭지
BN-203	중추대	중간	A-	A-	A-	봄,여름 고랭지



대비품종:농우801



대비품종:염수



BN-39



BN-213



BN-203

그림120. 2019년 북경시 가을 노지 선발 사진

(3) 중경시 월동 노지 백수무 재배시험

2019년도 국내 가을 조합성능 검정시험에서 선발된 우수조합에 대한 중국 중부 월동 재배형 품종을 개발할 목적으로 2019년 11월 5일 파종하여, 2020년 2월 25일 수확 조사로 성능검정을 실시하여 대비품종 BN147(삼성종묘)의 30조합을 공시하였다. 중국 중부 월동재배는 호북성, 사천성, 중경시, 절강성 등 양자강 유역으로 만추대이며 장기재배에도 청수가 발현되지 않고 생리장해에 안정된 저온비대가 우수한 품종을 선호한다. 시험 결과 19CQ-9, 19CQ-29가 월동 조숙형 조합으로 선발되었다.

표75. 2019년 중경시 월동 노지 백수무 재배시험 결과

시험번호	PLC	근장 (cm)	근경 (mm)	특성	개발전략	비고
4	대비품종	25	8	근피 우수		월동 조숙형
10	대비품종	20	8	월동 만숙		월동 만숙형
9	4	20	8.5	근미조기비대	월동 조숙형	2021년 재시험
29	4	25	8	근색우수	월동 조숙형	2021년 재시험



대비품종: 4



대비품종: 10



9



29

그림121. 2019년 중경시 백수무 월동 선발 사진

나. 2020년도 시험 및 시범포 운영 결과보고

(1) 절강성 봄 노지 백수무 재배시험

중국 양자강 유역 봄 재배 백수무 품종을 개발할 목적으로 2020년 3월 24일 파종, 2020년 5월 19일 수확 조사로 성능검정을 실시하여 대비품종 포함 31조합을 공시하였다. 중국 양자강 유역의 봄 재배 작형은 호북성, 호남성, 사천성, 절강성 등 만추 대 백수무로 만추 대이며 저온비대가 우수하고 근미 맷힘이 빠른 근 형이 H형인 품종을 선호한다. 2019년도 국내 가을 조합성능 검정시험에서 선발된 우수한 조합으로 중국 중남부 늦은 봄 재배에 적합한 조합을 선발하고자 하였으며, 시험결과 20ZJ-6, 20ZJ-9, 20ZJ-14가 제반특성이 우수하였으며, 선발된 조합은 2020-2021년 확대 시험을 진행할 예정이다.

표76. 2020년 절강성 봄노지 백수무 재배시험 결과

시험번호	PLC	근장(cm)	근경(mm)	특성	개발전략	비고
20ZJ-13	대비품종	30	7	저온비대		주요 판매품종
20ZJ-6	5	28	7	조기비대	산동, 강소 봄노지 조숙형	2021년 시험확대
20ZJ-9	4	30	8	저온비대	호북, 절강 봄노지 재배	2021년 시험확대
20ZJ-14	6.1	32	7	저온비대	호북, 절강 봄노지 재배	2020년 시험생산



시험포 전경



대비품종: 20ZJ-13



20ZJ-6



20ZJ-9



20ZJ-14

그림122. 2020년 절강성 봄노지 백수무 선발 사진

(2) 사천 성 가을 노지 백수무 재배시험

중국 양자강 유역의 가을재배 백수무 품종 개발을 목적으로 2020년 9월 19일 파종, 2020년 11월 30일 수확 조사로 성능검정을 실시하여 대비품종 포함 13조합을 공시하였다. 중국 양자강 유역의 가을재배 백수무 시장은 호북성, 사천성, 호남성, 절강성 등 고품질 백수무 시장으로 현

지 로컬회사들의 품종이 우점하고 있는 시장이다. 근색이 순백색으로 근피가 매끈하고 근형이 H형으로 생리장해에 안정되어 있는 품종을 선호한다. 시험 결과 근색 과 근형이 우수한 20KR-54, 20KR-23, 20KR-65, 20KR-166 4조합을 선발하였다.

표77. 2020년 사천성 가을 노지 백수무 재배시험 결과

시험번호	PLC	근장(cm)	근경(mm)	특성	개발전략	비고
수미	대비품종	28	7.5	근색 우수	중남부 가을무	
20KR-54	5	30	7.5	근형, 조숙	중남부 가을무	2021년 시험확대
20KR-23	5	30	7.5	근형, 조숙	중남부 가을무	2021년 재시험
20KR-65	5	30	7.0	근색 우수	중남부 가을무	2021년 시험생산
20KR-166	4	25	7.0	근형, 조숙	중남부 가을무	2021년 시험확대



대비품종



20KR-54



20KR-23



20KR-65



20KR-166

그림123. 2020년 사천성 가을 노지 백수무 선발 사진

(3) 하남 성 여름 노지 청수무 재배시험

중국 황하유역의 고품질 가을 청수무 품종을 개발할 목적으로 2020년 8월 4일 파종하여 2020년 10월 4일 수확 조사로 성능검정을 실시하여 대비품종 포함 24조합을 공시하였다. 중국 황하유역의 청수무는 산동성, 하북성, 하남성, 안휘성 등 고품질 청수무 시장으로 복합내병성이 우수하고 근피가 녹색으로 진하며 근육색이 녹색인 품종을 선호한다, 시험결과 내서성 및 열근에 강하여 여름재배에 적합한 2020년 신 조합 20HNA-8, 20HNA-10, 20HNA-24가 선발되었으며 2021년 확대시험을 진행할 예정이다.

표78. 2020년 하남성 여름노지 청수무 재배시험 결과

시험번호	PLC	근장(cm)	근경(mm)	특성	개발전략	비고
20HNA-3	대비품종	20	8.5	조기비대		중국형 청수무
20HNA-8	5	30	7	근형우수	하남 봄, 가을재배	2021년 시험확대
20HNA-10	4	20	8.5	조기비대	하남 봄, 여름재배	2021년 재시험
20HNA-24	4	22	8	청수품질	중국형 청수무	2021년 시험생산



재배전경

20HNA-3

20HNA-8

20HNA-10

20HNA-24

그림124. 2020년 하남성 여름노지 청수무 선발 사진

(4) 북경시 가을 노지 청수무 재배시험

2020년 새롭게 작성된 조합에 대해 중국형 고품질 청수무 지역별 재배작형별 적응성 검정을 위한 초기시험으로 2020년 8월 18일 파종하여 2020년 10월 26일 수확 조사로 성능검정을 실시하여 대비품종을 포함한 100조합을 공시하였다. 시험 결과 청수색이 우수하고, 바람들이 맞열근 등에 강한 5조합을 선발하였다.

표79. 2020년 북경시 가을 노지 청수무 재배시험 결과

시험번호	PLC	근장(cm)	근경(mm)	특성	개발전략	비고
271	4	27	8.0	근색	봄 노지	
274	4	26	7.5	근색	가을 노지	
263	4	29	8.0	근비대	고랭지 여름	
266	4	25	8.0	근비대	가을 노지	
268	4	28	7.5	근비대	가을 노지	

(나) 선별조합 사진



271

274

263

266

268

그림125. 2020년 북경시 가을노지 청수무 선발 사진

(5) 중경시 월동 노지 백수무 재배시험

중국 양자강 유역의 월동 노지 백수무 품종 개발을 목적으로 2020년 11월 5일 파종, 2021년 3월 27일 수확 조사로 성능검정을 실시하여 대비품종 천홍분을 포함한 36조합을 공시하였다. 시험 결과 월동 작형에 알맞은 조합은 없었으며 이후 조합을 다시 작성하여 시험을 진행할 예정이다.



재배사진

대비품종

12

16

그림126. 2020년 중경 월동 백수무 재배시험 사진

다. 2021년 시험 및 시범포 운영 결과

(1) 강소성 봄 노지 백수무 재배시험

중국 황하유역의 봄 하우스 및 노지재배 백수무 품종을 개발할 목적으로 2021년 1월 20일 파종, 2021년 4월 23일 수확 조사로 성능검정을 실시하여 대비품종을 포함한 32조합을 공시하였다. 중국 황하유역의 봄 만추대 백수무 재배는 산동성, 강소성, 하북성, 하남성 등 봄 하우스, 터널, 노지재배로 만추대이며 저온조건에서 비대가 빠르며 근미맛힘이 조기에 이루어지는 조숙성 품종을 선호한다. 시험결과 만추관엽형으로 BN8, 만추절엽형으로 BN22, BN25, BN30 3조합을 선발하였다.

표80. 2021년 강소성 봄 백수무 재배시험 결과

시험번호	PLC	근장(cm)	근경(mm)	특성	개발전략	비고
BN8	4	30.0	6.5	저온비대	봄 만추대, 관엽	
BN22	5	32.5	6.5	조기비대	내저온 절엽백수무	
BN25	5	35.0	7.0	근장우수	내저온 절엽백수무	
BN30	4	33.5	6.5	조기비대	내저온 절엽백수무	



BN8



BN22



BN25



BN30

그림127. 2021년 강소성 봄 백수무 재배시험 사진

(2) 강소성 가을 노지 백수무 재배시험

중국 황하유역의 가을 노지재배 백수무 품종을 개발할 목적으로 2021년 9월 16일 파종, 2021년 11월 23일 수확 조사로 성능검정을 실시하여 대비품종을 포함한 36 조합을 공시하였다. 중국 황하유역의 가을 노지재배 백수무는 근색이 순백색으로 근피가 매끈하고 근미 맛힘이 조기에 이루어지는 조숙성 품종을 선호한다. 시험 결과 TR-3, RT-2102, TR-23, RT-2021, TR-15, TR-19 6조합을 선발하였다.

표81. 2021년 강소성 가을 백수무 재배시험 결과

시험번호	PLC	근장(cm)	근경(mm)	특성	개발전략	비고
TR-3	5	28.5	5.5	근미 조숙	조추 판엽	
RT-2102	5	30.5	5.5	근색 우수	만추 판엽	
TR-23	5	26.5	5.0	근색 우수	가을 절엽	
RT-2021	5	35.0	5.5	저온비대	봄 만추	
TR-15	6	33.5	6.0	저온비대	봄 만추	
TR-19	5	30.5	6.0	저온비대	봄 만추	



TR-3



RT-2102



TR-23



RT-2021



TR-15



TR-19

그림128. 2021년 강소성 가을 백수무 선발 사진

(3) 절강성 가을 백수무 재배시험

중국 양자강 유역의 가을재배 백수무 품종을 개발할 목적으로 2021년 9월 24일 파종하여 2021년 11월 25일 수확 조사로 성능검정을 실시하여 대비품종 포함 38조합을 공시하였다. 시험 결과 TR-3, TR-2, TR-8 3조합을 선발하였다.

표82. 2021년 절강성 가을 백수무 재배시험 결과

시험번호	PLC	근장(cm)	근경(mm)	특성	개발전략	비고
TR-3	5	20.1	6.5	조기비대	가을 판엽	
TR-2	5	22.5	6.8	근색우수	만추 판엽	
TR-8	5	25.0	6.5	근미우수	봄 만추	



TR-3



TR-2



TR-8

그림129. 2021년 절강성 가을 백수무 선발 사진

(4) 북경시 가을 노지 백수무 재배시험

2021년 새롭게 작성된 조합에 대해 중국형 고품질 백수무 지역별 재배작형별 적응성 검정을 위한 초기시험으로 2021년 8월 20일 파종하여 2021년 11월 3일 수확 조사로 성능검정을 실시하여 대비품종 포함 146조합을 공시하였다. 시험결과 RQA-4, RQA-10, RQA-12 3조합을 선발하였다.

표83. 2021년 북경시 가을노지 백수무 재배시험 결과

시험번호	PLC	근장(cm)	근경(mm)	특성	개발전략	비고
RQA-4	5	35.5	7.5	조기비대	산동 하우스	
RQA-10	5	33.5	7.5	근장우수	호북 봄 노지	
RQA-12	5	28.5	6.0	근미비대	강소 봄 텃밭	



RQA-4



RQA-10



RQA-12

그림130. 2021년 북경시 가을노지 백수무 선발 사진

(5) 광둥성 루핑시 가을 노지 백수무 재배시험

중국 남부지역 가을재배 백수무 품종 개발을 목적으로 2021년 10월 10일 파종하여 2021년 12월 15일 수확 조사로 성능검정을 실시하여 대비품종 포함 6조합을 공시하였다. 중국 남부지역 가을재배는 최근 기상변화(고온다우)로 인하여 재배면적이 감소하였고 재배시기가 늦가을 및 월동로 전환되고 있다. 이러한 이유로 중국 남부지역 가을재배 백수무 품종은 늦은 가을 또는 월동재배에 적합한 근장이 다소 긴 편을 선호한다, 시험 결과 절엽계로 RT2113, RT2114 2조합, 판엽계로 TR-1, TR-3 2조합을 선발하였다.

표84. 2021년 광둥성 루핑시 가을무 재배시험 결과

시험번호	PLC	근장(cm)	근경(mm)	특성	개발전략	비고
RT2113	5	35.6	5.5	근미비대	늦가을 재배	
RT2114	5	39.0	5.6	근장우수	월동 재배	
TR-1	5	25.5	5.8	근색우수	가을 조기	
TR-3	5	26.1	5.6	근색우수	가을 조기	



RT2113



RT2114



TR-1



TR-3

그림131. 2021년 광둥성 루핑시 가을무 선발 사진

3. 마케팅 강화 및 품종 홍보

가. 중국 종자 박람회 품종 홍보

2019년부터 2021년까지 중국의 주요 종자 박람회에 참가하여 박람회 전시포 품종전시 및 품종 홍보를 진행하였다. 주요 재배지역 바이어에 대해 품종홍보 및 품종 개발을 협의하였으며, 판매 네트워크를 구축하였다.

표85. 중국 지역별 종자 박람회 활동

교류명칭	시기	회수	지역	전시포	주요활동
하얼빈종자박람회	11.09-11.11	27	흑룡강성하얼빈	없음	홍보,교류
심양국제농업박람회	09.17-09.20	21	요녕성 심양시	없음	홍보,교류
중국국제현대농업박람회	05.20-06.20	11	북경시 통주구	채소	전시포 활동
형태국제십자화과채소산업대회	10.22-10.25	3	하북성 형태시	십자화과	전시포 활동
진국종자교역회	10.22-10.24	13	산둥성 제남시	없음	홍보,교류
무한종자교역회	04.12-04.14	38	호북성 무한시	없음	홍보,교류
성도종자박람회	11.25-11.30	7	사천성 성도시	채소	전시포 활동
천부국제종자박람회	09.07-09.14	1	사천성 성도시	없음	홍보,교류
귀주준의고추국제박람회	08.15-08.20	6	귀주성 준의시	고추	전시포 활동
서남종자박람회	10.18--10.19	13	운남성 곤명시	채소	전시포 활동
중국남녕(동맹)국제종자박람회	03.15-04.15	18	광서성 남녕시	채소	전시포 활동
신강국제농업박람회	08.10-08.20	21	신강성 우루무치	채소	전시포 활동



남경 종자 박람회



하북 형태 박람회



우한 종자 박람회



광저우 종자박람회

하남 정주 박람회

그림132. 중국 종자박람회 활동 사진

나. 품종 홍보

본 과제를 통해 개발된 품종을 홍보하기 위하여 카탈로그를 제작하여 종자박람회 및 교역회에서 품종홍보를 진행하였다.



그림133. 북경 대일 종묘 카탈로그

4. 종자판매 활동 및 바이어 네트워크

2019년도부터 2021년까지 중국 백수무의 주요 시장인 복건성, 강소성, 중경시의 14개사의 바이어 대상으로 종자 판매를 진행하였으며 하남성, 절강성의 28개사의 바이어 대상으로 종자 판매를 진행하였다.

표86. 중국 바이어 네트워크

담당부서	담당 지역	바이어수	판매품종
북경대일 영업1팀	복건성, 강서성, 중경시	14	3
북경대일 영업2팀	하남성, 절강성, 강소성	28	5
북경대일 영업3팀	산서성, 섬서성, 감숙성, 신강성, 티벳	46	4
북경대일 영업4팀	귀주성, 광둥성, 해남	32	3

제 6절 연구결과

1. 품종보호 출원, 등록 및 생산판매 신고

국내 재배 시험 및 현지 재배 시험을 통해 선발된 우수품종들에 대해서 품종보호 출원 및 생산판매 신고를 진행하였다. 그 결과 품종보호 출원 5건, 품종보호 등록 4건, 생산판매신고 8건을 진행하였다.

표87. 품종보호 출원, 등록 및 생산판매 신고

구 분	품종 명칭	국 명	출원		
			출원인	출원일	출원 번호
품종보호 출원	하미50	대한민국	대일국제종묘(주)	21.11.26	2021-512
	슈퍼문	대한민국	이숙천	2015.10.25	2017-533
	명옥	대한민국	이숙천	2018.11.30	2018-639
	에이알1901	대한민국	대일국제종묘(주)	19.02.12	2019-74
	에이알1902	대한민국	대일국제종묘(주)	19.02.12	2019-75
구 분	품종 명칭	국 명	등 록		
			등록인	등록일	등록번호
품종보호 등록	슈퍼문	대한민국	대일국제종묘(주)	19.09.06	7869
	만추백광	대한민국	대일국제종묘(주)	20.11.30	8362
	에이알1901	대한민국	대일국제종묘(주)	21.04.30	8536
	에이알1902	대한민국	대일국제종묘(주)	21.04.30	8535
구 분	품종 명칭	국 명	등 록		
			등록인	등록일	등록번호
생산판매 신고	리버풀어리	대한민국	이숙천	2017.02.21	40-2017-000220
	트로피칼 3	대한민국	이숙천	2017.08.25	40-2017-000995
	슈퍼문	대한민국	이숙천	2017.10.27	02-0001-2017-71
	명옥	대한민국	이숙천	2018.12.19	02-0001-2018-51
	에이알1901	대한민국	대일국제종묘(주)	2019.02.01	02-0001-2019-10
	에이알1902	대한민국	대일국제종묘(주)	2019.02.15	02-0001-2019-12
	DT1706	대한민국	대일국제종묘(주)	2021.02.05	02-0001-2021-05
	하미50	대한민국	대일국제종묘(주)	2021.12.08	02-0001-2021-43

2. 종자 수출

2017년도부터 2021년까지 최종 480만불을 목표를 하였으며 1차년도에 17.3만불, 2차년도에 37.2만불, 3차년도에 143.475만불 4차년도에 76.458만불 5차년도에 113.346만불을 수출하여 총 387.8741만불을 수출하였다.

표88. 종자 수출 내역

년도	1세부		3세부		합계	
	목표액 (만불)	수출액 (만불)	목표액 (만불)	수출액 (만불)	목표액 (만불)	수출액 (만불)
1차년도	40	17.3	-	-	40	17.3
2차년도	50	37.2	-	-	50	37.2
3차년도	30	76.1512	30	67.3235	60	143.475
4차년도	40	36.9729	40	39.4849	80	76.458
5차년도	125	58.9423	125	54.4993	250	113.4346
합계	285	226.5664	195	161.3077	480	387.8741

3. 사업화 성과

항 목	세부 항목	성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	즉시			
	소요예산(백만원)	450			
	예상 매출규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후	
		6	9	11	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내			
국외		13	15	17	
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획	유럽,아시아 등 생식용 유색무 품종개발			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)				
	수 출	6	10	12	

항목	세부항목		성 과	
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	40.8억원
			향후 3년간 매출	30억원
		관련제품	개발후 현재까지	억원
			향후 3년간 매출	억원
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 0 % 국외 : 13 %
			향후 3년간 매출	국내 : 0 % 국외 : 15 %
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : % 국외 : %
			향후 3년간 매출	국내 : % 국외 : %
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		6위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		5위

제 3 장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

제 1절 목표

구분	논문		유전 자원 등록	품종개발		생산 판매 신고	학술 대회 발표	종자 교역 회	종자 수출액	관 매 국 가	관 매 업 체	기 술 이 전	해외 시험 포	전 시 포
	SCI	비 SCI		출 원	등 록									
최종목표	3		3	4	4	6		5	480	5	2	3	5	3
최종실적	2		13	5	4	7	1	11	387,874 1	10	101	3	23	5
달성율(%)	66.6		100	100	100	100	100	100	78.48	100	100	100	100	100
1차년도	목표		3	1	1	1		1	40	1		1		
	실적		5	1		3		3	17.3	2	2	1	3	1
2차년도	목표			1		1		1	50	1	1	1	1	
	실적			1		1		2	37.2	3	4	1	3	
3차년도	목표	1		2	1	2		1	60	1	1	1	2	1
	실적	2		2	1	2		2	143.475	2	91	1	5	1
4차년도	목표	1			1	1		1	80	1			1	1
	실적				1		1	2	76.458	2			6	1
5차년도	목표				1	1		1	250	1			1	1
	실적			8	1	2	1	2	113.433 6	1	4		6	1

제 2절 목표 달성여부

1. 1세부 중국형 고품질 가을무 품종개발

구분 (연도)	세부연구목표	연구개발 수행내용	달성도 (%)
1차년도 (2017)	1. 우수계통육성 : 30계통	○ 53계통	100
	2. 교배조합작성 : 70조합	○ 성모 32조합, 미모 23조합	79
	3. 국내재배시험 : 30조합 대비 15 품종	○ 청수계 20조합 대비 25품종 백수계 37조합 대비 34품종	100
	4. 중국현지 시험재배 : 25조합, 1개소	○ 춘작 : 2품종 대비 3품종	100
		○ 하작 : 5조합 대비 5품종(남방계)	
	5. 아시아지역 시교 시험: 4조합, 2개소	○ 인도 : 5조합 대비 6품종	100
		○ 방글라데시 : 3조합 대비 3품종	
6. 품종개발 : 생산판매 신고 1품종	○ 생산판매신고 3건	100	
	○ 품종보호출원 1건	100	
	○ 품종보호등록 0건	0	
7. 종자수출 : 40만불	○ 17.3만불	43.3	
2차년도 (2018)	1. 우수계통육성 : 30계통	○ 55계통	100
	2. 교배조합작성 : 80조합	○ 성모 61조합, 미모 27조합	100
	3. 국내재배시험 : 30조합 대비 15 품종	○ 청수계 49조합 대비 7품종 백수계 33조합 대비 53품종	100
	4. 중국현지 시험재배 : 25조합, 1개소	○ 북경, 감숙성 란주시, 산서성 장치시, 광서성 계림시	100

	5. 아시아지역 시교 시험 : 4조합, 2개소	○인도 벵갈로로 P사 시험	50
	6. 품종개발 : 품종보호출원 1품종	○생산판매 및 품종출원 1품종	100
	7. 종자수출 : 50만불	○37.2만불	74.4
3차년도 (2019)	1. 우수계통육성 : 30계통	○분리 고정 및 소포자 배양 순계획득: 30계통	100
	2. 교배조합작성 : 80조합	○80조합 작성 및 우수 5조합 선발	100
	3. 국내재배시험	○38조합 및 대비 11품종	100
	4. 중국현지시험(위탁과제) : 3개소	○25조합 대비 1품종, 광동,산서, 감숙성 중국 현지 시험재배	100
	5. 아시아지역 시교 시험 : 5조합, 2개소	○중국 시교시험 10조합, 산서성, 광둥성 시교 시험	100
	6. 품종보호출원 :2 품종 생산판매신고 :2 품종	○품종보호출원 2품종, ○생산판매신고2품종	100 100
	7. 종자 수출: 30만불	○종자수출 76.1512만불 달성	100
4차년도 (2020)	1. 우수계통육성 : 40계통	○고품질의 중국형 청수무, 유색무, 남방형 백수무 95계통	100
	2. 교배조합작성 : 80 조합	○유형별 109조합 작성	100
	3. 중국현지시험(위탁과제) : 5개소	○30조합 대비 7품종 광동,복건,산서,감숙성 중국 현지재배시험	100
	4. 품종등록 생산판매신고 : 1품종	○품종등록 :만추백광 ○생산판매신고 :DT1706	100 100
	5. 종자수출:40만불	○36.9729만불	92.43
5차년도 (2021)	1. 우수계통 육성 : 30계통	○BF-126외 60계통 육성	100
	2. 교배조합 작성 : 40조합 작성	○63조합 작성	100
	3. 국내 재배시험	○10조합 대비 2품종	100
	4. 중국현지시험(위탁과제) : 5개소	○25조합 대비 5품종, 광동,복건,산서,하남,요녕성 5개소	100
	5. 품종 보호출원 : 1품종	○품종보호 출원 : 하미50	100
	6. 종자수출 125만불	○58.9423만불(현재)	47.15

2. 2세부 바이러스(TuMV) 저항성 기작 연구 및 마커개발 실용화

가. 정성적 연구 성과

구분	평가항목	비중 (%)	개발목표치	달성도 (%)
1차년도 (2017)	1. 무 바이러스 전국 조사	30	- 국내 보고된 무 바이러스 분포조사 (100점)	100
	2. TuMV isolate 병원성 조사	70	- 기존 확보된 10개 TuMV isolate 의 무 품종 2개 라인에 대한 병원성 조사	100
2차년도 (2018)	1. 무 바이러스 전국 조사	20	- 국내 보고된 무 바이러스 분포조사 (100점)	100
	2. TuMV isolate 병원성 조사	50	- 기존 확보된 11개 TuMV isolate 의 무 품종 2개 라인에 대한 병원성 조사	100
	3. TuMV infectious cloen 제작	30	- TuMV Infectious clone 제작 (국내 3, 중국 2 TuMV isolate)	100
3차년도	1. 무 바이러스 전국 조사	20	- 국내 보고된 무 바이러스 분포조사 (100점)	100

(2019)	2. TuMV isolate 병원성 조사	50	- 2차년도 제작된 5개 TuMV isolate의 무 품종 2개 라인에 대한 병원성 조사	100
	3. TuMV infectious cloen 제작	30	- TuMV Infectious clone 제작 (국내 3, 중국 2 TuMV isolate)	100
4차년도 (2020)	1. 무 바이러스 전국 조사	20	- 국내 보고된 무 바이러스 분포조사 (100점)	100
	2. TuMV isolate 병원성 조사	40	- 3차년도 제작된 5개 TuMV isolate의 무 품종 2개 라인에 대한 병원성 조사	100
	3. TuMV infectious cloen 제작	20	- TuMV Infectious clone 제작 (국내 3, 중국 2 TuMV isolate)	100
	4. TuMV inventory 제작	20	- 무 저항성/감수성에 대한 inventory 완성 (50종)	100
5차년도 (2021)	1. 무 바이러스 전국 조사	20	- 국내 보고된 무 바이러스 분포조사 (100점)	100
	2. TuMV isolate 병원성 조사	40	- 4차년도 제작된 5개 TuMV isolate의 무 품종 2개 라인에 대한 병원성 조사	100
	3. TuMV infectious clone 제작	20	- TuMV Infectious clone 제작 (국내 3, 중국 2 TuMV isolate)	100
	4. TuMV VIGS vector 개발	10	- 무 유전자 연구위한 TuMV VIGS vector(1개) 개발	100
	5. TuMV 단백질 발현 벡터 개발	10	- 무 기능성 단백질 발현을 위한 TuMV 단백질 발현벡터 개발 (1개)	100

나. 정량적 연구성과

구분	품종개발		특허		논문		분자마커	유전자원		학술발표 (국제)	종자수출액	기술이전	마케팅 전략/리포트 보고서	인력양성
	출원	등록	출원	등록	SCI	비SCI		수집	등록					
최종목표			1	1	3			5		.				.
최종실적			.	.	2			13		4				3
달성율(%)			.	.	66			100		초과달성				초과달성
합계			.	.	66			100		초과달성				초과달성

3. 세부 중국형 고품질 무 판매확대 및 시장 다변화 전략

구분 (연도)	세부연구목표	연구개발 수행내용	달성도 (%)
3차년도 (2019)	1. 우수계통 육성: 5계통	○보유계통 및 도입계통 세대진전	100
	2. 현지 시교품종: 5품종	○기 보유품종 현지시교시험	100
	3. 현지 품평회 2개소	○감숙성,하북성,호북성 3개소	100
	4. 현지재배시험(위탁과제) : 중국 3개소	○하북성,호북성, 중경시 3개소 재배시험 ○북경대일국제종묘 위탁사업	100
	5. 종자 수출: 30만불	○종자 수출: 67.3235만불	100
4차년도 (2020)	1. 우수계통 육성: 5계통	○보유한 우수계통의 세대진전:20계통	100
	2. 교배조합 작성	○보유품종에 대한 현지시교시험	100
	3. 현지 품평회	○감숙성, 하북성, 요녕성, 운남성 4개소	100

	4. 현지재배시험(위탁과제) : 중국 5개소	○ 하북성, 호북성, 중경시, 하남성 5개소 재배시험	100
	5. 종자 수출: 40만불	○ 39.4849만불	98.71
5차년도 (2021)	1. 우수계통 육성 : 30계통	○ 보유한 우수계통의 세대진진: 45계통	100
	2. 교배조합 작성 : 40조합 작성	○ 60조합 작성	100
	3. 국내 재배시험	○ 10조합 대비 2품종	100
	4. 현지재배시험(위탁과제) : 중국 5개소	○ 중경시, 강소성, 절강성, 북경시 5개소 재배시험	100
	5. 종자수출 125만불	○ 54.4993만불(현재)	43.59

제 3절 목표 미달성 시 원인 및 차후대책

감염율을 증가시키는 RaMV 감염성 재조합 클론 및 이의 용도-특허출원 및 특허등록 진행중에 있다.

[The Development of an Efficient Radish Mosaic Virus Viral Vector Set for Foreign Genes Expression. BMC Biotechnology - Submi 진행중에 있다.

제 4 장 연구결과의 활용 계획 등

제 1절 결과활용 및 전망

본 연구 1세부에서 개발된 트로피칼3, 트로피칼어리 2품종은 인도, 동남아용 남방계 무로 현재 시장변화로 인해 판매가 감소될 전망이다. 연구기간 새롭게 육성된 고품질 조숙계통을 이용한 신품종 육성으로 변화된 시장에 지속적으로 대응해 갈 계획이다. 슈퍼문, 명옥은 중국용 청수무로 중국 청수무 시장은 주요 소비지역인 황하이북지역의 소득 증가로 고품질 다변화 품종으로 급속히 변화하고 있다. 상기 2품종의 개발판매를 지속하면서 만추대 조숙, 가을형 고품질 신품종을 계속 육성해나갈 계획이다. AR1901, AR1902, DT1706, 하미50 4품종은 중국용 백수무 품종으로 현재 시장점유율 20%를 점유하고 있고 향후 3-4년간 시장경쟁력을 유지할 것으로 예상되나 중국 로컬회사들의 강력한 도전이 예상된다. 향후 본 연구과제 수행기간 육성되어진 MS계통 및 우수재료를 이용한 선진적인 육성방법을 통해 중국 백색육 무 시장의 최근 변화에 대응하여 중남부 가을재배 백수무 시장에서 경쟁력있는 신품종을 계속 육성해나갈 계획이다.

본 연구 2세부에서 확보된 TuMV 6 isolate를 이용하여 무·배추의 새로운 개발 품종에 대한 TuMV 병저항성 검정을 지원하며, 무·배추 바이러스의 지속적인 모니터링을 통하여 발생 예찰 및 농가 피해 최소화하는데 활용할 전망이다.

본 연구 3세부에서 수행된 현지 재배시험 및 시범포 운영, 시장조사 및 상세분석, 지역별 바이어 판매망 구축 등 제반 활동은 향후 지속적으로 중국 시장에 대한 신품종 육성 및 개발판매에 이용될 것이다. 중국 시장은 중국의 지속적인 경제발전과 국민소득증대로 많은 변화가 있을 전망이다. 저가 OP품종에서 고가 F1품종으로 종자가격의 상승, 가을무 위주의 재배작형에서 주년재배체제로 전환, 저급한 재래소비시장에서 고급의 대형마트 소비로의 변화, 전통적인 무 소비형태에서 생식 소비로의 전환 등이 빠른 속도로 이루어지고 있다. 향후 이러한 변화에 대응하여 지속적으로 중국시장에 대한 품종 우위를 확보하고 수출증대를 이룩하는데 있어서 본 과제의 연구결과는 중요하게 이용될 것으로 기대된다.

제 2절 기대효과

1. 기술적 측면

중국, 동남아 북부시장에 적합한 내병성이 우수한 고품질의 다양한 유전자원 확보 및 육성, 육종기반연구팀의 지원으로 소포자 배양에 의한 순계의 다량확보 및 자가불화합성 인자의 조기분석 지원에 의한 육종효율성과 육종기술력 축적으로 종자회사의 신진연구원의 육종능력 향상이 기대되며, 본 연구기간동안 수행된 현지에서 지역적응성시험, 농가실증시험, 주요 재배지역에서의 시범포 사업, 개발 마케팅 조직의 구축 등을 통해 확보된 다량의 현지 정보를 보다 체계화하고 매뉴얼화하여 향후 신품종 육성에 적용할 것으로 기대되며, 기 구축된 개발 마케팅 조직의 활용은 지속적으로 주요시장에서 경쟁력을 유지할 것으로 예상된다.

국내 무 바이러스 분포 현황 파악을 바탕으로 저항성 무 품종 개발에 target 바이러스 선정이 용이하게 되어 육종 기간을 단축할 수 있다. 그리고 검정된 개발 기술을 통해 바이러스에 대한 조기 제어를 통해 피해를 최소화시킬 수 있으며, 바이러스 병원성 유전자의 규명을 통한 내병

성 관련 마커개발 지원이 가능하며, 유전자 편집 기술 개발 및 종자 생산 기술의 개발을 할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 경제, 산업적 측면

본 과제 연구기간동안 달성한 393.6만불 수출은 현지 맞춤형 품종 육성, 현지 종자회사 및 바이어와 밀착영업 등을 통하여 목표시장에서 지속적인 수출증대로 무역수지 흑자에 기여할 것으로 기대되며, 목적 시장별 맞춤형 신품종 육성을 통한 수출 품종 경쟁력 확보로 수출 대상국의 시장 선점 및 해외 종자회사와의 경쟁 우위를 확보할 수 있는 국내 종자산업 기반을 구축하였고, 향후 경쟁력 있는 고품질 품종은 중국 외 동남아 등 다양한 국가의 시장개척이 가능하며, 고품질 무 품종개발로 한국 종자의 브랜드 효과를 강화할 것으로 기대된다.

종자수출을 위한 종자생산을 국내생산으로 전환함으로써 국내 무 종자 생산기지를 지속적으로 유지 확대하고, 향후 국내 농가의 다양한 소득원을 창출하여 농가소득증대에 기여될 것으로 기대된다.

참고문헌

- 한국화학연구소, 2017, “무 품종 육성을 위한 내병성 검정 기술 개발
- 한국생명공학연구소, 2017, “봄/겨울 무 육종을 위한 NGS 기반 무 만추대 분자마커 개발”
- 동부 팜한농, 2012, “수출용 무 품종육성 및 실용화연구”
- 농우바이오, 2003, “수출증대를 위한 고품질 위황병 저항성 무 품종육성”
- 순천대학교, 2004, “무(*Raphanus sativus* L.)의 자가불화합성 유전자 좌상의 유전자군 해석”
- 대일바이오종묘, 2017 “중국 수출용 무 품종 개발”
- 고희중 외, 2010, 신고 식물육종학, 향문사
- 김수석, 박현태, 2013, 종자산업의 도약을 위한 발전전략, 한국농촌경제연구원
- 박중춘, 1988, 남부지방 시설원예의 유형과 재배환경 및 병충해 발생에 관한 연구, 경상대학교
- 이정명, 2003, 채소원예각론, 향문사
- 장권열, 1998, 육종학범론(4정), 향문사
- 조장환, 1995, 식물육종학, 선진문화사
- 한국농촌경제연구원, 2014, 농업전망 2014, 한국농촌경제연구원
- Adams MJ, Antoniw JF, and Fauquet CM .2005. Molecular criteria for genus and species discrimination within the family Potyviridae. Arch Virol 150:459-479.
- Asada M, Fukumori Y, Inoue M, Nakagomi K, Sugie M, Fujita Y, Tomizuka N, Yamazaki Y, and Oka S (1999) Glycoprotein derived from the hot water extract of mint plant, *Perilla frutescens* Britton. J Agric Food Chem 47:468-472.
- Boni, M. F., Posada, D., and Feldman, M.W .2007. An exact nonparametric method for inferring mosaic structure in sequence triplets. Genetics. 176:1035-1047.
- Brunt, A. A., Barton, R. J., Phillips, S., and Jones, R. A. C. 1982. Ullucus virus C, a newly recognized comovirus infecting *Ullucus tuberosus* (Basellaceae). Ann. Appl. Biol. 101:73-78.

- Campbell, R. N. 1964. Radish mosaic virus, a crucifer virus serologically related to strains of bean pod mottle virus and to squash mosaic virus. *Phytopathology*. 54:1418 - 1424
- Chung, J. S., Han, J. Y., Kim, J. K., Ju, H. K., Gong, J. S., Seo, E. Y., Hammond, J., and Lim, H. S. 2015. Survey of viruses present in radish fields in 2014. *Res. Plant Dis.* 21:235-242.
- Chung, J. S., Han, J. Y., Kim, J. K., Ju, H. K., Gong, J. S., Seo, E. Y., Choi, S. R., Lim, Y. P., Hammond, J., and Lim, H. S. 2016. Nationwide survey of turnip mosaic virus and selection of cabbage lines with resistance against major TuMV isolates. *Korean J. Agric. Sci.* 43:567-574.
- Di, R., Hu, C. C., and Ghabrial, S. A. 1999. Complete nucleotide sequence of bean pod mottle virus RNA1: Sequence comparisons and evolutionary relationships to other comoviruses. *Virus Genes*. 18:129 - 137.
- Eggen, R., Verver, J., Wellink, J., De Jong, A., Goldbach, R., and van Kammen, A. 1989. Improvements of the infectivity of in vitro transcripts from cloned cowpea mosaic virus cDNA: impact of terminal nucleotide sequences. *Virology*. 173:447-455.
- Goldbach, W., and Wellink, J. 1996. Comoviruses: molecular biology and replication. pp.35-76 in: Harrison BD, Murrant AF (eds) *The plant viruses*, v.5. Plenum Press, New York.
- Goodin, M. M., Dietzgen, G. R., Schichnes, D., Ruzin, S., and Jackson, O. A. 2002. pGD vectors: versatile tools for the expression of green and red fluorescent protein fusions in agroinfiltrated plant leaves. *Plant J.* 31:375 - 383.
- Gong, J. S., Ju, H. K., Kim, I. H., Seo, E. Y., Cho, I. S., Hu, W. X., Han, J. Y., Kim, J. K., Choi, S. R., Lim, Y. P., Hammond, J. and Lim, H. S. 2019. Sequence variations among 17 new radish isolates of turnip mosaic virus showing differential pathogenicity and infectivity in *Nicotiana benthamiana*, *Brassica rapa*, and *Raphanus sativus*. *Phytopathology*, 109: 904-912.
- Han, J. Y., Chung, J. S., Kim, J. K., Seo E. Y., Kilcrease J. P., Bauchan, G. R., Lim, S., Hammond, J., and Lim, H. S. 2016. Comparison of helper component-protease RNA silencing suppression activity, subcellular localization, and aggregation of three Korean isolates of turnip mosaic virus. *Virus Genes*. 52: 592 - 596.
- Hashimoto, M., Komatsu, K., Iwai, R., Keima, T., Maejima, K., Shiraishi, T., Ishikawa, K., Yoshida, T., Kitazawa, Y., Okano, Y., Yamaji, Y., and Namba, S. 2015. Cell death triggered by a putative amphipathic helix of radish mosaic virus helicase protein is tightly correlated with host membrane modification. *Mol. Plant-Microbe Interact.* 28:675-688.

- Holness, C. L., Lomonosoff, G.P., Evans, D., and Maule, A. J. 1989. Identification of the initiation codons for translation of cowpea mosaic virus middle component RNA using site-directed mutagenesis of an infectious cDNA clone. *Virology*. 172:311 - 320.
- Holmes, E. C., Ghedin, E., Miller, N., Taylor, J., Bao, Y., St George, K., Grenfell, B. T., Salzberg, S. L., Fraser, C. M., Lipman, D. J., and Taubenberger, J. K. 2005. Whole-genome analysis of human influenza A virus reveals multiple persistent lineages and reassortment among recent H3N2 viruses. *PLOS Biology*. 3:e300.
- Hu, W. X., Kim, B. J., Kwak, Y., Seo, E. Y., Kim, J. K., Han, J. Y., Kim, I. K., Lim, Y. P., Cho, I. S., Domier, L. L., Hammond, J., and Lim, H. S. 2019. Five newly collected turnip mosaic virus (TuMV) isolates from Jeju Island, Korea are closely related to previously reported Korean TuMV isolates but show distinctive symptom development. *Plant Pathol. J.* 35:381-387.
- Huson, D .H., Bryant, D. 2006. Application of phylogenetic networks in evolutionary studies, *Mol. Biol. Evol.* 23:254 - 267.
- Kim, J. S., Lee, S. H., Choi, H. S., Kim, M. K., Kwak, H. R, Kim, J. S., Nam, M., Cho, J. D., Cho, I. S., and Choi, G. S. 2012. 2007-2011 Characteristics of plant virus infections on crop samples submitted from agricultural places. *Res. Plant Dis.* 18: 227-289.
- Koloniuk, I., and Petrzik, K. 2012. Phylogenetic and serological analysis of turnip ringspot virus and radish mosaic virus isolates. *Arch. Virol.* 157:503-507.
- Komatsu, K., Hashimoto, M., Maejima, K., Ozeki, J., Kagiwada, S., Takahashi, S., and S. Namba. 2007. Genome sequence of a Japanese isolate of radish mosaic virus: the first complete nucleotide sequence of a crucifer-infecting comovirus. *Arch. Virol.* 152:1501-1506.
- Komatsu, K., Hashimoto, M., Okano, Y., Keima, T., Kitazawa, Y., Nijo, T., Takahashi, S., Maejima, K., Yamaji, Y., and Namba, S. 2013. Construction of an infectious cDNA clone of radish mosaic virus, a crucifer-infecting comovirus. *Arch. Virol.* 158:1579-1582.
- Lim, H. S., Bragg, J. N., Ganesan, U., Ruzin, S., Schichnes, D., Lee, M. Y., Vaira, A. M., Ryu, K. H., Hammond, J., and Jackson, A. O. 2009. Subcellular localization of the barley stripe mosaic virus triple gene block proteins. *J. Virol.* 83:9432-9448.
- Lim, H. S., Vaira, A. M., Domier, L. L., Lee, S. C., Kim, H. G., Hammond, J. 2010. Efficiency of VIGS and gene expression in a novel bipartite potexvirus vector delivery system as a function of strength of TGB1 silencing suppression. *Virology*. 402:149-163.
- Lin, T., and Johnson, J. E., 2003. Structures of picorna-like plant viruses: implications and applications. *Adv. Virus Res.* 62:167 - 239.

- MacFarlane, S. A., Shanks, M., Davies, J. W., Zlotnick, A., and Lomonossoff, G. P. 1991. Analysis of the nucleotide sequence of bean pod mottle virus middle component RNA. *Virology*. 183:405 - 409.
- Martin, D. P., Murrell, B., Golden, M., Khoosal, A., and Muhire, B. 2015. RDP4: Detection and analysis of recombination patterns in virus genomes. *Virus Evol.* 1: vev003.
- Ohshima, K., Tomitaka, Y., Wood, J. T., Minematsu, Y., Kajiyama, H., Tomimura, K., and Gibbs, A. J. 2007. Patterns of recombination in turnip mosaic virus genomic sequences indicate hotspots of recombination. *J. Gen. Virol.* 88:298-315.
- Tochihara, H. 1968. Radish enation mosaic virus. *Ann Phytopathol Soc Japan*. 34: 129 - 136.
- Tompkins, C. M. 1939. A mosaic disease of radish in California. *J. Agric. Res.* 58:119 - 130.
- Varsani, A., Lefeuvre, P., Roumagnac P., and Martin D. P. 2018. Notes on recombination and reassortment in multipartite/segmented viruses. *Curr Opin Virol.* 33:156-166.
- Walters, H. J. 1969. Beetle transmission of plant viruses. *Adv. Virus Res.* 15:339-363.
- Wang, C. C., Chang, Y. S., and Chen, Y. K. 2014. Characterization of the Taiwan isolate of radish mosaic virus. *Plant Pathol. Bulletin.* 23:139-158.
- Zubareva, I. A., Vinogradova, S. V., Gribova, T.N., Monakhos, S. G., Skryabin, K. G., and Ignatov, A. N. 2013. Genetic diversity of turnip mosaic virus and the mechanism of its transmission by Brassica seeds. *Dokl. Biochem. Biophys.* 450:119-122.

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

프로젝트명	(국문) 중국형 고품질 가을무 품종개발				
	(영문) Development of high quality Chinese autumn radish				
프로젝트 연구기관	농업회사법인대일국제종묘(주)	프로젝트연구 책임자	(소속)농업회사법인대일국제종묘(주)		
참여기업	농업회사법인대일국제종묘(주), 충남대학교 산학협력단		(성명) 이 상 진		
총연구개발비 (1,831,500천원)	계	1,831,500,000	총 연구 기간	2017. 01 01. ~ 2021. 12 31.(5년)	
	정부출연 연구개발비	1,536,000,000	총 참여 연구 원 수	총 인 원	95
	기업부담금	295,500,000		내부인원	95
	연구기관부담금			외부인원	

제1세부: 중국형 고품질 가을무 품종개발

○ 연구개발 목표 및 성과

본 과제 연구는 세계 최대 무 시장인 중국의 가을무(여름, 가을재배 백수무, 청수무)의 고품질 품종, 육성, 개발, 종자수출을 목적으로 하였다.

1. 품종보호출원: 3품종
2. 품종등록: 4품종
3. 품종생산판매신고: 3품종
4. 종자수출 목표(USD): 1년차40만불, 2년차50만불, 3년차30만불, 4년차40만불, 5년차125만불

본 과제를 수행하면서 중국 재래종의 유전자원을 도입하였으며 품종개발 결과 슈퍼문, 명옥, AR1901, AR1902, 하미50 5개의 품종에 대하여 품종보호출원을 하였으며, 트로피칼3, 트로피칼어리, 슈퍼문, 명옥, AR1901, AR1902, DT1706, 하미50 8개의 품종에 대해서 생산판매신고를 진행하였다.

동남아국가 판매용인 트로피칼3, 트로피칼어리 2품종, 중국시장용 슈퍼문, 명옥, AR1901, AR1902, DT1706, 하미50 6품종을 생산 판매하였으며, 중국, 동남아지역 국가를 대상으로 연구기간 누적 226.5664만불을 수출하였다.

○ 연구내용 및 결과

본 과제 연구는 중국형 고품질 가을무 품종개발로 중국 시장의 청수무, 백수무 신품종을 개발, 육성하는 것으로, 정량적 성과목표는 품종보호출원 3품종, 품종보호등록 4품종과 종자수출 285만USD를 설정하였고, 연구 성과로 품종보호출원 5품종, 품종보호등록 3품종과 품종보호 심사진행 1품종, 생산판매신고 8품종 및 종자수출액 226.5664만 USD을 달성하였다.

○ 연구성과 활용실적 및 계획

본 연구에서 개발된 트로피칼3, 트로피칼어리 2품종은 인도, 동남아용 남방계 무로 현재 시장 변화로 인해 판매가 감소될 전망이다. 연구기간 새롭게 육성된 고품질 조숙계통을 이용한 신품종 육성으로 변화된 시장에 지속적으로 대응해 갈 계획이다. 슈퍼문, 명옥은 중국용 청수무로 중국 청수무 시장은 주요 소비지역인 황하이북지역의 소득 증가로 고품질 다변화 품종으로 급속히 변화하고 있다. 상기 2품종의 개발판매를 지속하면서 만추대 조숙, 가을형 고품질 신품종을 계속 육성해나갈 계획이다. AR1901, AR1902, DT1706, 하미50 4품종은 중국용 백수무 품종으로 현재 시장점유율 20%를 점유하고 있고, 향후 3-4년간 시장경쟁력을 유지할 것으로 예상되나 중국 로컬회사들의 강력한 도전이 예상된다. 향후 본 연구과제 수행기간 육성되어진 MS계통 및 우수재료를 이용한 선진적인 육성방법을 통해 중국 백옥색 무 시장의 최근 변화에 대응하여 중남부 가을재배 백수무 시장에서 경쟁력있는 신품종을 계속 육성해나갈 계획이다.

제2세부: 바이러스(TuMV) 저항성 기작 연구 및 마커 개발 실용화

○ 연구개발 목표 및 성과

본 연구과제는 무의 내병성 품종 육종을 위한 주요 바이러스 병해에 대한 국내(외, 중국)발생 조사를 바탕으로 무 바이러스 Infectious clone의 개발을 통하여 내병성 무 우량 품종 개발 지원할 목적으로,

1. 내병성 평가용 국내·외 무 바이러스 수집 및 특성 평가
2. 국내 발생 무 바이러스 Infectious clone 제작 및 접종기술 개발
3. 병원성관련 바이러스 유전자 기능 탐색 및 분석
4. 바이러스에 따른 무 line별 저항성 품종 선발 지원

상기 연구 목표 수행으로 무의 내병성 품종 육종을 위한 주요 바이러스 병해에 대한 국내(외, 중국)발생 조사를 바탕으로 무 바이러스 Infectious clone의 개발을 통하여 내병성 무 우량품종 개발을 지원할 수 있다.

○ 연구내용 및 결과

무·배추 바이러스 전국 조사를 통한 국내 분포 TuMV inventory list (47 isolate) 확보하였으며, 무 병저항성 검정에 사용될 TuMV 6 isolate (KKH, KBC, KRS, KRS-3, KRS-8, KBC-8) 최종 선발하여 무·배추의 새로운 개발 품종에 대한 TuMV 병저항성 검정 가능케 하였으며, TuMV, RaMV 를 이용한 발현 벡터 제작하여 무·배추의 유전체 특성 평가에 사용할 것이며, RaMV 를 이용한 조직배양을 배제한 새로운 유전자편집 기술개발로 유전자편집 종자생산이 가능하였다.

○ 연구성과 활용실적 및 계획

본 과제의 연구성과를 활용하여 무·배추 바이러스의 지속적인 모니터링을 통하여 발생 예찰 및 농가 피해 최소화하며, RaMV 를 이용한 유전자편집 기술을 바탕으로 특허 출원·등록 및 SCI급 저널에 투고할 예정이다.

제3세부: 중국 고품질 무 판매확대 및 다변화 전략

○ 연구개발 목표 및 성과

본 연구과제 2019-2021년 3개년 사업으로 주요 목표는 제1세부 연구과제로 육성된 고품질 가을무 품종에 대한 마케팅 다변화 전략을 통한 수출확대를 목표로 하였다. 주요 연구개발 목표는 현지 시범포 사업을 통한 시교 확대 및 품종홍보, 현지 판매 바이어 관계망 강화 및 확대, 종자박람회 참석을 통한 홍보부스 운영, 중국 무시장의 규모, 재배면적, 소비량 등 시장분석을 통한 수출 증대로 3개년 누적 수출 195만불을 달성하는 것이다. 2019-2021년 3개년 연구기간 동안 중국 지역별 작형별 재배시험 13회, 시범포 10회, 종자박람회 전시포 6회, 국제종자회의 참가 9회, 품종 홍보 카타로그 제작 2회를 통해 누적 수출 137.43만불을 달성하였다.

○ 연구내용 및 결과

본 과제 주요 연구내용은 지역적응성 시험 및 시교사업 확대, 종자박람회를 통한 품종 홍보, 주요시장 규모, 재배면적, 종자 소요량, 종자 가격 등 시장 분석, 해외 목표시장 다각화 및 수출 마케팅 활동 강화이며, 중국 주요 무 재배지역인 하북, 하남, 산둥, 강소, 절강, 호북, 사천, 중경 등지에 현지 재배시험포 및 품종개발 시범포를 운영하였으며, 중국 북경, 천진, 산둥 수광, 강소 남경, 절강 항주, 호북 무한 등지의 종자박람회에 품종홍보부스를 설치하여 현지 바이어를 대상으로 품종홍보 및 판매망 구축 활동을 전개하였고, 매년 중국 무 시장에 대한 동향 분석을 실시하였다. 사업기간 BN133, QM40, 이상, RIA256, QR51, RZN6, RZN7, 아미백춘, 화이트스노우, 리버풀9, 리버풀11등 11품종을 수출하였다.

○ 연구성과 활용실적 및 계획

본 연구에서 수행된 현지 재배시험 및 시범포 운영, 시장조사 및 상세분석, 지역별 바이어 판매망 구축 등 제반 활동은 향후 지속적으로 중국 시장에 대한 신제품 육성 및 개발판매에 이용될 것이다. 중국 시장은 중국의 지속적인 경제발전과 국민소득증대로 많은 변화가 있을 전망이다. 저가 OP품종에서 고가 F1품종으로 종자가격의 상승, 가을무 위주의 재배작형에서 주년재배 체계로 전환, 저급한 재래소비시장에서 고급의 대형마트 유통으로의 변화, 전통적인 무 소비형태에서 생식 소비로의 전환 등이 빠른 속도로 이루어지고 있다. 향후 이러한 변화에 대응하여 지속적으로 중국시장에 대한 품종 우위를 확보하고, 수출증대를 이룩하는데 있어서 본 과제의 연구결과는 중요하게 이용될 것으로 기대된다.

<붙임 3> (프로젝트) 프로젝트별 현장실태조사보고서 및 자체평가보고서

프로젝트별 현장실태조사표 (2021)

2021.12. 31.

1. 과제개요

과제번호	213006-05-5-CGL00	연구기간	2017년 01월 ~ 2021년 12월(총 5년)		
사업단명	채소종자사업단				
프로젝트명	중국형 고품질 가을무 품종개발				
세부프로젝트 연구기관	세부프로젝트명	연구기관	세부프로젝트 책임자	해당 연구개발비(천원)	
	중국형 고품질 가을무 품종개발	농업회사법인 대일국제종묘 (주)	이상진	820,000	
	바이러스(TuMV) 저항성 기작 연구 및 마커 개발 실용화	충남대학교 산학협력단	임 현 섭	352,000	
	중국형 고품질 가을무 판매확대 및 시장 다변화 전략	농업회사법인 대일국제종묘 (주)	박형민	657,500	
연구개발비총괄 (단위 : 백만원)	정부출연금	참여기업 부담금			합 계
		현금	현물	소계	
1차년도	200,000	3,250	29,250	32,500	232,500
2차년도	200,000	3,250	29,250	32,500	232,500
3차년도	350,000	7,000	63,000	70,000	420,000
4차년도	393,000	8,025	72,225	80,250	473,250
5차년도	393,000	8,025	72,225	80,250	473,250
합계	1,536,000	29,550	265,950	295,500	1,831,500

2. 연구추진실적(현재까지 추진실적)

가. 연구개발내용

연구기관	주요연구내용	연구개발비 (천원)	가중치 (%)
대일국제종묘(주)	○ 중국형 고품질 가을무 개발	473,250	100
제1세부:대일국제종묘(주) 제2세부:충남대학교 제3세부:대일국제종묘(주)	○ 우수계통육성	120,250	100
	○ 교배조합 작성 및 조합 선발		
	○ 국내 재배 시험		
	○ 현지 시교 시험	46,000	100
	○ 종자수출		
	○ 종자수출판매 위탁사업	5,000	20
	○ 무 바이러스 전국 조사	12,000	40
	○ TuMV isolate 병원성 조사	5,000	20
	○ TuMV infectious cloen 제작	10,000	10
	○ TuMV VIGS vector 개발	40,000	10

	○ TuMV 단백질 발현 벡터 개발	175,500	100
	○ 우수계통육성 ○ 교배조합 작성 및 조합 선발 ○ 국내 재배 시험 ○ 현지 시교 시험 ○ 종자수출		
	○ 종자수출판매 위탁사업	60,000	100

나. 연구계획대비 진도표

1세부: 중국형 고품질 가을무 품종개발

개발내용	구분	연구 개발 기간(월)												진도 (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
우수계통 육성		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
교배조합 작성		→	→	→	→	→	→		→	→	→	→		100
국내재배시험		→	→		→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
현지재배시험		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
품종생산판매신고		→	→	→							→	→	→	100
종자수출		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
판매 위탁 사업		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
총 진도율		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
* → 로 진도표기														

2세부: 바이러스(TuMV) 저항성 기작 연구 및 마커 개발 실용화

개발내용	구분	연구 개발 기간(월)												진도 (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
○ 무 바이러스 전국 조사		→	→	→						→	→	→		100
○ TuMV isolate 병원성 조사			→	→	→	→	→							100
○ TuMV infectious cloen 제작						→	→	→	→					100
○ TuMV VIGS vector 개발				→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
○ TuMV 단백질 발현 벡터 개발				→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
총 진도율		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
* → 로 진도표기														

3세부:중국형 고품질 가을무 판매확대 및 시장 다변화 전략

개발내용	구분	연구개발기간(월)												진도 (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
우수계통 육성		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
교배조합 작성		→	→	→	→	→	→		→	→	→	→		100
국내재배시험		→	→		→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
현지재배시험		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
품종생산판매신고		→	→	→							→	→	→	100
종자수출		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
판매 위탁 사업		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
총 진도율		→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	100
* → 로 진도표기														

3. 연구개발비 집행실적(연구개발비 기준)

(현재까지, 단위 : 천원)

<총괄>

비목	세목		금액		계획금액	사용액	잔액	비고
직접비	내부인건비	미지급			38,760	38,760		
		지급	현금		195,360	193,031	2,329	
			현물		46,260	46,260		
	외부인건비	미지급						
		지급	현금					
			현물					
	연구 지원인력인건비							
	학생인건비				8,820	8,820		
	인건비 소계				217,620	217,151	469	
	연구시설장비비	현금	일반					
			통합관리					
		현물				25,965	25,391	574
	연구활동비				39,850	20,993	18,857	
	연구재료비				27,595	57,030	-29,435	
연구수당				9,000	9,000			
위탁연구개발비				106,000	106,000			
직접비 소계				241,230	191,702	-8,072		
간접비	간접비				14,400			
연구개발비 총액				473,250	480,925	-7,675		

<1세부>

* 세부프로젝트에 대해서도 『표』 추가하여 작성

비목	세목		금액	계획금액	사용액	잔액	비고	
직접비	내부인건비	미지급		15,120	15,120	0		
		지급	현금	68,160	68,004	156		
			현물	23,040	23,040	0		
	외부인건비	미지급						
		지급	현금					
			현물					
	연구 지원인력인건비							
	학생인건비							
	인건비 소계				91,200	91,044	156	
	연구시설장비비	현금	일반					
			통합관리					
		현물		6,885	6,311	574		
	연구활동비				17,750	8,090	9,660	
	연구재료비				4,415	18,342	-13,927	
연구수당								
위탁연구개발비				46,000	46,000	0		
직접비 소계				75,050	78,743	-3,693		
간접비	간접비							
연구개발비 총액				166,250	169,787	-3,537		

제2세부

비목	세목		금액	계획금액	사용액	잔액	비고	
직접비	내부인건비	미지급						
		지급	현금	24,000	22,140	+1,860		
			현물					
	외부인건비	미지급						
		지급	현금					
			현물					
	연구 지원인력인건비							
	학생인건비				8,820	8,820	0	
	인건비 소계							
	연구시설장비비	현금	일반					
			통합관리					
		현물						
	연구활동비				6,000	6,072	-72	이자산입
	연구재료비				13,780	15,640	-1,860	
연구수당				5,000	5,000	0		
위탁연구개발비								
직접비 소계				57,600		0		
간접비	간접비			14,400		0		
연구개발비 총액				72,000	72,072	-72		

제3세부

비목	세목		금액	계 획 금 액	사 용 액	잔 액	비 고	
직접비	내부인건비	미지급		23,640	23,640	0		
		지급	현금	103,200	102,887	313		
			현물	23,220	23,220	0		
	외부인건비	미지급						
		지급	현금					
			현물					
	연구 지원인력인건비							
	학생인건비							
	인건비 소계				126,420	126,107	313	
	연구시설장비비	현금	일반					
			통합관리					
		현물		19,080	19,080	0		
	연구활동비				16,100	6,831	9,269	
	연구재료비				9,400	23,048	-13,648	
연구수당				4,000	4,000	0		
위탁연구개발비				60,000	60,000	0		
직접비 소계				108,580	112,959	-4,379		
간접비	간접비							
연구개발비 총액				235,000	239,066	-4,066		

4. 참여기업 재무현황(현재기준)

사업자등록번호	403-81-75937	대 표 자	이 태 송
설립년도	2014.01.02	주요생산품	종자개발
실무책임자		연 락 처	
주 소	전북 김제시 백산면 씨앗길 16-35		

자 본 금	90 천만원		
연간 매출액	148 천만원	수출액	44 천만원
연구개발투자비용	72 천만원	매출액대비 비율	48.8 %
총 종업원수	20 명	연구가용인력	17 명
재 무 상 황	이상 없음		
프로젝트 책임자의 종합의견	* 검토방법 : 사업자등록증 확인, 기업회계자료 검토, 기업소속 참여연구원 재직현황 확인 등		

5. 기타의견

가. 연구관리 규정 및 제도개선이 필요한 사항

없음

나. 연구수행 중 애로사항 및 건의사항

없음

다. 성과에 대한 홍보 요청사항

없음

6. 프로젝트 책임자의 종합의견

없음

자체평가보고서

사업단명	채소종자 사업단	과제번호	213006-05-5-CGL00		
프로젝트명	중국형 고품질 가을무 품종개발				
프로젝트연구기관	농업회사법인 대일국제종묘(주)				
연구담당자	프로젝트 연구책임자	이상진			
	세부프로젝트 연구책임자	기관(부서)	농업회사법인 대일국제종묘(주)	성명	이상진
		기관(부서)	충남대학교 산학협력단	성명	임현섭
		기관(부서)	농업회사법인 대일국제종묘(주)	성명	박형민
		기관(부서)		성명	
연구기간	총 기간	2017.01.01.-2021.12.31	당해 연도 기간	2021.01.01.-2021 .12.31	
연구비(천원)	총 규모	1,831,500	당해 연도 규모	473,250	

1. 연구는 당초계획대로 진행되었는가?

당초계획 이상으로 진행 계획대로 진행 계획대로 진행되지 못함

계획대로 수행되지 않은 원인은?

2. 당초 예상했던 성과는 얻었는가?

예상외 성과 얻음 어느 정도 얻음 얻지 못함

구분	품종개발		특허		논문		유전자원		학술 대회	종자 수출액	기술 이전	인력양 성	해외 시험포	전 시 포
	출 원	등 록	출 원	등 록	SCI	비SCI	수 집	등 록						
최종목표	4	4	1	1	3			5		480	3		5	3
최종실적	5	4			2			13	4	387.8741	3	3	27	5
달성율(%)	100	100	0	0	66.6			100	100	80.8	100	100	100	100

3. 연구개발 성과 세부 내용

3-1 기술적 성과

9. 연구과정에서의 애로 및 건의사항은?

없음

(※ 아래사항은 기업참여시 기업대표가 기록하십시오)

1. 연구개발 목표의 달성도는?

- 만족 보통 미흡

(근거 : 품종개발은 목표대로 진행되었음)

2. 참여기업 입장에서 본 본과제의 기술성, 시장성, 경제성에 대한 의견

가. 연구 성과가 참여기업의 기술력 향상에 도움이 되었는가?

- 충분 보통 불충분

나. 연구 성과가 기업의 시장성 및 경제성에 도움이 되었는가?

- 충분 보통 불충분

3. 연구개발 계속참여여부 및 향후 추진계획은?

가. 연구수행과정은 기업의 요청을 충분히 반영하였는가?

- 충분 보통 불충분

나. 향후 계속 참여 의사는? (※중간·단계평가에 한함)

- 충분 고려 중 중단

다. 계속 참여 혹은 고려중인 경우 연구개발비의 투자규모(전년도 대비)는? (※중간·단계평가에 한함)

- 확대 동일 축소

4. 연구개발결과의 상품화(기업화) 여부는?

■ 즉시 기업화 가능 □ 수년 내 기업화 가능 □ 기업화 불가능

5. 기업화가 불가능한 경우 그 이유는?

구 분	소 속 기 관	직 위	성 명
프로젝트 책임자	대일국제종묘(주)	이사	이상진

[별첨 2]

연구성과 활용계획서 (2017~2021)

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야		
프로젝트명	중국형 고품질 가을무 품종개발			
프로젝트 연구기관	농업회사법인대일국제종묘(주)	프로젝트연구책임자	이상진	
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	1,536,000,000	295,500,000		1,831,500,000
연구개발기간	2017.01.01.~2021.12.31. (5년)			
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

<1세부>중국형 고품질 가을무 품종개발

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 우수계통 육성 : 30계통	BF-126외 60계통 육성
② 교배조합 작성 : 40조합 작성	63조합 작성
③ 국내 재배시험	10조합 대비 2품종
④ 중국현지시험(위탁과제) : 5개소	25조합 대비 5품종, 광동,복건,산서,하남,요녕성 5개소
⑤ 품종 보호출원 : 1품종	품종보호 출원 : 하미50
⑥ 종자수출 125만불	42.89만불(현재)

<2세부>바이러스(TuMV) 저항성 기작 연구 및 마커 개발 실용화

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
①무 바이러스 전국 조사	400점 이상의 바이러스 시료 확보 및 분석을 통하여 국내 무·배추에 TuMV 가 75% 우점종으로 확인
②무 바이러스 बैं킹 완성	기주 식물인 담배를 통한 병원성 및 유전체 분석을 통하여 대표 TuMV isolate 47점 확보
③개발 무에 대한 바이러스 저항성 판별	무·배추의 병원성 검정에 사용 가능한 6개 TuMV isolate 최종 선발(KKH, KBC, KRS, KRS-3, KRS-8, KBC-8)-개발 품종 병저항성 검정 지원 가능
④유용단백질 발현 및 무 유전자 knockout 용 TuMV, RaMV 개발	TuMV, RaMV 발현 벡터 및 VIGS 벡터 개발 완료 - 무·배추 유전체 연구에 이용 가능 RaMV RNA3 를 이용한 유전자편집 기술 개발 완료 - 유전자편집 종자 생산 가능

<3세부>중국형 고품질 무 판매확대 및 시장다변화 전략

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 우수계통 육성 : 30계통	BF-314외 45계통 육성
② 교배조합 작성 : 40조합 작성	60조합 작성
③ 국내 재배시험	10조합 대비 2품종
④ 중국현지시험(위탁과제) : 5개소	중경시, 강소성, 절강성, 북경 5개소 시험
⑥ 종자수출 125만불	38.43 만불(현재)

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구비 집행실적 (2017~2021 누적)

(단위 천원)

구분	금액		계획금액	사용액	잔액	비고
	세부프로젝트명					
무	중국형 고품질 가을무 품종개발		820,000	799,228	20,772	
	바이러스(TuMV) 저항성 기작 연구 및 마커 개발 실용화 (국내외 바이러스(TuMV) 수집 및 저항성 기작 연구 및 관련 마커개발을 통한 육종연구 지원)		354,000	354,000	0	
	중국형 고품질 무 판매 확대 및 시장 다변화 전략		657,500	653,200	4,300	
총계			1,831,500	1,806,428	25,072	

4. 연구목표 대비 성과

구분	논문		유전 자원 등록	품종개발		생산 판매 신고	학술 대회 발표	종자 교역 회	종자 수출액	판매 국가	판매 업체	기술 이전	해외 시험 포	전시 포
	SCI	비 SCI		출원	등록									
최종목표	3		3	4	4	6		5	480	5	2	3	5	3
최종실적	2		13	5	4	7	1	11	376.744	10	101	3	27	5
달성율(%)	66.6		100	100	100	100	100	100	78.48	100	100	100	100	100
1차년도	목표		3	1	1	1		1	40	1		1		
	실적		5	1		3		3	38.2805	2	2	1	3	1
2차년도	목표			1		1		1	50	1	1	1	1	
	실적			1		1		2	37.211	3	4	1	3	
3차년도	목표	1		2	1	2		1	60	1	1	1	2	1
	실적	2		2	1	2		2	143.47	2	91	1	5	1
4차년도	목표	1			1	1		1	80	1			1	1
	실적				1		1	2	76.46	2			6	1
5차년도	목표				1	1		1	250	1			1	1
	실적			8	1	2	1	2	81.32	1	4		10	1

5. 핵심기술

구분	핵심기술 명
①	무·배추의 개발 품종 병저항성 검정 기술
②	조직배양을 배제한 식물바이러스만을 이용한 유전자편집 기술로 편집 종자 생산 가능
③	
·	
·	
·	

6. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술	v	v								
②의 기술	v	v				v				
③의 기술										
·										
·										

* 각 해당란에 v 표시

7. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술 명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	무·배추의 개발 품종의 병원성 검정을 통하여 우수 품종 개발 지원 가능
②의 기술	조직배양을 배제한 식물바이러스만을 이용한 유전자편집 기술로 편집 종자 생산 가능
③의 기술	
·	
·	

8. 연구종류 후 성과창출 계획

구분	품종개발		특허		논문		유전자원		국내 매출액	종자 수출액	기술 이전	해외 시험포	진 시 포
	출 원	등 록	출 원	등 록	SCI	비SCI	수 집	등 록					
최종목표	4	4	1	1	1			5		480	3	5	3
연구기간 내 달성실적	5	4								376.744	3	27	5
연구종료 후 성과창출 계획			1	1	1			5					

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 Golden Seed 프로젝트 사업 중국형 고품질 무 품종 개발 과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원)에서 시행한 Golden Seed 프로젝트 사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.