

(뒷면)

(앞면)

발간등록번호
11-1543000-001635-01

2
1
3
0
0
2
|
4
|
4
|
C
G
K
O
O

유
럽
|
및
|
미
주
|
수
출
용
|
무
|
품
종
개
발

유럽 및 미주 수출용 무 품종 개발 (Developing Radish Varieties for European and American market.)

농업회사법인 권농종묘(주)

농 립 축 산 식 품 부

주 의
(편집순서 8)

(15 포인트 고딕계열)

↑
6cm
↓

농
림
축
산
식
품
부

↑
3cm
↓

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 ” 유럽 및 미주 수출용 무 품종 개발 “프로젝트 (세부프로젝트: ” 유색무 품종개발 “) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2017 년 3 월 31 일

프로젝트 연구기관명 : 농업회사법인
권농종묘(주)

프로젝트 책임자 : 이 종 철

세부프로젝트 연구기관명 : 농업회사법인
권농종묘(주)

세부프로젝트 책임자 : 이 종 철

보고서 요약서

과제고유번호	213002-4-4-CG K00	해 당 단 계 연구 기 간	42개월	단 계 구 분	1/1
연구사업명	단 위 사 업 명	채소,원예 : 농식품기술개발(R&D)			
	세 부 사 업 명	Golden Seed 프로젝트			
연구과제명	프 로젝트 명	유렵 및 미주 수출용 무 품종 개발			
	세부 프로젝트명 (주관 연구기 관/연구책임 자)	유색무 품종개발 (농업회사법인 권농종묘(주) /이종철)			
연구책임자	이종철	해당단계 참 여 연구원 수	총: 28명 내부: 20명 외부: 8명	해당단계 연구 개발 비	정부: 365,000천원 민간: 122,000천원 계: 487,000천원
		총 연구기간 참 여 연구원 수	총: 28명 내부: 20명 외부: 8명	총 연구개발비	정부: 365,000천원 민간: 122,000천원 계: 487,000천원
연구기관명 및 소속부서명	농업회사법인 권농종묘(주) 육종연구소			참여기업명 농업회사법인 권농종묘(주)	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
요약				보고서 면수	
<p>○ 연구개발 목표 및 성과</p> <p>본 프로젝트의 연구목표는 유색무 품종 4품종 개발 및 1 품종 보호출원, 유전자원 50점 수집 및 유전자원 20점 등록, 종자수출액 10만\$ 인데 연구 성과는 4품종 개발과 2품종 보호출원을 실시하였고, 유전자원 147 점 수집 및 12개 유전자원을 등록하였고, 종자수출액 6만\$ 달성으로 목표달성도는 90%정도의 수준을 달성하였다..</p> <p>○ 연구내용 및 결과</p> <p>본 연구는 유색무 종자시장을 확대하고 수출을 증진하기 위한 유색무 품종 개발을 위해 연구기간 다음의 목표를 달성하기 위하여 연구 개발의 내용은 아래와 같이 수행하였다.</p>				67쪽	

① 유럽 및 미주 수출용 유색무 품종 개발을 위한 계통 육성을 위하여 재배시험을 통한 적환20일무, 적환35일무, 홍심적환무, 자색환무, 청환무, 백환무 우수 계통 육성을 선발하면서 내병성, 내생리장해성, 만추대성, 위황병, 노균병 저항성 검정을 함께 수행하였다. 육성된 계통의 MS line 육성을 실시하였다.

② 육성된 계통을 이용하여 조합을 작성하였고, 선발된 조합의 내병성, 내생리장해성, 만추대성, 위황병 등을 확인하였다. 우수한 조합은 시험용 종자를 생산하였고 유럽과 미주, 일본 등지에서 현지 시험하여 현지 적응성이 우수한 조합을 선발 생산판매행고 하였다.

③ 상품화된 품종은 원종증식 체계를 정립하였으며 자가 생산, 고가 판매를 위하여 생산체계를 체계를 확립하였다.

○ 연구성과 활용실적 및 계획

육성된 4품종(루비열무, 권농레드킹, 권농루비킹, 권농부라보 2호무)는 품종등록을 완료하고 전 세계에 확보된 에이전트를 통한 홍보 및 수출을 적극적으로 추진하여 유럽, 미국 등에 6만\$의 종자의 수출을 달성했으며 향후에는 해외 확대와 적극적인 판매 전략으로 수출증가를 추진할 계획이다. 한편 응성불입 계통 및 위황병 저항성 계통은 향후 유색무 품종육성에 효율적으로 이용할 것이다.

요 약 문

I. 제 목: 유럽 및 미주 수출용 무 품종 개발 (단일세부: 유색무 품종 개발)

II. 연구성과 목표 대비 실적

본 프로젝트의 연구목표는 유색무 품종 4품종 개발 및 1 품종 보호출원, 유전자원 50점 수집 및 유전자원 20점 등록, 종자수출액 10만\$ 인데 연구 성과는 4품종 개발과 2품종 보호출원을 실시하였고, 유전자원 147점 수집 및 12개 유전자원을 등록하였고, 종자수출액 6만\$ 달성으로 목표달성도는 90%정도의 수준을 달성하였다..

III. 연구개발의 목적 및 필요성

본 연구는 무 시장을 아시아권에서 벗어나 유색무를 생식용으로 주로 소비하는 유럽 등 글로벌 시장으로 확대하고 동시에 고부가 가치의 종자를 수출하여 수출 증대에 기여하고자 김치나 생식용으로 색소체가 고 함유된 유색무 품종의 개발과 수출시장 개척을 위해 수행되었다.

IV. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 무 종자시장을 확대하고 수출을 증진하기 위한 유색무 품종 개발을 위해 연구기간 다음의 목표를 달성하기 위하여 연구 개발의 내용은 아래와 같이 수행하였다.

- ① 유럽 및 미주 수출용 유색무 품종 개발을 위한 계통 육성을 위하여 재배시험을 통한 적환 20일무, 적환35일무, 홍심적환무, 자색환무, 청환무, 백환무 우수 계통 육성을 선발하면서 내병성, 내생리장해성, 만추대성, 위황병, 노균병 저항성 검정을 함께 수행하였다. 육성된 계통의 MS line 육성을 동시에 실시하였다.
- ② 육성된 계통을 이용하여 조합을 작성하였고, 선발된 조합의 내병성, 내생리장해성, 만추대성, 위황병 등을 확인하였다. 우수한 조합은 시험용 종자를 생산하였고 유럽과 미주, 일본 등지에서 현지 시험 하여 현지 적응성이 우수한 조합을 선발하여 생산판매 신고하였다.
- ③ 상품화된 품종은 원종증식 체계를 정립하였으며 저가 생산, 고가 판매를 위하여 생산체계를 확립하였다.

V. 연구개발결과

품종 육성을 위해 연구기간 중 다양한 유색무 유전자원 중에 위황병 저항성 4점을 계통 유지 평가하였으며 육성된 유색무 4품종을 공시하여 기능성 물질인 안토시아닌 분석을 하여 유색무 품종의 안토시아닌 함량이 있음을 확인하였다.

VI. 연구성과 및 성과활용 계획

육성된 4품종(루비열무, 권농레드킹, 권농루비킹, 권농부라보 2호무)는 품종등록을 완료하고 전 세계에 확보된 에이전트를 통한 홍보 및 수출을 적극적으로 추진하여 유럽 등에 6만\$의 종자의 수출을 달성했으며 향후에는 수출국가의 확대와 적극적인 판매 전략으로 수출증가를 추진할 계획이다. 한편 성분 분석 결과, 응성불임 계통 및 위황병 저항성 계통은 향후 유색무 품종육성에 효율적으로 이용할 것이다.

SUMMARY

I. Subject

Developing Radish Varieties for European and American market.(Developing Color Radish Varieties)

II. Achievement degree of research and development toward-goals

Initial research goals of the project include 1) development of four new varieties, 2) collection of 50 genetic resources, and 3) \$100,000 seed export. Research accomplishments include 1) development of four new varieties, 2) collection of 147 genetic resources, and 3) \$60,000 seed export, resulting in over 90% achievement rate when compared with initial goals.

III. Objectives and necessities of research

The research aims for expanding Radish seed exports towards global market including European and American from current Asian-centered market, and also targets for selling high-value seeds to contribute to export growth. To achieve this, research was conducted for development of new Radish variety beyond its ordinary Kimchi food usage, with high-content plastid and with a goal of opening a new export market.

IV. Research contents and extent

The research was conducted aiming to develop 1) a Radish variety for exports towards European and American that contains round type red 20days radish, round type red 35days radish, red-inside round tape radish, round type purple radish, round type green radish, round type white radish and varieties with disease tolerance, late-bolting, physiological disorder tolerance, chlorosis, downy mildew resistance 2) make combinations using breeding line and confirm disease tolerance, late-bolting, physiological disorder tolerance, downy mildew resistance. and confirm good combinations and produce sample seeds and selected combinations were registered on production and sale after local test in Europe, America and Japan 3) market variety organized for stock seed increase and organized production for low price production and high price sale

V. Research results

For variety development, 4 genetic resources of Radish variety with fusarium resistance groups were collected and tested. and commercial varieties were then further analyzed for Anthocyanin ingredients, finding out that plastid varieties were rich of Anthocyanin inside.

VI. Utilization Plans from Results of Research and Development

4 new varieties(ruby-yeol, kwonnonng red-king, kwonnonng Ruby-king, kwonnonng bravo 2ho) were completely registered, and selling & marketing activities were actively carried out with the help of export agents worldwide. It resulted in total \$60,000 amount of export. In the

near future, export growth will be targeted through export nation expansion and active selling strategy. Meanwhile, looking at the ingredient analyzation result, Male sterility lines and fusarium-resistant lines will be effectively utilized for developing high-content pigments variety afterwards.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction of the research project	
Section 1. Purpose and necessity of the research -----	9
Section 2. Objective and content of the research -----	9
Section 3. The scope of the research project -----	10
Section 4. Performance of the research objective -----	11
Chapter 2. The current status of the research in domestic and overseas -----	12
Chapter 3. Results and content of the research project	
Section 1. Method of the research project -----	13
Section 2. Results and content of the research project -----	15
Chapter 4. Achievement of the research goals and their contribution	
Section 1. Achievement degree of research and development toward-goals----	39
Section 2. Contribution to related fields-----	42
Chapter 5. Utilization Plans from Results of Research and Development-----	43
Chapter 6. Science & Technology Information of Foreign Countries -----	46
Chapter 7. References-----	56

목 차

제 1 장	프로젝트의 개요 및 성과목표	
제 1 절	연구개발의 목적 및 중요성-----	9
제 2 절	연구개발의 목표 및 내용-----	9
제 3 절	기술개발의 범위-----	10
제 4 절	연구성과목표 대비실적-----	11
제 2 장	국내외 기술개발 현황 -----	12
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과	
제 1 절	연구수행 방법-----	13
제 2 절	연구개발 연구수행 내용 및 결과 -----	15
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	
제 1 절	연구개발 목표달성도 -----	39
제 2 절	관련분야의 기여도 -----	42
제 5 장	연구개발 성과 및 성과활용 계획	
제 1 절	육성된 품종의 활용계획 -----	44
제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 -----	46
제 7 장	참고문헌 -----	56
<첨부>	특허, 논문 및 시장분석 보고서	

제 1 장 프로젝트의 개요 및 성과목표

제1절 연구개발의 목적 및 중요성

- 무(*Raphanus sativus* L.)는 배추과 작물로 중국, 한국, 일본 3국의 무 종자시장의 85%를 차지하고 동남아, 유럽, 미주 지역의 국가들이 약 15%를 차지하고 있다. 무는 비타민, 다양한 무기물질, 황 화합물 등 몸에 유익한 성분을 다량 함유하고 있는 알칼리성 채소로 국가별 차이가 크지만 전 세계의 국가들에서 재배되고 소비되고 있습니다.
- 무는 각 국가의 식생활에 따라 아주 다른 형태와 특성을 가진 무들이 재배되고 있는데, 한국의 경우는 H형 내지 타원형을 가지며 육질이 단단한 무들이, 일본의 경우는 H형태의 부드러운 육질을 가진 무들이, 중국의 경우는 백수계, 청수계, 적색계 등 용도에 따라 다양한 무들이, 동남아시아는 백수계의 단무지나 남방계 무들이, 유럽과 미주 지역은 적색의 부드러운 육질인 적환20일무 등이 주로 재배되고 있습니다.
- 유럽 및 미주에서 주로 재배, 소비되는 무는 적환 20일무가 약 90%이상을 차지하고 백수계, 청피홍심, 아이시클 등의 무들이 약 10% 내외를 차지하는 것으로 예측되며, 주된 소비는 샐러드 생식으로 이용되고 있음. 적색의 무를 선호하는 이유는 샐러드에 시각적인 효과를 주고 적환20일무의 적색은 항산화작용을 하는 안토시아닌 색소체의 기능성 성분을 함유하고 있기 때문입니다.
- 국내 육종 인력은 세계 최고 수준의 무 육종의 기술력을 보유하고 있으나 유럽 및 미주 수출용 육성 프로그램이 없어 유럽과 미주의 재배면적과 종자소요량에 대한 정확한 통계자료는 없으나, 종자업체의 자료에 따르면 유색무 재배면적은 유럽지역이 약 10,000ha 로 종자 소요량은 약 300톤이고 종자 가격은 약 2,200만 달러에 달하고 미주지역의 종자소요량은 약 60톤이고 종자가격은 300만 달러에 달하는 것으로 추정하고 있습니다.
- 종자가격은 60-80\$/KG로 동남아무보다 가격이 높게 형성되고 있으며 중국 봄무와 비슷한 가격에 거래되고 있으며 이 지역에서의 무 종자 시장은 지속될 것으로 판단되며 수출 품목으로 가치가 클 것으로 판단됩니다.
- 현재 재배되는 품종을 보면 유럽지역에서는 Donar(syngenta), Tarzan(enza) 품종들이 재배되고 있고, 미주지역 국가들에서는 Marabelle(nickerson), Champion(OP) 품종들이 재배되고 있으나 유럽과 미주지역의 품종 간 차이는 별로 없는 것으로 보임. 약간 긴 근형인 french breakfast 유형보다는 사카타의 환형인 cherry belle 유형의 품종이 주도적입니다.
- 대면적으로 재배되는 품종은 MS를 이용한 F1 품종이 주를 이루고 있으며 국가에 따라서 OP 품종들도 많이 재배되고 있는데 점진적으로 F1 종자의 시장점유율이 높아질 것으로 판단됩니다.

제2절 연구개발의 목표 및 내용

본 연구는 안토시아닌 등을 함유한 유색무를 개발하여 현재 수출이 미비한 유럽 및 미주 지역에 종자를 수출하고자 하는 것이다. 연구개발의 목표와 내용은 아래와 같다.

- 최종 목표: 1. 유럽 및 미주 수출용 유색무(적환20일무) 4품종 개발.
2. 10 만불 이상 종자수출.
- 프로젝트의 세부 목표
 1. 균일도, 내서성, 안정적인 적색 발현, 노균병 내성, 열근과 바람들이에 강한 적환20일무 육성(파종 후 20-30일에 직경 2-3cm 크기의 환형의 근피가 적색인 극조생계 무).
 2. 파종 후 30-40일에 직경 4-5cm 크기의 적환35일무 육성.
 3. 근피와 내부의 적색발현이 우수한 홍심적환무 품종 육성.
 4. 보라색, 청색, 백색의 자색환무, 청환무, 백환무 품종 육성.
 5. MS를 이용하여 균일도가 우수한 F1 종자 생산.

제3절 연구개발의 범위

- 목표를 달성하기 위하여 연구 개발의 내용은 아래와 같이 수행하였다.
 1. 유럽 및 미주 수출용 유색무 품종 개발을 위한 계통 육성.
 - 재배시험을 통한 적환20일무, 적환35일무, 홍심적환무, 자색환무, 청환무, 백환무 우수 계통 육성.
 - 내병성, 내생리장해성, 만추대성, 위황병, 노균병 저항성 검정.
 - 육성된 계통의 MS line 육성.
 2. 유럽 및 미주 수출용 유색무(적환20일무) 품종 개발을 위한 조합 작성.
 - 적환20일무, 적환35일무, 홍심적환무, 자색환무, 청환무, 백환무 조합 작성 및 성능 시험.
 - 내병성, 내생리장해성, 만추대성, 위황병, 노균병 저항성 검정.
 3. 유럽 및 미주 수출용 유색무(적환20일무) 품종 개발을 위한 시교 생산.
 - 육성된 MS line을 이용한 적환20일무, 적환35일무, 홍심적환무, 자색환무, 청환무, 백환무 시교 대량 생산.
 - MS를 이용한 시험용 종자의 생산성 시험.
 4. 유럽 및 미주 수출용 유색무 품종 개발을 위한 원종 증식 체계 확립.
 - 적환20일무, 적환35일무, 홍심적환무, 자색환무, 청환무, 백환무 원종 증식 체계 확립.
 - 약한 자가불화성, SI 인자가 다른 NIL 채종친 육성.
 - 불화합 인자가 다른 NIL 계통을 이용한 MS 채종친 대량 증식 체계 확립.
 5. 유럽 및 미주 수출용 유색무 품종 개발을 위한 현지 재배 시험 및 시교 시험
 - MS line을 이용하여 생산된 적환20일무, 적환35일무, 홍심적환무, 자색환무, 청환무, 백환무 시교, 품종의 현지 시험.

제4절 연구성과 목표 대비 실적

연구개발 성과목표 대비 실적

(단위 : 건수)

구분	품종개발			유전자원		국내매출액	종자수출액	기술이전	마케팅 전략유보 고서
	품종수입 판매신고	출원	등록	수집	등록				
1차년도	목표	1			50	5		1만\$	
	실적	1			91	0		2,900\$	
2차년도	목표	1			5	5		3만\$	
	실적	1			37	0		5,510\$	
3차년도	목표	1	1		5	5		5만\$	
	실적	1	2		19	8		24,375\$	
4차년도	목표	1			0	5		10만\$	0
	실적	1			0	4		60,900\$	1
합계	목표	4	1	0	50	20		19만\$	0
	실적	4	2	0	147	12		93,685\$	1

나. 품종개발

세부적으로 전부(건별로)기록하며, 국외인 경우 반드시 국명을 기록합니다

구분	품종명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원			등록			기타
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
품종생산 판매신고	루비얼 (Ruby yeol)	한국				권오하	2014.2.19	40-2014-000283	생관번호 02-0001-2014-10
품종 생산 판매신고	권농레드킹 (Kwonnong Red King)	한국				권오하	2015. 2. 26	40-2015-000396	생관번호 02-0001-2015-12
보호출원	권농레드킹 (Kwonnong Red King)	한국	권농종묘	2015.12.15	출원 2015-718				
보호출원	권농브라보2호 (Kwonnong Bravo 2ho)	한국	권농종묘	2015.12.15	출원 2015-717				
품종생산 판매신고	권농루비킹 (Kwonnong Ruby King)	한국				권오하	2015. 12.17	40-2015-001774	생관번호 02-0001-2015-52
품종생산 판매신고	권농브라보2호 (Kwonnong Bravo 2ho)	한국				권오하	2016.09.13	40-2016-000935	

제 2 장 국내외 기술개발 현황

- 국내 육종 인력은 세계 최고 수준의 무 육종의 기술력을 보유하고 있으나 유럽 및 미주 수출용 유색무에 대한 육성 프로그램을 가진 종자회사는 전무한 실정임. 이는 유럽과 미주 시장에 대한 정확한 시장 분석과 적환20일무의 미래 시장성에 대한 가치평가가 없었고 또한 지리적으로 먼 지역으로 접근성이 어려웠고 국내에서 소비되는 무 형태와는 너무 상이했기 때문이라고 판단됩니다.
- 국내 종자회사들은 국내무와 일본무, 중국무의 육성에 거의 모든 노력을 할당하고 있어서 국내 회사끼리의 경쟁이 과잉되고 있는 현실이다. 따라서 새로운 시장에 대하여 준비하는 것이 향후 국내 종자의 수출에 기여하는 전략이라고 판단됩니다.
- 본 종자회사는 2006년부터 유럽 수출용 적환20일무의 유전자원을 수집하였고 우수한 계통과 MS계통을 육성하였고 유럽의 구매자와 함께 신 조합 시험재배 결과 호평을 받을 수 있었는데 이는 그동안 축적된 국내 무 육성기술의 결과라고 판단되었다. 추가적인 유전자원과 새로운 아이디어가 추가된 육성 프로그램을 체계적으로 유지한다면 새로운 시장인 유럽 및 미주 시장에 대한 무 수출이 크게 증가할 것으로 예측됩니다.
- 색소체가 함유된 적양배추, 유색 근대, 적환20일무 등은 유럽과 미주 등지에서 샐러드로 소비되는 대표적인 기능성 채소들이다. 선진국의 경우 색소체가 고 함유된 생식용 기능성 채소에 대한 선호도가 높아지는 추세여서 적환20일무의 유럽, 미주 국가뿐 아니라 전 세계에 시장 확대가 가능할 것으로 기대됩니다.
- 유럽과 미주의 무 종자시장은 한국과 일본, 중국에 비하여 경쟁이 치열하지 않고 현지 종자회사의 무 육성 연구원의 수준도 다소 낮은 것으로 평가 할 수 있는데 이는 국내 우수한 육성 기술을 바탕으로 전념한다면 짧은 기간 내에 수출을 증대 할 수 있을 것으로 판단됩니다.
- 국내의 육성가들은 전 세계의 무 유전자원을 목적에 맞게 이용할 수 있는 능력을 갖추고 있으므로 새로운 아이디어를 창출한다면 향후 경쟁국이 보유하지 못한 새로운 육성재료의 개발, 품종육성, 독점 공급을 통하여 고가에 종자를 수출할 수 있어서 고부가가치를 창출할 수 있음. 개발된 품종은 유럽뿐 아니라 중국, 동남아 등 전 세계에서 소비될 것으로 기대됩니다.
- 현재 재배되고 있는 적환20일무 품종들은 다소 순도가 낮은 편인데 MS를 이용한 고순도의 종자, 근피, 바람들이, 노균병에 내성이 있는 종자를 개발 보급한다면 단기간에 수출이 가능할 것으로 예상됩니다.
- 적환20일무는 파종 후 20-30일에 직경 2-3cm 크기의 환형의 근피가 적색인 극조생계 무인데 이와는 다른 새로운 개념을 도입하여 35일에 수확하는 다소 큰 적환무, 근피와 내부가 청색인 청환무, 근피와 내부가 적색인 홍심적환무, 개량된 백환무의 개발은 유럽과 미주 시장뿐만 아니라 전 세계의 시장에 접목될 수 있고 국익 창출에 큰 역할을 할 것으로 기대됩니다.
- 현지의 채소 시장을 둘러본 경험으로 예상보다 더 크다고 판단되며 유럽과 미주의 무 시장은 향후 더 커질 것으로 판단됩니다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 연구수행 방법

1. 연차별 연구수행 방법

구분 (연도)	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차년도 (2013)	■ 다양한 유전자원(50점) 및 정보 수집	182	■ 유럽, 중국, 일본 등에서 91점의 유전자원을 수집하여 성능을 평가하였고 우수한 60품종에서 유색무 150개체를 선발하여 세대진전 하였음.
	■ 보유중인 계통(200), 품종(10), 조합(20) 성능검정 및 선발	150	■ 육성중인 유색무 540계통의 성능을 평가하였고 우수한 계통에서 450개체를 선발하여 세대진전 하였음. ■ 22조합을 재배 품종들과 비교 성능검정을 실시하여 우수한 적환무 1조합(NO.31017)과 엽병이 자색인 1조합(NO. 31063)을 선발하였음
	■ 선발된 조합의 종자 생산성 검정 및 시교 생산(3조합)	300	■ 9개 조합에 대한 시험용 종자생산성 검정을 실시하여 9개조합의 시교를 생산하였음.
	■ 유럽 현지 시교 시험(3조합) 및 1품종 신고	100	■ 생산된 9개 조합에 대한 시험용 종자를 영국에서 1개 농가와 1개 종자회사에서 현지 적용 시험을 실시하여 우수한 적환무 1조합(NO.31017)과 엽병이 자색인 1조합(NO.31063)을 선발하였음. ■ 엽병이 자색인 1조합(NO.31063)은 루비얼무(RUBY YEOL)로 품종등록 하였고 2014년 종자생산 예정임.
	■ 보유중인 유전자원 및 계통, 조합 위황병 검정(50)	200	■ 선발된 유색무 14개 조합과 계통 18개, 수집한 유전자원 90개를 채소병리검정단에서 위황병 검정을 실시하여 저항성 7개와 중도저항성 21개의 유전자원을 확인하였고 저항성 자원을 2차년도에 적극 활용할 계획임.

구분 (연도)	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
2차년도 (2014)	■ 계통(200), 품종(10), 조합(30) 성능검정 및 선발	300	<봄 차검> ■ 1차년도에 가을 평가한 계통들 중 300개의 유색무 540계통의 성능을 평가하였고 우수한 계통을 확인하였다. 봄선발시 세대진전이 어려워 개체선발은 가을에 하기로 함. ■ 22조합을 재배 품종들과 비교 성능검정을 실시하여 우수한 적환무 1조합(NO.31017)을 최종 선발하였고, 엽병이 자색인 루비얼무(NO. 31063)를 선발하였음. <가을 차검> 13년에 선발되어 세대진전된 800개의 계통과 40개의 조합을 성능검사하여 우수한 순도가 갖추어진 우수한 계통과 조합을 선발하였음.
	■ 선발된 조합의 종자 생산성 검정 및 시교 생산(5조합)	100	■ 선발된 적환무1조합(NO.31017)과 예비 선발된 NO.4205, 4206을 예비 선발하였고, 엽병이 자색인 신품종 루비얼무(NO. 31063)는 판매 및 시험용 종자를 생산하였음.
	■ 유럽 현지 시교시험(5조합)	50	■ 선발된 적환무 1조합(NO.31017)과 개량된 NO.4205의 시험용 종자를 생산하였고, 엽병이 자색인 품종 등록된 루비얼무(NO.31063)를 유럽, 미국, 호주 등지에 시교종자를 보내어 평가중에 있음.
	■ 계통, 조합의 위황병 저항성 검정(50)	100	■ 13년도에 저항성을 보인 유전자원에서 선발되어 세대진전된 43계통과 14년도에 새로이 수집한 33품종에 대한 위황병을 검증하였음.
	■ 선발된 적환20일무 형태의 유색무 1품종 신고	100	■ 14년 가을 차검에서 새로이 선발된 조합 NO.4205번은 “권농레드킹” 이란 품종명으로 생산판매 신고 하였음.
	■ 등록된 품종의 원종 증식 및 생산 시험	80	■ 연구과제의 성과인 루비얼무와 과제 이전에 등록된 권농부라보무 및 선발된 조합은 원종증식을 실시하였고, 루비얼무는 농가에서 생산시험을 완료하여 먼저 국내에 판매를 일부 실시하였음.

구분 (연도)	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
3차년도 (2015)	■ 계통(200), 품종(10), 조합(30) 성능검정 및 선발	200	<봄 차검> ■ 2차년도에 가을 평가한 계통들 중 우수한 계통들과 조합, 수집한 도입종을 2015년 4월 30일, 5월 6일에 파종하여 6월 6일-7월 2일에 걸쳐 특성을 조사하였고 내서성과 추대 등이 우수한 계통들을 선발하였다. 봄 선발시 세대진전이 어려워 개체선발은 가을에 하기로 함. <가을 차검> ■ 2차년도에 선발되어 세대진전된 800개의 계통과 40개의 조합, 전에 수집된 유전자원 40품종을 2015년 8월 27일과 9월 8일에 파종하여 성능검사 후 우수한 순도가 갖추어진 우수한 계통과 조합을 선발하였음. ■ 공시한 26조합에서 유색무 2조합과 적환35일무 1조합을 최종 선발하였음.
	■ 선발된 조합의 종자 생산성 검정 및 시교 생산(5조합)	200	■ 3년차에 선발된 유색무 2조합과 적환35일무를 포함하여 26조합에 대한 종자 생산성 시험을 실시하였고, 생산된 종자는 생관 및 보호출원, 해외 현지 차검을 위해 유럽, 미국, 호주 등지에서 재배 시험 중에 있음.
	■ 유럽 현지 시교시험(5조합)	100	■ 과제 이전에 등록된 권농부라보무, 루비불무와 1년차 연구 성과인 루비열무와 2년차 연구성과인 권농레드킹무, 3년차 연구성과로 보호출원한 권농루비킹무, 권농부라보2호무를 포함한 선발된 조합은 유럽, 미국, 호주 등지에 시교종자를 보내어 평가 중에 있음.
	■ 계통, 조합의 위항병 저항성 검정(50)	150	■ 13,14년도에 저항성을 보인 유전자원에서 선발되어 세대진전된 86계통을 한국화학연구소에서 위항병 저항성을 검증하여 저항성 10계통, 중도저항성 16계통을 확인하였고 이후 적극 활용할 계획임.
	■ 선발된 유색무 1품종 신고, 1 품종 보호출원	150	■ 2차년도에 선발된 “권농레드킹”무는 3차년도에 보호출원을 실시하였고, 3차년도에 선발된 2조합은 권농부라보 2호로 보호출원하였고, 권농루비킹으로 생산판매 신고하였음. ■ 생관신고 1품종, 보호출원 2품종
■ 등록된 품종의 원종 증식 및 생산 시험	100	■ 과제 이전에 등록된 권농부라보무, 루비불무와 1년차 연구 성과인 루비열무와 2년차 연구성과인 권농레드킹무, 3년차 연구성과로 보호출원한 권농루비킹무, 권농부라보2호무 등 24점에 대한 원종증식 및 26점의 시험용 종자 생산을 실시하였고, 루비열무는 농가에서 생산을 완료하여 먼저 국내에 판매를 일부 실시하였고 해외 시험 재배중에 있음. ■ 3차년도에 선발된 2조합 권농부라보 2호와 권농루비킹무는 국내에서 농가채종포에서 생산중에 있음.	

구분 (연도)	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
4차년도 (2016)	■ 계통(200), 품종(10), 조합(30) 성능검정 및 선발	200	<봄 차검> ■ 3차년도에 가을 평가한 계통들 중 우수한 계통들과 조합, 수집한 도입종을 2016년 4월 30일, 5월 6일에 파종하여 6월 6일-7월 2일에 걸쳐 특성을 조사하였고 내서성과 추대등이 우수한 계통들을 선발하였다. <가을 차검> ■ 3차년도에 선발되어 세대진전된 300개의 계통과 40개의 조합, 전에 수집된 유전자원 10품종을 2016년 8월 27일과 9월 8일에 파종하여 성능검사하여 우수한 순도가 갖추어진 우수한 계통과 조합을 선발하였음. ■ 공시한 26조합에서 유색무 2조합과 적환35일무 1조합을 최종 선발하였음.
	■ 선발된 조합의 종자 생산성 검정 및 시교 생산(5조합)	200	■ 3년차에 선발된 유색무 2조합과 적환35일무를 포함하여 26조합에 대한 종자 생산성 시험을 실시하였고, 생산된 종자는 생관 및 보호출원, 해외 현지 차검을 위해 유럽, 미국, 호주 등지에서 재배 시험 중에 있음.
	■ 유럽 현지 시교시험(5조합)	100	■ 과제 이전에 등록된 권농부라보무, 루비불무와 1년차 연구 성과인 루비열무와 2년차 연구성과인 권농레드킹무, 3년차 연구성과로 보호출원한 권농루비킹무, 권농부라보2호무를 포함한 선발된 조합은 유럽, 미국, 호주 등지에 시교종자를 보내어 평가 중에 있음.
	■ 선발된 유색무 1품종 신고,	150	■ 4차년도에 권농부라보 2호를 생산판매 신고하였음.
	■ 등록된 품종의 원종 증식 및 생산 시험	100	■ 과제 이전에 등록된 권농부라보무, 루비불무와 1년차 연구 성과인 루비열무와 2년차 연구성과인 권농레드킹무, 3년차 연구성과로 보호출원한 권농루비킹무, 권농부라보2호무 등 20점에 대한 원종증식 및 10점의 시험용 종자 생산을 실시하였고, 루비열무와 권농부라보 2호무는 농가에서 생산을 완료하여 먼저 국내에 판매를 일부 실시하였고 수출중임.

제 2 절 연구개발 연구수행 내용 및 결과

1. 2013년, 1년차 연구 내용 및 결과

■ 다양한 유전자원 및 정보 수집

- 유럽, 중국, 일본 등지에서 91점의 유전자원을 수집하여 만생계 도입종은 8월 25일에 파종하여 10월 말에, 조생계 도입종은 9월 10일에 파종하여 10월 10 일경에 특성을 조사하였다. 도입종 중 극조생으로 20-30일 만에 수확하는 적환무가 가장 많았고, 자색환무, 백환무등의 원형무가 있었고 아이시클타입인 적색장무, 백색장무가 19점이었다. 또한 중국의 만생계 무인 청피홍심무가 12점이었고 흑색의 원형무와 황색의 근피를 가지는 무들이 있었다.

수집한 유전자원의 품종군 분류

구분	점수	구분	점수
적환무	35점	적색장무	13점
자색환무	7점	백색장무	6점
백환무	3점	청피홍심	12점
홍피무	10점	기타(흑, 황색)	6

- 적환20일무 품종군에서는 영국 CN seed에서 수집한 #304 적환무가 근피색이 진하며 바람들이도 늦고 근형이 안정된 모습으로 가장 우수하였다. 노균병에 강한 것으로 통보를 받았으나 확인되지는 않았다. 또한 유럽 Kiepenkerl Co.에서 판매하는 #223 VIETSSA, #224 VIENNA 품종이 또한 품질이 우수하여 개체선발을 실시하였다.
- 적장무에서는 중국에서 도입된 #121 춘홍1호 품종이 적색발현이나 근형이 우수하였다. 다소 숙기가 늦어 35일 정도에 수확하는 적환무에서는 유럽에서 도입된 #181 PERFECTO와 중국에서 도입된 오염홍 품종이 우수한 특성을 보였으나 매운맛이 있고 피층이 두꺼운 특성의 단점 또한 보였다.
- 근피에 백색, 흑색, 황색의 특성을 보이는 유전자원들도 있었는데 근 품질은 좋지 않으나 앞으로 유색무 육성소재로 이용은 가능할 것으로 판단하였다.
- 선발된 150 개체들은 너수분을 통하여 자식 종자를 받고 있으며 일부는 MS계통에 교배하여 유지친으로 이용가능성을 확인하고자 하였다.

수집한 유전자원의 성능평가 결과

종자 도입 번호	품종명	도입국	회사명	유형	숙기	근피 색	내부색	근피	바람들이	열근	근형	이용 가능성	위험병 저항성
#111	북경만당홍F1	중국		청피홍심	만	백색	적색	하	만	다	중	하	S
#112	춘추만당홍F1	중국		청피홍심	만	백색	적색	하	만	다	중	하	S
#113	만당홍	중국		청피홍심	만	적색	적색	하	만	다	중	하	S
#114	만당홍(북경심리미)	중국		청피홍심	만	백색	적색	하	만	다	중	하	S
#115	북경화엽심리미	중국		청피홍심	만	적백색	적색	하	만	다	중	하	S
#116	환산홍(홍피)	중국		홍피	만	적색	적색	하	조	소	하	하	S
#117	덕일5호(홍피)	중국		홍피	만	적색	적색	중	중	소	중	중	S
#118	민관홍(홍피)	중국		홍피	만	적색	적색	하	만	소	중	하	S
#119	판엽홍포(홍피)	중국		홍피	만	적색	적색	하	만	중	중	하	S
#120	하홍왕(홍피)	중국		홍피	만	적색	적색	중	중	소	중	중	S
#121	춘홍1호F1(홍피)	중국		홍피	만	적색	백색	상	조	소	중	상	S
#122	경홍소수(홍피)	중국		홍피	만	적색	백색	하	조	소	중	하	S
#123	소홍쌍501(홍피)	중국		홍피	만	적색	백색	하	조	소	하	하	S
#124	성홍쌍도(적환20일)	중국		적환20일	조	적색	백색	하	중	중	중	하	S

종자 도입 번호	품종명	도입국	회사명	유형	숙기	근피 색	내부색	근피	바람 들이	열근	근형	이용 가능 성	위 환 병 성
#125	미홍(적환20일)	중국		적환20일	조	적색	백색	하	중	중	하	하	S
#126	홍우(적환20일)	중국		적환20일	조	적색	백색	하	조	소	상	하	MR
#127	백정(백환20일)	중국		백환20일	조	백색	백색	중	조	소	중	하	S
#128	덕일3호(봄무)	중국		백장	조	백색	백색	하	만	소	중	하	S
#156	black apanish round	미국	burpee	흑구	조	흑색	백색	상	만	중	중	중	-
#157	watermelon(burpee)	미국	burpee	청피홍심	조	백색	적색	상	만	소	중	중	-
#158	mantanghong	미국	kitazawa	청피홍심	조	백색	적색	하	만	다	중	하	S
#159	red meat	미국	kitazawa	청피홍심	조	백색	적색	하	만	다	중	하	S
#160	watermlon	미국	seedsavers	청피홍심	조	백색	적색	하	만	소	중	중	S
#161	AKAKARAIN	일본		적장 60일	중	자색	백색	중	만	소	중	중	S
#162	SHUNKYO	중국		적장35일	조	적색	백색	중	조	소	중	하	S
#163	WHICLE ICICLE	중국		백장20일	조	백색	백색	하	중	소	중	하	S
#164	GREEN MEAT	중국		청피60일	중	청색	청백색	중	만	소	하	하	S
#165	RED MEAT	중국		청피홍심	조	자색	자색	중	만	소	중	중	S
#166	MANTANGHONG	중국	청피홍심65일	청피홍심	조	백색	자색	중	만	소	중	중	S
#167	SAKURANBO	일본	SAKATA	적환20일	조	적색	백색	중	만	소	중	중	S
#168	적환20일	한국	제일종묘	적환20일	조	적색	백색	중	중	소	중	중	S
#169	반적환20일	한국	제일종묘	반적환20일	조	적색	백색	중	중	소	중	중	S
#170	CRIMSON GIANT	유럽		적환20일	조	적색	백색	중	만	중	중	하	MR
#171	FRENCH BREAKFAST	유럽		반적환20일	조	적색	백색	중	만	소	중	중	S
#172	RED GLOW	유럽		반적환20일	조	적색	백색	중	만	중	상	중	S
#173	GERMAN GIANT	유럽		적환20일	조	적색	백색	중	만	소	중	중	S
#174	WATERMELON	유럽		청피홍심	조	적색	백색	중	만	소	중	중	S
#175	SALAD ROSE	유럽		적장35일	조	적색	백색	중	만	소	하	하	S
#176	CHERRY BOMB2 HYB.	유럽		적환20일	조	적색	백색	중	만	소	중	중	S
#177	CHERRY BELLE	유럽		적환20일	조	적색	백색	중	만	소	상	상	S
#178	EAST EGG2 BLEND	유럽			조	적백 색	백색	중	만	소	중	중	MR
#179	BURPEE WHITE	유럽		백환20일	조	백색	백색	중	만	소	중	중	S
#180	FIRE NICE	유럽		반적장20일	조	적색	백색	중	만	소	중	중	S
#181	PERFECTO	유럽		적환20일	조	적색	백색	상	만	소	상	상	S
#182	FRENCH BLUSH	유럽		반적환20일	조	적색	백색	중	만	소	중	중	S
#183	RED EMPEROR HYB.	유럽		적환20일	조	적색	백색	중	만	중	중	하	S
#184	FRENCH DRESSING	유럽		반적장20일	조	적색	백색	중	조	소	중	하	S
#185	SPARKLER	유럽		반적환20일	조	자색	백색	중	만	중	중	중	S
#186	PINK BEAUTY	유럽		적환20일	조	자색	백색	중	만	중	중	하	S
#187	RUDOLF	유럽		적환20일	조	적색	백색	중	만	중	상	중	S
#188	REBEL	유럽		적환20일	조	적색	백색	중	만	중	중	중	S
#189	CHERLETTE	유럽		적환20일	조	적색	백색	중	만	소	중	중	S
#221	VIOLA	유럽	KIEPENKERL	자색20일	조	자색	백색	중	만	소	중	중	S
#222	VITESSA	유럽	KIEPENKERL	적환20일	조	적색	백색	상	만	소	상	상	S
#223	VITESSA	유럽	KIEPENKERL	적환20일	조	적색	백색	상	만	소	상	상	MR
#224	VIENNA	유럽	KIEPENKERL	적환20일	조	적색	백색	중	만	중	중	중	MR
#225	LUCIA	유럽	KIEPENKERL	적환20일	조	적색	백색	상	만	소	중	상	S
#226	POLONEZA	유럽	KIEPENKERL	적환20일	조	적색	백적색	상	만	소	상	상	S
#227	ZLATA	유럽	KIEPENKERL	황환20일	조	황색	백색	상	만	소	상	상	S

종자 도입 번호	품종명	도입국	회사명	유형	숙기	근피 색	내부색	근피	바람 들이	얼근	근형	이용 가능 성	위험병 성
#228	ALBENA	유럽	KIEPENKERL	백환20일	조	백색	백색	하	만	중	중	하	MR
#229	PARAT	유럽	SPERLI	적환20일	조	적색	백색	중	만	소	중	중	-
#230	RIESENBUTTER	유럽	SPERLI	적환20일	조	적색	백색	상	만	소	상	상	-
#231	HALBROT	유럽	SPERLI	반자색20 일	조	자색	백색	상	만	중	중	중	-
#232	ROSSO GIGANTE	유럽	FRANCHI(SEM ENTI)	적환20일	조	적색	백색	상	만	소	중	상	MR
#233	MIXED	유럽	(AVIFLORA)	적환	조	적자 백색	백적색	중	만	소	중	중	S
#234	적장	유럽		자장		자색	백색	중	만	소	중	중	S
#235	CANDELADIFUOCO FRANCHI(SEMENTI)	유럽	FRANCHI(SEM ENTI)	적장		적색	백색	중	만	소	중	중	S
#301	적장20일	유럽	유로가든	적장	조	적색	백색	중	만	소	중	중	S
#302	반적장20일	유럽		반적장	조	적색	백색	중	만	소	중	중	MR
#304	적환20일(노균저항성)	유럽	CN SEED	적환20일	조	적색	백색	상	만	소	상	상	S
#306	novella MS F1	유럽		적환20일	조	적색	백색	중	만	소	하	하	S
#307	적양무(SANGO)	유럽		자장	조	자색	자색	중	만	소	하	하	S
#308	홍빛적무(HONGWIT)	한국	아시아	자장	조	백색	백색	중	만	소	하	하	S
#309	FULL RED	인도	인디아 RONAK SEED	자장	조	자색	백색	하	만	소	하	하	S
#311	적환20일	한국	제일종묘	적환20일	조	적색	백색	중	만	소	하	하	S
#312	키스미, 적장20일	일본	동북	적장20일	조	적색	백색	중	만	소	중	중	S
#313	아카마루, 적환20일	일본	동북	적환20일	조	적색	백색	하	만	소	중	하	MR
#314	적환20일,158	일본	우다네	적환20일	조	적색	백색	하	만	중	중	하	S
#315	적환20일,210	일본	사카타	적환20일	조	적색	백색	중	만	중	중	중	S
#316	베니게소우	일본	사카타	적장	만	적색	백색	중	만	소	중	중	S
#317	아스카아카네무	일본		자장	조	자색	백색	중	만	소	중	중	R
#318	베니쿠루리(미츠나카)	일본	미츠나카	자장	조	자색	자색	중	만	소	중	중	S
#319	유키꼬마치20일	일본	우노우엔	백장	조	백색	백색	중	만	소	중	중	S
#320	유키꼬마치20일	일본	우다네	백장	조	백색	백색	중	만	소	중	중	S
#321	백색아이시클	일본	도호쿠	백장	조	백색	백색	중	만	소	중	중	S
#322	모듬20일무,2560	유럽		적환	조	자백 황	백색	중	만	소	중	중	S
#327	오엽홍	중국		홍피	조	적색	백색	상	만	소	상	상	S
#328	칠엽홍	중국		홍피	중	적색	백색	상	조	소	상	상	S
#337	black spanish round	유럽	우크라이나	흑환	조	흑색	백색	중	만	소	중	중	S
#338	코메트	한국	아시아	적환	조	적색	백색	중	만	소	중	중	S

수집한 유전자원에서 선발된 개체들



■ 육성중인 계통, 조합 성능검정 및 선발

- 육성중인 유색무 540 계통과 시험종자가 생산된 22 조합을 시험하였는데 만생계 재료는 8월 25일에 파종하여 10월 말에, 조생계 재료는 9월 10일에 파종하여 10월 10 일경에 성능을 조사하였다.

공시한 조합과 계통의 수는 아래의 표와 같다.

구분	점수	구분	점수
적환무 조합	22점	홍심적환무 계통	32점
적환무 계통	240점	청환무 계통	120점
자색환무 계통	10점	적환35일무 계통	8점
백환무 계통	10점	기타(홍피, 홍엽무)	120점

■ 조합 성능검정

- 적환20일무 품종군에서는 영국 CN seed에서 수집한 #304가 근피색이 진하며 바람들이도 늦고 근형이 안정된 모습을 보여서 대비 품종으로 공시하여서 22개의 시교조합들과 성능을 비

교 평가하였다.

- 공시한 적환무 시교 조합들은 기존의 적환무와 중국의 청심 홍심무를 교배하여 피층의 색이 적색이면서 적환무의 형태를 가지는 새로운 형질이 도입된 계통들을 사용한 조합들이다. 기존의 품종(#304)은 근피에만 적색이 발현되고 피층과 내부의 육질에는 적색이 발현되지 않으나 공시한 시교 조합들은 근피와 피층에 적색이 발현되고 일부 내부에도 적색이 발현되었다.
- 적환무는 주로 슬라이스하여 샐러드로 이용되는데 피층에 적색발현이 되는 신조합들은 샐러드에 붉은 빛을 내는데 더 유용할 것으로 판단되었다. 반면에 피층이 두껍고 육질이 강한 편이어서 현지 소비자들의 입맛에 적당한지는 차후 확인해야 할 것으로 판단하였다.
- 기존품종 #304가 약 25일만에 20g 정도의 무게로 비대를 하였는데 신조합들은 20g까지 비대하는데 약 30일 이 소요되어 숙기가 약 5일 정도 늦은 것을 확인할 수 있었다. 이는 청피 홍심무가 만생계이고 육질이 강한 품종 특성을 보이는데 이 영향인 것으로 판단하였다.
- 시교 조합 중 No.31017은 근피의 적색발현, 환형의 근형, 짧은 엽장, 열근, 바람들이 등 형질을 조사한 결과 가장 나은 조합으로 판단하여 선발하였다. 14년 봄에도 안정적인 MS를 이용하여 시교생산 후 다시 공시하여 평가하고자 하였다.
- No.31063은 무보다는 엽을 목적으로 선발한 조합으로 국내의 열무와 같은 개념으로 생각할 수 있는데 No.31063은 엽병에 적자색이 진하게 발현되고 무의 윗부분도 자색이 발현되는 신조합이다. 서양에서는 무의 엽을 15-20일 정도 키워서 샐러드에 넣어서 먹는데 엽병과 뿌리에 자색이 발현되는 신조합은 유럽과 미주 시장에서 적합한 것으로 판단되어 2014년 현재 종자생산 중이며 루비열(Ruby yeol)무란 이름으로 품종등록 하였다. 추가로 자색이 아닌 적색이 발현되는 계통도 육성중에 있으며 적색 발현이 강하면 시장에 접근이 용이할 것으로 판단된다.

공시한 시교 조합들의 성능검정 결과 (일부자료)

조합번호	교배번호	품종군	근피색 (적색)	근형 (원형)	엽장	열근	바람들이	숙기	평가	차년도 계획
31014	376X476	피층적색발현 적환무	상	중	중	소	만	중	하	X
31015	377, 379X481	적환무	중	상	중	소	만	중	중	재공시
31017	390X480	적환무	중상	상	중단	소	만	중	우수	14년도 재시험 예정
31019	399X475	적환무	상	중	중	다	중	중	상	재공시
31025	373X474	적환무	중	중	중	소	중	중	하	X
31026	374X490	적환무	중	상	중	소	중	중	중상	재공시
31027	381X478	적환무	중	중	중	소	중	중	중상	재공시
31028	371X484	적환35일무	중	하	장	소	조	중	하	X
31029	378X489	적환무	중	중	중	소	중	중	중상	재공시
31063	485-13G	자색엽병열무	보라 약	장근	장	-	무	조	우수	루비열무로 품종등록함. 14년도 생산 및 판매
CN #304 (대비중)	CN SEED	적환20일무	상	상	단	소	중	조	우수	

■ 계통 성능검정

육성중인 F2-F6세대의 유색무 540 계통에 대하여 성능 검정을 실시하였고 육성목적에 부합되는 450개체를 선발하여 세대진전 중에 있다.




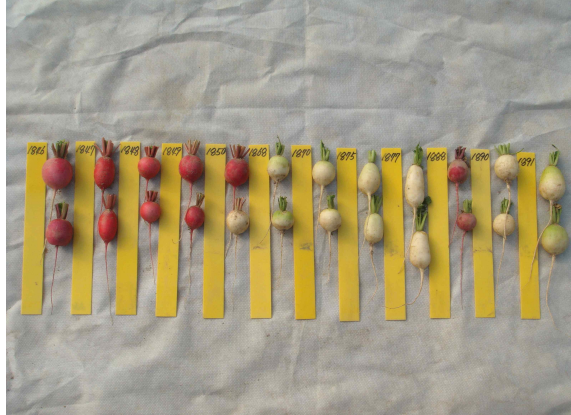
1. 균일도, 내서성, 안정적인 적색 발현, 노균병 내성, 열근과 바람들이에 강한 적환20일무(과종 후 20-30일에 직경 2-3cm 크기, 20g 의 환형의 근피가 적색인 극조생계 무) 계통육종을 위하여 적환무의 분리 계통과 (적환무 x 청피홍심)에서 분리시킨 피층에 적색이 발현되는 계통 포함 약 240계통을 차검하여 우수한 개체들을 선발하였다.

2. 과종 후 30-40일에 직경 4-5cm 크기의 적환35일무 육성을 위하여 퍼펙토 품종과 오염홍 품종의 분리계통에서 우수한 개체를 선발하였다.

3. 근피와 내부의 적색발현이 우수한 홍심적환무 품종 육성을 위하여 (적환무 x 청피홍심)에서 분리시킨 피층에 적색이 발현되는 계통을 다시 청피홍심과 교배하였다.

4. 보라색, 청색, 백색의 자색환무, 청환무, 백환무 품종 육성을 위하여 색 발현과 품질이 우수한 개체를 선발하였다.

5. MS를 이용한 균일도가 우수한 F1 종자 생산을 위하여 선발된 우수개체를 MS 계통에 교배하여 후대에 MS 발현유무를 확인하여 안정된 MS계통을 육성할 예정이다.

(적환무 x 청피홍심)에서 분리된 계통들	적환무에서 분리된 계통들
	
(적환무 x 청피무)에서 분리된 청환무 계통들	유색, 백환무 계통
	

■ 선발된 조합의 종자 생산성 검정 및 시교 생산(9조합)

- 9개의 조합에 대한 시험용 종자생산성 검정을 실시하여 9개조합의 시교를 생산하였다.

적환무 MS 계통이 여교잡이 BC4 이상 진행이 됨에 따라 꽃가루가 일부씩 터져 나오는 불안정성을 보여서 채종한 F1종자에 모계의 자식체가 3-50%로 많이 출현하여 새로운 유지친을 찾아야하는 문제에 봉착하였다. 따라서 새로운 MS계통을 이용하여 선발된 시교종자를 생산할 예정이며, 다양한 MS계통의 육성과 더불어 MS 모계를 단교잡으로 이용하는 방안을 검토 계획하고 있다.

조합번호	교배번호	품종명	계통명	종자량	MS의 불안정성으로 인한 자식체 (%)
31014	376X476	적환시교	MS.S-4(msms)-1(msms)-1BC4 X(728X사)F2-1-55-51	550G	30%
31015	377X481	적환시교	MS.S-4(msms)-1(msms)-1 BC4 X(728X적환)F2-2-53-53	6.8KG	30%
31017	390X480	적환시교	MS.S-3(MSms)-1-1(msms)-1BC4 X(728X적환)F2-2-53-51	3.2KG	7%
31019	399X475	적환시교	MS.S-3(MSms)-1-1(msms)-1 BC4 X(728X사-1)F2-1-52-52	2.2KG	3%
31025	373X474	적환시교	MS.S-4(msms)-1(msms)-1BC4 X(728X사-1)F2-1-51-51	800G	50%
31026	374X490	적환시교	MS.S-4(msms)-1(msms)-1BC4 X(728X적환)F2-2-53-4-71EX	600G	40%
31027	381X478	적환시교	MS.S-4(msms)-1(msms)-1BC4 X(728X적환)F2-2-51-52	300G	10%
31028	371X484	적환35일시교	MS.S-4(msms)-1(msms)-1BC4 XPERF-73-52-52-51	400G	33%
31063	485X487	루비얼무 시교	RB-12-51-13GX RB-25-51-13G	2.4KG	자가불화합 채종

■ 유럽 현지 시교 시험(9조합)

- 생산된 9개 조합에 대한 시험용 종자를 영국에서 1개 농가와 1개 종자회사에서 현지 적응 시험을 실시하여 우수한 적환무 1조합(NO.31017)과 엽병이 자색인 1조합(NO.31063)을 선발하였음.

- 엽병이 자색인 1조합(NO.31063)은 루비얼무(RUBY YEOL)로 품종등록(생산판매신고번호: 02-0001-2014-10)하였고 2014년 수출예정임.

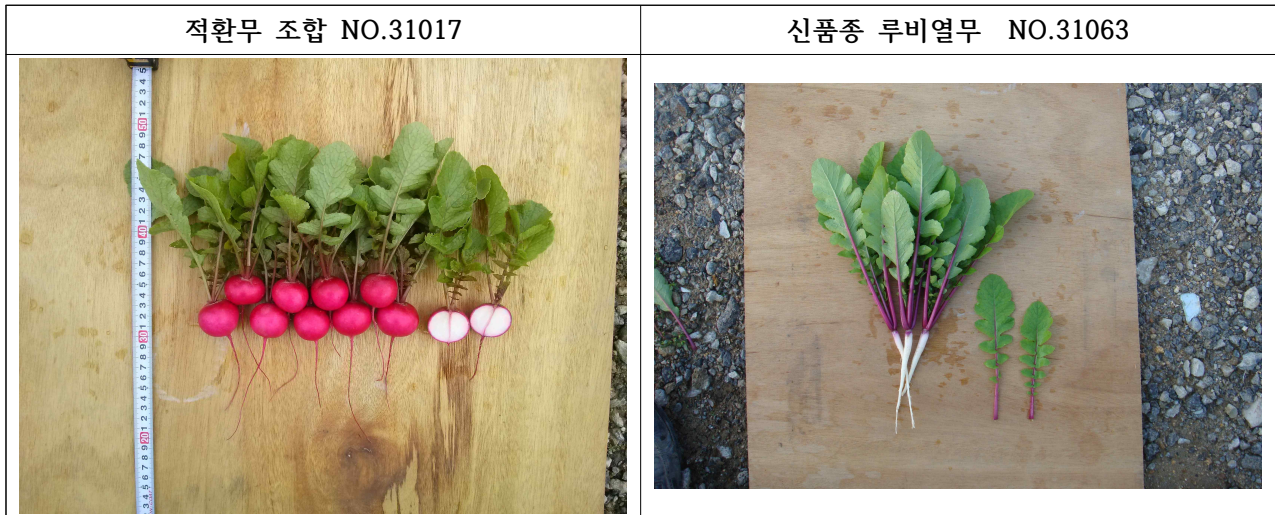
- 2년차에는 봄과 가을에 현지 시험을 실시할 계획임.



■ 유색무 수출을 위한 2013 APSA in Kobe에서의 홍보 및 타사 전시 유색무



■ 최종선발 조합과 루비열무 생산판매신고



2. 2014년, 2년차 연구 내용 및 결과

■ 다양한 유전자원 및 정보 수집

- 유럽 및 미주에서 위황병이 문제가 되는 작형은 겨울의 비가림 온실재배에서만 연작으로 인하여 문제가 발생하고, 노지에서는 위황병의 문제가 없으므로 이러한 특성을 이용 가능한 계통은 앞으로 노지용 품종 육성에도 이용할 계획임.

유럽에서 상업적으로 널리 재배되고 있는 전문가용 유색무 품종을 영국과 네덜란드에서 9점을 수집하였는데 위황병에 저항성을 보이는 것으로 알려져 있어서 이 유전자원을 채소병리검정단에 의뢰하여 위황병 검정을 실시하였다. 금번 도입한 Crispar(syngenta), Cirox(nunhem) 품종은 주로 시설재배용 품종으로 재배되어 위황병에 강한 특성을 보이나 노지에서는 내서성이 약하고 열근 바람들이가 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 이 품종들은 MS를 이용한 품종으로 화분 발생이 없어 후대를 얻지 못하였으나 14년도에 많은 주수를 개화시켜 화분 발생되는 개체를 확인하여 육성에 적극 이용할 계획임.

반면 영국에서 도입한 품종들은 적색, 백색, 노란색, 핑크색등 재료가 다양하였는데 적환무 #458은 위황병 저항성이면서 내서성이 우수하여 근피가 깨끗하고, 바람들이가 늦어 육성재료로 아주 우수하다고 판단되었다. 백환무와 황환무는 근의 특성이 우수하지 못하고 시장 요구도가 낮아 세대 증식하여 보관 할 예정이다. 핑크색환무 #464는 위황병 저항성이며 특성이 우수하여 적극 이용할 계획임.

13년도 재배시험에서는 #304 품종이 우수한 특성을 보였는데 금번 도입한 5개의 품종은 그 이상의 우수한 특성을 보여서 유색무(적환무 등) 품종을 육성하는데 필요한 유전자원은 충분히 수집하였다고 평가되었다. 15년도부터는 주된 품종인 적환20일무에 주력하여 육성할 계획임.

종자번호	도입회사	도입국	품종명	발병도	위황병 반응	근형/ 특성	내서성	바람들이	평가
#456	syngenta	스위스	Crispar	0.9	R	적환무	중 열근	중	MS, 중
#457	nunhem	네덜란드	Cirox	0.9	R	적환무	중	중	MS, 중
#458	CN seeds	영국	sample	1.4	R	적환무	강	만	우수
#459	CN seeds	영국	sample	1.9	MR	백환무	중약	중조	하
#460	CN seeds	영국	32287	1.3	R	백환무	중약	중조	중
#461	CN seeds	영국	34965	2	MR	자색환무	중강	중	상
#462	CN seeds	영국	24061	3.5	S	백환무	중	중	중
#463	CN seeds	영국	32289	4	S	노란환무	중	중	하
#464	CN seeds	영국	32290	1.5	R	핑크환무	중	만	상
대비종	CN seeds	영국	#304	3.4	S	적환무	강	만	우수
		대비품종	장생	1.6	MR				
		대비품종	명산	1.5	R				
		대비품종	청수궁중	4	S				
		평가기준	R:0-1.5; MR:1.6-2.5; S:2.6-5.0.						

- 14년 10월에 수집한 아래 표의 유전자원은 15년 봄과 가을에 특성 검정, 위황병 검정을 실시하여 우수한 유전자원은 개체선발을 실시하여 육성에 적극 이용할 계획임.

번호	도입번호	도입국	도입회사	품종명	종자량	구분	특성
44	#1022	네덜란드	horti tops	saxa2 (horti)	10g	적환	적환20일
45	#1023	네덜란드	horti tops	bel image (horti)	10g	적환	적환20일
46	#1024	네덜란드	horti tops	gautry3 (horti)	10g	반적환	반적환20일
47	#1025	네덜란드	horti tops	french (horti)	10g	반적장	프렌치반적장20일
48	#1026	네덜란드	horti tops	mixed (horti)	10g	환모듬	적환, 황환, 반적환, 백환 등
49	#1027	스페인	green paradise	rapid (paradise) red2 sanova	10g	적환	적환20일
50	#1028	스페인	green paradise	burro gigante (paradise)	12g	적환	적환20일
51	#1029	스페인	green paradise	flameboyant(paradise)	12g	반적장	프렌체, 반적장20일
52	#1030	네덜란드	somers	summerred(somers)	10g	적환	적환20일
53	#1031	네덜란드	somers	saxa(somers)	10g	적환	적환20일
54	#1032	네덜란드	somers	celesta f1(somers)	10g	적환	적환20일
55	#1033	네덜란드	somers	national2(somers)	10g	적환	적환20일
56	#1034	네덜란드	somers	lunar(somers)	8g	백환	백환20일
57	#1035	네덜란드	somers	melange(somers)	5g	자색환	자색환20일
58	#1036	프랑스	caillard	national2(caillard)	10g	반적환	전적환20일

번호	도입번호	도입국	도입회사	품종명	종자량	구분	특성
59	#1037	프랑스	caillard	chinese radish(caillard)	10g	적장	적색의 장근무
60	#1038	프랑스	caillard	black maraicher(caillard)	10g	흑장	흑색의 장근무
61	#1039	홀랜드	sluis garden	saxa2(sluis)	6g	적환	적환20일
62	#1040	홀랜드	sluis garden	raxe(sluis)	3g	적환	적환20일
63	#1041	홀랜드	sluis garden	celesta(sluis)	4g	적환	적환20일
64	#1042	홀랜드	sluis garden	mix(sluis)	7g	적백환	적백환
65	#1043	홀랜드	sluis garden	narional3(sluis)	6g	반적환	
66	#1044	홀랜드	sluis garden	18jours(sluis)	4g	반적장	french
67	#1045	독일	sperli	parat(sperli)	250s	적환	적환20일
68	#1046	독일	sperli	riesenbutter(sperli)	250s	적환	적환20일
69	#1047	독일	sperli	topsi (sperli)	250s	적환	적환20일
70	#1048	독일	sperli	cherry belle(sperli)	250s	적환	적환20일
71	#1049	독일	sperli	halbweib(sperli)	250s	반적환	반적환20일
72	#1050	독일	sperli	french breakfast 3(sperli)	250s	반적장	반적장20일
73	#1051	독일	sperli	ostergrus rosa2(sperli)	120s	적장	적장20일, 적아이시클
74	#1052	독일	sperli	eiszapfen (sperli)	250s	백장	백장20일, 백아이시클
75	#1053	독일	sperli	rex(sperli)	120s	백수계	백수계무
76	#1054	독일	sperli	runder winter(sperli) schwarzer	120s	흑환무	흑색근피, 환형

■ 육성중인 계통, 조합 성능검정 및 선발

1. 봄 특성 검정

- 13년 가을 특성 검정 결과 우수하다고 판단되는 조합과 계통을 14년 봄 5월 9일에 노지에 파종하여 내서성을 위주로 특성검정을 실시하였다. 육성중인 유색무 276 계통과 시험 종자가 생산된 25 조합을 시험하였다
- 공시한 조합과 계통의 수는 아래의 표와 같다.

구분	점수	구분	점수
적환무 조합	25점	유색무 계통	276점

- 공시한 재료들이 대부분 내서성이 약하여 근피가 지지분하고 근형이 불량하여 선발하기가 어려웠다. 기후와 재배상의 문제가 있기는 했지만 국내, 일본, 남방계무의 경우와 같이 내서성이 있는 재료의 이용과 개발이 시급함을 절실히 느끼는 시험 결과였다. 15년도 봄에는 14년도 가을에 선발된 재료를 위주로 재시험을 하여 내서성이 강한 유색무를 육성하는데 주력하고자 한다.
- 13년도에 선발된 NO. 30017은 안정된 MS계통이 육성되면 바로 판매 가능하리라 판단되었다.

- 1년차에 품종 등록한 루비얼무는 현재 유럽, 미국, 호주, 일본등지에 시교사업 중이며 국내에 일부 판매를 하였는데 향후 판매가능성이 높은 것으로 판단되었다.

선발조합 No. 31017	Crispar (신젠타)
	
#304(CN SEED, 영국)	루비얼무, 국내 농가 출하 모습
	

2. 가을 특성 검정

- 육성중인 유색무 800계통과 시험 종자가 생산된 40조합을 시험하였는데 과종은 9월 10일 조사는 10월 5일부터 11월 10일까지 수행하며 특성을 조사하였다.

조합과 계통의 수는 아래의 표와 같다.

구분	점수	구분	점수
적환무 조합	40점	홍심적환무 계통	150점
적환무 계통	400점	청환무 계통	20점
자색환무 계통	20점	적환35일무 계통	50점
백환무 계통	10점	기타(홍피, 홍엽무)	150

-공시한 조합에서 우수한 1조합을 NO.4202를 최종적으로 선발하여 “권농레드킹” 무로 품종 등록 하였고 3차년도에 품종보호출원을 할 예정이다. 선발된 조합은 근피가 적색을 선명하게 띠며 근의 형태는 부라보무와 유사한 장형 원통형으로 근미 맷힘이 좋아 조기수확부터 만기 수확이 가능한 품종이다. 내부의 색은 흰색이나 일부 녹색이 보여 이는 단점으로 판단되며 향후 내부 육색이 순백색으로 육성할 계획이다.

<p>신품종 등록 “권농 레드킹무” NO. 4202</p>	<p>절단면</p>
	
<p>적환35일무조합 NO. 42230</p>	<p>적환무 시교 NO.42390</p>
	

- 유럽 및 미주 지역의 적환무는 20일 만에 수확 소비하는 극조생계 무인데 이와는 다른 타입인 바람들이가 늦고 내서성을 갖춘 NO. 42390을 선발하여서 15년도에는 시교를 생산하여 해외에 시교로 작업할 예정이다. 근형, 근피 등의 특성이 우수하여 고가의 가격에 수출이 가능할 것으로 확신하였다. 비대하는데 약 30일 이 소요되어 숙기가 약 5일 정도 늦은 것을 확인할 수 있었다. 이는 청피홍심무가 만생계이고 육질이 강한 품종 특성을 보이는데 이 영향인 것으로 판단하였다.

■ 수집한 유전자원 및 계통, 조합 위황병 검정

1. 보유계통과 조합의 위황병 검정

13년도에 선발되어 시험용 종자를 생산한 11개의 적환무조합, 3개의 루비열무 조합과 원종으로 이용 가능한 계통 27개 계통을 포함 총 41개의 재료에 대하여 채소병리검정단에서 위황병 검정을 실시하였다. 14개의 조합 중 5조합은 중도저항성을 보였고, 계통 18개중 5계통이 중도저항성을 보였다. 수집하여 성능검사를 실시한 81개의 유색무 유전자원 중에 10개가 중도저항성을 보였으며 나머지는 모두 감수성을 보였다. 따라서 현재 보유하고 있는 유전자원으로는 위황병에 강한 품종을 육성하기에 다소 어렵다고 판단되었다. 하지만 유럽 및 미주에서 위황병

이 문제가 되는 작형은 겨울의 비가림 온실에서만 연작으로 인하여 문제가 발생하고, 노지에서는 위황병의 문제가 없으므로 특성이 이용 가능한 계통은 앞으로 노지용 품종 육성에 적극 이용할 계획입니다.

조제번호	교배번호	품종명	계통명	발병도	반응	근형 특성	최종평가
31014	376X476	적환시교	MS. F1 조합	2.8	S	하	
31015	377X481	적환시교	MS. F1 조합	2.3	MR	중	
31016	379X481	적환시교	MS. F1 조합	2.2	MR	하	
31017	390X480	적환시교	MS. F1 조합	2.4	MR	상	안정된 MS 개발하면 품종가능
31019	399X475	적환시교	MS. F1 조합	3.5	S	중	
31024	373X473	적환시교	MS. F1 조합	3	S	중	
31025	373X474	적환시교	MS. F1 조합	3.2	S	중	
31026	374X490	적환시교	MS. F1 조합	3.5	S	상	
31027	381X478	적환시교	MS. F1 조합	2.2	MR	중	
31028	371X484	적환시교	MS. F1 조합	4	S	하	
31029	378X489	적환시교	MS. F1 조합	2.2	MR	중	
31034	369-13G	728적환	계통	2.5	MR	하	
31035	370-13G	728적환	계통	4.1	S	중	
31048	476-13G	728사쿠	계통	2.1	MR	중	
31049	371X384	MS.사쿠	계통	3.1	S	하	
31053	384-13G	사쿠	계통	3.2	S	하	
31054	393X403	MS 사쿠	계통	3.5	S	하	
31057	403-13G	사쿠	계통	3.4	S	하	
31058	481-13G	728적환	계통	2.4	MR	중	
31059	480-13G	728적환	계통	3.5	S	상	
31063	485-13G	루비얼무	SI채종 F1 조합	4.1	S	중	품종등록
31065	487-13G	루비얼무 유사	SI채종 F1 조합	4.2	S	중	
31066	488-13G	루비얼무 유사	SI채종 F1 조합	2.6	S	중	
31075	473-13G	728적환	계통	5	S	중	
31076	481-13G	728적환	계통	2.3	MR	중	
31077	474-13G	728사쿠	계통	0.9	R	상	
31080	490-13G	728적환	계통	2.2	MR	중	
31087	431-13G	728적환	계통	3.4	S	중	
31088	433-13G	728적환	계통	3.4	S	중	
31089	478-13G	728적환	계통	4.1	S	중	
31090	484-13G	적환	계통	4.7	S	중	
31091	489-13G	728적환	계통	3.8	S	중	

2. 계통과 수집한 유전자원의 위황병 검정결과

중도저항성, 저항성을 보이며 특성이 우수한 개체를 14년에 세대진전한 43계통과, 14년도 10월 유럽에서 수집한 유전자원 33품종에 대하여 위황병 검정을 실시하였다. 중도저항성 재료는 이용할 예정임.

B.N	조제번호	교배번호	품종명	계통명	발병도	반응	
1	42172	2073-52	VITESSA	VITESSA(KIEPENKERL)-53-52	4.3	S	
2	42173	2073-53		VITESSA(KIEPENKERL)-53-53	4.5	S	
3	42175	2074-52		VITESSA(KIEPENKERL)-51-52	3.3	S	
4	42178	2081-52		PARAT(SPERLI)-51-52	3.9	S	
5	42179	2082-51		ROSSO GIGANTE FRANCHI(SEMENTI)-51-51	3.9	S	
6	42180	2082-52		ROSSO GIGANTE FRANCHI(SEMENTI)-51-52	3.9	S	
7	42195	2096-51 X2096-52		MS.아카마루-71-51X아카마루-71-52	4.3	S	
8	42196	2096-52		아카마루-71-52	4.7	S	
9	42233	#186-51	PINK BEAUTY	PB-51	4.8	S	
10	42236	#187-52		RUDOLF-52	4.8	S	
11	42238	#189-52		CHERINETTE-52	4.6	S	
12	42240	#222-51	VITESSA(KIEPENKERL)	VITESSA-51	4.7	S	
13	42247	#223-53		VITESSA-53	4.5	S	
14	42251	#224-51	VIENNA(KIEPENKERL)	VIENNA-51	3.5	S	
15	42293	#304-54		CN#304-54	4.3	S	
16	42295	#304-56		CN#304-56	3.5	S	
17	42296	#304-57		CN#304-56	2.7	S	
18	42297	#304-58		CN#304-56	3.6	S	
19	42298	#304-59		CN#304-56	3.9	S	
20	42299	#304-60		CN#304-56	4.3	S	
21	42302	#304-61		CN#304-56	3.2	S	
22	42303	#304-62		CN#304-56	3.7	S	
23	42304	#304-63		CN#304-56	4.5	S	
24	42305	#304-64		CN#304-56	4.1	S	
25	42306	#304-66		CN#304-56	4	S	
26	42360	#458-1	sample(CNseeds)	s458-1	1.9	MR	
27	42361	#458-2	sample(CNseeds)	sample-2	3	S	
28	42362	#458-3	sample(CNseeds)	sample-3	4.1	S	
29	42367	#461-1	34965(CNseeds)	34965-1	3.2	S	
30	42376	#468-2	stoplite/3033	3033-2	3	S	
31	42378	#469-1	clesta/3048(Kiepenkerl)	3048-1	3.7	S	
32	42381	#469-4	clesta/3048(Kiepenkerl)	3048-4	3.1	S	
33	42382	#471-1	r.vitessa 3036(Kiepenkerl)	3036-1	4.1	S	
34	42383	#471-2	r.vitessa 3036(Kiepenkerl)	3036-2	4.4	S	
35	42392	#304-2	CNseed	CN#304-2	3.2	S	
36	42395		CNSEED	CN#304-71	3.4	S	
37	42396			CN#304-71	4.9	S	
38	42397			CN#304-71	3.5	S	
39	42401			CN#304-77	3.4	S	
40	42402			CN#304-78	3.6	S	

B.N	조제번호	교배번호	품종명	계통명	발병도	반응	
41	42403			CN#304-79	4.1	S	
42	42404		사카다	베니게쇼우-71	3.6	S	
43	42406		마츠나카	베니쿠루니-71	3.5	S	
44	#1022	네덜란드	horti tops	saxa2 (horti)	2.3	MR	
45	#1023	네덜란드	horti tops	bel image (horti)	4.5	S	
46	#1024	네덜란드	horti tops	gautry3 (horti)	2.9	S	
47	#1025	네덜란드	horti tops	french (horti)	2.4	MR	
48	#1026	네덜란드	horti tops	mixed (horti)	1.6	MR	
49	#1027	스페인	green paradise	rapid red2 sanova (paradise)	4.2	S	
50	#1028	스페인	green paradise	burro gigante (paradise)	3.7	S	
51	#1029	스페인	green paradise	flameboyant(paradise)	2.7	S	
52	#1030	네덜란드	somers	summerred(somers)	3.3	S	
53	#1031	네덜란드	somers	saxa(somers)	2.7	S	
54	#1032	네덜란드	somers	celestal1(somers)	3.3	S	
55	#1033	네덜란드	somers	national2(somers)	4.6	S	
56	#1034	네덜란드	somers	lunar(somers)	5	S	
57	#1035	네덜란드	somers	melange(somers)	3.6	S	
58	#1036	프랑스	caillard	national2(caillard)	3.3	S	
59	#1037	프랑스	caillard	chinese radish(caillard)	2	MR	
60	#1038	프랑스	caillard	black maraicher(caillard)	1.2	MR	
61	#1039	홀랜드	sluis garden	saxa2(sluis)	4.8	S	
62	#1040	홀랜드	sluis garden	raxe(sluis)	3.1	S	
63	#1041	홀랜드	sluis garden	celestal(sluis)	4.5	S	
64	#1042	홀랜드	sluis garden	mix(sluis)	4.3	S	
65	#1043	홀랜드	sluis garden	national3(sluis)	4.6	S	
66	#1044	홀랜드	sluis garden	18jours(sluis)	3.5	S	
67	#1045	독일	sperli	parat(sperli)	3.3	S	
68	#1046	독일	sperli	riesenbutter(sperli)	4.1	S	
69	#1047	독일	sperli	topsi (sperli)	3.2	S	
70	#1048	독일	sperli	cherry belle(sperli)	2.8	S	
71	#1049	독일	sperli	halbweib(sperli)	3.5	S	
72	#1050	독일	sperli	french breakfast 3(sperli)	3.5	S	
73	#1051	독일	sperli	ostergrus rosa2(sperli)	4	S	
74	#1052	독일	sperli	eiszapfen (sperli)	4.9	S	
75	#1053	독일	sperli	rex(sperli)	4.7	S	
76	#1054	독일	sperli	runder schwarzer winter(sperli)	2.4	MR	
				명산	0.6	R	
				장생	1.2	MR	
				미농조생	2.9	S	
				청수궁중	4.1	S	

3. 2015년, 3년차 연구 내용 및 결과

■ 다양한 유전자원 및 정보 수집

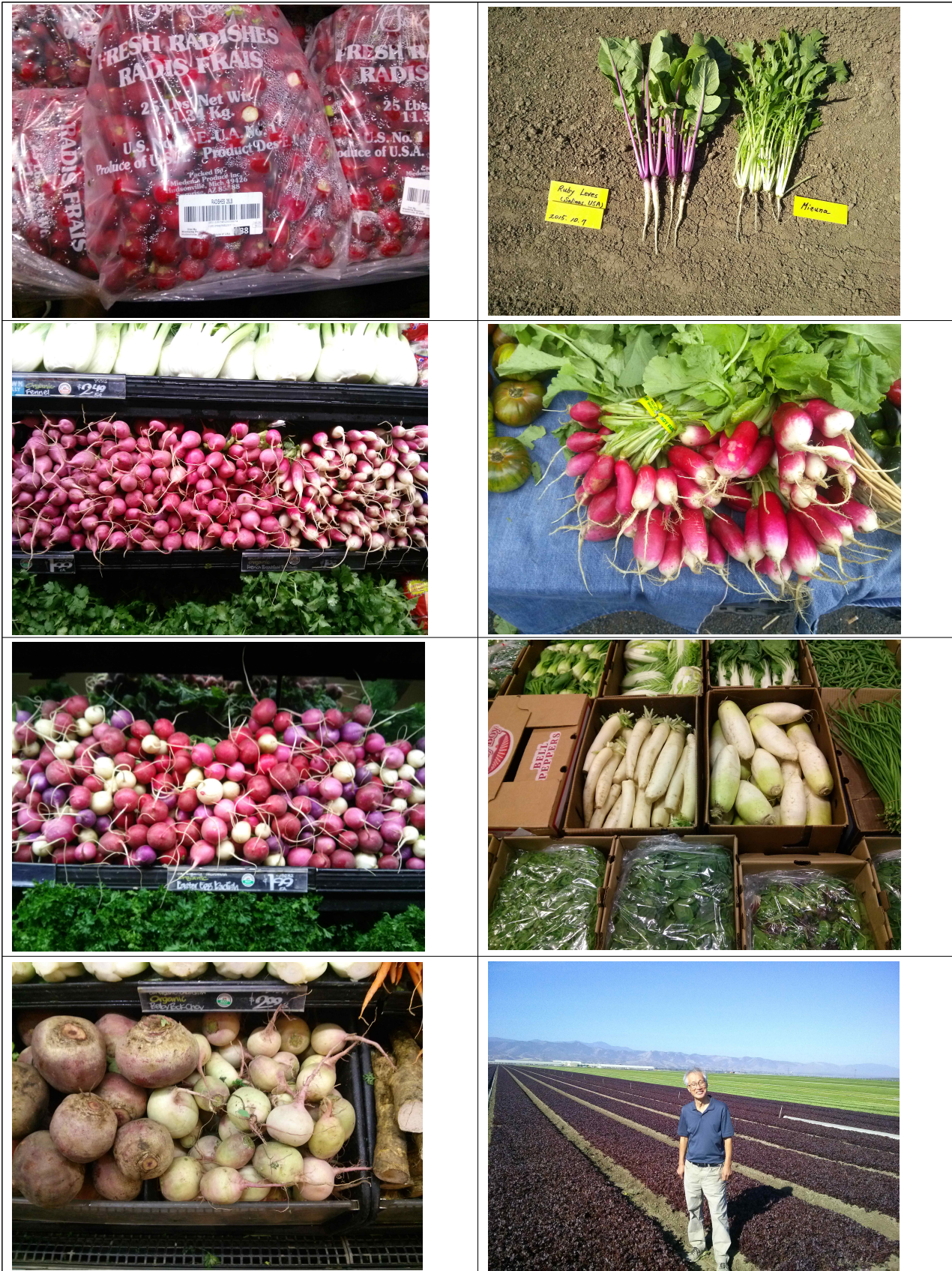
<국내의 시장동향>

- 유럽과 미주 지역의 샐러드용 무는 적환20일무가 주로 재배되고 있으며 저온기의 시설 재배 용으로는 위황병 저항성인 신젠타와 누넬의 MS F1 품종이, 고온기 노지재배에는 일반고정종이 재배되고 있음.
- 저온기 MS F1 품종은 80-100\$/kg의 가격으로 중간수준이며, 고온기 노지 품종은 약 40\$/kg로 낮은 종자 가격으로 판매되고 있음.
- 한국과 일본, 중국의 유색무가 약간 높은 수준의 가격으로 일부 재배되고 있으며 아주 점진적으로 증가하고 있음.
- 유색무는 전 세계적으로 기능성 채소로 각광받고 있어 소비가 늘 것으로 기대됨.

<국내의 R&D 기술개발 동향>

- 유럽 회사들은 MS를 이용한 F1채종을 하고 있으나 모두 불안정하여 채종에 문제점을 안고 있으나 해결되지 않고 있음.
- 한국은 중형크기의 자색, 적색의 MS F1품종을 개발하여 일본 미주 지역에 근래에 수출을 하고 있으며 이 품종들은 새로운 특성으로 인하여 점차 증가 할 것으로 판단됨.
- 한국의 위황병 저항성 적환 20일무 품종육성은 거의 전무하였으나 GSP프로젝트 이후에 이루어져 종자 수출을 하기 까지 다소 육성시간이 소요될 것으로 판단함.
- 유럽 및 미주에서 위황병이 문제가 되는 작형은 겨울의 비가림 온실재배에서만 연작으로 인하여 문제가 발생하고, 노지에서는 위황병의 문제가 없으므로 특성을 이용 가능한 계통은 앞으로 노지용 품종 육성에도 이용할 계획임.
- 금번 도입한 Crispar(syngenta), Cirox(nunhem)품종은 주로 시설재배용 품종으로 재배되어 위황병에 강한 특성을 보이거나 노지에서는 내서성이 약하고 열근 바람들이가 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 이 품종들은 MS를 이용한 품종으로 화분 발생이 없어 후대를 얻지 못하였으나 14년도에 많은 주수를 개화시켜 화분 발생하는 개체를 확인하여 육성에 적극 이용할 계획이다. 반면 영국에서 도입한 품종들은 적색, 백색, 노란색, 핑크색등 재료가 다양하였는데 적환무 #458은 위황병 저항성이면서 내서성이 우수하여 근피가 깨끗하고, 바람들이가 늦어 육성재료로 아주 우수하다고 판단되었다. 백환무와 황환무는 근의 특성이 우수하지 못하고 시장 요구도가 낮아 세대 증식하여 보관 할 예정이다. 핑크색 적환무 #464는 위황병 저항성이며 특성이 우수하여 적극 이용할 계획임.
- 15년 10월에 수집한 유전자원은 16년 봄과 가을에 특성 검정, 위황병 검정을 실시하여 우수한 유전자원은 개체선발을 실시하여 육성에 적극 이용할 계획임.

< 국의 출장: 미국 서부 캘리포니아 지역에서 유색무 관련 정보 >



■ 육성중인 계통, 조합 성능검정 및 선발

1. 봄 특성 검정

- 15년 봄 하우스에 3월 23일에 파종하여 내부, 외부가 적색인 중형무 F2, 3 계통에 대한 성능 조사를 5월 18일에 실시하여 우수한 개체들을 선발하여 저온 챔버에서 월하시켜 15년 가을에 세대가 진전된 계통의 종자를 얻었다. 이 재료는 16년 봄에 재 공시하여 성능검정할 계획임.
- 2차년도 가을 특성 검정 결과 우수하다고 판단된 조합과 계통을 15년 봄 4월 30일, 5월 6일, 5월14일 3회 파종하여 6월 6일부터 7월 2일까지 적기에 내서성을 위주로 특성검정을 실시함. 공시한 조합과 계통의 수는 아래의 표와 같다.

구분	점수	구분	점수
적환무 조합, 도입종	60점	유색무 계통	590점

공시한 재료들이 파종기를 늦추었음에도 추대가 발생하였고 대부분 내서성이 약하여 근피가 지지분하고 근형이 불량하여 선발하기가 어려웠다. 기후와 재배상의 문제가 있기는 했지만 국내, 일본, 남방계무의 경우와 같이 내서성이 있는 재료의 이용과 개발이 시급함을 절실히 느끼는 시험 결과였다. 그 중에서도 내서성과 안정성을 가진 계통들을 확인하였다.

- 신조합 중에서 No. 206을 선발하였는데 이는 적자색근피에 적자색 내부 육질 색을 가지는 유색무로 기존의 유색무 품종들이 내서성이 약한 반면 중간정도의 내성을 보이며 재배 안정성이 있는 조합으로 판단되었다. 이는 16년도에 시교 생산 시험하기 위해 파종하였다

2. 가을 특성 검정

- 육성중인 유색무 약 800계통과 시험 종자가 생산된 26조합과 14개의 시판품종, 수집된 40개의 유색무 수집자원을 시험하였는데, 파종은 8월 27일, 9월 6일에 파종하여 조사는 10월 5일부터 11월 10일까지 수행하며 특성을 조사하였다. 조합과 계통의 수는 아래의 표와 같다.

구분	점수	구분	점수
유색무 조합	26점	홍심적환무 계통	150점
적환무 계통	200점	청환무 계통	20점
자색환무 계통	20점	적환35일, 중형무 계통	250점
백환무 계통	10점	기타(홍피, 홍엽무)	150

-2차년도에 생산판매신고한 권농레드킹무는 적색 근피에 내부색은 흰색인 중형의 유색무인데 순도가 우수하고 품질 또한 우수하여 15년 생산된 종자로 품종보호출원을 실시하였다.

근피가 적색을 선명하게 띠며 근의 형태는 부라보무와 유사한 장형 원통형으로 근미 맷힘이 우수하여 조기수확부터 만기 수확이 가능한 품종이다. 내부의 색은 흰색이나 일부 녹색이 보여 이는 단점으로 판단되며 향후는 내부 육색이 순백색으로 계량할 계획이다. 현재 해외 시험 중이며 16년도 생산예정으로 16년 가을부터 판매 예정임.

< “권농 레드킹” 무 품종보호출원 >

<p>“권농레드킹”무 품종보호출원</p>	<p>절단면 사진</p>
	
<p>“권농레드킹”무(권농종묘), 15년 가을 노지 전경 추대: 중조 (여름, 가을재배용) 근형: 20-25cm 근장으로 근미 맷힘이 우수, 근피 깨끗 재배: 밀식재배, 조기수확 가능, 공동발생 적음</p>	<p>대비종 “베니게쇼우”(일본 품종), 15년 가을 노지 전경 추대: 중조 (여름, 가을재배용) 근형: 25-30cm 근장으로 근미 맷힘이 중간, 잔뿌리 발생 재배: 밀식재배, 조기수확 어려움, 공동발생 중간</p>
	

-공시한 조합에서 중형 유색무 2조합(NO. 204, NO.217)과 적환35일무 1조합(NO.42230)을 최종적으로 선발하여 NO.204는 “권농부라보2호” 무로 품종보호출원 하였고, NO.217은 “권농루비킹” 무로 생산판매 신고하였다.

< “권농부라보 2호” 무 품종보호출원 >

<p>“권농부라보 2호” 무 품종보호출원</p>	<p>절단면 사진</p>
	
<p>“권농부라보2호”무(권농종묘), 15년 가을 노지 전경 추대: 중만 (여름, 가을재배용) 근형: 20-25cm 근장으로 근미 맷힘이 우수, 근피 깨끗 재배: 중형무 가능, 이형을 1-2% (유전적 특성)</p>	<p>대비종 “부라보” 무, 15년 가을 노지 전경 추대: 중만 (여름, 가을재배용) 근형: 20-30cm 근장으로 근미 맷힘이 중간, 재배: 이형을 10% (청수무는 유전적으로 분리)</p>
	

<권농레드킹무 생산판매신고>

<p>“권농레드킹”무 품종 등록</p>	<p>절단면 사진</p>
	
<p>“권농루비킹”무(권농종묘), 15년 가을 노지 전경 추대: 중조 (가을재배용) 근형: 15-20cm 근장으로 근미 맷힘이 우수, 근피 깨끗 재배: 밀식재배, 조기수확 가능, 공동발생 적음</p>	<p>대비종 “루비볼”, 15년 가을 노지 전경 추대: 중조 (가을재배용) 근형: 10-20cm 근장으로 근미 맷힘이 빠름. 근피볼량 재배: 밀식재배, 조기수확, 공동발생, 근미열근 심함</p>
	

<적환20일, 35일무 신조합>

- 유럽 및 미주 지역의 적환무는 20일 만에 수확 소비하는 극조생계무인데 이와는 다른 타입인 바람들이가 늦고 내서성을 갖춘 NO. 42390을 선발하여서 17년도에는 시교를 생산하여 해외에 시교작업할 예정이다. 근형, 근피 등의 특성이 우수하여 고가의 가격에 수출이 가능할 것으로 확신하였다. 비대하는데 약 30일이 소요되어 숙기가 약 5일 정도 늦은 것을 확인할 수 있었다. 이는 청피홍심무가 만생계이고 육질이 강한 품종 특성을 보이는데 이 영향인 것으로 판단하였다.

<p>“NO. 42230”, 적환35일무 신조합</p>	<p>“NO. 42390”, 적환20일무 신조합</p>
<p>15년 가을 노지 전경 추대: 중 (연중) 근형: 속기는 35일로 느리나 바람들이가 낮고 재포성이 넓어 재배적응성 우수. MS계통 육성종이며 16년 시험종자 생산 예정 재배: 밀식재배, 조기수확 가능.</p>	<p>15년 가을 노지 전경 추대: 중조 (연중) 근형: 적환20일무로 단교잡, 내서성 강한편, 위황병 중약 재배적응성 우수, MS 육성종 재배: 밀식재배, 조기수확.</p>
	
<p>적환20일(유럽) No. 42230 적환35일무</p>	<p>“NO. 42390”, 적환20일무</p>

4. 2016년, 4년차 연구 내용 및 결과

■ 위황병 저항성 계통 세대 진전

1차년도에 선발되어 시험용 종자를 생산한 11개의 적환무조합, 3개의 루비얼무 조합과 원종으로 이용 가능한 계통 27개 계통을 포함 총 41개의 재료에 대하여 채소병리검정단에서 위황병 검정을 실시하였다. 14개의 조합 중 5조합은 중도저항성을 보였고, 계통 18개중 5계통이 중도저항성을 보였다. 수집하여 성능검사를 실시한 81개의 유색무 유전자원 중에 10개가 중도저항성을 보였으며 나머지는 모두 감수성을 보였다. 따라서 현재 보유하고 있는 유전자원으로는 위황병에 강한 품종을 육성하기에 다소 어렵다고 판단되었다. 하지만 유럽 및 미주에서 위황병이 문제가 되는 작형은 겨울의 비가림 온실에서만 연작으로 인하여 문제가 발생하고, 노지에서는 위황병의 문제가 없으므로 특성이 이용 가능한 계통은 앞으로 노지용 품종 육성에 적극 이용할 계획입니다.

아래의 유전자원은 위황병 저항성 소재들로 위황병 품종을 육성하는 데 적극적으로 이용하고 있는 재료들이다.

종자번호	도입회사	도입국	품종명	발병도	위황병 저항성	근형 특성	내서성	바람들이	평가
#456	syngenta	스위스	Crispar	0.9	R	적환무	중, 열근	중	MS, 중
#457	nunhem	네덜란드	Cirox	0.9	R	적환무	중	중	MS, 중
#458	CN seeds	영국	sample	1.4	R	적환무	강	만	우수
#459	CN seeds	영국	sample	1.9	MR	백환무	중약	중조	하
#460	CN seeds	영국	32287	1.3	R	백환무	중약	중조	중
#461	CN seeds	영국	34965	2	MR	자색환무	중강	중	상
#464	CN seeds	영국	32290	1.5	R	핑크환무	중	만	상
		평가기준	R:0-1.5; MR:1.6-2.5; S:2.6-5.0.						

■ 4차년도 위황병 저항성 점정

유럽 전문가용 유색무 품종 중에 도입한 Crispar(syngenta), Cirox(nunhem)품종은 주로 시설재배용 품종으로 재배되어 위황병에 강한 특성을 보이거나 노지에서는 내서성이 약하고 열근 바람들이 발생되는 것을 확인할 수 있었다. 이 품종들은 MS를 이용한 품종으로 화분 발생이 없어 후대를 얻지 못하였으나 14, 15년도에 많은 주수를 개화시켜 화분 발생되는 개체를 확인하여 세대 진전을 하였으며 육성에 적극 이용할 계획이다.

반면 영국에서 도입한 품종들은 적색, 백색, 노란색, 핑크색등 재료가 다양하였는데 적환무 #458은 위황병 저항성이면서 내서성이 우수하여 근피가 깨끗하고, 바람들이 늦어 육성재료로 아주 우수하다고 판단되었다. 백환무와 황환무는 근의 특성이 우수하지 못하고 시장 요구도가 낮아 세대 증식하여 보관 할 예정이다. 핑크색환무 #464는 위황병 저항성이며 특성이 우수하여 15년도에 세대진전을 하였으며 적극 이용할 계획이다.

13, 14년도에 저항성을 보인 유전자원에서 선발되어 세대진전된 86계통을 한국화학연구소에서 위황병 저항성을 검증하여 저항성 10계통, 중도저항성 16계통을 확인하였습니다.(아래 3차년도 위황병 검정결과).

연구성과물인 중형의 유색무인 루비열무, 권농부라보2호, 권농레드킹, 권농루비킹무는 위황병에 감수성을 보였으며 중형유색무 유전자원에서도 저항성 소재를 얻지 못하였으므로 새로운 조합을 작성하여 분리계에서 저항성 계통을 육성할 계획입니다.

4년차 위황병 검정결과(주요 신품종과 중도저항성, 저항성 계통들)




NO.	품종명	계통명	발 병 도	반응	NO.	품종명	계통명	발 병 도	반응
1	권농부라보2호		4.7	S	54		CNsample,적환-15	2.4	MR
2	권농루비킹		4.7	S	55		CNsample,적환-16	2.4	MR
3	50156		5	S	58		CNsample,적환-19	1.9	MR
4	권농레드킹		5	S	59	Crispar	Crispar적환-51	0.8	R
5	51067		4.9	S	60		Crispar적환-52	1.6	MR
6	51414		4.3	S	61		Cirox적환-51	1.1	MR
8	青島特青	AA125청수H형-51-53	1.6	MR	64	CN백환#459	CN백환#459-51	1	R
9		베니쿠루니-73-51	3.6	S	65		CN백환#459-52	0.7	R
15	R64A	R64A-06s-1-51(상)-15G	1.8	MR	66	CN백환#460	CN백환#460-51	1	R
33	Crispar	Crispar-2	0.8	R	67		CN백환#460-52	0.4	R
34		Crispar-3	2.2	MR	68	CN자환#461	CN자환#461-51	2.1	MR
35		Crispar-4	1.1	MR	71	CN분홍환#464	CN분홍환#464-51	2.4	MR
36		Crispar-5	2.5	MR	82	CN적환#458	CN적환#458-2-51	1.8	MR
37		Crispar-6	0.2	R		명산		0.8	R
38		Crispar-8	0.5	R		장생		1.7	MR
39		Crispar-9	0.8	R		미농조생		3	S
40		Crispar-10	1	R		백춘		4.9	S
44	CNsample	CNsample,적환-3	2.3	MR					
47		CNsample,적환-6	1.5	MR					

■ 개발된 유색무 안토시아닌 성분 함유 분석

- 수출되는 권농루비볼무와 신품종인 권농부라보2호무, 권농루비킹무, 신조합1점, 대비종 가을무 달고나 1품종 포함 6개의 재료에 대하여 충남대학교 성분분석센터에서 안토시아닌 함량 분석하였다.
- 안토시아닌 함량은 유색무를 기능성 항산화작용의 채소로 홍보하는데 적극 이용할 계획입니다.

varieties	delphinidin(u g/g)	cyanidin (ug/g)	pelargonidin(ug /g)	peonidin (ug/g)	malvidin (ug/g)	합계
루비볼	N.D	151.8	254.8	N.D	N.D	406.7
권농부라보2호	N.D	839.3	2.2	N.D	N.D	841.5
권농루비킹	N.D	65.7	73.1	N.D	N.D	138.9
권농레드킹	N.D	5.1	23.8	N.D	N.D	28.9
신조합 NO.1414	N.D	76.5	197.1	N.D	N.D	273.6
달고나(일반무)	N.D	2.3	4.6	N.D	N.D	7.0

2016년 송도 APSA 전시장

전시장 홍보	유색무 시식회
	
	

“신조합 61090”



“신조합 61085”



“신조합 61082”



제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제1절. 연구개발 성과목표 대비 실적

(단위 : 건)

구분		품종개발			유전자원		국내 매출 액	종자 수출액	기술이 전	마케팅 전략 추진 보고 고서
		품종수입 판매신고	출원	등록	수집	등록				
1차년도	목표	1			50	5		1만\$		
	실적	1			91	0		2,900\$		
2차년도	목표	1			5	5		3만\$		
	실적	1			37	0		5,510\$		
3차년도	목표	1	1		5	5		5만\$		
	실적	1	2		19	8		24,375\$		
4차년도	목표	1			0	5		10만\$	0	
	실적	1			0	4		60,900\$	1	
합계	목표	4	1	0	50	20		19만\$	0	
	실적	4	2	0	147	12		93,685\$	1	

품종개발 등록

세부적으로 전부(건별로)기록하며, 국외인 경우 반드시 국명을 기록합니다										
구 분	품종 명칭 (건별 각각 기재)	국 명	출원			등 록			기 타	
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호		
품종생산 판 매신고	루비얼 (Ruby yeol)	한국				권오하	2014,2,19	40-2014-00028 3	생관번호 02-0001-2014- 10	
품종 생산 판매신고	권농레드킹 (Kwonnong Red King)	한국				권오하	2015, 2, 26	40-2015-00039 6	생관번호 02-0001-2015- 12	
보호출원	권농레드킹 (Kwonnong Red King)	한국	권농종묘	2015.12.1 5	출원 2015-718					
보호출원	권농부라보2호 (Kwonnong Bravo 2ho)	한국	권농종묘	2015.12.1 5	출원 2015-717					
품종생산판 매신고	권농루비킹 (Kwonnong Ruby King)	한국				권오하	2015, 12.17	40-2015-00177 4	생관번호 02-0001-2015- 52	
품종생산판 매신고	권농부라보2호 (Kwonnong Bravo 2ho)	한국				권오하	2016.09. 13	40-2016-00093 5		

\ 유전자원 등록

세부적으로 전부(건별로)기록						
번호 (도입번호)	품종명(회사), 특성	수집	등록			기 타
			등록인	등록일	등록번호	
#456	crispar(신젠타), 적환20일무, 위황병 저항성소재	영국	이종철	2016.2.25	BP1234243	
#457	cirox, (누넴), 적환20일무, 위황병 저항성소재	영국	이종철	2016.2.25	BP1234244	
#458	적환무 cnseed 적환20일무, 위황병 저항성소재, 노지 내서성 강	영국	이종철	2016.2.25	BP1234245	
#460	cnseed32287, 백환20일무, 위황병 저항성 소재	영국	이종철	2016.2.25	BP1234246	
51051	kwonnongbrabo2ho, 자색근피, 자색육질의 중형 유색무	한국, 권농종묘, 연구과제성과물	이종철	2016.2.25	BP1234250	
51055	kwonnongredking, 적색근피, 흰색육질의 중형 유색무	한국, 권농종묘, 연구과제성과물	이종철	2016.2.25	BP1234251	
51054	kwonnongrubbyking, 적색근피, 적색육질의 소형 유색무	한국, 권농종묘, 연구과제성과물	이종철	2016.2.25	BP1234252	
31063	rubyyeol, 자색엽병, 반자색근피의 열무, 베이비용 유색무	한국, 권농종묘, 연구과제성과물	이종철	2016.2.25	BP1234253	
계통	적환20일무, 위황병 저항성소재, 노지내서성강	영국	이종철	2016.10.19	BP1295173	
계통	적환20일무, 위황병 저항성소재, 노지내서성강	영국	이종철	2016.10.19	BP1295174	
계통	적환20일무, 위황병 저항성소재, 노지내서성강	영국	이종철	2016.10.19	BP1295175	
계통	적환20일무, 위황병 저항성소재, 노지내서성강	영국	이종철	2016.10.19	BP1295180	

제 2 절 관련분야의 기여도

1. 경제·산업적 측면

(1) 유럽의 경우 기존 유색무의 종자시장은 크지 않으나 황산화 작용이 인정받고 있는 색소 체 고함유 품종 공급을 통해 동북아에 주로 한정되어 있던 무 시장을 유럽 및 미주 등 생식용 신선채소 시장으로 확대하여 유럽의 경우 전체 무 종자 시장은 현재 연간 200억 원 내외로 미미하나 이를 샐러드 및 신선 채소류 시장으로 확대할 경우 상당한 무 종자시장의 확대가 가능하다.

(2) 경쟁국이 보유하고 있지 않은 육성 소재의 개발과 이를 이용한 품종의 독점 공급을 통해 종자 가격 상승을 도모함으로써 전체 무 종자 수출을 증대에 기여 할 것이다. (종자 단가 상승 3배 정도로 추정)

(3) 안토시아닌을 함유한 다양한 타입별 유색무 품종의 개발로 기존의 무 종자 시장뿐만 아니라 시장에서도 점유율을 높여 종자 수출 및 소비자의 샐러드용 채소로서의 무의 선호도를 높일 수 있다.

(4) 안토시아닌을 함유한 다양한 형태의 무 품종들은 전 세계 적환무 종자시장을 대체할 수 있을 뿐만 아니라 새로운 생식용 기능성 채소작물로 자리 잡을 것으로 기대된다.

(5) 안토시아닌 등의 색소체들은 항산화 작용을 하는 기능성 물질로 보고되고 있으며 이러한 생식용 고기능성 신선채소에 대한 소비자의 요구가 세계적으로 지속적으로 증가하고 있는 추

세에 대응하기 위하여 색소체가 함유된 유색무의 개발은 향후 채소종자의 수출에 성장 동력이 될 것이다.

2. 기술적 측면

(1) 성분 분석 기술을 이용한 교잡 육종의 효율적인 체계를 구축함으로써 향후 성분 연관 고품질 채소 품종 육성을 위한 강력한 도구가 될 것이다.

(2) 다양한 색소군의 무 유전자원 수집 및 특성검정 자료는 향후 육종에 효율적인 이용할 것이다.

(3) 품종군간 교잡을 통한 색소체 발현 유전자의 새로운 형태의 유색무로의 도입으로 교잡 육종을 위한 기초자료 및 기틀을 확립하여 향후 교잡을 통한 품종육성에 기초자료를 제공한다.

(4) 육성된 색소체 고품유 우수계통을 CMS계통으로 육성하여 CMS(웅성불임)를 이용한 고순도 무종자 생산 및 핵심 유전자원의 보호에 기여 할 것이다.

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1 절 육성된 품종의 활용계획

- 무의 종자 시장규모는 전 세계적으로 연간 130-155 백만불로 추정되며 향후 383 백만불로 성장할 것으로 예상됨(자료: contex 2020 outlook). 재배면적은 150만 ha로 추산되며 중국과 인도의 면적이 80 % 이상이나 종자시장은 20-30% 수준으로 저가의 종자 시장 국가임. 반면 일본과 한국은 재배면적은 8% 수준이나 종자가격은 70%를 차지하여 고가의 종자 시장임이 확인됨.
- 중국과 동남아 및 인도 시장은 OP 종자가 대부분을 차지하나 경제가 성장함에 따라 F1종자 시장으로 전환되고 있어 무의 종자시장은 급속히 커질 것으로 보임.
- 일본은 무 종자의 시장규모는 약 152억원, 종자 소요량은 100톤 정도로 추산되며 소비량과 생산면적은 안정적으로 유지 될 것으로 보임. 일본은 근피, 근형, 만추대성, 위황병 등의 높은 수준의 품종 특성을 요구하고 있음.
- 유럽과 미주의 경우는 유색무 재배면적은 유럽지역이 약 10,000ha 로 종자 소요량은 약 300톤이고 종자 가격은 약 2,200만 달러에 달하고 미주지역의 종자소요량은 약 60톤이고 종자가격은 300만 달러에 달하는 것으로 추정하고 있음. 종자가격은 60-80\$/KG로 동남아무보다 가격이 높게 형성되고 있으며 중국 봄무와 비슷한 가격에 거래되고 있으며 이 지역에서의 무 종자 시장은 지속될 것으로 판단되며 수출 품목으로 가치가 클 것으로 판단됨.

1) 산업화 방향(제품의 특징, 대상 등)

- 항산화 작용이 있는 안토시아닌 고함유 유색무 품종 개발을 통해 동북아에 주로 한정되어 있던 무 종자수출이 유럽 및 미주 등 생식용 기능성 채소 시장에도 종자 수출이 확대될 것으로 기대됨.
- 유럽, 미주 등지의 경쟁국이 보유하고 있지 않은 새로운 형질을 가지는 적환20일무, 청환무, 홍피홍심무, 자색환무, 백환무 등 품종개발을 위한 육성 소재의 개발과 이를 이용한 품종육성으로 독점 공급을 통해 종자 가격 상승을 도모함으로써 전체 무 종자 수출을 확대할 수 있음.
- 현재 재배되고 있는 적환20일무 품종들은 다소 순도가 낮은 편인데 MS를 이용한 고순도의 종자, 근피, 바람들이, 노균병에 내성이 있는 종자를 개발 보급한다면 단기간에 수출이 가능할 것으로 예상됨.
- 적환20일무는 파종 후 20-30일에 직경 2-3cm 크기의 환형의 근피가 적색인 극조생계 무인데 이와는 다른 새로운 개념을 도입하여 35일에 수확하는 다소 큰 적환무, 근피와 내부가 청색인 청환무, 근피와 내부가 적색인 홍심적환무, 개량된 백환무의 개발은 유럽과 미주 시장뿐만 아니라 전 세계의 시장에 접목될 수 있고 국익 창출에 큰 역할을 할 것으로 기대됨.
- 유럽과 미주의 무 시장은 현지의 채소 시장을 둘러본 경험으로 예상보다 더 크다고 판단되며 향후 더 커질 것으로 판단됨.

- 안토시아닌 색소체 유색무 품종의 수출을 위한 홍보 및 해외 적응연락시험을 위해 유색무의 시장기호도 조사와 홍보 및 바이어 발굴을 위해 APSA, Fruit Logistica in Berlin, 등 세계적인 종자 박람회 및 전시회에 참여하여 홍보 및 수출의 증대에 주력할 계획입니다.
- 성분분석기술을 이용한 교잡 육종의 효율적인 체계를 구축하고 유전자원의 수집, 중간 교잡을 통한 품종 육종기술 등은 향후 성분 연관 고품질 채소 품종 육성을 위한 강력한 도구가 될 뿐만 아니라 육종에 효율적으로 이용할 것이다.
- 연구 성과로 육성된 품종은 품종보호 출원, 등록과 CMS(웅성불임)를 이용한 품종으로 고순도 유색무 생산 및 핵심 유전자원의 보호에 활용할 계획이다.

기술실시보고서								
(단위 : 원)								
연구개발과제 현황	사업명	Golden Seed 프로젝트		연구과제번호	213002-04-4-SBK10			
	연구기관명	유색무 품종개발						
	연구기간	농림회사법인 권농종묘(주)	연구책임자	이종철	참여기업명	농림회사법인 권농종묘(주)		
	연구기간	2013.7.25	연구기간	2013.07.25 ~ 2016. 12. 31				
연구개발비	정부출연금	기업유연금	기타 ()	계				
	365,000,000	122,000,000		487,000,000				
기술실시제약 및 성취활용 현황	개발(개발)명	유색무 품종 개발						
	개발(개발)연	2015.1.1	실시(개발)기간	2016.1.1~2025.12.31				
	개발(개발)종	품종보호출원, 생산원예전수	실시(개발)유형	직접실시				
	* 기술실시 특성(출원,등록, 인 경우)	명칭	루비얼, 안토리드링, 권농무비링, 권농쓰라오오		일자	1. 2014. 02. 19 2. 2015. 02. 26 3. 2015. 12. 16 4. 2015. 09. 18 5. 2015. 12. 16 6. 2015. 12. 15		
		번호	1 생산원예전(2000비링) 45-2014-011255 2 생산원예전(권농리드링) 40-2015-004890 3 생산원예전(권농무비링) 40-2015-004777 4 생산원예전(권농무비링) 40-2015-002895 5 권농쓰라오오(권농리드링) 출원 2015-714 6 권농쓰라오오(권농무비링) 출원 2015-717					
		기관명	농림회사법인 권농종묘(주)				기관유형	농이법인
		주소	충청북도 청주시 흥덕구 중년로 136(기정동)				대표자	권오하
		사업자번호	317-61-39023				전화번호	043-233-7479
	주세담당자	이종철		e-mail	[REDACTED]			
	기술요산청리내	- 농림회사법인 권농종묘(주)는 중소기업에 속하여 정부출연금의 13%(36,500,000원)로 기술요산청, 농업경영체에 속하여 기술요 집행(90%) 집행 - 권농종묘 : GSP사업제약상-CCC, 2016.00.00						
기술도	개발기술도	정질기술도		기타 초선				
	상수(남부)대정질, 상수(남부)분액, 차수(남부)	정수(남부)대정질	정수(남부)분액					
	-	-	정수(남부)사적질	정수(남부)정수				
	-	대상에 따른 기술도	-	-				
	계	-	-	정수(남부)종묘	정수(남부)정수	대용(대) ()%		
기타특기사항	국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제22조 제2항에 따라 위와 같이 기술실시제약이 체결되었음을 보고합니다. 붙임 1. 기술실시제약서 사본 1부(타기관으로 기술이전시). 2. 지식재산권을 포함하는 기술이전인 경우 해당 증명자료(특허 등록증, 출원증 등) 1부 (타기관으로 기술이전시). 3. 연구개발과제협약서 사본 1부(직접실시시). 2016년 10월 27일 주관연구기관 농림회사법인 권농종묘(주)의 대표 권오하 직인 농림수산식품기술기획평가원장 귀하							

[별지 제23호 서식]

품종 생산·수입판매 신고증명서

신고번호: 02-0001-2014-10
품종명칭 등록출원번호: 40-2014-000283

신청인	성명 (대표자)	권오하	생년월일 (외국인은 국적)	1964년 02월 26일
	주소	충청북도 청주시 흥덕구 풍년로 186(가경동) 농업회사법인 권농종묘(주) (우)28394		
법인명칭	농업회사법인 권농종묘(주)	전화번호	043-233-7479	
육성자	성명	이종철 외 1명	생년월일 (외국인은 국적)	1971년 01월 19일
	주소	충북 청주시 흥덕구 풍년로 186 권농종묘 (우)28394		


품종이 속하는 작물의 학명 및 명칭 *Raphanus sativus L. 卍*

품종의 명칭 루비열 (Rubyeol)

「종자산업법」 제38조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.

(단, 이 품종의 명칭은 「식물신종보호법」 제109조에 따라 등록된 이후에 사용할 수 있습니다.)

2014년 02월 19일

국립종자원 

[별지 제23호 서식]

품종 생산·수입판매 신고증명서

신고번호: 02-0001-2015-12
품종명칭 등록출원번호: 40-2015-000396

신청인	성명 (대표자)	권오하	생년월일 (외국인은 국적)	1964년 02월 26일
	주소	충청북도 청주시 흥덕구 풍년로 186(가경동) 농업회사법인 권농종묘(주) (우)28394		
법인명칭	농업회사법인 권농종묘(주)	전화번호	043-233-7479	
육성자	성명	이종철 외 1명	생년월일 (외국인은 국적)	1971년 01월 19일
	주소	충북 청주시 흥덕구 풍년로 186 권농종묘 (우)28394		


품종이 속하는 작물의 학명 및 명칭 *Raphanus sativus L. 卍*

품종의 명칭 권농레드킹 (Kwonong Redking)

「종자산업법」 제38조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.

(단, 이 품종의 명칭은 「식물신종보호법」 제109조에 따라 등록된 이후에 사용할 수 있습니다.)

2015년 02월 26일

국립종자원 

[별지 제23호 서식]

품종 생산·수입판매 신고증명서

신고번호: 02-0001-2015-52
품종명칭 등록출원번호: 40-2015-001774

신청인	성명 (대표자)	권오하	생년월일 (외국인은 국적)	1964년 02월 26일
	주소	충청북도 청주시 흥덕구 풍년로 186(가경동) 농업회사법인 권농종묘(주) (우)28394		
법인명칭	농업회사법인 권농종묘(주)	전화번호	043-233-7479	
육성자	성명	이종철 외 1명	생년월일 (외국인은 국적)	1971년 01월 19일
	주소	충북 청주시 흥덕구 풍년로 186 권농종묘 (우)28394		

품종이 속하는 작물의 학명 및 명칭 *Raphanus sativus L. 卍*

품종의 명칭 권농루비킹 (Kwonong Rubyking)

「종자산업법」 제38조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.

(단, 이 품종의 명칭은 「식물신종보호법」 제109조에 따라 등록된 이후에 사용할 수 있습니다.)

2015년 12월 18일

국립종자원 

[별지 제23호 서식]

품종 생산·수입판매 신고증명서

신고번호: 02-0001-2016-39
품종명칭 등록출원번호: 40-2016-000935

신청인	성명 (대표자)	권오하	생년월일 (외국인은 국적)	1964년 02월 26일
	주소	충청북도 청주시 흥덕구 풍년로 186(가경동) 농업회사법인 권농종묘(주) (우)28394		
법인명칭	농업회사법인 권농종묘(주)	전화번호	043-233-7479	
육성자	성명	이종철 외 1명	생년월일 (외국인은 국적)	1971년 01월 19일
	주소	충북 청주시 흥덕구 풍년로 186 권농종묘 (우)28394		

품종이 속하는 작물의 학명 및 명칭 *Raphanus sativus L. 卍*

품종의 명칭 권농브라보2호 (Kwonong Bravo2ho)

「종자산업법」 제38조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.

(단, 이 품종의 명칭은 「식물신종보호법」 제109조에 따라 등록된 이후에 사용할 수 있습니다.)

2016년 09월 13일

국립종자원 

민원인을 가족같이, 민원을 내일같이

통지된 내용에 의문이 있으시면 담당자에게 문의하시기 바랍니다.

담당자: 김민지 전화: (054) 912-0113 FAX: (054) 912-0210
인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr

740-220 경상북도 김천시 혁신8로 119

품종보호출원번호 통지서

출원일자: 2015.12.15

품종보호 출원번호: 출원 2015 - 718

품종명칭 출원번호: 명칭

작 물 명: 무

품종 명칭: 권농레드킹

출 원 인: 권농종묘

주 소: 충청북도 청주시 흥덕구 풍년로 186

2015년12월15일

국립종자원



민원인을 가족같이, 민원을 내일같이

통지된 내용에 의문이 있으시면 담당자에게 문의하시기 바랍니다.

담당자: 김민지 전화: (054) 912-0113 FAX: (054) 912-0210
인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr

740-220 경상북도 김천시 혁신8로 119

품종보호출원번호 통지서

출원일자: 2015.12.15

품종보호 출원번호: 출원 2015 - 717

품종명칭 출원번호: 명칭

작 물 명: 무

품종 명칭: 권농부라보2호

출 원 인: 권농종묘

주 소: 충청북도 청주시 흥덕구 풍년로 186

2015년12월15일

국립종자원



제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

유색무에 대한 연구 논문은 극히 적은 상태이나 수집 활용하였고, 유색무는 응성불임을 이용하여 주로 채종해야 고부가가치가 창출되므로 응성불임 관련 자료를 수집평가연구에 집중적으로 이용하였다. 후 부분에 색소체 관련 기술정보를 제시하였다.

• 응성불임의 종류

응성불임(male sterility: MS)이란 응성기관의 이상으로 정상적인 화분이 만들어지지 않아 종자가 형성되지 않는 현상을 말하는데 일반적으로 유전적인 원인으로 인한 응성기관의 결함을 의미한다.

응성불임은 그 유전기구에 따라 유전자적 응성불임(genic male sterility: GMS), 세포질적 응성불임(cytoplasmic male sterility: CMS), 세포질 유전자적 응성불임 (cytoplasmic-genic male sterility: CGMS)으로 구분된다(Kaul,1988).

유전자적 응성불임(GMS)은 핵내의 유전자만 관여하여 일어나는 경우로 옥수수, 보리, 수수, 토마토, 피, 팥, 머스크멜론 등에서 볼 수 있는데 핵내 유전인자가 단인자 열성일 때 MS가 나타난다고 보고하였다. 실용적으로 고추에서 널리 이용되었으나 MS 출현율이 50%이기 때문에 채종시에 다소 문제점이 있었다.

세포질적 응성불임(CMS)은 세포질의 유전물질만 관여하여 나타나는 경우로 옥수수, 해바라기, 밀에서 발견되어 보고되었다. CMS는 영양체를 목적으로 하는 작물에는 매우 실용적이거나 과(fruit)를 목적으로 하는 작물에는 이용할 수 없다는 단점이 있다.

세포질 유전자적 응성불임 (CGMS)은 세포질의 유전물질과 핵내 유전자의 상호작용에 의하여 나타나는 경우로 무, 양파, 고추, 사탕무, 당근, 아마, 등 약 150여종의 다양한 식물에서 많은 보고가 있었다. 현재 무, 양파, 당근, 고추 등에서 널리 이용되고 있다.

• 세포질 유전자적 응성불임(CGMS)의 유전분석

응성불임 세포질과 핵내 회복인자가 어떠한 유전양상으로 응성불임이 발현되는지에 대한 많은 연구가 많은 작물에서 보고되었다.

고추에서 널리 이용되고 있는 Peterson(1958)이 발견한 CGMS는 불임세포질과 핵내 단인자 열성에 의해 MS가 발현된다고 보고하였다. Norvak(1971)등은 Peterson의 CGMS 개체를 가지고 유전분석을 했는데 응성가임개체(Rf)와 응성불임개체(rf)의 비율이 F₂와 test cross에서 각각 9:7, 3:1으로 나와 보족관계인 두 개의 주동유전자가 관여하는 것으로 추정하였다.

Lee(2001)는 Peterson의 CGMS에서 응성불임성과 응성회복성의 불안정에 대한 유전분석을 통하여 핵내 주동회복유전자(Rf)외에 임성의 안정성을 결정하는 다른 유전자좌(S_r)를 밝혔는데 이는 Rf와는 독립적이고 이좌에는 3개의 복대립유전자(St₁, St₂, St₃)가 있음을 보고 하였다. St₁과 St₂

는 임성의 안정성을 높여주는 반면 St_0 는 임성을 불안정하게 하는 유전자로, St_0 는 St_1 에 우성이거나 St_2 에는 열성이라고 보고하였다.

Johnes(1943)등은 양과의 CGMS는 불임세포질과 핵내 단인자 열성에 의해 MS가 100% 발현된다고 보고하였다

Tomson(1961)은 당근에서 불임세포질과 적어도 2-3개의 핵내중복유전자에 의하여 MS가 발현된다고 하였고, 한(1968)등과 김(1974)은 2쌍의 유전인자와 1쌍의 억제유전인자가 동시에 관여하여 우성으로 나타난다고 하였고, 박(1984)등은 재료에 따라서 유전양식이 다른데 이는 불임세포질과 2쌍의 중복우성유전자 또는 보족우성유전자의 상호작용에 의한 것과 2쌍의 보족우성유전자 및 보족우성유전자에 의하여 지배된다고 하였다.

Owen(1945)과 Kinoshita(1968)와 Imanish(1976)등은 사탕무에서 불임세포질과 2쌍의 핵내 유전인자에 의하여 MS가 발현된다고 보고하였다.

무(Radish)의 경우 Ogura(1968)가 불특정의 일본 무에서 MS를 발견 보고하였는데 이는 불임세포질과 핵내 단인자열성에 의해 MS가 발현된다고 보고하였다. 한(1967)은 의성반청무에 X선 처리를 하여 Kimera이면서 응성불임인 개체를 유기하였는데 이는 이후 정(1974)에 의해 불임세포질과 핵내단인자 열성에 의해 MS가 발현된다고 보고하였다. 이(1984)는 의성반청무에서 우연히 발견된 응성불임을 보고하였는데 이도 불임세포질과 핵내 단인자 열성에 의해 MS가 발현된다고 보고하였다.

이후 Ymagish(1994) 등은 일본의 재배품종과 야생종의 세포질 분석을 통해 MS세포질의 분포를 연구하였는데 재배품종에서는 MS 세포질이 발견되지 않았고 야생종에서 Ogura 세포질이 넓게 분포되어 있는 것으로 보고하였다.

Iwabuchi(1999)와 Koizuka(2000,2002,2003)는 일본의 Kosena 품종에서 발견된 kos CMS를 분석한 결과 그 유전양상은 Ogura MS의 유전과 같았으나 mtDNA가 약간 다르고 임성회복은 두 개의 보족유전자 Rf_{k1} , Rf_{k2} 에 의해 지배된다고 보고하였다.

이후 농우바이오(주)는 중국에서 수집한 무에서 새로운 CMS를 보고하였는데 이를 nwb CMS로 명명하였고, 이는 MS를 유기하는 세포질의 mtDNA가 Ogura CMS와 Kosena CMS와는 다르며, Ogura CMS와 Kosena CMS의 임성을 회복시키는 계통이 NWB CMS는 회복시키지 못하여 그 이용가능성이 높다고 하였다(특허공보200).

• 응성불임성의 조직학적(세포학적) 연구

응성불임의 조직학적 연구는 발생학적 과정을 통하여 화분퇴화의 원인을 구명하기 위하여 수행되어 왔는데, 일반적으로 원인은 소포자발달의 영양공급원인 Tapetum에 있는 것으로 보고되고 있다.

화분퇴화의 원인으로는 1) Tapetum에는 이상이 없으나 감수분열이상 등으로 불임이 되는 경우, 2) Tapetum의 이상으로 불임이 되는 경우, 3) Tapetum의 형성실패로 인한 불임 등이 보고되었다.

지금까지 무의 화분퇴화에 대한 연구는 많이 보고되었는데 덕중()는 Tapetum의 미분화나 미 발달로 인한 영양공급원이 없기 때문에 화분으로 발달하지 못하여 응성불임으로 된다고 보고하였고, 서(), 정() 등은 Tapetum이 이상비대하고 공포가 생겨서 소포자가 발달하지 못하고 약실이 위축되기 때문이며, 화분퇴화의 시기는 서()는 사분자기에 정()은 포원세포기부터 소포자 모세포기였다고 보고하였다..

Ogura()등은 사분자기 이후에 Tapetum의 조기붕괴가 화분불임의 원인이라고 발표하였으나 화분의 퇴화는 이상비대, 공포화, 세포막의 상실로 인한 부분적인 융합 등의 과정을 통하여 발생하나 화분이 퇴화되는 동안 조직이 약벽으로부터 분리되지 않는 것이 서()의 보고와 큰 차이점이라고 하였다,

조(1989)은 사분자기에서 소포자 형성초기까지는 MF와 유사하다가 소포자기 후부터 Tapetum이 이상비대해지면서 액포가 많이 생기고 소포자는 정상적인 세포막을 형성하지 못한다고 보고하였다.

이(1984)는 소포자 모세포의 감수분열 직전에서 사분자기에 걸쳐 의성반청에서 우연히 발견된 MS에서 원인은 Tapetum이 이상비대와 공포화가 원인이라고 보고하였다.

5. CGMS의 분자생물학적 연구

(1) CGMS 세포질의 유전자의 실체 및 구조

CGMS는 모계 유전을 하므로 관련 유전자는 미토콘드리아 또는 엽록체에 있을 것으로 추정하여 왔는데 Leaver and Gray(1982)가 관련 유전자가 미토콘드리아에 있음을 보고한 이래 Clark(1985), Dewey 등(1986), Hanson과Conde(1985) 그리고 Holford등(1991)에 의해 mtDNA에 있음이 확인되었다. 거의 모든 작물에서 cpDNA에는 거의 차이가 없었다.

자연발생적인 CGMS의 대부분은 미토콘드리아 genome에 기존의 mtDNA의 일부 유전자가 recombination과 rearrangement에 의해 생겨난 새로운 sequence가 삽입되어서 일어난 것으로 보고되고 있다. 특히 새로 생성된 mtDNA는 주로 ATP synthase 생성유전자(*atp*)와 cytochrome oxidase 생성유전자(*cox*) 간의 재조합이나 재배열에 의해 생겨난 것이다. 이는 옥수수, 페츰니아, 강남콩, 당근, 고추, 유채, 무, 해바라기, 수수 등에서 증명되었다(Abad 등, 1995; Akagi, 1995; Dewey 등,1986; Kim, 1998; Kohler,1991; Szklarczyk,2000; Tang,1996; Zabala 등,1997).

Dewey 등(1986), Grelon(1994), Levings(1993), Zabala등(1997)에 의하면 옥수수 T-CGMS의 경우는 recombination에 의해 3567 base pair크기인 *T-urf13*이라는 새로운 유전자가 생겨났기 때문이고, S-CGMS의 경우는 반복된 'R' region에 두 개의 chimeric ORF인 *orf355* 와 *orf77* 가 재배열 되었기 때문이라고 하였다. Levings(1993)에 의하면 이 *T-urf13* 유전자가 전사와 번역과정을 거쳐 13K dalton의 polypeptide를 만드는데, 이것이 Tapetum내의 미토콘드리아의 내막에 부착하게 되면 이막의 투과성을 변성시켜 미토콘드리아 내의 Ca⁺⁺와 NAD⁺를 미토콘드리아 밖으로 용출시키게 된다. 이로 인해 미토콘드리아의 증식율은 급격히 저하되고 Tapetum의 발육이 비정상화되어 응성불임이 되는 것으로 보고하였다.

Hanson(1991, 1996)에 의하면 페츄니아의 CGMS는 3153 base pair 크기의 *S-pcf* 라는 새로운 mtDNA 조각이 삽입되어서, John 등(1992)에 의하면 강남콩의 CGMS는 3kb 정도의 *pvs* 유전자의 추가 삽입으로, Kanzaki 등(1991)에 의하면 당근의 CGMS는 mtDNA의 recombination에 의한 *pkt5* 유전자에 의해, Kim(1998)에 의하면 Peterson CGMS 고추는 *coxII*와 *atp6* 유전자간의 유전자좌에서 변형에 의해 MS가 유기된다고 보고하였다.

Bonhomme(1992), Grelon(1994), Jean 등(1997), Sigh and Brown(1991)에 의하면 유채에는 *polima*와 *napus* CGMS가 있는데 이는 각각 재배열된 *orf224*와 *orf222*에 기인한다고 하였다.

Chtrit 등(1992)에 의하면 담배는 50kb 정도의 mtDNA의 결실에 의해 MS가 유기된다고 하였고, Holford 등(1991)에 의하면 양파는 MS와 MF간에 mtDNA의 차이가 없었다고 보고하였다.

Makaroff(1995)은 *ogura* CMS는 mtDNA의 재배열된 *orf138* 유전자에 의해, 음성불임이 유기된다고 하였고 이 유전자는 19kDa의 단백질을 합성한다고 보고하였다. Sakai는 *kosena* CMS는 재배열된 *orf125*에 의해 불임이 유기되며 이 유전자는 19kDa의 단백질을 합성하는 것으로 보고하였다.

Iwabuchi(1999)는 *orf138*과 *orf125*의 염기서열을 비교하였는데, *orf125*는 *orf138*에 비해 39bp의 염기가 deletion, 2개의 amino acid substitution외에는 homologous sequence를 보인다고 하였다.

orf

• CGMS 음성회복 유전자 및 기작

Dewey(1987)와 Moneger(1994)는 음성불임은 핵내의 음성회복유전자(nuclear fertility restorer genes; Rf)에 의해 회복되는데 이 회복유전자는 CMS associated gene의 발현을 조절한다 하였고, 일부 종에서 임성의 회복은 CMS associated transcript나 protein의 감소와 관계가 있다고 보고하였다. Iwabuchi(1993), Pring(1998), Wise(1996)은 임성의 회복은 altered RNA mutation이나 CMS associated transcripts의 edition이 관계가 있다고 보고하였다.

현재까지 음성회복유전자는 옥수수과 페츄니아 그리고 무에서 cloning되어 보고되었는데, Cui(1996)와 Liu(2001)는 옥수수의 *rf2* 유전자는 aldehyde dehydrogenase를 coding한다고 보고하였고, Bentolila(2002)는 페츄니아의 Rf 유전자는 pentatricopeptide repeat(PPR) containing protein을 coding 한다고 보고하였다.

Koizuka(2000, 2003)는 무의 *kos* CMS에서 음성회복은 두 개의 보족유전자 Rf_{k1} , Rf_{k2} 에 의해 지배된다고 보고하였고, Rf_{k1} 에 의해 *orf125* protein이 감소한다고 보고하였다. 또한 Rf_{k1} 유전자에 해당하는 *orf687*을 동정하여 보고하였는데 이는 16 repeats of 35-amino acid pentatricopeptide repeat(PPR) containing protein을 coding 한다고 보고하였다.

Gregory(2003)는 무의 *ogu* CMS에서 음성회복은 Rfo 유전자에 지배되는데 이 Rfo 유전자를 cloning하여 보고하였는데 *kos* CMS의 *orf687*과 같이 687개의 amino acid coding하며 이는 pentatricopeptide repeat(PPR) containing protein이라고 보고하였는데 *orf687*과 Rfo는 같은 유전자로 추정되어진다.

<색소체 관련 문헌들>

1. [해외논문] Characterization of Red Radish Anthocyanins Authors

GIUSTI, M. M., & WROLSTAD, R. E. (1996). Characterization of red radish anthocyanins. *Journal of Food Science*, 61(2), 322-326

초록 : Red radish (*Raphanus sativus* L.) anthocyanins were extracted from liquid nitrogen powdered epidermal tissue using acetone, partitioned with chloroform and isolated using C-18 resin. The monomeric anthocyanin content, determined by pH-differential, was 154 ± 13 mg/100g epidermal tissue (pelargonidin-glucoside basis). Thermal processing of radishes showed that the pigments were stable to heat. Four major pigments were identified by Mass Spectroscopy, HPLC, and spectral analyses as pelargonidin-3-sophoroside-5-glucoside derivatives. The two major pigments were acylated with malonic acid and either ferulic or p-coumaric acid. The two other pigments were acylated with only ferulic or p-coumaric acid. Acylation increased pigment resistance to acid hydrolysis.

2. [해외논문] Quality determination of red radish by nondestructive root color measurement

Schreiner, M., Krumbein, A., Schonhof, I., Widell, S., & Huyskens-Keil, S. (2003). Quality determination of red radish by nondestructive root color measurement. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128(3), 397-402.

초록 : A new approach for nondestructive quality assessment based on color measurement was developed for red radishes (*Raphanus sativus* L.). Postharvest changes in hue angle corresponded with changes in soluble and insoluble pectic substances linked to textural characteristics in 'Nevadar' radishes. Changes in glucosinolates were related to changes in chroma and were associated with radish flavor. However, monosaccharides were not related to root color during the 4 days of postharvest period. Nevertheless, the data suggest that root color may be used as a rapid, inexpensive and reliable indicator of quality during the postharvest distribution of radish.

3. [해외논문] Acylated anthocyanins from red radish (*Raphanus sativus* L.)

Otsuki, T., Matsufuji, H., Takeda, M., Toyoda, M., & Goda, Y. (2002). Acylated anthocyanins from red radish (*Raphanus sativus* L.). *Phytochemistry*, 60(1), 79-87.

초록 : Twelve acylated anthocyanins were isolated from the red radish (*Raphanus sativus* L.)

and their structures were determined by spectroscopic analyses. Six of these were identified as pelargonidin 3-O-[6-O-(E)-feruloyl-2-O-β-d-glucopyranosyl]-(1→2)-β-d-glucopyranoside]-5-O-(β-d-glucopyranoside), pelargonidin 3-O-[6-O-(E)-caffeoyl-2-O-(6-(E)-feruloyl-β-d-glucopyranosyl)-(1→2)-β-d-glucopyranoside]-5-O-(β-d-glucopyranoside), pelargonidin 3-O-[6-O-(E)-p-coumaroyl-2-O-(6-(E)-caffeoyl-β-d-glucopyranosyl)-(1→2)-β-d-glucopyranoside]-5-O-(β-d-glucopyranoside), pelargonidin 3-O-[6-O-(E)-feruloyl-2-O-(6-(E)-caffeoyl-β-d-glucopyranosyl)-(1→2)-β-d-glucopyranoside]-5-O-(β-d-glucopyranoside), pelargonidin 3-O-[6-O-(E)-p-coumaroyl-2-O-(6-(E)-feruloyl-β-d-glucopyranosyl)-(1→2)-β-d-glucopyranoside]-5-O-(β-d-glucopyranoside), and pelargonidin 3-O-[6-O-(E)-feruloyl-2-O-(2-(E)-feruloyl-β-d-glucopyranosyl)-(1→2)-β-d-glucopyranoside]-5-O-(β-d-glucopyranoside).

4. [해외논문] Anthocyanin pigment composition of red radish cultivars as potential food colorants

Giusti, M. M., RODRÍGUEZ-SAONA, L. E., Baggett, J. R., Reed, G. L., Durst, R. W., & Wrolstad, R. E. (1998). Anthocyanin pigment composition of red radish cultivars as potential food colorants. *Journal of Food Science*, 63(2), 219-224.

초록 : Red radish (*Raphanus sativus* L.) cultivars were evaluated with respect to qualitative and quantitative anthocyanin (ACN) pigment content. Radishes were grown at 2 locations (Corvallis and Hermiston, OR) and harvested at 2 maturity stages. Pigment content was dependant on cultivar, root weight and location, higher amounts being obtained at Hermiston. Spring cultivars (n=22) had pigmentation in the skin, ranging from 39.3 to 185 mg ACN/100g skin. Red-fleshed Winter cultivars (n=5) had pigment content ranging from 12.2 to 53 mg ACN/100g root. ACN profiles were similar for different cultivars, the major pigments being pelargonidin-3-sophoroside-5-glucoside, mono- or di-acylated with cinnamic and malonic acids; individual proportions varied among cultivars. Estimated pigment yields ranged from 1.3 to 14 kg/ha.

5. [해외논문] Chemical characterization and antioxidant capacity of red radish (*Raphanus sativus* L.) leaves and roots

Goyeneche, R., Roura, S., Ponce, A., Vega-Gálvez, A., Quispe-Fuentes, I., Uribe, E., & Di Scala, K. (2015). Chemical characterization and antioxidant capacity of red radish (*Raphanus sativus* L.) leaves and roots. *Journal of Functional Foods*, 16, 256-264.

초록 : Abstract

Red radish roots and leaves were characterized in terms of their physico-chemical, nutritional, antioxidant and microbiological properties. The nutritional value of radish leaves far exceeded the corresponding value for roots. Leaves presented higher percentage of protein, ash and crude fiber than roots. Calcium was found to be the most abundant mineral with a value of 752.64 mg/100 g. Ascorbic acid content in leaves (38.69 mg/100 g) doubled the value found in roots. Total phenolic contents of leaves (695.07 mg GAE/100g d.m.) were almost two times higher than for roots, while total flavonoid levels (1042.73 mg quercetin/100 g d.m.) were four times higher. Leaves' and roots' antioxidant activities were 39.48 mmol and 11.09 mmol TE/100 g d.m., respectively, by means of ORAC analysis. The most abundant free and bound phenolic compounds of roots and leaves were pyrogallol and vanillic acid; and epicatechin and coumaric acid, respectively.

6. [해외논문] Anthocyanin and glucosinolate occurrences in the roots of Chinese red radish (*Raphanus sativus* L.), and their stability to heat and pH

Jing, P., Zhao, S. J., Ruan, S. Y., Xie, Z. H., Dong, Y., & Yu, L. L. (2012). Anthocyanin and glucosinolate occurrences in the roots of Chinese red radish (*Raphanus sativus* L.), and their stability to heat and pH. *Food Chemistry*, 133(4), 1569–1576.

초록 : Roots of three unique Chinese radish cultivars were evaluated as potential sources for anthocyanin-type colourants or value-added products. These cultivars showed high variation in anthocyanins (63.77–160.74 mg/100 g FW). Seventeen pigments were tentatively identified by mass spectroscopy as pelargonidin-3-sophoroside-5-glucoside derivatives with multiple acylation of hydroxycinnamic acids. A bright colour (CIELab) of radish anthocyanins has been shown at a wide pH range, comparably stable at pH < 4.2. Those anthocyanins also showed a remarkable thermal stability, following a zero-order kinetics at pH 2.5 with half-lives of 14.5 or 8.7 h at 90 or 100 ° C, respectively. Additionally, those cultivars varied in glucosinolate contents (59.69–163.91 mg/100 g FW), whereas their degradation was sensitive to pH and followed a first-order kinetics at pH 5.8 with half-lives of 11.44 or 7.05 h at 90 or 100 ° C, respectively. However, the stable pH ranges for anthocyanins and glucosinolates were different: pH < 4.2 and pH > 3.6, respectively. In a radish juice model (pH 5.8/2.5), thermal degradation of anthocyanins or glucosinolates was associated closely with media pH values. In conclusion, cultivar selection, and thermal and pH conditions during processing or storage should be taken into account for quality, stability, and health benefits of radish derived natural colourants or nutraceutical products.

7. [해외논문] Anthocyanin occurrence in the root peels, petioles and flowers of red radish (*Raphanus sativus* L.)

Tatsuzawa, F., Toki, K., Saito, N., Shinoda, K., Shigihara, A., & Honda, T. (2008). Anthocyanin

occurrence in the root peels, petioles and flowers of red radish (*Raphanus sativus* L.). Dyes and pigments, 79(1), 83-88.

초록 : Three novel acylated pelargonidin 3-sophoroside-5-glucosides were isolated from the root peels, petioles and flowers of red radish, *Raphanus sativus* 'Cherry Mate', in addition to five known anthocyanins namely, pelargonidin 3-sophoroside-5-glucoside, pelargonidin 3-[2-(glucosyl)-6-(trans-p-coumaroyl)-glucoside]-5-glucoside, pelargonidin 3-[2-(glucosyl)-6-(trans-feruloyl)-glucoside]-5-glucoside, pelargonidin 3-[2-(glucosyl)-6-(trans-p-coumaroyl)-glucoside]-5-(6-malonylglucoside) and pelargonidin 3-[2-(glucosyl)-6-(trans-feruloyl)-glucoside]-5-(6-malonylglucoside). The structures of three new acylated anthocyanins were shown to be pelargonidin 3-O-[2-O-(β -d-glucopyranosyl)-6-O-(trans-caffeoyl)- β -d-glucopyranoside]-5-O-(6-O-malonyl- β -d-glucopyranoside), its demalonyl derivative, and pelargonidin 3-O-[2-O-(β -d-glucopyranosyl)-6-O-(cis-p-coumaroyl)- β -d-glucopyranoside]-5-O-(6-O-malonyl- β -d-glucopyranoside). These pigments were the main components present not only in the root but also in the petioles and flowers of red radish. p-Coumaroyl anthocyanins were the main pigments found in the root, petioles and flowers. Although the trans-p-coumaroyl form was abundant in all three plant organs, its cis form was present in very low amount within the root but in large amount in the flowers and petioles.

8. [해외논문] Antioxidant and pro-oxidant properties of acylated pelargonidin derivatives extracted from red radish (*Raphanus sativus* var. *niger*, Brassicaceae)

Wang, L. S., Sun, X. D., Cao, Y., Wang, L., Li, F. J., & Wang, Y. F. (2010). Antioxidant and pro-oxidant properties of acylated pelargonidin derivatives extracted from red radish (*Raphanus sativus* var. *niger*, Brassicaceae). *Food and Chemical Toxicology*, 48(10), 2712-2718.

초록 : The antioxidant and pro-oxidant potential of an extract from red radish, in which the major compounds were acylated pelargonidin derivatives, were assessed with a variety of assays in vitro. The extract appeared to form a complex with Fe³⁺ or Cu²⁺. It displayed a concentration-dependant reducing power (1.16 OD₇₀₀ nm at a concentration of 4 mM) and scavenging effect against 2,2'-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radicals (with IC₅₀ = 1.74 ± 0.03 mM). It could promote the cleavage of plasmid DNA with Cu(II)/H₂O₂ or Cu(II) alone. This DNA damage could be inhibited by horseradish peroxidase, catalase, and EDTA, respectively. The extract also showed growth inhibition of Bel-7402 cells at lower concentration. The results suggested that the formation of reactive oxygen species might be involved in the mechanism of DNA damage. The acylated pelargonidin derivatives extracted from red radish could act as antioxidant and pro-oxidant and their antioxidant and pro-oxidant properties were relative to the reaction conditions. It might provide novel antioxidant and anticarcinogenic agents.

제 7 장 참고문헌

- Abad. A.R., B.J. Mehrtens, and S. MacKenzie. 1995. Specific expression in reproductive tissues and fate of a mitochondrial sterility-associated protein in cytoplasmic male sterile bean. *Plant Cell* 7:271-285.
- Akagi, H.. 1995. Genetic diagnosis of cytoplasmic male sterile cybrid plants of rice. *Theor. Appl. Genet.* 90:948-951.
- Bellaoui, M., M. Grelon, G. Pelletier, and F. Budar. 1999. The restorer *Rfo* gene acts post-translationally on the stability of the *ORF138* Ogura CMS-associated protein in reproductive tissues of rapeseed cybrids. *Plant Mol. Biol.* 40:893-902.
- Bentolila, S., A.A. Alfonso, and M.R. Hanson. 2002. A pentatricopeptide repeat-containing gene restores fertility to cytoplasmic male-sterile plants. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 99: 10887-10892.
- Bonhomme, S.. 1992. Sequence and transcript analysis of the *Nco2.5* Ogura-specific fragment correlated with cytoplasmic male sterility in *Brassica* cybrids. *Mol. Gen. Genet.* 235:340-348.
- Brown, G., N. Formanova, H. Jin, R. Wargachuk, C. Dendy, P. Patil, M. Laforest, W. hang, W. Cheung, B. Landry,. 2003. The radish *Rfo* restorer gene of *Ogura* cytoplasmic male sterility encodes a protein with multiple pentatricopeptide repeats. *The plant journal.* 45 : 262-272.
- Chetrit, P., R. Rios, R. Depaepe, V. Vitart, S. Gutierrez, and F. Vedel, 1992. Cytoplasmic male sterility is associated with large deletions in the mitochondrial DNA of two *Nicotiana-Sylvestris* Protoplasts. *Current Genetics.* 21: 131-137.
- Cui, X.Q., R.P. Wise, and P.S. Schnable. 1996. The *Rf2* nuclear restorer gene of male-sterile, T-cytoplasm maize. *Science* 272: 1334-1336.
- Cho, Y. H.. 1986. Studies on male sterile phenomena of vegetable species. Ph. D. thesis, Yeungnam university.
- 최진규. 1976. 방사선 및 화학약품 처리에 의한 토마토의 응성불임계 유기선발, 세포질 및 유전학적 연구. *한국육종학회지* 8(1) : 23-40.
- 정동민. 1974. X-선처리로 유기된 무우 응성불임개체에 대한 조직학적 연구. *한국육종학회지*

6(1): 46-51.

정동민. 1974. X-선처리로 유기된 무우 응성불임성에 관한 유전학적 연구. 한국원예학회지 15(2): 142-147.

Delourme, R and F. Eber. 1992. Linkage between an isozyme marker and a restorer gene in radish cytoplasmic male-sterility of rapeseed (*Brassica napus* L.). Theor Appl Genet 85:222-228.

Delourme, R., A. Bouchereau, N. Hubert, M. Renard and B.S. Landry. 1994. Identification of RAPD markers linked to a fertility restorer gene for the Ogura radish cytoplasmic male-sterility of rapeseed (*Brassica napus* L.). Theor Appl Genet 88:741-748.

Delourme, R., N. Foisset, R. Horvais, P. Barret, G. Champagne, W.Y. Cheung, B.S. Landry, and M. Renard. 1998. Characterization of the radish introgression carrying the *Rfo* restorer gene for the Ogu-INRA cytoplasmic male sterility in rapeseed (*Brassica napus* L.) Theor. Appl. Genet. 97, 129-134.

Dewey, R. E., C. S. Levings, and D.H. Timothy. 1986. Novel recombinations in the maize mitochondria genome produce a unique transcriptional unit in the Texas male-sterile cytoplasm. Cell 44:439-449.

Dewey, R.E., D.H. Timothy and C.S. Levings. 1987. A mitochondrial protein associated with cytoplasmic male sterility in the T-cytoplasm of maize. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 84:5374-5378.

Gracen, V.E. and C.O. Gregeen. 1974. Diversity and suitability for hybrid production of different sources of cytoplasmic male sterility in maize. Agronomy Journal 66 : 654-657.

Grelon, M. 1994. Ogura cytoplasmic male-sterility (CMS) associated *orf138* is translated into a mitochondrial membrane polypeptide in male-sterile *Brassica* hybrids. Mol. Gen. Genet. 243:540-547.

한창렬, 정인기. 1967. 고추의 응성불임기구와 F1 생산에 관한 연구. 원자력연구소논문집 7(1-2): 138-149.

한창렬, 김암동. 1968. 당근의 응성불임성에 대한 연구. 한국원예학회지 3: 18-23

Hanson, M.R. 1991. Plant mitochondrial mutations and male sterility. Ann. Rev. Genet. 25: 461-486.

- Hanson, M.R., C.A. Sutton, and B. Lu. 1996. Plant organelle gene expression altered by RNA editing. *Trends Plant Sci.* 1: 57-64.
- Holford, P., J. H. Croft, and J. J. Newbury. 1991. Differences between , and possible origins of, the cytoplasm found in fertile and male sterile onions(*Allium cepa* L.). *Theor. Appl. Genet.* 82: 737-744.
- Heyn FW. 1976. Transfer of restor genes from *Raphanus* to male-sterile *Brassica napus*. *Cruciferae Newslett.* 1:15-16.
- Imanishi, S.. 1976. Inheritance and linkage studies of cytoplasmic male sterility and monogermity in sugarbeets. *Japan J. Breeding* 26(1): 6-16.
- Iwabuchi, M., J. Kyojuka, and K. Shimamoto. 1993. Processing followed by complete editing of an altered mitochondrial *atp6* RNA restores fertility of cytoplasmic male sterile rice. *EMBO J.* 12:1437-1446.(xxxxx)
- Iwabuchi, M., N. Koizuka, H. Fujimoto, S. Takako and J. Imamura. 1999. Identification and expression of the kosenia radish (*Raphanus sativus* cv. Kosenia) homologue of the ogura radish CMS-associated gene, *orf138*. *Plant Mol. Biol.* 39:183-188.
- Jean, M., G.G. Brown, and B.S. Landry. 1997. Genetic mapping of nuclear fertility restorer genes for the 'Polma' cytoplasmic male sterility in canola (*Brassica napus* L.) using DNA marker. *Theor. Appl. Genet.* 95:321-328.
- Johns, C., M.Q. Lu, A. Lyznik, and S. MacKenzie. 1992. A mitochondrial DNA sequence is associated with abnormal pollen development in cytoplasmic male sterile bean plants. *Plant Cell* 4:435-449.
- Johns. H.A. and A.E. Clarke. 1943. Inheritance of male sterility in the onion and the production of hybrid seed. *Proc. Amer. Soc. Sci.* 43: 189-194
- Kanzaki, H., M. Takeda, and T. Kameya. 1991. Sequence analysis of a mitochondrial DNA fragment isolated from cultures cells of carrot cytoplasmic male sterile strain. *Jpn. J. Genet.* 66: 718-724.
- Kaul, M.L.H. 1988. Male sterility in higher plants. Springer-Verlag, Berlin.
- Kim, D. H. 1998. Studies on molecular genetics about CMS of pepper (*Capsicum, annuum* L.).

MS Thesis, Seoul National Univ.

- 김암동. 1974. 파, 당근의 옹성불임성을 이용한 F1육종을 위한 실험. 동국대학교 석사학위논문.
- Köhler, R.H. 1991. Cytoplasmic male sterility in sunflower is correlated with the co-transcription of a new open reading frame with *atpA* gene. *Mol. Gen. Genet.* 227:369-376.
- Koizuka, N., H. Fujimoto, T. Sakai and J. Imamura. 1998. Translational control of *ORF125* expression by a radish fertility-restoration gene in *Brassica napus*, In *Plant Mitochondrial from Gene to function* (Møller, I.M., Gardeström, P., Glimelius, K. and Glaser, E., eds). Leiden: Backhuys Publisher, pp.83-86.
- Koizuka, N., R. Imai, M. Iwabuchi, T. Sakai and J. Imamura, 2000. Genetic analysis of fertility restoration and accumulation of *ORF125* mitochondrial protein in the Kosena radish (*Raphanus sativus* L. cv. Kosena) and a *Brassica napus* restorer line. *Theor. Appl. Genet.* 100: 949-955.
- Koizuka, N., R. Imai, H. Fujimoto, T. Hayakawa, Y. Kimura, J. Kohno-Murase, T. Sakai and J. Imamura. 2002. Isolation of a novel PPR protein gene, *rfk1*, required for fertility restoration of Kosena radish. In *Abstracts, Proceedings of the Sixth International Congress of Plant Mitochondria*, Perth, Australia.
- Koizuka, N., R. Imai, H. Fujimoto, T. Hayakawa, Y. Kimura, J. Kohno-Murase, T. Sakai, S. Kawasaki, and J. Imamura. 2003. Genetic characterization of a pentatricopeptide repeat protein gene ,orf687, that restores fertility in the cytoplasmic male sterile Kosena radish. *The Plant Journal* 34: 407-415.
- Krishnasamy, S. and C.A. Makaroff. 1994. Organ-specific reduction in the abundance of a mitochondrial protein accompanies fertility restoration in cytoplasmic male-sterile radish. *Plant Mol. Biol.* 26:935-946.
- Levings, C.S. 1993. Thoughts on cytoplasmic male sterility in *cms-T* maize. *Plant Cell* 5: 1285-1290.
- Lee, D. H.. 1984. Studies on the male sterility and its utilization in the production of hybrid seed in radish(*Raphanus sativus* L. var. niger). Ph. D. thesis, DongKook university.
- Lee, D. H.. 2001. Studies on unstable fertility of CGMS(Cytoplasmic-genic male sterility) in *Capsicum annuum* L. Ph. D. thesis, Seoul National University.
- 이만상, 이정일, 권병선. 1981. 세포질 유전자적 옹성불임계통을 이용한 유채 heterosis 육종에

관한 연구. 제5보 세포질 유전자적 응성불임계통 Mokpo-MS의 발생학적 조사. 이정행박사회
잡논문집 29-37.

西山市三. 1958. 日本ノの大根. 日本學術振興會.

Liu, F., X. Cui, H. T. Horner, H. Weiner, and P.S. Schnable. 2001. Mitochondrial aldehyde
dehydrogenase activity is required for male fertility in maize. *Plant Cell*, 13:1063-1078.

Makaroff, C.A. and J.D. Palmer. 1988. Mitochondrial DNA rearrangements and transcriptional
alterations in male-sterile cytoplasm of Ogura radish. *Mol. Cell Biol.* 8:1474-1480.

Makaroff, C.A.. 1995. Cytoplasmic male sterility in *Brassica* species. In: Levings CS III, Vasil KI
(eds) *The molecular biology of plant mitochondria*. Kluwer Academic Publ, Dordrecht, The
Netherlands, pp. 515-555.

Monéger, F., C. J. Smart and C. J. Leaver. 1994. Nuclear restoration fo cytoplasmic male
sterility in sunflower is associated with tissue-specific regulation of a novel mitochondrial
gene. *EMBO J.* 13:8-17.

Murayama, S., H. Yamagishi, T. Terachi. 1999. Identification of RAPD and SCAR markers
linked to restorer gene for *ogura* cytoplasmic male sterility in radish(*Raphanus sativus* L.)
by Bulk Segregant Analysis. *Breeding Science* 49: 115-121.

Nieuwhof, M.. 1990. Cytoplasmic-genetic male sterility in radish (*Raphanus sativus* L.).
Identification of maintainers, inheritance of male sterility and effect of environmental
factors. *Euphytica* 47:171-177.

Novak, F., J. Betlach and J. Dubovsky. 1971. Cytoplasmic male sterility in sweet
pepper(*Capsicum annum* L.). I. Phenotype and inheritance of male sterile character. *Z.
Pflanzenzucht* 65: 129-140

Nakashma, H., C. Tsuda, K. Murata and T. Narikawa. 1980. Historical features and inheritance
of male sterile aszukibean. *Japan J. Breeding* 30(3): 241-245.

Ogura, H. 1968. Studies on the new male-sterility in Japanese radish, with special seeds.
Mem. Fac. Agric. Kagoshima Univ. 6:39-78.

박용. 1984. 당근의 응성불임성에 관한 유전학적 연구. 서울대학교 박사학위논문.

Pelletier. G., C. Primard, F. Vedel, P. Chetrit, R. Remy, and M. Renard. 1983. Intergeneric

- cytoplasmic hybridization in *Cruciferae* by protoplast fusion. *Mol. Gen. Genet.* 191:233-250.
- Peterson. P.A. 1958. Cytoplasmically inherited male sterility in *Capsicum annuum* L. *Amer. Nat.* 92: 111-119
- Pring, D.R., W. Chen, H.V. Tang, W. Howad, and F. Kempken. 1998. Interaction of mitochondrial RNA editing and nucleolytic processing in the restoration of male fertility in sorghum. *Curr. Genet.* 33:429-436.
- Pring, D.R. 1999. A unique two-gene gametophytic male sterility system in sorghum involving a possible role of RNA editing in fertility restoration. *J. Hered.* 90(3):386-393.
- 표현구, 최정일, 이경희 외. 1996. 채소원예각론: 211-212.
- Sakai, T. and J. Imamura. 1992. Alteration of mitochondrial genomes containing *atpA* genes in the sexual progeny of cybrids between *Raphanus sativus* cms line and *Brassica napus* cv. Wester. *Theor Appl Genet.* 84:923-929.
- Sakai, T. and J. Imamura. 1993. Evidence for a mitochondrial sub-genome containing radish *atpA* in a *Brassica napus* cybrid. *Plant Sci* 90:95-103.
- Sakai, T., H.J. Liu, M. Iwabuchi, J. Kohno-Murase and J. Imamura. 1996. Introduction of a gene from fertility restored radish (*Raphanus sativus*) into *Brassica napus* by fusion of X-irradiated protoplasts from a radish restorer line and iodoacetamide-treated protoplasts from a cytoplasmic male-sterile cybrid of *B. napus*. *Theor Appl Genet* 93:373-379.
- Sigareva, M.A. and E.D. Earle. 1997. Direct transfer of a cold-tolerance Ogura male-sterile cytoplasm into cabbage (*Brassica olerance* ssp. capitata) via protoplast fusion. *Theor. Appl. Genet.* 94(2):213-220.
- Singh, M. and G.G. Brown. 1991. Suppression of cytoplasmic male sterility by nuclear genes alters expression of a novel mitochondrial gene region. *Plant Cell* 3:1349-1362.
- Szklarczyk, M. 2000. Organization and expression of mitochondrial *atp9* genes from CMS and fertile carrots. *Theor. Appl. Genet.* 100(2):264-270.
- Tahir, C.M and K. Tsunewaki. 1971. Basic studies on hybrid wheat breeding. V. performance of the F1 hybrids produced by utilizing cytoplasmic male sterility. *Japan. J. Breeding* 21(1): 52-57.

- Tang, H.V. 1996. Transcript processing internal to a mitochondrial open reading frame is correlated with fertility restoration in male-sterile *Sorghum* Plant J. 10:123-133.
- Tompson, D.J.. 1961. Studies on the inheritance of male sterility in the carrot. Proc. Amer. Soc. Sci. 78: 332-339
- 특허청. 2002. 새로운 유전자형의 CMS 무 계통의 식물체, 이를 이용하여 잡종중자를 생산하는 방법 및 상기 NWB-CMS 무 계통의 식물체 선발용 DNA 표지인자. 등록특허공보(B1).
- Whelan, D.P.. 1981. Cytoplasmic male sterility in *Helianthus giganteus* L. x *H. annus* L. interspecific hybrid. Crop science 21: 855-858.
- Wise, R.P., C.L. Dill and P.S. Schnable. 1996. Mutator-induced mutations of the *rf1* nuclear fertility restorer of T-cytoplasm maize alter the accumulation of T-*urf13* mitochondrial transcripts. Genetics 143:1383-1984.
- Yamagishi, H. and T. Terachi. 1996. Molecular studies on male sterile cytoplasm in cruciferae. III. Distribution of Ogura-type cytoplasm among japanese wild radishes and asian radish cultivars. Theor. Appl. Genet. 93: 325-332.
- Yamagishi, H. and T. Terachi. 2001. Intra- and inter-specific variations in the mitochondrial gene *orf138* of Ogura-type male-sterile cytoplasm from *Raphanus sativus* and *Raphanus raphanistrum*. Theor. Appl. Genet. 103:725-732.
- Yoo, I.W. 1985. Inheritance of male sterility and its utilization for breeding in pepper(*Capsicum annum* L.). Ph. D. Thesis, Kyung Hee Univ..
- Zabala, G., S. Gabay-Laughnan and J.R. Laughnan. 1997. The nuclear gene Rf3 affects the expression of the mitochondrial chimeric sequence R implicated in S-type male sterility in maize. Genetics 147:847-860.

특허, 논문, 제품(시장) 분석보고서

프로젝트명	유럽 및 미주 수출용 무 품종 개발		
프로젝트 책임자	이 중 철	프로젝트 연구기관	권 농 종 묘

1. 본 연구관련 국내외 기술수준 비교

개발기술명	관련기술 최고보유국	현재 기술수준		기술개발 목표수준	비고
		우리나라	연구신청팀		
유색무 품종 개발	유럽	50	70	100	
MS를 이용한 유색무 품종 개발	한국	80	80	100	

- 1) 개발기술명은 본 연구과제 최종 연구개발 목표기술을 의미
- 2) 현재 기술수준은 선진국 100% 대비 우리나라 및 신청한 연구팀의 기술수준 표시
- 3) 기술개발 목표수준은 당해과제 완료 후 선진국 100% 대비 목표수준 제시
- 4) 부가설명이 필요한 경우 비고란에 작성

2. 특허분석

가. 특허분석 범위

대상국가	국내, 국외(미국, 일본, 유럽)
특허 DB	특허정보원 DB(www.kipris.or.kr),
검색기간	최근 15년간
검색범위	제목 및 초록

나. 특허분석에 따른 본 연구과제와의 관련성

개발기술명	유색무 품종 개발	MS를 이용한 유색무 품종 개발
Keyword	Radish, CMS, Raphanus sativus.	Radish, CGMS, Raphanus sativus.
검색건수	205	162
유효특허건수	5	2
핵심특허 및 관련성	특허명	신규 세포질-유전자적 음성 불임 CMS 무 계통 식물체를 이용하여 잡종 종자를 생산하는 방법 및 상기 NWB-CMS 무 계통의 식물체 선발용 DNA 표지인자
	보유국	한국
	등록년도	2002
	관련성(%)	30%
	유사점	CMS
차이점	Ogura CMS 보다 MS유기가 용이함	Ogura CMS 보다 MS유기가 용이함

- 1) 개발기술명은 본 연구과제 최종 연구개발 목표기술을 의미
- 2) keyword는 검색어를 의미하며, 검색건수는 keyword에 의한 총 검색건수를, 유효특허건수는 검색한 특허 중 핵심(세부)개발기술과 관련성이 있는 특허를 의미
- 3) 핵심특허는 개발기술과의 관련성이 높고 인용도가 높은 특허를 기준으로 분석

3. 논문분석

가. 논문분석 범위

대상국가	한국, 미국, 일본, 유럽
논문 DB	국회도서관(www.nanet.go.kr)
검색기간	최근 20년간
검색범위	제목, 초록 및 키워드

나. 논문분석에 따른 본 연구과제와의 관련성

개발기술명		유색무 품종 개발	MS를 이용한 유색무 품종 개발
Keyword		적환20일무, Anthocyanin,	Radish, CMS
검색건수		21	43
유효논문건수		5	5
핵심논문 및 관련성	논문명	적환20일무(Raphanus sativus var, redicular cv. Comet) anthocyanin의 분광학적 및 안정성 연구	새로운 무 세포질 응성불임 계통에서 미토콘드리아 DNA의 유전적 특성
	학술지명	경희대 박사학위	충북대 석사학위
	저자	박철진	이희정
	게재년도	1994	2007
	관련성(%)	20%	20%
	유사점	안토시아닌 색소체	응성불임의 기초 연구
차이점	품종 육성	응성불임의 이용, 품종육종	

- 1) 개발기술명은 본 연구과제 최종 연구개발 목표기술을 의미
- 2) keyword는 검색어를 의미하며, 검색건수는 keyword에 의한 총검색건수를, 유효논문건수는 검색한 논문 중 핵심(세부)개발기술과 관련성이 있는 논문을 의미
- 3) 핵심논문은 개발기술과의 관련성이 높고 인용도가 높은 논문을 기준으로 분석

4. 제품 및 시장 분석

가. 생산 및 시장현황

1) 국내 제품생산 및 시장 현황

- 국내에서의 무 생산량은 2005년에 1,277 천톤에서 2010년에는 1,039천 톤으로 감소하였고 수입량은 증가추세, 수출량은 감소 추세를 보이고 있다. 국내의 여러 회사들이 일본 등 해외에 무 종자를 수출하기 위하여 육성종이나 인력과 경제력 등에서 어려움을 보임. 특히 유색무의 수출은 거의 전무한 상태입니다.

- 한국의 응성불임성과 자가불화합성을 이용한 무의 F1 품종 육성 및 종자 생산은 세계최고의 수준이나 근래에는 일본과 유럽에서도 MS를 이용한 F1 종자 생산을 늘리고 있음. 육종기술 대비 채종 및 종자 처리 기술은 다소 미흡한 수준이다.

2) 국외 제품생산 및 시장 현황

- 무의 종자 시장규모는 전 세계적으로 연간 130-155 백만불로 추정되며 향후 383 백만불로 성장할 것으로 예상됨(자료: contex 2020 outlook). 재배면적은 150만 ha로 추산되며 중국과 인도의 면적이 80 % 이상이나 종자시장은 20-30% 수준으로 저가의 종자 시장 국가임. 반면 일본과 한국은 재배면적은 8% 수준이나 종자가격은 70%를 차지하여 고가의 종자 시장임이 확인됨.
- 중국과 동남아 및 인도 시장은 OP가 대부분을 차지하나 경제가 성장함에 따라 F1종자 시장으로 전환되고 있어 무의 종자시장은 급속히 커질 것으로 보입니다.
- 일본은 무 종자의 시장규모는 약 152억원, 종자 소요량은 100톤 정도로 추산되며 소비량과 생산면적은 안정적으로 유지 될 것으로 보임. 일본은 근피, 근형, 만추대성, 위황병 등의 높은 수준의 품종 특성을 요구하고 있습니다.
- 유럽과 미주의 경우는 유색무 재배면적은 유럽지역이 약 10,000ha 로 종자 소요량은 약 300톤이고 종자 가격은 약 2,200만 달러에 달하고 미주지역의 종자소요량은 약 60톤이고 종자가격은 300만 달러에 달하는 것으로 추정하고 있음. 종자가격은 60-80\$/KG로 동남아무보다 가격이 높게 형성되고 있으며 중국 봄무와 비슷한 가격에 거래되고 있으며 이 지역에서의 무 종자 시장은 지속될 것으로 판단되며 수출 품목으로 가치가 클 것으로 판단됩니다.

나. 개발기술의 산업화 방향 및 기대효과

1) 산업화 방향(제품의 특징, 대상 등)

- 항산화 작용이 있는 안토시아닌 고함유 유색무 품종 개발을 통해 동북아에 주로 한정되어 있던 무 종자수출이 유럽 및 미주 등 생식용 기능성 채소 시장에도 종자 수출이 확대될 것으로 기대됩니다.
- 유럽, 미주 등지의 경쟁국이 보유하고 있지 않은 새로운 형질을 가지는 적환20일무, 청환무, 홍피홍심무, 자색환무, 백환무등 품종개발을 위한 육성 소재의 개발과 이를 이용한 품종육성으로 독점 공급을 통해 종자 가격 상승을 도모함으로써 전체 무 종자 수출을 확대할 수 있음.
- 현재 재배되고 있는 적환20일무 품종들은 다소 순도가 낮은 편인데 MS를 이용한 고순도의 종자, 근피, 바람들이, 노균병에 내성이 있는 종자를 개발 보급한다면 단기간에 수출이 가능할 것으로 예상됩니다.
- 적환20일무는 파종 후 20-30일에 직경 2-3cm 크기의 환형의 근피가 적색인 극조생계 무인데 이와는 새로운 개념을 도입하여 35일에 수확하는 다소 큰 적환무, 근피와 내부가 청색인 청환무, 근피와 내부가 적색인 홍심적환무, 개량된 백환무의 개발은 유럽과 미주 시장뿐만 아니라 전 세계의 시장에 접목될 수 있고 국익 창출에 큰 역할을 할 것으로 기대됨.
- 유럽과 미주의 무 시장은 현지의 채소 시장을 둘러본 경험으로 예상보다 더 크다고 판단되며 향후 더 커질 것으로 판단됩니다.

2) 산업화를 통한 기대효과

(단위 : 백만원)

항 목	산업화 기준				
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	계
직접 경제효과	0	0	100	300	400
경제적 파급효과	0	0	500	700	1,200
부가가치 창출액	0	0	500	700	1,200
합 계	0	0	1,100	1,700	2,800

- 1) 직접 경제효과 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 제품의 매출액 추정치
- 2) 경제적 파급효과 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통한 농가소득효과, 비용절감효과 등 추정치
- 3) 부가가치 창출액 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 수출효과, 브랜드가치 등 추정치

5. 3P(특허,논문,제품)분석을 통한 연구추진계획

가. 분석결과 향후 연구계획(특허, 논문, 제품 측면에서 연구방향 제시)

1) 특허분석 측면

- 기존의 Ogura CMS 및 Kosena CMS 계통은 개화가 진행되면 약(anther)의 형태를 유지하지 못하고 말라버리는 반면, 농우바이오(주)에서 특허 출원한 NWB CMS 무 계통은 화분은 거의 생성되지 않지만 약(anther)의 형태와 색을 그대로 유지하고 있어 곤충매개의 채종에서 크게 유리함. 또한, NWB CMS 무 계통의 응성불임성은 다른 육성 계통으로 안정적으로 도입되며, 무의 F1 잡종 종자 생산에 가장 많이 이용되고 있는 Ogura CMS 계통보다 도입률이 더 높음. 특허기간이 2021년까지 한국, 미국, 중국에 출원되어 있어 본 연구과제에서는 이용할 수 없기 때문에 Ogura CMS를 이용하여 개발된 품종을 육성할 계획입니다..
- 현재 이용중인 Ogura CMS 무 계통이 응성불임성의 안정성 면에서 가장 우수한 것으로 알려져 있으나 일부 계통에서는 임성회복 유전자(Rf)가 존재하여 MS 계통 유기가 어려운 문제점을 안고 있으나, 적환20일무 유전자원에는 임성회복 유전자가 열성인 rf 상태인 재료들이 많이 있어 현재 여러 개의 MS 계통을 유기 이용하고 있으므로 본 과제에서는 적환20일무의 F1 종자 생산에 Ogura CMS를 이용하여 품종을 육성할 계획입니다.

2) 논문분석 측면

- 기존 논문은 적환20일무의 재배기술, 색소체인 안토시아닌의 이용기술, 응성불임의 유기 및 기작에 치중되어 있으므로 본 연구 과제에서는 새로운 개념의 적환20일무, 35일에 수확하는 다소 큰 적환무, 근피와 내부가 청색인 청환무, 근피와 내부가 적색인 홍심적환무, 개량된 백환무의 계통을 개발하고, 수출 증대를 위해 위한 F1 품종의 개발과 대량생산에 관한 연구를 추진할 계획입니다.

3) 제품 및 시장분석 측면

- 기존의 유럽, 미주 지역의 품종은 고정종인 적환20일무나 적환20일무간의 F1조합 품종이 육성, 판매되고 있어 새로운 우수한 특성을 가지고 있지 못하므로 본 연구과제에서는 경쟁국이 보유하고 있지 않은 새로운 형질을 가지는 적환20일무, 청환무, 홍피 홍심

무, 자색환무, 백환무등 품종개발을 위한 육성 소재의 개발과 이를 이용한 새로운 특성이 추가된 품종을 육성함으로써 종자 가격 상승을 도모하고 종자 수출을 확대할 계획입니다.

나. 무 채종 효율 증진 자원 선발 및 계통 육성 계획

1) 특허분석 측면

- 기존 특허는 종자생산성에 다소 문제가 있는 속간교잡체의 종자생산 안정성 및 기능성 성분이 강화된 무의 육종 방법 등 일반 육종 분야에 치중되어 있으므로, 본 연구과제에서는 실질적인 채종 효율 증진에 대한 방향으로 연구를 추진할 계획입니다.
- 2012년 등록된 ‘무 신품종 보르도 및 그것의 육종 방법’ 특허의 내용을 참고하여 이와 유사하게 종자생산 효율이 높은 무 신품종 육성에 관한 내용을 특허 출원이 가능할 것으로 판단됩니다.
- 단순 QTL이나 유전자 염기서열 등으로는 특허 출원이 어려우므로 향후 분자표지를 개발하여 분자표지를 이용한 채종효율이 높은 무 품종 육성에 관한 특허의 출원이 가능할 것으로 판단됩니다.

2) 논문분석 측면

- 1990년대 이후 무의 채종이나 협의 특성에 관련된 논문은 찾아볼 수 없으며 채종 효율에 관련된 내용의 논문도 거의 없는데 이는 지금까지 무의 육종이 근형이나 근피색, 기능성 성분, 종속간 교잡 등에 대한 연구가 주로 이루어졌기 때문으로 판단됩니다.
- 본 연구과제에서는 1단계에서 연구된 결과를 바탕으로 무의 채종 효율 증진에 관한 방향으로 연구를 추진하여 분자표지를 이용한 무의 분류 및 자가불화합 유전자형에 관련된 논문 등을 국외 학술지에 게재할 계획입니다.
- 또한 2단계 연구인 무의 협당 종자수에 관련된 QTL 탐색에 관한 연구를 추진하여 과제 수행 후반기에 이에 관련된 논문을 국외학술지에 추가로 게재할 계획입니다.

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부·해양수산부·농촌진흥청·산림청에서 시행한 골든시드프로젝트사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부·해양수산부·농촌진흥청·산림청에서 시행한 골든시드프로젝트사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.