

발간등록번호

11-1543000-001633-01

## 색소체 고함유 생식용 배추 품종 육성

Developing of Chinese cabbage Varieties with high plastid contents for salads.

농업회사법인 권농종묘(주)

농림축산식품부

# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “색소체 고함유 생식용 배추 품종 육성” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2017 년 3 월 31 일

프로젝트 연구기관명 : 농업회사법인  
권농종묘(주)

프로젝트 책임자 : 권 오 하

세부프로젝트 연구기관명 : 농업회사법인  
권농종묘(주)

세부프로젝트 책임자 : 권 오 하



## 보고서 요약서

과제고유번호	213002-04-04	해당 단계 연구 기간	1단계 2013.07.25.~ 2016.12.31.(4년)	단계 구분	(1단계)/ (총 2단계)
연구사업명	단위사업명	농식품기술개발(R&D)			
	세부사업명	Golden Seed 프로젝트			
연구과제명	프로젝트명	유럽 수출용 배추 품종 개발			
	세부 프로젝트명 (주관 연구기관 /연구책임자)	색소체 고함유 생식용 배추 품종 육성.(권농종묘(주)/권오하)			
연구책임자	권오하	해당단계 참여 연구원 수	총: 29명 내부: 20명 외부: 9명	해당단계 연구개발비	정부:372,000천원 민간:130,700천원 계:502,700천원
		총연구기간 참여 연구원 수	총: 69명 내부: 45명 외부: 24명	총연구개발비	정부:1,022,000천원 민간: 355,700천원 계:1,377,700천원
연구기관명 및 소속부서명	농업회사법인 권농종묘(주) 육종연구소			참여기업명	농업회사법인 권농종묘(주)
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
요약				보고서 면수: 71면	
<p>품종 육성을 위해 연구기간 중 다양한 색소균의 배추 중 유전자원 9점을 수집 평가하였으며 육성된 색소체 품종을 공시하여 기능성 물질인 안토시아닌과 베타카로틴 성분의 분석을 하여 색소체 품종이 안토시아닌 함량이 고함유 되어 있음을 확인하였다. 한편 색소체 고함유 품종 육성을 위해 총 1,226 계통을 육성하였으며 그 중 육성계통 보호를 위해 응성불임(CMS)계통 61계통과 근류병 저항성 54계통을 육성한 후 응성불임을 이용한 84 F1조합을 공시하여 안토시아닌 고함유된 3품종( 권농빨강2호, 권농빨강3호, 권농빨강봄)을 개발하였다</p>					

# 요 약 문

## I. 제 목:

색소체 고함유 생식용 배추 품종 육성

## II. 연구성과 목표 대비 실적

본 프로젝트의 연구목표는 품종 4품종 개발, 유전자원 7점 수집, 종자수출액 8만\$ 인데 연구 성과는 4품종 개발, 유전자원 9점 수집, 종자수출액 292,400\$ 달성으로 목표달성도는 100% 이상이다.

## III. 연구개발의 목적 및 필요성

본 연구는 배추종자 수출시장을 아시아권에서 벗어나 유럽 등 글로벌 시장으로 확대하고 동시에 고부가 가치의 종자를 수출하여 수출 증대에 기여하고자 김치나 중국요리에서 탈피한 생식용으로 색소체가 고 함유된 배추품종의 개발과 수출시장 개척을 위해 수행되었다.

## IV. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 배추 종자시장을 확대하고 수출을 증진하기 위한 색소체 고함유 품종 개발을 위해 연구기간 동안 ①색소체(안토시아닌, 베타카로틴 등)가 고 함유된 생식용 배추 품종 육성. ②뿌리혹병 저항성을 가지며 색소체(안토시아닌, 베타카로틴 등)가 고 함유된 배추 품종 육성. ③색소체(안토시아닌, 베타카로틴, 라이코펜 등)가 2종류 이상 다중 집적된 기능성 배추 품종 육성을 하고자 수행하였다. 이와 같은 연구 목표를 달성하기 위해 ① 다양한 색소체의 유전자원 수집 및 색소체 성분의 분석, ② 유럽 수출용 안토시아닌 및 베타카로틴 고함량 배추 계통 및 F1품종 육성, ③ 다양한 MS자원을 이용한 육성소재 보호 방안을 마련, ④뿌리혹병 저항성인 안토시아닌 및 베타카로틴 고함유 계통 육성 및 이를 이용한 F1 품종 육성을 연구하였다.

## V. 연구개발결과

품종 육성을 위해 연구기간 중 다양한 색소체의 배추 종 유전자원 9점을 수집 평가하였으며 육성된 색소체 품종을 공시하여 기능성 물질인 안토시아닌과 베타카로틴 성분의 분석을 하여 색소체 품종이 안토시아닌 함량이 고함유 되어 있음을 확인하였다. 한편 색소체 고함유 품종 육성을 위해 총 1,226 계통을 육성하였으며 그 중 육성계통 보호를 위해 웅성불임(CMS)계통 61계통과 근류병 저항성 54계통을 육성한 후 웅성불임을 이용한 84 F1조합을 공시하여 안토시아닌 고함유된 3품종( 권농빨강2호, 권농빨강3호, 권농빨강봄)을 개발하였다.

## VI. 연구성과 및 성과활용 계획

육성된 3품종(권농빨강2호, 권농빨강3호, 권농빨강봄)은 품종등록을 완료하고 전 세계에 확보된 에이전트를 통한 홍보 및 수출을 적극적으로 추진하여 유럽 등에 ‘권농빨강2호’ 213,400\$, ‘권농빨강3호’ 79,000\$ 등 총 292,400 \$의 종자의 수출을 달성했으며 향후에는 수출국가의 확대와 적극적인 판매 전략으로 수출증가를 추진할 계획이다. 한편 성분 분석 결과, 웅성불임 계통 및 근류병 저항성 계통은 향후 색소체 고함유 품종육성에 효율적으로 이용할 것이다.

# SUMMARY

## I. Subject

Developing of Chinese cabbage Varieties with high plastid contents for salads.

## 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 seven genetic resources, and 3) \$80,000 seed export. Research accomplishments include 1) development of four new varieties, 2) collection of nine genetic resources, and 3) \$292,400 seed export, resulting in over 100% achievement rate when compared with initial goals.

## III. Objectives and necessities of research

The research aims for expanding Chinese cabbage seed exports towards global market including Europe 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 Chinese cabbage variety beyond its ordinary Kimchi and Chinese foods 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 fresh edible Chinese cabbage variety that contains high rate of plastid (Anthocyanin, Beta-carotene), 2) a variety with high rate of plastid (Anthocyanin, Beta-carotene) that has resistance to Clubroots, 3) and a functional Chinese cabbage variety which contains two or more plastid (Anthocyanin, Beta-carotene, and Lycopene) inside, to expand Chinese cabbage seed market and to increase export rate. In order to achieve these research goals, 1) collection of genetic resources with diverse plastid groups and its analyzation, 2) a development of F1 variety with high rate of Anthocyanin and Beta-carotene for export to Europe, 3) a development of protection system for genetic materials using diverse male sterility resources, 4) a development of F1 varieties with high rate of Anthocyanin and Beta-carotene which have Clubroot-resistance, were carried out.

## V. Research results

For variety development, nine genetic resources of Chinese cabbage variety with diverse plastid groups were collected and tested. These varieties were then further analyzed for Anthocyanin and Beta-carotene ingredients, finding out that plastid varieties were rich of Anthocyanin inside. At the same time for development of high-plastid varieties, total 1,226 breeding lines were cultivated. Among those, 61 Male Sterility(CMS) lines for protection of breeding resource and 54 Clubroot-resistant lines were cultivated. Then, cultivated trials of 84 F1 combination by using Male

Sterility was carried out, finally developing three high-Anthocyanin varieties containing (Kwonnong Ppalgang 2-ho, Kwonnong Ppalgang 3-ho, Kwonnong Ppalgang Bom) were developed.

## **VI. Utilization Plans from Results of Research and Development**

Three new varieties(Kwonnong Ppalgang 2-ho, Kwonnong Ppalgang 3-ho, Kwonnong Ppalgang Bom) were completely registered, and selling&marketing activities were actively carried out with the help of export agents worldwide. It resulted in total \$292,400 amount of export, including \$213,400 of 'Kwonnong Ppalgang 2-ho and \$79,000 of 'Kwonnong Ppalgang 3-ho' for markets such as Europe. 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 Clubroot-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 -----	11
Section 3. The scope of the research project -----	11
Section 4. Performance of the research objective -----	13
Chapter 2. The current status of the research in domestic and overseas -----	14
Chapter 3. Results and content of the research project	
Section 1. Method of the research project -----	17
Section 2. Results and content of the research project -----	18
Chapter 4. Achievement of the research goals and their contribution	
Section 1. Achievement degree of research and development toward-goals-----	49
Section 2. Contribution to related fields-----	50
Chapter 5. Utilization Plans from Results of Research and Development-----	51
Chapter 6. Science & Technology Information of Foreign Countries -----	52
Chapter 7. References-----	62

# 목 차

제 1 장	프로젝트의 개요 및 성과목표	
제 1 절	연구개발의 목적 및 중요성-----	9
제 2 절	연구개발의 목표 및 내용-----	11
제 3 절	기술개발의 범위-----	11
제 4 절	연구성과목표-----	13
제 2 장	국내외 기술개발 현황 -----	14
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과	
제 1 절	연구수행 방법-----	17
제 2 절	연구개발 연구수행 내용 및 결과 -----	18
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	
제 1 절	연구개발 목표달성도 -----	49
제 2 절	관련분야의 기여도 -----	50
제 5 장	연구개발 성과 및 성과활용 계획	
제 1 절	육성된 품종의 활용계획 -----	51
제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 -----	52
제 7 장	참고문헌 -----	62
<첨부>	특허, 논문 및 시장분석 보고서	

# 제 1 장 프로젝트(세부프로젝트 포함)의 개요 및 성과목표

## 제 1 절 연구개발의 목적 및 중요성

국내에서의 배추 생산량은 국민 식습관 변화 등의 원인으로 2000년을 정점으로 재배면적이 연간 3%씩 감소하여 2015년에는 26,000ha까지 감소하였다. 이러한 국내에서의 배추 재배면적의 감소는 국내의 배추종자 시장의 규모에도 영향을 미쳐 2001년 178억 원이던 국내 시장규모는 2015년에 133억 원 정도로 감소되었다. 아울러 국내의 배추종자 시장은 외국 종자회사의 M&A를 통한 국내 종묘회사의 흡수로 일본 및 다국적 종묘회사의 배추 품종이 국내시장을 잠식한 상태이다. 그러나 한국의 품종개발 기술은 세계 최고의 수준으로 한국산 배추 종자는 중국을 비롯하여 일본과 동남아시아에 주로 수출하고 있으며 2010년 2,019천불에서 2015년 총 수출액은 3,605천불로 배추종자 수출은 증가되는 추세이며 국내 채소작물 중 수출이 많은 작물중 하나이다(종자소식2016-1.한국종자협회)

국외에서의 배추 재배면적은 약 300만ha 로 국가별 배추생산량은 중국, 인도, 러시아, 한국,우크라이나, 일본, 인도네시아, 폴란드 순이며 배추종자 시장규모는 2010년 1900억 정도로 중국이 전체 시장의 82%를 차지하고 있다.

본 프로젝트의 목표 시장인 유럽 시장은 배추 재배면적이 약 7만 ha, 총 종자 소요량은 약 3,000 Kg으로 약 15억-20억 원 정도의 시장을 형성하고 있고 유럽과 비슷한 시장인 미국에서는 2,000 ha 에 배추종자 800kg 시장으로 12억 원 정도이다.

유럽에서의 배추는 폴란드, 우크라이나, 우즈베키스탄 등 북유럽과 동구권 등지에서 재배가 되고 있으며 최근 아시아계 및 화교 인구의 증가와 중국 요리와 김치소비 증가로 재배면적이 증가하는 추세이다. 특히 배추가 섬유 함량이 높은 채소로 인식되면서 생식용 샐러드의 소비도 증가하는 추세이다.

유럽에서 소비되는 배추의 유형은 최근 중국요리의 소비 증가로 소구형 배추와 김치소비 증가로 국내에서 재배되는 김치 재료가 되는 결구 배추가 주를 이루고 있다. Bejo 사의 Bilko 품종이 주로 재배가 되고 있고 Nickerson Zwaan사의 품종들이 일부 진입하고 있으며 평균 500-1,000 불/kg의 도매 가격을 형성하고 있어 수출 시장으로는 비교적 고가 시장으로서 이들 선도업체들에게 국내회사들은 종자를 납품하는 실정이다. 유럽지역의 배추 종자의 수출이 미미하고 부진한 원인은 유럽의 기후와 식습관의 차이에 기인하나 샐러드에 맞는 품종의 미개발 등이 큰 요인이다. 향후에는 세계 최고 수준의 배추 육종의 기술력을 보유하고 있으므로 적극적이고 김치에서 벗어난 유럽시장용 생식용 배추를 육성하여 유럽의 기후와 소비 형태에 부합되는 품종의 개발이 필요한 실정이다.

현재 유럽에서의 결구배추 시장은 수년간 정체된 시장이나 기존 양배추, 결구배추 등의 작물이 동유럽이나 북아프리카 지역으로 재배가 옮겨가고 근교의 생식용 채소 재배가 증가하고 있으며 다양한 고품질 고기능성 채소류의 요구가 계속해서 증가하는 추세임을 고려할 때 고기능성의 배추 품종의 공급이 필요하다. 이러한 소비자의 요구도의 증가됨에 따라 몬산토, 신젠타 등의 글로벌 업체가 고품질 고기능성 품종의 개발 연구에 선두기업으로 시장을 확보하고 있으나 이들 업체는 업체류 보다는 과채류의 신제품 개발에 집중되어 있어 업체류인 배추의 고품질 고기능성의 차별화된 신제품을 개발한다면 고가의 틈새시장을 개발함은 물론 새로운 시장의 개척이 가능하다.

표1. 유럽 및 미주지역 F1품종 배추시장 현황

국 가	재배면적 (ha)	종자소요량 (kg)	평균단가 (\$/kg)	시장금액 (만\$)	비고
폴란드	4,000(F1)	1,200	600	72	Manako, Bilko, F1:OP= 6:4
러시아	2,400(F1)	800	300	24	Manako, Bilko, F1:OP= 4:6
유럽총시장	70,000(F1+OP)	3,000	300-600	150-200	
미주	2,000(F1)	800	150	12	Sakata, 농우

이러한 글로벌 시장에서의 고품질 고기능성 채소의 소비자 기호성이 증가함에 따라 색소체가 함유된 적양배추, 유색 근대, 적환20일무 등은 유럽과 미주 등지에서 샐러드로 소비되는 주요한 채소로 부각되고 있으며 다양한 품종의 개발이 되어왔다. 대표적으로 빨간 양배추(*B. oleracea* L., 2n=18, CC)는 광을 접하는 외엽 뿐만 결구된 내엽까지도 자색 내지 진한 붉은 색을 띠게 되는데 이는 안토시아닌 색소의 축적에 의한 것이다. 안토시아닌 색소는 항산화물질로 널리 알려져 있으며 이 성분은 피를 맑게 하고 콜레스테롤 수를 개선 및 심장병, 뇌졸중 등의 성인병과 암 예방에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다. 따라서 서양에서는 빨간 양배추가 3대 건강 채소로 간주되고 있다.

본 연구는 이러한 시장의 필요성에 부합하여 색소체 고품유 생식용 배추 품종을 개발하여 유럽인의 기호성에 맞는 고기능성이며 생식이 가능한 결구 내부색이 빨간 배추 품종의 보급으로 유럽에서의 배추재배의 확대 및 기존 품종과의 차별화에 따른 시장의 독점적인 점유로 고부가의 새로운 배추종자시장을 개척할 것이다. 또한 안토시아닌을 함유하여 내부색이 빨간 결구배추는 기능성 뿐만 아니라 양배추에 비해 식감이 우수하여 전 세계 빨간 양배추의 종자시장을 대체할 수 있을 뿐만 아니라 새로운 생식용 기능성 채소작물로 자리 잡을 것으로 기대된다. 또한 적양배추의 경우 재배기간이 정식 후 80일 이상인 반면 배추는 50-60일 만에 조기 수확 할 수 있으므로 재배기간의 단축에 따른 저농약 채소를 선호하는 유럽지역에서 양배추를 대체해서 확대 재배될 가능성이 높아 배추종자의 수요가 증가될 것으로 기대된다.

또한 안토시아닌 뿐만 아니라, 베타카로틴, 라이코펜 등의 색소체들은 항산화 작용을 하는 기능성 물질로 보고되고 있으며 이러한 생식용 고기능성 신선채소에 대한 소비자의 요구가 세계적으로 지속적으로 증가하고 있는 추세에 있으므로 안토시아닌을 포함한 베타카로틴 등 다양한 색소체가 고품유된 배추의 개발은 향후 채소종자의 수출에 큰 성장 동력이 될 것이다.

이러한 필요성에 따른 본 연구의 목적은 새로운 기능성 배추 품종의 개발로 유럽의 미미한 배추 종자시장을 확대할 뿐만 아니라 경쟁국이 보유하지 못한 색소체 고품유 배추의 품종의 독점 공급을 통하여 유럽에서의 뿐만 아니라 기존의 중국, 일본 등의 배추 종자시장에서도 고부가가치의 종자를 수출함에 따른 배추 종자 수출확대에 큰 성과를 달성하고자 한다.



## 제 2 절 연구개발의 목표 및 내용

본 연구는 배추종자 수출시장을 아시아권에서 벗어나 유럽 등 글로벌 시장으로 확대하고 동시에 고부가 가치의 종자를 수출하여 수출 증대에 기여하고자 김치나 중국요리에서 탈피한 생식용 배추 품종으로 색소체가 고 함유된 배추품종의 개발과 수출시장 개척을 위해 수행되었으며 최종목표로 1 단계에서는 2품종을 개발하여 30,000US달러를 수출하고 2단계에서 6품종을 개발하여 3,000,000US달러 이상의 종자 수출을 달성하고자 한다. 이와 같은 최종목표를 달성하고자 본 연구에서는 총 연구 기간 동안 ①색소체(안토시아닌, 베타카로틴 등)가 고 함유된 생식용 4개 이상의 배추 품종 육성. ② 뿌리혹병 저항성을 가지며 색소체(안토시아닌, 베타카로틴 등)가 고 함유된 2개 이상의 배추 품종 육성. ③색소체(안토시아닌, 베타카로틴, 라이코펜 등)가 2종류 이상 다중 집적된 기능성 배추 2품종 이상 육성 등 3가지의 세부목표를 세우고 수행하였다.

이와 같은 연구 목표를 달성하기 위해 본 연구는 다음과 같은 연구내용으로 수행하였다.

- ① 다양한 색소군의 유전자원 수집 및 색소체 성분의 정성, 정량적 평가를 한다.
- ② 유럽 수출용 안토시아닌 및 베타카로틴 고함량 배추 계통 및 F1품종을 육성한다.
- ③ 다양한 MS자원을 이용한 육성소재 보호 방안을 마련한다.
- ④ 지속적인 색소군의 육성재료 추가 수집 및 색소체 성분 정성, 정량적 평가를 한다.
- ⑤ 뿌리혹병 고도 저항성인 안토시아닌 및 베타카로틴 고함유 계통 육성 및 이를 이용한 F1 품종을 육성한다.

## 제 3 절 기술개발의 범위

1. 다양한 색소군의 배추 종 유전자원 수집 및 색소체 성분의 정성, 정량적 평가 및 배추로의 도입.

다양한 색소군의 배추 종 유전자원 수집 및 색소체 성분의 정성, 정량적 평가 및 배추로의 도입을 위해 ① 그동안 수집한 중국재래종인 자색 팍초이 등에 존재하는 안토시아닌 성분을 분석하고 그 발현 유전자를 배추로 도입하고, ② 안토시아닌이 발현되는 배추의 성분을 분석, ③ 또한 베타카로틴, 라이코펜이 고 함유된 유전자원을 수집하고 그 유전자원의 성분을 분석하여 유럽시장에 부합되는 조생계 배추로의 도입 및 성분 분석을 한다.

2. 중간교잡을 통한 색소체 발현 유전자의 배추로의 도입 및 성분 분석.

중간교잡을 통한 색소체 발현 유전자의 배추로의 도입을 위해 ① 적양배추와 배추의 중간 교잡으로 얻어진 안토시아닌 고함유 배추의 성분을 분석하며, ② 새로운 적색 유전자를 도입하기 위해 적겨자에서 도입된 안토시아닌 발현 배추의 성분 분석을 한다. ③ 또한 베타카로틴 고함유 배추 품종 개발을 위해 노란 콜리플라워에서 도입된 베타카로틴 고 함유 배추의 성분 분석을 수행한다.

3. 색소체 (안토시아닌, 베타카로틴 및 라이코펜) 고 함량이면서 유럽수출용에 적합한 생식용 기능성 배추 계통 및 F1 품종 육성.

색소체 (안토시아닌, 베타카로틴 및 라이코펜) 고 함량이면서 유럽수출용에 적합한 생식용 기능성 배추 계통 및 F1 품종 육성을 위해 ① 정식후 50-60일 전후에 수확가능한 조생계 계통 및 F1 품종육성. ② 자모(털)이 없으며 아삭한 육질 및 풋내가 적고 단맛이 강한 계통 및 F1 품종육성. ③

소형의 단구 형태, 소형의 원통형(칠리) 형태, 소구의 남방계 형태의 계통 및 F1 품종육성을 연구를 수행한다.

4. 연중 재배가 가능한 만추대 계통 및 F1 품종육성.

전 세계 배추 재배지역에서 문제가 확산되고 있는 뿌리혹병에 저항성인 색소체 (안토시아닌, 베타카로틴 및 라이코펜) 고함유의 생식용 기능성 배추 계통 및 F1 품종 육성을 위해 여교잡을 통한 고도의 뿌리혹병 저항성 유전자의 색소체 배추로의 도입하여 우수한 계통을 육성 후 F1조합을 공시하여 우수한 품종을 선발한다.

5. 색소체 (안토시아닌, 베타카로틴 및 라이코펜 등) 발현유전자의 유전양상 분석 및 단일 또는 다중 색소체 발현 유전자들이 집적된 계통의 육성 및 F1 품종 육성.

다중 색소체 발현 유전자의 집적을 위해 자색 박초이, 양배추, 적겨자에서 도입된 안토시아닌 발현 유전자의 유전 양상 및 유전자 상호작용 분석과 노란배추, 노란 콜리플라워에서 도입된 베타카로틴 발현 유전자의 유전 양상 분석을 통한 효율적인 단일, 다중 색소체 발현유전자들이 집적된 계통의 육성 방법을 개발하여 우수한 계통 및 F1 품종을 육성한다.

6. CMS(웅성불임)를 이용하여 고순도 종자 생산 및 핵심 유전자원의 보호.

우수한 계통과 품종을 보호하고 고 순도 종자 생산을 위해 육성된 색소체 고 함유 우수계통을 여교잡을 통한 CMS계통으로 육성한다.

표2. 연차별 연구개발의 목표 및 내용

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1차년도	2013년	● 색소체 유전자원 수집 및 평가, 종내, 종간 교잡으로 배추로의 도입.	1. 안토시아닌, 베타카로틴, 라이코펜이 함유된 유전자원의 성분 분석 및 배추로의 도입. 2. 적양배추, 적겨자, 콜리플라워에서 색소체 유전자의 도입 (종간교잡).
2차년도	2014년	● 안토시아닌 색소체 함유 생식용 기능성 배추 계통 및 F1 품종 육성.	1. 정식후 50-60일 전후에 수확가능한 조생계 계통 및 F1 육성 2. 소형의 단구 형태, 소형의 원통형(칠리) 형태, 소구의 남방계 형태의 계통 육성.
3차년도	2015년	● 안토시아닌 색소체 함유 생식용 기능성 배추 계통 및 F1 품종 육성.	1. 정식후 50-60일 전후에 수확가능한 조생계 계통 및 F1 육성. 2. 소형의 단구 형태, 소형의 원통형(칠리) 형태, 소구의 남방계 형태의 계통 및 F1 육성.
4차년도	2016년	● 베타카로틴 색소체 함유 기능성 배추 계통 및 F1 품종 육성. ● 뿌리혹병 저항성인 색소체 (안토시아닌, 베타카로틴) 함유 배추 계통 및 F1 육성.	1. 정식후 50-60일 전후에 수확가능한 조생계 계통 및 F1 육성. 2. 소형의 단구, 원통형(칠리) 형태의 계통 및 F1 육성. 3. 기반과제와 협력하여 뿌리혹병 저항성 검정.

## 제 4 절 연구 성과목표

본 연구과제의 성과 목표는 아래 표와 같은데, 총 연구기간을 통해 종자수출액 목표는 563만불이나 연구 초기인 1단계에서는 1차년도 10,000불, 2차년도 20,000불, 3차년도 20,000불, 4차년도 30,000불로 총80,000불로 수출목표액은 낮으나 1단계에서는 우수한 계통 및 신품종 4품종을 개발 국내외에 품종신고를 하고 신품종의 홍보 및 수출전략을 수립하는 데 집중하여 우수한 에이전트 개발 및 홍보 판매 전략을 수립한다. 또한 다양한 우수한 계통 및 품종을 개발하기 위해 전 세계에서 유전자원을 수집 1단계에서 7개 이상의 유전자원을 등록할 계획이다.

2단계에서는 1단계에서 부족하거나 시장 상황의 변화에 대응한 새로운 타입의 우수한 신품종 개발과 더불어 1단계에서 개발한 품종과 수립된 홍보 및 판매 전략을 통한 본격적인 수출증대에 노력할 것이다.

표3. 연차별 연구개발의 목표 및 내용

(단위 : 건수)

구분	수출액 (단위만불)	국내매출 및 수입대체액 (단위:억원)	신품종			유전자원 등록	논문		DH계통 개발건수
			국내외품종 신고 및 판매건수	국내외품종보호			SCI	비SCI	
				출원	등록				
1차년도	1		1			1			
2차년도	2		1			2			
3차년도	2		1			2			
4차년도	3		1	1		2			
5차년도	15		1			2			
6차년도	30			1		2			
7차년도	60		1		1	1			
8차년도	150		1	1		1			
9차년도	300		1		1	1			
계	563		8	3	2	14			

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

본 연구의 목표는 색소체 고함유한 생식용 품종 개발로서 안토시아닌, 라이코펜과 베타카로틴 등의 색소체들은 항산화 작용을 하는 기능성 물질로 보고되고 있고(Mattila and Hellstrom, 2007), 전 세계적으로 인구가 증가함에 따라 개인당 소득이 증가하면서 건강에 대한 소비자의 관심이 증대되었다. 이에 따라 생식용 고기능성 채소에 대한 소비자의 요구가 계속해서 증가하고 있는 추세며(Ha *et al.*, 2009), 배추는 섬유함량이 높은 작물로 인식되면서 생식용 샐러드로서 소비가 증가함에 따라 유럽지역에서 재배면적이 증가하는 추세다(IPET, 2012). 향후에는 많은 연구 및 투자가 기능성이 보장된 품종의 개발에 이루어 질것으로 기대되고 있는 실정이다.

*Brassica* 속내에서 안토시아닌 색소를 고함유한 빨간 양배추(*Brassica oleracea*. L)는 광을 접하는 외엽과 결구된 내엽에 모두 진한 붉은 색이나 자색을 발현하는데 이것은 안토시아닌의 축적에 의한 것이다(Arapitsas *et al.*, 2008; Rabino *et al.*, 1986). 안토시아닌 색소는 항산화물질로 널리 알려져 있고, 이 성분은 활성산소를 제거하여 세포의 산화 및 노화를 방지하고 피를 맑게 하여 콜레스테롤 수치를 개선하고 암 예방과 심장병, 뇌졸중 등의 성인병에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Park *et al.*, 2014). 따라서 외부 및 결구 내부의 엽색이 빨간 배추의 개발은 기존의 배추 종자시장이 크지 않은 유럽시장에서도 기능성 채소를 선호하는 소비자의 요구도를 맞추어 시장 점유율을 높여 시장의 확대 및 고가의 새로운 시장을 개척할 수 있다. 또한, 안토시아닌이 함유되어 결구된 빨간 생식용 배추 품종들은 재배기간이 정식 후 60~70 일로 일반 녹색배추와 비슷하다. 빨간 양배추는 재배기간이 정식 후 80~90 일 이상 시간이 소요(RDA, 2012)되므로, 전 세계의 빨간 양배추 종자시장을 대체하여 확대 재배 될 수 있을 것이며, 새로운 기능성 작물로 자리 잡을 것으로 기대된다.

안토시아닌(Anthocyanin)은 꽃이나 과일 등에 주로 포함되어있는 색소를 말하며, 수소 이온 농도에 따라 빨간색, 보라색과 파란색 등을 띠게 된다. 고등식물의 잎, 줄기, 뿌리, 꽃과 과일 등 어느 조직이나 생기는 수용성물질이며, 플라보노이드(Flavonoids)계 물질로 냄새와 맛이 거의 없다. 안토시아닌은 식물의 각 위치에서 각각 다른 역할을 하는데, 열매에서는 동물을 유인하는 색으로서 역할을 하며 그 동물을 이용해 식물의 씨앗을 퍼트리게 해준다. 꽃에서도 색으로의 역할을 하고 곤충을 유인해 꽃가루를 옮기게 만들고, 잎에서는 강한 자외선을 막아주는 역할을 한다(Wang and Lin, 2000).

안토시아닌 색소는 항산화물질(Antioxidant)로 널리 알려져 있고, 이 성분은 활성산소(Active Oxygen Species)를 제거하여 세포의 산화 및 노화를 방지한다. 그리고 피를 맑게 하여 콜레스테롤 수치를 개선하고 심장 질환, 혈관 질환, 뇌졸중 등의 혈액과 관련한 질환의 치료에 도움을 준다(Park *et al.*, 2014). 또한, 사람의 안구 망막에는 시각에 관여하는 로돕신(Rhodopsin)이라는 빛을 받아들여 뇌에 전달하는 역할을 하는 색소체가 존재하고, 이것의 광 자극에 의한 분해와 재합성의 연속 작용으로 뇌의 시각영역에 전달되어 물체를 볼 수 있게 된다. 로돕신이 부족하게 되면 눈의 피로, 시력저하나 백내장 등의 각종 안 질환을 유발 할 수 있는데, 안토시아닌이 로돕신의 재합성을 촉진하여 활성화 시켜주는 효능이 있다(Liang *et al.*, 2004). 그 외에도 안토시아닌은 인슐린의 생성량을 높여 혈당조절에 도움을 줌으로서 당뇨치료 및 예방에 좋고, 수은,

납, 비소 등 인체에 해로운 중금속이 체내에 축적되지 않도록 체외로 배출시켜 주는 효능과 소염 및 살균작용이 있는 것으로도 보고되고 있다(Kong *et al.*, 2003).

빨간 양배추의 안토시아닌 색소의 발현에 관여하는 유전자의 작용을 살펴보면 2개의 유전인자가 주동적으로 작용한다고 보고되었는데(J.R.Baggett, 1977, *Euphytica* 27:593~599), 먼저 C와 C-2 유전자 좌의 경우 유전자가 둘 다 우성일 경우에만 안토시아닌이 발현되고 둘 중 하나라도 열성인 c나, c-2일 경우에는 안토시아닌이 발현되지 않는 녹색양배추라고 하였다. A 유전자좌의 경우는 식물체 내에 안토시아닌이 발현되는 부위를 정하는 데, 주요 부위인 줄기, 엽병, 중륜, 엽신 등의 안토시아닌 발현을 조절하는 우성의 CRC 유전자와 특정부위의 발현을 조절하는 적어도 4개 이상의 대립 유전자가 있다고 보고되었다.

본 연구는 색소체가 고 함유된 배추 품종을 개발하기 위해 기존의 배추에 색소체가 고 함유된 배추 아종과의 종내 교배는 물론 다른 종과의 종간 교잡을 통한 색소체 고함유 신품종을 개발하고자 한다. 선행연구 결과 브라시카 라파(*B. rapa* L.,  $2n=20$ , AA) 식물 중에서 자색이나 붉은 색을 띠는 작물로는 중국의 홍채심, 보라색 순무, 자색 박초이 등이 있으나 빨간색의 발현이 미미한 수준이다. 더우기 광을 접하는 부위에서만 빨간색이 약간 발현되고 광이 접하지 못하는 속잎은 빨간색이 발현되지 않는 유전적인 특성을 보이고 있다. 그리고 저온에서는 약간의 적색을 보이나 여름의 고온에서는 거의 보이지 않는 단점을 가지고 있다.

이러한 문제점을 극복하기 위해 본 연구에서는 선행연구로 개발된 배추 x 양배추, 배추 x 갓 간의 종간교잡을 통한 색소체 고함유 계통을 이용한 연구를 수행하였다. 같은 종내의 개체간 교잡후대는 임성이 좋아 잡종세대를 얻기에는 용이하나 다양하고 유용한 유전형질의 도입에는 어려움이 많다. 하지만 종과 속이 다른 종속간 교잡은 모계와 부계의 염색체 수가 다르기 때문에 수정이 되지 않거나, 가능 하더라도 배추(Ovule)가 생육 도중 쉽게 퇴화되기 때문에 잡종식물을 획득하기 어려운 게 사실이다. 하지만 이들 간 수정 자체는 상대적으로 쉽게 이루어지는 경우도 있다. 종간교잡(Interspecific Hybridization)은 새로운 식물체의 육성과 이미 알려진 복 2배체 식물의 유전적 다양성 및 유용형질을 재배종으로 도입 및 생물의 진화와 종의 분화과정을 연구하기 위해 오래 전부터 많이 연구되고 있다(Bang *et al.*, 1997).

일본에서 Morinaga와 우장춘 박사 등이 배추 속의 종간교잡을 연구하였고, 우장춘 박사는 배추 속의 2차 계통 식물이 3개의 기본 계통 식물에서 유래되었다는 삼각형 이론(그림 1)을 정립하였으며 Morinaga의 계통 진화에 대한 가설을 증명하였다(Morinaga, 1934). *Brassica*속의 종간교잡은 배추(*B. rapa*)와 양배추(*B. oleracea*)간 인공교배를 통해서 유채(*B. napus*)를 인공적으로 육성한 이후, 종간교잡에 대한 연구는 *B. oleracea*와 *B. napus*, *B. campestris*와 *B. napus*, *B. jucea*와 *B. napus* 및 *B. juncea*와 *B. oleracea*등 종간잡종에 대한 연구가 진행되었다(Kim *et al.*, 2015). 이와 같이 *Brassica*속 내의 다양한 종간교잡 연구를 통해서 종간의 교배능과 교잡불화합성 등을 밝혔고, 종간교잡을 통해 생산된 다양한 잡종식물의 형태 및 특성 등에 대한 연구가 진행되었다.

본 연구과제의 책임자는 2002년부터 권농종묘에서 안토시아닌 고함유 배추 품종개발을 시작하여 *Brassica oleracea* L 식물인 빨간 양배추와 *Brassica rapa* L 식물인 배추를 교배하여 종간 잡종 식물체를 만들고, 종간잡종 식물체에 배추를 연속 여교배(Backcross)하여 안토시아닌이 발현되는 *Brassica rapa* L 인 빨간 배추를 육성하였다(Kwon and Lee, 2012).

모본으로 *Brassica rapa* 식물인 배추 ( $2n=20$ , AA) '불암 3호'와 부분으로 *Brassica oleracea* 식물인 빨간 양배추 ( $2n=18$ , CC) '레드루키'를 사용하여 너수분(Bud Pollination)을 실시하였다. 수분 후 10일경 배추배양(Ovule Culture)을 수행하여 배를 회생(Embryo Rescue)시켜 종간 잡종 식물체

(2n=19, AC)를 얻었고, 이 중간 잡종 식물체의 성장점에 0.3% 콜히친(Colchicine)을 처리하여 중간잡종4배체식물(4n=38, AACC, F<sub>1</sub>)을 얻었다. 배추를 모본으로 하고 중간잡종 4배체식물을 부분으로 하여 뇌수분을 수행한 결과, BC<sub>1</sub> 종자를 얻을 수 있었다. 이렇게 생산된 종자의 충실도 및 발아율은 매우 낮았다. 세대를 진전하며 배추와 유사한 표현형을 나타내는 빨간 개체를 선발하고 배추와 연속 여교잡하였고, BC<sub>4</sub> 식물체는 교배 임성이 일부 높아졌다. BC<sub>6</sub> 식물체의 여교잡시에는 임성이 회복되어 BC<sub>7</sub> 종자의 생산량 및 충실도는 일반 배추와 유사한 수준이었고, 식물체의 특성도 배추와 매우 유사하여 특허 등록(특허 제 10-1388950)과 권농빨강배추(생판2-12-2012-35, 국립종자원, 2012)로 품종등록을 하였다.

한편 배추와 양배추와의 중간잡종에 이수성육종법을 적용하여 얻은 2n=40의 염색체수를 갖는 신종식물 "홍쌈추"이 개발되었고(Lee, 2008), 또한 배추와 홍쌈추간의 중간잡종을 통한 홍배추 (*Brassica campestris* var. *pekinensis* Hongbaechoo):도 개발되었다(Lee, 2010)

내병성 품종을 개발하기 위한 중간교잡의 연구도 진행되고 있어 부라시카 라파(*Brassica rapa*L) 식물인 배추와 브라시카 올레라체아(*Brassica oleracea* L.)식물인 브로콜리의 중간교잡으로 배추에 존재하는 근류병 내성 유전자를 브로콜리로 도입하였다는 보고(PCT/EP2003/008197 )도 있다.

본 연구에서는 색소체 고함유 배추 F<sub>1</sub>품종의 종자의 순도를 높이고 개발된 품종의 유전자원을 보호하기 위해 세포질 웅성불임 계통을 이용한 F<sub>1</sub>품종 육성을 하였다.

웅성불임은 웅성기관이 형태적이나 기능적으로 이상이 생겨 수분이나 수정이 이루어지지 않는 현상으로 육종학적으로 유전적 원인에 의한 것을 말한다. 그 종류로는 유전자적 웅성불임(GMS; Genetic Male Sterility), 세포질적 웅성불임(CMS; Cytoplasmic Male Sterility), 세포질×유전자적 웅성불임성(CGMS; Cytoplasmic Genetic Male Sterility)이 있다. 유전자적 웅성불임(GMS)은 웅성불임유전자가 핵 내에 존재하여 그 불임유전자에 의해 웅성불임성이 결정되는 것이고, 세포질적 웅성불임(CMS)의 경우, 웅성불임유전자가 세포질 내에만 존재한다. 세포질×유전자적 웅성불임성(CGMS)은 웅성불임유전자가 핵과 세포질에 모두 존재하며 어느 한쪽에 가임유전자가 있으면 웅성가임이 된다. 웅성불임에서 유지친(Maintainer)은 세포질 내에는 정상의 유전자가 존재하고 핵 내에는 회복유전자를 가지지 않는 것으로 웅성불임과의 교배를 통해 웅성불임을 유지시켜주는 역할을 하며, 핵 내에 임성회복유전자를 가진 개체를 회복친(Restorer)이라고 한다(Schnable and Wise, 1998).

배추가 속하는 세포질 웅성불임성은 세포질 요인에 의해 미토콘드리아가 정상적인 기능을 수행하지 못하여 발생한 비정상적인 기능으로 모계유전(Maternal Inheritance)된다. 이는 웅성 불임성의 유지에 용이하고, 식물체에 적용하기가 매우 수월하기 때문에, 배추 F<sub>1</sub> 종자의 채종에 웅성불임을 이용하려는 시도가 계속 되고 있다(Heng *et al.*, 2014).

# 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

## 제 1 절 연구수행 방법

### 1. 연차별 연구수행 방법

연차별 연구범위 및 연구수행방법은 표4와 같다.

표4. 연차별 연구수행 방법.

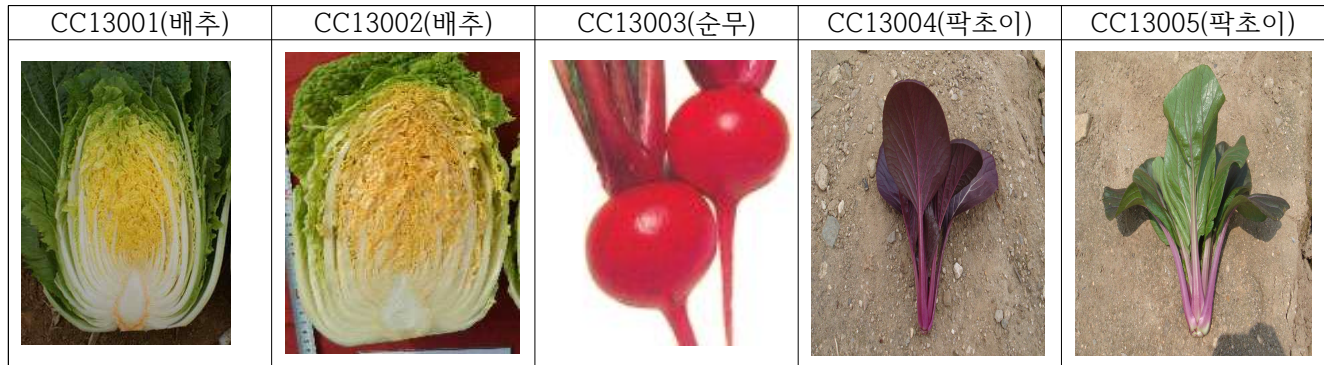
구분	연구 범위	연구수행방법
1차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 다양한 색소군의 배추 종 유전자원 수집 및 색소체 성분의 정성, 정량적 평가 및 배추로의 도입.</li> </ul>	1. 안토시아닌, 베타카로틴, 라이코펜이 함유된 유전자원의 성분 분석 및 배추로의 도입(5점).
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 중간교잡을 통한 색소체 발현 유전자의 배추로의 도입.</li> </ul>	2. 적양배추, 적겨자, 폴리플라워에서 색소체 유전자의 도입(중간교잡 3계통).
2차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 안토시아닌 색소체 고 함량이면서 유럽수출용에 적합한 생식용 기능성 배추 계통 육성.</li> </ul>	1. 조생계 계통 및 F1육성(30계통5조합).
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 색소체가 함유된 배추 계통의 육성 및 성분 분석.</li> </ul>	1. 안토시아닌, 베타카로틴, 라이코펜의 정량 분석(7품종). 2. 색소체 관련 유전자원 수집(2품종)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 안토시아닌 색소체 고함량이면서 유럽수출용에 적합한 생식용 기능성 배추 계통 및 F1 품종 육성.</li> </ul>	1. 정식후 50-60일 전후에 수확가능한 조생계 계통 및 F1육성(35계통 5조합). 2. 자모(털)이 없으며 아삭한 육질 및 풋내가 적고 단맛이 강한 계통 육성(5계통). 3. 소형의 단구 형태, 소형의 원통형(칠리) 형태, 소구의 남방계 형태의 계통 육성(5계통). 4. 선발 품종의 유럽의 전세계 지역에서의 적응성 시험(유럽, 중국, 미국, 호주등) 5. 선행연구결과 및 선발조합의 수출 판매 추진(1품종, 중국, 일본, 유럽, 호주)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 뿌리혹병 저항성인 색소체 (안토시아닌, 베타카로틴 및 라이코펜) 고함량의 생식용 기능성 배추 계통 육성.</li> </ul>	1. 여교잡을 통한 뿌리혹병 저항성 유전자의 색소체 배추로의 도입. 2. 뿌리혹병 저항성인 색소체 (안토시아닌, 베타카로틴 및 라이코펜) 고함량의 기능성 배추 계통 육성(11계통).
3차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>● CMS(웅성불임)를 이용하여 고순도 종자 생산 및 핵심 유전자원의 보호.</li> </ul>	1. 육성된 계통을 CMS계통으로 육성 및 F1 육성(32계통 10조합)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 색소체가 함유된 배추 계통의 육성 및 성분 분석.</li> </ul>	1. 안토시아닌, 베타카로틴, 라이코펜의 정량 분석(6품종). 2. 색소체 관련 유전자원 수집(2품종)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 안토시아닌 색소체 고함량이면서 유럽수출용에 적합한 생식용 기능성 배추 계통 및 F1 품종 육성.</li> </ul>	1. 정식후 50-60일 전후에 수확가능한 조생계 계통 및 F1육성(30계통 2조합). 2. 자모(털)이 없으며 아삭한 육질 및 풋내가 적고 단맛이 강한 계통 육성(8계통). 3. 소형의 단구 형태, 소형의 원통형(칠리) 형태, 소구의 남방계 형태의 계통 육성(7계통). 4. 선발 품종의 유럽의 전세계 지역에서의 적응성 시험(유럽, 중국, 미국, 호주등) 5. 선행연구결과 및 선발조합의 수출 판매 추진(2품종, 중국, 일본, 유럽, 호주)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 뿌리혹병 저항성인 색소체 (안토시아닌, 베타카로틴 및 라이코펜) 고함량의 생식용 기능성 배추 계통 육성.</li> </ul>	1. 여교잡을 통한 뿌리혹병 저항성 유전자의 색소체 배추로의 도입. 2. 뿌리혹병 저항성인 색소체 (안토시아닌, 베타카로틴 및 라이코펜) 고함량의 기능성 배추 계통 육성(10계통).
4차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>● CMS(웅성불임)를 이용하여 고순도 종자 생산 및 핵심 유전자원의 보호.</li> </ul>	1. 육성된 계통을 CMS계통으로 육성 및 F1 육성(38계통 10조합)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 색소체가 함유된 배추 계통의 육성 및 성분 분석.</li> </ul>	1. 안토시아닌, 베타카로틴, 라이코펜의 정량 분석. (10계통)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 안토시아닌 색소체 고함량이면서 유럽수출용에 적합한 생식용 기능성 배추 계통 및 F1 품종 육성.</li> </ul>	1. 정식후50-60일 전후에 수확가능한 조생계 계통 및 F1육성(40계통 6조합). 2. 소형의 단구 형태, 소형의 원통형(칠리) 형태, 소구의 남방계 형태의 계통 및 F1 육성(5계통2조합).
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 베타카로틴 색소체 고함량이면서 유럽수출용에 적합한 생식용 기능성 배추 계통 및 F1 품종 육성.</li> </ul>	1. 정식후50-60일 전후에 수확가능한 조생계 계통 및 F1육성(5계통 2조합).
4차년도	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 뿌리혹병 저항성인 색소체 (안토시아닌, 베타카로틴 및 라이코펜) 고함량의 생식용 기능성 배추 계통 및 F1 육성.</li> </ul>	1. 뿌리혹병 저항성인 색소체 (안토시아닌, 베타카로틴 및 라이코펜) 고함량의 기능성 배추 계통 육성 및 F1 육성(10계통).
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● CMS(웅성불임)를 이용하여 고순도 종자 생산 및 핵심 유전자원의 보호.</li> </ul>	1. 육성된 계통을 CMS계통으로 육성 및 F1 육성(3계통10조합) 2. 육성품종 현지 적응시험 및 판매(2품종30,000\$수출)

## 제 2 절 연구개발 연구수행 내용 및 결과

### 1. 다양한 색소군의 배추 종 유전자원 수집 및 색소체 성분의 정성, 정량적 평가 및 도입.

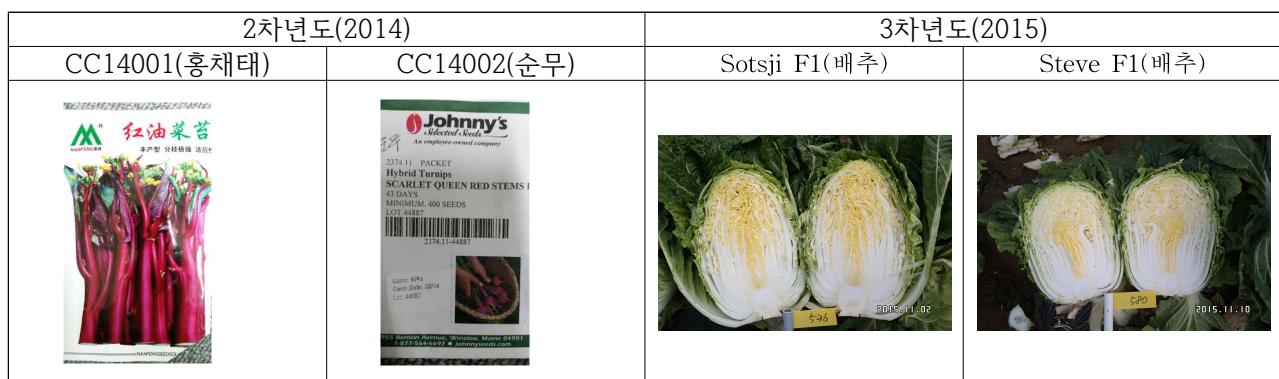
#### (1). 유전자원수집

그림1. 1차년도 수집 유전자원



1차년도(2013년)에 그림1과 같이 본 연구를 위해 국내에서 CC13001 등 2점, 미국 등 국외에서 3점의 유전자원을 수집하였는데, 도입종 CC13001은 베타카로틴 함량이 매우 높다고 알려진 품종으로 2차년도에 베타카로틴을 분석함과 동시에 베타카로틴 고함유 품종 개발을 위한 소재육성 재료로 사용하고자 합니다. 수집종 CC13002는 라이코펜 함량이 높은 배추 품종으로 수집종 황심과 더불어 라이코펜 고 함유 품종 개발에 유용할 것으로 생각된다. 한편 수집종 CC13003(순무), CC13004(팍초이), CC13005(팍초이) 등 3품종은 모두 적색 유전자를 가지고 있는 품종으로 안토시아닌 고 함유 품종 육성을 위한 적색유전자의 집적효과를 통한 안토시아닌 고함유 배추 품종의 개발을 위한 계통육성의 소재로 사용하였다.

그림 2. 2차년도 및 3차년도 수집 유전자원.



또한 그림3과 같이 2차년도(2014년)에 본 연구를 위해 중국과 미국에서 2점의 유전자원을 수집하였는데, 도입종 CC14001(홍채태) 와 CC14002(순무)는 배추와 교잡이 용이하며 적색 유전자를 가지고 있는 품종으로 안토시아닌 고 함유 품종 육성을 위한 적색유전자의 집적효과를 통한 안토시아닌 고함유 배추 계통 육성에 사용이 가능하리라 사료된다. 이들 1, 2차년도에 수집한 7개 유전자원 중 5점의 유전자원은 2015년에 한국생명공학연구원 미생물자원센터에 유전자원 기탁 등록하였다.



3차년도(2015년)에 본 연구를 위해 네델란드에서 Sotsji F1배추 등 2점의 유전자원을 수집하였는데 이들 품종은 유럽에서 재배되고 있는 품종으로 그 특성을 평가 후 색소체 고함유 배추와 대비시험에 이용하였다. 봄 품종인 Sotsji F1는 만추대로 결구력이 우수한 품종으로 근류병 저항성 품종으로 외엽색은 연한 녹색이며 내부색은 황색이다. 한편 가을 품종인 Steve F1는 숙기가 빠르며 결구력이 우수하며 내엽색이 노랑고 외엽색은 진한 고품질 품종으로 근류병 저항성 품종이다. 이들 수집한 유전자원은 2016년에 한국생명공학연구원 미생물자원센터에 유전자원 기탁 등록하였다.

**(2). 수집 유전자원 베타카로틴, 라이코펜이 고함유된 유전자원의 성분 분석.**

베타카로틴과 라이코펜 함량이 높은 것으로 알려진 기 수집종 불암3호와 황심배추를 충남대학교 성분분석센터에 색소체 성분분석을 의뢰한 결과는 아래 표5와 같다. 성분 분석결과 불암3호는 카로틴 함량이 높게 나타났으며 특히 요즘 건강에 유익한 성분으로 알려진 알파카로틴 함량이 높게 나타났으며 황심배추는 라이코펜 함량이 높게 나타나 각각 카로틴과 라이코펜 고 함유 배추 품종육성을 위한 육성소재로 사용을 하려고 한다. 또한 도입종 CC13002 배추는 라이코펜이 고 함유된 품종으로 보고되었으며 아래표의 라이코펜 성분함량은 유전자원을 제공한 회사에서 제공한 라이코펜 함량이다.

**표5. 수집 유전자원의 색소체 성분 함량**

Variety	Antocyanidin					α-carotene (ug/g)	β-carotene (ug/g)	lycopene (ug/g)
	cyanidin	pelargonidin	delphinidin	malvidin	total			
	(ug/g)	(ug/g)	(ug/g)	(ug/g)	(ug/g)			
Bulam 3 ho	12.3	0.0	0.0	16.1	28.4	919.6	111.2	0.0
Hwangsim	0.8	0.0	0.0	28.1	28.8	55.6	20.6	147.0
CC13002	-	-	-	-	-	-	-	75.2*

**(3) 선발품종 안토시아닌, 베타카로틴, 라이코펜의 정량 분석.**

안토시아닌, 베타카로틴, 라이코펜 함량이 높은 것으로 알려진 대조품종 권농빨강2호등 3품종과 RCC-7309 등 4개의 선발조합 포함 7개 품종의 3반복 21 시료를 2014년 11월 충남대학교 성분분석센터에 안토시아닌 등 색소체 성분분석을 의뢰한 결과는 아래 표6과 같다.

2차년도 새롭게 선발된 4개의 선발조합은 공히 1차년도 선발되어 품종 등록한 권농빨강2호 배추보다는 안토시아닌 함량이 높아서 안토시아닌 고함유 신 조합으로 우수한 결과를 보였다. 선발 조합 중 KN5013이 안토시아닌 성분이 가장 많은 조합으로 나타났으나 KN5013은 채중성이 낮아 최종 선발조합에서 제외하였다. 라이코펜 함량은 대조품종인 BHD-411에서만 나타났고 라이코펜 함량이 높은 계통과 안토시아닌이 높은 계통을 교배한 조합 KN5015에서는 라이코펜이 함유되지 않아 두성분의 집적을 위한 품종으로 기대하였으나 안토시아닌과 라이코펜이 집적된 조합의 선발은 실패하였다. 한편 안토시아닌 함량이 높은 선발품종과 대비품종 등 6품종을 공시하여 기능성 성분인 플라보놀, 페놀산 및 글루코시놀레이트 함량을 추가적으로 2015년 5월 충남대에 의뢰 분석하였다.

플라보놀은 과일과 채소의 껍질부위에 많으며 안토시아닌과 시너지효과를 내는 성분으로 플라보놀의 주요성분인 Quercetin과 Kaempferol을 분석한 결과는 표7과 같다. Quercetin은 식품변질을 막는 산화방지제로 사용될 만큼 항 산화력이 강한 성분이며 Kaempferol은 면역력을 강화하여 암세포가 자라지 못하게 하는 성분으로 알려진 것이다. 분석한 결과 빨강배추 품종인 4품종의 플라보놀 함량이 일반배추보다 높게 나타났으며 플라보놀 함량 중 Quercetin과 Kaempferol함량도 모두 일반배

추보다는 높아 안토시아닌 고함유 선발조합이 일반배추보다 산화력과 면역력이 높은 식품일 것으로 추정되며 Kaempferol함량은 라이코펜 고함유 품종인 BHD-411보다 오히려 낮아 라이코펜 고함유 품종의 육성을 위한 중요한 근거가 될것으로 보인다.

표6. 선발 조합 및 대비품종 성분함량.

Varieties	Antocyanidin					B-carotene (ug/g)	lycopene (ug/g)
	cyanidin (ug/g)	delphinidin (ug/g)	malvidin (ug/g)	pelargonidin (ug/g)	total (ug/g)		
KN5011	1812.1	20.2	522.5	2.0	2356.8	16.4	0
KN5013	2550.4	35.7	435.2	4.2	3025.5	9.6	0
KN7309	2473.0	30.8	431.1	4.0	2939.0	22.1	0
KN5015	2424.3	27.0	338.0	3.0	2792.3	30.2	0
권농빨강2호	953.3	5.7	167.2	1.2	1127.5	19.9	0
BHD-411	19.9	1.0	3.7	0.5	25.1	14.3	409.6
권농카로틴	0.5	0.3	3.9	12.7	17.4	8.7	0

배추 같은 십자화과식물의 건강기능성 효과는 ‘글루코시놀레이트(glucosinolate)’ 성분 물질이라고 알려져 왔으며 본 연구에서도 빨강배추 3품종과 일반품종인 ‘파워춘광’ 품종을 충남대학교에 의뢰해서 글루코시놀레이트 함량을 분석하였다(표7). 분석결과 빨강배추와 일반배추의 글루코시놀레이트 총함량은 차이가 있었으며 빨강배추에서 함량이 높았다.

표7. 선발 조합 및 대비품종 Glucosinolate 성분함량.

Glucosinolate contents ( $\mu\text{mol/gdrywt.}$ )	KN5011	KN5013	KN7309	파워춘광
Progoitrin	1.95±0.14	1.16±0.13	0.97±0.03	0.36±0.03
Unknown 1	0.08±0.02	0.17±0.05	0.13±0.08	0.22±0.01
Unknown 2	0.07±0.03	0.13±0.01	0.07±0.00	0.12±0.02
Glucoalyssin	0.66±0.10	0.62±0.01	0.78±0.10	0.21±0.01
Gluconapoleiferin	0.61±0.04	0.43±0.05	0.30±0.03	0.07±0.00
Gluconapin	1.54±0.14	0.77±0.11	1.12±0.03	0.79±0.03
Unknown 3	0.13±0.01	0.11±0.01	0.17±0.01	0.13±0.02
4-Hydroxyglucobrassicin	ND	ND	0.06±0.00	ND
Unknown 4	0.13±0.00	1.99±0.29	0.17±0.01	ND
Glucobrassicinapin	3.59±0.38	2.29±0.34	1.87±0.03	1.01±0.06
Glucoerucin	0.14±0.04	0.08±0.01	0.13±0.04	0.07±0.01
Glucobrassicin	1.55±0.05	0.77±0.05	0.52±0.03	0.57±0.00
4-Methoxyglucobrassicin	2.10±0.15	2.05±0.08	3.92±0.21	2.49±0.00
Gluconasturtiin	1.00±0.09	0.61±0.12	1.11±0.04	0.41±0.11
Neoglucobrassicin	0.43±0.03	0.35±0.07	0.19±0.00	0.43±0.02
Total	13.99±1.14	11.53±1.29	11.52±0.23	6.88±0.21

분석 결과 빨강배추에서 암을 유발하는 물질을 제거한다는 아이소타이오사이어네이트(Isothiocyanate)의 전구체인 ‘글루코브라시카나핀(glucobrassicinapin)’ 함량이 일반배추보다 2-3배 높게 함유하고 있었으며 ‘글루코 나스나스투틴(Gluconasturtiin)’ 또한 풍부하게 존재하고 있는 것으로 나타났다.

한편 4차년도에는 대비종 권농카로틴, 다홍채 및 육성품종 권농빨강3호 와 3차년도에 새롭게 선발 및 예비 F1선발조합 7품종을 공시하여 안토시아닌 함량을 분석하였다(표8). 그 결과 예비선발 F1조합보다 권농빨강3호배추가 안토시아닌 함량이 가장 높게 나타났으며 예비선발 F1조합에서는

No.5037과 No.5046 높게 나타나 차년도에 국내외 재배적응시험 결과에 따라 신품종 등록 여부를 결정하려고 한다. 또한 KN5071이 안토시아닌이 함량이 가장 높아 차년 연구에서 생산성과 채종 시험 후 품종선발 여부를 결정할 예정이다.

표8. 선발 조합 및 대비품종 Antocyanidin 성분함량.

Sample	Antocyanidin					
	cyanidin	pelargonidin	delphinidin	malvidin	peonidin	total
	(ug/g)	(ug/g)	(ug/g)	(ug/g)	(ug/g)	(ug/g)
권농카로틴(대비종)	0.7	N.D	N.D	6.9	0.000	7.6
권농빨강3호	4024.3	N.D	N.D	123.3	16.6	4164.2
다홍채(빨간박초이)	698.3	N.D	N.D	7.3	3.7	709.3
KN5033	3399.9	N.D	N.D	20.1	19.6	3439.7
KN5037	3622.3	N.D	N.D	19.9	18.9	3661.1
KN5039	3050.8	N.D	N.D	23.1	20.1	3093.9
KN5046	3525.3	N.D	N.D	33.1	20.5	3578.8
KN5050	1642.3	N.D	N.D	5.0	12.4	1659.8
KN5064	2278.8	N.D	N.D	25.5	13.6	2317.9
KN5071	7679.2	N.D	N.D	262.5	46.1	7987.7

## 2 중간교잡을 통한 색소체 발현 유전자의 배추로의 도입.

### (1). 적양배추와 배추의 중간 교잡종 선행연구 품종(권농빨간봄배추)의 성분 분석.

연구 1차년도에 선행연구로 배추와 적양배추를 교배하여 개발된 안토시아닌 고함유 배추인 ‘권농빨강’배추 및 ‘권농빨간봄’배추와 베타카로틴이 고함유한 것으로 알려진 불암3호 배추를 성분분석의뢰한 결과는 아래 표9와 같다. 그 결과 표현형으로 적색이 강한 ‘권농빨강’배추가 ‘권농빨간봄’배추보다 안토시아닌 함량이 높게 나타났으며, 한편 베타카로틴 함량은 베타카로틴이 높은 ‘불암3호’배추에 비해 적색배추인 ‘권농빨강’배추와 ‘권농빨간봄’배추가 낮아 베타카로틴과 안토시아닌이 함께 고함유하는 품종의 개발은 향후에 선발할 예정이다. 하지만 알파카로틴 함량은 ‘권농빨강’배추에서 높게 나타났으며 특히 베타카로틴이 높은 배추를 한쪽 친으로 사용한 권농빨강배추에서 베타카로틴 함량은 낮으나 알파카로틴 함량은 도리어 높게 나타나 안토시아닌과 알파카로틴 함량이 동시에 높은 배추의 품종개발은 가능하리라 본다.

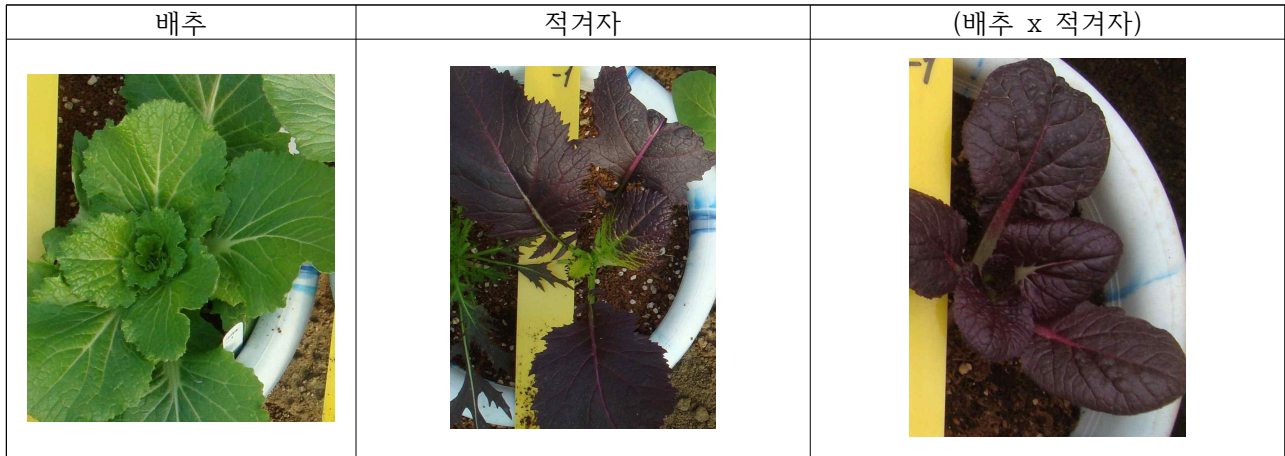
표9. 대비 품종 및 선행 연구 품종 주요 색소체 성분함량.

sample	Antocyanidin					α-carotene	β-carotene	lycopene
	cyanidin	pelargonidin	delphinidin	malvidin	total			
	(ug/g)	(ug/g)	(ug/g)	(ug/g)	(ug/g)			
KN-Ppalgang	2284.5	3.3	22.4	324.3	2634.5	1064.4	59.7	0.0
KN-Ppalganbom	408.7	0.8	1.5	30.2	441.2	541.4	17.9	0.0
Bulam 3 ho	12.3	0.0	0.0	16.1	28.4	919.6	111.2	0.0

### (2). 적겨자에서 도입된 안토시아닌 발현 배추

안토시아닌 고함유 배추 품종육성을 위해 배추와 적갓을 교배하여 획득한 F1 개체에 배추를 여교잡과 선발을 반복하여 배추에 적갓의 적색유전자를 배추에 도입한 배추계통을 육성하고자 한다. 적겨자에서 적색을 나타내는 유전자는 ‘권농빨강’배추의 적색 유전자와 다른 유전자인 것으로 판단되어 향후 이들 유전자의 집적을 통한 색소체 고함유 품종을 개발하는데 이용할 계획이다.

그림 3. 배추x적겨자 간의 종간교잡



3. 안토시아닌 색소체 고함량 생식용 기능성 배추 계통 및 F1 품종 육성.

(1). 안토시아닌 고 함유 배추 계통육성

① 1차년도

선행 연구로 해오던 배추 품종육성 연구에서 본 과제의 안토시아닌 고함유 배추 품종개발을 위한 각 세대별 가을 차검은 아래 표10와 같다. 2013년 8월 5일에 총 313계통을 파종하여 8월 23일에 정식하고 배추 표준 경종방법에 의해 시험재배를 실시하고 10월말에 431개체 및 계통을 선발하였다. 선발된 계통은 그림4와 같이 포트에 이식 후 종자 유지 및 증식을 위해 인공교배를 실시하여 종자를 채종하였다. 한편 특성이 우수하고 순도가 고정되어 계통 선발된 10계통은 2014년 새로운 조합작성을 위해 2014년 미숙모본으로 조합작성 및 채종시험을 위해 2013년 12월20일에 파종하여 춘화처리 후 2014년 3월에 탑핑하우스에 정식, 채종시험 및 시교 종자를 채종하였다.

표 10. 1차년도 가을차검 안토시아닌 고함유 계통육성.

계통분류	차검계통수	선발계통(개체)수	비고
소재작성F1	20	40	
분리집단F2	16	61	개체선발
F3계통	53	75	개체선발
F4계통	71	105	개체 및 계통선발
F5계통	87	55	개체 및 계통선발
F6계통	43	10	계통선발
MS계통육성	23	85	BC1-BC6세대
계	313	431	

그림 4. 1차년도 배추선발개체 및 계통증식



선행 연구로 해오던 봄배추 품종육성 연구에서 본 과제의 안토시아닌 고함유 배추 품종개발을 위한 각 세대별 봄 차검은 아래 표11과 같이 봄 재배가 가능한 안토시아닌 고함유 품종 육성을 위해 선발 증식된 개체 및 계통 351계통을 노지에 2014년 3월 20일 파종하여 4월20일경에 노지 차검을 위해 시험포장에 정식하여 2014년 5월 30일경에 추대가 늦은 411계통을 선발하였다. 특히 종자순도를 높이고 유전자원 보호를 위해 MS계통을 36계통을 선발 여교잡을 실시하였다.

표 11. 1차년도 봄차검 안토시아닌 고함유 계통육성.

계통분류	차검계통수	선발계통수	비고
소재작성F1	5	5	
분리집단F2	8	8	개체선발
F3계통	105	105	개체선발
F4계통	86	86	개체 및 계통선발
F5계통	95	95	개체 및 계통선발
F6계통	16	16	계통선발
MS계통육성	36	36	BC1-BC6세대
계	351	411	

② 2차년도

봄재배가 가능한 안토시아닌 고함유 만추대 품종 육성을 위해 기 선발 증식된 개체 및 계통 385계통을 표12와 같이 각 세대별로 2014년 3월 20일 파종하여 4월20일경에 노지 차검을 위해 시험포장에 정식하여 2014년 5월 30일에 만추대 이면서 적색 및 상품성이 우수한 422 개체 및 계통을 선발하였으며 또한 유전자원 보호를 위한 MS 계통육성을 위해 34계통을 공시하여 45계통을 선발하였다.

또한 채소병리검정사업단에 CR저항성 계통 및 조합의 선발을 위해 34 점을 시험 의뢰한 결과는 표13과 같다. 34점 중 저항성 8점, 중도저항성 3점 등 총 11 계통 및 조합을 선발하였다.

표 12. 2차년도 봄차검 안토시아닌 고함유 계통육성.

계통분류	차검계통수	선발계통수	비고
소재작성F1	5	13	
분리집단F2	8	54	개체선발
F3계통	105	123	개체선발
F4계통	86	97	개체 및 계통선발
F5계통	95	74	개체 및 계통선발
F6계통	16	5	계통선발
MS계통육성	36	45	BC1-BC6세대
CR저항성	34	11	저항성8,중도저항성3
계	385	422	

표 13. 뿌리혹병 저항성인 색소체 고함량의 생식용 기능성 배추 계통 육성.

NO.	차검 번호	계통명	발병도	반응	NO.	차검 번호	계통명	발병도	반응
1	519	KN-12022	3.7	S	21	5030	35030	0.8	R
2	521	KN-13010	0	R	22	5033	35033	3.9	S
3	523	BDH412	0	R	23	5037	35037	1.1	MR
4	520	카로틴	3.5	S	24	5052	35052	4	S
5	521	SN-12422	0	R	25	5056	35056	0	R
6	522	SN-12519	0.4	R	26	5065	35065	3.3	S
7	6503	36503	1.7	MR	27	5066	35066	2.7	S
8	6505	36505	1.5	MR	28	5150	35150	3.3	S
9	6516	권농 빨강	2.8	S	29	5171	35171	3.4	S
10	6522	권농빨간봄	3.4	S	30	5214	35214	3.5	S
11	5001	35001	0.7	R	31	5216	35216	3.8	S
12	5003	35003	3.6	S	32	5240	35240	4	S
13	5005	35005	3	S	33	5242	35220	3	S
14	5009	35009	2.5	S	34	5244	35244	0	R
15	5013	35013	3.8	S	35	대비종	노랑김장	3.7	S
16	5014	35014	4	S	36	대비종	CR청록	0	R
17	5016	35016	3.1	S	37	대비종	천하장군	0	R
18	5018	35018	2.9	S					
19	5023	35023	3.1	S					
20	5027	35027	1	R					

저항성조사기준. 평균발병도가1.0이하인경우에는저항성(R),1.0초과에서2.0이하는중도저항성(MR),2.0초과는감수성(S)으로판정함.

가을용 배추 품종개발을 위해 그림5와 같이 노지에 파종하여 재배시험을 실시하였다. 각 세대별 계통 가을 차검은 아래 표14와 같이 2014년 8월 5일에 총 277계통을 파종하여 8월 23일에 정식하고 배추 표준 경종방법에 의해 시험재배를 실시하고 10월말에 421 개체 및 계통을 선발하여 온실에서 계통 세대진전 및 종자유지를 위해 증식하였다. 특히 계통 선발된 13계통은 2015년 미숙모본으로 파종하여 조합작성 및 채종시험을 위해 2014년 12월20일에 파종하여 춘화처리 후 2015년 3월에 탑핑 하우스에 정식해서 F1조합 채종시험 및 채종한 후 해외 적응시험을 하였다.



표 14. 2차년도 가을차검 안토시아닌 고함유 계통육성.

계통분류	차검계통수	선발계통(개체)수	비고
소재작성F1	13	27	
분리집단F2	13	155	개체선발
F3계통	65	115	개체선발
F4계통	63	75	개체 및 계통선발
F5계통	55	62	개체 및 계통선발
F6계통	45	13	계통선발
MS계통육성	23	32	BC1-BC6세대
계	277	421	

그림 5. 2차년도 배추계통 및 조합차검.



③ 3차년도

3차년도에도 공히 봄 재배가 가능한 안토시아닌 고함유 만추대 품종 육성을 위해 기 선발 증식된 개체 및 계통 432계통을 2015 3월 13일 파종하여 4월13일경에 노지 차검을 위해 시험포장에 정식하여 2015년 6월 8일에 아래 표15와 같이 만추대 이면서 적색 및 상품성이 우수한 522 개체 및 계통을 선발하였으며 유전자원 보호를 위한 MS 계통육성을 위해 31계통을 공시하여 25계통을 선발하였다. 아울러 채소병리검정사업단에 CR저항성 계통 및 조합의 선발을 위해 57 점을 시험 의뢰한 결과 저항성 9점, 중도저항성 3점 등 총 12 계통 및 조합을 선발하였다(표17).

표 15. 3차년도 봄차검 안토시아닌 고함유 계통육성.

배추세대별 계통육성(봄차검)			
계통분류	차검계통수	선발계통수	비고
소재작성F1	27	20	
분리집단F2	132	225	개체선발
F3계통	105	125	개체선발
F4계통	82	80	개체 및 계통선발
F5계통	40	25	개체 및 계통선발
F6계통	15	10	계통선발
MS계통육성	31	25	BC1-BC6세대
CR저항성	57	12	저항성9,중도저항성3
계	489	522	

가을용 배추 품종개발을 위해 각 세대별 계통 가을 차검은 아래 표16과 같이 2015년 8월 6일에 총 421계통을 파종하여 8월 26일에 정식하고 배추 표준 경종방법에 의해 시험재배를 실시하고 11월

초에 453 개체 및 계통을 선발하여 계통 유지 및 증식을 위해 온실에 옮겨 심어 온실에서 세대단축 및 증식을 하였다.

특히 계통 선발된 11계통은 2016년 미숙모본으로 2015년 11월 20일에 파종하여 조합작성 및 채종 시험을 위해 춘화처리 후 2015년 3월에 탐핑하우스와 노지에 정식해서 F1조합 채종시험 및 채종한 후 해외 적응시험을 하였다(그림6).

그림 6. 3차년도 배추선발개체, 계통증식 및 미숙모본.



표 16. 3차년도 가을차검 안토시아닌 고함유 계통육성.

배추 세대별 계통육성(가을차검)			
계통분류	차검계통수	선발계통(개체)수	비고
소재작성F1	27	20	
분리집단F2	155	195	개체선발
F3계통	115	105	개체선발
F4계통	75	55	개체 및 계통선발
F5계통	62	32	개체 및 계통선발
F6계통	13	11	계통선발
MS계통육성	32	35	BC1-BC6세대
계	421	453	



표17. 3차년도 뿌리혹병 저항성인 색소체 고품량의 생식용 기능성 배추 계통 육성.

NO.	차검 번호	계통명	발병도	반응	NO.	차검 번호	계통명	발병도	반응
1	5007	KN7309	0	R	30	5410	5028-51	3.9	S
2	5010	6975 X7310	3.4	S	31	5417	5075-51	4	S
3	5013	KN5013	3.9	S	32	5418	5122-51	4	S
4	5015	KN5015	3.7	S	33	5419	5126-51	4	S
5	5016	빨강3호	0	R	34	5421	5129-51	4	S
6	548	대비종	0	R	35	5451	5170-51	4	S
7	549	대비종	0	R	36	5458	502-53	4	S
8	568	대비종	0.4	R	37	5487	522-51	3.4	S
9	569	대비종	0	R	38	5491	522-55	3.8	S
10	570	대비종	0	R	39	5492	523-51	0	R
11	600	702 X704	3.9	S	40	5497	528-52	1.3	MR
12	601	704 X702	4	S	41	5502	530-51	0	R
13	5262	599-54	0.1	R	42	5509	537B-1	3.1	S
14	5264	600-60	3.9	S	43	5524	538-4	0	R
15	5269	5052-52	4	S	44	5528	봉화-2	4	S
16	5271	5053-52	4	S	45	5529	봉화-3	3.8	S
17	5296	5004-51	1.2	MR	46	5533	봉화-7	4	S
18	5297	5009-51	4	S	47	5542	632-51	0	R
19	5343	5245-51	4	S	48	5544	633-51	3.6	S
20	5345	5218-51	4	S	49	5549	582-52	3.2	S
21	5353	6944-71	4	S	50	5551	582-54	0	R
22	5372	635-2	4	S	51	5553	583-51	4	S
23	5355	5120-71	4	S	52	5554	583-52	4	S
24	5367	627-1	4	S	53	5557	586-51	4	S
25	5394	7006-71	3.6	S	54	5560	588-52	3.7	S
26	5416	5102-51	1.9	MR	55	5611	3154-51	0.6	R
27	5398	5229-52	3.5	S	56	563	북경신3호	4	S
28	5396	5103-51	3.9	S	57	564	경추812	2.8	S
29	5406	5017-51	3.9	S	R: 9품종,계통, MR: 3품종,계통				
저항성조사기준: 평균발병도가1.0이하인경우에는저항성(R),1.0초과에서2.0이하는중도저항성(MR),2.0초과는감수성(S)으로판정함.									

④ 4차년도

봄 재배가 가능한 안토시아닌 고품유 만추대 품종 육성을 위해 기 선발 증식된 개체 및 계통 515 계통을 2016 3월 11일 파종하여 4월11일경에 노지 차검을 위해 시험포장에 정식하여 2016년 6월 5일에 아래와 같이 만추대성, 틱변이 강한 836 개체 및 계통을 선발하였으며 유전자원 보호를 위한 MS 계통육성을 위해 38계통을 공시하여 30계통을 선발하고 여교잡을 실시하였다(표18)

표 18. 4차년도 봄차검 안토시아닌 고품유 계통육성.

계통분류	차검계통수	선발계통(개체)수	비고
소재작성F1	15	18	
분리집단F2	15	240	개체선발
F3계통	220	289	개체선발
F4계통	105	165	개체 및 계통선발
F5계통	82	65	개체 및 계통선발
F6계통	40	29	계통선발
MS계통육성	38	30	BC1-BC6세대
계	515	836	

가을용 배추 품종개발을 위해 각 세대별 계통 가을 차검은 아래 표에서와 같이 2016년 8월 5일

에 총 491계통을 파종하여 8월 25일에 정식하고 배추 표준 경종방법에 의해 시험재배를 실시하고 11월초에 390 개체 및 계통을 선발하여 계통 유지 및 증식을 위해 포트에 옮겨 심어 온실에서 세대 단축 및 증식을 하고 있다(표19). 한편 채소병리검정사업단에 CR저항성 계통 및 조합의 선발을 위해 38 점을 시험 의뢰한 결과 저항성 27점, 중도저항성 5점 등 총 32 점 중 24 계통 및 조합을 선발하였다. 4차년도 근류병 저항성 검정 결과 그 동안 연구 결과가 우수하여 저항성 계통을 다수 선발이 가능하였다(표20).

표19. 4차년도 가을차검 안토시아닌 고함유 계통육성.

계통분류	차검계통수	선발계통(개체)수	비고
소재작성F1	20	15	
분리집단F2	195	145	개체선발
F3계통	105	95	개체선발
F4계통	55	45	개체 및 계통선발
F5계통	32	26	개체 및 계통선발
F6계통	11	9	계통선발
MS계통육성	35	31	BC1-BC6세대
CR저항성	38	24	저항성 23, 중도저항성 3
계	491	390	

표20. 4차년도 뿌리혹병 저항성인 색소체 고함량의 생식용 기능성 배추 계통 육성

NO.	차검 번호	계통명	발병도	반응	NO.	차검 번호	계통명	발병도	반응
1	CR카로틴	대비종	0.6	R	20	65720	5700-51 x5740-51	0.6	R
2	CR노랑쌈	대비종	0.3	R	21	65722	5702-51 x5748-51	0	R
3	남도장군	대비종	4	S	22	65723	5727-51 x5688-51	2	MR
4	KN-5	대비종	0.8	R	23	65724	5728-51 x5689-51	0.1	R
5	45021	606 x692	3.5	S	24	65725	5728-51 x5740-51	0.3	R
6	65021	645 x742	0.3	R	25	65726	5728-51 x5755-51	0.6	R
7	65037	645 x680	0.5	R	26	65727	5728-52 x5706-51	0.1	R
8	55072	MS1502 x6858	0.5	R	27	65729	5747-51 x5740-51	0.5	R
9	55074	MS1505 x6858	0.3	R	28	65451	5848-61	3.5	S
10	65117	610 x637	0.9	R	29	65456	5802-51	1.6	MR
11	65118	637 x610	4	S	30	65457	5802-52	1.6	MR
12	65628	5121-51	0.4	R	31	65459	5810-51	0.9	R
13	65659	5585-51	0.2	R	32	65460	5810-52	1.3	MR
14	65707	5908-51	0	R	33	65855	5565-51	0.2	R
15	65709	5730-51	4	S	34	65856	5566-51	0.4	R
16	65408	5823-61 x5814-61	0.1	R	35	65859	5577-51	0.5	R
17	65413	5832-61 x5823-61	0.2	R	36	65860	5578-51	1.4	MR
18	65714	5678-51 x5740-51	0.5	R	37	65861	5580-51	2.2	S
19	65719	5695-52 x5740-51	0.7	R	38	65870	5564-71	0.6	R

R: 27품종, 계통, MR: 5품종, 계통  
저항성조사기준, 평균발병도가1.0이하인경우에는저항성(R),1.0초과에서2.0이하는중도저항성(MR),2.0초과는감수성(S)으로판정함.

(2). 안토시아닌 고품유 배추F1 조합 선발

① 1차년도

선행연구로 개발을 해오던 품종과 새로운 14조합을 공시하여 2013년 8월 5일에 파종하여 육묘한 후 가을 노지차검을 위해 8월 23일 정식하여 F1조합 선발시험을 실시한 결과는 아래 표와 같다(표21).

그림 7. 1차년도 선발조합 및 대비종 비교사진.



시험결과 KN6503과 KN6505 F1조합이 우수하다고 판단되어 선발하였으며 동시에 채종시험을 통해 채종한 선발조합 F1종자를 유럽, 미국, 일본, 중국에 2014년 봄재배를 위해 KN6503과 KN6505으로 시교명을 명명하여 동시에 시험재배를 하였다. 그러나 채종시험에서 KN6503은 우수하였으나 KN6505은 채종성이 낮아 KN6503을 최종 선발하고 2014년에 품종등록하기로 결정했다(그림7).

또한 2개의 F1선발조합 KN36503, KN36505과 대비종의 색소체 성분분석을 충남대학교 분석센터에 의뢰하여 분석을 완료한 결과는 아래 표와 같다. 선발조합은 공히 기 육성된 권농빨강배추보다는 안토시아닌 함량이 낮았으나 권농빨간봄 배추보다는 안토시아닌 함량이 높게 나타났다(표22). 하지만 선발 조합이 기 육성 품종인 권농빨강배추보다 숙기가 빠르고 구중이 우수하여 조생종을 요구하는 유럽 등에 특성이 적합한 것으로 판단된다.

표21. 1차년도 F1조합 특성.

조합명	순도	숙기	엽색(적색정도)	구크기	구중(Kg)	채종성
KN6501	중	중만	중	중	2.00	양
KN6502	중양	만	강	중	1.50	중
KN6503	양	중만	중	중소	1.30	양
KN6504	중	중만	중	중소	1.20	불량
KN6505	중양	중만	강	중소	1.25	중
KN6506	중	중만	중	중	1.15	중
KN6507	중	중만	중	중소	1.50	불량
KN6508	중	중만	중	중	1.45	불량
KN6509	중	중만	강	중	1.20	불량
KN6510	중	중만	중	소	1.20	불량
KN6511	중	만	중	소	1.05	불량
KN6512	중	중만	강	중	1.20	양
KN6513	불량	중	중	소	1.50	중
KN6514	중	중	중	중소	1.40	중
권농빨간봄	중	중만	중	중소	1.00	중
권농빨강	중	만	강	중소	0.90	중
권농카로틴	양	중조	-	대	3.00	양

표22. 1차년도 F1 선발조합 색소체 함량.

sample	Antocyanidin					α-carotene (ug/g)	β-carotene (ug/g)	lycopene (ug/g)
	cyanidin	pelargonidin	delphinidin	malvidin	total			
	(ug/g)	(ug/g)	(ug/g)	(ug/g)	(ug/g)			
KN-Ppalgang	2284.5	3.3	22.4	324.3	2634.5	1064.4	59.7	0.0
KN-Ppalganbom	408.7	0.8	1.5	30.2	441.2	541.4	17.9	0.0
KN36503	953.3	1.2	5.7	167.3	1127.5	455.1	19.9	0.0
KN36505	1645.9	2.3	11.5	175.7	1835.4	481.3	28.5	0.0
Bulam 3 ho	12.3	0.0	0.0	16.1	28.4	919.6	111.2	0.0
Hwangsim	0.8	0.0	0.0	28.1	28.8	55.6	20.6	147.0

② 2차년도

2차년도에는 새로운 14조합을 공시하여 2014년 8월11일에 파종하여 육묘한 후 가을 노지 차검을 위해 9월 1일 정식하여 F1조합 선발시험을 실시한 결과는 아래 표23와 같다. 시험결과 적색이 강하고 숙기가 빠르며 채종성이 우수한 KN7309와 KN5015 2조합이 선발되었으며 KN7309는 2013년 가을 예비선발에서 우수하여 2014년 봄 시교채종을 겸하였으며 2014년 가을 중국의 시험에서도 우수하여 국내에서 빨강3호배추로 품종을 등록할 예정입니다. 또한 KN5015는 숙기가 빠르고 적색이 강한 소구형 품종으로 상품성이 우수한 조합으로 선발하하였고, 칠리계 적색조합으로 KN5011을 선발하였으며 이 2조합은 2015년에 시교 채종하여 2015년 가을에 해외 현지 적응시험을 하였다.

대비종 및 선발조합의 성분분석 결과는 표24와 같다. 2차 년도에 새롭게 선발된 조합 KN7309, KN5015, KN5011은 1차 년도에 선발 품종 등록한 권농빨강 2호 배추보다 표 24에서 보는 바와 같이 안토시아닌 함량이 2배 이상 높게 함유하고 있어 상품성이 크게 향상된 조합으로 현지 적응 시험결과에 따라 수출 시장의 확대에 크게 기여할 것으로 기대합니다.

본 연구과제에서 개발된 모든 조합은 고순도 종자 생산 및 핵심 유전자원의 보호를 위해 CMS 계통을 육성하여 채종하는 것이 매우 중요하므로 1차 년도에 이어 2 차년도에 CMS 계통을 위한 여교잡을 통한 웅성불임 계통 육성을 위해 봄차검 45, 가을차검 32 계통 등을 개체 및 계통선발 하였으

며 선발된 모든 조합 및 품종은 CMS를 이용한 F1 품종으로 선발하였다.

표23. 2차년도 F1조합 특성.

조합명	순도	숙기	엽색(적색정도)	구크기	구중(Kg)	채종성
KN7309(권농빨강3호)	양	중	중강	중소	1.20	양
KN5008	양	중만	중	중소	1.20	중
KN5009(남방계)	중양	중조	중	중소	1.20	중
KN5010(칠리계)	중	중만	중	중	1.30	중양
KN5011(칠리계)	양	중만	중강	중	1.30	중
KN5012	중	중조	중	중소	1.10	불량
KN5013	양	중조	중	중소	1.20	불량
KN5014	양	중조	중	중소	1.20	불량
KN5015(소구형)	양	중	중강	소	1.00	중
KN5016	중	중	중강	중소	1.20	양
KN5017	중	중만	중	중	1.10	불량
KN5018	양	중만	중	중소	1.10	중
KN5019(칠리계)	불량	중만	중	중	1.30	중양
KN5020	불량	중만	중강	중	1.10	불량
권농빨강2호(KN6503)	양	중	중	중	1.40	양
권농빨강	중	만	강	중소	0.90	중
권농빨간봄	양	중만	중강	중소	1.10	중

그림 8. 2차년도 선발조합 및 대비종 비교사진.





표24. 2차년도 F1 선발조합 색소체 함량.

Varieties	Antocyanidin					B-carotene (ug/g)	lycopene (ug/g)
	cyanidin (ug/g)	delphinidin (ug/g)	malvidin (ug/g)	pelargonidin (ug/g)	total (ug/g)		
KN5011	1812.1	20.2	522.5	2.0	2356.8	16.4	0
KN7309	2473.0	30.8	431.1	4.0	2939.0	22.1	0
KN5015	2424.3	27.0	338.0	3.0	2792.3	30.2	0
권농빨강2호	953.3	5.7	167.2	1.2	1127.5	19.9	0

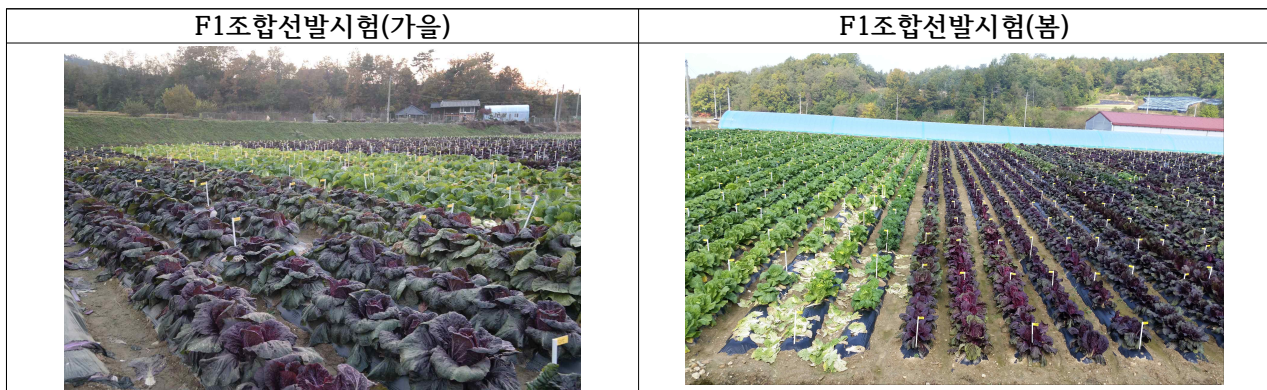
③ 3차년도

3차년도에는 봄 차검에서 14조합을 공시하여 그 시험결과는 표25와 같다. 추대가 늦으며 적색이 강한 조합으로 소구형으로 KN6717과 고구 원통형으로 KN5071이 선발되어 소량 해외시험을 의뢰하였고 2016년에 채종시험을 거친 후 2016년 가을부터 해외 현지 적응시험을 확대하였다.

표25. 3차년도 봄차검 F1조합 특성.

조합명	순도	숙기	추대성	엽색(적색정도)	구크기	구중(Kg)	근류병
권농빨강3호(KN7309)	양	중만	중조	강	중소소	1.20	MR
권농빨강2호(KN6503)	양	중만	중	중	중소	1.40	S
KN6710	중양	중만	중만	중	중소	1.20	-
KN6711	중양	중조	중	중	중소	1.20	-
KN6712	중	중만	중	중	중	1.30	-
KN6713	중양	중만	중만	중강	중	1.30	-
KN6714	중	중조	중만	중	중소	1.10	-
KN6715	중양	중만	중만	중강	중소소	1.00	-
KN6716	중양	중조	중	중	중소	1.20	-
KN6717	양	중만	중만	강	중소소	1.00	S
KN6718	중	중	중만	중강	중소	1.20	-
KN6719	중	중만	중만	중	중	1.10	-
KN6720	양	중만	중만	중	중소	1.10	-
KN6721	불량	중만	중만	중	중	1.30	-
KN6722	불량	중만	만	중강	중	1.10	-
KN5071	양	중만	만	극강	소	0.80	MR

그림 9. 3차년도 F1 조합차검 시험 포장.



한편 3차년도 가을차검에서는 16조합을 공시하여 그 시험 결과는 표26과 같다. 그 결과KN5047을 봄 차검에 이어 가을 차검에서도 우수한 F1조합으로 선발하였다. 새롭게 선발된 조합 KN5047은 만

추대성 품종으로 숙기가 빠르고 적색도 강한 편으로 중국의 와와채용이나 유럽시장의 샐러드 믹스 용으로 현지 적응 시험결과에 따라 수출 시장의 확대에 크게 기여할 것으로 기대한다.

표26. 3차년도 가을차검 F1조합 특성.

조합명	순도	숙기	엽색(적색정도)	구크기	구중(Kg)	근류병
권농빨강3호(KN7309)	양	중만	강	중소소	1.20	MR
권농빨강2호(KN6503)	양	중만	중	중소	1.40	S
KN5041	중	중만	중	중소	1.20	-
KN5042	중양	중조	중	중소	1.20	-
KN5043	중	중만	중	중	1.30	-
KN5044	중	중만	중강	중	1.30	
KN5045	중	중조	중	중소	1.10	
KN5046	중양	중만	중강	중소소	1.00	
KN5047	중양	중	중강	중소	1.50	S
KN5048	중	중	중강	소	1.00	-
KN5049	중	중	중강	중소	1.20	-
KN5050	중	중만	중	중	1.10	-
KN5051	중양	중만	중	중소	1.10	-
KN5052	불량	중만	중	중	1.30	-
KN5053	불량	중만	중강	중	1.10	-
KN5054	중	중	중강	중소	1.50	S
KN5071	양	중만	극강	소	0.80	MR
KN6717	양	중만	강	중소소	1.00	S

본 연구과제에서 개발된 모든 조합은 고순도 종자 생산 및 핵심 유전자원의 보호를 위해 CMS 계통을 육성하여 채종하는 것이 매우 중요하므로 3차년도에 CMS 계통 육성을 위해 봄차검 57, 가을 차검 32 계통을 공시하여 봄 차검에서 12, 가을 차검 57개체 및 계통선발 하였으며 선발된 모든 조합 및 품종은 CMS를 이용한 F1 품종으로 선발하였습니다.

그림10. 3차년도 F1 선발조합 및 대비종.



④ 4차년도

4차년도에는 봄 차검에서 14조합을 공시하여 그 결과는 표27과 같다. 추대가 늦으며 적색이 강한

조합으로 KN 5047, KN5070, KN6717 3조합을 선발하였고 선발 조합 KN5047은 2017년에 유럽, 미국, 일본 및 호주 등에서 해외시험을 진행하고 있다.

한편 4차년도 가을차검에서는 16조합을 공시하여 봄차검에서 선발된 KN 5047, KN5070, KN6717 3조합을 선발하였고(표28), 특히 KN5047이 만추대성 품종으로 숙기가 빠르고 적색도 강한 편으로 가장 우수하여 2016년 가을에 '권농빨강봄배추'로 국립종자원에 품종생산판매 신고 및 품종 보호출원을 하고 2017년에 유럽, 미국, 일본 및 호주 등에서 해외시험을 진행할 계획이다.

그림11. 4차년도 F1 조합차검 시험 포장.



표27. 4차년도 봄차검 F1조합 특성.

조합명	순도	숙기	추대성	엽색(적색정도)	구크기	구중(Kg)	근류병
권농빨강3호(KN7309)	양	중만	중조	강	중소소	1.20	MR
권농빨강2호(KN6503)	양	중만	중	중	중소	1.40	S
KN5046	중양	중만	중강	중소소	중소소	1.00	
KN5047	중양	중	중강	중소	중소	1.50	S
KN5048	중	중	중강	소	중소소	1.00	-
KN5050	중	중만	중	중	중소소	1.10	-
KN5051	중양	중만	중	중소	중소소	1.10	-
KN5052	불량	중만	중	중	중소	1.30	-
KN5053	불량	중만	중강	중	중소소	1.10	-
KN6717	양	중만	중만	강	중소소	1.00	S
KN5070	양	중	중만	중강	중소	1.20	-
KN5071	양	중만	만	극강	소	0.80	MR
KN5072	양	중만	중만	중	중소소	1.10	-
KN5074	불량	중만	중만	중	중소	1.30	-
KN5075	불량	중만	만	중강	중소소	1.10	-
KN5076	양	중만	만	극강	소	0.80	MR



그림12. 4차년도 F1 선발조합 및 대비종.

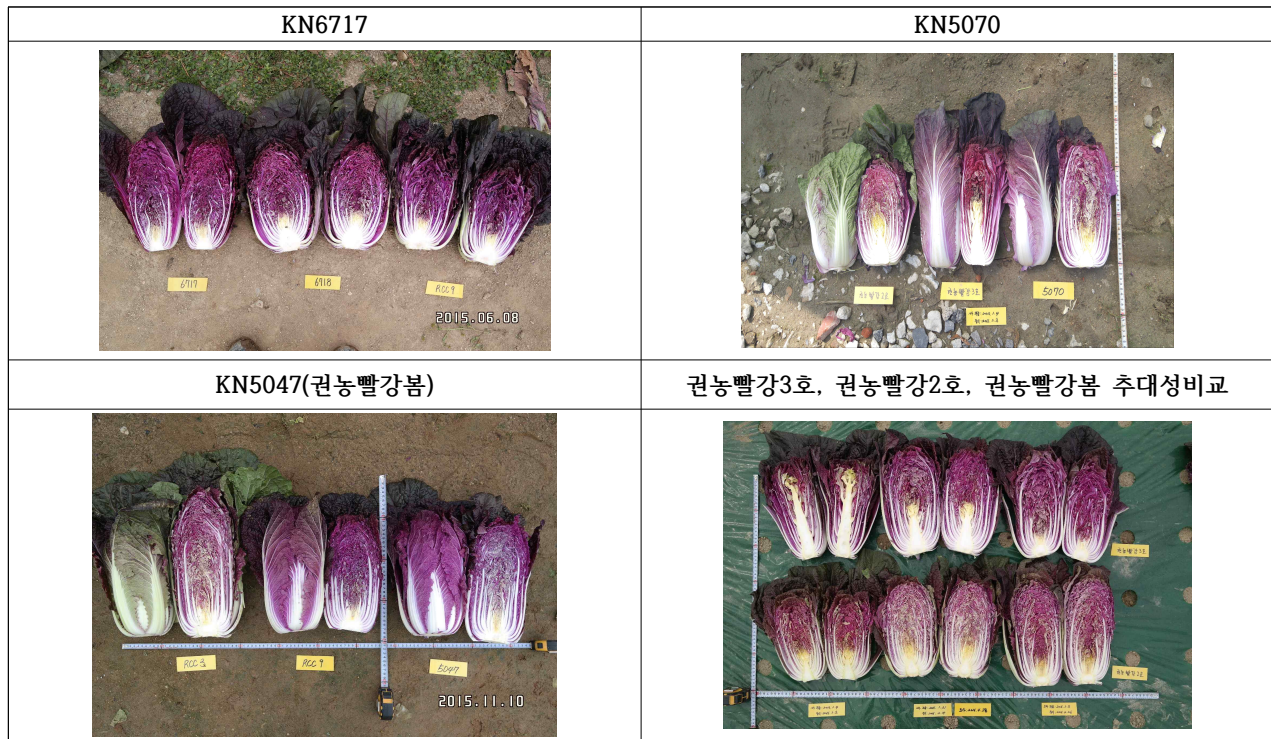


표28. 4차년도 가을차검 F1조합 특성.

4차년도 F1조합 시험 성적(가을차검)						
조합명	순도	숙기	엽색(적색정도)	구크기	구중(Kg)	근류병
권농빨강3호(KN7309)	양	중만	강	중소소	1.20	MR
권농빨강2호(KN6503)	양	중만	중	중소	1.40	S
KN5041	중	중만	중	중소	1.20	-
KN5042	중양	중조	중	중소	1.20	-
KN5043	중	중만	중	중	1.30	-
KN5044	중	중만	중강	중	1.30	-
KN5045	중	중조	중	중소	1.10	-
KN5046	중양	만	강	중	1.3	MR
KN5047	중양	중	중강	중소	1.50	S
KN5048	중	중	중강	소	1.00	-
KN5049	중	중	중강	중소	1.20	-
KN5050	중	중만	중	중	1.10	-
KN5051	중양	중만	중	중소	1.10	-
KN5052	불량	중만	중	중	1.30	-
KN5053	불량	중만	중강	중	1.10	-
KN5054	중	중	중강	중소	1.50	S
KN5070	양	중만	중강	중소	1.50	S
KN6717	양	중만	강	중소소	1.00	S

(3). 선발 우수조합 해외 적응 연락시험 및 홍보.

① 1차년도

안토시아닌 색소체 고 함유 배추품종의 수출을 위한 홍보 및 해외 적응연락시험을 위해 1차년

도에 선행 연구에서 개발된 새로운 배추인 빨강배추의 시장기호도 조사와 홍보 및 바이어 발굴을 위해 2013년 11월 일본에서 개최된 APSA에 참석하여 전시부스를 설치하여 빨강배추의 홍보와 바이어 상담을 실시한 결과, 전 세계의 바이어로부터 많은 관심과 판매가능성을 발견 하였다. 또한 2014년 2월3일부터 베를린에서 개최된 2014 Fruit Logistica in Berlin에 참석하여 유럽 독점 에이전트사와 공동으로 색소채배추에 대한 홍보와 판매 전략을 협의하여 2014년 가을부터 적극적인 시험과 아울러 2015년에 공급을 위한 협의를 실시했다(그림13).

그림13. 1차년도 색소채 배추 홍보.



한편 선행 연구 ‘권농빨강배추’ 와 1차년도 예비선발한 KN36503의 해외시험 결과 및 향 후 계획과 전망은 아래 그림14와 같다.

그림14. 1차년도 해외 지역적응성 시험.

시험지역	시험결과사진		결과요약	향후계획 및 전망
유럽			봄재배는 추대성과 결구성에서 결과가 다소 부족하였으나 가을재배는 기호성과 상품성이 양호하였음.	가을재배에 공급에 충분하고 봄재배를 위해 만추대성과 조생종의 선발이 요망됨. 기호성은 매우 높아 공급전망은 밝은 편임.
미국			여름재배와 시설재배에서는 추대성과 결구성이 부족하였으나 가을노지재배에서는 우수한 평가.	추대성과 결구성을 보완한 품종을 개발하면 공급이 충분하나 현재는 가을 작형에 적합함.
중국			추대성과 결구성이 부족하고 이형율이 높으나 이 문제를 해결하면 연중공급이 가능.	추대성, 결구성, 이형율을 개량한 새로운 선발조합 KN36503을 시험재배중이며 가을부터 판매를 실시하기로 결정함.
호주			봄재배는 추대성 때문에 재배가 어렵고 늦여름 및 가을재배는 우수함.	KN36503은 겨울 및 봄 수확용으로 적합하여 재시험 후 공급이 가능함.

선행 연구 ‘권농빨강배추’는 유럽, 미국, 중국 및 호주 등에서 시험결과는 가을재배에서는 우수한 결과를 보였으나 봄과 여름재배에서는 추대성과 결구성의 문제를 해결해야 대량공급이 가능하다고 판단되었으며, 그러나

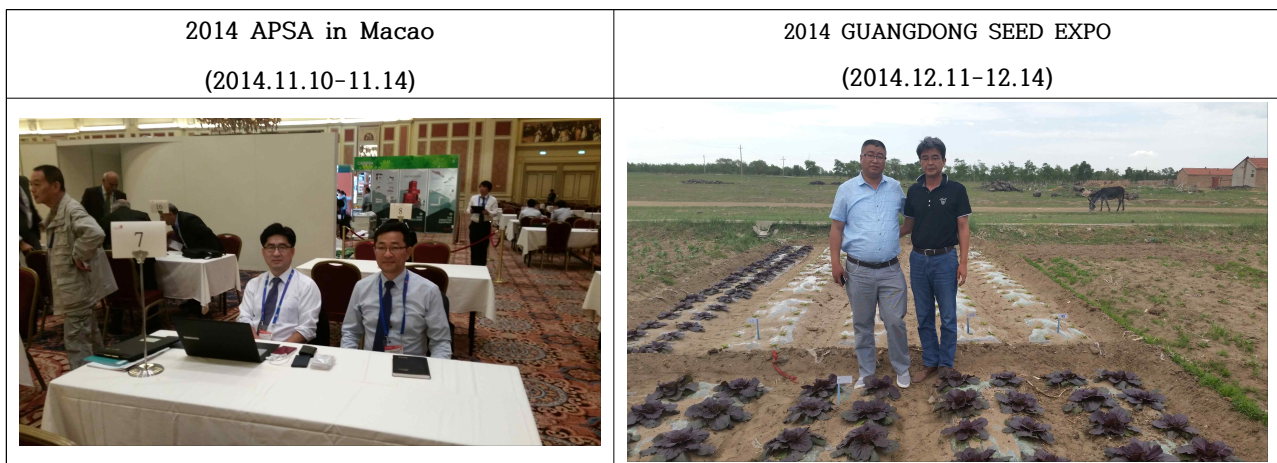


모든 시험 국가에서 빨강배추의 기호성과 관심도는 매우 높게 나타나 1차년도에 새롭게 선발한 KN36503은 중국 호주에서 가을재배 위주로 2014년 가을재배부터 공급하고 향후 추대가 늦으면서 결구성이 빠른 만추대 조생종 품종의 개발이 필요하다는 결과를 얻었다.

② 2차년도

2차년도는 마카오에서 열린 APSA에 참석 1차년도에 발굴한 바이어는 물론 새로운 바이어 발굴을 한 결과 유럽 2개 회사, 중국 1개사, 일본1개사, 미국1개사, 호주 1개사와 종자공급 판매협약을 맺고 향후 적극적으로 색소체 배추의 판매를 추진하기로 결정하였습니다. 또한 향후 발굴한 각 지역 바이어를 통한 홍보와 판매촉진을 위한 현지 조사를 위해 네델란드, 호주 및 미국을 방문하여 시험 상황과 판매 전략을 공동으로 수립하기로 하였다. 한편 2014년 12월에는 유전자원 수집 및 시장 조사를 위해 중국 광주에서 열린 종자박람회에 참석하여 유전자원을 수집하였다.

그림15. 2차년도 색소체 배추 홍보.








한편 1차년도 선발된 KN36503의 해외시험 결과가 가을 품종으로 긍정적인 결과를 얻게 되어 아래 그림16에서와 같이 일본, 중국 및 유럽 등에 적극적인 공급을 위한 홍보 전략과 판매계획을 수립하였다.

그림16. 2차년도 색소체 배추 홍보물.



1차년도 선발된 KN36503은 'RCC3' 으로 시고명을 정하고 해외 현지 적응성 시험을 한 결과는 아래 그림 17과 같다.

그림17. 2차년도 해외 지역적응성 시험.

해외시험 결과		
시험지역	시험결과사진	결과요약
유럽		KN6503은 봄재배는 추대성과 결구성에서 결과가 다소 부족하였으나 가을재배는 기호성과 상품성이 양호하여 scarlette로 품종등록 판매 시작하였음.
미국		KN6503은 여름재배와 시설재배에서는 추대성과 칼슘결핍이 약하였으나 가을노지재배에서는 우수한 평가를 받아 가든용으로 판매를 시작함.
중국		KN6503이 가을 및 고랭지 재배에 적합한 것으로 판단되어 판매를 하였으나 적색이 약하다는 지적을 받음..
호주		KN6503은 봄재배는 추대성 때문에 재배가 어렵고 늦여름 고랭지 및 가을재배는 우수함.
일본		KN6503은 2년 연속으로 가을재배에서 결구력과 상품성이 우수한 평가를 받아 가을 작형에 적합한 품종으로 결과가 나와 2014년부터 현지 브랜드로 공급이 시작되었음.

1차년도 선발 조합인 KN6503은 유럽, 미국, 중국, 일본 및 호주 등의 모든 시험결과는 가을재배에서는 우수한 결과를 보여 2014년도 가을부터 중국, 일본, 호주, 유럽에는 수출을 시작하였으며 2015년에는 더욱 확대 수출이 될 것으로 전망되었으나 미국과 중국 등에서 적색이 약하다는 평가를 받아 향후에는 적색이 더욱 진한 품종의 선발이 필요하다.

### ③ 3차년도

3차년도에는 1,2 차년도에 발굴한 각 지역 바이어를 통한 홍보와 판매촉진을 위한 현지 조사를 위해 네델란드, 호주 및 미국을 방문하여 시험상황과 판매 전략을 공동으로 수립하여 본격적인 종자 공급 계획과 향후 품종 개발 방향을 설정하였다.

3차년도에는 1차년도에 선발된 KN6503과 2차년도에 선발된 KN7309의 해외 현지 적응성 시험을 확대 시험 및 판매를 적극적으로 수행하였으며 KN6503은 봄재배는 추대성과 결구성에서 결과가 다소 부족



하였으나 가을재배는 기호성과 상품성이 양호하여 유럽에서 ‘scarlette’로 품종등록을 하고 본격적인 판매를 시작하였으며 또한 KN7309는 시험결과 적색이 진하고 상품성이 우수하여 전문가용으로 공급하기로 하고 ‘scabella’로 품종등록을 하고 향후 공급준비를 완료하였다. 또한 미국에서는 KN6503은 여름재배와 시설재배에서는 추대성과 칼슘결핍이 약하였으나 가을노지재배에서는 우수한 평가를 받아 가든용으로 판매를 시작하였으며, KN7309는 적색이 강하고 근류병 저항성으로 상품성이 우수하여 2016년부터 샐러드용으로 전문농가에 확대 시험키로 하였다.

그림18. 3차년도 색소체 배추 홍보물.



그림19. 3차년도 해외 지역적응성 시험.

시험 지역	시험결과사진	결과요약
유럽		KN6503은 봄재배는 추대성과 결구성에서 결과가 다소 부족하였으나 가을재배는 기호성과 상품성이 양호하여 scarlette로 품종등록 판매 시작하였음. KN7309는 시험결과 적색이 진하고 상품성이 우수하여 전문가용으로 공급하기로 함.
미국		KN6503은 여름재배와 시설재배에서는 추대성과 칼슘결핍이 약하였으나 가을노지재배에서는 우수한 평가를 받아 가든용으로 판매를 시작함. KN7309는 적색이 강하고 근류병 저항성으로 상품성이 우수하여 2016년부터 샐러드용으로 전문가용으로 공급하기로 함.
중국		KN6503이 가을 및 고랭지 재배에 적합한 것으로 판단되어 판매를 하였으나 적색이 약하여 2015년부터는 적색이 강한 KN7309를 공급시작 하였음.
호주		KN6503은 봄재배는 추대성 때문에 재배가 어렵고 늦여름 고랭지 및 가을재배는 우수함하여 'Jirisan'이라 명칭 등록 후 판매를 시작함. 2015년에는 KN7309를 시험재배를 한 결과 그 결과가 우수하여 현지 농민과 Packer사의 관심을 받음. 전문 농가에 판매 재배가 시작하였으며 1개 회사와 현지 적응 시험을 확대 중임.
일본		KN6503은 2년 연속으로 가을재배에서 결구력과 상품성이 우수한 평가를 받아 가을 작형에 적합한 품종으로 결과가 나와 2014년부터 현지 브랜드로 공급이 시작되었으며 2015년에는 확대 재배되고 있으며 KN7309는 적색이 강하여 NC-075로 명명하여 홍보중임.

④ 4차년도

4차년도는 한국에서 열린 Asia seed congress에 참석 본 연구과제의 성과물을 홍보함과 동시에 판매 계약을 추진하여 홍보효과 및 수출계약에 큰 성과를 거두었다(그림20).

결과적으로 차후에는 본 연구과제에서 얻은 성과로 육성된 품종은 중국 1개사, 유럽 2개사, 미국 2개사, 호주 1개사 일본 1개사 등 지역별, 국가별로 7개회사를 통해 전 세계에 수출하기로 하였다.

그림20. 4차년도 색소체 배추 홍보.



한편 4차년도에는 그동안 선발된 F1 품종을 확대 재배 및 판매를 함과 동시에 3차년도와 4차년도에 새롭게 선발된 만추대 선발 조합을 미국과 호주 일본 등에서 현지 적응성 시험을 실시한 결과 일본에서는 2차년도 선발조합인 KN7309 를 2015년에 시험결과 우수성이 인정되어 2016년에 'NC-075'로 품종 예고를 하고 시험판매를 시작하였으며 또한 호주에서는 2차년도 선발조합인 KN7309를 'HanrasanF1'으로 명칭등록 후 본격적인 판매를 시작하였으며 또한 3차년도에 예비 선발한 KN5047이 추대성이 늦고 상품성이 우수한 결과를 얻게 되어 국내에서 '권농빨강봄배추'로 품종보호출원과 생산판매를 신고하고 해외 판매 전략을 수립하고 있으며 호주에서는 'Manibapa' 라는 품종명칭으로 판매 홍보를 하고 있다.

그림21. 4차년도 색소체 배추 홍보물.

일본	호주	호주



그림22. 4차년도 해외 지역적응성 시험.

시험지역	시험결과사진	결과요약
유럽		KN6503은 'scarlette'으로 KN7309는 'scabella'로 품종등록하고 있으나 추대성과 생리장해 등을 고려한 재배 안정성은 KN6503이 높으나 향후에는 신 품종인 KN5047이 만추대성 품종으로 연중 재배가 가능하리라 보고 2017년부터 본격적인 시험 중임.
미국		KN7309는 가을 재배에서 안정적으로 재배가 가능하며 봄용으로는 KN5047 이 우수한 결과를 얻어 향후에는 봄에는 KN5047, 가을에는 KN7309를 재배하여 연중 공급 체계를 확정함.
호주		가을 재배에서는 KN7309가 안정되어 있어 'Hanrasan'으로 봄재배는 KN5047이 우수하여 'Manibapa'로 향후에는 2품종으로 재배하여 연중 재배체계를 확립할 계획임.

2016년도 현지적응 시험결과는 그림22 및 표29와 같다. 캘리포니아 곤잘레스 지역에서 2016년 1월 13일 파종하여 시험한 결과에서 향 후 유럽에서는 KN6503은 'scarlette'으로 KN7309는 'scabella'로 품종 등록하였으나 추대성과 생리장해 등을 고려한 재배 안정성은 KN6503이 높아 KN6503(scarlette)을 가을 재배 위주로 공급하고 향후에는 신품종인 KN5047이 만추대성 품종으로 연중 재배가 가능하리라 보고 2017년부터 본격적인 시험 중이다. 또한 미국 과 호주에서도 유럽과 마찬가지로 KN7309는 가을 재배에서 안정적으로 재배가 가능하며 봄용으로는 KN5047 이 우수한 결과를 얻어 향후에는 봄에는 KN5047, 가을에는 KN7309를 재배하여 연중 공급 체계를 확정하는 것이 가장 적합하다고 판단된다.

표29. 색소체배추 미국 지역 연락시험 특성.

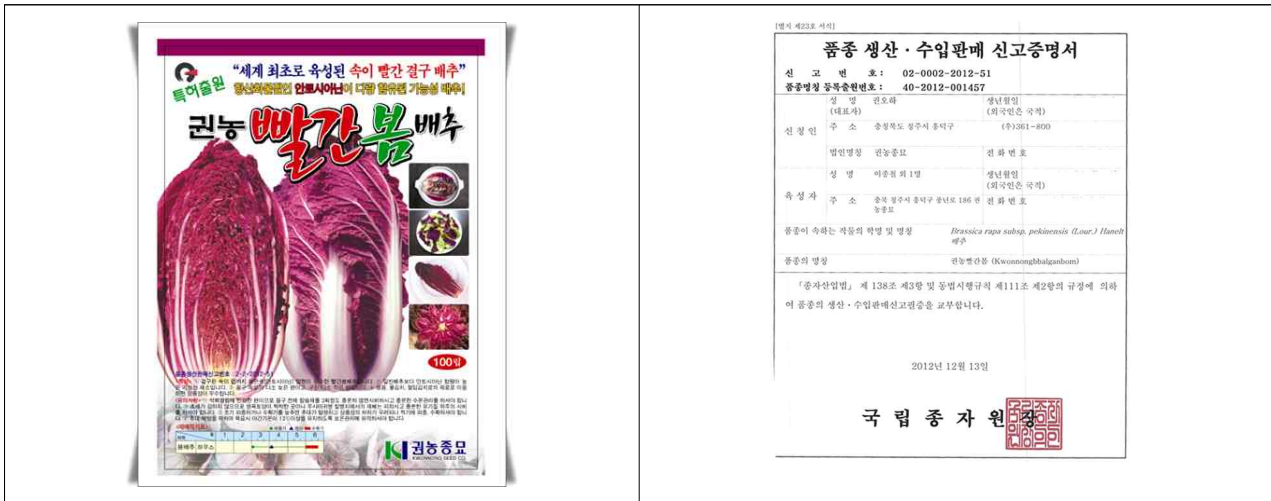
Trial Results in USA												sown date: 2016-01-13 Gonzales, CA	
Variety	Days To Harvest	Plant Uniformity	Plant Size	Head Color	Head Size	Density	Head Weight	Internal Color	Core Length	Core Diameter	Bolting	Overall Score	
KN-7309	91	2.5	Avg	Red	Med	Ab Avg	2.5	Dark	Long	Med	Early	1.5	
KN-5046	94	2	Tall	Red	Large	Avg	2	Dark	Short	Med	Late	3	
KN-5047	92	3	Avg	Red	Med	Ab Avg	3	Dark	Short	Small	Late	3.5	
KN-5050	94	1.5	Avg	Red	Med	Ab Avg	3	Dark	Short	Small	Late	3	
KN-5064	92	3	Tall	Red	Large	Avg	3	Avg	Ab Avg	Small	Late	3	

(4). 우수품종 육성 및 수출성과.

① 권농빨간봄배추.

선행연구로 선발된 품종을 2013년도에 ‘권농빨간봄’ 배추로 품종 생산판매신고를 하였으나 2013년 채종시험에서 채종 효율성이 낮아 채종성이 우수한 조합의 선발이 요구되었으며 ‘권농빨간봄’ 배추는 향후 채종시험을 진행하였으나 실패해서 사업화를 중단하였다.

그림23 권농빨간봄배추 포장재 및 품종생산판매신고필증.



② 권농빨강2호(조합명:KN-6503, 시교명:RCC3)

본 연구 결과 개발된 권농빨강2호 배추의 특성은 아래 그림24 및 표31과 같다. 특성은 우리종묘의 ‘청옥’배추와 비교해서 식물체의 키는 크고 바깥잎의 길이는 기나 바깥잎의 너비는 좁다. 바깥잎의 모양은 ‘권농빨강2호’ 배추는 긴타원형이나 대비품종인 ‘청옥’은 넓은달걀형이다. 한편 ‘권농빨강2호’ 배추는 안토시아닌 색소가 있으며 바깥잎과 구의 속색이 모두 적자색이며 수확 성숙기는 대비품종에 비해 늦다.

그림24. 권농빨강2호배추 전경 및 개체사진



‘권농빨강2호’ 배추는 응성불임을 이용한 F1채종으로 품종의 보호를 위한 채종체계를 확립한 후 유럽을 비롯한 미국, 중국, 일본 호주 등에 2013년 가을에 현지 적응시험을 한 결과 봄 재배는 추대성이 문제되어 재배가 어려우나 전반적으로 각국에서 적색발현이 잘되면서 안토시아닌 함량이



1,127(ug/g), 베타카로틴 함량이 19.9(ug/g)로 가을재배는 가능한 것으로 판단되었다.

표30. 권농빨강2호배추 품종의 특성 설명.

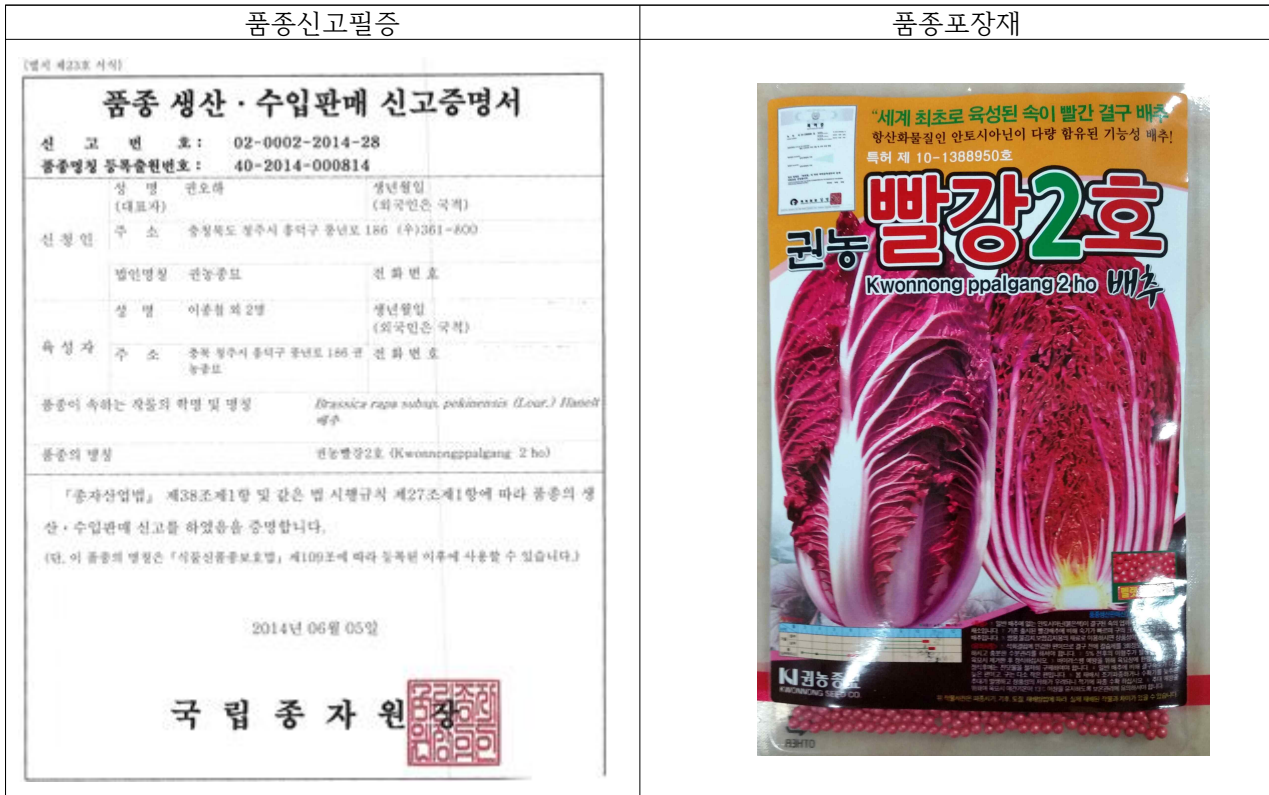
NO	형질	표현형태									권농빨강2호		청옥(우리종묘)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	NO	실측치	NO	실측치
1	바깥잎: 자세	곧추서다	약간서다	수평이다							2		2	
2	식물체: 키			작다		중간		크다			7		5	
3	바깥잎: 길이			짧다		중간		길다			7		5	
4	바깥잎: 너비(폭)			좁다		중간		넓다			3		5	
5	바깥잎: 모양	원형	넓은달걀형	거꾸로 세운 달걀형	좁은달걀형	긴타원형					5		2	
6	바깥잎: 선단	뾰족한모양	둥근모양(원두)	평평한모양(평두)							2		2	
7	바깥잎: 요철			적다		중간		많다			3		3	
8	바깥잎: 요철의 크기			작다		중간		크다			3		3	
9	바깥잎: 색깔	황록색	녹색	회록색								적자색	2	
10	바깥잎: 색깔의 강도(녹색 품종만)			열다		중간		질다					3	
11	바깥잎: 안토시아닌 색소	없다								있다	9		1	
12	바깥잎: 광택			약하다		중간		강하다			3		5	
13	바깥잎: 털의 다소	없거나 약하다		적다		중간		많다		매우 많다	3		5	
14	바깥잎: 세로로 자른면의 만곡	오목하다	평평하다	볼록하다							1		1	
15	바깥잎: 가장자리 물결 모양			약하다		중간		심하다			3		3	
16	바깥잎: 가장자리 결각	없다	중간	심하다							2		2	
17	바깥잎: 가장자리의 톱니모양			약하다		중간		심하다			3		3	
18	바깥잎: 중륵의 가로 자른면의 모양	볼록하다	평평하다								2		2	
19	바깥잎: 중륵의 길이			짧다		중간		길다			7		7	
20	바깥잎: 중륵의 너비			좁다		중간		넓다			5		5	
21	바깥잎: 중륵의 색	흰색	연녹색	녹색								적자색	1	
22	구: 키			작다		중간		크다			7		7	
23	구: 너비			좁다		중간		넓다			3		5	
24	구: 세로로 자른면의 모양	원형	타원형	달걀형	거꾸로세운달걀형	장타원형	긴장타원형				6		3	
25	구: 결구형태	열립	반열립	달립							3		3	
26	결구품종: 구: 잎 결집의 정도			약하다		중간		심하다			3		3	
27	구: 윗부분의 색	흰색	노랑	연두	녹색							적색	3	
28	구: 윗부분이 녹색인 품종: 구: 녹색의 정도(강도)			열다		중간		진하다					5	
29	구: 바깥잎의 요철	없거나 약하다		약하다		중간		심하다		매우 심하다	5		5	
30	구: 속 색깔	흰색	연한 노랑색	노랑색	진한 노랑색	주황색	연녹색					적자색	3	
31	구: 단단한 정도	매우 약하다		약하다		중간		강하다		매우 강하다	5		7	
32	구: 고경이 선단(정단부)의 모양(성숙기)	돌기형	둥근모양	평평한모양							2		2	
33	수확 성숙기	매우 빠르다		빠르다		중간		늦다		매우 늦다	7		5	

각 지역의 바이어들이 적색배추에 대한 관심이 높아 2014년 국립종자원에 ‘권농빨강2호’로 명명하여 품종 생산 판매신고를 마친 후(그림25) 유럽, 중국, 일본, 호주 등에 2013-2014년 2년간 각국에 시고명 ‘RCC-3’ 로 표기하여 시고를 실시하였다. 그 결과가 우수하여 2014년 6월부터 중국에서는 ‘권농빨강2호’ 라는 국내 브랜드명 그대로 25,850\$, 일본에는 ‘Murasaki soushi’ 명으로 에이전트사를 통해 15,000\$, 네델란드는 ‘Scarette’로 EU에 품종 명칭등록을 완료한 후 1,500\$, 호주 2,000\$ 등 총 44,350\$을 수출하였으며 3년간 6개국에 총 213,400\$의 수출을 달성하였다(표31).

표31. 권농빨강2호배추 수출 국가 및 수출액(\$)

구분	수출국가	2014년도	2015년도	2016년도	합계
권농빨강2호 수출성과	중국	25,850	-		25,850
	일본	15,000	18,000	20,000	53,000
	네델란드	1,500	24,450	70,600	96,550
	호주	2,000	3,000		5,000
	미국	-	18,000	13,500	31,500
	남아공	-	-	1,500	1,500
	합계		44,350	63,450	105,600

그림25. 권농빨강2호배추 포장재 및 품종생산판매신고필증.



② 권농빨강3호(조합명:KN-7309, 시교명:RCC9)

‘권농빨강3호’ 배추의 특성은 아래 그림26 및 표32와 같다. ‘권농빨강3호’ 배추는 바깥잎의 안토시아닌 색소가 있으며 바깥잎의 색과 구의 속색은 모두 적자색이다. 또한 우리종묘의 ‘청옥’배추와 비교해서 바깥잎의 털은 적으며 구의 키는 작으며 구의 모양은 장타원형이며 수확 성숙기는 대비품종에 비해 늦다. 또한 ‘권농빨강3호’ 배추는 근류병 저항성 품종으로 배추재배 모든 지역에서 문제가 증가되고 있는 근류병 오염지역, 특히 호주 일본등지에서 재배 안정성이 높은 편이다.

‘권농빨강3호’ 배추는 융성불임을 이용한 F1채종으로 품종의 보호를 위한 채종체계를 확립한 후 유럽을 비롯한 미국, 중국, 일본 호주 등에 2014년 가을에 현지 적응시험을 한 결과 봄 재배는 추대성이 문제되어 재배가 어려우나 가을재배는 가능한 것으로 판단되었고 전반적으로 각국에서 적색발현이 잘되면서 안토시아닌 함량이 2939(ug/g), 베타카로틴 함량도 22.1(ug/g)로 ‘권농빨강2호’보다 고품

유되어 적색이 강하여 소비자의 기호성이 높은 기능성 배추 품종이다. 특히 중국, 미국 및 호주 등의 바이어들이 '권농빨강3호' 배추에 대한 관심이 높아 2015년 국립종자원에 '권농빨강3호'로 명명하여 품종 생산 판매신고를 마친 후 유럽, 중국, 일본, 호주 등에 2014-2015년 2년간 각국에 시교명 'RCC-9' 로 표기하여 시교를 실시하였고 2015년 가을부터 중국에서는 '권농빨강3호' 라는 국내 브랜드명 그대로 2015년부터 2년간 42,000\$, 네델란드는 'Scabella'로 EU에 품종 명칭등록을 완료한 후 16,500\$, 호주 12,000\$ 등 2년간 총 79,000\$을 수출하였으며 매년 증가되는 추세를 보였다(표33).

그림26. 권농빨강3호배추 전경 및 개체사진.

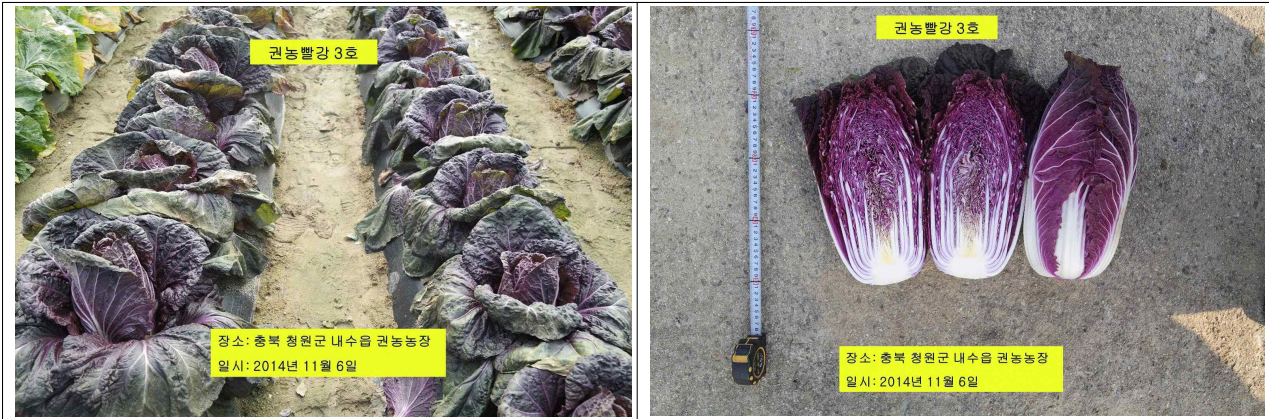


그림27. 권농빨강3호배추 포장재 및 품종생산판매신고필증.

권농빨강3호																
품종신고필증	품종포장재															
<p>[별지 제23호 서식]</p> <p style="text-align: center;"><b>품종 생산·수입판매 신고증명서</b></p> <p>신고번호: 02-0002-2015-14                      품종명칭 등록출원번호: 40-2015-000881</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">신청인</td> <td style="width: 30%;">성명 권오하 (대표자)</td> <td style="width: 30%;">생년월일 (외국인은 국적)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>주소 충청북도 청주시 흥덕구 풍년로 186 (우)361-800</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>법인명칭 권농종묘</td> <td>전화번호</td> </tr> <tr> <td>육성자</td> <td>성명 권오하 외 2명</td> <td>생년월일 (외국인은 국적)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>주소 충북 청주시 흥덕구 풍년로 186 권농종묘</td> <td>전화번호</td> </tr> </table> <p>품종이 속하는 작물의 학명 및 명칭 <i>Brassica rapa subsp. pekinensis (Lour.) Hanelt</i> 배추</p> <p>품종의 명칭 권농빨강3호 (Kwonongppalgang 3 ho)</p> <p>「중자산업법」 제38조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.                      (단, 이 품종의 명칭은 「식물신제품보호법」 제109조에 따라 등록된 이후에 사용할 수 있습니다.)</p> <p style="text-align: right;">2015년 05월 27일</p> <p style="text-align: center;"><b>국립종자원</b></p>	신청인	성명 권오하 (대표자)	생년월일 (외국인은 국적)		주소 충청북도 청주시 흥덕구 풍년로 186 (우)361-800			법인명칭 권농종묘	전화번호	육성자	성명 권오하 외 2명	생년월일 (외국인은 국적)		주소 충북 청주시 흥덕구 풍년로 186 권농종묘	전화번호	
신청인	성명 권오하 (대표자)	생년월일 (외국인은 국적)														
	주소 충청북도 청주시 흥덕구 풍년로 186 (우)361-800															
	법인명칭 권농종묘	전화번호														
육성자	성명 권오하 외 2명	생년월일 (외국인은 국적)														
	주소 충북 청주시 흥덕구 풍년로 186 권농종묘	전화번호														

표32. 권농빨강3호배추 품종의 특성 설명.

권농빨강3호배추 품종의 특성 설명														
NO	형질	표현 형태									권농빨강3호		청옥(우리종묘)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	NO	실측치	NO	실측치
1	바깥잎: 자세	곧추서다	약간서다	수평이다							2		2	
2	식물체: 키			작다		중간		크다			5		5	
3	바깥잎: 길이			짧다		중간		길다			5		5	
4	바깥잎: 너비(폭)			좁다		중간		넓다			5		5	
5	바깥잎: 모양	원형	넓은달걀형	거꾸로 세운 달걀형	좁은달걀형	긴타원형					2		2	
6	바깥잎: 선단	뿔뿔한모양	둥근모양(원두)	평평한모양(평두)							2		2	
7	바깥잎: 요철			적다		중간		많다			3		3	
8	바깥잎: 요철의 크기			작다		중간		크다			3		3	
9	바깥잎: 색깔	황록색	녹색	회록색								적자색	2	
10	바깥잎: 색깔의 강도(녹색 품종만)			열다		중간		질다					3	
11	바깥잎: 안토시아닌 색소	없다								있다	9		1	
12	바깥잎: 광택			약하다		중간		강하다			5		5	
13	바깥잎: 털의 다소	없거나 약하다		적다		중간		많다		매우 많다	3		5	
14	바깥잎: 세로로 자른면의 만곡	오목하다	평평하다	볼록하다							1		1	
15	바깥잎: 가장자리 물결 모양			약하다		중간		심하다			3		3	
16	바깥잎: 가장자리 결각	없다	중간	심하다							2		2	
17	바깥잎: 가장자리의 톱니모양			약하다		중간		심하다			3		3	
18	바깥잎: 중륵의 가로 자른면의 모양	볼록하다	평평하다								2		2	
19	바깥잎: 중륵의 길이			짧다		중간		길다			7		7	
20	바깥잎: 중륵의 너비			좁다		중간		넓다			5		5	
21	바깥잎: 중륵의 색	흰색	연녹색	녹색								적자색	1	
22	구: 키			작다		중간		크다			5		7	
23	구: 너비			좁다		중간		넓다			5		5	
24	구: 세로로 자른면의 모양	원형	타원형	달걀형	거꾸로 세운 달걀형	장타원형	긴장타원형				5		3	
25	구: 결구형태	열립	반열립	단립							3		3	
26	결구품종: 구: 잎 겹침의 정도			약하다		중간		심하다			3		3	
27	구: 윗부분의 색	흰색	노랑	연두	녹색							적색	3	
28	구: 윗부분이 녹색인 품종: 구: 녹색의 정도(강도)			열다		중간		진하다					5	
29	구: 바깥잎의 요철	없거나 약하다		약하다		중간		심하다		매우 심하다	3		5	
30	구: 속 색깔	흰색	연한 노랑색	노랑색	진한 노랑색	주황색	연녹색					적자색	3	
31	구: 단단한 정도	매우 약하다		약하다		중간		강하다		매우 강하다	5		7	
32	구: 고갱이 선단(정단부)의 모양(성숙기)	돌기형	둥근모양	평평한모양							2		2	
33	수확 성숙기	매우 빠르다		빠르다		중간		늦다		매우 늦다	7		5	

표33. 권농빨강3호배추 수출 국가 및 수출액(\$)

구분	수출국가	2014년도	2015년도	2016년도	합계
권농빨강3호 수출성과	중국	-	22,000	20,000	42,000
	일본	-	2,000	-	2,000
	네델란드	-	1,500	15,000	16,500
	호주	-	3,000	9,000	12,000
	미국	-	3,000	-	3,000
	대만	-	-	2,000	2,000
	남아공	-	-	1,500	1,500
	합계		0	31,500	47,500



③ 권농빨강봄(조합명:KN-5047, 시교명:RCC5047)

‘권농빨강봄’ 배추의 특성은 아래 그림28 및 표34와 같다. ‘권농빨강봄’ 배추는 바깥잎의 안토시아닌 색소가 있으며 바깥잎의 색과 구의 속색은 모두 적자색이다. 또한 선행 품종인 ‘권농빨강2호’ 나 ‘권농빨강3호’에 비해 추대성이 늦은 만추대성 품종으로 글로벌 배추 재배지역의 봄 재배가 가능한 품종으로 2016년 호주, 미국 등의 지역 적응성시험에서 그 가능성을 확인하였다. 2017년 확대 지역적응성 및 생산력검증 시험을 수행한 후 2017년 후반부터 수출을 진행하고자 한다. 또한 ‘권농빨강봄’ 배추는 구의 모양은 긴장타원형이며 수확 성숙기는 대비품종인 ‘권농빨강3호’ 배추보다 다소 빠르다.

‘권농빨강봄’ 배추도 선행 품종인 ‘권농빨강2호’ 나 ‘권농빨강3호’와 같이 응성불임을 이용한 F1채종으로 품종의 보호를 위한 채종체계를 확립한 후 현재 유럽을 비롯한 미국, 중국, 일본 호주 등에 2017년 가을에 현지 적응시험을 수행중이다. ‘권농빨강봄’ 배추는 안토시아닌 함량은 분석을 하지 않았지만 ‘권농빨강2호’보다는 적색이 강하고 ‘권농빨강3호’보다는 약하다. 그동안 빨강계 배추 품종이 가을 재배만 가능한 품종밖에 없었으나 만추대성으로 봄뿐만 아니라 가을 재배 등 연중 재배가 가능한 ‘권농빨강봄’ 배추의 개발로 중국, 유럽, 미국 및 호주 등의 바이어들이 ‘권농빨강봄’ 배추에 대한 관심이 높아 2016년 국립종자원에 ‘권농빨강3호’로 명명하여 품종 생산 판매신고와 품종보호출원을 하였다 (그리29).

그림28. 권농빨강봄 배추 전경 및 개체사진.



그림29. 권농빨강봄배추 포장재 및 품종생산판매신고필증.

품종신고필증	품종보호출원공고(국립종자원)
<p>품종 생산·수입판매 신고증명서</p> <p>신고번호: 02-0002-2016-33                      품종명칭 등록출원번호: 40-2016-000933</p> <p>품명: 권노하 (대표명)      재년명: 권노하 (외국인은 국제)</p> <p>신청인 주소: 충청북도 청주시 흥덕구 풍년로 186(가정동) 농업회사법인 권농종묘 (주) (주)28394      법인명: 농업회사법인 권농종묘 (주)      전 화 번 호: (주)28394</p> <p>품명: 권노하 외 2명      재년명: 권노하 (외국인은 국제)</p> <p>육성자 주소: 충청북도 청주시 흥덕구 풍년로 186 (가정동) 권농종묘      품종명: 권농빨강봄 (Kwonnong Red Spring)</p> <p>품종이 속하는 작물의 학명 및 명칭: <i>Brassica rapa subsp. pekinensis</i> (Lour.) Hance 배추</p> <p>2016년 09월 13일</p> <p>국립종자원</p>	<p>품종보호출원번호 통지서</p> <p>출원일자: 2016. 9. 6      품종보호 출원번호: 출원 2016 - 434</p> <p>품종명칭 출원번호: 명칭</p> <p>작 물 명: 배추</p> <p>품종 명칭: 권농빨강봄</p> <p>출 원 인: 농업회사법인 권농종묘 (주)</p> <p>주 소: 충청북도 청주시 흥덕구 풍년로 186(가정동) 농업회사법인 권농종묘 (주)</p> <p>2016년 09월 06일</p> <p>국립종자원</p>

표34. 권농빨강봄배추 품종의 특성 설명.

권농빨강봄배추 품종의 특성 설명														
NO	형질	표 현 형 태									권농빨강봄		권농빨강3호	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	NO	실측치	NO	실측치
1	바깥잎: 자세	곧추서다	약간서다	수평이다							2		2	
2	식물체: 키			작다		중간		크다			7		5	
3	바깥잎: 길이			짧다		중간		길다			7		5	
4	바깥잎: 너비(폭)			좁다		중간		넓다			5		5	
5	바깥잎: 모양	원형	넓은달걀형	거꾸로 세운 달걀형	좁은달걀형	긴타원형					2		2	
6	바깥잎: 선단	뾰족한모양	둥근모양(원두)	평평한모양(평두)							2		2	
7	바깥잎: 요철			적다		중간		많다			3		3	
8	바깥잎: 요철의 크기			작다		중간		크다			3		3	
9	바깥잎: 색깔	황록색	녹색	회록색								적자색		적자색
10	바깥잎: 색깔의 강도(녹색 품종만)			열다		중간		질다						
11	바깥잎: 안토시아닌 색소	없다								있다	9		9	
12	바깥잎: 광택			약하다		중간		강하다			5		5	
13	바깥잎: 털의 다소	없거나 약하다		적다		중간		많다		매우 많다	3		3	
14	바깥잎: 세로로 자른면의 만곡	오목하다	평평하다	볼록하다							1		1	
15	바깥잎: 가장자리 물결 모양			약하다		중간		심하다			3		3	
16	바깥잎: 가장자리 결각	없다	중간	심하다							2		2	
17	바깥잎: 가장자리의 톱니모양			약하다		중간		심하다			3		3	
18	바깥잎: 중륵의 가로 자른면의 모양	볼록하다	평평하다								2		2	
19	바깥잎: 중륵의 길이			짧다		중간		길다			7		7	
20	바깥잎: 중륵의 너비			좁다		중간		넓다			5		5	
21	바깥잎: 중륵의 색	흰색	연녹색	녹색								적자색		적자색
22	구: 키			작다		중간		크다			7		5	
23	구: 너비			좁다		중간		넓다			5		5	
24	구: 세로로 자른면의 모양	원형	타원형	달걀형	거꾸로세운달걀형	장타원형	긴장타원형				6		5	
25	구: 절구형태	열립	반열립	단립							3		3	
26	절구품종: 구: 잎 접힘의 정도			약하다		중간		심하다			3		3	
27	구: 윗부분의 색	흰색	노랑	연두	녹색							적색		적색
28	구: 윗부분이 녹색인 품종: 구: 녹색의 정도(강도)			열다		중간		진하다						
29	구: 바깥잎의 요철	없거나 약하다		약하다		중간		심하다		매우 심하다	3		3	
30	구: 속 색깔	흰색	연한 노랑색	노랑색	진한 노랑색	주황색	연녹색					적자색		적자색
31	구: 단단한 정도	매우 약하다		약하다		중간		강하다		매우 강하다	7		5	
32	구: 고경이 선단(정단부)의 모양(성숙기)	돌기형	둥근모양	평평한모양							2		2	
33	수확 성숙기	매우 빠르다		빠르다		중간		늦다		매우 늦다	5		7	

# 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

## 제 1 절 연구개발 목표달성도

본 프로젝트의 연구목표는 품종개발로 품종생산판매신고4건, 품종보출원1건, 유전자원 7점 기탁, 종자수출액 8만\$ 인데 연구성과는 품종생산판매신고4건, 품종보출원1건, 유전자원 9점 기탁, 종자수출액 29.2만\$ 달성으로 목표달성도는 100% 이상이다.

표35. 연구목표대비 실적.

희종 성과목표	성과지표	목표치 (실적)	1차년도(실적)	2차년도(실적)	3차년도(실적)	4차년도(실적)	진 위	지표 측정방법 및 검증방법	달성도 (%)	
과학 기술적 목표	품종 개발	국내(외) 출원	1(1)				1(1)	진	국내(외) 품종보호 출원 건수 (2차 총 실적 건 포함)	100
		국내(외) 등록						진	국내(외) 품종 등록 건수 (2차 총 실적 건 포함)	
		국내(외) 판매	4(4)	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)	진	국내(외) 품종 신고 및 판매 건수	100
	특허	출원						진	기안건에 대해 총 실적 출원 건수	
		등록						진	출원 건수에 40-60% 기록	
	논문	SCI						진	기안건에 기록 80점 이상 실적 달성, SCI에 1건 1회 실적 기록 건수	
		비SCI						진	기안건에 실적 달성 실적 기록 달성, 종자아카이브 실적 실적 실적 총 실적 실적 실적 실적 실적	
	분자아카이브/성분분석 기술/병리검정기술 개발						진	기안건에 실적 달성 실적 실적 실적 달성, 종자아카이브 실적 실적 실적 총 실적 실적 실적 실적 실적		
	유전자원수집	7(9)	1(0)	2(0)	2(5)	2(4)	진	기안건에 실적 실적 실적 실적 1회 실적 실적 실적 실적 실적	129	
	분자아카이브 서비스						진	총 실적 실적 실적		
	성분분석 서비스						진	총 실적 실적 실적		
	병리검정 서비스						진	총 실적 실적 실적		
	표현형검정 서비스						진	총 실적 실적 실적		
DB시스템구축						진	총 실적 실적 실적			
DH계통 개발						진	총 실적 실적 실적			
기타(자원분양)						진	총 실적 실적 실적			
산업 경제적 목표	국내 매출액						진	총 실적 실적 실적		
	종자 수출액	8(29.2)	1(0)	2(7.4)	2(7.1)	3(14.7)	진	총 실적 실적 실적 실적	365	
	수입대체 효과						진	국내 수요량 대비 수입 대체 실적 실적 실적		
	기술이전						진	사출액 실적 실적 실적		

## 제 2 절 관련분야의 기여도

### 1. 경제·산업적측면

(1) 유럽의 경우 기존 배추의 종자시장은 크지 않으나 황산화 작용이 인정받고 있는 색소체 고품유 품종 공급을 통해 동북아에 주로 한정되어 있던 배추 시장을 유럽 및 미주 등 생식용 신선채소 시장으로 확대하여 유럽의 경우 전체 배추종자 시장은 현재 연간 15억 원 내외로 미미하나 이를 셀러드 및 신선 채소류 시장으로 확대할 경우 상당한 배추 종자시장의 확대가 가능하다.

(2) 경쟁국이 보유하고 있지 않은 육성 소재의 개발과 이를 이용한 품종의 독점 공급을 통해 종자 가격 상승을 도모함으로써 전체 배추 종자 수출을 증대에 기여 할 것이다. (종자 단가 상승 5-10배 정도로 추정)

(3) 안토시아닌을 함유한 다양한 타입별 결구내부색이 빨간 품종의 세계 최초 개발로 기존의 배추 종자 시장뿐만 아니라 빨간 양배추의 시장에서도 점유율을 높여 종자 수출 및 소비자의 셀러드용 채소로서의 배추의 선호도를 높일 수 있다.

(4) 안토시아닌을 함유하여 결구된 빨간 내부색인 다양한 형태의 배추 품종들은 전 세계 빨간 양배추의 종자시장을 대체할 수 있을 뿐만 아니라 새로운 생식용 기능성 채소작물로 자리 잡을 것으로 기대된다. 적양배추의 경우 재배기간이 정식 후 80일 이상인 반면 배추는 50-60일 만에 조기 수확 할 수 있으므로 양배추를 대체해서 확대 재배될 가능성이 높다.

(5) 안토시아닌, 베타카로틴, 라이코펜 등의 색소체들은 항산화 작용을 하는 기능성 물질로 보고되고 있으며 이러한 생식용 고기능성 신선채소에 대한 소비자의 요구가 세계적으로 지속적으로 증가하고 있는 추세에 대응하기 위하여 색소체가 함유된 배추의 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 배추 종 유전자원 수집 및 특성검정 자료는 향후 육종에 효율적인 이용할 것이다.

(3) 중간교잡을 통한 색소체 발현 유전자의 배추로의 도입으로 중간 교잡 육종을 위한 기초자료 및 기틀을 확립하여 향후 중간교잡을 통한 품종육성에 기초자료를 제공한다.

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



## 제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

### 제 1 절 육성된 품종의 활용계획

1. 육성된 3품종(권농빨강2호, 권농빨강3호, 권농빨강봄)을 기술실시로 이전을 2016년 완료하였으며 육성된 품종은 전세계에 확보된 에이전트를 통한 성과 품종의 홍보 및 공급을 적극적으로 추진하여 현재까지 이들 3품종 중 ‘권농빨강2호’는 2014년 6월부터 중국에서는 ‘권농빨강2호’ 라는 국내 브랜드명 그대로 25,850\$, 일본에는 ‘Murasaki soushi’ 명으로 15,000\$, 네델란드는 ‘Scarette’로 EU에 품종 명칭등록을 완료한 후 1,500\$, 호주 2,000\$ 등 총 44,350\$을 수출하였으며 2014년부터 2016년까지 3년간 6개국에 총 213,400\$의 수출을 달성하였다. 또한 ‘권농빨강3호’ 도 유럽, 중국, 일본, 호주 등에 2014-2015년 2년간 2015년 가을부터 중국에서는 ‘권농빨강3호’ 라는 국내 브랜드명 그대로 2015년부터 2년간 42,000\$, 네델란드는 ‘Scabella’로 EU에 품종 명칭등록을 완료한 후 16,500\$, 호주 12,000\$ 등 2년간 총 79,0000\$을 수출하여 육종품종의 성과 활용으로 연구기간 중 총 292,400 \$의 종자의 수출을 달성했다. 향후에도 매년 증가되는 추세를 보여 수출확대에 적극적인 활용을 할 예정입니다.

2. 안토시아닌 색소체 고 함유 배추품종의 수출을 위한 홍보 및 해외 적응연락시험을 위해 빨강배추의 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.

3. 성분 분석 기술을 이용한 교잡 육종의 효율적인 체계를 구축, 유전자원의 수집, 중간 교잡을 통한 품종 육종 기술 등은 향후 성분 연관 고품질 채소 품종 육성을 위한 강력한 도구가 될 뿐만 아니라 육종에 효율적으로 이용할 것이다.

4. 연구 성과로 육성된 품종은 품종보호 출원, 등록과 CMS(웅성불임)를 이용한 품종으로 고순도 배추종자 생산 및 핵심 유전자원의 보호에 활용할 계획이다.

## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

1. [해외논문] Molecular characters and morphological genetics of CAL gene in Chinese cabbage.

Li, X F, Shen, R J, Liu, P L, Tang, Z C, He, Y K | Cell research (v.10 / no.1 / pp.29-38 / 20001001-0602)

초록: BcpCAL, the homologous gene of CAL, was isolated from Chinese cabbage. Unlike BobCAL of cauliflower, BcpCAL did not hold the terminating mutation in the fifth exon. After crosses of cauliflower with Chinese cabbage, the resultant hybrids failed to form curd, which implicates the genetic complement of BcpCAL to the mutated BobCAL in the function of curd formation. One of CAL gene isolated from the hybrid apparently comes from the female parent (Chinese cabbage) even though there are a few of the bases substituted and deleted. The result offers the molecular and genetic evidences for the study of biological function of CAL in morphological genetics of curd.

2. [해외논문] Genetics of resistance to five strains of turnip mosaic virus in Chinese cabbage

Suh, S. K., Green, S. K., Park, H. G. | Euphytica : Netherlands journal of plant breeding (v.81 / no.1 / pp.71-77 / 19950014-2336)

초록: Summary Inheritance of resistance to turnip mosaic virus (TuMV) strains C1, C2, C3, C4, and C5 in Chinese cabbage ( *Brassica campestris* subsp. *pekinensis* ) was evaluated using monoclonal antibodies. Crosses were made between a resistant line, '0-2', and four susceptible line. 'Seoul' (SE), 'SSD31' (SS), 'Cheongbang' (CH), and 'Yaki 1 ho' (YA), to determine the inheritance of resistance of '0-2' in different genetic backgrounds. Resistance to TuMV was controlled by a single dominant gene or double dominant genes depending on the strain and cross. The resistance genes of '0-2' were modified by susceptible parents such that a single dominant gene was involved in the 'SS×0-2' combination, but double dominant genes in the 'SE×0-2' against TuMV-C3 or TuMV-C5. ELISA tests using inoculated and noninoculated leaves in the same plant suggested that the dominant resistance genes inhibit virus movement rather than virus multiplication.

3. [해외논문] Development of a highly effective T-DNA inserted mutant screening method in a Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. spp. *pekinensis*) reverse genetics system

Lee, Gi-Ho, Kang, Yoon-Jee, Yi, Seul-Ki, Lim, Suk-Bin, Park, Young-Doo | Plant biotechnology reports (v.4 / no.3 / pp.201-211 / 20101863-5466)

초록: We present a highly effective T-DNA inserted gene screening method as part of a reverse genetics model system using the Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. spp. *pekinensis*). Three-step two-dimensional (2D) matrix strategies are potentially accurate and useful for the identification of specific T-DNA inserted mutants from a large population. To construct our Chinese cabbage model, we utilized a forward genetics screening approach for the abnormal phenotypes that were obtained from transgenic plants of *Brassica rapa* generated with *Agrobacteria tumefaciens* containing the pRCV2 vector. From one transgenic plant with an abnormal phenotype, we observed that the st1

gene (which is related to senescence-associated process proteins) contained a T-DNA fragment, and that its expression level was decreased. This T-DNA insert was then used as a control to construct an effective screening pool. As a result, the optimum template concentration was found to be 0.1-1 ng in our PCR strategy. For other conditions, positive changes to the Gibbs free energy prevented the formation of oligo dimers and hairpin loop structures, and autosegment extension gave better results for long fragment amplification. Using this effective reverse genetics screening method, only 23 PCR reactions were necessary to select a target gene from a pool of 100 individual DNAs. Finally, we also confirmed that the sequence we obtained from the above method was identical to the flanking sequence isolated by rescue cloning.

#### 4. [해외논문] Association Analysis Between Phytochrome B Gene Promoter Mutations and Flowering Time in chinese cabbage

LIU, Shuan-tao, ZHANG, Zhi-gang, LI, Qiao-yun, WANG, Shu-fen, ZHAO, Zhi-zhong, LU, Jin-dong, ZHANG, Xiao-yan, XU, Wen-ling, LIU, Xian-xian | 農業生物技術學報 = Journal of agricultural biotechnology (v.22 / no.7 / pp.853-861 / 20141674-7968)

초록: 피토크롬B(phytochromeB, PHYB)는 식물의 광주기 의존형 개화 경로의 핵심 조절 요인 가운데 하나이다. 본 연구에서는 극만기 개화성(extremely late-flowering) 및 조기 개화성 배추(*Brassica rapa*L. ssp. *pekinensis*)의 자가수정 계통인 06-247과 He102의 PHYB 전체 유전체 서열에 대한 생물정보학적 분석을 진행하였다. 연구 결과, 양자의 전체 길이는 각각 5,986과 5,528 bp로, 모두 데이터베이스 중 Chiifu-401의 상동성 서열과 다양한 정도의 차이를 갖고 있었는데, 이는 양자가 모두 배추 PHYB 유전자의 돌연변이체라는 것을 설명한다. 이를 BraphyB1(GenBank 등록번호: KJ866947)와 BraphyB2(GenBank 등록번호: KJ866948)로 명명하였다. 양자 사이에는 476개의 삽입/결실(Inserts/Deletions, InDels)과 57개의 SNPs가 존재하였다. 촉진제 영역에는 473개의 InDels과 31개의 SNPs이 있었으며, 코딩 영역에는 3개의 InDels과 26개의 SNPs이 있었다. InDels는 주요하게 촉진제 영역, 5'비번역 영역과 코딩 영역 내 phyB2의 결실(각각 445, 18, 3 bp)로 구현되었다. phyB2 촉진제가 결실한 445bp에는 2개의 TATABOX4과 2개 부분의 골수아구증(myeloblastosis, MYB) 유사 전사인자 결합 모티프(motif), 1개 부분의 GA 반응 요소가 포함되었다. phyB1/phyB2 내 445 bp InDel 돌연변이를 감정할 수 있는 공우성 마커(codominant marker) phyB1-762/phyB2-317를 개발한 후, 해당 마커를 이용하여 06-247과 He102을 교잡하여 구축한 F<sub>2</sub> 개체군을 측정하였으며, F<sub>2</sub> 세대 개체군의 식물체를 이용하여 추대, 개화 시간과 마커의 연관성을 분석한 결과, phyB1-762/phyB2-317는 각각 만기 개화형/조기 개화형의 표현형과 뚜렷한 연관성을 나타냈다(P 형광 정량 RT-PCR 검사 결과, He102 각 발육 단계의 PHYB 유전자의 발현 수준은 06-247보다 뚜렷하게 낮았다(P 상기 결과는 배추 PHYB 유전자의 촉진제 InDel이 PHYB 유전자의 발현 차이와 개화기의 변화를 조성한 주요한 원인 가운데 하나라는 것을 제시하였다. 본 연구는 전사, 번역, 단백질 구조 등 수준에 따른 PHYB 유전자의 돌연변이가 배추의 개화 시간에 미치는 영향의 분자 메커니즘을 체계적으로 연구하는데 단서를 제공하였다.

#### 5. 해외논문] The progress of study on chinese cabbage breeding for diseases resistance in China

MIAO, Liqiang, ZHANG, Yaowei, GUI, Chongshi | 東北農業大學學報. Journal of Northeast Agricultural University. Natural science edition. 自然科學版 (v.37 / no.4 / pp.529-533 / 20061005-9369)

초록: The progress of study on Chinese cabbage breeding for diseases resistance in China is

reviewed, from patonology, identification for disease resistance and biotechnology of Chinese cabbage disease. This article also discusses the development and prospect of Chinese cabbage breeding for diseases resistance in China

#### 6. 해외논문] Study on Synthesis Model for Breeding Genic Male Sterile Lines of Chinese Cabbage

Yue, Yanling, Feng, Hui, Song, Ali | 吉林農業大學學報 = Journal of Jilin Agricultural University (v.27 / no.2 / pp.179-182 / 20051000-5684)

초록: Synthesis model was applied to transfer genie male sterility from 3A(genie male sterile line) to sl05(selfing line) and to breed new male sterile lines in accordance with Multiple Allele Hypothesis of Chinese cabbage. The hereditary analysis showed that the genotype of sl05 is Ms~fMs~f. As a result, a se-ries of new AB lines type I and new temporary maintainer lines were obtained from self progenies of F 2 crossing 3A with sl05, and new genie male sterile lines with 100% sterility from crossing between the male sterile plants of new AB lines type I and new temporary maintainer lines.

#### 7. [해외논문] Study on Hybrid Qingzayoubaicai No. 1 Breeding of a Variety of Chinese Cabbage

ZHAO, Hongchao, AN, Fengyun, LI, Jun, DU, Dezhi | 西北農業學報 = Acta agriculturae boreali-occidentalis sinica (v.16 / no.1 / pp.207-208 / 20071004-1389)

초록: By transferring Polima cytoplasm sterile genes from *B. campestris* L. into a variety of Chinese cabbage, new type PolimaCMS line such as a variety of Chinese cabbage 02979A was bred, which crossed with self-crossing line 7S and bred out new variety Qingzayoubaicai No. 1, the variety authorized by QACC in 2006 had characters such as high production, high quality, quick growing, delayed bud appearance, cold tolerance and disease resistance.

#### 8. [해외논문] Microspore Culture of Qingmaye Chinese Cabbage and Its Selection and Breeding of New Varieties

Zhao, Bing, Wen, Fengying, Wang, Yulong, Song, Lianjiu, Liu, Xiaohui, Zhang, Bin | 華北農學報 = Acta agriculturae boreali-sinica (v.20 / no.2 / pp.26-29 / 20051000-7091)

초록: The affecting factors and cultural condition of the isolated microspore in Qingmaye Chinese cabbage breeding have been studied. The embryo formation is closely related with genotypes of donor plant: High temperature treatment 33 °C ,24 h can accelerate formation of embryo from microspore, the number of embryo per bud increased 4.5 times as much as that of 25 °C constant T. The added exogenous hormone and poly amino acid to culture medium can improve the inductivity of embryoid, increasing averagely 59.64% than that of the contrast. The content of agar increased to 12 g/L in culture medium can raise seedling rate of embryos significantly, 40.5% higher than that of 8 g/L. Double haploid (DH) plant of Qingmaye Chinese cabbage was obtained through microspore culture. Isogonics lines with good characters in DH lines were selected to make

up hybridized combinations, and a new variety of Qingmaye Chinese cabbage was bred.

9. [해외논문] Breeding of the New Chinese Cabbage 'Duowei 462'

Mu, Jingui, Wang, Mingqiu, Liu, Xuemin, Liu, Xiaodong, Wang, Yuhai | 園藝學報 = Acta horticulturae sinica (v.33 / no.6 / pp.1409-1409-1409-1409 / 20060513-353x)

초록: Duowei 462' is a new F<sub>1</sub> crossbreed of Chinese cabbage. It was cultivated through hybridize of 'Xin 413' and 'Cuilii 5-3-2-2-1'. From inseminator to maturation, it needs only 70 days, stature is 45 cm, expansion 56.4 cm \* 52 cm. Net mass is about 3 kg, net mass rate is 80%. It will have 90000 kg/hm<sup>-2</sup>. It has excellent resistance to disease and can be cultivated all over the country.

10. [해외논문] Breeding of allo-cytoplasmic male sterile line in autotetraploid Chinese cabbage pak-choi

Liu, Huiji, Wang, Hua | 南京農業大學學報 = Journal of Nanjing Agricultural University (v.27 / no.2 / pp.30-33 / 20041000-2030)

초록: An allo-cytoplasmic male sterile (CMS) line was obtained through distant hybridization of CMS line in *Brassica juncea* Czern et Coss. var. tsatsai Mao as female parent and autotertraploid Chinese cabbage pak-choi as male parent. Pollinated with yray treated pollen in bud season, it showed much similarity to the male parent in its phenotype and quality characteristics after sev-eral generations of backcross. Its nectary was well developed and its sterile rate and sterile degree were both 100 %. In natural,con-ditions , the average of 13. 2 grains of seed was obtained per pod. When pollinated in bud season, it would set 14.3 grains of seed per pod. It has a promising future in breeding program of Chinese cabbage

11. [해외논문] Breeding of a New Hybrid F1 of Orange-heading Chinese Cabbage--'Jinguan No. 2'

ZHANG, Lugang, HUI, Maixia, ZHANG, Mingke | 西北農業學報 = Acta agriculturae boreali-occidentalis sinica (v.16 / no.1 / pp.204-206 / 20071004-1389)

초록: Jinguan No. 2 is a new F<sub>1</sub> hybrid of orange heading Chinese cabbage suitable for autumn, combined by self-incompatible lines 01S1024 and 01S915, with green leaf, low of leaf margin undulation, mid-maturity,vigorous plant. Its leaf head is obovate, orange color. The average net weight per leafhead is 2.5~3.0 kg, with hard head, high nutrient, and attractive appearance. The content of carotenoid in head is 3.47 times as Qinbai No. 2, a normal Chinese cabbage, and vC, soluble sugar, crude protein, dry material is 44%, 36%, 18% and 11.73% higher than it respectively, and cellulose is 26. 0% lower than it. The ratio of net vegetable is over 75%. It is resistance to virus, downy mildew, tipburn and soft-rot. It can be harvested in 75~80 days after sowing and yielded net vegetable 90.0 t · hm<sup>-2</sup>(-2). It has been approved by Shaanxi Province Crop Approving Committee in 2004.

12. [해외논문] Breeding of Qianbai 3, a New Chinese Cabbage Variety

ZHAO, Daqin, TAO, Lian, ZHANG, Chaojun | 貴州農業科學 = Guizhou agricultural sciences (v.34 / no.6 / pp.11-12 / 20061001-3601)

초록: Qianbai 3, a new Chinese cabbage variety, was bred from the crosses of K12-1-2-7-8-2 (self-incompatibility line) × c21-2-3-5-2-1 (self-incompatibility line) and c21-2-3-5-2-1 × K12-1-2-7-8-2. The net yields in the variety, regional and production demonstration tests are 4575.5 kg/667m<sup>2</sup>, 4014.5 kg/667m<sup>2</sup> and 3768.1 kg/667m<sup>2</sup>, 10.2%, 8.35% and 5.87% higher than CK respectively. The disease rate and index of downy mildew in fields are 5.15% and 4.17 lower than CK separately. The contents of soluble sugar and crude protein are higher than CK, and the raw fiber content is lower than CK. The bead tight rate and ratio of leaf to stem are higher, which accords with the popular consumer habit. Therefore, Qianbai 3 can be planted in the Chinese cabbage production areas and similar ecological areas.

13. [해외논문] Breeding of New CMS Lines of Leaf Mustard by Means of Interspecific Cross with CMS Line of Chinese Cabbage

Jin, Haixia, Xu, Shufa, Feng, Hui | 園藝學報 = Acta horticulturae sinica (v.33 / no.4 / pp.737-740 / 20060513-353x)

초록: A cytoplasmic male sterile line of Chinese cabbage and two male fertile lines of Leaf Mustard were applied to transfer the male sterility. Interspecific crosses followed by 7 generations' backcrosses with Leaf Mustards as recurrent parents were carried out. Two new CMS lines of Leaf Mustards were obtained. It was identified that the CMS lines of leaf mustard possessed equal number of chromosomes with the recurrent parents, and their male sterility were shown as 100% both in the degree and ratio. The morphological traits and the seed set ability of the CMS lines were inclined to the recurrent parents. Four favorite combinations with the CMS as female parent were got through plot trial.

14. [해외논문] Breeding of Chinese Cabbage Hybrid Qinza No.2 and Evaluation of Its Disease Resistance, Quality and Yield

Zhao, Limin, Ke, Guilan | 西北農業學報 = Acta agriculturae boreali-occidentalis sinica (v.15 / no.6 / pp.95-99 / 20061004-1389)

초록: The new Chinese cabbage variety Qinza No. 2 is a F<sub>1</sub> which is bred with the cytoplasmic male sterile line O2CMS14 as female parent, self-bred line O2S28 as the male parent. Its growth period is about 70 days, it is dwarf and its leaves embrace tightly, its head is in the shape of globe; the rate of soft leaves is about 66.8%, globe index is 1.3, the weight of single globe is 3~3.5kg, the net leaves rate is 80%, its yield is 105.4t/hm<sup>2</sup>; the cabbage is crisp, adaptable, good in quality and flavor; the shape is lightly and has long suitable growing period; it is resistant to downy mildew and black spot. The new variety has been a registered variety in Feb. 2004, it has been demonstrated



and popularized in Shaanxi, Gansu, Xinjiang, Guangxi, Henan, Shanxi, Sichuan and Ningxia etc, it is a variety with good comprehensive character and strong competitive in market.

15. 해외논문] Breeding of A Radish CMS in Chinese Cabbage (RC7) and the Research of Its Traits

ZHAO, Limin, KE, Guilan | 西北植物學報 = Acta botanica boreali-occidentalia sinica (v.27 / no.12 / pp.2404-2410 / 20071000-4025)

초록: The new Chinese cabbage CMS (RC\_7) was bred by using Brassica napus CMS (RC\_97-1 ) which is introduced presently as sterile material source, conducting interspecific hybridization to transfer the RC\_97-1 sterility to Chinese cabbage, then continuing backcross breeding and strictly economic characters selection. The new Chinese cabbage CMS (RC\_7) has normal leaf color and nectary and perfect functional pistil to attract insects to pollination. It also has strong bearing ability. The sterile plant ratio and sterile degree of CMS(RC\_7) are both 100% while be planted in different ecological area and sowing condition. The RC\_7 bears naturally good, is high resistant to downy mildew and is resistant to virus disease and black spot, has high combining ability. The growing period of RC\_7 is 85 days with the plant height of 58.6 cm and the plant width of 45.3 cm. The leafy head of RC\_7 is cylindrical type with the 48.5 cm longitudinal diameter of the head, 16.3 cm transverse diameter of the head, 2.89 index of head shape, 3.6 kg of the single head weight and high value of utility. The Chinese Cabbage F1, 'Jinqiu 70' and 'Jinqiu 90' , which are attuned to the demands of the market, were bred with RC\_7 as their female parent. They are characterized by high resistant to diseases, extensive adaptability, high quality, high and stable yield.

16. [해외논문] Breeding and utilization of male sterile Chinese cabbage

ZHOU, Bangfu, LI, Xianshi, SHI, Lei | 湖南農業大學學報. Journal of Hunan Agricultural University. 自然科學版 (v.34 / no.2 / pp.190-192 / 20081007-1032)

초록: Malesterile plant was separated with Jing green 75 continuous Self-cross. Dual-purpose line and preservation line were found through elder brother and younger sister cross. 9769A is a male sterile plant of dual -purpose line by crossing Preservation line. Fuqing1 is a new combination by crossing 9769A as female parent with 9531 as male parent .It was examined and exhibited by Liaoning and ther country Mustard family flowers exhibition. The breeding of the sterile was the important success in the breeding of different types of Chinese cabbage. Sterile source exises in other regions' Tian jin Chinese cabbage as well. It is the reliable base in male sterile breeding.

17. 해외논문] Breeding and utilization of cytoplasmic sterile line 709-311A in Chinese cabbage-pak-choi with green petiole

Hu, Tianhuac, Mao, Weihai, Wei, Shunlian, Hu, Qizan, Bao, Chonglai, Li, Biyuan | 浙江農業學報 = Acta agriculturae zhejiangensis (v.15 / no.5 / pp.285-288 / 20031004-1524)

초록: The original male sterile source from the Chinese cabbage-pak-choi with white petiole [

*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis*(L.) Makino var. *communis* Tsen et Lee] NY8481 was transferred to Chinese cab-bage-pak-choi with green petiole inbred line 709-311. A new excellent cytoplasmic male sterile line 709-311A was obtained by crossing and backcrossing. A hybrid using 709-311A crossing with 801-112 shows good growth vigor and higher yield.

18. [해외논문] Breeding and Appreciation of Target Traits of New Hybrid Chinese Cabbage Qinza 1

Zhao, Limin, Ke, Guilan, Song, Yanzhi, Ma, Jianxiang | 西北農業學報 = Acta agriculturae boreali-occidentalis sinica (v.13 / no.3 / pp.100-102 / 20041004-1389)

초록: Qinza 1 is a new F 1 hybrid Chinese cabbage variety bred from two self-incompatible lines O2S 95 and O2S 102 . Its growing period is 75days. The shape of head is globular with light green color and good quality. Average head weight is 2. 5~3. Okg. It is highly resistant to virus, downy mildew, soft rot and black spot.

19. [해외논문] 晩抽性の‘はくさい中間母本農6号’の育成とその特性

由比 進, 釘貫 靖久, 飛 #39464, 健一 | 園芸學研究 = Horticultural research (v.2 / no.1 / pp.5-8 / 20031347-2658)

초록: ‘Chinese Cabbage Parental Line No.6’ is selected from a cross between Chinese cabbage and large bolting turnip. Its bolting resistance is due to low sensitivity to low temperature. This line showed high marketability when other bolting-resistance cultivars could not be harvested because of early bolting. No.6 is to be able to use for bolting-resistant Chinese cabbage breeding, because more than 10% of bolting resistant individuals were observed in the F 2 segregated population. It may facilitate more stable cultivation of spring sown Chinese cabbage, saving both labor and energy.

20. [해외논문] Bolting resistant breeding of Chinese cabbage. 1. Flower induction of late bolting variety without chilling treatment

Yui, Susumu, Yoshikawa, Hiroaki | Euphytica : Netherlands journal of plant breeding (v.52 / no.3 / pp.171-176 / 19910014-2336)

초록: Summary When a local slow bolting variety ‘Osaka Shirona Bansei’ ( *Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis* , syn. *B. campestris* L. ssp. *pekinensis* ) was grown in a phytotron (25°C, 16 hours day length without chilling treatment), one third of the plants bolted and flowered. In order to clarify the different flowering responses in the variety, a progeny line (FNC) of the flowering plants was chilled for 4 different periods (0, 22, 36 and 53 days) in a chamber of 2 ~ 7°C, then transplanted to three different conditions, i.e. PHY: 25-20°C day and night temperatures, 16 hours day length, GHL: 10 ~ 25°C, 16 hours day length with supplementary light and GHN: 10 ~ 25°C, natural day length (10 ~ 15 hours). In PHY, FNC bolted and flowered with almost the same leaf numbers in all 4 different chilling treatments. This means that FNC has very low sensitivity and no requirement to

low temperature for its reproductive growth. In GHN (short day length), FNC bolted very slowly. Then the bolting and flowering of FNC were promoted by both long day length and high temperature. The newly found bolting characteristics of 'Osaka Shirona Bansei' could be applied to breed unique slow bolting Chinese cabbage ( *B. rapa* L. ssp. *pekinensis* ) which might be non-sensitive to low temperature and its bolting and flowering would be induced with the combination of long day length and high temperature. Using the unique variety, it might be also possible to establish a new cropping type of Chinese cabbage (late autumn sowing, spring harvest).

21. [해외논문] Analysis on Oil Content of Vegetable Materials of Chinese Cabbage Type and Application in Rapeseed Breeding

Wang, Xuefang, Zhang, Yanfeng, Li, Dianrong, Tian, Jianhua, Wang, Zhuyun | 西北農業學報 = Acta agriculturae boreali-occidentalis sinica (v.13 / no.2 / pp.20-23 / 20041004-1389)

초록: The oil content of the vegetable materials of the Chinese cabbage type was analysed, the result indicated that the average oil content of Pakchoi was highest (40.94%), and Chinese-cabbage, Flowering Chinese cabbage and Purple caitai were in turn 39.34%, 39.22%, 35.33%. In them, Chinese-cabbage and Pakchoi had richer high oil content germplasm, and these lines with higher oil content would be selected in them by directional selection. The fatty acid compositions were analysed further, and the result showed that the oleic acid content (C18:1) of Chinese cabbage type was about 1% to 8% higher than that of *B. napus*, and saturated fatty acid content of Chinese-cabbage, Pakchoi, Purple caitai, and the palmitic acid content of all Chinese cabbage type were lower than that of *B. napus*. Rapeseed variety (Baizayou No. 2) in *B. campestris* with high oil content was bred, it was a new mean variety as rapeseed and vegetable.

22. [해외논문] Advances in breeding of non-heading Chinese cabbage

Hou, Xilin | 南京農業大學學報 = Journal of Nanjing Agricultural University (v.26 / no.4 / pp.111-115 / 20031000-2030)

초록: The latest advances in breeding of non-heading Chinese cabbage were summarized from biotechnological breeding, new material creation, methodology creation, genetic rules of main economic characteristics etc. The research tendency in non-heading Chinese cabbage was also previewed.

23. [해외논문] Genetic variation and selection response in model breeding populations of *Brassica rapa* following a diversity bottleneck.

Briggs, William H, Goldman, Irwin L | Genetics (v.172 / no.1 / pp.457-465 / 20060016-6731)

초록: Domestication and breeding share a common feature of population bottlenecks followed by significant genetic gain. To date, no crop models for investigating the evolution of genetic variance, selection response, and population diversity following bottlenecks have been developed. We

developed a model artificial selection system in the laboratory using rapid-cycling *Brassica rapa*. Responses to 10 cycles of recurrent selection for cotyledon size were compared across a broad population founded with 200 individuals, three bottleneck populations initiated with two individuals each, and unselected controls. Additive genetic variance and heritability were significantly larger in the bottleneck populations prior to selection and this corresponded to a heightened response of bottleneck populations during the first three cycles. However, the overall response was ultimately greater and more sustained in the broad population. AFLP marker analyses revealed the pattern and extent of population subdivision were unaffected by a bottleneck even though the diversity retained in a selection population was significantly limited. Rapid gain in genetically more uniform bottlenecked populations, particularly in the short term, may offer an explanation for why domesticators and breeders have realized significant selection progress over relatively short time periods.

#### 24. [해외논문] Genetic Diversity of European and Chinese Oilseed *Brassica rapa* Cultivars from Different Breeding Periods

ZHAO, Yong-guo, Ofori, Atta, LU, Chang-ming | Agricultural sciences in China (v.8 / no.8 / pp.931-938 / 20091671-2927)

초록: Abstract The *Brassica* oilseed crops went through two major breeding bottlenecks during the introgression of genes for zero erucic acid and low glucosinolate content, respectively, which may lead to reduced genetic biodiversity of the crop. This study investigates the impact of these bottlenecks on the genetic diversity within and across European and Chinese winter *B. rapa* cultivars. We compared eight cultivars from Europe and China, representing three different seed qualities from three different breeding periods: (1) high erucic acid, high glucosinolates (0+); (2) zero erucic acid, high glucosinolates (0+); (3) zero erucic acid, low glucosinolates (00, canola quality). Diversity was estimated on 32 plants per cultivar, with 16 simple sequence repeat (SSR) markers covering each of the *B. rapa* linkage groups. The analysis of molecular variance (AMOVA) showed that genetic variations within cultivars, across cultivars and across regions (Europe and China) were significant, with about 60% of the total variation within cultivars. There was a slight, but non-significant loss in genetic diversity within cultivars when comparing the three breeding periods as indicated by effective number of alleles (2.39, 2.23, and 1.99 for breeding periods 1, 2, and 3, respectively), Shannon information index (0.93, 0.90, 0.75), and expected heterozygosity (0.51, 0.49, 0.42). By cluster analysis (UPGMA dendrogram) and principal coordinate analysis, Chinese and European cultivars were clearly divided into two distinct groups. In conclusion, quality improvement did not significantly reduce the genetic diversity of European and Chinese *B. rapa* cultivars.

## 제 7 장 참고문헌

1. Arapitsas, P., P. J. Sjöberg, & C. Turner. (2008). Characterisation of anthocyanins in red cabbage using high resolution liquid chromatography coupled with photodiode array detection and electrospray ionization-linear ion trap mass spectrometry. *Food Chemistry*, 109(1), 219-226.
2. Bang, S. W., D. Lida, Y. Kaneko, & Y. Matsuzawa. (1997). Production of new intergeneric hybrids between *Raphanus sativus* and *Brassica* wild species. *Japanese Journal of Breeding*, 47(3), 222-228.
3. Bridle, P., & C. F. Timberlake. (1997). Anthocyanins as natural food colours – selected aspects. *Food Chemistry*, 58(1), 103-109.
4. Chen, X., Z. Zhu, J. Gerendás, & N. Zimmermann. (2008). Glucosinolates in Chinese *Brassica campestris* vegetables: Chinese cabbage, purple cai-tai, choysum, pakchoi, and turnip. *Hortscience*, 43(2), 571-574.
5. Eum, H. L., S. J. Bae, B. S. Kim, J. Yoon, J. Kim, & S. J. Hong. (2013). Postharvest quality changes of kimchi cabbage 'Choongwang' cultivar as influenced by postharvest treatments. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology*, 31(4), 429-436.
6. Fiorini, M. (1995). Preparative high-performance liquid chromatography for the purification of natural anthocyanins. *Journal of Chromatography A*, 692(1), 213-219.
7. Ha, J. O., T. M. Ha, J. J. Lee, A. R. Kim, & M. Y. Lee. (2009). Chemical components and physiological functionalities of *Brassica campestris* ssp *rapa* sprouts. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 38(10), 1302-1309.
8. Ham, S. S., D. H. Oh, J. K. Hong, & J. H. Lee. (1997). Antimutagenic effects of juices from edible Korean wild herbs. *Preventive Nutrition and Food Science*, 2(2), 155-161.
9. Heng, S., C. Wei, B. Jing, Z. Wan, J. Wen, B. Yi, ... & J. Shen. (2014). Comparative analysis of mitochondrial genomes between the hau cytoplasmic male sterility (CMS) line and its iso-nuclear maintainer line in *Brassica juncea* to reveal the origin of the CMS-associated gene orf288. *BMC genomics*, 15(1), 1.
10. Heo, H. J., & C. Y. Lee. (2006). Phenolic phytochemicals in cabbage inhibit amyloid  $\beta$  protein-induced neurotoxicity. *LWT-Food Science and Technology*, 39(4), 331-337.
11. Jo, M. H., I. K. Ham, M. Y. Park, T. I. Kim, Y. P. Lee, & E. M. Lee. (2012). Seed

production ability of doubled haploid plants through microspore culture in Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*) introduced from China. *Korean Journal of Horticultural Science & Technology*, 30(5), 573-578.

12. Jung, H. J., N. U. Ahmed, J. I. Park, M. Y. Chung, Y. G. Cho, & I. S. Nou. (2013). Molecular Genetic Aspects of Self-incompatibility in *Brassicaceae*. *Plant Breeding and Biotechnology*, 1(3), 205-217.

13. Jung, Y. J. (2013). Transcriptional Profiling of Soft-rot Resistant Transgenic Chinese Cabbage (*Brassica rapa* L.) Constitutively Overexpressing a Human Cathelicidin Antimicrobial Peptide (hCAP18/LL-37). *Plant Breeding and Biotechnology*, 1(1), 80-90.

14. Kim, J. Y., E. J. Lee, S. K. Park, & G. W. Choi. (2000). Physicochemical quality characteristics of several Chinese cabbage (*Brassica pekinensis* RuPR) cultivars. *Korean Journal of Horticultural Science & Technology*, 18(3), 348-352.

15. Kim, K. S., Y. H. Lee, H. J. Choi, Y. S. Jang, & K. G. Park. (2012). Effects of culture condition on embryogenesis in microspore culture of *Brassica napus* L. domestic cultivar 'Tammiyuchae'. *Korean Journal of Crop Science/Hanguk Jakmul Hakhoe Chi*, 57(4), 317-323.

16. Kim, K. S., Y. H. Lee, Y. S. Jang, & I. H. Choi. (2015). The Cross Ability and the Phenotypic Characteristics of F<sub>1</sub>HybridintheInterspecificCrossesbetween*Brassica napus* and *B. campestris*, *B. rapa*. *Korean Journal of Plant Resources*, 28(1), 119-125.

17. Kim, M. K., E. Y. Hong, & G. H. Kim. (2010). Change of total glucosinolates level according to processing treatments in Chinese cabbage (*Brassica campestris* L. ssp. *pekinensis*) from different harvest seasons. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology*, 28(4), 593-599.

18. Komatsu, W., Y. Miura, & K. Yagasaki. (1998). Suppression of hypercholesterolemia in hepatoma-bearing rats by cabbage extract and its component, S-methyl-L-cysteine sulfoxide. *Lipids*, 33(5), 499-503.

19. Kong, J. M., L. S. Chia, N. K. Goh, T. F. Chia, & R. Brouillard. (2003). Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry*, 64(5), 923-933.

20. Korea Institute of Planning & Evaluation for Technology in Food, Agriculture Forestry & Fisheries(IPET). (2012). Strategic plan for the 'Golden Seed Project' through analysis of the seed industry. 68-329.



21. Korea Seed Association(KOSA). (2016). 2015년도 채소종자 수출실적.
22. Kwak, J. H., M. Park, J. G. Lee, S. Park, D. Y. Kim, S. R. Jeong, ... & M. K. Yoon. (2012). Development of new broccoli varieties from elite lines obtained by microspore cultivation method. *CNU Journal of Agricultural Science*, 39(4), 497-502.
23. Kwon, O. H., & J. C. Lee. (2012). 빨간 브라시카 라파 식물 및 이의 육종 방법 (KR-10-2012-0085308).
24. Kwon, W. S., J. H. Lee, & M. G. Lee. (2001). Optimum Chilling Terms for Germination of the Dehisced Ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) Seed. *Journal of the Korean Society of Ginseng*, 25(4), 167-170.
25. Lee, B. K., H. H. Shin, J. H. Jung, K. T. Hwang, Y. S. Lee, & T. Y. Kim. (2009). Anthocyanins, polyphenols and antioxidant activities of black raspberry exudates. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 38(2), 125-130.
26. Lee, J. Y. (2004). A simplified method to evaluate major quality factors and its application to determine inheritability of tissue firmness and total soluble solids in Chinese cabbage. *Master's Degree Thesis, Chung-Ang University, Korea*.
27. Lee, Kwan-ho (1998). New type of Diploids derived from Hybrids of *Brassica campestris* and *B. oleracea*. *KOR. J. HORT. SCI. & Tech.* 16(3), 395
28. Lee, S. S., Y. H. Kim, & M. K. Yoon. (1997). Inheritance of lateral bud development and leaf color in the cross combination between *Brassica campestris* ssp. *pekinensis* and ssp. *rapa*. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science (Korea Republic)*.
29. Liang, F. Q., L. Green, C. Wang, R. Alssadi, & B. F. Godley. (2004). Melatonin protects human retinal pigment epithelial (RPE) cells against oxidative stress. *Experimental eye research*, 78(6), 1069-1075.
30. Liu, L., Y. D. Jo, W. H. Kang, D. Kim, & B. C. Kang. (2013). Mitochondrial-targeted expression of orf456 causes male sterility in Chinese cabbage (*Brassica rapa* L.). *Plant Breeding and Biotechnology*, 1(2), 196-204.
31. Lowe, A. J., A. E. Jones, A. F. Raybould, M. Trick, C. L. Moule, & K. J. Edwards. (2002). Transferability and genome specificity of a new set of microsatellite primers among *Brassica*

- species of the U triangle. *Molecular Ecology Notes*, 2(1), 7–11.
32. Mattila, P., & J. Hellström. (2007). Phenolic acids in potatoes, vegetables, and some of their products. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3), 152–160.
33. Morinaga, T. (1934). Interspecific hybridization in *Brassica*. *Cytologia*, 6(1), 62–67.
34. Park, J. I., I. H. Lee, M. Watanabe, & I. S. Nou. (2010). Expression and regulation of self-incompatible genes in *Brassica*. *Journal of Plant Biotechnology*, 37(2), 186–195.
35. Park, S., M. V. Arasu, N. Jiang, S. H. Choi, Y. P. Lim, J. T. Park, ... & S. J. Kim. (2014). Metabolite profiling of phenolics, anthocyanins and flavonols in cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*). *Industrial Crops and Products*, 60, 8–14.
36. Prior, R. L., X. Wu, & K. Schaich. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(10), 4290–4302.
37. Quattrocchio, F., J. F. Wing, H. T. Leppen, J. N. Mol, & R. E. Koes. (1993). Regulatory genes controlling anthocyanin pigmentation are functionally conserved among plant species and have distinct sets of target genes. *The Plant Cell*, 5(11), 1497–1512.
38. Rabino, I., & A. L. Mancinelli. (1986). Light, temperature, and anthocyanin production. *Plant Physiology*, 81(3), 922–924.
39. Rural Development Administration(RDA). (2012). 농사로 양배추 영농순기표.
40. Ryu, S. N. (2000). Recent process and future of research on anthocyanin in crops ( I. Rice, Barley, Wheat, Maize and Legumes). *Korean Journal International Agriculture*, 12, 41–53.
41. Schnable, P. S., & R. P. Wise. (1998). The molecular basis of cytoplasmic male sterility and fertility restoration. *Trends in Plant Science*, 3(5), 175–180.
42. Seo, M. S., S. H. Sohn, B. S. Park, H. C. Ko, & M. Jin. (2014). Efficiency of microspore embryogenesis in *Brassica rapa* using different genotypes and culture conditions. *Journal of Plant Biotechnology*, 41(3), 116–122.
43. Seong, K. C., J. R. Cho, J. H. Moon, K. Y. Kim, & H. D. Suh. (2003). Effect of triazole chemicals on bolting retardation of Chinese cabbage (*Brassica pekinensis*) in spring cultivation.

44. Takayama, S., H. Shiba, M. Iwano, K. Asano, M. Hara, F. S. Che, ... & A. Isogai. (2000). Isolation and characterization of pollen coat proteins of *Brassica campestris* that interact with S locus-related glycoprotein 1 involved in pollen - stigma adhesion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(7), 3765-3770.
45. Takayama, S., H. Shiba, M. Iwano, H. Shimosato, F. S. Che, N. Kai, ... & A. Isogai. (2000). The pollen determinant of self-incompatibility in *Brassica campestris*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(4), 1920-1925.
46. Wang, S. Y., & H. S. Lin. (2000). Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(2), 140-146.
47. Yoon, J. Y., S. S. Lee, D. G. Oh, & H. K. Pyo. (1982). Genetic analysis on heat tolerance, bolting and quantitative characters in Chinese cabbage, *Brassica campestris* ssp. *pekinensis*. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science (Korea R.)*.

<첨부> **특허, 논문, 제품(시장) 분석보고서**

<b>프로젝트명</b>	색소체 고탐유 기능성 배추 품종개발		
<b>프로젝트 책임자</b>	<b>권 오 하</b>	<b>프로젝트 연구기관</b>	농업회사법인 권농종묘(주)

**1. 본 연구관련 국내외 기술수준 비교**

개발기술명	관련기술 최고보유국	현재 기술수준		기술개발 목표수준	비고
		우리나라	연구신청팀		
색소체(안토시아닌, 베타카로틴 등) 고탐유 결구배추 품종육성	한국	100	100	120	중국육성 품종과 차별화된 기능성 품종개발
뿌리혹병 저항성 배추 품종육성	일본	95	90	100	뿌리혹병 수준 향상 품종 개발

- 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**

<b>대상국가</b>	국내, 국외(미국, 일본, 유럽)
<b>특허 DB</b>	특허정보원 DB( <a href="http://www.kipris.or.kr">www.kipris.or.kr</a> ), Aureka DB
<b>검색기간</b>	최근 5년간
<b>검색범위</b>	제목 및 초록

**나. 특허분석에 따른 본 연구과제와의 관련성**

개발기술명	색소체(안토시아닌, 베타카로틴 등) 고탐유 생식용 배추 품종육성	뿌리혹병 저항성 색소체(안토시아닌, 베타카로틴 등) 고탐유 배추 품종육성	기능성 물질 생산관련 유전자탐색 및 분자마커 개발	
Keyword	Chinese cabbage, Brassica rapa, Anthocyanin, Beta Carotene, Lycopene,	Chinese cabbage, Brassica rapa, Anthocyanin, Beta Carotene, Lycopene, Clubroot,	안토시아닌, 마커	
검색건수	443	162	347	
유효특허건수	25	32	2	
핵심특허 및 관련성	특허명	신종식물 홍배추 및 이의 육종방법	Clubroot resistant brassica oleracea plants	양배추 자색 품종 관별용 SNP 마커 및 이의 용도
	보유국	한국	유럽	한국
	등록년도	2013	2012	2015
	관련성(%)	30%	20%	70%
	유사점	배추 잎색이 자주색	뿌리혹병 저항성 응성불임	마커개발
차이점	결구성, 응성불임, 용도, 기능성물질	양배추, 기능성물질,	적용 작물	

**3. 논문분석**

**가. 논문분석 범위**

대상국가	미국, 일본, 유럽
논문 DB	Aureka DB, pubmed DB(www.ncbi.nlm.nih.gov), 국회도서관(www.nanet.go.kr)
검색기간	최근 5년간
검색범위	제목, 초록 및 키워드

#### 나. 논문분석에 따른 본 연구과제와의 관련성

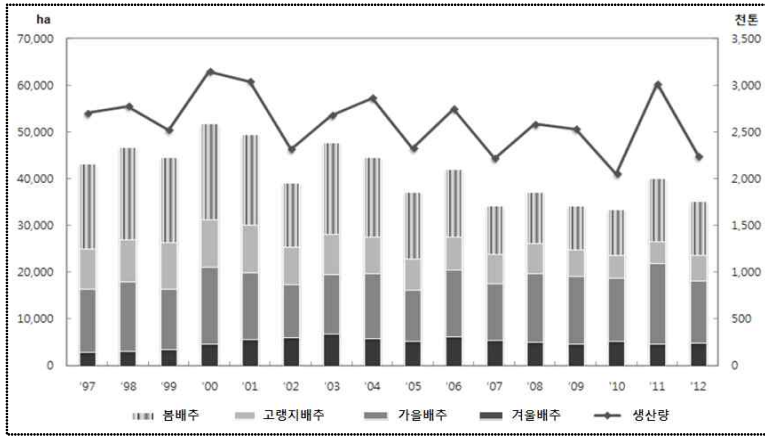
개발기술명	색소체(안토시아닌, 베타카로틴 등) 고품종 배추 품종육성	뿌리혹병 저항성 색소체(안토시아닌, 베타카로틴 등) 고품종 배추 품종육성	기능성 물질 생산관련 유전자탐색 및 분자마커 개발	
Keyword	Chinese cabbage, Brassica rapa, Anthocyanin, Beta Carotene, Lycopene,	chinese cabbage, clubroot Brassica rapa, breeding	anthocyanin, marker, gene	
검색건수	146	203	64	
유효논문건수	5	43	2	
핵심논문 및 관련성	논문명	"Mapping of a novel locus regulating anthocyanin pigmentation in	Fine mapping of the clubroot resistance gene CRb and development of a useful selectable marker in Brassica rapa.	Fine mapping and candidate gene analysis of an anthocyanin-rich gene, BnaA.PL1, conferring purple leaves in Brassica napus L.
	학술지명	일본육종학회지	Breed Sci. 2013 Mar.63(1):116-24	Frontiers in Plant Science
	저자	Hayashi, Ken. Matsumoto, Satoru	Kato T, Hakeyama K, Hukno N, Masumoto S.	Li H, Zhu L, Yuan G, Heng S, Yi B, Ma C, Shen J, Tu J, Fu T, Wen J.
	게재년도	2010	2013	2016
	관련성(%)	20%	40%	70%
	유사점	안토시아닌 관련 유전자	뿌리혹병 저항성 수준 향상	유전자 탐색 및 마커 개발
	차이점	양배추, 유전분석	품종 육성의 도구가 될 수 있는 분자마커의 개발 관련 연구	적용 작물

### 4. 제품 및 시장 분석

#### 가. 생산 및 시장현황

##### 1) 국내 제품생산 및 시장 현황

- 배추 재배면적은 국민 식습관 변화, 김치 수입과 타 소득 작목 재배 증가 등으로 2000년 이후 감소 추세에 있으며, 2000년에 배추 재배면적은 51,800ha 수준이었으나 2012년 5,000ha로 감소.



주: 2012년 생산량은 농업관측센터 추정치임, 자료: 통계청  
 <그림 2-1> 배추 재배면적과 생산 동향

- 배추생산량은 2000년 314만 9천 톤을 정점으로 이후 재배면적 감소로 연간 3%씩 감소하였고, 최근 기상 여건의 불안정성으로 단수 변동이 심화되고 있으며, 2012년 배추 생산량은 재배면적과 단수가 감소하여 2011년의 301만 6천 톤에서 77만 3천 톤이 감소한 224만 3천 톤으로 추정
- 일본 및 다국적 종묘회사의 배추 품종이 이미 상당히 국내시장을 잠식한 상태로, 배추종자 수입도 급증하고 있음
- 한국 배추 종자는 중국을 비롯하여 일본과 동남아시아에 주로 수출하고 있으며 2015년 총수출액은 3,605천불로 국내 채소작물 중 수출이 많은 작물중 하나임.
- 국내 배추 종자산업 동향을 살펴보면 배추과 채소작물(무, 배추, 양배추)는 벼, 고추와 함께 우리나라 3대 주요 작물로 채소 중 연간 생산량 1위, 생산액은 9천 3백억으로 전체 채소 생산액의 12%에 해당
- 채소 종자 산업에서 중소 및 개인 사업자 참여가 확대되고 있으나, 영세한 판매·생산업체가 대부분
- 일본 및 다국적 종묘회사의 배추 품종이 국내시장을 주도하고 있는 상태임.
- 외국기업과 국내기업 및 개인육종가간 치열한 경쟁이 진행되고 있으며 대부분 뿌리혹병 저항성 품종개발과 김치위주 품종의 개발에 집중되어 있으며 경제 논리에 의한 기존 품목의 폐기 및 신규 육성 목표의 설정으로 농가가 선택할 수 있는 품종이 제한적으로 다양한 소비자의 요구에 부응할 수 있는 고품질, 고기능성 품종의 개발이 요구됨.
- 일본 및 다국적 종묘회사의 배추 품종이 국내시장을 주도하고 있는 상태로서 외국기업과 국내기업 및 개인육종가간 치열한 경쟁이 진행되고 있으며 대부분 뿌리혹병 저항성 품종개발과 김치위주 품종의 개발에 집중되어 있으며 경제 논리에 의한 기존 품목의 폐기 및 신규 육성 목표의 설정으로 농가가 선택할 수 있는 품종이 제한적으로 다양한 소비자의 요구에 부응할 수 있는 고품질, 고기능성 품종의 개발이 요구됨.



## 2) 국외 제품생산 및 시장 현황

- 2010년 현재 배추 전체 종자 시장의 규모는 약 1,900억 원으로 추정되고 있으며 이 중 중국 시장이 차지하는 비중은 약 1,562억 원으로 82%를 차지함.

- 중국의 배추 재배면적은 다소 감소하는 추세이나 종자 상품화율 증가로 연평균 성장률이 15% 정도임을 고려하면 2020년에는 6,300억 원 규모로 증가할 것으로 예측됨.

- 중국 배추 종자 시장은 크게 봄배추, 남방계 여름배추, 가을배추로 구분되며, 이 외에 월동용 배추, 소구형 와와채 시장이 있음. 이 중 가을 배추 시장은 재배 면적으로 보나 종자 소요량으로 보나 압도적인 비율을 점하고 있으며 중국 전역에 걸쳐 다양한 형태의 배추가 재배되고 있음.

### ○ 중국 봄배추

- 추대로 인하여 일반 가을배추가 재배되지 않는 저온기 및 고랭지 지역을 중심으로 과거 재배되던 남방계 여름배추보다 수량성이 높고 품질이 우수하여 1980년대~2000년대 초반까지 급격히 재배면적이 증가하였고 최근까지도 꾸준히 시장이 확대되는 추세임.

- 한국과 일본 회사들이 육성한 품종이 거의 전부이며 오래전에 출시된 품종의 경우 유사 품종의 가격 경쟁으로 도매가격 기준 30~50 달러/kg로 비교적 저가이나 일반 품종의 경우 70~100 달러/kg, 뿌리혹병 내병성 품종의 경우 120~150달러/kg로 진입에 어려움이 없는 가격임.

- 세미니스(홍농종묘)에서 육성한 금봉, 왕춘(경춘), CR싱싱이 선도 품종으로 평가되었으나 최근 사카타에서 육성한 품종들이 내엽황색계의 고품질계로 시장에 진입하여 점유율이 높아지는 중.

- 최근 한국, 일본 회사 뿐 아니라 일부 중국 현지 연구기관에서도 품종을 개발하고 있는데 가장 앞선 기관은 중국 농업 과학 연구소로 A04749와 A04788 등의 품종이 있음.

- 주된 육성 목표는 전통적으로 수량성, 병저항성, 만추대성이 중요시 되었고 이에 대하여 최근에는 병저항성 중 특히 뿌리혹병 저항성, 고품질 및 고기능성 요구 수준이 급격히 높아지고 있음.

- 한국 회사들은 배추 육종 기술에 있어 풍부한 경험과 재료를 보유하고 있고 이를 세계 최고 수준에 있는 국내 배추 분자유전학 연구진과 연계하여 한국의 고품질 재료에 복합내병성 내병성 인자등을 도입하여 현지 재배에 보다 적합한 품종을 개발하기 위한 다양한 노력을 하고 있음.

- 반면 중국 연구진들은 전통적으로 재배해왔던 복합내병성 소재들을 기반으로 국가적으로 강력한 지원을 받아 뿌리혹병 내병성을 도입하고 만추대 고품질화 품종을 개발하려는 노력이 높아지고 있음.

○ 중국 가을배추

- 가을배추 시장은 종자 소요량을 기준으로 볼 때 매우 큰 시장이나 종자 공급가격이 매우 싸서 현재로서는 큰 매력이 없는 시장임. 따라서 이 시장의 경우 한국 및 일본회사의 진출은 현재 어려운 상태이며 이를 위한 육성 연구도 매우 미미한 실정임. 이에 따라 거의 100% 중국 현지회사에서 육성, 공급한 품종이 재배되고 있는 실정임.

- 최근 중국 내 주요 연구기관에서 신품종 개발이 많이 이루어지고 있는데, 품종 개발의 내용은

- 1) 뿌리혹병 내병성을 중심으로 한 복합내병성 품종; 덕고종자, 중국채소화훼과학연구소 등
- 2) 라이코펜 함량 강화 고기능성 품종; 중국채소화훼과학연구소, 산동성농업과학연구소 등
- 3) 수송성, 고품질, 가공 적합성 등으로 다양함.

○ 중국 소구형 배추

- 소구형 배추는 2000년대 초반 운남성에서 처음 재배되기 시작하여 품질이 좋은 고급 배추로서 소비자에게 각인되어 점점 재배지역이 빠르게 증가하는 추세임.

- 국내에서 재배되는 숙음배추와 유사하여 초기에는 국내에서 판매되던 숙음배추 품종이 주로 재배되었는데 동부한농에서 육성한 '고향맛 배추' 유사 품종과 흥농 육성 '삼복엇같이'류가 대표적이나 최근 재배면적의 확대, 재배 방식의 다변화로 전용 배추의 요구가 증가됨.

- 밀식 재배에 용이한 조생, 입성, 소원통형, 내엽색, 품질, 추대성 등이 주요한 요구사항이고 최근 뿌리혹병 확대에 의한 내병성 품종과 고온기 재배용에서 내서내습성 강화 품종이 요구됨.

○ 유럽 배추

- 유럽에서의 배추는 독일, 폴란드, 우즈베키스탄 등 동구권 등지에서 재배가 되고 있으며 최근 중국 요리와 김치소비 증가로 재배면적이 증가하는 추세

- 특히 배추가 섬유 함량이 높은 채소로 인식되면서 생식용 샐러드의 소비도 증가하는 추세이다.

- 소비되는 배추의 유형은 소구형 배추와 국내에서 재배되는 김치 재료가 되는 결구 배추가 주를 이루고 있음. Bejo 사의 Bilko 품종이 주로 재배가 되고 있고 Nickerson Zwaan사의 품종들이 일부 진입하고 있으며 평균 500-600 불/kg의 도매 가격을 형성하고 있어 수출 시장으로는 비교적 고가 시장으로서 이들 선도업체들에게 국내회사들은 종자를 납품하고 있는 실정.

- 배추 시장규모는 전세계적으로 연간 1,900억원 정도로 전체 채소 종자시장의 2% 정도이나 중국이 전체 시장의 82%를 차지하고 있으며 본 프로젝트의 목표 시장인 유럽 시장은 배추 재배면적이 약 7만 ha로 종자시장은 총 종자 소요량은 약 3,000 Kg으로 약 15억원 정도의 시장을 형성하고 있음.

- 유럽에서의 배추는 독일, 폴란드, 우즈베키스탄 등 동구권 등지에서 재배가 되고 있으며 최근

중국 요리와 김치소비 증가로 재배면적이 증가하는 추세이다. 특히 배추가 섬유 함량이 높은 채소로 인식되면서 생식용 샐러드의 소비도 증가하는 추세이다.

- 소비되는 배추의 유형은 소구형 배추와 국내에서 재배되는 김치 재료가 되는 결구 배추가 주를 이루고 있다. Bejo 사의 Bilko 품종이 주로 재배가 되고 있고 Nickerson Zwaan사의 품종들이 일부 진입하고 있으며 평균 500-600 불/kg의 도매 가격을 형성하고 있어 수출 시장으로는 비교적 고가 시장으로서 이들 선도업체들에게 국내회사들은 종자를 납품하고 있는 실정이다.

## 나. 개발기술의 산업화 방향 및 기대효과

### 1) 산업화 방향(제품의 특징, 대상 등)

○ 황산화 작용이 인정받고 있는 색소체 고함유 품종 공급을 통해 동북아에 주로 한정되어 있던 배추 시장을 유럽 및 미주 등 생식용 신선채소 시장으로 확대. 유럽의 경우 전체 배추종자 시장은 현재 연간 15억 원 내외로 미미하나 이를 샐러드 및 신선 채소류 시장으로 확대할 경우 상당한 시장의 확대가 가능할 것으로 기대됨.

○ 경쟁국이 보유하고 있지 않은 육성 소재의 개발과 이를 이용한 품종의 독점 공급을 통해 종자 가격 상승을 도모함으로써 전체 배추 종자 시장을 확대할 수 있음(종자 단가 상승 5-10배 정도로 추정)

○ 안토시아닌을 함유한 다양한 타입별 결구내부색이 빨간 품종의 세계 최초 개발로 기존의 배추 종자 시장뿐만 아니라 빨간 양배추의 시장에서도 점유율을 높여 종자 수출 및 소비자의 샐러드용 채소로서의 배추의 선호도를 높일 수 있음.

○ 중국 수출용으로 개발하고 있으며 색소체 고함유 품종은 그 특성상 한국, 일본, 유럽 및 미주 등 고기능성 식품에 대한 관심이 높은 지역에서 판매가 유리할 것으로 기대.

### 2) 산업화를 통한 기대효과(단위 : 백만원)

산업화 기준 항 목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
직접 경제효과	250	500	1,100	2,500	5,000	9,350
경제적 파급효과	5,000	75,000	150,000	50,000	100,000	380,000
부가가치 창출액	500	1,000	2,000	5,000	10,000	18,500
합 계	5,600	76,500	153,000	57,500	115,000	407,850

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

## 주 의

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