

(뒷면)

(앞면)

2
1
3
0
0
2
—
0
4
—
4
|
C
G
D
0
0

발간등록번호
11-1543000-001658-01

중국수출용
색소체

고함유배추
품종개발

농림축산식품부

주 의
(편집순서 8)

(15 포인트 고딕체열)

중국 수출용 색소체 고함유 배추 품종개발 프로젝트

(Development of Chinese cabbage
varieties containing high level of
pigments(anthocyanin, beta carotene
and lycopene) for China market)

신농씨앗

농 림 축 산 식 품 부

제 출 문

농림축산식품부장관 귀하

이 보고서를 “중국 수출용 색소체 고함유 배추 품종 개발” 프로젝트
(세부프로젝트 “색소체(안토시아닌, 베타카로틴 등) 고함유 결구배추 육성”)의 보고서로 제출
합니다.

2017년 2월 14일

프로젝트 연구기관명 : 신농씨앗

프로젝트 책임자 : 김 도 현

세부프로젝트 연구기관명 : 신농씨앗

세부프로젝트 책임자 : 김 도 현

보고서 요약서

과제고유번호	213002-04-4 -CGD00	해당 단계 연구 기간	40개월	단계 구분	1/1
연구사업명	단위사업명	농식품기술개발(R&D)			
	세부사업명	Golden Seed 프로젝트			
연구과제명	프로젝트명	중국 수출용 색소체 고함유 배추 품종 개발			
	세부 프로젝트명 (주관 연구기관 /연구책임자)	색소체(베타카로틴, 안토시아닌 등) 고함유 배추 품종 개발 (신농씨앗 /김도현)			
연구책임자	김도현	해당단계 참여 연구원 수	총: 16명 내부: 8명 외부: 8명	해당단계 연구개발비	정부: 325,000천원 민간: 109,167천원 계: 434,167천원
		총 연구기간 참여 연구원 수	총: 16명 내부: 8명 외부: 8명	총 연구개발비	정부: 325,000천원 민간: 109,167천원 계: 434,167천원
연구기관명 및 소속부서명		신농씨앗/연구소		참여기업명: 신농씨앗	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
베타카로틴 고함유 배추 품종개발을 위해 연구기간 중 보유 유전자원을 평가하였고 그 중 내엽진황색 유전자원의 일부가 베타카로틴 성분이 일반 황색계에 비하여 50배~100배 많은 것을 확인하였다. 이 유전자원을 이용하여 연구기간 중 약 2,100개의 신규조합과 3,800계통을 육성, 평가하였다. 이 중 융성불임성을 이용한 베타카로틴 고함유 배추를 4품종(베타리치, 베타그린, 베타스프링, 베타스피드) 육성하였고, 베타카로틴 동등수준 고품질 배추를 8품종(단청봄, 단원겨울, 신청가을, 창대가을, 신청겨울, 청산봄, 영롱춘 및 양천) 육성하였다.		보고서 면수: 46			

요 약 문

I. 제 목; 중국 수출용 색소체 고함유 배추 품종 개발 프로젝트

II. 연구성과 목표 대비 실적

본 프로젝트의 연구 목표는 품종보호출원 6품종, 생산판매신고 8품종, 유전자원등록 8점, 국내 종자매출액 2.5억 원, 종자수출액 10만\$ 및 자원분양 8점이다. 연구성과는 품종보호출원 6 품종, 생산판매신고 8품종, 유전자원등록 6점, 국내매출액 2.1억 원, 종자수출액 3.3만\$ 및 자원 분양 12점이다. 품종 육성과 관련된 지표는 목표를 달성했다고 생각되나 매출 목표는 다소 부족한 결과라 판단된다.

III. 연구개발의 목적 및 필요성

본 프로젝트는 색소체 고함유 계통육성 및 품종 개발을 통한 수출 증진을 목적으로 하고 있으며 이는 1)경제 수준 개선에 따른 고품질, 고기능성 채소에 대한 수요가 증가, 2)경쟁 증가와 대형 유통업체의 출현에 따른 차별화 품종에 대한 요구 증가, 3)대표적인 항산화물질로서 시인성이 뛰어나며 고품질 채소로 인식되기 용이한 색소성분의 특성 및 4)고기능성을 요구하는 시장은 상대적으로 고부가가치 종자시장으로 매출확대에 유리하기 때문이다.

IV. 연구개발 내용 및 범위

본 프로젝트의 내용은 1) 중국 수출용 안토시아닌 및 베타카로틴 고함유 배추 계통 육성 및 이를 이용한 색소성분 고함유 품종개발, 2) 유전 자원 유출 방지 및 채종 효율 증진을 위한 웅성불임성을 이용한 채종 체계로 전환, 3) 색소 성분 관련 육성 효율성 제고를 위한 기술 연구를 포함하고 있다.

V. 연구개발 결과

베타카로틴 고함유 배추 품종개발을 위해 연구기간 중 보유 유전자원을 평가하였고 그 중 내열진황색 유전자원의 일부가 베타카로틴 성분이 일반 황색계에 비하여 50배~100배 많은 것을 확인하였다. 이 유전자원을 이용하여 연구기간 중 약 2,100개의 신규조합과 3,800계통을 육성, 평가하였다. 이 중 웅성불임성을 이용한 베타카로틴 고함유 배추를 4품종(베타리치, 베타그린, 베타스프링, 베타스피드) 육성하였고, 베타카로틴 동등수준 고품질 배추를 8품종(단청봄, 단원겨울, 신청가을, 창대가을, 신청겨울, 청산봄, 영롱춘 및 앙천) 육성하였다.

VI. 연구성과 및 성과활용 계획

육성된 12품종에 대해 품종보호출원 또는 생산판매신고를 완료하였고 확보된 협력업체를 통해 시험사업, 홍보 및 수출을 적극적으로 추진하여 중국 등에 청산봄 등을 수출하였다. 베타카로틴 고함유 품종은 빠른 시장확대를 위해 국내 독점 공급사를 선정하고 일부 판매를 실시하였고, 공급사를 통해 국내 대형 유통업체 및 김치가공업체와 양해각서를 체결하고 신문 기사를 통해 홍보를 진행하는 등 시장 확대를 위한 적극적인 마케팅을 진행하였다. 향후 차별화된 고기능성 배추 품종으로 고가격 시장 등으로 수출 국가를 확대하고 적극적인 판매전략으로 수출증가를 추진할 계획이다. 신규 육성 계통을 통해 지속적인 품종의 개선과 세부 시장별 특화 품종을 육성할 계획이다.

SUMMARY

I. Subject

Development of Chinese cabbage varieties containing high level of pigments(anthocyanin, beta carotene and lycopene) for China market.

II. Achievement degree of research and development toward-goals

Initial research goals of the project include 1) PVP application for 6 varieties, 2) 8 new variety registration, 3) register 8 germplasms to genome resource bank, 4) domestic sales; 250 million KW, 5) seed export; 100,000USD and 6)share 8 germplasms. Research accomplishments include 1) PVP application for 6 varieties, 2) 8 new variety registration, 3) register 6 germplasms to genome resource bank, 4) domestic sales; 210 million KW, 5) seed export; 33,000USD and 6)share 12 germplasms., resulting in a little less achievement when comparing with initial goals.

III. Objectives and necessities of research

The research aims for expanding Chinese cabbage seed exports through developing new varieties with high level of color pigments. The concepts result from 1) demands of high quality and high functional diets use to increase with economic growth, 2) highly developed distribution and process industry induce more competition and increase the demand of unique products, 3) pigments, beta carotene for example, are very popular for anti-oxidant effects and especially are very easy to recognize for the consumers, and 4) the market which require high functional varieties are usually high value seed market and are ease to increase sales performances.

IV. Research contents and extent

The research includes 1) development of new breeding materials and beta carotene rich (or anthocyanin rich) varieties for increasing export to China market, 2) conversion into new seed production system using male sterile lines for protecting germplasms and increasing the seed production efficiency, and 3) the basic researches related with breeding for substances which will be increase breeding efficiency for further research.

V. Research results

For the research, we evaluated retained breeding materials and selected some breeding lines of which beta carotene contents are fifty to one hundred times more than normal yellow lines. Using the material, we developed and evaluated about 2,100 new combinations and 3,800 breeding material during whole research period. And we developed 4 new beta carotene rich varieties (BetaRich, BetaGreen, BetaSpring and BetaSpeed) using beta carotene rich inbreds and matching CMS lines. We developed 8 new high quality varieties (DanChungBom, DanWonGyeWool, ShinChungGaEul, ShinChungGyeWool, ChungSanBom, AngChun, YungRongChoon and ChangDaeGaEul) even though they are not beta carotene rich.

VI. Utilization Plans from Results of Research and Development

12 new varieties, developed in this research, are PVP applied and/or registered for seed production and sales. For stimulating sales and marketing performances for beta caroten rich products, we are ongoing a kind of exclusive variety providing contracts with some company which have very powerful marketing and seed distribution network. And we are trying to promote our products to various media and vegetable processing companies. We plan to increase export by focusing on expanding export nations and active selling strategy. Newly developed breeding lines will be effective materials for afterward breeding works and further researches.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction of the research project	
Section 1. Overview of the research -----	8
Section 2. Performance of the research objective -----	9
Chapter 2. The current status of the research in domestic and overseas -----	10
Chapter 3. Results and content of the research project	
Section 1. Field evaluation trial -----	11
Section 2. Regional trial and variety selection for sales-----	30
Section 3. Analysis of nutritional factor -----	36
Section 4. Developing new breeding materials -----	39
Chapter 4. Achievement of the research goals and their contribution -----	42
Chapter 5. Utilization Plans from Results of Research and Development-----	46
Chapter 6. Science & Technology Information of Foreign Countries	
Chapter 7. References	

목 차

제 1 장	프로젝트의 개요 및 성과목표	
1.	연구개발 과제의 개요-----	8
2.	연구성과목표 대비실적-----	9
제 2 장	국내외 기술개발 현황 -----	10
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과	
1.	재배시험을 통한 조합선발 및 계통 육성-----	11
2.	시교, 현지시험 및 상업용 품종 선발-----	30
3.	성분분석 -----	36
4.	신규계통 육성 -----	39
제 4 장	목표달성을 및 관련분야에의 기여도-----	42
제 5 장	연구개발 성과 및 성과활용 계획 -----	46
제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	
제 7 장	참고문헌	

제 1 장 프로젝트(세부프로젝트 포함)의 개요 및 성과목표

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

- 베타카로틴, 안토시아닌 등 색소 성분 함량이 높은 고기능성 배추 품종 육성 및 계통 육성
- 신규 자원 보호를 위한 용성 불임성 품종 육성 및 채종 체계 확보
- 색소체 고함유 신품종의 시장 개발 및 종자 수출

1-2. 연구개발의 필요성

- 종자 산업은 전통적으로 농약 및 비료산업과 함께 대표적인 투입재 산업으로 평가됨. 따라서 생산 분야의 가치가 종자의 가치로 평가되어 재배하기 쉽고 수량성이 높은 품종이 우수 품종이라는 시각이 지배적이었음. 그러나 최근 종자산업을 단순 투입재 산업이 아닌 복합 산업으로 인식한 글로벌 종자 기업들이 새로운 패러다임으로 경쟁에 임하면서 이에 대한 시각이 달라지고 있음.
- 또한 가치사슬(value chain)체계를 육종에 접목함으로써 전통적으로 종자 기업의 고객은 농업인이라는 인식에서 이제는 농산물 유통 및 가공회사, 제약 및 화장품 등의 제조회사 그리고 최종소비자 등 가치사슬에 참여하는 모두를 고객으로 인식하고 각 고객들에게 제공할 수 있는 가치의 총합을 높여서 부가가치를 극대화하는 전략이 일반화되고 있음.
- 이러한 가치 사슬적인 접근법은 자연스럽게 품종 목표를 다양화하는 결과를 보임. 전통적인 식품으로서의 가치 뿐 아니라 특정 성분 함량을 높임으로서 제품 가공시 수율이 높아지거나 기능성 물질을 많이 함유하여 건강보조식품으로서의 가치가 있는 품종 등 다양한 고객의 다양한 요구에 적합한 새로운 개념으로서 품종의 가치를 높임
- 경제 발전과 함께 수반되는 식품 및 음식문화의 변화는 크게 1) 더욱 다양하고, 세련되며, 평균적으로 풍족한 소비자들에 의한 시장의 분할과 2) 식품을 구매하고, 요리하고, 먹는 데 있어 편리함에 대한 추구, 식품의 유래와 생산 방식에 대한 관심 증가, 건강식품에 대한 선호 증가를 들 수 있음.
- 안토시아닌, 베타카로틴 및 라이코펜 등의 색소 성분은 대표적으로 일반에게 잘 알려진 고기능성 성분임. 또한 색소 성분은 소비자가 생채나 가공된 형태로나 매우 쉽게 차별화된 특성을 인지할 수 있어서 시장 진입에 용이하며 큰 파급효과를 가질 수 있음.
- 경쟁회사나 경쟁국에서 보유하지 않은 특성의 차별화된 품종이 독점적으로 개발될 경우 시장 진입에 유리하며 종자 가격의 상승 또한 거부감이 적어 시장 확대에 매우 유리함.

- 유사한 개념으로 최근 산동성 농업과학 연구소 등 중국 연구진들도 과거 다끼이에서 개발된 ‘오렌지 퀸’의 라이코펜 고함량 인자를 도입하여 오렌지58, 오렌지60, 주홍61, 주홍62 등의 품종을 육성하였음. 이러한 추세는 향후 더욱 가속화될 것으로 추정되어 시급히 집중적인 연구 개발을 통해 선도적 위치를 점유하는 것이 매우 중요함.

1-3. 연구개발 범위

○ 계통 육성

- 육성 목적에 부합하는 유전적으로 균일한 계통을 얻기 위해 재배 시험, 평가, 계통 및 개체 선발을 통한 세대 진전을 반복
- 육성 목적에 부합하는 적절한 선발 방법을 사용(재배환경, 유묘 및 포장검정, 문자마커 등)
- 목적 성분을 대상으로 정성, 정량 분석을 통해 선발에 활용

○ 신규 조합 작성, 평가 및 선발

- 우수 계통 간 교배조합 작성, 재배시험을 통한 평가, 육성 목적 부합여부에 따른 선발
- 필요한 경우 현지 재배 시험 시행

○ 현지 적응성 검정

- 1차 선발 조합을 대상으로 한 목표 시장에 대한 대량 시험
- 육성 목적 및 시장 기호에 적합한 품종 선발을 목적으로 함

○ 종자 생산성 검정 및 채종

- 효율적 원원종 및 원종 증식 방법
- 채종 조건 결정
- 개발 품종 대량 채종

○ 품종 등록 및 보급

- 신규 육성 품종은 품종 보호 출원과 생산 판매 신고를 원칙으로 함
- 마케팅 및 종자 공급

2. 연구성과 목표 대비 실적

구분	품종개발		생산 판매 신고	논문		분자 마커	유전자원		국내 매출액 (억원)	종자 수출액 (만불)	자 원 분 양	마케팅 전략 보고서	인력 양성
	출 원	등 록		SC I	비 SCI		수 집	등 록					
최종목표	6	4	8					8	2.5	10.0	8		
연구기간내 달성실적	6	1	8					6	2.1	3.3	12		
달성을(%)	100	25	100					75	84	33	150		

제 2 장 국내외 기술개발 현황

색소체 고함유 품종 육성에 관해서는 국내외 육성자들 모두 지대한 관심이 있어 온 것이 사실이나 육성 재료가 매우 한정되어 있고 원예적 특성을 개량하기 위해서는 매우 많은 노력과 시간이 소요되기 때문에 활발히 진행되어 오지 않은 것이 현실임.

그러나 최근 고추, 토마토 등 채소작물에서 고기능성 품종이 큰 인기를 얻었고 소비자나 채소가공업자 또는 채소 유통업자들의 관심이 증폭되는 상황임.

전통적으로 가장 널리 알려진 색소체 재료는 일본 다끼이사가 상품화했었던 오렌지くん의 열성 인자를 이용한 lycopene 고함유 배추로서 비교적 형태적 특성이 육종에 용이하여 많은 연구자들이 관심을 가졌었음. 그러나 육질이 너무 부서지기 쉽고, 석회결핍증에 민감하며, 유전인자가 열성이이며 특히 직사광선 하에서 쉽게 산화하여 변색하는 단점 때문에 육성이 꺼려져 왔음. 그러나 지속적으로 이와같은 단점을 극복하기 위해 노력한 결과 최근 농협회사법인 배추와 육종(주)에서는 원예적 특성이 상당히 개량된 품종이 출시된 것으로 알려졌음. 이들 품종의 공급에 관해 유력 김치회사와 독점 계약을 맺고 프로젝트를 진행중인 것으로 알려짐.

같은 재료를 이용해 중국 산동성 농과원에서는 주홍 시리즈의 장원통형 가을배추를 개발하였는데 소비자들의 반응은 그다지 크지 않은 것으로 보임.

안토시아닌 고함유 배추의 경우 육성재료 및 F1품종에 대한 특허를 권농종묘와 우리종묘에서 각각 보유하고 있음. 이를 이용한 빨강배추 시리즈를 권농종묘에서 상품화하였는데 항산화 성분의 고기능성이라는 특성과 시인성으로 인하여 일부 시장을 점유하고 있음.

육성재료의 유출 방지, 조합 작성의 변이성, 종자 생산의 편이성으로 인해 최근 CMS를 이용한 품종 육성이 증가하고 있는 것으로 보임. 과거 CMS 재료들은 SI 계통에 비하여 초세 및 생산성이 많이 저하되었으나 최근 사용되어지는 재료들은 상대적으로 큰 차이가 없어 앞으로 품종 육성에 적극 활용될 것으로 판단됨.

CMS 품종의 증가는 한편으로 육성 재료의 이용이나 유전 자원의 공유 측면에서는 매우 육성환경에 불리한 상황이라고도 할 수 있는데, 이에 따라 유전 자원의 수집, 보유 유전자원의 평가 및 관리 등의 사안이 장기적인 육성 프로젝트에서 매우 중요한 요인이 될 것으로 판단됨.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

1. 재배시험을 통한 조합선발 및 계통육성

과제 수행기간에 시행된 재배시험을 요약하면 아래(표 1)와 같으며 총 43개의 독립된 시험이 이루어졌으며 중복된 것을 제외하였을 때 약, 2,100 신규조합과 3,800 계통에 대한 평가가 이루어졌음.

(표 1) 색소체 고함유 품종 육성을 위한 지역 및 작형별 재배시험 개요

시험지역	면적 (m ²)	시험구수 (F1수/계통수)	재식밀도	시험기간	비고
연구농장(세종)	1,800	100/482	40cm 2조	2013년8월~11월	가을배추
임대포장(충청)	1,300	199/0	35cm 1조	2013년8월~11월	가을배추
임대포장(강원)	1,000	30/0	35cm 1조	2013년6월~9월	봄배추, 여름배추
임대포장(전남)	2,800	179/201	45cm 2조	2013년9월~2014년3월	가을배추, 겨울배추
연구농장(세종)	1,300	140/350	35cm 2조	2014년2월~4월	봄배추
임대포장(충청)	4,500	200/400	35cm 1조	2014년4월~6월	봄배추, 여름배추
연구농장(티널)	2,000	120/0	40cm 2조	2014년3월~5월	봄배추
중국(북경)	1,000	30/0	40cm 2조	2014년4월~6월	봄배추
중국(고냉지)	1,000	10/0	30cm 2조	2014년6월~8월	봄배추
임대포장(강원 2개소)	1,000x2	40/0	35cm 1조	2014년 6월~8월, 7월~9월	봄배추, 여름배추
중국(북경 3개소)	1,000x3	15/0	30cm 2조	2014년8월~10월	봄배추, 가을배추
임대포장(충청)	4,500	300/500	40cm 2조	2014년 8월~11월	가을배추
임대포장(전남)	2,800	180/210	45cm 2조	2014년9월~2015년2월	가을배추, 겨울배추
임대포장(충청, 하우스)	1,500	175/187	40cm 2조	2015년2월~5월	봄배추
임대포장(충청, 노지)	5,000	175/187	40cm 2조	2015년4월~6월	봄배추, 여름배추
중국(북경)	1,000	35/0	40cm 2조	2015년4월~6월	봄배추
임대포장(강원 2개소)	1,000x2	40/0	35cm 1조	2015년 6월~8월, 7월~9월	봄배추, 여름배추
지역적응성 (북경3개소)	1,000x3	15/0	40cm 2조	2015년8월~10월	봄배추, 가을배추
GSP field day(3개소)		10/0		2015년6월~10월	봄배추, 여름배추
임대포장(충청)	5,000	184/475	40cm 2조	2015년8월~11월	가을배추
임대포장(전남)	2,800	178/200	45cm 2조	2015년9월~2016년2월	가을배추, 겨울배추
임대포장(충청, 하우스)	2,600	235/317	40cm 2조	2016년2월~5월	봄배추
임대포장(충청, 노지)	5,000	235/317	40cm 2조	2016년4월~6월	봄배추, 여름배추
중국(북경)	1,000	38/0	40cm 2조	2016년4월~6월	봄배추
임대포장(강원 1개소)	1,000x1	32/0	35cm 1조	2016년 7월~9월	봄배추, 여름배추
지역적응성 (북경4개소)	1,000x4	22/0	40cm 2조	2016년 4월~6월, 8월~10월	봄배추, 가을배추
GSP field day(2개소)		6/0		2016년6월~10월	봄배추, 여름배추
임대포장(충청)	5,000	225/510	40cm 2조	2016년8월~11월	가을배추
임대포장(전남)	2,800	106/173	45cm 2조	2016년9월~2017년2월	가을배추, 겨울배추

과제 수행 중 행해진 모든 시험에 대해서는 연차별 보고서에서 자세히 설명하였으므로 최종 보고서에 추가로 언급하는 것은 어려울 것으로 판단되어 최근 수행된 결과를 중심으로 중요한 몇 가지 시험에 대한 결과를 설명하도록 하겠음.

1) 2013년 가을배추 시험

(표 2) 가을배추 시험 경종 개요

시험명	가을 재배 시험
시험시기	2013년 8월 14일~11월 13일
시험장소	신농씨앗 연구농장 (노지) 및 임대포장 (노지)
시험목적	색소체 고함유 우수 품종 선발 및 계통선발
공시재료	휘파람 등 대비품종 8품종, Yru: x T3/920: 등 신규 조합 포함 총 199개 F1 CYUN/SK: 등 총 482계통 40cm x 2조 재배 및 35cm x 1조 재배
시험방법	F1: 16주 2반복, 계통: 14주 1반복 재배 시비, 방제 및 수분관리 등 재배 방식은 관행에 준함



(사진 1) 가을 시험 재배 전경 및 수량 조사

경종개요는 위(표 2)와 같으며 조사 항목은 (표 3)의 특성을 위주로 조사하였고, 생육상태나 요구작형에 따라 중요 조사항목에는 조사 시기별로 차이가 있음. GSP 프로젝트의 개시에 따라 성과목표 달성을 위해서는 시험 면적의 추가 확보가 필요함에 따라 주면 농가포장을 임대하여 시험을 진행함.

(표 3) 색소체 고함유 품종 육성을 위한 원예적 특성 조사 항목의 예

구분	조사항목
재배일반	유전적순도, 환경적균일도, Grouping type, 초세, 숙기 등
수량특성	맹아고크기, 구고, 구풀, 엽장, 엽폭, 구중 등
외관특성	엽색, 광택, 잎자세, 결구형태, 초형 등
결구특성	결구력, 결구길이, 내엽색, 내엽자세, 구형 등
내병성	뿌리혹병(접종시험), 노균병, 연부병, 바이러스병 등
내생리장애성	깨씨무늬증, 석회결핍증, 봉소결핍증, 줄기 공동, 줄기 연부 등
품질특성	내엽색, 엽육 두께, 조직감, 풍미, 엽신 형태 등
내환경성	작형별로 필요시 추대성, 내한성, 내서내습성 등

가) 조합 선발

선발 조합은 베타카로틴 함량 동등 수준 품종(황색계)과 베타카로틴 고함유 품종(진황색계)으로 구분하여 선발하였는데 이는 진황색계 배추는 원연교잡을 통해 신규 육성한 재료로서 황색계에 비하여 아직 전체적인 초세 및 뿌리활력이 약하여 작형에 따라서는 제한적인 품종 개발만이 가능한 상태이기 때문임. 이는 추후 지속적인 강선발과 신규 계통 육성을 통해 보완할 수 있을 것으로 기대함.

황색계 예비 선발 조합의 주요 특성은 아래 표와 같음. 예비 선발 조합이라 칭한 이유는 재시험을 거쳐 안정성을 확인해야 하는 육종의 특성과 자가 불화합성을 이용한 채종체계를 가진 배추의 특성상 채종시험을 거쳐 종자의 상업적 생산성 여부를 확인한 이후에 최종 선발이 가능한 배추 품종 육성의 특징 때문임.

(표 4) 황색계 예비 선발 조합의 주요 특성

BN	계통명	PT	EU	IC	CR1	MT	LC	LL	LS
604	SN12579	5	5	4	Y	중조	4	4	3
618	휘파람	5	4	2	N	중만	3	5	4
610	노랑추석	5	3	4	N	조	3	3	4
620	불암플러스	5	3	3	Y	만	3	4	3
616	SN12519	5	3	5	Y	만	4	5	3
684	CP x JG4	5	5	4	Y	중조	4	5	3
685	M920 x HPR	5	5	3	N	중	4	4	5
717	YG/240 x SK	5	4	3	Y	중	3	4	3

* EV: 평가, CR1: clubroot CR1 resistance, PT: 순도 1(불량)-5(우수), EU: 균일도 1(불량)-5(우수), 초자: 1(개장)-5(입성), 형태: LC(장원형) MC(중장원형) BL(포탄형), 노균병 1(약)-5(강), LC: 염색 1(연녹)-5(진녹), LL: 외엽장 1(짧음)-5(길), LS: 외엽강도 1(연합)-5(강합), OV: 포피싱 1(약)-5(강), IC: 내엽색 1(연황)-5(진황), CM: 결구강도 1(약)-5(강), IS: 내엽직립성 1(약)-5(강), Ca: 발병주수/조사주수, TG: 결구밀도 1(약)-5(강), 병폭: 염병폭 1(좁음)-5(넓음), 굽음: 염병굽음 1(심함)-5(약함), 두께: 염병두께 1(얇음)-5(두꺼움), RT: 줄기썩음 1(불량)-5(양호), HL: 줄기공동 1(심함)-5(약함)

위 예비 선발 품종은 2014년 8월~11월에 재시험 및 2013년 12월~7월에 채종시험을 거쳐 최종적으로 품종화 여부를 결정하였는데, 616(SN12519)는 대비종인 휘파람배추에 비하여 CR1저항성을 가지고 구가 크며 내엽 황색계의 고품질 배추로서 2년차 사업에서 창대가을배추(02-0002-2015-11)로 명명하고 생산판매신고 완료하였음(사진 2). 또 SN13684와 SN13717은 품종의 특성은 준수하나 대비품종에 대한 차별적 장점이 부각되지 않아 최종적으로 취소되었으나 SN13685는 내부 품질이 극히 우수하여 3차년도에 재시험 및 시교 재배 결과 상업화가 결정되어 신청가을(출원2016-174)로 명명하고 보호출원하였음(사진 3).



(사진 2) 선발 품종 SN12519 비교 사진 (생산판매신고: 창대가을)



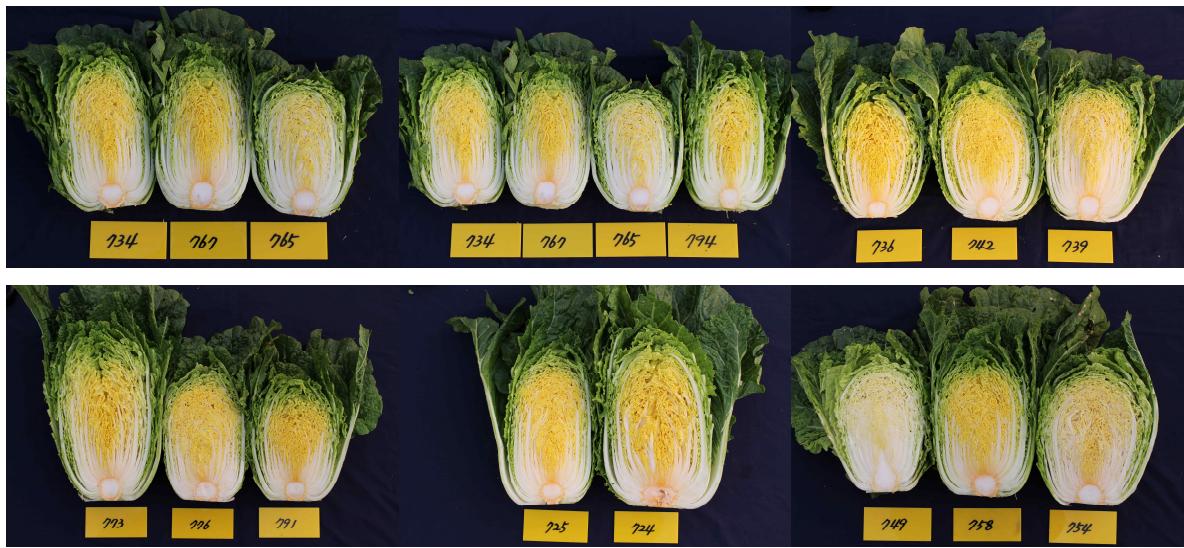
(사진 3) 선발품종 SN13685 비교 사진 (품종보호출원: 신청가을)

진황색계 예비 선발 조합의 특성은 (표 5)과 같으며 이 중 차년도 시험을 위해서 SN13791과 SN13794 두 품종을 선발하였음(사진 4). 원예적 특성이 다른 예비 선발조합에 비하여 다소 부족한 두 조합이 선발된 것은 신규 유전자원의 보호를 고려한 조치인데, 유전자원의 유출에 따른 피해를 방지하고자 자가불화합성체계(SI)를 사용할 수 밖에 없는 다른 조합에 비하여 옹성불임성(MS)을 사용할 수 있는 조합을 우선적으로 선발하였음.

(표 5) 진황색계 예비선발 조합의 주요 특성

BN	EV	PT	EU	IC	CR1	MS BC세대	LC	LL	LS
724		4	3	4	Y	1	3	3	5
725		4	3	5	Y	4	5	3	5
734		4	3	4	N	1	4	3	3
736		4	4	5	Y	5	5	3	5
739		4	3.5	5	N	1	4	3	3
742		4	4	5	Y	5	4	4	3
749		3	3.5	4	N	1	4	3	2
754		4	4	3	Y	5	3	4	4
758		3	3	4	Y	3	4	4	5
765		5	4	3	N	1	4	3	3
767		3	3	5	Y	1	5	3	4
773		3	3	4	Y	3	5	3	3
776		3	3	4	Y	5	5	4	5
791	예비선발	4	4	4	N	9	4	3	3
794	예비선발	3	3	5	N	9	3	5	3

* EV: 평가, CRI: clubroot CRI resistance, PT: 순도 1(불량)-5(우수), EU: 균일도 1(불량)-5(우수), 초자: 1(개장)-5(입성), 형태: LC(장원통) MC(중장원통) BL(포탄형), 노균병 1(약)-5(강), LC: 엽색 1(연녹)-5(진녹), LL:외엽장 1(짧음)-5(길), LS: 외엽강도 1(연합)-5(강합), OV:포피성 1(약)-5(강), IC:내엽색 1(연황)-5(진황), CM:결구강도 1(약)-5(강), IS:내엽직립성 1(약)-5(강), Ca: 발병주수/조사주수, TG: 결구밀동긴밀도 1(강), 병폭;염병폭 1(좁음)-5(넓음), 굽음;염병굽음 1(심함)-5(약함), 두께;염병두께 1(얇음)-5(두꺼움), RT: 줄기썩음 1(불량)-5(양호), HL:줄기공동 1(심함)-5(약함)



(사진 4) 색소채 고함유 품종 육성을 위한 예비 선발 조합 절단면 사진

SN13791과 SN13794조합은 추후 시험 채종과 재시험을 거쳐 최종 선발 여부를 결정할 예정이고, SN13734등 다른 선발 조합들의 경우 웅성불임성 채종체계를 사용할 수 있는 단계에 재시험하여 선발 여부를 결정할 예정임.

나) 계통 선발

베타카로틴 고함유 육성재료는 특성상 알비노가 많이 발생하고 잔뿌리가 많지 않아 초세가 약하고 생리장애에 다소 약함. 이를 고려하여 내엽색이 진하면서 초세 및 결구력이 강한 개체로 선발하였음.

교배조합을 구성하는 일반 품질계 배추는 생리장애에 둔감하여 엽수분화와 결구력이 강하여 베타카로틴 고함유 육성재료를 보완할 수 있는 방향으로 선발함.

안토시아닌 고함유 육성재료는 색이 고르게 분포하고 엽병이 넓으며 결구력이 상대적으로 강한 계통 중 엽병의 특성을 고려하여 선발함. 그러나 적색 발현이 환경조건의 영향을 많이 받아 재육성이 필요하며 향후 품종육성에 큰 효과를 기대하기 어려울 것으로 보이며 이미 권농 종묘와 우리종묘에서 이와 관련한 특허를 보유하고 있어 향후 시험은 베타카로틴 고함유배추에 집중하고, 안토시아닌 고함유배추의 경우는 관련회사와 공동 육성을 통해 보완하고자 함.

각 작형에서 총 390개체를 선발하여 후대 종자를 확보하였으며 2014년 신규 조합 작성을 위하여 베타카로틴 고함유 26 계통을 계통 선발하였고, 황색계 가을배추 40계통을 추가로 선발하여 신규 조합 작성에 이용하였음.

2) 2014년 봄배추 시험

봄배추 시험은 다른 작형과 달리 복잡한 단계를 거치게 되는데 하우스봄배추, 터널봄배추, 노지봄배추 및 고랭지 시험을 거쳐서 저온기부터 고온기까지 다양한 형질에 대한 특성 조사를

종합하여 예비 선발 여부를 결정함. 이후 채종시험과 연락시험을 거쳐 최종 선발 여부를 결정하는 복잡한 선발 단계를 거치는 작형임. 이와 관련한 시험의 개요는 아래의 표와 같음.

(표 6) 하우스 봄배추 시험 경종개요

시험명	하우스 봄배추 시험
시험시기	2014년 1월 28일~5월 9일
시험장소	신농씨앗 연구포장 (하우스)
시험목적	저온기 재배용 우수 품종 선발 및 계통선발
공시재료	춘광봄배추 등 대비품종 5품종, JG4: x HN: 등 신규 조합 포함 총 140개 F1 5YCK: 등 총 350계통 35cm x 2조 재배
시험방법	F1: 12주 2반복, 계통: 14주 1반복 재배 시비, 방제 및 수분관리 등 재배 방식은 관행에 준함



(사진 5) 하우스 봄배추 재배전경 및 조사

(표 7) 노지 봄배추 시험 경종개요

시험명	노지 봄배추 시험
시험시기	2014년 1월 28일~5월 9일
시험장소	신농씨앗 임대포장 (노지)
시험목적	저온기 재배용 우수 품종 선발 및 계통선발
공시재료	춘광봄배추 등 대비품종 12품종, JG4: x HN: 등 신규 조합 포함 총 200개 F1 CKB: 등 총 400계통 35cm x 2조 재배
시험방법	F1: 20주 2반복, 계통: 20주 1반복 재배 시비, 방제 및 수분관리 등 재배 방식은 관행에 준함



(사진 6) 노지봄배추 정식 및 조사 작업

(표 8) 고냉지 시험 경종 개요

시험명	고냉지 시험
시험시기	2014년 8월 수확 및 9월 수확 (2회 실시)
시험장소	신농씨앗 임대포장 (고냉지 노지)
시험목적	내서성, 내습성, 내병성 및 고온기 재배 특성 조사
공시재료	춘광봄배추 등 대비품종 및 YG/AN: x CKA 등 신규 조합 포함 40개 F1 하우스 시험 및 노지 시험에서 1차 선발된 조합으로 한정 35cm x 1조 재배
시험방법	시험구당 30주 이상 2반복 시험 시비, 방제 및 수분관리 등 재배 방식은 관행에 준함



(사진 7) 고랭지 1차 및 2차 시험 전경

(표 9) 북경 현지 시험 경종 개요

시험명	북경 현지 시험
시험시기	2014년 4월~6월
시험장소	판매처 현지포장 (평지 노지 및 고냉지)
시험목적	선발 품종 바이러스 내병성 및 현지 적응성 조사
공시재료	산지왕2호 등 대비품종 및 YG/AN: x CKA 등 신규 조합 포함 30개 F1 국내 1차 조사 품종으로 한정 35cm x 2조 재배
시험방법	시험구당 30주 이상 2반복 시험 시비, 방제 및 수분관리 등 재배 방식은 관행에 준함



(사진 8) 북경 현지시험 재배전경 및 병 발생 사진

신농씨앗 연구농장에서 진행된 터널 봄배추 시험의 경종개요는 따로 설명하지 않았으나, 2014년 봄배추 시험 결과를 시험별로 요약하면 아래의 표와 같음.

(표 10) 2014년 봄배추 시험결과 선발조합

시험명	선발조합
하우스 봄배추 18조합 예비선발	SN13002 SN13022 SN12022 SN13010 SN14044 SN14058 SN14082 SN14091 SN14092 SN14097 SN14102 SN14065 SN14066 SN14033 SN14106 SN14118 SN14122 SN12021
터 널 봄배추 9조합 예비선발	SN12021 SN12022 SN12025 SN14107 SN14108 SN14110 SNWC SNM7095 SNM7109
노 지 봄배추 17조합 예비선발	SN13002 SN12022 SN12021 SN12025 SN13010 SN14044 SN14053 SN14065 SN14080 SN14091 SN14108 SNXI SNM7109 SNWC SN13145 SN1037 SN13456
고랭지 1차 9조합 예비선발	SN13002 SN12022 SN12021 SN13010 SN14058 SN14057 SN14097 SNM7109 SN12025
고랭지 2차 선발 보류	시험지역(강원 태백)의 바이러스병 발생이 극히 심하여 바이러스병 내병성 이외 특성 조사 불가하였음
북경 현지 8조합 예비선발	SN12021 SNXI SNM7109 SN1037 SN12025 SN12022 SNWC SN13002
결 론 최종 11조합 선발	SN13002 SN12021 SN12025 SN14057 SN14058 SNWC SNM7109 SN1037 SNXI SN13010 SN14097

최종 선발된 일반 황색계 11개 예비조합의 특성은 다음과 같은데(표 11) 이중 3품종에 대하여 각각 청산봄(02-0002-2015-8), 양천(02-0002-2015-7), 영롱춘(02-0002-2015-6) 배추로 명명하여 생산판매신고를 완료하였으며 1품종 단청봄배추(출원2014-288)로 명명하고 보호출원신청하였음. 단청봄배추는 보호등록이 결정되어 2017년 2월에 보호지정될 예정임.

(표 11) 황색계 봄배추 예비선발 조합의 주요 특성

품종명/계통명	CR1	추대	IC	CM	LC	OV	Ca	구중(kg) 노지시험	비고
충광봄	N	만	4	4	4	3	중	2.4	대비종
청 옥	Y	중	4	4	4	4	중	2.2	대비종
SN13002	N	만	4	4	4	3	중강	2.8	청산봄
SN12021	Y	만	4	4	3	3	중	2.4	영롱춘

SN12025	N	만	5	4	4	4	중	2.6	
SN14057	N	만	5	4	5	4	중	2.4	
SN14058	Y	만	5	4	5	4	중	2.7	
SN13010	Y	중만	3	3	3	4	중강	2.7	단청봄
SNWC	N	중	2	5	2	2	중	2.7	양천
SNM7109	Y	중만	3	5	2	4	중강	2.6	
SN1037	Y	중	2	5	4	4	중	2.5	
SN14097	Y	만	4	5	5	4	중강	2.4	
SNXI	Y	중조	2	5	4	4	중	2.6	

* EV: 평가, CRI: clubroot CRI resistance, PT: 순도 1(불량)-5(우수), EU: 균일도 1(불량)-5(우수), 초자: 1(개장)-5(입성), 형태: LC(장원통) MC(중장원통) BL(포탄형), 노균병 1(약)-5(강), LC: 엽색 1(연녹)-5(진녹), LL:외엽장 1(짧음)-5(길), LS: 외엽강도 1(연합)-5(강합), OV:포피성 1(약)-5(강), IC:내엽색 1(연황)-5(진황), CM:결구강도 1(약)-5(강), IS:내엽작립성 1(약)-5(강), Ca: 발병주수/조사주수, TG: 결구밀둥긴밀도 1(약)-5(강), 병폭:염병폭 1(좁음)-5(넓음), 굽음:염병굽음 1(심함)-5(약함), 두께:염병두께 1(얇음)-5(두꺼움), RT: 줄기썩음 1(불량)-5(양호), HL:줄기공동 1(심함)-5(약함)

생산판매신고 완료한 청산봄배추는 한국과 중국에 적용시킬 수 있는 품종으로 내병성은 다소 약하나 추대성이 둔감하고 고온결구력도 비교적 우수하여 재배기의 폭이 넓은 내엽 진황색의 고품질 배추로서 국내뿐 아니라 중국 현지에서도 우수한 성적을 보여 몇 개 회사에 대면적 시험 또는 판매초기 진행 단계에 있는 품종으로 현재 판매진행중인 품종임.



(사진 9) 청산봄(SN13002) 시험 사진

생산판매신고 완료한 영롱춘배추는 석회결핍 등 생리장애 증상은 대비품종에 비하여 다소 민감하며 후기 노화증상이 빠르나 잎이 얇고 내엽색이 진한 고품질의 특성을 가지고 있으며 생육속도가 빠르고 구 크기가 비교적 큰 편임. 중국 고랭지 재배에서 좋은 성적을 보여 몇 개 회사에서 대면적 시험을 진행 중인 품종임.



(사진 10) 영롱춘(SN12021) 시험 사진

생산판매신교 완료한 양천배추는 내병성이 비교적 우수하며 수량성이 높은 배추로서 품질은 다소 만족스럽지 않으나 중국 호북지역 등 내병성 및 수량성을 중시하는 시장에 진입을 목적으로 선발한 품종으로 몇 개 중국 지역회사에서 대면적 시험을 진행 중인 품종으로 현재 판매 진행중인 품종임.



(사진 11) 양천배추 시험 사진

품종보호출원 신청 품종인 단청봄배추는 추대성이 다소 민감하고 내엽색이 진하지 않은 단점이 있으나 초세가 좋고 구가 크며 내서내병성이 우수한 뿌리혹병 CR1내병계 품종으로 한국여름배추에서 구크기가 큰 품종을 선호하는 시장이나 중국 고랭지에 적합한 품종으로 중국호북성을 중심으로 판매하고 있으며 다른 지역에도 판매를 위한 개발을 진행중인 상황임.



(사진 12) 품종보호출원 신청 품종 단청봄배추 시험 사진

3) 2014년 가을시험

(표 12) 가을시험 경종 개요

시험명	가을배추 시험
시험시기	2014년 8월 13일~11월 5일
시험장소	신농씨앗 임대포장 (노지)
시험목적	가을 재배용 우수 품종 선발 및 계통선발
공시재료	휘파람배추 등 대비품종 6품종, CP: x YCR: 등 신규 조합 포함 총 300개 F1 YCR: 등 총 500계통 일반 황색계 F1: 40cm x 2조 재배, 베타카로틴 고함유 F1: 30cm x 2조 재배 계통: 35cm x 2조 재배
시험방법	F1: 20주 2반복, 계통: 20주 1반복 재배 시비, 방제 및 수분관리 등 재배 방식은 관행에 준함

가을시험 경종개요는 (표 12)와 같으며 신규 조합의 경우 일반 황색계는 40cm로 2줄 재배하였고, 베타카로틴 고함유 진황색계 조합은 30cm 2줄로 정식하여 재배하였음. 시험재배 사진은 아래와 같음(사진 13).



(사진 13) 가을 시험 정식 및 수량조사

베타카로틴 고함유 품종군은 30cm x 2조 재식밀도로 시험하였는데 주요 대비종은 최근 중국내 고품질 배추로 평가받아 생산량이 급격히 증가하고 있는 중소형계 배추 영룡황012(사카타육성) 배추로서 주요 선발 품종의 특성은 다음 표와 같음(표 13).

(표 13) 베타카로틴 고함유 중소형계 배추추 예비선발 조합의 주요 특성

품종명/계통명	CR1	추대	IC	CM	LC	크기	Ca	구중(kg) 노지시험	베타카로틴 (ug/g)
玲瓏黃012	N	만	4	5	4	4	중강	2.2	0.4
베타후레쉬	?	?	5	3	5	2	중	1.4	70.3
SN14634(베타리치)	Y	?	5	5	5	4	중	2.0	62.8
SN14635(베타그린)	Y	?	5	5	5	4	중강	2.0	60.5
SN14603	Y	?	5	3	5	3	중	1.6	80.2

* EV; 평가, CR1; clubroot CRI resistance, PT; 순도 1(불량)-5(우수), EU; 균일도 1(불량)-5(우수), 초자; 1(개장)-5(입성), 형태; LC(장원통) MC(중장원통) BL(포탄형), 노균병 1(약)-5(강), LC; 엽색 1(연녹)-5(진녹), LL;외엽장 1(짧음)-5(길), LS; 외엽강도 1(연합)-5(강합), OV;포피성 1(약)-5(강), IC;내엽색 1(연황)-5(진황), CM;결구강도 1(약)-5(강), IS;내엽직립성 1(약)-5(강), Ca; 별병주수/조사주수, TG; 결구밀둥긴밀도 1(약)-5(강), 병폭;엽병폭 1(좁음)-5(넓음), 굽음;엽병굽음 1(심함)-5(약함), 두께;엽병두께 1(얇음)-5(두꺼움), RT; 줄기썩음 1(불량)-5(양호), HL;줄기공동 1(심함)-5(약함)



(사진 14) 베타카로틴 고함유 선발품종 SN14634(베타리치) 비교사진



(사진 15) 베타카로틴 고함유 선발품종 SN14635(베타그린) 비교사진

선발 품종인 SN14634배추(사진 14)와 SN14635배추(사진 15)의 경우 베타카로틴 함량은 반복없이 시험구 배치없이 단순 비교한 결과 60.5~80.2ug/g로서 일반 황색계인 영롱황012의 0.4ug/g에 비하여 매우 높은 것으로 나타났음. 위 선발조합이 동등 수준의 결과를 반복적으로 보일 경우 매우 판매가능성이 높을 것으로 판단하여 2015년 한국과 중국에서 집중적으로 시교시험한 결과 시장가능성이 매우 크고 품질이 우수하여 SN14634배추를 베타리치로 명명하고 생산판매신고(02-0002-2016-10) 및 보호출원신청(출원2016-645)을 하였으며 2016년 판매하고 있음. SN14635배추는 구가 크고 숙기가 빠른 배추로서 우수한 성적을 나타내어 베타그린으로 명명하고 생산판매신고(02-0002-2016-11) 및 보호출원신청(출원2016-644)하였으며 2017년 판매가 시작될 예정임.

4) 2015년 하우스봄배추 및 노지봄배추 시험

(표 14) 하우스봄배추 시험 경종 개요

시험명	봄배추 시험
시험시기	하우스: 2015년 1월 ~5월. 노지: 4월~6월
시험장소	임대시설 및 노지 (충청)
시험목적	우수 품종 선발 및 계통선발
공시재료	Z5/YGAN1: x AS/BT5: 등 신규 조합 포함 총 175개 F1 RK5: 등 총 187계통
	40cm x 2조 재배
시험방법	F1: 16주, 20주2반복, 계통: 14주, 20주 1반복 재배 시비, 방제 및 수분관리 등 재배 방식은 관행에 준함



(사진 16) 하우스봄배추 및 노지봄배추 재배 전경

가) 조합선발

선발 조합은 베타카로틴 함량 동등 수준 품종(황색계)과 베타카로틴 고함유 품종(진황색계)으로 구분하여 선발하였는데 이는 진황색계 배추는 원연교잡을 통해 신규 육성한 재료로서 황색계에 비하여 아직 전체적인 초세 및 뿌리활력이 약하여 작형에 따라서는 제한적인 품종 개발만이 가능한 상태이기 때문임. 이는 추후 지속적인 강선발과 신규 계통 육성을 통해 보완할 수 있을 것으로 기대함.

SN15067, 15036, 15045 및 14044의 네 조합을 황색계로 신규 선발하였음.(사진 17) 각각의 선발 조합은 뿌리혹병 wild type균주에 저항성을 보이며, 저온 생육성이 우수하고 추대가 늦으며 내엽황색이 진한 특성을 보임. 특히 SN15045는 외엽색이 진하며 단단하고 결구력이 우수하며, 숙기가 빠르고 또한 품질이 우수하여 향후 시험을 통해 여름배추로의 사용 가능성을 검증하고자 함. SN14044는 2년째 시험에서 수량성과 내병성이 우수하고 재배가 안정적이어서 향후 중국용 품질계로 시험하고자 함.



(사진 17) 봄배추 일반 황색계 선발 품종 절단면 사진

진황색계 선발 조합의 특성은 (사진 18)와 같으며 선발번호는 SN15117, 15118, 15121 및 15130임. 이 중 SN15117과 SN15118은 일반 황색계에 비하여 구 크기가 작으나 추대가 늦고, 숙기가 빠르며 내엽 품질이 우수하여 소형계 또는 와와채 형태로 개발하고자 하며, SN15121과 SN15130의 경우 일반 황색계와 수량성의 차이가 적어 기존 봄배추 또는 소형계 품종으로 개발하고자 함. 이들 4 품종은 공히 MS를 이용한 채종체계를 사용할 수 있는 것으로 판단됨.



(사진 18) 색소체 고함유 품종 육성을 위한 예비 선발 조합 절단면 사진

선발조합 SN15130은 중국 시험재배와 하북성 GSP field day에서 우수한 성적을 나타내어 저온기 재배에 유리할 것으로 판단하여 2016년 베타스프링으로 명명하고 생산판매신고(02-0002-2016-42)를 하였으며 2017년 보다 광범위한 시교재배를 거쳐 상업화여부를 검토할 예정임. 선발조합 SN15117은 구 크기가 다소 작으나 고온결구력이 우수하고 숙기가 빨랐으며 역시 하북성 GSP field day에서 우수한 성적을 나타내어 고온기 재배용 와와차이 및 중소형 배추로 개발할 예정으로 베타스피드로 명명하고 생산판매신고(02-0002-2016-41)를 완료하였음. 두 품종 공히 2017년 하반기 또는 2018년 상반기 판매를 목표로 시장을 개발중임.

나) 계통 선발

베타카로틴 고함유 육성재료는 특성상 알비노가 많이 발생하고 잔뿌리가 많지 않아 초세가 약하고 생리장애에 다소 약함. 이를 고려하여 알비노가 보이지 않으며 내엽색이 진하면서 초세 및 결구력이 강한 개체로 선발하였음. 교배조합을 구성하는 일반 품질계 배추는 생리장애에 둔감하여 엽수분화와 결구력이 강하여 베타카로틴 고함유 육성재료를 보완할 수 있는 방향으로 선발함.

안토시아닌 고함유 육성재료는 색이 고르게 분포하고 엽병이 얕으며 결구력이 상대적으로 강한 계통 중 엽병의 특성을 고려하여 선발함. 그러나 적색 발현이 환경조건의 영향을 많이 받아 재육성이 필요하며 향후 품종육성에 큰 효과를 기대하기 어려울 것으로 보이며 이미 권농 종묘와 우리종묘에서 이와 관련한 특허를 보유하고 있어 향후 시험은 베타카로틴 고함유배추

에 집중하고, 안토시아닌 고함유배추의 경우는 관련회사와 공동 육성을 통해 보완하고자 함.

각 작형에서 총 240개체를 선발하였으며 신규조합 작성을 위해 48개 계통을 선발하였고, 140개 신규조합을 작성 완료하였음.

5) 2015년 가을시험

(표 15) 가을시험 경종 개요

시험명	가을배추 시험
시험시기	2015년 8월 14일~11월 10일
시험장소	신농씨앗 임대포장 (노지)
시험목적	가을 재배용 우수 품종 선발 및 계통선발
공시재료	CP: x YCR: 등 신규 조합 포함 총 184개 F1 YCR: 등 총 475계통 재식밀도: 40cm x 2조 재배
시험방법	시험주수: F1 20주 2반복, 모본 10~30주 시비, 방제 및 수분관리 등 재배 방식은 관행에 준함

가을시험 경종개요는 (표 15)와 같으며 신규 조합의 경우 40cm로 2줄 재배하였고 20주, 2 반복 시험 하였으며 계통의 경우 반복없이 진전된 세대에 따라 10주~ 30주로 차등시험하였으며 재배 사진은 아래와 같음.



(사진 19) 가을 시험 재배 전경

베타카로틴 고함유 품종으로서 진황색계 조합은 SN15535, SN15536 및 SN15540의 세 조합으로서, 공히 뿌리혹병 wild type 균주에 저항성이고, 외엽은 광택이 있는 진한 녹색으로 원통형이며, 내엽색은 진한 노랑색~연한 오렌지색으로 진하다. 구 크기는 일반 김장배추에 비하여 다소 작으나 품질과 풍미가 우수하며, MS를 이용해 작성된 조합으로 즉시 생산 및 판매 출진이 가능한 것으로 판단된다. 이들 세 품종 중 SN15540은 구가 크고 숙기가 다소 늦으나 내한성이 우수하였으며 SN15536은 숙기가 빠르고 내엽 품질이 우수하여 중형 및 중소형 배추로도 개발이 가능한 것으로 판단되어 2017년도 생산판매신고 및 품종보호출원과 동시에 판매를 시작할 예정임(사진 20).



(사진 20) 가을배추 베타카로틴 고함유 선발조합 절단면 비교

6) 2016년 하우스봄배추 및 노지봄배추 시험

(표 16) 하우스봄배추 시험 경종 개요

시험명	봄배추 시험
시험시기	하우스: 2015년 1월 ~5월. 노지: 4월~6월
시험장소	임대시설 및 노지 (충청)
시험목적	우수 품종 선발 및 계통선발
공시재료	Z7/CRY58: x AS/BT5: 등 신규 조합 포함 총 235개 F1 5YCK: 등 총 317계통
시험방법	40cm x 2조 재배 F1: 14주, 20주 2반복, 계통: 12주, 20주 1반복 재배 시비, 방제 및 수분관리 등 재배 방식은 관행에 준함

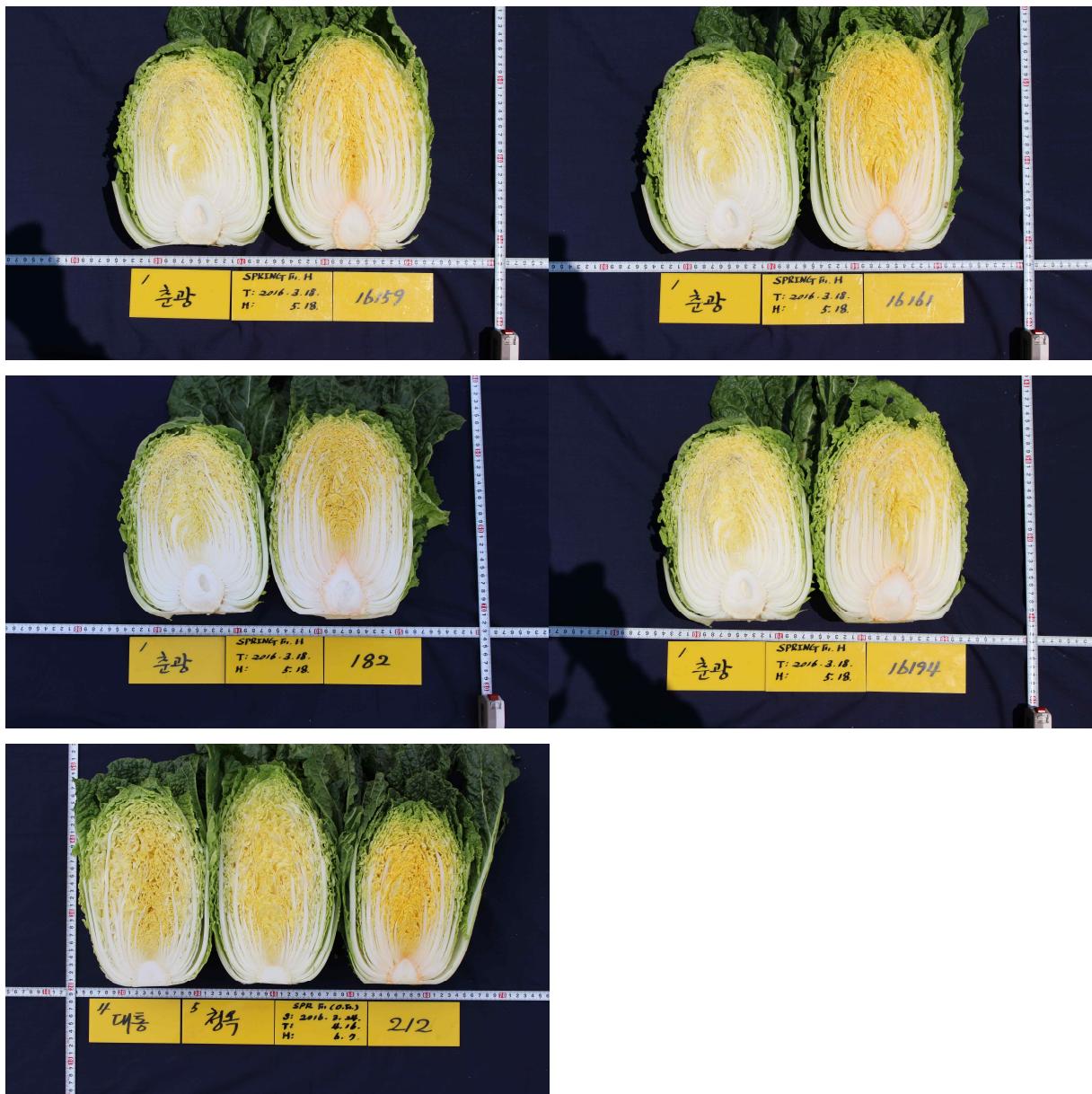


(사진 21) 2016년 하우스봄배추 및 노지봄배추 재배 전경

가) 조합선발

베타카로틴 고함유 봄배추 선발조합으로 SN16194, SN16182, SN16161, SN16159 및 SN16211를 선발하였음(사진 22). 베타카로틴 고함유 배추군은 불량환경에 대한 적응성이 일반

계에 비하여 부족한 상태로서 저온 및 고온 결구력이 다소 떨어지는 경향이 있어 베타카로틴 함량 뿐 아니라 결구력, 초세 등의 재배적 편이성을 최우선적으로 고려해야 함.



(사진 22) 색소체 고함유 품종 육성을 위한 예비 선발 조합 질단면 사진

나) 계통 선발

신규조합 작성을 위해 총 51개 계통을 선발하였고 193개 신규 조합을 작성하였으며, 190개 조합에 대해 차년도 시험을 위한 충분한 종자를 확보하여 시험을 진행시키고 있음. 분리세대 및 수집 품종을 대상으로 160개체를 선발하여 최종적으로 60개체에서 후대 종자를 확보하였음.

7) 2016년 가을시험

(표 17) 가을시험 경종 개요

시험명	가을배추 시험
시험시기	2016년 8월 12일~11월 1일
시험장소	신농씨앗 임대포장 (노지)
시험목적	가을 재배용 우수 품종 선발 및 계통선발
공시재료	CP: xJG4: 등 신규 조합 포함 총 225개 F1 240: 등 총 510계통 재식밀도: 40cm x 2조 재배
시험방법	시험주수: F1 16주 2반복, 모본 14주 시비, 방제 및 수분관리 등 재배 방식은 관행에 준함

가을시험 경종개요는 (표 17)와 같으며 신규 조합의 경우 40cm로 2줄 재배하였고 16주, 2 반복 시험 하였으며 계통의 경우 반복없이 약 14주로 시험하였으며 재배 사진은 아래와 같음 (사진 23). 정식 후 강우가 많고 평균보다 고온이었던 기상조건으로 뿌리혹병 및 뿌리마름병이 광범위하게 발병하였음. 이에 따라 토양병해에 대한 내병성 및 견전성을 주요한 요인으로 설정하고 선발을 진행하였음.



(사진 23) 가을 시험 재배 전경

가) 조합선발

베타카로틴 고함유 품종으로서 진황색계 선발 조합은 SN16529로서(사진 24), 시판 품종인 베타리치배추가 품질과 입모가 우수하나 일반계 배추들에 비해 숙기가 다소 늦고 구크기가 작은 단점을 개선한 조합이다. 선발조합은 이미 시판중인 베타후레쉬(팜한농)이나 베타리치와 비교하여 구크기가 크고 숙기가 빠를 뿐 아니라 일반계 배추에 비해서도 뒤떨어지지 않는 초세를 보였음. 이 품종은 2017년 시교공시 결과에 따라 상업화 여부를 결정할 예정임.



(사진 24) 가을배추 베타카로틴 고함유 선발조합 절단면 비교

나) 계통선발

총 510개 고정 및 분리계통을 시험한 결과 신규 조합 작성을 위해 76계통을 선발하였는데 이 중 베타카로틴 고함유 계통은 총 11개 고정계통을 선발함. 이를 이용해 차년도 교배조합 작성시 베타카로틴 고함유 배추 신규조합의 비율을 총 신규조합의 80% 수준으로 할 예정임. 2016년도까지 30% 수준이었던 비율을 고려할 때 상당히 증가한 것인데 이는 2016년 작황조사를 거치며 베타카로틴 고함유 품종의 시장 잠재도가 매우 높음을 확인하였고 과제수행기간동안 우수 계통이 많이 육성되었고 이를 활용할 수 있는 고정된 응성불임계통이 다수 확보되었기 때문임.

계통육성을 위해 총 164개체가 선발되었고 교배가 진행중임. 이들 대부분은 신규 육성중인 베타카로틴 고함유 및 안토시아닌 고함유 계통임. 이들 신규 육성계통은 기존 품질 위주의 계통에 더하여 뿌리혹병 고도저항성 인자를 도입하기 위한 계통으로 뿌리혹병 검정시험을 동시에 진행시키고 있음.

2. 시교, 현지시험 및 상업용 품종선발

선발된 신규 조합은 장내에서 반복적으로 시험하는 것 뿐 아니라 다양한 환경의 현지 조건에 따른 성능을 검사하고 마케팅 및 판매 전문가들과 협의를 거쳐야만 상업용 품종으로 역할을 할 수 있음. 이에 따라 장내 성능검사 및 종자생산성 검사 등을 통해 엄선된 신규 조합들의 종자를 대상 농가 및 업체에 전달하였고 상업화 여부를 검토하였음. 베타카로틴 고함유 품종들은 주로 2015년에 선발이 시작되었기 때문에 현지 일부 판매가 진행된 품종도 있으나 2017년에 본격적인 판매가 시작된다고 볼 수 있어서 과제 수행기간은 품종 선발과 마케팅 초기단계라고 할 수 있음.

1) 가을재배용 품종군

2014년과 2015년도에 선발된 베타카로틴 고함유 후보 7개 품종에 대해 2015년과 2016년 시험재종을 실시하고 2016년 가을 국내 3개사 및 중국 3개사에 시교 공시하였으며, 2016년 중국

호북성 은시시 GSP field day에 출품하여 조사하였음. 국내 시판용 품종 선발을 위해 총 7개 지역 12개 시험포에 대해 출장 조사를 시행하였음. 이 중 조기 선발된 2품종을 각각 베타리치와 베타그린으로 명명하고 생산판매신고 및 보호출원신청하였으며 1개 품종에 대해 2016년 시험판매하고 독점공급계약을 체결중임. 추가 선발된 SN15540, SN15536 및 SN15538 3품종에 대해서는 2017년 자체 브랜드 판매 또는 독점 공급 계약을 예상하고 상업용 종자 채종중임.



(사진 25) 2016년 충남 보령에 공시한 베타카로틴 고함유 품종 시교재배 전경 및 절단면 비교

신규시장을 차별화된 고기능성 품종을 이용하여 독점적으로 선점하기 위해서는 체계적이고 단일화된 마케팅 전략이 유리할 것으로 보임. 이에 따라 마케팅 능력과 강력한 유통조직을 가지고 있는 국내 1개사에 대해 독점 협력업체로 계약을 진행하였음. 협력업체를 통해 2016년 4 대 일간지를 포함한 유력지에 10여개 기획 기사를 게재하고 유력 유통업체에서 김장철에 맞추어 판촉 행사를 진행하였음.

중국 수출용 품종 선발을 위해 호북성 은시시에서 개최된 GSP field day(사진 28)에 베타리치 및 베타그린 2품종을 공시하였음. 2품종은 지역에서 문제가 되는 뿌리혹병 고도저항성 품종은 아니나 기타 바이러스병, 내고온성, 내습성 및 연부병 내병성 등을 평가하기 위하여 공시하였음. 이중 베타리치 배추는 엽색이 진하고, 바이러스병 및 노균병에 강하며 구형이 원통형으로 내부 품질이 우수하였음.(사진 27)



(사진 27) 2016년 호북성 GSP field day 포장 입모상태(베타리치) 및 절단면(베타그린)



(사진 28) 2016년 호북성 GSP field day 행사 전경

중국 협력업체에 대해서는 총 3개사에 대해 상기 7개 품종을 공시하였음. 한국과 마찬가지로 베타카로틴 고함유배추는 기존에는 전혀 없던 새로운 품종군이고 고기능성과 고품질을 동시에 만족하여 모든 협력업체에서 판매를 희망하였음. 그러나 차별화된 품종에 대한 가치창출을 최대한으로 만족하기 위하여 1개 회사를 독점 협력업체로 선정하고 향후 시험, 개발 및 종자 유통 채널을 일원화하여 공급하기로 협의함.

현재 중국용으로는 전국적 규모의 회사로서 차별화 품종 등 고가 품종에 대한 개발력이 우수한 업체를 독점 협력업체로 선정하고 기개발된 품종들에 대한 대규모 성능검정을 실시하고 있으며 향후 개발품목에 대한 지속적인 공동 개발을 진행할 예정임. 유럽 및 미주 시장에 대해서

는 영국, 독일 등 이 지역에 유통 판매망을 구축하고 있는 한국 전문회사를 에이전트로 선정하여 현지 개발 및 판매를 진행하기로 협의하였음. 일본 시장에 대해서는 주관 연구기관인 신농씨앗이 개별 현지 회사에 직접 판매를 목적으로 유력 회사에 샘플 공급하였고 현지 시험이 진행중임. 기타 판매 및 개발 지역의 확대를 위해 국립종자원에서 주관하여 진행하는 현지 시험포 시험에 적극적으로 참여하여 홍보를 진행하고 있음. 기존 품종과는 달리 전혀 새로운 유전자원을 이용한 차별화된 품종인데다 자원보호를 위해 CMS 채종기술을 접목하여 신품종의 확대 보급이 다소 지연되고 있는 것은 사실이나 가능한 수준에서 최대한 현지 시험을 적극적으로 진행하고 있으며 시장 상황에 따라 수위는 다르지만 대체로 신품종의 판매를 강력히 희망하고 있음. 이에 따른 시장 적합성에 따른 품종 성능 개선이나 종자 대량 생산 체계 등 종자 수급체계의 개선을 진행하고 있는 상황임.

7개 시험조합 중 숙기가 비교적 빠르고 세력이 강한 2품종을 우선 선발하고 2017년 지역별 확대시험을 진행할 예정임(사진 29).



(사진 29) 베타카로틴 고함유배추 현지 재배시험 및 선발 품종의 예

2) 봄재배용 품종군

2015년 최초로 선발된 봄재배용 베타카로틴 고함유 배추 4 품종에 대해 다양한 환경에 대한 적응성을 평가하기 위해 시교 공시하여 조사하였으며, 2015년 6월~8월, 7월~9월 및 2016년 7월~9월 3회에 걸쳐 강원도 태백시 소재 포장에서 극고온기 시험을 진행하였음. 시험 결과 아직 일반계 배추에 비해서는 구크기가 다소 작고 고온 결구력이 부족하지만 고기능성 배추라는 특수성을 감안하여 상업화 가능성이 높은 것으로 판단하여 2품종을 선발하여 각각 베타스프링과 베타스피드로 명명하여 생산판매신고 하였으며 2017년 상업용 종자를 채종중임(사진 30)



(사진 30) 2016년 강원도 태백시 고랭지시험포장 전경(우) 및 시교시험중 베타스프링(15130)배추와 일반계배추 절단면 비교사진

상기 4개 신품종에 대해 중국 수출용으로 개발, 홍보하고자 2016년 하북성에서 개최된 GSP field day에 출품 공시하였음(사진 31). 숙기가 빠르고 추대가 다소 둔감하며 결구력이 우수하여 소형계 봄재배용으로 출품한 베타스피드는 같은 작형의 우점 품종인 춘옥황배추에 비하여 숙기는 다소 늦지만 내부 품질이 극히 우수하고 외엽색이 매우 진하며 노균병 및 연부병에 강하여 많은 관심을 받았음. 다만 베타카로틴 고함유의 고기능성에 대한 인식이 다소 부족하여 유통과정과 마케팅에 대한 요구가 절실하였음. 이에 대한 요구를 반영하여 차별화 품종을 개발 할 능력이 있는 것으로 평가되는 1개사를 독점 공급업체로 선정하여 지역 시험을 진행할 예정임.



(사진 31) 2016년 하북성 GSP field day 행사 전경 및 베타스피드(040) 입모 및 내부 비교, 대비품종 춘옥황(046)

베타카로틴 고함유 봄배추 품종으로 선발된 베타스프링(사진 32)은 한국 고랭지 시험 뿐 아니라 중국 고랭지 GSP field day 및 평지 재배 시험에서도 공히 우수한 성적을 보임(사진 33). 외엽색이 진하고 광택이 우수하였으며 구형은 원통형이고 내부 품질이 극히 우수하며 만추대 성으로 시장 가능성이 매우 높았음. 베타스프링 배추는 2017년 하반기 또는 2018년 판매를 목표로 상업용 종자를 생산중임.



(사진 32) 2016년 하북성 GSP field day 베타스프링(중간)과 영롱황(좌) 비교사진



(사진 33) 중국 현지시험 협력업체 조사사진, 베타스프링

3. 성분분석

2013년 가을배추 재료를 대상으로 총 49개 조합 및 육성계통을 대상으로 베타카로틴 및 라이코펜 함량 분석을 실시하여 육안 조사와 실제 함량간의 상관관계를 검정하였으며 정량분석은 충남대학교에 분석을 의뢰하였음. 조사한 식물부위는 종륵과 엽신을 1:1 정도로 혼합한 시료를 사용하였는데 분석 결과는 (표 18)와 같음.

SNBT1~14 및 SNBT42~44의 기존 판매 품종 및 일반계 신규조합의 경우 편차는 있으나 대체로 1~3ug/g 정도의 베타카로틴이 검출된 반면 신규 육성 계통/조합의 경우 30배에서 많게는 100배이상 베타카로틴을 함유하고 있는 것으로 나타났음. 다만 라이코펜의 경우는 원예적 특성을 고려하여 선정한 이번 조사 샘플에서는 거의 나타나지 않았음.

(표 18) 주요 품종 및 계통의 베타카로틴 및 라이코펜 함량 분석

	개체번호	β -carotene(ug/g)	lycopene(ug/g)
SNBT01	산지왕2호	4.7	0.0
SNBT05	대청	1.7	0.0
SNBT07	노랑추석배추	0.0	0.0
SNBT08	SN32533	0.0	0.0
SNBT09	SN12519	0.0	0.0
SNBT13	휘파람	0.0	0.0
SNBT14	불암플러스배추	0.0	0.0
SNBT15	13"724	41.5	0.0
SNBT16	13"725	51.3	0.0
SNBT20	13"726	19.4	0.0
SNBT21	13"731	67.4	0.0
SNBT22	13"734	29.2	0.0
SNBT23	13"735	32.4	0.0
SNBT24	13"736	49.0	0.0
SNBT25	13"739	37.8	0.0
SNBT26	13"742	39.4	4.1
SNBT27	13"748	36.8	0.0
SNBT28	13"749	2.5	0.0
SNBT29	13"753	52.2	0.0
SNBT30	13"754	47.2	0.0
SNBT31	13"758	45.7	0.0
SNBT32	13"759	32.5	0.0
SNBT33	13"765	20.8	0.0
SNBT34	13"767	39.4	0.0
SNBT35	13"768	38.7	0.0
SNBT36	13"769	40.5	0.0
SNBT37	13"773	30.2	0.0
SNBT38	13"776	49.9	0.0
SNBT39	13"791	44.8	0.0
SNBT40	13"794	59.6	0.0
SNBT41	13"797	35.5	0.0
SNBT42	일반 품질계	9.1	0.0
SNBT43	일반 남방계	9.1	0.0
SNBT44	일반 남방계	7.3	0.0
SNBT45	육성 계통	30.6	0.0
SNBT46	육성 계통	37.5	0.0
SNBT47	육성 계통	75.3	0.0
SNBT48	육성 계통	57.9	0.0
SNBT49	육성 계통	75.5	0.0
SNBT50	육성 계통	94.8	0.0

성분 함량의 정도는 일정 정도 육안 검정 결과와 정의 상관관계를 가지고 있는 것으로 파악되나 예외적인 경우도 있어 품종이 선발되면 필히 통계적으로 유의한 자료를 확보하는 것이 필요할 것으로 보여짐.

분석 시료 중 결구 내엽색이 연노랑인 산지왕2호배추, 진노랑색인 대청배추 및 육안 검정에서 베타카로틴 고함유로 추정된 SN13725배추를 대상으로 부위별 함량을 분석하기 위해 시료를 각각 종류부위, 엽신부위, 종류+엽신 혼합부위 및 청엽 부위로 나누어 검사한 결과는 (표 19)과 같음.

(표 19) 기준 품종간 부위별 색소 함량 차이 분석

개체번호			β -carotene(ug/g)	lycopene(ug/g)
SNBT01	산지왕2호	혼합	4.7	0.0
SNBT02		중륵	0.0	0.0
SNBT03		엽신	20.1	0.0
SNBT04		청엽	2537.3	10.6
SNBT09	대청	혼합	0.0	0.0
SNBT10		중륵	0.0	0.0
SNBT11		엽신	41.5	0.0
SNBT12		청엽	2467.3	22.7
SNBT16	SN13725	혼합	51.3	0.0
SNBT17		중륵	23.3	0.0
SNBT18		엽신	72.9	0.0
SNBT19		청엽	1919.8	21.1

세 품종 공히 청엽, 엽신, 혼합, 중륵 순으로 함량이 높았으며 특히, 청엽의 경우 월등히 높은 함량을 보인 것을 알 수 있고 품종간 차이도 거의 없었음. 그러나 청엽을 모두 제거하고 유통, 소비되는 대상 국가의 소비 특성을 고려하면 품종간 선호도의 차이는 여전히 클 것으로 보임. 신규 육성 품종은 중륵과 엽신에서의 함량이 기존 품종들과 차이를 보이는데 특히 중륵의 경우 일반 황색계 품종에서는 검출이 거의 되지 않은 반면 신규 육성 베타카로틴 고함유 품종의 경우는 일반 황색계의 엽신부위보다 오히려 많은 함량이 검출되어 의미가 있다고 판단됨.

안토시아닌 고함유 품종 육성을 위해 총 159개의 유전자원을 시험하여 3개의 육성 재료를 선발하여 국내용 우수 계통에 도입하고자 하였음. 그 중 9개의 F3 선발개체를 대상으로 안토시아닌 무발현 대조품종인 산지왕2호와 권농종묘에서 육성한 권농빨강배추를 대비로하여 안토시아닌 성분을 분석하였다.(표 20)

분석결과 안토시아닌 성분에 따라 함량에서 매우 큰 차이를 보이고 있으며 특히 권농빨강배추는 cyanidin이 함량의 대부분을 차지하는데 비하여 계통에 따라 성분별 함량이 매우 다른 양상을 보임. 특히 5431-61과 5445-61의 경우는 거의 모든 성분 함량이 높았으며 5441-61과 5445-65는 pelargonidin 함량이 월등히 높아 향후 성분 육성의 재료로 가치가 높을 것으로 판단됨. 그러나 현재 보유한 안토시아닌 고함유 육성 재료의 경우 성분의 발현이 일조와 연관하여 다소 불균일한 특성이 있어 기존 결구배추보다는 개장형 배추 육성 등으로 제한적으로 사용할 계획이며 새로운 자원을 지속적으로 탐색하여 육성계획에 편입할 예정임.

(표 20) 안토시아닌 고함유 육성 계통들의 안토시아닌 함량 분석

시료명	품종/계통	cyanidin(ug/g)	pelargonidin(ug/g)	delphinidin(ug/g)	malvidin(ug/g)	total(ug/g)
SNAN01	Xing2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SNAN02	권농빨강	2732.958	5.908	0.000	258.843	2997.709
SNAN03	5400-61	748.096	4.088	14.030	85.745	851.959
SNAN04	5400-62	229.015	0.957	0.000	56.538	286.510
SNAN05	5401-61	1376.349	4.664	11.872	133.223	1526.108
SNAN06	5428-61	777.005	4.101	2.643	82.186	865.935
SNAN07	5430-61	2159.284	17.936	20.985	199.672	2397.878
SNAN08	5431-61	5704.134	46.286	51.399	563.466	6365.285
SNAN09	5441-61	81.516	1636.617	2.326	19.393	1739.852
SNAN10	5445-61	5923.360	26.705	51.558	567.743	6569.367
SNAN11	5445-65	85.133	2437.279	3.232	36.784	2562.427

2016년 12월 만생가을 작형에서 베타카로틴 고함유 품종인 베타리치와 일반 황색계 김장배추간 김치재료용 성분분석을 실시하였음. 통계적 의미를 부여할 수는 없으나 충분한 샘플을 가지고 모식품연구소에 의뢰하여 분석을 실시하였음.

결과를 요약하면 베타카로틴 함량 외에 베타리치배추는 당도가 5.5 브릭스(남도장군 5.0)로 다소 높았고 수분함량은 93.3%(남도장군 94.6)로 다소 낮았음. 나트륨, 칼슘, 마그네슘 함량은 각각 9.80, 56.65, 15.95 mg/100g으로 대비종에 비하여 약 35% 적었으며 칼륨 함량은 419.60 mg/100g으로 두 배 정도 많았음. 유기산인 malic acid, citric acid, succinic acid 및 acetic acid의 경우 대비종에 비해 2배 가량 많은 함량을 보였으며 다양한 유리 아미노산의 경우 큰 차이는 없었으나 대체로 대비종이 많은 경향을 보였으며 통계적으로 유의하다고 보긴 어려워 배추저장성에 약간 유리할 수 있을 뿐 큰 차이를 보이지는 않았음.

그러나 추후 시판 품종에 대해서는 통계적으로 의미있는 성분분석 결과를 제시하는 것이 종자가치의 제고나 마케팅 측면에서 훨씬 유리할 것으로 판단되어 2017년 각 작형별로 성분분석시험을 진행중에 있음.

4. 신규 계통 육성

1) 뿌리혹병 내병성 계통 육성

기준 육성된 뿌리혹병 CR1 저항성 소재의 뿌리혹병 내병성 수준을 제고하기 위하여 고병원성 균주를 이용하여 고정 및 분리계통을 대상으로 유묘 접종을 통한 저항성 검정을 실시하였음. 뿌리혹병 접종시험은 과제 수행 기간내 연간 1회 9월~10월에 걸쳐 진행이 됐음. 뿌리혹병 고저항성 계통육성을 위해 CR1 저항성 품종에 병을 일으키는 수집 균주를 사용하였으며 이를 확인할 수 있는 품종을 배치하여 균주의 병원성을 확인하였음(표 21).

(표 21) 뿌리혹병 접종시험 체크 품종 및 판별 품종 저항성 반응

품종명	구분	조사주수	발병주수	평가
불암3호	이병성 체크	22	22	이병성
노랑추석	이병성 체크	24	24	이병성
불암플러스	CR1 체크	24	24	이병성
통큰맛짱	CR1 체크	24	22	이병성
ECD 1	판별계통	20	2	저항성
ECD 2	"	24	24	이병성
ECD 3	"	24	8	이병성
ECD 4	"	24	0	저항성
ECD 5	"	24	24	이병성

뿌리혹병 고저항성 계통 육성 재료는 기보유중이던 240B: 계통을 이용하여 진행하였는데 240B:계통은(2201R) 수집종인 CR英雄과 德高CR1016에 비해서도 세균의 발달이 풍성하고 건전한 상태로서 향후 뿌리혹병 육성재료로서 매우 효용이 높을 것으로 보임.(사진 35)



(사진 35) 뿌리혹병 접종시험 사진, 분리계통내 이병주와 건전주 비교, 판별품종 발병사진

뿌리혹병 접종은 주로 50구 트레이를 이용하여 시험구당 25주 또는 50주 시험하였는데 비닐로 격벽을 설치하여 2회 접종후 주기적으로 침수하여 발병을 유도하였음. 접종원은 오염된 뿌리를 마쇄하여 혼탁액을 관주하였는데, 관주 시기는 파종 후 2주 정도 경과하여 본엽이 4매 정도 출현한 시기임. 1차 접종후 1주 후 2차 접종을 실시하였음. 2차 접종후 30일이 경과한 후부터 이병성 품종을 주기적으로 조사하여 충분히 발병하면 일제히 조사, 선발하였음. 선발개체는 토양이 오염되지 않게 시험설비 내에 가식후 활착한 후 토양과 격리하여 정식한 후 교배, 증식하였음.



(사진 36) 뿌리혹병 검정시험 전경 및 선발개체

과제수행기간 중 베타카로틴 고함유 계통에 뿌리혹병 고저항성 인자를 도입하기 위하여 12개 신규집단을 작성, 현재 초기세대 베타카로틴 고함유 계통으로 우선 선발중임. 이들 집단은 2017년부터 접종시험을 통해 뿌리혹병 고저항성 계통육성이 진행될 것임. 2016년 180계통을 대상으로 25주 시험한 결과 분리세대로부터 총 160개체를 선발하여 증식을 위한 교배중이고 저항성이 고정된 계통이면서 포장시험 결과 재배적 특성이 양호한 11개 계통을 2017년 뿌리혹병 고저항성 신조합 작성의 양친으로 사용하고자 계통선발하였음.

2) 웅성불임성 인자를 우수 계통에 도입하기 위한 MS 여교잡

차별화된 품종의 중국 진출에 있어 선행되어야 할 전략 중 하나는 유전자원의 보호와 관련

된 것임. MS의 이용은 이에 있어 매우 강력한 도구가 될 수 있음. 따라서 중국 진출을 위해서는 우수한 조합 능력을 보이는 품종의 선발 뿐 아니라 채종체계를 MS화 하는 노력이 동시에 진행되는 것이 매우 유리함.

여교잡 기간을 단축하기 위해 1년에 2회를 주기로 여교잡 진행 중임. 2013년에 26개 계통을 세대 진전 하였으며 연차적으로 추가 선발된 우수 계통들을 대상으로 육성노력을 고려하여 우선 순위를 정하여 MS여교잡 프로그램에 추가하여 왔는데, 2016년에는 총 60개 계통이 여교잡 진행중임. 현재 12개 계통이 여교잡이 완료되어 베타카로틴 고함유배추 신품종의 모계친으로 적극 활용되고 있으며, 30여개 계통은 현재 BC6세대 이상으로 거의 고정이 완료된 상태임. 이를 이용하여 보다 다양한 작형에 더욱 우수한 신품종을 육성할 수 있을 것으로 기대함.

3) 신규 작형 계통 육성

베타카로틴 고함유 계통의 고유 특성을 유사 작형 및 작물에 도입함으로써 향후 계통 육성의 다양성을 확보하고자 권심계 배추 및 배추와 교잡 가능한 박초이, 비타민채 등 다양한 배추과 수집 자원과 신규 집단을 육성하였음. 3개 베타카로틴 고함유 계통과 6개 신규 도입 대상 자원과의 교잡을 통해 14개 신규집단을 육성하였으며 2015년 하우스봄배추 시험 및 추계 시험에서 F2 분리세대를 대상으로 총 89개체를 선발하였음. 2016년 추계시험에서 이들 분리세대를 대상으로 82개를 개체 선발하여 교배, 증식 진행중임.

4) 베타카로틴 고함유 품종 성능 개선

베타카로틴 고함유 품종은 기존과는 전혀 다른 유전자원을 이용하여 육성된 품종으로 기존 일반 황색계 품종에 비해 품종군의 발달단계로 보면 매우 초기에 해당하는 진입단계임. 아직 원예적으로 다양한 특성의 계통이 육성되고 있는 단계로서 상업적으로 사용할 수 있는 계통이 양적으로나 질적으로 매우 제한적인 상황임. 따라서 이에 따른 원예적 특성이나 종자 생산도 다소 원활치 않은 실정임. 그러나 1단계 사업을 거치면서 가용 유전자원의 수가 양적, 질적으로 매우 확대되었고 이를 이용한 품종 육성 및 선발이 본격화되는 시점으로 향후 선발되는 품종은 기존 1차 상업화된 품종의 단점을 보완하여 개발될 여지가 충분함. 이에 관련된 연구 및 상업화 진행단계를 도식화 하면 다음 표와 같음. (표 22)

(표 22) 베타카로틴 고함유 품종군 선발 진행 단계

구분	양친(1호친)	양친(2호친)	해당품종	비고
일반 황색계 품종	일반 황색계 일부 MS계통	일반 황색계 일부 MS계통	청산봄, 단청봄 등	초기 개발 품종 (일반계)
베타카로틴 고함유 품종 (1단계)	일반 황색계 MS계통	베타카로틴 고함유 초기 선발 계통	하이베타, 베타스프링 등	현재 상업화 초기 베타카로틴 고함유 품종
베타카로틴 고함유 품종 (2단계)	일반 황색계 MS계통 (계통 다양화)	베타카로틴 고함유 재육성 고정 계통	SN16162 등	현재 시교 생산중인 품종
베타카로틴 고함유 품종 (3단계)	베타카로틴 고함유 MS계통	일반 황색계 고품질 계통	외부 위탁 대량 생산 가능	2018년 상업 채종

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

구분 (연도)	세부프로젝트명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차년도 (2013)	색소체(안토시아닌, 베타카로틴 등) 고함유 결구배추 육성	색소성분 고함유 품종개발 - 우수계통 육성: 200계통 - 신규조합작성 및 평가: 100조합 - 신규조합 선발: 2조합 - 뿌리혹병 내병성 검정: 100계통 - 색소성분 분석: 100점 - 신규계통 육성 집단 작성: 5집단 - 품종보호출원: 2품종	100	- 2013년 가을시험: 199 F1, 482계통 시험 완료. - SN13684 등 5개 일반 황색계 조합 선발. SN13791 등 2개 베타카로틴 고함유 조합 선발. - 390 개체선발 및 66 계통선발 완료.
			100	- 2013년 월동시험: 179 F1, 201계통 시험 완료. - SN13879 등 4개 일반 황색계 조합 선발. - 128 개체선발 및 53 계통선발 완료.
			100	- 2014년 하우스봄배추 시험: 140 F1, 350계통 시험 완료. - SN13002 등 18조합 예비선발.
			100	- 뿌리혹병 검정시험: 유묘 검정 120 계통 시험 및 저항성 분리 92개체 선발.
			100	- 총 49개 샘플에 대해 베타카로틴과 라이코펜 함량을 조사하였으며, 11개 샘플에 대해 안토시아닌 총량을 검사하였음. 추가로 하우스 촉성 재배 시험에서 시료 채취하여 4월 중에 50점가량 추가 검사.
		웅성불임성 이용 채종체계 - MS여교접 2회 진행: 10 계통 - SI 계통과 MS계통간 비교: 5계통 - MS 안정성 검토: 2계통	100	- 성분함량과 색발현이 우수한 계통을 모본으로 각각 청경채, 무모권심채, 장원통형 등과 교접하여 총 8개 집단을 신규로 육성.
			100	- 황색계 겨울배추 단원겨울 및 황색계 봄배추 단청봄을 보호출원 신청 완료.
			100	- BC7 6계통과 BC3~4 20계통 및 BC1~2 20계통 등 총 46계통 2세개 여교접 진행 완료.
			100	- 2013년 가을 시험에서 BC7 6계통에 대하여 각각 화분чин과 원예적 특성을 비교하였고 그 중 3조합에 대해서는 MS 교배조합과 SI 교배조합 간 특성 차이를 검토하였음.
			100	- BC7 2계통에 대하여 각 40주를 대상으로 망실 시험채종 및 하우스내 고온처리 시험을 통하여 MS 안정성 여부를 확인.
		효율성 제고 기반 기술 - 신규자원 수집 및 평가: 5점 - 유전분석 재료용 집단 작성: 4집단	100	- 중국 현지 신품종으로 봄배추 3품종, 소형배추 5품종 등 12품종을 수집하여 현재 촉성 재배에서 특성을 평가 완료.
			100	- 베타카로틴 발현이 분리되는 F3세대 및 F2세대 3집단과 안토시아닌 발현이 분리되는 1집단에 대해서 현재 집단 당 320개체씩 저온처리 및 정식 완료.

구분 (연도)	세부프로젝트명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
2차년도 (2014)	색소체(안토시아닌, 베타카로틴 등) 고함유 결구배추 육성	<ul style="list-style-type: none"> -우수계통 육성: 250계통 수준 -신규 조합 작성 및 평가: 100조합 -신규 조합 선발: 4조합 -종자 생산성 검정 및 확대 재배시험: 2조합 -뿌리혹병 내병성 검정: 150계통 -색소 성분 분석 기초연구: 20계통 대상 100점 -신규 계통 육성용 집단 작성: 10집단 -생산판매신고: 4품종 	100	<ul style="list-style-type: none"> - 2014년 노지봄시험: 200F1, 400계통 시험 완료. - 2014년 여름시험: 40개 F1, 2개지역 시험 완료. - 북경봄시험: 35개 F1 시험 완료.
			100	<ul style="list-style-type: none"> - SN13002 등 일반 황색계 9조합 및 2개 베타카로틴 고함유 조합 선발 완료. - 72 개통선발 및 170개 신규조합 교배 완료.
			100	<ul style="list-style-type: none"> - 2014년 가을시험: 300 F1, 500계통 시험 완료 - SN14634 등 베타카로틴 고함유 3조합 선발 및 SN13685 등 일반 황색계 4조합 선발 완료. - 270 개체선발 및 43개통선발.
			100	<ul style="list-style-type: none"> - 뿌리혹병 검정시험: 유묘검정. - 198계통 검정 및 140개체 선발.
			100	<ul style="list-style-type: none"> - 성분함량과 색발현이 우수한 계통을 모본으로 각각 청경채, 무모권심계, 장원통형 등과 교잡한 8개 집단 및 신규 10개 집단을 양성하여 F2 종자획득까지 진행 완료.
			100	<ul style="list-style-type: none"> - 생산판매신고: 일반 황색계 4품종 대청, 양천, 영릉춘 및 청산봄
	-우수 자원 MS 여교잡 2회 진행: 20계통	<ul style="list-style-type: none"> -SI계통과 MS계통간 비교 평가: 5계통 -고정 완료계통 안정성 검정: 2계통 	100	<ul style="list-style-type: none"> - 전년도 진행하였던 46계통 중 6계통은 세대전진 완료로 여교잡 진행을 중지. 신규 13계통을 추가하여 53계통 2세대 여교잡 진행 완료.
			100	<ul style="list-style-type: none"> - 2014년 겨울작형에서 6개 계통 비교 완료하고 계통선발 추가.
			100	<ul style="list-style-type: none"> - 충분히 세대전진한 6계통 중 2계통에 대하여 MS 안정성 여부를 확인하고 계통선발 완료.
			100	<ul style="list-style-type: none"> - 국내외 신품종으로 15품종을 수집하여 평가 완료함. - 유전자원 등록: 4점
	<ul style="list-style-type: none"> -신규자원 수집 및 평가: 10점 -유전분석 재료용 집단 작성: 4집단 -유전분석 재료용 신규집단 작성: 2집단 -유전자원 등록: 4점 	<ul style="list-style-type: none"> -베타카로틴 발현이 분리되는 F3세대 및 F2세대 3집단과 안토시아닌 발현이 분리되는 1집단에 대해서 현재 집단 당 320개체씩 육묘중으로 대략적인 분리비를 조사하고 개체별 자식 종자를 확보 완료. - 뿌리혹병 고저항성 2개 집단을 양성하여 F2 교배 완료. 	100	

구분 (연도)	세부프로젝트명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
3차년도 (2015)	색소체(안토시아닌, 베타카로틴 등) 고함유 결구배추 육성	<ul style="list-style-type: none"> -우수계통 육성: 300계통 수준 -신규 조합 작성 및 평가: 150조합 -신규 조합 선발: 4조합 -뿌리혹병 내병성 검정: 150계통 -색소 성분 분석 기초연구: 20계통 대상 100점 -품종보호출원: 2품종 -생산판매신고: 2품종 -품종보호등록: 2품종 	100	<ul style="list-style-type: none"> - 2015년 노지봄시험: 175F1, 187계통 시험 완료. - 2015년 여름시험: 40개 F1, 2개지역 시험 완료. - 북경봄시험: 35개 F1 시험 완료.
			100	<ul style="list-style-type: none"> - SN15040 등 일반 황색계 4조합 및 4개 베타카로틴 고함유 조합 선발 완료. - 48 계통선발 및 140개 신규조합 교배 완료.
			100	<ul style="list-style-type: none"> - 2015년 가을시험: 184 F1, 475계통 시험 완료 - SN15536 등 베타카로틴 고함유 3조합 선발 및 SN15485 등 일반 황색계 2조합 선발 완료. - 270 개체선발 및 43계통선발.
			100	<ul style="list-style-type: none"> - 뿌리혹병 검정시험: 유묘검정. - 160계통 검정 및 220개체 선발.
			100	<ul style="list-style-type: none"> - 성분함량과 색발현이 우수한 계통을 모본으로 각각 청경채, 무모권심계, 장원통형 등과 교잡한 8개 집단 및 신규 10개 집단을 양성하여 F2를 대상으로 120 개체 선발.
			95	<ul style="list-style-type: none"> - 생산판매신고: 베타리치, 베타그린 2품종 - 품종보호출원: 신청가을, 신청겨울 2품종 - 품종보호등록: 단원겨울
			100	<ul style="list-style-type: none"> - 기존 40계통 및 신규 13계통의 총 53계통에 대하여 2세대 여교잡 진행 완료.(BC3~BC6)
		<ul style="list-style-type: none"> -SI계통과 MS계통간 비교 평가: 5계통 -신규 계통 육성용 집단 작성: 10집단 -유전자원 등록: 2점 등록 	100	<ul style="list-style-type: none"> - 2015년 가을작형에서 5개 계통 비교 완료하고 계통선발 추가.
			100	<ul style="list-style-type: none"> - 국내외 신품종으로 10품종을 수집하여 평가 완료함. - 유전자원 등록: 2점 등록
			100	<ul style="list-style-type: none"> - 베타카로틴 고함유 계통과 뿌리혹병 고저항성 계통간 12개 집단을 작성하고 현재 F2 종자 생산중

구분 (연도)	세부프로젝트명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
4차년도 (2016)	색소체(안토시아닌, 베타카로틴 등) 고함유 결구배추 육성	<ul style="list-style-type: none"> -우수계통 육성: 300계통 수준 -신규 조합 작성 및 평가: 150조합 -신규 조합 선발: 4조합 -뿌리혹병 내병성 검정: 150계통 -품종보호출원: 2품종 -생산판매신고: 2품종 -품종보호등록: 2품종 	100	<ul style="list-style-type: none"> - 2016년 노지봄시험: 235F1, 317계통 시험 완료. - 2016년 여름시험: 42개 F1, 2개지역 시험 완료. - 북경봄시험: 38개 F1 시험 완료.
			100	<ul style="list-style-type: none"> - SN16159 등 베타카로틴 고함유 5 조합. - 51 계통선발 및 190개 신규조합 교배 완료.
			100	<ul style="list-style-type: none"> - 2016년 가을시험: 225 F1, 510계통 시험 완료 - SN16529 베타카로틴 고함유 1조합 선발. - 164 개체선발 및 76계통선발.
			100	<ul style="list-style-type: none"> - 뿌리혹병 검정시험: 유묘검정. - 180계통 검정 및 160개체 선발.
			100	<ul style="list-style-type: none"> - 각각 청경채, 무모권십계, 장원통형 등과 교감한 8개 집단 및 신규 10개 집단을 양성하여 F3를 대상으로 82 개체 선발.
		<ul style="list-style-type: none"> -우수 자원 MS 여교잡 2회 진행: 20계통 -SI계통과 MS계통간 비교 평가: 5계통 	95	<ul style="list-style-type: none"> - 생산판매신고: 베타스프링, 베타스피드 2품종 - 품종보호출원: 베타리치, 베타그린 2품종 - 품종보호등록: 단청봄 등 지연됨
			100	<ul style="list-style-type: none"> - 기준 53계통 및 신규 7계통의 총 60계통에 대하여 2세대 여교잡 진행 완료.(BC3~BC8)
			100	<ul style="list-style-type: none"> - 2016년 봄작형에서 7개 계통 비교 완료하고 계통선발 추가.
		<ul style="list-style-type: none"> -신규 계통 육성용 집단 선발: 10집단 -유전자원 등록: 2점 	95	<ul style="list-style-type: none"> - 국내외 신품종으로 12품종을 수집하여 평가 완료함. - 유전자원 등록: 2점 2017년 등록 예정
			100	<ul style="list-style-type: none"> - 베타카로틴 고함유 계통과 뿌리혹병 고저항성 계통간 12개 집단을 대상으로 F2 선발중

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

* 실용화·산업화 계획(기술실시 등)

품종 보호 출원 및 등록된 6품종 (단청봄, 단원겨울, 신청가을, 신청겨울, 베타리치 및 베타그린)와 생산판매신고한 6개품종(청산봄, 영롱춘, 양천, 창대가을, 베타스프링 및 베타스피드)에 대하여 기술실시를 진행하였으며 2016년 12월 기술실시보고하였음.

이들 개발 품종들은 크게 세 가지 품종 발달단계로 구분할 수 있는데, 판매가 개시되어 판매액이 상당부분 증가할 것으로 생각하는 품종은 신청가을, 베타리치, 청산봄, 양청, 창대가을의 5품종임. 판매가 개시되었으나 작형의 규모가 작아 완만한 성장을 기대하는 품종은 단청봄, 단원겨울임. 2017년 판매 시작을 목표로 적극적인 확대 시교를 공시하고 있는 품종은 신청겨울, 베타그린, 베타스프링 및 베타스피드로서 비교적 과제수행 후반기에 선발된 품종으로 베타카로틴 고함유 품종 및 고품질 품종군으로 급격한 매출 확대를 기대하고 있음.

각 품종군은 작형의 규모나 파급력, 또는 발달 단계에 따라 이에 합당한 재고관리 및 마케팅 관리를 집중함으로써 향후 효율적인 과제수행에 도움이 되고자 함.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

특이사항 없음

제 7 장 참고문헌

주 의

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