

발간등록번호

11-1543000-001674-01

국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발
(Development of Cabbage Cultivars for Domestic
Intermediate Region and Chinese Exports)

농업회사법인 아시아종묘(주)

농 립 축 산 식 품 부

제 출 문

농림축산식품부장관 귀하

이 보고서를 “국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발” 프로젝트의 보고서로 제출합니다.

2017년 3월 31일

프로젝트 연구기관명 : 농업회사법인 아시아종묘(주)

프로젝트 책임자 : 이 인 호

세부프로젝트 연구기관명 : 농업회사법인 아시아종묘(주)

세부프로젝트 책임자 : 이 인 호

세부프로젝트 연구기관명 : (주)팜한농

세부프로젝트 책임자 : 이 영 표

세부프로젝트 연구기관명 : 충남대학교

세부프로젝트 책임자 : 허 윤 강

세부프로젝트 연구기관명 : 농업회사법인 한국종묘(주)

세부프로젝트 책임자 : 장 창 순

보고서 요약서

과제고유번호	213003-04-4 -CG200	해 당 단 계 연 구 기 간	41개월	단 계 구 분	1/1
연구사업명	단 위 사 업 명	농식품기술개발(R&D)			
	세부 사업명	Golden Seed 프로젝트			
연구과제명	프로젝트명	국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발			
	세부 프로젝트명 (주관 연구기관 /연구책임자)	극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발 (아시아종묘/이인호)			
		조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발 (팜한농/이영표)			
		양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자마커 개발 (충남대학교/허윤강)			
		조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종개발 (한국종묘/장창순)			
연구책임자	이 인 호	해당단계 참 여 연구원 수	총: 182명 내부: 182명 외부: 0명	해당단계 연 구 개 발 비	정부:2,291,000천원 민간: 876,250천원 계:3,167,250천원
		총 연구기간 참 여 연구원 수	총: 182명 내부: 182명 외부: 0명	총 연구개발비	정부:2,291,000천원 민간: 876,250천원 계:3,167,250천원
연구기관명 및 소속부서명	아시아종묘 생명공학육종연구소 배추과			참여기업명 - 아시아종묘 - 팜한농 - 한국종묘	
위탁연구	연구기관명: -			연구책임자: -	
요약				보고서 면수	418면
<ul style="list-style-type: none"> -극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발을 통해 품종보호출원 6건, 품종보호등록 2건, 기술실시 2건, 수입대체 3억7천여만원, 종자수출5백7십만달러 달성 - 조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발을 통해 품종보호출원 1건, 기술실시 1건, 종자수출 2십4만달러 달성 - 양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자마커 개발을 통해 특허출원 4건, 특허등록 2건, SCI급 논문 11건, 분자마커 개발 4건 달성 - 조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종개발을 통해 품종보호출원 3건, 기술실시 1건, 수입대체 7백4십만원, 종자수출 4만7천달러 달성 					

요 약 문

I. 제 목

국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종 개발

II. 연구성과 목표 대비 실적

성과 목표	품종개발			특허		논문 SCI	분자 마커 개발	유전 자원		유전체 정보 등록	협력 관계 구축	전시포 개설 (개수)	수입대체 (백만원)	수출 (만톤)	인력 양성	
	출원	등록	품종생산 수입판매 신고	출원	등록			등록	수집							
2013	목표	1	-	2	-	-	1	1	-	20	-	-	-	60	100	-
	실적	2	-	2	-	-	0	1	-	42	-	1	5	66	116	-
2014	목표	2	-	2	-	-	1	1	-	20	-	-	-	105	155	1
	실적	2	-	3	4	-	7	2	-	41	-	1	5	86.65	150.3	2
2015	목표	2	-	3	1	-	1	1	-	20	-	-	-	130	245	1
	실적	2	-	3	-	-	2	2	-	64	-	1	5	102	158.4	1
2016	목표	3	1	3	1	0	1	1	-	10	-	-	-	205	315	1
	실적	3	3	2	0	2	2	2	-	46	-	-	9	125.2	174.5	2
계	목표	8	1	10	2	0	4	4	-	70	-	-	-	500	815	3
	실적	9	3	10	4	2	11	7	-	193	-	3	24	379.85	599.2	5
달성율 (%)	초과	초과	100	초과	초과	초과	초과	-	초과	-	초과	초과	75.97	73.52	초과	

III. 연구개발의 목적

양배추는 재배 작형이 세분화되어 있는 중요한 채소 작물이다. 아시아를 비롯하여 유럽, 미국 등 전세계적으로 재배가 되고 있어 다양한 품종의 개발이 필요하다. 따라서 본 연구는 1) 극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발, 2) 조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발, 3) 양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자마커 개발, 4) 조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종개발을 목적으로 수행되었다.

IV. 연구개발 내용 및 범위

1. 극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발을 위하여 기 보유 품종과 국내, 중국, 일본, 동남아, 유럽등에서 재배하고 있는 F₁ 품종들을 수집하여 식물체 특성, 뿌리혹병 내병성 등을 검

정하였다. 종자생산력이 우수한 기존의 선발 육성불임계통과 목적 육성품종의 유망 양친으로 가능성이 높은 F₃~F₆세대 또는 소포자 배양을 통해 획득한 우수 계통을 여교잡하여 새로운 품종을 육성하였다. 세대단축을 통한 다양한 계통 육성을 위하여 단립계통육종법을 이용하였다. 중국 및 동남아시아에 종자 수출을 목표로 수집 유전자원 및 기존의 계통을 이용하여 조합을 작성하여 성능검정을 실시하고 우수한 원형과 편형 양배추를 육성하였다. 또한 내서성과 내한성이 강한 품종의 개발을 위하여 극조생종 양배추 조합과 중국 현지 조합을 작성하고 식물체 특성 및 저장성 시험 등의 성능 검정을 국내 및 해외 시험포에서 실시하여 육성하였다.

2. 조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발 위해 다양한 지역의 유전자원 수집하고, 중국 현지 시장 조사를 실시하였다. 수집된 유전자원들은 재배 시험을 통해 육종 소재로 활용하고자 하였다. 조생계 계통 육성을 위해 봄/가을 재배 시험을 통해서 원예적 형질이 우수한 개체들을 선발하여 세대 진전을 실시하였고, 고정된 계통들은 F1 교배 조합 작성에 활용하였다. 내병성 계통 육성을 위하여 시들음병/검은썩음병 병리 검정법을 구축하였고, 개체선발에 활용하였다. 또한 품종 개발 기간을 단축하기 위하여 분자마커를 활용해 자가불화합 인자 분석, 육성불임 판별, 여교배 세대 단축(MABC; Marker assisted-Backcross)을 실시하였다. 그리고 소포자 배양 기술을 활용하여 시들음병/검은썩음병 복합 내병성 계통육성을 실시하였다. F1 조합 성능검정은 국내에서는 안성/해남/정선/제주 등지의 다양한 지역에서 실시를 하였으며, 중국에서는 호북성 및 북경에서 실시를 하였다. 성능검증을 통해 내병성에 강하면서 중국 현지 판매가 가능한 조합들을 선발하고, 품종 보호 출원 및 생산판매 신고를 진행하였다.

3. 양배추의 내재해성과 엽색은 양배추 품종을 판별하는 중요한 지표가 된다. 엽색 중에서도 안토시아닌 축적에 의한 자색의 발현은 양배추의 상품을 저하시킨다. 고온 및 저온에서도 자색 발현이 낮은 양배추 육성을 위한 분자마커를 개발하기 위하여 유전체 특히 전사체를 기반으로 연구하였다. 전사체는 안토시아닌 축적이 다른 8계통의 양배추를 이용하여 RNA seq를 수행하고 분석하였으며, 전사체 분석결과를 토대로 자색발현과 관련된 SSR 및 SNP 마커를 개발하고, 발현이 다른 유전자의 게놈분석을 통하여 InDel 등의 마커를 발굴하였다. 자색발현과 관련된 고온과 저온 연관 분자마커도 함께 개발하였으며, 개발한 마커는 계통, 유전집단 및 시판되는 품종을 이용하여 검정하였고, 일부는 특허를 출원하였다.

4. 조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종 개발을 위하여 국내의 유전자원을 수집, 성능검정을 실시하여 자색의 진한 정도를 측정하기 위해서는 칼라차트를 이용하여 구분하였고 원예적 특성들은달관 및 실측 조사 후 육성 목표에 맞는 재료를 선발하여 고정시키면서 보유 계통과 조합을 작성하였다. 보유 계통 중 특성이 우수한 elite 계통들은 재료의 보안과 순도 제고를 위하여 MS화 작업을 계속 진행시켰으며, 주요 계통들의 시들음병 저항성은 마커검정, 뿌리혹병 및 흑부병 저항성은 접종시험을 실시하여 계통 및 개체를 선발. 고정 유지시켜나갔다. 보유 계통 및 신규 계통들을 이용하여 작성된 조합들은 연구소, 국내 고랭지, 해외 거래처 시교사업 및 해외전시포 사업 등 다양한 시험을 거쳐 최종적으로 선발된 조합들은 품종보호출원과 국내 판매와 해외 수출을 실시하고 있다. 품종보호출원된 품종으로는 HKB-35와 자수정이 있으며, 품종보호등록된 품종으로는 Deep Purple 60이 있다.

V. 연구개발결과

1. 극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발

가. 수집 유전자원 평가

뿌리혹병 내병성 및 빠른 숙기를 가진 수출용 양배추 품종을 개발하기 위해 국내를 비롯한 중국, 일본, 동남아, 유럽등에서 152품종을 수집하여 기 보유 200품종을 포함한 전체 352품종에 대하여 특성 검정을 실시하여 총 132개체를 선발하였다.

나. SSD에 의한 계통육성

선발된 유전자원과 우수형질, 위황병 내병성 계통 등의 다양한 계통을 신속하게 고정 계통으로 육성하기 위하여 다양한 미숙모본을 활용하여 세대진전을 실시한 후, 포장검정을 실시하여 목적형질을 가진 계통을 선발하여 여교잡을 실시하고 우수 교배친을 육성하고자 원형계 482계통, 편형계 357계통 총 839계통을 선발하였다.

다. 소포자 배양조건 확립 및 DH Line 계통 육성

소포자 배양에 의한 조합친 계통의 조기 다량 확보를 위하여 수집된 품종들을 활용해 소포자 배양을 수행하였고. 양배추 소포자 배양 조건을 확립하고 중국수출을 위한 극조생계 뿌리혹병 저항성 품종을 개발하기 위한 육종 소재의 확보를 위해 고효율의 소포자 배양법 개발을 추진하였다. 양배추의 소포자 유래 배(embryo)의 발생을 및 순화율을 높이고 배양 배지 조성 확립, 각 단계별 배양 및 환경 조건 등의 규명에 노력하였으며, 양배추의 소포자배양을 수행하여 무병주 생산 및 생육연한 단축, 특히 염색체 배가로 4~6세대를 반복 고정된 동형접합체를 유기하였으며, 소포자 배양기술이 확립하여 반수체 유래 2배체의 계통을 조기에 획득 하여 품종육성 연한 단축하였다.

라. 세포질웅성불임 모본 양성

웅성불임계통의 육종은 비교적 자가불화합성이 약한 계통이 여교잡이 쉽고 종자생산성이 높기 때문에 자가불화합성이 약한 계통을 위주로 육성해 나가는 것이 유리하며, 웅성불임성을 이용하면 조합시험에서 탁월한 성능을 나타내었으나 자가불화합성이 약하여 종자생산을 할 수 없기 때문에 폐기되었던 조합들도 웅성불임을 이용하여 살릴 수 있다. 1차년도~4차년도까지 총 110계통을 여교잡 하였으며, 여교잡 종자는 가을 포장시험에 공시하여 교잡친과 최대한 표현형이 비슷한 계통을 선발하였고, 이 중 대부분 고정되었으며, 일부는 고정중에 있다.

마. 내병성 품종 육성을 위한 뿌리혹병 검정

뿌리혹병 집중시험에는 “과일양배추”, “신람”, “YCR 이념” 등의 F₃, F₄, 및 F₅의 분리계통들과 선행연구로 통해 획득한 “과일”양배추로부터 얻어진 소포자배양 DH계통들을 공시하였으며 판별품종을 포함하여 1차년도에는 202계통, 2차년도에는 210계통, 3차년도에는 90계통, 4차년도에는 86계통에 집중하여 병발생 양상을 조사하여 4년간 총 277계통 323개체를 선발하였다.

바. 내서성 및 내한성, 내습성 검정 및 품종개발

최근, 세계적인 급격한 기후변화로 인해 작물 재배지가 점점 북상하고 이에 따라 작물 생육

단계의 변화가 예상된다. 또한 이와 더불어 새로운 병·해충 출현 가능성이 높아지고, 건조·고온·저온·염·강수량증가 등 환경스트레스에 대한 작물의 노출 확률 또한 높아지고 있다. 특히 양배추는 본래 고온 다습한 환경에서 생육이 불량하고 저온 및 건조 스트레스 등 기후변화에 민감하다. 또한 양배추는 그동안 활발한 연구와 품종육성으로 사시사철 재배할 수 있게 작형 분화가 비교적 잘 되어 있는 작물이지만 인도, 파키스탄, 중국남부, 동남아 등의 열대지방에서 주로 재배되는 내서성에 강한 품종은 1970~80년대에 일본에서 개발한 품종들(KK Cross, KY Cross, Green Coronet 등)로 신품종이 제때에 개발되지 않아 이들 시장에서의 품종대체 욕구가 매우 크고 내서성 품종이 시장에서 높은 가격으로 유통되고 있기 때문에 내재해성을 갖춘 품종의 육성이 시급하다고 생각되어 자사에서는 시장의 요구에 맞는 품종을 개발하고자 유전자원 수집 및 계통유지/선발을 통해 내재해성 품종을 개발하였다.

사. F1 조합작성/우수조합선발 및 지역적응성 시험

1차년도~4차년도에는 내서성, 내습성 및 내한성, 내병성과 고온결구력이 강한 양배추 조합 선발을 위하여 전년도 선발 및 기 보유 고정계통을 이용하여 1차년도에는 60조합, 2차년도에는 62조합, 3차년도에는 65조합, 4차년도에는 70조합을 작성하여, 우수조합을 선발하였고, 국내외 지역적응성 시험을 통해 현지 재배조건에 맞는 조합을 선별하여, 이중 유망하다고 판단되는 조합은 품종보호출원과 생산판매신고를 하였다.

아. 양배추 F1 종자 생산력 검증

원형계 9개 및 편형계 8개 조합 등 전체 17개 조합에 대해서 소망실에서 종자 생산력을 검증하였다. 1~4차년도의 품종보호 및 생산신고한 품종에서 세포질웅성불임성(CMS)을 이용하여 종자생산력을 검증한 결과 생산성이 공히 양호하여 상용화에 전혀 문제가 없는 것으로 확인되었다. 선발조합에서 자가불화합성(S.I)을 이용하여 채종한 4개 조합에서도 비교적 무난한 생산성을 나타내어 생산된 종자를 이용하여 시교사업을 진행함과 동시에 모계계통을 최대한 빨리 웅성불임화하여 상업용 종자를 생산시에는 웅성불임계통을 이용하여 생산할 계획이다.

2. 조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발

가. 현지 시장 조사 및 유전자원 수집

중국 운남성, 산서성, 북경(하북성), 호북성 등지의 시장 정보를 수집하고, 현지 선호도를 조사하였다. 최근 중국에서는 연작 피해로 인한 병피해가 급증하는 추세이며, 이에 따라 복합내병성 품종 요구도가 증가하고 있는 추세이다. 유전자원 수집은 현지 리딩 품종을 포함한 총 41 품종을 수집하여 특성 검정을 실시하였다. 수집된 유전자원 중 우수한 형질을 보유한 품종들은 육종 소재로 활용하기 위한 세대 진전을 실시하였다.

나. 계통 육성

원예적 형질이 우수한 조생 원형 계통을 육성하기 위하여, 봄/가을 재배 시험을 통해 고정된 계통들과 분리세대 개체들을 선발하였다. 1차년도에는 고정된 11계통을 확보할 수 있었고, 185개체의 분리 세대들을 선발하여 단주계통법(SSD, single seed descent)로 세대진전을 하였다. 2차년도에는 고정된 12계통을 확보하였고, 285개체의 분리세대 개체들을 선발하여 세대 진전하였다. 3차년도에도 동일한 방법으로 고정된 10계통을 확보하였고, 312개체의 분리세대 개체들

을 선발하였다. 4차년도에는 고정된 18계통을 확보하였고, 450개체의 분리세대 개체들을 선발하여 세대 진전을 실시하였다.

다. 생명공학 기법(병리/분자마커/조직배양)을 이용한 계통 분석

본 연구과제에서는 복합 내병성 품종 개발을 위하여 시들음병/검은썩음병 병리 접종법을 구축하였다. 추가적으로 3차년도에는 뿌리혹병 병리 접종법을 구축하여 복합내병성 계통육성에 활용 하였다. 분자마커를 이용한 자가불화합 인자 분석에 있어서는 총 118계통에 대해 자가불화합 인자를 분석하였고, 그 결과를 F1 교배 조합 작성에 활용하였다. 또한 여교배 세대단축을 위하여 MABC 시스템을 구축하여 여교배 개체선발에 활용하였다. MABC 분석 결과에서 RPGV(Recurrent parent genome value)가 높은 개체에서는 포장에서의 원예적 형질이 Recurrent parent와 유사하였고, 반대로 RPGV가 낮은 개체에서는 Recurrent parent와 형질이 많이 다를 것을 확인하였다. 따라서 MABC 결과와 포장에서의 원예형질 간에 서로 전반적으로 co-relation 함을 확인하였다. 양배추 소포자 배양에 있어서는 시들음병/검은썩음병 복합 내병성 계통을 조기에 확보하고자 실시를 하였고, DH line 50개체를 확보할 수 있었다.

라. 우수 조합 선발

F1 조합 성능 검정에 있어서는 국내에서는 안성/해남/정선/제주 등지의 다양한 지역에서 실시를 하였으며, 중국에서는 호북성 및 북경에서 실시를 하였다. 중국 현지 시험은 해외 바이어들과의 공동 조사를 통해 현지 기호에 적합한 조합들을 선발하였다. 본 과제를 통해 4개 품종이 품종보호출원 이나 생산판매 신고가 완료되었다.

3. 양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자마커 개발

전사체분석을 통하여 다수의 exon에 존재하는 SSRs과 SNPs를 발굴하여 자색함량과 관련해서 검정하였으며, 개발한 표적유전자의 게놈서열을 클로닝하고 분석하여 다수의 분자마커를 개발하고 검정하였다. 개발한 분자마커는 자색관련 마커 5개와 저온과 고온관련 마커 1개씩이고 몇 개의 마커가 개발완료에 목전에 있다. 연구결과 중 일부를 이용하여 4개의 특허출원과 2개의 특허등록을 하였고, 11편의 SCI논문을 발표하였고 다수의 논문이 투고 중이다. 연구를 통하여 박사1명, 석사 2명, 학부생 4명을 배출하였고, 4명의 연구원을 활용하였다.

4. 조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종개발

가. 유전자원의 수집

조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종개발을 목적으로 국내는 물론 중국, 터키, 일본, 유럽 등에서 Integro,Autoro 등 적양배추 32 품종을 비롯 양채류 68점을 수집하여 부니하거나 기 보유 계통과 교잡하여 계통을 육성하고 있으며, 또 이 중 주요한 품종에 대해서는 소포자 배양하여 계통을 육성하였다.

나. 내병성 검정

(1) 시들음병(위황병) 분자마커 검정

순천대의 마커 검정 도움으로 보유하고 있는 계통들 중 82점에 대하여 시들음병을 분석한 결과 21계통에서 시들음병 저항성을 보였다.

(2) 뿌리혹병 생물 검정

적양배추 품종 중에서는 뿌리혹병 저항성 품종이 발표된 적이 없어 저항성 재료를 작성하기 위하여 보유 계통들에 대한 집중시험한 결과 중도 저항성을 보인 계통 중 이병되지 않은 개체가 있어 이 개체를 선발 유지하면서 조합을 작성도 하고, 또한 보유하고 있는 다양한 계통과 교잡 후 분리시켜 다시 집중검정하여 이병되지 않은 개체를 다시 선발하면서 다양한 계통을 작성 중에 있다.

(3) 검은 썩음병(흑부병)

보유 계통들에 대하여 뿌리혹병과 흑부병 집중 시험을 같은 계통으로 동시에 실시한 결과 2계통은 두 가지 병 모두에 저항성을 보였으며, 7계통은 흑부병에 저항성을 보여 이 중 저항성을 보인 계통 중에서도 저항성이 강한 10개체를 선발. 유지 중이다.

다. 계통들의 응성불임(MS)화

주요 엘리트 라인들은 MS화가 되어 조합 작성에 이미 사용하고 있으며, 그 외의 계통들도 인공교배로 backcross 작업을 계속하여 수행하고 있다. 새로 선발된 분리 계통들도 될 수 있는 한 조기에 MS화 할 수 있도록 계속 교배 중에 있다. 특히 모본 선발하는 가을에 backcross 중인 계통들은 주수를 많이 공시하여 유지친과 가장 유사한 MS라인을 선발하여 최대한 세대를 단축하고 있다.

라. 계통 육성

기존 보유 계통의 유지와 수집 유전자원들의 분리. 고정작업 계속으로 계통을 육성하고 있으며, 분리 고정 작업 중에는 개체들에 대한 달관 조사는 물론 구를 잘라 코아의 길이, 결구 긴도 등을 조사하며 선발하고 있다. 또한 수집된 유전 자원들 중 Integro 등 5품종에 대해서는 국립원예특작과학원에 소포자배양을 의뢰하여 488개의 배상체를 획득하였으며, 이를 유니플랜택(주)에 계대 배양을 의뢰 식물체를 획득하였다.

마. 성분분석

2년에 걸쳐 안토시아닌 종류별로 성분 분석을 수행한 결과 시판 품종들의 안토시아닌 총 함량은 일반적으로 자색이 진할수록 높긴 하지만 색이 다소 옅은 품종(Red Jewel)도 비교적 높은 수치를 나타냈는데 이는 자색의 종류(red, purple, brown 등)에 따라서도 차이가 나지 않는가 추정되며 이에 대한 좀 더 정밀한 분석이 필요할 것으로 사료되었다.

바. 조합작성 및 F1 성능검정

조합 작성은 성숙모본 및 미숙모본을 인공교배와 매개충을 이용하여 3년간 총 360조합을 작성하였으며, 성능검정은 연구소에서 봄 및 가을 작형, 국내 고랭지 작형, 중국 북경에서 연간 총 4~5회 수행하였다. 선발 조합 및 품종 및 특성은 다음과 같다.

(1) Deep Purple 60

Deep Purple 60은 국내에서 최근 재배 면적이 많이 확산되고 있는 프리메로와 비교하

여, 구형은 약간 높은 형태로서 숙기는 정식 후 60~65일 정도로 비슷하며 수분이 약간 더 많으며 육질도 약간 더 부드럽고 맛이 더 좋은 편이나, 자색의 정도가 약간 떨어지는 편이다. 재배 상으로는 외엽 크기가 작고 입성이므로 밀식 재배가 가능하며, 토양의 비료분이 떨어지면 구 크기가 작아지는 경향이 있어 시비를 충분히 해줘야 할 것으로 판단된다. 프리메로는 시들음병, tip burn에 약하고 온도에 민감한 담정이 있다. 현재 중국, 일본, 이란, 파키스탄 등에 수출하고 있으며, 그 외 지역에서도 시장 개발 중에 있다.

(2) HKB-34

HKB-34는 고구형을 선호하는 터키 수출용으로 선발된 조합이다. 이 품종은 국내의 모든 작형은 물론 터키 현지 거래처의 시험에서도 대조 품종인 Integro와 비교하여 core 길이가 안정적이며, 숙기도 비교적 빠른 반면 내열구성 및 결구 긴도도 강하고 외엽은 짧고 입성이어서 밀식 재배에도 적합한 품종이다. 현재 이 품종은 터키 거래처에서 품종등록 중에 있으며 2017년도엔 확대 시험, 2018년도엔 시판 계획으로 주문받은 상황이다.

(3) HKB-51(자수정 양배추)

선발 조합인 HKB-51은 구고가 약간 낮은 구형의 조생계(65~70일형) 품종으로서 core 길이가 짧고 결구 긴도가 강하며 구 크기도 프리메로보다 약간 더 커 수량성도 높은 품종이다. 자색은 다소 떨어지며 숙기가 너무 지나면 열구가 될 수도 있기 때문에 적기에 수확하는 것이 중요하다.

(4) HKB-69, A-73(2016가을)

고구형으로서 구가 커서 수량성도 높고 core 길이도 짧으며 숙기도 70~75일 정도이고 엷색도 진한 조합으로서 현재 해외 거래처에서 시험 중에 있다.

사. 해외 전시포 시험

해외 전시포 시험은 국립 종자원 주최로 인도네시아, 베트남 및 미국에서 시행하였으며 당사는 인도네시아에 2015년, 2016년 2회, 미국에 2016년 1회 참석하였다.

(1) 인도네시아 해외 전시포 시험

인도네시아의 해외전시포 시험은 2015년도엔 서부 자바의 Garut, Cikandang의 해발 1,350m 지역과 Garut, Wanaraja의 해발 730m의 두 지역에서 실시하였으며, 2016년도에는 중부 자바인 Malang에서 실시 하였다. 그 결과 Deep Purple 60이 내서성이 강하여 가장 안정적으로 결구를 하여 우수한 성능을 보였으며 현지 거래처의 시험에서도 좋은 성적이 나왔지만 인도네시아의 적양배추 시장이 그리 크지 않아 수출까지는 아직 연결이 안된 상황이다.

(2) 미국 해외 전시포 시험

미국에서의 시험포는 캘리포니아주의 Gilroy, San Ardo 및 Oxnard에서 실시하였다. 현지의 적양배추 시장은 가공용90%, 생식용10%라고 하는데 가공용은 구가 큰(약 3kg) 만생종이 재배되고 있어 당사 품종들인 Deep Purple 60이나 HKB-34등의 조생종이며 생식용인 품종들은 시장의 크기가 작아 시장 개발에 한계가 있을 것으로 판단되었다. 재배 환경은 좋은 편이어서 구 크기나 다른 특성들은 국내나 동남아시아 지역보다 우수하게

나왔다

아. 해외 거래처 시교 사업 결과

(1). 터키

터키 거래처에는 HKB-34(HKT-3) 등 총 6점을 보냈는데 그 중 HKB-34의 성적이 가장 우수하였다. 고구형에 결구외엽에 분이 많고 core 길이도 짧으며 숙기도 빨라 터키에서의 주요 품종인 Integro, Alex, Roxy 등과 비교해도 우수한 성적을 보여, 현재 그 곳에 품종 등록 중에 있으며 2017년도에는 1~2kg의 시교 사업을 확대, 2018년도에는 본격적인 시판을 위하여 주문을 받은 상태이다.

(2) 인도네시아

2015년도 인도네시아 시범포 사업에서 선발되었던 Deep Purple 60을 현지 종묘회사에서 field test를 한 결과 대비종 Ruby P.에 비해 당사 품종은 숙기, 긴도, 구형 등에서 우수한 특성을 보였으나 현지 적양배추의 시장이 그리 크지 않아 아직은 수출까지 연결되지 않고 있다.

(3) 이란

Deep Purple 60은 이란 거래처의 시교 사업에서도 내서성, 결구 긴도, 숙기, 구형 등에 있어서 특히 구 크기도 인도네시아나 인도에서처럼 구가 작지 않아 우수한 성능을 보였다. 2016년도에는 이란에 이미 소량 수출하였으며, 2017년도에도 주문을 상당량 받은 상태이다.

(4) 이태리

이태리에서는 Deep Purple 60을 시교 사업 실시하였는데 약간 고구형이며 결구긴도가 강하고 맛은 비교적 우수하였으며 재포성도 강하였으나 구크기가 작고(구중 900g) 엽색이 red가 아니고 purple이라서 이태리 시장의 기호성과는 맞지 않는다고 하여 HKB-51을 다시 시교사업하기로 하였다.

(5) 필리핀

필리핀 거래처에서의 시교사업은 LONGLONG LA TRINIDAD BENGUET라는 해발 약 1,200M에서 수행되었는데 당사의 시교들은 모두 코아의 길이가 길어서 시장에 적합하지 않는 것으로 평가되었다. 반면 사카다의 RED JEWEL은 상대적으로 작았다. 결구 긴도에 있어서는 당사 품종 모두 강하였고 자색도 강한 장점이 있었다. 숙기가 늦은 대조 품종에 맞춰 수확했기 때문에 그리고 구고가 높기 때문에 core 길이가 상대적으로 길게 보인 것이 아닐까라는 판단되어 다시 시험기로 하였다.

(6) 인도

Deep Purple 60의 인도에서의 성적도 동남아시아 지역의 성적과 마찬가지로 구가 작은 특성이 가장 큰 단점으로 나타났는데, 그 외의 특성 즉, 구형, 숙기, 긴도, 내열구성, 재배의 안정성은 우수하였다. 재배 시 생육을 촉진시킬 수 있도록 비료분과 수분의 공급이 원활하게 공급 하는 중요할 것으로 사료되었다.

VI. 성과활용 계획

1. 수집된 유전자원과 육성 계통은 지속적으로 우수 수출 품종 육성에 활용될 것이다. 개발된 품종들은 시교활동을 통해 그 품질을 중국을 비롯한 목표 시장에서 인정받고 있으며 거래

처들로부터 종자생산 요구를 받고 있어 향후 원종생산과 제품생산 과정을 통해 활발한 수출이 진행될 것이다. 신규로 확보된 거래처들과는 품질을 바탕으로 한 네트워크를 한층 강화하여 활발한 수출을 진행할 수 있을 것으로 기대한다.

2. 개발된 시들음병 및 검은썩음병 복합 내병성 조생 원형 품종들은 현지 리딩 품종 대비 내병성과 재배 용이성이 뛰어나다고 평가를 받고 있어 현재 중국 운남성, 산서성, 하북성 등지에서 확대 시험 중에 있으며, 공격적인 마케팅을 통해 중국 양배추 종자 수출을 확대할 계획에 있다. 과제를 통해 개발된 분자마커를 이용한 MABC(Marker Assisted-Backcross) 기술은 음성 불임 계통 육성뿐 아니라 복합내병성 계통 육성에도 확대 적용하여 신품종 육성기간 단축에 효과적으로 활용할 계획이다. 또한 확립된 시들음병/검은썩음병/뿌리혹병 병리 검정 기술을 활용하여 다양한 복합내병성 계통 육성을 육성하고 품종 개발에 활용하고자 한다. 시들음병/검은썩음병 조합의 소포자 배양 개체들은 단기적으로 복합 내병성 품종 개발에 활용 할 수있으며, 확립된 소포자 배양 기술은 검은썩음병/뿌리혹병 조합과 시들음병/뿌리혹병 조합에서도 적용하고자 한다. 이를 통해 시들음병/검은썩음병/뿌리혹병 복합 내병성 품종 개발에 활용 할 계획이다

3. 개발한 분자마커는 GSP원예종자사업단을 통하여 우리 나라 양배추 육종회사에 서비스를 하도록 할 계획이고, 지적재산권은 사업단장과 상의하여 기술이전 등을 추진할 예정이다. 개발이 진행 중인 분자마커도 개발을 완료하여 동일한 방법으로 활용할 계획이다.

4. 본 연구과제 수행으로 품종보호등록한 Deep Purple 60 과 품종보호출원한 HKB-35와 자수정 양배추, 그리고 HKB-34는 종자의 국내 판매 및 해외 수출에 활용할 계획이다.

SUMMARY

I. Title

Development of Cabbage Cultivars for Domestic Intermediate Region and Chinese Exports

II. Objectives

Cabbage is the leafy vegetable crop which is well differentiated in maturity and its cultivation season. Development and commercialization of new varieties are requested in cabbage because it is one of the most important vegetable in Asia, Europe, America and so on. The purpose of this study is : 1) Development of Cabbage Cultivars for Domestic Intermediate Region and Chinese Exports, 2)Development of early-maturity Cabbage cultivars resistant to fusarium yellows and black rot, 3)Development of purple color-related molecular markers from cabbage using genomics analysis, 4)Development of Black rot and Yellow wilt Disease Resistant Cultivars of Early Maturity Red Cabbage.

III. Contents and Scope

1. To develop very early maturity (55-60 Days after transplanting) cabbage varieties with disease resistance and good quality for domestic and foreign market, we have collected leading varieties from China, Japan, east-southern countries and Europe. We have bred new varieties by backcross between selected CMS cabbage lines with high seed productivity, parents lines (F₃-F₆ generation) with aim to develop and obtained lines from microspore culture. The single seed decent method was used to develop various cabbage lines as parental breeding materials. We have generated globe and flatten cabbage varieties to export China and worldwide by making new combination with collected gene resources and existing lines. In order to promote export field tests and exhibitions were used in target markets with buyers and local farmers.

2. We collected genetic resources from various regions and conducted a Chinese market research for the development of early-maturity cabbage cultivars resistant to fusarium yellows and black rot. To develop early-maturity cabbage inbred lines, spring/autumn cultivation test was carried out, and selected inbred lines were used to F₁ combinations. In addition, fusarium yellows/black rot disease pathology test method was established for the development of inbred lines with multi-disease resistance. Molecular markers and microspore cultures were used to shorten the breeding period. In this project,

Self-incompatibility analysis, male sterility analysis and MABC(Marker assisted-backcross) were performed using molecular markers(SSR marker). The F1 performance test was conducted in various regions such as Anseong/Haenam/Jeongseon/Jeju in Korea, and in Hubei and Beijing in China. Based on the results, we selected the F1 combinations that are strong against the disease and can be sold in China.

3. Quality of cabbage cultivars partially depends on the abiotic-stress tolerance and color of outer leaves. Most consumers favor to deep green color, especially outer leaves. Genomics approaches like transcriptomics were applied to develop molecular markers for identifying the degree of anthocyanin accumulation under high and low temperature. Eight lines of cabbage showing difference in anthocyanin synthesis and accumulation were subjected to RNA seq analysis. Based on the transcriptomics results, a large number of purple-color related SSR and SNP markers, and differentially expressed genes (DEGs) were identified. Further molecular markers like InDels were developed from genomic sequence analysis of DEGs. Developed markers were validated using inbred lines, genetic populations and cultivars, and some of them are applied to patent.

IV. Results

1. Development of Cabbage Cultivars for Domestic Intermediate Region and Chinese Exports

(1) Test of collected genetic resource and characteristics of possessing line

To develop commercial varieties of cabbage with disease tolerance (Fusarium wilt and club root) and horticultural characteristics in early maturity, a characteristics test has been implemented on collected 152 varieties from foreign countries for exporting and 200 varieties possessed, resulting in a selection of 132 individual cabbage from the total of 352 varieties.

(2) SSD(single seed descent) method

For early breeding of the superior lines, pre-selected 839 lines (482 lines for globe type and 357 lines for flat type) were cross-bred by the SSD method.

(3) Microspore culture

From the first year to the 4th year of the developing period, the F1 generation of 20 cabbage varieties have been used for microspore culture. The results showed much difference between each varieties. A total of 385 individual cabbages derived from this microspore culture, 125, 125 and 140 individuals produced from 2nd year to the 4th year, respectively.

(4) Breeding of MS(male sterility) lines

From the MS lines, 110 lines with normal petals and outstanding seed production have been selected and backcross bred. The backcross lines were carried out to a field test, and individual cabbages showing phenotypes most similar to the crossing parents were selected as the parental line.

(5) Selection of clubroot tolerant line

To breed clubroot tolerant cabbage lines, total 588 lines (approximately 8,800 plants) of cabbage were tested resistance to disease. Finally, 277 lines (323 plants) were selected.

(6) Selection of superior F1 combination

Total 257 combinations were tested to breed new varieties 23 combinations were selected for globe type and 10 of those was selected for flat type of cabbage head shape.

(7) Local adaptive test

① Abroad regional adaptability test

We tested many superior varieties and combinations in Wuhan, China. For Chinese markets, total 67 of varieties and combinations were selected with very early maturation, head formation, high resistance of cracking head, heat-resistance and rain tolerance.

② Domestic regional adaptability test

We tested selected new combinations and commercial varieties like “Dae Bak Na”, ‘Chosunpaldo’, and ‘Green Hot’ in Seosan, Bonghwa and Jeju islands. As results, they showed the superiorities such as disease tolerances, cold-tolerance, high field hold ability, less anthocyanin in low temperature.

(9) Seed Productivity test of selected combination

The 17 combination (globe 9 varieties, flatten 8 varieties) were tested for seed productivity. As a result, All cultivars have been shown as high productivity over 20g per 1 plant for commercialization.

(10) Procedure of plant variety protection and selling/distribution

We requested plant variety protection right of six varieties(‘Korean Express’, ‘YR-Chundong’, ‘CT-412’, ‘CT-502’, ‘CT-501’, ‘CT-411’) to Korea Seed & Variety Service(KSVS). The ‘Korean Express’ and ‘YR-Chundong’ of six varieties were accepted to plant variety protection right in 2016. Meanwhile, 7

varieties('Point', 'CT-10', 'CT-416', 'CT-501', 'CT-411', 'CT-621', 'CT-623) were reported selling or distribution of seeds.

(11) Purity test of commercial variety seeds by DNA marker system

We tested the seed purity for development varieties such as 'CT-305', 'CT-258', 'CT-309', 'CT-412', 'CT-416', 'CT-10', 'CT-61', 'CT-92', 'CT-45', 'CT-59' and so on. As a result, all varieties showed a purity level above 98%.

(12) Seed sales in target markets

We have exported cabbage seeds of varieties with early maturity as US\$ 5,701,750 with cooperations between research and marketing. Also domestic sales have been shown KWN 372,939,200 until end of 2016.

2. Development of early-maturity Cabbage cultivars resistant to fusarium yellows and black rot

(1) Market research and genetic resource collection

We collected market information from Yunnan, Shanxi, Hebei and Hubei in China. In recent years, fusarium yellows/black rot/clubroot has been increasing due to damage of continuous cultivation in China. For this reason, the demand for multi-disease resistant varieties is increasing. A total of 41 cultivars, including local reading cultivars, were collected and characterized in this project. Among the collected genetic resources, germplasm with excellent traits were selected for use as breeding materials.

(2) Breeding of inbred lines

To develop inbred lines with excellent traits, spring/autumn cultivation test was carried out. In 2013, 11 inbred lines were obtained and 185 individuals(segregating generation) were selected. In 2014, 12 inbred lines were obtained and 285 individuals were selected. In 2015, 10 inbred lines were obtained and 285 individuals were selected. In 2016, 18 inbred lines were obtained and 450 individuals were selected The selected individuals were pollinated by SSD(single seed descent) method to obtain advanced generation seed.

(3) Utilization of molecular marker/pathology/microspore culture

In this project, we have established a method of inoculation of fusarium yellows/black rot clubroot to develop multi-disease resistant varieties. In the analysis of self-incompatibility using molecular markers, a total of 118 were analyzed and the results were used to prepare F1 combinations. Also, The MABC system was constructed for shortening the breeding period and used for selecting individuals(BC1 generation). In addition, the 50 DH lines could be obtained by microbial culture.

(4) Development of Black rot and Yellow wilt Disease Resistant Cultivars of Early

Maturity Red Cabbage.

The F1 performance test was conducted in various regions such as Anseong/Haenam/Jeongseon/Jeju in Korea, and in Hubei and Beijing in China. The varieties(F1 combinations) were selected with Chinese buyers. Through this project, 4 varieties have been filed for variety protection application or production and sales report.

3. Large numbers of exon-based SSRs and SNPs were identified from RNA seq analysis, and validated against anthocyanin contents.

A large number of molecular markers were also developed from genomic DNA analysis of identified genes. Validated markers were 5-leaf color (anthocyanin content)-related markers, 1 high temperature resistant marker and 1 low temperature tolerant marker. In addition, several markers will be validated soon. Four patents were submitted and 2 patents were enrolled from some of results. In addition, 11 SCI papers were published and several papers are in press. One Ph.D., two MS and 4 BS students were graduated by support of this research fund. Four researchers were also employed during this research period.

4. Development of Black rot and Yellow wilt Disease Resistant Cultivars of Early Maturity Red Cabbage

(1) collection of germplasm

68 varieties of red cabbage including Integro and Autoro were collected in Korea, China, Turkey, Japan and Europe for the purpose of developing resistant yellow wilt disease and clubroot disease resistant cabbage varieties. And microspore culture of several varieties was carried out for making new lines earlier.

(2) Disease Resistance test

① Yellow wilt molecular marker assay

Analysis of yellow wilt disease in 82 cabbage lines with the help of marker test of Sunchon University showed yellow wilt disease resistance in 21 lines.

② club root disease bioassay

Among the red cabbage varieties, no club root resistant varieties have been published. In order to make new club root resistant materials, inoculation tests on the red cabbage lines carried out. At this test several club root resistant plants have been selected, maintained, and crossed with other elite lines to make various disease resistant lines.

③ Black rot disease bioassay

As a result of the simultaneous administration of the club root and the black rot infestation test on the lines, the two line were resistant to both diseases, while the 7

lines were resistant to black rot, and 10 plants of the resistant lines were selected.

(3) Male sterility (MS) of lines

The MS of the major elite lines have been already used for varieties and combinations, and the other lines also have been made as MS lines continuously.

(4) Microspore culture

To shorten to make the fixed red cabbage lines, 5 varieties including Integro among the collected genetic resources were requested to cultivate microspores at the National Horticultural Research Institute, and 488 plants were obtained by Uni-plantech.

(5) Component analysis

The total anthocyanin content of commercially available cultivars was relatively higher than combinations except A-14 for 2 years. The higher the anthocyanin content, the higher the purple color was, but it was not so always. Maybe it was estimated that the difference of anthocyanin content depends on color (red, purple and brown).

(6) Create Combinations and Test F1 Performance

A total of 360 combinations were made for 3 years using mature and immature mother plants by artificial crosses and mediators (honey bees). And performance tests were carried out at the research institute in Pyeongtaek-city, at high land in Gangwon-do, and in Beijing China.

① Deep Purple 60

Deep Purple 60 is slightly oval shape, while Primero (Bejo) which has recently been spreading in Korea is round shape. It is good taste but the color is slightly light purple. This variety can be transplanted much more densely because of small and upright outer leaves. And it is easy to grow at any soil, any season and any climate, while the Primero is sensitive to dry (tip burn), low temperature and yellow wilt. Currently, it is exporting to China, Japan, Iran and Pakistan.

② HKB-34

The HKB-34 is the preferred combination for export to Turkey with a oval shape. This variety has shorter core length than the control varieties in Turkey and relatively fast maturity. It is also suitable for high density planting cultivation because it's outer leaves are short and upright. Currently, this variety is being registered in Turkey, planed to an expansion test in 2017 and a marketing plan in 2018 in Turkey.

③ HKB-51

HKB-51 is slightly low round, 65~70 days type, and has short core length, a little larger head size than Deep Purple 60. And the color is somewhat light purple. It is applied to protect variety as a name of 'JASUJEONG'.

④ HKB-69, A-73(fall 2016)

It is oval shape, high yield, short core length middle outer leaf size. It is 70~75 days of maturity and has a deep purple color.

(7) Overseas performance test

Overseas exhibition test was held in Indonesia, Vietnam and USA hosted by Korea Seed and Variety Service. Hankook seed company participated in Indonesia in 2015, 2016 and in USA in 2016.

① Indonesia

Indonesia's overseas exhibition test was conducted in 2015 in two areas, 1,350m above sea level in Garut and Cikandang in West Java and 730m above sea level in Garut and Wanaraja, and in 2016 in Malang, Central Java. As a result, Deep Purple 60 showed strong performance in terms of stability, and showed good performance in tests of local suppliers. However, because of small market of red cabbage in Indonesia, export has not been connected yet.

② United States

Test sites in the United States were conducted in Gilroy, San Ardo and Oxnard in California. Local red cabbage market is 90% for processing and 10% for fresh market. Because this market wants large-sized (about 3kg) and late maturity, our early maturity and small~mid size cultivars such as Deep Purple 60 and HKB-34 are not suitable for this area. But the growing condition is better than any other country.

(8) Results of overseas clients' test

① Turkey

HKB-34 (HKT-3) among several varieties had the best results in Turkey. It has a oval shape, relatively small outer leaves, short core length and early maturity compared to INTEGRO, ALEX and ROXY which are the popular varieties in Turkey. My client is planning to expand test in 2017 and a market in 2018.

② Indonesia

Deep Purple 60, which was selected in the Indonesian pilot test in 2015, also showed good performance in comparison with Ruby P. at client field test.

③ Iran

Iranian customer has selected DEEP PURPLE 60 in his field test in 2016. The characteristic of DEEP PURPLE 60 in Iran is early maturity, easy to grow, heat tolerance, good purity and mid size. It has already been exported to Iran, and ordered for 2017.

④ Italy

Deep Purple 60 was tested in Italy, but it was dropped because of small size(900g) and purple color. In Italy they prefer mid size and red color, not purple.

⑤ Philippines

The Philippine client's test was carried out at about 1,200 meters above sea level called LONGLONG LA TRINIDAD BENGUET. All of our varieties were rated as not suitable for the market due to the long core length. On the other hand, Sakata's RED JEWEL has relatively short core length. But the other characteristics such as color, maturity and firmness were good. I estimate that the long core length is due to round shape and early maturity comparing with RED JEWEL. So I asked to retest them including my new varieties.

⑥ India

Deep Purple 60 is small size in India as well as most of Southeastern Asia, while mid size in IRAN and United State. Size is the biggest disadvantages, even though the other characteristics such as shape, maturity, heat resistance and growing stability are good. It is considered that it is important to supply enough fertilizer and water to promote growth during cultivation.

V. Achievement utilization plan

1. Development of cabbage cultivars with early maturity and disease resistance(club root disease) for export to China and foreign market. Generated and selected breeding materials can be used for development of new varieties to export. The prospect of seed export have showed optimistic way through local performance test in target market. Also the worldwide network with customers will be hired to promote export of brand new varieties from this project because several customers have ordered seeds for them.

2. The cultivars developed through this project have been evaluated to have excellent disease resistance(fusarium yellows/black rot) and easy cultivation. The developed varieties

are undergoing an expansion test in Yunnan/Shanxi/Hebei etc., and plans to export of Chinese cabbage seeds through aggressive marketing. The MABC (Marker Assisted-Backcross) technology will be applied not only to breeding male sterile inbred line but also to breeding multi-disease resistant inbred line, so that it will be effectively used to shorten the breeding period. DH lines(fusarium yellows/black rot) made by microspore culture may be used in the development of multi-disease resistant varieties in the short term. In addition, we will improve the developed microspore culture method and use it to breed new varieties.

3. Validated molecular markers will be used for Korean Seed Companies with association of Center for Horticultural Seed Development of GSP. Patents for molecular markers will be transferred to the Center if possible. Incomplete results will be completed and served to Korean Seed Companies for the development of cabbage golden seeds.

4. Varieties of Deep Purple 60, HKB-35, Jasujeong, and HKB-34 red cabbage which are registered as protected varieties will be used for domestic sales and export of seeds.

CONTENTS

(영 문 목 차)

Chapter 1. Introduction and goal of the project	23
Section 1. Purpose	23
Section 2. Necessity	23
Section 3. Performance in comparison to goal	37
Chapter 2. Current technology development at home and abroad	38
Section 1. Comparison level of research and technology	38
Section 2. Breeding technology	38
Section 3. Development of Marker and analysis for Red leaf color in Cabbage	39
Chapter 3. Results of the research	40
Section 1. 1 detailed project	40
Section 2. 2 detailed project	199
Section 3. 3 detailed project	245
Section 4. 4 detailed project	323
Chapter 4. Appraisal of research and Effect to relevant fields	364
Chapter 5. The utilization plan of the results	371
Section 1. 1 detailed project	371
Section 2. 2 detailed project	386
Section 3. 3 detailed project	392
Section 4. 4 detailed project	400
Section 5. The utilization plan of the results and expectation effectiveness	404
Chapter 6. Collected Foreign scientific and technical information	406
Chapter 7. References	408

목 차

제 1 장	프로젝트의 개요 및 성과목표	23
제 1 절	연구개발의 목적	23
제 2 절	연구개발의 필요성	23
제 3 절	연구성과 목표 대비 실적	37
제 2 장	국내·외 기술 개발 현황	38
제 1 절	본 연구관련 기술 수준 비교	38
제 2 절	육종 기술	38
제 3 절	양배추 자색관련 마커의 개발과 분석기술	39
제 3 장	연구개발 수행 결과	40
제 1 절	1세부 프로젝트 결과	40
제 2 절	2세부 프로젝트 결과	199
제 3 절	3세부 프로젝트 결과	245
제 4 절	4세부 프로젝트 결과	323
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	364
제 5 장	연구개발 성과 및 성과활용 계획	371
제 1 절	1세부 프로젝트 성과	371
제 2 절	2세부 프로젝트 성과	386
제 3 절	3세부 프로젝트 성과	392
제 4 절	4세부 프로젝트 성과	400
제 5 절	연구개발성과의 활용방안 및 기대효과	404
제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	406
제 7 장	참고문헌	408

제 1 장 프로젝트의 개요 및 성과목표

제 1 절 연구개발의 목적

양배추는 아시아를 비롯하여 유럽, 미주 등 전세계적으로 중요한 채소 작물 중 하나이다. 따라서 본 연구는 1) 극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발, 2) 조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발, 3) 양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자 마커 개발, 4) 조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종개발을 목적으로 수행되었다.

제 2 절 연구개발의 필요성

1. 양배추 시장동향

가. 국내 양배추 시장 현황

(1) 국내 종자시장 규모(전체)

○ 양배추 종자시장의 규모는 제주도가 1,650ha 정도로 34.3%, 강원도가 1,400ha 정도로 24.3%를 차지하여 전체 시장의 58.6%를 차지하고 있으며 전라남도가 950ha으로 15.6%을 차지하고 있다.

○ 종자가격은 2,500립 당 약 15,000원 정도로 거래가 이루어지고 있으며, 봄 양배추(16,000원/2,500립), 가을 양배추(13,000원/2,500립), 월동 양배추(25,000 ~ 50,000원/2,500립) 수준으로 나타난다.

- 양배추 종자 2,500립 1봉지에 오가네 품종은 15,000원, 검은썩음병에 강한 마쓰모 품종은 34,000원이다

○ 매년 약간의 변동은 있으나 평균 5,500ha에 120,000봉을 소비하여 종자 시장은 약 20억원으로 작은 편이다.

○ 국내 양배추 재배 농가는 외국 품종을 선호하여 농가의 종자가격이 부담이 되고 있다.

○ 국내에서 유통 중인 종자는 대부분 일본의 다끼이, 사카타 종묘의 제품이며 국산화율은 10% 미만으로 나타났다(Golden Seed Project 예비타당성조사 대응 신규사업기획 연구)

- 수입량 : ('00)1,070천불→ ('05)1,976천불→ ('10)2,537천불→ ('12)2,914천불

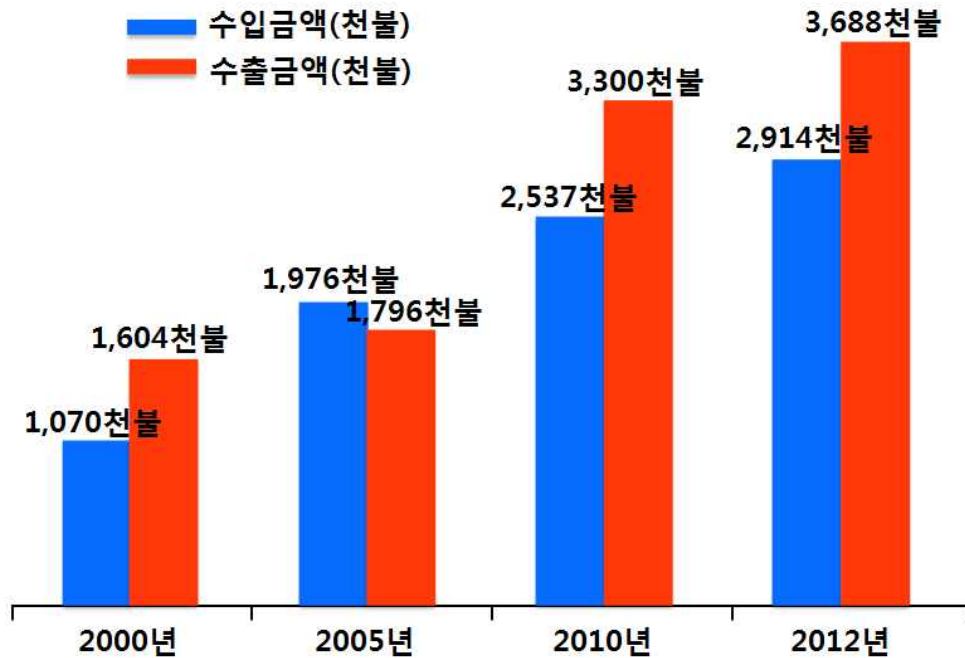
○ 국내 양배추 종자 수출은 2005년 21톤, 금액으로 1.8백만불을 수출하였으며, 2006년에는 31톤, 2.8백만불을 수출하여 고추(6.9백만불), 무(5.2백만불) 다음으로 큰 수출 품목이며 해마다 수출이 증가하고 있으며 2009년 양배추 종자 수출은 25톤, 금액으로 2.5백만불을 주로 인도, 중국, 인도네시아에 수출하였고 2010년에는 종자 수출 금액이 300만불에 달하는 수출 효자 품목이다.

- 수출량 : ('00)1,604천불→ ('05)1,796천불→ ('10)3,300천불→ ('12)3,688천불

○ 양배추 종자를 연구 중인 국내기업은 아시아종묘, 농우바이오, 조은종묘이고 국내 진출 외국 기업에는 다끼이, 사카타, 누넬 등이 있다.

- 아시아 종묘, 농우바이오 등에서 양배추 종자 수출이 이루어지고 있으며 기업별로 연간 15

~20톤 규모의 양배추 종자의 수출이 이루어지고 있는 등 국내기업의 양배추 종자 수출액은 점차 증가 추세이다.



[그림1] 양배추 종자 수입 및 수출액 동향(한국종자협회)

(2) 국내 양배추 시장 현황

○ 양배추 종자 수입 의존도 높음

- 국내 양배추 시장은 조생종, 중생종, 만생종으로 구분되며 제주도, 강원도, 전라남도 순으로 전국적으로 골고루 재배되는 작물이다.

- 국내 전체 재배면적은 5,500ha규모로서 종자량은 1톤 내외, 금액적으로는 결재가 기준으로 20억원 수준이며, 이 중 해외 수입종자의 비중은 대부분 일본과 네덜란드 산으로 90% 수준이다.

- 재배면적은 식습관의 변화와 웰빙 등 고기능 채소에 대한 국민적 관심 증가로 소폭 증가 추세이다.

○ 국내 양배추 재배 및 품종과 동향

- 조생종 품종은 평지 봄과 고랭지 여름 수확용, 중생종 품종은 육지에서는 추위가 오기 전 평지 및 고랭지에서 연내 수확용, 만생종 품종은 월동 후 3-4월까지 수확을 연장할 수 있는 작형으로 구분된다.

- 종자 가격 면에서는 조생과 중생에 비해 월동용 품종이 3배 정도 고가의 시장임

- 국내 일부 종묘회사에서 조생종 품종을 판매를 하고 있으며 수입품종들과의 경쟁력도 어느 정도 확보해 가고 있는 실정이나 중생과 만생 품종은 아직 육성이 미흡해서 수입품종이 시장을 점유하고 있다.

- 국내 양배추 재배 포장은 제주도에서 강원도까지 전 지역이 뿌리혹병 오염지가 최근 급격이 늘어 금후에는 뿌리혹병 내병성 품종 육성이 가장 큰 과제로 부상할 것으로 사료된다.

- 재배작형은 다양하게 분화하고 발달되어 1년 내내 재배가 이루어지고 있으며 국내에서 유통되는 양배추는 봄 양배추, 가을 양배추, 월동 양배추로 나뉜다.
- 작형별 재배비율은 중간지 40%, 고랭지 20%, 제주도 및 전남의 월동 양배추 재배지 40%의 비율로 재배되고 있다.
- 월동 양배추는 일본계 회사인 노자키의 제품을 많이 사용하고 있으며 무발현 안토시아닌이 필수적으로 요구된다.
- 제주도를 제외한 내륙지방 종자시장은 일본 다끼이종묘의 YR호월, 오가네 등이 80% 이상의 시장을 형성하고 있으며 주로 편형계 제품이 유통되고 있다.
- 국내 품종으로는 아시아종묘의 대박나가 내륙지역에서 점유율을 높여가고 있다.
- 국내에서 많이 판매되고 있는 양배추 품종들은 대부분 검은썩음병에 약하고 뿌리혹병에 감수성인 문제점이 있다.
 - 다끼이 종묘의 ‘오키나’와 ‘YR호월’, 그리고 국내 회사들에서 판매되고 있는 품종들은 대부분 검은썩음병에 약한 특성이 있어 고랭지 여름재배 및 제주 월동재배에서 피해가 많이 발생하고 있다.
 - 또한 국내 판매 품종들은 모두 뿌리혹병에 감수성으로 대관령 등 양배추 주 재배지역에서 그 피해가 증가하고 있다.
- 일반 양배추는 시장이 크기는 하나 숙기, 구형, 색깔, 지역 및 작형에 따라 요구 특성도 각각 다르며, 이에 따라 품종도 매우 다양하게 개발해야 하는 반면, 적양배추는 몇 개의 품종으로 국내는 물론 세계로의 수출도 가능한 장점이 있다.
- 최근의 적양배추 시장은 이전의 중생 ~ 만생종의 품종을 유럽계회사의 한 구형계 조생종 품종으로 교체되고 있어, 구형 조생계의 품종이 개발된다면 시장진입이 용이할 것으로 판단된다.

(3) 국내 중간지 재배작형 및 주요 재배품종

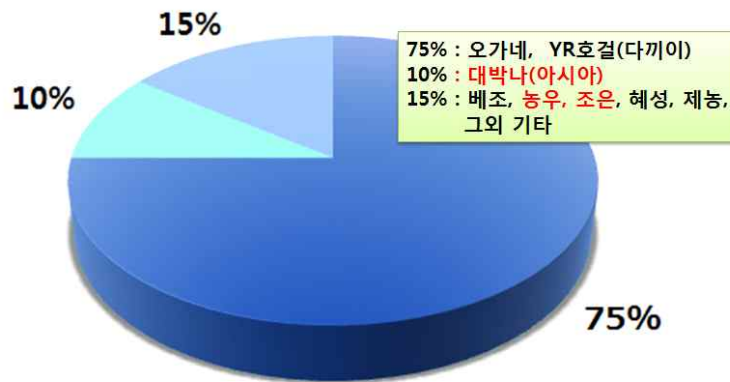
- 경상북도 재배작형 및 재배품종
 - 봄재배는 2월 하순~3월 상순까지 파종하여 6월 중순~7월 상순까지 수확함
 - 여름재배는 6월~7월 파종해서 10~11월 수확함
 - 재배규모는 550ha이며, 약 1억7천만원(종자량 165ℓ)의 종자시장이 형성되어 있음
 - 주 재배지역으로 봉화군, 영양군, 청송군, 구미시 등에서 재배되고 있음
 - 다끼이종묘의 오가네, YR호월 등이 83%를 점유하고 있는 반면 우리나라 품종으로는 아시아종묘의 대박나, 농우바이오의 온누리 등이 12% 정도를 차지하고 있음

<표1> 경상북도 작배작형 및 재배품종

작형	과종	정식	수확	품종(회사)	판매량(봉지)		비율 (%)
					판매량	합계	
봄재배	2월하 ~3월상	3월하 ~4월상	6월중 ~7월상	오가네(다끼이)	3,600	4,900	40
				대박나(아시아)	600		
				온누리(농우)	420		
				그외 기타	280		
여름재배	6월 ~7월	7월 ~8월	10월 ~11월	오가네(다끼이)	1,000	6,650	60
				YR호월(다끼이)	5,000		
				대박나(아시아)	300		
				그외 기타	350		


○ 그 외 지역(충남, 충북, 전북, 경남, 경기)의 재배작형 및 재배품종

- 봄, 여름재배로 다끼이종묘의 오가네, YR호월이 75%의 시장을 점유하고 있으며 우리나라 품종으로는 아시아종묘의 대박나가 10% 정도를 차지하고 있다.
- 재배규모는 934ha이며, 약 2억9천4백만원(종자량 280ℓ)의 종자시장이 형성되어 있다.



[그림2] 충남, 충북, 전북, 경남, 경기 지역의 양배추 주 재배품종

<표2> 국내 주요 재배품종 및 특성

품종명	특성	사진	육성회사
YR호월	중생종, 내병성(시들음병), 내서성, 초세강, 밀식 재배용, 수확기간 장, 선록색, 1.6kg(포기 당), 종자 2,500립 당 12,000원		다끼이종묘

YR 에코플러스	중조생종, YR, 검은썩음병 내병성, 구비대성이 우수, 추대 비교적 안정, 편구형		다끼이 종묘
후유키	중조생종, 내병성(시들음병, 검은썩음병), 내한성, 내열구성		다끼이 종묘
YR하루끼	내병성(시들음병, 검은썩음병), 내한성, 내열구성		다끼이 종묘
오가네	조생종, 내병성(시들음병) 내열구성, 저장성 우수		다끼이 종묘
루비아	조생종, 내서성, 저온 결구성 우수, 저장성이 뛰어남		다끼이 종묘
중생루비아	내한성, 저온결구성 우수, 농적자색의 구형입		다끼이 종묘
동도리	중조생종, 편원형, 검은썩음병 저항성		가네꼬 종묘
YR 호남	중만생종, 내한성, 결구 강도 우수, YR, 편구형		아시아 종묘

대박나	조생종, 결구 긴도 우수, YR, 편형		아시아 종묘
조은에이스	중생종, 결구 긴도 우수, 구비대력 우수, 숙기가 빠름, 편원형		조은 종묘
YR 온누리	구비대력 우수, 순도 우수, 오가네 대비 숙기가 2-3일 빠름		농우 종묘
레드루끼	중조생종, 초세강함, 정원형		사카다 코리아
마쓰모	농록색, 중만생종, 초세 왕성, 열구 늦음, 재포성 우수, 대구, 내한성 강 1.5~2kg		베조
YR하루토	시들음병 저항성, 내한성 강, 중생종, 진한 농록색, 안토시아닌 발생 없음, 만추성, 비대력 우수, 단맛 상 2.5~3kg		일본회사
하루타마	청록 갑고형, 운송성 양호, 시들음병 저항성, 흑색썩음병 강, 내습성 강, 내한성 강, 재포성 양호 2.5~3kg		노자끼

(4) 중국 양배추 시장 현황

○ 중국 양배추 시장 규모

- 중국 주요 채소 중 양배추의 소매가 기준으로 6억 RMB로 전체 작물 중 4위의 작물로 비중이 6.1%로 매우 중요한 작물이다.
- 재배 면적은 전 세계 양배추 재배면적 200만ha중 50%인 70-100만ha(한국의 200배), 종자량은 전세계 400여톤 중 50%인 200여톤(한국의 200배)으로 양배추 재배규모로는 가장 큰 국가이

다.(농우바이오 자료)

- 중국 양배추는 원형계 조생, 중생, 만생(월동), 편구형 중생, 원뿔형인 牛心형으로 크게 나뉘어지며 원형이 64%로 가장 큰 시장을 형성하고 있음. 이중 조생종 양배추 시장이 65%를 재배하고 있다.

- 중국의 양배추는 재배 면적과 종자량에서도 매우 중요한 시장임과 동시에 현재 한국을 비롯한 인접국인 동남아 국가 양배추 수출을 위한 생산 기지로도 중요하다.

- 향후에는 가공용 양배추 시장이 매우 큰 유럽 및 미주국가의 가공용 양배추의 재배 및 가공 기지의 성장 가능성도 매우 높다.

○ 중국 양배추 품종 및 시장 동향

- 중국은 1960년대 양배추 F1품종이 나올 정도로 국내보다 양배추 육성의 시점은 빨랐음

- 또한, 중국 농과원 주도의 육성으로 품질적인 면에서는 시장을 선도할 수준이었으나 재배안정성 면에서 부족한 점이 많아 종자 가격적인 메리트 외에는 인정을 받지 못하는 실정이다.

- 중국의 로컬 품종들도 현재는 대부분 F1품종들이지만 품질적 결함으로 인해 농가 및 바이어들의 해외 수입종에 대한 선호도가 증가하고 있다.(중국 로컬품종 대비 해외 수입종의 가격이 10-30배 고가임)

- 기존의 관 주도의 양배추 육성에서 현재는 민간 육성 기업에 자금과 시설 지원을 확대하여 해외 수입 품종들과 경쟁이 가능한 품종 육성을 적극 지원하고 있다.

- 한국의 대중국 양배추 종자 수출은 2011년 300만\$수준으로 국내 전체 양배추 수출의 50% 이상을 차지하며 매년 증가하고 있다.

○ 기후와 양배추 재배의 변화

- 고온과 강우량 증가로 인해 평지 재배에서 고랭지 재배로 확장되고 있다. (산서, 운남, 감숙 등)

- 장기적인 저온과 극심한 고온, 기습적인 폭우 등 강우량 증가로 인해 호냉성 작물인 양배추 재배여건이 불확실한 관계로 노지재배에서 시설재배로 확산 이동되고 있다.

<표3> 중국의 양배추 재배면적 및 소요 종자량

구 분	종자량(톤)	재배면적(만ha)	금액(만불)	비고
전세계	372-422	171-191	10,900	
중국	150-200	70-100	2,520	저가 로컬 품종전체 90% 이상-제외
유럽	40	36	4,800	고가시장
아시아(중국 제외)	130	60	2,000	중앙아시아, 동·서남아, 인도포함
미주	30	8.5	2,000	미국포함
아프리카	22	5.5	400	OP多


<표4> 중국의 양배추 소매가격

품 목	금액(억/RMB)-소매가	비 중(%)
오이	12.61	12.9
토마토	9.54	9.7
무	6.81	7.0
양배추	6.02	6.1
배추	5.77	5.9
전체	97.91	100

- 중국 내 품종 구성은 대부분 저가의 Local F1품종이 90%이상 점유하고, 고가(중국 Local 품종 대비 10배 수준)의 해외 수입품종의 비율은 10%미만이다.
- 중국 내 양배추 재배 면적은 사막, 산악지대인 서부 지역을 제외하고 전 성별로 재배 면적은 큰 차이를 나타내지 않고 있다.

<표5> 중국 내 주요 성별 양배추 재배 면적

주요성	재배면적(만ha)	비율(%)
광둥성	8.5	9.1
호북성	7.8	8.3
하북성	7.5	8.0
호남성	6.8	7.3
사천성	6.3	6.7
북경성	6.0	6.4
하남성	5.7	6.1
광서성	5.2	5.5
강서성	4.7	5.0
산둥성	4.2	4.5
전국	93.7	100



※ 자료 : 중국농업부, 2007. 12.

- 중국 내 선도품종은 구의 무게가 1kg 정도의 중감21(중국농업과학원 개발) 품종으로 60톤 정도 유통되고 있다.
- 지역별로 재배되는 품종이나 요구 특성에 차이가 있으며, 중국농업과학원에서 개발한 품종 외에, 글로벌 업체가 점유하는 시장도 크다.
- 중국 내 저가 로컬 품종에 대항하여 고품질의 F1품종의 수요가 점차 확대되어 가격 면에서

신장속도가 아주 빠르다.

○ 해외 수입 양배추 종자는 내병성과 환경저항성이 우수하여 농가 및 거래처의 관심이 상승 중이며 수입종 비율이 점진적으로 높아지고 있다.

○ 고온과 게릴라성 폭우, 다습 등 지구 기후 변화로 인하여 호냉성 작물인 양배추 재배 여건이 불량하여 재배 지역은 고랭지(운남, 산서, 감숙)이며 재배 시점은 월동과 이른 봄 재배로 작형이 변화 및 분화되고 있다.

○ 배추에서 발병하던 뿌리혹병이 기상환경 변화와 급격한 기계화로 인해 뿌리혹병 포자의 전파가 급속하게 빨라지고 그 밀도도 증가 하여 양배추 재배 단지에도 만연 하고 있다.

- 뿌리혹병 방제 약제 값이 종자 가격의 2배 이상으로 농가 부담이 증가하고 있다.

- 내병성 품종 요구 증가, 뿌리혹병 내병계(CR) 품종 종자 가격은 일반계보다 2배 수준의 고가를 형성하고 있다.

○ 중국 양배추 품종의 특이적 요구형질은 구면에 납질이 없으며 녹색이 매우 짙고 밝으며 광택이 우수한 구색을 선호한다.

○ 중국 양배추 재배 면적과 생체 생산량이 세계 최고임과 동시에 인접국가인 동남아와 러시아로 생체 수출이 활발히 이루어지고 있다(한국 2012년 12월 5,327톤수입).

○ 중국은 양배추 생체용뿐만 아니라 라면 스프 건더기용 가공 양배추 재배면적도 매우 넓다(건조 양배추 : 중국 내수용, 일본, 대만, 한국 수출).

가공양배추



건조양배추



불량선별






완제품

[그림3] 가공양배추 제조 공정

○ 중국 양배추는 숙기별로 50일 내외의 극조생, 60일 내외의 조생종, 70-80일형의 중생종, 90일 이상의 만생종으로 구분되며 구형별로는 원형, 편원형, 우심형(원뿔형)으로 구성된다.

○ 재배면적을 살펴보면 원형계의 재배면적이 약 66%, 편형계의 재배면적이 약 32%, 우심형이 약 2% 정도가 재배되고 있으며, 월동용 양배추는 편형계가 80% 이상을 차지하고 있다.

<표6> 중국양배추 구형별 시장 현황

구 분	재배면적(만ha)	종자량(ton)	주요품종	사 진
원형	45	130	중감11호 8398	
편원형	22	70	경풍1호	
우심형	1.5	4	牛心甘藍	

- 재배 작형 별로는 노지 평지 작형(봄, 여름, 가을, 월동), 고랭지 작형(봄-여름), 터널 및 하우스 시설 작형(이른 봄)으로 이루어진다.
- 기후 변화와 1가구 1자녀 정책으로 기인한 핵가족화 등으로 인해 비대력이 우수한 품종보다는 구비대는 구중 1-1.5kg 수준의 원형계 극조생 및 조생 품종의 비중이 가장 높고(60%이상) 계속 증가할 것으로 보인다.
- 겨울 저온기 양배추 재배지역이 중국 장강유역(호북성, 하남성)과 사천성, 운남성 등 중국 남방지역의 월동 양배추 재배 면적도 점차 증가 추세이다.
 - 종자 소매가격도 월동 양배추가 가장 고가의 품종군이다.
 - 일반 수입품종 소매 가격 3\$/10g 수준, 월동용 수입품종 가격 10\$/10g 수준이다.
- 중국의 주요 양배추 수입 국가는 일본과 네덜란드 회사가 주를 이루고 있으며, 특히 전통적으로 재배되고 있는 노지 봄, 가을 시장뿐만 아니라 월동, 고랭지 적합 품종, 내병성과 재배안정성을 갖춘 품종들로 시장을 진입 및 확장하고 있는 추세이다.

<표7> 중국내 수입품종(도입종)과 Local품종의 종자가격 비교

구형	구분	주요품종	결재가(불/kg)
원형	아시아 도입종	희망, 그린글로브	300
	유럽 만생	1038, 1039(Bejo)	500
	중국 로컬 품종	8398, 중감11호	30
편구형	해외 도입종	오가네(Takii)	300
	중국 로컬 품종	경농1호	20-30
우심형	중국 로컬 품종	우심감람	20-30

<표8> 중국 작형별, 구형별, 숙기별 주요 선도 품종

구 분	주요품종	회 사	특 성	비 고	사 진
해외 품종	希望	Sakata	구비대력, 내병, 내서 우수, 품질우수	중국 노지 봄, 가을 1위 품종	
	YR味美早生 極早2호	Mikado, Takii	저온하에서 구형안정	중국월동 조생 1위 품종	
	展望	Tokita	고랭지 및 척박지에서 비대력 우수, 내서·내습에 우수	중국 고랭지 1위 품종	
	오가네	Takii	편구형 내병성, 비대력 우수	호북, 산동의 봄 재배용	
	強力 50	小林	내서성, 내병성	호북, 절강, 산둥, 강소	
	1039	Bejo	월동 원형, 품질 우수	호북성 원형 월동 1위 품종	
	東升 M-3	Nozaki Marutane	월동 편구형, 장기 수확용	호북성 편구형 월동 1위 품종	
중국 로컬 품종	8398, 中甘11호	북경 농과원	저온기 조숙	중국 하우스 및 터널 재배 1위 품종	
	京農1호	북경 농과원	가공용 우수	중국 전역 재배, 편구형 1위 품종	
	牛心 감람	중국 로컬	만생, 내추대, 품질 우수	귀주, 강서 지역 재배 1위 품종	

○ 각 지역에서 주로 요구되는 특성은 내재해성(내서성, 내한성)과 병충해 저항성(시들음병, 뿌리혹병, 검은썩음병, 연부병), 포장저장성이며, 남방은 내서성이 강한 편원형 양배추를 재배하고 있다.

○ 한국산 양배추 종자의 중국으로의 수출액은 2011년 300만\$ 수준으로 중국 전체 양배추 수입 종자 중 15% 정도를 차지하고 있음(각 종묘회사 자료)

○ 국내 기업 중 일부는 시장선도 제품을 보유하고 있으며 이를 바탕으로 연간 20톤 규모의 수출실적을 보이고 있을 정도로 국내 기업의 중국 진출이 활발하게 이루어지고 있음. 또한 국내 기업의 기술수준은 중국 내 유통되는 제품의 90% 이상임

나. 국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발의 필요성

(1) 현재 국내 양배추 종자시장(20억 규모)의 약 90%가 일본 종자회사의 품종이므로 이런 구조가 지속될 경우 가격경쟁력을 확보하지 못하여 일본 종자회사에 의해 가격이 지배될 우려가 있으므로 국내 시장에서 요구되어지고 있는 우수품종 개발 및 국내 개발 품종의 보급률을 확대하여야 한다.

(2) 국내 중간지 지역의 양배추 재배면적은 국내 양배추 재배면적의 40%에 해당한다.

○중간지 지역의 양배추 재배 품종 중 80% 이상이 일본 품종을 재배하고 있어 일본 품종에 대한 선호도가 높다. 최근에는 양배추 재배지에서 뿌리혹병이 문제가 되고 있어 이에 대응한 뿌리혹병 저항성(CR) 품종의 육성이 요구된다.

(3) 중국 양배추 종자 시장은 전 세계적으로도 규모가 매우 크며 확대 가능성이 무한한 시장이다.

○ 중국 양배추 시장은 전 세계 양배추 재배 면적 대비 50%(70-100만ha) 수준, 종자량 대비 50%(150-200ton) 수준으로 규모면에서 가장 큰 주요 시장이다.

- 중국 품종의 경우 품질적 결함으로 농가 및 바이어들의 해외 수입종에 대한 선호도가 높다.
- 중국의 주요 양배추 수입 국가는 일본과 네덜란드 회사가 주를 이루고 있으며 특히 전통적으로 재배해 오는 노지 봄과 가을 시장뿐만 아니라 월동, 고랭지 적합 품종, 내병성과 재배 안정성을 갖춘 품종들로 시장의 진입·확장하고 있다.

- 향후 가공용 양배추 시장이 매우 큰 유럽 및 미주 국가의 가공용 양배추의 재배 및 가공기 지료의 성장 가능성이 매우 높다.

- 중국의 F1 품종은 재배안정성 면에서 부족한 점이 많아 가격적 메리트 외에는 인정을 못하고 있다.

- 중국 내 품종 구성은 대부분 저가의 Local F1품종이 90%이상 점유하고, 고가(중국 Local 품종 대비 10배 수준)의 해외 수입품종의 비율은 10%미만이다.

- 중국 재배지 환경변화에 따른 병 발생이 창궐하여 내병성 품종의 요구도가 증가하고 있다.

○ 국내 중간지 재배 및 중국 양배추 시장에서 요구되어지는 극조생계와 조생계의 뿌리혹병 저항성(CR), 시들음병/검은썩음병 저항성(YBR) 양배추 품종개발 등으로 목표형질이 명확하게 설정되어 있어 기존 연구과제들과 차별성을 가진다.

2. “양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자마커 개발” 연구의 필요성

가. 양배추 자색(또는 엽색)에 관련된 국·내외 연구현황

○ 식물의 색소는 광합성에 관여하는 엽록소를 제외하고 3가지 계통(안토시아닌, 카르테노이드, 베타라인)이 존재하며 이 색소들이 수분을 위한 동물유인 및 종자분산 등을 담당하며, 자외선이나 강한 가시광선에 의한 식물의 손상을 막아줌.

○ 안토시아닌(anthocyanin)은 플라보노이드(flavonoid)계 색소로 수용성이며 세포질에서 생성되어 액포에 저장됨. 오렌지/적색에서 보라/청색 등 다양한 색의 결정에 관여하며 색의 결정은 보조색소의 존재, 금속이온 및 pH 등의 영향을 받음. 양배추(*Brassica oleracea* var. *capitata*)유래 안토시아닌은 천연식품색소로 이용되고 있으며, 플라보노이드는 건강증진 색소로도 각광을 받고 있음.

○ 카로테노이드(carotenoid)는 테르페노이드(terpenoid)계 색소로 지용성이며, 엽록체에서 합성

되며, 노랑색에서 적색까지 나타내고 광합성 기구를 보호하는데 필수적임.

○ 베타라인(beta-lain)은 노랑색에서 적색까지를 결정하며, 질소화합물로 수용성이고 일부식물에서만 발견됨.

○ 자색케일(*Brassica oleracea* var. *acephala*)의 경우, MYB전사인자인 *BoPAPI*(promotion of anthocyanin production 1)의 발현증가의 결과 저온에서 50배의 안토시아닌 함량이 증가하였음을 보고하였음.

○ 적색양배추(*Brassica oleracea* var. *capitata*)는 안토시아닌 생합성관련 조절유전자(*BoTT8*과 *BoMYB2*)와 구조유전자들의 발현 증가 결과임이 밝혀짐.

○ 꽃양배추(*Brassica oleracea* var. *totrytis*)의 안토시아닌 함량의 증가도 *MYB*전사인자와 안토시아닌 생합성관련 구조유전자의 발현증가의 결과였음이 알려짐.

○ 애기장대에서는 두 개의 bZIP전사인자인 *HY5*(long hypocotyl 5)와 *HYH*(HY5 homolog)가 저온에서 안토시아닌의 합성을 유도함을 밝힘.

○ 기존의 연구는 엽색(특히 자색 및 안토시아닌)관련 유전자 발현에 대한 연구로, 진한 녹색과 관련된 유전자에 대한 정보는 부재하고, 자색관련 마커개발 및 이를 활용하는 내용에 언급은 없음.

나. 국내외 연구의 문제점과 전망

○ 대부분 연구가 모델식물인 애기장대와 꽃색에 관련한 유전자와 그 조절 메커니즘에 대한 것이며, 채소작물에서의 연구는 자색케일, 적색양배추 및 꽃양배추의 색이 특정 전사인자의 돌연변이 결과라는 보고만 있을 뿐, 엽색관련해서 유전자에 대한 종합적인 연구는 없는 실정임.

○ 유전체 연구의 활성화와 RNA Seq 등의 대두로 형질이 상이한 유전자원을 보유하고 있다면, 이 형질에 관한 유전자의 탐색과 이를 이용한 마커 개발이 가능한 시점이기 때문에 양배추의 엽색을 결정하는 다양한 유전자 발굴과 마커 개발이 가능하다고 판단됨.

다. 국내연구 개발의 필요성

○ iPET 과제로 '수출용 양배추 품종육성 연구(양태진 교수, 서울대학교)는 흑부병 및 뿌리혹병 연관 마커 등의 내병성 품종개발 연구를 수행하고 있음. 또한 iPET 과제로 '양배추유전체지원사업단(김혜란 선임연구원, 한국생명공학연구원)은 양배추류의 유전체 분석을 통한 육종지원 시스템을 구축하고 있음. 현재 양배추유전체지원사업단에서는 Local web BLAST프로그램과 자체 개발한 검색 엔진을 내장시켜 염기서열 데이터를 이용하여 상동성 있는 유전자 검색을 가능하게 하고, blastN, tblastN 및 tblastX program을 장착하여 애기장대를 포함한 *Brassica* A/C genome을 대표하는 3종의 total EST set와 unigene set를 각각 또는 함께 선택하여 검색할 수 있도록 *Brassica* A/C genome unigene annotation 및 데이터베이스를 자체 제작하여 *Brassica*류 연구에 활용하고 있음.

○ 염기서열 분석기술이 발달함에 따라 SSR/SNP/InDel 등의 다양한 형태의 마커의 개발이 가능해졌음. 이에 따라 많은 수의 유전적 변이를 탐지할 수 있게 되었고 다수의 집단에서 유전적 변이를 빠르고 간편하게 선별할 수 있는 기술 발달로 association mapping 이 가능하게 되었음.

○ 양배추의 육종방향은 내병성, 내한 및 내서성, 결구형태 및 엽색이 주 방향이며, 특히 엽색

의 경우 회녹색 또는 청록색이 아니고 진한 녹색을 선호하는 경향이 있음 (특히 중국에서는 진한 녹색의 양배추를 선호함).

○ 내수용 양배추는 내한성을 지녀야 하며, 내한성 양배추 육종의 문제점은 저온에서 바깥 잎에 안토시아닌이 축적되어 상품성을 떨어뜨리는 것이기 때문에 이 색소의 축적없이 내한성을 지닌 양배추 품종을 개발하기 위해서 분자마커를 이용한 조기 선발이 필요함. 중국 수출용의 경우는 엽색이 선명한 녹색이어야 하기 때문에 이를 구별할 수 있는 마커도 동시에 개발할 필요가 있음.

○ 저온 재배시 밖의 잎에 안토시아닌이 축적되어 상품가치를 떨어뜨리는 것을 방지하기 위한 품종이 외국계 종자회사에서는 개발되어 실용화되었으나, 국내에서는 제1프로젝트 소속회사가 육종소재를 개발한 상태임.

○ 건강식품으로 양배추를 선호한 경우 자색의 양배추를 육성할 필요가 있으며, 이 경우에도 분자마커를 이용하여 육종기간을 크게 단축할 수 있음. 자색은 안토시아닌에 의해 주로 결정되며, 안토시아닌의 합성에는 많은 구조단백질 유전자와 전사조절 단백질 유전자가 관여하며 이들 유전자에 대한 연구는 모델식물인 애기장대, 옥수수, 포도 등에서 많이 연구가 되어 있어 이들 정보를 이용하여 양배추의 엽색(안토시아닌 합성과 함량)관련 유전자를 발굴하고 이들을 이용하여 분자마커를 개발할 수 있는 시점임.

○ 케일과 같은 엽채류에는 흰색과 자색의 품종이 존재하여 색채관련 유전자 연구에 필요한 정보를 얻을 수 있으며, 외국계 종자회사에서 개발한 양배추를 이용하면 안토시아닌 축적과 관련된 유전정보를 비교적 쉽게 얻을 수 있음. 제1프로젝트팀에서는 이와 관련된 유전자원을 보유하고 있을 이용이 가능함.

○ 안토시아닌이외에 클로로필 합성관련 유전자와 왁스합성관련 유전자를 이용하면 선명한 녹색 양배추를 선발할 수 있는 마커 개발이 가능할 것임. 이들의 관련성 여부는 RNA Seq 결과를 분석하면 가능할 것임.

○ 본 연구팀은 배추와 양배추의 RNA Seq과 결과분석 및 마커개발을 수년 동안 수행해 왔기 때문에 재료가 있는 한 과제를 수행하여 결과를 도출하는데 무리가 없다고 판단됨. 또한 본 연구팀에서 개발하고자 하는 마커는 형질관련 유전자 유래 분자마커이기 때문에 형질을 정확히 판단할 수 있는 고효율 마커임.

제 3 절 연구성과 목표 대비 실적

성과 목표	품종개발			특허		논문 SCI	분자 마커 개발	유전 자원		유전체 정보 등록	협력 관계 구축	전시포 개설 (개수)	수입대체 (백만원)	수출 (만불)	인력 양성	
	출원	등록	품종생산 수입판매 신고	출원	등록			등록	수집							
2013	목표	1	-	2	-	-	1	1	-	20	-	-	-	60	100	-
	실적	2	-	2	-	-	0	1	-	42	-	1	5	66	116	-
2014	목표	2	-	2	-	-	1	1	-	20	-	-	-	105	155	1
	실적	2	-	3	4	-	7	2	-	41	-	1	5	86.65	150.3	2
2015	목표	2	-	3	1	-	1	1	-	20	-	-	-	130	245	1
	실적	2	-	3	-	-	2	2	-	64	-	1	5	102	158.4	1
2016	목표	3	1	3	1	0	1	1	-	10	-	-	-	205	315	1
	실적	3	3	2	0	2	2	2	-	46	-	-	9	125.2	174.5	2
계	목표	8	1	10	2	0	4	4	-	70	-	-	-	500	815	3
	실적	9	3	10	4	2	11	7	-	193	-	3	24	379.85	599.2	5
달성율 (%)	초과	초과	100	초과	초과	초과	초과	-	초과	-	초과	초과	75.97	73.52	초과	

제 2 장 국내·외 기술개발 현황

제 1 절 본 연구관련 기술 수준 비교

개발기술명	관련기술 최고보유국	현재 기술수준		기술개발 목표수준	비고
		우리나라	연구신청팀		
내서성 양배추 품종 육성	유럽	90%	90%	100%	
시들음병 저항성 양배추 품종 육성	일본	90%	90%	100%	
뿌리혹병 저항성 양배추 품종 육성	미국	80%	80%	100%	
고기능성 양배추	미국	70%	70%	80%	
고기능성 마커	미국	80%	80%	90%	

제 2 절 육종 기술

- 전세계적으로 양배추에 대한 연구는 많이 진행되고 있으나 양배추 종자공급은 주로 글로벌 기업인 몬산토, 베조, 신젠타, 노자끼, 다끼이, 사카타 종묘 등에서 종자공급을 하고 있고 계속적인 연구개발비의 투자로 기술수준 또한 상당히 진전되었다.

- 현재 양배추 육성프로그램은 자가불화합성(Self-Incompatibility) 이용을 넘어, 옹성불임성(Male Sterility)을 이용한 육종방법이 활발히 연구되어 MS를 이용하여 개발된 우수 품종들이 상업화되었다.

- 국내에서도 MS 육종기술이 적용되어 품종개발이 이루어 지고 있다. 특히 아시아종묘에서 세포질옹성불임성을 이용하여 상업화 품종을 개발하여 아시아지역 수출시장을 공략하여 시장 점유율을 꾸준히 증가시키고 있다.

- 최근 분자육종 기술의 발달로 상업 육종에 분자마커 기술이 활발하게 이용되고 있는 추세이며, 일부 글로벌 기업에서는 차세대 분자육종기술 개발이 시작되고 있다. 차세대 분자육종 기술은 전체 유전체의 염기서열을 결정하고 유전체를 기반으로 단백질 구조와 기능 분석을 통해 육종에 활용하는 기술로서 아직까지는 초기 단계이지만 향후 활용도가 높은 육종 기술로서 자리잡을 수 있을 것이다.

- 이에 반해 국내에서는 1세대 분자육종 기술 활용은 증가하고 있는 추세이나 차세대 분자육종 기술의 개발 및 활용은 미흡한 실정이다.

- 복합내병성 육종에 있어서는 여러 병 저항성 유전자를 집적 시키는 방향으로 연구가 진행되고 있으며, 최근 신젠타에서는 시들음병/검은썩음병/뿌리혹병 복합저항성 중생계 원형 양배추를 개발하여 상업화를 한 바가 있다.

- 복합내병성 품종의 요구도는 환경변화, 연작 피해로 인해 지속적으로 증가되고 있는 추세이나 지역별 병원균의 차이, race의 분화 등으로 지역에 관계없이 복합내병성을 보이는 품종 개발에 어려움이 있다.

제 3 절 양배추 자색관련 마커의 개발과 분석기술

○ 논문

- 자색관련 논문을 검색한 결과 다음 표와 같이 정리되었음. 모든 논문이 국외 학술지에 발표된 논문이었으며, 5편이 국내 연구진에 의해 발표된 논문이었음.

논문검색 결과 (국.내외)(2008년 - 2012년)			
Keyword	Anthocyanin and Brassica	Purple and Brassica	Brassica and molecular marker
검색건수	28	15	184
유용논문건수	12	8	119

- 그러나 논문의 내용은 안토시아닌 함량 및 안토시아닌 합성과 관련된 중요 유전자의 발현과 관련된 내용이었으며, 분자마커 개발과 관련된 내용은 없었음.

○ 특허

- 연구개시전 5년동안 관련 특허를 분석한 결과는 다음 표와 같음.

특허검색 결과 (국.내외)(2008년 - 2012년)				
Keyword	Anthocyanin and Brassica	Purple and Brassica	Cabbage molecular marker	Brassica and molecular marker
검색건수	10	21	53	212
유용특허건수	1	1	11	16

- 2010년 ‘안토시아닌 생합성 조절 방법’ 대한민국 특허와 ‘Molecular marker for artificial yellow seed rape (Brassica napus)’ 2008년 중국특허가 본 연구와 약간의 관계가 있었음
- 대부분의 마커는 옹성불임, 병저항성 마커에 해당되며, 마커 종류도 SSR, QTL마커임
- 본 연구와 관련된 특허는 없음

제 3 장 연구개발 수행 결과

제 1 절 극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발

1. 국내 및 국외 양배추 시장 분석

가. 양배추의 세계 시장(동향) 분석

양배추는 세계적으로 매년 243만ha에 걸쳐 재배되는 글로벌 작물로 그 생산량은 66백만 톤에 달한다. 이러한 양배추의 재배 면적은 중국이 약 100만ha 수준으로 세계 최대 규모이며 다음으로, 중앙아시아(34만ha), 인도(37만ha)와 유럽(38만ha)의 재배 면적이 큰 비중을 차지한다. 최근 중국, 인도 등 동남아시아 국가들은 경제 성장율이 8~5%이상 꾸준히 증가하면서 채소 소비시장도 증가 추세이며 양배추 재배면적 또한 이러한 아시아지역에서 재배가 많이 되고 있다. 양배추는 호한성 작물로 냉기에 강하기 때문에 전 세계적으로 가장 많이 키우는 작물 중의 하나이며 주로 요리용, 가공용으로 소비되고 있다(아시아종묘 해외영업팀).

양배추는 외형과 숙기에 따라 분류되고 있는데, 구의 외부적인 형태에 따라 원형계와 편형계로 구분되고, 숙기에 따라 극조생계(45~50일), 조생계(50~60일), 중생(60~70일), 만생 아시아계(80~100일 전후), 유럽계 만생(150일 전후, 사우어 크라우트), 월동용(240일, 안토시아닌 무 발현 제품)으로 구분된다. 특히 월동용 양배추는 안토시아닌이 발현되지 않는 특성이 필요하며, 양배추의 단경기 기간인 12월~4월에 출하가 가능하다는 장점으로 인해 종자 가격이 높은 수준을 형성하고 있다.

세계 채소종자 시장에서 양배추 종자 시장은 전 세계적으로 1대 잡종 품종을 중심으로 시장이 형성되어 있다. 현재 양배추의 신품종 육성에는 생명공학 기법의 도입이 활발하게 사용되고 있으나 현재까지는 전통육종 기술에 대한 의존이 크다고 할 수 있으며, 약배양 및 여교잡 기술 활용이 활발하게 이루어지고 있는 상황이다. 양배추 주요 종자 개발 기업은 일본계 기업과 글로벌 기업으로 구분될 수 있는데 일본계 기업은 다끼이(Takii), 사카타(Sakata) 종묘 등이 있으며 동남아시아, 중국, 인도를 주요 대상으로 양배추 품종 개발을 진행중인 것으로 알려져 있다. 또한 일본계 기업들 중에는 노자키(Nozaki), 노우림(Norin), 도키타(Tokita) 등과 같이 양배추 육종을 전문으로 하는 기업들이 주로 중국, 인도, 동남아시아 등지에 진출해 있다. 양배추를 육종하여 판매하는 글로벌 기업으로는 베조(Bejo), 신젠타(Syngenta), 몬산토(Monsanto) 등이 있으며 주로 유럽, 미주를 주요 대상으로 하고 있다.

<표9> 양배추의 세계 시장(동향) 분석

구분	재배면적(만ha)	총자소요량(ton)	종자시장규모(만\$)	단가(\$/kg)	비고
전세계	243	535	31,950		
유럽	38	90	23,000	약 2,600\$	
미주	3	4.2	710	약 1,700\$	
중국	100	210	2,700	약 130\$	저가의 로컬품종중
동남아	6	12	170	약 140\$	
인도	37	76	1,400	약 180\$	
중앙아시아	43	87	1,200	약 140\$	
아프리카	12	48	870	약 180\$	OP중
한국	0.5	1	200	약 2,000\$	
일본	3.3	7	1,700	약 2,500\$	

(FAO: 13, Aseed: 14)

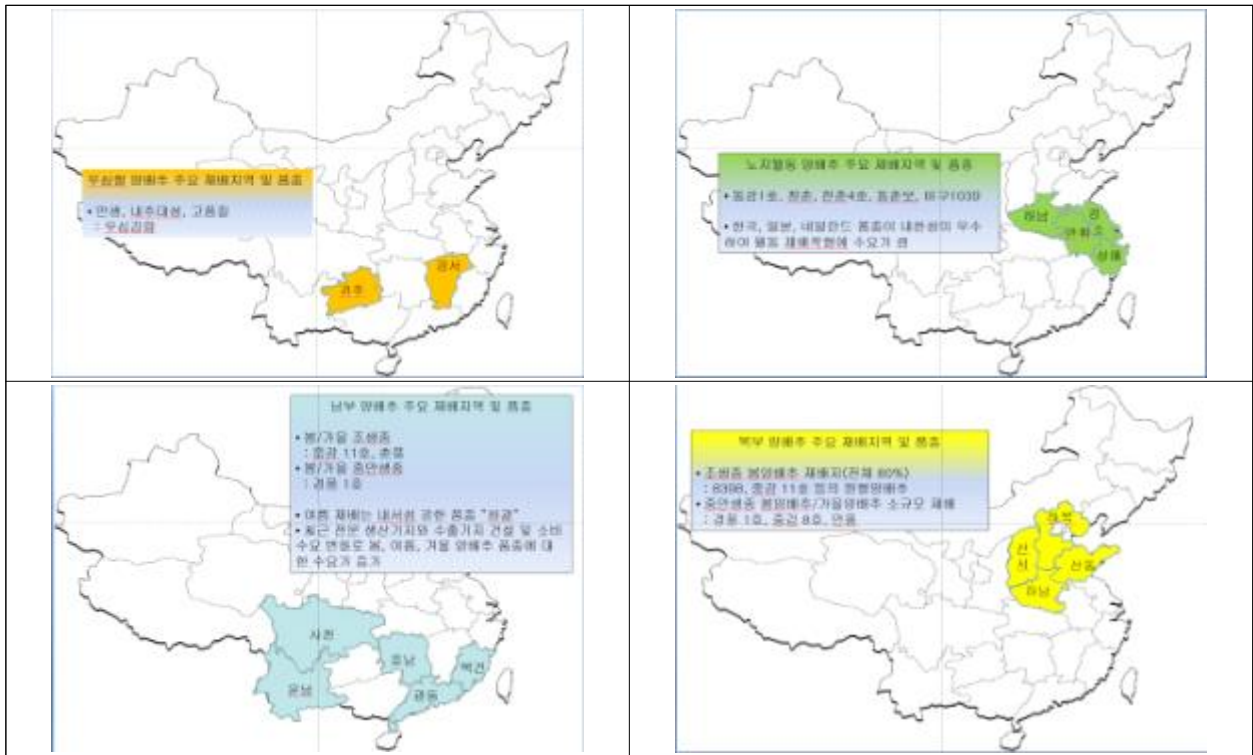
양배추 종자 시장 규모가 가장 큰 지역은 유럽지역은 고품질 양배추 생산으로 인해 종자 가격이 높게 형성되어 있어 유럽지역 전체적으로 38만ha의 재배 면적에 종자는 90톤 정도가 소요되고 있으며, 금액으로는 약 2,400억원의 양배추 종자 시장을 형성하고 있다. 유럽의 양배추 종자 가격은 품질별로 차이가 있지만 고품질 종자는 2,600달러/kg 수준에서 가격을 형성하고 있다. 그 다음 시장규모로는 중국으로 중국 양배추 재배면적 100만ha에 종자소요량은 약 210톤 규모로 그 재배 면적과 종자소요량은 세계 최대 규모이나 저가의 로컬 품종(130달러/1kg)들이 소요종자의 90%이상으로 금액에 있어서는 유럽지역보다 적은 270억원 규모이다. 다음으로는 중앙아시아, 동서남아시아와 인도를 포함한 중국 이외의 아시아 지역이 재배면적 86만ha, 종자소요량 175톤, 금액으로는 280억원 규모이다. 또한 미국을 포함한 미주 지역에서의 재배면적은 3만ha, 종자소요량은 90톤, 금액으로는 72억원 정도의 양배추 종자 시장을 형성하고 있다. 그 외의 지역으로는 아프리카가 재배면적 12만ha, 종자소요량은 48톤, 금액으로는 약 87억원 정도의 시장을 형성하고 있다(표9). 중국과 인도를 비롯한 아시아 지역과 OP종자가 대부분인 아프리카의 양배추 시장은 향후, 품질이 우수한 F1 종자를 판매하기에 충분한 잠재 가능성이 있다고 볼 수 있다. 또한, 중국, 인도, 동남아시아 국가들은 육종기술이 초기수준이고 종자수요량의 대부분을 수입에 의존하고 있으며 점점 내병성, 내충성, 내서성, 내한성, 내열구성 등의 내재해성과 고순도, 고품질 형질을 갖춘 품종 육구가 더해가고 있다(FAO; 13, Aseed; 13).

나. 중국의 양배추 주산지 시장 분석

중국의 양배추 시장 현황을 살펴보면, 중국의 주요 채소 중 오이(12.61억 RMB, 생산 비중 12.9%), 토마토(9.54억 RMB, 생산 비중 9.7%), 무(6.81억 RMB, 생산 비중 7.0%) 다음으로 양배추는 소매가 기준 생산량 규모 6억 RMB로 전체 작물 중 4위에 해당하는 작물로 그 생산액 대비 비중이 6.1%를 차지하는 매우 중요한 작물이다. 또한 중국의 양배추 재배 면적은 전 세계 양배추 재배면적 210만ha중 70만ha 수준으로 우리나라 재배 면적의 200배에 이르는 규모이며, 중국에서 양배추 종자소요량은 전세계 400여톤 중 50%인 200여톤 규모로 이 또한 한국의 200배로 양배추 재배 면적규모 및 종자 소요량에 있어 가장 큰 국가이다. 중국에서 양배추 재배는 원형계 조생, 중생, 만생(월동), 편구형 중생, 원뿔형인 牛心형으로 크게 나뉘어지며 원형이 64%로 가장 큰 시장을 형성하고 있다. 이중 조생종 양배추를 65% 이상 재배하고 있다. 중국의 양배추는 재배 면적과 종자량에서도 매우 중요한 시장임과 동시에 현재 한국을 비롯한 인접국인 동남아 국가 양배추 수출을 위한 생산 기지로서도 매우 중요하다. 또한 향후에는 가공용 양배추 시장이 매우 큰 유럽 및 미주국가의 가공용 양배추의 재배 및 가공 기지의 성장 가능성도 매우 높다고 할 수 있다(GSP 주요 채소 종자 중국 시장 동향 보고; 2014 아시아종묘 해외영업부).

2010년 조사 보고된 자료에 의하면 중국의 양배추 종자 시장 규모는 약 252억원(약 24백만 달러)으로 추정되었으나 2013년 최근조사에 의하면 재배 면적과 종자 시장규모가 소폭 감소하였다. 이는 중국내 내수 경기가 단기간 침체되면서 양배추 재배를 비롯한 전반적인 농업 생산이 감소하였기 때문으로 판단된다(아시아종묘 해외영업팀). 중국의 지역별 양배추 재배 품종 현황을 크게 북부와 남부지역으로 나누어 살펴보면, 중국북부지역에서는 조생종 봄양배추 재배가 전체 재배 면적의 80%이상을 차지하고 있으며, 8398, 중감11(中甘11), 경풍(京豐) 등 원구, 근원구형 품종들이 주로 재배되고 있으며, 중만생종 봄 양배추와 가을 양배추의 재배 면적은 비교적 작으며 주요 품종은 경풍1호(京豐1), 중감8호(中甘8号), 만풍(晚豐) 등이 재배되고 있다.

여름 재배는 내서성 강한 품종 “하광” 최근 전문 생산기지과 수출기지 건설 및 소비수요 변화로 봄, 여름, 겨울 양배추 품종에 대한 수요가 증가하고 있는 추세이다.



[그림4] 중국의 양배추 주산지 시장분석

중국북부지역의 주요 재배 지역은 산둥(山東, 재배면적 4.1만ha, 중국 전체대비 5.9%) 지역이 예년에 비해 차지하는 재배면적 0.4만ha 감소하였고, 하남(河南, 재배면적 4.9만ha, 7.0%) 지역은 0.9만ha 감소하였으며, 하북(河北, 재배면적 6.6만ha, 9.4%) 지역은 0.9만ha 감소하였고, 산서(山西, 재배면적 2.9만ha, 4.1%) 지역은 0.3만ha 재배면적이 감소하였다. 이렇게 생산된 양배추들은 주로 재배지의 주변 도시에서 소비되고 있다. 중국남부지역의 경우에는 봄, 가을 재배 위주로 작기가 형성되어 있고, 조생종은 중감11, 춘풍(春豐) 품종을 주로 재배하고 있으며 중만생종은 경풍1호가 꾸준한 강세를 보이고 있다.

남부 지역의 주요 재배 지역은 사천(四川, 재배면적 4.9만ha, 중국 전체대비 7.0%) 지역은 예년에 비해 그 재배면적이 0.3만ha 감소하였고, 광둥(廣東, 재배면적 8.3만ha, 중국전체대비 11.9%) 지역은 0.4만ha 감소하였으며, 복건(福建, 재배면적 5.8만ha, 중국전체대비 8.3%) 지역은 0.5만ha 감소하였고, 호남(湖南, 재배면적 6.5만ha, 중국전체대비 9.3%) 지역은 0.7만ha 재배 면적이 감소하였다. 중국내 재배면적의 감소와는 대조적으로 최근 전문 생산기지과 수출기지 건설 및 소비 수요의 변화로 봄, 여름, 겨울 양배추 품종에 대한 수요도는 꾸준히 증가하고 있다. 귀주(貴州), 강서(江西)지역은 우심형 양배추 주요 재배지역으로, 만생이면서 내추대성인 고품질 ‘우심감람’양배추의 수요가 크다.

동부 지역의 주요 재배 지역은 강소(姜紹), 안휘(安徽), 상해(上海)이며, 주로 노지월동 양배추 재배지역으로 주 품종은 ‘동감1호’, ‘장춘’, ‘한춘4호’, ‘동춘보’, ‘비구1039’ 등이다. 이 지역은 한국, 일본, 네덜란드 품종이 내한성이 우수하여 월동 재배작형에 수요가 큰 지역이다(아시아 종묘 조사 자료 비교).

중국 내 품종 구성은 대부분 저가의 Local F1품종이 90%이상 점유하고, 고가(중국 Local 품

종 대비 10배 수준)의 해외 수입품종의 비율은 10%미만이다. 한편, 중국 내 양배추 재배 면적은 사막, 산악지대인 서부 지역을 제외하고 전 성별로 그 재배 면적이 큰 차이를 나타내지 않고 고루 재배가 이루어지고 있는 것이 특징이다(그림4).

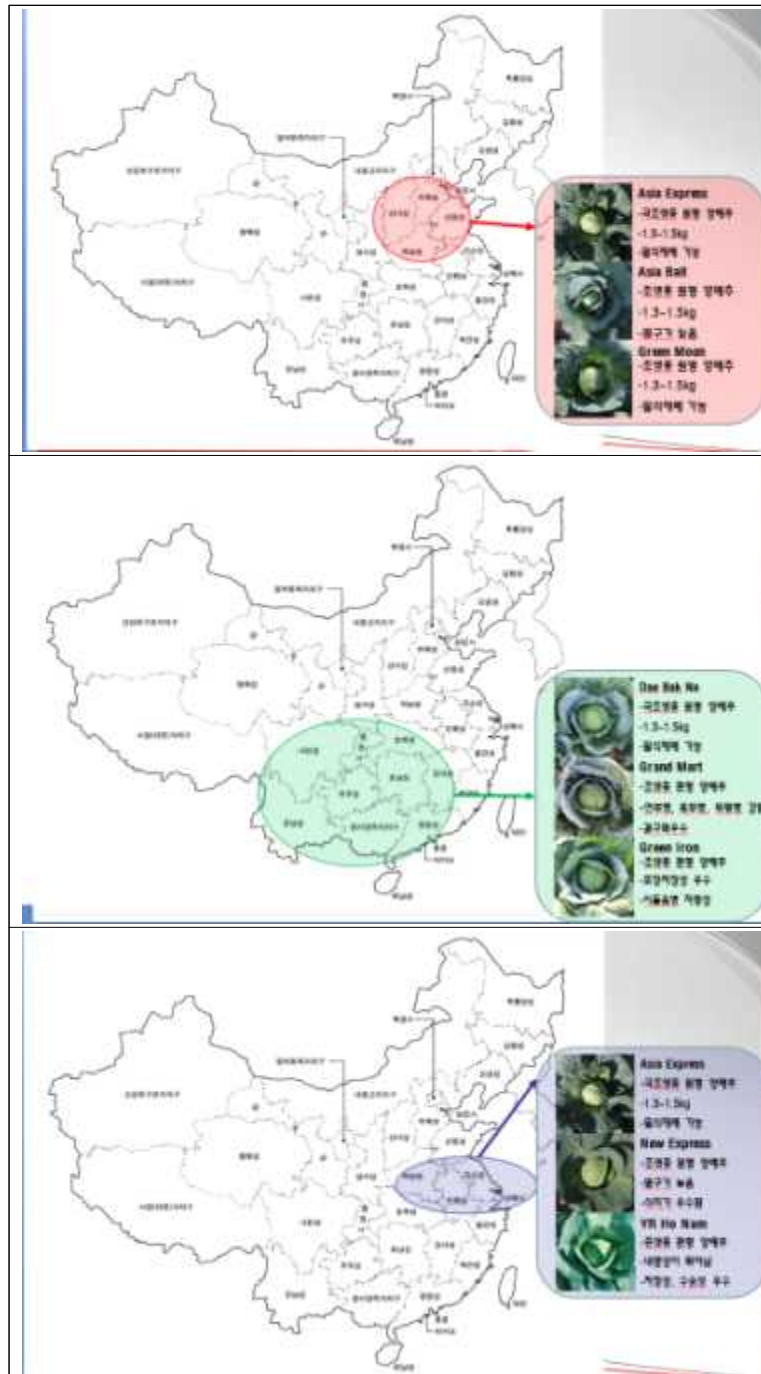
중국에서 재배되는 양배추는 숙기별로 50일 내외의 극조생, 60일 내외의 조생종, 70-80일형의 중생종, 90일 이상의 만생종으로 구분되며 구형별로는 원형, 편원형, 우심형(원뿔형)으로 구성된다. 구형별 재배면적을 살펴보면 원형계의 재배면적이 45만ha 정도로 약 66%를 차지하며 그 종자 소요량은 연간 130톤 정도이고, 편형계의 경우, 재배면적이 약 22만ha로 32%이며 매년 70톤 정도의 종자가 소요되고 있으며, 우심형은 1.5만ha의 재배면적으로 전체재배면적의 2%수준이며, 연간 4톤의 종자가 소요되고 있으며, 월동용 양배추는 편형계가 80% 이상을 차지하고 있다. 현재 원형계의 대표품종은 중감11호와 8398이 주를 이루고 있고, 편형계는 ‘경품1호’가 대표적으로 재배되는 품종이며 우심형 양배추로는 ‘우심감람’이 대표적으로 재배되고 있다(중국 운남성/광둥성 채소 종자 시장 조사 보고서, 아시아종묘 조사 분석자료 취합).

중국에서는 이미 1960년대에 양배추 F1품종이 나올 정도로 국내보다 양배추 육성의 시점은 빨랐다. 또한, 중국 농과원 주도의 육성으로 품질적인 면에서는 시장을 선도할 수준이었으나 재배안정성 면에서 부족한 점이 많아 종자 가격적인 메리트 외에는 인정을 받지 못하는 실정이다. 중국의 로컬 품종들도 현재는 대부분 F1품종들이지만 품질적 결함으로 인해 농가 및 바이어들의 해외 수입종에 대한 선호도가 증가하고 있으며 중국 로컬품종 대비 해외 수입종의 가격이 10-30배 이상의 고가로 판매되고 있다. 중국의 양배추 품종 육성은 기존의 관 주도형 육성에서 최근에는 민간 육성 기업에 자금과 시설 지원을 확대하여 해외 수입 품종들과 경쟁이 가능한 품종 육성을 적극 지원하고 있다. 한국의 대중국 양배추 종자 수출은 2011년 300만 \$수준으로 국내 전체 양배추 수출의 50% 이상을 차지하고 있으며 매년 그 수출량이 증가하고 있는 추세이다. 또한 중국내 양배추 재배는 고온 현상과 강우량 증가 등의 기후 변화로 인해 평지 재배에서 산서, 운남, 감숙 등지의 고랭지 재배로 확장되고 있다. 한편 장기적인 저온과 극심한 고온, 기습적인 폭우 등 강우량 증가로 인해 호냉성 작물인 양배추의 재배여건이 불확실한 관계로 노지재배에서 시설재배로 확산 이동되고 있는 실정이다.

중국 양배추의 재배 작형은 크게 나누어, 노지 평지 작형(봄, 여름, 가을, 월동), 고랭지 작형(봄-여름), 터널 및 하우스 시설 작형(이른 봄)으로 이루어진다. 기후 변화와 1가구 1자녀 정책으로 기인한 핵가족화 등으로 인해 비대력이 우수한 품종보다는 구비대는 구중 1-1.5kg 수준의 원형계 극조생 및 조생 품종의 비중이 60% 이상으로 가장 높고, 앞으로도 그 비중이 계속 증가할 것으로 예상된다. 겨울 저온기의 양배추 재배지역은 중국 장강유역(호북성, 하남성)과 사천성, 운남성 등 중국 남방지역으로 월동 양배추 재배 면적이 점차 증가하는 추세이다. 또한 양배추 종자의 소매가격도 월동 양배추가 가장 고가의 품종군에 속한다. 중국내 일반 수입품종의 소매 가격은 3\$/10g 수준이고, 월동용 수입품종 가격은 10\$/10g 수준이다. 중국의 주요 양배추 수입종자는 주로 일본과 네덜란드의 회사들로부터 공급되고 있으며, 특히 전통적으로 재배되고 있는 노지 봄, 가을 시장뿐만 아니라 월동, 고랭지 적합 품종, 내병성과 재배안정성을 갖춘 품종들이 중국의 양배추 종자 시장으로 진입 및 확장하고 있는 추세이다(아시아종묘 분석 자료).

중국의 주요 수출 판매 품종으로는 아시아익스프레스, 아시아블, 그린문, 뉴익스프레스, YR 호남, 대박나, 그랜드마트, 그린아이언 등이 있다. 지역별로는 북부지역(산서성, 하북성, 산둥성, 하남성)에서는 숙기가 빠른 아시아 익스프레스, 아시아블, 그린문 등을 선호하며, 중부지역에서

는 병에 강하며, 재배가 용이한 대박나, 뉴익스프레스, 아이스 익스프레스를 선호한다. 남부지역은 내서성에 강하며 결구력이 우수하고 열구에 강한 품종인 대박나, 그랜드마트, 그린아이언 등을 선호한다(그림5).



[그림5] 중국의 지역별 양배추의 주요 품종(아시아종묘)

최근들어 중국내에서는 단경기 재배 품종이 증가하고 있는데 전국적으로 단경기 재배가 지속적으로 증가하는 추세이며 시설 재배, 여름철 내서 품종 재배, 월동 재배 등 단경기 채소 생산 방법이 개발 보급되고 있다. 이러한 단경기 재배용으로 ‘중감17’은 북부 지역 이른 봄 시설 재배용으로 우수하며 남부 지역 내서 재배는 일반적으로 하광(夏光)을 사용하며 하남(河南), 안휘(安徽), 강소(江蘇), 상해 등지의 노지 월동 재배용으로 동감1호, 정춘(爭春)이 일부 재배되고 있다. 한국, 일본, 네덜란드 품종은 중국 품종에 비해 내한성이 우수하여, 월동 재배 작형에

서 수요가 큰 편이다. 한편, 내서 품종은 하성(夏星), 월계(月桂), 하월(夏月), 관군(冠軍) 등이 재배되고 있으며, 월동 품종은 한춘4호(寒春4号), 동춘보(冬春寶), 비구1039(比久1039) 등이 재배되고 있다. 이들 품종의 남부 지역 단경기 재배 시장에서의 점유율은 점차 확대 중이며, 재배 면적도 꾸준히 증가하는 추세이다.

또한, 수송성, 저장성 우수한 품종도 수요가 증가하고 있는데 중국은 남북 기후차가 커서 양배추의 연중 공급을 실현하기 위한 장거리 운송이 필수적이며, 이에 따라 단단한 결구, 열구에 강한 품종의 수요가 증가하고 있다. 근래에 중국에서는 북부·서부 지역에서 남부·동부로의 채소 수급 조절을 위한 운송이 증가하고 있어, 주로 일본, 한국, 유럽 품종이 이러한 현지 상황에서 우세하며 주요 품종은 진기(珍奇), 비구1039(比久1039), 철두3호(鐵頭3号) 등이 재배되고 있다. 그러나 품질이 신선 채소용 품종보다 떨어지는 단점이 있어 시장 가격은 낮게 형성되어 있다.

최근 중국내에서도 가족형태의 핵가족화가 진행되면서 양배추의 소비 유형이 변화하고 있어 이러한 변화에 따라 중소형 양배추에 대한 시장 및 소비자 호응도가 증가하는 추세이다. 이러한 중소형 양배추 시장을 위해서는 대부분 중조생 품종인 정선8398(精選8398), 중감11(中甘11), 정춘(爭春) 등이 재배되고 있으며, 개량 품종인 중감17(中甘17), 중감21(中甘21) 등도 시장에 진입을 하고 있다. 중국에서 육성된 중감15(中甘15), 경풍(慶豐) 등은 품질이 우수하여 세계 시장에서도 일정한 수요를 가지는 것으로 알려져 있다.

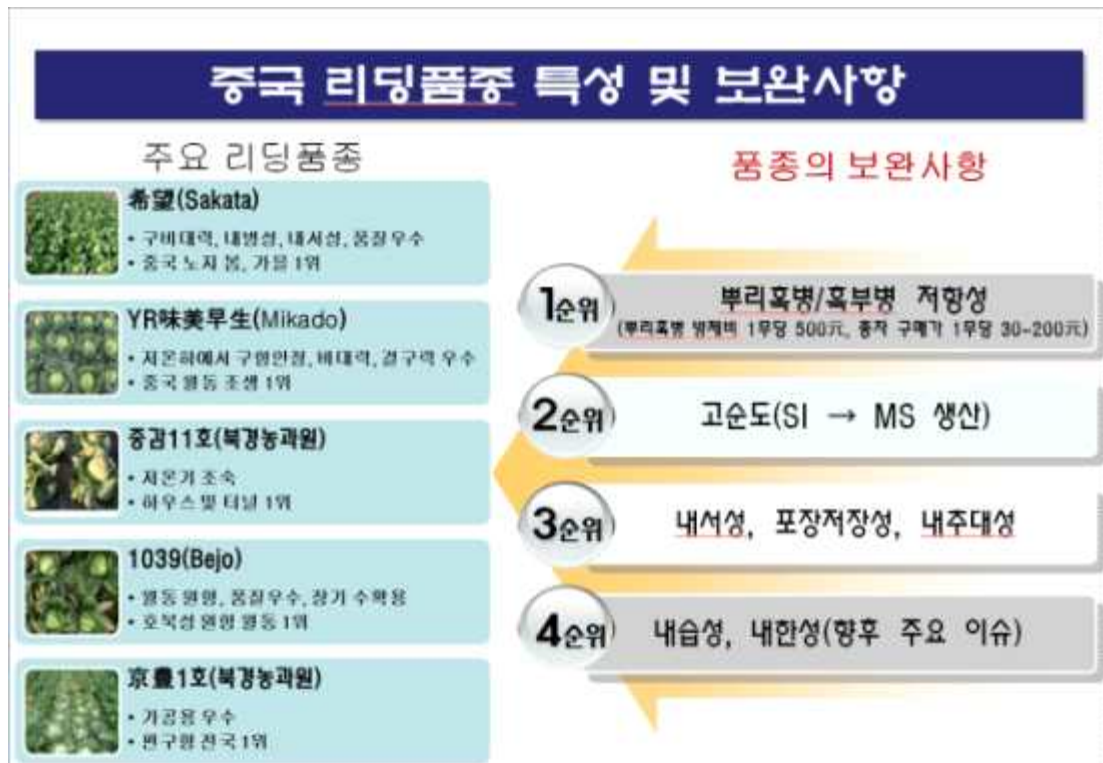
양배추의 품질 및 영양에 대한 소비자의 관심 증대와 재래시장에서 슈퍼마켓 등 대형마트로의 판로 변경, 해외 고품질 품종의 중국 시장 진입 등이 진행되면서 고품질 품종의 수요가 증가하고 있다. 중국내에서 판매 중인 조생종 고품질 품종은 다수가 중국에서 육성된 것으로, 주요 품종으로는 정선8398(精選8398), 춘감45(春甘45), 중감15, 중감17, 중감21 등이며 수입 품종에 대응하기 위해 중국 내에서 개량된 고품질 품종도 다수 출시되어 정선8398이 일반8398 품종을 대체하고, 중감15호(中甘15号), 중감17, 중감21, 서원4호(西園4号) 등 신품종도 다수 개발된 상태이다. 또한 8398, 중감11(中甘11) 품종은 오래되었음에도 불구하고, 고품질로 여전히 시장 점유율이 높은 상황이다.

중국에서 재배된 양배추의 수출 규모가 증가하면서 무게 1kg 정도의 소형 품종의 시장 수요가 점차 증가하고 있으며 전국적으로 밀식 재배를 통해 조생·중조생종 소형 품종을 생산하는 실정이다. 중감11(中甘11)등 조생종 품종의 일반적 재식 밀도인 667㎡당 4000주에서 약 6500주까지 밀도를 증가시켜 재배해 가고 있다. 동남아, 일본, 러시아 등의 국가 수출용으로는 결구가 단단하고 엽색이 짙은 녹색인 품종을 주로 재배하고 있으며, 신선 채소 수출용 주품종은 중감11, 중감17 등이 재배되고 있다.

화율이 증가하며, 엽색이 짙으면 가공 후 색상이 선명하여 가공 품질이 좋기 때문에 가공용으로 이러한 특성을 지닌 품종들이 요구되고 있다. 강소(江蘇), 절강(浙江)성 일대에서는 냉동용으로 외엽이 7~9매, 결구 엽색 녹색, 편구형 품종에 대한 수요가 많다. 최근들어 그 수요가 크게 증가하고 있는 신선편이 채소용으로 결구가 크고 엽색이 짙은 양배추 품종의 수요도 크게 증가하고 있다. 중만생종 양배추 품종은 강한 적응성, 수송성, 저장성 등의 장점으로 남부 대부분이 주요 재배 지역이나 최근 소형·조생 종 수요 증가로 가공용으로 소비 방향이 변화되고 있는 추세이다. 이외에 결구 크기, 품질 등의 원인으로 대·중 도시 등지에서 신선 소비가 감소 추세이나 중소 도시 및 산간지역, 동남아 수출에서 큰 비중을 차지하고 있다. 이러한 가공용 양배추로는 주로 경풍1호(京豐1号), 중감8호(中甘8号), 만풍(晚豐), 하광(夏光), 서원4호(西

園4号), 서원6호(西園6号) 등의 대부분 편구형 양배추가 재배 이용되며, 서원4호, 춘뢰(春雷), 정장(征) 등 대·중형 품종은 남부 지역에서 일정한 재배 면적이 있으나 경풍1호를 대체하지는 못하는 실정이다. 또한 건조, 탈수가공, 사료용 등 가공 방면의 수요가 증가 중이므로 향후 더 발전할 여지가 크다고 할 수 있다(중국의 종자 시장 동향 분석, IPET; 중국 광둥성/운남성 채소 종자 시장 조사 보고서; 아시아종묘 분석자료 취합).

중국 시장에서 봄과 가을 노지 재배에 구비대력과 내병성, 내서성이 강하고 품질이 우수한 사카타의 ‘희망’을 가장 선호하며, 월동 조생종으로는 저온하에서 구형이 안정되며, 비대력과 결구력이 우수한 마카도의 ‘YR미미조생’을 선호하며, 하우스 및 터널 재배에서는 저온기에 조숙한 북경농과원의 ‘중감1호’를 선호한다. 편원형 양배추로는 가공용으로 우수한 북경농과원의 ‘경풍1호’를 선호하며, 호북성지역의 원형 월동양배추로는 품질이 우수하고 장기 수확이 가능한 Bejo의 ‘1039’를 선호한다. 이들의 품종의 단점으로는 내병성 및 내재해성에 약하며, 자가불화합성으로 생산되어 순도가 떨어진다. 따라서, 품종 육성을 위하여뿌리혹병, 흑부병 등 내병성 품종, 내서성, 내한성, 내습성 등 내재해성 품종, 순도가 높은 MS 생산이 보완되어야 한다(그림6).



[그림6] 중국 리딩 품종 특성 및 육성 보완사항

이상의 최근 중국 양배추 시장의 동향을 정리해 보면 단경기 재배 품종의 요구가 증가하고 있고, 재배지와 소비지의 이동성을 고려한 수송성, 저장성이 우수한 품종의 요구도 또한 꾸준히 증가하고 있으며, 소비 유형의 변화에 부응하는 품종들의 필요성이 커지고 있다. 또한 중국 현지 소비자들의 품질에 대한 이해가 증가하면서 고품질 품종에 대한 요구도 역시 크게 증가하고 있다. 중국에서 재배된 양배추의 해외 수출 규모가 증가하면서 수입국 소비자들의 기호에 대한 조사와 이에 걸 맞는 품종이 필요하며 끝으로 가공용 양배추로 적당한 품종의 요구도가 증가하고 있다.

중국 시장으로 수출을 확대하기 위한 방안을 마련하기 위하여 현재까지 아시아종묘에서 중

국으로 수출하고 있는 양배추 종자 수출현황을 분석하고, 중국현지의 상황을 조사하여 자료를 분석하였다. 중국거래처 10 곳에 설문조사를 실시하였고, 아시아종묘의 중국 수출 현황을 아래와 같이 분석하였다.

구색이 녹색으로 정식 후 55일 전후로 수확이 가능한 극조생종인 ‘아시아익스프레스’와 진녹색의 구로 열구에 강한 ‘아시아볼’, 구 비대력이 강하며 열구가 늦고 수송성이 우수한 ‘대박나’ 등의 품종이 중국 시장에서 경쟁력을 인정받고 있다(표10).

<표10> 중국 수출용 양배추 우수 품종의 장점 및 특성(아시아종묘)

수출 품목	경쟁력 있는 우량 품종	장점 및 특성
양배추	아시아익스프레스	극조생, 녹색
	아시아볼	구형, 진녹색
	대박나	수송성 우수, 구가 큼

중국내 주요 수출 지역으로는 북경, 무한, 상해 지역으로 수출되고 있으며, 국내 및 해외에서 채종된 종자들이 수출되고 있다. 중국의 주요 수출 비율을 거래처 별로 살펴보면, 중국내 종자 회사가 80%로 가장 많은 부분을 차지하고 있고, 도소매시장 종자 상인이 10%, 종자 수입유통업체가 10%를 차지하고 있다(표11).

<표11> 중국 양배추 종자의 주요 거래처 비율(아시아종묘)

중국 거래처	비율 (%)
도소매시장 종자 상인	10
종자 수입유통업체	10
종자 공사(국가기관)	0
종자회사	80
농민 단체 및 농가	0
기타	

아시아종묘에서 중국으로 수출하는 양배추 종자의 품질을 일본 등의 경쟁국과 비교할 때, 중국 현지인들의 평가는 맛, 구형, 생산량, 가격 수준, 저장 및 유통 용이성 및 기후변화 적응성 등에 있어 매우 좋음의 평가를 받고 있으며, 병해충 저항성에 있어서는 좋음의 평가를 받고 있다(표12).

<표12> 아시아종묘의 수출용 양배추 종자에 대한 중국인의 평가

내 용	양배추
맛/당도	1
과형/크기	1
생산/수량	1
가격수준	1
병해충/저항성	2
저장/유통 용이성	1
기후변화 적응성	1

1:매우 좋음, 2:좋음, 3:보통, 4:나쁨, 5:매우 나쁨

향후, 대중국 양배추 종자 수출은 지속적으로 증가할 것으로 전망하고 있으며, 한중FTA가 체결되면 그 수출 규모는 큰 폭으로 증가할 것으로 기대한다. 또한 현재 수행하고 있는 GSP 사업의 결과로 개발되는 신제품들은 그 종자 수출을 견인하는 역할을 할 것으로 기대한다. 한편, 양배추 종자의 수출을 확대하기 위한 마케팅에 있어서는 품질 경쟁력 강화, 가격 경쟁력 강화, 수출조직 및 경로 개척 및 광고/홍보/이벤트 활용 등의 순으로 그 역량을 강화해 가야 할 것으로 판단된다. 현재 중국으로의 양배추 종자 수출에 있어 그 절차가 복잡한 애로 사항이 있다. 특히 통관 검역이 복잡하므로 보다 간소화 할 수 있는 방안을 마련해 가는 것이 필요하다. 아직까지도 중국으로의 종자 수출과정에는 과도한 통관심사 및 절차의 복잡성, 불투명성 등이 존재하고 항구별, 세관직원 에 따라 통관처리가 상이한 점 등 일관성이 없는 통관절차로 인한 애로 사항이 존재하므로 앞으로 이러한 내용들의 개선이 필요한 실정이다. 현재 아시아종묘에서 거래하고 있는 중국의 수입업자들은 대체로 대금결제나 계약사항을 잘 이행하고 있으며 중국의 양배추 종자 시장정보, 수출입정보, 기타 관련된 정보를 제공해 주고 있다. 한편, 현재 중국으로 수출할 때 클레임이나 법적 문제 발생시에는 아시아종묘 자체적으로 문제를 스스로 해결하고 있는데 국가적인 차원에서 이러한 문제들을 지원해 주는 시스템이 필요한 실정이다. 또한 중국 바이어 수출협상이나 가격결정에 있어서도 개선해야 할 문제점들이 있으며 아시아종묘에서는 수출용 원예종자의 품질관리와 중국 현지 재배과정을 점검하는 등의 현장지도를 하고 있다. 중국 양배추 종자 시장과 소비동향을 분석해가며 중국 수입상과의 신뢰구축을 통해 안정적인 공급선을 확보하고 있다. 또한 향후, 중국 수출 확대를 위해서는 국내 수출전문 양배추종자 생산 단지를 조성하고 확대해야 하며 중국 수출을 위한 수출지원센터(수출 금융 및 물류 지원, 시장과 기술 정보 제공, 무역 분쟁 해결 등 수출 업무 지원)의 설립 필요성이 있다(표 13).

<표13> 아시아종묘의 양배추 종자 수출현황에 대한 해당 의견

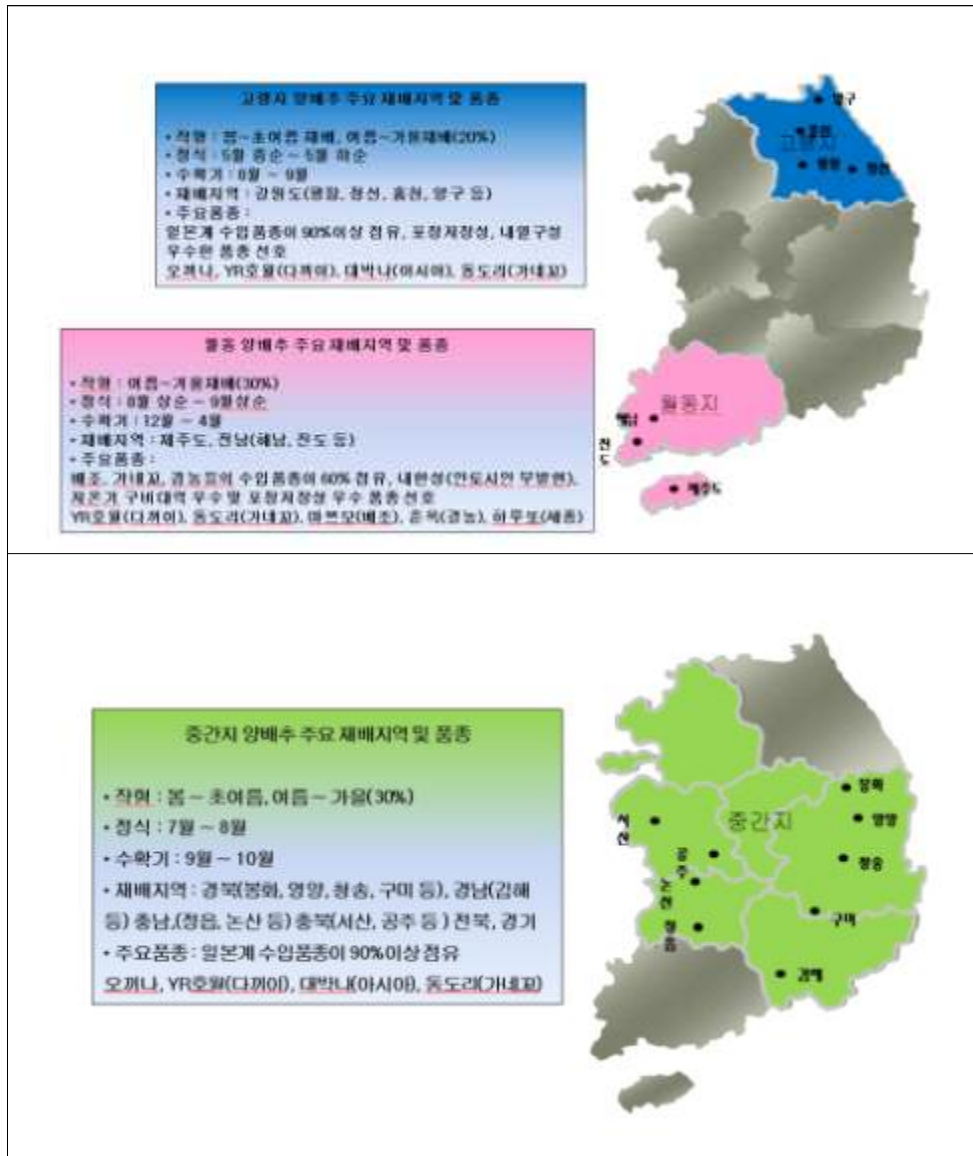
내용	정말 그렇다	약간 그렇다	그저 그렇다	별로 그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
중국의 수입업자들은 대체로 대금결제나 계약사항을 잘 이행하고 있다.		○			
중국의 양배추 종자 시장정보, 수출입정보, 기타 관련된 정보를 제공해 주고 있다.		○			
중국으로 수출할 때 클레임이나 법적 문제 발생 시에는 아시아종묘 자체적으로 문제를 스스로 해결하고 있다.	○				
중국 바이어 수출협상이나 가격결정 방법에 만족한다.			○		
수출용 양배추종자의 품질관리와 중국 현지 재배과정을 점검하는 등의 현장지도를 하고 있다.		○			
수출용 양배추종자의 수요촉진을 위해 중국시장에 대한 홍보와 이벤트 행사를 시행하고 있다.			○		
중국 양배추 종자 시장과 소비동향을 분석하고 있다.		○			
중국 수입상과의 신뢰구축을 통해 안정적인 공급선을		○			

확보하고 있다.					
중국 수출 확대를 위해서는 국내 수출전문 양배추종자 생산 단지를 조성하고 확대해야 한다.	O				
중국 수출을 위한 수출지원센터(수출 금융 및 물류 지원, 시장과 기술 정보 제공, 무역 분쟁 해결 등 수출 업무 지원)의 설립 필요성이 있다.	O				

상기의 중국 양배추 주산지 시장 분석 및 아시아종묘(주)의 중국 수출 현황 분석 자료들을 활용하여 중국으로의 양배추 수출 확대를 도모하고 있다.

다. 국내의 양배추 주산지 시장 분석

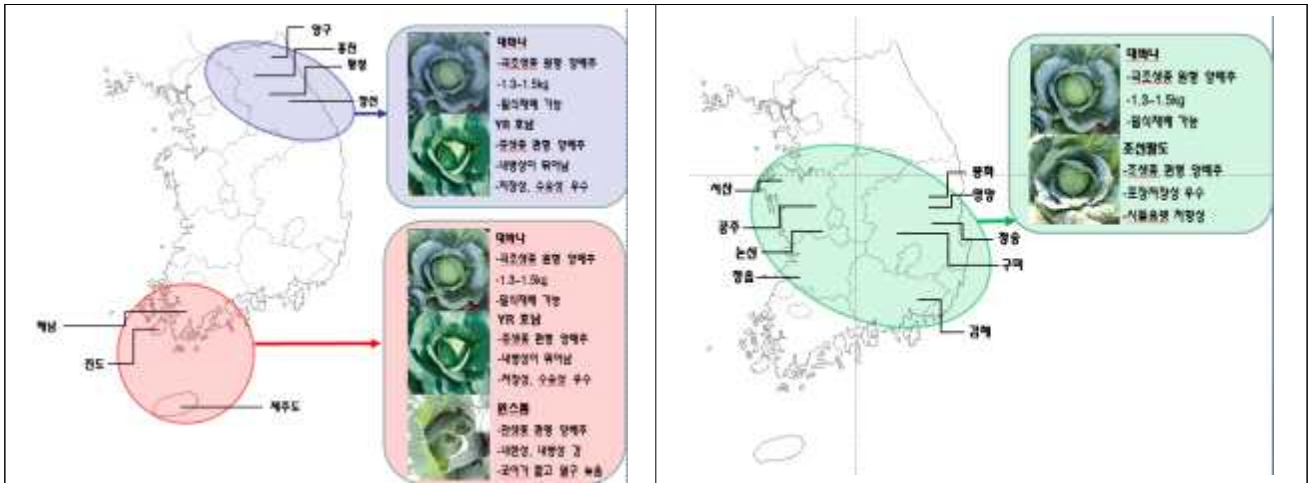
국내 양배추 재배면적은 제주도가 1,650ha 정도로 34.3%, 강원도가 1,400ha 정도로 24.3%를 차지하여 전체 재배면적의 58.6%를 차지하고 있으며 전라남도가 950ha으로 15.6%을 차지하고 있다. 이러한 국내 양배추 재배면적은 식습관의 변화와 웰빙 등 고기능 채소에 대한 국민적 관심 증가로 소폭 증가 추세이다. 국내 시판중인 양배추 종자의 가격은 2,500립 당 약 15,000원 정도로 거래가 이루어지고 있으며, 봄 양배추(16,000원/2,500립), 가을 양배추(13,000원/2,500립), 월동 양배추(25,000 ~ 50,000원/2,500립) 수준이다. 양배추 종자 2,500립 1봉지에 오가네 품종은 15,000원, 검은씩음병에 강한 마쓰모 품종은 34,000원으로 병저항성 품종의 경우, 일반 재배 품종에 비해 2배 이상의 높은 가격을 형성하고 있다. 매년 약간의 변동은 있으나 국내에서 양배추 재배는 평균 면적 5,500ha에 종자 120,000봉을 소비하여 종자 시장은 약 20억원으로 추정되며 그 규모는 현재 크지 않은 편이다. 또한 국내 양배추 재배 농가는 외국 품종을 선호하여 농가의 종자가격이 상당히 부담이 되고 있는 실정이다. 해외 수입 양배추 종자의 비중은 대부분 일본과 네덜란드 산으로 이들 국가들에서 수입되는 양이 전체 수입량의 90% 수준이다. 국내에서 유통 중인 종자는 대부분 일본의 다끼이, 사카타 종묘의 제품이며 국산화율은 10% 미만으로 나타났다(Golden Seed Project 예비타당성조사 대응 신규사업기획 연구). 현재 양배추 종자의 수입량은 2000년도에 1,070천불 규모에서 2005년도 1,976천불, 2010년도 2,537천불, 2012년도에는 2,914천불 수준으로 지속적으로 증가하는 추세이다. 한편, 국내 양배추 종자 수출은 2005년 21톤, 금액으로 1.8백만불을 수출하였으며, 2006년에는 31톤, 2.8백만불을 수출하여 고추(6.9백만불), 무(5.2백만불) 다음으로 큰 수출 품목이며 해마다 그 수출이 꾸준히 증가하고 있으며 2009년 양배추 종자 수출은 25톤, 금액으로 2.5백만불을 주로 인도, 중국, 인도네시아에 수출하였고 2010년에는 종자 수출 금액이 300만불에 달하였고, 2012년도에는 400만불에 달하여 수출 효자 품목이라고 할 수 있다. 현재 양배추 종자를 연구 중인 국내기업은 아시아종묘, 농우바이오, 조은종묘이고 국내에 진출해 있는 외국 기업에는 다끼이, 사카타, 누넬 등이 있다. 주로 아시아 종묘와 농우바이오 등에서 양배추 종자 수출이 이루어지고 있으며 기업별로 연간 15~20톤 규모의 양배추 종자를 수출하고 있으며 이러한 국내기업의 양배추 종자 수출액은 꾸준히 증가하는 추세에 있다(원예종자산업의 발전방안, 농우바이오 자료; 아시아종묘 조사 자료 분석).



[그림7]. 국내의 양배추 주산지 시장 분석

국내 양배추 재배의 품종과 동향을 살펴보면, 조생종 품종의 경우, 평지 봄과 고랭지 여름 수확용으로 재배되고 있으며, 중생종 품종은 육지에서는 추위가 오기 이전 평지 및 고랭지에서 연내 수확용으로 재배되며, 만생종 품종은 월동 후 3-4월까지 수확을 연장할 수 있는 작형으로 구분되어 있다. 종자 가격 면에서는 조생과 중생에 비해 월동용 품종이 3배 정도 고가의 시장을 형성하고 있다. 국내 일부 종묘회사에서는 조생종 품종을 판매를 하고 있으며 수입품종들과의 경쟁력도 어느 정도 확보해 가고 있는 실정이나 중생종과 만생종 품종은 아직 그 육성이 미흡해서 수입품종이 시장을 주도하고 있다. 근래 들어, 국내 양배추 재배 포장은 제주도에서 강원도에 이르는 전 지역에서 뿌리혹병 오염지가 최근 급격이 늘어나며 문제가 되고 있어 향후, 뿌리혹병 내병성 품종 육성이 가장 큰 과제로 부상할 것으로 예상된다. 현재 우리나라 양배추의 재배작형은 다양하게 분화하고 발달되어 1년 내내 연중 재배가 이루어지고 있으며 국내에서 유통되는 양배추는 봄 양배추, 가을 양배추, 월동 양배추로 나뉜다. 그 작형별 재배비율은 중간지 40%, 고랭지 20%, 제주도 및 전남의 월동 양배추 재배가 40%의 비율로 재배되고

있다. 현재 월동 양배추는 일본계 회사인 노자키의 제품을 많이 사용하고 있으며 월동 재배시에는 안토시아닌 발현이 억제된 품종이 그 상품성 유지를 위해 필수적으로 요구된다. 제주도를 제외한 내륙지방의 양배추 종자시장은 일본 다끼이종묘의 YR호월, 오가네 등이 80% 이상의 시장을 형성하고 있으며 주로 편형계의 양배추가 유통되고 있다. 또한, 이러한 수입종의 우세 속에서 국내 품종으로는 아시아종묘의 ‘대박나’가 내륙지역에서 그 점유율을 높여가고 있다(그림7, 아시아종묘 조사분석 자료).



[그림8]. 국내 지역별 양배추의 주요 품종(아시아종묘)

한편, 국내에서 많이 판매되고 있는 양배추 품종들은 대부분 검은썩음병에 약하고 뿌리혹병에 감수성인 문제점이 있다. 다끼이 종묘의 ‘오가네’와 ‘YR호월’, 그리고 국내 회사들에서 판매되고 있는 품종들은 대부분 검은썩음병에 약한 특성이 있어 고냉지 여름재배 및 제주 월동재배에서 피해가 많이 발생하고 있다. 또한 국내 판매 품종들은 모두 뿌리혹병에 감수성으로 대관령 등 양배추 주 재배지역에서 그 피해가 증가하고 있는 실정이다. 따라서 뿌리혹병 저항성 품종의 개발이 시급한 과제이다.

또한, 국내 양배추의 주산지인 제주도, 강원도 및 전라남도를 제외하여 중간지로 분류되는 경상북도와 그 이외의 지역에서도 양배추 재배가 이루어지고 있으며, 이러한 중간지에서도 역시 수입 양배추 종자를 대체하기 위한 노력이 필요한 상황이다. 경상북도의 경우, 봄재배는 2월 하순~3월 상순까지 파종하여 6월 중순~7월 상순까지 재배한 후 수확하여 출하하고 있으며, 여름재배는 6월~7월 파종해서 10~11월까지 재배하여 수확한 후 시장에 출하하고 있다. 그 재배규모는 550ha이며, 약 1억7천만원(종자량 165ℓ)의 종자시장이 형성되어 있고, 주 재배지역으로 봉화군, 영양군, 청송군, 구미시 등지에서 재배되고 있다. 다끼이종묘의 ‘오가네’, ‘YR호월’ 등이 이 지역의 양배추 종자시장을 83% 정도 점유하고 있는 반면 우리나라 품종으로는 아시아종묘의 ‘대박나’, 농우바이오의 ‘온누리’ 등이 12% 정도를 차지하고 있는 것으로 파악되고 있다.

국내 중간지 중 경상북도를 제외한 그 외 지역(충남, 충북, 전북, 경남, 경기)의 재배작형 및 재배품종을 살펴보면, 봄 및 여름재배의 경우, 다끼이종묘의 ‘오가네’, ‘YR호월’이 75%의 시장을 점유하고 있으며 우리나라 품종으로는 아시아종묘의 ‘대박나’가 10% 정도를 차지하고 있다. 그 이외의 15%정도는 베조, 농우, 조은종묘, 혜성 및 제농의 품종들이 시장을 형성하고 있다.

이들 지역의 양배추 재배 면적 규모는 약 1,484ha이며, 약 4억6천7백만원(종자량 445ℓ)의 종자시장이 형성되어 있다(표14).

<표14> 중간지 재배 작형 및 품종

◆ 시장규모: 1,484ha X 0.3L/ha=445L(31,150봉) X 15,000원/봉= 약 4억6천 7백만원

◆ 주 재배지역: 봉화, 영양, 청송, 구미, 공주, 논산, 정읍, 김해

작형	파종	정식	수확	품종(회사)	판매량(봉)		비율 (%)
					판매량	합계	
봄재배	2월하순 ~ 3월상순	3월하순 ~ 4월상순	6월중순 ~ 7월상순	오깨나(다끼이) 대박나(아시아) 온누리(농우) 그 외 기타	10,940 800 620 380	12,740	40
여름재배	6월~7월	7월~8월	10월~11월	오깨나(다끼이) YR호월다끼이 대박나(아시아) 그 외 기타	4,000 13,360 500 550	18,410	60

국내에서 재배되고 있는 양배추 품종과 이들의 주요 특성을 살펴보면, 다끼이종묘의 ‘YR호월’은 중생종으로 시들음병에 내병성을 갖고 있고, 내서성이 강하며 초세가 강하며 밀식재배용으로 활용이 가능하며 구의 무게가 1.6kg 정도로 종자가 가격은 2,500립당 12,000원 정도로 판매가 되고 있다. 같은 다끼이종묘의 ‘YR에코플러스’는 중조생종으로 시들음병 및 검은썩음병에 내병성을 갖고 있으며 구비대성이 우수하고, 추대에 비교적 안정적인 편형양배추이다. 또한 다끼이종묘의 ‘오가네’는 조생종이며 시들음병에 내병성을 갖고 있으며, 내열구성과 저장성이 우수하여 현재 국내에서 재배되는 인기 품종 중의 하나이다. 이외에도 중조생종이며 시들음병과 검은썩음병에 내병성을 갖고 있으며 내한성과 내열구성이 특성인 ‘후유끼’와 조생종으로 저온결구성이 우수하고, 저장성이 뛰어난 ‘루비아’ 등이 다끼이종묘의 대표 품종으로 국내에서 시판되고 있다. 한편, 가네꼬종묘에서 시판하고 있는 ‘동도리’는 중조생종의 편형양배추로 검은썩음병에 저항성을 갖고 있다. 사카다코리아의 ‘레드루끼’는 중조생종 품종으로 초세가 강한 정원형 양배추이다. 또 다른 일본 회사의 ‘YR하루토’는 시들음병에 저항성을 갖고 있으며, 내한성이 강한 품종으로 진한 농록색의 품종으로 안토시아닌 발생이 없는 특성이 있는 만추성 품종이다. 노자끼사의 ‘하루타마’는 구 크기가 2.5~3kg으로 내습성과 내한성이 강하며 시들음병과 검은썩음병에 저항성을 갖고 있는 품종으로 시판되고 있다. 이 이외의 수입품종으로는 베조사의 ‘마쓰모’가 시판되고 있으며 이 품종은 농록색의 중만생종으로 초세가 왕성하고 열구가 늦어 재포성이 우수하고 내한성이 강한 특성을 갖고 있다.

월동 양배추의 주 재배지역은 제주도, 전남(해남, 진도)이며 8월 상순~9월상순에 정식하며, 12월~4월 경에 수확한다. 배조, 가네꼬, 경농등의 수입품종이 60% 점유하고, 안토시안이 발현되지 않는 내한성이 강한 품종 및 저온기 구비대력 우수 및 포장저장성 우수 품종 선호한다. 주요 품종으로는 YR호월(다끼이), 동도리(가네꼬), 마즈모(배조), 춘옥(경농), 하루또(세종) 등이 재배 된다.

중간지 양배추 주요 재배지역은 경상북도(봉화, 영양, 청송, 구미), 충남, 충북, 전북, 경남, 경기 등이며, 7월~8월에 정식하며, 9월~10월에 수확한다. 일본계 수입품종이 90%이상 점유하고 있으며, 주요 품종으로는 오끼나, YR호월(다끼이), 대박나(아시아), 동도리(가네꼬) 등이 있다. 고랭지 양배추 주요 재배지역은 강원도(평창 등)이며, 5월 중순~5월 하순에 정식하여, 8월~9월에 수확하여 판매한다. 고랭지 양배추는 일본계 수입품종이 90%이상 점유하고 있으며, 포장저장성, 내열구성 우수한 품종 선호한다. 주요 품종으로는 오끼나, YR호월(다끼이), 대박나(아시아), 동도리(가네꼬) 등이 있다.

국내 종묘회사들이 판매하는 품종으로는 아시아종묘의 '대박나'와 농우바이오의 'YR온누리'가 대표적인 품종이다. 아시아종묘의 '대박나'는 조생종 편형양배추로 결국 긴도가 우수한 시들음병 저항성 품종이며, 농우바이오의 'YR온누리'는 구비대력이 우수하고 '오가네'에 비해 숙기가 2-3일 빠른 특성이 있다. 또한, 조은종묘의 '조은에이스'는 중생종 편형양배추로 결국 긴도가 우수하고, 구비대력이 우수하며 숙기가 빠른 편이다. 아시아종묘의 'YR호남'은 중만생종 편형양배추로 내한성과 결국 긴도가 우수한 품종으로 시판되고 있다(그림 6, 아시아종묘 국내 시장 동향 분석 자료).

결론적으로 현재 국내 양배추 종자 시장은 90%에 이르는 수입종자를 대체할 품종들의 개발이 시급하고, 최근 전국각지에서 문제가 되고 있는 뿌리혹병을 극복하기 위한 내병성 품종 육종이 필요한 상황이다.



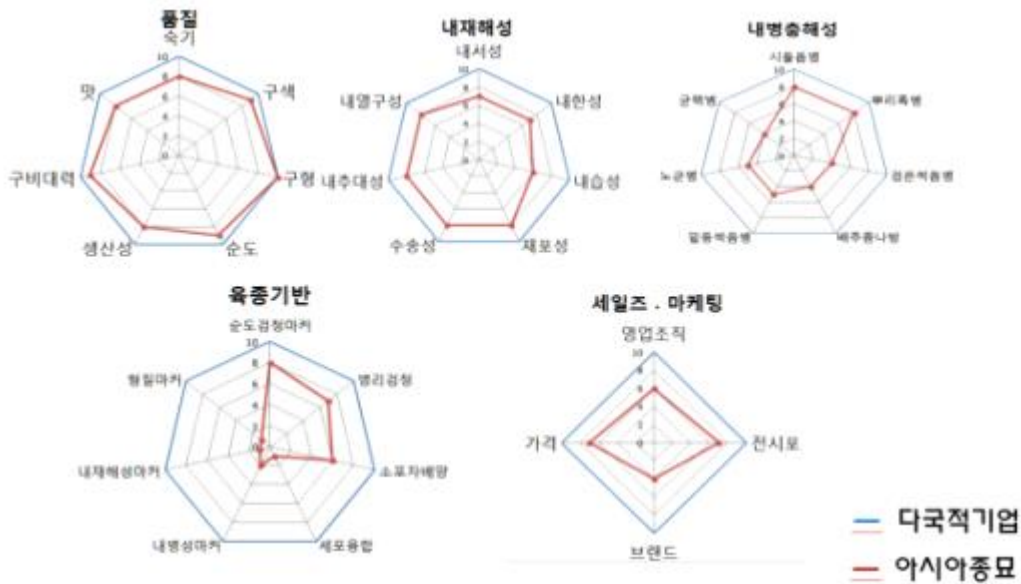
[그림9] 국내의 리딩품종 특성 및 육성 보완사항

라. 분야별 최고 기술 대비 기술 격차 및 중장기 전략

육종 방향의 전략 및 우선순위 설정 등 체계적·객관적 기초자료가 필요하여 국내외 시장 동향, 주요 판매 품종, 다국적기업의 수준을 분석하여 분야별 최고 기술에 대비 아시아종묘(주) 기술 격차를 수준을 평가하였다. 기술수준평가는 육종의 핵심기술의 국제비교를 통해 자사의 기술수준을 진단하고 발전추이를 파악함으로써 육종방향 설정을 위한 중요한 기초자료로 활용될 예정이다.

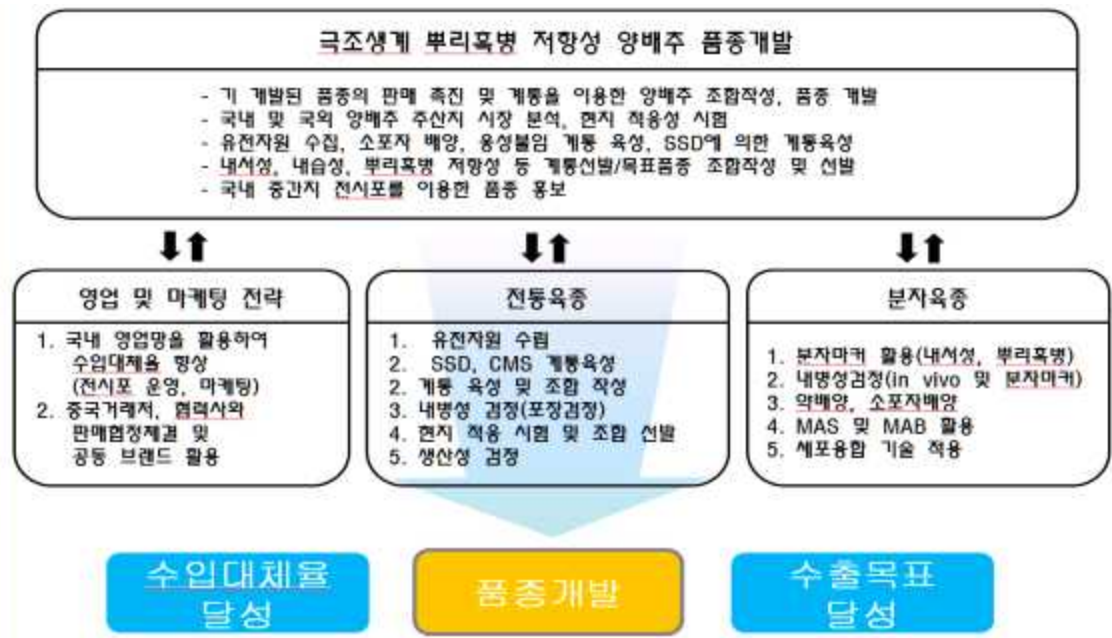
평가항목은 품종의 품질, 내재해성, 내병충해성, 육종기반, 세일즈·마케팅 분야 총 5가지 분야이다(10: 매우 우수, 8:우수, 6:보통, 4:미흡, 0:매우 미흡)

자사의 기술 수준은 품질 및 내재해성(내서성, 내한성, 내습성, 재포성, 수송성, 내추대성, 내열구성)에서는 다국적 기업과 비슷하였다. 내병충해성에 시들음병과 뿌리혹병은 세계 수준과 비슷하나 그 외, 검은썩음병, 배추좀나방, 밀둥썩음병, 노균병, 균핵병 등에서는 미흡하였다. 자사에서 순도검정마커, 병리검정은 활발히 연구 진행중이며, 세포융합, 내병성마커, 내재해성마커, 형질마커 기술수준은 매우 미흡하였다. 세일즈·마케팅 분야는 다국적 기업과 비교하여 70% 수준으로 나타났다(그림10).



[그림10] 현재 아시아종묘의 기술(전통육종, 분자육종, 마케팅)수준

분야별 최고 수준과 비교하여 현재의 기술 수준을 파악하여 품종개발, 수입대체율, 수출목표 달성을 위한 추진체계를 설립하였다. 전통육종 전략으로는 신규 유전자원(내서성, 내충성, 고품질 등) 수집, SSD와 CMS를 이용한 계통육성 및 조합작성, 포장에서 생물 내병성 검정, 현지 적응 시험 및 조합 선발, 생산성 검정 등을 통하여 고품질 내서성, 내습성, 뿌리혹병 저항성 품종 육성을 할 예정이다. 분자육종 전략으로는 내서성 및 뿌리혹병 분자마커 활용, in vivo 및 분자마커를 통한 내병성검정, 약배양 및 소포자배양, MAS 및 MAB 활용, 세포융합 기술을 적용 할 예정이다. 영업 및 마케팅 전략으로는 전시포 운영, 마케팅을 활용하여 국내 영업망을 활용하여 수입대체율 향상하고, 중국거래처 및 협력사와 판매협정체결, 공동 브랜드를 활용할 예정이다(그림11).



[그림11] 성과달성을 위한 추진체계

수출 목표 달성을 위한 중장기 전략을 아래와 같이 수립하였다. 단기전략으로는 극조생계, 내서성, 생산성 향상 품종육성을 위하여, 기존품종의 수출확대, 기존 계통의 내재해·내병성 검정, 품질 및 내재해성 향상 품종 개발 전략을 수립하였다. 회사의 브랜드 가치를 높이기 위하여 세일즈·마케팅 분야에 집중하여 영업조직 30개사와 협력 강화하고, 전시포 3곳 확대하며, 육종기반 30% 조성 및 협력하여, 브랜드 점유율 10% 확대 할 예정이다. 중기전략으로는 복합내병성(YCR), 재포성, 내습성 품종육성을 목표로 설정하였다.

고품질 육성을 위하여 육종기반(50%) 조성 및 기술이전을 통해 내병성 검정(in vivo 및 분자마커)과 내재해성 검정(포장, 분자마커)를 확대하여 내재해·내병성 향상 9품종 개발할 예정이다. 또한, 품질 및 내재해성 품종의 수출을 위하여 영업조직 및 전시포 5곳 확대하여, 브랜드 30% 강화 및 증가가치화(600\$/kg)를 실현할 예정이다. 장기전략으로는 복합내병성(YCBB), 내재해성(HCOFT) 품종육성으로 육종기반(세포융합 등) 구축하고 MAS 및 MAB 확대하여 복합내재해·내병성 14 품종 개발할 예정이다. 내재해·내병성 향상 품종의 수출을 위하여 영업조직 50개사 및 전시포 확대하여 브랜드 50% 강화 및 고가가치(1,000\$/kg)화하여 2020년까지 수출액 700만\$ 달성할 수 있도록 전략을 수립하였다. 또한 1차년도 수출액은 100만\$(목표액)보다 116.12만\$(달성액)으로 초과달성하였고, 2차년도에는 150만\$(목표액)이나 117.08만\$(달성액)이나 3~4월에 가계약된 43.15만\$을 더하면 160.23만\$(예상액)으로 초과 달성될 예정이다(그림 12).



[그림12] 수출 목표 달성을 위한 중장기 전략

2. 양배추 유전자원 수집 및 특성평가

연구개발 목표에 적합한 육성재료를 확보하기 위하여 중국, 일본 및 인도에서 다양한 양배추 유전자원을 수집하였다. 수집된 유전자원은 포장검정을 통하여 시험대비종 및 육성재료로 활용하기 위하여 숙기, 엽장, 엽폭, 외엽수, 구중, 구고, 구폭, 코아 등의 특성을 국립종자원 작물특성 조사기준을 적용하여 조사한 다음 우수한 계통을 선발하였다.

2013년 1차년도에는 유전자원 30품종을 수집하였으며, 구형별로 원형계 20품종, 편형계 10품종을 수집하였다. 수집된 유전자원 및 대비종을 포함한 원형계와 편형계 품종을 공시하여 편형계의 경우, 2013년 7월 17일에, 원형계의 경우, 7월 23일에 105구 트레이에 파종하였고 각각 22일, 28일 육묘한 후 본밭에 주간간격 40cm로 정식하였다. 현재 중국 및 인도 등 해외에서 일반적으로 재배되고 있는 품종특성을 고려하였으며 구 모양, 숙기, 열구 등을 조사한 후 양배추 신품종육성을 위한 육성재료로 이용하기 위하여 형태적 특성이 우수한 31개체의 성숙모본을 선발하였다(표 5, 그림 1).

원형계의 대비품종은 숙기가 정식 후 45일로 빠르고 중국 북부 연해지역(산둥, 허베이)에서 많이 재배되고 있는 중국의 농업과학기술원의 “중감 11호”와 일본 사카타종묘의 중국 수출품종인 “희망” 그리고 아시아종묘의 주력수출품종인 “아시아익스프레스” 품종을 대비종으로 공시

하여 조사하였다.

BN13-01에서 BN13-10까지는 중국에서 수집한 품종들로 숙기가 정식 후 49일에서 63일이었으며 BN 13-06과 BN13-09는 중국의 “용안”과 “CB-864”로서 조직이 매우 치밀하고 코아가 짧아 우수하였다. 일반적으로 코아 길이는 양배추 품질을 결정하는 중요한 요인 중 하나로 코아 길이가 5cm 이하 이면 매우 우수하다고 할 수 있다. BN13-11에서 BN 13-15까지는 인도에서 수집한 품종들이다. 대체로 결구긴도가 매우 우수하였으며 포장저장성도 탁월한 특성을 보였다. BN 13-16에서 BN 13-20까지는 일본에서 수집한 품종들이다. 특히 이 중 BN 13-20은 일본 농원에서 개발한 “극조010”으로 위황병과 연부병 등에 강한 품종으로 숙기가 빠르고 코아가 짧아 조생종 양배추 품종육성에 중요한 유전자원이라고 할 수 있다(표 5).

편형계의 대비품종은 아시아종묘의 편형계 중국 주력 수출품종인 “대박나”와 “YR호남”, 일본 마루다네종묘사의 중국 수출 품종인 “M-3”, 일본 노자끼종묘사의 중국 수출품종인 “한춘4호” 등을 공시하였다.

BN 13-21에서 BN 13-30까지는 편형계양배추 수집 품종으로서 숙기가 정식 후 71~90일로 다양하며 BN 13-21은 상대적으로 구의 높이와 폭이 커서 무게가 많이 나가는 품종이었으며 BN 13-25의 경우 코아가 짧은 특징이 있어 매우 중요한 유전자원으로 판단된다(표 5).

중국으로부터 리딩 및 신품종 품종 15점, 인도에서 7점, 일본에서 8점 등 총 30점의 유전자원을 수집하였고 2013년 가을재배를 통해 그 특성을 평가하여 코아 길이가 짧고 포장저장성 등이 우수한 31개체를 선발하여 겨울동안 춘화처리 후, F2 종자를 받아 계통 육성에 활용하였다.

2014년 2차년도에는 양배추 유전자원 구형별로 원형계 18품종, 편형계 12품종 등 총 30품종을 수집하였다. 수집된 유전자원 및 대비종을 포함한 원형계와 편형계 품종을 공시하여 편형계의 경우, 2014년 7월 16일에, 원형계의 경우, 7월 24일에 105구 트레이에 파종하였고 각각 22일, 27일 육묘한 후 본밭에 주간간격 40cm로 정식하였다. 정식된 유전자원은 포장검정을 통하여 시험대비종 및 육성재료로 활용하기 위하여 특성을 조사한 다음 형태적 특성이 우수한 32개체의 성숙모본을 선발하였다.

2015년 3차년도에는 양배추 유전자원 구형별로 원형계 27품종, 편형계 25품종 등 총 52품종을 수집하였다. 수집된 유전자원 및 대비종을 포함한 원형계와 편형계 품종을 공시하여 편형계의 경우, 2015년 7월 15일에, 원형계의 경우, 7월 22일에 105구 트레이에 파종하였고 각각 23일, 26일 육묘한 후 본밭에 주간간격 40cm로 정식하였다. 정식된 유전자원은 포장검정을 통하여 시험대비종 및 육성재료로 활용하기 위하여 특성을 조사한 다음 형태적 특성이 우수한 35개체의 성숙모본을 선발하였다.

2016년 4차년도에는 양배추 유전자원 구형별로 원형계 30품종, 편형계 10품종 등 총 40품종을 수집하였다. 수집된 유전자원 및 대비종을 포함한 원형계와 편형계 품종을 공시하여 편형계의 경우, 2016년 7월 19일에, 원형계의 경우, 7월 26일에 105구 트레이에 파종하였고 각각 28일, 24일 육묘한 후 본밭에 주간간격 40cm로 정식하였다. 정식된 유전자원은 포장검정을 통하여 시험대비종 및 육성재료로 활용하기 위하여 특성을 조사한 다음 형태적 특성이 우수한 34개체의 성숙모본을 선발하였다(표15, 그림13).

<표15> 수집된 양배추 유전자원의 원예적 특성

년 도	NO	도입번호	구형	숙기 (정식후)	엽장 (mm)	엽폭 (mm)	외엽수 (매)	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	납질	세포력	선 발	비고
1 차 년 도 (20 13)	1	BN 13-01	원형	56	345	365	12	1,720	170	160	66	없음	중	1	
	2	BN 13-02	원형	52	340	330	12	1,510	150	145	68	없음	중	1	
	3	BN 13-03	원형	56	285	300	13	1,220	155	155	54	있음	중	1	
	4	BN 13-04	원형	63	330	310	15	1,900	150	170	71	있음	중	1	
	5	BN 13-05	원형	61	285	305	14	1,810	170	160	59	있음	중	1	
	6	BN 13-06	원형	57	300	310	14	1,500	165	155	45	없음	상	1	
	7	BN 13-07	원형	60	340	340	12	1,620	140	140	69	있음	상	1	
	8	BN 13-08	원형	55	375	370	13	1,520	158	155	84	있음	중	1	
	9	BN 13-09	원형	52	295	305	13	1,200	135	145	49	없음	중	1	
	10	BN 13-10	원형	49	275	270	12	1,080	140	140	64	있음	중	1	
	11	BN 13-11	원형	70	360	385	14	1,560	140	170	87	없음	상	2	
	12	BN 13-12	원형	69	285	320	17	1,840	170	160	39	없음	상	1	
	13	BN 13-13	원형	64	320	385	13	1,650	175	185	74	있음	중	1	
	14	BN 13-14	원형	58	345	350	14	1,380	160	180	69	없음	상	1	
	15	BN 13-15	원형	59	315	335	14	1,680	170	170	66	있음	상	1	
	16	BN 13-16	원형	67	315	355	9	1,640	165	175	63	있음	상	1	
	17	BN 13-17	원형	77	355	275	11	2,310	190	185	74	있음	상	1	
	18	BN 13-18	원형	63	310	275	13	1,400	175	180	81	있음	중	1	
	19	BN 13-19	원형	62	305	295	12	1,610	130	140	49	있음	상	1	
	20	BN 13-20	원형	55	315	355	12	1,300	150	150	50	없음	중	1	
	21	BN 13-21	편형	71	355	295	19	2,320	144	227	65	없음	중	2	
	22	BN 13-22	편형	83	390	355	19	1,850	140	196	60	있음	상	0	
	23	BN 13-23	편형	82	360	380	17	1,360	142	225	60	있음	상	0	
	24	BN 13-24	편형	90	405	390	14	1,440	158	219	73	있음	상	0	
	25	BN 13-25	편형	84	365	375	18	890	125	180	39	있음	중	3	
	26	BN 13-26	편형	81	370	335	16	960	127	172	53	있음	상	1	
	27	BN 13-27	편형	69	360	345	14	1,210	100	225	49	있음	상	1	
	28	BN 13-28	편형	71	325	370	14	1,710	125	244	66	없음	상	1	
	29	BN 13-29	편형	76	405	380	18	1,480	135	216	49	있음	중	1	
	30	BN 13-30	편형	74	330	340	19	1,350	116	215	46	있음	중	1	
	31	증감 11호	원형	58	314	325	15	1,340	165	150	44	있음	중	-	타사 대비종
	32	희망	원형	54	328	335	16	1,450	130	140	55	있음	중	-	타사 대비종
	33	아시아익 스프레스	원형	60	312	325	15	1,310	150	145	44	있음	상	-	자사 대비종
	34	대박나	편형	71	345	305	18	2,100	154	232	45	있음	중	-	자사 대비종
	35	YR호남	편형	81	380	375	18	2,000	150	205	49	있음	상	-	자사 대비종

	36	M-3	편형	82	355	370	16	1,740	145	215	50	있음	중	-	타사 대비종
	37	한춘4호	편형	73	385	375	17	1,810	160	228	55	있음	중	-	타사 대비종
2 차 년 도 (20 14)	1	BN 14-01	원형	64	275	287	16	1,340	155	153	59	있음	중	1	
	2	BN 14-02	원형	58	334	295	13	950	140	138	55	있음	중	1	
	3	BN 14-03	원형	53	297	320	17	1,100	139	134	49	있음	상	1	
	4	BN 14-04	원형	56	311	323	15	920	120	135	57	있음	중	1	
	5	BN 14-05	원형	58	332	343	13	1,520	168	156	57	있음	상	1	
	6	BN 14-06	원형	56	308	322	12	1,020	135	137	51	없음	상	1	
	7	BN 14-07	원형	54	292	296	12	1,060	150	142	69	없음	중	1	
	8	BN 14-08	원형	61	221	257	9	1,220	140	139	57	없음	중	2	
	9	BN 14-09	원형	55	288	313	12	1,100	132	139	51	없음	상	2	
	10	BN 14-10	원형	51	261	246	10	910	139	136	70	없음	중	1	
	11	BN 14-11	원형	62	286	334	14	1,100	145	143	62	있음	상	2	
	12	BN 14-12	원형	60	268	270	13	1,050	140	142	52	있음	중	1	
	13	BN 14-13	원형	65	307	286	11	1,040	140	141	69	있음	상	1	
	14	BN 14-14	원형	68	300	281	13	1,020	146	135	55	있음	중	0	
	15	BN 14-15	원형	53	288	286	17	1,190	146	137	49	있음	상	2	
	16	BN 14-16	원형	64	350	362	14	1,240	141	136	54	있음	상	1	
	17	BN 14-17	원형	68	324	318	16	1,160	141	144	63	없음	상	1	
	18	BN 14-18	원형	56	344	361	11	860	143	145	55	있음	중	0	
	19	BN 14-19	편형	76	292	273	16	1,100	119	169	47	없음	중	2	
	20	BN 14-20	편형	70	263	250	17	1,700	147	181	64	있음	상	1	
	21	BN 14-21	편형	72	360	373	13	1,850	132	223	61	없음	중	1	
	22	BN 14-22	편형	78	404	338	11	1,500	137	187	71	없음	중	0	
	23	BN 14-23	편형	81	308	255	16	1,200	131	177	80	있음	상	0	
	24	BN 14-24	편형	83	279	300	17	1,600	144	162	48	있음	상	1	
	25	BN 14-25	편형	80	333	340	15	2,200	149	202	69	있음	상	2	
	26	BN 14-26	편형	73	320	309	12	1,400	162	189	49	있음	중	2	
	27	BN 14-27	편형	69	310	370	14	2,450	146	220	67	있음	중	1	
	28	BN 14-28	편형	88	252	246	18	1,050	134	152	54	있음	상	0	
	29	BN 14-29	편형	90	350	250	17	1,150	122	161	67	없음	중	1	
	30	BN 14-30	편형	75	330	312	17	1,800	152	181	73	있음	중	1	
	31	왕왕	원형	59	323	333	13	1,610	171	159	59	있음	중	-	타사 대비종
	32	노조미	원형	55	304	318	10	1,000	132	133	63	있음	중	-	타사 대비종
	33	아시아익 스프레스	원형	56	301	345	12	1,000	134	138	56	있음	상	-	자사 대비종
	34	대박나	편형	72	422	308	13	2,350	132	114	59	있음	중	-	자사

															대비종
	35	YR호남	편형	75	349	356	13	1,850	140	192	58	있음	상	-	자사 대비종
	36	전망	편형	65	320	309	12	2,550	182	189	49	있음	중	-	타사 대비종
	37	열풍	편형	65	310	370	14	2,450	146	220	67	있음	상	-	타사 대비종
3 차 년 도 (20 15)	1	BN15-01	원형	56	340	330	16	1440	160	156	58	없음	중	1	
	2	BN15-02	원형	54	274	281	11	1200	131	152	60	없음	상	2	
	3	BN15-03	원형	53	316	382	14	2100	166	195	65	있음	중	1	
	4	BN15-04	원형	54	360	350	13	1480	150	168	67	있음	중	1	
	5	BN15-05	원형	57	375	330	14	1280	150	162	56	있음	상	2	
	6	BN15-06	원형	58	345	336	15	2400	184	195	71	있음	중	1	
	7	BN15-07	원형	74	337	330	14	1640	136	185	46	있음	하	1	
	8	BN15-08	원형	75	245	338	13	1200	118	179	52	있음	상	2	
	9	BN15-09	원형	60	316	304	14	1400	159	160	87	있음	상	2	
	10	BN15-10	원형	63	376	366	18	1220	150	167	70	있음	중	1	
	11	BN15-11	원형	77	352	375	13	1500	136	203	62	있음	중	0	
	12	BN15-12	원형	60	392	483	10	2050	207	202	82	있음	상	2	
	13	BN15-13	원형	61	322	389	13	1800	160	180	62	있음	상	2	
	14	BN15-14	원형	56	332	340	12	1240	135	156	60	있음	중	1	
	15	BN15-15	원형	60	355	324	17	1700	150	179	63	있음	중	1	
	16	BN15-16	원형	79	401	407	15	2370	120	261	65	있음	중	1	
	17	BN15-17	원형	63	370	372	16	1390	150	176	64	있음	상	2	
	18	BN15-18	원형	64	340	409	13	1320	182	154	56	없음	상	2	
	19	BN15-19	원형	79	385	450	13	1500	160	166	66	없음	중	1	
	20	BN15-20	원형	59	370	392	13	2000	176	190	83	있음	중	1	
	21	BN15-21	원형	58	347	333	13	2240	170	200	57	없음	중	1	
	22	BN15-22	원형	60	333	371	14	1490	170	161	62	있음	상	2	
	23	BN15-23	원형	59	362	356	12	1490	210	160	73	있음	중	0	
	24	BN15-24	원형	60	371	412	15	1260	140	145	50	있음	중	1	
	25	BN15-25	원형	58	405	400	13	1400	140	158	59	있음	중	1	
	26	BN15-26	원형	61	423	435	13	1700	167	161	63	있음	중	0	
	27	BN15-27	원형	59	342	340	14	1020	134	136	45	없음	중	0	
	28	BN15-28	편형	85	365	377	15	2,200	130	204	83	있음	하	0	
	29	BN15-29	편형	92	410	360	12	3,000	150	195	70	있음	상	1	
	30	BN15-30	편형	72	430	395	15	3,500	150	240	80	있음	상	0	
	31	BN15-31	편형	78	370	360	13	2,400	135	203	85	있음	상	0	
	32	BN15-32	편형	81	590	320	11	2,500	180	200	95	있음	중	0	
	33	BN15-33	편형	83	500	410	14	2,400	161	205	105	있음	하	0	
	34	BN15-34	편형	80	375	382	13	2,400	145	190	55	있음	하	0	

	35	BN15-35	편형	86	550	470	11	2,900	150	230	90	있음	상	0	
	36	BN15-36	편형	76	390	350	9	2,500	126	210	63	있음	상	0	
	37	BN15-37	편형	70	490	380	11	3,000	135	245	84	있음	상	0	
	38	BN15-38	편형	72	420	405	13	2,200	130	210	60	있음	상	0	
	39	BN15-39	편형	76	390	310	11	2,100	110	200	65	있음	상	0	
	40	BN15-40	편형	70	450	450	12	4,900	356	280	70	있음	상	1	
	41	BN15-41	편형	87	415	440	14	2,500	137	210	85	있음	상	0	
	42	BN15-42	편형	78	385	413	13	2,200	132	205	51	있음	상	0	
	43	BN15-43	편형	81	380	350	11	2,500	175	176	60	있음	하	0	
	44	BN15-44	편형	83	375	405	13	2,700	143	205	60	있음	상	0	
	45	BN15-45	편형	80	380	395	11	2,700	185	180	100	있음	하	0	
	46	BN15-46	편형	73	470	440	13	2,300	160	185	95	있음	상	0	
	47	BN15-47	편형	69	490	450	21	900	115	160	50	있음	상	0	
	48	BN15-48	편형	88	420	310	11	2,300	170	185	55	있음	상	1	
	49	BN15-49	편형	90	510	420	13	3,800	140	265	75	있음	상	0	
	50	BN15-50	편형	92	360	370	9	3,000	180	220	70	없음	상	0	
	51	BN15-51	편형	89	415	401	12	2,100	115	214	78	있음	상	0	
	52	BN15-52	편형	91	470	460	13	5,400	175	270	95	있음	상	0	
	53	왕왕	원형	59	350	370	14	1200	155	133	58	있음	중	-	타사 대비종
54	노조미	원형	54	365	433	11	1620	148	146	63	있음	중	-	타사 대비종	
55	아시아볼	원형	56	359	344	14	1570	155	167	68	있음	상	-	자사 대비종	
56	대박나	편형	73	425	314	13	3,250	186	218	59	있음	중	-	자사 대비종	
57	YR호남	편형	74	352	361	13	2,670	165	203	61	있음	상	-	자사 대비종	
58	오가네	편형	97	420	310	9	3,180	190	210	88	있음	중	-	타사 대비종	
59	마쓰모	편형	86	420	460	13	2,700	160	210	60	있음	상	-	타사 대비종	
4 차 년 도 (20 16)	1	BN16-02	원형	51	270	320	12	1360	140	170	62	있음	강	1	
	2	BN16-03	원형	51	305	350	6	1720	164	180	70	있음	중	1	
	3	BN16-04	원형	45	330	330	10	1680	165	155	86	있음	약	1	
	4	BN16-05	원형	48	350	370	9	1300	140	165	55	있음	약	1	
	5	BN16-06	원형	48	360	320	10	1780	168	175	74	있음	약	0	
	6	BN16-07	원형	52	360	325	10	1360	148	165	80	있음	중	1	
	7	BN16-08	원형	53	380	395	14	1200	145	176	70	있음	강	2	
	8	BN16-09	원형	55	353	355	10	1450	130	235	69	있음	강	1	
	9	BN16-10	원형	53	380	385	9	1600	178	175	80	없음	중	1	
	10	BN16-11	원형	54	410	330	9	1650	220	190	84	없음	중	2	
	11	BN16-12	원형	52	372	375	10	1700	160	170	54	있음	강	3	

12	BN16-14	원형	55	370	385	11	1320	152	160	40	있음	중	1	
13	BN16-15	원형	57	280	357	6	1640	152	165	64	있음	강	1	
14	BN16-16	원형	45	315	360	12	1720	172	170	55	있음	약	1	
15	BN16-17	원형	73	355	364	8	1120	140	153	55	있음	중	3	
16	BN16-18	원형	52	385	360	10	2250	145	223	73	있음	중	1	
17	BN16-19	원형	55	352	400	9	1200	132	170	68	있음	중	2	
18	BN16-20	원형	52	370	380	11	1960	170	180	64	있음	약	1	
19	BN16-21	원형	54	355	430	11	1680	168	185	40	있음	중	1	
20	BN16-22	원형	55	335	342	11	1280	140	170	50	있음	중	1	
21	BN16-23	원형	46	264	295	9	1060	124	150	50	있음	약	1	
22	BN16-24	원형	53	370	400	12	1300	140	150	60	있음	약	1	
23	BN16-25	원형	51	350	360	13	2200	135	205	70	있음	약	1	
24	BN16-26	원형	46	350	344	13	1250	148	150	65	있음	약	1	
25	BN16-27	원형	50	350	401	12	1550	164	180	62	있음	중	0	
26	BN16-28	원형	53	370	412	12	1800	155	180	70	있음	중	1	
27	BN16-29	원형	51	320	379	15	1580	150	156	46	있음	강	1	
28	BN16-30	원형	68	427	310	11	1150	135	182	73	없음	강	1	
29	BN16-31	원형	53	375	370	11	1450	180	175	82	있음	중	3	
30	BN16-32	원형	52	384	421	10	2050	170	176	61	있음	중	1	
31	BN16-33	편형	85	358	323	9	2490	155	225	72	있음	중	0	
32	BN16-34	편형	83	325	320	11	1900	152	190	58	있음	강	0	
33	BN16-35	편형	78	453	380	12	2050	143	207	70	있음	중	3	
34	BN16-36	편형	80	323	385	11	1720	130	220	82	있음	강	0	
35	BN16-37	편형	81	360	392	12	1730	125	205	70	있음	중	1	
36	BN16-38	편형	79	330	348	11	1690	124	208	55	있음	중	2	
37	BN16-39	편형	82	303	379	10	3090	145	260	55	있음	중	2	
38	BN16-40	편형	73	330	405	10	2690	160	244	68	있음	중	3	
39	BN16-41	편형	74	438	390	12	1700	130	225	75	있음	강	1	
40	BN16-42	편형	77	400	395	9	1720	136	220	78	있음	강	0	
57	왕왕	원형	60	355	368	10	1100	143	145	60	있음	중	-	타사 대비종
58	Parel	원형	53	300	340	9	1700	178	180	93	있음	강	-	타사 대비종
59	아시아볼	원형	51	377	374	13	1300	155	156	62	있음	상	-	자사 대비종
60	오가네	편형	85	415	437	11	3,020	188	205	83	있음	중	-	타사 대비종
61	마쓰모	편형	82	420	455	12	2,650	162	208	62	있음	상	-	타사 대비종
62	대박나	편형	75	420	308	13	3,150	185	216	58	있음	중	-	자사 대비종
63	YR호남	편형	77	355	360	12	2,580	162	207	62	있음	상	-	자사 대비종



BN 13-02

BN 13-05

- 중국 수집 품종
- 조직이 매우 치밀함
- 코어길이가 매우 짧음



BN 13-18

- 일본 수집 품종
- 위항병 강
- 코어가 매우 짧음



BN 14-26

BN 14-27

- 일본 수집 품종
- 코어가 매우 짧음
- 포장저장성 우수
- 일본 수집 품종
- 구중이 많이 나감
- 생산성 우수



BN 14-11

BN 14-13

- 유럽 수집 품종
- 결구견도 우수
- 포장저장성 우수



- 일본 수집 품종
- 속기가 빠름
- 위항병 강

- 일본 수집 품종
- 위항병 강
- 조직이 치밀함



- 중국 수집 품종
- 60일 전후의 조생종
- 포장 저장성 좋음

- 유럽 수집 품종
- 56일 전후의 과조생종
- 코아가 매우 짧음

주요 선발 품종



재배 전경



선발 전경

[그림13] 주요 양배추 유전자원의 특성 및 재배 전경

원형계의 대비품종은 숙기가 정식 후 60일 내외로 빠르고 중국 우한지역에서 많이 재배되고 있는 중국 아너사의 “왕왕”과 일본 사카타종묘의 “노조미” 그리고 아시아종묘의 주력수출품종인 “아시아익스프레스” 품종을 대비종으로 공시하여 조사하였다.

원형계 양배추 중에서 BN14-01에서 BN14-10까지는 중국에서 수집한 품종들이며, BN14-11에서 BN14-13까지는 유럽에서 수집한 품종들이며, BN14-14에서 BN14-18까지는 일본에서 수집한 품종들이다. 구폭이 짧고 다수확을 필요로 하는 지역에 밀식재배를 할 수 있는 품종, 결구가 빠르고 내한성이 강하여 중국 시장에 적용하거나 조생종 또는 월동형 양배추로 활용 가능한 품종, 또한 구중, 구폭, 구고에 비해 코아길이가 짧아 식용부위가 많은 품종들이 포함되어 있었다. 수집한 원형계 양배추는 숙기가 정식 후 51일에서 64일이었으며, 조생계가 10품종, 중생계가 8품종이었다. 과중은 900~1,500g이며, BN14-01과 BN14-05는 과중이 1,300g 이상으로 과가 크며, BN14-02, BN14-04, BN14-10, BN14-18은 1,000g미만으로 과가 작은 소형 양배추였다. 코아길이는 양배추 품질을 결정하는 중요한 요인 중 하나로서, 코아 길이가 짧을수록 식용부위가 많은 품종이다. 코아 길이는 4.5~7cm정도이며, 가장 짧은 품종은 4.9cm로 BN14-03과 BN14-15였다. 코아 길이가 긴 품종은 7cm로 BN14-10이다.

BN14-03과 BN14-09는 중국의 “13-157”과 “원보”로서 코아가 짧고 조직이 매우 치밀하여 우수하였다. 양배추 품종에서 코아의 길이는 양배추 품질을 결정하는 중요한 요인 중 하나이며, 길이가 5cm 이하 이면 매우 우수한 품종이다. BN14-03은 숙기가 53일정도로 조생계이며, 과중은 1,100g정도이며, 엽장과 엽폭이 각각 30cm, 30cm로 작은 편이나, 외엽수가 17매로 많았다. BN14-09는 조생계(숙기 55일)이며, 과중은 1,100g으로 중간크기의 양배추이며, 구고와 구폭이 13.5cm 내외로 균일한 원형이었다. 외엽의 크기가 작고, 외엽의 매수가 12매로 밀식재배가 가능한 품종이었다.

BN14-11과 BN14-13은 결구진도가 매우 좋고 포장저장성에 우수한 특성을 보였다. 숙기는 60~65일 내외로 중생종이며, 과중은 1,100내외이며, 구고과 구폭은 14cm 내외이며, 코아의 길이는 6.5cm내외로 균일한 품종이었다. 또한, 구색이 짙은 녹색으로 식미가 우수한 특성을 나타내었다.

BN14-15는 일본 다끼이에서 개발한 “패스트캐쉬”로 숙기 53일 내외로 빠르고 코아가 4.9cm로 짧으며, 과중은 1,170g이며, 구고는 14.6cm이고, 구폭은 13.7cm이었다. 외형적 형질이 우수하며, 위황병에도 강한 특성을 보이는 품종으로 양배추 육성에 있어 중요한 유전자원이라고 할 수 있다.

편형계의 대비품종은 아시아종묘의 편형계 중국 주력 수출품종인 “대박나”와 “YR호남”, 일본 다끼이사의 “전망”, 일본 사카타사의 품종인 “열풍” 등을 공시하였다. BN14-19~BN14-30은 편형계양배추 수집 품종으로서 숙기가 정식 후 69~90일로 다양하였다. 숙기가 60~70일인 중생종은 2품종(BN14-20, BN14-27)이며, 숙기가 71~80일인 중만생종은 5품종(BN14-19, BN14-21, BN14-22, BN14-26, BN14-30)이며, 숙기가 81~100일인 만생종인 품종(BN14-23, BN14-24, BN14-28, BN14-29)은 10품종이었다. 과중은 1,050~2,500g으로 다양하게 나타났으며, 과중이 1,000~1,300g은 4품종(BN14-19, BN14-23, BN14-28, BN14-29)이며, 1,300~1,800g은 5품종(BN14-20, BN14-22, BN14-24, BN14-26, BN14-30)이며, 1,800~2,500g은 3품종(BN14-21, BN14-25, BN14-27)이다. 또한, 열구 또한 빠른 품종부터 매우 늦은 품종까지 다양하였다.

BN14-26은 일본수집품종으로 과중이 1,400g이며, 코아가 4.9cm로 짧으며, 녹색이 진하여 외

형적 형질이 우수하였다. 과폭이 작고, 외엽의 크기가 작으며 외엽수가 12매로 적어 밀식재배가 가능한 품종이며, 내한성과 포장저장성 우수한 품종이다. 내한성이 강하고 저온기에 안토시아닌 발생이 적어 월동양배추 품종육성에 중요한 유전자원이라고 생각 된다. BN14-27은 일본 수집품종으로, 숙기는 중생종이며, 과중은 2,450g이었다. 상대적으로 구의 높이와 폭이 커서 무게가 많이 나가는 품종으로 생산성이 우수하여 매우 중요한 유전자원으로 판단되었다 또한, 열구가 비교적 늦으며 구색이 짙은 녹색으로 식미가 우수한 특성을 나타내었다.

중국으로부터 리딩 및 신품종 품종 13점, 유럽에서 3점, 일본에서 14점 등 총 30점의 유전자원을 수집하였고 2014년 가을재배를 통해 그 특성을 평가하여 코아 길이가 짧고 포장저장성 등이 우수한 32개체를 선발하여 겨울동안 춘화처리 하고 있다.

원형계의 대비품종은 숙기가 정식 후 60일 내외로 빠르고 중국 우한지역에서 많이 재배되고 있는 중국 아너사의 “왕왕”과 일본 사카타종묘의 “노조미” 그리고 아시아종묘의 주력수출품종인 “아시아볼” 품종을 대비종으로 공시하여 조사하였다.

원형계 양배추 중에서 중국에서 수집한 품종이 16품종, 유럽에서 수집한 품종이 3품종, 일본에서 수집한 품종이 8품종 총 27품종이며. 구폭이 짧고 다수확을 필요로 하는 지역에 밀식재배를 할 수 있는 품종, 결구가 빠르고 내한성이 강하여 중국 시장에 적용하거나 조생종 또는 월동형 양배추로 활용 가능한 품종, 또한 구중, 구폭, 구고에 비해 코아길이가 짧아 식용부위가 많은 품종들이 포함되어 있었다. 수집한 원형계 양배추는 숙기가 정식 후 53일에서 77일이었으며, 과중은 1,020~2,400g이며, BN15-03과 BN15-07, BN15-12, BN15-16, BN15-20, BN15-21은 과중이 2,000g 이상으로 과가 크며, BN15-27은 1,000g으로 과가 작은 소형 양배추였다. 코아 길이는 양배추 품질을 결정하는 중요한 요인 중 하나로서, 코아 길이가 짧을수록 식용부위가 많은 품종이다. 코아 길이는 4.5~8.7cm정도이며, 가장 짧은 품종은 4.5cm로 BN15-27(중국의 원보)과 4.6cm인 BN15-07(일본의 YR춘공)이었다. 코아 길이가 긴 품종은 8.7cm로 BN15-09이다.

양배추 품종에서 코아의 길이는 양배추 품질을 결정하는 중요한 요인 중 하나이며, 길이가 5cm 이하 이면 매우 우수한 품종이다.

BN15-27은 코어가 4.5cm로 짧고 숙기가 59일정도로 조생계이고, 과중은 1,200g정도 이며, 엽장과 엽폭이 각각 3.4cm로 작은 편이고, 외엽수가 14매로 밀식재배가 가능한 품종이었다.

BN15-07은 숙기가 74일 만생종이며, 과중은 2,400g으로 큰 크기의 양배추 이며, 구고와 구폭이 18.4cm, 19.5cm로 편원형이었다. 외엽의 크기가 작고, 외엽의 매수가 14매로 보통이었다.

BN15-19와 BN15-22는 결구간도가 매우 좋고 포장저장성에 우수한 특성을 보였다. 숙기는 62~66일 내외로 중생종이며, 과중은 1,500g 내외이며, 구고와 구폭은 16cm 내외이며, 코아의 길이는 6.5cm내외로 균일한 품종이었다. 또한, 구색이 짙은 녹색으로 식미가 우수한 특성을 나타내었다.

BN 15-02는 일본 사카타에서 개발한 품종으로 숙기 54일 내외로 빠르고 코아가 6cm이며, 과중은 1,200g이며, 구고는 13.1cm이고, 구폭은 15.2cm이었다. 외형적 형질이 우수하며, 위황병에 강한 특성을 보이는 품종으로 양배추 육성에 있어 중요한 유전자원이라고 할 수 있다.

편형계의 대비품종은 아시아종묘의 편형계 중국 주력 수출품종인 “대박나”와 “YR호남”, 코레곤의 “오가네”, 태우종묘의 품종인 “마쓰모” 등을 공시하였다. BN 15-28~BN 15-52는 편형계양배추 수집 품종으로서 숙기가 정식 후 69~91일로 다양하였다. 숙기가 60~70일인 중생종은 3품종(BN15-37, BN15-40, BN15-47)이며, 숙기가 71~80일인 중만생종은 9품종(BN15-30,

BN15-31, BN15-34, BN15-36, BN15-38, BN15-39, BN15-42, BN15-45B BN15-46)이며, 숙기가 81~100일인 만생종인 품종(BN15-28~29, BN15-32~33, BN15-35, BN15-41, BN15-43~44, BN48~52)은 13품종이었다. 과중은 900~5,400g으로 다양하게 나타났으며, 열구 또한 빠른 품종부터 매우 늦은 품종까지 다양하였다.

BN15-42는 유럽수집품종으로 과중이 2,200g이며, 코아가 5.1cm로 짧으며, 녹색이 진하여 외형적 형질이 우수하였다. 과폭이 작고, 외엽의 크기가 작으며 외엽수가 13매로 적어 밀식재배가 가능한 품종이며, 내한성과 포장저장성 우수한 품종이다. 내한성이 강하고 저온기에 안토시아닌 발생이 적어 월동양배추 품종육성에 중요한 유전자원이라고 생각 된다. BN15-52는 일본수집품종으로, 숙기는 만생종이며, 과중은 5,400g이었다. 구의 높이와 폭이 커서 무게가 많이 나가는 품종으로 생산성이 우수하여 매우 중요한 유전자원으로 판단되었다 또한, 열구가 비교적 늦으며 구색이 짙은 녹색으로 식미가 우수한 특성을 나타내었다.

중국으로부터 리딩 및 신품종 품종 29점, 유럽에서 8점, 일본에서 15점 등 총 55점의 유전자원을 수집하였고 2015년 가을재배를 통해 그 특성을 평가하여 코아 길이가 짧고 포장저장성 등이 우수한 25개체를 선발하여 겨울동안 춘화처리 하고 있다.

원형계의 대비품종은 중국 우한지역에서 많이 재배되고 있고, 숙기가 정식 후 60일 내외로 빠른 중국 아너사의 “왕왕”과 일본 사카타종묘의 “노조미” 그리고 아시아종묘의 주력수출품종인 “아시아볼”품종을 대비종으로 공시하여 조사하였다.

원형계 양배추 중에서 중국에서 수집한 품종이 18품종, 일본에서 수집한 품종이 8품종, 동남아시아에서 수집한 품종이 3품종, 유럽에서 수집한 품종이 1품종 총 30품종이며. 구폭이 짧고 다수확을 필요로 하는 지역에 밀식재배를 할 수 있는 품종, 결구가 빠르고 내한성이 강하여 중국 시장에 적용하거나 조생종 또는 월동형 양배추로 활용 가능한 품종, 또한 구중, 구폭, 구고에 비해 코아길이가 짧아 식용부위가 많은 품종들이 포함되어 있었다. 수집한 원형계 양배추는 숙기가 정식 후 45일에서 73일이었으며, 과중은 1,060~2,250g이었다. BN16-18과 BN16-25, BN16-32은 과중이 2,000g 이상으로 과가 크며, BN16-23은 1,060g으로 과가 작은 소형 양배추였다. 코아 길이는 4~8.6cm정도이며, 가장 짧은 품종은 4cm로 BN16-14, BN16-21이었다. 코아 길이가 긴 품종은 8.6cm로 BN16-04이다.

양배추 품종에서 코아의 길이는 양배추 품질을 결정하는 중요한 요인 중 하나이며, 길이가 5cm 이하 이면 매우 우수한 품종이다.

BN16-12는 일본 사카타에서 개발한 품종으로 숙기 52일 내외로 빠르고 코아가 5.4cm이며, 과중은 1,700g이며, 구고는 16cm이고, 구폭은 17cm이었다. 외형적 형질이 우수한 품종으로 양배추 육성에 있어 중요한 유전자원이라고 할 수 있다.

BN16-16은 중국 야페이에서 개발한 품종으로 과중은 1,720g정도 이고, 코아는 5.5cm이며, 구고와 구폭이 17.2cm, 17cm로 원형이고, 숙기는 45일 내외로 극조생종이었다. 숙기에 비해 구의 비대가 빠른 특성을 나타내었다.

BN16-05와 BN16-21은 포장저장성이 우수하고, 결구진도가 좋은 특성을 보였다. 숙기는 48~54일 내외로 조생종이며, 과중은 1,700g 내외이고, 구고와 구폭은 16cm 내외이며, 코아의 길이는 각각 7cm와 4cm내외의 품종이었다. 또한, 구색이 짙은 녹색으로 식미가 우수한 특성을 나타내었다.

BN 16-23는 코어가 5cm로 짧고 숙기가 46일정도로 극조생계이고, 과중은 1,000g정도 이며, 엽장과 엽폭이 각각 2.8cm내외로 작은 편이고, 외엽수가 11매로 밀식재배가 가능한 품종이었

다.

편형계의 대비품종은 아시아종묘의 편형계 중국 주력 수출품종인 “대박나”와 “YR호남”, 코레곤의 “오가네”, 태우종묘의 품종인 “마쓰모” 등을 공시하였다. BN 16-33~BN 16-42는 편형계양배추 수집 품종으로서 숙기가 정식 후 73~85일로 다양하였다. 숙기가 71~80일인 중만생종은 6품종(BN16-35, BN16-36, BN16-38, BN16-40, BN16-41, BN16-42)이며, 숙기가 81~100일인 만생종인 품종(BN16-33, BN16-34, BN16-37, BN16-39)은 4품종이었다. 과중은 1,700~3,090g으로 다양하게 나타났으며, 열구 또한 빠른 품종부터 매우 늦은 품종까지 다양하였다.

BN16-34는 일본수집품종으로 과중이 1,900g이며, 코아가 5.5cm로 짧으며, 녹색이 진하여 외형적 형질이 우수하였다. 외엽의 크기가 작으며 외엽수가 11매로 적어 밀식재배가 가능한 품종이며, 내한성과 포장저장성 우수한 품종이다. 내한성이 강하고 저온기에 안토시아닌 발생이 적어 월동양배추 품종육성에 중요한 유전자원이라고 생각 된다. BN16-39는 일본수집품종으로, 숙기는 만생종이며, 과중은 3,090g이었다. 구의 폭이 커서 무게가 많이 나가는 품종으로 생산성이 우수하여 매우 중요한 유전자원으로 판단되었다 또한, 열구가 비교적 늦으며 구색이 짙은 녹색으로 식미가 우수한 특성을 나타내었다.

중국으로부터 리딩 및 신품종 품종 20점, 유럽에서 1점, 일본에서 16점, 동남아에서 3점 등 총 40점의 유전자원을 수집하였고 2016년 가을재배를 통해 그 특성을 평가하여 코아 길이가 짧고 포장저장성 등이 우수한 34품종 49개체를 선발하여 현재 춘화처리 중에 있다.

3. SSD에 의한 계통육성

선발된 유전자원과 우수형질, 위황병 내병성 계통 등의 다양한 계통을 신속하게 고정 계통으로 육성하기 위하여 다양한 미숙모본을 활용하여 세대진전을 실시한 후, 포장검정을 실시하여 목적형질을 가진 계통을 선발하여 여교잡을 실시하고 우수 교배친을 육성하고자 한다.

1차년도에는 SSD를 이용한 계통의 육성을 위하여 2013년 가을 재배시 순도가 고르고, 코아 길이가 짧으며 엽색이 녹색 등으로 중국 시장에서 최근 선호하는 특징을 보이는 BN3851과 BN3862등과 같이 총 40계통을 선발하였다. 이러한 40계통의 성숙모본들을 화분에 옮겨 겨울 동안 저온처리를 실시한 후, 300여 개체의 미숙모본을 교배하였다.

2차년도에는 채종된 종자를 2014년 가을 차검에서 선발된 우수계통과 위황병 집중시험을 통해 뿌리혹병 내병성계통 등 총 212계통을 선발하였다. 선발된 계통 중 원형계가 127계통이며, 편형계가 85계통이었다. BN4006과 BN4029등 뿌리혹병에 강한 30계통, 내서성 및 내습성에 강한 24계통을 선발하였다. 극조생종 87계통, 조생종 52계통 중생종 20계통, 만생종 10계통을 선발하였으며, 구색이 진한 녹색인 140계통, 구색이 청록색인 47계통, 코아 길이가 짧은 77계통을 선발하였다. 이러한 212계통의 성숙모본들을 화분에 옮겨 현재 저온처리 후 미숙모본을 교배하였다.

3차년도에는 채종된 종자를 2015년 가을 차검에서 선발된 우수계통과 위황병 집중시험을 통해 뿌리혹병 내병성계통 등 총 288계통을 선발하였다. 선발된 계통 중 원형계가 164계통이며, 편형계가 124계통이었다. BN7086과 BN7120등 뿌리혹병에 강한 30계통, 내서성 및 내습성에 강한 24계통을 선발하였다. 극조생종 96계통, 조생종 88계통 중생종 58계통, 만생종 35계통을 선발하였으며, 구색이 진한 녹색인 165계통, 구색이 청록색인 44계통, 코아 길이가 짧은 81계통

을 선발하였다. 이러한 288계통의 성숙모본들을 화분에 옮겨 현재 저온처리 후 미숙모본을 교배하였다.

4차년에는 채종된 종자를 2016년 가을 차검에서 선발된 우수계통과 위황병 접종시험을 통해 뿌리혹병 내병성계통 등 총 299계통을 선발하였다. 선발된 계통 중 원형계가 171계통이며, 편형계가 128계통이었다. 이중 뿌리혹병에 강한 23계통, 내서성 및 내습성에 강한 25계통을 선발하였다. 극조생종 113계통, 조생종 95계통 중생종 74계통, 만생종 17계통을 선발하였으며, 구색이 진한 녹색인 172계통, 구색이 청록색인 38계통, 코아 길이가 짧은 78계통을 선발하였다. 이러한 299계통의 성숙모본들을 화분에 옮겨 현재 저온처리 후 미숙모본을 교배하였다. (표16, 그림14).

<표16> SSD (단주계통육성법)을 이용한 계통 육성

년도	No.	B.N	계통명	비고
1차년 도 (2013)	1	3851	635-51-51-51-51	
	2	3862	637-51-51-51-51-51	
	3	3866	641-52-51-51-51-51	
	4	3868	662-55-52-51-51-51	
	5	3869	665-52-51-51-51-51	
	6	3891	668-52-51-51-51-51	
	7	3892	80BMC-52-51-51-51-51	
	8	3894	80BMC-52-51-51-51-51	
	9	3897	669-52-51-51-51-51	
	10	3921	723-51-51-51-51-5-51	
	11	3925	025-51-51-51-52-51-51-51	
	12	3927	026-51-51-51-52-51-51-51	
	13	3932	675-51-51-G7-51	
	14	3935	677-51-51-G7-51	
	15	3939	201-52-53-51-52-51-51-51	
	16	3941	203-2-51-51-1-51-51-51	
	17	3942	205-51-1R-1R-1-1-51	
	18	3945	0913-05-1R-1-1-51	
	19	3955	826-52-1R-1-1-51	
	20	3966	834-15-1-1-51	
	21	3975	247-51-51-52-51	
	22	3974	2209-51-51-51-51	
	23	3981	BF20-13-51-52-51	
	24	3991	123-51-51-52-51-52	
	25	3995	407-51-52-51-51	
	26	3114	2844-51-51-51-52-51-51-51-51	
	27	3141	621-51-52-51-51	
	28	3152	2586-52-51-51-51-51-51-51	
	29	3159	2452-51-51-51-51-51-51-52	
	30	3170	2325-52-53-51-52-51-51-51	
	31	3234	743-2-51-51-1-51-51-	
	32	3413	2507-51-1R-1R-1-1-51	
	33	3417	0915-05-1R-1-1-51	
	34	3436	2457-52-1R-1-1-51	

	35	3446	9104-15-1-1-51	
	36	3543	23527-51-51-51	
	37	3546	229-51-52-51-51	
	38	3552	721-13-52-51	
	39	3560	223-51-51-52-51	
	40	4028	2015-51-51-52-51	
2차년 도 (2014)	1	4006	662-55-52-51-51-51-51	
	2	4007	665-53-1-51-51	
	3	4029	634-51-51-51	
	4	4030	635-51-51-51-51-52	
	5	4031	637-51-51-51-51-51-52	
	6	4032	641-51-51-51-51-51-51	
	7	4033	642-52-51-51	
	8	4034	642-53-51-51	
	9	4035	642-54-51-51	
	10	4036	650-51-51-51	
	11	4037	665-51-51-51-51-51-52	
	12	4038	666-51-51-51	
	13	4039	666-52-51-51	
	14	4040	666-52-51-52	
	15	4047	663-52-51-51-51	
	16	4048	665-52-51-51-51-51-51	
	17	4049	669-51-51-51-51-51-52	
	18	4050	677-51-51-G7-51-51	
	19	4051	692-51-51-51-51-51	
	20	4052	696-51S-52-51-51-51	
	21	4053	716-51-51-51-51-51	
	22	4054	721-13-52-51-51	
	23	4058	723-51-51-51-51-51-51-51	
	24	4059	775-51-51-51-51-51-51	
	25	4060	775-52-51-51-51-51-51	
	26	4062	775-55-51-51-51-51-51	
	27	4063	775-55-52-51-51-51-51	
	28	4076	1464-51-51-51-51	
	29	4077	777-1-51-51-51-51-51	
	30	4078	777-3S-51-51-51-51-51	
	31	4079	777-3S-52-51-51-51-51	
	32	4080	778-2-51-51-51-51-51	
	33	4081	778-2-51-52-51-51-51	
	34	4083	2516-51-51-1-51-51-51-51	
	35	4084	2516-51-51-1-51-52-51-51-51	
	36	4090	685-55-51-52-51-51-51-51	
	37	4091	685-55-51-52-51-51-51-51-52	
	38	4099	625-51-51-51-51-51	
	39	4103	628-52-51-51-51-51	
	40	4106	2452-51-51-51-2	
	41	4107	2452-51-51-51-51-51-51-52-1	

	42	4108	2457-52-1R-1-1-51-1	
	43	4115	743-2-51-51-1-51-51-51	
	44	4117	759-51-51-51-51-51-51	
	45	4122	2507-51-1R-1R-1-1-51-51	
	46	4123	223-51-51-52-51-51	
	47	4124	223-51-51-52-51-52	
	48	4125	229-51-52-51-51-24	
	49	4126	80BMC-52-51-51-51-51-51	
	50	4127	80BMC-52-51-51-51-51-52	
	51	4128	80BMC-52-51-51-51-51-52-53	
	52	4129	834-15-1-1-51-51	
	53	4130	834-15-1-1-51-52	
3차년 도 (2015)	1	7010	WH10-4-51-51-51-51-51	
	2	7011	CNB-1-51-51-51-51	
	3	7047	663-52-1-51-51-51	
	4	7048	665-53-1-51-51-51	
	5	7049	447-1-51-51-51	
	6	7072	635-51-51-51-51	
	7	7073	637-51-51-51-51	
	8	7074	641-51-51-51-51	
	9	7075	642-52-51-51-51	
	10	7076	642-53-51-51-51	
	11	7077	642-54-51-51-51	
	12	7078	650-51-51-51-51	
	13	7079	665-51-51-51-51	
	14	7080	666-51-51-51-51	
	15	7081	666-51-51-51-52	
	16	7082	666-52-51-51-51	
	17	7083	666-52-51-51-52	
	18	7084	666-52-51-52-51	
	19	7085	08BMC-141-G6	
	20	7086	08BMC-142-G6	
	21	7088	08BMC-1-51-51-51-51	
	22	7092	663-52-51-51-51-51	
	23	7093	665-52-51-51-51-51	
	24	7094	669-51-51-51-51-51	
	25	7095	677-51-51-51-51-51-51	
	26	7096	692-51-51-51-51-51-51	
	27	7097	696-51S-52-51-51-51-51	
	28	7098	716-51-51-51-51-51-51	
	29	7100	723-52S-G6	
	30	7101	723-52S-G6	
	31	7102	775-51-51-51-51-51-51-51	
	32	7103	775-52-51-51-51-51-51-51	
	33	7104	775-54S-G6	
	34	7113	3065-51-G11	
	35	7119	777-1-51-51-51-51-51-51	

	36	7120	777-3S-51-51-51-51-51	
	37	7121	777-3S-52-51-51-51-51-51	
	38	7122	778-2-51-51-51-51-51-51	
	39	7131	685-55-51-52-51-51-51-51-51	
	40	7134	2479-51-G8	
	41	7135	2516-51-G8	
	42	7136	2516-52S-G8	
	43	7137	2415-51-G9	
	44	3177	3286-52-51-51-51	
	45	3178	2393-51-51-51-51	
	46	3179	2400-51-51-51-51	
	47	3180	2400-51-52-51-51	
	48	3195	2433-51-51-51-51-51	
	49	3196	2433-52S-G4	
	50	3199	2438-51-51-51-51-51	
	51	3206	2448-52-51-51-51-51	
	52	3207	713-51-51-51-51-51-51	
	53	3209	715-53-51-51-51-51-51	
	54	3211	715-56-51-51-51-51-51	
	55	3215	2367-51-51-51-51-51-51	
	56	3218	2392-52-51-51-51-51-51	
	57	3226	2401-51-52-51-51-51-51	
	58	3231	2405-51-51-52-51-51-51	
	59	3235	2406-52-51-51-51-51-51	
	60	3236	2412-51-52-51-51-51-51	
4차년 도 (2016)	1	4680	2384-51-51-51	
	2	4682	2390-51-51-51	
	3	4684	663-52-1-51-51-51-51	
	4	4685	665-53-1-51-51-51-51	
	5	4686	447-1-51-51-51-51	
	6	4688	601-51-51-51	
	7	4692	605-51-51-51	
	8	4693	606-51-51-51	
	9	4694	612-51-51-51	
	10	4695	612-51-52-51	
	11	4711	635-51-51-51-51-51	
	12	4712	637-51-51-51-51-51	
	13	4714	642-52-51-51-51-51	
	14	4715	642-53-51-51-51-51	
	15	4716	642-54-51-51-51-51	
	16	4719	666-51-51-51-51-51	
	17	4720	666-51-51-51-52-51	
	18	4721	666-52-51-51-51-51	
	19	4722	666-52-51-51-52-51	
	20	4732	663-52-51-51-51-51-51	
	21	4733	665-52-51-51-51-51-51	
	22	4734	677-51-51-51-51-51-51-51	
	23	4735	692-51-51-51-51-51-51-51	

24	4736	696-51-52-51-51-51-51-51	
25	4740	723-54-51-51-51-51-51-51-51	
26	4741	975-51-51-51-51-51-51-51-51	
27	4742	975-52-51-51-51-51-51-51-51	
28	4744	975-55-51-51-51-51-51-51-51	
29	4745	975-55-51-51-51-51-51-51-52	
30	4752	1464-51-51-51-51-51-51	
31	4753	797-3s-52-51-51-51-51-51-51	
32	4757	2516-51-51-1-51-51-51-51-51-51	
33	4758	2516-51-51-1-51-52-51-51-51-51-51	
34	4762	685-55-51-52-51-51-51-51-52-51-51	
35	4768	625-51-51-51-51-51-51-51	
36	4772	628-52-51-51-51-51-51-51	
37	4818	566-51-51-51-51-51-51	
38	4819	566-51-51-51-52-51-51	
39	4831	842-58-51-51-51-51	
40	4832	1464-51-51-51-51-51	
41	4835	2409-51-51-51-51-51	
42	4836	2483-51-51-51-51	
43	4844	628-52-51-51-51	
44	4845	634-52-51-51-51	
45	4846	634-52-52-51-51	
46	4851	657-51-51-51-51	
47	4852	659-51-51-51-51	
48	4855	660-52-51-51-51	
49	4859	195-52-51-51-51	
50	4864	215-52-51-51-51	



[그림14] SSD 계통 육성 모습

4. 소포자 배양조건 확립 및 DH Line 계통 육성

가. 시료의 선택

소포자 배양에 의한 조합친 계통의 조기 다량 확보를 위하여 과일양배추, 신람, 동승, 춘광주 등을 포함하여 수집된 품종들을 활용하여 소포자 배양을 수행할 준비 과정 중에 있다. 우선 양배추 소포자 배양 조건을 확립하고 중국수출을 위한 극조생계 뿌리혹병 저항성 품종을 개발하기 위한 육종 소재의 확보를 위해 고효율의 소포자 배양법 개발을 추진하는 중에 있다. 양배추의 소포자 유래 배(embryo)의 발생을 및 순화율을 높이고 배양 배지 조성 확립, 각 단계별 배양 및 환경 조건 등의 규명에 노력해 가고 있으며, 뿌리혹병에 복합저항성인 'YCR이념', '신람', 중국 월동양배추 인기품종의 '동승', 중국 조생원형 인기 양배추인 '춘광주'와 '한옥 1925', '아야네', '아야히까리', '동람' 의 월동양배추들에 대하여 소포자 배양을 실시할 준비 중에 있다. 양배추의 소포자배양을 수행 할 경우 무병주 생산 및 생육연한 단축, 특히 염색체 배가로 4~6세대를 반복 고정된 동형접합체를 유기할 수 있으며, 소포자 배양기술이 확립되면 반수체 유래 2배체의 계통을 조기에 획득 할 수 있으므로 품종육성 연한 단축이 가능하다.

나. 실험 방법

중국수출용 극조생계 뿌리혹병 저항성 품종 육성을 위한 고효율 소포자 배양법을 확립하기 위하여 시료는 성숙한 양배추에서 개화가 시작된 활력이 좋은 화뢰를 선별하여 채취하였으며 채취한 화뢰는 70% ethyl alcohol에서 20초 정도 침지시킨 후 Sodium Hypochlorite 1% 용액에서 15분간 침지시켜 표면소독을 시행하였다. 소독된 시료는 멸균된 증류수로 충분히 헹구우고, 막자사발에 washing배지를 넣어 부드럽게 갈아준 다음 45 μ m sieve로 약벽과 조직을 제외한 소포자만을 걸러 주었다. 걸러진 소포자는 Centrifuge에서 1000rpm으로 3분간 3회 원심분리하여 NLN, Sucrose, AgNO₃과 호르몬이 첨가된 생장배지에 Activated charcoal를 넣어 60x15mm의 petri dish에 분주하였다. 배양 온도처리는 30 $^{\circ}$ C에서 하루, 30 $^{\circ}$ C에서 이틀, 32.5 $^{\circ}$ C에서 하루 처리하는 3가지 방법으로 시행하였으며 암상태의 incubator에서 고온처리 후 25 $^{\circ}$ C 항온기에서 14일에서 40일까지 배의 발생을 관찰한다. 배가 발생되면 70rpm으로 25 $^{\circ}$ C 명배양하여 배가 초록빛을 띄고 육안으로 cotyledon 형태가 확인되면 식물체 분화배지에 이식하였다. 발생된 배는 호르몬이 첨가되지 않은 MS기본배지에 옮겨 식물체로 분화시켰으며 기형으로 자라는 개체는 호르몬을 첨가한 MSK배지에 계대하여 정상식물체로 유도하였다. 식물체가 분화되면 1/2MS배지에 이식하여 발근을 유도하였다.(그림 15).



[그림15] 양배추 소포자배양 재료 및 방법

다. 실험 결과

1차년도에는 예비실험을 통해 배 발생 유도배지를 설정하고 본 연구에서는 NAA와 BAP 농도별의 최적배지 조성에서 조사하였다. 4계통 모두 0.5mg/l의 NAA와 BAP를 각각 첨가한 배지에서 배 발생 효율이 가장 높았으며 호르몬 농도가 높아짐에 따라 배 발생 수는 낮아졌다. 10개의 CG계통을 0.5mg/l NAA와 BAP를 각각 첨가한 배지에서 배 발생을 조사한 결과 CG45에서 가장 높았다. 총 14개의 계통에서 발생된 배의 정상배의 비율이 낮아 정상적인 유식물체의 유기가 어려웠다. 따라서 계통간의 최적의 정상 배 발생 조건과 식물체 유기의 최적 조건 확립이 필요하다고 사료되었다.

AS계통은 낮은 호르몬 조성에서 높은 배 발생을 보였으며, AS51계통에서 가장 높은 배발생을 보였으나 전부 비정상배로 식물체로 유기되지 않았다(표 9). 각 계통별 최적의 배양 조건 확립이 필요한 상태로 특히 정상배 발생이 현저히 낮으므로 개선이 필요하다. 또한 발생된 비정상배로부터 정상적 식물체를 유도하는 조건을 확립하는 것이 우선적으로 필요하다(표18, 표 19).

총 14계통의 이용하여 소포자배양을 실시하였고, 0.5mg/l의 NAA와 BAP를 각각 첨가한 배지에서 배 발생 효율이 가장 높았으며 CG45 계통의 배발생율이 가장 높았다.

<표17> 호르몬 농도별 AS 계통 배수 및 배지별 평균

호르몬 조성		AS1			AS50			AS51			AS52		
		배양수	배양별 배수		배양수	배양별 배수		배양수	배양별 배수		배양수	배양별 배수	
			배수	배지별 평균		배수	배지별 평균		배수	배지별 평균		배수	배지별 평균
NAA	BAP												
0.5	0.5	100	22	0.22	45	12	0.27	75	240	3.20	45	8	0.18
0.5	1	85	15	0.18	40	10	0.25	60	75	1.25	40	4	0.10
1	0.5	160	17	0.11	45	9	0.20	64	32	0.50	39	4	0.10
1	1	150	25	0.17	30	2	0.07	77	33	0.43	50	6	0.12

<표18> CG 계통의 배수 및 배지별 평균

계통	배양수	배양별 배수	
		배수	배지별 평균
CG06	30	7	0.23
CG18	30	0	0.00
CG27	30	1	0.03
CG41	30	0	0.00
CG45	30	76	2.53
CG50	30	12	0.40
CG51	30	0	0.00
CG54	30	0	0.00
CG55	30	0	0.00
CG57	30	15	0.50

<표19> 각 계통별 정상배 비율

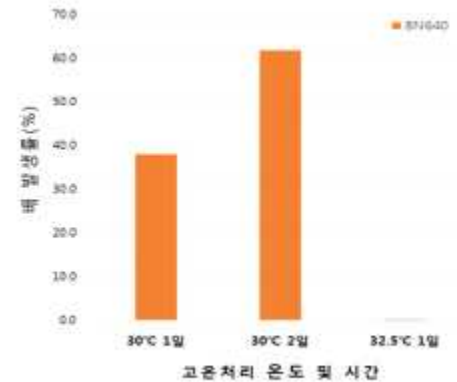
계통명	발생 배수	정상 배수	정상배 비율
AS1	25	4	0.16
AS50	12	0	-
AS51	240	0	-
AS52	25	2	0.08
CG06	7	1	0.14
CG18	0	0	-
CG27	1	0	-
CG41	0	0	-
CG45	76	11	0.14
CG50	12	3	0.25
CG51	0	0	-
CG54	0	0	-
CG55	0	0	-
CG57	15	1	0.07

2차년도에는 배양배지는 NLN농도와 호르몬 조성을 달리하여 시행하였고 그 결과 배지별 배 발생률에서 차이를 보였다. 배지조성은 총 8가지를 사용하였으며 M1과 M2배지에서 다수의 배를 획득할 수 있었다. 또한 M1과 M2배지에서 발생한 배는 재분화율이 높아 식물체 유기율을 높일 수 있었다. M4, M5배지에서도 다수의 배발생이 일어났지만 재분화 과정에서 도태된 개체가 많았다. 고온처리는 30℃에서 하루, 30℃에서 이틀 처리하는 두 가지 방법을 사용하였고 30℃에서 이틀 처리했을 때 가장 높은 배발생률을 보였다(표 20, 그림 16). 배추과 작물의 경우, 32.5℃에서 하루 처리했을 때에 배양효율이 높다고 알려져 있지만 배양테스트 결과 극조생계 양배추에서는 30℃에서 이틀 처리하는 것이 우월하게 높은 효율을 보였다.

340여개의 화뢰를 사용하여 1,392개의 배를 획득하였고 재분화를 통해 유기된 유식물체를 순화 후 저온처리 시설에서 저온처리하여 하우스에 정식하였다(그림 17). 배양 결과 총 132개의 순화체를 획득하였고 125개의 순화된 유식물체를 하우스에 정식하였다

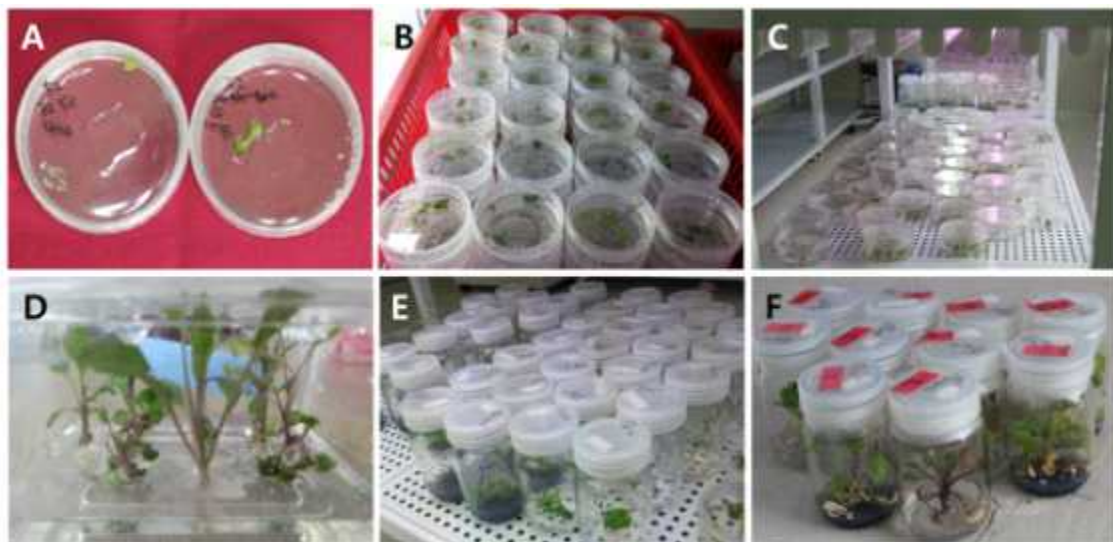
<표20> 배양배지 별 배발생률과 식물체 유기율 및 고온처리 온도/시간 별 배 발생률

Media	Bud (A)	Embryogenesis		Planta		
		No. (B)	B/A(%)	No. (C)	C/A(%)	C/B(%)
M1(0.5X, Sucrose15%)	46	289	628.3	38	82.6	13.1
M2(0.5X, Sucrose15%)	46	357	776.1	50	108.7	14
M3(0.5X, Sucrose15%)	46	187	406.5	13	28.3	7
M4(0.5X, Sucrose15%)	46	221	480.4	10	21.7	4.5
M5(0.5X, Sucrose15%)	40	196	490.0	19	47.5	9.7
M6(1X, Sucrose13%)	40	89	222.5	2	5.0	2.2
M7(2X, Sucrose13%)	40	17	42.5	0	0.0	0
M8M7(2X, Sucrose15%)	40	36	90.0	0	0.0	0
TOTAL	344	1,392		132		



<배양배지 별 배발생률과 식물체 유기율>

<고온처리 온도 및 시간별 배 발생률>



A, B 소포자 배양 후 발생된 배; C, D 유기된 유식물체; E, F 2개월간 배양된 식물체

[그림 16] 소포자 배발생 및 유기된 식물체



소포자 배양을 위한 양배추 식물체들의 저온처리 및 추대유도

2014년 2월 제주에서 수집한 하루타마외 6계통을 소포자 배양을 실시하여 48개체를 화분에 정식

[그림 17] 소포자 배양을 위한 양배추 식물체들의 저온처리 및 추대유도

3차년도에는 전년도 배양결과 1,392개의 배를 획득하여 132개의 유식물체를 얻고 춘화처리 하여 순화된 125개의 식물체를 하우스에 정식하였다. 다른 양배추 계통들에 비해 극조생계 양배추가 우수하게 배 발생률 및 재분화율이 높았으나 발생된 배의 수에 비하여 재분화율이 많이 떨어져 이번 년도에는 재분화율을 높여 식물체 유기율을 높이하고자 하였다. 또한 고온처리 시 30℃에서 하루 처리한 대조구에서 높은 재분화율을 보여 이번년도에 30℃에서 하루, 이틀처리 그리고 31℃에서 하루 처리하는 조건으로 실험을 진행하였다. 전년도 control 배지였던 M1과 M2 그리고 호르몬조성을 달리한 새로운 2종류의 배지를 사용하였고 전년도와 마찬가지로 M1과 M2에서 많은 수의 배를 획득할 수 있었다. 고온처리는 31℃에서 하루 처리한 처리구에서 조금 더 빠른 성장을 보이긴 하였으나 3가지 처리구 모두 유사한 결과 값을 내어 극조생계 양배추의 효율적인 온도조건을 확립할 수 있었다.(표21, 그림18).

<표21> 3차년도 배양배지 별 배 발생률과 유식물체 유기율

배지종류	화퇴 수 (A)	배 발생		유식물체		
		No.(B)	B/A(%)	No.(C)	C/A (%)	C/B (%)
M1	50	312	624	47	94	15.1
M2	50	375	750	61	122	16.3
N1	50	104	208	28	56	26.9
N2	50	88	176	12	24	13.6
합계	200	879	439.5	148	74	16.8



[그림18] 소포자 배 발생과 발근과정 및 순화 후 하우스 정식 전경

<표22> 2차년도, 3차년도 배양결과 비교표

연차	화퇴수 (A)	배 발생		유식물체		
		No.(B)	B/A(%)	No.(C)	C/A (%)	C/B (%)
2014	344	1392	404.7	132	38.4	9.5
2015	200	879	439.5	148	74	16.8

배양결과 879개의 배를 획득하여 148개의 유식물체를 얻었으며 140여 개의 식물체가 현재 하우스 정식 후 순화처리 중이다. 전년도보다 배발생률 및 유식물체 유기율, 발생 배로부터 식물체 재분화율이 모두 높아졌으며 건전한 식물체를 보다 많이 획득할 수 있었다. 유기된 식물체들은 8℃에서 40~60일간 저온처리 후 추대를 유도하였다.(표22.)

4차년도에는 이전년도 배양결과들을 바탕으로 소포자 배양 시 다른 양배추 계통에 비하여 극조생계 양배추에서 재분화에 어려움이 있었다. 당해년도 실험에서는 실험에 사용한 화퇴의

수를 줄여 전년도에 비해 적은 수의 배를 획득하였으나 재분화율이 16.8%에서 20.4%로 올라 유의미한 결과를 얻을 수 있었다.(표. 23) 배양배지는 전년도에 사용한 N1, N2배지를 사용하였고 새로운 N3, N4 배지를 사용하였다. 고온처리 조건은 control 조건인 30℃에서 하루 처리와 비교적 빠른 재분화를 보인 31℃에서 하루 처리하는 2가지 처리구로 진행하였다.

<표23> 4차년도 배양배지 별 배 발생률과 유식물체 유기율

배지종류	화퇴 수 (A)	배 발생		유식물체		
		No.(B)	B/A(%)	No.(C)	C/A (%)	C/B (%)
N1	30	130	433.3	38	126.7	29.2
N2	30	186	620.0	32	106.7	17.2
N3	30	82	273.3	17	56.7	20.7
N4	30	33	110.0	1	3.3	3.0
합계	120	431	359.2	88	73.3	20.4

<표24> 2차년도, 3차년도와 당해년도 배양결과 비교표

연차	화퇴수 (A)	배 발생		유식물체		
		No.(B)	B/A(%)	No.(C)	C/A (%)	C/B (%)
2014	344	1392	404.7	132	38.4	9.5
2015	200	879	439.5	148	74	16.8
2016	120	431	359.2	88	73.3	20.4

배양결과 431개의 배를 획득하여 88개의 유식물체를 얻었으며 80여 개의 식물체가 현재 하우스 정식 후 춘화처리 중이다. 전년도 대비 배발생률은 낮아졌으나 유식물체 유기율은 유사하고 발생 배로부터 식물체 재분화율이 높아진 것을 확인할 수 있었다. 유기된 식물체들은 8℃에서 40~60일간 저온처리 후 추대를 유도하였다.(표 24)

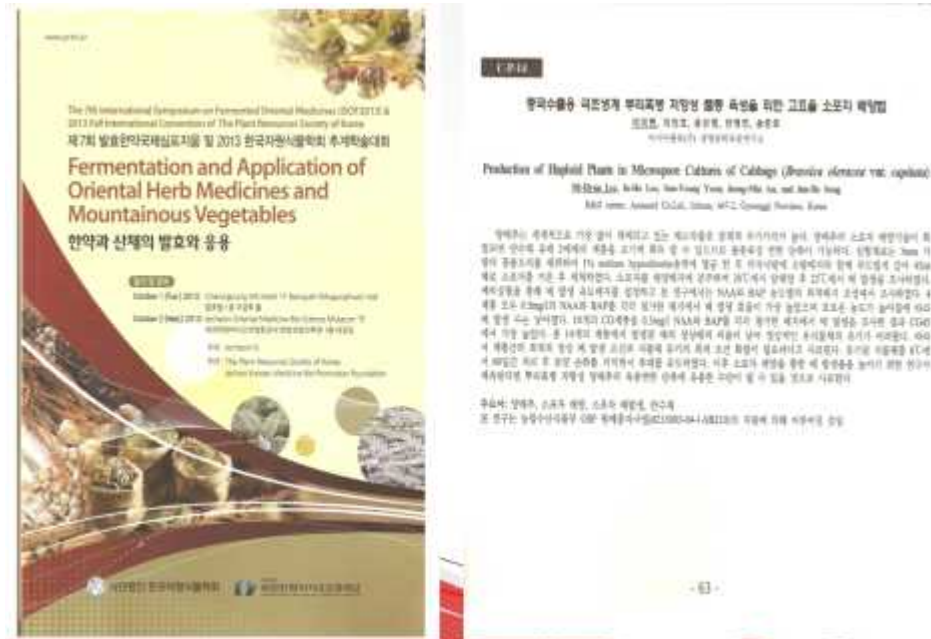
라. 고찰

2014년 봄 호르몬 조성을 달리한 8가지 배양배지와 3가지의 고온처리 방법을 이용하여 극조생계 양배추 소포자 배양을 한 결과 1,392개의 배를 획득하였고 132개의 유식물체를 얻어 춘화처리하여 순화된 125개의 식물체를 하우스에 정식하였다. 배발생률은 양호한 편이나 재분화율이 현저히 떨어져 식물체 유기율마저도 낮아지는 것을 볼 수 있다. 이는 배발생 후 재분화 과정 중 온전한 생장을 하지 못하고 탈락하는 개체의 수가 많기 때문이다. 따라서 다음 실험에서 식물체의 재분화율을 높이기 위한 재분화 배지의 조성 및 온도조건을 달리할 예정이다. 또한 고온처리에서 30℃에서 이틀 처리가 확연하게 효율이 좋지만 30℃에서 하루 처리한 대조구에서 높은 재분화율을 보여 다음 실험에서 31℃에서 하루 처리하는 대조구를 추가하여 배양할 예정이다. 이번년도 실험에서 control배지였던 M1배지를 비롯한 M2배지에서의 배발생률 및 식물체 순화율은 양호하나 그 밖의 6가지 배양배지에서 높은 효율을 기대하기 힘들 것으로 판단

된다. 따라서 다음 실험에서는 M1과 M2배지를 control로 하여 다른 호르몬 조성으로 배양할 예정이다. 전반적인 실험결과가 양호하여 다음 실험에서는 식물체 재분화율을 높이는 것에 중점을 둘 것이다.

소포자 배양의 소재로 선발된 성숙 식물체들은 겨울동안 까지 저온 처리 과정을 거친 후, 3월 하순부터 4월 상중순동안 분화되는 꽃봉오리들을 이용하여 상기의 결과에서 확립된 배발생 조건들을 적용하여 각 계통별 적정 소포자 배양조건을 확립하고, 소포자유래 계통들을 확보하는 연구를 진행중이다. 1차년도에 ‘마쓰모’, ‘하루타마’, ‘YR그린345(신올그린345)’, ‘Nozomi’, ‘YR히어로’ 및 ‘왕왕’ 등의 품종들을 재료로 하여 소포자 배양을 실시하고, 이들로부터 유래하는 계통들을 확보해 가고 있다.

유기된 식물체를 8°C에서 60일간 처리 후 토양 순화를 거치면서 추대를 유도하였다. 이후 소포자 배양을 통한 배 발생율을 높이기 위한 연구가 계속된다면 뿌리혹병 저항성 양배추의 육종연한 단축에 유용한 수단이 될 수 있을 것으로 판단되었다(그림19).



[그림19] 중국수출용 극조생계 뿌리혹병 저항성 품종 육성을 위한 고효율 소포자 배양법 (2013추계 한국자원식물학회 학술대회 발표)

5. 세포질웅성불임 모본 양성

다양한 세포질웅성불임성(CMS; Cytoplasmic male sterility) 모본의 육성을 위하여 선행연구를 통해 선발한 우수계통 및 선발한 우수계통에 대하여 생산성이 우수한 기존 웅성불임계통을 이용하여 여교잡을 실시하였다

웅성불임계통의 육종은 비교적 자가불화합성이 약한 계통이 여교잡이 쉽고 종자생산성이 높기 때문에 자가불화합성이 약한 계통을 위주로 육성해 나가는 것이 유리하며, 웅성불임성을 이용하면 조합시험에서 탁월한 성능을 나타내었으나 자가불화합성이 약하여 종자생산을 할 수 없기 때문에 폐기되었던 조합들도 웅성불임을 이용하여 살릴 수 있다. 그리고 웅성불임 육종에서 가장 중요한 것은 웅성불임 꽃에 벡타(꽃)가 있는지 초기세대에서 확인해야 한다는 것이다. 6~7년에 걸쳐 웅성불임계통을 육성한 다음 채종시험 결과 별이 교배를 하지 않아 채종에 실패한다면 많은 시간과 예산이 낭비되기 때문에 계통을 고정시키기 전에 먼저 별통을 투입하

여 별의 활동성을 점검해 보는 것이 꼭 필요하다.

1차년도에는 기보유 우수 응성불임계통을 이용하여 15계통을 여교잡하였으며, 2차년도에는 종자생산력이 우수한 응성불임 계통의 육성을 위하여 20계통을 여교잡하였다. 여교잡 종자는 가을 포장시험에 공시하여 교잡친과 최대한 표현형이 비슷한 계통을 선발하여 고정시켰다.

1차년도에는 세포질 응성불임 모본을 양성하기 위하여 15계통의 여교잡 조합을 작성하였고, 기 보유 우수 응성불임계통 MSBC0, MSBC4, MSBC3 등을 교배 모본으로 하여 종자생산력이 우수한 계통을 부분으로 하여 여교잡을 실시하였다.

2차년도에는 종자생산력이 우수하여 기존에 선발 육성된 MSBC5, MSBC6, MSBC7 등의 응성불임 계통을 이용하여 목적 육성품종의 유망 양친으로 가능성이 높은 F₃~F₅세대의 20여 계통에 여교잡하였다. 이 20계통들의 교배를 위해 춘화처리를 실시하고, 가을 성능검정 포장시험에 공시하여 목적계통을 성숙모본으로 선발하여 고정하였다.

3차년도에는 종자생산력이 우수한 응성불임 계통의 육성을 위하여, 기 보유 우수 응성불임 40계통을 여교잡 하였으며. 여교잡 종자는 가을 포장시험에 공시하여 교잡친과 최대한 표현형이 비슷한 계통을 선발하여 고정시켰다.

4차년도에는 종자생산력이 우수한 응성불임 계통 및 기 보유 우수 응성불임 35계통을 여교잡 하였으며. 여교잡 종자는 가을 포장시험에 공시하여 교잡친과 최대한 표현형이 비슷한 계통을 선발하여 고정시켜 나갈 예정이다(표25, 그림20).

<표25> 응성불임 모본 양성을 위한 양배추 여교잡

년도	No	계통명	교배번호	구형	비고
1차년도 (2013)	1	MSBC0 x 29-72	3078-51 x 29-72	편형	
	2	MSBC4 x 2437-51S-G2	3078-51 x 3157-51	편형	
	3	MSBC4 x 2429-51S-G2	3080-51 x 3152-51	편형	
	4	MSBC3 x 2437-51S-51	3138-51 x 3157-51	편형	
	5	MSBC5 x 2322-51S-G4	3139-51 x 3230-51	편형	
	6	MSBC3 x 09-38S-G4	3247-52 x 3318-52	편형	
	7	MSBC0 x 1925-56-52	3247-52 x 3478-52	편형	
	8	MSBC2 x 689-51-52-51	3902-51 x 4320-51	원형	
	9	MSBC3 x 755-51S-G3	3931-51 x 4017-51	원형	
	10	MSBC3 x 756-51S-G3	3932-51 x 4020-51	원형	
	11	MSBC6 x 2516-51-51-51-G4	4047-51 x 4182-51	원형	
	12	MSBC7 x 99-225-1-96	4074-51 x 4194-51	원형	
	13	MSBC5	4082-51	원형	

		x 2516-52S-G4	x 4184-51		
	14	MSBC3 x 723-52S-51-52-51	4107-51 x 3985-51	원형	
	15	MSBC0 x 644-51-51	4140-51 x 3910-51	원형	
2차년 도 (2014)	1	MSBC5 x 247351S-G5	3063-51 x 3114-51	편형	
	2	MSBC5 x 2429-51S-G5	3066-51 x 3110-51	편형	
	3	MSBC4 x 2473-51S-G5	3102-51 x 3114-51	편형	
	4	MSBC0 x 2434-52S-51	3102-51 x 3574-51	편형	
	5	MSBC6 x 2322-51S-G5	3103-51 x 3165-51	편형	
	6	MSBC4 x 1954-51-51-51-51-51-51	3106-51 x 3211-51	편형	
	7	MSBC4 x 2447-51S-G5	3193-51 x 3132-51	편형	
	8	MSBC1 x 2347-51-51-51-51-51-51-51	3200-51 x 3158-51	편형	
	9	MSBC3 x 2450-51-51-51-51-51-51	3203-51 x 3133-51	편형	
	10	MSBC4 x 775-54S-G5	3829-51 x 3911-51	원형	1차년도 선발
	11	MSBC7 x 2516-51-51-G6	3924-51 x 4039-51	원형	
	12	MSBC8 x 2516-52S-G4	3945-51 x 4049-51	원형	1차년도 선발
	13	MSBC4 x 723-52S-G4	3971-51 x 4198-51	원형	
	14	MSBC5 x 758-52S-G4	4005-51 x 4071-51	원형	1차년도 선발
	15	MSBC5 x 72427-51-G7	4081-51 x 4093-51	원형	
	16	MSBC6 x 2427-51-G7	4082-51 x 4092-51	원형	
	17	MSBC7 x 2428-51S-G8	4100-51 x 4095-51	원형	1차년도 선발
	18	MSBC6 x 2427-51-52-G7	4102-51 x 4106-51	원형	1차년도 선발
	19	MSBC6 x 2426-53-52-G7	4104-51 x 4092-51	원형	1차년도 선발
	20	MSBC2 x 9312-1-51-51	4151-51 x 4152-51	원형	
3차년도 (2015)	1	MSBC1 x 2468-53-*1-51-51-51-51	MS2399-51 x 3305-51	편형	
	2	MSBC2 x 2400-51-52-51-51	MS3001-51 x 3056-51	편형	
	3	MSBC2 x 2400-51-52-52	MS3001-51 x 3057-51	편형	

4	MSBC2 x JK29-71-51-51	MS3002-51 x 3622-51	편형	
5	MSBC2 x 158-M-14-G4	MS3004-51 x 3415-51	편형	
6	MSBC2 x 9101-3-51-52-51-51-51	MS3005-51 x 3133-51	편형	
7	MSBC4 x 09WH-45-51-51-51	MS3060-51 x 3296-51	편형	
8	MSBC4 x 09WH-45S-G5	MS3061-51 x 3296-51	편형	
9	MSBC5 x 09WH-42S-G5	MS3063-51 x 3295-51	편형	
10	MSBC2 x JJ-29-71-51-51	MS3120-51 x 3622-51	편형	
11	MSBC6 x 2473-51S-G6	MS3121-51 x 3177-51	편형	
12	MSBC6 x 2473-51S-G6	MS3122-51 x 3177-51	편형	
13	MSBC2 x HO1925-54-51-51-51	MS3123-51 x 3376-51	편형	
14	MSBC2 x HO1925-54-51-51-51	MS3124-51 x 3376-51	편형	
15	MSBC2 x HO1925-54-51-51-51	MS3125-51 x 3376-51	편형	
16	MSBC2 x HO1925-54-51-51-51	MS3126-51 x 3376-51	편형	
17	MSBC6 x HO1925-54-51-51-51	MS3127-51 x 3376-51	편형	
18	MSBC1 x 2416-51-51	MS3165-51 x 3041-51	편형	
19	MSBC1 x 2434-52S-51-51	MS3166-51 x 3627-51	편형	
20	MSBC7 x 2325-52-53-53-52-51-51-51-51	MS3168-51 x 3230-51	편형	
21	MSBC5 x 1954-51-51-51-51-51-51-51-51	MS3169-51 x 3277-51	편형	
22	MSBC7 x F-2-G7	MS3170-51 x 3213-51	편형	
23	MSBC5 x 775-54S-G6	MS4044-51 x 4061-51	원형	
24	MSBC7 x F-2-G7	MS4056-51 x 4065-51	원형	
25	MSBC8 x 2516-51-51-G7	MS4066-51 x 4095-51	원형	
26	MSBC9 x 99-225-1-G5	MS4067-51 x 4098-51	원형	
27	MSBC7 x 2516-52S-G8	MS4068-51 x 4096-51	원형	
28	MSBC6 x 758-52S-G5	MS4088-51 x 4116-51	원형	
29	MSBC6 x 2427-51-G9	MS4125-51 x 4137-51	원형	
30	MSBC7 x 2426-53-52-G8	MS4126-51 x 4136-51	원형	
31	MSBC7 x YRWS-1-G7	MS4140-51 x 4105-51	원형	
32	MSBC7 x 2427-53-G9	MS4141-51 x 4138-51	원형	

	33	MSBC7 x WS-2-G7	MS4143-51 x 4118-51	원형	
	34	MSBC7 x WS-2-G7	MS4142-51 x 4118-51	원형	
	35	MSBC8 x 2428-51S-G9	MS4144-51 x 4139-51	원형	
	36	MSBC8 x 2428-51S-G9	MS414551 x 4139-51	원형	
	37	MSBC7 x 2426-53-52-G8	MS4147-51 x 4136-51	원형	
	38	MSBC9 x 99-225-1-G5	MS4167-51 x 4098-51	원형	
	39	MSBC3 x 9312-1-51-51-51	MS4172-51 x 4173-51	원형	
	40	MSBC3 x 9312-1-51-51-51	MS4175-51 x 4173-51	원형	
4차년도 (2016)	1	MSBC1 x 5646-51-G9	MS7006-51 x 4467-51	원형	
	2	MSBC6 x 775-51S-G7	MS7089-51 x 7104-51	원형	
	3	MSBC6 x 775-54S-G7	MS7090-51 x 7104-51	원형	
	4	MSBC6 x 775-54S-G7	MS7091-51 x 7104-51	원형	
	5	MSBC8 x **-2-G8	MS7099-51 x 7108-51	원형	
	6	MSBC9 x 2516-51-G9	MS7109-51 x 7135-51	원형	
	7	MSBC10 x 99-225-1-G6	MS7110-51 x 7138-51	원형	
	8	MSBC8 x 2516-52S-G9	MS7111-51 x 7136-51	원형	
	9	MSBC8 x 2426-53-52-G9	MS7166-51 x 7176-51	원형	
	10	MSBC9 x 2428-51S-G10	MS7183-51 x 7178-51	원형	
	11	MSBC8 x 2426-53-52-G9	MS7185-51 x 7176-51	원형	
	12	MSBC0 x 640P-34-52	MS7197-52 x 7285-52	원형	
	13	MSBC4 x 9313-1-51-51-51-51	MS7211-51 x 7209-51	원형	
	14	MSBC0 x **-41S-51	MS7211-51 x 7007-51	원형	
	15	MSBC4 x 9312-1-51-51-51-51	MS7211-52 x 7209-51	원형	
	16	MSBC0 X 640P-72-51	MS7254-52 x 7316-51	원형	
	17	MSBC2 x 2468-53-*1-51-51-5-51	MS3009-51 x 3438-51	편형	
	18	MSBC3 x 2400-51-52-51-51-51	MS3120-51 x 3180-51	편형	
	19	MSBC3	MS3121-51	편형	

	x 2400-51-52-52-51-51	x 3182-51		
20	MSBC3 x 158-*-14-G5	MS3125-51 x 3546-51	편형	
21	MSBC3 x 9101-3-51-52-51-51-51-51	MS3126-51 x 3259-51	편형	
22	MSBC5 x 09**-45S-G7	MS3185-51 x 3429-51	편형	
23	MSBC6 x 09**-42S-G7	MS3187-51 x 3428-51	편형	
24	MSBC3 x **29-71-51-51-51	MS3245-51 x 3743-51	편형	
25	MSBC7 x 2437-51S-G7	MS3246-51 x 3303-51	편형	
26	MSBC3 x **1925-54-51-51-51	MS3248-51 x 3512-51	편형	
27	MSBC7 x 2429-51S-G7	MS3252-51 x 3298-51	편형	
28	MSBC2 x 2416-52-51-51	MS3290-51 x 3164-51	편형	
29	MSBC2 x 2434-52-51-51-51	MS3291-51 x 3748-51	편형	
30	MSBC8 x 2322-51S-G9	MS3292-51 x3351-51	편형	
31	MSBC8 x 2325-52-53-53-52-51-G5	MS3293-51 x 3357-51	편형	
32	MSBC8 x **-2-G8	MS3295-51 x3338-51	편형	
33	MSBC3 x **29-51-51-51-51	MS3363-51 x 3743-51	편형	
34	MSBC1 x 2361-51-51-51-51-51-51	MS3364-51 x 4029-51	편형	
35	MSBC6 x 09**-38S-G7	MS3365-51 x 3426-51	편형	



[그림20] 융성불임 양배추 모본 양성 모습

6. 내병성 품종 육성을 위한 뿌리혹병 검정

뿌리혹병에 대한 내병계 계통 육성을 위하여 2013년부터 2016년까지 ‘YCR이념’, ‘YCR 다혜’, ‘과일양배추’, ‘신람’ 등의 분리계통, 기 고정계통, 교배조합, 수집 유전자원, SSD 육성계통, 소포자 배양에서 획득한 개체 등(F₁ 및 F₂, F₃, F₄, F₅ 등) 총 552계통 약 20,000개체에 대하여 저항성 검정을 실시하였으며 그 결과, 4년간 277계통의 뿌리혹병 내병성 계통을 선발하였다.

뿌리혹병 접종에 이용된 식물체는 50cm×30cm 파종상자에 5cm 줄 간격으로 1차년도에는 2013년 8월 5일 파종한 후 2013년 8월 12일에 접종하여 2013년 9월 25일에 선발하였으며, 2차년도에는 2014년 8월 4일 파종한 후 2014년 8월 13일에 접종하여 2014년 9월 18일에 선발하였다. 3차년도에는 2015년 8월 4일 파종한 후 2015년 8월 21일에 접종하여 2015년 9월 21일에 선발하였다. 병원균 접종에 사용된 균주는 4×10⁸ spores/pot의 농도의 현탁액으로 조제하여 1분 동안 파종상에서 뽑아낸 유묘의 뿌리를 침지한 후 트레이에 이식한 후 관리하였다. 뿌리혹병 조사기준은 저항성, 이병성단계로 나누어 조사하였다

4차년도에는 2016년 8월10일에 이병토 삽입법으로 파종 및 접종하여 2016년 9월 23일에 선발하였다. 접종에 사용된 균주는 5×10⁶/ml 농도로 이병토를 조제하여 파종상에 삽입하여 파종 후 관리하였다. 뿌리혹병 조사기준은 1~3차년도와 동일하게 저항성, 이병성단계로 나누어 조사하였다.(그림 21).

뿌리혹병 병원균 접종결과 내병성 품종으로 공시한 일본 농림사의 “과일”, “YCR이념”, “YCR다혜”와 소포자배양계통인 “신람 1M-4”등은 접종균주에 내병성이 강하였으며, 이병성 대조균으로 공시한 일본 다끼이종묘사의 “오가네”, “YR호걸”과 소포자배양 계통인 “신람 1M-8”계통은 100% 이병성을 나타내어 시험의 객관성을 입증하였다.

가. 뿌리혹의 Race 판별

1차년도에는 뿌리혹병균을 경기도 안성시에서 채집한 뿌리혹병 균주(Race4)를 이용하였으며, 2차년도 뿌리혹병균은 강원도 태백, 4차년도 뿌리혹병균은 강원도 평창에서 채집한 뿌리혹병 균주(Race4)를 이용하였다.

뿌리혹병 균주(Race) 판별은 Williams 판별기주 4종인 Jersey Queen(WCD1), Badger Shipper(WCD2), Laurentian(WCD3), Wilhelmsburger(WCD4)를 사용하여 Race판별하였다. 판별 host인 WCD1, WCD2, WCD3, WCD4 모두에서 사용균주에 대하여 이병성을 나타내고 있음을 확인하여 본 저항성 검정 시험에서 사용한 균주는 Race4임을 판별하여 뿌리혹병 저항성 검정에 사용하였다. 1차년도에 경기도 안성에서 채집한 뿌리혹병균주와 2차년도 강원도 태백에서 채집한 뿌리혹병균주, 4차년도 강원도 평창에서 채집한 뿌리혹병균주는 Race 4로 같았다(표 26).

3차년도에는 뿌리혹병균은 충남서산, 중국 우한 우창에서 채집한 뿌리혹병 균주(Race)를 이용하였다. 뿌리혹병 균주(Race) 판별은 Williams 판별기주 4종인 Jersey Queen(WCD1), Badger Shipper(WCD2), Laurentian(WCD3), Wilhelmsburger(WCD4)를 사용하여 Race판별하였다. 판별 host인 WCD1, WCD2, WCD3, WCD4 모두에서 사용균주에 대하여 이병성을 나타내고 있음을 확인하여 본 저항성 검정 시험에서 사용한 균주는 Race2임을 판별하여 뿌리혹병 저항성 검정에 사용하였다. (표26).

<표26> 뿌리혹병에 대한 병리검정 : 레이스와 병 저항성 판별 지표

Host		Race															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Cabbage	Jersey Queen	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-
	Badger Shipper	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-
Rutabaga	Laurention	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-
	Wilheimsburger	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
+ S: 이병성, - R: 내병성																	
Host	경기도 안성 (1년차)	강원도 태백 (2년차)	충남 서산 (3년차)	중국 우한 우창 (3년차)	강원도 평창 (4년차)												
WCD1 (Jersey Queen)	S	S	S	S	S												
WCD2 (Badger Shipper)	S	S	S	S	S												
WCD3 (Laurention)	S	S	S	S	S												
WCD4 (Wilheimsburger)	S	S	R	R	S												
Race	4	4	2	2	4												



[그림21] 뿌리혹병 집중 및 저항성계통 선발

나. 계통의 뿌리혹병 검정 및 선발

뿌리혹병 집중시험에는 “과일양배추”, “신람”, “YCR 이념” 등의 F₃, F₄, 및 F₅의 분리계통들과 선행연구로 통해 획득한 “과일”양배추로부터 얻어진 소포자배양 DH계통들을 공시하였으며 판별품종을 포함하여 1차년도에는 202계통, 2차년도에는 210계통, 3차년도에는 90계통, 4차년도에는 86계통에 집중하여 병발생 양상을 조사하여 4년간 총 277계통 323개체를 선발하였다.

1차년도에 뿌리혹병 저항성 계통을 선발 육성하기 위하여 총 202 계통의 병발생 양상을 조사한 결과, 총 64계통 90개체의 저항성 계통을 선발하였다. “과일” 양배추(C18-20, C54, C83, C87)와 “YCR이념” 양배추(C01, C05, C06, C12, C13, C21~C44, C55, C57, C88~C99)의 F₄, F₅ 분리계통들과 “과일”, “신람”양배추 (C02, C03, C07~C10) F₅분리세대, 그리고 “신람”(C14~C17, C59~C64, C71, C78, C80, C81)의 F₅ 분리세대에서 내병성계통을 집중 선발하였으며 뿌리혹병에 저항성인 총 64계통 90개체의 저항성 계통을 선발하였다.

C45~C53은 “과일”양배추로부터 얻어진 DH계통들로 상당수 계통들이 뿌리혹병에 내병성을 가지고 있었다. 양배추 뿌리혹병의 경우 유전양식이 완전히 규명되지는 않았지만 일단 단일자우성이 아닌 것으로 보이기 때문에 소포자배양이 매우 효과적일 것이라고 생각된다. 선발된 내병성계통들을 이용하여 조합작성을 실시한 후 차년도 성능검정에 공시할 예정이다

2차년도에 뿌리혹병에 대한 저항성 여부를 조사한 결과, 뿌리혹병 발병은 고정계통 및 각 세대별로 차이를 나타내었는데 F₄세대는 이병율이 0~68%까지 고르게 조사되어 위황병 계통을 고정시키려면 1~2회 정도 더 선발이 필요할 것으로 사료되었다.

C1~C12는 YCR품종인 “신람”의 F₃분리세대로 초기세대에서 위황병이 상당히 고정되어 가고 있음을 보여주었다. C13~C26은 중국 월동재배산지에서 수집 분리한 품종들의 F₂~F₅분리세대인데 이들 분리계통에서 내병성이 강한 개체를 선발하였다. BNC27~C36은 도입유전자원들의 분리계통이다. 내병성으로 분리되고 있는 계통들은 F₁의 양친이 내병성계통으로 구성되어 있을 것으로 추측되며 아직 활발히 분리하고 있는 계통들은 내병성과 이병성 간의 조합으로 판단이 된다.

C37~C70은 전년도 접종에서 선발한 개체의 종자를 받아 금년에 재접종한 분리 계통들이다. 거의 모든 계통들이 뿌리혹병에 매우 강하였으며 세대가 진전될수록 내병성이 고정이 되어 가고 있다는 것을 알 수 있었다. C61~C70은 “과일” 양배추의 소포자배양으로 부터 얻어진 계통들로 내병성인자가 확실하게 들어있음을 확인할 수 있었으며 내병성계통육성에서 소포자배양이 매우 효과적이라는 것을 알 수 있었다(표 15). 뿌리혹병 저항성 계통을 선발 육성하기 위하여 총 210 계통의 병발생 양상을 조사한 결과, 총 70계통 90개체의 저항성 계통을 선발하였다. 차년도에는 고정된 내병성계통을 이용하여 다양한 내병성조합을 작성할 계획이다.

3차년도에는 90계통의 뿌리혹병에 대한 저항성 여부를 조사한 결과, 뿌리혹병 발병은 고정계통 및 각 세대별로 차이를 나타내었는데 F₅세대는 이병율이 0~11%까지 저항성이 뛰어난 계통으로 조사되었으며, 이 계통을 고정시키려면 1~2회 정도 더 선발이 필요할 것으로 사료되었다.

C1~C18는 YCR품종인 “신람”의 F₄분리세대로 초기세대에서 뿌리혹병이 상당히 고정되어 가고 있음을 보여주었다. C19~C35는 중국 월동재배산지에서 수집 분리한 품종들의 F₂~F₅분리세대인데 이들 분리계통에서 내병성이 강한 개체를 선발하였다. BNC36~C50은 도입유전자원들의 분리계통이다. 내병성으로 분리되고 있는 계통들은 F₁의 양친이 내병성계통으로 구성되어 있을 것으로 추측되며 아직 활발히 분리하고 있는 계통들은 내병성과 이병성 간의 조합으로 판단이 된다.

C57~C90은 전년도 접종에서 선발한 개체의 종자를 받아 금년에 재접종한 분리 계통들이다. 거의 모든 계통들이 뿌리혹병에 매우 강하였으며 세대가 진전될수록 내병성이 고정이 되어 가고 있다는 것을 알 수 있었다. C71~C90은 “과일” 양배추의 소포자배양으로 부터 얻어진 계통들로 내병성인자가 확실하게 들어있음을 확인할 수 있었으며 내병성계통육성에서 소포자배양이 매우 효과적이라는 것을 알 수 있었다(표 7). 뿌리혹병 저항성 계통을 선발 육성하기 위하여 총 90 계통의 병발생 양상을 조사한 하여, 87개체의 저항성 계통을 선발하였다. 차년도에는 고정된 내병성계통을 이용하여 다양한 내병성조합을 작성할 계획이다.

4차년도에는 86계통에 대한 뿌리혹병 발생 양상 및 저항성 여부를 조사한 결과, 뿌리혹병 발병은 고정계통 및 각 세대별로 차이를 나타내었는데 F₅세대는 이병율이 0~11%까지 저항성이 뛰어난 계통으로 조사되었으며, 이 계통을 고정시키려면 1~2회 정도 더 선발이 필요할 것으로 사료되고. F₆세대는 이병율이 0%로 저항성이 나타나 고정되었음을 알 수 있었다.

C1~C29는 주요 품종의 모·부계에 전년도 저항성 계통을 교잡한 분리 초기세대이며 뿌리혹병 접종결과 29계통중 22계통이 저항성이 있음을 보여주었다. C30~C66는 수집 분리한 뿌리혹병 저항성 계통이며 F₂~F₅분리세대인데 이들 분리계통에서 내병성이 강한 개체를 선발하였다. C67~C86은 F₆ 세대이상으로 저항성이 매우 강한 것으로 조사되었다.

대부분 계통들이 뿌리혹병에 매우 강하였으며 6세대 이상 진전되면 내병성이 고정되었다는

것을 알 수 있었다. 뿌리혹병 저항성 계통을 선발 육성하기 위하여 총 86 계통의 병발생 양상을 조사한 하여, 56개체의 저항성 계통을 선발하였다. (그림22).

<표27> 양배추의 뿌리혹병 접종 후 이병율 조사

년도	BN	이병성	저항성	이병율(%)	결과	선발	비고
1차년도 (2013)	C01	0	11	0.0	R	1	
	C02	0	11	0.0	R	1	
	C03	3	8	27.3	MR	1	
	C04	0	11	0.0	R	1	
	C05	0	13	0.0	R	1	
	C06	0	12	0.0	R	1	
	C07	1	15	6.3	R	1	
	C08	0	15	0.0	R	2	
	C09	0	10	0.0	R	2	
	C10	0	10	0.0	R	1	
	C11	0	16	0.0	R	1	
	C12	0	10	0.0	R	1	
	C13	0	13	0.0	R	1	
	C14	0	8	0.0	R	2	
	C15	0	6	0.0	R	2	
	C16	1	15	6.3	R	1	
	C17	0	16	0.0	R	2	
	C18	3	11	21.4	MR	1	
	C19	1	12	7.7	R	1	
	C20	2	6	25.0	MR	0	
	C21	0	16	0.0	R	2	
	C22	0	11	0.0	R	2	
	C23	0	13	0.0	R	1	
	C24	1	17	5.6	R	1	
	C25	0	12	0.0	R	2	
	C26	0	13	0.0	R	1	
	C27	0	7	0.0	R	1	
	C28	0	14	0.0	R	2	
	C29	0	12	0.0	R	2	
	C30	0	16	0.0	R	1	
	C31	0	18	0.0	R	2	
	C32	0	14	0.0	R	2	
	C33	0	14	0.0	R	1	
	C34	0	7	0.0	R	2	
	C35	0	10	0.0	R	1	
	C36	0	8	0.0	R	2	
	C37	0	14	0.0	R	1	

C38	0	15	0.0	R	2	
C39	0	6	0.0	R	2	
C40	1	15	6.3	R	1	
C41	0	5	0.0	R	1	
C42	0	12	0.0	R	2	
C43	0	14	0.0	R	1	
C44	0	12	0.0	R	2	
C45	0	5	0.0	R	1	
C46	1	8	11.1	MR	1	
C47	0	8	0.0	R	1	
C48	0	13	0.0	R	2	
C49	0	17	0.0	R	1	
C50	0	13	0.0	R	1	
C51	3	4	42.9	S	1	
C52	0	16	0.0	R	2	
C53	0	15	0.0	R	2	
C54	0	14	0.0	R	1	
C55	0	13	0.0	R	2	
C57	0	12	0.0	R	2	
C59	0	17	0.0	R	1	
C60	5	10	33.3	MR	1	
C61	5	6	45.5	S	1	
C63	0	20	0.0	R	2	
C64	6	9	40.0	MR	1	
C67	4	9	30.8	MR	1	
C71	0	4	0.0	R	2	
C78	0	13	0.0	R	1	
C56	10	3	76.9	S	0	
C58	8	2	80.0	S	0	
C62	5	5	50.0	S	0	
C65	7	4	63.6	S	0	
C66	8	7	53.3	S	0	
C68	2	0	100.0	S	0	
C69	12	7	63.2	S	0	
C70	6	5	54.5	S	0	
C72	8	3	72.7	S	0	
C73	10	8	55.6	S	0	
C74	9	6	60.0	S	0	
C75	12	2	85.7	S	0	
C76	14	4	77.8	S	0	
C77	12	4	75.0	S	0	
C79	9	8	52.9	S	0	

	C82	11	6	64.7	S	0	
	과일	0	15	0.0	R	-	내병성 대비품종
	YCR이념	0	20	0.0	R	-	내병성 대비품종
	YCR다혜	0	19	0.0	R	-	내병성 대비품종
	오가네	20	0	100.0	S	-	이병성 대비품종
	WCD1	20	0	100.0	S	-	뿌리혹병Race 관별품종
	WCD2	20	0	100.0	S	-	뿌리혹병Race 관별품종
	WCD3	19	0	100.0	S	-	뿌리혹병Race 관별품종
	WCD4	20	0	100.0	S	-	뿌리혹병Race 관별품종
2차년도 (2014)	C01	1	15	6.3	R	1	
	C02	1	13	7.1	R	1	
	C03	0	5	0.0	R	2	1차년도 선발
	C04	1	14	6.7	R	1	
	C05	0	18	0.0	R	1	
	C06	2	5	28.6	MR	0	
	C07	3	16	15.8	MR	1	1차년도 선발
	C08	0	20	0.0	R	1	
	C09	0	14	0.0	R	1	
	C10	0	21	0.0	R	1	
	C11	0	16	0.0	R	2	1차년도 선발
	C12	1	16	5.9	R	1	
	C13	0	17	0.0	R	3	1차년도 선발
	C14	2	10	16.7	MR	0	
	C15	0	20	0.0	R	0	
	C16	0	9	0.0	R	0	
	C17	3	8	27.3	MR	1	
	C18	0	12	0.0	R	1	
	C19	1	13	7.1	R	1	
	C20	0	15	0.0	R	1	
	C21	2	18	10.0	R	1	1차년도 선발
	C23	4	16	20.0	MR	1	
	C24	4	15	21.1	MR	1	1차년도 선발
	C30	9	12	42.9	S	0	
	C31	0	21	0.0	R	1	
	C32	0	20	0.0	R	3	1차년도 선발
	C33	0	16	0.0	R	2	1차년도 선발
	C34	0	20	0.0	R	2	1차년도 선발
	C35	0	21	0.0	R	2	
	C36	0	15	0.0	R	1	
	C37	0	21	0.0	R	1	1차년도 선발
	C38	0	20	0.0	R	1	

C39	0	18	0.0	R	1	
C40	0	21	0.0	R	1	
C41	0	13	0.0	R	1	
C42	0	20	0.0	R	1	1차년도 선발
C43	0	20	0.0	R	1	
C44	0	17	0.0	R	1	
C45	0	13	0.0	R	1	
C46	0	19	0.0	R	1	
C47	0	17	0.0	R	1	
C48	1	17	5.6	R	1	1차년도 선발
C49	0	18	0.0	R	1	
C50	0	13	0.0	R	1	
C51	0	18	0.0	R	1	
C53	0	21	0.0	R	1	
C54	0	19	0.0	R	1	
C55	1	19	5.0	R	1	
C56	0	21	0.0	R	1	
C57	0	15	0.0	R	1	1차년도 선발
C58	0	21	0.0	R	1	
C59	0	18	0.0	R	1	
C60	0	15	0.0	R	1	
C61	0	16	0.0	R	2	1차년도 선발
C62	0	18	0.0	R	1	
C63	0	18	0.0	R	1	
C64	0	19	0.0	R	1	
C65	0	18	0.0	R	1	
C66	0	12	0.0	R	1	
C67	0	13	0.0	R	1	
C68	5	15	25.0	MR	1	1차년도 선발
C69	1	3	25.0	MR	0	1차년도 선발
C70	0	13	0.0	R	1	
C22	6	6	50.0	S	0	
C25	16	4	80.0	S	0	
C26	13	3	81.3	S	0	
C27	17	0	100.0	S		
C28	13	5	72.2	S	0	
C29	19	3	86.4	S	0	
C52	10	10	50.0	S	0	
과일	0	21	0.0	R	-	내병성 대비품종
YCR이념	0	21	0.0	R	-	내병성 대비품종
오가네	21	0	100.0	S		이병성 대비품종

	YR호결	21	0	100.0	S		이병성 대비품종
	WCD1	18	0	100.0	S		뿌리혹병Race 관별품종
	WCD2	18	0	100.0	S		뿌리혹병Race 관별품종
	WCD3	9	0	100.0	S		뿌리혹병Race 관별품종
	WCD4	21	0	100.0	S		뿌리혹병Race 관별품종
3차년도 (2015)	C1	0	19	0	R	1	
	C2	0	19	0	R	1	
	C3	0	19	0	R	1	
	C4	0	19	0	R	1	
	C5	0	20	0	R	1	
	C6	0	12	0	R	1	
	C7	0	11	0	R	1	
	C8	0	12	0	R	1	
	C9	0	17	0	R	1	
	C10	0	17	0	R	1	
	C11	0	13	0	R	1	
	C12	0	16	0	R	1	
	C13	0	16	0	R	1	
	C14	0	19	0	R	1	
	C15	0	14	0	R	1	
	C16	0	21	0	R	1	
	C17	0	20	0	R	1	
	C18	0	20	0	R	1	
	C19	0	20	0	R	1	
	C20	0	21	0	R	1	
	C21	0	19	0	R	1	
	C22	0	18	0	R	1	
	C23	0	17	0	R	1	
	C24	0	16	0	R	1	
	C25	0	20	0	R	1	
	C26	0	20	0	R	1	
	C27	0	16	0	R	1	
	C28	0	19	0	R	1	
	C29	0	17	0	R	1	
	C30	0	16	0	R	1	
	C31	0	16	0	R	1	
	C32	0	21	0	R	1	
	C33	0	17	0	R	1	
	C34	0	12	0	R	1	
	C35	0	18	0	R	1	
	C36	0	12	0	R	1	

C37	0	16	0	R	1	
C38	0	13	0	R	1	
C39	0	11	0	R	1	
C40	0	8	0	R	1	
C41	0	19	0	R	1	
C42	2	16	11	R	1	
C43	0	18	0	R	1	
C44	0	17	0	R	1	
C45	0	14	0	R	1	
C46	0	17	0	R	1	
C47	0	13	0	R	1	
C48	0	20	0	R	1	
C49	0	18	0	R	1	
C50	0	17	0	R	1	
C51	0	18	0	R	1	
C52	0	20	0	R	1	
C53	0	18	0	R	1	
C54	0	18	0	R	1	
C55	1	20	5	R	1	
C56	0	20	0	R	1	
C57	0	16	0	R	1	
C58	0	20	0	R	1	
C59	0	19	0	R	1	
C60	0	20	0	R	1	
C61	0	6	0	R	1	
C62	0	16	0	R	1	
C63	0	19	0	R	1	
C65	0	16	0	R	1	
C66	0	15	0	R	1	
C67	0	20	0	R	1	
C68	0	18	0	R	1	
C69	0	18	0	R	1	
C70	0	17	0	R	1	
C71	0	14	0	R	1	
C72	0	20	0	R	1	
C73	0	18	0	R	1	
C74	0	19	0	R	1	
C75	0	21	0	R	1	
C76	0	19	0	R	1	
C77	0	20	0	R	1	
C78	0	19	0	R	1	
C79	0	19	0	R	1	
C80	0	19	0	R	1	

	C81	0	20	0	R	1	
	C82	0	20	0	R	1	
	C83	0	17	0	R	1	
	C84	0	18	0	R	1	
	C87	0	13	0	R	1	
	C88	0	14	0	R	1	
	C89	0	18	0	R	1	
	C90	0	15	0	R	1	
	과일	0	21	0.0	R	-	내병성 대비품종
	YCR이념	0	21	0.0	R	-	내병성 대비품종
	오가네	21	0	100.0	S	-	이병성 대비품종
	YR호걸	21	0	100.0	S	-	이병성 대비품종
	WCD1	11	0	100.0	S	-	뿌리혹병Race 관별품종
	WCD2	14	0	100.0	S	-	뿌리혹병Race 관별품종
	WCD3	14	0	100.0	S	-	뿌리혹병Race 관별품종
	WCD4	13	0	100.0	S	-	뿌리혹병Race 관별품종
4차년도 (2016)	C1	0	21	0	R	1	
	C2	2	19	22	MR	1	
	C3	1	20	11	MR	1	
	C4	6	15	55	S	1	
	C5	0	21	0	R	1	
	C6	1	20	10	R	1	
	C7	0	21	0	R	1	
	C8	0	21	0	R	1	
	C9	1	20	7	R	1	
	C10	0	21	0	R	1	
	C11	0	21	0	R	1	
	C12	1	20	5	R	1	
	C13	0	21	0	R	1	
	C14	1	20	7	R	1	
	C15	0	21	0	R	1	
	C16	2	19	22	MR	1	
	C17	1	20	25	MR	1	
	C18	0	21	0	R	1	
	C19	1	20	14	MR	1	
	C20	0	21	0	R	1	
	C21	0	21	0	R	1	
	C22	1	20	13	MR	1	
	C23	0	21	0	R	1	
	C24	0	21	0	R	1	
	C25	0	21	0	R	1	

C26	0	21	0	R	1	
C27	0	21	0	R	1	
C28	0	21	0	R	1	
C29	0	21	0	R	1	
C30	0	21	0	R	1	
C31	0	21	0	R	1	
C32	0	21	0	R	1	
C34	0	21	0	R	1	
C36	0	21	0	R	1	
C38	0	21	0	R	1	
C39	0	21	0	R	1	
C42	0	21	0	R	1	
C43	0	21	0	R	1	
C44	0	21	0	R	1	
C45	0	21	0	R	1	
C46	0	21	0	R	1	
C47	0	21	0	R	1	
C49	0	21	0	R	1	
C50	0	21	0	R	1	
C54	0	21	0	R	1	
C57	0	21	0	R	1	
C59	0	21	0	R	1	
C61	0	21	0	R	1	
C65	0	21	0	R	1	
C67	0	21	0	R	1	
C77	0	21	0	R	1	
C81	0	21	0	R	1	
C82	0	21	0	R	1	
C83	0	21	0	R	1	
C85	0	14	0	R	1	
C86	0	21	0	R	1	
과일	0	21	0	R	-	내병성 대비품종
YCR이념	0	19	0	R	-	내병성 대비품종
YR호걸	13	3	81	S	-	내병성 대비품종
오가네	20	0	100	S	-	이병성 대비품종
WCD1	16	2	89	S	-	뿌리혹병Race 판별품종
WCD2	16	1	94	S	-	뿌리혹병Race 판별품종
WCD3	18	2	90	S	-	뿌리혹병Race 판별품종
WCD4	11	0	100	S	-	뿌리혹병Race 판별품종

*1년차: 파종: 2013. 8. 5, 집종: 2013. 8. 12, 선발: 2013. 9. 25

*2년차: 파종: 2014. 8. 4, 집종: 2014. 8. 13, 선발: 2014. 9. 18

*3년차 파종: 2015. 8. 4, 집종: 2015. 8. 21, 선발: 2015. 9. 21.

*4년차 파종: 2016. 8. 10, 집종: 2016. 8. 10, 선발: 2016. 9. 23.



<C05>

<C32>



<C10>

<C31>

<좌 식물체1:저항성대조구, 좌 식물체2:이병성대조구, 식물체 3부터:저항성 계통 식물체>
 [그림22] 선발된 대표적 뿌리혹병 내병성 양배추계통



[그림23] 뿌리혹병 저항성 양배추 선발 계통 세대 진전

다. F1 조합의 뿌리혹병 검정 및 선발

고정된 기보유 계통을 이용하여 뿌리혹병에 강한 양배추 조합선발을 위해 1차년도에는 15조합, 2차년도에는 24조합을 작성하였다.

1차년도에는 총 15조합 중 결구엽이 진한 녹색으로 숙기가 빠르며 뿌리혹병에 강한 5조합(C809, C810, C812, C813, C816)이 선발되었다. 이 중 C810은 밀식재배가 가능한 조생종으로써 구의 조직이 치밀하며 코아가 짧고 열구가 늦은 편형 양배추로서 뿌리혹병에 강할 뿐만 아니라 연부병과 내서성에도 강한 특징이 있었다. 차년도 시험채종을 실시하여 종자생산성 등을 검정하고 그 원예적 형질을 보다 명확하게 평가하여 상품화를 추진해 갈 예정이다. 또한 이렇게 선발된 5개의 조합들은 내병성 양배추 수요가 높은 중국지역에 적합할 것으로 여겨지며 중국 지역에서 지역적응성 검정을 실시하였다. C812의 경우, 부계는 선행연구의 소포자배양을 통해 육성된 소재이다.

2차년도에는 24조합 중 뿌리혹병에 내병성이며, 원예적 형질이 우수한 C301, C306, C311, C312, C316, C318 6조합을 선발하였다. C301은 중국남부와 태국에서 많이 재배되는 “하야도리”형의 양배추로 중국에서 인기 있는 “강력 50”에 비해 숙기가 2~3일 빠르고 열구가 늦으며 뿌리혹병에 비교적 강한 편이며 선발하였다. C306은 구색이 짙은 녹색으로 조직이 치밀하고 코아가 짧으며 숙기에 비해 열구가 늦어 중국수출용으로 선발하였다. C311, 조합은 구중이 1kg 내외의 소형양배추로 외엽이 작아 밀식이 가능한 품종이며, C312와 C316는 엽장과 엽폭이 다른 조합에 비하여 작아서 밀식에 유리한 조합이며, 단맛이 강하고 육질이 연하였으며, 뿌리혹병에 강할 뿐만 아니라 내서성에도 강한 특징이 있었다. 또한, C318 조직이 매우 치밀하게 결구하며 core가 짧고 포장저장성과 내서성이 강하여, 뿌리혹병 접종시험 결과에서 내병성이 강한 품종으로 확인되었다(표 27). 선발된 조합은 차년도 시험채종을 실시하여 종자생산성 등을 검정하고 그 원예적 형질을 보다 명확하게 평가하여 상품화를 추진해 갈 예정이다. 또한 이렇게 선발된 5개의 조합들은 내병성 양배추 수요가 높은 중국지역에 적합할 것으로 여겨지며 중국 지역에서 지역적응성 검정을 실시하였다.

3차년도에는 31조합 중 뿌리혹병에 내병성이며, 원예적 형질이 우수한 C251, C255, C256, C259, C261, C262, C264, C272, C278, C280 10조합을 선발하였다. C255는 중국에서 인기 있는 “강력 50”품종에 비해 숙기가 빠르고 열구가 늦으며 뿌리혹병에 강한 편이며 선발하였다. C256은 구색이 짙은 녹색으로 조직이 치밀하고 숙기에 비해 열구가 늦어 중국수출용으로 선발하였다. C259 조합은 구중이 1kg 내외의 소형양배추 품종이며, C261와 C262는 엽장과 엽폭이 다른 조합에 비하여 작아서 밀식에 유리한 조합이며, 단맛이 강하고 육질이 연하였으며, 뿌리혹병에 강할 뿐만 아니라 내서성에도 강한 특징이 있었다. 또한, C280은 조직이 매우 치밀하게 결구하며 core가 짧고 포장저장성과 내서성이 강하여, 뿌리혹병 접종시험 결과에서 내병성이 강한 품종으로 확인되었다(표 8). 선발된 조합은 차년도 시험채종을 실시하여 종자생산성 등을 검정하고 그 원예적 형질을 보다 명확하게 평가하여 상품화를 추진해 갈 예정이다. 또한 이렇게 선발된 10개의 조합들은 내병성 양배추 수요가 높은 중국지역에 적합할 것으로 여겨지며 중국지역에서 지역적응성 검정을 실시하였다.

4차년도에는 총 15조합 중 숙기가 빠르고, 원예적 형질이 우수하며, 뿌리혹병에 강한 4조합(C260, C261, C265, C266)이 선발되었다. 이 중 C265는 원예적 형질이 우수하고 코아가 짧고 열구가 늦은 편형 양배추로서 뿌리혹병에 강하고 내한성에도 강한 특징이 있었다. 선발된 조합은 차년도 시험채종을 실시하여 종자생산성 등을 검정하고 그 원예적 형질을 명확하게 평가하

여 상품화를 추진해 갈 예정이다. 또한 이렇게 선발된 4개의 조합들은 내병성 양배추 수요가 높은 중국지역에 적합할 것 사료되어 향후 중국지역에서 지역적응성 검정을 실시할 예정이다.
 <표27> 기 보유 계통을 이용한 뿌리혹병 내병성 F1 조합 선발

년도	BN	계통명	총주수 (주)	이병성 (주)	내병성 (주)	이병율 (%)	저항성 검정	선발	비고
1차 년도 (2013)	C803	9101-3-51-52-51 X P15-31-G3	21	15	6	71.0	S		
	C806	9101-20-51-51-51 X 9103-15-51-51-51	20	17	3	85.0	S		
	C807	995-1-평2-52-51-51 X 95-5-평1-52-51-51	19	16	3	84.0	S		
	C809	9103-8-1-1-51 X 9101-3-51-52-51	21	8	13	38.1	MR	○	
	C810	9103-8-1-1-51 X 995-5-평1-1-1-51	19	5	14	26.0	MR	○	
	C812	158-M-14-G2 X P15-31-G3	18	0	18	0.0	R	○	
	C813	9101-11-1-1-51 X 해169-1-1-1-51	14	1	13	7.0	R	○	
	C815	995-5-평1-1-1-51 X 평169-2-1-1-51	21	14	7	67.0	S		
	C816	995-2-1R-1-1-51 X 해169-1-1-1-51	15	4	11	27.0	MR	○	
	C818	과일 양배추	15	0	15	0.0	R	-	내병성 대비품종
	C819	YCR이념	20	0	20	0.0	R	-	내병성 대비품종
	C820	YCR다혜	19	0	19	0.0	R	-	내병성 대비품종
C821	오가네	20	20	0	100.0	S	-	이병성 대비품종	
2차 년도 (2014)	C301	158-M-14-G2 X P15-31-G3	16	1	15	6.3	R	○	
	C303	9101-20-51-51-52 X 9103-15-51-52-52	20	15	5	75.0	S		
	C305	9103-6-1-1-1-2 X 995-5-평1-52-51-52	17	11	6	64.7	S		
	C306	9103-6-1-1-1-1 X 558-M-6-1-2-1	16	0	16	0.0	R	○	
	C311	158-M-6-1-2-2 X 2409-51-51-51-2-1	21	0	21	0.0	R	○	
	C312	158-M-6-1-2-2 X 9103-6-1-1-2-1	21	0	21	0.0	R	○	
	C316	9103-17-1-2-51-1 X 558-M-6-1-2-2	17	0	17	0.0	R	○	
	C317	9103-18-1-1-51-1 X 평169-2-1-1-51	14	8	6	57.1	S		
	C318	9103-18-1-1-51-1 X 158-M-6-1-2-2	18	0	18	0.0	R	○	
C319	9103-8-1-1-51	20	12	8	60.0	S		1차년도 선발	

		X 9101-3-51-52-51							
	C320	9103-8-1-1-51 X 995-5-평1-1-1-51	16	11	11	31.3	MR	○	1차년도 선발
	C321	158-M-14-G2 X P15-31-G3	17	0	17	0.0	R	○	1차년도 선발
	C322	9101-11-1-1-51 X 해169-1-1-1-51	20	2	18	10.0	R	○	1차년도 선발
	C323	995-2-1R-1-1-51 X 해169-1-1-1-51	18	6	12	33.3	MR	○	1차년도 선발
	C324	과일 양배추	21	0	21	0.0	R	-	내병성 대마품종
	C325	YCR이념	21	0	21	0.0	R	-	내병성 대마품종
	C326	오가네	21	21	0	100.0	S	-	내병성 대마품종
	C327	YR호걸	21	21	0	100.0	S	-	이병성 대마품종
3차 년도 (2015)	C250	158-M-6-G4 X 5646-51-G8	20	6	14	30	R		
	C251	158-M-6-G4 X 94-51-G9	12	0	12	0	R	◎	
	C252	158-M-6-G4 X 90-51-G7	13	2	11	15	R		
	C253	158-M-6-G4 X 83-52-51	12	1	11	8	R		
	C254	9102-5-51-51-3-1-52 X 203-51S-51-51	21	3	18	14	R		
	C255	9102-5-51-51-3-1-52 X 83-52-51	20	0	20	0	R	◎	
	C256	9102-5-51-51-3-1-52 X 94-51-51	15	0	15	0	R	◎	
	C257	9103-14-1-2-2-2-51 X DWB-25-G5	17	8	9	47	RS		
	C258	9103-14-1-2-2-2-51 X 2418-51-G6	8	0	8	0	R		
	C259	158-M-6-G4 X CT-5-51	14	0	14	0	R	◎	
	C260	9102-5-51-51-3-1-51 X DWB-25-G5	18	4	14	22	R		
	C261	9102-5-51-51-3-1-51 X IB14-5-51	18	2	16	11	R	◎	
	C262	9102-5-51-51-3-1-51 X CT-5-51-G5	20	2	18	10	R	◎	
	C263	9103-6-1-1-51-2 X DWB-25-G5	15	2	13	13	R		
	C264	9103-6-1-1-51-2 X CT-5-51-G5	20	0	20	0	R	◎	
	C265	2345-51S-G7 X 158-M-6-G4	6	0	6	0	R		
C266	DWB-25-G5 X 158-M-6-G4	17	14	3	82	S			

	C267	IB14-51-51 X 158-M-6-G4	14	2	12	14	R		
	C268	2418-51-51 X 158-M-6-G4	12	0	12	0	R		
	C269	CT-5-51-G5 X 158-M-6-G4	5	0	5	0	R		
	C270	2418-51-G6 X 158-M-6-G4	5	0	5	0	R		
	C271	9102-5-51-51-3-1-51 X 2409-51S-551-51-51	17	8	9	47	RS		
	C272	2409-51-51-51-2-1 X 9101-12-51-51-3-2	19	0	19	0	R	◎	
	C273	225MS X 9101-6-51-51-51	19	9	10	47	RS		
	C274	9103-20-1-2-5-1-51 X 518-51	14	0	14	0	R		
	C275	2437-51S-51-51 X 9101-12-51-51-3-2-51	14	3	11	21	R		
	C276	585S-52-51 X 9101-12-51-51-3-2-51	18	4	14	22	R		
	C277	9103-20-1-2-2-1-52 X 2416-51S-51-51	16	2	14	13	R		
	C278	9103-20-1-2-2-1-52 X 518MS	18	0	18	0	R	◎	
	C279	9103-20-1-2-2-1-51 X 225-52-51	16	0	16	0	R		
	C280	9103-20-1-2-2-1-51 X 2437-51S-51-51	18	0	18	0	R	◎	
	C324	과일 양배추	21	0	21	0.0	R	-	내병성 대비품종
	C325	YCR이념	21	0	21	0.0	R	-	내병성 대비품종
	C326	오가네	21	21	0	100.0	S	-	이병성 대비품종
	C327	YR호걸	21	21	0	100.0	S	-	이병성 대비품종
4차 년도 (2016)	C260	9102-5-51-51-3-1-51 X DWB-25-G5	14	4	10	29	MR	○	
	C261	9103-6-1-1-51-1-G10 X **-송	19	1	18	5	R	◎	
	C262	995-1-평2-51-G5 X 2437-52S-52-51-51	17	11	6	65	S		
	C263	995-1-해1-51-G5 X **	19	9	10	47	S		
	C264	995-6-평2-1-1-51-G3 X 995-6-평2-1-1-51-G3	0	0	0	0	0		발아불량
	C265	9103-8-1-1-51-G3 X **	17	0	17	0	R	◎	
	C266	9101-10-1-1-51-G3 X 2437-52S-52-51-51	20	6	14	30	MR	○	
	C267	9101-10-1-1-51-G3 X **	19	14	5	74	S		
	C268	2437-52S-52-51-51	16	11	5	69	S		

	X 995-3-52-51-G5							
C269	9103-8-1-1-1-1-51-51 X 164-54	14	9	5	64	S		
C270	9101-7-51-52-1-1-52-51 X 158-M-6-G5	17	11	6	65	S		
C271	9104-2-51-51-1-1-51-52 X **	10	10	0	100	S		
C272	9104-2-51-51-1-1-51-52 X **M	10	10	0	100	S		
C273	YCR이념#89 X **	3	1	2	33	S		
C274	YCR이념#89 X 09**-42	20	10	10	50	S		
C279	과일	21	0	21	0	R		
C280	YCR이념	19	0	19	0	R		
C281	오가네	20	20	0	100	S		
C282	YR호걸	16	13	3	81	S		

7. 내서성 및 내한성, 내습성 검정

가. 계통의 내서성 검정 및 선발(1차년도)

최근, 세계적인 급격한 기후변화로 인해 작물 재배지가 점점 북상하고 이에 따라 작물 생육 단계의 변화가 예상된다. 또한 이와 더불어 새로운 병·해충 출현 가능성이 높아지고, 건조·고온·저온·염·강수량증가 등 환경스트레스에 대한 작물의 노출 확률 또한 높아지고 있다. 특히 양배추는 본래 고온 다습한 환경에서 생육이 불량하고 저온 및 건조 스트레스 등 기후변화에 민감하다. 또한 양배추는 그동안 활발한 연구와 품종육성으로 사시사철 재배할 수 있게 작형 분화가 비교적 잘 되어 있는 작물이지만 인도, 파키스탄, 중국남부, 동남아 등의 열대지방에서 주로 재배되는 내서성에 강한 품종은 1970~80년대에 일본에서 개발한 품종들(KK Cross, KY Cross, Green Coronet 등)로 신품종이 제때에 개발되지 않아 이들 시장에서의 품종대체 욕구가 매우 크고 내서성 품종이 시장에서 높은 가격으로 유통되고 있기 때문에 내서성을 갖춘 품종의 육성이 시급하다고 생각된다.

내서성 검정은 현재 관행적으로 일사가 강하고 일조시간이 길며 온도가 높은 시기의 하절기인 2013년 8월 5일 기존 보유 59계통을 하우스에 정식하여 내서성이 강해 많이 재배되는 “NS-43, K-K Cross, 하야도리, 대박나, 경풍1호” 등에 비해 고온에도 불구하고 결구력, 열구, 포장저항성, 및 순도가 우수한 특성을 보이는 45계통을 선발하였다(1:극약, 3:약, 5:중간, 7:강, 9:극강).

1차년도에 선발된 내서성 주요계통의 특성은 다음과 같다. 내서성이 강한 계통 중 BN3016, BN3083, BN3081, BN3084, BN3684는 열구에 강하고 포장저장성이 우수한 특징이 있었으며, BN3088, BN3690, BN3089, BN3691은 내서성이 강하면서 고온결구력이 뛰어나며 열구가 강하고 포장저장성이 우수한 계통이었다. 내서성이 약한 계통중 BN3021, BN3297, BN3067은 고온에 극히 약했으며 결구력과 내열구성이 고온에서 떨어지는 계통이었다(표 28).

<표28> 양배추 계통의 내서성 검정 및 선발

No	결구력 (9:강)	열구 (9:강)	포장 저장성 (9:강)	순도 (9:우수)	내서성	선발	
BN3001	5	7	7	9	강	○	
BN3261	3	5	7	7	강	○	
BN3013	7	7	7	9	강	○	
BN3264	5	9	7	7	강	○	
BN3015	5	1	5	7	극약		
BN3272	5	1	5	7	극약		
BN3019	5	1	5	7	극약		
BN3277	5	1	5	7	극약		
BN3016	7	7	9	9	극강	○	
BN3666	7	9	9	9	강	○	
BN3020	3	1	5	7	극약		
BN3280	3	1	3	5	극약		
BN3055	3	1	7	9	강	○	
BN3670	3	3	7	9	강	○	
BN3021	3	1	3	7	극약		
BN3297	3	1	3	7	극약		
BN3024	5	1	3	7	극약		
BN3298	5	1	3	5	극약		
BN3081	5	5	7	9	강	○	
BN3671	5	5	7	8	극강	○	
BN3082	3	5	5	9	강	○	
BN3672	3	5	5	9	강	○	
BN3083	7	9	9	9	극강	○	
BN3681	7	7	9	9	극강	○	
BN3084	7	9	9	9	극강	○	
BN3684	7	9	7	9	극강	○	
BN3085	5	5	3	9	강	○	
BN3685	5	5	3	9	강	○	
BN3086	5	5	3	9	강	○	
BN3686	5	5	3	7	강	○	
BN3045	7	7	7	9	강	○	
BN3308	5	7	5	9	강	○	
BN3087	5	5	3	9	강	○	
BN3689	5	5	3	9	강	○	
BN3088	7	9	9	9	극강	○	
BN3690	7	9	9	9	극강	○	
BN3089	7	9	9	9	극강	○	
BN3691	7	7	9	9	극강	○	
BN3090	3	5	5	9	강	○	
BN3732	3	5	5	9	강	○	
BN3091	7	7	9	9	극강	○	
BN3733	7	7	9	9	극강	○	
BN3094	7	9	9	9	극강	○	

BN3734	7	9	9	9	극강	○	
BN3095	7	9	9	9	극강	○	
BN3096	7	9	9	9	극강	○	
BN3050	3	3	5	9	약		
BN3325	3	3	5	9	약		
BN3097	3	5	5	9	강	○	
BN3053	3	9	5	9	강	○	
BN3333	7	7	3	9	강	○	
BN3098	7	7	9	9	극강	○	
BN3301	7	9	9	9	극강	○	
BN3302	7	7	9	9	극강	○	
BN3064	7	5	7	7	강	○	
BN3339	5	5	7	7	강	○	
BN3067	3	1	5	7	극약		
BN3341	5	3	5	7	극약		

나. 계통의 내서성/내습성 검정 및 선발(2차년도)

양배추는 내습성이 약해 너무 과습하면 뿌리가 썩기 쉽다. 최근 기후변화로 고온 및 강우량이 증가해 평지 재배에서 고랭지 재배로 확장되고(중국 산서, 운남, 감숙등), 장기적인 저온과 극심한 고온, 기습적인 폭우등 강우량 증가로 인해 호냉성 작물인 양배추 재배여건이 불확실해지고 있으며, 국내 양배추 재배환경에서도 과거의 장마와 달리 짧은 기간 호우량이 증가함으로 재배기 폭이 제한되었으며, 이로 인해 내서성 및 내습성 우수 품종요구가 증가하고 있어 품종의 육성이 시급하다고 생각된다.

내서성 검정은 1차년도에 시행한 동일한 검정법으로 검정하였으며, 내습성 검정은 고온 다습한 장마기(6월~8월)에 노지(배수가 잘 안되는 토질)에 정식하여 비가 온 후 내습성 시험 실시하였다. 열구, 포장 저장성, 순도, 뿌리갈변정도를 고온에 강한 “아시아블, 하루타마, 파렐, K-K Cross” 등에 비해 우수한 특성을 보이는 계통 및 품종을 선발하였다(1:극약, 3:약, 5:중간, 7:강, 9:극강).



[그림24] 내서성 및 내습성에 강한 계통과 약한 계통의 반응

2차년도에는 기보유 계통 및 전년도에 선발된 65계통을 정식하여 내서성 및 내습성 검정을 통해 결구력, 열구, 포장 저장성, 순도가 우수한 47계통을 선발하였다. 내서성이 극강이며 내습성이 강한 12계통, 내서성은 극강이나 내습성이 중인 1계통, 내서성과 내습성이 강한 26계통, 내서성은 강하며 내습성이 극강인 4계통, 내서성은 약하나 내습성이 강한 4계통을 선발하였다.

선발된 주요계통의 특성 중 BN4051, BN4016, BN4030, BN4053, BN4117, BN4212는 열구에 강하고 포장저장성이 우수하며 순도가 높은 특징이 있으며, BN4005, BN4020, BN4149는 뿌리갈변에 강하고 포장저장성이 우수한 계통이었다(표29 그림 24).

<표29> 양배추 계통의 내서성 및 내습성검정 및 선발

No	결구력 (9:강)	열구 (9:강)	포장 저장성 (9:강)	순도 (9:우수)	뿌리갈 변 (9:강)	내서 성	내습 성	선발	비 고
BN4002	5	3	3	9	7	강	강	○	
BN4005	5	5	9	7	9	강	극강	○	1차년도 선발
BN4007	3	9	7	9	7	강	강	○	
BN4013	3	9	5	7	7	강	강	○	
BN4016	7	9	9	9	7	극강	강	○	
BN4020	7	5	9	9	9	강	극강	○	
BN4023	7	5	9	9	7	강	강	○	
BN4025	5	1	3	5	7	극약	강		
BN4026	3	1	5	9	7	약	강		
BN4028	3	5	5	9	7	강	강	○	
BN4029	7	7	5	9	7	강	강	○	
BN4030	7	9	9	9	7	극강	강	○	
BN4034	7	5	9	9	7	강	강	○	
BN4051	5	9	9	9	7	강	강	○	1차년도 선발
BN4053	7	9	9	9	7	극강	강	○	1차년도 선발
BN4057	7	9	5	9	7	강	강	○	
BN4063	7	1	5	7	7	약	강		
BN4073	7	5	9	5	7	극강	강	○	
BN4082	7	5	9	9	7	강	강	○	
BN7088	5	5	9	9	7	강	강	○	
BN4089	5	7	5	9	9	강	극강	○	1차년도 선발
BN4092	5	7	3	9	7	강	강	○	
BN4097	5	9	7	9	7	강	강	○	
BN4098	5	7	9	9	7	강	강	○	1차년도 선발
BN4102	3	5	9	9	7	강	강	○	
BN4105	7	7	9	9	7	극강	강	○	
BN4111	7	9	7	7	7	극강	강	○	
BN4114	5	7	5	9	7	강	강	○	
BN4117	7	9	9	9	7	극강	강	○	1차년도 선발
BN4121	7	9	7	9	7	극강	강	○	
BN4128	7	7	7	9	7	극강	강	○	
BN4131	3	5	5	9	7	강	강	○	
BN4134	3	9	7	9	7	강	강	○	
BN4135	3	7	7	9	7	강	강	○	
BN4137	7	5	5	9	5	강	중		
BN4139	3	5	5	9	5	강	중		
BN4140	5	1	5	9	5	강	중		
BN4142	5	3	5	9	7	강	강	○	
BN4143	7	5	7	9	7	강	강	○	
BN4144	5	7	3	9	5	강	중		
BN4147	5	3	3	9	7	약	강	○	
BN4149	5	7	9	9	9	강	극강	○	1차년도 선발

BN4150	3	9	5	9	7	강	강	○	1차년도 선발
BN4153	3	3	3	7	7	약	강	○	
BN4154	3	3	3	7	7	약	강	○	
BN4161	7	9	7	7	7	극강	강	○	
BN4162	5	1	5	7	7	극약	강		
BN4163	7	3	3	9	7	약	강	○	
BN4176	5	5	3	9	7	강	강	○	
BN4178	5	1	7	7	7	극약	강		
BN4180	5	9	5	9	7	강	강	○	1차년도 선발
BN4182	3	1	5	7	7	극약	강		
BN4185	5	5	9	7	7	강	강	○	
BN4186	5	7	9	7	7	극강	강	○	1차년도 선발
BN4187	7	7	9	7	7	극강	강	○	
BN4191	3	5	3	7	7	약	강		
BN4205	7	5	3	9	7	강	강	○	
BN4205	7	1	3	7	7	극약	강		
BN4208	7	1	3	7	7	극약	강		
BN4212	7	9	9	7	5	극강	중	○	

다. 계통의 내서성/내습성 검정 및 선발(3차년도)

양배추는 내습성이 약해 너무 과습하면 뿌리가 썩기 쉽다. 최근 기후변화로 고온 및 강우량이 증가해 평지 재배에서 고랭지 재배로 확장되고(중국 산서, 운남, 감숙등), 장기적인 저온과 극심한 고온, 기습적인 폭우등 강우량 증가로 인해 호냉성 작물인 양배추 재배여건이 불확실해지고 있으며, 국내 양배추 재배환경에서도 과거의 장마와 달리 짧은 기간 호우 량이 증가함으로 재배기 폭이 제한되었으며, 이로 인해 내서성 및 내습성 우수 품종요구가 증가하고 있어 품종의 육성이 시급하다고 생각된다.

내서성 검정은 1차년도에 시행한 동일한 검정 법으로 검정하였으며, 내습성 검정은 고온 다습한 장마기(6월~8월)에 노지(배수가 잘 안 되는 토질)에 정식하여 비가 온 후 내습성 시험 실시하였다. 열구, 포장 저장성, 순도, 뿌리갈변정도를 고온에 강한 “아시아볼, 하루타마, 파렐, K-K Cross” 등에 비해 우수한 특성을 보이는 계통 및 품종을 선발하였다(1:극약, 3:약, 5:중간, 7:강, 9:극강).



[그림25] 내서성 및 내습성에 강한 계통과 약한 계통의 반응

3차년도에는 기보유 계통 및 전년도에 선발된 70계통을 정식하여 내서성 및 내습성 검정을 통해 결구력, 열구, 포장 저장성, 순도가 우수한 51계통을 선발하였다. 내서성이 극강이며 내습

성이 강한 14계통, 내서성과 내습성이 강한 14계통, 내서성은 강하며 내습성이 극강인 10계통, 내서성은 약하나 내습성이 강한 13계통을 선발하였다. 선발된 주요계통의 특성 중 BN7008, BN7009, BN7057, BN7062, BN7064, BN7125, BN7159, BN7199는 열구에 강하고 포장저장성이 우수하며 순도가 높은 특징이 있으며, BN7019, BN7028, BN7051, BN7071, BN7127은 뿌리갈변에 강하고 포장저장성이 우수한 계통이었다(표30, 그림25).

<표30> 양배추 계통의 내서성 및 내습성검정 및 선발

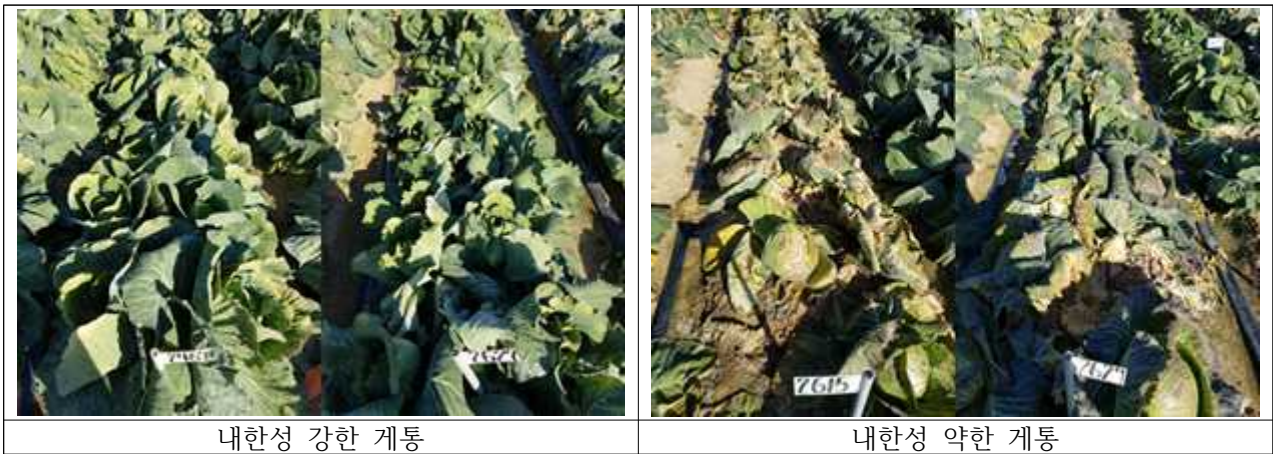
No	결구력 (9:강)	열구 (9:강)	포장 저장성 (9:강)	순도 (9:우수)	뿌리갈 변 (9:강)	내서 성	내습 성	선발	비 고
BN7002	9	7	7	9	7	강	강		
BN7005	3	7	5	5	7	강	강		
BN7007	7	5	5	9	7	중	강		
BN7008	5	9	9	9	7	극강	강		
BN7009	3	9	9	9	7	극강	강		
BN7019	7	5	9	9	9	중	극강		
BN7021	9	9	9	7	7	극강	강		
BN7023	9	5	7	5	7	중	강		
BN7024	7	7	9	5	7	강	강		
BN7028	9	7	9	9	9	강	극강		
BN7030	7	7	5	7	9	강	극강		
BN7031	9	3	5	9	7	약	강		
BN7033	7	5	7	7	7	중	강		
BN7035	9	7	7	5	7	강	강		
BN7040	5	9	7	5	7	강	강		
BN7041	9	5	5	7	7	중	강		
BN7043	7	9	9	7	7	극강	강		
BN7044	3	5	7	7	7	약	강		
BN7045	7	5	5	9	3	중	약		
BN7046	5	7	9	9	7	강	강		
BN7051	7	7	9	9	9	강	극강		
BN7055	9	9	9	7	7	극강	강		
BN7056	5	7	7	5	7	강	강		
BN7057	3	9	9	9	7	극강	강		
BN7059	7	5	7	9	7	중	강		
BN7061	9	5	7	9	7	중	강		
BN7062	7	9	9	9	9	극강	강		

BN7063	5	7	5	9	5	강	중		
BN7064	7	9	9	9	7	극강	강		
BN7065	1	7	7	9	7	강	강		
BN7071	7	7	9	9	9	강	극강		
BN7100	3	5	5	9	7	약	강		
BN7107	3	3	5	9	7	약	강		
BN7113	7	9	9	5	7	강	강		
BN7116	7	9	7	9	9	강	극강		
BN7117	3	5	3	5	5	강	극약		
BN7118	9	7	5	9	5	강	중		
BN7119	7	7	5	5	3	강	약		
BN7122	7	5	7	9	7	약	강		
BN7125	9	9	9	9	5	극강	강		
BN7127	7	7	9	9	9	강	극강		
BN7131	1	7	7	5	9	강	강		
BN7134	7	3	5	9	3	강	약		
BN7137	7	9	7	7	9	강	극강		
BN7139	3	7	5	9	7	약	강		
BN7140	5	7	5	9	7	약	강		
BN7141	3	7	7	9	7	강	강		
BN7144	5	7	7	7	9	강	극강		
BN7146	5	7	5	9	9	중	극강		
BN7151	5	7	7	9	3	강	약		
BN7155	7	9	7	9	9	강	극강		
BN7156	9	7	7	9	7	강	강		
BN7159	7	9	9	9	7	극강	강		
BN7160	5	7	7	9	7	극강	강		
BN7171	7	7	9	9	7	강	강		
BN7177	9	5	7	7	3	중	약		
BN7178	7	5	5	9	7	중	강		
BN7187	9	3	3	5	7	약	강		
BN7188	7	1	3	7	7	극약	강		
BN7189	7	9	7	7	7	극강	강		
BN7191	7	7	9	7	7	강	강		
BN7192	9	9	7	9	9	강	극강		

BN7199	7	9	9	9	7	극강	강		
--------	---	---	---	---	---	----	---	--	--

라. 계통의 내한성 검정 및 선발

중국의 월동 양배추 지역인 하남성, 절강성, 호북성, 운남성, 사천성등의 재배지에서는 최근 내한성 월동양배추에 대한 고품질 품종의 요구가 증가하고 있어 이에 맞는 품종 육성이 시급하다고 생각된다. 내한성 검정은 하절기인 8월 중순에 정식하여 수확기에 자연적으로 저온에 노출하는 방법으로 결구력, 열구, 포장저장성, 안토시아닌 발생, 냉해 발생 정도 등을 조사하였으며, 구, 포장 저장성, 추위에 강한 “윈스톰, 마쓰모, YR호월, 한춘4호” 등에 비해 우수한 특성을 보이는 계통 및 품종을 선발하였다(1:극약, 3:약, 5:중간, 7:강, 9:극강).



[그림26] 내한성에 강한 계통과 약한 계통의 반응

4차년도에는 기보유 계통 및 월동양배추 품종등 85계통을 정식하여 내한성 검정을 통해 결구력, 열구, 포장 저장성, 순도가 우수한 23계통을 선발하였다. 내한성이 강이며 포장저장성이 강한 8계통, 내한성과 결구력이 강한 9계통 등을 선발하였다. 선발된 주요계통의 특성 중 BN2540, BN72561, BN3059, BN3108, BN3112는 내한성과, 결구력이 강하고 포장저장성이 우수한 특징이 있으며, BN3012는 내한성과 열구에 강하고, 포장저장성이 우수하였으며, BN3078은 내한성과 결구력, 열구에 강한 우수한 계통이었다(표31, 그림26).

<표31> 양배추 계통의 내서성 및 내습성검정 및 선발

No	결구력 (9:강)	열구 (9:강)	포장 저장성 (9:강)	순도 (9:우수)	내한성	선발	비 고
BN2469	9	7	7	9	강	○	
BN2487	7	7	7	9	중	○	
BN2488	9	7	7	9	강	○	
BN2492	7	5	7	9	중		
BN2500	9	5	5	9	약		
BN2501	9	9	7	5	중		
BN2534	7	7	5	9	중		
BN2540	9	7	9	9	강	○	

BN2549	5	7	9	9	강	○	
BN2553	7	7	5	9	약		
BN2556	9	7	7	7	약		
BN2561	9	7	9	9	강	○	
BN2613	9	7	5	9	약		
BN2615	9	5	3	7	약		
BN2619	7	7	7	9	중	○	
BN2625	9	5	5	9	약		
BN2626	9	7	5	7	약		
BN2627	7	7	9	9	강	○	
BN2628	7	7	7	7	강	○	
BN2629	9	7	5	9	약		
BN3009	9	5	5	9	강	○	
BN3012	7	9	9	9	강	○	
BN3024	7	7	5	7	강	○	
BN3027	7	5	5	7	중		
BN3028	9	7	9	7	약		
BN3033	9	5	5	7	중		
BN3035	5	7	7	9	강	○	
BN3039	7	7	5	9	강	○	
BN3040	9	5	7	9	약		
BN3045	9	7	9	9	약		
BN3048	7	5	7	9	중		
BN3051	7	9	9	9	약		
BN3057	7	7	9	5	약		
BN3059	9	7	9	9	강	○	
BN3078	9	9	5	9	강	○	
BN3091	5	9	9	9	중	○	
BN3105	7	9	7	7	중	○	
BN3108	9	7	9	9	강	○	
BN3112	9	7	9	9	강	○	
BN3121	7	9	7	9	중	○	
BN3123	7	9	7	7	중	○	
BN3127	9	7	9	7	약		
BN3142	7	5	5	5	약		
BN3144	5	9	7	9	강	○	

* 원형 양배추 - 파종 : 2016년 7월26일 정식 : 2016년 8월23일

* 편형 양배추 - 파종 : 2016년 7월20일 정식 : 2016년 8월 17일

마. F1 조합의 내서성 검정 및 선발

내서성에 강한 품종 육성을 위하여, 원예적 형질이 우수한 계통과 내서성에 강한 계통 등을 이용하여 1차년도에는 35조합, 2차년도에는 42조합을 작성 하였다. 대비종으로 원형계는 ‘용안’, ‘Nozomi’, ‘왕왕’을 공시하였고, 대비종으로 편형계는 ‘대박나’, ‘YR호남’을 공시하였다. 가장 더운 8월에 하우스에 정식하여 1차년도에는 내서성이 강한 것으로 판명된 11조합을 선발하였으

며, 2차년도에는 하우스 및 노지에 정식하여 내서성, 내습성이 강한 것으로 판명된 12조합을 선발하였다(표 32). 차년도 시험채종을 실시하여 종자생산성 등을 검정하고 그 원예적 형질을 보다 명확하게 평가하여 상품화를 추진해 갈 예정이다. 또한 이렇게 선발된 12개의 조합들은 향후 중국지역에서 지역적응성 검정을 실시하였다.

<표32> 주요 선발 내서성 F1 조합

년도	BN	결구력 (9:강)	열구 (9:강)	포장 저장성 (9:강)	순도 (9:우수)	내서성	선발	비고
1차년도 (2013)	521	9	9	9	9	강	○	
	524	5	5	7	9	강	○	
	538	7	9	9	9	강	○	
	546	9	9	5	9	강	○	
	548	9	7	9	9	강	○	
	551	5	9	7	9	강	○	
	553	9	9	9	9	강	○	
	561	7	9	9	9	강	○	
	2221	9	9	5	9	강	○	
	2234	9	9	9	9	강	○	
	2250	9	7	9	9	강	○	
	신세기	9	5	9	9	강		대비품종
	고월	9	9	5	9	약		대비품종
	하월	5	9	9	9	강		대비품종
기옥	9	9	7	9	중		대비품종	
2차년도 (2014)	518	5	7	9	9	강	○	
	532	7	5	7	9	강	○	
	526	7	5	9	9	극강	○	1차년도 선발
	527	7	9	9	9	강	○	1차년도 선발
	539	7	7	9	9	강	○	
	545	5	9	9	9	강	○	
	550	9	7	9	9	강	○	
	572	7	7	9	9	강	○	
	2363	7	9	5	9	강	○	
	2365	5	7	9	9	강	○	
	2374	7	7	9	9	강	○	1차년도 선발
	2384	7	7	7	9	강	○	
	하루타마	7	5	7	9	중	-	대비품종
	파렐	5	5	7	9	약	-	대비품종
아시아블	7	7	9	9	강	-	대비품종	

8. F1 조합작성/우수조합선발 및 지역적응성 시험

1차년도와 2차년도에는 내서성 및 내병성과 고온결구력이 강한 양배추 조합선발을 위하여 전년도 내서성 선발 및 기 보유 고정계통을 이용하여 1차년도에는 60조합을 작성하였고, 2차년도에는 62조합을 작성하였다.

3차년도에는 내서성 및 내병성과 고온결구력이 강한 양배추 조합선발을 위하여 전년도 내서성, 내습성 선발 및 기 보유 고정계통을 이용하여 65조합을 작성하였다.

4차년도에는 내한성 및 내병성, 포장저장성이 강한 양배추 조합선발을 위하여, 전년도 내한성 선발 및 기 보유 고정계통을 이용하여 70조합을 작성하였다.

가. 1차년도 F1 조합작성 및 우수조합

(1) F1 조합작성 및 우수조합 선발(1차년도)

1차년도에는 대비종으로 원형양배추의 경우에는 “용안”, “Nozomi”, “왕왕” 등을 공시하였고, 편형양배추의 대비종으로는 ‘대박나’, ‘YR호남’, ‘하루타마’등을 공시하였다. 총 60조합 중 결구엽이 진한 녹색으로 숙기가 빠르며 대비종들에 비해 내서성 및 고온결구력이 강하고 열구가 늦은 원형양배추 7조합(BN542, BN544, BN555, BN560, BN561, BN563, BN574)과 편형양배추 4조합(BN2317, BN2335, BN2343, BN2374) 등 총 11조합을 선발하였다(표 33).

<표33> 주요 우수 조합 선발

BN	구형	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	비고
542	원형	1,300	135	145	63	조생	강	강	
544	원형	1,000	120	125	45	극조생	강	강	
563	원형	995	139	129	61	조생	강	중	
574	원형	1,380	147	133	53	조생	강	중	
555	원형	490	112	104	32	조생	중	중	
560	원형	1,005	203	132	63	조생	강	중	
561	원형	475	112	118	36	조생	강	강	
605	원형	1,020	136	137	68	조생	중	중	용안
606	원형	1,110	168	137	66	조생	약	약	Nozomi
640	원형	910	132	136	62	조생	중	중	왕왕
2317	편원형	1,810	126	187	48	조생	강	강	
2335	편원형	1,760	110	225	60	조생	강	강	
2343	편원형	2,520	150	242	50	조생	강	강	
2374	편원형	1,495	139	184	52	만생	강	강	
2393	편원형	2,056	134	211	77	조생	강	강	대박나
2381	편원형	1,570	142	223	64	만생	강	약	하루타마
2377	편원형	1,562	158	189	69	중생	강	중	YR호남

(2) 선발된 주요 우수조합의 특성(1차년도)

이들 중 BN542는 구중이 1.3kg, 구고 135mm, 구폭 145mm 이며 대비종들에 비해 구의 조직이 치밀해서 결구력이 좋고 구가 단단해서 수송성 및 저장성이 좋고, 코아길이가 63mm 정도로 짧은 편이고, 열구가 늦은 원형양배추로서 내서성에 강하였다.

BN544는 구의 조직이 치밀하고 코어길이가 45mm로 짧은 극조생종 원형양배추로 구색은 녹색이고 구중은 1.0kg, 구고 120mm, 구폭 125mm이며 열구가 늦은 조합으로 선발되었다.

BN563은 초세가 강하고 열구가 늦은 조생종 원형양배추로 구색은 짙은 녹색이고 구중은 1.0kg, 구고 139mm, 구폭 129mm, 코아길이 61mm이며 결구 강도가 우수하고 연부병에 강한 조합으로 선발되었다.

또한 BN574는 초세가 강하고 코어가 짧으며 열구가 늦은 조생종 원형양배추로 구색은 녹색이고 구중은 1.4kg, 구고 147mm, 구폭 133mm, 코아 길이 53mm이며 결구 강도가 우수한 선발 조합으로 선발되었다.

BN555의 경우, 구중이 0.5kg, 구고 112mm, 구폭 104mm로 크기는 작지만, 코어길이가 32mm 정도로 짧고 식미가 매우 우수하여 샐러드용으로 적합한 조생종 양배추로 구의 조직이 치밀하고 구색은 녹색이며 식물체가 작아 밀식재배가 가능한 조합으로 선발 되었다.

BN561은 열구가 늦은 조생종 원형양배추로 구색은 녹색이고 구중은 0.5kg, 구고 112mm, 구폭 118mm이며 코아길이가 36mm로 짧고 결구력이 좋아 내서성이 강한 조합으로 선발되었다(그림 25). 또한 경북 봉화 지역과 중국 북경 지역에서 지역 적응 시험과 종자 생산력 검정 시험을 실시한 후, 품종보호출원을 할 예정이다.

우심형 양배추 조합인 BN560은 초세가 강하고 열구가 늦은 조생종으로 구색은 짙은 녹색이고 구중은 1.0kg이며 결구 강도가 우수한 조합으로 선발되었다(그림 17). 중국수출용으로 상품화하기 위하여, 중국 광둥성 지역에서 지역 적응 시험을 실시한 후, 품종 생산·수입판매를 국립종자원에 신고할 예정이다.

조합작성 및 성능 검정후 선발된, 편형양배추 4조합들 중 BN2317은 열구가 늦은 월동형 편형양배추로 구색은 녹색이고 구중은 1.8kg, 구고 128mm, 구폭 187mm, 코아길이가 48mm이며 결구 강도가 우수하고 포장저장성이 강한 조합으로 선발되었다.

BN2335의 경우, 내서성, 내한성과 포장저장성이 강한 월동용의 구중 1.8kg, 구고 110mm, 구폭 225mm, 코아길이가 60mm인 편형 양배추로 구색은 짙은 녹색이고 안토시아닌 발생이 거의 없는 조합으로 선발되었다.

BN2343는 구의 크기가 2.5kg, 구고 150mm, 구폭 242mm, 코아길이가 50mm 내외로 크고 내서성 및 내한성이 강한 편형 양배추로 구색은 짙은 녹색으로 상품성이 뛰어나며 열구가 늦어 포장저장성이 우수한 조합으로 선발되었다.

BN2374는 구의 크기가 1.5kg, 구고 139mm, 구폭 184mm, 코아길이 52mm 내외로 크고 내한성이 강한 편형 양배추로 구색은 짙은 녹색으로 상품성이 뛰어나며 열구가 늦어 포장저장성이 우수한 조합으로 선발되었다(그림 27).

								
BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	비고
542	1300	136	146	63	조생	강	강	선발
605	1020	136	137	68	조생	중	중	용안
606	1110	168	137	66	조생	약	약	Nozomi
640	910	132	136	62	조생	중	중	왕왕
BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	비고
544	1000	120	126	45	크조생	강	강	선발
605	1020	136	137	68	조생	중	중	용안
606	1110	168	137	66	조생	약	약	Nozomi
640	910	132	136	62	조생	중	중	왕왕
								
BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	비고
563	995	139	129	61	조생	강	중	선발
605	1020	136	137	68	조생	중	중	용안
606	1110	168	137	66	조생	약	약	Nozomi
640	910	132	136	62	조생	중	중	왕왕
BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	비고
574	1380	147	133	53	조생	강	중	선발
605	1020	136	137	68	조생	중	중	용안
606	1110	168	137	66	조생	약	약	Nozomi
640	910	132	136	62	조생	중	중	왕왕
								
BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	비고
561	475	112	118	36	조생	강	강	선발
605	1020	136	137	68	조생	중	중	용안
606	1110	168	137	66	조생	약	약	Nozomi
640	910	132	136	62	조생	중	중	왕왕
BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	비고
600	1006	203	132	63	조생	강	중	선발
605	1020	136	137	68	조생	중	중	용안
606	1110	168	137	66	조생	약	약	Nozomi
640	910	132	136	62	조생	중	중	왕왕
								
BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	비고
2317	1810	126	187	48	조생	강	강	선발
2376	2056	134	211	77	조생	강	강	대박나
2377	1562	158	189	69	중생	강	중	YR오남
2378	1570	142	223	64	만생	강	약	하루타미
BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	비고
2335	1760	110	225	60	조생	강	강	선발
2376	2056	134	211	77	조생	강	강	대박나
2377	1562	158	189	69	중생	강	중	YR오남
2378	1570	142	223	64	만생	강	약	하루타미
								
BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	비고
2343	2820	160	242	60	조생	강	강	선발
2376	2056	134	211	77	조생	강	강	대박나
2377	1562	158	189	69	중생	강	중	YR오남
2378	1570	142	223	64	만생	강	약	하루타미
BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	비고
2374	1496	139	184	62	만생	강	강	선발
2393	2056	134	211	77	조생	강	강	대박나
2381	1570	142	223	64	만생	강	약	하루타미
2377	1562	158	189	69	중생	강	중	YR오남

[그림27] 편형 양배추 선발조합 형질 특성

(3) 국내 지역 적응 시험(1차년도)

중간지 품종 육성을 위하여 국내적응성시험은 경북 봉화에서 관행대로 시행하였으며 처리별 시험구 당 50주 2반복으로 정식하였다. 1차년도 생명공학육종연구소에서 선발한 원형계 8조합, 편형계 4조합과 대비종 원형계 2조합(용안, Nozomi), 편형계 3조합(대박나, YR호남, 하루타마)을 공시하였다.

원형계는 BN201이 열구가 늦은 조생종 원형양배추로 구색은 진녹색이고 구중은 0.5kg내외로, 구고 113mm, 구폭 120mm이며 코아길이가 35mm로 짧고 결구력이 좋아 내서성이 강한 조합으로 우수하였다(표 21). 편형계는 BN252가 구의 크기가 1.5kg, 구고 145mm, 구폭 186mm, 코아길이가 52mm 내외로 크고 내한성이 강한 편형 양배추로 구색은 짙은 녹색으로 상품성이 뛰어나며 열구가 늦어 포장저장성이 우수한 결과를 나타내었다(표34, 그림 28).

<표34> 경북 봉화 지역적응성시험에서 선발된 주요 조합의 특성(1차년도)

BN	구형	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	선발	비고
201	원형	475	113	120	35	조생	강	강	◎	연구소선발(BN561) 품종보호출원(CT-305)
205	원형	1300	135	145	65	조생	강	강	○	
209	원형	1350	120	135	55	조생	강	강		
215	원형	1115	110	115	42	극조생	중	중	○	
216	원형	1020	136	137	68	조생	중	중		자사대비종 (아시아익스프레스)
226	원형	910	132	136	62	조생	중	중		타사대비종 (노조미)
252	편원형	1495	145	186	52	만생	강	강	◎	연구소선발(BN2374) 품종보호출원(CT-309)
259	편원형	1760	110	225	60	조생	강	중강	○	
268	편원형	1755	105	222	60	조생	중강	중		
272	편원형	2056	134	211	77	조생	강	강		
289	편원형	2050	138	216	79	조생	중	강		자사대비종 (대박나)
291	편원형	1570	142	223	64	만생	강	약		자사대비종 (YR호남)
295	편원형	1562	158	189	69	중생	강	중		타사대비종 (오가네)



CT-305

CT-309

[그림 28] 국내 중간지 경북 봉화 지역적응성시험에서 선발된 주요 품종 특성

(4) 중국 지역 적응 시험(1차년도)

중국 수출용 품종 선발을 위하여 북경에서 지역적응성시험을 실시하였다. 1차년도 경기도 이천 생명공학육종연구소에서 선발한 원형계 8조합, 편형계 4조합과 중국 수출용대비 예비시험에서 유망시 되는 원형계 7조합, 편원형 4조합, 대비종 원형계 3품종(아시아익스프레스, Nozomi, 왕왕), 편형계 3품종(대박나, YR호남, 하루타마)을 공시하였으며, 재배는 관행대로 시행하였고 처리별 시험구 당 30주 2반복으로 정식하였다.

BN301은 구중은 0.5kg내외로, 구고 121mm, 구폭 121mm으로 순도가 좋으며 코아길이가 36mm로 짧고, 열구가 늦은 조생종 원형양배추이다. 구색은 진녹색이고 결구력이 좋아 내서성이 강한 조합으로 우수하였다. BN327은 우심형 양배추 조합으로 초세가 강하고 열구가 늦은 조생종이다. 구중은 1.0kg, 구고는 203mm, 구폭은 135mm, 코아는 63mm이며 구색은 짙은 녹색이고 결구 긴도가 우수한 조합으로 농민들이 호평하였다.

BN367은 내한성이 강한 편형 양배추로 구의 크기가 1.5kg, 구고 139mm, 구폭 184m, 코아 길이 52mm 내외로 크고 구색은 짙은 녹색으로 상품성이 뛰어나며 열구가 늦어 포장저장성이 우수하며, 원예적 현질이 우수하여 유망 조합으로 선발되었다(표 35, 그림 29).

<표35> 중국 북경 지역적응성시험에서 선발된 주요 조합의 특성(1차년도)

BN	구형	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	선발	비고
301	원형	470	121	121	36	조생	강	강	◎	BN561(연구소선발) CT-305(품종출원)
315	원형	1311	135	155	65	조생	강	강	○	
327	우심형	1012	203	135	63	조생	강	중	◎	BN560(연구소선발) CT-258(생판신고)
335	원형	1000	120	125	45	극조생	중	중	○	
347	원형	1015	136	137	68	조생	중	중		자사대비종 (아시아익스프레스)
351	원형	1115	168	137	66	조생	약	약		타사대비종(왕왕)
358	원형	933	132	136	62	조생	중	중		타사대비종(노조미)
367	편원형	1495	139	184	52	만생	강	강	◎	BN2974(연구소선발) CT-309(품종출원)
371	편원형	1760	110	225	60	조생	강	중강	○	
388	편원형	2056	134	211	77	조생	강	강		자사대비종(대박나)
389	편원형	1570	142	223	64	만생	강	약		자사대비종(YR호남)
390	편원형	1562	158	189	69	중생	강	중		타사대비종 (하루타마)



CT-305

CT-309



재배전경

[그림29] 중국 북경 지역적응성시험에서 선발된 주요 조합의 특성(1차년도)

(5) 품종보호 출원 (1차년도)

1차년도 생명공학육종연구소에서 1차 선발한 BN561, BN2974은 경북 봉화 지역과 중국 북경에서 지역 적응 시험을 실시한 결과, 상품성이 우수하여 품종보호출원을 하기로 결정하였다. BN561은 중국 수출과 내수용으로 상품화하기 위하여 ‘CT-305’, ‘CT-309’를 ‘코리안익스프레스(품종보호 출원번호 : 출원 2014 - 53, 품종명칭 번호 : 명칭 2014-189)’, ‘YR춘동(품종보호 출원번호 : 출원 2014 - 51, 품종명칭 번호 : 명칭 2014-187)’ 으로 국립종자원에 품종보호를 출원하였다.

중국 수출용으로 선발된 우심형 양배추 BN560은 중국 북경 지역에서 지역 적응 시험을 실시한 결과, 원예적 형질이 우수하여 거래처와 농민들이 호평하였다. 중국 수출용으로 상품성이 우수하여 ‘CT-258’를 ‘포인트 (신고번호 02-0003-2014-4, 품종명칭 번호 40-2014-000167)’로 품종 생산판매를 국립종자원에 신고하였다.

원예적 형질이 우수하고, 내서성 및 내병성과 고온결구력이 강한 우수조합 11조합을 선발하여 경기 이천, 경북 봉화와 중국 북경에서 지역 적응 시험에서 우수하여 ‘코리안익스프레스’와 ‘YR춘동’으로 품종보호출원을 하였고, 우심형 양배추인 BN560(CT-258)은 중국 수출을 위해 ‘포인트’로 생산판매신고를 하였다(그림 30).



‘코리안익스프레스(CT-305)’의 품종보호출원 통지서

‘YR춘동(CT-309)’의 품종보호출원 통지서

포인트(CT-258)의 품종 생산·수입판매 신고증명서

[그림 30] 1차년도 실적: 년차의 ‘코리안익스프레스(CT-305)’, ‘YR춘동(CT-309)’의 품종보호출원 및 포인트(CT-258)의 품종 생산·수입판매 신고

나. 2차년도 F1 조합작성 및 우수조합

(1) F1조합작성 및 우수조합 선발(2차년도)

2차년도에는 대비종으로 원형양배추의 경우에는 “아시아익스프레스”, “왕왕”, “노조미” 등을 공시하였고, 편형양배추의 대비종으로는 ‘대박나’, ‘YR호남’, ‘하루타마’등을 공시하였다. 총 62조합 중 숙기가 빠르고 결구엽이 진한 녹색으로 대비종들에 비해 내서성 및 내습성, 고온결구력이 강하고 열구가 늦은 원형양배추 8조합(BN515, BN522, BN526, BN527, BN542, BN583,

BN584, BN585)과 편형양배추 4조합(BN2382, BN2385, BN2388, BN2402) 등 총 12조합을 선발하였다(표 36).

<표36> 주요 우수 조합 선발

BN	구중(g)	구고(mm)	구폭(mm)	코아(mm)	숙기	열구(포장저장성)	내서성	비고
515	1,310	147	142	63	조생	강	강	
522	1,030	140	136	50	극조생	강	강	
526	1,180	146	152	63	조생	강	강	
527	1,400	154	152	57	조생	강	강	
542	1,340	155	153	59	조생	강	강	
583	1,150	143	144	44	조생	강	강	
584	1,550	162	161	68	조생	강	강	
585	1,200	126	148	63	조생	강	강	
2381	980	113	147	46	조생	강	강	
2385	1,600	123	202	64	조생	강	강	
2388	1,620	123	189	65	조생	강	강	
2402	2,100	166	208	62	조생	강	강	
530	1,000	134	138	56	극조생	강	강	아시아 익스프레스
546	1,610	171	159	62	조생	중	약	왕왕
547	1,000	132	133	65	조생	약	중	노조미
2414	2,350	132	214	59	조생	강	강	대박나
2415	1,850	140	192	58	중생	강	약	YR호남
2456	1,250	126	198	57	만생	강	강	하루타마

(2) 선발된 주요 우수조합의 특성(2차년도)

BN515는 구중이 1.3kg, 구고 147mm, 구폭 142mm 이며 대비종들에 비해 구의 조직이 치밀해서 결구력이 좋고, 코아길이가 63mm 정도로 짧은 조생종 원형양배추로서 내습성에 강하였다.

BN522는 초세가 강하고 열구가 늦은 극조생종 원형양배추로 구색은 짙은 녹색이고 단맛이 강하며, 구중은 1.0kg, 구고 140mm, 구폭 136mm, 코아길이가 50mm이며, 코아가 짧고 결구 긴도가 우수하여 선발되었다.

BN526은 구중이 1.2~1.5kg의 원형 양배추로 외엽이 작아 밀식재배가 가능하며, 정식 후 57일 정도에 수확 가능한 극조생종이다. 코아가 짧고 열구가 비교적 늦어 조직이 치밀하고 구색이 짙은 녹색으로 식미가 우수하여 중국 수출용으로 유망하여 중국 운남성에서 인기가 있는 ‘YR미미조생’ 대체용으로 활용할 수 있을 것으로 판단되었다.

BN527 조합은 정식 후 정식 후 55일 정도에 수확 가능한 조생종으로 구중은 1.2~1.5kg, 구고는 154mm, 구폭은 152mm, 코아는 57mm의 원형 양배추이다. 구색이 진녹색이며 외엽이 작아 밀식재배가 가능하며,, 코아가 짧으며 열구와 내서성에 강하다. 대조품종인 “아시아블” 보다 구색이 짙은 녹색으로 숙기가 빠르고 사카타종묘의 ‘희망’, 중국농과원의 ‘중감11호’, 미카도 교와의 ‘YR 미미조생’에 비해 내서성 및 내병성이 강하고 열구가 늦어 선발하였으며 결구엽의 안토시아닌 착색이 약하고 식미가 좋아 중국 수출용으로 유망할 것으로 판단되었다.

또한 BN542는 초세가 강하고 코어가 짧으며 열구가 늦은 조생종 원형양배추로 구색은 녹색이고 구중은 1.4kg, 구고 155mm, 구폭 153mm, 코아 길이 59mm이며 내서성에 강하며, 결구 긴도가 우수한 선발 조합으로 선발되었다.

BN583은 구중이 1.2kg, 구고 143mm, 구폭 144mm이며 대비종들에 비해 구의 조직이 치밀해서 결구력이 좋고 구가 단단해서 수송성 및 저장성이 좋고, 코아길이가 44mm 정도로 짧은 편이고, 열구가 늦은 원형양배추로서 내서성에 강하였다.

BN583은 구중이 1.5kg, 구고 162mm, 구폭 161mm이며 코아길이가 68mm로 열구에 강하며, 내서성과 내습성에 강한 조생종 양배추로 선발하였다. 대비종들에 비해 단맛이 강하고 육질이 연하며 안토시아닌 발생이 거의 없는 조합으로 선발되었다.

BN585의 경우, 열구와 내습성에 강하며 구중 1.2kg, 구고 126mm, 구폭 148mm, 코아길이가 63mm인 원형 양배추로 구색은 짙은 녹색이고 결구 강도가 우수하고 구의 조직이 치밀한 조합으로 선발되었다.

BN2381의 경우, 내서성, 내한성과 포장저장성이 강한 월동용의 구중 1.0kg, 구고 113mm, 구폭 147mm, 코아길이가 46mm인 편형 양배추로 구색은 짙은 녹색이고 상품성이 뛰어났다. 또한, 비교적 속기가 빠른 중국 수출 월동용 조합으로 선발하였는데 현재 중국에서 구가 작은 소구 편형의 양배추를 재배하고 있지 않지만 점점 구가 작은 소형 편형의 양배추를 선호하는 추세여서 이를 목적으로 하여 선발하였다.

BN2385는 과중이 1.6kg이며, 구고는 123mm, 구폭은 202mm, 코아는 64mm로 구색이 진한 녹색으로 저온기에 안토시아닌 발생이 거의 없고 내서성과 내습성, 포장저장성이 매우 강하고 품질이 우수하여 수출이 유망시 되었다.

BN2388조합은 과중이 1.6kg이며, 구폭이 189mm, 구폭이 189mm, 코아가 65mm로 중국 우한지역에서 최고 인기품종인 ‘춘수’(일명 ‘한춘 4호’)를 대체할 수 있는 조합으로 외엽과 결구색이 진한 녹색으로 중국인이 선호하는 양배추이며, 내습성이 강하고 식미가 우수한 특징을 보였다.

BN2402의 경우, 내서성, 내습성, 포장저장성, 내병성(뿌리혹병)이 강한 구중 1.9~2.3.1kg, 구고 166mm, 구폭 208mm, 코아길이가 62mm인 편형 양배추로 원예적 형질이 우수하였다. 결구 강도가 우수하고 포장저장성이 강하하며 결구엽이 부드러워 식미가 우수한 특징을 보였다. 정식 약70일 정도에 수확이 가능한 조생종이며, 구가 단단하여 수송성이 우수하였다. 국내외 지역적응성 및 종자 생산력 검정을 통해 지적재산권을 확보할 예정이다(그림 31).

																			
BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	속기	열구 (포장저장성)	내서성	내습성	비고	BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	속기	열구 (포장저장성)	내서성	내습성	비고
515	1310	147	142	63	조생	중	중	강	선발	522	1030	140	136	50	극조생	강	강	강	선발
530	1000	134	138	56	극조생	강	강	중	아시아 익스프레스	530	1000	134	138	56	극조생	강	강	중	아시아 익스프레스
546	1610	171	159	62	조생	중	약	중	왕왕	546	1610	171	159	62	조생	중	약	중	왕왕
547	1000	132	133	65	조생	약	중	약	노조미	547	1000	132	133	65	조생	약	중	약	노조미



BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	내습성	비고
526	1180	146	152	63	조생	강	강	강	선발
530	1000	134	138	56	극조생	강	강	중	아시아 익스프레스
546	1610	171	159	62	조생	중	약	중	왕왕
547	1000	132	133	65	조생	약	중	약	노조미



BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	내습성	비고
527	1400	154	152	57	조생	강	강	강	선발
530	1000	134	138	56	극조생	강	강	중	아시아 익스프레스
546	1610	171	159	62	조생	중	약	중	왕왕
547	1000	132	133	65	조생	약	중	약	노조미



BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	내습성	비고
542	1340	155	153	59	조생	강	강	중	선발
530	1000	134	138	56	극조생	강	강	중	아시아 익스프레스
546	1610	171	159	62	조생	중	약	중	왕왕
547	1000	132	133	65	조생	약	중	약	노조미



BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	내습성	비고
583	1150	143	144	44	조생	강	강	중	선발
530	1000	134	138	56	극조생	강	강	중	아시아 익스프레스
546	1610	171	159	62	조생	중	약	중	왕왕
547	1000	132	133	65	조생	약	중	약	노조미



BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	내습성	비고
584	1550	162	161	68	조생	강	강	강	선발
530	1000	134	138	56	극조생	강	강	중	아시아 익스프레스
546	1610	171	159	62	조생	중	약	중	왕왕
547	1000	132	133	65	조생	약	중	약	노조미



BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	내습성	비고
585	1200	126	148	63	조생	강	중	강	선발
530	1000	134	138	56	극조생	강	강	중	아시아 익스프레스
546	1610	171	159	62	조생	중	약	중	왕왕
547	1000	132	133	65	조생	약	중	약	노조미




BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	내습성	비고
2381	980	113	147	46	조생	강	강	강	선발
2414	2350	132	214	59	조생	강	강	중	대박나
2415	1850	140	192	58	중생	강	약	중	YR호남
2456	1250	126	198	57	만생	강	중	강	하루타마



BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	내습성	비고
2385	1600	123	202	64	조생	강	강	강	선발
2414	2350	132	214	59	조생	강	강	중	대박나
2415	1850	140	192	58	중생	강	약	중	YR호남
2456	1250	126	198	57	만생	강	중	강	하루타마



BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	내습성	비고
2388	1620	123	189	65	조생	강	중	강	선발
2414	2350	132	214	59	조생	강	강	중	대박나
2415	1850	140	192	58	중생	강	약	중	YR호남
2456	1250	126	198	57	만생	강	중	강	하루타마



BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	내습성	비고
2402	2100	166	208	62	조생	강	강	강	선발
2414	2350	132	214	59	조생	강	강	중	대박나
2415	1850	140	192	58	중생	강	약	중	YR호남
2456	1250	126	198	57	만생	강	중	강	하루타마

[그림31] 주요 선발조합의 형질 특성

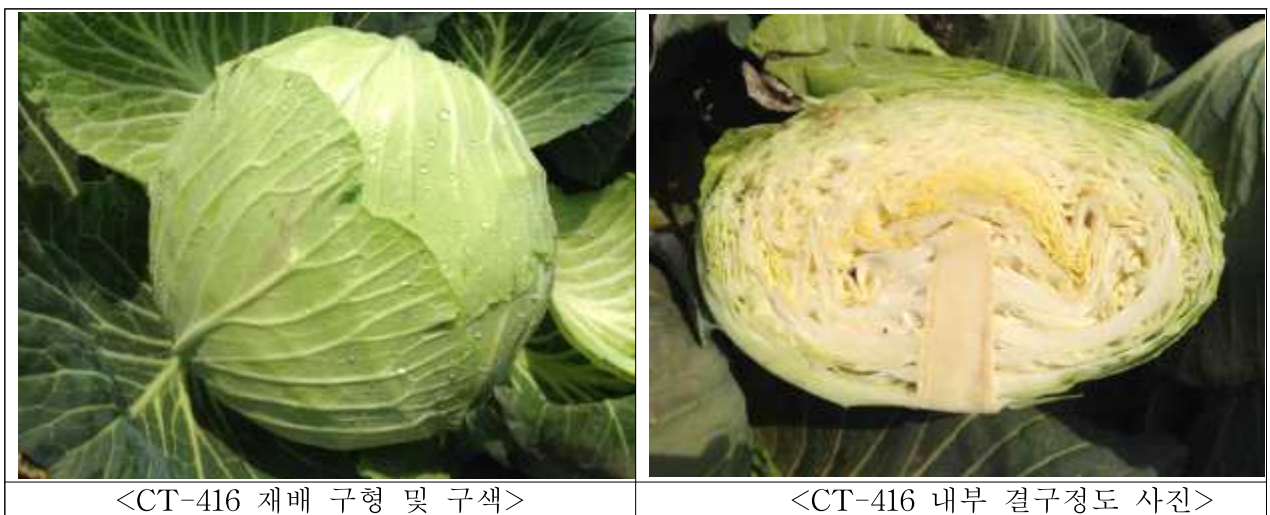
(3) 국내 지역 적응 시험(2차년도)

2차년도 생명공학육종연구소에서 선발한 원형계 9조합, 편형계 4조합과 대비종 원형계 2조합(용안, Nozomi), 편형계 3조합(대박나, YR호남, 하루타마)을 공시하였다. 충남 서산에서 지역 적응성시험을 4월에 관행대로 시행하였으며 처리별 시험구 당 30주 2반복으로 정식하였다.

BN135는 구중 2.1kg, 구고 168mm, 구폭 210mm, 코아길이가 60mm인 편형 양배추로 내서성, 내습성, 포장저장성, 내병성(뿌리혹병)이 강한하며 원예적 형질이 우수하였다. 결구 긴도가 우수하고 포장저장성이 강하하며 결구엽이 부드러워 식미가 우수한 특징을 보였다. 정식 약70일 정도에 수확이 가능한 조생종이며, 구가 단단하여 수송성이 우수하였다. 종자생산력검정시험을 거쳐 생산·판매신고를 할 예정이다(표 37, 그림 32).

<표37> 충남 서산 국내 지역적응성 시험 주요 조합 특성(2차년도)

BN	구형	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아(m m)	숙기	열구(포장 저장성)	내서성	선발	비고
101	편원형	1,000	114	147	48	조생	강	강	○	BN2318
107	편원형	1,050	115	150	50	조생	강	중강		
118	편원형	1,620	124	188	68	조생	강	중	○	BN2385
125	편원형	1,700	134	190	69	조생	중강	중		
135	편원형	2,150	168	210	60	조생	강	강	◎	BN2402(연구소선발) CT-416(생판신고)
189	편원형	2,350	130	220	58	조생	강	강		자사대비종(대박나)
190	편원형	1,850	142	190	59	중생	강	약		자사대비종(YR호남)
191	편원형	1,880	144	188	60	중생	강	중약		자사대비종(조선팔도)
192	편원형	1,500	130	198	65	만생	강	중		자대비종(윈스툼)



[그림32] 충남 서산 국내 지역적응성 시험 주요 조합 특성(2차년도)

(4) 중국 지역 적응 시험(2차년도)

중국 수출용 품종 선발을 위하여 북경에서 지역적응성시험을 실시하였다. 1차년도 연구소에서 선발한 원형계 8조합, 편형계 4 조합과 중국 수출용대비 예비시험에서 유망시 되는 원형계

7조합, 편원형 4조합, 대비종 원형계 3품종(용안, Nozomi, 왕왕), 편형계 3품종(대박나, YR호남, 하루타마)을 공시하였으며, 재배는 관행대로 시행하였고 처리별 시험구 당 30주 2반복으로 정식하였다.

BN526은 구중이 1.2kg의 원형 양배추 구고가 148mm, 구폭이 151mm, 코아가 60mm로 외엽이 작아 밀식재배가 가능하며, 정식 후 57일 정도에 수확 가능한 극조생종이다. 코아가 짧고 열구가 비교적 늦어 중국 수출용으로 유망하여 중국 운남성에서 인기가 있는 ‘YR미미조생’ 대체용으로 활용할 수 있을 것으로 판단되었다. 조직이 치밀하고 구색이 짙은 녹색으로 식미가 우수하고 원예적 형질이 우수하였다.

BN527 조합은 정식 후 51일 정도에 수확이 가능한 조생종으로 구색이 진녹색이며 외엽이 작아 밀식재배가 가능하다. 구중은 1.2kg, 구고는 150mm, 구폭은 148mm, 코아는 53mm의 원형 양배추이다. 코아가 짧으며 열구와 내서성에 강하다. 대조품종인 “아시아익스프레스” 보다 구색이 짙은 녹색으로 숙기가 빠르고 내서성 및 내병성이 강하고 열구가 늦어 농민들이 호평하였다. 결구엽의 안토시아닌 착색이 약하고 식미가 좋아 중국 수출용으로 선발하였다.

BN555는 정식 약68일 정도에 수확이 가능한 조생종이며, 구가 단단하여 수송성이 우수하였다. 구중 2.1kg, 구고 164mm, 구폭 211mm, 코아길이가 61mm인 편형 양배추로 내서성, 내습성, 포장저장성, 내병성(뿌리혹병)이 강하며 원예적 형질이 우수하였다. 결구 긴도가 우수하고 포장저장성이 강하며 결구엽이 부드러워 식미가 우수한 특징을 보여 농민들이 선호하는 품종이었다(표 38, 그림 33).

<표38> 중국 무안 국내 지역적응성 시험 주요 조합 특성(2차년도)

BN	구형	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	선발	비고
501	원형	1,190	148	151	60	극조생	강	강	◎	BN526(연구소선발) CT-412(품종보호출원)
509	원형	1,210	150	148	53	극조생	강	강	◎	BN527(연구소선발) CT-10(생판신고)
511	원형	1,350	154	152	61	조생	강	강	○	
517	원형	1,400	156	153	62	조생	중강	강		
518	원형	1,010	134	135	63	조생	중약	중		
519	원형	1,010	135	137	58	극조생	강	강		자사대비종 (아시아익스프레스)
521	원형	1,580	168	159	65	조생	중	약		타사대비종 (왕왕)
535	원형	1,010	133	135	63	조생	약	중		타사대비종 (노조미)
541	편원형	1,100	115	147	47	조생	강	강		
543	편원형	1,050	113	151	53	조생	중강	중		

548	편원형	1,520	124	187	67	조생	강	중	○	
552	편원형	1,650	133	191	68	조생	강	중중		
555	편원형	2,250	164	211	61	조생	강	강	◎	BN2402(연구소선발) CT-416(생판신고)
578	편원형	2,450	132	221	58	조생	강	강		자사대비종 (대박나)
579	편원형	1,800	141	192	59	중생	강	약		자사대비종 (YR호남)
580	편원형	1,530	135	197	65	만생	강	중약		타사대비종 (하루타마)



[그림33] 중국 무한지역 지역적응성 조합 주요 특성 및 재배 전경(2차년도)

(5) 품종보호 출원 (2차년도)

충북 서산 지역과 중국 북경에서 지역 적응 시험을 실시한 결과, 2차년도 연구소에서 선발한 BN526, BN527, BN2402는 중국 북경에서 지역 적응 시험등을 거쳐 최종적으로 선발되고 상품성이 우수하여 품종보호출원 및 생산판매신고를 하기로 결정하였다.

중국 무한지역에서 지역 적응 시험을 실시한 결과, BN526은 중국 수출용으로 상품화하기 위하여 ‘CT-412(씨티-412)’(품종보호 출원번호: 출원 2015-43, 품종명칭 번호: 명칭 2015-46)명칭으로 국립종자원에 품종보호를 출원하였다. BN527은 중국 수출용으로 상품화하기 위하여 ‘CT-10(씨티-10)’(신고번호: 02-0003-2015-7, 품종명칭 번호: 40-2015-000357)’로 품종 생산수입판매를 국립종자원에 신고하였다(그림 48).

국내 충남서산지역과 경기 이천지역과 중국 하북지역에서 지역 적응 시험을 실시한 결과, 편원형 양배추 BN2402는 상품성이 우수하고 종자 생산력 검정도 우수하여 내수용 및 수출용으로 ‘CT-416(씨티-416)’을 품종 생산수입판매(신고번호: 02-003-2015-1, 품종명칭 등록출원번호: 04-2015-000035)를 국립종자원에 신고하였다(그림 34).

<p>민권을 자족같이, 민권을 내일같이 농작업 태동에 최면이 될것처럼 당당하게 일해주시기 바랍니다. 담당자: 김민서 | 전화: 0241-912-0113 | FAX: 0241-912-0210 인터넷 홈페이지: www.cjef-8037 0241-912-0113 | 경상북도 김천시 혁신로 119</p> <p>품종보호출원번호 통지서</p> <p>출원번호: 2015. 3. 5 품종보호출원번호: 출원 2015 - 43 출원명칭 출원번호: 명칭 2015 - 48</p> <p>작 품 명: 당배추 출원 명칭: 제타-412 출 원 인: 농업회사법인 아시아농업(주) 주 소: 서울특별시 강북구 강내로 150 백련빌딩 7층</p> <p>20150518059</p> <p>국립종자원</p>	<p>민권 제2호 지원</p> <p>품종 생산·수입판매 신고증명서</p> <p>신고번호: 02-0603-2015-1 출원명칭 등록출원번호: 48-2015-000033</p> <p>작 품 명 품종명: 장난완형 (97년 09월 13일) (1세대 품종) (과수인종 양적)</p> <p>상 품 명 품종명: 지용성 수확수 증가형 150 백련빌딩 7층 (97년 11월 18일)</p> <p>작 품 명 품종명: 장난완형 (97년 12월 18일) (과수인종 양적)</p> <p>작 품 명 품종명: 장난완형 (97년 12월 18일) (과수인종 양적)</p> <p>출원이 자족한 작물의 작명 및 명칭: <i>Zinnia alba</i> L. var. <i>capitata</i> var. <i>capitata</i></p> <p>출원명 명칭: 제타 412 CT 412</p> <p>『종자산업법』 제33조 제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조 제1항에 따라 품종의 명칭·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다. (단, 이 증명서 명칭은 『농업진흥발전법』 제102조에 따라 등록될 경우에 사용될 수 있습니다.)</p> <p>2015년 05월 07일</p> <p>국립종자원</p>	<p>민권 제2호 지원</p> <p>품종 생산·수입판매 신고증명서</p> <p>신고번호: 02-0603-2015-7 출원명칭 등록출원번호: 48-2015-000037</p> <p>작 품 명 품종명: 장난완형 (97년 09월 13일) (1세대 품종) (과수인종 양적)</p> <p>상 품 명 품종명: 지용성 수확수 증가형 150 백련빌딩 7층 (97년 11월 18일)</p> <p>작 품 명 품종명: 장난완형 (97년 12월 18일) (과수인종 양적)</p> <p>출원이 자족한 작물의 작명 및 명칭: <i>Zinnia alba</i> L. var. <i>capitata</i> var. <i>capitata</i></p> <p>출원명 명칭: 제타 412 CT 412</p> <p>『종자산업법』 제33조 제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조 제1항에 따라 품종의 명칭·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다. (단, 이 증명서 명칭은 『농업진흥발전법』 제102조에 따라 등록될 경우에 사용될 수 있습니다.)</p> <p>2015년 05월 10일</p> <p>국립종자원</p>
<p>'CT-412'의 품종보호출원번호 통지서</p>	<p>'CT-416'의 품종 생산·수입판매 신고증명서</p>	<p>'CT-10'의 품종 생산·수입판매 신고증명서</p>

[그림34] 2차년도 실적: 'CT-412'의 품종보호출원 및 'CT-416', 'CT-10'의 품종 생산·수입판매 신고

다. 3차년도 F1 조합적성 및 우수조합

(1) F1조합작성 및 우수조합 선발(3차년도)

3차년도에는 대비종으로 원형양배추의 경우에는 “아시아볼”, “왕왕”, “노조미” 등을 공시하였고, 편형양배추의 대비종으로는 ‘대박나’, ‘YR호남’, ‘오가네’, ‘YR하루끼’등을 공시하였다. 총 65조합 중 숙기가 빠르고 결구엽이 진한 녹색으로 대비종들에 비해 내서성 및 내습성, 고온결구력이 강하고 열구가 늦은 원형양배추 3조합(BN803, BN805, BN811)과 편형양배추 1조합(BN2431) 등 총 4조합을 선발하였다(표 39).

<표39> 주요 우수 조합 선발

BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	내습성	CR 저항성	YR 저항성	비고
803	1270	150	149	57	56	강	강	강	중	중	선발조합
805	1240	153	153	65	59	강	강	강	중	강	선발조합
811	1500	160	160	65	56	강	강	강	중	중	선발조합
813	1360	140	158	53	58	강	중	강	강	강	
819	1750	160	164	75	58	강	강	중	중	강	
820	1440	148	157	57	58	강	중	중	강	중	
823	1570	155	167	68	77	강	중	강	강	강	
2431	3590	145	260	86	85	강	강	중	강	강	선발조합
2443	3560	175	200	52	88	강	강	중	중	강	
2447	3400	200	220	45	92	강	중	강	강	중	
2451	4570	205	260	55	90	강	강	강	중	중	
823	1570	155	167	68	조생	강	강	중	중	강	아시아볼
833	1200	155	133	58	조생	중	약	중	중	약	왕왕
834	1620	148	146	63	조생	약	중	약	중	약	노조미
2545	2580	150	205	68	조생	강	강	중	강	중	대박나

2546	2340	155	200	65	중생	강	약	중	중	중	YR호남
2553	3180	190	210	88	조생	중	약	중	약	중	오가네
2557	2600	143	225	70	중생	강	중	약	약	강	YR하루끼

* 원형 양배추 - 파종 : 2015년 7월22일 정식 : 2015년 8월17일

* 편형 양배추 - 파종 : 2015년 7월15일 정식 : 2015년 8월 7일

(2) 선발된 주요 우수조합의 특성(3차년도)

BN803은 구중이 약 1.3kg, 구고 150mm, 구폭 149mm 이며 대비종들에 비해 구의 조직이 치밀해서 결구력이 좋고 식감도 우수하였으며, 코아길이가 57mm 정도로 짧은 극조생종 원형 양배추로서 내서성, 내습성에 강하였다.

BN805는 열구가 늦은 조생종 원형양배추로 구색은 녹색이고 단맛이 강하며, 구중은 1.2kg, 구고 153mm, 구폭 153mm, 코아길이가 65mm이며, 코아가 짧고 결구진도가 우수하였으며, 내서성, 내습성과 위황병에 강하여 선발되었다.

BN811은 구중이 1.5kg의 원형 양배추로 외엽이 직립형으로 밀식재배가 가능하며, 정식 후 60일 정도에 수확 가능한 조생종이다. 코아가 짧고 열구가 늦어 조직이 치밀하고 구색이 짙은 녹색으로 식미가 우수하여 중국 수출용으로 유망하다고 판단되며, 내서성, 내습성에 강하여 선발되었다.

BN2431 조합은 조생종으로 구중은 약3.6kg, 구고는 145mm, 구폭은 280mm, 코아는 88mm의 편형 양배추이다. 구색이 진녹색이며 외엽이 작아 밀식재배가 가능하며 열구와 내서성, 위황병에 강하다. 대조품종인 ‘오가네’ 보다 구색이 짙은 녹색으로 숙기는 비슷하고, ‘YR하루끼’에 비해 내서성 및 내병성이 강하고 열구가 늦어 선발하였으며 결구엽의 안토시아닌 착색이 거의 없고 식미가 좋아 국내 수입대체 및 중국 수출용으로 유망할 것으로 판단되었다(그림 35).

																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>BN</th> <th>구중 (g)</th> <th>구고 (mm)</th> <th>구폭 (mm)</th> <th>코아 (mm)</th> <th>숙기</th> <th>열구 (포장저장성)</th> <th>내서성</th> <th>내습성</th> <th>CR</th> <th>YR</th> <th>비고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>803</td> <td>1270</td> <td>150</td> <td>149</td> <td>57</td> <td>극조생</td> <td>강</td> <td>강</td> <td>강</td> <td>중</td> <td>중</td> <td>선발</td> </tr> <tr> <td>833</td> <td>1200</td> <td>145</td> <td>133</td> <td>58</td> <td>조생</td> <td>강</td> <td>약</td> <td>중</td> <td>중</td> <td>약</td> <td>황형</td> </tr> <tr> <td>834</td> <td>1620</td> <td>148</td> <td>146</td> <td>63</td> <td>조생</td> <td>강</td> <td>중</td> <td>약</td> <td>중</td> <td>약</td> <td>노조미</td> </tr> </tbody> </table>	BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	내습성	CR	YR	비고	803	1270	150	149	57	극조생	강	강	강	중	중	선발	833	1200	145	133	58	조생	강	약	중	중	약	황형	834	1620	148	146	63	조생	강	중	약	중	약	노조미	<table border="1"> <thead> <tr> <th>BN</th> <th>구중 (g)</th> <th>구고 (mm)</th> <th>구폭 (mm)</th> <th>코아 (mm)</th> <th>숙기</th> <th>열구 (포장저장성)</th> <th>내서성</th> <th>내습성</th> <th>CR</th> <th>YR</th> <th>비고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>805</td> <td>1240</td> <td>153</td> <td>153</td> <td>65</td> <td>조생</td> <td>강</td> <td>강</td> <td>강</td> <td>중</td> <td>강</td> <td>선발</td> </tr> <tr> <td>833</td> <td>1200</td> <td>145</td> <td>133</td> <td>58</td> <td>조생</td> <td>강</td> <td>약</td> <td>중</td> <td>중</td> <td>약</td> <td>황형</td> </tr> <tr> <td>834</td> <td>1620</td> <td>148</td> <td>146</td> <td>63</td> <td>조생</td> <td>강</td> <td>중</td> <td>약</td> <td>중</td> <td>약</td> <td>노조미</td> </tr> </tbody> </table>	BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	내습성	CR	YR	비고	805	1240	153	153	65	조생	강	강	강	중	강	선발	833	1200	145	133	58	조생	강	약	중	중	약	황형	834	1620	148	146	63	조생	강	중	약	중	약	노조미
BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	내습성	CR	YR	비고																																																																																						
803	1270	150	149	57	극조생	강	강	강	중	중	선발																																																																																						
833	1200	145	133	58	조생	강	약	중	중	약	황형																																																																																						
834	1620	148	146	63	조생	강	중	약	중	약	노조미																																																																																						
BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	내습성	CR	YR	비고																																																																																						
805	1240	153	153	65	조생	강	강	강	중	강	선발																																																																																						
833	1200	145	133	58	조생	강	약	중	중	약	황형																																																																																						
834	1620	148	146	63	조생	강	중	약	중	약	노조미																																																																																						
																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>BN</th> <th>구중 (g)</th> <th>구고 (mm)</th> <th>구폭 (mm)</th> <th>코아 (mm)</th> <th>숙기</th> <th>열구 (포장저장성)</th> <th>내서성</th> <th>내습성</th> <th>CR</th> <th>YR</th> <th>비고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>811</td> <td>1500</td> <td>160</td> <td>160</td> <td>65</td> <td>조생</td> <td>강</td> <td>강</td> <td>강</td> <td>중</td> <td>중</td> <td>선발</td> </tr> <tr> <td>833</td> <td>1200</td> <td>145</td> <td>133</td> <td>58</td> <td>조생</td> <td>강</td> <td>약</td> <td>중</td> <td>중</td> <td>약</td> <td>황형</td> </tr> <tr> <td>834</td> <td>1620</td> <td>148</td> <td>146</td> <td>63</td> <td>조생</td> <td>강</td> <td>중</td> <td>약</td> <td>중</td> <td>약</td> <td>노조미</td> </tr> </tbody> </table>	BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	내습성	CR	YR	비고	811	1500	160	160	65	조생	강	강	강	중	중	선발	833	1200	145	133	58	조생	강	약	중	중	약	황형	834	1620	148	146	63	조생	강	중	약	중	약	노조미	<table border="1"> <thead> <tr> <th>BN</th> <th>구중 (g)</th> <th>구고 (mm)</th> <th>구폭 (mm)</th> <th>코아 (mm)</th> <th>숙기</th> <th>열구 (포장저장성)</th> <th>내서성</th> <th>내습성</th> <th>CR</th> <th>YR</th> <th>비고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2431</td> <td>3590</td> <td>145</td> <td>280</td> <td>88</td> <td>조생</td> <td>강</td> <td>강</td> <td>강</td> <td>중</td> <td>강</td> <td>선발</td> </tr> <tr> <td>2553</td> <td>3180</td> <td>190</td> <td>210</td> <td>88</td> <td>조생</td> <td>중</td> <td>강</td> <td>중</td> <td>약</td> <td>중</td> <td>오가네</td> </tr> <tr> <td>2557</td> <td>2600</td> <td>143</td> <td>225</td> <td>70</td> <td>중생</td> <td>강</td> <td>중</td> <td>약</td> <td>약</td> <td>강</td> <td>YR하루끼</td> </tr> </tbody> </table>	BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	내습성	CR	YR	비고	2431	3590	145	280	88	조생	강	강	강	중	강	선발	2553	3180	190	210	88	조생	중	강	중	약	중	오가네	2557	2600	143	225	70	중생	강	중	약	약	강	YR하루끼
BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	내습성	CR	YR	비고																																																																																						
811	1500	160	160	65	조생	강	강	강	중	중	선발																																																																																						
833	1200	145	133	58	조생	강	약	중	중	약	황형																																																																																						
834	1620	148	146	63	조생	강	중	약	중	약	노조미																																																																																						
BN	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	내습성	CR	YR	비고																																																																																						
2431	3590	145	280	88	조생	강	강	강	중	강	선발																																																																																						
2553	3180	190	210	88	조생	중	강	중	약	중	오가네																																																																																						
2557	2600	143	225	70	중생	강	중	약	약	강	YR하루끼																																																																																						

[그림35] 양배추 주요선발조합의 형질 특성

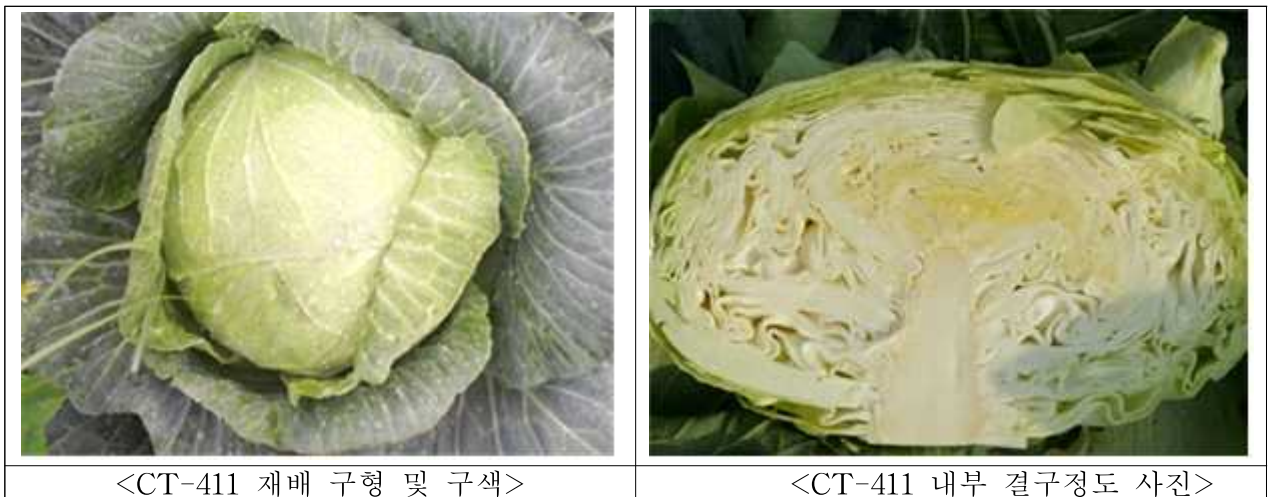
(3) 국내 지역 적응 시험(3차년도)

전년도 생명공학육종연구소에서 선발한 편원계 6조합과 대비종 4조합(대박나, YR호남, 조선팔도, 윈스툼)을 공시하였다. 충남 서산에서 지역적응성시험을 4월에 관행대로 시행하였으며 처리별 시험구 당 30주 2반복으로 정식하였다.

BN207은 구중 2.1kg, 구고 167mm, 구폭 212mm, 코아길이가 61mm인 편원 양배추로 내서성, 내습성, 포장저장성, 내병성(위황병)이 강하며 원예적 형질이 우수하였다. 결구간도가 우수하고 포장저장성이 강하며 결구엽이 부드러워 식미가 우수한 특징을 보였다. 정식 약70~75일 정도에 수확이 가능한 조생종이며, 구가 단단하여 수송성이 우수하였다. 종자생산력검정 시험을 거쳐 생산·판매신고를 하였다(표 40, 그림 36).

<표40> 충남 서산 국내 지역적응성 시험 주요 조합 특성

BN	구형	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구(포장 저장성)	내서성	선발	비고
207	편원형	2,100	167	212	61	조생	강	강	◎	BN2431(연구소선발) CT-411(생판신고)
211	편원형	1,700	137	182	65	조생	중강	중		
215	편원형	1,200	120	152	51	조생	강	강	○	
216	편원형	1,520	124	178	68	조생	강	중	○	
221	편원형	1,150	115	156	53	조생	강	중강		
222	편원형	1,720	131	190	68	조생	강	중	○	
251	편원형	2,500	140	227	59	조생	강	강	-	자사대비종(대박나)
252	편원형	1,900	142	185	61	중생	강	약	-	자사대비종(YR호남)
253	편원형	1,920	151	194	60	중생	강	중약	-	자사대비종(조선팔도)
254	편원형	1,480	132	203	63	만생	강	중	-	자대비종(윈스툼)



[그림36] 충남 서산 국내 지역적응성 시험 주요 조합 특성(3차년도)

연구소에서 선발한 품종과, 제주 지역에 맞는 품종과 신품종 총14조합과 대비종 7조합(오가네, TS-2281, YR호걸, 동도리, 하루타마, YR그린345, YR하루끼)을 공시하였다. 제주 애월읍에서 지역적응성시험을 9월초에 정식하여 현재 재배중이며, 2월에 특성 검정을 진행할 예정이다(표 40, 그림 37).

<표40> 제주 국내 지역적응성 시험 주요 조합

BN	품종명	회사	비고
1	대박나	아시아종묘	
2	YR호남	아시아종묘	
3	그린햇	아시아종묘	
4	CT-5	아시아종묘	
5	CT-61	아시아종묘	
6	윈스툼	아시아종묘	
7	윈스타	아시아종묘	
8	CT-505	아시아종묘	
9	CT-504	아시아종묘	
10	CT-506	아시아종묘	
11	CT-507	아시아종묘	
12	CT-503	아시아종묘	
13	CT-411	아시아종묘	
14	YR춘동	아시아종묘	
15	오가네	코레곤	
16	TS-2281	코레곤	
17	YR호걸	코레곤	
18	동도리	제농	
19	하루타마	경농	
20	YR그린345	신울종묘	
21	YR하루끼	다끼이	



[그림37] 제주 국내 지역적응성 시험 포장

(4) 중국 지역 적응 시험(3차년도)

중국 수출용 품종 선발을 위하여 무안지역에서 지역적응성시험을 실시하였다. 연구소에서 선발조합과 중국 수출용대비 예비시험에서 유망시 되는 원형계 5조합, 편형계 4 조합과 대비종 원형계 3품종(아시아불, 왕왕, 노조미), 편형계 3품종(대박나, YR호남, 하루타마)을 공시하였으며, 재배는 관행대로 시행하였고 처리별 시험구 당 30주 2반복으로 정식하였다.

BN503은 구중이 약1.5kg의 원형 양배추 구고가 168mm, 구폭이 165mm, 코아가 61mm로 외엽이 작아 밀식재배가 가능하며, 정식 후 62일 정도에 수확 가능한 조생종이다. 코아가 짧고 열구가 비교적 늦어 중국 수출용으로 활용할 수 있을 것으로 판단되었다. 조직이 치밀하고 구색이 짙은 녹색으로 식미가 우수하고 원예적 형질이 우수하였다.

BN504 조합은 정식 후 61일 정도에 수확이 가능한 조생종으로 구색이 진녹색이며 외엽이 작아 밀식재배가 가능하다. 구중은 약1.7kg, 구고는 172mm, 구폭은 169mm, 코아는 57mm의 원형 양배추이다. 코아가 짧으며 열구와 내서성에 강하다. 대조품종인 “아시아불” 보다 구색이 짙은 녹색으로 숙기가 빠르고 내서성 및 내병성이 강하고 열구가 늦어 농민들이 호평하였다. 결구엽의 안토시아닌 착색이 약하고 식미가 좋아 중국 수출용으로 선발하였다.

BN652는 정식 약73일 정도에 수확이 가능한 중생종이며, 구가 단단하여 수송성이 우수하였다. 구중 2.1kg, 구고 164mm, 구폭 211mm, 코아길이가 61mm인 편형 양배추로 내서성, 내습성, 포장저장성, 내병성(뿌리혹병)이 강하며 원예적 형질이 우수하였다. 결구긴도가 우수하고 포장저장성이 강하며 결구엽이 부드러워 식미가 우수한 특징을 보여 농민들이 선호하는 품종이었다(표 41, 그림 38).

<표41> 중국 무안 지역적응성 시험 주요 조합 특성

BN	구형	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	선발	비고
503	원형	1,490	168	165	61	조생	강	강	◎	CT-502(품종보호출원)
504	원형	1,690	172	169	57	조생	강	강	◎	CT-501(생판신고)
507	원형	1,550	164	162	61	조생	강	강	○	
508	원형	1,450	158	155	67	조생	강	강		
512	원형	1,120	137	135	65	조생	중	중		
523	원형	1,110	137	138	58	극조생	강	강		자사대비종 (아시아불)
524	원형	1350	155	147	63	조생	중	약		타사대비종 (왕왕)
525	원형	1,050	136	132	64	조생	약	중		타사대비종 (노조미)

642	편원형	1,400	115	137	47	조생	강	강		
643	편원형	1,180	122	148	59	조생	중	중		
647	편원형	1,650	135	185	65	조생	강	중	○	
650	편원형	1,480	142	182	69	조생	강	중		
652	편원형	2,150	164	211	61	중생	강	강	◎	CT-411(생판신고)
653	편원형	2,370	131	219	59	조생	강	강		자사대비종 (대박나)
654	편원형	1,850	140	194	61	중생	강	약		자사대비종 (YR호남)
655	편원형	1,670	135	197	65	만생	강	중약		타사대비종 (하루타마)



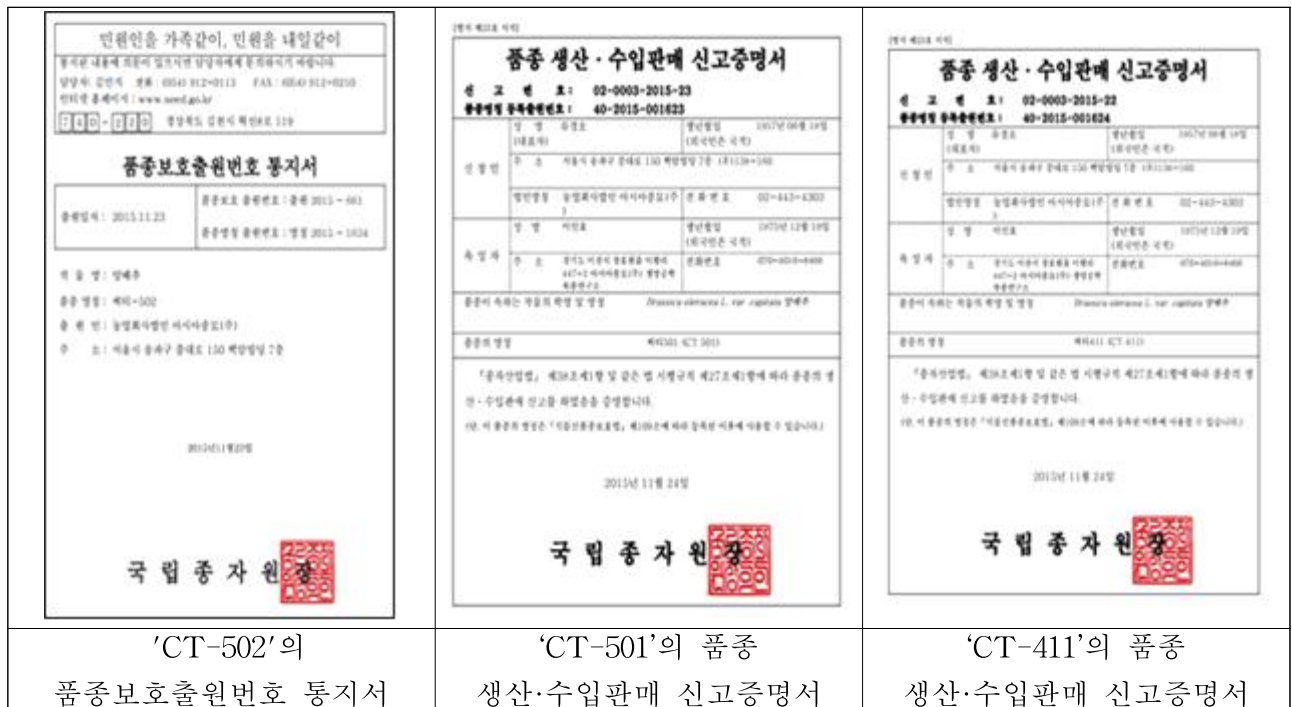
[그림38] 중국 지역적응성 조합 주요 특성 및 재배 전경(3차년도)

(5) 품종보호 출원 (3차년도)

충북 서산 지역과 중국 무안에서 지역 적응 시험을 실시한 결과, 3차년도 연구소에서 선발한 BN820, BN819, BN2531은 중국 북경에서 지역 적응 시험 등을 거쳐 최종적으로 선발되고 상품성이 우수하여 품종보호출원 및 생산판매신고를 하였다.

중국 무안지역에서 지역 적응 시험을 실시한 결과, BN802는 중국 수출용으로 상품화하기 위하여 ‘CT-502(씨티-502)’(품종보호 출원번호: 출원 2015-661, 품종명칭 번호: 명칭 2015-1634)명칭으로 국립종자원에 품종보호를 출원하였다. BN819는 중국 수출용으로 상품화하기 위하여 ‘CT-501(씨티-501)’(신고번호: 02-0003-2015-23, 품종명칭 번호: 40-2015-001623)로 품종 생산수입판매를 국립종자원에 신고하였다(그림 39).

편형 양배추 BN2531은 상품성이 우수하고 종자 생산력 검정도 우수하여 내수용 및 수출용으로 ‘CT-411(씨티-411)을 품종 생산수입판매(신고번호: 02-0003-2015-22, 품종명칭 등록출원번호: 04-2015-001624)를 국립종자원에 신고하였다(그림 39).



[그림39] 'CT-502'의 품종보호출원 및 'CT-501', 'CT-411'의 품종 생산·수입판매 신고

라. 4차년도 F1 조합작성 및 우수조합

(1) F1조합작성 및 우수조합 선발(4차년도)

4차년도에는 대비종으로 원형양배추의 경우에는 “아시아볼”, “리리”, “노조미” 등을 공시하였고, 편형양배추의 대비종으로는 ‘대박나’, ‘윈스톰’, ‘오가네’, ‘하루타마’등을 공시하였다. 총 70 조합 중 숙기가 빠르고 결구엽이 진한 녹색으로 대비종들에 비해 내한성이 강하고 열구가 늦은 원형양배추 5조합(BN9610, BN9652, BN9658, BN9662, BN9753)과 편형양배추 1조합(BN2422) 등 총 6조합을 선발하였다(표 42).

<표42> 주요 우수 조합 선발

BN	구중(g)	구고(mm)	구폭(mm)	코아(mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내한성	CR 저항성	YR 저항성	비고
9610	1600	180	166	68	극조생	강	중	강	중	선발조합
9649	1850	173	167	74	극조생	강	중	중	강	
9650	1650	170	165	75	극조생	강	중	강	중	
9652	1350	148	160	53	조생	강	강	강	중	선발조합
9653	1650	170	173	70	조생	강	중	중	강	
9657	1500	160	160	66	조생	강	중	중	중	
9658	1250	143	155	55	조생	강	강	강	강	선발조합
9662	1450	155	160	61	극조생	강	중	강	강	선발조합
9684	1380	152	175	64	극조생	강	중	중	강	
9699	1500	160	152	60	조생	강	중	중	중	
9753	1400	148	145	60	조생	강	강	중	중	선발조합
9773	900	125	134	55	조생	강	중	중	강	
2432	2300	132	250	81	중생	강	강	강	중	선발조합
2502	1660	145	213	72	조생	강	중	중	강	
9808	1300	155	156	68	조생	강	중	중	강	아시아볼
9818	1700	178	180	93	조생	약	약	중	약	Parel
9831	1320	152	160	40	조생	중	약	중	약	리리
2512	2500	150	210	68	조생	강	중	강	중	대박나
2541	2050	143	218	75	만생	강	강	중	중	윈스톱
2522	2490	155	225	72	조생	중	약	약	중	오가네
2531	1720	136	220	78	만생	중	강	약	중	하루타마

* 원형 양배추 - 파종 : 2016년 7월26일 정식 : 2016년 8월19일 * 편형 양배추 - 파종 : 2016년 7월19일 정식 : 2016년 8월 16일

(2) 선발된 주요 우수조합의 특성(4차년도)

BN9610은 숙기가 극조생이고 구색이 녹색이며 광택이 있고, 구중이 약 1.6kg, 구고 180mm, 구폭 166mm 이며 대비종들에 비해 구의 조직이 치밀하고 식감도 우수한 원형양배추로서 뿌리혹병에 강하여 선발하였다.

BN9652는 열구가 늦은 조생종 원형양배추로 구색은 녹색이고 단맛이 강하며, 구중은 1.35kg, 구고 148mm, 구폭 160mm, 코아길이 53mm이며, 코아가 짧고 결구긴도가 우수하였으며, 내한성과 뿌리혹병에 강하여 선발하였다.

BN9658은 열구가 늦은 조생종 원형양배추로 구색은 녹색이고, 구중은 1.25kg, 구고 143mm, 구폭 155mm, 코아길이 55mm이며, 코아가 짧고 조직이 치밀하며, 내한성과 뿌리혹병, 위황병에 강하고 중국 수출용 품종으로 유망하여 선발하였다.

BN9662는 중국 수출용으로 유망하다고 생각되는 품종으로 구중이 약1.5kg의 원형 양배추로 외엽이 작아 밀식재배가 가능하며, 정식 후 56일 정도에 수확 가능한 극조생종이다. 조직이 치밀하고 구색이 짙은 녹색으로 식미가 우수하며, 뿌리혹병 및 위황병에 강하여 선발되었다.

BN9753은 원형양배추로서 대조품종인 ‘Parel’, ‘LiLi’ 과 비교하여 숙기는 비슷하나 내한성은 자사 선발 품종이 강하고, 구중이 약 1.4kg, 구고 148mm, 구폭 145mm 이며, 대비종들에 비해 구의 조직이 치밀하고 식감도 우수하며, 단맛이 좋아 선발하였다.

BN2432 조합은 중생종으로 구중은 약2.3kg, 구고는 132mm, 구폭은 250mm, 코아는 81mm의 편형 양배추이다. 구색이 진녹색이며 열구와 내한성, 뿌리혹병에 강하다. 대조품종인 ‘하루타마’보다 구색이 짙은 녹색으로 숙기는 선발품종이 좀 더 빠르고, ‘오가네’에 비해 내한성 및 내병성이 강하고 열구가 늦어 선발하였으며 결구엽의 안토시아닌 착색이 거의 없고 식미가 좋아 국내 수입대체 및 중국 수출용으로 유망할 것으로 판단되었다(그림 40).



[그림40] 양배추 주요선발조합 형질 특성

(3) 국내 지역 적응 시험(4차년도)

전년도 생명공학육종연구소에서 선발한 편원계 5조합과 대비종 4조합(대박나, 조선팔도, 그린햇, 윈스톱)을 공시하였다. 강원 인제에서 지역적응성시험을 5월에 관행대로 시행하였으며 처리별 시험구 당 30주 2반복으로 정식하였다.

BN4는 구중 2.1kg, 구고 137mm, 구폭 185mm, 코아길이가 64mm인 편원 양배추로 내서성, 내습성, 포장저장성, 내병성(위황병)이 강하며 원예적 형질이 우수하였다. 결구건도가 우수하고 포장저장성이 강하며 식미가 부드러운 우수한 특징을 보였다. 정식 약75~80일 정도에 수확이 가능한 중생종이며, 구가 단단하여 수송성이 우수하였다. 종자생산력검정시험을 거쳐 생산·판매신고를 하였다(표 43, 그림 41).

<표43> 강원 인제 국내 지역적응성 시험 주요 조합 특성

BN	구형	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구(포장 저장성)	내서성	선발	비고
1	편원형	2,200	167	210	71	조생	강	중	○	
2	편원형	1,150	118	155	55	조생	중강	중약		
3	편원형	1,300	127	153	50	조생	강	강	○	
4	편원형	2,100	137	185	64	중생	강	강	◎	BN2413(연구소선발) CT-623(생판신고)
5	편원형	1,800	140	177	65	중생	강	중강	○	
6	편원형	2,480	142	228	59	조생	강	강	-	자사대비종 (대박나)
7	편원형	1,920	150	191	61	중생	강	중	-	자사대비종 (조선팔도)
8	편원형	1,980	149	188	57	중생	강	중약	-	자사대비종 (그린햇)
9	편원형	1,500	135	205	62	만생	강	중	-	자대비종 (윈스톱)



<CT-623 재배 구형 및 구색>

<CT-623 내부 결구정도 사진>

[그림41] 강원 인제 국내 지역적응성 시험 주요 조합 특성(4차년도)

연구소에서 선발한 품종과, 제주 지역에 맞는 품종과 신조합 51조합과 자사 신품종, 시판품종, 대비종 9조합(오가네, Big Star, YR호걸, 동도리, 하루타마, YR그린345, YR하루끼, 마쓰모, YR풍록)을 공시하였다. 제주 한림읍에서 지역적응성시험을 9월초에 정식하여 현재 재배중이며, 2월말에 특성 검정을 진행할 예정이다(표 44, 그림 41).

<표44> 제주 국내 지역적응성 시험 주요 조합

BN	품종명	회사	비고	BN	품종명	회사	비고
1	신조합	아시아종묘		37	신조합	아시아종묘	
2	신조합	아시아종묘		38	신조합	아시아종묘	
3	신조합	아시아종묘		39	신조합	아시아종묘	
4	신조합	아시아종묘		40	신조합	아시아종묘	
5	신조합	아시아종묘		41	신조합	아시아종묘	
6	신조합	아시아종묘		42	신조합	아시아종묘	
7	신조합	아시아종묘		43	신조합	아시아종묘	
8	신조합	아시아종묘		44	신조합	아시아종묘	
9	신조합	아시아종묘		45	신조합	아시아종묘	
10	신조합	아시아종묘		46	신조합	아시아종묘	
11	신조합	아시아종묘		47	신조합	아시아종묘	
12	신조합	아시아종묘		48	신조합	아시아종묘	
13	신조합	아시아종묘		49	신조합	아시아종묘	
14	신조합	아시아종묘		50	신조합	아시아종묘	
15	신조합	아시아종묘		51	신조합	아시아종묘	
16	신조합	아시아종묘		52	대박나	아시아종묘	
17	신조합	아시아종묘		53	YR호남	아시아종묘	
18	신조합	아시아종묘		54	그린햇	아시아종묘	
19	신조합	아시아종묘		55	CT-5	아시아종묘	신품종
20	신조합	아시아종묘		56	CT-61	아시아종묘	신품종
21	신조합	아시아종묘		57	윈스타	아시아종묘	
22	신조합	아시아종묘		58	윈스툼	아시아종묘	
23	신조합	아시아종묘		59	CT-505	아시아종묘	신품종
24	신조합	아시아종묘		60	CT-506	아시아종묘	신품종
25	신조합	아시아종묘		61	CT-507	아시아종묘	신품종
26	신조합	아시아종묘		62	CT-411	아시아종묘	신품종
27	신조합	아시아종묘		63	YR춘동	아시아종묘	
28	신조합	아시아종묘		64	오가네	코레콘	
29	신조합	아시아종묘		65	Big Star	코레콘	
30	신조합	아시아종묘		66	YR호걸	코레콘	
31	신조합	아시아종묘		67	동도리	제농	
32	신조합	아시아종묘		68	하루타마	경농	
33	신조합	아시아종묘		69	YR그린345	신올종묘	
34	신조합	아시아종묘		70	YR하루끼	다끼이	
35	신조합	아시아종묘		71	마쓰모	태우종묘	
36	신조합	아시아종묘		72	YR풍록	신올종묘	



[그림41] 제주 국내 지역적응성 시험 포장

(4) 중국 지역 적응 시험(4차년도)

중국 수출용 품종 선발을 위하여 무안지역에서 지역적응성시험을 실시하였다. 연구소에서 선발조합과 중국 수출용대비 예비시험에서 유망시 되는 원형계 6조합, 편형계 6조합과 대비종 원형계 3품종(아시아블, 왕왕, 희망), 편형계 3품종(대박나, YR호남, 하루타마)을 공시하였으며, 재배는 관행대로 시행하였고 처리별 시험구 당 20주 3반복으로 정식하였다.

BN201은 구중이 약1.5kg의 원형 양배추 구고가 161mm, 구폭이 165mm, 코아가 52mm로 외엽이 작아 밀식재배가 가능하며, 정식 후 63일 정도에 수확 가능한 조생종이다. 코아가 짧고 열구가 비교적 늦어 중국 수출용으로 활용할 수 있을 것으로 판단되었다. 조직이 치밀하고 구색이 짙은 녹색으로 식미가 우수하고 원예적 형질이 우수하였다.

BN222 조합은 정식 후 90일 정도에 수확이 가능한 만생종으로 열구와 내서성에 우수하였다. 구중은 약2.0kg, 구고는 120mm, 구폭은 208mm, 코아는 61mm의 편형 양배추이다. 코아가 짧으며, 대조품종인 “하루타마” 보다 내서성 및 내병성이 강하고 열구가 늦어 농민들이 호평하였다. 결구엽의 안토시아닌 착색이 약하고 식미가 좋아 중국 수출용으로 선발하였다.

BN223은 정식 약75일 정도에 수확이 가능한 중생종이며, 구가 단단하여 수송성이 우수하였다. 구중 2.0kg, 구고 114mm, 구폭 212mm, 코아길이가 57mm인 편형 양배추로 내서성, 내습성, 포장저장성, 내병성(뿌리혹병)이 강하며 원예적 형질이 우수하였다. 결구긴도가 우수하고 포장저장성이 강하며 결구엽이 부드러워 식미가 우수한 특징을 보여 농민들이 선호하는 품종이었다.

BN223은 정식 약72일 정도에 수확이 가능한 중생종이며, 구가 단단하여 수송성이 우수하였다. 구중 약2.0kg, 구고 145mm, 구폭 205mm, 코아길이가 62mm인 편형 양배추로 내서성, 포장저장성, 내병성(위황병)이 강하며 원예적 형질이 우수하였다. 결구엽이 부드러워 식미가 우수한 특징을 보여 중국 수출용으로 선발 하였다.(표 45, 그림 42).

<표45> 중국 무안 지역적응성 시험 주요 조합 특성

BN	구형	구중 (g)	구고 (mm)	구폭 (mm)	코아 (mm)	숙기	열구 (포장저장성)	내서성	선발	비고
201	원형	1,500	161	165	52	조생	강	강	◎	CT-501 (품종보호출원)
202	원형	1,200	145	175	70	조생	강	강		
203	원형	1,300	140	165	55	조생	강	강	○	
204	원형	1,450	130	235	69	조생	강	강		
205	원형	1,150	138	135	65	조생	중	중		
206	원형	1,600	158	162	63	극조생	중	강		

211	원형	1,350	156	158	65	극조생	강	강		자사대비종 (아시아볼)
212	원형	1,420	156	145	66	조생	중	약		타사대비종 (왕왕)
213	원형	1,250	138	136	62	조생	중	중		타사대비종 (희망)
221	편원형	1,900	125	203	65	조생	강	강		
222	편원형	1,950	120	208	61	만생	강	강	◎	CT-621 (생판신고)
223	편원형	2,000	114	212	57	중생	강	중	◎	CT-623 (생판신고)
224	편원형	2,010	136	235	75	중생	강	중		
225	편원형	1,950	145	205	62	중생	강	강	◎	CT-411 (품종보호출원)
226	편원형	1,450	125	203	65	조생	강	중		
231	편원형	2,300	130	220	59	조생	강	강		자사대비종 (대박나)
232	편원형	1,800	140	191	62	중생	강	약		자사대비종 (YR호남)
233	편원형	1,650	136	195	66	만생	강	중약		타사대비종 (하루타마)



[그림42] 중국 지역적응성 조합 주요 특성 및 재배 전경(4차년도)

(5) 품종보호 출원(4차년도)

4차년도 연구소에서 선발한 BN310(CT-621), BN819(CT-501), BN2413(CT-623), BN2531(CT-411)은 충북 서산과, 중국 무안에서 지역 적응 시험 등을 거쳐 최종적으로 선발되고 상품성이 우수하여 품종보호출원 및 생산판매신고를 하였다.

BN819은 중국 수출용, BN2531은 내수용 및 수출용으로 상품화하기 위하여 ‘CT-501(씨티-501)’(품종보호 출원번호: 출원 2016-487), ‘CT-411(씨티-411)’(품종보호 출원번호: 출원

2016-486) 명칭으로 국립종자원에 품종보호를 출원하였다.

원예적 형질이 우수하고 종자 생산력 검정도 우수하여 선발한 BN310(CT-621, 신고번호: 02-0003-2016-14, 품종명칭 등록출원번호: 04-2016-001091)과 BN2413(CT-623, 신고번호: 02-0003-2016-16, 품종명칭 등록출원번호: 04-2016-001093)을 품종 생산·수입·판매를 국립종자원에 신고하였다(그림 43).

<p>민원인을 가족같이, 민원을 내일같이 동료의 도움과 위원이 없으면 행정과에 문의하기 어렵다! 담당자: 김재승 전화: 02-61-912-4113 FAX: 02-61-912-4210 인터넷 홈페이지: www.ased.go.kr 3116161616 행정제도 안내서 책번호 119</p> <p>품종보호출원번호 통지서 출원번호: 2016.10.16 품종보호 출원번호: 출원 2016 - 487 종종명칭 출원번호: 명칭</p> <p>작 품 명: 양배추 품종 명칭: 제5411 출 원 인: 농업회사법인 아시아종묘(주) 주 소: 서울특별시 송파구 송정로 150 백양빌딩 7층</p> <p>2016년 04월 19일</p> <p>국립종자원</p>	<p>민원인을 가족같이, 민원을 내일같이 동료의 도움과 위원이 없으면 행정과에 문의하기 어렵다! 담당자: 김재승 전화: 02-61-912-4113 FAX: 02-61-912-4210 인터넷 홈페이지: www.ased.go.kr 3116161616 행정제도 안내서 책번호 119</p> <p>품종보호출원번호 통지서 출원번호: 2016.10.16 품종보호 출원번호: 출원 2016 - 486 종종명칭 출원번호: 명칭</p> <p>작 품 명: 양배추 품종 명칭: 제5411 출 원 인: 농업회사법인 아시아종묘(주) 주 소: 서울특별시 송파구 송정로 150 백양빌딩 7층</p> <p>2016년 04월 19일</p> <p>국립종자원</p>	<p>(내국 제233-가선) 품종 생산·수입판매 신고증명서 신고 번호: 02-0003-2016-14 종종명칭 등록출원번호: 40-2016-001091</p> <p>신 종 명: 양 배 추 신 종 소: 서울특별시 송파구 송정로 150 백양빌딩 7층 (제1138-100)</p> <p>신 종 인: 농업회사법인 아시아종묘(주) (농업법인) (국회) 신 종 소: 서울특별시 송파구 송정로 150 백양빌딩 7층 (제1138-100)</p> <p>신 종 인: 농업회사법인 아시아종묘(주) (농업법인) (국회) 신 종 소: 서울특별시 송파구 송정로 150 백양빌딩 7층 (제1138-100)</p> <p>신 종 인: 농업회사법인 아시아종묘(주) (농업법인) (국회) 신 종 소: 서울특별시 송파구 송정로 150 백양빌딩 7층 (제1138-100)</p> <p>신 종 인: 농업회사법인 아시아종묘(주) (농업법인) (국회) 신 종 소: 서울특별시 송파구 송정로 150 백양빌딩 7층 (제1138-100)</p> <p>출원인: 농업회사법인 아시아종묘(주) 주 소: 서울특별시 송파구 송정로 150 백양빌딩 7층</p> <p>2016년 10월 25일</p> <p>국립종자원</p>	<p>(내국 제233-가선) 품종 생산·수입판매 신고증명서 신고 번호: 02-0003-2016-16 종종명칭 등록출원번호: 40-2016-001093</p> <p>신 종 명: 양 배 추 신 종 소: 서울특별시 송파구 송정로 150 백양빌딩 7층 (제1138-100)</p> <p>신 종 인: 농업회사법인 아시아종묘(주) (농업법인) (국회) 신 종 소: 서울특별시 송파구 송정로 150 백양빌딩 7층 (제1138-100)</p> <p>신 종 인: 농업회사법인 아시아종묘(주) (농업법인) (국회) 신 종 소: 서울특별시 송파구 송정로 150 백양빌딩 7층 (제1138-100)</p> <p>신 종 인: 농업회사법인 아시아종묘(주) (농업법인) (국회) 신 종 소: 서울특별시 송파구 송정로 150 백양빌딩 7층 (제1138-100)</p> <p>신 종 인: 농업회사법인 아시아종묘(주) (농업법인) (국회) 신 종 소: 서울특별시 송파구 송정로 150 백양빌딩 7층 (제1138-100)</p> <p>출원인: 농업회사법인 아시아종묘(주) 주 소: 서울특별시 송파구 송정로 150 백양빌딩 7층</p> <p>2016년 10월 25일</p> <p>국립종자원</p>
<p>'CT-501'의 품종보호출원번호 통지서</p>	<p>'CT-411'의 품종보호출원번호 통지서</p>	<p>'CT-621'의 품종 생산·수입판매 신고증명서</p>	<p>'CT-623'의 품종 생산·수입판매 신고증명서</p>

[그림 43] 'CT-501', 'CT-411'의 품종보호출원 및 'CT-621', 'CT-623'의 품종 생산·수입판매 신고

또한, 1차년도에 상품성이 우수하다고 판단하여 품종보호출원 하였던 '와이알춘동'과 '코리아익스프레스'가 품종보호등록을 마쳐 해당작물에 대해 20년의 배타적 권리를 갖게 되었다.(그림 44)

 <p>품종보호권등록증 CERTIFICATE ON THE GRANT OF PLANT VARIETY RIGHTS</p> <p>품종보호: 제6189호 GRANT NUMBER: No. 6189</p> <p>출원번호: 제 2014-53호 APPLICATION NUMBER: No. 2014-53</p> <p>출원일: 2014년 01월 28일 FILING DATE: 20140128</p> <p>등록일: 2016년 06월 03일 GRANT DATE: 03/06/2016</p> <p>식물의 원명 및 학명: 양배추 COMMON NAME & BOTANICAL NAME OF THE PLANT: Brassica oleracea L. var capitata</p> <p>품종의 명칭: 코리아익스프레스 DENOMINATION: Korean Express</p> <p>품종보호권 존속기간: 2016년 06월 03일 - 2036년 06월 02일 PROTECTION PERIOD: 03/06/2016 - 02/06/2036</p> <p>품종보호권자: 농업회사법인 아시아종묘(주) TITLE HOLDER: Asia Seed Co., Ltd</p> <p>육상자: 송준호, 이인우, 황명호 BREEDER: Song, Jun Ho, Lee In-woo, Hwang Myung-ho</p> <p>위의 품종은 「식물신종보호법」 제54조에 따라 품종보호 등록원부에 등록되었음을 증명합니다. This variety is to certify that plant variety protection right is registered according to Plant Variety Protection Act.</p> <p>2016년 06월 03일 03/06/2016</p> <p>국립종자원 THE COMMISSIONER OF THE KOREA SEED & LAW</p>	 <p>품종보호권등록증 CERTIFICATE ON THE GRANT OF PLANT VARIETY RIGHTS</p> <p>품종보호: 제6186호 GRANT NUMBER: No. 6186</p> <p>출원번호: 제 2014-51호 APPLICATION NUMBER: No. 2014-51</p> <p>출원일: 2014년 01월 28일 FILING DATE: 20140128</p> <p>등록일: 2016년 06월 03일 GRANT DATE: 03/06/2016</p> <p>식물의 원명 및 학명: 양배추 COMMON NAME & BOTANICAL NAME OF THE PLANT: Brassica oleracea L. var capitata</p> <p>품종의 명칭: 와이알춘동 DENOMINATION: Wai-al-chun-dong</p> <p>품종보호권 존속기간: 2016년 06월 03일 - 2036년 06월 02일 PROTECTION PERIOD: 03/06/2016 - 02/06/2036</p> <p>품종보호권자: 농업회사법인 아시아종묘(주) TITLE HOLDER: Asia Seed Co., Ltd</p> <p>육상자: 송준호, 이인우, 황명호 BREEDER: Song, Jun Ho, Lee In-woo, Hwang Myung-ho</p> <p>위의 품종은 「식물신종보호법」 제54조에 따라 품종보호 등록원부에 등록되었음을 증명합니다. This variety is to certify that plant variety protection right is registered according to Plant Variety Protection Act.</p> <p>2016년 06월 03일 03/06/2016</p> <p>국립종자원 THE COMMISSIONER OF THE KOREA SEED & LAW</p>
---	---

'코리아익스프레스'의 품종보호등록 '와이알춘동'의 품종보호등록

[그림 44] '코리아익스프레스', '와이알춘동'의 품종보호등록

9. 양배추 F1 종자 생산력 검증

원형계 9개 및 편형계 8개 조합 등 전체 17개 조합에 대해서 소망실에서 종자 생산력을 검정하였다. 1~4차년도의 품종보호 및 생판신고한 품종에서 세포질용성불임성(CMS)을 이용하여 종자생산력을 검정한 결과 생산성이 공히 양호하여 상용화에 전혀 문제가 없는 것으로 확인되었다. 선발조합에서 자가불화합성(S.I)을 이용하여 채종한 4개 조합에서도 비교적 무난한 생산성을 나타내어 생산된 종자를 이용하여 시교사업을 진행함과 동시에 모계계통을 최대한 빨리 용성불임화하여 상업용 종자를 생산시에는 용성불임계통을 이용하여 생산할 계획이다. 1~4년 차에 선발한 조합들에 대해서는 농가채종시험을 한 결과 0.1ha에서 평균 70kg의 높은 생산성을 나타내었고, 칠레 및 미국, 이탈리아 채종전문 회사에서 1ha 이상의 대면적 종자생산을 실시하여 ha당 600kg이상의 종자가 생산되어 중국 등에 시교사업을 통해 수출 증대에 활용하고 있다(표 46).

<표46> 양배추 조합(F1)의 종자생산력 검정

선발 조합	구형	계통명	정식주수		채종량		주당 생산량	채종 방법	비고
			Female	Male	F	M			
CT-305	원형	2418MS X CT5-1	30	15	660	0	22	CMS	1차년도 선발
CT-412	원형	496BMSBC5 X 47-G6	40	20	1,000	0	25	CMS	2차년도 선발
CT-258	원형	496BMSBC5 X 70-G5	40	20	840	0	21	CMS	1차년도 선발
CT-10	원형	496MSBC5 X 70-51S-51	40	40	900	0	23	CMS	2차년도 선발
CT-309	편형	2446-51 X 2447-51S	100	100	2,000	2,500	23	S.I	1차년도 선발
CT-416	편형	2447MS X 2446-51	50	20	1,500	0	30	CMS	2차년도 선발
CT-212	편형	09-42 X 2437-51	40	40	720	720	18	S.I	
CT-502	원형	842-58MS X 08BMC-142	40	20	1,100	0	28	CMS	3차년도 선발
CT-501	원형	97-496BMS X 08BMC-142	40	40	1,200	0	30	CMS	3차년도 선발
CT-411	편형	2437-51MS X 2468-53	50	20	1,400	0	28	CMS	3차년도 선발
CT-504	편형	JJ5-53-53S X JJ-5-1S	100	100	2,200	2,400	23	S.I	
CT-516	편형	HO1925-56-51 X 9101-12-51-51-3-2	100	100	1,800	2,200	20	S.I	
CT-601	원형	225MS x 9101-6	40	40	1,100	0	28	CMS	
CT-604	원형	26-1MS x YR677-54	40	40	1,000	0	25	CMS	

CT-603	원형	**-41 x 640-51	100	100	2,200	2,400	23	S.I	
CT-621	편형	2437MS x 2361-51	40	40	1,200	0	30	CMS	4차년도 선발
CT-623	편형	585-52 x 2447-51S	100	100	2,200	2,500	24	S.I	4차년도 선발

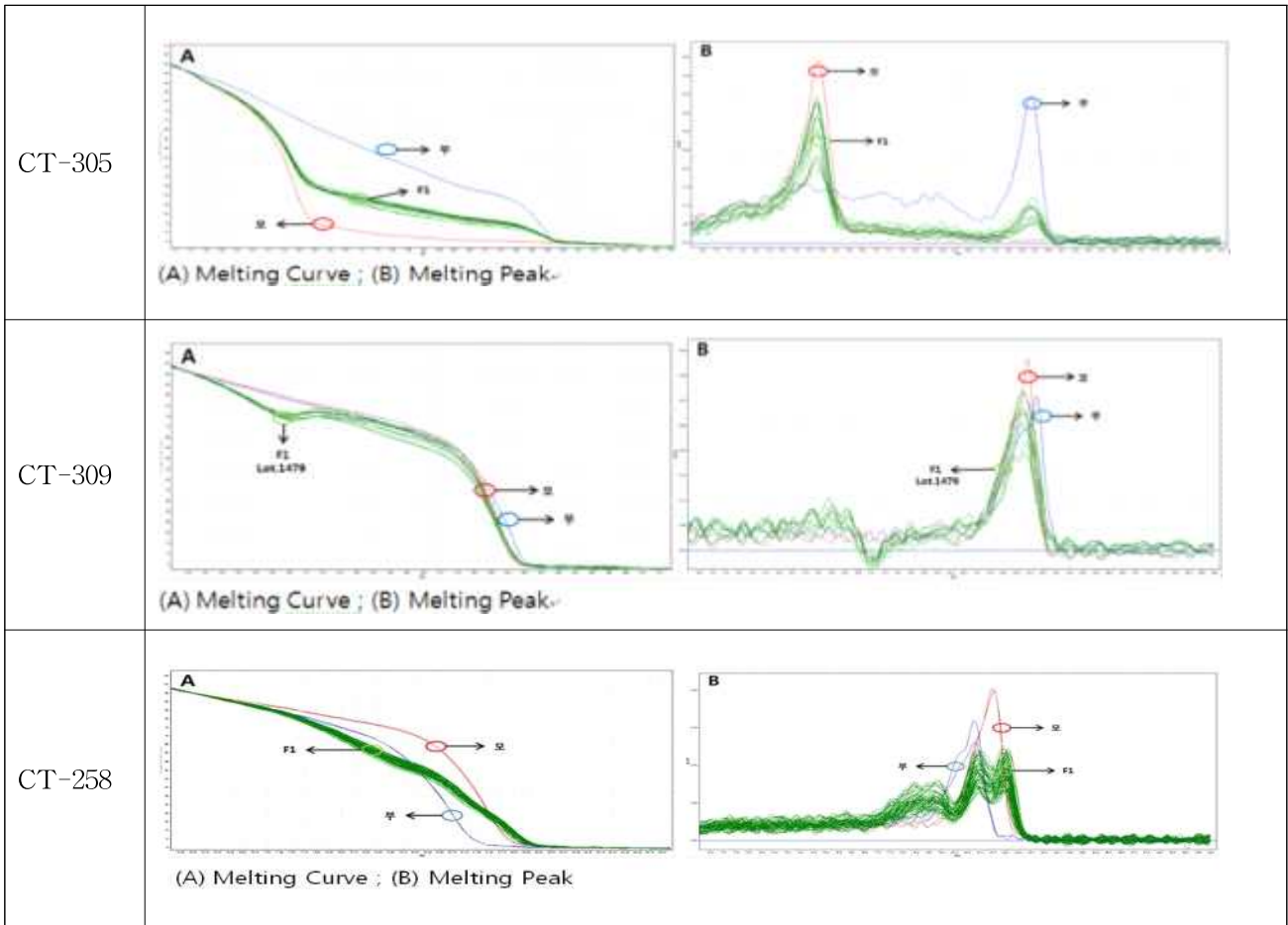
10. DNA 종자 순도 검정 마커 개발

2013년도에 아시아종묘에서 생산한 ‘CT-305’ 품종의 F1종자 3개 LOT8252, LOT8254, LOT8255와 ‘CT-309’ 품종의 F1종자 2개 LOT1479, LOT1480, ‘CT-258’ 품종의 F1종자 2개 LOT0366, LOT0368의 순도를 검정하기 위하여 기존에 보고된 HRM 마커 Brassica41, Brassica46, BoPLD2를 이용하여 종자 순도 검정을 수행하였다.

‘CT-305’ 품종의 ‘BN71’은 샘플 136개 중 5개가 부계 유형으로 판명되었으며, ‘BN73’은 샘플 157개 중 13개, ‘BN74’는 샘플 55개 중 10개가 가 부계 유형으로 판명되었다. 그 결과, LOT8252와 LOT8253, LOT8255은 그 순도율이 각각 96.3%, 91.7%, 82.5%를 나타내었다. ‘CT-309’ 품종의 ‘1479F’는 샘플 94개 중 2개가 모계 유형으로 판명되었으며, ‘1480M’은 샘플 88개 중 2개가 부계 유형으로 판명되었다. 그 결과, 두 LOT1479와 LOT1480 각각 그 순도율이 97.9%와 97.7%으로 나타났다. ‘CT-258’ 품종의 0366샘플 127개 중 1개가 부계 유형으로 판명되었으며, 0368샘플 95개 중 2개가 부계 유형으로 판명되었다. 그 결과, LOT0366의 순도율이 99.2%, LOT0368은 순도율이 97.9%로 나타났다. 순도율이 95%이상인 ‘CT-305’의 LOT8252, ‘CT-309’의 LOT1479와 LOT1480, ‘CT-258’의 LOT0366, LOT0368는 현 상황에서 시판이 가능할 것으로 판단된다. 한편 생산된 CT-305, CT-309, CT-258의 종자를 2013년 7월 18일 파종하여 8월 15일 포장에 정식한 후, 포장에서의 표현형을 검정한 결과, 그 순도가 판매가 가능한 수준으로 고르게 나타났다. 따라서 HRM 마커 Brassica41, Brassica46, BoPLD2은 ‘CT-305’, ‘CT-309’, ‘CT-258’의 DNA 종자 순도 검정에 마커로 사용할 수 있다(표 47, 표 47, 그림 45).

<표46> CT-305, CT-309, CT-258’의 순도검정에 이용한 분자표지 종류 및 특성

품종명	마커이름	분자표지의 이름	분자표지의 종류	특 성
CT-305	Brassica41	F : TGTCATCTTTTGGCAACCTGA R : TCGATCCTCCTGGTCCTCAT	HRM	- Co-dominant marker
CT-309	Brassica46	F : TCAAGCGCAACAAACATTGG R : TGGTGTTAGGGTTTAAGGTTGTGG	HRM	- Co-dominant marker
CT-258	BoPLD2	F : ACAACCAAACCTGAACACCC R : ATCTCAGAGTCCCTTGCACC	HRM	-Co-dominant marker



[그림45] CT-305, CT-309, CT-258에 대한 모계(F), 부계(M), 자식의 유전형 검정결과

<표47> CT-305, CT-309, CT-258' 품종의 순도검정 결과

품종명	순도검정				유전형			순도율(%)
	LOT	샘플명	시료수	샘플수	Female (F)	Male (M)	Heterozygous (H)	
CT-305	8252	BN71	136	136	0	5	131	96.3
	8254	BN73	157	157	0	13	144	91.7
	8255	BN74	57	55	0	10	47	82.5
CT-309	1479	1479F	96	94	2	0	92	97.9
	1480	1480M	92	88	0	2	86	97.7
CT-258	0366	0366	128	127	0	1	126	99.2
	0368	0368	95	95	0	2	93	97.9

* 순도율은 소수 둘째자리에서 반올림하여 구함.

2014년도에 아시아종묘에서 생산한 ‘CT-412’ 품종의 F1종자 3개 Lot.1614, Lot.9152 Lot.1567와 ‘CT-10’ 품종의 F1종자 3개 Lot.721, Lot.820, Lot.849의 순도를 검정하기 위하여 기존에 보고된 HRM 마커 Bo15를 이용하였으며, ‘CT-416’ 품종의 F1종자 3개 Lot. 9215, Lot.9216, Lot.9217는 기존에 보고된 HRM 마커 BoPLD2를 이용하여 종자 순도 검정을 수행하였다

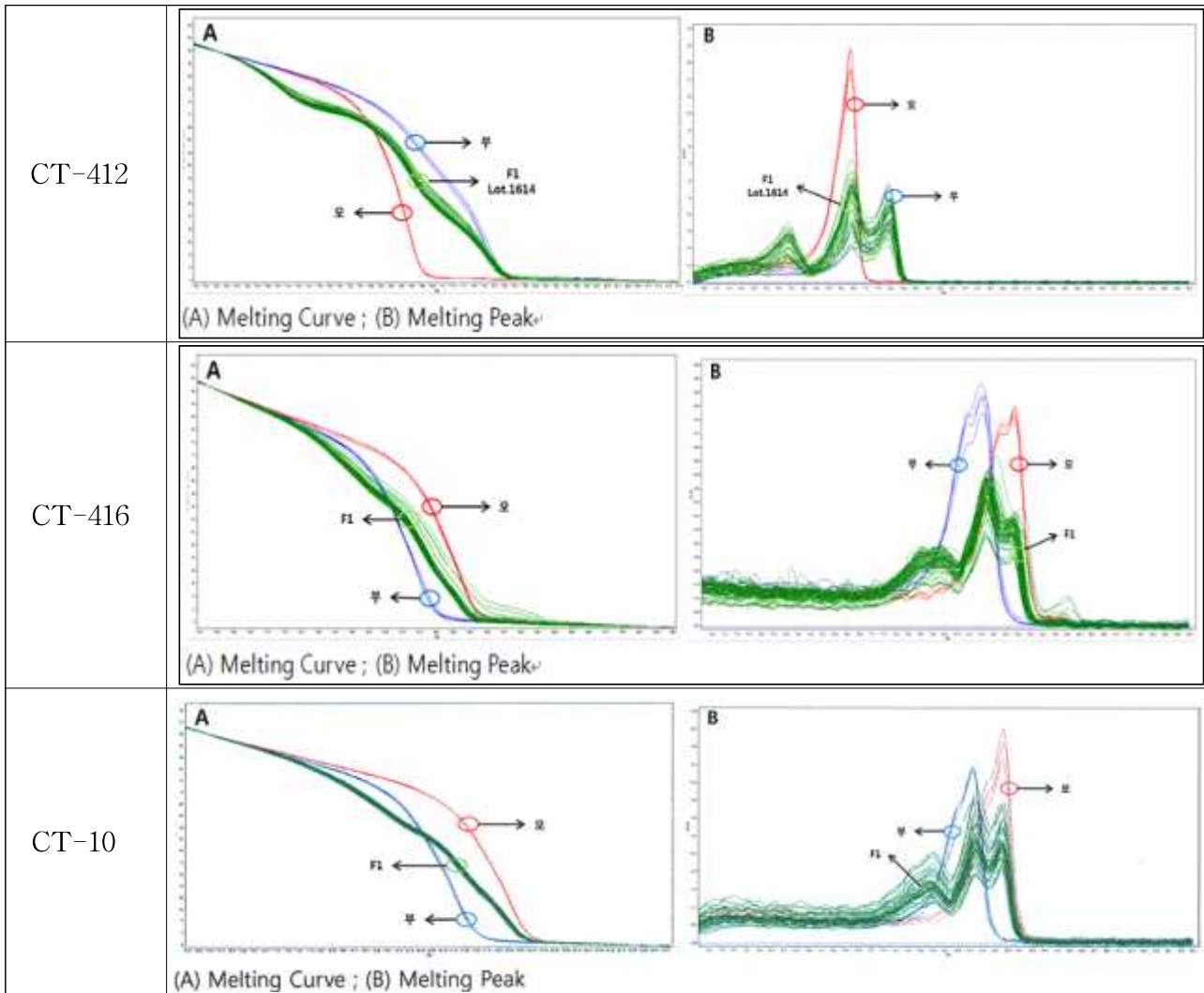
‘CT-412’의 Lot.1614은 샘플 144개 중 1개가 부계 유형으로 판명되었으며 순도율은 99.3%이고 Lot. 9152과 Lot. 1567은 샘플 128개 중 모부계 유형을 보이는 샘플이 없으며 순도율은 99.9%로 판명되었다. ‘CT-10’의 Lot.721은 샘플 128개 중 1개가 부계 유형으로 판명되었으며 순도율은 99.3%이고 Lot.820와 Lot. 849는 샘플 128개 중 모부계 유형을 보이는 샘플이 없으며 순도율은 99.9%로 판명되었다. ‘CT-416의’ Lot.9215A와 Lot 9217는 샘플 128개 중 모부계 유형을 보이는 샘플이 없으며 순도율은 99.9%이고 Lot. 9216A는 샘플 128개 중 1개가 부계 유형으로 판명되었으며 순도율은 99.3%로 판명되었다.

그림46에서 보이는 바와 같이 분자표지 Bo15에 대한 모계, 부계, F1의 Melting Curve (A)는 모계의 curve의 경우 기울기가 급강하면서 왼쪽 편에 위치하고 부계의 curve는 모계에 비해 기울기가 완만하여 오른쪽 편에 위치하고 있다. F1의 curve는 모계와 부계의 사이를 지나는 패턴이다. 분자표지 BoPLD2에 대한 모계, 부계, F1의 Melting Curve (A)에서 모계의 curve는 부계에 비해 Tm 값이 높아 오른쪽 편에 위치하고 부계의 curve는 왼쪽 편에 위치하고 있다. F1의 curve는 2개의 굴곡을 가지고 있으며, 모계와 부계의 사이를 지나는 패턴을 보였다.Melting Peak (B)는 모계와 부계의 Peak가 상이한 Tm 값에서 나타났으며 F1은 세 개의 peak가 보이는 패턴을 보였다. F1의 순도검정 시 유전형을 판명하는 방법은 그림 28과 같이 F1 샘플 중에 curve (A)와 peak (B)가 부계의 패턴이 나오면 해당하는 F1의 샘플을 부계 유전형으로 판단하였다.

‘CT-416’, ‘CT-412’. ‘CT-10’품종의 모든 Lot를 포장에서의 표현형을 검정한 결과, DNA 순도검정 마커와 일치하였으며, 순도율이 높아 현 상황에서 시판이 가능할 것으로 판단된다(표 48, 표 49, 그림46).

<표48> CT-412, CT-416, CT-10’ 의 순도검정에 이용한 분자표지 종류 및 특성

품종명	마커 이름	분자표지의 이름	분자표지의 종류	특성
CT-412	Bo15	F : ATTATGACGCCTGGTTTTA R : ATTGGTTAGAAAGTTATGGGAAC	SSR	Co-dominant marker
CT-416	BoPLD2	F : ACAACCAAACCTGAACACCC R : ATCTCAGAGTCCCTTGCACC	SSR	Co-dominant marker
CT-10	Bo4	F : TCCGAAAGTGGGGAAAGG R : TGTGTCAGAAAGCGAGAAGG	SSR	Co-dominant marker




[그림46] CT-412, CT-416, CT-10'에 대한 모계(F), 부계(M), 자식의 유전형 검정결과

<표49> CT-412, CT-416, CT-10'품종의 순도검정 결과

품종명	순도검정			유전형			순도율(%)
	LOT	샘플명	샘플수	Female (F)	Male (M)	Heterozygous (H)	
CT-412	1614	1614	144	0	1	143	99.3
	9152	9152	128	0	0	128	99.9
	1567	1567	128	0	0	128	99.9
CT-416	9215A	9215	128	0	0	128	99.9
	9216A	9216	128	0	1	127	99.3
	9217A	9217	128	0	0	128	99.9
CT-10	721	721	128	0	1	127	99.3
	820	820	128	0	0	128	99.9
	849	849	128	0	0	128	99.9

* 순도율은 소수 둘째자리에서 반올림하여 구함.

F1 종자 'CT-305', 'CT-309', 'CT-253' CT-412, CT-416, CT-10'의 순도검정용 마커로 개발된 Brassica41, Brassica46, BoPLD2, Bo15 BoPLD2, Bo4는 DNA 종자순도검정과 포장 순도검정을 통해 각 F1 종자의 순도검정용 마커로 이용할 수 있음이 판명되었다(그림 47).

 <p>www.breeding.or.kr</p> <p>2014 한국육종학회 차세대BG21사업단 끝내씨드프로젝트사업단 공동심포지엄</p> <p>주제: 생산성 향상을 위한 식물 육종 전략 Plant Breeding Strategies for Improvement of Productivity</p> <p>일 시 2014년 7월 2(수)~4(금) 일 시 리미티드 리저 체주호텔</p> <p>주최: 사단법인 한국육종학회 공동주최: 식물분자육종사업단, (M)리플 실험회사업단(S)BC 차세대육종사업단, 끝내씨드프로젝트사업단, 차세대육종사업단, 한국농촌진흥연구원, 한국농수산식품유통공사, 국립수목원, 국립수목원, 한국과학기술원, 한국수출입은행, 한국수출입은행, 농촌진흥청, 국립수목원</p>	<p>PC-125</p> <p>중국수출용 극조생계 양배추 종자순도검정 마커개발</p> <p>윤선영*, 이미현, 송준호</p> <p>경기도 이천시 철호면읍 아시안종묘 생명공학육종연구소</p> <p>중국 주요 채소 중앙배추는 소매가 기준으로 6억 RMB로 전체 작물 중 4위의 작물로 매우 중요한 작물이다. 재배면적은 전체 재배면적의 50%인 70-100만ha(한국의 200배)로 재배규모는 가장 큰 국가이다. 향후, 유럽 및 미국 국가의 가공용 양배추의 재배 및 가공기지의 성장 가능성이 매우 높은 국가이다. 중국 양배추 시장의 교배종 점유율은 계속해서 증가하는 추세로 고순도의 F1 종자를 안정적으로 공급하기 위해서는 순도검정이 반드시 필요하다. 종자의 순도검정은 생산된 종자를 직접 포장 재배하여 품종특성을 평가하는 포장순도검정이 있지만 이는 시간과 비용, 노력이 많이 소비되기 때문에 어려움이 많다. 그러나 분자마커를 이용한 순도검정법을 실시한다면 환경에 대한 영향을 최대한 줄이고 신속하고 정확하게 결과를 얻을 수 있으며, 유전적으로 고순도의 종자를 공급할 수 있다. 본 연구에서는 중국 수출용 극조생계 11 품종에 대한 순도검정용 분자마커를 개발하고 생산종자에 대한 검정을 실시하였다. 다량의 샘플을 경제적으로 검정가능한 HRM(High resolution melting) 분석방법을 이용하였다. 이를 위하여 순도검정 마커를 배추와 작물의 데이터베이스를 조사하여 다형성이 높은 마커 SSR과 SNP를 추출하였고 또한 배추와 작물 및 양배추의 분해를 조사하여 다형성 지수(PIC)가 0.3~0.8인 마커를 추출하여 이용하였다. HRM 분석을 실시한 결과, 1차적으로 양배추 품종의 양친과 F1의 다형성 마커 38개를 선발하였고 30세트 이상의 양친으로 마커의 실험성을 2차 검정하여 25개의 마커를 선발하였다. 선발된 마커 중 HRM 데이터베이스에 뚜렷한 마커 11개를 최종 선발하여 각 품종의 종자순도검정을 Lot당 200립 종자를 대상으로 실시하였다. 양배추 11 품종의 분자마커를 활용한 유전형 검정을 통해 97.8% 이상의 유전적으로 안정된 고순도의 종자가 생산될 것을 확인하였다.</p> <p>본 연구는 농림수산식품부 Golden Seed 프로젝트(과제번호: 213003-04-2-SB210)의 지원에 의해 이루어진 것임.</p> <p>*주제자: Tel. 070-4016-8491, E-mail: laboratory@assineed.co.kr</p>
---	---

[그림47] 중국수출용 극조생계 양배추 종자순도검정 마커 개발 (2014 한국육종학회 포스터 발표)

2015년도에 아시아종묘에서 생산한 'CT-61' 품종의 F1종자 2개 LOT1592F, LOT1592M과 'CT-92' 품종의 F1종자 3개 LOT1571, LOT0489, LOT A120158/120041의 순도를 검정하기 위하여 기존에 보고된 HRM 마커 Brassica40, Bo35를 이용하여 종자 순도 검정을 수행하였다(표 50).

'CT-61'의 Lot.1592F는 샘플 128개 중 1개가 모계 유형으로 판명되었으며 순도율은 99.2%이고 Lot. 1592M은 샘플 128개 중 모부계 유형을 보이는 샘플이 없으며 순도율은 99.9%로 판명되었다.'CT-92'의 Lot.1571과 Lot.0489는 샘플 128개 중 1개가 모계 유형으로 판명되었으며 순도율은 99.2%이고 Lot.A120159/120041은 샘플 128개 중 모부계 유형을 보이는 샘플이 없으며 순도율은 99.9%로 판명되었다(표 28).

그림48에서 보이는 바와 같이 분자표지 Brassica40에 대한 모계, 부계, F1의 Melting Curve (A)는 모계의 curve의 경우 기울기가 급강하면서 왼쪽 편에 위치하고 부계의 curve는 모계에 비해 기울기가 완만하여 오른쪽 편에 위치하고 있다. F1의 curve는 모계와 부계보다 먼저 기울기가 감소하기 시작하며 peak가 하나 있고, 이후 완만하게 감소하며 부, 모계보다 빨리 떨어지는 패턴이다. 분자표지 Bo35에 대한 모계, 부계, F1의 Melting Curve (A)에서 모계와 부계의 패턴이 유사하나 부계는 1개의 peak가 존재하며, F1의 curve는 부, 모계에 앞서 1개의 peak를 더 가지고 있고, 부계보다 낮은 1개의 peak 총 2개의 peak를 가지고 있으며, 모계와 부계의 사이를 지나는 패턴을 보였다. Melting Peak (B)는 모계와 부계의 Peak가 상이한 Tm 값에서 나타났으며 F1은 세 개의 peak가 보이는 패턴을 보였다. F1의 순도검정 시 유전형을 판명하는 방법은 그림 28과 같이 F1 샘플 중에 curve (A)와 peak (B)가 부계의 패턴이 나오면 해당하는 F1의 샘플을 부계 유전형으로 판단하였다.

‘CT-61’, ‘CT-92’ 품종의 모든 Lot를 포장에서의 표현형을 검정한 결과, DNA 순도검정 마커와 일치하였으며, 순도율이 높아 현 상황에서 시판이 가능할 것으로 판단된다(표 51, 그림 48, 49).

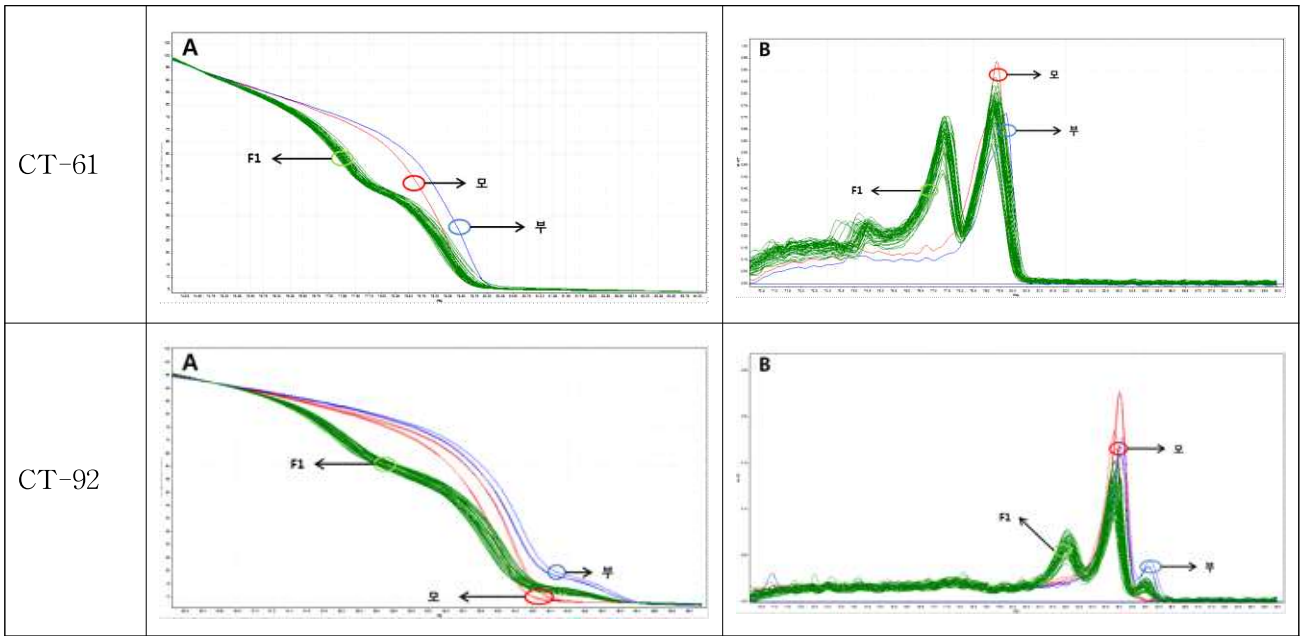
<표50> ‘CT-61, CT-92’ 의 순도검정에 이용한 분자표지 종류 및 특성

품종명	마커이름	분자표지의 이름	분자표지의 종류	특성
CT-61	Brassica40	F : CAAATCAGCAAACACCTGTCGT R : TTCTGCAAAGAAGGAGAATCGG	HRM	Co-dominant marker
CT-92	Bo35	F : TTACTIONGACCTTTGATGGGC R : TTCGTTGGTCGATTAGGACC	HRM	Co-dominant marker

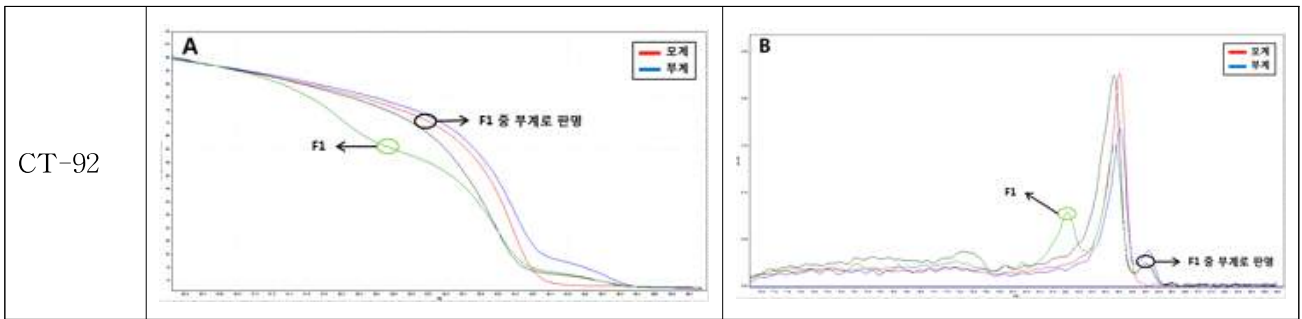
<표51> ‘CT-61, CT-92’ 품종의 순도검정 결과

품종명	순도검정				유전형			순도율(%)
	LOT	샘플명	시료수	샘플수	Female (F)	Male (M)	Heterozygous (H)	
CT-61	1592F	1592F	128	128	1	0	127	99.2
	1592M	1592M	128	128	0	0	128	99.9
CT-92	1571	1571	128	128	1	0	127	99.2
	0489	0489	128	128	1	0	127	99.2
	A120158 /120041	A12	128	128	0	0	128	99.9

* 순도율은 소수 둘째자리에서 반올림하여 구함.



[그림48] CT-61, CT-92에 대한 모계(F), 부계(M), 자식의 유전형 검정결과



[그림49] CT-92에 대한 부계판별법

11. 양배추 순도검정

가. 양배추 순도검정 마커분리 및 실험방법

종자 순도검정에는 품종 고유의 단백질 및 DNA를 분석하여 품종을 파악하는 분자순도 검정과 생산된 종자를 직접 과종 재배하여 품종특성에 반하는 이형주를 검정하는 포장순도 검정이 있다. 생산된 종자는 반드시 순도 검정을 해야 하지만 포장순도검정을 하는 것은 많은 시간과 비용이 들어 어려움이 있다. 분자마커 기술을 이용한 검정을 통해 환경의 영향을 최대한 줄이고 신속하고 정확하게 결과를 얻을 수 있으며, 유전적 고순도 종자를 소비자에게 공급할 수 있다.

시장에 고순도의 종자를 안정적으로 공급하기 위해 기반 조성을 위해 기존 양배추 품종에 대한 순도검정 마커를 개발하였다. 현재 국내 및 수출용 CT-45와 CT-59에 대한 순도검정 마커를 개발하여 순도검정을 실시하였다.

양배추 마커를 선발함에 있어 양배추를 포함한 배추과 작물에서 개발된 SSR (Single Sequence Repeat) 또는 SNP (Single Nucleotide Polymorphism)의 Co-dominant 마커를 대상으로 적용실험을 실시하였다. 배추과 작물의 데이터베이스인 Brassica info

(<http://www.brassica.info/resource/markers/ssr-exchange.php>)와 양배추의 데이터베이스인 Bolbase (<http://www.ocri-genomics.org/bolbase/index.html>)를 조사하여 다형성이 높은 마커 SSR과 SNP를 추출하였다. 배추과 작물 및 양배추의 문헌을 조사하여 다형성 지수 (PIC)가 0.8이상인 높은 마커를 추출하여 프라이머 셋트를 준비하였다.

PCR 수행을 위해 표 52와 같이 반응액을 준비하였다. HRM 분석은 PCR 과정이 끝난 후 프로그램화된 온도 70°C에서 90°C까지 초당 0.1도 간격으로 형광량을 측정하였다. Melting curve를 분석하기 위해 Rotor-Gene 6000(Qiagen, Alabama, USA)의 software version 1.7를 이용하였다.

<표52> PCR 반응조성

DNA (50 ng)	3 ul
10Xbuffer	2 ul
2.5 mM dNTP	2 ul
Forward primer	2 ul
Reverse primer	2 ul
1.25 uM SYTO9 (invitrogen)	0.5 ul
Taq (0.2 unit)	0.3 ul
DW	11.2 ul
Total vol.	20 ul

나. 양배추 순도검정결과

양배추 CT-45의 Lot 번호 120157/12003에 대한 순도검정을 실시하였다. 양배추 CT-45 모계, 부계, F1 각각 4개씩을 샘플로 하여 추출한 마커로 다형성을 검정하여 다형성을 갖는 마커를 3개 1차 분리하였다. 2차 다형성 검정을 위해 3개의 마커에 대해 각 샘플을 16개로 늘려 2차 분리를 실시하였다. 2차 검정결과로부터 다형성이 높은 BO4 마커를 선발하였다 (표 53). 선발된 마커를 이용하여 200개의 샘플에 대한 검정을 실시하였다.

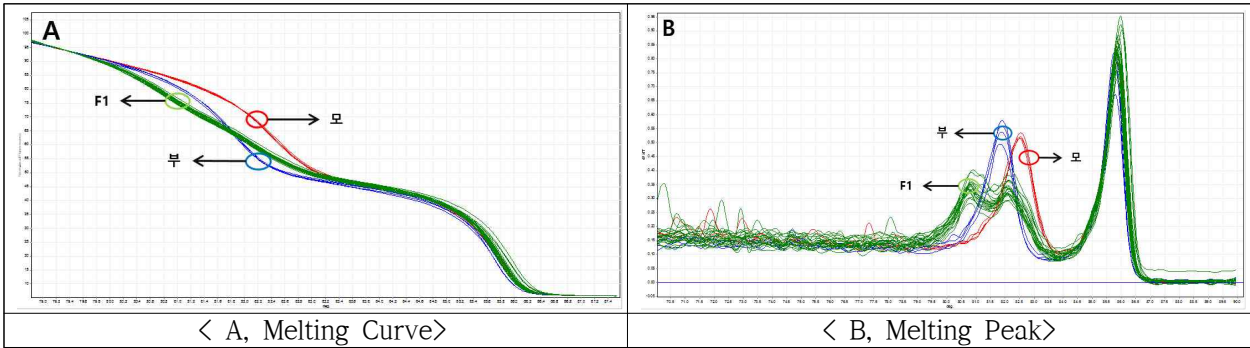
<표53> 양배추 CT-45의 순도검정 마커의 종류 및 특성

검정종류	분자표지의 이름	분자표지의 종류	특성
순도검정	BO4	SSR	Co-dominant marker

분자표지 BO4에 대한 CT-45 F1 200샘플에 대한 검정결과 4개 샘플이 모계의 유전형으로 판명되어 순도율은 98.0%이었다 (표 54). BO4에 대한 모계, 부계, F1의 Melting Curve (A)는 그림 50과 같이 모계와 부계의 curve는 모두 원만한 곡선을 보였으며, F1의 curve는 모계와 부계의 사이를 지나는 패턴이었다. Melting Peak (B)는 모계와 부계의 Peak가 상이한 Tm 값에서 나타났으며 F1은 전혀 다른 Peak 패턴을 보였다.

<표54> 양배추 CT-45 유전형 검정 결과

품종명	순도검정			유전형				순도율 (%)
	LOT	시료수	샘플수	Female (F)	Male (M)	Heterozygous	미검정	
CT-45	120157/12003	200	200	4	0	196	-	98.0



[그림50] CT-45 검정시 Melting Curve와 Melting Peak

양배추 CT-59의 Lot 140704-14011-1에 순도검정을 실시하였다. CT-45와 마찬가지로 1차 다형성 검정에서 분리된 마커 5개에 대한 2차 다형성 검정을 통해 Brassica 49번을 마커로 선발하였다 (표 55). Brassica 49 마커를 이용하여 Lot당 200개의 샘플에 대한 검정을 실시하였다.

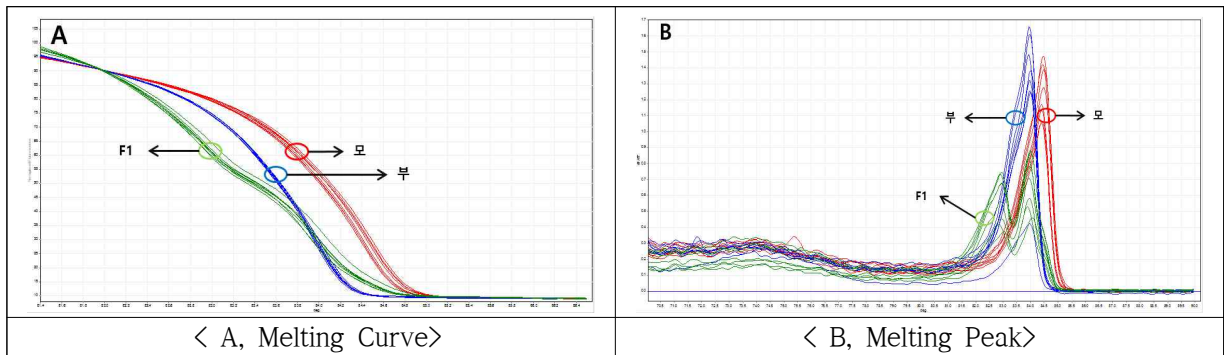
<표55> 양배추 CT-59의 순도검정 마커의 종류 및 특성

검정종류	분자표지의 이름	분자표지의 종류	특성
순도검정	Brassica 49	SNP	Co-dominant marker

분자표지 Brassica 49 대한 CT-59 품종 200개 샘플에 대한 순도검정결과 순도율 99.9%였다 (표 56). Brassica 49 대한 모계와 부계의 Melting Curve는 경사가 완만한 패턴을 보였다. F1의 Melting Curve는 모계와 부계사이를 지나는 완만한 패턴을 보였다 (그림 51). Melting Peak (B)는 모계와 부계의 Peak가 상이한 Tm 값에서 나타났으며 F1은 부계와 모계와 다른 형태의 Peak를 보였다.

<표56> 양배추 CT-59 유전형 검정 결과

품종명	순도검정			유전형				순도율(%)
	LOT	시료수	샘플수	Female (F)	Male (M)	Heterozygous (H)	미검정	
CT-59	140704-14011-1	200	198	0	0	198	2	99.9



[그림51] CT-59 검정시 Melting Curve와 Melting Peak

12. 수입대체 및 수출 촉진 활동

가. 내수 수입대체를 향상을 위한 전시포

내수 수입대체를 향상을 위하여 1차년도에 4회, 2차년도에 7회, 3차년도에 4회, 4차년도에 8회 총 23회 전시포를 운영하였다. 품종 설명회를 통하여 대농민/유통상인/언론인 등에게 국내 품종의 우수성을 알렸으며, 이를 통해, 국산 품종의 시장 점유율이 향상되었다(표 57).

<표57> 수입대체를 향상을 위한 국내 전시포 현황

년도	No	행사명칭	일시	주최기관	개최장소	비고
1 차 년 도 (20 13)	1	2013 경북 봉화 양배추 품종 전시포	2013.08.26	농업회사법인 아시아종묘(주)	경북 봉화	22품종 특성검정 및 3명 유통상인 평가
	2	농업회사법인 아시아종묘(주) 2013 양배추 품종 전시포	2013.09.26	농업회사법인 아시아종묘(주)	경기 이천	양배추 품종 특성검정 및 중국 바이어, 국내 유통업자 평가
	3	제주도 월동 양배추 재배 품종 전시포	2014.01.21	농업회사법인 아시아종묘(주)	제주 애월	월동 양배추(방울다다기 등) 특성 평가
	4	GSP원예종자사업단 국내 양배추 품종 전시·시범포	2014.02.25.~02.26	GSP 원예종자사업단	제주 애월	월동양배추 ‘윈스툼 외 10품종’에 대한 전시포 품종 평가회, 중국 수출을 위한 바이어 상담
2 차 년 도 (20 14)	1	GSP원예종자사업단 양배추 중간지 재배형 전시·시범포	2014.07.18	GSP 원예종자사업단	경북 청송	양배추 8품종 평가 및 품종 소개
	2	양배추 중간지 재배형 전시포	2014.10.01	농업회사법인 아시아종묘(주)	충남 서산	양배추 30품종 평가 및 품종 소개
	3	농업회사법인 아시아종묘(주) 2014 양배추 품종 전시포	2014.10.01	농업회사법인 아시아종묘(주)	경기 이천	양배추 품종 특성검정 및 중국 바이어, 국내 유통업자 평가
	4	GSP원예종자사업단 해남군 양배추 전시·시범포	2014.12.05	GSP 원예종자사업단	전남 진도, 해남	양배추 품종 평가 및 품종 소개
	5	제주도 양배추 품종 현장평가회	2015.01.20	제주농업기술원	제주 애월	방울다다기양배추 품종 평가(자사의 브릴리언트이 우수 품종으로 선정)
	6	GSP 원예종자사업단 양배추 제주도 전시·	2015.02.09	GSP 원예종자사업단	제주 애월	양배추 CT-412, CT-416외 11품종

		시범포				
	7	제주도 월동 양배추 전시포	2015.02.10	농업회사법인 아시아종묘(주)	제주 애월	양배추 10품종 평가 및 품종 소개
3 차 년도 (2015)	1	양채류 전시·시범포	2015.06.	농업회사법인 아시아종묘(주)	충북 제천	양배추 34품종 평가 및 품종 소개
	2	양배추 중간지 재배형 전시포	2015.10.	농업회사법인 아시아종묘(주)	충남 서산	양배추 30품종 평가 및 품종 소개, 홍보
	3	GSP 원예종자사업단 양배추 제주도 전시·시범포	2015.12.	GSP 원예종자사업단	제주 한경	양배추 4품종 평가 및 품종 소개
	4	제주도 월동 양배추 재배 품종 전시포	2016.02.	농업회사법인 아시아종묘(주)	제주 애월	2월 예정
4 차 년도 (2016)	1	양배추 재배형 전시포	2016.10	농업회사법인 아시아종묘(주)	전남 무안	양배추 2품종 평가 및 품종 소개, 홍보
	2	양배추 재배형 전시포	2016.10	농업회사법인 아시아종묘(주)	전남 무안	양배추 4품종 평가 및 품종 소개, 홍보
	3	양배추 재배형 전시포	2016.10	농업회사법인 아시아종묘(주)	전남 무안	양배추 5품종 평가 및 품종 소개, 홍보
	4	양배추 재배형 전시포	2016.10	농업회사법인 아시아종묘(주)	전남 무안	양배추 4품종 평가 및 품종 소개, 홍보
	5	양배추 재배형 전시포	2016.11	농업회사법인 아시아종묘(주)	충북 서산	양배추 10품종 평가 및 품종 소개
	7	양배추 재배형 전시포	2016.11.	농업회사법인 아시아종묘(주)	경기 이천	APSA 전시포
	8	제주도 월동 양배추 재배 품종 전시포	2017.02.	농업회사법인 아시아종묘(주)	제주 한림	2월 예정

- 아시아종묘의 중간지(경북 봉화) 전시포 운영 및 품종 설명

내수 수입대체율 향상을 위하여 2013년 8월 26일에 경북 봉화로 유통상인 3명(H씨, L씨, M씨)을 초청하여 전시포를 개최하였다. 국내 유망 품종 17품종과 대비종으로 코레콘에서 수입한 ‘오가네’, ‘YR호월’과 가네꼬에서 수입한 ‘동도리’, 베조에서 수입한 ‘마쓰모’, 다끼이에서 수입한 ‘YR하루끼’를 대비종으로 공시하였다. 22품종 중 ‘대박나’가 색이 녹색으로 진하고 결구가 조밀하여 원예적 형질이 좋고 포장저장성이 우수하여 가장 호평을 받은 품종이었다. 유통상인 H씨, L씨, M씨는 타사 대비종인 ‘오가네’와 ‘YR호걸’보다 품질이 우수하다고 하였다(표 58).

<표58> 내수 수입대체율 향상을 위한 경북 봉화 국내 전시포(1차년도)

NO	품종명	숙기	구형	구색	열구	병저항성	평가	비고
1	대박나	70	편형	진녹	중	Y(R)	H씨, L씨, M씨	포장저장성 매우 우수
2	YR호남	77	편원형	진녹	극강	Y(R)	H씨, L씨, M씨	
3	그린햇	77	편원형	진녹	강	BR(MR)	H씨, L씨	
4	그랜드마트	73	편원형	진녹	중	Y(R), BR(MR)		
5	꼬꼬마	47	원형	녹	약		L씨	
6	스피드킹	50	원형	진녹	약			
7	아시아 익스프레스	55	원형	녹	중		H씨, M씨	자사대비종
8	아시아블	63	원형	진녹	강	Y(R), BR(MR)	H씨	
9	로얄	80	고구형	진적	중강			
10	루비마트	70	원형	적	극강		H씨, L씨	
11	레드마트	75	편원형	적	약			
12	커몬레드	75	원형	적	중강		L씨	
13	희망블티나	80	원형	녹	중			
14	에스피킹	75	원형	녹	중			
15	꼬꼬마골드	50	원형	녹	약		M씨	
16	로렌트	75	원형	녹	중			
17	그린스톤	88	원형	진녹	중			
18	오가네 (코레콘수입)	77	편형	진녹	중			타사대비종
19	YR호월 (코레콘수입)	83	편원형	진녹	강			타사대비종
20	동도리 (가네꼬수입)	87	편원형	녹	중강			타사대비종
21	마쓰모 (베조수입)	85	편형	진녹	강			타사대비종
22	YR하루끼 (다끼이수입)	100	편형	녹	강	Y(R)		타사대비종

- GSP원예종자사업단의 월동지(제주 애월, 전남 해남, 진도) 전시포 운영 및 품종 설명

1차년도에는 제주 애월, 전남 해남, 전남 진도 3곳에서 GSP원예종자사업단에서 운영하는 양배추 시범포사업에 종자를 제공하였으며, 또한 대상인/유통업자에게 국산 양배추 종자의 우수성을 설명하였다. 특히, 2014년 2월 25일~26일 제주도에서 GSP원예종자사업단 시범포에서

양배추 관련 산업 종사자들을 초청하여 홍보를 실시하였다. 양배추 수집 대상인, 애월 농협 직원 및 농협장, 제주농업기술원 연구사, 애월육묘장 대표, 애월 지역 전시포 독농가와 아시아종묘 임직원들이 참석하여 전시포의 작황을 대비종들과 비교하였다. 아시아종묘의 ‘그린햇’은 대비종 ‘동도리’에 비해 열구가 늦고, 내병성이 강한 특성을 확인하였다(표 59, 그림 52). 또한 아시아종묘의 ‘원스톱’은 대비종인 ‘하루타마’에 비해 구 크기가 적당한 중형이며 내한성이 강해 2-3월에 수확이 가능하며, 아시아종묘의 ‘YR춘동’의 경우, 대비종 ‘하루타마’에 비해 중대형이며 내한성이 매우 강해 4-5월에 수확이 가능할 것으로 판단되었다.

<표59> 내수 수입대체율 향상을 위한 GSP 제주 애월 전시포(1차년도)

BN	품종명	수입종 여부	작형	평가	비고
1	하루타마	경농 수입종	만생		
2	YR그린345	신올종묘 수입종	만생		
3	동도리	제농 수입종	중만생		
4	YR하루끼	다끼이 수입종	만생		
5	원스타	아시아종묘(주)	중만생		
6	원스톱	아시아종묘(주)	만생	◎	
7	CT-257	아시아종묘(주)	중생	○	
8	CT-254	아시아종묘(주)	중만생		
9	CT-212	아시아종묘(주)	만생	○	
10	CT-309	아시아종묘(주)	만생	◎	추대 늦음
11	마루도리	아시아종묘(주)	만생		



그림 52. GSP원예종자사업단의 내수 수입대체율 향상 도모를 위한 전시포(제주도 애월 초전 지역)

- 아시아종묘의 월동지(제주 애월) 전시포 운영 및 품종 설명

제주농업기술원에서 유망 소득 작물로 추천(15,000원/Kg/포)하여 재배 비교한 방울다다기양 배추의 경우, 대비종인 베조사의 ‘프랭클린’에 비해 아시아종묘의 ‘브릴리언트’가 색이 진하고 맛이 좋으며, 수량성이 높아 앞으로 농가 소득 증대에 기여할 것으로 판단되었다. 또한, 자체 전시포에서 중국바이어가 윈스톰과 그린햇 품종이 우수하여 수출 가계약(250kg)을 하였다(그림 53).



그림 53. 내수 수입대체율 향상 도모를 위한 제주 전시포 작황조사 및 홍보 (2014년 1월 21일)

- GSP원예종자사업단의 중간지(경북 청송) 전시포 운영 및 품종 설명

내수 수입대체율 향상을 위하여 2014년 7월 18일에 경북 청송으로 초청하여 전시포를 개최하였다. 국내 유망 품종 8품종과 대비종으로 코레곤에서 수입한 ‘오가네’, ‘YR호월’과 가네꼬에서 수입한 ‘동도리’, 베조에서 수입한 ‘마쓰모’, 다끼이에서 수입한 ‘YR하루끼’를 대비종으로 공시하였다. 22품종 중 ‘대박나’가 색이 녹색으로 진하고 결구가 조밀하여 원예적 형질이 좋고 포장저장성이 우수하여 가장 호평을 받은 품종이었다. 유통상인 H씨, L씨, M씨는 타사 대비종인 ‘오가네’와 ‘YR호걸’보다 품질이 우수하다고 하였다(표 60, 그림 54).

<표60> 중간지 양배추 내수 수입대체율 향상을 위한 경북청송 GSP 전시포(2차년도)

BN	품종명	수입종 여부	작형	구중(kg)	평가	비고
1	오가네	코레곤 수입종	조생	1.5		병이 많음, 초세가 약함
2	YR호걸	코레곤 수입종	중생	1.7		
3	2281	코레곤 수입종	조생	1.4	○	코레곤 신품종
3	YR그린345	신올종묘 수입종	만생	1.6		
4	동도리	제농 수입종	중만생	1.5		
5	YR하루끼	다끼이 수입종	만생	1.5		
6	대박나	아시아종묘(주)	조생	2.0	◎	포장저장성 매우우수
7	YR호남	아시아종묘(주)	중생	1.9	○	포장저장성 우수
8	그린햇	아시아종묘(주)	중만생	2.0		병에 강함
9	조선팔도	아시아종묘(주)	중생	1.9	○	
10	CT-305	아시아종묘(주)	조생	0.5	△	
11	CT-309	아시아종묘(주)	만생	1.5		
12	CT-258	아시아종묘(주)	조생	1.0		
13	CT-101	아시아종묘(주)	조생	1.4		



재배전경 및 블라인드 테스트

그림 54. 경북 청송의 GSP 양배추 전시포 (2014.07.18.)

- 아시아종묘의 중간지(충남 서산) 전시포 운영 및 품종 설명

내수 수입대체율 향상을 위하여 2014년 10월 1일에 충남 서산으로 초청하여 전시포를 개최하였다. 국내 유망 품종 30품종과 대비종으로 코레콘에서 수입한 ‘오가네’, ‘YR호월’과 가네꼬에서 수입한 ‘동도리’, 베조에서 수입한 ‘마쓰모’, 다끼이에서 수입한 ‘YR하루끼’를 대비종으로 공시하였다. 22품종 중 ‘대박나’가 색이 녹색으로 진하고 결구가 조밀하여 원예적 형질이 좋고 포장저장성이 우수하여 가장 호평을 받은 품종이었다. 유통상인 S씨, H씨, L씨, M씨, K씨는 타사 대비종인 ‘오가네’와 ‘YR호걸’보다 품질이 우수하다고 하였다(표 61).

<표 61> 내수 수입대체율 향상을 위한 충남 서산 전시포(2차년도)

NO	품종명	숙기	구중(kg)	구형	구색	열구	선발	비고
1	꼬꼬마	극조생	0.9	원형	녹	약		
2	스피드킹	극조생	0.9	원형	진녹	약		
3	아시아익스프레스	극조생	1.4	원형	녹	중	S씨, H씨, L씨, M씨, K씨	자사대비종
4	아시아볼	극조생	1.4	원형	진녹	강	S씨	
5	꼬꼬마골드	극조생	0.9	원형	녹	약	S씨, H씨, L씨, M씨	
6	윈스툼	만	2.0	편형	진녹	강		저온포장저장성강 (4월까지포장에 남아있음)
7	브릴리언트방울다다기	만생	0.3	원형	녹	강		
8	그린스톤	만생	1.8	원형	진녹	중		
9	CT-309	만생	1.5	편형			H씨	1년차 선발(CT-309)
10	대박나	조	2.0	편형	진녹	중	S씨, H씨, L씨, M씨,	포장저장성 매우 우수
11	그랜드마트	조	1.9	편원형	진녹	중		
12	루비마트	조생	1.5	원형	적	극강	L씨	
13	에스피킹	조생	1.8	원형	녹	중	M씨, K씨	
14	CT-305	조생	0.5	원형	진녹	강	S씨, H씨, L씨, M씨, K씨	1년차 선발(CT-305)

15	CT-258	조생	1.0	원형	진녹	강	S씨, H씨, L씨, M씨, K씨	1년차 선발(CT-258)
16	YR호남	중	1.9	편원형	진녹	극강	M씨, K씨	포장저장성 우수
17	그린햇	중만	2.0	편원형	진녹	강	S씨, M씨, K씨	내병성 강
18	원스타	중만생	1.6	편형	진녹	극강		
19	로얄	중생	2.0	고구형	진적	중강		
20	레드마트	중생	1.4	편원형	적	약	L씨, M씨, K씨	
21	조선팔도	중생	1.9	편원형	녹	강		자사대비중
22	커몬레드	중생	1.7	원형	적	중강		
23	희망불티나	중생	1.5	원형	녹	중		
24	로렌트	중생	1.2	원형	녹	중		
25	로얄	중생	2.0	고구형	진적	중강		
26	레드마트	중생	1.4	편원형	적	약	K씨	
27	조선팔도	중생	1.9	편원형	녹	강	L씨, M씨, K씨	
28	커몬레드	중생	1.7	원형	적	중강		
29	희망불티나	중생	1.5	원형	녹	중		
30	로렌트	중생	1.2	원형	녹	중		
31	오가네(코레곤수입)	조생	1.5	편형	진녹	중		타사대비중
32	YR호월(코레곤수입)	중생	1.7	편원형	진녹	강		타사대비중
33	동도리(가네꼬수입)	중만생	1.5	편원형	녹	중강		타사대비중
34	하루다마(경농수입)	만생	1.6	편형	진녹	중강		타사대비중
35	마쓰모(베조수입)	중만생	1.4	편형	진녹	강		타사대비중
36	YR그린345(신월수입)	만생	1.6	편형	녹	중		타사대비중
37	YR하루끼(다끼이수입)	만생	1.5	편형	녹	강		타사대비중

- GSP원예종자사업단의 월동지(전남 진도, 해남) 전시포 운영 및 품종 설명

2014년 12월 5일에 전남 진도, 해남에서 유통상인/대농인을 대상으로 브라인드 테스트 결과, 일본산 종자인 오가네와 YR호걸보다 아시아종묘의 ‘대박나’와 ‘YR호남’은 포장저장성이 우수하여 열구가 나타나지 않아 우수하다고 평가되었다(표 62, 그림55).

<표 62> 내수 수입대체율 향상을 위한 GSP진도, 해남 전시포(2차년도)

BN	품종명	수입종 여부	작형	구형	평가	비고
1	오가네	코레곤 수입종	조생	편원형		
2	YR호걸	코레곤 수입종	중생	편원형		
3	하루타마	경농 수입종	만생	편원형		
4	마쓰모	베조수입	중만생	편원형		
9	YR하루끼	다끼이 수입종	만생	편원형		
10	대박나	아시아종묘(주)	조생	편원형	◎	포장저장성 매우우수
11	YR호남	아시아종묘(주)	중생	편원형	△	

12	그린햇	아시아종묘(주)	중만생	편원형		병에 강함
13	조선팔도	아시아종묘(주)	중생	편원형	○	
14	아시아익스프레스	아시아종묘(주)	극조생	원형		
15	아시아볼	아시아종묘(주)	극조생	원형		
16	CT-305	아시아종묘(주)	조생	원형	○	
17	CT-309	아시아종묘(주)	만생	편원형	○	포장저장성 우수
18	CT-258	아시아종묘(주)	조생	원형	△	
19	마루도리	아시아종묘(주)	만생	편원형		

(과종 : 2014.07.15., 정식:2014.09.02., 조사:2014.12.05.)



그림 55. 내수 수입대체율 향상을 위한 GSP진도, 해남 전시포(2차년도)

- GSP원예종자사업단의 월동지(제주 애월) 전시포 운영 및 품종 설명

2014년 2월 9일~10일 제주도에서 GSP원예종자사업단 전시포에서 유통상인 L씨, K씨가 평가한 결과, 윈스툼이 포장저장성이 매우 우수하였으며, 1차년도 선발 품종인 CT-309 또한 저온기에 포장저장성이 우수하여 타사 일본 수입대비종이 하루타마와 동도리를 대체할 수 있을 것으로 판단된다(표 63, 그림 56).

<표 63> 내수 수입대체를 향상을 위한 GSP 제주 애월 전시포(2차년도)

BN	품종명	수입종 여부	작형	선발	비교 특성
1	마쓰모	Bejo 수입종	중만생		
2	하루타마	경농 수입종	만생		
3	YR그린345	신올종묘 수입종	만생	○	
4	YR하루끼	다끼이 수입종	만생		
5	윈스타	아시아종묘(주)	중만생		
6	YR춘동	아시아종묘(주)	만생		1차년 선발품종
7	CT-309	아시아종묘(주)	중생	◎	1차년 선발품종
8	CT-305	아시아종묘(주)	중만생		1차년 선발품종
9	윈스툼	아시아종묘(주)	만생	◎	
10	CT-411	아시아종묘(주)	중생		
11	CT-419	아시아종묘(주)	중생		
12	CT-420	아시아종묘(주)	만생		
13	CT-421	아시아종묘(주)	중만생		



그림 56. 내수 수입대체를 향상을 위한 GSP 제주 애월 전시포

- 방울다다기 양배추(제주 애월) 전시포 운영 및 품종 설명

2015년 1월 20일 제주농업기술원 주관으로 방울다다기 양배추 전시포 및 품종설명회를 통하여 유통상인 L씨, K씨가 평가한 결과, 아시아종묘의 “블릴리언트” 품종이 타사의 “프랭클린”보다 품질이 우수하고, 기존 양배추보다 칼륨, 철, 비타민 C 함량이 높으며, 인돌, 설포라판 등 항암성분이 다량으로 함유되어 있으며, 일시 수확이 가능하여 농가 소득 증대에 이바지 할 것으로 판단된다(그림 57).



그림 57. 내수 수입대체율 향상을 위한 방울다다기양배추 제주 애월 전시포

- 아시아종묘의 월동지(제주 애월) 전시포 운영 및 품종 설명

2014년 2월 10일 제주도에서 중국 바이어를 초청하여 윈스타와 YR춘동이 내한성이 강하여 우수하고, 특히 ‘윈스톰’은 대비종인 ‘하루타마’에 비해 구 크기가 적당한 중형이며 내한성이 강해 2-3월에 수확이 가능하며, 1차년도 선발한 ‘YR춘동’의 경우, 대비종 ‘하루타마’에 비해 중대형이며 내한성이 매우 강해 4-5월에 수확이 가능할 것으로 판단되었다(표 64, 그림 58).

<표64> 내수 수입대체율 향상을 위한 아시아종묘의 제주 애월 전시포(2차년도)

BN	품종명	초장 (mm)	엽장 (mm)	엽폭 (mm)	구고 (mm)	구경 (mm)	구중(g)	코어 (mm)	비고
4	YR춘동	365	350	382	140	206	1,920	77	1차년도 선발
5	원스타(CMS)	272	326	369	114	200	1,650	61	
6	원스톱(CMS)	381	430	314	125	186	1,440	76	
7	CT-411	302	384	320	143	206	1,590	80	
8	CT-419	255	372	299	128	204	1,400	81	
9	CT-420	287	371	380	122	204	1,640	71	
10	CT-421	312	326	367	144	186	1,980	73	
14	마쓰모(Bejo)	305	357	359	130	188	1,590	62	타사 대비종
15	하루타마(경농)	322	370	345	133	162	1,200	79	타사 대비종
16	YR그린345(신올)	351	404	312	128	195	1,280	69	타사 대비종



그림 58. 내수 수입대체율 향상을 위한 아시아종묘의 제주 애월 전시포(2차년도)

- 아시아종묘의 중간지(충남 서산) 전시포 운영 및 품종 설명

내수 수입대체율 향상을 위하여 2015년 6월에 충남 서산으로 초청하여 전시포를 개최하였다. 국내 유망 품종 5품종과 대비종으로 코레곤에서 수입한 ‘오가네’, ‘YR호월’과 가네꼬에서 수입한 ‘동도리’, 다끼이에서 수입한 ‘YR하루끼’, 신올종묘에서 수입한 ‘YR그린345’ 공시하였다. 22품종 중 ‘대박나’가 색이 녹색으로 진하고 결구가 조밀하여 원예적 형질이 좋고 포장저장성이 우수하여 가장 호평을 받은 품종 이었다. 유통상인 S씨, H씨, L씨, M씨, K씨는 타사 대비종인 ‘오가네’와 ‘YR호걸’보다 품질이 우수하다고 하였다(표65, 그림 59).

<표65> 중간지 양배추 내수 수입대체율 향상을 위한 충남서산 전시포(3차년도)

BN	품종명	수입종 여부	작형	구중(kg)	평가	비고
1	오가네	코레곤 수입종	조생	1.6		포장저장성 약함
2	YR호걸	코레곤 수입종	중생	1.7		
3	2281	코레곤 수입종	조생	1.6	○	코레곤 신품종
4	동도리	제농 수입종	중만생	1.5		
5	YR하루끼	다끼이 수입종	만생	1.6		
6	YR그린345	신올종묘 수입종	만생	1.6		
7	대박나	아시아종묘(주)	조생	2.2	◎	포장저장성 매우우수
8	YR호남	아시아종묘(주)	중생	1.9	○	포장저장성 우수
9	그린햇	아시아종묘(주)	중만생	2.0		병에 강함
10	조선팔도	아시아종묘(주)	중생	2.0	○	
11	CT-411	아시아종묘(주)	중조생	1.8	○	



블라인드 테스트 및 재배전경

[그림59] 충남 서산 양배추 전시포

- GSP원예종자사업단의 월동지(제주 한경) 전시포 운영 및 품종 설명

제주 한경에서 GSP원예종자사업단에서 운영하는 양배추 시범포사업에 종자를 제공하였으며, 또한 대상인/유통업자에게 국산 양배추 종자의 우수성을 설명하였다. 같은 날 제주도에서 GSP원예종자사업단 시범포에서 양배추 관련 산업 종사자들을 초청하여 홍보를 실시하였다. 양배추 수집 대상인, 유통업자, 제주농업기술원 연구사, 육묘장 대표, 지역 전시포 농가와 아시아종묘 직원들이 참석하여 전시포의 작황을 대비종들과 비교하였다. 아시아종묘의 ‘대박나’는 대비종 ‘오가네’에 비해 열구가 늦고, 내병성이 강한 특성을 확인하였다. 또한 아시아종묘의 ‘윈스툼’은 대비종인 ‘하루타마’에 비해 구 크기가 적당한 중형이며 내한성이 강해 2-3월에 수확이 가능 할 것으로 판단되었다(표 66, 그림 60).

<표66> 내수 수입대체율 향상을 위한 GSP 제주 한경 전시포(3차년도)

BN	품종명	수입종 여부	작형	선발	비교 특성
1	초원	조은종묘	중생	○	구색이 좋음
2	대박나	아시아종묘	조생	○	포장저장성 우수
3	오가네	코레곤수입종	조생		
4	K사 시교품종	-	조생		포장저장성 약함



[그림60] 내수 수입대체율 향상을 위한 GSP 제주 한경 전시포

- 아시아종묘의 중간지(충남 서산) 전시포 운영 및 품종 설명

내수 수입대체율 향상을 위하여 2016년 11월에 충남 서산으로 초청하여 전시포를 개최하였다. 국내 유망 품종 5품종과 대비종으로 코레곤에서 수입한 ‘오가네’, ‘YR호월’과 가네꼬에서 수입한 ‘둥도리’, 다끼이에서 수입한 ‘YR하루끼’, 신울종묘에서 수입한 ‘YR그린345’ 공시하였다. 22품종 중 ‘대박나’가 색이 녹색으로 진하고 결구가 조밀하여 원예적 형질이 좋고 포장저장성이 우수하여 가장 호평을 받은 품종 이었다. 유통상인 S씨, H씨, L씨, M씨, K씨, Y씨는 타사 대비종인 ‘오가네’와 ‘YR호걸’보다 품질이 우수하다고 하였다(표 67, 그림 61).

<표67> 중간지 양배추 내수 수입대체율 향상을 위한 충남서산 전시포(4차년도)

BN	품종명	수입종 여부	작형	구중(kg)	평가	비고
1	오가네	코레콘 수입종	조생	1.8		포장저장성 약함
2	YR호걸	코레콘 수입종	중생	1.6		
3	동도리	제농 수입종	중만생	1.5		
4	YR하루끼	다끼이 수입종	만생	1.7		
5	YR그린345	신올종묘 수입종	만생	1.6		
6	대박나	아시아종묘(주)	조생	2.1	◎	포장저장성 매우우수
7	YR호남	아시아종묘(주)	중생	1.8	○	포장저장성 우수
8	그린햇	아시아종묘(주)	중만생	2.0		내병성 강
9	조선팔도	아시아종묘(주)	중생	2.1	○	
10	CT-501	아시아종묘(주)	조생	1.6	○	포장저장성 우수



[그림61] 충남 서산 양배추 전시포

- 아시아종묘의 (전남 무안) 전시포 운영 및 품종 설명

아시아종묘(주)에서 운영하는 전남 무안 양배추 전시포사업에 농민, 육묘장대표, 대상인, 유통업자를 초청하여 전시포 작황을 대지봉과 비교하여 국산 양배추 종자의 우수성을 설명하였다. 아시아종묘의 ‘대박나’는 대비종 ‘오가네’에 비해 열구가 늦고, 내병성이 강한 특성을 확인하였다. 또한 아시아종묘의 ‘원스톱’은 대비종인 ‘하루타마’에 비해 초세가 좋고, 구 크기가 적당한 중형이며 내한성이 강해 2-3월에 수확이 가능 할 것으로 판단되었다(표 68, 그림 62).

<표68> 내수 수입대체율 향상을 위한 전남 무안 전시포

BN	품종명	수입종 여부	작형	비교 특성
1	대박나	아시아종묘	조생	포장저장성 우수
2	원스톱	아시아종묘	만생	
3	오가네(대비품종)	코레콘수입종	조생	
4	하루타마(대비품종)	경농수입종	만생	



[그림62] 내수 수입대체율 향상을 위한 전남 무안 전시포

2) 내수 수입대체율 향상을 위한 국내 시범포(품평회) 및 시교

나. 시범포 및 품평회

내수 수입대체율 향상을 위하여 1차년도에 3회, 2차년도에 2회, 3차년도에 4회, 총 9회 시범포(품평회)를 통해 지역농민/농업기술센터/유통상인/종자시관상을 대상으로 대박나, 윈스툼, 조선팔도의 우수성을 알렸으며, 국내 시장 점유율 향상을 위해 노력하였다(표 69).

<표69> 수입대체를 위한 국내 시범포 및 품평회

년도	No	행사명칭	일시	주최기관	개최장소	비고
1차년도 (2013)	1	‘대박나’ 양배추 품종의 시범포 및 품평회	2013.09.11	농업회사법인 아시아종묘(주)	강원도 정선	대박나 품종 특성검정 및 홍보
	2	‘윈스툼’ 품종의 시범포 및 품평회	2013.12.26 ~2013.12.28	농업회사법인 아시아종묘(주)	제주 애월	윈스툼 양배추 특성 검정 및 홍보
	3	‘윈스툼’의 시범포 및 품평회	2014.03.17	농업회사법인 아시아종묘(주)	전남 진도	윈스툼 양배추 특성 검정 및 홍보
2차년도 (2014)	1	‘조선팔도’의 시범포 및 품평회	2014.10.01	농업회사법인 아시아종묘(주)	충남 서산	양배추 품종 평가 및 품종 소개
	2	‘윈스툼’의 시범포 및 품평회	2015.02.10	농업회사법인 아시아종묘(주)	제주 애월	윈스툼 양배추 특성 검정 및 홍보
3차년도 (2015)	1	월동형 양배추 및 방울다다기 품평회	2015.5.8.	농업회사법인 아시아종묘(주)	전남 진도	양배추 품종 평가 및 품종 소개
	2	양채류 품평회	2015.10.6.	농업회사법인 아시아종묘(주)	충북 제천	대박나 호평
	3	‘대박나, 조선팔도’ 양배추 품종의 시범포 및 품평회	2015.10.8.	농업회사법인 아시아종묘(주)	충남 서산	양배추 특성 검정 및 홍보
	4	‘윈스툼’시범포 및 품평회	2016.2. 예정	농업회사법인 아시아종묘(주)	제주도	2016년 2월 예정

아시아종묘의 대표적 양배추 품종인 ‘대박나’의 시범포(품평회)를 2013년 9월 11일, 강원도 정선 임계 지역에서 개최하여 그 품종의 우수성을 알려 내수 수입대체율 향상을 도모하였다. 국내 양배추 유통의 상당량을 공급하는 수집상인을 비롯하여, 해당 품종 육성가 및 재배 농가, 해당관내 농업관련 연구자, 아시아종묘 임직원들이 참여 하였다. 현재 국내 양배추 종자 시장 규모는 20억원 정도로 알려져 있으며 시장을 선도하는 품종은 주로 ‘오가네’로 알려져 있고, 수입종자가 90% 이상을 차지하고 있다. 이 품종평가회를 통해 ‘대박나’는 기존 재배 품종(오가네)에 비해 구의 비대가 강하고, 열구가 늦은 조생종으로 상품성이 뛰어나고, 수송성이 좋아 신선도가 오래가는 장점이 부각 되었다. 품평회에 참여한 수집상인은 2014년도 재배시에 강릉, 춘천, 정선 지역에 100만평 규모로 ‘대박나’를 재배 생산하여 유통하기로 하였으며 그 품질의 우수성을 극찬하였다.

2014년 12월 26일~28일, 아시아종묘의 만생종 월동양배추 ‘윈스툼’에 대한 시범포 및 품평회를 실시하였다. 월동한 ‘윈스툼’은 구고가 15cm 이상, 구경이 25cm 정도로 무게는 3.4kg였으며 그 재배 기간이 길었던 만큼 구의 비대가 왕성하였다. 정식후 90일 경 수확이 가능한 ‘윈스툼’은 보통 1.4~1.8kg 정도의 구로 수확이 가능한데, 월동기간을 합쳐 총 생육 기간이 6개월 이상이었던 만큼, 그 구의 무게가 2배 이상으로 증가하였다. 엽장과 엽폭은 각각 350mm 와 345mm 정도로 2013년 제주도의 적응성 시험 때와 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 월동기간 동안, 양배추의 크기비대 보다는 긴밀도가 더욱 충실해졌기 때문이라고 판단된다

2014년 3월 17일, 아시아종묘의 만생종 월동양배추 ‘윈스툼’에 대한 내수 시장 확대를 위하여 전리포 품종 평가회를 개최하였다. ‘윈스툼’은 내한성과 내병성이 우수한 월동양배추로 구색은 짙은 녹색으로 식미가 우수한 편형 양배추이다. 정식 후 90일경에 수확이 가능한 만생종 품종이며 구의 조직이 치밀하고 코아가 짧으며 열구가 늦은 특성을 가지고 있다. 전라남도 진도군 지산면에 위치한 정우철씨 농가에서 재배하여 품종 평가회를 실시한 ‘윈스툼’ 양배추는 2013년 9월 5일 정식하여 일반적인 수확기인 11월말부터 12월초에 수확을 실시하지 않고 그 포장저장성을 시험하기 위하여 겨울 동안 월동 후, 3월 17일 그 특성을 평가하였다. 관련 양배추 재배 농가들과 유통업자, 종묘상인, 전남농업기술원과 진도군, 해남군, 장흥군 농업기술센터 등 관련 기관이 참가하여 ‘윈스툼’의 특성을 평가하였다. 참가자들이 모두 그 결구건도가 우수함을 인정하였고, 씹는 조직감이 우수하고 월동후 당도가 증가한 것과 장기간의 재배기간 동안 그 특성을 유지하고 있음에 대하여 품질이 우수함을 인정하였다.

2014년 10월 1일, 충남 서산에서 ‘조선팔도’ 품평회 및 시범포를 실시하였다. 조선팔도는 시들음병에 강하고 내한성과 저온결구력이 뛰어나고, 추대가 비교적 늦으며 구 열구 현상이나 부패현상이 적고, 수송성과 저장성이 우수하여 상품성이 높다고 농가에서 호평하였다.

2015년 5월 8일, 아시아종묘의 만생종 월동양배추 ‘윈스툼’과 ‘방울다다기 양배추’에 대한 내수 시장 확대를 위하여 전리포 품종 평가회를 개최하였다. ‘윈스툼’은 내한성과 내병성이 우수한 월동양배추로 구색은 짙은 녹색으로 식미가 우수한 편형 양배추이다. 정식 후 90일경에 수확이 가능한 만생종 품종이며 구의 조직이 치밀하고 코아가 짧으며 열구가 늦은 특성을 가지고 있다. 제주시 애월읍 고 씨 농가에서 재배하여 품종 평가회를 실시한 ‘윈스툼’ 양배추는 2014년 9월 중순에 정식하여 일반적인 수확기인 11월말부터 12월초에 수확을 실시하지 않고 그 포장저장성을 시험하기 위하여 겨울 동안 월동 후, 5월에 그 특성을 평가하였다. 관련 양배추 재배 농가들과 유통업자, 종묘상인, 전남농업기술원과 진도군, 해남군, 장흥군 농업기술센터 등 관련 기관이 참가하여 ‘윈스툼’의 특성을 평가하였다. 참가자들이 모두 그 결구건도가 우수

함을 인정하였고, 씹는 조직감이 우수하고 월동후 당도가 증가한 것과 장기간의 재배기간 동안 그 특성을 유지하고 있음에 대하여 품질이 우수함을 인정하였다.

아시아종묘의 대표적 양배추 품종인 ‘대박나, 조선팔도’의 시범포(품평회)를 2015년 10월 8일, 충남 서산 지역에서 개최하여 그 품종의 우수성을 알려 내수 수입대체율 향상을 도모하였다. 국내 양배추 유통의 상당량을 공급하는 수집상인 을 비롯하여, 해당 품종 육성가 및 재배농가, 해당관내 농업관련 연구자, 아시아종묘 임직원들이 참여 하였다. 현재 국내 양배추 종자 시장 규모는 20억 원 정도로 알려져 있으며 시장을 선도하는 품종은 주로 ‘오가네’로 알려져 있고, 수입종자가 90% 이상을 차지하고 있다. 이 품종평가회를 통해 ‘대박나’는 기존 재배 품종(오가네)에 비해 구의 비대가 강하고, 열구가 늦은 조생종으로 상품성이 뛰어나고, 수송성이 좋아 신선도가 오래가는 장점이 부각 되었다. ‘조선팔도’ 또한 ‘대박나’만큼의 호평을 받았으며, 내병성이 좋아 또 한 번의 품질에 우수성을 인정받았다.



대박나의 시범포 및 품평회(2013.09.11.)



< ‘윈스툼’ - 아시아종묘 >

< ‘하루타마’ - 대비종 >

제주 월동형 양배추 윈스툼의 시범포 및 품평회(2013.12.26.)



그림 21. 서산 ‘대박나, 조선팔도’의 시범포 및 품평회 (2015.10.8.)

[그림63] 수입대체를 위한 시범포 및 품평회

다. 품종 홍보를 위한 시교

2차년도에 수입대체를 향상을 위하여 2농가를 섭외하여 양배추 시교 종자를 보냈다. 전남 무안지역에 L씨에게 윈스툼과 YR춘동을 보냈으며, 전남 진도 지역에 J농가에게는 YR호남 종자를 보냈다. 각각 만평씩 재배한 후 자사품종을 호평하였다.

3차년도에 수입대체를 향상을 위하여 5농가를 섭외하여 양배추 시교 종자를 보냈다. 충남 서산 지역에 이상*씨와 이희*씨에게 대박나와 조선팔도를 보냈으며, 전남 무안지역에 이현*씨, 임영*씨에게 윈스툼과 YR춘동을 보냈으며, 제주 애월 지역에 최창*주씨 농가에게는 윈스툼호남 종자를 보냈다. 5곳의 시교 농장 총 36,700평을 재배하여 평가한 결과 시교품종 모두 우수

하다고 호평하였다.

4년차에는 6농가를 제외하여 양배추 시교 종자를 보냈다. 충남 서산 지역에 이상*씨에게 조선팔도를 보냈으며, 전남 무안지역에 이현*씨, 임영*씨, 노종*씨, 김길*씨에게 윈스톱을 보냈으며, 제주 한림 지역에 최창*주씨 농가에게는 윈스톱 YR호남 종자를 보냈다. 6곳의 시교 농장 총 53,000평을 재배한 후에 종합적으로 평가한결과 시교농가 모두 만족하였고, 지역 양배추 농민들도 호평하였다. (표 70).

<표70> 수입대체율 향상을 위한 국내 시교 내역

No.	발송날짜	지역 / 농가	시교품종	비고
1	2014. 8. 2	전남 무안 '이현*'농가	윈스톱, YR춘동	1만평
2	2014. 8. 5	전남 진도 '정성*'농가	YR호남	1만평
3	2015.05.08.	충남 서산 '이상*'농가	대박나, 조선팔도	9,000평
4	2015.05.08.	충남 서산 '이희*'농가	대박나, 조선팔도	2,700평
5	2015.07.14.	전남 무안 '이현*'농가	윈스톱, YR춘동	3,000평
6	2015.07.14.	전남 무안 '임영*'농가	윈스톱, YR춘동	20,000평
7	2015.07.14.	제주 애월 '최창*'농가	윈스톱	2,000평
1	2016.05.06.	충남 서산 '이상*'농가	조선팔도	10,000평
2	2016.07.12.	전남 무안 '이현*'농가	윈스톱	10,000평
3	2016.07.12.	전남 무안 '임영*'농가	윈스톱	10,000평
4	2016.07.12.	전남 무안 '노종*'농가	윈스톱	10,000평
5	2016.07.12.	전남 무안 '김길*'농가	윈스톱	10,000평
6	2016.07.13.	제주 애월 '최창*'농가	윈스톱 YR호남	3,000평

라. 내수 수입대체율 향상을 위한 회의 및 교육

- 수입대체율 향상을 위한 영업사원 협의회 및 교육

내수 수입대체율 향상을 위한 영업사원 교육 및 협의회를 1차년도에 2회, 2차년도에 4회, 3차년도에 3회, 4차년도에 5회 총 14회를 실시하였으며, 농민교육은 1차년도에 4회, 2차년도에 10회, 3차년도에 4회, 4차년도에 2회 실시하였다. 특히 국내 중간지 및 중국 수출용 품종에 대한 특성을 집중적으로 교육하였다. 영업을 담당하는 직원들의 품종 특성에 대한 이해도가 증진되었으며, 아시아종묘의 양배추 종자 내수 점유율을 향상시키기 위해 판매 촉진을 독려해가고 있다(표 71, 그림 64).

<표71> 수입대체 및 내수 판매 촉진을 위한 회의

년도	순번	일자	내용	장소	참석인원	비고
1차년도 (2013)	1	2013.10.10. ~10.11	임직원 및 영업사원 양배추 품종 교육	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	50	
	2	2014.04.04	양배추 육묘장, 농가 및 강원도 유통법 인상인들과 토론	강원	50	

	3	2014.04.10	새해농업인 채소 교육 : 양배추 재배법 및 신품종 소개	강릉시농업기술센터	50	
	4	2014.04.11	봉화 농민 교육 : 양배추 재배법 및 신품종 소개	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	50	
	5	2014.04.18	영업 회의 : 양배추 수입대체 논의	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	10	
	6	2014.04.22	청송 농민 교육 : 양배추 재배법 및 신품종 소개	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	30	
2차년도 (2014)	1	2014.06.19	중국 바이어 방문 : 양배추 전시포	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	2	
	2	2014.07.10	2014강소기업참방 및 취업캠프 프로그램 : 양배추 재배법 및 신품종 소개	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	60	
	3	2014.07.16	경북농업기술원 연구원 교육 : 양배추 재배법 및 신품종 소개	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	30	
	4	2014.07.23	홍천 농민 교육 : 양배추 재배법 및 신품종 소개	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	50	
	5	2014.08.28	천안연암대학 친환경원예과 : 양배추 재배법 및 신품종 소개	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	50	
	6	2014.11.08 ~11.09	임직원 및 영업사원 양배추 품종 교육 및 수출 회의	아시아종묘(주) 영암 품질관리소	150	
	7	2015.01.05	안성 농민 교육 : 양배추 재배기술 및 품종 소개	안성 대덕면사무소	50	
	8	2015.01.20	산업화를 위한 연구과제 개발 협의회	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	20	
	9	2015.01.21	강화군 농민 교육 : 양배추 재배기술 및 품종 소개	강화군 교동면사무소	50	
	10	2015.01.21	15년 새해농업인 실용교육 : 양배추 재배기술 및 품종 소개	함양 수동 면사무소	100	
	11	2015.01.23	서울시 농업기술센터 : 양배추 재배기술 및 품종 소개	채소교육장	60	
	12	2015.01.30	GSP 과제 수출 향상 회의	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	10	
	13	2015.02.02	경북 영주, 예천 농민 교육 : 양배추 재배기술 및 품종 소개	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	60	
	14	2015.02.07	대구 농민 교육 : 양배추 재배기술 및 품종 소개	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	80	
3차년도 (2015)	1	2015.05.17.	전남 무안 다**법인 양배추 교육	전남 무안	50	
	2	2015.06.05.	육종방향 및 영업전략회의	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	50	
	3	2015.08.24.	양배추 수출 대책회의	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	20	
	4	2015.10.16.	함안 농업기술센터 직원	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	5	
	5	2015.10.19.	경북칠곡군 농민교육	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	40	
	6	2015.10.19.	한경대학교 학생 교육	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	100	

	7	2015.10.23.	주력판매 종자 교육	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	50	
4차년도 (2016)	1	2016.03.17.	영업사원 교육	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	50	
	2	2016.04.18.	서울시 귀농귀촌 농민 교육	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	60	
	3	2016.04.21.	양배추 수출 대책 회의	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	20	
	4	2016.05.10.	한경대학교 식물생명공학과 학생 교육	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	40	
	5	2016.06.09.	영업사원교육	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	50	
	6	2016.09.12.	양배추 수출 대책회의	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	20	
	7	2016.10.20.	영업사원교육	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	50	



임직원 및 영업사원 양배추 품종 특성 교육 및 종자 판매 독려

임직원 및 영업사원 양배추 품종 교육 및 수출 회의



GSP 과제 수출 향상 회의

중국 바이어(제주도)



중국 바이어 방문

중국 바이어 방문



봉화 농민 교육



홍천 농민 교육



강화군 농민 교육



서울시 농업기술센터



2014강소기업참방 및 취업캠프 프로그램



천안연암대학 친환경원예과



경북 영주, 예천 농민 교육



대구 농민 교육



진남 무안 다**법인 양배추 교육



양배추 수출 대책 회의



칠곡군 농민 교육

한경대학교 식물생명공학과 양배추 교육



양배추 수출 대책 회의

서울시 귀농귀촌 농민 교육

[그림64] 수입대체 및 내수 판매 촉진을 위한 교육 및 협의회

마. 수입대체율 향상을 위한 홍보활동

수입대체 및 내수 판매 촉진을 위한 홍보 활동으로 37회에 걸쳐 국내의 전시행사에 참여하여 아시아종묘의 양배추 품종을 홍보하였다. 박람회 32회, 전시회 3회, 단합대회 1회, 창립식 1회에 참석하여 아시아종묘 브랜드 및 아시아종묘의 양배추 품종을 홍보하였다(표 72, 그림 64).

<표72> 수입대체 및 내수 판매 촉진을 위한 국내 홍보 활동

년 도	No	행사명칭	유형	일시	주최기관	개최장소
1 차 년 도 (20 13)	1	2013 인천광역시 농업인 한마음대회	전시회	2013.08.29~09.01	인천광역시	인천 계양구청 광장
	2	2013 대구 대한민국 도시농업박람회	박람회	2013.09.05~08	농림축산식품부	대구자연과학 고등학교
	3	2013 안성시 농업인 한마당 큰잔치	전시회	2013.09.07	안성시	안성 맞춤랜드
	4	제 11회 대한민국 농업 박람회	박람회	2013.10.17~26	전남농업기술원	전남농업기술원
	5	부산 유기농 & 친환경 박람회	박람회	2013.11.28~12.01	부산MBC	벡스코(Bexco)
	6	한국첨단농업기술박람회	박람회	2013.12.05~08	경기도 일산킨텍스	일산 킨텍스
	7	창조경제박람회	박람회	2013.12.12~15	미래창조과학부	코엑스
	8	광주 국제농기자재 전시회	전시회	2014.02.27~03.01	광주 국제농기자재전시회	광주김대중 컨벤션센터
	9	해안면 영농인 한마음 단합대회 :대박나 양배추	단합 대회	2014.03.21	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	강원 양구군
	10	광주봄꽃박람회	박람회	2014.03.28~04.06	광주광역시 /김대중컨벤션센터	광주김대중 컨벤션센터
	11	귀농귀촌·도시농업박람회	박람회	2014.04.11~13	경남 창원시	창원컨벤션 센터(CECO)
	12	창원 귀농귀촌 도시농업 박람회	박람회	2014.04.11~13	창원시	창원컨벤션 센터(CECO)
	13	2014 고양국제꽃박람회	박람회	2014.04.25~05.11	고양시	고양시 호수공원
2 차 년 도 (20 14)	1	대구음식관광박람회	박람회	2014.06.12~15	대구광역시	대구 코엑스
	2	여주시농업기술센터 시설채소연 합회 창립총회	창립식	2014.08.01	여주시농업기술센터	여주시 농업기술센터
	3	SETEC 메가쇼	박람회	2014.08.27~09.09	메가쇼	일산 킨텍스
	4	G-FAIR	박람회	2014.10.01~04	경기도·전국 중소기업 지원센터협의회	일산 킨텍스
	5	나주농업박람회	박람회	2014.10.22~11.02	전라남도	전남농업기술원
	6	진주 국제 농식품 박람회	박람회	2014.11.05~09	농림축산식품부	진주종합

						경기장 일원
3 차 년 도 (20 15)	1	고양국제꽃박람회	박람회	2015.04.21.~05.10.	고양시,(재)국제고양 꽃박람회	고양시
	2	대구꽃박람회	박람회	2015.06.02.~06.07.	대구광역시	대구 코엑스
	3	서울도시농업박람회	박람회	2015.06.03.~06.07.	서울특별시,경향신문	서울광장
	4	친환경농업대전	박람회	2015.05.29.~06.02.	(사)한국유기농업협 회	SETEC
	5	유기농박람회	박람회	2015.08.07.~08.09.	(주)월드전람	서울 코엑스
	6	순천도시농업박람회	박람회	2015.09.05.~09.08.	농림식품부,농촌진흥 청,순천시	순천만정원
	7	대구도시농업박람회	박람회	2015.09.02.~09.06.	대구광역시	대구자원과학고
	8	청계광장 도시농업장터	박람회	2015.09.14.~09.17.	서울특별시	청계광장
	9	귀농귀촌박람회	박람회	2015.09.09.~09.12.	K-Farm2015조직위원 회	일산 킨텍스
	10	도시농업한마당	박람회	2015.10.01.~10.03	고양시농업기술센터	호수공원
	11	서울바자축제	박람회	2015.09.30.~10.02	서울상공회의소,서울 산업진흥원	광화문광장
	12	2015 대한민국 종자박람회	박람회	2015.11.06.~11.08.	체험학습연구개발협 회	전북 농촌진흥청
	13	첨단농업기술박람회	박람회	2015.11.17.~11.21.	킨텍스	일산 킨텍스
	14	서울국제식품산업대전	박람회	2015.11.17.~11.21.	농촌진흥청	서울 코엑스
4 차 년 도 (20 16)	1	고양 국제 꽃박람회	박람회	2016.04.29.~05.15.	고양시,(재)국제고양 꽃박람회	고양시
	2	제4회 대구 도시농업박람회	박람회	2016.09.01.~09.04.	대구광역시	대구자연과학 고등학교
	3	김제 지평선 축제	박람회	2016.09.29.~10.03.	지평선축제 제전위원회	김제 벽골제
	4	진주국제농식품박람회	박람회	2016.11.09.~11.13.	충청남도, 진주시	진주종합경기 장



2013 인천광역시
농업인 한마음대회



2013 안성시
농업인 한마당 큰잔치



제 11회 대한민국
농업 박람회



2013 부산 유기농 &
친환경 박람회



2014 나주농업박람회



2014 G-FAIR



2014 대구음식관광박람회



2014 진주 국제 농식품 박람회



함평나비축제



2015 대한민국 종자박람회



대구도시농업박람회



제4회 대한민국도시농업박람회



2015 국제농업박람회

[그림64] 수입대체 및 내수 판매 촉진을 위한 국내 홍보 활동

바. 수입대체율 향상을 위한 언론 홍보 활동

내수 수입대체율 향상 도모 및 브랜드 가치화를 위한 마케팅 전략으로 총 27회에 걸쳐 언론홍보 실시하였으며, 아시아종묘(주)의 브랜드 홍보 및 아시아종묘(주)의 양배추 품종을 홍보하였다(표 73, 그림 65).

<표73> 내수 수입대체율 향상 도모를 위한 언론홍보

년도	No	홍보일자	홍보유형	국내외	매체명	제목
1차년도 (2013)	1	2013.09.09	인터넷기사	국내	원예산업신문	아시아종묘(주), ‘대박나’양배추 품평회 “결구력 뛰어나고 열구발생이 없어”
	2	2014.04.01	월간잡지	국내	상업농경영 4월호	아시아종묘에서 무, 배추, 양배추 종자를 후원하여 한사랑복지회를 통해 전달
	3	2014.04.28	월간잡지	국내	디지털농업 4월호	방울다다기양배추 : 작지만 비타민 C, 무기질 함량 높아
2차년도 (2014)	1	2014.06.07	중앙전문지	국내	원예산업신문	양배추 잎 생육 이상과 측아발생 현장기술지원
	2	2014.08.22	중앙전문지	국내	농민신문	양배추, 생육좋아 물란 증가, 값 급락세
	3	2015.01.16	중앙 TV	국내	MBC	“기분좋은날” 작지만 강한 천연 항 암제 방울양배추
	4	2015.01.30	중앙전문지	국내	농민신문	방울양배추 소득작물로 육성 제주농기원, 현장평가회, 소비확대 기대
	5	2015.01.30	중앙전문지	국내	농민신문	경기 고양, 양배추 재배 양정현씨, 양배추 주문이 줄어.. 잎, 줄기, 즙으로 가공도 구상
3차년도 (2015)	1	2015.05.08.	중앙전문지	국내	농민신문사	한입에 쏘옥 방울다다기 양배추
	2	2015.06.24.	중앙전문지	국내	머니투데이	아시아종묘 송준호 연구소장, 대한 민국 엔지니어상 수상
	3	2015.06.30.	중앙전문지	국내	한국농업신문	아시아종묘, 송준호 소장 엔지니어 상 수상
	4	2015.07.07.	중앙전문지	국내	한국농어민신문	송준호 아시아종묘 연구소장 대한 민국 엔지니어상 수상
	5	2015.07.22.	중앙전문지	국내	머니투데이	[점프업!코백스]아시아종묘, 양배추· 단호박 등 채소종자 ‘강자’

	6	2015.07.28.	중앙전문지	국내	한국농어민신문	아시아종묘 양배추 ‘대박나’ 품종평 가회...“생식용으로 인기”
	7	2015.08.13.	중앙전문지	국내	한국농업신문	아시아종묘, 고랭지 양배추 품평회 개최
	8	2015.08.25.	중앙전문지	국내	한국농어민신문	아시아종묘 ‘대박나양배추’ 품평회 “국산종자 고랭지 재배 성공”
	9	2015.10.27.	중앙전문지	국내	농촌여성신문	충남 서산에서 ‘대박나·조선팔도 양 배추’ 호평
	10	2015.11.04.	중앙전문지	국내	연합뉴스	이마트 ‘국산의 힘’ 프로젝트, 매출 200억 육박
	11	2015.11.10.	중앙전문지	국내	한국농어민신문	농식품부·이마트 ‘국산 신품종 계약 재배 농산물’ 출시
4차년도 (2016)	1	2016.03.25.	중앙전문지	국내	농촌여성신문	월동 양배추 대표는 윈스툼
	2	2016.03.29.	중앙전문지	국내	한국농업신문	아시아종묘, 국산‘윈스툼’양배추 인 기
	3	2016.03.30.	중앙전문지	국내	농민신문	국산 겨울양배추 ‘윈스툼’농가 호평
	4	2016.04.12.	중앙전문지	국내	영농자재신문	월동 양배추도 국산 대체 앞당긴다.
	5	2016.04.19.	중앙전문지	국내	한국농어민신문	국산 양배추 품종, ‘국내시장 장악’ 일본종자 흔든다.
	6	2016.07.25.	중앙전문지	국내	매일경제	한국 종자업계도 이젠 글로벌 시장 으로
	7	2016.08.30.	중앙전문지	국내	영농자재신문	아시아종묘 양배추 ‘대박나’ 진짜 대박
	8	2016.09.20.	중앙전문지	국내	국민일보	[강소기업이 힘이다]33%가 R&D인 력 “글로벌먹거리 책임”



[그림65] 내수 수입대체를 향상 도모를 위한 언론홍보

사. 수입대체를 향상을 위한 인적네트워크 구축

내수 수입대체를 향상 도모를 위하여 유통법인 소속 7명, 개인 유통상인 4명, 영농조합법인 소속 2명, 식품업체 소속 1명으로 인적네트워크를 구성하였다. 추후, 양배추 판매 촉진에 기여할 것이라고 사료된다(표 74).

<표74> 내수 수입대체율 향상 도모를 위한 인적네트워크 구축

성명	소속	직책	연락처	비고
김영창	**영농조합법인	대표이사	011-696-****	
오명석	**식품	대표이사	010-3780-****	
허성욱	**유동법인 강원연합회	회장	010-3345-****	
명성재	**유동법인 제주연합회	회장	010-4005-****	
신용학	**유동법인 전남연합회	회장	010-3692-****	
승현수	**유동법인 중앙연합회	상임고문	011-876-****	
전재일	개인유동 상인	수점상인	010-3279-****	
현동천	개인유동 상인	수점상인	018-407-****	
이상욱	**유동법인 경북연합회	회원	010-3444-****	
유용준	**유동법인 중남연합회	회원	010-4145-****	
김창업	**유동법인 중북연합회	회원	010-4693-****	
조현삼	개인유동 상인	수점상인	011-525-****	
어영민	**영농조합법인	회원	010-4710-****	
어영규	**마트	수석부장	010-7305-****	

상기와 같은 전시포, 품종 시범포 및 평가회, 영업사원 대상 품종 특성 교육 및 협의회, 농민 교육, 전시·박람회를 통한 홍보, 언론 홍보, 인적네트워크 구축(대농민/대상인/유통상인) 등을 통하여 1차년도 수입대체 국내매출을 66,506,070원(시장점유율: 3.3%), 2차년도는 63,904,050원(시장점유율: 3.2%)를 달성하였으며, 가계약 된 종자 등을 통해 목표를 충분히 달성할 수 있을 것이라 사료된다. 3차년도 수입대체 국내매출 목표액을 100,486,000원으로 초과 달성하였다. 4차년도 수입대체 국내매출 목표액을 121,978,200원으로 초과 달성하였다.

아. 수출 증대를 위한 중국 전시포

수출 증대를 위하여 1차년도에 2회, 2차년도에 1회, 3차년도에 1회, 4차년도에 1회 총 5회 해외전시포를 운영하였다. 중국협력업체 및 대농민을 초청하여 품종 설명회를 통하여 품종의 우수성을 알리고, 수출 향상에 기여하였다(표 75).

<표75> 수출 촉진을 위한 중국 전시포

구분	No	행사명칭	일시	주최기관	비고
1차년도 (2013)	1	중국 하북성 무안 전시포	2013.10.15~.17	아시아종묘(주)	53품종 특성 검정(타사 11점, 자사 42점) 및 협력 5개사 품종 평가
	2	2013 중국 광저우 종자박람회 전시포	2013.12.10.~13	중국 광동성	41품종 특성 검정 및 협력 5개사 품종 평가
2차년도 (2014)	1	2014 중국 광저우 종자박람회 전시포	2014.12.16.~19	중국 광동성	43품종 특성 검정 및 협력 3개사 품종 평가
3차년도 (2015)	1	2015 중국 광저우 종자박람회 전시포	2015.12.08.~11	중국 광동성	자사 10품종 특성 검정 및 평가
4차년도 (2016)	1	중국 우한 전시포	2016.12	중국 우한	자사 20품종 특성 검정 및 평가

- 아시아종묘의 하북성 무안지역 전시포 운영 및 품종 설명

2013년 10월 15일부터 17일까지 중국 하북성 무안지역에서 수출 증대를 위한 기존 품종과 신품종을 K사, U사, D사, R사, P사의 양배추 담당자와 현지 농민을 대상으로 품종 설명회를 가졌으며, 해당 종묘사로부터 YR호남, 꼬꼬마, 대박나, 아시아볼, 스피드킹, 아시아익스프레스, KA크로스, 스피드킹, 인피니트, 그랜드키피, 체어맨, 익스프레스킹, 로얄익스프레스, 그랜드언필드, 언페로가 타사 대비종에 비해 우수함을 인정하여 선발되었으며, 이들 품종은 현지에서 수출계약을 체결하였다. 특히, 추천 품종인 아시아볼(CT-135), 스피드킹(CT-115), 체어맨(CT-130), 언페로(CT-108) 등은 품질이 우수하여 중자 판매가 증가하여 생산을 확대해야 할 것이라 생각된다(표 76, 그림 66).



[그림66] 수출 촉진을 위한 중국 무안 전시포(2013년 10월 15일)

<표76> 수출 증대를 위한 중국 무안지역 전시포 (1차년도)

NO	품종명	숙기	구중(kg)	구형	구색	열구	선발	비고
801	그린햇	중만생	2.0	편원형	진녹	강		
802	YR호남	중만생	1.9	편원형	진녹	극강	K사, U사, D사, R사	자사대비종
803	꼬꼬마	극조생	0.9	원형	녹	약	R사, P사	
804	대박나	중생	2.0	편형	진녹	중	K사, U사, D사, P사	자사대비종
805	아시아볼	조생	1.4	원형	진녹	중	K사, U사, D사, R사, P사	CT-135
806	아시아익스프레스	극조생	1.4	원형	녹	중	K사, U사, D사	자사대비종
807	KA크로스	조생	1.9	편형	녹	중	R사, P사	
808	베이스볼	극조생	1.2	원형	진녹	강		
809	스피드킹	극조생	0.9	원형	진녹	약	K사, U사, D사, R사, P사	CT-115
810	인피니트	중생	1.8	원형	진녹	강	K사, U사, D사	
811	그랜드글로버	만생	2.1	원형	청녹	극강		
812	그랜드키피	극조생	0.9	원형	진녹	약	K사, R사, P사	
813	그랜드문	극조생	1.1	원형	진녹	약		

814	체어맨	극조생	0.9	원형	녹	강	K사, U사, D사, R사, P사	CT-130
815	레전시	극조생	0.9	원형	진녹	중		
816	익스프레스킹	극조생	0.9	원형	녹	약	U사, D사	
817	서울익스프레스	극조생	1.2	원형	진녹	중		
818	샤인스타	극조생	1.2	원형	진녹	중		
819	로얄익스프레스	극조생	0.9	원형	청녹	중	K사, U사, D사	
820	그랜드언필드	극조생	0.9	원형	녹	약	K사, R사	
821	윈스타	만생	1.7	편형	녹	극강		
822	언페로	극조생	1.2	원형	청녹	강	K사, U사, D사, R사, P사	CT-108
823	블루티탄	조생	1.4	원형	청녹	극강		
824	오가네(코레곤)	조생	1.5	편형	진녹	중		타사대비종
825	YR호월(코레곤)	중생	1.7	편원형	진녹	강		타사대비종
831	베조1012(베조)	극조생	1.5	원형	진녹	중강		타사대비종
833	베조1122(베조)	중조생	1.3	원형	진녹	중강		타사대비종
834	베조1037(베조)	중생	1.8	원형	녹	강		타사대비종
836	베조1051(베조)	만생	2.3	원형	녹	강		타사대비종
837	조생녹해(다끼이)	극조생	1.2	원형	진녹	중강		타사대비종
838	신세기(다끼이)	극조생	1.6	편원형	녹	강		타사대비종
839	하월(다끼이)	조생	1.5	편원형	녹	중강		타사대비종
840	한장군(다끼이)	중생	2.2	편원형	연녹	중강		타사대비종
841	중생루비(다끼이)	만생	1.6	원형	진적	중강		타사대비종

- 아시아종묘의 광동성 광주지역 전시포 운영 및 품종 설명

2013년 12월 10일부터 13일까지 중국 광저우 국제 종자 박람회에 아시아종묘의 양배추 신 품종 ‘CA-109’, ‘CA-110’, ‘CA-111’, ‘CA-113’, ‘CA-114’를 출품하여 중국현지의 반응과 아시아 지역을 비롯한 및 관련 참가자들의 평가를 받았다. 녹색의 구색이 뚜렷하고 조생종인 ‘CA-109’와, 내병성이 강하고 포장저장성이 좋은 ‘CA-113’ 등의 일부 품종들에 대해서는 중국의 A사와 U사로부터 시교하여 중국 판매량이 확대 되고 있다(표 77, 그림 67).

<표77> 수출 증대를 위한 중국 광동성 전시포(1차년도)

NO	품종명	숙기	구중(kg)	구형	구색	열구	선발	비고
101	베이스볼	58	1.2	원형	진녹	강		
102	스피드킹(CA-114)	45	0.9	원형	진녹	약	A사, S사, U사	

103	인피니트	70	1.8	원형	진녹	강		
104	그랜드키피	52	0.9	원형	진녹	약		
105	그랜드문	52	1.1	원형	진녹	약		
106	채어맨	58	0.9	원형	녹	강		
107	아시아익스프레스	55	1.4	원형	녹	중	A사, P사, S사, T사, U사	자사대비중
108	그랜드킹(CA-109)	70	1.8	편원형	진녹	중	A사, P사, T사	
109	그랜드스톤	73	1.9	편원형	진녹	강		
110	그랜드스트리커	73	1.9	편원형	진녹	강		
111	그랜드파이어(CA-110)	73	1.9	편원형	진녹	중	S사, T사, U사, A사	
112	썸머크로스	65	1.7	편원형	녹	중		
113	KT크로스	65	1.8	편원형	녹	중	U사	
114	콜디아(CA-113)	60	1.3	원형	녹	강	P사, T사, U사	
115	라우렌트	60	1.2	원형	진녹	강		
116	KA크로스	60	1.9	편형	녹	중	S사, U사	
117	서울익스프레스	53	1.2	원형	진녹	중		
118	샤인스타	55	1.2	원형	진녹	중	A사, S사, U사	
119	로얄익스프레스	57	0.9	원형	청녹	중		
120	그랜드언필드	49	0.9	원형	녹	약	U사	
121	언페로	58	1.2	원형	창녹	강		
122	그랜드글로버	80	2.1	원형	청녹	극강	S사, T사	
123	윈스타	83	1.7	편형	녹	극강	A사	
124	그린햇	77	2.0	편원형	진녹	강		
125	그랜드마트	70	1.9	편원형	진녹	중	T사	
126	YR호남	77	1.9	편원형	진녹	극강	A사, P사, S사, T사, U사	자사대비중
127	꼬꼬마	45	0.9	원형	녹	약		
128	대박나	70	2.0	편형	진녹	중	A사, P사, S사, T사	자사대비중
129	아시아볼(CA-111)	63	1.4	원형	진녹	중	P사, T사, U사	
130	루비마트	67	1.4	원형	적	극강	A사, T사, U사	



<양배추 전시포 전경>



<아시아종묘 CA-109>



<아시아종묘 CA-110>



<아시아종묘 CA-111>



<아시아종묘 CA-113>



<아시아종묘 CA-114>

[그림67] 수출 증대를 위한 중국 광둥성 전시포 재배전경(1차년도)

- 아시아종묘의 광둥성 광주지역 전시포 운영 및 품종 설명

2014년 12월 10일부터 13일까지 중국 광저우 국제 종자 박람회에 아시아종묘의 양배추 총 63품종을 출품하였고, 특히 ‘그랜드마트(CA-1401)’, ‘아시아볼(CA-1402)’, ‘인리아(CA-1412)’, ‘스피드킹(CA-1404)’, ‘슈퍼수프리머(CA-1406)’가 우수하여 중국 현지 A사, C사, M사 3사로 부터 종자 수출 가계약을 체결하였다(표 78, 그림 68).

<표78> 수출 증대를 위한 중국 광동선지역 전시포(2차년도)

NO	품종명	숙기	구형	구색	열구	병저항성	선발	비고
521	그린햇	중만생	편원형	진녹	강	BR		
522	그랜드마트(CA-1401)	중생	편원형	진녹	중	Y(R),BR(HR)	A사, C사, M사	
523	YR호남	중만생	편원형	진녹	극강	Y(R)	A사, C사, M사	자사대비중
524	꼬꼬마	극조생	원형	녹	약			
525	대박나	중생	편형	진녹	중	Y(R)	A사, C사, M사	자사대비중
526	아시아볼(CA-1402)	조생	원형	진녹	중	Y(R),BR(HR)	A사, C사, M사	
527	루비마트	조중생	원형	적	극강		A사	
528	레드마트	중생	편원형	적	약		M사	
529	익스프레스볼	극조생	원형	녹	강		A사, M사	
530	가락볼	조생	원형	진녹	강			
531	원더볼	극조생	원형	녹	중	Y(R)		
532	아리랑월드	중만생	편원형	진녹	강			
533	마트볼	조생	원형	진녹	중	Y(R),BR(HR)		
534	코리볼	조생	원형	진녹	중	Y(R),BR(HR)		
535	슈퍼익스프레스	극조생	원형	진녹	중	BR(HR)		
536	그린버거	조생	원형	진녹	중			
537	아시아익스프레스	극조생	원형	녹	중		A사, C사, M사	자사대비중
538	인리아(CA-1412)	극조생	원형	진녹	중	Y(R),BR(HR)	M사	
539	호도리17	조생	편형	진녹	약			
540	호도리18	조중생	편원형	진녹	중			
541	글로벌킹	극조생	원형	녹	강	BR(T)		
542	블루윈트	조생	원형	청녹	극강	Y(R),BR(HR)	A사	
543	글로벌퀸	극조생	원형	녹	강	Y(R),BR(HR)		
544	CT-305	조생	원형	녹	강		C사, M사	1년차 선발
545	CT-309	만생	편형	녹	극강		A사, M사	1년차 선발
546	그린과과	조생	원형	진녹	강	Y(R),BR(HR)		
547	CT-258	조생	원형	녹	강		M사	1년차 선발
548	그린아이언	조중생	원형	진녹	극강	Y(R)		
549	헬로	조생	원형	B녹	강	Y(R)		
550	베이스볼	극조생	원형	진녹	강	BR(HR)	A사	
551	스피드킹(CA-1404)	극조생	원형	진녹	약		C사, M사	
552	인피니트	중생	원형	진녹	강			
553	그랜드키피	극조생	원형	진녹	약	Y(R)		
554	그랜드문	극조생	원형	진녹	약			
555	체어맨	극조생	원형	녹	강	BR(HR)		
556	레전시	극조생	원형	진녹	중			
557	익스프레스킹	극조생	원형	녹	약		A사	
558	슈퍼글로벌버	극조생	원형	진녹	강	BR(HR)		
559	슈퍼수프리머(CA-1406)	조생	원형	진녹	극강	Y(R)	C사, M사	
560	뉴익스프레스	극조생	원형	진녹	강			
561	디센트	조생	원형	진녹	강	BR(HR)	A사	
562	참송	중만생	원형	청녹	극강			
563	블루티탄	조생	원형	청녹	극강			



[그림68] 수출 증대를 위한 중국 광둥성지역 전시포(2차년도)

- 아시아종묘의 광둥성 광주지역 전시포 운영 및 품종 설명
 2015년 12월 8일부터 11일까지 중국 광저우 국제 종자 박람회에 아시아종묘의 양배추 총 10 품종을 출품하였고, 특히 'CT-411', 'YR춘동'이 우수하여 중국 현지의 A사, C사, H사 부터 종자 수출 가계약을 체결하였다(표 79, 그림 69).

<표79> 수출 증대를 위한 중국 광둥성 지역 전시포 자사품종 특성(3차년도)

NO	품종명	숙기	구형	구색	열구	병저항성	선발	비고
1	YR춘동	중생	편형	녹	강	강	○	
2	CT-303	중생	원형	연녹	강	강	○	
3	CT-411	조중생	원형	녹	강	강	○	
4	CT-412	중생	원형	녹	강	강		
5	CT-413	중생	원형	녹	강	강	○	
6	CT-414	중생	원형	연녹	강	강		
7	CT-415	조생	원형	연녹	강	강		
8	CT-416	조생	원형	연녹	강	강		
9	CT-418	중생	원형	녹	강	강	○	
10	CT-421	만생	원형	녹	강	강	○	



<아시아종묘 CT-303> <아시아종묘 CT-411> <아시아종묘 CT-413> <아시아종묘 CT-414>

[그림69] 수출 증대를 위한 중국 광둥성 전시포 재배전경

- 아시아종묘의 중국 우한지역 전시포 운영 및 품종 설명

2016년 12월 중국 우한에 아시아종묘의 양배추 총 20품종을 출품하였고, 바이어들로부터 많은 관심을 받은 가운데 특히 ‘CT-411’, ‘YR춘동’, ‘CT-621’, ‘CT-623’이 우수하여 중국 현지의 A사, G사, H사로 부터 종자 수출 가계약을 체결하였다(표 80, 그림 70).

<표80> 수출 증대를 위한 중국 우한 지역 전시포 자사품종 특성(4차년도)

BN	품명	숙기	구형	구색	열구	병저항성	선발	비고
701	CT-258	조생	원형	녹	강	중		
702	CT-303	중생	원형	연녹	강	강	C사, G사	
703	CT-305	조생	원형	녹	강	중		
704	CT-411	조생	원형	녹	강	강	A사, C사, G사	
705	CT-501	조생	원형	녹	강	강	J사, G사	
706	CT-602	극조생	원형	진녹	강	강		
707	CT-603	극조생	원형	진녹	강	중	A사	
708	CT-607	극조생	원형	진녹	강	강		
709	CT-611	극조생	원형	진녹	강	강		

710	CT-612	극조생	원형	진녹	강	중	A사	
711	CT-10	극조생	원형	녹	강	강		
712	아시아볼	조생	원형	녹	진녹	강	J사	자사대비종
713	YR춘동	중생	편형	녹	강	강	A사, C사, M사	자사대비종
714	CT-309	만생	편형	녹	극강	중	J사	
715	CT-621	만생	편형	녹	강	강	A사, C사, M사	
716	CT-623	중생	편형	녹	강	강	A사, C사, J사	
717	CT-624	만생	편형	녹	강	중		
718	CT-625	만생	편형	녹	강	중	A사	
719	대박나	조생	편형	진녹	강	강		자사대비종
720	윈스톱	만생	편형	진녹	강	강		자사대비종



<아시아종묘 CT-411>



<아시아종묘 CT-501>



<아시아종묘 CT-602>



<아시아종묘 CT-607>

[그림70] 수출 증대를 위한 중국 우한 인기품종

자. 아시아종묘의 수출 증대를 위한 전시포 및 중국 바이어 초청 품종 설명회

수출 증대를 위한 전시포를 통한 중국 바이어 초청 품종 설명회를 1차년도에는 3회, 2차년도에는 4회, 3차년도에는 5회, 4차년도에는 7회 실시하였다(표 49). 매년 바이어를 초청하여 수출용 월동 양배추에 대한 품종 설명을 하였으며, 이 중 BN1(대박나), BN2(조선팔도), CT-411은 포장저장성이 우수하였고, BN3(그린햇)은 내병성이 강하였고, BN4(YR춘동)과 BN6(원스툼)은 저온기 포장저장성이 매우 양호하여 중국에서 판매가 늘어날 것이라고 하였다(그림 71).

<표81> 수출 증대를 위한 전시포를 통한 중국 바이어 초청 품종 설명

년도	순번	일자	내용	장소	참석인원	비고
1차년도 (2013)	1	2013.07.21	중국 바이어 K사 방문 : 양배추 전시포	경기도 이천	2	
	2	2013.08.05	중국 바이어 H사 방문 : 양배추 전시포	경기도 이천	1	
	3	2014.02.15	중국 바이어 L사 방문 : 양배추 전시포	제주도 애월	2	
2차년도 (2014)	1	2014.06.19	중국 바이어 D사 방문 : 양배추 전시포	경기도 이천	3	
	2	2014.11.17	중국 바이어 K사 방문 : 양배추 전시포	경기도 이천	2	
	3	2014.12.09	중국 바이어 A사 방문 : 양배추 전시포	경기도 이천	2	
	4	2015.02.10	중국 바이어 L사 방문 : 양배추 전시포	제주도 애월	8	
3차년도 (2015)	1	2015.06.11.	중국 D사 바이어 : 양배추 전시포	경기도 이천	2	
	2	2015.06.18.	중국 S사 바이어 : 양배추 전시포	경기도 이천	3	
	3	2015.06.22.	멕시코 A사 바이어 : 양배추 전시포	경기도 이천	1	
	4	2015.06.22.	인도 W사 바이어 : 양배추 전시포	경기도 이천	1	
	5	2015.06.24.	방글라데시 M사 바이어 : 양배추 전시포	경기도 이천	1	
4차년도 (2016)	1	2016.06.14.	중국 J사 바이어 : 양배추 전시포	경기도 이천	2	
	2	2016.06.20.	남아공 S사 바이어 : 양배추 전시포	경기도 이천	1	
	3	2016.06.21.	대만 H사 바이어 : 양배추 전시포	경기도 이천	1	
	4	2016.06.22.	일본 A사 바이어 : 양배추 전시포	경기도 이천	3	
	5	2016.06.23.	필리핀 U사 바이어 : 양배추 전시포	경기도 이천	1	
	6	2016.11.02.	태국 E사 바이어 : 양배추 전시포	경기도 이천	2	
	7	2016.11.10.	인도, 파카스탄, 영국 바이어 : 양배추 전시포	경기도 이천	5	



재배전경



중국 바이어와 품종 설명



선발한 주요 중국 수출용 월동 양배추



중국 바이어와 품종 설명



중국 바이어와 품종 설명



이집트 바이어와 품종 설명



인도, 파키스탄, 영국 바이어 방문

[그림71] 수출 증대를 위한 바이어 초청

차. 아시아종묘의 수출 증대를 위한 시범포 및 시교

수출촉진을 위한 1차년도에 중국 사천성, 북건성에서 시험포를 운영하여, 그랜드마트, 아시아불을 홍보하였다. 또한, 2차년도에는 중국 호남성, 강소성, 북경에서 대박나, 아시아익스프레스, 아시아불을 홍보하였고, 3차년도에는 중국 북경, 상해, 우한, 사천지역에서 시험포를 운영하여, CT-412, CT-205, CT-501, CT-214을 홍보하였다. 4차년도에는 중국 북경, 중국 상해, 중국 우한지역에서 CT-411, YR춘동, 아시아익스프레스, 아시아불을 홍보하였다. 그랜드마트는 초세가 강하고 연부병과 뿌리썩음병, 시들음병에 강하여 비교적 재배가 용이하며 중조생계로 재배적응성 폭이 넓어 봄, 여름(고랭지), 가을 재배가 가능한 장점이 있으며, 결구력이 좋고 구가 단단하여 수송성, 저장성이 우수하여 J사, H사, D사 등과 수출 계약을 하였다. 아시아불은 중국에서 선호하는 진녹색으로 열구에 강하며 정식 후 63일 경에 수확이 가능하다. 또한, 식미가 우수하여 봄, 여름 및 가을 과중에 적합하고, 구주이 1.5kg 전후로 내병성이 강하여 재배하기 용이하여 H사에서 호평하였다. 대박나는 더위에 강하고 내병성이 있는 조생종으로 육질이 부드러워 생식용으로 인기가 좋으며 결구 된 구는 진녹색으로 상품성이 뛰어나고 수송성이 좋고, 오가네에 비해 포장저장성이 우수하여 중국에서 선호하는 수출 품종이다. 아시아익스프레스는 숙기는 정식 후 55일 전후로, 초세는 보통이며, 구중은 1.3~1.5kg로 구형이다. 구형은 녹색으로 샐러드용으로 적합하며, 식물체가 작아 밀식재배가 가능한 장점이 있다. H사 시범포에서 아시아불은 북경 부근에서는 가장 많이 심어지는 품종으로 중국현지에서 품종의 외형, 결구력, 크기 및 식미감 등의 특성은 양호한 것으로 평가를 받았다(표 82, 그림 72)

<표82> 수출 촉진을 위한 중국 품종평가회 및 설명회

구분	No	행사명칭	일시	주최기관	개최장소	비고
1차년도 (2013)	1	사천 시범포	2013.04.29	아시아종묘(주)	중국 사천	그랜드마트
	2	H사 시범포	2014.04.30	H사	중국 북건	아시아불
2차년도 (2014)	1	J사 시범포	2014.07.30	J사	중국 호남	대박나
	2	강소 시범포	2014.07.31	아시아종묘(주)	중국 강소	아시아익스프레스
	3	H사 시범포	2014.10.05	H사	중국 북경	아시아불
3차년도 (2015)	1	H사 시범포	2015.07.	H사	중국 북경	CT-412
	2	H사 시범포	2015.10	H사	중국 상해	CT-205
	3	Y사 시범포	2015.10	Y사	중국 우한	CT-501
	4	X사 시범포	2015.11.	X사	중국 사천	CT-214
4차년도 (2015)	1	H사 시범포	2015.07.	H사	중국 북경	CT-411
	2	H사 시범포	2015.10	H사	중국 상해	YR춘동
	3	A사 시범포	2015.10	아시아종묘(주)	중국 우한	아시아익스프레스
	4	G사 시범포	2015.11.	G사	중국 우한	아시아불



중국 사천 지역 Jiayu 지역의 양배추 시험포



중국 Beijing H사 양배추 농가 작황



중국 사천 X사 지역의 양배추 시험포



중국 Beijing H사 양배추 농가

[그림72] 수출 촉진을 위한 중국 품종평가회

카. 아시아종묘의 수출 증대를 위한 시교

수출촉진 활동을 위하여 J사, Y사, X사, W사, H사 등에 양배추 종자를 보냈다. 중국 수출용 양배추 익스프레스볼, 아리랑월드, 가락볼, 원더볼, 마트볼, KK크로스, KA크로스, 아시아익스프레스, 뉴익스프레스, 슈퍼익스프레스 등을 보냈으며, 20농가를 섭외하여 시교를 진행하였으며, 지역 농가들로부터 호평을 받았다.(표 83).

<표83> 수출 촉진활동을 위한 중국 시교 내역

No.	발송날짜	지역	회사명	건수
1	2014. 5.	중국 Wuhan	J사	2건
2	2014. 6.	중국 Ningbo	Y사	2건
3	2014. 7.	중국 Wuhan, Cheugdu, Shanghai, Beijing, Hubei, Qingdao	J사, X사, W사, H사	22건
4	2014. 8.	중국 Wuhan	J사	3건
5	2014. 10.	중국 Beijing	H사	7건
6	2015. 4.	중국 Beijing	H사	CT-412외 5품종
7	2015. 5.	중국 Wuhan	J사	CT-205외 1품종

8	2015. 7.	중국 Beijing	H사	CT-501외 2품종
9	2015. 7.	중국 Shanghai	H사	CT-205외 1품종
10	2015. 7.	중국 Beijing	J사	CT-501외 2품종
11	2015. 7.	중국 Wuhan	J사	CT-501외 3품종
12	2015. 7.	중국 Wuhan	Y사	CT-501외 2품종
13	2015. 8.	중국 Shanghai	W사	CT-70외 5품종
14	2015. 8.	중국 Sichuan	X사	CT-214
15	2015. 7.	중국 Wuhan	J사	CT-601외 4품종
16	2015. 7.	중국 Beijing	H사	CT-601외 2품종
17	2015. 7.	중국 Shanghai	W사	CT-601외 3품종
18	2015. 7.	중국 Sichuan	X사	CT-601외 7품종
19	2016.8.	중국 Shanghai	H사	CT-411외 2품종
20	2016.8.	중국 Wuhan	G사	CT-411외 6품종



BN108 재배전경



BN108 생육조사

[그림73] 수출 촉진을 위한 중국시교

다. 수출 증대를 위한 홍보활동

수입대체 및 내수 판매 촉진을 위하여 해외 홍보 활동을 총 16회 실시하였다. 2013년 11월 18일부터 11월 22일까지 일본 고베에서 개최된 2013 APSA 일본 총회에 참가하여 아시아종묘의 양배추 품종을 관련 분야 종사자들에게 소개하고, 향후 수출 증대를 위한 정보를 수집하였다

2014년 2월 18일부터 2월 10일 까지 인도 Gujarat에서 개최된 .Indian Seed Congress와, 2014년 05월 26일부터 05월 28일까지 국제종자연맹(ISF)에서 주최하는 세계종자대회에 참석하여 신규 바이어들에게 아시아종묘(주)의 양배추 품종을 소개하였으며, 양배추 수출 도모를 위한 회의를 하였다. 2014년 09월 18일 중국농식품수출상담회에서 중국 바이어들에게 아시아종묘의 양배추 품종을 소개하였으며, 신품종 양배추에 많은 관심을 보였다. 2015년 3월 27일부터 3월 29일까지 몽골 울란바토르에서 개최된 울란바르트 농업박람회에 참가하여 아시아종묘의 양

배추 품종을 관련 분야 종사자들에게 소개하고, 향후 수출 증대를 위한 정보를 수집하였다

2015년 5월 21일부터 5월 23일 까지 아제르바이잔 농업전시회에 참석하여 신규 바이어들에게 아시아종묘(주)의 양배추 품종을 소개하였으며, 양배추 수출 도모를 위한 회의를 하였다. 2015년 10월 28일부터 10월 30일까지 스페인 마드리드에서 각국의 바이어들에게 아시아종묘의 양배추 품종을 소개하였으며, 자사 양배추에 많은 관심을 보였다.

2016년 11월 7~11일까지 APSA 한국총회가 열려 11일 자사 생명공학육종연구소에서 전시포를 진행하여 신품종 및 기보유품종을 각국의 바이어에게 자사 품종을 소개하였으며, 12월11일~13일까지 중국 광저우 국제 종자 박람회에서 자사 품종을 출품 전시하여 중국의 바이어들이 신품종에 많은 관심을 보였다. 아시아종묘(주) 브랜드 홍보 및 양배추 품종 홍보를 위하여 1차년도에 3회, 2차년도에 4회, 3차년도 5회, 4차년도에는 1회에 걸쳐 박람회에 참석하였다. 중국 광저우 국제 종자 박람회에서 아시아종묘의 양배추 신품종을 출품하여 중국현지의 반응과 아시아지역을 비롯한 및 관련 참가자들의 평가를 받았다. (표 84, 그림 74).

<표84> 수입대체 및 내수 판매 촉진을 위한 해외 홍보 활동

년도	No	행사명칭	유형	일시	주최기관	개최장소
1차년도 (2013)	1	북경 종자박람회	박람회	2013.09.25	북경	중국 베이징
	2	2013 APSA 일본 총회	총회	2013.11.18~ 22	APSA	일본 고베
	3	Growtech Eurasia 2013	박람회	2013.12.04~ 07	Growtech Eurasia	터키Antalya Expo
	4	광저우 국제 종자 박람회	박람회	2013.12.10~13	광저우	중국 광저우
2차년도 (2014)	1	Indian Seed Congress	회의	2014.02.18~19	NSAI	인도 구자르트
	2	HortiAsia 박람회	박람회	2014.05.08~10	태국원예과학협회	태국 방콕
	3	2014 세계 종자대회 (국제종자상담회)	협의회	2014.05.26~28	국제종자연맹(ISF)	중국 베이징
	4	중국농식품수출상담회	상담회	2014.09.18	농림축산식품부	중국 청두
	5	중국식품박람회	박람회	2014.09.19~21	중국식품박람회	중국 청두
	6	북경종자박람회	박람회	2014.10.14~17	북경	중국 베이징
	7	광저우 국제 종자 박람회	박람회	2014.12.16~19	광저우	중국 광저우
3차년도 (2015)	1	울란바토르 농업박람회	박람회	2015.03.27.~29	한-몽 비즈니스 센터	몽골 울란바토르
	2	아제르바이잔 농업전시회	박람회	2015.05.21.~23	아제르바이잔	아제르바이잔 바쿠
	3	2015 ISF 총회	회의	2015.05.25.~27	ISF	폴란드 크라카우
	4	Fruit Attraction 2015	박람회	2015.10.28.~30	IFEMA	스페인 마드리드
	5	아시아종자대회	박람회	2015.11.16.~20	NSAI	인도 고아
	6	광저우 국제 종자 박람회	박람회	2015.12.08.~11	광저우	중국 광저우
4차년도 (2016)	1	2016 APSA 한국 총회	총회	2016.11.7~ 11	APSA	한국 총회

2	광저우 국제 종자 박람회	박람회	2016.12.11~13	광저우	중국 광저우
---	---------------	-----	---------------	-----	--------



2013 Growtech Eurasia 2013 (터키)



2014 원예·특산작물 박람회(태국)



2014 세계 종자대회(중국)



울란바토르 전시부스



아제르바이잔 전시부스



국제종자 관측회의

인도고아 전시부스

[그림74] 수입대체 및 내수 판매 촉진을 위한 해외 홍보 활동

과. 중국 수출 촉진활동 및 시장 조사, 개척 활동

양배추 종자의 중국 수출확대 방안을 마련하기 위하여 아시아종묘 중국무역팀은 중국 현지 방문을 통해 현지 시장을 분석하였고, 현지 바이어와 상담을 통해 육종방향을 수정하고 있다 (표 28).

중국의 소비자와 농민들은 녹색을 선호하므로 향후, 구색과 관련된 특성을 보완해 가야할 것으로 판단된다. 또한 현재 중국에서는 편형 양배추의 가격이 폭락하고 있는 상황인데, 향후, 식미감과 구색을 향상시킨 원형양배추의 개발도 추가적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다. 이번 현지 조사를 통해 현지 시장에서 앞으로 인기가 있을 것으로 기대되는 품종들에 관한 정보도 얻을 수 있었다. 일본 사카타 종묘의 신품종 원형양배추는 구색, 결구력 및 내병성 등 전체적인 상품 특성이 양호한 것으로 판단되었다(그림 34). 또한 북경의 거래처인 H사에서 가장 기대되는 품종으로 선택한 품종은 한국 농우바이오의 신품종으로 구의 표면에 주름이 있는 원형양배추로 중국인들이 선호하는 특성을 가지고 있으므로 향후 중국 시장에서 각광을 받을 것으로 기대된다고 하였다(그림 43). 이러한 중국 현지의 종자업체, 농민 및 소비자들의 선호도에 적합한 품종 개발이 필요하며 앞으로도 지속적인 중국 현지 시장조사를 통해 이에 부합하는 품종을 개발하기 위한 노력을 경주해 가고자 한다. 중국 무한의 종자거리는 무한 기차역 맞은 편에 총 길이 약 600m 정도로 위치하고 있으며 대부분이 종자를 전문적으로 취급하고 있으며 농약 및 농자재를 취급하는 점포들도 함께 위치하고 있다. 이러한 전문 종자 판매상들과의 네트워크를 강화해 가면, 재배 현장의 정보들을 빠르게 수집할 수 있고, 수출 촉진으로 이어질 수 있을 것으로 판단된다(표 84, 그림 75).

<표84> 중국 수출 촉진활동 및 시장 조사, 개척 활동

년도	NO	출장기간	출장지	출장자	출장목적	비고
1차년도 (2013)	1	2013.07.11	중국 북경	류재환	수출상담, 중국 시장조사	양배추 시교 분양
	2	2013.08.18~08.25	중국 산둥성 및 북경	류재환	중국 시장조사	유전자원수집
	3	2013.09.25~28	중국 북경	류재환	중국 시장동향 조사	북경 박람회참석 정보수집

	4	2013.10.14.~23	중국 북경 및 북방지역	송준호 류재환	중국 시장조사	중국현지적응성 시험조사
	5	2013.11.29~12.22	중국 북방 및 남방 지역 주요도시	류재환	중국 시장동향 조사	국남방지역 월동형양배추 시교분양
	6	2014.01.13~22	중국 북경, 산둥성	류재환	중국 시장조사	산둥성지역 신규거래처 발굴
	7	2014.03.07~13	중국 무한 일대	류재환	중국시장 및 작황 조사	월동형양배추현지적응성 시험조사
2차년도 (2014)	1	2014.05.14~17	중국 Shouguang	류재환	중국 시장조사	유전자원수집
	2	2014.05.24~06.06	중국 Beijing, Qingdao	류재환	중국 시장조사	양배추 시교 분양, 유전자원수집
	3	2014.06.17~21	중국 Xi'an	류재환	중국 시장동향 조사	정보수집, 유전자원수집
	4	2014.06.30~07.04	중국 Guangzhou, Shanghai	류재환	수출상담, 중국 시장조사	양배추 시교분양
	5	2014.07.26~08.04	중국 Qingdao, Beijing, Kunming	류재환	중국 시장동향 조사	양배추 시교분양
	6	2014.09.17~22	중국 Chengdu	류재환	박람회 참석 및 중국시장조사	중국 식품박람회참석 정보수집
	7	2014.10.06~18	중국 Beijing, Qingdao, Anhui	류재환	전시포 및 박람회 참석	중국현지적응성 시험조사, 북경 박람회참석 정보수집 신규거래처 발굴
	8	2014.12.08~19	중국 Guangzhou, Beijing, Qingdao	황병호 류재환	중국 시장조사	박람회 및 정보수집
3차년도 (2015)	1	2015.03.09.~19.	중국 칭도, 곤명, 상해, 산둥, 북경	류재환	거래처 방문 및 수출상담	
	2	2015.04.14.~15.	중국 북경	류재환	시장조사 및 유전자원수집	
	3	2015.04.24.~27.	중국 우한	류재환	시장조사 및 시장동향 파악	
	4	2015.05.13.~19.	중국 허문, 무한, 북경	류재환	거래처 수출상담	신규 거래처 발굴
	5	2015.05.17.~22.	중국 우한	류재환	시장동향 조사	
	6	2015.06.09.~16.	중국 감숙성 주친, 장예	류재환	시장조사	
	7	2015.07.09.~10.	중국 북경	류재환	시교 샘플 전달	
	8	2015.07.14.~16.	중국 상해	류재환	시교 샘플 전달	
	9	2015.08.03.~07.	중국 상해	류재환	시교 샘플 전달	

	10	2015.08.07.~13.	중국 감숙성 주천, 장예	류재환	시장조사	
	11	2015.08.20.~29.	중국 북경, 무한, 안휘, 하문, 상해	류재환	전시포 품종과약, 유전자원수집	
	12	2015.09.21.~26.	중국 청도, 수광, 안휘, 길림, 장춘	류재환	수출상당, 시장조사	신규 거래처 발굴
	13	2015.10.14.~15.	중국 북경	류재환	박람회, 시장조사	
	14	2015.12.10.~14	중국 광주	황병호 류재환	박람회, 시장조사	
4차년도 (2016)	1	2016.01.11.~08	중국 우한, 청도	류재환	거래처 방문 및 수출상당	
	2	2016.01.25.~28	중국 북경	류재환	거래처 방문 및 수출상당	유전자원수집
	3	2016.03.06.~09	중국 청도, 곤명	류재환	거래처 방문 및 수출상당	유전자원수집
	4	2016.03.21.~25	중국 광주, 상해	송준호 류재환	중국 시장조사	
	5	2016.04.18.~20.	중국 북경	류재환	거래처 방문 및 수출상당	
	6	2016.07.04.~09.	중국 청도, 북경	류재환	시교 샘플 전달	양배추 시교분양
	7	2016.10.04.~12.	중국 북경, 합비, 하문, 청도	류재환	전시포 품종과약, 유전자원수집	중국현지적응성 시험조사
	8	2016.10.17.~20.	중국 광주, 곤명	류재환	중국 시장조사	



일본 사카타종묘의 신품종 원형양배추



한국 농우바이오의 신품종 원형양배추



중국 무한의 종자거리



종자판매상 내부 사진

[그림75] 중국 수출 촉진활동 및 시장 조사, 개척 활동

상기와 같은 전시포, 품종 시범포 및 평가회, 전시·박람회를 통한 홍보, 시장 분석·개척 등을 통하여 1차년도 수출액은 1,000,000 USD(목표액)보다 1,161,176 USD(달성액)으로 초과달성하였고, 2차년도에는 1,500,000 USD(목표액)보다 1,835,041USD(달성액)으로 초과 달성하였다. 3차년도에는 2,000,000 USD(목표액)이나 1,233,459USD(달성액)을 달성하였으며, 4차년도에는 2,500,000 USD(목표액)이나 1,551,103USD(달성액)을 달성하였다.

제 2 절 조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발

1. 해외 시장 정보 수집

1차년도에는 북경 및 호북성 소재의 바이어들과의 미팅과 현지 답사를 통해 양배추 종자 시장 정보를 수집하였다. 중국 북부 지역의 양배추 시장은 이미 “中甘21”와 같은 로컬 품종과 가격차가 사라지고 있는 상태이며, 남부 지역 위주로 판매 노력을 집중하는 것이 좋겠다는 의견이 있었다. 현재 아시아종묘의 품종들이 운남성이나 사천성 지역에서 조생 원형 시장의 경쟁력이 높은 상황이다.

또한 현재 월동 양배추 시장은 구고가 다소 높은 편구형, Takii의 “Green Coronet”타입이 대

부분이나 향후 월동 원형 시장의 잠재력이 커질 것으로 판단된다. 현재 우점 품종의 경우, 약 3톤 정도 판매되고 있을 것으로 추정 된다. 이 시장의 주요 회사와 품종으로는 아시아종묘의 “YR호남”, Marutane의 “冬升”이 많이 판매되고 있다. 이들 품종은 주로 가을 작형에 재배하여 11~12월에 수확하거나 월동하여 이듬해 2~3월에 수확하기도 한다. 현지 바이어가 찾고 있는 품종은 사천의 “Sichuan”, 동광의 “Chongqing”시장을 겨냥해서 완전 편구형이거나 숙기가 60일 이상인 원형 양배추였다. Mikado의 “美味早生”과 Sakata의 “希望”은 각각 운남성의 우함과 하북성의 Hebei지역에서 판매되어 재배되고 있으나 장강유역에는 적합하지 않다는 정보를 얻었다. 품종의 내병성 요구도는 흑부병(검은썩음병)과 뿌리혹병 저항성 품종들을 요구하고 있었다.



[그림 76] 호북성에서 재배중인 검은썩음병 저항성 품종과 이병성 품종

2차년도는 광저우 호북성과 운남성의 현지 시장조사를 중점적으로 진행하였고, 광저우 종자 교역회 참가로 현지에도 중국 현지 시장 정보 수집을 활발히 하였다. 또한 양배추 주산 단지 등을 방문하여 현지 재배 환경 및 선호 특성에 대한 정보를 수집하였다.

특히 운남성 지역의 통해현(通海縣, Tonghai Xian) 지역에 대한 세부 시장조사를 실시하였다. 운남성의 양배추 재배 면적은 약 10만 무(1무=약 200평)로 추정되며, 이 중 통해현의 재배 면적은 4만 무로 가장 크다. 이 지역은 원형 조생계 양배추와 편구형으로 시장이 나뉘며, 원형 조생계의 경우 일본 회사 그리고 편구형의 경우 중국 농과원 품종이 우점이였다. 선호 품종은 숙기가 정식 후 45~50일로 1kg 내외의 극조생 원형 품종을 선호하고 있으나, 최근에는 숙기가 정식 후 55~60일 정도로 1.5kg 내외의 품종도 점차 선호가 되고 있는 추세이다.

통해현에서의 극조생 주요 품종으로는 Mikado의 美味早生, Sakata의 希望, 北京京田의 日本极早 등이 있다. “美味早生”은 내한성이 강해 월동 재배 시 구형의 변화가 적고 염색이 적은 장점이 있고, “希望”은 내열구성이 강하고 수량성과 균일성이 우수한 장점으로 선호되고 있다.

특히 “希望”의 경우 비교적 단가가 고단가로서 판매가 증가되고 있는 실정이고 시장 점유율 확대가 예상되어 지고 있다. “日本极早”는 검은씩음병이 강하고 구형 및 엽색이 우수한 장점으로 현지에서 선호되고 있다. 또한 “京丰 1호”는 편구형 품종으로 가공용으로 우수하여 현지에 많이 재배되고 있으며, 숙기는 정식 후 80~90일 가량이며 만추대 품종으로서 가격이 저렴한 장점이 있다.

55~60일 정도의 숙기를 가진 품종은 北京捷利亞 사의 展望이 시판되어 인기를 끌고 있었다. 따라서 극조생 품종(50일 이내 숙기)과 더불어 “展望”을 대체할 수 있는 55~60일 정도 숙기를 가진 품종 개발도 필요할 것으로 여겨지고 있다.

<표85> 통해현 선호 품종에 대한 비교 분석

경쟁사 품종 정보				
품종	□ Dalian Mikado : 美味早生	□ 北京京田 : 日本极早 (Ribenjizao)	□ Sakata : 希望 (Xiwang)	□ 中国农科院 : 京丰1号 (Jingfeng No.1)
가격	□ 소매가 30RMB/10g	□ 소매가 30RMB/10g	□ 소매가 70RMB/10g	□ 소매가 6~8RMB/10g
M/S	□ 30%	□ 10%	□ 10%	□ 10%
경향	□ 판매 유지, 성숙	□ 판매 유지, 성숙	□ 판매 증가, 도입	□ 판매 감소, 쇠퇴
장점	□ 내한성 강 (월동 재배 시에도 구형이 좋음) □ 엽색 좋음	□ 내서성 강 □ 구형 좋음 □ 엽색 좋음 □ 조숙 (정식 후 50일) □ 흑부병 강	□ 엽색 좋음 □ 내열구성 □ 생산량 많음 □ 균일도 우수	□ 만추대 □ 구형 좋음 □ 가격 저렴함
단점	□ 내서성 약 □ 생산량 낮음 (구중이 적고, 겨울재배가 주를 이룸)	□ 내열구 약 □ 내습성 약	□ 구형 보통	□ 수확 기간 긴 편 (정식 후 80~90일)

또한 다른 중국 시장도 마찬가지지만 선호 품종들이 농녹색을 띠는 것을 좋아하며, 회녹색은 시장에서 인기가 없다고 한다. 재배 단지에서는 1무 당 정식 주수는 2,800~3,200주를 재배하고 있으며, 재식간격은 33cm X 33cm로 재배를 하고 있었다. 현지 재배 토양은 비옥한 편이 아니어서 밀식재배는 어려움이 있을 듯 보였다.

수확한 양배추는 외엽을 깔끔하게 다듬어서 메론 망사에 싸여 타지로 수송되는 모습도 볼 수 있었다.



<현지 양배추 재배 모습>



[그림 77] 양배추를 수확 수 외엽을 다듬고 타지로 수송하는 모습

3차년도에는 편원형 양배추에 대해 세부 시장 조사를 실시하였다. 중국 편원형 양배추 시장은 국내 편원형 양배추 품종들이 시장에 진입할 수 있기 때문에 1품종으로 국내 및 중국으로 동시에 시장확대가 가능하다(2nd market)

현지 리딩 품종으로는 “京丰 1호”로서 가공용으로 우수하여 현지에서 많이 재배가 되고 있으며, 숙기는 정식 후 약 80~90일 가량으로 만추대 품종이다. 국내에서 많이 판매가 되고 있는 오가네(Takii)와 YR호걸(Takii) 품종도 현지에서 판매가 되고 있었다. 편원형 양배추도 원형 양배추와 유사하게 외엽이 농녹색인 것을 선호하고 있었으며, 내엽의 녹색층 두께가 많은 것을 선호하였다. 내엽의 녹색층이 7매 이상인 것을 최고 품질로 생각하고 있었으며, 내엽 녹색층이 최소 5매 이상은 되어야 시장에 진입할 수 있다고 여기고 있었다. 이러한 선호도는 원형 양배추의 경우에도 마찬가지로 상황이었다.

중국은 과거 구가 큰 양배추를 선호하였는데, 최근 핵가족화의 영향으로 구 크기 보다는 속 품질 및 맛이 좋은 양배추를 더 선호하는 경향으로 변화되고 있었다. 또한 현지 바이어들은 편원형 양배추도 중만생 보다는 조생 편원형 양배추로 시장에 진입해보기를 원하고 있었다. 이는 해가 갈수록 환경 재해가 심해지는 경향을 반영한 것으로, 향후 본 연구팀에서도 숙기가 60일~70일 전후의 조생 편원형으로 중국 시장 진입을 시도해 볼 필요가 있다고 생각되어졌다.

월동 편원형 양배추의 경우에는 월동을 하여도 외엽이 망가지지 않고 안토시아 발현이 적은

품종을 선호하고 있었으며, 특히 검은썩음병 저항성 품종을 선호하고 있었다. 검은썩음병의 경우 매우 심각한 피해를 주고 있으며, 뿌리혹병 또한 연작으로 인해 점점 피해가 확산되고 있다고 한다. 중국 월동 편원형의 경우 우리나라 제주 월동 편원형 양배추와 특성 요구도가 유사하기 때문에 국내와 중국 수출용 품종 개발을 동시에 진행 할 수 있다고 판단되어진다.



A; 호북성 월동 양배추 주산단지 재배 전경, B; 내한성이 약해 상품성이 저하되는 모습

4차년도에는 본 연구팀의 해외 사업팀과 함께 전반적인 중국 조생 원형 시장에 대한 시장 조사를 진행하고 주요 재배 품종들을 정리하였다. 중국 북경 근처에 위치한 산서성, 하북성 등을 중심으로 봄 작형은 2~3월, 가을 작형은 8~9월 파종이 이루어지고 있었다. 이 지역의 봄 작형 주요 품종은 중국 농과원의 中甘11, 中甘15, 中甘21 그리고 외국 품종으로는 Sakata의 希望이 재배되고 있다. 中甘15의 경우 중국인들이 가장 선호하고 있는 맛을 가진 품종이며, 내병성(검은썩음병/뿌리혹병/시들음병)이 매우 약함에도 불구하고 맛이 우수하여 많이 재배되고 있다. 中甘21은 Ogura CMS를 가지고 MS 채종 방식으로 육성한 품종으로 구가 크고 구색이 중국인들이 선호하는 light green인 특징을 지녔다. Sakata의 希望은 중국 농과원 품종들 보다 고가로 판매가 되고 있으며, 내열구성과 재포력이 강하여 농가에서 선호되고 있다. 산서성, 하북성의 봄 작형에는 병 발생이 심하지 않아 품질이 우수한 품종들이 선호되고 있었다. 이와는 다르게 8~9월에 파종하는 산서성, 하북성의 가을 작형은 병발생이 심하여 검은썩음병과 뿌리혹병에 강한 품종들을 선호하고 있었다. 따라서 구색 및 품질이 다소 떨어져도 내병성이 강한 품종들이 많이 재배가 되고 있으며, 주요 품종들로는 아시아종묘의 Asiaball과 Seminis의 夏强이란 품종이 많이 재배가 되고 있었다.

운남성의 주요 재배 단지에서는 3~9월까지 파종하는 작형과 10~2월까지 파종하는 작형이 있었다. 3~9월까지 파종하는 작형은 연작피해로 인해 검은썩음병과 뿌리혹병 발병이 증가되고 있는 추세였고, 주요 품종들은 북경세농의 綠球와 신젠타의 先甘336이 주로 재배되고 있었다. 특히 先甘336은 뿌리혹병 내병계 품종으로 비내병계 품종들 보다 고가로 판매가 되고 있었다. 10~2월까지 파종되는 작형에는 내한성과 재포력이 우수한 품종들을 요구하고 있었으며,

Mikado의 美味早生, Takii의 春光株가 재배되고 있었다.

그리고 섬서성에서는 7~9월 파종 작형과 11~1월 파종 작형이 있었고, 운남성과 마찬가지로 7~9월 파종 작형에는 검은썩음병과 뿌리혹병 및 내서성 등이 중요 형질이였다. 이 시기에 재배되는 품종들로는 Kaneko의 珍奇, 아시아종묘의 Asiaball과 Seminis의 夏強이란 품종이 많이 재배가 되고 있었다. 그리고 11~1월 파종 작형은 Sakata의 希望이 많이 재배되고 있었다.

2. 유전자원 수집 및 특성 평가

1차년도부터 4차년도까지 지속적으로 해외 유전자원을 수집하고 그 특성을 평가하였다. 1차년도 수집자원으로는 수집 품종으로는 YR美味早生(Mikado Kyowa), 希望(Sakata), 圓秀(Mikado Kyowa), 綠佳(북경정호가종자유한공사), 鐵宝四号(북경화내농업발전유한공사), 快樂甘藍(광동농과집단양종묘중심), 素華甘藍(훤란중업공사경소), 鐵頭八号(북경화내농업발전유한공사), 月桂甘藍(광동농과집단양종묘중심), 強力50(신젠타), YR寒月, YR冬太郎(마쓰다채종장) 총 12품종을 수집하였다.

성능검정 시험 재배를 위해서 2013년 8월 6일에 품종 당 20립씩 2반복으로 파종을 실시하였다. 파종 후 21일째인 8월 27일에 품종 당 12주씩 2반복으로 정식하여 일반관행에 준하여 노지 재배를 실시하였다. 정식 후 56일째인 10월 24일에 외엽색, 납질 유무, 숙기, 구형태, 구 크기 등의 원예적 특성 조사를 실시하였으며, 1차 조사 후 22일째인 11월 15일에 열구현상, 재포력 등의 특성을 2차 조사 하였다. 이들 수집 품종들 중에서 납질이 없고, 원형이면서 숙기가 빠른 품종들의 개체를 육종소재로 이용하고자 선발하여 분리 육성 소재로 활용하였다.



[그림78] 13년 가을 노지 성능 검정 사진. 안성시 미양면 동부팍한농 연구 농장

<표85> 수집자원 특성 평가표

품종명	숙기 (정식후)	초세	초자	구형	구크기	코아 길이	외엽색	납질	재포력
YR美味早生	50일	中	수평	원형	中大	60%	녹색	無	有
希望 (희망)	53일	中	수평	원형	中	55%	녹색	無	好
圓秀(원수)	55일	中	반직립	원형	中大	60%	진녹색	有	有
綠佳 (녹가)	53일	中	수평	원형	中大	60%	진녹색	無	有
鐵宝四号 (철보4호)	53일	中	반직립	원형	中大	60%	진녹색	無	有
快樂甘藍 (쾌락감람)	53일	中	반직립	원형	中大	50%	녹색	無	조금 떨어짐
素華甘藍 (소화감람)	53일	中	반직립	원형	中大	65%	진녹색	無	조금 떨어짐
鐵頭八号 (철두8호)	55일	中	반직립	원형	中	60%	녹색	有	有
月桂甘藍 (월계감람)	55일	다소大	다소 수평	편형	다소大	70%	녹색	有	조금 떨어짐
強力50	55일	大	직립	편형	大	60%	녹색	有	有
YR寒月 (YR한월)	70일	中大	다소 직립	편형	中	50%	녹색	有	好
YR冬太郎 (YR동태낭)	80일	大	직립	편원형	다소大	50%	녹색	有	好



[그림79] 수집자원 특성 평가 사진

2차년도에는 중국/일본/동남아 등지에서 조생계 위주의 유전자원을 총 11점을 추가 수집하여, 각각의 특성을 평가 하였다. 수집 품종으로는 綠球王(녹이종자(북경)유한공사), 掌中宝(산동금종자농업발전유한공사), 味星(도호쿠종묘), 日本极早(북경경전유한공사), 총운88(Dalian Mikado), 원대60(U.seed), 米亞羅(Lver seed), Lucky ball(가네코종묘), Scorpio(Sakata), Trust(Ajeet seed), Stonehaed(Sakata) 등을 수집하였다. 성능검정 시험 재배를 위해서 본 연구팀의 안성 연구소에서 2014년 8월 8일에 품종 당 20립씩 2반복으로 파종을 실시하였다. 파종 후 8월 29일에 품종 당 12주씩 2반복으로 정식하여 일반관행에 준하여 노지 재배를 실시하였다. 정식 후 52일째인 10월 20일에 외엽색, 납질 유무, 숙기, 구형태, 구 크기 등의 원예적 특성 조사를 실시하였으며, 1차 조사 후 16일째인 11월 5일에 열구현상, 재포력 등의 특성을 2차 조사 하였다. 해남 연구 종장에서는 2014년 8월 6일에 품종 당 20립씩 2반복으로 파종을 실시고, 8월 26일에 품종 당 12주씩 2반복으로 정식하여 노지 재배를 실시하였다. 또한 정식 후 51일째인 10월 16일에 1차 조사를 실시한 후, 11월 18일에 열구현상, 재포력 등의 특성을 2차 조사 하였다. 수집된 유전자원들 중에서 1차년도와 마찬가지로 숙기가 빠르고 내열구성이 강한 것을 위주로 선발하여 분리 육종 소재로 활용하였다.

<표86> 2차년도 수집자원 특성 평가표

품종명	파종번호	숙기 (정식 후)	초세	초자	구형	구크기	코아 길이	외엽색	납질	재포력
綠球王 (녹구왕)	No.10	50일	小	반직립	원형	中大	45%	녹색	有	有
掌中宝 (장중보)	No.11	47일	小	반직립	원형	中大	45%	녹색	無	약함
味星(미성)	No.12	65일	小	직립	원형	小	55%	진녹색	無	약함
日本极早 (일본극조)	No.20	47일	中	수평	원형	大	40%	녹색	無	약함
총운88	No.21	45일	中	수평	원형	大	50%	녹색	無	약함
원대60	No.22	50일	中大	반직립	원형	大	30%	진녹색	無	有
米亞羅 (미아나)	No.52	58일	中	직립	원형	中	40%	진녹색	有	好
Lucky ball	No.53	55일	中大	직립	원형	中大	55%	진녹색	無	有
Scorpio	No.54	60일	大	직립	원형	中	60%	녹색	有	약함
Trust	No.59	57일	中	직립	원형	中	40%	진녹색	有	好
Stonehaed	No.63	55일	中	반직립	원형	小	30%	녹색	有	有



[그림80] 수집자원의 외형 특성 비교 사진, 파종번호별 정리

3차년도에도 중국/인도/동남아시아에서 원형 및 편원형 유전자원을 총 12점 추가 수집을 하였다. 수집품종으로는 中甘21(중국농과원), 運大60(Xie ying group), S-92(Sungro), Green flash(세미니스), Millenium III(세미니스), Saint(세미니스), Green coronet(Takii), Green helmet(Sakata), 熱風(Sakata), 冬升(일본야채다연구소), T523(Takii), Green Nova(Takii)을 수집하였다. 수집된 품종들의 원예적 특성을 조사하기 위해 2015년 경기도 안성에 위치한 연구소와 해남에 위치한 자사 농장 내에서 가을 성능검정 시험 재배를 실시하였다. 파종은 2015년 8월 7일에 품종 당 20립씩 2반복으로 파종을 실시하였다. 파종 후 8월 28일에 품종 당 12주씩 2반복으로 정식하여 일반관행에 준하여 노지 재배를 실시하였다. 정식 후 54일째인 10월 20일에 외엽색, 납질 유무, 숙기, 구형태, 구 크기 등의 원예적 특성 조사를 실시하였으며, 그 후 70일째인 11월 5일에 열구현상, 재포력 등의 특성을 2차 조사 하였다. 해남 연구 종장에서는 2014년 8월 6일에 품종 당 20립씩 2반복으로 파종을 실시고, 8월 26일에 품종 당 12주씩 2반복으로 정식하여 노지 재배를 실시하였다. 또한 정식 후 50일째인 10월 16일에 1차 조사를 실시한 후, 10월 29일에 열구현상, 재포력 등의 특성을 2차 조사 하였다. 수집된 유전자원은 분리 육종 소재로 활용하기 위해 F2 종자를 확보하였다.

<표87> 3차년도 수집자원 특성 평가표

품종명	파종번호	숙기 (정식후)	초세	구형	구크기	코아 길이	외엽 색	납질	재포 력
中甘21 (중국농과원)	BN01	55일	小	원형	中大	30%	녹색	無	有
運大60 (Xie ying group)	BN02	60일	中大	원형	小	35%	녹색	無	有
S-92(Sungro)	BN03	60일	小	원형	小	30%	진녹 색	有	好
Green flash (세미니스),	BN04	55일	中小	원형	中	40%	진녹 색	有	약함
Millenium III (세미니스)	BN05	60일	中小	원형	中大	50%	진녹 색	有	약함
Saint (세미니스)	BN06	70일	中大	원형	大	30%	진녹 색	有	好
Green coronet (Takii)	BN07	75일	大	편원 형	中大	30%	녹색	有	好
Green helmet (Sakata)	BN08	75일	中大	편원 형	小	45%	진색	有	약함
熱風(Sakata)	BN09	75일	大	편원 형	中	60%	녹색	有	有
冬升(일본야채 다연구소)	BN10	110일	大	편원 형	大	35%	진녹 색	有	好
T523(Takii)	BN11	90일	中	편원 형	小	60%	녹색	有	有
Green Nova(Takii)	BN12	85일	大	편원 형	大	50%	녹색	有	有



[그림81] 수집자원의 외형 특성 비교 사진, 과중번호 별 정리

4차년도에는 중국 현지 로컬 품종을 위주로 유전자원을 수집하고 특성을 평가하였다. 수집된 유전자원은 中甘15, 新星甘藍, 靑球90, 秋錄王, 北農早生, 北農十五 품종이었다. 수집된 유전자원은 안성과 해남의 자사 연구소에서 성능 검정을 실시하였고, 외엽색, 납질 유무, 숙기, 구형태, 구 크기, 내열구성 등의 원예적 특성 조사하였다. 中甘15은 중국 농과원에서 개발한 품종으로 다른 양배추 보다 육질이 연하고 당도가 높으며, 식감이 차별화 되어 있었다. 중국 현지에서는 내병성이 많이 떨어지나 맛이 가장 좋은 품종으로 아직까지 재배가 되고 있다고 한다.

新星甘藍, 北農早生, 北農十五 품종은 조생 원형으로 구색이 light green으로 중국에서 가장 선호되는 구색이라고 한다. 숙기가 매우 빠르며 납질이 없고 속품질이 매우 우수한 장점이 있었다. 특히 新星甘藍은 숙기가 빠르는데 비해 재포력도 좋아 분리 육종 소재로 매우 유용하게 활용될 것으로 판단 되었다. 靑球90, 秋錄王은 숙기가 늦은 원형 품종이었고, 구크기가 매우 큰 특징이 있었다. 본 과제에서는 中甘15, 新星甘藍, 北農早生, 北農十五을 이용하여 조숙성, 구색, 맛, 속품질을 분리 육성하기 위해 F2 종자를 확보 중에 있다.

<표88> 4차년도 수집자원 특성 평가표

품종명	파종번호	숙기 (정식후)	초세	구형	구크기	코아 길이	외엽 색	납질	재포 력
中甘15 (중감15)	BN01	55일	中大	원형	大	30%	녹색	無	약함
新星甘藍 (신성감람)	BN02	55일	小	원형	中	35%	연녹 색	無	有
靑球90 (청구90)	BN03	75일	大	원형	小	30%	진녹 색	有	好
秋錄王 (추록왕)	BN04	70일	大	원형	中	40%	진녹 색	有	好
北農早生 (북농조생)	BN05	50일	中	원형	中大	30%	연녹 색	無	약함
北農十五 (북농십오)	BN06	50일	中	원형	大	30%	연녹 색	無	약함



[그림82] 수집자원의 외형 특성 비교 사진, 파종번호 별 정리

3. 육성 재료 선발 및 계통 육성

1차년도에는 기 보유 중인 계통들 중에서 중에서 원형이면서 조생계 계통을 이용하여 중국 시장에 적합한 F1 교배조합을 작성하고자, 2013년에 자사의 해남농장에서 가을 재배시험을 실

시하였다. 8월 6일에 계통 당 20립씩 1반복으로 파종하여 22일째인 8월 27일에 계통 당 12주씩 1반복으로 노지에 정식하였고, 일반관행에 준하여 재배를 실시하였다. 정식 후 57일째인 10월 25일에 외엽색, 구형태, 납질 정도, 숙기 등의 원예적 형질을 육안으로 조사하였고, 11월 20일에 열구 정도 및 포장 저장성 등을 조사하였다.

공시 계통은 총 100계통을 공시했으며, 조생계 육성재료로 사용할 가치가 있으면서 고정된 계통들은 총 11 계통을 선발하였다. 그리고 차년도에 바로 F1 교배 조합에 사용하기 위해 단주 계통법(SSD, single seed descent)으로 증식을 하였다. 선발된 11계통은 주로 조생계이면서 내열구성 및 속 품질이 우수한 계통들이며, 납질이 적으면서 생리장해에 강한 계통들이다. 또한 고정이 필요한 분리 세대에서 총 185 개체를 선발하여 SSD로 다음 세대 종자를 확보하였다.



[그림83] 가을 계통 성능 검정 및 선발 모본 증식

2차년도에는 봄 작형으로 총 165계통을 공시하였으며, 시험은 안성에 위치한 당사 연구소에서 진행을 하였다. 파종은 4월 2일에 파종을 하였으며, 정식은 4월 24일에 정식을 하였다. 정식은 계통 당 12주 씩 2반복으로 정식하여 재배를 하였다. 조사는 정식 후 56일째인 6월 19일에 1차 조사를 실시하여 외형 특징, 생리장해, 속 품질 등의 원예적 형질을 평가하였고, 정식 후 70일째인 7월 3일에 2차 조사를 실시하여 내열구성 및 재포력 등에 대한 평가를 실시하였다.

또한 가을 작형으로 총 168계통을 공시하여 봄과 마찬가지로 당사 안성 연구소에서 성능 검정을 실시하였다. 파종은 8월 8일에 파종을 하였으며, 정식은 8월 29일에 정식을 하였다. 정식은 계통 당 12주 씩 2반복으로 정식하여 재배를 하였다. 조사는 정식 후 54일째인 10월 22일에 1차 조사를 실시하여 외형 특징, 생리장해, 속 품질 등의 원예적 형질을 평가하였고, 정식 후 70일째인 11월 7일에 2차 조사를 실시하여 내열구성 및 재포력 등에 대한 평가를 실시하였다.

봄/가을 성능검정을 통해 차년도 육성 재료로 사용할 수 있는 고정 계통을 총 12계통 선발을 하였으며, F1 교배 조합에 사용하기 위해 SSD로 증식을 하였다. 또한 고정이 필요한 분리 세대에서 총 285 개체(봄 선발 172개체, 가을 113개체)를 선발하여 SSD로 다음 세대 종자를 확보하였다.



[그림84] 계통 성능 검정 및 우수 계통 선발



[그림85] 선발된 개체들의 SSD 교배에 의한 후대 종자 확보

3차년도에도 봄과 가을로 나누어서 안성에 위치한 당사 연구소에서 육성 재료 성능 평가 및 계통 선발을 실시하였다. 봄 작형으로 총 156계통을 공시하였으며, 파종은 3월 19일에 실시를 하였고 정식은 4월 30일에 정식을 하였다. 정식은 계통 당 12주 씩 2반복으로 정식하여 재배를 하였다. 가을 작형으로는 총 283계통을 공시하였으며 파종은 8월 7일에 실시를 하였고 정식은 8월 28일에 노지 정식을 하였다. 공시된 계통들의 외형 특징, 생리장해, 속 품질 등의 원예적 형질을 평가하였고, 계통 고정 여부와 분리계통에서의 우수 개체 선발을 실시하였다.

봄/가을 성능검정을 통해 차년도 육성 재료로 사용할 수 있는 고정 계통을 총 10계통 선발을 하였으며, F1 교배 조합에 사용하기 위해 단주계통법(SSD, single seed descent)으로 증식을 하였다. 금년도 고정된 계통들은 극조생 계통으로 초형이 작아 밀식 재배에 유리하고, 구형이 우수한 특징이 있어 차년도 조생계 원형 양배추 교배 조합 작성에 효과적으로 활용 될 수 있다. 또한 고정이 필요한 분리 세대에서 총 312 개체(봄 선발 180개체, 가을 132개체)를 선발하여 SSD로 세대 진전을 위한 종자를 확보하였다.



[그림86] 3차년도 조생계 원형 inbred line 육성

4차년도에도 지속적으로 봄 가을로 나누어서 원예적 선발을 통해 계통 선발을 실시하였다.

봄 작형으로는 총 180계통을 공시하였으며, 가을 작형으로는 총 294계통을 공시하여 선발을 하였다. 봄 작형으로는 2016년 3월 15일에 파종을 하고, 정식은 4월 20일에 실시를 하였다. 정식 후 외형 특징, 생리장해, 맛, 조숙성등을 평가하여 선발을 하였고 형질이 고정된 계통을 7계통 확보를 할 수 있었다. 분리 세대에서는 총 196개체를 선발하여 저온 챔버에서 저온 처리 후 8~10월 교배를 통해 세대진전을 수행하였다. 가을 작형으로는 2016년 8월 17일에 파종을 하였고 9월 5일에 정식을 실시하였다. 정식 후 특성 조사 후 조숙성, 내한성 위주의 선발을 통해 현재 성숙모본 관리 중에 있다. 신규로 형질이 고정된 계통은 11계통을 확보하였으며, 분리세대는 총 254개체를 선발하여 하우스에서 저온 처리를 진행 중이다. 가을에 선발된 분리세대는 2017년 봄에 교배를 통해 세대 진전을 실시할 예정에 있다. 모든 분리 세대의 교배는 단주계통법(SSD, single seed descent)으로 증식을 하고 있다.

<표89> 4차년도 선발된 신규 inbred line 특성

계통명	숙기 (정식후)	초세	구형	구크기	코아 길이	외엽색	납질	재포력
HN-S-1601	45일	小	원형	大	30%	녹색	無	약함
HN-S-1602	45일	小	원형	中	35%	연녹색	無	有
HN-S-1603	45일	中小	원형	小	30%	진녹색	有	好
HN-S-1604	45일	大	원형	中	40%	진녹색	有	好
HN-S-1605	50일	中小	원형	中大	30%	연녹색	無	好
HN-S-1606	50일	中小	원형	大	30%	연녹색	無	好
HN-S-1607	50일	大	원형	大	40%	녹색	無	好
HN-F-1608	50일	小	원형	大	40%	녹색	無	有
HN-F-1609	50일	小	원형	大	30%	진녹색	無	약함
HN-F-1610	50일	中小	원형	大	30%	연녹색	無	有
HN-F-1611	50일	中小	원형	中	30%	연녹색	無	有
HN-F-1612	55일	中大	원형	中	35%	연녹색	無	有
HN-F-1613	55일	中大	원형	中	35%	연녹색	無	약함
HN-F-1614	55일	中大	원형	中	30%	연녹색	無	有
HN-F-1615	55일	小	원형	大	30%	연녹색	有	好
HN-F-1616	55일	小	원형	大	40%	연녹색	有	好
HN-F-1617	60일	中小	원형	大	40%	연녹색	無	好
HN-F-1618	60일	中小	원형	大	30%	연녹색	無	好

4. 생명공학기법(병리/마커/조직배양)을 이용한 계통 특성 분석 및 선발

가. 병리(시들음병/검은썩음병) 검정 및 계통 선발

1차년도에는 보유 중에 있는 총 30계통들의 병 저항성 정도를 확인하기 위해서 시들음병(위황병)과 검은썩음병(흑부병)에 대한 병리 접종 시험을 실시하였다. 시들음병과 검은썩음병에 대한 병리 접종 시험은 본 연구팀에서 기 수립한 방법으로 자체 실시를 하였다.

시들음병 저항성 테스트를 위해 계통 별로 30립씩 1반복으로 9월 13일에 파종하였고, 발아 후 3주째인 9월 30일에 접종을 실시하였으며 접종 후 25일 경인 10월 23일에 저항성 정도를 측정하였다. 그 결과, "CL10", "CL20", "CL37", "CL57", "CL67" 그리고, "CL72" 등 여섯 계통이 저항성을 보였고, "CL06"을 비롯한 10 계통이 감수성으로 조사되었으며, 그 외 계통들은 중도 저항성으로 나타났다.

검은썩음병 저항성 테스트를 위해 계통 당 30립씩 1반복으로 9월 13일에 파종하여 발아 후 3주째인 9월 30일에 접종을 실시하였다. 접종 후 25일 경인 10월 25일에 저항성 정도를 조사하였다. 그 결과, "CL02"를 비롯한 "CL23", "CL71", "CL68", "CL70", "CL74", "CL76" 등 일곱 계통이 저항성으로 조사되었고, "CL27" 외 4 계통이 감수성으로 조사 되었다.

시들음병과 검은썩음병을 각각 접종 시험한 결과, 계통들의 병 저항성 정보를 얻을 수 있었으며, 각각의 병 저항성 정보를 이용하여 교배 조합 작성 및 신규 계통 육성에 이용할 계획이다. 다만 검은썩음병의 경우 반복 시험 간 발병도에서 차이가 나는 계통들이 일부 있어 접종법에 대한 개선이 필요하다고 판단되어 졌고, 2차년도에는 접종법을 개선하고자 하였다.

<표90> 시들음병, 검은썩음병 접종 결과

BN	계 통 명	검은썩음병 결과 (1:R ~ 9:S)	시들음병 결과 (R, IR, S)
2002	CL02	1	IR
2005	CL06	3	S
2006	CL16	3	-
2007	CL17	3	-
2008	CL10	3	R
2009	CL18	3	S
2010	CL19	3	S
2011	CL20	5	R
2012	CL21	3	IR
2013	CL22	5	IR
2015	CL11	7	IR
2016	CL23	1	S
2017	CL24	5	-
2023	CL26	5	-
2025	CL27	9	-
2027	CL56	7	-
2030	CL33	3	S
2031	CL34	3	IR
2034	CL30	8	-
2035	CL37	8	R
2046	CL50	3	IR
2058	CL57	3	R
2061	CL67	-	R
2064	CL72	3	R
2068	CL71	1	S
2071	CL68	1	IR
2073	CL70	1	S

2074	CL73	-	S
2075	CL74	1	S
2077	CL76	1	S



[그림87] 검은썩음병 접종 시험 사진

2차년도에는 병리 검정 및 선발을 상반기와 하반기로 나누어서 년 2회를 실시하였다. 상반기에는 시들음병에 대해서 30 계통을 검정하였고, 검은썩음병의 경우에는 접종법 개선을 위한 다양한 조건 확립 시험을 실시하였다. 시들음병의 경우 총 30계통을 계통 별 25립씩 2반복으로 4월 28일에 파종하였고, 발아 후 3주째인 5월 19일에 접종을 실시하였으며 접종 후 25일 경인 6월 13일에 저항성 정도를 측정하였다. 검은썩음병의 경우 접종 방법을 다양한 조건으로 실시하였고, 반복 간 발병율에 대한 신뢰성이 있는 조건을 확립하였다. 또한 접종 시 1차년도에는 병원균을 스프레이식으로 접종하는 방법으로 병검정을 하였으나 2차년도에는 앞에 상처를 주고 병원균을 접종하는 방법으로 개선을 하였다. 개선된 방법을 이용한 검은썩음병 병리 검정은 2차년도 하반기부터 본격적으로 실시를 하였다. 따라서 상반기에는 시들음병 저항성 계통만을 선발을 하였고, 총 30계통 중 8계통을 선발하여 SSD로 증식을 하였다.

하반기에는 상반기에 개선작업을 완료한 검은썩음병 병리 시험과 시들음병 병리 시험을 함께 실시하였다. 검은썩음병의 경우 총 52계통을 각 25립씩 2반복으로 9월 12일에 파종을 하였고, 10월 2일에 접종을 실시하였다. 조사는 접종 후 25일 경인 10월 27일에 발병도를 측정하였다. 그 결과 저항성 14계통을 선발하여 SSD로 증식을 하였다. 2차년도 하반기 검은썩음병 접종 시험은 반복 간 신뢰성이 있음을 확인하였으며, 저항성 품종 육성에 충분히 활용 할 수 있음을 확인하였다.

또한 하반기 시들음병 병리 검정은 상반기 보다 많은 양을 수행 하였다. 총 120계통을 각 25립씩 2반복으로 9월 12에 파종을 하였고, 10월 3일에 접종을 실시하였다. 조사는 접종 후 26일 경인 10월 29일에 조사를 실시하였다. 120계통 중 36계통은 시들음병 저항성 계통으로 선발되어 SSD로 증식을 하였다.

A

시들음병 접종 시험 사진



이병성

저항성

B

검은썩음병 접종 시험 사진



이병성

저항성

[그림88] 시들음병 및 검은썩음병 접종 사진

3차년도에도 병리검정 및 선발을 상반기와 하반기로 나누어서 년 2회 실시를 하였다. 3차년도에는 병리 접종법이 안정화 됨에 따라 샘플 수를 확대하여 연구를 진행하였다. 또한 보다 강선발을 통해 저항성 지수가 높은 개체들만 선발하여 후대 세대 진전을 실시 하였다. 상반기 위황병 병리 검정은 고정 계통 1000점과 분리 계통 1000점씩을 접종하였고, 하반기에도 고정 계통 1000점과 분리 계통 1000점씩을 접종하였다. 따라서 총 4000점의 시들음병 병리 접종을 실시 하였으며, 그 중 분리 계통에서 강한 저항성을 보이는 52개체를 선발하여 SSD로 세대 진전을 실시하였다.

검은썩음병 병리 검정의 경우 3년차에는 온도 별 발병 최적 조건을 테스트해 보았다. 2차년도까지는 접종 후 25℃에서 식물체를 유지하였는데, 금년에는 25℃와 30℃에서 각각 동일한 방법으로 접종 테스트를 진행하였다. 그 결과 같은 계통에서도 25℃ 보다 30℃에서 식물체를 유지하는 것이 보다 더 발병율이 높게 나왔다. 이러한 결과는 검은썩음병의 경우 25℃에서 최적 발병 온도라고 보고된 것과는 다소 다른 결과를 나타냈다. 하지만 본 연구팀에서의 실험 결과가

25℃와 30℃에서 차이가 두드러짐을 확인하였기 때문에 금년 상반기 및 하반기 검은썩음병 병리 시험은 접종 후 30℃에서 식물체를 유지하고 저항성을 평가하는 방법으로 진행을 하였다.

검은썩음병 접종 시험은 상반기 고정 계통 1500점과 분리 계통 500점씩 접종을 하였고, 하반기에도 고정 계통 1500점과 분리 계통 500점씩을 접종하였다. 따라서 총 4000점의 검은썩음병 병리 접종을 실시하였으며, 그 중 분리 계통에서 강한 저항성을 보이는 62개체를 선발하여 SSD로 세대 진전을 실시하였다. 검은썩음병의 경우 2차년도 하반기부터 병리 선발을 실시하였기 때문에 아직까지는 고정 계통의 특성분석에 집중하여 실시를 하였다.

시들음병 병리 검정



이병성

저항성

검은썩음병 병리 검정



이병성

저항성

[그림89] 시들음병 및 검은썩음병 접종 사진

또한 본 과제 목적은 시들음병 및 검은썩음병 저항성 품종 개발이지만, 최근 중국에서 뿌리혹병 발병이 점차 심화가 되고 있는 추세이기 때문에 종자 수출 확대 지속을 위해서는 뿌리혹병 내병성까지 검비해야한다고 판단 되었다. 따라서 3차년도에는 뿌리혹병 접종법을 구축하였고, 4차년도 상반기부터는 뿌리혹병 저항성 조합/계통 선발에 활용될 예정이다. 사용된 균주는 연천에서 수집된 균주이고, 접종 후 25℃ 챔버에서 1주일간 육묘하고 병리하우스에서 추가적으로 2주간 재배 후 병증을 관찰 하였다. 확립된 병리 접종법으로 기존에 알고있던 저항성 control과 이병성 control 간 병증차이가 확연하게 차이가 남을 확인했다.

저항성

이병성



[그림90] 뿌리혹병 병리 선발법 확립

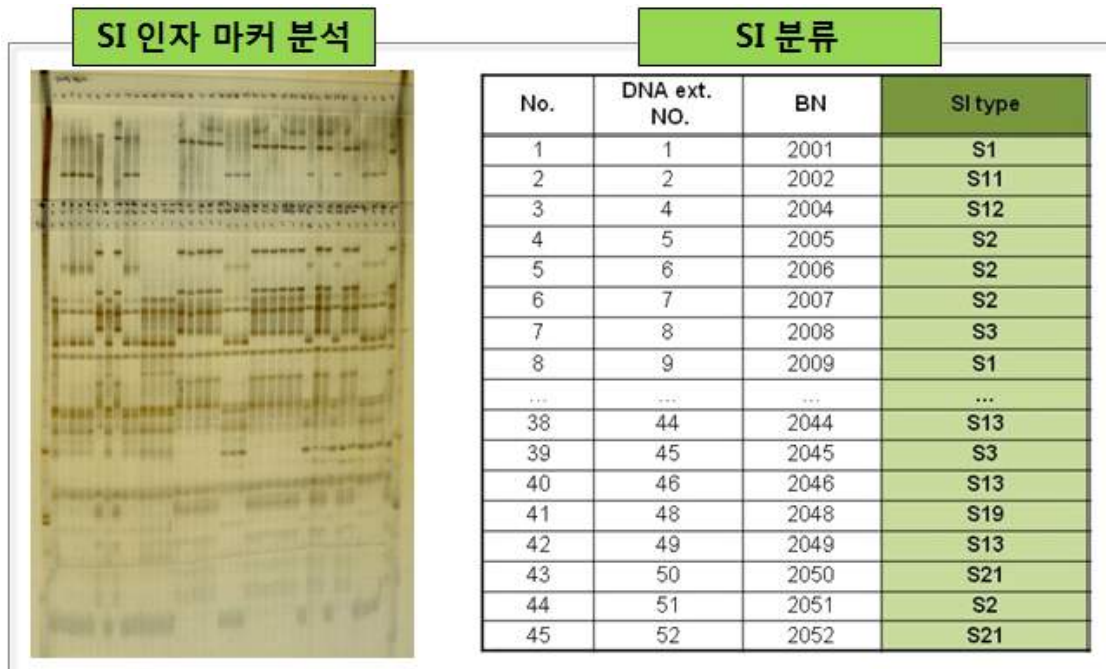
4차년도에는 별다른 점종방법의 변화 없이 개발된 방법으로 검정을 실시하였다. 시들음병 검정의 경우 상반기에만 1,542점을 분석하였고, 총 34개체를 선발하여 후대를 진전하였다. 검은씩음병은 상반기 1,560점, 하반기 1,860점을 분석하여 총 75개체를 선발하여 후대를 진전하였는데, 이전보다 강선발을 하여 매우 강한 저항성을 보이는 개체들만 선발을 하였다. 그리고 뿌리혹병의 경우 전년도 보다 시험 규모를 확대하여 상반기에는 2,532점, 하반기에는 2,101점을 검정하여 총 86개체를 선발하였다. 뿌리혹병의 경우 조합과 계통들을 분석해 본 결과 열성으로 작용하는 것으로 판단되어져, 품종 육성에 보다 시간이 걸릴 것으로 판단되어 진다. 따라서 차후에도 시험규모를 보다 증가시켜 다양한 뿌리혹병 저항성 계통을 육성하고자 한다.

나. 분자마커를 이용한 계통 선발

(1) 자가불화합 분자마커를 이용한 계통 분석

본 연구팀 보유의 양배추 계통에 대한 자가불화합(SI) 인자 분석을 분자마커로서 실시하였다. 자가불화합 분자마커는 자체적으로 개발한 마커로서 SRK(S-locus receptor kinase) 유전자를 증폭시킬 수 있는 분자마커를 사용하였고, 제한효소 처리를 통해 밴드의 차이로서 자가불화합 인자를 구분하는 PCR-RFLP 마커이다.

1차적으로 총 68계통을 대상으로 인자를 분석하였으며, 그 중 67계통이 18개 자가불화합 인자로 분류되었다. 1계통은 PCR 증폭이 되지 않아 분류가 되지 않았다.



[그림91] 자가불화합 분자마커를 이용한 계통 분석>

1차적으로 분석된 계통 이외에 추가적으로 총 50계통에 대해서 자가불화합 인자 분석을 실시하였다. 분석 방법은 1차 분석과 동일한 방법으로 자가불화합 분자마커를 이용한 PCR-RFLP 방법으로 수행하였다. 총 50계통을 분석한 결과 총 14개의 SI인자로 구분되었으며, PCR이 증폭되지 않는 계통은 없었다. 그중 S3 type이 32%로 가장 많았으며, 그 외에는 비교적 고른 SI 분포를 확인 할 수 있었다. 확인된 계통들의 SI 인자 분석 데이터는 F1 교배 조합

작성 시 효과적으로 활용되고 있다.

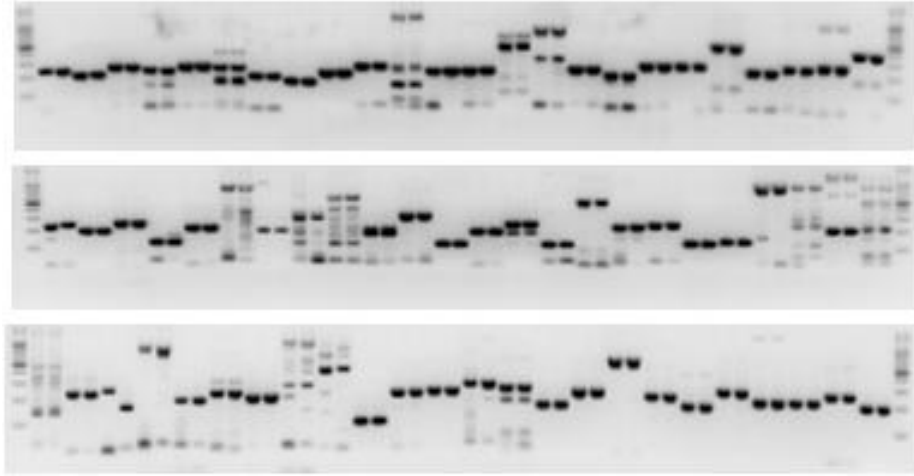
다만 보다 효과적으로 자가불화합인자를 분류하고 data-base화 하기 위해 현재 sequencing 기반 분류체계로 전환 중에 있다. 신규 계통이 지속적으로 완성 될 시 지속적인 자가불화합 인자 분석을 통해 불필요한 교배조합 작성을 최소화 하고자 한다.

<표91> 자가불화합 분자마커를 이용한 계통 분석

DNA ext. NO	BN	SI type	DNA ext. NO	BN	SI type
1	5001	S11	26	5026	S27
2	5002	S11	27	5027	S27
3	5003	S1	28	5028	S3
4	5004	S3	29	5029	S27
5	5005	S17	30	5030	S17
6	5006	S20	31	5031	S3
7	5007	S20	32	5032	S3
8	5008	S3	33	5033	S3
9	5009	S3	34	5034	S11
10	5010	S2	35	5035	S3
11	5011	S28	36	5036	S14
12	5012	S5	37	5037	S17
13	5013	S5	38	5038	S2
14	5014	S2	39	5039	S12
15	5015	S3	40	5040	S2
16	5016	S27	41	5041	S2
17	5017	S27	42	5042	S3
18	5018	S16	43	5043	S3
19	5019	S17	44	5044	S20
20	5020	S3	45	5045	S17
21	5021	S4	46	5046	S3
22	5022	S1	47	5047	S24
23	5023	S28	48	5048	S12
24	5024	S3	49	5049	S3
25	5025	S20	50	5050	S3

(2) MABC(Marker assisted-backcross) 시스템 구축 및 육종 활용

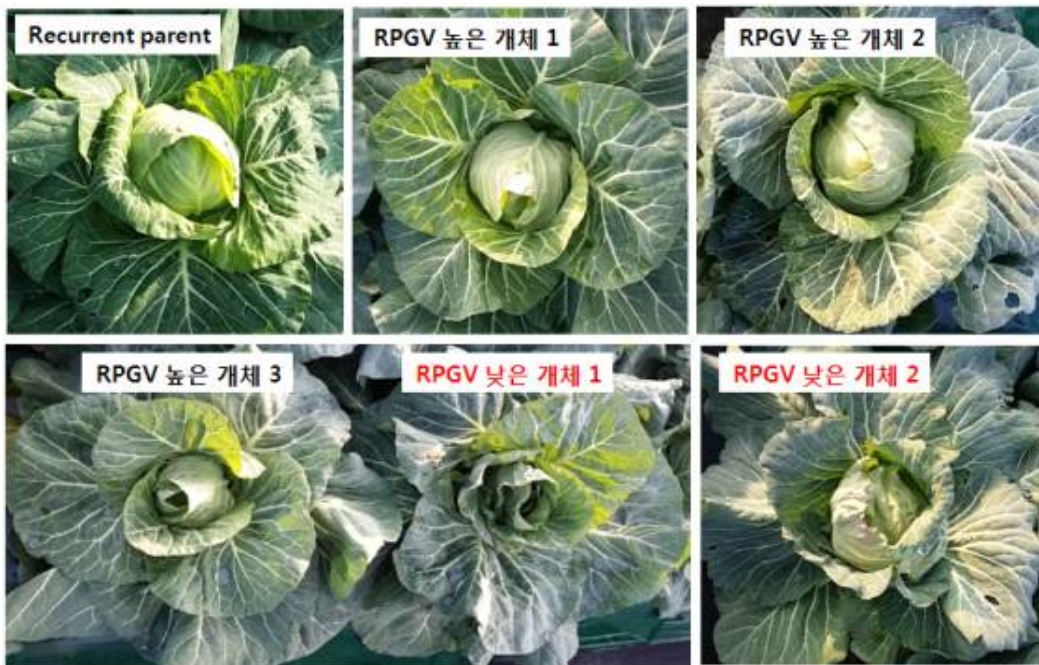
본 연구팀에서는 2년차부터 분자마커를 이용하여 여교배 세대를 단축하고자 MABC (Marker assisted-backcross) 시스템을 구축하였다. 이를 위해서 이미 보고된 양배추 전체 유전체에서 Chromosome 별 고르게 분포되어 있는 SSR(Simple sequence repeat) 마커 총 600 set를 제작 완료하였다. 또한 본 연구팀 보유의 우수 계통들에 대해 SSR 마커의 다형성 스크리닝을 완료하였다.



[그림92] MABC를 위한 계통 다형성 스크리닝

구축된 MABC 시스템은 3차년도 하반기부터 MABC를 이용하여 여교배 세대를 단축시키고 있다. 분자마커 분석은 유전자 지도에서 20~30cM 고르게 분포되어진 다형성 마커를 선발하여 분석을 실시하였고, linkage group 당 6개 정도의 분자마커를 이용하였다. 선발은 각 집단의 BC1 개체에서 100개체를 대상으로 부계 유전자 도입율(RPGV; Recurrent parent genome value)이 높은 개체를 선발하였다.

MABC 분석 결과에서 RPGV가 높은 개체에서는 포장에서의 원예적 형질이 Recurrent parent와 유사하였고, 반대로 RPGV가 낮은 개체에서는 Recurrent parent와 형질이 많이 다름을 확인하였다. 따라서 MABC 결과와 포장에서의 원예형질 간에 서로 전반적으로 co-relation 함을 확인하였다. 차년도부터는 MABC 적용 계통을 보다 확대하여 신규 계통 육성 기간을 단축시키고자 한다.

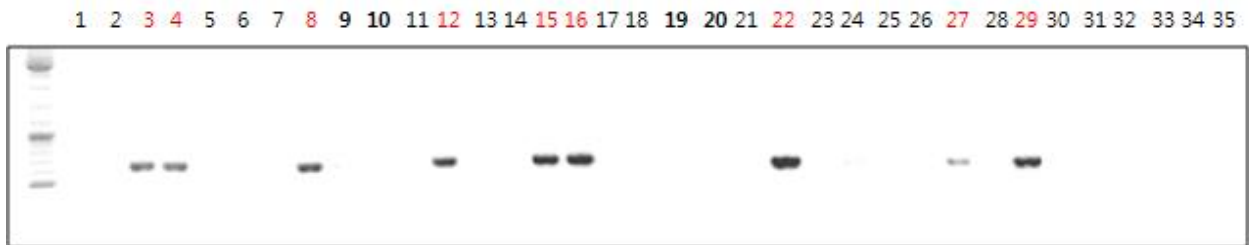


[그림93] MABC를 이용한 BC1세대 개체 선발; RPGV; Recurrent parent genome value

본 연구팀에서는 선행 기술로서 무 MABC 시스템 활용으로 여교배 계통 육성을 획기적으로 단축시킨 바가 있으며, 양배추 계통 육성에서도 효율적으로 활용 될 수 있을 것으로 판단되어진다. 구축하고 있는 MABC는 주로 옹성불임 계통 육성에 활용되어질 예정이다. 더 나아가 MABC 대량 검정을 보다 효율적으로 수행하기 위해 기존 SSR 마커에서 SNP 마커로 전환하는 연구를 현재 진행 중이다.

(3) 분자마커를 이용한 옹성불임성(MS) 판별

해외 수집자원은 본 연구팀에서 분리 육종의 소재로 활용되기 때문에 수집 유전자원의 옹성불임성(MS) 판별이 중요한 시험이기도 하다. 수집자원이 MS 채종인 경우 F2 분리육종이 불가능하지만 SI 채종인 경우 F2 분리를 통해 육종 소재로 활용할 수 있다. 따라서 수집된 유전자원 35 품종에 대한 MS 판별을 분자마커를 이용하여 실시를 하였다. MS 판별에 사용한 분자마커는 Ogura MS 유전자인 *orf138* 유전자의 염기서열을 기반으로 자체 제작한 분자마커를 사용하였다.



[그림94] MS 판별 분자마커를 이용한 수집 유전자원의 옹성불임성 판별

총 35품종 중 9개 품종만이 MS 채종인 것으로 확인이 되었고, 아직까지 SI 채종 품종이 더 많은 것을 확인하였다. SI 채종으로 확인된 품종은 F2 분리 육종 소재로 활용할 예정에 있다.

다. 양배추 소포자 배양법 확립 및 DH line 확보

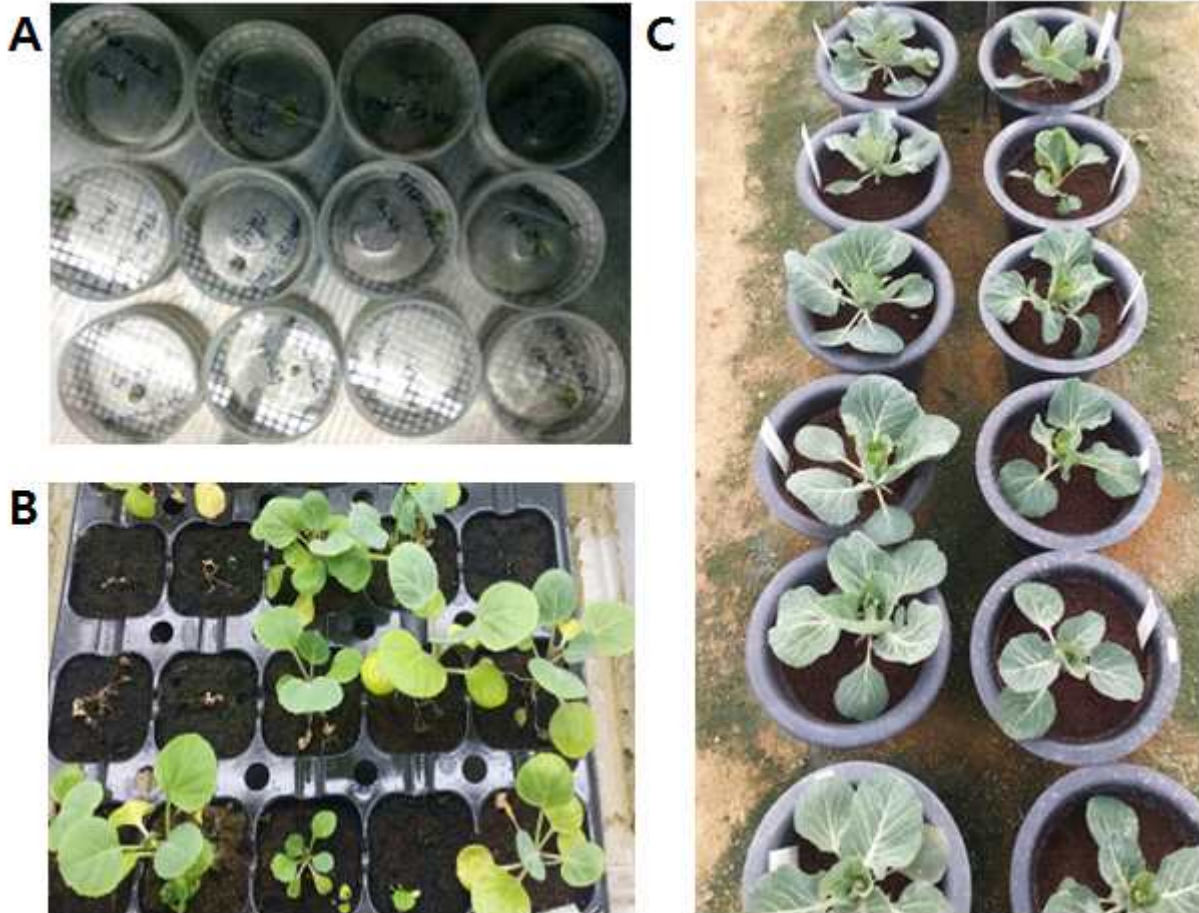
본 과제에서는 고정 계통(inbred line)을 조기에 확보를 위한 소포자 배양법을 확립하여 연구를 진행하였다. 소포자 배양은 검은썩음병 저항성 계통과 시들음병 저항성 우수 계통끼리 교배를 한 F1 조합을 이용하여 소포자 배양을 진행하였다. 이때 사용한 F1 조합은 서로 다른 3조합을 이용하여 소포자 배양을 실시를 하였다.

먼저 시료는 서로 다른 3조합의 꽃봉오리(3~4mm 크기)를 채취하여 1% 락스에 20분간 소독 후 멸균수로 3회 세척한다. 소독 된 꽃봉오리는 막자사발로 갈은 후 45um 채로 걸러 소포자를 수확하고, 수확된 소포자는 50ml 튜브에 넣고 washing 배지 넣은 후 1000rpm으로 원심분리하여 상등액을 버린다. 이 과정을 3회 수행 후 소포자 배양 배지를 넣고 30도에서 2일간 전처리 후 소포자 배양을 수행하였다. 소포자 배양 배지는 NLN배지에 CaNO3 0.5g/L, AgNO3 1mg/L를 넣은 후 Sucrose를 130g/L 와 150g/L를 녹인 배지에 NAA와 BAP를 0.5mg/L를 첨가한 배지를 pH 6.0으로 맞춘 후 크린벤치에서 필터링 멸균 후 사용하였다.

이를 통해 소포자 배가 형성되면 식물체로 유기하여 순화실에서 순화 후 각각의 DH(double haploid) 식물체의 종자를 받았다. 현재 50개체의 DH line을 확보하여 종자를 받았고, 추후 병리검정(시들음병, 검은썩음병) 및 원예적 형질 검정을 통해 육종 소재로 활용할 수 있는 개체

들을 선발할 예정이다.

추가적으로 현재 구축된 소포자 배양법이 DH line 생산 효율에 있어서 다소 부족한 실정이기 때문에 지속적으로 개선된 소포자 배양법을 구축하여 보다 많은 DH line을 확보하고자 노력 중에 있다.



[그림95] A; 배양 중인 양배추 소포자, B; 소포자 배양 유래 식물체 순화 모습, C; 순화된 식물체의 종자 확보를 위해 교배하우스에서 재배하는 모습

5. F1 교배 조합 성능 검정 및 조합 선발

1차년도에는 기 보유한 계통들 중에서 원형이면서 조생계 계통들을 활용하여 F1 조합을 작성하고, 해남/안성/제주도에서 F1 조합들에 대한 성능 평가를 실시하였다. 해남 연구 농장에서는 총 188조합을 공시하였고, 8월 6일에 파종하여 22일째인 8월 27일에 계통 당 20주씩 2반복으로 노지에 정식하여 재배를 하였다. 1차 조사는 정식 후 56일째인 10월 24일에 조사를 실시하였고, 2차 조사는 11월 15일에 열구 정도 및 포장 저장성 등을 조사하였다.

안성 연구 농장에서는 총 188조합을 공시하였고, 8월 6일에 파종하여 8월 22일에 계통 당 20주씩 2반복으로 정식 후 재배를 하였다. 1차 조사는 정식 후 56일째인 10월 17일, 2차 조사는 11월 4일에 이루어 졌다.

제주도 시험은 재배 농가에 의뢰하여 시험을 진행하였고, 총 22조합을 공시하였다. 공시된

조합은 주로 수입 대체용 조합으로서 국내 품종용 조합에 대한 성능 검정을 실시하였다. 파종은 8월 3일에 수행하였고, 8월 28일에 20주 2반복으로 정식을 하였다. 1차 조사는 정식 후 76일째인 11월 20일에 실시를 하였고, 2차 조사는 12월 10일에 실시하였다

해외 현지 시험으로는 중국 호북성 한천시에서 시험을 실시하였으며, 총 18조합을 공시하였다. 파종은 8월 20일에 수행하였고, 정식은 9월 18일에 정식을 하였다. 조사는 정식 후 81일째인 12월 8일 중국 현지에서 직접 조사를 하였다.

1차년도 시험을 통해 수출용 2조합과 수입 대체용 1조합을 선발하였다. 먼저 수출용으로 선발된 조합은 No. 39와 No107로서 2조합 모두 조생계 원형 양배추 조합이다. No.39는 초세가 중간 정도로 정식 후 50일 내외의 빠른 숙기를 보이며 외엽색이 매우 진한 특성을 가진 조합이다. 납질은 거의 없고 속품질이 매우 우수하며, 맛과 식감이 매우 뛰어났다. 또한 내열구성이 강해 포장 저장성이 매우 뛰어난 특성을 보였다. No.107 조합도 숙기가 50일 내외의 숙기를 보이며, 납질은 약하게 있고, 속품질이 우수하며 No.39와 마찬가지로 내열구성이 강해 포장 저장성이 뛰어나서 선발을 하게 되었다.

<표91> 선발조합 No. 39와 No. 107의 특성표

조합명	구형	숙기 (일)	초세	외엽색	납질	속품질	포장 저장성	기타
No. 39	원형	50~55일	中	진녹색	少	好	好	맛好
No. 107	원형	50~55일	中	녹색	少	好	好	



[그림96] No. 39 선발조합의 특성 사진



[그림97] No. 107 선발조합의 특성 사진

수입대체 품종 선발을 위해서는 기 보유되었던 F1 조합들을 국내에서 수입/판매되고 있는 일본산 품종과 비교하여 우수한 성적은 보인 조합을 1조합 선발을 하였다. 선발된 조합은 No.125로서 숙기는 정식 후 70~75일 정도 되는 중생종의 편원형 양배추 조합이다. 초세는 조금 큰 편이며, 외엽에 물결 모양이 있고, 구가 다소 큰 편으로 결구 상태가 우수한 특성을 보였다. 또한 대비종인 오가네(다끼이)와 비교하여 숙기가 유사함에도 불구하고 내열구성이 대비종 보다 강한 특성을 보여 포장 저장성이 우수하였다. 특히 숙기가 지난 90일 이후에도 대비종은 열구 발생이 있었으나 No.125는 열구 발생이 거의 없었다. 이러한 특성들로 No.125는 생산판매 신고를 완료 하였으며 판매를 계획하고 있다.

목표시장	조합명	구형	숙기(일)	초세	외엽색	납질	숙 품질	포장저장성	기타
국내 편원형	No.125	편원형	70~75일	中大	진녹색	有	好	好	



[그림98] No. 125 선발조합의 특성표 및 사진

2차년도에는 1차년도 보다 시험 규모를 확대하여 다양한 지역에서 봄/가을에 걸쳐 시험을 진행하였다. 국내 시험으로는 해남/안성/정선/태백/제주에서 시험을 실시를 하였고, 해외 현지 시험은 중국 호북성에서 진행을 하였다. 또한 중국 수출용으로 개발되는 조생계 원형 양배추 조합들이 인도 조생계 원형 양배추 시장에 접근이 가능한지를 확인해 보기 위해 인도에서도 시험을 진행하였다.

당사 해남 농장에서는 봄/가을 시험을 진행하였고, 각각 126조합, 192조합을 공시하여 시험을 진행하였다, 안성 연구소 내 농장에서도 봄/가을 시험을 진행하였고, 각각 101조합, 115조합을 공시하여 시험을 진행 하였다. 국내 농가 시험으로는 정선/태백/제주에서 각각 시험을 진행 하였으며, 정선/태백에서는 각각 53조합, 86조합을 공시하여 내서성 및 고랭지 기후의 특성에 대해 평가를 하였다(5월 및 6월 파종). 또한 제주도 시험은 한림읍에서 시험을 하였으며 총 16조합을 공시하였고, 주로 내한성 및 저온 생육 특성들을 평가하였다.

해외 시험으로는 중국 호북성에서 현지 특성평가를 수행하였고, 35조합을 공시하여 진행하였다. 인도 Aurangabad 지역에서도 조생계 원형 양배추 위주로 시험을 진행하여 특성 평가를 수행하였고 총 11조합을 공시하였다.

<p>➤ 안성 봄 성능 검정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 101 품종 - 파종: 2014. 4. 02, 정식: 2014. 4. 24 - 조사일: 1차조사(2014. 6. 17; 정식 후 54일) 2차조사(2014. 7. 01; 정식 후 68일) 	
<p>➤ 안성 가을 성능 검정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 115 품종 - 파종: 2014. 8. 8, 정식: 2014. 8. 29 - 조사일: 1차조사(2014. 10. 20; 정식 후 52일) 2차조사(2014. 11. 05; 정식 후 68일) 	
<p>➤ 해남 봄 성능 검정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 126 품종 - 파종: 2014. 2. 20, 정식: 2014. 3. 25 - 조사일: 1차조사(2014. 5. 19; 정식 후 54일) 2차조사(2014. 6. 4; 정식 후 71일) 	
<p>➤ 해남 가을 성능 검정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 192 품종 - 파종: 2014. 8. 6, 정식: 2014. 8. 26 - 조사일: 1차조사(2014. 10. 16; 정식 후 51일) 2차조사(2014. 11. 18; 정식 후 84일) 	

[그림99] 연구소 내 봄/가을 자체 시험의 경종 개요

<p>➤ 강원 정선 고랭지 농가 시험 검정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 53 품종 - 파종: 2014. 5. 08, 정식: 2014. 5. 29 - 조사일: 1차조사(2014. 7. 21; 정식 후 53일) 2차조사(2014. 8. 05; 정식 후 68일) 	
--	--

<p>➤ 강원 태백시 고랭지 농가 시험 검정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 86 품종 - 파종: 2014. 6. 03, 정식: 2014. 6. 27 - 조사일: 1차조사(2014. 8. 20; 정식 후 54일) 2차조사(2014. 9. 03; 정식 후 68일) 	
---	--

<p>➤ 제주도 한림읍 농가 시험 검정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 16 품종 - 파종: 2014. 8. 08, 정식: 2014. 8. 29 - 조사일: 1차 조사(2014. 12. 03; 정식 후 94일) 	
--	---

[그림100] 국내 농가 시험의 경종 개요

<p>➤ 중국 호북성(한천시) 현지 시험</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 35 품종 - 파종: 2014. 3. 03, 정식: 2014. 4. 05 - 조사일: 2014. 6. 01; 정식 후 57일 	
<p>➤ 인도 Aurangabad 현지 시험</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 11 품종 - 정식: 2014. 8. 16 - 조사일: 2014. 10. 20; 정식 후 65일 	

[그림101] 해외 현지 시험의 경종 개요

국내 및 해외 시험을 통해 선발된 조합들은 총 6조합으로 수출용 조생계 원형 양배추 4조합과 수입 대체용 편원형계 2조합을 선발하였다. 먼저 중국 수출용 조생계 원형 양배추 조합은 주로 숙기가 빠르면서 구 크기가 크고 내열구성이 강한 조합들을 선발하였다(No.18, No.14, No.24, No.64).

선발 조합 중 No.18은 숙기가 정식 후 50~55일 정도로 대비종인 希忘(Sakata) 보다 다소 느리기는 하지만 내열구성이 “希望” 보다 강해 포장 저장성이 매우 뛰어난 장점이 있다. 또한 No.18 조합은 구 크기가 “希望” 보다 다소 크며 재배 균일도가 매우 우수하였고, 검은썩음병은 중도저항성이고 시들음병에는 저항성인 조합이다. 그리고 충매 교배를 통한 종자 생산성 검증에서도 1평당 270g 정도의 종자가 생산되었고, 종자 생산성도 양호한 수준이었다.

<표92> No.18 조합의 특성표

목표시장	조합명	구형	숙기(일)	구크기	외엽색	납질	속 품질	내열구성	코아
조생계 원형	희망(Sakata)	원형	47~50	中	녹색	少	好	우수	40%
	No.18	원형	50~55	中大	진녹색	中	好	매우 우수	40%



[그림102] No.18 조합의 사진

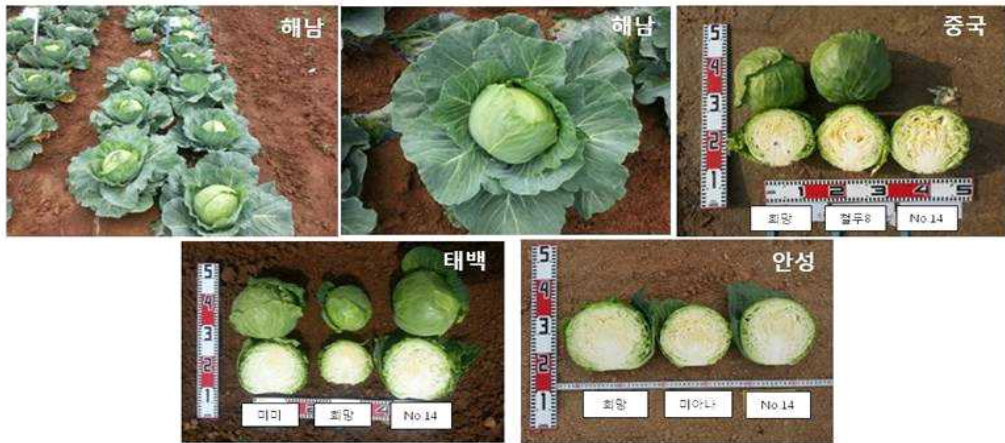


[그림103] No.18 조합의 충매 교배를 통한 하우스 채종 시험

No.14 조합은 “希望”과 유사한 숙기(47~50일)를 보이며, 외엽이 진한 특성을 가지고 있었다. 외엽에 납질이 거의 없으며 속품질과 구형이 우수하고, 구 크기가 “希望”보다 다소 큰 장점이 있다. 또한 내열구성이 “希望” 보다 강해 포장 저장성이 뛰어나며 시들음병 저항성 조합으로 선발하게 되었다.

<표93> No.14 조합의 특성표

목표시장	조합명	구형	숙기(일)	구크기	외엽색	납질	속 품질	내열구성	코아
조생계 원형	희망(Sakata)	원형	47~50	中	녹색	少	好	우수	40%
	No.14	원형	47~50	中大	진녹색	少	好	매우 우수	40%



[그림104] No.14 조합의 사진

No.24 조합은 대비종인 “希望” 보다 숙기가 빠른 극조생 원형계 양배추로서 초형이 작아 밀식 재배에 유리한 특성이 있다. 내열구성이 “希望” 수준이고, 구형이 우수하며 균일도가 뛰어난 특징이 있다. 또한 시들병 저항성 조합으로 코아 길이가 짧은 장점이 있어 선발하게 되었다.

<표94> No.24 조합의 특성표

목표시장	조합명	구형	숙기(일)	구크기	외엽색	납질	속 품질	내열구성	코아
조생계 원형	희망(Sakata)	원형	47~50	中	녹색	少	好	우수	40%
	No.24	원형	42~45	中	녹색	少	好	우수	30%



[그림105] No.24 조합의 사진

No. 64조합도 “希望” 보다 숙기가 빠른 극조생 원형계 양배추 조합으로서 구형이 우수하고 균일도가 매우 우수한 장점이 있다. 구 크기는 다소 작은 편이나 내열구성이 우수하고 납질이 거의 없으며 광택이 있어 외형이 우수한 특징이 있어 선발을 하게 되었다.

<표95> No.64 조합의 특성표

목표시장	조합명	구형	숙기(일)	구크기	외엽색	납질	속 품질	내열구성	코아
조생계 원형	희망(Sakata)	원형	47~50	中	녹색	少	好	우수	40%
	No.64	원형	42~45	小中	녹색	少	好	우수	40%

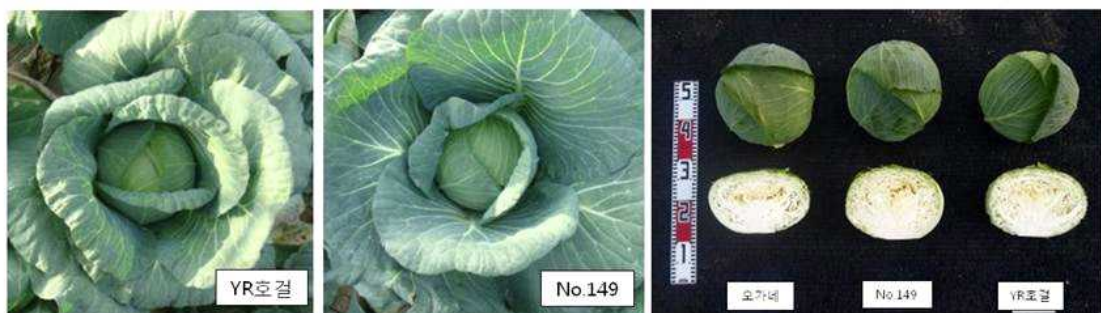


[그림106] No.64 조합의 사진

수입 대체용 선발 조합은 총 2조합(No. 149, No. 160)을 선발 하였다. No. 149 조합은 73~75 일 정도의 편원형 양배추로서 대비종인 “오가네(다끼이)”와 “YR호걸(다끼이)”에 비해 재배 균일도가 매우 우수한 장점이 있어 선발을 하게 되었다. 또한 납질이 있으며 속품질이 매우 우수하고 코아 길이가 낮은 특성이 있다. 그리고 구 크기 및 내열구성도 우수하였다.

<표96> No.149 조합의 특성표

목표시장	조합명	구형	숙기(일)	구크기	외엽색	납질	속 품질	내열구성	코아
국내용 편원형	오가네	편원형	68~70	大	진녹색	有	好	매우 우수	30%
	YR호걸	편원형	73~75	中大	진녹색	有	好	매우 우수	35%
	No.149	편원형	73~75	中大	진녹색	有	好	매우 우수	30%



[그림107] No.149 조합의 사진

No.160 조합은 “오가네”와 유사한 숙기를 보이는 편원형계 조합으로 대비종 보다 구가 매우 큰 장점이 있다. 외엽에 납질이 있으며 속품질이 우수하고 내열구성이 강해 포장 저장성이 우수했다. 또한 재배 균일도가 우수한 특징을 보여 선발을 하게 되었다

<표97> No.160 조합의 특성표

목표시장	조합명	구형	숙기(일)	구크기	외엽색	납질	속 품질	내열구성	코아
국내용 편원형	오가네	편원형	68~70	大	진녹색	有	好	매우 우수	30%
	YR호걸	편원형	73~75	中大	진녹색	有	好	매우 우수	35%
	No.160	편원형	68~70	大	진녹색	有	好	매우 우수	35%



[그림108] No.160 조합의 사진

3차년도에는 보다 시험 규모를 확대하여 다양한 지역에서 시험을 진행하였다. 국내 시험으로는 해남/안성/정선/태백/제주에서 시험을 실시를 하였고, 해외 현지 시험은 중국 호북성에서 진행을 하였다.

당사 해남 농장에서는 봄/가을 시험을 진행하였고, 각각 165조합, 131조합을 공시하여 시험을 진행하였다, 안성 연구소 내 농장에서도 봄/가을 시험을 진행하였고, 각각 202조합, 207조합을 공시하여 시험을 진행 하였다. 또한 3차년도에는 추가적으로 F1 조합들의 내서성을 검정하기 위하여 안성 연구소에서 7~8월 재배를 60조합을 공시하여 실시하였다.

국내 농가 시험으로는 정선/태백/제주에서 각각 시험을 진행 하였으며, 정선/태백에서는 각각 107조합, 94조합을 공시하여 내서성 및 고랭지 기후의 특성에 대해 평가를 하였다(5월 및 6월 파종). 또한 제주도 시험은 한림읍에서 시험을 하였으며 총 50조합을 공시하였고, 주로 내한성 및 저온 생육 특성들을 평가하였다. 해외 시험으로는 중국 호북성에서 현지 특성평가를 수행하였고, 15조합을 공시하여 진행하였다.

각각의 시험에 대한 경종 개요는 다음의 표로 정리를 하였다.

<표98> 연구소 내 봄/가을 자체 시험의 경종 개요

<p>➤ 해남 봄 성능 검정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 165 조합 - 파종: 2015. 3. 6, 정식: 2015. 4. 10 - 조사일: 1차조사(2015. 6. 1) 2차조사(2015. 6. 12) 	<p>➤ 안성 봄 성능 검정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 202 조합 - 파종: 2015. 3. 19, 정식: 2015. 4. 30 - 조사일: 1차조사(2015. 6. 20) 2차조사(2015. 7. 01)
<p>➤ 안성 여름 성능 검정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 60 조합 - 파종: 2015. 6. 18, 정식: 2015. 7. 8 - 조사일: 1차조사(2015. 8. 28) 2차조사(2015. 9. 10) 	<p>➤ 해남 가을 성능 검정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 131 조합 - 파종: 2015. 8. 6, 정식: 2015. 8. 26 - 조사일: 1차조사(2015. 10. 16) 2차조사(2015. 10. 29)
<p>➤ 안성 가을 성능 검정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 207 조합 - 파종: 2015. 8. 7, 정식: 2015. 8. 28 - 조사일: 1차조사(2015. 10. 20) 2차조사(2015. 11. 05) 	

<표99> 국내 농가 시험의 경종 개요

<p>➤ 강원 정선 고랭지 농가시험</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 107 조합 - 파종: 2015. 4. 20, 정식: 2015. 5. 19 - 조사일: 1차조사(2015. 7. 3) 2차조사(2015. 7. 14) 	<p>➤ 강원 태백시 고랭지 농가시험</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 94 조합 - 파종: 2015. 6. 2, 정식: 2015. 6. 30 - 조사일: 1차조사(2015. 8. 21) 2차조사(2015. 8. 28)
<p>➤ 제주 한림읍 농가시험</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 50 조합 - 파종: 2015. 8. 6, 정식: 2015. 9. 3 - 조사일: 2015. 12. 17~18 	

<표100> 해외 현지 시험의 경종 개요

▶ 중국 호북성 현지 연락 시험

- 공시 재료: 총 15 품종
- 파종: 2015. 2. 8, 정식: 2015. 3. 12
- 조사일: 2015. 5. 12



국내 및 해외 시험을 통해 선발된 조합들은 총 6조합으로 수출용 조생계 원형 양배추 4조합과 수입 대체용 편원형계 2조합을 선발하였다. 먼저 중국 수출용 조생계 원형 양배추 조합은 주로 숙기가 빠르면서 초형이 작아 밀식 재배가 유리하며, 구 크기가 크고 내열구성이 강한 조합들을 선발하였다(No.10, No.34, No.44, No.36). 수입 대체용 편원형계 조합은 내서성이 강하고 구가 크며 재포력이 강한 조합들을 선발하였다(No.141, No126)

선발 조합 중 No.10은 숙기가 대비종인 "希望(Sakata)"과 숙기는 50~53일 정도로 유사한 조생 원형 조합으로 구크기가 대비종에 비해 크다는 장점이 있다. 또한 시들음병 저항성과 검은 썩음병에 중도 저항성을 가지고 있어 내병성도 갖추어진 조합이다. 그리고 코아가 대비종에 비해 낮고 구에 광택이 우수하며 내열구성이 우수하여 상품성이 뛰어났다. 금년 중국 시험에서 좋은 성능을 보여 현지 바이어의 추가 확대 시험을 요청받은 조합으로 4차년도 현지 확대 시험을 위한 종자를 생산하고자 한다.

<표101> No.10 조합의 특성표

목표시장	조합명	구형	숙기(일)	구크기	납질	속 품질	내열구성	코아
조생계 원형	희망(Sakata)	원형	50~53	中	少	好	우수	40%
	No.10	원형	50~53	中大	少	好	우수	30%



[그림109] No.10 조합의 사진

No.34는 초형이 대비종 보다 작고 구형 및 균일도가 우수한 것이 특징이다. No.34도 No.10과 마찬가지로 구에 광택이 좋은 특징이 있다. 그리고 숙기는 希望(Sakata) 보다 다소 빠른 극조생계 조합으로 숙기에 비해 내열구성은 늦어 재포력을 갖춘 조합이다. 그리고 구크기가 대비종에 비해 크며 내병성도 시들음병 저항성과 검은썩음병 중도저항성을 가지고 있다. No.34도 금년 중국 시험에서 우수한 성능을 보여 현지 바이어의 추가 확대 시험을 요청받은 조합으로 차년도 현지 확대 시험을 위한 종자를 생산하고자 한다.

<표102> No.34 조합의 특성표

목표시장	조합명	구형	숙기(일)	구크기	납질	속 품질	내열구성	코아
조생계 원형	희망(Sakata)	원형	50~53	中	少	好	우수	40%
	No.34	원형	48~50	中大	少	好	매우 우수	40%



[그림110] No.34 조합의 사진

No.44는 금년 신규 작성된 F1 조합으로 엽색이 진하고 구형이 우수한 장점이 있다. 또한 초형이 작아 밀식재배에 유리하며 외엽이 적고 모양이 간결하다. 그리고 열구에 매우 강해 재포력이 뛰어난 특징이 있었다. No.44는 금년 국내 시험을 통해 선발된 조합으로 차년도에 중국 시험을 통해 현지 선호도를 조사할 예정이다. 내병성은 시들음병 저항성과 검은썩음병 중도저항성을 가지고 있기 때문에 차년도 중국 현지 시험 결과를 기대하고 있다. 다만 구 크기가 대비종에 비해 다소 작은 것으로 나타나 중국 현지 시험 시 구크기에 대해 보다 관심을 두고 조사를 실시할 예정이다.

<표103> No.44 조합의 특성

목표시장	조합명	구형	숙기(일)	구크기	납질	속 품질	내열구성	코아
조생계 원형	희망(Sakata)	원형	50~53	中	少	好	우수	40%
	No.44	원형	50~53	中小	少	好	매우 우수	40%

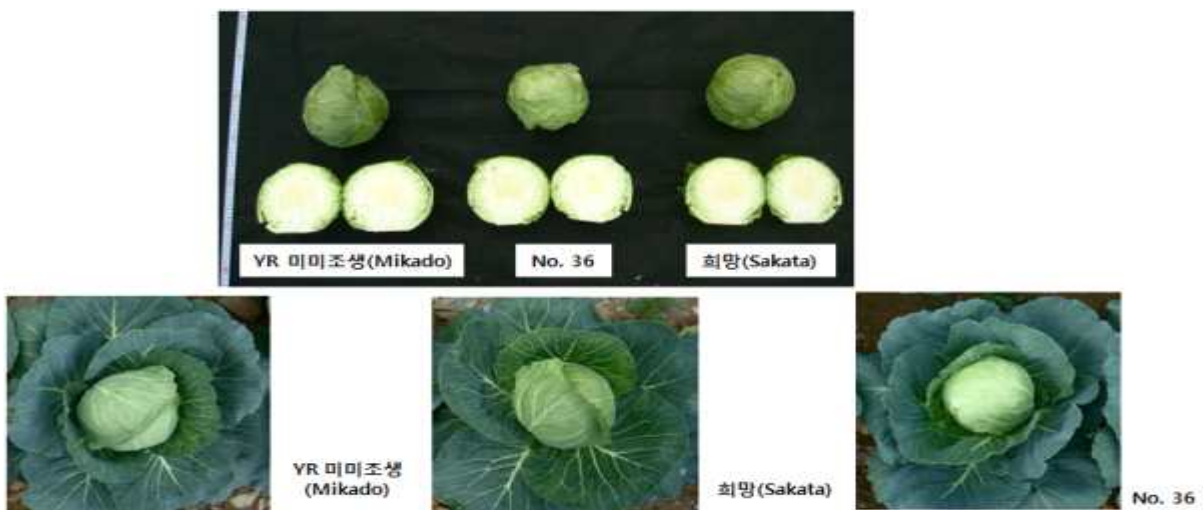


[그림111] No.44 조합의 사진

No.36의 경우에도 신규 작성된 F1 조합으로 초형이 작아 밀식재배에 유리한 장점이 있다. 그리고 코아가 대비종에 비해 낮고 속품질이 우수하며 재배 균일도가 뛰어나 선발을 하게 되었다. 코아의 경우 대비종 보다 현저히 낮고 내엽의 녹색층도 많기 때문에 중국에서 선호될 것으로 판단되고 있다. 외엽은 대비종에 비해 다소 많은 경향이 있으나 외엽이 구를 compact하게 싸고 있고 구가 단단하여 수송성이 우수한 특징을 보이고 있다. No.36은 3차년도 생산판매 신고를 완료하였다(품종명; HN 3806)

<표104> No.36 조합의 특성표

목표시장	조합명	구형	숙기(일)	구크기	납질	속 품질	내엽구성	코아
조생계 원형	희망(Sakata)	원형	50~53	中	少	好	우수	40%
	No.36	원형	50~53	中	少	好	우수	25%



[그림112] No.36 조합의 사진

선발된 수입대체용 우수 조합 중 No.141은 대비종인 오가네(Takii)와 숙기가 유사한 수준으로 정식 후 약 70~75일 정도의 숙기인 편원형 조합이다. 오가네(Takii)에 비해 구가 크고 내열구성 및 재포력이 우수한 장점을 가지고 있으며, 특히 숙기가 지난 후 세력이 떨어졌을 때 내서성이 오가네 보다 월등히 뛰어나 외엽이 부패되는 현상이 매우 적었다. 이러한 장점은 농가에서 숙확 시기를 지연 시켜도 상품성이 유지될 수 있기 때문에 매우 중요한 특징이라고 할 수 있겠다.

<표105> No.141 조합의 특성표

목표시장	조합명	구형	숙기(일)	구크기	외엽색	납질	속 품질	내열구성	코아
국내용 편원형	오가네(Takii)	편원형	70~75	大	진녹색	有	好	매우 우수	30%
	No.141	편원형	70~75	大大	진녹색	有	好	매우 우수	35%



[그림113] No.141 조합의 사진

No.126은 대비종인 오가네(Takii) 보다 숙기가 10일가량 빠르면서 구크기는 상당히 큰 장점이 있다. 최근 이상기온으로 국내 양배추 농가에서 점점 재배가 어려워지는 경향을 고려한다면 숙기가 빠른 조생 편원형 조합이 농가에서 많이 선호될 수 있을 것으로 판단되어 진다. 또한 고랭지 작형의 경우 매주 농약을 치는 농가들이 많기 때문에 No.126의 경우 생산비를 절감시킬 수 있는 장점도 가지고 있다. 내서성 또한 대비종에 비해 떨어지지 않기 때문에 고랭지 작형에 적합하다고 판단되어 진다.

<표106> No.126 조합의 특성표

목표시장	조합명	구형	숙기(일)	구크기	외엽색	납질	속 품질	내열구성	코아
국내용 편원형	오가네(Takii)	편원형	70~75	大	진녹색	有	好	매우 우수	30%
	No.126	편원형	60~65	大大	진녹색	有	好	우수	40%



[그림114] No.126 조합의 사진

4차년도에도 3차년도와 유사하게 국내 시험으로 해남/안성/정선/제주에서 시험을 실시를 하였고, 해외 현지 시험은 중국 호북성에서 진행을 하였다. 해남에서는 봄/가을로 각각 215조합, 228조합을 공시하여 시험을 진행하였고, 안성에서는 봄 가을로 각각 235조합, 230조합을 공시하여 F1 조합들에 대한 성능 검정을 실시하였다. 또한 4차년도에는 강한 내서성 확인을 위해서 안성 연구소에서 총 80조합을 공시하여 7~8월 재배를 실시하였다. 국내 농가 시험으로는 정선/제주에서 시험을 진행하였으며, 정선에서는 주로 내서성을 검정하였고, 제주도에서는 내한성 관련 형질들을 조사하였다. 정선에서는 총 112조합을 공시하였으며, 제주도에는 82조합을 공시하여 성능 검정을 실시하였다.

해외 시험에 있어서는 전년도까지는 호북성에서 시험을 진행하였으나, 금년도에는 북경에서 봄/가을로 시험을 진행하였다. 북경 봄 작형으로는 총 30조합을 공시하여 현지 적응성 시험을 실시하였고, 봄 작형에서 18조합을 도태시키고 가능성이 있는 조합 위주로 가을 작형으로 12조합을 공시하여 현지 적응성 시험을 실시하였다. 중국 봄 작형에는 3~4월에 이상 한파가 발생되어 내한성이 떨어지는 품종(조합)들은 작황이 매우 나쁜 특징을 보였고, 가을 작형에는 검은썩음병 발병이 심해서 내병성이 없는 품종(조합)들은 생육이 부진한 특징을 보였다. 종합적인 F1 조합 특성 조사는 중국 협력사와 함께 공동 조사를 통해 중국에서 판매가 될 수 있는 품종들을 선발하였다.

각각의 시험에 대한 경종 개요는 다음의 표로 정리를 하였다.

<표107> 연구소 내 봄/가을 자체 시험의 경종 개요

<p>➤ 해남 봄 성능 검정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 215조합 - 파종: 2016. 3. 3, 정식: 2016. 3. 30 - 조사일: 1차조사(2016. 5. 27) 2차조사(2016. 6. 7) 	<p>➤ 안성 봄 성능 검정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 235 조합 - 파종: 2016. 3. 15, 정식: 2016. 4. 11 - 조사일: 1차조사(2016. 6. 9) 2차조사(2016. 6. 20)
<p>➤ 안성 여름 성능 검정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 80 조합 - 파종: 2016. 6. 18, 정식: 2016. 7. 11 - 조사: 2016.9.1 	<p>➤ 해남 가을 성능 검정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 228 조합 - 파종: 2016. 8. 4, 정식: 2016. 9. 6 - 조사: 2016. 10. 27
<p>➤ 안성 가을 성능 검정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 230 조합 - 파종: 2016. 8. 2, 정식: 2016. 9. 2 - 조사: 2016. 10. 24 	

<표108> 국내 농가 시험의 경종 개요

<p>➤ 강원 정선 고랭지 농가시험</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 112 조합 - 파종: 2016. 4. 19, 정식: 2016. 5. 18 - 조사일: 1차조사(2016. 7. 18) 2차조사(2016. 7. 29) 	<p>➤ 제주 한림읍 농가시험</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 82 조합 - 파종: 2016. 8. 8, 정식: 2016. 9. 12 - 조사: 2016. 12. 13
--	---

<표109> 해외 현지 시험의 경종 개요

<p>➤ 중국 북경 현지 재배 시험</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 30 조합 - 파종: 2016. 2. 18, 정식: 2016. 3. 26 - 조사일: 1차조사(2016. 5. 13) 2차조사(2016. 6. 2) 	<p>➤ 중국 북경 현지 재배 시험</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공시 재료: 총 12 조합 - 파종: 2016. 7. 26, 정식: 2016. 8. 22 - 조사: 2016. 10. 25
--	---

4차년도 국내 및 해외 현지 시험을 통해 중국 수출용 조생 원형계 4품종을 선발하였다 (CACM 5013, CACM 4034, No. 37, No. 50).

CACM 5013은(3차년도 No. 10 조합) 3차년도에 호북성 시험에서 선발된 조합으로 당시에 도구가 크고 재포력이 우수하며, 내병성도 있는 조합이었다. 4차년도 북경시험에서도구가 대비종보다 매우 크고 열구가 강했으며 작황이 우수하게 나왔다. 더욱이 북경 봄 작형/가을 작형을 모두 시험해 본 결과 우수한 특성들이 동일하게 나왔으며 중국 판매가 가능하다는 현지의견이 있었다. CACM 5013은 시들음병 저항성, 검은썩음병 저항성 조합으로 중국 오염지 농가 재배를 진행 중에 있다

<표110> CACM 5013 조합의 특성표

목표시장	조합명	구형	숙기(일)	구중	납질	속품질	내열구성	맹아고	위황병	흑부병	내서성	내한성
조생계 원형	希望 (Sakata)	원형	50~53	中	少	好	好	40%	弱	中弱	强	中弱
	CACM 5013 (No.10)	원형	50~53	中大	少	好	好	30%	强	强	强	强



[그림115] CACM 5013 중국 북경 봄 작형 조사



[그림116] CACM 5013 중국 북경 가을 작형 조사

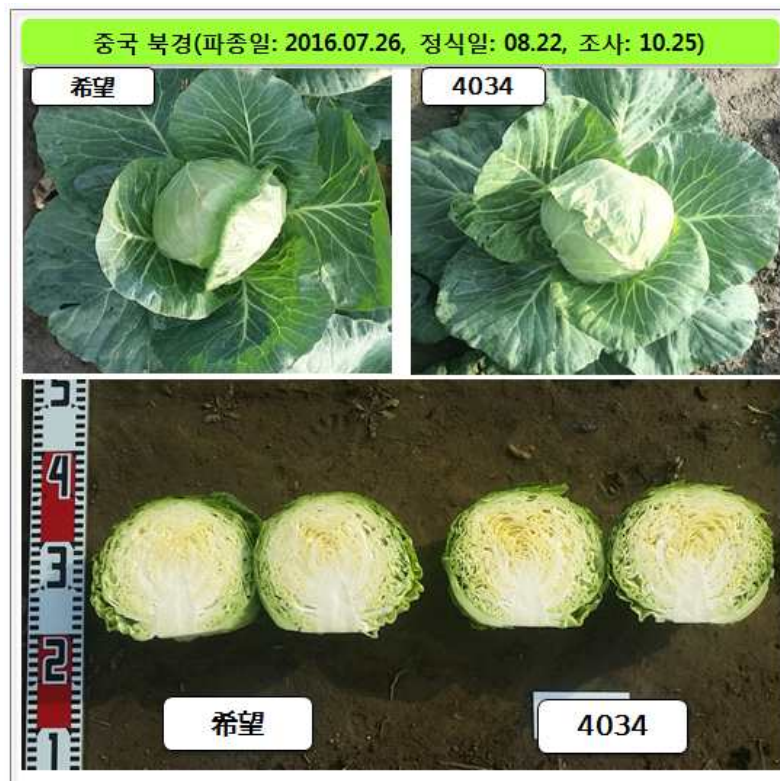
CACM 4034(3차년도 No. 44 조합) 역시 3차년도에 호북성 시험에서 선발된 조합으로 구형이 우수하고 초형이 작아 밀식재배에 유리한 장점이 있는 조합이다. 그리고 열구에 강하고 재포력이 뛰어나 재배가 용이하다. 내병성 정도는 시들음병 저항성과 검은썩음병 중도저항성으로 대비종에 비해 내병성 정도가 뛰어난 조합이다. 또한 내한성이 대비종 보다 강해 봄/가을/월동 재배가 가능할 것으로 판단되었다. CACM 4034의 특성은 3차년도 중국 호북성 조사 결과와 4차년도 북경 봄/가을 작형 조사 결과가 유사한 것으로 확인되었고, 지역 적응성이 높다고 판단되었다. 다만 중국 3차년도 호북성에서는 구가 대비종 보다 작았는데, 북경 시험에서는 대비종과 유사하거나 약간 더 큰 특징을 보였다. CACM 4034 역시 CACM 5013과 더불어 중국 현지 협력사에서 빠른 시일내에 판매를 희망하는 조합으로 선발되었다.

<표111> CACM 4034 조합의 특성표

목표시장	조합명	구형	숙기(일)	구중	납질	속품질	내열구성	맹아고	위황병	흑부병	내서성	내한성
조생계 원형	希望 (Sakata)	원형	50~53	中	少	好	好	40%	弱	中弱	强	中弱
	CACM 4034 (No.44)	원형	50~53	中	少	好	好	40%	强	中强	强	强



[그림117] CACM 4034 중국 북경 봄 작형 조사



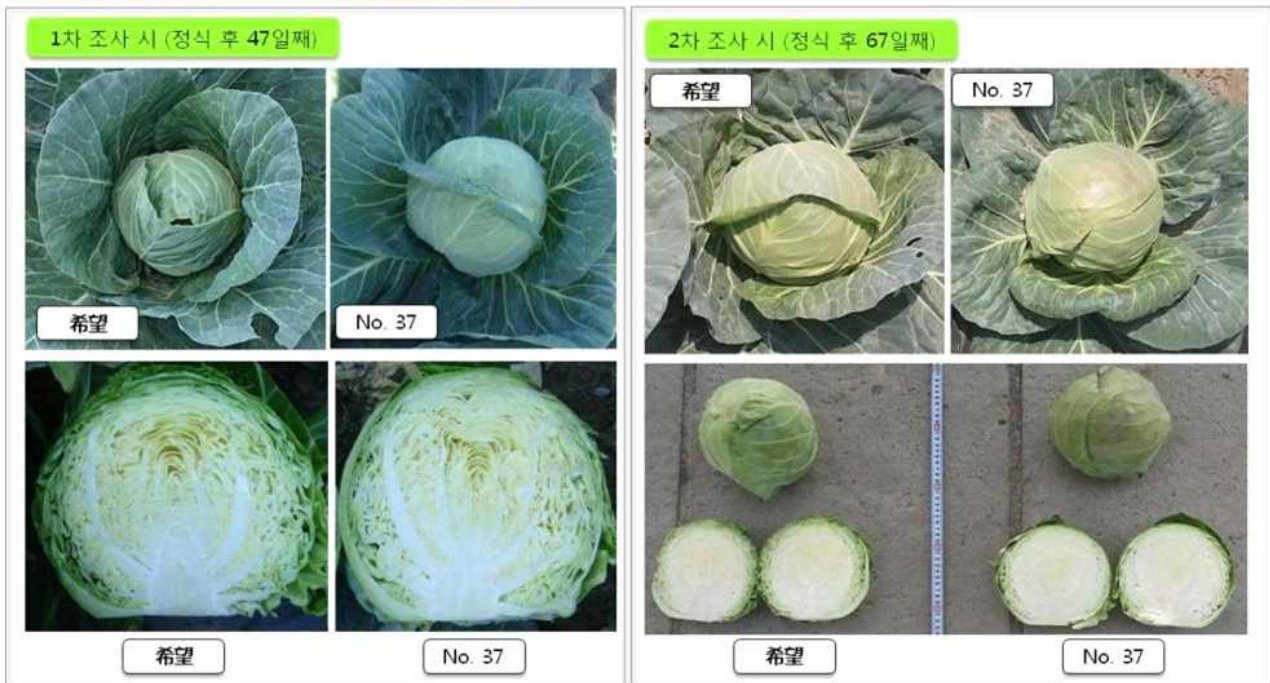
[그림118] CACM 4034 중국 북경 가을 작형 조사

No. 37은 신규 조합으로서 중국 북경 봄 작형에서 초형이 매우 작고 숙기가 대비종인 "希望 (Sakata)"보다 빠른 특징을 보였다. 숙기는 대비종 보다 빠르나 열구는 숙기가 20일이상 지나도 열구가 거의 안되는 매우 우수한 내열구성을 가진 조합이다. 내병성은 시들음병 저항성, 검은썩음병 중도 저항성으로 내병성도 양호한 편이다. 외엽은 개장형으로 중국인들이 선호하는 구색과 구형을 가졌다. 다만 구크가가 다소 작은 소구형으로 중국 현지 업체에 따르면 현재는 구크기 때문에 시장성이 적으나 4~5년 뒤에는 중국 핵가족화로 인해 No. 37과 같은 우수한 재배 용이성에 구가 작은 품종들이 선호될 것이라는 평이 있었다. 따라서 No. 37은 지속적으로 확대 시험을 통해 중국에서의 시장성을 판단할 계획이다.

<표112>No. 37 조합의 특성표

목표시장	조합명	구형	숙기(일)	구중	납질	속 품질	내 열구성	맹아고	위황병	흑부병
조생계 원형	希望 (Sakata)	원형	50~53	中	少	好	好	40%	弱	中弱
	No.37	원형	48	小	少	好	好好	30%	强	中强

중국 북경(파종일: 2016.07.26, 정식일: 08.22)



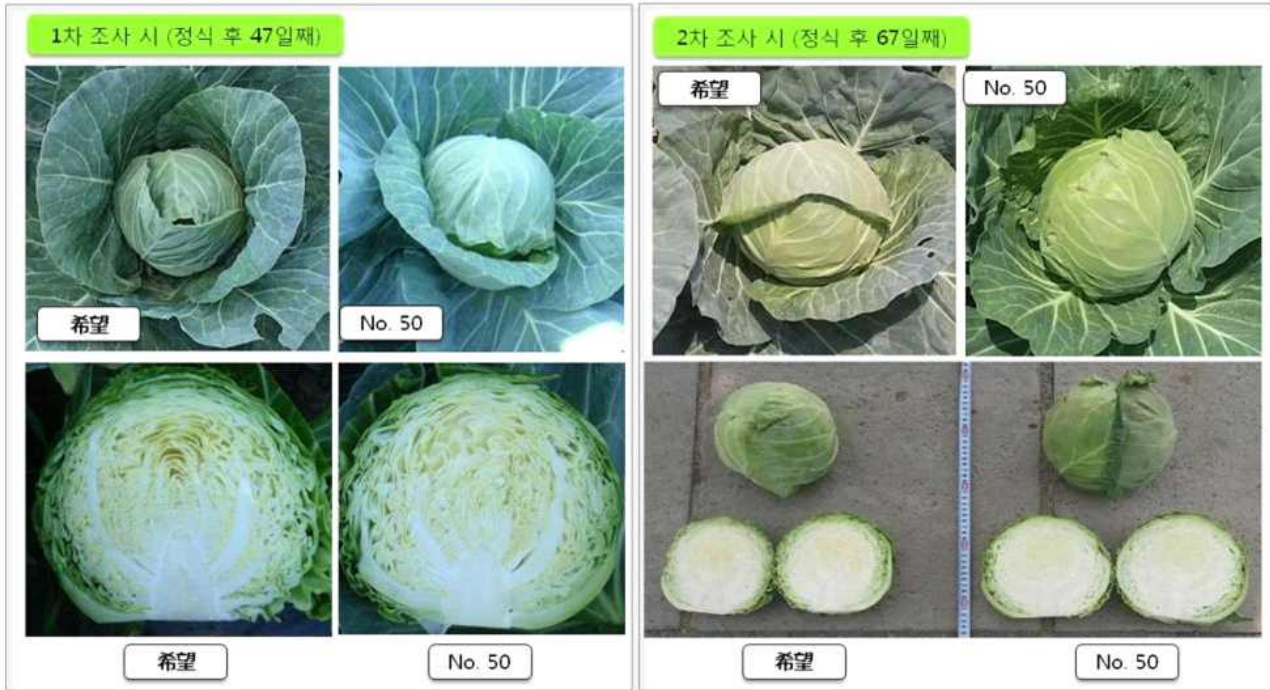
[그림119] No. 37 중국 북경 봄 작형 조사

No. 50번 조합 또한 신규 조합으로서 대비종보다 구가 크고, 내한성이 우수하였다. 또한 내열구성이 강하고 내한성이 우수하여 봄 작형에서 매우 우수한 성능을 보였다. 숙기는 대비종 보다 약간 느린 편이나 구색 및 속 품질이 매우 우수한 장점이 있다. 내병성은 시들음병 저항성, 검은썩음병 중도 저항성으로 내병성도 양호한 편이다. 구색은 light green으로 중국 봄 재배에서 선호되는 색상을 가진 품종이다.

<표113> No. 50 조합의 특성표

목표시장	조합명	구형	숙기(일)	구증	납질	속 품 질	내 열구 성	맹아고	위황병	흑부병
조생계 원형	希望 (Sakata)	원형	50~53	中	少	好	好	40%	弱	中弱
	No. 50	원형	55	中大	少	好	好	40%	强	中强

중국 북경(파종일: 2016.07.26, 정식일: 08.22)



[그림120] No. 50 중국 북경 봄 작형 조사 사진

6. 품종 보호 출원 및 생산 판매 신고

본 과제를 수행하면서 품종보호 출원 1건과 생산판매 신고 3건을 수행하였다. 1차년도에 선발된 조합<No. 124>을 2014년 4월 28일에 생산판매 신고를 “YR호령”이라는 명칭으로 수향하였다. “YR 호령”은 70~75일 정도 되는 중생종의 편원형 양배추 품종으로 구가 크고 결구 상태가 우수며 속품질 또한 우수한 특징이 있다. 또한 숙기가 지나도 내열구성이 탁월하여 포장 저항성이 매우 우수하여 여름 고랭지 재배에 있어서 농민들이 시세에 맞추어 출하를 조절하는데 매우 유리한 품종이다.

또한 2차년도에 선발한 조합 중 No.149 조합을 2015년 2월 27일에 “로알킹”이라는 명칭으로 품종보호 출원을 완료하였다. 로알킹은 대비종에 비해 균일도가 매우 우수하며, 내서성/내한성이 강해 여름 고랭지 재배나 겨울 제주도 재배 작형에도 적합한 품종이다. 또한 검은색음병에 중도 저항성이고 시들음병에 저항성인 복합 내병계 품종으로서 재배가 용이한 장점을 가지고 있다.

그리고 2차년도에 선발한 조합 중 No.18 조합을 2015년 2월 27에 “홀리”라는 명칭으로 생산 판매 신고를 완료하였다. 홀리는 대비종에 비해 납질이 다소 있는 것이 단점이나 내열구성이

매우 강하고 포장 저장성이 뛰어나다. 또한 검은썩음병에 중도 저항성이고 시들음병에 저항성인 복합 내병계 품종으로서 재배가 용이한 장점을 가지고 있다. 향후 확대 지역 적응성 시험을 통해 중국 뿐만 아니라 타국가에서도 시험을 하고자 한다. 특히 내서성과 검은썩음병에 강해 인도 재배에도 적합할 것으로 판단되어지는 품종이다.

3차년도에 선발한 조합 중 No.36은 2016년 2월 23일에 “HN 3806”이라는 명칭으로 생산판매 신고를 완료하였다. HN 3806은 코아가 대비종에 비해 낮고 속품질이 우수하며 재배 균일도가 뛰어나 선발을 하게 되었다. 코아의 경우 대비종 보다 현저히 낮고 내엽의 녹색층도 많기 때문에 중국에서 선호될 것으로 판단되고 있다. 외엽은 대비종에 비해 다소 많은 경향이 있으나 외엽이 구를 compact하게 싸고 있고 구가 단단하여 수송성이 우수한 특징을 보이고 있다.

[별지 제23호 서식]

품종 생산·수입판매 신고증명서

신고번호: 02-0003-2014-11
 품종명칭 등록출원번호: 40-2014-000684

신청인	상명 씨앗원 주소 서울특별시 강남구 테헤란로78길 16(대저동) 노벨빌딩4층 농부원농(주) 농가사업부 (주)135-040	생년월일 (외국인은 국적) 1951년 08월 25일	전화번호 02-3468-7908
출신처	상명 씨앗원 주소 경기도 안성시 이양면 새정리 549-1 농부원농(주) 씨앗농장	생년월일 (외국인은 국적) 1970년 09월 28일	전화번호 031-873-9490

품종이 속하는 작물의 학명 및 명칭: *Brassica oleracea* L. var. *capitata* 상배추
 품종의 명칭: 하이얼프림 (YH Horyeong)

“종자산업법, 제33조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.
 (단, 이 품종의 명칭은 “식물신종보호법, 제109조에 따라 등록된 이후에 사용할 수 있습니다.)”

2014년 04월 28일

국립종자원

[별지 제23호 서식]

품종 생산·수입판매 신고증명서

신고번호: 02-0003-2015-8
 품종명칭 등록출원번호: 40-2015-000489

신청인	상명 씨앗원 주소 서울특별시 강남구 테헤란로78길 16(대저동) 노벨빌딩4층 농부원농(주) 농가사업부 (주)135-040	생년월일 (외국인은 국적) 1950년 07월 10일	전화번호 02-3468-7908
출신처	상명 씨앗원 주소 경기도 안성시 이양면 새정리 549-1 농부원농(주) 씨앗농장	생년월일 (외국인은 국적) 1974년 08월 03일	전화번호 031-874-8911

품종이 속하는 작물의 학명 및 명칭: *Brassica oleracea* L. var. *capitata* 상배추
 품종의 명칭: 풀리 (Pully)

“종자산업법, 제33조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.
 (단, 이 품종의 명칭은 “식물신종보호법, 제109조에 따라 등록된 이후에 사용할 수 있습니다.)”

2015년 02월 07일

국립종자원

민원인을 가족같이, 민원을 내인같이
 농지원 대응에 도움이 될수 있는 민원자에게 문의하시기 바랍니다.
 담당자: 김민서 전화: 054) 912-0113 FAX: 054) 912-0210
 인터넷 홈페이지: www.pecn.go.kr

112-112-112 경상북도 김천시 혁신로 119

품종보호출원번호 통지서

출원번호: 2015.027	품종보호 출원번호: 출원 2015 - 228
	품종명칭 출원번호: 명칭 2015 - 548

가 등명: 상배추
 품종명칭: 한계리향
 출원인: 농부원농 주식회사
 주소: 서울특별시 강남구 테헤란로78길 16(대저동) 노벨빌딩4층 농부원농(주) 농가사업부

2015년 02월 27일

국립종자원

[별지 제23호 서식]

품종 생산·수입판매 신고증명서

신고번호: 02-0003-2016-2
 품종명칭 등록출원번호: 40-2016-000301

신청인	상명 씨앗원 주소 서울특별시 강남구 테헤란로425(대저동) 농부원농(주) 12층 농부원농(주) 농가사업부 (주)135-040	생년월일 (외국인은 국적) 1950년 07월 10일	전화번호 02-3468-1786
출신처	상명 씨앗원 주소 경기도 안성시 이양면 새정리 549-1 농부원농(주) 씨앗농장	생년월일 (외국인은 국적) 1974년 08월 03일	전화번호 031-874-8911

품종이 속하는 작물의 학명 및 명칭: *Brassica oleracea* L. var. *capitata* 상배추
 품종의 명칭: 하이얼프림 (YH Horyeong)

“종자산업법, 제33조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.
 (단, 이 품종의 명칭은 “식물신종보호법, 제109조에 따라 등록된 이후에 사용할 수 있습니다.)”

2016년 03월 02일

국립종자원

[그림121] YR호령 생산판매신고서, 로얄킹 생산판매신고서, 풀리 품종보호 출원 통지서, HN3806 생산판매신고서>

제 3 절 양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자 마커 개발

1단계 GSP연구(2013년 7월 ~ 2016년 12월까지) 결과를 다음과 같이 구분하여 기술하고자 한다.

1. 안토시아닌 생합성관련 유전자 (구조유전자 및 전사유전자)의 발현양상 분석과 표적 유전자 선발
2. 양배추 시료의 안토시아닌 함량 측정
3. RNA Seq 분석
4. RNA Seq 분석을 통해 얻은 SSR의 검정
5. RNA Seq 분석을 통해 얻은 SNP의 분석
6. 안토시아닌 생합성관련 유전자의 클로닝과 마커 개발
7. 내서성 마커 개발
8. 내한성 마커 개발
9. 내서성 및 내한성 마커 개발을 위한 후보 유전자 선발

양배추의 자색과 녹색관련 마커 개발의 핵심은 형질과 직접관련된 기능성 마커(functional molecular marker: FMM)를 개발하는 것이다. 이러한 마커를 개발하기 위하여 본 연구에서는 3가지 방법을 활용하였다: (1) 안토시아닌 생합성관련 유전자 분석을 통한 마커 개발 [발현분석 및 게놈 DNA서열 분석](known gene-based), (2) RNA seq 결과를 분석하여 SSRs과 SNPs를 찾아 마커로 전환하는 방법 (exon-based) 및 (3) RNA seq결과를 분석하여 형질과 관련되어 발현이 크게 변하는 유전자를 찾아 그 유전자를 클로닝하여 유전자내의 다형성을 이용하여 분자마커를 찾고 분석하는 방법(genome-based)이다.

연구 시작단계에는 (주)아시아종묘에서 제공한 양배추 계통을 활용하였다: 저온에서 안토시아닌이 발현되는 2계통 (337, 154), 저온에서도 안토시아닌이 발현되지 않는 2계통 (2437, 09WH-45), 자색양배추 2계통 (7S4-63, 7S4-51), 녹색양배추 2계통 (2409, 842). 또한 마커 검정을 위해 조은종묘(주)의 양배추 계통과 다양한 방법으로 수집한 F₁ 시판종 양배추를 사용하였다.

1. 안토시아닌 생합성관련 유전자(구조유전자 및 전사유전자)의 발현양상 분석과 표적 유전자 선발

- 양배추의 유전자 발현을 조사하기 위하여 <표122>와 같이 안토시아닌 생합성 조절유전자 (또는 상류유전자) 16개를 선발하고 애기장대, 배추 및 양배추 서열을 비교하여 RT-PCR용 프라이머를 작성하였다.
- 양배추의 유전자 발현을 조사하기 위하여 <표123>과 같이 안토시아닌 생합성관련 구조유전자 (또는 상류유전자) 14개를 선발하고 애기장대, 배추 및 양배추 서열을 비교하여 RT-PCR용 프라이머를 작성하였다.
- 위 조절유전자를 비교하여 작성한 프라이머 정보는 <표124>과 같다. 여기서 양배추나 배추의 서열이 없는 경우는 애기장대 서열을 토대로 배추과 유전자가 증폭되도록 프라이머를 작성하였다.
- 위 구조유전자를 비교하여 작성한 프라이머 정보는 <표125>과 같다. 여기서 양배추나 배추의 서열이 없는 경우에 위와같이 같은 방법으로 프라이머를 작성하였다.

<표122> 안토시아닌 생합성관련 유전자의 상류에서 조절하는 전사인자

구분	Gene Name		Arabidopsis Locus	양배주 RNA Seq (Locus No)	배주 유전자 (BGI)
MYB	<i>PAP1(MYB75)</i>	Prouduction of anthocyanin 1	At1g56650	3392, 14609, 15716	Bra004162, Bra001917, Bra039763
	<i>PAP2(MYB90)</i>	Prouduction of anthocyanin 2	At1g66390	17701	Bra039763, Bra004162, Bra001917
	<i>MYB113</i>	Myb domain protein 113	At1g66370	x	Bra004162, Bra001917, Bra039763
	<i>MYB114</i>	Myb domain protein 114	At1g66380	x	Bra001917, Bra039763, Bra004162
	<i>MYBL2</i>	MYB-LIKE 2	At1g71030	15502	Bra016164, Bra007957
	<i>MYB2</i>	Myb domain protein 2	At2g47190	28062, 31101, 31173, 31937, 51794, 56878	Bra021389, Bra004473
	<i>MYB3</i>	Myb domain protein 3	At1g22640	5665, 22691	Bra024526, Bra012337
bHLH	<i>MYB4</i>	Myb domain protein 4	At4g38620	9724, 41003	Bra033572, Bra010736
	<i>GL3</i>	GLABROUS 3	At5g41315	16712, 18101, 37751	Bra025508
	<i>EGL3</i>	ENHANCER OF GLABRA 3	At1g63650	10133, 10637	Bra027796, Bra027653
	<i>TTG8</i>	TRANSPARENT	At4g09820	17680, 27878, 56293	Bra037887
WD40	<i>bHLH1</i>	UPBEAT1	At2g47470	13925, 27543	Bra004465, Bra021395
	<i>TTG1</i>	TESTA 8	At5g24520	38170	Bra009770
MADS	<i>TTG16</i>	TRANSPARENT TESTA 16	At5g23260	x	Bra026507, Bra013028, Bra029365
bZIP	<i>HY5</i>	Long Hypocotyl 5	At5g11260	39177	Bra008976, Bra023317
	<i>HYH</i>	HY5 homolog	At3g17610	X	Bra001671, Bra022225, Bra021258

<표123> 안토시아닌 생합성관련 유전자

Gene Name		Arabidopsis Locus	양배주 RNA Seq (Locus No)	배주 유전자 (BGI)
<i>PAL</i>	Phenylalanine ammonia lyase 1	At2g37040	1826	Bra017210
	Phenylalanine ammonia lyase 2	At3g53260	6046 36872(=HM623311)	Bra003126, Bra006985
	Phenylalanine ammonia lyase 3	At5g04230	X	Bra030322
	Phenylalanine ammonia lyase 4	At3g10340	2182	Bra029631
<i>CHS</i>	Chalcone synthase	At5g13930	10671, 16520, 22511 37223, 41563, 42119, 49039	Bra008792, Bra006224 Bra023441, Bra036307 Bra020688
<i>F3H</i>	Flavanone 3-hydroxylase	At3g51240	42069	Bra036828, Bra012862
<i>F3'H</i>	Flavonoide 3'-hydroxylase	At5g07990	15700	Bra009312
<i>FLS</i>	Flavonol synthase 1	At5g08640	2947, 24041, 28397, 41910	Bra009358, Bra038647
	Flavonol synthase 2	At5g63580	X	Bra038647
	Flavonol synthase 3	At5g63590	453, 8193, 21547 36298	Bra038648
<i>BAN</i>	Anthocyanidin reductase	At1g61720	X	Bra021318, Bra031403
<i>DFR</i>	Dihydroflavonol reductase	At5g42800	37899	Bra027457
<i>ANS(ADOX)</i>	Anthocyanidin synthase	At4g22880	20600, 25325, 28599, 44556 47800	Bra013652, Bra019350
<i>ANS</i>	Anthocyanidin synthase, putative	At2g38240	31671	Bra017132, Bra000045

<표124> Primer Sequences for RT-PCR experiment.

Gene Name	Forward Primer Name	Forward Primer Sequence	Reverse Primer Name	Reverse Primer Sequence	Product Size	Remarks
<i>BoMYB1</i>	-cF ₁		-cR ₁	5'-AGTCCAAAGGCATGGAGGAACAC	260	
<i>BoMYB2</i>	-cF ₁		-cR ₁	5'-CGTTGAGTCCAAAGGCATAGAGGAACAAT	260	
<i>BoMYB3</i>	-cF ₁	5'-GGAAACAGGGTGGTCTTTAATTGCTGGTA	-cR ₁	5'-CGTGGTTGAATCCAAGACATAGAGGAACAAA	260	
<i>BoMYB4</i>	-cF ₁		-cR ₁	5'-GTTGAATCCAAGGCATAGGGGAACAAA	260	
<i>Bo3392</i>	-cF ₁	5'-TGGAGAGAACATGTGGTGGGA	-cR ₁	5'-ATCAGGTCCACGGTCTCAC	154	
<i>BoMYB2.1</i>	-cF ₁	5'-GAAAGATTGCTGGACGAAACCGAC	-cR ₁	5'-TGACTCGTTGAAACCATGGTTAGAGGA	380	
<i>AtMYB2.1</i>	-cF ₁	5'-CTCCATTCTCTCTGGGCAATAGGTG	-cR ₁	5'-GGATGTGGTCTCGTGGCAGA	540	
<i>AtMYB3.1</i>	-cF ₁	5'-GGAACACTCACATCAAGAGGAACTCTC	-cR ₁	5'-CTATCCGACAACACAAACACACTCA	450	
<i>AtMYB4.1</i>	-cF ₁	5'-GAGATTACCGGGAAGAAGACAGATAACGAGA	-cR ₁	= AtMYB4-R	480	
<i>AtGL3.1</i>	-cF ₁	5'-CAACCGATACAGAACTCGTGGGAC	-cR ₁	5'-TGAACGGTTAAGCAGAGTAACCGTCTC	360	
<i>AtEGL3a.1</i>	-cF ₁	5'-CTATGAAGAGGAAAGAAACCGATGGTGA	-cR ₁	= AtEGL3a-3R	380	
<i>AtEGL3b.1</i>	-cF ₁	5'-TGCCTATGAAGAGGAAAGAAACCGGA	-cR ₁	= AtEGL3b-R	380	
<i>AtTTG8.1</i>	-cF ₁	5'-TGAAGCTGGAATCTACTATCACAGGAC	-cR ₁	5'-CAATGGTTGGTTTCTCCCTCTCACT	260	
<i>AtbHLH1a.1</i>	-cF ₁	=AtbHLH1-aF	-cR ₁	= AtbHLH1-aR	300	
<i>AtbHLH1b.1</i>	-cF ₁	=AtbHLH1-bF	-cR ₁	= AtbHLH1-bR	317	
<i>BoTTG1.1</i>	-cF ₁	5'-TGGCTGSAACCGAATGGGATTGAT	-cR ₁	= BoTTG1-R	480	
<i>BoTTG16.1.1</i>	-cF ₁	5'-TCGGCTTCATGAGCATGGTACG	-cR ₁	5'-TGTTGGTGGTGGTCTGCTGCT	130	
<i>BoTTG16.2.1</i>	-cF ₁	5'-TATGTACCGTTGGCTTCATGAGCAGC	-cR ₁	5'-TGTTGGTGGTGGTCTGCTGATGATGA	130	=BoTTG16a
<i>BoTTG16.3.1</i>	-cF ₁	5'-ATGGGATCGTGCACGACT	-cR ₁	5'-GAGAAAACCTGTTGGTGGTGGTCTGCTGA	130	
<i>BoHY5.1</i>	-cF ₁	5'-GAAAGCGATGAAGAGATAACGCGAG	-cR ₁	5'-GTCTAAGCATCTGGTCTGGTCTGCG	350	
<i>BoHYH.1</i>	-cF ₁	= BoHYH-F	-cR ₁	= BoHYH-R		

<표125> Primer Sequences for RT-PCR experiment.

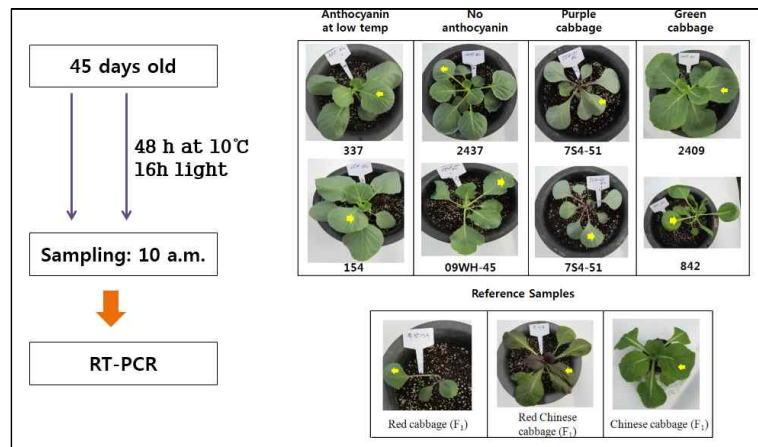
Gene Name	Forward Primer		Reverse Primer		Product Size	Remarks
	Name	Sequence	Name	Sequence		
<i>BoPAL1</i>	-cF ₁	5'-CGTGTAGGGGTGAGTATGAGGA	-cR ₁	5'-ACTCTTAGCATATGGAAATGGGAGCTCC	250	↓
<i>BoPAL2a</i>	-cF ₁	5'-CGGCTAGAGAGGCTTACGGTAAC	-cR ₁	5'-TGTCTTAGCATATCGGAATCGGAGCTC	250	
<i>BoPAL2b</i>	-cF ₁	5'-ATGCGACTAGAGAGGCTTACGTAAT	-cR ₁	5'-TCTCTTAACATATGGAAATGGGAGCTCC	250	
<i>BoPAL4</i>	-cF ₁	5'-GGCAGCTCGAGTGGCGTATGATAAC	-cR ₁	5'-GTCTTCAACAGATCGGAAACGGAG	250	
<i>BoCHS9</i>	-cF ₁	5'-CCAAACATGTGGSCTACATGG	-cR ₁	5'-GGCAGACACCATCTCAAAGATTGCT	490	↓
<i>BoCHSb</i>	-cF ₁	5'-TCTGCTGGAGAGAAGCCCATCTT	-cR ₁	5'-AACTGTCTCCAGGTGAGACCT	460	
<i>BoCHSc</i>	-cF ₁	5'-GACGGTGCATAGATGACACTGA	-cR ₁	5'-GACTTCTCTCATCTCTCCAATATGA	300	
<i>BoCHSd</i>	-cF ₁	5'-GACTCACCTTCCATCTCTCAAGGA	-cR ₁	5'-TCAAACAGGAACGCTGTGCAAGAC	380	
<i>BoCHSe</i>	-cF ₁	5'-ATTGTGGTTACAGACCTGACAC	-cR ₁	5'-CCACTCCAACCTTCTCTGT	500	↓
<i>BoF3H</i>	-cF ₁	5'-TATCTGAGCAACGGGAGTTCAAGA	-cR ₁	5'-TCTTGAGGGAGCCAGCTCGA	230	
<i>BoF3Hd</i>	-cF ₁	5'-AACATATGGGCCATAGCCCGTG	-cR ₁	5'-GCACAACCAAGGAACCGCTCT	320	
<i>BoFLS1</i>	-cF ₁	5'-TGAGTACAGGGAGGTGAAACGAAGA	-cR ₁	5'-CACCGTCTCCTATGCAACACATT	360	
<i>BoFLS2</i>	-cF ₁	5'-GAGGTTGAAGAGGTTGGTACACAG	-cR ₁	5'-CAGTATCTGATCCGATGGTACTGT	500	↓
<i>BoFLS3</i>	-cF ₁	5'-GTCATAGGAGCTCTGATCACACTGA	-cR ₁	5'-GCATTATCTTGGCCAGTTTACAGCTCC	260	
<i>BoDFR</i>	-cF ₁	5'-GCATTATGTTCACTTCCAAGAAGCTGATTGA	-cR ₁	5'-CTAAGCACAGATCTGCTGTCCCG	280	
<i>BoADOX</i>	-cF ₁	5'-GCTTAGAGCTGACCGCTAGAGAA	-cR ₁	5'-CATCACATCGAATCAGGAACACATTTCG	240	
<i>BoANF</i>	-cF ₁	5'-GGAATTTACAAAAGCGTGGAGCATCAGG	-cR ₁	5'-CCACTAGGACCTTTTGCCTAATCA	200	↓
<i>BoBANa</i>	-cF ₁	5'-ATCTGGCTCCATCTGTTTATCCA	-cR ₁	5'-TTAGGCCCATCGGTTTGTCTTAAAGTRCT	310	
<i>BoBANb</i>	-cF ₁	5'-CTGGATCCATCTGTTTATCCAAGT	-cR ₁	5'-AGGTTTGAATCAATCTTTTGACTCGAAGTACT	311	

- 유전자발현 양상의 결과를 논문으로 작성하기 위하여, 참고로 저온감응 유전자인 CBF-pathway 관련 유전자의 발현을 보기 위한 프라이머도 제작하였다 <표5>.

<표126> Primer Sequences for RT-PCR experiment.

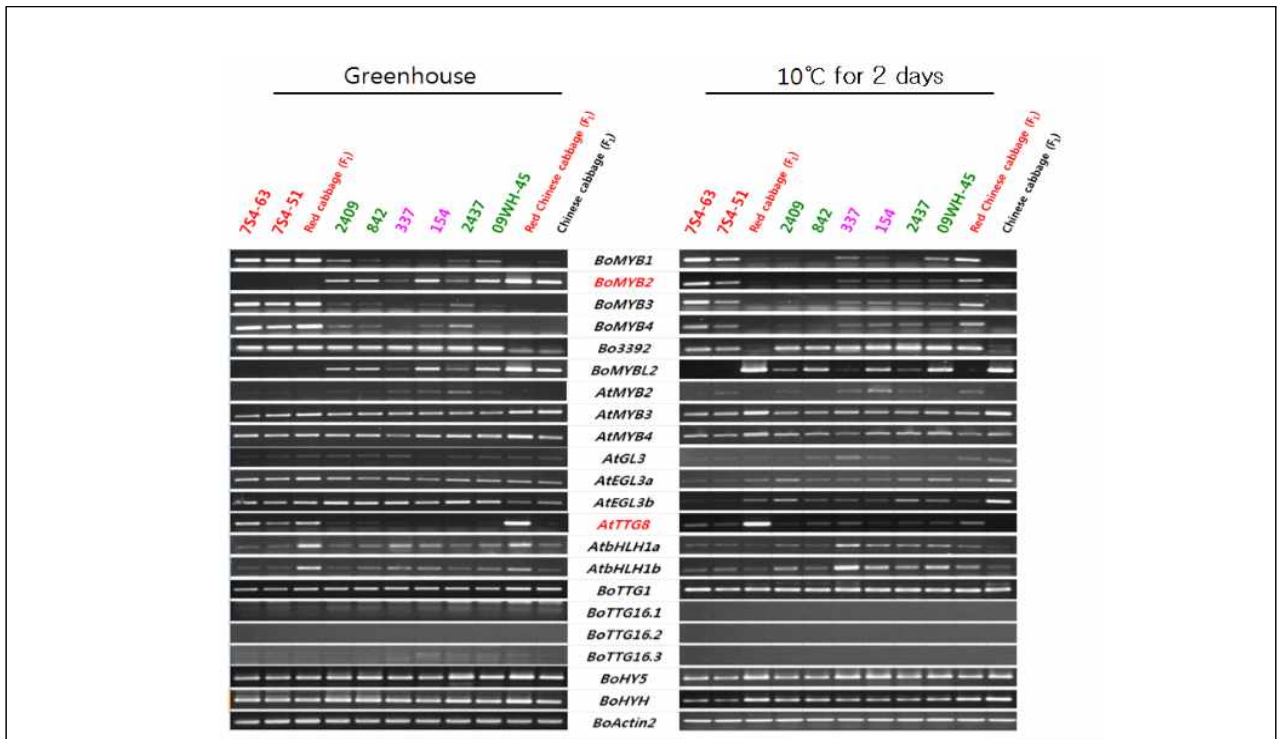
Gene Name	Forward Primer		Reverse Primer		Product Size
	Name	Sequence	Name	Sequence	
<i>BoCIR-1</i>	-F ₁	5'-GAGAGACGGAGTCCAGATGGAT	-R ₁	5'-GCTTCTGCGACGCACACTTCT	410
<i>BoCIR-2</i>	-F ₁	5'-CCCAGTGAAGATATAGGAACCACTCT	-R ₁	5'-TCCACSAWSGTCTCCTCCAYGTC	350
<i>BoCBF</i>	-F ₁	5'-CGTCACCCARTWTAYAGAGGATTCGTC	-R ₁	5'-TCTGAAACGCCATTGCACTTCAG	270
<i>BoEREBT</i>	-F ₁	5'-ATCCGATTTACAGAGGATTCGTGAGAG	-R ₁	5'-ACGACTAAACCAACCCAGTTGTCTCT	145
<i>BoCOR413</i>	-F ₁	5'-GAGGAGATGTGTAATGGATCGC	-R ₁	5'-CAGTATAAGTGAATCGTCTAGTACTGATCAGG	450
<i>BoCOR27-1</i>	-F ₁	5'-CATCGAGAAGTTCGGTGAATGGT	-R ₁	5'-CCTGATCAGTACTCGATGATCCGCTC	320
<i>BoCOR27-2</i>	-F ₁	5'-GGAAGACACGGTGGTGTCTC	-R ₁	5'-ATTGAGGTCAATCCAGAATGTTGCCG	170
<i>BoCOR15b-1</i>	-F ₁	5'-ATGGTATGTCACTCTCAGGATCAGC	-R ₁	5'-CCTCATTTGATGTCATCGAGAATGTTCCA	160
<i>BoCOR15b-2</i>	-F ₁	5'-GTCATTCTCAGGAGCTGTTCTCAGTG	-R ₁	5'-AGGATCGAAGTGTGCTCTTATGCT	420

- RT-PCR을 위한 양배추는 온실에서 자란 식물과 10°C 이하로 48시간 처리한 시료를 대상으로 2회에 걸쳐 수행하였다. 1차 실험은 45일 온실에서 자란 양배추와 10°C를 2일간 처리한 양배추(그림122)를 대상으로 실시하였다.

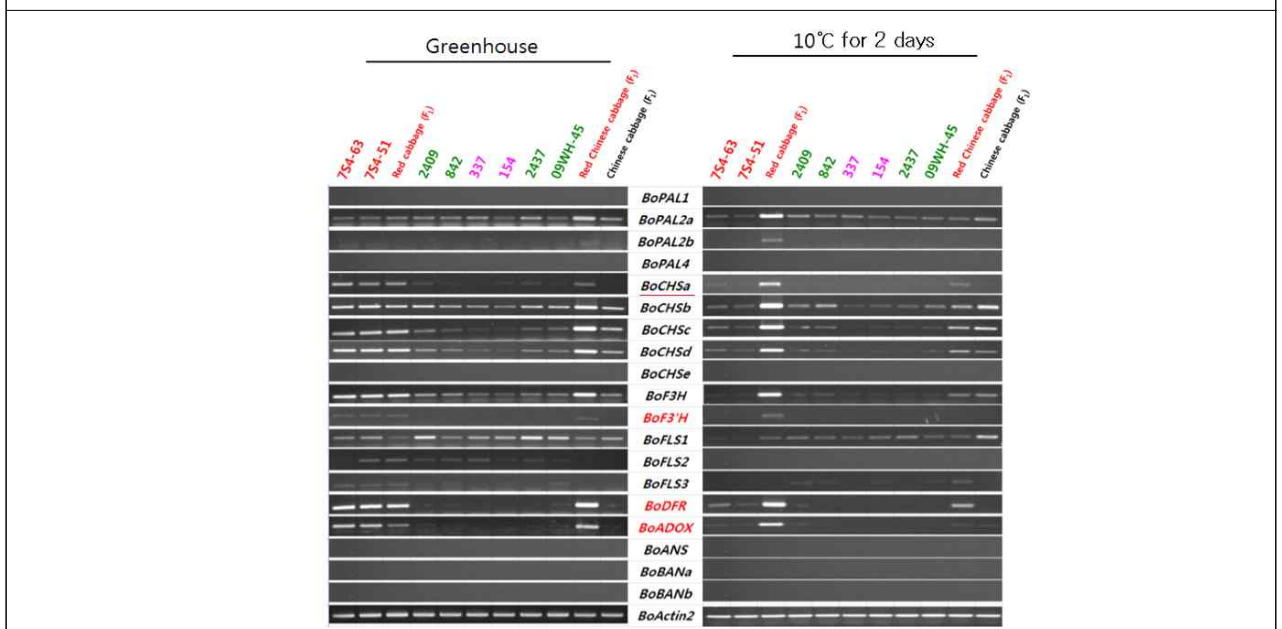


[그림122] Cabbage lines and treatments for RT-PCR experiment-1.

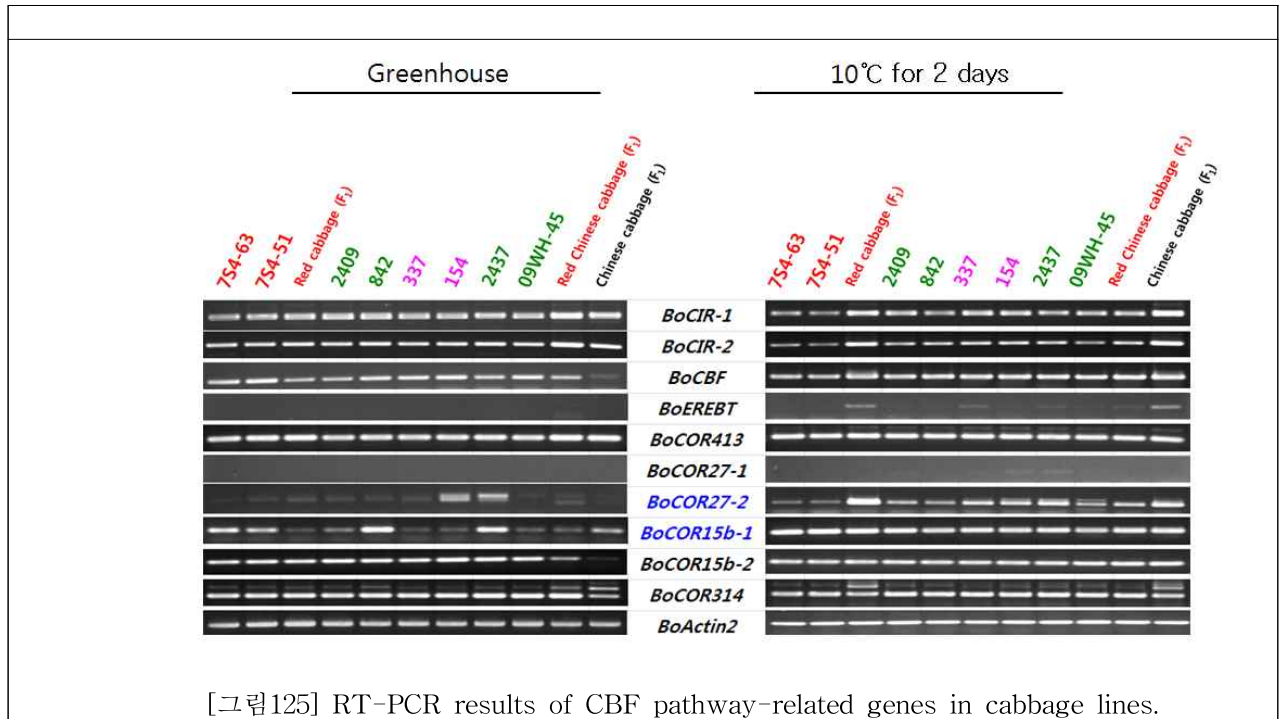
- RT-PCR결과는 Figures 2, 3 및 4와 같다. 대부분 유전자의 발현에 큰 차이를 나타내지 않았으나 *BoMYB2*, *BoTTG8*, *BoF3'H*, *BoDFR* 및 *BoADOX* (*BoANS*)는 온도처리 등에 차이를 보일 뿐만 아니라 색이 다른 양배추 사이에도 차이를 보여 분자마커 개발의 최우선 표적유전자임을 보여 주었다.



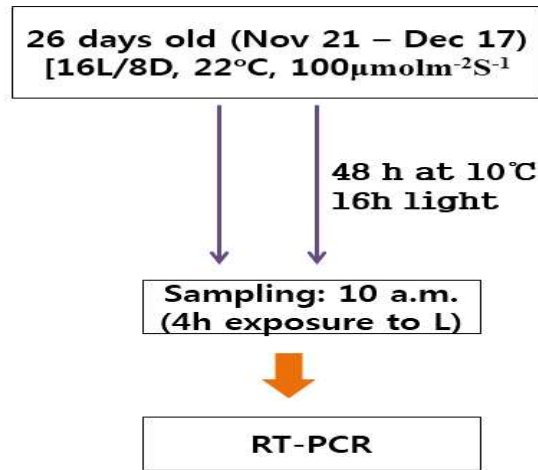
[그림123] RT-PCR results of transcription factor genes that are related to anthocyanin biosynthesis.



[그림124] RT-PCR results of anthocyanin-biosynthesis structural genes.



- 2차 RT-PCR은 1차 실험에 비해서 어리고 온실 대신에 생장실에서 자란 것을 사용하였다 (그림126).

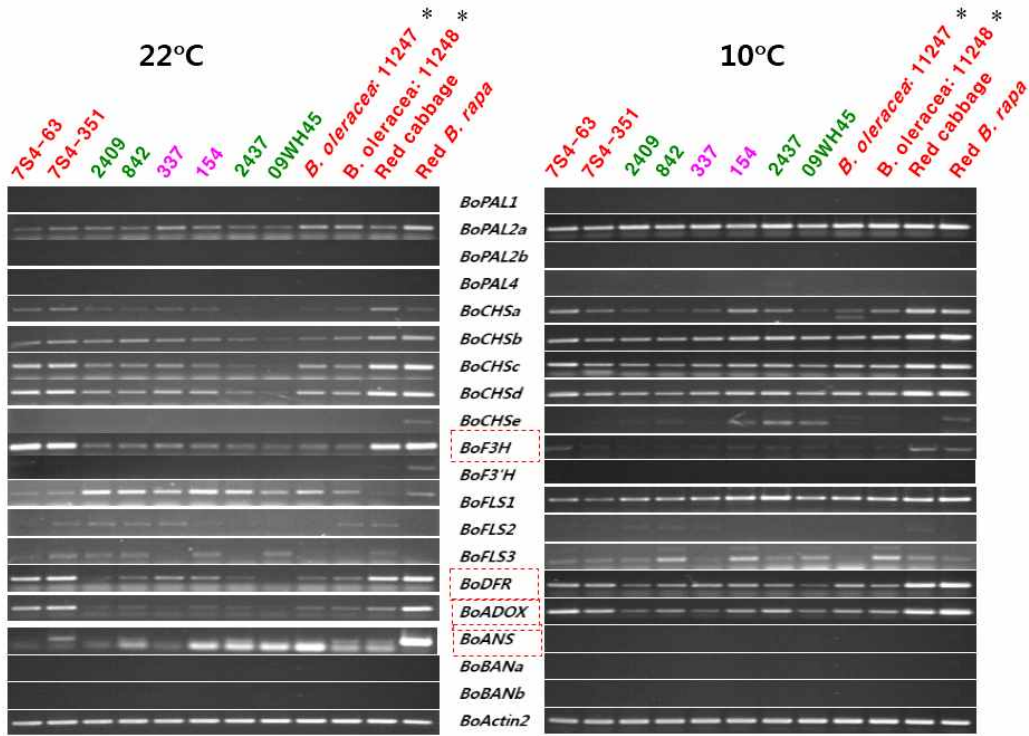


[그림126] Treatment condition for RT-PCR experiment-2.

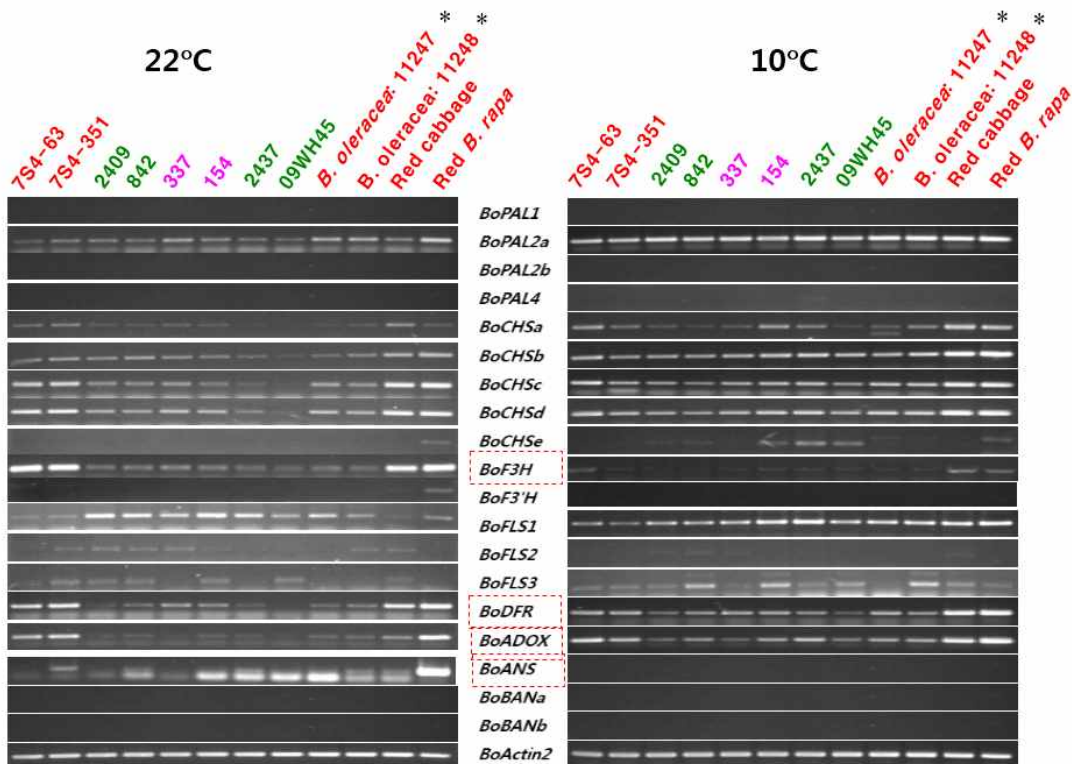
- 2차 실험에서는 일부 시료를 첨가하였다. 즉 *B. oleracea* 11247과 11248은 영국에서 시판되는 F₁ 자색 양배추이다. 2차 실험에서도 1차와 비슷하게 발현양상에 비슷한 차이를 보였다 (Fig. 127-129). 전사인자로는 *BoMYB*과 *BoMYBL*, 그리고 구조유전자로는 *BoF3'H*, *BoDFR* 및 *BoANS* 유전자가 마커 개발의 표적이 될 것이라는 것을 확인시켰다.

- 2번에 걸친 실험결과 48시간의 저온처리 효과를 찾아 볼 수 없었다. 이는 저온에 의해 안토시아닌 합성관련 유전자의 발현의 증가와 안토시아닌 함량의 증가가 일어난다는 앞선 보고와 일치하지 않았다. 논문을 조사한 결과 저온 처리는 여러 작물에서 적게는 5일 많게는 30일 정도한 것으로 나타나 있다(양배추도 약 1개월 저온 처리하였을 경우 안토시아닌의 합성이 뚜렷

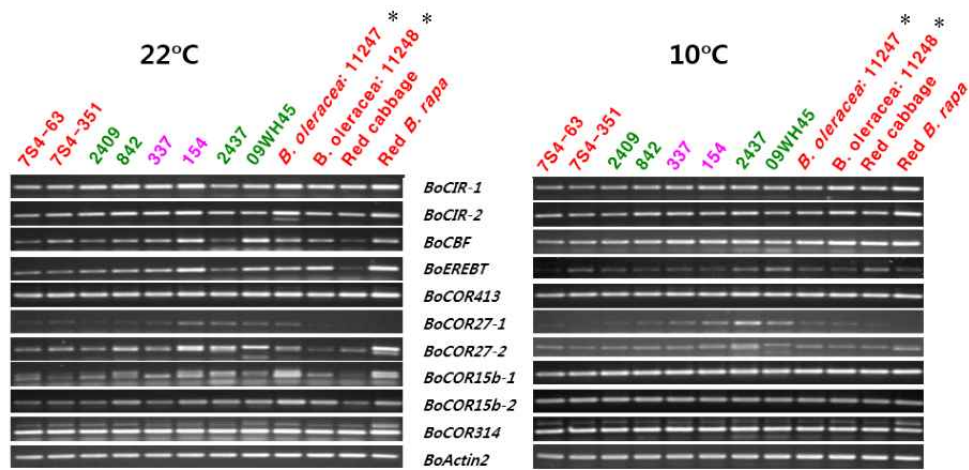
하게 증가하였음). 따라서 본 RT-PCR 결과는 분자마커 개발을 위한 게놈 DNA 클로닝 순서에 참고로 하였다(표적유전자는 4각 점선으로 표시하였음).



[그림127] RT-PCR results of transcription factor genes that are related to anthocyanin biosynthesis.



[그림128] RT-PCR results of anthocyanin-biosynthesis structural genes.



[그림129] RT-PCR results of CBF pathway-related genes in cabbage lines.

○ 안토시아닌 생합성관련 유전자의 클로닝 전략

- 양배추의 색채관련 분자마커를 개발하기 위한 첫 번째 단계로 안토시아닌 생합성관련 유전자를 목표로 선정하였다(RNA Seq 수행 이전 단계로). 대부분 유전자 특이 분자마커가 intron에 존재할 확률이 높기 때문에 cDNA 또는 mRNA 서열을 참고로 해당하는 유전자의 게놈 DNA를 클로닝하고 서열을 분석하여 분자표지를 개발하는 전략을 택하였다. 이때 해당 서열 내에 분자표지가 없는 경우에는 프로모터 부분을 탐색하는 방향도 고려하였다.

실험 시작시점에 양배추 게놈서열이 밝혀져 있지 않았기 때문에, 게놈 DNA를 증폭하기 위한 프라이머를 작성하기 위하여 가능한 모든 정보 (애기장대 유전자 서열, 양배추 RNA Seq 서열, 배추 유전자 서열, 유채 및 갓 유전자 서열, 심지어 밝혀진 모든 식물의 유전자 서열)를 참고로 양배추와 가장 가까운 서열을 참고로 게놈 구조를 결정하였다 (양배추의 정보를 알면, *Bo---*, 그 다음에 배추: *Br---*, 안되면 애기장대: *At---*)(그림 130). 이러한 게놈 구조는 PCR 산물의 크기와 PCR 프라이머의 위치 등에 정보를 제공하기 때문에 중요하였다.

- 게놈 구조를 결정하고 대략적인 프라이머의 위치를 정한 후 프라이머를 작성하였다. 이 경우도 모든 정보를 이용하여 양배추가 가지고 있는 해당유전자 모두가 증폭될 수 있도록 작성하였다(표127).

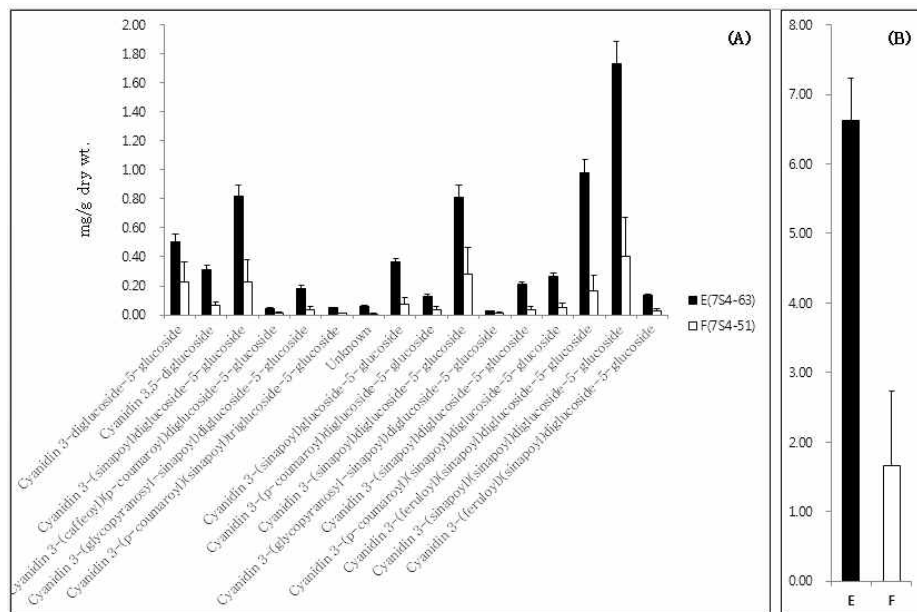
- 8개의 양배추 계통으로부터 genomic DNA를 추출한 후 PCR 조건을 확립하고, PCR을 통해 증폭된 DNA를 T/A-cloning vector에 삽입하여 확인한 후 적어도 20개의 콜로니로부터 염기서열을 분석하였다. 왜냐하면, 애기장대 1개 유전자에 대해서 양배추에는 1-3개가 존재할 가능성이 있어 모든 유전자를 증폭하지 않으면 잘못된 SNP 및 SSR를 찾기 때문이다.



[그림131] Cabbage lines used in this study.

<표128> Anthocyanin contents (mg/g dry wt) in red cabbage. E and F indicate 7S4-63 and 7S4-51, respectively.

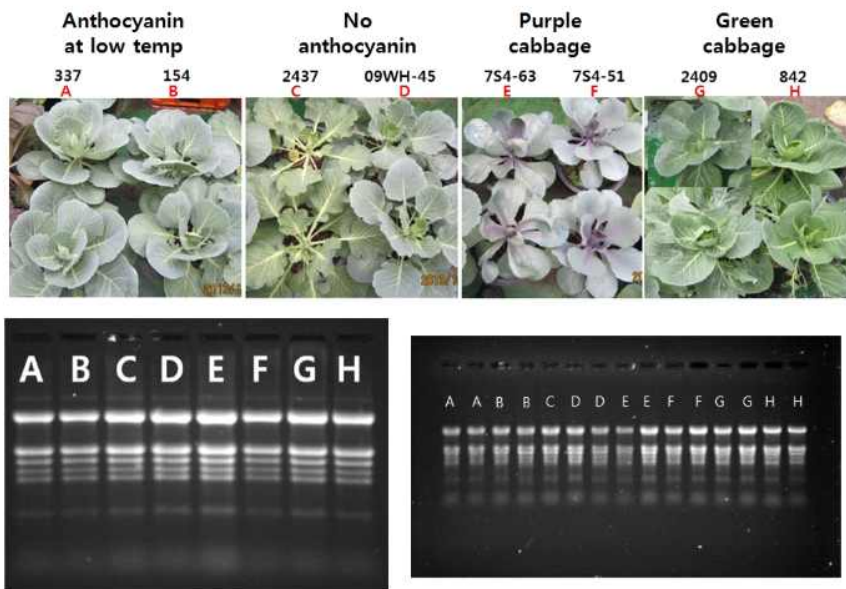
No.	Trivial names	E	F
1	Cyanidin 3-diglucoside-5-glucoside	0.50±0.05	0.23±0.14
2	Cyanidin 3,5-diglucoside	0.31±0.03	0.06±0.03
3	Cyanidin 3-(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.82±0.08	0.23±0.15
4	Cyanidin 3-(caffeoyl)(p-coumaroyl)diglucoside-5-glucoside	0.04±0.01	0.01±0.01
5	Cyanidin 3-(glycopyranosyl-sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.18±0.02	0.04±0.02
6	Cyanidin 3-(p-coumaroyl)(sinapoyl)triglucoside-5-glucoside	0.05±0.00	0.01±0.01
7	Unknown	0.06±0.01	0.01±0.00
8	Cyanidin 3-(sinapoyl)glucoside-5-glucoside	0.37±0.02	0.07±0.05
9	Cyanidin 3-(p-coumaroyl)diglucoside-5-glucoside	0.13±0.01	0.04±0.02
10	Cyanidin 3-(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.81±0.09	0.28±0.18
11	Cyanidin 3-(glycopyranosyl-sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.03±0.00	0.01±0.01
12	Cyanidin 3-(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.21±0.02	0.03±0.02
13	Cyanidin 3-(p-coumaroyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.26±0.02	0.05±0.03
14	Cyanidin 3-(feruloyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.98±0.09	0.16±0.11
15	Cyanidin 3-(sinapoyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	1.73±0.15	0.40±0.27
16	Cyanidin 3-(feruloyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.13±0.01	0.03±0.02
Total		6.62±0.61	1.66±1.08



[그림132] Anthocyanin contents (mg/g dry wt) in red cabbage. A, Each anthocyanin content. B, Total anthocyanin content.

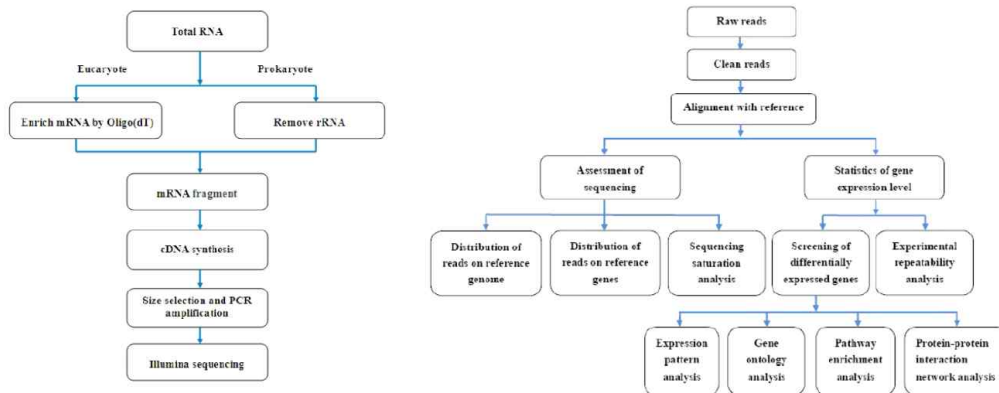
3. RNA Seq 분석

- RNA Seq 결과는 알려진 안토시아닌 합성관련 유전자 이외에 양배추의 엽색관련 유전자 (자색 및 녹색) 및 선명도 관련 유전자 등을 선별할 수 있는 좋은 정보를 제공한다. 이 정보를 토대로 유전자 특이 분자마커를 개발하고 SNP 마커로 전환하여 육종에 효율적으로 활용할 수 있도록 하고자 하였다.
- 양배추 시료는 역시 아시아 종묘에서 제공한 8가지 계통 (각 특성을 대표하는 2계통씩)을 사용하였으며, 이는 계통간의 차이를 제거하고 계통이 지닌 공통적인 특성관련 유전자를 찾기 위함이었다.
- 다음 그림은 RNA Seq에 활용한 양배추 사진과 total RNA의 사진이다. 염기서열분석 및 정보창조는 BGI에 의뢰하여 수행하였다.



[그림133] Cabbage used in RNA Seq (upper) and total RNAs (bottom).

- 서열분석과 서열의 정보 정리는 다음과 같이 절차로 수행되었다.



[그림134] Work flow of RNA Seq (left) and standard bioinformatics analysis (right).

- 염기서열 분석결과를 종합한 것은 표129와 같다.

<표129> Summary of mapping result.

Sample ID	Total Reads	Total BasePairs	Total Mapped Reads	Perfect Match	<=2bp Mismatch	Unique Match	Multi-position Match	Total Unmapped Reads
A	39,205,050(100.00%)	1,921,047,450(100.00%)	31,730,355(80.93%)	25,182,430(64.23%)	6,547,925(16.70%)	22,918,265(58.46%)	8,812,090(22.48%)	7,474,695(19.07%)
AB	90,382,478(100.00%)	4,428,741,422(100.00%)	73,421,550(81.23%)	56,291,043(62.28%)	17,130,507(18.95%)	52,792,317(58.41%)	20,629,233(22.82%)	16,960,928(18.77%)
B	51,177,428(100.00%)	2,507,893,972(100.00%)	41,691,195(81.46%)	31,108,613(60.79%)	10,582,582(20.68%)	29,874,052(58.37%)	11,817,143(23.09%)	9,486,233(18.54%)
C	49,689,407(100.00%)	2,434,780,943(100.00%)	40,337,528(81.18%)	30,077,737(60.53%)	10,259,791(20.65%)	29,317,684(59.00%)	11,019,844(22.18%)	9,351,879(18.82%)
CD	100,026,008(100.00%)	4,901,274,392(100.00%)	81,442,314(81.42%)	60,863,234(60.85%)	20,579,080(20.57%)	58,932,477(58.92%)	22,509,837(22.50%)	18,583,694(18.58%)
D	50,336,601(100.00%)	2,466,493,449(100.00%)	41,104,786(81.66%)	30,785,497(61.16%)	10,319,289(20.50%)	29,614,793(58.83%)	11,489,993(22.83%)	9,231,815(18.34%)
E	42,184,768(100.00%)	2,067,053,632(100.00%)	36,356,017(86.18%)	29,051,623(68.87%)	7,304,394(17.32%)	22,516,958(53.38%)	13,839,059(32.81%)	5,828,751(13.82%)
EF	85,284,430(100.00%)	4,178,937,070(100.00%)	73,605,853(86.31%)	61,596,172(72.22%)	12,009,681(14.08%)	44,869,482(52.61%)	28,736,371(33.69%)	11,678,577(13.69%)
F	43,099,662(100.00%)	2,111,883,438(100.00%)	37,249,836(86.43%)	32,544,549(75.51%)	4,705,287(10.92%)	22,352,524(51.86%)	14,897,312(34.56%)	5,849,826(13.57%)
G	42,564,236(100.00%)	2,085,647,564(100.00%)	36,780,221(86.41%)	31,160,496(73.21%)	5,619,725(13.20%)	22,422,480(52.68%)	14,357,741(33.73%)	5,784,015(13.59%)
GH	80,259,185(100.00%)	3,932,700,065(100.00%)	67,431,204(84.02%)	55,515,941(69.17%)	11,915,263(14.85%)	44,449,382(55.38%)	22,981,822(28.63%)	12,827,981(15.98%)
H	37,694,949(100.00%)	1,847,052,501(100.00%)	30,650,983(81.31%)	24,355,445(64.61%)	6,295,538(16.70%)	22,026,902(58.43%)	8,624,081(22.88%)	7,043,966(18.69%)

- 전체 유전자의 수는 56,098개였고, unigene 기능의 분석결과도 다음과 같다.

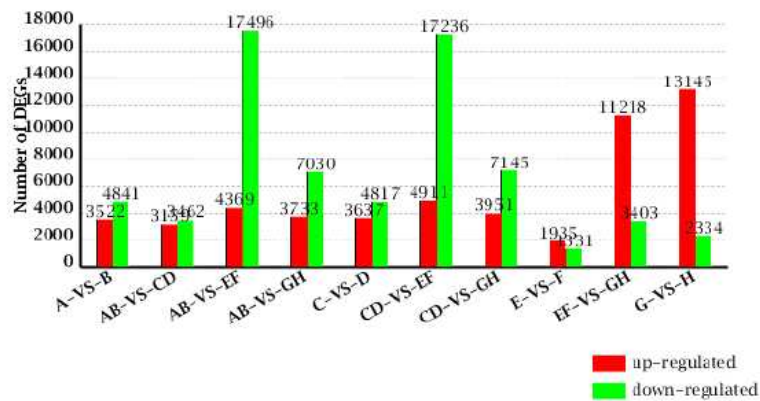
Statistics of assembly quality

	Sample	Total Number	Total Length(nt)	Mean Length(nt)	N50	Total Consensus Sequences	Distinct Clusters	Distinct Singletons
Contig	Acu	117,070	37,432,822	320	480	-	-	-
Unigene	Acu	56,098	38,081,959	679	966	56,098	24,875	31,223

Statistics of annotation results

Sequence File	NR	NT	Swiss-Prot	KEGG	COG	GO	ALL
Acu-Unigene.fa	48,250	51,370	30,886	26,053	14,602	44,325	52,616

- 달리 발현되는 유전자의 전체 양상은 그림 135와 같이 자색양배추와 녹색양배추 사이에 발현이 증가되고 억제되는 유전자가 가장 많았다.



[그림135] Overview of differential expression in 8 cabbage lines.

<표 130>

1 <표 8> Genes up-regulated in purple cabbages.												
2 GeneID	A	B	C	D	E	F	G	H	Bra_id	Arabidopsis_ thaliana_ annotation		
3 Unigene12219_Acu	55	161	328	84	19109	10625	18	149	Bra025163	AT3G25830.1/0.0/	Symbols: ATTP51C1N, TPS1C1N |	terpene synthase1like seq
4 Unigene19669_Acu	1	9	4	7	4398	2862	17	2	Bra030483	0		
5 Unigene21362_Acu	5	23	6	12	3006	4201	2	4	0	0		
6 Unigene5032_Acu	37	11	30	7	2081	1873	54	44	Bra031112	0		
7 Unigene1239_Acu	35	51	48	29	1844	4309	88	84	Bra038445	AT4G14090.1/0.0/	Symbols: |	UDP1Glycosyltransferase superfamily protein | cl
8 Unigene7585_Acu	34	21	9	13	1825	3367	26	94	Bra027457	AT5G42800.1/0.0/	Symbols: DFR, TT3, M318 |	dihydroflavonol 4reductase | cl
9 CL7042.Contig1_Acu	7	40	2	4	1616	1284	9	5	Bra038867	0		
10 Unigene19671_Acu	2	5	1	11	1597	883	8	2	Bra008843	0		
11 Unigene24749_Acu	5	10	2	3	1595	1678	2	1	0	0		
12 CL9970.Contig2_Acu	36	64	66	74	1588	3861	61	142	Bra013652	AT4G22880.2/0.0/	Symbols: LDOX, TDS4, TT18, ANS |	leucoanthocyanidin dio
13 Unigene22913_Acu	1	4	1	2	1071	1087	1	1	Bra010229	0		
14 Unigene1166_Acu	4	283	4	1	965	188	1	2	0	0		
15 Unigene4283_Acu	14	7	1	13	938	2027	40	57	Bra030550	AT1G03495.1/1e1152/	Symbols: |	HXXXD1type acyl1transferase family protein
16 Unigene24462_Acu	70	127	16	75	904	896	85	39	0	0		
17 CL4698.Contig1_Acu	35	72	74	66	873	580	31	64	Bra019086	AT1G41835.1/8e121/	Symbols: |	transposable element gene | chr1:156105911
18 CL9224.Contig1_Acu	1	34	69	71	752	252	7	13	Bra040923	AT3G16400.2/3e160/	Symbols: ATMLP1470 |	nitrile specifier protein 1 | chr3:5
19 CL8339.Contig1_Acu	16	22	27	29	743	550	13	8	Bra033012	AT3G10050.1/3e109/	Symbols: OMRI |	L1O1methylthreonine resistant 1 | chr:
20 Unigene24708_Acu	1	3	5	1	719	879	6	2	Bra011910	AT1G55310.3/4e128/	Symbols: SR33, SCL33, AT1SCL33 |	SC351like splicing fac
21 Unigene4761_Acu	18	9	5	13	716	1693	32	56	Bra030550	AT1G03940.1/1e1171/	Symbols: |	HXXXD1type acyl1transferase family protein
22 Unigene4480_Acu	1	3	1	1	696	690	1	1	0	0		
23 Unigene14554_Acu	69	94	85	53	594	315	12	82	Bra019086	AT4G04313.1/8e155/	Symbols: |	transposable element gene | chr4:210158312
24 Unigene26547_Acu	1	1	2	1	578	525	2	1	0	0		

<표 131>

1 <표 9> Genes up-regulated in green cabbages.													
2 GeneID	A	B	C	D	E	F	G	H	Bra_id	Arabidopsis_ thaliana_ annotation			
3 CL6362.Contig3_Acu	14	1	2	1	1	1	8	3810	20285	Bra039702	AT1G54040.2/	ESP, TASTY |	epithiospecifier protein
4 Unigene22890_Acu	1	1	1	1	1	1	3	1896	2238	0			
5 Unigene18401_Acu	73	31	1	1	26	1	26	861	816	Bra036541	AT3G23085.1	transposable element gene	
6 CL4228.Contig1_Acu	19	25	9	20	2	8	823	494	Bra015706	AT1G76955.1	Expressed protein		
7 Unigene23240_Acu	16	32	54	14	1	3	822	1099	Bra013294	AT5G40275.1	other RNA		
8 Unigene15325_Acu	2	1	1	1	1	1	651	1313	0	0			
9 CL8299.Contig1_Acu	11	32	5	10	29	27	637	322	Bra039766	0			
10 Unigene18400_Acu	93	64	1	1	20	6	416	376	Bra036541	AT3G23085.1	transposable element gene		
11 CL2270.Contig1_Acu	3	32	26	25	1	2	353	391	Bra007978	AT1G71400.1	AtRLP12, RLP12 |	receptor like protein 1	
12 CL508.Contig1_Acu	4	28	1	10	2	5	346	247	Bra038399	0			
13 CL8261.Contig1_Acu	4	1	1	3	7	11	346	302	0	0			
14 CL2713.Contig1_Acu	1	1	1	1	86	58	341	173	Bra038516	0			
15 CL5895.Contig1_Acu	10	19	1	13	39	44	310	103	Bra013383	0			
16 CL1758.Contig1_Acu	1	1	1	1	1	1	293	826	Bra027181	AT3G16240.1	DELTA1TIP |	delta tonoplast integral p	
17 CL11207.Contig1_Acu	1	1	1	1	1	1	281	274	Bra007978	AT1G71400.1	AtRLP12, RLP12 |	receptor like protein	
18 Unigene16656_Acu	6	11	35	11	9	5	278	617	Bra015659	AT1G77700.1	Pathogenesis1related	thaumatin super	
19 CL8162.Contig1_Acu	1	1	10	16	1	1	261	664	Bra004425	0			
20 Unigene13322_Acu	2	21	2	14	3	5	210	120	Bra039644	0			
21 Unigene3705_Acu	1	1	1	38	19	9	10	209	265	0	AT3G14350.3	SFR7 | STRUBBELIG1	receptor family 7
22 CL9027.Contig1_Acu	1	1	1	1	1	1	192	246	Bra000114	0			
23 CL10425.Contig1_Acu	6	1	1	1	1	3	169	439	Bra040596	AT3G02730.1	TRXF1, ATF1 |	thioredoxin F1type 1	
24 CL10862.Contig1_Acu	3	25	4	5	3	9	158	141	Bra026397	0			
25 CL871.Contig1_Acu	16	15	18	8	56	40	148	203	Bra033185	0			
26 Unigene21381_Acu	1	1	1	1	1	1	145	144	Bra000114	0			
27 Unigene22455_Acu	1	37	1	25	1	19	142	248	Bra040166	AT4G27470.1	ATRMA3, RMA3 |	RING membrane1anc	
28 CL6207.Contig1_Acu	8	24	23	13	32	64	141	104	Bra011964	0			
29 CL11360.Contig2_Acu	1	1	1	1	1	1	141	206	Bra016171	AT1G70985.1	hydroxyproline1rich	glycoprotein fami	
30 CL5467.Contig3_Acu	1	1	1	1	1	1	140	109	Bra027921	AT2G20630.2	PIA1 | PP2C	induced by AVRRPM1	
31 Unigene4737_Acu	2	5	8	5	1	1	134	198	Bra004523	AT3G61860.1	ATRSP31, RSP31, ATR1RS31, RS31 |	RNA1	

<표 132>

1 <표 10> Genes up-regulated in green cabbages that expresse purple color at low temperature.												
2 GeneID	A	B	C	D	E	F	G	H	Bra_id	Arabidopsis_ thaliana_ annotation		
3 Unigene6113_Acu	7369	7376	4	5	12	5	3	1	Bra036566	0		
4 Unigene4442_Acu	1914	2818	4	3	6	1	1	1	Bra012436	0		
5 CL7743.Contig1_Acu	1577	2606	1	2	4	1	1	3	Bra038429	0		
6 CL8842.Contig1_Acu	1402	2037	1	1	102	57	73	3	Bra032610	AT2G10820.1/7e107/	Symbols: |	transposable element gene | chr2:425618914261900 FORW
7 CL2235.Contig1_Acu	999	1037	1	1	1	2	1	3	Bra026568	0		
8 CL4777.Contig2_Acu	911	1217	3	1	1	1	1	1	Bra040482	AT2G46820.2/5e176/	Symbols: PTAC8, TMP14, PSAP, PSIIIP |	photosystem I P subunit | chr2:
9 Unigene7689_Acu	743	418	1	1	1	1	1	1	Bra007247	0		
10 CL4813.Contig2_Acu	710	200	1	36	26	15	3	1	Bra011023	AT1G26370.1/0.0/	Symbols: |	RNA helicase family protein | chr1:912149219125557 REVERSE
11 Unigene24997_Acu	514	276	13	1	2	1	1	1	Bra013731	AT4G23800.2/9e116/	Symbols: |	HMG (high mobility group) box protein | chr4:12390167112
12 Unigene4697_Acu	494	656	1	2	282	213	1	1	0	0		
13 Unigene23601_Acu	491	926	1	1	2	1	1	1	0	0		
14 Unigene16855_Acu	433	146	1	23	18	16	2	1	Bra011023	AT1G26370.1/1e1130/	Symbols: |	RNA helicase family protein | chr1:912149219125557 REVE
15 Unigene23717_Acu	396	372	2	1	1	1	1	1	Bra033921	AT3G22750.1/2e108/	Symbols: |	Protein kinase superfamily protein | chr3:803721618039903
16 Unigene9965_Acu	393	248	1	4	56	9	2	1	Bra035685	0		
17 CL5777.Contig1_Acu	380	151	1	1	1	1	7	2	Bra019481	AT5G30450.1/2e110/	Symbols: |	transposable element gene | chr5:11559203111561951 FOR
18 CL2605.Contig1_Acu	377	382	1	1	1	1	1	1	Bra037344	AT4G00490.1/1e1168/	Symbols: BAM2, BMV9 |	beta1amylase 2 | chr4:2223201225131 FORW
19 CL3826.Contig1_Acu	353	279	25	24	15	3	18	25	Bra029287	AT5G62130.2/8e142/	Symbols: |	Per11like family protein | chr5:24950264124953232 REVERSI
20 Unigene17470_Acu	317	179	1	1	1	1	13	1	0	0		
21 CL8581.Contig1_Acu	285	281	21	18	70	6	24	17	Bra004235	AT5G13550.1/2e109/	Symbols: SULTR4.1 |	sulfate transporter 4.1 | chr5:435527614359552 RE
22 Unigene24574_Acu	254	264	4	1	1	1	1	2	Bra013731	AT4G11080.1/2e113/	Symbols: |	HMG (high mobility group) box protein | chr4:67608671676
23 Unigene26571_Acu	248	437	19	26	8	2	7	32	0	0		
24 Unigene25546_Acu	225	264	1	1	1	1	7	1	0	0		
25 Unigene26781_Acu	218	131	49	12	42	81	6	8	0	AT5G39970.1/0.0/	Symbols: |	catalytics | chr5:1599802511600813 FORWARD LENGTH=2265
26 CL7393.Contig1_Acu	203	127	1	1	1	1	1	23	Bra010656	0		
27 Unigene27586_Acu	203	290	1	1	1	1	1	1	0	0		

<표 133>

1 <H11> Genes up-regulated in green cabbages that do not express purple color at low temperature.

GeneID	A	B	C	D	E	F	G	H	Bra_id	Arabidopsis_thaliana_annotation
Unigene13149_Acu	87	96	104113	246	95	59	171	42918	Bra020470	AT5G24780.2/4e183/| Symbols: VSP1, ATVSP1 | vegetative storage protein 1 | chr5:8
CL1491.Contig1_Acu	2657	3112	31591	36224	4413	2522	22781	20461	Bra030303	AT2G21330.1/0.0/| Symbols: FBA1 | fructosebisphosphate aldolase 1 | chr2:912815:
CL2461.Contig1_Acu	1387	1732	15717	17788	2075	1622	10747	11379	Bra030303	AT2G21330.3/1e1158/| Symbols: FBA1 | fructosebisphosphate aldolase 1 | chr2:912
CL11532.Contig1_Acu	4687	4790	12463	11648	3404	3353	2131	2583	Bra036225	AT3G29030.1/0.0/| Symbols: ATEXPA5, ATEXP5, ATHEXP ALPHA 1.4, EXP5, EXPAS | e
CL1371.Contig6_Acu	3741	3844	10684	10825	3687	2901	4624	3518	Bra030182	AT1G29920.1/5e195/| Symbols: CAB2, AB165, LHCB1.1 | chlorophyll A/B1binding pr
Unigene19819_Acu	380	328	10233	10826	720	389	8273	8568	Bra030303	AT2G21330.2/2e192/| Symbols: FBA1 | fructosebisphosphate aldolase 1 | chr2:9128
CL2713.Contig2_Acu	2	8	5416	1681	7	3	3	1766		0
Unigene23122_Acu	1	29	1794	1713	2	1	1	1	Bra030382	0
Unigene22928_Acu	1	3	1572	1949	3	1	1	1	Bra024367	AT5G65220.1/1e121/| Symbols: | Ribosomal L29 family protein | chr5:260612291260
Unigene19150_Acu	5	6	1064	384	1	1	1	1	Bra004558	0
Unigene26338_Acu	1	1	722	249	1	1	1	1		0
CL2677.Contig1_Acu	1	1	718	582	38	42	29	671	Bra000904	0
Unigene7607_Acu	4	11	596	585	4	3	1	4		0
Unigene6485_Acu	2	1	544	111	1	1	1	1		0
Unigene7738_Acu	46	89	523	200	39	25	100	52	Bra030755	AT1G09070.1/1e112/| Symbols: SRC2, (AT)SRC2 | soybean gene regulated by cold12
CL1327.Contig1_Acu	37	58	496	616	35	6	66	9	Bra000311	AT2G43590.1/0.0/| Symbols: | Chitinase family protein | chr2:1808133118082767 RE
CL16198.Contig5_Acu	1	1	448	150	61	49	1	1	Bra012996	AT5G60920.1/1e1112/| Symbols: COB | COBRA1like extracellular glycosyl1phosphat
CL2143.Contig2_Acu	1	1	404	174	1	1	1	90	Bra026474	AT5G23950.1/1e1101/| Symbols: | Calcium1dependent lipid1binding (CaLB domain)
Unigene24602_Acu	1	4	397	455	1	1	1	1	Bra031870	AT5G65220.1/1e117/| Symbols: | Ribosomal L29 family protein | chr5:260612291260
Unigene23893_Acu	1	1	341	248	1	1	1	309	Bra006451	0
Unigene24889_Acu	1	1	332	472	1	1	244	1	Bra022662	AT3G22920.1/1e113/| Symbols: | Cyclophilin1like peptidyl1prolyl cis1trans isomer
Unigene25100_Acu	1	1	319	303	1	1	139	142	Bra031756	AT1G11270.3/1e110/| Symbols: | F1box and associated interaction domains1contair
CL8278.Contig1_Acu	1	1	310	230	1	1	1	82	Bra006103	AT5G11520.1/0.0/| Symbols: ASP3, YLS4 | aspartate aminotransferase 3 | chr5:36850
CL6134.Contig1_Acu	1	1	307	132	1	1	231	353	Bra008975	AT5G11270.1/1e1175/| Symbols: OCP3 | overexpressor of cationic peroxidase 3 | ch
Unigene23791_Acu	2	6	291	295	1	4	3	7	Bra037364	0
CL6598.Contig1_Acu	4	133	285	279	26	4	50	118	Bra008261	AT1G76490.1/6e131/| Symbols: HMG1, HMGR1, ATHMGR1 | hydroxy methylglutaryl
Unigene8331_Acu	1	1	277	158	26	23	1	1	Bra025700	0
Unigene4104_Acu	1	1	270	264	1	1	1	208		0

- 상기 유전자 중에서 녹색특이 발현되는 유전자가 마커 개발의 최우선 표적유전자로 선정되었으며, 발현분석 후 연구를 수행하였다.

4. RNA Seq 분석을 통해 얻은 SSR의 검정

- RNA Seq결과는 너무 많은 수의 SSR 및 SNP를 생산해 내나, 비슷한 특성을 보이는 양배추 계통을 두 개씩 묶어서 Read value를 합하여 산출하면 <표134>와 같이 수백개로 줄어든다.

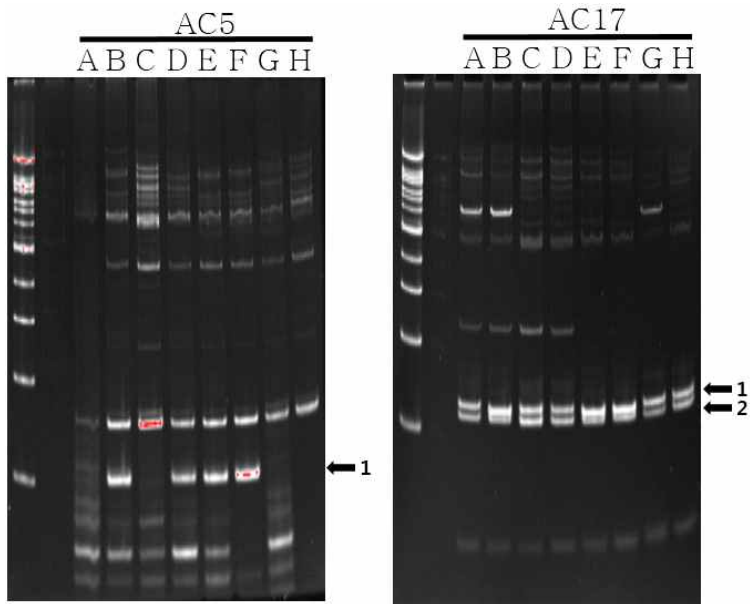
<표134> The number of SSRs.

Reads alignment statistics for SSR development			
Sample	Total Reads	Alignment	Ratio
AB (저온색소축적)	90,382,478	73,421,527	81.23%
CD(저온색소X)	100,026,008	81,442,278	81.42%
EF(자색양배추)	85,284,430	73,605,818	86.31%
GH(녹색양배추)	80,259,185	67,431,187	84.02%

672 SSRs
579 SSRs

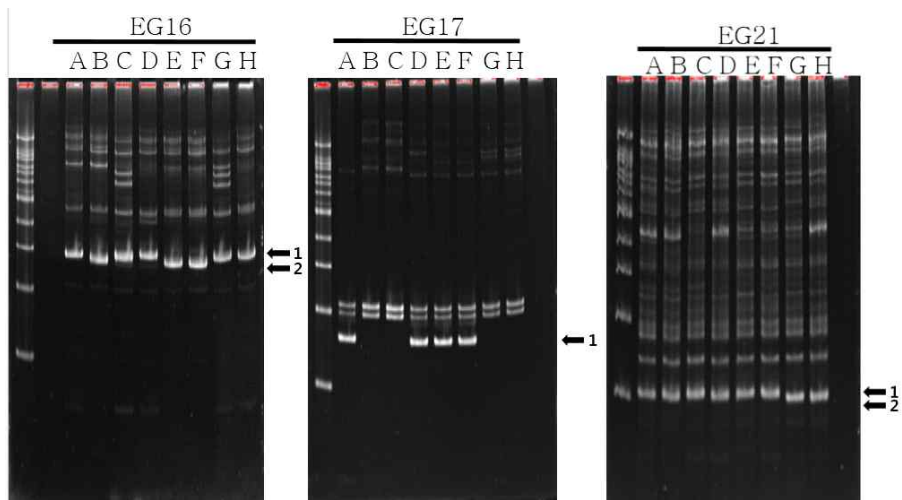
- 그러나 두 계통에서 공통적으로 그리고 비슷한 정도로 발현이 다른 유전자를 근거로 SSR을 분석하고 프라이머를 작성하면 그 수가 20개 전후로 줄어든다 (표135, 136). 일차적으로 이들 프라이머를 이용하여 SSR을 검정하였다.

- 위 45개 프라이머 세트를 이용하여 PCR를 수행하고 PAG전기영동을 하였을 경우 계통 간을 구별할 수 있는 8개의 프라이머 세트만이 선발되었다.



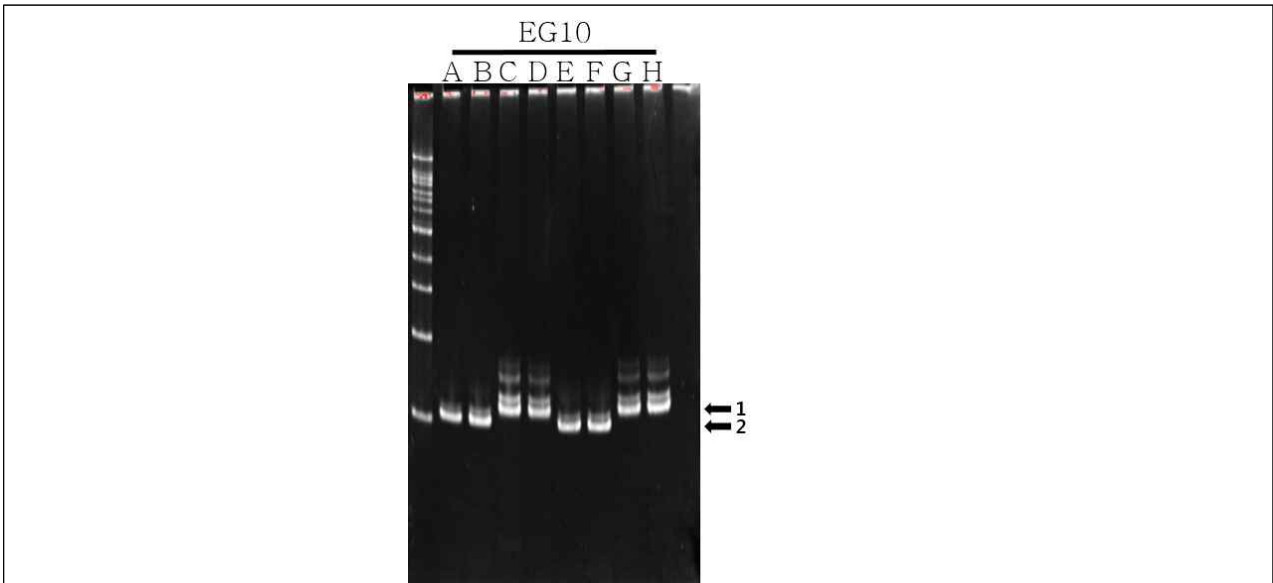
[그림139] PCR result distinguishing E/F and G/H lines of cabbage by either presense of band (AC5) or size (AC17).

- EG17은 증폭유무에 따라서 EG16과 EG21은 사이즈 차이로 E/F 와 G/H가 구별되었다(그림 140).

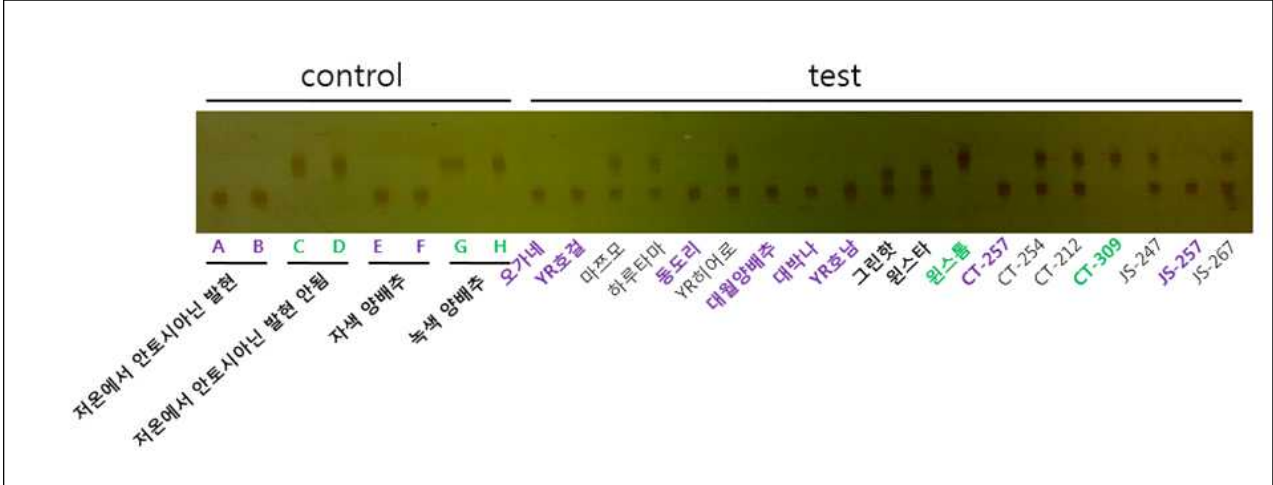


[그림140] PCR result distinguishing E/F and G/H lines of cabbage by either presense of band (EG17) or size (EG16 and EG21).

- Primer set EG10은 자색양배추(E/F)와 저온에서 자색이 발현되는 양배추 (A/B)를 저온처리와 관계없이 자색이 발현되지 않고 녹색인 양배추 (C/D, G/H)를 구별할 수 있는 SSR 프라이머로 가장 실효성이 높을 것으로 판단되었다(Fig. 20). **EG10은 안토시아닌 합성능력을 평가할 수 있는 마커**로 판단되어 분석서비스가 가능하게 되었다 (그림142).



[그림141] PCR result of EG10 primer set distinguishing green (C/D, G/H) and purple cabbage (A/B, E/F).



[그림142] PCR result of EG10 primer set using various cabbage cultivar and inbred lines. Lower bands represent purple cabbage or cabbages that accumulate anthocyanin at low temperature.

- EG10이외에도 3개의 SSRs (EG16, EG17, EG21)도 다음과 같이 자색과 녹색을 구분하는 repeat이므로 확인 후 마커로 개발이 가능하다고 보았다.

SSR	repeat	Purple cabbage	Green cabbage	Remarks
EG10	AT	short	long	마커개발완료
EG16	AG	short	long	마커개발완료
EG21	A	long	short	후속연구 필요
AC17	GGC	short	long	후속연구필요

● EG10

- *Bo011483* 유전자에 해당되며 애기장대(AT4G01280) 상동유전자로 아직 기능이 밝혀지지 않은 MYB 전사인자일 것으로 판단되며, SSR의 위치는 3'-UTR 부분에 존재한다. 그림22에서 보는 바와 같이 3'-UTR에 존재하는 AT repeat는 자색양배추에서 점차적으로 짧아지는 경향이 있었다. 즉, 안토시아닌 축적과 AT-repeat의 길이가 역비례하였다. 또한 *Brassica* 종 중에서 양배추 유전자에만 AT-repeat이

[그림144] EG10 genomic sequence from 8 cabbage lines. Shade: exon, brown colo: overlapped with UTR sequences

Two major groups: anthocyanin high/up-regulation (7S4-51, 7S4-63, 154, 337) and no or low anthocyanin (2409, 2437, 842, 09WH45)

Large numbers of SNPs and InDels: between two groups, and 154/337 and others

Purple: SNP between green and purple cabbages: 2

SNPs between two groups, which change amino acid sequence: 3

InDel between two groups, which change no of amino acid sequence (302/301): 1

SNPs between 154/337 and others, which change amino acid sequence: 3

- *Arabidopsis* T-DNA 삽입돌연변이체를 주문하여 유전자 기능을 연구하고 있다.

● EG16

EG16	CL8934.Contig1_Acu	CTCTCTCTCTCTCT	CT
-------------	---------------------------	-----------------------	-----------

- CL8934.Contig1에 해당되는 유전자는 엽록체로 가는 Polyketide cyclase/dehydrase and lipid transport protein (AT4G01883) 유전자일 것으로 판단되며, 아직 그 기능이 밝혀지지 않았다. RNA seq 분석결과 찾아낸 SSR 전체 염기서열을 분석한 결과 4번째 exon에 존재하는 것으로 밝혀졌다(그림 145).

	Exon1		Exon2
337-1	CCTCGTCCCTCTCATTCTTACAACACTCTGCAAAAGAGACAAGCAAAATAAAAGACCAACAAGAGTTAAAGACTCTGTTCGGAGAAAGAAGACTCTGTCCGGAGAAAGAAGACTCTGTCC		
842-2	CCTCGTCCCTCTCATTCTTACAACACTCTGCAAAAGAGACAAGCAAAATAAAAGACCAACAAGAGTTAAAGACTCTGTTCGGAGAAAGAAGACTCTGTCCGGAGAAAGAAGACTCTGTCC		
337-2	CCTCGTCCCTCTCATTCTTACAACACTCTGCAAAAGAGACAAGCAAAATAAAAGACCAACAAGAGTTAAAGACTCTGTTCGGAGAAAGAAGACTCTGTCCGGAGAAAGAAGACTCTGTCC		
842-1	CCTCGTCCCTCTCATTCTTACAACACTCTGCAAAAGAGACAAGCAAAATAAAAGACCAACAAGAGTTAAAGACTCTGTTCGGAGAAAGAAGACTCTGTCCGGAGAAAGAAGACTCTGTCC		
842-3	CCTCGTCCCTCTCATTCTTACAACACTCTGCAAAAGAGACAAGCAAAATAAAAGACCAACAAGAGTTAAAGACTCTGTTCGGAGAAAGAAGACTCTGTCCGGAGAAAGAAGACTCTGTCC		
2409-1	CCTCGTCCCTCTCATTCTTACAACACTCTGCAAAAGAGACAAGCAAAATAAAAGACCAACAAGAGTTAAAGACTCTGTTCGGAGAAAGAAGACTCTGTCCGGAGAAAGAAGACTCTGTCC		
2409-2	CCTCGTCCCTCTCATTCTTACAACACTCTGCAAAAGAGACAAGCAAAATAAAAGACCAACAAGAGTTAAAGACTCTGTTCGGAGAAAGAAGACTCTGTCCGGAGAAAGAAGACTCTGTCC		
C9dna	CCTCGTCCCTCTCATTCTTACAACACTCTGCAAAAGAGACAAGCAAAATAAAAGACCAACAAGAGTTAAAGACTCTGTTCGGAGAAAGAAGACTCTGTCCGGAGAAAGAAGACTCTGTCC		
2437-2	CCTCGTCCCTCTCATTCTTACAACACTCTGCAAAAGAGACAAGCAAAATAAAAGACCAACAAGAGTTAAAGACTCTGTTCGGAGAAAGAAGACTCTGTCCGGAGAAAGAAGACTCTGTCC		
2437-3	CCTCGTCCCTCTCATTCTTACAACACTCTGCAAAAGAGACAAGCAAAATAAAAGACCAACAAGAGTTAAAGACTCTGTTCGGAGAAAGAAGACTCTGTCCGGAGAAAGAAGACTCTGTCC		
2437-1	CCTCGTCCCTCTCATTCTTACAACACTCTGCAAAAGAGACAAGCAAAATAAAAGACCAACAAGAGTTAAAGACTCTGTTCGGAGAAAGAAGACTCTGTCCGGAGAAAGAAGACTCTGTCC		
7S4-51-1	-----		
7S4-63-2	-----		
154	-----		
7S4-63-1	-----		
7S4-51-2	-----		
7S4-63-3	-----		
7S4-51-3	-----		
337-1	GGAGAAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCTGTTCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCTGTCCGGAGAA		
842-2	GGAGAAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCTGTTCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCTGTCCGGAGAA		
337-2	GGAGAAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCTGTTCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCTGTCCGGAGAA		
842-1	GGAGAAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCTGTTCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCTGTCCGGAGAA		
842-3	GGAGAAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCTGTTCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCTGTCCGGAGAA		
2409-1	-----GGCCGGAGAAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAA		
2409-2	-----GGCCGGAGAAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAA		
C9dna	GGAGAAAAGAAGACT-----GGTCCGGAGAAAAGAAGACTCTGTTCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAA		
2437-2	GGAGAAAAGAAGACT-----GGTCCGGAGAAAAGAAGACTCTGTTCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAA		
2437-3	GGAGAAAAGAAGACT-----GGTCCGGAGAAAAGAAGACTCTGTTCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAA		
2437-1	GGAGAAAAGAAGACT-----GGTCCGGAGAAAAGAAGACTCTGTTCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAAAGAAGACTCGGTCCGGAGAA		
7S4-51-1	-----GAGAA-----		
7S4-63-2	-----GAGAA-----		
154	-----GAGAA-----		
7S4-63-1	-----GAGAA-----		
7S4-51-2	-----GAGAA-----		
7S4-63-3	-----GAGAA-----		
7S4-51-3	-----GAGAA-----		

EG16-F1:	5'-CGATATTCAAACAACATGCGCTGGCC		
EG16-F2:	5'-GATATTCAAACAACATGCGCTGGCC		
EG16-F3:	5'-GCAGCAGATTTCAGACAACATGC		
	Start codon		
337-1	AGAAGACTCTGTTCGGAGAAAGACAT---GGTACGATATTCAAACAACATGCGCTGGCCGATCAAGCCGGAGGTTATCTATCTCTCTCCGCTGTCTTTCTTTTAAATTTATTTATGT		
842-2	AGAAGACTCTGTTCGGAGAAAGACAT---GGTACGATATTCAAACAACATGCGCTGGCCGATCAAGCCGGAGGTTATCTATCTCTCTCCGCTGTCTTTCTTTTAAATTTATTTATGT		
337-2	AGAAGACTCTGTTCGGAGAAAGACAT---GGTACGATATTCAAACAACATGCGCTGGCCGATCAAGCCGGAGGTTATCTATCTCTCTCCGCTGTCTTTCTTTTAAATTTATTTATGT		
842-1	AGAAGACTCTGTTCGGAGAAAGACAT---GGTACGATATTCAAACAACATGCGCTGGCCGATCAAGCCGGAGGTTATCTATCTCTCTCCGCTGTCTTTCTTTTAAATTTATTTATGT		
842-3	AGAAGACTCTGTTCGGAGAAAGACAT---GGTACGATATTCAAACAACATGCGCTGGCCGATCAAGCCGGAGGTTATCTATCTCTCTCCGCTGTCTTTCTTTTAAATTTATTTATGT		
2409-1	AGAAGACTCTGTTCGGAGAAAGACAT---GGTACGATATTCAAACAACATGCGCTGGCCGATCAAGCCGGAGGTTATCTATCTCTCTCCGCTGTCTTTCTTTTAAATTTATTTATGT		
2409-2	AGAAGACTCTGTTCGGAGAAAGACAT---GGTACGATATTCAAACAACATGCGCTGGCCGATCAAGCCGGAGGTTATCTATCTCTCTCCGCTGTCTTTCTTTTAAATTTATTTATGT		
C9dna	AGAAGACTCTGTTCGGAGAAAGACAT---GGTACGATATTCAAACAACATGCGCTGGCCGATCAAGCCGGAGGTTATCTATCTCTCTCCGCTGTCTTTCTTTTAAATTTATTTATGT		
2437-2	AGAAGACTCTGTTCGGAGAAAGACAT---GGTACGATATTCAAACAACATGCGCTGGCCGATCAAGCCGGAGGTTATCTATCTCTCTCCGCTGTCTTTCTTTTAAATTTATTTATGT		
2437-3	AGAAGACTCTGTTCGGAGAAAGACAT---GGTACGATATTCAAACAACATGCGCTGGCCGATCAAGCCGGAGGTTATCTATCTCTCTCCGCTGTCTTTCTTTTAAATTTATTTATGT		
2437-1	AGAAGACTCTGTTCGGAGAAAGACAT---GGTACGATATTCAAACAACATGCGCTGGCCGATCAAGCCGGAGGTTATCTATCTCTCTCCGCTGTCTTTCTTTTAAATTTATTTATGT		
7S4-51-1	AGAAGACTCTGTTCGGAGAAAGACAT---GGTACGATATTCAAACAACATGCGCTGGCCGATCAAGCCGGAGGTTATCTATCTCTCTCCGCTGTCTTTCTTTTAAATTTATTTATGT		
7S4-63-2	AGAAGACTCTGTTCGGAGAAAGACAT---GGTACGATATTCAAACAACATGCGCTGGCCGATCAAGCCGGAGGTTATCTATCTCTCTCCGCTGTCTTTCTTTTAAATTTATTTATGT		

B TCCTCGTCTCAATTTCATCATCAAACTAGTCATCCCTC-----CTCACCCATCA**CGAGAGAGAGAGAGAG-TAAAAG**TAAACCTTCCTTACAGTTTAAA
G AAAAAAAAAAAAAACC 232
B r X M 0 0 9 1 1 1 3 1 9 1
TCCTCGTCTCAGTTTCATCATCAAACTAGTCATCCCCACCCATCACGGCCATCAGCAGAGAGAGAGAGAGAGAGTAAAAGTAAACCTTCCTTACAG--TAA
AAATTAATAAAAAAAAAAAAAACC 226
*****:*****

Reverse Primer
B AAATCCGTCTCTGAAAC**GACGACGTATGGTGGATTAC**CGCCACGTCTCGTCTCCGATCACGCCCTTCAACCTTTATCCCGCCCACTCTCCTTTCGATCTCC
CCGCTTGAACAAGCCCA 352
B r X M 0 0 9 1 1 1 3 1 9 1
AAATCCACCTCCGGAACGACGACGTATGGTGGATTACCGCCACGTCTCGTCTCCGATCACGCCCTTCAACCTTTATCCCGCCCACTCTCCTTTCGATCTCC
CCGCTTGAACAAGCCCA 346
*****:*****

B TCCATCACAGCGACGCCCGGATCTCCGTTCTGACCCACCGGAGACTCCACGTGAT-----GTCGTCGTCGGGTGTCCTCTCGT4AGGGTTCCGTTAT
CAGACATCTGCCTTA 466
B r X M 0 0 9 1 1 1 3 1 9 1
TCTCATCACAGTGACGCCCGGATCTCCGTTCTACCCACCGGAGACTCCACGCCGATGATGTCGTCGTCGGGTGTCCTCTCGCTAGGGTTAGGTT
ATCAGACATCTGCCTTA 466
*****:*****

B CGAAGGAGCTCCTTCTCCCTCCTACCGGAAAGCCGTCGAGGCTCTGTCTGCGTCTCTGATGAGATACAACGCTTCCGTCGATCGAGCTTGGGAGCGAAGACA
CCGCGCTGATGCGGTGTGG 586
B r X M 0 0 9 1 1 1 3 1 9 1
CGAAGGAGCTCCTTCTCCCTCCTACCGGAAAGCCGTCGAGGCTCTGTCCGCTCTGATGAGATACAACGCTTCCGTCGATCGAGCTTGGGAGCGAAGACA
CCGCGCTGATGCGGTGTGG 586
*****:*****

B CCTCGAAGCTGCTCGTCTGTTATTCAGAAGCTCGAAATAGCGTTTCTGGTAAAGCCAATCGTGGCTCTCTATGTACAGAGCTGGAAGATCTGTTGAGGAT
TTGGATTCTGCCTCCGTTG 706
B r X M 0 0 9 1 1 1 3 1 9 1
CCTCGAAGCTGCTCGTCTGTTATTCAGAAGCTCGAAATAGCGTTTCTGGTAAAGCCAATCGTGGCTCTCTATGTACAGAGCTGGAAGATCTGTTGAGGAT
TTGGATTCTGCCTCCGTTG 706
*****:*****

B TATGGCTGAGGTTTTTCGGTGTCTGGGTAAAGTAGCGAGAGCTGCTTTGTCTGCAGTTGCAAGGCATCTACGCTAAGAAGCGATGTGTTAACCATATG
CTCGATGACTTCCACTAGC 826
B r X M 0 0 9 1 1 1 3 1 9 1
TATGGCTGAGGTTTTTCGGTGTCTGGGTAAAGTAGCGAGAGCTGCTTTGTCTGCAGTTGCAAGGCATCTACGCTAAGAAGCGATGTGTTAACCATATG
CTCGATGACTTCCACTAGC 826
*****:*****

B TCCAAATGAGGCTCCTCCTCTGTGCTTTGGCTTCTATGCTCATGCTTCGATCCAAAATGGGAAACCTGCTTCTGGAGTGGTAATATTGAGTTGAG
AAGGGTTGTTGACACTGTT 946
B r X M 0 0 9 1 1 1 3 1 9 1
TCCGAACGAGGTTTTCTCCTCTGTGCTTTAGTGTCTTCTATGCTCATGCTTCGATCCAAAATGGGAAACCTGCTTCTGGAGTGGGAGTATTGAGATTGAG
AAGGGTTGTTGACACTGTT 946
*****:*****

B CTGCTCAGATGGCTCTGGCATCCAGGTATGTGACCCAAATGGTCGTTGGTACGCAGCAGATAATGGATGTGGGATTGGTGATATCTTACTACTGCG
AAAGCGCTTAGTCATGCTAC 1066
B r X M 0 0 9 1 1 1 3 1 9 1
CTGCTCAGATGGCTCTGGCATCCAGGTATGTGACCCAAATGGTCGTTGGTACGCAGCAGATAATGGATGTGGGATTGGTGATATCTTACTACTGCG
AAAGCGCTTAGTCATGCTAC 1066
*****:*****

B TGCAGGCTCCGTCAGCTGCCTTTATAGAGCTACTGATCATTCTCTGGCACTGACACTCGCGGAAGGGCATCACTAGCATTAGGCTTATGCCGA
AAAGTAATGCCATACTAGA 1186
B r X M 0 0 9 1 1 1 3 1 9 1
TGCAGGCTCCGTCAGCTGCCTTTATAGAGCTACTGATCATTCTCTGGCACTGACACTCGCGGAAGGGCGTATTAGCATTAGGCTTATGCCGA
AAAGTAATGCCATACTAGA 1186
*****:*****

B TTGCTCCCCAGTTGAAGAGCTGGCCATGTGATTCCCCAAAGCTATGTGCCAGTATCTGTGTCAGTTCAGTTTATGGATAACCTATTGGCCGAGAATGAGACT
CCAGTTACTCCGCTGTGAA 1306
B r X M 0 0 9 1 1 1 3 1 9 1
TTGCTCCCCAGTAGAAGAGCTGGCCATGTAATTCCTCAAAGCTATGTGCCAGTATCTGTGTCAGTTCAGTTTATGGATAACCTATTGGCCGAGAATGAGACT
CCAGTTACTCCGCTGTGAA 1306
*****:*****

B AACCAATGTTTACCGGATGATGTTTGAAGAGCCCTTCTTAAGAAGTGTCTCTCAGATCCAATTTCCGGTTCGTTTCTGAAGATGCGATTGTGCTC
TCTTGTGGCATTCAATTTGG 1426
B r X M 0 0 9 1 1 1 3 1 9 1
AACCAATGTTTACCGGATGATGTTTGAAGAGCCCTTCTTAAGAAGTGTCTCTCAGATCCAATTTCCGGTTCGTTTCTGAAGATGCGATTGTGCTC
TCTTGTGGCATTCAATTTGG 1426
*****:*****

B TGGCTCATGCTTAGAAGAGCTCTTGAATGTCTAGATGTACGCTCTGCAATGCAGAAATCGAGCCTGGGTCTCTGGTCCCTAACCATGCTCTTAGAGCTG
CTGCTTACAGCTATAAAGCA 1546
B r X M 0 0 9 1 1 1 3 1 9 1
TGGCTCATGCTTAGAAGAGCTCTTGAATGTCTAGATGTACGCTCTGCAATGCAGAAATCGAGCCTGGGTCTCTGGTCCCTAACCATGCTCTTAGAGCTG
CCGCTTACAGCTATAAAGCA 1546
*****:*****

B ACAAGATGATAAAGACTTTTCCACAACGACGATGAGAAGGCGTAGAAAAGAAATGAGTGATCAAATGGATGTGGAACATGGAGATCCAGCTACGGA
TGATGGATTACAGCAGCGAGT 1666
B r X M 0 0 9 1 1 1 3 1 9 1
ACAAGATGATAAAGACTTTTCCACAACGACGATGAGAAGGCGTAGAAAAGAAATGAGTGATCAAATGGATGTGGAACATGGAGATCCAGCTACGGA
TGATGGATTACAGCAGCGAGT 1666
*****:*****


```

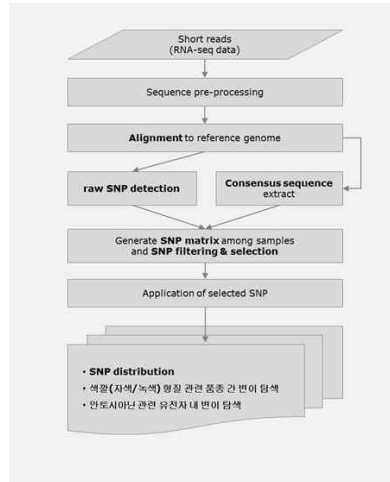
**** *****
B          o          l          0          3          1          5          8          9
CAAAGAGCTGTCACTACTGCACTATGGTGCAACTTCCTTGTTTCTCTCAAATTTGGTGTTTGGTGGACAAGTTCTAGCCATGTCATAATGGCTGAAG
TTGTTCACTCCGTCGCTGAT
B          r          a          0          3          0          4          3          4
CAAAGAGCTGTCACTACTGCACTATGGTGCAACTTCCTTGTTTCTCTCAAGTTTGGTGTTTGGTGGACAAGTTCTAGCCATGTCATAATGGCTGAAG
TTGTTCACTCCGTCGCTGAT
U          n          i          g          e          n          e          6          4          1
CAAAGAGCTGTCACTACTGCGCTATGGTGCAACTTCCTTGTTTTCGCTCAAGTTTGGGGTGGTGGACGAGTTCTAGCCATGTCATAATGGCTGAAG
TAGTTCACTCTGTCGCCGAT
*****
B          o          l          0          3          1          5          8          9
TTTGCTAACCAGGCCTTCTTGCTTATGGTCTCAGTAGCTCAAGGCGTGCACCAGATGCTCTTCATCCCTATGGCTACTCAAAGGAAAGATTGTATGGTC
TTTGATATCTGCTGTGGC
B          r          a          0          3          0          4          3          4
TTTGCTAACCAGGCCTTCTTGCTTATGGTCTCAGTAGCTCAAGGCGTGCACCAGATGCTCTTCATCCCTATGGCTACTCAAAGGAAAGATTGTATGGT
CTTGATATCTGCTGTGGC
U          n          i          g          e          n          e          6          4          1
TTTGCTAACCAGGCA-----
*****
B          o          l          0          3          1          5          8          9
ATCTTTTGCCCTTGGGTCTGGTGTACCAATTGTTAATGGAGTACAGAACTTGTGGACTTCTCAGCCACCTCCAAATATGGAATATGCTGCTGGTAATTG
GTGGCTCTTTTAAATTGAA
B          r          a          0          3          0          4          3          4
ATCTTTTGCCCTTGGGTCTGGTGTACCAATTGTTAATGGAGTACAGAACTTGTGGACTTCTCAGCCACCTCCAAATATGGAATATGCTGCTGGTAATCG
GTGGCTCTTTTAAATTGAA
Unigene641 -----
B          o          l          0          3          1          5          8          9
GGTGCATCACTTCTAGTTGCAATACAATCTGTGAAAAAAGGAGCTGCACAAGAAGGCATGACCATAATAGATTATATATGGCGTGGTCATGATCCTACT
TCTGTTGCTGTTATGACTGAG
B          r          a          0          3          0          4          3          4
GGTGCATCACTTCTAGTTGCAATACAATCTGTGAAAAAAGGAGCTGCACAAGAAGGCATGACCATAAGAGATTATATATGGCGTGGTCATGATCCTACT
CTGTTGCTGTTATGACTGAG
Unigene641 -----
B          o          l          0          3          1          5          8          9
GACGGCGCTGCAGTGGCAGGTTTGGCAATAGCTGCGGCTTCTCTGGTGTGTTAAGATGACAGGAAATGCTATTTATGATCCTATAGGATCCATTGTAG
TTGGAATTTACTTGGAAATG
B          r          a          0          3          0          4          3          4
GACGGCGCTGCAGTGGCAGGTTTGGCAATAGCTGCGGCTTCTCTGGTGTGTTAAGATGACAGGAAATGCTATTTATGATCCTATAGGATCCATTGTAG
TTGGAATTTACTTGGAAATG
Unigene641 -----
B          o          l          0          3          1          5          8          9
GTTGCTATATTTCTCATAACCGAACCGACATGCCTTGATTGGAAGAGCAATGGATGATCAAGACATGCGTAAAATTCTTCATTTTCTAAAGAACGAC
TCGGTTGATAGTCTATAT
B          r          a          0          3          0          4          3          4
GTTGCTATATTTCTCATAACCGAACCGACATGCCTTGATTGGAAGAGCAATGGATGATCAAGACATGCGTAAAATTCTTCATTTTCTAAAGAACGAC
TCGGTTGATAGTCTATAT
Unigene641 -----
B          o          l          0          3          1          5          8          9
GATTGCAAAAGTGAAGTGATTGGTCTGGATCCTCAGATTTAAAGCTGAAATAGATTCAATGGGCAGGTTGTTGCCAAAACCTATTGAAGAGAACT
AAGCATGAAGAGTGGCAAAA
B          r          a          0          3          0          4          3          4
GATTGCAAAAGTGAAGTGATTGGTCTGGATCCTCAGATTTAAAGCTGAAATAGATTCAATGGGCAGGTTGTTGCCAAAACCTATTGAAGAGAACT
AAGCGTGAAGAGTGGCAAAA
Unigene641 -----
B          o          l          0          3          1          5          8          9
CTGTTTCGCGAGGCTGCAAAGAAAGGAGATGATTCTGCAATGCTTAATATTATGTCAAACACGGTGAGGAAGTAGTAACGGCTTTAGGAAGTGAAGTA
ATCCGTTAGAGAAACAGATC
B          r          a          0          3          0          4          3          4
CTATTTTCGCGAGGCTGCAAAGAAAGGAGATGATCCTGCAATGCTCAATATTATGTCAAACACGGTGAGGAAGTAGTAACGGCTTTAGGAAGTGAAGTA
ATCCGTTAGAGAAACAGATC
Unigene641 -----
Bol031589  CGAGAGCTTGTCCCTGGAATCCAGCACGTTGACATCGAAGCACACAATCCCATGGACCAATCTCTATGA
Bra030434  CGAGAGCTTGTCCCTGGAATCCAGCACGTTGACATCGAAGCACACAATCCCATGGACCAATCTCTATGA
Unigene641 -----

```

[그림148] Contig or gene sequence of AC17 and SSR (GGC) position.

5. RNA Seq 분석을 통해 얻은 SNP의 분석

양배추 8계통 샘플을 RNA seq하여 나온 Short read data의 sequence quality에 따른 trimming 후, reference genome과의 alignment를 수행하여 consensus sequence를 작성하였다. 프로그램을 이용하여 raw SNP detection 후에, 샘플 간의 SNP matrix를 작성하고, 유의한 SNP 후보 선별을 위한 filtering 과정을 거쳤다. 이후에 샘플 간의 변이 탐색과 안토시아닌 관련 유전자 내의 significant SNP를 선별하였다(그림 149).



[그림149] 분석모식도

가. Sequencing data

양배추 8계통의 RNA seq (Illumina HiSeq™ 2000) 수행을 통해 49개 single read의 raw data를 얻었다. 8개 샘플의 sequencing depth는 다음 표와 같이 40~52X 이다.

<표137> Summary of Sequencing raw data.

Short read file	Samples	Descript	No. of reads	Avg. length	Total length (bp)	Sequencing depth*
A.fq	A	저온에서	39,205,050	49	1,921,047,450	40.49X
B.fq	B	자색발현	51,177,428	49	2,507,693,972	52.85X
C.fq	C	저온에서	49,689,407	49	2,434,780,943	51.31X
D.fq	D	자색발현 안됨	50,336,601	49	2,466,493,449	51.98X
E.fq	E	자색	42,184,768	49	2,067,053,632	43.56X
F.fq	F		43,099,662	49	2,111,883,438	44.51X
G.fq	G	녹색	42,564,236	49	2,085,647,564	43.95X
H.fq	H		37,694,949	49	1,847,052,501	38.93X

* Sequencing depth : 각 샘플의 read 총 길이를 reference transcripts 서열의 총 길이로 나눈 값.

나. Sequence pre-processing

Sequencing 과정 중에 error가 있는 경우나 결과가 애매한 경우quality가 낮게 되며, 이 경우 서열을 quality trimming을 통해 데이터 전처리 과정을 진행하였다. Trimming 후, 8개 샘플의 (trimmed/raw*100)의 값이 90% 이상이고, sequencing depth는 36~47X였다.

<표138> Summary of Sequencing trimmed data.

Samples	Descript	No. of reads	Avg. length	Total length (bp)	trimmed/raw*	Sequencing depth*
A	저온에서	37,527,349	47.56	1,784,915,378	92.91%	37.62X
B	자색발현	48,319,195	47.00	2,271,065,157	90.56%	47.86X
C	저온에서	47,004,542	47.06	2,212,002,815	90.85%	46.62X

	자색발현 안됨					
D		47,477,301	46.99	2,230,838,619	90.45%	47.01X
E	자색	39,849,514	47.01	1,873,505,684	90.64%	39.48X
F		41,250,181	47.54	1,960,917,012	92.85%	41.33X
G	녹색	40,831,351	47.56	1,942,008,211	93.11%	40.93X
H		36,075,551	47.53	1,714,770,418	92.84%	36.14X

*trimmed/raw : (total length of trimmed reads / total length of raw reads)*100

다. Reference information

Mapping을 위해 이용된 reference genome은 *Brassica oleracea* v1.0 scaffolds(<http://www.ocri-genomics.org/bolbase>)이다. 전체 염기서열 길이는 515MB 정도이며 45,758개 유전자를 포함하고 있다. 이는 Phytozome DB의 44종 식물 protein 서열에 94.11%가 annotation 된다.

<표139> Summary of Reference genome

No. of scaffold	Total length (bp)	# of Genes	Gene length (bp)	CDS length (bp)	Intron length (bp)
1,848	515,340,060	45,758	80,567,619	47,450,802	33,116,817

<표140> Summary of Reference gene annotation

Contents	Total	Annotation에 사용된 수
Phytozome DB의 44종 식물 전체 protein 서열	1,917,424	36,669
Reference(<i>Brassica oleracea</i>) 유전자	45,758	43,064 (94.11%)

▶ Annotation 기준

- (1) Reference(*Brassica oleracea*) gene 을 Phytozome DB (v10.0) 의 44종 식물 단백질 서열과 BLASTX을 수행하였다.
- (2) Annotation filter 기준은 $e\text{-value} \leq 1e-10$ 이고, best-match하는 경우만을 선발하였다.

라. Alignment to genome

Reference coding region에 mapping 되는 reads의 coverage는 57~67%였다.

<표141> Summary of Read mapping.

Sample	Total reads #	Mapped reads #	Reads-mapping coverage*
A	37,527,349	35,303,554 (94.07%)	31,162,097 (65.67%)
B	48,319,195	45,348,229 (93.85%)	31,582,534 (66.56%)
C	47,004,542	44,179,628 (93.99%)	31,889,457 (67.21%)
D	47,477,301	44,574,425 (93.89%)	31,485,074 (66.35%)
E	39,849,514	34,938,245 (87.68%)	28,412,671 (59.88%)
F	41,250,181	35,541,390 (86.16%)	27,423,479 (57.79%)
G	40,831,351	35,742,067 (87.54%)	28,479,309 (60.02%)
H	36,075,551	34,007,203 (94.27%)	31,152,126 (65.65%)

* Reads-mapping coverage : read가 mapping되어 reference coding-region과 비교했을 때, cover하는 영역.

마. Genome-wide SNP 분석

(1) SNP detection

다음 표와 같이 8개 샘플의 raw SNP는 11~16만개 이고, 그 중에 homozygous SNP는 4.0~5.7천 개이다.

각 샘플의 raw SNP를 이용하여 양배추 8종간의 통합 SNP matrix를 작성하였다. 이 때, missing SNP일 경우에는 다시 샘플의 consensus sequence로부터 해당 position의 염기서열을 채워 넣고 분석하였다. 이후에 SNP matrix의 position을 기준으로 mis-SNP로 calling된 경우는 필터과정을 거치고, 8종의 SNP를 'homozygous/heterozygous/기타' 로 구분하였다.

<표142> Summary of SNP detection.

Sample	# of Total SNP	# of Homozygous (read depth \geq 90%)	# of Heterozygous (40% \leq read depth \leq 60%)	# of 기타 (homo/heterozygous로 구분할 수 없는 경우)
A	165,621	53,918	7,510	104,193
B	161,724	56,281	7,120	98,323
C	165,743	57,234	6,834	101,675
D	160,386	53,616	6,601	100,169
E	137,347	47,783	6,115	83,449
F	115,081	45,688	7,550	61,843
G	123,019	40,974	6,014	76,031
H	150,696	45,028	6,708	98,960

▶ SNP detection 분석방법

- 1) Reference genome에 mapping하여 raw SNP을 detection한다. (read depth \geq 3)
- 2) 각 샘플의 raw SNP 을 이용하여 양배추 8종간의 통합 SNP matrix을 작성한다.
- 3) SNP matrix에서 동일 SNP position에서의 샘플 간 genotype을 비교하여 mis-SNP를 필터 한다.

*** SNP 구분 기준 ***

- ◆ Homozygous: read depth \geq 90%
- ◆ Heterozygous: 40% \leq read depth \leq 60%
- ◆ 기타: Homozygous/Heterozygous 로 구분할 수 없는 경우

(2) SNP distribution

RNA-seq data 이지만, genome에 mapping 해본 결과, intergenic, intron 영역에서도 SNP가 찾아지며, 이는 Total SNP 대비하여 약 30%을 차지하고 있다.

<표143> Summary of SNP distribution.

샘플	Total SNP	Intergenic-region (size=434,772,441 bp)				Genic-region (size=80,567,619 bp)				
		Total	Homo	Hetero	기타	Region	Total	Homo	Hetero	기타
A	165,621	48,036	12,369	3,154	32,513	CDS (size=47,450,802 bp)	108,846	39,143	3,614	66,089
						Intron (size=33,116,817 bp)	8,739	2,406	742	5,591
B	161,724	48,764	13,316	3,101	32,347	CDS	103,768	40,343	3,191	60,234
						Intron	9,192	2,622	828	5,742
C	165,743	49,332	13,293	3,082	32,957	CDS	107,549	41,455	3,061	63,033
						Intron	8,862	2,486	691	5,685
D	160,386	48,267	12,807	2,913	32,547	CDS	103,542	38,397	2,947	62,198
						Intron	8,577	2,412	741	5,424
E	137,347	34,518	10,155	2,293	22,070	CDS	97,820	35,744	3,433	58,643
						Intron	5,009	1,884	389	2,736
F	115,081	29,592	9,870	2,768	16,954	CDS	81,099	34,008	4,355	42,736
						Intron	4,390	1,810	427	2,153
G	123,019	30,776	8,717	2,247	19,812	CDS	88,052	30,772	3,458	53,822
						Intron	4,191	1,485	309	2,397
H	150,696	43,502	10,223	2,831	30,448	CDS	99,432	32,719	3,242	63,471
						Intron	7,762	2,086	635	5,041

바. 엽색(자색/녹색) 형질 관련 품종간 변이 탐색

E/F(자색)와 G/H(녹색)에서 공통적으로 동일 SNP 좌표 내에서 서로 차이를 보이는 polymorphic SNP는 16,478개이다. 그 중 genic region의 SNP는 13,982(85%)개, intergenic region의 SNP는 2,496(15%)개이다.

(1) Polymorphic SNP 선발

“자색 vs. 녹색” 형질관련 품종 간의 변이 탐색을 위해 homozygous SNP를 이용하여 분석하였다. 자색 품종 E와 F 에서 선발한 공통 SNP (415,636)과 녹색 품종에서 선발한 공통 SNP (417,302)를 동일 SNP 좌표 상에서 비교하여, 자색과 녹색 품종 간에 서로 SNP인 polymorphic SNP를 선발하였다.

<표144> SNPs between purple (E and F) and green(G and H) cabbages.

Sample	Descript	No. of Homozygous SNP	No. of 공통 SNP
E	자색	47,783	415,636
F		45,688	
G	녹색	40,974	417,302
H		45,028	

<표145> SNPs between two purple and two green cabbages.

Sample	No. of 공통 SNP	비교 가능한 SNP 좌표	No. of polymorphic SNP	No. of gene*	No. of TAIR*
자색 품종 E,F	415,636	235,302	16,478	4,635	4,112
녹색 품종 G,H	417,302				

* TAIR: reference(*Brassica oleracea*) gene 에 annotation 된 Arabidopsis gene (TAIR10).

* No. of gene: 해당 SNP position 을 포함하는 reference(*Brassica oleracea*) gene 개수.

▶ 엽색 형질관련 품종 간 변이 탐색 분석방법

1) 엽색(자색/녹색) 형질 관련 품종 간의 SNP변이를 탐색하기 위해 homozygous SNP를 이

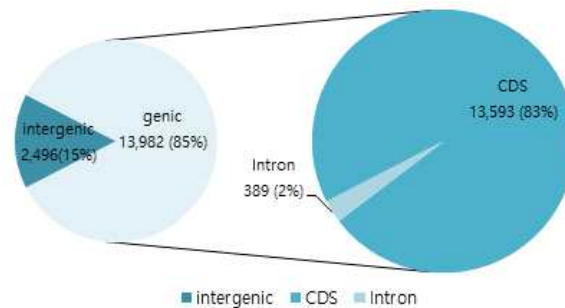
용함.

- 2) 자색 품종 E, F 2종 간의 SNP position을 비교하여 공통 SNP를 선발함.
- 3) 녹색 품종 G, H 2종 간의 SNP position을 비교하여 공통 SNP를 선발함.
- 4) 자색과 녹색 품종에서 선발한 공통 SNP를 동일 SNP 좌표에서 비교하여, 서로 차이를 보이는 polymorphic SNP를 선발함.

(2) Polymorphic SNP distribution

<표146> Summary of polymorphic SNP distribution.

비교샘플	No. of polymorphic SNP	No of SNP in intergenic (size=434,772,441 bp)	No. of SNP in genic (size=80,567,619 bp)	Region	No. of SNP
자색 품종(E,F) vs. 녹색 품종(G,H)	16,478	2,496	13,982	CDS (size=47,450,802 bp)	13,593
				Intron (size=33,116,817 bp)	389



[그림150] Polymorphic SNP distribution.

사. A,B vs. C,D 품종간 변이 탐색

A, B와 C, D에서 공통적으로 동일 SNP 좌표 내에서 서로 차이를 보이는 polymorphic SNP는 9,237개이다. 그 중 genic region의 SNP는 7,662(83%)개, intergenic region의 SNP는 1575(17%)개이다.

(1) Polymorphic SNP 선발

“A,B vs. C,D” 품종 간 변이 탐색을 위해 homozygous SNP를 이용하여 분석하였다. 품종 A,B 에서 선발한 공통 SNP (450,462) 과 품종 C,D 에서 선발한 공통 SNP (444,601) 를 동일 SNP 좌표 상에서 비교하여, A,B vs. C,D 품종 간에 서로 SNP인 polymorphic SNP를 선발하였다.

<표147> SNPs between A, B and C, D.

Sample	No. of Homozygous SNP	No. of 공통 SNP
A	53,918	450,462
B	56,281	
C	57,234	444,601
D	53,616	

<표148> SNPs between A+B and C+D.

Sample	No. of 공통 SNP	비교 가능한 한 SNP 좌표	No. of polymorphic SNP	No. of gene*	No. of TAIR*
A,B	450,462				
C,D	444,601	257,557	9,237	2,506	2,309

* TAIR: reference(*Brassica oleracea*) gene 에 annotation 된 Arabidopsis gene (TAIR10).

* No. of gene: 해당 SNP position 을 포함하는 reference(*Brassica oleracea*) gene 개수.

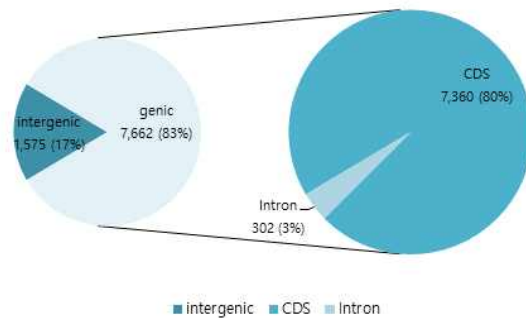
▶ 품종 간 변이 탐색 분석방법

- 1) A,B vs. C,D 품종 간의 SNP변이를 탐색하기 위해 homozygous SNP를 이용함.
- 2) 품종 A,B 2종 간의 SNP position을 비교하여 공통 SNP를 선발함.
- 3) 품종 C,D 2종 간의 SNP position을 비교하여 공통 SNP를 선발함.
- 4) A,B 품종과 C,D 품종에서 선발한 공통 SNP를 동일 SNP 좌표에서 비교하여, 서로 차이를 보이는 polymorphic SNP를 선발함.

(2) Polymorphic SNP distribution

<표149> Summary of polymorphic SNP distribution (A,B vs. C,D).

비교샘플	No. of polymorphic SNP	No of SNP in intergenic (size=434,772,441 bp)	No. of SNP in genic (size=80,567,619 bp)	Region	No. of SNP
A,B 품종 vs. C,D 품종	9,237	1,575	7,662	CDS (size=47,450,802 bp)	7,360
				Intron (size=33,116,817 bp)	302



[그림151] Polymorphic SNP distribution (A,B vs. C,D).

아. 안토시아닌 관련 유전자의 SNP 선별

안토시아닌 관련 유전자의 potential SNPs에서 유전적으로 의미 있는 variation을 얻기 위해 특정 기준에 의해 유효한 SNP를 filtering 하였다. 먼저 mapping된 read들의 depth가 낮은 것과 heterozygous SNP type은 제외하여 homozygous SNP 만을 선별하였다. Filtering으로 얻어진 significant SNP를 이용하여 protein variation을 확인하여, DNA 염기서열의 차이에 의한 아미노산 서열의 변화를 가져오는 non-synonymous SNP를 선별하였다. 이는 protein 기능과 구조적인 변화에 영향을 줄 수 있다고 본다.

이러한 SNP 선별 과정을 통해 46개 안토시아닌 관련 유전자의 SNP를 filtering을 수행하였다. 687개 안토시아닌 관련 유전자의 전체 matrix에서 68개 significant SNP를 선별하였다. 그

중 아미노산 서열의 변화를 보이는 non-synonymous SNP 24개를 선발하였다. Non-synonymous SNP를 포함한 유전자는 *PAL2*, *PAL4*, *C4H*, *4CL3*, *CHS*, *CHI*, *F3H*, *UGT75C1*, *OMT1*, *HY5*, *MYB12*, *MYB111*, *EGL3*이다.

<표150> Significant SNPs within genes associated with anthocyanin synthesis.

	Gene name	Gene Ann	At. Id	Genic/Inter	Ref. id (Bra)	Ref. scaffold	Ref. bas	A	h|ToTA	B	h|ToTA	C	h|ToTA	D	h|ToTA	E	h|ToTA	F	h|ToTA	G	h|ToTA	H	h|ToTA		
구조유전자	PAL1	nine amm	AT2G37040	Bol037689	Scaffold000	37553	G	T	3838	G	102102	G	144144	G	139139	G	3232	G	1515	G	7474	G	144145		
				Bol037689	Scaffold000	37829	T	C	3031	T	6565	T	110110	T	119119	T	3838	T	818	T	818	T	4950	T	106106
				Bol025522	Scaffold000	123260	A	A	3030	A	3030	A	111112	A	163166	A	179184	A	5838	A	919	A	3435	A	182186
	PAL2	nine amm	AT3G53260	Bol005411	Scaffold000	503498	C	C	414	T	1212	T	2121	C	717	C	313	C	111	C	919	C	616		
				Bol005411	Scaffold000	503564	T	T	1010	A	1414	A	1818	T	313	T	313	T	313	T	313	T	212	T	515
				Bol025102	Scaffold000	947761	A	G	919	A	515	A	1414	A	1919	A	717	A	818	A	2121	A	1616		
				Bol025102	Scaffold000	947809	A	G	5454	A	2424	A	3232	A	4242	A	2222	A	3434	A	4748	A	3838		
				Bol025102	Scaffold000	949235	A	G	3737	A	3131	A	3838	A	4343	A	4141	A	2828	G	6969	A	3636		
	PAL4	nine amm	AT3G10340	Bol011375	Scaffold000	635561	C	C	161163	A	7575	A	6566	A	4343	A	1616	A	717	A	7272	A	162162		
				Bol011375	Scaffold000	837942	A	A	336336	G	231231	G	276277	G	160160	G	3333	G	515	G	109109	G	353354		
	C4H	late-4-hydr	AT2G30490	Bol033349	Scaffold000	1740958	C	C	5556	T	7979	T	4042	T	7272	C	4646	C	3333	C	7878	T	3131		
				Bol033349	Scaffold000	1741097	T	T	8787	T	123123	C	169171	T	123124	T	6767	T	7171	T	117117	C	8787		
				Bol033349	Scaffold000	1741902	G	G	104104	G	5656	A	6263	G	6060	G	8282	G	8888	G	113113	A	8888		
	4CL3	narate:CoA	AT1G65060	Bol012584	Scaffold000	773805	A	A	3030	A	2222	A	3333	A	2323	A	1212	A	1414	A	2626	G	1919		
				Bol012584	Scaffold000	773824	G	G	1212	G	1717	G	1313	G	2323	G	717	G	919	G	2525	T	1313		
				Bol012584	Scaffold000	776874	C	C	3637	C	5353	C	5959	C	4747	C	4444	C	2525	C	2323	T	4040		
	4CL5	narate:CoA	AT3G21230	Bol012584	Scaffold000	774002	C	T	616	T	1819	T	2424	T	1616	C	1717	C	2121	C	818	T	616		
				Bol026623	Scaffold000	918361	G	C	1616	G	1818	G	1313	G	2020	G	1212	C	2828	C	3636	C	1616		
				Bol026623	Scaffold000	918681	C	A	414	T	1414	T	1111	T	818	T	2121	C	2121	C	1010	T	111		
				Bol026623	Scaffold000	921738	G	T	717	T	717	G	616	G	1414	T	818	T	313	T	1818	T	919		
				Bol026623	Scaffold000	921752	T	A	818	T	717	T	515	T	1313	T	919	T	111	T	1515	A	919		
	CHS, TT4	cone synt	AT5G13930	Bol043396	Scaffold000	245241	T	T	2525	T	4949	T	4141	T	3232	G	1111	G	1818	T	5454	T	103103		
				Bol043396	Scaffold000	246380	A	A	6262	A	6161	C	2224	A	5354	A	7272	A	190190	A	203204	A	200200		
				Bol043396	Scaffold000	246416	G	G	5050	G	6768	T	1515	G	5454	G	5656	G	8787	G	173173	G	140140		
Bol043396				Scaffold000	246425	T	T	6060	T	7575	G	1515	T	5858	T	4949	T	7676	T	160160	T	119119			
Bol043396				Scaffold000	246452	C	C	6767	C	5959	T	3638	C	5353	C	5555	C	130130	C	195195	C	130131			
CHI, TT5	cone isom	AT3G55120	Bol0008652	Scaffold000	671269	C	A	2323	C	2525	C	2525	C	2525	C	2727	C	2222	A	3434	C	1414			
			Bol008652	Scaffold000	671677	C	G	818	G	1818	G	2323	G	1919	G	1818	G	2021	G	1313	G	515			
F3H, TT6	one 3-hydr	AT3G51240	Bol010585	Scaffold000	660386	C	C	5656	A	5151	A	9292	A	8484	C	167167	C	323232	C	179179	C	127127			
			Bol010585	Scaffold000	660595	A	A	7373	G	3838	G	7980	G	6666	A	7272	A	117117	A	8787	A	9999			
			Bol010585	Scaffold000	661466	G	G	5050	A	4747	A	8585	A	7576	G	6970	G	9797	G	7777	A	135135			
F3H, TT7	Flavonoid	AT5G07990	Bol010585	Scaffold000	661655	A	A	6464	G	2929	G	5757	G	4545	A	8383	A	185185	A	117117	G	7273			
			Bol043829	Scaffold000	2988399	A	A	414	A	515	A	111	A	111	G	3333	G	164164	A	212	A	313			
			Bol019362	Scaffold000	33796	T	C	2929	C	1414	C	7576	C	515	C	515	C	717	C	717	C	1819			
FLS1	onol synt	AT5G08640	Bol019362	Scaffold000	35237	T	C	2525	C	1313	C	6363	C	717	C	818	C	212	C	1515	C	1111			
			Bol019362	Scaffold000	35371	C	T	3535	T	1920	T	7879	T	1717	T	1414	T	2121	T	4545	T	1717			
			Bol019362	Scaffold000	35495	A	C	4747	C	1919	C	8181	C	818	C	2727	C	3232	C	3939	C	3434			
			Bol043773	Scaffold000	2728848	A	G	7272	A	114114	A	108108	A	114114	G	3434	G	3737	A	130130	G	8181			
FLS3	Flavonol s	AT5G63590	Bol020738	Scaffold000	686747	C	C	8181	C	6666	T	4848	C	5050	C	3030	C	3333	C	4949	C	7878			
			Bol014986	Scaffold000	887909	A	A	111	A	414	A	313	A	818	A	5252	A	6161	A	414	A	1414			
ANS, LDO, GST26, TT	Anthocyan	AT4G22880	Bol021325	Scaffold000	860663	T	T	515	T	616	T	717	T	717	T	2323	T	8989	T	1616	T	1212			
			Bol027055	Scaffold000	878564	G	G	313	G	212	G	212	G	313	A	3535	G	182182	G	313	G	111			
UGT75C1	5-O-glucosyl	AT4G14090	Bol027055	Scaffold000	878746	C	C	111	C	111	C	111	C	313	A	6667	C	192192	C	212	C	818			
			Bol043589	Scaffold000	1576856	A	A	5959	A	8484	G	5759	A	7171	A	3131	A	6464	G	1414	G	3838			
상표유전자	HY5	bZIP	AT5G11260	Bol043589	Scaffold000	1577113	C	C	113113	C	116116	T	7777	C	112112	C	8888	C	174174	T	3535	T	7373		
				Bol043589	Scaffold000	1577119	A	A	9999	A	103103	G	7272	A	106106	A	8585	A	165165	G	3131	G	5959		
				Bol043589	Scaffold000	1577454	T	C	126127	C	8080	T	8888	T	7171	C	6565	C	100100	T	5959	T	7878		
				Bol024704	Scaffold000	1471005	A	A	2424	A	2929	A	7676	A	5050	A	1818	A	3232	G	1919	A	2929		
				Bol024704	Scaffold000	1471236	A	G	3838	G	2121	G	6666	G	4848	G	1717	G	3030	G	2525	G	3030		
	MYB12	3 MYB pro	AT2G47460	Bol029626	Scaffold000	1670322	A	G	414	G	515	A	717	G	313	G	212	G	515	G	313	G	212		
				Bol029626	Scaffold000	1671387	A	C	1616	A	3232	A	4141	A	2626	C	1212	C	1818	C	414	C	1616		
				Bol029626	Scaffold000	1671479	G	C	2020	G	3535	G	6363	C	2525	C	919	C	4141	C	1818	C	3434		
				Bol029626	Scaffold000	1671578	C	T	1516	T	2121	C	2122	T	1818	T	414	T	717	T	313	T	1616		
				Bol029626	Scaffold000	1671585	G	A	1415	G	2323	G	2525	G	1616	G	313	G	717	G	313	G	1717		
				Bol029626	Scaffold000	1671739	A	A	1212	T	515	A	717	T	616	T	1010	T	616	T	616	T	1515		
				Bol029626	Scaffold000	1671878	A	T	1515	T	1717	A	2121	T	1212	T	1212	T	1515	T	919	T	919		
	MYB111	R2R3 MYB	AT5G49330	Bol016599	Scaffold000	220717	T	A	515	A	818	A	818	A	919	A	616	A	717	A	1111	A	1515		
				Bol022614	Scaffold000	574015	G	G	717	G	1010	T	1515	G	515	G	313	G	212	G	212	G	818		
	EGL3	bHLH	AT1G63650	Bol022614	Scaffold000	576301	C	T	314	C	313	C	515	C	212	C	313	C	111	C	313	C	313		
				Bol022614	Scaffold000	577354	T	T	1414	T	414	T	515	T	717	T	919	T	616	T	1515	T	1616		
	TTG1	WD40	AT5G24520	Bol022614	Scaffold000	578003	C	C	2222	C	1212	T	2325	C	1616	C	515	C	1010	C	1515	C	2121		
				Bol022420	Scaffold000	1094066	G	G	3232	G	5354	G	5555	G	4343	A	2525	A	5354	G	1919	G	3838		
				Bol022420	Scaffold000	1094198	G	G	2626	A	8888	A	585												

<표151> Distribution of SNPs of anthocyanin synthesis-related genes in each cabbage line
(red color: non-synonymous SNP)

Gene name	Gene Annotation	At. Id	Ref. id (Brassica oler)	Ref. scaffold	Ref. bas	A	B	C	D	E	F	G	H	
구조유전자	PAL1	nylalanine ammonia-l	AT2G37040	Bol037689	Scaffold000023_P2	37553								
				Bol037689	Scaffold000023_P2	37829								
				Bol025522	Scaffold000087_P2	123260								
	PAL2	nylalanine ammonia-l	AT3G53260	Bol005411	Scaffold0000300	503498								
				Bol005411	Scaffold0000300	503564								
				Bol025102	Scaffold000089	947761								
	PAL4	Phenylalanine ammo	AT3G10340	Bol011375	Scaffold000212	835561								
				Bol011375	Scaffold000212	837942								
				Bol033349	Scaffold000044	1740958								
	C4H	Cinnamate-4-hydroxy	AT2G30490	Bol033349	Scaffold000044	1741097								
				Bol033349	Scaffold000044	1741902								
				Bol012584	Scaffold000196	773805								
4CL3	4-Coumarate:CoA lig	AT1G65060	Bol012584	Scaffold000196	773824									
			Bol012584	Scaffold000196	776874									
			Bol012584	Scaffold000196	777402									
4CL5	4-Coumarate:CoA lig	AT3G21230	Bol026623	Scaffold000082	918361									
			Bol026623	Scaffold000082	918681									
			Bol026623	Scaffold000082	921738									
CHS, TT4	Chalcone synthase	AT5G13930	Bol043396	Scaffold000004	245241									
			Bol043396	Scaffold000004	246380									
			Bol043396	Scaffold000004	246416									
CHI, TT5	Chalcone isomerase	AT3G55120	Bol008652	Scaffold000244	671269									
			Bol008652	Scaffold000244	671677									
			Bol010585	Scaffold000220	660386									
F3H, TT6	Flavanone 3-hydroxyl	AT3G51240	Bol010585	Scaffold000220	660595									
			Bol010585	Scaffold000220	661466									
			Bol010585	Scaffold000220	661655									
F3'H, TT7	Flavonoid 3'-hydroxy	AT5G07990	Bol043829	Scaffold000004	2988399									
			Bol019362	Scaffold000131	33796									
			Bol019362	Scaffold000131	35237									
FLS1	Flavonol synthase	AT5G08640	Bol019362	Scaffold000131	35371									
			Bol019362	Scaffold000131	35495									
			Bol043773	Scaffold000004	2728848									
FLS3	Flavonol synthase	AT5G63590	Bol020738	Scaffold000121_P2	666747									
ANS, LDO	Anthocyanidin synth	AT4G22880	Bol014986	Scaffold000169	887909									
GST26, TT	Glutathione S-transfe	AT5G17220	Bol021325	Scaffold000116	860663									
UGT75C1	Anthocyanin 5-O-glu	AT4G14090	Bol027055	Scaffold000019	878564									
OMT1	Caffeic acid/5-hydrox	AT5G54160	Bol027968	Scaffold000034	641323									
상류유전자	HY5	bZIP	AT5G11260	Bol043589	Scaffold000004	1576856								
				Bol043589	Scaffold000004	1577113								
				Bol043589	Scaffold000004	1577119								
	MYB12	R2R3 MYB protein	AT2G47460	Bol024704	Scaffold000092	1471005								
				Bol024704	Scaffold000092	1471236								
				Bol029626	Scaffold000065	1670322								
	MYB111	R2R3 MYB protein	AT5G49330	Bol029626	Scaffold000065	1671387								
				Bol029626	Scaffold000065	1671479								
				Bol029626	Scaffold000065	1671578								
	EGL3	bHLH	AT1G63650	Bol029626	Scaffold000065	1671585								
				Bol029626	Scaffold000065	1671739								
				Bol029626	Scaffold000065	1671878								
TTG1	WD40	AT5G24520	Bol016599	Scaffold000106	220717									
			Bol022614	Scaffold000106	574015									
			Bol022614	Scaffold000106	576301									
			Bol022614	Scaffold000106	577354									
			Bol022614	Scaffold000106	578003									
			Bol022420	Scaffold000108	1094066									
			Bol022420	Scaffold000108	1094198									
			Bol022420	Scaffold000108	1095008									

<표152> Classification of SNPs within anthocyanin biosynthesis-related genes.

분류	Gene name	전체 matrix SNP	선별한 SNP	아미노산 서열 차이 SNP
구조유전자	PAL1	21	4	
	PAL2	48	6	1
	PAL3	0	0	
	PAL4	18	2	1
	C4H	33	3	1
	4CL1	13	0	
	4CL2	2	0	
	4CL3	55	4	1
	4CL5	80	4	
	CHS, TT4	15	6	2
	CHI, TT5	23	2	2
	F3H, TT6	8	4	3
	F3'H, TT7	16	1	
	FLS1	52	5	
	FSL2	0	0	
	FLS3	2	1	
	FLS4	0	0	
	FLS5	0	0	
	FLS6	0	0	
	DFR, TT3	3	0	
	ANS, LDOX, TT18	21	1	
	GST26, TT19	14	1	
	UF3GT	1	0	
	UGT73C6	0	0	
	UGT75C1	13	2	2
	UGT78D1	0	0	
	UGT78D2	3	0	
	UGT89C1	0	0	
	A5G6999MaT	25	0	
	A3G699p-CouT	0	0	
	A3G699p-CouT	0	0	
SCPL10	0	0		
OMT1	25	1	1	
상류유전자	HY5	18	6	1
	PAP1, MYB75	3	0	
	PAP2, MYB90	6	0	
	MYB11	0	0	
	MYB12	39	7	5
	MYB111	27	1	1
	MYB113	0	0	
	MYB114	0	0	
	TT8	5	0	
	GL3	12	0	
	EGL3	58	4	3
	TTG1	16	3	
	MYBL2	12	0	
합계	46	687	68	24

자. SNP 검정과 마커 선발

- 표152로부터 다음과 같이 서열의 차이를 보이는 유전자의 예상 그림을 만들었다<표153>.

<표153> SNP position, type and change in codon of putative genes for SNP maker.

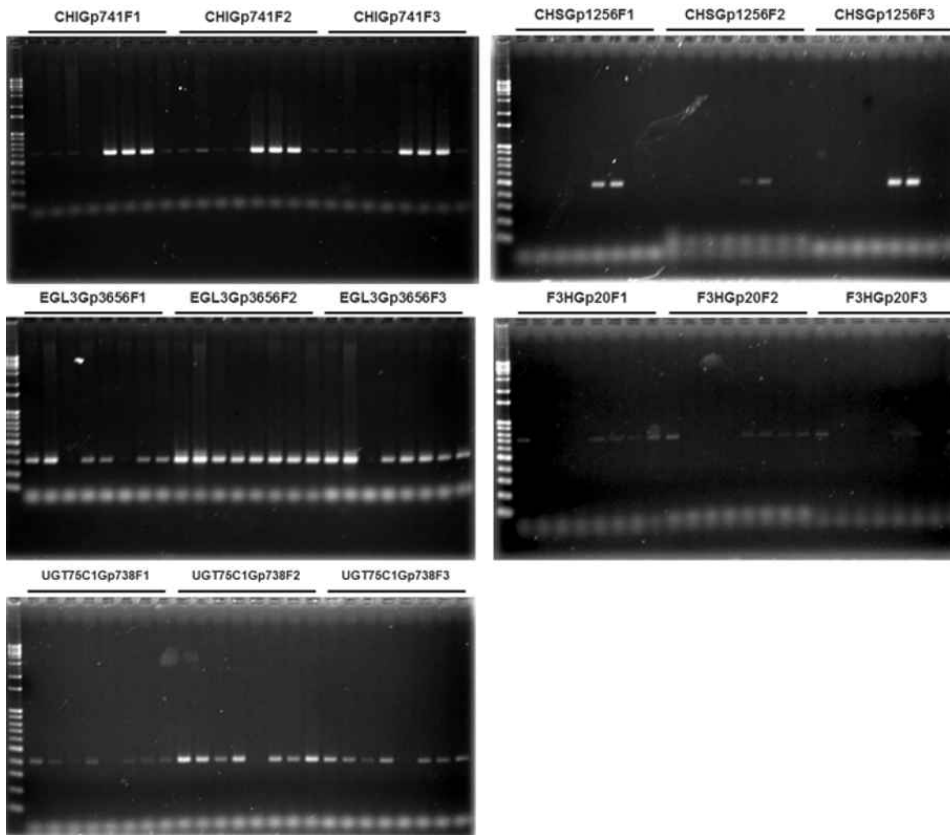
	Gene name	A	B	C	D	E	F	G	H	Gene position & type	AA 차이
RNA seq.	CHS, TT4									Gp1256(A/C)	His/Pro
	CHI, TT5									Gp741(G/T)	Cys/Phe
	F3H, TT6									Gp20(C/A)	Thr/Asn
	UGT75C1									Gp783(G/T)	Glu/Thr
	EGL3									Gp3656(T/C)	Leu/Ser

- SNP 증명을 위한 위 유전자에 대한 프라이머를 다음과 같이 제작하였다.

<표154> Primer sequences for SNP confirmation.

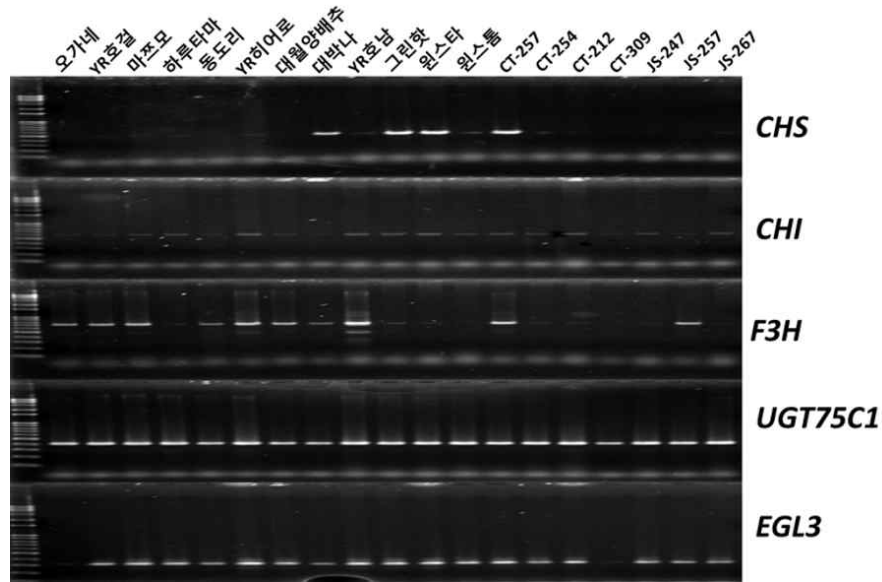
	Primer Id	Primer Sequence	Tm	Primer Length	Product Size
CHS, TT4	CHSGp1256F1	GGAAGGAAGCGTTTCTGTTCAAACGG	67.9	26	497
	CHSGp1256F2	ATATAGGAAGGAAGCGTTTCTGTTCAAATAG	66.8	31	502
	CHSGp1256F3	GGAAGGAAGCGTTTCTGTTC AACAG	67.9	26	497
	CHSGp1256R	CTGGAGAGAAGCCCATCTTCGAGA	66.9	24	
CHI, TT5	CHIGp741F1	CGATTCTCTTTGCTCTCTCCCCTAATT	66.6	27	609
	CHIGp741F2	GATTCTCTTTGCTCTCTCCCCTAGCT	67.9	26	608
	CHIGp741F3	GATTCTCTTTGCTCTCTCCCCTGACT	67.9	26	608
	CHIGp741R	CTTTTCCGGTTTTAGGAATACTATCGTCTTT	66.8	31	
F3H, TT6	F3HGp20F1	ATAATTATAAATGGCTCCAGGAACCTAGC	66.7	30	704
	F3HGp20F2	ATAATTATAAATGGCTCCAGGAACCTGAC	66.7	30	704
	F3HGp20F3	ATAATTATAAATGGCTCCAGGAACCCAAC	66.7	30	704
	F3HGp20R	GCAGTTTACGGTCCTAAGAAACATATGTG	67.4	29	
UGT75C1	UGT75C1Gp738F1	GATCTTTTCAGATCATCAGACGAGGGG	68.2	27	402
	UGT75C1Gp738F2	CGATCTTTTCAGATCATCAGACGAGTAG	67.2	28	403
	UGT75C1Gp738F3	CGATCTTTTCAGATCATCAGACGATGAG	67.2	28	403
	UGT75C1Gp738R	CACAAGCTTAGCAGTCGTGCACCTGAT	67.9	26	
EGL3	EGL3Gp3656F1	GTTCATGACGTTGAGATCAATCATTCTGT	68	30	305
	EGL3Gp3656F2	GTTCATGACGTTGAGATCAATCCTT	68	30	305
	EGL3Gp3656F3	GTTCATGACGTTGAGATCAATCCTTT	66.7	30	305
	EGL3Gp3656R	AGAATCGACTTTATCGATCTAAAAACCACA	67.2	32	

- 상기 프라이머를 이용하여 8계통의 양배추를 이용하여 테스트 한 결과는 다음 그림과 같다.



[그림152] Test of SNPs using 8 cabbage lines.

- 상기 프라이머를 이용하여 재배종 및 전시품종에 대한 테스트 결과는 다음과 같다.



[그림153] Test of SNPs using cultivars and test lines.

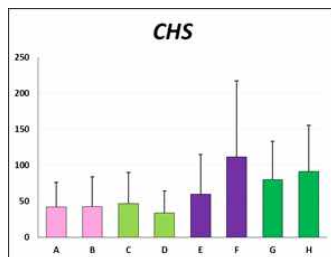
- 위 결과를 예상되는 결과와 함께 정리하면 다음 그림과 같으며, 오직 **CHS**만이 자색양배추와 다른 양배추를 구분할 수 있는 마커가 된다는 결론을 도출하였다.



[그림154] Summary of SNP test.

차. SNP 마커를 지닌 CHS 유전자의 분석과 후속연구

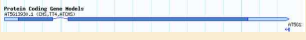
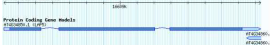
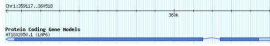

- RNA seq결과로부터 CHS의 발현은 다음 그림과 같다.

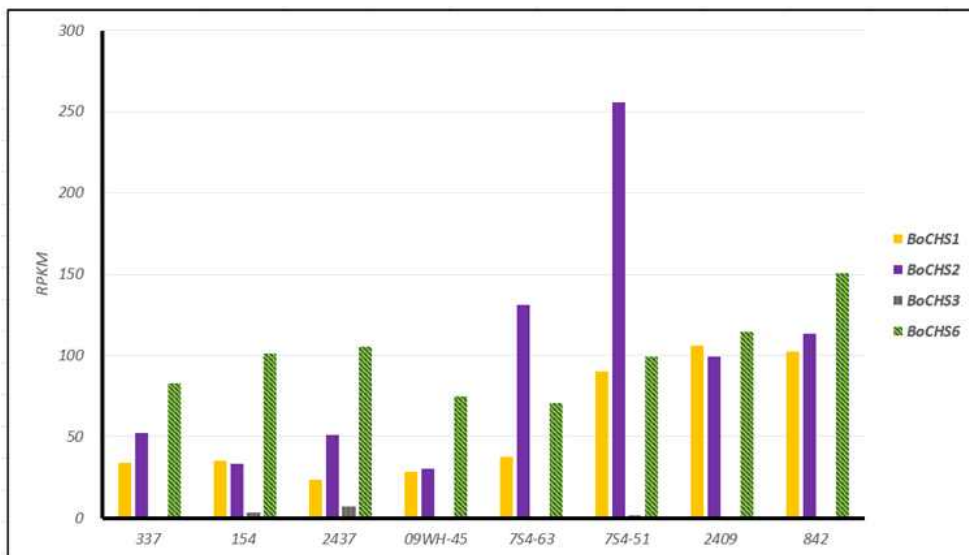


[그림155] Transcript levels of *BoCHS* from 8 cabbage lines.

- 웹정보와 RNA seq 결과 등을 토대로 양배추의 CHS관련 유전자 및 유전자발현을 정리하면 <표155>와 같다. 양배추에는 7개의 CHS유전자가 존재하나 RNA seq결과 3개의 유전자만이 발현되고 있고, 그 중에 BoCHS-2가 자색특이적으로 많이 발현되는 것 같았다(그림 156). (다음 그림과 같이 배추에는 5개의 CHS 유전자가 존재하나 양배추에는 2개가 존재할 것으로 예측되었다.

<표155> Summary of *B. oleracea* CHS genes.

Summary of <i>B. oleracea</i> CHSs for expression study					
At_Locus	Gene name	Ensemble	BRAD	Description	Remarks
AT5G13930	<i>BoCHS-1</i>	Bo9g166290 (Bra008792)	Bol043396	CHALCONE SYNTHASE, TRANSPARENT TESTA 4, TT4, CHS,	similar level
	<i>BoCHS-2</i>	Bo3g009440 (Bra006224)	Bol034259		purple high
	<i>BoCHS-3</i>	Bo9g004350 (Bra036307)	Bol043396		no expression
	<i>BoCHS-4</i>	Bo2g150170 (Bra020688)	Bol043396		
	<i>BoCHS-5</i>	Bo2g150150 (Bra020688)	Bol034259		
	<i>BoCHS-6</i>	Bo3g052930 (Bra023441)	Bol043396		similar level
	<i>BoCHS-7</i>	Bo2g146220 (Bra023441)	Bol043396		
AT4G34850	<i>BoLAP5</i>	Bo7g117110	Bol034656 Bol013698	Chalcone and stilbene synthase family protein (LESS ADHESIVE POLLEN 5)	
AT1G02050	<i>BoLAP6</i>	Bo4g187290	Bol025267	Chalcone and stilbene synthase family protein (LESS ADHESIVE POLLEN 6)	
AT4G00040	<i>BoCSt</i>	Bo3g042110	Bol015016	Chalcone and stilbene synthase family protein	



<그림156> Transcrit levels of *BoCHS* genes in 8 inbred lines.

- Genomic DNA를 클로닝하여 분석한 결과 예상과 달리 *BoCHS-2* 유전자는 모든 양배추 계통에서 100% 일치하였다(그림 157). 예상외로 *BoCHS-1* 유전자에 자색과 녹색양배추를 구분하는 SNP 3개가 C-terminal 부분에 존재하고 있어(그림 158) 그 중에 하나를 이용하여 자색양배추 판별용 마커로 개발하고 특허를 출원하여 특허권을 받았다(그림 159).

337	ATGGTCTGATGAGTGGCCGTCATCATCGTTGGATGAGATCAGA AAGGCACA AAGAGCTGATGGTCCCGCAGGTATCTTGGCTATAGGCACGGCCAAACCTCGCAACCATGTGATCCAAGCG	120
154	ATGGTCTGATGAGTGGCCGTCATCATCGTTGGATGAGATCAGA AAGGCACA AAGAGCTGATGGTCCCGCAGGTATCTTGGCTATAGGCACGGCCAAACCTCGCAACCATGTGATCCAAGCG	120
2437	ATGGTCTGATGAGTGGCCGTCATCATCGTTGGATGAGATCAGA AAGGCACA AAGAGCTGATGGTCCCGCAGGTATCTTGGCTATAGGCACGGCCAAACCTCGCAACCATGTGATCCAAGCG	120
09WH-45	ATGGTCTGATGAGTGGCCGTCATCATCGTTGGATGAGATCAGA AAGGCACA AAGAGCTGATGGTCCCGCAGGTATCTTGGCTATAGGCACGGCCAAACCTCGCAACCATGTGATCCAAGCG	120
754-51	ATGGTCTGATGAGTGGCCGTCATCATCGTTGGATGAGATCAGA AAGGCACA AAGAGCTGATGGTCCCGCAGGTATCTTGGCTATAGGCACGGCCAAACCTCGCAACCATGTGATCCAAGCG	120
754-63	ATGGTCTGATGAGTGGCCGTCATCATCGTTGGATGAGATCAGA AAGGCACA AAGAGCTGATGGTCCCGCAGGTATCTTGGCTATAGGCACGGCCAAACCTCGCAACCATGTGATCCAAGCG	120
2409	ATGGTCTGATGAGTGGCCGTCATCATCGTTGGATGAGATCAGA AAGGCACA AAGAGCTGATGGTCCCGCAGGTATCTTGGCTATAGGCACGGCCAAACCTCGCAACCATGTGATCCAAGCG	120
842	ATGGTCTGATGAGTGGCCGTCATCATCGTTGGATGAGATCAGA AAGGCACA AAGAGCTGATGGTCCCGCAGGTATCTTGGCTATAGGCACGGCCAAACCTCGCAACCATGTGATCCAAGCG	120
R98	ATGGTCTGATGAGTGGCCGTCATCATCGTTGGATGAGATCAGA AAGGCACA AAGAGCTGATGGTCCCGCAGGTATCTTGGCTATAGGCACGGCCAAACCTCGCAACCATGTGATCCAAGCG	120
R90	ATGGTCTGATGAGTGGCCGTCATCATCGTTGGATGAGATCAGA AAGGCACA AAGAGCTGATGGTCCCGCAGGTATCTTGGCTATAGGCACGGCCAAACCTCGCAACCATGTGATCCAAGCG	120

337	GAGTATCCCTGACTACTCTCCGCATCACCACAGTGAACACATGACTGACCTCAAGGAGAAGTCAAGCGCATGTGTATGTCTTAATAAATTTGTATCTGTTATTTTCAGATAGTAGT	240
154	GAGTATCCCTGACTACTCTCCGCATCACCACAGTGAACACATGACTGACCTCAAGGAGAAGTCAAGCGCATGTGTATGTCTTAATAAATTTGTATCTGTTATTTTCAGATAGTAGT	240
2437	GAGTATCCCTGACTACTCTCCGCATCACCACAGTGAACACATGACTGACCTCAAGGAGAAGTCAAGCGCATGTGTATGTCTTAATAAATTTGTATCTGTTATTTTCAGATAGTAGT	240
09WH-45	GAGTATCCCTGACTACTCTCCGCATCACCACAGTGAACACATGACTGACCTCAAGGAGAAGTCAAGCGCATGTGTATGTCTTAATAAATTTGTATCTGTTATTTTCAGATAGTAGT	240
754-51	GAGTATCCCTGACTACTCTCCGCATCACCACAGTGAACACATGACTGACCTCAAGGAGAAGTCAAGCGCATGTGTATGTCTTAATAAATTTGTATCTGTTATTTTCAGATAGTAGT	240
754-63	GAGTATCCCTGACTACTCTCCGCATCACCACAGTGAACACATGACTGACCTCAAGGAGAAGTCAAGCGCATGTGTATGTCTTAATAAATTTGTATCTGTTATTTTCAGATAGTAGT	240
2409	GAGTATCCCTGACTACTCTCCGCATCACCACAGTGAACACATGACTGACCTCAAGGAGAAGTCAAGCGCATGTGTATGTCTTAATAAATTTGTATCTGTTATTTTCAGATAGTAGT	240
842	GAGTATCCCTGACTACTCTCCGCATCACCACAGTGAACACATGACTGACCTCAAGGAGAAGTCAAGCGCATGTGTATGTCTTAATAAATTTGTATCTGTTATTTTCAGATAGTAGT	240
R98	GAGTATCCCTGACTACTCTCCGCATCACCACAGTGAACACATGACTGACCTCAAGGAGAAGTCAAGCGCATGTGTATGTCTTAATAAATTTGTATCTGTTATTTTCAGATAGTAGT	240
R90	GAGTATCCCTGACTACTCTCCGCATCACCACAGTGAACACATGACTGACCTCAAGGAGAAGTCAAGCGCATGTGTATGTCTTAATAAATTTGTATCTGTTATTTTCAGATAGTAGT	240

337	GTTCAAAAAATAAGAAGTGTGTTATCCACTTAAGGGCGTCCGGCTCTGAAATTTGGAAACCATTTAATAGTGTGATTAATAAATGTTTAAAAATAATTTTGAACCTAATTTATGCTTAT	360
154	GTTCAAAAAATAAGAAGTGTGTTATCCACTTAAGGGCGTCCGGCTCTGAAATTTGGAAACCATTTAATAGTGTGATTAATAAATGTTTAAAAATAATTTTGAACCTAATTTATGCTTAT	360
2437	GTTCAAAAAATAAGAAGTGTGTTATCCACTTAAGGGCGTCCGGCTCTGAAATTTGGAAACCATTTAATAGTGTGATTAATAAATGTTTAAAAATAATTTTGAACCTAATTTATGCTTAT	360
09WH-45	GTTCAAAAAATAAGAAGTGTGTTATCCACTTAAGGGCGTCCGGCTCTGAAATTTGGAAACCATTTAATAGTGTGATTAATAAATGTTTAAAAATAATTTTGAACCTAATTTATGCTTAT	360
754-51	GTTCAAAAAATAAGAAGTGTGTTATCCACTTAAGGGCGTCCGGCTCTGAAATTTGGAAACCATTTAATAGTGTGATTAATAAATGTTTAAAAATAATTTTGAACCTAATTTATGCTTAT	360
754-63	GTTCAAAAAATAAGAAGTGTGTTATCCACTTAAGGGCGTCCGGCTCTGAAATTTGGAAACCATTTAATAGTGTGATTAATAAATGTTTAAAAATAATTTTGAACCTAATTTATGCTTAT	360
2409	GTTCAAAAAATAAGAAGTGTGTTATCCACTTAAGGGCGTCCGGCTCTGAAATTTGGAAACCATTTAATAGTGTGATTAATAAATGTTTAAAAATAATTTTGAACCTAATTTATGCTTAT	360
842	GTTCAAAAAATAAGAAGTGTGTTATCCACTTAAGGGCGTCCGGCTCTGAAATTTGGAAACCATTTAATAGTGTGATTAATAAATGTTTAAAAATAATTTTGAACCTAATTTATGCTTAT	360
R98	GTTCAAAAAATAAGAAGTGTGTTATCCACTTAAGGGCGTCCGGCTCTGAAATTTGGAAACCATTTAATAGTGTGATTAATAAATGTTTAAAAATAATTTTGAACCTAATTTATGCTTAT	360
R90	GTTCAAAAAATAAGAAGTGTGTTATCCACTTAAGGGCGTCCGGCTCTGAAATTTGGAAACCATTTAATAGTGTGATTAATAAATGTTTAAAAATAATTTTGAACCTAATTTATGCTTAT	360

337	GTATATATTTTTAAAAATAAAATTTGAAGCTTATGTTATGTTATATTTTTAAAAAAAATTTGGGTTCAACCGATTTTTTCATTGGTTATGCCCTGAAACAACTAACACTGTAT	480
154	GTATATATTTTTAAAAATAAAATTTGAAGCTTATGTTATGTTATATTTTTAAAAAAAATTTGGGTTCAACCGATTTTTTCATTGGTTATGCCCTGAAACAACTAACACTGTAT	480
2437	GTATATATTTTTAAAAATAAAATTTGAAGCTTATGTTATGTTATATTTTTAAAAAAAATTTGGGTTCAACCGATTTTTTCATTGGTTATGCCCTGAAACAACTAACACTGTAT	480
09WH-45	GTATATATTTTTAAAAATAAAATTTGAAGCTTATGTTATGTTATATTTTTAAAAAAAATTTGGGTTCAACCGATTTTTTCATTGGTTATGCCCTGAAACAACTAACACTGTAT	480
754-51	GTATATATTTTTAAAAATAAAATTTGAAGCTTATGTTATGTTATATTTTTAAAAAAAATTTGGGTTCAACCGATTTTTTCATTGGTTATGCCCTGAAACAACTAACACTGTAT	480
754-63	GTATATATTTTTAAAAATAAAATTTGAAGCTTATGTTATGTTATATTTTTAAAAAAAATTTGGGTTCAACCGATTTTTTCATTGGTTATGCCCTGAAACAACTAACACTGTAT	480
2409	GTATATATTTTTAAAAATAAAATTTGAAGCTTATGTTATGTTATATTTTTAAAAAAAATTTGGGTTCAACCGATTTTTTCATTGGTTATGCCCTGAAACAACTAACACTGTAT	480
842	GTATATATTTTTAAAAATAAAATTTGAAGCTTATGTTATGTTATATTTTTAAAAAAAATTTGGGTTCAACCGATTTTTTCATTGGTTATGCCCTGAAACAACTAACACTGTAT	480
R98	GTATATATTTTTAAAAATAAAATTTGAAGCTTATGTTATGTTATATTTTTAAAAAAAATTTGGGTTCAACCGATTTTTTCATTGGTTATGCCCTGAAACAACTAACACTGTAT	480
R90	GTATATATTTTTAAAAATAAAATTTGAAGCTTATGTTATGTTATATTTTTAAAAAAAATTTGGGTTCAACCGATTTTTTCATTGGTTATGCCCTGAAACAACTAACACTGTAT	480

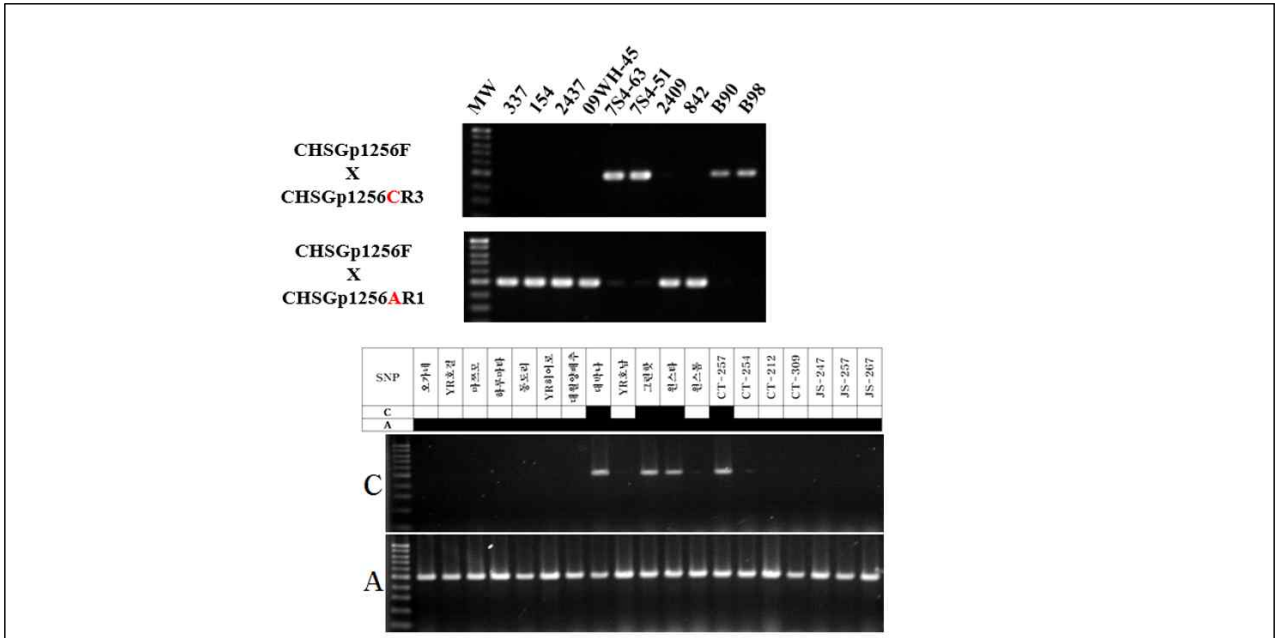
337	TGTTACTATAACAGBTGACAGTGCATGATAAAGGAAACGACACATGCACCTAACCGAGGATTTCTGAAAGGAGATCCGAAACATGTGCGCTACATGCTCTCTCTCGACGTGACACA	600
154	TGTTACTATAACAGBTGACAGTGCATGATAAAGGAAACGACACATGCACCTAACCGAGGATTTCTGAAAGGAGATCCGAAACATGTGCGCTACATGCTCTCTCTCGACGTGACACA	600
2437	TGTTACTATAACAGBTGACAGTGCATGATAAAGGAAACGACACATGCACCTAACCGAGGATTTCTGAAAGGAGATCCGAAACATGTGCGCTACATGCTCTCTCTCGACGTGACACA	600
09WH-45	TGTTACTATAACAGBTGACAGTGCATGATAAAGGAAACGACACATGCACCTAACCGAGGATTTCTGAAAGGAGATCCGAAACATGTGCGCTACATGCTCTCTCTCGACGTGACACA	600
754-51	TGTTACTATAACAGBTGACAGTGCATGATAAAGGAAACGACACATGCACCTAACCGAGGATTTCTGAAAGGAGATCCGAAACATGTGCGCTACATGCTCTCTCTCGACGTGACACA	600
754-63	TGTTACTATAACAGBTGACAGTGCATGATAAAGGAAACGACACATGCACCTAACCGAGGATTTCTGAAAGGAGATCCGAAACATGTGCGCTACATGCTCTCTCTCGACGTGACACA	600
2409	TGTTACTATAACAGBTGACAGTGCATGATAAAGGAAACGACACATGCACCTAACCGAGGATTTCTGAAAGGAGATCCGAAACATGTGCGCTACATGCTCTCTCTCGACGTGACACA	600
842	TGTTACTATAACAGBTGACAGTGCATGATAAAGGAAACGACACATGCACCTAACCGAGGATTTCTGAAAGGAGATCCGAAACATGTGCGCTACATGCTCTCTCTCGACGTGACACA	600
R98	TGTTACTATAACAGBTGACAGTGCATGATAAAGGAAACGACACATGCACCTAACCGAGGATTTCTGAAAGGAGATCCGAAACATGTGCGCTACATGCTCTCTCTCGACGTGACACA	600
R90	TGTTACTATAACAGBTGACAGTGCATGATAAAGGAAACGACACATGCACCTAACCGAGGATTTCTGAAAGGAGATCCGAAACATGTGCGCTACATGCTCTCTCTCGACGTGACACA	600

337	AGACATCGTGGTGGTTGAAGTCCCTAAGCTAGTAAAGAAGCTGCAAGTGAAGGCCATCAAGGAGTGGGGCCAGCCCAAGTCCAAAGATCACACACGTTGTCTCTGTACAACCTCAGGAGT	720
154	AGACATCGTGGTGGTTGAAGTCCCTAAGCTAGTAAAGAAGCTGCAAGTGAAGGCCATCAAGGAGTGGGGCCAGCCCAAGTCCAAAGATCACACACGTTGTCTCTGTACAACCTCAGGAGT	720
2437	AGACATCGTGGTGGTTGAAGTCCCTAAGCTAGTAAAGAAGCTGCAAGTGAAGGCCATCAAGGAGTGGGGCCAGCCCAAGTCCAAAGATCACACACGTTGTCTCTGTACAACCTCAGGAGT	720
09WH-45	AGACATCGTGGTGGTTGAAGTCCCTAAGCTAGTAAAGAAGCTGCAAGTGAAGGCCATCAAGGAGTGGGGCCAGCCCAAGTCCAAAGATCACACACGTTGTCTCTGTACAACCTCAGGAGT	720
754-51	AGACATCGTGGTGGTTGAAGTCCCTAAGCTAGTAAAGAAGCTGCAAGTGAAGGCCATCAAGGAGTGGGGCCAGCCCAAGTCCAAAGATCACACACGTTGTCTCTGTACAACCTCAGGAGT	720
754-63	AGACATCGTGGTGGTTGAAGTCCCTAAGCTAGTAAAGAAGCTGCAAGTGAAGGCCATCAAGGAGTGGGGCCAGCCCAAGTCCAAAGATCACACACGTTGTCTCTGTACAACCTCAGGAGT	720
2409	AGACATCGTGGTGGTTGAAGTCCCTAAGCTAGTAAAGAAGCTGCAAGTGAAGGCCATCAAGGAGTGGGGCCAGCCCAAGTCCAAAGATCACACACGTTGTCTCTGTACAACCTCAGGAGT	720
842	AGACATCGTGGTGGTTGAAGTCCCTAAGCTAGTAAAGAAGCTGCAAGTGAAGGCCATCAAGGAGTGGGGCCAGCCCAAGTCCAAAGATCACACACGTTGTCTCTGTACAACCTCAGGAGT	720
R98	AGACATCGTGGTGGTTGAAGTCCCTAAGCTAGTAAAGAAGCTGCAAGTGAAGGCCATCAAGGAGTGGGGCCAGCCCAAGTCCAAAGATCACACACGTTGTCTCTGTACAACCTCAGGAGT	720
R90	AGACATCGTGGTGGTTGAAGTCCCTAAGCTAGTAAAGAAGCTGCAAGTGAAGGCCATCAAGGAGTGGGGCCAGCCCAAGTCCAAAGATCACACACGTTGTCTCTGTACAACCTCAGGAGT	720

337	CGACATGCTGGTGGTGTACTACCAGCTCACCAGCTCCTTGGTCTTCGTCCCTCCGTAAGCGTCTCATGATGTACCAGCAAGGCTGCTTCGCGCGGCGACTGTCTCCGCTCGCCAA	840
154	CGACATGCTGGTGGTGTACTACCAGCTCACCAGCTCCTTGGTCTTCGTCCCTCCGTAAGCGTCTCATGATGTACCAGCAAGGCTGCTTCGCGCGGCGACTGTCTCCGCTCGCCAA	840
2437	CGACATGCTGGTGGTGTACTACCAGCTCACCAGCTCCTTGGTCTTCGTCCCTCCGTAAGCGTCTCATGATGTACCAGCAAGGCTGCTTCGCGCGGCGACTGTCTCCGCTCGCCAA	840
09WH-45	CGACATGCTGGTGGTGTACTACCAGCTCACCAGCTCCTTGGTCTTCGTCCCTCCGTAAGCGTCTCATGATGTACCAGCAAGGCTGCTTCGCGCGGCGACTGTCTCCGCTCGCCAA	840
754-51	CGACATGCTGGTGGTGTACTACCAGCTCACCAGCTCCTTGGTCTTCGTCCCTCCGTAAGCGTCTCATGATGTACCAGCAAGGCTGCTTCGCGCGGCGACTGTCTCCGCTCGCCAA	840
754-63	CGACATGCTGGTGGTGTACTACCAGCTCACCAGCTCCTTGGTCTTCGTCCCTCCGTAAGCGTCTCATGATGTACCAGCAAGGCTGCTTCGCGCGGCGACTGTCTCCGCTCGCCAA	840
2409	CGACATGCTGGTGGTGTACTACCAGCTCACCAGCTCCTTGGTCTTCGTCCCTCCGTAAGCGTCTCATGATGTACCAGCAAGGCTGCTTCGCGCGGCGACTGTCTCCGCTCGCCAA	840
842	CGACATGCTGGTGGTGTACTACCAGCTCACCAGCTCCTTGGTCTTCGTCCCTCCGTAAGCGTCTCATGATGTACCAGCAAGGCTGCTTCGCGCGGCGACTGTCTCCGCTCGCCAA	840
R98	CGACATGCTGGTGGTGTACTACCAGCTCACCAGCTCCTTGGTCTTCGTCCCTCCGTAAGCGTCTCATGATGTACCAGCAAGGCTGCTTCGCGCGGCGACTGTCTCCGCTCGCCAA	840
R90	CGACATGCTGGTGGTGTACTACCAGCTCACCAGCTCCTTGGTCTTCGTCCCTCCGTAAGCGTCTCATGATGTACCAGCAAGGCTGCTTCGCGCGGCGACTGTCTCCGCTCGCCAA	840

337	GGACCTCGCTGAGAAACAACCGTGGGCGACGTGTCTCTGTGTCTGCTCCGAGATCACAGCCGTCACGTTCCGTGGCCCTCTGACACTCATCTTGACTCCCTCGTGGACAGGCTCTCTT	960
154	GGACCTCGCTGAGAAACAACCGTGGGCGACGTGTCTCTGTGTCTGCTCCGAGATCACAGCCGTCACGTTCCGTGGCCCTCTGACACTCATCTTGACTCCCTCGTGGACAGGCTCTCTT	960
2437	GGACCTCGCTGAGAAACAACCGTGGGCGACGTGTCTCTGTGTCTGCTCCGAGATCACAGCCGTCACGTTCCGTGGCCCTCTGACACTCATCTTGACTCCCTCGTGGACAGGCTCTCTT	960
09WH-45	GGACCTCGCTGAGAAACAACCGTGGGCGACGTGTCTCTGTGTCTGCTCCGAGATCACAGCCGTCACGTTCCGTGGCCCTCTGACACTCATCTTGACTCCCTCGTGGACAGGCTCTCTT	960
754-51	GGACCTCGCTGAGAAACAACCGTGGGCGACGTGTCTCTGTGTCTGCTCCGAGATCACAGCCGTCACGTTCCGTGGCCCTCTGACACTCATCTTGACTCCCTCGTGGACAGGCTCTCTT	960
754-63	GGACCTCGCTGAGAAACAACCGTGGGCGACGTGTCTCTGTGTCTGCTCCGAGATCACAGCCGTCACGTTCCGTGGCCCTCTGACACTCATCTTGACTCCCTCGTGGACAGGCTCTCTT	960
2409	GGACCTCGCTGAGAAACAACCGTGGGCGACGTGTCTCTGTGTCTGCTCCGAGATCACAGCCGTCACGTTCCGTGGCCCTCTGACACTCATCTTGACTCCCTCGTGGACAGGCTCTCTT	960
842	GGACCTCGCTGAGAAACAACCGTGGGCGACGTGTCTCTGTGTCTGCTCCGAGATCACAGCCGTCACGTTCCGTGGCCCTCTGACACTCATCTTGACTCCCTCGTGGACAGGCTCTCTT	960
R98	GGACCTCGCTGAGAAACAACCGTGGGCGACGTGTCTCTGTGTCTGCTCCGAGATCACAGCCGTCACGTTCCGTGGCCCTCTGACACTCATCTTGACTCCCTCGTGGACAGGCTCTCTT	960
R90	GGACCTCGCTGAGAAACAACCGTGGGCGACGTGTCTCTGTGTCTGCTCCGAGATCACAGCCGTCACGTTCCGTGGCCCTCTGACACTCATCTTGACTCCCTCGTGGACAGGCTCTCTT	960

 [그림158] Nucleotide sequences of *BoCHS-1* genes from 8 cabbage inbred lines. Intron was expressed as blue letter. SNP was expressed as colored shade.



[그림159] SNP validation with inbred lines and cultivars.

6. 안토시아닌 생합성관련 유전자의 클로닝과 마커 개발

-다음 <표156>에 안토시아닌 합성과 관련된 유전자 분석 결과를 요약하였다. *BoMYB2-2* 와 *BoANS(BoADOX)*은 재분석을 통하여 분자표지를 개발할 필요가 있다. 특히 *BoANS(BoADOX)*의 연구가 절실히 요구된다.

<표156> Summary of polymorphisms found in anthocyanin biosynthesis-related genes.

Gene	SSR		SNP		InDel	Remarks
	Exon	Intron	Exon	Intron		
<i>BoMYB2-1</i>	-	5	1	5	-	
<i>BoMYB2-2</i>	-	-	1	3	?	
<i>BoTTG8</i>	-	-	-	-	-	
<i>BoANS (BoADOX)</i>	-	-	-	∞	∞	재분석이 요구됨
<i>BoF3'H</i>	-	-	1	2	-	
<i>BoDFR</i>	-	-	2	3	-	분석완료, 마커 개발
Total	0	5	5	13	∞	


```

7S4-51-6 TTTAA...AAAGATGATGATAAA...TTTGAAG...TTTGTAACTAA...TTTAA...TGGATGCT...AGAAATAGT...TGGTAAAGTTT...TGTAGATGAGAG...AAAGAT...AGT...TGT...TTT...AGAA...TAA
7S4-63-8 TTTAA...AAAGATGATGATAAA...TTTGAAG...TTTGTAACTAA...TTTAA...TGGATGCT...AGAAATAGT...TGGTAAAGTTT...TGTAGATGAGAG...AAAGAT...AGT...TGT...TTT...AGAA...TAA
7S4-51-1 TTTAA...AAAGATGATGATAAA...TTTGAAG...TTTGTAACTAA...TTTAA...TGGATGCT...AGAAATAGT...TGGTAAAGTTT...TGTAGATGAGAG...AAAGAT...AGT...TGT...TTT...AGAA...TAA
7S4-63-6 TTTAA...AAAGATGATGATAAA...TTTGAAG...TTTGTAACTAA...TTTAA...TGGATGCT...AGAAATAGT...TGGTAAAGTTT...TGTAGATGAGAG...AAAGAT...AGT...TGT...TTT...AGAA...TAA
7S4-51-2 TTTAA...AAAGATGATGATAAA...TTTGAAG...TTTGTAACTAA...TTTAA...TGGATGCT...AGAAATAGT...TGGTAAAGTTT...TGTAGATGAGAG...AAAGAT...AGT...TGT...TTT...AGAA...TAA
7S4-51-7 TTTAA...AAAGATGATGATAAA...TTTGAAG...TTTGTAACTAA...TTTAA...TGGATGCT...AGAAATAGT...TGGTAAAGTTT...TGTAGATGAGAG...AAAGAT...AGT...TGT...TTT...AGAA...TAA
842-7 TTTAA...AAAGATGATGATAAA...TTTGAAG...TTTGTAACTAA...TTTAA...TGGATGCT...AGAAATAGT...TGGTAAAGTTT...TGTAGATGAGAG...AAAGAT...AGT...TGT...TTT...AGAA...TAA
2409-5 TTTAA...AAAGATGATGATAAA...TTTGAAG...TTTGTAACTAA...TTTAA...TGGATGCT...AGAAATAGT...TGGTAAAGTTT...TGTAGATGAGAG...AAAGAT...AGT...TGT...TTT...AGAA...TAA
842-3 TTTAA...AAAGATGATGATAAA...TTTGAAG...TTTGTAACTAA...TTTAA...TGGATGCT...AGAAATAGT...TGGTAAAGTTT...TGTAGATGAGAG...AAAGAT...AGT...TGT...TTT...AGAA...TAA
842-8 TTTAA...AAAGATGATGATAAA...TTTGAAG...TTTGTAACTAA...TTTAA...TGGATGCT...AGAAATAGT...TGGTAAAGTTT...TGTAGATGAGAG...AAAGAT...AGT...TGT...TTT...AGAA...TAA
842-1 TTTAA...AAAGATGATGATAAA...TTTGAAG...TTTGTAACTAA...TTTAA...TGGATGCT...AGAAATAGT...TGGTAAAGTTT...TGTAGATGAGAG...AAAGAT...AGT...TGT...TTT...AGAA...TAA
842-6 TTTAA...AAAGATGATGATAAA...TTTGAAG...TTTGTAACTAA...TTTAA...TGGATGCT...AGAAATAGT...TGGTAAAGTTT...TGTAGATGAGAG...AAAGAT...AGT...TGT...TTT...AGAA...TAA
2409-7 TTTAA...AAAGATGATGATAAA...TTTGAAG...TTTGTAACTAA...TTTAA...TGGATGCT...AGAAATAGT...TGGTAAAGTTT...TGTAGATGAGAG...AAAGAT...AGT...TGT...TTT...AGAA...TAA
842-7 TTTAA...AAAGATGATGATAAA...TTTGAAG...TTTGTAACTAA...TTTAA...TGGATGCT...AGAAATAGT...TGGTAAAGTTT...TGTAGATGAGAG...AAAGAT...AGT...TGT...TTT...AGAA...TAA
2409-6 TTTAA...AAAGATGATGATAAA...TTTGAAG...TTTGTAACTAA...TTTAA...TGGATGCT...AGAAATAGT...TGGTAAAGTTT...TGTAGATGAGAG...AAAGAT...AGT...TGT...TTT...AGAA...TAA
842-4 TTTAA...AAAGATGATGATAAA...TTTGAAG...TTTGTAACTAA...TTTAA...TGGATGCT...AGAAATAGT...TGGTAAAGTTT...TGTAGATGAGAG...AAAGAT...AGT...TGT...TTT...AGAA...TAA
*** *****
2409-1 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
2409-3 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
2409-2 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
2409-4 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
2409-8 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
7S4-63-5 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
7S4-63-5 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
7S4-63-7 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
7S4-63-9 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
7S4-63-1 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
7S4-63-2 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
7S4-63-4 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
7S4-63-2 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
7S4-63-3 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
7S4-63-1 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
7S4-63-8 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
7S4-63-1 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
7S4-63-1 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
7S4-63-6 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
7S4-63-7 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
842-7 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
2409-5 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
842-3 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
842-8 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
842-1 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
842-6 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
2409-7 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
842-7 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
2409-6 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
842-4 GCGA...AAAAAAGGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAAACTGGAACTTGA
** *****

```

[그림162] Nucleotide sequence alignment of *BoMYB2-2* from 4 cabbage lines.

그러나 서열을 비교한 결과 같은 서열도 자색과 녹색이 공유하는 부분과 상이한 점이 발견되어 유전자들을 다음과 같이 정리하였다(그림163).

- * 842-7, 2409-1,2,3,4,8을 비교하여 다음과 같이 2409 서열로 명명하고 녹색양배추를 대표
- * 2409-5,6,7, 842-1,2,3,4,5,8을 비교하여 842서열로 명명하고 또 다른 녹색양배추를 대표
- * 7S4-51-1-9, 7S4-63-1-9를 비교하여 자색을 대표하는 유전자 7S4로 명명함

```

>2409
GGTGCAAGGAGAGTTGTAGACTAAGATGGTTGAACATTTTGAAGCCAAAGTATCAAGAGAGGAAAACTCAACTCTGATGAAGTTGATCTTCTTATTCCGCCCTTCATAAGCTTTTAGGAAACAGGTTTACATTTCAAGAC
ACAATTCACCTTTATTCGATTCCTCAATCCGGTCTAATCAATCATGATGATTTGTTTTTGTGATAAAAAGTACTTAAATTTTTCATATGTAATGACCATTACTAAGTCATATATATCCCTAAATTTTCAAA
TGCATGCTTAGGTGGCTTTAAATTTGCTGGTAGATTTACCCGGTCGGACCGCCAAATGACGCTCAAAAATTTACTTGGAAACACCCTTTGAGTAAGAAACAAGAACAGGTTGTAAAGACCCAAATG
CTTGCTCTTATACCACACCAGCCCAAAAATTCGACGTTTTCAAACCTCGACCTCGATCCTTACCAGTTAACACGGCTGCAGCCATTAATGATGATGGCAGAGCTGACATTTGCTCCTTATGCTTGGACTCAA
CGACACTAATAATGTTTCTGAAAATAATATCACTATGTAACAAGATGATGATAAATTTGAGCTTGTAGTAAATTTAATGGATGGTGCAGAAATAGGTGGGGAAAGTTTGTAGATGAGAGCCCAAGATCCAGCTCGC
CTCTTCCAGAAGCTACAGCAACAAAAAGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAACTGGAACTTGA

>842
GGTGCAAGGAGAGTTGTAGACTAAGATGGTTGAACATTTTGAAGCCAAAGTATCAAGAGAGGAAAACTTAACTCTGATGAAGTTGATCTTCTGCTCCGCCCTTCATAAACTTTTAGGAAACAGGTTTACATTTCAAGAC
ATAAATTCACCTTTATTCGATTCCTCAATCCGGCAGCCTAATCATTTGATTTTCTTTTTGGATAAAAACTTTAATTTTCAATATGTCACATATATCTTTTTAGATAAAAAAAGTCAAGTACAGTATA
TCCCTAATCGTTCAAAATGCTATGCTTAGTGGCTTTAAATTTGCTGGTAGATTTACCCGGTCGGACCGCCAAATGACGCTCAAAAATTTACTTGGAAACACCCTTTGAGTAAGAAACAAGAACAGGTTGTAAAGACCCAAATG
AAAAAGAGAAACCTTCCCTTTCTTCTACTACACAGCCCAAAAATAATGACGTTTTCAAACCTCGACCTCGATCCTTACCAGTTAACACGGCTGCAGCCATTAATGATGATGGCAGAGCTGACATTTGCTCCTTATGCTTCCCT
TATGCTTGGATTCACAGCAGCTAATAATTTGGTGAACAGTTTTACATGTAACAAGACGACGATAAATCTGAGCTTGTAGTAATTTAGTGGATGGTCAAGATAATGTTGGTGGGAGAGTTTGTAGATGAAAG
CCAGATCCAGCTCGCTGTCCAGAAGCTACAGCAACAAAAAGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAACTGGAACTTGA

>7S4
GGTGTAGGAAGAGTTGTAGACTAAGATGGTTGAACATTTTGAAGCCAAAGTATCAAGAGAGGAAAACTCAACTCTGATGAAGTTGATCTTCTTATTCCGCCCTTCATAAGCTTTTAGGAAACAGGTTTACATTTCAAGAC
ACAATTCACCTTTATTCGATTCCTCAATCCGGTCTAATCAATTTTGTATTTGTTTTTGTGATAAAAAGTACTTAAATTTTTCATATGTAATGATCCATTAATATCCCTAAATTTTCAAA
ATGCATGCTTAGGTGGCTTTAAATTTGCTGGTAGATTTACCCGGTCGGACCGCCAAATGACGCTCAAAAATTTACTTGGAAACACCCTTTGAGTAAGAAACAAGAACAGGTTGTAAAGACCCAAATG
CCTTGCTCTTATACCACACCAGCCCAAAAATAATGACGTTTTCAAACCTCGACCTCGATCCTTACCAGTTAACACGGCTGCAGCCATTAATGATGATGGCAGAGCTGACATTTGCTCCTTATGCTTGGACTCAA
ACGACACTAATAATGTTTCTGAAAATAATATCACTATGTAACAAGATGATGATAAATTTGAGCTTGTAGTAAATTTAATGGATGGTGCAGAAATAGGTGGGGAAAGTTTGTAGATGAGAGCCCAAGATCCAGCTCGC
GCTCTTCCAGAAGCTACAGCAACAAAAAGGGCGCAACCTCCGCGTTGAGCTTGGAGCAACTTTGGAGCCTGTGGATGGAGAACTGGAACTTGA

```

Exon 2

```

2409 GGTGCAAGGAGAGTTGTAGACTAAGATGGTTGAACATTTTGAAGCCAAAGTATCAAGAGAGGAAAACTCAACTCTGATGAAGTTGATCTTCTTATTCCGCCCTTCATAAGCTTTTAGGAAACA
7S4 GGTGTAGGAAGAGTTGTAGACTAAGATGGTTGAACATTTTGAAGCCAAAGTATCAAGAGAGGAAAACTCAACTCTGATGAAGTTGATCTTCTTATTCCGCCCTTCATAAGCTTTTAGGAAACA
842 GGTGCAAGGAGAGTTGTAGACTAAGATGGTTGAACATTTTGAAGCCAAAGTATCAAGAGAGGAAAACTCAACTCTGATGAAGTTGATCTTCTTATTCCGCCCTTCATAAGCTTTTAGGAAACA
**** *****

```


GATAATACAGGTTTTCATCTCGGGGAAAGATGGATGAATTAAGTATTATACCGGTTATGGAAAGTGTATCGGGGCTGAGAAAGAAAGAGATTCAAGGGCTACTTAAGGCGGTGGTGAATCTG 120
 2437 GATAATACAGGTTTTCATCTCGGGGAAAGATGGATGAATTAAGTATTATACCGGTTATGGAAAGTGTATCGGGGCTGAGAAAGAAAGAGATTCAAGGGCTACTTAAGGCGGTGGTGAATCTG 120
 754-51 GATAATACAGGTTTTCATCTCGGGGAAAGATGGATGAATTAAGTATTATACCGGTTATGGAAAGTGTATCGGGGCTGAGAAAGAAAGAGATTCAAGGGCTACTTAAGGCGGTGGTGAATCTG 120
 842 GATAATACAGGTTTTCATCTCGGGGAAAGATGGATGAATTAAGTATTATACCGGTTATGGAAAGTGTATCGGGGCTGAGAAAGAAAGAGATTCAAGGGCTACTTAAGGCGGTGGTGAATCTG 120
 337 GATAATACAGGTTTTCATCTCGGGGAAAGATGGATGAATTAAGTATTATACCGGTTATGGAAAGTGTATCGGGGCTGAGAAAGAAAGAGATTCAAGGGCTACTTAAGGCGGTGGTGAATCTG 120
 09WH45 GATAATACAGGTTTTCATCTCGGGGAAAGATGGATGAATTAAGTATTATACCGGTTATGGAAAGTGTATCGGGGCTGAGAAAGAAAGAGATTCAAGGGCTACTTAAGGCGGTGGTGAATCTG 120
 754-63 GATAATACAGGTTTTCATCTCGGGGAAAGATGGATGAATTAAGTATTATACCGGTTATGGAAAGTGTATCGGGGCTGAGAAAGAAAGAGATTCAAGGGCTACTTAAGGCGGTGGTGAATCTG 120
 2409 GATAATACAGGTTTTCATCTCGGGGAAAGATGGATGAATTAAGTATTATACCGGTTATGGAAAGTGTATCGGGGCTGAGAAAGAAAGAGATTCAAGGGCTACTTAAGGCGGTGGTGAATCTG 120

154 TGGGGTGGACTTATAGTGTCTTCTGGCAACTTTGCTCCTCAACTAAGGTTCTCTTTTCATTTTCATCCATCTCTCACAATATATAAAGCAATATATTTATCTTTAATTAATAAAGTAG 240
 2437 TGGGGTGGACTTATAGTGTCTTCTGGCAACTTTGCTCCTCAACTAAGGTTCTCTTTTCATTTTCATCCATCTCTCACAATATATAAAGCAATATATTTATCTTTAATTAATAAAGTAG 240
 754-51 TGGGGTGGACTTATAGTGTCTTCTGGCAACTTTGCTCCTCAACTAAGGTTCTCTTTTCATTTTCATCCATCTCTCACAATATATAAAGCAATATATTTATCTTTAATTAATAAAGTAG 240
 842 TGGGGTGGACTTATAGTGTCTTCTGGCAACTTTGCTCCTCAACTAAGGTTCTCTTTTCATTTTCATCCATCTCTCACAATATATAAAGCAATATATTTATCTTTAATTAATAAAGTAG 240
 337 TGGGGTGGACTTATAGTGTCTTCTGGCAACTTTGCTCCTCAACTAAGGTTCTCTTTTCATTTTCATCCATCTCTCACAATATATAAAGCAATATATTTATCTTTAATTAATAAAGTAG 240
 09WH45 TGGGGTGGACTTATAGTGTCTTCTGGCAACTTTGCTCCTCAACTAAGGTTCTCTTTTCATTTTCATCCATCTCTCACAATATATAAAGCAATATATTTATCTTTAATTAATAAAGTAG 240
 754-63 TGGGGTGGACTTATAGTGTCTTCTGGCAACTTTGCTCCTCAACTAAGGTTCTCTTTTCATTTTCATCCATCTCTCACAATATATAAAGCAATATATTTATCTTTAATTAATAAAGTAG 240
 2409 TGGGGTGGACTTATAGTGTCTTCTGGCAACTTTGCTCCTCAACTAAGGTTCTCTTTTCATTTTCATCCATCTCTCACAATATATAAAGCAATATATTTATCTTTAATTAATAAAGTAG 240

154 AAGTTACTAAATGTTAAATCGATTAGGAAATTTGATGTGGAGTAGTGGAAACTATAACCGTGCATAAAGAGCTAGAAGACAACCTCAGCCGCGGGAAGTTAAGGCTGAAGAGGCTCGCTCG 360
 2437 AAGTTACTAAATGTTAAATCGATTAGGAAATTTGATGTGGAGTAGTGGAAACTATAACCGTGCATAAAGAGCTAGAAGACAACCTCAGCCGCGGGAAGTTAAGGCTGAAGAGGCTCGCTCG 360
 754-51 AAGTTACTAAATGTTAAATCGATTAGGAAATTTGATGTGGAGTAGTGGAAACTATAACCGTGCATAAAGAGCTAGAAGACAACCTCAGCCGCGGGAAGTTAAGGCTGAAGAGGCTCGCTCG 360
 842 AAGTTACTAAATGTTAAATCGATTAGGAAATTTGATGTGGAGTAGTGGAAACTATAACCGTGCATAAAGAGCTAGAAGACAACCTCAGCCGCGGGAAGTTAAGGCTGAAGAGGCTCGCTCG 360
 337 AAGTTACTAAATGTTAAATCGATTAGGAAATTTGATGTGGAGTAGTGGAAACTATAACCGTGCATAAAGAGCTAGAAGACAACCTCAGCCGCGGGAAGTTAAGGCTGAAGAGGCTCGCTCG 360
 09WH45 AAGTTACTAAATGTTAAATCGATTAGGAAATTTGATGTGGAGTAGTGGAAACTATAACCGTGCATAAAGAGCTAGAAGACAACCTCAGCCGCGGGAAGTTAAGGCTGAAGAGGCTCGCTCG 360
 754-63 AAGTTACTAAATGTTAAATCGATTAGGAAATTTGATGTGGAGTAGTGGAAACTATAACCGTGCATAAAGAGCTAGAAGACAACCTCAGCCGCGGGAAGTTAAGGCTGAAGAGGCTCGCTCG 360
 2409 AAGTTACTAAATGTTAAATCGATTAGGAAATTTGATGTGGAGTAGTGGAAACTATAACCGTGCATAAAGAGCTAGAAGACAACCTCAGCCGCGGGAAGTTAAGGCTGAAGAGGCTCGCTCG 360

154 GAAAGAAGCCCAACAGCTCATGGAGCTTTACGAGACGCTTTTGTCTGGAGAATCATCGATGGAAGCGAGGGCTTGACACAGCACTGTCCGCGGAGGATTTGACGGATCTCGAATGTTTAT 480
 2437 GAAAGAAGCCCAACAGCTCATGGAGCTTTACGAGACGCTTTTGTCTGGAGAATCATCGATGGAAGCGAGGGCTTGACACAGCACTGTCCGCGGAGGATTTGACGGATCTCGAATGTTTAT 480
 754-51 GAAAGAAGCCCAACAGCTCATGGAGCTTTACGAGACGCTTTTGTCTGGAGAATCATCGATGGAAGCGAGGGCTTGACACAGCACTGTCCGCGGAGGATTTGACGGATCTCGAATGTTTAT 480
 842 GAAAGAAGCCCAACAGCTCATGGAGCTTTACGAGACGCTTTTGTCTGGAGAATCATCGATGGAAGCGAGGGCTTGACACAGCACTGTCCGCGGAGGATTTGACGGATCTCGAATGTTTAT 480
 337 GAAAGAAGCCCAACAGCTCATGGAGCTTTACGAGACGCTTTTGTCTGGAGAATCATCGATGGAAGCGAGGGCTTGACACAGCACTGTCCGCGGAGGATTTGACGGATCTCGAATGTTTAT 480
 09WH45 GAAAGAAGCCCAACAGCTCATGGAGCTTTACGAGACGCTTTTGTCTGGAGAATCATCGATGGAAGCGAGGGCTTGACACAGCACTGTCCGCGGAGGATTTGACGGATCTCGAATGTTTAT 480
 754-63 GAAAGAAGCCCAACAGCTCATGGAGCTTTACGAGACGCTTTTGTCTGGAGAATCATCGATGGAAGCGAGGGCTTGACACAGCACTGTCCGCGGAGGATTTGACGGATCTCGAATGTTTAT 480
 2409 GAAAGAAGCCCAACAGCTCATGGAGCTTTACGAGACGCTTTTGTCTGGAGAATCATCGATGGAAGCGAGGGCTTGACACAGCACTGTCCGCGGAGGATTTGACGGATCTCGAATGTTTAT 480

154 GTGCTGTGTTTCACTTACTCTTTCGAACCTCCTTCTGGSTACAACAGCTCTCTCTCTGCTTCAAGGTTTTTTTTCTTTTCAAAAAGACTCTACCCAGAGTTCTTAATTTGCTCTTT 600
 2437 GTGCTGTGTTTCACTTACTCTTTCGAACCTCCTTCTGGSTACAACAGCTCTCTCTCTGCTTCAAGGTTTTTTTTCTTTTCAAAAAGACTCTACCCAGAGTTCTTAATTTGCTCTTT 600
 754-51 GTGCTGTGTTTCACTTACTCTTTCGAACCTCCTTCTGGSTACAACAGCTCTCTCTCTGCTTCAAGGTTTTTTTTCTTTTCAAAAAGACTCTACCCAGAGTTCTTAATTTGCTCTTT 600
 842 GTGCTGTGTTTCACTTACTCTTTCGAACCTCCTTCTGGSTACAACAGCTCTCTCTCTGCTTCAAGGTTTTTTTTCTTTTCAAAAAGACTCTACCCAGAGTTCTTAATTTGCTCTTT 600
 337 GTGCTGTGTTTCACTTACTCTTTCGAACCTCCTTCTGGSTACAACAGCTCTCTCTCTGCTTCAAGGTTTTTTTTCTTTTCAAAAAGACTCTACCCAGAGTTCTTAATTTGCTCTTT 600
 09WH45 GTGCTGTGTTTCACTTACTCTTTCGAACCTCCTTCTGGSTACAACAGCTCTCTCTCTGCTTCAAGGTTTTTTTTCTTTTCAAAAAGACTCTACCCAGAGTTCTTAATTTGCTCTTT 600
 754-63 GTGCTGTGTTTCACTTACTCTTTCGAACCTCCTTCTGGSTACAACAGCTCTCTCTCTGCTTCAAGGTTTTTTTTCTTTTCAAAAAGACTCTACCCAGAGTTCTTAATTTGCTCTTT 600
 2409 GTGCTGTGTTTCACTTACTCTTTCGAACCTCCTTCTGGSTACAACAGCTCTCTCTCTGCTTCAAGGTTTTTTTTCTTTTCAAAAAGACTCTACCCAGAGTTCTTAATTTGCTCTTT 600

154 CATCTTCTTTAGAGAAGACAAAATAGTATTGTGTGTTAAATGCGAATCACAAATACTATGGAAGCATTAAAGACAACCTGGGACTTTAAGTTACTGAAAGTAGAAATGTATGAAT 720
 2437 CATCTTCTTTAGAGAAGACAAAATAGTATTGTGTGTTAAATGCGAATCACAAATACTATGGAAGCATTAAAGACAACCTGGGACTTTAAGTTACTGAAAGTAGAAATGTATGAAT 720
 754-51 CATCTTCTTTAGAGAAGACAAAATAGTATTGTGTGTTAAATGCGAATCACAAATACTATGGAAGCATTAAAGACAACCTGGGACTTTAAGTTACTGAAAGTAGAAATGTATGAAT 720
 842 CATCTTCTTTAGAGAAGACAAAATAGTATTGTGTGTTAAATGCGAATCACAAATACTATGGAAGCATTAAAGACAACCTGGGACTTTAAGTTACTGAAAGTAGAAATGTATGAAT 720
 337 CATCTTCTTTAGAGAAGACAAAATAGTATTGTGTGTTAAATGCGAATCACAAATACTATGGAAGCATTAAAGACAACCTGGGACTTTAAGTTACTGAAAGTAGAAATGTATGAAT 720
 09WH45 CATCTTCTTTAGAGAAGACAAAATAGTATTGTGTGTTAAATGCGAATCACAAATACTATGGAAGCATTAAAGACAACCTGGGACTTTAAGTTACTGAAAGTAGAAATGTATGAAT 720
 754-63 CATCTTCTTTAGAGAAGACAAAATAGTATTGTGTGTTAAATGCGAATCACAAATACTATGGAAGCATTAAAGACAACCTGGGACTTTAAGTTACTGAAAGTAGAAATGTATGAAT 720
 2409 CATCTTCTTTAGAGAAGACAAAATAGTATTGTGTGTTAAATGCGAATCACAAATACTATGGAAGCATTAAAGACAACCTGGGACTTTAAGTTACTGAAAGTAGAAATGTATGAAT 720

154 TAGTGAACAGTACACTTCATTTTGGTGAACATAATGGACCGTTGAGATTTCTTATTTGGTTTGTATTAGGATCTTAAAGTAGGAGCATATATAGATGATAAATGCATAACAAGAGTGTG 840
 2437 TAGTGAACAGTACACTTCATTTTGGTGAACATAATGGACCGTTGAGATTTCTTATTTGGTTTGTATTAGGATCTTAAAGTAGGAGCATATATAGATGATAAATGCATAACAAGAGTGTG 840
 754-51 TAGTGAACAGTACACTTCATTTTGGTGAACATAATGGACCGTTGAGATTTCTTATTTGGTTTGTATTAGGATCTTAAAGTAGGAGCATATATAGATGATAAATGCATAACAAGAGTGTG 840
 842 TAGTGAACAGTACACTTCATTTTGGTGAACATAATGGACCGTTGAGATTTCTTATTTGGTTTGTATTAGGATCTTAAAGTAGGAGCATATATAGATGATAAATGCATAACAAGAGTGTG 840
 337 TAGTGAACAGTACACTTCATTTTGGTGAACATAATGGACCGTTGAGATTTCTTATTTGGTTTGTATTAGGATCTTAAAGTAGGAGCATATATAGATGATAAATGCATAACAAGAGTGTG 840
 09WH45 TAGTGAACAGTACACTTCATTTTGGTGAACATAATGGACCGTTGAGATTTCTTATTTGGTTTGTATTAGGATCTTAAAGTAGGAGCATATATAGATGATAAATGCATAACAAGAGTGTG 840
 754-63 TAGTGAACAGTACACTTCATTTTGGTGAACATAATGGACCGTTGAGATTTCTTATTTGGTTTGTATTAGGATCTTAAAGTAGGAGCATATATAGATGATAAATGCATAACAAGAGTGTG 840
 2409 TAGTGAACAGTACACTTCATTTTGGTGAACATAATGGACCGTTGAGATTTCTTATTTGGTTTGTATTAGGATCTTAAAGTAGGAGCATATATAGATGATAAATGCATAACAAGAGTGTG 840

154 TTAGTTATCGGTATAAATTAATGTTTTTCTCTATGGAGGAAAAATCAAAATATAAATGCGGAAGTATTAATTTGAGGATGCCAGGAAAGGCATATGCGAGGAGGAATCACATATGGC 958
 2437 TTAGTTATCGGTATAAATTAATGTTTTTCTCTATGGAGGAAAAATCAAAATATAAATGCGGAAGTATTAATTTGAGGATGCCAGGAAAGGCATATGCGAGGAGGAATCACATATGGC 958
 754-51 TTAGTTATCGGTATAAATTAATGTTTTTCTCTATGGAGGAAAAATCAAAATATAAATGCGGAAGTATTAATTTGAGGATGCCAGGAAAGGCATATGCGAGGAGGAATCACATATGGC 958
 842 TTAGTTATCGGTATAAATTAATGTTTTTCTCTATGGAGGAAAAATCAAAATATAAATGCGGAAGTATTAATTTGAGGATGCCAGGAAAGGCATATGCGAGGAGGAATCACATATGGC 958
 337 TTAGTTATCGGTATAAATTAATGTTTTTCTCTATGGAGGAAAAATCAAAATATAAATGCGGAAGTATTAATTTGAGGATGCCAGGAAAGGCATATGCGAGGAGGAATCACATATGGC 958
 09WH45 TTAGTTATCGGTATAAATTAATGTTTTTCTCTATGGAGGAAAAATCAAAATATAAATGCGGAAGTATTAATTTGAGGATGCCAGGAAAGGCATATGCGAGGAGGAATCACATATGGC 958
 754-63 TTAGTTATCGGTATAAATTAATGTTTTTCTCTATGGAGGAAAAATCAAAATATAAATGCGGAAGTATTAATTTGAGGATGCCAGGAAAGGCATATGCGAGGAGGAATCACATATGGC 958
 2409 TTAGTTATCGGTATAAATTAATGTTTTTCTCTATGGAGGAAAAATCAAAATATAAATGCGGAAGTATTAATTTGAGGATGCCAGGAAAGGCATATGCGAGGAGGAATCACATATGGC 958

[그림164] Nucleotide sequence alignment of *BoTTG8-1*. Shade region indicates exon. Blue color represents overlapped region with *BoTTG8-2*.

- *BoTTG8-2* 유전자는 EXON3과 4 및 긴 INTRON을 포함할 것으로 기대된다. 계통을 대표

[그림165] Nucleotide sequence alignment of *BoTTG8-2*. Shade region indicates exon.

라. *BoANS (BoADOX)*

- 애기장대 유전자는 84bp intron을 가진 2개의 exon으로 구성되어 있으나, 배추 및 양배추 서열을 알 수 없고, 갖의 경우 340bp intron이 존재하는 것으로 알려져 있다.
- 양배추로부터 유전자를 클로닝하고 있는 중이나 자색과 녹색의 계통으로부터 얻은 일부 유전자를 비교한 결과 마커개발의 가능성을 있었다.
- 서열은 box내와 같다.

```

>7S4-63-1
ATGGTGGCAGTTGAAAGAGTTGAGAGCTTAGCAAAAAGCGGAATCAACTCCATCCCAAAAGAAATACATCCGTCCTCAAAAGAGAGCTCGAGAGCATCAACGACGTGTTCOAAGAAGAGAAAGAAAGACGGTCCACAAGTCCCAACCACATCGATCCTCAAG
ACATCGAGTCAGAAGACGAAACCATCCGTGAGAAAATGCATAGAGGAGCTCAAGAAGCGGCTATGGATTGGGGAGTAATGCATTTGATCAACCATGGTGTACCGGTTGAACATAATGGAGCGTGTGAAGAAGTCAGGAGAAGAGTCTTCGGTTTGGCCGT
TGAAAGAGAAGGAGAAGTATGCAACAGATCAAGCCAAAGGGAAGATTCAAGGGTATGGAAGCAAGTTAGCTTAACACCGCGAGTGGACAGCTTGAGTGGGAAGATTACTCTTCCATCTTGGTTATCTCTGAAGACAAGAGAGATCTATCACTTTGGCCTAAG
ACACCAACTGATTACATGTAAGCTTTTGGATTGCTTTACTTTACAAAACACACACACATCTTGGTTGGTTATGTGATGATACCTCCCTAGTTCAACAAAAGATAAATTTCTATATTTTTTATTTTGGTTACACAAAATACAATTTCTAGAGTTTTAAAGT
AATTGTGATTTTTAGAAAACATTAATTAATAAAGAAAATAATAAATTAATCTTAACATTTATATATTAATAAATAAAGTAAACTCTAGAAAATTTCAATTTTCATGGAGAAATATATGATTTAACATCTTTGGTTGCTGTAGTGAAGCTACGAG
TGAGTACGCTAAAGTCTTCCGTTGGTAGCAACAAAAGTCTTCAAGGCTCTCTATCCGCTTAGCTTTAGAGCTGACCGTCTAGAGAATGAAGTGGGCGGTATAGAAGAGCTCTGCTCCAAAATGAAGATCAATTAACACAAAATGCCCTACGCT
GAGCTAGCACTTGGCGTGAAGCTCACACCGATGTAAGCGCTTGAAGCTTCACTTACACAACTAGTTCGCGGTTGACAGCTTTTTACGAGGGTAAATGGGTCATGCAAAAATGTGCTTCCATCGATTTGATGCACATTTGGAGATACGTTGGAGA
TTCTTAGCAATGGGAAGTTAAGAGTACTTCAACCGTGGATTGGTGAACGAAGGAGAAGTAAAGATTCTTGGCGTGTGTTTTGTAACCAACGAAAGGAAAAGATTGGCTTAAGCCATTGCGGAGATGGTGGATTGGATCTCCGCTAAGTT
TCCCTCCGAAGGACGTTTGGCTCAGCATATTGAGCATTAAGTTGGTTCAGGAATGAGCAAGAGGAGTGGTAACTGAGAAAAGGAATAAAGTTCTGAAAGCTTGGAAATTCGCCCCGCGGGAACCGAAGCTTCGCCCCCTTAGGATGGTGGTAT

```

7S4-63-1	ATGGTGGCAGTTGAAAGAGTTGAGAGCTTAGCAAAAAGCGGAATCAACTCCATCCCAAAAGAAATACATCCGTCCTCAAAAGAGAGCTCGAGAGCATCAACGACGTGTTCOAAGAAGAGAAAGAAAGACGGTCCACAAGTCCCAACCACATCGATCCTCAAG
7S4-63-2	ATGGTGGCAGTTGAAAGAGTTGAGAGCTTAGCAAAAAGCGGAATCAACTCCATCCCAAAAGAAATACATCCGTCCTCAAAAGAGAGCTCGAGAGCATCAACGACGTGTTCOAAGAAGAGAAAGAAAGACGGTCCACAAGTCCCAACCACATCGATCCTCAAG
154-1	ATGGTGGCAGTTGAAAGAGTTGAGAGCTTAGCAAAAAGCGGAATCAACTCCATCCCAAAAGAAATACATCCGTCCTCAAAAGAGAGCTCGAGAGCATCAACGACGTGTTCOAAGAAGAGAAAGAAAGACGGTCCACAAGTCCCAACCACATCGATCCTCAAG
7S4-63-1	AAAGAAGACGCTCCACAAGTCCCAACCACATCGATCCTCAAGACATCGAGTCAGAAGACGAAACCATCCGTGAGAAAATGCATAGAGGAGCTCAAGAAGCGGCTATGGATTGGGGAGTAATG
7S4-63-2	AAAGAAGACGCTCCACAAGTCCCAACCACATCGATCCTCAAGACATCGAGTCAGAAGACGAAACCATCCGTGAGAAAATGCATAGAGGAGCTCAAGAAGCGGCTATGGATTGGGGAGTAATG
154-1	AAAGAAGACGCTCCACAAGTCCCAACCACATCGATCCTCAAGACATCGAGTCAGAAGACGAAACCATCCGTGAGAAAATGCATAGAGGAGCTCAAGAAGCGGCTATGGATTGGGGAGTAATG
7S4-63-1	CATTTGATCAACCATGGTGTACCGGTTGAACATAATGGAGCGTGTGAAGAAGTCAGGAGAAGAGTTCTTCGGTTTGGCCGTTGAAGAGAAGGAGAAGTATGCAACGATCAAGCCAAAGGGA
7S4-63-2	CATTTGATCAACCATGGTGTACCGGTTGAACATAATGGAGCGTGTGAAGAAGTCAGGAGAAGAGTTCTTCGGTTTGGCCGTTGAAGAGAAGGAGAAGTATGCAACGATCAAGCCAAAGGGA
154-1	CATTTGATCAACCATGGTGTACCGGTTGAACATAATGGAGCGTGTGAAGAAGTCAGGAGAAGAGTTCTTCGGTTTGGCCGTTGAAGAGAAGGAGAAGTATGCAACGATCAAGCCAAAGGGA
7S4-63-1	AAGATTCAAGGGTATGGAAGCAAGTTGGCTAACACCGGAGTGGACAGCTTGAGTGGGAAGATTACTTCTCCATCTTGGTTATCTCTGAAGACAAGAGAGATCTATCACTTTGGCCTAAG
7S4-63-2	AAGATTCAAGGGTATGGAAGCAAGTTGGCTAACACCGGAGTGGACAGCTTGAGTGGGAAGATTACTTCTCCATCTTGGTTATCTCTGAAGACAAGAGAGATCTATCACTTTGGCCTAAG
154-1	AAGATTCAAGGGTATGGAAGCAAGTTAGCTAATACCGGAGTGGACAGCTTGAGTGGGAAGATTACTTCTTTCATCTTGGTTATCTCTGAAGACAAGAGAGATCTATCACTTTGGCCTAAG
7S4-63-1	ACACCAACTGATTACATGTAAGCTTTTGGATTGCTTTACTTTACAAAACACACACACATCTTGGTTGGTTATG-----TGATGATACTCCC
7S4-63-2	ACACCAACTGATTACATGTAAGCTTTTGGATTGCTTTACTTTACAAAACACACACACATCTTGGTTGGTTATG-----TGATGATACTCCC
154-1	ACACCAACTGATTACATGTAAGCTTTTGGATTGCTTTACTTTACAAAACACACACACATCTTGGTTGGTTAACTTATCAAAAAAATAAATAAATCTTGGTTGGTTATGTTAACTCCC
7S4-63-1	TAGTTCACAAAAGATAAATTTCTATATTTTTTATTTTGGTTACACAAAATACAATTTCTAGAGTTTTAAAGTAATTTGGTATTTTGA AAAACATTAATAAAT-----
7S4-63-2	TAGTTCACAAAAGATAAATTTCTATATTTTTTATTTTGGTTACACAAAATACAATTTCTAGAGTTTTAAAGTAATTTGGTATTTTGA AAAACATTAATAAAT-----
154-1	TAATTCACAAAAGACAAAATTTCTATATTTTTT-ATTTCCGAAACACAAAATAAATTTCTGGATTTAAAGTAATTTGGTATTTTGA AAAACATTAATAAATTTAAATTTAAATTTGATAAAA
7S4-63-1	-----AAAGAAAATAAATAAATTTAATCTTAACATTTTATATTTCAAAAT-----AAAGTGAACCTAGAAAATTCATTTTCATGGAGGAAATATATGATTTAACATCTTTGG
7S4-63-2	-----AAAGAAAATAAATAAATTTAATCTTAACATTTTATATTTCAAAAT-----AAAGTGAACCTAGAAAATTCATTTTCATGGAGGAAATATATGATTTAACATCTTTGG
154-1	ATATTATTGACACAGAGAAAATAAATTTAAGTGAATATATATTTCTATTATAAAAACCTCTATTATAGAAAATAGTTTTTCATGGAGGAAATATAAT-ITAAACAAATTTTGGT
7S4-63-1	TTGCTTGTAGTGAAGCTACG-AGTGAAGTACGCTAAGTG-ICTTGGTTGCTAGCAACAAAAGTCTTCAAGGCTCTCTATCGCCCTAGGCTTAGAGCTTACCGGCTTAGAGATAAGT


```

154 ATTTATGTTTTGATAAATGTTGGCAGATGATTTTCATGTCGAAAACGTTAGCCGAGAAAAGCAGCTTGGGATTACGCTAAGGAAAAGGAATAGATTTTCATTAGTATTATCCCGACATT 840
09WH45 ATTTATGTTTTGATAAATGTTGGCAGATGATTTTCATGTCGAAAACGTTAGCCGAGAAAAGCAGCTTGGGATTACGCTAAGGAAAAGGAATAGATTTTCATTAGTATTATCCCGACATT 840
2409 ATTTATGTTTTGATAAATGTTGGCAGATGATTTTCATGTCGAAAACGTTAGCCGAGAAAAGCAGCTTGGGATTACGCTAAGGAAAAGGAATAGATTTTCATTAGTATTATCCCGACATT 840
842 ATTTATGTTTTGATAAATGTTGGCAGATGATTTTCATGTCGAAAACGTTAGCCGAGAAAAGCAGCTTGGGATTACGCTAAGGAAAAGGAATAGATTTTCATTAGTATTATCCCGACATT 840
*****

754-63 GGTGATCGGTCCATTTATAACAACATCTATGCCGCCTAGCCCTTATTACCGCGCTCTCTCCTATCACTCGTGAGTGAGCCTACTTTCTAATCCCTCTTTTTAACTAAGAGGTTAATTTAA 960
754-51 GGTGATCGGTCCATTTATAACAACATCTATGCCGCCTAGCCCTTATTACCGCGCTCTCTCCTATCACTCGTGAGTGAGCCTACTTTCTAATCCCTCTTTTTAACTAAGAGGTTAATTTAA 960
2437 GGTGATCGGTCCATTTATAACAACATCTATGCCGCCTAGCCCTTATTACCGCGCTCTCTCCTATCACTCGTGAGTGAGCCTACTTTCTAATCCCTCTTTTTAACTAAGAGGTTAATTTAA 960
337 GGTGATCGGTCCATTTATAACAACATCTATGCCGCCTAGCCCTTATTACCGCGCTCTCTCCTATCACTCGTGAGTGAGCCTACTTTCTAATCCCTCTTTTTAACTAAGAGGTTAATTTAA 960
154 GGTGATCGGTCCATTTATAACAACATCTATGCCGCCTAGCCCTTATTACCGCGCTCTCTCCTATCACTCGTGAGTGAGCCTACTTTCTAATCCCTCTTTTTAACTAAGAGGTTAATTTAA 960
09WH45 GGTGATCGGTCCATTTATAACAACATCTATGCCGCCTAGCCCTTATTACCGCGCTCTCTCCTATCACTCGTGAGTGAGCCTACTTTCTAATCCCTCTTTTTAACTAAGAGGTTAATTTAA 960
2409 GGTGATCGGTCCATTTATAACAACATCTATGCCGCCTAGCCCTTATTACCGCGCTCTCTCCTATCACTCGTGAGTGAGCCTACTTTCTAATCCCTCTTTTTAACTAAGAGGTTAATTTAA 960
842 GGTGATCGGTCCATTTATAACAACATCTATGCCGCCTAGCCCTTATTACCGCGCTCTCTCCTATCACTCGTGAGTGAGCCTACTTTCTAATCCCTCTTTTTAACTAAGAGGTTAATTTAA 960
*****

754-63 AACGGTAAAAATGTTTTAGGTAACGAGGCACATTACTCCATCATAAGACAAGGACAGTATGCCACTTGGACGACTTATGCAATGCTCATATATTTCTGTACGAACAAGCTGCTGCCAAG 1080
754-51 AACGGTAAAAATGTTTTAGGTAACGAGGCACATTACTCCATCATAAGACAAGGACAGTATGCCACTTGGACGACTTATGCAATGCTCATATATTTCTGTACGAACAAGCTGCTGCCAAG 1080
2437 AACGGTAAAAATGTTTTAGGTAACGAGGCACATTACTCCATCATAAGACAAGGACAGTATGCCACTTGGACGACTTATGCAATGCTCATATATTTCTGTACGAACAAGCTGCTGCCAAG 1080
337 AACGGTAAAAATGTTTTAGGTAACGAGGCACATTACTCCATCATAAGACAAGGACAGTATGCCACTTGGACGACTTATGCAATGCTCATATATTTCTGTACGAACAAGCTGCTGCCAAG 1080
154 AACGGTAAAAATGTTTTAGGTAACGAGGCACATTACTCCATCATAAGACAAGGACAGTATGCCACTTGGACGACTTATGCAATGCTCATATATTTCTGTACGAACAAGCTGCTGCCAAG 1080
09WH45 AACGGTAAAAATGTTTTAGGTAACGAGGCACATTACTCCATCATAAGACAAGGACAGTATGCCACTTGGACGACTTATGCAATGCTCATATATTTCTGTACGAACAAGCTGCTGCCAAG 1080
2409 AACGGTAAAAATGTTTTAGGTAACGAGGCACATTACTCCATCATAAGACAAGGACAGTATGCCACTTGGACGACTTATGCAATGCTCATATATTTCTGTACGAACAAGCTGCTGCCAAG 1080
842 AACGGTAAAAATGTTTTAGGTAACGAGGCACATTACTCCATCATAAGACAAGGACAGTATGCCACTTGGACGACTTATGCAATGCTCATATATTTCTGTACGAACAAGCTGCTGCCAAG 1080
*****

754-63 GGACGTTATGTTTGTCTCTCACGATGCAACGATTCTTACTATCTCCGAGTTTCTCAGGCAAAAATATCCAGAATATAACGTCCTTCAACGTAAGATTTTTATCATTACCGGTTTAA 1200
754-51 GGACGTTATGTTTGTCTCTCACGATGCAACGATTCTTACTATCTCCGAGTTTCTCAGGCAAAAATATCCAGAATATAACGTCCTTCAACGTAAGATTTTTATCATTACCGGTTTAA 1200
2437 GGACGTTATGTTTGTCTCTCACGATGCAACGATTCTTACTATCTCCGAGTTTCTCAGGCAAAAATATCCAGAATATAACGTCCTTCAACGTAAGATTTTTATCATTACCGGTTTAA 1200
337 GGACGTTATGTTTGTCTCTCACGATGCAACGATTCTTACTATCTCCGAGTTTCTCAGGCAAAAATATCCAGAATATAACGTCCTTCAACGTAAGATTTTTATCATTACCGGTTTAA 1200
154 GGACGTTATGTTTGTCTCTCACGATGCAACGATTCTTACTATCTCCGAGTTTCTCAGGCAAAAATATCCAGAATATAACGTCCTTCAACGTAAGATTTTTATCATTACCGGTTTAA 1200
09WH45 GGACGTTATGTTTGTCTCTCACGATGCAACGATTCTTACTATCTCCGAGTTTCTCAGGCAAAAATATCCAGAATATAACGTCCTTCAACGTAAGATTTTTATCATTACCGGTTTAA 1200
2409 GGACGTTATGTTTGTCTCTCACGATGCAACGATTCTTACTATCTCCGAGTTTCTCAGGCAAAAATATCCAGAATATAACGTCCTTCAACGTAAGATTTTTATCATTACCGGTTTAA 1200
842 GGACGTTATGTTTGTCTCTCACGATGCAACGATTCTTACTATCTCCGAGTTTCTCAGGCAAAAATATCCAGAATATAACGTCCTTCAACGTAAGATTTTTATCATTACCGGTTTAA 1200
*****

754-63 CTTTTTTGCAATATTCAGTTAAATTTTTTTTTTTCTGAATATGAACCTCTTTGGAACAGGTTTGAAGGAGTGGATGAGAATCTAAGAGCATTATGTTTCAGTCCCAAGAGCTGATTGATA 1320
754-51 CTTTTTTGCAATATTCAGTTAAATTTTTTTTTTTCTGAATATGAACCTCTTTGGAACAGGTTTGAAGGAGTGGATGAGAATCTAAGAGCATTATGTTTCAGTCCCAAGAGCTGATTGATA 1320
2437 CTTTTTTGCAATATTCAGTTAAATTTTTTTTTTTCTGAATATGAACCTCTTTGGAACAGGTTTGAAGGAGTGGATGAGAATCTAAGAGCATTATGTTTCAGTCCCAAGAGCTGATTGATA 1320
337 CTTTTTTGCAATATTCAGTTAAATTTTTTTTTTTCTGAATATGAACCTCTTTGGAACAGGTTTGAAGGAGTGGATGAGAATCTAAGAGCATTATGTTTCAGTCCCAAGAGCTGATTGATA 1320
154 CTTTTTTGCAATATTCAGTTAAATTTTTTTTTTTCTGAATATGAACCTCTTTGGAACAGGTTTGAAGGAGTGGATGAGAATCTAAGAGCATTATGTTTCAGTCCCAAGAGCTGATTGATA 1320
09WH45 CTTTTTTGCAATATTCAGTTAAATTTTTTTTTTTCTGAATATGAACCTCTTTGGAACAGGTTTGAAGGAGTGGATGAGAATCTAAGAGCATTATGTTTCAGTCCCAAGAGCTGATTGATA 1319
2409 CTTTTTTGCAATATTCAGTTAAATTTTTTTTTTTCTGAATATGAACCTCTTTGGAACAGGTTTGAAGGAGTGGATGAGAATCTAAGAGCATTATGTTTCAGTCCCAAGAGCTGATTGATA 1319
842 CTTTTTTGCAATATTCAGTTAAATTTTTTTTTTTCTGAATATGAACCTCTTTGGAACAGGTTTGAAGGAGTGGATGAGAATCTAAGAGCATTATGTTTCAGTCCCAAGAGCTGATTGATA 1319
*****

754-63 TGGGATTTAACTTCAAGTATAGTCTCGAGGATATGTTGGTGAATCGATTGAGACATGTCGTCAAAAGGGTTTTCTCCCTGTCACTTTACCGAACATTGAAATCTGAGGACAAAGTTC 1440
754-51 TGGGATTTAACTTCAAGTATAGTCTCGAGGATATGTTGGTGAATCGATTGAGACATGTCGTCAAAAGGGTTTTCTCCCTGTCACTTTACCGAACATTGAAATCTGAGGACAAAGTTC 1440
2437 TGGGATTTAACTTCAAGTATAGTCTCGAGGATATGTTGGTGAATCGATTGAGACATGTCGTCAAAAGGGTTTTCTCCCTGTCACTTTACCGAACATTGAAATCTGAGGACAAAGTTC 1440
337 TGGGATTTAACTTCAAGTATAGTCTCGAGGATATGTTGGTGAATCGATTGAGACATGTCGTCAAAAGGGTTTTCTCCCTGTCACTTTACCGAACATTGAAATCTGAGGACAAAGTTC 1440
154 TGGGATTTAACTTCAAGTATAGTCTCGAGGATATGTTGGTGAATCGATTGAGACATGTCGTCAAAAGGGTTTTCTCCCTGTCACTTTACCGAACATTGAAATCTGAGGACAAAGTTC 1440
09WH45 TGGGATTTAACTTCAAGTATAGTCTCGAGGATATGTTGGTGAATCGATTGAGACATGTCGTCAAAAGGGTTTTCTCCCTGTCACTTTACCGAACATTGAAATCTGAGGACAAAGTTC 1439
2409 TGGGATTTAACTTCAAGTATAGTCTCGAGGATATGTTGGTGAATCGATTGAGACATGTCGTCAAAAGGGTTTTCTCCCTGTCACTTTACCGAACATTGAAATCTGAGGACAAAGTTC 1439
842 TGGGATTTAACTTCAAGTATAGTCTCGAGGATATGTTGGTGAATCGATTGAGACATGTCGTCAAAAGGGTTTTCTCCCTGTCACTTTACCGAACATTGAAATCTGAGGACAAAGTTC 1439
*****

754-63 CGGGCAGTGATGACAATAAGGAGATTA AAAACGGATCTGCAGGTTTAACTGATGATGTTAGTCTTGAAGAAGACCGAACCCAGGATG9CC9GCGAGAAAAGCCGATAGTACATGTCGG 1560
754-51 CGGGCAGTGATGACAATAAGGAGATTA AAAACGGATCTGCAGGTTTAACTGATGATGTTAGTCTTGAAGAAGACCGAACCCAGGATG9CC9GCGAGAAAAGCCGATAGTACATGTCGG 1560
2437 CGGGCAGTGATGACAATAAGGAGATTA AAAACGGATCTGCAGGTTTAACTGATGATGTTAGTCTTGAAGAAGACCGAACCCAGGATG9CC9GCGAGAAAAGCCGATAGTACATGTCGG 1560
337 CGGGCAGTGATGACAATAAGGAGATTA AAAACGGATCTGCAGGTTTAACTGATGATGTTAGTCTTGAAGAAGACCGAACCCAGGATG9CC9GCGAGAAAAGCCGATAGTACATGTCGG 1560
154 CGGGCAGTGATGACAATAAGGAGATTA AAAACGGATCTGCAGGTTTAACTGATGATGTTAGTCTTGAAGAAGACCGAACCCAGGATG9CC9GCGAGAAAAGCCGATAGTACATGTCGG 1560
09WH45 CGGGCAGTGATGACAATAAGGAGATTA AAAACGGATCTGCAGGTTTAACTGATGATGTTAGTCTTGAAGAAGACCGAACCCAGGATG9CC9GCGAGAAAAGCCGATAGTACATGTCGG 1559
2409 CGGGCAGTGATGACAATAAGGAGATTA AAAACGGATCTGCAGGTTTAACTGATGATGTTAGTCTTGAAGAAGACCGAACCCAGGATG9CC9GCGAGAAAAGCCGATAGTACATGTCGG 1559
842 CGGGCAGTGATGACAATAAGGAGATTA AAAACGGATCTGCAGGTTTAACTGATGATGTTAGTCTTGAAGAAGACCGAACCCAGGATG9CC9GCGAGAAAAGCCGATAGTACATGTCGG 1559
*****

754-63 CACAGCAGATCTGTGCTTAG 1580
754-51 CACAGCAGATCTGTGCTTAG 1580
2437 CACAGCAGATCTGTGCTTAG 1580
337 CACAGCAGATCTGTGCTTAG 1580
154 CACAGCAGATCTGTGCTTAG 1580
09WH45 CACAGCAGATCTGTGCTTAG 1579
2409 CACAGCAGATCTGTGCTTAG 1579
842 CACAGCAGATCTGTGCTTAG 1579
*****

```

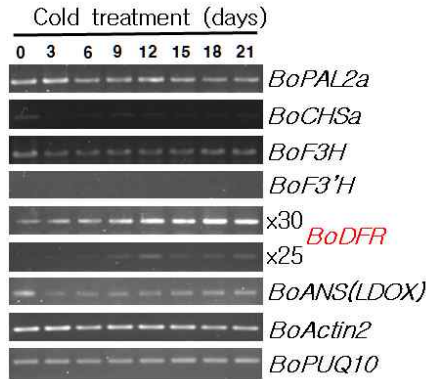
[그림168] Nucleotide sequence alignment of *BoDFR* from 8 cabbage lines. Shade region represents exon sequences, and green color represents useful SNP confirmed by experiment. Red and blue colors indicate SNP or SSR region between purple and green cabbage.

● *BoDFR* 마커 개발과정

① 저온처리에 반응하는 안토시아닌 합성관련 유전자

21일 자란 오가네 양배추 (Koregon Seed Co.)를 장일조건 (16h L/8h D)조건에서 2-8°C로 기

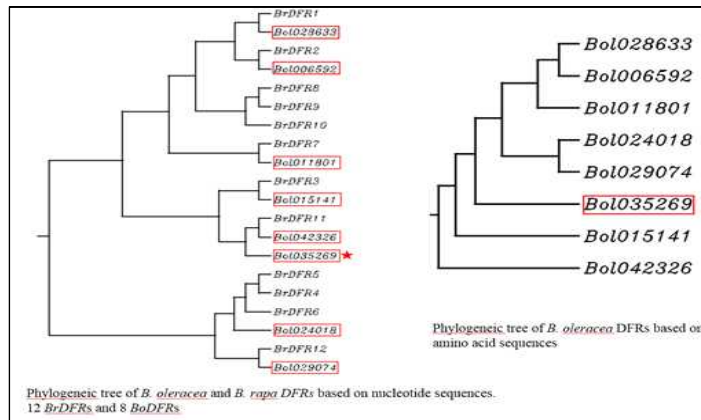
르며, 광기 시작 4시간째 시료를 채취하여 RNA를 분리하여 발현양상을 분석하였다(그림169). 오직 DFR 유전자만이 저온처리 시간에 비례하여 발현양이 증가하였다.



[그림169] RNA levels of several genes for anthocyanin biosynthesis-related genes.

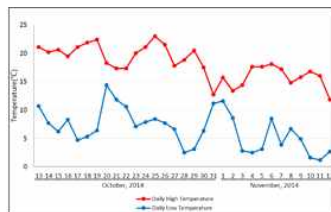
② *BoDFR*의 종류

양배추에는 8종류의 *DFR* 유전자가 존재하나, *Bol035269* 유전자가 저온감응 유전자였다.

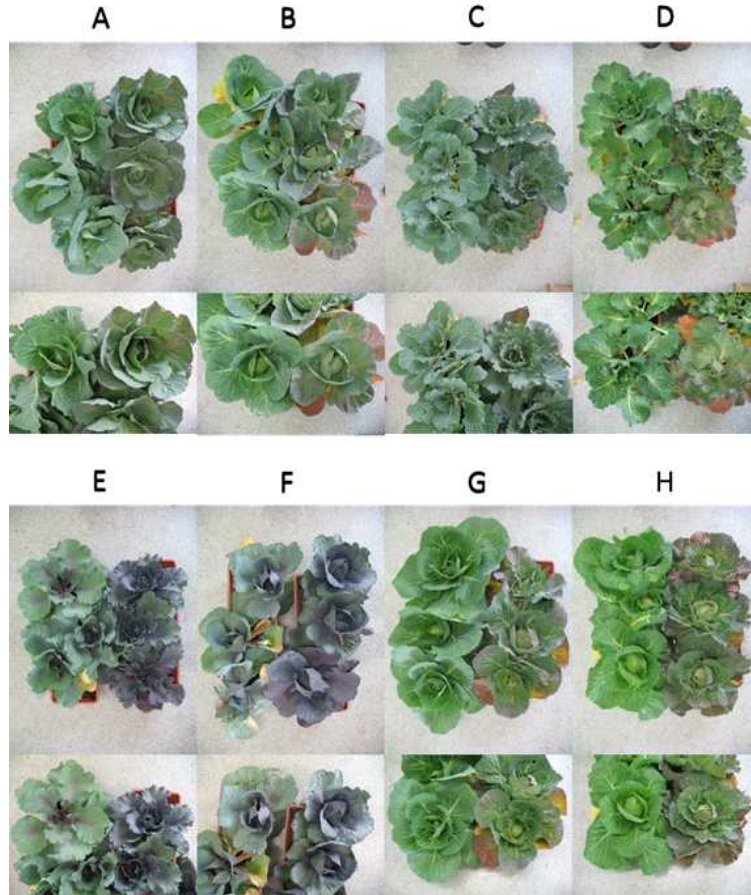


③ *BoDFR*의 발현분석

BoDFR 유전자의 발현이 저온과 관련이 있는지 여부를 확인하기 위하여(생장실에서 유묘를 가지고 실험한 내용을 검증하기 위함), 2014년 10월 13일부터 2014년 11월 12일까지 성숙한 양배추를 저온(처리기간 중 최저기온 평균 6.6°C)를 처리한 것과 온실 (20-40°C)에 유지한 양배추를 조사하였다. Figure 170에서 보는 바와 같이 대부분의 양배추가 저온에 노출되었을 경우 자색을 띠었다(즉, 안토시아닌을 합성하여 축적하였음).



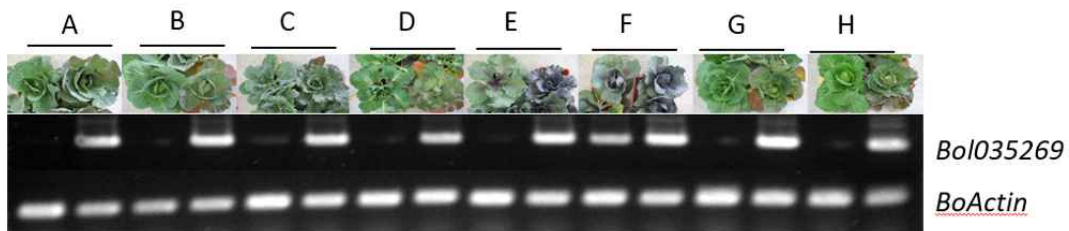
[그림170] Phenotypes of cabbages that were exposed to low temperature (right panel of each photo) and not exposed to it (left panel of each photo).



[그림171] Temperatures during low temperature treatment (Daejeon area).

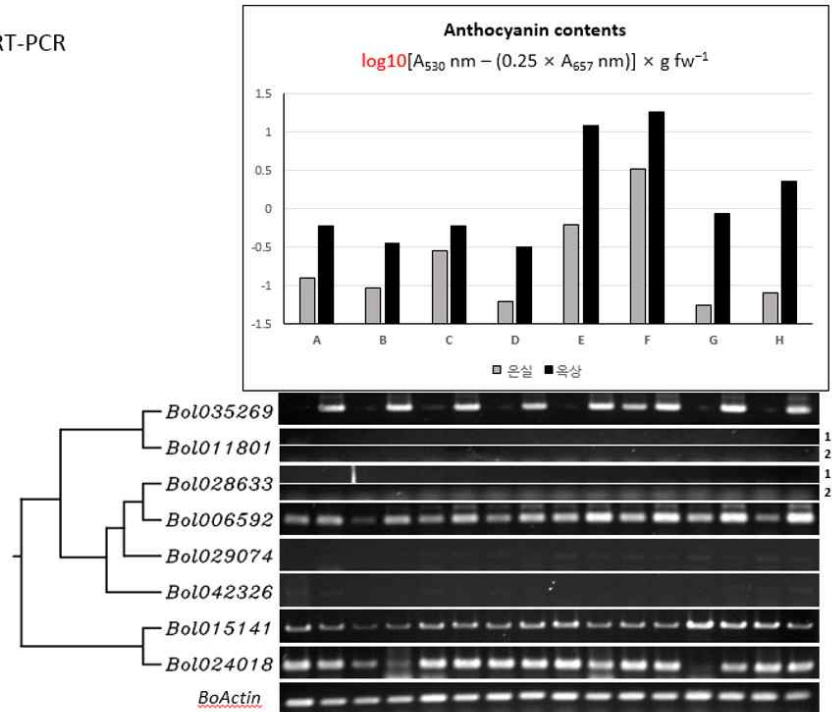
- 위 시료를 이용하여 안토시아닌 함량과 *BoDFR* 발현양상을 분석한 결과는 Figure 20과 같다. 대부분 유전자의 발현이 안토시아닌 함량과 관계를 보이지 않으나 *Bo1035269* 유전자는 저온에 의해 발현이 증가하였고, 안토시아닌 함량과도 상관관계를 보여 마커 유전자로 선발되었다.

- 또한 양배추의 표현형과 *Bo1035269* 유전자의 발현만을 보여주는 그림은 그림173과 같다.



[그림172] Expression of *BoDFRs* from 8 cabbage plants.

BoDFR RT-PCR



[그림173] Phenotype and expression of *Bo035269* from 8 cabbage plants.

④ *BoDFRs* 프로모터 부분의 *In silico* 분석

왜 *Bo035269*만이 저온에 의해 발현이 유도되고 안토시아닌 합성과 가장 관계가 있는가를 알아보기 위해서 *BoDFRs* 프로모터 부분을 분석한 결과(그림 174), *Bo035269*에 가장 많은 MYB 전사인자의 결합부위가 존재함을 알 수 있었다.

⑤ 마커의 검정

*Bo035269*의 SNP서열이 자색과 녹색 양배추를 구분하는지 알아보기 위해서 다음과 같이 프라이머를 제작하고(그림175) PCR 검정을 수행하여 이 SNP가 자색과 녹색을 구분하는 마커가 됨을 검정하였으며 (그림176), 이 마커를 확대하여 여러 재배종 및 양성중인 계통에 적용하였다[이때 F3'H에 대한 SNP도 함께 검정하였으나 활용이 가능한 SNP는 아니라는 결론에 도달함]

	Factor or Site Name	No. of Factor								
		Bol035269	Bol011801	Bol028633	Bol006592	Bol029074	Bol042326	Bol015141	Bol024018	
(+/-) strand	MYBIAT	2	3	0	4	2	2	0	0	
	MYBILEPR	1	0	0	0	0	0	1	0	
	MYB26PS	0	0	0	0	0	0	1	0	
	MYB2AT	2	0	0	0	0	1	1	0	
	MYB2CONSENSUSAT	3	0	1	0	1	2	1	3	
	MYBATRD22	0	0	0	1	0	0	0	0	
	MYBCORE	5	0	3	0	2	2	2	4	
	MYBCOREATCYCBI	0	0	0	0	2	1	0	1	
	MYBGAHV	0	1	0	0	0	1	1	0	
	MYBPLANT	1	0	0	0	0	1	1	0	
	MYBPZM	2	0	0	0	0	0	0	1	
	MYBST1	0	1	2	1	0	1	1	2	
	Total	16	5	6	6	7	11	9	11	
	(+) strand	MYBIAT	0	0	0	5	1	1	0	0
		MYBILEPR	0	0	0	0	0	0	1	0
		MYB2AT	2	0	0	0	0	1	1	0
MYB2CONSENSUSAT		2	0	0	0	0	1	1	2	
MYBATRD22		0	0	0	1	0	0	0	0	
MYBCORE		2	0	2	0	2	1	0	1	
MYBCOREATCYCBI		0	0	0	0	0	0	0	1	
MYBGAHV		0	1	0	0	0	0	1	0	
MYBPLANT		1	0	0	0	0	1	1	0	
MYBPZM		1	0	0	0	0	0	0	1	
MYBST1		0	0	0	1	0	0	0	1	
Total		8	1	2	5	3	5	5	6	

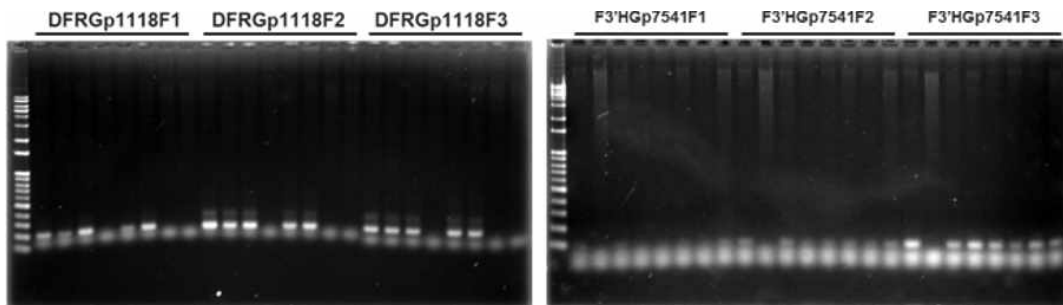
→*bol035269* 유전자는 *myb* 관련 motif의 수가 다른 *DFR* promoter에 비해 많다

[그림174] Promoter analysis of *BoDFRs*.

	Gene name	A	B	C	D	E	F	G	H	Gene position & type	A.A 차이
Targeted sequencing	DFR	[Redacted]								Gp1118(T/A), SNP(T/A)	Leu/His
	F3'H	[Redacted]								Gp7541(A/G), SNP(A/G)	Thr/Ala

	Primer Id	Primer Sequence	Tm	Primer Length	Product Size
DFR	DFRGp1118F1	GTTTGTTCTCTCACGATGCAACGATTTT	67.4	29	198
	DFRGp1118F2	TTTGTTCTCTCACGATGCAACGATACT	67.2	28	197
	DFRGp1118F3	TTTGTTCTCTCACGATGCAACGAATCT	67.2	28	197
	DFRGp1118R	CTCTTAGATTCTCATCCACTCCTTCAAA	66.2	29	
F3'H	F3'HGp7541F1	TTCACGGATTGAATGGGAACCTGGCTA	66.6	27	100
	F3'HGp7541F2	TTCACGGATTGAATGGGAACCTGGTCA	66.6	27	100
	F3'HGp7541F3	TTCACGGATTGAATGGGAACCTGTCCA	66.6	27	100
	F3'HGp7541R	ACCAAAGGAACCGCTCTTTGTAGAGTA	66.6	27	

[그림175] Expected amplification (upper) and primer sequences (bottom) of *BoDFR* and *BoF3'H* SNP.



	Gene name	A	B	C	D	E	F	G	H	Gene position & type	A.A 차이
Targeted sequencing	DFR	[Redacted]								Gp1118(T/A), SNP(T/A)	Leu/His
	F3'H	[Redacted]								Gp7541(A/G), SNP(A/G)	Thr/Ala

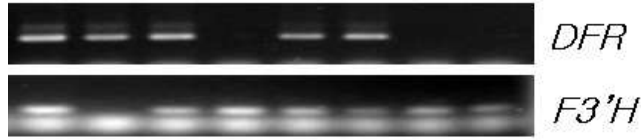
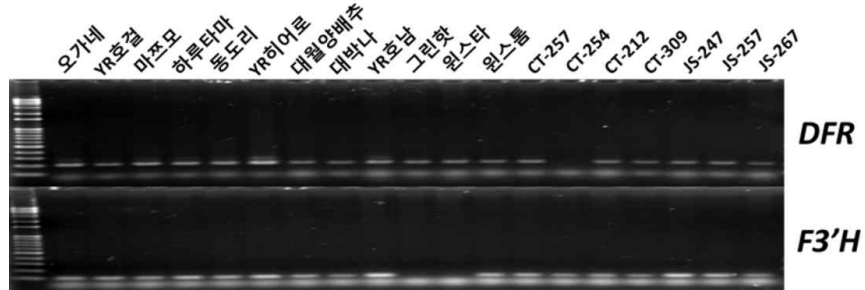
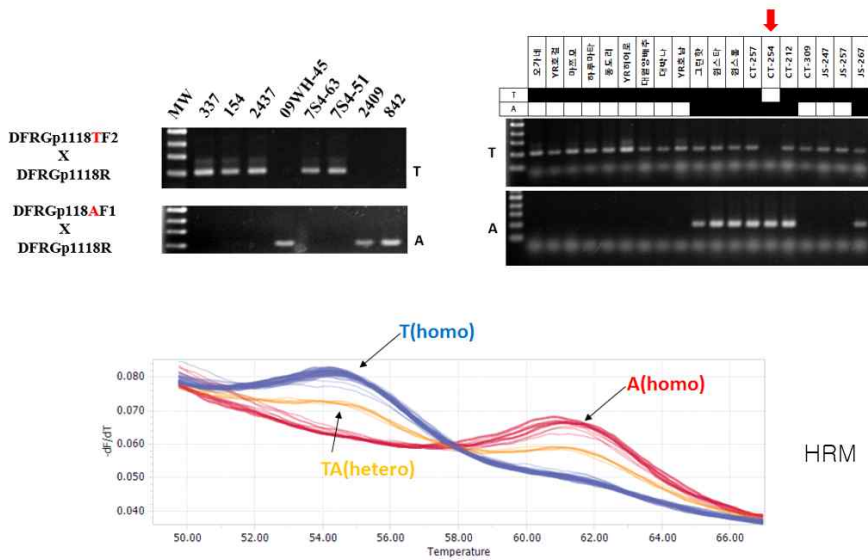


Fig. 54. Result of SNP confirmation.



[그림176] Result of SNP confirmation using cultivars and inbred lines.

- BoDFR의 SNP 마커를 PCR과 HRM으로 검정하여 특허를 출원하고 등록하였다(그림177). 이 마커는 저온에 의해 자색발현이 되는 양배추와 안되는 양배추를 구분하는 것으로 앞으로 양배추 육종에 매우 요긴하게 이용될 것이다.



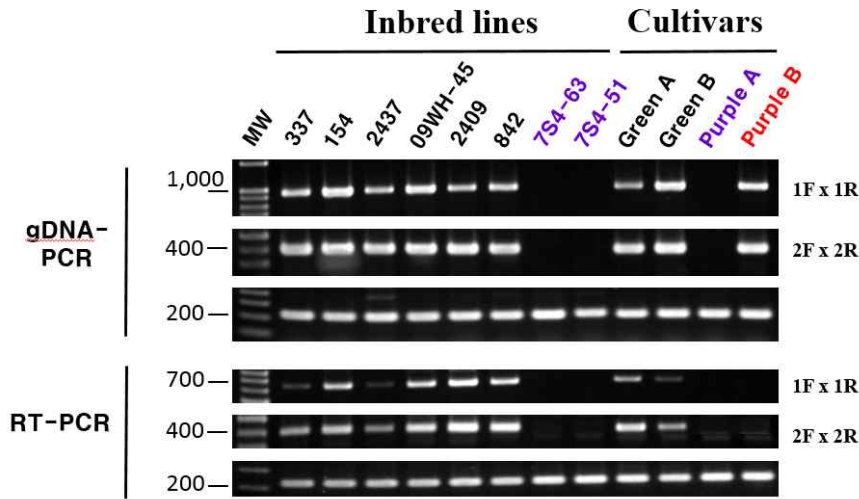
* 저온에 의해 자색발현이 되는 것과 안되는 것을 구분하는 SNP마커

[그림177] Validation of SNP marker to distinguish antocyanin accumulation under low temperature.

사. 자색과 녹색을 구분하는 유전자의 분자마커 개발

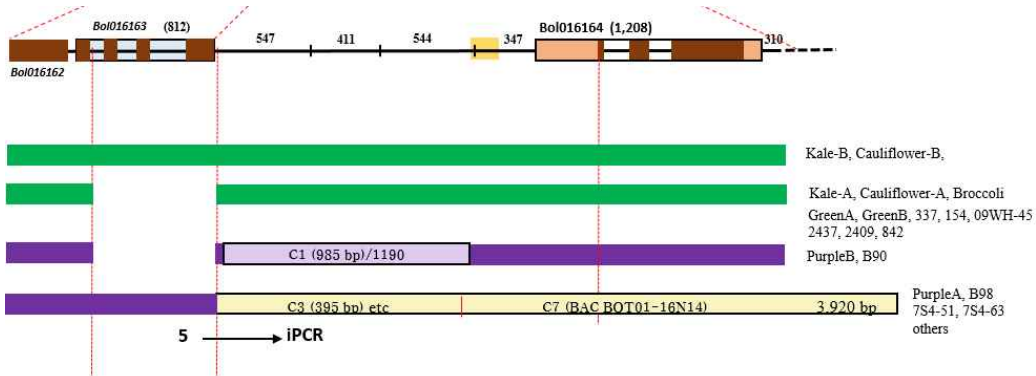
- 안토시아닌의 합성의 다음 그림에서 보는 바와 같이 3개의 단백질 MYB+bHLH+TTG1의 복

합체가 형성되어 플라바노이드 생합성의 후반 유전자 (LBGs)의 발현을 촉진해야 한다. 이 복합체의 형성을 억제하는 억제전사인자가 존재하며 이 중 한 억제인자의 발현은 안토시아닌 합성을 억제한다(그림178)



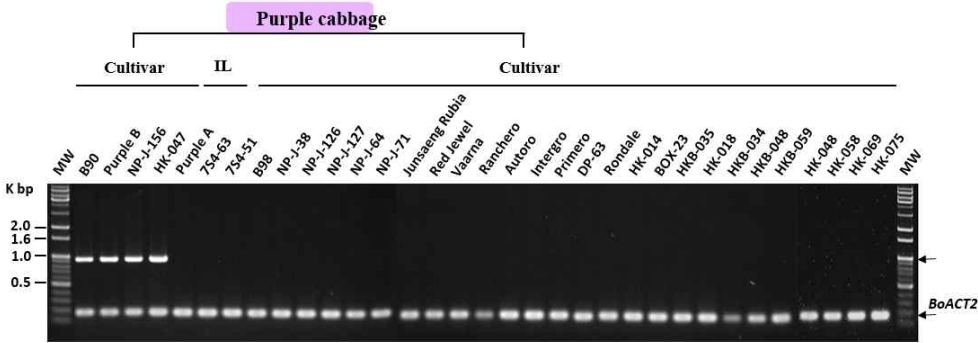
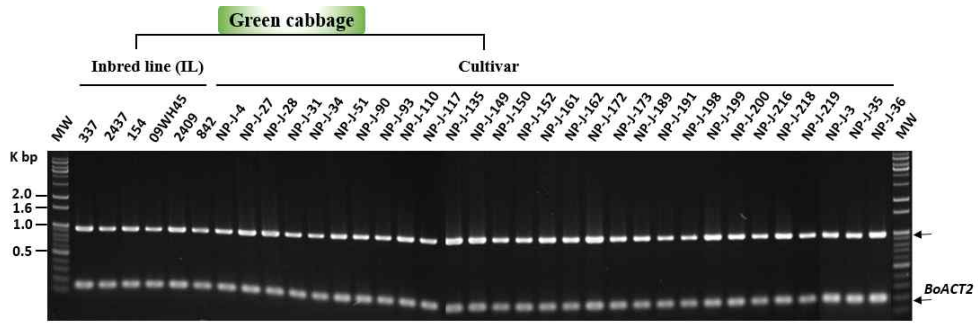
[그림178] Expression of a repressor gene and genomic PCR to examine its presence.

- 다양한 녹색과 자색 양배추를 가지고 유전자 부위를 조사한 결과 다음 그림과 같이 자색양배추에는 이 억제유전자(Bol016164)가 존재하지 않거나 프로모터 치환으로 발현이 되지 않음을 알아냈다.

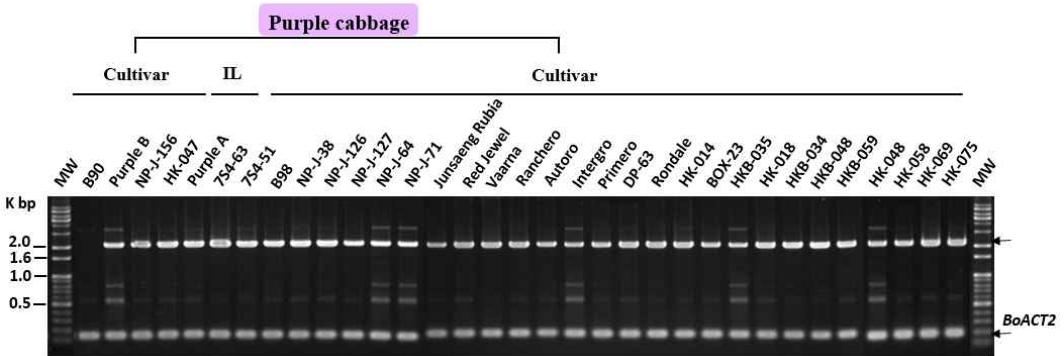
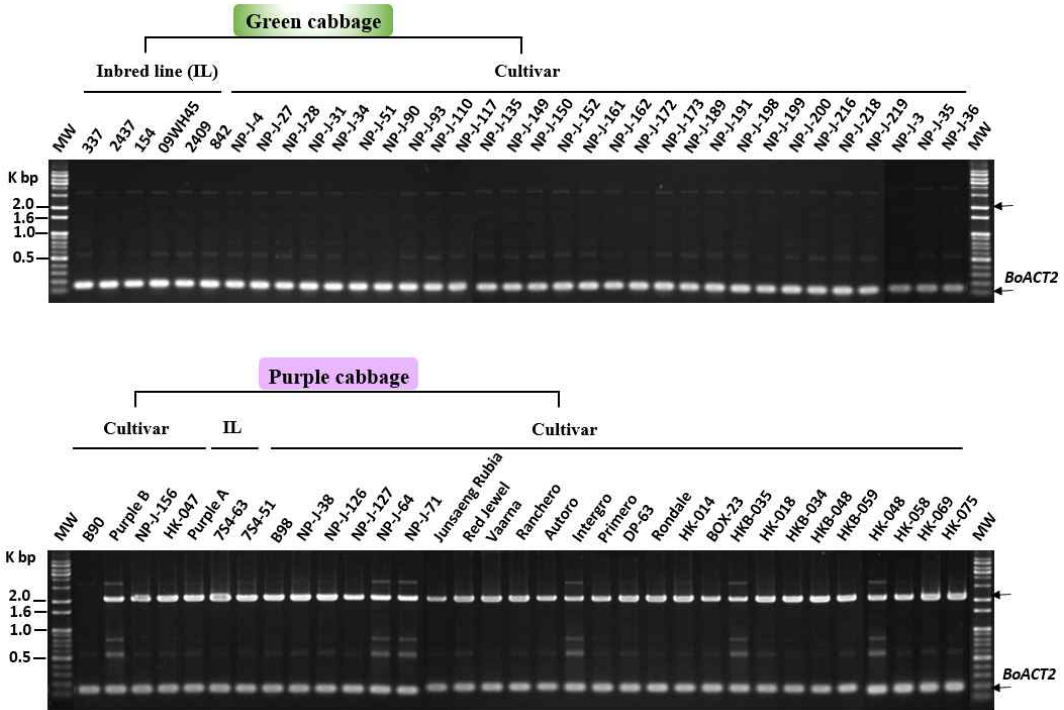


[그림179] Genomic organization of a repressor gene from various cabbage inbred lines and cultivars.

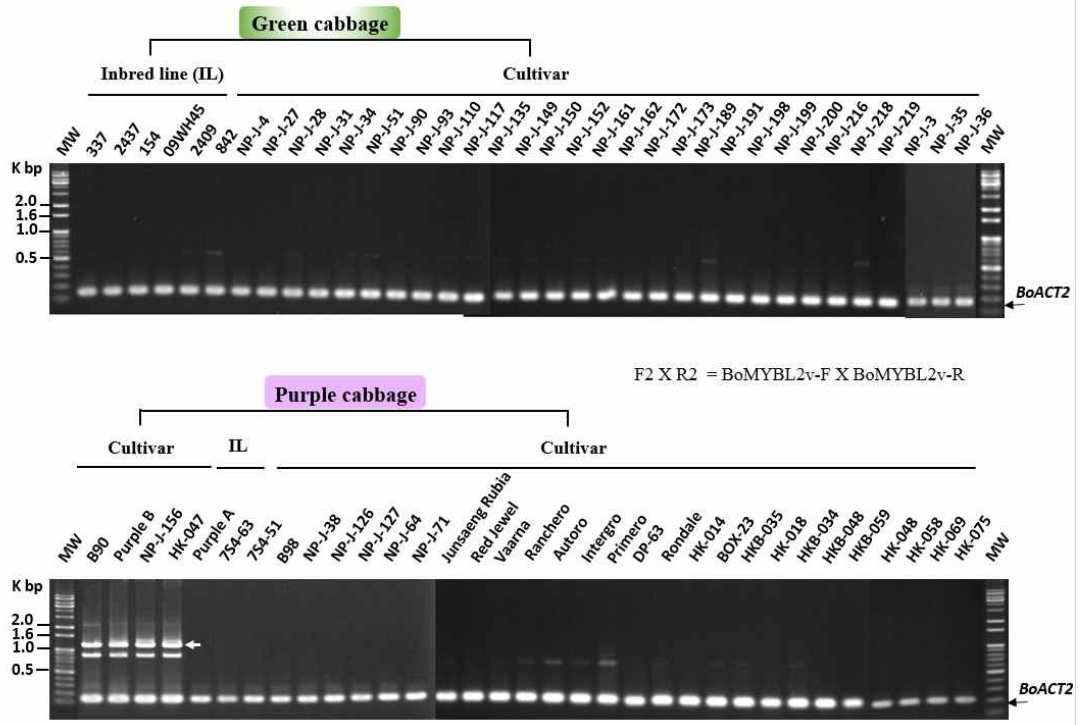
- 위 서열을 다름을 근거로 자색과 녹색양배추를 구분하는 PCR프라이머를 작성하여 다양한 양배추를 대상으로 검증하였다(그림 180,181,182).



[그림180] PCR results of F1 and R1 primer which can be used for amplification of a repressor gene.



[그림181] PCR results of F3 and R3 primer which can be used for amplification of a substituted DNA region.



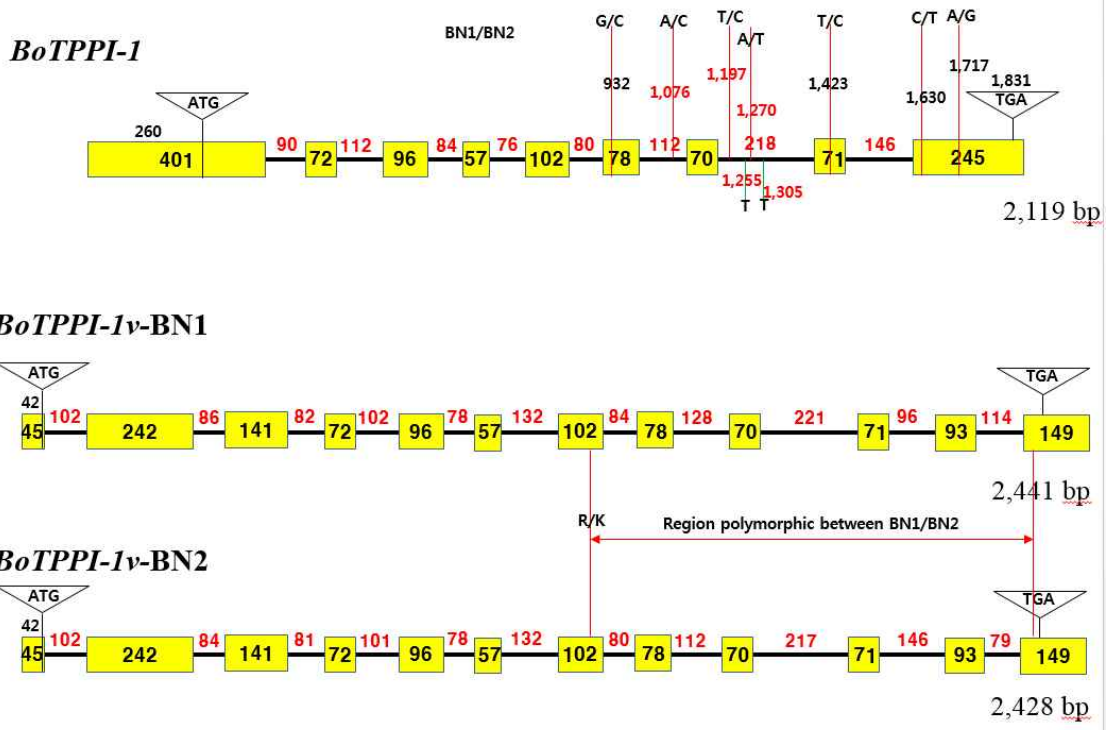
[그림182] PCR results of F2 and R2 primer which can be used for amplification of promoter substituted region.

7. 내서성 마커 개발

- 양배추의 많은 내서성 후보유전자 중에서 우선 양배추 trehalose-6-phosphate phosphatase 1 (*BoTPP1*) 유전자를 1차적으로 연구하였다. 양배추에는 3개의 *BoTPP1* 유전자 (*BoI043695*, *BoI015932*, *BoI008032*)가 있으나, 아래 표와 같이 *BoI043695*에 해당되는 클론이 RNA seq에서 BN1(내서성 강한 양배추계통) 특이적으로 발현이 높았기 때문에 이를 연구하였다(BN2는 내서성이 약한 양배추 계통임).

RNA seq. ID	Bol ID	TAIR10_name	TAIR10_define	RPKM (mean of paired reads)						HS-induction		Recovery		Innate	
				BN1_C	BN1_HS	BN1_R	BN2_C	BN2_HS	BN2_R	BN1	BN2	BN1	BN2	BN1/BN	BN2/BN
Locus_46712	Bol043695	AT5G10100.1	Haloacid dehalogenase-like hyd	89	59	38	8	7	4	0.7	0.9	0.4	0.5	11.8	0.1
Locus_6462	Bol015932	AT5G65140.1	Haloacid dehalogenase-like hyd	168	189	210	105	179	225	1.1	1.7	1.3	2.1	1.6	0.6
Locus_4865	Bol008032	AT5G65140.1	Haloacid dehalogenase-like hyd	221	194	128	102	133	115	0.9	1.3	0.6	1.1	2.2	0.5

- 프라이머 (5'-GATTCAAGTACTAATTTTCACCTTGAGCCCT X 5'-CTTCTGTGCACTTTCGTTGCGT)를 작성하여 20개 이상씩 클로닝하여 분석한 결과 *BoTPP1*(*BoI043695*)에는 2개의 유전자가 존재하였다(*BoTPP1-1*과 *BoTPP1-1variant*). *BoTPP1-1*은 BN1과 BN2 사이에는 exon에 4개, intorn에 3개의 SNP가 존재하기 때문에 이를 마커로 개발이 가능한지 여부를 검증해야 하고, *BoTPP1-1v* (*BoTPP1-1variant*)에 뒷 부분에 수많은 다형성이 존재하여 7번째 exon에 존재하는 SNP를 최우선 표적으로 정하였다.



[그림183] Genomic organization of BoTPPI and polymorphic regions

- 7번째 exon부분에 존재하는 SNP 중에서 아미노산 서열에 영향을 주는 부분 (아르기닌이 리신으로 변하는 부분)(화살표 부분)을 이용하여 다음과 같이 프라이머를 제작하였다.



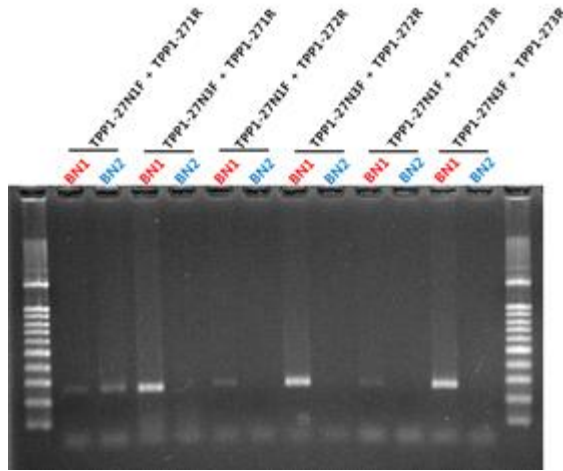
[그림184] SNP and its amino acid of BoTTP1-1v.

- 이 SNP는 CDs 758번째 서열이며, AGA/AAA(BN1/BN2)의 유전자 염기서열 차이로 아미노산 Arg/Lys(BN1/BN2)의 차이로 나타났다.
- G/A SNP 부위의 구별가능한 프라이머를 작성하기 위해 BN1의 유전자 염기서열을 주형으로 선택하였다. SNP 부위의 -1, -2, -3번째의 프라이머 서열에 변화를 주어서 BN1 계통만 증폭되도록 프라이머를 작성하였다. 또한 정확한 증폭 유무의 확인을 위해서 Reverse 프라이머도 3개 작성하다(표137).

<표157> Primer sequence to distinguish SNP.

Primer ID	Primer Sequence	Tm	Primer Len.
TPP1-27N1F	TTCTACAGGTTCCGGTCGGTATTAGATAG	67.2	28
TPP1-27N2F	TTCTACAGGTTCCGGTCGGTATTAGAGTG	68.5	28
TPP1-27N3F	TTCTACAGGTTCCGGTCGGTATTAGTGAG	68.5	28
TPP1-27N4F	TTCTACAGGTTCCGGTCGGTATTAGAGAG	68.5	28
TPP1-271R	CAAGAACTCAAGAGCTTTTCCTTATCCCA	68	30
TPP1-272R	ACCAAGTGACTCTAACAAGAACTCAAGAG	67.4	29
TPP1-273R	AAGTGACTCTAACAAGAACTCAAGAGCTTT	66.7	30

- 우선, 내서성 강한 양배추(BN1)와 약한 양배추(BN2) 계통의 게놈 DNA와 위 프라이머 조합을 이용하여 1차 PCR을 수행하여 TPP1-27N3F 프라이머와 TPP1-271R 프라이머의 조합이 가장 적합함을 밝혔다.



[그림185] Test result of primer combination to detect SNP.

- 위에서 선발한 **TPP1-27N3F x TPP1-271R** 프라이머 조합을 검증하기 위하여 여러 양배추 시료를 대상으로 실험을 수행하였다.

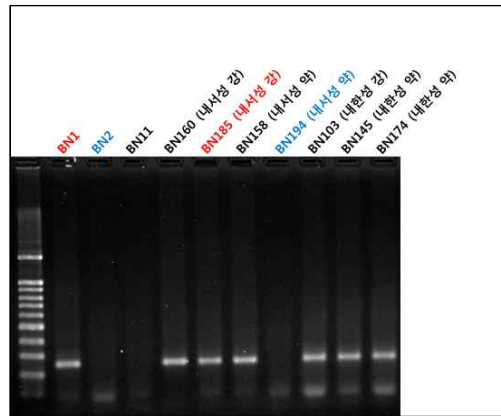
- PCR조건은 다음과 같이 세팅하였음

* Reaction solution		* Reaction condition	
gDNA template 10ng	X μl	Initial Denaturation	94°C for 5 min
TPP1-27N2F or 27N3F	1 μl	Denaturation	94°C for 10sec
TPP1-271R	1 μl	Annealing	64°C for 130sec
5X rTaq plus pre mix	4 μl	Extension	72°C for 10sec
DW	14-X μl		
<hr/>			
Total	20 μl	Final Extension	72°C for 7min
		Hold	4°C for ∞
			30 cycles

- 1차적으로 아시아 종묘로부터 분양받은 계통을 가지고 수행한 결과

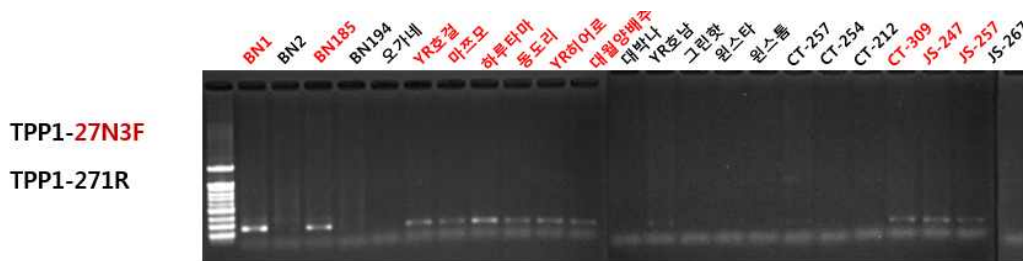
내서성이 강하다고 선발한 BN1, BN103, BN160, BN185 ----- 밴드가 증폭됨 = (○)

- 내서성이 약하다고 선발한 BN2, BN11, BN194 -----밴드가 증폭되지 않음 = (○)
 내서성이 약하다고 선발한 BN145와 BN174에서는 맞지 않음 = (×)



[그림186] Validation of TPP1-27N3F x TPP1-271R primer combination.

- 여러 양배추를 이용한 마커의 검정: 아시종묘의 양배추 계통과 품종이외에 양배추 시험포장에서 채취한 시료를 대상으로 SNP 검정을 하였다 (그림187). 적색으로 표기한 양배추는 내서성 양성으로 나타난 것이다.



[그림187] Validation of TPP1-27N3F x TPP1-271R primer set using various cabbages.

- *BoTPP1*의 SNP를 BN1과 BN2를 모본으로 사용한 유전집단을 테스트하였다. 양배추는 4월 초에 파종하여 7월 27일까지 온실에서 재배하였다. 특히 6월 10일부터 7월 27일까지는 최저 기온이 21도, 최고는 44-55도를 유지하여 극도의 고온과 고습에 노출시키고 표현형을 분석하였다. 분석결과, BN1은 장기간 고온 다습조건에 노출하였을 경우에도 내서성이 강함을 보여주었다. 그러나 F₁과 BC계통은 모두 내서성이 약함을 보여주었다. F₂ 집단의 경우는 매우 다양함을 보였다. 엽색에서 BN1을 쫓아가는 것(회록색: 왁스가 많은 것)과 BN2를 쫓아가는 것(녹색: 왁스가 적은 것)이 있었고, 내서성에서는 매우 약한 것부터 매우 강한 것 까지 다양하였다. 특히 내서성이 강한 것 중에서 회록색인 것 2개체와 녹색인 것 2개체가 선발되었다.
- 위 시료를 이용하여 SNP 검정을 수행하였다.

내서성 유전집단과 테스트



[그림188] Genetic population in greenhouse (left) and enlarged photo to see tip-burn.

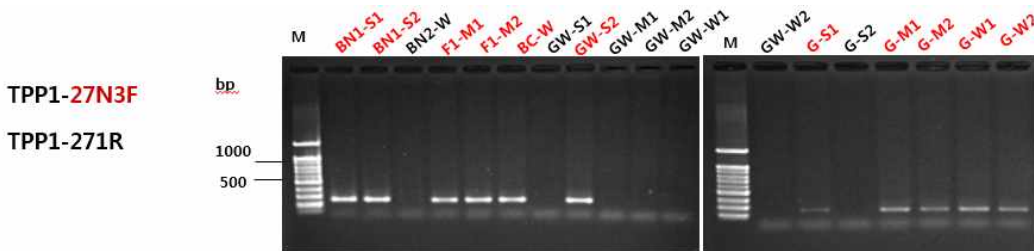


[그림189] Phenotype of genetic population in greenhouse.

- 내서성이 강한 BN1은 온전하나 약한 BN2는 구가 많이 썩었음 (왼쪽 상단)
- F₁과 BC계통도 내서성의 약함을 보임 (오른쪽 상단)
- F₂는 내서성에 다양함을 보임 (왼쪽 하단)
- F₂계통 중에 내서성이 아주 강한 개체가 있음 (오른쪽 하단)

- 유전집단을 이용하여 SNP를 테스트한 결과(그림189)는 다음과 같다.
- 1) BN1과 BN2는 정확히 구분함

- 2) F₁과 BC는 모두 양성반응을 보임 (즉 BN1타입의 DNA를 지님)
- 3) BN1형태의 엽색(GW)을 지닌 F₂개체 중에서 내서성이 강한 개체중에서 GW-S1에서는 밴드가 증폭되지 않음. 내서성 중간(M)과 내성이 약한(W)에서는 밴드가 증폭되지 않음
- 4) BN2형태의 엽색(G)을 지닌 F₂개체 중에서 내서성이 강한 개체중에서 G-S2에서는 밴드가 증폭되지 않음. 내서성 중간(M)과 내성이 약한(W)에서는 모두에서 밴드가 증폭됨(엽색과 관계가 없으며 이 경우는 SNP가 맞지 않음)



[그림190] SNP test with genetic population. S, M and W stands for strong, medium and weak. G and GW represent green leaf and green-white leaves.

****결론:** 사용한 유전집단의 경우에서 SNP로 판별하기가 어려움. 특히, 엽색(또는 왁스함량)과 내서성이 복합적으로 작용하는 것으로 판단되어 보다 많은 마커의 개발을 요구함

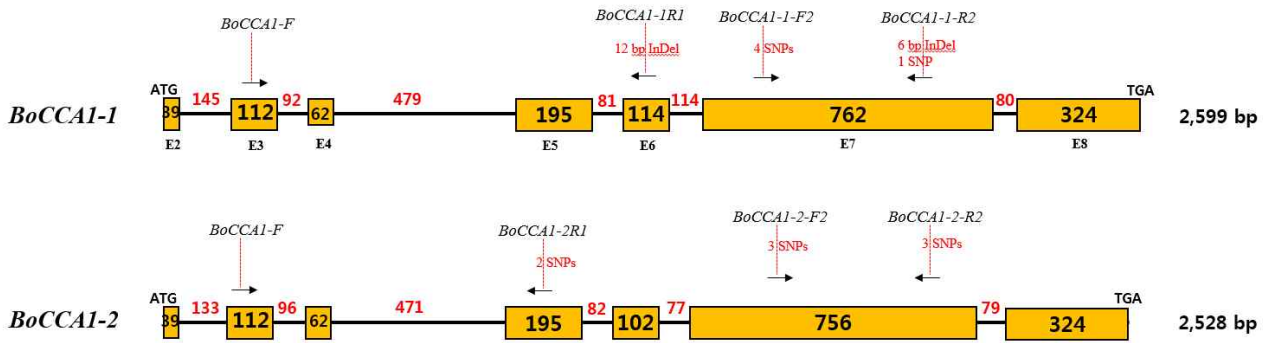
- 따라서 다음과 같은 제언을 할 수 있음

제언: *BoTPPI* 유전자는 온도에 대한 반응을 기반으로 선발되었고, SNP는 양배추 계통 BN1과 BN2로부터 개발되었음. 그러나 아시아종묘의 내서성 계통의 선발 및 유전집단의 표현형 선발은 다양한 형질(내병성, 내습성, 고온내성, 내충성 등)의 상호작용결과를 본 것임. 따라서 내서성관련 마커가 계통 및 품종육성에 정확하게 작용하기 위해서는 서로 다른 형질의 유무를 판별 할 수 있는 여러 마커를 동시에 사용하고 그 결과를 해석해야 될 것으로 사료됨

8. 내한성 마커 개발

- *CIRCADIAN CLOCK ASSOCIATED 1 (CCA1)* 유전자(생체시계조절 핵심유전자)는 모델 식물인 애기장대의 경우 저온 특이 alternative splicing을 통하여 자신의 단백질 기능을 조절하여 스트레스 관련 하위 유전자의 발현을 조절함으로써 내한성과 관련이 있다.

- 양배추에도 애기장대와 같은 조절과정이 존재하는지를 알아보는 선행연구를 수행한 결과 없는 alternative splicing이 존재하지 않는 것으로 판명되었고, 오히려 다음 그림191과 같이 2종류의 유전자가 존재하는 것으로 밝혀졌다. 이들 사이에 다른 역할을 기대할 수도 있고, 양배추의 내한성과의 관련성 여부를 알아보고, 그 결과 여하에 따라 마커를 개발할 수 있다는 판단아래 이 연구를 수행하였다



[그림191] Genomic organization of *B. oleracea* *CCA1* coding region. Box indicates exon sequence and number account for size as bp. Arrows indicate primers for marker development as well as RT-PCR. Polymorphisms found in primer region were red color.

- 아시아종묘에서 분양받은 내한성 강한 양배추 BN106과 내한성이 약한 BN107를 재료로 *CCA1* 유전자를 클로닝하여 염기서열을 분석하였다(하나의 클론 당 20개 이상 분석함). 이때 사용한 프라이머는 아래와 같으며, 증폭크기는 2,400 bp 정도였다.

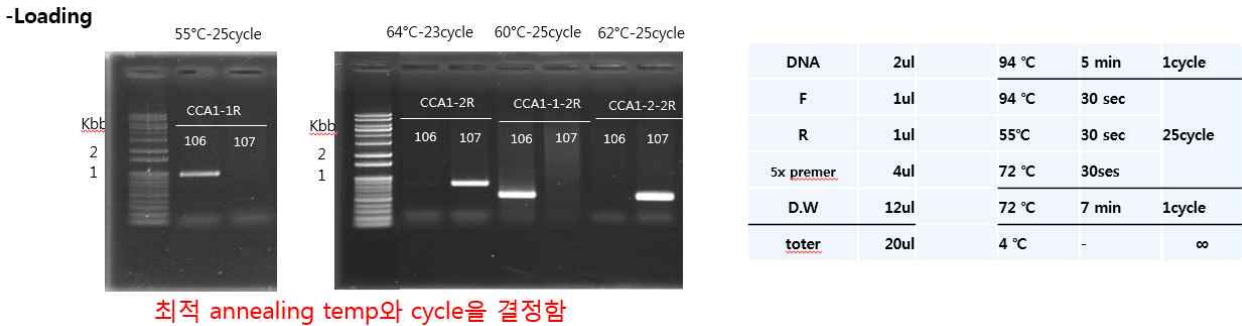
uCCA1 F ATGGAGACWAATTCGTCTGG (CCAGACGAATTWGTCTCCAT)
 uCCA1 R TAZTGTGKAAGYTTGWGTTT (AAACWCAARCTTCMACA)
 2,417bp

- 최종분석결과, 내한성 유전자의 차이는 *CCA1-1*과 *CCA1-2*의 차이를 의미하였다. 즉, BN106(내한성 강)의 유전자는 *BoCCA1-1*이고, BN107(내한성 약)의 유전자는 *BoCCA1-2*였다. 이는 양배추계통은 1개의 *CCA1* 유전자를 가지며, 품종에는 2개가 있을 가능성이 있음을 시사한다.
- 이들 유전자 사이에 많은 SNP, InDel 및 SSR이 존재함: intron에 22 SNPs, 10 InDels, 5 SSRs exon에 38 SNPs, 2 InDels이 존재하며, 오직 BN106과 BN107사이에도 3개의 SNP (2개는 exon에 1개는 intron에 존재)가 존재하였다. 이를 이용하여 내한성을 구분하는 마커를 개발하고자 하였다.
- 일차적으로 마커를 개발하기 위하여 InDel을 이용하여 증폭여부를 테스트하였다. 이때 내한성과는 관계가 없는 BN1과 BN2의 서열까지를 이용하여 비교하였다(BN1과 BN2사이엔 차이는 없고, 이들 모두 내한성이 약한 BN107과 같은 *CCA1* 유전자를 가지고 있었다. 작성한 프라이머를(표158, Fig. 192)를 활용하여 여러 조건에서 PCR를 수행하여 최적 조건을 확립하였다.

<표158> Primer sequence for both RT-PCR and genomic PCR.

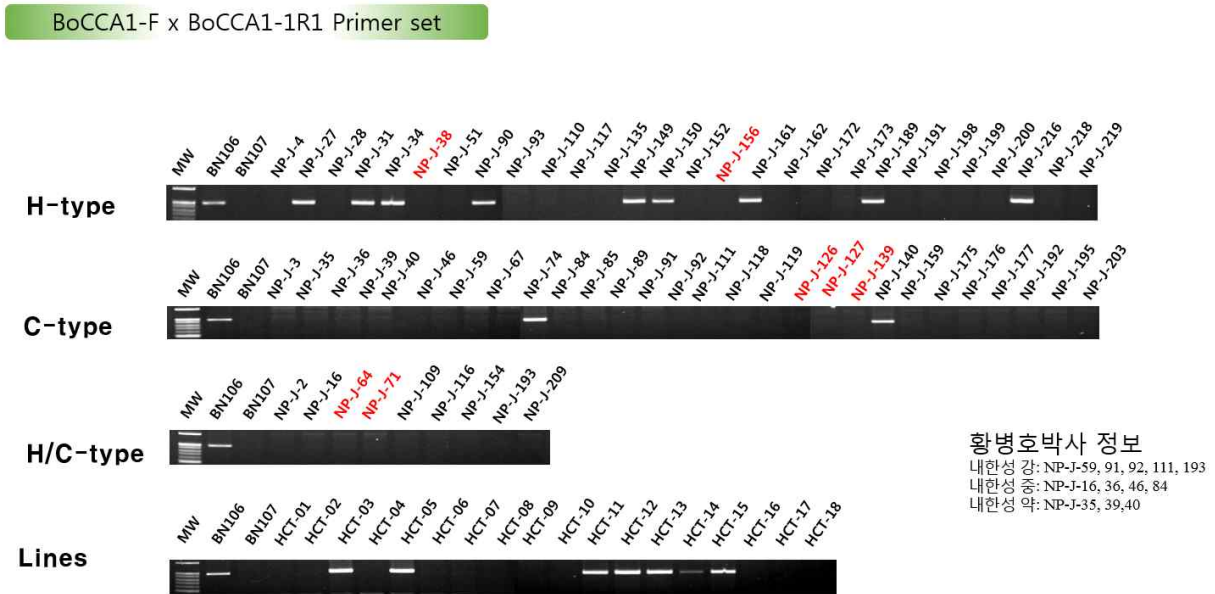
RT-PCR Primers					
	Forward		Reverse		Size
	Name	Sequence	Name	Sequence	
Exon 3-6	<i>BoCCA1-F</i>	5'-TGCCCTTGAGGCTTTACGGTAGAG	<i>BoCCA1-1R</i>	5'-CTGAGCAGTTGTCTTCCATGCAGA	321 (987)
			<i>BoCCA1-2R</i>	5'-CAGTTCCGGTCTTTCTAGGATAAGGG	209 (790)
Exon 7	<i>BoCCA1-1-2F</i>	5'-AACCTCTCTGTCACATGCTCCTC	<i>BoCCA1-1-2R</i>	5'-CCATTCTCTTGCCCTCCACCAAAG	527
	<i>BoCCA1-2-2F</i>	5'-GGACAAGGTCTCTATCACAATGCTCCTA	<i>BoCCA1-2-2R</i>	5'-CTGCCTCAACATCATCACTACTCGAA	503

- 그림192와 같이 BoCCA1-F x BoCCA1-1R조합과 BoCCA1-1-2F x BoCCA1-1-2R조합은 내한성이 강한 BN106 특이적 증폭을 보이고, BoCCA1-F x BoCCA1-2R조합과 BoCCA1-2-2F x BoCCA1-2-2R조합은 내한성이 약한 BN107특이적 증폭을 보였다.



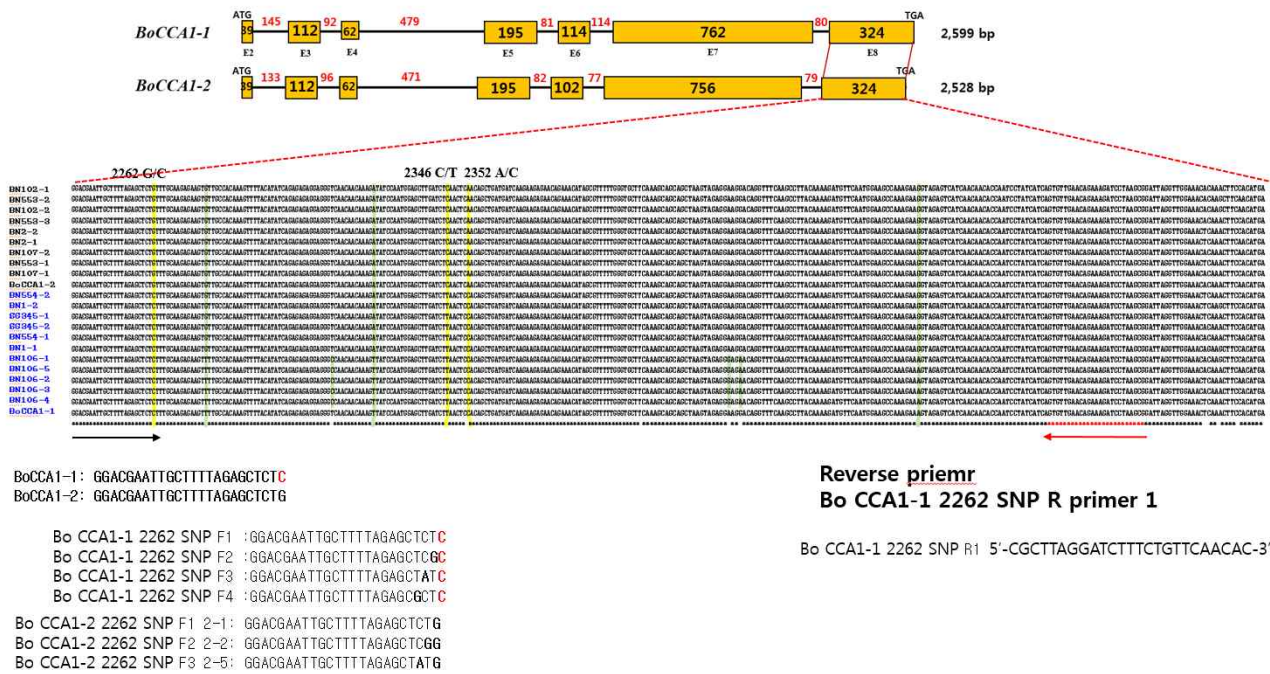
[그림192] Primer set and PCR condition to distinguish BN106 and BN107 CCA1.

- 위 프라이머 세트 중에서 내한성을 판별할 수 있는 프라이머 세트(BN106특이)를 이용하여 일본 시판종과 조은종묘의 계통을 대상으로 검증한 결과는 그림193과 같다.

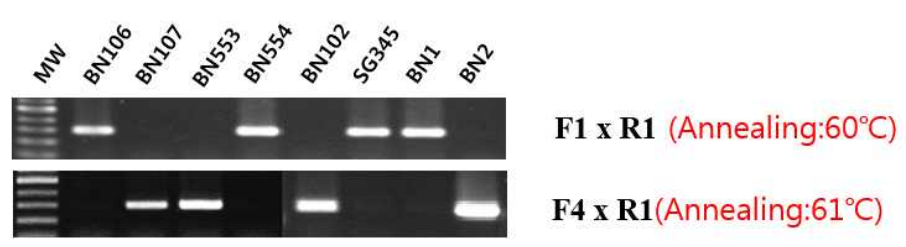


[그림193] Validation of low temperature tolerant markers using various inbred lines and cultivars.

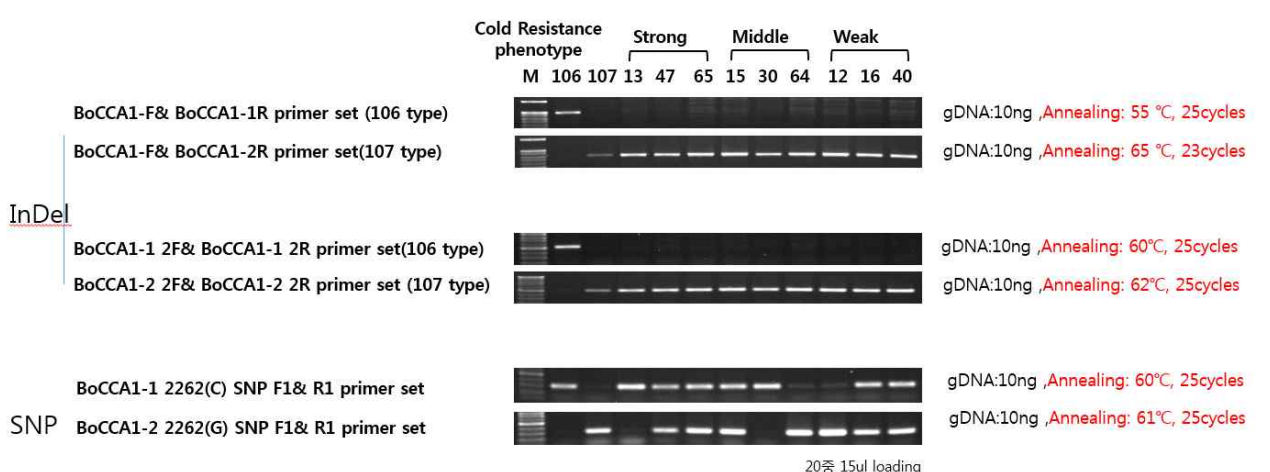
- 마커 활용의 신빙성을 주기 위하여 다음 그림(그림194)과 같이 CCA1 유전자의 마지막 exon에 존재하는 SNP를 이용한 마커를 개발하였다. 특히 이 경우 아시종묘(주)에서 양성한 내한성 유전집단 BN553, BN554 및 BN552(F₂ population)을 추가로 사용하였다(그림195).
- 이 SNP마커의 활용은 앞의 InDel 마커보다 많은 수의 계통을 내한성으로 분류하였으며, 내한성 집단에 보다 정확하게 적용이 가능함을 시사하고 있다(그림196). 많은 수의 재배종과 계통을 이용하여 마커를 검증하고 특허출원을 준비하였다(data not shown).



[그림194] Sequence of 6th exon representing SNPs and SNP primer sequences.



[그림195] PCR results with the best primer set for SNP detection.



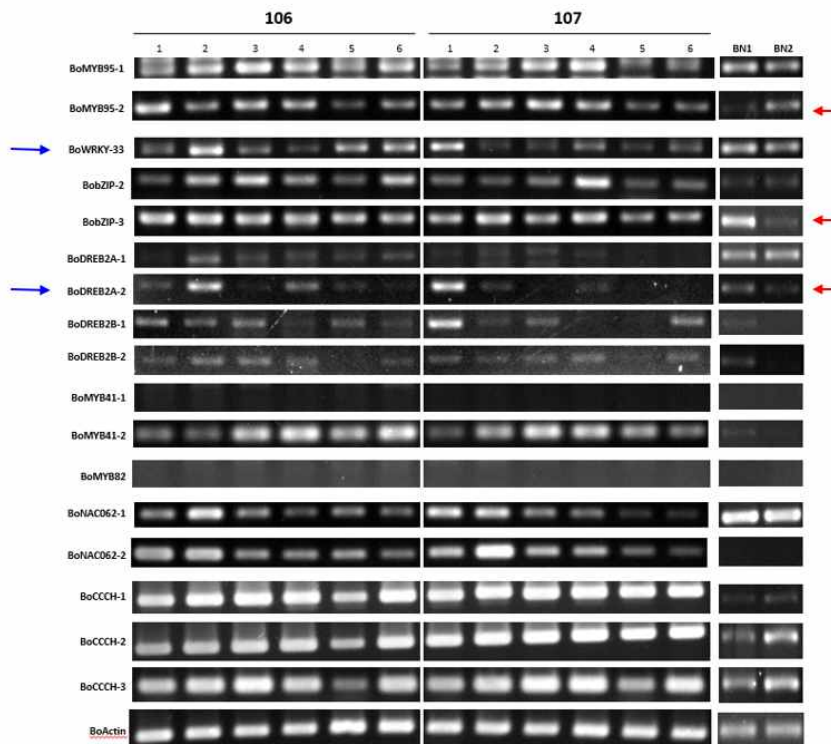
[그림196] Validation of SNP primer with selected genetic populations.

9. 내서성 및 내한성 마커 개발을 위한 후보 유전자 선발

가. 내서성 후보유전자

-내서성 후보유전자를 선발하기 위하여 내서성이 대조적인 양배추 내한계(BN1: 내서성 강, BN2: 내서성 약)와 내한성 양배추(106: 내한성 강, BN107: 내한성 약)를 이용하여 RT-PCR을 수행하여 3개의 유전자를 후보유전자로 선발하였다(그림75): *BoMYB95-2*, *BobZIP3*, *BoDREB2A-2*.

(내서성 후보유전자가 내한성과도 연관이 있다는 논문이 있기 때문에 내한성 재료도 동시에 활용하였음)



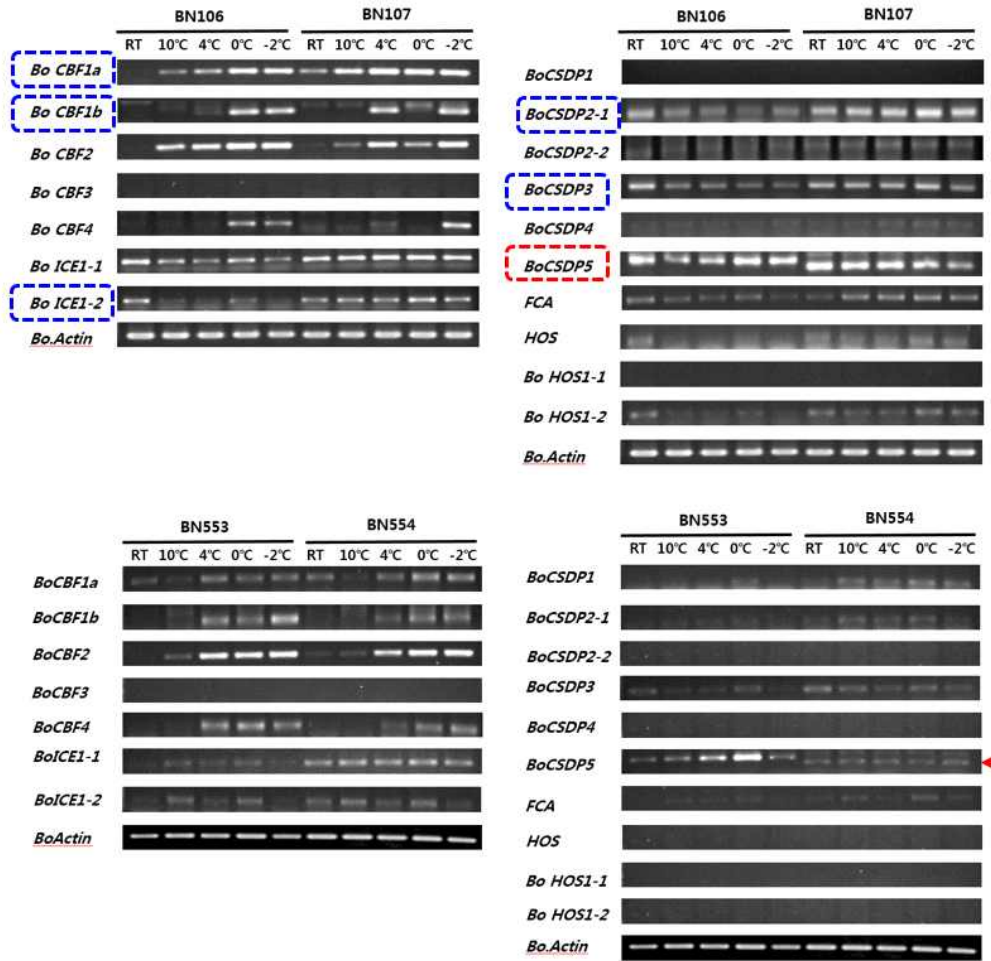
[그림197] RT-PCR result with putative HS-regulated gene in 4 cabbage inbred lines. Red and blue arrows indicated HS- and LT-related genes.

- *BoDREB2A-2*는 내한성 마커 개발도 동시에 테스트 할 수 있다.
- *BoWRKY33*은 내한성 마커개발의 후보유전자가 된다.

나. 내한성 후보유전자

- RNA seq결과와 기존의 연구를 바탕으로 내한성 마커개발 후보유전자 17개를 선발하여, 내한성이 대조적인 양배추 내한계 (BN106, BN553: 내한성 강; BN107, BN554: 내한성 약)을 이용하여 RT-PCR을 온도별로 수행하여 다음과 같은 결과를 얻었다(그림198). 그 결과 연구의 순서는 *BoCSDPs* (*B. oleracea* cold shock domain proteins)→*BoCBF1a*, *BoCBF1b*→

*BoICE1-2*로 결정된다.



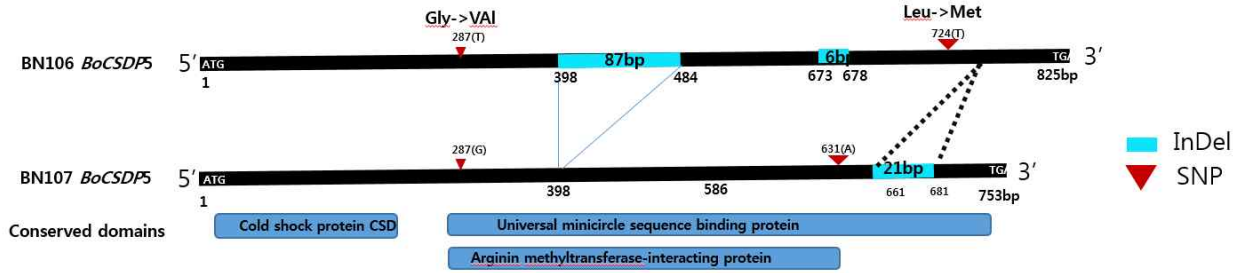
[그림198] RT-PCR result with putative LT-resistant genes in 4 cabbage inbred lines. Dotted boxes indicate selected genes.

- 상기 유전자 중 *BoCSDP5*의 경우 발현양 변화는 물론 전사체 크기가 다를 수 있다. 그러나 아래의 양배추의 서열을 이용하여 website을 분석하면 양배추를 비롯한 모든 배추과의 서열이 불안전함을 알 수 있어(밝혀진 유전자 정보가 온전하지 않음), 유전자 부분에 하나의 intron이 존재할 가능성을 염두에 두고 클로닝하고 DNA서열(프로모터 포함)을 분석하여 다음 그림(그림199)과 같은 결과를 얻었고, 존재하는 다양성을 근거로 SNP 마커를 개발하여 테스트한 결과 내한성 마커로의 활용이 가능함을 시사하고 있다(그림200).

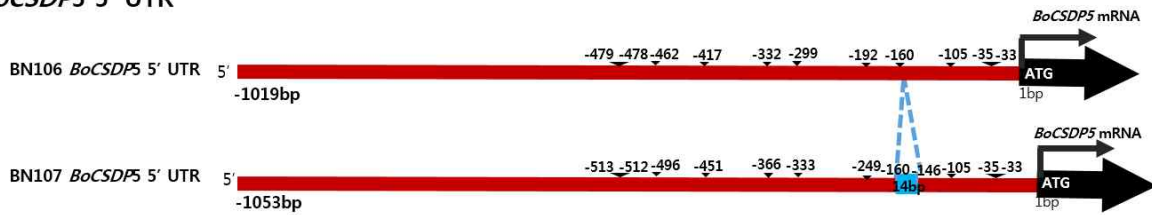
```

ATGGCGCTAGAGAATCAATCGGCGGCTACTAGATTACCCGGAAAGGTGAATTGGTTCAACGACTCAAAGGGATTTCGGTTTCATCACCCCGACGATGGCACCACCGAGGAGCTT
TTCTGTCACCAATCCTCCATCGTCTCCGAGGGATACAGGAGCCCTCGCCGTCGACGATCTGGTTCGAGTTTCGAGATCGCTCAGGGAACCGACGGGAAGACCAAGGCCGTCGAGGTC
ACCGCTCCCGCGCGCGCTCCTTTGAAAAAGAGAGGAGCCCGGCTCACGCGGGAGAAGCGGTCGCGCGCGGAAGTTGTTACAACCTGCGGGCAGCGCTGGGCATCTCGCGAAGGATTGC
CGCGACGGCGGGAGCGAGGAGCGTGTACACGTGTGGTGACACTGGTCACTTGGCTAGGGATTGCGTTAAGAAGTCTGGTGGTGAGCGTGTGAGCGGTGGAGGTGGAGCTTGC
TATACGTGTGGTGGATCTGGTACATGGCTAGGGAATGTCGAGTAAGAGGCAGTCTGGTGGTGGTGGTTGTACGAGTGTGGTGGCCTGGTCACTGGCTAGGATTTGTGAC
AAGAGAGGTGGAGGAGGAGAAGCTCTGGTGGTGGTTATGAATGTGGTGGTGGTGGTCAATAGGCTCGTGTATTGTGACAAGAGAGGAAGTGGTGGAGGTGGGAGAAGCTCTGGT
GGAGGTGGTGGCAAGTGTCTACAAGTGTGGTGAAGGAGGTCACCTTTCGAAGGGAGTGTTCGTTGCTTGA
<BoCSDP5 서열>

```



BoCSDP5 5' UTR



[그림199] Genomic organization of *BoCSDP5* genes representing polymorphisms.

BoCSDP5 InDel marker test-BN552 F2 내한성 확인시료 9종(강,중,약X3) 대상

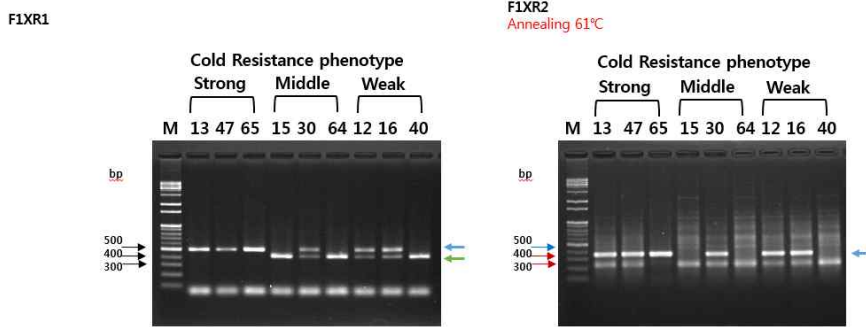
Forward primer	Reverse primer	Primer set	Product	size
	R1 5'-ACCAGACTGCCTCTACTCGGACATT-3'	F1&R1	different size of band	R:501bp, S:414bp
F1 5'-ACCAGAGAGCTTTTCGTCCACCAAT-3'	R2 5'-AGCACCCATCTCCACGTCCTCCT-3'	F1&R2	Resistant specific band	356bp
	R2 5'-CACCACTCCACCCAGAGCTTCTC-3'	F1&R3	sensitive specific band	592bp

* Reaction condition

Initial Denaturation	94°C for 5 min
Denaturation	94°C for 30sec
Annealing	61°C for 30sec
Extension	72°C for 30 sec
Final Extension	72°C for 7min
Hold	4°C for ∞

27 cycles

1.5% Agarose gel, 10ul loading



[그림200] Conformation of SNP primer sets with respect to LT-resistance.

- 상기 유전자에 존재하는 모든 polymorphic region에 대한 마커 개발과 검증을 통하여 지적재산권 청구와 논문을 발표할 것이다.

- 여건이 허락되면 선발한 후보유전자 분석을 통하여 내서성 및 내한성 마커를 개발하였으면 한다.

제 4 절 조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종개발

1. 유전자원의 수집

(2차년도)

충남대학교 연구소재은행에서 Melissa 등 3점, GSP 원예종자 사업단의 프로젝트 연구기관 중 하나인 (주)코레콘에서 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 소재 9점, 중국 출장 중 북경 新發地 시장에서 紫玉 등 2점, 터키 거래처에서 Rondale 등 2점 및 국내 거래처에서 Ajuro 등 2점 등 자색 양배추 뿐만 아니라 내병성 소재도 수집하여 성능검정을 실시 후 특성 평가를 거쳐 육성 목표에 맞는 재료를 선발. 고정시켜 육성 소재로 이용하고 있다.



[그림201] 유전자원 수집 및 평가. 분석

(3차년도)

국내 주요 판매 품종인 다끼이의 중생루비아, 베조사의 프리메로를 비롯, 최근 국내에 선보인 베조의 란체로, 사카다의 레드샤인(늦게 구입되어 공시 못함), 터키의 주요 품종인 Rondale, Integro 외 다수 품종을 수집하여 당사 조합과 함께 공시하여 특성 검정을 실시하였다. 이 중 秀雅, 레드선 및 Rondale는 MS로써 재료로 이용할 수 없었으며, Integro는 자색이 매우 진하고 약간 고구형으로서 코아길이가 짧아 재료로서의 이용가치가 클 것으로 판단되며, 중생루비아는 만생종으로서 자색이 진한 재료로, 그 외의 품종들은 분리시키면서 특성이 우수한 개체들을 선발 고정시켜 육성 재료로서 이용하였다.

<표159> 도입종 특성 및 수량 조사표

정식:2015. 04. 10 조사: 2015.06.18

품종명	외엽수	엽장	엽폭	구중	구고	구경	구고/구경	심고	심고/구고	맛	수분	엽색	육질
프리메로	13.0	37.0	36.0	1,000	13.0	13.5	0.96	6.5	0.50	3.0	3.0	4.0	3.0
DP60	16.0	32.0	29.0	1,050	14.0	13.0	1.08	6.5	0.46	3+	3+	3.0	3-
Rondale	17.0	42.0	35.0	1,100	15.0	12.5	1.20	5.5	0.37	3.0	3.0	3.5	3.0

품종명	외엽수	엽장	엽폭	구중	RHS	구고	구경	구고 /구경	심고	심고 /구고
프리메로	12.0	27.0	29.5	1,150	79A	12.0	12.0	1.00	5.5	0.46
Ranchero	15.0	40.0	37.5	800	79B	14.0	12.8	1.09	6.2	0.44
DP60	17.0	26.0	25.0	650	79B	10.7	10.7	1.00	5.5	0.51
Rondale	15.0	32.0	33.0	900	79C	15.5	11.8	1.31	5.0	0.32
Ajuro	14.0	44.0	40.5	1,380	79B	15.9	16.0	0.99	7.5	0.47



[그림202] 유전자원 수집 평가

(4차년도)

국내에서 판매되고 있는 품종들은 주 재배 지역의 연락시험 및 작황조사 등 출장갔을 때 수집하였으며, 해외에서 재배되고 있는 품종들은 출장, 거래처에의 요청, 연구소재은행에서의 분양 및 프로젝트 연구팀과의 유전자원 교환 등으로 수집하였으며, 특히 뿌리혹병, 흑부병 및 시들음병 저항성 품종들은 GSP원예종자사업단의 순천대에서 분양받았다. 수집된 유전자원 중에서는 秀雅, 레드선 및 Rondale처럼 MS를 이용한 품종들도 있었으며, Premero 같은 극조생, Rondale 같은 중생종, Red Charisma같은 만생종은 물론 자색의 정도에 있어서도 Premero, Integro처럼 자색이 매우 진한 품종과 루비아 같은 자색이 옅은 품종 등 다양한 특성을 가지고 있었다. 각 지역에서 수집된 품종들의 특성을 일면 그 지역의 적양배추에 대한 기호성도 알 수 있는데, 중국의 적양배추는 일반 샐러드처럼 생식용으로 이용되지만 색소 추출용으로 이용되기 때문에 자색이 매우 진해야 되며 수량성도 어느정도 높아야 된다고 한다. 터키의 경우(Rondale, Integro, Autoro, Klimaro, Varna) 약간 고구형으로서 자색이 진해야 되며, 분이 많아야 된다고 한다. 유럽의 경우 숙기가 만생인 품종들(Red Charisma,

이였으며, 미국의 경우 구중이 약 3kg 정도로 큰 품종(Romanov)을 요구하였다. 수집된 유전자원들은 현재 분리 고정 중에 있는데 일찍 수집된 재료들은 조합작성에 이용되고 있으며 (Premero, Integro, 중생루비아 등) 소포자배양하여 획득된 개체들은 유지 중에 있다. 또한 내병성 재료, 코아가 짧은 재료, 숙기가 빠른 재료 등 특수한 특성을 가진 재료들은 기존의 우수 계통들과 교잡하여 분리, 선발, 고정 작업 중에 있다.



[그림203] 유전자원 수집 평가

2. 내병성 검정

(2차년도)

가. 시들음병(위황병) 분자마커 검정

순천대의 마커 검정의 도움으로 보유 계통들에 대한 시들음 병 및 SI type을 분석하였다. 총 82 계통을 분석한 결과 class I은 39계통, Class II는 35계통으로 거의 비슷한 비율로 나뉘었으며, S-genotype으로 보면 class I은 A, B 및 D group이, Class II는 S2와 S15 group이 많았다. 또 위황병 저항성 계통수를 보면 class I은 11계통, Class II는 10계통으로 비슷한 분포를 보여준다. 이러한 S-genotype 과 위황병 저항성 계통들의 분석으로 매우 유용하고 효율적으로 조합을 작성할 수 있게 되었다.

<표161> 양배추 계통 class, S-genotype 및 시들음병 마커검정 분석 결과 요약

Class 분류	S-genotype	계통수	시들음병 저항성 계통수
Class I	A group	11	4
	B group	11	4
	C group	5	1
	D group	8	2
	E group	2	0
	F group	1	0
	G group	1	0
	소계	39	11
Class II	S2	23	6
	S5	4	2
	S15	8	2
	소계	35	10
Class I/II	hetero	7	1
불명확	?	1	1
계		82	23

<표162> 양배추 계통 S-유전자형 판별을 위한 Class 확인-20141208

No	계통	Class	S-genotype	FW	No	계통	Class	S-genotype	FW
1	B-002	Class I	A group	S	42	B-074	Class II	S2	S
2	B-003	Class II	S15	S	43	B-075	Class II	S2	S
3	B-005	Class I	A group	S	44	B-076	Class II	S2	R
4	B-007	Class II	S15	S	45	B-078	Class I	E group	S
5	B-009	Class I	B group	R	46	B-080	Class II	S2	R
6	B-012	Class I	A group	R	47	B-081	Class I	A group	R
7	B-018	Class I	B group	R	48	B-082	Class I/II	hetero	S
8	B-019	Class I	A group	S	49	B-083	Class II	S2	S
9	B-020	Class I	F group	S	50	B-084	Class I	D group(hetero ??)	S
10	B-022	Class I	A group	S	51	B-085	Class II	S2	S
11	B-025	Class II	S2	S	52	B-086	Class I/II	hetero	S
12	B-027	Class I	B group	R	53	B-087	Class I	D group(hetero ??)	S
13	B-029	Class I	G group	S	54	B-088	Class I	D group(hetero ??)	S
14	B-031	Class II	S2	R	55	B-089	Class II	S2	S
15	B-034	Class I	A group	S	56	B-090	Class II	S2	S
16	B-035	Class I	B group	S	57	B-091	Class II	S2	R
17	B-036	Class I	B group	S	58	B-092	Class I	D group(hetero ??)	R
18	B-037	Class I	B group	S	59	B-093	Class I/II	hetero	S
19	B-038	Class II	S15	S	60	B-094	Class II	S2	S
20	B-040	Class I	A group	R	61	B-095	Class I/II	hetero	S
21	B-041	Class I/II	hetero	S	62	B-096	Class II	S2	S
22	B-042	Class I	B group	S	63	B-097	Class II	S2	S
23	B-043	Class I	C group(hetero ??)	S	64	B-098	Class II	S2	S
24	B-044	Class I	B group	S	65	B-099	??		R
25	B-047	Class II	S15	S	66	B-100	Class II	S2	R

26	B-049	Class II	S15	R	67	B-101	Class II	S2	S
27	B-052	Class I/II	hetero	R	68	D-051	Class I	B group	R
28	B-053	Class II	S15	S	69	D-052	Class II	S15	R
29	B-054	Class II	S2	S	70	D-053	Class I	A group	R
30	B-058	Class I	C group(hetero ??)	S	71	D-054	Class II	S15	S
31	B-059	Class II	S5	S	72	D-055	Class I	B group	S
32	B-061	Class I	E group	S	73	D-056	Class II	S5	R
33	B-062	Class I	A group	S	74	D-057	Class I	C group(hetero ??)	R
34	B-065	Class I/II	hetero	S	75	D-058	Class I	B group	S
35	B-067	Class II	S2	R	76	D-059	Class I	D group(hetero ??)	S
36	B-068	Class I	D group(hetero ??)	S	77	D-060	Class II	S5	S
37	B-069	Class II	S2	S	78	D-061	Class I	C group(hetero ??)	S
38	B-070	Class I	D group(hetero ??)	S	79	D-062	Class I	D group(hetero ??)	R
39	B-071	Class II	S2	S	80	D-063	Class II	S5	R
40	B-072	Class II	S2	S	81	D-064	Class I	A group	S
41	B-073	Class I	C group(hetero ??)	S	82	D-065	Class II	S2	S

(3차년도)

나. 뿌리혹 병 생물 검정

대조 품종 만큼 뿌리혹병에 강한 조합이나 계통은 없었으나 HKBR18과 HKBR20은 중도 저항성을 보였으며, 이 중 HKBR18은 개체마다 저항성 차이가 있어 전혀 이병이 되지 않은 개체 3주를 선발하여 뿌리혹병 저항성 계통을 다양하게 만들기 위하여 보유 계통들과 교잡하여 분리. 선발 및 고정화 작업을 수행하고 있다. 뿌리혹병 저항성인 그린 양배추를 이용한 CR계 적양배추 계통 육성은 색깔의 유전 때문에 시간이 오래 걸리는데 다행히 적양배추 중 저항성 개체를 획득할 수 있다는 것은 매우 중요한 일이다.

뿌리혹병 검정은 파종 10일 후 뿌리혹병균(mutant type 2)을 2.9×10^8 spores/pot 되도록 접종하였으며, 20°C에서 생육실에서 1주일간 배양한 후 온실에서 재배하여, 접종 32일 후에 발병도를 조사하였다.

<표163> 뿌리혹병균 강릉 균주에 따른 양배추 시료의 저항성

번호	발병도	반응 ^z	번호	발병도	반응
HKBR01	3.6	S	HKBR13	2.7	S
HKBR02	2.2	S	HKBR14	3.2	S
HKBR03	3.8	S	HKBR15	3.4	S
HKBR04	3.5	S	HKBR16	4.0	S
HKBR05	3.6	S	HKBR17	3.5	S
HKBR06	3.5	S	HKBR18	1.3	MR
HKBR07	4.0	S	HKBR19	2.2	S
HKBR08	3.5	S	HKBR20	2.0	MR
HKBR09	발아안함	-	오조라	4.0	S
HKBR10	4.0	S	YCR다혜	0.2	R
HKBR11	3.1	S	YCR월광	0.0	R
HKBR12	3.8	S			

^z저항성 조사 기준. 평균 발병도가 1.0 이하인 경우에는 저항성(R), 1.0 초과에서 2.0 이하는 중도저항성(MR), 2.0 초과는 감수성(S)으로 판정함.

<표164> Raw data

번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	발병도
HKBR01	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	3.6
HKBR02	3	2	1	2	3						2.2
HKBR03	4	2	4	4	4	4	4	4	4		3.8
HKBR04	0	4	4	4	4	4	4	4			3.5
HKBR05	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4	3.6
HKBR06	4	4	4	3	4	4	0	4	4	4	3.5
HKBR07	4	4	4	4	4	4	4				4.0
HKBR08	4	4	4	4	4	1					3.5
HKBR09	발아안함										
HKBR10	4										4.0
HKBR11	4	0	4	1	4	4	4	4	2	4	3.1
HKBR12	4	4	4	4	3	4					3.8
HKBR13	2	3	1	3	4	3					2.7
HKBR14	1	4	4	4	4	4	1	3	3	4	3.2
HKBR15	4	4	4	2	4	4	4	4	4	0	3.4
HKBR16	4										4.0
HKBR17	4	4	3	4	4	2	3	4	3	4	3.5
HKBR18	1	2	3	0	0	2	3	1	0		1.3
HKBR19	2	2	3	1	3	2	1	3	2	3	2.2
HKBR20	1	3	1	2	1	1	3	3	1	4	2.0
오조라	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0
YCR다혜	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2
YCR월광	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0



오조라(S)



YCR다혜(R)



YCR월광(R)



이병성 계통들의 사진



HKBR18의 개체별 사진

[그림204] check 품종 접종시험 결과

다. 검은 썩음병(흑부병)

접종 시험 의뢰한 총 20계통 중 HKBR01은 저항성 HKBR11은 중도저항성을 보였으며, 같은 조합 또는 계통 내에서도 개체마다 저항성의 정도에 차이가 있는 것으로 보아 저항성 유전인자의 고정 정도가 덜 되지 않았을 경우도 있지 않나 판단이 된다.

흑부병 검정은 종자를 파종하여 온실에서 20일 동안 재배한 후 검은썩음병균 -*Xanthomonas campestris* pv. *campestris* KACC10377(3.0×10^5 spores/ml)을 살포하여 접종하고, 7일 후에 병반 면적율(%)로 병조사를 수행하였다.

<표165> 양배추 20품종의 검은썩음병 저항성

번호	병반면적율										평균	반응
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
HKBR01	0	10	15	45	20	10	0	0	5	0	11	R
HKBR02	80	100	90	95	95	95					93	S
HKBR03	75	60	65	70	55	75	70	80	85	40	68	S
HKBR04	55	60	55	55	60	60	60	60	50	50	57	S
HKBR05	65	60	70	60	60	85	45	70	95		68	S
HKBR06	75	70	35	65	80	55	50				61	S
HKBR07	70	45	55	60	55						57	S
HKBR08	95	95	80	75							86	S
HKBR09												
HKBR10	80										80	S
HKBR11	10	15	20	10	15	5	75	20	95	5	27	MR
HKBR12	75	60	55	85	65						68	S
HKBR13	85	80	95								87	S
HKBR14	70	90	90	75	50	100	80	75	20	10	66	S
HKBR15	95	85	95	100	90	95	95	90	90	90	93	S
HKBR16	95	95	100	100							98	S
HKBR17	50	70	75	80	85	85	30	30	45	40	59	S
HKBR18	5	20	90	60	65	50	75	5	90	90	55	S
HKBR19	60	95	70	35	50	85	15	60	90	40	60	S
HKBR20	95	95	100	100	95	95	95	90	85	90	94	S
조은에이스	5	5	5	5	5	5	5	0	5	5	5	R
오조라	40	25	55	40	5	35	10	50	75	50	39	MR
YR-에코플러스	55	80	45	40	40	60	60	15	50	15	46	MR
레드마트	80	70	75	100	100	75	40	100			80	S

R, 병반면적율 0-25%; MR, 병반면적율 26-50%; S, 병반면적율 51-100%.



HKBR01, HKBR03, HKBR04, HKBR05



조은에이스



레드마트



HKBR01



YR에코플러스



오조라



HKBR011

[그림205] 양배추 검은 썩음병(흑부병) 접종 시험 결과

라. 뿌리마름병(뚝뚝병)

뿌리마름병(일명 뚝뚝병)은 특별히 접종시험은 하지 않았으나 재배시험 과정에서 조합 및 품종 간의 차이가 뚜렷하게 나타나 조사하였으며 대체적으로 시관종들은 강한 반면 조합들은 편차가 큰 편이었으며 그 결과는 아래 표와 같다

<표166> 딱딱병 포장 조사 결과

과종No	채종기호	딱딱병	과종No	채종기호	딱딱병
286	BOX21	약	302	HKB-072	강
287	BOX23	강	303	HKB-055	중
288	HKB-035	약약	304	HKB-056	중강
289	HKB-065	강	305	HKB-057	중
290	HKB-047	약	306	HKB-058	중
291	HKB-045	x	307	BX920	강
292	HKB-051	중	308	HKB-048	중강
293	HKB-052	약약	309	HKB-059	약약
294	HKB-066	중강	310	HKB-060	중약
295	HKB-067	강	311	HKB-061	중약
296	HKB-068	강	312	HKB-062	중약
297	HKB-069	약	313	프리메로	강
298	HKB-053	중약	314	란체로	중
299	HKB-070	강	315	중생루비아	강
300	HKB-054	약	315	DP 60	강
301	HKB-071	강			

(4차년도)

마. 뿌리혹병 접종시험

뿌리혹병 접종 검정 결과 총 20계통 중 저항성인 개체는 3계통인데 개체에 따라 이병된 개체가 있었으며, 이 중 저항성 개체 HKD2-5주, HKD9-2주, HKD10-1주, HKD12-2주를 선발. 유지 중에 있으며, 이 중 HKD2, HKD4는 흑부병에도 저항성으로 나타났다. 접종방법은 3차년도와 동일하다.

<표167>양배추 뿌리혹병 저항성 접종시험 결과

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	발병도	반응
HKD1	4	4	4	4	4	4	4	4	4		4.0	S
HKD2	3	0	0	3	0	0	0	0	2	0	0.8	R
HKD3	4	3	2	4	4	3	4				3.4	S
HKD4	0	3	0	3	1	3	0	2	0	1	1.3	MR
HKD5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	S
HKD6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	S
HKD7	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3.7	S
HKD8	4	4	4	4	4	2	4				3.7	S
HKD9	3	4	3	2							3.0	S
HKD10	0	2	4	4							2.5	S
HKD11	4	4	4	4	4	4	4	4	4		4.0	S
HKD12	0	0	0	3	3	0	4	2	2		1.6	MR
HKD13	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	S
HKD14	2	3	1	3	4	0	3	3	0	3	2.2	S
HKD15	4	4	3	3	4	3	3	0	4	4	3.2	S
HKD16	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	S
HKD17	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2.7	S
HKD18	2	2	1	2	4	2	2	3	3	4	2.5	S
HKD19	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	S
HKD20	4	4	3	4	3	3	4	4	3		3.6	S
오조라	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	S
YCR다혜	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	R
YCR월광	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	R
그린햇	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	S

바. 흑부병 접종시험

뿌리혹병과 흑부병 접종 시험을 같은 계통으로 동시에 실시한 결과 앞서 발표한 대로 HKD2, HKD4는 두 가지 병에 저항성을 보였으며, 이 외 HKD5, HKD6, HKD15, HKD16 및 HKD 총 7계통이 흑부병에 저항성을 보였다. 이 중 저항성을 보인 HKD3-2주, HKD4-2주 HKD5-2주, HKD14-2주, HKD15-1주, HKD20-1주 등 총 10주를 선발하여 유지 중에 있다. 접종방법은 3차년도와 동일하다.

<표168> 양배추 흑부병 저항성 접종시험 결과

line	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	발병도	반응
HKD1	90	95	95	95	95	95	95	95	95	95	94.5	S
HKD2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.0	R
HKD3	100	100	100	20	20	20	20	20	10	10	42.0	MR
HKD4	5	5	10	25	5	5	5	5	10	25	10.0	R
HKD5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	2	4.4	R
HKD6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10.0	R
HKD7	95	95	95	95	95	100	100	100	100	100	97.5	S
HKD8	100	100	100	10	10						64.0	MR
HKD9	100	100	100	100	100	100					100.0	S
HKD10	100	100	100	100	100	100					100.0	S
HKD11	100	100	100	100	100	100	100	100			100.0	S
HKD12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100.0	S
HKD13	80	40	40	80	95	30	30	95	95	95	68.0	MR
HKD14	30	30	30	0	0						18.0	R
HKD15	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	1.5	R
HKD16	10	5	5	2	5	0	0	0	0	0	2.7	R
HKD17	50	50	50	50	50	100	100	100	100	50	70.0	MR
HKD18	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100.0	S
HKD19	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100.0	S
HKD20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	R
YR에코플러스	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	R
오조라	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	R
레드마트	80	80	65	70	80	70	65	70	65	65	71.0	S



[그림206] 양배추 뿌리혹병 및 흑부병 접종시험

3. 계통들의 응성불임(MS)화

(2~4년차)

엘리트 라인들에 대한 MS화는 거의 고정이 되어 조합 작성에 이미 사용하고 있으며, 그 외의 계통들도 인공교배로 backcross 작업을 계속하여 수행하고 있다. 새로 선발된 분리 중인 계통들도 될 수 있는 한 조기에 MS화 할 수 있도록 계속 교배 중에 있다. 특히 모본 선발하는 가을에 backcross 중인 계통들은 주수를 많이 공시하여 유지친과 가장 유사한 MS라인을 선발하여 최대한 세대를 단축하고 있다. 양배추의 경우 1년에 1세대 밖에 세대 진전이 안되기 때문에 배추나 고추처럼 MAB을 이용한 backcross의 효율을 높일 수 있는 방법이 필요하다. 계통들의 MS화는 잘 알려져 있듯이 유전자원의 유출을 줄일 수 있으며, SI채종시 자식주 발생율이 불안정할 수 있는 부분을 줄여 순도도 높여 주며, 특히 채종 시험할 경우 한 계통의 부계에 이 부계와 SI type이 다른 고정된 MS라인을 배치 시켜 한 소형망실에 넣어 채종을 하게 되면 채종 망실의 면적, 망실의 수 및 이에 쓰이는 벌통의 수를 대폭 줄일 수 있어 비용과 노력을 절감할 수 있어서 직접적인 품종육종에도 매우 효율적이다.



[그림207]양배추 MS

4. 계통 육성

(2차년도)

기존의 보유 계통은 계속 고정 작업과 MS화 작업을 진행시키면서, 신규재료를 작성하기 위해 수집된 유전 자원을 이용하는 것은 물론 엘리트 라인끼리 교잡한 F1 조합들 중 특성이 우수한 19점을 선발. 분리하여 육성 소재로 사용하고자 선발하였다. 내병성 재료로서는 같은 GSP 양배추 연구과제를 수행하고 있는 코레곤 종묘(주)로부터 시들음병과 뿌리혹병 저항성 계통을 분양받아 적양배추의 내병성 육성 소재로 적용 시키고져 모본 선발하여 교잡 분리하고져 하나 그린색을 레드로 전환시키면서 내병성을 보완시키는 것은 시일이 오래 걸릴 것으로 판단 되므로, 적양배추 중 내병성 재료를 찾는 것이 빠를 것으로 사료된다.



[그림208] 육성소재 선발

(3차년도)

기존의 보유 계통은 계속 고정 작업과 MS화 작업을 진행하고 있으며, 신규재료를 육성하기 숙기, 구형, 코아길이, 엽색 등을 고려하여, 수집한 F1 품종들은 물론당사의 엘리트 라인끼리 교잡한 F1 조합들의 분리 후대들을 선발하여 고정화 작업을 계속적으로 하고 있다. 또한 한국화학연구원의 채소병리사업단에 양배추에서 가장 문제가 되고 있는 검은썩음병과 뿌리혹병에 대해 집중 검정을 의뢰하여 저항성 계통을 선발하였으며, 마커 검정이 가능한 시들음병은 이미 2차년도에 대부분의 계통에 대해 파악하고 있는 상황이다. 코아 길이, 결구 강도, 구형, 결구 속잎의 구조 등에 대한 선발은 개체들을 절단하여 선발하였고, 엽색은 칼라차트와 달관 조사로 선발하였다.



[그림209] 계통들의 선발 과정들

(4차년도)

3차년도와 같이 기존 보유 계통의 유지와 수집 유전자원들의 분리. 고정작업 계속으로 계통을 육성하고 있으며, 분리 고정 작업 중에는 개체들에 대한 달관 조사는 물론 구를 잘라 코아의 길이, 결구 강도 등을 조사하며 선발하고 있다. 또한 수집된 유전 자원들 중 Integro 등 5 품종에 대해서는 국립원예특작과학원에 소포자배양을 의뢰하여 488개의 배상체를 획득하였으며, 이를 유니플렌택(주)에 계대배양을 의뢰 식물체를 획득하였다.



[그림210] 적양배추 선발 계통들



[그림211] 적양배추 분리 계통의 선발



[그림212] 적양배추 소포자 배양 배상체 및 식물체

5. 성분분석

(3차년도)

타사 품종 4점, 당사 품종과 조합 3점 및 3계통에 대하여 안토시아닌 성분 분석을 실시한 결과([표 8])품종으로서는 Bejo사의 Integro 품종이 8.5정도로 높았으며, 당사의 품종 Deep Purple 60 및 조합들은 6.0 전후였으며, 가장 높은 함유량을 보인 것은 BL64의 12.11이었다. 사진과 표를 비교해 보면 자색의 색이 진한 품종이나 계통이 안토시아닌 성분이 많이 함유되어 있는 것 같으나 색이 연하다고 이 성분이 적다고도 말할 수 없는 것 같다.



[그림213] 성분 분석 조합 및 품종들

<표 169> Anthocyanin contents (mg/g dry wt.) in red cabbage (n=2)

No	Trivial names	7S4-63	BL44	BL64	BL68	Box23
1	Cyanidin3-diglucoside-5-glucoside	0.19±0.00	0.51±0.01	3.66±0.01	2.26±0.04	0.91±0.00
2	Cyanidin 3,5-diglucoside	0.37±0.01	ND	0.05±0.00	ND	ND
3	Unknown 1	0.04±0.00	ND	0.05±0.01	0.03±0.01	0.03±0.00
4	Cyanidin3-(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.59±0.01	0.16±0.00	0.61±0.00	0.78±0.02	0.19±0.00
5	Cyanidin3-(caffeoyl)(p-coumaroyl)diglucoside-5-glucoside	0.08±0.00	0.09±0.00	0.13±0.00	0.04±0.00	0.07±0.00
6	Cyanidin3-(glycopyranosyl-sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.10±0.00	0.15±0.00	0.24±0.01	0.22±0.00	0.19±0.00
7	Unknown 2	NDa)	ND	0.06±0.00	ND	0.04±0.00
8	Cyanidin3-(p-coumaroyl)(sinapoyl)triglucoside-5-glucoside	0.29±0.00	0.09±0.00	0.15±0.00	0.05±0.00	0.05±0.00
9	Unknown 3	1.09±0.02	0.12±0.00	0.12±0.00	0.22±0.00	0.07±0.00
10	Cyanidin3-(sinapoyl)glucoside-5-glucoside	0.14±0.00	0.30±0.01	1.94±0.02	0.15±0.00	1.02±0.00
11	Cyanidin3-(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.31±0.00	1.01±0.02	2.85±0.03	0.96±0.02	1.62±0.60
12	Cyanidin3-(glycopyranosyl-sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.11±0.01	0.04±0.00	0.06±0.00	ND	0.05±0.01
13	Cyanidin3-(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.33±0.00	ND	ND	ND	0.04±0.01
14	Cyanidin3-(p-coumaroyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.79±0.02	0.25±0.00	0.87±0.00	0.10±0.00	0.59±0.02
15	Cyanidin3-(feruloyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	1.37±0.01	0.29±0.00	0.53±0.00	0.19±0.00	0.33±0.01
16	Cyanidin3-(sinapoyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	2.07±0.09	0.75±0.01	0.76±0.01	1.36±0.05	0.90±0.01
Total		7.86±0.10	3.74±0.06	12.11±0.10	6.36±0.13	6.11±0.56

No	Trivial names	DP60	HKB51	Integro	Rondale	Rubia
1	Cyanidin3-diglucoside-5-glucoside	1.00±0.00	1.13±0.03	1.11±0.01	0.72±0.01	0.31±0.00
2	Cyanidin 3,5-diglucoside	0.02±0.00	0.04±0.00	0.13±0.00	ND	ND
3	Unknown 1	0.03±0.00	ND	0.06±0.01	ND	ND
4	Cyanidin3-(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.22±0.01	0.10±0.00	0.41±0.01	0.18±0.00	0.17±0.00
5	Cyanidin3-(caffeoyl)(p-coumaroyl)diglucoside-5-glucoside	0.06±0.00	0.10±0.00	0.14±0.00	0.03±0.00	0.04±0.00
6	Cyanidin3-(glycopyranosyl-sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.17±0.00	0.15±0.00	0.21±0.01	0.10±0.00	0.06±0.00
7	Unknown 2	0.05±0.00	0.05±0.00	0.08±0.00	ND	ND
8	Cyanidin3-(p-coumaroyl)(sinapoyl)triglucoside-5-glucoside	0.03±0.00	0.04±0.00	0.14±0.00	ND	0.10±0.00
9	Unknown 3	0.06±0.00	0.03±0.00	0.15±0.00	0.06±0.00	0.11±0.00
10	Cyanidin3-(sinapoyl)glucoside-5-glucoside	0.65±0.01	1.24±0.01	1.21±0.04	0.38±0.01	0.26±0.01
11	Cyanidin3-(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	2.20±0.01	2.08±0.06	1.81±0.06	1.30±0.04	0.60±0.02
12	Cyanidin3-(glycopyranosyl-sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.04±0.00	ND	0.12±0.01	0.05±0.02	0.03±0.00
13	Cyanidin3-(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	ND	0.04±0.01	0.23±0.00	ND	ND
14	Cyanidin3-(p-coumaroyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.39±0.01	0.19±0.01	1.11±0.06	0.32±0.00	0.35±0.00
15	Cyanidin3-(feruloyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.32±0.01	0.09±0.00	0.60±0.03	0.28±0.00	0.32±0.00
16	Cyanidin3-(sinapoyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.94±0.02	0.47±0.01	1.01±0.04	0.68±0.02	0.47±0.00
Total		6.18±0.09	5.74±0.02	8.52±0.27	4.07±0.09	2.80±0.03
a)ND, not detected.						

(4차년도)

3차년도 성적과 마찬가지로 시판되고 있는 품종들의 안토시아닌 총 함량이 비교적 높게 나타나고 있는 것을 보여 주고 있는 반면 당사의 조합 중에는 A-14 aks 높게 나타났고 나머지 조합들은 비교적 낮은 수치를 나타냈다. 또한 자색이 진할수록 안토시아닌 함량이 높긴 하지만 색이 다소 옅은 품종(Red Jewel)도 비교적 높은 수치를 나타냈는데 이에 대한 좀 더 정밀한 분석이 필요할 것으로 사료된다. 즉, 자색의 종류(red, purple, brown 등)에 따라서도 차이가 나지 않을까 추정된다.



[그림214] 성분분석 시료 품종들

<표170> 품종별 안토시아닌 함량 분석표

No	품종명	총 안토시아닌 함량	비 고
A-001	중생루비아	17.54±2.11	
A-003	Red Jewel	15.53±2.01	
A-005	Varna	16.50±1.54	
A-006	Ranchero	13.04±3.32	
A-007	Autoro	16.27±2.48	
A-009	Integro	18.65±4.08	
A-011	프리메로	16.10±1.31	
A-012	DP60	10.77±2.06	
A-013	Rondale	12.89±1.81	
A-014	신규조합	17.36±1.00	
A-016	BOX-23	13.46±1.84	
A-017	HKB-035	12.84±1.48	
A-018	신규조합	12.01±1.46	
A-020	HKB-034	12.77±0.38	
A-032	HKB-048	10.02±1.22	
A-034	HKB-059	5.41±0.13	
A-047	신규조합	6.60±0.44	
A-058	신규조합	9.18±1.19	
A-069	신규조합	7.61±0.18	
A-075	신규조합	4.04±0.31	

<표171> Anthocyanincontents(mg/gdry wt.)inredcabbagen=2								
No.	Trivial names	A-001	A-003	A-005	A-006	A-007	A-009	A-011
1	Cyanidin 3-diglucoside-5- glucoside	1.81±0.06	2.03±0.51	1.70±0.30	1.23±0.32	1.56±0.34	1.55±0.38	2.23±0.36
2	Cyanidin 3,5-diglucoside	NDa)	0.07±0.02	0.15±0.03	ND	0.12±0.03	0.18±0.05	ND
3	Unknown 1	0.04±0.00	0.04±0.01	0.06±0.01	ND	0.05±0.01	0.07±0.02	0.04±0.00
4	Cyanidin 3-(sinapoyl)diglu coside-5-glucosi de	0.40±0.03	0.30±0.06	0.67±0.10	0.45±0.10	0.80±0.16	0.82±0.21	0.44±0.06
5	Cyanidin 3-(caffeoyl)(p-co umaroyl)diglucosi de-5-glucoside	0.25±0.02	0.21±0.04	0.27±0.04	0.19±0.05	0.46±0.09	0.29±0.07	0.36±0.05
6	Cyanidin 3-(glycopyranosy l-sinapoyl)digluc oside-5-glucosid e	0.42±0.01	0.46±0.10	0.39±0.07	0.42±0.11	0.77±0.16	0.50±0.13	0.60±0.09
7	Unknown 2	0.07±0.01	0.15±0.03	0.07±0.01	0.06±0.01	0.13±0.02	0.10±0.01	0.09±0.01
8	Cyanidin 3-(p-coumaroyl)(sinapoyl)triglucos ide-5-glucoside	0.10±0.01	0.06±0.01	0.13±0.02	0.10±0.02	0.30±0.06	0.18±0.05	0.13±0.02
9	Cyanidin 3-(sinapoyl)gluco side-5-glucoside	5.07±0.36	4.28±0.93	2.60±0.40	2.03±0.50	2.76±0.34	4.92±1.22	4.29±0.63
10	Cyanidin 3-(sinapoyl)diglu coside-5-glucosi de	6.42±1.41	6.03±0.11	6.10±1.06	5.15±1.33	4.42±0.10	4.57±0.17	5.72±0.26
11	Cyanidin 3-(sinapoyl)diglu coside-5-glucosi de	0.14±0.02	0.26±0.03	1.29±0.91	0.08±0.02	0.39±0.08	0.64±0.19	0.08±0.00
12	Cyanidin 3-(p-coumaroyl)(sinapoyl)diglucosi de-5-glucoside	1.04±0.09	0.47±0.11	0.61±0.08	0.77±0.20	1.30±0.28	2.08±0.58	0.70±0.10
13	Cyanidin 3-(feruloyl)(sinap oyl)diglucoside-5 -glucoside	0.54±0.04	0.48±0.09	0.53±0.06	0.52±0.14	1.05±0.29	1.07±0.39	0.55±0.09
14	Cyanidin 3-(sinapoyl)(sina poyl)diglucoside- 5-glucoside	1.23±0.07	0.69±0.17	1.94±0.29	2.04±0.52	2.18±0.53	1.69±0.62	0.87±0.14
Total		17.54±2.11	15.53±2.01	16.50±1.54	13.04±3.32	16.27±2.48	18.65±4.08	16.10±1.31

No.	Trivial names	A-012	A-013	A-014	A-016	A-017	A-018	A-020
1	Cyanidin 3-diglucoside-5- glucoside	1.06±0.22	1.74±0.36	1.54±0.20	1.45±0.29	1.24±0.22	1.38±0.23	1.31±0.10
2	Cyanidin 3,5-diglucoside	ND	0.04±0.00	ND	ND	ND	ND	0.04±0.00
3	Unknown 1	ND	0.04±0.01	ND	ND	ND	ND	0.02±0.00
4	Cyanidin 3-(sinapoyl)diglu coside-5-glucosid e	0.34±0.07	0.83±0.16	0.27±0.03	0.25±0.05	0.28±0.05	0.20±0.04	0.44±0.03
5	Cyanidin 3-(caffeoyl)(p-co umaroyl)diglucosi de-5-glucoside	0.10±0.00	0.05±0.01	0.19±0.02	0.17±0.03	0.09±0.02	0.10±0.02	0.09±0.01
6	Cyanidin 3-(glycopyranosy l-sinapoyl)digluco side-5-glucoside	0.24±0.04	0.31±0.05	0.30±0.05	0.28±0.06	0.21±0.03	0.15±0.02	0.25±0.02
7	Unknown 2	0.07±0.02	0.07±0.02	0.11±0.01	0.08±0.02	0.11±0.02	0.10±0.02	0.09±0.00
8	Cyanidin 3-(p-coumaroyl)(sinapoyl)triglucos ide-5-glucoside	0.05±0.01	0.03±0.00	0.03±0.00	0.03±0.01	0.03±0.00	0.03±0.00	0.04±0.00
9	Cyanidin 3-(sinapoyl)gluco side-5-glucoside	2.34±0.46	2.21±0.45	7.20±0.75	5.01±0.89	3.79±0.64	4.77±0.79	3.02±0.25
10	Cyanidin 3-(sinapoyl)diglu coside-5-glucosid e	4.72±0.94	4.98±0.21	5.64±0.30	4.75±0.24	5.05±0.18	4.18±0.14	4.60±0.30
11	Cyanidin 3-(sinapoyl)diglu coside-5-glucosid e	0.05±0.00	0.11±0.03	0.15±0.02	0.08±0.02	0.15±0.03	0.09±0.01	0.14±0.02
12	Cyanidin 3-(p-coumaroyl)(sinapoyl)diglucosi de-5-glucoside	0.54±0.10	0.39±0.06	0.85±0.06	0.57±0.07	0.60±0.11	0.39±0.08	0.87±0.08
13	Cyanidin 3-(feruloyl)(sinap oyl)diglucoside-5 -glucoside	0.38±0.06	0.68±0.20	0.32±0.05	0.23±0.05	0.36±0.02	0.16±0.03	0.49±0.05
14	Cyanidin 3-(sinapoyl)(sina poyl)diglucoside- 5-glucoside	0.90±0.18	1.40±0.34	0.76±0.11	0.55±0.11	0.93±0.15	0.47±0.08	1.37±0.10
Total		10.77±2.06	12.89±1.81	17.36±1.00	13.46±1.84	12.84±1.48	12.01±1.46	12.77±0.38

No.	Trivial names	A-032	A-034	A-047	A-058	A-069	A-075	Control
1	Cyanidin 3-diglucoside-5-glucoside	1.08±0.18	0.50±0.05	1.15±0.00	1.07±0.09	0.73±0.05	0.37±0.02	ND
2	Cyanidin 3,5-diglucoside	0.05±0.00	0.04±0.00	ND	0.04±0.00	ND	ND	ND
3	Unknown 1	0.04±0.00	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4	Cyanidin 3-(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.47±0.08	0.30±0.03	0.18±0.00	0.38±0.04	0.16±0.01	0.16±0.01	ND
5	Cyanidin 3-(caffeoyl)(p-coumaroyl)diglucoside-5-glucoside	0.29±0.05	0.03±0.00	0.10±0.00	0.07±0.01	0.11±0.00	0.03±0.00	ND
6	Cyanidin 3-(glycopyranosyl-sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.37±0.05	0.12±0.00	0.25±0.01	0.14±0.02	0.33±0.01	0.09±0.00	ND
7	Unknown 2	0.05±0.01	0.04±0.00	0.06±0.00	0.08±0.01	0.07±0.01	ND	ND
8	Cyanidin 3-(p-coumaroyl)(sinapoyl)triglucoside-5-glucoside	0.18±0.02	ND	0.05±0.00	0.03±0.00	0.05±0.00	ND	ND
9	Cyanidin 3-(sinapoyl)glucoside-5-glucoside	2.62±0.38	1.05±0.06	1.32±0.01	2.69±0.24	1.40±0.11	0.68±0.04	ND
10	Cyanidin 3-(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	2.52±0.15	1.69±0.20	2.47±0.48	2.34±0.56	3.34±0.47	1.89±0.09	ND
11	Cyanidin 3-(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.19±0.03	0.21±0.03	0.05±0.00	0.18±0.00	ND	ND	ND
12	Cyanidin 3-(p-coumaroyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.89±0.16	0.41±0.02	0.24±0.01	0.80±0.05	0.31±0.03	0.08±0.03	ND
13	Cyanidin 3-(feruloyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.47±0.15	0.34±0.06	0.22±0.01	0.66±0.09	0.41±0.00	0.24±0.05	ND
14	Cyanidin 3-(sinapoyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.80±0.24	0.67±0.09	0.49±0.02	0.70±0.06	0.69±0.05	0.51±0.06	ND
Total		10.02±1.22	5.41±0.13	6.60±0.44	9.18±1.19	7.61±0.18	4.04±0.31	ND

6. 조합작성 및 F1 성능검정

가. 조합 작성

(2차년도)

조합 작성은 2014년 봄에 인공 교배로 수행하였으며, 2014년 가을 작형에 공시하여 성능검정을 실시 하였고, 2014년 가을에 성숙 모본을 선발하여 2015년 봄에 교배하였으며, 양배추는 모본 파종 후 약 1년 후 종자를 받을 수 있어 무. 배추와는 다르게 세대 진전 시킬 수 없다.

(3차년도)

2014년 11월에 선발한 성숙모본과 2014년 9월에 파종한 미숙모본을 이용 2015년도에 인공 교배 조합을 작성하였으며, 채종시험 조합은 SI의 모계 1 계통에 MS line 2~4계통을 한 망실에 정식하여(SI type 분석 결과 같은 type은 제외) 작성하였다. 그 결과 인공 교배 조합은 100점, 채종 시험 조합은 33점을 작성하였다.

(4차년도)

2015년 7월 파종한 모본은 9월에 정식. 조사 후 11월에 선발하여 성숙모본으로, 8~9월에 파종한 미숙모본은 2016년도에 교배망실에 이식 인공 교배하여 계통 유지 및 조합을 작성하였으며, 채종시험 조합은 미숙모본으로 SI의 부계 1 계통에 MS 모계를 2~4계통을 한 망실에 정식하여 작성하였다. 그 결과 인공 교배 조합은 163점, 채종 시험 조합은 13점을 작성하였다.



[그림215] 교배 모본

나. F1 성능검정

(2차년도)

성능검정은 봄 및 가을 작형은 경기도 평택시 소재 당 연구소에서, 고랭지 작형은 강원도 평창군 횡계, 그리고 겨울 작형은 해남에서 총 4회에 걸쳐 시험을 수행하였다.

(1) 봄 성능검정

당사의 배추 중 Deep Purple 60은 MS를 이용하여 채종하는 품종으로서 프리메로와 비교하여 구형, 숙기 및 긴도 등이 유사하며 시들음 병에는 더 강한 편이다. 그 외 조합으로 Deep Purple 65(=HKB44)는 자색이 진한 원형으로서 어느 지역에서든 재배의 안정성이 우수하였으나, 재배지에 따라서 코아 아랫 부분에 공동이 발생하여 편친의 개체 선발이 필요할 것으로 판단된다. BOX-23와 HKB-36은 코아가 비교적 짧고 구고가 약간 높은 편이어서 터키의 시장에 시교 사업 진행 중이며, HKB-35도 원형으로서 비교적 숙기가 빠른 조생종이었다.



[그림216] 대비종 프리메로와 당사 조합들 비교 사진

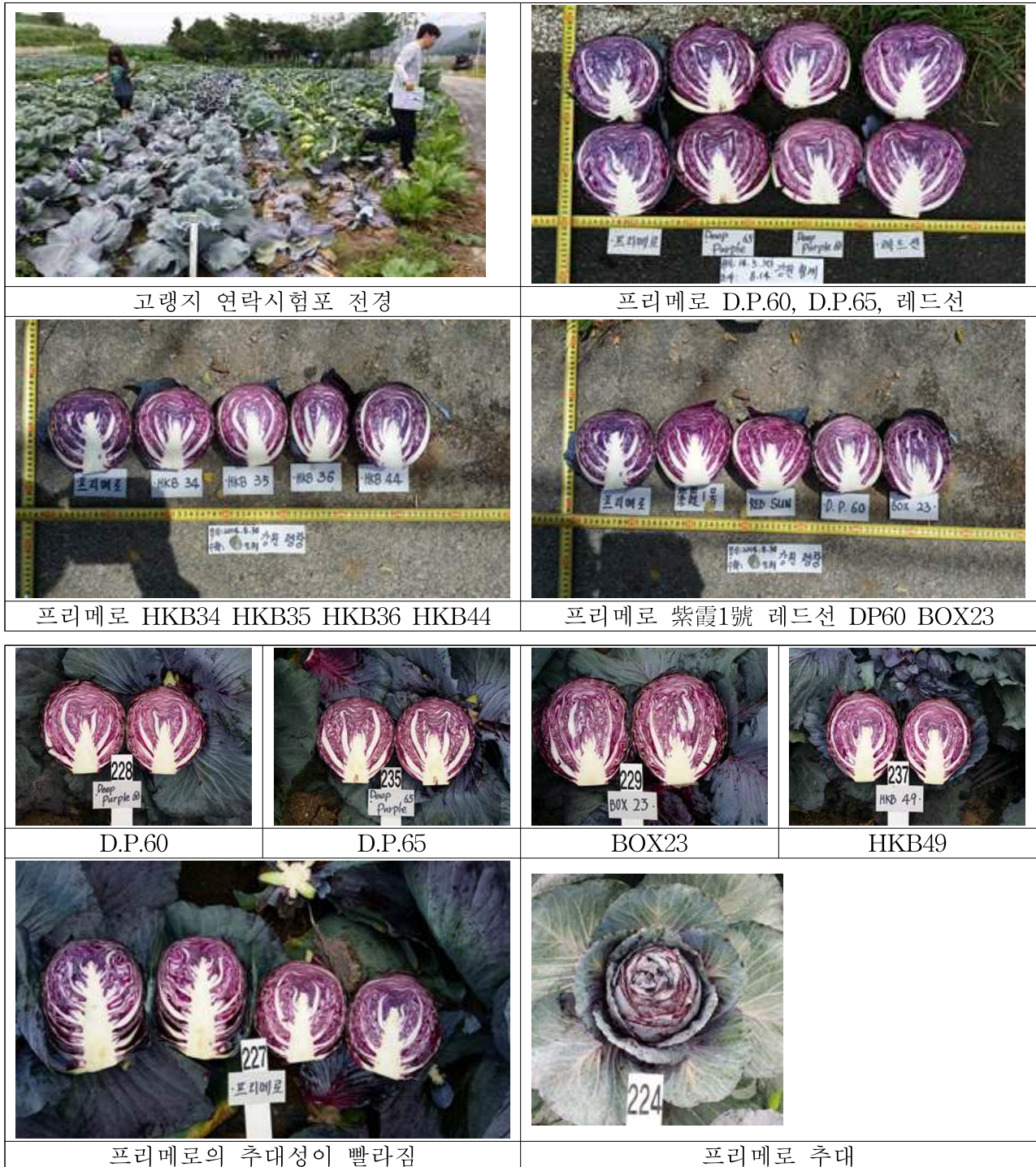
<표172> 적양배추 봄 성능검정 조사표

품종명	계통명	구고	구경	심고	자색	외엽	긴도	구고 / 구경	비고
레드선	홍농	10.0	9.5	6.5	3	중	3	1.05	
프리메로	베조	11.0	10.5	7.0	4	단	3	1.05	
RED JEWEL	SAKATA	10.0	10.0	6.0	3	중	3	1.00	
D.P.60	한국종묘	11.0	10.0	6.0	3	단	4	1.10	
D.P.65(=HKB44)	한국종묘	10.5	9.5	5.5	3	장	3	1.11	
BOX23	한국종묘	11.0	9.5	6.0	4	중	4	1.16	
HKB-35	한국종묘	11.5	10.0	6.5	3	단	4	1.15	
HKB-36	한국종묘	12.5	10.0	5.5	3	중	4	1.25	
HKB-44	한국종묘	12.0	11.0	5.5	3	중	4	1.09	
HKB-45	한국종묘	12.5	10.0	6.0	3	단	4	1.25	
HKB-48	한국종묘	12.5	10.0	7.0	3.5	중	4	1.25	
HKB-49	한국종묘	11.0	9.5	5.5	3	중	3	1.16	

(2) 고랭지 작형

고랭지 연락시험은 강원도 평창군 대관령에서 실시하였다. 파종은 2014.04.25., 정식은 2014.05.30, 조사는 7월 31일(정식 후 약 60일)과 8월 14일(정식 후 약 75일) 두 번 실시하였다. Deep Purple 60은 외엽이 작아 밀식 재배가 가능하고 숙기가 빠르며 긴도가 강한 장점이 있는 반면, 프리메로는 심고(코아)의 크기가 매우 높아 고랭지 재배에서는 잘 맞지 않는 품종으로 판단된다. Deep Purple 65는 구형, 엽색, 코아의 크기 등 제반 특성이 우수하

였으나 코아 아랫 부분에 공동이 발생하여 재검토할 필요가 있으며, BOX23은 엷색이 진하고 구고가 높으며 특히 코아의 크기가 작은 장점이 뚜렷하여 고랭지 작형에 잘 맞는 것으로 판단되었다. HKB-34, HKB-35 및 HKB-49 외엽이 작아 밀식 재배에 유리하며 긴도가 강하고 코아의 크기도 그다지 크지 않았다.



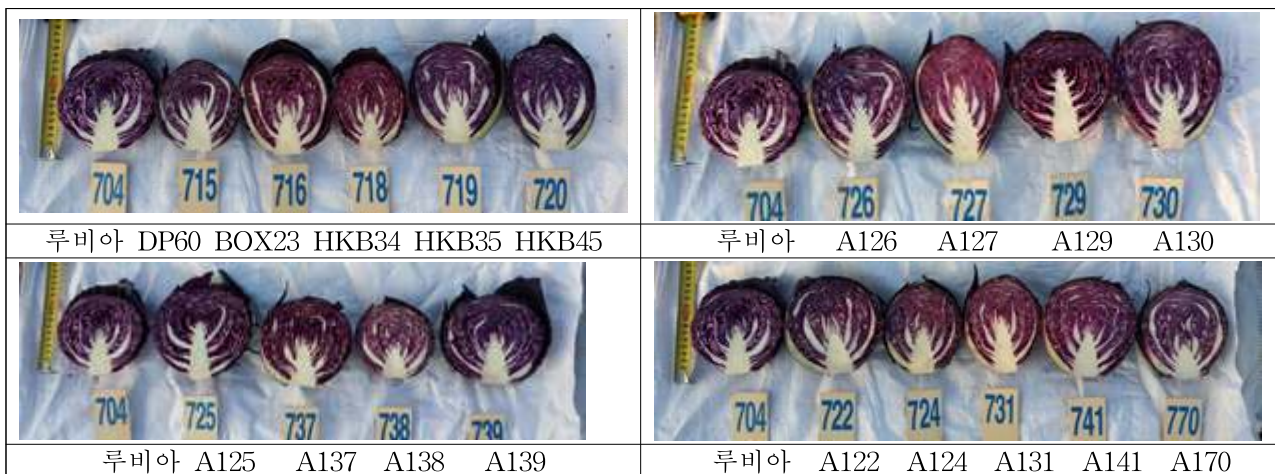
[그림217] 고랭지 연락시험

<표173> 적양배추 고랭지 성능검정 조사표

No	품종명	외엽수	엽장	엽폭	구중	구고	구경	구고/구경	심고	심고/루고	엽색
A-023	紫霞1號	16.5	45.0	40.5	915.0	13.5	13.0	1.0	7.5	0.6	**
A-026	레드선	16.5	43.0	38.0	900.0	13.0	13.5	1.0	7.0	0.5	**
A-027	프리메로	11.0	38.5	38.0	1,100.0	13.5	13.0	1.0	9.0	0.7	***
A-028	D.P.60	15.0	33.0	31.0	1,000.0	13.0	12.5	1.0	6.5	0.5	**
A-029	BOX23	16.5	40.0	37.0	850.0	14.5	12.0	1.2	5.0	0.3	***
A-031	HKB-34	16.0	37.5	31.0	1,050.0	13.5	13.0	1.0	6.5	0.5	**
A-032	HKB-35	15.0	31.5	28.5	975.0	14.0	12.0	1.2	6.5	0.5	*
A-034	HKB-36	15.0	37.5	24.5	575.0	13.5	10.5	1.3	6.0	0.4	**
A-035	HKB-044	14.5	43.0	43.5	1,075.0	14.5	13.0	1.1	7.0	0.5	***
A-036	HKB-048	19.5	41.0	38.5	750.0	13.0	10.0	1.3	7.0	0.5	***
A-037	HKB-049	16.0	36.0	31.5	1,100.0	14.5	13.0	1.1	8.5	0.6	**

(3) 가을 성능검정

가을 작형에서는 봄 및 고랭지에서와 성적과 유사하게 DP60, BOX23, HKB34, HKB35 및 HKB45 등 기존의 선발되었던 조합들의 성능이 우수하게 나타났으며, 신규 조합들 중에는 A126, A127 및 A130은 고구형, A139는 중대구 편구형, A122, A141 및 A170은 중대구 중생중등을 선발하였다. 채종시험 조합이며 봄, 고랭지 및 가을 작형에서 선발되었던 조합들은 국내 및 해외에서 시교사업 중에 있으며, 신규 조합들은 다음 해에 채종 시험하여 확대 시험하고자 한다.



[그림218] 가을작형 성능검정

(4) 현지 적응성시험

(가) 국내-전남 해남군 황산면

해남 전시포는 파종일 2014. 07. 15, 정식일 2014. 08. 02(22?)이며 조사는 12월 5일로서 정식 후 약 125일(105일?)이 경과 하였으나 후기에는 온도가 낮아져 생육이 느려져 열구는 거의 발생하지 않았다. 이 시기에는 Deep Purple 65가 구크기(수량성), 구형, 엽색, 코아 길이 등 제반 특성이 대비 품종과 경쟁력이 있을 것으로 판단되었으며, 고랭지에서 발생하였던 코아 공동 현상도 없었다. 그 외 조합들은 구크기가 작은 단점이 있으나 숙기가 빠르기 때문에 조기 수확용으로 개발할 가치가 있다고 판단된다.



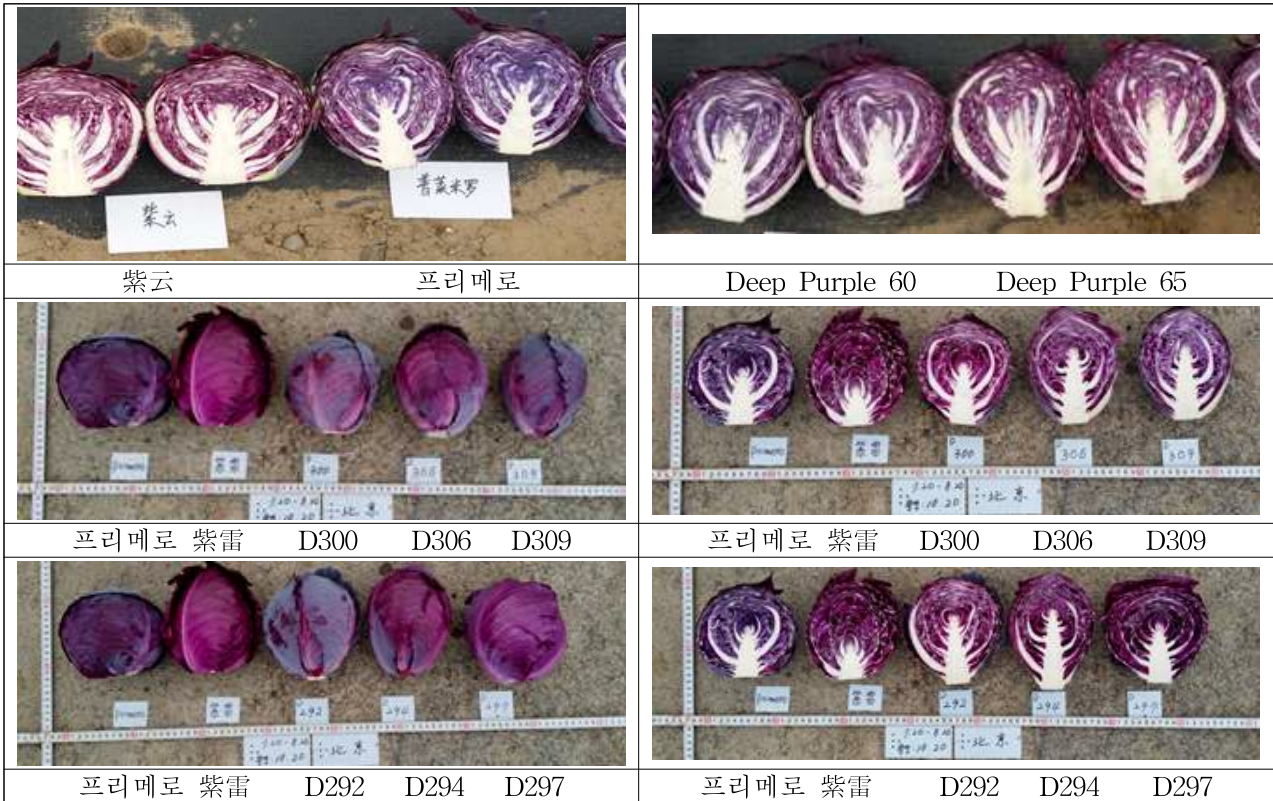
해남 전시포 전경

중생루비아, HKB35, HKB36, HKB47, HKB49

[그림219] 해남 적응성시험

(나) 해외-중국 북경

중국에서는 local 품종들과 일본의 紫陽(미카도) 등 여러 품종들이 재배되고 있으며, 이 곳 역시 베조의 프리메로 품종이 들어와 기존의 품종들보다 몇배 비싼 가격에 시판되고 있는데, 그 이유 중의 하나는 자색이 진하여 생식용은 물론 색소 추출용으로도 사용되고 있다고 한다. 중국 local 품종인 紫云과 紫雷는 구형은 비교적 무난하나 자색이 연한 편이고 숙기가 늦은 특성이 있으며, 당사 품종인 Deep Purple 60와 Deep Purple 65는 자색이 다소 옅은 편이나 구형과 숙기 등이 우수하고 프리메로보다 수분이 많고 부드러운 편으로서 생식용으로서 개발하는 것이 유리하다고 판단된다. 그 외 신규 조합으로서 13점을 공시하였으며 그 중 6점을 선발하였는데 코아 길 리가 큰 편으로서 가을 작형에는 맞지 않는다고 생각되며, 봄 및 고랭지 작형에서 재시험할 계획이다.



[그림220] 북경 적응성시험

(3차년도)

(5) 봄 성능검정

당사 품종인 Deep Purple 60은 원형계 품종으로서 프리메로와 비교하여, 구형은 약간 높은 형태로서 숙기는 정식 후 60일 정도로 비슷하며 코아 길이는 약간 짧고 수분이 약간 더 많으며 육질도 약간 더 부드럽고 맛이 더 좋은 편이나, 자색의 정도가 약간 떨어지는 편이다. 재배 상으로는 외엽 크기가 작고 입성이므로 밀식 재배가 가능하며, 토양의 비료분이 떨어지면 구 크기가 작아지는 경향이 있어 시비를 충분히 해 줘야 할 것으로 판단된다.

BOX-23은 고구형의 조합으로서 적양배추의 시장이 큰 터키에서 가장 많이 재배되고 있는 Rondale와 비교하여 숙기, 구형, 구크기, 엽색 등 거의 유사하나, 코아 길이가 약간 더 길며 숙기가 약간 더 빠르다.

그 외 선발 조합으로서 구형으로서 숙기가 65일 정도 되며 수량성이 높은 HKB-35, BOX-26과 고구형인 HKB-47과 HKB-49 등 다수를 선발하였다.



프리메로와 Deep Purple 절단 비교



Rondale와 BOX-23 절단 비교



[그림221] 그 외 선발 조합들

<표174> 2015년 봄 적양배추 시험 성적표

파종: 2015. 02. 24 정식: 04. 10 조사: 06.18 장소: 경기도 평택시

No	품종명	외엽수	엽장	엽폭	구중	구고	구경	구고 / 구경	심고	심고 / 구고	맛	수분	엽색	육질	숙기
A-004	프리메로	13.0	37.0	36.0	1,000	13.0	13.5	0.96	6.5	0.50	3.0	3.0	4.0	3.0	60일
A-005	DP60	16.0	32.0	29.0	1,050	14.0	13.0	1.08	6.5	0.46	3+	3+	3.5	3-	60일
A-006	Rondale	17.0	42.0	35.0	1,100	15.0	12.5	1.20	5.5	0.37	3.0	3.0	3.5	3.0	70일
A-017	BOX-39	18.0	35.0	30.0	900	13.5	12.5	1.08	6.5	0.48	3+	3+	3.5	3-	65일
A-019	BOX-23	14.0	36.0	35.0	1,100	15.0	13.5	1.11	6.5	0.43	3.0	3.0	3.5	3.0	65일
A-020	BOX-36	17.0	30.0	23.0	800	13.0	11.5	1.13	4.5	0.35	3.5	3+	3.5	3-	65일
A-029	HKB-47	17.0	32.0	26.0	900	14.0	12.0	1.17	6.5	0.46	3.0	3.0	3.5	3.0	65일
A-036	A-036	18.0	33.0	27.0	1,200	14.0	13.5	1.04	6.5	0.46	3.5	3.5	3.5	3.5	60일

(6) 국내 고랭지 성능 검정

고랭지 연락시험에서의 특성은 시판 품종 및 조합 모두 코아의 길이가 봄, 가을 작형에서의 성적보다 길어지는 특성을 보여, 이 점에 유의하여 조합 작성을 해야 할 것으로 판단된다. 사진에서 보이는 것과 같이 Deep Purple(한국종묘)과 프리메로의 특성은 봄 성적과 비슷하다. 구형은 프리메로가 구형에 가까운 반면 Deep Purple 60은 약간 고구형이며 구크기는 프리메로가 약간 큰편이나 추대성, 내병성(시들음병, 딱딱병), tip burn 등에 강하여 재배의 안정성 면에서는 Deep Purple 60이 우수한 것으로 판단된다. 자색은 Deep Purple 60 프리메로보다 약간 연하다. 그 외 HKB-49와 BX-920은 구가 약간 큰 구형의 조생계이며 BX-836(BOX-36)은 구가 작은 편이나 엽색이 진하고 코아의 길이가 짧은 장점이 있었다.



[그림222] 대비종 프리메로와 조합의 절단 비교

<표175> 2015년 고냉지 적양배추 시험 성적표

과종: 2015. 03. 27 정식: 04. 30 조사: 07.12 장소: 강원도 평창군

품종명	구중	구고	구경	구고/구경	심고	심고/구고
레드선	1,300	15.50	16.00	0.97	8.50	0.55
프리메로	960	13.50	13.00	1.04	9.50	0.70
DP60	1,280	14.50	14.00	1.04	7.50	0.52
BX920	1,060	14.50	13.50	1.07	8.50	0.59
BOX36	800	12.50	11.50	1.09	5.00	0.40
HKB-049	960	14.00	12.50	1.12	8.00	0.57
DP65	1,350	14.50	14.50	1.00	8.50	0.59
A-019	1,480	15.50	16.50	0.94	8.00	0.52

(7) 가을 성능 검정

가을 성검 조사 시에는 칼라 차트를 이용하여 적양배추 자색의 차이를 조사하였다. 실제 육안으로 보아도 연한 핑크색부터 진한 갈색까지 다양한 색의 차이를 볼 수 있었다. 적양배추의 선발 기준은 크게 원형, 고구형 및 편구형 3가지 구형으로 분류하였으며, 이 세 가지 구형에 각각의 숙기가 다른 품종이 있으면 전체적으로 시장 진입을 할 수 있을 것으로 판단하였다.



[그림223] 자색의 차이 칼라차트 이용 조사

(가) 구형 양배추

당사 조합 HKB-35는 프리메로와 비교하여 숙기는 약 5일 정도 늦은 반면 구크기가 약간 더크며, 절구 킨도도 강하고 코아 길이도 짧은 편이다. 외엽 크기도 엽장은 약간 길지만 엽폭이 좁고 입성이기 때문에 밀식도 가능하다. 당사 품종 딥퍼플 60이 약간 작은 편이기 때문에 좀 더 큰 것을 요구하는 지역에서는 이 조합이 적합할 것으로 판단

된다. 신규 조합으로서는 코아 길이가 짧은 HKB-64, 구 크기가 좀 더 크고 자색이 진한 A-59, 자색이 매우 진한 A-103등을 선발하였다.



프리메로 구형 자색양배추 조합

Rondale, BOX-23, BX-920

[그림224] 구형 자색양배추 조합

(나) 고구형 양배추

자색양배추 시장이 큰 터키에서 주로 재배되고 있는 고구형 양배추는 니커슨 즈완의 Rondale 품종이 압도적으로 점유하고 있다고 한다. 이 품종의 특징은 [사진 16]에서 보이는 바와 같이 고구형으로서 코아 길이가 짧고, 구 크기도 비교적 크며 자색도 진한 편이다. 숙기는 정식 후 70일 전후이다. 당사 조합 BOX-23은 봄 성능 검정에서와 같이 Rondale 와 비교하여 숙기가 약5일 정도 빠르며 자색도 비슷한 정도로 우수하며 결구 긴도도 강한 편이다. 코아 길이는 약간 긴 정도이나 문제될 정도가 아니어서 충분히 경쟁 가능하리라 생각되며, BX-920은 BOX-23보다 숙기가 더 빠르며 약간 더 고구형이나 코아 길이는 약간 더 길다.(수량 조사표는 반대의 성적이나 현재까지의 성적으로 평가했을 때) 그 외 고구형 선발 조합으로서는 HKB-45, HKB-47 및 HKB-59등이 있다.



[그림225] 고구형 자색양배추 선발조합

(다) 편구형 양배추

시판 대비종의 편구형 적양배추는 숙기가 늦은 편이며 코아 길이도 긴편이다. 국내에서 가장 오랫동안 많이 재배되던 중생루비아는 자색이 진하지만 코아가 긴 편이고 외엽이 크며 숙기가 80일 이상의 만생종으로서 월동 재배에 적합하다. Ajuro도 숙기가 75~80일형으로서 외엽이 크고 결구 긴도도 떨어져 국내에서는 그다지 재배되고 있지 않다. 조합 A-14는 코아 길이가 긴 편이나 숙기가 70~75일 정도로서 앞의 품종들보

다 빠르며 엽색도 진하고 수량성도 높아 수량성이 요구되는 국가나 우리나라의 지역에 가능성이 있을 것으로 사료된다. 조합 A-56도 자색이 진하고 수량성도 높으나 계통의 고정화 작업이 필요하며 앞으로는 코아 길이가 짧은 편구형의 재료 육성을 할 계획이다.



[그림226] 편구형 품종 및 당사 조합들

<표176> 2015년 가을 적양배추 시험 성적표

과종: 2015. 07. 21 정식: 08. 24 조사: 11.10 장소: 경기도 평택

No	품종명	외엽 수	엽장	엽폭	구중	RHS	구고	구경	구고/구경	심고	심고/구고
A-002	프리메로	12.0	27.0	29.5	1,150	79A	12.0	12.0	1.00	5.5	0.46
A-003	Ranchero	15.0	40.0	37.5	800	79B	14.0	12.8	1.09	6.2	0.44
A-004	DP60	17.0	26.0	25.0	650	79B	10.7	10.7	1.00	5.5	0.51
A-005	Rondale	15.0	32.0	33.0	900	79C	15.5	11.8	1.31	5.0	0.32
A-007	Ajuro	14.0	44.0	40.5	1,380	79B	15.9	16.0	0.99	7.5	0.47
A-009	BOX39	17.0	34.0	27.0	850	79A	13.7	11.4	1.20	5.5	0.40
A-010	BOX36	16.0	32.0	31.5	830	79B	12.8	12.7	1.01	6.8	0.53
A-012	BOX23	13.0	31.0	34.5	1,050	79C	15.9	13.2	1.20	7.2	0.45
A-013	HKB35	19.0	32.0	26.0	1,000	79C	15.0	12.6	1.19	7.3	0.49
A-014	A-014	16.0	39.0	37.0	1,220	79C	14.3	14.3	1.00	7.7	0.54
A-015	DP65	15.0	40.0	36.0	1,060	79C	14.4	14.2	1.01	8.1	0.56
A-016	HKB47	17.0	36.0	39.0	1,070	79B	16.4	12.8	1.28	7.7	0.47
A-017	BOX26	16.0	37.0	30.0	1,020	79B	16.5	12.7	1.30	6.9	0.42
A-019	HKB45	19.0	42.0	27.0	1,100	79B	16.0	12.5	1.28	7.3	0.46
A-020	HKB-051	14.0	40.0	34.5	1,450	71A	14.8	14.8	1.00	6.4	0.43
A-027	BX920	12.0	39.0	37.0	1,290	79B	16.2	13.6	1.19	7.0	0.43
A-030	HKB-059	21.0	36.5	24.0	1,450	79C	18.5	14.4	1.28	9.4	0.51
A-040	HKB-069	15.0	41.0	37.5	1,200	79B	16.0	13.8	1.16	6.9	0.43
A-057	A-057	14.0	38.5	34.5	1,150	71A	15.0	14.8	1.01	8.0	0.53
A-059	A-059	15.0	33.0	31.5	1,150	71A	14.2	13.9	1.02	7.4	0.52
A-098	A-098	16.0	32.0	33.0	990	79A	14.0	12.6	1.11	6.8	0.49
A-107	A-107	16.0	26.0	25.5	820	79A	13.8	12.2	1.13	7.4	0.54
A-113	A-113	14.0	42.5	36.5	1,100	79B	15.9	12.6	1.26	8.9	0.56

(8) 중국 북경 봄 연락시험

중국에 공시한 조합들은 신규조합들로 자색이 진한 프리메로 분리계통을 이용한 조합들(462, 463, 465, 468)은 색이 진한 반면(사진 20) 대부분 코아 길이가 길어 선발하기가 어려웠으나, 그 중 No.468은 수량성이 높아 재시험하려고 선발하였다.



[그림227] 프리메로와 조합 절단 비교

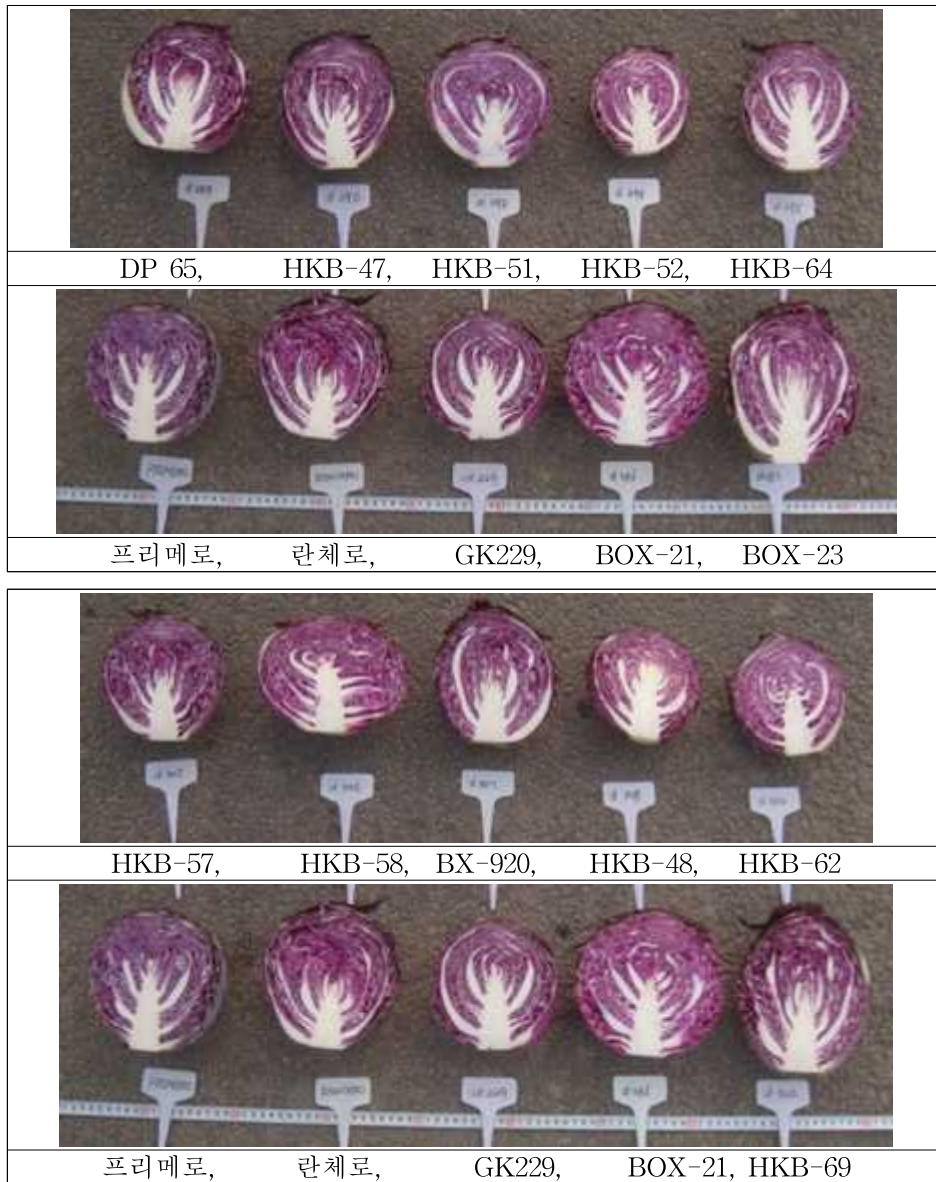
<표177> 2015년 중국 봄 적양배추 시험 성적표

과종: 2015. 03. 03 정식: 04. 07 조사: 06. 18 장소: 중국 북경

NO	품종명	구중	구고	구경	구고/구경	심고	심고/구고
454	프리메로	1,230	14.0	14.0	1.00	8.0	0.57
455	자운	730	13.0	11.5	1.13	7.0	0.54
456	자뢰	1,390	14.5	15.0	0.97	7.5	0.52
457	J-01	1,065	14.0	13.0	1.08	8.0	0.57
458	J-02	835	13.0	12.0	1.08	7.5	0.58
459	J-03	1,460	15.5	14.0	1.11	8.5	0.55
460	J-04	1,325	15.5	14.0	1.11	9.0	0.58
461	J-05	1,065	14.0	13.0	1.08	8.5	0.61
462	J-06	1,375	17.0	13.5	1.26	10.0	0.59
463	J-07	960	13.5	13.5	1.00	11.5	0.85
464	J-08	675	12.0	11.5	1.04	8.0	0.67
465	J-09	810	12.5	12.0	1.04	9.5	0.76
466	J-10	830	12.5	12.0	1.04	7.5	0.60
467	J-11	1,160	13.5	14.0	0.96	8.5	0.63
468	J-12	1,485	15.0	14.5	1.03	7.5	0.50

(9) 중국 북경 가을 연락시험

중국 북경 가을 연락 시험에서는 구형계 조합은 특별히 선발된 조합은 없었으나, 고구형 조합들은 국내의 봄, 고랭지 및 가을 작형에서와 같이 BOX-23과 BX-920의 조합이 안정적인 성능을 보였다. 그 외 HKB-47과 HKB-69는 앞의 성능검정에서 특별히 언급은 안하였으나 고구형으로서 계속 선발된 조합으로서, 특히 HKB-47은 터키 거래처에서도 선발한 조합으로 65~70일형의 조생종이다. HKB-69는 구형성이 먼저되고 속이 차는 형태로서 코아 길이도 짧은 편이며 엽색도 비교적 우수한 70~75일형의 조합이다.



[그림228] 중국 북경 가을 연락시험

<표178> 2015년 중국 봄 적양배추 시험 성적표

과중: 2015. 7.21, 정식: 8.21, 조사: 11.04

파종No	품종명	주중	구중	외엽 수	구고	구경	구고 /구경	심고	심고 /구고	똑딱 병	비고
286	B0X21	2,075	1,290	14	15.0	17.0	0.88	8.0	0.53	약	
287	B0X23	2,235	1,400	11	17.0	15.0	1.13	9.5	0.56	강	
289	DP 65	1,760	1,000	15	14.5	14.0	1.04	7.0	0.48	강	
290	HKB-047	1,395	955	14	15.0	13.0	1.15	7.0	0.47	약	
292	HKB-051	1,870	1,080	16	14.0	14.0	1.00	7.5	0.54	중	
293	HKB-052	955	600	15	12.0	11.0	1.09	6.0	0.50	약약	
295	HKB-064	1,818	1,090	13	14.5	13.0	1.12	7.0	0.48	강	
302	HKB-069	1,875	1,115	10	17.0	14.0	1.21	8.5	0.50	강	
305	HKB-057	1,660	910	12	14.5	13.0	1.12	7.0	0.48	중	
306	HKB-058	1,315	1,130	17	13.0	16.0	0.81	8.0	0.62	중	
307	BX920	1,565	1,040	13	14.5	13.5	1.07	7.0	0.48	강	
308	HKB-048	1,545	825	16	13.5	12.0	1.13	8.0	0.59	중강	
312	HKB-062	1,385	950	16	14.5	13.0	1.12	8.0	0.55	중약	
313	프리메로	2,020	1,350	11	14.5	14.5	1.00	8.5	0.59	강	
314	란체로	1,835	1,025	13	15.0	13.5	1.11	7.0	0.47	중	
316	DP 60	1,670	950	11	14.0	13.0	1.08	8.0	0.57	강	

(4차년도)

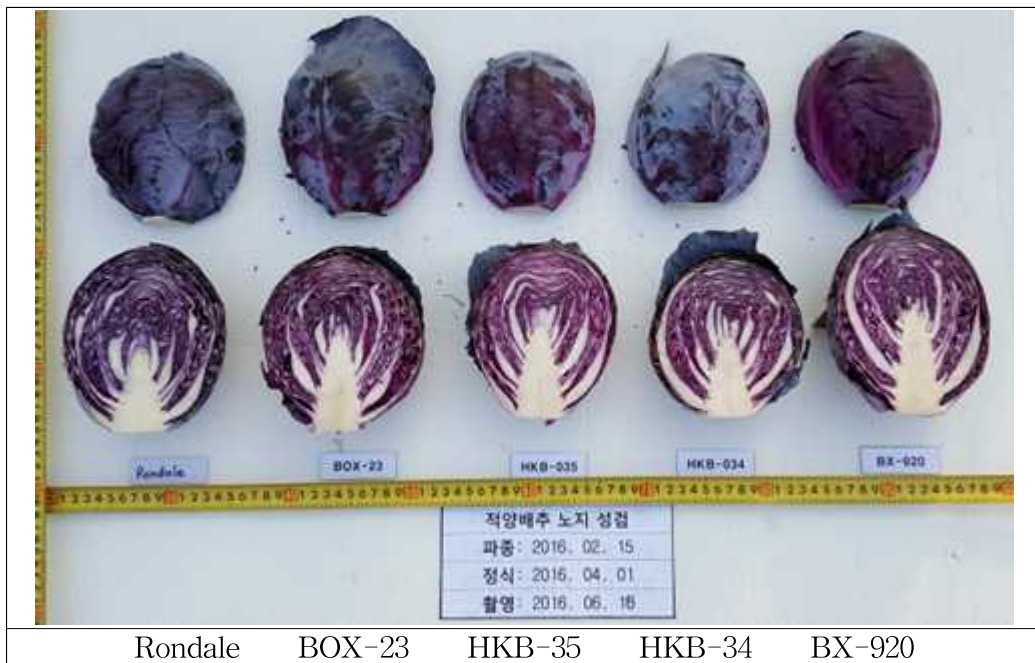
(10) 봄 성능검정

딥퍼플 60은 봄, 고랭지 및 가을 작형에 관계 없이 재배의 안정성이 뛰어난 반면 토양의 비료분이 부족하거나 수분이 적을 경우 구가 작아지는 경향이 있어 재배 상에 있어서 이 점을 유의해야 하는 것으로 판단된다. 프리메로(베조)는 구형이나 엽색이 우수한 반면 위황병, tip burn에 약하고, 결국 후기에 기온이 떨어지는 작형에서는 core 길이가 민감하게 길어지는 단점이 있었다. 선발 조합인 HKB-51은 자색은 다소 떨어지나 구형, core길이, 수량성 등에서 우수한 특성을 보여 “자수정”으로 품종보호 출원하게 되었다.



[그림229] 4차년도 봄 성능검정

HKB-34 는 어느 작형에서나 코아길이가 비교적 안정적으로 짧으며 숙기는 약 70일 전후로 엽색이 진한 편이며 분도 많아 터키의 거래처 시험에서도 성능이 우수하게 나왔으며, 거래처의 주문으로 2017년 생산 계획이다.



[그림231] 적양배추 성능검정

그 외 선발조합으로 A-18은 숙기는 75일정도로 구가 비교적 크며 코아 길이가 짧은 편이다. A-64는 고구형으로서 자색이 진하고 분이 많으며 코아 길이도 짧은 편이어서 터키 수출용 조합으로 선발하였다.



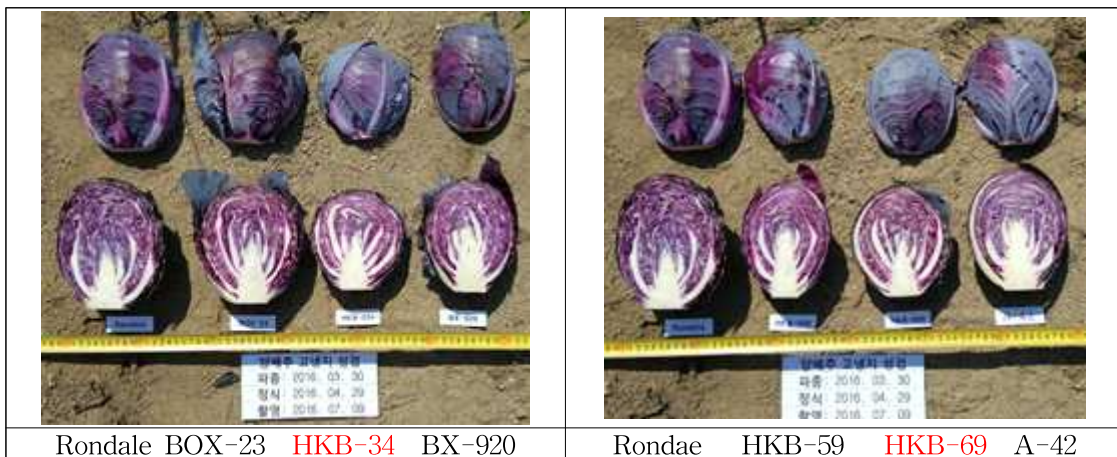
[그림232] 그 외 선발조합

<표179> 2016 봄노지 수량조사 성적표

과종No	SN	RHS	구중(g)	구고(cm)	심고(cm)	심고/구고	구경(cm)	구고/구경
A-002	레드선	59A	1,386	15.0	8.5	0.57	15.0	1.0
A-003	Red Jewel	71A	1,218	14.0	7.5	0.54	16.0	0.9
A-004	레드샤인	71A	1,267	14.0	7.5	0.54	16.0	0.9
A-011	프리메로		1,010	13.0	8.0	0.62	13.5	1.0
A-012	DP60		920	13.5	8.5	0.63	12.5	1.1
A-013	Rondale		958	15.0	5.5	0.37	12.5	1.2
A-016	BOX-23		969	15.0	7.5	0.50	12.8	1.2
A-018		N77A	898	12.5	8.5	0.68	13.0	1.0
A-020	HKB47(34)		837	13.0	6.5	0.50	12.0	1.1
A-024	HKB-051	71A	1,037	13.5	6.5	0.48	13.5	1.0
A-034	HKB-059		822	14.5	7.0	0.48	11.0	1.3
A-044	HKB-069		934	13.5	7.0	0.52	12.0	1.1

(11) 고랭지 성능검정

고랭지 시험에서는 HKB-34 조합이 구크기는 작게 형성되었으나 구형, 숙기, 내병성 및 코아 길이 등 안정적인 성능을 보였으며, HKB-69도 조생종(약 70일형), 고구형으로서 코아길어도 짧아 국내용보다는 고구형을 선호하는 터키 수출용으로서 선발하였다.



[그림233] 고랭지 성능검정

(12) 가을 성능검정

HKB-34는 이전의 봄, 고랭지 시험에서와 마찬가지로 구형, 코아길이 등 안정적인 성능을 보였으며, 새로 선발된 HKB-69는 고구형으로서 구크기도 커서 수량성도 높으며 코아 길이도 짧아 우수한 성능을 보였다. DP 60도 이전의 성능과 마찬가지로 프리메로와 비교하여 토질, 기후, 재배 시기에 관계없이 안정된 구형을 보여 재배의 안정성을 나타냈다. 신규로 작성된 조합으로서는 A-73이 구가 크고 코아가 짧으며 숙기도 비교적 빠른 특성을 보였고, A-42(542), A-63(563), A-133(633), A-140(640) 및 A-146(646)등을 구형, 숙기, 결구긴도, 엽색, 코아 길이 등을 참조하여 선발하였다.



[그림234] 가을 성능검정

(13) 중국 북경 가을 연락시험

중국 북경에서의 연락시험 목적은 중국에서의 성적과 국내에서의 성적을 비교하여 조합 선발의 효율성을 높이는데 있다. 금번의 작황은 외엽의 생육은 무성하나 구형성이 늦고 구 특성이 이전과 다르게 나타났는데 비가 자주 내린 영향인 것 같았다. 대비 품종과 조합의 특성은 다음과 같다.

- 프리메로(베조): 조생, 구형, 농자색, 긴도중, 코아 긴편
- 란체로(베조): 중생, 고구형, 긴도 중, 코아 短
- BOX-23: 고구형, 중조생, 코아중, 긴도중강, 구끝이 약간 뽕죽하게 나타나는데 재배환경 타인지 예년과 약간 다른 특성을 보임
- HKB-34: 고구형, 중소구, 긴도강, 코아짧은 편
- Red-603: 조생, 구형, 농자색, 코아 中短, 긴도 강
- Red-611: 중대구, 구형, 긴도중, 엽색중, 구형우수
- Red-615: 중조생, 구형, 긴도강, 수량성, 코아중, 엽색중, 구형우수
- Red-618: 고구형, 긴도강, 수량성, 구형우수
- Red-624: 고구형, 긴도강, 코아단, 숙기중조, 입성, 소구
- 코아가 짧은 조합들 RED-606, 608, 616, 619, 620 및 HKB-34
- 엽색 좋은 조합: RED-603, 612, 616, 619, HKB-34, 48 및 HKB-48

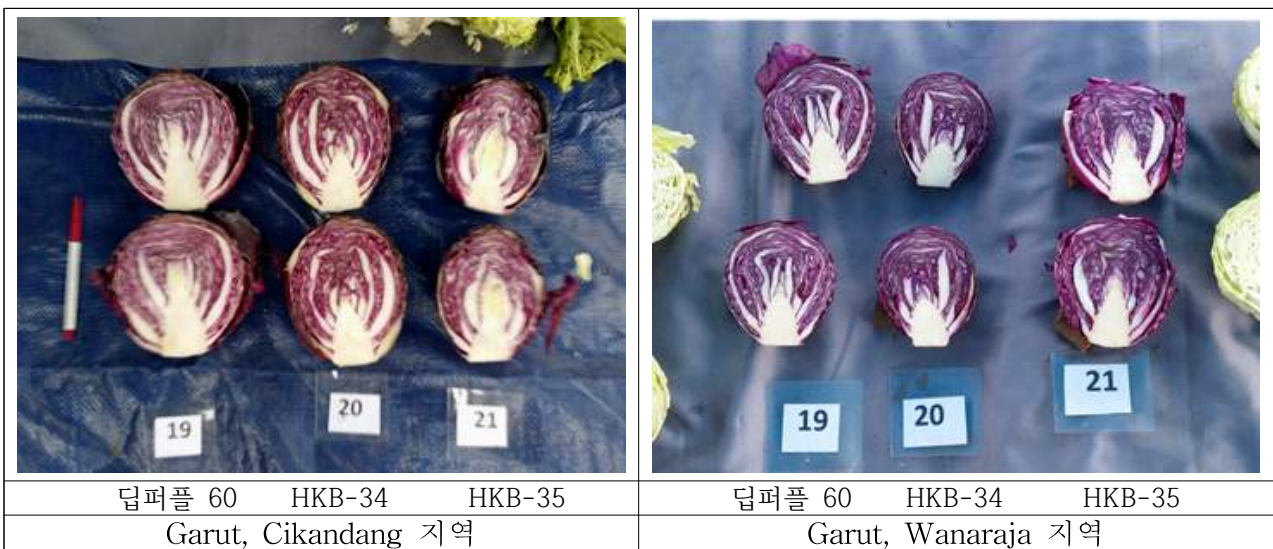


[그림235] 중국 북경 시험포 전경 및 선발 조합들

7. 해외 전시포 시험

(3차년도) - 인도네시아 해외 전시포 시험

인도네시아의 해외전시포 시험은 2015년도엔 서부 자바의 Garut, Cikandang의 해발 1,350m 지역과 Garut, Wanaraja의 해발 730m의 두 지역에서 실시하였으며, 2016년도에는 중부 자바인 Malang에서 실시 하였다. 그 결과 Deep Purple 60이 내서성이 강하여 가장 안정적으로 결구를 하여 우수한 성능을 보였으며 현지 거래처의 시험에서도 좋은 성적이 나왔지만 인도네시아의 적양배추 시장이 그리 크지 않아 수출까지는 아직 연결이 안된 상황이다.



[그림236] 인도네시아 전시포 조합



Garut, Cikandang 지역 전경

대형 마켓 채소 코너

[그림237] 인도네시아 재배전경 및 시장조사

(4차년도) - 미국 해외 전시포 시험

가. 미국 시장 정보

작물	재배면적(acre)	종자소요량(ton)	시장규모(백만USD)	비고
양배추	65,300	8	2.5	
브로콜리	129,400	34	23	

- 브로콜리는 캘리포니아 지역이 미국 전역의 80%를 차지
- 양배추 시장은 생식용보다 가공용이 훨씬 큼
- 상추 시장도 양배추, 브로콜리보다 훨씬 크며, 셀러리도 큰 편임.
- 적양배추는 가공용90%, 생식용10%라고 함.



[그림238] 끝없이 펼쳐진 양배추 재배단지

나. Gilroy 시범포 조사

- 그린 양배추만 공시되었으며, 당사 적양배추는 공시되지 않았음.
- 그린 양배추는 사카다의 Supreme Vantage 와 같이 semi flat 형의 중생종으로서 열구가 늦으며 수량성이 높은 품종을 선호함.
- 이 지역에 재배되고 있는 Romanov 라는 적양배추는 processing 용인데, 만생종이며 대구(약 3.0kg)로서 core가 매우 짧은 우수한 품종이었음.



[그림239] Romanov 절단 사진

다. San Ardo 시범포 조사

- 당사의 적양배추와 대비종이 공시되어 있는 포장.
- 재배 작황이 좋아 특성이 잘 나타났음.
- processing 용인 Romanov 가 구가 크고 수량성이 높으며 core도 짧음.
- 당시 품종 Deep Purple 60은 구중이 보통 1.0kg 전후였으나 재배환경이 좋아 1.37kg 되었음. 이 품종은 구크기가 좀 작은 반면, 재배 안정성이 높은 편임.
- 당사 품종 중 HKB-34는 비교적 코아 길이가 짧은 편임.
- 대비품종 중에서는 Remala가 구형 등 특성이 비교적 좋은 편이었음.

라. Oxnard 시범포 조사

- 전체적으로 생육이 늦어 조생종 이외에는 결구가 덜 되어 있었음.
- Deep Purple 60은 San Ardo에서와 비슷한 특성을 보였음.
- HKB-34와 HKB-35는 서로 다른 특성을 보여(코아길이) 번호가 바뀐 것으로 사료됨.
- BOX-21은 구고가 약간 낮아진 느낌이며, 자색발현도 덜 된 것으로 나타남.
- 이번에 공기된 당사 품종들은 숙기가 빠르며 수분이 많은 생식용인데, 미국 현지에서는 90%이상이 가공용이라고 하여, 이 후 가공용 품종의 개발이 필요하다고 판단 됨



딥퍼플 60 Remala Roadie Omero Romanov BOX-21 HKB-35 HKB-34

[그림240] San Ardo 적양배추 절단 사진



[그림241] Oxnard 적양배추 절단 사진

<표180> San Ardo 수량조사 성적표

CODE	NO	TRIAL CODE	COMPANY	COMPANY CODE	구고 (cm)	코어 (cm)	구경 (cm)	무게 (g)
대비품종	1	Omero	GOWAN		14	7	15	1,532
대비품종	2	Roadie	GOWAN		14.5	6	16	1,228
대비품종	3	Remala	GOWAN		15.5	7.5	14.5	1,172
CA-16	4	CB-US-16516	HANKOOK	DP 60	14	8	14	1,374
CA-17	5	CB-US-16517	HANKOOK	HKB-34	15.5	7	15	1,090
CA-18	6	CB-US-16518	HANKOOK	HKB-35	14.5	7	14	1,290
CA-19	7	CB-US-16519	HANKOOK	BOX-21	14.5	7	15	1,602
대비품종	8	ROMANOV	GOWAN		18.5	6.3	17	2,058

8. 해외 거래처 시교 사업 결과

가. 터키

터키 거래처에는 HKB-34(HKT-3) 등 총 6점을 보냈는데 그 중 HKB-34의 성적이 가장 우수하였다. 고구형에 결구외엽에 분이 많고 core 길이도 짧으며 속기도 빨라 터키에서의 주요 품종인 Integro, Alex, Roxy 등과 비교해도 우수한 성적을 보여, 현재 그 곳에 품종 등록 중에 있으며 2017년도에는 1~2kg의 시교 사업을 확대, 2018년도에는 본격적인 시판을 위하여 주문을 받은 상태이다.



HKB-34



HKB-48 HKB-34 BOX-23 ROXY



[그림242] HKB-34 와 대비품종의 절단 비교 사진

나. 인도네시아

2015년도 인도네시아 시범포 사업에서 선발되었던 Deep Purple 60을 현지 종묘회사에서 field test를 한 결과 대비종 Ruby P.에 비해 당사 품종은 숙기, 긴도, 구형 등에서 우수한 특성을 보였으나 현지 적양배추의 시장이 그리 크지 않아 아직은 수출까지 연결되지 않고 있다.



[그림243] 거래처 비교 시험 : Ruby P.(대비종) KMB-7(딤퍼플60)

다. 이란

Deep Purple 60은 이란 거래처의 시교 사업에서도 내서성, 결구 긴도, 숙기, 구형 등에 있어서 특히 구 크기도 인도네시아나 인도에서처럼 구가 작지 않아 우수한 성능을 보였다. 2016년도에는 이란에 이미 소량 수출하였으며, 2017년도에도 주문을 상당량 받은 상태이다.



[그림244] 이란 거래처 시교 사업

라. 이태리

이태리에서는 Deep Purple 60을 시교 사업 실시하였는데 약간 고구형이며 결구긴도가 강하고 맛은 비교적 우수하였으며 재포성도 강하였으나 구크기가 작고(구중 900g) 엽색이 red가 아니고 purple이라서 이태리 시장의 기호성과는 맞지 않는다고 하여 HKB-51을 다시 시교사업하기로 하였다.

Red cabbage(HK-P60)

- The main advantage are:
- Earliness 80 days from transplanting data
- Plant very compact with low vigor
- Head round oval with average weight 0.90 Kg diameter 13 cm and height cm 14
- Very dense inside head, taste good and not so much sweet
- Good field stand ability more less 95 days

Red cabbage(HK-P60)

- The main attention points are:
- Variety size too small
- Color not red but more purple

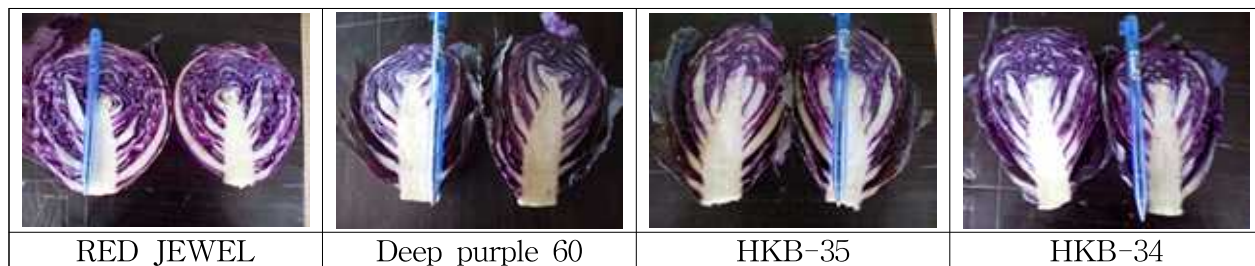
Final decision: DROPPED because not in line with italian market requirement

[그림245] 이태리 시교 사업

마. 필리핀

필리핀 거래처에서의 시교사업은 LONGLONG LA TRINIDAD BENGUET라는 해발 약 1,200M에서 수행되었는데 당사의 시교들은 모두 코아의 길이가 길어서 시장에 적합하지 않는 것으로 평가되었다. 반면 사카다의 RED JEWEL은 상대적으로 작았다. 결구 긴도

에 있어서는 당사 품종 모두 강하였고 자색도 강한 장점이 있었다. 숙기가 늦은 대조 품종에 맞춰 수확했기 때문에 그리고 구고가 높기 때문에 core 길이가 상대적으로 길게 보인 것이 아닐까라는 판단되어 다시 시험키로 하였다.



[그림246] 핀리핀 시교사업

<표181> 핀리핀 시교작물 특성조사

CONDUCTED BY : CHONA SAKIWAT			AREA: LONGLONG LA TRINIDAD BENGUET				COOPERATOR: haverson ent.						
CROP: RED CABBAGE F1			SOIL CONDITION : CLAY LOAM		ALTITUDE: 40000FT (+,-)		DAY & NIGHT°CTEMP:27°-13° C						
variety	plant vigor	% marketability	HEAD / FUITS			INTERNAL							REMARKS
			color	shape	taste	core length (cm)	color	storability	compactness	weight (g)	width (cm)	length (cm)	
DP60 F1	Semi-vigorous	5%	Dark violet	round	Good	6.7	Whitish violet	Good	Compact	300	5.5	10.5	Commercial Introduction Advantage Upright growth. Longer stem Tolerant to club root Compact head
HKB-34 F1	Semi-vigorous	3%	Dark violet	round	Good	7.5	Whitish violet	Good	Compact	275	5.7	11	Advantage Upright growth Longer stem Tolerant to club root Compact head
HKB-35 F1	Semi-vigorous	3%	Dark violet	pointed to oval	Good	6.7	Whitish violet	Good	Compact	250	5.4	12	Advantage Upright growth Longer stem Tolerant to club root Compact headgermination
Red Jewel F1	Vigorous	70%	Pale violet	round	Good	8	Whitish violet	Good	Lose	400	8.5	13	Advantage Resistant to club root Established in the market Good germination. Uniform growth

바. 인도

Deep Purple 60의 인도에서의 성적도 동남아시아 지역의 성적과 마찬가지로 구가 작은 특성이 가장 큰 단점으로 나타났는데, 그 외의 특성 즉, 구형, 숙기, 긴도, 내열구성, 재배의 안정성은 우수하였다. 재배 시 생육을 촉진시킬 수 있도록 비료분과 수분의 공급이 원활하게 공급 하는 중요할 것으로 사료되었다.



[그림246] Deep Purple 60

4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연차별 연구개발 목표 및 달성도

구분 (연도)	세부프로젝트명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용	
1차년도 (2013)	극조생계 뿌리혹 병 저항성 양배추 품종개발	국내·외 양배추 주산지 시장 분석(3건)	100	세계, 중국, 국내시장에 대한 각각의 시장분석(3건)	
		유전자원 수집 및 평가(10점)	초과달성	중국 15점, 인도 7점, 일본 8점(30점) 의 유전자원을 수집 및 원예적형지평 가 및 선발(31점)	
		세포질 융성불임 모본 양성(5점)	초과달성	세포질 융성불임 모본 15점 양성	
		SSD에 의한 계통육성(5점)	초과달성	SSD에 의한 15계통 육성	
		소포자 배양(3점)	초과달성	배양조건 확립 및 소포자 배양(14품종)	
				양배추 소포자배양기술 포스터발표 (2013추계 한국자원식물학회)	
		뿌리혹병 및 내서성 검정, 선발(10 점)	초과달성	뿌리혹병 검정하여 저항성 90계통 및 5조합 선발	
				내서성 검정을 통해 45계통 및 11조합 선발	
		F1 조합작성(10점), 우수조합선발 (2점), 품종보호출원(1건), 생산판 매신고(1건)	초과달성	뿌리혹병 및 내서성 우수 60조합 작성	
	원형계 7조합, 편형계 4조합의 우수 조합 선발(11조합)				
	품종보호출원 2건, 생산판매신고 1건 순도검정 분자마커 2건 개발 및 검정				
	지역적응성 시험 (1건)	초과달성	국내 지역적응성 시험 2건(제주, 진도)		
중국 지역적응성 시험 2건(하북, 무한)					
내수 수입대체 및 수출 향상 (수입대체 6만불 및 수출 100만 불)	110	내수 수입대체율 향상책 - 품종 평가회 4회, - 영업사원 대상 품종특성교육 1회, - 전시회/박람회 3회 (수입대체 6.6만불 달성)			
		수출 촉진책 - 중국의 시장조사 및 수출상담, 시장개척 7회 - 광저우 국제 종자박람회를 통해 품종 홍보 및 적응성시험, 수출 상담 1회 - APSA 통해 품종홍보 및 수출 상담 1회 (수출 116만불 달성)			
조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발	중국 현지 바이어를 통한 시장 정 보 공유	100	중국 현지 바이어인 Beijing Sinoland Agriculture Technology Co.,Ltd와 Chutian Xinke Seeds를 통 한 현지 시장 정보 확보		
	유전자원 10점 이상 수집	120	중국 리딩 품종 및 신품종 등을 12점 수집 및 평가		
	상기 자원과 기존 재료에 대한 특 성조사	100	수집된 리딩품종 및 신품종들의 원예 적 특성 조사를 실시		

		보유 자원에 대한 병리검정 30건 (시들음병, 검은썩음병)	100	보유 중인 자원들의 병리검정을 2013년 가을에 실시(시들음병 및 검은썩음병).
		기존 보유 조생계 계통 간 F1 교배 조합작성	100	원형 조생계 계통 간 F1 교배 조합작성 및 종자확보
		수입대체용 품종 1건 생산판매신고	100	국내 중간지 수입대체용 품종 1건을 생산판매신고 완료
	양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자 마커 개발	유전자 분석과 프라이머 작성	100	알려진 안토시아닌 합성 상류전사유전자 16개 및 생합성관련 14개 유전자 서열을 비교분석하여 프라이머 작성을 완료함
		양배추 유전자 클로닝 및 염기서열 분석 (10건 이상)	100	저온에서 안토시아닌이 발현되는 것 (337, 154)과 안되는 계통(2437, 09WH-45), 자색 양배추(7S4-63, 7S4-51)와 녹색 양배추 계통(2409, 842)으로부터 DNA 추출 위 계통 DNA와 프라이머를 이용하여 유전자를 클로닝하여 염기서열을 분석
		유전자 특이 PCR용 마커 개발 1건	100	염기서열 분석을 통해 SNP, SSR 및 InDel을 찾아 PCR용 유전자특이 마커로 전환하고 검정
		1차 RNA Seq 수행	100	8계통의 양배추로부터 RNA Seq을 수행하고 분석하였음
		분석서비스 5회 이상 제공	100	아시아종묘 제공 양배추 분석
		학술발표 1건	100	5월 원예학회에 학술발표
2차년도 (2014)	극조생계 뿌리혹 병 저항성 양배추 품종개발	국내·외 양배추 주산지 시장 분석 (3건)	100	세계, 중국, 국내시장에 대한 각각의 시장분석(3건)
		유전자원 수집 및 평가(10점)	초과달성	중국 15점, 인도 7점, 일본 8점(30점)의 유전자원을 수집 및 원예적형적평가 및 선발(31점)
		세포질 융성불임 모본 양성(5점)	초과달성	세포질 융성불임 모본 15점 양성
		SSD에 의한 계통육성(5점)	초과달성	SSD에 의한 15계통 육성
		소포자 배양(3점)	초과달성	배양조건 확립 및 소포자 배양(14품종)
		뿌리혹병 및 내서성 검정, 선발(10점)	초과달성	뿌리혹병 검정하여 저항성 90계통 및 5조합 선발 내서성/내습성 검정을 통해 5계통 및 5조합 선발
		F1 조합작성(10점), 우수조합선발(2점), 품종보호출원(1건), 생산판매신고(1건)	초과달성	뿌리혹병 및 내서성 우수 60조합 작성 원형계 8조합, 편형계 4조합의 우수 조합 선발(12조합) 품종보호출원 1건, 생산판매신고 2건
	조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발	현지 시장 정보 수집 및 유전자원 수집 평가 (유전자원 수집 평가 10점)	110	중국 현지 정보 수집 및 운남성 통해현에 대한 세부 시장 현황 수집 유전자원 11점 수집 및 평가
		육성 재료 선발 및 계통 육성 (육성재료 선발 10계통)	100	포장 검증을 통한 고정된 계통 선발 및 증식(12계통)

				분리 고정이 필요한 중간 모본 세대 진전(285개체) 병리(시들음병, 검은썩음병) 검정을 통한 저항성 육종 재료 선발 자가불화합 분자마커를 이용한 계통 자가불화합 인자 분석(50계통)
		소포자 배양법 확립	100	시들음병 저항성과 검은썩음병 저항성 계통간 F1 개체를 이용한 소포자 배양 실시(3건)
		F1 조합에 대한 성능 검정 (우수조합 선발 2건)	100	국내외 시험을 통해 수출용 조합 4조합, 수입대체용 조합 2조합 선발
		채종 시험 1건 실시	100	선발 조합(No.18) 1건에 대한 채종 시험 실시 완료
		생산 판매 신고 및 품종 보호 출원 (각 1건)	100	생산판매 신고(로알킹) 및 품종 보호 출원(No.18) 각 1건 완료
양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자 마커 개발		RNA Seq 결과 분석과 마커 개발 용 유전자 10개 선발	100	8개의 양배추계통으로부터 DNA 추출하고 클로닝하여 서열분석을 수행하여 많은 마커 후보를 발굴
		표적 유전자 클로닝과 SNP, SSR 및 InDel 발굴	100	염기서열분석을 통하여 polymorphism을 보이는 서열을 대상으로 PCR 및 SNP탐색용 프라이머 제작과 검정
		마커 개발을 위한 검증	100	모본 계통과 시판계통 및 육성계통 양배추를 활용하여 마커 검증
		유전자특이 분자마커 1개 개발	100	검정을 통해서 분자마커 1개를 개발하여 특허출원
		분석서비스 10건	100	주관과제와 연구팀 양배추 분석서비스 수행(아시아종묘, 우리종묘, 한국종묘를 대상으로)
		학술발표 2건	100	포스터 발표 2 (국제 및 국내)건
		유전자원의 수집	100	국내외 유전자원 수집(약10점) -17점 수집
조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 양배추 품종 개발		내병성 검정	100	내병성 검정(20점) -마커 검정 이용 내병성 검정 :82점
		계통 육성	100	농자색의 적양배추 육성재료 선발 및 고정(20점) : 85점 고정 작업 중
		계통들의 융성불임(MS)화	100	고정된 주요 계통들의 MS화(10점) -19계통 MS화 진행 중
		조합작성 및 F1 성능검정	100	교배조합 작성(20조합) 및 성능 검정 : 신규조합 51점 수행함
		현지 적응성시험	100	국내외 현지 적응성 시험(3조합) :국내-6점, 해외-13점
		유전자원 수집 및 평가(10점)	초과 달성	유전자원을 52점 수집(중국 29점, 유럽 8점, 일본 15점) 및 원예적 형질평가 및 선발
3차년도 (2015)	극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	SSD에 의한 계통육성(10점)	초과 달성	SSD에 의한 288계통 육성 (뿌리혹병에 강한 30계통, 내서성/내

			습성에 강한 24계통 등)
	소포자 배양(10)	초과 달성	확립된 배양조건을 이용한 배양체 확보 892배(148개 유식물 확보 및 순화)
	세포질 응성불입 모본 양성(10점)	초과 달성	세포질 응성불입 모본 40점 양성
	뿌리혹병 및 내서성/내습성 검정, 조합작성(30점), 선발(10점)	초과 달성	뿌리혹병 Race 판별 뿌리혹병 검정 (90계통 집중, 87계통 선발, 31조합, 10조합 선발) 내서성/내습성 검정 (70계통 검정, 51계통 선발, 65조합, 10조합 선발)
	F1 조합작성(10점) 및 우수조합선발(3점)	초과 달성	F1 조합작성 65조합 우수조합 4조합 선발 (원형계 3조합, 편형계 1조합) 2품종 순도 검정 마커 개발
	적응성 시험 및 생산력 검정	초과 달성	중간지(10조합), 제주(21조합) 지역 적응성 시험 중국 지역 적응성 시험(9조합) 중자 생산력 검정(5조합)
	품종보호출원(1건) 및 생산판매신고(2건)	100	품종보호출원 1건(CT-502) 생산·수입판매신고 2건(CT-501, CT-411)
	수입대체 10만불 및 수출 200만불 달성	91	내수 수입대체율 향상책 (국내 전시포 4회, 시범포 및 품평회 4회, 시교 5회, 협의회 및 교육 7회, 홍보활동 14회, 언론홍보 11회, 인적 네트워크 구축) 수입대체 10만불 달성
수출 촉진책 (국외 전시포 1회, 품종평가회 및 설명회 4회, 시교 9회, 홍보활동 5회, 시장조사 및 개척활동 14회) 수출 155만불 달성			
조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발	유전자원 수집 및 평가	120	-유전자원 수집 평가(12건), 해외 시장 정보 수집
	육성 재료 선발 및 계통 육성	100	-재배 시험을 통해 육종 활용 가능한 고정 계통 선발(10건)
	생명공학기법(병리/마커/조직배양)을 이용한 계통 특성 분석 및 선발	100	-병리 집종을 통한 개체선발 및 세대진전 ;검은썩음병저항성 62개체 선발 ;시들음병 저항성 52개체 선발 -MABC 분석을 통한 여교배 개체 선발 실시
	F1 조합에 대한 성능 검정	100	-F1 교배조합 작성 및 특성 분석을 통해 우수 조합 선발 ; 수출용 4조합, 수입대체용 2조합 선발 -2차년도 선발된 조생계 원형 4조합 중국 확대 시험 공시 (중국 9개 협력사)

		생산판매 신고	100	-3차년도 선발된 No.36에 대한 생산 판매 신고 완료(품종명;HN3804)
		종자 수출액	20	- 3차년도 수출 6만불 달성
	양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자 마커 개발	자색관련 마커 개발	100	안토시아닌 합성을 조절하는 전사인자인 <i>BoMYBL2</i> (전사억제자)의 결실 및 프로모터 치환등을 밝혀 마커로 개발함
		안토시아닌 축적마커 개발	100	RNA seq결과를 토대로 후속연구를 통하여 자색과 녹색을 구분하는 SSR과 SNP 및 InDel을 <i>EG10</i> 과 <i>EG16</i> 유전자에서 발굴함
		선명한 녹색선발 마커 개발	100	애기장대의 AT4G01883과 상동성인 양배추의 <i>EG10</i> 에 녹색양배추에서만 찾을 수 있는 InDel을 발굴함
		내서성과 내한성 마커 개발	100	내서성 마커 1개와 내한성 마커 1개를 개발하였으며, 차년도 연구를 위한 후보 유전자를 선발하였음
		RNA seq분석, 논문작성	100	전사체 분석결과를 토대로 마커 개발을 위한 유전자 탐색 및 후속연구결과를 첨가하여 논문을 작성함
		분석서비스 수행	100	적색배추에 대한 분석은 24건 수행하였으나, 자색양배추의 안토시아닌함량과 더불어 분자마커 서비스는 진행 중에 있음 (2월까지는 완료가가능함)
	조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적 양배추 품종 개발	다양한 유전자원의 수집, 평가, 재료육성	100	국내외 유전자원 수집, 성능검정. 식미 등 특성 조사 후 선발 칼라차트이용 농자색 재료 선발
		우수계통의 MS 화 계속	100	backcross 실시 주요 계통들의 MS화 계속
		내병성 검정	100	내병성 검정-마커 및 생물 검정 이용한 내병성 검정
		조합작성. 성능검정 및 지역 적응성 시험	100	인공교배, 별이용 조합작성, 연구 소 및 양배추 재배 단지 적응성 시험
		원종증식 및 종자 생산성 시험	100	주요 조합들의 원종 증식 및 채종시험
		품종보호출원	100	품종보호출원-1품종
4차년도 (2016)	극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발	유전자원 수집 및 평가(5점)	초과 달성	유전자원을 40점 수집(중국 20점, 유럽 1점, 일본 16점, 동남아 3점) 및 원예적 형질평가 및 선발
		SSD에 의한 계통육성(5점)	초과 달성	SSD에 의한 299계통 육성 (뿌리혹병에 강한 41계통, 내한성에 강한 36계통 등)
		소포자 배양(5)	초과 달성	확립된 배양조건을 이용한 배양체 확보 431개(88개 유식물 확보 및 순화)
		세포질 응성불임 모본 양성(5점)	초과 달성	세포질 응성불임 모본 35점 양성
		내병성 품종 조합작성(10점), 선발(10점)	초과 달성	뿌리혹병 Race 판별 뿌리혹병 검정

				(86계통 집중, 56계통 선발, 15조합, 4조합 선발) 내한성 검정 (85계통 검정, 23계통 선발, 20조합, 6조합 선발)
	F1 조합작성(15점) 및 우수조합선발 (3점)	초과 달성		F1 조합작성 70조합 우수조합 6조합 선발 (원형계 5조합, 편형계 1조합) 2품종 순도검정
	적응성 시험 및 생산력 검정	초과 달성		중간지(9조합), 제주(51조합) 지역 적응성 시험 중국 지역 적응성 시험(12조합) 종자 생산력 검정(5조합)
	품종보호출원(1건) 및 품종보호 등록(1건), 생산판매신고(2건)	초과 달성		품종보호출원 2건(CT-501,CT-411) 생산·수입판매신고 2건(CT-621, CT-623)
	수입대체 12만불 및 수출 250만불 달성	81		내수 수입대체를 향상책 (국내 전시포 8회, 시교 6회, 협의회 및 교육 5회, 홍보활동 4회, 언론홍보 8회, 인적네트워크 구축) 수입대체 12만불 달성 수출 촉진책 (국외 전시포 1회, 품종평가회 및 설명회 4회, 시교 6회, 홍보활동 2회, 시장조사 및 개척활동 8회) 수출 155만불 달성
조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발	유전자원 수집 및 평가	120		유전자원 수집 평가(12건), 해외 시장 정보 수집
	육성 재료 선발 및 계통 육성	100		재배 시험을 통해 육종 활용 가능한 고정 계통 선발(10건)
	생명공학기법(병리/마커/조직배양)을 이용한 계통 특성 분석 및 선발	100		병리 집중을 통한 개체선발 및 세대진전 ;검은썩음병저항성 75개체 선발 ;시들음병 저항성 34개체 선발 ;뿌리혹병 저항성 86개체 선발 MABC 분석을 통한 여교배 개체 선발 실시
	F1 조합에 대한 성능 검정	100		F1 교배조합 작성 및 특성 분석을 통해 우수 조합 선발 ; 수출용 4조합 3차년도 선발된 조생계 원형 조합 중국 확대 시험
	종자 수출액	35		4차년도 수출 17.6만불 달성
양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자 마커 개발	자색관련 마커 개발	100		안토시아닌 합성을 조절하는 전사인자인 <i>BoMYBL2</i> (전사억제자)의 결실 및 프로모터 치환등을 밝혀 마커로 개발함

		안토시아닌 축적마커 개발	100	RNA seq결과를 토대로 후속연구를 통하여 자색과 녹색을 구분하는 SSR과 SNP 및 InDel을 <i>EG10</i> 과 <i>EG16</i> 유전자에서 발굴함
		선명한 녹색선발 마커 개발	100	애기장대의 AT4G01883과 상동성인 양배추의 <i>EG10</i> 에 녹색양배추에서만 찾을 수 있는 InDel을 발굴함
		내서성과 내한성 마커 개발	100	내서성 마커 1개와 내한성 마커 1개를 개발하였으며, 차년도 연구를 위한 후보 유전자를 선발하였음
		RNA seq분석, 논문작성	100	전사체 분석결과를 토대로 마커 개발을 위한 유전자 탐색 및 후속연구결과를 첨가하여 논문을 작성함
		분석서비스 수행	100	적색배추에 대한 분석은 24건 수행하였으나, 자색양배추의 안토시아닌함량과 더불어 분자마커 서비스는 진행 중에 있음 (2월까지는 완료가능함)
	조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 양배추 품종 개발	다양한 유전자원의 수집, 평가, 재료육성	100	국내외 유전자원 수집, 성능검정. 식미 등 특성 조사 후 선발 칼라차트이용 농자색 재료 선발
		우수계통의 MS 화 계속	100	backcross 실시 주요 계통들의 MS화 계속
		내병성 검정	100	내병성 검정-마커 및 생물 검정 이용한 내병성 검정
		조합작성. 성능검정 및 지역 적응성 시험	100	인공교배, 벌이용 조합작성(176), 연구소 및 양배추 재배 단지 적응성 시험
		원종증식 및 종자 생산성 시험	100	주요 조합들의 원종 증식 및 채종시험
	품종보호출원	100	품종보호등록-1품종(답퍼플60) 품종보호출원-1품종(자수정)	

제 2 절 관련분야에의 기여도

- 양배추 품종 육성에 바탕이 될 수 있는 국외 유전자원을 수집
- 소포자 배양기술을 통한 우수 유전자원 확보
- 양배추 옹성불임 육종체계 확보
- 시험포 운영을 통한 수입대체와 수출 증대
- 양배추 색소관련 연구결과 논문발표를 통한 과학적 위상제고.
- 양배추 원예형질관련 분자마커 개발 기술 향상
- 분자마커 활용을 통한 양배추 분자유종기술 지원
- 분자유종관련 인력양성
- 해외 정보 수집 및 인프라 구축
- 수출용 품종 개발
- 생명공학 기술(병리/분자마커)과 전통 육종의 접목

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1 절 극조생계 뿌리혹병 저항성 양배추 품종개발

1. 품종 개발

연도	구분	품종 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원			등록			기타
				출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
1차년도	품종보호출원	코리안 익스프레스	대한민국	농업회사법인 아시아종묘(주)	2014.01.28	2014 - 53	농업회사법인 아시아종묘(주)	2016.06.03.	제6189호	
	품종보호출원	와이알 춘동	대한민국	농업회사법인 아시아종묘(주)	2014.01.28	2014 - 51	농업회사법인 아시아종묘(주)	2016.06.03.	제6186호	
	생산·판매수입신고	포인트	대한민국	농업회사법인 아시아종묘(주)	2014.01.29	신고번호 02-0003-2014-4				
2차년도	품종보호출원	씨티 412	대한민국	농업회사법인 아시아종묘(주)	2015.01.05	2015-43				
	생산·판매수입신고	씨티 416	대한민국	농업회사법인 아시아종묘(주)	2015.01.07	신고번호 02-0003-2015-1				
	생산·판매수입신고	씨티 10	대한민국	농업회사법인 아시아종묘(주)	2015.01.07	신고번호 02-0003-2015-7				
3차년도	품종보호출원	씨티 502	대한민국	농업회사법인 아시아종묘(주)	2015.11.23	2015-661				
	생산·판매수입신고	씨티 501	대한민국	농업회사법인 아시아종묘(주)	2015.11.24.	신고번호 02-0003-2015-23				
	생산·판매수입신고	씨티 411	대한민국	농업회사법인 아시아종묘(주)	2015.11.24.	신고번호 02-0003-2015-22				
4차년도	품종보호출원	씨티 411	대한민국	농업회사법인 아시아종묘(주)	2016.10.18.	2016-486				
	품종보호출원	씨티 501	대한민국	농업회사법인 아시아종묘(주)	2016.10.18.	2016-487				
	생산·판매수입신고	씨티 621	대한민국	농업회사법인 아시아종묘(주)	2016.10.25.	신고번호 02-0003-2016-14				
	생산·판매수입신고	씨티 623	대한민국	농업회사법인 아시아종묘(주)	2016.10.25.	신고번호 02-0003-2016-16				

민원인을 가족같이, 민원을 내일같이
농작업 대행에 필요한 일손지원 담당자에게 문의하시기 바랍니다.
담당자: 최나리 전화: 0331-467-0111 FAX: 0331-467-0116
인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr
4300-0100 경기도 안양시 만안구 안양로 184

품종보호출원번호 통지서

출원일자: 2014. 1.28
품종보호 출원번호: 출원 2014 - 53
출원명칭 출원번호: 명칭 2014 - 149

작 품 명: 양배추
품종 명칭: 코리안익스프레스스
출 원 인: 농업회사법인 아시아농업(주)
주 소: 서울시 송파구 송대로 150 백암빌딩 7층

2014년 01월 29일

국립종자원장

‘코리안 익스프레스’의
품종보호출원번호 통지서

민원인을 가족같이, 민원을 내일같이
농작업 대행에 필요한 일손지원 담당자에게 문의하시기 바랍니다.
담당자: 최민지 전화: 0294-912-0113 FAX: 0294-912-0210
인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr
4300-0100 경상북도 김천시 혁신로 119

품종보호출원번호 통지서

출원일자: 2015. 1.25
품종보호 출원번호: 출원 2015 - 43
출원명칭 출원번호: 명칭 2015 - 48

작 품 명: 양배추
품종 명칭: 벡터-412
출 원 인: 농업회사법인 아시아농업(주)
주 소: 서울시 송파구 송대로 150 백암빌딩 7층

2015년 01월 29일

국립종자원장

‘CT-412’의
품종보호출원번호 통지서

민원인을 가족같이, 민원을 내일같이
농작업 대행에 필요한 일손지원 담당자에게 문의하시기 바랍니다.
담당자: 최나리 전화: 0331-467-0111 FAX: 0331-467-0116
인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr
4300-0100 경기도 안양시 만안구 안양로 184

품종보호출원번호 통지서

출원일자: 2014. 1.28
품종보호 출원번호: 출원 2014 - 51
출원명칭 출원번호: 명칭 2014 - 147

작 품 명: 양배추
품종 명칭: 와이알순종
출 원 인: 농업회사법인 아시아농업(주)
주 소: 서울시 송파구 송대로 150 백암빌딩 7층

2014년 01월 29일

국립종자원장

‘와이알순동’의
품종보호출원번호 통지서

민원인을 가족같이, 민원을 내일같이
농작업 대행에 필요한 일손지원 담당자에게 문의하시기 바랍니다.
신 고 번 호: 02-0003-2014-4
출원명칭 등록출원번호: 40-2014-000187

2014년 01월 29일

품종 생산·수입판매 신고증명서
신 고 번 호: 02-0003-2014-4
출원명칭 등록출원번호: 40-2014-000187

신 청 인	성명: 최나리 (대표자) 주 소: 서울시 송파구 송대로 150 백암빌딩 7층 (S1130-140)	생년월일: 1971년 06월 19일 (출생지: 경북) 전화번호: 02-440-4303
특 정 자	성명: 최나리 주 소: 경기도 김포시 김포동로 서쪽 427-2 아시아농업(주) 양양동 150호 (S1130-140)	생년월일: 1971년 12월 19일 (출생지: 경북) 전화번호: 070-4020-2488

종종이 속하는 재종(외떡잎 및 밀)명: *Brassica oleracea L. var capitata* 양배추

종종이 명칭: 코리안 익스프레스

「종사안입법」 제33조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 종종의 명칭·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.
(단, 이 증명서 명칭은 「식물신품종보호법」 제109조에 따라 등록이후에 사용될 수 있습니다.)

2014년 01월 29일

국립종자원장

‘포인트’의 품종
생산·수입판매 신고증명서

민원인을 가족같이, 민원을 내일같이
농작업 대행에 필요한 일손지원 담당자에게 문의하시기 바랍니다.
신 고 번 호: 02-0003-2015-3
출원명칭 등록출원번호: 40-2015-000252

2015년 01월 29일

품종 생산·수입판매 신고증명서
신 고 번 호: 02-0003-2015-3
출원명칭 등록출원번호: 40-2015-000252

신 청 인	성명: 최나리 (대표자) 주 소: 서울시 송파구 송대로 150 백암빌딩 7층 (S1130-140)	생년월일: 1971년 06월 19일 (출생지: 경북) 전화번호: 02-440-4303
특 정 자	성명: 최나리 주 소: 경기도 김포시 김포동로 서쪽 427-2 아시아농업(주) 양양동 150호 (S1130-140)	생년월일: 1971년 12월 19일 (출생지: 경북) 전화번호: 070-4020-2488

종종이 속하는 재종(외떡잎 및 밀)명: *Brassica oleracea L. var capitata* 양배추

종종이 명칭: 벡터-412 CT-412

「종사안입법」 제33조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 종종의 명칭·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.
(단, 이 증명서 명칭은 「식물신품종보호법」 제109조에 따라 등록이후에 사용될 수 있습니다.)

2015년 01월 29일

국립종자원장

‘CT-416’의 품종
생산·수입판매 신고증명서

민원인을 가족같이, 민원을 내일같이
농작업 대행에 필요한 일손지원 담당자에게 문의하시기 바랍니다.
신 고 번 호: 02-0003-2015-7
출원명칭 등록출원번호: 40-2015-000257

2015년 02월 10일

품종 생산·수입판매 신고증명서
신 고 번 호: 02-0003-2015-7
출원명칭 등록출원번호: 40-2015-000257

신 청 인	성명: 최나리 (대표자) 주 소: 서울시 송파구 송대로 150 백암빌딩 7층 (S1130-140)	생년월일: 1971년 06월 19일 (출생지: 경북) 전화번호: 02-440-4303
특 정 자	성명: 최나리 주 소: 경기도 김포시 김포동로 서쪽 427-2 아시아농업(주) 양양동 150호 (S1130-140)	생년월일: 1971년 12월 19일 (출생지: 경북) 전화번호: 070-4020-2488

종종이 속하는 재종(외떡잎 및 밀)명: *Brassica oleracea L. var capitata* 양배추

종종이 명칭: 벡터-412 CT-10

「종사안입법」 제33조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 종종의 명칭·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.
(단, 이 증명서 명칭은 「식물신품종보호법」 제109조에 따라 등록이후에 사용될 수 있습니다.)

2015년 02월 10일

국립종자원장

‘CT-10’의 품종
생산·수입판매 신고증명서

민원인을 가족같이, 민원을 내일같이
동지된 내용에 의문이 있으시면 담당자에게 문의하시기 바랍니다.
담당자: 김지유 전화: (054) 912-0113 FAX: (054) 912-0210
인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr

3966-0770 경상북도 김천시 혁신로 119

품종보호출원번호 통지서

출원일자: 2015.11.23
품종보호 출원번호: 출원 2015 - 461
품종명칭 출원번호: 명칭 2015 - 1424

작 물 명: 양배추
출원 명칭: 씨티-502
출 원 인: 농업회사법인 아시아종묘(주)
주 소: 서울시 송파구 중대로 150 백암빌딩 7층

2015년 11월 23일

국립종자원장

'CT-502'의 품종보호출원번호 통지서

민원인 제23호 서지

품종 생산·수입판매 신고증명서

신고번호: 02-0003-2015-23
품종명칭 등록출원번호: 40-2015-001623

신 원 인	성 명 유경호 (대표자)	생년월일 1971년 04월 19일 (외국인은 국적)
	주 소 서울시 송파구 중대로 150 백암빌딩 7층 181130-100	
	법인명칭 농업회사법인 아시아종묘(주)	전화번호 02-443-4303

특 성 자	성 명 이진호	생년월일 1971년 12월 19일 (외국인은 국적)
	주 소 경기도 여주시 양호동로 44번길 447-2 아시아종묘(주) 행정동백옥농원7호	전화번호 070-4010-4408

품종이 속하는 작물의 학명 및 명칭 *Brassica oleracea* L. var. capitata 양배추

품종의 명칭 씨티502 CT 502

'종자선입법' 제38조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.
(단, 이 증명서의 명칭은 '이물선종묘로입', 제109조에 따라 등록된 이후에 사용할 수 있습니다.)

2015년 11월 24일

국립종자원장

'CT-501'의 품종 생산·수입판매 신고증명서

민원인 제23호 서지

품종 생산·수입판매 신고증명서

신고번호: 02-0003-2015-22
품종명칭 등록출원번호: 40-2015-001624

신 원 인	성 명 유경호 (대표자)	생년월일 1971년 04월 19일 (외국인은 국적)
	주 소 서울시 송파구 중대로 150 백암빌딩 7층 181130-100	
	법인명칭 농업회사법인 아시아종묘(주)	전화번호 02-443-4303

특 성 자	성 명 이진호	생년월일 1971년 12월 19일 (외국인은 국적)
	주 소 경기도 여주시 양호동로 44번길 447-2 아시아종묘(주) 행정동백옥농원7호	전화번호 070-4010-4408

품종이 속하는 작물의 학명 및 명칭 *Brassica oleracea* L. var. capitata 양배추

품종의 명칭 씨티411 CT 411

'종자선입법' 제38조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.
(단, 이 증명서의 명칭은 '이물선종묘로입', 제109조에 따라 등록된 이후에 사용할 수 있습니다.)

2015년 11월 24일

국립종자원장

'CT-411'의 품종 생산·수입판매 신고증명서

민원인을 가족같이, 민원을 내일같이
동지된 내용에 의문이 있으시면 담당자에게 문의하시기 바랍니다.
담당자: 김지유 전화: (054) 912-0113 FAX: (054) 912-0210
인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr

396660 경상북도 김천시 혁신로 119

품종보호출원번호 통지서

출원일자: 2016.10.18
품종보호 출원번호: 출원 2016 - 486
품종명칭 출원번호: 명칭

작 물 명: 양배추
출원 명칭: 씨티411
출 원 인: 농업회사법인 아시아종묘(주)
주 소: 서울시 송파구 중대로 150 백암빌딩 7층

2016년 10월 18일

국립종자원장

'CT-411'의 품종보호출원번호 통지서

민원인 제23호 서지

품종 생산·수입판매 신고증명서

신고번호: 02-0003-2016-14
품종명칭 등록출원번호: 40-2016-001091

신 원 인	성 명 유경호 (대표자)	생년월일 1971년 04월 19일 (외국인은 국적)
	주 소 서울시 송파구 중대로 150 백암빌딩 7층 181130-100	
	법인명칭 농업회사법인 아시아종묘(주)	전화번호 02-443-4303

특 성 자	성 명 이진호	생년월일 1971년 12월 19일 (외국인은 국적)
	주 소 경기도 여주시 양호동로 44번길 447-2 아시아종묘(주) 행정동백옥농원7호	전화번호 070-4010-4408

품종이 속하는 작물의 학명 및 명칭 *Brassica oleracea* L. var. capitata 양배추

품종의 명칭 씨티501 CT-501

'종자선입법' 제38조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.
(단, 이 증명서의 명칭은 '이물선종묘로입', 제109조에 따라 등록된 이후에 사용할 수 있습니다.)

2016년 10월 25일

국립종자원장

'CT-501'의 품종보호출원번호 통지서

민원인 제23호 서지

품종 생산·수입판매 신고증명서

신고번호: 02-0003-2016-14
품종명칭 등록출원번호: 40-2016-001091

신 원 인	성 명 유경호 (대표자)	생년월일 1971년 04월 19일 (외국인은 국적)
	주 소 서울시 송파구 중대로 150 백암빌딩 7층 181130-100	
	법인명칭 농업회사법인 아시아종묘(주)	전화번호 02-443-4303

특 성 자	성 명 이진호	생년월일 1971년 12월 19일 (외국인은 국적)
	주 소 경기도 여주시 양호동로 44번길 447-2 아시아종묘(주) 행정동백옥농원7호	전화번호 070-4010-4408

품종이 속하는 작물의 학명 및 명칭 *Brassica oleracea* L. var. capitata 양배추

품종의 명칭 씨티621 CT-621

'종자선입법' 제38조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.
(단, 이 증명서의 명칭은 '이물선종묘로입', 제109조에 따라 등록된 이후에 사용할 수 있습니다.)

2016년 10월 25일

국립종자원장

'CT-621'의 품종 생산·수입판매 신고증명서

페이지 4/23로 처리

품종 생산·수입판매 신고증명서	
신고번호: 02-0003-2016-16 품종명칭 등록출원번호: 40-2016-001003	
신청인	성명: 류경호 (대표자) 주소: 서울시 송파구 중대로 150 백암빌딩 7층 (주) 138-160 발원명칭: 농림과학기술 아시아종묘(주) 전화번호: 02-443-4303
육상자	성명: 이인호 주소: 경기도 수원시 팔달로 447-2 아시아종묘(주) 경영본부 출원사무소 생년월일: 1975년 12월 19일 (외국인은 국적) 전화번호: 070-4010-8466
품종이 속하는 작물의 학명 및 명칭: <i>Brassica oleracea</i> L. var. capitata 양배추	
품종의 명칭: 씨비-623 (CT-623)	
「종자산업법」 제38조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27.35제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 전보를 하였음을 증명합니다. (단, 이 품종의 명칭은 「식물신종보호법」 제109조에 따라 등록된 이후에 사용할 수 있습니다.)	
2016년 10월 25일	
국립종자원	

‘CT-623’의 품종
생산·수입판매 신고증명서



품종보호권등록증
CERTIFICATE ON THE GRANT OF PLANT VARIETY RIGHTS

품종보호: 제6189호
GRANT NUMBER No. 6189
출원번호: 제 2014-53호
APPLICATION NUMBER No. 2014-51
출원일: 2014년 01월 28일
FILING DATE 20140128
등록일: 2016년 06월 03일
GRANT DATE 03062016

작물의 일반명 및 학명: 양배추
COMMON NAME & BOTANICAL NAME OF THE PLANT: *Brassica oleracea* L. var. capitata
품종의 명칭: 코리아익스프레스
DENOMINATION: Korean Express
품종보호권 존속기간: 2016년 06월 03일 - 2036년 06월 02일
PROTECTION PERIOD: 03062016 - 02062036
품종보호권자: 농림회사법인 아시아종묘(주)
TITLE HOLDER: Asia Seed Co., Ltd
소재지: 송은호, 이인호, 황병호
BREEDER: Song, Jun Ho, In Ho, Lee, Hwang, Byung Ho

위의 품종은 「식물신종보호법」 제54조에 따라 품종보호
등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This variety is to certify that plant variety protection right is registered
according to Plant Variety Protection Act.

2016년 06월 03일
03/06/2016

국립종자원
THE COMMISSIONER OF THE KOREA SEED & PLANT VARIETY PROTECTION AGENCY



품종보호권등록증
CERTIFICATE ON THE GRANT OF PLANT VARIETY RIGHTS

품종보호: 제6186호
GRANT NUMBER No. 6186
출원번호: 제 2014-51호
APPLICATION NUMBER No. 2014-51
출원일: 2014년 01월 28일
FILING DATE 20140128
등록일: 2016년 06월 03일
GRANT DATE 03062016

작물의 일반명 및 학명: 양배추
COMMON NAME & BOTANICAL NAME OF THE PLANT: *Brassica oleracea* L. var. capitata
품종의 명칭: 와이알춘동
DENOMINATION: VR ClouDong
품종보호권 존속기간: 2016년 06월 03일 - 2036년 06월 02일
PROTECTION PERIOD: 03062016 - 02062036
품종보호권자: 농림회사법인 아시아종묘(주)
TITLE HOLDER: Asia Seed Co., Ltd
소재지: 송은호, 이인호, 황병호
BREEDER: Song, Jun Ho, In Ho, Lee, Hwang, Byung Ho

위의 품종은 「식물신종보호법」 제54조에 따라 품종보호
등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This variety is to certify that plant variety protection right is registered
according to Plant Variety Protection Act.

2016년 06월 03일
03/06/2016

국립종자원
THE COMMISSIONER OF THE KOREA SEED & PLANT VARIETY PROTECTION AGENCY

‘코리아익스프레스’의
품종보호등록

‘와이알춘동’의 품종보호등록

2. 유전자원 수집

년도	번호	특성	수집	등록			기타
				등록인	등록일	등록번호	
1차년도 (2013)	BN 13-01	숙기: 56일, 구형 :원형, 납질: 없음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN 13-02	숙기: 52일, 구형 :원형, 납질: 없음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN 13-03	숙기: 56일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN 13-04	숙기: 63일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN 13-05	숙기: 61일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN 13-06	숙기: 57일, 구형 :원형, 납질: 없음, 재포력: 상	중국				미등록
	BN 13-07	숙기: 60일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 상	중국				미등록
	BN 13-08	숙기: 55일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN 13-09	숙기: 52일, 구형 :원형, 납질: 없음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN 13-10	숙기: 49일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN 13-11	숙기: 70일, 구형 :원형, 납질: 없음, 재포력: 상	인도				미등록
	BN 13-12	숙기: 69일, 구형 :원형, 납질: 없음, 재포력: 상	인도				미등록
	BN 13-13	숙기: 64일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 중	인도				미등록
	BN 13-14	숙기: 58일, 구형 :원형, 납질: 없음, 재포력: 상	인도				미등록
	BN 13-15	숙기: 59일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 상	인도				미등록
	BN 13-16	숙기: 67일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN 13-17	숙기: 77일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN 13-18	숙기: 63일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 중	일본				미등록

	BN 13-19	숙기: 62일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN 13-20	숙기: 55일, 구형 :원형, 납질: 없음, 재포력: 중	일본				미등록
	BN 13-21	숙기: 71일, 구형: 편형, 납질: 없음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN 13-22	숙기: 83일, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	중국				미등록
	BN 13-23	숙기: 82일, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	중국				미등록
	BN 13-24	숙기: 90일, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	중국				미등록
	BN 13-25	숙기: 84일, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN 13-26	숙기: 81일, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN 13-27	숙기: 69일, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN 13-28	숙기: 71일, 구형: 편형, 납질: 없음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN 13-29	숙기: 76일, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 중	인도				미등록
	BN 13-30	숙기: 74일, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 중	인도				미등록
2차년도 (2014)	BN 14-01	숙기: 64일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN 14-02	숙기: 58일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN 14-03	숙기: 53일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 상	중국				미등록
	BN 14-04	숙기: 56일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN 14-05	숙기: 58일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 상	중국				미등록
	BN 14-06	숙기: 56일, 구형 :원형, 납질: 없음, 재포력: 상	중국				미등록
	BN 14-07	숙기: 54일, 구형 :원형, 납질: 없음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN 14-08	숙기: 61일, 구형 :원형, 납질: 없음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN 14-09	숙기: 55일, 구형 :원형, 납질: 없음, 재포력: 상	중국				미등록
	BN 14-10	숙기: 51일, 구형 :원형, 납질: 없음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN 14-11	숙기: 62일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 상	네덜란드				미등록
	BN 14-12	숙기: 60일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 중	네덜란드				미등록
	BN 14-13	숙기: 65일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 상	네덜란드				미등록
	BN 14-14	숙기: 68일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 중	일본				미등록
	BN 14-15	숙기: 53일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN 14-16	숙기: 64일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN 14-17	숙기: 68일, 구형 :원형, 납질: 없음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN 14-18	숙기: 56일, 구형 :원형, 납질: 있음, 재포력: 중	일본				미등록
	BN 14-19	숙기: 76일, 구형: 편형, 납질: 없음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN 14-20	숙기: 70일, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	중국				미등록
	BN 14-21	숙기: 72일, 구형: 편형, 납질: 없음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN 14-22	숙기: 78일, 구형: 편형, 납질: 없음, 재포력: 중	일본				미등록

	BN 14-23	숙기: 81일, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN 14-24	숙기: 83일, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN 14-25	숙기: 80일, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN 14-26	숙기: 73일, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 중	일본				미등록
	BN 14-27	숙기: 69일, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 중	일본				미등록
	BN 14-28	숙기: 88일, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN 14-29	숙기: 90일, 구형: 편형, 납질: 없음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN 14-30	숙기: 75일, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 중	일본				미등록
3차년도 (2015)	BN15-01	숙기: 56, 구형: 원형, 납질: 없음, 재포력: 중	유럽				미등록
	BN15-02	숙기: 54, 구형: 원형, 납질: 없음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN15-03	숙기: 53, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	유럽				미등록
	BN15-04	숙기: 54, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	일본				미등록
	BN15-05	숙기: 57, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN15-06	숙기: 58, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	일본				미등록
	BN15-07	숙기: 74, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 하	일본				미등록
	BN15-08	숙기: 75, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN15-09	숙기: 60, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN15-10	숙기: 63, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN15-11	숙기: 77, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN15-12	숙기: 60, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 상	중국				미등록
	BN15-13	숙기: 61, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 상	중국				미등록
	BN15-14	숙기: 56, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN15-15	숙기: 60, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN15-16	숙기: 79, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN15-17	숙기: 63, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 상	중국				미등록
	BN15-18	숙기: 64, 구형: 원형, 납질: 없음, 재포력: 상	중국				미등록
	BN15-19	숙기: 79, 구형: 원형, 납질: 없음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN15-20	숙기: 59, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN15-21	숙기: 58, 구형: 원형, 납질: 없음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN15-22	숙기: 60, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN15-23	숙기: 59, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	유럽				미등록
	BN15-24	숙기: 60, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN15-25	숙기: 58, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN15-26	숙기: 61, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록

	BN15-27	숙기: 59, 구형: 원형, 납질: 없음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN15-28	숙기: 85, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 하	중국				미등록
	BN15-29	숙기: 92, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN15-30	숙기: 72, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN15-31	숙기: 78, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	중국				미등록
	BN15-32	숙기: 81, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN15-33	숙기: 83, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 하	중국				미등록
	BN15-34	숙기: 80, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 하	일본				미등록
	BN15-35	숙기: 86, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN15-36	숙기: 76, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	중국				미등록
	BN15-37	숙기: 70, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	중국				미등록
	BN15-38	숙기: 72, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	중국				미등록
	BN15-39	숙기: 76, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	중국				미등록
	BN15-40	숙기: 70, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	중국				미등록
	BN15-41	숙기: 87, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN15-42	숙기: 78, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN15-43	숙기: 81, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 하	유럽				미등록
	BN15-44	숙기: 83, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN15-45	숙기: 80, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 하	중국				미등록
	BN15-46	숙기: 73, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	유럽				미등록
	BN15-47	숙기: 69, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	유럽				미등록
	BN15-48	숙기: 88, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN15-49	숙기: 90, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	유럽				미등록
	BN15-50	숙기: 92, 구형: 편형, 납질: 없음, 재포력: 상	중국				미등록
	BN15-51	숙기: 89, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN15-52	숙기: 91, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
4차년도 (2016)	BN16-01	숙기: 56, 구형: 원형, 납질: 없음, 재포력: 중	일본				미등록
	BN16-02	숙기: 54, 구형: 원형, 납질: 없음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN16-03	숙기: 53, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN16-04	숙기: 54, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN16-05	숙기: 57, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
	BN16-06	숙기: 58, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
	BN16-07	숙기: 74, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 하	중국				미등록
	BN16-08	숙기: 75, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록

BN16-09	숙기: 60, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
BN16-10	숙기: 63, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
BN16-11	숙기: 77, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
BN16-12	숙기: 60, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 상	동남아				미등록
BN16-13	숙기: 61, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 상	유럽				미등록
BN16-14	숙기: 56, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
BN16-15	숙기: 60, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	일본				미등록
BN16-16	숙기: 79, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	일본				미등록
BN16-17	숙기: 63, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
BN16-18	숙기: 64, 구형: 원형, 납질: 없음, 재포력: 상	중국				미등록
BN16-19	숙기: 79, 구형: 원형, 납질: 없음, 재포력: 중	중국				미등록
BN16-20	숙기: 59, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
BN16-21	숙기: 58, 구형: 원형, 납질: 없음, 재포력: 중	동남아				미등록
BN16-22	숙기: 60, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 상	중국				미등록
BN16-23	숙기: 59, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
BN16-24	숙기: 60, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
BN16-25	숙기: 60, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	동남아				미등록
BN16-26	숙기: 60, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
BN16-27	숙기: 60, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
BN16-28	숙기: 60, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
BN16-29	숙기: 60, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
BN16-30	숙기: 60, 구형: 원형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
BN16-31	숙기: 85, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
BN16-32	숙기: 83, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 중	중국				미등록
BN16-33	숙기: 78, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
BN16-34	숙기: 80, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 상	일본				미등록
BN16-35	숙기: 81, 구형: 편형, 납질: 있음, 재포력: 중	일본				미등록

3. 국내 매출액

국내 종자 판매 실적 <1차년도>				
번호	일자	판매품종	판매처	매출액(원)
1	2013.07.01.~2013.07.30	대박나 등	두레**, 정남**, 개인** 등	13,412,000
2	2013.08.01.~2013.08.31	YR호남 등	진흥**, 영농조**, 개인** 등	2,283,000
3	2013.09.01.~2013.09.30	대박나 등	이원**, 호남**, 개인** 등	82,000
4	2013.12.01.~2013.12.31	대박나 등	풍년**, 진흥**, 개인** 등	1,852,000

5	2014.01.01.~2014.01.31	YR호남 등	청풍**, 강릉**, 개인** 등	12,978,000
6	2014.02.01.~2014.02.28	대박나 등	증평**, 자연**, 개인** 등	23,017,000
7	2014.03.01.~2014.04.30	아시아볼 등	제일**, 엄정**, 개인** 등	12,376,000
합계	2013.07.01.~2014.04.30			66,000,000
<2차년도>				
번호	일자	판매품종	판매처	매출액(원)
1	2014.05.03.~2014.05.31	대박나 등	치악**, 형제**, 개인** 등	3,096,000
2	2014.06.01~2014.06.30	대박나 등	자연**, 대한**, 개인** 등	16,676,000
3	2014.07.01~2014.07.31	YR호남 등	하동**, 우리**, 개인** 등	20,247,000
4	2014.08.01~2014.08.31	대박나 등	금지**, 한농**, 개인** 등	8,298,000
5	2014.09.01~2014.09.30	대박나 등	화신**, 백선**, 개인** 등	3,654,000
6	2014.10.01~2014.10.31	아시아볼 등	홍보**, 대성**, 개인** 등	-4,670,000
7	2014.11.01~2014.11.30	YR호남 등	밀양**, 농업**, 개인** 등	-1,953,000
8	2014.12.01~2014.12.31	조선팔도 등	김동**, 천홍**, 개인** 등	6,060,000
9	2015.01.01~2015.01.31	대박나 등	남산**, 치악**, 개인** 등	12,874,000
10	2015.02.01.~2015.02.28	조선팔도 등	전병**, 황소**, 개인** 등	8,726,000
11	2015.03.01.~2015.03.31	조선팔도 등	한두**, 씨앗**, 개인** 등	11,466,000
합계	2014.05.03 ~ 2015.04.17			84,473,000
<3차년도>				
번호	일자	판매품종	판매처	매출액(원)
1	2015.05.01.~2015.05.29	대박나 등	성호**, 한양**, 개인** 등	50,144,000
2	2015.06.01.~2015.06.30	YR호남 등	장원**, 푸른**, 개인** 등	21,963,000
3	2015.07.01.~2015.07.31	대박나 등	한새**, 금산**, 개인** 등	21,680,000
4	2015.08.01.~2015.08.31	대박나 등	생명**, 한농**, 개인** 등	5,438,000
5	2015.09.01.~2015.09.30	조선팔도 등	수정**, 수원**, 개인** 등	5,536,000
6	2015.10.01.~2015.10.31	조선팔도 등	대흥**, 장기**, 개인** 등	-1,389,000
7	2015.11.01.~2015.11.31	아시아볼 등	홍농**, 장원**, 개인** 등	-4,146,000
8	2015.12.01.~2015.12.30	대박나 등	한농**, 수원**, 개인** 등	1,260,000
합계	2015.05.01.~2015.12.30			100,486,000
<4차년도>				
번호	일자	판매품종	판매처	매출액(원)
1	2016.03.01.~2016.03.31	대박나 등	금강**, 개인**, 영광** 등	13,273,000
2	2016.04.01.~2016.04.30	대박나 등	대풍**, 한국**, 우성** 등	11,275,500
3	2016.05.01.~2016.05.29	YR호남 등	산내**, 서울**, 하나** 등	7,836,000
4	2016.06.01.~2016.06.30	대박나 등	경안**, 아래**, 개인** 등	13,155,000
5	2016.07.01.~2016.07.31	대박나 등	여주**, 그린**, 중앙** 등	47,071,500
6	2016.08.01.~2016.08.31	대박나 등	아시**, 중앙**, 개인** 등	8,607,700
7	2016.09.01.~2016.09.30	조선팔도 등	금호**, 그린**, 개인** 등	12,006,500
8	2016.10.01.~2016.10.31	조선팔도 등	주덕**, 중앙**, 의농** 등	8,753,000
합계	2016.03.01.~2016.12.30			121,978,200
1~4 차년도 총계	2013.07.01.~2016.12.30			372,937,200

4. 종자수출액

종자수출액(USD)				
<1차년도>				
번호	수출품목	수출일	수출국	수출금액(달러)
1	Dae Bak Na 등	2013.07.01. - 2013.07.31	중국 등	206,345

2	CT-98 등	2013.08.01. - 2013.08.31	중국 등	42,330
3	Asia Express 등	2013.09.01. - 2013.09.30	중국 등	92,461
4	Dae Bak Na 등	2013.10.01. - 2013.10.30	중국 등	52,915
5	CT-98 등	2013.11.01. - 2013.11.30	중국 등	66,564
6	Dae Bak Na 등	2013.12.01. - 2013.12.31	중국 등	22,475
7	Asia Express 등	2014.01.01. - 2014.01.31	중국 등	71,410
8	New Express 등	2014.02.01. - 2014.02.28	중국 등	25,946
9	Dae Bak Na 등	2014.03.01. - 2014.03.13	중국 등	126,781
10	CT-98 등	2014.04.01. - 2014.04.30	중국 등	452,806
합계		2013.07.01. - 2014.04.30		1,160,033
<2차년도>				
번호	수출품목	수출일	수출국	수출금액(달러)
1	CT-98 등	2014.05.03. - 2014.05.31	중국 등	191,218
2	Dae Bak Na 등	2014.06.01. - 2014.06.30	중국 등	110,104
3	CT-98 등	2014.07.01. - 2014.07.31	중국 등	209,171
4	Dae Bak Na 등	2014.08.01. - 2014.08.31	중국 등	150,585
5	Asia Express 등	2014.09.01. - 2014.09.30	중국 등	34,350
6	Dae Bak Na 등	2014.10.01. - 2014.10.30	중국 등	154,133
7	Korean Express 등	2014.11.01. - 2014.11.30	중국 등	166,900
8	New Express 등	2014.12.01. - 2014.12.31	중국 등	20,330
9	CT-98 등	2015.01.01. - 2015.01.31	중국 등	100,072
10	CT-98 등	2015.02.01. - 2015.02.29	중국 등	182,766
11	Point 등	2015.03.01. - 2015.03.31	중국 등	178,452
합계		2014.05.03. ~ 2015.03.31		1,498,080
<3차년도>				
번호	수출품목	수출일	수출국	수출금액(달러)
1	CT-412 등	2015.05.01. - 2015.05.31	중국 등	445,227
2	CT-98 등	2015.06.01. - 2015.06.30	중국 등	116,617
3	Dae Bak Na 등	2015.07.01. - 2015.07.31	중국 등	46,025
4	CT-416 등	2015.08.01. - 2015.08.31	중국 등	304,297
5	CT-10 등	2015.09.01. - 2015.09.30	중국 등	39,992
6	Dae Bak Na 등	2015.10.01. - 2015.10.31	중국 등	166,698
7	CT-10 등	2015.11.01. - 2015.11.30	중국 등	38,578
8	Asia Express 등	2015.12.01. - 2015.12.30	중국 등	335,100
합계		2015.05.03.~2015.12.30		1,492,534
<4차년도>				
번호	수출품목	수출일	수출국	수출금액(달러)
1	Asia Express 등	2016.03.01. - 2016.03.31	중국 등	103,916
2	Asia Express 등	2016.04.01. - 2016.04.30	중국 등	60,330
3	Dae Bak Na 등	2016.05.01. - 2016.05.31	중국 등	120,425
4	CT-10 등	2016.06.01. - 2016.06.30	중국 등	93,530
5	Asia Express 등	2016.07.01. - 2016.07.31	중국 등	413,096
6	CT-10 등	2016.08.01. - 2016.08.31	중국 등	147,732.5
7	Dae Bak Na 등	2016.09.01. - 2016.09.30	중국 등	429,333.25

8	CT-10 등	2016.10.01. - 2016.10.31	중국 등	53,250
9	CT-98 등	2016.11.01. - 2016.11.30	중국 등	48,850
10	Dae Bak Na 등	2016.12.01. - 2016.12.30	중국 등	80,640
합계		2016.03.01.~2016.12.30		1,551,102.75
1~4 차년도 총계		2013.07.01.~2016.12.30		5,701,750

5. 기술실시

- 총 2회에 걸쳐 14품종을 대상으로 직접실시(무상)를 수행하였다.

【별첨 1】

【별첨 2】

농림수산식품기술기획개발원
수신사 이사장명
(관리) R&D비즈니스사업단
직책 기술실시 관리 운영(농림수산사업 이사장명(주))

1. 귀 기관의 무관한 부분을 기원합니다.
2. R&D 기술의 질적 실행의 건(약용-20, 2016.06.14)의 관련입니다.
3. 귀 기관에서 요청한 기술의 관련 건에 대해 아래와 같이 확인했으나 불합의 후속 조치 사항을 합중하시어 기술실시보고서 제출에 차질이 없도록 진정에 주시기를 바랍니다.

가. 승인내역

세부프로젝트명	주요연구개발실시 기명	연구비예산액	실현연구비액	잔액
1. 건조형의 양배추의 저장		1,800,000,000원	88,000,000원	1,712,000,000원
2. 건조형 양배추의 저장		800,000,000원	88,000,000원	712,000,000원
3. 건조형 양배추의 저장		5,500,000,000원	5,500,000,000원	0원

* 후원연구개발실시 기술실시제목을 제외한 미 사용액의 10~40% 수준에서 정액으로 최종적인
연구비사용액으로 결정된 것임을 알려드립니다.
** 후원연구개발실시 기술실시제목을 제외한 미 사용액에 대하여는 기술실시사업의 종료, 납품계약
이후 기술실시사업의 종료에 따라 결정됩니다.

나. 기술실시 이후 서류 및 기한
- 기술실시보고서(실현액) 1부, 15일 이내
- 기술실시보고서(잔액) 1부, 15일 이내

본 일, 기술실시보고서(별첨 1, 2) 1부, 15일.

농림수산식품기술기획개발원
주관부서장 김용석 부이사장 김현진 기획처장 김기영

합주자
시명 R&D비즈니스사업단-404 (2016.06.27.) 접수
일 16:00, 2016.07.01. 10:00 ~ 17:00 (R&D비즈니스사업단) / http://www.rdi.go.kr
전화: 02-4293-4044 팩스: 02-4293-4045 이메일: rdi@rdi.go.kr / rdi@rdi.go.kr

6. 홍보

가. 언론홍보

No	홍보일자	홍보유형	국내외	매체명	제목
1	2015.05.08.	중앙전문지	국내	농민신문사	한입에 쏘옥 방울다다기 양배추
2	2015.06.24.	중앙전문지	국내	머니투데이	아시아종묘 송준호 연구소장, 대한민국 엔지니어상 수상
3	2015.06.30.	중앙전문지	국내	한국농업신문	아시아종묘, 송준호 소장 엔지니어상 수상
4	2015.07.07.	중앙전문지	국내	한국농어민신문	송준호 아시아종묘 연구소장 대한민국 엔지니어상 수상
5	2015.07.22.	중앙전문지	국내	머니투데이	[점프업!코넥스]아시아종묘, 양배추·단호박 등 채소종자 '강자'
6	2015.07.28.	중앙전문지	국내	한국농어민신문	아시아종묘 양배추 '대박나' 품종평가회... "생식용으로 인기"
7	2015.08.13.	중앙전문지	국내	한국농업신문	아시아종묘, 고랭지 양배추 품평회 개최

8	2015.08.25.	중앙전문지	국내	한국농어민신문	아시아종묘 '대박나양배추' 품평회 “국산종자 고랭지 재배 성공”
9	2015.10.27.	중앙전문지	국내	농촌여성신문	충남 서산에서 '대박나·조선팔도 양배추' 호평
10	2015.11.04.	중앙전문지	국내	연합뉴스	이마트 '국산의 힘' 프로젝트, 매출 200억 육박
11	2015.11.10.	중앙전문지	국내	한국농어민신문	농식품부·이마트 '국산 신품종 계약재배 농산물' 출시
12	2016.03.25.	중앙전문지	국내	농촌여성신문	월동 양배추 대표는 윈스툼
13	2016.03.29.	중앙전문지	국내	한국농업신문	아시아종묘, 국산 '윈스툼'양배추 인기
14	2016.03.30.	중앙전문지	국내	농민신문	국산 겨울양배추 '윈스툼'농가 호평
15	2016.04.12.	중앙전문지	국내	영농자재신문	월동 양배추도 국산 대체 앞당긴다.
16	2016.04.19.	중앙전문지	국내	한국농어민신문	국산 양배추 품종, '국내시장 장악' 일본종자 흔든다.
17	2016.07.25.	중앙전문지	국내	매일경제	한국 종자업체도 이젠 글로벌 시장으로
18	2016.08.30.	중앙전문지	국내	영농자재신문	아시아종묘 양배추 '대박나' 진짜 대박
19	2016.09.20.	중앙전문지	국내	국민일보	[강소기업이 힘이다]33%가 R&D인력 “글로벌 멀거리 책임”



<품종 홍보>



<연구과제 홍보>



<농촌경제신문>



<연구과제 홍보>



<농업정보신문>



<연구과제 홍보>



<연합뉴스>



<농민신문>

나. 전시회 및 박람회 참여

No	행사명칭	유형	일시	주최기관	개최장소
1	2013 인천광역시 농업인 한마음대회	전시회	2013.08.29~09.01	인천광역시	인천 계양구청 광장
2	2013 대구 대한민국	박람회	2013.09.05~08	농림축산식품부	대구자연과학

	도시농업박람회				고등학교
3	2013 안성시 농업인 한마당 큰잔치	전시회	2013.09.07	안성시	안성 맞춤랜드
4	제 11회 대한민국 농업 박람회	박람회	2013.10.17~26	전남농업기술원	전남농업기술 원
5	부산 유기농 & 친환경 박람회	박람회	2013.11.28~12.01	부산MBC	백스코(Bexco)
6	한국첨단농업기술박람회	박람회	2013.12.05~08	경기도 일산킨텍스	일산 킨텍스
7	창조경제박람회	박람회	2013.12.12~15	미래창조과학부	코엑스
8	광주 국제농기자재 전시회	전시회	2014.02.27~03.01	광주 국제농기자재전시회	광주김대중 컨벤션센터
9	해안면 영농인 한마음 단합 대회 :대박나 양배추	단합 대회	2014.03.21	아시아종묘(주) 생명공학육종연구소	강원 양구군
10	광주봄꽃박람회	박람회	2014.03.28~04.06	광주광역시 /김대중컨벤션센터	광주김대중 컨벤션센터
11	귀농귀촌·도시농업박람회	박람회	2014.04.11~13	경남 창원시	창원컨벤션 센터(CECO)
12	창원 귀농귀촌 도시농업 박 람회	박람회	2014.04.11~13	창원시	창원컨벤션 센터(CECO)
13	2014 고양국제꽃박람회	박람회	2014.04.25~05.11	고양시	고양시 호수공원
14	대구음식관광박람회	박람회	2014.06.12~15	대구광역시	대구 코엑스
15	여주시농업기술센터 시설채 소연합회 창립총회	창립식	2014.08.01	여주시농업기술센터	여주시 농업기술센터
16	SETEC 메가쇼	박람회	2014.08.27~09.09	메가쇼	일산 킨텍스
17	G-FAIR	박람회	2014.10.01~04	경기도·전국 중소기업 지원센터협의회	일산 킨텍스
18	나주농업박람회	박람회	2014.10.22~11.02	전라남도	전남농업기술 원
19	진주 국제 농식품 박람회	박람회	2014.11.05~09	농림축산식품부	진주종합 경기장 일원
20	고양국제꽃박람회	박람회	2015.04.21.~05.10.	고양시,(재)국제고양 꽃박람회	고양시

21	대구꽃박람회	박람회	2015.06.02.~06.07.	대구광역시	대구 코엑스
22	서울도시농업박람회	박람회	2015.06.03.~06.07.	서울특별시,경향신문	서울광장
23	친환경농업대전	박람회	2015.05.29.~06.02.	(사)한국유기농업협회	SETEC
24	유기농박람회	박람회	2015.08.07.~08.09.	(주)월드전람	서울 코엑스
25	순천도시농업박람회	박람회	2015.09.05.~09.08.	농림식품부,농촌진흥청,순천시	순천만정원
26	대구도시농업박람회	박람회	2015.09.02.~09.06.	대구광역시	대구자원과학고
27	청계광장 도시농업장터	박람회	2015.09.14.~09.17.	서울특별시	청계광장
28	귀농귀촌박람회	박람회	2015.09.09.~09.12.	K-Farm2015조직위원회	일산 킨텍스
29	도시농업한마당	박람회	2015.10.01.~10.03	고양시농업기술센터	호수공원
30	서울바자축제	박람회	2015.09.30.~10.02	서울상공회의소,서울산업진흥원	광화문광장
31	2015 대한민국 종자박람회	박람회	2015.11.06.~11.08.	체험학습연구개발협회	전북 농촌진흥청
32	첨단농업기술박람회	박람회	2015.11.17.~11.21.	킨텍스	일산 킨텍스
33	서울국제식품산업대전	박람회	2015.11.17.~11.21.	농촌진흥청	서울 코엑스
34	고양 국제 꽃박람회	박람회	2016.04.29.~05.15.	고양시,(재)국제고양꽃박람회	고양시
35	제4회 대구 도시농업박람회	박람회	2016.09.01.~09.04.	대구광역시	대구자연과학고등학교
36	김제 지평선 축제	박람회	2016.09.29.~10.03.	지평선축제제전위원회	김제 벽골제
37	진주국제농식품박람회	박람회	2016.11.09.~11.13.	충청남도, 진주시	진주종합경기장



2013 인천광역시 농업인
한마음대회



2013 안성시 농업인
한마당 큰잔치



제 11회 대한민국 농업
박람회



2013 부산 유기농 &
친환경 박람회



2014 나주농업박람회



2014 G-FAIR



2014 대구음식관광박람회



2014 진주 국제 농식품 박람회



함평나비축제



2015 대한민국 종자박람회



대구도시농업박람회



제4회 대한민국도시농업박람회



2015 국제농업박람회

제 2 절 조생계 시들음병 및 검은썩음병 저항성 양배추 품종개발

1. 품종 개발

연도	구 분	품종 명칭 (건별 각각 기재)	국 명	출원			등 록			기 타
				출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
1차 년도	생산판매 신고	YR 호령	대한민국	동부팜한농	2014.04.28	02-0003- 2014-11				
2차 년도	품종보호 출원	로얄킹	대한민국	동부팜한농	2015.02.27	2015-228				
	생산판매 신고	홀리	대한민국	동부팜한농	2015.02.27	02-0003- 2015-9				
3차 년도	생산판매 신고	HN 3804	대한민국	동부팜한농	2016.02.23	02-0003- 2016-2				

[별지 제23호 서식]

품종 생산·수입판매 신고증명서 신고번호: 02-0003-2014-11 품종명칭 등록출원번호: 40-2014-000684	
신청인 생 명 피석원 (대표자) 주 소 서울특별시 강남구 테헤란로73길 16(대치동) 노벨빌딩4층 동부팜한농(주) (주)농자사업부 (우)135-840 법인명칭 동부팜한농 주식회사 전화번호 02-3468-7908	생년월일 1951년 08월 25일 (외국인은 국적) 생년월일 1970년 09월 26일 (외국인은 국적) 주 소 경기도 안성시 서양면 개령리 549-1 동부팜한농(주) 서양농장 전화번호 031-673-9490
품종이 속하는 작물의 학명 및 명칭 <i>Brassica oleracea</i> L. var. capitata 양배추 품종의 명칭 로얄호령 (YR Horyeong)	
「종자산업법」 제38조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다. (단, 이 품종의 명칭은 「식물신품종보호법」 제109조에 따라 등록전 이후에 사용할 수 없습니다.)	
2014년 04월 28일 국립종자원	

<YR호령 생산판매 신고증명서>

[별지 제23호 서식]

품종 생산·수입판매 신고증명서 신고번호: 02-0003-2015-9 품종명칭 등록출원번호: 40-2015-000499	
신청인 생 명 박영호 (대표자) 주 소 서울특별시 강남구 테헤란로73길 16(대치동) 노벨빌딩4층 동부팜한농(주) (주)농자사업부 (우)135-840 법인명칭 동부팜한농 주식회사 전화번호 02-3468-7908	생년월일 1950년 07월 10일 (외국인은 국적) 생년월일 1974년 08월 08일 (외국인은 국적) 주 소 경기도 안성시 서양면 개령리 549-1 동부팜한농(주) 서양농장 전화번호 031-674-8911
품종이 속하는 작물의 학명 및 명칭 <i>Brassica oleracea</i> L. var. capitata 양배추 품종의 명칭 홀리 (Holly)	
「종자산업법」 제38조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다. (단, 이 품종의 명칭은 「식물신품종보호법」 제109조에 따라 등록전 이후에 사용할 수 없습니다.)	
2015년 02월 27일 국립종자원	

<홀리 생산판매 신고증명서>

민원인을 가족같이, 민원을 내일같이

홍지된 내용에 피문이 없으시면 담당자에게 문의하시기 바랍니다.
 담당자: 김민서 | 전화: (054) 912-0113 | FAX: (054) 912-0210
 인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr

740-220 | 경상북도 김천시 혁신로 119

품종보호출원번호 통지서

출원일자: 2015. 2.27 | 품종보호 출원번호: 출원 2015 - 228
 품종명칭 출원번호: 영명 2015 - 546

작 품 명: 양배추
 품종 명칭: 일계리얼
 출 원 인: 동부관한농 주식회사
 주 소: 서울특별시 강남구 테헤란로78길 16(대치동) 노벨빌딩4층동부관한농(주) 농자사업부

2015년02월27일

국립종자원



<로얄킹 품종 보호 출원서>

품종 생산·수입판매 신고증명서

신고번호: 02-0003-2016-2
 품종명칭 등록출원번호: 40-2016-000301

신 청 인	성 명 박경호 (대표자) 주 소 서울특별시 강남구 테헤란로 402(대치동) 동부관한농(주) 농자사업부 (주)1105-523	생년월일 1950년 07월 10일 (외국인출생 국적) 신 카 번호 02-3404-1793
제 출 자	성 명 이영희 주 소 경기도 안산시 단성면 석동서로 736-44 동부관한농(주) 농자사업부	생년월일 1974년 03월 03일 (외국인출생 국적) 신 카 번호 031-874*8911

품종이 속하는 식물학이란 및 일명명 Brassica oleracea L. var. capitata 양배추

품종명칭명 세이키왕3206 (HN3206)

「종자산업법」 제33조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.
 (당 품종은 「식물신품종보호법」 제106조에 따라 등록될 경우에 사용될 수 있습니다.)

2016년 03월 02일

국립종자원

<HN3806 생산판매 신고증명서>

2. 유전자원 수집

년도	번호	특성	수집	등록			기 타
				등록인	등록일	등록번호	
1차년도 (2013)	YR美味早生	숙기: 50일, 구형: 원형, 납질: 無, 재포력: 양호	중국				미등록
	希望(희망)	숙기: 53일, 구형: 원형, 납질: 無, 재포력: 우수	중국				미등록
	圓秀(원수)	숙기: 55일, 구형: 원형, 납질: 有, 재포력: 양호	중국				미등록
	綠佳(녹가)	숙기: 53일, 구형: 원형, 납질: 無, 재포력: 양호	중국				미등록
	鐵宝四号 (철보4호)	숙기: 53일, 구형: 원형, 납질: 無, 재포력: 양호	중국				미등록
	快樂甘藍 (쾌락감람)	숙기: 53일, 구형: 원형, 납질: 無, 재포력: 약	중국				미등록
	素華甘藍 (소화감람)	숙기: 53일, 구형: 원형, 납질: 無, 재포력: 약	중국				미등록
	鐵頭八号 (철두8호)	숙기: 55일, 구형: 원형, 납질: 有, 재포력: 양호	중국				미등록

	月桂甘藍 (월계감람)	숙기: 55일, 구형: 편형, 납질: 有, 재포력: 약	중국			미등 록
	强力50	숙기: 55일, 구형: 편형, 납질: 有, 재포력: 양호	중국			미등 록
	YR寒月 (YR한월)	숙기: 70일, 구형: 편형, 납질: 有, 재포력: 우수	중국			미등 록
	YR冬太郎 (YR동태낭)	숙기: 80일, 구형: 편원형, 납질: 有, 재포력: 우수	중국			미등 록
2차년도 (2014)	綠球王(녹구왕)	숙기: 50일, 구형: 원형, 납질: 有, 재포력: 有, 초세: 小, 구크기: 中大	중국			미등 록
	掌中宝(장중보)	숙기: 47일, 구형: 원형, 납질: 無 재포력: 약함, 초세: 小, 구크기: 中大	중국			미등 록
	味星(미성)	숙기: 65일, 구형: 원형, 납질: 無, 재포력: 약함, 초세: 小, 구크기: 小	중국			미등 록
	日本极早 (일본극조)	숙기: 47일, 구형: 원형, 납질: 無, 재포력: 약함, 초세: 中, 구크기: 大	중국			미등 록
	충운88	숙기: 45일, 구형: 원형, 납질: 無, 재포력: 약함, 초세: 中, 구크기: 大	중국			미등 록
	원대60	숙기: 50일, 구형: 원형, 납질: 無, 재포력: 有, 초세: 中大, 구크기: 大	중국			미등 록
	米亞羅(미아나)	숙기: 58일, 구형: 원형, 납질: 有, 재포력: 好, 초세: 中, 구크기: 中	중국			미등 록
	Lucky ball	숙기: 55일, 구형: 원형, 납질: 無, 재포력: 有, 초세: 中大, 구크기: 中大	일본			미등 록
	Scorpio	숙기: 60일, 구형: 원형, 납질: 有, 재포력: 약함, 초세: 大, 구크기: 中	일본			미등 록
	Trust	숙기: 57일, 구형: 원형, 납질: 有, 재포력: 好, 초세: 中, 구크기: 中	중국			미등 록
Stonehaed	숙기: 55일, 구형: 원형, 납질: 有, 재포력: 有, 초세: 中, 구크기: 小	일본			미등 록	
3차년도 (2015)	中甘21 (중국농과원)	숙기: 55일, 구형: 원형, 납질: 無, 재포력: 有, 초세: 小, 구크기: 中大	중국			미등 록
	運大60 (Xie ying group)	숙기: 60일, 구형: 원형, 납질: 無 재포력: 有, 초세: 中大, 구크기: 小	중국			미등 록
	S-92(Sungro)	숙기: 60일, 구형: 원형, 납질: 有, 재포력: 好, 초세: 小, 구크기: 小	인도			미등 록
	Green flash	숙기: 55일, 구형: 원형, 납질: 有,	인도			미등

	(세미니스),	재포력: 약함, 초세: 中小, 구크기: 中					록
	Millenium III (세미니스)	숙기: 60일, 구형: 원형, 납질: 無, 재포력: 약함, 초세: 中小, 구크기: 中大	인도				미등 록
	Saint (세미니스)	숙기: 70일, 구형: 원형, 납질: 有, 재포력: 好, 초세: 中大, 구크기: 大	인도				미등 록
	Green coronet (Takii)	숙기: 75일, 구형: 편원형, 납질: 有, 재포력: 好, 초세: 大, 구크기: 中大	동남아				미등 록
	Green helmet (Sakata)	숙기: 75일, 구형: 편원형, 납질: 有, 재포력: 약함, 초세: 大, 구크기: 小	동남아				미등 록
	熱風(Sakata)	숙기: 75일, 구형: 편원형, 납질: 有, 재포력: 有, 초세: 大, 구크기: 中	동남아				미등 록
	冬升(일본야채다 연구소)	숙기: 110일, 구형: 편원형, 납질: 有, 재포력: 好, 초세: 大, 구크기: 大	일본				미등 록
	T523(Takii)	숙기: 90일, 구형: 편원형, 납질: 有, 재포력: 有, 초세: 中, 구크기: 小	일본				미등 록
	Green Nova(Takii)	숙기: 85일, 구형: 편원형, 납질: 有, 재포력: 有, 초세: 大, 구크기: 大	동남아				미등 록
4차년도 (2016)	中甘15 (중감15)	숙기: 55일, 구형: 원형, 납질: 無, 재포력: 弱, 초세: 中大, 구크기: 大	중국				미등 록
	新星甘藍 (신성감람)	숙기: 55일, 구형: 원형, 납질: 無, 재포력: 有, 초세: 小, 구크기: 中	중국				미등 록
	靑球90 (청구90)	숙기: 75일, 구형: 원형, 납질: 有, 재포력: 好, 초세: 大, 구크기: 小	중국				미등 록
	秋錄王 (추록왕)	숙기: 70일, 구형: 원형, 납질: 有, 재포력: 好, 초세: 大, 구크기: 中	중국				미등 록
	北農早生 (북농조생)	숙기: 50일, 구형: 원형, 납질: 無, 재포력: 弱, 초세: 中, 구크기: 中大	중국				미등 록
	北農十五 (북농십오)	숙기: 50일, 구형: 원형, 납질: 無, 재포력: 弱, 초세: 中, 구크기: 大	중국				미등 록

3. 종자 수출액

종자수출액 <2차년도>			
번호	수출품종	수출일	수출금액(달러)
1	로알킹	2015년 3월 13일	5,170

합계			5,170
<3차년도>			
번호	수출품종	수출일	수출금액(달러)
1	그린히어로	2015년 6월 17일	19,500
2	그린히어로	2015년 9월 16일	13,000
3	그린히어로, DC65	2015년 11월 4일	14,300
4	홀리,DC14	2015년 12월 24일	18,500
합계			65,300
<4차년도>			
번호	수출품종	수출일	수출금액(달러)
1	Green Crown	2016년 1월 22일	4,800
2	DC-14	2016년 3월 11일	6,500
3	Green Crown	2016년 3월 11일	9,600
4	DC-14	2016년 5월 13일	6,500
5	GREEN HERO	2016년 5월 23일	13,000
6	DC65	2016년 7월 27일	2,600
7	CACM3804	2016년 8월 8일	51,700
8	ALI 058	2016년 8월 17일	6,500
9	DBC-01	2016년 8월 24일	20,000
10	GREEN HERO	2016년 9월 2일	13,000
11	ALI 058	2016년 9월 12일	6,500
12	ALI 058	2016년 10월 19일	9,000
13	DC65	2016년 11월 3일	1,300
14	ALI 058	2016년 11월 22일	6,500
15	Green Crown	2016년 12월 13일	12,000
16	Holy	2016년 12월 20일	550
17	Holy	2016년 12월 27일	5,500
합계			175,550
총계			246,020

4. 기술 실시

- 총 82,320,000원 납부(2016. 12. 08)

<붙임2> 기술실시보고서

기술실시보고서						
(단위 : 원)						
연구개발과제 현황	사업명	골든씨드프로젝트		연구과제번호	213003-04-3-SB220	
	연구과제명	조생계 시들음병 및 검은색곰팡이 저항성 양배추 품종개발				
	연구기관명	(주)팜한농	연구책임자	이영표	참여기업명 (주)팜한농	
	연구협약일	2013.07.25	연구기간	2013.07.25. ~ 2016.02.28.		
	연구개발비	정부출연금	기업부담금	기타 ()	계	
	420,000,000	420,000,000		840,000,000		
기술실시계약 및 성과활용 현황	계약(활용)명	수출용 양배추 품종				
	계약(활용)일	2016.01.01.	실시(활용)기간	2016.01.01. ~ 2035.12.31		
	지재산 종류	생산판대권, 품종보호출원	실시권 유형	직접 실시		
	* 지재산이 특허(출원, 등록) 인 경우	명 칭	로얄킹(수출품종명: CACM3804, 신고 당시 임페리얼도 출원하였으나 명칭 중복으로 신고 후 로얄킹으로 변경), 홀리, HN3806, YR호령			
		번호	로얄킹(2015-228) 홀리(02-0003-2015-9) HN 3806(02-0003-2016-2) YR호령(02-0003-2014-11)	일자	로얄킹(2015.02.27) 홀리(2015.02.27) HN3806(2016.02.23) YR호령(2014.04.28)	
	실시(활용)기관	기관명	(주)팜한농		기관유형	대기업
		주소	서울특별시 영등포구 여의대로 24, 5층, 6층(여의도동, 전국경제인연합회회관)		대표자	박진수 김용환
		사업자번호	120-87-55101		전화번호	031-674-6911
		부세(담당자)	이영표		e-mail	youngpyolee@farmhannong.com
	기술료산정내역	대상 기술료(대기업 기준) : 정부출연금(420,000,000원) x 40% = 168,000,000원 참여기업 감면 30% : 168,000,000원 x 0.7 = 117,600,000원 일시납 감면 30% : 117,600,000원 x 0.7 = 82,320,000원				
기술료	정액기술료		경상기술료		기타 조건	
	정수(납부)예정일	정수(납부)금액	착수기본료	정수(납부)예정일 정수(납부)금액		
	2016.12.08	82,320,000원	대출에 따른 기술료	정수(납부)시작일 결산월		
				정수(납부)종료일 정수율		
				정수(납부)종료일 정수율		
계		대출액의 ()%				
기타특기사항						
국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제22조 제2항에 따라 위와 같이 기술실시계약이 체결되었음을 보고합니다. 붙임 1. 지식재산권을 포함하는 기술이전인 경우 해당 증빙자료(특허 등록증, 출원증 등) 1부 2. 연구개발과제협약서 사본 1부(직접실시시). 2016년 12월 8일 (주)팜한농 공동 대표이사 박진수 [직인] 김용환 [직인]						
농림수산물식품기술기획평가원장 귀하						

제 3 절 양배추 색소 경로 유전체 분석에 의한 자색발현 관련 분자 마커 개발

가. 특허

구 분	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국 명	출원			등 록			기 타
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
발명특허	양배추 자색 품종 판별용 SNP 마커 및 이의 용도	한국	허윤강	2015.02.27	10-2015-00 28489	허윤강 문명일 노일섭	2016.11 .23	제 10-168057 0	100%
..	저온에서 자색 또는 녹색을 띄는 양배추 품종 판별 용 SNP 마커 및 이의 용도	한국	허윤강	2015.03.04	10-2015-00 30127	허윤강 문명일 노일섭	2016.11 .23.	제 10-168057 1	100%
..	식물체의 가임성 을 조절하는 애기 장대 유래의 ANAC025 유전 자 및 이의 용도	한국	허윤강	2015.03.04	10-2015-00 40803				20%
..	식물체의 가임성 을 조절하는 애기 장대 유래의 ASKB 유전자 및 이의 용도	한국	허윤강	2015.03.04	10-2015-00 40806				20%

특허증
CERTIFICATE OF PATENT

특허 제 10-1680570 호
Patent Number

출원번호 제 10-2015-0028489 호
Application Number

출원일 2015년 02월 27일
Filing Date

등록일 2016년 11월 23일
Registration Date

발명의 명칭 Title of the Invention
양배추 자색 품종 선발용 SNP 마커 및 이의 용도

특허권자 Patente
충남대학교산학협력단(160171-*****)
대전광역시 유성구 대학로 99 (공동, 충남대학교)

발명자 Inventor
등록사항원에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.

2016년 11월 23일

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

최동국



등록사항

특허 등록 제 10-1680570 호
Patent Number

발명자 Inventors

허윤강(550510-*****)
서울특별시 마포구 신수로 81 경남아너스빌아파트 201동 106호

문명일(820122-*****)
대전광역시 유성구 진잠로42번길 88 진잠타운아파트 204동 506호

노일섭(570925-*****)
전라남도 순천시 생목길 1 벽산아파트 101동 1402호

특허증
CERTIFICATE OF PATENT

특허 제 10-1680571 호
Patent Number

출원번호 제 10-2015-0030127 호
Application Number

출원일 2015년 03월 04일
Filing Date

등록일 2016년 11월 23일
Registration Date

발명의 명칭 Title of the Invention
저온에서 자색 또는 녹색을 띄는 양배추 품종 선발용 SNP 마커 및 이의 용도

특허권자 Patente
충남대학교산학협력단(160171-*****)
대전광역시 유성구 대학로 99 (공동, 충남대학교)

발명자 Inventor
등록사항원에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.

2016년 11월 23일

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

최동국



등록사항

특허 등록 제 10-1680571 호
Patent Number

발명자 Inventors

허윤강(550510-*****)
서울특별시 마포구 신수로 81 경남아너스빌아파트 201동 106호

문명일(820122-*****)
대전광역시 유성구 진잠로42번길 88 진잠타운아파트 204동 506호

노일섭(570925-*****)
전라남도 순천시 생목길 1 벽산아파트 101동 1402호

나. 논문

논문(국내외 전문학술지) 게재							
번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI여부 (SCI/비SCI)
1	Characterization of dihydroflavonol 4-reductase (DFR) genes and their association with cold and freezing stress in <i>Brassica rapa</i>	Gene	아메드	550	네덜란드	ELSEVIER SCIENCE BV	SCI (IF=2.082)
2	Genome-wide transcriptome analysis of two contrasting <i>Brassica rapa</i> doubled haploid lines under cold-stresses using Br135K oligomeric chip	PLoS One	정희정 동상수	9(8): e106069	미국	PUBLIC LIBRARY SCIENCE	SCIE (IF=3.234)
3	Identification of yellow pigmentation genes in <i>Brassica rapa</i> ssp. <i>pekinensis</i> using Br300k microarray	Int. J. Genomics	정희정	204969	미국	HINDAWI PUBLISHING CORPORATION	SCI (IF=1.747)
4	Response of NBS encoding resistance genes linked to both heat and fungal stress in <i>Brassica oleracea</i>	Plant Physiol. Biochem	감영욱	86	프랑스	ELSEVIER FRANCE	SCI (IF=2.352)
5	Identification and expression analysis of cold and freezing stress responsive genes of <i>Brassica oleracea</i>	Gene	아메드	554	네덜란드	ELSEVIER SCIENCE BV	SCI (IF=2,082)
6	Anthocyanin biosynthesis for cold and freezing stress tolerance and desirable color in <i>Brassica rapa</i>	Funct. Intergr. Genomics	아메드	15	독일	SPRINGER HEIDELBERG	SCI (IF=2.691)
7	Genome-wide identification and characterization of MADS-box family genes related to organ development and stress resistance in <i>Brassica rapa</i>	BMC Genomics	사하	16	영국	BIOMED CENTRAL LTD	SCI (IF=3.986)
8	Global gene-expression analysis to identify differentially expressed genes critical for the heat stress response in <i>Brassica rapa</i>	PLoS One	동상수	10(6): e0130451	미국	PUBLIC LIBRARY SCIENCE	SCI (IF=3.234)
9	GDSL esterase/lipase genes in <i>Brassica rapa</i> L.: genome-wide identification and expression analysis	Mol. Genet. Genomics	동상수	291	네덜란드	Springer	SCI (IF=2.728)
10	Intracellular Ca ²⁺ and K ⁺ concentration in <i>Brassica oleracea</i> leaf induces differential expression of transporter and stress-related genes	BMC Genomics	이정여	17	영국	BIOMED CENTRAL LTD	SCI (IF=3.867)
11	Genome-wide analysis of genes associated with bolting in heading type Chinese cabbage	Euphytica	동상수	212	네덜란드	Springer	SCI (IF=1.618)



Identification and expression analysis of cold and freezing stress responsive genes of *Brassica oleracea*

Nasir Uddin Ahmed^{1*}, Hee-Jeong Jung^{2,3}, Jong-In Park⁴, Yong-Gu Cho⁵, Yeonkang Huh¹, Il-Sup Noh^{6*}

¹Department of Horticulture, Chung-Ang National University, 410 Jeongno-Dong, Taejeon, 305-399, Korea; ²College of Horticulture, Seoul National University, 151-747 Seoul, Korea; ³Department of Crop Science, Hanyang National University, 499 Anyang-Dong, Anyang-Si, Gyeonggi-Do, 431-040, Korea; ⁴Department of Horticulture, Seoul National University, 519-747 Seoul, Korea; ⁵Department of Horticulture, Seoul National University, 519-747 Seoul, Korea; ⁶Department of Horticulture, Seoul National University, 519-747 Seoul, Korea

Effects of interest: This research was supported by the Golden Seed Project (Center for Horticultural Seed Development, No. 213003-04-2-0100 and 213003-04-2-0200), the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), the Ministry of Defense and Veterans (MDV), Rural Development Administration (RDA), and Korea Research Service (KRS).

Frontiers in Genetics (2015) 15:267-284
DOI: 10.3389/fgen.2015.00267

ORIGINAL PAPER

Anthocyanin biosynthesis for cold and freezing stress tolerance and desirable color in *Brassica rapa*

Nasir Uddin Ahmed¹, Jong-In Park², Hee-Jeong Jung³, Yeonkang Huh¹, Il-Sup Noh⁴

Abstract: This research was supported by Golden Seed Project (Center for Horticultural Seed Development, No. 213003-04-2-0200), Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), Ministry of Defense and Veterans (MDV), Rural Development Administration (RDA), and Korea Research Service (KRS).

Background: This research was supported by Golden Seed Project (Center for Horticultural Seed Development, No. 213003-04-2-0200), Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), Ministry of Defense and Veterans (MDV), Rural Development Administration (RDA), and Korea Research Service (KRS).

Results: This research was supported by Golden Seed Project (Center for Horticultural Seed Development, No. 213003-04-2-0200), Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), Ministry of Defense and Veterans (MDV), Rural Development Administration (RDA), and Korea Research Service (KRS).

Volume 9 | BMC Genomics (2018) 19:119
DOI: 10.1186/s12864-018-13494-4

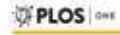


RESEARCH ARTICLE Open Access

Genome-wide identification and characterization of MADS-box family genes related to organ development and stress resistance in *Brassica rapa*

Gesal Taher¹, Jong-In Park², Hee-Jeong Jung³, Nasir Uddin Ahmed⁴, Mui Abdul Kayem⁵, Mi-Hyoung Chung⁶, Yeonkang Huh⁷, Yong-Gu Cho⁸, Miko Watanabe⁹ and Il-Sup Noh^{1*}

Abstract: MADS-box genes are a large family of transcription factors that play a central role in the development and stress resistance of plants. In this study, we performed a genome-wide identification and characterization of MADS-box family genes in *Brassica rapa*. A total of 1,234 MADS-box genes were identified in the genome of *B. rapa*. These genes were classified into 12 subfamilies based on phylogenetic analysis. The expression patterns of these genes were analyzed using RT-PCR and qRT-PCR. The results showed that MADS-box genes are highly expressed in developing organs and under stress conditions. This study provides valuable insights into the function and regulation of MADS-box genes in *B. rapa*.



Global Gene-Expression Analysis to Identify Differentially Expressed Genes Critical for the Heat Stress Response in *Brassica rapa*

Xiangshu Dong^{1,2*}, Hunkaili Yi¹, Ching-Tack Han³, Il-Sup Noh⁴, Yeonkang Huh⁵

¹Department of Biology, College of Biological Science and Biotechnology, Chungnam National University, Daejeon, Republic of Korea; ²Department of Horticulture, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea; ³Department of Horticulture, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea; ⁴Department of Horticulture, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea; ⁵Department of Horticulture, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea

Abstract: Genome-wide expression analysis of heat stress response (HSR) is necessary to overcome problems in crop production caused by global warming. To identify HSR genes, we performed a global gene-expression analysis in two Chinese cabbage inbred lines with different thermotolerance. Cuhu and Kanglei. Many genes exhibited 4-fold changes in expression upon exposure to 35 °C, 4 h at 45 °C (high temperature, HT). 6,275 (2,142 genes in Cuhu and 4,133 in Kanglei) genes were identified as differentially expressed genes (DEGs). The most enriched GO (Gene Ontology) terms included response to heat, response to reactive oxygen species (ROS), response to temperature stimulus, response to abiotic stimulus, and MAPK8 cascade. In both lines, the genes were strongly induced by HT included small heat shock proteins (sHSPs) and heat shock factor (HSF) like proteins such as HRE1A (Br022003), which shows high-molecular weight (HGW) and constitutively repressed. Other upstream HSR components were also up-regulated. ROS-scavenging genes (glutathione peroxidase 2 (GPX2, Br022005), peroxiredoxin, and ascorbate peroxidase). Among heat stress (HS) marker genes in Arabidopsis, only ascorbate 1 (AT0G15430) (Br040300), Br040302 can be applied to B. rapa based thermotolerance (BT) and heat shock tolerant thermotolerance (SAT) gene. CYP704D (Br022002, Br021983), which is involved in the detoxification response to Aflatoxin, was associated with drought tolerance. In both lines following HT, although many transcription factors (TF) genes, including DREB2A (Br040302), were involved in HSR tolerance in both lines, Br021224 (MYB4) and Br021720 (a ZIP-like zinc finger transcription factor) were specific to Kanglei. Several candidate TFs involved in thermotolerance were confirmed as HSR genes by real-time PCR, and these candidates were further supported by promoter analysis. Although some of our findings are similar to those obtained using other plant species, most differences in Brassica spp. level is distinct HSR in this species. Our data could also provide a springboard for developing molecular markers (HMs) and for engineering HSR tolerant B. rapa.

Mol. Genet. Genomics (2018) 391:1223–24
DOI: 10.1007/s00033-018-1223-6

ORIGINAL ARTICLE

GDSL esterase/lipase genes in *Brassica rapa* L.: genome-wide identification and expression analysis

Xiangshu Dong^{1,2*}, Hunkaili Yi¹, Ching-Tack Han³, Il-Sup Noh⁴, Yeonkang Huh⁵

Abstract: Because only a few plant GELPs have been functionally characterized so far, we analyzed B-GELP expression patterns to obtain additional clues about their function (Fig. 4, Supplementary Fig. 4). Many B-GELPs are preferentially or specifically expressed in roots, stems, or leaves (Supplementary Fig. 4), implying that they play specific roles required in these tissue types. These distinct types of expression patterns (constitu-

tion) affect root development, based on phylogenetic analysis and expression profiling, we propose that BEX2A is an ortholog of AUX2A.

Background: This research was supported by research grants from Golden Seed Project (Center for Horticultural Seed Development, No. 213003-04-3-00100 and 213003-04-3-02200), Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), Ministry of Defense and Veterans (MDV), and Rural Development Administration (RDA).

Compliance with ethical standards: Conflict of interest: Dong X declares that he has no conflict of interest. Yi H declares that he has no conflict of interest. Han C-T declares that he has no conflict of interest. Noh I-S declares that he has no conflict of interest. Huh Y declares that he has no conflict of interest.

References: Agar AE, Sogin M, Saha EJ, Gierke T, Rosado A, Ryan RW et al (2015) MODIFIED VACUOLE PHENOTYPE is an Arabidopsis oil biosynthesis-associated protein involved in seed/biomass formation. *Plant Physiol* 167:176–187

RESEARCH ARTICLE

Open Access

Intracellular Ca²⁺ and K⁺ concentration in *Brassica oleracea* leaf induces differential expression of transporter and stress-related genes

Jungwon Lee¹, Jungsun Kim², Jaewon Cho¹, Miye Lee¹, Min Hyun Kim¹, Young Han Lee³, Yeonkyung Hur⁴, Il-Gup Noh², Sang-Uk Park², Sang-Ran Min¹ and Hyellan Kim^{1*}

Abstract

Background: One of the most important members of the genus *Brassica*, cabbage, requires a relatively high level of calcium for normal growth. Plant Cell Environ 3: 397–406, 1984; Plant Physiol 80: 284–294, 1977. Elevated Ca²⁺ deficiency in cabbage leaves causes tip burn, bringing about serious economic losses. (Euphytica 82(3): 308, 1992; Ann Bot 43(3): 372, 1979; Sci Hortic 141(1): 136, 1991). Although it has been known that the occurrence of tip burn is related to Ca²⁺ deficiency, there is limited information on the underlying mechanisms of tip burn or the relationship between Ca²⁺ and tip burn incidence. To obtain more information on the genetic control of tip burn syndrome, we focused on the identification of genes differentially expressed in response to increasing intracellular Ca²⁺ and K⁺ concentrations in *B. oleracea* lines derived from tip burn susceptible tip burn resistant cabbages (B. oleracea var. capitata) and kale (B. oleracea var. acephala).

Results: We compared the levels of major macronutrient cations, including Ca²⁺ and K⁺, in three leaf segments, the leaf apex (LA), middle of leaf (ML), and leaf base (LB), of tip burn susceptible tip burn resistant cabbages, and kale. Ca²⁺ and K⁺ concentrations were highest in kale, followed by tip burn resistant and then tip burn susceptible cabbages. These cations generally accumulated to a greater extent in the LB than in the LA. Transcriptome analysis identified 18,006 loci as putative non-redundant genes in the three leaf segments of the three *B. oleracea* lines and showed significant changes in expression of 27,074 loci based on Ca²⁺ and K⁺ levels. Among these, 1844 loci were identified as tip burn related phenotype-specific genes. Tip burn resistant cabbage and kale specific genes were largely related to stress and transport activity based on GO annotation. Tip burn resistant cabbage and kale plants showed phenotypes clearly indicative of heat shock, freezing, and drought stress tolerance compared to tip burn susceptible cabbages, demonstrating a correlation between intracellular Ca²⁺ and K⁺ concentrations and tolerance of abiotic stress with differential gene expression. We selected 95 genes that were up- or down-regulated in response to increasing Ca²⁺ and K⁺ concentrations in the three leaf segments of the three plant lines. Gene ontology enrichment analysis indicated that these genes (44% total) in regulatory metabolic processes or stress responses.

(Continued on next page)

Lee et al. BMC Genomics (2016) 17:211

Page 10 of 11

construct groups showing similar expression pattern among libraries.

RNA isolation and quantitative real-time PCR (qPCR)

Plant tissue frozen in liquid nitrogen was ground with a mortar and pestle, and total RNA was isolated from leaves using Trizol reagent according to the manufacturer's instructions. RNeasy Ace qPCR RT Kit (Qiagen, Crawley, Sussex) was used to generate cDNA.

Lee et al. BMC Genomics (2016) 17:211
* Author contribution: The manuscript was prepared by the first author for submission.

Acknowledgements

This work was supported by grants from Cabbage Genomics Center (leading supporting Center (LSC) research program (2015B-01) and Golden Seed Project (2015001-011-0001) funded by the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Republic of Korea, and a grant from the 2016 Research Initiative Program.

Euphytica (2016) 212:65–82
DOI 10.1007/s10681-016-1799-2



Genome-wide analysis of genes associated with bolting in heading type chinese cabbage

Xiangshu Dong · Huanhui Yi · Ching-Yack Han · Di-Sup Noh · AM Swaraz · Younsang Hur

Received: 16 April 2016 / Accepted: 27 July 2016 / Published online: 26 September 2016
© Springer Science+Business Media Dordrecht 2016

Abstract Bolting or flowering time affects productivity of the leafy vegetable Chinese cabbage (*Brassica rapa* ssp. *pekinensis*) and also the time required for its breeding programs. Understanding the bolting process at the molecular level and identifying the genes involved will provide valuable tools for genetic engineering and development of functional markers. To achieve these goals, microarray analysis using either outer leaves or core tissues of completely headed Chinese cabbage were performed at three developmental stages, and the findings were confirmed using RT-PCR. A large number of genes were specifically or preferentially expressed in each tissue phenotype and abiotic signal responding genes were expressed in outer leaves, while genes involved

in hormone responses, flower development, and histone modification were expressed in core tissues. Genes promoting bolting, such as *BPF1A*, *BPF3*, and *BFC6A*, were highly expressed in outer leaves, a signal-generating tissue, whereas floral repression, such as *BFLC*, *BFLK*, and *BMAF1*, were predominantly expressed in core tissues, with levels of expression decreasing in later stages. Although the *B. rapa* genome contains three *BFT* paralogs, only *BFT1* was expressed. *BFD* and *BFE*, genes related to the transport of BFTs, showed consistent expression. The late bolting phenotype of Hainan, the F₁ variety examined in this study, may result from expression of repressors of flowering, such as *BFGAS5*, *BFTL1*, *BMAF1*, *BFLC*, and *BKNAT1*, in core tissues. Coordinated regulation of several floral promoters and repressors appears to be necessary for control of the bolting process or flowering time in *B. rapa*.

Data Availability: The authors confirm that all data underlying the findings are fully available without restriction. All internet data are within the paper and its Supporting Information files.

80

Euphytica (2016) 212:65–82

observed in *B. rapa* contains three *BFT* paralogs but we observed expression of only one, *BFT1*. Its expression was detected in both tissue types at all stages with higher expression in core tissue, implying possible movement of *BFT* from OL to core. High and constitutive expression of *BFE* and *BFD*, which are necessary both *BFT* mRNA and protein synthesis and transport, support this possibility.

Acknowledgements This research was supported by research Grant from Golden Seed Project of Center for Biotechnological Seed Development, No. 213005-04-4-C0130 and 213011-04-4-50270, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MARA), Ministry of Science and Information (MSIP), and Rural Development Administration (RDA).

Compliance with ethical standards

Conflict of interest Dong Y declares that he has no conflict of interest. Yi H declares that he has no conflict of interest. Han C-Y declares that he has no conflict of interest. Noh D-S declares that he has no conflict of interest. Hur Y declares that he has no conflict of interest.

Dong Y, Yi H, An X, Liu X, Qin H, Wang D (2009) Transcript expression of *MYB11* and *MYB111* confers sensitivity to abiotic and improved drought tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *J Genet Genom* 36:17–29

Dong Y, Yan JY, Li CX, Li GX, Wu YR, Zhang JJ (2015) Transcription factor *WRKY16* mediates the development of *Arabidopsis thaliana* roots in response to stress conditions via regulation of ABA signaling and stress hormone. *Plant J* 84:56–69

Dong Y, Panagiotis A, Ballew P, Patel S, Yandell BP (2006) The *270P* gene of *Arabidopsis thaliana* functions in floral organ and meristem identity. *Curr Biol* 14:1935–1940

Dong Y, Yang H, Xu M, Cao J, Kim YK, Liu YF, Pan Z, Park YD, Min H, Han Y (2013) Comprehensive analysis of gene sets in Arabidopsis using a newly developed 300 K oligonucleotide chip. *Plant J* 76: 819–831

Du Z, Zhou X, Song Y, Zhang Z, He Z (2010) qPCR + GO analysis method for the agricultural community. *Methods Mol Biol* 16:163–172

Duan W, Song S, Liu T, Huang Z, Bao J, Han X, Li Y (2015) Genome-wide analysis of the *MA205* gene family in *Brassica rapa* (Chinese cabbage). *Mol Genet Genomics* 290:239–255

Flehmig M, Poree-Enversary B, Stahl M, Nevozhikhina A, Weber H, Lohse R, Jordan KP, Loh A (2015) Variation in the

다. 분자마커

분자마커 개발				
번호	특성	보유건수	주요내용	활용년도
1	SSR	9	자색양배추와 녹색양배추를 구분하는 마커	2015
2	SNP	19	자색양배추와 녹색양배추를 구분하는 마커	2015
3	SNP	6	내서성구분마커 저온에서 안토시아닌 합성구별마커	2016
4	InDel	4	내한성 구분 마커 자색과 녹색 구분 마커	2016

라. 인력양성

연구인력 활용/양성 성과													
번호	분류	기준년도	인력양성 현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
1	연구인력	2013. 7- 2016. 12	1	2	4		3	4		6		1	

구분	순번	년도	이름	학위	비고
인력 양성	1	2014	동상수	박사	현 중국 운남대학교 교수
	2	..	이상무	석사	
	3	..	전민주	학사	
	4	2015	안숙정	학사	
	5	..	이지은	석사	
	6	..	김정태	학사	
	7	2016	이아영	학사	
인력 고용	1	2013	이현주	연구원	환경·생물시스템연구소
	2	2014	이현주	..	..
	3	..	이명진	..	..
	4	2015	송하영	..	..
	5	..	양주연	..	..
	6	..	이명진	..	..
	7	2016	양주연	..	..
	8	..	이명진	..	..

제 4 절 조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종개발

1. 품종 개발

연도	구 분	품종 명칭 (건별 각각 기재)	국 명	출원			등 록			기 타
				출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
3차 년도	품종보호 출원	HKB-35	대한민국	농업회사법인 한국종묘(주)	2015.12. 24	2015-739				
4차 년도	품종보호 등록	딴피플 60	대한민국				농업회사법인 한국종묘(주)	2016.05. .23	제6112호	
	품종보호 출원	자수정	대한민국	농업회사법인 한국종묘(주)	2016.12. 07	2016-610				

품종보호출원-HKB-35	품종보호등록-딴피플 60	품종보호출원-자수정
<p>민원인을 가족같이, 민원을 내일같이 불거된 내용에 의문이 있으시면 담당자에게 문의하시기 바랍니다. 담당자: 김지유 전화: (054) 912-0113 FAX: (054) 912-0210 인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr</p> <p>3 | 9 | 6 | 6 | 0 | 경상북도 김천시 혁신8로 119</p> <p>품종보호출원번호 통지서</p> <p>출원일자: 2015.12.24 품종보호 출원번호: 출원 2015 - 739 품종명칭 출원번호: 명칭 2015 - 1828</p> <p>작 물 명 : 양배추 품종 명칭 : 에이지케이비35 출 원 인 : 농업회사법인 한국종묘(주) 주 소 : 경기도 평택시 유원동 246-2</p> <p>2015년12월24일</p> <p>국립종자원</p>	<p>민원인을 가족같이, 민원을 내일같이 불거된 내용에 의문이 있으시면 담당자에게 문의하시기 바랍니다. 담당자: 김지유 전화: (054) 912-0113 FAX: (054) 912-0210 인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr</p> <p>3 | 9 | 6 | 6 | 0 | 경상북도 김천시 혁신8로 119</p> <p>품종보호출원번호 통지서</p> <p>출원일자: 2016.12.7 품종보호 출원번호: 출원 2016 - 610 품종명칭 출원번호: 명칭 2016 - 1350</p> <p>작 물 명 : 양배추 품종 명칭 : 자수정 출 원 인 : 농업회사법인 한국종묘(주) 주 소 : 경기도 평택시 유원동 246-2</p> <p>2016년12월07일</p> <p>국립종자원</p>	<p>민원인을 가족같이, 민원을 내일같이 불거된 내용에 의문이 있으시면 담당자에게 문의하시기 바랍니다. 담당자: 김지유 전화: (054) 912-0113 FAX: (054) 912-0210 인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr</p> <p>3 | 9 | 6 | 6 | 0 | 경상북도 김천시 혁신8로 119</p> <p>품종보호출원번호 통지서</p> <p>출원일자: 2016.12.7 품종보호 출원번호: 출원 2016 - 610 품종명칭 출원번호: 명칭 2016 - 1350</p> <p>작 물 명 : 양배추 품종 명칭 : 자수정 출 원 인 : 농업회사법인 한국종묘(주) 주 소 : 경기도 평택시 유원동 246-2</p> <p>2016년12월07일</p> <p>국립종자원</p>

각 지역 및 각 작형의 요구 특성에 맞는 맞춤형 품종 개발로 많은 거래처들의 선택 폭을 넓혀 시장을 확대하도록 할 계획임.

2. 유전자원

세부적으로 전부(건별로)기록						
번호	특성	수집	등 록			기 타
			등록인	등록일	등록번호	
1	조생종월동	일본	장창순	2016.02.25	BP1234214	
2	중생종월동	일본	장창순	2016.02.25	BP1234215	
3	69~72days	미국	장창순	2016.02.25	BP1234216	
4	40~48days	미국	장창순	2016.02.25	BP1234217	

3. 국내매출액

<2차년도>				
번호	일자	판매품종	판매처	매출액(원)
1	2014-08-11	딤퍼플 60	대*종묘	200,000
2	2014-11-25	딤퍼플 60	대*종묘	1,500,000
3	2015-02-25	딤퍼플 60	코**종묘	250,000
합계	2014.05.03 ~ 2015.04.17			1,950,000
<3차년도>				
번호	일자	판매품종	판매처	매출액(원)
1	2015-11-10	딤퍼플 60	대*종묘	2,000,000
2	2015-11-27	딤퍼플 60	이*식농민	200,000
합계	2015.05.01.~2016.02.29			2,200,000
<4차년도>				
번호	일자	판매품종	판매처	매출액(원)
1	2016-05-30	딤퍼플 60	솔****종묘	250,000
2	2016-07-01	딤퍼플 60	대*종묘사	2,065,700
3	2016-06-14	딤퍼플 60	세*종묘	575,000
4	2016-12-03	딤퍼플 60	대*종묘사	200,000
5	2016-12-26	딤퍼플 60	바이오***	200,000
합계	2016.03.01.~2016.12.31			3,290,700
2~4 차년도 총계	2014.05.03. ~ 2016.12.30			7,440,700

4. 종자 수출액

<2차년도>				
번호	수출품목	수출일	수출국	수출금액(달러)
1	딤퍼플 60	2014-10-31	중국	5,000
합계	2014.05.03 ~ 2015.04.17			5,000
<3차년도>				
번호	수출품목	수출일	수출국	수출금액(달러)
1	딤퍼플 60	2016-02-24	중국	24,000
합계	2015.05.01.~2016.02.29			24,000
<4차년도>				
번호	수출품목	수출일	수출국	수출금액(달러)
1	딤퍼플 60	2016-07-07	이란	3,600
2	딤퍼플 60	2016-07-20	중국	15,000
합계	2016.03.01.~2016.12.31			18,600
2~4 차년도 총계	2014.05.03. ~ 2016.12.30			47,600

5. 기술 실시

기술이전					
번호	기술이전 유형	기술실시계약명	기술실시 대상기관	기술실시 발생일자	기술료 (당해연도 발생액)
1	직접 실시	농업회사법인 한국종묘(주)에서 개발된 조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 3품종을 국내·외 판매하고자 함	한국종묘(주)	2016.12.30	감면

농 립 수 산 식 품 기 술 기 획 평 가 원

수신자 한국종묘

(경유)

제목 기술료 감면 승인 알림(한국종묘)

1. 관련 : 한국종묘-20161230

2. 귀 기관에서 요청한 기술료 감면 신청에 대해 아래와 같이 승인 통보하오니, 불임의 기술실시보고서를 작성하여 제출하여 주시기 바랍니다.

- 아 래 -

가. 승인내역

(단위 : 원)

세부프로젝트명	주관연구기관/ 실시기업	정부출연금	감면전 기술료*	최종기술료**
1.조생계 시들음병 및 뿌리혹병 저항성 적양배추 품종개발	한국종묘	1,459,000,000원	1,45,900,000원	1.0원
2.만추대 배추 품종 육성		2,325,000,000원	2,32,500,000원	2.0원

* 주관연구기관(영리)이 기술실시계약을 체결함에 따라 정부출연금의 10~40% 수준에서 정액으로 책정되는 정부납부기술료로 감면되기 이전의 금액

** 주관연구기관(영리)이 실시기업으로부터 징수하여 전문기관에 납부해야 하는 기술료(실시기업의 유형, 납부방식에 따라 기술료 감면을 적용한 금액)

나. 기술실시 이후 제출 서류 및 기한

- 기술실시보고서(감면승인 통보 후 15일 이내)

불임. 기술실시보고서 양식(운영규정 별지 13의2) 1부. 끝.

농림수산식품기술기획평가원장

★연구원

김권범

연구원

대결 12/30

손주원

협조자

시행 GSP사업관리실-1952 (2016. 12. 30.)

접수

우 14055 경기도 안양시 동안구 부림로 166(관양동 우양타운) / <http://www.ipet.re.kr>

전화 031-420-6884

전송

/ kimkb@ipet.re.kr

/ 비공개(5,7)

6. 홍보

가. 전시포 및 국제종자회의 참여

No	일시	유형	행사명칭	주최기관	장소
1	2013.11.18.~22	국제종자회의	APSA CONGRESS	APSA	KOBE
2	2014.11.10.~14	국제종자회의	APSA CONGRESS	APSA	MACAU
3	2015.08.20.~22	해외전시포	중국 해외 전시포	국립종자원	중국 하북성
4	2015.09.13.~17	해외전시포	인도네시아 해외 전시포	국립종자원	인도네시아 말랑
5	2015.11.16.~21	국제종자회의	APSA CONGRESS	APSA	GOA
6	2016.08.22~25	해외전시포	중국 해외 전시포	국립종자원	중국 하북성
7	2016.09.26~30	해외전시포	인도네시아 해외 전시포	국립종자원	인도네시아 말랑
8	2016.11.07.~10	국제종자회의	APSA CONGRESS	APSA	인천



전시회 및 박람회 홍보 활동 모습

제 5 절 연구개발성과의 활용방안 및 기대효과

1. 활용방안

- 국내 중간지 및 동남아시아 지역에 적합한 양배추 신품종 개발
- 극조생계, 조생계, 만생계, 내서성, 내한성, 내병성, 저장성, 영양학적 가치가 높아진 고부가가치 종자 개발을 통한 시장점유율 확대
- 경쟁력을 갖춘 신품종으로 국내 수입대체 및 수출확대에 따른 외화획득
- 기존 보유계통과 본 과제 수행 중 수집한 유전자원 및 소포자 배양에 의해 조기 육성된 계통을 이용하여 향후 새로운 품종을 개발 할 수 있을 것임.
- 개발된 시들음병 및 검은썩음병 복합 내병성 조생 원형 품종들은 현지 리딩 품종 대비 내병성과 재배 용이성이 뛰어나다고 평가를 받고 있어 현재 중국 운남성, 산서성, 하북성 등지에서 확대 시험 중에 있으며, 공격적인 마케팅을 통해 중국 양배추 종자 수출을 확대할 계획에 있음. 수입 대체 품종 개발의 경우, 연구기간 내에 선발된 조합들에 대해 강원도/제주도에서 농가 재배 시험을 진행 중이고 유통상인, 종자 시판상 관계자들과의 공동 선발로 신품종을 조기 출시하고자 함. 이러한 활동으로 수출액/국내 판매액을 증가 시켜 양배추 종자시장 활성화 기여할 계획임
- 과제를 통해 개발된 분자마커를 이용한 MABC(Marker Assisted-Backcross) 기술은 융성불임 계통 육성뿐 아니라 복합내병성 계통 육성에도 확대 적용하여 신품종 육성기간 단축에 효과적으로 활용할 계획임. 또한 확립된 시들음병/검은썩음병/뿌리혹병 병리 검정 기술을 활용하여 다양한 복합내병성 계통 육성을 육성하고 품종 개발에 활용하고자 함
- 시들음병/검은썩음병 조합의 소포자 배양 개체들은 단기적으로 복합 내병성 품종 개발에 활용 할 수있으며, 확립된 소포자 배양 기술은 검은썩음병/뿌리혹병 조합과 시들음병/뿌리혹병 조합에서도 적용하고자 함. 이를 통해 시들음병/검은썩음병/뿌리혹병 복합 내병성 품종 개발에 활용 할 계획임
- 개발한 분자마커를 GSP원예종자사업단 분석팀과 실용화재단에 이관하여 국내종자회사에 분석서비스를 제공함
- 개발한 분자마커를 활용하여 새로운 육종조재개발에 활용함
- 분자마커 개발결과를 종자포장 등에 표기하여 종자가격향상 도모

2. 기대효과

- 우수 종자 개발 및 보급을 통한 국내 농업기반 확보
- 우수 종자 기술 개발 확립과 더불어 육종 및 재배기술의 발전으로 인한 농업경쟁력을 상승시키는 시너지 효과 창출
- 종자 수출 확대를 통한 국익 창출 및 국가 위상 제고
- 중국 조생 원형 양배추의 리딩을 유지해 온 품종들은 오래된 품종들로서 현재 쇠퇴기에 접

어 들었음. 본 연구과제에서 개발된 복합내병성 품종들은 기존 리딩 품종 보다 고가 판매가 가능하여 고부가가치를 창출할 수 있음

- 확보된 중국 현지 시장 정보 및 인프라는 지속적인 중국 양배추 종자 수출에 있어서 중요한 역할을 할 것이며, 본 과제를 통해 개발된 품종 뿐아니라 앞으로 개발될 품종의 현지 판매 확대에 중요한 역할을 할 것임
- 본 과제를 통해 확립된 분자마커/병리/소포자 배양 기술은 다양한 품종 육성에 활용이 가능하며, 보다 우수한 신품종 출시와 연구기간 단축에 효과적으로 활용 될 것임
- 정책적으로는 ‘선진국과의 기술 차이를 극복하여 정부지원의 효과를 극대화’하고 ‘고급기술인력을 양성하는 계기’를 마련함
- 기술적으로는 외국의 거대 종자회사와 경쟁이 가능한 마커활용 기술을 축적하고, 육종기간을 단축하는 기술을 축적하며, 염색(특히 자색과 녹색)을 조절하는 기술을 축적하고, 유전체 정보를 마커 개발에 활용하는 기술을 보급함
- 경제적으로는 소비자와 재배자가 선호하는 양배추의 육종의 기간을 단축하여 종자시장을 점유하도록 돕고, 내수 양배추 종자의 국산화를 이룩하는데 도움을 줌
- 최근 국내 시장은 적양배추 품종이 변화되는 시기로서 구형의 조생종 품종을 개발하게 되면 부가가치가 더 높은 품종으로서 시장진입이 용이할 것으로 판단됨.
- SI 및 내병성 분자마커 검정기술을 이용하여 이전보다 효율적으로 품종개발을 하게 되면 글로벌 기업과도 충분히 경쟁할 수 있을 것으로 사료됨.
- 본 과제의 수행으로 다양한 적양배추 유전자원을 확보하게 되어 향후 신품종 개발이 용이
- 내병성이 강화된 고부가가치 품종 개발로 농가소득 향상과 종자 수입대체 및 종자 수출 증대

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

- 관련특허와 관련 논문을 분석할 결과 국내특허13건과 미국특허 1건이 검색되었으며, 그 중에서 4건은 본 과제의 연구결과 등록한 것이고, 유사한 특허가 국내특허 1건과 미국특허 1건이 검색되었다. 그러나 이 특허도 양배추와 관련이 없는 색소와 관련된 것이었다.

특허검색결과												
기술1 anthocyanin and molecular marker												
국내 검색어	검색범위	검색결과	국외	223건/유효1건								
no	출원번호	발명의명칭	상태	IPC분류	출원인	대리인	발명자	출원일자	등록번호	등록일자	공개번호	공개일자
1	1020120110742	더 원미 종피색으로부터 안토시아닌을 함유하는 특미 선별종 프라이머 및 이를 이용한 특미 품종 선별 방법(Primer Sets for Selecting Discriminating Color of Anthocyanin in Rice Pericarp and the Selecting Method thereof)	등록	C12N 15/11|C12Q 1/68	대한민국(농촌진흥청)	한라특허법활운해강		2012.10.0	10142923	2014.08.0	1020140C	2014.04.21
2	1020120043603	양파의 구피색 선별용 분자 표지(Molecular Markers for Selecting of Bulb Color in Onion)	등록	C12N 15/11|C12Q 1/68	전남대학교산학협력단	양부원	김성길	2012.04.2	10139586	2014.05.0	1020130I	2013.11.05
3	1020150030127	저온에서 자색 또는 녹색을 띠는 양배추 품종 판별용 SNP 마커 및 이의 용도(Single nucleotide polymorphism marker for discerning purple or green cabbage cultivar at low temperature and uses thereof)	등록	C12Q 1/68	전남대학교산학협력단	최규환	허윤강	2015.03.0	10168057	2016.11.2	1020160I	2016.09.19
4	1020150028489	양배추 자색 품종 판별용 SNP 마커 및 이의 용도(Single nucleotide polymorphism marker for discerning purple cabbage cultivar and uses thereof)	등록	C12Q 1/68|C40B 40/06	전남대학교산학협력단	최규환	허윤강	2015.02.2	10168057	2016.11.2	1020160I	2016.09.06
5	1020140116477	항산화 고활성 벼 밀양290호(Oriza sativa milyang 290 with extremely high antioxidant activity)	등록	A01H 5/00|C12Q 1/68	대한민국(농촌진흥청)	특허법인리	이종희	2014.09.0	10163083	2016.06.0	1020160C	2016.03.10
6	1020150014204	색소유수수 판별용 특이 SSR 프라이머 및 이의 용도(Specific SSR primers for discriminating colored maize and uses thereof)	등록	C12Q 1/68	강원대학교산학협력단	최규환	이주경	2015.01.2	10166313	2016.09.2	1020160C	2016.08.08
7	1020080007218	트코트리놀 함량이 증가된 형질전환 들깨 식물체(Transgenic perilla having increased tocotrienol content)	등록	A01H 1/00|A01H 5/00	순천향대학교 산학협력단	최규환	이영신	2008.01.2	10097037	2010.07.0	1020090C	2009.07.28
국외 검색어	검색범위	검색결과	국외	223건/유효1건								
no	국가	발명의 명칭	IPC	CPC	출원인	출원번호	공개번호	등록번호	공보일자	출원일자	공개일자	등록일자
1	US	MYB14 sequences and uses thereof for flavonoid biosynthesis (MYB14는 플라보노이드 생합성을 위해 배열하고, 그런 이유에서 이용한다)	C12N1A	C07K14|415 C12N15|62	Kerry Ruth Hancock Marg	12996117	2011017E	0905138C	2015.06.0	2009.06.0	2011.07.2	2015.06.09
기술2 cabbage color and molecular marker												
국내 검색어	검색범위	검색결과	국외	295건/ 유효0 건								
no	출원번호	발명의명칭	상태	IPC분류	출원인	대리인	발명자	출원일자	등록번호	등록일자	공개번호	공개일자
1	1020150030127	저온에서 자색 또는 녹색을 띠는 양배추 품종 판별용 SNP 마커 및 이의 용도(Single nucleotide polymorphism marker for discerning purple or green cabbage cultivar at low temperature and uses thereof)	등록	C12Q 1/68	전남대학교산학협력단	최규환	허윤강	2015.03.0	10168057	2016.11.2	1020160I	2016.09.19
2	1020150028489	양배추 자색 품종 판별용 SNP 마커 및 이의 용도(Single nucleotide polymorphism marker for discerning purple cabbage cultivar and uses thereof)	등록	C12Q 1/68|C40B 40/06	전남대학교산학협력단	최규환	허윤강	2015.02.2	10168057	2016.11.2	1020160I	2016.09.06
3	1020130087717	고함량 라이코펜을 축적하고 오렌지색을 나타내는 배추 품종을 구분하기 위한 CRTISO1 유전자와 이를 검출하는 마커 및 이의 용도(CRTISO1 gene for discriminating variety of Chinese Cabbage accumulating lycopene of high content and representing orange color, molecular marker for verifying the gene and uses thereof)	등록	C12Q 1/68|C12Q 1/04|C	서울대학교산학협력단	최규환	양태진	2013.07.2	10153427	2015.06.3	1020150C	2015.02.04
국외 검색어	검색범위	검색결과	국외	295건/ 유효0 건								
국내 검색어	검색범위	검색결과	국외	295건/ 유효0 건								

- 다음 목록에서 보는 바와같이 16편의 논문이 검색되었으나, 그 중에서 엽색에 관련된 논문이 4편, 종피색과 관련된 논문이 1편이었다. 그러나 이들 논문도 카로노이드에 의한 황색에 관련된 내용이 2편이었고, 양배추의 자색에 관련된 논문은 1편이었다. 이 1편의 논문도 양배추의 자색과 관련된 안토시아닌 생합성 회로관련 유전자 및 조절유전자의 발현에 관련된 논문으로 본 연구의 목표와는 상이한 내용이었다.

논문검색 결과

검색범위		Title/Abstract],since 2008			
검색어		cabbage anthocyanin and marker			
3편					
no	제목	저자	발표년도	학술지 명	PMID
1	Fine mapping and candidate gene analysis of an anthocyanin-rich gene, BnaA.PL1, conferring purple leaves in Brassica napus L.	Li H(1),(2), Zhu L(1), Yuan G(1), Heng S(1), Yi B(1), Ma C(1), Shen J(1), Tu J(1), Fu T(1), Wen J(3).	2016	Mol Genet Genomics	27003438
2	Global Gene-Expression Analysis to Identify Differentially Expressed Genes Critical for the Heat Stress Response in Brassica rapa.	Dong X(1), Yi H(1), Lee J(1), Nou IS(2), Han CT(3), Hur Y(1).	2015	PLoS One.	26102990
3	Transcriptomic analysis of nitrogen starvation- and cultivar-specific leaf senescence in winter oilseed rape (Brassica napus L.).	Koeslin-Findeklee F(1), Rizi VS(2), Becker MA(1), Parra-Londono S(1), Arif M(3), Balazadeh S(3), Mueller-Roeber B(3), Kunze R(2), Horst WJ(4).	2015	Plant Sci.	25711825
검색범위		Title/Abstract],since 2008			
검색어		cabbage leaf color			
13편					
no	제목	저자	발표년도	학술지 명	PMID
1	Microspore Induced Doubled Haploids Production from Ethyl Methanesulfonate (EMS) Soaked Flower Buds Is an Efficient Strategy for Mutagenesis in Chinese Cabbage.	Lu Y(1), Dai S(1), Gu A(1), Liu M(1), Wang Y(1), Luo S(1), Zhao Y(1), Wang S(1), Xuan S(1), Chen X(1), Li X(1), Bonnema G(2), Zhao J(1), Shen S(1).	2016	Front Plant Sci.	2.8E+07
2	Proteomic and gene expression analyses during bolting-related leaf color change in Brassica rapa.	Zhang YW(1),(2), Guo MH(3), Tang XB(3), Jin D(3), Fang ZY(4).	2016	Genet Mol Res.	2.8E+07
3	Physiological Characterization and Comparative Transcriptome Analysis of a Slow-Growing Reduced-Thylakoid Mutant of Chinese Cabbage (Brassica campestris ssp. pekinensis).	Huang S(1), Liu Z(1), Li D(1), Yao R(1), Hou L(1), Li X(1), Feng H(1).	2016	Front Plant Sci.	2.7E+07
4	Anthocyanin Accumulation, Antioxidant Ability and Stability, and a Transcriptional Analysis of Anthocyanin Biosynthesis in Purple Heading Chinese Cabbage (Brassica rapa L. ssp. pekinensis).	He Q(1), Zhang Z(2), Zhang L(1).	2015	J Agric Food Chem.	2.7E+07
5	Leaf Colour as a Signal of Chemical Defence to Insect Herbivores in Wild Cabbage (Brassica oleracea).	Green JP(1), Foster R(2), Wilkins L(2), Osorio D(2), Hartley SE(1).	2015	PLoS One.	2.6E+07
6	Molecular characterization and transcriptome analysis of orange head Chinese cabbage (Brassica rapa L. ssp. pekinensis).	Zhang J(1), Yuan H, Fei Z, Pogson BJ, Zhang L, Li L.	2015	Planta.	2.6E+07
7	Identification of Yellow Pigmentation Genes in Brassica rapa ssp. Pekinensis Using Br300 Microarray.	Jung HJ(1), Manoharan RK(1), Park JI(1), Chung MY(2), Lee J(3), Lim YP(4), Hur Y(5), Nou IS(1).	2014	Int J Genomics.	2.6E+07
8	Genes associated with agronomic traits in non-heading Chinese cabbage identified by expression profiling.	Song X, Li Y, Liu T, Duan W, Huang Z, Wang L, Tan H, Hou X(1).	2014	BMC Plant Biol.	2.5E+07
9	BrpSPL9 (Brassica rapa ssp. pekinensis SPL9) controls the earliness of heading time in Chinese cabbage.	Wang Y(1), Wu F, Bai J, He Y.	2014	Plant Biotechnol J.	2.4E+07
10	Association of molecular markers derived from the BrCRISO1 gene with prolycopene-enriched orange-colored leaves in Brassica rapa [corrected].	Lee S, Lee SC, Byun DH, Lee DY, Park JY, Lee JH, Lee HO, Sung SH, Yang TJ.	2014	Theor Appl Genet.	2.4E+07
11	Effect of modified atmosphere packaging on the quality and bioactive compounds of Chinese cabbage (Brassica rapa L. ssp. chinensis).	Mampholo BM(1), Sivakumar D, Beukes M, van Rensburg WJ.	2012	J Sci Food Agric.	2.3E+07
12	Influence of copigment derived from Tasmania pepper leaf on Davidson's plum anthocyanins.	Jensen MB(1), López-de-Dicastillo Bergamo CA, Payet RM, Liu X, Konczak I.	2011	J Food Sci.	2.2E+07
13	Map-based cloning and characterization of a gene controlling hairiness and seed coat color traits in Brassica rapa.	Zhang J(1), Lu Y, Yuan Y, Zhang X, Geng J, Chen Y, Cloutier S, McVetty PB, Li G.	2009	Plant Mol Biol.	1.9E+07

제 7 장 참고문헌

- Abe H, Urao T, Ito T, Seki M, Shinozaki K, Yamaguchi-Shinozaki K (2003) *Arabidopsis* AtMYC2 (bHLH) and AtMYB2 (MYB) function as transcriptional activators in abscisic acid signaling. *Plant Cell* 15(1): 63-78.
- Ahmed NU, Park JI, Jung HJ, Yang TJ, Hur Y, Nou IS (2014) Characterization of dihydroflavonol 4-reductase (*DFR*) genes and their association with cold and freezing stress in *Brassica rapa*. *Gene* 550: 46-55.
- Ahmed NU1, Park JI, Jung HJ, Hur Y, Nou IS (2015) anthocyanin biosynthesis for cold and freezing stress tolerance and desirable color in *Brassica rapa*. *Funct. Integr. Genomics* 15(4): 383-394.
- Aida R, Yoshida K, Kondo T, Kishimoto S, Sibata M (2000) Copigmentation gives bluer flowers on transgenic torenia plants with the antisense dihydroflavonol-4-reductase gene. *Plant Sci.* 160: 49 - 46.
- Albert NW, Davis KM, Lewis DH, Zhang H, Montefiori M, Brendolise C, Boase MR, Ngo H, Jameson PE, Schwinn KE (2014) A conserved network of transcriptional activators and repressors regulates anthocyanin pigmentation in eudicots. *Plant Cell* 26: 962-980.
- Allan AC, Hellens RP, Laing WA (2008) MYB transcription factors that colour our fruit. *Trends Plant Sci* 13: 99 - 102.
- An XH, Tian Y, Chen KQ, Wang XF, Hao YJ (2012) The apple WD40 protein MdTTG1 interacts with bHLH but not MYB proteins to regulated anthocyanin accumulation. *J. Plant Physiol.* 169: 710-717.
- Ananga A, Georgiev V, Ochieng J, Phills B, Tsoleva V (2013) Production of anthocyanins in Grape Cell Cultures: A Potential Source of Raw Material for Pharmaceutical, Food, and Cosmetic Industries. In: *The Mediterranean Genetic Code - Grapevine and Olive pp.* 247-287.
- Azuma A, Kobayashi S, Mitani N, Shiraishi M, Yamada M, Ueno T, Kono A, Yakushiji H, Koshita Y (2008) Genomic and genetic analysis of Myb-related genes that regulate anthocyanin biosynthesis in grape berry skin. *Theor. Appl. Genet.* 117: 1009 - 1019.
- Bártiková H, Skálová L, Dršata J, Boušová I (2013) Interaction of anthocyanin with drug-metabolizing and antioxidant enzymes. *Curr. Med. Chem.* 20: 4665-4679.
- Baudry A, Heim MA, Dubreucq B, Caboche M, Weisshaar B, Lepiniec L (2004) TT2, TT8, and TTG1 synergistically specify the expression of *BANYULS* and proanthocyanidin biosynthesis in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.* 39: 366-380.
- Bridle P, Timberlake CF (1997) anthocyanins as natural food colours-selected aspects. *Food Chem.* 58: 103-109.
- Burdzinski C, Wendell DL (2007) Mapping the *anthocyaninless* (*anl*) locus in rapid-cycling *Brassica rapa* (*RBr*) to linkage group R9. *BMC Genetics* 8: 64.
- Butelli E, Licciardello C, Zhang Y, Liu J, Mackay S, Bailey P, Reforgiato-Recupero G, Martin C (2012) Retrotransposons control fruit-specific, cold-dependent accumulation of anthocyanins in blood oranges. *Plant Cell* 24: 1242-55.
- Butelli E, Titta L, Giorgio M, Mock HP, Matros A, Peterek S, Schijlen EG, Hall RD, Bovy AG, Luo J, Martin C (2008) Enrichment of tomato fruit with health-promoting anthocyanins by expression of select transcription factors. *Nat. Biotechnol.* 26:1301-1308.
- Cao GH, Muccitelli HU, Sanchez-Moreno C, Prior RL (2001) anthocyanins are absorbed in glycosylated forms in elderly women: a pharmacokinetic study. *Am. J. Clin. Nutr.* 73: 920 - 926.
- Carey CC, et al. (2004) Mutations in the pale aleurone color1 regulatory gene of the *Zea mays* anthocyanin pathway have distinct phenotypes relative to the functionally similar TRANSPARENT TESTA GLABRA1 gene in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell* 16: 450-464.
- Castellarin SD, Gaspero GD (2007) Transcriptional control of anthocyanin biosynthetic genes in extreme phenotypes for berry pigmentation of naturally occurring grapevines. *BMC Plant Biol.* 7:46.
- Castellarin SD, Pfeiffer A, Sivilotti P, Degan M, Peterlunger E, DI Gaspero G (2007) Transcriptional regulation of anthocyanin biosynthesis in ripening fruits of grapevine under seasonal water deficit. *Plant Cell Environ.* 30: 1381-1399.
- Cerletti C, de Curtis A, Bracone F, Digesù C, Morganti AG, Iacoviello L, de Gaetano G, Donati MB. (2016) Dietary anthocyanins and health: data from FLORA and ATHENA EU projects. *Br. J. Clin. Pharmacol.* Mar 25. doi: 10.1111/bcp.12943. [Epub ahead of print]
- Chaikam V, D. Karlson (2008) Functional characterization of two cold shock domain proteins from *Oryza sativa*. *Plant Cell Environ.* 31: 995 - 1006
- Chaikam V, D. Karlson (2010) Comparison of structure, function and regulation of plant cold shock domain proteins to bacterial and animal cold shock domain proteins. *BMB Rep.* 43: 1 - 8.
- Chalker-Scott, L (1999) Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses. *Photochem. Photobiol.* 70: 1-9.
- Charron CS, Clevidence BA, Britz SJ, Novotny JA (2007) Effect of dose size on bioavailability of acylated and nonacylated anthocyanins from red cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*). *J. Agric. Food Chem.* 55: 5354-5362.
- Chen FB, Xing CY, Huo SP, Cao CL, Yao QL, Fang P (2016) Red pigment content and expression of genes related to anthocyanin biosynthesis in radishes (*Raphanus sativus* L.) with different colored fresh. *J. Agric. Sci.* 8: 126-135.
- Chiu LW, Li L (2012) Characterization of the regulatory network of BoMYB2 in controlling anthocyanin biosynthesis in purple cauliflower. *Planta* 236: 1153-1164.

- Cho J, Kang J, Long P, Jing J, Back Y, Chung KS (2003) Antioxidant and memory enhancing effects of purple sweet potato anthocyanin and cordyceps mushroom extract. *Arch. Pharm. Res.* 26:821 - 825.
- Chon SU, Boo HO, Heo BG, Gorinstein S (2012) anthocyanin content and the activities of polyphenol oxidase, peroxidase, and phenylalanine ammonia-lyase in lettuce cultivars. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 63: 45-48.
- Christie PJ, Alfenito MR, Walbot V (1994) Impact of low-temperature stress on general phenylpropanoid and anthocyanin pathways: Enhancement of transcript abundance and anthocyanin pigmentation in maize seedlings. *Planta* 194: 541-549.
- Das PK, Shin DH, Choi SB, Park YI (2012) Sugar-hormone cross-talk in anthocyanin biosynthesis. *Mol Cells* 34: 501-507.
- Davies KM (2009) Modifying anthocyanin production in flowers. *In: Gould K, Davies K, Winefield C (eds) anthocyanins biosynthesis functions, and applications.* Springer, New York, pp 49 - 3
- de Pascual-Teresa S, Moreno DA, Garcia-Viguera C (2010) Flavanols and anthocyanins in cardiovascular health: a review of current evidence. *Int. J. Mol. Sci.* 11, 1679-703.
- Deng X, Bashandy H, Ainasoja M, Kontturi J, Pietiäinen M, et al. (2014) Functional diversification of duplicated chalcone synthase genes in anthocyanin biosynthesis of *Gerbera hybrida*. *New Phytol.* 201: 1469-1483.
- Dixon RA, Liu C, Jun JH (2013) Metabolic engineering of anthocyanins and condensed tannins in plants. *Curr. Opin. Biotechnol.* 24: 329-335.
- Dubos C, Gourrierec JL, Baudry A, Huep G, Lanet E, Debeaujon I, Routaboul JM, Alboresi A, Weisshaar B, Lepiniec L (2008) MYB2 is a new regulator of flavonoid biosynthesis in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.* 55: 940-953.
- Dubos C, Stracke R, Grotewold E, Weisshaar B, Martin C, Lepiniec L (2010) MYB transcription factors in *Arabidopsis*. *Trends Plant Sci.* 15: 573 - 581.
- Dufoo-Hurtado MD, Zavala-Gutiérrez KG, Cao CM, Cisneros-Zevallos L, Guevara-González, Torres-Pacheco I, Vázquez-Barrios ME, Rivera-Pastrana DM, Mercado-Silva EM (2013) Low-temperature conditioning of "seed" cloves enhances the expression of phenolic metabolism related genes and anthocyanin content in 'Coreano' garlic (*Allium sativum*) during plant development. *J. Agric. Food Chem.* 61: 10439-10446.
- Feng S, Wang Y, Yang S, Xu Y, Chen X (2010) anthocyanin biosynthesis in pears is regulated by a R2R3-MYB transcription factor PyMYB10. *Planta* 232: 245 - 255.
- Feyissa DN, Løvdal T, Olsen KM, Slimestad R, Lillo C (2009) The endogenous *GL3*, but not *EGL3*, gene is necessary for anthocyanin accumulation as induced by nitrogen depletion in *Arabidopsis* rosette stage leaves. *Planta* 230: 747-754.
- Ghosh D, Konishi T (2007) Anthocyanins and anthocyanin-rich extracts: role in diabetes and eye function. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* 16: 200-208.
- Gonzalez A, Zhao M, Leavitt JM, Lloyd AM (2008) Regulation of the anthocyanin biosynthetic pathway by the TTG1/bHLH/Myb transcriptional complex in *Arabidopsis* seedlings. *Plant J.* 53: 814 - 827.
- Gou JY, Felippes FF, Liu CJ, Weigel D, Wang JW (2011) Negative regulation of anthocyanin biosynthesis in *Arabidopsis* by a *miR156*-targeted SPL transcription factor. *Plant Cell* 23: 1512 - 1522.
- Gould KS (2004) Nature's Swiss army knife: The diverse protective roles of anthocyanin in leaves. *J. Biomed. Biotechnol.* 2004(5): 314-320.
- Guo N, Cheng F, Wu J, Liu B, Zheng S, Liang J, Wang X (2014) anthocyanin biosynthetic genes in *Brassica rapa*. *BMC Genomics* 15: 426.
- Harris NN, Javellana J, Davies KM, Lewis DH, Jameson PE, Deroles SC, Calcott KE, Gould KS, Schwinn KE (2012) Betalain production is possible in anthocyanin-producing plant species given the presence of DOPA-dioxygenase and L-DOPA. *BMC Plant Biol.* 12: 34.
- Hassellund SS, Flaa A, Kjeldsen SE, Seljeflot I, Karlsen A, Erlund I, Rostrup M (2013) Effects of anthocyanins on cardiovascular risk factors and inflammation in pre-hypertensive men: a double-blind randomized placebo-controlled crossover study. *J. Human Hypertens.* 27: 100 - 106.
- He J, Giusti MM (2010) Anthocyanins: natural colorants with health-promoting properties. *Annu Rev Food Sci Technol.* 1: 163-187.
- Heppel SC, Jaffe FW, Takos AM, Schellmann S, Rausch T, Walker AR, et al. (2013) Identification of key amino acids for the evolution of promoter target specificity of anthocyanin and proanthocyanidin regulating MYB factors. *Plant Mol Biol.* 82: 457-471.
- Hribar U, Ulrich NP (2014) The metabolism of anthocyanin. *Curr. Drug Metab.* 15: 3-13.
- Hua C1, Linling L, Shuiyuan C, Fuliang C, Feng X, Honghui Y, Conghua W. (2013) Molecular cloning and characterization of three genes encoding dihydroflavonol-4-reductase from *Ginkgo biloba* in anthocyanin biosynthetic pathway. *PLoS One* 8(8): e72017.
- Huang ZA, Zhao T, Fan HJ, Wan N, Zheng SS, Ling HQ (2012) The upregulation of *NtAN2* expression at low temperature is required for anthocyanin accumulation in juvenile leaves of *Lc*-transgenic tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *J. Genet. Genom.* 39: 149-156.
- Hughes NM, Carpenter KL, Cannon JG (2013) Estimating contribution of anthocyanin pigments to osmotic adjustment during winter leaf reddening. *J. Plant Physiol.* 170: 230-233.

- Hughes NM, Reinhardt K, Feild TS, Gerardi AR, Smith WK (2010) Association between winter anthocyanin production and drought stress in angiosperm evergreen species. *J. Exp. Bot.* 61: 1699–1709.
- Jaakola L (2013) New insights into the regulation of anthocyanin biosynthesis in fruits. *Trends Plant Sci.* 18: 477–483.
- Jeong SW, Das PK, Jeoung SC, Song JY, Lee HK, Kim YK, Kim WJ, Park YI, Yoo SD, Choi SB, Choi G, Park YI (2010) Ethylene suppression of sugar-induced anthocyanin pigmentation in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 154: 1514–1531.
- Jiang M, Cao J. (2008) Sequence variation of chalcone synthase gene in a spontaneous white-flower mutant of Chinese cabbage-pak-choi. *Mol. Biol. Rep.* 35: 507–512.
- Kang H, S.J. Park, K.J. Kwak (2013) Plant RNA chaperones in stress response. *Trends Plant Sci.*, 18: 100 - 106.
- Karlson D, Nakaminami K, Toyomasu T, Imai R (2002) A cold-regulated nucleic acid-binding protein of winter wheat shares a domain with bacterial cold shock proteins. *J. Biol. Chem.*, 277: 35248 - 35256.
- Karlson D, Imai R (2003) Conservation of the cold shock domain protein family in plants. *Plant Physiol.*, 131: 12 - 15.
- Kim MH, Sasaki K, Imai R (2009) Cold shock domain protein 3 regulates freezing tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *J. Biol. Chem.*, 284: 23454 - 23460.
- Kim S, Park JY, Yang TJ (2015) Characterization of three active transposable elements recently inserted in three independent *DFR-A* alleles and one high-copy DNA transposon isolated from the *Pink* allele of the ANS gene in onion (*Allium cepa* L.). *Mol. Genet. Genomics* 290: 1027–1037.
- Kopsell DA, Kopsell DE, Lefsrud MG, Curran-Celentano J, Dukach LE (2004) Variation in lutein, β -carotene, and chlorophyll concentrations among *Brassica oleracea* clutigenes and seasons. *HortScience* 39: 361–364.
- Kovinich N, Kanyanja G, Chanoca A, Riedl K, Otegui MS, Grotewold E (2014) Not all anthocyanins are born equal: distinct patterns induced by stress in *Arabidopsis*. *Planta* 240: 931–940.
- Laleh G, Frydoonfar H, Heidary R, Jameei R, Zare S (2006) The effect of light, temperature, pH and species on stability of anthocyanin pigments in four *Berberis* species. *Pakistan Journal of Nutrition*, 5, 90–92.
- Lefsrud M, Kopsell D, Wenzel A, Sheehan J (2007) Changes in kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) crotenoid and chlorophyll pigment concentrations during leaf ontogeny. *Sci. Hort.* 112: 136–141.
- Leng P, Itamura H, Yamamura H, Deng XM (2000) anthocyanin accumulation in apple and peach shoots during cold acclimation. *Sci. Hort.* 83: 43–50.
- Li D, Zhang Y, Liu Y, Sun R, Xia M (2015) Purified anthocyanin supplementation reduces dyslipidemia, enhances antioxidant capacity, and prevents insulin resistance in diabetic patients. *J. Nutr.* 145: 742 - 748.
- Li H, Deng Z, Zhu H, Hu C, Liu R, Young JC, Tsao R (2012) Highly pigmented vegetables: anthocyanin compositions and their role in antioxidant activities. *Food research international*, 46, 250–259.
- Li H, Qiu J, Chen F, Lv X, Fu C, Zhao D, Hua X, Zhao Q (2012) Molecular characterization and expression analysis of dihydroflavonol 4-reductase (*DFR*) gene in *Saussurea medusa*. *Mol. Biol. Rep.* 39: 2991–2999.
- Li L, Paolillo DJ, Parthasarathy MV, DiMuzio EM, Garvin DF (2001) A novel gene mutation that confers abnormal patterns of β -carotene accumulation in cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*). *Plant J.* 26: 59 - 67.
- Li X, Ma H, Huang H, Li D, Yao S (2013) Natural anthocyanins from phytoresources and their chemical researches. *Nat. Prod. Res.* 27: 456 - 469.
- Li Y, van den Ende W, Rolland F (2014) Sucrose induction of anthocyanin biosynthesis is mediated by DELLA. *Mol. Plant* 7: 570–572.
- Li YY, Mao K, Zhao C, Zhao XY, Zhang HL, Shu HR, Hao YJ (2012) MdCOP1 ubiquitin E3 ligases interact with MdMYB1 to regulate light-Induced anthocyanin biosynthesis and red Fruit coloration in apple. *Plant Physiol.* 160: 1011–1022.
- Lila MA (2009) Interactions between flavonoids that benefit human health. In: Gould KS, Davies KM, Winefield C (eds) anthocyanins: biosynthesis, functions, and applications. Springer, New York, pp 305 - 323
- Lim SH, Song JH, Kim DH, Kim JK, Lee JY, Kim YM, Ha SH (2016) Activation of anthocyanin biosynthesis by expression of the radish R2R3-MYB transcription factor gene *RsMYB1*. *Plant Cell Rep.* 35(3):641–653.
- Lin BW, Gong CC, Song HF, Cui YY. (2016) Effect of anthocyanins on the prevention and treatment of cancer. *Br. J. Pharmacol.* Sep 20. doi: 10.1111/bph.13627. [Epub ahead of print] Review
- Lin, J. Y.; Li, C. Y.; Hwang, I (2008) Characterisation of the pigment components in red cabbage (*Brassica oleracea* L. var.) juice and their anti-inflammatory effects on LPS-stimulated murine splenocytes. *Food Chem.* 109, 771–781.
- Lin-Wang K, Bolitho K, Grafton K, Kortstee A, Karunairetnam S, McGhie TK, Espley RV, Hellens RP, Allan AC (2010) An R2R3 MYB transcription factor associated with regulation of the anthocyanin biosynthetic pathway in Rosaceae. *BMC Plant Biol.* 10: 50.
- Liu W, Xu J, Liu Y, Yu X, Tang X, Wang Z, Li X (2014) anthocyanins potentiate the activity of trastuzumab in human epidermal growth factor receptor 2-positive breast cancer cells in vitro and in vivo. *Mol. Med. Rep.* 10: 1921–1926.
- Liu Z, Shi MZ, Xie DY (2014) Regulation of anthocyanin biosynthesis in *Arabidopsis thaliana* red *pap1-D* cells metabolically programmed by auxins. *Planta* 239: 765–781.
- Lorenc-Kukuła K, Jafra S, Oszmiański J, Szopa J (2005) Ectopic expression of anthocyanin 5-o-glucosyltransferase in potato

- tuber causes increased resistance to bacteria. *J. Agric. Food. Chem.* 53: 272-281.
- Ma H, Pooler M, Griesbach R (2008) Ratio of *Myc* and *Myb* transcription factors regulates anthocyanin production in orchid flowers. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 133: 133 - 138.
- Mano H, Ogasawara F, Sato K, Higo H, Minobe Y (2007) Isolation of a regulatory gene of anthocyanin biosynthesis in tuberous roots of purple-fleshed sweet potato. *Plant Physiol.* 143: 1252 - 1268.
- Maruta T, Noshi M, Nakamura M, Matsuda S, Tamoi M, Ishikawa T, Shigeoka S (2014) Ferulic acid 5-hydroxylase 1 is essential for expression of anthocyanin biosynthesis-associated genes and anthocyanin accumulation under photooxidative stress in *Arabidopsis*. *Plant Sci.* 219-220: 61-68.
- Matsui K, Umemura Y, Ohme-Takagi M (2008) AtMYBL2, a protein with a single MYB domain, acts as a negative regulator of anthocyanin biosynthesis in *Arabidopsis*. *Plant J.* 55: 954 - 967.
- Mazza G, Miniati E (1993) *anthocyanins in fruits, vegetables, and grains*: CRC press.
- Mori K, Sugaya S, Gemma H (2005) Decreased anthocyanin biosynthesis in grape berries grown under elevated night temperature condition. *Sci. Hortic.* 105: 319 - 330.
- Mushtaq MA, Pan Q, Chen D, Zhang Q, Ge X, Li Z (2016) Comparative leaves transcriptome analysis emphasizing on accumulation of anthocyanins in *Brassica*: Molecular regulation and potential interaction with photosynthesis. *Front. Plant Sci.* 7: 311.
- Nagata T, Todoriki S, Masumizu T, Suda I, Furuta S, Du Z, Kikuchi S (2003) Levels of active oxygen species are controlled by ascorbic acid and anthocyanin in *Arabidopsis*. *J. Agric. Food Chem.* 51: 2992-2999.
- Nakai K, Inagaki Y, Nagata H, Miykzaki C, Iida S. (1998) Molecular characterization of the gene for dihydroflavonol 4-reductase of *Japonica* rice varieties. *Plant Biotechnol.* 15: 221-225.
- Nakaminami K, Hill, S.E. Perry, N. Sentoku, J.A. Long, D. Karlson (2009) *Arabidopsis* cold shock domain proteins: relationships to floral and silique development. *J. Exp. Bot.*, 60: 1047 - 1062.
- Nakatsuka T, Haruta KS, Pitaksutheepong C, Abe Y, Kakizaki Y, Yamamoto K, Shimada N, Yamamura S, Nishihara M (2008) Identification and characterization of R2R3-MYB and bHLH transcription factors regulating anthocyanin biosynthesis in gentian flowers. *Plant Cell Physiol.* 49: 1818 - 1829.
- Nakatsuka T, Mishiba K, Kubota A, Abe Y, Yamamura S, Nakamura N, Tanaka Y, Nishihara M (2010) Genetic engineering of novel flower colour by suppression of anthocyanin modification genes in gentian. *J. Plant Physiol.* 167: 231 - 237.
- Nakatsuka T, Sato K, Takahashi H, Yamamura S, Nishihara M (2008) Cloning and characterization of the UDP-glucose: anthocyanin 5-*O*-glucosyltransferase gene from blueflowered gentian. *J. Exp. Bot.* 59: 1241 - 1252.
- Nemie-Feyissa D, et al. (2014) Nitrogen depletion and small R3-MYB transcription factors affecting anthocyanin accumulation in *Arabidopsis* leaves. *Phytochemistry* 98: 34-40.
- Nesi N, Debeaujon I, Jond C, Pelletier G, Caboche M, Lepiniec L (2000) The *TT8* gene encodes a basic helix-loop-helix domain protein required for expression of *DFR* and *BAN* genes in *Arabidopsis* siliques. *Plant Cell* 12: 1863 - 1878.
- Nguyen NH, Jeong CY, Kang GH, Yoo SD, Hong SW, Lee H (2015) MYBD employed by HY5 increases anthocyanin accumulation via repression of *MYBL2* in *Arabidopsis*. *Plant J.* 84: 1192-1205.
- Page M, Sultana N, Paszkiewicz K, Florance H, Smirnoff N (2012) The influence of ascorbate on anthocyanin accumulation during high light acclimation in *Arabidopsis thaliana*: further evidence for redox control of anthocyanin synthesis. *Plant Cell Environ.* 35: 388-404.
- Park KI, Ishikawa N, Morita Y, Choi J-D, Hoshino A, Iida S (2007) A *bHLH* regulatory gene in the common morning glory, *Ipomoea purpurea*, controls anthocyanin biosynthesis in flowers, proanthocyanidin and phytomelanin pigmentation in seeds, and seed trichome formation. *Plant J.* 49:641 - 654.
- Park NI, Xu H, Li X, Jang IH, Park S, Ahn GH, Lim YP, Kim SJ, Park SU (2011) anthocyanin accumulation and expression of anthocyanin biosynthetic genes in radish (*Raphanus sativus*). *J. Agric. Food Chem.* 59: 6034-6039.
- Park SJ, K.J. Kwak, H.J. Jung, H.J. Lee, H. Kang (2010) The C-terminal zinc finger domain of *Arabidopsis* cold shock domain proteins is important for RNA chaperone activity during cold adaptation. *Phytochemistry* 71: 543 - 547.
- Park SJ, K.J. Kwak, T.R. Oh, Y.O. Kim, H. Kang (2009) Cold shock domain proteins affect seed germination and growth of *Arabidopsis thaliana* under abiotic stress conditions. *Plant Cell Physiol.* 50: 869 - 878.
- Park SY, Lim SH, Ha SH, Yeo Y, Park WT, Kwon DY, Park SU, Kim JK (2013) Metabolic profiling approach reveals the interface of primary and secondary metabolism in colored cauliflowers (*Brassica oleracea* L. ssp. *botrytis*). *J. Agric. Food Chem.* 61: 6999-7007.
- Park WT, Kim JK, Park S, Lee SW, Li X, Kim YB, Uddin MR, Park NI, Kim SJ, Park SU (2012) Metabolic profiling of glucosinolates, anthocyanins, carotenoids, and other secondary metabolites in kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*). *J. Agric. Food Chem.* 60: 8111-81116.
- Pascual-Teresa DS, Moreno DA, Garcia-Viguera C (2010) Flavanols and anthocyanins in cardiovascular health: a review of current evidence. *Int. J. Mol. Sci.* 11: 1679-703.
- Petersson EV, Puerta A, Bergquist J, Turner C (2008) Analysis of anthocyanins in red onion using capillary electrophoresis-tiem of flight-mass spectrometry. *Electrophoresis* 29, 2723-2730.

- Petroni K, Tonelli C (2011) Recent advances on the regulation of anthocyanin synthesis in reproductive organs. *Plant Sci.* 181:219 - 229.
- Piero ARL, Puglisi I, Rapisarda P, Petrone G (2005) Anthocyanins accumulation and related gene expression in red orange fruit induced by low temperature storage. *J. Agric. Food Chem.* 53: 9083 - 9088.
- Pourcel L, Irani NG, Lu Y, Riedl K, Schwartz S, Grotewold E (2010) The formation of anthocyanic vacuolar inclusions in *Arabidopsis thaliana* and implications for the sequestration of anthocyanin pigments. *Mol. Plant* 3: 78 - 90.
- Prouse MB, Campbell MM. (2012) The interaction between MYB proteins and their target DNA binding sites. *Biochim. Biophys. Acta* 1819(1): 67-77.
- Qi T, et al. (2011) The Jasmonate-ZIM-domain proteins interact with the WD-Repeat/bHLH/MYB complexes to regulate jasmonate-mediated anthocyanin accumulation and trichome initiation in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell* 23: 1795-1814.
- Qi T, Song S, Ren Q, Wu D, Huang H, Chen Y, Fan M, Peng W, Ren C, Xie D (2011) The jasmonate-ZIM-domain proteins interact with the WD-Repeat/bHLH/MYB complexes to regulate jasmonate-mediated anthocyanin accumulation and trichome initiation in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell* 23: 1795 - 1814.
- Quattrocchio F, Wing JF, Leppen HTC, Mol JNM, Koes RE (1993) Regulatory genes controlling anthocyanin pigmentation are functionally conserved among plant species and have distinct sets of target genes. *Plant Cell* 5: 1497 - 1512.
- Rabino I, Mancinelli AL (1986) Light, temperature, and anthocyanin production. *Plant Physiol.* 81: 922-924.
- Radkova M, P. Vítámvás, K. Sasaki, R. Imai (2014) Development- and cold-regulated accumulation of cold shock domain proteins in wheat. *Plant Physiol. Biochem.*, 77: 44 - 48.
- Rapisarda P, Fanella F, Maccarone E (2000) Reliability of analytical methods for determining anthocyanins in blood orange juices. *J. Agric. Food Chem.* 48:2249 - 2252.
- Sasaki K, M.H. Kim, Y. Kanno, M. Seo, Y. Kamiya, R. Imai (2015) *Arabidopsis* COLD SHOCK DOMAIN PROTEIN 2 influences ABA accumulation in seed and negatively regulates germination. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 456: 380 - 384.
- Scalzo RL, Genna A, Branca F, Chedin M, Chassaigne H (2008) Anthocyanin composition of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) and cabbage (*B. oleracea* L. var. *capitata*) and its stability in relation to thermal treatments. *Food Chem* 107: 136-144.
- Schmidt S, Zietz M, Schreiner M, Rohn S, Kroh LW, Krumbein A (2010) Genotypic and climatic influences on the concentration and composition of flavonoids in kale (*Brassica oleracea* var. *sabellica*). *Food Chem.* 119: 1293 - 1299.
- Schulz E, Tohge T, Zuther E, Fernie AR, Hincha DK (2015) Natural variation in flavonol and anthocyanin metabolism during cold acclimation in *Arabidopsis thaliana* accessions. *Plant Cell Environ.* 38: 1658 - 1672.
- Shi MZ, Xie DY (2010) Features of anthocyanin biosynthesis in *pap1-D* and wild-type *Arabidopsis thaliana* plants grown in different light intensity and culture media conditions. *Planta* 231: 1385 - 1400.
- Shi MZ, Xie DY (2014) Biosynthesis and metabolic engineering of anthocyanins in *Arabidopsis thaliana*. *Recent Pat. Biotechnol.* 8: 47-60.
- Shim SH, Kim JM, Choi CY, Kim CY, Park KH (2012) *Ginkgo biloba* extract and bilberry anthocyanins improve visual function in patients with normal tension glaucoma. *J. Med. Food* 15: 818-823.
- Shin DH, et al. (2013) HY5 regulates anthocyanin biosynthesis by inducing the transcriptional activation of the MYB75/PAP1 transcription factor in *Arabidopsis*. *FEBS Lett.*, 587: 1543-1547.
- Shin J, Park E, Choi G (2007) PIF3 regulates anthocyanin biosynthesis in an HY5-dependent manner with both factors directly binding anthocyanin biosynthetic gene promoters in *Arabidopsis*. *Plant J.* 49: 981 - 994.
- Solecka D, Boudet AM, Kacperska A (1999) Phenylpropanoid and anthocyanin changes in low-temperature treated winter iolseed rape leaves. *Plant Physiol. Biochem.* 37: 491-496.
- Spelt C, Quattrocchio F, Mol JNM, Koes R (2000) *Anthocyanin1* of petunia encodes a basic helix-loop-helix protein that directly activates transcription of structural anthocyanin genes. *Plant Cell* 12: 1619 - 1632.
- Su N, Wu Q, Cui J (2016) Increased sucrose in the hypocotyls of radish sprouts contributes to nitrogen deficiency-induced anthocyanin accumulation. *Front. Plant Sci.* 26:7: 1976.
- Sun Y, Qiu Y, Duan M, Wang J, Zhang X, Wang H, Song J, Li X (2016) Identification of anthocyanin biosynthesis related microRNAs in a distinctive Chinese radish (*Raphanus sativus* L.) by high-throughput sequencing. *Mol. Genet. Genomics* DOI 10.1007/s00438-016-1268-y.
- Tai D, Tian J, Zhang J, Song T, Yao Y (2014) A *Malus crabapple* chalcone synthase gene, *McCHS*, regulates red petal color and flavonoid biosynthesis. *PLoS One* 9(10): e110570.
- Takos AM, Jaffé FW, Jacob SR, Bogs J, Robinson SP, Walker AR (2006) Light-induced expression of a MYB gene regulates anthocyanin biosynthesis in red apples. *Plant Physiol.* 142: 1216 - 1232.
- Tanaka Y, Ohmiya A (2008a) Seeing is believing: engineering anthocyanin and carotenoid biosynthesis pathways. *Curr Opin Biotechnol* 19: 190-197.
- Tanaka Y, Sasaki N, Ohmiya A (2008b) Biosynthesis of plant pigments: anthocyanins, betalains and carotenoids. *Plant J.* 54:

- Teng S, Keurentjes J, Bentsink L, Koornneef M, Smeeckens S (2005) Sucrose-specific induction of anthocyanin biosynthesis in *Arabidopsis* requires the *MYB75/PAP1* gene. *Plant Physiol.* 139: 1840 - 1852.
- Thomasset S, Teller N, Cai H, Marko D, Berry D, Steward W, Gescher A (2009) Do anthocyanins and anthocyanidins, cancer chemopreventive pigments in the diet, merit development as potential drugs? *Cancer Chemother. Pharmacol.* 64:201 - 211.
- Ubi BE, Honda C, Bessho H, Kondo S, Wada M, Kobayashi S, Moriguchi T (2006) Expression analysis of anthocyanin biosynthetic genes in apple skin: effect of UV-B and temperature. *Plant Sci.* 170: 571-578.
- Wada T, Kunihiro A, Tominaga-Wada R (2014) *Arabidopsis* CAPRIVCE (MYB) and GLABRA3 (bHLH) control tomato (*Solanum lycopersicum*) anthocyanin biosynthesis. *PLoS One* 9(9): e109093.
- Wang HI, Fan W, Li H, Yang J, Huang J, Zhang P (2013) Functional characterization of Dihydroflavonol-4-reductase in anthocyanin biosynthesis of purple sweet potato underlies the direct evidence of anthocyanins function against abiotic stresses. *PLoS One.* 8(11): e78484.
- Wang S, Chen JG (2014) Regulation of cell fate determination by single-repeat R3 MYB transcription factors in *Arabidopsis*. *Front. Plant Sci.*, 5: 133.
- Wang Y, Wang Y, Song Z, Zhang H (2016) Repression of *MYBL2* by both microRNA858a and HY5 leads to the activation of anthocyanin biosynthetic pathway in *Arabidopsis*. *Mol. Plant* 9: 1395-1405.
- Wang Y, Zhou B, Sum M, Li Y, Kawabata S (2012) UV-A light induces anthocyanin biosynthesis in a manner distinct from synergistic blue+UV-B light and UV-A/blue light responses in different parts of the hypocotyls in turnip seedlings. *Plant Cell Physiol.* 53: 1470-1480.
- Wendell DL, Vaziri A, Shergill G (2016) The gene encoding dihydroflavonol 4-reductase is a candidate for the *anthocyaninless* locus of Rapid cycling *Brassica rapa* (Fast plants type). *PLoS One* 11(8): e0161394.
- Wiczowski W, Szawara ND, Topolska J (2013) Red cabbage anthocyanins: Profile, isolation, identification, and antioxidant activity. *Food Res. Int.* 51, 303-309.
- Wu Q, Su N, Zhang X, Liu Y, Cui J, Liang Y (2016) . Hydrogen peroxide, nitric oxide and UV RESISTANCE LOCUS8 interact to mediate UV-B-induced anthocyanin biosynthesis in radish sprouts. *Sci. Rep.* 6: 29164.
- Xie Q, Hu Z, Zhang Y, Taian S, Wang Z, Zhao Z, Yang Y, Chen G (2014) Accumulation and molecular regulation of anthocyanin in purple tumorous stem mustard (*Brassica juncea* var. *tumida* Tsen et Lee). *J. Agric. Food Chem.* 62: 7813-7821.
- Xie Y, Tan H, Ma Z, Huang J (2016) DELLA proteins promote anthocyanin biosynthesis via sequestering MYBL2 and JAZ suppressors of the MYB/bHLH/WD40 complex in *Arabidopsis thaliana*. *Mol. Plant* 9(5): 711-721.
- Yamagishi M, Shimoyamada Y, Nakatsuka T, Masuda K (2010) Two R2R3-MYB genes, homologs of petunia *AN2*, regulate anthocyanin biosyntheses in flower tepals, tepal spots and leaves of *Asiatic hybrid* lily. *Plant Cell Physiol.* 51: 463 - 474.
- Ye H, Li L, Guo H, Yin Y (2012) MYBL2 is a substrate of GSK3-like kinase BIN2 and acts as a corepressor of BES1 in brassinosteroid signaling pathway in *Arabidopsis*. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 109: 20142-20147.
- Yildiz M, Willis DK, Cavagnaro PF, Iorizzo M, Abak K, Simon PW. (2013) Expression and mapping of anthocyanin biosynthesis genes in carrot. *Theor. Appl. Genet.* 126:1689-1702.
- Yoshida K, Mori M, Kondo T (2009) Blue flower color development by anthocyanins: from chemical structure to cell physiology. *Nat. Prod. Rep.* 26:884 - 915.
- Yuan Y, Chiu LW, Li L (2009) Transcriptional regulation of anthocyanin biosynthesis in red cabbage. *Planta* 230: 1141 - 1153.
- Zhang B, Hu Z, Zhang Y, Li Y, Zhou S, Chen G (2012) A putative functional MYB transcription factor induced by low temperature regulates anthocyanin biosynthesis in purple kale (*Brassica oleracea* var. *acephala f. tricolor*). *Plant Cell Rep.* 31: 281-289.
- Zhang Y, Chen G, Dong T, Pan Y, Zhao Z, Tian S, Hu Z (2014) Anthocyanin accumulation and transcriptional regulation of anthocyanin biosynthesis in purple box choy (*Brassica rapa* var. *chinensis*). *J. Agric. Food Chem.* 62: 12366-12376.
- Zhang Y, et al. (2014) Engineering anthocyanin biosynthesis in plants. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 19: 81-90.
- Zhang Y, Zheng S, Liu Z, Wang L, Bi Y (2011) Both HY5 and HYH are necessary regulators for low temperature-induced anthocyanin accumulation in *Arabidopsis* seedlings. *J. Plant Physiol.* 168: 367-374.
- Zhou B, Li Y, Xu Z, Yan H, Homma S, Kawabata S (2007) Ultraviolet A-specific induction of anthocyanin biosynthesis in the swollen hypocotyls of turnip (*Brassica rapa*). *J. Exp. Bot.* 58: 1771-1781.
- Zhou B, Li Y, Xu Z, Yan H, Homma S, Kawabata S (2007) Ultraviolet A-specific induction of anthocyanin biosynthesis in the swollen hypocotyls of turnip (*Brassica rapa*). *J. Exp. Bot.* 58: 1771-1781.
- Zhou B, Wang Y, Zhan Y, Li Y, Kawabata S (2013) Chalcone synthase family genes have redundant roles in anthocyanin biosynthesis and in response to blue/UV-A light in turnip (*Brassica rapa*; Brassicaceae). *Amer. J. Bot.* 100: 2458-2467.
- Zhou LL, et al. (2012) Regulation of anthocyanin biosynthesis by nitrogen in TTG1-GL3/TT8-PAP1-programmed red cells of *Arabidopsis thaliana*. *Planta* 236: 825-837.

특허, 논문, 제품(시장) 분석보고서

프로젝트명	국내 중간지 및 중국 수출용 양배추 품종개발		
프로젝트 책임자	이인호	프로젝트 연구기관	농업회사법인 아시아종묘(주)

1. 본 연구관련 국내외 기술수준 비교

개발기술명	관련기술 최고보유국	현재 기술수준		기술개발 목표수준	비고
		우리나라	연구신청팀		
시들음병 저항성 양배추 품종육성	일본	90%	90%	100%	
뿌리혹병 저항성 양배추 품종육성	미국	70%	70%	100%	
고기능성 양배추	미국	50%	50%	80%	
고기능성 마커	미국	50%	50%	90%	

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

2. 특허분석

가. 특허분석 범위

대상국가	국내, 국외(미국, 일본, 유럽)
특허 DB	특허정보원 DB(www.kipris.or.kr), Aureka DB
검색기간	최근 5년간
검색범위	제목 및 초록

나. 특허분석에 따른 본 연구과제와의 관련성

개발기술명		자색발현관련 분자마커개발	시들음병 저항성 양배추 품종육성	뿌리혹병 저항성 양배추 품종육성
Keyword		Anthocyanin and brassica	시들음병 저항성, Blight-resistant	뿌리혹병 저항성, Clubroot resistant
검색건수		10	15	24
유효특허건수		2	2	3
핵심특허 및 관련성	특허명	Molecular marker for artificial yellow seed rape (<i>Brassica napus</i> L.) and its application	양배추 F 1 잡종 및 그 작출 방법	Clubroot resistant Brassica oleracea plants
	보유국	중국	일본	미국
	등록년도	2008	1998	2009
	관련성(%)	5	80	100
	유사점	색채와 관련있는 마커 유체의 종피색이며, 안토시아닌과 관련이 없음	시들음병 관련	뿌리혹병 저항성 관련
차이점		돌연변이의 교배	-	
핵심특허 및 관련성	특허명	안토시아닌 생합성 조절 방법	Auxiliary identification swedes blight-resistant molecular marker, special primer and its application	Clubroot resistant brassica oleracea plants
	보유국	대한민국	중국	유럽
	등록년도	2010	2010	2010
	관련성(%)	5	50	80
	유사점	안토시아닌 합성관련 유전자	시들음병 관련	뿌리혹병 저항성
차이점	마커개발이나 발현차이를 본 것이 아님	품종육성이 아닌 시들음병 선별 마커에 대한 내용임	배추와 양배추와의 교배에 의한 육종	
핵심특허 및 관련성	특허명	Method for producing acoustic wave-fostered ferrum-rich anticancer purple cabbage		배추 뿌리혹병 저항성 연관 분자표지 및 이의 용도
	보유국	중국		한국
	등록년도	2010		2008
	관련성(%)	50%		50
	유사점	자색양배추 관련성		뿌리혹병 관련
차이점	색발현보다는 항암작용에 포커스를 맞춤		품종육성이 아닌 병저항성 선별마커에 대한 내용임	

개발기술명		조생계 검은썩음병 저항성 품종육성	조생계 검은썩음병 저항성 품종육성	조생계 검은썩음병 저항성 품종육성
Keyword		검은썩음병, Black rot	검은썩음병, Black rot	검은썩음병, Black rot
검색건수		23	23	23
유효특허건수		3	3	3
핵심특허 및 관련성	특허명	Breeding method of cold-resistant overwintering cabbages	Method for cultivating black rot resisting cabbage vegetable	Target gene for controlling black rot of cabbage
	보유국	중국	중국	중국
	등록년도	2010	2007	2005
	관련성(%)	70%	80%	60%
	유사점	양배추에서 검은썩음병에 저항성을 갖는 품종 육성	양배추에서 검은썩음병에 저항성을 갖는 품종 육성	양배추 검은썩음병 저항성에 관한 내용 품종육성보다는
차이점	조생계 계통이 아님	세포융합에 의한 육성	DNA시퀀스 분석에 주안점을 둠	

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	뿌리혹병 저항성 양배추 품종육성	극조생계 품종육성	시들음병 저항성 양배추 품종육성	
Keyword	뿌리혹병 저항성, Clubroot resistant	Early maturity	시들음병 저항성, Blight-resistant	
검색건수	10	5	13	
유효논문건수	2	1	2	
핵심논문 및 관련성	논문명	Identification of QTLs that control clubroot resistance in Brassica oleracea and comparative analysis of clubroot resistance genes between B. rapa and B. oleracea	A new early-maturing and hot-resistant Chinese cabbage hybrid 'Zhebai 8'.	Expression of Bacterial Blight Resistance in Brassica Leafy Greens Under Field Conditions and Inheritance of Resistance in a Brassica juncea Source
	학술지명	Theoretical and Applied Genetics.	Acta Horticulturae Sinica	Plant disease
	저 자	T. Nagaoka	Zhong XinMin; Li BiYuan; Wang WuHong; Guo Wei; Yu HuiFang	W.P. Wechter
	게재년도	2010	2009	2013
	관련성(%)	90%	70%	70%
	유사점	근연종들에서 사용된 여러 마커 이용 및 작성된 유전 지도를 이용한 QTL 분석	조생계 품종육성	시들음병 저항성 육성
	차이점	유전지도 작성할 때 이전 여러 연구에서 사용되었던 마커에 의존	대상작물이 다름	양배추가 아니라 갯에서 수행함
핵심논문 및 관련성	논문명	Identification and characterization of Crr1a, a gene for resistance to clubroot disease in Brassica rapa L.		
	학술지명	Plos one		
	저 자	K. Hatakeyama		
	게재년도	2013		
	관련성(%)	70%		
	유사점	뿌리혹병 저항성 유전자 동정하였음		
차이점	배추에서 연구를 수행하였음			

개발기술명		자색발현관련 분자마커개발	검은썩음병 저항성 연구
Keyword		anthocyanin brassica purple brassica	black rot, resistnace gene,
검색건수		43	148
유효논문건수		20	3
핵심논문 및 관련성	논문명	A putative functional MYB transcription factor induced by low temperature regulates anthocyanin biosynthesis in purple kale (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i> f. <i>tricolor</i>)	Identification of quantitative trait loci for resistance to <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i> in <i>Brassica rapa</i>
	학술지명	Plant Cell Reports	Theoretical and Applied Genetics
	저 자	Zhang B, Hu Z, Zhang Y, Li Y, Zhou S, Chen G	P. Soengas
	게재년도	2012	2007
	관련성(%)	15%	80 %
	유사점	자색관련 유전자 돌연변이	작성한 유전지도와 여러 병원체 race로 병리시험을 실시하여 저항성관련 QTL을 발견
	차이점	마커가 아니고 발현양임 수많은 표적유전자 중 1개임	대부분 AFLP 마커를 사용하여 유전지도 작성 및 F2 개체들이 병리시험 실시
핵심논문 및 관련성	논문명	The purple cauliflower arises from activation of a MYB transcription factor	Identification of genes differentially expressed in cauliflower associated with resistance to <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i>
	학술지명	Plant Physiology	Mol Biol Rep
	저 자	Chiu LW, Zhou X, Burke S, Wu X, Prior RL, Li L.	Hanmin Jiang
	게재년도	2010	2011
	관련성(%)	15%	30
	유사점	자색관련유전자 돌연변이	검은썩음병 유전자 동정
	차이점	마커가 아니고 발현양임 수많은 표적유전자 중 1개임	양배추에서 수행한 결과가 아님

4. 제품 및 시장 분석

가. 생산 및 시장현황

(1) 국내 제품생산 및 시장 현황

- 국내 양배추 재배총면적은 2001년 약 6,000ha정도로 정점에 이른 후 2010년 4,524ha, 현재 5,500ha정도의 재배면적을 유지하고 있음
- 양배추 종자 생산량은 68톤으로 국내에서 4.8톤, 해외채종으로 63.2톤을 생산함
- 2010년 현재 종자 소요량은 약 1톤 규모로 시장이 포화되어 최근 5년 동안 정체 상태인 국내 양배추 종자 시장은 F1 품종으로 시장이 형성되어 있음(종자업체 제공자료)

- 국내 양배추 생산량은 약 33만톤으로 기상변화에 따라 유동적이며 2010년 봄 고랭지 양배추의 병해 및 가을 양배추 태풍 피해로 2009년 대비 9% 감소함
- 국내 혹서기 및 혹한기로 재배기 폭이 제한되어 내병성과 함께 내습성과 내한성 우주 품종 요구가 증가함
- 최대 주산지는 월동양배추를 생산하는 제주도로 2010년 재배면적 기준 약 37%, 호남 23%, 그 외 16%를 차지하고 있음
- 농협을 이용한 출하 비중이 높아 가격 변화에도 안정적 생산이 가능한 제주 지역은 양배추 재배면적 비중이 유지되고 있지만 다른 재배지역은 출하기 가격에 따라 재배면적 비중의 변화가 큼
- 재배형태는 대부분이 노지재배이며 시설재배는 전체 생산량의 약 4%수준임
- 양배추 재배 기술은 한국이 최고 수준으로 단위생산성이 세계 1위이며 품질, 가격, 생산비 등 미국, 일본보다 우위거나 뒤지지 않음으로 개방되어도 경쟁력이 있으며, 일부 제품군에서는 시장을 선도하고 있음
- 제주도는 최근에 소비패턴의 변화에 따라 양배추보다 부피가 작고 편리한 브로콜리, 양상추 등으로 재배가 전환되는 추세임

(1) 국외 제품생산 및 시장 현황

- 양배추는 호냉성 작물로 냉기에 강하기 때문에 전 세계적으로 가장 많이 키우는 작물 중에 하나이며 주로 요리용, 가공용으로 주로 소비되며 세계적으로 208만ha에서 재배되는 글로벌 작물로 생산량은 5.8천만 톤에 달함(FAOSTAT, 양배추 및 기타 brassica속 작물 포함)
- 3분의 2면적은 아시아 지역에 집중되어 있으며, 중국과 인도의 재배면적이 100만ha 이상으로 추정됨. 종자 소요량은 500여 톤, 판매가격 기준으로 1억 7천만불(약 1,900억원)로 추정된다. 이중 유럽의 시장 규모는 약 7천 3백만불(약 800억원)로 전체의 40% 이상을 차지하는 것으로 추정됨
- 양배추의 재배면적은 중국이 약 70만-100만ha로 가장 크며 다음으로, 유럽과 인도의 재배면적이 많으며 국가별 생산액은 중국, 인도, 러시아, 일본, 인도네시아, 폴란드, 미국, 루마니아, 우크라이나 순임
- 양배추 종자 시장은 전 세계적으로 1대 잡종 품종을 중심으로 시장이 형성되어 있음
- 양배추의 종자시장 규모가 가장 큰 지역은 유럽지역으로 고품질의 양배추 생산으로 인해 종자가격이 품질별로 차이가 있지만 고품질 종자는 2,000불/kg 수준의 높은 가격을 형성하고 있음(종자업체 제공자료)
- 면적 비율은 전체에서 20% 정도에 그치고 있으나, 판매 단가가 아시아 등 다른 지역에 비해 월등히 높아, 금액적인 시장 규모는 가장 큼
- 양배추의 시장구분은 외형에 의한 구분과 숙기에 의한 구분이 동시에 사용됨. 외형에 의한 분류로는 원형계 및 편형계 등이 있으며, 숙기에 의한 분류로는 극조생계(45~50

- 일), 조생계(50~60일), 중생계(60~70일), 아시아계 만생(80~100일 전후), 유럽계 만생(150일 전후, 사우어 크라우트), 월동용(240일) 등이 있음
- 주요 양배추 종자 개발 기업은 일본계 기업과 글로벌 기업으로 구분되며 주요 일본계 기업은 다키이, 사카다 종묘 등이 있으며 동남아, 중국, 인도를 주요 대상으로 종자를 개발하고 있음. 또한 일본 기업 중 노자키, 고바야시, 도키다 등의 기업은 양배추 육종을 전문으로 하는 기업으로 주로 중국, 인도, 동남아 등지에 진출하고 있으며 글로벌 기업인 니커스자완, 베조, 신젠타 등은 유럽, 미주를 주요 대상으로 하고 있음
 - 월동용 양배추는 무발현 안토시아닌의 특성이 필요하며 양배추의 미출하 기간인 12월~4월에 출하가 가능하다는 장점으로 인해 종자 가격이 높은 수준임
 - 생명공학 기법의 도입이 활발하게 사용되고 있으나 현재까지는 전통육종기술에 대한 의존이 크다고 할 수 있으며 약배양 및 여교잡 기술활용이 활발하게 이루어지고 있음

주 의

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