

213006-  
05-5-  
CGE00

보안 과제( ), 일반 과제( O ) / 공개( O ), 비공개( )발간등록번호( O )  
**Golden Seed 프로젝트 사업 2단계 최종보고서**

발간등록번호

11-1543000-003903-01

팍초이류  
품종  
개발

# 팍초이류 품종 개발

2022.03.25.

2022

프로젝트연구개발기관 / 아시아종묘(주)  
세부프로젝트연구개발기관 / 뉴란바이오  
위탁연구과제연구기관 / 충남대학교 산학협력단

농림축산식품부  
농림식품기술기획평가원





**농 립 축 산 식 품 부**  
**(전문기관) 농림식품기술기획평가원**

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 "팍초이류 품종개발"(개발기간 : 2017. 01 ~ 2021. 12.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 3. 25

프로젝트연구개발기관명 : 아시아종묘(주)	(류경오)	
세부프로젝트연구개발기관명 : 아시아종묘(주)	(류경오)	
뉴란바이오	(이병균)	
위탁연구과제연구기관명 : 충남대학교 산학협력단	(정종율)	

프로젝트연구책임자 : 임찬주  
세부프로젝트연구책임자 : 임찬주, 이병균  
위탁연구과제책임자 : 박상언

국가연구개발혁신법 시행령 제33조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	213006-05-5- CGE00	해당단계 연구기간	60개월	단계구분	2/2
연구사업명	단위사업	Golden Seed 프로젝트사업			
	사업명	GSP채소종자사업단			
프로젝트명	프로젝트명	팍초이류 품종 개발			
	세부프로젝트명	1세부: 셀러드용 팍초이류( <i>Brassica rapa</i> subsp.) 품종육성 2세부: 볍음용 팍초이 품종육성			
프로젝트책임자	임찬주	해당단계 참여연구원 수	총: 103 명 내부: 69 명 외부: 34 명	해당단계 연구개발비	정부:1,650,000천원 민간:443,750천원 계:2,093,750천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 103 명 내부: 69 명 외부: 34 명	총 연구개발비	정부:1,650,000천원 민간:443,750천원 계:2,093,750천원
연구기관명 및 소속부서명	농업회사법인 아시아종묘(주) 뉴란바이오			농업회사법인 아시아종묘(주) 뉴란바이오	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명: 충남대학교 산학협력단			연구책임자: 박상언	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

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

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호	10										24

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

요약

- 국내, 중국, 일본, 유럽, 동남아 등 다양한 팍초이류 수집 및 특성검정 실시하여 다양한 유전자원 확보함
- 수집 유전자원, 기보유 고정계통 및 분리계통을 시설 및 노지시험포장에서 특성검정, SI검정, 세대진전 수행 후 다양한 우수계통을 선발 및 육성하였음.
- 교배조합, 수집유전자원, 육성계통, 소포자배양체에 대하여 뿌리혹병저항성 검정 및 선발작업 실시 후, 다양한 내병성 팍초이류 계통 확보하였음.
- 계통 조기확보를 위해 소포자배양을 수행하여 다양한 소포자배양 유래 계통 확보.
- 팍초이류 일차·이차대사산물 분석시스템 구축 및 이를 활용한 기능성 품종개발
- 품종보호출원 14품종, 품종보호등록 10품종, 생산판매신고 5품종 등 다양한 팍초이류 개발완료. SCI논문 9편, 비SCI논문 1편 달성
- 시험포·전시포 및 필드데이 운영, 바이어초청, 수출상담, 박람회참가, 시교활동 및 수출시장개척
- 국내 수입대체 783,625,000원, 수출 7,049,000USD달성

보고서 면수

270

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>팍초이는 중국, 동남아, 유럽 및 북미지역을 비롯하여 한국, 일본, 대만 등 세계 채소시장에서 매우 중요한 작물이다. 본 연구에서는 북미, EU, 호주 등에서 최근 부각되고 있는 기능성 웰빙 트렌드에 적합한 어린잎채소 (Baby leaf)타입의 팍초이류와 중국에서 볶음용으로 대량으로 소비되는 팍초이류의 고품질 1대 잡종 품종(F1 hybrid)을 연구개발하고 이를 활용하여 국내 수입대체 및 수출 촉진을 위한 활동을 수행하였다.</p>				
<p>연구개발성과</p>	<p>1. 수집 유전자원의 특성 검정 및 선발 우수한 팍초이 품종을 개발하기 위하여 국내를 비롯한 중국, 일본, 유럽, 동남아 등에서 다양한 팍초이류 품종을 수집 및 특성 검정을 실시, 선발 및 세대진진 하였다.</p> <p>2. 우수계통 육성 1) 유전자원 특성 검정, 선발 의한 계통 육성 국내를 비롯 중국, 일본, 유럽, 동남아시아 등에서 수집한 유전자원, 기보유 고정계통 및 분리계통을 우수계통을 분류하고 시설 및 노지시험포장의 특성검정, 자가불화합성검정, 세대진진 등을 수행하여 우수계통을 선발 및 육성하였다.</p> <p>3) 뿌리혹병 내병성 계통 육성 뿌리혹병에 대한 내병계 계통 육성을 위하여 2017년부터 2021년까지 고정계통, 교배조합, 수집 유전자원, 육성계통, 소포자 배양에서 획득한 개체 등에 대하여 세대별 저항성 검정 및 선발작업을 실시하였다. 그 결과, 다양한 뿌리혹병 내병성 팍초이류 계통을 확보할 수 있었다.</p> <p>4) 소포자 배양 소포자 배양에 의한 조합친 계통의 조기 다량 확보를 위하여 국내 및 해외 리딩 품종을 이용하여 소포자배양을 수행하였다. 다양한 조건의 팍초이 소포자적합 조건을 확립할 수 있었으며 배발생, 식물체 유도, 화분이식, 순화, 종자채종, 특성검정 등을 통해서 다양한 팍초이류 소포자배양 계통을 확보할 수 있었다.</p>				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>수집된 유전자원과 육성계통을 이용하여 수출에 적합한 우수한 품종 육성 및 선발조합이 국내 시장과 유럽, 북미, 오세아니아, 중국, 일본 등에서 좋은 반응을 받고 있어서 향후 수출전망이 매우 밝을 것으로 예상된다. 또한 골든시드프로젝트(Golden Seed Project)에 참여하며 1.2단계 동안 구축한 품종, 유전자원, 계통을 활용하여 적극적으로 팍초이류 종자수출 시장을 개척하는 데 활용할 것이다.</p>				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>팍초이</p>	<p>내서성</p>	<p>내한성</p>	<p>내병성</p>	<p>내추대성</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>Pak choi</p>	<p>Heat tolerance,</p>	<p>Cold Tolerance</p>	<p>Pathogen Resistance</p>	<p>Bolting-Resistant</p>

## < 목 차 >

제 1 장 연구개발과제의 개요 .....	6
제 2 장 연구수행 내용 및 결과 .....	11
제 3 장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 .....	262
제 4 장 연구결과의 활용 계획 등 .....	267
붙임. 참고 문헌 .....	270

<별첨 1> 연구개발보고서 초록

<별첨 2> 연구성과 활용계획서

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제1절 연구개발 목적

팍초이류는 *Brassica rapa*의 다양한 아종(Subspecies) 중 청경채, 다채, 경수채 등을 통칭해서 상업적으로 유통되는 채소작물이다. 팍초이류는 한국, 중국, 일본, 동남아지역을 비롯하여 유럽, 오세아니아, 북미 등 세계 채소시장에서 매우 중요한 작물로 평가되고 있으며 그 수요량이 해마다 증가하고 있는 추세이다. 중국을 필두로 한국, 일본, 동남아지역에서는 주로 청경채 타입의 팍초이류 소비가 이루어지고 있으며, 유럽, 북미, 오세아니아 등에서는 어린잎채소(Baby leaf)타입의 팍초이류가 주로 소비되고 있다. 팍초이류의 육종기술은 일본이 가장 앞서 있는 상태이며 오랜 육종기간 만큼 시장의 리딩품종은 일본품종이 대부분이다. 중국, 유럽, 미국 등지에서는 육종기술이 초기수준이거나 관심이 부족한 상태로, 대부분 일본품종의 종자를 수입해서 팍초이를 재배하고 있다.

청경채 타입의 팍초이 소비가 가장 많은 중국, 동남아시아 국가들은 일반종 비율이 높은 것이 특징인데 점차 고순도, 고품질 형질을 갖춘 F1 hybrid 품종의 수요가 증가하고 있다. 어린잎채소(Baby leaf)타입의 팍초이가 주로 소비되는 북미, 유럽, 오세아니아지역에서는 오래전부터 고순도, 고품질의 F1 hybrid 품종을 사용해 왔으며 최근에는 기능성물질 보유 품종에 대한 수요가 증가하는 추세이다.

우리나라에서 팍초이류 품종을 개발/보급하는 대표기업인 농업회사법인 아시아종묘(주)와 뉴란 바이오는 GSP사업 1단계를 비롯하여 그 이전부터 지속적으로 팍초이류 1대 잡종(F<sub>1</sub>) 품종을 육성 및 보급해 왔으며 또한 대량으로 수출하고 있는 단계에 이르고 있다. 따라서 품종개발을 위한 재료로 팍초이 유전자원을 수집, 선발, 활용하여 팍초이류 1대 잡종 품종을 개발하며, 이를 활용, 중국, 동남아, 유럽, 미주, 호주 등에 관련수출시장을 개척하고자 본 연구를 수행하였다.

## 제2절 연구개발의 필요성

- 유럽, 북미, 오세아니아 지역에서는 청경채타입 팍초이는 아주 작은 시장을 형성하고 있는 반면 주로 어린잎채소(Baby leaf)타입의 팍초이가 비교적 큰 시장을 형성하고 있다. 유럽은 어린잎채소 종자시장의 규모가 약 1,700만불 정도, 북미지역은 2,000만불, 오세아니아지역은 약 100만불 정도 시장을 형성하고 있다. 다양한 엽색, 엽형의 특이한 타입에 비싼 종자라도 고순도의 종자를 요구하며 기능성품종의 수요가 높은 것이 이곳 시장의 특징이다. 따라서 고순도의 품종을 생산하기 위한 CMS기술과 다양한 유전자원확보를 통한 Leaf Color & Designing 조합작성기술, 기능성/생리활성 물질의 분석, 탐색, 개발 기술이 필요하다.

- 중국 및 동남아 지역의 팍초이는 서구 선진국시장과는 반대로 어린잎채소타입의 수요가 미미한 반면 청경채 타입의 수요는 매우 큰 것이 특징이다. 중국은 청경채의 최대 소비국으로 재배면적 200만ha에 육박하며 종자시장규모는 1,565억원에 달하는 것으로 알려져 있다. 중국 및 동남아 지역의 팍초이 시장은 일반종이 차지하는 비율이 컸으나 경제수준의 발달로 인하여 F1 시장 증가가 급속도로 늘어나고 있으며 점차 일본품종의 비율이 빠르게 늘고 있는 추세이다. 대만의 경우 고품질의 F1종자로 시장이 완전히 바뀌었으며, 현재 일본의 사카타, 와타나베노지, 무사시노 등의 회사에서 출시된 품종들이 시장을 리딩하고 있음. 이들 지역은 대체로 아열대 혹은 열대지역이어서, 서늘한 기후를 좋아하는 팍초이의 재배환경으로는 상당히 열악한

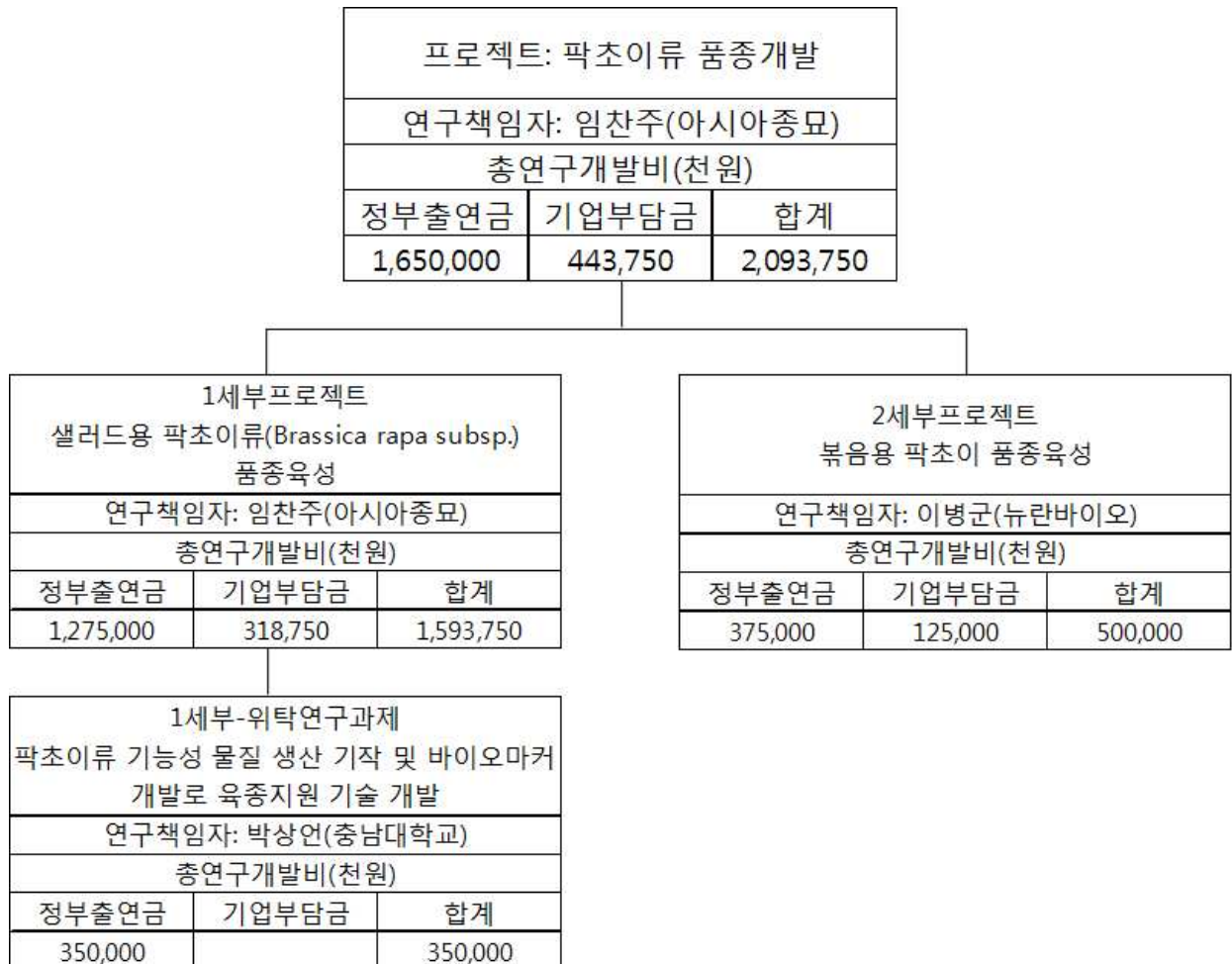
지역이다. 따라서 고온의 여름에는 재배를 포기하는 경우가 많아 청경채의 내서성 품종에 대한 수요가 매우 높다.

- 우리나라의 경우 1970년대 청경채가 처음 도입된 이후 샐러드, 중국요리 등으로 많이 사용되다가 현재는 점차 나물, 국거리, 쌈, 샐러드 등으로 수요 용도가 늘어나고 있으며 하절기 채소생산이 어려운 시절에 출시되는 작목으로도 각광을 받고 있다. 국내에서는 대체적으로 경기남부, 충북, 지방광역시 인근에서 대부분의 청경채를 재배하고 있으며 이 중 용인 모현면 일대에서 재배가 가장 활발하다. 국내 청경채 종자시장은 90퍼센트 이상 사카타종묘의 ‘비너스’ 청경채가 거의 독점하고 있는 상태이며, 이에 따라 종자 수급이 불안정한 상태가 지속되고 있어 농민들이 청경채 종자가 하루빨리 국산화 되기를 간절히 바라고 있는 상태이다.

- 팍초이는 배추가 속한 *Brassica rapa*에 속하는 채소작물이다. 하지만 배추가 다양한 연구가 많이 진행된 것과는 달리 팍초이는 배추에 비해 다양한 엽색, 엽형, 기능성물질 등을 보유하고 있고 관련시장이 훨씬 광범위함에도 불구하고 분자생물학적, 계통연구, 생리활성물질관련 연구 등이 상대적으로 현재까지 미약하게 진행되어 왔다. 따라서 이와 같은 관련연구가 지속적으로 수행되어야 분자유종 및 생리활성물질에 기반한 육종 등이 가능해져 세계적 시장경쟁력을 갖춘 우수한 품종개발이 가능할 것으로 판단된다.

### 제3절 연구개발 범위

#### 1. 프로젝트의 구성





2. 프로젝트의 연구개발 범위

가. <1세부> 샐러드용 팍초이류 (*Brassica rapa* subsp.) 품종 개발

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1차년도	2017	샐러드용 팍초이류( <i>Brassica rapa</i> subsp.) 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집, 소포자배양, 응성불임계통 육성</li> <li>- 내재해성, 기능성, 내병성 계통육성</li> <li>- 목표품종 조합작성 및 선발</li> <li>- 품종보호출원</li> <li>- 해외시험포 (현지 적응성 시험, 시교사업 등) 사업</li> <li>- 전시포 사업</li> <li>- 수출용 종자생산(채종지) 및 품질관리체계구축</li> <li>- 해외 목표시장 다각화 및 수출 마케팅 활동</li> </ul>
2차년도	2018	샐러드용 팍초이류( <i>Brassica rapa</i> subsp.) 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집, 소포자배양, 응성불임계통 육성</li> <li>- 내재해성, 기능성, 내병성 계통육성</li> <li>- 목표품종 조합작성 및 선발</li> <li>- 품종보호출원</li> <li>- 해외시험포 (현지 적응성 시험, 시교사업 등) 사업</li> <li>- 전시포 사업</li> <li>- 수출용 종자생산(채종지) 및 품질관리체계구축</li> <li>- 해외 목표시장 다각화 및 수출 마케팅 활동</li> </ul>
3차년도	2019	샐러드용 팍초이류( <i>Brassica rapa</i> subsp.) 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집, 소포자배양, 응성불임계통 육성</li> <li>- 내재해성, 기능성, 내병성 계통육성</li> <li>- 목표품종 조합작성 및 선발</li> <li>- 품종보호출원</li> <li>- 해외시험포 (현지 적응성 시험, 시교사업 등) 사업</li> <li>- 전시포 사업</li> <li>- 수출용 종자생산(채종지) 및 품질관리체계구축</li> <li>- 해외 목표시장 다각화 및 수출 마케팅 활동</li> </ul>
4차년도	2020	샐러드용 팍초이류( <i>Brassica rapa</i> subsp.) 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집, 소포자배양, 응성불임계통 육성</li> <li>- 내재해성, 기능성, 내병성 계통육성</li> <li>- 목표품종 조합작성 및 선발</li> <li>- 품종보호출원</li> <li>- 해외시험포 (현지 적응성 시험, 시교사업 등) 사업</li> <li>- 전시포 사업</li> <li>- 수출용 종자생산(채종지) 및 품질관리체계구축</li> <li>- 해외 목표시장 다각화 및 수출 마케팅 활동</li> </ul>

5차년도	2021	샐러드용 팥초이류( <i>Brassica rapa</i> subsp.) 품종개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집, 소포자배양, 응성불임계통 육성</li> <li>- 내재해성, 기능성, 내병성 계통육성</li> <li>- 목표품종 조합작성 및 선발</li> <li>- 품종보호출원</li> <li>- 해외시험포 (현지 적응성 시험, 시교사업 등) 사업</li> <li>- 전시포 사업</li> <li>- 수출용 종자생산(채종지) 및 품질관리체계구축</li> <li>- 해외 목표시장 다각화 및 수출 마케팅 활동</li> </ul>
------	------	--	---

나. <1세부-위탁> 팥초이류 기능성 물질 생산 기작 및 바이오마커개발로 육종지원 기술 개발

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1차년도	2017	팥초이류 기능성 물질 생산 기작 및 바이오마커개발로 육종지원 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 팥초이류 함유 글루코시놀레이트 물질 분석 체계 확립과 물질 분석을 통한 팥초이류 소재 탐색</li> <li>- HPLC를 이용한 페닐프로페노이드, 카로티노이드 등 기능성물질 프로파일링 기술개발</li> </ul>
2차년도	2018	팥초이류 기능성 물질 생산 기작 및 바이오마커개발로 육종지원 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 글루코시놀레이트 관련 유전자 취합 및 DB 작성</li> <li>- 글루코시놀레이트 생합성 관련 유전자 발현 분석</li> <li>- GC-TOF를 이용하여 당, 아미노산, 유기산 등 1차 대사체 프로파일링 기술 개발</li> </ul>
3차년도	2019	팥초이류 기능성 물질 생산 기작 및 바이오마커개발로 육종지원 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 글루코시놀레이트 관련 형질 보유 팥초이류 소재 탐색</li> <li>- 글루코시놀레이트 형질 보유 유용 소재의 발현체 분석 및 마커 발굴</li> <li>- 팥초이류 일차대사, 이차대사산물 라이브러리 구축</li> </ul>
4차년도	2020	팥초이류 기능성 물질 생산 기작 및 바이오마커개발로 육종지원 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 글루코시놀레이트 소재 탐색</li> <li>- 계통 특이 마커, 형질 관련 마커 개발</li> <li>- 개발된 발현체, 유전체 마커 분석법 확립 및 육종가 지원</li> <li>- 대사체 프로파일링 결과를 이용하여 통계프로그램을 활용한 다변량 분석 기법개발</li> </ul>
5차년도	2021	팥초이류 기능성 물질 생산 기작 및 바이오마커개발로 육종지원 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 통합 대사체 데이터의 network/pathway analysis 기술개발</li> <li>- 통합 대사체 연구결과를 이용한 지표물질 선정</li> </ul>

다. <2세부> 볶음용 팥초이 품종 육성

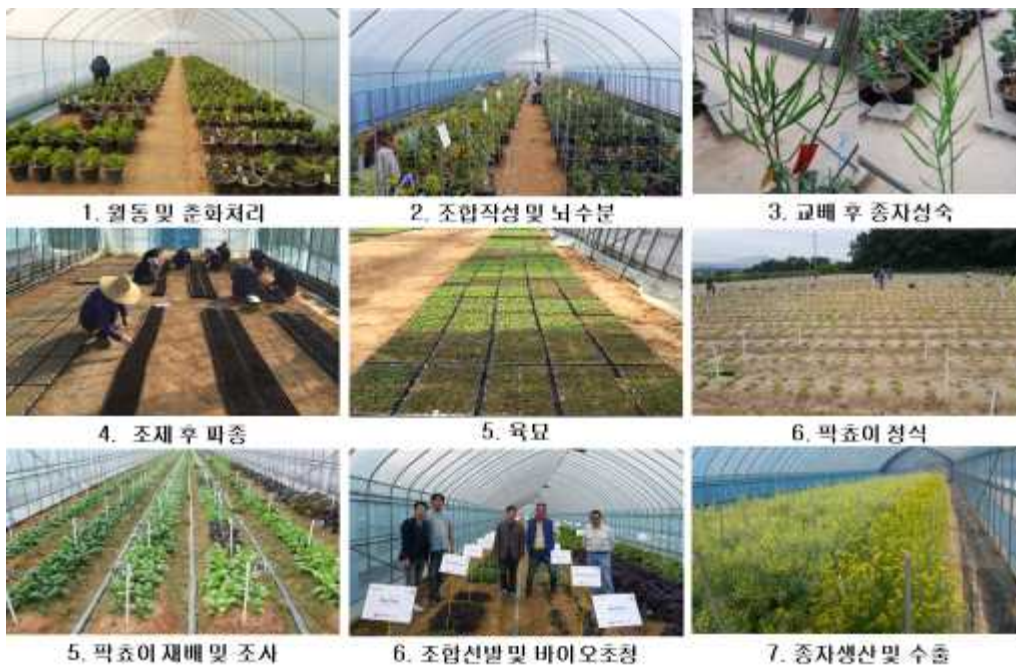
구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1차년도	2017	볶음용 팥초이 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 계통육성-봄, 월동재배로 성숙모본, 미숙모본 선발,</li> <li>- 교배조합 작성-인공교배, 소형 망실 조합채종</li> <li>- 국내 재배시험- 봄노지, 겨울시설재배 조합테스트</li> <li>- 현지 조합 시교 시험</li> <li>- 시교생산- 채종현지 생산성 시험</li> <li>- 해외 목표시장 다각화 및 수출 마케팅 활동</li> </ul>
2차년도	2018	볶음용 팥초이 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 계통육성-봄, 월동재배로 성숙모본, 미숙모본 선발,</li> <li>- 교배조합 작성-인공교배, 소형 망실 조합채종</li> <li>- 국내 재배시험- 봄노지, 겨울시설재배 조합테스트</li> <li>- 현지 조합 시교 시험</li> <li>- 시교생산- 채종현지 생산성 시험</li> <li>- 해외 목표시장 다각화 및 수출 마케팅 활동</li> </ul>
3차년도	2019	볶음용 팥초이 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 계통육성-봄, 월동재배로 성숙모본, 미숙모본 선발,</li> <li>- 교배조합 작성-인공교배, 소형 망실 조합채종</li> <li>- 국내 재배시험- 봄노지, 겨울시설재배 조합테스트</li> <li>- 현지 조합 시교 시험</li> <li>- 시교생산- 채종현지 생산성 시험</li> <li>- 해외 목표시장 다각화 및 수출 마케팅 활동</li> </ul>
4차년도	2020	볶음용 팥초이 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 계통육성-봄, 월동재배로 성숙모본, 미숙모본 선발,</li> <li>- 교배조합 작성-인공교배, 소형 망실 조합채종</li> <li>- 국내 재배시험- 봄노지, 겨울시설재배 조합테스트</li> <li>- 현지 조합 시교 시험</li> <li>- 시교생산- 채종현지 생산성 시험</li> <li>- 해외 목표시장 다각화 및 수출 마케팅 활동</li> </ul>
5차년도	2021	볶음용 팥초이 품종 육성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 계통육성-봄, 월동재배로 성숙모본, 미숙모본 선발,</li> <li>- 교배조합 작성-인공교배, 소형 망실 조합채종</li> <li>- 국내 재배시험- 봄노지, 겨울시설재배 조합테스트</li> <li>- 현지 조합 시교 시험</li> <li>- 시교생산- 채종현지 생산성 시험</li> <li>- 해외 목표시장 다각화 및 수출 마케팅 활동</li> </ul>

## 제 2 장 연구수행 내용 및 결과

### 제1절 1세부프로젝트 ‘샐러드용 팍초이류(*Brassica rapa* subsp.) 품종육성’ 연구수행 내용 및 결과

#### 1. 품종개발 및 수출을 위한 팍초이 파종, 육묘, 정식, 및 특성조사

본 세부프로젝트의 유전자원 수집품종, SSD에 의한 계통육성, CMS(Cytoplasmic male sterility)계통육성, 조합검정 및 선발을 위해서 1-5차 년도에 걸쳐 춘절기에는 4월 20일경 파종, 5월 10일경 정식, 6월 1일경 조사를 수행하였으며, 추절기에는 8월 20일경 파종, 9월 10일경 정식, 10월 1일경 조사를 실시하여 각각의 특성을 검정후 조합선발, 성숙모본 선발, 고정계통공시 등을 수행하였다. <그림 1>에서는 성숙모본 선발 후 춘화처리, 교배, 종자성숙, 파종, 정식, 재배, 조합선발 및 해외바이어 초청, 생산 및 수출 등 일련의 과정을 간단한 사진을 통해 묘사하였다.



<그림 1> 팍초이 종자개발 및 수출을 위한 일련의 과정

#### 2. 유전자원수집

팍초이의 원산지는 중국 화중 지방으로, 중국 배추의 일종이다. 명칭은 잎과 줄기가 푸른색을 띤 데서 유래하였다. 팍초이는 중국 요리에 약방의 감초처럼 빠지지 않고 사용되는 채소로 중국에서의 재배면적이 30만ha에 이를 정도로 수요가 높은 작물에 속한다. 일본에서도 1970년대에 도입되어 현재 자국에서 소비되고 있는 중국채소의 60%를 차지하고 있을 정도로 소비가 높고, 친숙한 품목이다.

우리나라에 팍초이의 일종인 청경채가 도입된 시기는 1970년 후반이고, 처음에 그 수요가

미미하였으나 최근 청경채가 영양이 풍부하고 식감이 좋아 현대인들의 웰빙채소로 알려지기 시작하였고, 생식 위주의 식단과 건강지향 의식의 고조로 인해 그 소비량이 월등히 증가하고 있다. 이러한 청경채의 영양적 특성을 살펴보면, 현대인의 건강에 매우 중요한 Ca와 Mg의 함유량이 높게 나타났고, 비타민 A와 C 및 인, 칼슘, 칼륨, 식이성 섬유가 풍부하며 영양학적으로 매우 우수하여 소비자들에게 권장할 만한 주요채소의 하나로 손색이 없음을 알 수 있다. 따라서 증가하는 소비량에 대응한 양질의 품종을 공급하기 위해 기능성 강화, 고저장성, 포장 및 수확에 유리한 형질, 병저항성, 내서성, 무모형, 샐러드용 등 고부가 가치 품종의 개발필요성이 대두되고 있다. 파초이 시장의 변화에 따라 본 연구소에서는 연구개발 목표에 적합한 적/자색의 유색 파초이(국내, 유럽, 미국, 호주), 안토시아닌이 고 함유된 파초이(미국 및 유럽), 무모용 및 맵지 않는 파초이(미국 및 유럽), 내서성 파초이(호주, 대만 및 동남아), 뿌리혹병에 저항성인 파초이(국내 및 유럽) 등의 육성재료를 확보하기 위하여 아시아, 유럽, 중국 등에서 많이 재배되는 선도품종 및 인기품종을 1차년도부터 5차년도까지 총 140종을 수집하였다(표 1, 그림2-6).

표 1. 수집 유전자원 특성조사

년 도	No.	BN	초형 <sup>1)</sup>	초장 (mm)	엽장 (mm)	엽폭 (mm)	중륵		엽색 <sup>2)</sup>	바깥잎 결각 <sup>3)</sup>	모용	무게
							길이 (mm)	너비 (mm)				
1 차 년 도	1	8114	1	460	500	200	330	11	3	3	무	120
	2	8115	1	340	530	187	415	15	3	3	무	90
	3	8116	1	410	425	150	216	11	3	1	무	100
	4	8117	1	300	350	220	180	40	1	1	무	260
	5	8118	1	240	290	192	92	53	2	1	무	400
	6	8119	1	180	270	130	104	50	2	1	무	260
	7	8120	1	370	405	142	240	20	1	1	무	100
	8	8121	1	358	385	184	215	21	1	1	무	120
	9	8122	1	230	255	124	90	60	2	1	무	200
	10	8123	1	340	408	100	200	5	2	3	무	350
	11	8124	1	160	248	147	118	62	1	1	무	260
	12	8125	1	250	285	156	94	55	2	1	무	300
	13	8126	1	200	250	123	65	63	2	1	무	240
	14	8127	1	230	242	152	80	57	2	1	무	300

	15	8128	1	355	380	260	170	46	2	1	무	300
	16	8129	1	250	273	142	93	58	2	1	무	260
	17	8130	1	170	195	87	67	40	2	1	무	90
	18	8131	1	220	225	160	65	48	2	1	무	150
	19	8132	1	250	295	155	140	50	2	1	무	250
	20	8133	1	220	260	120	78	44	2	1	무	190
2 차 년 도	21	8201	2	200	200	155	100	23	2	2	무	60
	22	8202	2	170	185	105	75	32	2	2	무	60
	23	8203	2	170	240	125	100	28	2	2	무	50
	24	8204	2	170	175	110	80	25	2	2	무	40
	25	8205	1	210	315	115	185	17	2	2	무	55
	26	8206	2	160	210	125	110	7	2	3	무	45
	27	8207	1	260	355	135	205	18	2	2	무	95
	28	8208	1	220	225	85	120	7	2	2	무	35
	29	8209	2	210	255	105	105	7	2	2	무	45
	30	8210	2	240	265	100	130	10	1	2	무	70
	31	8211	1	350	360	90	220	30	2	2	무	115
	32	8212	2	135	190	130	65	42	2	2	무	95
	33	8213	2	160	200	110	90	33	2	2	무	75
	34	8214	1	210	280	105	170	20	2	2	무	70
	35	8215	2	190	195	95	75	35	2	2	무	55
	36	8216	2	140	240	90	110	30	2	2	무	60
	37	8217	2	170	240	110	90	32	2	2	무	75
	38	8218	2	185	260	100	160	24	1	2	무	65
	39	8219	2	130	300	190	135	20	2	2	무	65
	40	8220	2	210	285	155	150	23	2	2	무	80
	41	8221	1	185	265	125	150	23	2	2	무	50
	42	8222	2	185	210	110	90	33	2	2	무	70
	43	8223	2	180	220	105	105	25	2	2	무	60

	44	8224	2	115	180	100	90	20	1	2	무	55
	45	8225	2	180	270	110	145	20	3	2	무	55
	46	8226	2	200	235	135	105	35	2	2	무	95
	47	8227	2	170	325	135	150	10	2	3	무	75
	48	8228	2	185	195	105	80	35	2	2	무	60
	49	8229	2	210	300	150	150	25	1	2	무	120
	50	8230	2	155	185	90	95	27	2	2	무	65
3 차 년 도	51	8199	2	190	235	125	105	40	1	2	무	140
	52	8200	2	220	240	145	110	45	1	1	무	195
	53	8201	2	195	275	165	130	50	1	2	무	170
	54	8202	1	180	295	155	150	35	1	1	무	160
	55	8203	2	215	225	145	100	40	1	1	무	160
	56	8204	2	200	310	160	145	40	1	1	무	210
	57	8205	2	250	315	145	150	45	1	1	무	160
	58	8206	2	240	295	170	150	35	1	1	무	140
	59	8207	2	170	245	130	110	30	1	2	무	110
	60	8208	2	120	195	105	90	30	1	2	무	85
	61	8209	2	135	250	115	110	25	1	1	무	120
	62	8210	2	230	275	170	130	35	1	1	무	190
	63	8211	2	240	380	200	200	30	1	2	무	140
	64	8212	2	215	295	145	140	30	1	1	무	105
	65	8213	2	160	240	125	110	30	1	1	무	115
	66	8214	2	190	225	145	110	30	1	1	무	100
	67	8215	2	235	320	155	160	35	1	1	무	125
	68	8216	2	170	330	170	160	35	1	1	무	90
	69	8217	2	200	310	170	155	35	1	1	무	135
	70	8218	2	190	285	140	140	40	1	2	무	135
	71	8219	2	150	285	160	135	40	1	2	무	140
	72	8220	2	210	330	225	170	30	1	1	무	160

	73	8221	1	210	330	170	170	15	2	1	무	85
	74	8223	2	240	290	130	140	25	1	2	무	145
	75	8224	2	200	225	105	95	30	1	1	무	11
	76	8225	2	90	200	145	105	30	1	1	무	90
	77	8227	1	210	330	190	195	25	1	1	유	60
	78	8228	2	230	290	210	150	25	1	1	무	110
	79	8229	1	120	170	90	110	15	1	1	무	50
	80	8230	1	250	380	145	240	25	1	1	무	100
4 차 년 도	81	8143	1	140	210	110	140	19	1	1	무	30
	82	8145	2	145	160	130	110	28	2	1	무	40
	83	8146	2	180	310	120	210	20	2	1	무	55
	84	8148	2	145	155	90	100	22	2	1	무	45
	85	8149	2	170	220	120	130	32	2	1	무	70
	86	8150	2	120	200	120	110	30	1	1	무	60
	87	8151	2	120	180	95	120	30	2	1	무	45
	88	8152	2	170	220	100	120	30	2	1	무	70
	89	8153	2	140	265	105	165	13	2	1	무	50
	90	8154	2	110	195	135	120	35	2	1	무	57
	91	8155	3	90	250	105	150	5	3	3	무	15
	92	8156	2	130	175	90	110	25	2	1	무	23
	93	8157	3	100	240	100	145	5	3	3	무	17
	94	8158	3	100	270	105	170	4	3	3	무	10
	95	8159	3	170	260	95	170	5	3	3	무	15
	96	8160	2	165	230	75	140	14	1	1	무	31
	97	8161	2	185	220	110	150	22	2	1	무	45
	98	8162	2	100	185	70	115	22	2	1	무	55
	99	8163	2	125	165	100	100	28	2	1	무	50
	100	8164	2	110	140	85	165	18	2	1	무	30
	101	8165	2	100	200	105	110	22	1	1	무	70



	102	8166	2	135	170	105	105	18	1	1	무	40
	103	8167	2	140	200	120	120	30	2	1	무	50
	104	8168	3	150	190	90	110	30	2	1	무	30
	105	8169	2	140	215	90	140	19	1	1	무	40
	106	8170	2	130	220	120	150	25	2	1	무	60
	107	8171	2	120	210	140	120	22	2	1	무	37
	108	8172	3	90	170	125	100	32	1	1	무	50
	109	8173	2	130	110	85	150	27	2	1	무	55
	110	8174	2	120	290	115	185	13	3	2	무	32
5 차 년 도	111	2521	2	140	190	120	100	35	2	1	무	140
	112	2522	2	145	180	115	110	30	1	2	무	160
	113	2523	2	140	210	135	110	35	2	2	무	190
	114	2524	3	140	170	100	90	40	1	2	무	170
	115	2525	2	175	230	125	130	15	1	2	유	80
	116	2526	2	115	255	95	70	20	2	2	무	100
	117	2527	1	160	190	125	95	40	2	2	무	150
	118	2528	2	240	270	165	160	30	2	2	무	210
	119	2529	2	180	200	110	110	30	2	1	무	200
	120	2530	2	105	170	110	80	20	2	2	무	100
	121	2531	2	150	220	130	120	25	1	1	무	90
	122	2532	2	130	165	100	85	35	2	2	무	110
	123	2533	2	180	190	170	110	35	2	2	무	160
	124	2534	1	185	270	160	140	25	2	2	무	160
	125	2535	2	95	125	115	65	25	2	1	무	90
	126	2536	2	140	140	120	75	35	2	1	무	110
	127	2537	2	105	175	110	85	25	2	2	무	80
	128	2538	2	65	130	95	65	30	1	1	무	60
	129	2539	2	110	170	90	80	20	2	2	무	100
130	2540	2	110	175	85	85	25	2	2	무	100	

131	2541	1	260	325	160	210	25	2	2	무	160
132	2542	2	140	160	120	80	40	2	2	무	150
133	2543	1	330	300	160	200	10	3	3	무	130
134	2544	2	180	210	105	100	35	2	2	무	180
135	2548	1	145	255	135	120	30	1	2	무	160
136	2549	1	180	240	140	140	25	1	2	무	200
137	2550	2	125	165	115	85	30	2	1	무	120
138	2551	2	140	180	140	95	40	2	2	무	200
139	2552	1	170	260	135	140	30	2	2	무	160
140	2553	2	135	185	105	110	20	1	2	무	100

<sup>1)</sup> 1: 입성, 2: 중간, 3: 누운형태, <sup>2)</sup> 1: 녹색, 2: 연두색, 3: 적색, <sup>3)</sup> 1: 둥근형태 3.결각형태

1차년도 수집된 유전자원의 원예적 형질을 조사한 결과, 초장의 분포는 160~460 mm이었고, 엽장은 195~530 mm, 엽폭은 87~260 mm, 중륵장은 65~415 mm이었으며, 중륵폭은 5~63 mm, 무게는 90~400 g이었다. 수집 유전자원은 다양한 유형으로 녹색타입은 4품종, 연한녹색타입 13품종, 자색타입 3품종이었다. 결각이 있는 타입은 3품종, 결각이 없는 타입은 17품종, 모용은 모두 무모형으로 조사되었으며 각각 품종 육성 목표에 맞추어 선발하였다.



<그림 2> 국내외 유전자원 수집 및 특성 검정(1차년도)

BN8114와 BN8115는 잎의 길이가 길고 결각이 뚜렷한 경수채 타입으로 중륵은 진한 녹색, 잎은 자색을 띠는 특징이 있고, BN8116은 수집유전자원 중 가장 진한색을 띠고 모양이 좋아

수출용 baby leaf용 개발소재로 적합할 것으로 판단된다. BN8117와 BN8131, BN8122은 일반 무모형 깎초이로서 진한녹색 잎에 중간 굽기의 중륵 그리고 중륵의 색이 진한 특징이 있어 국내 내수용으로 선발하였다. BN8118와 BN8119는 기존 깎초이 색보다 연한 색을 띄며, 광택이 있어 신선해 보이는 시각적 효과를 보여 선발하였고, BN8120와 BN8121, BN8130는 기본 깎초이 보다 중륵이 얇고 긴 특징을 가지고 있다. BN8123은 녹색의 경수채 타입으로 중륵의 길이가 넓고 엽수가 많아 수량성이 월등하고 무게가 많이 나가 농가소득을 올릴 것으로 예상된다. BN8124, BN8125, BN8127은 초형은 입성이며 줄기가 두껍고 연녹색인 특징을 가지고 있다. BN8126, BN8129, BN8132는 잎모양이 긴 타원형으로 잎의 길이가 길고 상품으로 출하할시 상품성이 좋을 것으로 사료되어 선발하였다. BN8128은 줄기가 하얀색이고 잎모양이 달걀형인 특징이 가지고 있고, BN8133은 잎이 진한 녹색이고 모양이 좋아 조합의 활용도가 높을 것으로 여겨진다(표 1, 그림 2).



<그림 3> 국내외 유전자원 수집 및 특성 검정(2차년도)

2차년도 수집된 유전자원의 원예적 형질을 조사한 결과, 초장의 분포는 115~350 mm이었고, 엽장은 175~360 mm, 엽폭은 85~190mm, 중륵장은 65~220 mm이었으며, 중륵폭은 7~42 mm, 무게는 35~120g이었다. 수집 유전자원은 진한녹색 타입은 2품종, 연한녹색타입이 18품종, 적색이 1품종으로 총 30품종 이었다. 결각이 있는 타입은 2품종, 결각이 없는 타입은 28품종, 모용은 모두 무모형으로 조사되었으며 각각 품종 육성 목표에 맞추어 선발하였다(표 1, 그림 3).

BN8201은 대만에서 수집한 유전자원으로 연한녹색의 특징을 가지고 있고, BN8202은 말레이시아 리딩품종으로 수집한 유전자원으로 숙기가 빠르고 연두색의 특징을 가지고 있는 청경채로서 조합의 활용도가 높을 것으로 여겨진다. BN8203은 밀둥이 하얀 특징을 가지고 있는 청경채이다. BN8204는 베트남에서 수집한 유전자원으로 수집된 유전자원 중 엽장이 가장 짧은 형태적 특징을 가지고 있으며, baby leaf용 개발소재로 적합할 것으로 판단된다. BN8206은

이태리 수집 유전자원으로 결각이 뚜렷하고 색이 진한 형태를 지니고 있어 조합작성에 유용하게 사용될 것으로 사료된다. BN8210와 BN8218은 진한녹색과 광택이 있어 시각적 효과를 보여 선발한 청경채이다. BN8211은 소송채 타입으로 중륵의 길이가 넓고 엽수가 많아 수량성이 월등하고 무게가 많이 나가 농가소득을 올릴 수 있을 것으로 예상된다. BN8212는 중륵의 너비가 긴 형태적 특징을 가지고 있는 청경채이다. BN8214는 소송채 타입으로 진한녹색과 광택이 있어 선발하였고, BN8219는 중국에서 수집한 유전자원으로 초장이 짧고, 엽폭이 넓은 특징을 가지고 있는 청경채로서 선발하였다. BN8220은 중국에서 수집한 유전자원으로 백경채타입이고, 잎이 달걀형인 특징을 보이며, 색은 연한 연두색을 띄고 모양이 좋아 조합의 활용도가 높을 것으로 여겨진다. BN8224, BN8229는 진한녹색의 특징을 가지고 모양이 좋아 선발하였고, BN8225는 진한자색의 특징을 가진 청경채로 유전자원으로서 활용도가 높고, BN8227은 녹색의 결각이 있는 경수채로 선발하였다(표 1, 그림 3).



<그림 4> 국내외 유전자원 수집 및 특성 검정 (3차년도)

3차년도 수집된 유전자원의 원예적 형질을 조사한 결과, 초장의 분포는 90~250 mm이었고, 엽장은 170~380 mm, 엽폭은 90~225 mm, 중륵장은 90~240 mm이었으며, 중륵폭은 15~50 mm, 무게는 50~210 g이었다. 수집 유전자원은 다양한 유형으로 녹색타입은 29품종, 자색타입이 1품종이었다. 바깥잎 결각이 라운드 타입은 22품종, 중간 타입은 8품종, 모용은 무모형 29타입, 유모형이 1타입으로 조사되었으며 각각 품종 육성 목표에 맞추어 선발하였다(표 1, 그림 4).

BN8199는 조생종으로 질적형질인 내서성과 내한성이 강한 특징이 있는 계통이고, BN8200은 연한 녹색의 특징을 가지고 있으며, 중조생종으로 내병성과 내서성이 강한 계통이다. BN8201은 중조생으로, 엽색이 연두색이고 중륵의 폭이 넓은 특징을 가진 계통이고, BN8202, BN8203, BN8204는 내서성, 내병성이 강하고, 기존 파초이 색보다 연한 색의 띄며, 광택이 있

어 신선해 보이는 시각적 효과를 보여 선발하였고, BN8204는 무게가 210g으로 수집된 유전자원 중 가장 중량이 높다. BN8205, BN8206은 잎의 모양이 긴 타원형으로 잎의 길이가 길고 상품으로 출시할시 상품성이 좋을 것으로 사료되어 선발하였다. BN8207은 타원형이며 조생종으로 광택이 강하고 색이 진한 특징을 가지고 있고, BN8208, BN8209는 잎모양은 타원형이고, 중륵의 색이 뚜렷한 특징을 가지고 있어서 선발하였고, BN8210은 조생종이며 내서성, 내한성, 내우성, 내습성의 특징을 가지고 있다. BN8211은 기존 파초이보다 더 연한 색을 띄며 엽편타원형이고, 옆장이 380mm로 긴 특징과, 중륵장이 200mm로 긴 특징을 가지고 있는 계통이다. BN8212, BN8213, BN8214, BN8215는 내서성이 강한 공통점이 있고, 바깥잎결각이 약하고, 모양세가 우수하여 선발하였다. BN8216, BN8217은 내한성을 가지고 있고, 계란형의 잎모양세와 초형이 우수하여 선발하였고, BN8218, BN8219는 초형은 입성이며 바깥잎 결각이 중간이며, BN8218은 30-35일종으로 빠른 특징이 있는 계통이다. BN8220은 수집유전자원중 옆폭이 225mm로 가장 넓고 엽수가 많아 수량성이 월등하고 무게가 많이 나가 농가소득을 올릴 것으로 예상된다. BN8221은 잎의 색이 자색의 특징을 가진 유전자원으로 자색과 잎의 모양이 좋아 수출용 개발소재로 적합할 것으로 판단된다. BN8223, BN8224는 잎이 얇고 긴 형태적 특징을 가지고 있는 계통이다. BN8225와 BN8227은 색이 녹색으로 진하고 중륵이 백색으로 백경채 타입이고, BN8228은 초형이 누운 형태로 잎이 둥글고 중륵이 얇은 특징을 가진 계통이다. BN8229은 진한 녹색이 특징인 다채 타입으로 잎의 크기가 작고 광택이 있어 유전자원으로 활용도가 높을것으로 판단된다. BN8230은 색이 연한 연두색으로 내서성을 가진 백경채 타입으로 조합의 활용도가 높을것으로 여겨진다(표 1, 그림 4).



<그림 5> 국내외 유전자원 수집 및 특성 검정 (4차년도)

4차년도 수집된 유전자원의 원예적 형질을 조사한 결과, 초장의 분포는 90~185 mm이었고, 엽장은 110~310 mm, 엽폭은 70~140 mm, 중륵장은 100~210 mm이었으며, 중륵폭은 4~35

mm, 무게는 10~70 g이었다. 수집 유전자원은 다양한 유형으로 진한녹색타입은 7품종, 연한녹색타입은 18품종, 자색타입이 5품종이었다. 바깥잎:끝부분의 모양에서 라운드 타입은 25품종, 중간 타입은 1품종, 뾰족한 타입이 4품종이었고, 모용은 무모형 30타입으로 조사되었으며 각각 품종 육성 목표에 맞추어 선발하였다(표 1, 그림 5).

BN8143는 초형은 입성이고, 바깥잎 중륵의 색이 진한 녹색인 특징을 가지고 있는 계통이고, BN8145는 중조생으로, 엽색이 연두색이고 중륵의 폭이 넓은 특징을 가지고 있으며, BN8146은 수집된 유전자원 중 엽장과 중륵이 각각 310mm, 210mm로 가장 크고, 식물체 크기가 큰 특징이 있는 계통이었고, BN8148은 내서성에 강하고, 중륵의 길이가 100mm로 수집된 유전자원 중 중륵의 길이가 짧은 편에 속한 특징이 있는 계통이다. BN8149는 질적형질인 내서성과 내한성이 강한 특징이 있고, 무게가 70g으로 수집된 유전 자원 중 가장 중량이 높다. BN8150는 엽색이 진한 녹색이고, 광택이 있어 신선해 보이는 시각적 효과의 특징을 가지고 있고, BN8151, BN8152은 엽색이 연한 색을 띄며, 잎의 모양이 긴 타원형으로 잎의 길이가 길고 상품으로 출시할시 상품성이 좋을 것으로 사료된다. BN8153는 타원형이며 중륵의 두께가 얇은 특징을 가지고 있고, BN8154는 내서성, 내병성에 강하고, 모양세가 우수하며, 수집된 유전자원 중 중륵의 두께가 가장 두꺼운 특징을 가지고 있는 유전자원이다. BN8155, BN8157, BN8158, BN8159는 경수채로 초형은 누운형태이고, 엽색은 자색이며, 바깥잎 모양은 뾰족한 특징을 가지고 있고, BN8156는 30-35일종으로 빠른 특징을 가진 계통이고, BN8160는 조생종이며, 내한성, 내우성의 특징을 가지고 있다. BN8161는 수집 유전자원 중 초장의 길이가 가장 길고, 모양세가 우수하여 선발하였다. BN8162, BN8163, BN8164는 내서성이 강한 공통점이 있고, 계란형의 잎 모양세가 우수한 특징을 가지고 있다. 또 BN8165는 무게가 70g으로 수집된 유전자원 중 중량이 높은편에 속하고, 엽수가 많아 수량성이 높고, 무게가 많이 나가 농가소득을 올릴 것으로 예상된다. BN8166는 엽색이 진한 녹색이고, 내서성, 내한성에 강한 특징을 가지고 있고, BN8167, BN8168, BN8169은 모양세와 초형이 우수하여 선발하였다, BN8170은 모양세가 우수하고, 색이 연한 연두색으로 내서성을 가지고 있어 조합의 활용도가 높을 것으로 사료되고, BN8171는 초형은 누운형태이고, 엽폭이 140mm로 수집된 유전자원 중 가장 넓은 특징을 가지고 있고, BN8172는 엽색은 진한 녹색이고, 초장이 90mm로 짧은 특징과 중륵장이 100mm로 좁은 특징을 가지고 있는 계통이다. BN8173은 내서성과 잎이 110mm로 긴 특징을 가지고 있는 계통이고, BN8174는 잎의 색이 자색의 특징을 가진 유전자원으로 자색과 모양세가 우수하여 수출용 개발소재로 적합할 것으로 판단된다(표 1, 그림 5).



<그림 6> 국내외 유전자원 수집 및 특성 검정 (5차년도)

5차년도 수집된 유전자원의 원예적 형질을 조사한 결과, 초장의 분포는 65~330 mm이었고, 엽장은 125~325 mm, 엽폭은 85~170 mm, 중륵장은 65~210 mm이었으며, 중륵폭은 10~40 mm, 무게는 60~210 g이었다. 수집 유전자원은 다양한 유형으로 진한녹색타입은 8품종, 연한녹색타입은 21품종, 자색타입이 1품종이었다. 바깥잎:끝부분의 모양에서 라운드 타입은 7품종, 중간 타입은 22품종, 뾰족한 타입이 1품종이었고, 모용은 무모형 29타입, 유모형 1타입으로 조사되었으며 각각 품종 육성 목표에 맞추어 선발하였다(표 1, 그림 6).

BN2521는 바깥잎 결각이 라운드형이고, 바깥잎 중륵의 색이 연한녹색의 특징을 가지고 있는 계통이고, BN2522, BN2523은 내서성에 강하며, 초형과 바깥잎 결각이 중간타입인 계통이고, BN2524는 초형이 누운형태이고, 수집된 유전자원 중 중륵의 너비가 40mm로 가장 넓은 특징을 가지고 있다. BN2525는 엽색이 진한녹색이고, 유모형 타입의 중륵이 진한색을 가지고있는 계통으로 조합작성 시 활용도가 높을 것으로 사료되며, BN2526은 연한녹색으로 모양세가 우수하여 선발하였다. BN2627는 초형이 입성이고, 광택이 있으며, 중륵의 너비가 40mm로 넓은 특징을 가지고 있고, BN2528은 질적인 형질인 내서성과 내한성이 강한 특징과 무게가 210g으로 수집된 유전자원 중 가장 중량이 높다. BN2529는 바깥잎 결각이 라운드형으로 모양세가 우수하여 선발하였다. BN2530은 엽색이 연두색으로 내서성이 강한 특징을 가지고 있고, BN2531은 엽색이 진하고 광택이 강하며 추위에 강하다. BN2532는 성장속도가 빠르며, 한여름 재배 시 상품성이 우수하고, BN2533는 수집된 유전자원 중 엽폭이 가장 넓은 특징이 있다. BN2534은 초형이 누운형태로 밝은 연두색의 특징을 가지고 있고, BN2535는 조생계로 상품성이 우수하며 수집된 유전자원 중 엽장과 중륵의 길이가 가장 짧은 특징을 가지고 있어 조합작성 시 활용도가 높을 것으로 사료된다. BN2536는 바깥잎 결각이 둥글고 재배 안정성이 뛰어나며, BN2537은 질적형질인 내서성과 내한성이 강한 특징이 있고, BN2538은 진한 녹색 타입으로 엽과 중륵의 길이가 짧아 키작은 청경채로 활용이 가능하다. 또 BN2539와 BN2540은 연두색으로 잎의 폭이 좁은 특징이 있고, BN2541은 초형은 입성이며 줄기가 두껍고 연녹색이다. BN2542은 수집된 유전자원 중 중륵의 너비가 40mm로 가장 넓고, BN2543은 엽색은 진적색이고, 결각이 있는 타입으로 초장의 길이가 가장 길고, 중륵이 10mm로 가장 얇은 특징을 가지고 있어 조합작

성시 활용도가 높을것으로 사료된다. BN2544는 계란형의 잎 모양세가 우수하고, BN2548은 엽색이 진한 녹색의 내서성, 내한성에 강한 특징을 가지고 있으며, BN2549은 모양세와 초형이 우수하여 선발하였다. BN2550은 색이 연두색으로 재배안정성이 뛰어나고, BN2551은 중륵의 넓이가 40mm로 수집유전자원 중 가장 넓은 특징이 있다. BN2552는 초형은 입성이며, 조생종으로 내우성이 강한 특징을 가지고 있으며, BN2553은 엽색이 진한녹색으로, 광택이 있어 신선해 보이는 시각적 효과의 특징을 가지고 있어 수출 개발소재 활용에 적합할 것으로 판단된다 (표 1, 그림 6).

### 3. SSD에 의한 계통육성

단주계통법(SSD, Single Seed Descent)은 간단하고 비용이 적게 드는 매우 효율적인 고정계통 선발법이다. 또한 성숙모본형태로 선발할 경우 시장성이 높은 유리한 형질을 효율적으로 관리하면서 동형접합자 비율을 높이며 세대를 촉진 할 수 있는 장점이 있어 활용에 용이하다.

표 2. SSD에 의한 계통육성 및 각 계통의 특성 조사

년 도	No	BN	초 형 <sup>1)</sup>	초장 (mm)	엽장 (mm)	엽폭 (mm)	중륵(mm)		유엽색	바깥 잎결 각 <sup>2)</sup>	모 용	무 계	선 발	입성	
							길이	너비						FS	BS
1 차 년 도	1	8001	1	220	275	140	100	63	연녹	1	무	370		0.1	0.5
	2	8002	1	230	240	160	90	66	연녹	1	무	350			1.1
	3	8003	1	185	225	152	70	59	연녹	1	무	320		4.2	3.6
	4	8004	1	240	258	160	72	54	녹	1	무	300			2.6
	5	8006	1	190	260	160	90	47	녹	1	무	290			0.7
	6	8008	1	210	273	175	100	54	녹	1	무	270		0.3	5.4
	7	8010	1	200	216	137	68	53	연녹	1	무	250		0.1	3.0
	8	8011	1	190	273	126	95	53	연녹	1	무	230		0.2	1.1
	9	8012	1	180	220	128	63	58	연녹	1	무	220		0.1	14.0
	10	8013	1	230	282	145	103	60	연녹	1	무	340		0.2	7.7
	11	8014	1	230	275	140	150	58	연녹	1	무	340		0.2	9.1
	12	8015	1	220	270	157	90	58	연녹	1	무	240		0.2	8.8
	13	8016	1	228	245	140	90	60	연녹	1	무	210		7.3	12.9
	14	8017	1	180	260	140	93	49	연녹	1	무	200		1.9	3.8
	15	8032	2	205	224	125	108	35	적	1	무	190		0.2	3.9



16	8033	1	380	386	173	230	10	적	2	무	150		0	2.5
17	8034	2	223	250	137	103	38	적	1	무	160		0	9.2
18	8035	1	260	290	170	90	64	연녹	1	무	480		0.3	5.4
19	8036	1	245	252	140	78	63	연녹	1	무	260		0.1	3.0
20	8038	1	280	290	130	145	33	적	1	무	120		0.2	2.8
21	8040	1	128	233	123	102	36	적	1	무	110		0	2.5
22	8041	1	260	260	130	118	35	적	1	무	160		0.4	0.8
23	8042	1	190	210	192	63	48	연녹	1	무	160		0.2	1.0
24	8043	1	180	230	120	75	50	연녹	1	무	250		0.7	3.6
25	8044	1	200	270	160	83	58	연녹	1	무	300		0	3.7
26	8045	2	390	385	175	230	12	적	1	무	100		0	0.1
27	8046	2	190	210	120	86	36	적	1	무	150		0.1	12.1
28	8047	1	270	310	170	125	48	연녹	1	무	300		0	0.8
29	8048	1	465	545	190	350	20	연녹	1	무	310		0	0.4
30	8095	1	380	410	100	180	13	녹	2	무	260		0	0.6
31	8096	1	400	420	160	230	12	적	2	무	150		0	0
32	8097	1	380	487	180	294	20	적	1	무	150		0	0.8
33	8100	1	470	550	180	400	32	청	1	무	210		0.2	0.2
34	8101	1	290	340	150	202	36	진녹	1	무	390		0.2	0.1
35	8102	1	330	375	190	185	48	진녹	1	무	250		0.1	3.4
36	8103	1	280	354	150	164	41	적	1	무	220		3.4	0.3
37	8104	1	320	300	140	190	21	적	1	무	100		0.3	0
38	8107	1	250	347	120	210	24	적	1	무	60		2.3	0.3
39	8001	2	130	177	93	90	28	연녹	2	무	40		0.8	0.1
40	8003	2	125	190	110	60	30	녹	2	무	70		0.1	0
41	8004	2	125	190	120	60	30	녹	2	무	60		0.1	0
42	8005	2	125	225	140	75	35	녹	2	무	110		0.1	0
43	8006	2	125	205	130	70	35	녹	2	무	80		0.3	0
44	8007	2	165	190	115	65	30	녹	2	무	70		0.3	0

2 차 년 도	45	8008	2	170	200	120	65	35	녹	2	무	80		0.3	0
	46	8009	2	130	200	110	70	30	녹	2	무	80		0.4	0.1
	47	8010	2	160	200	120	70	35	녹	2	무	100		0.4	0.3
	48	8011	2	230	260	135	125	20	녹	2	무	85		0.9	1.6
	49	8012	3	210	260	180	110	30	녹	2	무	115		0.9	0.1
	50	8013	2	270	310	165	160	25	녹	2	무	120		0.9	0.1
	51	8015	2	185	225	115	100	40	연녹	2	무	120		2.6	0
	52	8016	2	150	190	105	70	35	연녹	2	무	85		0.1	0
	53	8017	2	145	180	100	70	30	연녹	2	무	50		0.1	0
	54	8018	2	140	165	100	55	25	녹	2	무	45		0	0.1
	55	8019	2	180	195	95	75	25	녹	2	무	75		0	0.3
	56	8020	2	190	240	140	90	40	연녹	2	무	110		0	0.1
	57	8021	2	160	215	125	85	35	연녹	2	무	120		0	0.9
	58	8022	2	210	245	130	110	40	연녹	2	무	100		0.4	2.6
	59	8023	2	125	195	105	90	35	연녹	2	무	60		0.4	0
	60	8024	2	160	210	115	80	40	연녹	2	무	90		0	0
	61	8025	2	140	215	120	70	25	연녹	2	무	95		0	0
	62	8026	2	170	200	110	70	40	연녹	2	무	95		0	3.3
	63	8027	2	165	235	125	95	35	연녹	2	무	90		0	0.4
	64	8028	2	170	205	120	75	35	연녹	2	무	100		0	0
	65	8029	2	210	215	110	85	30	연녹	2	무	80		0	0.1
	66	8030	2	220	220	120	85	35	연녹	2	무	95		0.2	0
	67	8031	2	225	225	120	90	35	연녹	2	무	100		0.2	0.4
	68	8032	2	210	210	105	80	30	연녹	2	무	75		0.2	0
	69	8033	2	200	200	125	75	30	녹	2	무	70		0.7	0
70	8034	2	205	205	140	80	35	녹	2	무	80		0.7	0.1	
71	8035	2	215	215	125	80	35	녹	2	무	100		0.7	0.3	
72	8036	2	180	180	115	60	40	연녹	2	무	70		0.6	0	
73	8037	2	165	165	85	55	25	연녹	2	무	50		0.2	0.5	

74	8038	2	185	185	110	70	35	녹	2	무	85		0.6	0
75	8039	2	170	170	95	55	25	녹	2	무	40		0.6	0.1
76	8040	2	180	180	100	65	30	녹	2	무	65		0	0.3
77	8041	2	150	190	110	65	30	연녹	2	무	75		0.5	0
78	8042	2	150	200	100	80	25	연녹	2	무	20		0.5	0.4
79	8043	2	130	175	105	60	25	연녹	2	무	50		0.5	0
80	8044	2	125	170	95	60	25	녹	2	무	45		0.5	0.1
81	8045	2	120	165	70	75	20	연녹	2	무	45		0.5	0
82	8046	2	120	145	80	60	20	녹	1	무	50		0	0
83	8047	3	115	150	130	40	30	녹	1	무	70		2.1	0
84	8048	2	120	185	95	80	15	연녹	2	무	40		2.2	0.4
85	8049	2	180	210	140	85	30	연녹	1	무	80		2.2	0.2
86	8050	2	200	235	120	115	30	연녹	2	무	80		2.2	0.2
87	8051	2	220	250	135	105	33	연녹	2	무	130		0.7	0.4
88	8052	2	170	225	110	105	27	연녹	2	무	90		0.7	0.2
89	8053	2	200	245	145	115	33	연녹	2	무	100		0.7	0.2
90	8054	2	195	260	130	125	30	연녹	2	무	95		0.1	0.4
91	8055	2	140	260	170	125	35	연녹	2	무	130		0.1	0.2
92	8056	2	190	310	165	180	25	연녹	2	무	120		1.6	0.1
93	8057	3	120	245	165	110	18	녹	1	무			1.6	1.3
94	8058	3	170	250	185	115	25	녹	1	무			0.1	0.1
95	8059	3	150	240	170	110	32	녹	1	무	955		0.1	1.3
96	8060	2	150	185	115	65	38	연녹	2	무	90		0.1	0
97	8061	2	140	190	100	80	30	녹	2	무	75		2.2	0
98	8062	2	140	190	100	75	27	녹	2	무	60		0.3	0.1
99	8550	1	180	275	98	160	10	연두	2	무	35			0.7
100	8551	2	190	285	135	155	12	자색	2	무	50			0.1
101	8552	2	170	265	110	155	10	진자색	2	무	50			0
102	8554	2	275	300	95	210	5	자색	3	무	70			2.2

3 차 년 도	103	8555	2	225	310	105	200	10	자색	3	무	45			5
	104	8556	2	155	245	125	110	30	연두	1	무	105		0	1.6
	105	8557	2	190	240	120	105	38	연두	2	무	125		0	0.2
	106	8558	2	180	210	130	100	38	연두	1	무	90		0.1	0
	107	8559	2	190	250	140	120	30	연두	1	무	105		0	0
	108	8560	2	160	255	130	120	30	연두	2	무	80		0.3	1.2
	109	8561	2	170	235	145	100	40	연두	1	무	95		0	0
	110	8562	2	190	255	140	110	40	연두	1	무	80		0	1.2
	111	8563	2	165	260	145	135	35	연두	2	무	105		0	0
	112	8564	2	155	230	125	100	40	연두	1	무	100		0	0
	113	8565	2	180	215	125	90	30	연두	1	무	130		0	0
	114	8566	2	180	215	125	100	35	연두	1	무	110		0	0.2
	115	8567	2	160	245	155	125	35	연두	1	무	115		0	1.6
	116	8568	2	140	215	105	105	35	연두	1	무	60		0	0.7
	117	8569	2	150	190	95	90	25	연두	1	무	100		0	0
	118	8570	2	160	205	120	90	40	연두	1	무	110		0.2	0
	119	8571	2	125	195	95	80	35	연두	2	무	70		0.2	0.1
	120	8572	2	140	180	90	80	25	연두	1	무	60		0.2	0
	121	8573	2	110	175	115	80	35	연두	1	무	70		0.2	0
	122	8574	2	130	195	95	90	30	연두	2	무	70		4.3	0.2
	123	8575	2	165	215	115	100	25	연두	1	무	65		0	1.6
	124	8576	2	145	200	125	95	30	연두	1	무	60		0.2	1.6
	125	8577	2	140	185	105	80	30	연두	2	무	55		0.1	0.2
	126	8578	2	130	200	105	85	25	연두	2	무	30		0	0
	127	8579	2	160	235	125	105	30	연두	2	무	80		0.8	0
	128	8580	2	160	220	110	105	30	연두	2	무	50		0.8	0.1
	129	8001	2	110	170	93	75	13	연두	1	무	40		0	0
	130	8002	2	95	165	90	75	23	연두	1	무	25		0.04	0
131	8003	2	125	175	95	80	23	연두	1	무	40		0.09	0	

4 차 년 도	132	8004	2	110	185	85	75	20	연두	1	무	50		0.2	0
	133	8005	2	130	170	100	75	20	연두	1	무	50		0	0
	134	8006	2	125	110	85	75	22	연두	1	무	40		0.3	0
	135	8007	2	120	163	90	70	23	연두	1	무	30		0.08	0
	136	8008	2	130	165	80	70	20	연두	1	무	40		0.3	0
	137	8009	2	120	200	100	90	23	연두	1	무	50		0.9	0
	138	8011	2	100	200	105	58	25	연두	1	무	50		0.9	0
	139	8012	2	150	210	110	90	23	연두	1	무	40		0	0.1
	140	8013	2	110	210	85	58	23	연두	1	무	40		0	0
	141	8014	2	110	165	95	70	23	진녹	1	무	40		0	0.1
	142	8015	2	75	225	115	100	30	진녹	1	무	80		2	0.1
	143	8016	2	135	175	100	75	25	연두	1	무	50		0	0.1
	144	8017	2	120	210	100	110	20	자색	1	무	30		4	0.2
	145	8018	1	180	245	105	150	8	자색	2	무	30		2.2	10
	146	8019	1	210	230	70	155	7	자색	2	무	20		2.2	6
	147	8020	1	165	280	120	170	10	자색	2	무	40		1.6	4.6
	148	8021	1	160	245	90	125	8	자색	2	무	20		2.2	0.2
	149	8022	1	145	245	90	140	7	자색	1	무	20		3.8	0.2
	150	8023	2	115	195	85	100	23	연두	1	무	50		0	0.1
	151	8024	1	120	200	95	100	15	자색	2	무	20		5	0.3
152	8025	2	130	215	115	100	23	진녹	1	무	60		0	0.1	
153	8026	2	85	165	75	80	20	연두	1	무	40		0	3	
154	8027	2	150	200	100	95	25	연두	1	무	60		1	0.5	
155	8028	2	130	180	95	75	25	연두	1	무	60		1	0.2	
156	8029	2	150	205	90	95	25	연두	1	무	40		1	0	
157	8030	2	140	190	100	85	25	연두	1	무	50		0.1	0.2	
158	8031	2	125	185	125	80	25	진녹	1	무	40		0.1	0	
	159	2401	2	80	125	55	65	17	진녹	1	무	42		0	8.8
	160	2402	2	80	120	65	50	20	진녹	1	무	42		0	6.5

5 차 년 도	161	2403	2	80	125	65	50	20	진녹	1	무	40		0.1	9.6
	162	2404	2	100	125	60	55	20	진녹	1	무	55		0.2	6.8
	163	2405	2	100	120	60	53	21	진녹	1	무	55		0	10
	164	2406	2	100	130	70	55	25	진녹	1	무	70		0.3	12
	165	2407	2	115	135	78	55	26	진녹	1	무	80		0.1	8.3
	166	2408	2	90	130	73	55	23	진녹	1	무	90		0.3	9.1
	167	2409	2	90	155	82	65	30	진녹	1	무	105		0.9	10
	168	2410	2	75	140	82	60	30	연두	1	무	85		0	3
	169	2411	2	90	170	87	80	35	연두	1	무	105		0.9	6.8
	170	2412	2	120	174	77	75	32	진녹	1	무	140		0	0.1
	171	2413	2	130	150	73	65	27	연두	1	무	110		0	6
	172	2414	2	120	135	77	57	28	진녹	1	무	90		0.1	7.4
	173	2415	2	90	153	62	70	23	진녹	1	무	90		2	0.1
	174	2416	2	100	133	77	60	25	진녹	1	무	90		0	0.1
	175	2417	2	85	157	93	75	32	진녹	1	무	125		0	0.1
	176	2418	2	100	145	78	60	26	진녹	1	무	95		0	7.9
	177	2419	2	100	146	75	68	27	연두	2	무	85		0	3
	178	2420	2	90	147	76	70	27	연두	1	무	120		1	0.5
179	2421	2	120	160	85	75	32	연두	1	무	135		1	0.2	
180	2422	2	115	160	77	68	29	연두	1	무	115		1	8.6	
181	2423	2	110	142	90	50	34	연두	1	무	110		0.1	0.2	
182	2424	2	128	166	95	67	32	진녹	1	무	160		0.1	7.1	
183	2425	2	140	185	96	75	35	연두	1	무	155		0.1	2	
184	2426	2	160	164	94	65	36	진녹	1	무	115		0.5	0.1	
185	2427	2	130	155	95	60	40	연두	1	무	150		0.5	0.2	
186	2428	2	135	167	80	75	26	연두	1	무	100		0.5	1	
187	2429	2	115	155	100	65	32	진녹	1	무	110		0.5	7	
188	2430	2	95	160	92	65	34	연두	1	무	130		0.2	0.4	

<sup>1)</sup> 초형 1 곧추서다, 2 높다; <sup>2)</sup> 바깥일 걸각 1 없음, 2 있음;

경기도 이천 장호원읍 생명공학육종연구소에서 1차년도 38계통, 2차년도 60계통, 3차년도 30계통, 4차년도 30계통, 5차년도 30계통 총 188계통을 선발하여 원예적 형질을 조사하였다.

1차년도는 육성중인 38계통을 세대진전 시켰으며 이중 임성이 낮거나, 순도가 낮은 10계통은 도태시키고, 2016년 10월 7일에 신규선발한 수집유전자원 10계통과 고정중인 기 보유 품초이 38계통을 SSD법에 적합하게 2017년 봄에 교배(뇌수분)을 통해 채종하였으며, 2017년 8월 24일에 파종하고 9월 14일에 정식하여, 2017년 10월 11~12일에 각각의 원예적 형질을 조사하였다.(표 2). 2차년도는 육성중인 60계통을 세대진전 시켰으며 이중 임성이 낮거나, 순도가 낮은 25계통은 도태시켰다. 2018년 5월 29일에 신규 선발한 수집유전자원 10계통과 고정중인 기 보유 품초이 50계통을 SSD법에 적합하게 2018년 봄에 교배(뇌수분)을 통해 채종하였으며, 2018년 8월 24일에 파종하고 9월 13일에 정식하여, 2018년 10월 1일에 각각의 원예적 형질을 조사하였다 (표 4). 3차년도는 육성중인 40계통을 세대진전 시켰으며 이중 임성이 낮거나, 순도가 낮은 10계통은 도태시켰다. 2018년 5월 28일에 신규 선발한 수집유전자원 30계통과 고정중인 기 보유 품초이 30계통을 SSD법에 적합하게 2019년 봄에 교배(뇌수분)을 통해 채종하였으며, 2019년 8월 27일에 파종하고 9월 17일에 정식하여, 2019년 10월 7일에 각각의 원예적 형질을 조사하였다 (표 2). 4차년도는 40계통을 세대진전 시켰으며 이중 임성이 낮거나, 순도가 낮은 10계통은 도태시켰다. 새로 선발한 수집유전자원 30계통과 고정중인 기 보유 품초이 30계통을 SSD법에 적합하게 2020년 봄에 교배(뇌수분)을 통해 채종하였으며, 2020년 8월 21일에 파종하고 9월 15일에 정식하여, 2020년 9월 28일에 각각의 원예적 형질을 조사하였다 (표 2). 5차년도는 40계통을 세대진전 시켰으며 이중 임성이 낮거나, 순도가 낮은 10계통은 도태시켰다. 새로 선발한 수집유전자원 30계통과 고정중인 기 보유 품초이 30계통을 SSD법에 적합하게 2021년 봄에 교배(뇌수분)을 통해 채종하였으며, 2021년 8월 24일에 파종하고 9월 14일에 정식하여, 2021년 10월 6~7일에 각각의 원예적 형질을 조사하였다 (표 2).

기 보유 및 신규선발 유전자원 중 연구목적에 부합하고, 원예적 형질 및 순도가 우수하며, 임성이 좋은 계통을 향후 품종개발을 위한 조합작성을 위해 계통육성 하였다. 추가적인 세대진전을 위해 이들 각 개체로부터 매 세대별 1주씩 또는 원예적 형질이 우수하고 임성이 높은 계통은 매 세대별 2주씩 화분에 옮겨 심어 겨울동안 춘화처리를 실시하였으며 차년도 봄초부터 온풍기를 가온하여 추대시켜 FS(flower selfing, 개화 후 자가수분)는 10개, BS(bud selfing, 뇌수분) 20개 이상을 계통 고정을 위한 세대진전 교배를 하고, 종자량, 임성을 조사하였다.

1차년도는 SSD에 의한 계통육성 유전자원 38계통의 특성조사 결과 유엽색이 진한녹색은 2계통, 녹색 5계통, 연한녹색은 18계통, 자색은 13계통 이었다. FS(Flower Selfing)최저, 최고 임성은 0~7.3의 임성율을 보였고, 평균 임성은 1 이었다. BS(Bud Selfing) 최저, 최고 임성은 0~3.5의 임성율을 보였고, 평균 임성은 3.5이었다. FS 평균 이상 임성은 6계통으로 0.7~7.3의 임성율을 보였고, 평균 이하 임성은 32계통으로 0~0.4 임성율을 나타냈다, BS(Bud Selfing) 평균 이상 임성은 15계통으로 3.6~12.9의 임성율을 보였고, 평균미만 임성은 23계통으로 0~3.4의 임성율을 보였다.

(표 2). 2차년도는 SSD에 의한 계통육성 유전자원 60계통의 특성조사 결과 유엽색이 진한녹색은 25 계통, 연한녹색 33계통, 진한녹색과 연두색이 섞인 2계통이었다. FS(Flower Selfing)최저, 최고 임성은 0~2.6의 임성율을 보였고, 평균 임성은 0.55 이었다. BS(Bud Selfing) 최저, 최고 임성은 0~3.3의 임성율을 보였고, 평균 임성은 0.29이었다. FS 평균 이상 임성은 21계통으로 0.6~2.6의 임성율을 보였고, 평균 이하 임성은 39계통으로 0~0.5 임성율을 나타냈다, BS(Bud Selfing) 평균 이상 임성은 5계통으로 0.9~3.3의 임성율을 보였고, 평균미만 임성은 43계통으로 0~0.2의 임성율을 보였다(표 2). 3차년도는 SSD에 의한 계통육성 유전자원 30계통의 특성조사 결과 유엽색이 진한녹색은 7 계통, 연한녹색 15계통, 진한녹색과 연두색이 섞인 6계통, 자색이 2계통 이었다. FS(Flower Selfing)최저, 최고 임성은 0~4.3의 임성율을 보였고, 평균 임성은 0.29 이었다. BS(Bud Selfing) 최저, 최고 임성은 0~5의 임성율을 보였고, 평균 임성은 0.61이었다. FS 평균 이상 임성은 4계통으로 0.3~4.3의 임성율을 보였고, 평균 이하 임성은 26계통으로 0~0.2 임성율을 나타냈다, BS(Bud Selfing) 평균 이상 임성은 10계통으로 0.7~5의 임성율을 보였고, 평균미만 임성은 20계통으로 0~0.2의 임성율을 보였다(표 2). 4차년도는 SSD에 의한 계통육성 유전자원 30계통의 특성조사 결과 유엽색이 진한녹색은 4 계통, 연한녹색 19계통, 자색이 7계통 이었다. FS(Flower Selfing)최저, 최고 임성은 0~5의 임성율을 보였고, 평균 임성은 0.97 이었다. BS(Bud Selfing) 최저, 최고 임성은 0~10의 임성율을 보였고, 평균 임성은 0.87이었다. FS 평균 이상 임성은 11계통으로 1~5의 임성율을 보였고, 평균 이하 임성은 19계통으로 0~0.9 임성율을 나타냈다, BS(Bud Selfing) 평균 이상 임성은 4계통으로 3~10의 임성율을 보였고, 평균미만 임성은 26계통으로 0~0.5의 임성율을 보였다(표 2). 5차년도는 SSD에 의한 계통육성 유전자원 30계통의 특성조사 결과 유엽색이 진한녹색은 18 계통, 연두색은 12계통 이었다. FS(Flower Selfing)최저, 최고 임성은 0~2의 임성율을 보였고, 평균 임성은 0.34이었다. BS(Bud Selfing) 최저, 최고 임성은 0.1~12의 임성율을 보였고, 평균 임성은 4.76이었다. FS 평균 이상 임성은 10계통으로 0.5~1의 임성율을 보였고, 평균 이하 임성은 20계통으로 0~0.3임성율을 나타냈다, BS(Bud Selfing) 평균 이상 임성은 16계통으로 6~12의 임성율을 보였고, 평균미만 임성은 14계통으로 0.1~3의 임성율을 보였다(표 2).

1차년도는 원예적 형질 조사에서 BN8001, BN8006, BN8010, BN8012, BN8015은 잎의 연한 녹색이 우수하고, 둥근모양 으로 상품성이 우수하여 품종개발에 유용하게 이용될 것으로 생각 된다. BN8002, BN8003, BN8004, BN8008은 잎의 진한 녹색이 우수하고, 중륵의 색도 진한색을 띄어 조합작성 시 유용하게 활용 될 것이다. BN8011, BN8013, BN8017은 녹색에 잎에 길이와 폭이 좁고 긴 모양을 하고 있어 샐러드용 baby leaf 품종개발에 적합한 계통으로 사료된다. BN8033은 적색의 잎이 진하고, 결각이 뚜렷한 잎을 가지고 잎의 결각이 큰타입의 경수채로서 특징을 가지고 있고, BN8096은 진한 적색에 중륵은 진한녹색을 가지고 있고 결각이 많고 폭이 좁은 형태의 경수채 타입이며 팍초이 품종 개발에 중요한 유전자원이 될 것이다.







<그림 7> 원예적 형질이 뛰어난 우수계통 선발(1차년도)

BN8101은 진한녹색에 광택이 두드러지는 특징을 가진 청경채이고, BN8095는 옅은 연한 녹색을 가지고 중륵은 붉은색을 띄어 유용한 유전자원이 될 것이다.

BN8104, BN8107는 진한 적색의 청경채 타입으로 안토시아닌이 고함유 되어있을 것으로 추정되며 파초이 품종 개발에 중요한 유전자원이 될 것이다. 이들 선발된 무모, 녹색, 적자색 우수계통 유전자원은 각각의 원예적 특성과 임성을 고려하여 2018년 봄작기에 조합을 작성하여 목표로 하는 육종방향의 유용한 소재로 활용될 것이다(표 2, 그림 7).



<그림 8> 원예적 형질이 뛰어난 우수계통 선발(2차년도)

2차년도는 원예적 형질 조사에서 BN8001은 옅은 색이 연한 녹색으로 우수하고, 둥근 모양으

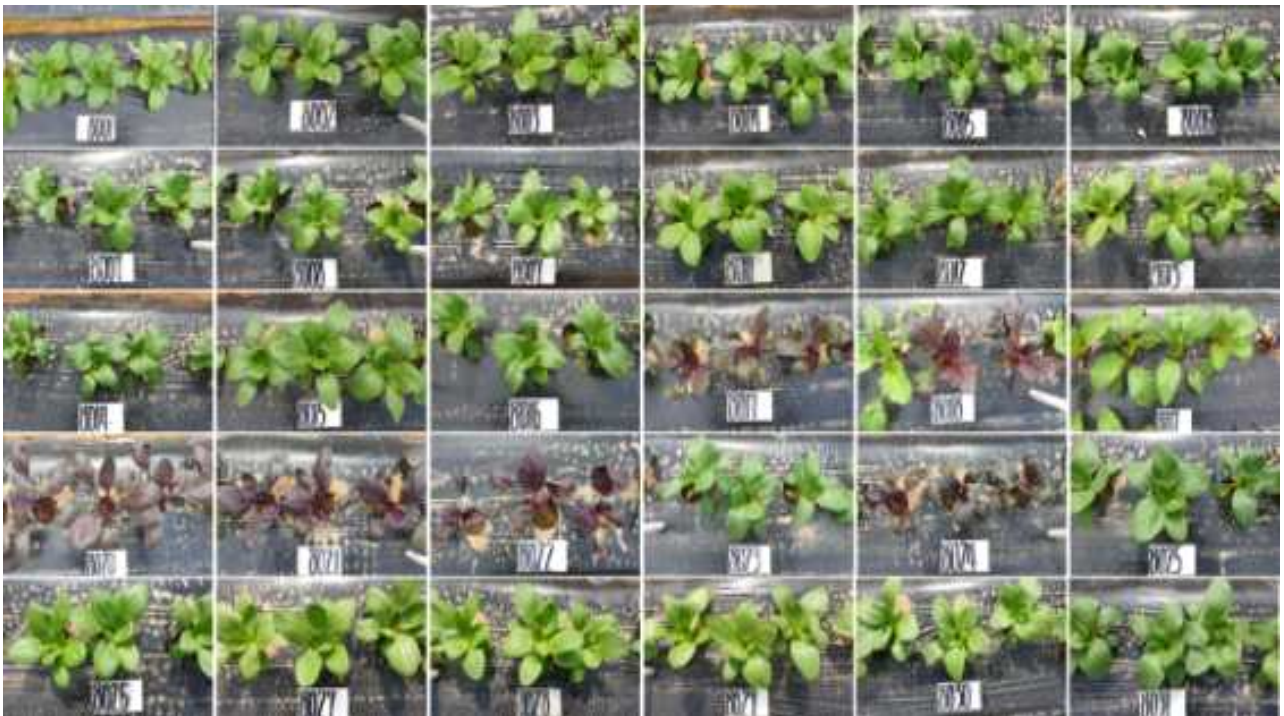
로 상품성이 우수하였고, BN8003은 진한녹색의 청경채로 광택이 있고 모양이 우수하고, BN8004은 잎의 모양이 달걀모양으로 우수하다. BN8004, BN8005, BN8006은 잎의 엽장과 엽폭이 넓고, BN8008은 잎의 끝부분이 뾰족한 형태를 가진 청경채이다. BN8011은 잎이 진한녹색이며 중륵이 얇아서 샐러드용 baby leaf 품종개발에 적합한 계통으로 사료된다. BN8035는 모양과 색이 우수하여 조합작성 시 활용성이 높을 것으로 여겨지고, BN8047은 초장이 작고 잎의 모양이 둥근모양으로 형태적 특징이 우수하고, BN8059는 색이 진한 녹색이고, 중륵의 색이 백색인 백경채로서 진한 녹색의 색이 우수하여 조합작성 시 유용하게 활용될 것이다. BN8061은 잎줄기가 짙은 녹색이며 모양이 우수하여 파초이 품종개발에 중요한 유전자원이 될 것이다. 이들 선발된 무모, 녹색, 적자색 우수계통 유전자원은 각각의 원예적 특성과 임성을 고려하여 2019년 봄작기에 조합을 작성하여 목표로 하는 육종방향의 유용한 소재로 활용될 것이다(표 2, 그림 8)



<그림 9> 원예적 형질이 뛰어난 우수계통 선발 (3차년도)

3차년도는 원예적 형질 조사에서 BN8550, BN8551은 연한 녹색이 우수하고, 잎이 달걀모양으로 상품성이 우수할것으로 생각된다. BN8552는 진한녹색에 광택이 우수하고, BN8554, BN8555는 소송채로 녹색이 우수하고, 중륵의 색도 진한색을 띄어 조합작성 시 유용하게 활용될 것이다. BN8556, BN8557는 잎이 둥글고 색이 진한 특징을 가지고 있고, BN8558, BN8559는 연한 연두색의 청경채로 중륵의 색이 진하고 모양세가 우수하여 파초이 품종개발에 중요한 유전자원이 될 것이다. BN8560는 키가 작은 청경채타입으로 색이 우수하고 키가작은 특징을 가지고 있고, BN8561, BN8562는 잎의 색이 진한 자색의 청경채 타입으로 안토시아닌이 고함유 되어있을 것으로 추정되며 파초이 품종개발에 중요한 유전자원이 될 것이다. BN8563, BN8564, BN8565, BN8566, BN8567는 잎이 타원형으로 중륵의 폭이 좁고, 색이 진한 연두색을

나타내는 특징을 가지고 있고, BN8568, BN8569, BN8570는 잎의 색이 진한 녹색과 광택이 우수한 특징을 가지고 있고, BN8571, BN8572, BN8573는 연두색이 진하고, 초장이 짧은 특징을 가지고 있다. BN8574는 잎의 엽장과 엽폭이 넓고 중륵의 색이 백색인 백경채 타입이고, BN8575, BN8576은 진한 연두색의 청경채로 광택이 있고 모양이 우수하고, BN8577 BN8578는 진한녹색이 우수하고 중륵이 얇아 샐러드용 baby leaf 품종개발에 적합한 계통으로 사료된다. BN8579는 초장이 작고 잎의 모양이 둥근모양으로 사보이가 강한 형태적 특징이 우수하고, BN8580는 청경채 타입의 잎이 긴달걀형이고 색이 우수하여 청경채 조합시 중요한 유전자원이 될 것이다. 선발된 부모, 녹색, 적자색의 우수계통 유전자원은 각각의 원예적 특성과 임성을 고려하여 2020년 봄작기에 조합을 작성하여 목표로 하는 육종방향의 유용한 소재로 활용될 것이다(표 2, 그림 9).



<그림 10> 원예적 형질이 뛰어난 우수계통 선발 (4차년도)

4차년도는 원예적 형질 조사에서 BN8001은 연두색이 진하고, 달걀모양으로 상품성이 우수할 것으로 사료되고, BN8002, BN8003은 진한녹색에 광택이 우수하고, BN8004, BN8005는 바깥잎 중륵의 색이 진하고, 모양세가 우수하다. BN8006는 잎의 엽장이 넓고, 색이 진한 연두색을 나타내는 특징을 가지고 있고, BN8007, BN8008는 잎 모양이 타원형이고, 편평한 편이어서 상품 포장시 용이할것으로 사료되고, BN8009, BN8011은 초형은 입성이며, 줄기가 두껍고 연녹색인 특징을 가지고 있고, BN8012는 진한 녹색이 우수하고, BN8013은 중륵의 길이가 58mm로 짧은 특징을 가지고 있고, BN8014, BN8016는 엽색이 진한녹색과 광택이 우수하고, BN8015는 초장이 75mm로 짧아 고온기재배 시에도 상품이 안정적이다. BN8017, BN8018, BN8020, BN8021, BN8022는 잎과 중륵이 모두 진한 자색이며, 안토시아닌이 고함유 되어있는 유전자원으로 파초

이 품종개발에 중요한 유전자원이 될 것으로 사료된다. BN8019는 녹색이 우수하고 중특이 얇아 샐러드용 baby leaf 품종개발에 적합한 계통으로 사료된다. BN8023는 진한녹색에 광택이 있고 모양이 우수하고, BN8024는 잎의 색이 진한 자색과 진한 녹색이 섞인 특징이 있고, 광택이 우수하다. BN8025는 잎이 둥글고 색이 진한 특징을 가지고 있고, BN8026, BN8027, BN8028, BN8029, BN8030는 연한 연두색의 청경채로 잎이 긴달걀형이고, 중특의 색이 진하고 모양세가 우수한 특징을 가지고 있고, BN8031는 엽폭이 125mm로 넓은 특징을 가지고 있고, 광택과 모양이 우수하여 파초이 품종개발에 중요한 유전자원이 될 것이다. 선발된 무모, 녹색, 적자색의 우수계통 유전자원은 각각의 원예적 특성과 임성을 고려하여 2021년 봄작기에 조합을 작성하여 목표로 하는 육종방향의 유용한 소재로 활용될 것이다(표 2, 그림 10).



<그림 11> 원예적 형질이 뛰어난 우수계통 선발 (5차년도)

5차년도는 원예적 형질 조사에서 BN2401과 BN2402는 진한녹색과 광택이 우수한 특징을 가지고 있고, BN2403은 잎과 중특의 길이가 짧고 한여름 재배에도 키가작은 특징을 가지고 있다. BN2404, BN2405는 잎 색이 매우 진한녹색으로 상품성이 우수하여 조합작성 시 유용하게 활용될 것이다. 또 BN2406은 잎수가 많고, 성장속도가 비교적 빠른 특징을 가지고 있으며, BN2407과 BN2408은 잎모양이 타원형이고, 포장저장시 우수하다. BN2409는 진한녹색으로 잎모양이 우수하며, BN2410은 초장이 짧고, 조생종으로 성장속도가 빠른 특징을 가지고 있다. BN2411은 연두색으로 중특의 길이가 길어 키가 큰 특징을 가지고 있고, BN2412는 진한녹색으로 내서성이 강해 고온기에도 생육이 우수하다. BN2413은 잎색은 연두색으로, 잎모양이 타원형으로 편평한 특징을 가지고 있고, BN2414, BN2415는 진한녹색 타입으로, 잎이 편평하지 않고 꼬임이 있는 특징을 가지고 있다. BN2416은 진한녹색의 상품성이 우수하고, BN2417은 잎부분은 넓고, 줄기 부분은 굵은 특징을 가지고 있다. 또 BN2418은 진한녹색의 광택이 우수하고, BN2419는 바깥잎결각이 둥근형이 아닌 중간타입의 특징을 가지고 있다. BN2420은 잎색이 연두색으로 모양세가 우수하여 파초이 품종개발에 중요한 유전자원이 될 것이다. BN2421과 BN2422는 상품성이 우수하고, 사계절 재배 안정성이 뛰어나며, BN2423은 중특의 길이가 짧은

특징을 가지고 있다. BN2424은 잎색이 매우 진한 녹색으로 잎수가 많고 중량이 높은 특징을 가지고 있고, BN2425는 잎 부분이 길고 단단한 녹색의 청경채이다. BN2426은 키가 큰 타입으로, 내서성에 강한 특징이 있다. BN2427은 중륵의 너비가 넓은 특징을 가지고 있고, BN2428은 잎색은 연두색으로, 광택이 강하고 상품성이 우수하다. BN2429는 진한녹색으로 잎이 넓은 특징이 있고, BN2430은 고온기에 강하고, 재배안정성이 뛰어나서 중요한 유전자원이 될 것이다.

선발된 무모, 진한녹색, 연두색의 우수계통 유전자원은 각각의 원예적 특성과 임성을 고려하여 2022년 봄작기에 조합을 작성하여 목표로 하는 육종방향의 유용한 소재로 활용될 것이다 (표 2, 그림 11)

#### 4. 응성불임계통육성

배추과 작물에서 세포질 응성불임성 계통 육성은 전통육종방법으로 여교잡을 반복적으로 실시하면 결국 핵치환 된 효과가 나타나 세포질인자만 삽입된 불임계통을 만들 수 있고, 재육작업을 생략할 수 있어 경제적인 채종 체계를 갖추는 데 많이 이용 되고 있다. 또 자식주가 없이 양질의 균일한 종자를 생산할 수 있는 장점 때문에 세포질 응성불임(CMS; Cytoplasmic male sterility)은 상업적으로 중요한 육종방법이자 생물공학적인 기술로 사용되고 있다(그림 12).

표3 . 응성불임 팍초이 계통 육성

년 도	No.	BN	초형 <sup>1)</sup> (mm)	초장 (mm)	엽장 (mm)	엽폭 (mm)	중륵(mm)		유엽 색 <sup>2)</sup>	바깥 잎결 각 <sup>3)</sup>	모 용	임성	
							길이	너비				FC	BC
1 차 년 도	1	8771	1	210	250	150	87	52	4	1	무		2.5
	2	8772	1	380	455	115	325	7	4	1	무		3.5
	3	8773	1	190	225	135	58	46	1	1	무		3.4
	4	8774	1	165	210	110	70	45	3	1	무		4.5
	5	8775	1	190	220	110	70	47	4	1	무		1.7
	6	8776	1	200	240	135	70	54	3	1	무		0.6
	7	8779	2	250	264	130	90	48	4	1	무		1.3
	8	8780	1	250	307	145	97	55	4	1	무		2.2
	9	8781	2	220	235	140	70	62	4	1	무		1.3
	10	8782	1	210	260	190	80	68	4	1	무		0.6
	11	8785	1	260	287	160	90	57	4	1	무		0.4
	12	8789	1	250	250	140	97	52	4	1	무		1.1
	13	8790	1	220	280	150	115	56	4	1	무		7.3
	14	8791	1	240	290	140	110	55	4	1	무		16

	15	8793	2	230	255	145	65	56	4	1	무		3.1
	16	8794	1	210	280	153	75	60	1	1	무		3.6
	17	8795	1	170	290	115	74	43	1,3	1	무		4.3
	18	8833	1	190	255	142	85	46	4	1	무		9.6
	19	8834	1	170	280	120	70	48	4	1	무		6.1
	20	8835	1	140	215	110	44	50	4	1	무		11.5
2 차 년 도	21	8091	3	180	285	105	180	7	3	3	무		18.3
	22	8092	2	140	220	105	100	8	3	2	무		0.4
	23	8093	2	190	215	125	120	7	3	3	무		1
	24	8094	1	190	225	90	125	5	3	3	무		18.5
	25	8095	2	185	205	85	100	8	3	2	무		18.8
	26	8096	2	180	195	100	85	10	3	2	무		16.7
	27	8097	1	190	255	80	150	8	3	3	무		1.6
	28	8098	2	190	210	110	120	10	3	3	무		13
	29	8099	1	180	245	80	160	10	3	3	무		20
	30	8100	2	170	245	100	130	10	3	2	무		18.4
	31	8101	2	170	175	80	95	10	3	2	무		20
	32	8102	2	190	260	70	135	8	3	3	무		4
	33	8103	2	150	230	75	130	4	3	3	무		3.4
	34	8104	2	220	295	120	165	8	3	3	무		2.7
	35	8105	2	180	260	95	150	8	3	3	무		4.4
	36	8106	2	160	240	115	135	17	3	1	무		7.7
	37	8107	2	195	245	115	135	17	3	1	무		10
	38	8108	2	210	365	170	190	17	3	3	무		13.3
	39	8109	1	140	145	60	90	5	3	3	무		2.4
	40	8110	1	220	250	70	180	8	3	3	무		1
	41	8031	2	160	235	135	105	35	1	2	무	0.8	0
	42	8032	2	125	230	105	110	30	1	2	무	0.7	0
	43	8033	2	100	185	95	80	25	1	2	무	0.7	0.4

3 차 년 도	44	8034	2	110	195	95	90	30	1	2	무	0.7	0
	45	8035	2	140	205	115	90	40	1	2	무	0.5	0
	46	8036	2	80	185	100	90	30	1	2	무	0.5	0
	47	8037	2	110	175	90	70	25	1	2	무	0.5	0
	48	8038	2	110	160	90	70	25	1	2	무	0.5	0.2
	49	8041	2	110	265	60	230	10	1	2	무	2.2	0.1
	50	8042	1	290	370	70	260	10	1/2	3	무	0	0.2
	51	8043	2	180	235	75	160	7	3	3	무	0	0.4
	52	8044	1	185	230	75	150	7	3	3	무	0	0.4
	53	8045	1	140	270	90	160	20	1/2	2	무	0.4	0.5
	54	8046	2	150	200	115	100	30	1	1	무	0.9	0.1
	55	8047	2	115	200	100	100	25	1	1	무	0.9	0
	56	8048	2	135	205	95	105	25	1	1	무	0.7	0.1
	57	8049	2	160	205	100	105	30	1	1	무	0.7	3.2
	58	8050	2	190	250	90	145	10	3	2	무	0.8	0
	59	8051	2	140	230	95	145	10	3	1	무	0.7	0
60	8052	2	170	245	110	135	15	3	2	무	0.7	0.4	
4 차 년 도	61	8039	2	110	150	85	140	10	3	2	무	0.5	0.1
	62	8040	2	110	185	75	100	7	3	2	무	0.5	0.2
	63	8041	3	160	255	90	145	10	2	2	무	0.5	0.2
	64	8042	2	130	220	75	105	10	3	1	무	0.5	0
	65	8043	2	125	215	120	100	15	3	1	무	0.2	0.4
	66	8044	1	150	290	70	160	10	2	3	무	0.3	0
	67	8045	1	160	345	80	210	10	3	3	무	0.8	0
	68	8046	1	170	295	85	180	15	3	3	무	0.7	0
	69	8047	1	180	325	110	190	15	3	3	무	0.7	0.4
	70	8048	1	240	305	130	175	10	3	3	무	0.7	0
	71	8076	2	160	200	90	95	10	2	2	무	0.5	0
	72	8079	1	135	285	100	150	10	2/3	3	무	0.5	0



	73	8082	3	115	250	100	130	8	3	2	무	0.5	0
	74	8083	3	100	220	90	120	10	3	2	무	0.5	0.2
	75	8084	3	130	240	95	120	10	3	2	무	0.1	0.2
	76	8085	2	130	230	130	81	20	3	1	무	0.4	0.5
	77	8086	2	110	225	115	120	15	3	1	무	0.9	0.1
	78	8087	1	150	250	120	150	14	3	2	무	0.9	0
	79	8088	2	120	160	50	120	9	3	1	무	0.7	0.1
	80	8089	2	160	230	95	140	12	3	1	무	0.7	0.4
5 차 년 도	81	2432	2	140	253	103	145	18	3	2	무	1.8	0.7
	82	2433	2	105	210	103	95	18	3	1	무	5.6	0.6
	83	2434	2	110	200	95	90	18	3	1	무	2.3	1.2
	84	2435	2	150	290	59	150	10	2	2	무	0.09	0.4
	85	2436	1	160	270	113	150	11	3	2	무	3.5	2.2
	86	2470	3	86	200	90	115	8	3	3	유	0.5	1.4
	87	2471	2	110	205	125	120	7	3	3	유	0.8	2.2
	88	2472	2	110	220	120	120	8	3	2	무	0.4	0.7
	89	2473	2	165	233	105	135	20	3	2	무	5	4.8
	90	2474	2	145	240	145	125	20	3	2	유	0	3.5
	91	2475	1	220	285	110	180	20	3	2	무	0.4	2.4
	92	2476	2	110	215	100	110	20	3	2	무	2.5	0.2
	93	2477	1	195	265	110	145	20	3	2	무	1.3	2.2
	94	2478	2	165	235	110	135	20	3	2	무	2.4	1.4
	95	2479	2	150	235	120	130	20	3	2	무	5	3.8
	96	2510	2	170	215	130	115	15	3	1	무	1.4	3.8
	97	2511	1	190	235	135	125	25	3	1	무	6	3.6
	98	2512	1	300	340	110	200	20	3	3	무	0	1.2
	99	2513	1	225	330	105	210	10	3	3	무	0	0.4
	100	2514	2	160	245	115	130	25	3	2	무	1.9	1.7

<sup>1)</sup> 초형 1 곧추서다, 2 중간, 3 높다; <sup>2)</sup> 유엽색 1, 녹색, 2, 연두, 3 자색; <sup>3)</sup> 바깥잎결각 1 라운드, 2 중간, 3 뾰족

세포질 융성불임은 F1잡종강세를 이용한 고순도 종자생산을 위해 많이 이용되는 특성이다. 이 특성은 융성, 즉 수술의 불임으로 인하여 꽃가루가 임성을 가지지 못하는 경우를 말한다.

세포질 융성불임계통을 만들기 위해서는 융성불임세포질을 가진 품종을 모본으로 하고 유지계통을 화분친으로 하여 연속적으로 여교잡을 실시하고 핵치환하여 육성해야 한다. 4~5회 정도 여교잡을 실시하면 주요 재배적 특성 면에서 유지친과 유사해지고, 온실에서 일년에 2~3번 정도 여교잡을 실시하면 2년을 전후로 거의 고정된 융성불임계통을 얻을 수 있고, 고정된 융성불임계통은 새로운 품종을 육성하는데 중요한 유전자원으로 사용된다. 원예적 형질이 뛰어나고 세포질융성불임성을 가진 다양한 계통의 육성을 위하여 1차년도 20계통, 2차년도 20계통, 3차년도 20계통, 4차년도 20계통, 5차년도 20계통, 총 100계통에 대하여 융성불임계통을 이용한 여교잡을 연구기간동안 실시하여 세대진전작업을 수행하였다.

1차년도에서 선발된 20계통에 대하여 2017년 10월 11~12일 2일 동안 각각 재배된 포장시험에서 교잡친과 최대한 표현형이 유사한 계통을 선발하였고, 각계통의 특성을 조사하였다.(표 3). 원예적 형질을 조사한 결과, 초장의 분포는 140~380mm, 엽장은 210~455mm이고, 엽폭은 110~190mm이고, 중륵길이는 44~325mm, 중륵너비는 7~44mm이었다. 세포질융성불임 팍초이 계통은 C타입(배추타입) 3계통, B타입(baby leaf타입) 5계통, D타입(다채) 7계통, S타입(결각타입) 2계통, CH타입(청경채) 3계통으로 조사되었고, 2차년도에서는 선발된 20계통에 대하여 2018년 10월 8-9일에 재배된 포장시험에서 교잡친과 최대한 표현형이 유사한 계통을 선발하였고, 각계통의 특성을 조사하였다. 원예적 형질을 조사한 결과, 초장의 분포는 140~220mm, 엽장은 145~365mm이고, 엽폭은 60~170mm이고, 중륵길이는 85~190mm, 중륵너비는 4~17mm이었다. 세포질융성불임 팍초이 계통은 C타입(배추타입) 0계통, B타입(baby leaf타입) 7계통, D타입(다채) 4계통, S타입(결각타입) 8계통, CH타입(청경채) 1계통으로 조사되었고, 3차년도에서 선발된 20계통에 대하여 2019년 10월 7~8일 2일 동안 각각 재배된 포장시험에서 교잡친과 최대한 표현형이 유사한 계통을 선발하였고, 각계통의 특성을 조사하였다.(표 3). 원예적 형질을 조사한 결과, 초장의 분포는 80~290mm, 엽장은 160~370mm이고, 엽폭은 60~135mm이고, 중륵길이는 70~260mm, 중륵너비는 7~40mm이었다. 세포질융성불임 팍초이 계통은 B타입(baby leaf타입) 4계통, D타입(다채) 3계통, S타입(결각타입) 2계통, CH타입(청경채) 11계통으로 조사되었다.(표 3)

4차년도에서 선발된 20계통에 대하여 2020년 9월 28~29일 2일 동안 각각 재배된 포장시험에서 교잡친과 최대한 표현형이 유사한 계통을 선발하였고, 각계통의 특성을 조사하였다. 원예적 형질을 조사한 결과, 초장의 분포는 100~240mm, 엽장은 150~345mm이고, 엽폭은 50~130mm이고, 중륵길이는 81~210mm, 중륵너비는 7~20mm이었다. 세포질융성불임 팍초이 계통은 B타입(baby leaf타입) 12계통, D타입(다채) 6계통, S타입(결각타입) 1계통, CH타입(청경채) 1계통으로 조사되었고, 5차년도에서는 선발된 20계통에 대하여 2021년 10월 21~22일 2일 동안 각각 재배된 포장시험에서 교잡친과 최대한 표현형이 유사한 계통을 선발하였고, 각계통의 특성을 조사하였다. 원예적 형질을 조사한 결과, 초장의 분포는 86~300mm, 엽장은 200~340mm이고, 엽폭은 59~145mm이고, 중륵길이는 90~210mm, 중륵너비는 7~25mm이었다. 세포질융성불임 팍초이 계통은 B타입(baby leaf타입) 2계통, D타입(다채) 10계통, S타입(결각

타입) 3계통, CH타입(청경채) 5계통으로 조사되었다.(표 3)



정상 팍초이 꽃



웅성불임 팍초이 꽃 (CMS)

<그림 12> 팍초이의 정상 꽃과 웅성불임(CMS) 꽃

#### 5. 내서성, 내한성, 내추대성 테스트

내서성 테스트는 7월-8월경 여름철에 하우스에서 재배하며 개발된 품종 및 조합에 대하여 테스트를 수행하였다. 그 결과 1차년도 재배에서 싱싱에이스는 생장이 좋지 않았으며 싱싱골드 및 싱싱보너스는 양호한 성적을 거두었다. 2차년도 재배에서는 임팩트 청경채와 BN8040이 대비종인 사카타 비너스에 비해서 고온결구력과 성장속도가 우수한 결과를 얻을 수 있었다.

3차년도에는 새롭게 작성한 PT-1901, PT-1902, PT-1903, PT-1904, PT-1905 조합을 내서성 테스트를 수행하였으며 그 결과 PT-1901과 PT-1903이 고온결구력과 성장속도가 우수한 결과를 나타내었다. 이는 대만 타이난 시험포에서도 같은 결과를 확인할 수 있었다.

내한성 테스트는 12월-1월경 겨울철 수막 하우스에서 재배하여 수행하였다. 그 결과 싱싱에이스, 싱싱골드가 좋은 결과를 싱싱보너스가 생장저하를 겪어 좋지 않은 결과를 얻었다(1차년도). 2차년도에는 12월-1월경에 개발 품종을 위주로 내한성 테스트를 수행할 계획이다. 3차년도에는 싱싱보너스, 싱싱골드, 임팩트 청경채를 재배하여 수행하였다. 그 결과 임팩트 청경채가 저온생장성이 우수하고 엽색이 진한 상품성을 나타내어 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 4차년도에는 그 결과 임팩트 청경채가 저온생장성이 우수하고 엽색이 진한 상품성을 나타내어 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

내추대성 테스트는 보유하고 있는 계통에 대해서 가을에 파종하고 월동을 시켜 다음해 봄에 추대속도를 확인하며 수행하였다. 그 결과 BN7023, BN8999, BN7001 등이 보통 청경채보다 1달가량 추대가 늦게 되는 것을 확인하여 선발하였다(1차년도). 3차년도에는 원예적형질이 우수하면서 내 추대성이 좋은 계통을 확인할 수는 없었다. 4-5차년도에 걸쳐 개발품종의 추대성을 대비종 대비 분석한결과 임팩트, 킹덤 청경채가 대비종(싱싱하계, 비너스 등)에 비해 7-10일 정도 만추대성 품종임을 확인할 수 있었다.

6. 뿌리혹병 내성 계통육성

팍초이 베이비리프(baby leaf)타입의 경우 파종 후 2-3주 정도 지나면 수확하기 때문에 뿌리혹병이 발병하기 전에 모든 수확이 끝나 비록 뿌리혹병 내병계 품종이 아니라 할지라도 농가에서 문제가 되지 않는다. 그러나 청경채 타입의 경우 파종 후 약 30-40일 정도 지나면 뿌리혹병이 발병하여 상품성을 떨어뜨리는 문제를 일으켜 대부분의 국내 농가에서는 토양소독제를 사용하여 뿌리혹병을 방제하고 있다. 그러나 토양소독제가 고가여서 경제적 부담이 크기 때문에 농민들의 뿌리혹병 내병성 청경채 품종에 대한 요구도가 높게 나타나고 있다. 유럽, 미주, 호주, 중국, 대만, 동남아등 특정 지역에서는 토양소독제를 사용하지 않아 뿌리혹병 발병으로 인해 크게 문제가 발생하는 지역이 속출하고 있다. 따라서 상대적으로 국내보다 해외에서 뿌리혹병 내병성 청경채 품종의 요구도가 높게 나타나고 있는 실정이다. 국내 및 해외 수출이 목적인 본 세부프로젝트에서는 뿌리혹병 내병성 팍초이 품종개발을 목표로 하고 있다. 팍초이의 경우 내병성으로 알려진 품종이 거의 알려져 있지 않다. 그렇지만 팍초이와 교배가 가능한 배추의 경우 우리나라에서 연구가 활발히 진행되고 있으며 실제 내병성 품종이 많이 개발된 상태이다. 따라서 본 세부프로젝트에서는 뿌리혹병 내병계 배추를 팍초이와 교배 후 여교배(Back Cross)를 몇 차례 수행하여 팍초이 형질을 보유하고 있으면서 뿌리혹병에 강한 품종을 개발하는 육종전략을 수립하였다.

표 4. 중요 CR계 계통 및 품종의 다양한 뿌리혹병균주에 대한 병저항성 양상 조사

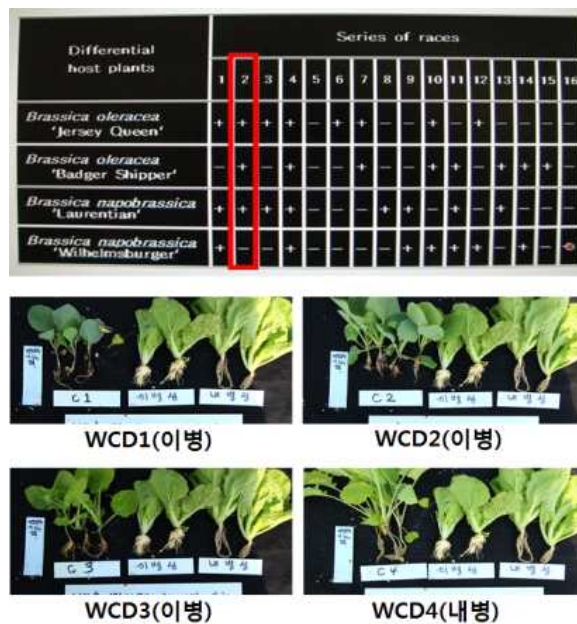
품종	Wild type						Mutant type 1						Mutant type 2				Mutant type 3			
	강릉-1		괴산-1		횡성-1		연천-2		평창-1		해남1		대전-1		금산		서산-1		해남2	
	DI*	반응	DI	반응	DI	반응	DI	반응	DI	반응	DI	반응	DI	반응	DI	반응	DI	반응	DI	반응
CC03	1.6	M R <sup>y</sup>	0.8	R	0.7	R	1.6	M R	1.1	MR	3.4	S	4.0	S	3.9	S	3.9	S	4.0	S
CC26	0.4	R	1.2	MR	0.2	R	4.0	S	4.0	S	4.0	S	0.4	R	1.3	MR	4.0	S	4.0	S
CC44	0.1	R	0.4	R	0.3	R	4.0	S	4.0	S	3.4	S	0.0	R	0.0	R	4.0	S	4.0	S
CC31	0.0	R	0.0	R	0.0	R	0.0	R	1.5	MR	2.9	S	3.9	S	4.0	S	3.9	S	3.9	S
CC70	0.0	R	0.0	R	0.0	R	0.0	R	2.4	S	2.6	S	3.9	S	4.0	S	3.4	S	4.0	S
아 키 소	0.0	R	0.0	R	0.2	R	4.0	S	4.0	S	4.0	S	0.0	R	0.0	R	4.0	S	4.0	S
아 키 키	0.0	R	0.0	R	0.0	R	0.0	R	0.1	R	2.0	MR	0.0	R	0.0	R	4.0	S	4.0	S
노 김 량 장	3.8	S	4.0	S	4.0	S	4.0	S	4.0	S	4.0	S	3.9	S	4.0	S	4.0	S	4.0	S
C R 록	0.0	R	0.0	R	0.3	R	3.9	S	3.9	S	4.0	S	0.0	R	0.0	R	3.6	S	3.7	S
향 종 근 병	0.0	R	0.0	R	0.0	R	0.1	R	0.0	R	0.3	R	3.8	S	3.8	S	3.7	S	3.5	S
천 장 근	0.0	R	0.0	R	0.0	R	0.0	R	0.0	R	0.7	R	0.0	R	0.0	R	2.8	S	3.6	S

\*Disease index. 0=뿌리혹병 발생이 없음, 1=측근에 뿌리혹이 착생되어 비대정도가 적고 서로 독립하여 존재, 2=측근에 뿌리혹이 착생되며 비대정도가 비교적 큼, 3=주근에 뿌리혹이 착생되며 서로 접합되고 비대정도가 큼, 4=주근에 뿌리혹이 착생되며 서로 접합되고 비대정도가 매우 큼. <sup>y</sup>저항성 조사 기준. 평균 발병도가 1.0 미만인 경우에는 저항성(R), 1.0 이상에서 2.0 이하는 중도저항

성(MR), 2.0 초과는 감수성(S)으로 판정함.

이를 위해 먼저 아시아종묘(주) 생명공학육종연구소에서 기보유하고 있는 배추 계통에서 먼저 뿌리혹병 집중시험을 통해 내병성 계통을 선발하였다(2014년). 또한 추후 내병성 선발계통을 2015-6년도 봄에 기보유 주요 콕초이 계통과 연속 교배하여 8월에 뿌리혹병 집중시험을 통해 내병성 개체를 선발하였고, 2017년도 봄에 한번 더 청경채와 교배 후 내병성 테스트를 통해 내병성 개체를 선발하였으며 2018년도에 SSD를 통해 교배하여 추가적인 세대진전을 통해 계통화 하였다.

뿌리혹병의 경우 지역마다 균주의 종류와 특성이 다르고 또한 많은 경우 여러Race의 뿌리혹균주가 혼재한 경우가 많다고 알려져 있다. 결국 비록 특정균주에 뿌리혹병 내성인 품종 일지라도 어떤 지역에 정식하면 뿌리혹병이 심하게 발병하는 경우가 비일비재하다. 따라서 본 세부프로젝트를 통해 개발하게 될 뿌리혹병 내병성 품종의 경우 최대한 다양한 Race에 저항성인 품종을 개발하고자 국내의 뿌리혹병균주를 체계적으로 수집관리 및 집중서비스를 수행하고 있는 한국화학연구원의 최경자박사팀에 의뢰하여 기보유하고 있는 CR계 계통의 다양한 Race별 내병성 양상을 살펴보고 이에 따른 육종전략을 수립하고자 하였다.

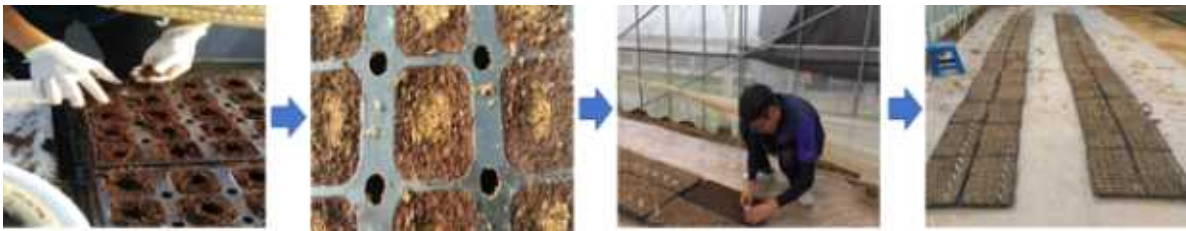


<그림 13> 채취한 뿌리혹병 균주의 판별품종을 이용한 Race판별(Race2)

한국화학연구원 최경자박사팀에 기보유 및 수집품종의 뿌리혹병 내병성 조사를 의뢰한 결과 전체적으로 Mutant type 3에 대해 저항성인 품종은 아직까지는 발견할 수 없었다. 또한 Wild type인 강릉, 괴산, 횡성균주에 대해서는 기존 CR계품종 모두 저항성을 보이고 있었으나 Mutant type 1, 2에 대해서는 각각 다른 저항성 양상을 나타내고 있음을 확인할 수 있었다. 이를 통해서 기존 계통을 잘 활용하여 육종 및 조합작성을 수행한다면 적어도 Wild type, Mutant type 1, 2에 대해 모두 저항성을 가지는 품종을 개발할 수 있을 것으로 여겨지고 있다. 그렇지만 아직까지 Mutant type 3에 대해서 저항성을 나타내는 계통이 아직 확보되어 있

지 않아 국내 도입이 시급한 것으로 사료된다(표 4).

수집한 뿌리혹병 균주의 배추 뿌리 이병조직은 -80℃ deep freezer에 보관하면서 실험에 사용하였다. 접종하기 직전에 보관중인 균주를 꺼내어 증류수로 수차례 세척하여 이물질을 깨끗이 제거한 후 멸균수를 첨가하여 마쇄하였다. 그리고 식물조직을 제거하기 위하여 2겹의 가제로 여과하였으며 약  $5 \times 10^6$ 개/mL의 농도로 균현탁액을 만들어 사용하였다. 접종방법으로 이병토 삽입법을 실시하였으며 이병토는 혼합토(흙+인공상토)와 균현탁액( $25 \times 10^6$ /ml)을 5:1 비율로 혼합하여 최종농도가  $5 \times 10^6$ /ml가 되도록 하였다. 청경채 뿌리혹병 균주과종은 2017년 8월 10일에 수행하였고, 발병조사는 2017년 9월 10일, 2017년 9월 18일에 수행하였다(그림 14).



<그림 14> 이병토 삽입법을 이용한 청경채 뿌리혹병 접종

균주 접종은 접종 트레이에 상토를 담고 약 20ml 부피로 구멍을 뚫은 후, 이병토를 구멍에 삽입한다. 그리고 이병토 위에 종자를 파종하고 복토 하였다. 뿌리혹병 접종 10일 후 1차 발병정도를 조사하였고, 1차 조사이후 7일 후 2차 발병정도를 조사하였다. 뿌리혹병의 발병은 눈으로 식별하였으며 또한 뿌리혹병의 조사기준은 뿌리혹발생 정도에 따라 극저항성(1), 저항성(3), 이병성(5), 극이병성(7) 등으로 분류하였고 1과 3은 저항성 품종, 7과 9는 이병성 품종으로 구분하였다(표 4).

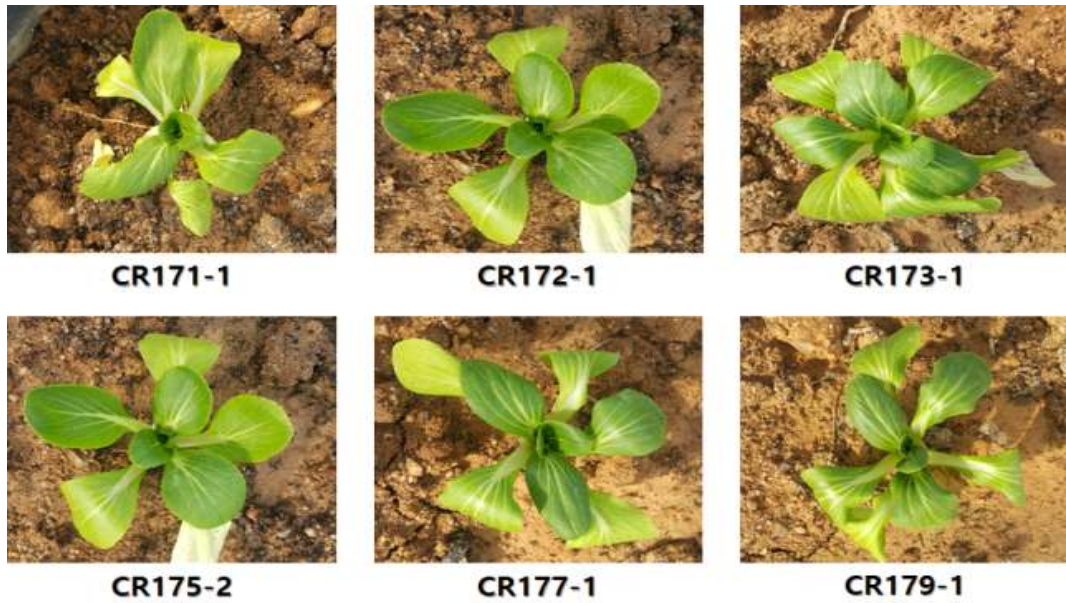
1차년도 뿌리혹병 내병성테스트에서 뿌리혹병 접종을 위하여 사용된 개체는 (CR배추X청경채)X청경채, [(CR배추X청경채)X청경채]X청경채, 이병성 청경채 대비품종, 내병성 배추 대비품종을 사용하였으며, 테스트한 균주는 경기도 연천군 배추밭에서 수집한 균주를 사용하였다. 이병성 대비품종 “CR189”은 이병율이 모두 100%였고, 내병성 대비품종 “CR190”는 모두 수집균주에 대해 저항성을 나타냄을 알 수 있었다. CR171, 172, 173, 175, 177, 178, 179는 저항성을 나타내어 선발하였으며, CR174, 176, 180~188은 이병성으로 나타나 선발하지 않았다(표 5).

표 5. 뿌리혹병 접종 후 이병율 조사(1차년도)

No.	BN	이병성	저항성	총 개체수	이병율	선발	비고
1	CR171	0	19	19	0	1	
2	CR172	8	11	11	0	1	
3	CR173	1	15	16	6	1	

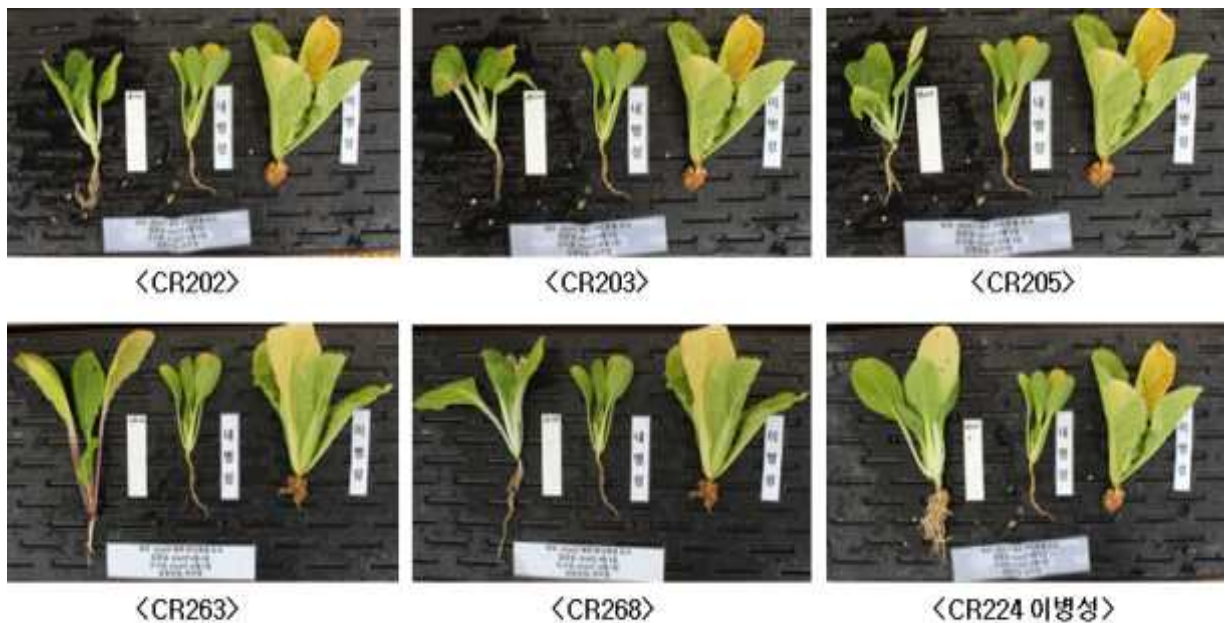
4	CR174	10	3	13	77	0	
5	CR175	0	15	15	0	2	
6	CR176	21	0	21	100	0	
7	CR177	0	21	21	0	2	
8	CR178	1	20	21	5	1	
9	CR179	1	10	11	9	1	
10	CR180	20	0	20	100	0	
11	CR181	21	0	21	100	0	
12	CR182	19	0	19	100	0	
13	CR183	15	2	17	88	0	
14	CR184	17	1	18	94	0	
15	CR185	7	0	7	100	0	
16	CR186	2	0	2	100	0	
17	CR187	21	0	21	100	0	
18	CR188	17	1	18	94	0	
19	CR189	21	0	21	100	0	이병성 대비종
20	CR190	0	21	21	0	0	저항성 대비종

선발한 CR171~173, 175, 177~179은 CR배추계통에 청경채를 3회 여교배(Back cross)하면서 뿌리혹병에 강한 특징이 있는 식물체를 선발한 것이다. 따라서 그림 13에 나타난 바와 같이 청경채의 외형적 형태를 보이고 있어 더 이상 여교배를 수행할 필요는 없어 보이며 앞으로는 자가수분을 1-2회 정도 수행하여 CR계 청경채계통으로 육성할 예정이다(그림 15).



<그림 15> 배추의 뿌리혹병 저항성 유전자가 도입된 팍초이 계통(1차년도)

2차년도 뿌리혹병 내병성테스트에서 뿌리혹병 접종을 위하여 사용된 개체는 1차년도에 선발한 개체를 2차년도 봄에 교배 및 채종한 세대를 사용하였다. 균주는 Race4인 강원도 평창균주를 사용하였다. 그 결과 그림16과 같은 뿌리혹병에 저항성인 팍초이 계통을 확보할 수는 있었으나 평창균주가 대단히 강력하여 이병율이 대단히 높아 1차년도에 선발한 개체를 유지하기 힘든 단점이 있었다<그림 16>. 따라서 2018년 10월 중순경에 Race2인 연천균주를 사용하여 뿌리혹병 재검정 및 선발을 수행하여 향후 Race2와 Race4에 저항성인 계통을 구별하여 유지할 계획이다.



<그림 16> 배추의 뿌리혹병 저항성 유전자가 도입된 팍초이 계통(2차년도)



3차년도 팍초이 뿌리혹병 검정의 경우 수집한 뿌리혹병 균(배추 뿌리 이병조직)은 -80℃ deep freezer에 보관하면서 실험에 사용하였다. 접종하기 직전에 보관중인 균주를 꺼내어 증류수로 수차례 세척하여 이물질 및 남아있는 토양을 깨끗이 제거한 후 멸균수를 첨가하여 마쇄하였다. 그리고 식물조직을 제거하기 위하여 2겹의 가제로 여과하였으며 휴면포자의 개수 및 농도를  $5 \times 10^6$ 개/mL의 포자현탁액을 만들어 사용하였다. 접종방법으로는 관주법을 실시하였으며 파종후 본엽 1~2매 정도에 각 구멍별로 5ml씩 상토에 관주하였다. 청경채 뿌리혹병 파종은 2019년 8월 20일, 접종은 2019년 8월 27일에 각각 수행하였다(그림 17).



<그림 17> 관주법을 이용한 청경채 뿌리혹병 접종 및 선발

균주 접종은 50구 트레이에 상토를 담고 종자를 파종한 후 7일 뒤 본엽이 1~2매정도 되었을 때 5ml씩 포자현탁액을 각 구멍에 관주하여 주었으며 접종 후 35일 뒤에 조사하였다. 뿌리혹병의 발병은 육안으로 식별하였으며 또한 뿌리혹병의 조사기준은 뿌리혹발생 정도에 따라 극저항성(1), 저항성(3), 이병성(5), 극이병성(7) 등으로 분류하였고 1과 3은 저항성 품종, 7과 9는 이병성 품종으로 구분하였다(표 6).

3차년도 뿌리혹병 내병성테스트에서 뿌리혹병 접종을 위하여 사용된 개체는 (CR배추X청경채)X청경채, [(CR배추X청경채)X청경채]X청경채, 이병성 청경채 대비품종, 내병성 청경채 대비품종을 사용하였으며, 테스트한 균주는 경기도 연천군 배추밭에서 수집한 균주를 사용하였다(race2). 이병성 대비품종 “CR915”와 내병성 대비품종 “CR916”이병율이 모두 100%였고, 두 품종 모두 수집균주에 대해 이병성으로 나타났다. CR901~906, 909, 912~913은 저항성을 나타내어 선발하였으며, CR907~908, 910~911, 915~925는 이병성으로 나타나 선발하지 않았다(표 6).

표 6. 뿌리혹병 접종 후 이병율 조사

No.	BN	이병성	저항성	총 개체수	이병율(%)	선발	비고
1	CR901	2	7	9	22	1	
2	CR902	0	6	6	0	1	
3	CR903	1	5	6	16	1	

4	CR904	2	5	7	28	1	
5	CR905	0	5	5	0	1	
6	CR906	2	5	7	28	2	
7	CR907	7	0	7	100	0	
8	CR908	9	0	9	100	0	
9	CR909	1	6	7	14	1	
10	CR910	4	0	4	100	0	
11	CR911	3	0	3	100	0	
12	CR912	4	6	10	40	2	
13	CR913	0	6	6	0	4	
14	CR914	0	4	4	0	3	
15	CR915	9	0	9	100	0	이병성 대비종
16	CR916	10	0	10	100	0	내병성 대비종
17	CR917	15	0	15	100	0	
18	CR918	18	0	18	100	0	
19	CR919	15	0	15	100	0	
20	CR920	19	0	19	100	0	
21	CR921	20	0	20	100	0	
22	CR922	16	0	16	100	0	
23	CR923	13	0	13	100	0	
24	CR924	3	0	3	100	0	
25	CR925	4	0	4	100	0	

뿌리혹병에 저항성을 보이는 선발한 계통 중 CR902, CR906 의 경우 전체적으로 청경채의 모계형질을 띄고 있었으며, 계통 순도, 자가 불화합성, 임성 또한 나쁘지 않아 향후 뿌리혹병 저항성 F1조합 작성에 활용할 예정이다.

4-5차년도에도 기존에 했던 방법과 동일하게 뿌리혹병 검정을 하였다. 과종후 8일(자엽전개~본엽1매)경에 접종을 하였다. 접종농도 및 묘령은 전년도에 했던 시기, 방법과 동일하게 시행하였으며, 접종균주 또한 전년도에 연천균주(Race2) 접종 후 뿌리혹(이병개체)을 따로 모아둔 것을 -80℃ deepfreezer에서 바로 꺼내 마쇄후 5x10<sup>6</sup>개/mL농도로 설정하여 5ml씩 관주하였다. 조사는 접종후 30일이 지난 10월 14일에 시행하였으며 최종적으로 선발된 9개의 계통을 검정하였다. 검정결과 9개중 5개체(CR352~354, CR357, CR359)에서는 뿌리혹병이 발병하지 않았으

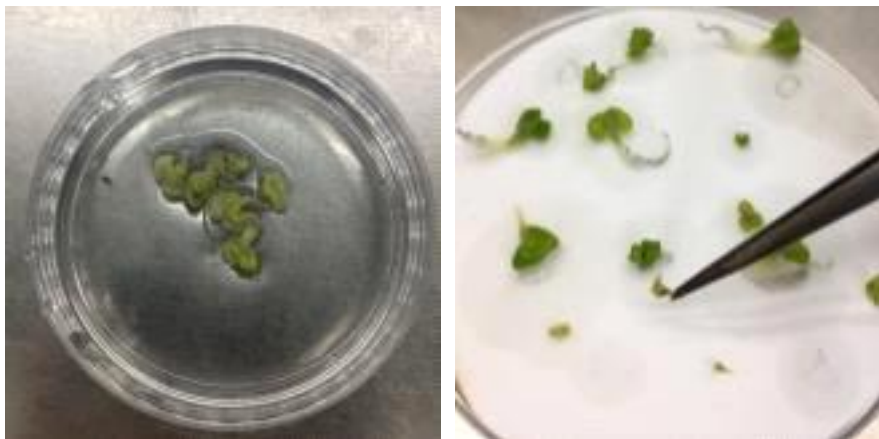
며(극저항성[1]), 남은 4개체(CR351, CR355~356, CR358)에서도 미세한 뿌리혹병(저항성[3])이 발병한 것으로 확인됐다. 따라서 9개의 계통 모두 2개체씩 선발하였다.(그림 18)



<그림18> 팥초이 뿌리혹병 조사결과

#### 7. 팥초이 소포자배양

배추과 작물은 소포자배양을 통해 무병주 생산 및 생육연한과 세대단축의 효과를 기대할 수 있다. 1차년도 팥초이 소포자배양을 위해 기존에 확립된 배양조건 및 배지조성을 토대로 실험을 진행하였다. 4가지 조성의 배지로 2가지 고온처리 조건으로 실험을 진행하였으며 두 조건상의 배발생률은 유사하였다 (그림 19).



<그림 19> 팥초이 소포자배양을 통한 배 발생 및 치상

표 7. 배양배지 별 배 발생률 및 식물체 유기율 (1차년도)

Media	Bud (A)	Embryogenesis		Planta	
		No. (B)	B/A(%)	No. (C)	C/A(%)
A(control)	120	170	141.6	24	20
B	120	175	145.8	29	24.2
C	120	249	207.5	19	15.8
D	120	259	215.8	15	12.5
	<b>480</b>	<b>853</b>	<b>177.7</b>	<b>87</b>	<b>18.1</b>

소포자배양결과 평균적으로 C배지와 D배지에서 더 많은 수의 배가 발생하지만 식물체 유기까지는 A와 B배지에서 배양한 개체가 많았다. 전년도에 재분화율을 높이기 위해 MS 기본배지에 식물생장호르몬과 charcoal을 첨가한 CCK 배지를 사용하였으나 본 실험에서는 식물체 재분화율 및 유기율이 양호하여 기존에 사용하던 MS2배지를 그대로 사용하였다. 식물체 유기율은 18.1%로 높은 식물체 유기율을 보였다(표 7). 재분화된 식물체는 저온처리실에서 약 40여일간 춘화처리 후 토양순화하여 유리온실에 이식하였다. 총 87개의 식물체를 화분에 이식하여 저온처리 후 추대시켜 2018년 봄에 채종이 가능한 개체의 종자를 채종하였다(그림 20).



<그림 20> 춘화처리 후 추대된 소포자 유래 식물체(1차년도)

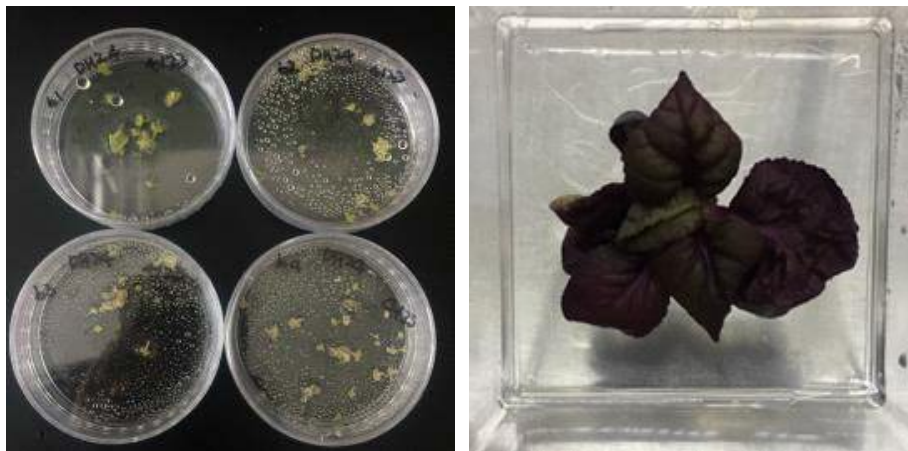
팍초이 중 특정 품종은 소포자배양 효율이 좋은 반면 특정 계통 및 품종은 상당히 효율이 좋지않은 특징이 있다. 이에 아시아종묘 생명공학육종연구소에서 소포자배양이 잘 되지 않는 품종을 GSP채소종자사업단 ‘배추과 육종소재 신속개발 및 서비스’프로젝트를 수행중인 박수형 박사 연구팀에 소포자 배양을 요청하여 4품종에 대하여 총 479개의 배양체를 분양 받을 수 있었다 (그림 21).

소포자 배양체 분양 목록					
일련번호	배양라벨	작물명	배양체수	사용목적	비고
1	17-MK 1	팍초이	197	실험용	DH25
2	17-MK 2	팍초이	43	실험용	DH20
3	17-MK 3	팍초이	50	실험용	DH21
4	17-MK 4	팍초이	189	실험용	DH22



<그림 21> 농촌진흥청 박수형박사 연구팀 분양 소포자 배양체

2차년도에는 팍초이 소포자배양을 위해 기존에 확립된 배양조건 및 배지조성을 토대로 실험을 진행하였다. 4가지 배지 조성과 3가지 고온처리 조건으로 실험을 진행하였다.



<그림 22> 팍초이 소포자배양을 통한 배 발생 및 재분화 (2차년도)

표 8. 배양배지 별 배 발생률 및 식물체 유기율 (2차년도)

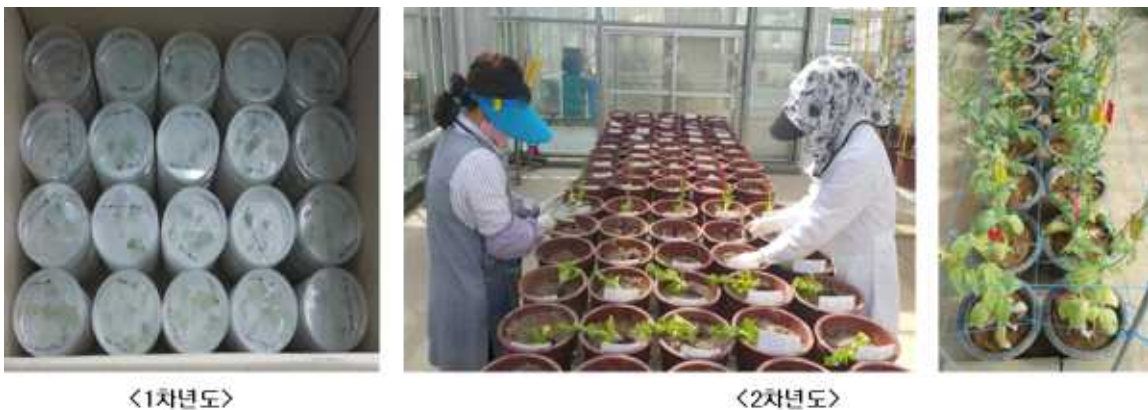
	Bud (A)	Embryogenesis		Planta	
		No. (B)	B/A(%)	No. (C)	C/B(%)
DH20	24	7	29.2	2	28.6
DH24	108	92	85.2	42	45.7
DH30	88	90	102.3	6	6.7
DH32	144	11	7.6	3	27.3
DH33	72	7	9.7	1	14.3
	436	207		54	

소포자배양결과 배발생률은 DH30이 월등하게 높았으나 식물체 유기 이후 재분화 과정에서 다수가 유실되거나 비정상개체로 생육하였고 DH24는 비교적 높은 배발생률을 보였다. DH20은

모본에서 샘플채취가 어려워 소량만을 실험에 사용하였는데 비교적 높은 배발생률과 재분화율을 보였다. DH32와 DH33은 dish(60x90mm)당 100개가 넘는 배를 발생시켰으나(유용한 배가 아니기 때문에 data에 사용하지 않음) 정상적인 배로 유기되지 않았다(표 8). 이는 dish 크기에 비해 다수의 배가 발생하여 화분(花粉)에서 생기는 자가독소의 농도가 높아져 배의 유기에 어려움이 있던 것으로 판단된다. 배양 시 배의 유기와 배아를 강화시키고 화분에서 발생하는 독성물질을 제거하는데 도움을 준다고 알려져 있는 Activated charcoal을 공통적으로 사용하였으나 유독 DH32와 DH33에서 이러한 현상이 두드러져 다음 실험에서 dish 크기를 늘리고 첨가하는 Activated charcoal의 농도를 올려볼 예정이다. 재분화 후 식물체는 저온처리실로 옮겨 약 40일간 춘화처리 후 토양순화하여 유리온실에 이식하였다. 추대가 된 개체는 종자채종을 위해 교배를 수행하여 종자채종 완료하였다.



<그림 23> 춘화처리 후 추대된 소포자 유래 식물체



<1차년도>

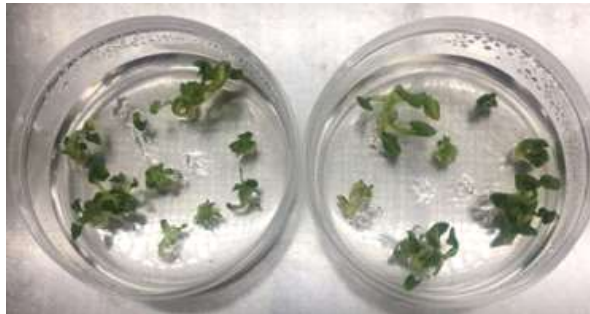
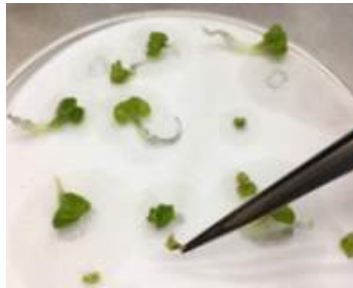
<2차년도>

<그림 24> GSP채소종자사업단 ‘배추과 육종소재 신속개발 및 서비스’프로젝트에 의뢰, 다양한 팍초이 유래 배 및 식물체 확보

2차년도에도 소포자배양 효율이 좋지 않은 품종을 GSP채소종자사업단‘배추과 육종소재 신속 개발 및 서비스’프로젝트를 수행중인 박수형 박사 연구팀에 소포자 배양을 요청하여 다양한 배양체 및 순화 식물체를 분양 받을 수 있었으며 이를 식물체유기 및 종자채종을 시도하였다(그

림 24).

1-2차 년도에는 소포자배양을 통한 기내배양 시 다수의 배가 발생하여 화분(花粉)에서 생기는 자가 독소의 농도가 높아져 다수의 배가 발생하지만 유기에 어려움을 겪었고 3차 년도에는 그 해결책을 모색한 결과 배의 유기와 배아를 강화시키고 화분에서 발생하는 독성물질을 제거하는데 도움을 준다고 알려진 Activated charcoal의 농도를 늘려 자가 독소에 의해 유실되는 배의 수를 줄일 수 있었다. 3차 년도에는 그렇게 획득한 배를 치상 가능한 크기로 성장할 때까지 기내환경 조성을 조절하였다. 사용된 배양 배지 및 고온처리 시간은 기존에 확립된 4가지 배지 조성 중 효율이 높은 2가지 조성과 3가지 고온처리 조건으로 실험을 진행하였다.



<그림 25> 팥초이 소포자배양을 통한 배 발생(위) 및 재분화(아래) (3차년도)

표 9. 배양배지 별 배 발생률 및 식물체 유기율 (3차년도)

	Bud (A)	Embryogenesis		Planta	
		No. (B)	B/A(%)	No. (C)	C/B(%)
A	40	95	237.5	21	42.5
B	40	62	155	17	32.5
C	40	33	82.5	13	27.5
D	40	26	65	9	10
	<b>160</b>	<b>216</b>	<b>135</b>	<b>45</b>	<b>28.1</b>

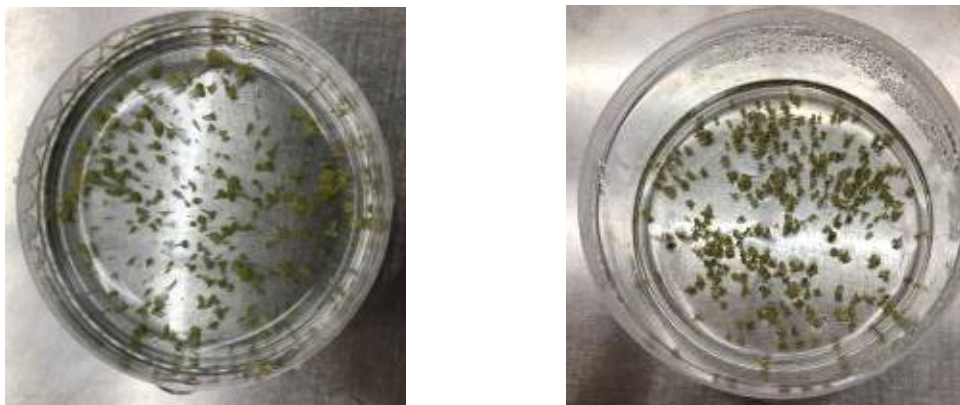
배양결과 계통별 Activated charcoal을 기존 대비 1.2배, 1.5배 늘려 배양하여 유실되는 발생 배의 수를 줄일 수 있었다. 그에 따라 전년도의 배 발생률 보다 높은 수치를 얻을 수 있었으며

재분화된 식물체의 재분화율도 2% 상승하였다. 더불어 실험용 모본의 생육상태가 매우 건전하였고 전년대비 병충해의 피해가 오기 전 시행했던 실험 구에서 다수의 배를 획득하였으며 병충해로 인한 약제처리 후의 실험 구에서는 소포자 분리 후 육안으로 확인되는 화분의 양이 많더라도 배발생이 없거나 적었다. 따라서 차후 실험에서도 배양효율을 높이기 위해 기존 대비 Activated charcoal의 사용량을 증대하고 되도록 배양초기~중기에 실험을 시행할 예정이다. 재분화된 식물체는 호르몬이 들어가지 않은 half MS 배지에서 발근 후 작은 포트에 토양 순화하여 저온처리실로 옮겨 약 40일간 춘화처리 후 유리온실에 이식후 교배 및 채종가능한 개체는 종자채종을 완료하였다.



<그림 26> 춘화처리 후 추대된 소포자 유래 식물체(3차년도)

3차 년도에도 소포자배양이 잘 되지 않는 품종을 GSP채소종자사업단 ‘배추과 육종소재 신속 개발 및 서비스’프로젝트를 수행중인 박수형 박사 연구팀에 소포자 배양을 요청하여 다양한 배양체 및 순화 식물체를 분양 받을 수 있었다.



A

B

<그림 27> 소포자배양으로 유기된 발생 배 생육을 위한 기내환경조성  
(A:60×15mm, B:100×40mm, 4차년도)



표 10. 계통별 배 발생률 및 식물체 유기율 (4차년도)

	Bud (A)	Embryogenesis		Planta	
		No. (B)	B/A(%)	No. (C)	C/B(%)
DH61	32	42	131.3	9	21.4
DH62	32	68	212.5	30	44.1
DH63	220	168	85.9	49	25.9
DH64	200	304	177	153	43.2
DH65	142	41	28.9	13	31.7
	<b>626</b>	<b>623</b>	<b>110.9</b>	<b>254</b>	<b>36.6</b>

4차 년도에는 배양결과 계통별 결과 값은 유사하고 전체적인 배 발생률은 올랐다. 전년도 문제가 되어오던 자가 독소 문제가 다소 해결된 후 확보된 다수의 배들이 좁은 기내환경에서 장기간(15~20) 치상 적기까지 배양되다 보면 영양부족으로 크기가 작고 뿌리기관이 발달이 덜 되어 치상하면 영양분을 흡수하지 못하는 경우가 있기 때문에 기내에서 좀 더 배양할 수 있는 방법을 모색하였다. 고온처리과정까지 사용하는 60×15mm의 dish에서 100×40mm의 dish로 옮기는 방법이었는데, 액체배지에서 액체배지로 옮기는 과정에서 오염위험이 컸지만 확보된 배 중 눈에 띄게 발달이 좋았지만 밀집된 기내환경에서 생장이 더더 보통 실험에 사용할 수 없던 개체들을 새 배지와 큰 기내환경으로 옮겨 대부분 수확이 가능한 크기로 키울 수 있었다. 모본의 상태가 좋지 않아 적은 실험구로 진행한 DH61과 DH62는 배 발생률은 좋았으나 재분화율은 아쉬웠다. DH64계통이 좁은 기내에서 다수의 배가 발생되어 기내환경조성을 달리한 실험을 진행했었는데, 보통 유실되는 작은 배들을 모아 큰 배양용기 내에서 성장시킴으로써 많은 수의 배를 획득할 수 있었다. 전년도 배양결과 병충해로 인한 약제처리 후의 실험 구에서는 소포자 분리 후 육안으로 확인되는 화분의 양이 많더라도 배발생이 없거나 적었기 때문에 배양초기~중기에 실험을 시행하였으며, 당해 연도 실험에서도 후기 실험구에서는 배발생이 관찰되지 않았다. 재분화 된 식물체는 호르몬이 들어가지 않은 half MS 배지에서 발근을 유도하였고 총 254개체를 작은 포트에 토양 순화하여 저온처리실로 옮겨 약 40일간 춘화처리 후 유리온실에 이식 후 채증가능한 개체는 채증완료하였다(그림 28).



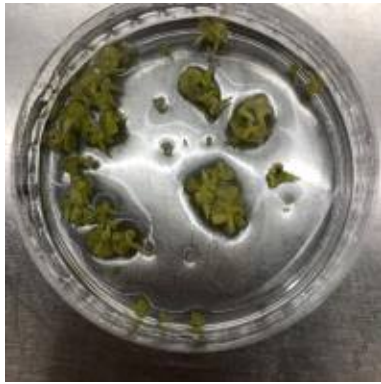
<그림 28> 토양순화 후 저온처리중인 소포자배양 유래 식물체(4차년도)

4차 년도에도 소포자배양이 잘 되지 않는 품종을 GSP채소종자사업단 ‘배추과 육종소재 신속 개발 및 서비스’프로젝트를 수행중인 박수형 박사 연구팀에 소포자 배양을 요청하여 다양한 배양체 및 순화 식물체를 분양 받을 수 있었다. 이를 아시아종묘 생명공학윤중연구소에서 식물체로 분화 후 가능한 개체의 겨우 종자채종 완료하였다.

표 11. 계통별 배 발생률 및 식물체 유기율 (5차년도)

	Bud (A)	Embryogenesis		Planta		Plantlet	
		No. (B)	B/A(%)	No. (C)	C/B	No. (D)	C/D
DH63	114	2	1.75	0	0	0	0
DH64	110	38	34.6	17	44.7	6	35.3
DH65	56	0	0	0	0	0	0
DH66	96	94	97.9	62	66	41	66.1
DH67	60	22	36.7	9	40.9	0	0
DH68	40	11	27.5	5	45.5	0	0
	<b>476</b>	<b>167</b>		<b>93</b>		<b>47</b>	

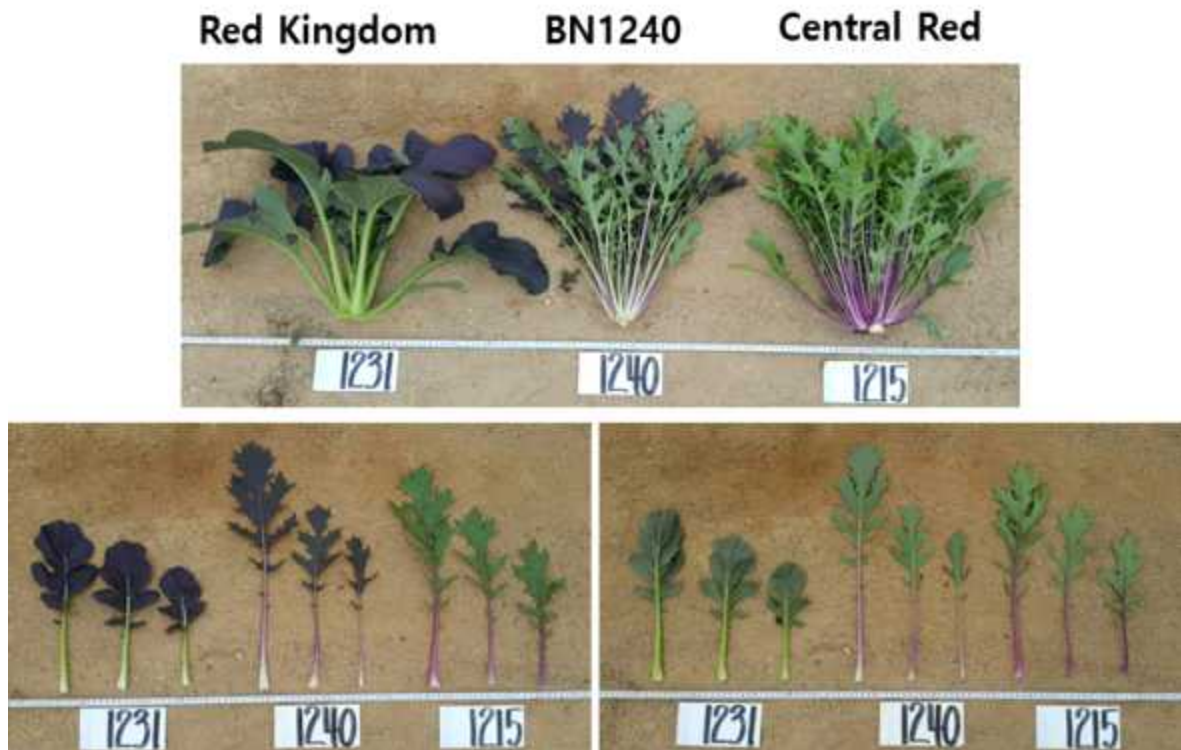
5차년도 파초이 소포자 배양은 총 6품종을 대상으로 진행하였다. 다수의 배 획득과 고효율의 재분화를 위해 기내환경을 60×15mm의 dish에서 100×40mm의 dish로 옮겨주는 방법을 동일하게 이용하였으며, DH66에서 다수 발생된 배를 상기 방법을 이용하여 다수의 식물체를 유기할 수 있었다. 전년도 실험에서 좋은 효율을 보였던 DH64는 모본상태가 좋지 않아 배 발생이 전년도보다 적었으며, 재분화율은 전년도와 유사하였다. DH63, 67, 68은 배 발생은 있었으나 생육이 불량하거나 재분화가 되지 않았고 DH65는 모본의 상태는 양호하였으나 분리된 화분량이 적고 4가지 조성, 2가지 고온처리 조건 모두에서 배 발생이 일어나지 않았다. 작은 기내에서 다수의 배 발생 후 장기간 배양 시 문제되는 기내독소 문제를 해결하였으나 당해연도 실험에서는 같은 조건에서 실험하였음에도 배 발생 자체가 적었고, 실험에 사용할 수 있는 시료의 수가 적어 결과가 아쉬웠다. 다만 새로 실험을 진행한 계통에서도 배발생 및 식물체 유기까지 성공함에 따라 당해연도까지 진행된 배양배지의 조성 및 고온처리 조건이 다양한 계통에서 유의미한 결과를 얻을 수 있음을 확인할 수 있었다. 재분화를 통해 유기된 식물체는 호르몬이 들어가지 않은 half MS 배지에서 발근을 유도하고 총 62개체를 트레이에 토양에 순화하여 배양실에서 14~21일간 뿌리내린 뒤, 저온처리실로 옮겨 약 40일간 춘화처리 후 유리온실에 이식하였다. 추대가 된 개체는 종자채종을 위해 교배를 수행하고 아직 어린 개체는 배양실로 옮겨 발근 후 유리온실로 이식할 예정이다(표 11, 그림 29).



<그림 29. 소포자 배양을 통해 발생된 배와 저온처리중인 식물체>

### 8. 팍초이 우수F1 조합 작성 및 선발

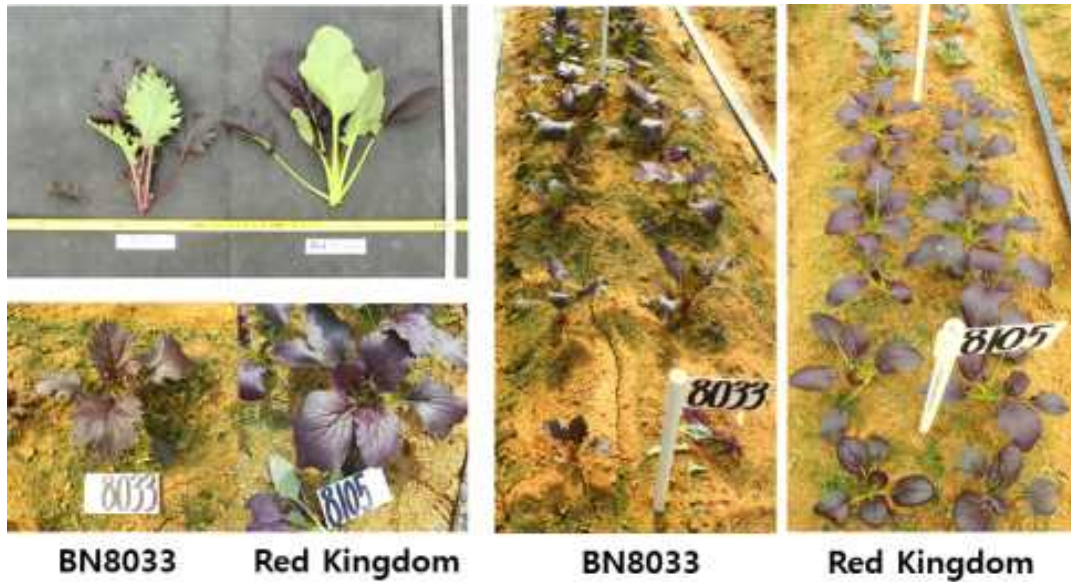
1차 년도에는 유럽 및 미주수출을 위한 샐러드용 팍초이 품종과 국내수입대체 확대를 위한 품종개발을 위해 녹색무모형 팍초이, 적자색 팍초이, 결각이있는 적자색 팍초이, baby leaf용으로 기보유 계통을 이용해 총 130조합을 작성하였으며 이들 중 우수 5조합(BN1240, BN8033, BN8048, BN8005, BN8006-1)을 선발하였다.



<그림 30> 적자색 결각이 강한 어린잎채소 팍초이 선발조합 BN1240

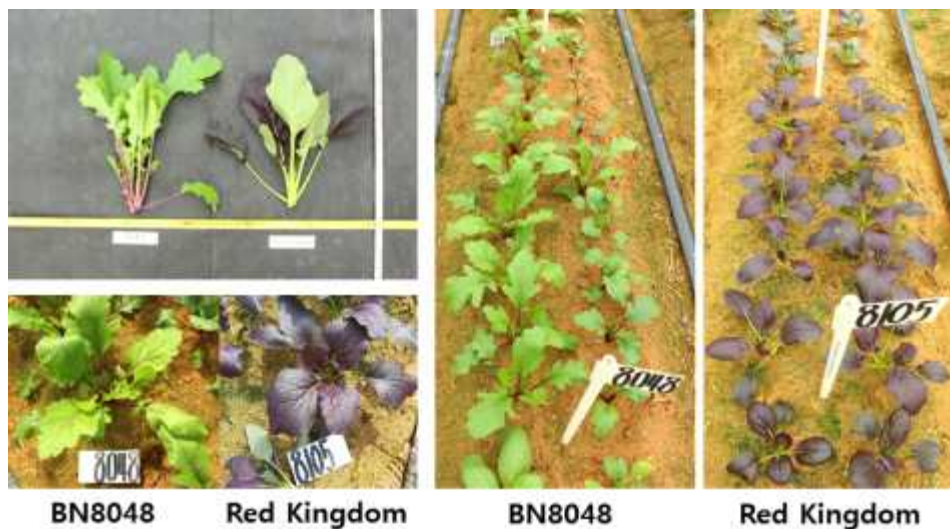
선발조합 BN1240은 진한적자색의 결각이 강한 어린잎채소 타입의 팍초이로써 대비종에 비해 잎의 자색이 진하고, 결각이 두드러지며, 중륵 역시 붉은색을 띠는 특징이 있다. 또한 생장이 빠르고 종자생산성이 높아 채종단가가 낮아져 수익률이 높아질 것으로 예상된다. 서구 지역 바이어들의 반응이 좋아 향후 북미, 유럽, 호주 지역으로 수출이 가능할 것으로 판단되

고 있다 (그림 30).



<그림 31 > 적자색 결각이 둥근 어린잎채소 팍초이 선발조합 BN8033

선발조합 BN8033은 매우 진한 자색이면서 둥근 잎의 강한 결각 형태의 어린잎채소(baby leaf)용 팍초이다. 대비중에 비해 결각이 심하면서 자색이 진한 점이 가장 큰 특징이다. 뒷잎이 녹색이면서 길고 가는 중륵에 엽수가 많아 기계를 이용한 대규모재배에 유리할 것으로 여겨진다. 또한 늦은 봄, 가을재배 모두 재배 시 모두 자색을 유지하여 고온기에도 자색을 유지함을 확인할 수 있었다(자색이면서 결각이 심한 타입). 국내는 물론 유럽, 미주, 호주지역의 대규모 어린잎채소단지에 적합할 것으로 판단된다(그림 31).



<그림 32> 약한 결각의 붉은색 중륵의 어린잎채소 팍초이 선발조합 BN8048

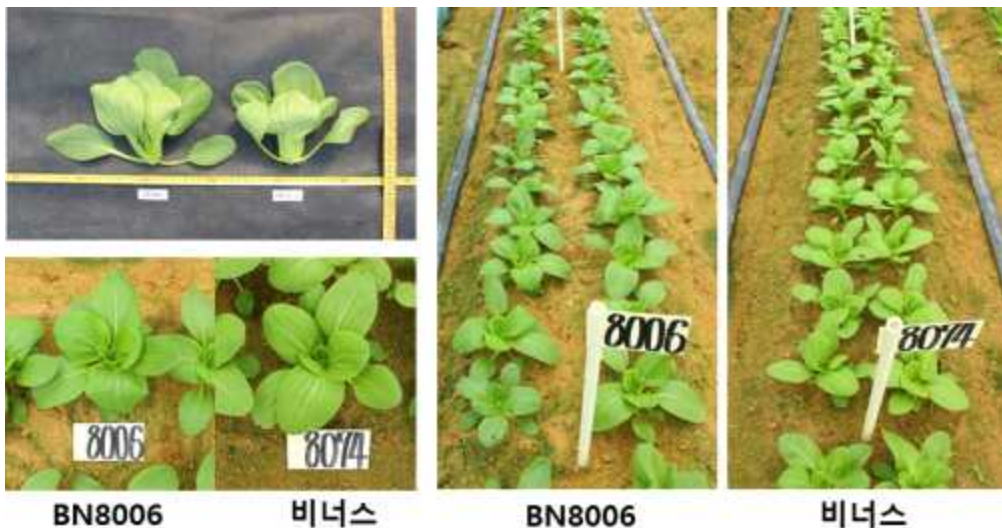
선발조합 BN8048는 연한녹색이면서 결각이 약한 형태의 어린잎채소(baby leaf)용 팍초이다.

대비종에 비해 결각이 있지만 다른 청경채타입의 청경채에 비해서는 결각이 약한 점이 특징이다. 붉은색이면서 길고 가는 중륵에 엽수가 많아 기계를 이용한 대규모재배에 유리할 것으로 여겨진다. 붉은색 중륵의 특징으로 국내는 물론 유럽, 미주, 호주지역의 대규모 어린잎채소단지에 적합할 것으로 판단된다. 지역마다 회사마다 잎의 결각의 정도에 대한 선호도가 달라 다양한 소비자에게 선택의 폭을 넓힐 수 있는 품종이 될 것으로 기대된다(그림 32).



<그림 33> 녹색무모형 대만 동남아 수출용 팍초이 선발조합 BN8005

선발조합 BN8005은 청경채타입의 녹색무모형 팍초이로써 대비종에 비해 성장이 빠르고 화관타입의 생체중이 큰 특징이 있다. 또 내서성에 강하며, 특히 하절기 재배에도 웃자라지 않아 청경채타입의 형태를 유지하는 특징이 있다. 중화권과 대만, 동남아 지역에 수출이 유망할 것으로 여겨지며 유럽, 미주, 호주지역에 거주하는 동아시아출신 소비자들의 취향에 맞을 것으로 보인다(그림 33).



<그림 34> 녹색무모형 대만 동남아 수출용 팍초이 선발조합 BN8006-1

선발조합 BN8006-1은 ‘전성’타입의 진한 녹색 무모형 팍초이로써 대비종에 비해 생체중은 비슷하지만 내서성이 강하고 중륵이 진하며 식감이 좋고 쓴맛이 약한 특징이 있다. 중화권과 대만, 동남아 지역에 수출이 유망할 것으로 여겨지며 유럽, 미주, 호주지역에 거주하는 동아시아출신 소비자들의 취향에 맞을 것으로 보인다(그림 34).



<그림 35> 녹색무모형 대만 동남아 수출용 팍초이 선발조합 BN8006-2(2차년도)

2차년도에는 유럽 및 미주수출을 위한 샐러드용 팍초이품종과 국내수입대체 확대를 위한 품종개발을 위해 녹색무모형 팍초이, 적자색 팍초이, 결각이있는 적자색 팍초이, baby leaf용도로 기보유 계통을 이용해 총 135조합을 작성하였으며 이들 중 우수 3조합(BN8006-2, BN8040, BN8098)을 선발하였다.

선발조합 BN8006-2은 청경채타입의 녹색무모형 팍초이로써 대비종에 비해 성장이 빠르고 화관타입의 생체중이 큰 특징이 있다. 또 내서성에 강하며, 특히 하절기 재배에도 웃자라지 않아 청경채타입의 형태를 유지하는 특징이 있다. 중화권과 대만, 동남아 지역에 수출이 유망할 것으로 여겨지며 유럽, 미주, 호주지역에 거주하는 동아시아출신 소비자들의 취향에 맞을 것으로 보인다(그림 35).



BN8040

비너스

BN8040

비너스

<그림 36> 녹색무모형 대만 동남아 수출용 팍초이 선발조합 BN8040

선발조합 BN8040은 ‘전성’타입의 진한 녹색 무모형 팍초이로써 대비종과 비슷한 생체중을 가지고 있지만, 내서성이 강하고 중륵이 진하며 식감이 좋고 쓴맛이 약한 특징이 있다. 특히 고온결구력과 고온성장이 우수하여 국내는 물론 중화권과 대만, 동남아 지역에 수출이 유망할 것으로 여겨지며 유럽, 미주, 호주지역에 거주하는 동아시아출신 소비자들의 취향에 맞을 것으로 보인다(그림 36). 선발조합 BN8040은 2019년도에 채종시험과 시교를 거쳐 품종보호출원을 신청할 계획이다.



BN8098

레드킹덤

BN8098

레드킹덤

<그림 37 > 적자색 결각이 둥근 어린잎채소 팍초이 선발조합 BN8098

선발조합 BN8098은 매우 진한 자색이면서 둥근 잎의 강한 결각 형태의 어린잎채소(baby leaf)용 파초이다. 대비종에 비해 결각이 심하면서 자색이 잎의 뒷면까지 진한 점이 가장 큰 특징이다. 또한 늦은 봄, 가을재배 모두 재배 시 모두 자색을 유지하여 고온기에도 자색을 유지함을 확인할 수 있었다(자색이면서 결각이 심한 타입). 국내는 물론 유럽, 미주, 호주지역의 대규모 어린잎채소단지에 적합할 것으로 판단된다(그림 37).

3차년도에는 유럽 및 미주수출을 위한 샐러드용 파초이품종과 국내수입대체 확대를 위한 품종개발을 위해 녹색무모형 파초이, 적자색 파초이, 결각이있는 적자색 파초이, baby leaf용으로 기보유 계통을 이용해 총 140조합을 작성하였으며 이들 중 우수 4조합(BN8014, BN8015, BN8020, PT1903)을 선발하였다.



<그림 38> 녹색무모형 대만 동남아 수출용 파초이 선발조합 BN8014 (3차년도)



<그림 39> 녹색무모형 대만 동남아 수출용 파초이 선발조합 BN8015 (3차년도)



선발조합 BN8014은 청경채타입의 녹색무모형 팍초이로써 대비종에 비해 성장이 빠르고 화관타입의 생체중이 큰 특징이 있다. 또 내서성에 강하며, 특히 하절기 재배에도 웃자라지 않아 청경채타입의 형태를 유지하는 특징이 있다. 중화권과 대만, 동남아 지역에 수출이 유망할 것으로 여겨지며 유럽, 미주, 호주지역에 거주하는 동아시아출신 소비자들의 취향에 맞을 것으로 보인다(그림 38).

선발조합 BN8015은 ‘비너스’타입의 진한 녹색 무모형 팍초이로써 대비종에 비해 생체중은 비슷하지만 내서성이 강하고 중특이 얇고, 식감이 좋고 쓴맛이 약한 특징이 있다. 국내시장과, 북중국, 유럽 및 북미 지역 수출이 유망할 것으로 여겨진다(그림 39).



<그림 40> 녹색무모형 대만 동남아 수출용 팍초이 선발조합 BN8020 (3차년도)

선발조합 BN8020은 청경채타입의 녹색무모형 팍초이로써 대비종에 비해 성장이 빠르고 “화관”타입의 생체중이 큰 특징이 있다. 또 내서성에 강하며, 특히 하절기 재배에도 웃자라지 않아 청경채 타입의 형태를 유지하는 특징이 있다. 중화권과 대만, 동남아 지역에 수출이 유망할 것으로 여겨지며 유럽, 미주, 호주지역에 거주하는 동아시아출신 소비자들의 취향에 맞을 것으로 보인다(그림 40).

선발조합 BN8104은 ‘녹광’타입(중특이 긴 형태)의 진한 녹색 무모형 팍초이로써 대비종과 비슷한 생체중을 가지고 있지만, 원예적형질이 우수하고, 내서성이 강하며, Fusarium tolerance 특징이 있다. 특히 고온결구력과 고온성장이 우수하여 대만, 남중국, 베트남지역에 수출이 유망할 것으로 판단된다(그림 41).



<그림 41> 녹색무모형 대만 동남아 수출용 팍초이 선발조합 PT1903(BN8104, 3차년도)



<그림 42> 녹색무모형 대만 동남아 수출용 팍초이 선발조합 PT2001(4차년도)

4차년도에는 유럽 및 미주수출을 위한 샐러드용 팍초이품종과 국내수입대체 확대를 위한 품종개발을 위해 녹색무모형 팍초이, 적자색 팍초이, 결각이있는 적자색 팍초이, baby leaf용으로 기보유 계통을 이용해 총 105조합을 작성하였으며 이들 중 우수 3조합(PT2001, PT2004, PT2005)을 선발하였다.

선발조합 PT2001은 ‘녹광’타입(중록이 긴 형태)의 진한 녹색 무모형 팍초이로써 국내 하절기 재배시 우수한 내서성을 보였다. 또한 Fusarium tolerance 특징이 있어 대만과 동남아 시장에서 가능성이 있을 것으로 판단되어, 대만에 시교를 발송하여 테스트를 진행중이다 (그림 42).



Chinese cabbage		GSLs Content (μMol/g DW)													Total Alp	Total Ind	Total GSLs
Lines	Rep	Glucorapanin			Aliphatic					Indolic				Aromatic	Total Alp	Total Ind	Total GSLs
		PGT	GRA	GIBV	SIN	GAS	GNP	GBN	GBS	4-HGB	4-MTGB	NGB	GNT				
PT2004	QC18-1	1	0.10	3.17	-	0.09	0.03	34.44	3.06	0.11	0.01	0.09	0.12	0.37	40.89	0.33	41.60
		2	0.10	3.25	-	0.09	0.03	33.88	3.14	0.11	0.01	0.09	0.12	0.37	40.50	0.34	41.21
		3	0.11	3.31	-	0.08	0.03	34.52	3.22	0.12	0.01	0.10	0.12	0.41	41.27	0.35	42.02
	QC18-2	1	0.12	3.46	-	0.07	0.04	33.28	2.63	0.06	0.02	0.09	0.14	0.41	39.60	0.31	40.33
		2	0.13	3.66	-	0.08	0.04	34.27	2.70	0.07	0.02	0.10	0.15	0.42	40.88	0.34	41.64
		3	0.11	3.38	-	0.07	0.04	33.22	2.52	0.06	0.01	0.09	0.14	0.41	39.34	0.32	40.07
PT2005	QC20	1	0.15	1.94	0.53	0.07	0.24	29.94	0.16	0.10	0.02	0.17	0.18	0.43	33.02	0.47	33.92
		2	0.14	1.92	0.51	0.08	0.23	29.13	0.15	0.10	0.03	0.17	0.18	0.42	32.14	0.48	33.03
		3	0.14	1.97	0.53	0.08	0.24	30.42	0.16	0.10	0.02	0.18	0.19	0.38	33.53	0.48	34.39
	비너스	1	0.09	0.39	-	0.05	0.10	2.64	0.99	0.08	-	0.22	0.62	0.31	4.26	0.92	5.49
		2	0.07	0.32	-	0.04	0.08	2.45	0.92	0.10	-	0.22	0.63	0.28	3.89	0.94	5.11
		3	0.10	0.41	-	0.06	0.11	2.74	1.03	0.09	-	0.23	0.63	0.32	4.45	0.95	5.72
다경채	1	0.13	1.13	-	0.10	0.16	2.89	1.78	0.41	0.08	0.37	0.25	0.32	6.20	1.11	7.63	
	2	0.10	0.90	-	0.16	0.15	3.15	1.62	0.40	0.06	0.33	0.23	0.30	6.08	1.02	7.40	
	3	0.13	1.03	-	0.12	0.13	2.95	1.49	0.36	0.09	0.35	0.21	0.33	5.85	1.01	7.19	

<그림 43> 국내용 및 해외 수출용 고기능성 파초이 선발조합 PT2004, PT2005(4차년도)

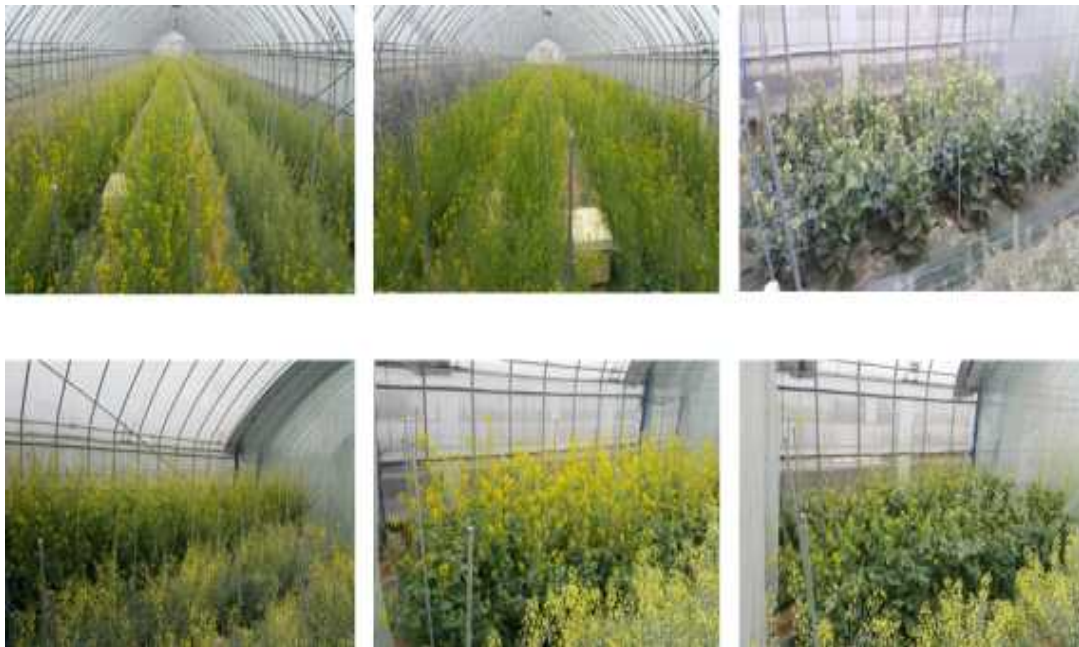
선발조합 PT2004와 PT2005의 경우 국립농업과학원 김정선연구관 연구팀과 함께 연구하여 개발하였으며 무모형의 긴 엽형의 베이비 및 잎쌈용 파초이다. 무엇보다 PT2004의 경우 독특 하면서 깔끔한 겨자맛이 나며 대비종에 비해 향암성 기능성 물질인 글루코시놀레이트 함량이 8배 이상, 글루코라파닌의 경우 10배 가량 고함유하고 있는 조합이다. 또한 PT2005는 약간 씹슬한 맛에 대비종 대비 글루코시놀레이트 함량이 6-7배, 글루코라파닌의 경우 4-5배 많은 것으로 성분분석결과 확인할 수 있었다. 이들 두 조합 PT2004, PT2005의 경우 위와 같이 기능성 향암물질을 고함유하고 있는 조합이기 때문에 국내를 포함 해외에서도 큰 인기를 얻을 수 있을 것으로 판단되고 있으며 향후 품종보호출원을 요청할 계획이다 (그림 43).

5차년도에는 총 52조합을 작성하였으며 이들 중 3조합을 선발하였고, 2조합(캡틴그린, 퍼플미브즈나)은 품종보호출원, 1조합(퍼플클라운)은 생산판매신고를 완료하였다. 캡틴그린은 대만 현지거래처에서 Fusarium에 Tolerance한 결과를 확보한 내서성이 비교적 강한 품종이며, 퍼플

미브즈나는 글루코시놀레이트 글루코나핀이 대비종대비 7-8배 고품유하고 있는 고기능성 어린 잎채소 품종이다. 또한 결각이 있으며 자색을 띄고 있어 Salad mixture를 만들었을 때 미각적으로도 우수한 어린잎채소 품종이라 할 수 있다(13. 품종보호출원 참조).

### 9. 다양한 팍초이의 국내 종자생산

1차년도와 2차년도에 팍초이(어린잎채소 및 청경채)의 국내 수입대체와 유럽 및 미주지역 수출을 위해 다양한 시교종자 및 수출용 종자(싱싱골드, 그린자이언트 등)를 아시아종묘 국내 채종포에서 생산을 성공적으로 수행하였다(그림 44, 45).



<그림 44> 다양한 팍초이의 국내 종자생산(1차년도)



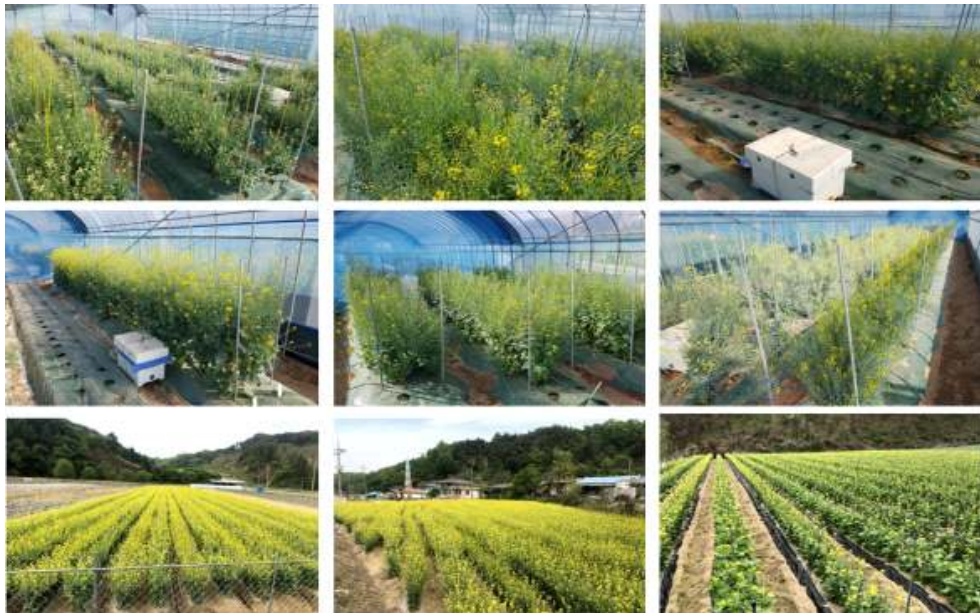
<그림 45> 다양한 팍초이의 국내 종자생산(2차년도)

3차년도에 팍초이(어린잎채소 및 청경채)의 국내 수입대체와 유럽 및 미주지역 수출을 위해 다양한 시교종자 및 수출용 종자(에픽하이, CSCR, 루비콘 등)를 아시아종묘 국내 채종포에서 생산을 성공적으로 수행하였다(그림 45).



<그림 46> 다양한 팍초이의 국내 종자생산(3차년도)

4차년도에 팍초이(어린잎채소 및 청경채)의 국내 수입대체와 유럽 및 미주지역 수출을 위해 다양한 시교종자 및 수출용 종자(그린자이언트, 에픽하이, CSCR, 루비콘, 레드킹덤 등)를 아시아종묘 국내 채종포에서 생산을 성공적으로 수행하였다(그림 47).



(4차년도)



(5차년도)

<그림 47> 다양한 팥초이의 국내 종자생산(4, 5차년도)

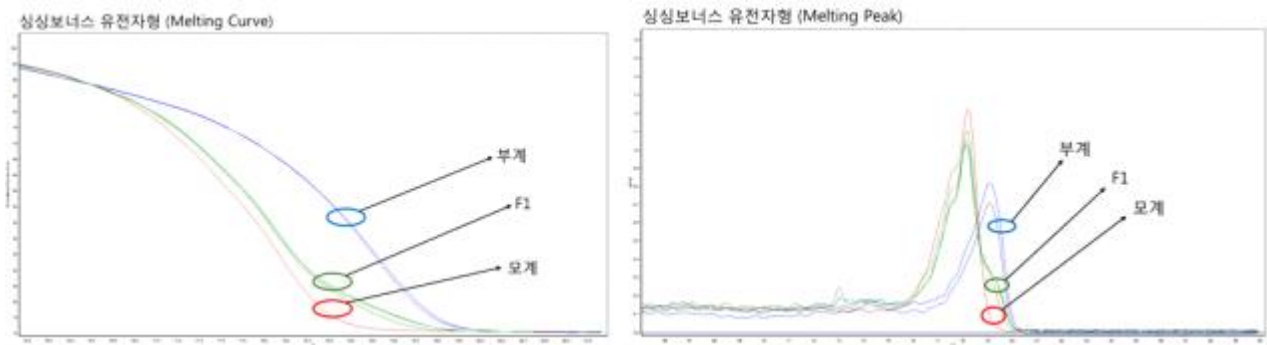
10. 싱싱보너스, 싱싱에이스 순도검정용 DNA마커개발 완료

1차년도에 본 과제를 통해 개발한 우수 청경채 품종인 싱싱보너스의 정확하고 빠른 순도검정을 위하여 순도검정용 DNA마커개발을 완료하였다(그림 48).

B.napa4-Fw: 5'-AGT TGC CCC TAT TCA TGC AC -3'

B.napa4-Rv: 5'-AAT GCG TTC ATG TGG GGA TA -3'

Annealing Temperature: 57°C, No of Cycle: 40 cycles, Dye: SYTO9



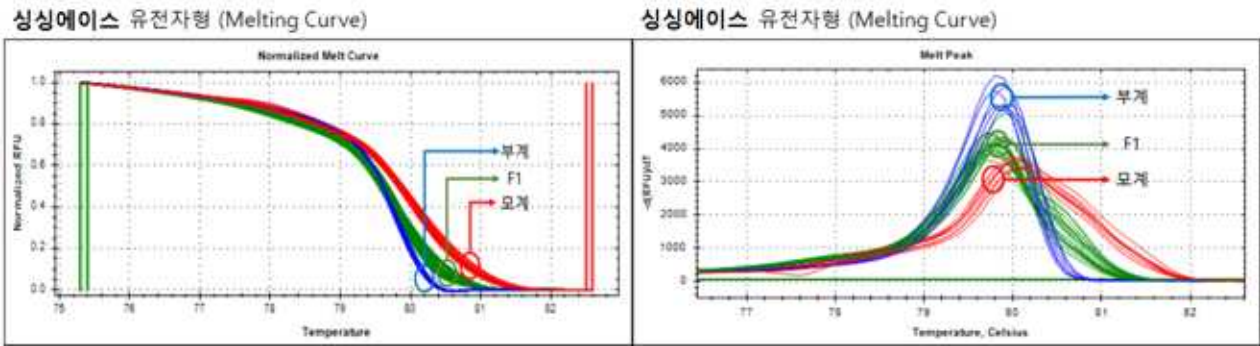
<그림 48> 싱싱보너스 순도검정용 DNA 마커 개발완료

2차년도에 본 과제를 통해 개발한 우수 청경채 품종인 싱싱에이스의 정확하고 빠른 순도검정을 위하여 순도검정용 DNA마커개발을 완료하였다(그림 49).

B.napa1-Fw: 5'-AAC ATT GGA TTG AGC ATA AAC AGA-3'

B.napa1-Rv: 5'-TAT AGG CAG CGC AAA TTG GA -3'

Annealing Temperature: 59°C, No of Cycle: 40 cycles, Dye: SYTO9



<그림 49> 싱싱에이스 순도검정용 DNA 마커 개발완료

11. 팥초이 국내 매출 및 수출 확대를 위한 전략회의

차년도는 아시아중묘(주) 생명공학육종연구소에서 GSP프로젝트의 성공적인 목표달성(수출 및 국내매출 확대)을 위해서 생산 및 영업회의를 생산부와 국내영업부, 및 무역부를 대상으로 2017년 1월 5일, 2017년 3월 10일, 2017년 5월 12일, 2017년 9월 28일 총 4차례에 걸쳐 각각 개최하였음. 본 전략회의 통해서 팥초이를 비롯한 다양한 작물의 품종특성과 작황에 따른 적합품종 및 수출 맞춤형 전략을 교육 및 수립하였음 <그림 50>.



<해외영업 전략회의 2017. 1. 5>



<수출확대회의 및 시장조사보고 2017. 3. 10>



<수출확대회의 및 시장조사보고 2017. 5. 12>



<해외영업 전략회의 2017. 9. 28>

<그림 50> 국내외 매출 확대를 위한 사내 역량 강화 교육 및 수출전략회의

2차년도는 아시아중묘(주) 생명공학육종연구소에서 GSP프로젝트의 성공적인 목표달성(수출 및 국내매출 확대)을 위해서 생산 및 영업회의를 생산부와 국내영업부, 및 무역부를 대상으로 2017년 11월 30일, 2017년 12월 5일, 2018년 1월 16일, 2월 2일, 3월 7일, 3월 29일, 5월

4일, 5월 11일에 각각 개최하였음. 본 전략회의 통해서 팍초이를 비롯한 다양한 작물의 품종 특성과 작황에 따른 적합품종 및 수출 맞춤형 전략을 교육 및 수립하였음 <그림 51>.

NO	일시	장소	내용	참석자	비고
1	2017년 11월 30일	생명공학육종연구소	해외출장 보고 및 수출촉진회의	해외영업부의 10명	
2	2017년 12월 5일	생명공학육종연구소	해외출장 보고 및 수출촉진회의	해외영업부의 10명	
3	2018년 1월 16일	생명공학육종연구소	해외영업부 시고 협의 및 회의	해외영업부의 10명	
4	2018년 2월 2일	생명공학육종연구소	육종 회의	작물담당자의 8명	
5	2018년 3월 7일	생명공학육종연구소	해외영업부 출장 보고	해외영업부의 9명	
6	2018년 3월 29일	생명공학육종연구소	해외영업부 출장 보고	해외영업부의 10명	
7	2018년 5월 11일	생명공학육종연구소	해외출장 보고 및 수출 독려	해외영업부의 7명	
8	2018년 5월 4일	생명공학육종연구소	수출회의	해외영업부의 14명	



<그림 51> 국내외 매출 확대를 위한 사내 역량 강화 교육 및 수출전략회의

3차년도는 아시아종묘(주) 생명공학육종연구소에서 GSP프로젝트의 성공적인 목표달성(수출 및 국내매출 확대)을 위해서 수출전략회의 및 팍초이 실물교육을 생산부와 국내영업부, 및 무역부를 대상으로 2019년 5월 30일, 6월 4일, 9월 20일, 10월 4일에 각각 개최하였음. 본 전략회의 통해서 팍초이를 비롯한 다양한 작물의 품종특성과 작황에 따른 적합품종 및 수출 맞춤형 전략을 교육 및 수립하였음 <그림 52>.



<GSP목표달성을 위한 수출전략회의>

<영업사원 팍초이 영업교육>

<그림 52> 국내외 매출 확대를 위한 영업사원 팍초이 실물교육 및 수출전략회의



4, 5차년도는 아시아종묘(주) 생명공학육종연구소에서 GSP프로젝트의 성공적인 목표달성(수출 및 국내매출 확대)을 위해서 수출전략회의 및 팍초이 실물교육을 생산부와 국내영업부, 및 무역부를 대상으로 2020년 5월 6일, 10월 6일, 2021년 10월 20일에 각각 개최하였음. 본 전략회의 통해서 팍초이를 비롯한 다양한 작물의 품종특성과 작황에 따른 적합품종 및 수출 맞춤형 전략을 교육 및 수립하였음. 특히 코로나19시대의 국내 및 해외시장 환경과 유통 및 운임의 변화에 따른 대응책에 대하여 논의하였음 <그림 53>.



<그림 53> 국내외 매출 확대를 위한 영업사원 팍초이 실물교육 및 수출전략회의(4, 5차년도)

12. 팍초이 국내 매출 및 수출 확대를 위한 활동

가. 1년차 국내 매출 및 수출 확대를 위한 활동

(1) 국내 매출 및 수출 확대를 위한 전시포 운영

수입대체 및 내수 판매 촉진을 위한 홍보 활동으로 2017년 10월 경기도 이천소재 아시아종묘 생명공학육종연구소 내에서 국내 및 해외바이어를 대상으로 아시아종묘의 청경채, 어린잎채소 품종의 전시포를 열어 운영하였다. (그림 54-1, 54-2)

**농업회사법인 아시아종묘(주) 전시포 개최 및 해외바이어 홍보일정**

순서	일자	대상	주최	장소	주최자	비고	연락처	비고
1	2017.10.20	대한민국 바이어	농업회사법인 아시아종묘(주)	경기도 이천시	농업회사법인 아시아종묘(주)	농업회사법인 아시아종묘(주)	02-338-1111	
2	2017.10.20	대한민국 바이어	농업회사법인 아시아종묘(주)	경기도 이천시	농업회사법인 아시아종묘(주)	농업회사법인 아시아종묘(주)	02-338-1111	
3	2017.10.20	대한민국 바이어	농업회사법인 아시아종묘(주)	경기도 이천시	농업회사법인 아시아종묘(주)	농업회사법인 아시아종묘(주)	02-338-1111	
4	2017.10.20	대한민국 바이어	농업회사법인 아시아종묘(주)	경기도 이천시	농업회사법인 아시아종묘(주)	농업회사법인 아시아종묘(주)	02-338-1111	
5	2017.10.20	대한민국 바이어	농업회사법인 아시아종묘(주)	경기도 이천시	농업회사법인 아시아종묘(주)	농업회사법인 아시아종묘(주)	02-338-1111	
6	2017.10.20	대한민국 바이어	농업회사법인 아시아종묘(주)	경기도 이천시	농업회사법인 아시아종묘(주)	농업회사법인 아시아종묘(주)	02-338-1111	
7	2017.10.20	대한민국 바이어	농업회사법인 아시아종묘(주)	경기도 이천시	농업회사법인 아시아종묘(주)	농업회사법인 아시아종묘(주)	02-338-1111	
8	2017.10.20	대한민국 바이어	농업회사법인 아시아종묘(주)	경기도 이천시	농업회사법인 아시아종묘(주)	농업회사법인 아시아종묘(주)	02-338-1111	
9	2017.10.20	대한민국 바이어	농업회사법인 아시아종묘(주)	경기도 이천시	농업회사법인 아시아종묘(주)	농업회사법인 아시아종묘(주)	02-338-1111	
10	2017.10.20	대한민국 바이어	농업회사법인 아시아종묘(주)	경기도 이천시	농업회사법인 아시아종묘(주)	농업회사법인 아시아종묘(주)	02-338-1111	
11	2017.10.20	대한민국 바이어	농업회사법인 아시아종묘(주)	경기도 이천시	농업회사법인 아시아종묘(주)	농업회사법인 아시아종묘(주)	02-338-1111	
12	2017.10.20	대한민국 바이어	농업회사법인 아시아종묘(주)	경기도 이천시	농업회사법인 아시아종묘(주)	농업회사법인 아시아종묘(주)	02-338-1111	
13	2017.10.20	대한민국 바이어	농업회사법인 아시아종묘(주)	경기도 이천시	농업회사법인 아시아종묘(주)	농업회사법인 아시아종묘(주)	02-338-1111	
14	2017.10.20	대한민국 바이어	농업회사법인 아시아종묘(주)	경기도 이천시	농업회사법인 아시아종묘(주)	농업회사법인 아시아종묘(주)	02-338-1111	

농업회사법인 아시아종묘(주) 생명공학육종연구소(경기 이천시)에서  
2017년 10월 20일-10월 30일까지 전시포를 운영하였음을 확인합니다.

농업회사법인 아시아종묘(주)

<그림 54-1> 팍초이 수출 확대를 위한 종자수출 상담 및 전시포



남아프리카 A사

태국 B사

영국 C사



남아프리카 B사

태국 A사

대만 H사

<그림 54-2> 팍초이 수출 확대를 위한 종자수출 상담 및 전시포

(2) 국립종자원 주최 중국 하북성 장북지역 GSP시험포 출품



대비종(화관)



심심에이스



심심골드



심심보너스

<그림 55> 팍초이 수출 확대를 위한 중국 하북성 장북지역 GSP시험포 출품

국립종자원 주최 중국 하북성 장북지역 GSP시험포에 본과제를 통해 개발한 싱싱에이스, 싱싱보너스, 싱싱골드 등을 출품하여 대비종으로 무사시노사의 화관과 대비하여 품평을 수행하였다. 현지 종자상 및 농민들로부터 싱싱보너스, 싱싱골드를 시험재배로 시도해보고 싶다는 문의를 많이 받았으며 앞으로 종자단가를 무역부에서 조율하여 본격적으로 북중국에 진출해 볼 예정이다(그림 55).

(3) 국제종자박람회 참가

당사에서는 아시아종묘 종자의 우수성을 알리기 위해서 2017년 독일 Berlin Fruit Logista 박람회에 참가하여 2017년 2월 8일 - 10일 동안 홍보 마케팅 활동을 진행하였다(그림 56).

**○ 2017 Berlin Fruit Logista 박람회 참가 및 홍보 (2017. 2. 8~10)**



작성일자	2017. 02. 07			작성처	농업과학기술기획평가원
회사명	ASIA SEED Co., Ltd	담당	김소영		
대표명	김영민	전화번호	02-863-8007		
주소	서울시 강남구 삼성로 330 제당빌딩 2층, 06032				
홈페이지	www.asiaseed.net				
제품명	명칭	종묘(박초) [한국] 제초기차	식량	[한국] 제초기차	
	비밀번호	영문(영문) CH_774	비밀번호	비밀번호 (2017)	
참가료	명칭	2017. 02. 08	비밀번호	비밀번호	
	비밀번호	02-863-8007	비밀번호	비밀번호	
참가기간	기간	2017. 02. 08 ~ 10	비밀번호	비밀번호	
회신기간	기간	2017. 02. 08 ~ 10	비밀번호	비밀번호	
본신청서 및 참가신청서는 별도 보관					
구분	종류	종류	종류		
농경지(한국)	일본산	미국산	중국산	대외 수출	
농경지(일본)	Cabbage Seed	Cucumber Seed	Vegetable Seed		
농경지(미국)	Cabbage Seed	Cucumber Seed	Vegetable Seed		
농경지(중국)	Cabbage Seed	Cucumber Seed	Vegetable Seed		
사유	  				

농업과학기술기획평가원 귀중

<그림 56> 팥초이 수출 확대를 위한 Berlin Fruit Logista 박람회 참가 및 홍보 활동

(4) 국내 마케팅 및 시교 활동

국내 청경채는 전국에 골고루 소규모로 재배하는 경향이 있으나 전체적으로 경기도 용인시 모현면에서 가장 많이 상업적으로 재배를 하고 있으며 그 점유율은 70%에 육박할 정도이다. 그런데 국내 청경채의 리딩품종은 일본 사카타종묘의 비너스 청경채이며 거의 국내 시장을 독점하고 있는 실정이다. 이와같은 독점적 지위는 국내시장에서 가격 및 종자공급의 불안정을 야기시켜 많은 농민들이 국산화를 시급히 원하고 있는 상태이다. 이에 본 연구에서는 국내용으로 싱싱골드 청경채를 품종보호출원하였으며 이를 모현면 일대에서 총 12회에 걸쳐서 시교 테스트를 수행하였다. 그 결과 엽색이 진하고, 엽수가 많으며 채포성이 좋아 많은 농민들로부터 일본 품종보다 우수하다는 평을 받고 있으며 실제 가락동 도매시장에서 10-20% 정도 높은 가격으로 거래됨을 확인할 수 있었다. 이에 내년부터 본격적으로 대량 종자생산을 수행하여 청경채 종자 국산화에 본격적으로 나설 예정이다(그림 57).

○ 싱싱골드 (PT-602, 품종보호출원완료)



용인시 모현면 농가시교결과 5월8일 파종 6월11일 수확

<그림 57> 싱싱골드 청경채 국내시장(경기, 용인, 모현면) 시교 결과

(5) 해외 마케팅 및 시교활동

(가) 대만 Hosheng Seed Company

대만은 국토는 비좁지만 인구가 2천만명에 육박하며 특히 청경채를 즐겨먹는 중화권 식문화를 갖고 있어 청경채 시장이 상대적으로 매우 크다고 할 수 있다. 우리는 대만 Hosheng사와 제휴하여 2015년부터 현재까지 아시아종묘에서 보유중인 청경채인 싱싱하계, 싱싱보너스, 싱싱골드, PT-1422등 다양한 품종 및 조합을 대만 시장에 진출하기 위하여 전략적으로 시교테스트를 수행하였으며, 그 결과 내서성이 뛰어나고, 진한엽색에, 중륵이 긴 타입인 PT-1422 청경채가 대비 리더 품종인 와타나베노지사의 Quan Cheng No.1 보다 재배결과가 뛰어나 최종 선발되었다. 내년부터 역시 종자를 대량생산하여 대만시장으로 본격적으로 진출할 계획이다(그림 58).



<그림 58> 대만 Hosheng Seed Company 시교결과 내서성 강한 PT-1422 최종선발

(나) 태국 East West Seed Company

태국 East West Seed Company는 동남아 최대 종자회사이며 자체 breeding system 및 마케팅능력으로 동남아 시장을 장악하고 있는 대기업이다. 그런데 열대지방에 소재하여 상대적으로 배추과 작물의 육종이 어려워 배추과 작물에 한해 해외 유망품종을 도입하여 동남아 시장에 공급하고 있다. 이에 우리 아시아중요는 East West Seed사와 협력하여 당사가 보유하고 있는 다양한 팍초이 품종(CSCR Purple magic, 다홍쌈머, 흑청채, 싱싱하게, 싱싱보너스, 싱싱골드, 싱싱에이스, 센트럴레드, 퍼플비타 Red feather, Red rake, White choi)을 시교하여 총 6회에 걸쳐 다양한 환경에서 테스트 결과 최종적으로 Red Feather, Red Rake, 다홍쌈머, White Choi 4품종이 선발되었으며, 현재 판매 가격조정을 거치고 있으며 최종 결정이 나면 안정적으로 대량 수출이 가능할 것으로 판단된다(그림 59).



<그림 59> 태국 East-West사에 다양한 팍초이류 종자공급 확정

(다) 스페인 Primaflor사에 다양한 팍초이류 시교종자 공급

스페인 Primaflor사는 스페인 남부에 위치하며 그동안 프랑스회사로부터 배추과 작물 종자를 공급받아왔는데 계약 만료로 인해서 프랑스로부터 배추과 작물종자를 공급받지 못하고 있다. 따라서 현재 일본 한국 등의 업체와 종자공급협력을 받고자 노력하고 있으며 당사와도 협정을 맺어 현재 당사의 싱싱에이스, 싱싱보너스, 생싱골드, PT-1422등을 시교하여 결과를 기다리고 있는 중이다(그림 60).



<그림 60> 스페인 Primaflor사에 다양한 팍초이류 시교종자 공급

(라) 베트남 및 이탈리아 팍초이류 시교활동

베트남지역에는 TriNong Vietnam, 이탈리아에는 Alphacom사에 각각 시교를 진행하였다. 베트남지역은 독특하게도 청경채 중륵하단부분의 흰색품종을 선호하는 경향이 있어서 좋은 시교 결과를 얻지는 못할 전망이지만 청경채 시장규모가 5톤에 육박할 정도로 커서 관련 품종의 개발을 서두르고 있다. 이태리지역 Alphacom사에는 2015년도부터 꾸준히 시교를 하여 현재 CSCR 및 퍼플매직이 최종 선발되어 판매되고 있다. 이태리의 Alphacom사는 유럽전역으로 종자를 공급하는 기능을 수행하는 회사이기 때문에 향후 귀추가 주목되고 있다(그림 61).



<그림 61> 베트남 및 이탈리아에 다양한 팍초이류 시교종자 공급

나. 2년차 국내 매출 및 수출 확대를 위한 활동

(1) 국내 매출 및 수출 확대를 위한 전시포 운영

수입대체 및 내수 판매 촉진을 위한 홍보 활동으로 2018년 6월, 2018년 10월(예정) 경기도 이천소재 아시아종묘 생명공학육종연구소 내에서 국내 및 해외바이어를 대상으로 아시아종묘의 청경채, 어린잎채소 품종의 전시포를 열어 운영하였다. (그림 62)

## 농업회사법인 아시아종묘(주) 전시포 개최 및 해외바이어 홍보일정

2018년 상반기 해외 바이어 홍보일정										
NO	일정차	국가	회사	대표자	출국일자	회기	장소	이정/시간	행사명	주요인물
1	유재환	중국	Sichuan Kyue	Mr. Tian Jiansong	06월 13일	06월 17일	차크차이로	06-17/오전		박종익, 양재우
2	윤승훈	태국	THAET	Mr. Minh Toan Thong						
3	윤승훈	태국	Sirasa	May						
4	윤승훈	필리핀	Buang	Allina Aquino						
5	박종익	중국	Shanghai Welo	Mr. Zhang Rong, Zhang Tao	06월 06일		차크차이로	06-07/오전		박종익, 배우, 양재우
6	유재환	중국	Wuhan Jutsumie	Mr. Huang Pingli 외 3명	06월 13일	06월 15일		06-13/오전 06-16/오전		박종익, 양재우
7	박종우	중국	Hubei Kangye	Mr. Chen Kang 외 3명						박종익, 양재우
8	박남재	태국	Burtech	Mr. Rattana 1명	07월 01일	07월 04일		07월 01일	07월 03일	박종익, 배우, 양재우, 오이, 고추
9	김준우	태국	AI NAKYA	Mr. Sir 1명	06월 20일	06월 25일	리아드	06월 23일	06월 25일	
10	김준우	말레이	PACKUAT	Md. Rasid 외 1명	06월 24일	06월 29일	리아드	06월 25일	06월 29일	
11	김준우	인도	AI KOROOR	Mr. Egan 외 1명	06월 26일	07월 01일	리아드	06월 27일	06월 29일	
12	박종우	중국	Shanghai Hower	Mr. Liu Yinghe	06월 14일	06월 16일	차크차이로	06-15/오전		박종익, 양재우
13	김성훈	멕시코	Alejo	Mr. Timothy Farnum	06월 18일	06월 23일	인텍스	X	8	
14	신지훈,김준우	인도	Kalash Seed	Mr.Rathul	6월 25일	6월 23일		6월 22일	6월 22일	
15	권가을	일본	SKC-AGRI	Mr. Sakai 외 1명				9월11일 / 14-15일		박종익, 배우, 양재우, 오이

농업회사법인 아시아종묘(주) 생명공학육종연구소(경기 이천소재)에서  
2018년 6월 7일-6월 27일까지 전시포를 운영하였으며,  
2018년 10월 15일- 11월5일 까지 전시포를 운영할 계획임을 확인합니다..

### 농업회사법인 아시아종묘(주)



<팍초이류 전시포 6월>



<전시포 소개현장>



<팍초이류 전시포 10월>



<중국 바이어 수출상담>



<인도 바이어 수출상담>



<중국 바이어 수출상담>



<베트남 바이어 수출상담>



<미국 바이어 수출상담>



<파키스탄 수출상담>



<중국 바이어 수출상담>



<방글라데시 수출상담>



<일본 바이어 수출상담>



<태국 바이어 수출상담>



<대만 바이어 수출상담>



<파키스탄 수출상담>

<그림 62> 팍초이 수출 확대를 위한 종자수출 상담 및 전시포 (2차년도)

(2) 중앙아시아지역(카자흐스탄) GSP시험포운영 및 시장조사



카자흐 알마티 GSP시험포 방문



우즈벡 타슈켄트 백화점 Baby Leaf



우즈벡 타슈켄트 배추 도매시장



카자흐 침켄트 청경채 시장



카자흐 침켄트 GSP시험포 방문



키르기즈스탄 바이어 수출상담

<그림63> 팍초이 수출을 위한 카자흐스탄 알마티 및 침켄트지역 GSP시험포 출품(2차년도)

아시아중요 무역부의 중앙아시아 진출을 위하여 카자흐스탄의 침켄트, 알마티 2곳에서 GSP 시험포를 운영하였다. 예상과 달리 중앙아시아지역은 팍초이 및 어린잎채소의 대중화가 이루어지지 못하여 시장규모가 작았으며, 대형마트 및 백화점 등에서 고가로 팔리고 있는 것을 확인할 수 있었다. 또한 현지 고려인의 진출로 인하여 예상외로 배추재배 농가가 많은 점이 특징이었다(그림 63).

(3) 국제종자박람회 참가

2차년도에는 2018년 1월26일-31일 ASTA 미국종자총회, 2018년 2월5일-10일 Fruit Logistica 독일 베를린 신선농산물 박람회, 2018년 2월 27일-3월 1일 ASTA 아프리카 종자총회, 2018년 6월4일-8일 ISF 세계 종자총회에 각각 참가하여 GSP개발 종자홍보를 수행하였다(그림 64).





<그림 64> 팍초이 수출 확대를 위한 국제종자박람회 참가 및 홍보활동(2차년도)

(4) 국내 마케팅 및 시교활동

국내 청경채는 전국에 골고루 소규모로 재배하는 경향이 있으나 전체적으로 경기도 용인시 모현면에서 가장 많이 상업적으로 재배를 하고 있으며 그 점유율은 70%에 육박할 정도이다.



<그림 65> 싱싱골드 청경채 국내시장(경기, 용인, 모현면) 시교 결과(2차년도)

그런데 국내 청경채의 리딩품종은 일본 사카타종묘의 비너스 청경채이며 거의 국내 시장을 독점하고 있는 실정이다. 이와 같은 독점적 지위는 국내시장에서 가격 및 종자공급의 불안정을 야기 시켜 많은 농민들이 국산화를 시급히 원하고 있는 상태이다. 이에 본 연구에서는 국내용으로 싱싱골드 청경채를 품종보호출원하였으며 이를 모현면 일대에서 총 12회에 걸쳐서 시교 테스트를 수행하였다. 그 결과 엽색이 진하고, 엽수가 많으며 재포성이 좋아 많은 농민들로부터

터 일본 품종보다 우수하다는 평을 받고 있으며 실제 가락동 도매시장에서 10-20% 정도 높은 가격으로 거래됨을 확인할 수 있었다. 이에 2018년 가을부터 본격적으로 판매 및 농가시교를 수행중에 있다(그림 65).

(5) 해외 마케팅 및 시교활동



<그림 66> 대만 Hosheng Seed 방문, 대만 시장조사 및 유전자원 수집

(가) 대만 Hosheng Seed Company

대만은 국토는 비좁지만 인구가 2천만명에 육박하며 특히 청경채를 즐겨먹는 중화권 식문화를 갖고 있어 청경채 시장이 상대적으로 매우 크다고 할 수 있다. 우리는 대만 Hosheng사와 제휴하여 2015년부터 현재까지 아시아종묘에서 보유중인 청경채인 싱싱하계, 싱싱보너스, 싱싱골드, PT-504등 다양한 품종 및 조합을 대만 시장에 진출하기 위하여 전략적으로 시교테스트를 수행하였으며, 그 결과 내서성이 뛰어나고, 진한엽색에, 중특이 긴 타입인 PT-504 청경채가 대비 리딩품종인 와타나베노지사의 Quan Cheng No.1 보다 재배결과가 뛰어나 최종 선발되었다. 2019년부터 역시 종자를 대량생산하여 대만시장으로 본격적으로 진출할 계획이다(그림 66).

2년차에는 대만 Hosheng seed의 요청으로 대만 출장을 다녀온 결과, 대만에서는 최근 2년동안 Fusarium(토양사상균)에 강한'녹광'청경채가 급속히 시장을 우점하고 있는 것을 확인하였다. 이에 Hosheng seed로부터 '녹광'청경채 유전자원을 수집하였고 이에 대비되는 품종개발을 요청받았으며 향후 관련 품종을 개발하기위해 계통선발, 조합작성, 시교생산 등을 수행할 예정이다.

(나) 미국 Johnny's Seed 팍초이류 시교활동

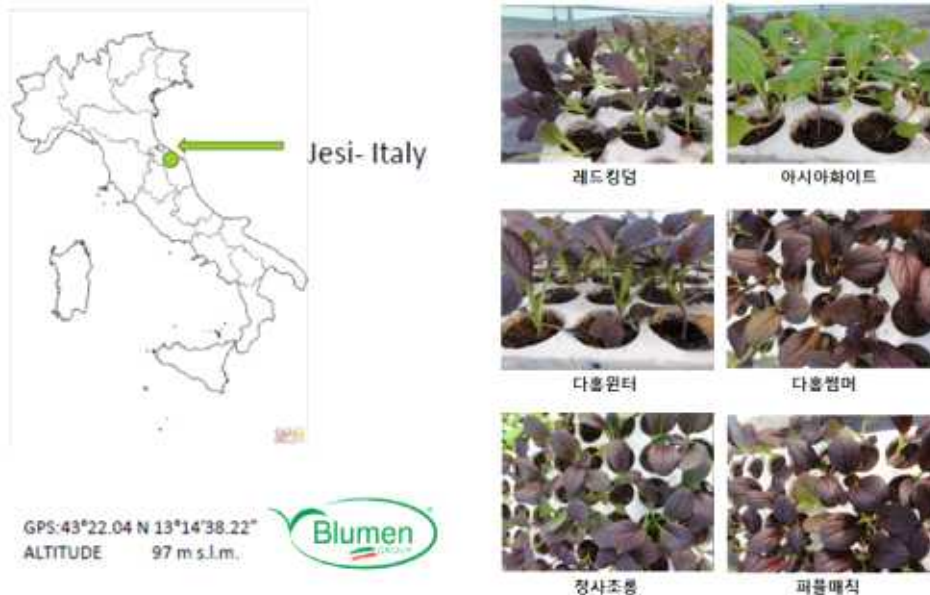
미국 Johnny's Seed에 다양한 팍초이류 시교활동을 수행하였으며, 시교재배결과 GSP과제로

개발한 품종인 'Central red' 경수채, 'Green Giant(PT302)' 소송채가 원예적 형질 및 재배안정성에서 매우 우수한 성적을 확보하였고 현재 'Central red' 경수채는 수출이 진행되고 있으며, 'Green Giant(PT302)' 소송채는 품종보호출원을 마치고 종자생산을 완료하여 수출준비 단계에 있다. 향후 좋은 성적을 거두고 시장확대가 기대되고 있음(그림 67).

Trial Name	Variety Name	Check Variety Name	Overall Score (1-9)	Comments	Re-trial? (Yes/No)
Greens	White Choi F1	507 Jai Choi	8	Very similar to Jai Choi, which we offer, so no need to re-trial.	N
Greens	Hong Seop So Central red	2383 Mizuna OG	8	Very attractive purple veins and very good flavor. We plan on adding to our assortment when seed available.	Y
Greens	Baek Eyang Chae	1698 Win-Win Choi	8	Very attractive but bolted quicker than Jai Choi, which we offer.	N
Greens	Heuk Cheong Chae	509 Mei Qing Choi	6	Nice color but not as attractive as some similar varieties.	N
Greens	RP-301 Green Giant	3156 Green Pac	8	Very attractive, dark green leaves. Very similar to Gumpin, which we offer.	N
Greens	PT-301	509 Mei Qing Choi	2	Nice, dark green color but not as attractive as Mei Qing Choi.	N
Greens	PT-302 F1	509 Mei Qing Choi	6	Slightly taller than PT-301 but not quite as attractive.	N
Greens	PT-402	3624 Li Ren Choi	2	Very beautiful, a little bigger than Li Ren Choi, which we already offer. This market segment is too small for us to offer more than one variety.	N
Greens	PT-405	3624 Li Ren Choi	2	Attractive but not as nice as Li Ren Choi, which we offer.	N
Greens	Purple Queen	2320 Red Rain	2	Very similar to Red Kingdom but not as dark red.	N
Greens	RP-94 F1	3160 Red Pac	6	Similar to Shin Hong Chae but slightly darker red. Very attractive but quick bolting.	N
Greens	Shin Hong Chae	3624 Li Ren Choi	2	Variable appearance, three big off types and one giant bolted prematurely.	N
Greens	Sing Sing Bonus	3624 Li Ren Choi	5	Very beautiful, a little smaller than Li Ren Choi, which we already offer. This market segment is too small for us to offer more than one variety. Three big off types.	N
Greens	Sing Sing Hu Gye F1	509 Mei Qing Choi	7	Similar to Li Ren Choi but not quite as attractive.	N



<그림67> 미국 Johnny's seed 팍초이류 시교종자 공급



<그림 68> 이탈리아 Blumen seed 팍초이류 시교종자 공급

(다) 이탈리아 Blumen Seed 팍초이류 시교활동

이탈리아 Blumen Seed에 다양한 팍초이류 시교활동을 수행하였으며, 시교재배결과 'CSCR

(청사초롱)'다채, 'Purple Magic'다채, 레드킹덤 경수채, 다홍윈터, 다홍썸머, 아시아화이트 등이 원예적 형질 및 재배안정성에서 매우 우수한 성적을 확보하였고 현재 수출상담을 진행중에 있다 (그림 68).

다. 3년차 국내 매출 및 수출 확대를 위한 활동

(1) 국내 매출 및 수출 확대를 위한 전시포 운영

수입대체 및 내수 판매 촉진을 위한 홍보 활동으로 2019년 6월, 2019년 10월, 경기도 이천소재 아시아종묘 생명공학육종연구소 내에서 국내 및 해외바이어를 대상으로 아시아종묘의 청경채, 어린잎채소 품종의 전시포를 열어 운영하였다. (그림 69, 70)



<그림 69> 팍초이 수출 확대를 위한 Field day 초청장 발부 및 전시포 운영 (3차년도)



<그림 70> 팍초이 수출 확대를 위한 종자수출 상담 (3차년도)

(2) 동남아시아 진출을 위한 베트남 달랏지역 GSP시험포 운영 및 우수품종 선발



<그림 71> 파초이 수출 확대를 위한 베트남 달랏지역 GSP시험포 운영

농업회사법인 아시아종묘(주)에서는 전략적으로 동남아시아시장 진출을 위해서 베트남 법인을 2019년에 설립하였음. 이에 아시아종묘 베트남법인의 도움을 받아서 베트남지역 엽채류생산 거점인 달랏지역에 GSP시험포를 운영하였다. 싱싱하계, 싱싱보너스, 싱싱골드, 소우, 땅딸이, PT-504등의 자사품종을 테스트한 결과 현지 재배농민 및 상인들로부터 중독이 긴타입인 PT-504(BN19)품종의 재배성적이 가장 우수하여 선발되었다. 4차년도에는 베트남 법인을 통해서 베트남지역에 PT-504를 확대 시교 및 판매할 예정이다.

(3) 대만 진출을 위한 대만 타이난지역 시험포 방문 및 우수품종 선발



<대만 대형마트 시판 경쟁채>



<대만업체 방문 및 수출상담>



<팍초이 시교조합 조사>



<팍초이 시교조합 조사>

<그림 72> 팍초이 대만수출을 위한 타이난 시험포 방문, 우수조합선발, 시장조사, 및 수출상담

대만지역은 동남아지역과 남중국의 중간 기후를 띄고 있고 고품질의 F1시장이 형성되어 있다. 따라서 현재의 대만 시장뿐만 아니라 남중국 시장과 동남아지역의 미래시장 대비를 위해서 중요한 시장이라고 할 수 있다. 이러한 대만 진출을 위해 GSP 1단계부터 대만 호생종자와의 좋은 관계를 쌓아가고 있다. 2019년 9월 대만 호생종자를 방문하여 대만지역의 팍초이 시장상황변화와 팍초이 요구형질, PT504의 수출상담을 진행하였으며, 우리가 제공한 신조합의 팍초이 시험포(대만 타이난 소재)를 방문하여 아시아종묘의 신조합 품평 및 선발(대만지역 리딩품종과 비교)을 실시하였다(그림 72).

Variety 莴苣品种	PLC - 6.1		Sowing: 190818				Transplanting: 190902					Harvesting: 190923	
	Selection	Growing speed (d)	Flask speed (d) 2dpp	Seedling height (d)	Seedling weight (g)	Plant height (d)	Plant weight (g)	Plant height (d)	Plant weight (g)	Plant height (d)	Plant weight (g)	Average Height (cm)	Average Yield (kg/ha)
Shan shang NO.1 CK 山上一號		8		6	4.3	0.2	8	8	6	8	7	8	
BA SHANG WEI NO.2 CK 夏商味二號		8		7	1.0	0.0	8	7	8	7	7	8	
Luo liang NO.1 CK 綠亮一號		8		8	0.1	0.0	8	8	8	7	7	8	
WN1-CK		8		8	0.1	1.1	8	8	8	8	8	8	
WN2-CK		8		8	1.1	0.2	8	8	8	7.8	7	8	
PT-1901		6		6	0.1	3.0	8	6	8	8	8	8	6
PT-1902													
PT-1903		7		8	0.0	0.0	8	7	8	7	8	8	7
PT-1904		7		7	0.0	0.1	7	6	6	7	8	8	8
PT-1905		8		8	0.0	0.0	8	7	8	6	8	7	8



<Fusarium 발병개체>

*Fusarium oxysporum f. sp. conglutinans*



<녹광No.1>

<PT-1903>

<그림 73> 대만 타이난 지역 시험포 우수조합, PT-1903 (Fusarium tolerance)

대만 지역은 최근 글로벌 기후변화로 인해 우리나라와 마찬가지로 크게 기후가 변하고 있다. 봄, 가을, 겨울이 줄어들고 상대적으로 여름이 크게 늘어났으며 특히 8월에 40℃에 육박하는 날이 많을 뿐만 아니라 8월, 한 달에 1,500mm가 넘는 비가 오는 극한의 기후를 보이고 있었다. 따라서 팍초이를 대만에서 재배하기 위해서는 내서성과 과습으로 기인하는 질병인 Fusarium저항성 품종이 필요하였으며, 이에 당사에서는 내서성과 Fusarium에 저항성을 보이는 유전자원을 꾸준히 확보 및 분리고정을 수행해 왔다. 올해 이를 이용하여 5조합의 품종을 개발하였고 이를 대만에 시험재배를 수행하였다. 그 결과 PT-1903이 내서성과 Fusarium에 강한 특성이 있음을 확인하였으며 2019년과 2020년에 걸쳐 점차 재배테스트를 확장하여 수행하기로 하였다(그림 73).

#### (4) 국제종자박람회 참가

당사에서는 아시아종묘 종자의 우수성을 알리기 위해서 2019년 스페인 마드리드 IFEMA에서 개최되는 2019 Fruit Attraction Madrid 국제종자교역회에 참가하여 2019년 10월 20일-25일 동안 홍보 마케팅활동을 진행하였다(그림 74).



<그림 74> 팍초이 수출 확대를 위한 2019 Fruit Attraction Madrid 국제종자교역회 참가

#### (5) 국내 마케팅 및 시교활동

국내 청경채는 전국에 골고루 소규모로 재배하는 경향이 있으나 전체적으로 경기도 용인시 모현면에서 가장 많이 상업적으로 재배를 하고 있으며 그 점유율은 70%에 육박할 정도이다.



<그림 75> 임팩트 청경채 국내시장(경기, 용인, 모현면) 시교 결과(하절기, 추절기)

그런데 국내 청경채의 리딩 품종은 일본 사카타종묘의 비너스 청경채이며 거의 국내 시장을 오랫동안 독점하고 있다. 이와 같은 독점적 지위는 국내시장에서 가격 및 종자공급의 불안정을 야기 시켜 많은 농민들이 국산화를 시급히 원하고 있는 상태이다. 이에 본 연구에서는 국내용으로 임팩트 청경채를 2018년 품종보호출원하였으며 이를 모현면 일대에서 총 2회에 걸쳐서 시교 테스트를 수행하였다. 그 결과 엽색이 진하고, 엽수가 많으며 재포성이 좋지만 내서성이 다소 낮은 단점이 있었으나 추절기에는 비너스품종보다 우수한 결과를 얻을 수 있었다. 따라서 동절기 및 춘절기에 테스트를 수행 후 결과가 좋으면 춘추동절기용으로 판매가 가능하여 상당 부분 국산화가 이루어질 것으로 여겨지고 있다(그림 75).

라. 4년차 국내 매출 및 수출 확대를 위한 활동

(1) 팍초이 국내 매출 및 수출 확대를 위한 전시포 운영

수입대체 및 내수 판매 촉진을 위한 홍보 활동으로 2020년 6월, 10월 경기도 이천소재 아시아종묘 생명공학육종연구소 내에서 국내 및 해외바이어를 대상으로 아시아종묘의 청경채, 어린 잎채소 품종의 전시포를 열어 운영하였다. 특히 2020년 4차 년도에는 코로나19의 영향으로 해외바이어초청이 실질적으로 어려웠으며 이에 대응코자 비대면 화상바이어상담을 통해 품종마케팅 및 수출상담을 진행하였으며 운영중인 전시포의 사진과 동영상 제공함으로써 간접적으로 전시포를 홍보하였다(그림 76-78).





<2020년 하계(6월) 팍초이류 전시포>



<2020년 추계(10월) 팍초이류 전시포>

<그림 76> 팍초이 수출 확대를 위한 하계, 추계 전시포 운영 (4차년도)



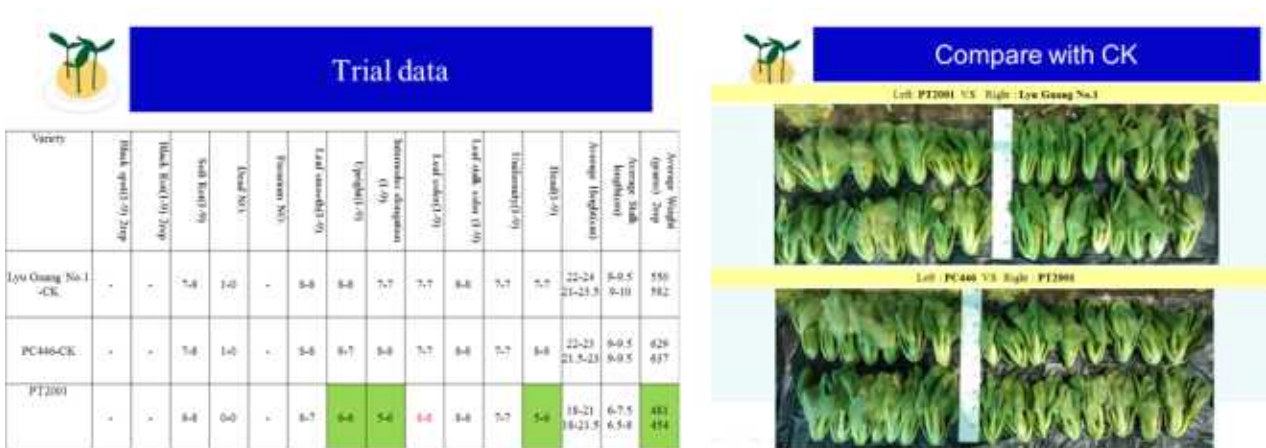
<그림 77> 팍초이 수출 확대를 위한 2020년 비대면 종자수출 상담 (4차년도)

특히 2020년, 4차년도에는 코로나 19의 영향으로 초청 및 방문에 의한 바이어 상담이 사실상 불가능하였으며 전화 및 화상을 통한 비대면 종자수출 상담을 활발히 진행하였다. 특히 KOTRA(대한무역투자진흥공사)에서 제공(해당국가 통역 및 바이어 연결서비스 등)하는 화상 수출상담서비스를 통해서 시장개척을 위한 신규거래처 확보에 큰 도움을 받을 수 있었다 (그림 81).



<그림 78> 팍초이 수출 확대를 위한 베트남 판랑지역 GSP시험포 운영

4차년도에는 아시아종묘 베트남법인의 도움을 받아 베트남 판랑지역에서 팍초이 시험포를 운영하였다. 싱싱하계, 싱싱보너스, 싱싱골드, 소우, 땅딸이, PT-503, PT-504, PT-605등의 자사품종을 테스트한 결과 현지 재배농민 및 상인들로부터 PT-503, PT-504, PT-605품종의 재배성적이 가장 우수하여 선발되었다. 이 결과는 베트남 판랑지역의 2020년 상반기 결과이므로 차년도에 다른 조합 및 품종을 추가하여 베트남지역에 맞는 품종을 선발할 예정이다(그림 82).



<그림 79> 대만 타이난 지역 청경채 시험포 재배결과(PT2001, 4차년도)

대만 지역은 최근 글로벌 기후변화로 인해 우리나라와 마찬가지로 크게 기후가 변하고 있다. 봄, 가을, 겨울이 줄어들고 상대적으로 여름이 크게 늘어났으며 특히 8월에 40℃에 육박하는 날이 많을 뿐만 아니라 8월, 한 달에 1,500mm가 넘는 비가 오는 극한의 기후를 보이고 있었다. 따라서 팍초이를 대만에서 재배하기 위해서는 내서성과 과습으로 기인하는 질병인 Fusarium저항성 품종이 필요하였으며, 이에 당사에서는 내서성과 Fusarium에 저항성을 보이는 유전자원을 꾸준히 확보 및 분리고정을 수행해 왔다. 올해 이를 이용하여 5조합의 품종을 개발하였고 이를 대만에 시험재배를 수행하였다. 그 결과 PT-1903이 내서성과 Fusarium에 강한 특성이 있음을 확인하였으며 2019년과 2020년에 걸쳐 점차 재배테스트를 확장하여 수행하

기로 하였으나, 2020년 4차년도 PT-1903과 PT-2001(신조합)의 재배결과 Fusarium등에 강한 특성은 재확인할 수 있었으나 대만 타이난 지역, 극도의 고온습윤한 7-9월의 환경에서 대비종에 비해 성장이 떨어지는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 차년도에는 대만에서 수집해온 다양한 유전자원 중 고정이 완료되는 계통을 우선하여 시교종자를 생산하여 하절기 재배테스트를 다시 수행해 보기로 하였다(그림 79).

(2) 국제종자박람회 참가

당사에서는 아시아종묘 종자의 우수성을 알리기 위해서 2020년 4차년도에는 독일 베를린에서 개최한 Fruit Logistica 국제종자박람회에 참가하여 2020년 2월 5일-7일 동안 홍보 마케팅활동을 진행하였으며(그림 80) 그 후 코로나19 영향으로 현재까지 국제종자박람회를 참가할 수 없었다.



<그림 80> 팍초이 수출 확대를 위한 2020 독일 베를린 Fruit Logistica 국제종자박람회 참가

(3) 국내 마케팅 및 시교활동



<그림 81> 임팩트 청경채 국내시장(경기, 양평, 단월면) 시교 결과(동절기, 4차년도)

4차년도에는 임팩트 청경채를 경기, 양평, 단월면 소재 박호돈 농가에서 시교를 실시하였다. 그 결과 임팩트 청경채는 진한녹색이면서 만추대에 저온성장성이 우수한 품종으로 판단되고

있으며, 이에 따라 2021년 본격적인 종자생산을 수행하여 2021년 하절기부터 국내농가에 종자를 보급할 수 있을 것으로 보인다(그림 81).

마. 5년차 국내 매출 및 수출 확대를 위한 활동

(1) 팍초이 국내 매출 및 수출 확대를 위한 전시포 운영

수입대체 및 내수 판매 촉진을 위한 홍보 활동으로 2021년 6월, 10월 경기도 이천소재 아시아종묘 생명공학육종연구소 내에서 국내 및 해외바이어를 대상으로 아시아종묘의 청경채, 어린 잎채소 품종의 전시포를 열어 운영하였다. 5차 년도에도 코로나19의 영향으로 해외바이어초청이 실질적으로 어려웠으며 이에 대응코자 비대면 화상바이어상담을 통해 품종마케팅 및 수출상담을 진행하였으며 운영중인 전시포의 사진과 동영상을 제공함으로써 간접적으로 전시포를 홍보하였다(그림 82). 특히 KOTRA(대한무역투자진흥공사)에서 제공(해당국가 통역 및 바이어 연결서비스 등)하는 화상수출상담서비스를 통해서 시장개척을 위한 신규거래처 확보에 큰 도움을 받을 수 있었다 (그림 83).

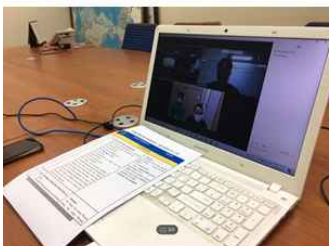


<2021년 하계(6월) 팍초이류 전시포>



<2021년 추계(10월) 팍초이류 전시포>

<그림 82> 팍초이 수출 확대를 위한 하계, 추계 전시포 운영 (5차년도)



남미, 도미니카공화국



아프리카, 짐바브웨

<그림 83> 팍초이 수출 확대를 위한 2021년 비대면 종자수출 상담 (5차년도)

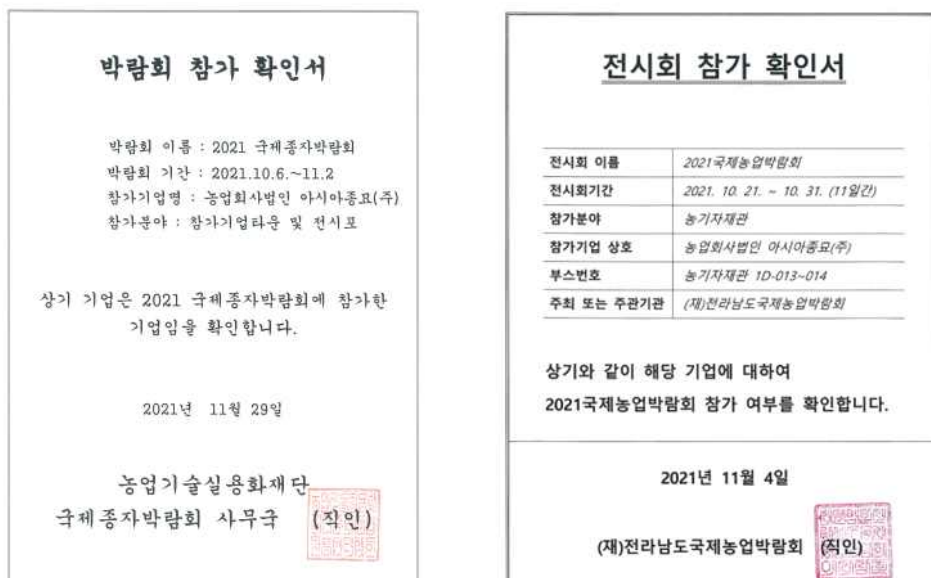


<그림 84> 팍초이 수출 확대를 위한 베트남 판랑지역 GSP시험포 운영

5차년도에는 아시아종묘 베트남법인의 도움으로 베트남 판랑지역에서 팍초이 시험포를 운영하였다. PT1901, PT1902, PT1903, 싱싱하계, 싱싱골드, 싱싱보너스, 제이드, PT2001, 임팩트, 킹덤등의 자사품종을 테스트한 결과 현지 재배농민 및 상인들로부터 ‘제이드’품종의 재배성적이 가장 우수하여 선발되었다. 차후 베트남현지에서 시교를 확대하여 청경채 시장개척에 활용할 예정이다(그림 84).

(2) 국제종자박람회 참가

당사에서는 아시아종묘 종자의 우수성을 알리기 위해서 2021년 5차년도에는 2021 국제종자박람회(김제), 및 2021국제농업박람회에 참여하여 팍초이 수출촉진을 위한 활동을 진행하였다.(그림 85). 5차년도에도 4차년도와 마찬가지로 코로나19의 영향으로 해외 종자박람회 참석이 물리적으로 어려워 참석하지 못하였다.



<그림 85> 팍초이 수출 확대를 위한 2021 국제종자박람회(김제), 및 2021국제농업박람회 참여

13. 품종보호출원

가. 싱싱골드

1차년도에는 조합능력검정, 채종시험, 및 지역적응성 시험을 거쳐 우수 품종으로 검증된 1 품종(싱싱골드)을 품종보호출원하였다.

**작 물 명** (*Brassica campestris* L. spp. *chinensis* Jusl.)  
**품 종 명** : 싱싱골드 (SingSingGold)

1) 구분: 육성품종

2) 육성내역

구분	년도	2012	2013	2014	2015	2016	2017
소재도입							
계통순화, 소포자배양, 선발 및 조합작성							
조합작성 및 채종시험							
지역적응성 시험 및 농가 실증 시험							

3) 육성경과 도표 설명

-2012년 ~ 2014년 : 재료수집 및 계통고정

농가소득 증대와 새로운 수요 창출을 목적으로 고품질의 청경채 계통을 육성하기 위해 일본, 중국 등지에서 재료를 수집하여 그 목적에 따라 교잡 분리·고정 및 소포자배양 하였음.

-2013년 ~ 2016년 : 계통선발, 조합작성 및 채종시험

목적에 부합되는 계통을 양친으로 조합을 작성하고 이 조합들에 대하여 성능검정을 실시하여 4개월 재배안정성이 뛰어난 고품질의 청경채 조합을 선발하였음.

-2016년 ~ 2017년 : 지역적응성 및 농가실증시험

선발된 조합을 지역적응성시험 및 농가실증시험을 실시한 결과 성능이 우수하여 “싱싱골드”로 품종보호 출원을 하고자 함.

4) 적응지역

경기도 이천시 장호원읍

5) 품종의 특성

-잎 색은 녹색으로 입맛을 돋우는 웰빙 채소입니다.

-바깥잎 중륵의 색이 진한녹색인 청경채입니다.

-생장속도가 비교적 빠르며, 볶음용 중국요리, 어린잎채소용, 곁절이, 나물, 국거리, 등으로 적합합니다.

-4계절 재배안정성이 뛰어난 상품입니다.

#### 6) 재배 시 주의할 사항

-육묘시 진딧물 피해를 막기 위해 예방위주의 방제를 하고 한랭사를 설치합니다.

-봄 재배 시에는 육묘온도를 13℃이상으로 보온 육묘하여 추대 위험을 미리 막아야 합니다.

-고온에서는 벌레가 쉽게 있을 먹을 수 있으므로 방충망을 설치해야 합니다.

-봉사와 석회를 밑거름으로 시비해 주고, 유기칼슘제를 엽면시비 해주면 상품성이 좋아집니다.

#### 7) 육성계통도

년도	계 통 도		비 고
	모계	부계	
2012	6108-61	8074	재료수집
2013	6108-61-51-51	8074sp-118	계통순화, 계통고정 및 소포자배양
2014	6108-61-51-51-51-51	8074sp-118-51-51	“
2015	6108-61-G6 × 8074sp-118-G4		계통선발 및 조합작성 및 채종시험
2016	0 × 0		지역적응성 및 농가실증시험
2017	싱싱골드(Singsing Gold)		품종명 부여

\* 0는 계통이 고정되었음을 표시함

\* 51는 성숙모본으로 선발되었음을 나타냄

\* sp는 소포자배양을 통해 획득한 식물체임을 나타냄

① 재배전경 :

좌 - 출원품종(싱싱골드, Singing Gold, BN8488), 우 - 대조품종(비너스, 사카타종묘, BN8636)



② 수확 후 측정 및 비교 :

좌 - 출원품종(싱싱골드, Singing Gold, PT602), 우 - 대조품종(비너스, 사카타종묘)



나. 그린자이언트 (Green Giant)

2차년도에는 조합능력검정, 채종시험, 및 지역적응성 시험을 거쳐 우수 품종으로 검증된 2 품종 임팩트 청경채, 그린자이언트 소송채를 품종보호출원하였다.

작 물 명 (*Brassica rapa* var. *perviridis*)  
품 종 명 : 그린자이언트)



- 1) 구분: 육성품종
- 2) 육성내역

구분	년도	2013	2014	2015	2016	2017	2018
소재도입							
계통순화, 선발 및 조합작성							
조합작성 및 채종시험							
지역적응성 시험 및 농가 실증 시험							

### 3) 육성경과 도표 설명

- 2013년 ~ 2015년 : 재료수집 및 계통고정

농가소득 증대와 새로운 수요 창출을 목적으로 녹색의 색의 진하고 중륵이 좁은 어린잎채소 계통을 육성하기 위해 일본, 중국 등지에서 재료를 수집하여 그 목적에 따라 교잡 분리·고정하였음.

- 2014년 ~ 2017년 : 계통선발, 조합작성 및 채종시험

목적에 부합되는 계통을 양친으로 조합을 작성하고 이 조합들에 대하여 성능검정을 실시하여 녹색이 진하고 우수한 조합을 선발하였음.

- 2017년 ~ 2018년 : 지역적응성 및 농가실증시험

선발된 조합을 지역적응성시험 및 농가실증시험을 실시한 결과 성능이 우수하여 “그린자이언트”로 품종보호 출원을 하고자 함.

### 4) 적응지역

경기도 이천시 장호원읍

### 5) 품종의 특성

- 잎 색은 진한녹색으로 입맛을 돋우는 웰빙 채소입니다.
- 바깥잎 중륵의 너비가 좁은 녹색의 청경채입니다.
- 조생종으로 생장속도가 빠르며, 어린잎채소용으로 적합합니다.

### 6) 재배 시 주의할 사항

- 육묘시 진딧물 피해를 막기 위해 예방위주의 방제를 하고 한랭사를 설치합니다.
- 봄 재배 시에는 육묘온도를 13℃이상으로 보온 육묘하여 추대 위험을 미리 막아야 합니다.
- 고온에서는 벌레가 쉽게 잎을 먹을 수 있으므로 방충망을 설치해야 합니다.

-붕사와 석회를 밑거름으로 시비해 주고, 유기칼슘제를 엽면시비 해주면 상품성이 좋아집니다.

7) 육성계통도

년도	계 통 도		비 고
	모계	부계	
2013	8622	8623	재료수집
2014	8622-51-52	8623-51-51	계통순화 및 계통고정
2015	8622-51-52-51	8623-51-51-51	“
2016	8622-51-52-51-51 × 8623-51-51-52-51		계통선발 및 조합작성 및 채종시험
2017	0 × 0		지역적응성 및 농가실증시험
2018	PT-302		품종명 부여

\* 0는 계통이 고정되었음을 표시함

\* 51, 52는 성숙모본으로 선발되었음을 나타냄

① 재배전경 :

좌 - 출원품종(그린자이언트), 우 - 대조품종(비너스-사카타-BN8129)



② 수확 후 측정 및 비교 :

좌 - 출원품종(그린자이언트), 우 - 대조품종(비너스-사카타)



다. 임팩트 (Impect)

**작 물 명** (*Brassica campestris* L. spp. *chinensis* Jusl.)  
**품 종 명 : 임팩트**

1) 구분: 육성품종

2) 육성내역

구분	년도	2013	2014	2015	2016	2017	2018
소재도입							
계통순화, 선발 및 조합작성							
조합작성 및 채종시험							
지역적응성 시험 및 농가 실증 시험							

3) 육성경과 도표 설명

- 2013년 ~ 2015년 : 재료수집 및 계통고정

농가소득 증대와 새로운 수요 창출을 목적으로 녹색이 진하고 키가 큰 계통을 육성하기 위해 일본, 중국 등지에서 재료를 수집하여 그 목적에 따라 교잡 분리·고정 하였음.

- 2014년 ~ 2017년 : 계통선발, 조합작성 및 채종시험

목적에 부합되는 계통을 양친으로 조합을 작성하고 이 조합들에 대하여 성능검정을 실시하여 녹색이 진하고 키가 크고 우수한 조합을 선발하였음.

- 2017년 ~ 2018년 : 지역적응성 및 농가실증시험

선발된 조합을 지역적응성시험 및 농가실증시험을 실시한 결과 성능이 우수하여 “임팩트”로 품종보호 출원을 하고자 함.

4) 적응지역

경기도 이천시 장호원읍

5) 품종의 특성

-잎 색은 진한녹색으로 아삭한 식감이 입맛을 돋우는 웰빙 채소입니다.

- 잎 부분은 넓고, 줄기 부분은 굵으면서 단단한 녹색의 청경채입니다.
- 생장속도가 비교적 빠르며, 재배안정성이 뛰어난 상품입니다.

6) 재배 시 주의할 사항

- 육묘시 진딧물 피해를 막기 위해 예방위주의 방제를 하고 한랭사를 설치합니다.
- 봄 재배 시에는 육묘온도를 13℃이상으로 보온 육묘하여 추대 위험을 미리 막아야 합니다.
- 고온에서는 벌레가 쉽게 잎을 먹을 수 있으므로 방충망을 설치해야 합니다.
- 붕사와 석회를 밑거름으로 시비해 주고, 유기칼슘제를 엽면시비 해주면 상품성이 좋아집니다.

7) 육성계통도

년도	계 통 도		비 고
	모계	부계	
2013	2004	B.MS	재료수집
2014	2004-51-51	B.MS-29	계통순화 및 계통고정
2015	2004-51-51-51	B.MS-29-51-51	“
2016	2004-51-51-51-51 × B.MS-29-51-51-51		계통선발 및 조합작성 및 채종시험
2017	0 × 0		지역적응성 및 농가실증시험
2018	PT-805		품종명 부여

\* 0는 계통이 고정되었음을 표시함  
 \* 51, 52는 성숙모본으로 선발되었음을 나타냄

① 재배전경 :

좌 - 출원품종(임팩트), 우 - 대조품종(비너스-사카타-BN2320)



② 수확 후 측정 및 비교 :

좌 - 출원품종(임팩트), 우 - 대조품종(비너스-사카타)



라. 고기능성 품종 에픽하이 (Epichigh)

3차년도에는 조합능력검정, 채종시험, 및 지역적응성 시험을 거쳐 우수 품종으로 검증된 2 품종(에픽하이, 루비콘)을 품종보호출원하였다

**작 물 명** (*Brassica campestris* L. spp. *chinensis* Jusl.)  
**품 종 명** : 기능성물질 에피카테킨 고함유  
**에픽하이 (Epichigh) 품종개발**

1) 구분: 육성품종

2) 육성내역

구분	년도	2014	2015	2016	2017	2018	2019
소재도입							
계통순화, 선발 및 조합작성							
조합작성 및 채종시험							
지역적응성 시험 및 농가 실증 시험							

3) 육성경과 도표 설명

- 2014년 ~ 2016년 : 재료수집 및 계통고정

농가소득 증대와 새로운 수요 창출을 목적으로 안토시아닌 함량이 높은 자색의 고기능성 어린잎채소 계통을 육성하기 위해 일본, 중국 등지에서 재료를 수집하여 그 목적에 따라 교잡 분리·고정하였음.

- 2015년 ~ 2018년 : 계통선발, 조합작성 및 채종시험

목적에 부합되는 계통을 양친으로 조합을 작성하고 이 조합들에 대하여 성능검정을 실시하여 자색이 진하며 기능성 물질인 에피카테킨을 함유한 어린잎채소용의 우수한 조합을 선발하였음.

- 2018년 ~ 2019년 : 지역적응성 및 농가실증시험

선발된 조합을 지역적응성시험 및 농가실증시험을 실시한 결과 성능이 우수하여 “에픽하이 (Epichigh) ”로 품종보호출원 하고자 함.

4) 적응지역

경기도 이천시 장호원읍

5) 품종의 특성

- 잎 색은 진한적자색으로 입맛을 돋우는 웰빙 채소입니다.
- 바깥잎 중륵의 너비가 좁고 긴 자색 청경채입니다.
- 조생종으로 성장속도가 빠르며, 어린잎채소용으로 적합합니다.
- 하절기에도 진한 적자색을 유지합니다.

6) 재배 시 주의할 사항

- 육묘시 진딧물 피해를 막기 위해 예방위주의 방제를 하고 한랭사를 설치합니다.
- 봄 재배 시에는 육묘온도를 13℃ 이상으로 보온 육묘하여 추대 위험을 미리 막아야 합니다.
- 고온에서는 벌레가 쉽게 잎을 먹을 수 있으므로 방충망을 설치해야 합니다.
- 붕사와 석회를 밑거름으로 시비해 주고, 유기칼슘제를 엽면시비 해주면 상품성이 좋아집니다.

7) 육성계통도

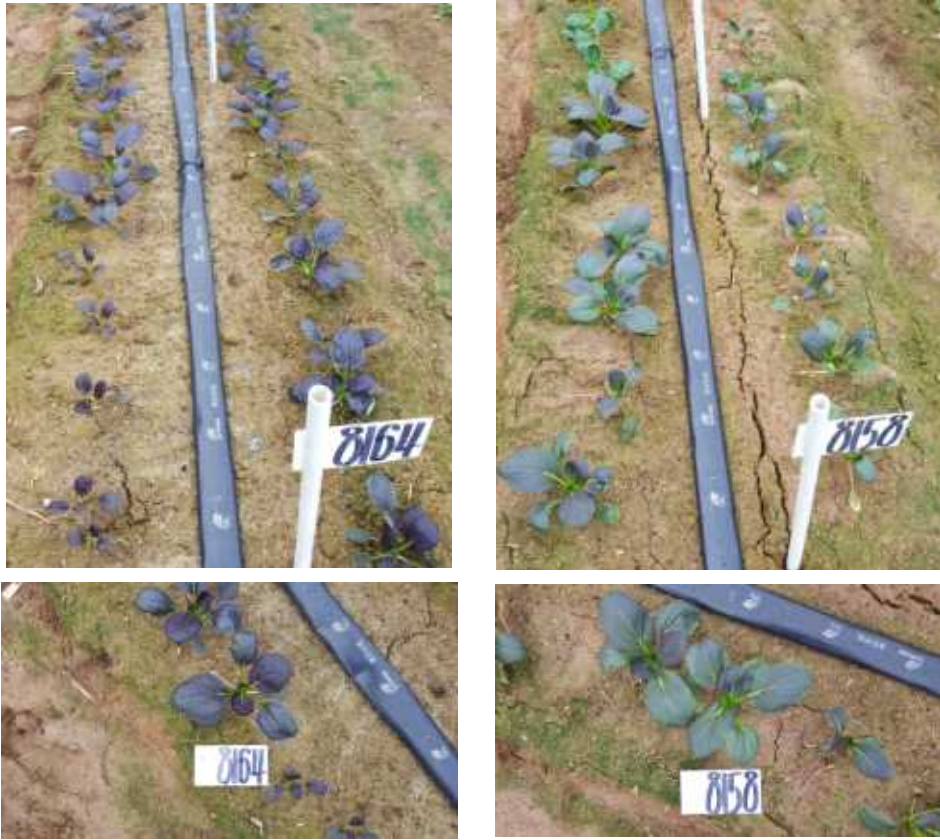
년도	계 통 도		비 고
	모계	부계	
2014	SY6	RCP2-14	재료수집
2015	SY6MSBC2	RCP2-14-51-51	계통순화 및 계통고정
2016	SY6MSBC4	RCP2-14-51-51-51-51	“
2017	SY6MSBC6 × RCP2-14-G6		계통선발 및 조합작성 및 채종시험
2018	0 × 0		지역적응성 및 농가실증시험
2019	에픽하이(Epichigh)		품종명 부여

- \* SY6MSBC6는 SY6계통을 음성불임 계통에 6번 여교잡(Back Cross) 하였음을 나타냄
- \* 0는 계통이 고정되었음을 표시함
- \* 51는 성숙모본으로 선발되었음을 나타냄



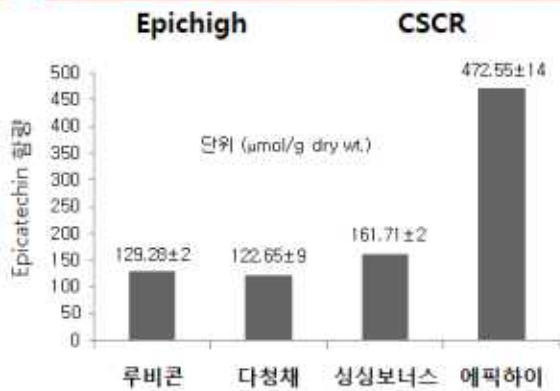
① 재배전경 :

좌 - 신고품종(<에픽하이, Epichigh>), 우 - 대조품종(CSCR-아시아종묘)



② 수확 후 측정 및 비교 :

좌 - 신고품종(에픽하이, Epichigh), 우 - 대조품종(CSCR-아시아종묘)



○ Epicatechin

- 근육생장 및 강화
- 혈관강화 및 혈행개선
- 항당뇨 효과
- 항산화효과
- 콜레스테롤 저하
- 뇌, 심장건강 향상

마. 루비콘 (Rubicon)

**작 물 명** (*Brassica juncea L. Czern. var Laciniata Makino*)  
**품 종 명 : 루비콘(Rubicon)**

- 1) 구분: 육성품종
- 2) 육성내역

구분	년도	2014	2015	2016	2017	2018	2019
소재도입							
계통순화, 선발 및 조합작성							
조합작성 및 채종시험							
지역적응성 시험 및 농가 실증 시험							

3) 육성경과 도표 설명

- 2014년 ~ 2016년 : 재료수집 및 계통고정  
 농가소득 증대와 새로운 수요 창출을 목적으로 자색의 결각이 강하고 중륵이 좁은 경수채 계통을 육성하기 위해 일본, 중국 등지에서 재료를 수집하여 그 목적에 따라 교잡 분리·고정하였음.
- 2015년 ~ 2018년 : 계통선발, 조합작성 및 채종시험  
 목적에 부합되는 계통을 양친으로 조합을 작성하고 이 조합들에 대하여 성능검정을 실시하여 자색이 진하고 결각이 강한 우수한 조합을 선발하였음.
- 2018년 ~ 2019년 : 지역적응성 및 농가실증시험  
 선발된 조합을 지역적응성시험 및 농가실증시험을 실시한 결과 성능이 우수하여 “루비콘(Rubicon)”로 품종보호 출원을 하고자 함.

3) 적응지역

경기도 이천시 장호원읍

4) 품종의 특성

- 잎 색은 적자색으로 입맛을 돋우는 웰빙 채소입니다.
- 바깥잎 중륵의 너비가 좁은 적자색의 경수채입니다.
- 성장속도가 빠르며, 베이비리프용으로도 적합합니다.

5) 재배 시 주의할 사항

- 육묘시 진딧물 피해를 막기 위해 예방위주의 방제를 하고 한랭사를 설치합니다.
- 봄 재배 시에는 육묘온도를 13℃이상으로 보온 육묘하여 추대 위험을 미리 막아야 합니다.
- 고온에서는 벌레가 쉽게 있을 먹을 수 있으므로 방충망을 설치해야 합니다.
- 붕사와 석회를 밑거름으로 시비해 주고, 유기칼슘제를 엽면시비 해주면 상품성이 좋아집니다.

7) 육성계통도

년도	계 통 도		비 고
	모계	부계	
2013	MSBC1x8257-G7	8257-1	재료수집
2014	MSBC3x8257-G7	8257-1-52-51-52-51	계통순화 및 계통고정
2015	MSBC5x8257-G7	8257-1-G7	“
2016	(MSBC5 × 8257-G7) × 8257-1-G8		계통선발 및 조합작성 및 채종시험
2017	0 × 0		지역적응성 및 농가실증시험
2018	루비콘(Rubicon)		품종명 부여

\* 0는 계통이 고정되었음을 표시함

\* 51, 52는 성숙모본으로 선발되었음을 나타냄

① 재배전경 :

좌 - 대조품종 (레드킹덤(아시아)-8182) 우 - 출원품종 (Rubicon(루비콘) - 8781)



② 수확 후 측정 및 비교 :

좌 - 대조품종(레드킹덤(아시아) , 우 - 출원품종(<Rubicon>, 루비콘)



바. 킹덤 (Kindom)

4차년도에는 조합능력검정, 채종시험, 및 지역적응성 시험을 거쳐 우수 품종으로 검증된 2 품종(킹덤, 루비스)을 품종보호출원하였다.

**작 물 명** (*Brassica campestris* L. spp. *chinensis* Jusl.)  
**품 종 명 : 킹덤(Kingdom)**

- 1) 구분: 육성품종
- 2) 육성내역

구분	년도	2015	2016	2017	2018	2019	2020
소재도입							
계통순화, 선발 및 조합작성							
조합작성 및 채종시험							
지역적응성 시험 및 농가 실증 시험							

3) 육성경과 도표 설명

- 2015년 ~ 2017년 : 재료수집 및 계통고정  
 농가소득 증대와 새로운 수요 창출을 목적으로 녹색이 진하고 키가 큰 계통을 육성하기 위해 일본, 중국 등지에서 재료를 수집하여 그 목적에 따라 교잡 분리·고정하였음.
- 2016년 ~ 2019년 : 계통선발, 조합작성 및 채종시험  
 목적에 부합되는 계통을 양친으로 조합을 작성하고 이 조합들에 대하여 성능검정을 실시하여 녹색이 진하고 키가 크고 우수한 조합을 선발하였음.
- 2019년 ~ 2020년 : 지역적응성 및 농가실증시험  
 선발된 조합을 지역적응성시험 및 농가실증시험을 실시한 결과 성능이 우수하여 “킹덤”로 품종보호 출원을 하고자 함.

4) 적응지역

경기도 이천시 장호원읍

5) 품종의 특성

- 잎 색은 진한녹색으로 아삭한 식감이 입맛을 돋우는 웰빙 채소입니다.
- 잎 부분은 넓고, 줄기 부분은 굵으면서 단단한 녹색의 청경채입니다.

-생장속도가 비교적 빠르며, 재배안정성이 뛰어난 상품입니다.

6) 재배 시 주의할 사항

- 육묘시 진딧물 피해를 막기 위해 예방위주의 방제를 하고 한랭사를 설치합니다.
- 봄 재배 시에는 육묘온도를 13℃이상으로 보온 육묘하여 추대 위험을 미리 막아야 합니다.
- 고온에서는 벌레가 쉽게 잎을 먹을 수 있으므로 방충망을 설치해야 합니다.
- 붕사와 석회를 밑거름으로 시비해 주고, 유기칼슘제를 엽면시비 해주면 상품성이 좋아집니다.

7) 육성계통도

년도	계 통 도		비 고
	모계	부계	
2014	2004-51	1-1	재료수집
2015	2004-51-51	1-1-51-51	계통순화 및 계통고정
2016	2004-51-51-51	1-1-51-51-51-51	“
2017	2004-51-51-51-51 ×1-1-G4-51-53-51		계통선발 및 조합작성 및 채종시험
2018	0 × 0		지역적응성 및 농가실증시험
2019	PT-2002		킹덤

\* 0는 계통이 고정되었음을 표시함  
 \* 51, 53는 성숙모본으로 선발되었음을 나타냄

① 재배전경 :

좌 - 출원품종(PT-2002, 킹덤),

우 - 대조품종(비너스-사카타)



② 수확 후 측정 및 비교 :

좌 - 출원품종(PT-2002, 킹덤),

우 - 대조품종(비너스-사카타)



사. 루비스 (Rubies)

**작 물 명** (*Brassica campestris* L. spp. *chinensis* Jusl.)  
**품 종 명 : 루비스(Rubies)**

- 1) 구분: 육성품종
- 2) 육성내역

구분 \ 년도	2014	2015	2016	2017	2018	2019
소재도입						
계통순화, 선발 및 조합작성						
조합작성 및 채종시험						
지역적응성 시험 및 농가 실증 시험						

3) 육성경과 도표 설명

- 2014년 ~ 2016년 : 재료수집 및 계통고정  
 농가소득 증대와 새로운 수요 창출을 목적으로 안토시아닌 함량이 높은 자색의 고기능성 어린잎채소 계통을 육성하기 위해 일본, 중국 등지에서 재료를 수집하여 그 목적에 따라 교잡 분리·고정하였음.
- 2015년 ~ 2018년 : 계통선발, 조합작성 및 채종시험  
 목적에 부합되는 계통을 양친으로 조합을 작성하고 이 조합들에 대하여 성능검정을 실시하여 자색이 진하며 기능성 물질인 에피카테킨을 함유한 어린잎채소용의 우수한 조합을 선발하였음.
- 2018년 ~ 2019년 : 지역적응성 및 농가실증시험  
 선발된 조합을 지역적응성시험 및 농가실증시험을 실시한 결과 성능이 우수하여 “루비스(Rubies) ”로 품종보호 출원 하고자 함.

4) 적응지역

경기도 이천시 장호원읍

5) 품종의 특성

-잎 색은 붉은색을 띠며, 입맛을 돋우는 웰빙 채소입니다.



- 바깥잎 중륵의 너비가 좁고 긴 자색 청경채입니다.
- 조생종으로 성장속도가 빠르며, 어린잎채소용으로 적합합니다.
- 하절기에도 자색을 유지합니다.

6) 재배 시 주의할 사항

- 육묘시 진딧물 피해를 막기 위해 예방위주의 방제를 하고 한랭사를 설치합니다.
- 봄 재배 시에는 육묘온도를 13℃이상으로 보온 육묘하여 추대 위험을 미리 막아야 합니다.
- 고온에서는 벌레가 쉽게 있을 먹을 수 있으므로 방충망을 설치해야 합니다.
- 붕사와 석회를 밑거름으로 시비해 주고, 유기칼슘제를 엽면시비 해주면 상품성이 좋아집니다.

7) 육성계통도

년도	계 통 도		비 고
	모계	부계	
2014	SY	19DH24-1	재료수집
2015	SYMSBC2	19DH24-1-51-51	계통순화 및 계통고정
2016	SYMSBC4	19DH24-1-G4	“
2017	SYMSBC5 × 19DH24-1-G4		계통선발 및 조합작성 및 채종시험
2018	0 × 0		지역적응성 및 농가실증시험
2019	알피이공공일(RP-2001)		루비스(Rubies)

- \* SYMSBC5는 SY계통을 웅성불임 계통에 5번 여교잡(Back Cross) 하였음을 나타냄
- \* 0는 계통이 고정되었음을 표시함
- \* 51는 성숙모본으로 선발되었음을 나타냄

① 재배전경 :

좌 - 출원품종(RP-2001, 루비스)

우 - 대조품종(청사초롱-아시아종묘)



② 수확 후 측정 및 비교 :

좌 - 출원품종(알피이공공일, RP-2001, 루비스), 우 - 대조품종(청사초롱-아시아종묘)



아. 캡틴그린 (Captain Green)

5차년도에는 조합능력검정, 채종시험, 및 지역적응성 시험을 거쳐 우수 품종으로 검증된 2품종(캡틴그린, 퍼플미브즈나)을 품종보호출원하였다.

**작 물 명** (*Brassica rapa* subsp. *chinensis*)  
**품 종 명** : 캡틴그린(Captain Green)

1) 구분: 육성품종

2) 육성내역

구분	년도	2016	2017	2018	2019	2020	2021
소재도입							
계통순화, 선발 및 조합작성							
조합작성 및 채종시험							
지역적응성 시험 및 농가 실증 시험							

3) 육성경과 도표 설명

- 2016년 ~ 2018년 : 재료수집 및 계통고정

농가소득 증대와 새로운 수요 창출을 목적으로 녹색이 진하고 키가 큰 계통을 육성하기 위해 일본, 중국 등지에서 재료를 수집하여 그 목적에 따라 교잡 분리·고정하였음.

- 2017년 ~ 2020년 : 계통선발, 조합작성 및 채종시험

목적에 부합되는 계통을 양친으로 조합을 작성하고 이 조합들에 대하여 성능검정을 실시하여 녹색이 진하고 키가 크고 우수한 조합을 선발하였음.

- 2020년 ~ 2021년 : 지역적응성 및 농가실증시험

선발된 조합을 지역적응성시험 및 농가실증시험을 실시한 결과 내서성이 우수하고 Fusarium등의 시들음병에 비교적 내성이 있어 ‘캡틴그린(Captain Green)’으로 품종보호출원을 하고자 함.

4) 적응지역

경기도 이천시 장호원읍

5) 품종의 특성

-잎 색은 진한녹색으로 아삭한 식감이 입맛을 돋우는 웰빙 채소입니다.

- 잎 부분은 넓고, 줄기 부분은 굵으면서 단단한 녹색의 청경채입니다.
- 생장속도가 비교적 빠르며, 재배안정성이 뛰어난 상품입니다.

6) 재배 시 주의할 사항

- 육묘시 진딧물 피해를 막기 위해 예방위주의 방제를 하고 한랭사를 설치합니다.
- 봄 재배 시에는 육묘온도를 13℃ 이상으로 보온 육묘하여 추대 위험을 미리 막아야 합니다.
- 고온에서는 벌레가 쉽게 잎을 먹을 수 있으므로 방충망을 설치해야 합니다.
- 붕사와 석회를 밑거름으로 시비해 주고, 유기칼슘제를 엽면시비 해주면 상품성이 좋아집니다.

7) 육성계통도

년도	계 통 도		비 고
	모계	부계	
2016	7243-51	8129-51	재료수집
2017	7243-51-51-51	8129-51-51-51	계통순화 및 계통고정
2018	7243-51-51-51-51-51	8129-51-51-51-51-51	“
2019	7243-51-51-51-51-51-51 × 8129-51-51-51-51-51		계통선발 및 조합작성 및 채종시험
2020	0 × 0		지역적응성 및 농가실증시험
2021	캡틴그린(Captain Green)		품종명 부여

\* 0는 계통이 고정되었음을 표시함  
 \* 51은 성숙모본으로 선발되었음을 나타냄

① 재배진경 :

좌 - 출원품종(비엔구삼육팔, BN9368),

우 - 대조품종(비너스-사카타)



② 수확 후 측정 및 비교 :

좌 - 출원품종(비엔구삼육팔, BN9368), 우 - 대조품종(비너스-사카타)



자. 고기능성품종 퍼플미브즈나 (Purple Mibzuna)

작 물 명 임생채(*Brassica rapa* var. *japonica*) X  
 경수채(*Brassica rapa* var. *niposinica*)  
 품 종 명 : 퍼플미브즈나(PurpleMibzuna)

- 1) 구분: 육성품종
- 2) 육성내역

구분	년도	2016	2017	2018	2019	2020	2021
소재도입							
계통순화, 선발 및 조합작성							
조합작성 및 채종시험							
지역적응성 시험 및 농가 실증 시험							

3) 육성경과 도표 설명

- 2016년 ~ 2018년 : 재료수집 및 계통고정

농가소득 증대와 새로운 수요 창출을 목적으로 자색과 곱각이 있는 경수채 계통과 녹색의 잎생채를 각각 일본, 중국 등지에서 재료를 수집하여 그 목적에 따라 교잡 분리·고정하였음.

- 2017년 ~ 2020년 : 계통선발, 조합작성 및 채종시험

목적에 부합되는 계통을 양친으로 조합을 작성하고 이 조합들에 대하여 성능검정을 실시한 결과 자색의 곱각이 있는 우수한 조합을 선발하였음.

- 2019년 ~ 2021년 : 지역적응성 및 농가실증시험

선발된 조합을 지역적응성시험 및 농가실증시험을 실시한 결과 자색이 우수하며, 1세 부 위탁 충남대 박상언교수 연구팀의 성분분석결과 기능성물질인 Glucosinolate, Gluconapin이 대비종에 비해 높아 “퍼플미브즈나”로 품종보호출원을 하고자 함.

4) 적응지역

경기도 이천시 장호원읍

5) 품종의 특성

- 잎 색은 적자색으로 입맛을 돋우는 웰빙 채소입니다.
- 바깥잎 중륵의 너비가 좁은 적자색의 경수채입니다.
- 성장속도가 빠르며, 베이비리프용으로도 적합합니다.

6) 재배 시 주의할 사항

- 육묘시 진딧물 피해를 막기 위해 예방위주의 방제를 하고 한랭사를 설치합니다.
- 봄 재배 시에는 육묘온도를 13℃ 이상으로 보온 육묘하여 추대 위험을 미리 막아야 합니다.
- 고온에서는 벌레가 쉽게 잎을 먹을 수 있으므로 방충망을 설치해야 합니다.
- 봉사와 석회를 밑거름으로 시비해 주고, 유기칼슘제를 엽면시비 해주면 상품성이 좋아집니다.

7) 육성계통도

년도	계 통 도		비 고
	모계	부계	
2016	MSBC1x8647-G6	8142-51	재료수집
2017	MSBC3x8647-G6	8142-51-51-51	계통순화 및 계통고정
2018	MSBC5x8647-G6	8142-51-51-51-51	“
2019	MSBC7x8647-G6 × 8142-G7		계통선발 및 조합작성 및 채종시험
2020	0 × 0		지역적응성 및 농가실증시험
2021	퍼플미브즈나(PurpleMibeuzeuna)		품종명 부여

\* 0는 계통이 고정되었음을 표시함

\* 51는 성숙모본으로 선발되었음을 나타냄

<퍼플 미브즈나>



Compounds ( $\mu\text{g/g}$ dry weight)	비너스		퍼플미브즈나	
	어린단계	성장 후	어린단계	성장 후
Gluconapin	1,265.24 $\pm$ 213.36	2,867.10 $\pm$ 362.94	8,379.59 $\pm$ 3,305.02	23,397.63 $\pm$ 2,585.35
Total Glucosinolate	1,642.72 $\pm$ 1,444.92	4,712.73 $\pm$ 575.20	7,409.02 $\pm$ 7,131.77	33,696.46 $\pm$ 4,142.39



14. 품종 생산·수입판매신고

가. 레드티어 (Red Tear)

1차년도에는 조합능력검정, 채종시험, 및 지역적응성 시험을 거쳐 우수 품종으로 검증된 1 품종(레드티어)을 품종 생산·수입판매신고 하였다.

**작 물 명** (*Brassica campestris* L. spp. *chinensis* Jusl.)  
**품 종 명** : 레드티어(Red Tear)

1) 구분: 육성품종

2) 육성내력

구분	년도	2012	2013	2014	2015	2016	2017
소재도입							
계통순화, 선발 및 조합작성							
조합작성 및 채종시험							
지역적응성 시험 및 농가 실증 시험							

3) 육성경과 도표 설명

-2012년 ~ 2014년 : 재료수집 및 계통고정

농가소득 증대와 새로운 수요 창출을 목적으로 안토시아닌 함량이 높은 붉은색의 고기능성 어린잎채소 계통을 육성하기 위해 일본, 중국 등지에서 재료를 수집하여 그 목적에 따라 교잡 분리·고정하였음.

-2013년 ~ 2016년 : 계통선발, 조합작성 및 채종시험

목적에 부합되는 계통을 양친으로 조합을 작성하고 이 조합들에 대하여 성능검정을 실시하여 잎이 자색이고 중륵이 연두색인 기능성 어린잎채소용의 우수한 조합을 선발하였음.

-2016년 ~ 2017년 : 지역적응성 및 농가실증시험

선발된 조합을 지역적응성시험 및 농가실증시험을 실시한 결과 성능이 우수하여“레드티어 (Red Tear)”로 생산·수입판매 신고를 하고자 함.

4) 적응지역

경기도 이천시 장호원읍

5) 품종의 특성

- 엽색은 자색에 중록이 연두색으로 입맛을 돋우는 웰빙 채소입니다.
- 잎은 일반 청경채와 유사하며 밀동이 등글어 수량성이 뛰어납니다.
- 조생종으로 성장속도가 빠르며, 어린잎채소용으로 적합합니다.
- 하절기에는 붉은색이 열어지며 동절기에는 진해집니다.

6) 재배 시 주의할 사항

- 육묘시 진딧물 피해를 막기 위해 예방위주의 방제를 하고 한랭사를 설치합니다.
- 봄 재배 시에는 육묘온도를 13℃이상으로 보온 육묘하여 추대 위험을 미리 막아야 합니다.
- 고온에서는 벌레가 쉽게 잎을 먹을 수 있으므로 방충망을 설치해야 합니다.
- 붕사와 석회를 밑거름으로 시비해 주고, 유기칼슘제를 엽면시비 해주면 상품성이 좋아집니다.

7) 육성계통도

년도	계 통 도		비 고
	모계	부계	
2012	SY	2H-1	재료수집
2013	SYMS	2H-1-51-51	계통순화 및 계통고정
2014	SYMSBC×DH-5	2H-1-51-51-51	“
2015	(SYMSBC0×DH-5) × 2H-1-G4		계통선발 및 조합작성 및 채종시험
2016	0 × 0		지역적응성 및 농가실증시험
2017	레드티어(Red Tear)		품종명 부여

- \* SYMSBC0는 SY계통을 음성불임 계통에 1번 여교잡(Back Cross) 하였음을 나타냄
- \* 0는 계통이 고정되었음을 표시함
- \* 51는 성숙모본으로 선발되었음을 나타냄

① 재배전경 :

좌 - 신고품종(레드티어, RP-97), 우 - 대조품종(퍼플매직-아시아종묘)



② 수확 후 측정 및 비교 :

좌 - 신고품종(레드티어, RP-97), 우 - 대조품종(퍼플매직-아시아종묘)



나. 피티504 (PT-504)

2차년도에는 조합능력검정, 채종시험, 및 지역적응성 시험을 거쳐 우수 품종으로 검증된 1 품종(PT-504)을 품종 생산·수입판매신고 하였다.

**작 물 명** (*Brassica campestris* L. spp. *chinensis* Just.)  
**품 종 명 : 피티504(PT-504)**

1) 구분: 육성품종

2) 육성내력

구분	년도	2013	2014	2015	2016	2017	2018
소재도입							
계통순화, 선발 및 조합작성							
조합작성 및 채종시험							
지역적응성 시험 및 농가 실증 시험							

3) 육성경과 도표 설명

- 2013년 ~ 2015년 : 재료수집 및 계통고정

농가소득 증대와 새로운 수요 창출을 목적으로 녹색의 색이 진하고, 중특이 좁은 청경채 계통을 육성하기 위해 일본, 중국 등지에서 재료를 수집하여 그 목적에 따라 교잡 분리·고정하였음.

- 2014년 ~ 2017년 : 계통선발, 조합작성 및 채종시험

목적에 부합되는 계통을 양친으로 조합을 작성하고 이 조합들에 대하여 성능검정을 실시하여 녹색이 진하고 중특이 얇고 광택이 있는 우수한 조합을 선발하였음.

- 2017년 ~ 2018년 : 지역적응성 및 농가실증시험

선발된 조합을 지역적응성시험 및 농가실증시험을 실시한 결과 성능이 우수하여 “피티504(PT-504)”로 생산·수입판매 신고를 하고자 함.

4) 적응지역

경기도 이천시 장호원읍

5) 품종의 특성

- 엽색은 진한녹색에 중록이 연두색으로 입맛을 돋우는 웰빙 채소입니다.
- 잎은 일반 청경채와 유사하며 중록이 좁은 청경채입니다.
- 조생종으로 성장속도가 빠르며, 어린잎채소용으로 적합합니다.

6) 재배 시 주의할 사항

- 육묘시 진딧물 피해를 막기 위해 예방위주의 방제를 하고 한랭사를 설치합니다.
- 봄 재배 시에는 육묘온도를 13℃ 이상으로 보온 육묘하여 추대 위험을 미리 막아야 합니다.
- 고온에서는 벌레가 쉽게 잎을 먹을 수 있으므로 방충망을 설치해야 합니다.
- 붕사와 석회를 밑거름으로 시비해 주고, 유기칼슘제를 엽면시비 해주면 상품성이 좋아집니다.

7) 육성계통도

년도	계 통 도		비 고
	모계	부계	
2013	BP-103	BP-103	재료수집
2014	BP-103-1	BP-103-2	계통순화 및 계통고정
2015	BP-103-1-51	BP-103-2-51	“
2016	BP-103-1-51-51 × BP-103-2-51-51		계통선발 및 조합작성 및 채종시험
2017	0 × 0		지역적응성 및 농가실증시험
2018	피티504(PT-504)		품종명 부여

\* 51는 성숙모본으로 선발되었음을 나타냄

① 재배전경 :

좌 - 신고품종(피티504, PT-504),

우 - 대조품종(비너스-사카타)



② 수확 후 측정 및 비교 :

좌 - 신고품종(피티504, PT-504), 우 - 대조품종(비너스-사카타)



다. 아시아스머프 (Asia Smurfs)

3차년도에는 조합능력검정, 채종시험, 및 지역적응성 시험을 거쳐 우수 품종으로 검증된 1 품종(화이트스머프)을 품종 생산·수입판매신고 하였다.

작 물 명 (*Brassica campestris* L. spp. *chinensis* Just.)  
 품 종 명 : 아시아스머프(Asia Smurfs)

- 1) 구분: 육성품종
- 2) 육성내력

구분	년도	2014	2015	2016	2017	2018	2019
소재도입							
계통순화, 선발 및 조합작성							
조합작성 및 채종시험							
지역적응성 시험 및 농가 실증 시험							

3) 육성경과 도표 설명

- 2014년 ~ 2016년 : 재료수집 및 계통고정  
 농가소득 증대와 새로운 수요 창출을 목적으로 잎줄기가 백색의 백경채 계통을 육성하기 위해 일본, 중국 등지에서 재료를 수집하여 그 목적에 따라 교잡 분리·고정하였음.
- 2015년 ~ 2018년 : 계통선발, 조합작성 및 채종시험  
 목적에 부합되는 계통을 양친으로 조합을 작성하고 이 조합들에 대하여 성능검정을 실시하여 중특이 백색이고 엽색이 농록색인 우수한 조합을 선발하였음.
- 2018년 ~ 2019년 : 지역적응성 및 농가실증시험  
 선발된 조합을 지역적응성시험 및 농가실증시험을 실시한 결과 성능이 우수하여 “아시아스머프(Asia Smurfs)”로 생산·수입판매 신고를 하고자 함.

4) 적응지역

경기도 이천시 장호원읍

5) 품종의 특성

- ①엽색은 농록색의 진한 녹색으로 입맛을 돋우는 웰빙 채소입니다.
- ②바깥잎 중특의 너비가 좁고 흰색의 백경채입니다.
- ③엽육이 단단하며 수분이 많아 식미가 양호합니다.

6) 재배 시 주의할 사항

- 육묘시 진딧물 피해를 막기 위해 예방위주의 방제를 하고 한랭사를 설치합니다.
- 봄 재배 시에는 육묘온도를 13℃이상으로 보온 육묘하여 추대 위험을 미리 막아야 합니다.
- 고온에서는 벌레가 쉽게 잎을 먹을 수 있으므로 방충망을 설치해야 합니다.
- 봉사와 석회를 밑거름으로 시비하고, 유기칼슘제를 엽면시비 해주면 상품성이 좋아집니다.

7). 육성계통도

년도	계 통 도		비 고
	모계	부계	
2010	CH6	CBS-5	재료수집
2011	CH6MSBC2	CBS-4-51-52	계통순화 및 계통고정
2012	CH6MSBC4	CBS-4-51-52-51	“
2013	CH6MSBC5 × CBS-4-G5		계통선발 및 조합작성 및 채종시험
2014	0 × 0		지역적응성 및 농가실증시험
2015	아시아스머프(Asia Smurfs)		품종명 부여



- \* CH6MSBC5는 CH6계통을 웅성불임 계통에 5번 여교잡(Back Cross) 하였음을 나타냄
- \* 0는 계통이 고정되었음을 표시함
- \* 51는 성숙모본으로 선발되었음을 나타냄

① 재배전경 :

좌 - 신고품종(아시아스머프, Asia Smurfs),

우 - 대조품종(화이트초이-아시아종묘)



라. 피티2001 (PT-2001)

4차년도에는 조합능력검정, 채종시험, 및 지역적응성 시험을 거쳐 우수 품종으로 검증된 1 품종(PT-2001)을 품종 생산·수입판매신고 하였다.

**작 물 명 (*Brassica campestris* L. spp. *chinensis* Jusl.)**  
**품 종 명 : 피티2001(PT-2001)**

1) 구분: 육성품종

2) 육성내력

구분	년도	2015	2016	2017	2018	2019	2020
소재도입							
계통순화, 선발 및 조합작성							
조합작성 및 채종시험							
지역적응성 시험 및 농가 실증 시험							

3) 육성경과 도표 설명

- 2015년 ~ 2017년 : 재료수집 및 계통고정

농가소득 증대와 새로운 수요 창출을 목적으로 녹색이 진하고 키가 큰 계통을 육성하기 위해 일본, 중국 등지에서 재료를 수집하여 그 목적에 따라 교잡 분리·고정하였음.

- 2016년 ~ 2019년 : 계통선발, 조합작성 및 채종시험

목적에 부합되는 계통을 양친으로 조합을 작성하고 이 조합들에 대하여 성능검정을 실시하여 녹색이 진하고 키가 크고 우수한 조합을 선발하였음.

- 2019년 ~ 2020년 : 지역적응성 및 농가실증시험

선발된 조합을 지역적응성시험 및 농가실증시험을 실시한 결과 성능이 우수하여 "PT-2001"로 품종보호 출원을 하고자 함.

4) 적응지역

경기도 이천시 장호원읍

5) 품종의 특성

- 잎 색은 진한녹색으로 아삭한 식감이 입맛을 돋우는 웰빙 채소입니다.
- 잎 부분은 넓고, 줄기 부분은 굵으면서 단단한 녹색의 청경채입니다.
- 생장속도가 비교적 빠르며, 재배안정성이 뛰어난 상품입니다.
- 잎 색은 진한녹색으로 아삭한 식감이 입맛을 돋우는 웰빙 채소입니다.
- 잎 부분은 넓고, 줄기 부분은 굵으면서 단단한 녹색의 청경채입니다.
- 생장속도가 비교적 빠르며, 재배안정성이 뛰어난 상품입니다.

6) 재배 시 주의할 사항

- 육묘시 진딧물 피해를 막기 위해 예방위주의 방제를 하고 한랭사를 설치합니다.
- 봄 재배 시에는 육묘온도를 13℃ 이상으로 보온 육묘하여 추대 위험을 미리 막아야 합니다.
- 고온에서는 벌레가 쉽게 잎을 먹을 수 있으므로 방충망을 설치해야 합니다.
- 봉사와 석회를 밑거름으로 시비해 주고, 유기칼슘제를 엽면시비 해주면 상품성이 좋아집니다.

7). 육성계통도

년도	계 통 도		비 고
	모계	부계	
2014	GF	male-51	재료수집
2015	GF-11	male-51-51-51	계통순화 및 계통고정
2016	GF-11-1	male-G4	“
2017	GF-11-1 × male-G4-51-51-51		계통선발 및 조합작성 및 채종시험
2018	0 × 0		지역적응성 및 농가실증시험
2019	PT-2001		품종명 부여

\* 0는 계통이 고정되었음을 표시함

\* 51는 성숙모본으로 선발되었음을 나타냄

① 재배전경 :

좌 - 출원품종(PT-2001),

우 - 대조품종(비너스-사카타)



마. 퍼플크라운 (Purple Crown)

5차년도에는 조합능력검정, 채종시험, 및 지역적응성 시험을 거쳐 우수 품종으로 검증된 1품종(퍼플크라운)을 품종 생산·수입판매신고 하였다.

**작 물 명 (*Brassica juncea L. Czern. var Laciniata Makino*)**  
**품 종 명 : 퍼플크라운(Purple Crown)**

1) 구분: 육성품종

2) 육성내력

구분	년도	2016	2017	2018	2019	2020	2021
소재도입							
계통순화, 선발 및 조합작성							
조합작성 및 채종시험							
지역적응성 시험 및 농가 실증 시험							

3) 육성경과 도표 설명

- 2016년 ~ 2018년 : 재료수집 및 계통고정

농가소득 증대와 새로운 수요 창출을 목적으로 자색의 결각이 강하고 중륵이 좁은 경수채 계통을 육성하기 위해 일본, 중국 등지에서 재료를 수집하여 그 목적에 따라 교잡 분리·고정하였음.

- 2017년 ~ 2020년 : 계통선발, 조합작성 및 채종시험

목적에 부합되는 계통을 양친으로 조합을 작성하고 이 조합들에 대하여 성능검정을 실시한 결과 자색이 진하고 결각이 강한 우수한 조합을 선발하였음.

- 2019년 ~ 2021년 : 지역적응성 및 농가실증시험

선발된 조합을 지역적응성시험 및 농가실증시험을 실시한 결과 성능이 우수하여 “Purple Crown(퍼플크라운)”로 품종보호 출원을 하고자 함.

4) 적응지역

경기도 이천시 장호원읍

5) 품종의 특성

- 잎 색은 적자색으로 입맛을 돋우는 웰빙 채소입니다.

- 바깥잎 증류의 너비가 좁은 적자색의 경수채입니다.
- 생장속도가 빠르며, 베이비리프용으로도 적합합니다.

6) 재배 시 주의할 사항

- 육묘시 진딧물 피해를 막기 위해 예방위주의 방제를 하고 한랭사를 설치합니다.
- 봄 재배 시에는 육묘온도를 13℃이상으로 보온 육묘하여 추대 위험을 미리 막아야 합니다.
- 고온에서는 벌레가 쉽게 잎을 먹을 수 있으므로 방충망을 설치해야합니다.
- 봉사와 석회를 밑거름으로 시비해 주고, 유기칼슘제를 엽면시비 해주면 상품성이 좋아집니다.

7) 육성계통도

년도	계 통 도		비 고
	모계	부계	
2016	MSBC0x8257-G10	8142-51	재료수집
2017	MSBC2x8257-G10	8142-51-51-51	계통순화 및 계통고정
2018	MSBC4x8257-G10	8142-51-51-51-51	“
2019	MSBC6x8257-G10 × 8142-G5		계통선발 및 조합작성 및 채종시험
2020	0 × 0		지역적응성 및 농가실증시험
2021	퍼플크라운(Purple Crown)		품종명 부여

\* 0는 계통이 고정되었음을 표시함

\* 51는 성숙모본으로 선발되었음을 나타냄

① 재배전경 :

좌 - 생판신고품종(비엔구삼사팔, BN9348)



우 - 대조품종(루비콘, 아시아종묘)



## 제2절 1세부-위탁 ‘팍초이류 기능성 물질 생산 기작 및 바이오파마 개발로 육종지원 기술 개발’ 연구수행 내용 및 결과

### 1. 1차년도 연구수행 내용 및 결과

#### 가. 팍초이 품종의 전사체 비교 분석

팍초이는 배추과에 속하는 1년생 초본 식물로 모양은 위로 자라고 중앙의 맥은 넓고 두꺼우며 생육적정온도는 15~25℃로 최대 30~45 cm까지 자라는 것으로 알려져 있다 (그림 86). 팍초이에는 글루코시놀레이트, 플라보노이드, 비타민, 미네랄과 같은 다량의 기능성 물질이 분포하고 있는 것으로 알려져 최근 아시아뿐만 아니라 유럽에서도 그 수요가 증가하고 있는 상황이다. 아시아 종묘를 통해 분양받은 보라색 잎을 가진 팍초이 ‘8389’ 품종을 대상으로 팍초이의 고기능성 물질 및 이와 관련된 유전자를 분리하고 물질 합성 경로의 조절 기작을 연구하고자 대조군으로 녹색 팍초이 품종인 ‘8210’을 사용하여 총전사체 분석을 수행하였다.



그림 86. 녹색 팍초이 (A, B)와 보라 팍초이 (C, D)의 사진.

아시아 종묘 농장에서 발아 후 두달째 되는 샘플을 채취하여 RNA 추출 후 illumina sequencer를 이용하여 NGS 분석을 수행하였다. Sequencing된 팍초이의 short read를 이용하여 FPKM 분석을 통해 평준화시킨 후 유전자 발현양을 비교 하였고 발현에 유의한 차이를 보이는 유전자를 선별하고 그것의 기능을 분석하기 위해 annotation 및 Functional Category(GO) 분석을 수행하였다. Sequencing된 녹색 팍초이와 보라 팍초이의 총 read 수는 각각 60,326,098 reads와 61,551,452 reads였다 (표 12).

표 12. 팍초이 품종의 sequencing 결과

Sample	Yield (MB)	# Clusters	% Filter passed clusters	# Read1	# Read2	# Total reads	% >= Q30 bases	Mean Quality Score
Pakchoi_Green	4,585	30,163,049	100	30,163,049	30,163,049	60,326,098	91.49	34.86
Pakchoi_Purple	4,678	30,775,726	100	30,775,726	30,775,726	61,551,452	89.59	34.45



Brassica database (BRAD) 웹사이트에 게시된 Brassica rapa genome을 reference로 사용하여 genome mapping을 수행하였다. 녹색 팥초이 경우 전체 genome의 48%가 mapping되었으며, 보라 팥초이 경우 전체 genome의 46.8%가 mapping되었다 (표 13).

표 13. 팥초이 품종의 reference genome에 대한 mapping 결과

Ref. Genome	Sample	Input Read Pairs	Read 1				Read 2				Over-all Map. %	Aligned Pairs	Concord Pairs %
			Mapped	(%)	Multiply Aligned	(%)	Mapped	(%)	Multiply Aligned	(%)			
B.rapa (BRAD)	Pakchoi-Green	30,152,787	14,596,018	48.4	378,350	2.6	14,352,378	47.6	370,011	2.6	48.0	11,495,359	36.7
	Pakchoi-Purple	30,754,731	14,588,467	47.4	478,419	3.3	14,185,824	46.1	459,841	3.2	46.8	11,360,445	35.6

녹색 팥초이와 보라 팥초이 품종간 유전자 발현 차이는 differentially expressed genes (DEG) 분석을 통해 수행하였다 (표 14). 분석 결과 총 169개의 유전자가 false discovery rate (FDR) < 0.01에서 변화를 보였으며 그 중 103개 유전자의 발현이 증가되었고 66개 유전자의 발현이 감소되었다. False discovery rate (FDR) < 0.05에서는 총 280개 유전자가 변화를 보였으며 그 중 166개 유전자의 발현이 증가되었고 114개 유전자의 발현이 감소되었으며, p < 0.01에서는 총 291개 유전자가 변화를 보였으며 그 중 170개 유전자의 발현이 증가되었고 121개 유전자의 발현이 감소되었다.

표 14. 팥초이 품종의 DEG 분석 결과

Reference Genome	Sample		Number of differential expressed genes with the significance level of								
	Case	Control	FDR<0.01			FDR<0.05			p<0.001		
			All	Up	Down	All	Up	Down	All	Up	Down
B. rapa (BRAD)	Pakchoi_Purple	Pakchoi_Green	169	103	66	280	166	114	291	170	121

DEG 분석 후 녹색 팥초이에 비해 보라 팥초이에서 발현 변화를 보이는 유전자를 KEGG pathway나 biological process, molecular function와 같은 주요 GO 카테고리 별로 분류하였다. KEGG pathway 경우 페닐프로파노이드 생합성과 식물 호르몬 생합성에 해당되는 유전자가 각각 4개로 가장 많은 차이를 보였다. 다음으로 RNA degradation, ubiquitin mediated proteolysis, spliceosome, ornithine, lysine, nicotinic acid 에서 과생된 알카로이드 생합성, shikimate pathway에서 과생된 알카로이드 생합성, terpenoids 생합성, ribosome에 해당되는 유전자가 각각 2개씩 차이를 보였다 (표 15).



가 두 품종이 품종간 유의미한 발현 차이를 보였으며 각각 36개, 19개, 36개, 4개, 37개, 37개, 37개, 19개, 5개, 44개, 36개, 36개, 37개의 유전자가 확인되었다 (표 17).

표 17. 두 품종이 발현 변화를 보이는 유전자 중 상위 13여개의 GOMF 분석

Term	Count	%	Fold Enrich	Pvalue	Qvalue
GO:0005524~ATP binding	36	15.3	1.52	<b>0.0090</b>	10.897
GO:0004674~protein serine/threonine kinase activity	19	8.1	1.92	<b>0.0091</b>	11.092
GO:0032559~adenyl ribonucleotide binding	36	15.3	1.50	<b>0.0107</b>	12.905
GO:0004364~glutathione transferase activity	4	1.7	8.06	<b>0.0131</b>	15.562
GO:0001883~purine nucleoside binding	37	15.7	1.44	<b>0.0168</b>	19.455
GO:0030554~adenyl nucleotide binding	37	15.7	1.44	<b>0.0168</b>	19.455
GO:0001882~nucleoside binding	37	15.7	1.44	<b>0.0175</b>	20.275
GO:0004672~protein kinase activity	19	8.1	1.69	<b>0.0300</b>	32.320
GO:0016765~transferase activity, transferring alkyl or aryl (other than methyl) groups	5	2.1	3.89	<b>0.0394</b>	40.212
GO:0000166~nucleotide binding	44	18.7	1.30	<b>0.0415</b>	41.867
GO:0032553~ribonucleotide binding	36	15.3	1.36	<b>0.0434</b>	43.354
GO:0032555~purine ribonucleotide binding	36	15.3	1.36	<b>0.0434</b>	43.354
GO:0017076~purine nucleotide binding	37	15.7	1.31	<b>0.0609</b>	55.263

#### 나. 팍초이 품종간 일차대사산물 프로파일 비교 분석

팍초이 품종간 일차대사산물의 변화를 분석하고자 GC-TOF-MS 분석을 이용하여 일차대사산물 함량을 분석하고자 하였다. 일차대사산물 프로파일링을 수행하여 아미노산, 당, 유기산을 포함한 총 43개 물질의 GC-TOF MS 분석 결과를 얻을 수 있었고, principal component analysis (PCA) 분석 결과 녹색 팍초이와 보라 팍초이 간에 뚜렷한 일차대사산물 프로파일의 차이를 확인할 수 있었다 (그림 87).

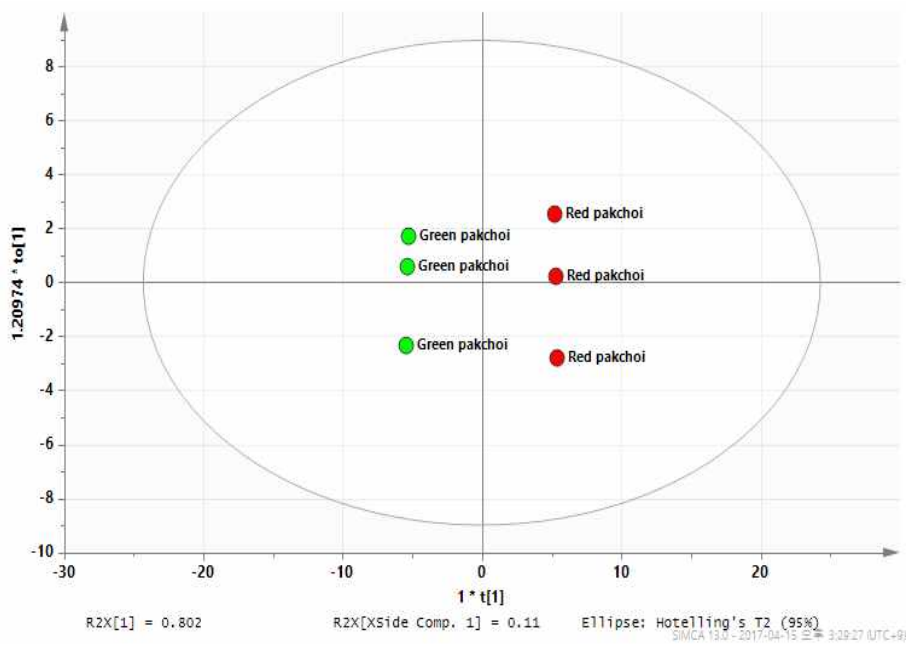


그림 87. 녹색 팍초이와 보라 팍초이 품종의 PCA 분석

Corresponding loading plot 결과 대부분의 당 물질 경우 녹색 팍초이의 것보다 보라 팍초이에서 당 함량이 감소함을 확인할 수 있었다. 반면에 대부분의 아미노산 경우 녹색 팍초이의 것보다 보라 팍초이에서 아미노산 함량이 증가하였다 (그림 88).

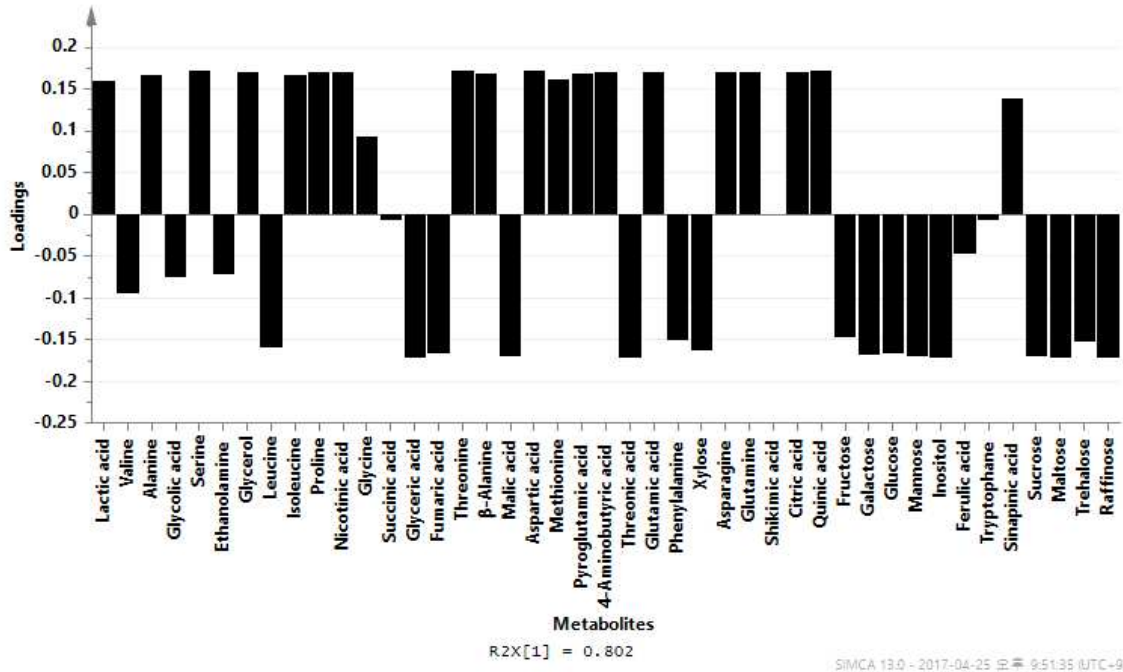


그림 88. 녹색 팍초이와 보라 팍초이 품종의 loading plot 분석

GC-TOF-MS 분석을 통해 확인된 총 43개 물질 중에서 대략 31개 물질의 variable important in the projection (VIP) 값이 1을 넘었으며 이를 통해 녹색 팍초이와 보라 팍초이의 일차 대사산물 간에 확연한 차이가 있음을 확인할 수 있었다 (그림 89).

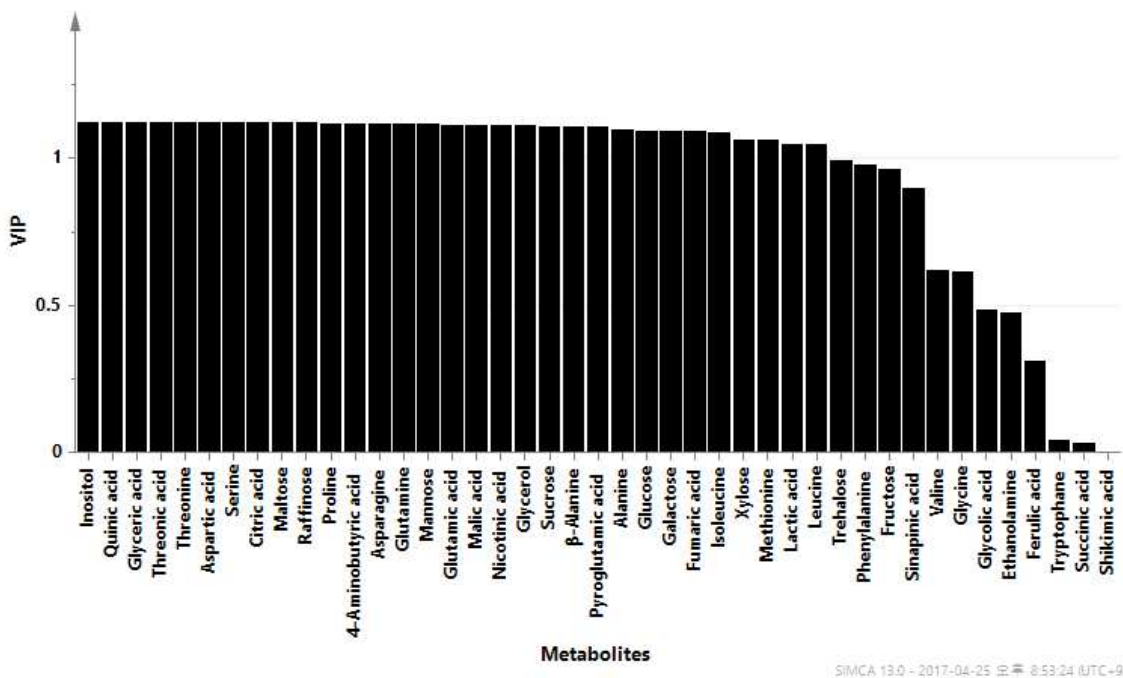


그림 89. 녹색 팍초이와 보라 팍초이 품종의 VIP 분석

#### 다. 팍초이 품종간 이차대사산물 함량 비교 분석

HPLC 분석을 통하여 녹색 팍초이와 보라 팍초이 품종에서 chlorogenic acid, caffeic acid, epicatechin, p-coumaric acid, ferulic acid, rutin, trans-cinnamic acid, quercetin, kaempferol과 같은 7 종류의 페닐프로파노이드 유래 물질을 분석하였다 (표 18). Caffeic acid와 p-coumaric

acid는 보라 팍초이 품종에 비해 녹색 팍초이 품종에서 각각 2.08배와 1.95배 높았으며, 나머지 7 종류의 페닐프로파노이드 유래 물질은 녹색 팍초이 품종에 비해 보라 팍초이 품종에서 더 높은 함량을 보였다. 당뇨와 혈압에 영향을 미친다고 알려진 rutin의 경우 보라 팍초이 품종의 함량은 393.43 ug/g 으로 이는 녹색 팍초이 품종내 rutin 함량의 57.1배에 해당한다. 총 페닐프로파노이드 유래 물질의 함량은 녹색 팍초이 품종에 비해 보라 팍초이 품종에서 3.33배 높게 확인되었다.

표 18. 녹색 팍초이와 보라 팍초이 품종간 페닐프로파노이드 함량 비교 분석 (ug/g 건중량)

	Green	Purple
Chlorogenic acid	12.00±0.52	14.33±0.28*
Caffeic acid	68.15±4.48	32.77±3.58**
Epicatechin	58.47±5.46	76.93±10.50*
p-Coumaric acid	9.23±2.07	4.74±0.32*
Ferulic acid	9.41±0.04	17.83±0.91**
Rutin	6.89±1.64	393.43±12.28**
trans-Cinnamic acid	0.45±0.01	0.78±0.25
Quercetin	0.00±0.00	3.78±1.35**
Kaempferol	0.00±0.00	4.03±1.10**
Total	164.58±3.21	548.62±17.95**

보라 팍초이 품종의 붉은색이 안토시아닌에서 유래되었는지 확인하기 위해 HPLC 분석을 통해 녹색 팍초이와 보라 팍초이 품종 내 안토시아닌 성분을 분석하였다. 녹색 팍초이 경우 안토시아닌이 검출되지 않았지만, 보라 팍초이 경우 총 12 종류의 안토시아닌이 추출되었으며 총 안토시아닌 함량은 1.91 mg/g이었다 (표 19). 팍초이 품종에서 확인된 주된 안토시아닌은 *p*-coumaric acid, caffeic acid, ferulic acid, sinapinic acid와 같은 여러 아실그룹이 cyanidin 3-diglucoside-5-glucoside에 결합된 구조였다. 12 종류의 안토시아닌 중에서 14번 peak인 cyanidin 3-(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside가 0.35 mg/g으로 가장 높은 함량을 보였으며, 19번 peak인 cyanidin 3-(sinapoyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside가 0.34 mg/g으로 다음으로 높은 함량을 보였다.

표 19. 녹색 팥초이와 보라 팥초이 품종간 안토시아닌 함량 비교 분석 (mg g<sup>-1</sup> 건중량)

No.	Trivial names	Green	Purple
1	Cyanidin 3-diglucoside-5-glucoside	ND	0.02±0.00
2	Cyanidin 3-(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	ND	0.18±0.00
3	Cyanidin 3-(caffeoyl)(p-coumaroyl)diglucoside-5-glucoside	ND	0.02±0.00
4	Cyanidin 3-(glycopyranosyl-sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	ND	0.11±0.00
5	Unknown	ND	0.05±0.00
6	Unknown	ND	0.08±0.00
7	Cyanidin 3-(p-coumaroyl)(sinapoyl)triglucoside-5-glucoside	ND	0.03±0.00
8	Unknown	ND	0.03±0.00
9	Unknown	ND	0.04±0.00
10	Unknown	ND	0.06±0.00
11	Cyanidin 3-(sinapoyl)glucoside-5-glucoside	ND	0.06±0.00
12	Cyanidin 3-(p-coumaroyl)diglucoside-5-glucoside	ND	0.08±0.00
13	Unknown	ND	0.02±0.00
14	Cyanidin 3-(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	ND	0.35±0.01
15	Unknown	ND	0.05±0.00
16	Cyanidin 3-(p-coumaroyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	ND	0.03±0.00
17	Cyanidin 3-(feruloyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	ND	0.12±0.01
18	Unknown	ND	0.05±0.00
19	Cyanidin 3-(sinapoyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	ND	0.34±0.01
20	Cyanidin 3-(feruloyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	ND	0.20±0.00
<b>Total</b>		<b>0.00±0.00</b>	<b>1.91±0.03</b>

HPLC 분석을 통해 녹색 팥초이 품종에서는 6개의 글루코시놀레이트, 보라 팥초이 품종에서는 10개의 글루코시놀레이트를 분석할 수 있었다 (표 20). 총 10개의 글루코시놀레이트 중 8개의 글루코시놀레이트 (glucoiberin, glucoalyssin, glucoerucin, glucobrassicin, 4-methoxyglucobrassicin, glucoberteroin, gluconasturtiin, neoglucobrassicin)는 녹색 팥초이 품종보다 보라 팥초이 품종에서 높은 함량을 보였으며 나머지 2개의 글루코시놀레이트 (gluconapin, glucobrassicinapin)는 녹색 팥초이 품종에서 더 높은 함량을 보였다. 글루코시놀레이트 중 neoglucobrassicin이 녹색 팥초이와 보라 팥초이 품종 모두에서 가장 높은 함량을 보였다. 녹색 팥초이 품종의 총 글루코시놀레이트 함량은 2.33 umol/g이며 보라 팥초이 품종의 총 글루코시놀레이트 함량은 3.41 umol/g으로 녹색 팥초이 품종보다 보라 팥초이 품종에서 총 글루코시놀레이트 함량이 약 1.46배 높았다.

표 20. 녹색 팥초이와 보라 팥초이 품종간 글루코시놀레이트 함량 비교 분석 (μmol/g 건중량)

	Green	Purple
Glucosinolate		
Glucoiberin	0.00±0.00	0.09±0.02**
Glucoalyssin	0.00±0.00	0.08±0.02**
Gluconapin	0.66±0.06	0.41±0.14*
Glucobrassicinapin	0.22±0.02	0.06±0.02**
Glucoerucin	0.00±0.00	0.21±0.06**
Glucobrassicin	0.38±0.01	0.65±0.12*
4-Methoxyglucobrassicin	0.21±0.01	0.51±0.10**
Glucoberteroin	0.00±0.00	0.38±0.13**
Gluconasturtiin	0.20±0.02	0.31±0.10
Neoglucobrassicin	0.67±0.05	0.70±0.22
<b>Total</b>	<b>2.33±0.17</b>	<b>3.41±0.93</b>

라. 경수채 품종의 전사체 비교 분석

경수채는 배추과에 속하는 1년생 식물로 수분이 많은 잎이 무척 가늘게 서로 갈라져 있는 특이한 모양의 쌈채소이다 (그림 90). 일본의 특산채소로 비료를 사용하지 않은 물과 흙만을 이용·재배하기에 경수채란 이름이 붙여졌다. 카로틴이나 비타민, 미네랄이 풍부하게 존재하는 것으로 알려졌다. 아시아 종묘를 통해 분양받은 적색 잎을 가진 경수채 품종을 대상으로 경수채의 고기능성 물질과 이와 관련된 유전자를 분리하고 물질 합성 경로의 조절 기작을 연구하고자 대조군으로는 녹색 경수채 품종을 사용하여 총전사체 분석을 수행하였다.



그림 90. 녹색 경수채 (A, B)와 적색 경수채 (C, D) 품종의 사진

아시아 종묘 농장에서 발아 후 두달째 되는 샘플을 채취하여 RNA 추출 후 illumina sequencer를 이용하여 NGS 분석을 수행하였다. Sequencing된 경수채의 short read를 이용하여 FPKM 분석을 통해 평준화된 유전자 발현양을 비교하였고 발현에 유의한 차이를 보이는 유전자를 선별하고 그것의 기능을 분석하기 위해 annotation 및 Functional Category(GO)를 수행하였다. Sequencing된 녹색 경수채와 적색 경수채 품종의 총 read 수는 각각 81,330,120 reads와 46,286,878 reads였다 (표 21).

표 21. 경수채 품종의 sequencing 결과

Sample	Yield (MB)	# Clusters	% Filter passed clusters	# Read1	# Read2	# Total reads	% >= Q30 bases	Mean Quality Score
Gyeongsuche_Green	6,181	40,665,060	100	40,665,060	40,665,060	81,330,120	89.69	34.47
Gyeongsuche_Red	3,518	23,143,439	100	23,143,439	23,143,439	46,286,878	92.31	35.04

Brassica database (BRAD) 웹사이트에 게시된 Brassica rapa genome을 reference로 사용하여 genome mapping을 수행하였다. 녹색 경수채 품종 경우 전체 genome의 75.5%가 mapping되었으며, 적색 경수채 품종 경우 전체 genome의 75.4%가 mapping되었다 (표 22).

표 22. 경수채 품종의 reference genome에 대한 mapping 결과

Ref. Genome	Sample	Input Read Pairs	Read 1				Read 2				Overall Map. %	Aligned Pairs	Concord. Pairs %
			Mapped	(%)	Multiply Aligned	(%)	Mapped	(%)	Multiply Aligned	(%)			
B.rapa (BRAD)	Gyeongsuche-Green	50,658,466	39,254,352	77.5	11,369,528	29.0	37,257,723	73.5	10,649,355	28.6	75.5	34,539,899	65.3
	Gyeongsuche-Red	48,384,885	37,463,805	77.4	21,919,647	58.5	35,531,182	73.4	20,592,356	58.0	75.4	33,356,155	64.8

녹색 경수채와 적색 경수채 품종간 유전자 발현 차이는 differentially expressed genes (DEG) 분석을 통해 수행하였다 (표 23). 분석 결과 총 153개의 유전자가 false discovery rate (FDR) < 0.01에서 변화를 보였으며 그 중 46개 유전자의 발현이 증가되었고 107개 유전자의 발현이 감소되었다. False FDR < 0.05에서는 총 257개 유전자가 발현 변화를 보였으며 그 중 94개 유전자의 발현이 증가되었고 163개 유전자의 발현이 감소되었다. p < 0.01에서는 총 302개의 유전자가 발현 변화를 보였으며 그 중 109개 유전자의 발현이 증가되었고 193개 유전자는 발현이 감소되었음을 DEG 분석을 통하여 확인할 수 있었다.

표 23. 경수채 품종의 DEG 분석 결과

Reference Genome	Sample		Number of differential expressed genes with the significance level of								
	Case	Control	FDR<0.01			FDR<0.05			p<0.001		
			All	Up	Down	All	Up	Down	All	Up	Down
B. rapa (BRAD)	Gyeongsuche_Red	Gyeongsuche_Green	153	46	107	257	94	163	302	109	193

DEG 분석 후 녹색 경수채 품종에 비해 적색 경수채 품종에서 발현 변화를 보이는 유전자를 KEGG pathway나 biological process, molecular function와 같은 주요 GO 카테고리 별로 분류하였다. KEGG pathway 경우 stilbenoid, diarylheptanoid, gingerol 생합성과 limonene, pinene degradation에 해당되는 유전자가 각각 4개로 가장 많은 차이를 보였다. 다음으로 methane metabolism과 페닐프로파노이드 생합성에 해당되는 유전자가 각각 3개씩 속해 있었다 (표 24).



표 24. 두 경수채 품종간 발현 변화를 보이는 유전자 중 상위 20여개의 KEGG 분석

Term	Count	Genes	%	Fold Enrich	Pvalue	Qvalue
ath00945: Stilbenoid, diarylheptanoid and gingerol biosynthesis	4	Bra039047(AT3G28740), Bra020489(AT5G25120), Bra039930(AT4G15360), Bra011762(AT4G37430)	1.74	6.207070707	<b>0.0223</b>	17.3
ath00903: Limonene and pinene degradation	4	Bra039047(AT3G28740), Bra020489(AT5G25120), Bra039930(AT4G15360), Bra011762(AT4G37430)	1.74	5.937198068	<b>0.0250</b>	19.3
ath00680: Methane metabolism	3	Bra027723(AT1G58030), Bra035235(AT4G11290), Bra029933(AT3G49120)	1.31	3.793209877	0.174	80.1
ath00940: Phenylpropanoid biosynthesis	3	Bra028627(AT5G09640), Bra035235(AT4G11290), Bra029933(AT3G49120)	1.31	2.954326923	0.253	91.5
ath00360: Phenylalanine metabolism	2	Bra035235(AT4G11290), Bra029933(AT3G49120)	0.87	2.560416667	0.534	99.8
ath00500: Starch and sucrose metabolism	2	Bra033195(AT4G10120), Bra015873(AT3G57260)	0.87	2.327651515	0.569	99.9
ath04120: Ubiquitin mediated proteolysis	2	Bra039504(AT1G10230), Bra014421(AT3G61790)	0.87	2.069023569	0.613	99.96
ath01061: Biosynthesis of phenylpropanoids	2	Bra035235(AT4G11290), Bra029933(AT3G49120)	0.87	0.82928475	0.913	99.999
ath03040: Spliceosome	1	Bra039603(AT2G18510)	0.43	0.957165109	1	100
ath00250: Alanine, aspartate and glutamate metabolism	1	Bra023573(AT5G16570)	0.43	2.49796748	1	100
ath00190: Oxidative phosphorylation	1	Bra022908(AT2G33040)	0.43	0.721244131	1	100
ath00770: Pantothenate and CoA biosynthesis	1	Bra022272(AT3G18030)	0.43	6.827777778	1	100
ath01062: Biosynthesis of terpenoids and steroids	1	Bra021490(AT1G11680)	0.43	0.530656304	1	100
ath00230: Purine metabolism	1	Bra039605(AT5G09920)	0.43	0.957165109	1	100
ath04650: Natural killer cell mediated cytotoxicity	1	Bra035598(AT5G55990)	0.43	6.401041667	1	100
ath00561: Glycerolipid metabolism	1	Bra035181(AT1G80460)	0.43	5.689814815	1	100
ath00100: Steroid biosynthesis	1	Bra021490(AT1G11680)	0.43	3.939102564	1	100
ath03020: RNA polymerase	1	Bra039605(AT5G09920)	0.43	3.531609195	1	100
ath00941: Flavonoid biosynthesis	1	Bra027457(AT5G42800)	0.43	5.390350877	1	100
ath01070: Biosynthesis of plant hormones	1	Bra021490(AT1G11680)	0.43	0.33689693	1	100

Biological process 카테고리 경우 cell death, apoptosis, toxin catabolic process, toxin metabolic process, sucrose metabolic process, defense response, innate immune response, response to temperature stimulus, secondary metabolic process, response to bacterium, multidrug transport, oxidation reduction, drug transport, response to drug, response to reactive oxygen species, glycoside metabolic process, cellular response to water deprivation, disaccharide metabolic process, lignin biosynthetic process 카테고리에 해당되는 유전자가 두 경수채 품종간 유의미한 발현 차이를 보였으며 각각 10개, 8개, 4개, 4개, 3개, 19개, 8개, 9개, 10개, 7개, 4개, 19개, 4개, 4개, 5개, 4개, 2개, 3개, 3개의 유전자가 확인되었다 (표 25).

표 25. 두 경수채 품종간 발현 변화를 보이는 유전자 중 상위 19여개의 GOBP분석

Term	Count	Genes	%	Fold Enrich	Pvalue	Qvalue
GO:0008219-cell death	10	Bra027723(A1G58030), Bra036799(A1G214080), Bra040210(A1G11250), Bra021952(A1G436140), Bra030778(A1G10780), Bra040843(A1G53350), Bra027599(A1G45250), Bra010627(A1G37990), Bra021954(A1G36150), Bra012541(A1G19510)	4.37	4.0	<b>9.29E-04</b>	1.31
GO:0006915-apoptosis	8	Bra036799(A1G214080), Bra040210(A1G11250), Bra021952(A1G436140), Bra030778(A1G10780), Bra040843(A1G53350), Bra012541(A1G19510), Bra027599(A1G45250), Bra036150(A1G36150), Bra012541(A1G19510)	3.49	4.7	<b>0.0016</b>	2.21
GO:0009407-toxin catabolic process	4	Bra035029(A1G78340), Bra025602(A1G17220), Bra008357(A1G78380), Bra004434(A1G247730)	1.75	8.8	<b>0.0104</b>	13.81
GO:0009404-toxin metabolic process	4	Bra035029(A1G78340), Bra025602(A1G17220), Bra008357(A1G78380), Bra004434(A1G247730)	1.75	8.8	<b>0.0104</b>	13.81
GO:0005985-sucrose metabolic process	3	Bra030439(A1G51420), Bra033195(A1G10120), Bra036282(A1G602280)	1.31	17.8	<b>0.0119</b>	15.60
GO:0006952-defense response	19	Bra036799(A1G214080), Bra040210(A1G11250), Bra021952(A1G436140), Bra015873(A1G57260), Bra027599(A1G45250), Bra010627(A1G37990), Bra021954(A1G36150), Bra012541(A1G19510), Bra027723(A1G58030), Bra037959(A1G54050), Bra037959(A1G11270), Bra015873(A1G57260), Bra036272(A1G602380), Bra037756(A1G563870), Bra019200(A1G244960), Bra004434(A1G247730), Bra027359(A1G14210)	8.30	1.9	<b>0.0125</b>	16.27
GO:0045087-innate immune response	8	Bra036799(A1G214080), Bra040210(A1G11250), Bra021952(A1G436140), Bra015873(A1G57260), Bra027599(A1G45250), Bra010627(A1G37990), Bra021954(A1G36150), Bra012541(A1G19510)	3.49	2.9	<b>0.0192</b>	24.02
GO:0009266-response to temperature stimulus	9	Bra027723(A1G58030), Bra037959(A1G54050), Bra037959(A1G11270), Bra015873(A1G57260), Bra036272(A1G602380), Bra037756(A1G563870), Bra019200(A1G244960), Bra004434(A1G247730), Bra027359(A1G14210)	3.93	2.6	<b>0.0240</b>	29.12
GO:0019748-secondary metabolic process	10	Bra028627(A1G509640), Bra027457(A1G542800), Bra035029(A1G78340), Bra025602(A1G17220), Bra033733(A1G77320), Bra008357(A1G78380), Bra010627(A1G37990), Bra004434(A1G247730), Bra027359(A1G14210), Bra036480(A1G548930)	4.37	2.4	<b>0.0242</b>	29.32
GO:0009617-response to bacterium	7	Bra029933(A1G49120), Bra020197(A1G22570), Bra027599(A1G45250), Bra010627(A1G37990), Bra004434(A1G247730), Bra027359(A1G14210), Bra035181(A1G80460)	3.06	2.9	<b>0.0339</b>	38.60
GO:0006855-multidrug transport	4	Bra040047(A1G608040), Bra031776(A1G11670), Bra038747(A1G21903), Bra016158(A1G71140), Bra009580(A1G50240), Bra035235(A1G11290), Bra020489(A1G25120), Bra039930(A1G415360), Bra036642(A1G12520), Bra038700(A1G21700), Bra029476(A1G05510), Bra032515(A1G04350), Bra039047(A1G28740), Bra027723(A1G58030), Bra004923(A1G245510), Bra029933(A1G49120), Bra027457(A1G542800), Bra011928(A1G37330), Bra014379(A1G62960), Bra038899(A1G311980), Bra035181(A1G80460), Bra010627(A1G37990), Bra029893(A1G448270)	1.75	5.4	<b>0.0379</b>	42.09
GO:0055114-oxidation reduction	19	Bra036799(A1G214080), Bra040210(A1G11250), Bra021952(A1G436140), Bra015873(A1G57260), Bra027599(A1G45250), Bra010627(A1G37990), Bra021954(A1G36150), Bra012541(A1G19510), Bra027723(A1G58030), Bra037959(A1G54050), Bra037959(A1G11270), Bra015873(A1G57260), Bra036272(A1G602380), Bra037756(A1G563870), Bra019200(A1G244960), Bra004434(A1G247730), Bra027359(A1G14210)	8.30	1.6	<b>0.0434</b>	46.66
GO:0015893-drug transport	4	Bra040047(A1G608040), Bra031776(A1G11670), Bra038747(A1G21903), Bra016158(A1G71140)	1.75	5.0	<b>0.0445</b>	47.48
GO:0042493-response to drug	4	Bra040047(A1G608040), Bra031776(A1G11670), Bra038747(A1G21903), Bra016158(A1G71140)	1.75	5.0	<b>0.0459</b>	48.55
GO:0000302-response to reactive oxygen species	5	Bra027723(A1G58030), Bra037959(A1G54050), Bra035235(A1G11290), Bra029933(A1G49120), Bra036272(A1G602380)	2.18	3.6	<b>0.0497</b>	51.43
GO:0016137-glycoside metabolic process	4	Bra030439(A1G51420), Bra033195(A1G10120), Bra036282(A1G602280), Bra027359(A1G14210)	1.75	4.8	<b>0.0502</b>	51.73
GO:0042631-cellular response to water deprivation	2	Bra008357(A1G78380), Bra036272(A1G602380)	0.87	33.6	<b>0.0577</b>	56.90
GO:0005984-disaccharide metabolic process	3	Bra030439(A1G51420), Bra033195(A1G10120), Bra036282(A1G602280)	1.31	7.0	<b>0.0670</b>	62.55
GO:0009809-lignin biosynthetic process	3	Bra033733(A1G77320), Bra010627(A1G37990), Bra036480(A1G548930)	1.31	6.7	<b>0.0726</b>	65.58

마. 경수채 품종간 이차대사산물 함량 비교 분석

HPLC 분석을 통하여 녹색 경수채와 적색 경수채에서 epicatechin, p-coumaric acid, ferulic acid, rutin, trans-cinnamic acid 과 같은 5종류의 페닐프로파노이드 유래 물질을 분석하였다 (표 26). Epicatechin 함량은 적색 경수채 품종보다 녹색 경수채 품종에서 2.87배 높았으며, ferulic acid와 trans-cinnamic acid 함량은 녹색 경수채 품종에 비해 적색 경수채 품종에서 각각 1.59배와 1.41배 높았다. 총 페닐프로파노이드 유래 물질의 함량은 적색 경수채 품종에 비해 녹색 경수채 품종에서 1.68배 높게 확인되었다.

표 26. 녹색 경수채와 적색 경수채 품종간 페닐프로파노이드 함량 비교 분석 (ug/g 건중량)

	Green	Red
Epicatechin	21.01±0.05	7.32±1.11
p-Coumaric acid	0.64±0.05	0.61±0.40
Ferulic acid	0.19±0.01	0.31±0.03
Rutin	10.68±0.22	11.11±2.60
trans-Cinnamic acid	0.06±0.00	0.09±0.00
Total	32.59±0.33	19.44±4.13

적색 경수채 품종내의 붉은색이 안토시아닌에서 유래되었는지 확인하기 위해 HPLC 분석을 통해 녹색 경수채와 적색 경수채 품종내 안토시아닌 성분을 분석하였다. 녹색 경수채 경우 안토시아닌이 검출되지 않았지만, 적색 경수채 품종 경우 총 12 종류의 안토시아닌이 추출되었으며 총 안토시아닌 함량은 2.49 mg/g이었다 (표 27). 적색 경수채 품종에서 확인된 주된 안토시아닌은 p-coumaric acid, caffeic acid, ferulic acid, sinapinic acid와 같은 여러 아실그룹이 cyanidin 3-diglucoside-5-glucoside에 결합된 구조였다. 총 12 종류의 안토시아닌 중에서 19번 peak인 cyanidin 3-(sinapoyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside가 0.76 mg/g으로 가장 높은 함량을 보였으며, 17번 peak인 cyanidin 3-(feruloyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside가 0.35 mg/g으로 다음으로 높은 함량을 보였다.

표 27. 적색 경수채 품종내 안토시아닌 함량 분석 (mg g<sup>-1</sup> 건중량)

No.	Trivial names	Kyeongsuchae red
1	Cyanidin 3-diglucoside-5-glucoside	0.02±0.00
2	Cyanidin 3-(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.16±0.01
3	Cyanidin 3-(caffeoyl)(p-coumaroyl)diglucoside-5-glucoside	0.03±0.00
4	Cyanidin 3-(glycopyranosyl-sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.13±0.01
5	Unknown	0.03±0.00
6	Unknown	0.06±0.01
7	Cyanidin 3-(p-coumaroyl)(sinapoyl)triglucoside-5-glucoside	0.02±0.00
8	Unknown	ND <sup>a)</sup>
9	Unknown	0.01±0.00
10	Unknown	0.04±0.01
11	Cyanidin 3-(sinapoyl)glucoside-5-glucoside	0.20±0.02
12	Cyanidin 3-(p-coumaroyl)diglucoside-5-glucoside	0.11±0.01
13	Unknown	0.05±0.01
14	Cyanidin 3-(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.25±0.02
15	Unknown	0.04±0.01
16	Cyanidin 3-(p-coumaroyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.04±0.01
17	Cyanidin 3-(feruloyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.35±0.02
18	Unknown	0.02±0.00
19	Cyanidin 3-(sinapoyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.76±0.04
20	Cyanidin 3-(feruloyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside	0.15±0.01
Total		2.49±0.18

HPLC 분석을 통해 녹색 경수채 품종에서는 13개의 글루코시놀레이트, 적색 경수채 품종에서는 9개의 글루코시놀레이트를 분석할 수 있었다 (표 28). 총 14개의 글루코시놀레이트 중 9개의 글루코시놀레이트 (glucoiberin, progoitrin, glucoraphanin, glucoalyssin, gluconapoleiferin, gluconapin, 4-hydroxyglucobrassicin, glucoerucin, glucoberteroin)가 적색 경수채 품종보다 녹색 경수채 품종에서 높은 함량을 보였으며 나머지 5개의 글루코시놀레이트 (glucobrassicinapin, glucobrassicin, 4-methoxyglucobrassicin, gluconasturtiin, neoglucobrassicin)는 적색 경수채 품종에서 더 높은 함량을 보였다. 글루코시놀레이트 중 gluconapin이 녹색 경수채와 적색 경수채 품종 모두에서 가장 높은 함량을 보였다. 녹색 경수채 품종의 총 글루코시놀레이트 함량은 15.81  $\mu\text{mol/g}$ 이며 적색 경수채 품종의 총 글루코시놀레이트 함량은 9.88  $\mu\text{mol/g}$ 으로 적색 경수채 품종보다 녹색 경수채 품종에서 총 글루코시놀레이트 함량이 약 1.6배 높았다.

표 28. 녹색 경수채와 적색 경수채 품종간 글루코시놀레이트 함량 비교 분석 ( $\mu\text{mol/g}$  건중량)

Glucosinolate	Green	Red
Glucoiberin	0.14±0.03	0.07±0.00
Progoitrin	0.31±0.05	0.16±0.04
Glucoraphanin	0.14±0.04	0.00±0.00
Glucoalyssin	0.32±0.08	0.00±0.00
Gluconapoleiferin	0.22±0.05	0.00±0.00
Gluconapin	6.45±1.09	4.67±1.63
4-Hydroxyglucobrassicin	0.26±0.11	0.05±0.02
Glucobrassicinapin	0.40±0.07	2.37±0.84
Glucoerucin	3.45±0.59	0.00±0.00
Glucobrassicin	0.84±0.09	1.43±0.03
4-Methoxyglucobrassicin	0.48±0.05	0.70±0.03
Glucoberteroin	2.71±0.47	0.00±0.00
Gluconasturtiin	0.00±0.00	0.16±0.04
Neoglucobrassicin	0.08±0.01	0.28±0.05
Total	15.81±2.51	9.88±2.66

파초이류 채소는 아시아에서 가장 많이 소비되는 채소 중에 하나이며 글루코시놀레이트 등 다양한 기능성 물질을 함유하고 있다. 기능성물질 고함유 파초이류 육종 지원을 위하여, 파초이류 기능성물질 생합성 기작 연구와 glucosinolate, phenylpropanoid, carotenoid 등 기능성물질 분석 시스템구축 및 스크린을 통하여 기능성물질 고함유 파초이류 선발 및 우수 자원 확보를 위한 연구 지원을 구축하고, 추후 바이오마커 개발의 기초자료로 활용하고자 한다.

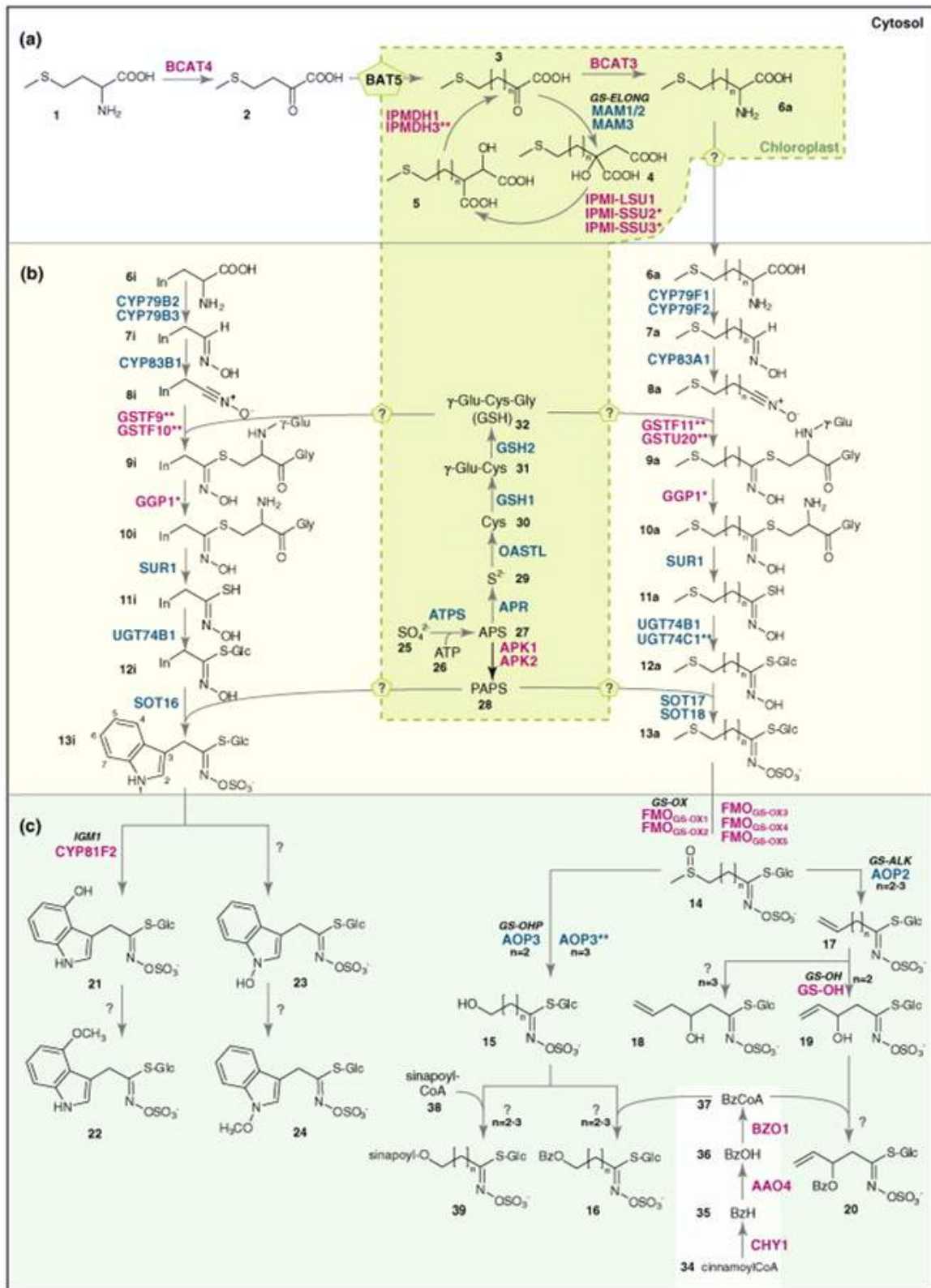
## 2. 2차년도 연구수행 내용 및 결과

### 가. 파초이 총전사체로부터 이차대사산물 생합성 관련 유전자 확인.

글루코시놀레이트 (Glucosinolates, GSLs)는 식물이 곤충과 병원균의 공격에 대항하기 위해 분비하는 물질로 항암과 심장질환 등에 생리적 효과가 있다고 알려진 대표적인 고기능성 이차대사산물이다 (Mithen, 2001; Traka and Mithen, 2009). 특히 십자화과 작물에 풍부하게 존재하여 씹쓸하고 특쓰는 독특한 풍미를 내게 하는 역할을 한다고 알려져 있다. 최근에는

glucoiberin과 glucoraphanin등의 글루코시놀레이트 종이 발암물질의 작용을 억제하여 암세포의 사멸을 유도하고 detoxification 효소의 활성을 증진시켜 발암물질의 배출을 돕는 작용을 한다는 것이 밝혀지는 등 글루코시놀레이트의 생리적 활성에 대한 관심이 높아지고 있다.

글루코시놀레이트의 식물 내 생합성경로는 전구체의 종류와 합성 경로에 따라 tryptophan로부터 합성되는 인돌계 글루코시놀레이트 (indolic GSLs) 합성경로, alanine, leucine, methionine, valine, isoleucine으로부터 합성되는 지방족 글루코시놀레이트 (aliphatic GSLs) 합성경로, phenylalanine과 tyrosine로부터 합성되는 벤젠계 글루코시놀레이트로 나뉜다 (그림 91). 이 생합성경로는 전구체로 사용되는 아미노산이 신장되는 chain elongation step, 글루코시놀레이트의 기본구조가 형성되는 core glucosinolate biosynthesis step, 기본구조의 글루코시놀레이트에 다양한 잔기가 수식되는 secondary modification step의 크게 3단계로 나뉘며 각 단계를 직접 조절하는 유전자가 애기장대를 대상으로 한 실험을 통해 대부분 분리, 동정되어있는 상태이다.



TRENDS in Plant Science

그림 91. 애기장대에 존재하는 지방족 및 인돌계 글루코시놀레이트 생합성 경로. (a) Chain elongation step, (b) Core glucosinolate biosynthesis step, (c) Secondary modification step (Trends in Plant Science 2010 Sonderby et al.,).

애기장대와 배추에서 확인된 글루코시놀레이트 생합성 유전자를 기반으로 녹색 및 적색 팍초이 총전사체로부터 branched-chain aminotransferase1 (BCAT1), BCAT2, BCAT3, BCAT4, BAT5, methylthioalkylmalate synthase 1 (MAM1), cytochrome p450 family79 subfamilyB polypeptide2 (CYP79B2), CYP79B3, CYP79C2, glutathione S-transferase PHI9 (GSTF9), GSTF10, GSTF11, glutathione S-transferase TAU 20 (GSTU20), UDP-glucosyl transferase 74B1 (UGT74B1), sulfotransferase16 (SOT16), SOT17, SOT18, APS kinase1 (APK1), APK2, glutamate-cysteine ligase (GSH1/PAD2), cytochrome p450 family79 subfamilyF polypeptide1 (CYP79F1), CYP81F2, CYP83A1, CYP83B1, flavin-monoxygenase glucosinolate S-oxygenase2 (FMOGS-OX2), FMOGS-OX5, beta-hydroxyisobutyryl-CoA hydrolase1 (CHY1), AOP1, AOP3와 같은 글루코시놀레이트 생합성 관련 유전자를 확인하였다 (표 29). 일반적으로 적색 팍초이에 비해 녹색 팍초이에서 해당 유전자의 발현이 높았으며, 특히  $\alpha$ -keto acid를 chaine-elongated methionine으로 전환시키는데 관여하는 MAM3 경우 적색 팍초이에 비해 녹색 팍초이에서 43배나 높게 발현되었다.

표 29. 팍초이 총전사체로부터 확인된 글루코시놀레이트 생합성 관련 유전자

Gene name	Gene	Green pakchoi	Red pakchoi	TAIR ID	BLAST e-value
branched-chain aminotransferase1 (BCAT1)	Bra018464	1.2816	1.34018	AT1G10060.2	3E-172
branched-chain aminotransferase2 (BCAT2)	Bra018463	2.76021	1.07444	AT1G10070.2	0
branched-chain aminotransferase3 (BCAT3)	Bra017964	6.23544	9.63551	AT3G49680.1	0
branched-chain aminotransferase3 (BCAT3)	Bra029966	2.99683	7.35815	AT3G49680.1	0
branched-chain aminotransferase4 (BCAT4)	Bra001761	22.4197	11.6537	AT3G19710.1	1E-172
branched-chain aminotransferase4 (BCAT4)	Bra022448	41.0463	21.2884	AT3G19710.1	1E-174
BAT5	Bra000760	3.57475	2.33037	AT4G12030.2	0
methylthioalkylmalate synthase 1 (MAM1)	Bra013007	0.033103	0.0115787	AT5G23010.1	0
methylthioalkylmalate synthase 1 (MAM1)	Bra013011	2.77361	0.0630915	AT5G23010.1	0
methylthioalkylmalate synthase 1 (MAM1)	Bra029355	33.0984	19.7014	AT5G23010.1	0
cytochrome p450, family79, subfamilyB, polypeptide2 (CYP79B2)	Bra010644	5.21587	2.76646	AT4G39950.1	0
cytochrome p450, family79, subfamilyB, polypeptide2 (CYP79B2)	Bra011821	102.657	72.1762	AT4G39950.1	0
cytochrome p450, family79, subfamilyB, polypeptide2 (CYP79B2)	Bra017871	7.85053	3.17295	AT4G39950.1	0
cytochrome p450, family79, subfamilyB, polypeptide3 (CYP79B3)	Bra030246	7.41488	8.59002	AT2G22330.1	0
cytochrome p450, family79, subfamilyC, polypeptide2 (CYP79C2)	Bra016907	0	0.0460031	AT1G58260.1	0
glutathione S-transferase PHI9 (GSTF9)	Bra021673	206.4	170.852	AT2G30860.1	3E-119
glutathione S-transferase PHI10 (GSTF10)	Bra022816	25.8479	13.0707	AT2G30870.1	9E-119
glutathione S-transferase PHI11 (GSTF11)	Bra032010	3.96023	4.2644	AT3G03190.1	1E-99
glutathione S-transferase TAU 20 (GSTU20)	Bra003645	82.0551	83.9093	AT1G78370.1	8E-106
UDP-glucosyl transferase 74B1 (UGT74B1)	Bra024634	9.95395	9.42144	AT1G24100.1	0
sulfotransferase16 (SOT16)	Bra015935	32.2171	10.2849	AT1G74100.1	6E-102
sulfotransferase17 (SOT17)	Bra025668	10.9797	10.5618	AT1G18590.1	0
sulfotransferase18 (SOT18)	Bra027880	70.0713	7.75242	AT1G74090.1	1E-156
APS kinase1 (APK1)	Bra013120	55.9049	41.9271	AT2G14750.1	1E-140
APS kinase1 (APK1)	Bra039818	68.9982	56.0874	AT2G14750.1	3E-143
APS kinase2 (APK2)	Bra017872	10.1716	6.48454	AT4G39940.1	1E-150
glutamate-cysteine ligase (GSH1/PAD2)	Bra013675	53.9767	51.458	AT4G23100.3	0
cytochrome p450, family79, subfamilyF, polypeptide1 (CYP79F1)	Bra026058	37.2809	36.0933	AT1G16410.1	0
cytochrome p450, family81, subfamilyF, polypeptide2 (CYP81F2)	Bra002747	3.96195	5.40833	AT5G57220.1	2E-169
cytochrome p450, family81, subfamilyF, polypeptide2 (CYP81F2)	Bra006830	0.99349	0.198158	AT5G57220.1	0
cytochrome p450, family81, subfamilyF, polypeptide2 (CYP81F2)	Bra020459	1.08811	2.1302	AT5G57220.1	0
cytochrome p450, family83, subfamilyA, polypeptide1 (CYP83A1)	Bra016908	0.509993	5.14647	AT4G13770.1	0
cytochrome p450, family83, subfamilyA, polypeptide1 (CYP83A1)	Bra032734	57.0141	72.8431	AT4G13770.1	0
cytochrome p450, family83, subfamilyB, polypeptide1 (CYP83B1)	Bra034941	130.734	178.741	AT4G31500.1	0
flavin-monoxygenase glucosinolate S-oxygenase2 (FMOGS-OX2)	Bra027035	8.03849	3.50519	AT1G62540.1	0

flavin-monooxygenase glucosinolate S-oxygenase5 (FMOGS-OX5)	Bra016787	1.18373	0.154924	AT1G12140.1	0
flavin-monooxygenase glucosinolate S-oxygenase5 (FMOGS-OX5)	Bra026988	37.779	23.3443	AT1G12140.1	0
beta-hydroxyisobutyryl-CoA hydrolase1 (CHY1)	Bra031802	17.1275	14.2464	AT5G65940.1	0
AOP1	Bra000848	12.3748	4.84787	AT4G03070.1	8E-95
AOP1	Bra034182	1.16326	0.486396	AT4G03070.1	1E-144
AOP3	Bra018521	15.4251	5.34287	AT4G03050.2	3E-113
AOP3	Bra034180	13.3695	2.79325	AT4G03050.2	2E-108

카로티노이드는 식물에서 ABA와 같은 호르몬의 합성을 위한 재료로 사용되고 광스트레스를 경감시키는 역할을 한다고 알려진 이차대사산물이다 (Green and Durnford, 1996; Nambara and Marion-Poll, 2005). 동물에게는 항암작용을 나타내고 특히 비타민 A 합성을 위한 전구체로 사용되는 중요한 고기능성 물질로 알려져 있다 (Mayne, 1996). 카로티노이드의 합성 경로는 다음과 같다고 알려져 있다 (그림 92). Isopentenyl diphosphate를 전구체로 하여 합성되는 카로티노이드의 합성경로는 모델식물체인 애기장대에서는 비교적 잘 알려져 있지만 팥초이에서 카로티노이드 생합성 유전자에 대한 연구는 부족한 실정이다.

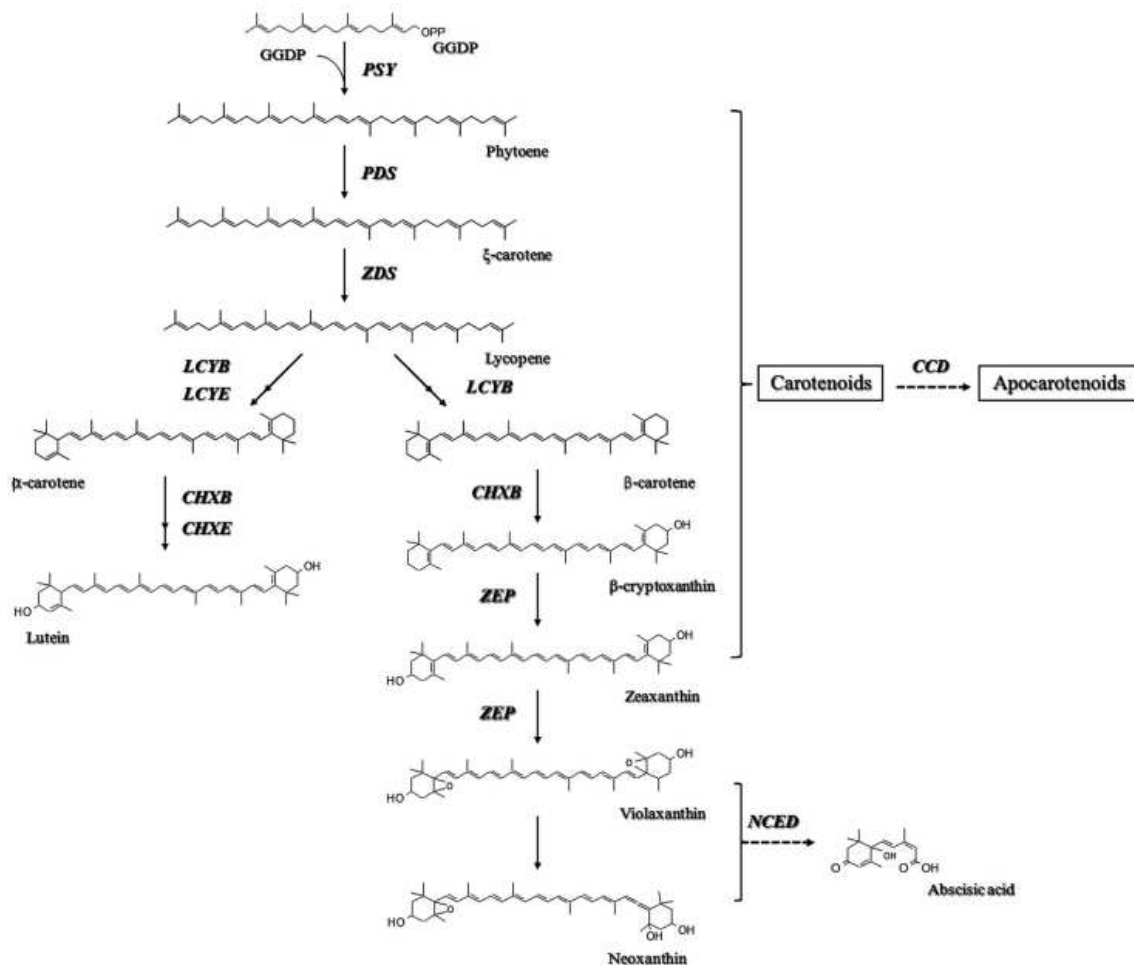


그림 92. 카로티노이드 생합성 경로.

본 연구에서는 애기장대로부터 확인된 카로티노이드 생합성 유전자를 기반으로 녹색 및 적색 팍초이 총전사체로부터 1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate synthase (DXS), 1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate reductoisomerase (DXR), isopentenyl diphosphate:dimethylallyl diphosphate isomerase1 (IDI1), IDI2, geranylgeranyl pyrophosphate synthase1 (GGPS1), GGPS2, phytoene synthase (PSY), phytoene desaturase1 (PDS1), PDS3, Z-carotene desaturase (ZDS), Z-carotene isomerase (Z-ISO), carotenoid isomerase (CRTISO), lycopene  $\epsilon$ -cyclase (LUT2), zeaxanthin epoxidase (ZEP), 9-cis epoxy-carotenoid dioxygenase1 (NCED1), NCED4와 같은 카로티노이드 생합성 관련 유전자를 확인하였다 (표 30). DXS, DXR, IDI, PSY, Z-ISO, CRTISO, LUT2, NCED 유전자 경우 녹색 팍초이에 비해 적색 팍초이에서 높은 발현율을 보였으며, GGPS, PDS, ZDS, ZEP 유전자 경우 적색 팍초이에 비해 녹색 팍초이에서 높은 발현율을 보였다.

표 30. 팍초이 총전사체로부터 확인된 카로티노이드 생합성 관련 유전자

Gene name	Gene	Green pakchoi	Red pakchoi	TAIR ID	BLAST e-value
1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate synthase (DXS)	Bra001832	0.294898	0.308988	AT4G15560.1	0
1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate synthase (DXS)	Bra012779	8.81452	49.4753	AT4G15560.1	0
1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate synthase (DXS)	Bra033495	34.6044	119.239	AT4G15560.1	0
1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate reductoisomerase (DXR)	Bra010123	21.2766	21.9216	AT5G62790.1	0
1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate reductoisomerase (DXR)	Bra035881	5.746	37.1043	AT5G62790.1	0
isopentenyl diphosphate:dimethylallyl diphosphate isomerase1 (IDI1)	Bra006354	0.299419	0.312592	AT5G16440.1	3E-127
isopentenyl diphosphate:dimethylallyl diphosphate isomerase2 (IDI2)	Bra001063	5.05562	8.23026	AT3G02780.1	4E-144
isopentenyl diphosphate:dimethylallyl diphosphate isomerase2 (IDI2)	Bra021411	1.63138	1.45844	AT3G02780.1	4E-123
isopentenyl diphosphate:dimethylallyl diphosphate isomerase2 (IDI2)	Bra040599	17.5315	20.0763	AT3G02780.1	2E-137
geranylgeranyl pyrophosphate synthase1 (GGPS1)	Bra010576	0.0664392	0	AT4G36810.1	7E-159
geranylgeranyl pyrophosphate synthase1 (GGPS1)	Bra011709	31.058	20.3472	AT4G36810.1	6E-172
geranylgeranyl pyrophosphate synthase1 (GGPS1)	Bra017785	0.832316	0	AT4G36810.1	5E-42
geranylgeranyl pyrophosphate synthase2 (GGPS2)	Bra039216	0.433111	0	AT2G23800.1	1E-173
phytoene synthase (PSY)	Bra008569	19.4551	29.7774	AT5G17230.2	0
phytoene synthase (PSY)	Bra023603	11.3961	36.7793	AT5G17230.2	0
phytoene synthase (PSY)	Bra006391	8.66392	21.7829	AT5G17230.2	0
phytoene desaturase1 (PDS1)	Bra015511	37.9107	15.8625	AT1G06570.1	0
phytoene desaturase1 (PDS1)	Bra032415	62.5516	28.6207	AT1G06570.1	0
phytoene desaturase3 (PDS3)	Bra010751	25.9661	15.8827	AT4G14210.1	0
phytoene desaturase3 (PDS3)	Bra032770	0.142903	0	AT4G14210.2	0
Z-carotene desaturase (ZDS)	Bra040411	35.4561	23.4011	AT3G04870.2	0
Z-carotene isomerase (Z-ISO)	Bra019899	6.58793	11.7706	AT1G10830.1	7E-176
carotenoid isomerase (CRTISO)	Bra031539	7.11005	8.95495	AT1G06820.1	0
lycopene $\epsilon$ -cyclase (LUT2)	Bra002769	1.82593	3.7715	AT5G57030.1	0
lycopene $\epsilon$ -cyclase (LUT2)	Bra006838	3.49175	5.91827	AT5G57030.1	0
lycopene $\epsilon$ -cyclase (LUT2)	Bra020718	1.51717	3.52911	AT5G57030.1	0
lycopene $\epsilon$ -cyclase (LUT2)	Bra026656	0.390305	1.19253	AT5G57030.1	4E-24
zeaxanthin epoxidase (ZEP)	Bra012127	364.803	199.481	AT5G67030.1	0
zeaxanthin epoxidase (ZEP)	Bra037130	4.23934	1.19823	AT5G67030.1	0
9-cis epoxy-carotenoid dioxygenase1 (NCED1)	Bra007825	0.0398926	1.96419	AT3G63520.1	0
9-cis epoxy-carotenoid dioxygenase4 (NCED4)	Bra020970	0.243073	0.339511	AT4G19170.1	0

페닐프로파노이드는 식물이 항산화 활성을 갖도록 하는데 가장 중요한 역할을 한다고 알려진 대표적인 이차대사산물이다 (Cheynier, 2005). 동물에서 항염, 간보호, 항암 작용등의 역할을 한다고 알려져 있고 (Middleton et al., 2000) 식물 내에서도 다양한 biotic, abiotic 스트레스에 식물을 보호하는 역할을 한다고 알려져 있다 (Dixon and Paiva, 1995). 페닐프로파노이드생합성 경로는 다음과 같다고 알려져 있다 (그림 93).



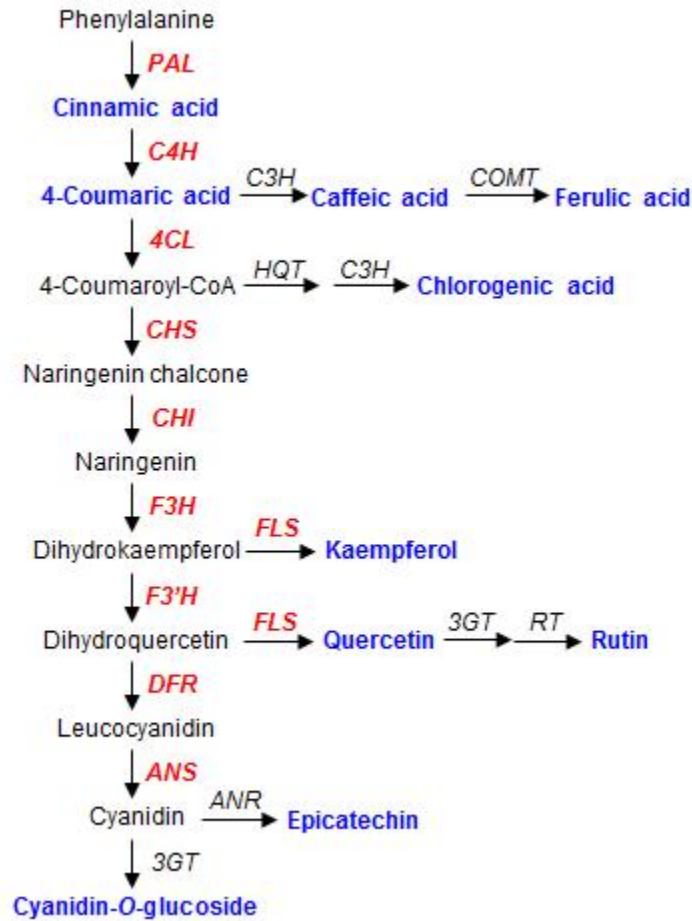


그림 93. 페닐프로파노이드 생합성 경로.

본 연구에서는 애기장대로부터 확인된 페닐프로파노이드 생합성 유전자를 기반으로 녹색 및 적색 팍초이 총전사체로부터 phenylalanine ammonia-lyase1 (PAL1), PAL2, PAL3, PAL4, cinnamic acid 4-hydroxylase (C4H), 4-coumarate:CoA ligase1 (4CL1), 4CL2, 4CL3, 4CL5, chalcone synthase (CHS), flavanone 3-hydroxylase (F3H), flavonol synthase1 (FLS1), FLS3, hydroxycinnamoyl CoA shikimate/quinate transferase (HCT), dihydroflavonol reductase (DFR), anthocyanidin synthase (ANS)와 같은 페닐프로파노이드 생합성 관련 유전자를 확인하였다 (표 31). PAL4와 4CL1을 제외한 대부분의 유전자가 녹색 팍초이에 비해 적색 팍초이에서 발현이 증가되었으며, 특히 DFR과 ANS는 녹색 팍초이에 비해 적색 팍초이에서 각각 396배와 136배 유전자 발현이 증가되었다. 이처럼 적색 팍초이 내의 페닐프로파노이드 생합성 유전자의 높은 발현은 적색 팍초이의 높은 페닐프로파노이드 및 안토시아닌 물질함량과 관련 있을 것으로 생각된다.

표 31. 팍초이 총전사체로부터 확인된 페닐프로파노이드 생합성 관련 유전자

Gene name	Gene	Green pakchoi	Red pakchoi	TAIR ID	BLAST e-value
phenylalanine ammonia-lyase1 (PAL1)	Bra017210	7.10015	20.9546	AT2G37040.1	0
phenylalanine ammonia-lyase1 (PAL1)	Bra005221	22.6277	40.2937	AT2G37040.1	3E-127
phenylalanine ammonia-lyase2 (PAL2)	Bra003126	3.9499	5.77571	AT3G53260.1	0
phenylalanine ammonia-lyase2 (PAL2)	Bra006985	11.7243	23.0879	AT3G53260.1	0

phenylalanine ammonia-lyase2 (PAL2)	Bra039777	6.71912	13.4292	AT3G53260.1	0
phenylalanine ammonia-lyase3 (PAL3)	Bra028793	0.0862004	0.090063	AT5G04230.2	2E-53
phenylalanine ammonia-lyase3 (PAL3)	Bra030322	0.0322978	0.0338498	AT5G04230.1	0
phenylalanine ammonia-lyase4 (PAL4)	Bra029831	13.3673	1.70526	AT3G10340.1	0
cinnamic acid 4-hydroxylase (C4H)	Bra021637	3.2009	5.7636	AT2G30490.1	0
cinnamic acid 4-hydroxylase (C4H)	Bra022803	8.08284	18.0625	AT2G30490.1	0
4-coumarate:CoA ligase1 (4CL1)	Bra030429	21.1558	15.8226	AT1G51680.1	0
4-coumarate:CoA ligase2 (4CL2)	Bra031266	11.6419	30.2902	AT3G21240.1	0
4-coumarate:CoA ligase3 (4CL3)	Bra004109	1.57306	6.50441	AT1G65060.1	0
4-coumarate:CoA ligase5 (4CL5)	Bra001819	1.87854	5.27576	AT3G21230.1	0
4-coumarate:CoA ligase5 (4CL5)	Bra031263	6.66306	18.1467	AT3G21230.1	0
4-coumarate:CoA ligase5 (4CL5)	Bra031265	0.123454	0.81903	AT3G21230.1	0
chalcone synthase (CHS)	Bra006224	2.0923	20.5601	AT5G13930.1	0
chalcone synthase (CHS)	Bra008792	37.7103	52.6632	AT5G13930.1	0
flavanone 3-hydroxylase (F3H)	Bra012862	0	0.841922	AT3G51240.1	0
flavanone 3-hydroxylase (F3H)	Bra036828	12.2035	24.4218	AT3G51240.1	0
flavonol synthase1 (FLS1)	Bra018076	0.0824536	0.172334	AT5G08640.2	1E-109
flavonol synthase1 (FLS1)	Bra038647	0.0818071	0.341978	AT5G08640.2	1E-113
flavonol synthase3 (FLS3)	Bra038648	0	0.0889659	AT5G63590.1	2E-144
hydroxycinnamoyl CoA shikimate/quinate transferase (HCT)	Bra036480	11.4969	20.72	AT5G48930.1	0
dihydroflavonol reductase (DFR)	Bra027457	0.187948	74.5248	AT5G42800.1	0
anthocyanidin synthase (ANS)	Bra013652	0.272703	37.114	AT4G22880.2	0

팍초이 총전사체 분석을 통해 확인된 페닐프로파노이드 생합성 유전자의 발현률을 재확인하기 위하여 QRT-PCR 분석을 수행하였다 (그림 94). 분석결과 대부분의 유전자가 팍초이 총전사체 분석과 일치하게 적색 팍초이에서 높은 발현율을 보였지만, BrPAL과 Br4CL1 경우 총전사체 분석과 다른 경향을 보여 이는 다시 한번 확인하고자 한다.

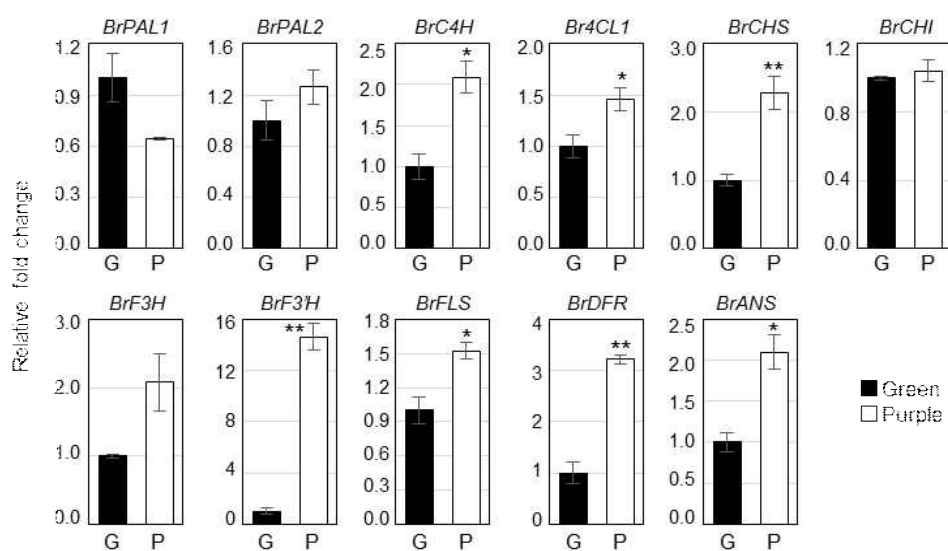


그림 94. 녹색 및 적색 팍초이 상에 존재하는 페닐프로파노이드 생합성 유전자의 발현 양상 분석. PAL, phenylalanine ammonia-lyase; C4H, cinnamate 4-hydroxylase; 4CL, 4-coumarate-CoA ligase; CHS, chalcone synthase; CHI, chalcone isomerase; F3H, flavanone-3-hydroxylase; F3' H, flavonoid-3'-hydroxylase; FLS, flavonol synthase; DFR, dihydroflavonol reductase; ANS, anthocyanin synthase

나. 광초이류 대사체 분석

(1) 적색 및 녹색 경수채간 GC-TOFMS를 이용한 대사체 분석

GC-TOFMS 분석을 통하여 녹색 및 적색 경수채에서 3개의 광호흡 관련물질, 4개의 유기산, 4개의 TCA 회로 관련물질, 11개의 당류, 18개의 아미노산류, 3개의 페놀릭산을 포함하는 총 43개의 대사물질을 확인하였다(표 32). 분석된 대사물질 가운데 녹색 및 적색 경수채 사이에 아미노산 대사에서 가장 큰 차이를 나타냈다. 대부분의 아미노산 함량은 녹색 경수채에서 높은 것으로 나타났다. 구체적으로, glutamic acid와 glutamic acid의 부산물인 glutamine, pyroglutamine은 녹색 경수채에서 높은 것으로 나타났다. 녹색 경수채의 glutamic acid와 glutamine은 질소동화에 관련하므로 이들의 높은 함량은 녹색 경수채에 있어서 적색 경수채에 비하여 상대적으로 valine, alanine, serine, leucine, isoleucine, proline, glycine, threonine,  $\beta$ -alanine, aspartic acid, asparagine, phenylalanine, tryptophane의 높은 함량을 설명한다. 당류의 경우에는 sucrose, maltose, trehalose, raffinose, inositol의 함량은 적색 경수채에서 높았으며, xylose, fructose, galactose, glucose, mannose, glycerol의 함량은 녹색 경수채에서 높았다.

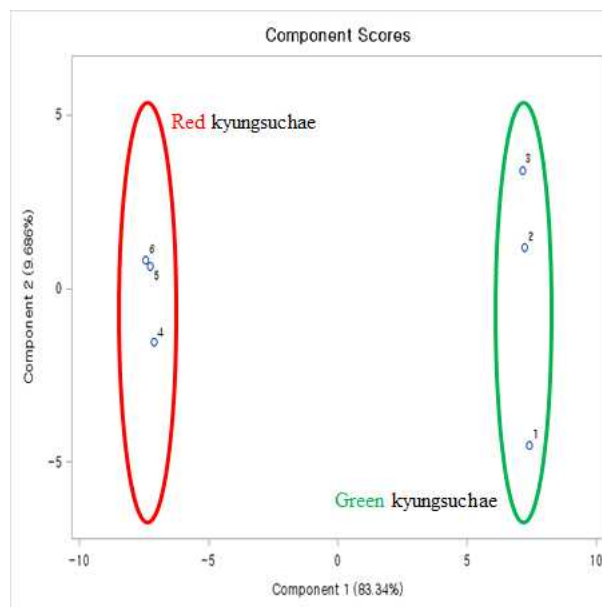
표 32. 적색 및 녹색 경수채간 GC-TOFMS 분석 결과 (Ratio/g)

	Compounds	녹색 경수채	적색 경수채
Photorespiration intermediates	Glyceric acid	0.11 ± 0.00	0.22 ± 0.01
	Glycolic acid	0.11 ± 0.01	0.14 ± 0.00
	Ethanolamine	0.31 ± 0.02	0.35 ± 0.01
Organic acids	Lactic acid	0.07 ± 0.03	0.06 ± 0.00
	Threonic acid	0.20 ± 0.03	0.20 ± 0.01
	Nicotinic acid	0.02 ± 0.00	0.01 ± 0.00
	Shikimic acid	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00
TCA cycle intermediates	Succinic acid	1.01 ± 0.03	0.52 ± 0.02
	Citric acid	2.82 ± 0.10	2.84 ± 0.04
	Fumaric acid	0.34 ± 0.05	0.39 ± 0.01
	Malic acid	12.50 ± 0.48	13.78 ± 0.13
Carbohydrates	Sucrose	4.92 ± 0.21	5.84 ± 0.14
	Maltose	0.03 ± 0.00	0.06 ± 0.00
	Trehalose	0.02 ± 0.00	0.04 ± 0.00
	Raffinose	2.17 ± 0.08	2.40 ± 0.03
	Xylose	0.25 ± 0.02	0.10 ± 0.00
	Fructose	28.09 ± 1.30	25.58 ± 0.61
	Galactose	0.28 ± 0.00	0.23 ± 0.04
	Glucose	11.86 ± 0.56	10.75 ± 0.31
	Mannose	5.76 ± 0.28	5.24 ± 0.14
	Inositol	1.19 ± 0.03	1.51 ± 0.01
	Glycerol	0.51 ± 0.02	0.32 ± 0.02
Amino acid	Valine	0.48 ± 0.04	0.25 ± 0.01
	Alanine	0.32 ± 0.05	0.23 ± 0.05
	Serine	0.89 ± 0.02	0.42 ± 0.01
	Leucine	0.07 ± 0.01	0.03 ± 0.00
	Isoleucine	0.16 ± 0.02	0.09 ± 0.00
	Proline	3.20 ± 0.17	1.95 ± 0.10
	Glycine	0.25 ± 0.01	0.10 ± 0.00

	Threonine	0.21 ± 0.01	0.11 ± 0.00
	β-Alanine	0.02 ± 0.00	0.01 ± 0.00
	Aspartic acid	0.26 ± 0.03	0.12 ± 0.01
	Methionine	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00
	Pyroglutamic acid	1.15 ± 0.05	0.41 ± 0.01
	4-Aminobutyric acid	0.08 ± 0.01	0.99 ± 0.03
	Asparagine	0.22 ± 0.02	0.02 ± 0.00
	Glutamine	2.19 ± 0.16	0.28 ± 0.04
	Phenylalanine	0.05 ± 0.00	0.04 ± 0.00
	Tryptophane	0.02 ± 0.00	0.01 ± 0.00
	Glutamic acid	0.94 ± 0.04	0.46 ± 0.02
Phenolic acids	Sinapinic acid	0.16 ± 0.03	0.17 ± 0.01
	Ferulic acid	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00
	Quinic acid	0.14 ± 0.01	0.03 ± 0.00

## (2) 적색 및 녹색 경수채간 76개 대사물질 주성분분석

주성분분석(principal component analysis)는 대사체 수준에서 시료 간 차이를 평가하기 위해 이용되어져 왔다. 본 연구에서는 GC-TOFMS를 통하여 내부표준물질(adonitol)에 의해 표준화된 42개의 대사물질의 정량 데이터 및 HPLC를 통하여 획득한 안토시아닌, 페닐프로파노이드, 글루코시놀레이트를 포함하는 34개 이차대사물질의 정량 데이터를 이용하여 주성분분석을 실시하였다(그림 95). 분석 결과에 따르면, 제1주성분에 의해 적색 및 녹색 경수채간의 분리가 나타났다. 분리가 이루어진 대사산물의 상관관계를 보기 위하여 loading plot 결과를 제시하였으며 페닐프로파노이드, 안토시아닌, 글루코시놀레이트가 정의 상관을 나타내고 있었다. 이는 적색 경수채가 녹색 경수채보다 높은 이차대사산물 함량을 보이고 있다는 것을 나타낸다.



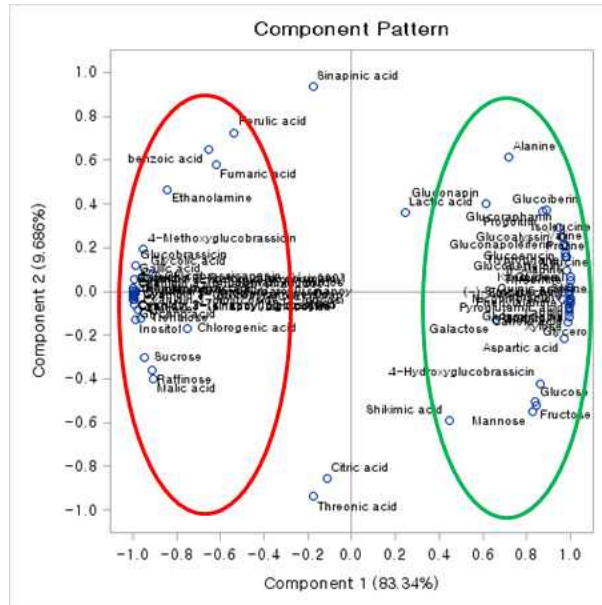


그림 95. 적색 및 녹색 경수채간 대사물질 주성분분석

### (3) 적색 및 녹색 경수채간 76개 대사물질 상관분석

본 연구에서는 GC-TOFMS를 통하여 내부표준물질(adonitol)에 의해 표준화된 42개의 대사물질의 정량 데이터 및 HPLC를 통하여 획득한 안토시아닌, 페닐프로파노이드, 글루코시놀레이트를 포함하는 34개 이차대사물질의 정량 데이터를 이용하여 상관관계를 밝히기 위하여 피어슨 상관 분석(Pearson correlation)을 실시하였다(그림 96). 아미노산 대사와 관련하여 glutamic acid는 glutamic acid의 부산물인 glutamine ( $r=0.99958$ ,  $p<0.0001$ )과 pyroglutamic acid ( $r=0.99872$ ,  $p<0.0001$ )와 매우 강한 양의 상관관계를 나타내었고, 반면에, 4-Aminobutyric acid ( $r=-0.99514$ ,  $p<0.0001$ )와는 강한 음의 상관관계를 나타내었다. 게다가, 질소동화에 관여하는 glutamic acid는 valine ( $r=0.97191$ ,  $p=0.0012$ ), alanine ( $r=0.69996$ ,  $p=0.1215$ ), serine ( $r=0.99875$ ,  $p<.0001$ ), leucine ( $r=0.96515$ ,  $p=0.0018$ ), isoleucine ( $r=0.9597$ ,  $p=0.0024$ ), proline ( $r=0.97267$ ,  $p=0.0011$ ), glycine ( $r=0.9947$ ,  $p<.0001$ ), threonine ( $r=0.99767$ ,  $p<.0001$ ),  $\beta$ -Alanine ( $r=0.99667$ ,  $p<.0001$ ), aspartic acid ( $r=0.98099$ ,  $p=0.0005$ ), methionine ( $r=0.9968$ ,  $p<.0001$ ), phenylalanine ( $r=0.99726$ ,  $p<.0001$ ), asparagine ( $r=0.99682$ ,  $p<.0001$ ), tryptophane ( $r=0.98719$ ,  $p=.0002$ )와 강한 양의 상관 관계를 나타내었다. 과거 연구결과에 따르면 sucrose는 phenylpropanoid 생합성 경로에 관여한다고 하였다. 본 연구결과 또한 sucrose는 Gallic acid ( $r=0.92153$ ,  $p=0.009$ ), catechin ( $r=0.9342$ ,  $p=0.0064$ ), chlorogenic acid ( $r=0.73206$ ,  $p=0.0981$ )와 강한 양의 상관관계를 나타냈으며, 반면에, caffeic acid ( $r=-0.91697$ ,  $p=0.0101$ ), (-)-epicatechin ( $r=-0.94859$ ,  $p=0.0039$ ), vanillin ( $r=-0.93291$ ,  $p=0.0058$ )과는 강한 음의 상관관계를 나타냈다. 특히, sucrose는 Cyanidin 3-diglucoside-5-glucoside ( $r=0.96157$ ,  $p=0.0022$ ), Cyanidin 3-(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside ( $r=0.9564$ ,  $p=0.0028$ ), Cyanidin 3-(caffeoyl)(p-coumaroyl)diglucoside-5-glucoside ( $r=0.93985$ ,  $p=0.0053$ ), Cyanidin 3-(glycopyranosyl-sinapoyl)diglucoside-5-glucoside ( $r=0.95596$ ,  $p=0.0029$ ), Cyanidin 3-(p-coumaroyl)(sinapoyl)triglucoside-5-glucoside ( $r=0.94142$ ,  $p=0.005$ ), Cyanidin 3-(sinapoyl)glucoside-5-glucoside ( $r=0.95075$ ,  $p=0.0036$ ), Cyanidin

3-(p-coumaroyl)diglucoside-5-glucoside ( $r=0.95141$ ,  $p=0.0035$ ), Cyanidin  
 3-(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside ( $r=0.95277$ ,  $p=0.0033$ ), Cyanidin  
 3-(p-coumaroyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside ( $r=0.93526$ ,  $p=0.0062$ ), Cyanidin  
 3-(feruloyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside ( $r=0.95198$ ,  $p=0.0034$ ), Cyanidin  
 3-(sinapoyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside ( $r=0.95476$ ,  $p=0.003$ ), Cyanidin  
 3-(feruloyl)(sinapoyl)diglucoside-5-glucoside ( $r=0.95587$ ,  $p=0.0029$ )을 포함하는 모든 안  
 토시아닌과 강한 양의 상관관계를 나타내었다.

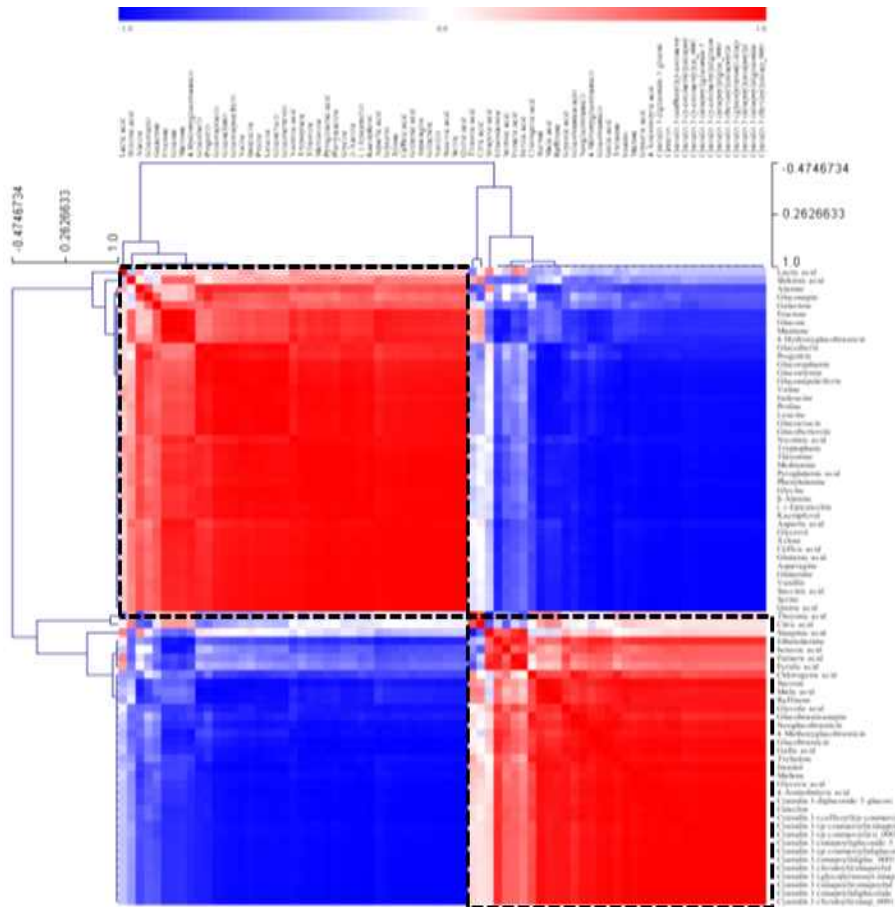


그림 96. 적색 및 녹색 경수채간 피어슨 상관 분석 시각화

(4) 적색 및 녹색 복초이간 GC-TOFMS를 이용한 대사체 분석

GC-TOFMS 분석을 통하여 녹색 및 적색 복초이에서 3개의 광호흡 관련물질, 4개의 유기산, 4개의 TCA 회로 관련물질, 11개의 당류, 18개의 아미노산류, 3개의 페놀릭산을 포함하는 총 43개의 대사물질을 확인하였다(표 33). 분석된 대사물질 가운데 녹색 및 적색 복초이 사이에 아미노산 및 탄수화물 대사에서 가장 큰 차이를 나타냈다. 대부분의 아미노산 함량은 적색 복초이에서 높은 것으로 나타났다. 구체적으로, glutamic acid와 glutamic acid의 부산물인 glutamine, pyroglutamine, 4-Aminobutyric acid은 적색 복초이에서 높은 것으로 나타났으며, 질소동화에 관여하는 glutamic acid의 높은 함량은 적색 경수채에 있어서 녹색 경수채에 비하여 상대적으로 alanine, aspartic acid, serine, proline, threonine,  $\beta$ -alanine, asparagine, glutamine, tryptophane의 높은 함량을 설명한다. 당류의 경우에는 대부분의 당류는 녹색 복초

이에서 높았으며, 특히, fructose, galactose, glucose, mannose, inositol, sucrose, maltose, raffinose 함량이 높게 나타났다.

표 33. 적색 및 녹색 복초이간 GC-TOFMS 분석 결과 (Ratio/g)

	Compounds	녹색 복초이	적색 복초이
Photorespiration intermediates	Glycolic acid	0.15 ± 0.02	0.13 ± 0.01
	Glyceric acid	0.73 ± 0.02	0.10 ± 0.01
	Ethanolamine	0.11 ± 0.01	0.09 ± 0.01
Organic acids	Lactic acid	0.21 ± 0.01	0.42 ± 0.05
	Nicotinic acid	0.01 ± 0.00	0.02 ± 0.00
	Shikimic acid	0.01 ± 0.00	0.02 ± 0.00
	Threonic acid	0.20 ± 0.00	0.14 ± 0.00
TCA cycle intermediates	Succinic acid	0.58 ± 0.04	0.57 ± 0.01
	Fumaric acid	0.38 ± 0.02	0.26 ± 0.02
	Malic acid	17.27 ± 0.44	13.30 ± 0.13
	Citric acid	2.92 ± 0.02	3.96 ± 0.05
Carbohydrates	Glycerol	0.30 ± 0.01	0.43 ± 0.01
	Xylose	0.12 ± 0.00	0.10 ± 0.00
	Fructose	21.63 ± 0.76	20.38 ± 0.49
	Galactose	0.43 ± 0.04	0.20 ± 0.02
	Glucose	10.31 ± 0.44	8.05 ± 0.14
	Mannose	4.58 ± 0.16	2.78 ± 0.10
	Inositol	1.32 ± 0.00	0.58 ± 0.00
	Sucrose	5.89 ± 0.12	4.94 ± 0.07
	Maltose	0.09 ± 0.00	0.02 ± 0.00
	Trehalose	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00
Raffinose	4.11 ± 0.06	2.56 ± 0.08	
Amino acid	Valine	0.18 ± 0.02	0.17 ± 0.01
	Alanine	0.15 ± 0.01	0.27 ± 0.02
	Aspartic acid	0.37 ± 0.03	1.02 ± 0.01
	Serine	0.48 ± 0.03	1.13 ± 0.01
	Glycine	0.15 ± 0.01	0.15 ± 0.00
	Leucine	0.03 ± 0.00	0.02 ± 0.00
	Isoleucine	0.04 ± 0.00	0.07 ± 0.01
	Proline	1.65 ± 0.11	6.35 ± 0.32
	Threonine	0.14 ± 0.01	0.49 ± 0.02
	β-Alanine	0.01 ± 0.00	0.02 ± 0.00
	Methionine	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00
	Pyroglutamic acid	0.28 ± 0.05	1.03 ± 0.09
	GABA	2.25 ± 0.10	3.56 ± 0.02
	Glutamic acid	0.52 ± 0.01	0.77 ± 0.03
	Phenylalanine	0.05 ± 0.00	0.04 ± 0.00
	Asparagine	0.00 ± 0.00	0.15 ± 0.01
Glutamine	0.16 ± 0.02	1.61 ± 0.15	
Tryptophane	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	
Phenolic acids	Quinic acid	0.01 ± 0.00	0.04 ± 0.00
	Ferulic acid	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00
	Sinapinic acid	0.06 ± 0.01	0.08 ± 0.01

(5) 적색 및 녹색 복초이간 73개 대사물질 주성분분석

본 연구에서는 GC-TOFMS를 통하여 내부표준물질(adonitol)에 의해 표준화된 43개의 대사물질의 정량 데이터 및 HPLC를 통하여 획득한 안토시아닌, 페닐프로파노이드를 포함하는 30

개 이차대사물질의 정량 데이터를 이용하여 주성분분석을 실시하였다(그림 97). 분석 결과에 따르면, 제1주성분에 의해 녹색 및 적색 복초이간의 분리가 나타났다. 분리가 이루어진 대사산물의 상관관계를 보기 위하여 loading plot 결과를 제시하였으며 페닐프로파노이드, 안토시아닌이 정의 상관관을 나타내고 있었으며, 아미노산 또한 정의 상관관을 나타내고 있었다. 이는 적색 복초이가 녹색 복초이보다 높은 이차대사산물 함량 및 아미노산 함량을 보이고 있다는 것을 나타낸다.

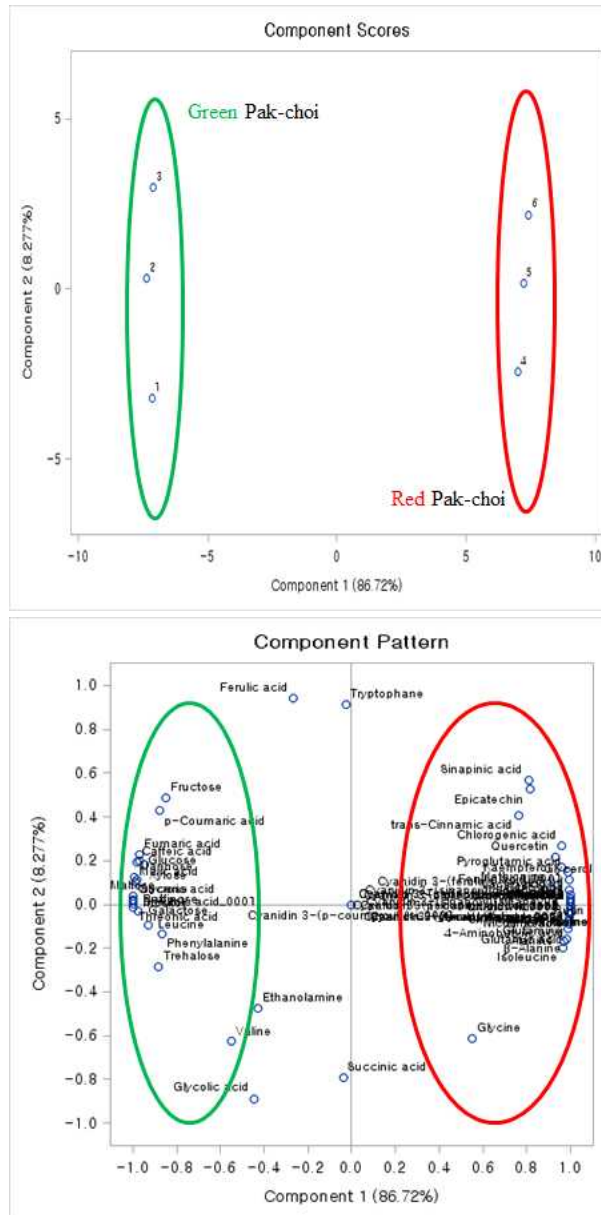


그림 97. 적색 및 녹색 경수채간 대사물질 주성분분석

(6) 적색 및 녹색 복초이간 73개 대사물질 상관분석

본 연구에서는 GC-TOFMS를 통하여 내부표준물질(adonitol)에 의해 표준화된 43개의 대사물질의 정량 데이터 및 HPLC를 통하여 획득한 안토시아닌, 페닐프로파노이드를 포함하는 30개 이차대사물질의 정량 데이터를 이용하여 상관관계를 밝히기 위하여 피어슨 상관 분석





자색 경수채와 녹색 경수채 계통간 페닐프로파노이드 함량을 비교 분석한 결과, 총함량은 진자색 경수채(1240)이 140.45 ug/g으로 가장 높게 나타났으며, 특히 caffeic acid, rutin, kaempferol 함량이 자색, 녹색 경수채에 비하여 높게 나타났다(표 34).

표 34. 자색 경수채와 녹색 경수채 품종간 페닐프로파노이드 함량 비교 분석 (ug/g 건중량)-2017년 5월 17일에 시료채취

Phenylpropanoids		진자색 경수채	자색 경수채	녹색 경수채
No	Trivial name	(1240)	(1252)	(1262)
1	Catechin hydrate	2.81 ± 0.38	3.02 ± 0.62	3.52 ± 0.96
2	Chlorogenic acid	25.58 ± 1.89	21.64 ± 0.76	31.41 ± 0.47
3	Caffeic acid	56.97 ± 1.46	24.46 ± 2.77	12.99 ± 0.81
4	Epicatechin	26.54 ± 1.44	39.45 ± 2.02	43.65 ± 4.65
5	p-coumaric acid	ND	ND	ND
6	Ferulic acid	5.05 ± 1.65	13.00 ± 0.62	7.9 ± 2.23
7	Rutin	16.96 ± 1.61	6.66 ± 0.54	11.17 ± 2.02
8	Kaempferol	6.54 ± 1.13	3.72 ± 0.311	2.93 ± 0.44
Total		140.45 ± 9.21	101.95 ± 6.73	113.57 ± 10.39

자색 팍초이, 자색 다채와 녹색 팍초이 계통간 페닐프로파노이드 함량을 비교 분석한 결과, 총함량은 자색 다채(1237)에서 149.53 ug/g으로 가장 높게 나타났으며, 특히 caffeic acid 함량이 자색, 녹색 팍초이에 비하여 2배 이상 높게 나타났다(표 35).

표 35. 자색 팍초이, 자색 다채와 녹색 팍초이 계통간 페닐프로파노이드 함량 비교 분석 (ug/g 건중량)-2017년 5월 17일에 시료채취

Phenylpropanoids		자색팍초이	자색 다채	진한 녹색팍초이	녹색 팍초이
No	Trivial name	(1232)	(1237)	(1211)	(1210)
1	Catechin hydrate	6.94 ± 0.31	4.54 ± 0.57	7.58 ± 1.90	3.82 ± 0.08
2	Chlorogenic acid	23.78 ± 1.56	28.15 ± 4.60	23.63 ± 1.20	23.99 ± 1.93
3	Caffeic acid	34.26 ± 1.04	68.45 ± 4.21	30.83 ± 3.80	21.30 ± 1.05
4	Epicatechin	42.31 ± 0.75	34.09 ± 3.86	33.86 ± 4.21	25.76 ± 2.66
5	p-coumaric acid	1.94 ± 0.31	1.49 ± 0.81	1.65 ± 0.50	1.97 ± 0.61
6	Ferulic acid	3.89 ± 0.13	4.82 ± 0.28	2.94 ± 0.06	4.29 ± 0.47
7	Rutin	15.42 ± 0.99	3.7 ± 0.42	4.62 ± 0.42	13.00 ± 0.22
8	Kaempferol	8.11 ± 2.02	4.29 ± 0.61	7.79 ± 0.30	4.02 ± 0.48
Total		137.11 ± 5.47	149.53 ± 12.17	113.58 ± 10.51	98.63 ± 6.61

자색 경수채와 녹색 경수채 계통간 페닐프로파노이드 함량을 비교 분석한 결과, 총함량은 자색 경수채(8033)에서 302.29 ug/g으로 가장 높게 나타났으며, 특히 chlorogenic acid, caffeic acid 함량이 다른 자색, 녹색 경수채에 비하여 높게 나타났다(표 36).

표 36. 자색 경수채와 녹색 경수채 계통간 페닐프로파노이드 함량 비교 분석 (ug/g 건중량)-2017년 5월 17일에 시료채취

No	Trivial name	자색경수채 (8220)	자색 경수채 (8214)	자색 경수채 (8052)	자색 경수채 (8033)	녹색 경수채 (8123)
1	Catechin hydrate	29.91 ± 0.11	25.48 ± 0.38	16.83 ± 1.09	24.65 ± 0.79	16.22 ± 0.5
2	Chlorogenic acid	33.08 ± 2.26	32.62 ± 0.32	30.85 ± 0.17	42.09 ± 1.15	28.65 ± 1.55
3	Caffeic acid	81.25 ± 6.53	63.34 ± 0.64	83.83 ± 0.23	130.44 ± 1.06	26.76 ± 1.48
4	Epicatechin	63.03 ± 0.92	50.19 ± 1.36	56.54 ± 1.87	65.03 ± 1.98	26.34 ± 0.73
5	p-coumaric acid	7.46 ± 0.6	3.22 ± 0.1	7.04 ± 0.28	6.14 ± 0.24	0.27 ± 0.03
6	Ferulic acid	6.57 ± 0.07	5.1 ± 0.08	3.47 ± 0.07	3.95 ± 0.01	5.92 ± 0.16
7	Rutin	18.03 ± 0.17	39.78 ± 1.56	21.42 ± 1.72	24.25 ± 0.75	2.51 ± 0.11
8	Kaempferol	7.59 ± 0.03	2.77 ± 0.33	7.89 ± 0.97	5.07 ± 0.23	8.4 ± 0.38
	Total	255.94 ± 9.13	223.43 ± 4.76	233.81 ± 10.3	302.29 ± 6.08	116.42 ± 3.98

백경채와 홍경채 계통간 페닐프로파노이드 함량을 비교 분석한 결과, 총함량은 홍경채 (9024)에서 422.31 ug/g으로 가장 높게 나타났으며 백경채와 백경채 대조군에 비하여 약 2.7배 정도 높은 총함량을 보였다. 특히 catechin hydrate, p-coumaric acid, caffeic acid 함량이 백경채와 백경채 대조군에 비하여 높게 나타났다(표 37).

표 37. 백경채와 홍경채 계통간 페닐프로파노이드 함량 비교 분석 (ug/g 건중량)- 2017년 10월 23일에 시료채취

No	Trivial name	백경채 (8965)	백경채 대조군 (9009)	홍경채 (9024)
1	Catechin hydrate	2.67 ± 0.67	2.67 ± 0.09	19.34 ± 2.44
2	Chlorogenic acid	52.59 ± 1.97	38.84 ± 2.82	42.86 ± 1.64
3	Caffeic acid	13.91 ± 0.31	16.92 ± 4.58	287.69 ± 7.83
4	Epicatechin	28.27 ± 3.92	28.68 ± 2.12	33.32 ± 4.10
5	p-coumaric acid	0.65 ± 0.31	1.3 ± 0.1	7.57 ± 0.57
6	Ferulic acid	6.14 ± 1.54	20.31 ± 0.67	12.54 ± 0.5
7	Rutin	14.41 ± 0.47	12.23 ± 0.19	14.07 ± 0.15
8	Kaempferol	22.53 ± 0.85	18.07 ± 0.99	5.14 ± 0.36
	Total	141.93 ± 10.26	140.97 ± 10.13	422.21 ± 14.43

진자색 다채, 녹색 다채와 인생채 계통간 페닐프로파노이드 함량을 비교 분석한 결과, 총함량은 진자색 다채(8783)에서 241.40 ug/g으로 가장 높게 나타났다. 특히 epicatechin, caffeic acid 함량이 다른 계통에 비하여 높게 나타났다(표 38).

표 38. 진자색 다채, 녹색 다채와 인생채 계통간 페닐프로파노이드 함량 비교 분석 (ug/g 건중량)- 2017년 10월 23일에 시료채취

No	Trivial name	진자색 다체 (8792)	진자색 다체 (8783)	녹색 다체 (8860)	녹색 인생채 (8987)
1	Catechin hydrate	11.62 ± 0.16	14.51 ± 1.47	2.29 ± 0.33	15.34 ± 2.14
2	Chlorogenic acid	29.81 ± 2.05	22.98 ± 2.14	26.35 ± 0.81	26.96 ± 0.08
3	Caffeic acid	51.89 ± 5.03	106.43 ± 8.29	38.15 ± 3.55	28.03 ± 1.77
4	Epicatechin	39.23 ± 5.13	78.57 ± 4.76	24.34 ± 0.54	15.03 ± 1.51
5	p-coumaric acid	0.87 ± 0.29	0.48 ± 0.02	ND	0.63 ± 0.07
6	Ferulic acid	5.07 ± 0.57	4.13 ± 0.35	3.12 ± 0.62	11.99 ± 0.45
7	Rutin	4.54 ± 0.78	6.29 ± 0.35	7.93 ± 0.38	9.28 ± 0.58
8	Kaempferol	3.41 ± 0.51	5.66 ± 0.18	4.34 ± 0.42	7.57 ± 0.79
Total		150.83 ± 14.83	241.40 ± 12.15	106.52 ± 5.04	114.83 ± 5.02

자색 경수채와 녹색 경수채 계통간 페닐프로파노이드 함량을 비교 분석한 결과, 총함량은 자색 경수채(2309)에서 340.42 ug/g으로 가장 높게 나타났다. 특히 ferulic acid 함량이 다른 계통에 비하여 높게 나타났다(표 39).

표 39. 자색 경수채와 녹색 경수채 계통간 페닐프로파노이드 함량 비교 분석 (ug/g 건중량)-2018년 5월 31일에 시료채취

No	Trivial name	자색 경수채 (2309)	자색 경수채 (2316)	자색 경수채 대조군(2349)	녹색경수채 (2374)
1	Catechin hydrate	20.11 ± 1.60	13.95 ± 1.65	17.62 ± 3.62	31.19 ± 4.37
2	Chlorogenic acid	29.88 ± 0.06	25.26 ± 0.31	24.77 ± 1.23	38.90 ± 0.42
3	Caffeic acid	102.37 ± 2.84	108.70 ± 0.42	71.80 ± 2.60	49.12 ± 0.91
4	Epicatechin	89.98 ± 4.02	92.06 ± 1.88	61.92 ± 1.32	20.24 ± 0.84
5	p-coumaric acid	ND	0.76 ± 0.28	1.38 ± 0.17	0.87 ± 0.01
6	Ferulic acid	6.32 ± 0.79	4.26 ± 0.82	4.48 ± 0.42	3.28 ± 0.06
7	Rutin	89.45 ± 6.97	69.41 ± 1.20	62.02 ± 4.64	89.39 ± 2.67
8	Kaempferol	2.29 ± 0.07	2.87 ± 0.89	2.33 ± 0.04	3.40 ± 0.34
Total		340.42 ± 6.34	317.27 ± 4.74	246.32 ± 5.40	236.39 ± 6.05

팍초이 4개 계통간 페닐프로파노이드 함량을 비교 분석한 결과, 총함량은 진녹 팍초이(2303)에서 276.42 ug/g으로 가장 높게 나타났다. 특히 catechin hydrate, chlorogenic acid, rutin 함량이 다른 계통에 비하여 높게 나타났으며 특이적으로 rutin함량이 다른 계통에 비하여 3-5배 정도 높게 나타났다(표 40).

표 40. 팍초이 계통간 페닐프로파노이드 함량 비교 분석 (ug/g 건중량)-2018년 5월 31일에 시료채취

No	Trivial name	진녹 팍초이 (2302)	진녹 팍초이 (2303)	진녹 팍초이 (2318)	팍초이 대조군 (2320)
1	Catechin hydrate	22.42 ± 1.10	27.12 ± 0.85	13.95 ± 1.20	22.83 ± 3.30
2	Chlorogenic acid	32.53 ± 0.33	37.87 ± 1.85	29.61 ± 0.61	34.10 ± 0.96
3	Caffeic acid	26.07 ± 0.16	26.41 ± 0.95	30.22 ± 0.48	42.72 ± 0.14
4	Epicatechin	57.63 ± 4.62	60.5 ± 1.72	54.45 ± 1.71	65.37 ± 0.42

5	p-coumaric acid	0.74 ± 0.03	0.63 ± 0.01	1.15 ± 0.04	1.28 ± 0.03
6	Ferulic acid	3.53 ± 0.01	3.43 ± 0.01	3.29 ± 0.04	3.30 ± 0.03
7	Rutin	37.64 ± 1.90	117.48 ± 1.05	15.42 ± 0.31	22.96 ± 0.74
8	Kaempferol	11.48 ± 6.53	2.98 ± 0.93	3.79 ± 0.47	3.22 ± 0.08
Total		192.04 ± 11.93	276.42 ± 5.90	151.43 ± 4.45	195.78 ± 5.17

진자색, 자색 경수채와 녹색 경수채 계통간 글루코시놀레이트 함량을 비교 분석한 결과, 총합량은 자색경수채(1252)에서 8.39  $\mu\text{mol/g}$ 으로 가장 높게 나타났다. 특히 neoglucobrassicin을 제외한 6종의 글루코시놀레이트 함량이 진자색 경수채, 녹색 경수채에 비하여 높게 나타났다(표 41).

표 41. 진자색, 자색 경수채와 녹색 경수채 계통간 글루코시놀레이트 함량 비교 분석 ( $\mu\text{mol/g}$  건중량)-2017년 5월 17일에 시료채취

No	Trivial name	진자색 경수채	자색 경수채	녹색 경수채
		(1240)	(1252)	(1262)
1	Progoitrin	0.42 ± 0.03	0.62 ± 0.02	0.52 ± 0.04
2	Glucoalyssin	0.29 ± 0.02	0.31 ± 0.04	0.18 ± 0.02
3	Gluconapin	2.81 ± 0.25	4.77 ± 0.22	2.29 ± 0.1
4	Glucobrassicinapin	0.36 ± 0.04	0.91 ± 0.06	0.34 ± 0.05
5	Glucobrassicin	0.82 ± 0.04	1.22 ± 0.06	0.69 ± 0.00
6	4-Methoxy glucobrassicin	0.38 ± 0.03	0.71 ± 0.08	1.15 ± 0.18
7	Neoglucobrassicin	0.15 ± 0.02	0.05 ± 0.00	0.10 ± 0.00
Total		5.31 ± 0.26	8.39 ± 0.41	5.28 ± 0.33

자색 팍초이, 녹색 팍초이와 자색 다채 계통간 글루코시놀레이트 함량을 비교 분석결과, 총합량은 자색팍초이(1232)에서 4.97  $\mu\text{mol/g}$ 으로 가장 높게 나타났다. 특히 4-Methoxy glucobrassicin 함량이 다른 계통에 비하여 높게 나타났다(표 42).

표 42. 자색 팍초이, 녹색 팍초이와 자색 다채 계통간 글루코시놀레이트 함량 비교 분석 ( $\mu\text{mol/g}$  건중량)-2017년 5월 17일에 시료채취

No	Trivial name	자색팍초이	자색 다채	진한 녹색팍초이	녹색 팍초이
		(1232)	(1237)	(1211)	(1210)
1	Progoitrin	0.55 ± 0.06	0.50 ± 0.03	0.24 ± 0.02	0.49 ± 0.05
2	Glucoalyssin	0.41 ± 0.05	0.42 ± 0.04	0.06 ± 0.00	0.08 ± 0.01
3	Gluconapin	0.98 ± 0.07	0.93 ± 0.06	0.45 ± 0.03	1.25 ± 0.06
4	Glucobrassicinapin	0.32 ± 0.04	0.29 ± 0.02	0.10 ± 0.01	0.24 ± 0.02
5	Glucobrassicin	1.14 ± 0.02	1.16 ± 0.09	0.31 ± 0.03	0.25 ± 0.02
6	4-Methoxy glucobrassicin	1.39 ± 0.13	0.89 ± 0.06	0.10 ± 0.02	0.21 ± 0.02
7	Neoglucobrassicin	0.18 ± 0.02	0.07 ± 0.01	0.06 ± 0.01	0.38 ± 0.01
Total		4.97 ± 0.16	4.26 ± 0.40	1.31 ± 0.10	2.90 ± 0.14

자색 경수채와 녹색 경수채 계통간 글루코시놀레이트 함량을 비교 분석한 결과, 총합량은 자색 경수채(8214)에서 5.83  $\mu\text{mol/g}$ 으로 가장 높게 나타났다. 특히 gluconapin을 제외한 6종의 글루코시놀레이트 함량이 다른 계통에 비하여 높게 나타났으며, 특이적으로 4-Methoxy glucobrassicin 함량이 다른 계통에 비하여 4-10배 정도 높게 나타났다(표 43).

표 43. 자색 경수채와 녹색 경수채 계통간 글루코시놀레이트 함량 비교 분석 ( $\mu\text{mol/g}$  건중량) 2017년 10월 23일에 시료채취

No	Trivial name	자색경수채 (8220)	자색 경수채 (8214)	자색 경수채 (8052)	자색 경수채 (8033)	녹색 경수채 (8123)
1	Progoitrin	0.17 $\pm$ 0.00	0.48 $\pm$ 0.04	0.16 $\pm$ 0.01	0.52 $\pm$ 0.03	0.13 $\pm$ 0.01
2	Glucoalyssin	0.25 $\pm$ 0.02	0.48 $\pm$ 0.05	0.15 $\pm$ 0.00	0.03 $\pm$ 0.01	0.05 $\pm$ 0.00
3	Gluconapin	1.51 $\pm$ 0.07	0.88 $\pm$ 0.07	1.02 $\pm$ 0.01	0.75 $\pm$ 0.02	1.69 $\pm$ 0.07
4	Glucobrassicinapin	0.30 $\pm$ 0.01	0.33 $\pm$ 0.02	0.19 $\pm$ 0.01	0.02 $\pm$ 0.00	0.18 $\pm$ 0.01
5	Glucobrassicin	0.64 $\pm$ 0.03	0.86 $\pm$ 0.05	0.38 $\pm$ 0.02	0.57 $\pm$ 0.01	0.42 $\pm$ 0.02
6	4-Methoxy glucobrassicin	0.60 $\pm$ 0.03	2.64 $\pm$ 0.07	0.24 $\pm$ 0.02	0.39 $\pm$ 0.01	0.27 $\pm$ 0.02
7	Neoglucobrassicin	0.02 $\pm$ 0.00	0.17 $\pm$ 0.06	0.10 $\pm$ 0.01	0.12 $\pm$ 0.00	0.05 $\pm$ 0.00
	Total	3.50 $\pm$ 0.08	5.83 $\pm$ 0.11	2.24 $\pm$ 0.05	2.40 $\pm$ 0.04	2.78 $\pm$ 0.11

백경채와 홍경채 계통간 글루코시놀레이트 함량을 비교 분석한 결과 총합량은 홍경채(9024)에서 4.57  $\mu\text{mol/g}$ 으로 가장 높게 나타났다. 특히 progoitrin, glucoalyssin, gluconapin, glucobrassicin 함량이 백경채, 백경채 대조군에 비하여 높게 나타났다(표 44).

표 44. 백경채와 홍경채 계통간 글루코시놀레이트 함량 비교 분석 ( $\mu\text{mol/g}$  건중량)-2017년 10월 23일에 시료채취

No	Trivial name	백경채 (8965)	백경채 대조군 (9009)	홍경채 (9024)
1	Progoitrin	0.13 $\pm$ 0.02	0.16 $\pm$ 0.02	0.19 $\pm$ 0.02
2	Glucoalyssin	0.01 $\pm$ 0.00	0.03 $\pm$ 0.00	0.41 $\pm$ 0.02
3	Gluconapin	0.04 $\pm$ 0.00	1.61 $\pm$ 0.05	2.91 $\pm$ 0.10
4	Glucobrassicinapin	ND	0.36 $\pm$ 0.02	0.02 $\pm$ 0.00
5	Glucobrassicin	0.33 $\pm$ 0.01	0.17 $\pm$ 0.01	0.61 $\pm$ 0.01
6	4-Methoxy glucobrassicin	0.39 $\pm$ 0.01	0.56 $\pm$ 0.05	0.33 $\pm$ 0.01
7	Neoglucobrassicin	0.13 $\pm$ 0.00	0.16 $\pm$ 0.01	0.11 $\pm$ 0.00
	Total	1.02 $\pm$ 0.03	3.04 $\pm$ 0.14	4.57 $\pm$ 0.11

진자색 다채, 녹색 다채와 인생채 계통간 글루코시놀레이트 함량을 비교 분석한 결과, 인생채(8987)에서 14.36  $\mu\text{mol/g}$ 으로 가장 높게 나타났다. 특히 gluconapin 함량이 다른 계통에 비하여 아주 높게 나타났다(표 45).

표 45. 진자색 다채, 녹색 다채와 인생채 계통간 글루코시놀레이트 함량 비교 분석 ( $\mu\text{mol/g}$  건중량)-2017년 10월 23일에 시료채취

No	Trivial name	진자색 다채 (8792)	진자색 다채 (8783)	녹색 다채 (8860)
1	Progoitrin	0.18 ± 0.01	0.23 ± 0.02	0.49 ± 0.04
2	Glucoalyssin	0.14 ± 0.01	0.20 ± 0.04	0.30 ± 0.02
3	Gluconapin	0.88 ± 0.04	0.24 ± 0.05	5.03 ± 0.61
4	Glucobrassicinapin	0.38 ± 0.02	0.16 ± 0.02	1.33 ± 0.29
5	Glucobrassicin	0.69 ± 0.03	1.01 ± 0.03	0.69 ± 0.12
6	4-Methoxy glucobrassicin	1.29 ± 0.06	0.72 ± 0.03	0.86 ± 0.04
7	Neoglucobrassicin	1.10 ± 0.08	0.09 ± 0.01	0.17 ± 0.04
Total		4.80 ± 0.22	2.65 ± 0.14	8.87 ± 1.48

자색 경수채와 녹색 경수채 계통간 글루코시놀레이트 함량을 비교 분석한 결과, 자색 경수채 (2316)에서 13.28  $\mu\text{mol/g}$ 으로 가장 높게 나타났다. 특히 gluconapin 함량이 다른 계통에 비하여 높게 나타났다(표 46).

표 46. 자색 경수채와 녹색 경수채 계통간 글루코시놀레이트 함량 비교 분석 ( $\mu\text{mol/g}$  건중량)-2018년 5월 31일에 시료채취

Glucosinolates		자색 경수채 (2309)	자색 경수채 (2316)	자색 경수채 대조군 (2349)	경수채 대조군 (2374)
No	Trivial name				
1	Progoitrin	1.26 ± 0.07	0.54 ± 0.01	0.45 ± 0.04	ND
2	Glucoalyssin	0.75 ± 0.09	0.59 ± 0.02	0.85 ± 0.16	0.29 ± 0.02
3	Gluconapin	0.64 ± 0.03	3.68 ± 0.06	1.17 ± 0.09	2.92 ± 0.16
4	Glucobrassicinapin	0.41 ± 0.03	0.99 ± 0.01	0.50 ± 0.04	1.09 ± 0.05
5	Glucobrassicin	3.81 ± 0.00	2.39 ± 0.02	2.30 ± 0.23	0.63 ± 0.04
6	4-Methoxy glucobrassicin	0.24 ± 0.01	0.15 ± 0.00	0.54 ± 0.06	0.12 ± 0.01
7	Neoglucobrassicin	2.41 ± 0.16	4.93 ± 0.03	4.96 ± 0.58	0.41 ± 0.04
Total		9.52 ± 0.24	13.28 ± 0.11	10.77 ± 1.23	5.46 ± 0.34

진한녹색 팥초이와 팥초이 계통간 글루코시놀레이트 함량을 비교 분석한 결과, 진녹팥초이 (2303)에서 5.45  $\mu\text{mol/g}$ 으로 가장 높게 나타났다. 특히 progoitrin, gluconapin, neoglucobrassicin 함량이 다른 팥초이 계통에 비하여 높게 나타났다(표 47). 위탁과제를 맡고 있는 충남대학교는 1세부 과제, 아시아중요 생명공학육종연구소를 연 2회 이상 방문하여 아시아중요에서 육성한 품종, 계통, 유전자원 등을 지속적으로 수집하여 각종 분석의 시료로 활용하고 품종 육성의 기초자료로 지원할 계획이다.

표 47. 진한녹색 팥초이와 팥초이 계통간 글루코시놀레이트 함량 비교 분석 ( $\mu\text{mol/g}$  건중량)-2018년 5월 31일에 시료채취

Glucosinolates		진녹 팥초이	진녹 팥초이	진녹 팥초이	팥초이
No	Trivial name				

		(2302)	(2303)	(2318)	대조군 (2320)
1	Progoitrin	0.45 ± 0.05	0.91 ± 0.03	0.24 ± 0.03	0.32 ± 0.02
2	Glucolyssin	0.25 ± 0.03	0.24 ± 0.01	0.28 ± 0.07	0.22 ± 0.01
3	Gluconapin	0.92 ± 0.06	2.43 ± 0.06	0.74 ± 0.11	1.55 ± 0.06
4	Glucobrassicinapin	0.19 ± 0.01	0.09 ± 0.00	0.20 ± 0.02	0.23 ± 0.02
5	Glucobrassicin	0.46 ± 0.03	0.27 ± 0.01	0.56 ± 0.10	0.34 ± 0.02
6	4-Methoxy glucobrassicin	0.23 ± 0.07	0.17 ± 0.00	0.15 ± 0.02	0.19 ± 0.02
7	Neoglucobrassicin	0.62 ± 0.07	1.34 ± 0.01	0.78 ± 0.17	1.25 ± 0.10
Total		3.12 ± 0.32	5.45 ± 0.12	2.94 ± 0.72	4.11 ± 0.23



### 3. 3차년 연구수행 내용 및 결과

#### 가. 경수채 품종의 기능성물질 생합성 유전자 발현 분석

경수채는 배추과에 속하는 1년생 식물로 수분이 많은 잎이 무척 가늘게 서로 갈라져 있는 특이한 모양의 쌈채소이다 (그림 99). 일본의 특산채소로 비료를 사용하지 않은 물과 흙만을 이용·재배하기에 경수채란 이름이 붙여졌다. 다양한 기능성물질이나 비타민, 미네랄이 풍부하게 존재하는 것으로 알려졌다. 아시아종묘에서 분양받은 적색 잎을 가진 경수채 계통을 대상으로 경수채의 고기능성 물질과 이와 관련된 유전자 발현 연구를 통하여 기능성물질 합성 경로의 조절 기작을 연구하고자 대조군으로는 녹색 경수채 계통을 사용하여 연구를 수행하였다.



그림 99. 녹색 경수채 (A, B)와 적색 경수채 (C, D) 계통의 사진.

#### (1) 재료

아시아종묘 농장에서 발아 후 두달째 되는 적색, 녹색 경수채 잎을 채취하여 사용하였다.

#### (2) 연구방법

Total RNA는 Geneaid Total RNA extraction kit을 이용하여 분리하였다. QRT-PCR을 위해서, first strand cDNA는 ReverTra Ace- $\alpha$ -(Toyobo, Osaka, Japan) Kit과 oligo (dT)<sub>20</sub> primer를 이용해서 합성했다. Reverse transcriptase PCR 반응은 다음과 같다. 11  $\mu$ l RNase-free water에 1  $\mu$ g total RNA (1  $\mu$ l), 2  $\mu$ l 의 10X buffer, 1 $\mu$ l 의 10 mM each dNTP, 2  $\mu$ l 의 10  $\mu$ M oligo dT primer, 1  $\mu$ l 의 40 u/ $\mu$ l RNase inhibitor, 그리고 1  $\mu$ l 의 4 u/ $\mu$ l reverse transcriptase가 사용되었다. 이 혼합물은 42도에서 20분 동안 증폭되었고 99도에서 5분 동안 열이 가해졌다. Gene-specific primers들은 바이오니아 online program (<http://web.bioneer.co.kr/tools/tmcalculator.jsp>)을 이용해서 주문했다. SYBR Green qRT-PCR은 총 20  $\mu$ l로 이용되었는데, 10  $\mu$ l의 2X SYBR Green Real time PCR master mix (Toyobo), 0.5  $\mu$ M (each)의 specific primers, 5  $\mu$ M의 20배 희석된 cDNA를 template로 사용하였다. 95도에서 3분 동안 증폭되었고, 95도에서 15초, 72도에서 20초, 그리고 각각의 annealing 온도에서

40 cycle 동안 증폭되었다. 본 실험은 CFX96 Real-Time PCR System (Bio-Rad; Hercules, CA, USA) 기기를 이용하였고 actin gene (GenBank No. FJ969844)은 house keeping gene으로써 사용되었다.

### (3) 연구결과

#### (가) Glucosinolates 생합성 관련 유전자 발현

Glucosinolates (GSLs)는 초식동물과 미생물에 대한 식물방어 물질로 중요한 역할을 한다. GSLs는 tryptophan 뿐만 아니라 aromatic과 aliphatic amino acids로부터 유도된 side chain, sulfonated oxime, thioglucose moiety를 가짐으로써 만들어지는 천연 물질이다. Methionine, tryptophan, phenylalanine의 아미노산들은 대부분 중요한 GSLs 생합성의 전구체들이고 각각 indolic, aliphatic, aromatic GSLs을 이끈다. 일반적으로 배추과 작물에서는 indolic과 aliphatic GSLs가 많이 함유되어 있으며 그림 100에서처럼 생합성에 관련된 7개의 전사인자(Dof1.1, IQD1-1, MYB28, MYB29, MYB34, MYB51, MYB122)가 indolic과 aliphatic GSLs 생합성에 관여를 한다.

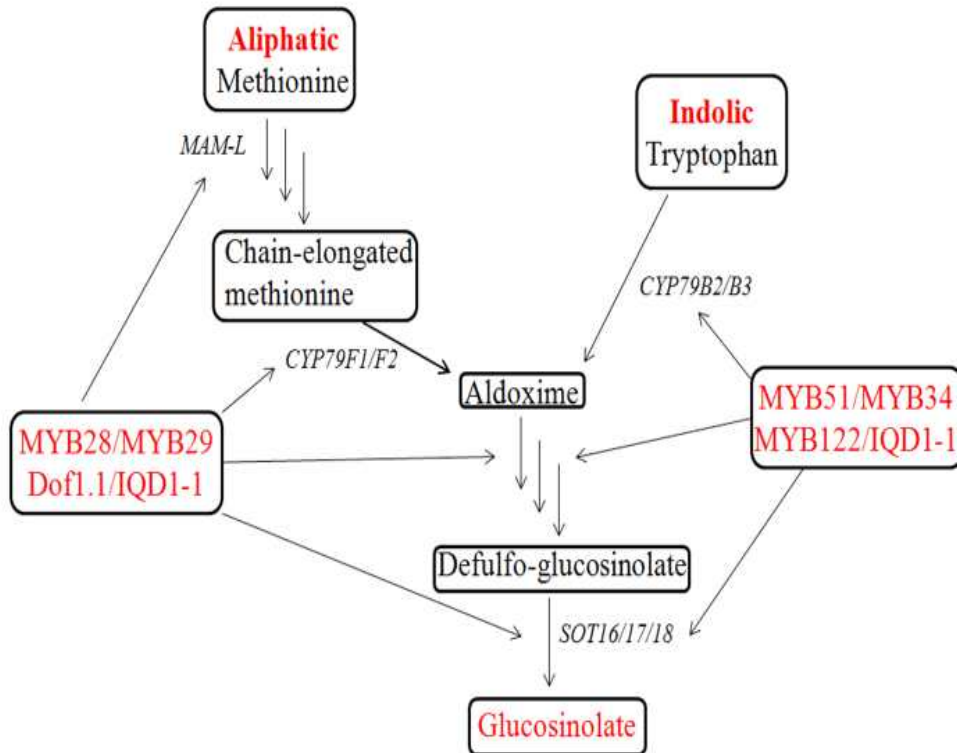


그림 100. Indolic과 aliphatic glucosinolates 생합성 경로 및 관련 전사인자

녹색과 적색 경수채의 glucosinolates 함량 비교를 한 결과 총 glucosinolates 함량은 녹색경수채에서 높게 나타났다. 특히 녹색경수채에서 gluconapin, glucoerucin, glucoberteroin 등 aliphatic GSLs가 상대적으로 적색경수채에 비하여 높게 함유되어 있었으며, 적색경수채 경우에는 glucobrassicin, 4-methoxyglucobrassicin, neoglucobrassicin 처럼 indolic GSLs가 상대적으로 녹색경수채에 비하여 높게 함유되어 있었다(그림 101).

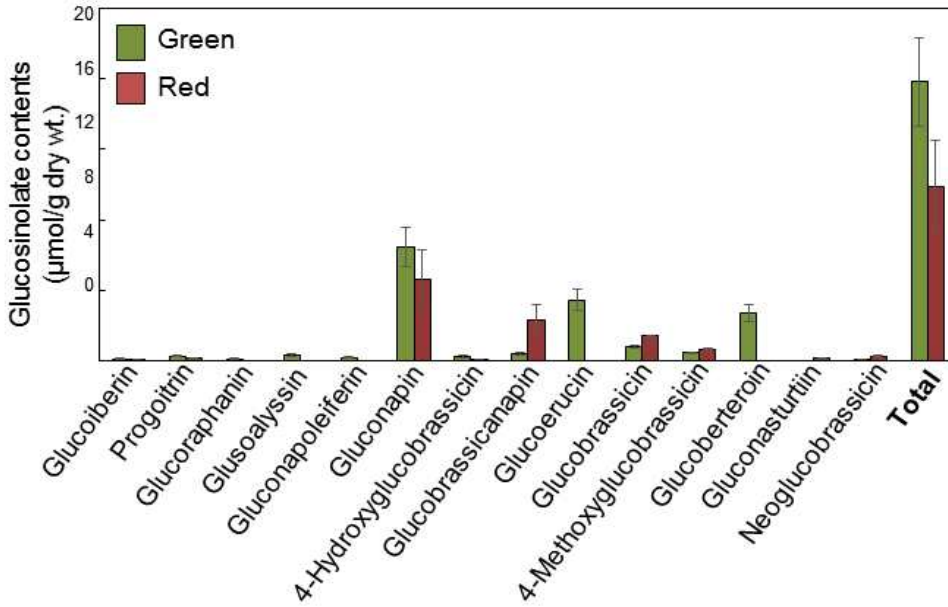


그림 101. 녹색, 적색 경수채의 glucosinolates 함량 비교

녹색 및 적색 경수채의 qRT-PCR을 통한 glucosinolate 생합성 관련 전사인자 발현 비교를 한 결과, 위의 glucosinolate 물질 생합성처럼 녹색경수채에서는 aliphatic GSLs 생합성 조절 전사인자인 Dof1.1, MYB28, MYB29의 발현이 적색경수채에 비하여 상대적으로 높게 나타났으며, 적색경수채에서는 indolic GSLs 생합성 조절 전사인자인 MYB34, MYB51의 발현이 녹색경수채에 비하여 상대적으로 높게 나타났다. Indolic과 aliphatic GSLs 생합성을 모두 조절하는 전사인자인 IQD1-1 상대적으로 적색경수채에서 높게 발현되는 양상을 보였다(그림 102).

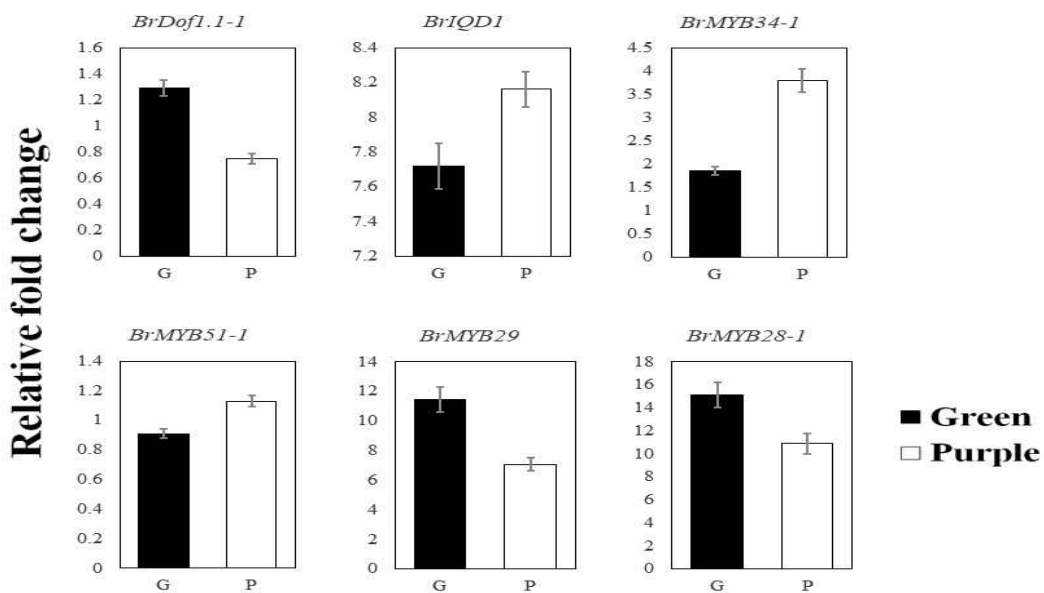


그림 102. 녹색 및 적색 경수채의 qRT-PCR을 통한 Glucosinolate 생합성 관련 전사인자 발현 비교

(나) Phenylpropanoid 생합성 관련 유전자 발현

페닐프로파노이드(phenylpropanoids)는 식물, 박테리아(bacteria), 균류(fungi) 등에서 합성되는 유기 화합물 군의 하나로서 동물에서는 생성되지 않는다. 페닐프로파노이드는 자외선으로부터 세포를 보호하고, 병원체 및 초식동물에 대한 방어 기능을 수행한다. 또한, 페닐프로파노이드는 꽃의 색과 향기를 나타내는 성분으로서 식물과 수분매개자 사이에 상호작용을 중개하는 역할을 담당한다. 페닐프로파노이드는 생물학적 및 비생물적 자극에 대해 식물이 반응하여 생성되는 물질로서 식물 스트레스 반응의 지표이기도 하다. 페닐프로파노이드에는 다양한 기능의 페놀류 화합물, 즉 안토시아닌(anthocyanin)을 포함한 플라보노이드(flavonoid), 이소플라보노이드(isoflavonoid), 쿠마린(coumarin), 스틸벤(stilbene), 카테킨(catechin) 등과 코르크화된(suberized) 식물 조직 및 가뭄이나 상처와 같은 기계적 또는 환경적 손상에 대해 식물의 안정성과 견고성을 부여하는 리그닌(lignin)과 수베린(suberin) 등의 페닐프로파노이드 중합체 등이 포함되며 생합성경과로 관련 유전자는 그림 103에서처럼 같다.

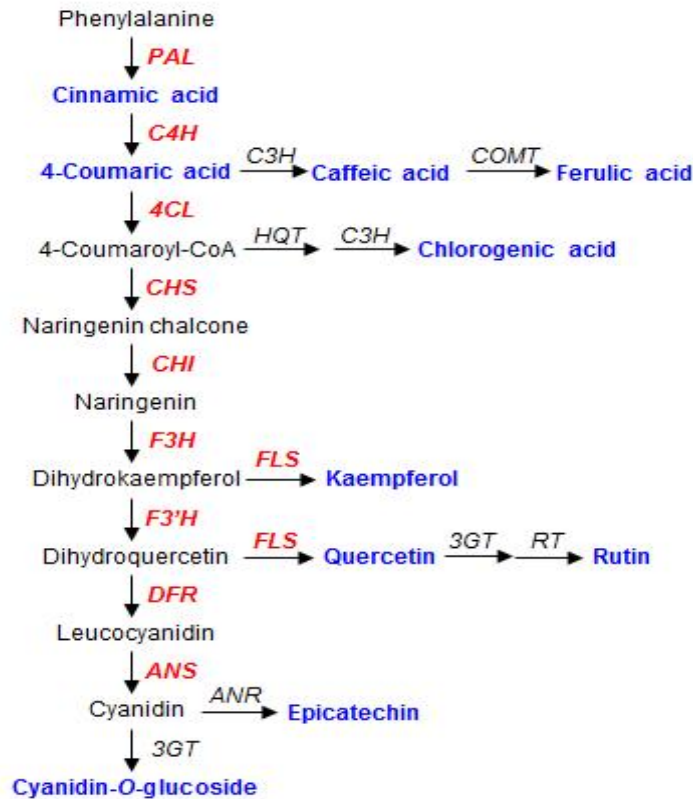


그림 103. 페닐프로파노이드 생합성 경로와 관련유전자. PAL, phenylalanine ammonia-lyase; C4H, cinnamate 4-hydroxylase; 4CL, 4-coumarate-CoA ligase; CHS, chalcone synthase; CHI, chalcone isomerase; F3H, flavanone-3-hydroxylase; F3' H, flavonoid-3'-hydroxylase; FLS, flavonol synthase; DFR, dihydroflavonol reductase; ANS, anthocyanin synthase.

녹색과 적색 경수체의 phenylpropanoid 함량 비교를 한 결과 총 phenylpropanoid 함량은 녹색경수체에서 높게 나타났었다. 특히적으로 녹색경수체에서 epicatechin 함량이 높게 나타났었다(그림 104). 녹색과 적색 경수체의 phenylpropanoid 생합성 관련 유전자의 발현은 전반적으로

phenolic acid와 flavonoid 계통 물질 합성에 관여하는 PAL(phenylalanine ammonia-lyase), C4H(cinnamate 4-hydroxylase), 4CL(4-coumarate-CoA ligase), CHS(chalcone synthase), CHI(chalcone isomerase)의 유전자발현은 녹색 경수채에서 높게 발현되었고, 안타시아닌 생합성 관련 유전자인 DFR(dihydroflavonol reductase)과 ANS(anthocyanin synthase)는 적색경수채에서 높게 발현되었다 (그림 105). 이 결과는 물질생합성과 유전발현이 어느 정도 상관관계가 있음을 보여주었다.

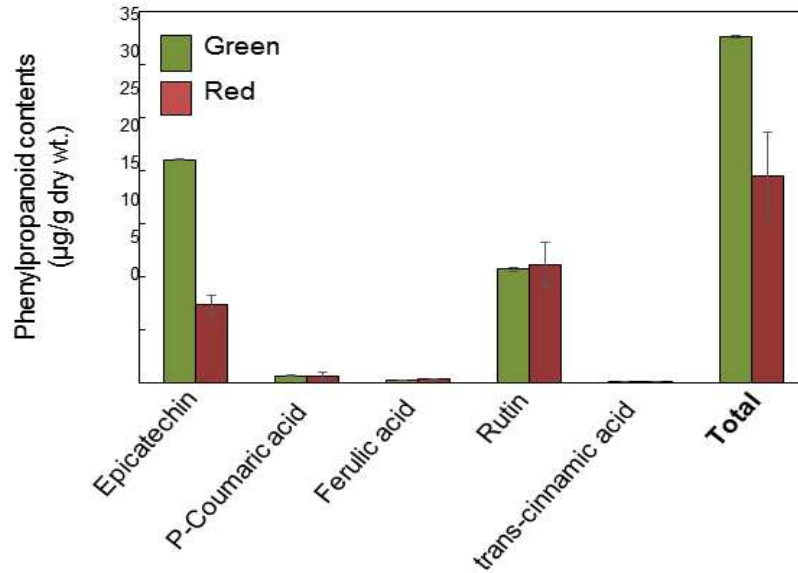


그림 104. 녹색, 적색 경수채의 glucosinolates 함량 비교

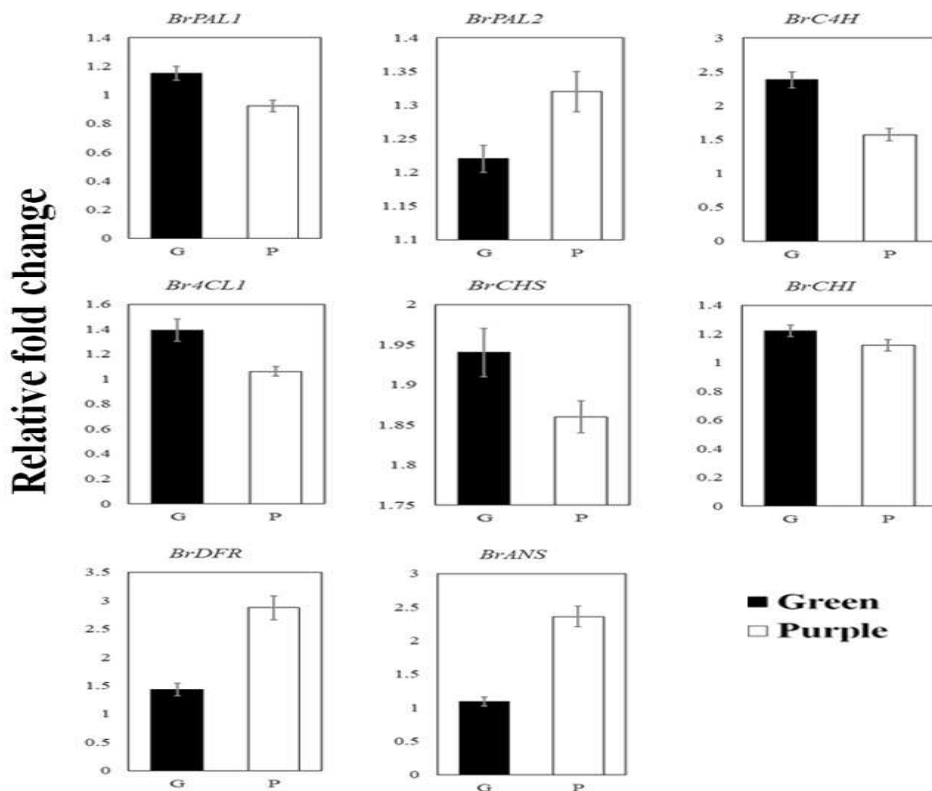


그림 105. 녹색 및 적색 팥초이의 qRT-PCR을 통한 Phenylpropanoid 관련 유전자 발현 비교

#### 나. 청경채 계통의 대사체라이브러리 구축

청경채는 배추과에 속하는 1년생 식물로 원산지는 중국 화중 지방이다. 명칭은 잎과 줄기가 푸른색을 띠는 데서 유래하였다. 한자 그대로 풀이하면 '푸른 줄기 나물'이다. 아시아권 국가의 요리에서 상당히 자주 사용되는 채소로, 날로 먹기보다는 기름에 볶거나 물에 데치는 등 열을 약간 가해서 색깔을 돋우고 줄기의 아삭한 식감을 살리는 조리법을 사용한다.

아시아종묘에서 분양받은 3개의 청경채 계통을 대상으로 대사체 분석 및 물질들의 라이브러리를 구축하는 연구를 수행하였다.

#### (1) 분석 재료

○ 줄기의 색이 다른 3가지 품종의 청경채

- (A) white, (B) Pale green, (C) Green으로 분류하여 분석했다 (그림 106).
- 각 시료를 3반복 실험하여 데이터를 얻었다.

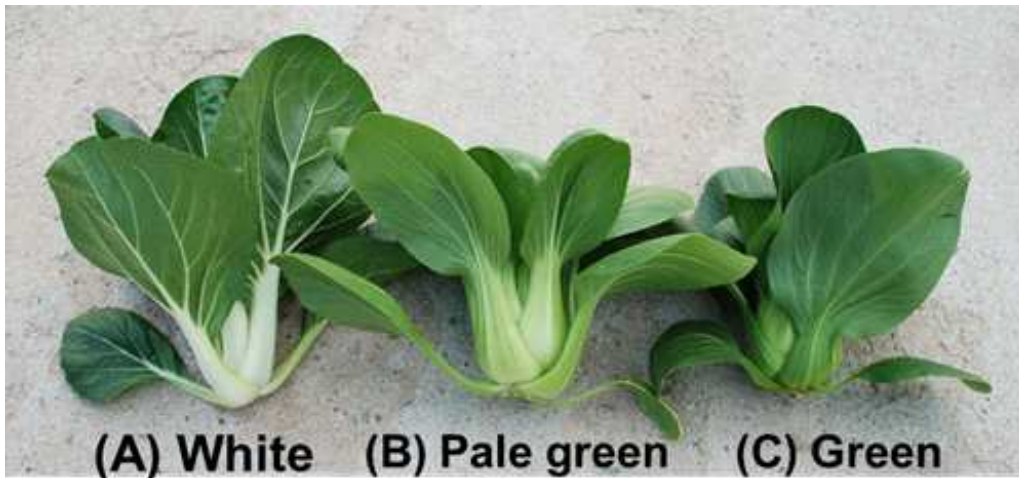


그림 106. 분석에 사용한 청경채

#### (2) 분석 방법

(가) 극성 대사산물의 추출 및 분석

① 분쇄 시료 10 mg을 1 ml의 추출용매 (MeOH:증류수:chloroform=1:1:1, v/v)와 섞고, 내부 표준물질인 ribitol (200ppm, in MeOH)을 60  $\mu$ l 넣어준다.

② 37  $^{\circ}$ C에서 1,200 rpm으로 교반하며 30분간 추출한다.

③ 4  $^{\circ}$ C에서 160,000  $\times$ g 로 3분간 원심분리 후, 상층액 800  $\mu$ l를 취해 증류수 400  $\mu$ l 과 섞는다.

④ 4  $^{\circ}$ C에서 160,000  $\times$ g 로 3분간 원심분리 후, 상층액 900  $\mu$ l를 취해 진공농축기와 동결건조기를 이용하여 완전히 농축시킨다.

⑤ 2% methoxyamine (in pyridine, w/v)을 80  $\mu$ l 넣고, 30  $^{\circ}$ C에서 1,200 rpm으로 교반하며 90분간 반응시킨다.

⑥ *N*-methyl-*N*-trimethylsilyltrifluoroacetamide (MSTFA)을 80  $\mu$ l 넣고, 37  $^{\circ}$ C에서 1,200 rpm으로 교반하며 30분간 반응시킨다.

⑦ GC-TOF-MS 분석기에 1  $\mu$ l 주입(split ratio 1:25)하여 아미노산 및 아미노산 유도체, 유기산 및 유기산 유도체, 당류 및 당 유도체를 분석한다.

⑧ CP-Sil 8 CB column을 장착하였으며 1.0 ml/min의 헬륨가스를 이동가스로 사용한다.

⑨ 도입부 온도는 230  $^{\circ}$ C로 설정하며, column 온도는 80  $^{\circ}$ C를 2분간 유지한 후, 15  $^{\circ}$ C/min으로 320  $^{\circ}$ C까지 높여 최종적으로 10분간 유지한다.

⑩ 이온소스의 온도는 250  $^{\circ}$ C로, MS 범위는 85-600 m/z로 설정하여 데이터를 확보한다.

⑪ 각 물질의 피크 면적을 내부표준물질의 면적으로 나눈 ratio를 이용하여 최종단위를 ratio/g으로 사용했다.

#### (나) 광합성 색소의 추출 및 분석

##### - 카로티노이드 분석

① 10 mg의 시료를 취하여 0.1% ascorbic acid (w/v)가 첨가된 ethanol 용액 3 ml과 섞은 후, 85  $^{\circ}$ C에서 5분간 추출한다.

② 80% 수산화칼륨(KOH, w/v)을 120  $\mu$ l 처리한 후 다시 85 $^{\circ}$ C에서 10분간 반응시킨다.

③ 얼음에서 5분간 식힌 후, 헥산과 증류수를 각각 1.5 ml씩 첨가한다.

④ 내부표준물질인  $\beta$ -apo-8-carotenal (25 ppm, in EtOH)을 100  $\mu$ l 넣고, 섞어준다.

⑤ 4 $^{\circ}$ C에서 1,200 rpm으로 5분간 원심분리한다.

⑥ 상층액을 취하고, 1.5ml 헥산으로 재추출한다.

⑦ 질소가스와 진공농축기를 이용하여 완전히 농축시킨다.

⑧ MeOH:dichloromethane 용액 (1:1, v/v) 250  $\mu$ l에 녹인 후, 0.5  $\mu$ m filter를 이용하여 여과한다.

⑨ HPLC 분석기에 20  $\mu$ l 주입하여 카로티노이드 함유량을 분석한다.

⑩ YMC Carotenoid S-3  $\mu$ m column을 이용하여 아래와 같은 용매 조건으로 450 nm 파장에서 데이터를 확보한다.

용매A : MeOH:water (92:8, v/v) with 10 mM ammonium acetate

용매B : Methyl tert-butyl ether

용매 조건 : 0 min, 90% A/10% B; 20 min, 83% A/17% B; 29 min, 75% A/25% B; 35 min, 30% A/70% B; 40 min, 30% A/70% B; 42 min, 25% A/75% B; 45 min, 90% A/10% B; 55 min, 90% A/10% B

⑪ 각 물질의 표준물질을 이용하여 검량선을 얻고 이를 이용하여 시료 mg 당 카로티노이드 함유량을 측정한다 ( $\mu$ g/g).

#### (다) 엽록소의 추출 및 분석

① 10 mg의 시료를 취하여 1 ml MeOH에 섞고, 70  $^{\circ}$ C에서 500 rpm으로 교반하며 30분간 추출한다.

② 4 $^{\circ}$ C에서 3,000 rpm으로 10분간 원심분리한다.

③ 상층액을 취하여 666 nm과 653 nm에서의 흡광도를 측정하고, 아래의 식에 대입하여 함량( $\mu$ g/mg)을 구한다.

엽록소a=(15.65A<sub>666</sub>-7.34A<sub>653</sub>)/시료 무게

엽록소b=(27.05A<sub>653</sub>-11.21A<sub>666</sub>)/시료 무게

### (3) 연구 결과

#### (가) 극성 대사산물 분석

##### ① 극성 대사산물의 동정 및 분석

- 표준물질을 분석하여 얻은 MS library와 in-house MS library를 기준으로 아미노산과 그 유도체 27개, 유기산과 그 유도체 10개, 당과 그 유도체 13개. 50총 종류의 극성 대사산물을 분석했다 (그림 107).
- 검출된 19개의 아미노산 중 proline, tyrosine은 White에서 가장 높은 함량을 나타냈으며, 이를 제외한 나머지 17종류의 아미노산은 녹색 그룹(Pale green, Green)의 청경채에서 상대적으로 높았다 (표 48).
- Serine은 White에서 보다 Pale green, Green에서 각각 약 1.9배, 1.5배 높았다. Glycine의 역시 White에서 보다 Pale green, Green에서 각각 약 1.6배, 2.3배 높았다. Cysteine 역시 Pale green, Green에서 각각 약 1.3배, 1.8배 높았는데, glycine과 cysteine은 serine으로부터 합성된다. 또한 Serine과 glycine은 암 발병과 연관되어 있다는 연구가 있다 (Locasale, 2013; Yang and Vousden, 2016).
- White에서 raffinose의 함유량이 상대적으로 높았으며, 해당과정과 관련된 pyruvic acid와 TCA 회로와 관련된 citric acid의 함유량이 상대적으로 높게 나타났다.
- Pale green은 phenylpropanoid 합성과 관련된 phenylalanine, shikimic acid의 함유량이 다른 품종에 비해 높았다. 그 외에 glutamic acid, valine, inositol의 함유량이 다른 품종에 비해 상대적으로 높았다.
- Green은 다른 품종에 비해 상대적으로 단당류(glucose, fructose, galactose, mannose)의 함유량이 높았다. 또한 해당과정의 중간산물인 glucose 6-phosphate, fructose 6-phosphate의 함유량이 높았다,
- 또한 methionine과 tryptophan 역시 다른 품종에 비해 1.2-2.0배 Green 품종에서 높게 나타났다. 이는 청경채 잎에서 주로 검출되는 glucosinolate인 aliphatic glucosinolate와 indolic glucosinolate의 전구체로 사용된다 (Wiesner et al., 2013; Zhu et al., 2013).



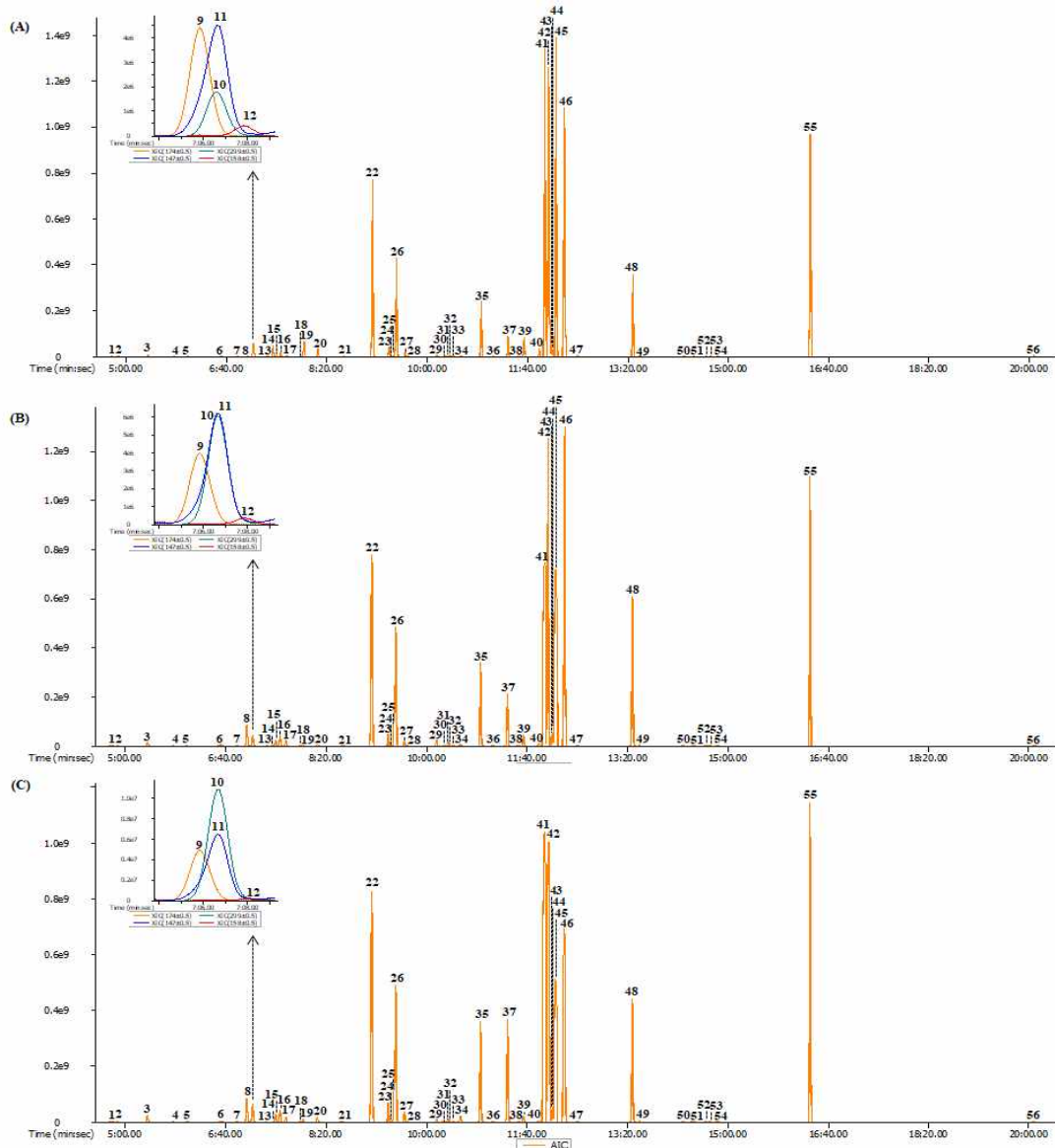


그림 107. GC-TOF-MS를 이용한 청경채의 극성 대사물질 프로파일링. (A) White의 크로마토그램, (B) Pale green의 크로마토그램, (C) Green의 크로마토그램, 피크: 1, Pyruvic acid; 2, Lactic acid; 3, Alanine; 4, Oxalic acid; 5, Glycolic acid, 6, Valine; 7, Urea; 8, Serine-1; 9, Ethanolamine; 10, Glycerol; 11, Phosphoric acid; 12, Leucine; 13, Isoleucine; 14, Proline; 15, Glycine; 16, Succinic acid; 17, Glyceric acid; 18, Fumaric acid; 19, Serine-2; 20, Threonine; 21,  $\beta$ -Alanine; 22, Malic acid; 23, Aspartic acid; 24, Methionine; 25, Pyroglutamic acid; 26, 4-Aminobutyric acid; 27, Threonic acid; 28, Cysteine; 29, Glutamic acid; 30, Phenylalanine; 31, Xylose-1; 32, Xylose-2; 33, Arabinose; 34, Asparagine; 35, Adonitol (Internal Standard); 36, Putrescine; 37, Glutamine; 38, Shikimic acid; 39, Citric Acid; 40, Quinic acid; 41, Fructose-1; 42, Fructose-2; 43, Mannose; 44, Galactose; 45, Glucose-1; 46, Glucose-2; 47, Tyrosine; 48, Inositol; 49, Ferulic acid; 50, Tryptophan; 51, Sinapinic acid; 52, Fructose-6-phosphate; 53, Glucose-6-phosphate-1; 54, Glucose-6-phosphate-2; 55, Sucrose; 56, Raffinose.

표 48. 청경채의 극성 대사산물의 함유량 (ratio/g)

Name	White	Pale green	Green
아미노산 및 아미노산 유도체			
4-Aminobutanoic acid	451.27 ± 42.34	379.94 ± 10.07	424.26 ± 23.02
β-Alanine	1.30 ± 0.19	1.28 ± 0.04	1.16 ± 0.13
Alanine	16.35 ± 4.70	20.87 ± 1.68	30.73 ± 3.52
Asparagine	1.62 ± 1.16	4.61 ± 0.82	8.47 ± 1.66
Aspartic acid	10.22 ± 3.49	9.96 ± 1.62	14.14 ± 2.44
Cysteine	0.53 ± 0.09	0.69 ± 0.06	0.94 ± 0.08
Glutamic acid	7.35 ± 2.86	14.31 ± 0.76	5.92 ± 0.99
Glutamine	43.38 ± 28.30	101.34 ± 22.93	127.55 ± 75.31
Glycine	13.52 ± 3.99	21.70 ± 1.16	30.52 ± 4.45
Isoleucine	2.08 ± 1.93	1.41 ± 0.41	3.47 ± 4.25
Leucine	0.81 ± 0.62	0.52 ± 0.17	0.75 ± 0.89
Methionine	0.47 ± 0.40	0.48 ± 0.10	1.07 ± 0.34
Phenylalanine	2.00 ± 0.26	2.82 ± 0.07	1.75 ± 0.19
Proline	48.19 ± 59.62	3.91 ± 1.46	7.12 ± 11.17
Serine	21.43 ± 9.86	41.78 ± 1.33	32.38 ± 13.76
Threonine	7.82 ± 8.20	3.06 ± 0.96	10.97 ± 6.06
Tryptophan	0.10 ± 0.02	0.08 ± 0.01	0.12 ± 0.01
Tyrosine	2.70 ± 0.53	2.26 ± 0.03	2.24 ± 0.20
Valine	7.30 ± 1.08	10.20 ± 1.04	4.77 ± 1.40
Ethanolamine	9.80 ± 5.54	8.28 ± 0.67	17.26 ± 8.65
Ferulic acid	0.03 ± 0.004	0.03 ± 0.001	0.03 ± 0.01
Glycerol	15.45 ± 2.01	11.72 ± 0.34	14.05 ± 2.00
Phosphoric acid	6.50 ± 0.77	13.28 ± 0.71	22.73 ± 0.52
Putrescine	2.10 ± 0.05	3.22 ± 0.17	3.59 ± 0.34
Pyroglutamic acid	47.47 ± 5.83	204.23 ± 7.13	229.78 ± 19.36
Sinapic acid	0.46 ± 0.04	0.48 ± 0.07	0.43 ± 0.14
Urea	0.07 ± 0.05	0.04 ± 0.004	0.11 ± 0.10

유기산 및 유기산 유도체			
Citric acid	46.69±0.82	16.73±1.32	8.75±0.30
Fumaric acid	3.68±0.23	4.56±0.30	3.50±0.43
Glycolic acid	4.12±0.60	3.99±0.27	3.83±0.25
Lactic acid	2.50±0.36	3.11±0.52	2.92±0.15
Malic acid	673.22±150.32	592.23±10.12	696.00±144.05
Oxalic acid	2.99±0.28	2.62±0.33	3.10±0.64
Pyruvic acid	0.63±0.04	0.35±0.04	0.31±0.07
Quinic acid	2.98±0.20	2.47±0.20	1.58±0.03
Shikimic acid	2.70±0.36	4.51±0.14	2.70±0.10
Succinic acid	38.48±1.91	44.13±0.89	55.14±1.87
당 및 당 유도체			
Arabinose	1.32±0.08	1.83±0.07	1.79±0.13
Fructose	2518.04±667.81	2397.92±87.39	3115.75±855.22
Galactose	2.11±0.61	1.67±0.20	2.20±0.28
Glucose	1063.52±327.04	1084.59±40.7	1456.49±444.54
Mannose	4.15±0.08	3.08±0.28	4.63±0.34
Raffinose	7.03±0.96	2.04±0.22	1.41±0.19
Sucrose	141.44±41.45	101.84±8.30	132.95±16.7
Xylose	2.52±0.45	3.26±0.20	2.51±0.16
Inositol	127.21±10.86	141.39±7.09	111.10±6.45
Glyceric acid	5.77±0.18	10.82±0.21	9.37±0.44
Threonic acid	10.33±0.79	7.90±0.20	14.3±1.19
Fructose 6-phosphate	0.36±0.05	0.61±0.07	0.70±0.05
Glucose 6-phosphate	0.62±0.12	0.79±0.14	1.02±0.09

(나) 광합성 색소 분석

① 카로티노이드의 동정 및 분석

- 표준물질의 검량선을 이용하여 카로티노이드를 분석했다 (그림 108).
- 8종류의 카로티노이드가 동정되었으며, Pale green에서는 violaxanthin이 검출되지 않았다 (표 49).
- 카로티노이드의 총 함유량은 White에서 677.11±86.29  $\mu\text{g/g}$  으로 가장 높았으며 Green (362.98±31.32  $\mu\text{g/g}$ ), Pale green (271.71±18.77  $\mu\text{g/g}$ ) 순으로 함유량이 높았다.
- 가장 많이 검출된 카로티노이드는  $\beta$ -Carotene이며, 가장 양이 적은 Pale green (123.01±5.69  $\mu\text{g/g}$ )에 비해 White (282.87±86.29  $\mu\text{g/g}$ )에서 약 2.3배 많은  $\beta$ -Carotene이 검출됐다.
- $\beta$ -Carotene 다음으로 많이 검출된 카로티노이드는 lutein이며, 마찬가지로 White (269.97±30.47  $\mu\text{g/g}$ ), Green (130.17±13.25  $\mu\text{g/g}$ ), Pale green (98.15±6.80  $\mu\text{g/g}$ ) 순으로 함유량이 높았다.

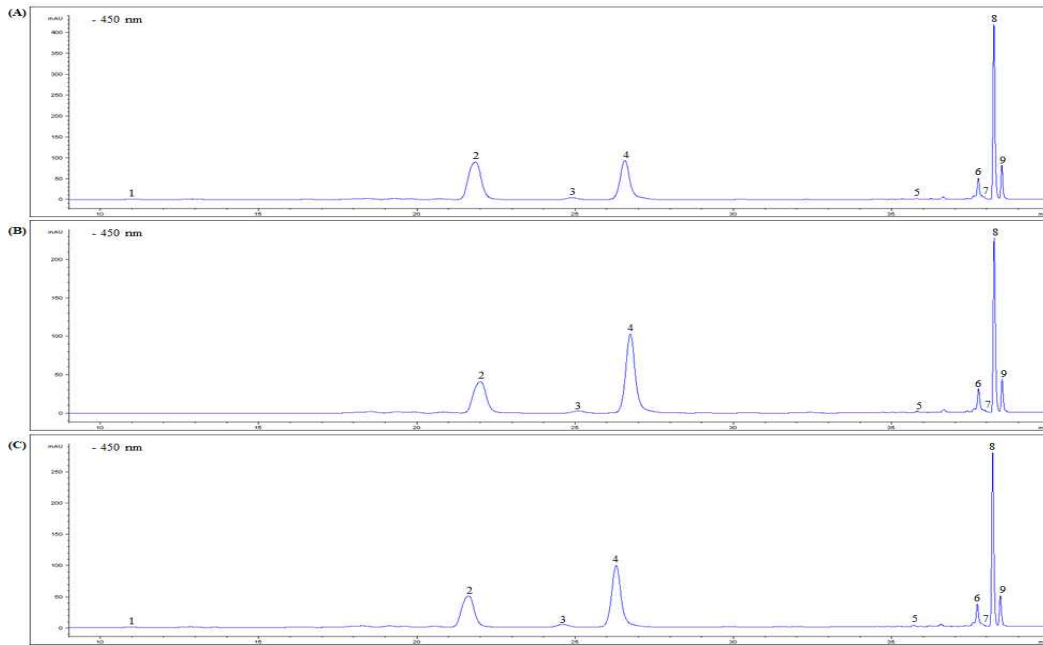


그림 108. HPLC를 이용한 청경채의 카로티노이드 프로파일링. (A) White의 크로마토그램, (B) Pale green의 크로마토그램, (C) Green의 크로마토그램, 피크: 1, Violaxanthin; 2. Lutein; 3. Zeaxanthin; 4.  $\beta$ -Apo-8'-carotenal (internal standard); 5.  $\beta$ -Cryptoxanthin; 6. 13Z- $\beta$ -Carotene; 7.  $\alpha$ -Carotene; 8.  $\beta$ -Carotene; 9. 9Z- $\beta$ -Carotene.

표 49. 청경채의 카로티노이드 함유량 ( $\mu\text{g/g}$ )

카로티노이드	White	Pale green	Green
Violaxanthin	$3.74 \pm 0.69$	ND <sup>a</sup>	$1.68 \pm 0.20$
Lutein	$269.97 \pm 30.47$	$98.15 \pm 6.80$	$130.17 \pm 13.25$
Zeaxanthin	$13.21 \pm 1.59$	$6.49 \pm 0.63$	$10.65 \pm 1.01$
$\beta$ -Cryptoxanthin	$3.00 \pm 0.62$	$1.47 \pm 0.22$	$1.74 \pm 0.11$
13Z- $\beta$ -Carotene	$43.05 \pm 4.17$	$16.08 \pm 4.29$	$27.17 \pm 1.49$
$\alpha$ -Carotene	$4.87 \pm 0.27$	$2.05 \pm 0.15$	$2.79 \pm 0.32$
$\beta$ -Carotene	$282.87 \pm 38.79$	$123.01 \pm 5.69$	$159.37 \pm 12.52$
9Z- $\beta$ -Carotene	$56.38 \pm 9.69$	$24.46 \pm 0.99$	$29.41 \pm 2.40$
<b>Total</b>	<b><math>677.11 \pm 86.29</math></b>	<b><math>271.71 \pm 18.76</math></b>	<b><math>362.98 \pm 31.32</math></b>

<sup>a</sup> ND = Not detectable

② 엽록소의 분석

- 카로티노이드의 분석결과와 마찬가지로 White ( $6.87 \pm 0.29 \mu\text{g/mg}$ ), Green ( $4.02 \pm 0.14 \mu\text{g/mg}$ ), Pale green ( $3.15 \pm 0.20 \mu\text{g/mg}$ ) 순으로 총 엽록소의 함유량이 높았다 (표 50).

표 50. 청경채의 엽록소 함유량 ( $\mu\text{g/mg}$ )

엽록소	White	Pale green	Green
Chlorophyll a	$4.83 \pm 0.18$	$2.17 \pm 0.14$	$2.81 \pm 0.10$
Chlorophyll b	$2.04 \pm 0.11$	$0.98 \pm 0.07$	$1.21 \pm 0.04$
<b>Total</b>	<b><math>6.87 \pm 0.29</math></b>	<b><math>3.15 \pm 0.20</math></b>	<b><math>4.02 \pm 0.14</math></b>

(다) 대사산물의 주성분분석(PCA)

① 주성분분석

- 3가지 품종의 청경채에서 얻은 50종류의 극성 대사산물 과 10종류의 광합성 색소 데이터를 이용하여 주성분 분석을 실시하였다 (그림 109).
- 주성분1(PC1)에 의해서 White과 녹색 품종(Pale green, Green)이 나누어지며, 주성분2(PC2)에 의해서 Pale green과 Green이 나누어진다.
- White에서 광합성 색소와 raffinose의 함유량이 높으며, TCA cycle과 관련된 pyruvic acid, citric acid의 함유량이 녹색 품종(Pale green, Green)보다 상대적으로 높은 것을 확인 할 수 있다 (표 48, 표 49, 표 50).
- 녹색 품종(Pale green, Green)에 tyrosine, proline을 제외한 대부분의 아미노산의 함량이 White보다 높은 것을 확인할 수 있다.
- Pale green은 Green보다 shikimic acid와 phenylalanine의 함유량이 많고, 반대로 methionine 과 tryptophan의 양은 적은 것을 확인할 수 있다.
- Green에서의 glucose, fructose, mannose, sucrose의 함유량이 Pale green보다 상대적으로 높은 것을 확인할 수 있다.

(라) 결론

- ① 줄기의 색에 따라 분류된 3 품종의 청경채의 아미노산, 유기산, 당, 광합성 색소의 프로파일링을 진행하였다.
- ② 백색 품종(White)이 광합성 색소의 함량 차이에 의해 녹색 품종(Pale green, Green)과 나뉘지며, 녹색 품종(Pale green, Green)은 상대적으로 많이 함유한 아미노산, 유기산, 당의 종류에 의해 나뉜다.
  - White의 총 카로티노이드 양( $677.11 \pm 86.29 \mu\text{g/g}$ )이 Pale green ( $271.71 \pm 18.77 \mu\text{g/g}$ ), Green ( $362.98 \pm 31.32 \mu\text{g/g}$ )에 비해 각각 약 2.4배, 1.8배 높았다. 따라서 항산화 능력과 비타민A의 원료로써의 가치가 다른 두 품종에 비해 높을 것으로 기대된다.
  - White의 pyruvic acid와 광합성 색소의 함유량이 다른 품종들에 비해 높은 것으로 보아 이 품종에서 methylerythritol 4-phosphate (MEP) 대사가 활발하게 이루어진 것을 알 수 있다.
  - Pale green의 경우 상대적으로 높은 shikimic acid와 phenylalanine 함유량으로 보아 phenylpropanoids의 함유량이 높을 것으로 기대된다.
  - Green의 경우, 청경채에 함유되어있다고 알려진 aliphatic glucosinolate와 indolic glucosinolate의 전구체인 methionine과 tryptophan의 함유량이 상대적으로 높았다. 따라서 이 품종의 경우 다른 품종에 비해 glucosinolate의 함유량이 높을 것으로 기대된다.
- ③ 3개의 청경채의 일차대사와 2차대사 산물의 생합성의 상관관계를 pathvision 프로그램으로 표현한 내용은 그림 110와 같다.

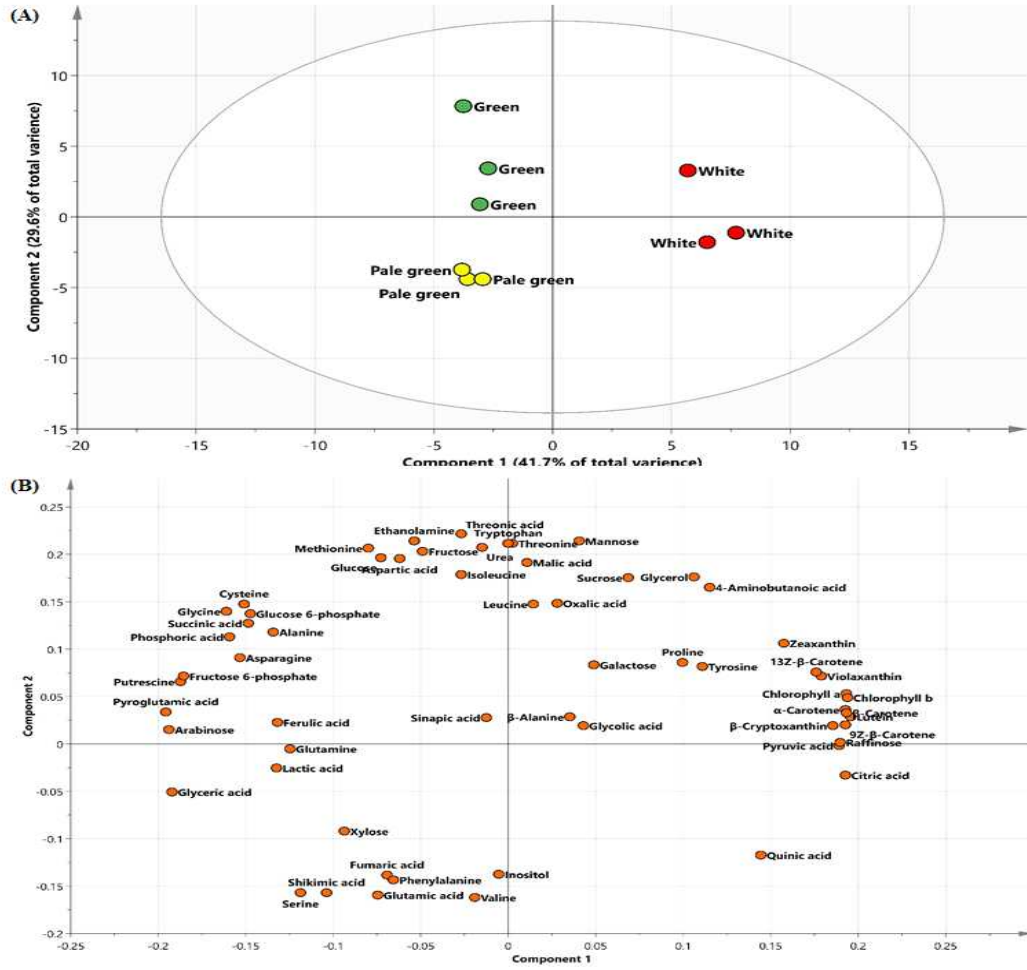


그림 109. 청경채에서 추출한 50가지 대사산물의 PCA 결과

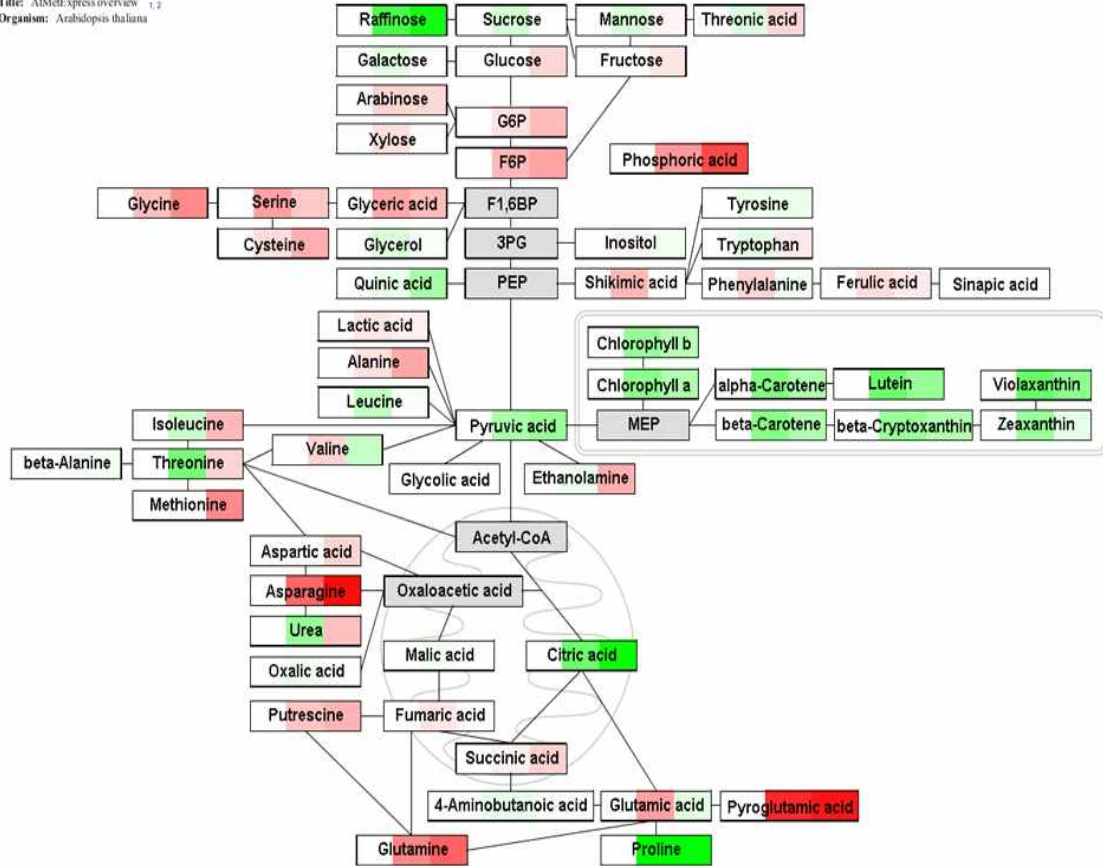


그림 110. 3계통 청경채의 대사물질의 생합성 pathvision

다. 팍초이류 이차대사물질 분석

위탁과제를 맡고 있는 충남대학교는 1세부 과제, 아시아종묘 생명공학육종연구소를 연 2회 이상 방문하여 아시아종묘에서 육성한 품종, 계통, 유전자원 등을 수집하여 전사체, 대사체, 이차대사산물 분석 시료로 활용해 오고 있다.

(1) 계통간 글루코시놀레이트 함량을 비교 분석

자색 계열의 경수채 6개 계통간 글루코시놀레이트 함량을 비교 분석한 결과(표 51와 52) 총합량은 진자색경수채(8320)에서 10.83  $\mu\text{mol/g}$ 으로 가장 높게 나타났다. 특히 Progoitrin, Glucobrassicin 함량이 다른 5개 계통에 비하여 높게 나타났다. 또한 상대적으로 자색경수채 8138계통이 3.93  $\mu\text{mol/g}$ 으로 가장 낮은 함량을 나타냈다.

표 51. 자색 경수채 계통간 글루코시놀레이트 함량 비교 분석 ( $\mu\text{mol/g}$  건중량)-

No	Glucosinolates Trivial name	자색 경수채 (8109)	자색경수채 (8138)	자색경수채 (8139)
1	Progoitrin	1.94 $\pm$ 0.12	0.20 $\pm$ 0.02	0.13 $\pm$ 0.01
2	Glucoraphanin	ND	ND	ND
3	Glucoalyssin	0.28 $\pm$ 0.01	0.06 $\pm$ 0.00	0.17 $\pm$ 0.01
4	Gluconapoleiferin	0.54 $\pm$ 0.08	0.32 $\pm$ 0.03	0.19 $\pm$ 0.02

5	Gluconapin	1.19 ± 0.11	1.68 ± 0.02	2.75 ± 0.06
6	4-Hydroxyglucobrassicin	0.05 ± 0.01	0.03 ± 0.00	0.04 ± 0.01
7	Glucocochlearin	0.11 ± 0.00	0.04 ± 0.00	0.07 ± 0.01
8	Glucobrassicinapin	0.10 ± 0.00	0.29 ± 0.00	0.43 ± 0.03
9	Glucoerucin	ND	ND	ND
10	Glucobrassicin	1.20 ± 0.04	0.46 ± 0.02	1.30 ± 0.11
11	4-Methoxyglucobrassicin	0.28 ± 0.01	0.15 ± 0.00	0.31 ± 0.02
12	Glucoberteroin	0.53 ± 0.01	0.16 ± 0.01	0.26 ± 0.01
13	Neoglucobrassicin	0.26 ± 0.03	0.53 ± 0.01	0.29 ± 0.00
Total		6.48 ± 0.46	3.93 ± 0.10	5.92 ± 0.23

자색 계열의 다채 5개 계통간 글루코시놀레이트 함량을 비교 분석한 결과(표 53), 총함량은 빨간다채(8142)에서 41.13  $\mu\text{mol/g}$ 으로 가장 높게 나타났다. 특히 Gluconapin, Glucobrassicin 함량이 다른 4개 계통에 비하여 높게 나타났다. 또한 상대적으로 진자색다채 8792계통이 4.61  $\mu\text{mol/g}$ 으로 가장 낮은 함량을 나타냈다.

표 52. 자색 경수채, 진자색 경수채와 엽변 자색 경수채 계통간 글루코시놀레이트 함량 비교 분석 ( $\mu\text{mol/g}$  건중량)-

No	Glucosinolates	자색 경수채	진자색 경수채	엽변 자색 경수채
	Trivial name	(9161)	(8320)	(8172)
1	Progoitrin	0.34 ± 0.02	2.57 ± 0.19	0.17 ± 0.01
2	Glucoraphanin	0.30 ± 0.01	0.42 ± 0.01	ND
3	Glucoalyssin	0.54 ± 0.02	ND	0.19 ± 0.00
4	Gluconapoleiferin	0.90 ± 0.30	0.64 ± 0.09	0.21 ± 0.02
5	Gluconapin	0.98 ± 0.06	0.56 ± 0.17	2.33 ± 0.12
6	4-Hydroxyglucobrassicin	0.08 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.01
7	Glucocochlearin	0.47 ± 0.04	0.31 ± 0.00	0.05 ± 0.01
8	Glucobrassicinapin	0.06 ± 0.00	ND	0.58 ± 0.03
9	Glucoerucin	1.09 ± 0.06	ND	ND
10	Glucobrassicin	1.56 ± 0.00	4.09 ± 0.24	1.58 ± 0.05
11	4-Methoxyglucobrassicin	0.30 ± 0.00	0.44 ± 0.02	0.37 ± 0.01
12	Glucoberteroin	1.54 ± 0.11	0.49 ± 0.02	0.39 ± 0.01
13	Neoglucobrassicin	2.14 ± 0.09	1.29 ± 0.15	0.21 ± 0.02
Total		10.29 ± 0.02	10.83 ± 0.88	6.11 ± 0.08

표 53. 빨간다채, 자색다채, 진자색 다채와 매우 빨간 다채 계통간 글루코시놀레이트 함량 비교 분석 ( $\mu\text{mol/g}$  건중량)-

No	Glucosinolates	빨간다채	자색다채	진자색 다채	진자색 다채	매우 빨간 다채
	Trivial name	(8142)	(8186)	(8792)	(8837)	(8143)
1	Progoitrin	0.59 ± 0.01	0.31 ± 0.02	0.12 ± 0.00	0.12 ± 0.02	1.31 ± 0.03
2	Glucoraphanin	ND	0.16 ± 0.00	0.12 ± 0.01	0.09 ± 0.01	ND
3	Glucoalyssin	0.22 ± 0.01	0.54 ± 0.06	0.49 ± 0.01	0.57 ± 0.01	0.21 ± 0.01
4	Gluconapoleiferin	0.86 ± 0.00	0.68 ± 0.15	0.96 ± 0.10	0.45 ± 0.08	2.59 ± 0.33
5	Gluconapin	27.19 ± 0.94	1.05 ± 0.08	0.62 ± 0.00	0.55 ± 0.06	6.73 ± 0.76
6	4-Hydroxyglucobrassicin	0.02 ± 0.00	0.11 ± 0.01	0.05 ± 0.00	0.03 ± 0.0	0.08 ± 0.01
7	Glucocochlearin	0.28 ± 0.00	0.49 ± 0.05	0.10 ± 0.01	0.15 ± 0.01	0.42 ± 0.03



8	Glucobrassicinapin	5.15 ± 0.21	0.15 ± 0.01	0.04 ± 0.00	0.06 ± 0.00	1.49 ± 0.02
9	Glucoerucin	ND	0.51 ± 0.04	0.29 ± 0.01	0.20 ± 0.01	ND
10	Glucobrassicin	2.72 ± 0.04	2.64 ± 0.16	0.34 ± 0.01	3.09 ± 0.08	2.63 ± 0.09
11	4-Methoxyglucobrassicin	0.58 ± 0.02	0.46 ± 0.03	0.69 ± 0.02	0.53 ± 0.03	0.58 ± 0.01
12	Glucoberteroin	1.91 ± 0.04	1.14 ± 0.09	ND	0.87 ± 0.04	1.47 ± 0.16
13	Neoglucobrassicin	1.61 ± 0.00	0.21 ± 0.02	0.70 ± 0.01	0.86 ± 0.03	1.10 ± 0.02
Total		41.13 ± 1.19	8.45 ± 0.26	4.61 ± 0.15	7.56 ± 0.19	18.60 ± 0.38

녹색청경채, 진녹색 청경채, 임생채자색, 홍경채, 기능성 팥초이, 진녹색 소송채 계통간 글루코시놀레이트 함량 비교 분석한 결과(표 54과 55), 총함량은 기능성팥초이(9055)에서 27.36  $\mu\text{mol/g}$ 으로 가장 높게 나타났다. 특히 Glucoraphanin, Gluconapin 함량이 다른 5개 계통에 비하여 높게 나타났다. 또한 상대적으로 녹색청경채 8410계통이 6.33  $\mu\text{mol/g}$ 으로 가장 낮은 함량을 나타냈다.

표 54. 녹색청경채, 진녹색 청경채와 임생채 계통간 글루코시놀레이트 함량 비교 분석 ( $\mu\text{mol/g}$  건중량)-

No	Glucosinolates Trivial name	녹색 청경채 (8410)	진녹색 청경채 (8354)	임생채 (9011)
1	Progoitrin	0.32 ± 0.03	0.36 ± 0.03	0.32 ± 0.01
2	Glucoraphanin	0.63 ± 0.05	0.25 ± 0.00	ND
3	Glucoalyssin	0.19 ± 0.01	0.34 ± 0.00	0.20 ± 0.01
4	Gluconapoleiferin	0.13 ± 0.02	ND	ND
5	Gluconapin	3.62 ± 0.13	3.57 ± 0.06	16.38 ± 0.39
6	Glucocochlearin	ND	ND	ND
7	Glucobrassicinapin	0.02 ± 0.00	0.09 ± 0.00	0.92 ± 0.03
8	Glucobrassicin	0.45 ± 0.02	0.84 ± 0.04	0.75 ± 0.01
9	4-Methoxyglucobrassicin	0.26 ± 0.01	0.37 ± 0.02	0.13 ± 0.01
10	Glucoberteroin	0.26 ± 0.04	0.45 ± 0.01	0.23 ± 0.01
11	Neoglucobrassicin	0.40 ± 0.02	0.55 ± 0.01	0.32 ± 0.03
Total		6.33 ± 0.31	6.82 ± 0.11	19.25 ± 0.44

표 55. 홍경채, 기능성 팥초이와 진녹색 소송채 계통간 글루코시놀레이트 함량 비교 분석 ( $\mu\text{mol/g}$  건중량)

No	Glucosinolates Trivial name	홍경채 (9041)	기능성 팥초이 (9055)	진녹색소송채 (9165)
1	Progoitrin	0.65 ± 0.02	0.39 ± 0.04	0.19 ± 0.00
2	Glucoraphanin	ND	2.14 ± 0.17	ND
3	Glucoalyssin	ND	0.50 ± 0.04	0.17 ± 0.01
4	Gluconapoleiferin	0.52 ± 0.10	ND	0.51 ± 0.00
5	Gluconapin	12.28 ± 0.47	21.82 ± 0.73	8.84 ± 0.26
6	Glucocochlearin	0.29 ± 0.02	ND	0.07 ± 0.02
7	Glucobrassicinapin	0.12 ± 0.01	ND	1.69 ± 0.04
8	Glucobrassicin	2.98 ± 0.01	1.21 ± 0.14	0.82 ± 0.01
9	4-Methoxyglucobrassicin	0.63 ± 0.01	0.18 ± 0.03	0.32 ± 0.01
10	Glucoberteroin	0.78 ± 0.01	0.91 ± 0.18	0.69 ± 0.02

11	Neoglucobrassicin	0.89 ± 0.03	0.21 ± 0.01	0.14 ± 0.00
	Total	19.14 ± 0.44	27.36 ± 1.34	13.25 ± 0.19

(2) 계통간 페닐프로파노이드 함량 비교 분석

백색 청경채, 연녹색 청경채와 녹색 청경채 계통간 페닐프로파노이드 함량 비교 분석한 결과, 총함량은 연녹색 청경채에서 2187.18 ug/g으로 가장 높게 나타났으며, 특히 gallic acid, catechin hydrate, p-coumaric acid, ferulic acid, benzoic acid, trans-cinnamic acid 함량이 백색, 녹색 청경채에 비하여 높게 나타났다(표 56).

표 56. 자색 청경채 계통간 페닐프로파노이드 함량 비교 분석(μg/g 건중량)

No	Phenylpropanoids Trivial name	백색 청경채	연녹색 청경채	녹색 청경채
1	gallic acid	11.47±0.71	14.35±0.17	10.81±0.59
2	4-hydroxybenzoic acid	0.00	0.00	0.00
3	catechin hydrate	8.06±2.18	15.21±1.13	12.87±2.25
4	chlorogenic acid	27.55±2.17	124.47±2.21	128.33±4.93
5	caffeic acid	0.00	0.00	0.00
6	epicatechin	0.00	138.13±2.71	168.86±14.26
7	p-coumaric acid	42.10±0.94	53.83±0.87	40.65±2.50
8	ferulic acid	252.16±12.97	451.25±10.19	393.53±5.65
9	benzoic acid	1282.31±56.99	1372.95±10.35	1164.19±64.34
10	rutin	15.45±0.16	7.75±0.24	36.04±0.90
11	trans-cinnamic acid	1.09±0.22	2.60±0.16	1.11±0.12
12	quercetin	9.23±8.10	2.87±2.52	7.10±3.35
13	kaempferol	7.03±3.45	3.77±1.33	6.81±4.46
	Total	1656.46±71.66	2187.18±22.88	1970.31±81.07

자색 계열의 경수채 6개 계통간 페닐프로파노이드 함량을 비교 분석한 결과, 총함량은 자색경수채(8139)에서 1970.31 ug/g으로 가장 높게 나타났으며, 특히 caffeic acid, p-coumaric acid, ferulic acid, rutin, kaempferol 함량이 다른 자색경수채에 비하여 높게 나타났다. 또한 상대적으로 진자색 경수채(8320) 계통이 185.05 μg/g으로 가장 낮은 함량을 나타냈다. 표 57, 58).

표 57. 자색 경수채 계통간 페닐프로파노이드 함량 비교 분석(μg/g 건중량)

No	Phenylpropanoids Trivial name	자색 경수채 (8109)	자색경수채 (8138)	자색경수채 (8139)
1	Catechin hydrate	6.88 ± 0.02	5.33 ± 0.09	7.42 ± 0.26
2	Chlorogenic acid	30.06 ± 0.92	51.55 ± 1.31	26.96 ± 0.82
3	Caffeic acid	11.68 ± 0.84	14.55 ± 0.13	68.13 ± 2.03
4	Epicatechin	63.29 ± 0.46	69.55 ± 1.36	83.7 ± 1.83
5	p-coumaric acid	25.84 ± 0.88	54.25 ± 1.99	204.73 ± 3.11
6	Ferulic acid	31.29 ± 0.33	189.92 ± 15.08	474.32 ± 3.48
7	Rutin	14.69 ± 0.75	25.96 ± 1.38	42.62 ± 0.42
8	Quercetin	30.96 ± 2.66	17.18 ± 0.66	11.03 ± 1.65
9	Kaempferol	13.61 ± 0.41	8.97 ± 0.07	10.92 ± 0.32
	Total	228.30 ± 3.01	437.26 ± 17.81	929.83 ± 9.02

표 58. 자색 경수채, 진자색 경수채와 엽변 자색 경수채 계통간 페닐프로파노이드 함량 비교 분석( $\mu\text{g/g}$  건중량)

Phenylpropanoids		자색 경수채	진자색 경수채	엽변 자색 경수채
No	Trivial name	(9161)	(8320)	(8172)
1	Catechin hydrate	19.09 $\pm$ 0.05	7.58 $\pm$ 0.56	15.51 $\pm$ 0.49
2	Chlorogenic acid	41.21 $\pm$ 3.35	31.4 $\pm$ 1.04	27.91 $\pm$ 1.47
3	Caffeic acid	28.92 $\pm$ 1.08	13.64 $\pm$ 0.52	42.15 $\pm$ 0.41
4	Epicatechin	131.56 $\pm$ 9.97	57.32 $\pm$ 0.22	103.66 $\pm$ 3.62
5	p-coumaric acid	36.49 $\pm$ 1.77	36.38 $\pm$ 1.06	182.72 $\pm$ 2.26
6	Ferulic acid	359.67 $\pm$ 1.71	17.38 $\pm$ 0.26	199.91 $\pm$ 2.49
7	Rutin	41.52 $\pm$ 0.02	11.69 $\pm$ 1.99	41.94 $\pm$ 1.68
8	Quercetin	17.11 $\pm$ 0.95	4.02 $\pm$ 0.38	2.63 $\pm$ 0.07
9	Kaempferol	7.46 $\pm$ 0.28	5.64 $\pm$ 0.42	7.45 $\pm$ 0.11
Total		683.04 $\pm$ 9.40	185.05 $\pm$ 2.49	623.88 $\pm$ 5.36

자색 계열의 다채 5개 계통간 페닐프로파노이드 함량을 비교 분석한 결과, 총함량은 빨간다채 (8142)에서 324.29  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높게 나타났다. 특히 catechin hydrate, chlorogenic acid, epicatechin, ferulic acid, rutin, kaempferol 함량이 다른 4개 계통에 비하여 높게 나타났다. 또한 상대적으로 진자색다채 8792계통이 196.8  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮은 함량을 나타냈다(표 59).

표 59. 빨간 다채, 자색 다채, 진자색 다채와 매우 빨간 다채 계통간 페닐프로파노이드 함량 비교 분석( $\mu\text{g/g}$  건중량)

Phenylpropanoids		빨간 다채	자색 다채	진자색 다채	진자색 다채	매우 빨간 다채
No	Trivial name	(8142)	(8186)	(8792)	(8837)	(8143)
1	Catechin hydrate	7.99 $\pm$ 1.17	7.50 $\pm$ 0.22	5.11 $\pm$ 0.23	6.98 $\pm$ 0.94	8.9 $\pm$ 0.28
2	Chlorogenic acid	45.01 $\pm$ 1.11	23.96 $\pm$ 0.84	20.34 $\pm$ 1.09	27.75 $\pm$ 0.29	35.1 $\pm$ 3.12
3	Caffeic acid	13.27 $\pm$ 1.43	24.93 $\pm$ 0.23	21.46 $\pm$ 1.21	29.11 $\pm$ 0.11	28.33 $\pm$ 1.13
4	Epicatechin	159.06 $\pm$ 2.27	117.54 $\pm$ 4.13	120.79 $\pm$ 3.81	140.2 $\pm$ 1.46	74.90 $\pm$ 0.03
5	p-coumaric acid	15.44 $\pm$ 2.52	15.93 $\pm$ 0.21	6.92 $\pm$ 0.71	11.64 $\pm$ 0.16	9.03 $\pm$ 0.27
6	Ferulic acid	7.57 $\pm$ 0.27	6.28 $\pm$ 0.02	3.22 $\pm$ 0.12	4.13 $\pm$ 0.11	6.58 $\pm$ 0.06
7	Rutin	67.13 $\pm$ 6.61	5.6 $\pm$ 0.28	13.71 $\pm$ 0.33	16.07 $\pm$ 0.29	44.35 $\pm$ 1.75
8	Quercetin	1.37 $\pm$ 0.05	4.24 $\pm$ 0.02	0.22 $\pm$ 0.02	0.27 $\pm$ 0.01	5.4 $\pm$ 0.16
9	Kaempferol	7.45 $\pm$ 0.05	5.04 $\pm$ 0.52	5.03 $\pm$ 0.05	6.06 $\pm$ 0.02	4.59 $\pm$ 0.19
Total		324.29 $\pm$ 0.70	211.02 $\pm$ 4.75	196.8 $\pm$ 2.33	242.21 $\pm$ 1.92	217.18 $\pm$ 3.59

녹색청경채, 진녹색 청경채, 임생채자색, 홍경채, 기능성 팥초이, 진녹색 소송채 계통간 글루코시드 함량 비교 분석한 결과, 총함량은 기능성팥초이(9055)에서 770.05  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높게 나타났다. 특히 ferulic acid, rutin함량이 다른 5개 계통에 비하여 높게 나타났다. 또한 상대적으로 녹색청경채 8410계통이 155.87  $\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮은 함량을 나타냈다(표 60, 61).

표 60. 녹색 청경채, 진녹색 청경채와 임생채 계통간 페닐프로파노이드 함량 비교 분석( $\mu\text{g/g}$  건중량)

Phenylpropanoids		녹색 청경채	진녹색 청경채	임생채
No	Trivial name	(8410)	(8354)	(9011)
1	Catechin hydrate	15.14 $\pm$ 0.96	18.05 $\pm$ 1.97	4.73 $\pm$ 0.11
2	Chlorogenic acid	34.72 $\pm$ 0.84	49.42 $\pm$ 3.02	54.48 $\pm$ 0.18
3	Caffeic acid	18.17 $\pm$ 0.77	16.63 $\pm$ 1.57	9.31 $\pm$ 0.13
4	Epicatechin	14.97 $\pm$ 0.23	54.07 $\pm$ 1.66	43.77 $\pm$ 0.16
5	p-coumaric acid	7.89 $\pm$ 0.37	19.68 $\pm$ 0.64	10.01 $\pm$ 0.21
6	Ferulic acid	22.16 $\pm$ 0.24	16.5 $\pm$ 0.7	558.2 $\pm$ 4.2
7	Rutin	30.46 $\pm$ 1.14	45.05 $\pm$ 1.19	21.24 $\pm$ 0.88
8	Quercetin	5.25 $\pm$ 0.47	12.5 $\pm$ 0.58	0.24 $\pm$ 0.02
9	Kaempferol	7.11 $\pm$ 0.15	11.45 $\pm$ 0.37	4.63 $\pm$ 0.09
Total		155.87 $\pm$ 0.17	243.35 $\pm$ 8.56	706.61 $\pm$ 5.98

표 61. 홍경채, 농진청 기능성 파초이와 진녹색 소송채 계통간 페닐프로파노이드 함량 비교 분석( $\mu\text{g/g}$  건중량)

Phenylpropanoids		홍경채	기능성 파초이	진녹색소송채
No	Trivial name	(9041)	(9055)	(9165)
1	Catechin hydrate	26.38 $\pm$ 2.16	6.67 $\pm$ 0.09	28.1 $\pm$ 1.1
2	Chlorogenic acid	38.75 $\pm$ 1.57	51.39 $\pm$ 4.51	33.7 $\pm$ 0.9
3	Caffeic acid	80.77 $\pm$ 1.65	26.35 $\pm$ 0.77	4.78 $\pm$ 0.16
4	Epicatechin	247.30 $\pm$ 12.26	78.16 $\pm$ 1.24	19.71 $\pm$ 0.73
5	p-coumaric acid	78.87 $\pm$ 1.79	9.78 $\pm$ 0.04	19.11 $\pm$ 0.58
6	Ferulic acid	196.13 $\pm$ 17.67	407.53 $\pm$ 8.69	106.3 $\pm$ 1.28
7	Rutin	66.42 $\pm$ 1.08	185.73 $\pm$ 10.35	10.37 $\pm$ 1.11
8	Quercetin	14.37 $\pm$ 0.41	0.3 $\pm$ 0.00	0.21 $\pm$ 0.01
9	Kaempferol	6.53 $\pm$ 0.09	4.14 $\pm$ 0.16	7.4 $\pm$ 0.12
Total		755.52 $\pm$ 38.68	770.05 $\pm$ 15.21	229.57 $\pm$ 3.43

#### 4. 4차년 연구수행 내용 및 결과

##### 가. 청경채 계통의 단계별 기능성물질 분석 비교

아시아종묘에서 분양받은 7개의 청경채 계통을 대상으로 글루코시놀레이트 및 페닐프로파노이드 성분을 비교하였다.

##### (1) 재료

아시아종묘 농장에서 계통별로 청경채 잎을 채취하여 사용하였으며, 20년 7월 24일에 1차, 20년 8월 14일에 2차로 수확하여 단계별로 비교하였다. 수확된 시료는 동결건조기를 이용하여, -70℃로 3일간 건조 시켰다. 추출 및 함량분석을 위해 건조된 식물체를 분쇄기로 곱게 갈아 가루형태로 만든 후, 100 mg을 측정하여 분석에 이용하였다. 각 계통별 정보는 다음과 같다.

표 62. 청경채 계통별 정보.

B.N	품종명	계통명	교배번호	조제번호
QC16	SYMSBC5xDH-5	SYMSBC5xDH-5Y-G3-51-51-51	MS8123	406-6H
	x JH	x 19DH24-1	x8112	
QC17	JH	19DH24-1	8112	406-6H
QC18	MSBC1xDH_005	MSBC1x9025-51-51	MS8110	407-2H
	x IM	x8647-51-51-51	x8125	
QC26	청사초롱	아시아	#6211	
QC27	에픽하이	아시아	MS8616	405-3H
			x8617	
QC28	다청채	아시아	#6220	
QC35	비너스	사카타	#6251	

##### (2) 연구방법

##### (가) 글루코시놀레이트 추출 및 분석

- DEAE-Sephadex A-25 활성화 및 mini-column 준비

① 활성화 - DEAE-Sephadex A-25 (30g/L)는 D.W에 녹여 분액여두(분별깔때기)에 넣은 다음 약 1.5배 (v/v)의 D.W를 넣고 거의 빠져나가면 0.5M sodium acetate (68g/L)를 넣어 H<sup>+</sup> 형태로 활성화 시킨다.

② Mini-column - 1mL pipette tip 끝을 탈지면으로 막고 D.W를 가득 채운 후 위에 조금씩 resin을 넣는다.

##### (나) 조(Crude) 추출물 추출

① 2.0ml tube에 분말시료(100mg)를 평량하여 70℃의 70% MeOH (1.5ml)를 넣는다.

② 진동혼합(Vortex)한 다음 70℃의 항온 수조(Water bath)에서 5분간 추출.

③ 원심분리 (12,000rpm, 10min, 4℃) 한 후에 상층액 수거 (5ml tube에 수거)

이 과정을 3 반복한다.

④ GSL 조 추출물 (Crude extract)을 pasteur pipette으로 mini-column에 로딩한다.

⑤ 추출물이 다 빠져나가면, D.W 2mL(1mL×2)를 넣는다.

⑥ D.W.가 다 빠져나가면 mini-column 아래부분을 paraffin film으로 막고,

⑦ Mini-Column 윗부분을 Paraffin film으로 막고, 16~18h 동안 실험실 상온 (RT)에 정치.

⑧ 정치후, 2.0ml tube에 증류수로 용출.

⑨ 용출시킨 시료는 0.45µm hydrophilic PTFE millipore filter(직경 13mm)로 여과한 후

HPLC용 vial 병에 넣어 냉장 보관한다.

표 63. 글루코시놀레이트 분석 조건.

HPLC	Agilent Technologies 1200 series HPLC system (Palo Alto, CA, USA)		
Column	Inertsil ODS-3 column (150 × 3.0 mm i.d., particle size 3 μm; GL Sciences, Tokyo, Japan)		
Mobile phase	A) Water B) Acetonitrile		
Flow rate	0.4 mL/min		
Column temperature	40 °C		
Injection Volume	10 μl		
Gradient elution	Time (min)	Solvent A (%)	Solvent B (%)
	0 - 2	100	0
	2 - 7	90	10
	7 - 16	69	31
	16 - 19	69	31
	19 - 21	100	0
21 - 27	100	0	
UV condition	Wavelength	227 nm	

(다) 페닐프로파노이드 추출 및 분석

- 페닐프로파노이드 추출

- ① 5ml tube에 분말시료(100mg)를 평량하여 80% MeOH (2ml)를 넣는다.
- ② 5분간 진동혼합(Vortex)한 다음 37°C의 항온 수조(Water bath)에서 60분간 추출.
- ③ 원심분리 (12,000rpm, 11min, 4°C) 한 후에 상층액 수거 (5ml tube에 수거)
- ④ 용출시킨 시료는 0.45μm hydrophilic PTFE millipore filter(직경 13mm)로 여과한 후 HPLC용 vial 병에 넣어 냉장 보관한다.

표 64. 페닐프로파노이드 분석 조건.

HPLC	Futecs HPLC system NS-4000 (Futecs Co. Ltd., Daejeon, Korea)
Column	OptimaPak C18-51002546 (250mm x 4.6mm I.d., particle size 5 μm) (RStech Co. Ltd., Daejeon, Korea)
Mobile phase	Solvent A (0.15% Acetic acid water) Solvent B (Methanol)
Flow rate	1.0 mL/min
Column temperature	30 °C
Injection Volume	10 μL

UV condition	280 nm		
	Time (min)	Solvent A (%)	Solvent B (%)
Gradien elution	0 - 1	95	5
	1 - 9	85	15
	9 - 24	80	20
	24 - 54	70	30
	54 - 65	55	45
	65 - 75	44	56
	75 - 80	40	60
	80 - 90	20	80
	90 - 105	95	5

### (3) 연구결과

#### (가) 계통 간 글루코시놀레이트 함량 비교 분석

아시아종묘로부터 수확한 계통 간 글루코시놀레이트 함량을 비교 분석한 결과, Progoitrin 함량은 QC17, 18, 26 계통에서 다른 계통에 비하여 높게 나타났으며, 성숙이 더 진행된 2차 수확기에서 전반적으로 모든 계통에서 1차 수확에 비하여 높게 나타났다. Gluconapoleiferin 함량은 QC27, 28계통에서 다른 계통에 비하여 높게 나타났으며, 성숙이 더 진행된 2차 수확기에서 전반적으로 모든 계통에서 높게 나타났다. Gluconapin 함량은 QC17, 18, 26 계통에서 다른 계통에 비하여 높게 나타났으며, 2차 수확기에서 대부분 계통에서 1차 수확에 비하여 높게 나타났다. 4-Hydroxyglucobrassicin 함량은 QC27, 28계통에서 다른 계통에 비하여 높게 나타났으며, 성숙이 더 진행된 2차 수확기에서 전반적으로 모든 계통에서 높게 나타났다. Glucocochlearin 함량은 QC17, 18, 26 계통에서 다른 계통에 비하여 높게 나타났으며, 2차 수확기에서 전반적으로 높게 나타났다. Glucobrassicinapin 함량은 QC16 계통에서 다른 계통에 비하여 높게 나타났으며, 2차 수확기에서 QC16, 17, 35 계통은 높게 나타났으나 다른 계통은 큰 차이가 없었다. Glucoerucin 함량은 QC27, 28계통에서 다른 계통에 비하여 높게 나타났으며, 2차 수확기에 QC16, 27, 28계통을 제외한 다른 계통에서 1차 수확기에 비하여 낮게 나타났다. Glucobrassicin 함량은 QC27, 28계통에서 다른 계통에 비하여 높게 나타났으며, 성숙이 더 진행된 2차 수확기에서 전반적으로 모든 계통에서 높게 나타났다. 4-methoxyglucobrassicin 함량은 QC 28계통에서 다른 계통에 비하여 높게 나타났으며, 2차 수확기에 QC16, 17, 18계통을 제외한 다른 계통에서 1차 수확기에 비하여 낮게 나타났다. Glucoberteroin 함량은 QC27, 28계통에서 다른 계통에 비하여 높게 나타났으며, 2차 수확기에 QC16, 17, 27, 28계통을 제외한 다른 계통에서 1차 수확기에 비하여 낮게 나타났다. Neoglucobrassicin 함량은 QC17, 35계통에서 다른 계통에 비하여 높게 나타났으며, 2차 수확기에 QC16, 26, 27계통을 제외한 다른 계통에서 1차 수확기에 비하여 낮게 나타났다. 총글루코시놀레이트 함량은 성숙이 더 진행된 2차 수확기에서 전반적으로 모든 계통에서 1차 수확에 비하여 높게 나타났다(그림 111).





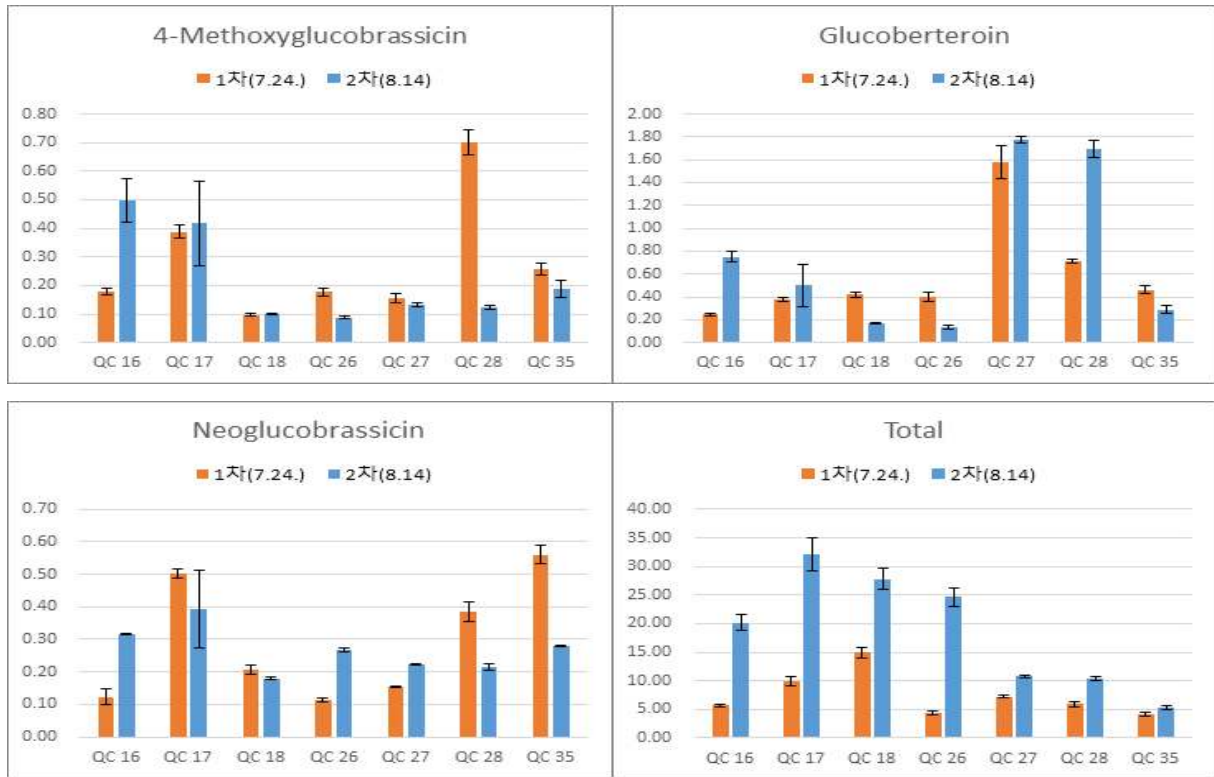


그림 111. 청경채 계통 간 글루코시놀레이트 함량 ( $\mu\text{mol/g dry wt.}$ )

(나) 계통 간 페닐프로파노이드 함량 비교 분석

아시아종묘로부터 수확한 계통 간 페닐프로파노이드 함량을 비교 분석한 결과, gallic acid 함량은 QC18 계통에서 다른 계통에 비하여 높게 나타났으며, 성숙이 더 진행된 2차 수확기에서 전반적으로 모든 계통에서 1차 수확에 비하여 높게 나타났다. 4-hydroxybenzoic acid 함량은 QC18, 27, 28계통에서 다른 계통에 비하여 높게 나타났으며, 2차 수확기에 QC18, 27, 28, 35계통을 제외한 다른 계통에서 1차 수확기에 비하여 낮게 나타났다. Chlorogenic acid 함량은 QC27 계통에서 다른 계통에 비하여 가장 높게 나타났으며, 전반적으로 모든 계통에서 2차 수확기에 1차 수확기와 비슷한 수준의 함량을 나타내거나 더 낮은 함량을 나타냈다. Caffeic acid 함량은 QC17, 35 계통에서 다른 계통에 비하여 낮게 나타났으며, QC16 계통을 제외하고 전반적으로 모든 계통에서 2차 수확기와 1차 수확기에서 함량 수준이 비슷하게 나타났다. p-Coumaric acid 함량은 QC18 계통에서 다른 계통에 비하여 가장 높게 나타났으며, QC18 계통을 제외하고 전반적으로 모든 계통에서 2차 수확기에 1차 수확기와 비슷한 수준의 함량을 나타내거나 더 낮은 함량을 나타냈다. Ferulic acid 함량은 QC18, 35 계통에서 다른 계통에 비하여 높게 나타났으며, 전반적으로 모든 계통에서 2차 수확기에 1차 수확기보다 더 낮은 함량을 나타냈다. Benzoic acid 함량은 QC18 계통에서 다른 계통에 비하여 가장 높게 나타났으며, 전반적으로 모든 계통에서 2차 수확기에 1차 수확기보다 더 낮은 함량을 나타냈다. Rutin 함량은 QC27 계통에서 다른 계통에 비하여 가장 높게 나타났으며, 전반적으로 모든 계통에서 2차 수확기에 1차 수확기보다 더 낮은 함량을 나타냈다. Quercetin 함량은 QC17 계통에서 다른 계통에 비하여 가장 높게 나타났으며, 전반적으로 2차 수확기에 1차 수확기보다 더 낮은 함량을 나타내거나 비슷한 수준을 나타냈다. Kaempferol 함량은 QC18 계통에서 다른 계통에 비하여 가장 높게 나타났으며, 전반적으로 모든 계통에서 2차 수확기에 1차 수확기보다 더 낮은

함량을 나타냈다. 총페닐프로파노이드 함량은 성숙이 더 진행된 2차 수확기에서 전반적으로 모든 계통에서 1차 수확에 비하여 낮게 나타났다(그림 112).



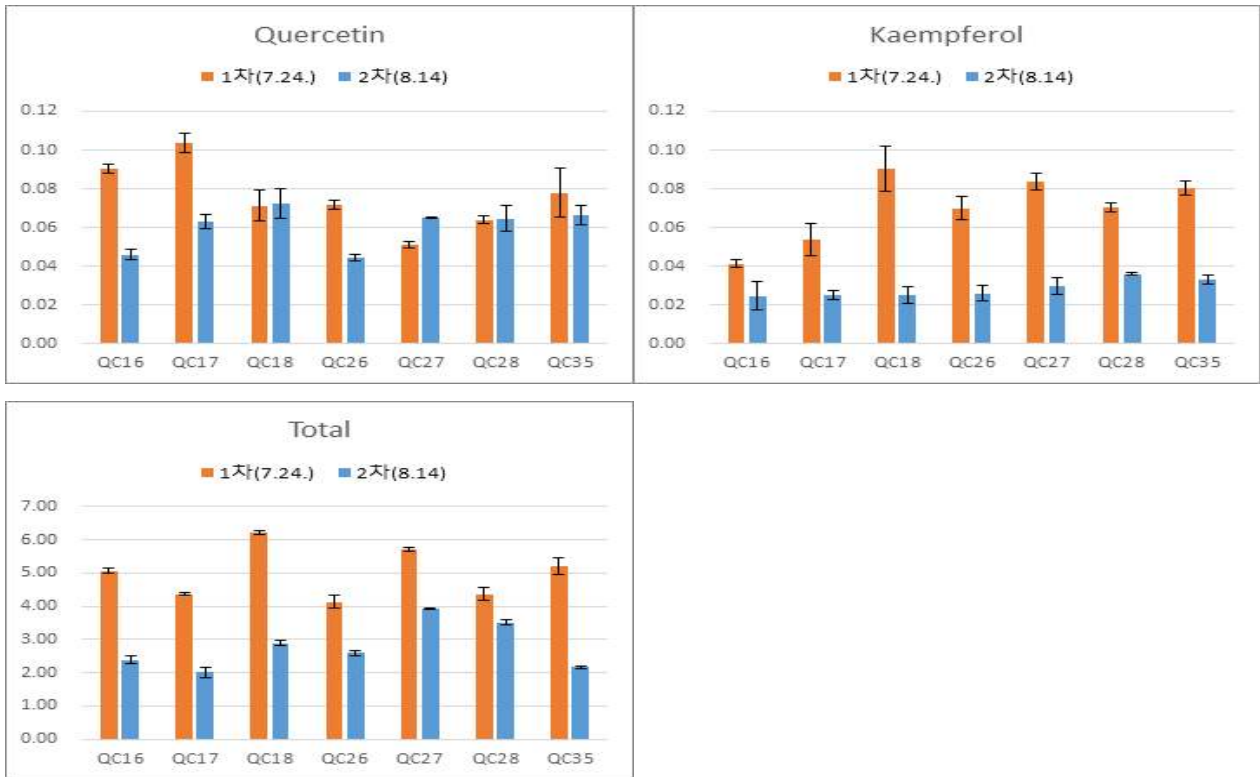


그림 112. 청경채 계통 간 페닐프로파노이드 함량 (mg/g dry wt.)

나. 청경채, 다청채, 다채의 기능성물질 생합성 관련 유전자 발현 및 대사체 분석

아시아종묘에서 분양받은 청경채(*Brassica rapa* subsp. *chinensis*), 다청채(*Brassica rapa* subsp. *chinensis* X *Brassica rapa* subsp. *narinosa*), 다채(*Brassica rapa* subsp. *narinosa*)를 대상으로 글루코시놀레이트 및 페닐프로파노이드 생합성 관련 유전자 발현, 그 성분 함량 조사, 및 대사체 분석을 하였다.

(1) 재료

아시아종묘 농장에서 청경채, 다청채, 다채 잎을 채취하여 사용하였으며, 수확된 시료는 동결 건조기를 이용하여, -70℃로 3일간 건조 시켰다. 추출 및 함량분석을 위해 건조된 식물체를 분쇄기로 곱게 갈아 가루형태로 만든 후, 100 mg을 측정하여 분석에 이용하였다.

(2) 연구방법

(가) 유전자 발현

3차년과 동일한 방법으로 진행하였다.

(나) 글루코시놀레이트 추출 및 분석

이전과 동일한 방법으로 진행하였다.

(다) 페닐프로파노이드 추출 및 분석

이전과 동일한 방법으로 진행하였다.

(3) 연구결과

(가) 청경채, 다청채, 다채의 기능성물질 생합성 유전자 발현 분석

Glucosinolates (GSLs) 생합성에 관련된 6개의 전사인자(Dof1.1, IQD1-1, MYB28, MYB29, MYB34, MYB51)의 유전자 발현을 청경채, 다청채, 다채로부터 조사를 하였다. Dof1.1은 다청채, IQD1-1은 청경채, MYB28은 다청채, MYB29는 청경채, MYB34은 다청채, MYB51는 청경채에서 유전자 발현이 가장 높게 발현 되었다(그림 113).

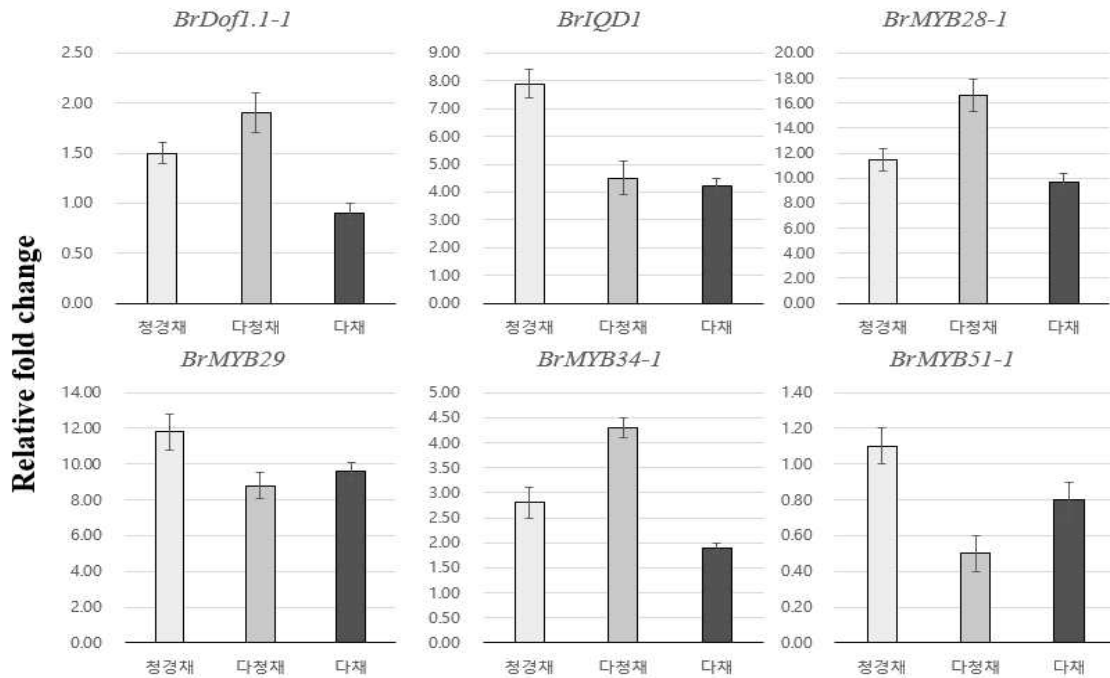


그림 113. 청경채, 다청채, 다채의 qRT-PCR을 통한 Glucosinolate 생합성 관련 전사인자 발현 비교

PAL1, C4H, CHS, F3H, FLS 유전자 발현은 청경채에서 가장 높게 나타났으며, PAL2, 4CL, F3' H 유전자 발현은 다청채에서 가장 높게 나타났다. CHI 유전자 발현은 다채에서 가장 높게 나타났다(그림 114).

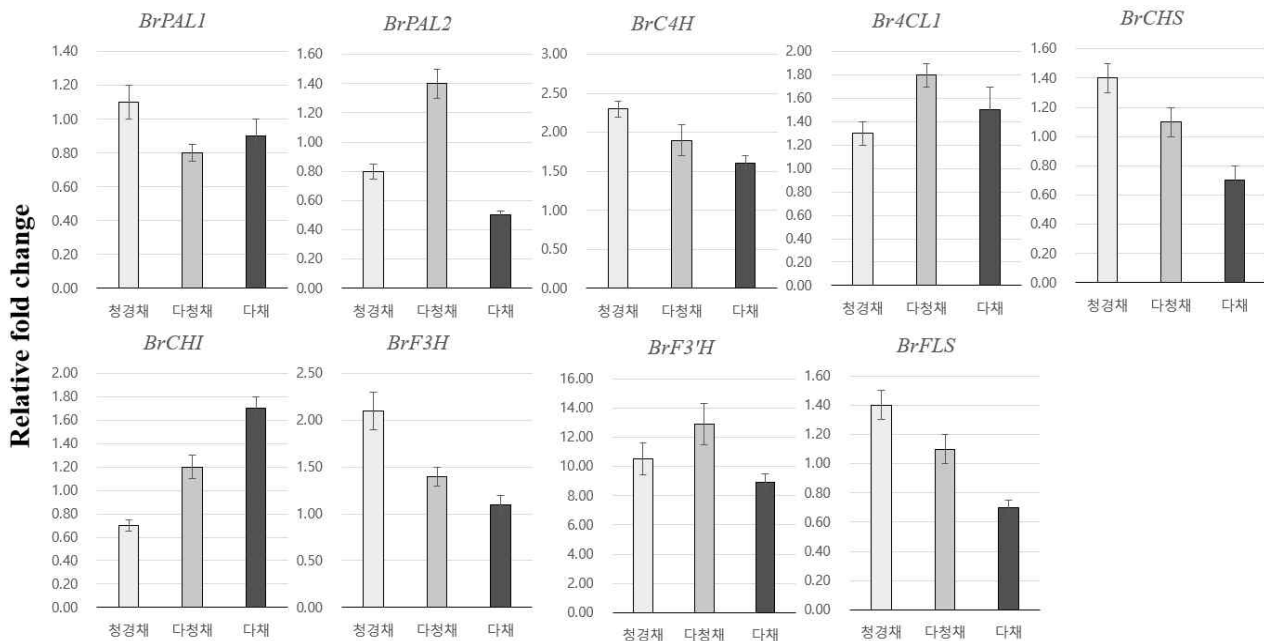
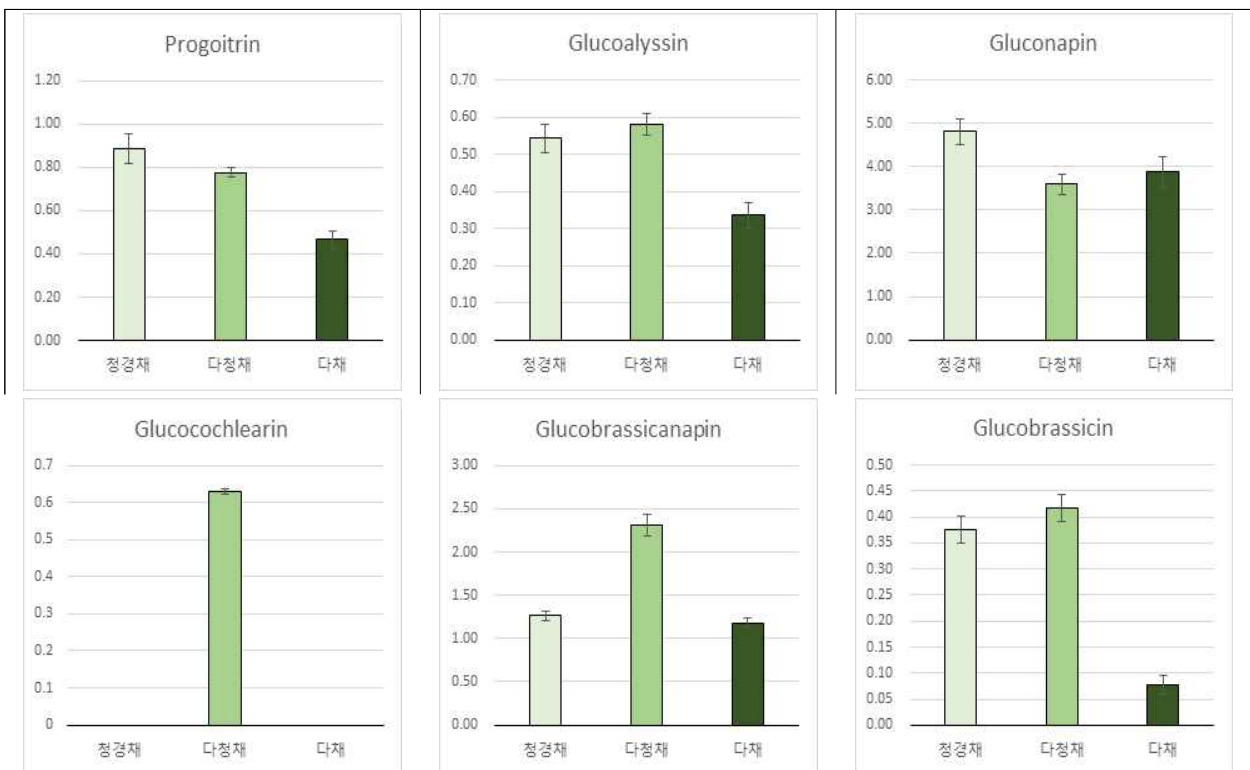


그림 114. 청경채, 다청채, 다채의 qRT-PCR을 통한 Phenylpropanoid 관련 유전자 발현 비교

(나) 청경채, 다청채, 다채의 글루코시놀레이트 및 페놀성 화합물 분석

다채, 청경채, 다청채를 대상으로 하여 HPLC 기반의 글루코시놀레이트 및 페놀성화합물 분석을 실시함. 글루코시놀레이트 HPLC 분석결과에 따르면 다채, 청경채, 다청채에서 총 7종의 글루코시놀레이트가 존재하는 것으로 나타났으며 7종의 글루코시놀레이트 총합은 다청채와 청경채에서 다채에 비하여 높은 것으로 나타났음. Glucobrassicinapin, neoglucobrassicin의 함량은 다청채에서 높게 나타났고, progoitrin, gluconapin의 함량은 청경채에서 높은 것으로 나타났으며 progoitrin, glucoalyssin, glucobrassicin 4-methoxyglucobrassicin의 함량은 청경채와 다청채에서 높게 나타났음. 흥미롭게도 대부분의 글루코시놀레이트 함량은 다채에서 모두 통계적으로 유의하게 낮은 것으로 확인 됨 (그림 115 & 그림 117A). 페놀성 화합물 HPLC 분석결과 gallic acid, 4-hydroxybenzoic acid, catechin hydrate, chlorogenic acid, caffeic acid, epi-catechin, *p*-coumaric acid, ferulic acid, benzoic acid, rutin, *trans*-cinnamic acid, quercetin, kaempferol를 포함하는 총 12 종의 페놀성화합물 및 1종의 유기산의 존재를 다채, 청경채, 다청채에서 확인 할 수 있었으며 유기산인 benzoic acid를 제외한 12종의 페놀성 화합물의 총합은 청경채와 다청채에서 다채에 비해 높은 것으로 나타났음. 구체적으로 rutin, catechin hydrate, epi-catechin, ferulic acid, *p*-coumaric acid의 함량은 청경채에서 높은 것으로 보이며, quercetin, caffeic acid, gallic acid의 함량은 다청채에서 높은 것으로 나타났고, benzoic acid와 chlorogenic acid의 함량은 다청채와 청경채 모두에서 높은 것으로 확인 됨. 반면에 4-hydroxybenzoic acid 및 kaempferol의 함량은 다채에서 높은 것으로 나타났으며 *trans*-cinnamic acid의 함량은 세 품종에서 통계적으로 유의하지 않은 것으로 확인됨 (그림 116 & 그림 117A).



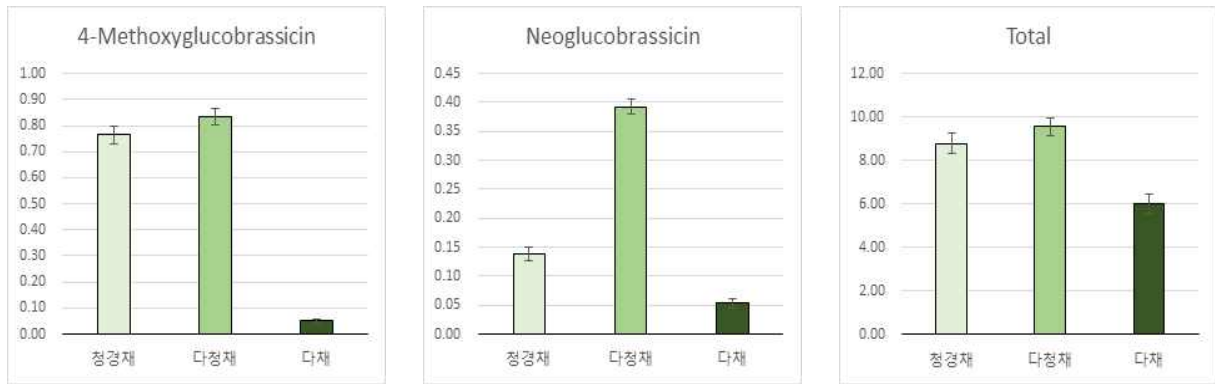
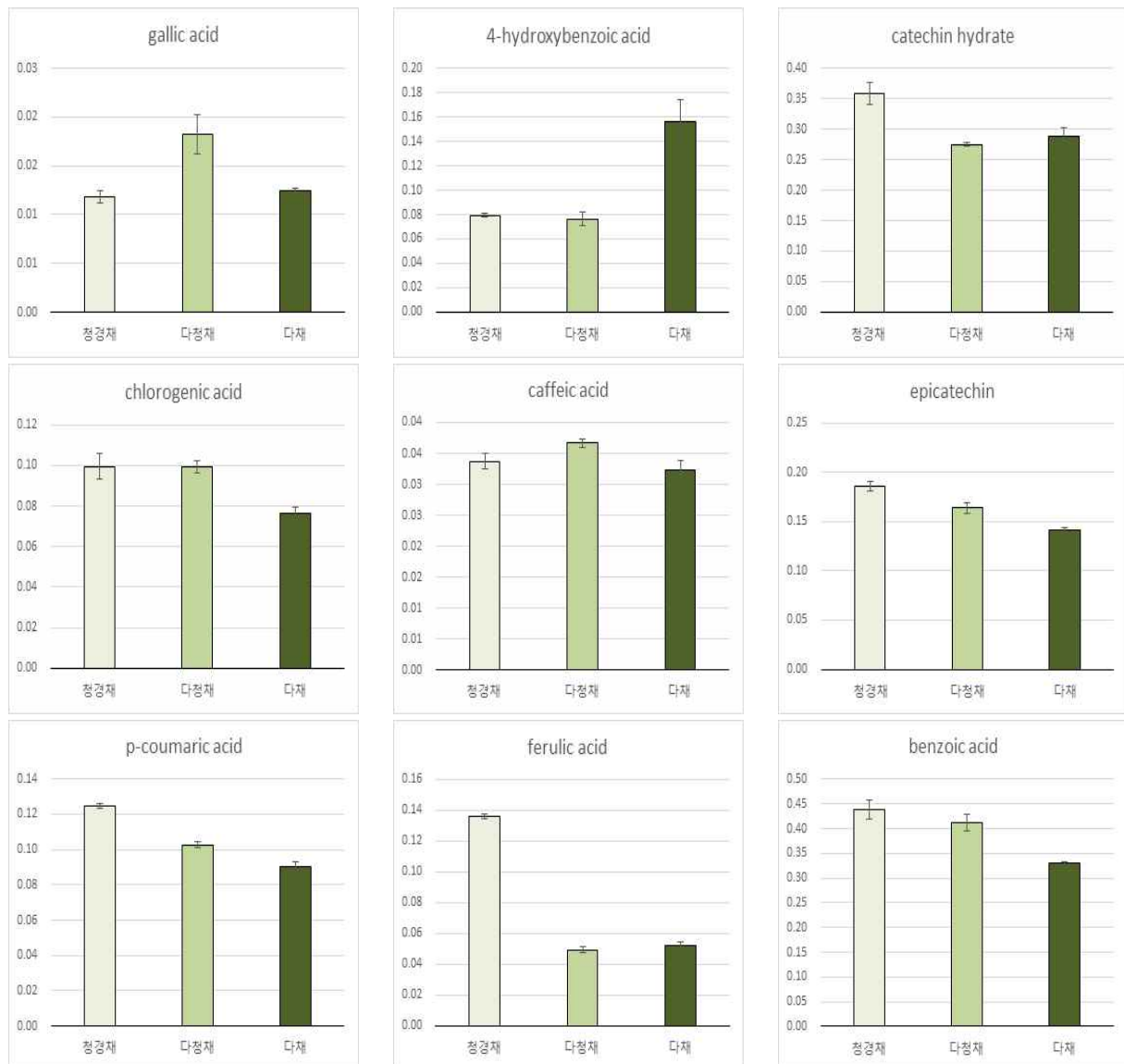


그림 115. 청경채, 다정채, 다채의 글루코시놀레이트 함량 (μmol/g dry wt.)



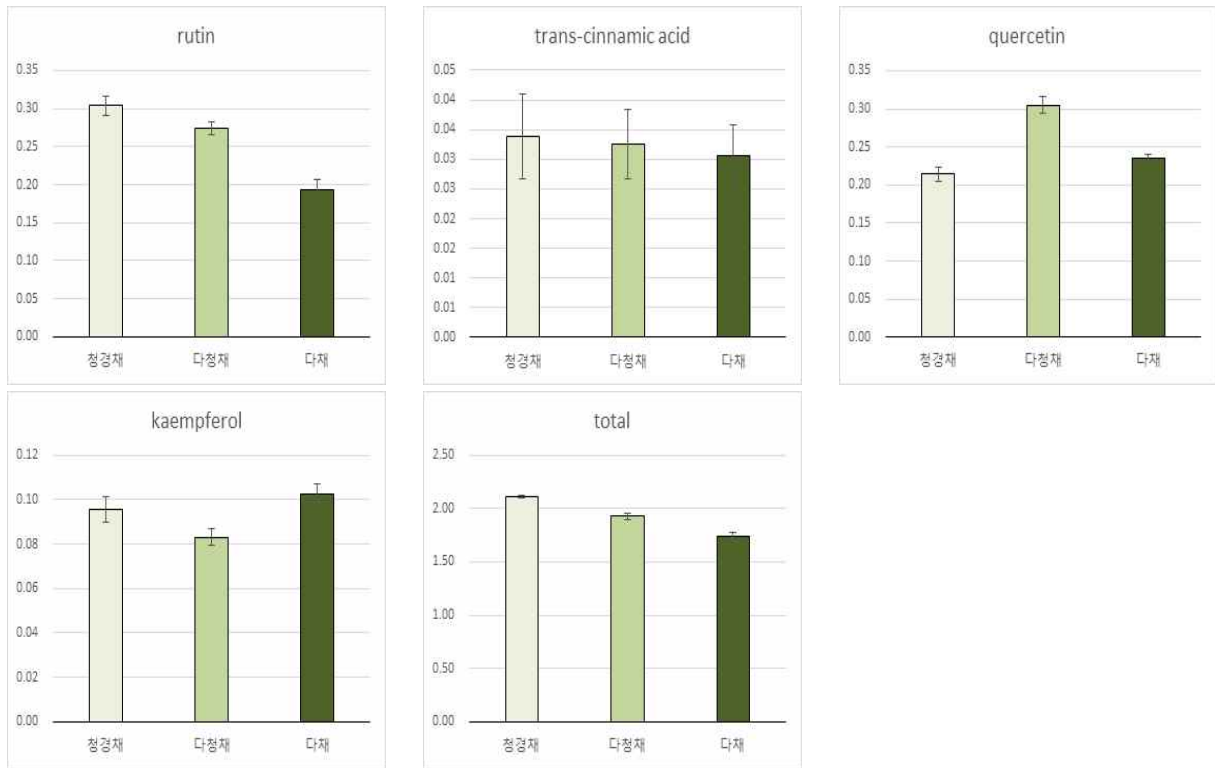


그림 116. 청경채, 다청채, 다채의 페닐프로파노이드 함량 (mg/g dry wt.)

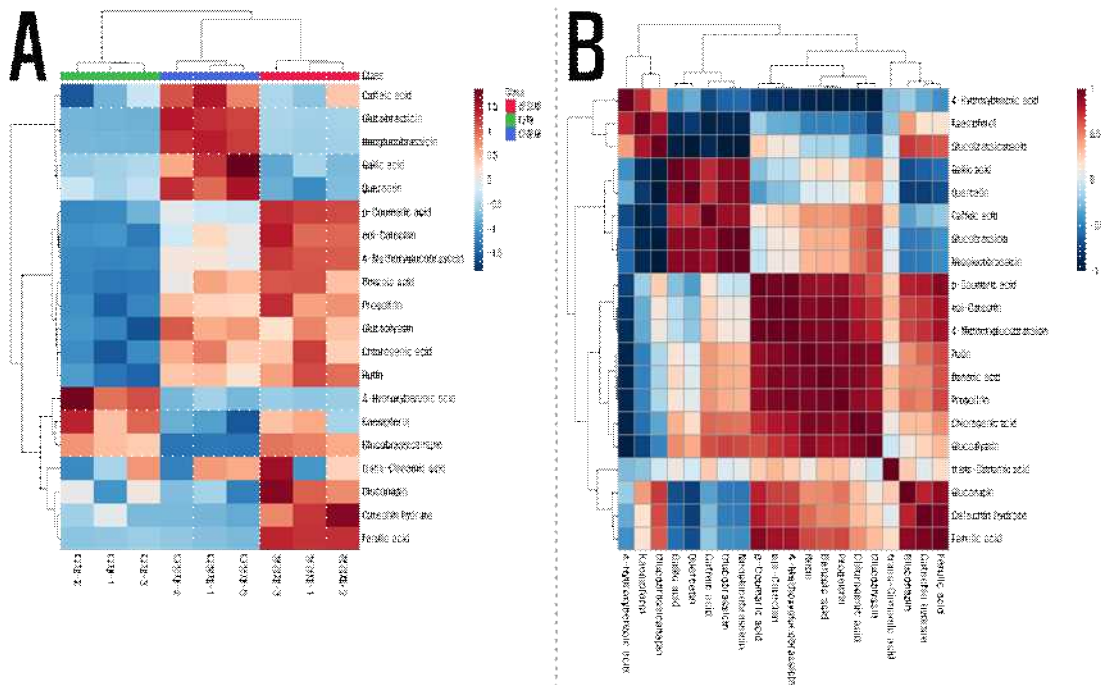


그림 117. Heatmap representing differences in relative metabolite concentrations of Da Cheong Chae, Pakchoi, and Tatsoi corresponding to Table 1 and Table 2 (A) and Correlation matrix of metabolites from Da Cheong Chae, Pakchoi, and Tatsoi (B). Each square indicates the Pearson's correlation coefficient of a pair of compounds, and the value of the correlation coefficient is represented by the intensity of the color ranging from deep blue to deep red, as indicated on the color

대사체 수준에서 다채, 청경채, 다청채 품종 간 차이를 측정하기 위해 주성분 분석을 수행함 (그림 118A). 분석결과에 따르면 제1주성분에 의해 다채 그룹이 청경채 및 다청채 그룹에서 분리가 나타났으나 청경채 그룹과 다청채 그룹간의 분리는 나타나지 않았음. 제2주성분에 의해 청경채 그룹과 다청채 그룹간의 분리가 나타남. 제1주성분에서 유의한 기능성 물질은 eigenvector로 각각 0.30547, 0.21022, 0.10352를 가지는 4-hydroxybenzoic acid, kaempferol glucobrassicin과 각각 -0.29587, -0.30048, -0.30206, -0.3021, -0.30216를 가지는 glucoalyssin, chlorogenic acid, progoitrin, benzoic acid, rutin으로 나타남. 또한 제2주성분에서 유의한 물질은 eigenvector로 각각 0.33465, 0.31272, 0.29944, 0.29878인 glucobrassicinapin, catechin hydrate, ferulic acid, gluconapin과 각각 -0.34108, -0.318, -0.2982, -0.29337인 quercetin, gallic acid, neoglucobrassicin, glucobrassicin 으로 확인됨. 주성분분석 결과 청경채 그룹과 다청채 그룹간의 제1주성분에 의해 분리가 나타나지 않아 그룹간의 분리를 최대화하기 위해 부분최소자승법 관별분석 (PLS-DA) 분석을 실시하였고 제1주성분에 의해 세 그룹간의 명확한 분리가 확인되었으며 유의한 물질은 eigenvector로 각각 0.33329, 0.30628, 0.28129, 0.27601인 quercetin, gallic acid, neoglucobrassicin, glucobrassicin으로 나타남.

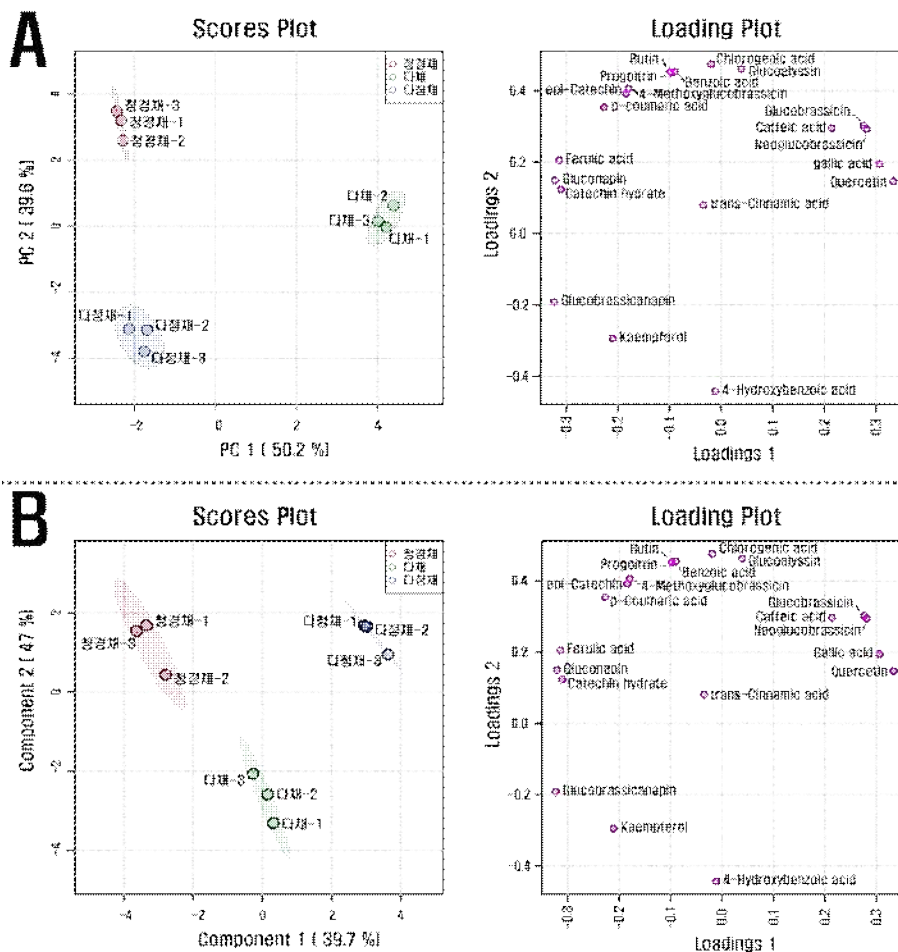


그림 118. Principal component analysis (PCA) results obtained from data on 20 metabolites for Da Cheong Chae, Pakchoi, and Tatsui (A) and partial least-squares discriminant analysis (PLS-DA) results obtained from data on 20 metabolites for Da Cheong Chae, Pakchoi, and Tatsui (B)



본 연구결과는 다채, 다청채, 청경채에서 HPLC를 이용하여 글루코시놀레이트 및 페놀성화합물의 함량을 평가한 것으로 세 품종 모두에서 7종의 글루코시놀레이트와 12종의 페놀성화합물, 1종의 유기산의 존재를 확인 할 수 있었으며, 다청채와 청경채에서 글루코시놀레이트의 함량이 다채에 비하여 월등히 높은 것으로 나타남. 본 연구결과를 통하여 상대적으로 글루코시놀레이트 및 페놀성화합물 함량이 적은 품종인 다채와 이들의 함량이 상대적으로 높은 품종인 청경채간의 교배품종인 다청채는 글루코시놀레이트 및 페놀성화합물 생산 수준이 그의 모본 또는 부분이 되는 청경채 품종에 준하거나 그 이상이 될 수 있음을 확인하였음.

#### 다. LED 색에 따른 적청경채의 생육 및 기능성물질 비교

##### (1) 재료

아시아종묘로부터 적청경채를 분양받아 LED 성장대에서 20일간 재배하여 생육 비교를 실시하였다. 비교한 시료는 동결건조기를 이용하여,  $-70^{\circ}\text{C}$ 로 3일간 건조 시켰다. 추출 및 함량분석을 위해 건조된 식물체를 분쇄기로 곱게 갈아 가루형태로 만든 후, 100 mg을 측정하여 분석에 이용하였다.

##### (2) 연구방법

(가) 글루코시놀레이트 및 페닐프로파노이드 추출 및 분석  
이전과 동일한 방법으로 진행하였다.

##### (3) 연구결과

##### (가) LED 색에 따른 적 청경채 잎 사진 및 생육

적청경채를 분양받아 LED(백색, 청색, 적색, 청색+적색) 성장대에서 20일간 재배하여 잎의 색을 관찰한 결과 그림 119에서처럼 청색+적색 조합광에서 적색이 많이 발현되는 것으로 나타났다. 생육조사를 한 결과 지상부 신장은 백색, 청색, 적색, 청색+적색 LED에서 큰 차이가 없었으며, 지하부 신장은 청색+적색 조합광에서 가장 높게 나타났다. 수확 후 생체중은 백색과 청색+적색 조합광 처리에서 가장 높게 나타났다(그림 120).

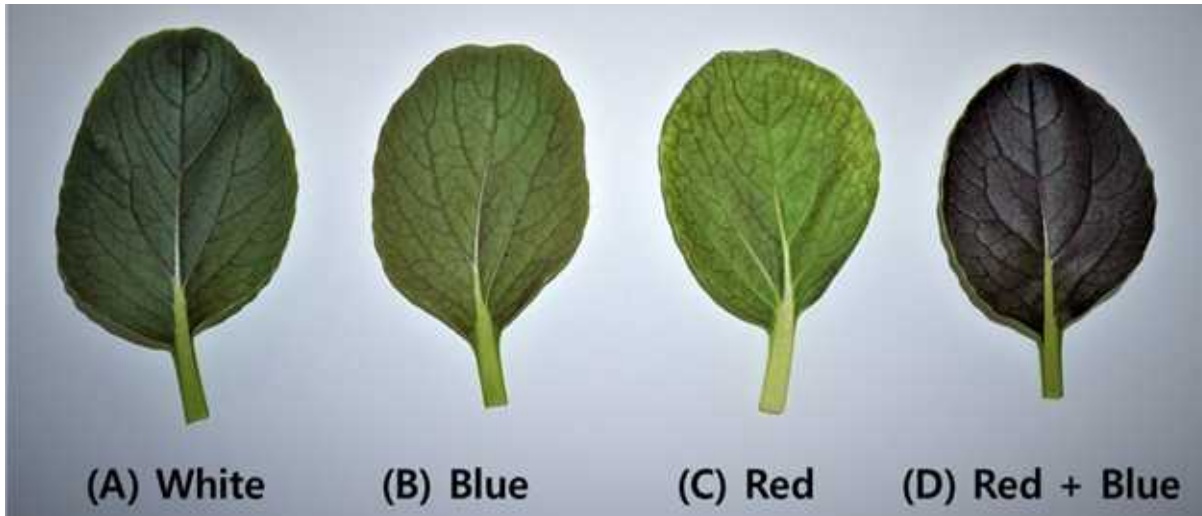


그림 119. LED 처리구 별 적청경채 잎 사진.

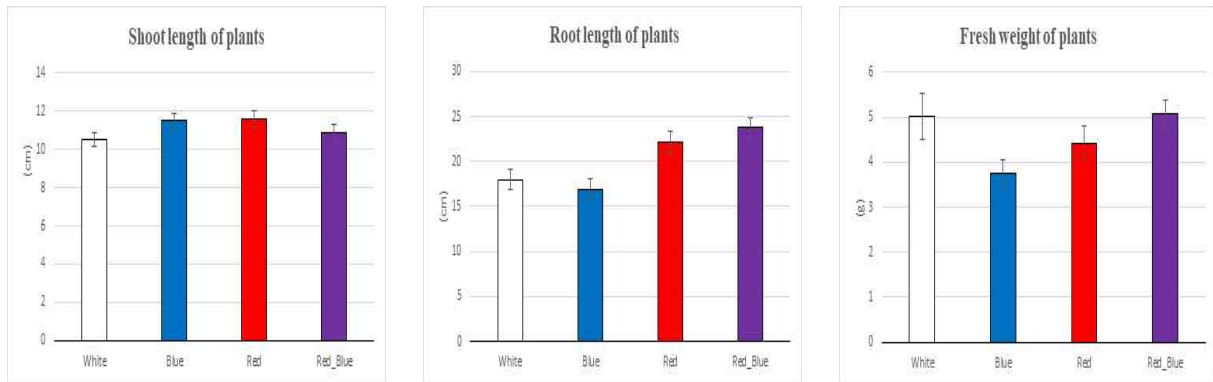
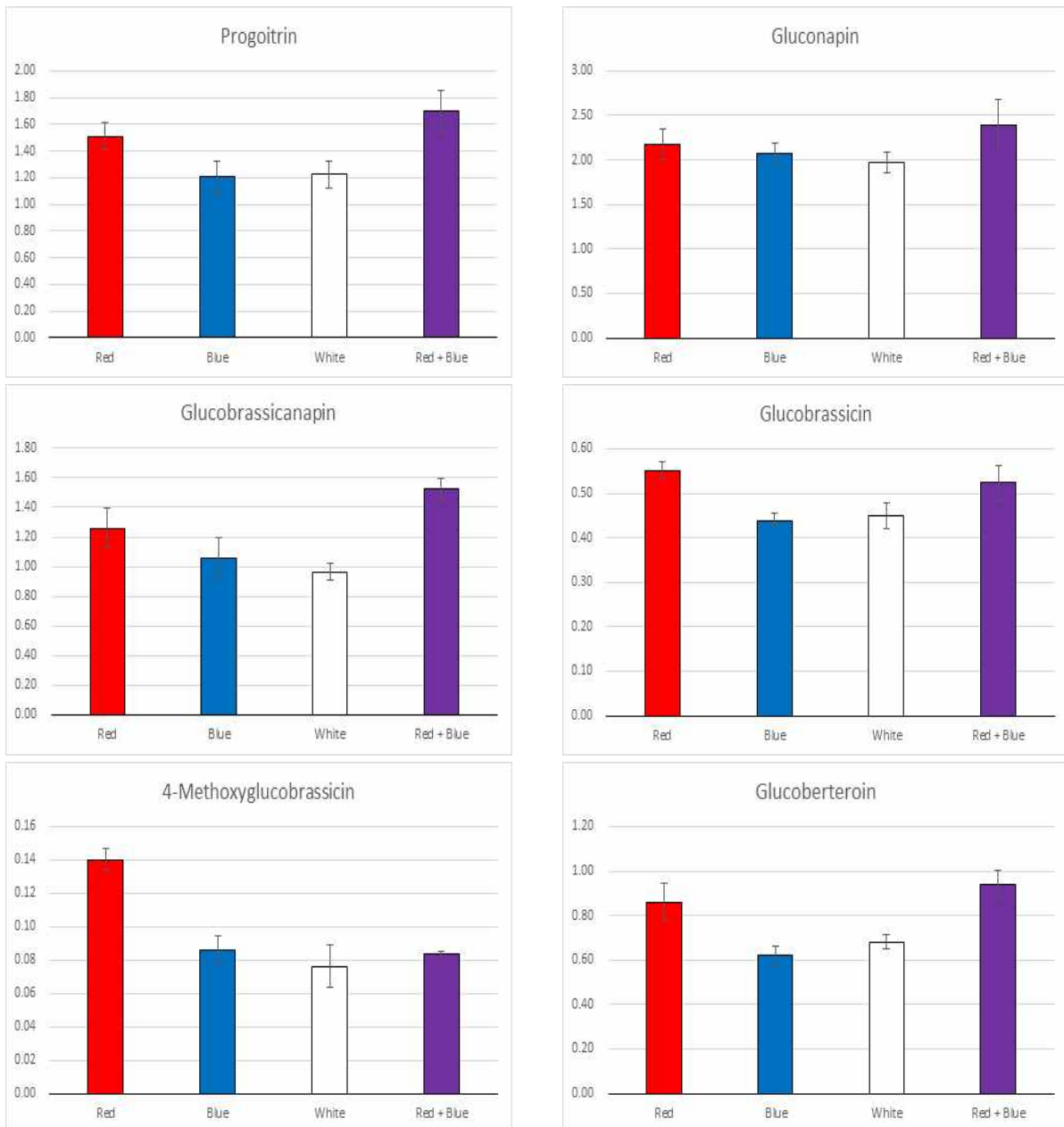


그림 120. LED 처리구 별 적 청경채 생육.

(나) LED 색에 따른 청경채의 기능성물질 함량 조사

적색, 청색, 백색, 적+청 조합색의 LED 광원에서 재배된 빨간 파초이 새싹을 대상으로 하여 HPLC 기반의 글루코시놀레이트 및 페놀성화합물 분석을 실시함. 글루코시놀레이트 HPLC 분석결과에 따르면 progoitrin, gluconapin, glucobrassicinapin, glucobrassicin, 4-methoxyglucobrassicin, glucoberteroin, neoglucobrassicin을 포함하는 총 7종의 글루코시놀레이트가 존재하는 것으로 나타났으며 7종의 글루코시놀레이트 총합은 적색 LED광원 및 적+청 조합색의 LED광원에서 재배된 새싹에서 청색 LED 광원 및 백색 LED 광원에서 재배된 새싹에 비하여 통계적으로 유의하게 증가한 것으로 확인됨. 특히 progoitrin, glucoberteroin, glucobrassicin의 함량이 적색 LED광원 및 적+청 조합색의 LED광원에서 재배된 새싹에서 통계적으로 유의하게 높았으며, glucobrassicinapin의 함량은 적+청 조합색의 LED광원에서 재배된 새싹에서 통계적으로 유의하게 높았고, 4-methoxyglucobrassicin의 함량은 적색 LED광원에서 재배된 새싹에서 통계적으로 유의하게 높은 것으로 확인됨. 반면에 gluconapin과 neoglucobrassicin의 함량은 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타남 (그림 121, 그림123A). 페놀성 화합물 HPLC 분석결과 gallic acid, 4-hydroxybenzoic acid, catechin hydrate, chlorogenic acid, caffeic acid, epi-catechin, *p*-coumaric acid, ferulic acid, rutin, *trans*-cinnamic acid, quercetin, kaempferol를 포함하는 총 12 종의 페놀성화합물의 존재를 빨간 파초이 새싹에서 확인하였으며, 2종의 페놀성 화합물의 총합은 백색 LED광원, 청색 LED광

원, 적+청 조합색의 LED광원에서 재배된 새싹에서 적색 LED광원에서 재배된 빨간 팍초이 새싹에 비하여 통계적으로 유의하게 증가함을 확인함. 구체적으로 gallic acid의 함량은 적색 및 청색 LED광원에서 재배된 새싹에서 통계적으로 유의하게 증가하였으며, caffeic acid와 rutin 함량은 청색 LED광원에서 재배된 새싹에서 통계적으로 유의하게 증가하였고 *trans*-cinnamic acid의 함량은 적색 LED광원에서 재배된 새싹에서 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타남. 게다가 적+청 조합색의 LED광원에서 재배된 새싹에서 항산화 능력이 매우 강한 ferulic acid의 함량이 가장 높은 것으로 나타났다. 흥미롭게도, 청색, 백색, 적+청색 LED 광원에서 재배된 팍초이 새싹에서 *epi*-catechin의 함량이 적색 LED 광원에서 재배된 팍초이 새싹에 비해 증가되었음을 확인하였으며, 4-hydroxybenzoic acid, catechin hydrate, chlorogenic acid, quercetin, kaempferol의 함량은 통계적으로 크게 다르지 않음을 확인함 (그림 122, 그림 123A).



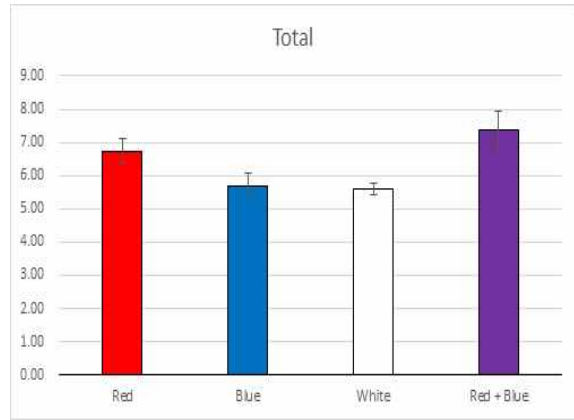
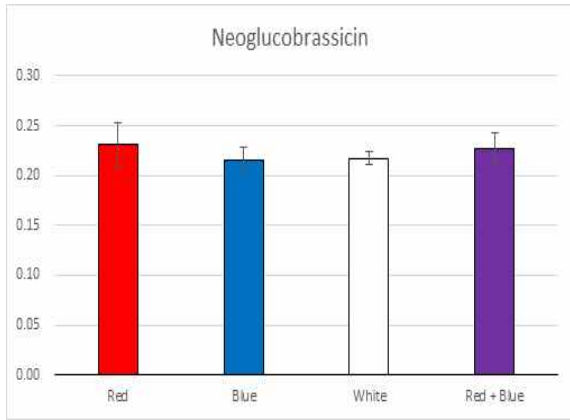
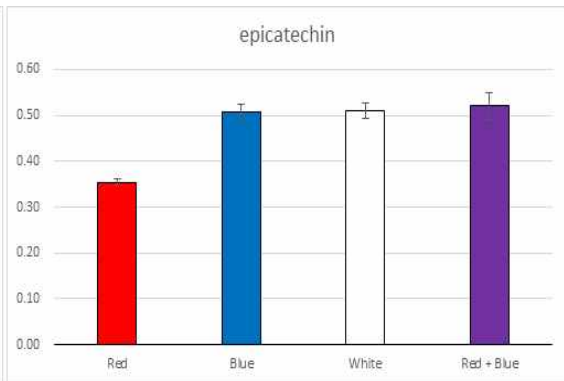
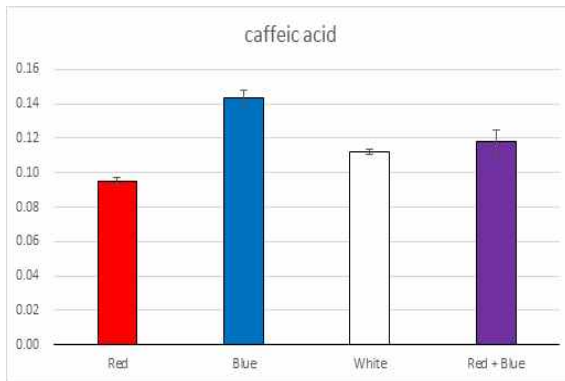
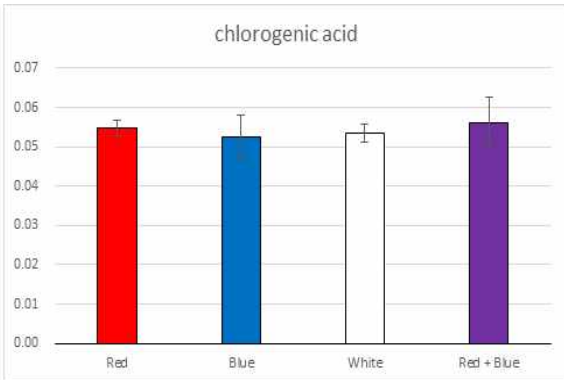
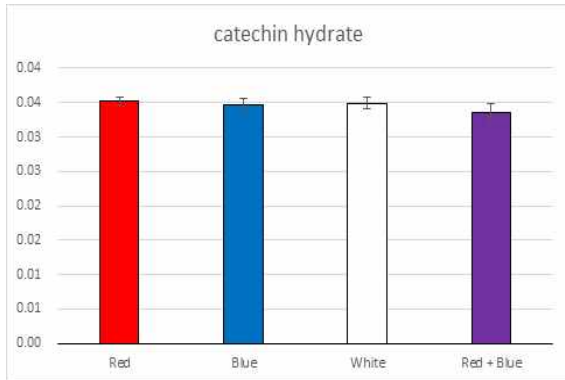
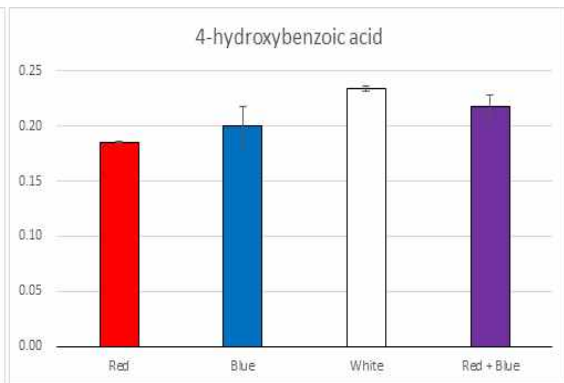
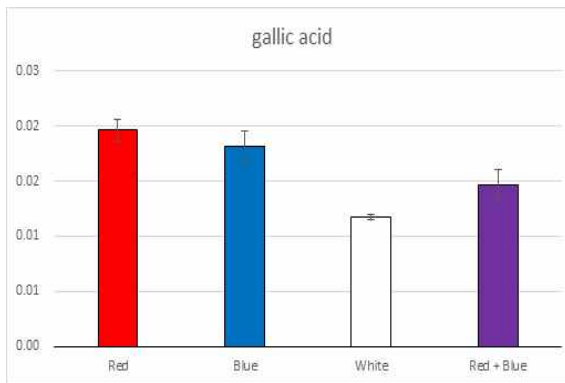


그림 121. LED 처리구 별 적 청경채 글루코시놀레이트 함량 (μmol/g dry wt.)



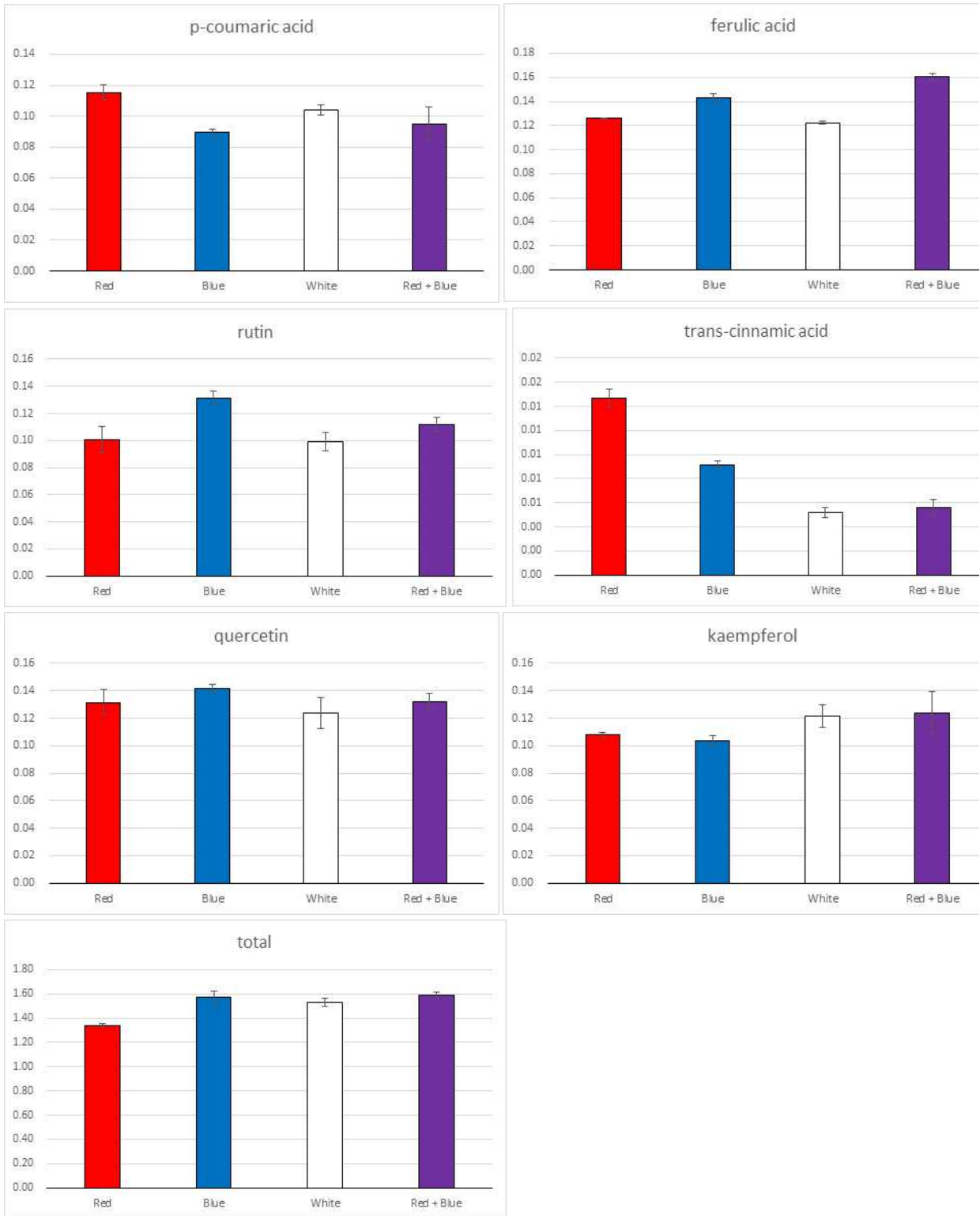


그림 122. LED 처리구 별 적 청경채 페닐프로파노이드 함량(mg/g dry wt.).

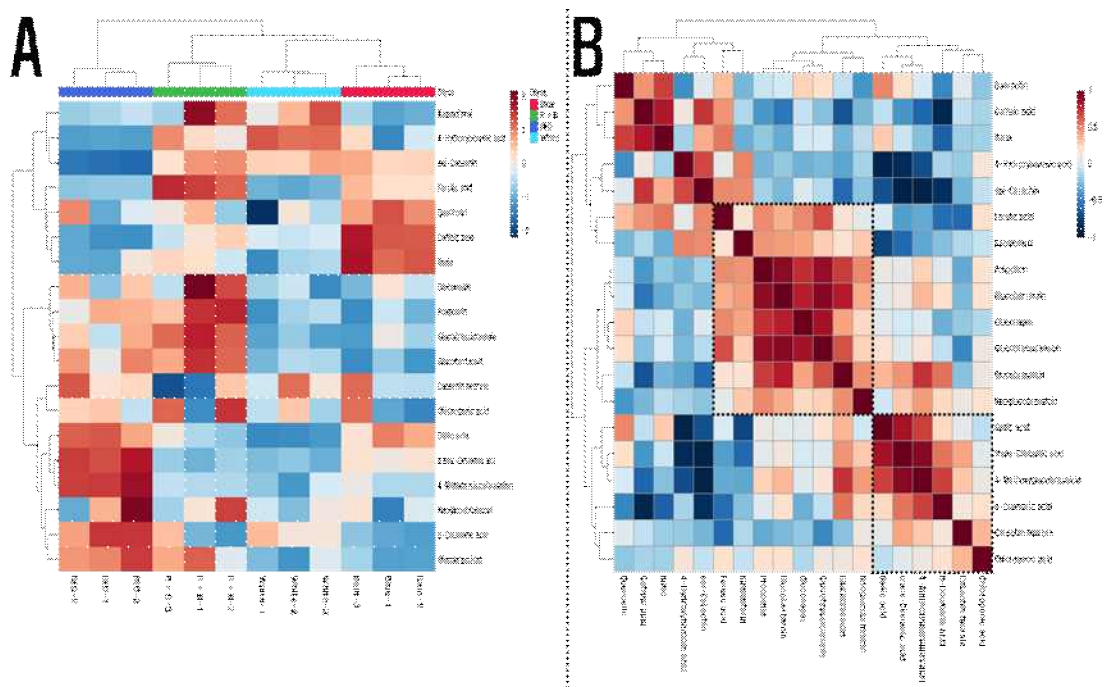


그림 123. Heatmap representing differences in relative metabolite concentrations of red Pakchoi sprouts grown under different LED light sources corresponding to Table 1 and Table 2 (A) and Correlation matrix of metabolites from red Pakchoi sprouts grown under different LED light sources (B). Each square indicates the Pearson's correlation coefficient of a pair of compounds, and the value of the correlation coefficient is represented by the intensity of the color ranging from deep blue to deep red, as indicated on the color

(다) 적색, 청색, 백색, 적+청의 조합색 LED광원에서 재배된 빨간 파초이 새싹 간 7종 글루코시놀레이트, 12종 페놀성 화합물, 1종의 유기산 주성분 분석 및 부분최소자승법 판별분석.

대사체 수준에서 적색, 청색, 백색, 적+청의 조합색 LED광원에서 재배된 빨간 파초이 새싹 간 차이를 측정하기 위해 주성분 분석을 수행함 (그림 124A). 분석결과에 따르면 제1주성분에 의해 적색 LED광원에서 재배된 파초이 새싹 그룹과 적+청의 조합색 LED광원에서 재배된 새싹 그룹은 분리가 나타났으나 청색 및 적색 LED광원에서 재배된 파초이 새싹 그룹간의 분리는 제1주성분 및 제2주성분에 의해서 나타나지 않음. 제1주성분에서 유의한 기능성 물질은 eigenvector로 각각 0.36622, 0.33079, 0.3213, 0.28409를 가지는 4-methoxyglucobrassicin, glucobrassicin, *trans*-cinnamic acid, *p*-coumaric acid와 -0.35936, -0.30448, -0.26121인 epi-catechin, caffeic acid, 4-hydroxybenzoic acid로 확인됨. 주성분분석 결과 청색 및 적색 LED광원에서 재배된 파초이 새싹 그룹간의 제1주성분 및 제2주성분에 의해 분리가 나타나지 않아 그룹간의 분리를 극대화하기 위해 부분최소자승법 판별분석 (PLS-DA) 분석을 실시하였

고 제1주성분에 의해 네 그룹간의 분리가 나타났으며 유의한 물질은 eigenvector로 각각 0.39045인 *p*-coumaric acid와 -0.45674, -0.40759, -0.39731, -0.3601을 가지는 rutin, caffeic acid, quercetin, ferulic acid로 나타남.

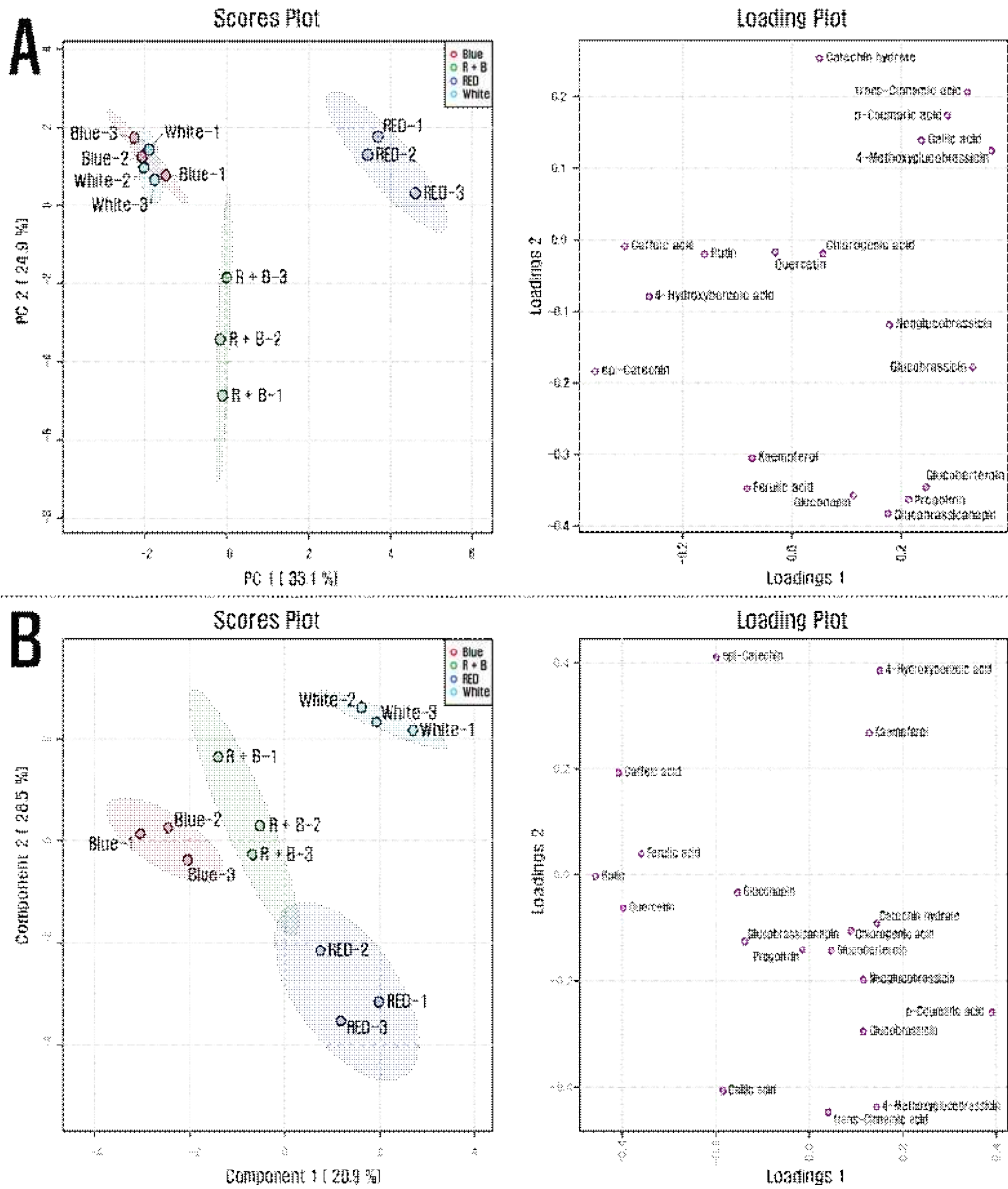


그림 124. Principal component analysis (PCA) results obtained from data on 20 metabolites for red Pakchoi sprouts grown under different LED light sources (A) and partial least-squares discriminant analysis (PLS-DA) results obtained from data on 19 metabolites for red Pakchoi sprouts grown under different LED light sources (B)

대부분의 새싹작물들은 실내에서 쉽게 재배할 수 있고 다량의 생리활성물질을 함유하고 있는 것으로 보고된 바 있음. 게다가 이러한 작물들은 생으로 소비되거나 데치는 식의 요리법으로 요리 후 취식하므로 음식제조과정을 통해 발생하는 미세영양분의 분해가 거의 없음. 게다가 재배하고자하는 새싹작물의 종에 따라서 기능성물질의 함량을 증가시키는 광원 및 생장에 적합한 광원이 달라지므로 재배 광원의 설정이 필수적임. 이에 본 연구결과에 따르면 빨간 파초

이를 대상으로 글루코시놀레이트 및 페놀성화합물이 증대되는 새싹을 이용하기 위해 적+청 조합색의 LED광원이 가장 적합한 것으로 나타남.

라. *Brassica rapa* 종 subspecies 별 기능성물질 비교

(1) 재료

*Brassica rapa* 종에서 아종(subspecies) 청경채, 다채, 경수채, 다홍채, 채심, 배추, 순무 총 7종(표 4)의 기능성 물질 차이를 비교하기 위해 10일 동안 재배한 아종 새싹을 수확하였다. 수확된 시료는 동결건조기를 이용하여, -70℃로 3일간 건조 시켰다. 추출 및 함량분석을 위해 건조된 식물체를 분쇄기로 곱게 갈아 가루형태로 만든 후, 100 mg을 측정하여 분석에 이용하였다.

표 65. 실험에 사용된 7가지 *Brassica rapa* subspecies(ssp)

No.	국문명	영문명	아종명
1	청경채	Pak choi	<i>Brassica rapa subsp. chinensis</i>
2	다채	Tatsoi	<i>Brassica rapa subsp. narinosa</i>
3	경수채	Mizuna	<i>Brassica rapa subsp. nipposinica</i>
4	다홍채	Turnip rape	<i>Brassica rapa subsp. oleifera</i>
5	채심	Caixin	<i>Brassica rapa subsp. parachinensis</i>
6	배추	Chinese cabbage	<i>Brassica rapa subsp. pekinensis</i>
7	순무	Turnip	<i>Brassica rapa subsp. rapa</i>

(2) 연구방법

(가) 글루코시놀레이트 추출 및 분석

이전과 동일한 방법으로 진행하였다.

(나) 페닐프로파노이드 추출 및 분석

이전과 동일한 방법으로 진행하였다.

(3) 연구결과

(가) *Brassica rapa* 7개 아종의 글루코시놀레이트와 페놀화합물 함량 조사

아시아종묘로부터 제공 받은 7개 아종의 새싹 간 글루코시놀레이트 함량을 비교 분석한 결과, Progoitrin 함량은 청경채, gluconapoleiferin 함량은 다채, Gluconapin 함량은 경수채, Glucobrassicinapin 함량은 청경채, Glucobrassicin 함량은 순무, 4-methoxyglucobrassicin 함량은 채심, Neoglucobrassicin 함량은 다채에서 가장 높게 나타났다. 총글루코시놀레이트 함량은 청경채, 채심에서 높은 함량을 보였고 순무가 가장 낮은 함량 수준을 나타냈다(그림 125).

아시아종묘로부터 제공 받은 7개 아종의 새싹 간 페놀화합물 함량을 비교 분석한 결과, gallic acid 함량은 채심, 순무, 4-hydroxybenzoic acid 함량은 배추, catechin hydrate 함량은 청경채, Chlorogenic acid 함량은 배추, Caffeic acid 함량은 순무, epicatechin 함량은 순무, p-Coumaric acid 함량은 배추, Ferulic acid 함량은 다채, Benzoic acid 함량은 경수채, Rutin 함량은 배추,



trans-cinnamic acid 함량은 청경채, Quercetin 함량은 배추, Kaempferol 함량은 다홍채, 채심에서 가장 높게 나타났다. 총페닐프로파노이드 함량은 7개 아종에서 비슷한 수준을 나타냈으며 그 중 배추의 함량이 가장 높게 나타났다(그림 126).



그림 125. *Brassica rapa* subspecies 별 글루코시놀레이트 함량 ( $\mu\text{mol/g dry wt.}$ )

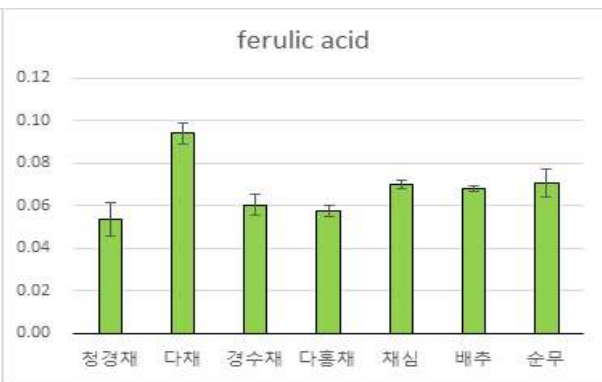
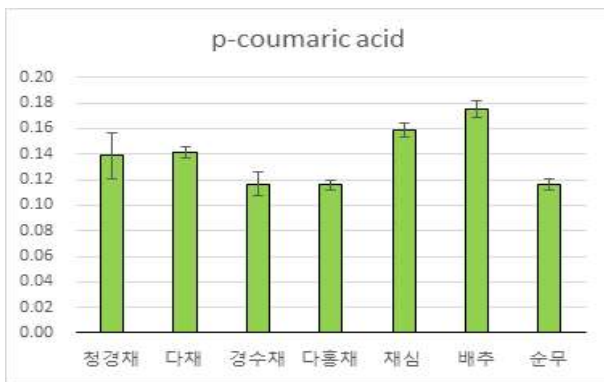
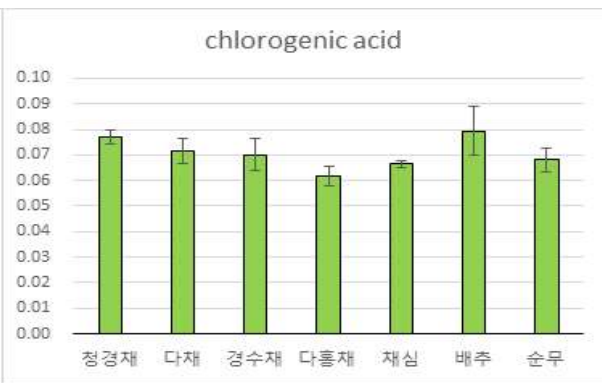
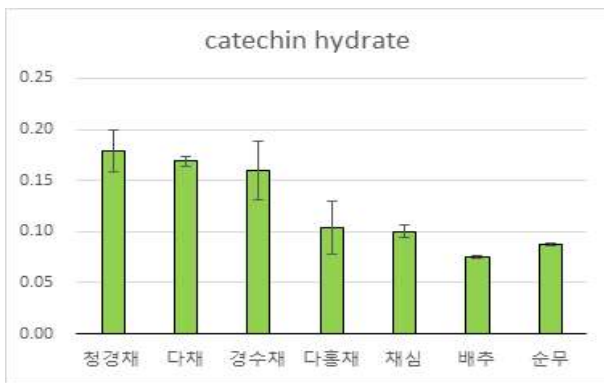
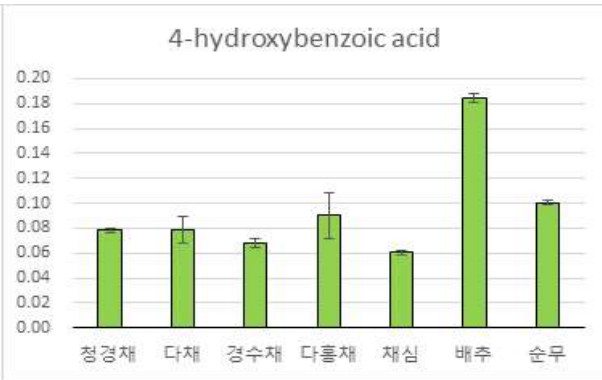
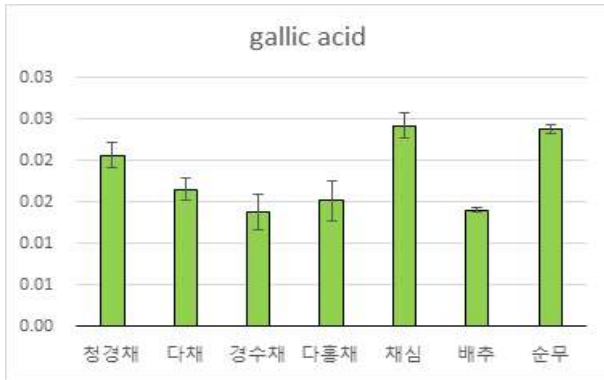




그림 126. *Brassica rapa* subspecies 별 페닐프로파노이드 함량 (mg/g dry wt.).

## 5. 5차년 연구수행 내용 및 결과

### 가. 청경채와 겨자 계통의 기능성물질 분석 비교

아시아종묘에서 분양받은 청경채와 겨자 계통을 대상으로 글루코시놀레이트 및 페닐프로파노이드 성분을 비교하였다.

#### (1) 재료

아시아종묘 농장에서 계통별로 청경채와 겨자 잎을 채취하여 사용하였으며, 채취한 시료는 동결건조기를 이용하여,  $-70^{\circ}\text{C}$ 로 3일간 건조 시켰다. 추출 및 함량분석을 위해 건조된 식물체를 분쇄기로 곱게 갈아 가루형태로 만든 후, 100 mg을 측정하여 분석에 이용하였다.

#### (2) 연구방법

##### (가) 글루코시놀레이트 추출 및 분석

- 기존방법과 동일함

(나) 페닐프로파노이드 추출 및 분석

- 기존방법과 동일함

(3) 연구결과

(가) 사보이형 계통 간 글루코시놀레이트 함량 비교 분석

아시아종묘로부터 걸잎, 중간잎, 속잎 3 단계로 구분하여 수확한 사보이형 3개 계통(8416, 8634, 8760) 간 글루코시놀레이트 함량을 비교 분석한 결과, 3 계통 모두 글루코시놀레이트 함량 축적의 경향은 걸잎 보다 안쪽으로 갈수록 더 높게 나타났으며 속잎에서 가장 높은 글루코시놀레이트 함량 축적을 보였다(표 66). 특이적으로 8760 계통에서는 Glucobrassicinapin 함량이 걸잎 보다 속잎에서 약 10배 높은 함량을 나타냈다.

표 66. 사보이형 팍초이 계통에서 글루코시놀레이트 함량 비교

Compounds ( $\mu\text{mol/g dry weight}$ )	8416		
	걸잎	중간잎	속잎
Progoitrin	5.40 $\pm$ 1.73	15.23 $\pm$ 5.38	12.57 $\pm$ 2.20
Gluconapoleiferin	1.65 $\pm$ 0.43	3.98 $\pm$ 1.58	3.15 $\pm$ 0.54
Gluconapin	0.72 $\pm$ 0.18	1.58 $\pm$ 0.52	1.90 $\pm$ 0.27
4-Hydroxyglucobrassicin	N.D.	N.D.	0.08 $\pm$ 0.03
Glucocochlearin	0.68 $\pm$ 0.22	1.59 $\pm$ 0.79	1.31 $\pm$ 0.22
Glucobrassicinapin	1.38 $\pm$ 0.43	5.15 $\pm$ 1.77	6.51 $\pm$ 0.92
Glucobrassicin	0.83 $\pm$ 0.26	2.79 $\pm$ 0.84	3.28 $\pm$ 0.71
4-Methoxyglucobrassicin	1.61 $\pm$ 0.46	2.19 $\pm$ 0.69	1.71 $\pm$ 0.34
Neoglucobrassicin	0.22 $\pm$ 0.07	0.52 $\pm$ 0.15	0.94 $\pm$ 0.17
Total	12.50 $\pm$ 3.75	33.03 $\pm$ 11.46	36.45 $\pm$ 6.15
		8634	
	걸잎	중간잎	속잎
Progoitrin	1.00 $\pm$ 0.15	5.40 $\pm$ 2.32	3.89 $\pm$ 1.20
Gluconapoleiferin	0.17 $\pm$ 0.03	0.57 $\pm$ 0.27	0.33 $\pm$ 0.12
Gluconapin	0.43 $\pm$ 0.08	4.84 $\pm$ 3.42	3.45 $\pm$ 0.95
4-Hydroxyglucobrassicin	0.07 $\pm$ 0.01	0.46 $\pm$ 0.19	0.41 $\pm$ 0.25
Glucocochlearin	0.18 $\pm$ 0.02	0.54 $\pm$ 0.22	0.42 $\pm$ 0.18
Glucobrassicinapin	0.27 $\pm$ 0.04	3.50 $\pm$ 1.28	3.19 $\pm$ 1.00
Glucobrassicin	0.51 $\pm$ 0.07	0.55 $\pm$ 0.16	1.74 $\pm$ 0.40
4-Methoxyglucobrassicin	0.15 $\pm$ 0.02	0.49 $\pm$ 0.15	0.27 $\pm$ 0.06
Gluconasturtiin	0.33 $\pm$ 0.03	1.69 $\pm$ 0.60	1.32 $\pm$ 0.34
Neoglucobrassicin	0.05 $\pm$ 0.01	0.10 $\pm$ 0.04	0.13 $\pm$ 0.02
Total	3.15 $\pm$ 0.35	18.14 $\pm$ 8.45	15.15 $\pm$ 4.48
		8760	
	걸잎	중간잎	속잎
Progoitrin	0.24 $\pm$ 0.21	0.20 $\pm$ 0.07	0.40 $\pm$ 0.09
Gluconapin	3.91 $\pm$ 3.52	6.29 $\pm$ 2.41	23.19 $\pm$ 7.48
4-Hydroxyglucobrassicin	0.02 $\pm$ 0.03	0.08 $\pm$ 0.03	0.42 $\pm$ 0.19

Glucocochlearin	0.04 ± 0.04	0.07 ± 0.03	0.45 ± 0.14
Glucobrassicinapin	1.34 ± 1.43	2.81 ± 1.13	13.38 ± 4.33
Glucobrassicin	0.27 ± 0.22	0.23 ± 0.08	2.24 ± 0.74
4-Methoxyglucobrassicin	0.26 ± 0.25	0.42 ± 0.13	1.41 ± 0.53
Gluconasturtiin	0.18 ± 0.19	0.46 ± 0.18	1.65 ± 0.55
Neoglucobrassicin	0.08 ± 0.05	0.06 ± 0.01	1.00 ± 0.34
Total	6.34 ± 5.92	10.61 ± 3.88	44.13 ± 14.28

(나) 사보이형 계통 간 페닐프로파노이드 함량 비교 분석

아시아종묘로부터 수확한 사보이형 3개 계통(8416, 8634, 8760) 간 페닐프로파노이드 함량을 비교 분석한 결과, 3 계통 중 8760이 가장 높은 함량을 나타냈으며, 걸잎, 중간잎, 속잎을 구분하여 페닐프로파노이드 함량 축적의 경향을 살펴본 결과 뚜렷한 경향은 나타나지 않았으며 3 계통 모두 비슷한 함량을 보였다(표 67).

표 67. 사보이형 팍초이 계통에서 페닐프로파노이드 함량 비교

Compounds (mg/g dry weight)	8416		
	걸잎	중간잎	속잎
4-hydroxybenzoic acid	N.D.	N.D.	N.D.
chlorogenic acid	0.32 ± 0.01	0.30 ± 0.01	0.30 ± 0.00
caffeic acid	0.12 ± 0.03	0.26 ± 0.03	0.51 ± 0.01
p-coumaric acid	N.D.	N.D.	N.D.
rutin	0.46 ± 0.02	0.17 ± 0.02	0.04 ± 0.00
trans-cinnamic acid	0.01 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.01 ± 0.00
Total	0.91 ± 0.01	0.73 ± 0.05	0.85 ± 0.02
	8634		
	걸잎	중간잎	속잎
4-hydroxybenzoic acid	N.D.	N.D.	N.D.
chlorogenic acid	0.24 ± 0.01	0.27 ± 0.02	0.28 ± 0.00
caffeic acid	0.29 ± 0.05	0.09 ± 0.01	0.07 ± 0.01
p-coumaric acid	0.52 ± 0.17	0.49 ± 0.07	0.52 ± 0.01
rutin	0.04 ± 0.01	0.03 ± 0.00	0.04 ± 0.00
trans-cinnamic acid	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.06 ± 0.07
Total	1.10 ± 0.20	0.89 ± 0.10	0.96 ± 0.07
	8670		
	걸잎	중간잎	속잎
4-hydroxybenzoic acid	1.41 ± 0.06	1.68 ± 0.04	1.78 ± 0.05
chlorogenic acid	0.33 ± 0.04	0.45 ± 0.03	0.51 ± 0.03
caffeic acid	0.05 ± 0.00	0.05 ± 0.00	0.05 ± 0.00
p-coumaric acid	0.71 ± 0.12	0.88 ± 0.12	0.62 ± 0.04
rutin	N.D.	N.D.	N.D.
trans-cinnamic acid	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.02 ± 0.00
Total	2.51 ± 0.20	3.07 ± 0.16	2.99 ± 0.04

(다) 일반 청경채 계통 간 글루코시놀레이트 함량 비교 분석

아시아종묘에서 수확한 6개 계통(5403, 8094, 8103, 8115, 8465, 9236) 간 글루코시놀레이트 함량을 비교 분석한 결과, 9236 계통이 가장 높은 함량을 보였으며, 특히 Gluconapin이 다른 글루코시놀레이트에 비하여 가장 높은 함량을 나타냈다(표 68).

표 68. 일반 청경채 계통 간 글루코시놀레이트 함량

Compounds ( $\mu\text{mol/g dry weight}$ )	5403	8094	8103
Progoitrin	0.29 $\pm$ 0.02	0.31 $\pm$ 0.12	0.21 $\pm$ 0.00
Gluconapin	4.40 $\pm$ 0.25	2.73 $\pm$ 0.29	2.27 $\pm$ 0.15
Glucobrassicinapin	N.D.	2.08 $\pm$ 0.11	1.34 $\pm$ 0.04
Glucobrassicin	1.82 $\pm$ 0.05	0.24 $\pm$ 0.04	0.59 $\pm$ 0.07
4-Methoxyglucobrassicin	1.23 $\pm$ 0.22	0.21 $\pm$ 0.01	0.78 $\pm$ 0.08
Neoglucobrassicin	1.04 $\pm$ 0.14	0.17 $\pm$ 0.02	0.07 $\pm$ 0.01
Total	8.78 $\pm$ 0.68	5.75 $\pm$ 0.57	5.26 $\pm$ 0.32
	8115	8465	9236
Progoitrin	0.31 $\pm$ 0.04	N.D.	0.54 $\pm$ 0.04
Gluconapin	2.73 $\pm$ 0.40	14.27 $\pm$ 1.36	31.61 $\pm$ 1.96
Glucobrassicinapin	2.04 $\pm$ 0.11	0.22 $\pm$ 0.05	5.94 $\pm$ 0.81
Glucobrassicin	0.24 $\pm$ 0.03	1.21 $\pm$ 0.10	0.46 $\pm$ 0.03
4-Methoxyglucobrassicin	0.21 $\pm$ 0.03	0.87 $\pm$ 0.10	0.10 $\pm$ 0.02
Neoglucobrassicin	0.17 $\pm$ 0.03	0.09 $\pm$ 0.01	0.15 $\pm$ 0.01
Total	5.71 $\pm$ 0.64	16.66 $\pm$ 1.49	38.80 $\pm$ 2.82

(라) 일반 청경채 계통 간 페닐프로파노이드 함량 비교 분석

아시아종묘에서 수확한 6개 계통(5403, 8094, 8103, 8115, 8465, 9236) 간 페닐프로파노이드 함량을 비교 분석한 결과, 5403 계통이 가장 높은 함량을 보였으며, 특히 rutin 다른 페닐프로파노이드에 비하여 월등히 높은 함량을 나타냈다(표 69).

표 69. 일반 청경채 계통 간 페닐프로파노이드 함량

Compounds ( $\text{mg/g dry weight}$ )	5403	8094	8103
gallic acid	0.02 $\pm$ 0.00	0.00 $\pm$ 0.00	0.01 $\pm$ 0.00
4-hydroxybenzoic acid	0.11 $\pm$ 0.00	0.03 $\pm$ 0.01	0.06 $\pm$ 0.01
catechin hydrate	0.04 $\pm$ 0.00	0.03 $\pm$ 0.00	0.03 $\pm$ 0.00
chlorogenic acid	0.07 $\pm$ 0.00	0.04 $\pm$ 0.00	0.04 $\pm$ 0.00
caffeic acid	0.03 $\pm$ 0.00	0.01 $\pm$ 0.00	0.02 $\pm$ 0.00
epicatechin	0.81 $\pm$ 0.04	0.34 $\pm$ 0.00	0.79 $\pm$ 0.03

p-coumaric acid	0.03 ± 0.00	0.07 ± 0.01	0.03 ± 0.01
ferulic acid	0.06 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.10 ± 0.01
benzoic acid	0.50 ± 0.04	0.37 ± 0.01	0.58 ± 0.03
rutin	2.61 ± 0.07	0.10 ± 0.03	0.12 ± 0.00
trans-cinnamic acid	0.00 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00
quercetin	0.06 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
Total	4.35 ± 0.10	1.02 ± 0.03	1.78 ± 0.04
	<b>8115</b>	<b>8465</b>	<b>9236</b>
gallic acid	0.00 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.00 ± 0.00
4-hydroxybenzoic acid	0.06 ± 0.00	0.06 ± 0.00	0.04 ± 0.00
catechin hydrate	0.02 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.04 ± 0.00
chlorogenic acid	0.04 ± 0.00	0.04 ± 0.01	0.05 ± 0.00
caffeic acid	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00
epicatechin	0.71 ± 0.04	0.35 ± 0.01	0.11 ± 0.01
p-coumaric acid	0.03 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.06 ± 0.00
ferulic acid	0.10 ± 0.01	0.02 ± 0.00	0.03 ± 0.00
benzoic acid	0.55 ± 0.05	0.25 ± 0.01	0.18 ± 0.02
rutin	0.12 ± 0.01	0.00 ± 0.00	0.08 ± 0.01
trans-cinnamic acid	0.01 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.01 ± 0.00
quercetin	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.03 ± 0.01
Total	1.66 ± 0.01	0.78 ± 0.02	0.65 ± 0.03

(마) 일반 청경채계통 간 유묘와 성숙묘에서 글루코시놀레이트 함량

아시아종묘에서 수확한 10개 계통(22, 23, 28, 30, 33, 34, 36, 40, 41, 43)의 청경채를 10일, 30일 키운 유묘, 성숙묘에서 글루코시놀레이트 함량을 비교 분석한 결과, 모든 계통에서 유묘보다 성숙묘에서 높은 함량을 보였다. 청경채에서 글루코시놀레이트 축적은 성숙이 진행되면서 더 많은 글루코시놀레이트가 축적되는 경향을 나타냈다(표 70). 10개 계통 중 33, 36 계통의 성숙묘에서 가장 높은 글루코시놀레이트 함량을 나타냈다.

표 70. 일반 청경채 계통 간 유묘와 성숙묘에서 글루코시놀레이트 함량

Compounds ( $\mu\text{mol/g dry weight}$ )	22		23	
	유묘	성숙묘	유묘	성숙묘
Progoitrin	1.32 ± 0.38	1.92 ± 0.77	0.40 ± 0.23	0.17 ± 0.04
Sinigrin	0.02 ± 0.00	0.03 ± 0.01	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00
Glucoalyssin	0.16 ± 0.05	0.86 ± 0.36	0.03 ± 0.02	0.04 ± 0.01
Gluconapin	21.94 ± 7.77	31.69 ± 12.82	3.21 ± 1.82	3.69 ± 1.04
Glucobrassicinapin	0.47 ± 0.14	0.99 ± 0.42	0.02 ± 0.01	0.03 ± 0.01
Glucobrassicin	0.48 ± 0.18	0.48 ± 0.23	0.21 ± 0.13	0.42 ± 0.22
4-Methoxyglucobrassicin	0.21 ± 0.07	0.50 ± 0.23	0.22 ± 0.08	0.19 ± 0.09
Neoglucobrassicin	0.35 ± 0.10	6.67 ± 2.94	0.09 ± 0.04	4.18 ± 1.85
Total	24.94 ± 8.70	43.14 ± 17.58	4.19 ± 2.34	8.72 ± 3.21

	28		30	
	유묘	성숙묘	유묘	성숙묘
Progoitrin	4.13 ± 1.59	7.54 ± 0.98	1.75 ± 0.01	4.86 ± 1.23
Sinigrin	0.02 ± 0.01	0.06 ± 0.01	0.03 ± 0.00	0.04 ± 0.01
Glucoalyssin	0.33 ± 0.16	2.07 ± 0.27	0.31 ± 0.03	1.00 ± 0.20
Gluconapin	22.44 ± 8.85	62.66 ± 6.92	8.57 ± 0.07	21.58 ± 4.91
Glucobrassicinapin	1.31 ± 0.52	5.70 ± 0.62	0.64 ± 0.01	3.50 ± 0.81
Glucobrassicin	0.47 ± 0.23	1.33 ± 0.28	0.58 ± 0.07	1.24 ± 0.31
4-Methoxyglucobrassicin	0.17 ± 0.07	0.68 ± 0.13	0.37 ± 0.06	0.85 ± 0.21
Neoglucobrassicin	0.34 ± 0.13	6.85 ± 1.36	0.21 ± 0.01	8.73 ± 1.99
Total	29.23 ± 11.57	86.88 ± 10.51	12.45 ± 0.11	41.80 ± 9.61
	33		34	
	유묘	성숙묘	유묘	성숙묘
Progoitrin	4.34 ± 2.86	7.43 ± 0.32	1.29 ± 0.53	1.06 ± 0.07
Sinigrin	0.04 ± 0.03	0.06 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.03 ± 0.00
Glucoalyssin	0.66 ± 0.62	1.18 ± 0.08	0.04 ± 0.02	0.24 ± 0.03
Gluconapin	50.24 ± 23.51	79.70 ± 4.24	30.29 ± 0.89	40.29 ± 2.99
Glucobrassicinapin	1.82 ± 0.92	5.60 ± 0.49	1.50 ± 0.00	1.80 ± 0.11
Glucobrassicin	0.61 ± 0.28	0.54 ± 0.03	0.19 ± 0.11	0.28 ± 0.07
4-Methoxyglucobrassicin	0.13 ± 0.06	0.24 ± 0.01	0.07 ± 0.06	0.17 ± 0.03
Neoglucobrassicin	0.46 ± 0.18	1.10 ± 0.03	0.45 ± 0.01	0.54 ± 0.08
Total	58.30 ± 28.47	95.86 ± 5.06	33.83 ± 1.63	44.40 ± 3.25
	36		40	
	유묘	성숙묘	유묘	성숙묘
Progoitrin	3.33 ± 0.01	5.21 ± 0.62	0.33 ± 0.14	0.58 ± 0.02
Sinigrin	0.02 ± 0.00	0.08 ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.06 ± 0.02
Glucoalyssin	0.06 ± 0.00	0.39 ± 0.07	0.12 ± 0.04	1.04 ± 0.15
Gluconapin	33.65 ± 3.14	84.25 ± 11.92	8.38 ± 4.24	18.54 ± 2.34
Glucobrassicinapin	0.52 ± 0.04	2.92 ± 0.32	0.85 ± 0.46	4.07 ± 0.47
Glucobrassicin	0.43 ± 0.08	0.51 ± 0.17	0.37 ± 0.20	1.21 ± 0.23
4-Methoxyglucobrassicin	0.12 ± 0.04	0.35 ± 0.11	0.03 ± 0.02	0.16 ± 0.04
Neoglucobrassicin	0.45 ± 0.09	1.82 ± 0.26	0.47 ± 0.25	3.48 ± 0.50
Total	38.58 ± 2.97	95.52 ± 13.45	10.57 ± 5.34	29.13 ± 3.75
	41		43	
	유묘	성숙묘	유묘	성숙묘
Progoitrin	0.05 ± 0.02	N.D.	0.49 ± 0.10	0.45 ± 0.04



Sinigrin	0.03 ± 0.00	0.05 ± 0.01	0.00 ± 0.00	0.02 ± 0.00
Glucosalysin	0.17 ± 0.04	0.57 ± 0.16	0.19 ± 0.01	0.55 ± 0.05
Gluconapin	27.07 ± 4.68	42.21 ± 10.18	3.39 ± 0.57	7.68 ± 0.97
Glucobrassicinapin	0.76 ± 0.09	1.49 ± 0.37	0.26 ± 0.03	0.94 ± 0.12
Glucobrassicin	0.12 ± 0.03	0.07 ± 0.03	0.12 ± 0.00	0.08 ± 0.01
4-Methoxyglucobrassicin	0.18 ± 0.06	0.11 ± 0.04	0.12 ± 0.01	0.11 ± 0.02
Neoglucobrassicin	0.42 ± 0.11	0.88 ± 0.20	1.48 ± 0.20	2.02 ± 0.27
Total	28.81 ± 5.02	45.39 ± 10.88	6.05 ± 0.90	11.84 ± 1.45

(바) 일반 청경채 계통 간 부위별 페닐프로파노이드 함량 비교 분석

아시아종묘로부터 곁잎, 중간잎, 속잎 3 단계로 구분하여 수확한 경수채 5개 계통(8711, 8708, 8098, 8837, 8842) 간 페닐프로파노이드 함량을 비교 분석한 결과, 8711 계통을 제외하고 다른 4개 계통에서는 모두 페닐프로파노이드 함량 축적의 경향은 곁잎 보다 안쪽으로 갈수록 더 높게 나타났으며 속잎에서 가장 높은 페닐프로파노이드 함량 축적을 보였다(표 71). 특이적으로 8708 계통 속잎에서 다른 계통에 비하여 총 페닐프로파노이드 함량이 가장 높게 나타났다.

표 71. 일반 청경채 계통 간 부위별 페닐프로파노이드 함량

Compounds (mg/g dry weight)	8711		
	곁잎	중간잎	속잎
4-hydroxybenzoic acid	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00
catechin hydrate	0.06 ± 0.01	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
chlorogenic acid	0.23 ± 0.02	0.22 ± 0.00	0.22 ± 0.00
caffeic acid	0.02 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
epicatechin	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
p-coumaric acid	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
ferulic acid	0.03 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00
benzoic acid	0.11 ± 0.04	0.81 ± 0.07	0.59 ± 0.05
rutin	0.20 ± 0.09	0.02 ± 0.00	0.00 ± 0.00
trans-cinnamic acid	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
kaempferol	0.03 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.03 ± 0.00
Total	0.71 ± 0.16	1.12 ± 0.06	0.89 ± 0.05
	8708		
	곁잎	중간잎	속잎
4-hydroxybenzoic acid	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
catechin hydrate	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
chlorogenic acid	0.12 ± 0.00	0.19 ± 0.01	0.16 ± 0.01
caffeic acid	0.03 ± 0.00	0.09 ± 0.01	0.07 ± 0.02
epicatechin	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
p-coumaric acid	0.57 ± 0.01	0.34 ± 0.06	0.18 ± 0.00

ferulic acid	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
benzoic acid	0.08 ± 0.01	0.06 ± 0.00	0.04 ± 0.00
rutin	0.37 ± 0.01	0.57 ± 0.09	2.46 ± 0.04
trans-cinnamic acid	0.01 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
kaempferol	0.05 ± 0.01	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00
Total	1.24 ± 0.02	1.28 ± 0.15	2.94 ± 0.04

**8098**

	겉잎	중간잎	속잎
4-hydroxybenzoic acid	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
catechin hydrate	0.14 ± 0.00	0.13 ± 0.01	0.24 ± 0.00
chlorogenic acid	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
caffeic acid	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
epicatechin	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
p-coumaric acid	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
ferulic acid	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00
benzoic acid	0.05 ± 0.00	0.06 ± 0.00	0.06 ± 0.00
rutin	0.08 ± 0.00	0.14 ± 0.00	0.87 ± 0.06
trans-cinnamic acid	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
kaempferol	0.04 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.04 ± 0.00
Total	0.34 ± 0.01	0.38 ± 0.00	1.25 ± 0.07

**8837**

	겉잎	중간잎	속잎
4-hydroxybenzoic acid	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
catechin hydrate	0.03 ± 0.01	0.10 ± 0.02	0.23 ± 0.01
chlorogenic acid	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
caffeic acid	0.06 ± 0.00	0.04 ± 0.00	0.05 ± 0.00
epicatechin	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
p-coumaric acid	0.20 ± 0.02	0.14 ± 0.01	0.09 ± 0.02
ferulic acid	0.04 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00
benzoic acid	0.13 ± 0.01	0.01 ± 0.00	0.04 ± 0.00
rutin	0.06 ± 0.00	0.13 ± 0.02	0.68 ± 0.01
trans-cinnamic acid	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
kaempferol	0.06 ± 0.00	0.02 ± 0.01	0.03 ± 0.01
Total	0.58 ± 0.05	0.49 ± 0.04	1.15 ± 0.01

**8842**

	겉잎	중간잎	속잎
4-hydroxybenzoic acid	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
catechin hydrate	0.03 ± 0.00	0.14 ± 0.01	0.25 ± 0.01
chlorogenic acid	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
caffeic acid	0.03 ± 0.00	0.06 ± 0.00	0.05 ± 0.00
epicatechin	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
p-coumaric acid	0.05 ± 0.01	0.16 ± 0.01	0.04 ± 0.00
ferulic acid	0.02 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00
benzoic acid	0.08 ± 0.01	0.04 ± 0.00	0.04 ± 0.00
rutin	0.05 ± 0.00	0.22 ± 0.00	1.08 ± 0.03

trans-cinnamic acid	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00
kaempferol	0.04 ± 0.00	0.07 ± 0.01	0.04 ± 0.00
Total	0.32 ± 0.03	0.72 ± 0.03	1.53 ± 0.02

(사) 겨자 계통간 글루코시놀레이트와 페닐프로파노이드 함량 비교 분석

아시아종묘로부터 채취한 잎의 형태가 다른 겨자 3계통(8109, 8110, 8174)에서 글루코시놀레이트와 페닐프로파노이드 함량을 조사한 결과, 글루코시놀레이트는 8110 계통에서 가장 높게 나왔으며, 주로 글루코시놀레이트 중에서 sinigrin이 3계통 모두 가장 높은 함량을 보였다(표 72). 페닐프로파노이드는 8174 계통에서 가장 높게 나왔으며, 주로 페닐프로파노이드 중에서 epicatechin과 trans-cinnamic acid가 3계통 모두 높은 함량을 보였다(표 73).



그림 127. 잎의 형태가 다른 겨자 3계통

표 72. 겨자 계통간 글루코시놀레이트 함량

Compounds ( $\mu\text{mol/g dry weight}$ )	8109	8110	8174
Sinigrin	10.03 ± 0.37	26.53 ± 2.90	10.34 ± 0.87
Gluconapin	0.07 ± 0.00	N.D.	0.08 ± 0.01
4-Hydroxyglucobrassicin	0.31 ± 0.06	N.D.	0.35 ± 0.04
Glucobrassicin	0.04 ± 0.00	0.08 ± 0.00	0.05 ± 0.01
Glucoberteroin	0.22 ± 0.02	0.72 ± 0.07	0.23 ± 0.05
Gluconasturtiin	0.14 ± 0.01	0.00 ± 0.00	0.14 ± 0.02
Total	10.82 ± 0.44	27.33 ± 2.97	11.20 ± 0.98

표 73. 겨자 계통간 페닐프로파노이드 함량

Compounds ( $\text{mg/g dry weight}$ )	8109	8110	8174
4-hydroxybenzoic acid	0.46 ± 0.01	0.69 ± 0.07	0.66 ± 0.01

chlorogenic acid	1.88 ± 0.04	0.65 ± 0.03	0.26 ± 0.00
caffeic acid	0.27 ± 0.02	0.07 ± 0.00	0.35 ± 0.09
epicatechin	3.87 ± 0.05	2.78 ± 0.05	12.45 ± 1.25
ferulic acid	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.10 ± 0.01
benzoic acid	0.07 ± 0.02	0.03 ± 0.01	0.16 ± 0.07
trans-cinnamic acid	6.59 ± 0.04	4.25 ± 0.11	13.99 ± 1.44
Total	6.59 ± 0.04	4.25 ± 0.11	13.99 ± 1.44

#### 나. *Brassica rapa* 종 subspecies 별 대사체 분석

##### (1) 재료 및 연구방법

*Brassica rapa* 종에서 아종(subspecies) 청경채(Pak choi), 다채(Tatsoi), 경수채(Mizuna), 다홍채(Turnip rape), 채심(Caixin), 배추(Chinese cabbage), 순무(Turnip) 총 7종의 기능성 물질(글루코시놀레이트, 페닐프로파노이드) 분석 후 대사체 분석을 진행하였다.

##### (2) 연구결과

##### (가) *Brassica rapa* 7개 아종의 대사체 분석

*Brassica rapa* 종에서 아종(subspecies) 청경채(Pak choi), 다채(Tatsoi), 경수채(Mizuna), 다홍채(Turnip rape), 채심(Caixin), 배추(Chinese cabbage), 순무(Turnip) 총 7종의 기능성 물질(글루코시놀레이트, 페닐프로파노이드)을 분석하였다 (그림 128). 페닐프로파노이드 계열 물질(4-hydroxybenzoic acid, catechin hydrate, chlorogenic acid, caffeic acid, epicatechin, p-coumaric acid, ferulic acid, benzoic acid, rutin, trans-cinnamic acid, quercetin, kaempferol) 과 글루코시놀레이트(Progoitrin, Sinigrin, Glucoalyssin, Gluconapin, Glucobrassicinapin, Glucobrassicin, 4-Methoxyglucobrassicin, Neoglucobrassicin)이 7개 품종에서 확인되었다 (그림 128). 품종 별 대사물질의 함량이 차이는 매우 다양한 것으로 나타났다. 순무에서는 Glucobrassicin, 경수채에서는 benzoic acid, 채심에서는 4-Methoxyglucobrassicin, 배추에서는 4-hydroxybenzoic acid, rutin, quercetin, 다채에서는 Neoglucobrassicin, 청경채에서는 progoitrin이 함량이 다른 품종에 비해 높은 것으로 나타났으며 다홍채에서는 다른 품종에 비해 상대적으로 분석된 이차대사산물의 함량이 낮은 것으로 나타났다.

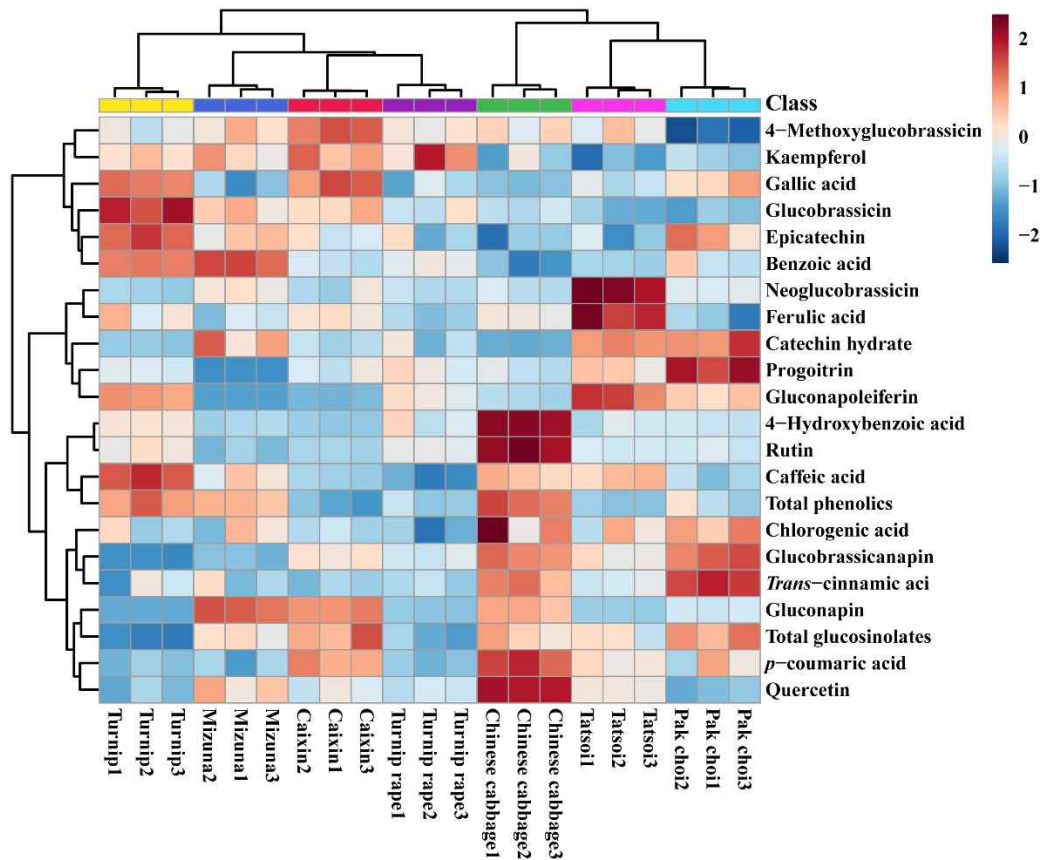


그림 128. Heat map representing the change in the concentration of relative metabolites in seven different Brassicaceae species.

대상으로 하여 주성분분석 및 부분최소제곱법 분석을 수행하였다. 주성분 분석결과에 따르면, 데이터세트 내 총 분산의 49.6%를 설명할 수 있습니다 (그림 129). 첫 번째 성분에서 28.7%로 변수들의 분산을 가장 많이 설명하고 있으며 두 번째 성분에서는 20.9%로 변수들의 분산을 설명하고 있습니다. 배추 그룹은 다른 6종의 품종과 완전히 분리되어 있으며 청경채와 다채 그룹은 서로 분리되지 않으나 다른 그룹과는 완전한 분리가 나타났고 순무, 채심, 다홍채, 경수채 그룹은 서로 분리되지 않고 다른 그룹과는 완전한 분리가 나타나는 것으로 확인되었다. 이러한 분리를 나타내는 이유는 주로 페놀성 화합물 물질 함량의 차이에 기인하는 것으로 나타났다. 그룹간의 분리를 확대하기 위해 부분최소제곱법을 수행하였고 그룹간의 분리를 보다 명확하게 관찰하였다. 각각의 그룹들이 서로 분리되어 있고 이러한 분리에 가장 큰 영향을 끼치는 대사물질은 gluconapin, p-coumaric acid, gluconapoleiferin으로 나타났다 (그림 130). Pathway impact 분석 결과에 따르면 각 품종 간 대사물질의 차이는 페닐프로파노이드, 플라보노이드, 플라본 및 플라보놀 생합성에 기인한 것으로 나타났다 (그림 131). 상관분석 결과에 따르면 특정한 상관관계는 관찰되지 않았으며 phenolic acid (chlorogenic acid, p-coumaric acid, trans-cinnamic acid)간의 약한 상관관계가 나타났다 (그림 132).

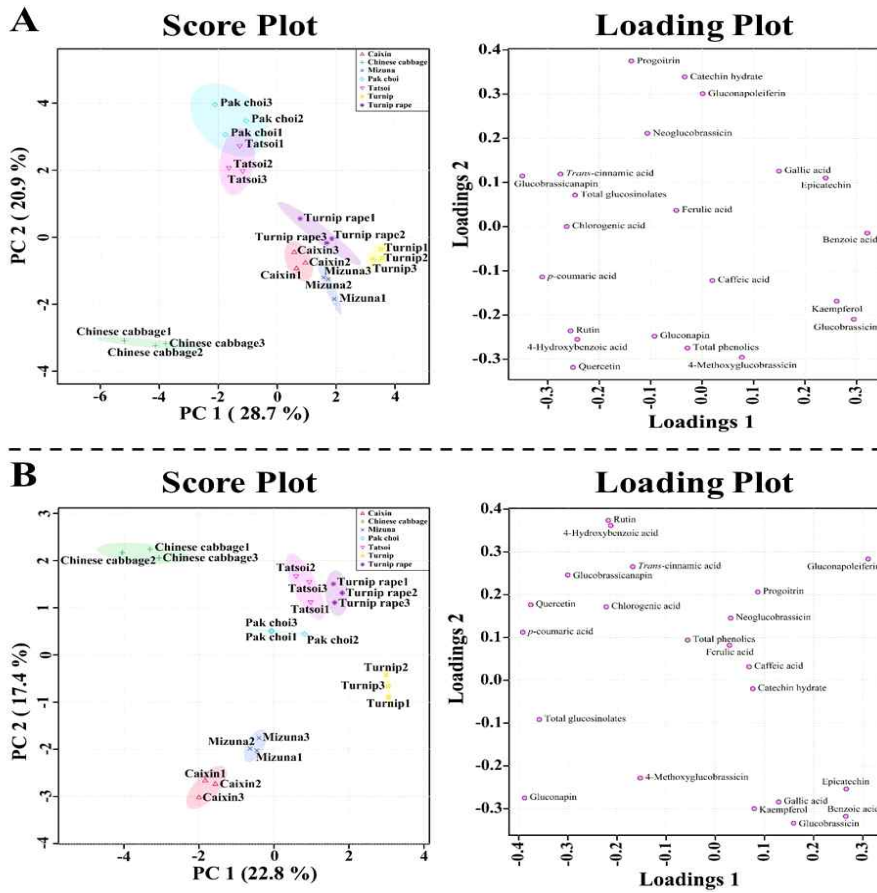


그림 129. Score and loading plot of (A) PCA model and (B) PLS-DA model obtained from the 20 metabolites detected in seven different Brassicaceae species.

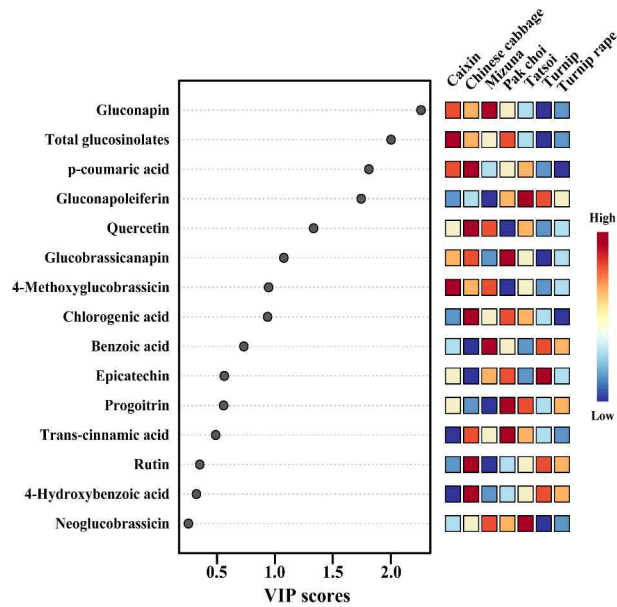


그림 130. The main components separating the seven different Brassicaceae species based on the VIP in PLS-DA.

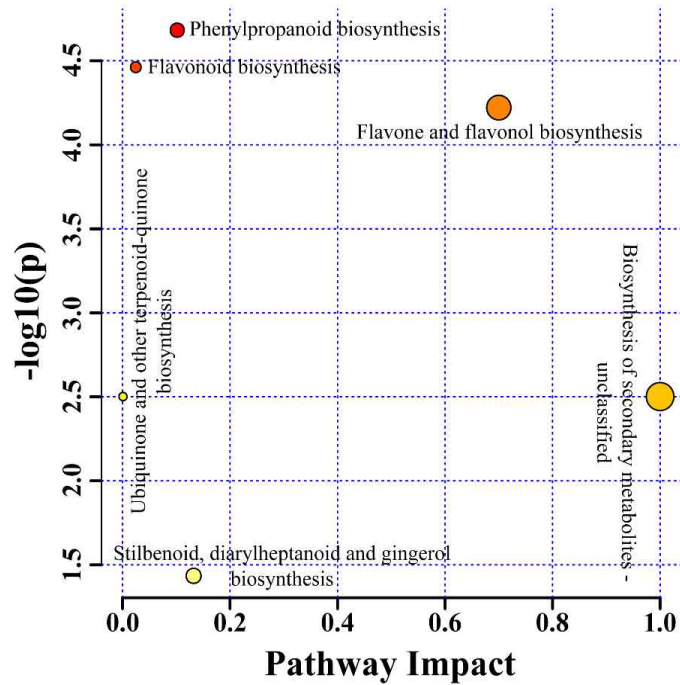


그림 131. Identified secondary metabolites and their pathway impact in seven different Brassicaceae species.

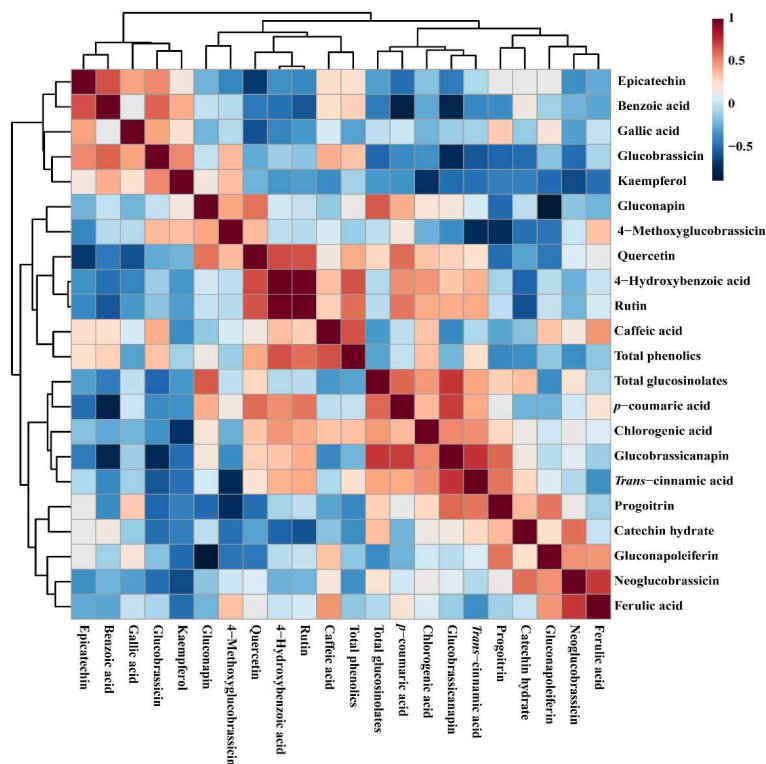


그림 132. Correlation matrix of metabolites from seven different Brassicaceae species, and correlation matrix. Each square indicates the Pearson's correlation coefficient of a pair of compounds, and the value of the correlation coefficient is represented by the intensity of the color ranging from deep blue to deep red, as indicated on the color scale.

## 제3절 2세부프로젝트 ‘볶음용 팍초이 품종육성’ 연구수행 내용 및 결과

### 1. 연구개발의 내용 및 범위

#### 가. 수집 유전자원의 특성 검정 및 선발

팍초이 신품종 육성을 위한 자원으로 활용하고자 국내, 중국, 일본, 동남아 등에서 많이 재배되는 시판종과 현지에서 재배하고 있는 F<sub>1</sub> 품종들을 현지 출장 및 해외 거래처를 통하여 수집하였다. 수집자원은 성능 검정 및 대비종으로 사용하기 위하여 뉴란바이오 육종연구소에서 봄, 가을, 월동 작형으로 나누어 특성 검정을 실시하였다. 봄 작형은 매년 5월초에 파종을 실시하여 6월 초에 정식을 실시하였으며, 7월 초순에 특성을 조사하였다. 가을 작형은 9월 중순에 파종하여 10월 초순에 정식을 실시하고 11월 중순에서 하순에 특성 조사를 실시하였다. 원예적 형질을 수확기에 조사하였으며, 본 연구사업의 목적에 맞는 육성소재로 이용하기 위하여 개체를 선발하였다.

#### 나. 우수계통 육성

##### (1). 유전자원 특성 검정, 선발 및 계통 육성

해당 연구년도 또는 전년도에 수집된 유전자원과 기존 분리계통에서 선발한 계통들을 가을 작기에 재배하여 모본의 특성을 검정하였다. 엽색, 엽형, 내추대성, 크기, 순도, 모용 등을 종합적으로 고려하여 우수개체를 선발하였다. 선발 계통들은 교배를 실시하여 세대 진전 및 고정하였고 고정계통은 조합작성을 위하여 조합작성에 활용하였다.

##### (2). SI 의한 계통 육성

선발된 유전자원과 뿌리혹병, 내병성 계통 등의 다양한 계통을 신속하게 고정 계통으로 육성하기 위하여 계통육종법을 이용하였다.

##### (3). 뿌리혹병 내병성 계통 육성

뿌리혹병에 대한 내병계 계통 육성을 위하여 2013년부터 2016년까지 고정계통, 교배조합, 수집 유전자원, 자가불화합성 육성계통에 대하여 저항성 검정을 실시하였다. 뿌리혹병 Race집중에 이용된 식물체는 파종한 후 2주일된 유묘를 뽑아 뿌리를 침지한 다음 72구 트레이에 이식한 후 48시간동안 70% 차광처리하였다. 뿌리혹병 균주 접종 35일 후 뿌리혹 발생정도를 조사하여 저항성과 이병성으로 분류하였다. 뿌리혹병 저항성으로 선발된 계통들은 특성 검정을 통해 계통을 육성하였다.

##### (4). 기능성 유색계 MS계통의 육성

색택이 우수한 유색계통 및 수집계통의 MS화를 진행하기 위하여 MS모본에 우수계통을 반복 여교잡을 수행하였으며, 1차년도에 10계통, 2차년도에 15계통, 3차년도에 10계통, 4차년도에 10계통을 각각 MS계통화 하기위해 세대진전작업을 수행하였다.

#### 다. F<sub>1</sub>조합 작성 및 선발

팍초이 F<sub>1</sub>조합선발시험은 8월 초순 파종, 8월 하순 정식 후 9월 중순에 수확이 가능한 조생종



품종육성을 위해 조합을 작성하고 우수한 조합을 선발하였다. 고정계통과 전년도에 선발한 우수계통을 이용하여 조합을 작성하였고 노지포장에 공시하여 엽장, 엽폭, 엽수, 엽형, 엽색, 중륵폭, 중륵길이 등의 특성을 조사 후 선발하였다. 정확한 특성검정과 우수품종을 선발하기 위해 국내 및 해외 시판품종을 대비품종으로 공시하였다.

라. 팍초이 국내 매출 및 수출활동을 위한 활동

팍초이 국내매출을 위하여 재배농가의 재배시기에 맞추어 프로젝트를 통해 개발해낸 품종을 시교하였으며, 개발품종의 특성에 대하여 홍보하였다.

중국, 일본, 동남아 등 수출을 위하여 현지재배시험을 실시하여 해외재배환경에 맞는 신품종 및 신조합을 지속적으로 시교품종을 공급하여 수출확대를 위해 노력하고 이를 활용하여 마케팅활동을 수행하였다.

2. 연구개발결과

가. 계통육성 (2017년)

○ 경종개요

파종	2017.8.10.- 8. 15	조사	2017. 9-10월
계통육성 (엽수형,내병계,유색계)	성숙모본		30계통
	미숙모본		20계통
	계		50계통

○ 선발계통(9월15일) 고정계통(성능검정) 오월만 외 50계통

(그림 133)



표 74. 뿌리혹병에 대한 청경채의 저항성계통 검정

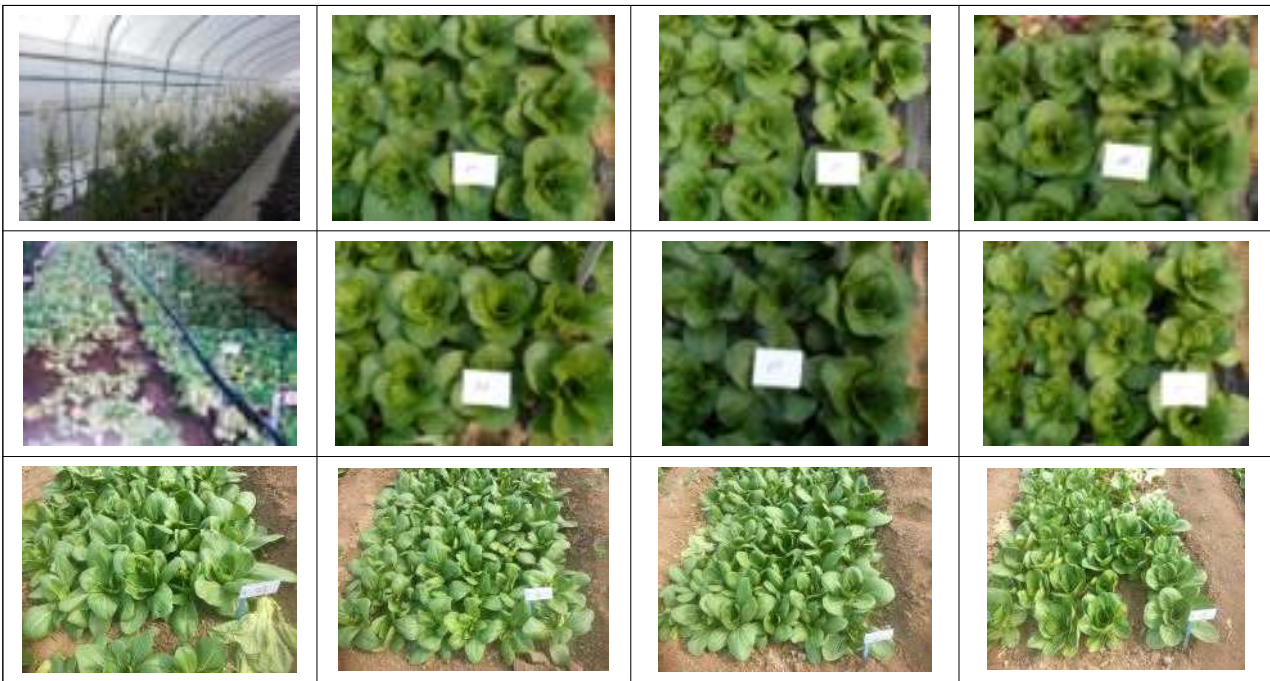
No.	발병도	반응 <sup>z</sup>	No.	발병도	반응
1	4.0	S	10	3.6	S
2	4.0	S	11	0.0	R
3	3.4	S	12	4.0	S
4	3.9	S	13	2.0	MR

5	3.9	S	14	4.0	S
6	0.0	R	15	0.0	R
7	2.7	S	노랑김장배추	4.0	S
8	0.0	R	CR청록	0.0	R
9	1.6	MR			



○ 뿌리혹병 저항성 선발계통(9월25일) 15계통

(그림 134)



나. 유색계 계통육성

○ 경종개요

파종	2017.8.10.-8. 15	조사	2017.9-10월
계통육성	기능성유색계	10계통	



○ 결과

- 초형이 우수한 30계통과 엽색이 비교적 농록으로 진하고 수량성이 있는 20계통 선발하고 세대진전과 자가불화합성을 검정하여 조합을 작성하고자 선발 하였음..
- 엽수가 많고 중록이 넓어 수량성이 양호하며 추대가 늦은 30계통을 선발하였음.
- 내한, 내서, 만추대성 및 복합내병성 계통을 육성하기 위한 내병성 계통을 선발 하여 검정을 의뢰 하여 저항성 15계통에 대한 검정을 완료하였으며, 고온기 및 저온기 현지재배시험을 실시 재배환경에 적응성 있는 계통을 선발할 예정 이며, 기능성 유색계 파초이 품종육성을 위한 10계통의 세대진전과 자가불화합성 및 내병성, 성분분석을 실시 할 예정 임.

다. 계통육성 및 모본선발 (2차년도 2018년)

○ 경중개요

파종	2018.4.10.	조사	2018. 5.10-6.5월
계통육성 (엽수형, 내서성계.)	육성계통	120계통	
	계	120계통	

○ 선발계통(4월10일) 고정계통(성능검정) 소주청의 80계통

(그림 135)



○ 결과

- 엽수가 많고 초형이 양호한 40계통과 엽색이 비교적 농록으로 진하고 내서성이 있는 30계통을 개체 선발 하고 세대진전과 자가불화합성을 검정하여 조합을 작성하고자 선발 하였음.
- 중록색이 진하며 추대가 늦은 40계통을 선발하였음.
- 가을 계통성능검정재배시험을 실시하여 엽형과 초형, 중록색 등 조사하여 선발 예정임.

라. 유색계 계통육성(2차년도 2018)

○ 경종개요



파종	2018.3.20.-3. 25	조사	2018.4.15.-5.10
계통육성	기능성 유색계		10계통

○ 결과

- 초형이 우수한 10계통과 엽색이 비교적 적색으로 진하고 수량성이 있는 10계통 선발하고 세대진전과 자가불화합성을 검정하여 조합을 작성하고자 선발하였음.
- 가을재배를 실시하여 초형이 우수하고, 적색 발현이 양호한 계통을 선발하고 세대진전을 실시하여 자가불화합성검정을 실시함.
- F1조합을 작성하여 조합 선발 시험을 실시 우수 조합에 대한 성능을 검정 하고자 함.

마. 계통육성 및 모본선발 (3차년도 2019년)

○ 경종개요

- 계통성능검정 (봄)

파종	2019.4.20.- 6. 05	조사	2019. 5-6월
계통육성 (엽수형,만추대)	성숙모본	30계통	
	미숙모본	20계통	
	계	50계통	

(그림 136)



- 계통성능검정 (가을)

파종	2019.8.30.- 9. 05	조사	2019. 9-10월
계통육성 (엽수형,내병계,유색계)	성숙모본	30계통	
	미숙모본	20계통	
	계	50계통	

○ 선발계통 및 고정계통(성능검정) 소주청 외 50계통

(그림 137)



표 75. 뿌리혹병 저항성계통 검정

No.	발병도	반응 <sup>z</sup>	No.	발병도	반응
1	4.0	S	10	3.6	S
2	4.0	S	11	0.0	R
3	3.4	S	12	4.0	S
4	3.9	S	13	2.0	MR
5	3.9	S	14	4.0	S
6	0.0	R	15	0.0	R
7	2.7	S	노랑김장	4.0	S
8	0.0	R	CR청록	0.0	R
9	1.6	MR			

○ 뿌리혹병 저항성 선발계통(9월25일) 15계통

(그림 138)



뿌리혹병저항성 검정 및 선발 계통

○ 결과

- 초형이 우수한 30계통과 엽색이 비교적 농록으로 진하고 수량성이 있는 20계통 선발 하고 세대진전과 응성불임 및 자가불화합성을 검정하여 조합을 작성하고자 선발하였음.
- 엽수가 많고 중륵이 넓어 수량성이 양호하며 추대가 늦은 30계통을 선발함.
- 내한, 내서, 만추대성 및 복합내병성 계통을 육성하기 위한 내병성 계통을 선발 하여 검정을 의뢰 하여 저항성 15계통에 대한 검정을 완료하였으며, 고온기 및 저온기 현지재배시험을 실시 재배환경에 적응성 있는 계통을 선발하고, 기능성 유색계 파초이 품종육성을 위한 10계통의 세대진전과 자가불화합성 및 내병성, 성분분석을 실시 할 예정 임.
- 향후 기능성 신품종을 개발하여 해외 종자수출에 대한 목표 달성에 기여할 것으로 사료 됨.

바. 유색계 계통육성

○ 경중개요

파종	2019.8.10.-8. 15	조사	2019.9-10월
계통육성	기능성유색계	10계통	

- 계통선발

(그림 139)



○ 결과

- 초형이 우수한 10계통과 엽색이 비교적 적색으로 진하고 수량성이 있는 10계통 선발하고 세대진전과 자가불화합성을 검정하여 조합을 작성하고자 선발 함.
- 가을재배를 실시하여 초형이 우수하고, 적색 발현이 양호한 계통을 선발하고 세대진전을 실시하여 자가불화합성과 응성불임성 검정을 실시 함.
- F1조합을 작성하여 조합 선발 시험을 실시 우수 조합에 대한 성능을 검정 하고자 함.

사. 계통육성 및 모본선발 (4차년도 2020년)

○ 경중개요

- 계통성능검정 (봄)

파종	2020.1.20.- 1. 25	조사	2020. 3-7월
계통육성 (엽수형,만추대)	성숙모본	30계통	
	미숙모본	30계통	
	계	60계통	

(그림 140)



아. 유색계 계통육성

○ 경종개요

파종	2020.8.10.-8. 15	조사	2020.9-10월
계통육성	기능성유색계	30계통	

- 계통선발

(그림 141)



○ 결과

- 엽수가 비교적 많고, 초형이 양호한 30계통과 엽색이 적색으로 진하고 수량성이 있는 30계통 선발하여 세대진전과 자가불화합성을 검정하고 조합을 작성하고자 선발 함.
- 가을재배를 실시하여 초형이 우수하고, 적색 발현과 사보이가 양호한 계통을 선발하고 세대 진전을 실시하여 자가불화합성과 융성불임성 검정을 실시 함.
- F1조합을 작성하여 조합 선발 시험을 실시 우수 조합에 대한 성능을 검정.

차. 계통육성 및 모본선발 (5차년도 2021년)

○ 경중개요

파종	2021.1.10- 1. 25	조사	2020. 3-7월
계통육성 (엽수형,만추대)	성숙모본	35계통	
	미숙모본	40계통	
	계	75계통	



카. 유색계 계통육성

○ 경중개요

파종	2021.9.05.-9. 20	조사	2021.9-11월
계통육성	기능성유색계	35계통	

- 계통선발

(그림 142)



○ 결과

- 엽색이 적색으로 진하고 수량성이 있는 15계통 선발 하여 세대진전과 자가불화합성을 검정하고 조합을 작성하고자 선발함.
- 초형이 직립으로 양호하고, 적색 발현과 사보이가 양호한 계통을 선발하고 세대진전을 실시하여 자가불화합성과 융성불임성 검정을 실시함.
- F1조합을 작성을 실시하였고, 조합 선발 재배시험으로 우수 조합에 대한 성능을 검정과 조합 선발을 하여 추후 종자생산성 시험을 실시 하고자함.



### 3. 팍초이 F1 조합 작성 및 선발

#### 가. 교배조합작성(1차년도)

##### ○ 경종개요

파종	교배시기	교배조합	비고
2016. 9.15- 9. 20	2016.1.10.- 2017. 3.15	60	성숙모본
2017. 1.10-1. 15	2017.3.20.- 5.25	40	미숙모본
계		100	

(그림 143)



##### ○ 결과

- 2016년 10월에 선발된 엽수형 30계통과 유색계 계통 20계통을 성숙모본으로 재식하여 SI검정 및 세대진전 실시하고, 고정계통은 신조합을 작성하여 품종육성을 하고자함.
- SI검정과 조합 작성은 현재 진행 중에 있으며, 세대단축을 실시하여 계통의 고정화함.
- 팍초이 품종육성을 엽수가 많은 엽수형 팍초이 와 기능성 유색계 팍초이 계통으로 분류하여 F1조합을 작성하기 위한 중특이 넓고, 초장이 길며, 초형이 양호한 계통을 육성 진행하고 있으며, 고온기 재배시 엽색이 변화하지 않는 기능성 유색계 20계통의 세대단축을 실시하여 조기 기능성 유색계 F1조합을 작성하였음.

#### 나. 국내 및 중국 재배시험

##### (1) 국내재배시험

##### ○ 경종개요

파종	선발	공시조합	지역	비고
2017. 8.10 -8.15	2017.10.15	60	경기	비가림
2017. 8.20- 8.25	2017.10.20	40	경기	시설
계		100		

##### ○ 조합검정 및 선발(노지 10.15)

(그림 144)



○ 조합 성능검정조사 및 선발(10.20)

(가) 선발조합 (노지)

No	품 종 명	계 통 명	엽색	초형	초장 (cm)	주중 (gr)	중특장 (cm)	내병성 (1-9)
1	비너스	사까다	농녹	반입성	22.5	255	10.5	9
2	참가람	뉴란	녹	반입성	21.0	260	10.0	9
3	BN11	선발조합	농녹	입성	22.0	260	11.0	7
4	BN215	선발조합	녹	반입성	22.5	275	11.5	7
5	BN221	선발조합	녹	반입성	22.0	265	11.0	5
6	BN222	선발조합	녹	입성	23.0	265	11.5	7
7	BN229	선발조합	농녹	반입성	22.5	260	10.0	7
8	BN237	선발조합	농녹	반입성	23.5	255	11.5	7

○ 결과

- 공시 100조합을 노지 시험포장에 재식하여 초형과 수량성이 양호한 6조합을 선발하였음.
- NR237는 대비품종에 비하여 엽색이 농록으로 비교적 진한 편으로 수량성이 있어, 저온기 재배에 적합하여 선발하였음.
- BN11,BN221,BN222,BN229,BN215조합은 초형이 양호하고, 중특이 대비품종에 비교하여 양호한 편으로 선발함.

(2) 중국 재배시험 (2017)

○ 경중개요

파종	조사일	공시조합	지역	비고
2017. 5.17	2017.6.26	20	중국 산둥	노지
2017. 5.23	2017.6.29	20	중국 산둥	하우스
계		40		

○ 산동지역 현지재배시험(시설하우스 10.27-28)

		
하우스재배전경	조합선발 BN58	조합선발 BN57
		
대비품종 하상미	조합선발 BN47	조합선발 BN70

○ 노지선발 조합 (10.26)

(그림 145)

		
재배전경	현지인선발	선발조합(BN150)

○ 결과

- 현지 생육은 대체로 양호하였으며, 대비품종인 하상미는 중국에서 가장 많이 시판되고 있는 품종으로 성능을 비교하여 선발하였음.
- 가을 재배 선발조합은 BN47, BN57 조합으로 대비품종인 하상미보다 초형과 중록색이 양호하였으며, BN58, BN70은 초기생육이 빠른편으로 조기수확용으로 선발하였으며, BN150 선발조합은 엽색이 진하고 초형과 중록색이 양호하여 저온기 재배용으로 선발하였음.
- 봄, 여름 재배시험은 중국 남부 상하이, 남경지역으로 3월-8월 진행 예정임.

○ 종합결과

- 국내 및 중국 현지 조합 재배선발 시험으로 향후 중국의 팍초이 품종은 뿌리혹병 저항성 품종과 엽수가 많은 다수확성 품종으로 시장을 확대 하고자함.

(4) 선발된 우수품종 및 조합 중국 현지 전시포 운영 (2017)



다. 교배조합작성 (2차년도 2018)

○ 경종개요

파종	교배시기	교배조합	비고
2017 9.15- 9. 20	2018.1.20.- 2017. 3.15	120	성숙모본
2018. 1.10-1. 15	2018.4.20.- 5.25	80	미숙모본
계		200	

(그림 146)



○ 결과

- 2017년 10월에 선발된 엽수형 60계통과 유색계 계통 10계통을 성숙모본으로 재식하여 SI검정 및 세대진전 실시하고, 고정계통60계통은 신조합을 작성하여 품종육성을 하고자 함.
- SI검정과 조합 작성은 현재 진행 중에 있으며, 세대단축을 실시하여 계통의 고정화 함.
- 팍초이 품종육성을 엽수가 많은 엽수형 팍초이 와 기능성 유색계 팍초이 계통으로 분류하여

F1조합을 작성하기 위한 중특이 넓고, 초장이 길며, 초형이 양호한 계통을 육성 진행하고 있으며, 고온기 재배시 엽색이 변화하지 않는 기능성 유색계 10계통의 세대단축을 실시하였음.

라. 국내 및 중국 재배시험

(1) 국내재배시험(2차년도 2018)

○ 경종개요

파종	선발	공시조합	지역	비고
2018. 4.10 -4.15	2018.5.15.-5.20	60	경기	비가림
2018. 9.20- 9.25	2018.10.20.-10.30	80	경기	시설 (재배시험 진행)
계		140		

○ 봄재배 조합검정 및 선발( 5.15-5. 25)

(그림 147)



○ 조합 성능검정조사 및 선발(5.20)

(가)선발조합

(표 76)

No	품 종 명	계 통 명	엽색	초형	초장 (cm)	주중 (gr)	중특장 (cm)	내병성 (1-9)
1	비너스	사까다	농녹	반입성	22.5	255	10.5	9
2	참가람	뉴란	녹	반입성	21.0	260	10.0	9
3	BN11	선발조합	농녹	입성	22.0	260	11.0	7
4	BN6014	선발조합	녹	반입성	22.5	265	11.5	7

○ 결과

- 공시 60조합을 노지 시험포장에 재식하여 초형과 수량성이 양호한 2조합을 선발하였음.
- BN11는 대비품종에 비하여 엽색이 농록으로 비교적 진한 편으로 수량성이 있어, 저온기 재배에 적합하여 선발 하였음.
- BN 6014조합은 초형이 양호하고, 중특이 대비품종에 비교하여 내서성이 양호한 편으로 선발 함.

(2) 중국 재배시험 (2차년도 2018)

○ 경종개요

파종	조사일	공시조합	지역	비고
2018. 5.17	2018.6.26	20	중국 산둥	노지
2018. 5.23	2018.6.29	20	중국 산둥	하우스
계		40		

○ 현지재배시험(시설하우스 3. 20 - 6. 26)

(그림 148)



○ 선발 조합 (6.20)

(그림 149)



○ 재배시험: 6. 20

(표 77)

No	품 종 명	계 통 명	엽색	초형	초장 (cm)	주중 (gr)	중륵장 (cm)	내병성 (1-9)
대비품종	하상미	무사시노 (일본)	녹	반입성	24.5	250	10.5	9
대배품종	참가람	뉴 란	농녹	반입성	23.5	260	10.5	7
1	BN20	"	농녹	반입성	23.0	265	11.5	7
2	BN111	"	녹	입성	25.0	255	10.5	5
3	BN145	"	녹	반입성	25.5	240	10.5	7

○ 결과

- 현지 생육은 대체로 양호하였으며, 대비품종인 하상미는 중국에서 가장 많이 시판되고 있는 품종으로 성능을 비교하여 선발하였음.

- 선발조합은 BN20, B111 조합으로 대비품종인 하상미보다 초형과 중특색이양호하였으며, BN145은 초기생육이 빠른편으로 조기수확용으로 선발하였으며, BN150 선발조합은 엽색이 진하고 초형과 중특색이 양호하여 저온기 재배용으로 선발 하였음.

마. 교배조합작성 (3차년도 2019)

○ 경중개요

파종	교배시기	교배조합	비고
2018. 9.15- 9. 20	2019.1.10.- 2019. 3.15	120	성숙모본
2019. 1.10-1. 15	2019.3.20.- 2019. 5.25	100	미숙모본
계		220	

(그림 150)



○ 결과

- 2018년 10월에 선발된 엽수형 30계통과 유색계 계통 20계통을 성숙모본으로 재식하여 SI검정 및 세대진전 실시하고, 고정계통은 신조합을 작성하여 품종육성을 하고자함.
- SI, MS검정과 조합 작성은 현재 진행 중에 있으며, 세대단축을 실시하여 계통의 고정화함.
- 팍초이 품종육성을 엽수가 많은 엽수형 팍초이 와 기능성 유색계 팍초이 계통으로 분류하여 F1조합을 작성하기 위한 중특이 넓고, 초장이 길며, 초형이 양호한 계통을 육성 진행하고 있으며, 고온기 재배시 엽색이 변화하지 않는 기능성 유색계 20계통의 세대단축을 실시하여 조기 기능성 유색계 F1조합을 작성 하고자 현재 진행 하고 있음.

바. 국내 및 중국 재배시험

(1) 국내재배시험(3차년도)

○ 경중개요

파종	선발	공시조합	지역	비고
2019. 9.05	2019.10.15	60	경기	비가림
2019. 9.10	2019.10.20	40	경기	시설
계		100		

○ 조합검정 및 선발(노지 10.15)

(그림 151)



○ 조합 성능검정조사 및 선발(10.20)

(가) 선발조합 (노지)

(표 78)

No	품 종 명	계 통 명	엽색	초형	초장 (cm)	주중 (gr)	중특장 (cm)	내병성 (1-9)
1	비너스	사까다	농녹	반입성	22.5	255	10.5	9
2	참가람	뉴란	녹	반입성	21.0	260	10.0	9
3	BN511	선발조합	농녹	입성	22.0	260	11.0	7
4	BN575	선발조합	녹	반입성	22.5	275	11.5	7
5	BN584	선발조합	녹	반입성	22.0	265	11.0	5
6	BN720	선발조합	녹	입성	23.0	265	11.5	7
7	BN724	선발조합	농녹	반입성	22.5	260	10.0	7

○ 결과

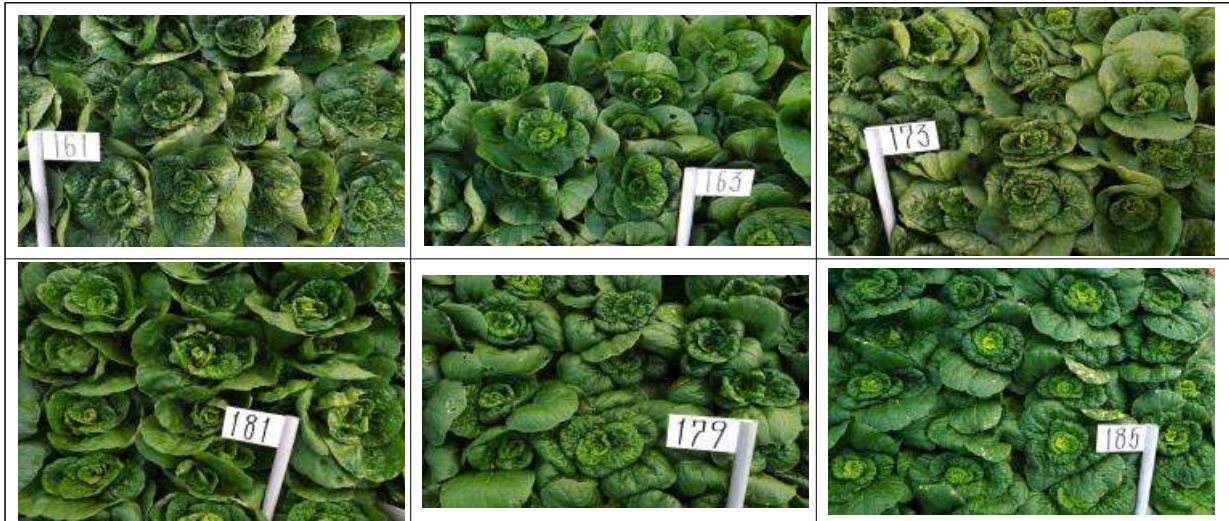
- 공시 100조합을 노지 시험포장에 재식하여 초형과 수량성이 양호한 5조합을 선발하였음.
- BN511은 대비품종에 비하여 엽색이 농록으로 비교적 진한 편으로 수량성이 있어, 저온기 재배에 적합하여 선발하였음.
- BN575, BN584, BN720, BN724조합은 초형이 양호하고, 중특이 대비품종에 비교하여 양호한 편으로 선발함.

(2) 조합검정 및 선발

(가) 조합검정 및 선발시험 (하우스)

(그림 152)





(표 79)

No	품 종 명	계 통 명	엽색	초형	초장 (cm)	주중 (gr)	중륵장 (cm)	내병성 (1-9)
1	BN161	선발조합	농녹	개장성	22.5	255	11.5	5
2	BN163	선발조합	녹	개장성	22.0	260	11.0	7
3	BN173	선발조합	농록	개장성	23.5	275	13.5	3
4	BN179	"	농녹	개장성	23.0	265	12.0	5
5	BN181	"	녹	개장성	22.5	245	11.0	5
6	BN185	"	농록	개장성	23.0	260	12.0	5

○ 결과

- 공시조합 60조합을 시설하우스에 재식하여 특성검정을 실시하여 조합 선발시험을 실시.
- BN161, BN163조합은 대비품종에 비하여 초장과 엽색이 농록으로 저온기 재배에 적합한 조합으로 선발함.
- BN173, BN179, 조합은 대비품종 보다 엽이 둥글고 중륵의 뒤틀림이 없고, 고온기 초장이 길어지는 현상이 있으나 선발조합은 엽의 뒤틀림이 적고, 중륵이 넓으며 수량성이 많고 고온기 절간신장성이 적어 선발함.
- BN181, BN185조합은 초형이 양호한 편이나 초장이 짧아 고온기 재배시험을 실시하여 특성을 검정하고자 함.

(3) 중국 재배시험 3차년도 (2019)

○ 경중개요

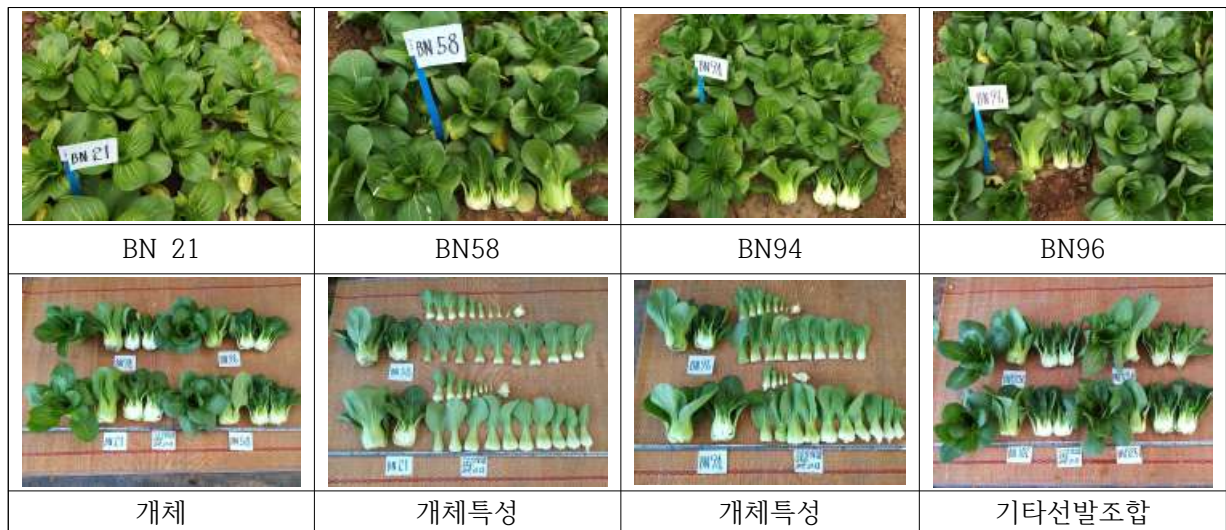
파종	조사일	공시조합	지역	비고
2019. 5.17	2019.6.26	20	중국 산둥	노지
2019. 5.23	2019.6.29	20	중국 산둥	하우스
계		40		

○ 산둥지역 현지재배시험(봄 노지)

(그림 153)



○ 중국현지 거래처선발조합 (가을 노지) (그림 154)



(표 80)

No	품 종 명	계 통 명	엽색	초형	초장 (cm)	주중 (gr)	중륵장 (cm)	내병성 (1-9)
대비품종	하상미	무사시노 (일본)	녹	반입성	24.5	250	10.5	5
1	21	뉴 란	농녹	입성	24.5	260	10.5	3
2	58	"	농녹	반입성	23.0	265	11.5	7
3	94	"	녹	입성	25.0	255	11.5	5
4	96	"	녹	입성	25.5	240	10.5	7
5	102	"	녹	반입성	25.0	265	10.5	7

○ 결과

- 현지 생육은 대체로 양호하였으며, 대비품종인 하상미는 중국에서 가장 많이 시판되고 있는 품종으로 성능을 비교하여 선발하였음.
- 가을 재배 선발조합은 BN21, BN58 조합으로 대비품종인 하상미보다 초형과 중륵색이 양호하였으며, BN94, BN96은 초기생육이 빠른편으로 조기수확용으로 선발하였으며, BN102 선발조합은 엽색이 진하고 초형과 중륵색이 양호하여 저온기 재배용으로 선발하였음.

○ 종합결과

- 중국의 파초이 품종은 뿌리혹병 저항성 품종 과 엽수가 많은 다수확성 품종으로 시장을 확대

하고자함.

(4) 기능성 유색파초이 품종육성

(가) 조합선발시험 (3차년도 2019)

○ 경종개요

파종	선발	공시조합	지역	비고
2019. 9.1 -9.5	2019.10.15.-10.20	30	경기	비가림
2019. 9.5- 9.10	2019.10.10.-10.20	30	경기	시설 (재배시험 진행)
계		60		

○ 봄재배 조합검정 및 선발( 10.15-10. 25)

(그림 155)



○ 조합 성능검정조사 및 선발(10.20)

(나) 선발조합

(표 81)

No	품 종 명	계 통 명	엽색	초형	초장 (cm)	주중 (gr)	중특장 (cm)	내병성 (1-9)
1	BN360	선발조합	적	반입성	22.5	255	10.5	9
2	BN364	선발조합	적	반입성	21.0	260	10.0	9
3	BN130	선발조합	농적	반입성	22.0	260	11.0	7
4	BN411	선발조합	적	반입성	22.5	265	11.5	7
5	BN477	선발조합	농적	반개장	18.5	280	7.5	5

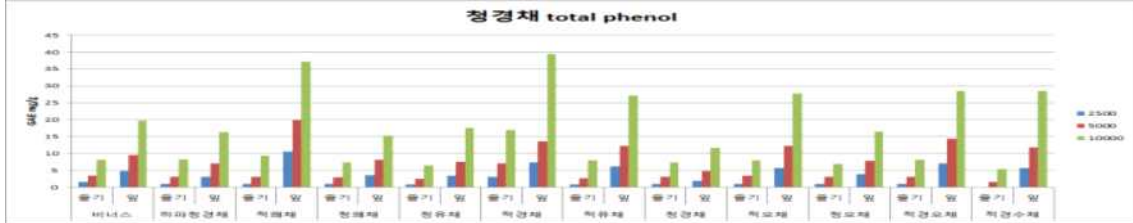
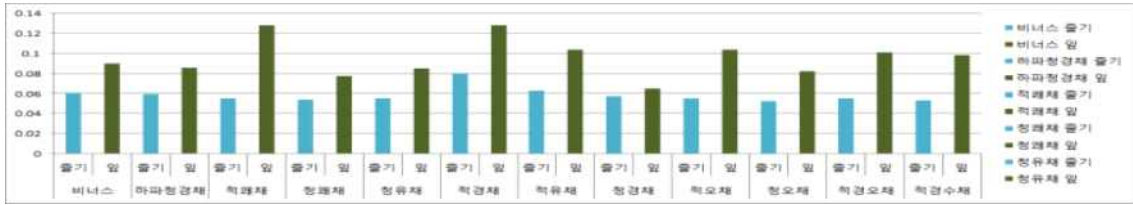
○ 결과

- 공시 60조합을 노지 시험포장에 재식하여 초형과 수량성이 양호한 5조합을 선발하였음.
- BN130는 대비품종에 비하여 엽색이 농적으로 비교적 진한 편으로 수량성이 있어, 저온기 재배에 적합하여 선발하였음.
- BN360,BN364,BN411조합은 초형이 양호하고, 중특이 대비품종에 비교하여 내서성이 양호한 편으로 선발 함.

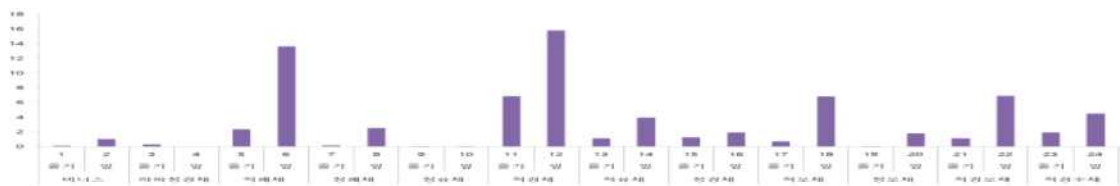
(다) 기능성 유색 파초이 주요 성분 분석(3차년도 2019)

○ 페놀화합물 작물 및 품종별 성분

(그림 156)



○ 플라보노이드 성분(품종별)



사. 교배조합작성 (4차년도 2020)

○ 경종개요

파종	교배시기	교배조합	비고
2019. 9.25- 9. 30	2020.2.10.- 2020. 3.30	120	성숙모본
2020. 1.20-2. 05	2020.3.25.- 2020. 6.10	80	미숙모본
계		200	

(그림 157)



세대단축 교배 계통육성 및 조합작성

○ 결과

- 2019년 11월에 선발된 엽수형 30계통과 유색계 계통 20계통을 성숙모본으로 재식하여 SI검정 및 세대진전 실시하고, 고정계통은 신조합을 작성하여 신품종육성을 하고자함.
- SI, MS검정과 조합 작성은 현재 진행 중에 있으며, 세대단축을 실시하여 계통의 고정화함.
- 팍초이 품종육성을 엽수가 많은 엽수형 팍초이 와 기능성 유색계 팍초이 계통으로 분류하여 F1조합을 작성하기 위한 중록이 넓고, 초장이 길며, 초형이 양호한 계통을 육성 진행하고 있으며, 고온기 재배시 엽색이 변화하지 않는 기능성 유색계 30계통의 세대단축을 실시하여 기능성 유색계 F1조합을 작성 하고, 미숙모본의 양호한 계통을 선발하여 자가불화합성 검정과 조합작성

실시하였음.

아. 국내 및 중국 재배시험 4차년도 (2020)

(1) 국내 재배시험

○ 경종개요

파종	선발	공시조합	지역	비고
2020. 8.20	2020.9.25	70	경기	비가림
2020. 9.05	2020.10.05	50	경기	시설
계		120		

○ 조합검정 및 선발(노지 9.25)

(그림 158)



○ 조합 성능검정조사 및 선발(10.20)

(가) 선발조합 (노지)

(표 82)

No	품종명	계통명	엽색	초형	초장 (cm)	주중 (gr)	중륵장 (cm)	내병성 무름, 흰가루
1	비너스	사까다	농녹	반입성	22.5	260	10.5	중약
2	BN153	선발조합	녹	반입성	23.0	270	11.5	중
3	BN504	선발조합	농녹	입성	22.5	265	11.0	중강
4	BN614	선발조합	녹	반입성	23.5	270	10.5	중
5	BN620	선발조합	녹	반입성	22.5	265	11.0	중

○ 결과

- 공시 120조합을 노지 시험포장에 재식하여 초형과 수량성이 양호한 4조합을 선발하였음.
- BN504조합은 대비품종에 비하여 엽색이 농록으로 비교적 진한 편으로 엽수가 많고 수량성이 양호하며, 엽형이 단타원형으로 엽육이 비교적 두껍고, 저온기재배에 적합하여 선발하였음.
- BN153조합, BN614조합,은 초형이 반직립으로 양호하고, 중륵이 대비품종에 비교하여 녹색발현이 우수편으로 선발하였음.

(2) 조합검정 및 선발

(그림 159)



(가) 조합검정 및 선발시험 (하우스)

(표 83)

No	품종명	계통명	엽색	사보이 (1-9)	초형	초장 (cm)	주중 (gr)	중륵장 (cm)	내병성 무름, 흰가루
1	BN 18	선발조합	농녹	5	개장성	22.5	255	11.5	중강
2	BN 23	선발조합	농녹	7	개장성	22.0	260	11.0	중
3	BN 175	선발조합	녹	5	반장성	23.5	275	13.5	중강
4	BN 181	선발조합	녹	5	반개장	23.0	265	12.0	중
5	BN 185	선발조합	농녹	7	개장성	22.5	245	11.0	중강

○ 결과

- 공시조합 50조합을 시설하우스에 재식하여 특성검정을 실시하여 조합 선발시험을 실시.
- BN161, BN18, BN185조합은 대비품종에 비하여 초장과 엽색이 농록으로 엽수가 많고, 중륵이 두꺼워 저온기재배에 적합한 조합으로 선발함.
- BN175, BN181, 조합은 엽이 둥글고 중륵의 튀틀림이 적으며, 엽수가 많고, 내엽색이 비교적 노란하며, 결구력이 양호한 편으로 고온기 초장이 중륵이 넓으며 수량성이 많고 고온기 절간신장성이 적어 선발함.
- BN23조합은 엽색이 농록색으로 초장이 긴편이나 결구력이 양호한 편으로, 고온기 재배시험을 실시하여 내서성검정 하고자함

(3) 중국 재배시험

○ 경중개요

파종	조사일	공시조합	지역	비고
2020. 5.17	2020.6.26	20	중국 산둥	노지
2020. 5.23	2020.6.29	20	중국 산둥	하우스
계		40		

○ 중국현지 거래처선발조합 (노지)

(그림 160)



(표 84)

No	품 종 명	계 통 명	엽색	초형	초장 (cm)	주중 (gr)	중륵장 (cm)	내병성
대비품종	하상미	무사시노 (일본)	녹	반입성	24.5	250	10.5	중
1	BN 5	선발조합	농녹	입성	24.5	260	10.5	중강
2	BN13	선발조합	농녹	반입성	23.0	265	11.5	중
3	BN15	선발조합	녹	입성	25.0	255	11.5	중강
4	BN16	선발조합	녹	입성	25.5	240	10.5	중
5	BN19	선발조합	녹	반입성	25.0	265	10.5	중
6	BN120	선발조합	녹	반입성	24.5	270	10.5	중강
7	BN124	선발조합	녹	반입성	25.0	265	10.5	중강

○ 결과

- 대비품종은 하상미, 화관(무사시노) 중국에서 가장 많이 시판되고 있는 품종으로 성능을 비교하여 선발하였음.
- 선발조합은 BN 5, BN13, BN15, BN16 조합은 사보이가 양호하고 엽수가 많으며, 중국 남부지역에서 많이 재배되고 있는 품종으로 선발함.
- BN19, BN120, BN124조합은 초기생육이 빠른편으로 조기수확용으로 선발하였으며, 엽색이 진하고 초형과 중륵색이 양호하여 저온기 재배용으로 선발하였음.

○ 종합결과

- 중국의 현지 종자공급회사의 선발조합으로 추후 검토하여 종자를 보급하고자함.

(4) 기능성 유색파초이 품종육성

(가) 조합선발시험 (4차년도 2020)

○ 경종개요

파종	선발	공시조합	지역	비고
2019. 9.1 -9.5	2019.10.15.-10.20	30	경기	비가림
2019. 9.5- 9.10	2019.10.10.-10.20	30	경기	시설 (재배시험 진행)
계		60		

○ 봄재배 조합검정 및 선발( 10.15-10. 25)

(그림 161)



○ 조합 성능검정조사 및 선발(10.20)

(나) 선발조합

(표 85)

No	품 종 명	계 통 명	엽색	초형	초장 (cm)	주중 (gr)	중륵장 (cm)	내병성 (무름, 시드름)
1	BN 28	선발조합	적	반입성	23.5	265	11.5	중
2	BN128	선발조합	적	반입성	20.0	260	9.0	중강
3	BN142	선발조합	농적	반입성	22.0	250	10.0	중
4	BN421	선발조합	적	반입성	23.0	265	11.0	중강
5	BN474	선발조합	농적	반개장	21.5	270	9.5	중
6	BN712	선발조합	적	반입성	23.5	260	10.5	중

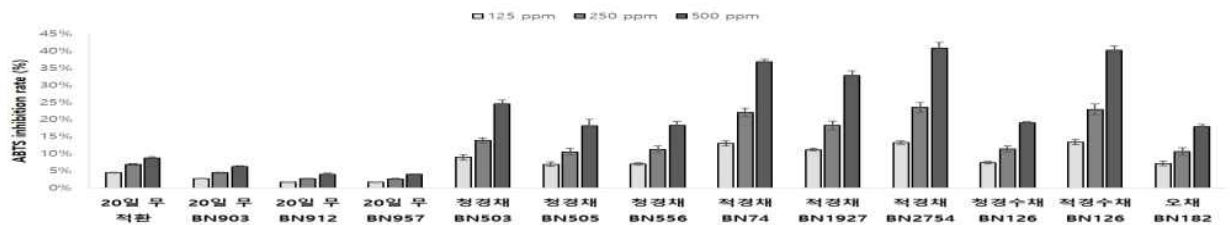
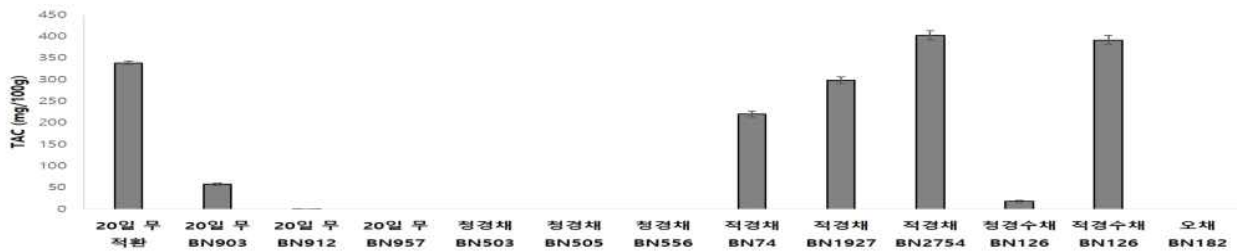
○ 결과

- 공시 60조합을 비가림시설하우스에 재식하여 초형과 수량성이 양호한 6조합을 선발하였음.
- BN128조합은 엽색이 농적으로 비교적 진한 편으로 중륵이 두껍고 수량성이 있어, 저온기 재배에 적합하여 선발하였음.
- BN28, BN142, BN421, BN474, BN712조합은 초형이 양호하고, 내서성과 수량성이 양호한편으로 선발함.

(다) 기능성 유색 파초이 주요 성분 분석(4차년도 2020)



Sample	Caffeic acid	Vanillic acid	Ferulic acid	Sinapic acid	4-Hydroxybenzoic acid	Protocatechuic acid	p-Coumaric acid
20일 무 - 적환	-	22.33±4.88	-	-	-	49.50±7.80	-
20일 무 - BN903	-	7.47±1.59	-	2.15±0.22	-	40.70±4.25	-
20일 무 - BN912	-	9.45±1.98	-	-	-	2.72±0.20	-
20일 무 - BN957	-	0.23±0.01	-	-	-	2.36±0.26	-
청경채 - BN503	16.98±0.72	23.94±0.38	9.96±0.37	-	-	0.71±0.13	-
청경채 - BN505	8.40±0.55	18.46±2.31	4.82±0.40	-	-	3.24±0.21	-
청경채 - BN556	5.23±0.11	6.25±0.86	3.47±0.17	-	-	2.71±0.33	-
적경채 - BN74	7.54±0.41	9.53±0.30	-	123.44±2.01	-	12.18±0.01	-
적경채 - BN1922	8.11±0.32	31.06±1.83	-	54.94±10.05	-	8.27±0.46	-
적경채 - BN2952	11.91±0.96	28.22±3.69	-	168.52±4.50	-	74.13±5.26	-
청경수채 - BN126	3.85±0.07	3.56±0.12	10.25±0.99	11.81±0.82	-	8.07±0.38	-
적경수채 - BN126	7.27±0.05	14.43±0.88	-	277.30±7.94	-	6.54±0.90	-
오채 - BN503	9.37±0.06	2.64±0.08	12.82±0.69	-	-	2.82±0.01	-



○ 결과

- 청경팍초이와 비교하여 적경팍초이는 안토시아닌 성분과 플라보노이드성분이 다소 높은 경향을 보였으며, 추후 주요성분에 대한 분석을 세밀하게 검토를 실시 하고자 함.

차. 교배조합작성 (5차년도 2021)

○ 경중개요

파종	교배시기	교배조합	비고
2020. 9.05- 9. 20	2021.3.1.- 2021. 4.20	110	성숙모본
2021. 1.20-2. 05	2021.4.25.- 2021. 6.15	100	미숙모본
계		210	

(그림 162)



○ 결과

- 2020년 11월에 선발된 엽수형 35계통과 유색계 계통 40계통을 성숙모본으로 재식하여 SI검정 및 세대진전 실시하고, 고정계통은 신조합을 작성하여 신품종육성을 하고자함.
- SI, MS검정과 조합 작성은 현재 진행 중에 있으며, 세대단축을 실시하여 계통의 고정화함.
- 파초이 품종육성을 엽수가 많은 엽수형 파초이 와 기능성 유색계 파초이 계통으로 분류하여 F1조합을 작성하기 위한 중특이 넓고, 초장이 길며, 초형이 양호한 계통을 육성 진행하고 있으며, 고온기 재배시 엽색이 변화하지 않는 기능성 유색계 25계통의 세대단축을 실시하여 기능성 유색계 F1조합을 작성 하고, 미숙모본의 양호한 계통을 선발하여 자가불화합성검정과 조합작성 실시하였음.

카. 국내 재배시험 5차년도 (2021)

(1) 국내재배시험

○ 경중개요

파종	선발	공시조합	지역	비고
2021. 9.15	2021.10.25	80	경기	비가림
2021. 9.20	2021.11.20	60	경기	시설
계		140		

○ 조합검정 및 선발(노지 10.25)

(그림 163)



○ 조합 성능검정조사 및 선발(10.25)

(가) 선발조합 (노지)

(표 86)

No	품 종 명	계 통 명	엽색	초형	초장 (cm)	주중 (gr)	중록장 (cm)	내병성 무름,CR
1	비너스	사까다	농녹	반입성	21.5	260	10.5	중약
2	BN332	선발조합	녹	반입성	22.5	265	11.0	중
3	BN334	선발조합	농녹	입성	20.5	260	11.5	중강
4	BN336	선발조합	녹	반입성	22.5	270	10.5	강
5	BN347	선발조합	녹	반입성	21.5	265	11.0	중강

○ 결과

- 공시 140조합을 노지 시험포장에 재식하여 초형과 수량성이 양호한 4조합을 선발하였음.
- BN332, BN334조합은 대비품종에 비하여 엽색이 농록으로 비교적 진한 편으로 엽수가 많고 수량성이 양호하며, 엽형이 단타원형으로 엽육이 비교적 두껍고, 저온기재배에 적합하여 선발하였음.
- BN336조합 ,BN347조합,은 초형이 반직립으로 양호하고, 중록이 대비품종에 비교하여 녹색발현이 우수편으로 선발 하였음.

(2) 조합검정 및 선발

(그림 164)



(가) 조합검정 및 선발시험 (하우스)

(표 87)

No	품 종 명	계 통 명	엽색	사보이 (1-9)	초형	초장 (cm)	주중 (gr)	중록장 (cm)	내병성 무름, CR
1	양 팡	선발조합	농녹	9	개장성	22.5	255	10.5	중강
2	BN 5005	선발조합	농녹	8	개장성	22.0	280	10.0	중
3	BN 5033	선발조합	녹	8	개장성	23.5	275	9.5	중강
4	BN 243	선발조합	적	6	개개장	23.0	265	8.0	중
5	BN 9009	선발조합	농녹	9	개장성	22.5	285	10.0	중강

○ 결과

- 공시조합 60조합을 시설하우스에 재식하여 특성검정을 실시하여 조합 선발시험을 실시.
- BN5005, BN9009,조합은 대비품종에 비하여 초장과 엽색이 농록으로 엽수가 많고, 중록이 두꺼워 저온기재배에 적합한 조합으로 선발함.
- BN5033,조합은 엽이 둥글고 중록 넓고, 엽수가 많으며, 내엽색이 비교적 노란하며, 결구력이 양호한 편으로 고온기 초장이 중록이 넓으며 수량성이 많고 고온기 절간신장성이 적어 선발함.

- BN243조합은 엽색이 적색으로 초장이 짧은 편으로 결구력이 양호한 편으로, 고온기 재배시험을 실시하여 내서성검정 하고자함.

(3) 기능성 유색파초이 품종육성

(가) 조합선발시험 (5차년도 2021)

○ 경종개요

파종	선발	공시조합	지역	비고
2019. 9.1 -9.5	2019.10.15.-10.20	30	경기	비가림
2019. 9.5- 9.10	2019.10.10.-10.20	30	경기	시설 (재배시험 진행)
계		60		

○ 봄재배 조합검정 및 선발( 10.15-10. 25)

(그림 165)



○ 조합 성능검정조사 및 선발(10.20)

(가) 선발조합

(표 88)

No	품 종 명	계 통 명	엽색	초형	초장 (cm)	주중 (gr)	중륵장 (cm)	내병성 (무름, 시드름)
1	대비품종	적경채	자색	반입성	23.5	265	11.5	중
2	BN346	선발조합	적	반입성	20.0	260	9.0	중강
3	BN356	선발조합	적	반입성	22.0	250	10.0	중
4	BN453	선발조합	농적	반입성	23.0	265	11.0	중강
5	BN497	선발조합	농적	반개장	21.5	270	9.5	중

○ 결과

- 공시 50조합을 비가림시설하우스에 재식하여 초형과 수량성이 양호한 4조합을 선발하였음.
- BN497 조합은 엽색이 농적으로 비교적 진한 편으로 중륵이 두껍고 수량성이 있어, 저온기 재배에 적합하여 선발 하였음.
- BN453, 조합은 초형이 양호하고, 내서성과 수량성이 양호한 편으로 선발 하였으며, BN346, BN356조합은 수량성이 양호하고, 중륵이 두껍고, 초기생육이 비교적 빠른 조합임.

4. 시교 종자생산성 시험

(1) 1차년도(2017)

○ 경종개요

파종	정식	수확	탈종	지역	조합	비고
2017. 1.10	2017.3.20	2017. 7	2017. 7	중국 산둥	1	1지역 (노지)
2017. 1.05	2017.3.05	2017. 6	2017. 7	중국 산둥	1	1지역(하우스)
계						



○ 결과

- 수출 품종에 대한 현지 채종시험은 파종(1. 20) 종자생산량이 양호 하였으며, 현지생산 현지판매가 가능 할 것으로 사료 됨.

○ 경종개요

파종	정식	수확	탈종	지역	조합	비고
2017. 1.20	2017.3.20	2017. 7	2017. 7	보령	1	1지역 (노지)
2017. 1.05	2017.3.25	2017. 7	2017. 7	경기	2	2지역(하우스)
계						



		
경기지역 노지 채종시험(2017)	경기지역 노지 채종(2017)	보령지역 노지 채종(2017)

○ 결과

- 2017년도 조합선발 시험에서 우수한 조합으로 선발 된 시교품종에 대한 종자생산 시험을 실시하여 종자생산성을 검정하고자 실시 경기 2지역과 보령 1지역에서 실시하였음.
- 생산성시험은 소형 망실과 노지 채종시험을 하였으며, 종자생산성은 비교적 양호한 성적을 얻었으나, 양친의 개화시기에 대한 조절이 필요로 되었으며, 팍초이의 종자 생산은 육묘시 생육상태가 좋은 것이 비교적 생산량이 많았고, 생산 토질에 따라 많은 차이를 보였음.

(2) 2차년도(2018)

○ 경종개요

파종	정식	수확	탈종	지역	조합	비고
2018. 1.20	2018.3.25	2018. 6	2017. 7	중국 산둥	1	1지역 (노지)
2018. 1.25	2018.4.05	2018. 7	2017. 8	중국 산둥	1	1지역(하우스)
계						

	
노지 포장 채종(2018)	시설 하우스 채종(2018)

○ 결과

- 수출 품종에 대한 현지 채종시험은 파종(1. 20) 종자생산량이 양호 하였으며, 현지생산 현지판매가 가능할 것으로 사료 됨.

○ 경종개요

파종	정식	수확	탈종	지역	조합	비고
2018. 1.20	2018.3.26	2018. 6.20	2018. 7	보령	1	1지역 (노지)
2018. 1.05	2017.4.05	2018. 6.28	2017. 7	경기	2	2지역(하우스)
계						

(그림 166)



○ 결과

- 2018년도 우수한 조합으로 선발 된 시교품종에 대한 종자생산 시험을 실시 하여 종자생산성을 검정하고자 실시 경기 2지역과 보령 1지역에서 실시 하였음.
- 생산성시험은 소형 망실과 노지 채종시험을 하였으며, 4-5월 잦은 강우로 교배가 저조하였으며 이후 고온으로 인한 종자생산성이 저조한 편이었으며, 생산 토질에 따라 많은 차이를 보였음.

(2) 3차년도(2019)

- 경종개요 (농가종자생산성시험)







파종	정식	수확	탈종	지역	조합	비고
2019. 1.20	2019.3.20	2019. 7	2019. 7	경북	1	1지역 (노지)
2019. 1.05	2019.3.25	2019. 7	2019. 7	경기	2	2지역 (노지)
계						

		
경기지역 노지 채종시험(2019)	경기지역 노지 채종(2019)	경북지역 노지 채종(2019)

○ 경종개요(망실 종자생산성 시험)

파종	정식	수확	탈종	지역	조합	비고
2019. 1.20	2019.3.20	2019. 7	2019 8	경기	25	소형망실
계						

(그림 167)

		
시설 채종전경	종자생산성 시험	종자생산성
		
종자생산성 시험	종자생산성 시험	종자생산성 시험

○ 결과

- 2019년도 조합선발 시험에서 우수한 조합으로 선발 된 시교품종에 대한 종자생산 시험을 실시하여 종자생산성을 검정하고자 실시 경기 2지역과 보령 1지역에서 실시하였음.
- 생산성시험은 소형 망실과 노지 채종시험을 하였으며, 종자생산성은 비교적 양호한 성적을 얻었으나, 양친의 개화시기에 대한 조절이 필요로 되었으며, 팍초이의 종자생산은 육묘시 생육상태가 좋은 것이 비교적 생산량이 많았고, 생산 토질에 따라 많은 차이를 보였음.



○ 경종개요( 중국 현지 종자생산성시험)

파종	정식	수확	탈종	지역	조합	비고
2019. 1.20	2019.3.25	2019. 6	2019. 7	중국 산둥	1	1지역 (노지)
2019. 1.25	2019.4.05	2019. 7	2019. 8	중국 산둥	1	1지역(하우스)
계						



○ 결과

- 수출 품종에 대한 현지 채종시험은 파종(1. 20) 종자생산량이 양호 하였으며, 현지생산 현지판매가 가능 할 것으로 사료 됨.

(2) 4차년도(2020)

○ 경종개요 (농가종자생산성시험)

파종	정식	수확	탈종	지역	조합	비고
2020. 1.20	2020.3.20	2020. 7	2020. 8	경북	1	1지역 (노지)
2020. 1.05	2020.3.25	2020. 7	2020. 8	경기	2	2지역 (노지)
계						



○ 경종개요(망실 종자생산성 시험)

파종	정식	수확	탈종	지역	조합	비고
2020. 1.10	2020.3.20	2020. 7	2020 8	경기	20	소형망실
계						

(그림 168)



○ 결과

- 2020년도 조합선발 시험에서 우수한 조합으로 선발 된 시교품종에 대한 종자생산 시험을 실시하여 종자생산성을 검정하고자 실시 경기 2지역과 경북 1지역에서 실시하였음.
- 생산성시험은 소형 망실과 노지 채종시험을 하였으며, 종자생산성은 비교적 양호한 성적을 얻었으나, 양친의 개화시기에 대한 조절이 필요로 되었으며, 팍초이의 종자 생산은 육묘시 생육상태가 좋은 것이 비교적 생산량이 많았고, 생산 토질에 따라 많은 차이를 보였음.

○ 경중개요( 중국 현지 종자생산성시험)

파종	정식	수확	탈종	지역	조합	비고
2019. 12.20	2020.3.05	2020. 6	2020. 7	중국 산둥	1	I 지역 (노지)
2020.1.10	2020.3.15	2020. 6	2020. 7	중국 산둥	1	II 지역(노지)
계						



○ 결과

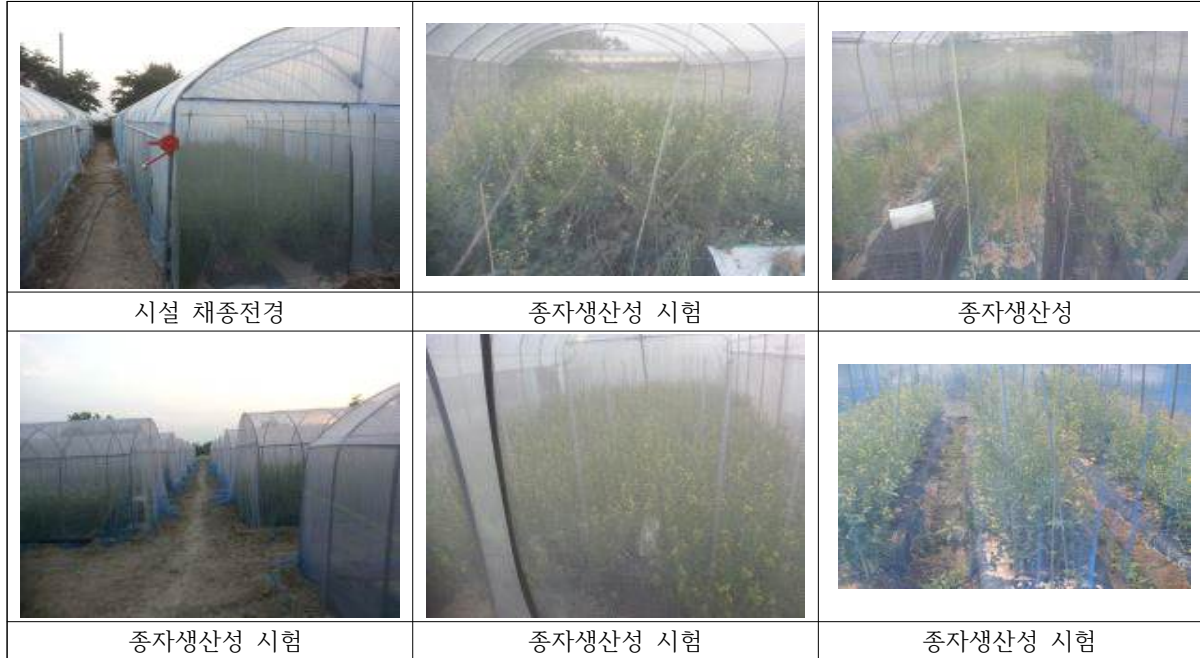
- 품종에 대한 현지 채종시험은 파종시기(12.20-1.10) 종자생산량을 검정하여 현지생산 현지판매가 가능성 대한 종자생산성을 시험하고자 실시 하였으며, 비교적 양호한 결과를 얻었음.

(2) 5차년도(2021)

○ 경종개요(망실 종자생산성 시험)

파종	정식	수확	탈종	지역	조합	비고
2021. 1.10	2021.3.20	2021. 7	2021 8	경기	20	소형망실
계						

(그림 169)

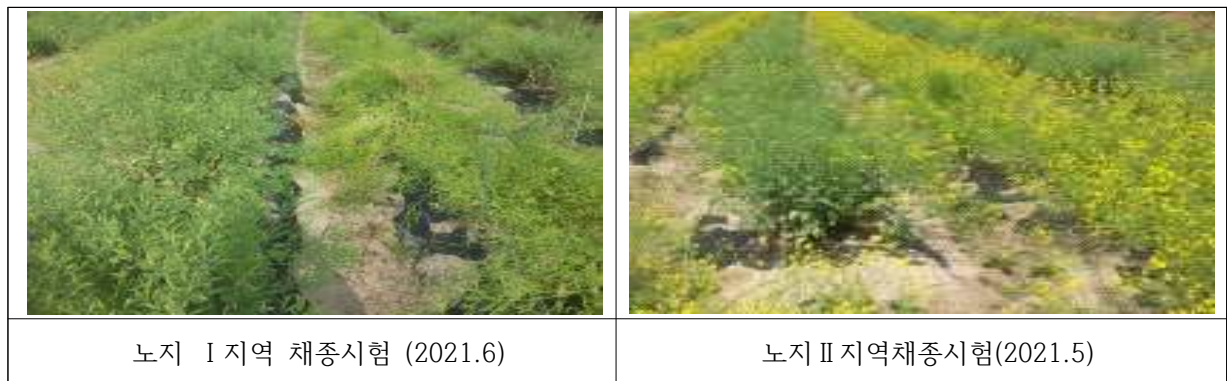


○ 결과

- 2021년도 조합선발 시험에서 우수한 조합으로 선발 된 시교품종에 대한 종자생산 시험을 실시하여 종자생산성을 검정하고자 실시 경기 2지역과 경북 1지역에서 실시하였음.
- 생산성시험은 소형 망실과 노지 채종시험을 하였으며, 종자생산성은 비교적 양호한 성적을 얻었으나, 양친의 개화시기에 대한 조절이 필요로 되었음.

○ 경종개요(농가 종자생산성시험)

파종	정식	수확	탈종	지역	조합	비고
2021. 12.20	2021.3.05	2021. 6	2021. 7	경북 안동	1	I 지역 (노지)
2021.1.10	2021.3.15	2021. 6	2021. 7	경기	2	II 지역(노지)
계						



○ 결과

- 품종에 대한 현지 채종시험은 파종시기(1.20-2.10) 종자생산량을 검정하여 현지생산 현지판매가 가능성 대한 종자생산성을 시험하고자 실시하였으며, 비교적 양호한 결과를 얻었음.

5. 품종보호출원

가. 1차년도(2017년)

작 물 명 (*Brassica campestris* L. spp. *chinensis* Jusl.)  
 품 종 명 : CR비취

		
뿌리흑병저항성검정	주요 특성	CR비취 파초이 개체



나. 2차년도(2018년)

작 물 명 (*Brassica campestris* L. spp. *chinensis* Jusl.)  
 품 종 명 : 참마당 파초이



다. 3차년도(2019년)

작물명 (*Brassica campestris* L. spp. *chinensis* Just.)  
 품종명 : 초이스 파초이

■ 품종보호출원서 (제14호제1호)

### 품종보호 출원서

출원번호	1. 품종명	제출기간: 10일
출원인	원명 (원명) / 원명(원명)	출원번호 (제출기간: 10일)
	주소 (주소) / 주소(주소)	제출번호 (제출기간: 10일)
	전화번호 (전화번호)	제출번호 (제출기간: 10일)
제출자	성명 (성명) / 성명(성명)	제출번호 (제출기간: 10일)
	주소 (주소) / 주소(주소)	제출번호 (제출기간: 10일)
출원인 특정한 식물에 대한 출원사항 (제출기간: 10일) / 제출번호 (제출기간: 10일)		
출원인 명칭 (제출기간: 10일) / 제출번호 (제출기간: 10일)		
출원인명	출원인명	출원인명
출원인명	출원인명	출원인명
출원인명	출원인명	출원인명
제출기간: 10일 / 제출번호 (제출기간: 10일)		

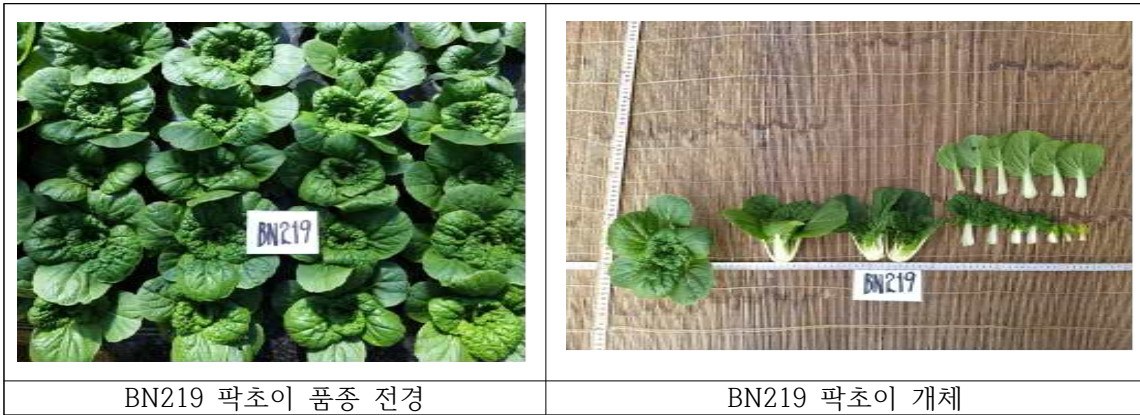
  

제출증서발급 기법	
1. 출원인명 2. 출원인명 (제출기간: 10일) / 제출번호 (제출기간: 10일) 3. 출원인명 (제출기간: 10일) / 제출번호 (제출기간: 10일) 4. 출원인명 (제출기간: 10일) / 제출번호 (제출기간: 10일) 5. 출원인명 (제출기간: 10일) / 제출번호 (제출기간: 10일) 6. 출원인명 (제출기간: 10일) / 제출번호 (제출기간: 10일) 7. 출원인명 (제출기간: 10일) / 제출번호 (제출기간: 10일)	8. 출원인명 (제출기간: 10일) / 제출번호 (제출기간: 10일) 9. 출원인명 (제출기간: 10일) / 제출번호 (제출기간: 10일) 10. 출원인명 (제출기간: 10일) / 제출번호 (제출기간: 10일) 11. 출원인명 (제출기간: 10일) / 제출번호 (제출기간: 10일) 12. 출원인명 (제출기간: 10일) / 제출번호 (제출기간: 10일) 13. 출원인명 (제출기간: 10일) / 제출번호 (제출기간: 10일) 14. 출원인명 (제출기간: 10일) / 제출번호 (제출기간: 10일)

라. 5차년도(2021년)

(1) 품종보호 출원(예정 12, 15), (5차년도 2021)

○ 품종명: BN219 팍초이 (원더팍초이)



○ 품종명: BN308 팍초이 (뷰티팍초이)



## 제 3 장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

### 제1절 목표

1. ‘샐러드용 팥초이류 품종육성’ 프로젝트 목표
  - 가. 내재해성, 내병성, 내추대성 품종 개발
  - 나. 기능성(자색, 적색, 안토시아닌, 루틴함유) 샐러드용 품종개발
  - 다. 수출용 종자생산(채종지) 및 품질관리체계 구축
  - 라. 해외 현지 적응성시험, 시교사업, 종자품평회, 수출 마케팅 활동

### 제2절 목표 달성여부

1. 정량적 연구 목표 달성도
  - 가. 프로젝트 정량적 연구목표 달성도

구분		품종개발			특허		논문		분 자 마 커	유전자 원		국내매 출액 (천원)	종자 수출액 (만원)	기 술 이 전	해 외 시 험 포	전 시 포
		출 원	등 록	생 관 신 고	출 원	등 록	SCI	비S CI		수 집	등 록					
1차년도	목표	2	1				1					170		1	1	
	실적	2	1	1			0		1		200,000	143.8	1	1	1	
2차년도	목표	2	2				1					210		1	1	
	실적	3	4	1			3	1	1		118,600	156.9	1	2	2	
3차년도	목표	2	2				1					240		1	1	
	실적	3	3	1			2				303,425	128.895	1	1	2	
4차년도	목표	3	3				1					400		1	1	
	실적	2	0	1			3				83,200	133.5075	1	1	2	
5차년도	목표	1	2				1					600		1	1	
	실적	4	2	1			1				78,400	141.82	1	1	2	
합계	목표	10	10				5					1,620		5	5	
	실적	14	10	5			9	1	2		783,625	704.9225	5	6	9	

나. 세부프로젝트 정량적 연구목표 달성도

(1) 1세부 프로젝트 정량적 연구목표 달성도

구분		품종개발			특허		논문		분 자 마 커	유전자 원		국내매 출액 (천원)	종자 수출액 (만불)	기술 이전	해외 시험 포	전시 포
		출 원	등 록	생 판 신 고	출 원	등 록	SCI	비S CI		수 집	등 록					
1차년도	목표	1	0				1						120		1	1
	실적	1	0	1			0		1			200,000	105.98	1	1	1
2차년도	목표	1	1				1						130		1	1
	실적	2	3	1			3	1	1			100,000	107	1	2	2
3차년도	목표	1	1				1						140		1	1
	실적	2	3	1			2					242,000	80.175	1	1	2
4차년도	목표	2	2				1						200		1	1
	실적	2	0	1			3					76,000	90.79	1	1	2
5차년도	목표	1	1				1						300		1	1
	실적	2	2	1			1					53,450	100	1	1	2
합계	목표	6	5				5						890		5	5
	실적	9	8	5			9	1	2			671,450	483.945	5	6	9

(2) 2세부 프로젝트 정량적 연구목표 달성도

구분		품종개발			특허		논문		분 자 마 커	유전자 원		국내매 출액 (천원)	종자 수출액 (만불)	기술 이전	해외 시험 포	전시 포
		출 원	등 록	생 판 신 고	출 원	등 록	SCI	비S CI		수 집	등 록					
1차년도	목표	1	1										50			
	실적	1	1										37.82			
2차년도	목표	1	1										80			
	실적	1	1									18,600	49.9			
3차년도	목표	1	1										100			
	실적	1										61,425	48.72			
4차년도	목표	1	1										200			
	실적	0										7,200	42.7175			
5차년도	목표	0	1										300			
	실적	2										24,950	41.82			
합계	목표	4	5										730			
	실적	5	2									112,175	220.9775			



2. 연차별 연구개발 목표, 내용 및 달성도

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용	달성도
1세부	1차년도 (2017)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집, 소포자배양, 옹성불임계통 육성, 우수계통육성</li> <li>- 조합작성/선발, 품종보호출원, 품종보호등록</li> <li>- 종자생산 및 품질관리체계 구축</li> <li>- 전시포/해외시험포 사업</li> <li>- 해외 목표시장 다각화 및 수출 마케팅 활동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 유전자원수집, 유용유전자원 소포자배양, 우수계통 옹성불임화, 내병성계통육성, 우수계통 세대진전 등을 수행하였음</li> <li>- 우수조합 선발 완료. 싱싱골드, 레드티어 품종개발</li> <li>- GSP개발 품종의 종자생산 및 품질관리체계 구축완료</li> <li>- 이천 지역 국내전시포, 중국 장북지역 시험포사업 참여</li> <li>- 해외시장개척활동 및 수출 105.98만불(USD) 달성</li> </ul>	100%
	2차년도 (2018)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집, 소포자배양, 옹성불임계통 육성, 우수계통육성</li> <li>- 조합작성/선발, 품종보호출원, 품종보호등록</li> <li>- 종자생산 및 품질관리체계 구축</li> <li>- 전시포/해외시험포 사업</li> <li>- 해외 목표시장 다각화 및 수출 마케팅 활동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 유전자원수집, 유용유전자원 소포자배양, 우수계통 옹성불임화, 내병성계통육성, 우수계통 세대진전 등을 수행하였음</li> <li>- 우수조합 선발 완료. 임팩트, 그린자이언트, PT-504 품종개발 및 품종보호등록 완료(3품종)</li> <li>- GSP개발 품종의 종자생산 및 품질관리체계 구축완료</li> <li>- 이천 지역 국내전시포, 카자흐스탄 알마티, 칩켄트지역 시험포사업 참여</li> <li>- 해외시장개척활동 및 수출 107만불(USD) 달성</li> </ul>	100%
	3차년도 (2019)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집, 소포자배양, 옹성불임계통 육성, 우수계통육성</li> <li>- 조합작성/선발, 품종보호출원, 품종보호등록</li> <li>- 종자생산 및 품질관리체계 구축</li> <li>- 전시포/해외시험포 사업</li> <li>- 해외 목표시장 다각화 및 수출 마케팅 활동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 유전자원수집, 유용유전자원 소포자배양, 우수계통 옹성불임화, 내병성계통육성, 우수계통 세대진전 등을 수행하였음</li> <li>- 우수조합 선발 완료. 루비콘, 에픽하이(고기능성), 화이트스머프 품종개발 및 품종보호등록 완료(3품종)</li> <li>- GSP개발 품종의 종자생산 및 품질관리체계 구축완료</li> <li>- 이천 지역 국내전시포, 대만 타이난지역 시험포사업 참여</li> <li>- 해외시장개척활동 및 수출 80.175만불(USD) 달성</li> </ul>	100%
	4차년도 (2020)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집, 소포자배양, 옹성불임계통 육성, 우수계통육성</li> <li>- 조합작성/선발, 품종보호출원, 품종보호등록</li> <li>- 종자생산 및 품질관리체계 구축</li> <li>- 전시포/해외시험포 사업</li> <li>- 해외 목표시장 다각화 및 수출 마케팅 활동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 유전자원수집, 유용유전자원 소포자배양, 우수계통 옹성불임화, 내병성계통육성, 우수계통 세대진전 등을 수행하였음</li> <li>- 우수조합 선발 완료. 킹덤(만추대), 루비스, PT-2001 품종개발</li> <li>- GSP개발 품종의 종자생산 및 품질관리체계 구축완료</li> <li>- 이천 지역 국내전시포, 베트남 판랑지역 시험포사업 참여</li> <li>- 해외시장개척활동 및 수출 90.79만불(USD) 달성</li> </ul>	100%

	5차년도 (2021)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집, 소포자배양, 응성불입계통 육성, 우수계통육성</li> <li>- 조합작성/선발, 품종보호출원, 품종보호등록</li> <li>- 종자생산 및 품질관리체계 구축</li> <li>- 전시포/해외시험포 사업</li> <li>- 해외 목표시장 다각화 및 수출 마케팅 활동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내외 유전자원수집, 유용유전자원 소포자배양, 우수계통 응성불입화, 내병성계통육성, 우수계통 세대진전 등을 수행하였음</li> <li>- 우수조합 선발 완료. 캡틴그린(내서성, Fusarium저항성), 퍼플미브즈나(고기능성), 퍼플크라운 품종개발 및 품종보호등록 완료(2품종)</li> <li>- GSP개발 품종의 종자생산 및 품질관리체계 구축완료</li> <li>- 이천 지역 국내전시포, 베트남 관랑지역 시험포사업 참여</li> <li>- 해외시장개척활동 및 수출 100만불(USD) 달성</li> </ul>	100%
2세부	1차년도 (2017)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집 및 특성조사</li> <li>- 분리세대 순화 고정 및 우수계통선발</li> <li>- 육종연한 단축을 위한 세대단축</li> <li>- 뿌리혹병 병리검정 확립 및 내병성검정</li> <li>- SI계통 육성</li> <li>- 우수조합 선발, 생판신고, 품종보호출원</li> <li>- 수입대체 및 수출을 위한 마케팅활동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 및 해외, 재배산지, 현지시장등에서 신규 유용 유전자원 수집, 특성조사, 및 평가 수행하였음</li> <li>- 기보유계통과 선발계통을 이용한 교배 및 여교잡을 이용한 우수계통 선발</li> <li>- 세대단축을 통한 육종연한 단축 및 계통 육성</li> <li>- CR내병성 계통 선발 및 우수계통 선발</li> <li>- 자가불화합성을 이용한 계통 육성</li> <li>- CR비취팍초이 생산판매신고</li> <li>- 수출 37.82만불(USD) 달성</li> </ul>	100%
	2차년도 (2018)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유전자원 수집 및 특성조사</li> <li>- 분리세대 순화 고정 및 우수계통선발</li> <li>- 육종연한 단축을 위한 세대단축</li> <li>- 뿌리혹병 병리검정 확립 및 내병성검정</li> <li>- SI계통 육성</li> <li>- 우수조합 선발, 생판신고, 품종보호출원</li> <li>- 수입대체 및 수출을 위한 마케팅활동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 및 해외, 재배산지, 현지시장등에서 신규 유용 유전자원 수집, 특성조사, 및 평가 수행하였음</li> <li>- 기보유계통과 선발계통을 이용한 교배 및 여교잡을 이용한 우수계통 선발</li> <li>- 세대단축을 통한 육종연한 단축 및 계통 육성</li> <li>- CR내병성 계통 선발 및 우수계통 선발</li> <li>- 자가불화합성을 이용한 계통 육성</li> <li>- 우수조합선발, 참마당품종보호출원</li> <li>- 수출 49.9만불(USD)달성</li> </ul>	100%
	3차년도 (2019)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 분리세대 순화 고정 및 우수계통선발</li> <li>- 육종연한 단축을 위한 세대단축</li> <li>- 뿌리혹병 병리검정 확립 및 내병성검정</li> <li>- SI계통 육성</li> <li>- 우수조합 선발, 생판신고, 품종보호출원</li> <li>- 수입대체 및 수출을 위한 마케팅활동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기보유계통과 선발계통을 이용한 교배 및 여교잡을 이용한 우수계통 선발</li> <li>- 세대단축을 통한 육종연한 단축 및 계통 육성</li> <li>- CR내병성 계통 선발 및 우수계통 선발</li> <li>- 자가불화합성을 이용한 계통 육성</li> <li>- 우수조합선발, 초이스 품종보호출원</li> <li>- 수출 48.72만불(USD) 달성</li> </ul>	100%
	4차년도 (2020)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 분리세대 순화 고정 및 우수계통선발</li> <li>- 육종연한 단축을 위한 세대단축</li> <li>- 뿌리혹병 병리검정 확립 및 내병성검정</li> <li>- SI계통 육성</li> <li>- 우수조합 선발, 생판신고, 품종보호출원</li> <li>- 수입대체 및 수출을 위한 마케팅활동</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 및 해외, 재배산지, 현지시장등에서 신규 유용 유전자원 수집, 특성조사, 및 평가 수행하였음</li> <li>- 기보유계통과 선발계통을 이용한 교배 및 여교잡을 이용한 우수계통 선발</li> <li>- 세대단축을 통한 육종연한 단축 및 계통 육성</li> <li>- 내병성 계통 선발 및 우수계통 선발</li> <li>- 자가불화합성을 이용한 계통 육성</li> </ul>	100%

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- 우수조합선발</li> <li>- 수입대체 0.7천만원 수출 42.7175만불 (USD) 달성</li> </ul>	
	5차년도 (2021)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 육종연한 단축을 위한 세대단축</li> <li>- 뿌리혹병 병리검정 확립 및 내병성 검정</li> <li>- SI계통 육성</li> <li>- 우수조합 선발, 생판신고, 품종보호출원</li> <li>- 수입대체 및 수출을 위한 마케팅활동</li> <li>-기능성 품종육성을 위한 재료육성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 내병성 계통 선발 및 우수계통 선발</li> <li>- 자가불화합성을 이용한 계통 육성</li> <li>- 우수조합선발</li> <li>- 수입대체 2.4천만원, 수출 41.82만불 (USD) 달성</li> <li>- 세대단축을 통한 육종연한 단축 및 계통 육성.</li> <li>- 기능성 품종육성을 위한 재료육성</li> </ul>	100%

### 제3절 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

본 프로젝트 ‘팍초이류 품종개발’은 고품질의 수출용 팍초이류 10품종 이상 개발하여 이를 바탕으로 중국, 북미, 유럽, 오세아니아, 동남아 등의 지역에 팍초이류 수출마케팅 및 시장개척을 진행하여 1,620만불(USD)의 수출 달성을 이루겠다는 목표를 갖고 진행하였다.

당초의 목표대로 고품질의 팍초이류 품종개발을 성공적으로 진행할 수 있었으나, 장기간이 요구되는 종자산업의 특성상 품종개발 후 신규시장진입 및 본격적인 대량수출이 이루어지기까지의 상대적인 프로젝트 진행기간이 부족하였다. 이에 더하여 2019년 후반부터 시작된 COVID19의 세계적인 유행과 미국, 중국 간의 갈등으로 인한 신냉전 시대의 도래 등으로 인하여 우수한 신규개발 품종의 홍보마케팅의 기회가 심각하게 저해되었다. 이로 인해 결국 목표 수출금액 1,620만불(USD) 대비 704만불(USD) 수출 성과 달성에 그치는 결과가 초래되었다.

그렇지만 골든시드프로젝트(GSP, Golden Seed Project)를 통해 마련된 우수한 품종(고품질, 내병성, 재해성, 고기능성), 계통, 연구기반, 인력 및 신규해외거래처 등의 기반은 우리나라 농산업의 미래를 위하여 목표액 1,620만불(USD)과는 비교할 수 없는 높은 가치를 지니고 있다고 봐야할 것이다. 따라서 이렇게 골든시드프로젝트를 통해 마련된 우수한 기반이 사장되지 않고 본격적인 빛을 받을 수 있게끔 향후 후속 골든시드프로젝트 사업의 과감한 신규투자가 이루어지는 것이 우리나라 농산업 발전을 위하여 반드시 필요하다고 판단된다.

## 제 4 장 연구결과의 활용 계획 등

### 제1절 개발품종의 품종보호출원, 품종보호등록, 생산판매신고 현황

구분	품종명칭	국명	품종생산판매신고			출원			등록			기타
			신고인	신고일	신고번호	출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
1년차	싱싱골드	한국				아시아 종묘	2017. 6.8	출원 2017-8 27				1 세 부
	레드티어	한국	아시아 종묘	2017. 10.27	02-002 0-2017 -3							
	CR비취	한국							뉴란바 이오	2017.10.11	제6850호	2 세 부
2년차	PT-504	한국	아시아 종묘	2018. 10.04	02-002 0-2018 -3							1 세 부
	임팩트	한국				아시아 종묘	2018. 9.28	출원 2018-4 87				
	그린자이언트	한국				아시아 종묘	2018. 9.28	출원 2018-4 88				
	소우	한국							아시아 종묘	2017.11.30	제6869호	
	퍼플퀸	한국							아시아 종묘	2017.11.30	제6870호	
	싱싱보너스	한국							아시아 종묘	2017.10.30	제6852호	
	참마당	한국							뉴란바 이오	2018.9.21	제7367호	2 세 부
3년차	루비콘	한국				아시아 종묘	2019. 9.25	출원 2019-4 46				1 세 부
	에픽하이	한국				아시아 종묘	2019. 10.7	출원 2019-4 76				
	화이트스머프	한국	아시아 종묘	2019. 10.23	02-002 0-2019 -1							
	싱싱골드	한국							아시아 종묘	2019.9.18	제7870호	
	그린자이언트	한국							아시아 종묘	2019.12.24	제7939호	
	임팩트	한국							아시아 종묘	2019.12.24	제7940호	
	초이스	한국				뉴란바 이오	재출원 예정	재출원 예정				2 세 부

4년차	킹덤	한국				아시아 종묘	2020. 9.4	출 원 2020-3 96				1 세 부
	루비스	한국				아시아 종묘	2020. 10.7	출 원 2020-4 79				
	PT-2001	한국	아시아 종묘	2020. 10.14	02-002 0-2020 -7							
5년차	캡틴 그린	한국				아시아 종묘	2021. 10.20	출 원 2021-4 35				1 세 부
	퍼플미 브즈나	한국				아시아 종묘	2021. 11.2	출 원 2021-5 00				
	퍼플 크라운	한국	아시아 종묘	2021. 10.26	02-018 6-2021 -1							
	루비콘	한국							아시아 종묘	2021.12.1	제8781호	
	에픽 하이	한국							아시아 종묘	2021.12.1	제8780호	
	윈더	한국				뉴란바 이오	출원 예정	출원 예정				2 세 부
	뷰티	한국				뉴란바 이오	출원 예정	출원 예정				

## 제2절 발표 논문 현황

구분	논문명	ISBN 또는 ISSN	학술지명	주저자 명	공동저자명	호, 페이지	SCI 여 부
1세부 -위탁 (충남 대)	Transcriptome analysis and metabolic profiling of green and red kale ( <i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i> ) seedlings	0308 -8146	Food Chemistry	Sang Un Park	Jin Jeon, Jae Kwang Kim, HyeRan Kim, Yeon Jeong Kim, Yun Ji Park, Sun Ju Kim, Changsoo Kim,	241, 7-13	SCI
	Current Results on the biological and pharmacological activities of indole-3-carbinol	1611 -2156	EXCLI Journal	Sang Un Park	Jae Kwang Kim	17, 181-185	SCI
	Comparative Metabolic Profiling of Green and Purple Pakchoi ( <i>Brassica rapa</i> subsp. <i>chinensis</i> )	1420 -3049	Molecules	Sang Un Park	Jin Jeon, Chan Ju lim, Jae Kwang Kim,	23, 1613-16 13	SCI
	Response of elicitors on glucosinolate biosynthesis in hairy root cultures of <i>Brassica rapa</i> subsp. <i>pekinensis</i> .	1811 -9506	Bioscience Research	Sang Un Park	Jae Kwang Kim, Sun Ju Bong	15, 287-294	비 SCI
	Effects of Light-Emitting Diodes on the Accumulation of Glucosinolates and Phenolic Compounds in Sprouting Canola	2304 -8158	Foods	Sang Un Park	Chang Ha Park, Nam Su Kim, Jong Seok Park,	8, 76-76	SCI

( <i>Brassica napus</i> L.).				Sook Young Lee, Jong Won Lee		
A recent overview on the biological and pharmacological activities of ferilic acid.	1611-2156	EXCLI Journal	Sang Un Park	Jae Kwang Kim	18, 132-138	SCI
Recent studies on kaempferol and its biological and pharmacological activities.	1611-2156	EXCLI Journal	Sang Un Park	Jae Kwang Kim	19, 627-634	SCI
Recent insights into biological functions of apigenin	1611-2156	EXCLI Journal	Sang Un Park	Jae Kwang Kim	19, 984-991	SCI
Transcriptome analysis and metabolic profiling of green and red mizuna ( <i>Brassica rapa</i> var. <i>nipposinica</i> ).	2304-8158	Foods	Sang Un Park	Chang Ha Park, Sun Ju Bong, Chan Ju Lim, Jae Kwang Kim,	9, 1079-1079	SCI
Metabolomic analysis reveals the interaction of primary and secondary metabolism in white, pale green, and green pak choi ( <i>Brassica rapa</i> subsp. <i>chinensis</i> ).	2468-0842	Applied Biological Chemistry	Sang Un Park	Hyeon Ji Yeo, Seung-A Baek, Ramaraj Sathasivam, Jae Kwang Kim	64, 3-3	SCI

### 제3절 수입대체 및 수출성과

- 수입대체 783,625,000원 (5년 누적성과)
- 수출 7,049,225 USD (5년 누적성과)

## 붙임. 참고문헌

Heng S, Shi D, Hu Z, Huang T, Li J, Liu L, Xia C, Yuan Z, Xu Y, Fu T, Wan Z. Characterization and classification of one new cytoplasmic male sterility (CMS) line based on morphological, cytological and molecular markers in non-heading Chinese cabbage (*Brassica rapa* L.). *Plant Cell Rep.* 2015 Sep;34(9):1529–37.

Dong X, Kim WK, Lim YP, Kim YK, Hur Y. Ogura-CMS in Chinese cabbage (*Brassica rapa* ssp. *pekinensis*) causes delayed expression of many nuclear genes. *Plant Sci.* 2013 Feb;199–200:7–17.

Wong RS, Zee SY, Swanson EB. Isolated microspore culture of Chinese flowering cabbage (*Brassica campestris* ssp. *parachinensis*). *Plant Cell Rep.* 1996 Feb;15(6):396–400.

Cao MQ, Li Y, Liu F, Doré C. Embryogenesis and plant regeneration of pakchoi (*Brassica rapa* L. ssp. *chinensis*) via in vitro isolated microspore culture. *Plant Cell Rep.* 1994 May;13(8):447–50.

Kim H, Jo EJ, Choi YH, Jang KS, Choi GJ. Pathotype Classification of *Plasmodiophora brassicae* Isolates Using Clubroot-Resistant Cultivars of Chinese Cabbage. *Plant Pathol J.* 2016 Oct;32(5):423–430.

Zhang H, Feng J, Manolii VP, Strelkov SE, Hwang SF. Characterization of a Gene Identified in Pathotype 5 of the Clubroot Pathogen *Plasmodiophora brassicae*. *Phytopathology.* 2015 Jun;105(6):764–70.

Lee SH, Hong MY, Kim S, Lee JS, Kim BD, Min BH, Baek NK, Chung YY. Controlling self-incompatibility by CO<sub>2</sub> gas treatment in *Brassica campestris*: structural alteration of papillae cell and differential gene expression by increased CO<sub>2</sub> gas. *Mol Cells.* 2001 Apr 30;11(2):186–91.

Shumilina DV, Shmykova NA, Bondareva LL, Suprunova TP. Effect of Genotype and Medium Culture Content on Microspore-Derived Embryo Formation in Chinese Cabbage (*Brassica rapa* ssp. *chinensis*) Cv. Lastochka. *Izv Akad Nauk Ser Biol.* 2015 Jul-Aug;(4):368–75.

[별첨 1]

## 연구개발보고서 초록

프로젝트명	(국문) 팍초이류 품종 개발				
	(영문) Development of Pak-choi Cultivars ( <i>Brassica rapa</i> subsp.)				
프로젝트 연구기관	아시아종묘(주)		프로젝트연구 책임자	(소속) 아시아종묘(주)	
참여기업	아시아종묘(주)			(성명) 임찬주	
총연구개발비 (2,093,750천원)	계	2,093,750천원	총 연구 기간	2017.1.1. ~ 2021.12.31 (5년)	
	정부출연 연구개발비	1,650,000천원	총 참여 연구원 수	총 인원	103 명
	기업부담금	443,750천원		내부인원	69 명
	연구기관부담금			외부인원	34 명
<p>○ 연구개발 목표 및 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 연구개발 목표 수출용 팍초이류 신품종 10종 개발, 종자수출 5년합계 합계 1,620만불 달성</li> <li>- 연구 성과 품종보호출원 14건, 품종보호등록 10건, 생산판매신고 5건, SCI논문 9편, 비SCI논문 1편, 기술이전 5건, 해외시험포 6건, 전시포 9건, 국내 매출액 783,625천원, 종자수출액 704.9만불 달성</li> </ul> <p>○ 연구내용 및 결과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수집 유전자원의 특성 검정 및 선발 우수한 팍초이 품종을 개발하기 위하여 국내를 비롯한 중국, 일본, 유럽, 동남아 등에서 다양한 팍초이류 품종을 수집 및 특성 검정을 실시, 선발 및 세대진진 하였다.</li> <li>- 유전자원 특성 검정, 선발 의한 계통 육성 국내를 비롯 중국, 일본, 유럽, 동남아시아 등에서 수집한 유전자원, 기보유 고정계통 및 분리계통을 우수계통을 분류하고 시설 및 노지시험포장의 특성검정, 자가불화합성검정, 세대진진 등을 수행하여 우수계통을 선발 및 육성하였다.</li> <li>- 뿌리혹병 내병성 계통 육성 뿌리혹병에 대한 내병성 계통 육성을 위하여 2017년부터 2021년까지 고정계통, 교배조합, 수집 유전자원, 육성계통, 소포자 배양에서 획득한 개체 등에 대하여 세대별 저항성 검정 및 선발작업을 실시하였다. 그 결과, 다양한 뿌리혹병 내병성 팍초이류 계통을 확보할 수 있었다.</li> <li>- 소포자 배양 소포자 배양에 의한 조합친 계통의 조기 다량 확보를 위하여 국내 및 해외 리딩 품종을 이용하여 소포자배양을 수행하였다. 다양한 조건의 팍초이 소포자적합 조건을 확립할 수 있었으며 배발생, 식물체유도, 화분이식, 순화, 종자채종, 특성검정 등을 통해서 다양한 팍초이류 소포자배양 계통을 확보할 수 있었다.</li> </ul>					



- 품종보호출원, 등록, 생산판매신고 등의 품종개발

싱싱골드, 레드티어, CR비취, PT-504, 임팩트, 그린자이언트, 소우, 퍼플퀸, 싱싱보너스, 참마당, 루비콘, 에픽하이, 화이트스머프, 초이스, 킹덤, 루비스, PT-2001, 캡틴그린, 퍼플미브즈나, 퍼플크라운, 윈더, 뷰티

- 논문

SCI논문 9편, 비SCI(Scopus급)논문 1편 달성

- 국내, 수출 마케팅 및 성과

시험포, 전시포 운영, 종자박람회 참가, 다양한 국가의 바이어와 수출 상담 및 시교, 국내 매출액 783,625천원, 종자수출액 704.9만불 달성

○ 연구성과 활용실적 및 계획

수집된 유전자원과 육성계통을 이용하여 수출에 적합한 우수한 품종 육성 및 선발조합이 국내 시장과 유럽, 북미, 오세아니아, 중국, 일본 등에서 좋은 반응을 받고 있어서 향후 수출전망이 매우 밝을 것으로 예상된다. 또한 골든시드프로젝트(Golden Seed Project)에 참여하며 1.2단계 동안 구축한 품종, 유전자원, 계통을 활용하여 적극적으로 팥초이류 종자수출 시장을 개척하는 데 활용할 것이다.

# 자체평가보고서

사업단명	GSP채소종자사업단	과제번호	213006-05-5- CGE00		
프로젝트명	팍초이류 품종개발				
프로젝트연구기관	농업회사법인 아시아종묘(주)				
연구담당자	프로젝트 연구책임자	임찬주			
	세부프로젝트 연구책임자	기관(부서)	아시아종묘(주)	성명	임찬주
		기관(부서)	뉴란바이오	성명	이병균
		기관(부서)	충남대학교(위탁)	성명	박상언
연구기간	총기간	2017.01.01 ~ 2021.12.31 (5년)	당해연도기간	12개월	
연구비(천원)	총규모	2,093,750	당해연도규모	418,750	

1. 연구는 당초계획대로 진행되었는가?

당초계획 이상으로 진행       계획대로 진행       계획대로 진행되지 못함

계획대로 수행되지 않은 원인은?

2. 당초 예상했던 성과는 얻었는가?

예상외 성과 얻음       어느 정도 얻음       얻지 못함

구분	품종개발		특허		논문		분자 마커	유전자 원		국내매 출액 (천원)	종자 수출액 (만불)	기술 이전	마케팅 전략 추진 보고서	인력 양성
	출원	등록	출원	등록	SCI	비SCI		수집	등록					
최종목표	10	10			5						1,620			
연구기간 내 달성실적	14	10			9	1	2			783,625	704.9	5		
달성율(%)	140	100			180	초과 달성	초과 달성			초과 달성	43.5	초과 달성		

3. 연구개발 성과 세부 내용

3-1 기술적 성과

- 팍초이의 자가불화합성 기술을 확보하였음.
- 뿌리혹병 저항성 팍초이 계통을 성공적으로 확보하였음.
- 기후변화에 대응할 수 있는 다양한 환경의 유전자원을 확보하였음
- 내수 및 수출경쟁력 있는 가공, 조리용 팍초이 품종을 개발할 수 있었음.

3-2 과학적 성과

- 팍초이의 자가불화합성기술을 확보하였으며 과학적으로 흥미로운 분석이 가능한 다양한 계통을 확보하였음
- 기존에 알려지지 않았던 새로운 생리활성물질이 팍초이내에 다양하게 존재한다는 사실을 알게되었음

3-3 경제적 성과

- 수입대체 및 수출을 할 수 있는 품종개발 능력, 생산, 마케팅능력, 거래처확보 등을 완료하였으며 수출을 성공적으로 수행할 수 있었음

3-4 사회적 성과

- 현재 우리나라에서는 일본 종자를 대부분 수입해서 팍초이를 재배하고 있는 실정임. 이에 따라 종자 공급이 불안정 하여 농민들의 고충이 심한 상태임. 따라서 본 프로젝트를 통해 어느 정도 농민들의 고충을 덜어줄 수 있는 기반을 마련하였다고 자평함

3-5 인프라 성과

- 본 프로젝트를 통해서 세계적 수준의 다양한 청경채, 어린잎타입의 팍초이 품종개발 인프라를 구축할 수 있었음

4. 연구과정 및 성과가 농림어업기술의 발전·진보에 공헌했다고 보는가?

- 공헌했음
- 현재로서 불투명함
- 그렇지 않음

5. 경제적인 측면에서 종자산업의 수출증대와 수입대체에 공헌했다고 보는가?

- 공헌했음
- 현재로서 불투명함
- 그렇지 않음

6. 얻어진 성과와 발표상황

6-1 경제적 효과

- 기술료 등 수익                    수 익 :
- 기업 등예의 기술이전            기업명 :
- 기술지도 등                        기업명 :



8. 관련된 기술의 발전속도나 추세를 감안할 때 연구계획을 조정할 필요가 있다고 생각하십니까?

- 없다                       약간 조정필요                       전반적인 조정필요

9. 연구과정에서의 애로 및 건의사항은?

(※ 아래사항은 기업참여시 기업대표가 기록하십시오)

1. 연구개발 목표의 달성도는?

- 만족                       보통                       미흡

(근거 : 경쟁력 있는 품종개발을 완료하였으며 실제로 수입대체 및 수출이 이루어졌음)

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

가. 연구 성과가 참여기업의 기술력 향상에 도움이 되었는가?

- 충분                       보통                       불충분

나. 연구 성과가 기업의 시장성 및 경제성에 도움이 되었는가?

- 충분                       보통                       불충분

3. 연구개발 계속참여여부 및 향후 추진계획은?

가. 연구수행과정은 기업의 요청을 충분히 반영하였는가?

- 충분                       보통                       불충분

나. 향후 계속 참여 의사는? (※중간·단계평가에 한함)

- 충분                       고려 중                       중단


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

- 확대                       동일                       축소

4. 연구개발결과의 상품화(기업화) 여부는?

- 즉시 기업화 가능     수년 내 기업화 가능     기업화 불가능

5. 기업화가 불가능한 경우 그 이유는?

구 분	소 속 기 관	직 위	성 명
프로젝트 책임자	농업회사법인 아시아종묘(주)	부장	임찬주 

[별첨 2]

## 연구성과 활용계획서 (2017~2021)

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야		
프로젝트명	팍초이류 품종개발			
프로젝트 연구기관	농업회사법인 아시아종묘(주)	프로젝트연구책임자	임찬주	
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	1,650,000천원	443,750천원		2,093,750천원
연구개발기간	2017.1.1. ~ 2021.12.31 (5년)			
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타( ) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유: )			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 수집 유전자원의 특성 검정 및 선발	우수한 팍초이 품종을 개발하기위하여 국내를 비롯한 중국, 일본, 유럽, 동남아 등에서 다양한 팍초이류 품종을 수집 및 특성 검정을 실시, 선발 및 세대진전 하였다
② 유전자원 특성 검정, 선발 의한 계통 육성	국내를 비롯 중국, 일본, 유럽, 동남아시아 등에서 수집한 유전자원, 기보유 고정계통 및 분리계통을 우수계통을 분류하고 시설 및 노지시험포장의 특성검정, 자가불화합성검정, 세대진전 등을 수행하여 우수계통을 선발 및 육성하였다.
③ 뿌리혹병 내병성 계통 육성	뿌리혹병에 대한 내병성 계통 육성을 위하여 2017년부터 2021년까지 고정계통, 교배조합, 수집 유전자원, 육성계통, 소포자 배양에서 획득한 개체 등에 대하여 세대별 저항성 검정 및 선발작업을 실시하였다. 그 결과, 다양한 뿌리혹병 내병성 팍초이류 계통을 확보할 수 있었다.
④ 소포자 배양	소포자 배양에 의한 조합친 계통의 조기 다량 확보를 위하여 국내 및 해외 리딩 품종을 이용하여 소포자배양을 수행하였다. 다양한 조건의 팍초이 소포자적합 조건을 확립할 수 있었으며 배발생, 식물체 유도, 화분이식, 순화, 종자채종, 특성검정 등을 통해서 다양한 팍초이류 소포자배양 계통을 확보할 수 있었다.
⑤ 품종보호출원, 등록, 생산판매신고, 및 논문	싱싱골드, 레드티어, CR비취, PT-504, 임팩트,

	그린자이언트, 소우, 퍼플퀸, 싱싱보너스, 참마당, 루비퀸, 에픽하이, 화이트스머프, 초이스, 킹덤, 루비스, PT-2001, 캡틴그린, 퍼플미브즈나, 퍼플크라운, 윈더, 뷰티 등 품종개발, 기술실시 5건, 및 SCI논문 9편, 비SCI(Scopus급)논문 1편 달성
⑥ 국내, 수출 마케팅	시험포, 전시포 운영, 종자박람회 참가, 다양한 국가의 바이어와 수출 상담 및 시교, 국내 매출액 783,625천원, 종자수출액 704.9만불 달성

\* 결과에 대한 의견 첨부 가능

### 3. 연구비 집행실적 (2017~2021 누적)

구분	세부프로젝트명	금액	계획금액	사용액	잔액	비고
배추	샐러드용 파초이류( <i>Brassica rapa</i> subsp.) 품종육성		1,593,750천원	1,582,248천원	11,502천원	
	볶음용 파초이 품종육성		500,000천원	496,650천원	3,350천원	
총계			2,093,750천원	2,078,898천원	14,852천원	

### 4. 연구목표 대비 성과

구분	품종개발		특허		논문		분자 마커	유전자원		국내매출액(천원)	종자수출액(만불)	기술이전	마케팅 전략 수립 보고서	인력양성
	출원	등록	출원	등록	SCI	비SCI		수집	등록					
최종목표	10	10			5						1,620			
최종실적	14	10			9	1	2			783,625	704.923	5		
달성율(%)	140	100			180	추가 달성	추가 달성			추가 달성	43	추가 달성		
1차년도	목표	2	1		1						170			
	실적	2	1		0		1			200,000	143.8	1		
	달성률	100	100			0		추가 달성		추가 달성	84	추가 달성		
2차년도	목표	2	2		1						210			
	실적	3	4		3	1	1			118,600	156.9	1		
	달성률	150	200			300	추가 달성	추가 달성		추가 달성	74	추가 달성		
3차년도	목표	2	2		1						240			
	실적	3	3		2					303,425	128.895	1		
	달성률	150	150			200				추가 달성	53.7	추가 달성		
4차년도	목표	3	3		1						400			
	실적	2	0		3					83,200	133.5	1		



	달출	66	0			300				추가 달성	33	추가 달성		
5차 년도	목표	1	2			1					600			
	실적	4	2			1				78,400	141.82	1		
	달출	400	100			100				추가 달성	23	추가 달성		

### 5. 핵심기술

구분	핵심기술 명
①	싱싱골드(4계절 재배용 다수확성 청경채)
②	임팩트(진녹색의 4계절 재배용 청경채)
③	그린자이언트(생장이 빠른 진녹색의 4계절용 소송채)
④	루비콘(진자색의 결각이 강한 경수채)
⑤	에픽하이(고기능성 에피카테킨 고함유 진자색 다채)
⑥	킹덤(진녹색, 만추대의 4계절용 청경채)
⑦	루비스(인기품종CSCR대비 붉은색 추가된 다채품종)
⑧	캡틴그린(내서성, Fusarium tolerance 청경채)
⑨	퍼플미브즈나(고기능성 글루코시놀레이트, 글루코내핀 고함량, 자색의 어린잎채소)
⑩	CR비취(뿌리혹병 저항성 청경채)
⑪	참마당
⑫	초이스
⑬	윈더
⑭	뷰티

### 6. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술	v					v	v			
②의 기술	v					v				
③의 기술	v					v				
④의 기술	v					v	v			
⑤의 기술	v					v				
⑥의 기술	v					v	v			
⑦의 기술	v					v				
⑧의 기술	v					v	v			
⑨의 기술	v					v				
⑩의 기술	v					v				
⑪의 기술	v					v				
⑫의 기술	v					v				
⑬의 기술	v					v				
⑭의 기술	v					v				

\* 각 해당란에 v 표시

7. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술 명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	국내 청경채 시장 수입대체
②의 기술	국내 청경채 시장 수입대체, 중국, 유럽 등 수출
③의 기술	북미지역 샐러드용 소송채
④의 기술	오세아니아지역 베이비리프용 진자색 경수채
⑤의 기술	선진국지역 타겟 고기능성 다채타입의 어린잎 채소
⑥의 기술	국내 시장 청경채 수입대체, 만주대 청경채 소요지
⑦의 기술	영국 오세아니아 지역 샐러드용 적자색다채
⑧의 기술	대만, 남중국, 동남아시아 수출용 내서성 청경채
⑨의 기술	선진국지역 타겟 고기능성 자색경수채타입의 어린잎 채소
⑩의 기술	뿌리혹병 내병성 국내 및 중국 수출용 청경채
⑪의 기술	국내 및 중국 수출용 청경채
⑫의 기술	국내 및 중국 수출용 청경채
⑬의 기술	국내 및 중국 수출용 청경채
⑭의 기술	국내 및 중국 수출용 청경채

8. 연구종류 후 성과창출 계획

구분	품종개발		특허		논문		분 자 마 커	유전자원		국내매 출액 (천원)	종자 수출액 (만불)	기술 이전	마케팅 전략 비즈니스 보고서	인력 양성
	출 원	등 록	출 원	등 록	SCI	비SCI		수 집	등 록					
최종목표	10	10			5						1,620			
연구기간 내 달성실적	14	10			9	1	2			783,625	704.9	5		
연구종료 후 성과창출 계획		4									100			

9. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술 명	캡틴그린		
이전형태	<input checked="" type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	25,500천원(농업회사 법인 기술료 전액감 면)
이전방식	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input checked="" type="checkbox"/> 기타 (직접실시)		
이전소요기간	기술이전 완료	실용화예상시기	2023
기술이전 시 선행조건	기술이전 완료		

\* 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성

\*\* 기술이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)

\*\*\* 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 Golden Seed 프로젝트 사업 연구개발과제 최종 보고서 이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원)에서 시행한 Golden Seed 프로젝트 사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.