

발 간 등 록 번 호

11-1543000-003906-01

배추과 육종소재 신속개발 및 서비스

2022. 3. 25.

프로젝트연구개발기관 / 농촌진흥청 국립원예특작과학원

세부프로젝트연구기관 / 농촌진흥청 국립원예특작과학원

농 립 축 산 식 품 부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “Golden Seed 프로젝트 사업”(기간 : 2017. 1. - 2021. 12.) 배추과 육
종소재 신속개발 및 서비스 프로젝트의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 3. 25.

프로젝트연구기관명 : 농촌진흥청 국립원예특작과학원 (대표자) 이지원 (인)

세부프로젝트연구기관명 : 농촌진흥청 국립원예특작과학원 (대표자) 이지원 (인)

참여기관명 : 송남대학교 산학협력단 (대표자) 정종윤 (인)

프로젝트연구책임자 : 장윤아

세부프로젝트연구책임자 : 장윤아

참여기관책임자 : 김창수

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라
보고서 열람에 동의 합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

| | | | | | |
|------------------|---------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------|--|
| 과제고유번호 | 213006-05-5-CGH00 | 해당단계 연구기간 | 2017.1.1.~ 2021.12.31. (5년) | 단계구분 | (2단계)/ (2단계) |
| 연구사업명 | 단위사업 | Golden Seed 프로젝트사업 | | | |
| | 사업명 | GSP채소종자사업단 | | | |
| 프로젝트명 | 프로젝트명 | 배추과 육종소재 신속개발 및 서비스 | | | |
| | 세부프로젝트명 | 배추과 육종소재 신속개발 및 서비스 | | | |
| 프로젝트책임자 | 장윤아 | 해당단계 참여연구원 수 | 총: 36명 내부: 36명 외부: 명 | 해당단계 연구개발비 | 정부: 1,104,000천원 민간: - 천원 계: - 천원 |
| | | 총 연구기간 참여연구원 수 | 총: 36명 내부: 36명 외부: 명 | 총 연구개발비 | 정부:1,104,000천원 민간: - 천원 계: - 천원 |
| 연구기관명 및 소속부서명 | 농촌진흥청 국립원예특작과학원 채소과 | | | 참여기업명 | - |
| 국제공동연구 | 상대국명: - | | | 상대국 연구기관명: | - |
| 위탁연구 | 연구기관명: 충남대학교 | | | 연구책임자: | 김창수 |

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

| | |
|-------------------------|----|
| 연구개발성과의 보안등급 및 사유 | 일반 |
|-------------------------|----|

| 구분 | 논문 | 특허 | 보고서 원문 | 연구시설·장비 | 기술요약 정보 | 소프트 웨어 | 화합물 | 생명자원 | | 신품종 | |
|-------------|--|----|-----------|---------|------------|-----------|-----|----------|----------|-----|----|
| | | | | | | | | 생명 정보 | 생물 자원 | 정보 | 실물 |
| 등록·기탁 번호 | 1. Can. J. Plant Sci. 98:1072-1083 2. Genes 2020, 11, 337 | | | | | | | | | | |

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

요약

본 연구는 배추과 채소 품종 육성 회사의 수출 및 내수 목표 부합 소재신속 개발을 위한 소포자 배양기술 적용 및 배상체 발생을 제고 기술 개발을 위해 수행되었다. 소포자 배양기술을 이용한 배추과 채소 육종 소재 개발과 배추과 소포자 배양 효율 증진 연관 인자의 유전적 탐색 연구를 수행하였다. 소포자 배양용 소재 선발을 위해, 수집 자원 및 보유 육성 자원에 대해 뿌리혹병 저항성, 내재해성, 글루코시놀레이트 함량 등을 평가하여 우수 자원을 선발, 배추과 소재신속 개발을 위한 소포자 배양 소재로 활용하였다. 이를 통해 뿌리혹병, 흰가루병 저항성, 내서성 자원 등 유래 소포자 배양 식물체를 획득하였다. 아울러 배추과 채소 소포자 배양 기술 고도화를 위해 배지 등 배양 조건을 확립하였고, 배양 효율 향상을 위해 광 환경 등 배양 환경 개선을 검토하였다. 배추과 채소 품종 육성 회사의 수출 및 내수 목표 부합 소재신속 개발을 위한 소포자 배양 서비스를 실시하였다. 5년간 대일국제종묘 등 8개 업체로부터 배추, 무, 팥초이 등 총 1,137점을 의뢰받았다. 이들을 소포자 배양하여 획득한 배상체 수는 총 10,014개였다. 배추과 소포자 배양 효율 연관 유전 인자 탐색을 위해 유전집단의 분석을 위하여 GBS를 이용하여 단일표지분석법을 실시하였다. 재분화율과 연관관계를 가지는 SNP의 염기서열을 이용하여 배추 표준유전체와의 비교 분석하고 물리적으로 근접한 유전자 정보를 탐색하여, 재분화율과 관련된 총 55개의 분자표지(SNPs)를 찾고 이 중 15개의 분자표지와 물리적으로 가까운 위치에 있는 10개의 재분화율 관련 후보 유전자 군을 발굴하였다. 재분화율 연구관련 F₁ 집단 QTL 분석을 통해 모계유전지도에서 총 3개, 부계 유전지도에서 총 1개의 QTL이 소포자 배양 효율과 연관이 있는 것을 확인하였다. 이와 같은 결과를 SCI 저널에 2편 논문게재하였다.

보고서 면수

<요약문>

| | |
|------------------------------------|--|
| <p>연구의 목적 및 내용</p> | <p><연구의 목적></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 배추과 채소 품종 육성 회사의 수출 및 내수 목표 부합 소재 신속 개발을 위한 소포자 배양기술 적용 및 배상체 발생을 제고 기술 개발 ○ 소포자 배양기술을 이용한 배추과 채소 육종 소재 개발 ○ 배추과 소포자 배양 효율 증진 연관 인자의 유전적 탐색 연구 <p><연구의 내용></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국내외 다양한 배추과 자원(배추, 무 등)의 소포자 배양 서비스 실시 ○ 배추과 소포자 배양 기개발 기술 적용 및 최선 조건 탐색 <ul style="list-style-type: none"> - 소포자 배양 난이 배추과 자원의 배양체 획득을 위한 첨가물 (비타민, 호르몬 등) 등 추가 시험 - 배추과 소포자 배양 효율 증진을 위한 세부 조건 구명 ○ 배추과 소포자 배양 효율 증진을 위한 배양 효율 높은 소재 집단 개발 및 분양 ○ 배추과 채소의 수출 및 내수 확대를 위한 우수 형질(내병성, 내재해성, 고품질 등) 보유 소재 개발 ○ 배추과 소포자 배양 효율 연관 유전 인자 탐색 ○ 우수 특성 보유 소재의 활용도 제고를 위한 연구 협력 |
| <p>연구개발성과</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 종자회사 대상 배추과 채소 소포자 배양 서비스 실시 <ul style="list-style-type: none"> - 배양 서비스: 1,137점(배추 등, 대일국제종묘 등 8개 업체) - 배상체 획득수: 10,014개 ○ 배추과 채소 소포자 배양기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 배양 환경 개선(광 환경 등)을 통한 배양 효율 향상 ○ 배추과 채소 소포자 배양 유래 자원의 계통화 <ul style="list-style-type: none"> - 소포자 배양용 선발 소재를 활용한 소포자 배양 및 배양 식물체 획득(뿌리혹병, 흰가루병 저항성, 내서성 자원 등 유래) |
| <p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ 다국적 종자회사에서 배추과 모든 채소 작목의 소포자 배양에 의한 계통 육성을 적극적으로 추진 ○ DH inbred line은 유전적으로 순도가 매우 높아 품종 육성 뿐 아니라 내병성, 기능성 및 환경저항성 등 다양한 목표에 부합함 ○ 다양한 자원의 개발이 용이하며, 유전적 순도가 높아 분자표지 적용이 용이하고 하나의 특성 발현에 다수 유전자가 관여될 경우 해당 유전자의 집적도 가능하여 활용 가치가 높음 ○ DH inbred line 또는 이를 이용한 일대잡종 품종의 우수 특성 발현 관련 유전 정보, 기능성 성분 분석, 내병성 등 발현 입증으로 홍보 및 사업화 촉진 |

| | | | | | |
|------------------|----------|-----------------------|------------------|-------------------|----------------|
| 국문핵심어 (5개 이내) | 배추과 채소 | 소포자 배양 | 배상체 | 배가 반수체 | 내혼계 |
| 영문핵심어 (5개 이내) | Brassica | microspore culture | embryoid body | double haploid | inbred line |

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

<본문목차>

< 목 차 >

| | |
|-----------------------------|-----|
| 1. 연구개발과제의 개요 | 1 |
| 2. 연구수행 내용 및 결과 | 8 |
| 3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 | 124 |
| 4. 연구결과의 활용 계획 등 | 127 |
| 붙임. 참고 문헌 | 128 |

<별첨 1> 연구개발보고서 초록

<별첨 2> 연구성과 활용계획서

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

- 배추과 채소 품종 육성 회사의 수출 및 내수 목표 부합 소재신속 개발을 위한 소포자 배양기술 적용 및 배상체 발생을 제고 기술 개발
- 소포자 배양기술을 이용한 배추과 채소 육종 소재 개발
- 배추과 소포자 배양 효율 증진 연관 인자의 유전적 탐색 연구
 - 배추과 채소의 소포자배양 계통 특성 및 유전형 정보의 수집
 - 소포자배양 관련 분자표지를 이용하여 소포자배양의 효율성을 사전에 검정할 수 있는 시스템 구축
 - 배추과 채소에서 유전적 다형성 자료 수집의 분석 파이프라인(GBS)을 확립하여 다른 형질에 적용할 수 있는 기반을 마련

1-2. 연구개발의 필요성

- 김치의 주재료이자 국내 10대 주요 채소인 배추와 무 생산 현황
 - 2020년 배추의 재배면적과 생산량은 30,949ha, 2,242,640톤으로, 작형별로는 봄배추 7,816ha, 400,879톤, 고랭지배추 5,056ha, 221,822톤, 가을배추 13,854ha, 1,339,742톤, 겨울배추 4,224ha, 280,197톤이었음. 전통적인 김치 문화에서 매우 중요한 작물임
 - 2020년 무의 재배면적과 생산량은 20,519ha, 1,178,631톤으로 2000년의 약 4만ha를 정점으로 이후 점차 감소하고 있음. 작형별로는 봄무 5,994ha, 239,373톤, 고랭지무 2,792ha, 113,554톤, 가을무 5,147ha, 396,605톤, 겨울무 6,586ha, 429,099톤이었음. 기원 전부터 재배가 시작된 채소로 다양한 비타민과 소화를 돕는 효소 등이 함유되어 있고 무기염류와 섬유질이 풍부하여 다이어트 용으로도 훌륭한 채소임
- 배추과 채소 안정생산을 위한 내재해, 내병성, 고기능성 육종소재 개발 필요
 - 지구 온난화로 인한 기상이변으로 모든 작형의 배추 재배에 병해충 및 생리장해가 빈번하게 발생되고 있음. 따라서 다양한 계통을 신속하게 개발할 수 있는 소포자 배양법을 활용하여 다양한 내병성, 내서성, 내병성, 내습성 등 환경 저항성 품종의 신속한 육성으로 기상이변에 대응할 수 있는 유전자 풀을 개발하여, 이를 민간 종자 회사와 공유함으로써 국내 품종 육성의 기반을 한 단계 업그레이드 가능함
 - 현재 국내 개발된 무, 배추 등 배추과 채소의 품종은 품질이 매우 우수하여 중국, 인도, 동남아 및 유럽 등에서 각광을 받고 있으나, 급변하는 기후 및 소비자의 니즈에 부합하기 위하여 다양한 유전자 풀의 개발이 필요함
 - * 한두명의 육종가가 육종을 주도하는 국내 기업 여건을 개선(유전자 풀의 확대)하기 위해 국공립 연구기관에서의 육종소재 개발 및 보급이 절실한 실정임
- 배추과 채소의 대표적인 병 뿌리혹병에 의한 피해 심각
 - 배추과 채소에 있어 대표적인 병인 뿌리혹병(Clubroot disease)은 무사마귀병이라고도 불림. 토양 전염성이며 절대 활물 기생균인 *Plasmodiophora brassicae* (Woron.) 균에 의해 발병됨. 거의 모든 배추과 채소작물에 뿌리혹병을 일으키며 전 세계적으로 심각한 피해를 주고 있는 대표적인 균임
 - 주로 배추과 작물을 기주로 서식하여 뿌리의 이상비대 증상을 유발함(Braselton, 1995). 배추에서의 병징은 환경, 지역에 따라 차이가 있으나, 주로 지하부에 병반이 확대되면 표면이 갈라지고, 변색, 뿌리 끝이 까맣게 변함, 잔뿌리 발생, 굴곡 등임. 무에서는 뿌리가 한 갈래로 뻗지 못하고 여러 방향으로 갈라지거나 나선형으로 꼬이는 등 다양한 모양으로 나타나며(Jang 등,

2007), 지상부는 위조, 위축되며 심하면 왜화와 암황색으로 변색됨

- 국내에서는 1920년 수원과 서울 근교에서 최초로 뿌리혹병 발견(Nakata와 Takimoto, 1928) 이후 그 피해가 심각한 수준은 아니었으며, 1980년대에 전북, 경기 지방에 일부 발생, 1990년대 중반 강원도 고령지 재배 지역에 발병 보고. 1990년대 후반부터 경기 지역 뿐만 아니라 전라도, 경상도 등으로 급속도로 확산(Jang 등, 2001; Lee 등). 2010년대 봄, 여름, 가을, 겨울, 계절 및 작형에 상관없이 전국에서 발병, 배추의 품질 감소 및 30~70%의 생산량 감소를 유발하여 국내 배추 생산에 큰 위협(Park 등, 2011)

○ 배추과 채소가 함유한 항암, 항산화 물질과 우수한 기능성

- 배추과 채소는 글루코시놀레이트, 비타민, 카로티노이드, 폴리페놀 등 다양한 기능성 성분들과 무기질을 함유하고 있음(Choi 등, 1995). 배추과 채소에 많이 함유되어 있는 글루코시놀레이트는 황을 함유하는 2차 대사산물로, 독특한 향과 매운맛을 냄. 2010년 기준 약 200여종의 글루코시놀레이트가 보고되었으며, 이중 30여종이 생리활성을 갖는 것으로 알려짐(Clarke, 2010)
- 최근 전 세계적으로 관심이 증가하는 건강 기능성 품종의 개발에 DH라인을 활용할 경우, 순도가 높고 그 발현이 안정적이며 효과적인 시장의 공급이 가능함. 또한 배추과 채소는 생육이 빨라 식물 공장에 적합한 채소로 기능성 건강 개선제 등 건강 보조제의 개발에 용이하여 새로운 시장 개척에도 용이함

○ 배추과 채소의 유용자원 수집 및 육종 재료 신속 개발 기술 개발

- 배추과 채소 종자의 수출 증진을 위하여 중국 북부, 중부, 남부 등 해당 지역 시장에 부합한 다양한 고순도 육종 소재의 신속 개발이 요구됨. 특히 다양한 채소 종자의 고순도 일대잡종 품종의 생산을 위해 거대 다국적 기업에서는 현재까지 육성된 계통을 소포자 배양하여 순도를 증진하는 대형 프로젝트를 활발하게 추진하고 있음
- * 소포자 배양은 반수체인 소포자를 고온 처리나 인위적인 자극에 의해 배가시켜 Doubled Haploid(DH) 식물체를 만들어내는 기술로 육종적으로 매우 유용한 기술임. 배가된 DH 식물체는 100% 동형접합체(Homozygote)이며 배양 초기 세대에 유전적으로 고정이 완료되기 때문에, 육종 연한을 크게 단축시킬 수 있다는 장점이 큼

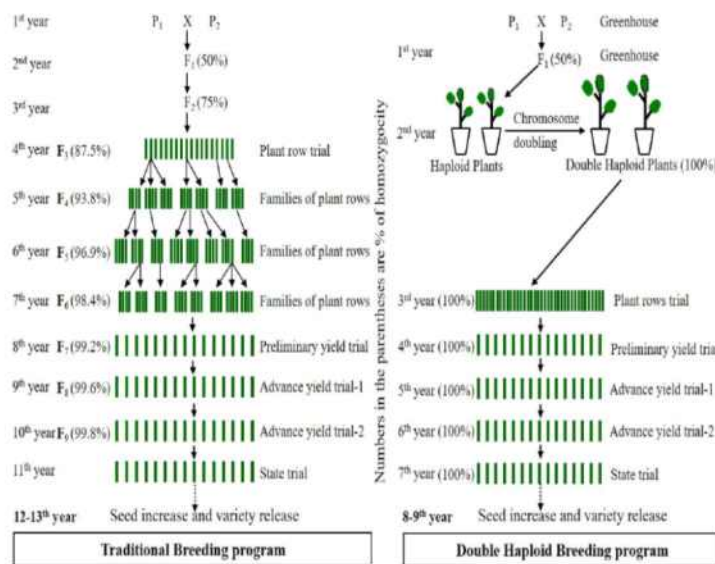


그림 2. 전통 교배육종과 소포자 배양을 이용한 배가반수체 육종의 비교(Tefera, 2017)

* 현재 소포자 배양법은 국내외 종자회사 및 연구기관에서 육종의 한 기술로 본격적으로 활용하고 있음

○ 배추과 채소 소포자 배양 효율 향상 및 소포자 배양 유래 식물체 확보 필요

- 타식성 작물인 배추과 채소의 소포자 배양을 통해 전통 교배육종보다 조기에 미동유전자까지 고정된 순수한 내흔계를 육성할 수 있음
- 소포자 배양의 성공 여부는 모식물의 유전자형(Ferrie 등, 1995; Kim과 Lee, 1997), 배양 모식물의 생육환경 배양시 배지 조성이나 배양 환경 등 다양한 요인의 영향을 받는 것으로 보고됨(Takahata 등, 1991; Lee 등, 2000; Dias, 2001; Gu 등, 2004).
- 작물별 소포자 배양 방법 확립 및 배양 효율을 높일 수 있는 기술 개발, 이를 통해 소포자 배양 유래 우수 계통의 육성이 요구됨

1-3. 국내외 연구현황

○ 유채를 시작으로 겨자, 배추, 양배추 등 다양한 배추과 채소에 대한 소포자 배양 연구 진행

- (국외) 배추과 채소의 소포자 배양은 Lichter에 의해 유채(*Brassica napus*)에서 최초 성공(Lichter, 1982). 소포자 배양이 약 배양보다 배양 효율이 높다는 장점이 부각되기 시작하면서 에디오피아겨자(*Brassica carinata* BRAUN)와 유채의 소포자유래 배발생 효율을 높이기 위한 연구(Chuong과 Beversdorf, 1985), 결구배추(*Brassica. rapa* ssp. *pekinensis*)에서의 소포자 유래 식물체 유도(Sato 등, 1989), 양배추(*Brassica. oleracea* L.)의 소포자 유래 배와 식물체재생효율을 높이기 위한 연구(Takahata와 Keller, 1991), 청경채(*Brassica rapa* ssp. *Chinensis*)의 배와 식물체 재생유도(Cao 등, 1994)에 성공. 1996년에는 조직배양이 어려운 무(*Raphanus sativus* L.)에서도 소포자 배양을 통한 배 발생 유도(Takahata 등, 1996) 등 관련 연구 보고가 이어짐
- (국내) 1995년 배추와 무의 속간 교잡종인 배추무(*×Brassicoraphanus*)와 녹색 꽃양배추의 소포자 배양을 시작으로(Hong과 Lee, 1995; Lee과 Nam, 1995), 결구배추와 한국순무(*B. campestris* ssp. *rapa*)의 F₁ 잡종에서 소포자 배양에 성공하였으며(Kim과 Lee, 1997), 배추 무름병 저항성 순계 육성(Lee 등, 2001)에 관한 연구 등이 이루어짐

○ 소포자 배양에 영향을 주는 요인과 배양 효율 향상 연구

- 소포자 배양에 영향을 주는 요인에는 배양 재료의 유전자형, 모식물의 생육 조건, 수집된 꽃봉오리의 길이, 고온 스트레스 처리를 위한 온도 처리 조건, 염색체 배가(Chromosome Doubling)를 위한 처리, 배지조성과 성장조절 물질의 첨가 유무 등이 있음
- 배추과 채소의 경우 소포자 배양시 NLN배지에 치상 후 31~33℃의 고온 처리를 수일 진행하여 상온으로 옮기는 과정에서 배 발생과 염색체 배가된 식물체 획득이 가능한 것으로 보고(Park 등, 2010)
- 소포자 배양시 소포자의 발달 단계가 배 발생에 영향을 미쳐, 1핵기 후반(late uni-nucleate)에서 이른 2핵기(early bi-nucleate)단계의 소포자가 배로 발달한다는 보고(Fan 등, 1988; Pechan과 Keller, 1988). 소포자의 발달 단계는 꽃봉오리의 길이와 관련이 있어, 보통 꽃봉오리 길이가 배추 2~3mm, 유채 3~4mm, 양배추 5~6mm일 때 1핵기 후반에 해당(Gu 등, 2003; 2004)
- Na 등(2009)은 배추, 브로콜리, 무의 배 발생 증가를 위해 NLN 배지의 농도, 활성화탄(Activated charcoal), AgNO₃, 미량원소 및 washing media 종류 등 배추과 채소의 소포자 배양시 조건 확립 연구 진행
- 소포자 배양시 배 발생 향상과 함께 배로부터 식물체로 재생되는 효율을 높이고자 하는 연구도 진행. Zhang 등(2006)은 식물체 재생에 효과적인 배의 길이, 계대 배양시기, 고체 배지 치상 전 저온처리, 배의 건조, 자엽의 절단 등이 식물체 재생에 효과적이라고 보고

- 유전자형별 소포자 배양 조건 구명에 관한 국내외 연구 지속(Takahashi 등, 2012; Kim 등, 2012; Soe 등, 2014), 배추과 작물의 배의 발생과 연관된 RAPD(Randomly amplified polymorphic DNA) 마커 연구(Zhang 등, 2003), 유체의 배 발달 과정 중 관찰되는 유전자 발현 프로파일링 연구(Malik과 Krochko, 2009), 유체의 shoot meristem에서 관찰되는 유전자 발현 분석(Elhiti 등, 2013), 배추의 segregation distortion 분석을 통한 배 발생량과 관련된 Loci 연구(Kitashiba 등, 2016) 등 최근까지 배추과 채소에서는 소포자 배양에 분자생물학적 연구가 적용
- 분자유종연구에서 차세대 염기서열 분석기술(NGS, next generation sequencing)에 관한 연구가 도입되기 시작하면서, 반수체 육종기술은 유전적으로 고정된 Inbred Line을 신속 육성할 수 있다는 더욱 중요해짐. 최근 RAD-seq(restriction site associated DNA sequencing)와 GBS(genotyping-by-sequencing) 등 기술이 보편화 되면서 더 다양한 종에서 빠르게 유전집단을 mapping 할 수 있게 됨. 그에 따라 이형접합성이 높은 F₂ 집단이나 육성 기간이 오래 걸리는 RIL(recombinant inbred line) 집단에 비해 반수체 육종기술을 이용한 DH집단이 육성이 빠르고 이용 가치가 높아, DH 집단 생산에 관한 기술적인 연구가 더욱 중요하게 여겨지고 있음(Lee 등, 2016)

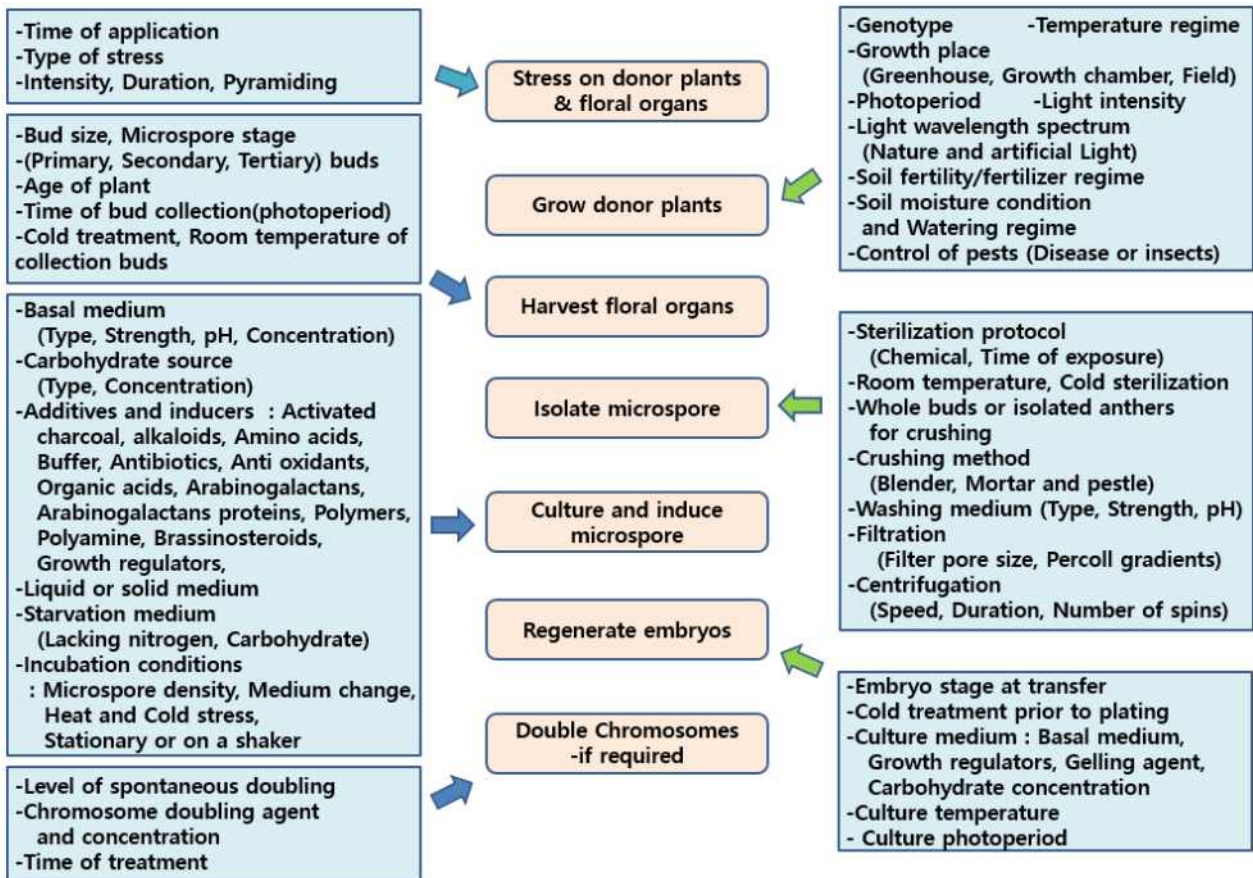


그림 3. 소포자 배양 과정과 영향을 주는 요인(Ferrie 등, 2011)

- 2011년에 Ferrie 등은 소포자배양에서 영향을 줄만한 요소들을 모식물의 생육 시 스트레스와 생육조건부터 염색체 배가까지 소포자 배양 전반적인 단계에 따라 상세히 정리(그림 2) Ferrie 등은 소포자배양에 영향을 주는 요인들은 크게 ①모식물의 생육 시, 식물재료와 화기 구성요소에 오는 외부적 스트레스, ②생육관리 조건(생육장소의 종류(온실, 노지, 비닐

하우스), 온도, 습도, 토양상태, 병충해 유무 등), ③꽃봉오리 수집조건(크기, 식물의 나이, 시기), ④소포자의 분리 조건(소포자 분리 시 실험환경, 표면살균 시 화학적인 종류와 방법, 꽃봉오리 Grinding시 사용도구와 방법, Filtering시 거름망의 조건, 원심분리 시 속도와 회수 등), ⑤분리된 소포자의 배양조건(배지조성, 첨가제 및 배지의 물성, 배양실 조건 등), ⑥배 발생 단계에서의 조건 (MS고체배지로 옮겨주는 시기, 저온처리, 배양온도 등), ⑦염색체 배가단계에서의 조건(처리시간과 방법 등)으로 전체 7단계로 나누어 세부적으로 제시

○ 배추과 채소 뿌리혹병 방제 및 저항성 품종 개발 연구

- 1736년 이탈리아에서 배추 뿌리혹병이 최초로 보고되었으며, 1877년 러시아에서 Woronin (CAB, 1979)에 의해 처음 학계에 보고. 배추과 채소만 특이적으로 공격하며, 병원균과 기주의 상호관계 중에 뿌리에 국소적으로 과도하게 생성된 IAA(indole-3-acetic acid) 때문에 발생된다는 보고(Butcher et al., 1976; Dekhuijzen and Overeem, 1971)
- 뿌리혹병 발병은 배추과 채소에 다량 존재하는 글루코시놀레이트가 관여한다는 보고가 있는데 글루코시놀레이트가 분해되는 과정 중 myrosinase와 nitrilase 효소계가 작용하여, 과도하게 전환된 IAA가 뿌리혹병을 유발하는 화학적 요인으로 간주. Arabidopsis 모델 연구에서 글루코시놀레이트가 뿌리혹병 발병에 깊이 관여하는 것을 확인(Grsic 등, 1999)
- 뿌리혹병 방제를 위해 농약, 화학약품 및 길항균을 이용하는 연구가 이루어졌으나, 작기마다 약제 방제를 해야 하므로 여전히 인력과 비용의 소모가 많음. 뿌리혹병 방제를 위한 배추과 이외의 작물과의 윤작재배, 저항성 유전자원을 도입을 통한 내병성 F₁ 품종 개발, 종속간 교잡에 의한 저항성 품종 육성 등 다양한 방법의 내병성 품종 육종이 시도되고 있으나, 저항성을 가진 유전자원들에 한계가 있고 종속간교잡의 경우 후대 불임 등 육성에 어려움(Cho 등, 2002; Tanaka 등, 1999; RDA, 2007). 개발 저항성 품종의 경우 상품성이 떨어져 김치 가공을 위한 절임 특성에 적합하지 못하거나, 시장성이 있어도 병원균의 race 분화로 인해 연작 재배시 이병화 되는 등의 문제가 발생되며(Akaba 등, 2009), 시간적, 노동력의 소모가 많은 내병성 품종의 육종과정에 비하여 저항성이 무너지는 속도가 빠름
- *Plasmodiophora brassicae*균은 기주의 종류 및 계통에 따라 다양한 생리적 분화가 일어나며 병원성 반응을 보임(Ayers, 1957; Buczacki et al., 1975; Johnston, 1968; Tanaka et al., 1998; Williams, 1966). 그에 따라 *Plasmodiophora brassicae*균의 다양한 생리적 분화형을 판별하기 위한 연구 지속. 판별의 기준이 되는 대표적인 방법은 양배추 2종(Jersey Queen, Badger Shipper)과, 스페인순무인 rutabaga 2종(Laurentian, Wilhelms burger)을 이용하여 16개의 분화형으로 구분하는 Williams(1966) 판별 방법과 순무 5종(20 chromosome group), 유채 5종(38 chromosome group), 양배추 5종(18 chromosome group)을 이용한 ECD(European clubroot differentials) 판별 방법이 유럽 및 북미 지역에서 사용되어옴(Williams, 1966, Buczacki 등, 1975). ECD 판별 계통의 15가지 분화형 기주는 1935년에 U가 연구한 Brassica 유전체 분석을 토대로 한 것이며(U, 1935), 1~10번의 대부분은 Wit와 van de Weg(1964)이 연구한 것을 기초로 하였고, 11번과 13번은 Williams 판별세트에서 선발하였으며, 12번은 뿌리혹병 저항성이고, 14번은 가장 이병성으로 알려짐(Wit와 van de Weg, 1964; Johnston, 1969; Buczacki 등, 1975)
- 뿌리혹병은 활물 기생으로 균주만을 분리해 내거나 기내에서 배지로 배양하는 것이 어려움. 뿌리혹병균의 생리적 분화형을 알기 위해 집중 균주의 농도를 희석하여 단포자(Single spore)만을 분리하는 방법 등의 개발이 다양하게 제시되었으나(Buczacki 1977; Narisawa

등, 1996; Heo 등, 2009), 희석 농도가 명확하지 않고, 단포자만을 분리해냈는지 확인하는 방법이 어려우며, 단포자만을 분리하여 접종한 경우 식물체의 병징이 약하고, 병징을 확인하고자 토양으로 옮기면 다른 분화형이 혼입되는 등 뿌리혹병의 분화형을 명확하게 밝혀내기 어려운 면이 많았음

표 8. European clubroot differentials (ECD): host species with their binary and denary values (S. T. Buczacki 등, 1975)

| 분화형 | 분화 기주(species classification according to genome analysis by U (1935)) | Binary number series | Denary number series |
|-----|--|----------------------|----------------------|
| | 20 chromosome group (<i>Brassica campestris</i> L. sensu lato) | | |
| 01 | ssp. <i>rapifera</i> line aaBBCC | 2 ⁰ | 1 |
| 02 | ssp. <i>rapifera</i> line AAbbCC | 2 ¹ | 2 |
| 03 | ssp. <i>rapifera</i> line AABBcc | 2 ² | 4 |
| 04 | ssp. <i>rapifera</i> line AABBCC | 2 ³ | 8 |
| 05 | ssp. <i>pekinensis</i> cv. Granaat | 2 ⁴ | 16 |
| | 38 chromosome group (<i>Brassica napus</i> L.) | | |
| 06 | var. <i>napus</i> line Dc101 | 2 ⁰ | 1 |
| 07 | var. <i>napus</i> line Dc119 | 2 ¹ | 2 |
| 08 | var. <i>napus</i> line Dc128 | 2 ² | 4 |
| 09 | var. <i>napus</i> line Dc129 | 2 ³ | 8 |
| 10 | var. <i>napus</i> line Dc130 | 2 ⁴ | 16 |
| | 18 chromosome group (<i>Brassica oleracea</i> L.) | | |
| 11 | var. <i>capitata</i> cv. Badger Shipper | 2 ⁰ | 1 |
| 12 | var. <i>capitata</i> cv. Bindsachsener | 2 ¹ | 2 |
| 13 | var. <i>capitata</i> cv. Jersey Queen | 2 ² | 4 |
| 14 | var. <i>capitata</i> cv. Septa | 2 ³ | 8 |
| 15 | var. <i>acephala</i> subvar. <i>laciniata</i> cv. Verheul | 2 ⁴ | 16 |

표 9. 뿌리혹병(*Plasmodiophora brassicae*) race 및 작물, 품종별 기주 반응(Paul H. Williams, 1966; Jang 등, 2007)

| 품종 | | Race | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Cabbage: | Jersey Queen | + | + | + | + | - | + | + | - | - | + | - | + | - | - | - | - |
| | Badger Shipper | - | + | - | + | - | - | + | - | - | + | + | - | + | + | + | - |
| Rutabaga: | Laurentian | + | + | + | + | - | - | - | + | + | - | + | - | + | - | - | - |
| | Wilhelm sburger | + | - | - | + | - | - | - | - | + | + | + | + | - | + | - | + |

○ 소포자 배양을 통한 저항성 품종의 조기 육성

- 현재 국내외 시판되거나, 회사 및 연구기관들이 보유하고 있는 뿌리혹병 판별 품종들은 종자가 오래되어 발아하지 않거나, 전통육종에 의해 다년간 교배해 육성한 것들이기 때문에 유전적으로 완전히 고정되었다고 보기 어렵고, 판별 결과도 불안정. 가장 이병성을 보이는 ECD 14번의 경우 국내뿐 아니라 국외에서도 찾기가 힘들. 이들 판별 품종들의 빠른 고정 및 신속한 생산을 위한 소포자 배양 기술 활용 필요
- 소포자 배양은 배양 초기 세대에 고정된 계통을 빠르게 획득할 수 있고, 소포자 배양 유래 식물체로부터 채종된 종자들은 순계로 육성되어 이들을 포장에 재배할 경우 표현형이 균일하고 순도가 높은 장점이 있음. DH 식물체로부터 생산된 종자가 모식물체가 가진 상품성 높은 원예적 형질을 유지하며 표현형 조사나 접종 등의 방법에 의해 병저항성을 보유하고 있음이 확인되면 이를 계통으로 육성하기가 편리해짐. 이를 이용하여, 고정된 재료의 우수 형질을 교배한 F₁ 품종을 개발하거나, 배양 유래 종자들을 이용하여 원예적 형질들을 조사하고 우수 형질은 발견, 개발하여 채종안정성 등의 과정을 거쳐 품종 및 계통으로 육성하려는 연구가 국내 종묘 회사 및 다양한 연구기관에서 지속되고 있음
- 국내 소포자 배양은 Lee와 Nam에 의한 배추와 무의 속간 교잡종인 배무채(*×Brassicoraphanus*) 육성에서 시작되었으며(Lee와 Nam, 1995), Lee 등은 2001년 소포자 배양을 이용하여 배추의 무름병 저항성 DH 계통 육성 연구를 함. Hong 등은 뿌리혹병 저항성 배추를 육성하고자 소포자 배양과 그 후대 검정에 관한 연구하였고(Hong 등, 2005), Na 등은 2009년 배추 소포자배양 조건 확립시 뿌리혹병의 race 4에 저항성을 나타내는 'ER 6-1-4'를 이용. 2011년 Park 등은 뿌리혹병 race 4의 저항성 배추 계통을 교배육종 및 소포자 배양을 통하여 육성. Kwak 등은 소포자 배양을 통하여 브로콜리 신품종 조기 육성 연구와(2012) 뿌리혹병 저항성인 양배추 계통을 육성하고자 하는 연구를 수행(2013)
- 최근 소포자 유래 재료가 형질전환 및 CRISPR/Cas9을 이용한 genome editing 기술에까지 적용됨에 따라, 소포자 배양 기술을 이용한 고정 재료를 필요로 하는 분야가 증가될 것으로 예상(Abdollahi, 2011; Bhowmik 등, 2018)

1-4. 연구개발 범위

| 연구 범위 | 연구수행방법 (이론적·실험적 접근방법) | 구체적인 내용 |
|---|---|---|
| <세부> 배추과 육종소재 신속 개발 및 서비스 | | |
| 가. 배추과 채소 소포자 배양 기술 개발 및 서비스 실시 | | |
| 배추과 채소 소포자 배양 서비스 실시 | - 소포자 배양 서비스 실시 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 소포자 배양 서비스 실시: 참여 업체 소재 배양 서비스 200점/1년 및 배양 조건 탐색 ○ 소포자 배양 유래 자원의 평가를 통한 계통화 및 홍보 실시 |
| 배추과 채소 소포자 배양 기술 개발 | - 배추과 채소 소포자 배양 기술 개발 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 소포자 배양용 소재 선발 - 뿌리혹병 등 병에 매우 강한 저항성 소재와 고품질 배추 품종간의 종속간 교배를 통한 유전적 변이 확대용 신소재 개발 - 신규 유전 자원 수집 및 평가 배추, 무, 양배추 및 팍초이의 소포자 배양에 효과적인 세부 조건 구명 및 소재 선발, 계통 육성 |
| <위탁> 배추과 소포자 배양 효율 증진 연관 인자의 유전적 탐색 연구 | | |
| 배추과 소포자 배양 효율 연관 유전 인자 탐색 | QTL맵을 이용한 마커 개발 및 RNA-seq을 통한 유전자 발현 분석 | <ul style="list-style-type: none"> QTL 맵핑 결과를 토대로 - dCAPS 마커를 이용하여 SNP 마커를 개발 - RNA-seq을 통해 소포자 배양 관련 유전자 발현 확인 |

2. 연구수행 내용 및 결과

<세부1> 배추과 육종소재 신속 개발 및 서비스

○ 배추과 채소의 소포자 배양

배추과 채소 소포자 배양 개요

- 식물체 관리 : 계통당 5점, 춘화처리 12주, 정식
- 봉오리 선발 : 약 2~3mm의 어린 봉오리 30개
- 배양조건 : 열처리(30°C 1일), 암배양(25°C, 15일), 명배양(25°C, 75rpm, 2주)

| 배지번호 | 배지조성 |
|------|---|
| 1 | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% |
| 2 | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + NAA 50μℓ+BAP 50μℓ |
| 5 | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + Micro Element 1mg + S13% |
| 6 | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + Micro Element 1mg + S13% + NAA 50μℓ+BAP 50μℓ |
| 1-A | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + Kao. Vit 1mg |
| 1-B | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + Gamberg Vit 1mg |
| 1-C | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + MS.Vit 1mg |
| 1-D | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + Micronutrient |
| 1-E | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + Macronutrient |

그림 4. 배추과 채소 소포자 배양 개요 및 배지 조성

소포자 배양 서비스 실시 과정 (3~11개월)



그림 5. 소포자 배양 서비스 실시 과정

1 배추 소포자배양

배추 소포자배양 1



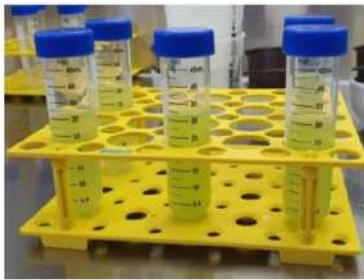
① 동일 품종(자원)의 꽃대에서 일정한 크기의 꽃봉오리 30개 선별 >>



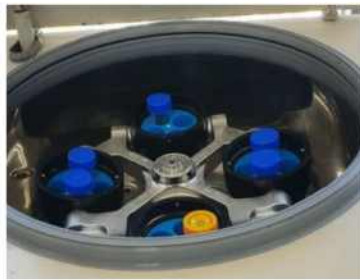
② 꽃봉오리를 1% 차아염소산나트륨 용액에 표면살균 (15min, 1회) 후 멸균수 세척 (3min, 3회) >>



③ 살균된 꽃봉오리를 NLN배지를 넣고 갈아 소포자를 나출시킴. 45um 체에 필터링 >>



④ 50mL 튜브에 필터링한 소포자용액을 넣고 NLN 배지 30mL을 첨가 후 섞어준다 >>



⑤ 현탁액을 원심분리하여(1000rpm, 3min) 소포자를 가라앉힘 >>



⑥ 상층액을 버리고 NLN 배지 30mL 첨가 후 잘 섞어 2회 원심분리(1000rpm, 3min) >>

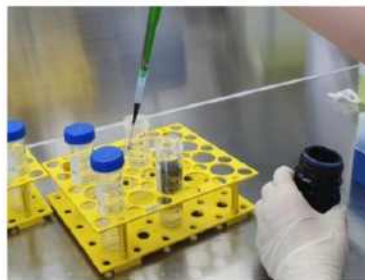
그림 6. 배추 소포자 배양 - 식물 재료 준비

1 배추 소포자배양

배추 소포자배양 2



⑦ 상층액을 버리고 다양한 조성의 NLN배지를 37mL 첨가(2반복) >>



⑧ 2% activated charcoal 0.75ml 추가 >>



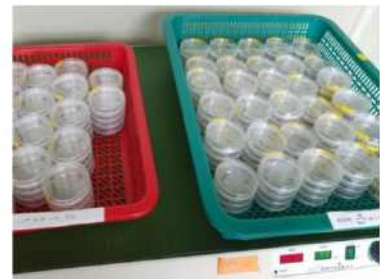
⑨ 패트리디쉬(22.1cm²) 15개에 5mL씩 분주 >>



⑩ 패트리디쉬를 30°C 암조건인 챔버에서 24시간동안 열처리를 진행한다. >>



⑪ 25°C 암조건인 선반에서 15일간 배양 >>



⑫ 25°C 명조건 Shaker를 이용하여 14일 내외 진탕배양(배발생 여부 확인) >>

그림 7. 배추 소포자 배양 - 액체 배지 이용 암 배양 및 명 배양

1 배추 소포자배양

배치상 및 관리



배 발생 모습



MS배지 치상



배 치상

>>



식물체 총 순화

그림 8. 배추 소포자 배양 - 고체 배지 치상 및 순화

2 무 소포자배양

무 소포자배양 1



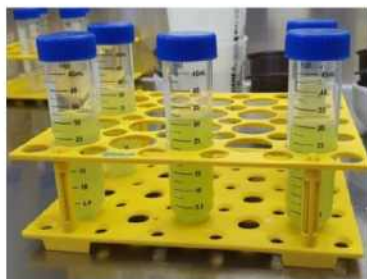
동일 품종(자원)의 꽃대에서 일정한 크기의 꽃봉오리 30개 선별 >>



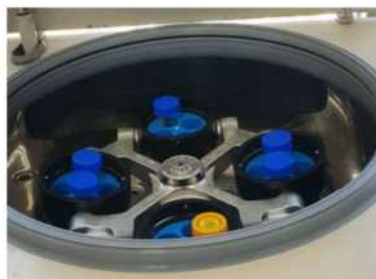
꽃봉오리를 1% 차아염소산나트륨 용액에 표면살균 (15min, 1회) 멸균수 세척 (3min, 3회) >>



살균된 꽃봉오리들은 NLN배지를 2~3mL 넣어 갈아주고 45um 체에 필터링 한다 >>



50mL 튜브에 필터링한 용액을 넣고 NLN 배지를 30mL에 현탁한다 >>



원심분리기를 이용해 소포자를 가라앉힘(1000rpm, 3min) >>



상층액을 버리고 재현탁한다. (1000rpm, 3min, 2회) >>

그림 9. 무 소포자 배양 - 식물 재료 준비

2 무 소포자배양

무 소포자배양 2



⑦ 상층액을 버리고 다양한 조성의 NLN배지를 37mL 첨가(2반복)



⑧ 2% activated charcoal 0.75ml 추가



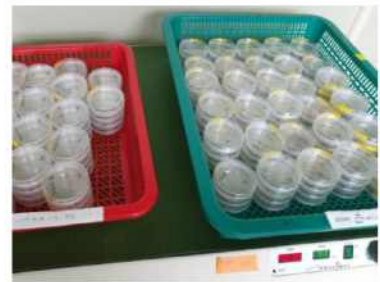
⑨ 패트리디쉬(22.1cm²) 15개에 5mL씩 분주



⑩ 패트리디쉬를 30°C 암조건인 챔버에서 48시간동안 열처리를 진행한다.



>> ⑪ 25°C 암조건인 선반에서 17일간 배양



>> ⑫ 25°C 명조건 Shaker를 이용하여 14일 내외 진탕배양(배발생 여부 확인)

그림 10. 무 소포자 배양 - 액체 배지 이용 암 배양 및 명 배양

2 무 소포자배양

배지상 및 관리



배 발생 모습



MS배지 치상

>>



배 치상



식물체 흡수화

그림 11. 배추 소포자 배양 - 고체 배지 치상 및 순화

- 소포자의 추출: 소포자 배양은 Lee와 Nam(1995)의 방법을 기본으로 국립원예특작과학원에서 Na 등(2009)에 의해 수정한 소포자 분리 방법 이용하여 소포자 배양을 진행. 세대단축 유리 온실과 비닐 하우스에서 수집한 꽃봉오리의 겉잎을 제거하여 주두가 꽃잎보다 긴 상태의 꽃봉오리인지를 확인하고 길이 대략 2~3 mm의 size로 선별하여 수집. 선별된 꽃봉오리는 30개씩 거즈로 묶어 1% sodium hypochlorite solution에 15분간 표면살균 후, 멸균수로 3분씩 진탕하며 4회 이상 헹구어줌. 살균된 꽃봉오리는 13% 및 15%의 sucrose가 함유된 NLN(Lichter, 1982) 배지 2~3mL를 넣어 부드럽게 갈아주고, 45µm nylon seive에 필터링한 후 13% sucrose가 함유된 NLN배지 30mL에 현탁하고 원심분리. 원심분리는 1000rpm으로 3분간 진행하여 상층액을 버리고 재현탁하는 방법으로 3회 반복. 분리된 소포자는 다양한 조성의 NLN 배지에 현탁하고 2% activated charcoal 1.5mL 추가하여 꽃봉오리 하나당 2.5mL씩 60 mm × 15 mm 의 petri dishes에 분주 한 후 파라필름으로 밀봉

표 11. 배추과 채소 소포자 배양에 이용된 배지 조성

| 배지 번호 | 배지 조성(L) |
|-------|--|
| | 1/2 NLN media (1/2 NLN, 1/2 NLN vitamin, CaNO ₃ 0.5g, Sucrose 13%) |
| 1 | 1/2 NLN media, AgNO ₃ 1mg |
| 2 | 1/2 NLN media, AgNO ₃ 1mg, NAA 0.05mg, BAP 0.05mg |
| 5 | 1/2 NLN media, Microelement 1mg |
| 6 | 1/2 NLN media, Microelement 1mg, NAA 0.05mg, BAP 0.05mg |
| 1-A | 1/2 NLN media, AgNO ₃ 1mg, Kao. vitamin, 1mg |
| 1-B | 1/2 NLN media, AgNO ₃ 1mg, Gamberg vitamin, 1mg |
| 1-C | 1/2 NLN media, AgNO ₃ 1mg, MS. vitamin, 1mg |
| 1-D | 1/2 NLN media, AgNO ₃ 1mg, Micronutrient 1mg |
| 1-E | 1/2 NLN media, AgNO ₃ 1mg, Macronutrient 1mg |
| | 1 NLN media (1 NLN, 1 NLN vitamin, CaNO ₃ 0.5g, AgNO ₃ 1mg) |
| 10 | 1 NLN media, Sucrose 13% |
| 11 | 1 NLN media, Sucrose 13%, NAA 0.05mg, BAP 0.05mg |
| 12 | 1 NLN media, Sucrose 15% |
| 13 | 1 NLN media, Sucrose 15%, NAA 0.05mg, BAP 0.05mg |
| 10-A | 1 NLN media, Sucrose 13%, Kao. vitamin, 1mg |
| 10-B | 1 NLN media, Sucrose 13%, Gamberg vitamin, 1mg |
| 10-C | 1 NLN media, Sucrose 13%, MS. vitamin, 1mg |
| 10-D | 1 NLN media, Sucrose 13%, Micronutrient 1mg |
| 10-E | 1 NLN media, Sucrose 13%, Macronutrient 1mg |

- 배 발생 유도과 식물체 재분화: 분리가 완료된 소포자는 배 발생 촉진을 위한 스트레스 부여를 위해 고온 조건(암상태 30°C조건인 생육상에서 배양)에서 1~2일 동안 처리. 처리 종료 후 상온에서 암 조건을 유지하며 15~20일 배양. 이후 명 조건인 상온 배양실(기온 25 ± 1°C, 광주기 명기 16시간 / 암기 8h)로 옮겨 배 발생 여부를 확인하고, 70~80rpm의 진탕 배양 조건을 유지하며 발생된 배가 고체 배지로 치상될 수 있는 단계에 이를 때까지 배양. 명 조건에서 약 5~7일 후 육안으로 보기에 배의 생육이 왕성해 보이고, cotyledonary 형태가 되면 MS배지(Murashige and Skoog, 1962)에 치상. 고체 배지 치상 후 약 3주 후부터 뿌리와 shoot가 발생, 식물체의 형태를 가진 plantlet을 멸균 토양으로 옮겨 식물체로의 정상적인 생육을 유도. 그림 11은 배 추과 채소의 꽃봉오리 개화(A)부터 소포자의 분리 후 10일(B), 18일(C) 후의 배발생 과정, 식물체 재분화(D), 순화 완료 식물체(E), 꼬투리 형성(F) 모습
- 배양을 통해 기내에서 뿌리와 shoot를 형성하여 식물체의 형태를 한 plantlet은 무균 상태의 공간에서 생육되었기 때문에, 건조와 병충해에 약하므로 식물체로서의 정상적인 생육을 위하여 외부 환경에 대한 순화 과정이 필요. 식물체로의 순화를 위한 상토는 시중에 판매되고 있는 원예용 상토(코코피트 48%, 피트모스 35%, 질석 10%, 그 외 비료 및 습윤제 등 7%로 배합)를 고압멸균기를 이용하여 멸균한 후, 입고병 예방 및 토양 살균을 위한 약제를 물에 1000~2000배 희석하여 멸균 상토와 섞어 32공 트레이에 담아 식물체 순화에 이용

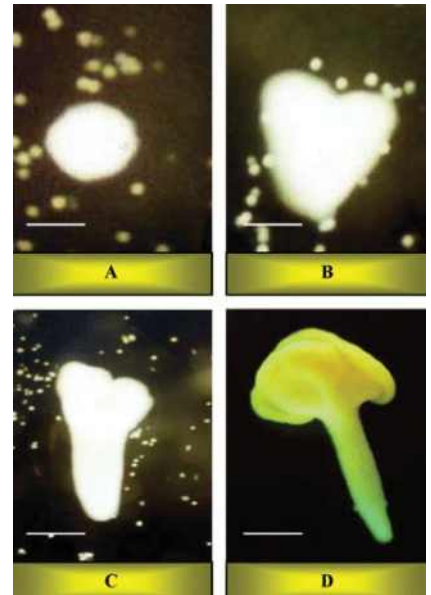


그림 12. 소포자 배양시 배 발생 단계(A: Globular stage, B: Heart stage, C: Torpedo stage, D: Cotyledonary stage, Abdollahi 등, 2004)

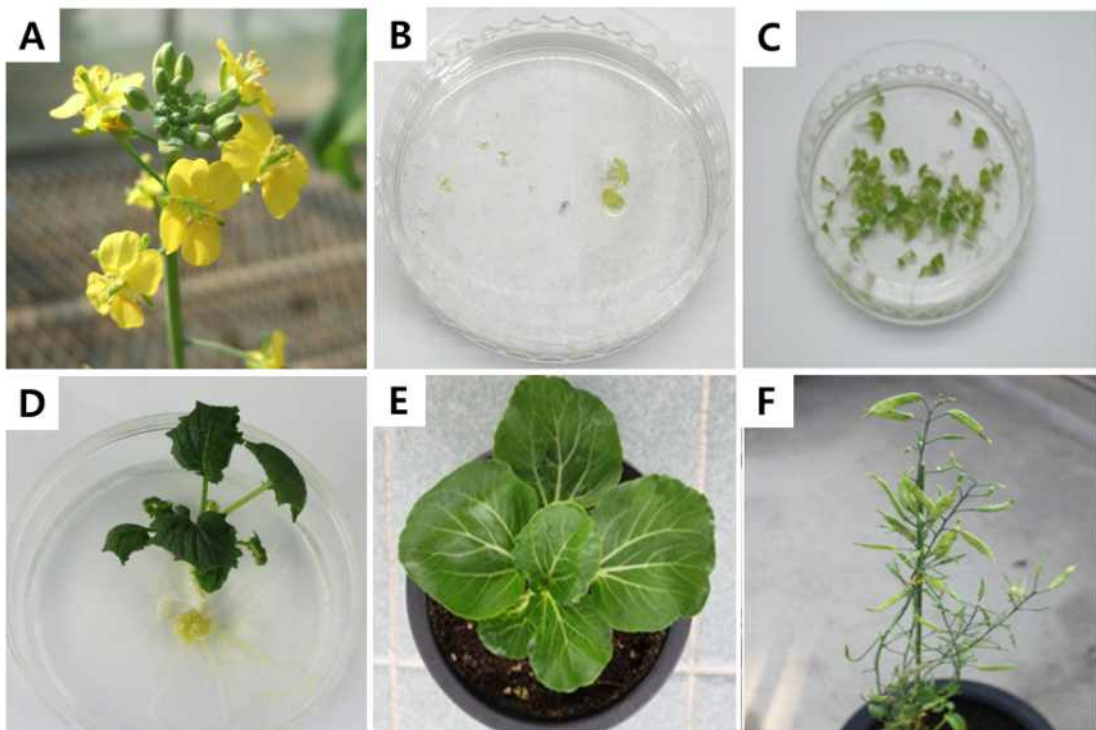


그림 13. 배추과 채소의 꽃봉오리 개화(A)부터 소포자의 분리 후 10일(B), 18일(C) 후의 배발생 과정, 식물체 재분화(D), 순화 완료 식물체(E), 꼬투리 형성(F)

- 기내에서 자란 plantlet의 뿌리를 흐르는 물에 헝귀 MS 배지를 제거해 주고, 멸균된 상토로 이식. plantlet을 이식한 트레이를 분리된 공간에 옮긴 후 높은 상대습도 유지를 위해 랩으로 밀봉하고, 1~2일 경과 후부터 구멍을 한 두 개 씩 뚫어주며 점차 외부 환경에 적응하도록 유도. 순화 과정 후 4주 이상 적응한 plantlet들은 5℃의 저온 생육상으로 옮겨 채종을 위한 춘화처리를 진행. 6주 이상 저온처리를 거친 후 살아남은 개체들은 완전히 적응한 정상 식물체로 판단하고, 모식물의 춘화처리 후의 개화 유도 방식과 동일하게 관리. 지름 25cm, 깊이 30cm 이상의 화분에 정식하여 세대단축 유리 온실에서 관리하거나, 비닐 하우스에 정식한 후 추대 및 개화를 유도. 개화한 식물체는 뇌수분 및 소규모 망실을 씌워 자가수분을 유도한 후 꼬투리 형성과 건조가 완료되면 수확하고 채종

○ 배추과 채소 소포자 배양 서비스

2017년부터 2021년까지 8개 종자업체로부터 배추, 무 등 배추과 채소에 대해 총 1,137점의 배양의뢰를 받아, 10,014개의 배상체를 획득하였다. 획득한 배상체의 계대배양을 통한 증식 및 순화는 조직배양업체인 '유니플랜텍'을 통해 이루어졌다.

종자업체로부터 의뢰받은 연도별 배양의뢰 건수는 2017년 204건, 2018년 276건, 2019년 272건, 2020년 204건, 2021년 181건이었다. 작물별로는 무 486건, 배추 496건, 팥초이 127건이었다. 종자업체별로는 업체 D가 625건으로 가장 많았다.

획득한 배상체 점수는 2017년 4,546점, 2018년 2,102점, 2019년 1,737점, 2020년 612점, 2021년 1,017점이었다. 작물별로는 무 1,200점, 배추 7,470점, 팥초이 1,342점이었다. 무와 배추의 소포자 배양 건수는 500여건으로 비슷하였으나, 배상체 발생 점수는 배추가 무의 7배 수준으로, 배추에 비해 무의 배양 효율이 낮은 편이었다. 배양 건수 대비 배상체 발생 점수의 비는 무 2.5, 배추 15.1, 팥초이 10.6개/점으로, 무의 경우 소포자 배양 1건당 2.5점의 배상체를 획득한 반면 배추는 15.1점이었었다. 종자업체별 배상체 획득 점수는 의뢰 건수가 가장 많았던 업체 D가 5,474점으로 가장 많았다.

획득 배상체 점수를 작물별 자원별로 살펴보면, 무의 경우 '21-KK14'에서 300점의 배상체를 획득하였고, '19-KD16'에서 그 다음으로 많은 배상체를 획득하였으며, 배상체를 전혀 획득하지 못한 경우도 많았다. 배추의 경우 '18-KC26'에서 1,100여점의 배상체를 획득하였으며, '17-MK19'에서 그 다음으로 많은 배상체를 획득하였다. 팥초이의 경우 '17-MK1'에서 400여점의 배상체를 획득하였으며, '17-MK4'에서 그 다음으로 많은 배상체를 획득하였다.

배지 종류에 따른 배상체 획득 점수를 살펴보면, 기본 배지(1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO₃ 0.5g + AgNO₃ 1mg + S13%)에 Kao & Michayluk vitamin mixture를 첨가한 배지에서 배상체 획득수가 1,843점으로 가장 많았다.

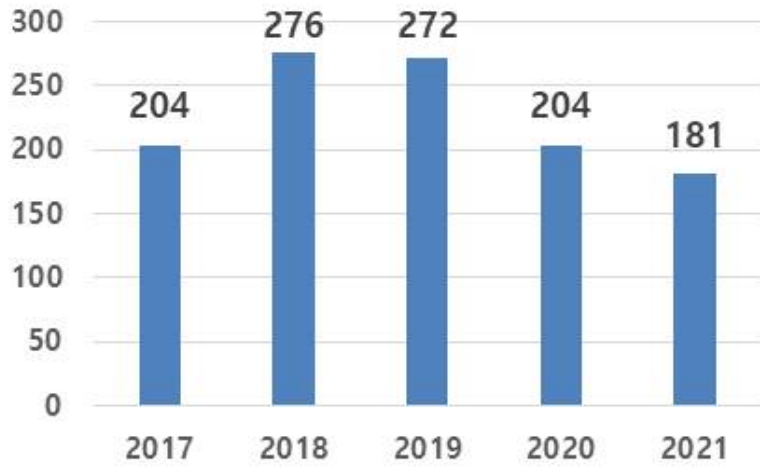


그림 14. 종자업체로부터 의뢰받은 연도별 배양의뢰 건수

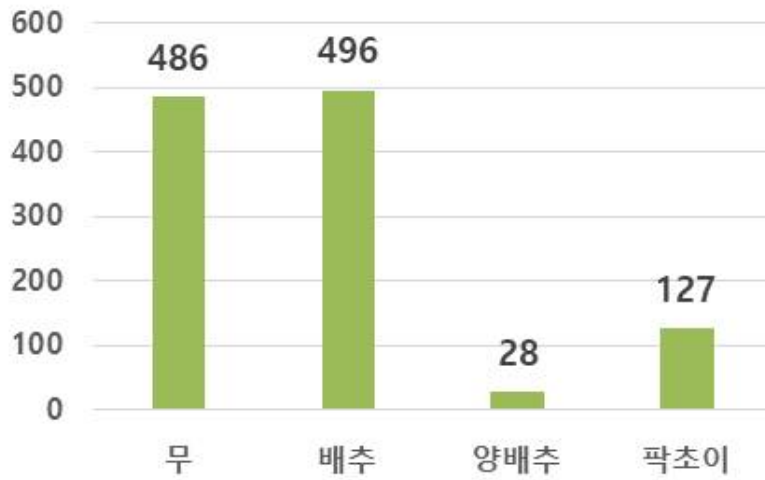


그림 15. 종자업체로부터 의뢰받은 작물별 배양의뢰 건수



그림 16. 종자업체별 배양의뢰 건수

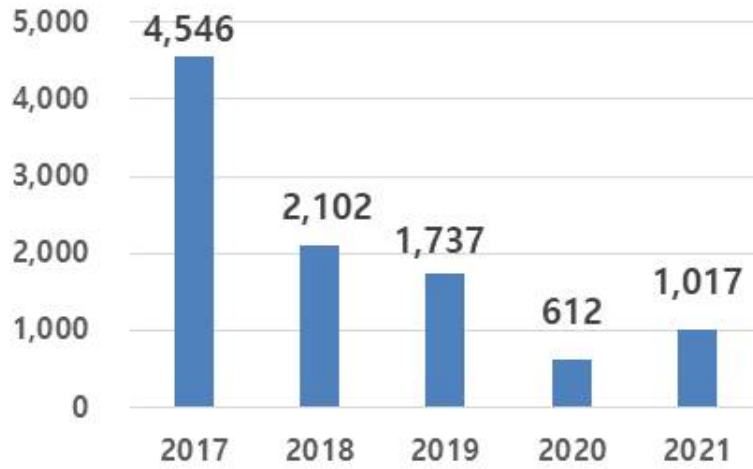


그림 17. 연도별 배상체 획득 점수

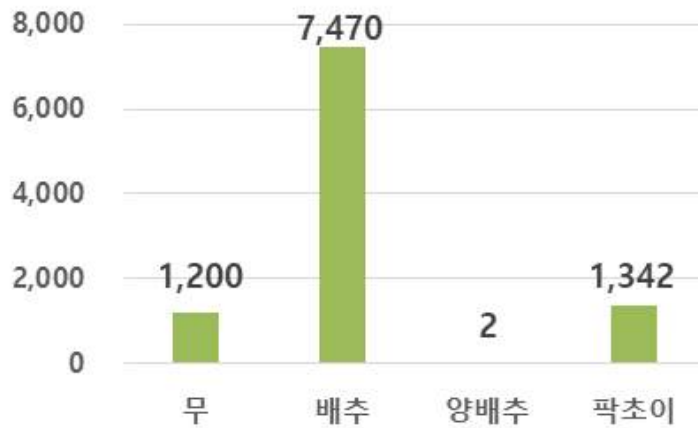


그림 18. 작물별 배상체 획득 점수

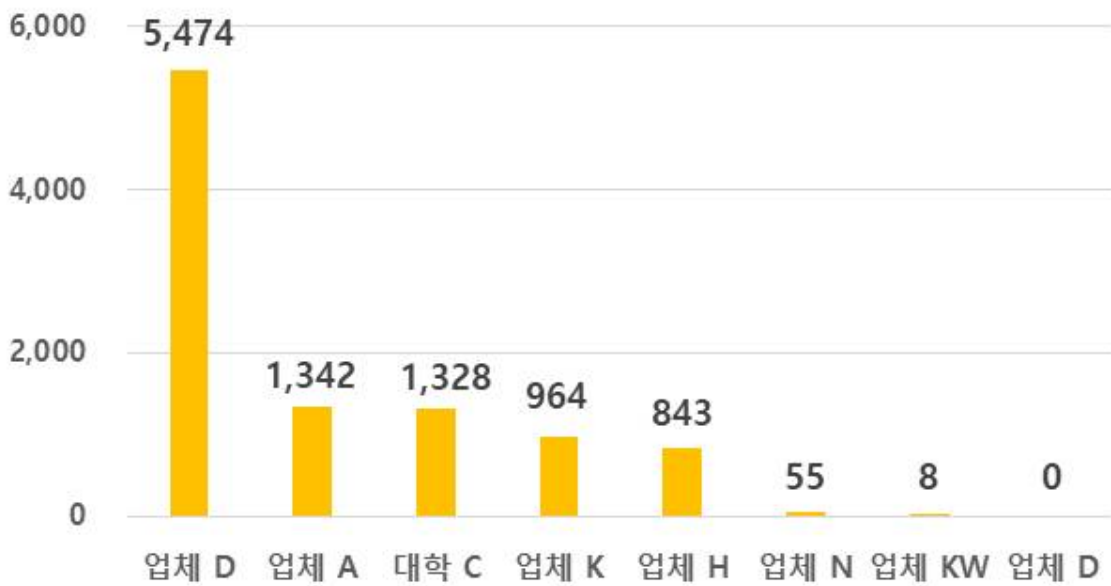


그림 19. 업체별 배상체 획득 점수

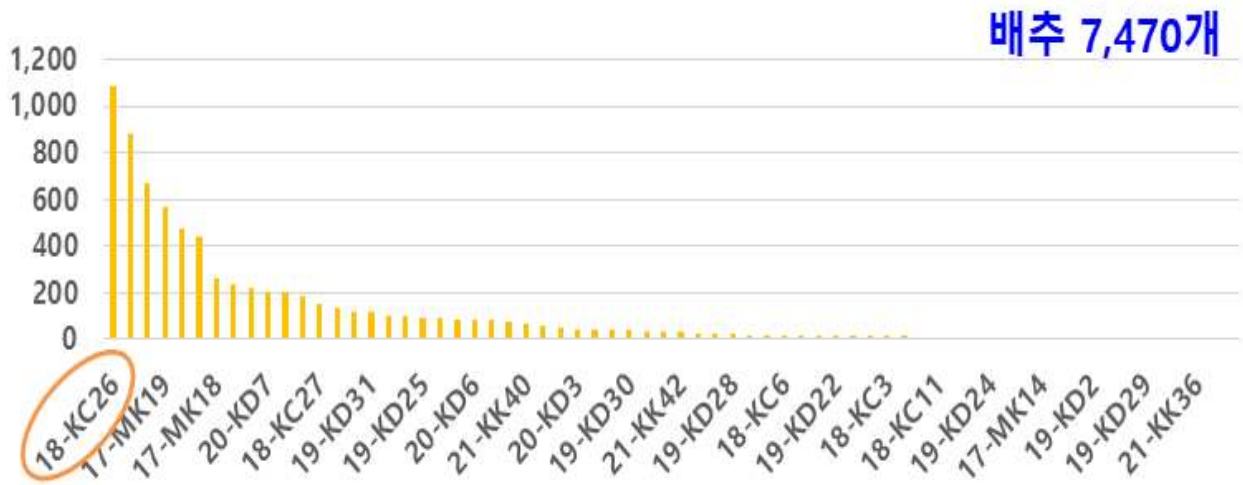


그림 20. 의뢰 자원별 배추 배상체 획득 점수



그림 21. 의뢰 자원별 무 배상체 획득 점수



그림 22. 의뢰 자원별 팍초이 배상체 획득 점수

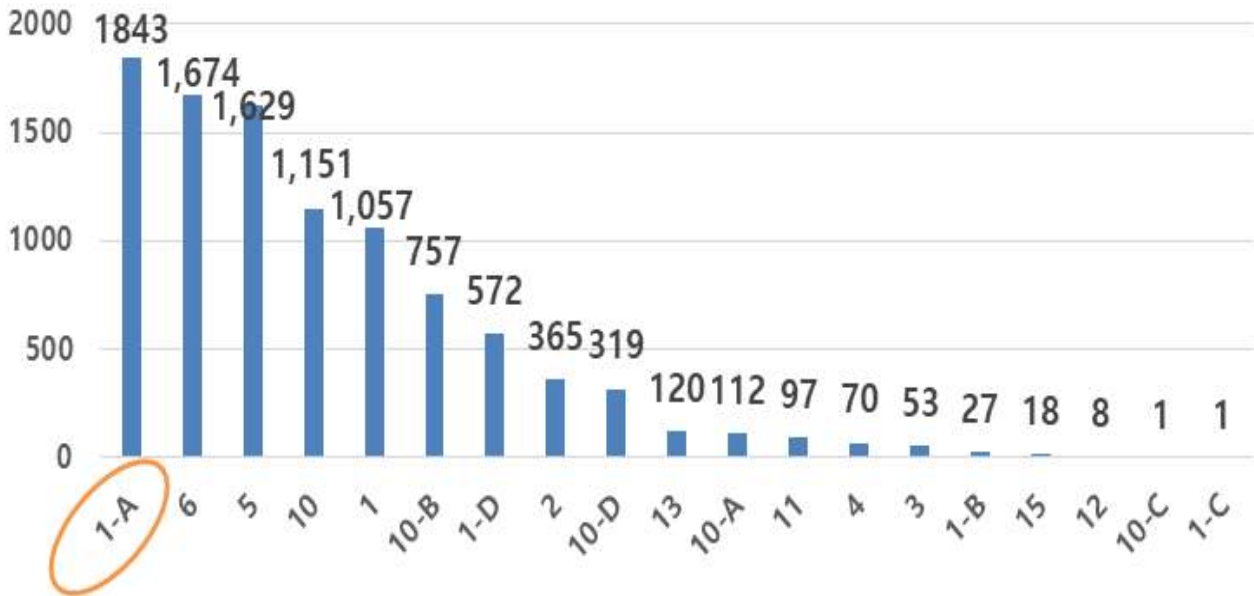


그림 23. 배지 종류에 따른 배상체 획득 점수

표 12. 배상체 획득 점수가 많은 배지 조성

| 배지번호 | 배지 조성 |
|------|--|
| 1-A | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + Kao. Vit 1mg |
| 6 | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + Micro Element 1mg + S13% + NAA 50μl+BAP 50μl |
| 5 | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + Micro Element 1mg + S13% |
| 10 | 1N NLN + 1 NLN.Vit + AgNO ₃ 1mg + S13% |
| 1 | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% |

○ 배추과 채소 소포자 배양시 배양 효율 향상 연구

- 소포자 배양한 배추, 무, 파초이 등 배추과 채소의 배양 결과를 토대로 배양 단계별(배 발생, 식물체 재분화, 순화, 채종) 효율 분석 및 작물별 배양 기술 개선
- 각 배양 재료들은 계통 당 5주의 식물체를 사용하였고, 종묘회사에서 저온처리를 완료한 식물체의 상태로 공급받아 유리 온실에서 화분에 재배하거나 비닐 하우스에 토경 재배. 추대 개화했을 때 꽃봉오리를 채취하여 소포자 배양을 진행

표 13. 소포자 배양에 이용된 배추(*Brassica rapa* ssp. *pekinensis*), 무(*Raphanus sativus* L.), 양배추(*Brassica oleracea* L. var. *capitata*), 깍초이 자원 목록

| 작물 | 배양 코드 | 자원 수 | 배양 연도 | 계절 | 재배 장소 |
|-----|-------|------|-------|----|--------|
| 배추 | BR 1 | 15 | 2017 | 봄 | 유리 온실 |
| | BR 2 | 2 | 2017 | 봄 | 비닐 하우스 |
| | BR 3 | 1 | 2018 | 가을 | 유리 온실 |
| | BR 4 | 2 | 2018 | 봄 | 유리 온실 |
| | BR 5 | 25 | 2018 | 겨울 | 유리 온실 |
| | BR 6 | 20 | 2018 | 봄 | 유리 온실 |
| | BR 7 | 5 | 2018 | 봄 | 비닐 하우스 |
| | BR 8 | 15 | 2019 | 봄 | 유리 온실 |
| | BR 9 | 5 | 2019 | 봄 | 유리 온실 |
| | BR 10 | 13 | 2019 | 봄 | 유리 온실 |
| | BR 11 | 6 | 2019 | 봄 | 비닐 하우스 |
| | 합계 | 109 | | | |
| 무 | RS 1 | 6 | 2017 | 여름 | 유리 온실 |
| | RS 2 | 21 | 2017 | 봄 | 비닐 하우스 |
| | RS 3 | 25 | 2018 | 가을 | 유리 온실 |
| | RS 4 | 15 | 2018 | 봄 | 비닐 하우스 |
| | RS 5 | 10 | 2018 | 봄 | 유리 온실 |
| | RS 6 | 3 | 2018 | 가을 | 유리 온실 |
| | RS 7 | 16 | 2019 | 봄 | 유리 온실 |
| | RS 8 | 62 | 2019 | 봄 | 비닐 하우스 |
| | RS 9 | 14 | 2019 | 봄 | 유리 온실 |
| | 합계 | 172 | | | |
| 양배추 | BO 1 | 2 | 2017 | 봄 | 유리 온실 |
| | BO 2 | 1 | 2017 | 봄 | 유리 온실 |
| | BO 3 | 1 | 2017 | 봄 | 유리 온실 |
| | BO 4 | 3 | 2017 | 봄 | 유리 온실 |
| | BO 5 | 1 | 2018 | 봄 | 유리 온실 |
| | BO 6 | 1 | 2018 | 가을 | 유리 온실 |
| | BO 7 | 4 | 2018 | 가을 | 유리 온실 |
| | BO 8 | 2 | 2019 | 봄 | 유리 온실 |
| | 합계 | 15 | | | |

표 14. 배추(*Brassica rapa* ssp. *pekinensis*), 무(*Raphanus sativus* L.), 양배추(*Brassica oleracea* L. var. *capitata*)의 소포자 배양 결과

| 작물 | 배양 코드 | 배양 연도 | 자원 수 | 배 발생이 유도된 자원수 | 전체 꽃봉오리수 | 배 발생이 유도된 꽃봉오리수 | 배 발생 수 | 배양 배의 수 | plantlet 수 | 순화 식물체수 |
|----|-------|-------|------|---------------|----------|-----------------|--------|---------|------------|---------|
| 배추 | BR 1 | 2017 | 15 | 14 | 3,330 | 1,680 | 5,198 | 3,654 | | |
| | BR 2 | 2017 | 2 | 2 | 810 | 390 | 756 | 599 | 81 | 34 |
| | BR 3 | 2018 | 1 | 1 | 690 | 450 | 195 | 159 | | |
| | BR 4 | 2018 | 2 | 2 | 810 | 690 | 1,402 | 1,245 | | |
| | BR 5 | 2018 | 25 | 24 | 5,250 | 3,150 | 10,012 | 4,610 | 221 | 93 |
| | BR 6 | 2018 | 20 | 16 | 5,850 | 1,260 | 422 | 417 | | |
| | BR 7 | 2018 | 5 | 2 | 360 | 60 | 56 | 55 | 8 | |
| | BR 8 | 2019 | 15 | 14 | 2,760 | 1,140 | 2,341 | 499 | | |
| | BR 9 | 2019 | 5 | 5 | 660 | 540 | 1,494 | 406 | | |
| | BR 10 | 2019 | 13 | 12 | 2,040 | 1,350 | 3,412 | 1,179 | | |
| | BR 11 | 2019 | 6 | 4 | 840 | 360 | 325 | 324 | | |
| | 합계 | | | 109 | 96 | 23,400 | 11,070 | 25,613 | 13,147 | 310 |
| 무 | RS 1 | 2017 | 6 | 2 | 1,650 | 270 | 77 | 74 | | |
| | RS 2 | 2017 | 21 | 19 | 5,550 | 2,100 | 303 | 235 | 105 | 4 |
| | RS 3 | 2018 | 25 | 24 | 6,360 | 3,780 | 3,358 | 2,572 | 72 | 1 |

| 작물 | 배양 코드 | 배양 연도 | 자원 수 | 배 발생이 유도된 자원수 | 전체 꽃봉오리수 | 배 발생이 유도된 꽃봉오리수 | 배 발생 수 | 배양 배의 수 | plantlet 수 | 순화 식물체수 |
|-----|-------|-------|------|---------------|----------|-----------------|--------|---------|------------|---------|
| | RS 4 | 2018 | 15 | 14 | 1,830 | 900 | 226 | 190 | 127 | |
| | RS 5 | 2018 | 10 | 4 | 1,140 | 450 | 87 | 81 | 11 | |
| | RS 6 | 2018 | 3 | 3 | 600 | 240 | 48 | 29 | 3 | |
| | RS 7 | 2019 | 16 | 13 | 2,910 | 1,140 | 388 | 185 | | |
| | RS 8 | 2019 | 62 | 30 | 3,780 | 1,200 | 443 | 216 | | |
| | RS 9 | 2019 | 14 | 11 | 2,130 | 1,200 | 557 | 441 | | |
| | 합계 | | 390 | 312 | 72,750 | 33,420 | 56,713 | 30,317 | 938 | 259 |
| 양배추 | BO 1 | 2017 | 2 | 2 | 360 | 300 | 1,524 | 1,452 | 249 | 145 |
| | BO 2 | 2017 | 1 | 1 | 600 | 510 | 307 | 307 | 99 | 69 |
| | BO 3 | 2017 | 1 | 1 | 240 | 180 | 707 | 427 | 59 | 32 |
| | BO 4 | 2017 | 3 | 3 | 420 | 390 | 905 | 719 | 298 | 96 |
| | BO 5 | 2018 | 1 | 1 | 90 | 90 | 914 | 613 | 55 | |
| | BO 6 | 2018 | 1 | 1 | 30 | 30 | 54 | 54 | | |
| | BO 7 | 2018 | 4 | 3 | 120 | 90 | 207 | 207 | | |
| | BO 8 | 2019 | 2 | 2 | 330 | 60 | 2 | 2 | | |
| | 합계 | | 15 | 14 | 2,190 | 1,650 | 4,620 | 3,781 | 760 | 342 |

표 15. 배추(*Brassica rapa* ssp. *pekinensis*), 무(*Raphanus sativus* L.), 양배추(*Brassica oleracea* L. var. *capitata*)의 소포자 배양 전 과정 동안 자원수에 근거한 결과

| 작물 | 배양 코드 | 배양 연도 | 자원 수 | | | 배 발생이 유도된 자원수 | | Plantlet이 유도된 자원수 | | 순화 식물체가 유도된 자원수 | | 종자 생산 자원수 | |
|----|-------|-------|------|----|--------|---------------|--------|-------------------|--------|-----------------|--------|-----------|--------|
| | | | 개수 | 개수 | 비율 (%) | 개수 | 비율 (%) | 개수 | 비율 (%) | 개수 | 비율 (%) | 개수 | 비율 (%) |
| 배추 | BR 2 | 2017 | 2 | 2 | 100.0 | 2 | 100.0 | 2 | 100.0 | 2 | 100.0 | 0 | 0.0 |
| | BR 5 | 2018 | 25 | 24 | 96.0 | 19 | 79.2 | 14 | 73.7 | | | | |
| | BR 7 | 2018 | 5 | 2 | 40.0 | 2 | 100.0 | 0 | 0.0 | | | | |
| | BR 9 | 2019 | 5 | 5 | 100.0 | | | | | | | | |
| | BR 11 | 2019 | 6 | 4 | 66.7 | | | | | | | | |
| | 합계 | | 43 | 37 | 86.0 | 23 | 53.5 | 16 | 37.2 | | | | |
| 무 | RS 2 | 2017 | 21 | 19 | 90.5 | 16 | 84.2 | 3 | 18.8 | | | | |
| | RS 3 | 2018 | 25 | 24 | 96.0 | 8 | 33.3 | 1 | 12.5 | | | | |
| | RS 4 | 2018 | 15 | 14 | 93.3 | 6 | 42.9 | | | | | | |
| | RS 5 | 2018 | 10 | 4 | 40.0 | 2 | 50.0 | | | | | | |
| | RS 8 | 2019 | 62 | 30 | 48.4 | | | | | | | | |
| | 합계 | | 133 | 91 | 68.4 | 32 | 24.1 | 4 | 3.0 | | | | |

표 16. 배추(*Brassica rapa* ssp. *pekinensis*), 무(*Raphanus sativus* L.), 양배추(*Brassica oleracea* L. var. *capitata*)의 소포자 배양 성공률

| 작물 | 배양 코드 | 배양 연도 | 전체 꽃봉오리 수 | 배 발생이 유도된 꽃봉오리 수 | 성공률 (%) | 배 발생수 | 배양 배수 | 배 발생 꽃봉오리당 배 발생수 | 전체 꽃봉오리당 배 발생률 (%) |
|-----|-------|-------|-----------|------------------|---------|--------|--------|------------------|--------------------|
| 배추 | BR 1 | 2017 | 3,330 | 1,680 | 50.5 | 5,198 | 3,654 | 3.1 | 156.1 |
| | BR 2 | 2017 | 810 | 390 | 48.1 | 756 | 599 | 1.9 | 93.3 |
| | BR 3 | 2018 | 690 | 450 | 65.2 | 195 | 159 | 0.4 | 28.3 |
| | BR 4 | 2018 | 810 | 690 | 85.2 | 1,402 | 1,245 | 2.0 | 173.1 |
| | BR 5 | 2018 | 5,250 | 3,150 | 60.0 | 10,012 | 4,610 | 3.2 | 190.7 |
| | BR 6 | 2018 | 5,850 | 1,260 | 21.5 | 422 | 417 | 0.3 | 7.2 |
| | BR 7 | 2018 | 360 | 60 | 16.7 | 56 | 55 | 0.9 | 15.6 |
| | BR 8 | 2019 | 2,760 | 1,140 | 41.3 | 2,341 | 499 | 2.1 | 84.8 |
| | BR 9 | 2019 | 660 | 540 | 81.8 | 1,494 | 406 | 2.8 | 226.4 |
| | BR 10 | 2019 | 2,040 | 1,350 | 66.2 | 3,412 | 1,179 | 2.5 | 167.3 |
| | BR 11 | 2019 | 840 | 360 | 42.9 | 325 | 324 | 0.9 | 38.7 |
| 합계 | | | 23,400 | 11,070 | 47.3 | 25,613 | 13,147 | 2.3 | 109.5 |
| 무 | BR 1 | 2017 | 1,650 | 270 | 16.4 | 77 | 74 | 0.3 | 4.7 |
| | BR 2 | 2017 | 5,550 | 2,100 | 37.8 | 303 | 235 | 0.1 | 5.5 |
| | BR 3 | 2018 | 6,360 | 3,780 | 59.4 | 3,358 | 2,572 | 0.9 | 52.8 |
| | BR 4 | 2018 | 1,830 | 900 | 49.2 | 226 | 190 | 0.3 | 12.3 |
| | BR 5 | 2018 | 1,140 | 450 | 39.5 | 87 | 81 | 0.2 | 7.6 |
| | BR 6 | 2018 | 600 | 240 | 40.0 | 48 | 29 | 0.2 | 8.0 |
| | BR 7 | 2019 | 2,910 | 1,140 | 39.2 | 388 | 185 | 0.3 | 13.3 |
| | BR 8 | 2019 | 3,780 | 1,200 | 31.7 | 443 | 216 | 0.4 | 11.7 |
| | BR 9 | 2019 | 2,130 | 1,200 | 56.3 | 557 | 441 | 0.5 | 26.2 |
| | 합계 | | | 25,950 | 11,280 | 43.5 | 5,487 | 4,023 | 0.5 |
| 양배추 | BO 5 | 2017 | 90 | 90 | 100.0 | 914 | 613 | 10.2 | 1,015.6 |
| | BO 6 | 2017 | 30 | 30 | 100.0 | 54 | 54 | 1.8 | 180.0 |
| | BO 7 | 2018 | 120 | 90 | 75.0 | 207 | 207 | 2.3 | 172.5 |
| | BO 8 | 2018 | 330 | 60 | 18.2 | 2 | 2 | 0.0 | 0.6 |
| | 합계 | | | 9,420 | 3,780 | 40.13 | 1,436 | 871 | 0.4 |

표 17. 배추(*Brassica rapa* ssp. *pekinensis*), 무(*Raphanus sativus* L.), 양배추(*Brassica oleracea* L. var. *capitata*)의 소포자 배양 성공률

| 작물 | 배양 코드 | 배양 연도 | 배 발생수 | plantlet 획득수 | | 순화 식물체 획득수 | |
|-----|-------|-------|-------|--------------|--------|------------|--------|
| | | | | 개수 | 비율 (%) | 개수 | 비율 (%) |
| 배추 | BR 2 | 2017 | 599 | 81 | 13.5 | 34 | 42.0 |
| | BR 5 | 2018 | 4,610 | 221 | 4.8 | 93 | 42.1 |
| | BR 7 | 2018 | 55 | 8 | 14.5 | | |
| | BR 9 | 2019 | 406 | | | | |
| | BR 11 | 2019 | 324 | | | | |
| | 합계 | | 5,994 | 310 | 5.2 | 127 | 2.1 |
| 무 | RS 2 | 2017 | 235 | 105 | 44.7 | 4 | |
| | RS 3 | 2018 | 2,572 | 72 | 2.8 | 1 | |
| | RS 4 | 2018 | 190 | 127 | 66.8 | | |
| | RS 5 | 2018 | 81 | 11 | 13.6 | | |
| | RS 8 | 2019 | 216 | | | | |
| | 합계 | | 3,294 | 315 | 9.6 | 5 | 0.2 |
| 양배추 | BO 1 | 2017 | 1,452 | 249 | 17.1 | 145 | 58.2 |
| | BO 2 | 2017 | 307 | 99 | 32.2 | 69 | 69.7 |
| | BO 3 | 2017 | 427 | 59 | 13.8 | 32 | 54.2 |
| | BO 4 | 2017 | 719 | 298 | 41.4 | 96 | 32.2 |
| | BO 5 | 2018 | 613 | 55 | 9.0 | | |
| | BO 6 | 2018 | 54 | | | | |
| | BO 7 | 2018 | 207 | | | | |
| | 합계 | | 2,020 | 412 | 20.4 | 128 | 6.3 |

[연차별 세부 내용 및 결과: 1년차]

1. 배추과 채소 소포자 배양 기술 개발 및 서비스 : 204점 실시 완료

○ GSP 2단계 과제 참여 기관 육종 소재 소포자배양 수행 내역

<표1> 배추과 채소의 소포자 배양 요청 자원 204점의 목록(1차년도)

| 라벨 | 종류 | 회사명 | 내역 | 갯수(점) |
|----------|-----|-------|---------|-------|
| 17-MK 1 | 팍초이 | 아시아종묘 | DH25 | 5 |
| 17-MK 2 | 팍초이 | 아시아종묘 | DH20 | 5 |
| 17-MK 3 | 팍초이 | 아시아종묘 | DH21 | 5 |
| 17-MK 4 | 팍초이 | 아시아종묘 | DH22 | 5 |
| 17-MK 5 | 배추 | 코레곤 | Ko101 | 5 |
| 17-MK 6 | 배추 | 코레곤 | Ko103 | 4 |
| 17-MK 7 | 배추 | 코레곤 | Ko118 | 5 |
| 17-MK 8 | 배추 | 코레곤 | Ko117 | 5 |
| 17-MK 9 | 배추 | 코레곤 | Ko107 | 4 |
| 17-MK 10 | 배추 | 대일바이오 | DCC1 | 5 |
| 17-MK 11 | 배추 | 대일바이오 | DCC2 | 5 |
| 17-MK 12 | 배추 | 대일바이오 | DCC3 | 5 |
| 17-MK 13 | 배추 | 대일바이오 | DCC4 | 5 |
| 17-MK 14 | 배추 | 대일바이오 | DCC5 | 5 |
| 17-MK 15 | 배추 | 대일바이오 | DCC6 | 5 |
| 17-MK16 | 배추 | 대일바이오 | DCC7 | 5 |
| 17-MK17 | 배추 | 대일바이오 | DCC8 | 5 |
| 17-MK18 | 배추 | 대일바이오 | DCC9 | 5 |
| 17-MK19 | 배추 | 대일바이오 | DCC10 | 5 |
| 17-MK20 | 배추 | 충남대 | TB1 | 5 |
| 17-MK21 | 배추 | 충남대 | TB2 | 5 |
| 17-MK22 | 팍초이 | 아시아종묘 | DH25-1 | 5 |
| 17-MK23 | 팍초이 | 아시아종묘 | DH20-1 | 5 |
| 17-MK24 | 팍초이 | 아시아종묘 | DH21-1 | 5 |
| 17-MK25 | 팍초이 | 아시아종묘 | DH22-1 | 5 |
| 17-MK26 | 배추 | 코레곤 | Ko101-1 | 5 |
| 17-MK27 | 배추 | 코레곤 | Ko103-1 | 4 |
| 17-MK28 | 배추 | 코레곤 | Ko118-1 | 5 |
| 17-MK29 | 배추 | 코레곤 | Ko117-1 | 5 |
| 17-MK30 | 배추 | 코레곤 | Ko107-1 | 4 |
| 17-ML1 | 무 | 대일바이오 | DR-1 | 5 |
| 17-ML2 | 무 | 대일바이오 | DR-2 | 5 |
| 17-ML3 | 무 | 대일바이오 | DR-3 | 5 |
| 17-ML4 | 무 | 대일바이오 | DR-4 | 5 |
| 17-ML5 | 무 | 대일바이오 | DR-5 | 5 |
| 17-ML6 | 무 | 대일바이오 | DR-6 | 5 |
| 17-ML7 | 양배추 | 아시아종묘 | ASC1 | 7 |
| 17-ML8 | 양배추 | 아시아종묘 | ASC2 | 7 |
| 17-ML9 | 양배추 | 아시아종묘 | ASC3 | 7 |
| 17-ML10 | 양배추 | 아시아종묘 | ASC4 | 7 |
| 합계 | 4작물 | 4개사 | 40계통 | 204점 |

○ 2단계 1차년도 서비스에 실시된 배지 조합

<표 2> 소포자 배양 서비스에 사용된 배지 조성(배추, 팍초이)

| 배지 번호 | 배지 조성 |
|-------|---|
| 1 | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% |
| 2 | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + NAA 50μl + BAP 50μl |
| 5 | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + Micro Element 1mg + S13% |
| 6 | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + Micro Element 1mg + S13% + NAA 50μl + BAP 50μl |
| 1-A | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + Kao.Vit 1mg |
| 1-B | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + Gamberg Vit 1mg |
| 1-C | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + MS .Vit 1mg |
| 1-D | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + Micronutrient |
| 1-E | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + Macronutrient |

<표 3> 소포자 배양 서비스에 사용된 배지 조성(무, 양배추)

| 배지 번호 | 배지 조성 |
|-------|---|
| 10 | 1N NLN + 1N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% |
| 11 | 1N NLN + 1N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + NAA 50μl + BAP 50μl |
| 12 | 1N NLN + 1N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S15% |
| 13 | 1N NLN + 1N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S15% + NAA 50μl + BAP 50μl |
| 10-A | 1N NLN + 1N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + Kao. Vit 1mg |
| 10-B | 1N NLN + 1N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + Gamberg Vit 1mg |
| 10-C | 1N NLN + 1N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + MS. Vit 1mg |
| 10-D | 1N NLN + 1N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + Micronutrient |
| 10-E | 1N NLN + 1N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + Macronutrient |

○ 2단계 1차년도 소포자배양 서비스 결과

<표 4> 배추과 채소의 1차년도 소포자배양 서비스 결과(팍초이, 배추)

| 라벨 | 종류 | 회사명 | 최적배지 | 개수 | 차선배지 | 개수 | 전체 배개수 |
|----------|-----|-------|------|-----|------|-----|--------|
| 17-MK 1 | 팍초이 | 아시아종묘 | 5 | 129 | 1-D | 75 | 404 |
| 17-MK 2 | 팍초이 | 아시아종묘 | 5 | 38 | 1-A | 14 | 80 |
| 17-MK 3 | 팍초이 | 아시아종묘 | 1 | 55 | 2 | 3 | 70 |
| 17-MK 4 | 팍초이 | 아시아종묘 | 6 | 93 | 5 | 63 | 207 |
| 17-MK 5 | 배추 | 코레곤 | 1-D | 61 | 6 | 7 | 81 |
| 17-MK 6 | 배추 | 코레곤 | 1-C | 119 | 5 | 1 | 121 |
| 17-MK 7 | 배추 | 코레곤 | 1 | 11 | 1-C | 1 | 12 |
| 17-MK 8 | 배추 | 코레곤 | 1-C | 1 | - | - | 1 |
| 17-MK 9 | 배추 | 코레곤 | 2 | 205 | 1-C | 25 | 234 |
| 17-MK 10 | 배추 | 대일바이오 | 1 | 78 | 5 | 47 | 134 |
| 17-MK 11 | 배추 | 대일바이오 | 6 | 420 | 1-A | 85 | 673 |
| 17-MK 12 | 배추 | 대일바이오 | 5 | 461 | 1 | 358 | 882 |
| 17-MK 13 | 배추 | 대일바이오 | 6 | 298 | 2 | 83 | 444 |
| 17-MK 14 | 배추 | 대일바이오 | 5 | 4 | - | - | 4 |
| 17-MK 15 | 배추 | 대일바이오 | - | - | - | - | 0 |
| 17-MK 16 | 배추 | 대일바이오 | 10 | 3 | 5 | 1 | 4 |
| 17-MK 17 | 배추 | 대일바이오 | 6 | 106 | 1-D | 30 | 200 |
| 17-MK 18 | 배추 | 대일바이오 | 1-D | 154 | 2 | 42 | 261 |
| 17-MK 19 | 배추 | 대일바이오 | 10 | 396 | 6 | 150 | 573 |

| 라벨 | 종류 | 회사명 | 최적배지 | 개수 | 차선배지 | 개수 | 전체 배개수 |
|----------|-----|-------|------|-----|------|----|-----------|
| 17-MK 20 | 배추 | 충남대학교 | 1 | 39 | 1-D | 10 | 78 |
| 17-MK 21 | 배추 | 충남대학교 | 6 | 23 | 1 | 23 | 81 |
| 17-MK 22 | 팍초이 | 아시아종묘 | 5 | 129 | 1-D | 75 | 20 |
| 17-MK 23 | 팍초이 | 아시아종묘 | 5 | 38 | 1-A | 14 | 20 |
| 17-MK 24 | 팍초이 | 아시아종묘 | 1 | 55 | 2 | 3 | 6 |
| 17-MK 25 | 팍초이 | 아시아종묘 | 6 | 93 | 5 | 63 | 6 |
| 17-MK 26 | 배추 | 코레곤 | 1-D | 61 | 6 | 7 | 8 |
| 17-MK 27 | 배추 | 코레곤 | 1-C | 119 | 5 | 1 | 18 |
| 17-MK 28 | 배추 | 코레곤 | 1 | 11 | 1-C | 1 | 14 |
| 17-MK 29 | 배추 | 코레곤 | 1-C | 1 | - | - | 0 |
| 17-MK 30 | 배추 | 코레곤 | 2 | 205 | 1-C | 25 | 14 |
| 합계 | | | | | | | 4,650 |

<표 5> 배추과 채소의 1차년도 소포자배양 서비스 결과(무, 양배추)

| 라벨 | 종류 | 회사명 | 최적배지 | 개수 | 차선배지 | 개수 | 전체 배개수 |
|---------|-----|-------|------|-----|------|----|-----------|
| 17-ML1 | 무 | 대일바이오 | 13 | 22 | 10-A | 9 | 50 |
| 17-ML2 | 무 | 대일바이오 | - | - | - | - | 0 |
| 17-ML3 | 무 | 대일바이오 | - | - | - | - | 0 |
| 17-ML4 | 무 | 대일바이오 | - | - | - | - | 0 |
| 17-ML5 | 무 | 대일바이오 | 10-D | 3 | 10 | 2 | 5 |
| 17-ML6 | 무 | 대일바이오 | - | - | - | - | 0 |
| 17-ML7 | 양배추 | 아시아종묘 | 10-B | 37 | - | - | 37 |
| 17-ML8 | 양배추 | 아시아종묘 | 10 | 3 | - | - | 3 |
| 17-ML9 | 양배추 | 아시아종묘 | 10 | 147 | - | - | 147 |
| 17-ML10 | 양배추 | 아시아종묘 | - | - | - | - | 0 |
| 합계 | | | | | | | 242 |



<그림 1> 2단계 1차년도 소포자배양 서비스 배양체 및 배양체 인수 모습

2. 양배추류 소포자 배양의 세부 조건 탐색

: 배지조성(sucrose 농도, 성장조절제 유무), 모식물의 세대, 소포자 배양시기 등 세부조건 별 배발생 및 식물체 재분화율 조사 결과 소포자 배양 시기가 개화 초기일수록 배상체 획득률이 높은 경향이였다.

<표 6> 유전적으로 다양한 양배추자원 : 14자원

| Variety name (Original) | Generation | Company | Introduced country | Outer leaf color | Growing period |
|-------------------------|----------------|--------------|--------------------|------------------|----------------|
| Geuk-jo-gam-nam (極早甘藍) | F ₂ | Quality Seed | China | Green | Early |
| Geuk-jo-gam-nam (極早甘藍) | F ₂ | Quality Seed | China | Green | Early |
| Jung-saeng Rubiya | F ₂ | Takii Korea | Korea | Red | Medium |
| Rubia | F ₂ | Takii Korea | Korea | Red | Medium Late |
| Rubia | F ₂ | Takii Korea | Korea | Red | Medium Late |
| Gyeong-pung1ho (京豊1號) | F ₃ | XingShen | China | Green | Late |
| Gyeong-pung1ho (京豊1號) | F ₃ | XingShen | China | Green | Late |
| Gyeong-pung1ho (京豊1號) | F ₃ | XingShen | China | Green | Late |
| Jung-saeng Rubiya | F ₃ | Takii Korea | Korea | Red | Medium |
| Gyeong-pung1ho (京豊1號) | F ₃ | XingShen | China | Green | Late |
| Gyeong-pung1ho (京豊1號) | F ₃ | XingShen | China | Green | Late |
| Geuk-jo-gam-nam (極早甘藍) | F ₃ | Quality Seed | China | Green | Early |
| Jung-saeng Rubiya | F ₁ | Takii Korea | Korea | Red | Medium |
| Gyeong-pung1ho (京豊1號) | F ₁ | XingShen | China | Green | Late |

<표 7> 성장조절제와 sucrose 농도를 달리한 배지 조성

| Number | Components of Medium |
|--------|--|
| 10 | 2xNLN, AgNO ₃ 1 mg/l, sucrose 13% |
| 11 | 2xNLN, AgNO ₃ 1 mg/l, sucrose 13%, NAA 0.05 mg/l, BAP 0.05 mg/l |
| 12 | 2xNLN, AgNO ₃ 1 mg/l, sucrose 15% |
| 13 | 2xNLN, AgNO ₃ 1 mg/l, sucrose 15%, NAA 0.05 mg/l, BAP 0.05 mg/l |

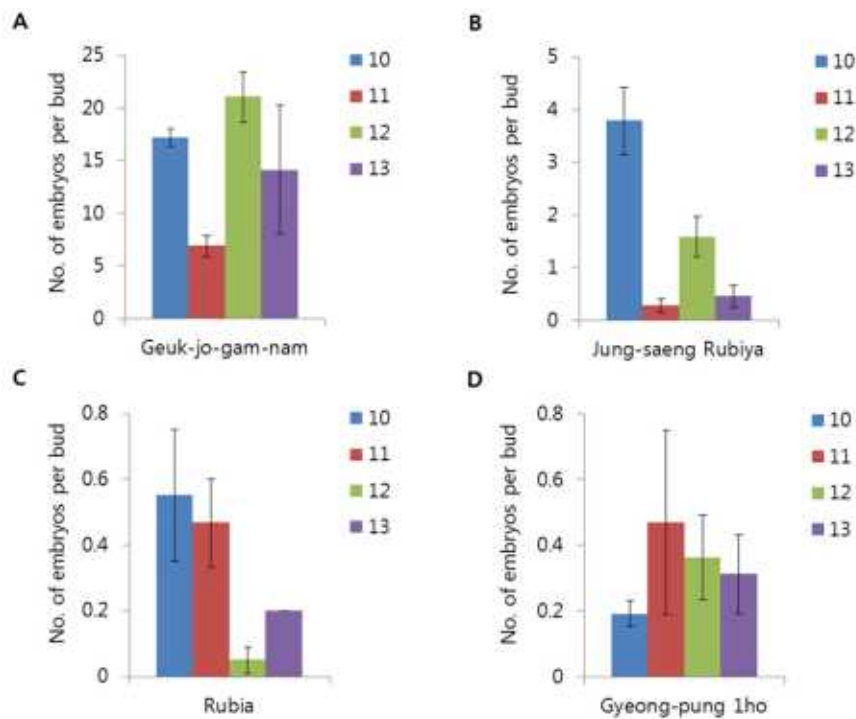
- 모식물의 세대의 영향

<표 8> 양배추 4개 품종의 모식물의 세대별 배발생 및 치상량, 자원별 배 발생 배지 조성

| Variety | Material | Generation | Regenerated embryos per bud (No.) | Transferred embryos per bud (No.) | Regenerated Media (No.) |
|-------------------|----------|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| Geuk-jo-gam-nam | 11-FS 25 | F ₂ | 15.4±4.76 | 3.7±1.30 | 10, 12 |
| | 11-FS 26 | F ₂ | 20.3±4.12 | 7.1±1.29 | 10, 12 |
| | 11-FS 58 | F ₃ | 9.3±1.79 | 4.8±1.17 | 12, 10 |
| Jung-saeng Rubiya | 11-FS 59 | F ₁ | 0.6±0.16 | 0.4±0.13 | 10, 12 |
| | 11-FS 28 | F ₂ | 3.2±1.17 | 3.2±1.16 | 10, 12 |
| | 11-FS 47 | F ₃ | 3.4±2.98 | 3.3±2.85 | 10, 11 |
| Gyeong-pung Iho | 11-FS 60 | F ₁ | 0.2±0.07 | 0.2±0.07 | 13, 10 |
| | 11-FS 35 | F ₃ | 0.4±0.14 | 0.4±0.16 | 11, 13 |
| Rubia | 11-FS 29 | F ₂ | 0.3±0.12 | 0.3±0.11 | 10, 11 |

양배추 소포자배양에 있어 모식물의 세대가 일대잡종 세대보다 자가수정 후대로 갈수록 배 발생, MS고체배지 치상량이 높음.

- 배지 조성의 영향



<그림 2> 양배추 4개 품종의 배지 조성별 배 발생량

양배추 소포자 배양에 있어 배 발생이 잘되는 품종일수록 성장조절제가 없는 배지 조성에서 배 발생량이 높았고, 배 발생이 안 되는 품종일수록 성장조절제가 함유된 배지 조성에서 배 발생량이 비교적 높았음.

- 소포자 배양 시기의 영향

<표 9> 양배추 소포자 배양의 배양시기별 배발생 및 식물체 재분화 결과

| Material | Regenerated embryos | | | Transferred embryos | | | Transplanted plantlets | | |
|-----------|---------------------|----------------|----------------|---------------------|---------------|---------------|------------------------|--------------|------------|
| | Early | Middle | Late | Early | Middle | Late | Early | Middle | Late |
| | No.(%) | No.(%) | No.(%) | No.(%) | No.(%) | No.(%) | No.(%) | No.(%) | No.(%) |
| 11-FS25 | 441 (12.5) | 2402 (68.0) | 689 (19.5) | 284 (33.2) | 423 (49.4) | 149 (17.4) | 74 (86.0) | 9 (10.5) | 3 (3.5) |
| 11-FS26 | 1510 (41.4) | 950 (26.0) | 1190 (32.6) | 465 (36.5) | 301 (23.6) | 507 (39.8) | 55 (69.6) | 19 (24.1) | 5 (6.3) |
| 11-FS28 | 93 (48.2) | 5 (2.6) | 95 (49.2) | 92 (47.9) | 5 (2.6) | 95 (49.5) | 4 (100) | 0 (0.0) | 0 (0.0) |
| 11-FS29 | 21 (58.3) | 10 (27.8) | 5 (13.9) | 20 (69.0) | 4 (13.8) | 5 (17.2) | 7 (100) | 0 (0.0) | 0 (0.0) |
| 11-FS35 | 20 (31.7) | 40 (63.5) | 3 (4.8) | 28 (46.7) | 29 (48.3) | 3 (5.0) | 17 (77.3) | 5 (22.7) | 0 (0.0) |
| 11-FS47 | 210 (87.5) | 19 (7.9) | 11 (4.6) | 198 (86.8) | 19 (8.3) | 11 (4.8) | 9 (39.1) | 14 (60.9) | 0 (0.0) |
| 11-FS58 | 560 (33.6) | 669 (40.1) | 440 (26.4) | 418 (48.2) | 383 (44.2) | 66 (7.6) | 24 (52.2) | 19 (41.3) | 3 (6.5) |
| 11-FS59 | 24 (19.0) | 64 (50.8) | 38 (30.2) | 18 (19.1) | 64 (68.1) | 12 (12.8) | 1 (33.3) | 2 (66.7) | 0 (0.0) |
| 11-FS60 | 24 (61.5) | 14 (35.9) | 1 (2.6) | 21 (61.8) | 12 (35.3) | 1 (2.9) | 5 (83.3) | 1 (16.7) | 0 (0.0) |
| Total (%) | 43.8 | 35.8 | 20.4 | 49.9 | 32.6 | 17.5 | 71.2 | 27 | 1.8 |

a 배양초기 : 1~14일, b 배양 중기 : 15~34일, c배양 말기 : 35일~55일

☞ 양배추의 소포자 배양 전체 기간 중 개화 초기가 중기 및 말기보다 배발생, MS배지 치상, 식물체 재분화 결과가 월등히 높음.

3. 배추 육성 품종의 기능성 성분 분석(충남대학교 박상언 공동 연구)

- 2017년 건조한 조건에서 재배하였을 때 견디는 힘이 강하였으며 반결구 형으로 원예적 특성이 양호하였음.
- 지상부의 기능성 물질인 글루코시놀레이트의 함량을 분석한 결과 대조(춘광) 보다 높았으며, 기존에 개발한 품종들보다 높았음

<표 10> 채소과 육성 배추의 글루코시놀레이트 함량 분석

(단위 : $\mu\text{mol/g D.W.}$)

| 글루코시놀레이트류 | 준광 | 원교20047호 | 원교20048호 | 원교20049호 | 원교20050호 |
|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Glucobrassicin | 0.36 \pm 0.03 | 0.25 \pm 0.05 | 0.22 \pm 0.03 | 0.22 \pm 0.05 | 0.23 \pm 0.04 |
| Progoitrin | 1.12 \pm 0.13 | 1.36 \pm 0.13 | 1.01 \pm 0.10 | 0.68 \pm 0.07 | 5.27 \pm 1.02 |
| Glucosylisothiocyanate | 0.27 \pm 0.02 | 0.10 \pm 0.03 | 0.22 \pm 0.03 | 0.17 \pm 0.06 | 0.00 |
| Glucoraphanin | 0.24 \pm 0.02 | 0.38 \pm 0.02 | 0.37 \pm 0.05 | 0.05 \pm 0.03 | 0.00 |
| Glucosinapin | 1.30 \pm 0.11 | 0.81 \pm 0.05 | 0.29 \pm 0.06 | 9.58 \pm 0.25 | 4.89 \pm 0.83 |
| 4-Hydroxyglucobrassicin | 0.20 \pm 0.04 | 0.21 \pm 0.03 | 0.36 \pm 0.10 | 0.03 \pm 0.01 | 0.49 \pm 0.10 |
| Glucocochlearin | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Glucobrassicinapin | 0.46 \pm 0.01 | 0.42 \pm 0.04 | 0.12 \pm 0.01 | 1.72 \pm 0.06 | 0.09 \pm 0.00 |
| Glucorucin | 0.18 \pm 0.05 | 0.00 | 0.49 \pm 0.06 | 0.00 | 0.62 \pm 0.01 |
| Glucobrassicin | 1.94 \pm 0.20 | 1.47 \pm 0.07 | 2.48 \pm 0.30 | 2.05 \pm 0.14 | 2.75 \pm 0.51 |
| 4-Methoxyglucobrassicin | 3.89 \pm 0.51 | 1.77 \pm 0.07 | 2.44 \pm 0.40 | 0.89 \pm 0.01 | 1.77 \pm 0.39 |
| Glucobrassicin | 0.00 | 0.66 \pm 0.08 | 0.28 \pm 0.18 | 0.22 \pm 0.22 | 1.22 \pm 0.36 |
| Neoglucobrassicin | 4.15 \pm 0.37 | 5.26 \pm 0.27 | 7.39 \pm 1.31 | 3.59 \pm 0.09 | 5.74 \pm 1.28 |
| Total | 14.10 \pm 1.32 | 12.71 \pm 0.54 | 15.68 \pm 2.26 | 19.19 \pm 0.70 | 23.08 \pm 4.52 |



[2차년도]

1. 배추과 채소 소포자 배양 기술 개발 및 서비스 :

○ GSP 2단계 2차년도 과제 참여 기관 육종 소재 소포자배양 수행 내역

<표1> 배추과 채소의 소포자 배양 요청 자원 201점의 목록(2차년도)

| 라벨 | 종류 | 회사명 | 내역 | 갯수(점) |
|---------|----|-------|--------|-------|
| 18-KC 1 | 배추 | 코레곤 | 18K01 | 1 |
| 18-KC 2 | 배추 | 코레곤 | 18K02 | 1 |
| 18-KC 3 | 배추 | 코레곤 | 18K03 | 1 |
| 18-KC 4 | 배추 | 코레곤 | 18K04 | 1 |
| 18-KC 5 | 배추 | 코레곤 | 18K05 | 1 |
| 18-KC 6 | 배추 | 대일바이오 | DBCC-1 | 5 |

| 라벨 | 종류 | 회사명 | 내역 | 갯수(점) |
|----------|-----|-------|---------|-------|
| 18-KC 7 | 배추 | 대일바이오 | DBCC-2 | 5 |
| 18-KC 8 | 배추 | 대일바이오 | DBCC-3 | 5 |
| 18-KC 9 | 배추 | 대일바이오 | DBCC-4 | 5 |
| 18-KC 10 | 배추 | 대일바이오 | DBCC-5 | 5 |
| 18-KC 11 | 배추 | 대일바이오 | DBCC-6 | 5 |
| 18-KC 12 | 배추 | 대일바이오 | DBCC-7 | 5 |
| 18-KC 13 | 배추 | 대일바이오 | DBCC-8 | 5 |
| 18-KC 14 | 배추 | 대일바이오 | DBCC-9 | 5 |
| 18-KC 15 | 배추 | 대일바이오 | DBCC-10 | 5 |
| 18-KC 16 | 팍초이 | 아시아종묘 | DH20 | 5 |
| 18-KC 17 | 팍초이 | 아시아종묘 | DH24 | 5 |
| 18-KC 18 | 팍초이 | 아시아종묘 | DH30 | 5 |
| 18-KC 19 | 팍초이 | 아시아종묘 | DH32 | 5 |
| 18-KC 20 | 팍초이 | 아시아종묘 | DH33 | 5 |
| 18-KC 21 | 배추 | 대일바이오 | DB11 | 5 |
| 18-KC 22 | 배추 | 대일바이오 | DB12 | 5 |
| 18-KC 23 | 배추 | 대일바이오 | DB13 | 3 |
| 18-KC 24 | 배추 | 대일바이오 | DB14 | 3 |
| 18-KC 25 | 배추 | 대일바이오 | DB15 | 5 |
| 18-KC 26 | 배추 | 충남대학교 | 18-RT | 10 |
| 18-KC 27 | 배추 | 충남대학교 | 18-KK | 10 |
| 18-KC 28 | 무 | 대일바이오 | B-8 | 5 |
| 18-KC 29 | 무 | 대일바이오 | B-22 | 5 |
| 18-KC 30 | 무 | 대일바이오 | B-36 | 5 |
| 18-KC 31 | 무 | 대일바이오 | B-39 | 5 |
| 18-KC 32 | 무 | 대일바이오 | B-89 | 5 |
| 18-KC 33 | 무 | 대일바이오 | B-92 | 5 |
| 18-KC 34 | 무 | 대일바이오 | B-94 | 5 |
| 18-KC 35 | 무 | 대일바이오 | B-135 | 5 |
| 18-KC 36 | 무 | 대일바이오 | C-8 | 5 |
| 18-KC 37 | 무 | 대일바이오 | C-9 | 5 |
| 18-KC 38 | 무 | 대일바이오 | C-11 | 5 |
| 18-KC 39 | 무 | 대일바이오 | RT 2 | 5 |
| 18-KC 40 | 무 | 대일바이오 | RT 3 | 5 |
| 18-KC 41 | 무 | 대일바이오 | RT 4 | 5 |
| 18-KC 42 | 무 | 대일바이오 | RT 5 | 5 |
| 18-KC 43 | 무 | 대일바이오 | RT 15 | 5 |
| 합계 | 3작물 | 4개사 | 43계통 | 201점 |

○ 2단계 2차년도 소포자배양 서비스 결과

<표 4> 배추과 채소의 2차년도 소포자배양 서비스 결과

| 라벨 | 종류 | 회사명 | 최적배지 | 개수 | 차선배지 | 개수 | 전체 배개수 |
|---------|----|-----|------|----|------|----|-----------|
| 18-KC 1 | 배추 | 코레곤 | - | - | - | - | |
| 18-KC 2 | 배추 | 코레곤 | 10 | 49 | 6 | 3 | 54 |
| 18-KC 3 | 배추 | 코레곤 | 10 | 14 | - | - | 14 |

| 라벨 | 종류 | 회사명 | 최적배지 | 개수 | 차선배지 | 개수 | 전체 배개수 |
|----------|-----|-------|------|-----|------|-----|-----------|
| 18-KC 4 | 배추 | 코레곤 | - | - | - | - | |
| 18-KC 5 | 배추 | 코레곤 | 6 | 52 | 10 | 30 | 91 |
| 18-KC 6 | 배추 | 대일바이오 | 10-D | 17 | 1-D | 1 | 18 |
| 18-KC 7 | 배추 | 대일바이오 | 2 | 2 | - | - | 2 |
| 18-KC 8 | 배추 | 대일바이오 | 11 | 20 | 1-D | 3 | 23 |
| 18-KC 9 | 배추 | 대일바이오 | 1 | 11 | - | - | 11 |
| 18-KC 10 | 배추 | 대일바이오 | 10 | 2 | - | - | 2 |
| 18-KC 11 | 배추 | 대일바이오 | 10-D | 7 | 1-D | 4 | 12 |
| 18-KC 12 | 배추 | 대일바이오 | 1 | 3 | 1-D | 2 | 5 |
| 18-KC 13 | 배추 | 대일바이오 | 10 | 3 | 10-D | 1 | 4 |
| 18-KC 14 | 배추 | 대일바이오 | 10 | 13 | 10-B | 2 | 17 |
| 18-KC 15 | 배추 | 대일바이오 | 10-D | 78 | 1-A | 5 | 86 |
| 18-KC 16 | 팍초이 | 아시아종묘 | 10-D | 67 | 6 | 56 | 158 |
| 18-KC 17 | 팍초이 | 아시아종묘 | 10-B | 212 | 10 | 68 | 290 |
| 18-KC 18 | 팍초이 | 아시아종묘 | | | | | |
| 18-KC 19 | 팍초이 | 아시아종묘 | 11 | 11 | 10 | 8 | 19 |
| 18-KC 20 | 팍초이 | 아시아종묘 | - | - | - | - | |
| 18-KC 21 | 배추 | 대일바이오 | 11 | 5 | 10 | 3 | 10 |
| 18-KC 22 | 배추 | 대일바이오 | | | | | |
| 18-KC 23 | 배추 | 대일바이오 | | | | | |
| 18-KC 24 | 배추 | 대일바이오 | 10-D | 17 | 11 | 13 | 40 |
| 18-KC 25 | 배추 | 대일바이오 | 11 | 1 | - | - | 1 |
| 18-KC 26 | 배추 | 충남대학교 | 1-A | 554 | 5 | 257 | 1090 |

| 라벨 | 종류 | 회사명 | 최적배지 | 개수 | 차선배지 | 개수 | 전체 배개수 |
|----------------|----|-------|------|----|------|----|-----------|
| 18-KC 27 | 배추 | 충남대학교 | 1 | 51 | 1-A | 33 | 155 |
| 18-KC 28~43 | 무 | 대일바이오 | | | | | 저온처리 |
| 18-KC 44~58 | 배추 | 대일바이오 | | | | | 재과종 |
| 합계 | | | | | | | 2,102 |

2. 반수체 배양용 재료 선발 및 세대진전

- 목적에 따른 자원 선발 및 세대 진전 : 뿌리혹병 저항성 자원(IT033820 유래 자원) 2집단 선발하여 각 집단에 뿌리혹병 균주(서산, 연천, 강릉) 접종 및 세대진전(뇌수분)

<표 5> 서산균주 저항성 자원 선발: 기존 보유 계통 및 도입자원 94집

- 접종법 : 농도는 8×10^6 (한화연의 약1/5), 접종 후 5주째 조사

| 17라벨 | 계통번호 및 설명 | 17라벨 | 계통번호 및 설명 | 17라벨 | 계통번호 및 설명 |
|----------|--------------------|-----------|--------------------|-----------|--------------|
| 17-RGW03 | 06-CR8-1 | 17-RGW76 | 14-FH223 | 17-RGW132 | 09-FK162-1 |
| 17-RGW04 | 06-CR9-1-1 | 17-RGW77 | 14-FH229 | 17-RGW133 | 09-FK163-5 |
| 17-RGW06 | 06-CR20-1-1 | 17-RGW78 | 14-FA01 | 17-RGW135 | 09-FK221-1 |
| 17-RGW08 | 07-ER38-2-2 | 17-RGW79 | 14-FA03(12-FA9-11) | 17-RGW137 | 10-FP23-2 |
| 17-RGW10 | 08-SF23-1 (P) | 17-RGW80 | 14-FA05(12-FA11-4) | 17-RGW139 | 10-FP2511 |
| 17-RGW11 | 08-SF27-1 | 17-RGW81 | 14-FA06(12-FA12-1) | 17-RGW150 | 10-FP30-3 |
| 17-RGW19 | (I×B)×I | 17-RGW82 | 14-FA09(12-FA15-2) | 17-RGW156 | 14-FA75 |
| 17-RGW22 | 09-FK9-1 | 17-RGW83 | 14-FA02(12-FA71-1) | 17-RGW162 | 아끼메끼 |
| 17-RGW24 | 09-FK13-6 | 17-RGW85 | 소포자 배양 유래 신계통(yc2) | 17-RGW163 | WCD01 |
| 17-RGW27 | 09-FK21-1 | 17-RGW86 | 소포자 배양 유래 신계통(yc2) | 17-RGW165 | WCD03 |
| 17-RGW28 | 09-FK23-1 | 17-RGW89 | 원교20040호 | 17-RGW166 | WCD04 |
| 17-RGW31 | 09-FK28-1 | 17-RGW90 | 원교20035호 | 17-RGW170 | 40946 |
| 17-RGW32 | 09-FK31-1 | 17-RGW91 | 14-FH142 (2)-1 | 17-RGW184 | 12-2-39 |
| 17-RGW34 | 09-FK104-1 | 17-RGW96 | 14-FH244 (2)-2 | 17-RGW187 | 12-2-43 |
| 17-RGW35 | 09-FK105-1 | 17-RGW97 | 14-FH254 (2)-2 | 17-RGW188 | 09-CMR6-2 |
| 17-RGW46 | 10-NA42(10-SE25-1) | 17-RGW98 | 14-FH256 (2)-1 | 17-RGW189 | 09-CMR6-60 |
| 17-RGW47 | 10-NA44(10-SE27-1) | 17-RGW99 | 14-FH258 (4)-3 | 17-RGW190 | 09-CMR37-5 |
| 17-RGW51 | 10-NA89(10-SE4-1) | 17-RGW102 | 15-FA31 (2)-2 | 17-RGW191 | 09-CMR37-11 |
| 17-RGW60 | 09-RC159-2-1 ① | 17-RGW105 | 원교20036호(yc2저항성) | 17-RGW192 | 09-CFK303-28 |
| 17-RGW61 | 09-RC154-2-1 ① | 17-RGW107 | 원교20036호 | 17-RGW200 | 농업유전자원센터분양 |
| 17-RGW62 | 09-RC159-2-2 ① | 17-RGW108 | 원교20037호 | 17-RGW201 | 농업유전자원센터분양 |
| 17-RGW63 | 09-RC163-2-2 ① | 17-RGW109 | 원교20038호 | 17-RGW202 | 농업유전자원센터분양 |
| 17-RGW64 | 09-RFK154-2-2 ① | 17-RGW111 | 원교20041호 | 17-RGW203 | 농업유전자원센터분양 |
| 17-RGW65 | 09-RFK170-2-1 ① | 17-RGW112 | 원교20042호 | 17-RGW204 | 농업유전자원센터분양 |
| 17-RGW66 | 09-RFK170-2-2 ① | 17-RGW113 | 원교20043호 | 17-RGW205 | 농업유전자원센터분양 |
| 17-RGW67 | 14-FA36(11-FF61-1) | 17-RGW114 | 원교20044호 | 17-RGW206 | 농업유전자원센터분양 |
| 17-RGW69 | 14-FA42(11-FF83-2) | 17-RGW115 | 원교20045호 | 17-RGW207 | 농업유전자원센터분양 |
| 17-RGW72 | 14-FA26(11-FF30-3) | 17-RGW116 | 원교20035호(뿌리순무) | 17-RGW208 | 농업유전자원센터분양 |
| 17-RGW73 | 14-FA29(11-FF35-2) | 17-RGW127 | 09-FK50-5 | 17-RGW209 | 농업유전자원센터분양 |
| 17-RGW74 | 14-FH219 | 17-RGW128 | 09-FK153-1 | 17-RGW210 | 농업유전자원센터분양 |
| 17-RGW75 | 14-FH222 | 17-RGW130 | 09-FK159-1 | | |

<표 6> 서산군주 저항성 자원 1차 선발 : 서산군주 저항성 자원 11점 선발, 선발 개체 종자 증식

| 포장라벨 | DI | 계통명 | 도입 및 육성 내역 |
|-----------|------|--------------------------|-------------------|
| 17-RGW03 | 59.1 | 06-CR8-1 | 06-CR |
| 17-RGW04 | 38.9 | 06-CR9-1-1 | 06-CR |
| 17-RGW06 | 8.3 | 06-CR20-1-1 | 06-CR |
| 17-RGW08 | 60 | 07-ER38-2-2 | 07-ER |
| 17-RGW019 | 0 | 09-SC53-8 | (I×B)×I |
| 17-RGW034 | 0 | 09-FK104-1 | 07-MC169-2-3 |
| 17-RGW035 | 0 | 09-FK105-1 | 07-MC169-2-4 |
| 17-RGW046 | 8.3 | 10-NA42(10-SE25-1) | 09-FK104 |
| 17-RGW047 | 0 | 10-NA44(10-SE27-1) | 09-FK106 |
| 17-RGW051 | 0 | 10-NA89(10-SE4-1) | 09-RFC270 |
| 17-RGW060 | 0 | 09-RC159-2-1 ① | 09-RC (노르딕 순무 도입) |
| 17-RGW061 | 0 | 09-RC154-2-1 ① | 09-RC (노르딕 순무 도입) |
| 17-RGW063 | 0 | 09-RC163-2-2 ① | 09-RC (노르딕 순무 도입) |
| 17-RGW132 | 35.7 | 09-FK162-1 | 16-SB09 |
| 17-RGW133 | 37.5 | 09-FK163-5 | 16-SB10 |
| 17-RGW137 | 7.5 | 10-FP23-2 | 13-SB65 |
| 17-RGW162 | 5 | 아끼메끼 | 도입종 |
| 17-RGW163 | 0 | cabbage(Jersey Queen) | WCD01 |
| 17-RGW202 | 0 | NPL-KIG-1997-278 | 농업유전자원센터분양 |
| 17-RGW203 | 29.5 | GHA-LDJ-1998-5 | 농업유전자원센터분양 |
| 17-RGW205 | 0 | Leielander | 농업유전자원센터분양 |
| 17-RGW206 | 16.7 | Halflange Witte Groenkop | 농업유전자원센터분양 |
| 17-RGW208 | 32.1 | Platte Ronde Blauwkop | 농업유전자원센터분양 |
| 17-RGW209 | 56.3 | Vobra | 농업유전자원센터분양 |



<그림 1> 저농도의 서산균주에 저항성인 선발 자원의 집종 결과

※ 선발 자원은 양배추, 순무 종류로 세대 진전에 2년이 소요되어, '17년도에 선발한 저항성 개체의 채종이 '18년 여름에 꼬투리를 형성하였음.

<표 7> 연천균주 저항성 자원 선발(종자 보유 자원 96점을 한국화학연구원에 분석 의뢰: 저항성 자원 16점)

| 계통 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 발병도 | 반응 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-----|----|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | 0.0 | R |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0.8 | R |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0.8 | R |
| 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |
| 7 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | 4.0 | S |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |
| 9 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 0 | | 1.3 | MR |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |
| 15 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3.7 | S |
| 16 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 3 | | | | 2.4 | S |
| 17 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3.9 | S |
| 18 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | | | | | | 3.8 | S |
| 19 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | 0.0 | R |

| 계통 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 발병도 | 반응 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-----|----|
| 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | 0.0 | R |
| 22 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 3.8 | S |
| 23 | - | | | | | | | | | | | |
| 24 | - | | | | | | | | | | | |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0.0 | R |
| 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |
| 29 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3.8 | S |
| 30 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4.0 | S |
| 31 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 32 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | | | | 3.9 | S |
| 33 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3.9 | S |
| 34 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 35 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4.0 | S |
| 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |
| 37 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 38 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 39 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3.8 | S |
| 40 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | | | | | 3.3 | S |
| 41 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3.6 | S |
| 42 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4.0 | S |
| 43 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3.7 | S |
| 44 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | | 4.0 | S |
| 45 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.8 | R |
| 46 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3.9 | S |
| 47 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 48 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3.9 | S |
| 49 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | 4.0 | S |
| 50 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 51 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3.9 | S |
| 52 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | 4.0 | S |
| 53 | 0 | 2 | 2 | 0 | | | | | | | 1.0 | R |
| 54 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | 4.0 | S |
| 55 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | | | | 3.7 | S |
| 56 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 57 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 58 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | 4.0 | S |
| 59 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3.9 | S |
| 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | | | 0.5 | R |
| 61 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | 4.0 | S |
| 62 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | 4.0 | S |
| 63 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 64 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 65 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 66 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4.0 | S |
| 67 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | 4.0 | S |
| 68 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 70 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3.8 | S |
| 71 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 1 | 3.4 | S |
| 72 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3.9 | S |
| 74 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 4 | 4 | | | 2.3 | S |
| 75 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 0 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3.4 | S |
| 76 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3.8 | S |
| 77 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |

| 계통 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 발병도 | 반응 |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-----|----|
| 78 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 79 | 0 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3.4 | S |
| 80 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3.9 | S |
| 81 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | 4.0 | S |
| 82 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | | 3.6 | S |
| 83 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 86 | - | | | | | | | | | | | |
| 87 | - | | | | | | | | | | | |
| 88 | - | | | | | | | | | | | |
| 89 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 90 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 91 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 92 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 93 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 94 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3.9 | S |
| 95 | - | | | | | | | | | | | |
| 96 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 노랑김장 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 겨울진명 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| CR117 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0.4 | R |
| 천하장군 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |



노랑김장



겨울진명



CR117



천하장군

<표 8> 강릉군주 저항성 자원 선발(종자 보유 자원 96점을 한국화학연구원에 분석 의뢰: 저항성 자원 24점)

| 번호 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 발병도 | 반응 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-----|----|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | 0.0 | R |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0.5 | R |
| 4 | 0 | 0 | 4 | 0 | 3 | 0 | 4 | 0 | 4 | 4 | 1.9 | MR |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |
| 7 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | | | | | | 3.6 | S |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |
| 9 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0.0 | R |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0.0 | R |
| 15 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 | | | | | 1.3 | MR |
| 17 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 18 | 2 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | | | 3.4 | S |
| 19 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1 | 3.6 | S |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0.0 | R |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | 0.0 | R |

| 번호 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 발병도 | 반응 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-----|----|
| 22 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | 0.0 | R |
| 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |
| 26 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |
| 29 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 30 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 3.7 | S |
| 31 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | 4.0 | S |
| 32 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | | | 3.9 | S |
| 33 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 34 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 35 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3.9 | S |
| 36 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |
| 37 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3.2 | S |
| 38 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 39 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2.9 | S |
| 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0.0 | R |
| 41 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | 3.8 | S |
| 42 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | | | 3.6 | S |
| 43 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3.4 | S |
| 44 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 45 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3.8 | S |
| 46 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 47 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | 4.0 | S |
| 48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |
| 49 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |
| 51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |
| 52 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | 4.0 | S |
| 53 | 3 | 4 | 4 | 4 | | | | | | | 3.8 | S |
| 54 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4.0 | S |
| 55 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | | | | | | 3.6 | S |
| 56 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 0 | 3.6 | S |
| 57 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 58 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4.0 | S |
| 59 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |
| 60 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | 4.0 | S |
| 61 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |
| 62 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | 4.0 | S |
| 63 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 64 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3.7 | S |
| 65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |
| 66 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 67 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | 4.0 | S |
| 68 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 70 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | 4.0 | S |
| 71 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 4 | 4 | 3 | 4 | 2.0 | MR |
| 72 | 4 | 1 | 3 | 3 | 4 | 1 | 4 | 4 | 3 | | 3.0 | S |
| 74 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | | | 4.0 | S |
| 75 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 3 | 2 | 3 | 2 | | 2.0 | MR |
| 76 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 77 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 78 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3.8 | S |
| 79 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 80 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3.6 | S |

| 번호 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 발병도 | 반응 |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|-----|----|
| 81 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 4 | | | 3.1 | S |
| 82 | 4 | 3 | 4 | | | | | | | | 3.7 | S |
| 83 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4.0 | S |
| 86 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | | | | | | 0.4 | R |
| 87 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 2 | | 0.9 | R |
| 88 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | | | | | | 0.8 | R |
| 89 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 90 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 91 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 92 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 93 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | 4.0 | S |
| 94 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3.1 | S |
| 96 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3.7 | S |
| 노랑김장 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4.0 | S |
| 겨울진명 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |
| CR117 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0.2 | R |
| 천하장군 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0 | R |



노랑김장



겨울진명



CR117



천하장군



<그림 2> 뿌리혹병 연천, 강릉 군주에 저항성인 선발 소재의 생육 특성

※ 다수의 종자회사 육종 전문가의 예상과 일치하게, 병저항성 자원의 원예적 특성이 예상대로 매우 열악하여 시판 우수 품종과 교배하여 그 후대를 선발하여 배양을 실시코자 함

○ 목적에 따른 자원 선발 및 세대 진전 : 뿌리혹병 판별 품종계통(European clubroot differential set: ECD)의 소포자 배양 후 세대진전

<표 9> 뿌리혹병 판별계통의 소포자 배양체 종자 증식 내역

| 18라벨 | 계통번호 및 설명 | 설명 | 18라벨 | 계통번호 및 설명 | 설명 |
|----------|--------------|----------|----------|--------------|----------|
| 18-FH210 | 16-CRB109-56 | ECD06유래 | 18-FH231 | 16-CRB109-58 | ECD06 유래 |
| 18-FH211 | 16-CRB109-58 | ECD06유래 | 18-FH232 | 16-CRB109-61 | ECD06 유래 |
| 18-FH212 | 16-CRB109-61 | ECD06유래 | 18-FH233 | 16-CRB109-63 | ECD06 유래 |
| 18-FH213 | 16-CRB109-63 | ECD06유래 | 18-FH234 | 16-CRB109-64 | ECD06 유래 |
| 18-FH214 | 16-CRB109-64 | ECD06유래 | 18-FH235 | 16-CRB109-65 | ECD06 유래 |
| 18-FH215 | 16-CRB109-65 | ECD06유래 | 18-FH236 | 16-CRB109-66 | ECD06 유래 |
| 18-FH216 | 16-CRB109-66 | ECD06유래 | 18-FH237 | 16-CRB109-67 | ECD06 유래 |
| 18-FH217 | 16-CRB109-67 | ECD06유래 | 18-FH238 | 16-CRB109-68 | ECD06 유래 |
| 18-FH218 | 16-CRB109-68 | ECD06유래 | 18-FH239 | 16-CRB109-69 | ECD06 유래 |
| 18-FH219 | 16-CRB109-69 | ECD06유래 | 18-FH240 | 16-CRB109-70 | ECD06 유래 |
| 18-FH220 | 16-CRB109-70 | ECD06유래 | 18-FH241 | 16-CRB109-77 | ECD06 유래 |
| 18-FH221 | 16-CRB109-77 | ECD06유래 | 18-FH242 | 16-CRB109-79 | ECD06 유래 |
| 18-FH222 | 16-CRB109-79 | ECD06유래 | 18-FH243 | 16-CRB109-80 | ECD06 유래 |
| 18-FH223 | 16-CRB109-80 | ECD06유래 | 18-FH244 | 16-CRB109-89 | ECD06 유래 |
| 18-FH224 | 16-CRB109-89 | ECD06유래 | 18-FH245 | 16-CRB109-95 | ECD06 유래 |
| 18-FH225 | 16-CRB109-95 | ECD06유래 | 18-FH246 | 16-CRB109-97 | ECD06 유래 |
| 18-FH226 | 16-CRB109-97 | ECD06유래 | 18-FH247 | 16-CRB113-4 | ECD10 유래 |
| 18-FH227 | 16-CRB113-4 | ECD10 유래 | 18-FH248 | 16-CRB113-12 | ECD10 유래 |
| 18-FH228 | 16-CRB113-12 | ECD10 유래 | 18-FH249 | 16-CRB113-18 | ECD10 유래 |
| 18-FH229 | 16-CRB113-18 | ECD10 유래 | 18-FH250 | 16-CRB113-28 | ECD10 유래 |
| 18-FH230 | 16-CRB113-28 | ECD10 유래 | | | |

[3차년도]

1. 배추과 채소 소포자 배양 기술 개발 및 서비스 :

- '19.10.10 현재 277점 실시 완료.

○ GSP 2단계 3차년도 과제 참여 기관 육종 소재 소포자배양 수행 내역

<표1> 배추과 채소의 소포자 배양 요청 자원 277점의 목록(3차년도)

| 라벨 | 종류 | 회사명 | 내역 | 갯수(점) |
|----------|----|-------|----------|-------|
| 19-KD 1 | 배추 | 코레곤 | KG1901-1 | 5 |
| 19-KD 2 | 배추 | 코레곤 | KG1901-2 | 5 |
| 19-KD 3 | 배추 | 코레곤 | KG1902-1 | 5 |
| 19-KD 4 | 배추 | 코레곤 | KG1902-2 | 5 |
| 19-KD 5 | 배추 | 코레곤 | KG1903-1 | 5 |
| 19-KD 6 | 배추 | 코레곤 | KG1903-2 | 5 |
| 19-KD 7 | 무 | 대일바이오 | A28 | 5 |
| 19-KD 8 | 무 | 대일바이오 | A30 | 5 |
| 19-KD 9 | 무 | 대일바이오 | A36 | 5 |
| 19-KD 10 | 무 | 대일바이오 | A43 | 5 |
| 19-KD 11 | 무 | 대일바이오 | A44 | 5 |
| 19-KD 12 | 무 | 대일바이오 | A47 | 5 |
| 19-KD 13 | 무 | 대일바이오 | A53 | 5 |
| 19-KD 14 | 무 | 대일바이오 | A60 | 5 |
| 19-KD 15 | 무 | 대일바이오 | A65 | 5 |

| 라벨 | 종류 | 회사명 | 내역 | 갯수(점) |
|-----------|------------|------------|-------------|------------|
| 19-KD 16 | 무 | 대일바이오 | A108 | 5 |
| 19-KD 17 | 무 | 대일바이오 | A109 | 5 |
| 19-KD 18 | 무 | 대일바이오 | A111 | 5 |
| 19-KD 19 | 무 | 대일바이오 | A113 | 5 |
| 19-KD 20 | 무 | 대일바이오 | A114 | 5 |
| 19-KD 21 | 무 | 대일바이오 | A55 | 5 |
| 19-KD 22 | 배추 | 한국종묘 | 195 | 5 |
| 19-KD 23 | 배추 | 한국종묘 | 196 | 4 |
| 19-KD 24 | 배추 | 한국종묘 | 197 | 5 |
| 19-KD 25 | 배추 | 한국종묘 | 198 | 5 |
| 19-KD 26 | 배추 | 한국종묘 | 201 | 5 |
| 19-KD 27 | 배추 | 한국종묘 | 228 | 5 |
| 19-KD 28 | 배추 | 한국종묘 | 234 | 5 |
| 19-KD 29 | 배추 | 한국종묘 | 239 | 5 |
| 19-KD 30 | 배추 | 한국종묘 | 243 | 5 |
| 19-KD 31 | 배추 | 한국종묘 | 290 | 5 |
| 19-KD 32 | 배추 | 한국종묘 | 324 | 5 |
| 19-KD 33 | 배추 | 대일바이오 | DB | 5 |
| 19-KD 34 | 배추 | 대일바이오 | DB | 5 |
| 19-KD 35 | 배추 | 코레곤 | KRC1901 | 3 |
| 19-KD 36 | 배추 | 코레곤 | KRC1902 | 3 |
| 19-KD 37 | 배추 | 우리종묘 | 1 | 5 |
| 19-KD 38 | 배추 | 우리종묘 | 2 | 5 |
| 19-KD 39 | 배추 | 우리종묘 | 3 | 5 |
| 19-KD 40 | 배추 | 우리종묘 | 4 | 5 |
| 19-KD 41 | 배추 | 우리종묘 | 5 | 5 |
| 19-KD 42 | 배추 | 우리종묘 | 6 | 5 |
| 19-KD 43 | 배추 | 우리종묘 | 7 | 5 |
| 19-KD 44 | 배추 | 우리종묘 | 8 | 5 |
| 19-KD 45 | 무 | 네오씨드 | SC76-1 | 5 |
| 19-KD 46 | 무 | 네오씨드 | SC76-2 | 5 |
| 19-KD 47 | 무 | 네오씨드 | SC77-1 | 5 |
| 19-KD 48 | 무 | 네오씨드 | SC77-3 | 5 |
| 19-KD 49 | 무 | 네오씨드 | SS10-3 | 5 |
| 19-KD 50 | 팍초이류 | 아시아종묘 | DH 1 | 5 |
| 19-KD 51 | 팍초이류 | 아시아종묘 | DH 2 | 5 |
| 19-KD 52 | 팍초이류 | 아시아종묘 | DH 4 | 5 |
| 19-KD 53 | 팍초이류 | 아시아종묘 | DH 5 | 5 |
| 19-KD 54 | 팍초이류 | 아시아종묘 | DH 6 | 5 |
| 19-KD 55 | 팍초이류 | 아시아종묘 | DH 7 | 4 |
| 19-KD 56 | 팍초이류 | 아시아종묘 | DH 8 | 4 |
| 19-KD 57 | 팍초이류 | 아시아종묘 | DH 9 | 4 |
| 합계 | 3작물 | 6개사 | 57계통 | 277 |

○ 2단계 3차년도 소포자배양 서비스 결과

<표 2> 배추과 채소의 3차년도 소포자배양 서비스 결과

| 라벨 | 종류 | 회사명 | 최적배지 | 개수 | 차선배지 | 개수 | 전체배개수 |
|-------------|----|----------|------|-----|------|-----|-------|
| 19-KD 1 | 배추 | 코레곤 | 2 | 33 | 1-A | 19 | 74 |
| 19-KD 2 | 배추 | 코레곤 | 5 | 2 | 1-A | 1 | 3 |
| 19-KD 3 | 배추 | 코레곤 | 1-D | 207 | 5 | 9 | 222 |
| 19-KD 4 | 배추 | 코레곤 | - | - | - | - | 고사 |
| 19-KD 5 | 배추 | 코레곤 | - | - | - | - | 고사 |
| 19-KD 6 | 배추 | 코레곤 | - | - | - | - | 고사 |
| 19-KD 7 | 무 | 대일바이오 | 13 | 9 | 10-B | 6 | 27 |
| 19-KD 8 | 무 | 대일바이오 | 10-B | 69 | 10-D | 29 | 160 |
| 19-KD 9 | 무 | 대일바이오 | 10 | 38 | 10-A | 27 | 71 |
| 19-KD 10 | 무 | 대일바이오 | - | - | - | - | |
| 19-KD 11 | 무 | 대일바이오 | - | - | - | - | |
| 19-KD 12 | 무 | 대일바이오 | 10-A | 10 | 10-B | 2 | 13 |
| 19-KD 13 | 무 | 대일바이오 | 10 | 8 | 11 | 1 | 9 |
| 19-KD 14 | 무 | 대일바이오 | 11 | 11 | 10-A | 3 | 15 |
| 19-KD 15 | 무 | 대일바이오 | - | - | - | - | |
| 19-KD 16 | 무 | 대일바이오 | 10 | 46 | 11 | 17 | 83 |
| 19-KD 17 | 무 | 대일바이오 | 10 | 7 | 10-A | 1 | 8 |
| 19-KD 18 | 무 | 대일바이오 | 10-B | 20 | 10-D | 7 | 27 |
| 19-KD 19 | 무 | 대일바이오 | 10-B | 6 | 13 | 1 | 7 |
| 19-KD 20 | 무 | 대일바이오 | 10 | 9 | 10-B | 6 | |
| 19-KD 21 | 무 | 대일바이오 | - | - | - | - | |
| 19-KD 22 | 배추 | 한국종묘 | 1-A | 8 | 6 | 4 | 16 |
| 19-KD 23 | 배추 | 한국종묘 | - | - | - | - | |
| 19-KD 24 | 배추 | 한국종묘 | 1-A | 7 | 1-B | 2 | 9 |
| 19-KD 25 | 배추 | 한국종묘 | 5 | 59 | 1-A | 33 | 95 |
| 19-KD 26 | 배추 | 한국종묘 | 1-B | 25 | 1 | 1 | 27 |
| 19-KD 27 | 배추 | 한국종묘 | 1-A | 245 | 1 | 116 | 478 |
| 19-KD 28 | 배추 | 한국종묘 | 1-A | 21 | 6 | 2 | 23 |
| 19-KD 29 | 배추 | 한국종묘 | 5 | 166 | 6 | 10 | 2 |
| 19-KD 30 | 배추 | 한국종묘 | 2 | 20 | 6 | 8 | 40 |
| 19-KD 31 | 배추 | 한국종묘 | 1-A | 73 | 10 | 40 | 118 |
| 19-KD 32 | 배추 | 한국종묘 | 6 | 33 | 1-B | 2 | 35 |
| 19-KD 33 | 배추 | 대일바이오 | 1-A | 55 | 1 | 21 | 104 |
| 19-KD 34 | 배추 | 대일바이오 | 10 | 24 | 12 | 11 | 58 |
| 19-KD 35 | 배추 | 코레곤 | 5 | 1 | - | - | 1 |
| 19-KD 36 | 배추 | 코레곤 | 11 | 1 | - | - | 1 |
| 19-KD 37~57 | 배추 | 우리종묘 외 2 | 배양중 | | | | |
| 합계 | | | | | | | 1,726 |

<표 3> 배추과 채소의 3차년도 소포자배양 서비스 결과(2차년도 종자 재파종-무)

| 라벨 | 종류 | 회사명 | 최적배지 | 개수 | 차선배지 | 개수 | 전체 배개수 |
|-----------|----|-------|------|----|------|----|------------|
| 18-KC 28 | 무 | 대일바이오 | 11 | 27 | 10 | 10 | 50 |
| 18-KC 29 | 무 | 대일바이오 | 10 | 3 | - | - | 3 |
| 18-KC 30 | 무 | 대일바이오 | 10-A | 8 | - | - | 8 |
| 18-KC 31 | 무 | 대일바이오 | 10-B | 15 | 10-C | 5 | 24 |
| 18-KC 32 | 무 | 대일바이오 | 10-A | 3 | 10-B | 2 | 5 |
| 18-KC 33 | 무 | 대일바이오 | 11 | 19 | 13 | 8 | 27 |
| 18-KC 34 | 무 | 대일바이오 | 10 | 17 | 10-A | 8 | 25 |
| 18-KC 35 | 무 | 대일바이오 | 11 | 3 | 10-C | 1 | 4 |
| 18-KC 36 | 무 | 대일바이오 | 10 | 2 | 10-B | 1 | 3 |
| 18-KC 37 | 무 | 대일바이오 | - | - | - | - | |
| 18-KC 38 | 무 | 대일바이오 | 10-D | 2 | - | - | |
| 18-KC 39 | 무 | 대일바이오 | - | - | - | - | |
| 18-KC 40 | 무 | 대일바이오 | 10-B | 4 | 13 | 1 | 6 |
| 18-KC 41 | 무 | 대일바이오 | - | - | - | - | |
| 18-KC 42 | 무 | 대일바이오 | 10 | 11 | 10-B | 11 | 22 |
| 18-KC 43 | 무 | 대일바이오 | 10-A | 2 | 10-B | 2 | 6 |
| 합계 | | | | | | | 183 |

<표 4> 배추과 채소의 3차년도 소포자배양 서비스 결과(2차년도 종자 재파종-배추)

| 라벨 | 종류 | 회사명 | 최적배지 | 개수 | 차선배지 | 개수 | 전체 배개수 |
|-----------|----|-------|------|-----|------|----|------------|
| 18-KC 44 | 배추 | 대일바이오 | 1 | 23 | 5 | 8 | 32 |
| 18-KC 45 | 배추 | 대일바이오 | 1-B | 8 | 1-C | 8 | 16 |
| 18-KC 46 | 배추 | 대일바이오 | 5 | 12 | 1-B | 4 | 21 |
| 18-KC 47 | 배추 | 대일바이오 | 1-B | 13 | - | - | 13 |
| 18-KC 48 | 배추 | 대일바이오 | 1-B | 1 | - | - | 1 |
| 18-KC 49 | 배추 | 대일바이오 | 10 | 41 | 1-B | 13 | 58 |
| 18-KC 50 | 배추 | 대일바이오 | 1 | 38 | 1-B | 23 | 64 |
| 18-KC 51 | 배추 | 대일바이오 | 5 | 25 | 1-B | 3 | 28 |
| 18-KC 52 | 배추 | 대일바이오 | 10 | 36 | 1-B | 11 | 48 |
| 18-KC 53 | 배추 | 대일바이오 | 5 | 9 | 1-C | 1 | 10 |
| 18-KC 54 | 배추 | 대일바이오 | 12 | 107 | 5 | 30 | 149 |
| 18-KC 55 | 배추 | 대일바이오 | 10 | 23 | 1-B | 7 | 31 |
| 18-KC 56 | 배추 | 대일바이오 | - | - | - | - | |
| 18-KC 57 | 배추 | 대일바이오 | 1-C | 7 | 1-B | 6 | 13 |
| 18-KC 58 | 배추 | 대일바이오 | 1-B | 11 | 1 | 4 | 15 |
| 합계 | | | | | | | 499 |



<그림 1> 획득된 배상체의 순화를 위한 유니플랜텍 협력 연구

2. 반수체 배양용 재료 선발 및 세대진전

- 전년도 육성 및 선발된 자원의 종자 증식

<표 5> 판별 기주의 소포자 배양 후 개발된 DH 식물체의 종자 증식 목록

| 선발라벨 | 개발방법 | 교배번호(품종명) | 모식물체 |
|----------|-------|--------------|----------|
| 18-FH221 | 소포자배양 | 16-CRB109-28 | ECD06유래 |
| 18-FH222 | 소포자배양 | 16-CRB109-29 | ECD06유래 |
| 18-FH224 | 소포자배양 | 16-CRB109-34 | ECD06유래 |
| 18-FH225 | 소포자배양 | 16-CRB109-39 | ECD06유래 |
| 18-FH226 | 소포자배양 | 16-CRB109-40 | ECD06유래 |
| 18-FH227 | 소포자배양 | 16-CRB109-46 | ECD06유래 |
| 18-FH228 | 소포자배양 | 16-CRB109-48 | ECD06유래 |
| 18-FH231 | 소포자배양 | 16-CRB109-58 | ECD06유래 |
| 18-FH232 | 소포자배양 | 16-CRB109-61 | ECD06유래 |
| 18-FH233 | 소포자배양 | 16-CRB109-63 | ECD06유래 |
| 18-FH234 | 소포자배양 | 16-CRB109-64 | ECD06유래 |
| 18-FH235 | 소포자배양 | 16-CRB109-65 | ECD06유래 |
| 18-FH239 | 소포자배양 | 16-CRB109-69 | ECD06유래 |
| 18-FH241 | 소포자배양 | 16-CRB109-77 | ECD06유래 |
| 18-FH244 | 소포자배양 | 16-CRB109-89 | ECD06유래 |
| 18-FH246 | 소포자배양 | 16-CRB109-97 | ECD06유래 |
| 18-FH247 | 소포자배양 | 16-CRB113-4 | ECD10 유래 |
| 18-FH249 | 소포자배양 | 16-CRB113-18 | ECD10 유래 |
| 18-FH250 | 소포자배양 | 16-CRB113-28 | ECD10 유래 |

<표 6> 노지 포장 재배를 위하여 수집된 해외 자원의 목록

| 포장라벨 | 교배번호(품종명) | 포장라벨 | 교배번호(품종명) |
|----------|-----------|----------|-----------|
| 19-FS89 | 15-2-29 | 19-FS114 | 17-2-6 |
| 19-FS90 | 15-2-30 | 19-FS115 | 17-2-10 |
| 19-FS91 | 15-2-31 | 19-FS116 | 17-2-12 |
| 19-FS92 | 15-2-32 | 19-FS117 | 17-2-13 |
| 19-FS93 | 15-2-33 | 19-FS118 | 17-2-15 |
| 19-FS94 | 15-2-36 | 19-FS119 | 18-2-1 |
| 19-FS95 | 15-2-37 | 19-FS120 | 18-2-2 |
| 19-FS96 | 15-2-38 | 19-FS121 | 18-2-5 |
| 19-FS97 | 15-2-39 | 19-FS122 | 18-2-6 |
| 19-FS98 | 15-2-40 | 19-FS123 | 18-2-7 |
| 19-FS99 | 15-2-41 | 19-FS124 | 18-2-8 |
| 19-FS100 | 15-2-42 | 19-FS125 | 18-2-9 |
| 19-FS101 | 15-2-49 | 19-FS126 | 18-2-11 |
| 19-FS102 | 15-2-54 | 19-FS127 | 18-2-12 |
| 19-FS103 | 16-2-1 | 19-FS128 | 18-2-13 |
| 19-FS104 | 16-2-2 | 19-FS129 | 18-2-14 |
| 19-FS105 | 16-2-3 | 19-FS130 | 18-2-15 |
| 19-FS106 | 16-2-4 | 19-FS131 | 18-2-16 |
| 19-FS107 | 16-2-5 | 19-FS132 | 18-2-17 |
| 19-FS108 | 16-2-6 | 19-FS133 | 18-2-18 |
| 19-FS109 | 16-2-7 | 19-FS134 | 18-2-19 |
| 19-FS110 | 17-2-1 | 19-FS135 | 18-2-20 |
| 19-FS111 | 17-2-3 | 19-FS136 | 18-2-21 |
| 19-FS112 | 17-2-4 | 19-FS137 | 18-2-22 |
| 19-FS113 | 17-2-5 | 19-FS138 | 18-2-36 |

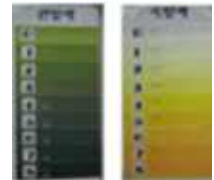
<표 7> 수집된 해외 도입 자원의 생육조사 결과

| 라벨 | 주중 (g) | 구중 (g) | 구고 (mm) | 구폭 (mm) | 엽장 (mm) | 엽폭 (mm) | 속잎수 (개) | 겉잎수 (개) | 속잎색 (색차트) | 겉잎색 (SPAD) | 중록폭 (mm) | 액아수 (개) |
|----------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|------------|----------|---------|
| 19-FS89 | 2643.3 | 1788.3 | 243.3 | 96.7 | 313.3 | 200.0 | 44.7 | 11.7 | 0.0 | 42.1 | 46.7 | 3.5 |
| 19-FS90 | 2540.0 | 1523.3 | 276.7 | 83.3 | 293.3 | 240.0 | 29.7 | 12.3 | 0.0 | 32.1 | 36.7 | 2.0 |
| 19-FS91 | 3073.3 | 1776.7 | 256.7 | 110.0 | 426.7 | 356.7 | 38.0 | 10.7 | 1.0 | 46.3 | 63.3 | |
| 19-FS92 | 3756.7 | 1971.7 | 316.7 | 86.7 | 436.7 | 280.0 | 25.0 | 10.3 | 0.0 | 33.5 | 43.3 | 6.0 |
| 19-FS93 | 2135.0 | 1171.7 | 253.3 | 76.7 | 353.3 | 263.3 | 29.3 | 13.3 | 0.3 | 32.5 | 40.0 | |
| 19-FS94 | 2453.3 | 1630.0 | 233.3 | 96.7 | 383.3 | 243.3 | 38.0 | 9.3 | 0.0 | 40.1 | 46.7 | 2.5 |
| 19-FS95 | 3055.0 | 2115.0 | 256.7 | 106.7 | 340.0 | 290.0 | 26.3 | 11.7 | 0.0 | 40.1 | 46.7 | |
| 19-FS96 | 3130.0 | 2043.3 | 336.7 | 103.3 | 436.7 | 300.0 | 42.7 | 12.0 | 1.0 | 35.4 | 50.0 | 6.0 |
| 19-FS97 | 2611.7 | 1555.0 | 216.7 | 120.0 | 306.7 | 270.0 | 18.7 | 9.3 | 0.0 | 35.2 | 46.7 | 5.5 |
| 19-FS98 | 3216.7 | 1786.7 | 280.0 | 90.0 | 413.3 | 296.7 | 28.3 | 12.7 | 0.0 | 28.6 | 36.7 | 3.3 |
| 19-FS99 | 2308.3 | 1221.7 | 236.7 | 66.7 | 366.7 | 233.3 | 22.7 | 14.3 | 0.0 | 36.4 | 36.7 | 5.0 |
| 19-FS100 | 4978.3 | 2243.3 | 613.3 | 70.0 | 700.0 | 280.0 | 26.3 | 23.3 | 1.0 | 48.1 | 46.7 | 5.0 |

| 라벨 | 주중 (g) | 구중 (g) | 구고 (mm) | 구폭 (mm) | 엽장 (mm) | 엽폭 (mm) | 속잎수 (개) | 겉잎수 (개) | 속잎색 (색차트) | 겉잎색 (SPAD) | 중륵폭 (mm) | 액아수 (개) |
|----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|---------------|-------------|------------|
| 19-FS101 | 2081.7 | 880.0 | 346.7 | 63.3 | 403.3 | 186.7 | 25.3 | 19.7 | 0.0 | 53.3 | 20.0 | 3.7 |
| 19-FS102 | 4281.7 | 1670.0 | 340.0 | 96.7 | 433.3 | 250.0 | 38.3 | 18.0 | 0.0 | 40.7 | 46.7 | 4.5 |
| 19-FS103 | 3418.3 | 1511.7 | 320.0 | 90.0 | 483.3 | 243.3 | 37.7 | 15.7 | 1.0 | 41.8 | 40.0 | 4.0 |
| 19-FS104 | 3833.3 | 2200.0 | 266.7 | 106.7 | 373.3 | 256.7 | 40.3 | 13.3 | 0.3 | 42.9 | 60.0 | |
| 19-FS105 | 3851.7 | 1705.0 | 326.7 | 96.7 | 500.0 | 296.7 | 35.3 | 13.7 | 0.0 | 44.7 | 46.7 | 3.7 |
| 19-FS107 | 2863.3 | 1358.3 | 356.7 | 100.0 | 420.0 | 293.3 | 38.7 | 13.3 | 0.0 | 42.1 | 56.7 | 2.0 |
| 19-FS108 | 2286.7 | 1180.0 | 253.3 | 93.3 | 426.7 | 263.3 | 31.0 | 10.0 | 0.0 | 45.3 | 53.3 | |
| 19-FS109 | 2470.0 | 1478.3 | 243.3 | 103.3 | 343.3 | 286.7 | 46.0 | 11.7 | 0.7 | 39.1 | 54.0 | |
| 19-FS110 | 3701.7 | 1785.0 | 293.3 | 83.3 | 516.7 | 276.7 | 32.7 | 12.0 | 0.0 | 51.5 | 53.3 | 3.0 |
| 19-FS112 | 1191.7 | 763.3 | 256.7 | 63.3 | 336.7 | 206.7 | 24.3 | 8.7 | 0.3 | 21.5 | 36.7 | 2.0 |
| 19-FS113 | 4071.7 | 2225.0 | 316.7 | 146.7 | 495.0 | 300.0 | 50.7 | 10.7 | 2.0 | 48.0 | 45.0 | 1.0 |
| 19-FS114 | 3821.7 | 2311.7 | 310.0 | 150.0 | 444.0 | 350.0 | 45.7 | 10.0 | 1.0 | 43.9 | 43.3 | |
| 19-FS115 | 4455.0 | 2781.7 | 280.0 | 166.7 | 413.3 | 283.3 | 56.0 | 13.3 | 1.3 | 40.6 | 48.3 | 2.0 |
| 19-FS120 | 3361.7 | 2431.7 | 283.3 | 146.7 | 364.7 | 255.0 | 50.3 | 10.7 | 0.0 | 43.6 | 43.3 | |
| 19-FS122 | 2491.7 | 1580.0 | 216.7 | 151.7 | 351.7 | 245.0 | 23.3 | 8.3 | 1.0 | 46.2 | 48.3 | 1.0 |
| 19-FS123 | 2280.0 | 1611.3 | 233.3 | 123.3 | 313.3 | 243.3 | 22.3 | 6.7 | 1.0 | 47.9 | 53.3 | 2.5 |
| 19-FS125 | 2758.3 | 1756.7 | 218.3 | 140.0 | 335.0 | 260.0 | 25.3 | 8.3 | 1.0 | 40.8 | 45.0 | 3.0 |
| 19-FS126 | 2920.0 | 1855.0 | 246.7 | 150.0 | 423.3 | 306.7 | 52.7 | 8.7 | 2.0 | 49.5 | 58.3 | |
| 19-FS128 | 2648.3 | 1465.0 | 256.7 | 116.7 | 398.3 | 280.0 | 62.7 | 8.0 | 1.7 | 41.9 | 51.7 | 1.3 |
| 19-FS129 | 2520.0 | 1301.7 | 260.0 | 126.7 | 398.3 | 331.7 | 48.3 | 8.3 | 2.0 | 33.8 | 56.7 | 3.7 |
| 19-FS130 | 2935.0 | 1265.0 | 281.7 | 98.3 | 493.3 | 351.7 | 42.3 | 9.0 | 2.0 | 43.8 | 51.7 | 2.3 |
| 19-FS131 | 3058.3 | 1665.0 | 270.0 | 143.3 | 443.3 | 341.7 | 43.3 | 10.0 | 2.0 | 41.2 | 55.0 | 1.7 |
| 19-FS133 | 2645.0 | 1515.0 | 273.3 | 120.0 | 420.0 | 291.7 | 33.0 | 9.3 | 1.3 | 40.3 | 58.3 | 2.0 |
| 19-FS134 | 3498.3 | 2300.0 | 283.3 | 150.0 | 423.3 | 280.0 | 56.3 | 8.3 | 1.0 | 44.1 | 60.0 | 1.0 |
| 19-FS135 | 3036.7 | 1618.3 | 260.0 | 131.7 | 446.7 | 315.0 | 46.7 | 10.0 | 1.7 | 45.7 | 45.0 | |
| 19-FS136 | 3921.7 | 2140.0 | 273.3 | 160.0 | 436.7 | 276.7 | 62.0 | 12.3 | 1.0 | 43.6 | 51.7 | 3.0 |
| 19-FS137 | 4881.7 | 2603.3 | 310.0 | 163.3 | 484.3 | 271.7 | 57.3 | 15.3 | 0.7 | 44.1 | 60.0 | 2.0 |

※ 결구를 형성하지 못하거나 속이 썩은 자원은 조사를 수행하지 못함

※ 색차트 : (Outer leaf color) 0 DIC 2087, 1; DIC 2088, 2; DIC 2089, 3; DIC 2540, 4; DIC 2324, 5; DIC 2336, 6; DIC 2325, 7; DIC 2356, 8; DIC 2355, (Inner leaf color) 0; DIC 361, 1; DIC 362, 2; DIC 246, 3; DIC 369, 4; DIC 167, 5; DIC 166, 6; DIC 86, 7; DIC 85, 8; DIC 84



<그림 2> 포장 품평회를 통한 우수 자원 및 계통 공동 선발

☞ 공동 선발 3점 : 19-FS122(2개사 공동), 19-FS135(1개사 공동), 19-FS137(1개사 공동)



<표 8> 전년 선발 자원의 Glucosinolate 함량 분석 결과 (충남대 박상언 공동, 단위 : $\mu\text{mol/g D.W.}$)

| Trivial name | 춘광 | FN16 | FN17 | FN18 | FN19 | FN32 | FN49 | FN52 | FN54 |
|---|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Average \pm STDEV, ($\mu\text{mol/g drv wt.}$) | | 20048호 | 20049호 | 20050호 | | | | | |
| Progoitrin | 0.67 \pm 0.01 | 1.24 \pm 0.05 | 0.93 \pm 0.02 | 8.23 \pm 1.57 | 1.15 \pm 0.49 | 0.95 \pm 0.04 | 1.89 \pm 0.76 | 1.89 \pm 0.64 | 3.66 \pm 0.26 |
| Glucoalyssin | 0.38 \pm 0.01 | 0.61 \pm 0.02 | 0.23 \pm 0.02 | 0.12 \pm 0.02 | 1.62 \pm 0.42 | 0.57 \pm 0.16 | 1.07 \pm 0.57 | 2.15 \pm 0.11 | 1.58 \pm 0.32 |
| Gluconapin | 2.05 \pm 0.05 | 5.75 \pm 0.69 | 13.65 \pm 0.06 | 12.06 \pm 1.33 | 4.23 \pm 1.10 | 1.00 \pm 0.004 | 1.38 \pm 0.35 | 9.42 \pm 1.82 | 2.89 \pm 0.09 |
| 4-Hydroxyglucobrassicin | 0.05 \pm 0.00 | 0.07 \pm 0.00 | 0.10 \pm 0.00 | 0.40 \pm 0.01 | 0.08 \pm 0.04 | 0.13 \pm 0.05 | 0.10 \pm 0.00 | ND | 0.08 \pm 0.00 |
| Glucobrassicinapin | 0.78 \pm 0.03 | 2.21 \pm 0.26 | 3.27 \pm 0.03 | 0.20 \pm 0.02 | 0.83 \pm 0.31 | 0.28 \pm 0.02 | 0.49 \pm 0.15 | 1.89 \pm 0.13 | 1.22 \pm 0.03 |
| Glucoerucin | 0.41 \pm 0.02 | ND | ND | ND | ND | 0.34 \pm 0.08 | 0.27 \pm 0.10 | ND | ND |
| Glucobrassicin | 0.58 \pm 0.01 | 0.93 \pm 0.06 | 0.54 \pm 0.04 | 2.44 \pm 0.53 | 2.65 \pm 0.28 | 1.13 \pm 0.32 | 1.45 \pm 0.29 | 1.30 \pm 0.02 | 2.00 \pm 0.30 |
| 4-Methoxyglucobrassicin | 1.62 \pm 0.04 | 2.02 \pm 0.06 | 0.56 \pm 0.03 | 3.01 \pm 0.72 | 5.89 \pm 1.40 | 3.47 \pm 0.49 | 3.31 \pm 0.28 | 2.39 \pm 0.21 | 5.83 \pm 0.71 |
| Glucoberteroin | ND | ND | 1.38 \pm 0.01 | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Neoglucobrassicin | 1.60 \pm 0.03 | 3.09 \pm 0.85 | 3.58 \pm 0.08 | 3.60 \pm 0.39 | 2.62 \pm 0.36 | 3.46 \pm 0.83 | 4.47 \pm 1.78 | 2.23 \pm 0.85 | 2.98 \pm 0.66 |
| Total | 8.15 \pm 0.15 | 15.91 \pm 1.97 | 24.25 \pm 0.08 | 30.05 \pm 4.42 | 19.06 \pm 4.32 | 11.34 \pm 1.55 | 14.44 \pm 4.25 | 21.26 \pm 0.57 | 20.24 \pm 2.16 |

ND, not detected

☞ 올해는 분석 결과 작년에 선발된 20050호 보다 GLS의 함량이 높은 것이 없었음

○ 목적에 따른 자원 선발 및 세대 진전 : 뿌리혹병 연천균주 저항성 마커 개발

<표 9> 뿌리혹병 연천균주 저항성 개체 분자표지 선발을 위하여 파종한 384점의 DH계통 목록

| 라벨 | 계통명 | 년도 | 조제 번호 | 라벨 | 계통명 | 년도 | 조제 번호 |
|---------|-------------|------|-------|----------|-------------|------|-------|
| 19-P 01 | 15-CSP20-7 | 2018 | 2 | 19-P 193 | 13-CAC11-25 | 2015 | 69 |
| 19-P 02 | 15-CSP20-11 | 2018 | 3 | 19-P 194 | 13-CAC11-35 | 2015 | 73 |
| 19-P 03 | 15-CSP20-12 | 2018 | 6 | 19-P 195 | 13-CAC11-36 | 2015 | 74 |
| 19-P 04 | 15-CSP20-13 | 2018 | 7 | 19-P 196 | 13-CAC12-1 | 2015 | 75 |
| 19-P 05 | 15-CSP20-14 | 2018 | 9 | 19-P 197 | 13-CAC12-6 | 2015 | 78 |
| 19-P 06 | 15-CSP20-21 | 2018 | 10 | 19-P 198 | 13-CAC12-9 | 2015 | 79 |

| 라벨 | 계통명 | 년도 | 조제 번호 | 라벨 | 계통명 | 년도 | 조제 번호 |
|---------|--------------|------|----------|----------|-------------|------|----------|
| 19-P 07 | 15-CSP20-29 | 2018 | 11 | 19-P 199 | 13-CAC12-11 | 2015 | 80 |
| 19-P 08 | 15-CSP20-39 | 2018 | 12 | 19-P 200 | 13-CAC12-12 | 2015 | 81 |
| 19-P 09 | 15-CSP20-41 | 2018 | 13 | 19-P 201 | 13-CAC12-14 | 2015 | 82 |
| 19-P 10 | 15-CSP20-43 | 2018 | 14 | 19-P 202 | 13-CAC12-15 | 2015 | 83 |
| 19-P 11 | 15-CSP20-44 | 2018 | 15 | 19-P 203 | 13-CAC13-3 | 2015 | 85 |
| 19-P 12 | 15-CSP20-46 | 2018 | 16 | 19-P 204 | 13-CAC13-4 | 2015 | 86 |
| 19-P 13 | 15-CSP20-51 | 2018 | 17 | 19-P 205 | 13-CAC13-12 | 2015 | 87 |
| 19-P 14 | 15-CSP20-56 | 2018 | 18 | 19-P 206 | 13-CAC13-14 | 2015 | 88 |
| 19-P 15 | 15-CSP20-65 | 2018 | 19 | 19-P 207 | 13-CAC13-15 | 2015 | 89 |
| 19-P 16 | 15-CSP20-75 | 2018 | 20 | 19-P 208 | 13-CAC13-16 | 2015 | 90 |
| 19-P 17 | 15-CSP20-81 | 2018 | 21 | 19-P 209 | 13-CAC13-17 | 2015 | 91 |
| 19-P 18 | 15-CSP23-16 | 2018 | 23 | 19-P 210 | 13-CAC13-18 | 2015 | 92 |
| 19-P 19 | 15-CSP23-18 | 2018 | 25 | 19-P 211 | 13-CAC13-19 | 2015 | 93 |
| 19-P 20 | 15-CSP23-28 | 2018 | 27 | 19-P 212 | 13-CAC13-20 | 2015 | 94 |
| 19-P 21 | 15-CSP23-34 | 2018 | 28 | 19-P 213 | 13-CAC13-23 | 2015 | 95 |
| 19-P 22 | 15-CSP23-50 | 2018 | 29 | 19-P 214 | 13-CAC13-29 | 2015 | 98 |
| 19-P 23 | 15-CSP23-54 | 2018 | 30 | 19-P 215 | 13-CAC14-3 | 2015 | 99 |
| 19-P 24 | 15-CSP23-60 | 2018 | 31 | 19-P 216 | 13-CAC14-8 | 2015 | 101 |
| 19-P 25 | 15-CSP23-70 | 2018 | 32 | 19-P 217 | 13-CAC14-10 | 2015 | 102 |
| 19-P 26 | 15-CSP23-85 | 2018 | 33 | 19-P 218 | 13-CAC14-13 | 2015 | 103 |
| 19-P 27 | 16-CRB102-1 | 2018 | 35 | 19-P 219 | 13-CAC14-15 | 2015 | 105 |
| 19-P 28 | 16-CRB102-4 | 2018 | 36 | 19-P 220 | 13-CAC14-16 | 2015 | 106 |
| 19-P 29 | 16-CRB102-5 | 2018 | 37 | 19-P 221 | 13-CAC14-17 | 2015 | 107 |
| 19-P 30 | 16-CRB106-1 | 2018 | 38 | 19-P 222 | 13-CAC14-18 | 2015 | 108 |
| 19-P 31 | 16-CRB107-1 | 2018 | 39 | 19-P 223 | 13-CAC14-19 | 2015 | 109 |
| 19-P 32 | 16-CRB109-2 | 2018 | 40 | 19-P 224 | 13-CAC14-20 | 2015 | 110 |
| 19-P 33 | 16-CRB109-4 | 2018 | 41 | 19-P 225 | 13-CAC14-24 | 2015 | 111 |
| 19-P 34 | 16-CRB109-5 | 2018 | 42 | 19-P 226 | 13-CAC14-25 | 2015 | 112 |
| 19-P 35 | 16-CRB109-8 | 2018 | 43 | 19-P 227 | 13-CAC14-26 | 2015 | 113 |
| 19-P 36 | 16-CRB109-19 | 2018 | 44 | 19-P 228 | 13-CAC14-27 | 2015 | 114 |
| 19-P 37 | 16-CRB109-22 | 2018 | 45 | 19-P 229 | 13-CAC14-28 | 2015 | 115 |
| 19-P 38 | 16-CRB109-27 | 2018 | 46 | 19-P 230 | 13-CAC14-30 | 2015 | 116 |
| 19-P 39 | 16-CRB109-28 | 2018 | 47 | 19-P 231 | 13-CAC14-31 | 2015 | 117 |
| 19-P 40 | 16-CRB109-29 | 2018 | 48 | 19-P 232 | 13-CAC14-33 | 2015 | 118 |
| 19-P 41 | 16-CRB109-33 | 2018 | 49 | 19-P 233 | 13-CAC14-35 | 2015 | 119 |
| 19-P 42 | 16-CRB109-34 | 2018 | 50 | 19-P 234 | 13-CAC15-27 | 2015 | 121 |
| 19-P 43 | 16-CRB109-38 | 2018 | 51 | 19-P 235 | 13-CAC15-32 | 2015 | 123 |
| 19-P 44 | 16-CRB109-39 | 2018 | 52 | 19-P 236 | 13-CAC15-33 | 2015 | 124 |
| 19-P 45 | 16-CRB109-40 | 2018 | 53 | 19-P 237 | 13-CAC15-34 | 2015 | 125 |
| 19-P 46 | 16-CRB109-45 | 2018 | 54 | 19-P 238 | 13-CAC15-37 | 2015 | 127 |

| 라벨 | 계통명 | 년도 | 조제 번호 | 라벨 | 계통명 | 년도 | 조제 번호 |
|---------|--------------|------|----------|----------|-------------|------|----------|
| 19-P 47 | 16-CRB109-46 | 2018 | 55 | 19-P 239 | 13-CAC15-45 | 2015 | 128 |
| 19-P 48 | 16-CRB109-48 | 2018 | 56 | 19-P 240 | 13-CAC15-46 | 2015 | 129 |
| 19-P 49 | 16-CRB109-52 | 2018 | 57 | 19-P 241 | 13-CAC15-47 | 2015 | 130 |
| 19-P 50 | 16-CRB109-56 | 2018 | 58 | 19-P 242 | 13-CAC15-49 | 2015 | 131 |
| 19-P 51 | 16-CRB109-58 | 2018 | 59 | 19-P 243 | 13-CAC15-50 | 2015 | 132 |
| 19-P 52 | 16-CRB109-61 | 2018 | 60 | 19-P 244 | 13-CAC15-52 | 2015 | 133 |
| 19-P 53 | 16-CRB109-62 | 2018 | 61 | 19-P 245 | 13-CAC15-54 | 2015 | 134 |
| 19-P 54 | 16-CRB109-63 | 2018 | 62 | 19-P 246 | 13-CAC15-56 | 2015 | 136 |
| 19-P 55 | 16-CRB109-64 | 2018 | 63 | 19-P 247 | 13-CAC15-57 | 2015 | 137 |
| 19-P 56 | 16-CRB109-65 | 2018 | 64 | 19-P 248 | 13-CAC15-62 | 2015 | 139 |
| 19-P 57 | 16-CRB109-66 | 2018 | 65 | 19-P 249 | 13-CAC15-63 | 2015 | 140 |
| 19-P 58 | 16-CRB109-67 | 2018 | 66 | 19-P 250 | 13-CAC15-65 | 2015 | 141 |
| 19-P 59 | 16-CRB109-68 | 2018 | 67 | 19-P 251 | 13-CAC15-66 | 2015 | 142 |
| 19-P 60 | 16-CRB109-69 | 2018 | 68 | 19-P 252 | 13-CAC15-68 | 2015 | 143 |
| 19-P 61 | 16-CRB109-70 | 2018 | 69 | 19-P 253 | 13-CAC15-69 | 2015 | 144 |
| 19-P 62 | 16-CRB109-76 | 2018 | 70 | 19-P 254 | 13-CAC15-70 | 2015 | 145 |
| 19-P 63 | 16-CRB109-77 | 2018 | 71 | 19-P 255 | 13-CAC15-71 | 2015 | 146 |
| 19-P 64 | 16-CRB109-79 | 2018 | 72 | 19-P 256 | 13-CAC16-2 | 2015 | 148 |
| 19-P 65 | 16-CRB109-80 | 2018 | 73 | 19-P 257 | 13-CAC16-8 | 2015 | 151 |
| 19-P 66 | 16-CRB109-87 | 2018 | 74 | 19-P 258 | 13-CAC16-9 | 2015 | 152 |
| 19-P 67 | 16-CRB109-89 | 2018 | 75 | 19-P 259 | 13-CAC17-1 | 2015 | 153 |
| 19-P 68 | 16-CRB109-95 | 2018 | 76 | 19-P 260 | 13-CAC17-2 | 2015 | 154 |
| 19-P 69 | 16-CRB109-97 | 2018 | 77 | 19-P 261 | 13-CAC18-1 | 2015 | 155 |
| 19-P 70 | 16-CRB113-4 | 2018 | 78 | 19-P 262 | 13-CAC18-2 | 2015 | 156 |
| 19-P 71 | 16-CRB113-12 | 2018 | 79 | 19-P 263 | 13-CAC18-6 | 2015 | 158 |
| 19-P 72 | 16-CRB113-18 | 2018 | 80 | 19-P 264 | 13-CAC18-7 | 2015 | 159 |
| 19-P 73 | 16-CRB113-28 | 2018 | 81 | 19-P 265 | 13-CAC18-8 | 2015 | 160 |
| 19-P 74 | 16-CRB113-44 | 2018 | 82 | 19-P 266 | 13-CAC18-12 | 2015 | 162 |
| 19-P 75 | 16-CRB113-46 | 2018 | 83 | 19-P 267 | 13-CAC18-13 | 2015 | 163 |
| 19-P 76 | 16-CRB120-4 | 2018 | 84 | 19-P 268 | 13-CAC18-14 | 2015 | 164 |
| 19-P 77 | 16-CRB120-6 | 2018 | 85 | 19-P 269 | 13-CAC18-15 | 2015 | 165 |
| 19-P 78 | 16-CRB120-9 | 2018 | 86 | 19-P 270 | 13-CAC18-17 | 2015 | 167 |
| 19-P 79 | 16-CRB120-10 | 2018 | 87 | 19-P 271 | 13-CAC18-18 | 2015 | 168 |
| 19-P 80 | 16-CRB120-13 | 2018 | 88 | 19-P 272 | 13-CAC18-21 | 2015 | 169 |
| 19-P 81 | 16-CRB120-22 | 2018 | 89 | 19-P 273 | 13-CAC18-22 | 2015 | 170 |
| 19-P 82 | 16-CRB120-24 | 2018 | 90 | 19-P 274 | 13-CAC20-4 | 2015 | 171 |
| 19-P 83 | 16-CRB120-31 | 2018 | 91 | 19-P 275 | 13-CAC20-7 | 2015 | 173 |
| 19-P 84 | 16-CRB120-41 | 2018 | 92 | 19-P 276 | 13-CAC20-8 | 2015 | 174 |
| 19-P 85 | 16-CRB120-51 | 2018 | 93 | 19-P 277 | 13-CAC20-9 | 2015 | 175 |
| 19-P 86 | 16-CRB120-54 | 2018 | 94 | 19-P 278 | 13-CAC20-10 | 2015 | 176 |

| 라벨 | 계통명 | 년도 | 조제 번호 | 라벨 | 계통명 | 년도 | 조제 번호 |
|----------|--------------|------|----------|----------|-------------|------|----------|
| 19-P 87 | 16-CRB120-60 | 2018 | 95 | 19-P 279 | 13-CAC23-1 | 2015 | 177 |
| 19-P 88 | 16-CRB120-63 | 2018 | 96 | 19-P 280 | 13-CAC23-4 | 2015 | 178 |
| 19-P 89 | 16-CRB120-64 | 2018 | 97 | 19-P 281 | 13-CAC23-7 | 2015 | 179 |
| 19-P 90 | 16-CRB122-1 | 2018 | 98 | 19-P 282 | 13-CAC23-8 | 2015 | 180 |
| 19-P 91 | 14-CRP1-5 | 2017 | 1 | 19-P 283 | 13-CAC23-9 | 2015 | 181 |
| 19-P 92 | 15-CDYB1-1 | 2017 | 2 | 19-P 284 | 13-CAC23-12 | 2015 | 183 |
| 19-P 93 | 15-CDYB2-3 | 2017 | 3 | 19-P 285 | 13-CAC23-13 | 2015 | 184 |
| 19-P 94 | 15-CDYB2-7 | 2017 | 6 | 19-P 286 | 13-CAC23-14 | 2015 | 185 |
| 19-P 95 | 15-CDYB2-12 | 2017 | 9 | 19-P 287 | 13-CAC23-15 | 2015 | 186 |
| 19-P 96 | 15-CDYB3-1 | 2017 | 10 | 19-P 288 | 13-CAC23-16 | 2015 | 187 |
| 19-P 97 | 15-CDYB7-1 | 2017 | 12 | 19-P 289 | 13-CAC23-21 | 2015 | 188 |
| 19-P 98 | 15-CDYB7-7 | 2017 | 13 | 19-P 290 | 13-CAC24-4 | 2015 | 190 |
| 19-P 99 | 15-CDYB7-8 | 2017 | 14 | 19-P 291 | 13-CAC24-5 | 2015 | 191 |
| 19-P 100 | 15-CDYB8-1 | 2017 | 19 | 19-P 292 | 13-CAC24-7 | 2015 | 192 |
| 19-P 101 | 15-CDYB8-2 | 2017 | 20 | 19-P 293 | 13-CAC24-8 | 2015 | 193 |
| 19-P 102 | 15-CDYB8-3 | 2017 | 21 | 19-P 294 | 13-CAC24-9 | 2015 | 194 |
| 19-P 103 | 15-CSP6-11 | 2017 | 26 | 19-P 295 | 13-CAC24-12 | 2015 | 195 |
| 19-P 104 | 15-CSP6-12 | 2017 | 27 | 19-P 296 | 13-CAC24-14 | 2015 | 196 |
| 19-P 105 | 15-CSP6-17 | 2017 | 28 | 19-P 297 | 13-CAC24-16 | 2015 | 197 |
| 19-P 106 | 15-CSP6-18 | 2017 | 29 | 19-P 298 | 13-CAC24-28 | 2015 | 199 |
| 19-P 107 | 15-CSP6-19 | 2017 | 30 | 19-P 299 | 13-CAC24-29 | 2015 | 200 |
| 19-P 108 | 15-CSP6-21 | 2017 | 32 | 19-P 300 | 13-CAC24-30 | 2015 | 201 |
| 19-P 109 | 15-CSP6-23 | 2017 | 33 | 19-P 301 | 13-CAC24-31 | 2015 | 202 |
| 19-P 110 | 15-CSP6-24 | 2017 | 34 | 19-P 302 | 13-CAC24-32 | 2015 | 203 |
| 19-P 111 | 15-CSP6-25 | 2017 | 35 | 19-P 303 | 13-CAC24-33 | 2015 | 204 |
| 19-P 112 | 15-CSP6-30 | 2017 | 37 | 19-P 304 | 13-CAC24-34 | 2015 | 205 |
| 19-P 113 | 15-CSP6-34 | 2017 | 39 | 19-P 305 | 13-CAC24-36 | 2015 | 207 |
| 19-P 114 | 15-CSP6-36 | 2017 | 40 | 19-P 306 | 13-CAC24-38 | 2015 | 208 |
| 19-P 115 | 15-CSP6-39 | 2017 | 42 | 19-P 307 | 13-CAC24-39 | 2015 | 209 |
| 19-P 116 | 15-CSP6-45 | 2017 | 44 | 19-P 308 | 13-CAC24-40 | 2015 | 210 |
| 19-P 117 | 15-CSP6-46 | 2017 | 45 | 19-P 309 | 13-CAC24-41 | 2015 | 211 |
| 19-P 118 | 15-CSP6-50 | 2017 | 48 | 19-P 310 | 13-CAC24-43 | 2015 | 212 |
| 19-P 119 | 15-CSP6-51 | 2017 | 49 | 19-P 311 | 13-CAC24-46 | 2015 | 213 |
| 19-P 120 | 15-CSP6-55 | 2017 | 50 | 19-P 312 | 13-CAC24-48 | 2015 | 214 |
| 19-P 121 | 15-CSP6-58 | 2017 | 53 | 19-P 313 | 13-CAC24-55 | 2015 | 216 |
| 19-P 122 | 15-CSP6-59 | 2017 | 54 | 19-P 314 | 13-CAC24-56 | 2015 | 217 |
| 19-P 123 | 15-CSP6-65 | 2017 | 56 | 19-P 315 | 13-CAC24-57 | 2015 | 218 |
| 19-P 124 | 15-CSP6-66 | 2017 | 57 | 19-P 316 | 13-CAC24-58 | 2015 | 219 |
| 19-P 125 | 15-CSP6-67 | 2017 | 58 | 19-P 317 | 13-CAC24-60 | 2015 | 220 |
| 19-P 126 | 15-CSP6-68 | 2017 | 59 | 19-P 318 | 13-CAC24-61 | 2015 | 221 |

| 라벨 | 계통명 | 년도 | 조제 번호 | 라벨 | 계통명 | 년도 | 조제 번호 |
|----------|--------------|------|----------|----------|--------------|------|----------|
| 19-P 127 | 15-CSP11-2 | 2017 | 60 | 19-P 319 | 13-CAC24-63 | 2015 | 222 |
| 19-P 128 | 15-CSP11-4 | 2017 | 62 | 19-P 320 | 13-CAC24-65 | 2015 | 223 |
| 19-P 129 | 15-CSP14-2 | 2017 | 63 | 19-P 321 | 13-CAC24-67 | 2015 | 224 |
| 19-P 130 | 15-CSP14-3 | 2017 | 64 | 19-P 322 | 13-CAC24-74 | 2015 | 226 |
| 19-P 131 | 15-CSP14-5 | 2017 | 66 | 19-P 323 | 13-CAC24-75 | 2015 | 227 |
| 19-P 132 | 15-CSP14-6 | 2017 | 67 | 19-P 324 | 13-CAC24-77 | 2015 | 228 |
| 19-P 133 | 15-CSP14-7 | 2017 | 68 | 19-P 325 | 13-CAC24-78 | 2015 | 229 |
| 19-P 134 | 15-CSP14-9 | 2017 | 69 | 19-P 326 | 13-CAC24-79 | 2015 | 230 |
| 19-P 135 | 14-CFH02-1 | 2016 | 599 | 19-P 327 | 13-CAC24-80 | 2015 | 231 |
| 19-P 136 | 14-CRP02-1 | 2016 | 600 | 19-P 328 | 13-CAC24-84 | 2015 | 233 |
| 19-P 137 | 12-CFA16-1 | 2015 | 1 | 19-P 329 | 13-CAC24-86 | 2015 | 234 |
| 19-P 138 | 12-CFA22-10 | 2015 | 2 | 19-P 330 | 13-CAC24-88 | 2015 | 235 |
| 19-P 139 | 12-CFA27-1 | 2015 | 4 | 19-P 331 | 13-CAC24-89 | 2015 | 236 |
| 19-P 140 | 12-CFA39-8 | 2015 | 7 | 19-P 332 | 13-CAC24-90 | 2015 | 237 |
| 19-P 141 | 12-CFA39-20 | 2015 | 8 | 19-P 333 | 13-CAC24-91 | 2015 | 238 |
| 19-P 142 | 12-CFA97-2 | 2015 | 9 | 19-P 334 | 13-CAC24-92 | 2015 | 239 |
| 19-P 143 | 12-CFA97-4 | 2015 | 10 | 19-P 335 | 13-CAC24-93 | 2015 | 240 |
| 19-P 144 | 12-CFA97-11 | 2015 | 11 | 19-P 336 | 13-CAC24-94 | 2015 | 241 |
| 19-P 145 | 12-CFA97-12 | 2015 | 12 | 19-P 337 | 13-CAC24-95 | 2015 | 242 |
| 19-P 146 | 12-CFA97-16 | 2015 | 13 | 19-P 338 | 13-CAC24-96 | 2015 | 243 |
| 19-P 147 | 12-CFA97-17 | 2015 | 14 | 19-P 339 | 13-CAC24-98 | 2015 | 244 |
| 19-P 148 | 12-CFA97-19 | 2015 | 15 | 19-P 340 | 13-CAC24-100 | 2015 | 245 |
| 19-P 149 | 12-CFA97-28 | 2015 | 17 | 19-P 341 | 13-CAC24-101 | 2015 | 246 |
| 19-P 150 | 12-CFA97-29 | 2015 | 18 | 19-P 342 | 13-CAC24-102 | 2015 | 247 |
| 19-P 151 | 12-CFA97-30 | 2015 | 19 | 19-P 343 | 13-CAC41-29 | 2015 | 248 |
| 19-P 152 | 12-CFA97-31 | 2015 | 20 | 19-P 344 | 13-CAC97-9 | 2015 | 249 |
| 19-P 153 | 12-CFA97-34 | 2015 | 21 | 19-P 345 | 13-CTH5-1 | 2015 | 250 |
| 19-P 154 | 12-CFA97-35 | 2015 | 22 | 19-P 346 | 13-CTH5-2 | 2015 | 251 |
| 19-P 155 | 12-CFA97-36 | 2015 | 23 | 19-P 347 | 13-CTH5-8 | 2015 | 252 |
| 19-P 156 | 12-CFA97-37 | 2015 | 24 | 19-P 348 | 13-CTH5-9 | 2015 | 253 |
| 19-P 157 | 12-CFA97-38 | 2015 | 25 | 19-P 349 | 13-CTH5-11 | 2015 | 254 |
| 19-P 158 | 12-CFA97-40 | 2015 | 27 | 19-P 350 | 13-CTH5-12 | 2015 | 255 |
| 19-P 159 | 12-CFA97-49 | 2015 | 28 | 19-P 351 | 13-CTH5-14 | 2015 | 257 |
| 19-P 160 | 12-CFA97-53 | 2015 | 29 | 19-P 352 | 13-CTH5-15 | 2015 | 258 |
| 19-P 161 | 12-CFA97-55 | 2015 | 30 | 19-P 353 | 13-CTH5-16 | 2015 | 259 |
| 19-P 162 | 13-CAC2+15-1 | 2015 | 31 | 19-P 354 | 13-CTH6-3 | 2015 | 260 |
| 19-P 163 | 13-CAC4-1 | 2015 | 32 | 19-P 355 | 13-CTH6-4 | 2015 | 261 |
| 19-P 164 | 13-CAC4-2 | 2015 | 33 | 19-P 356 | 13-CTH6-5 | 2015 | 262 |
| 19-P 165 | 13-CAC4+18-1 | 2015 | 34 | 19-P 357 | 13-CTH6-7 | 2015 | 263 |
| 19-P 166 | 13-CAC4+24-3 | 2015 | 35 | 19-P 358 | 13-CTH7-1 | 2015 | 265 |

| 라벨 | 계통명 | 년도 | 조제 번호 | 라벨 | 계통명 | 년도 | 조제 번호 |
|----------|-------------------|------|----------|----------|-------------|------|----------|
| 19-P 167 | 13-CAC4+24-9 | 2015 | 36 | 19-P 359 | 13-CTH8-2 | 2015 | 266 |
| 19-P 168 | 13-CAC4+24-1 4 | 2015 | 37 | 19-P 360 | 13-CTH8-5 | 2015 | 267 |
| 19-P 169 | 13-CAC4+24-1 7 | 2015 | 38 | 19-P 361 | 13-CTH8-7 | 2015 | 268 |
| 19-P 170 | 13-CAC4+24-2 0 | 2015 | 39 | 19-P 362 | 13-CTH8-9 | 2015 | 269 |
| 19-P 171 | 13-CAC4+24-2 1 | 2015 | 40 | 19-P 363 | 13-CTH8-10 | 2015 | 270 |
| 19-P 172 | 13-CAC4+24-2 4 | 2015 | 41 | 19-P 364 | 13-CTH13-1 | 2015 | 271 |
| 19-P 173 | 13-CAC4+24-2 9 | 2015 | 42 | 19-P 365 | 13-CTH17-3 | 2015 | 272 |
| 19-P 174 | 13-CAC4+24-3 3 | 2015 | 43 | 19-P 366 | 13-CTH19-4 | 2015 | 273 |
| 19-P 175 | 13-CAC5-3 | 2015 | 44 | 19-P 367 | 13-CTH19-5 | 2015 | 275 |
| 19-P 176 | 13-CAC7+16-1 | 2015 | 46 | 19-P 368 | 13-CTH19-8 | 2015 | 276 |
| 19-P 177 | 13-CAC10-1 | 2015 | 49 | 19-P 369 | 13-CTH19-10 | 2015 | 277 |
| 19-P 178 | 13-CAC10-2 | 2015 | 50 | 19-P 370 | 13-CTH19-11 | 2015 | 278 |
| 19-P 179 | 13-CAC10-3 | 2015 | 51 | 19-P 371 | 13-CTH19-12 | 2015 | 279 |
| 19-P 180 | 13-CAC10-10 | 2015 | 55 | 19-P 372 | 13-CTH19-13 | 2015 | 280 |
| 19-P 181 | 13-CAC10-11 | 2015 | 56 | 19-P 373 | 13-CTH19-14 | 2015 | 281 |
| 19-P 182 | 13-CAC10-12 | 2015 | 57 | 19-P 374 | 13-CTH19-15 | 2015 | 282 |
| 19-P 183 | 13-CAC10-14 | 2015 | 58 | 19-P 375 | 13-CTH19-16 | 2015 | 283 |
| 19-P 184 | 13-CAC11-5 | 2015 | 59 | 19-P 376 | 13-CTH19-17 | 2015 | 284 |
| 19-P 185 | 13-CAC11-10 | 2015 | 61 | 19-P 377 | 13-CTH19-18 | 2015 | 285 |
| 19-P 186 | 13-CAC11-12 | 2015 | 62 | 19-P 378 | 13-CTH22-2 | 2015 | 286 |
| 19-P 187 | 13-CAC11-17 | 2015 | 63 | 19-P 379 | 13-CTH22-3 | 2015 | 287 |
| 19-P 188 | 13-CAC11-18 | 2015 | 64 | 19-P 380 | 13-CTH22-5 | 2015 | 288 |
| 19-P 189 | 13-CAC11-19 | 2015 | 65 | 19-P 381 | 13-CTH22-6 | 2015 | 289 |
| 19-P 190 | 13-CAC11-21 | 2015 | 66 | 19-P 382 | 13-CTH22-8 | 2015 | 290 |
| 19-P 191 | 13-CAC11-22 | 2015 | 67 | 19-P 383 | 13-CTH22-9 | 2015 | 291 |
| 19-P 192 | 13-CAC11-24 | 2015 | 68 | 19-P 384 | 13-CTH22-10 | 2015 | 292 |

<표 10> 뿌리혹병 연천균주 마커로 선발된 자원의 내역

| 파종번호 | 계통명 | 검정결과 | 파종번호 | 계통명 | 검정결과 |
|----------|--------------|------|----------|-------------|------|
| 19-P 05 | 15-CSP20-14 | R | 19-P 193 | 13-CAC11-25 | R |
| 19-P 10 | 15-CSP20-43 | R | 19-P 204 | 13-CAC13-4 | H |
| 19-P 42 | 16-CRB109-34 | R | 19-P 205 | 13-CAC13-12 | S |
| 19-P 50 | 16-CRB109-56 | R | 19-P 210 | 13-CAC13-18 | H |
| 19-P 103 | 15-CSP6-11 | S | 19-P 366 | 13-CTH19-4 | H |
| 19-P 104 | 15-CSP6-12 | S | 19-P 367 | 13-CTH19-5 | S |
| 19-P 107 | 15-CSP6-19 | S | 19-P 368 | 13-CTH19-8 | H |

| 과종번호 | 계통명 | 검정결과 | 과종번호 | 계통명 | 검정결과 |
|----------|-------------|------|----------|---------------|------|
| 19-P 113 | 15-CSP6-34 | R | 19-P 369 | 13-CTH19-10 | S |
| 19-P 123 | 15-CSP6-65 | S | 19-Q 216 | 12-CFA 97-38 | S |
| 19-P 130 | 15-CSP14-3 | H | 19-Q 217 | 12-CFA 97-40 | S |
| 19-P 131 | 15-CSP14-5 | H | 19-Q 221 | 12-CFA 97-46 | H |
| 19-P 133 | 15-CSP14-7 | H | 19-Q 303 | 11-CFF302-13 | S |
| 19-P 134 | 15-CSP14-9 | S | 19-Q 306 | 11-CFF302-18 | S |
| 19-P 148 | 12-CFA97-19 | S | 19-Q 380 | 11-CFF302-167 | R |
| 19-P 152 | 12-CFA97-31 | H | 19-Q 381 | 11-CFF302-168 | H |
| 19-P 161 | 12-CFA97-55 | H | 19-Q 383 | 11-CFF302-173 | S |
| 19-P 188 | 13-CAC11-18 | S | 19-Q 384 | 11-CFF302-176 | R |
| 19-P 189 | 13-CAC11-19 | R | 19-SN02 | 원교20035호 | S |
| 19-P 190 | 13-CAC11-21 | H | 19-SN03 | 원교20036호 | R |
| 19-P 191 | 13-CAC11-22 | S | 19-SN05 | 원교20038호 | R |
| 19-P 192 | 13-CAC11-24 | H | 19-SN06 | 원교20039호 | S |

☞ 선발 자원은 추후 집중 시험에 의하여 저항성 재확인 예정

○ 위탁과제 소포자배양 효율 연관 유전인자 탐색용 F₁ 집단 재료 제공



<그림1>소포자배양 효율 연관 유전인자 탐색용 집단 과종, 춘화처리 후 개화유도 및 유인

[4차년도]

○ GSP 참여 기관 육종 소재 소포자배양 서비스 실시

- (소포자배양 서비스) 2작목, 3기관, 42자원, 204점의 서비스 실시 내역
- 배추는 미숙모본도 배양이 잘 되나, 무는 성숙모본의 배양이 잘 됨)

| 라벨 | 작물명 | 회사명 | 자원라벨 | 점수 | 과제명 |
|--------|-----|--------|--------|----|-----------------|
| 20-KD1 | 배추 | 대일국제종묘 | 20DC-1 | 4 | 내서성 중구형 배추 품종개발 |
| 20-KD2 | 배추 | 대일국제종묘 | 20DC-2 | 4 | 내서성 중구형 배추 품종개발 |
| 20-KD3 | 배추 | 대일국제종묘 | 20DC-3 | 5 | 내서성 중구형 배추 품종개발 |

| 라벨 | 작물명 | 회사명 | 자원라벨 | 점수 | 과제명 |
|---------|-----|--------|---------|----|--------------------------|
| 20-KD4 | 배추 | 대일국제종묘 | 20DC-4 | 5 | 내서성 중구형 배추 품종개발 |
| 20-KD5 | 배추 | 대일국제종묘 | 20DC-5 | 5 | 내서성 중구형 배추 품종개발 |
| 20-KD6 | 배추 | 대일국제종묘 | 20DC-6 | 3 | 내서성 중구형 배추 품종개발 |
| 20-KD7 | 배추 | 대일국제종묘 | 20DC-7 | 3 | 내서성 중구형 배추 품종개발 |
| 20-KD8 | 배추 | 대일국제종묘 | 20DC-8 | 5 | 내서성 중구형 배추 품종개발 |
| 20-KD9 | 배추 | 대일국제종묘 | 20DC-9 | 5 | 내서성 중구형 배추 품종개발 |
| 20-KD10 | 배추 | 대일국제종묘 | 20DC-10 | 5 | 내서성 중구형 배추 품종개발 |
| 20-KD11 | 무 | 대일국제종묘 | 20DR-1 | 5 | 만추대 및 병 저항성 백육색 무 품종개발 |
| 20-KD12 | 무 | 대일국제종묘 | 20DR-2 | 5 | 만추대 및 병 저항성 백육색 무 품종개발 |
| 20-KD13 | 무 | 대일국제종묘 | 20DR-3 | 5 | 만추대 및 병 저항성 백육색 무 품종개발 |
| 20-KD14 | 무 | 대일국제종묘 | 20DR-4 | 5 | 만추대 및 병 저항성 백육색 무 품종개발 |
| 20-KD15 | 무 | 대일국제종묘 | 20DR-5 | 5 | 만추대 및 병 저항성 백육색 무 품종개발 |
| 20-KD16 | 무 | 대일국제종묘 | 20DR-6 | 5 | 중국형 고품질 가을무 품종 개발 |
| 20-KD17 | 무 | 대일국제종묘 | 20DR-7 | 5 | 중국형 고품질 가을무 품종 개발 |
| 20-KD18 | 무 | 대일국제종묘 | 20DR-8 | 5 | 중국형 고품질 가을무 품종 개발 |
| 20-KD19 | 무 | 대일국제종묘 | 20DR-9 | 5 | 중국형 고품질 가을무 품종 개발 |
| 20-KD20 | 무 | 대일국제종묘 | 20DR-10 | 5 | 중국형 고품질 가을무 품종 개발 |
| 20-KD21 | 무 | 대일국제종묘 | 20DR-11 | 5 | 중국형 고품질 무 판매확대 및 시장다변화 |
| 20-KD22 | 무 | 대일국제종묘 | 20DR-12 | 5 | 중국형 고품질 무 판매확대 및 시장다변화 |
| 20-KD23 | 무 | 대일국제종묘 | 20DR-13 | 5 | 중국형 고품질 무 판매확대 및 시장다변화 |
| 20-KD24 | 무 | 대일국제종묘 | 20DR-14 | 5 | 중국형 고품질 무 판매확대 및 시장다변화 |
| 20-KD25 | 무 | 대일국제종묘 | 20DR-15 | 5 | 중국형 고품질 무 판매확대 및 시장다변화 |
| 20-KD26 | 무 | 충남대학교 | 춘향이열무 | 5 | 배추과 소포자 배양 효율 연관 유전인자 탐색 |
| 20-KD27 | 무 | 충남대학교 | YR신청장군 | 5 | 배추과 소포자 배양 효율 연관 유전인자 탐색 |
| 20-KD28 | 무 | 충남대학교 | 장평열무 | 5 | 배추과 소포자 배양 효율 연관 유전인자 탐색 |
| 20-KD29 | 무 | 충남대학교 | 루비볼 | 5 | 배추과 소포자 배양 효율 연관 유전인자 탐색 |
| 20-KD30 | 무 | 충남대학교 | 청운무 | 5 | 배추과 소포자 배양 효율 연관 유전인자 탐색 |
| 20-KD31 | 무 | 충남대학교 | 감천무 | 5 | 배추과 소포자 배양 효율 연관 유전인자 탐색 |

| 라벨 | 작물명 | 회사명 | 자원라벨 | 점수 | 과제명 |
|---------|-----|-------|--------|------|--------------------------|
| 20-KD32 | 무 | 충남대학교 | 상감무 | 5 | 배추과 소포자 배양 효율 연관 유전인자 탐색 |
| 20-KD33 | 무 | 충남대학교 | 토종조선열무 | 5 | 배추과 소포자 배양 효율 연관 유전인자 탐색 |
| 20-KD34 | 무 | 충남대학교 | 진보리열무 | 5 | 배추과 소포자 배양 효율 연관 유전인자 탐색 |
| 20-KD35 | 무 | 충남대학교 | 궁중총태무 | 5 | 배추과 소포자 배양 효율 연관 유전인자 탐색 |
| 20-KD36 | 무 | 네오씨드 | 1초비 | 5 | 무말랭이용 무 품종 개발 |
| 20-KD37 | 무 | 네오씨드 | 2미노와세 | 5 | 무말랭이용 무 품종 개발 |
| 20-KD38 | 무 | 네오씨드 | 3미농조생무 | 5 | 무말랭이용 무 품종 개발 |
| 20-KD39 | 무 | 네오씨드 | 4YR흑보석 | 5 | 무말랭이용 무 품종 개발 |
| 20-KD40 | 무 | 네오씨드 | 5멋진맛칼무 | 5 | 무말랭이용 무 품종 개발 |
| 20-KD41 | 무 | 네오씨드 | 6청피홍심 | 5 | 무말랭이용 무 품종 개발 |
| 20-KD42 | 무 | 네오씨드 | 7괴일단홍무 | 5 | 무말랭이용 무 품종 개발 |
| 합계 | 2작물 | 3기관 | 42자원 | 204점 | 6 소과제 |

소포자 배양 기술이전 내역 및 배상제 인도증

아래의 배추과 채소의 소포자 배양에 의하여 발생된 배상제를 실험 용으로 인도합니다.

○ 관련 : 채소과-723(2020.04.13.) 네오씨드 무배양

○ 인수자
성명 : 윤이주 인(서명) [서명]
생년월일 : 2004-03-15 전화번호 : 010-4200-1908

○ 소포자 배양 배상제 분량 내역 [2020. 6. 24]

| 일련 번호 | 종류명 | 라벨 | 배상제 수(개) | 일련 번호 | 종류명 | 라벨 | 배상제 수(개) |
|-------|----------|-------|----------|-------|-------|-------|----------|
| 1 | 초비 | 19-21 | 2 | 5 | 멋진맛칼무 | 19-14 | 29 |
| 2 | 미노와세 | 17-58 | 17 | 6 | 청피홍심 | 17-69 | 2 |
| 3 | 미농조생무 | 18-21 | 12 | 7 | 괴일단홍무 | 18-11 | 12 |
| 4 | YR흑보석 열무 | 18-85 | 14 | | | | |
| 합계 | | | | | | | |

소포자 배양 기술이전 내역 및 배상제 인도증

아래의 배추과 채소의 소포자 배양에 의하여 발생된 배상제를 실험 용으로 인도합니다.

○ 관련 : 채소과-705 (2020.04.09.)

○ 인수자
성명 : 홍정주 인(서명) [서명]
생년월일 : 1989. 02. 15 전화번호 : 010-9444-0165
주소 : 경북 김천시 비안면 화가리 1가-145(동원리동)

○ 소포자 배양 배상제 분량 내역 [2020. 7. 27/ 홍정주]

| 일련 번호 | 배양 라벨 | 작물명 (회사) | 배상제 수(개) | 일련 번호 | 배양 라벨 | 작물명 (회사) | 배상제 수(개) |
|-------|---------|-------------|----------|-------|---------|-------------|----------|
| 1 | 20-KD 1 | 배추 (대일국제농업) | 186 | 3 | 20-KD 7 | 배추 (대일국제농업) | 201 |
| 2 | 20-KD 6 | 박수 (대일국제농업) | 84 | 4 | 20-KD 8 | 배추 (대일국제농업) | 2 |
| 합계 | | | | | | | 473 |

국립원예특작과학원장 귀하

○ 민간 회사 요청 자원 및 전년도 선발 자원의 소포자 배양 실시

- 배추 등 1차 배양 실시

- 1) 약 2~3mm의 어린 봉오리 30개/1회, 점당 평균3회 실시
- 2) 선발된 봉오리는 소독(1% 차아염소산나트륨 15분 1회, 멸균수 15분 3회) 후, 마쇄 하여 필터로 거른 후 불순물을 제거한 용액을 종류별 배지로 치상
- 3) 열처리(30°C, 암상태 1일), 암배양(25°C, 15일), 명배양(25°C, 75~80rpm 진탕, 배발생 시 까지)

- 무 등 배추과 채소의 2차 배양 실시

- 1) 약 2~3mm의 어린 봉오리 30개/1회, 점당 평균3회 실시
- 2) 선발된 봉오리는 소독(1% 차아염소산나트륨 15분 1회, 멸균수 15분 3회) 후, 마쇄 하여 필터로 거른 후 불순물을 제거한 용액을 종류별 배지로 치상
- 3) 열처리(30°C, 암상태 2일), 암배양(25°C, 17일), 명배양(25°C, 75~80rpm 진탕, 배발생 시까지)

| 배지번호 | 배지조성 (배추과용) |
|------|---|
| 1 | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% |
| 2 | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + NAA 50 μ l+BAP 50 μ l |
| 5 | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + Micro Element 1mg + S13% |
| 6 | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + Micro Element 1mg + S13% + NAA 50 μ l+BAP 50 μ l |
| 1-A | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + Kao. Vit 1mg |
| 1-B | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + GambergVit 1mg |
| 1-C | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + MS.Vit 1mg |
| 1-D | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + Micronutrient |
| 1-E | 1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + Macronutrient |

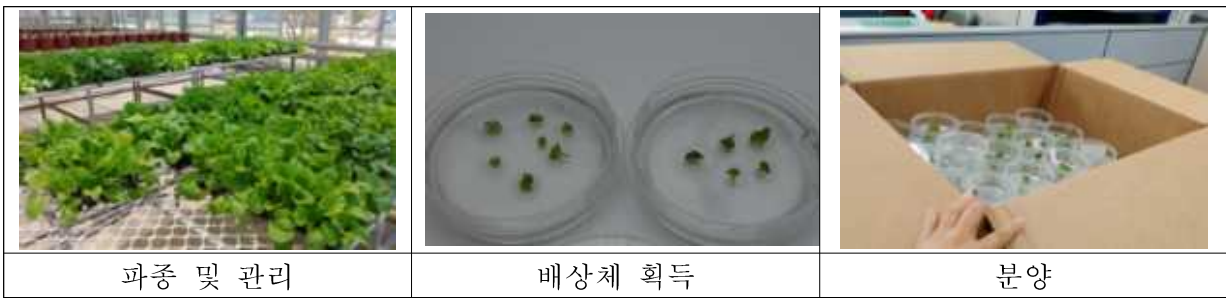
| 배지번호 | 배지조성 |
|------|---|
| 10 | 1N NLN +1N NLN Vit. + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% |
| 10-A | 1N NLN +1N NLN Vit. + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13% + Kao Vit 1mg |
| 10-B | 1N NLN +1N NLN Vit. + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13%+Gamberg Vit 1mg |
| 10-C | 1N NLN +1N NLN Vit. + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13%+MS Vit 1mg |
| 10-D | 1N NLN +1N NLN Vit. + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13%+Micronutrient |
| 10-E | 1N NLN +1N NLN Vit. + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13%+Macronutrient |
| 11 | 1N NLN +1N NLN Vit. + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S13%+ NAA 50 μ l +BAP 50 μ l |
| 12 | 1N NLN +1N NLN Vit. + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S15% |
| 13 | 1N NLN +1N NLN Vit. + CaNO ₃ 0.5g + AgNO ₃ 1mg + S15%+ NAA 50 μ l +BAP 50 μ l |

| 라벨 | 작물명 | 자원명 | 점수 | 치상화뢰 수 | 최적배지 번호 | 차선배지 번호 | 배상체수 | 구분 | 회사명 |
|--------|-----|--------|----|--------|---------|---------|------|------|--------|
| 20-KD1 | 배추 | 20DC-1 | 4 | 120 | 1 | 5 | 186 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD2 | 배추 | 20DC-2 | 4 | 120 | | | 0 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |

| 라벨 | 작물명 | 자원명 | 점수 | 치상화뢰수 | 최적배지번호 | 차선택배지번호 | 배상체수 | 구분 | 회사명 |
|---------|-----|---------|-----|-------|--------|---------|------|------|--------|
| 20-KD3 | 배추 | 20DC-3 | 5 | 120 | | | 0 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD4 | 배추 | 20DC-4 | 5 | 120 | | | 0 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD5 | 배추 | 20DC-5 | 5 | 120 | | | 0 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD6 | 배추 | 20DC-6 | 3 | 120 | 1 | | 84 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD7 | 배추 | 20DC-7 | 3 | 120 | 1 | | 201 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD8 | 배추 | 20DC-8 | 5 | 120 | 1 | | 2 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD9 | 배추 | 20DC-9 | 5 | 120 | | | 0 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD10 | 배추 | 20DC-10 | 5 | 120 | | | 0 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD11 | 무 | 20DR-1 | 5 | 60 | | | 0 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD12 | 무 | 20DR-2 | 5 | 60 | | | 0 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD13 | 무 | 20DR-3 | 5 | 60 | | | 0 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD14 | 무 | 20DR-4 | 5 | 60 | | | 0 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD15 | 무 | 20DR-5 | 5 | 60 | | | 0 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD16 | 무 | 20DR-6 | 5 | 60 | | | 0 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD17 | 무 | 20DR-7 | 5 | 60 | | | 0 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD18 | 무 | 20DR-8 | 5 | 60 | | | 0 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD19 | 무 | 20DR-9 | 5 | 60 | | | 0 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD20 | 무 | 20DR-10 | 5 | 60 | | | 0 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD21 | 무 | 20DR-11 | 5 | 60 | | | 0 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD22 | 무 | 20DR-12 | 5 | 60 | | | 0 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD23 | 무 | 20DR-13 | 5 | 60 | | | 0 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD24 | 무 | 20DR-14 | 5 | 60 | | | 0 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 20-KD25 | 무 | 20DR-15 | 5 | 60 | | | 1 | 미숙모본 | 대일국제종묘 |
| 총계 | | | 119 | 2100 | | | 474 | | |

| 라벨 | 작물명 | 자원명 | 점수 | 치상화뢰수 | 최적배지번호 | 차선택배지번호 | 배상체수 | 구분 | 회사명 |
|---------|-----|--------|----|-------|--------|---------|------|------|-------|
| 20-KD26 | 무 | 춘향이열무 | 5 | 120 | 10-A | 10-B | 21 | 성숙모본 | 충남대학교 |
| 20-KD27 | 무 | YR신청장군 | 5 | 120 | | | 0 | 성숙모본 | 충남대학교 |
| 20-KD28 | 무 | 장평열무 | 5 | 120 | 10-A | | 24 | 성숙모본 | 충남대학교 |
| 20-KD29 | 무 | 루비볼 | 5 | 120 | 10-B | | 11 | 성숙모본 | 충남대학교 |
| 20-KD30 | 무 | 청운무 | 5 | 90 | 10-B | | 11 | 성숙모본 | 충남대학교 |
| 20-KD31 | 무 | 감천무 | 5 | 60 | 10-B | | 9 | 성숙모본 | 충남대학교 |
| 20-KD32 | 무 | 상감무 | 5 | 150 | 10-A | 13 | 6 | 성숙모본 | 충남대학교 |
| 20-KD33 | 무 | 토종조선열무 | 5 | 180 | | | 0 | 성숙모본 | 충남대학교 |
| 20-KD34 | 무 | 진보리열무 | 5 | 210 | 10-A | | 1 | 성숙모본 | 충남대학교 |
| 20-KD35 | 무 | 궁중총태무 | 5 | 180 | | | 0 | 성숙모본 | 충남대학교 |
| 20-KD36 | 무 | 초비 | 5 | 150 | 13 | | 1 | 성숙모본 | 네오씨드 |
| 20-KD37 | 무 | 미노와세 | 5 | 60 | 10-B | | 8 | 성숙모본 | 네오씨드 |

| 라벨 | 작물명 | 자원명 | 정수 | 치상 화뢰수 | 최적배지 번호 | 차선택배지 번호 | 배상체수 | 구분 | 회사명 |
|---------|-----|-------------|----|-----------|------------|-------------|------|------|------|
| 20-KD38 | 무 | 미농조생무 | 5 | 120 | 13 | 10-A | 12 | 성숙모본 | 네오씨드 |
| 20-KD39 | 무 | YR흑보석열 무 | 5 | 120 | | | 0 | 성숙모본 | 네오씨드 |
| 20-KD40 | 무 | 멋진맛갈무 | 5 | 120 | 13 | | 8 | 성숙모본 | 네오씨드 |
| 20-KD41 | 무 | 청피홍심 | 5 | 120 | 10-A | 10-B | 14 | 성숙모본 | 네오씨드 |
| 20-KD42 | 무 | 과일단홍무 | 5 | 90 | 13 | 10-B | 12 | 성숙모본 | 네오씨드 |
| 총계 | | | 85 | 2130 | | | 138 | | |



<발생된 배상체는 유니플랜텍으로 분양되어 식물체로 순화>



○ 배양용 소재 선발 및 계통 육성

- 내병성, 내서성 배양 소재 선발 위하여, 시판종 수집 및 선발자원 증식 후, 평가를 위한 파종
- 파종일: 3.23. 정식일: 4.23.

| 포장라벨 | 교배번호(품종명) | 계통번호 | 용도 |
|---------|-------------|------------------------|------------|
| 20-FA01 | 춘광 | 사카타코리아 | 스크리닝 및 선발 |
| 20-FA02 | 수호 | 농우바이오 | 스크리닝 및 선발 |
| 20-FA03 | 력광 | 농우바이오 | 스크리닝 및 선발 |
| 20-FA04 | 매력 | 농우바이오 | 스크리닝 및 선발 |
| 20-FA05 | 신황봉 | 진흥종묘 | 스크리닝 및 선발 |
| 20-FA06 | 상상봉 | 동부한농 | 스크리닝 및 선발 |
| 20-FA07 | 베타후레쉬 | 팜한농 | 스크리닝 및 선발 |
| 20-FA08 | 삼보엇갈이 | 신젠타종묘 | 스크리닝 및 선발 |
| 20-FA09 | (19-FS 143) | 17-WA07-8(39호×45호) | 스크리닝 및 선발 |
| 20-FA10 | (19-FS 145) | 17-WA13-6(45호×50호) | 스크리닝 및 선발 |
| 20-FA11 | (19-FS 149) | 17-WA12-1(44호×46호) | 스크리닝 및 선발 |
| 20-FA12 | (19-FS 151) | 17-WA18-9(50호×48호) | 스크리닝 및 선발 |
| 20-FA13 | (19-FS 154) | 17-WA18-11(50호×48호) | 스크리닝 및 선발 |
| 20-FA14 | (19-FS 159) | 17-WA11-11(43호×44호) | 스크리닝 및 선발 |
| 20-FA15 | (19-FS 160) | 17-WA13-11(45호×50호) | 스크리닝 및 선발 |
| 20-FA16 | (19-FS 168) | 17-WA13-2(45호×39호) | 스크리닝 및 선발 |
| 20-FA17 | (19-FS 172) | 17-WA07-11(39호×50호) | 스크리닝 및 선발 |
| 20-FA18 | (19-FS 174) | 17-WA14-1(46호×44호) | 스크리닝 및 선발 |
| 20-FA19 | (19-FS 176) | 17-WA16-4(48호×50호) | 스크리닝 및 선발 |
| 20-FA20 | (19-FS 178) | 17-WA10-8(42호×44호) | 스크리닝 및 선발 |
| 20-FA21 | (19-FS 183) | 17-WA10-10(42호×43호) | 스크리닝 및 선발 |
| 20-FA22 | (19-FS 188) | 17-WA18-16(50호×49호) | 스크리닝 및 선발 |
| 20-FA23 | | 16-FFB71-1×16-FFB02-2 | 분리세대(선발용) |
| 20-FA24 | | 16-FFB114-1×16-FFB02-1 | 분리세대(선발용) |
| 20-FA25 | | 16-FFB115-2×16-FFB02-2 | 분리세대(선발용) |
| 20-FA26 | | 16-FFB128-1×16-FFB02-1 | 분리세대(선발용) |
| 20-FA27 | | 17-FC01-1×17-FC99-3 | 분리세대(선발용) |
| 20-FA28 | | 17-FC02-2×17-FC03-1 | 분리세대(선발용) |
| 20-FA29 | | 17-FC156-1 | 분리세대(선발용) |
| 20-FA30 | | 17-FC추노-1×17-FC03-1 | 분리세대(선발용) |
| 20-FA31 | | 18-HB48(18-SF45-1) | 분리세대(선발용) |
| 20-FA32 | | 19-HC16(19-SN23-1) | 분리세대(선발용) |
| 20-FA33 | | 19-HC19(19-SN20-1) | 분리세대(선발용) |
| 20-FA34 | | 19-HC20(19-SN24-1) | 분리세대(선발용) |
| 20-FA35 | | 19-HC21(19-SN27-2) | 분리세대(선발용) |
| 20-FA36 | | 19-HC22(19-SN26-1) | 분리세대(선발용) |
| 20-FA37 | | 19-HC24(19-SN30-2) | 분리세대(선발용) |
| 20-FA38 | | 19-HC37(19-SN25-1) | 분리세대(선발용) |
| 20-FA39 | | 19-HC40(19-SN24-1) | 분리세대(선발용) |
| 20-FA40 | | 19-HC41(19-SN26-1) | 분리세대(선발용) |
| 20-FA41 | | 19-HC43(19-SN29-2) | 분리세대(선발용) |
| 20-FA42 | | 19-HC48(19-SN28-2) | 분리세대(선발용) |
| 20-FA43 | 18-BD12-1 | | 계통 후대/ 선발용 |

| 포장라벨 | 교배번호(품종명) | 계통번호 | 용도 |
|-----------|------------|---------|------------|
| 20-FA44 | 18-BD17 | | 계통 후대/ 선발용 |
| 20-FA45 | 18-BD74 | | 계통 후대/ 선발용 |
| 20-FA46 | 18-BD85 | | 계통 후대/ 선발용 |
| 20-FA47 | 18-BD87 | | 계통 후대/ 선발용 |
| 20-FA48 | 18-BD94 | | 계통 후대/ 선발용 |
| 20-FA49 | 18-BD109 | | 계통 후대/ 선발용 |
| 20-FA50 | 18-BD149 | | 계통 후대/ 선발용 |
| 20-FA51 | 18-BD155 | | 계통 후대/ 선발용 |
| 20-FA52 | 18-FH112-1 | | 계통 후대/ 선발용 |
| 20-FA53 | 18-FH115-1 | | 계통 후대/ 선발용 |
| 20-FA54 | 18-FH117-2 | | 계통 후대/ 선발용 |
| 20-FA55 | 18-FH118-2 | | 계통 후대/ 선발용 |
| 20-FA56 | 18-FH119-2 | | 계통 후대/ 선발용 |
| 20-FA57 | 18-FH121-1 | | 계통 후대/ 선발용 |
| 20-FA58 | 18-FH125-3 | | 계통 후대/ 선발용 |
| 20-FA59 | 18-FH129-1 | | 계통 후대/ 선발용 |
| 20-FA60 | 18-FH130-1 | | 계통 후대/ 선발용 |
| 20-FA61 | 18-FH131-1 | | 계통 후대/ 선발용 |
| 20-FA102 | 일본도입 | 19-2-1 | 도입자원 |
| 20-FA103 | 일본도입 | 19-2-2 | 도입자원 |
| 20-FA104 | 일본도입 | 19-2-3 | 도입자원 |
| 20-FA105 | 일본도입 | 19-2-4 | 도입자원 |
| 20-FA106 | 중국도입 | 19-2-5 | 도입자원 |
| 20-FA107 | 중국도입 | 19-2-6 | 도입자원 |
| 20-FA108 | 중국도입 | 19-2-7 | 도입자원 |
| 20-FA109 | 중국도입 | 19-2-8 | 도입자원 |
| 20-FA110 | 중국도입 | 19-2-9 | 도입자원 |
| 20-FA111 | 중국도입 | 19-2-10 | 도입자원 |
| 20-FA112 | 중국도입 | 19-2-11 | 도입자원 |
| 20-FA113 | 중국도입 | 19-2-12 | 도입자원 |
| 20-FA 114 | 중국도입 | 19-2-13 | 도입자원 |

배양용 소재 특성평가(조사일: 6.23.)

| 라벨 | 주중 (g) | 구중 (g) | 구고 (mm) | 구폭 (mm) | 엽장 (mm) | 엽폭 (mm) | 순싹 개 | 결실 개 | 갈색 (SPAD) | 수색 (색상) | 중후폭 (mm) | 액아 (개) |
|-------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|---------|---------|--------------|------------|-------------|-----------|
| 20-FA 01 | 1728.3 | 1021.7 | 233.3 | 123.3 | 325.0 | 225.3 | 59.7 | 14.7 | 34.5 | 1.0 | 39.7 | |
| 20-FA 02 | 2450.0 | 1460.0 | 230.0 | 141.7 | 376.7 | 230.7 | 74.0 | 17.7 | 39.6 | 1.3 | 42.7 | |
| 20-FA 12 | 4583.3 | 2828.3 | 393.3 | 175.0 | 454.3 | 271.7 | 57.3 | 13.3 | 39.1 | 1.3 | 67.0 | |
| 20-FA 13 | 3616.7 | 2090.0 | 350.0 | 138.3 | 456.7 | 288.7 | 57.0 | 15.0 | 50.0 | 1.3 | 54.3 | |
| 20-FA 14 | 2790.0 | 1716.7 | 253.3 | 133.3 | 398.3 | 255.3 | 66.7 | 15.3 | 47.0 | 1.3 | 47.7 | |
| 20-FA 15 | 3005.0 | 1945.0 | 321.7 | 126.7 | 438.3 | 275.0 | 59.3 | 11.3 | 43.8 | 2.3 | 55.3 | |
| 20-FA 19 | 2568.3 | 1686.7 | 280.0 | 121.7 | 411.0 | 276.3 | 58.0 | 13.0 | 42.4 | 0.7 | 59.0 | |
| 20-FA 22 | 2836.7 | 1251.7 | 420.0 | 101.7 | 497.3 | 245.0 | 49.0 | 15.3 | 44.9 | 0.3 | 32.7 | |
| 20-FA 23 | 2215.0 | 1405.0 | 286.7 | 148.3 | 360.0 | 238.3 | 71.0 | 17.3 | 46.1 | 1.0 | 42.0 | |
| 20-FA 24 | 1868.3 | 986.7 | 243.3 | 121.7 | 402.0 | 228.0 | 61.7 | 14.3 | 43.7 | 0.0 | 42.3 | |
| 20-FA 60 | 2185.0 | 1173.3 | 231.7 | 126.7 | 369.3 | 248.3 | 48.3 | 13.0 | 48.0 | 1.0 | 50.7 | |
| 20-FA 진청 | 1745.0 | 930.0 | 223.3 | 111.7 | 375.3 | 281.0 | 70.7 | 10.3 | 40.0 | 1.0 | 46.0 | |

배양용 소재 뿌리혹병 연천균주 검정용 종자 증식 및 파종

| 포장라벨 | 교배번호(품종명) | 계통번호 | 채종년도 | 조제번호 | 파종립수 |
|---------|-----------------|-------------|------|------|---------|
| 20-HA01 | Rapeseed(ECD6) | 16-RB109 | | 흥농 | 100 |
| 20-HA02 | Rapeseed(ECD6) | 16-RB109-28 | 2018 | 47 | DH(60립) |
| 20-HA03 | Rapeseed(ECD6) | 16-RB109-29 | 2018 | 48 | DH(60립) |
| 20-HA04 | Rapeseed(ECD6) | 16-RB109-34 | 2018 | 50 | DH(60립) |
| 20-HA05 | Rapeseed(ECD6) | 16-RB109-36 | 2018 | 52 | DH(60립) |
| 20-HA06 | Rapeseed(ECD6) | 16-RB109-40 | 2018 | 53 | DH(60립) |
| 20-HA07 | Rapeseed(ECD6) | 16-RB109-46 | 2018 | 55 | DH(60립) |
| 20-HA08 | Rapeseed(ECD6) | 16-RB109-56 | 2018 | 58 | DH(60립) |
| 20-HA09 | Rapeseed(ECD6) | 16-RB109-58 | 2018 | 59 | DH(60립) |
| 20-HA10 | Rutabaga(WCD2) | 16-RB120 | | 한농 | 100립 |
| 20-HA11 | Rutabaga(WCD2) | 16-RB120-10 | 2018 | 87 | DH(60립) |
| 20-HA12 | Rutabaga(WCD2) | 16-RB120-31 | 2018 | 91 | DH(60립) |
| 20-HA13 | Rutabaga(WCD2) | 16-RB120-41 | 2018 | 92 | DH(60립) |
| 20-HA14 | Rutabaga(WCD2) | 16-RB120-51 | 2018 | 93 | DH(60립) |
| 20-HA15 | Rutabaga(WCD2) | 16-RB120-54 | 2018 | 94 | DH(60립) |
| 20-HA16 | Rutabaga(WCD2) | 16-RB120-64 | 2018 | 97 | DH(60립) |
| 20-HA17 | Rutabaga(WCD2) | 16-RB120-4 | 2018 | 84 | DH(60립) |
| 20-HA18 | Rutabaga(WCD2) | 16-RB120-6 | 2018 | 85 | DH(60립) |
| 20-HA19 | Rapeseed(ECD10) | 16-RB113-4 | 2018 | 78 | DH(60립) |
| 20-HA20 | Rapeseed(ECD10) | 16-RB113-12 | 2018 | 79 | DH(60립) |

배양용 소재 : 내건성 1차 선발

| 라벨 | 발아수 | 조사일 | 0(건전) | 1(시늬) | 2(심하게 시늬) | 3(도복) | 4(넘어가서 마름) | 5(고사) |
|-------------|-----|----------|-------|-------|-----------|-------|------------|-------|
| 20-DA 01 | 11 | 1차(5.27) | | | | | 11 | |
| | | 2차(5.29) | | | | | 11 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 11 | |
| 20-DA 02 | 12 | 1차(5.27) | | 2 | | | 10 | |
| | | 2차(5.29) | | | | | 12 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 11 | 1 |
| 20-DA 03 | 12 | 1차(5.27) | | | | | 12 | |
| | | 2차(5.29) | | | | | 12 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 11 | 1 |
| 20-DA 04 | 12 | 1차(5.27) | | 4 | | 8 | | |
| | | 2차(5.29) | | | | | 12 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 10 | 2 |
| 20-DA 05 | 11 | 1차(5.27) | | | | | 11 | |
| | | 2차(5.29) | | | | | 11 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 9 | 2 |
| 20-DA 06 | 12 | 1차(5.27) | | 11 | 1 | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | | 12 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 12 | |
| 20-DA 07 | 12 | 1차(5.27) | 9 | 1 | | | 2 | |
| | | 2차(5.29) | | | | | 12 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 10 | 2 |

| 라벨 | 발아수 | 조사일 | 0(건전) | 1(시름) | 2(심하게 시름) | 3(도복) | 4(넘어가서 마름) | 5(고사) |
|-------------|-----|----------|-------|-------|-----------|-------|------------|-------|
| 20-DA 08 | 12 | 1차(5.27) | 12 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | 2 | 10 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 12 | |
| 20-DA 09 | 12 | 1차(5.27) | 12 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | 4 | 8 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 12 | |
| 20-DA 10 | 12 | 1차(5.27) | 12 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | 6 | 6 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 12 | |
| 20-DA 11 | 12 | 1차(5.27) | 12 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 12 | |
| 20-DA 12 | 10 | 1차(5.27) | 9 | 1 | | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | 1 | 9 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 9 | 1 |
| 20-DA 13 | 12 | 1차(5.27) | 12 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | 2 | 10 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 11 | 1 |
| 20-DA 14 | 12 | 1차(5.27) | 12 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | 3 | 9 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 9 | 3 |
| 20-DA 15 | 11 | 1차(5.27) | 11 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | 1 | 10 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 11 | |
| 20-DA 16 | 12 | 1차(5.27) | 12 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | | 1 | 1 | 1 | 9 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 8 | 4 |
| 20-DA 17 | 12 | 1차(5.27) | 12 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | 4 | 8 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 12 | |
| 20-DA 18 | 12 | 1차(5.27) | 12 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | | 12 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 11 | 1 |
| 20-DA 19 | 12 | 1차(5.27) | 11 | 1 | | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | 3 | 9 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 12 | |
| 20-DA 21 | 8 | 1차(5.27) | 8 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | 1 | | | 3 | 4 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 8 | |
| 20-DA 23 | 12 | 1차(5.27) | 12 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | | 12 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 11 | 1 |
| 20-DA 24 | 12 | 1차(5.27) | 12 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | | 1 | 3 | | 8 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 12 | |
| 20-DA 25 | 12 | 1차(5.27) | 12 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | | 12 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 12 | |
| 20-DA 26 | 12 | 1차(5.27) | 12 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | | 12 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 11 | 1 |

| 라벨 | 발아수 | 조사일 | 0(건전) | 1(시름) | 2(심하게 시름) | 3(도복) | 4(넘어가서 마름) | 5(고사) |
|-------------|-----|----------|-------|-------|-----------|-------|------------|-------|
| 20-DA 27 | 12 | 1차(5.27) | 6 | 3 | 3 | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | | 12 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 12 | |
| 20-DA 28 | 11 | 1차(5.27) | 11 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | | 11 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 11 | |
| 20-DA 29 | 10 | 1차(5.27) | 10 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | | 10 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 9 | 1 |
| 20-DA 30 | 11 | 1차(5.27) | 11 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | 7 | 4 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 10 | 1 |
| 20-DA 31 | 11 | 1차(5.27) | 11 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | | 11 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 11 | |
| 20-DA 32 | 12 | 1차(5.27) | 12 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | | 12 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 12 | |
| 20-DA 33 | 12 | 1차(5.27) | 12 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | 3 | | 9 |
| | | 3차(6.1) | | | | | 12 | |
| 20-DA 34 | 12 | 1차(5.27) | 12 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | 1 | 11 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 11 | 1 |
| 20-DA 35 | 10 | 1차(5.27) | 10 | | | | | |
| | | 2차(5.29) | | | | 1 | 9 | |
| | | 3차(6.1) | | | | | 10 | |

배양용 소재 : 내건성 2차 선발을 위한 종자 증식 및 평가

| 포장라벨 | 교배번호(품종명) | 계통번호 |
|---------|-----------|--------------------|
| 20-HE01 | 원교20034호 | 19-FQ10(18-FH10-1) |
| 20-HE02 | 원교20035호 | 19-FQ11(18-FH28-5) |
| 20-HE03 | 원교20036호 | 17-fc12-2 |
| 20-HE04 | 원교20037호 | 19-FQ31 |
| 20-HE05 | 원교20038호 | 19-FQ14 |
| 20-HE06 | 원교20039호 | 18-FC15-3 |
| 20-HE07 | 원교20040호 | 19-FQ16 |
| 20-HE08 | 원교20041호 | 19-FQ17 |
| 20-HE09 | 원교20042호 | 19-FQ36 |
| 20-HE10 | 원교20043호 | 19-FQ19 |
| 20-HE11 | 원교20044호 | 17-fc20-1 |
| 20-HE12 | 원교20045호 | 19-FQ21 |
| 20-HE13 | 원교20046호 | 19-FQ22 |
| 20-HE14 | 원교20047호 | 19-FQ41 |
| 20-HE15 | 원교20048호 | 19-FQ24 |
| 20-HE16 | 원교20049호 | 19-FQ25 |
| 20-HE17 | 원교20050호 | 19-FQ26 |
| 20-HE18 | 원교20051호 | 19-FQ27 |
| 20-HE19 | 원교20052호 | 18-FH44-4 |

| 포장라벨 | 교배번호(품종명) | 계통번호 |
|---------|---------------|--------------------|
| 20-HE20 | 진청 | 19-BE06 |
| 20-HE21 | 춘황 | 19-BE10 |
| 20-HE22 | 킹콩플러스 | 19-BE11 |
| 20-HE23 | 태청봄 | 19-BE12 |
| 20-HE24 | 파워춘광 | 19-BE13 |
| 20-HE25 | CR강산 | 19-BE15 |
| 20-HE26 | CR성하 | 19-BE17 |
| 20-HE27 | 월동신화 | 19-BE34 |
| 20-HE28 | | 18-BD17 |
| 20-HE29 | | 18-BD87 |
| 20-HE30 | | 18-BD94 |
| 20-HE31 | | 18-BD109 |
| 20-HE32 | | 18-BD149 |
| 20-HE33 | | 18-BD155 |
| 20-HE34 | 18-BD32 * 48호 | 19-SN25-2* 19-SN15 |
| 20-HE35 | 18-BD109* | |
| 20-HE36 | 18-BH54 | |
| 20-HE37 | 18-BH55 | |
| 20-HE38 | 18-BH08 | |
| 20-HE39 | 18-BH59 | |
| 20-HE40 | 18-BH69 | |
| 20-HE41 | 18-BD163 | |
| 20-HE42 | 18-BD165 | |
| 20-HE43 | 18-BD241 | |
| 20-HE44 | 18-BD23 | |
| 20-HE45 | 18-BD55 | |
| 20-HE46 | 18-BD109* | |
| 20-HE47 | 18-BD32 * 48호 | |
| 20-HE48 | 18-BH54 | |
| 20-HE49 | 18-BH55 | |
| 20-HE50 | 18-BH69 | |
| 20-HE51 | 18-BH08 | |
| 20-HE52 | 18-BH60 | |
| 20-HE53 | 18-BH59 | |
| 20-HE54 | 18-BH62 | |
| 20-HE55 | | 18-BD403-2 |
| 20-HE56 | | 18-BD409-2 |
| 20-HE57 | | 18-BD412-2 |
| 20-HE58 | | 18-BD413-2 |
| 20-HE59 | | 18-BD403-2 |
| 20-HE60 | | 18-BD411-2 |
| 20-HE61 | | 18-BD409-1 |
| 20-HE62 | | 18-BD413-2 |
| 20-HE63 | | 18-BD402-2 |
| 20-HE64 | | 18-BD412-2 |
| 20-HE65 | | 18-BD403-1 |
| 20-HE66 | | 18-BD411-1 |
| 20-HE67 | | 18-BD412-1 |
| 20-HE68 | | 18-BD412 |

| 포장라벨 | 교배번호(품종명) | 계통번호 |
|----------|-------------|------------------------|
| 20-HE69 | | 18-BD412 |
| 20-HE70 | (19-FS 143) | 17-WA07-8(39호×45호) |
| 20-HE71 | (19-FS 145) | 17-WA13-6(45호×50호) |
| 20-HE72 | (19-FS 149) | 17-WA12-1(44호×46호) |
| 20-HE73 | (19-FS 151) | 17-WA18-9(50호×48호) |
| 20-HE74 | (19-FS 154) | 17-WA18-11(50호×48호) |
| 20-HE75 | (19-FS 159) | 17-WA11-11(43호×44호) |
| 20-HE76 | (19-FS 160) | 17-WA13-11(45호×50호) |
| 20-HE77 | (19-FS 168) | 17-WA13-2(45호×39호) |
| 20-HE78 | (19-FS 172) | 17-WA07-11(39호×50호) |
| 20-HE79 | (19-FS 174) | 17-WA14-1(46호×44호) |
| 20-HE80 | (19-FS 176) | 17-WA16-4(48호×50호) |
| 20-HE81 | (19-FS 178) | 17-WA10-8(42호×44호) |
| 20-HE82 | (19-FS 183) | 17-WA10-10(42호×43호) |
| 20-HE83 | (19-FS 188) | 17-WA18-16(50호×49호) |
| 20-HE84 | | 17-FC01-1×17-FC99-3 |
| 20-HE85 | | 17-FC02-2×17-FC03-1 |
| 20-HE86 | | 17-FC156-1 |
| 20-HE87 | | 17-FC추노-1×17-FC03-1 |
| 20-HE88 | | 18-HB48(18-SF45-1) |
| 20-HE89 | | 16-FFB71-1×16-FFB02-2 |
| 20-HE90 | | 16-FFB114-1×16-FFB02-1 |
| 20-HE91 | | 16-FFB115-2×16-FFB02-2 |
| 20-HE92 | | 16-FFB128-1×16-FFB02-1 |
| 20-HE93 | 18-BH68 | 19-BE74 |
| 20-HE94 | 스위스도입 | 19-2-1 |
| 20-HE95 | 스위스도입 | 19-2-2 |
| 20-HE96 | 중국도입 | 19-2-8 |
| 20-HE97 | 스위스도입 | 19-2-4 |
| 20-HE98 | 중국도입 | 19-2-5 |
| 20-HE99 | 중국도입 | 19-2-6 |
| 20-HE100 | 중국도입 | 19-2-7 |

배양용 수집 및 증식 자원의 채소종자 사업단 분양 실시

| | |
|---|--|
| <p>농촌진흥청 국립원예특작과학원 수신 삼성종묘(주)(일부종) (과류) 제목 채소 종자 분양(배우과 33품-삼성종묘) 1. 관련 : 국립원예특작과학원 농업생명자원 분양규정 제7조 및 제8조, 채소과-28(2019.01.04.) 2. 관련에 의거하여 귀 기관에서 요청하신 종자를 첨부과 같이 분양 드리오니, 분양 요청 목적에 맞게 사용하시고 농업유전자원 분양 계약서를 준수하여 주시기 바랍니다. 3. 분양 신청 서류를 수취하시면, 분양 계약서와 종자 인수증에 서명 후 담당자에게 송부하여 주시고, 추후 요청 시 농업생명자원 활용 결과 보고서를 제출하여 주시기를 부탁드립니다. 붙임 1. 분양 승인서_계약서_인수증_보고서 3부. 2. 분양 승인 표지(별도송부), 끝.</p> | <p>농촌진흥청 국립원예특작과학원 수신 아시아종묘(일부종) (과류) 제목 채소 종자 분양(배우 8품_아시아종묘) 1. 관련 : 국립원예특작과학원 농업생명자원 분양규정 제7조 및 제8조, 채소과-28(2019.01.04.) 2. 관련에 의거하여 귀 기관에서 요청하신 종자를 첨부과 같이 분양 드리오니, 분양 요청 목적에 맞게 사용하시고 농업유전자원 분양 계약서를 준수하여 주시기 바랍니다. 3. 분양 신청 서류를 수취하시면, 분양 계약서와 종자 인수증에 서명 후 담당자에게 송부하여 주시고, 추후 요청 시 농업생명자원 활용 결과 보고서를 제출하여 주시기를 부탁드립니다. 붙임 1. 분양 승인서_계약서_인수증_보고서 1부. 2. 분양 승인 표지(별도송부), 끝.</p> |
| <p>자원분양-삼성종묘(33점)</p> | <p>자원분양-아시아종묘(8점)</p> |

내건성 및 내서성 자원의 선발을 위한 여름 하우스 밀폐 단수 재배 후 생존율 조사

| 라벨 | 조사일 | 생존개체수 | 속썩음 | 시들음 | 고사개체수 |
|---------|-----------|-------|-----|-----|-------|
| 20-HE01 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE01 | 2일차(7.28) | 1 | 3 | | |
| 20-HE01 | 3일차(7.29) | 1 | 3 | | |
| 20-HE01 | 4일차(7.30) | 1 | 2 | 1 | |
| 20-HE01 | 5일차(7.31) | 1 | | 3 | |
| 20-HE01 | 6일차(8.3) | 1 | | | 3 |
| 20-HE01 | 7일차(8.4) | 1 | | | 3 |
| 20-HE02 | 1일차(7.27) | | | | 4 |
| 20-HE02 | 2일차(7.28) | | | | |
| 20-HE02 | 3일차(7.29) | | | | |
| 20-HE02 | 4일차(7.30) | | | | |
| 20-HE02 | 5일차(7.31) | | | | |
| 20-HE02 | 6일차(8.3) | | | | |
| 20-HE02 | 7일차(8.4) | | | | |
| 20-HE03 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE03 | 2일차(7.28) | 3 | | | 1 |
| 20-HE03 | 3일차(7.29) | 3 | | | 1 |
| 20-HE03 | 4일차(7.30) | 2 | 1 | | 1 |
| 20-HE03 | 5일차(7.31) | 1 | | 2 | 1 |
| 20-HE03 | 6일차(8.3) | | | 2 | 2 |
| 20-HE03 | 7일차(8.4) | | | 2 | 2 |
| 20-HE04 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE04 | 2일차(7.28) | 1 | 1 | | 2 |
| 20-HE04 | 3일차(7.29) | | 1 | 1 | 2 |
| 20-HE04 | 4일차(7.30) | | 1 | 1 | 2 |
| 20-HE04 | 5일차(7.31) | | | 2 | 2 |
| 20-HE04 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE04 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE05 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE05 | 2일차(7.28) | 3 | | 1 | |
| 20-HE05 | 3일차(7.29) | 3 | | 1 | |
| 20-HE05 | 4일차(7.30) | | 3 | | 1 |
| 20-HE05 | 5일차(7.31) | | 2 | 1 | 1 |
| 20-HE05 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE05 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE06 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE06 | 2일차(7.28) | 3 | | | 1 |
| 20-HE06 | 3일차(7.29) | 3 | | | 1 |
| 20-HE06 | 4일차(7.30) | 2 | | 1 | 1 |
| 20-HE06 | 5일차(7.31) | | | 2 | 2 |
| 20-HE06 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE06 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE07 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE07 | 2일차(7.28) | | | 3 | 1 |
| 20-HE07 | 3일차(7.29) | | | 2 | 2 |
| 20-HE07 | 4일차(7.30) | | | 1 | 3 |
| 20-HE07 | 5일차(7.31) | | | | 4 |
| 20-HE07 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE07 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE08 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE08 | 2일차(7.28) | | 4 | | |
| 20-HE08 | 3일차(7.29) | | 2 | 2 | |

| 라벨 | 조사일 | 생존개체수 | 속썩음 | 시들음 | 고사개체수 |
|---------|-----------|-------|-----|-----|-------|
| 20-HE08 | 4일차(7.30) | | 2 | 2 | |
| 20-HE08 | 5일차(7.31) | | 1 | 3 | |
| 20-HE08 | 6일차(8.3) | | 1 | | 3 |
| 20-HE08 | 7일차(8.4) | | 1 | | 3 |
| 20-HE09 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE09 | 2일차(7.28) | | 4 | | |
| 20-HE09 | 3일차(7.29) | | 3 | 1 | |
| 20-HE09 | 4일차(7.30) | | 3 | | 1 |
| 20-HE09 | 5일차(7.31) | | | 3 | 1 |
| 20-HE09 | 6일차(8.3) | | | 1 | 3 |
| 20-HE09 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE10 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE10 | 2일차(7.28) | 2 | 1 | | 1 |
| 20-HE10 | 3일차(7.29) | 2 | 1 | | 1 |
| 20-HE10 | 4일차(7.30) | | 2 | 1 | 1 |
| 20-HE10 | 5일차(7.31) | | 3 | | 1 |
| 20-HE10 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE10 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE11 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE11 | 2일차(7.28) | | 3 | | 1 |
| 20-HE11 | 3일차(7.29) | | 3 | | 1 |
| 20-HE11 | 4일차(7.30) | | 3 | | 1 |
| 20-HE11 | 5일차(7.31) | | 3 | | 1 |
| 20-HE11 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE11 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE12 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE12 | 2일차(7.28) | 2 | | | 2 |
| 20-HE12 | 3일차(7.29) | 2 | | | 2 |
| 20-HE12 | 4일차(7.30) | 1 | | 1 | 2 |
| 20-HE12 | 5일차(7.31) | 1 | | | 3 |
| 20-HE12 | 6일차(8.3) | | | 1 | 3 |
| 20-HE12 | 7일차(8.4) | | | 1 | 3 |
| 20-HE13 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE13 | 2일차(7.28) | | 2 | | 2 |
| 20-HE13 | 3일차(7.29) | | 2 | | 2 |
| 20-HE13 | 4일차(7.30) | | 2 | | 2 |
| 20-HE13 | 5일차(7.31) | | 2 | | 2 |
| 20-HE13 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE13 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE14 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE14 | 2일차(7.28) | 2 | 2 | | |
| 20-HE14 | 3일차(7.29) | 2 | 2 | | |
| 20-HE14 | 4일차(7.30) | 2 | 2 | | |
| 20-HE14 | 5일차(7.31) | 2 | 2 | | |
| 20-HE14 | 6일차(8.3) | | | 1 | 3 |
| 20-HE14 | 7일차(8.4) | | | 1 | 3 |
| 20-HE15 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE15 | 2일차(7.28) | 1 | 3 | | |
| 20-HE15 | 3일차(7.29) | 1 | 3 | | |
| 20-HE15 | 4일차(7.30) | 1 | 3 | | |
| 20-HE15 | 5일차(7.31) | 1 | 3 | | |
| 20-HE15 | 6일차(8.3) | | | 1 | 3 |
| 20-HE15 | 7일차(8.4) | | | 1 | 3 |

| 라벨 | 조사일 | 생존개체수 | 속썩음 | 시들음 | 고사개체수 |
|---------|-----------|-------|-----|-----|-------|
| 20-HE16 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE16 | 2일차(7.28) | 4 | | | |
| 20-HE16 | 3일차(7.29) | 4 | | | |
| 20-HE16 | 4일차(7.30) | 4 | | | |
| 20-HE16 | 5일차(7.31) | 2 | | 2 | |
| 20-HE16 | 6일차(8.3) | | | 3 | 1 |
| 20-HE16 | 7일차(8.4) | | | 2 | 2 |
| 20-HE17 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE17 | 2일차(7.28) | 3 | 1 | | |
| 20-HE17 | 3일차(7.29) | 3 | 1 | | |
| 20-HE17 | 4일차(7.30) | 3 | 1 | | |
| 20-HE17 | 5일차(7.31) | 1 | 1 | 2 | |
| 20-HE17 | 6일차(8.3) | | 1 | | 3 |
| 20-HE17 | 7일차(8.4) | | 1 | | 3 |
| 20-HE18 | 1일차(7.27) | | | | 4 |
| 20-HE18 | 2일차(7.28) | | | | |
| 20-HE18 | 3일차(7.29) | | | | |
| 20-HE18 | 4일차(7.30) | | | | |
| 20-HE18 | 5일차(7.31) | | | | |
| 20-HE18 | 6일차(8.3) | | | | |
| 20-HE18 | 7일차(8.4) | | | | |
| 20-HE19 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE19 | 2일차(7.28) | 2 | | | 2 |
| 20-HE19 | 3일차(7.29) | 2 | | | 2 |
| 20-HE19 | 4일차(7.30) | 2 | | | 2 |
| 20-HE19 | 5일차(7.31) | | | 2 | 2 |
| 20-HE19 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE19 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE20 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE20 | 2일차(7.28) | 3 | | | 1 |
| 20-HE20 | 3일차(7.29) | 3 | | | 1 |
| 20-HE20 | 4일차(7.30) | 1 | | 2 | 1 |
| 20-HE20 | 5일차(7.31) | | | 3 | 1 |
| 20-HE20 | 6일차(8.3) | | | 1 | 3 |
| 20-HE20 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE21 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE21 | 2일차(7.28) | 2 | | | 2 |
| 20-HE21 | 3일차(7.29) | 2 | | | 2 |
| 20-HE21 | 4일차(7.30) | 2 | | | 2 |
| 20-HE21 | 5일차(7.31) | 2 | | | 2 |
| 20-HE21 | 6일차(8.3) | 1 | | | 3 |
| 20-HE21 | 7일차(8.4) | 1 | | | 3 |
| 20-HE22 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE22 | 2일차(7.28) | 4 | | | |
| 20-HE22 | 3일차(7.29) | 4 | | | |
| 20-HE22 | 4일차(7.30) | 4 | | | |
| 20-HE22 | 5일차(7.31) | 4 | | | |
| 20-HE22 | 6일차(8.3) | 4 | | | |
| 20-HE22 | 7일차(8.4) | 3 | 1 | | |
| 20-HE23 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE23 | 2일차(7.28) | 4 | | | |
| 20-HE23 | 3일차(7.29) | 4 | | | |
| 20-HE23 | 4일차(7.30) | 4 | | | |

| 라벨 | 조사일 | 생존개체수 | 속썩음 | 시들음 | 고사개체수 |
|---------|-----------|-------|-----|-----|-------|
| 20-HE23 | 5일차(7.31) | 3 | | 1 | |
| 20-HE23 | 6일차(8.3) | 3 | | 1 | |
| 20-HE23 | 7일차(8.4) | 3 | | 1 | |
| 20-HE24 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE24 | 2일차(7.28) | 2 | 1 | | 1 |
| 20-HE24 | 3일차(7.29) | 2 | 1 | | 1 |
| 20-HE24 | 4일차(7.30) | 2 | 1 | | 1 |
| 20-HE24 | 5일차(7.31) | 2 | | | 2 |
| 20-HE24 | 6일차(8.3) | 1 | | | 3 |
| 20-HE24 | 7일차(8.4) | 1 | | | 3 |
| 20-HE25 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE25 | 2일차(7.28) | 4 | | | |
| 20-HE25 | 3일차(7.29) | 4 | | | |
| 20-HE25 | 4일차(7.30) | 4 | | | |
| 20-HE25 | 5일차(7.31) | 4 | | | |
| 20-HE25 | 6일차(8.3) | 4 | | | |
| 20-HE25 | 7일차(8.4) | 4 | | | |
| 20-HE26 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE26 | 2일차(7.28) | 2 | | | 2 |
| 20-HE26 | 3일차(7.29) | 2 | | | 2 |
| 20-HE26 | 4일차(7.30) | 2 | | | 2 |
| 20-HE26 | 5일차(7.31) | 2 | | | 2 |
| 20-HE26 | 6일차(8.3) | 2 | | | 2 |
| 20-HE26 | 7일차(8.4) | 2 | | | 2 |
| 20-HE27 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE27 | 2일차(7.28) | | 1 | | 3 |
| 20-HE27 | 3일차(7.29) | | 1 | | 3 |
| 20-HE27 | 4일차(7.30) | | 1 | | 3 |
| 20-HE27 | 5일차(7.31) | | 1 | | 3 |
| 20-HE27 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE27 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE28 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE28 | 2일차(7.28) | 1 | | 1 | 2 |
| 20-HE28 | 3일차(7.29) | 1 | | 1 | 2 |
| 20-HE28 | 4일차(7.30) | | 1 | 1 | 2 |
| 20-HE28 | 5일차(7.31) | | | 2 | 2 |
| 20-HE28 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE28 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE29 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE29 | 2일차(7.28) | 3 | | | 1 |
| 20-HE29 | 3일차(7.29) | 3 | | | 1 |
| 20-HE29 | 4일차(7.30) | 3 | | | 1 |
| 20-HE29 | 5일차(7.31) | 2 | | 1 | 1 |
| 20-HE29 | 6일차(8.3) | | 2 | | 2 |
| 20-HE29 | 7일차(8.4) | | 2 | | 2 |
| 20-HE30 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE30 | 2일차(7.28) | 4 | | | |
| 20-HE30 | 3일차(7.29) | 4 | | | |
| 20-HE30 | 4일차(7.30) | | 4 | | |
| 20-HE30 | 5일차(7.31) | | 3 | 1 | |
| 20-HE30 | 6일차(8.3) | | | 2 | 2 |
| 20-HE30 | 7일차(8.4) | | 1 | | 3 |
| 20-HE31 | 1일차(7.27) | | | | |

| 라벨 | 조사일 | 생존개체수 | 속썩음 | 시들음 | 고사개체수 |
|---------|-----------|-------|-----|-----|-------|
| 20-HE31 | 2일차(7.28) | | 4 | | |
| 20-HE31 | 3일차(7.29) | | 4 | | |
| 20-HE31 | 4일차(7.30) | | 4 | | |
| 20-HE31 | 5일차(7.31) | | 4 | | |
| 20-HE31 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE31 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE32 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE32 | 2일차(7.28) | 2 | | | 2 |
| 20-HE32 | 3일차(7.29) | 2 | | | 2 |
| 20-HE32 | 4일차(7.30) | 2 | | | 2 |
| 20-HE32 | 5일차(7.31) | 2 | | | 2 |
| 20-HE32 | 6일차(8.3) | 2 | | | 2 |
| 20-HE32 | 7일차(8.4) | 2 | | | 2 |
| 20-HE33 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE33 | 2일차(7.28) | 3 | | | 1 |
| 20-HE33 | 3일차(7.29) | 3 | | | 1 |
| 20-HE33 | 4일차(7.30) | 3 | | | 1 |
| 20-HE33 | 5일차(7.31) | 3 | | | 1 |
| 20-HE33 | 6일차(8.3) | 3 | | | 1 |
| 20-HE33 | 7일차(8.4) | 3 | | | 1 |
| 20-HE34 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE34 | 2일차(7.28) | 2 | 2 | | |
| 20-HE34 | 3일차(7.29) | 2 | 2 | | |
| 20-HE34 | 4일차(7.30) | 2 | 2 | | |
| 20-HE34 | 5일차(7.31) | 2 | 2 | | |
| 20-HE34 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE34 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE35 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE35 | 2일차(7.28) | 1 | 2 | | 1 |
| 20-HE35 | 3일차(7.29) | 1 | 2 | | 1 |
| 20-HE35 | 4일차(7.30) | | 3 | | 1 |
| 20-HE35 | 5일차(7.31) | | 3 | | 1 |
| 20-HE35 | 6일차(8.3) | | | 2 | 2 |
| 20-HE35 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE36 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE36 | 2일차(7.28) | 1 | 2 | | 1 |
| 20-HE36 | 3일차(7.29) | 1 | 2 | | 1 |
| 20-HE36 | 4일차(7.30) | 1 | 2 | | 1 |
| 20-HE36 | 5일차(7.31) | 1 | 1 | | 2 |
| 20-HE36 | 6일차(8.3) | | 1 | | 3 |
| 20-HE36 | 7일차(8.4) | | 1 | | 3 |
| 20-HE37 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE37 | 2일차(7.28) | 1 | 2 | | 1 |
| 20-HE37 | 3일차(7.29) | 1 | 2 | | 1 |
| 20-HE37 | 4일차(7.30) | | 3 | | 1 |
| 20-HE37 | 5일차(7.31) | | 3 | | 1 |
| 20-HE37 | 6일차(8.3) | | | 2 | 2 |
| 20-HE37 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE38 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE38 | 2일차(7.28) | 2 | | | 2 |
| 20-HE38 | 3일차(7.29) | 2 | | | 2 |
| 20-HE38 | 4일차(7.30) | | 2 | | 2 |
| 20-HE38 | 5일차(7.31) | | 1 | 1 | 2 |

| 라벨 | 조사일 | 생존개체수 | 속썩음 | 시들음 | 고사개체수 |
|---------|-----------|-------|-----|-----|-------|
| 20-HE38 | 6일차(8.3) | | 1 | | 3 |
| 20-HE38 | 7일차(8.4) | | 1 | | 3 |
| 20-HE39 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE39 | 2일차(7.28) | 2 | | 2 | |
| 20-HE39 | 3일차(7.29) | 2 | | 2 | |
| 20-HE39 | 4일차(7.30) | 2 | | 2 | |
| 20-HE39 | 5일차(7.31) | 2 | | 2 | |
| 20-HE39 | 6일차(8.3) | | | 2 | 2 |
| 20-HE39 | 7일차(8.4) | | | 2 | 2 |
| 20-HE40 | 1일차(7.27) | | | | 4 |
| 20-HE40 | 2일차(7.28) | | | | |
| 20-HE40 | 3일차(7.29) | | | | |
| 20-HE40 | 4일차(7.30) | | | | |
| 20-HE40 | 5일차(7.31) | | | | |
| 20-HE40 | 6일차(8.3) | | | | |
| 20-HE40 | 7일차(8.4) | | | | |
| 20-HE41 | 1일차(7.27) | | | | 4 |
| 20-HE41 | 2일차(7.28) | | | | |
| 20-HE41 | 3일차(7.29) | | | | |
| 20-HE41 | 4일차(7.30) | | | | |
| 20-HE41 | 5일차(7.31) | | | | |
| 20-HE41 | 6일차(8.3) | | | | |
| 20-HE41 | 7일차(8.4) | | | | |
| 20-HE42 | 1일차(7.27) | | | | 4 |
| 20-HE42 | 2일차(7.28) | | | | |
| 20-HE42 | 3일차(7.29) | | | | |
| 20-HE42 | 4일차(7.30) | | | | |
| 20-HE42 | 5일차(7.31) | | | | |
| 20-HE42 | 6일차(8.3) | | | | |
| 20-HE42 | 7일차(8.4) | | | | |
| 20-HE43 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE43 | 2일차(7.28) | | 3 | | |
| 20-HE43 | 3일차(7.29) | | 3 | | |
| 20-HE43 | 4일차(7.30) | | | | 3 |
| 20-HE43 | 5일차(7.31) | | | | 4 |
| 20-HE43 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE43 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE44 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE44 | 2일차(7.28) | | 1 | | 3 |
| 20-HE44 | 3일차(7.29) | | 1 | | 3 |
| 20-HE44 | 4일차(7.30) | | | | 4 |
| 20-HE44 | 5일차(7.31) | | | | 4 |
| 20-HE44 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE44 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE45 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE45 | 2일차(7.28) | 2 | 2 | | |
| 20-HE45 | 3일차(7.29) | 1 | 3 | | |
| 20-HE45 | 4일차(7.30) | 1 | 3 | | |
| 20-HE45 | 5일차(7.31) | | | 2 | 2 |
| 20-HE45 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE45 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE46 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE46 | 2일차(7.28) | | 3 | | 1 |

| 라벨 | 조사일 | 생존개체수 | 속썩음 | 시들음 | 고사개체수 |
|---------|-----------|-------|-----|-----|-------|
| 20-HE46 | 3일차(7.29) | | 3 | | 1 |
| 20-HE46 | 4일차(7.30) | | 3 | | 1 |
| 20-HE46 | 5일차(7.31) | | | | 4 |
| 20-HE46 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE46 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE47 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE47 | 2일차(7.28) | | 1 | | 3 |
| 20-HE47 | 3일차(7.29) | | 1 | | 3 |
| 20-HE47 | 4일차(7.30) | | 1 | | 3 |
| 20-HE47 | 5일차(7.31) | | | | 4 |
| 20-HE47 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE47 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE48 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE48 | 2일차(7.28) | | 4 | | |
| 20-HE48 | 3일차(7.29) | | 3 | | 1 |
| 20-HE48 | 4일차(7.30) | | 3 | | 1 |
| 20-HE48 | 5일차(7.31) | | | | 4 |
| 20-HE48 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE48 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE49 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE49 | 2일차(7.28) | 2 | | | 2 |
| 20-HE49 | 3일차(7.29) | 2 | | | 2 |
| 20-HE49 | 4일차(7.30) | 1 | 1 | | 2 |
| 20-HE49 | 5일차(7.31) | | 2 | | 2 |
| 20-HE49 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE49 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE50 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE50 | 2일차(7.28) | 3 | | | 1 |
| 20-HE50 | 3일차(7.29) | 3 | | | 1 |
| 20-HE50 | 4일차(7.30) | 2 | 1 | | 1 |
| 20-HE50 | 5일차(7.31) | 2 | 1 | | 1 |
| 20-HE50 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE50 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE51 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE51 | 2일차(7.28) | | 4 | | |
| 20-HE51 | 3일차(7.29) | | 4 | | |
| 20-HE51 | 4일차(7.30) | | 4 | | |
| 20-HE51 | 5일차(7.31) | | 2 | | 2 |
| 20-HE51 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE51 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE52 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE52 | 2일차(7.28) | 2 | 1 | | 1 |
| 20-HE52 | 3일차(7.29) | 2 | 1 | | 1 |
| 20-HE52 | 4일차(7.30) | 2 | | 2 | 2 |
| 20-HE52 | 5일차(7.31) | | | | 2 |
| 20-HE52 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE52 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE53 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE53 | 2일차(7.28) | | 3 | | 1 |
| 20-HE53 | 3일차(7.29) | | 2 | | 2 |
| 20-HE53 | 4일차(7.30) | | | 2 | 2 |
| 20-HE53 | 5일차(7.31) | | | | 4 |
| 20-HE53 | 6일차(8.3) | | | | 4 |

| 라벨 | 조사일 | 생존개체수 | 속썩음 | 시들음 | 고사개체수 |
|---------|-----------|-------|-----|-----|-------|
| 20-HE53 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE54 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE54 | 2일차(7.28) | 4 | | | |
| 20-HE54 | 3일차(7.29) | 4 | | | |
| 20-HE54 | 4일차(7.30) | 4 | | | |
| 20-HE54 | 5일차(7.31) | 4 | | | |
| 20-HE54 | 6일차(8.3) | 4 | | | |
| 20-HE54 | 7일차(8.4) | 4 | | | |
| 20-HE55 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE55 | 2일차(7.28) | 4 | | | |
| 20-HE55 | 3일차(7.29) | 4 | | | |
| 20-HE55 | 4일차(7.30) | 4 | | | |
| 20-HE55 | 5일차(7.31) | 4 | | | |
| 20-HE55 | 6일차(8.3) | 4 | | | |
| 20-HE55 | 7일차(8.4) | 4 | | | |
| 20-HE56 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE56 | 2일차(7.28) | 4 | | | |
| 20-HE56 | 3일차(7.29) | 4 | | | |
| 20-HE56 | 4일차(7.30) | 4 | | | |
| 20-HE56 | 5일차(7.31) | 4 | | | |
| 20-HE56 | 6일차(8.3) | 4 | | | |
| 20-HE56 | 7일차(8.4) | 4 | | | |
| 20-HE57 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE57 | 2일차(7.28) | 4 | | | |
| 20-HE57 | 3일차(7.29) | 4 | | | |
| 20-HE57 | 4일차(7.30) | 4 | | | |
| 20-HE57 | 5일차(7.31) | 4 | | | |
| 20-HE57 | 6일차(8.3) | 4 | | | |
| 20-HE57 | 7일차(8.4) | 4 | | | |
| 20-HE58 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE58 | 2일차(7.28) | 4 | | | |
| 20-HE58 | 3일차(7.29) | 4 | | | |
| 20-HE58 | 4일차(7.30) | 4 | | | |
| 20-HE58 | 5일차(7.31) | 4 | | | |
| 20-HE58 | 6일차(8.3) | 4 | | | |
| 20-HE58 | 7일차(8.4) | 4 | | | |
| 20-HE59 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE59 | 2일차(7.28) | 4 | | | |
| 20-HE59 | 3일차(7.29) | 4 | | | |
| 20-HE59 | 4일차(7.30) | 4 | | | |
| 20-HE59 | 5일차(7.31) | 4 | | | |
| 20-HE59 | 6일차(8.3) | 4 | | | |
| 20-HE59 | 7일차(8.4) | 4 | | | |
| 20-HE60 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE60 | 2일차(7.28) | 2 | | | 2 |
| 20-HE60 | 3일차(7.29) | 2 | | | 2 |
| 20-HE60 | 4일차(7.30) | 2 | | | 2 |
| 20-HE60 | 5일차(7.31) | | | 2 | 2 |
| 20-HE60 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE60 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE61 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE61 | 2일차(7.28) | 4 | | | |
| 20-HE61 | 3일차(7.29) | 4 | | | |

| 라벨 | 조사일 | 생존개체수 | 속썩음 | 시들음 | 고사개체수 |
|---------|-----------|-------|-----|-----|-------|
| 20-HE61 | 4일차(7.30) | 4 | | | |
| 20-HE61 | 5일차(7.31) | 4 | | | |
| 20-HE61 | 6일차(8.3) | 4 | | | |
| 20-HE61 | 7일차(8.4) | 4 | | | |
| 20-HE62 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE62 | 2일차(7.28) | 4 | | | |
| 20-HE62 | 3일차(7.29) | 4 | | | |
| 20-HE62 | 4일차(7.30) | 4 | | | |
| 20-HE62 | 5일차(7.31) | 4 | | | |
| 20-HE62 | 6일차(8.3) | 3 | | 1 | |
| 20-HE62 | 7일차(8.4) | 3 | | 1 | |
| 20-HE63 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE63 | 2일차(7.28) | 4 | | | |
| 20-HE63 | 3일차(7.29) | 4 | | | |
| 20-HE63 | 4일차(7.30) | 4 | | | |
| 20-HE63 | 5일차(7.31) | 4 | | | |
| 20-HE63 | 6일차(8.3) | 4 | | | |
| 20-HE63 | 7일차(8.4) | 4 | | | |
| 20-HE64 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE64 | 2일차(7.28) | 4 | | | |
| 20-HE64 | 3일차(7.29) | 4 | | | |
| 20-HE64 | 4일차(7.30) | 4 | | | |
| 20-HE64 | 5일차(7.31) | 4 | | | |
| 20-HE64 | 6일차(8.3) | 4 | | | |
| 20-HE64 | 7일차(8.4) | 4 | | | |
| 20-HE65 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE65 | 2일차(7.28) | 4 | | | |
| 20-HE65 | 3일차(7.29) | 4 | | | |
| 20-HE65 | 4일차(7.30) | 4 | | | |
| 20-HE65 | 5일차(7.31) | 4 | | | |
| 20-HE65 | 6일차(8.3) | 4 | | | |
| 20-HE65 | 7일차(8.4) | 4 | | | |
| 20-HE66 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE66 | 2일차(7.28) | | 3 | | 1 |
| 20-HE66 | 3일차(7.29) | | 2 | | 2 |
| 20-HE66 | 4일차(7.30) | | | 2 | 2 |
| 20-HE66 | 5일차(7.31) | | | 1 | 3 |
| 20-HE66 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE66 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE67 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE67 | 2일차(7.28) | 4 | | | |
| 20-HE67 | 3일차(7.29) | 4 | | | |
| 20-HE67 | 4일차(7.30) | 4 | | | |
| 20-HE67 | 5일차(7.31) | 4 | | | |
| 20-HE67 | 6일차(8.3) | 4 | | | |
| 20-HE67 | 7일차(8.4) | 4 | | | |
| 20-HE68 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE68 | 2일차(7.28) | 4 | | | |
| 20-HE68 | 3일차(7.29) | 4 | | | |
| 20-HE68 | 4일차(7.30) | 4 | | | |
| 20-HE68 | 5일차(7.31) | 4 | | | |
| 20-HE68 | 6일차(8.3) | 4 | | | |
| 20-HE68 | 7일차(8.4) | 4 | | | |

| 라벨 | 조사일 | 생존개체수 | 속썩음 | 시들음 | 고사개체수 |
|---------|-----------|-------|-----|-----|-------|
| 20-HE69 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE69 | 2일차(7.28) | 4 | | | |
| 20-HE69 | 3일차(7.29) | 4 | | | |
| 20-HE69 | 4일차(7.30) | 4 | | | |
| 20-HE69 | 5일차(7.31) | 4 | | | |
| 20-HE69 | 6일차(8.3) | 4 | | | |
| 20-HE69 | 7일차(8.4) | 4 | | | |
| 20-HE70 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE70 | 2일차(7.28) | | 4 | | |
| 20-HE70 | 3일차(7.29) | | | 4 | |
| 20-HE70 | 4일차(7.30) | | | | 4 |
| 20-HE70 | 5일차(7.31) | | | | 4 |
| 20-HE70 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE70 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE71 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE71 | 2일차(7.28) | 2 | 2 | | |
| 20-HE71 | 3일차(7.29) | 2 | 2 | | |
| 20-HE71 | 4일차(7.30) | 2 | 2 | | |
| 20-HE71 | 5일차(7.31) | | 2 | 2 | |
| 20-HE71 | 6일차(8.3) | | | 1 | 3 |
| 20-HE71 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE72 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE72 | 2일차(7.28) | | 3 | | 1 |
| 20-HE72 | 3일차(7.29) | | 1 | 2 | 1 |
| 20-HE72 | 4일차(7.30) | | | 1 | 3 |
| 20-HE72 | 5일차(7.31) | | | 1 | 3 |
| 20-HE72 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE72 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE73 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE73 | 2일차(7.28) | | 4 | | |
| 20-HE73 | 3일차(7.29) | | 4 | | |
| 20-HE73 | 4일차(7.30) | | 4 | | |
| 20-HE73 | 5일차(7.31) | | 4 | | |
| 20-HE73 | 6일차(8.3) | | | 4 | |
| 20-HE73 | 7일차(8.4) | | | 4 | |
| 20-HE74 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE74 | 2일차(7.28) | 1 | 3 | | |
| 20-HE74 | 3일차(7.29) | 1 | 3 | | |
| 20-HE74 | 4일차(7.30) | 1 | 3 | | |
| 20-HE74 | 5일차(7.31) | 1 | 3 | | |
| 20-HE74 | 6일차(8.3) | | 1 | 2 | 1 |
| 20-HE74 | 7일차(8.4) | | 1 | 2 | 1 |
| 20-HE75 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE75 | 2일차(7.28) | | 3 | | 1 |
| 20-HE75 | 3일차(7.29) | | 3 | | 1 |
| 20-HE75 | 4일차(7.30) | | 1 | 2 | 1 |
| 20-HE75 | 5일차(7.31) | | | 2 | 2 |
| 20-HE75 | 6일차(8.3) | | | 1 | 3 |
| 20-HE75 | 7일차(8.4) | | | 1 | 3 |
| 20-HE76 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE76 | 2일차(7.28) | 4 | | | |
| 20-HE76 | 3일차(7.29) | 4 | | | |
| 20-HE76 | 4일차(7.30) | 2 | 2 | | |

| 라벨 | 조사일 | 생존개체수 | 속썩음 | 시들음 | 고사개체수 |
|---------|-----------|-------|-----|-----|-------|
| 20-HE76 | 5일차(7.31) | 1 | 2 | 1 | |
| 20-HE76 | 6일차(8.3) | | | 2 | 2 |
| 20-HE76 | 7일차(8.4) | | | 1 | 3 |
| 20-HE77 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE77 | 2일차(7.28) | 2 | 1 | 1 | |
| 20-HE77 | 3일차(7.29) | 2 | 1 | | 1 |
| 20-HE77 | 4일차(7.30) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 20-HE77 | 5일차(7.31) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 20-HE77 | 6일차(8.3) | | | 1 | 3 |
| 20-HE77 | 7일차(8.4) | | | 1 | 3 |
| 20-HE78 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE78 | 2일차(7.28) | 4 | | | |
| 20-HE78 | 3일차(7.29) | 3 | 1 | | |
| 20-HE78 | 4일차(7.30) | | | 4 | |
| 20-HE78 | 5일차(7.31) | | | 4 | |
| 20-HE78 | 6일차(8.3) | | | 3 | 1 |
| 20-HE78 | 7일차(8.4) | | | 3 | 1 |
| 20-HE79 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE79 | 2일차(7.28) | | 3 | | 1 |
| 20-HE79 | 3일차(7.29) | | 2 | 1 | 1 |
| 20-HE79 | 4일차(7.30) | | | 3 | 1 |
| 20-HE79 | 5일차(7.31) | | | 3 | 1 |
| 20-HE79 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE79 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE80 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE80 | 2일차(7.28) | 1 | 3 | | |
| 20-HE80 | 3일차(7.29) | | 1 | 3 | |
| 20-HE80 | 4일차(7.30) | | 1 | 1 | 2 |
| 20-HE80 | 5일차(7.31) | | | 2 | 2 |
| 20-HE80 | 6일차(8.3) | | | 2 | 2 |
| 20-HE80 | 7일차(8.4) | | | 1 | 3 |
| 20-HE81 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE81 | 2일차(7.28) | | 3 | | 1 |
| 20-HE81 | 3일차(7.29) | | 2 | 1 | 1 |
| 20-HE81 | 4일차(7.30) | | 1 | 1 | 2 |
| 20-HE81 | 5일차(7.31) | | | 1 | 3 |
| 20-HE81 | 6일차(8.3) | | | 1 | 3 |
| 20-HE81 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE82 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE82 | 2일차(7.28) | | 4 | | |
| 20-HE82 | 3일차(7.29) | | 2 | 2 | |
| 20-HE82 | 4일차(7.30) | | 2 | | 2 |
| 20-HE82 | 5일차(7.31) | | 1 | 1 | 2 |
| 20-HE82 | 6일차(8.3) | | | 2 | 2 |
| 20-HE82 | 7일차(8.4) | | | 1 | 3 |
| 20-HE83 | 1일차(7.27) | | | | 4 |
| 20-HE83 | 2일차(7.28) | | 4 | | |
| 20-HE83 | 3일차(7.29) | | 3 | 1 | |
| 20-HE83 | 4일차(7.30) | | | 1 | 3 |
| 20-HE83 | 5일차(7.31) | | | 1 | 3 |
| 20-HE83 | 6일차(8.3) | | | 1 | 3 |
| 20-HE83 | 7일차(8.4) | | | 1 | 3 |
| 20-HE84 | 1일차(7.27) | | | | |

| 라벨 | 조사일 | 생존개체수 | 속썩음 | 시들음 | 고사개체수 |
|---------|-----------|-------|-----|-----|-------|
| 20-HE84 | 2일차(7.28) | | 4 | | |
| 20-HE84 | 3일차(7.29) | | 3 | 1 | |
| 20-HE84 | 4일차(7.30) | | 1 | 2 | 1 |
| 20-HE84 | 5일차(7.31) | | | 2 | 2 |
| 20-HE84 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE84 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE85 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE85 | 2일차(7.28) | | 3 | | 1 |
| 20-HE85 | 3일차(7.29) | | | | 4 |
| 20-HE85 | 4일차(7.30) | | | | 4 |
| 20-HE85 | 5일차(7.31) | | | | 4 |
| 20-HE85 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE85 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE86 | 1일차(7.27) | | | | 4 |
| 20-HE86 | 2일차(7.28) | | | | |
| 20-HE86 | 3일차(7.29) | | | | |
| 20-HE86 | 4일차(7.30) | | | | |
| 20-HE86 | 5일차(7.31) | | | | |
| 20-HE86 | 6일차(8.3) | | | | |
| 20-HE86 | 7일차(8.4) | | | | |
| 20-HE87 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE87 | 2일차(7.28) | | 2 | | 2 |
| 20-HE87 | 3일차(7.29) | | 2 | | 2 |
| 20-HE87 | 4일차(7.30) | | | 2 | 2 |
| 20-HE87 | 5일차(7.31) | | | | 4 |
| 20-HE87 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE87 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE88 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE88 | 2일차(7.28) | 4 | | | |
| 20-HE88 | 3일차(7.29) | 2 | | 2 | |
| 20-HE88 | 4일차(7.30) | 2 | | 2 | |
| 20-HE88 | 5일차(7.31) | 2 | | 2 | |
| 20-HE88 | 6일차(8.3) | 2 | | 2 | |
| 20-HE88 | 7일차(8.4) | | | 4 | |
| 20-HE89 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE89 | 2일차(7.28) | | 3 | | 1 |
| 20-HE89 | 3일차(7.29) | | 2 | 1 | 1 |
| 20-HE89 | 4일차(7.30) | | | 2 | 2 |
| 20-HE89 | 5일차(7.31) | | | 1 | 3 |
| 20-HE89 | 6일차(8.3) | | | 1 | 3 |
| 20-HE89 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE90 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE90 | 2일차(7.28) | 1 | 1 | | 2 |
| 20-HE90 | 3일차(7.29) | 1 | | 1 | 2 |
| 20-HE90 | 4일차(7.30) | 1 | | 1 | 2 |
| 20-HE90 | 5일차(7.31) | | 1 | | 3 |
| 20-HE90 | 6일차(8.3) | | | 1 | 3 |
| 20-HE90 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE91 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE91 | 2일차(7.28) | 1 | 2 | | 1 |
| 20-HE91 | 3일차(7.29) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 20-HE91 | 4일차(7.30) | 1 | | 1 | 2 |
| 20-HE91 | 5일차(7.31) | | 1 | 1 | 2 |

| 라벨 | 조사일 | 생존개체수 | 속썩음 | 시들음 | 고사개체수 |
|----------|-----------|-------|-----|-----|-------|
| 20-HE91 | 6일차(8.3) | | | 1 | 3 |
| 20-HE91 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE92 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE92 | 2일차(7.28) | 2 | | | 2 |
| 20-HE92 | 3일차(7.29) | 1 | 1 | | 2 |
| 20-HE92 | 4일차(7.30) | | 2 | | 2 |
| 20-HE92 | 5일차(7.31) | | 1 | 1 | 2 |
| 20-HE92 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE92 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE93 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE93 | 2일차(7.28) | | 2 | | 2 |
| 20-HE93 | 3일차(7.29) | | | 1 | 3 |
| 20-HE93 | 4일차(7.30) | | | | 4 |
| 20-HE93 | 5일차(7.31) | | | | 4 |
| 20-HE93 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE93 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE94 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE94 | 2일차(7.28) | | 2 | | 2 |
| 20-HE94 | 3일차(7.29) | | 1 | 1 | 2 |
| 20-HE94 | 4일차(7.30) | | | 2 | 2 |
| 20-HE94 | 5일차(7.31) | | | 2 | 2 |
| 20-HE94 | 6일차(8.3) | | | 2 | 2 |
| 20-HE94 | 7일차(8.4) | | | 1 | 3 |
| 20-HE95 | 1일차(7.27) | | | | 4 |
| 20-HE95 | 2일차(7.28) | | | | |
| 20-HE95 | 3일차(7.29) | | | | |
| 20-HE95 | 4일차(7.30) | | | | |
| 20-HE95 | 5일차(7.31) | | | | |
| 20-HE95 | 6일차(8.3) | | | | |
| 20-HE95 | 7일차(8.4) | | | | |
| 20-HE96 | 1일차(7.27) | | | | 4 |
| 20-HE96 | 2일차(7.28) | | | | |
| 20-HE96 | 3일차(7.29) | | | | |
| 20-HE96 | 4일차(7.30) | | | | |
| 20-HE96 | 5일차(7.31) | | | | |
| 20-HE96 | 6일차(8.3) | | | | |
| 20-HE96 | 7일차(8.4) | | | | |
| 20-HE97 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE97 | 2일차(7.28) | | 1 | | 3 |
| 20-HE97 | 3일차(7.29) | | 1 | | 3 |
| 20-HE97 | 4일차(7.30) | | 1 | | 3 |
| 20-HE97 | 5일차(7.31) | | | 1 | 3 |
| 20-HE97 | 6일차(8.3) | | | 1 | 3 |
| 20-HE97 | 7일차(8.4) | | | 1 | 3 |
| 20-HE100 | 1일차(7.27) | | | | 4 |
| 20-HE100 | 2일차(7.28) | | | | |
| 20-HE100 | 3일차(7.29) | | | | |
| 20-HE100 | 4일차(7.30) | | | | |
| 20-HE100 | 5일차(7.31) | | | | |
| 20-HE100 | 6일차(8.3) | | | | |
| 20-HE100 | 7일차(8.4) | | | | |
| 20-HE101 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE101 | 2일차(7.28) | | 4 | | |

| 라벨 | 조사일 | 생존개체수 | 속썩음 | 시들음 | 고사개체수 |
|----------|-----------|-------|-----|-----|-------|
| 20-HE101 | 3일차(7.29) | | 2 | 2 | |
| 20-HE101 | 4일차(7.30) | | 2 | 2 | |
| 20-HE101 | 5일차(7.31) | | 1 | 3 | |
| 20-HE101 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE101 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE102 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE102 | 2일차(7.28) | | 3 | | 1 |
| 20-HE102 | 3일차(7.29) | | 1 | 1 | 2 |
| 20-HE102 | 4일차(7.30) | | | 2 | 2 |
| 20-HE102 | 5일차(7.31) | | | 2 | 2 |
| 20-HE102 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE102 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE103 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE103 | 2일차(7.28) | | 3 | | 1 |
| 20-HE103 | 3일차(7.29) | | 2 | 1 | 1 |
| 20-HE103 | 4일차(7.30) | | 2 | | 2 |
| 20-HE103 | 5일차(7.31) | | 2 | | 2 |
| 20-HE103 | 6일차(8.3) | | | 1 | 3 |
| 20-HE103 | 7일차(8.4) | | | 1 | 3 |
| 20-HE104 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE104 | 2일차(7.28) | | 2 | | 2 |
| 20-HE104 | 3일차(7.29) | | 2 | | 2 |
| 20-HE104 | 4일차(7.30) | | 2 | | 2 |
| 20-HE104 | 5일차(7.31) | | 1 | | 3 |
| 20-HE104 | 6일차(8.3) | | | 1 | 3 |
| 20-HE104 | 7일차(8.4) | | | 1 | 3 |
| 20-HE105 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE105 | 2일차(7.28) | | 1 | | 3 |
| 20-HE105 | 3일차(7.29) | | 1 | | 3 |
| 20-HE105 | 4일차(7.30) | | 1 | | 3 |
| 20-HE105 | 5일차(7.31) | | | 1 | 3 |
| 20-HE105 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE105 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE106 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE106 | 2일차(7.28) | | 1 | | 3 |
| 20-HE106 | 3일차(7.29) | | 1 | | 3 |
| 20-HE106 | 4일차(7.30) | | | | 4 |
| 20-HE106 | 5일차(7.31) | | | | 4 |
| 20-HE106 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE106 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE107 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE107 | 2일차(7.28) | 1 | 1 | | 2 |
| 20-HE107 | 3일차(7.29) | | 2 | | 2 |
| 20-HE107 | 4일차(7.30) | | 1 | 1 | 2 |
| 20-HE107 | 5일차(7.31) | | | 1 | 3 |
| 20-HE107 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE107 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE108 | 1일차(7.27) | | | | 4 |
| 20-HE108 | 2일차(7.28) | | | | |
| 20-HE108 | 3일차(7.29) | | | | |
| 20-HE108 | 4일차(7.30) | | | | |
| 20-HE108 | 5일차(7.31) | | | | |
| 20-HE108 | 6일차(8.3) | | | | |

| 라벨 | 조사일 | 생존개체수 | 속썩음 | 시들음 | 고사개체수 |
|----------|-----------|-------|-----|-----|-------|
| 20-HE108 | 7일차(8.4) | | | | |
| 20-HE109 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE109 | 2일차(7.28) | | 1 | | 3 |
| 20-HE109 | 3일차(7.29) | | 1 | | 3 |
| 20-HE109 | 4일차(7.30) | | | | 4 |
| 20-HE109 | 5일차(7.31) | | | | 4 |
| 20-HE109 | 6일차(8.3) | | | | 4 |
| 20-HE109 | 7일차(8.4) | | | | 4 |
| 20-HE110 | 1일차(7.27) | | | | 4 |
| 20-HE110 | 2일차(7.28) | | | | |
| 20-HE110 | 3일차(7.29) | | | | |
| 20-HE110 | 4일차(7.30) | | | | |
| 20-HE110 | 5일차(7.31) | | | | |
| 20-HE110 | 6일차(8.3) | | | | |
| 20-HE110 | 7일차(8.4) | | | | |
| 20-HE111 | 1일차(7.27) | | | | |
| 20-HE111 | 2일차(7.28) | | 3 | | 1 |
| 20-HE111 | 3일차(7.29) | | 2 | | 2 |
| 20-HE111 | 4일차(7.30) | | 2 | | 2 |
| 20-HE111 | 5일차(7.31) | | | 2 | 2 |
| 20-HE111 | 6일차(8.3) | | | 1 | 3 |
| 20-HE111 | 7일차(8.4) | | | 1 | 3 |
| 진청 | 1일차(7.27) | | | | |
| 진청 | 2일차(7.28) | 2 | 2 | | |
| 진청 | 3일차(7.29) | 2 | 2 | | |
| 진청 | 4일차(7.30) | | 4 | | |
| 진청 | 5일차(7.31) | | 1 | 3 | |
| 진청 | 6일차(8.3) | | | 4 | |
| 진청 | 7일차(8.4) | | | 1 | 3 |

☞ 생존한 개체는 소포자 배양을 위하여 화분에 정식하여 춘화처리 및 개화 유도

유묘기 건조 처리에 의한 배양용 소재 선발

| 라벨 | 발아 갯수 | 건조 계수 | 라벨 | 발아 갯수 | 건조 계수 | 라벨 | 발아 갯수 | 건조 계수 | 라벨 | 발아 갯수 | 건조 계수 | 라벨 | 발아 갯수 | 건조 계수 |
|--------------|----------|----------|--------------|----------|----------|--------------|----------|----------|--------------|----------|----------|--------------|----------|----------|
| 20-D A151 | 10 | 3.9 | 20-DA1 85 | 10 | 3.2 | 20-DA2 19 | 12 | 2.6 | 20-DA2 53 | 12 | 3.3 | 20-DA2 87 | | |
| 20-D A152 | 12 | 4.0 | 20-DA1 86 | 11 | 3.1 | 20-DA2 20 | 12 | 2.3 | 20-DA2 54 | | | 20-DA2 88 | | |
| 20-D A153 | 10 | 3.9 | 20-DA1 87 | 12 | 3.2 | 20-DA2 21 | 11 | 2.0 | 20-DA2 55 | 10 | 3.4 | 20-DA2 89 | 11 | 4.0 |
| 20-D A154 | 12 | 2.5 | 20-DA1 88 | 11 | 2.5 | 20-DA2 22 | 10 | 2.5 | 20-DA2 56 | 12 | 3.3 | 20-DA2 90 | 12 | 3.8 |
| 20-D A155 | 9 | 3.4 | 20-DA1 89 | 11 | 1.6 | 20-DA2 23 | 9 | 2.9 | 20-DA2 57 | 9 | 1.6 | 20-DA2 91 | 11 | 3.9 |
| 20-D A156 | 10 | 1.8 | 20-DA1 90 | 11 | 2.5 | 20-DA2 24 | 12 | 2.3 | 20-DA2 58 | 10 | 2.3 | 20-DA2 92 | 7 | 3.3 |
| 20-D A157 | 12 | 3.6 | 20-DA1 91 | 11 | 1.6 | 20-DA2 25 | 11 | 2.1 | 20-DA2 59 | 11 | 2.6 | 20-DA2 93 | 10 | 3.6 |
| 20-D A158 | 12 | 2.3 | 20-DA1 92 | 12 | 3.3 | 20-DA2 26 | 9 | 1.7 | 20-DA2 60 | 10 | 2.3 | 20-DA2 94 | 12 | 4.0 |
| 20-D A159 | 12 | 1.9 | 20-DA1 93 | 10 | 3.6 | 20-DA2 27 | 11 | 1.7 | 20-DA2 61 | 12 | 2.7 | 20-DA2 95 | | |
| 20-D A160 | 12 | 3.8 | 20-DA1 94 | 11 | 3.3 | 20-DA2 28 | 10 | 2.2 | 20-DA2 62 | 7 | 2.6 | 20-DA2 96 | | |

| 라벨 | 발아 갯수 | 건조 계수 | 라벨 | 발아 갯수 | 건조 계수 | 라벨 | 발아 갯수 | 건조 계수 | 라벨 | 발아 갯수 | 건조 계수 | 라벨 | 발아 갯수 | 건조 계수 |
|--------------|----------|----------|--------------|----------|----------|--------------|----------|----------|--------------|----------|----------|--------------|----------|----------|
| 20-D A161 | 12 | 1.9 | 20-DA1 95 | 12 | 3.5 | 20-DA2 29 | 8 | 2.8 | 20-DA2 63 | 12 | 2.2 | 20-DA2 97 | 9 | 2.3 |
| 20-D A162 | 10 | 3.0 | 20-DA1 96 | 11 | 3.7 | 20-DA2 30 | 12 | 2.3 | 20-DA2 64 | 6 | 2.0 | 20-DA2 98 | 11 | 3.8 |
| 20-D A163 | 12 | 3.5 | 20-DA1 97 | 6 | 3.0 | 20-DA2 31 | 11 | 3.1 | 20-DA2 65 | | | 20-DA2 99 | 9 | 2.9 |
| 20-D A164 | 11 | 3.5 | 20-DA1 98 | 9 | 3.4 | 20-DA2 32 | 12 | 2.8 | 20-DA2 66 | 12 | 2.8 | 20-DA3 00 | 7 | 2.6 |
| 20-D A165 | 10 | 2.2 | 20-DA1 99 | | | 20-DA2 33 | 11 | 1.4 | 20-DA2 67 | 9 | 2.2 | 20-DA3 01 | 7 | 3.4 |
| 20-D A166 | 12 | 3.7 | 20-DA2 00 | 11 | 2.5 | 20-DA2 34 | 12 | 1.3 | 20-DA2 68 | 6 | 3.3 | 20-DA3 02 | 11 | 2.1 |
| 20-D A167 | 12 | 3.1 | 20-DA2 01 | 12 | 2.8 | 20-DA2 35 | 9 | 4.7 | 20-DA2 69 | | | 20-DA3 03 | 9 | 0.0 |
| 20-D A168 | 11 | 3.6 | 20-DA2 02 | 10 | 1.7 | 20-DA2 36 | 12 | 3.8 | 20-DA2 70 | 12 | 3.4 | 20-DA3 04 | 11 | 3.3 |
| 20-D A169 | 12 | 3.8 | 20-DA2 03 | 12 | 2.0 | 20-DA2 37 | 12 | 4.3 | 20-DA2 71 | 8 | 3.8 | 20-DA3 05 | 8 | 3.4 |
| 20-D A170 | 11 | 3.9 | 20-DA2 04 | 12 | 3.3 | 20-DA2 38 | 12 | 3.8 | 20-DA2 72 | 11 | 1.2 | 20-DA3 06 | 9 | 4.2 |
| 20-D A171 | 8 | 3.1 | 20-DA2 05 | 10 | 3.2 | 20-DA2 39 | 10 | 1.7 | 20-DA2 73 | | | 20-DA3 07 | 10 | 3.6 |
| 20-D A172 | 10 | 3.9 | 20-DA2 06 | 10 | 2.8 | 20-DA2 40 | 12 | 2.8 | 20-DA2 74 | 8 | 2.9 | 20-DA3 08 | 12 | 3.8 |
| 20-D A173 | 11 | 4.0 | 20-DA2 07 | 12 | 3.3 | 20-DA2 41 | 12 | 3.2 | 20-DA2 75 | 8 | 2.1 | 20-DA3 09 | 11 | 3.3 |
| 20-D A174 | 12 | 3.8 | 20-DA2 08 | 11 | 3.4 | 20-DA2 42 | 12 | 4.2 | 20-DA2 76 | 11 | 3.1 | 20-DA3 10 | 7 | 1.9 |
| 20-D A175 | 12 | 3.8 | 20-DA2 09 | 7 | 1.6 | 20-DA2 43 | 12 | 3.6 | 20-DA2 77 | 7 | 2.1 | 20-DA3 11 | 10 | 2.4 |
| 20-D A176 | 12 | 4.0 | 20-DA2 10 | 11 | 2.5 | 20-DA2 44 | 12 | 3.6 | 20-DA2 78 | 10 | 2.0 | 20-DA3 12 | 10 | 2.5 |
| 20-D A177 | 12 | 4.0 | 20-DA2 11 | 6 | 2.5 | 20-DA2 45 | 12 | 3.4 | 20-DA2 79 | 11 | 3.7 | 20-DA3 13 | 9 | 2.9 |
| 20-D A178 | 11 | 3.8 | 20-DA2 12 | 11 | 3.3 | 20-DA2 46 | 12 | 4.2 | 20-DA2 80 | | | 20-DA3 14 | | |
| 20-D A179 | 11 | 1.9 | 20-DA2 13 | 12 | 2.5 | 20-DA2 47 | 12 | 3.8 | 20-DA2 81 | | | 20-DA3 15 | 9 | 3.2 |
| 20-D A180 | 11 | 2.5 | 20-DA2 14 | 11 | 3.4 | 20-DA2 48 | 12 | 3.8 | 20-DA2 82 | | | 20-DA3 16 | 8 | 3.5 |
| 20-D A181 | 12 | 4.1 | 20-DA2 15 | 11 | 2.5 | 20-DA2 49 | 12 | 3.8 | 20-DA2 83 | | | 20-DA3 17 | 10 | 3.1 |
| 20-D A182 | 11 | 2.9 | 20-DA2 16 | 11 | 3.5 | 20-DA2 50 | 10 | 4.2 | 20-DA2 84 | 10 | 2.4 | 20-DA3 18 | 6 | 2.8 |
| 20-D A183 | 12 | 4.0 | 20-DA2 17 | 12 | 3.8 | 20-DA2 51 | 12 | 4.1 | 20-DA2 85 | | | 20-DA3 19 | 12 | 2.5 |
| 20-D A184 | 12 | 4.2 | 20-DA2 18 | 11 | 1.7 | 20-DA2 52 | 12 | 4.0 | 20-DA2 86 | 8 | 2.6 | 20-DA3 20 | | |

☞ 생존한 개체는 소포자 배양을 위하여 화분에 정식하여 춘화처리 및 개화 유도

[5차년도]

○ 배추과 채소 소포자 배양 서비스 실시

| 라벨명 | 작물명 | 도입처 | 도입라벨 | 점수 | 정식일 | 비고 |
|---------|-----|-------|-------------|----|-----------|------|
| 21-KK01 | 무 | 권농종묘 | 20-KW216-1 | 2 | 20.11.04. | 성숙모본 |
| 21-KK02 | 무 | 권농종묘 | 20-KW1514-1 | 2 | 20.11.04. | 성숙모본 |
| 21-KK03 | 무 | 권농종묘 | 20-KW1526-1 | 2 | 20.11.04. | 성숙모본 |
| 21-KK04 | 무 | 권농종묘 | 20-KW1531-1 | 2 | 20.11.04. | 성숙모본 |
| 21-KK05 | 무 | 권농종묘 | 20-KW1589-1 | 2 | 20.11.04. | 성숙모본 |
| 21-KK06 | 무 | 권농종묘 | 20-KW1619-1 | 2 | 20.11.04. | 성숙모본 |
| 21-KK07 | 무 | 권농종묘 | 20-KW1621-1 | 2 | 20.11.04. | 성숙모본 |
| 21-KK08 | 무 | 권농종묘 | 20-KW1632-1 | 2 | 20.11.04. | 성숙모본 |
| 21-KK09 | 무 | 대일바이오 | DI-1-1 | 5 | 20.11.13. | 성숙모본 |
| 21-KK10 | 무 | 대일바이오 | DI-2-1 | 5 | 20.11.13. | 성숙모본 |
| 21-KK11 | 무 | 대일바이오 | DI-3-1 | 5 | 20.11.13. | 성숙모본 |
| 21-KK12 | 무 | 대일바이오 | DI-4-1 | 5 | 20.11.13. | 성숙모본 |
| 21-KK13 | 무 | 대일바이오 | DI-5-1 | 5 | 20.11.13. | 성숙모본 |
| 21-KK14 | 무 | 대일바이오 | DI-6-1 | 5 | 20.11.13. | 성숙모본 |
| 21-KK15 | 무 | 대일바이오 | DI-7-1 | 5 | 20.11.13. | 성숙모본 |
| 21-KK16 | 무 | 대일바이오 | DI-8-1 | 5 | 20.11.13. | 성숙모본 |
| 21-KK17 | 무 | 대일바이오 | DI-9-1 | 5 | 20.11.13. | 성숙모본 |
| 21-KK18 | 무 | 대일바이오 | DI-10-1 | 5 | 20.11.13. | 성숙모본 |
| 21-KK19 | 무 | 대일바이오 | DI-11-1 | 5 | 20.11.13. | 성숙모본 |
| 21-KK20 | 무 | 대일바이오 | DI-12-1 | 5 | 20.11.13. | 성숙모본 |

| 라벨명 | 작물명 | 도입처 | 도입라벨 | 점수 | 정식일 | 비고 |
|---------|-----|-------|-------------|----|-----------|------|
| 21-KK21 | 무 | 대일바이오 | DI-13-1 | 5 | 20.11.13. | 성숙모본 |
| 21-KK22 | 무 | 대일바이오 | DI-14-1 | 5 | 20.11.13. | 성숙모본 |
| 21-KK23 | 무 | 대일바이오 | DI-15-1 | 5 | 20.11.13. | 성숙모본 |
| 21-KK24 | 무 | 코레곤 | 20-MC945-61 | 5 | 20.11.24. | 성숙모본 |
| 21-KK25 | 무 | 코레곤 | 20-MC948-61 | 5 | 20.11.24. | 성숙모본 |
| 21-KK26 | 무 | 코레곤 | 20-MC958-61 | 5 | 20.11.24. | 성숙모본 |
| 21-KK27 | 무 | 코레곤 | 20-MC960-61 | 5 | 20.11.24. | 성숙모본 |
| 21-KK28 | 무 | 코레곤 | 20-MC945-62 | 5 | 20.11.24. | 성숙모본 |
| 21-KK29 | 청경채 | 아시아종묘 | DH63 | 5 | 21.02.24 | 미숙모본 |
| 21-KK30 | 청경채 | 아시아종묘 | DH64 | 5 | 21.02.24 | 미숙모본 |
| 21-KK31 | 청경채 | 아시아종묘 | DH65 | 5 | 21.02.24 | 미숙모본 |
| 21-KK32 | 청경채 | 아시아종묘 | DH67 | 5 | 21.02.24 | 미숙모본 |
| 21-KK33 | 청경채 | 아시아종묘 | DH68 | 5 | 21.02.24 | 미숙모본 |
| 21-KK34 | 배추 | 대일바이오 | 21-DC-1 | 4 | 21.03.04 | 미숙모본 |
| 21-KK35 | 배추 | 대일바이오 | 21-DC-2 | 4 | 21.03.04 | 미숙모본 |
| 21-KK36 | 배추 | 대일바이오 | 21-DC-3 | 5 | 21.03.04 | 미숙모본 |
| 21-KK37 | 배추 | 대일바이오 | 21-DC-4 | 4 | 21.03.04 | 미숙모본 |
| 21-KK38 | 배추 | 대일바이오 | 21-DC-5 | 5 | 21.03.04 | 미숙모본 |
| 21-KK39 | 배추 | 대일바이오 | 21-DC-6 | 5 | 21.03.04 | 미숙모본 |
| 21-KK40 | 배추 | 대일바이오 | 21-DC-7 | 4 | 21.03.04 | 미숙모본 |
| 21-KK42 | 배추 | 대일바이오 | 21-DC-9 | 4 | 21.03.04 | 미숙모본 |



우 28174 충북 청주시 흥덕구 권농동 관안리길 87 TEL. (043)255-7478 FAX: (043)251-7478

| | | | | | |
|--------------------------|--------|-------------|------------------|------------------|--|
| 문서번호 : 무연구 20210107 | 선 결 | | | | |
| 기간 / 시행일자 : 2021. 01. 07 | 검 수 | 일 차 수 | 일 차 시 간 | 결 계 공 란 | |
| 수신: 국립원예특작과학원 | | | | | |
| 참조: 채소과 박수형 박사 | | | | | |

제 목 : 배추과 채소 소포자 배양 서비스 신청

1. 귀 사업단의 신속을 바라비, 배추과 채소 소포자 배양 서비스 신청을 불입과 같이 신청합니다.

프로젝트명: 기능성 유채무 품종 개발

제1 세부: 유채무 품종개발

첨부서류: 소포자 배양서비스 요청서

농업회사법인 권농종묘(주) 대표 권오하



세계인의 먹거리로 우렁의 힘과 노력으로



농업회사법인 아시아종묘(주)

수신: 국립원예특작과학원 채소과 양근채소연구실 소포자배양 서비스 담당자 양
경조
제목: 배추과 채소 소포자 배양 서비스 요청

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 본 기관에서는 현재 GSP채소종자사업단 "셀러드용 파스타용 품종육성" 세부프로젝트를 수행 중에 있으며, 이를 성공적으로 수행하고자 GSP채소종자사업단의 기반과제를 수행 중인 귀 기관에 발원서류와 같이 소포자배양 서비스를 요청드립니다.

붙임: 1. 소포자 배양 요청서 1부

2021. 02. 22

농업회사법인 아시아종묘(주) 대표이사

대표이사 유광호
직인: 20210222
우 17414 경기도 청주시 흥덕구 5동번길 109-251 경기 이천시 양호읍길 (이동리 447-2)
전화 010-9939-3975 팩스 031-622-9887 / call@asia-seed.co.kr / 청주

글로벌 종자 시장 선점에 앞서는 기업, 2020년 총자 1천만 달러 수출에 기여하는 기업

대일국제종묘(주)

54304 전북 김제시 혁신관 씨앗길 15-35 전화(063)-546-1618/전수(063)-546-1617

문서번호: 대일-21-01
시행일자: 2021. 01. 06

수신: 국립원예특작과학원
참조: 박수형 농업연구사

| | | | | | |
|--------|-------------|------------------|------------------|--|--|
| 선 결 | | | 지 시 | | |
| 검 수 | 일 차 수 | 일 차 시 간 | 결 계 공 란 | | |
| | 처 리 과 | | 합 달 자 | | |
| | 심 사 자 | | 심 사 일 | | |

제 목 : 소포자배양 서비스 요청

- 귀 사의 무궁한 발전을 기원합니다.
- 당사는 농림식품기술기획평가원의 GSP 5단계 연구과제에 아래에 같이 참여하고 있으며, 세부프로젝트명 "무"작물의 소포자 배양 서비스를 요청하오니 처리하여 주시기 바랍니다.

| 프로젝트 과제명 | 소속 및 연구 책임자 | 과제번호 | 책임 |
|---------------|------------------------|------------------|----|
| H형 배채류 무 품종개발 | 농업회사법인 대일국제종묘(주) 이 상 진 | 213006-05-5-SB10 | 무 |

붙임 1. 소포자 배양 요청서 1부, 문.

대일국제종묘(주) 대표이사



글로벌 종자 시장 선점에 앞서는 기업, 2020년 총자 1천만 달러 수출에 기여하는 기업

대일국제종묘(주)

54304 전북 김제시 혁신관 씨앗길 15-35 전화(063)-546-1618/전수(063)-546-1617

문서번호: 대일-21-02
시행일자: 2021. 01. 06

수신: 국립원예특작과학원
참조: 박수형 농업연구사

| | | | | | |
|--------|-------------|------------------|------------------|--|--|
| 선 결 | | | 지 시 | | |
| 검 수 | 일 차 수 | 일 차 시 간 | 결 계 공 란 | | |
| | 처 리 과 | | 합 달 자 | | |
| | 심 사 자 | | 심 사 일 | | |

제 목 : 소포자배양 서비스 요청

- 귀 사의 무궁한 발전을 기원합니다.
- 당사는 농림식품기술기획평가원의 GSP 5단계 연구과제에 아래에 같이 참여하고 있으며, 세부프로젝트명 "무"작물의 소포자 배양 서비스를 요청하오니 처리하여 주시기 바랍니다.

| 프로젝트 과제명 | 소속 및 연구 책임자 | 과제번호 | 책임 |
|----------------|------------------------|------------------|----|
| 중국형 고밀결 가유무 개발 | 농업회사법인 대일국제종묘(주) 이 상 진 | 213006-05-5-SB10 | 무 |

붙임 1. 소포자 배양 요청서 1부, 문.

대일국제종묘(주) 대표이사



대일국제중요(주)

54324 경북 김천시 혁신관 차양길 16-35 전화(063)-546-1618/전송(063)-546-1617

문서번호 대일-21-03
시행일자 2021. 01. 06

수신: 국립원예특작과학원
참조: 박수형 농업연구사

| | | | |
|----|----|----|---|
| 신청 | | 지시 | |
| 결 | 일과 | 결 | |
| 수 | 번호 | 재 | |
| 처 | 리 | 공 | |
| 당 | 당 | 관 | |
| 심 | 사 | 심 | |
| 사 | 자 | 사 | 일 |

제 목 : 소포자배양 서비스 요청

1. 귀 사의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 당사는 농림식품기술기획평가원의 GSP 5단계 연구과제에 아래와 같이 참여하고 있으며, 세부프로젝트별 "무" 항목의 소포자 배양 서비스를 요청하오니 처리하여 주시기 바랍니다.

| 프로젝트 과제명 | 소속 및 연구 책임자 | 과제번호 | 과목 |
|-------------------------------|----------------------|-------------------|----|
| 중국형 고령질 겨우두 관여 확대 및 시장 다변화 전략 | 농업회사법인 대일국제중요(주) 이상진 | 213006-05-5-SBL30 | 무 |

붙임 1. 소포자 배양 요청서 1부, 끝.

대일국제중요(주) 대표이사



대일국제중요(주)

54324 경북 김천시 혁신관 차양길 16-35 전화(063)-546-1618/전송(063)-546-1617

문서번호 대일-21-11
시행일자 2021. 03. 04.

수신: 국립원예특작과학원
참조: 채소과

| | | | |
|----|----|----|---|
| 신청 | | 지시 | |
| 결 | 일과 | 결 | |
| 수 | 번호 | 재 | |
| 처 | 리 | 공 | |
| 당 | 당 | 관 | |
| 심 | 사 | 심 | |
| 사 | 자 | 사 | 일 |

제 목 : 배추 소포자 배양 의뢰

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. GSP 배추종자사업단의 연구수행중인 배추 소포자 배양을 다음과 같이 제출하고자 하오니 업무에 참고바랍니다.

- 이 래 -

| 세부프로젝트 과제명 | 소속 및 연구책임자 | 점수 | 비고 |
|--------------------------|------------|----------|-----|
| 배추종자사업단 대일국제중요(주) 안순희 | | 9점중(40주) | 식물체 |

대일국제중요(주) 대표이사



농업회사법인(주)코레곤

무 17099 / 경기도 안산시 오거전 유천로90-24 / 전화 (031) 871-7500 / 전송 (031) 871-4824
홈페이지 : www.koregon.com 홈페이지 : www.koregon11.com

| | | | | |
|--------------------------|----|----|----|---|
| 문서번호 : 코레곤 1번-21-01-05 | 신청 | | 지시 | |
| 시행일자 : 2021-01-05 | 결 | 일과 | 결 | |
| 발 신 : 농업회사법인(주)코레곤 안성영구소 | 수 | 번호 | 재 | |
| 수 신 : 국립원예특작과학원 | 처 | 리 | 공 | |
| 참조: 박수형 농업연구사 | 당 | 당 | 관 | |
| | 심 | 사 | 심 | |
| | 사 | 자 | 사 | 일 |

제목 배추과 채소 소포자 배양 서비스 요청 건

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 당사는 농림식품기술기획평가원의 GSP 연구과제에 아래와 같이 참여하고 있으며, 세부프로젝트 "무" 항목의 소포자 배양 서비스를 요청합니다.

- 이 래 -

| 세부프로젝트 명 | 담당자 및 점수 | 무 품종 | 배양 |
|------------|------------------|------|----|
| 과제번호 | 210005-05-5-GM10 | | |
| 소속 | 농업회사법인(주) 코레곤 | | |
| 세부프로젝트 책임자 | 오종혁 | | |
| 의뢰명 | 무 | | |

붙임 1. 소포자 배양 요청서 1부, 끝.



농업회사법인 주식회사 코레곤
대표이사



소포자 배양 서비스 의뢰 공문

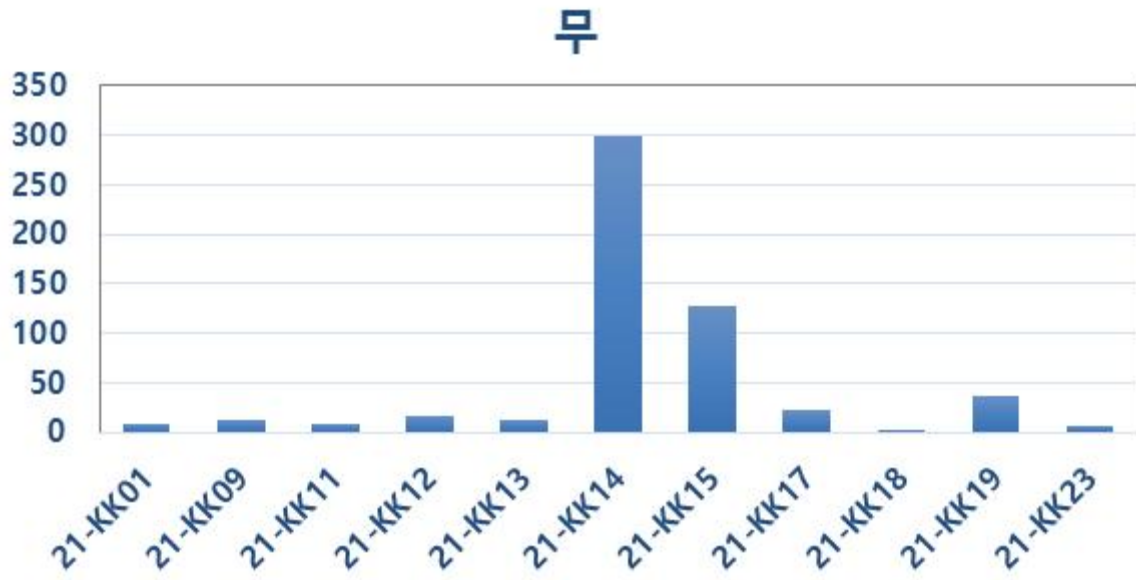


그림. 무 배상체 획득수

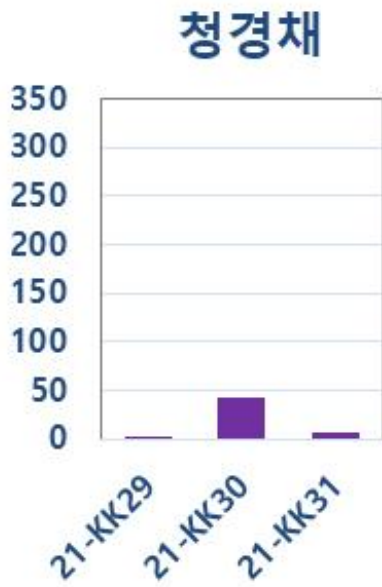


그림. 청경채, 배추 배상체 획득수

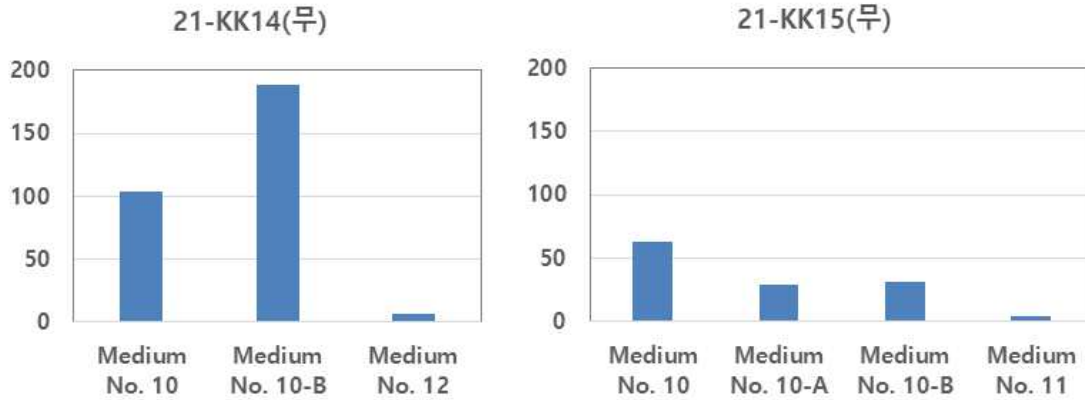


그림. 배상체 획득수가 많았던 무 자원의 배지 종류별 배상체 획득수



| 배지번호 | 조성 |
|------|--|
| 10 | 1NLN(+1NLN.Vit) + AgNO ₃ 1mg + S13% |
| 10-A | 1NLN(+1NLN.Vit) + AgNO ₃ 1mg + S13% + Kao Vit 1mg |
| 10-B | 1NLN(+1NLN.Vit) + AgNO ₃ 1mg + S13% + Gamberg Vit 1mg |
| 11 | 1NLN(+1NLN.Vit) + AgNO ₃ 1mg + S13% + NAA + BAP |
| 12 | 1NLN(+1NLN.Vit) + AgNO ₃ 1mg + S15% |

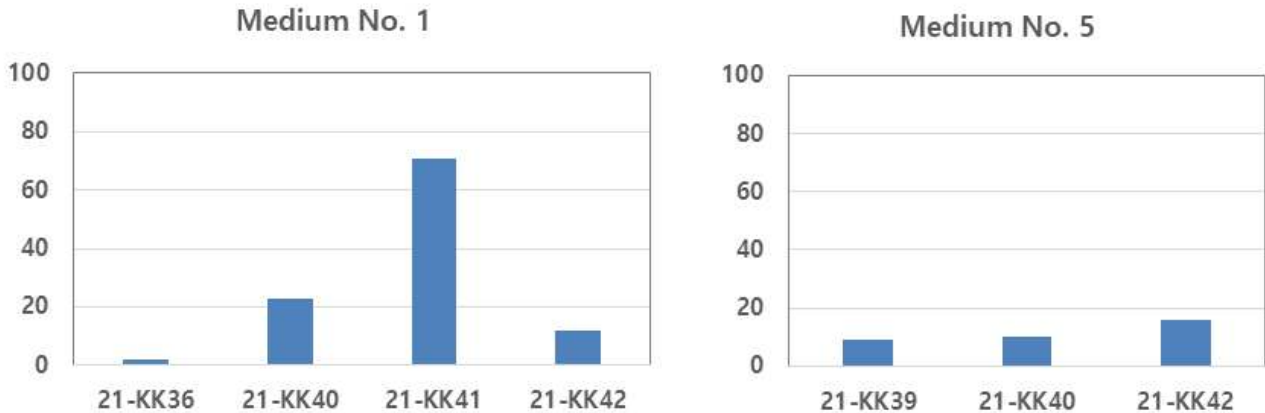


그림. 배추 소포자 배양시 배지 종류별 배상체 획득수

D업체, A업체, K업체, KW업체 등 총 4 종자업체로부터 배추, 무 등 배추과 채소에 대해 총 181점의 배양의뢰를 받아, 1,017개의 상체를 획득하였다. 획득한 배상체의 계대배양을 통한 증식 및 순화는 조직배양업체인 '유니플랜텍'을 통해 이루어졌다.

작물별 의뢰 점수는 무 116점, 배추 40점, 팥초이 25점이었다. 종자업체별로는 업체 D가 75점으로 가장 많았다.

획득한 배상체 점수는 작물별로 무 586점, 배추 380점, 팥초이 51점이었다. 무의 소포자 배양 건수가 배추의 3배 수준이었으나, 배상체 발생 점수는 배추의 2배가 안 되는 수준으로, 배추에 비해 무의 배양 효율이 낮은 편이었다. 배양 건수 대비 배상체 발생 점수의 비는 무 5.1, 9.5, 팥초이 2.0개/점으로, 무의 경우 소포자 배양 1건당 5.1점의 배상체를 획득한 반면 배추는 그 2배 수준의 배상체를 획득하였다. 종자업체별 배상체 획득 점수는 의뢰 건수가 가장 많았던 업체 D가

873점으로 가장 많았다.

획득 배상체 점수를 작물별 자원별로 살펴보면, 무의 경우 '21-KK14'에서 300점의 배상체를 획득하였고, '21-KK15'에서 그 다음으로 많은 배상체를 획득하였으며, 배상체를 전혀 획득하지 못한 경우도 많았다. 배추의 경우 '21-KK41'에서 102여점의 배상체를 획득하였으며, '21-KK40'에서 그 다음으로 많은 배상체를 획득하였다. 팥초이의 경우 '21-KK30'에서 40여점의 배상체를 획득하였다.

배상체 획득수가 많았던 무 자원의 배지 종류별 획득 점수를 살펴보면, 기본 배지(1/2N NLN + 1/2N NLN Vit + CaNO₃ 0.5g + AgNO₃ 1mg + S13%)에 Gamberg vitamin 1mg을 첨가한 배지에서 배상체 획득수가 가장 많았다.

○ 소포자 배양 효율 향상

배추 소포자 배양시 광 환경 개선에 따른 배양 효율을 검토하였다. 광원을 형광등에서 LED 등으로 교체하고, 광량을 기존 30 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 의 6배 수준인 180 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 수준까지 높여 광량 수준에 따른 생육속도를 비교하였다. 광량 30 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 조건에 비해 100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 조건에서 식물체의 발달 속도 및 생육량 증가를 확인할 수 있었다. 100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 를 넘는 강한 광량 조건에서는 배양 초기 스트레스를 받아 생육이 위축되는 경향을 보였다.

<기존> 형광등, 광량 30 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 내외



<개선> LED, 최대 180 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

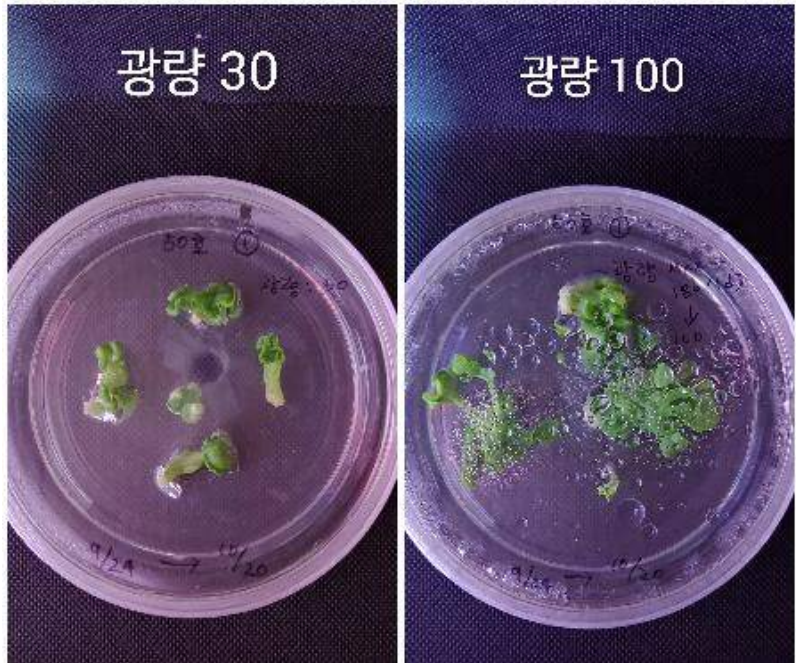
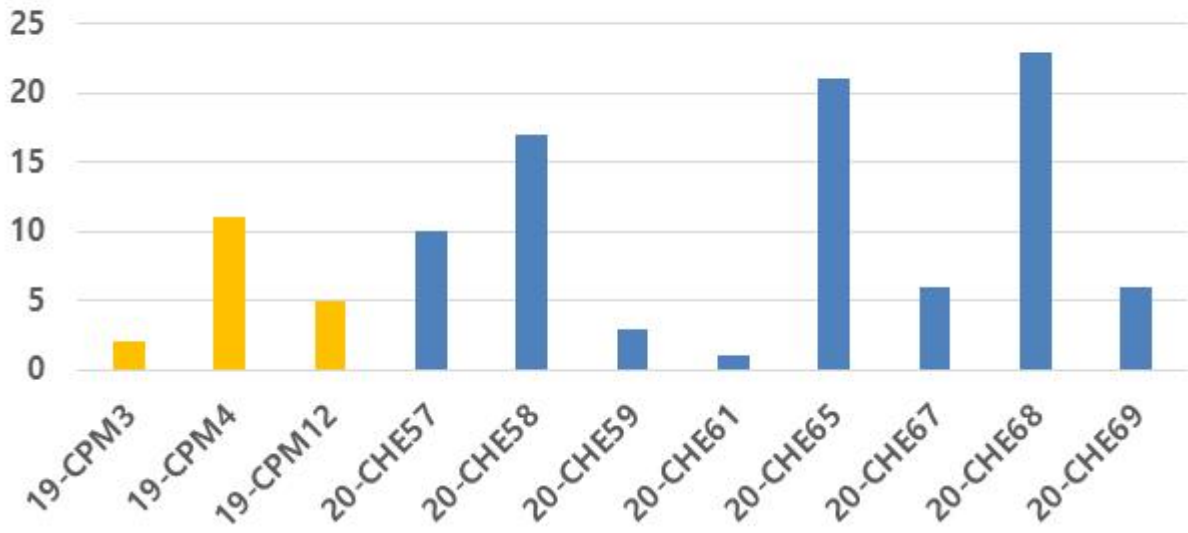


그림. 배양시 광환경 개선을 통한 배양효율 향상

○ 소포자 배양용 선발 소재를 활용한 소포자 배양 및 배양식물체 획득

뿌리혹병, 흰가루병 저항성, 내서성 자원 등을 활용한 소포자 배양 유래 식물체를 획득하여, 순화, 준화처리 및 재배하였다. 채종에 성공한 자원들은 향후 육종소재로 활용할 계획이다.

획득 식물체수('21년 상반기, 113개체)



<위탁> 배추과 소포자 배양 효율 증진 연관 인자의 유전적 탐색 연구

1. 배추과 소포자 배양 효율 연관 유전인자 탐색

표 28. 소포자배양에 연관하여 genotyping-by-sequencing을 이용한 single marker analysis (SMA) 분석에 쓰인 무 재료

| ID | Accession | Information | Additional classification |
|-----|------------------|----------------|---------------------------|
| A01 | Cheong hwang mu | Nongwoo Bio | Korea cultivar |
| A02 | Jang kun mu | Sakata Korea | Korea cultivar |
| A03 | Gowon veoreum mu | Jin heung Seed | Korea cultivar |
| A04 | Pal kwang mu | Seoul Seed | Korea cultivar |
| A05 | Baek kwang mu | Hung nong Seed | Korea cultivar |
| A06 | Cheong un mu | Hung nong Seed | Korea cultivar |
| A07 | Seo ho mu | Nongwoo Bio | Korea cultivar |
| A08 | Ha cheong mu | Nongwoo Bio | Korea cultivar |
| A09 | Ha chu mu | Farm Hannong | Korea cultivar |
| A10 | 13-TF02 | 02-C62-P | Developing line |
| A11 | 13-TF04 | 02-C272-P | Developing line |
| A12 | 13-TF05 | 02-C281-P | Developing line |
| B01 | 13-TF06 | 01-R26-1-P | Developing line |
| B02 | 13-TF07 | 01-R27-5-P | Developing line |
| B03 | 13-TF08 | 01-R30-2-P | Developing line |
| B04 | 13-TF09 | 01-R38-1-P | Developing line |
| B05 | 13-TF10 | 01-R40-1-P | Developing line |
| B06 | 13-TF12 | 07-1-22-P-1 | Origin of China |
| ID | Accession | Information | Additional classification |
| B07 | 13-TF15 | 11207-P | Origin of Canada |
| B08 | 13-TF17 | 11210-P | Origin of Canada |
| B09 | 13-TF19 | 11-1-24-P | Origin of France |
| B10 | 13-TF20 | 11-1-2-P-1 | Origin of China |
| B11 | 13-TF21 | 11-1-2-P-2 | Origin of China |
| B12 | 13-TF22 | 11-1-3-P-1 | Origin of China |
| C01 | 13-TF23 | 11-1-3-P-2 | Origin of China |
| C02 | 13-TF24 | 11-1-6-P | Origin of China |
| C03 | 13-TF25 | 09-1-12-P | Origin of China |

| | | | |
|-----------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| C04 | 13-TF26 | 12-1-1-P-1 | Origin of China |
| C05 | 13-TF27 | 12-1-1-P-2 | Origin of China |
| C06 | 13-TF28 | 12-1-4-P-1 | Origin of China |
| C07 | 13-TF29 | 12-1-4-P-2 | Origin of China |
| C08 | 13-TF30 | 06-FR114-1-P | Origin of Korea |
| C09 | 13-FM177 | 13-SS122-2 | Developing line |
| C10 | 13-FM178 | 13-SS122-7 | Developing line |
| C11 | 13-FM179 | 13-SS122-8 | Developing line |
| C12 | 13-FM184 | 13-SS122-14 | Developing line |
| D01 | 13-FM187 | 13-SS123-2 | Developing line |
| D02 | 13-FM191 | 13-SS123-9 | Developing line |
| D03 | 12-TD01 | 08-SE14 | Developing line |
| D04 | 12-TD04 | 02-r201 | Developing line |
| D05 | 12-TD06 | 07-1-2-P | Origin of China |
| D06 | 12-TD07 | 07-1-5-P | Origin of China |
| D07 | Jiaovandaoqing Radish | 07-1-8 | Chinese cultivar |
| D08 | 12-TD09 | 07-1-9-P | Origin of China |
| D09 | 12-TD10 | 07-1-10-P | Origin of China |
| D10 | 12-TD11 | 07-1-19-P | Origin of China |
| D11 | 12-TD14 | 07-1-10-P | Origin of China |
| D12 | 12-TD15 | 07-1-22-P-2 | Origin of China |
| E01 | 12-TD16 | 07-1-33-P-1 | Origin of China |
| E02 | 12-TD26 | 07-1-12 | Chinacultivar |
| E03 | 12-TD29 | 07-1-33-P-2 | Origin of China |
| E04 | 12-TD30 | 09-1-11-P | Origin of China |
| ID | Accession | Information | Additional classification |
| E05 | Wonkyo 10028 | NIHHS | Development resource |
| E06 | 12-TD32 | 07-1-33-P-3 | Origin of China |
| E07 | 12-TD33 | 07-1-33-P-4 | Origin of China |
| E08 | Wonkyo 10037 | NIHHS | Development resource |
| E09 | 12-FB077 | 12-I.A.35 (12-SC37-2) | Developing line |
| E10 | 12-FB078 | IT206693-P-1 | Origin of Uzbekistan |
| E11 | 12-FB079 | IT206693-P-2 | Origin of |

| Uzbekistan | | | |
|------------|-----------------------|---------------------------|------------------------------|
| E12 | 12-FB083 | 12-I.A41 (12-SC49-3) | Developing line |
| F01 | 12-FB086 | 12-I.A44 (12-SC61-2) | Developing line |
| F02 | 12-FB087 | 12-I.A45 (12-SC62-1) | Developing line |
| F03 | 12-FB088 | 12-I.A46 (12-SC64-1) | Developing line |
| F04 | 12-FB089 | 12-I.A47 (12-SC67-3) | Developing line |
| F05 | 12-FB090 | 12-I.A48 (12-SC69-2) | Developing line |
| F06 | 12-FB091 | 12-I.A49 (12-SC70-1) | Developing line |
| F07 | Kwandong yeoreum | Hung nong Seed | Korea cultivar |
| F08 | Wonkyo 10035 | NIHHS | Development resource |
| F09 | Wonkyo 10033 | NIHHS | Development resource |
| F10 | Wonkyo 10038 | NIHHS | Development resource |
| F11 | Wonkyo 10040 | NIHHS | Development resource |
| F12 | Wonkyo 10041 | NIHHS | Development resource |
| G01 | Wonkyo 10042 | NIHHS | Development resource |
| G02 | Wonkyo 10049 | NIHHS | Development resource |
| G03 | 11-TC18 | 01-R43-P | Origin of Korea |
| G04 | Yangdal hanbaek ok | Hundai Seed | Korea cultivar |
| ID | Accession | Information | Additional classification |
| G05 | Dae hong po | Daenong Seed | Korea cultivar |
| G06 | Hanbaek ok mu | Daenong Seed | Korea cultivar |
| G07 | Wonkyo 10033 | NIHHS | Development resource |
| G08 | 11-FD118 | 10-FB191-2 | Developing line |
| G09 | 11-FD128 | 09-FM67-2 x 09-FM184-1 | Developing line |
| G10 | Wonkyo 47 | NIHHS | Development resource |
| G11 | 11-FD131 | 09-FM76-2 x 09-FM116-2 | Developing line |

| | | | |
|-----|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| G12 | 11-FD136 | 09-FM102-2 x 09-FM116-2 | Developing line |
| H01 | 11-FD140 | 09-FM104-4 x 09-FM310-1 | Developing line |
| H02 | 11-FD151 | 09-FM181-2 x 09-FM183-2 | Developing line |
| H03 | 11-FD155 | 09-FM318-1 x 09-FM72-3 | Developing line |
| H04 | 11-FD228 | 11-1-21 | French cultivar |
| H05 | 11-FD236 | 11-1-29 | French cultivar |
| H06 | Beijingmantangh ong | 11-1-1 | China cultivar |
| H07 | HongyouRadish | 11-1-3 | China cultivar |
| H08 | Chunquizaohong | 11-1-10 | China cultivar |
| H09 | XingyunhaiyuRadi sh | 09-1-5 | China cultivar |
| H10 | Beijingmantangh ong | 09-1-18 | China cultivar |
| H11 | Wonkyo 10032 | NIHHS | Develonment resource |
| H12 | Wonkyo 10039 | NIHHS | Develonment resource |

표 29. Genotyping-by-sequencing에 쓰인 barcode와 각각의 샘플의 소포자 재분화율

| ID | Bardode | Regeneration rate |
|-----|------------|-------------------|
| A01 | TGACGCCA | 269.500 |
| A02 | GGCTTA | 96.970 |
| A03 | CTAAGCA | 88.519 |
| A04 | GCCTACCT | 66.053 |
| ID | Bardode | Regeneration rate |
| A05 | TGCTT | 55.000 |
| A06 | ACCAGGA | 54.063 |
| A07 | CTCTCGCAT | 49.306 |
| A08 | ATGGCAA | 42.955 |
| A09 | TCCGAG | 40.444 |
| A10 | GGAGTCAAG | 38.431 |
| A11 | CATCTGCCG | 37.667 |
| A12 | TTATTACAT | 34.444 |
| B01 | CAGATA | 32.764 |
| B02 | AACGCACATT | 30.303 |

| | | |
|-----|------------|-------------------|
| B03 | ATTAT | 27.500 |
| B04 | CACCA | 27.333 |
| B05 | GCAAGCCAT | 27.143 |
| B06 | CCACTCA | 25.952 |
| B07 | CAGAGGT | 24.848 |
| B08 | GAAGCA | 24.444 |
| B09 | TAGATGA | 21.667 |
| B10 | TGAAT | 20.417 |
| B11 | GGACAG | 20.370 |
| B12 | GCCAACAAGA | 20.303 |
| C01 | GAAGTG | 20.000 |
| C02 | GAGCGACAT | 17.727 |
| C03 | GCGCTCA | 17.143 |
| C04 | AATTAG | 15.556 |
| C05 | CGCACCAATT | 13.067 |
| C06 | TCACGGAAG | 12.903 |
| C07 | GCGTACAAT | 12.333 |
| C08 | AACGTGCCT | 11.000 |
| C09 | TGGCCAG | 10.500 |
| C10 | CATAT | 9.663 |
| C11 | ATCTGT | 8.889 |
| C12 | TGCCGCAT | 6.000 |
| D01 | TAGCGGAT | 5.641 |
| D02 | CCTTGCCATT | 5.455 |
| D03 | ACTGCGAT | 4.762 |
| D04 | GGAACGA | 4.375 |
| ID | Bardode | Regeneration rate |
| D05 | CTCGCGG | 3.889 |
| D06 | TATCA | 3.704 |
| D07 | ACGCGCG | 3.448 |
| D08 | CCTCG | 3.333 |
| D09 | GCACGAT | 3.333 |
| D10 | GTGACACAT | 3.333 |
| D11 | AAGACGCT | 3.125 |
| D12 | CGTGTC A | 2.857 |
| E01 | TATTCGCAT | 2.778 |
| E02 | GGTATA | 2.778 |

| | | |
|-----|------------|-------------------|
| E03 | TTCGTT | 2.667 |
| E04 | ACAACCT | 2.500 |
| E05 | AACTGG | 2.273 |
| E06 | TAGCCAA | 2.121 |
| E07 | GTCGCCT | 2.083 |
| E08 | CTCAT | 2.000 |
| E09 | TTGCTG | 1.875 |
| E10 | TATGT | 1.481 |
| E11 | GAATGCAATA | 1.429 |
| E12 | CAACCACACA | 1.277 |
| F01 | ATAGAT | 1.176 |
| F02 | TCTTGG | 1.111 |
| F03 | ATATAA | 1.111 |
| F04 | ACTGCT | 1.111 |
| F05 | ATGAGCAA | 0.857 |
| F06 | ATATCGCCA | 0.833 |
| F07 | AATAACCAA | 0.333 |
| F08 | ACGGTACT | 0.333 |
| F09 | CGCAACCAGT | 0.313 |
| F10 | CAGTGCCATT | 0.303 |
| F11 | TAGCAG | 0.278 |
| F12 | GCTCCGA | 0.278 |
| G01 | CCGAACA | 0.263 |
| G02 | GGTGT | 0.263 |
| G03 | TGGCAACAGA | 0.227 |
| G04 | CGTGGACAGT | 0.000 |
| ID | Bardode | Regeneration rate |
| G05 | CTTGA | 0.000 |
| G06 | CTCTA | 0.000 |
| G07 | AATGAACGA | 0.000 |
| G08 | GCGCCG | 0.000 |
| G09 | TCACTG | 0.000 |
| G10 | ACAACCAACT | 0.000 |
| G11 | ATCCG | 0.000 |
| G12 | TCAGAGAT | 0.000 |
| H01 | GGAAGACAT | 0.000 |
| H02 | GGATA | 0.000 |

| | | |
|-----|------------|-------|
| H03 | CTCGTCG | 0.000 |
| H04 | TGGCACAGA | 0.000 |
| H05 | GCGTCCT | 0.000 |
| H06 | GGTGCACATT | 0.000 |
| H07 | CGTCGCCACT | 0.000 |
| H08 | CAAGT | 0.000 |
| H09 | ACAGT | 0.000 |
| H10 | TGCAGA | 0.000 |
| H11 | CTTAG | 0.000 |
| H12 | CGTTCA | 0.000 |

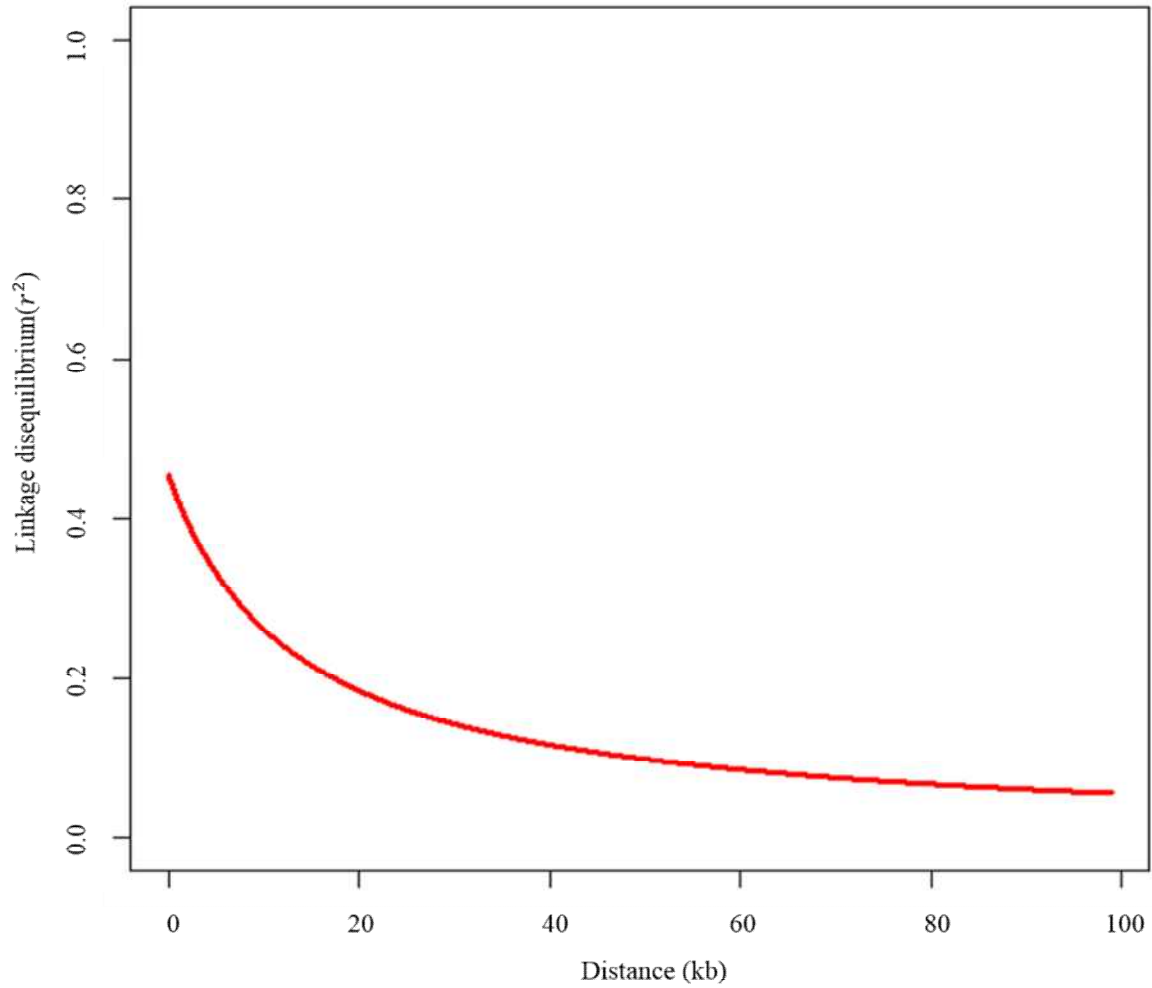


그림 26. 무 96개 샘플을 genotype-by-sequencing을 이용하여 찾은 SNP들 간의 거리에 대해 나타난 Linkage disequilibrium (붉은 선이 LD decay를 나타냄)



그림 27. 무 96개 샘플을 genotype-by-sequencing을 이용하여 찾은 SNP을 이용하여 만든 STRUCTURE

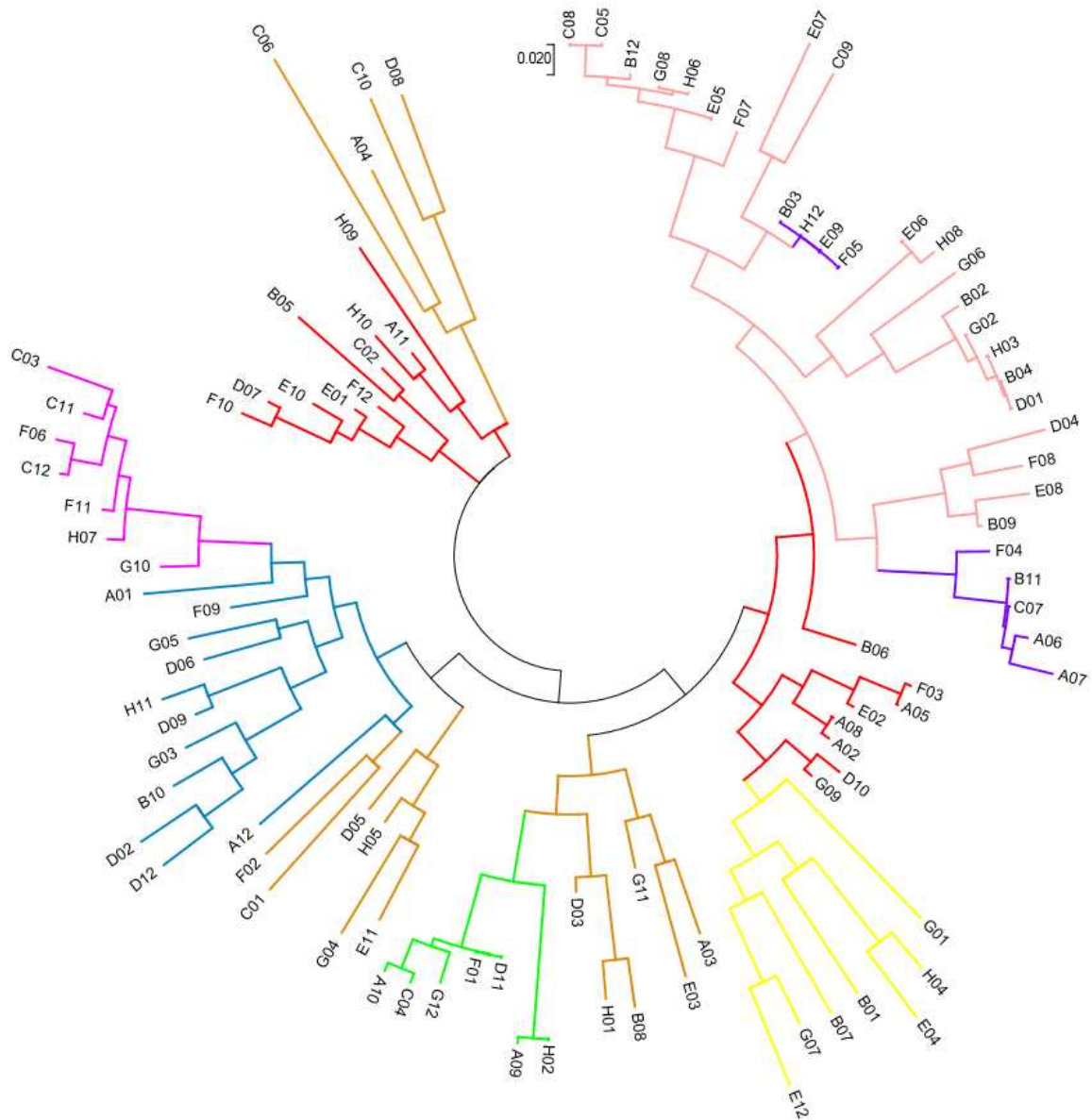


그림 28. 무 96개 샘플을 genotype-by-sequencing을 이용하여 찾은 SNP을 이용하여 만든 phylogeny tree (각각의 다른 색은 그림 27에서 보이는 서로 다른 그룹을 나타냄)

표 30. 재분화율과 연관되어있는 분자표지와 후보 유전자군 (단일표지분석법을 이용)

| Scaffold number | SNP | P-value (log ₁₀ -x) | Sequence Name | 후보 유전자 | Rblast Ton Hit E-Value |
|-----------------|---------|--------------------------------|---------------|--------------------------|------------------------------|
| Rs_scaf1279 | SNP2031 | 3 | | | |
| Rs_scaf1283 | SNP2082 | 3 | | | |
| Rs_scaf14 | SNP2725 | 3 | | | |
| Rs_scaf14282 | SNP2974 | 4 | | | |
| Rs_scaf14282 | SNP2975 | 4 | | | |
| Rs_scaf1498 | SNP3348 | 3 | | | |
| Rs_scaf16382 | SNP4095 | 3 | | | |
| Rs_scaf1707 | SNP4477 | 3 | RSG46506.t1 | leucine aminopeptidase 1 | 0 |

| | | | | | |
|--------------|----------|---|-------------|--|-----------------------|
| Rs_scaf182 | SNP4957 | 3 | | | |
| Rs_scaf182 | SNP4958 | 3 | | | |
| Rs_scaf182 | SNP4965 | 4 | RSG14716.t1 | ribonuclease h-like protein | 7.99E-31 |
| Rs_scaf182 | SNP4969 | 4 | RSG14716.t1 | ribonuclease h-like protein | 7.99E-31 |
| Rs_scaf182 | SNP4970 | 4 | RSG14716.t1 | ribonuclease h-like protein | 7.99E-31 |
| Rs_scaf182 | SNP4971 | 4 | RSG14716.t1 | ribonuclease h-like protein | 7.99E-31 |
| Rs_scaf184 | SNP5045 | 3 | | | |
| Rs_scaf21962 | SNP6450 | 4 | RSG58882.t1 | cox19 family protein (chch motif) | 3.16E-06 |
| Rs_scaf21962 | SNP6451 | 5 | RSG58882.t1 | cox19 family protein (chch motif) | 3.16E-06 |
| Rs_scaf21962 | SNP6454 | 5 | RSG58882.t1 | cox19 family protein (chch motif) | 3.16E-06 |
| Rs_scaf249 | SNP7569 | 4 | | | |
| Rs_scaf249 | SNP7570 | 4 | | | |
| Rs_scaf2540 | SNP7773 | 3 | | | |
| Rs_scaf2547 | SNP7791 | 3 | | | |
| Rs_scaf25616 | SNP7853 | 3 | N/A | | |
| Rs_scaf2799 | SNP8508 | 7 | | | |
| Rs_scaf2799 | SNP8512 | 9 | | | |
| Rs_scaf281 | SNP8594 | 3 | RSG19029.t1 | ring-h ² finger protein at11-like | 1.89E-13 ₂ |
| Rs_scaf29400 | SNP8955 | 5 | RSG61521.t1 | | |
| Rs_scaf297 | SNP9014 | 3 | RSG28786.t1 | receptor-like protein kinase hsl1-like | 0 |
| Rs_scaf3 | SNP9108 | 3 | N/A | | |
| Rs_scaf317 | SNP9660 | 3 | | | |
| Rs_scaf324 | SNP9872 | 3 | RSG30616.t1 | helicase-like protein | 4.30E-82 |
| Rs_scaf344 | SNP10352 | 3 | RSG21982.t1 | dna replication licensing factor mcm5-a-like | 0 |
| Rs_scaf4221 | SNP11967 | 8 | RSG50121.t1 | hypothetical protein | 3.38E-15 ₇ |
| Rs_scaf43 | SNP12054 | 3 | | | |
| Rs_scaf11462 | SNP1241 | 3 | | | |
| Rs_scaf471 | SNP12614 | 3 | | | |
| Rs_scaf493 | SNP12920 | 3 | | | |
| Rs_scaf511 | SNP13203 | 3 | RSG28884.t1 | ribonuclease h-like protein | 6.10E-39 |
| Rs_scaf560 | SNP13809 | 3 | | | |
| Rs_scaf703 | SNP15451 | 3 | RSG37752 | | |
| Rs_scaf703 | SNP15452 | 3 | RSG37752 | | |
| Rs_scaf7372 | SNP15761 | 3 | N/A | | |
| Rs_scaf7372 | SNP15763 | 3 | N/A | | |
| Rs_scaf749 | SNP15840 | 3 | RSG37847.t1 | protein pelota-like | 5.02E-14 ₈ |
| Rs_scaf8219 | SNP16582 | 3 | | | |
| Rs_scaf8219 | SNP16583 | 3 | | | |
| Rs_scaf866 | SNP17016 | 3 | RSG34684.t1 | protein | 4.85E-46 |
| Rs_scaf89 | SNP17235 | 3 | | | |

| | | |
|-----------|----------|---|
| Rs_scaf89 | SNP17236 | 3 |
| Rs_scaf89 | SNP17237 | 3 |
| Rs_scaf89 | SNP17238 | 3 |

- 가. 총 96개의 무 샘플들을 genotype-by-sequeuncing을 이용하여 단일표지분석법 (single marker analysis)를 실시함 (표 28, 29)
- 나. genotype-by-sequeuncing라는 기술은 기존 NGS 기반 방식이지만 제한효소로 genomic DNA를 절단하여 그 주위 서열만 부분적으로 해독하는 특징을 가지는데 상대적으로 적은 비용으로 매우 유동적인 연구를 진행할 수 있는 장점이 있음
- 다. 총 305,013,185개의 raw read pair를 찾았고, 이들 중 평균 37.15X의 depth로 39,857개의 SNP를 얻었음. 이들 SNP는 다시 한번 더 필터링을 거쳐 (MAF<0.05) 최종 18,071개의 SNP를 분석에 사용함
- 라. Linkage disequilibrium 분석 결과 약 15kb에서 decay가 일어나는 것으로 보이는데 무가 outcrossing임을 감안하면 좋은 결과를 얻었음 (그림 26)
- 마. STRUCTURE (그림 27)와 Phylogeny tree (그림 28)에서 보이듯이 96개의 샘플이 여러 그룹으로 나뉘는 것을 볼 수 있음
- 바. 무의 기원에 대한 가설이 여러 가지가 있지만, 이 결과에서 보이듯이 크게 개의 그룹으로 나뉘는데 각각의 그룹 내에서도 여러 origin이 섞여 있는 것에서 이 실험에 쓰인 96개의 샘플이 충분히 다양한 유전자원을 반영한다고 유추할 수 있음
- 사. 발견된 SNP들을 이용하여 재분화율과 관련하여 총 55개의 SNP 분자표지를 찾고, 이 중 15개의 분자표지가 후보유전자 내에 위치함을 밝혀내었음
- 아. 이들 발굴된 후보 유전자군 중 중요한 내용에 대한 정보는 표 30에 나타내었으며 주요 결과는 다음과 같음
- (1) SNP4477는 embryogenesis와 연관이 있는 것으로 유추되는 유전자와 관련됨.
 - (2) SNP6450, SNP6451, SNP6454은 구리 이온을 조절하는 유전자 내에서 발견되었는데, 구리 이온의 농도는 tissue culture를 할 때 매우 중요한 역할을 한다고 알려져 있음
 - (3) SNP4965, SNP4669, SNP4670, SNP4671, SNP13203는 DNA replication과 관련된 유전자 내에서 발견됨
 - (4) SNP8594는 programmed cell death와 같은 embryogenesis와 관련된 유전자 내에서 발견됨
 - (5) SNP9872는 ATP-dependent chromatin-remodeling activities과 연관된 유전자 내에서 발견됨
 - (6) SNP10352, SNP15840은 cell arrest cycle과 관련된 유전자 내에서 발견됨
2. 국립원예특작과학원에서 GX50(재분화율 낮음)을 모본, GX71(재분화율 높음)을 부분으로 교배한 F1 집단의 62개체를 QTL 분석에 이용함

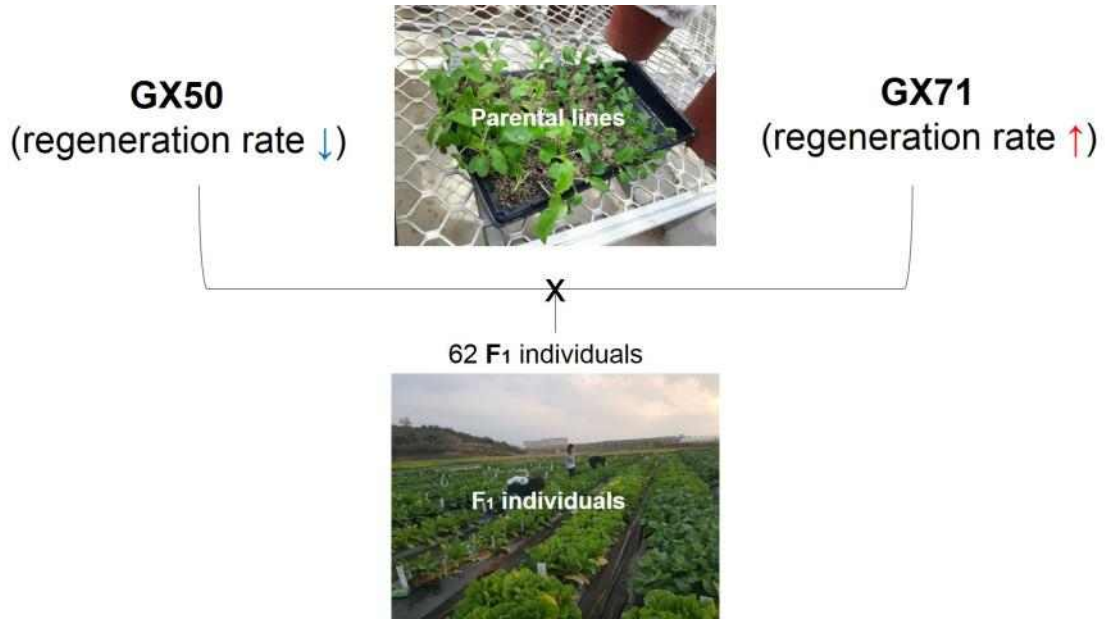
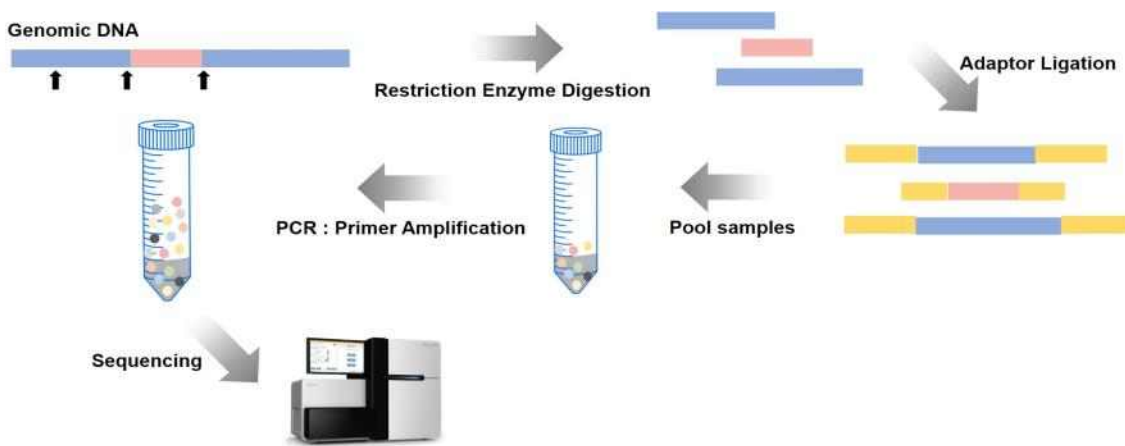


그림 29. 부모본과 F1 집단

3. GBS 분석 및 Illumina 시퀀싱

가. Poland et al. (2012)의 방법을 일부 수정하여 사용함



: A GBS library was constructed based on Poland and Rife (2012) with modifications.

그림 30. GBS library 제작 과정

4. F1 개체들의 소포자배양

가. 국립원예특작과학원의 표준 분석법 사용해 소포자배양을 실시함



그림 31. 소포자 배양과정

5. SNP calling

가. GBS-SNP-CROP을 이용하여 총 4,462개의 고품질 SNP를 생산하였으며 이를 엄격한 기준으로 필터링하여 최종 유전지도 작성에 이용함

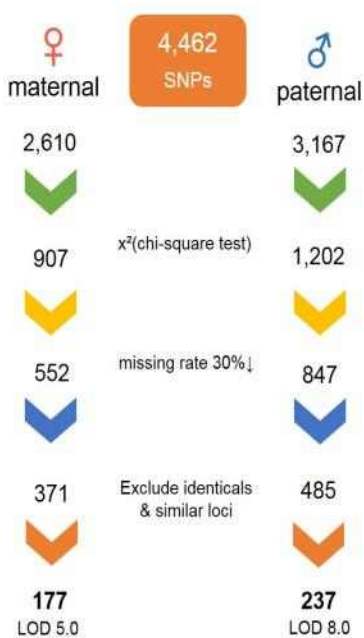


Table Parental origins of the marker loci used for each step of mapping

| | GX50 | GX71 |
|---|-------|-------|
| Numbers of genotyped loci | | |
| Pseudo-testcross | 1,295 | 1,852 |
| Bi-parental | 1,315 | 1,315 |
| Sum | 2,610 | 3,167 |
| χ^2 (chi-square) tests with $p < 0.05$ | | |
| Pseudo-testcross | 552 | 847 |
| Bi-parental | 355 | 318 |
| Sum | 907 | 847 |
| Numbers of mapped loci | | |
| Pseudo-testcross | 87 | 91 |
| Bi-parental | 0 | 0 |
| Sum | 87 | 91 |

그림 32. 표 31. 부모본에 사용된 SNP와 필터링 과정

6. 유전형 분석 및 유전지도

가. F1 유전지도 작성을 위한 two-way pseudo-testcross model의 이용, 본 모델의 이용 시에는 모계의 유전지도와 부계의 유전지도를 각각 별도로 작성함.

| CHROM | POS | ID | TYPE | REF | ALT | QUAL | 18FFK134_1.G | 18FFK134_10.C | 18FFK134_11.C | 18FFK134_12.C |
|-------|-------|----|-------|-----|------|---------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| R1 | 31874 | . | SNP | T | C | 249.47 | /. | /. | /. | /. |
| R1 | 32447 | . | SNP | A | G | 164.48 | /. | /. | /. | /. |
| R1 | 32476 | . | SNP | A | G | 3309.06 | G/G | G/G | G/G | G/G |
| R1 | 32485 | . | SNP | T | G | 3309.06 | G/G | G/G | G/G | G/G |
| R1 | 32503 | . | SNP | G | A | 3113.06 | A/A | A/A | A/A | A/A |
| R1 | 32561 | . | SNP | C | A | 2996.09 | A/A | A/A | A/A | A/A |
| R1 | 32573 | . | SNP | C | T | 3146.06 | T/T | T/T | T/T | T/T |
| R1 | 32592 | . | SNP | A | G | 3309.06 | G/G | G/G | G/G | G/G |
| R1 | 32601 | . | SNP | G | T | 3309.06 | T/T | T/T | T/T | T/T |
| R1 | 36402 | . | SNP | A | G | 1627.85 | /. | G/G | G/G | G/G |
| R1 | 36429 | . | SNP | A | G | 1382.76 | /. | G/G | G/G | G/G |
| R1 | 40415 | . | SNP | C | T | 1261.83 | C/C | C/C | C/C | C/C |
| R1 | 40466 | . | INDEL | G | GTAC | 1063.97 | G/G | G/G | G/G | G/G |
| R1 | 72149 | . | SNP | T | G | 4113.11 | T/G | T/G | T/G | T/G |
| R1 | 72159 | . | INDEL | T | TAA | 7478.55 | T/TAA | T/TAA | T/TAA | T/TAA |
| R1 | 72188 | . | SNP | C | G | 4199.78 | C/G | C/G | C/G | C/G |

그림 33. 부모본과 F1 집단의 유전형 분석

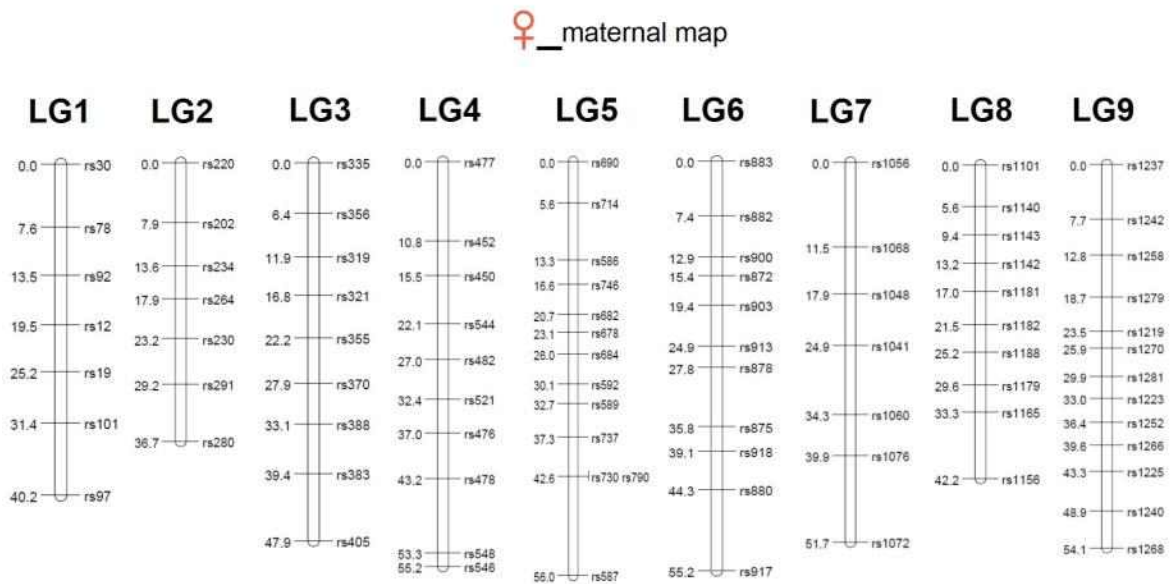


그림 34. 모본의 유전자지도

♂_paternal map

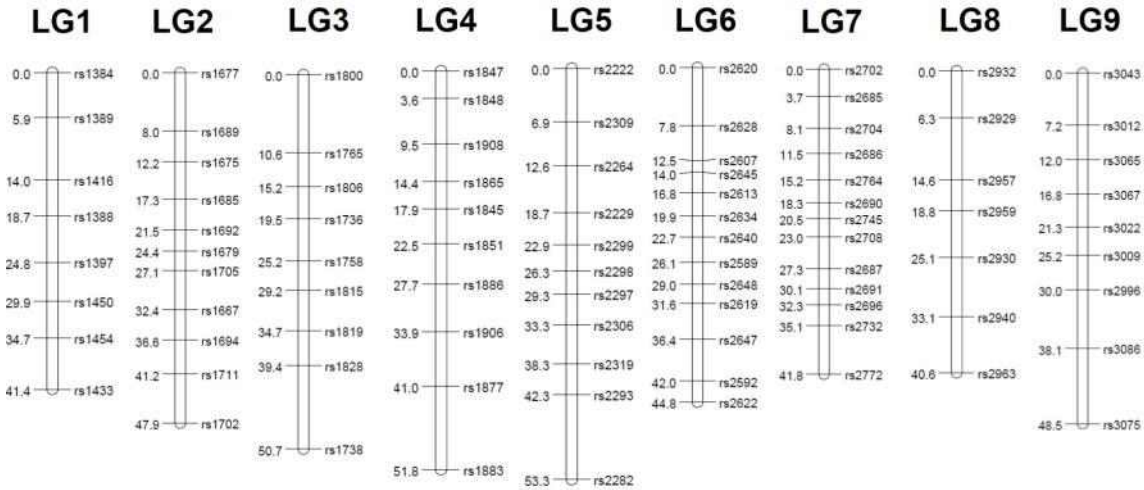


그림 35. 부분의 유전자지도

7. QTL 분석결과

가. 모계 유전자지도에서 총 3개, 부계 유전자지도에서 총 1개의 QTL이 소포자배양 효율과 연관이 있는 것으로 밝혀짐. Additive effect의 수치로 판단했을 때 이들의 유전인자들은 GX71(재분화율 높음)에서 유래된 것으로 판단됨.

>> QTL_parent1(♀)

Table. Effects of the QTL on regeneration rate detected in F₁ populations

| QTL | LOD | Additive effect ^a | PVE(%) ^b |
|--------|--------|------------------------------|---------------------|
| Chr3_1 | 1.8596 | -6.126 | 5.8121 |
| Chr8_1 | 1.7858 | -5.9567 | 5.5395 |
| Chr9_1 | 1.8658 | -6.3768 | 6.2499 |
| Chr9_2 | 1.6775 | -5.7381 | 5.2377 |

^a: Estimated additive effect of QTL

Negative values indicate effects from GX71; Positive values indicate effects from GX50.

^b: Phenotypic variation explained by QTL

표 32. 모계 유전자지도의 QTL

>> QTL_parent1(♀)

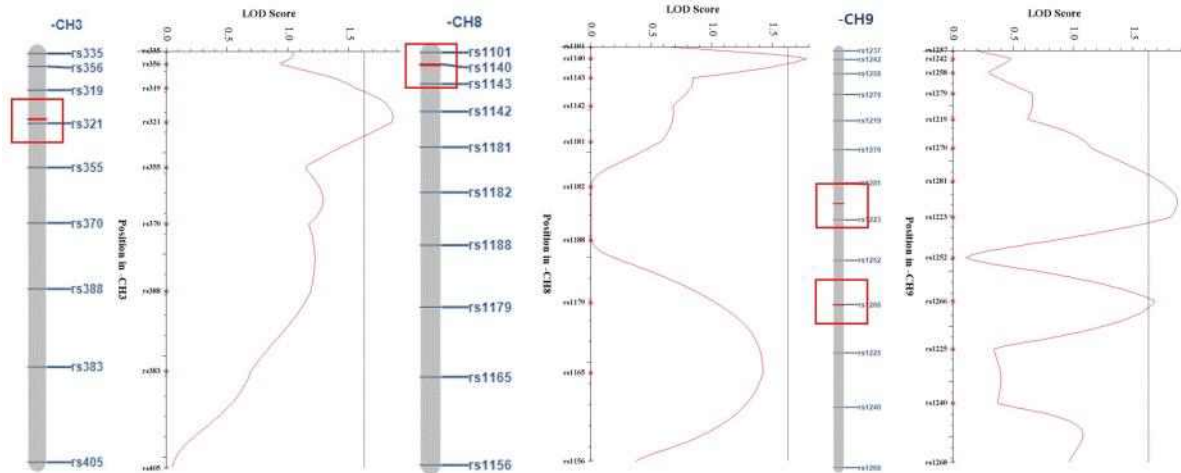


그림 36. 모계 유전지도의 QTL

>> QTL_parent2(♂)

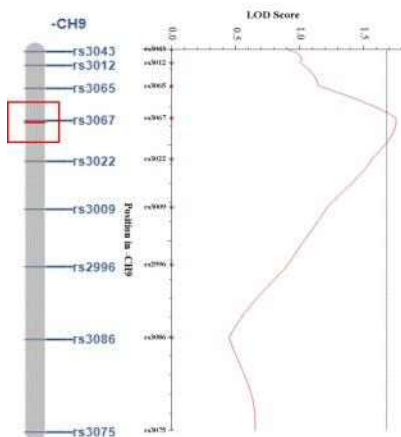


Table. Effects of the QTL on regeneration rate detected in F1 populations

| QTL | LOD | Additive effect ^a | PVE(%) ^b |
|--------|--------|------------------------------|---------------------|
| Chr9_1 | 1.7544 | 5.8951 | 13.1924 |

^a: Estimated additive effect of QTL.
 Negative values indicate effects from GX50;
 Positive values indicate effects from GX71.
^b: Phenotypic variation explained by QTL

그림 37. 표 33. 부계 유전지도의 QTL

8. 소포자배양효율 연관 후보유전자

가. 애기장대의 유전정보를 비교유전체 분석하여 QTL 주변의 유전자 후보를 선정함

Table. List of *Arabidopsis* orthologs associated with plant regeneration near the QTL region

| QTL | Gene ID | A.T ortholog | Gene description | References |
|-------------------------|----------|--------------|---|---|
| P1_Chr8_1 | Rs426380 | AT4G32540 | Flavin-binding monooxygenase family protein | Bai et al. (2013) Berckmans B et al. (2011) Cheng ZJ et al. (2013) |
| P1_Chr8_1 | Rs426400 | AT4G32540 | Flavin-binding monooxygenase family protein | Bai et al. (2013) Berckmans B et al. (2011) Cheng ZJ et al. (2013) |
| P1_Chr9_1/ P1_Chr9_2 | Rs465100 | AT5G51230 | VEFS-Box of polycomb protein | Ikeda-Iwai M et al. (2003) |
| P2_Chr9_1 | Rs479580 | AT4G02020 | SET domain-containing protein | Chanvittana et al. (2004) He C et al. (2012) Ikeuchi M et al. (2015) Zhang T et al. (2017) |
| P2_Chr9_1 | Rs479680 | AT4G02020 | SET domain-containing protein | Chanvittana et al. (2004) He C et al. (2012) Ikeuchi M et al. (2015) Zhang T et al. (2017) |

표 34. 애기장대의 유전정보와 비교한 소포자배양효율 연관 후보유전자

9. Quantseq 분석 결과

- 가. F1 개체 중 재분화율이 높은 것과 낮은 것(18FFK135-21 /18FFK135-9)을 샘플링하여 유전자발현 프로파일링 분석에 사용함.
- 나. Quantseq 분석을 통해 소포자 배양에 관여하는 DEG를 찾음. 표 35와 36은 각각 up-regulated, down-regulated된 DEG의 리스트와 관련 기능을 나타냄.

표 35. Up-regulated된 DEG의 목록과 관련 기능

| Gene symbol | Fold change | p-value | Annotation |
|--------------|-------------------------|-------------------------|--|
| | 18FFK135-21 /18FFK135-9 | 18FFK135-21 /18FFK135-9 | product |
| LOC108816943 | 5145.421 | 1.000 | acyl carrier protein, chloroplastic-like |
| LOC108832102 | 1227.468 | 1.000 | 40S ribosomal protein S29-like |
| LOC108853176 | 1200.314 | 0.083 | BTB/POZ domain-containing protein At1g30440-like |
| LOC108806437 | 744.570 | 1.000 | splicing factor 3B subunit 4-like |
| LOC108849615 | 535.055 | 1.000 | nucleolin 1-like |
| LOC108830959 | 520.203 | 0.021 | UPF0496 protein At5g66670-like |
| LOC108853403 | 392.411 | 1.000 | delta-9 desaturase-like 5 protein |
| LOC108842964 | 286.218 | 0.290 | ADP-ribosylation factor 2-B |
| LOC108815571 | 250.032 | 1.000 | disease resistance protein LAZ5-like |
| LOC108816899 | 249.065 | 1.000 | E3 ubiquitin-protein ligase SINAT2-like |
| LOC108839019 | 239.403 | 1.000 | F-box/FBD/LRR-repeat protein At5g18770-like |
| LOC108835576 | 238.335 | 0.036 | signal recognition particle receptor subunit beta-like |
| LOC108842830 | 225.698 | 1.000 | heat stress transcription factor A-4a-like |
| LOC108841970 | 210.639 | 0.080 | cell division topological specificity factor homolog, chloroplastic-like |
| LOC108838242 | 209.713 | 1.000 | probable glutamate carboxypeptidase 2 |
| LOC108854013 | 194.930 | 0.424 | ras-related protein RABB1c-like |
| LOC108857786 | 194.665 | 0.406 | 40S ribosomal protein S3a-2 |
| LOC108856040 | 183.359 | 1.000 | NAC domain-containing protein 1-like |
| LOC108816390 | 176.875 | 0.312 | ADP-glucose phosphorylase-like |
| LOC108845586 | 170.069 | 0.002 | E3 ubiquitin-protein ligase MIEL1-like |
| LOC108815003 | 169.428 | 1.000 | probable methyltransferase PMT12 |
| LOC108841918 | 164.446 | 0.357 | heat stress transcription factor A-4a-like |
| LOC108857882 | 162.127 | 1.000 | dehydrogenase/reductase SDR family member 7-like |
| LOC108820106 | 162.028 | 1.000 | ubiquitin-conjugating enzyme E2 36-like |
| LOC108862555 | 157.659 | 1.000 | NAC domain-containing protein 5-like |
| LOC108844570 | 157.470 | 1.000 | probable FBD-associated F-box protein At1g32375 |
| LOC108835571 | 146.723 | 1.000 | UPF0496 protein At5g66660-like |
| LOC108832087 | 145.680 | 0.420 | putative protein TPRXL, transcript variant X3 |
| LOC108827471 | 141.866 | 0.288 | actin-depolymerizing factor 3, transcript variant X2 |
| LOC108808367 | 136.738 | 1.000 | eukaryotic translation initiation factor 5A-1 |
| LOC108846034 | 136.442 | 1.000 | zinc finger BED domain-containing protein RICESLEEPER 3-like |
| LOC108828134 | 128.271 | 0.424 | V-type proton ATPase catalytic subunit A-like |
| LOC108845694 | 128.223 | 0.004 | F-box protein At5g03100-like |
| LOC108850797 | 125.939 | 0.254 | glutamate receptor 2.2-like |
| LOC108847744 | 120.832 | 1.000 | vesicle-associated protein 1-2-like |
| LOC108834313 | 120.710 | 1.000 | F-box/FBD/LRR-repeat protein At5g18770-like |
| LOC108817065 | 111.880 | 1.000 | probable cyclic nucleotide-gated ion channel 12 |
| LOC108817169 | 108.251 | 0.220 | acrosin-like |
| LOC108843505 | 103.712 | 1.000 | F-box/kelch-repeat protein At4g38940-like, transcript variant X2 |
| LOC108860000 | 98.478 | 0.097 | histone H4 |
| LOC108831650 | 98.442 | 0.425 | filament-like plant protein 7 |
| LOC108845583 | 97.613 | 1.000 | F-box/FBD/LRR-repeat protein At5g18770-like |
| LOC108817900 | 97.490 | 0.417 | ABC transporter I family member 17-like |
| LOC108839702 | 93.978 | 0.335 | histone H2B.7-like |
| LOC108855697 | 93.867 | 0.420 | protein CHAPERONE-LIKE PROTEIN OF POR1, chloroplastic |
| LOC108832064 | 91.479 | 1.000 | replication protein A 70 kDa DNA-binding subunit A-like |
| LOC108847613 | 90.665 | 0.307 | putative protein TPRXL |
| LOC108842738 | 90.144 | 0.010 | rac-like GTP-binding protein ARAC5 |
| LOC108831564 | 89.051 | 0.000 | cathepsin B-like |
| LOC108815719 | 86.825 | 0.328 | transmembrane protein adipocyte-associated 1-like |

표 36. Down-regulated된 DEG의 목록과 관련 기능

| Gene symbol | Fold change | p-value | Annotation |
|--------------|-------------------------|-------------------------|---|
| | 18FFK135-21 /18FFK135-9 | 18FFK135-21 /18FFK135-9 | product |
| LOC108850611 | 0.000 | 0.003 | 1-aminocyclopropane-1-carboxylate oxidase homolog 6-like |
| LOC108844663 | 0.001 | 0.002 | 1-aminocyclopropane-1-carboxylate oxidase homolog 11-like |
| LOC108821472 | 0.002 | 0.000 | protein POLLENLESS 3-LIKE 2-like, transcript variant X1 |
| LOC108840522 | 0.003 | 0.001 | ran-binding protein 1 homolog a |
| LOC108834586 | 0.004 | 0.002 | abscisic acid receptor PYL5-like |
| LOC108834354 | 0.005 | 0.002 | histone H4 |
| LOC108859857 | 0.006 | 0.011 | major pollen allergen Ole e 10-like |
| LOC108809640 | 0.007 | 0.000 | NAC domain-containing protein 1-like |
| LOC108840781 | 0.007 | 0.005 | ran-binding protein 1 homolog a |
| LOC108807531 | 0.007 | 0.000 | cytochrome b561 and DOMON domain-containing protein At3g07570-like |
| LOC108811439 | 0.007 | 0.018 | probable polygalacturonase |
| LOC108844433 | 0.013 | 0.015 | lipid transfer protein EARLI 1-like |
| LOC108849465 | 0.013 | 0.005 | ABC transporter G family member 27, transcript variant X1 |
| LOC108813024 | 0.015 | 0.013 | mannose-6-phosphate isomerase 1-like |
| LOC108846606 | 0.015 | 0.009 | B3 domain-containing protein REM20-like |
| LOC108847229 | 0.016 | 0.015 | disease resistance protein RML1A-like |
| LOC108844763 | 0.016 | 0.018 | receptor-like protein kinase At5g59670, transcript variant X1 |
| LOC108811739 | 0.016 | 0.052 | protein DEFECTIVE IN EXINE FORMATION 1-like |
| LOC108829972 | 0.017 | 0.012 | disease resistance protein RPS4-like |
| LOC108855809 | 0.018 | 0.002 | probable xyloglucan endotransglucosylase/hydrolase protein 7 |
| LOC108861898 | 0.018 | 0.000 | TSK-associating protein 1-like, transcript variant X4 |
| LOC108845798 | 0.018 | 0.000 | histone H3.3 |
| LOC108832494 | 0.019 | 0.001 | cell division topological specificity factor homolog, chloroplastic-like |
| LOC108813848 | 0.019 | 0.003 | sulfate transporter 3.1 |
| LOC108827781 | 0.019 | 0.001 | bark lectin-like |
| LOC108817974 | 0.019 | 0.002 | PLASMODESMATA CALLOSE-BINDING PROTEIN 5-like |
| LOC108809951 | 0.020 | 0.086 | cytochrome b561 and DOMON domain-containing protein At3g07570-like |
| LOC108841148 | 0.020 | 0.062 | 14 kDa proline-rich protein DC2.15-like |
| LOC108839135 | 0.020 | 0.000 | putative F-box/kelch-repeat protein At3g24610 |
| LOC108838551 | 0.020 | 0.005 | (R,S)-reticuline 7-O-methyltransferase-like |
| LOC108854773 | 0.020 | 0.001 | oleosin 21.2 kDa |
| LOC108844903 | 0.021 | 0.032 | senescence-associated carboxylesterase 101-like |
| LOC108832518 | 0.022 | 0.055 | carboxypeptidase SOL1-like |
| LOC108856893 | 0.022 | 0.033 | phosphatidylinositol/phosphatidylcholine transfer protein SFH7, transcript variant X1 |
| LOC108860085 | 0.022 | 0.008 | plastid division protein PDV2-like |
| LOC108836284 | 0.023 | 0.002 | putative cysteine-rich receptor-like protein kinase 30 |
| LOC108828386 | 0.023 | 0.001 | endoglucanase 7 |
| LOC108826176 | 0.024 | 0.000 | ethylene-responsive transcription factor ERF037 |
| LOC108849928 | 0.024 | 0.002 | (R,S)-reticuline 7-O-methyltransferase-like |
| LOC108841060 | 0.025 | 0.000 | germin-like protein subfamily 3 member 1 |
| LOC108857289 | 0.025 | 0.015 | transcription factor MYB32-like |
| LOC108853871 | 0.026 | 0.032 | receptor-like protein 12, transcript variant X1 |
| LOC108811121 | 0.027 | 0.001 | cytochrome P450 71B4-like |
| LOC108831712 | 0.028 | 0.038 | 1-aminocyclopropane-1-carboxylate oxidase homolog 6-like |
| LOC108832129 | 0.028 | 0.011 | tyrosine--tRNA ligase 2, cytoplasmic-like, transcript variant X2 |
| LOC108834483 | 0.028 | 0.033 | peroxidase C2 |
| LOC108845924 | 0.028 | 0.004 | cytochrome P450 76C2-like |
| LOC108842127 | 0.028 | 0.038 | cation/H(+) antiporter 1-like |
| LOC108816898 | 0.029 | 0.062 | E3 ubiquitin-protein ligase SINAT2 |
| LOC108832337 | 0.029 | 0.000 | telomere repeat-binding factor 1-like |

다. Clustering heatmap을 통해 DEG의 유전자발현 수준을 확인하고, KEGG pathway 분석을 통해 소포자배양과 관련이 높은 유전자들이 어떤 경로로 발현되는지 확인함.

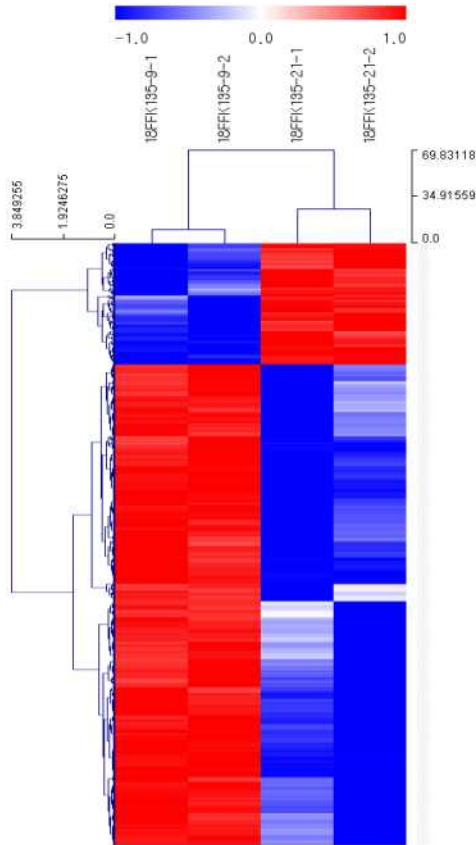


그림 38. DEG 유전자발현 수준을 나타내는 Clustering heatmap (빨간색은 Up-regulated, 파란색은 down-regulated를 나타냄)

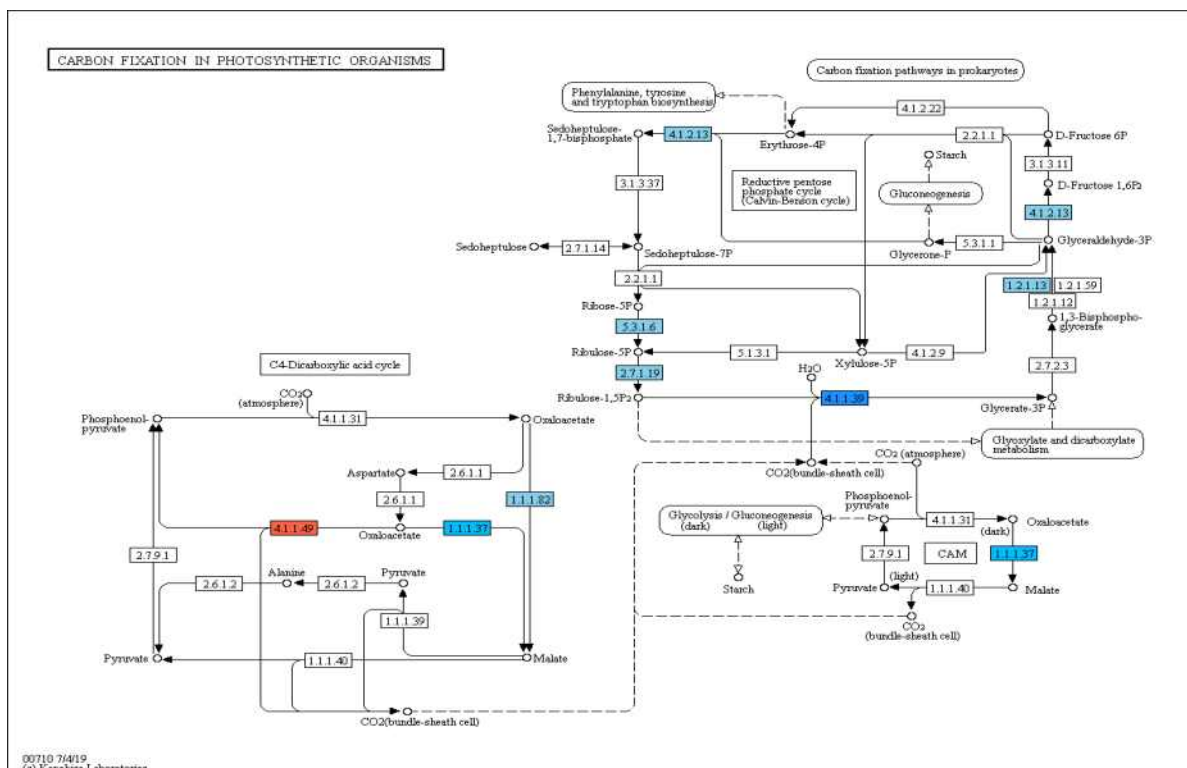


그림 39. Carbon fixation in photosynthetic organisms의 KEGG pathway

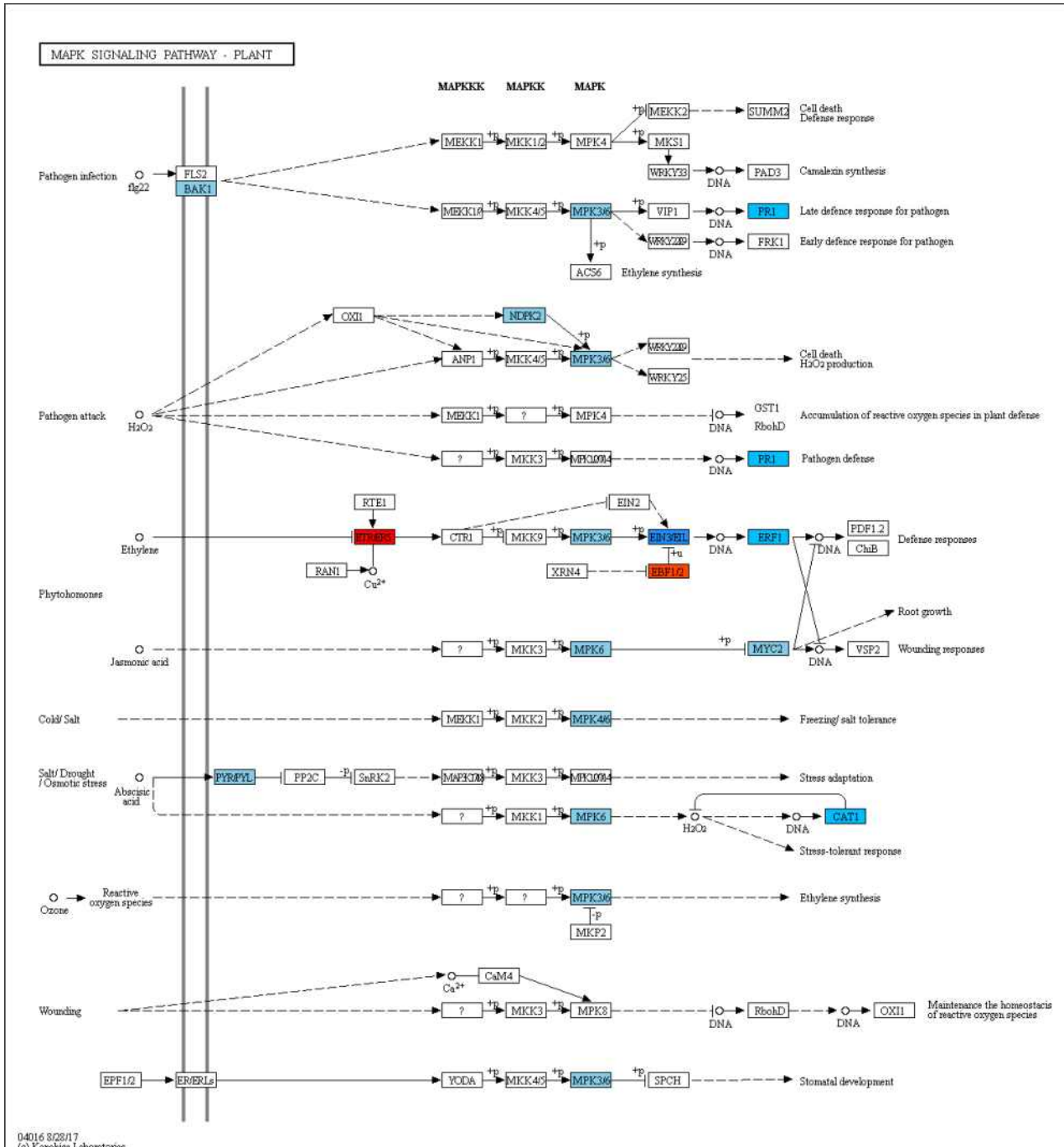


그림 40. MAPK signaling pathway의 KEGG pathway

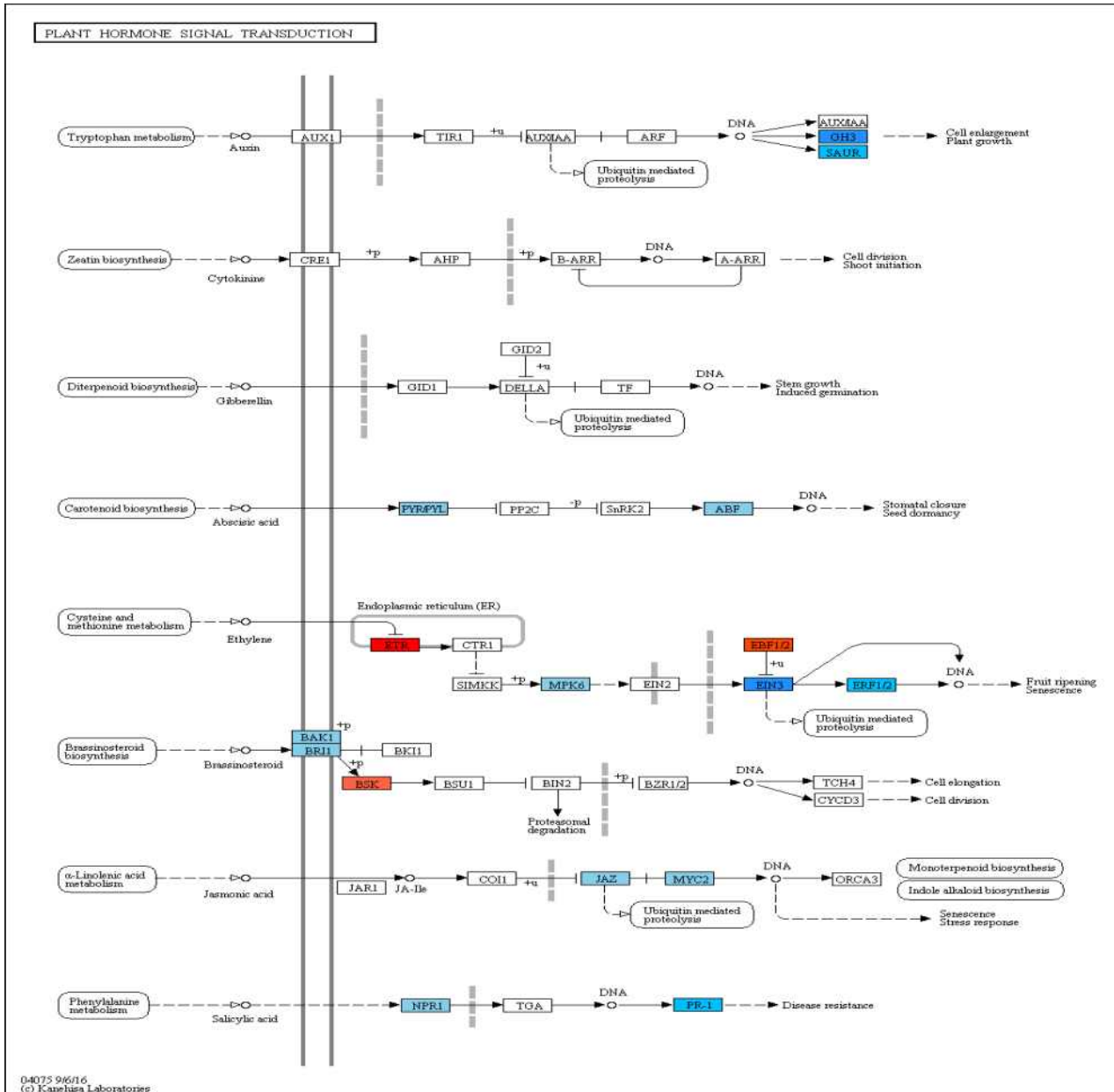


그림 41. Plant hormone signal transduction의 KEGG pathway

10. RNA-sequencing 실시

가. 국립원예특작과학원에서 무 품종의 소포자배양 실시한 결과 재분화율이 높은 종 2개 (17-13, 17-02)와 재분화율이 낮은 종 2개 (18-26, 19-16)를 각각 비교해 RNA-seq을 수행 (2반복으로 진행)

표 37. 소포자배양 결과

| Label | Total | Embryo | Regeneration rate |
|-------|-------|--------|-------------------|
| 17-13 | 120 | 21 | 17.5 |
| 17-02 | 90 | 11 | 12.2 |
| 17-56 | 60 | 9 | 15.0 |
| 18-15 | 180 | 0 | 0.0 |
| 18-26 | 210 | 1 | 0.5 |
| 19-16 | 180 | 0 | 0.0 |

(regeneration rate ↑)

(regeneration rate ↓)

☞ 17-13, 17-02, 17-56, 18-15, 18-26, 19-16은 각각 춘향이얼무, 청운무, 감천무, 토종조선얼무, 궁중총태무, 진보리얼무의 라벨명을 나타냄.

11. DEG 분석

가. RNA-seq에서 찾은 DEG로 Venn diagram을 그려 재분화율이 높은 종과 낮은 종 사이에서 공통적으로 up-regulated된 DEG와 down-regulated된 DEG를 확인

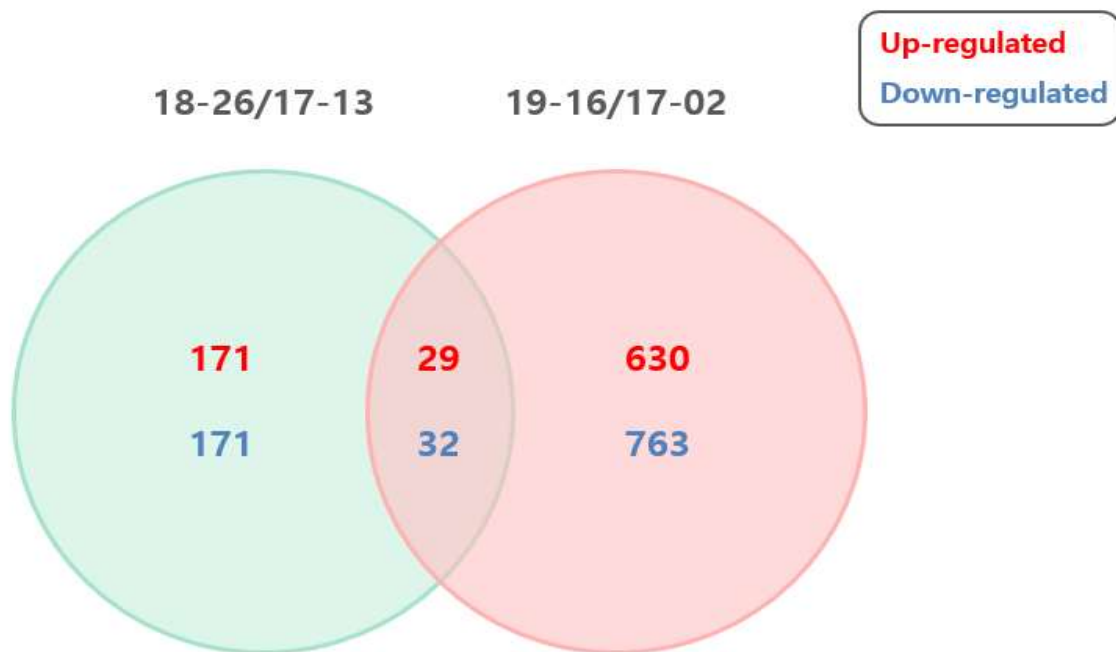


그림 42. 18-26과 17-13, 19-16과 17-02 사이의 DEG를 비교한 Venn diagram

표 38. 공통적으로 up-regulated된 DEG의 리스트와 기능

| Filter: 28 | Fold change | | product |
|--------------|-----------------|-----------------|--|
| | 18-26 /17-13 | 19-16 /17-02 | |
| Gene symbol | | | |
| LOC108818232 | 2.204 | 2.683 | very-long-chain 3-oxoacyl-CoA reductase 1-like |
| LOC108817892 | 15.353 | 91.008 | ubiquitin-40S ribosomal protein S27a-3 |
| LOC108805577 | 41.467 | 36.315 | U3 small nucleolar ribonucleoprotein protein IMP4-like |
| LOC108836615 | 2.137 | 2.448 | thiamine thiazole synthase, chloroplastic-like |
| LOC108814430 | 26.996 | 2.009 | syntaxin-21 |
| LOC108826591 | 4.511 | 4.859 | protein-tyrosine-phosphatase PTP1-like |
| LOC108825942 | 48.112 | 7.630 | protein CURVATURE THYLAKOID 1A, chloroplastic-like |
| LOC108832205 | 2.804 | 2.152 | probably inactive leucine-rich repeat receptor-like protein kinase At5g48380 |
| LOC108809241 | 81.139 | 104.633 | probable small nuclear ribonucleoprotein G |
| LOC108835922 | 2.778 | 19.824 | probable protein phosphatase 2C 42 |
| LOC108826953 | 17.088 | 6.637 | NF-kappa-B-activating protein |
| LOC108809015 | 5.550 | 16.106 | nascent polypeptide-associated complex subunit alpha-like protein 3 |
| LOC108833172 | 12.655 | 6.591 | NADP-dependent malic enzyme 3 |
| LOC108830757 | 4.729 | 2.032 | LOW QUALITY PROTEIN: uncharacterized protein LOC108830757 |
| LOC108837402 | 3.120 | 31.482 | histone H4 |
| LOC108824227 | 12.434 | 83.623 | dormancy-associated protein homolog 3-like |
| LOC108814118 | 2.805 | 2.293 | DJ-1 protein homolog F |
| LOC108823044 | 2.145 | 2.111 | dipeptidyl-peptidase 5-like |
| LOC108807331 | 8.225 | 7.632 | cytochrome P450 71B19-like |
| LOC108847970 | 796.574 | 449.748 | chlorophyll a-b binding protein 1, chloroplastic |
| LOC108844005 | 2.310 | 17.121 | chaperonin CPN60, mitochondrial |
| LOC108833724 | 12.315 | 30.359 | binding partner of ACD11 1-like isoform X2 |
| LOC108844445 | 2.481 | 2.279 | alanine--glyoxylate aminotransferase 2 homolog 2, mitochondrial-like |
| LOC108832425 | 134.351 | 78.190 | 60S ribosomal protein L18a-2-like |
| LOC108829770 | 3.641 | 2.002 | 40S ribosomal protein S18 |
| LOC108808983 | 170.019 | 194.243 | 40S ribosomal protein S14-2 |
| LOC108828509 | 2.919 | 155.900 | 30S ribosomal protein S1, chloroplastic |
| LOC108812889 | 6.713 | 7.323 | 2-oxoisovalerate dehydrogenase subunit alpha 1, mitochondrial-like |

표 39. 공통적으로 down-regulated된 DEG의 리스트와 기능

| Filter: 23 | Fold change | | product |
|--------------|-----------------|-----------------|--|
| | 18-26 /17-13 | 19-16 /17-02 | |
| Gene symbol | | | |
| LOC108836980 | 0.074 | 0.147 | very-long-chain 3-oxoacyl-CoA reductase 1-like |
| LOC108855354 | 0.037 | 0.052 | UPF0057 membrane protein At4g30660 |
| LOC108809430 | 0.255 | 0.133 | transmembrane emp24 domain-containing protein p24beta2-like |
| LOC108822330 | 0.241 | 0.199 | splicing factor 3B subunit 2-like |
| LOC108826592 | 0.466 | 0.276 | protein-tyrosine-phosphatase PTP1-like |
| LOC108851357 | 0.209 | 0.291 | proteasome subunit alpha type-7-A |
| LOC108833191 | 0.017 | 0.022 | probable small nuclear ribonucleoprotein G |
| LOC108810918 | 0.051 | 0.444 | probable protein phosphatase 2C 42 |
| LOC108826034 | 0.435 | 0.412 | probable ADP-ribosylation factor GTPase-activating protein AGD13 |
| LOC108838871 | 0.030 | 0.030 | photosystem II 5 kDa protein, chloroplastic-like |
| LOC108835591 | 0.013 | 0.455 | peptidyl-prolyl cis-trans isomerase CYP18-3-like |
| LOC108847865 | 0.267 | 0.342 | NADH dehydrogenase [ubiquinone] iron-sulfur protein 7, mitochondrial |
| LOC108847116 | 0.075 | 0.075 | NADH dehydrogenase [ubiquinone] flavoprotein 2, mitochondrial-like |
| LOC108805891 | 0.472 | 0.438 | high mobility group B protein 1 |
| LOC108821999 | 0.047 | 0.037 | GEM-like protein 1 |
| LOC108805201 | 0.280 | 0.484 | cystathionine gamma-synthase 1, chloroplastic-like |
| LOC108827542 | 0.451 | 0.445 | binding partner of ACD11 1-like |
| LOC108838639 | 0.033 | 0.226 | bidirectional sugar transporter SWEET1-like |
| LOC108822849 | 0.296 | 0.302 | beta-amylase 5 |
| LOC108832292 | 0.450 | 0.244 | ankyrin repeat domain-containing protein 13C-like |
| LOC108844499 | 0.019 | 0.030 | alanine--glyoxylate aminotransferase 2 homolog 2, mitochondrial |
| LOC108833192 | 0.005 | 0.017 | 40S ribosomal protein S14-2 |
| LOC108832288 | 0.020 | 0.007 | 30S ribosomal protein S1, chloroplastic-like |

(1) 공통적으로 발현된 DEG 중 전사 번역 과정에 관여하는 리보솜 구성 단백질과 스

플라이싱 역할을 하는 유전자가 다수 발견됨. 이전 연구에 따르면 밀에서도 배아가 발생하는 동안 전사나 번역에 관여하는 유전자들이 많이 발현되는 것을 확인함 (Seifert, Felix, et al. 2016).

나. DEG의 기능 연구를 위해 Gene Ontology 분석을 수행, 이전 연구를 참고하여 소포자 배양과 관련된 GO 용어를 확인함. 총 475개의 DEG에서 43개의 GO 용어를 발견

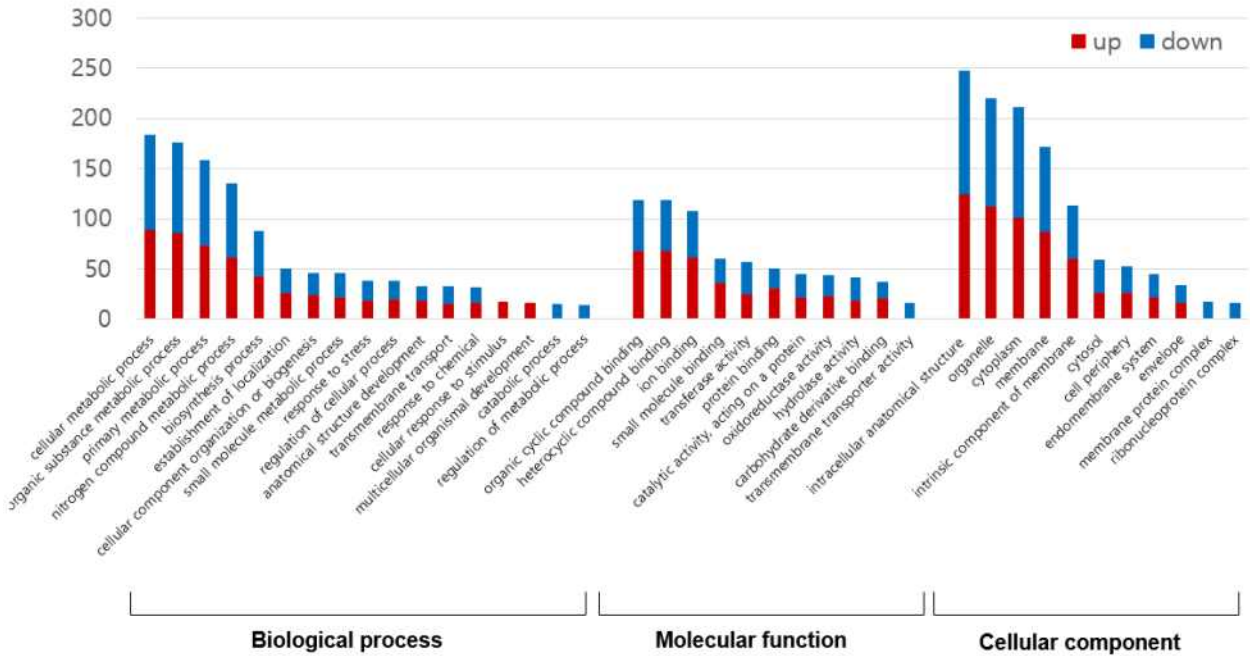


그림 43. DEG를 이용한 Gene Ontology 분석 결과

표 40. 소포자배양 관련 GO term

| Annotation | Term | Up | Down |
|--------------------|-------------------------------------|-----|------|
| Biological process | nitrogen compound metabolic process | 62 | 73 |
| Molecular function | carbohydrate derivative binding | 21 | 16 |
| Molecular function | RNA binding | 22 | 18 |
| Biological process | biosynthesis process | 43 | 45 |
| Biological process | catabolic process | 0 | 15 |
| Biological process | metabolic process | 101 | 105 |
| Biological process | response to stimulus | 34 | 37 |
| Molecular function | protein binding | 31 | 20 |
| Molecular function | nucleic acid binding | 33 | 29 |

- (1) 소포자의 재생능력은 전분과 지질체의 생합성과 관련이 있음 (Hale et al. 2020)
- (2) 생합성 과정, 이화 과정, 대사 과정, 자극에 의한 반응 용어에서 하향조절된 유전자는 옹성배우자체의 지속적인 탈분화를 나타내는 것으로 추정됨
- (3) 단백질 결합과 핵산 결합 용어에서 상향 조절된 유전자는 배아 발생으로 인한 전사의 개시를 뜻함 (Seifert et al. 2016).

다. DEG가 관여하는 생합성 경로를 보기 위해 KEGG pathway 분석 수행, 이전 연구를 참고하여 소포자배양과 관련된 pathway를 확인

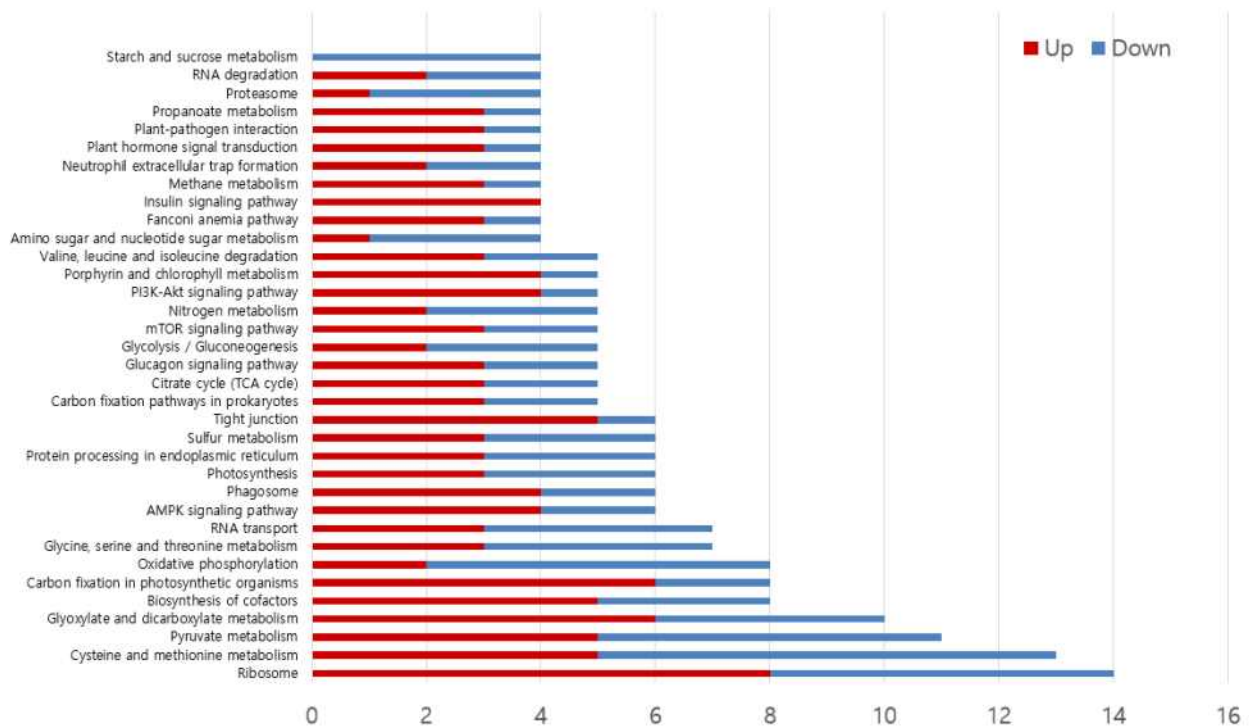


그림 44. DEG를 이용한 KEGG pathway 분석 결과

표 41. 소포자배양 관련 pathway

| Pathway | Up | Down |
|------------------------------------|----|------|
| Starch and sucrose metabolism | 0 | 4 |
| Plant hormone signal transduction | 3 | 1 |
| <u>Diterpenoid biosynthesis</u> | 1 | 0 |
| Cysteine and methionine metabolism | 1 | 0 |
| Carotenoid biosynthesis | 5 | 8 |
| alpha-Linolenic acid metabolism | 1 | 0 |
| Phenylalanine metabolism | 0 | 1 |

- (1) 소포자의 재생은 전분의 생합성을 감소시키고, 과도한 전분의 축적은 배 발생을 억제함 (Hale et al. 2020)
- (2) 식물 호르몬 신호 전달 경로는 호르몬 항상성을 유지함으로써 소포자의 배발생, 소포자 유래 배아의 발달, 그리고 반수체 식물의 재생 등을 조절하는 데 매우 중요한 역할을 함 (Žur et al. 2015)
- (3) 디테르페노이드 생합성 경로는 지베렐린을 합성함. 유체를 이용한 이전 연구에서

지베렐린이 배아의 정상적인 세포 신장에 관여한다는 것을 확증함 (Hays et al. 2002)

- (4) 시스테인과 메티오닌 대사는 에틸렌을 합성함. 유채에서 에틸렌이 배 발생 동안 떡잎 확장 조절에 관여할 수도 있다는 가능성을 제시함 (Hays et al. 2000)
- (5) 카르티노이드 생합성, 알파-리놀렌산 대사, 페닐알라닌 대사는 각각 앱시스산, 자스민산, 살리실산을 합성함. 유채에서 실험을 통해 세 호르몬이 배 발생과 관련 있음을 입증함 (Ahmadi et al. 2014)

12. 소포자배양 연관 유전인자 탐색

가. 이전에 mapping한 소포자배양 QTL 영역에 일치하는 DEG를 찾아, 이전 연구를 참조하여 소포자배양과 관련이 높은 후보유전자를 탐색

표 42. QTL(모계유전지도의 Chr3_1) 영역과 일치하는 DEG의 리스트와 기능

| Gene symbol | Fold change | | | | | | Annotation |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--|
| | 18-26 /19-16 | 18-26 /17-02 | 18-26 /17-13 | 19-16 /17-02 | 19-16 /17-13 | 17-13 /17-02 | product |
| LOC108846060 | 9.571 | 0.573 | 10.002 | 1.045 | | | mannose-P-dolichol utilization defect 1 protein homolog 2-like |
| LOC108846097 | 3.576 | 0.681 | 1.901 | 0.190 | 0.532 | 0.358 | protein transport protein Sec61 subunit gamma-1 |

표 43. QTL(모계유전지도의 Chr8_1) 영역과 일치하는 DEG의 리스트와 기능

| Gene symbol | Fold change | | | | | | Annotation |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---|
| | 18-26 /19-16 | 18-26 /17-02 | 18-26 /17-13 | 19-16 /17-02 | 19-16 /17-13 | 17-13 /17-02 | product |
| LOC108819949 | 3.219 | 0.425 | 3.202 | 3.132 | 0.995 | 0.133 | F-box protein At2g16365-like |
| LOC108819521 | 1.346 | 0.882 | 9.424 | 0.655 | 7.002 | 3.099 | probable prolyl 4-hydroxylase 9 |
| LOC108820864 | 1.017 | 0.952 | 31.332 | 0.936 | 30.796 | 30.30 | 40S ribosomal protein S29-like |
| LOC108822031 | 1.756 | 0.191 | 0.219 | 3.109 | 0.125 | 0.871 | copper-transporting ATPase PAA1, chloroplastic-like |
| LOC108821932 | 1.285 | 7.866 | 0.626 | 6.123 | 0.487 | 12.572 | gamma-glutamylcyclotransferase 2-2-like |
| LOC108821930 | 2.278 | 13.621 | 0.941 | 5.980 | 0.413 | 14.479 | serine/threonine-protein kinase HT1-like |
| LOC108821711 | 0.440 | 11.338 | 0.912 | 25.782 | 2.074 | 12.432 | uncharacterized protein LOC108821711 |
| LOC108821183 | | | 0.796 | 1.356 | 11.244 | 3.333 | glycine-rich protein 5-like |

표 44. QTL(모계유전지도의 Chr9_1) 영역과 일치하는 DEG의 리스트와 기능

| Gene symbol | Fold change | | | | | | Annotation |
|--------------|-------------|---------|--------|---------|---------|--------|--|
| | 18-26 | 18-26 | 18-26 | 19-16 | 19-16 | 17-13 | product |
| | /19-16 | /17-02 | /17-13 | /17-02 | /17-13 | /17-02 | |
| LOC108823912 | | | 0.468 | 7.326 | 113.519 | | peptidyl-prolyl cis-trans isomerase |
| LOC108828692 | | 1.018 | | 48.593 | 1.526 | 31.841 | anther-specific proline-rich protein APG-like |
| LOC108825096 | | | | 2.971 | 1.129 | 2.630 | calmodulin-like protein 1 |
| LOC108826311 | | 1.012 | 1.007 | 28.770 | 28.630 | 1.005 | uncharacterized protein At5g50100, mitochondrial-like |
| LOC108827286 | | | | 0.965 | 1.273 | 0.758 | RNA-binding protein CP33, chloroplastic isoform X2 |
| LOC108827293 | | | | 1.884 | 1.465 | 1.286 | probable plastid-lipid-associated protein 1, chloroplastic |
| LOC108824435 | | 0.134 | 0.676 | 1.957 | 11.593 | 0.168 | 5'-adenylylsulfate reductase 1, chloroplastic |
| LOC108828610 | | 1.124 | | 17.241 | 1.137 | 15.164 | phosphatidylinositol 4-kinase gamma 3-like |
| LOC108824985 | | 0.128 | 0.130 | 1.938 | 1.951 | 0.994 | probable plastid-lipid-associated protein 1, chloroplastic |
| LOC108825108 | | 0.136 | | 1.881 | 1.342 | 1.401 | iron-sulfur assembly protein IscA-like 1, mitochondrial |
| LOC108825665 | | | | 0.874 | 1.209 | 0.723 | histone-lysine N-methyltransferase EZA1-like |
| LOC108828411 | | 1.009 | 0.250 | 13.486 | 3.336 | 4.043 | uncharacterized protein LOC108828411 |
| LOC108826175 | | 0.160 | 0.171 | 1.943 | 2.075 | 0.936 | uncharacterized protein LOC108826175 |
| LOC108825561 | | 0.154 | 0.173 | 1.660 | 1.861 | 0.892 | pyrophosphate--fructose 6-phosphate 1-phosphotransferase subunit beta 2 |
| LOC108825001 | | 1.012 | | 10.174 | 0.609 | 16.714 | protein STABILIZED1-like |
| LOC108826003 | 1.027 | | 1.011 | | | 0.984 | 40S ribosomal protein S11-3-like |
| LOC108824403 | 1.005 | | 1.030 | | | 1.025 | protein SOGA3-like |
| LOC108823912 | | | 0.468 | 7.326 | 113.519 | | peptidyl-prolyl cis-trans isomerase |
| LOC108825149 | 0.156 | | | 0.517 | 0.635 | 0.815 | DENN domain-containing protein 4B-like |
| LOC108823506 | 1.295 | 0.186 | | 0.144 | | 5.778 | uncharacterized protein LOC108823506 |
| LOC108827130 | 0.138 | 0.170 | | 1.568 | 0.758 | 2.070 | syntaxin-42 isoform X1 |
| LOC108828720 | 27.606 | 0.419 | 1.342 | 0.035 | 0.040 | 0.312 | probable receptor-like protein kinase At2g42960 |
| LOC108827429 | 47.405 | 0.953 | 2.069 | 0.020 | 0.044 | 0.461 | puromycin-sensitive aminopeptidase isoform X2 |
| LOC108826168 | 30.566 | 0.771 | 0.405 | 0.025 | 0.017 | 1.905 | protein SENESCENCE-ASSOCIATED GENE 21, mitochondrial-like |
| LOC108823475 | 44.410 | 1.334 | 1.513 | 0.020 | 0.020 | 0.882 | succinate--CoA ligase [ADP-forming] subunit beta, mitochondrial |
| LOC108828652 | 20.491 | 0.652 | 0.549 | 0.020 | 0.027 | 1.187 | NF-kappa-B-activating protein-like |
| LOC108824165 | 16.775 | 0.681 | 0.843 | 0.020 | 0.020 | 0.808 | aspartic proteinase A3-like |
| LOC108826647 | 5.251 | 0.220 | 6.291 | 0.020 | 1.198 | | phosphatidate cytidyltransferase 1-like |
| LOC108828594 | 13.760 | 0.712 | 1.119 | 0.020 | 0.020 | 0.636 | dormancy-associated protein homolog 3-like isoform X1 |
| LOC108824302 | 1.448 | 0.100 | 0.179 | 0.020 | 0.134 | 0.560 | LOW QUALITY PROTEIN: protein SET DOMAIN GROUP 41 |
| LOC108824087 | 15.152 | 1.128 | 4.362 | 0.020 | 0.288 | 0.259 | protein ABC transporter 1, mitochondrial |
| LOC108824950 | 49.790 | 4.328 | 0.966 | 0.020 | 0.020 | 4.479 | uncharacterized protein LOC108824950 |
| LOC108825692 | 20.960 | 1.889 | 1.192 | 0.020 | 0.020 | 1.585 | ribosome production factor 1-like |
| LOC108825201 | 10.384 | 0.990 | 1.818 | 0.020 | 0.173 | 0.545 | flavin-containing monooxygenase FMO GS-OX2-like |
| LOC108825506 | 9.845 | 0.979 | 0.879 | 0.020 | 0.020 | 1.114 | peptide methionine sulfoxide reductase B3 |
| LOC108823578 | 32.507 | 22.891 | 1.506 | 0.704 | 0.040 | 15.198 | tyrosine decarboxylase 1-like |
| LOC108823316 | 5.486 | 0.857 | 0.327 | 0.156 | 0.020 | 2.620 | uncharacterized protein LOC108823316 |
| LOC108827075 | 18.505 | 3.532 | 1.243 | 0.181 | 0.020 | 2.842 | protein FMP32, mitochondrial-like |
| LOC108825831 | 3.715 | 3.490 | 0.298 | 0.939 | 0.020 | 11.717 | ubiquinol-cytochrome-c reductase complex assembly factor 1-like |
| LOC108827268 | 2.497 | 0.664 | 0.227 | 0.266 | 0.020 | 2.921 | uncharacterized protein LOC108827268 |
| LOC108827563 | 1.719 | 0.264 | 0.170 | 0.154 | 0.020 | 1.556 | uncharacterized protein LOC108827563 isoform X1 |
| LOC108828222 | 0.603 | 0.824 | 10.009 | 1.367 | 16.612 | | uncharacterized protein LOC108828222 |
| LOC108824950 | 49.790 | 4.328 | 0.966 | 0.020 | 0.020 | 4.479 | uncharacterized protein LOC108824950 |
| LOC108827429 | 47.405 | 0.953 | 2.069 | 0.020 | 0.044 | 0.461 | puromycin-sensitive aminopeptidase isoform X2 |
| LOC108823475 | 44.410 | 1.334 | 1.513 | 0.020 | 0.020 | 0.882 | succinate--CoA ligase [ADP-forming] subunit beta, mitochondrial |
| LOC108823578 | 32.507 | 22.891 | 1.506 | 0.704 | 0.040 | 15.198 | tyrosine decarboxylase 1-like |
| LOC108826168 | 30.566 | 0.771 | 0.405 | 0.025 | 0.017 | 1.905 | protein SENESCENCE-ASSOCIATED GENE 21, mitochondrial-like |
| LOC108828720 | 27.606 | 0.419 | 1.342 | 0.035 | 0.040 | 0.312 | probable receptor-like protein kinase At2g42960 |
| LOC108825692 | 20.960 | 1.889 | 1.192 | 0.020 | 0.020 | 1.585 | ribosome production factor 1-like |
| LOC108828652 | 20.491 | 0.652 | 0.549 | 0.020 | 0.027 | 1.187 | NF-kappa-B-activating protein-like |
| LOC108827075 | 18.505 | 3.532 | 1.243 | 0.181 | 0.020 | 2.842 | protein FMP32, mitochondrial-like |
| LOC108824165 | 16.775 | 0.681 | 0.843 | 0.020 | 0.020 | 0.808 | aspartic proteinase A3-like |
| LOC108827495 | 16.265 | 17.147 | 17.085 | 1.054 | 1.050 | 1.004 | uncharacterized protein LOC108827495 |
| LOC108824087 | 15.152 | 1.128 | 4.362 | 0.020 | 0.288 | 0.259 | protein ABC transporter 1, mitochondrial |
| LOC108828594 | 13.760 | 0.712 | 1.119 | 0.020 | 0.020 | 0.636 | dormancy-associated protein homolog 3-like isoform X1 |
| LOC108825944 | 12.419 | 1.452 | 1.294 | 0.117 | 0.104 | 1.122 | brix domain-containing protein F44G4.1-like |
| LOC108825201 | 10.384 | 0.990 | 1.818 | 0.020 | 0.173 | 0.545 | flavin-containing monooxygenase FMO GS-OX2-like |
| LOC108828509 | 1.020 | 159.006 | 2.919 | 155.900 | 2.862 | 54.482 | 30S ribosomal protein S1, chloroplastic |
| LOC108824227 | 0.602 | 50.383 | 12.434 | 83.623 | 20.637 | 4.052 | dormancy-associated protein homolog 3-like |
| LOC108825942 | 5.870 | 44.328 | 48.112 | 7.630 | 8.281 | 0.921 | protein CURVATURE THYLAKOID 1A, chloroplastic-like |
| LOC108825499 | 0.326 | 42.059 | 4.791 | 128.821 | 14.675 | 8.778 | aspartic proteinase A3 |
| LOC108824138 | 0.370 | 35.629 | 0.500 | 96.320 | 1.351 | 77.298 | zinc finger A20 and AN1 domain-containing stress-associated protein 7-like |
| LOC108825695 | 0.336 | 26.572 | 0.777 | 78.068 | 2.313 | 34.179 | ATP-dependent Clp protease ATP-binding subunit CLPT2, chloroplastic-like |

| | | | | | | | |
|--------------|-------|--------|--------|--------|---------|--------|---|
| LOC108825842 | 1.064 | 16.204 | 1.546 | 15.234 | 1.454 | 10.479 | H/ACA ribonucleoprotein complex subunit 3-like protein |
| LOC108823794 | 1.323 | 12.449 | 2.497 | 9.410 | 1.887 | 4.986 | uncharacterized protein LOC108823794 |
| LOC108827367 | 0.574 | 10.694 | 0.964 | 18.627 | 1.679 | 11.093 | uncharacterized protein LOC108827367 |
| LOC108825682 | 0.858 | 10.351 | 1.848 | 12.070 | 2.155 | 5.602 | rRNA-processing protein fcf2-like |
| LOC108826953 | 0.419 | 2.781 | 17.088 | 6.637 | 40.788 | 0.163 | NF-kappa-B-activating protein |
| LOC108828222 | 0.603 | 0.824 | 10.009 | 1.367 | 16.612 | | uncharacterized protein LOC108828222 |
| LOC108828692 | | 1.018 | | 48.593 | 1.526 | 31.841 | anther-specific proline-rich protein APG-like |
| LOC108826137 | 0.262 | 9.991 | 0.888 | 38.148 | 3.391 | 11.249 | elongation factor 1-delta 1-like isoform X1 |
| LOC108826311 | | 1.012 | 1.007 | 28.770 | 28.630 | 1.005 | uncharacterized protein At5g50100, mitochondrial-like |
| LOC108828610 | | 1.124 | | 17.241 | 1.137 | 15.164 | phosphatidylinositol 4-kinase gamma 3-like |
| LOC108826067 | 0.571 | 7.970 | 6.058 | 13.955 | 10.607 | 1.316 | DEAD-box ATP-dependent RNA helicase 34-like |
| LOC108827361 | 0.455 | 6.232 | 6.044 | 13.682 | 13.268 | 1.031 | uncharacterized protein LOC108827361 isoform X1 |
| LOC108828411 | | 1.009 | 0.250 | 13.486 | 3.336 | 4.043 | uncharacterized protein LOC108828411 |
| LOC108825193 | 0.183 | 2.342 | 2.335 | 12.143 | 12.108 | 1.003 | uncharacterized protein LOC108825193 |
| LOC108825001 | | 1.012 | | 10.174 | 0.609 | 16.714 | protein STABILIZED1-like |
| LOC108826040 | 0.150 | 1.515 | 1.176 | 10.117 | 7.855 | 1.288 | ER membrane protein complex subunit 6-like isoform X2 |
| LOC108823912 | | | 0.468 | 7.326 | 113.519 | | peptidyl-prolyl cis-trans isomerase |
| LOC108824435 | | 0.114 | 0.676 | 1.957 | 11.593 | 0.169 | 5'-adenylsulfate reductase 1, chloroplastic |
| LOC108825831 | 3.715 | 3.490 | 0.298 | 0.939 | | 11.717 | ubiquinol-cytochrome-c reductase complex assembly factor 1-like |

표 45. QTL(모계유전지도의 Chr9_2) 영역과 일치하는 DEG의 리스트와 기능

| Gene symbol | Fold change | | | | | | Annotation product |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---|
| | 18-26 /19-16 | 18-26 /17-02 | 18-26 /17-13 | 19-16 /17-02 | 19-16 /17-13 | 17-13 /17-02 | |
| LOC108823912 | | | 0.468 | 7.326 | 113.519 | | peptidyl-prolyl cis-trans isomerase |
| LOC108825096 | | | | 2.971 | 1.129 | 2.630 | calmodulin-like protein 1 |
| LOC108826311 | | 1.012 | 1.007 | 28.770 | 28.630 | 1.005 | uncharacterized protein At5g50100, mitochondrial-like |
| LOC108827286 | | | | 0.965 | 1.273 | 0.758 | RNA-binding protein CP33, chloroplastic isoform X2 |
| LOC108827293 | | | | 1.884 | 1.465 | 1.286 | probable plastid-lipid-associated protein 1, chloroplastic |
| LOC108824435 | | 0.114 | 0.676 | 1.957 | 11.593 | 0.169 | 5'-adenylsulfate reductase 1, chloroplastic |
| LOC108824985 | | 0.129 | 0.130 | 1.938 | 1.951 | 0.994 | probable plastid-lipid-associated protein 1, chloroplastic |
| LOC108825108 | | 0.136 | | 1.881 | 1.342 | 1.401 | iron-sulfur assembly protein IscA-like 1, mitochondrial |
| LOC108825665 | | | | 0.874 | 1.209 | 0.723 | histone-lysine N-methyltransferase EZA1-like |
| LOC108826175 | | 0.180 | 0.171 | 1.943 | 2.075 | 0.936 | uncharacterized protein LOC108826175 |
| LOC108825561 | | 0.154 | 0.173 | 1.660 | 1.861 | 0.892 | pyrophosphate--fructose 6-phosphate 1-phosphotransferase subunit beta 2 |
| LOC108825001 | | 1.012 | | 10.174 | 0.609 | 16.714 | protein STABILIZED1-like |
| LOC108824403 | 1.005 | | 1.030 | | 1.025 | | protein SOGA3-like |
| LOC108825149 | 0.131 | | | 0.517 | 0.635 | 0.815 | DENN domain-containing protein 4B-like |
| LOC108823506 | 1.295 | 0.186 | | 0.144 | | 5.778 | uncharacterized protein LOC108823506 |
| LOC108827130 | 0.189 | 0.170 | | 1.568 | 0.758 | 2.070 | syntaxin-42 isoform X1 |
| LOC108828720 | 27.606 | 0.419 | 1.342 | 0.013 | 0.008 | 0.312 | probable receptor-like protein kinase At2g42960 |
| LOC108826168 | 30.568 | 0.771 | 0.405 | 0.003 | 0.002 | 1.905 | protein SENESCENCE-ASSOCIATED GENE 21, mitochondrial-like |
| LOC108828652 | 20.491 | 0.652 | 0.549 | 0.002 | 0.002 | 1.187 | NF-kappa-B-activating protein-like |
| LOC108824165 | 16.775 | 0.681 | 0.843 | 0.001 | 0.000 | 0.808 | aspartic proteinase A3-like |
| LOC108828594 | 13.760 | 0.712 | 1.119 | 0.002 | 0.000 | 0.636 | dormancy-associated protein homolog 3-like isoform X1 |
| LOC108824302 | 1.448 | 0.200 | 0.379 | 0.000 | 0.124 | 0.560 | LOW QUALITY PROTEIN: protein SET DOMAIN GROUP 41 |
| LOC108824087 | 15.152 | 1.128 | 4.362 | 0.000 | 0.288 | 0.259 | protein ABC transporter 1, mitochondrial |
| LOC108824950 | 49.790 | 4.328 | 0.966 | 0.000 | 0.000 | 4.479 | uncharacterized protein LOC108824950 |
| LOC108825692 | 20.960 | 1.889 | 1.192 | 0.000 | 0.000 | 1.585 | ribosome production factor 1-like |
| LOC108825506 | 9.845 | 0.979 | 0.879 | 0.000 | 0.000 | 1.114 | peptide methionine sulfoxide reductase B3 |
| LOC108823578 | 32.507 | 22.891 | 1.506 | 0.704 | 0.000 | 15.198 | tyrosine decarboxylase 1-like |
| LOC108823316 | 5.486 | 0.857 | 0.327 | 0.156 | 0.000 | 2.620 | uncharacterized protein LOC108823316 |
| LOC108827075 | 18.505 | 3.532 | 1.243 | 0.191 | 0.000 | 2.842 | protein FMP32, mitochondrial-like |
| LOC108827563 | 1.719 | 0.264 | 0.170 | 0.134 | 0.000 | 1.556 | uncharacterized protein LOC108827563 isoform X1 |

| | | | | | | | |
|--------------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|--|
| LOC108828222 | 0.603 | 0.824 | 10.009 | 1.367 | 16.612 | 0.000 | uncharacterized protein LOC108828222 |
| LOC108824950 | 49.790 | 4.328 | 0.966 | 0.000 | 0.019 | 4.479 | uncharacterized protein LOC108824950 |
| LOC108823578 | 32.507 | 22.891 | 1.506 | 0.704 | 10.000 | 35.198 | tyrosine decarboxylase 1-like |
| LOC108826168 | 30.568 | 0.771 | 0.405 | 0.000 | 0.013 | 1.905 | protein SENESCENCE-ASSOCIATED GENE 21, mitochondrial-like |
| LOC108828720 | 27.606 | 0.419 | 1.342 | 0.000 | 0.000 | 0.312 | probable receptor-like protein kinase At2g42960 |
| LOC108825692 | 20.960 | 1.889 | 1.192 | 0.000 | 0.000 | 1.585 | ribosome production factor 1-like |
| LOC108828652 | 20.491 | 0.652 | 0.549 | 0.000 | 0.000 | 1.187 | NF-kappa-B-activating protein-like |
| LOC108827075 | 18.505 | 3.532 | 1.243 | 0.191 | 0.000 | 2.842 | protein FMP32, mitochondrial-like |
| LOC108824165 | 16.775 | 0.681 | 0.843 | 0.000 | 0.000 | 0.808 | aspartic proteinase A3-like |
| LOC108827495 | 16.265 | 17.147 | 17.085 | 1.054 | 1.050 | 1.004 | uncharacterized protein LOC108827495 |
| LOC108824087 | 15.152 | 1.128 | 4.362 | 0.000 | 0.288 | 0.259 | protein ABC transporter 1, mitochondrial |
| LOC108828594 | 13.760 | 0.712 | 1.119 | 0.000 | 0.000 | 0.636 | dormancy-associated protein homolog 3-like isoform X1 |
| LOC108825944 | 12.419 | 1.452 | 1.294 | 0.117 | 0.104 | 1.122 | brix domain-containing protein F44G4.1-like |
| LOC108824227 | 0.602 | 50.383 | 12.434 | 83.623 | 20.637 | 4.052 | dormancy-associated protein homolog 3-like |
| LOC108825942 | 5.810 | 44.320 | 48.112 | 7.630 | 8.281 | 0.921 | protein CURVATURE THYLAKOID 1A, chloroplastic-like |
| LOC108825499 | 0.326 | 42.059 | 4.791 | 128.821 | 14.675 | 8.778 | aspartic proteinase A3 |
| LOC108824138 | 0.370 | 35.629 | 0.500 | 96.320 | 1.351 | 71.298 | zinc finger A20 and AN1 domain-containing stress-associated protein 7-like |
| LOC108825695 | 0.336 | 26.572 | 0.777 | 79.068 | 2.313 | 34.179 | ATP-dependent Clp protease ATP-binding subunit CLPT2, chloroplastic-like |
| LOC108827367 | 0.574 | 10.694 | 0.964 | 18.627 | 1.679 | 11.093 | uncharacterized protein LOC108827367 |
| LOC108826953 | 0.419 | 2.781 | 17.088 | 6.637 | 40.786 | 0.163 | NF-kappa-B-activating protein |
| LOC108828222 | 0.603 | 0.824 | 10.009 | 1.367 | 16.612 | 0.000 | uncharacterized protein LOC108828222 |
| LOC108826137 | 0.262 | 9.991 | 0.888 | 38.148 | 3.391 | 11.248 | elongation factor 1-delta 1-like isoform X1 |
| LOC108826311 | 0.000 | 1.012 | 1.007 | 28.770 | 28.630 | 1.005 | uncharacterized protein At5g50100, mitochondrial-like |
| LOC108826067 | 0.571 | 7.970 | 6.058 | 13.955 | 10.607 | 1.316 | DEAD-box ATP-dependent RNA helicase 34-like |
| LOC108827361 | 0.455 | 6.232 | 6.044 | 13.682 | 13.269 | 1.031 | uncharacterized protein LOC108827361 isoform X1 |
| LOC108825001 | 0.000 | 1.012 | 0.000 | 10.174 | 0.609 | 16.714 | protein STABILIZED1-like |
| LOC108823912 | 0.000 | 0.000 | 0.468 | 7.326 | 113.519 | 0.000 | peptidyl-prolyl cis-trans isomerase |
| LOC108824435 | 0.968 | 0.114 | 0.676 | 1.957 | 11.593 | 0.169 | 5'-adenylylsulfate reductase 1, chloroplastic |

표 46. QTL(부계유전지도의 Chr9_1) 영역과 일치하는 DEG의 리스트와 기능

| Gene symbol | Fold change | | | | | | Annotation product |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---|
| | 18-26 /19-16 | 18-26 /17-02 | 18-26 /17-13 | 19-16 /17-02 | 19-16 /17-13 | 17-13 /17-02 | |
| LOC108827286 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.965 | 1.273 | 0.758 | RNA-binding protein CP33, chloroplastic isoform X2 |
| LOC108827293 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.884 | 1.465 | 1.286 | probable plastid-lipid-associated protein 1, chloroplastic |
| LOC108824435 | 0.968 | 0.114 | 0.676 | 1.957 | 11.593 | 0.169 | 5'-adenylylsulfate reductase 1, chloroplastic |
| LOC108824985 | 0.000 | 0.129 | 0.130 | 1.938 | 1.951 | 0.994 | probable plastid-lipid-associated protein 1, chloroplastic |
| LOC108825665 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.874 | 1.209 | 0.723 | histone-lysine N-methyltransferase EZA1-like |
| LOC108826175 | 0.000 | 0.160 | 0.171 | 1.943 | 2.075 | 0.936 | uncharacterized protein LOC108826175 |
| LOC108825561 | 0.000 | 0.154 | 0.173 | 1.660 | 1.861 | 0.892 | pyrophosphate--fructose 6-phosphate 1-phosphotransferase subunit beta 2 |
| LOC108825001 | 0.000 | 1.012 | 0.000 | 10.174 | 0.609 | 16.714 | protein STABILIZED1-like |
| LOC108823506 | 1.295 | 0.186 | 0.000 | 0.144 | 0.000 | 5.778 | uncharacterized protein LOC108823506 |
| LOC108827130 | 0.108 | 0.170 | 0.000 | 1.568 | 0.758 | 2.070 | syntaxin-42 isoform X1 |
| LOC108828720 | 27.606 | 0.419 | 1.342 | 0.000 | 0.000 | 0.312 | probable receptor-like protein kinase At2g42960 |
| LOC108826168 | 30.568 | 0.771 | 0.405 | 0.000 | 0.013 | 1.905 | protein SENESCENCE-ASSOCIATED GENE 21, mitochondrial-like |
| LOC108828652 | 20.491 | 0.652 | 0.549 | 0.000 | 0.000 | 1.187 | NF-kappa-B-activating protein-like |
| LOC108824165 | 16.775 | 0.681 | 0.843 | 0.000 | 0.000 | 0.808 | aspartic proteinase A3-like |
| LOC108828594 | 13.760 | 0.712 | 1.119 | 0.000 | 0.000 | 0.636 | dormancy-associated protein homolog 3-like isoform X1 |
| LOC108824087 | 15.152 | 1.128 | 4.362 | 0.000 | 0.288 | 0.259 | protein ABC transporter 1, mitochondrial |
| LOC108824950 | 49.790 | 4.328 | 0.966 | 0.000 | 0.019 | 4.479 | uncharacterized protein LOC108824950 |
| LOC108825692 | 20.960 | 1.889 | 1.192 | 0.000 | 0.000 | 1.585 | ribosome production factor 1-like |
| LOC108825506 | 9.845 | 0.979 | 0.879 | 0.000 | 0.000 | 1.114 | peptide methionine sulfoxide reductase B3 |
| LOC108823316 | 5.486 | 0.857 | 0.327 | 0.136 | 0.000 | 2.620 | uncharacterized protein LOC108823316 |
| LOC108827563 | 1.719 | 0.264 | 0.170 | 0.134 | 0.000 | 1.556 | uncharacterized protein LOC108827563 isoform X1 |
| LOC108828222 | 0.603 | 0.824 | 10.009 | 1.367 | 16.612 | 0.000 | uncharacterized protein LOC108828222 |
| LOC108824950 | 49.790 | 4.328 | 0.966 | 0.000 | 0.019 | 4.479 | uncharacterized protein LOC108824950 |
| LOC108826168 | 30.568 | 0.771 | 0.405 | 0.000 | 0.013 | 1.905 | protein SENESCENCE-ASSOCIATED GENE 21, mitochondrial-like |
| LOC108828720 | 27.606 | 0.419 | 1.342 | 0.000 | 0.000 | 0.312 | probable receptor-like protein kinase At2g42960 |
| LOC108825692 | 20.960 | 1.889 | 1.192 | 0.000 | 0.000 | 1.585 | ribosome production factor 1-like |
| LOC108828652 | 20.491 | 0.652 | 0.549 | 0.000 | 0.000 | 1.187 | NF-kappa-B-activating protein-like |
| LOC108824165 | 16.775 | 0.681 | 0.843 | 0.000 | 0.000 | 0.808 | aspartic proteinase A3-like |
| LOC108827495 | 16.265 | 17.147 | 17.085 | 1.054 | 1.050 | 1.004 | uncharacterized protein LOC108827495 |
| LOC108824087 | 15.152 | 1.128 | 4.362 | 0.000 | 0.288 | 0.259 | protein ABC transporter 1, mitochondrial |

| | | | | | | | |
|--------------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--|
| LOC108828594 | 13.760 | 0.712 | 1.119 | 0.117 | 0.104 | 0.636 | dormancy-associated protein homolog 3-like isoform X1 |
| LOC108825944 | 12.419 | 1.452 | 1.294 | 0.117 | 0.104 | 1.122 | brix domain-containing protein F44G4.1-like |
| LOC108824227 | 0.602 | 50.363 | 12.434 | 83.623 | 20.637 | 4.052 | dormancy-associated protein homolog 3-like |
| LOC108825499 | 0.326 | 42.059 | 4.791 | 128.821 | 14.675 | 8.778 | aspartic proteinase A3 |
| LOC108824138 | 0.370 | 35.629 | 0.500 | 96.320 | 1.351 | 71.298 | zinc finger A20 and AN1 domain-containing stress-associated protein 7-like |
| LOC108825695 | 0.336 | 26.572 | 0.777 | 79.068 | 2.313 | 34.179 | ATP-dependent Clp protease ATP-binding subunit CLPT2, chloroplastic-like |
| LOC108826953 | 0.419 | 2.781 | 17.088 | 6.637 | 40.786 | 0.163 | NF-kappa-B-activating protein |
| LOC108828222 | 0.603 | 0.824 | 10.009 | 1.367 | 16.612 | 0.000 | uncharacterized protein LOC108828222 |
| LOC108826067 | 0.571 | 7.970 | 6.058 | 13.955 | 10.607 | 1.316 | DEAD-box ATP-dependent RNA helicase 34-like |
| LOC108825001 | 0.000 | 1.012 | 0.000 | 10.174 | 0.609 | 16.714 | protein STABILIZED1-like |
| LOC108824435 | 0.000 | 0.113 | 0.676 | 1.957 | 11.593 | 0.188 | 5'-adenylylsulfate reductase 1, chloroplastic |

표 47. 소포자배양 연관 후보유전자

| Gene symbol | Description |
|--------------|---|
| LOC108825201 | flavin-containing monooxygenase FMO GS-OX2-like |
| LOC108828692 | anther-specific proline-rich protein APG-like |
| LOC108820864 | 40S ribosomal protein S29-like |
| LOC108826003 | 40S ribosomal protein S11-3-like |
| LOC108828509 | 30S ribosomal protein S1, <u>chloroplastic</u> |
| LOC108825665 | histone-lysine N-methyltransferase EZA1-like |
| LOC108825682 | <u>rRNA</u> -processing protein fcf2-like |
| LOC108827286 | RNA-binding protein CP33, <u>chloroplastic</u> isoform X2 |
| LOC108825692 | ribosome production factor 1-like |

- (1) Flavin-containing monooxygenase는 옥신 생합성의 효소로 작용해 식물의 뿌리 재생에 관여함 (Zhao et al. 2001)
- (2) Anther-specific proline-rich protein은 소포자 발달 동안 웅성배우자 형성에 관여함
- (3) 이 외에도 전사 번역 과정에 관여하는 다양한 리보솜 단백질 관련 유전자들이 포함됨

13. 분자 마커 개발

- 가. 소포자배양의 효율을 사전에 테스트할 수 있는 분자 마커를 개발하기 위해 QTL 영역에 있는 SNP를 표적으로 하는 10개의 프라이머 세트를 제작
- 나. 제작된 프라이머는 시중의 유전자원을 이용해 다형성을 확인함.
- 다. 정확한 마커의 이용을 위하여 추후 더욱더 정밀한 검정이 요구됨.

표 48. SNP를 표적으로 디자인된 소포자 배양 관련 프라이머 세트

| Chromosome | SNP position (bp) | Forward primer (5'→3') | Reverse primer (5'→3') |
|------------|-------------------|--------------------------|-------------------------|
| 3 | 6105306 | GTGCCAGCTATTCCAAAGAT | AATCTTCCTTCGACAAAACC |
| 3 | 6284431 | CCTTAACTCCTCCAGGATAACCA | TTCGAATGCATTTGCTACTACC |
| 8 | 11464838 | ACTATTGGCCCAACATCTCC | CTACGCAGCTCTTTGGATCATC |
| 8 | 12927929 | CAACTTGGTATACTTCTCCATC | CACAACTTGTTTTATCCATGC |
| 9 | 30801249 | ACGACTTCCTGATATGACGG | CAATAGAATGACATGCATCAAG |
| 9 | 13024615 | GAATTACATACTTTCCTCACACC | AGATTGTGTGCATCATCACA |
| 9 | 26487086 | AAATGGCTGGACCAAGGCTT | TTGAGGACCTGTAGACCTTCCC |
| 9 | 13606795 | GGATTGATGAGGTTAATGCTG | CCTCGTAGGTAGATGACCTCTG |
| 9 | 23274580 | GGTATCCCAGAAGACATTAGTGG | CGTCCATCCATTTATTCTATGC |
| 9 | 14930372 | ATTGAGTATATAAGTCACACAAGC | TTCAATTTTAGACAATCAAAGTG |

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

○ 최종목표

- 배추과 채소 품종 육성 회사의 수출 및 내수 목표 부합 소재신속 개발을 위한 소포자 배양 기술 적용 및 배상체 발생을 제고 기술 개발
- 소포자 배양기술을 이용한 배추과 채소 육종 소재 개발
- 배추과 소포자 배양 효율 증진 연관 인자의 유전적 탐색 연구
 - 배추과 채소의 소포자 배양 계통 특성 및 유전형 정보의 수집
 - 소포자배양 관련 분자표지를 이용하여 소포자배양의 효율성을 사전에 검정할 수 있는 시스템 구축
 - 배추과 채소에서 유전적 다형성 자료 수집의 분석 파이프라인(GBS)을 확립하여 다른 형질에 적용할 수 있는 기반을 마련

○ 정량적 성과 목표

(단위 : 건수)

| 구분 | 품종개발 | | 특허 | | 논문 | | 유전자원 | | 자원분양 | 기술이전 | 배양서비스 | 홍보 |
|------|------|----|----|----|-----|------|------|----|------|------|-------|----|
| | 출원 | 등록 | 출원 | 등록 | SCI | 비SCI | 수집 | 등록 | | | | |
| 최종목표 | | | | | 2 | | | | | | 1,000 | |
| 1차년도 | 목표 | | | | 1 | | | | | | 200 | |
| | 실적 | | | | | 1 | | | | | 204 | |
| 2차년도 | 목표 | | | | | | | | 10 | 1 | 200 | |
| | 실적 | | | | 1 | | 15 | | 19 | 2 | 201 | |
| 3차년도 | 목표 | | | | 1 | | | | | | 200 | |
| | 실적 | | | | 1 | | 8 | | 41 | | 277 | 2 |
| 4차년도 | 목표 | | | | | | | | | | 200 | |
| | 실적 | | | | | | | | 12 | | 204 | |
| 5차년도 | 목표 | | | | | | | | | | 200 | |
| | 실적 | | | | | | | | | | 181 | |
| 소계 | 목표 | | | | 2 | | | | | | 1,000 | |
| | 실적 | | | | 2 | 1 | 23 | | 72 | 2 | 1,067 | 2 |

- SCI(E)급 논문 2건 게재 내역

1. Chung YS, Lee YG, Silva RR, Park S, Park MY, Lim YP, Choi SC, Kim C. 2018. Potential SNPs related to microspore culture in *Raphanus sativus* based on a single-marker analysis. *Canadian Journal of Plant Science*. 98:1072-1083 (교신저자: 김창수, ISSN: 0008-4220, IF 1.018)
2. Kim K, Kang Y, Lee S, Choi S, Jeon D, Park M-Y, Park S, Lim YP, Kim C. 2020. Quantitative Trait Loci (QTLs) Associated with Microspore Culture in *Raphanus sativus* L. (Radish). *Genes*. 11:337 (교신저자: 김창수, ISSN: 2073-4425, IF 4.090)

3-2. 목표 달성여부

| 당초목표 | 당초연구목표 대비 연구결과 |
|---|--|
| <p>① 배추과 채소 소포자 배양 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 소포자 배양용 소재 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 뿌리혹병 등 병에 매우 강한 저항성 소재와 고품질 배추 품종간의 종속간 교배를 통한 유전적 변이 확대용 신소재 개발 - 신규 유전 자원 수집 및 평가 ○ 배추과 채소 소포자 배양에 효과적인 세부 조건 구명 및 소재 선발, 계통 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 배추과 채소(배추, 무, 양배추 및 팍초이) 소포자 배양 효율 증진을 위한 세부 조건 구명 - 배양 환경 개선(광 환경 등)을 통한 배양 효율 향상 - 소포자 배양용 선발 소재를 활용한 소포자 배양 및 배양식물체 획득(뿌리혹병, 흰가루병 저항성, 내서성 자원 등 유래) | <p>① 배추과 채소 소포자 배양 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 소포자 배양용 소재 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 원예원 보유 계통 및 도입자원 100여점의 뿌리혹병 저항성 평가(서산, 연천, 강릉 군주 이용) 및 선발 - 선발 우수계통의 글루코시놀레이트 함량 평가 ○ 배추과 채소 소포자 배양기술 개발 및 배양 유래 자원의 계통화 <ul style="list-style-type: none"> - 배양 조건(배지 등) 확립 및 배양 환경 개선(광 환경 등)을 통한 배양 효율 향상 - 소포자 배양용 선발 소재를 활용한 소포자 배양 및 배양식물체 획득(뿌리혹병, 흰가루병 저항성, 내서성 자원 등 유래) |
| <p>② 배추과 채소 소포자 배양 서비스 실시</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 소포자 배양 서비스 실시: 참여 업체 소재 배양 서비스 200점/년 및 배양 조건 탐색 ○ 소포자 배양 유래 자원의 평가를 통한 계통화 및 홍보 실시 | <p>② 배추과 채소 소포자 배양 서비스 실시</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 배양 의뢰: 1,137점(대일국제종묘 등 8개 업체) <ul style="list-style-type: none"> - 2017년 204건, 2018년 276건, 2019년 272건, 2020년 204건, 2021년 181건, 작물별로는 무 486건, 배추 496건, 팍초이 127건 ○ 배상체 획득수: 10,014개 <ul style="list-style-type: none"> - 획득한 배상체 점수는 2017년 4,546점, 2018년 2,102점, 2019년 1,737점, 2020년 612점, 2021년 1,017점, 작물별로는 무 1,200점, 배추 7,470점, 팍초이 1,342점 |
| <p>③ 배추과 소포자 배양 효율 연관 유전 인자 탐색</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 유전집단의 분석을 위하여 GBS를 이용 ○ 재분화율과 연관관계를 가지는 SNP의 염기서열을 이용하여 배추 표준유전체와의 비교 분석하고 물리적으로 근접한 유전자 | <p>③ 배추과 소포자 배양 효율 연관 유전 인자 탐색</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 유전집단의 분석을 위하여 GBS를 이용하여 단일표지분석법(single marker analysis) 실시 ○ 재분화율과 연관관계를 가지는 SNP의 염 |

| 당초목표 | 당초연구목표 대비 연구결과 |
|---|---|
| <p>정보 탐색</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 유전자발현 프로파일링 분석을 통한 소포자배양 관련 유전인자 탐색 ○ 소포자배양 관련 SNP를 표적으로 하는 분자 마커의 개발 | <p>기서열을 이용하여 배추 표준유전체와의 비교 분석하고 물리적으로 근접한 유전자 정보 탐색</p> <ul style="list-style-type: none"> - 재분화율과 관련된 총 55개의 분자표지 (SNPs)을 찾고 이 중 15개의 분자표지와 물리적으로 가까운 위치에 있는 10개의 재분화율 관련 후보 유전자 군을 발굴 <ul style="list-style-type: none"> ☞ 재분화율 관련 단일표지분석 결과를 SCI 저널에 게재(Canadian Journal of Plant Science, IF: 1.1) ○ 재분화율 연구관련 F₁ 집단 QTL 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 모계유전지도에서 총 3개, 부계 유전지도에서 총 1개의 QTL이 소포자배양 효율과 연관이 있는 것으로 밝혀짐 ☞ SCI급 저널 게재 (Genes, IF: 4.0) ○ 유전자발현 프로파일링 분석을 통한 소포자배양 관련 유전인자 탐색 |

○ 정량적 성과

| 구분 | 품종개발 | | 특허 | | 논문 | | 유전자원 | | 자원 분양 | 기술 이전 | 배양 서비스 | 홍보 |
|----------|--------|----|----|----|-----|-------|------|----|-------|-------|--------|----|
| | 출원 | 등록 | 출원 | 등록 | SCI | 비 SCI | 수집 | 등록 | | | | |
| 최종목표 | | | | | 2 | | | | | | 1,000 | |
| 최종실적 | | | | | 2 | 1 | 23 | | 72 | 2 | 1,067 | 2 |
| 달성률(%) | | | | | 100 | | | | | | 107 | |
| 1차 년도 | 목표 | | | | 1 | | | | | | 200 | |
| | 실적 | | | | | 1 | | | | | 204 | |
| | 달성률(%) | | | | 0 | 추가 | | | | | 102 | |
| 2차 년도 | 목표 | | | | | | | | 10 | 1 | 200 | |
| | 실적 | | | | 1 | | 15 | | 19 | 2 | 201 | |
| | 달성률(%) | | | | 추가 | | 추가 | | 190 | 200 | 100 | |

| 구분 | | 품종개발 | | 특허 | | 논문 | | 유전자원 | | 자원 분양 | 기술 이전 | 배양 서비스 | 홍보 |
|----------|--------|------|----|----|----|-----|----------|------|----|----------|----------|-----------|----|
| | | 출원 | 등록 | 출원 | 등록 | SCI | 비 SCI | 수집 | 등록 | | | | |
| 3차 년도 | 목표 | | | | | 1 | | | | | | 200 | |
| | 실적 | | | | | 1 | | 8 | | 41 | | 277 | 2 |
| | 달성률(%) | | | | | 100 | | 추가 | | 추가 | | 139 | 추가 |
| 4차 년도 | 목표 | | | | | | | | | | | 200 | |
| | 실적 | | | | | | | | | 12 | | 204 | |
| | 달성률(%) | | | | | | | | | 추가 | | 102 | |
| 5차 년도 | 목표 | | | | | | | | | | | 200 | |
| | 실적 | | | | | | | | | | | 181 | |
| | 달성률(%) | | | | | | | | | | | 91 | |

3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

- 해당없음

4. 연구결과의 활용 계획 등

4-1. 활용계획

- 소포자 배양 유래 육성자원의 평가 및 세대진전을 통한 품종화
- 소포자 배양 관련 DEGs에 대한 SCI 논문 1편 투고 계획(2편 기 게재)
- 국립원예특작과학원 자체 수행과제 ‘배추, 무 소포자 유래 기능성, 내재해성 신육종소재 개발 (’22~25)’ 후속연구 수행
- 소포자 배양 기술 매뉴얼 작성 및 교육, 홍보 계획

4-2. 기대효과

- 다국적 종자회사에서 배추과 모든 채소 작목의 소포자 배양에 의한 계통 육성을 적극적으로 추진
- DH inbred line은 유전적으로 순도가 매우 높아 품종 육성 뿐 아니라 내병성, 기능성 및 환경저항성 등 다양한 목표에 부합함
- 다양한 자원의 개발이 용이하며, 유전적 순도가 높아 분자표지 적용이 용이하고 하나의 특성 발현에 다수 유전자가 관여될 경우 해당 유전자의 집적도 가능하여 활용 가치가 높음
- DH inbred line 또는 이를 이용한 일대잡종 품종의 우수 특성 발현 관련 유전 정보, 기능성 성분 분석, 내병성 등 발현 입증으로 홍보 및 사업화 촉진

붙임. 참고문헌

- Abdollahi M. R., Moieni A., Javaran M.J. 2004. Interactive effects of heat shock and culture density on embryo induction in isolated microspores culture of *Brassica napus* L. cv. Global. Iranian J. of Biotech. 2(2): 97-100.
- Abdollahi M. R., Moieni A., Mousavi A. A., and Salmanian A. H. 2011. High frequency production of rapeseed transgenic plants via combination of microprojectile bombardment and secondary embryogenesis of microspore-derived embryos. Molecular Biology Reports. 38(2): 711-719.
- Akaba, M., Kaneko, Y., Hatakeyama, K., Ishida, M., Bang, S. W., and Matsuzawa, Y. 2009. Identification and evaluation of clubroot resistance of radish chromosome using a *Brassica napus* - *Raphanus sativus* monosomic addition line. Breeding Science. 59(2): 203-206.
- Ayers, G. W. 1957. Races of *Plasmodiophora brassicae*. Canadian Journal of Botany. 35(6): 923-932.
- Bhowmik P., Ellison E., Polley B., Bollina V., Kulkarni M., Ghanbarnia K., ... and Kagale S. (2018). Targeted mutagenesis in wheat microspores using CRISPR/Cas9. Scientific reports. 8(1): 1-10.
- Braselton J. P. 1995. Current status of the Plasmodiophorids. Critical reviews in microbiology. 21(4): 263-275.
- Butcher D. N., Searle L. M. and Mousdale D. M. A. 1976. The role of glucosinolates in the club root disease of the cruciferae [Susceptibility to clubbing by *Plasmodiophora brassicae* in *Brassica* species and varieties]. In International Symposium over Fytofarmacie en Fytiatrie.
- Cao M. Q., Li Y., Liu F. and Doré C. 1994. Embryogenesis and plant regeneration of pakchoi (*Brassica rapa* L. ssp. *chinensis*) via in vitro isolated microspore culture. Plant cell reports. 13(8): 447-450.
- Cho K. S. 2002. Pathogenic differentiation of *Plasmodiophora brassicae* and selection of chinese cabbage cultivars resistant to clubroot disease in highland. Korean J. Breed. 34: 168-173.
- Choi, Y.H., Park K.Y., Lee S.M., Yoo M.A., and Lee W.H. 1995. Inhibitory effect of the fresh juice of kale on the genotoxicity of aflatoxin B-1. Korean Journal of Genetics 17(3): 183-190.
- Chuong P. V. and Beversdorf W. D. 1985. High frequency embryogenesis through isolated microspore culture in *Brassica napus* L. and *B. carinata* Braun. Plant science. 39(3): 219-226.
- Clarke D. B. 2010. Glucosinolates, structures and analysis in food. Analytical Methods. 2(4): 310-325.
- Dekhuijzen H. M. and Overeem J. C. 1971. The role of cytokinins in clubroot formation.

Physiological Plant Pathology. 1(2): 151–161.

Dias da Silva J. C. 2001. Effect of incubation temperature regimes and culture medium on broccoli microspore culture embryogenesis. *Euphytica*. 119(3): 389–394.

Elhiti M., Wally O. S., Belmonte M. F., Chan A., Cao Y., Xiang D., and Stasolla C. 2013. Gene expression analysis in microdissected shoot meristems of *Brassica napus* microspore-derived embryos with altered shoot meristemless levels. *Planta*. 237(4): 1065–1082.

Fan Z., Armstrong K. C. and Keller W. A. 1988. Development of microspores in vivo and in vitro in *Brassica napus* L. *Protoplasma*. 147: 191 - 199.

Ferrie A. M. R., Caswell K. L. 2011. Isolated microspore culture techniques and recent progress for haploid and doubled haploid plant production. *Plant Cell Tiss Organ Cult* 104:301–309.

Ferrie A. M. R., Epp D. J. and Keller W. A. 1995. Evaluation of *Brassica rapa* L. genotypes for microspore culture response and identification of a highly embryogenic line. *Plant cell reports*. 14(9): 580–584.

Gu H. H., Hagberg P. and Zhou W. J. 2004. Cold pretreatment enhances microspore embryogenesis in oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Plant Growth Regulation*. 42(2): 137–143.

Hong S. Y. and Lee S. S. 1995. Microspore culture of ×*Brassicoraphanus*. *J. Kor. Soc. Hort*. 36: 453–459.

Hong S. Y., Cho K. S., Moon J. Y., Ryu S. Y., Lee H. C. and Yoon H. K. 2005. Microspore culture and its progeny test for resistant line to clubroot (*Plasmodiophora brassicae*) in chinese cabbage. *Kor. J. Hort. Technol*. 23: 45

Grsic S., Kirchheim B., Pieper K., Fritsch M., Hilgenberg W. and Ludwig Müller J. 1999. Induction of auxin biosynthetic enzymes by jasmonic acid and in clubroot disease chinese cabbage plants. *Physiologia Plantarum*. 105(3): 521–531.

Jang S. J., Heo S. H., Jang C. S., Kang S. W., Lim Y. P., and Kim H. G. 2007. Race and dominant population of chinese cabbage clubroot pathogen, *Plasmodiophora brassicae* in Korea. *Res. Plant Dis*. 13: 45–49.

Johnston T. D. 1968. Clubroot in Brassicae: A standard inoculation technique and the specification of races. *Plant Pathol*. 17: 184–187.

Kim Y. H. and Lee S. S. 1997. Microspore culture of chinese cabbage (*Brassica campestris* ssp. *pekinensis*) and korea turnip (*B. campestris* ssp. *rapa*). *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*. 38: 368–371.

Kim K., Lee Y., Cho H., Jang Y. and Park K. 2012. Effects of culture condition on embryogenesis in microspore culture of *Brassica napus* L. domestic cultivar 'Tammiyuchae'. *Korean Journal of Crop Science*. 57(4): 317–323.

Kitashiba H., Taguchi K., Kaneko I., Inaba K., Yokoi S., Takahata Y. and Nishio T. 2016. Identification of loci associated with embryo yield in microspore culture of *Brassica rapa* by segregation distortion analysis. *Plant cell reports*. 35(10): 2197–2204.

- Kwak J. H., Park M. Y., Lee J. G., Park S., Kim D. Y., Jeong S. R., and Yoon M. K. 2012. Development of new broccoli varieties from elite lines obtained by microspore cultivation method. *Korean Journal of Agricultural Science*. 39(4): 497–502.
- Kwak J. H., Park M. Y., Chae W. B., Kim D. Y., Park S., Cheong S. R and Yoon M. Y. 2013. Development of clubroot resistant cabbage. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 31(2): 101
- Lee S. and Kim A. 2000. Effects of cultural vessel, plant growth regulator, illuminating and shaking on embryo induction and growth in microspore culture of heading chinese cabbage. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*. 41(1): 16–20.
- Lee S. S, Kim J. K., Jun W. and Choi W. J. 2001. Development of dihaploid lines resistant to *Erwinia carotovora* in chinese cabbage. *J. Kor. Soc. Hort.* 42: 682–684.
- Lee S., Kim J. S., Kang S. H., Sohn S. H. and Won S. Y. 2016. Rediscovery of haploid breeding in the genomics era. *Journal of Plant Biotechnology*. 43(1): 12–20.
- Lee S. S. and Nam S. C. 1995. Microspore culture of broccoli. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 36: 635–640.
- Lichter R. 1982. Induction of haploid plants from isolated pollen of *Brassica napus*. *Zeitschrift für Pflanzen physiologie*. 105: 427–434.
- Malik M. R. and Krochko J. E. 2009. Gene expression profiling of microspore embryogenesis in *Brassica napus*. In *Advances in Haploid Production in Higher Plants*. 115–125.
- Na H., Park S., Hwang G., Yoon M. and Chun C. 2009. Medium, AgNO₃, activated charcoal and NAA effects on microspore culture in *Brassica rapa*. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology*. 27(4): 657–661.
- Na H., Hwang G., Kwak J. H., Yoon M. K. and Chun C. 2011. Microspore derived embryo formation and doubled haploid plant production in broccoli (*Brassica oleracea* L. var *italica*) according to nutritional and environmental conditions. *African Journal of Biotechnology*. 10(59). 12535–12541.
- Nakata K. and Takimoto K. 1928. List of disease of cultivated plants in Korea. *J. Agric. Exp.* 15: 77–78.
- Narisawa K., Kageyama K. and Hashiba, T. 1996. Efficient root infection with single resting spores of *Plasmodiophora brassicae*. *Mycological Research*. 100(7): 855–858.
- Park E. J., Lee J. S., An D. J. and Kim M. Z. 2010. The effect of medium change after pretreating microspores, medium addition, and volume of under solid medium in double layer culture on the production of embryos in isolated microspore culture of hot pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Plant Biotechnology*. 37(4): 494–504.
- Park S., Yoon M. K. and Lim Y. P. 2011. Development of clubroot race4 resistant inbreds using conventional breeding and microspore culture method in chinese cabbage. *CNU J Agric Sci*. 38: 613–618.
- Pechan P. M. and Keller W. A. 1988. Identification of potentially embryogenic microspores in *Brassica napus*. *Physiol Plant*. 74: 377 - 384.
- RDA. (2007). Development of disease resistant chinese cabbage using biotechnology. Rural

- development administration national institute of horticultural and herbal science.
- Seo M. S., Sohn S. H., Park B. S., Ko H. C. and Jin M. 2014. Efficiency of microspore embryogenesis in *Brassica rapa* using different genotypes and culture conditions. *Journal of Plant Biotechnology*. 41(3): 116–122.
- Takahashi Y., Yokoi S. and Takahata Y. 2012. Effects of genotypes and culture conditions on microspore embryogenesis and plant regeneration in several subspecies of *Brassica rapa* L. *Plant biotechnology reports*. 6(4): 297–304.
- Takahata Y. and Keller W. A. 1991. High frequency embryo–genesis and plant regeneration in isolated microspore culture of *Brassica oleracea* L. *Plant*. 74: 235–242.
- Takahata Y., Komatsu H. and Kaizuma N. 1996. Microspore culture of radish (*Raphanus sativus* L.): influence of genotype and culture conditions on embryogenesis. *Plant Cell Rep*. 16: 163–166.
- Tanaka S., Kochi S., Kunita H., Ito S. and Kameya I. M. 1999. Biological mode of action of the fungicide, flusulfamide, against *Plasmodiophora brassicae* (clubroot). *Eur. J. Plant Pathol*. 105: 577–584.
- Tanaka S., Fujiyama S., Shigemori S., Nakayama A., Ito S. and Kameya I. M. 1998. Pathogenesis of isolates of *Plasmodiophora Brassicae* from Japan. (1) Race and pathogenesis in clubroot resistant cultivars. *Proc. Assoc. Plant Protect. Kyushu*. 44: 15–19.
- Tefera A.A. 2017. Review on concept and impact of double haploid techniques in crop improvement. *J. of Natural Sci. Research* 7(23): 10–20.
- Zhang F. L., Aoki S. and Takahata Y. 2003. RAPD markers linked to microspore embryogenic ability in *Brassica* crops. *Euphytica*. 131(2): 207–213.
- Zhang G. Q., Zhang D. Q., Tang G. X., He Y. and Zhou W. J. 2006. Plant development from microspore–derived embryos in oilseed rape as affected by chilling, desiccation and cotyledon excision. *Biologia Plantarum*. 50(2): 180–186.
- Williams P. H. 1966. A system for the determination of races of *Plasmodiophora brassicae* that infect cabbage and rutabaga. *Phytopathology*. 56: 624–626.
- Wit F. and Van de Weg M. (1964). Clubroot–resistance in turnips (*Brassica campestris* L.). Physiologic races of the parasite and their identification in mixtures. *Euphytica*. 13(1): 9–18.

<위탁과제>

- Poland, Jesse A., and Trevor W. Rife. "Genotyping by sequencing for plant breeding and genetics." *The Plant Genome* 5.3 (2012).
- Seifert, Felix, et al. "Analysis of wheat microspore embryogenesis induction by transcriptome and small RNA sequencing using the highly responsive cultivar "Svilena"." *BMC plant biology* 16.1 (2016): 1–16.
- Ikeuchi, Momoko, et al. "Molecular mechanisms of plant regeneration." *Annual review of plant biology* 70 (2019): 377–406.
- Cheng, Yan, et al. "Exploring differentially expressed genes of microspore embryogenesis under heat stress in sweet pepper." *African Journal of Biotechnology*

19.9 (2020): 661–674.

Zhai, Lulu, et al. "Transcriptional identification and characterization of differentially expressed genes associated with embryogenesis in radish (*Raphanus sativus* L.)." *Scientific reports* 6.1 (2016): 1–13.

Bélangier, Sébastien, et al. "Differential expression profiling of microspores during the early stages of isolated microspore culture using the responsive barley cultivar gobernadora." *G3: Genes, Genomes, Genetics* 8.5 (2018): 1603–1614.

Ahmadi, Behzad, Mehran E. Shariatpanahi, and Jaime A. Teixeira da Silva. "Efficient induction of microspore embryogenesis using abscisic acid, jasmonic acid and salicylic acid in *Brassica napus* L." *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)* 116.3 (2014): 343–351.

Hays, Dirk B., et al. "Role of ethylene in cotyledon development of microspore derived embryos of *Brassica napus*." *Journal of experimental botany* 51.352 (2000): 1851–1859.

Hays, Dirk B., Edward C. Yeung, and Richard P. Pharis. "The role of gibberellins in embryo axis development." *Journal of Experimental Botany* 53.375 (2002): 1747–1751.

Hale, Brett, et al. "Differential expression profiling reveals stress-induced cell fate divergence in soybean microspores." *Plants* 9.11 (2020): 1510.

연구개발보고서 초록

| | | | | | |
|----------------|---|------------|----------------------|-----------------------------|-----|
| 프로젝트명 | (국문) 배추과 육종소재 신속개발 및 서비스 | | | | |
| | (영문) Developing and Providing Service for Breeding Materials in Brassicaceae vegetables | | | | |
| 프로젝트 연구기관 | 농촌진흥청 국립원예특작과학원 | 프로젝트연구 책임자 | (소속) 농촌진흥청 국립원예특작과학원 | | |
| 참여기업 | 충남대학교 | | (성명) 장운아 | | |
| 총연구개발비 (천원) | 계 | 1,104,000 | 총 연구기간 | 2017.1.1. ~ 2021.12.31.(5년) | |
| | 정부출연 연구개발비 | 1,104,000 | 총 연구 원 수 | 총인원 | 36명 |
| | 기업부담금 | | | 내부인원 | 36명 |
| | 연구기관부담금 | | | 외부인원 | |

1. 연구개발 목표 및 성과

○ 최종목표

- 배추과 채소 품종 육성 회사의 수출 및 내수 목표 부합 소재신속 개발을 위한 소포자 배양기술 적용 및 배상체 발생을 제고 기술 개발
- 소포자 배양기술을 이용한 배추과 채소 육종 소재 개발
- 배추과 소포자 배양 효율 증진 연관 인자의 유전적 탐색 연구
 - 배추과 채소의 소포자 배양 계통 특성 및 유전형 정보의 수집
 - 소포자배양 관련 분자표지를 이용하여 소포자배양의 효율성을 사전에 검정할 수 있는 시스템 구축
 - 배추과 채소에서 유전적 다형성 자료 수집의 분석 파이프라인(GBS)을 확립하여 다른 형질에 적용할 수 있는 기반을 마련

○ 정량적 성과

(단위 : 건수)

| 구분 | 품종개발 | | 특허 | | 논문 | | 유전자원 | | 자원분양 | 기술이전 | 배양서비스 | 홍보 |
|------|------|----|----|----|-----|------|------|----|------|------|-------|----|
| | 출원 | 등록 | 출원 | 등록 | SCI | 비SCI | 수집 | 등록 | | | | |
| 최종목표 | | | | | 2 | | | | | | 1,000 | |
| 1차년도 | 목표 | | | | 1 | | | | | | 200 | |
| | 실적 | | | | | 1 | | | | | 204 | |
| 2차년도 | 목표 | | | | | | | | 10 | 1 | 200 | |
| | 실적 | | | | 1 | | 15 | | 19 | 2 | 201 | |
| 3차년도 | 목표 | | | | 1 | | | | | | 200 | |
| | 실적 | | | | 1 | | 8 | | 41 | | 277 | 2 |
| 4차년도 | 목표 | | | | | | | | | | 200 | |
| | 실적 | | | | | | | | 12 | | 204 | |
| 5차년도 | 목표 | | | | | | | | | | 200 | |
| | 실적 | | | | | | | | | | 181 | |
| 소계 | 목표 | | | | 2 | | | | | | 1,000 | |
| | 실적 | | | | 2 | 1 | 23 | | 72 | 2 | 1,067 | 2 |

2. 연구내용 및 결과

○ 연구내용

(1) 배추과 채소 소포자 배양 기술 개발

○ 소포자 배양용 소재 선발

- 뿌리혹병 등 병에 매우 강한 저항성 소재와 고품질 배추 품종간의 종속간 교배를 통한 유전적 변이 확대용 신소재 개발
- 신규 유전 자원 수집 및 평가

○ 배추과 채소 소포자 배양에 효과적인 세부 조건 구명 및 소재 선발, 계통 육성

- 배추과 채소(배추, 무, 양배추 및 깍초이) 소포자 배양 효율 증진을 위한 세부 조건 구명
- 배양 환경 개선(광 환경 등)을 통한 배양 효율 향상
- 소포자 배양용 선발 소재를 활용한 소포자 배양 및 배양식물체 획득(뿌리혹병, 흰가루병 저항성, 내서성 자원 등 유래)

(2) 배추과 채소 소포자 배양 서비스 실시

- 소포자 배양 서비스 실시: 참여 업체 소재 배양 서비스 200점/년 및 배양 조건 탐색
- 소포자 배양 유래 자원의 평가를 통한 계통화 및 홍보 실시

(3) 배추과 소포자 배양 효율 연관 유전 인자 탐색

- 유전집단의 분석을 위하여 GBS를 이용
- 재분화율과 연관관계를 가지는 SNP의 염기서열을 이용하여 배추 표준유전체와의 비교 분석하고 물리적으로 근접한 유전자 정보 탐색
- 유전자발현 프로파일링 분석을 통한 소포자배양 관련 유전인자 탐색
- 소포자배양 관련 SNP를 표적으로 하는 분자 마커의 개발

○ 연구결과

(1) 배추과 채소 소포자 배양 기술 개발

- 배추과 채소 소포자 배양기술 개발 및 배양 유래 자원의 계통화
 - 배양 조건(배지 등) 확립 및 배양 환경 개선(광 환경 등)을 통한 배양 효율 향상
 - 소포자 배양용 선발 소재를 활용한 소포자 배양 및 배양식물체 획득
(뿌리혹병, 흰가루병 저항성, 내서성 자원 등 유래)

(2) 배추과 채소 소포자 배양 서비스 실시

- 배양 의뢰: 1,137점(대일국제종묘 등 8개 업체)
 - 2017년 204건, 2018년 276건, 2019년 272건, 2020년 204건, 2021년 181건, 작물별로는 무 486건, 배추 496건, 팥초이 127건
- 배상체 획득수: 10,014개
 - 획득한 배상체 점수는 2017년 4,546점, 2018년 2,102점, 2019년 1,737점, 2020년 612점, 2021년 1,017점, 작물별로는 무 1,200점, 배추 7,470점, 팥초이 1,342점

(3) 배추과 소포자 배양 효율 연관 유전 인자 탐색

- 유전집단의 분석을 위하여 GBS를 이용하여 단일표지분석법(single marker analysis) 실시
- 재분화율과 연관관계를 가지는 SNP의 염기서열을 이용하여 배추 표준유전체와의 비교 분석하고 물리적으로 근접한 유전자 정보 탐색
 - 재분화율과 관련된 총 55개의 분자표지 (SNPs)을 찾고 이 중 15개의 분자표지와 물리적으로 가까운 위치에 있는 10개의 재분화율 관련 후보 유전자 균을 발굴
 - ☞ 재분화율 관련 단일표지분석 결과를 SCI 저널에 게재(Canadian Journal of Plant Science, IF: 1.1)
- 재분화율 연구관련 F₁ 집단 QTL 분석
 - 모계유전지도에서 총 3개, 부계 유전지도에서 총 1개의 QTL이 소포자배양 효율과 연관이 있는 것으로 밝혀짐 ☞ SCI급 저널 게재(Genes, IF: 4.0)
- 유전자발현 프로파일링 분석을 통한 소포자배양 관련 유전인자 탐색

3. 연구성과 활용실적 및 계획

○ 연구성과 활용 실적

- 배추·무 등 배추과 채소 소포자 배양 기술 확립을 통한 육종기간 단축 및 효율 향상
- 소포자 배양을 통해 자식 열세가 강해 순도를 높이기 어려운 배추과 채소의 고순도 계통 육성 및 신속한 품종 개발(전통육종 대비 육종기간 1/2로 단축)
- 민간 종자업체 대상 배추과 채소 소포자 배양 서비스(배상체 1만여점)를 통한 고품질 배추과 채소 조기 육성 지원
- 소포자 배양시 재분화율 연관 분자표지(SNPs) 및 후보 유전자 발굴 결과를 SCI 저널에 게재(Canadian Journal of Plant Science, IF: 1.1)
- QTL 분석을 통해 무 모부계 유전지도에서 소포자배양 효율과 연관이 QTL(모계 3, 부계 1)을 찾고 결과를 SCI 저널에 게재(Genes, IF: 4.0)
- 배추과 소포자 배양 기술 관련 교육, 홍보, 기술이전을 통한 기술 확산 및 민간 종자업체의 소포자 배양 체계 확립 지원
- 배추과 채소 소포자 배양 전문인력 양성 지원

○ 연구성과 활용 계획

- 소포자 배양 유래 육성자원의 평가 및 세대진전을 통한 품종화
- 소포자 배양 관련 DEGs에 대한 SCI 논문 1편 투고 계획
- 국립원예특작과학원 자체 수행과제 ‘배추, 무 소포자 유래 기능성, 내재해성 신육종소재 개발(’22~’25)’ 후속연구 수행
- 소포자 배양 기술 매뉴얼 작성 및 교육, 홍보 계획

○ 기대효과

- 다국적 종자회사에서 배추과 모든 채소 작목의 소포자 배양에 의한 계통 육성을 적극적으로 추진
- DH inbred line은 유전적으로 순도가 매우 높아 품종 육성 뿐 아니라 내병성, 기능성 및 환경저항성 등 다양한 목표에 부합함
- 다양한 자원의 개발이 용이하며, 유전적 순도가 높아 분자표지 적용이 용이하고 하나의 특성 발현에 다수 유전자가 관여될 경우 해당 유전자의 집적도 가능하여 활용 가치가 높음
- DH inbred line 또는 이를 이용한 일대잡종 품종의 우수 특성 발현 관련 유전 정보, 기능성 성분 분석, 내병성 등 발현 입증으로 홍보 및 사업화 촉진

자체평가보고서

| | | | | | |
|--------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----|
| 사업단명 | GS채소종자사업단 | 과제 번호 | 213006-05-5-CG H00 | | |
| 프로젝트명 | 배추과 육종소재 신속개발 및 서비스 | | | | |
| 프로젝트 연구기관 | 농촌진흥청 국립원예특작과학원 | | | | |
| 연구담당자 | 프로젝트 연구책임자 | 장윤아 | | | |
| | 세부프로젝트 연구책임자 | 기관(부서) | 국립원예특작과학원 | 성명 | 장윤아 |
| | | 기관(부서) | 충남대학교 | 성명 | 김창수 |
| 연구기간 | 총기간 | 2017년 1월 ~ 2021년 12월(총 5년) | 당해연도기간 | 2021.1.1.- 2021.12.31 | |
| 연구비(천원) | 총규모 | 1,104,000 | 당해연도규모 | 218,500 | |

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 | | 유전자원 | | 자원 분양 | 기술 이전 | 배양 서비스 | 홍보 |
|--------|------|----|----|----|-----|----------|------|----|----------|----------|-----------|----|
| | 출원 | 등록 | 출원 | 등록 | SCI | 비 SCI | 수집 | 등록 | | | | |
| 최종목표 | | | | | 2 | | | | | | 1,000 | |
| 최종실적 | | | | | 2 | 1 | 23 | | 72 | 2 | 1,067 | 2 |
| 달성률(%) | | | | | 100 | | | | | | 107 | |

3. 연구개발 성과 세부 내용

3-1 기술적 성과

- 배추과 채소 소포자 배양 기술 고도화
- 배추과 채소 유전자원 내재해·내병성·기능성 평가를 통한 우수자원 선발 및 소포자 배양을 통한 고순도 계통 확보
- 배추과 채소의 소포자 배양시 재분화율 연관 후보유전자 탐색, 관련 유전자의 기능과 경로 확인 및 분자표지 개발

3-2 과학적 성과

- 배추과 채소의 소포자 배양 관련 유전연구 기초 수립
- 소포자 배양시 재분화율 연관 분자표지(SNPs) 및 후보 유전자 발굴 결과를 SCI 저널에 게재 (Canadian Journal of Plant Science, IF: 1.1)
- QTL 분석을 통해 무 모부계 유전지도에서 소포자배양 효율과 연관이 QTL(모계 3, 부계 1)을 찾고 결과를 SCI 저널에 게재(Genes, IF: 4.0)

3-3 경제적 성과

- 배추·무 등 배추과 채소 소포자 배양 기술 확립을 통한 육종기간 단축 및 효율 향상
- 소포자 배양을 통해 자식 열세가 강해 순도를 높이기 어려운 배추과 채소의 고순도 계통 육성 및 신속한 품종 개발(전통육종 대비 육종기간 1/2로 단축)
- 민간 종자업체 대상 배추과 채소 소포자 배양 서비스(배상체 1만여점)를 통한 고품질 배추과 채소 조기 육성 지원

3-4 사회적 성과

- 소포자 배양 기술을 활용한 배추과 채소 육종효율 향상기술 확립
- 배추과 채소 소포자 배양 서비스를 통한 민간 종자업체 지원으로 채소 종자시장 활성화
- 내재해·내병성 품종 육성으로 배추과 채소 안정생산 및 농가소득 증대

3-5 인프라 성과

- 배추과 소포자 배양 기술 확립 및 교육, 홍보, 기술이전을 통한 기술 확산, 민간 종자업체의 소포자 배양 체계 확립 지원
- 배추과 채소 소포자 배양 전문인력 양성

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 등에의 기술이전 기업명 : 대일국제중묘 등 민간중묘회사
- 기술지도 등 기업명 : 시군농업기술센터 등

6-2 산업·지식재산권 등

- 국내출원/등록 출원 건, 등록 건
- 해외출원/등록 출원 건, 등록 건

6-3 논문게재·발표 등

- 국내 학술지 게재 3 건
- 해외 학술지 게재 건
- 국내 학·협회 발표 건
- 국내 세미나 발표 건
- 기 타 건

6-4 인력양성효과

- 석 사 명
- 박 사 1 명
- 기 타 명

6-5 수상 등

- 있다 상 명칭 및 일시 :
- 없다

6-6 매스컴 등의 PR

- 있다 1 건
- 없다

7. 연구개발 착수 이후 국내 다른 기관에서 유사한 기술이 개발되거나 또는 기술 도입함으로써 연구의 필요성을 감소시킨 경우가 있습니까?

- 없다 약간 감소되었다 크게 감소되었다
- 감소되었을 경우 구체적인 원인을 기술하여 주십시오.

8. 관련된 기술의 발전속도나 추세를 감안할 때 연구계획을 조정할 필요가 있다고 생각하십니까?

- 없다 약간 조정필요 전반적인 조정필요

9. 연구과정에서의 애로 및 건의사항은?

1. 코로나19 상황으로 해외 출장 및 정보·자원 수집이 어려워 신규 자원의 도입 및 평가가 제한적

(※ 아래사항은 기업참여시 기업대표가 기록하십시오)

1. 연구개발 목표의 달성도는?

- 만족 보통 미흡

(근거 : 해외 수출 가능한 유색무의 개발.)

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 | 농촌진흥청 국립원예특작과학원 | 농업연구원 | 장윤아 (인) |

연구성과 활용계획서 (2017~2021)

1. 연구과제 개요

| | | | | |
|-----------|--|-----------|---------|-------------|
| 사업추진형태 | <input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제 | 분 야 | 농업 | |
| 프로젝트명 | 배추과 육종소재 신속개발 및 서비스 | | | |
| 프로젝트 연구기관 | 농촌진흥청 국립원예특작과학원 | 프로젝트연구책임자 | 장윤아 | |
| 연구개발비 | 정부출연 연구개발비 | 기업부담금 | 연구기관부담금 | 총연구개발비 |
| | 1,104,000천원 | - | - | 1,104,000천원 |
| 연구개발기간 | 2017.1.1. ~ 2021.12.31.(5년) | | | |
| 주요활용유형 | <input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input checked="" type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input checkbox"="" checked="" type="checkbox/>(자체실시)) <input type="/> 미활용 (사유:) | | | |

2. 연구목표 대비결과

| 당초목표 | 당초연구목표 대비 연구결과 |
|--|--|
| <p>① 배추과 채소 소포자 배양 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 소포자 배양용 소재 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 뿌리혹병 등 병에 매우 강한 저항성 소재와 고품질 배추 품종간의 종속간 교배를 통한 유전적 변이 확대용 신소재 개발 - 신규 유전 자원 수집 및 평가 ○ 배추과 채소 소포자 배양에 효과적인 세부 조건 구명 및 소재 선발, 계통 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 배추과 채소(배추, 무, 양배추 및 파초이) 소포자 배양 효율 증진을 위한 세부 조건 구명 - 배양 환경 개선(광 환경 등)을 통한 배양 효율 향상 - 소포자 배양용 선발 소재를 활용한 소포자 배양 및 배양식물체 획득(뿌리혹병, 흰가루병 저항성, 내서성 자원 등 유래) | <p>① 배추과 채소 소포자 배양 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 소포자 배양용 소재 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 원예원 보유 계통 및 도입자원 100여점의 뿌리혹병 저항성 평가(서산, 연천, 강릉 군주 이용) 및 선발 - 선발 우수계통의 글루코시놀레이트 함량 평가 ○ 배추과 채소 소포자 배양기술 개발 및 배양 유래 자원의 계통화 <ul style="list-style-type: none"> - 배양 조건(배지 등) 확립 및 배양 환경 개선(광 환경 등)을 통한 배양 효율 향상 - 소포자 배양용 선발 소재를 활용한 소포자 배양 및 배양식물체 획득 (뿌리혹병, 흰가루병 저항성, 내서성 자원 등 유래) |

| 당초목표 | 당초연구목표 대비 연구결과 |
|--|--|
| <p>② 배추과 채소 소포자 배양 서비스 실시</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 소포자 배양 서비스 실시: 참여 업체 소재 배양 서비스 200점/년 및 배양 조건 탐색 ○ 소포자 배양 유래 자원의 평가를 통한 계통화 및 홍보 실시 | <p>② 배추과 채소 소포자 배양 서비스 실시</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 배양 의뢰: 1,137점(대일국제종묘 등 8개 업체) <ul style="list-style-type: none"> - 2017년 204건, 2018년 276건, 2019년 272건, 2020년 204건, 2021년 181건, 작물별로는 무 486건, 배추 496건, 팍초이 127건 ○ 배상체 획득수: 10,014개 <ul style="list-style-type: none"> - 획득한 배상체 점수는 2017년 4,546점, 2018년 2,102점, 2019년 1,737점, 2020년 612점, 2021년 1,017점, 작물별로는 무 1,200점, 배추 7,470점, 팍초이 1,342점 |
| <p>③ 배추과 소포자 배양 효율 연관 유전 인자 탐색</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 유전집단의 분석을 위하여 GBS를 이용 ○ 재분화율과 연관관계를 가지는 SNP의 염기서열을 이용하여 배추 표준유전체와의 비교 분석하고 물리적으로 근접한 유전자 정보 탐색 ○ 유전자발현 프로파일링 분석을 통한 소포자배양 관련 유전인자 탐색 ○ 소포자배양 관련 SNP를 표적으로 하는 분자 마커의 개발 | <p>③ 배추과 소포자 배양 효율 연관 유전 인자 탐색</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 유전집단의 분석을 위하여 GBS를 이용하여 단일표지분석법(single marker analysis) 실시 ○ 재분화율과 연관관계를 가지는 SNP의 염기서열을 이용하여 배추 표준유전체와의 비교 분석하고 물리적으로 근접한 유전자 정보 탐색 <ul style="list-style-type: none"> - 재분화율과 관련된 총 55개의 분자표지(SNPs)을 찾고 이 중 15개의 분자표지와 물리적으로 가까운 위치에 있는 10개의 재분화율 관련 후보 유전자 군을 발굴 ☞ 재분화율 관련 단일표지분석 결과를 SCI 저널에 게재(Canadian Journal of Plant Science, IF: 1.1) ○ 재분화율 연구관련 F₁ 집단 QTL 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 모계유전지도에서 총 3개, 부계 유전지도에서 총 1개의 QTL이 소포자배양 효율과 연관이 있는 것으로 밝혀짐 ☞ SCI급 저널 게재(Genes, IF: 4.0) ○ 유전자발현 프로파일링 분석을 통한 소포자배양 관련 유전인자 탐색 |

3. 연구비 집행실적 (2017~2021 누적)

| 구분 | 세부프로젝트명 | 금액 | 계획금액 | 사용액 | 잔액 | 비고 |
|------------------------------|-------------|-------------|---------------|---------------|------------|----|
| | | | | | | |
| 위탁: 배추과 소포자 배양 효율 연관 유전인자 탐색 | 235,000,000 | 232,364,805 | 2,635,195 | | | |
| 총계 | | | 1,104,000,000 | 1,090,823,463 | 13,176,537 | |

4. 연구목표 대비 성과

| 구분 | 품종개발 | | 특허 | | 논문 | | 유전자원 | | 자원 분양 | 기술 이전 | 배양 서비스 | 홍보 |
|--------|---------|----|----|----|-----|-------|------|----|-------|-------|--------|----|
| | 출원 | 등록 | 출원 | 등록 | SCI | 비 SCI | 수집 | 등록 | | | | |
| 최종목표 | | | | | 2 | | | | | | 1,000 | |
| 최종실적 | | | | | 2 | 1 | 23 | | 72 | 2 | 1,067 | 2 |
| 달성률(%) | | | | | 100 | | | | | | 107 | |
| 1차 년도 | 목표 | | | | 1 | | | | | | 200 | |
| | 실적 | | | | | 1 | | | | | 204 | |
| | 달성률 (%) | | | | 0 | 추가 | | | | | 102 | |
| 2차 년도 | 목표 | | | | | | | | 10 | 1 | 200 | |
| | 실적 | | | | 1 | | 15 | | 19 | 2 | 201 | |
| | 달성률 (%) | | | | 추가 | | 추가 | | 190 | 200 | 100 | |
| 3차 년도 | 목표 | | | | 1 | | | | | | 200 | |
| | 실적 | | | | 1 | | 8 | | 41 | | 277 | 2 |
| | 달성률 (%) | | | | 100 | | 추가 | | 추가 | | 139 | 추가 |
| 4차 년도 | 목표 | | | | | | | | | | 200 | |
| | 실적 | | | | | | | | 12 | | 204 | |
| | 달성률 (%) | | | | | | | | 추가 | | 102 | |
| 5차 년도 | 목표 | | | | | | | | | | 200 | |
| | 실적 | | | | | | | | | | 181 | |
| | 달성률 (%) | | | | | | | | | | 91 | |
| 비고 | | | | | (1) | | | | | | | |

5. 핵심기술

| 구분 | 핵심기술 명 |
|----|---|
| ① | 배추·무 등 배추과 채소 소포자 배양 기술 확립 및 고도화 |
| ② | 소포자 배양을 통해 자식 열세가 강해 순도를 높이기 어려운 배추과 채소의 고순도 계통 육성 |
| ③ | 민간 중자업체 대상 배추과 채소 소포자 배양 서비스를 통한 고품질 배추과 채소 품종 조기 육성 지원 |
| ④ | 배추과 채소의 소포자 배양시 재분화율 연관 후보유전자 탐색, 관련 유전자의 기능과 경로 확인 및 분자표지 개발 |

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 | 품종 출원 |
| ①의 기술 | | | | | v | | v | v | | |
| ②의 기술 | | | | | v | | | v | | |
| ③의 기술 | | | | | v | | | v | | |
| ④의 기술 | | | | v | | v | | | | |

* 각 해당란에 v 표시

7. 각 연구결과별 구체적 활용계획

| 핵심기술 명 | 핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과 |
|--------|--|
| ①의 기술 | <ul style="list-style-type: none"> · 국립원예특작과학원 자체 수행과제 ‘배추, 무 소포자 유래 기능성, 내재해성 신육종소재 개발(’22~25)’ 후속연구 수행 · 배추과 채소 소포자 배양 기술 고도화를 통한 기술 선도 및 유전자교정 기술 등과 접목 |
| ②의 기술 | <ul style="list-style-type: none"> · 소포자 배양 유래 육성자원의 평가 및 세대진전을 통한 품종화 |
| ③의 기술 | <ul style="list-style-type: none"> · 소포자 배양 기술 매뉴얼 작성 및 교육, 홍보 계획 |
| ④의 기술 | <ul style="list-style-type: none"> · 소포자 배양 관련 DEGs에 대한 SCI 논문 투고(2편 게재, 1편 투고 계획) |

8. 연구종류 후 성과창출 계획

| 구분 | 품종개발 | | 특허 | | 논문 | | 유전자원 | | 자원 분양 | 기술 이전 | 배양 서비스 | 홍보 |
|--------------------|------|----|----|----|-----|----------|------|----|----------|----------|-----------|----|
| | 출원 | 등록 | 출원 | 등록 | SCI | 비 SCI | 수집 | 등록 | | | | |
| 최종목표 | | | | | 2 | | | | | | 1,000 | |
| 연구기간 내 달성실적 | | | | | 2 | 1 | 23 | | 72 | 2 | 1,067 | 2 |
| 연구종료 후 성과 창출 계획 | | | | | 1 | | | | | | | |

9. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

| | | | |
|-------------|--|---------|------|
| 핵심기술 명 | 배추·무 등 배추과 채소 소포자 배양 기술 | | |
| 이전형태 | <input checked="" type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상 | 기술료 예정액 | 0 천원 |
| 이전방식 | <input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(자체실시) | | |
| 이전소요기간 | | 실용화예상시기 | |
| 기술이전 시 선행조건 | | | |

* 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 Seed프로젝트사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원)에서 시행한 Golden Seed프로젝트사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.