

112127-
5

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개(), 발간등록번호(O)

발간등록번호
11-1543000-002203-01

다중진단
마커활용
복합내병
성 및
고품질
다다기
오이
품종개발

다중진단 마커활용 복합내병성 및 고품질 다다기오이 품종개발 최종보고서

최
종
보
고
서

2018. 3. 30

2018

주관연구기관 / 농업회사법인(주)농우바이오
협동연구기관 / 한국생명공학연구원

농
림
축
산
식
품
부
전
문
기
관
명

농림축산식품부

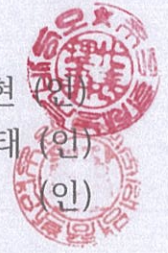
제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “다중진단 마커활용 복합내병성 및 고품질 다다기오이 품종개발”(개발기간 : 2012. 12. 21 ~ 2017. 12. 20.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 03. 30.

주관연구기관명 : 농업회사법인(주)농우바이오 (대표자) 최 유 현 (인)
협동연구기관명 : 한국생명공학연구원 (대표자) 장 규 태 (인)
참여기관명 : (대표자) (인)



주관연구책임자 : 조 병 중

협동연구책임자 : 권 석 윤

참여기관책임자 :

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호		해 당 단 계 연구 기 간	2012.12.21.~ 2017.12.20.	단 계 구 분	(해당단계)/ (총 단 계)
연구사업명	단 위 사 업	농생명산업 기술개발사업			
	사 업 명	농생명산업 기술개발사업 자유응모과제			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	다중진단 마커활용 복합내병성 및 고품질 다다기오이 품종개발			
연구책임자	조 병 중	해당단계 참 여 연구원 수	총: 91명 내부: 72명 외부: 19명	해당단계 연구 개발 비	정부: 1,350,000천원 민간: 340,000천원 계: 1,690,000천원
		총 연구기간 참 여 연구원 수	총: 91명 내부: 72명 외부: 19명	총 연구개발 비	정부: 1,350,000천원 민간: 340,000천원 계: 1,690,000천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	(주)농우바이오(제1세부) (주)농우바이오(제2세부) 한국생명공학연구원(제1협동)			참여기업명 (주)농우바이오	
위 탁 연 구	연구기관명:			연구책임자:	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 복합내병성(흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV, WMV) 다다기 오이 30계통 육성 ○ 흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV 내병성 오이 신품종(8품종) ‘강인한백다다기’, ‘정다운백다다기’, ‘바캉스백다다기’, ‘미니 1호’, ‘미니2호’, ‘미니3호’, ‘크레용’ 품종보호출원 신청 완료 ○ 오이 계통별 전사체 분석에 따른 내병성, 수확 후 저장성 및 내한성 관련 후보유전자의 대량발굴 및 분자마커 개발 ○ 수확 후 저장성 관련 오이 세포벽 성분 및 고미성분(쿠쿨비타신) 분석 체계 확립 ○ 신품종 개발에 따른 재배방법 농가 교육지도 10건 및 인력양성 2건(석사, 학사) ○ SCI급 논문 4건, 비SCI급 논문 1건 투고 				보고서 면수 : 144쪽	

		코드번호	D-01			
연구의 목적 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다중진단 마커활용기술을 이용한 복합내병성 오이 신품종 개발 ○ 국내용 복합내병성(ZYMV, 흰가루병, 노균병)다다기 오이 품종(2품종 이상) 개발 ○ 국내용 복합내병성(흑성병, 흰가루병, 노균병)다다기 오이 품종(2품종 이상) 개발 ○ 중국수출용 복합내병성(ZYMV, 흰가루병, 노균병)다다기 오이 품종(1품종 이상) 개발 ○ 중국수출용 복합내병성(흑성병, 흰가루병, 노균병)다다기 오이 품종(1품종 이상) 개발 ○ 다중진단마커활용 복합내병성계(ZYMV, WMV, 흰가루병, 노균병, 흑성병)오이 계통화 ○ 고 저장성 및 내한성 고품질계 다다기 오이 품종 육성을 위한 형질별 유전양상 분석 및 계통화 ○ 복합내병성(ZYMV, WMV, 흰가루병, 노균병, 흑성병), 재배안정성(내한성) 및 고품질계(고저장성)품종육성을 위한 분자마커 5점 이상 개발 및 활용에 의한 육성재료 대량분석 ○ 수확 후 저장성 관련 오이 세포벽 성분 및 고미성분(쿠쿨비타신) 분석 체계 확립 ○ 오이의 수확 후 저장성 및 내한성 관련 분자마커 개발을 위한 전사체 분석 연구 					
연구개발 성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 내병성(흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV) 다다기오이 품종보호출원신청 8건 국내용으로 5품종: ‘솔바람백다다기’, ‘정다운백다다기’, ‘강인한백다다기’, ‘바캉스백다다기’, ‘크레용’ 수출용으로 3품종: ‘미니1호’, ‘미니2호’, ‘미니3호’ ○ 원예적 형질이 우수한 다다기오이 복합내병성(흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV, WMV) 30계통 개발 ○ 흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV, WMV, 자성(마디성), Spine color(내한성) 검정용 마커 개발 ○ 오이 계통별 전사체 분석에 따른 내병성, 수확 후 저장성 및 내한성 관련 후보유전자의 대량발굴 및 분자마커 개발 ○ 수확 후 저장성 관련 오이 세포벽 성분 및 고미성분(쿠쿨비타신) 분석 체계 확립 ○ SCI급 논문 4건 기재, 비SCI급 논문 1건 기재 ○ 오이 영농교육지도 10건 ○ 연구인력양성 2명(석사, 학사) 					
연구개발성 과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 오이의 유용형질 연관 분자마커 활용으로 육종기간 단축 및 육성 경비 절감 ○ 오이 계통 및 품종별 수확 후 저장성 및 기능성 관련 대사성분의 분석체계 확립에 따른 고부가가치 오이 종자의 개발 가능성 제고 ○ 복합내병성, 고저장성 및 내한성 신품종 개발을 위한 유전체 및 대사체 융합기술 연구 기반 구축 ○ 복합내병성 및 고품질계 오이 품종 재배에 따른 농가소득 증대 기여 및 영농비 절감 효과 ○ 복합내병성 및 고품질계 오이 품종의 개발에 따른 중국 시장 진출 가능성 제고 ○ 다중진단 마커 활용 복합내병성 및 고품질계 다다기 오이 계통육성에 따른 오이 신품종 개발 가능성 제고 ○ 복합내병성 및 고품질계 오이 품종 개발을 통한 국내 종자산업의 국제경쟁력 제고 					
중심어 (5개 이내)	오이	복합내병성	전사체	대사체	수확 후 저장성	

〈SUMMARY〉

		코드번호	D-02		
Purpose & Contents	<ul style="list-style-type: none"> ● Development of new ‘Dadagi’ cucumber varieties with multiple disease resistance through marker-based gene pyramiding of multiple genes. – Two domestic cucumber varieties with multiple disease resistance to ZYMV, powdery mildew, and downy mildew. – Two domestic cucumber varieties with multiple disease resistance to scab, powdery mildew, and downy mildew. – One cucumber variety with multiple disease resistance to ZYMV, powdery mildew, and downy mildew, for the Chinese market. – One cucumber variety with multiple disease resistance to scab, powdery mildew, and downy mildew, for the Chinese market. ● Evaluation of selected cucumber breeding lines for the extended shelf life and cold resistance. ● Quantitative estimation of cucurbitacins in various extracts of cucumber fruits. ● Development and application of molecular markers closely linked to agronomically important traits (e.g., disease resistance, spine color) for cucumber breeding programs. 				
Results	<ul style="list-style-type: none"> ● Development of eight new cucumber varieties with disease resistance (e.g., powdery mildew and downy mildew); timely applied for a grant of plant variety rights for eight new varieties (‘Solbarambaekdadagi’, ‘Ganginhanbaekdadagi’, ‘Jeongdawunbaekdadagi’, ‘Vacancebaekdadagi’, ‘Crayon’, ‘Mini No.1’, ‘Mini No.2’, ‘Mini No.3’). ● Development of thirty cucumber lines with Multiple disease resistance (powdery mildew, downy mildew, scab, ZYMV and WMV). ● High-throughput genotyping using molecular markers closely linked to agronomically important traits (e.g., powdery mildew resistance, downy mildew resistance, ZYMV resistance, WMV resistance, scab resistance, monoecy, gynoecy, spine color). ● Transcriptome profiling to discover genes related to disease resistance, improved fruit shelf life, and cold resistance. ● Training and education for farmers. 				
Expected Contribution	<ul style="list-style-type: none"> ● Enhancement of domestic and international competitiveness in the seed industry and contributions to farm household income through development and release of high-quality cucumber varieties. ● Integration of transcriptomics and metabolomics for understanding of disease resistance, improved fruit shelf life, and cold resistance in cucumbers. ● Developing marker-assisted selection strategies for breeding cucumbers. 				
Keywords	cucumber	multiple disease resistance	transcriptome	metabolome	shelf life

< CONTENTS >

1. Project Introduction	8
2. Status of Research and Technology Development	9
3. Results	10
4. Achievement Goals	125
5. Applications of Research Findings	127
6. Scientific and Technological Information	128
7. Security Level Classification of Research Outcomes	128
8. Research Facilities and Equipments Registered on the NTIS ..	128
9. Health and Safety Management in Research Laboratories	129
10. Representative Research Achievements	130
11. Other Issues	131
12. References	132

<별첨> 연구개발보고서 초록, 자체평가의견서, 연구성과 활용계획서

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의개요	7
2. 국내외 기술개발 현황	9
3. 연구수행 내용 및 결과	10
4. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	125
5. 연구결과의 활용계획 등	127
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	128
7. 연구개발성과의 보안등급	128
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황	128
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	129
10. 연구개발과제의 대표적 연구실적	130
11. 기타사항	131
12. 참고문헌	132

<별첨> 연구개발보고서 초록, 자체평가의견서, 연구성과 활용계획서

1. 연구개발과제의 개요

코드번호	D-03
<p>1-1. 연구개발 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 다중진단 마커활용기술을 이용한 복합내병성 오이 신품종 개발 ○ 흰가루병 및 노균병 내병성 오이 계통육성 ○ 분자마커 활용 복합내병성 오이 신품종(6품종 이상) 개발 ○ 다중진단 마커 활용 복합내병성계(ZYMV, WMV, 흰가루병, 노균병, 흑성병) 오이 계통화 ○ 고 저장성 및 내한성 고품질계 다다기 오이 품종 육성을 위한 형질별 유전양상 분석 및 계통화 ○ 복합내병성(ZYMV, WMV, 흰가루병, 노균병, 흑성병) 및 고품질계 품종육성을 위한 분자마커 개발(총 5점 이상) 및 활용에 의한 육성재료 대량분석 ○ 내병성 검정, 수확 후 저장성 관련 세포벽 성분 분석 및 내한성 평가 체계 확립 ○ 고품질 및 고기능성 신품종 개발을 위한 유전체 및 대사체 융합기술 활용 연구기반 구축 <p>1-2. 연구개발의 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 우리나라 농업은 자유무역협정(FTA) 체결 국가의 증가로 농업시장의 개방에 따른 국내 종자산업의 국제경쟁력 강화 및 글로벌 수준의 우수 품종 개발이 시급한 실정임 ○ 국제식물신품종보호연맹(UPOV) 가입에 따른 품종보호제도가 마련되어 각국의 종자에 대한 품종보호가 강화될 것으로 예견되어 고품질 및 고기능성 신품종 개발의 촉진과 국내 종자산업의 국제경쟁력 제고가 요구되고 있음 ○ 세계 종자시장의 50% 이상을 차지하고 있는 글로벌 다국적 종자회사는 막대한 R&D 투자를 통하여 세계 종자시장에 대한 지배력을 강화하고 있는 바, R&D 투자 여력이 미비한 국내 종자기업이 글로벌 다국적 종자회사와 경쟁할 수 있도록 국가 차원의 정책적 지원이 절실함 ○ 국내 오이의 재배면적은 4,540 ha (2011년), 1인당 소비량(2011년)은 약 6.5 kg인 것으로 파악되고 있으며, 국내 오이 시장의 형태별 구분은 다다기, 가시, 취청오이로 구분되고 있음 ○ 국내 오이의 주시장은 다다기오이로 60% 이상을 차지하고 있으며, 향후 계속 늘어날 것으로 전망되고 있음 ○ 국내 주생산지의 시설 재배 면적이 약 80% 이상을 차지하고 있으며, 시설 내 재배 시 봄철 온도 상승기와 억제재배 시 흰가루병, 노균병, 바이러스 등의 피해가 극심하여 복합내병성 품종의 개발이 시급한 실정임 ○ 중국 오이 재배면적은 약 94만 ha이며, 생산량이 3,550만톤으로 전체 채소류 생산량의 5.8%에 달하고, 이 중 60%인 55만 ha가 노지에서 재배되고 있으며, 고온다습한 조건의 여름 재배 시 흰가루병, 노균병, 바이러스 등에 의한 피해가 극심하여 중국 현지적응성이 뛰어난 복합내병성 품종의 개발이 시급한 실정임 ○ 우리나라에서 육성하고 있는 고품질 오이 품종은 중국에서 재배되고 있는 품종과 비교하여 경쟁력이 충분히 있기 때문에 중국 수출용 복합내병성 품종의 개발에 의하여 오이 종자 산업 전반에 걸친 국제경쟁력을 높일 필요성이 있음 ○ 국내외적으로 복합내병성 오이 신품종이 개발된다면, 무농약 및 저농약의 친환경 재배로 생산자와 소비자로부터 수요가 증대되고 이에 따른 경제적 전망이 매우 밝음 ○ 주요 원예작물의 육성효율 증진 및 세대단축을 위하여 전통육종과 분자마커 활용 MAS (marker-assisted selection) 기술의 상호보완성이 절실히 요구되고 있는 실정임 ○ 최근 유전체 분석 기술의 급속한 발전으로 인하여 국내외적으로 주요 작물별 유전체 분석이 활발히 진행되고 있지만, 유전체 정보를 활용한 산업화 연구가 아직은 미흡한 실정인 바, 오이의 계통별 유전체(전사체) 분석을 통한 유전체 정보 수집이 시급함 ○ 유전체 정보 기반 유용형질(내병성, 수확 후 저장성 및 내한성) 관련 후보유전자의 대량발굴 및 분 	

자마커의 개발을 통하여 계통 선발 및 품종 육성을 할 수 있는 실용화 연구기반이 절실히 요구됨

○ 품종 육성에 있어서 개발된 분자마커는 특정 유용형질의 유전자형 분석, 양적형질(QTLs) 도입을 위한 여교잡 세대의 단축, 근연관계 분석, 육종가의 권리 보호를 위한 품종 관별 등에 널리 이용될 수 있으므로 국제경쟁력이 있는 우수 품종 개발을 위한 분자마커 개발 및 분석 시스템의 확립이 요구되고 있음

○ 오이 재배 시 농가의 경제적 손실을 크게 입히는 주요 병(ZYMV, WMV, 흰가루병, 노균병, 흑성병)에 대한 분자마커를 개발하여 육성재료 선발에 효과적으로 이용함으로써 복합내병성 품종의 개발이 촉진될 것으로 판단됨

○ 오이는 유통과정에서 저장성이 급격히 떨어지는 단점이 있으므로 수확 후 저장성이 향상된 오이 품종의 개발이 시급하며, 겨울철 재배 시 재배비용의 절감을 위한 내한성 오이 품종의 개발이 요구되고 있음

1-3. 연구개발 범위

제1세부과제: 복합내병성 및 고품질계 오이 계통육성 및 신품종의 개발

○ 오이 유전자원 수집 및 평가

○ 복합내병성 다다기 오이 계통육성 및 조합작성

- 국내 및 중국 수출용 ZYMV, 흰가루병 및 노균병 저항성 오이 계통육성 및 조합작성

- 국내 및 중국 수출용 흑성병, 흰가루병 및 노균병 저항성 오이 계통육성 및 조합작성

○ 복합내병성 오이 F₁ 조합성능 검정

○ 교배조합별 생산력 검정, 농가적응성 및 현지적응성 검정

○ 복합내병성 오이 신품종 개발

- 국내 및 중국 수출용 ZYMV, 흰가루병 및 노균병 저항성 오이 품종 개발

- 국내 및 중국 수출용 흑성병, 흰가루병 및 노균병 저항성 오이 품종 개발

○ 복합내병성(ZYMV, WMV, 흰가루병, 노균병, 흑성병) 오이 계통화

○ 고저장성 및 내한성 고품질계(고미성분 저함유 소비자 기호 맞춤형) 오이 계통화

제2세부과제: 오이 신품종 육성을 위한 다중진단 마커 활용기술 개발

○ ZYMV, 흰가루병 및 노균병 저항성 연관 분자마커 활용 오이 육성재료 대량분석 및 선발

○ 제1협동과제와 연계한 오이 계통별 전사체 분석 및 후보유전자 대량발굴

○ 오이 내병성(WMV, 노균병, 흑성병) 및 고미성분(쿠쿨비타신) 연관 분자마커(선발효율 75% 이상) 개발

○ 다중진단 마커(ZYMV, WMV, 흰가루병, 노균병, 흑성병) 활용 오이 육성재료 대량분석 및 선발

○ 고미성분(쿠쿨비타신)의 정량분석 체계 확립

○ 수확 후 저장성 관련 세포벽 성분(셀룰로스, 헤미셀룰로스, 펙틴)의 함량 분석 및 저장성 평가

제1협동과제: 오이의 전사체 다양성 분석을 통한 유용형질 관련 유전자 발굴 체계 확립

○ 노균병 저항성 관련 계통별 전사체 대량분석 및 분자마커 후보유전자 대량발굴

○ 수확 후 저장성 및 내한성 관련 계통별 전사체 대량분석 및 분자마커 후보유전자 대량발굴

○ 내병성, 수확 후 저장성 및 내한성 관련 계통별 전사체 대량분석 및 분자마커 후보유전자 대량발굴

○ 내병성, 수확 후 저장성, 내한성 및 기능성 관련 후보유전자 유전자형 분석 및 SNP 발굴

2. 국내외 기술개발 현황

코드번호 D-04

- 세계적으로 수량성과 품질이 좋은 품종이 주로 재배되고 있지만 복합내병성이 있는 품종은 적은 실정인 바, 오이의 복합내병성 품종 개발에 의한 우수 품종 보급으로 친환경적이며, 소비자가 선호할 수 있는 웰빙용 품종 보급이 시급한 실정임
- 다국적 글로벌 기업인 몬산토의 경우, 막대한 R&D 투자에 의한 분자마커 분석 시스템의 자동화 및 대량화를 통하여 효율적인 품종 육성을 하고 있는 바, 국내 종자회사의 분자마커 대량분석 시스템의 구축이 절실함
- 국내 종자회사에서는 흰가루병 및 노균병 저항성 인자가 도입된 품종들이 개발되어 농가에 보급되고 있으나, 다양한 종류의 내병성 인자가 도입된 복합내병성(ZYMV, WMV, 흰가루병, 노균병, 흑성병) 오이 품종 개발은 미비한 실정임
- 최근 유전체 분석 기술의 급속한 발전으로 중국의 북경유전체연구소(BGI)에 의하여 오이 유전체 정보가 해독되어 보고되어 있는 바, 오이의 유용형질(성 결정, 병 저항성, 기능성 대사성분의 생합성 및 과실 향기)과 관련된 많은 유용한 정보를 제공함으로써 오이 등 박과 작물의 품종 개발을 위한 중요한 정보로 활용될 수 있을 것으로 판단됨

국내·외 오이 연구현황

연구수행 기관	연구개발의 내용	연구개발성과의 활용현황
De Ruiter Seeds	PRSV, WMV, ZYMV, 흰가루병에 대한 저항성 품종 개발	시판 F ₁ 품종 수집
Asgrow	WMV, ZYMV, PRSV, CMV, 흰가루병, 노균병에 대한 저항성 품종 개발	시판 F ₁ 품종 수집
위스콘신 대학	오이의 유전자 지도 작성 오이 ZYMV, PRSV 저항성 분자마커 개발 오이 양적형질 유전자 지도 작성	공개 정보 활용
미시간 주립대	오이 ZYMV 저항성 유전자와 동정 오이 포티바이러스 저항성 유전자 연관분석 오이 ZYMV 저항성 기작에 관한 연구	저항성 유전자의 유전양식 규명 저항성 형질의 발현기작 규명
북경유전체연구소	오이 유전체 염기서열 해독	구축된 DB를 이용한 정보 활용
(주)농우바이오	오이의 ZYMV, WMV, 흑성병, 흰가루병 및 노균병 저항성 분자마커 활용 품종 개발	품종 육성에 활용 중

- 오이는 칼륨 함량이 높은 대표적인 알칼리성 채소로 칼륨은 몸 안의 나트륨염이나 노폐물 등을 배출시키는 작용을 하는 것으로 보고되고 있음
- 오이에는 암세포의 성장억제 및 간염에 효과가 있는 것으로 알려진 쿠쿨비타신 성분이 함유되어 있는 것으로 보고되고 있으나 오이 계통 및 품종별 쿠쿨비타신 함량 분석이 미비한 실정으로 쿠쿨비타신 분석법 개발 및 생리활성 검정 시스템 구축에 따른 소비자의 웰빙에 대한 욕구를 충족시킬 필요성이 있음
- 고부가가치 종자산업의 발전을 위한 복합내병성 및 고품질 오이 신품종의 개발이 이루어진다면 새로운 형태의 수요창출을 통한 오이 산업의 발전에 기여할 것임

3. 연구수행 내용 및 결과

코드번호	D-05
------	------

제 1세부과제 : 복합내병성 및 고품질계 오이 계통육성 및 신품종의 개발

1장. 복합내병성 품종개발을 위한 유전자원 수집 및 병 저항성 검정

1. 국내외 신규 유전자원 확보 및 평가

- 2012년과 2013년 2년에 걸쳐 국내외 민간 종묘회사, 대학, 연구기관 등에서 F₁ 품종 총 58 점, 육성소재 총 12점을 도입하여 원예적 형질 및 내병성을 평가하였다(표 1, 2.).
- 도입된 소재들 중 원예적 형질 또는 특정 내병성 인자를 가진 유전자원은 세대를 진전시켜 육성목적에 부합한 재료로 사용하였다.

표 1. 신규 도입 F₁ 품종

구분	다다기용	가시용	취청용	유럽용	중국용	동남 아시아용	일본용	계
도입품종수	25	9	3	8	6	5	14	70

표 2. 신규 도입 소재의 내병성별 분류

구분	노균병	흰가루병	흑성병	ZYMV	WMV	PRSV	CMV	계
도입품종수	17	11	6	5	5	3	7	54

2. 중국 세농종묘 북경연구소 오이 유전자원 평가 및 수집

가. 중국 다다기오이 유전자원 평가

- 중국 세농 종묘 북경연구소에서 중국 다다기오이 수집 유전자원을 아래(표 3.)의 경종개요와 같이 평가하였다.

표3. 내병성 및 고품질 계통의 형질평가 및 선발 시험

구분	파종일	정식일	조사일	시험지역	공시품종 및 계통수	재배면적
반측성	2013. 2. 28	2013. 3. 15	2013. 4. 20~4. 30	북경연구소	25	50평

- 중국 주요 재배단지의 다다기오이의 외관특성은 우리나라 다다기오이 보다 과 길이가 20cm 전후로 짧으나, 과경이 두꺼워 과육 또한 두껍고, 과색이 연두빛이 강하고 과의 표면에 광택이 있고 황조가 없다.
- 과 육질은 청과용으로 맛이 우수하며 과 껍질의 씹히는 부분이 연한특성이 있다.
- 마디성은 10% 전후로 떨어져 조기수량 및 전체수량이 적고 절간이 긴 편이며 엽색은 농록색으로 크기는 작은 편이다.
- 노균병 및 흰가루병에 약한 특성을 가지고 있으며 수집종의 대표적인 품종은 아래사진 (그림 1~3.)과 같다.



그림1. 중국 다다기 품종 HuaJian (LUHEN Seeds)



그림2. 중국 다다기 품종 Qiji (LUHEN Seeds)



그림3. 중국 다다기 품종 단청 27호 (북경단청종자유한공사)

나. 중국 다다기오이 시장조사 및 유전자원 수집

① 중국 하북성 당산시 다다기오이 시장조사 및 유전자원 수집(1차년도, 2013년)

○ 당산시의 오이 재배면적은 약4만무(8백만평, 2,666ha)이며 시설은 대부분 일광온실로 야간 하우스 내 최저온도는 8~9℃정도 유지하고 한겨울에 일광온실에서 보온 재배한다.

○ 형태별 주요오이 재배 구성은 다다기오이가 재배면적의 약 70%, 중국형 가시오이가 재배면적의 약 30%를 차지하며, 주요 재배 작형은 파종 9월 하순~10월 상순, 수확 12월 하순~6월 하순의 축성이 대부분을 차지하고, 일부 7월 상순에 파종하여 8월 하순~10월 중순에 수확하는 역제작형이 있다.

○ 당산시의 오이는 95% 이상이 접목재배하며 신토좌 또는 부름레스 대목에 호접으로 자가 육묘하여 개화 후 15일경에 한겨울인 12월에서 2월까지 2일 간격으로 수확 한다 상품성을 높이기 위해 개화된 꽃에 비대축진 호르몬을 처리하며, 수확과의 크기는 30cm 전후로 종이 상자에 포장하여 당산시와 북경시에 출하한다.

○ 농가소득은 1무(200평)에 5~6만 인민폐(한화 900~1100만원)로 고소득 작물에 속한다.



그림4. 중국 당산시 다다기 품종 일반종과 ‘당산추과’

○ 당산시의 재배오이 대부분은 자가 생산한 일반종을 재배하였으며, 재배농가 중에서 순도 및 품질이 우수한 선도 농가에서 재배하여 생산한 종자를 구입하여 재배하였고, 하북성 당산시 채소연구소 품종인 당산추과(일반종, 그림4.)가 일부 재배되고 있으며 교배종 재배는 극히 미미한 실정이다.

○ 다다기오이 주요품종 종자가격(소비자가격)은 일반종(농가) 1kg= 800위안, 당산추과(당산시 일반종) 1kg= 700위안, 진우38호(천진오이연구소 교배종 가시오이) 1kg= 3000위안 정도이며, 유전자원으로 활용하기 위해 총 6품종을 수집하였다.

○ 중국 농가 다다기오이 품종의 주요 요구특성은 맛이 좋고 과육이 연해야 하고 과색이 연해야 하며 30cm 전후의 과장과 200-300g의 과중으로 다수확을 위한 저온 비대성이 강해야 한다.

○ 중국수출용 다다기 품종육성을 위한 시장조사와 유전자원 수집 결과, 대부분이 일반종 이어서 교배종으로의 전환이 요구되었고, 교배종으로 전환시 종자가격을 일반종의 3~4배 정도(중국가시오이 교배종과 비슷한 가격)로 높일 수 있을 것으로 보여지며, 이러한 교배종 시장을 개척하고 유지하기 위해서는 수량성, 저온기 비대성, 내병성(노균병위주), 일반종의 맛 유지 등의 품종 특성을 가질 수 있도록 육성을 하여야 할 것으로 판단된다.

○ 수집된 유전자원은 2013년 하반기에 특성 검정을 실시하였으며(그림5.), 노균병, 흰가루병, 흑성병, ZYMV 등의 저항성 계통육성을 위해 F₂ 종자를 확보 하였다.



그림5. 중국 다다기 품종 귀비취(우) 와 동록2호(좌)의 국내 여름 재배 전경

② 중국 료녕성 후루다오시 썬이중현 다다기오이 시장조사 및 유전자원수집(2년차, 2014년)

○ 후루다오시의 오이 재배면적은 약 6천무(120만평, 400ha)이며 시설은 대부분 일광온실로 한겨울에 야간 하우스 내 최저 온도는 7~8도 유지하며 보온덮개로 일광온실을 보온재배하며 주요 오이 재배 형태 구성은 다다기오이다.

○ 작형은 축성으로 파종 9월 하순, 수확은 12월 하순 부터 6월 하순이 대부분이며 100% 접목재배하여 부름레스 대목에 삽접으로 육묘장에 주문하여 묘를 공급받는 시스템 이었다.

○ 한겨울인 11월에서 2월까지 2일 간격으로 수확하며, 개화 후 15일 만에 수확하였다 3월부터는 매일 수확하며, 개화 후 10일 전후 수확하였다 개화 후 꽃에 비대촉진 호르몬을 처리하며 수확과의 크기는 15~18cm 전후로 상자에 포장하여 현지시장 및 북경시에 출하한다.



그림 6. 당일 수확한 오이(좌)와 집하장에서 선별포장 모습(우)

- 한 겨울 관수는 15일에 한번 정도로 점적호스를 이용하거나 이랑에 직접관수 하고, 환기는 천창을 이용하며 병 방제는 일주일 간격으로 곰팡이약 위주로 소독하였다 주요 병은 흰가루병, 노균병, 잿빛곰팡이병이 한겨울에 심하고, 세균성 반점병이 많이 나타났다.
- 1무(약 200평)에 3500주 정도 정식하고, 1주에 30개 정도 수확하며, 다다기의 대부분은 F₁ 품종이 재배되고 있으며, 주요 재배품종은 과색이 우수하고 흑이 크며 침이 큰 '석풍8호(청도석풍원소재종묘유한공사)'이다.
- 유전자원으로 총 5품종을 수집하였다.

③ 허베이성 탕산시 러딩현 다다기 오이 시장조사 및 유전자원 수집(2차년도, 2014년)

- 러딩현의 오이 재배면적은 약 5천무(백만평, 333ha)정도이며, 시설은 썬이중현과 비슷한 일광온실로 모터를 이용한 보온덮개 기계화가 이루어지고 있으며, 하우스 내 최저온도는 8~9도를 유지한다.
- 주요 재배는 다다기오이로 재배면적의 약 80%를 차지하고 있으며 계속해서 늘어나는 추세인 반면, 중국형 가시오이는 재배면적의 약 20%로 줄어드는 추세이다. 주 작형은 축성으로 파종 9월 하순 ~ 10월 상순, 수확 2월 하순 ~ 6월 하순이 대부분이며, 저온기이므로 95% 이상이 접목재배를 하는데 흑종호박 또는 부름레스 대목에 호접으로 자가 육묘가 이루어지고 있다 부름레스 대목의 오이가격이 1kg에 1~2위안 더 높아 선호도가 증가하고 있다.
- 흑한기인 12월에서 2월까지 2일 간격으로 수확하며, 개화 후 15일 만에 수확한다. 개화꽃에 비대촉진 호르몬을 처리하며, 수확과의 크기는 20cm 전후로 종이 상자에 포장하여 당산시와 북경시에 출하하고 한 겨울 관수는 1달에 한번 정도 이랑에 직접하고, 추비는 복합비료를 사용하고, 환기는 천창을 이용하며, 병 방제는 7~10일 간격으로 곰팡이약 위주로 소독함. 주요 병은 노균병, 흰가루병 등이 있다.
- 오이 산지 가격은 1kg에 8위안이며 농가당 평균 1무(200평) 당 6,000kg을 수확하여 5~6만 위안(한화 900~1100만원)의 조수익을 올리고 주요 재배 다다기의 대부분은 일반종을 재배하였으며 재배농가 중 순도 및 품질이 우수한 선도 농가의 품종을 생산한 종자를 구입하여 재배하였고 하북 당산시 채소 연구소 품종인 당산추과(일반종)가 일부 재배되고 있고 교배종 재배는 매우 적은 것으로 판단된다.
- 중국 수출용 다다기 품종육성을 위한 시장조사와 유전자원 수집 결과, 후루다오시 썬이중현은 대부분이 교배종이고 탕산시 러딩현은 일반종에서 교배종으로 전환이 되고 있었고, 중국 가시오이에 비해 오이 가격이 높아 재배면적이 늘어나는 경향이다. 농가 및 현지에서 요구한 특성을 종합하면 저온기 수량성, 저온기 비대성, 내병성(흰가루병과 노균병), 연녹색 과색, 침과 흑이 굵은 품종, 일반종의 맛 유지, 광택이 있고 신선도가 오래가는 품종들의 특성을 가질 수 있도록 육성을 해야 할 것으로 판단된다.

④ 충칭시 다다기 오이 시장조사 및 유전자원수집(3차년도, 2015년)

- 중국 충칭시를 포함한 중부지역 대부분 연백(燕白)오이를 재배하고 있다. 연백오이의 특징은 과 형태가 H형으로 상품성이 좋아 선호하고 있지만 과색이 얼룩지고 지저분하며, 과끝이 흰색으로 변한다. 비대력이 좋으나 공동과가 쉽게 발생하고 초기 과에서 쓴맛이 발생하고 흰가루병과 노균병에 약해 노지에서 관리가 힘들뿐만 아니라 수확기간이 짧아지는 단점이 있다.
- 소연백록은 연백오이에 비해 맛이 좋고 쓴맛이 없으나 과색이 얼룩지고 희며 과형이 연백에 비해 떨어진다. 흰가루병과 노균병에 약하며 품종자체 순도가 고르지 못한 편이다.
- 충칭시지역 작형은 대부분 노지(80%)이며 2월에 파종하여 3월에 정식, 4~5월에 수확한다. 1월 야간온도는 평균 2℃이며, 이랑에 물을 채워 관수한다.
- 충칭, 우한, 남창지역은 고온다습한 지역으로 내병성이 중요하나 현재 재배되고 있는 소연백록이나 연백오이는 내병성이 없어 노균병과 흰가루병에 취약하다.
- 다다기오이 시장규모는 약 10,000Kg이며, 종자 소매가격이1Kg에 900위안이고 생산가는 1Kg에 100위안 정도이다.



그림 7. 연백오이 노지재배포장



그림 8. 연백오이의 흰가루병, 노균병 포장

⑤ 후베이성 형주시, 우한시 다다기 오이 시장조사 및 유전자원수집(3차년도, 2015년)

- 주 작형은 보통 춘절전에 파종하여 3월 정식, 4월~6월 초순까지 수확한다. 주로 접목을 하지 않고 실생으로 심으나 일부 농가에서 접목하는 비율이 늘어나고 있다.
- 관수는 주로 이랑관수를 한다. 주요병은 흰가루병, 노균병, 세균성 반점병이 많이 나타났다.
- 주요품종은 ‘연백’이며 ‘소연2호’도 일부 재배되고 있다. 소연2호는 마디성이 약하고 병에 약하며 과색은 희고 과장이 짧으며 주로 측지수확을 한다.
- 중국 오이농가들의 주요 요구특성은 과색이 푸른빛이며 광택이 있어야하고 과장은 25cm 정도로 길면 더 좋으나 곡과 발생이 없어야하며 내병성과 다수확 수송성이 강해야한다.

3. 국내 오이 병원균 검정

가. 국내 다다기 재배지역 병원균 분포도 조사 및 병원성 검정

○ 국내 다다기 시장은 겨울용 하우스와 여름용 노지 작형으로 크게 나눌 수 있는데 하우스 재배의 축성 및 반축성 작형의 경우 가장 문제시 되는 병원균은 노균병, 흰가루병, 흑성병 순이며 억제재배의 경우는 바이러스병(주로 ZYMV와 WMV), 흰가루병, 노균병이고 노지작형은 노균병, 바이러스병, 흑성병 순으로 피해를 주고 있는 것으로 보고되고 있다.

○ 국내 오이재배 농가에서 이병엽을 채집하여 ELISA 검정으로 바이러스를 검정하였으며 검사결과는 표 4.와 같다.

○ 주로 WMV와 ZYMV가 검출되었으며, 홍천 및 춘천에서 채집한 균주에서는 WMV와 ZYMV가 복합감염된 것을 확인할 수 있었다.

○ 흰가루병 및 노균병은 육안 검정하였으며, 흑성병은 이병엽을 채집하여 순수 분리하여 병원성 검정을 실시하였으며, 분리한 모든 균주에서 병원성을 확인할 수 있었다(표 5.).

표 4. 지역별 바이러스 검정 및 검출 바이러스 수

지역	샘플수	바이러스				기타
		WMV	ZYMV	PRSV	CMV	
안성	5	2	3	-	-	
홍천	5	3	3	-	1	
춘천	5	2	3	1		

표 5. 지역별 흑성병 검정 및 병원성 정도

지역	샘플수	작물				기타
		오이	흑종호박	신토좌	적토좌	
안성	2	+++	+++	+++	++	
홍천	1	+++	+++	+++	++	
춘천	2	+++	+++	+++	++	

* '+++'병원성이 강함

4. 내병성 계통육성을 위한 저항성 검정

가. 흑성병, ZYMV 저항성 검정(1차년도, 2013)

① 흑성병 검정

○ 균주는 애호박 분리균주를 사용하였고, 균 현탁액은 PDA배지에서 증식된 균의 포자현탁액(5×10^5)으로 준비하였음. 2013년 4월 15일 파종된 묘에 본엽이 나오는 시기인 5월 3일 균 현탁액을 스프레이 접종 한 후 48시간 습실 처리 후 5월 8일 조사하였다.

○ 총 253계통을 접종 조사한 결과 저항성 214계통, 분리계 81계통, 이병성 8계통으로 나타났다. 분리계통 및 고정계통 중 424주를 선발하여 후대 종자를 받았고 분자마커 개발을 위해 이병성과 F₁ 조합을 작성한 후 F₂ 종자를 확보하였다.



그림 9. 이병성과 내병성계통의 흑성병 생물 검정
(좌: 이병성, 우: 내병성)

② ZYMV 검정

○ 균주는 춘천지역에서 분리한 바이러스를 사용하였고, 분리한 바이러스를 감수성 기주인 오이에 약 3주간 증식하여 접종원으로 이용함. 접종원은 1 : 4(w/v)로 물에 희석하여 사용하였으며, 접종법은 carborandum(400mesh)법을 이용하여 본엽 2매 시기에 접종하고 접종 3주 후 바이러스 감염여부를 육안과 ELISA법으로 조사하였다.



그림 10. 내병성과 이병성 계통의 ZYMV 생물 검정
(좌: 내병성 우: 이병성)

나. WMV, 흑성병 저항성검정 (2차년도, 2014)

① WMV 마커개발용 접종시험

- 저항성 계통과 이병성 계통을 이용하여 한 개 집단의 F₁ 및 F₂ 에 대한 접종시험을 2회에 걸쳐 실시하였다(표. 6.).
- 바이러스 증식 : WMV 바이러스에 감수성인 품종을 과종하여 WMV를 접종(carborandum법)하고 1개월 후 바이러스가 증식된 오이 잎을 접종원으로 이용하였다.
- 바이러스 접종 : 증식된 바이러스원을 0.01M phosphate buffer (pH 7.0)을 1:4(w/v)로 넣어서 믹서기에 마쇄한 후 2겹의 거즈를 이용하여 거른 후 오이계통의 떡잎 2매에 carborandum (500 mesh)을 뿌린 후 붓을 이용하여 접종하였다.
- 바이러스 조사 : 접종 3주 후에 1차 조사를 시작으로 일주일에 한 번씩 총 3번에 걸쳐서 조사를 실시하였으며, 최종 조사하여 선발된 개체에 대하여 마커개발팀에 마커개발에 필요한 각각의 식물체를 제공하였다. 내병성 정도는 육안으로 조사하였으며, 최종 선발된 저항성 개체는 ELISA로 재검정하여 바이러스 감염여부를 확인 후, 각각의 개체를 저항성과 이병성으로 구분하였다.



그림 11. 내병성과 이병성 계통의 WMV 생물 검정
(좌: 내병성, 우: 이병성)

표 6. WMV 접종 시험 개요

구분	집단명	과종립수	과종일	접종일	조사일
1차	저항성친	20	2013. 10. 30	2013. 11. 8	2013. 12. 9-12. 13
	교배친	20			
	F ₁	20			
	F ₂	200			
2차	저항성친	20	2014. 7. 28	2014. 8. 6	2014. 8. 10-8. 22
	교배친	20			
	F ₁	20			
	F ₂	500			

○ 저항성 계통을 이병성 교배친과 교배하여 F₁ 을 작성하였으며, F₁ 을 자가수분하고 F₂ 집단을 확보하여 접종한 결과, F₁ 에서는 모두 이병성을 나타내어 열성유전자가 관여하고 있음을 확인하였으며, F₂ 의 분리집단에서 저항성 개체와 이병성 개체의 비율이 1:3 정도로 나타나 열성유전자임을 재확인하였다(표. 7.).

표 7. WMV접종결과

구분	집단명	접종주수	조사 결과	
			저항성개체	이병성개체
1차	저항성친	20	20	
	교배친	20		20
	F ₁	20		20
	F ₂	198	56	142
2차	저항성친	20	20	
	교배친	20		20
	F ₁	20		20
	F ₂	488	111	377

○ WMV 접종시험 결과, 저항성인 개체 111개를 포장에 정식하여 원예적 형질이 다다기 형태인 12개체를 선발하였고, 노균병과 흰가루병에 저항성인 계통과 여교잡을 실시하였다.

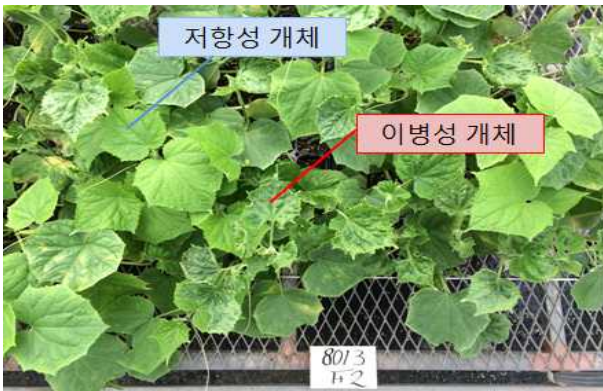


그림 12. 분리중인 F₂ 집단내 저항성과 이병성 개체



그림 13. WMV 저항성계통(좌)과 이병성계통(우)비교

② 흑성병 마커개발용 접종시험

○ 흑성병 접종 균주는 애호박 분리균주를 사용하였고 균 현탁액은 PDA배지에서 증식된 균의 포자현탁액(5*10⁵)으로 준비하였음. 50구 트레이에 파종된 묘에 분엽 2매 나오는 시기에 균 현탁액을 스프레이 접종 한 후 48시간 습실 처리 후 관행관리하며 조사하였다.

○ 흑성병 접종 균주는 애호박 분리균주를 사용하였고 균 현탁액은 PDA배지에서 증식된 균의 포자현탁액(5*10⁵)으로 준비하였음. 50구 트레이에 파종된 묘에 분엽 2매 나오는 시기에 균 현탁액을 스프레이 접종 한 후 48시간 습실 처리 후 관행관리하며 조사하였다.



그림 14. 흑성병저항성계통(좌)과 이병성계통(우)비교 그림 15. 분리중인 F₂ 집단내 저항성과 이병성 개체

○ 저항성 계통을 이병성 교배친과 교배하여 F₁ 을 작성하였으며, F₁ 을 자가수분하고 F₂ 집단을 확보하여 집중한 결과, F₁ 에서는 모두 저항성을 나타내어 우성유전자가 관여하고 있음을 확인하였음. 또한 F₂의 분리 집단에서 저항성 개체와 이병성 개체의 비율이 3 : 1 정도로 나타나 우성유전자임을 재확인하였다(표. 8.).

표 8. 흑성병 집중시험 결과

집단명	집중주수	조사 결과	
		저항성개체	이병성개체
저항성친	15	15	
교배친	15		15
F ₁	15	15	
F ₂	281	211	70

○ 흑성병 집중시험 결과 나타난 저항성인 개체 211개를 노균병, 흰가루병 마커로 재검정하여 흑성병 및 노균병, 흰가루병에 강한 복합내병성 34개체를 선발하여 포장에 정식하였고, 원예적 형질이 우수한 11개체를 다시 선발하고, 여기에 ZYMV 내병성 계통과 여교잡을 실시하였다.

다. 흑성병, WMV, ZYMV 저항성검정(3차년도, 2015)

① 오이 흑성병 마커확인용 접종시험

표 9. 오이 흑성병 접종 시험 개요

병원균	과종일	접종일	조사일
흑성병	2015. 8. 28	2015. 9. 7	2015. 9. 14

○ 흑성병 접종 : 균주는 애호박 분리균주를 사용하였고, 균 현탁액은 PDA배지에서 증식된 균의 포자현탁액(5×10^5)으로 준비하였다. 본엽이 2매 나오는 유묘시기에 균 현탁액을 스프레이 접종하였고 48시간 습실 처리 한 후 관행·관리하여 조사하였다.

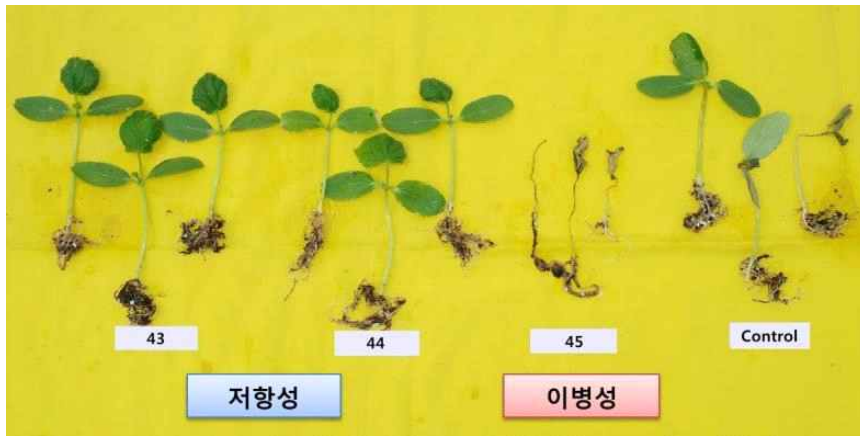


그림 16. 흑성병 저항성계통(43, 44)과 이병성계통(45), 무접종(control)비교

○ 개발된 마커를 이용하여 저항성 또는 이병성으로 확인된 조합에 접종시험 결과, 마커에서 저항성으로 나타난 계통에서는 병접종 실험에서도 저항성으로 나타났으며, 마커에서 이병성으로 나타난 계통에서는 병접종 실험에서도 이병성임을 확인할 수 있었다(그림 16.).

표 10. 흑성병 접종시험 결과

조합번호	접종주수	이병지수						조사 결과	
		1	2	3	4	5	Avr.	저항성개체	이병성개체
7	10	10					1.0	10	0
9	10			10			3.0	0	10
11	10	10					1.0	10	0
12	10	10					1.0	10	0
43	10	10					1.0	10	0
44	10	9		1			1.3	9	1
45	10					10	5.0	0	10
청백백침	25			14	9	2	3.5	0	25
싱그런백다다기	25			7	13	5	4.0	0	25

○ 위 실험 결과 병 접종 실험결과와 마커검정 결과가 일치하여 개발된 흑성병 마커가 유효한 것으로 나타났다.

② WMV 마커확인용 접종시험

- 마커로 선발된 저항성 계통에 대하여 병리 접종결과와 일치 여부를 판단하기 위하여 접종시험을 실시하였다.
- 바이러스 증식 : WMV 바이러스에 감수성 기주 쥬키니를 과종하여 WMV를 접종(carborandum법)하고 1개월 후 바이러스가 증식된 쥬키니 잎을 접종원으로 이용하였다.
- 바이러스 접종 : 증식된 바이러스원을 0.01M phosphate buffer (pH 7.0)을 1:4(w/v)로 섞어서 믹서기에 마쇄한 후 2겹의 거즈를 이용하여 거른 뒤 오이계통의 떡잎 2매에 carborandum (500 mesh)을 뿌린 후 붓을 이용하여 접종하였다.
- 바이러스 조사 : 접종 3주 후에 1차 조사를 시작으로 일주일에 한 번씩 총 3회에 걸쳐서 조사를 실시하였으며, 내병성 정도는 육안으로 조사하였으며, 최종 선발된 저항성 개체는 ELISA로 재검정하여 바이러스 감염여부를 확인하였다.

표 11. 오이 WMV 접종시험 개요

병원균	계통수	과종립수	과종일	접종일	조사일
WMV	26	계통당 10립씩 과종	2015. 6. 8	2015. 6. 18	2015. 7. 14

- 26계통에 대하여 접종 시험한 결과(표12.) 연관마커의 저항성 계통은 병리 접종결과 26계통 모두 저항성으로 나타났다.
- 추후에 본 시험에서 공시한 저항성 계통에 대한 저항성 품종육성에 연관마커로 분석이 가능할 것으로 판단된다.



그림 17. WMV 검정결과

표 12. 오이 WMV 집중 결과

B.N	마커검정결과	WMV 집중결과		
		T(개체수)	R(저항성)	S(감수성)
17	R	10	10	0
18	R	10	10	0
19	R	10	10	0
20	R	9	9	0
21	R	10	10	0
22	R	10	10	0
23	R	10	10	0
24	R	10	10	0
25	R	10	10	0
26	R	10	10	0
27	R	10	10	0
28	R	10	10	0
29	R	10	10	0
30	R	10	10	0
31	R	10	10	0
32	R	10	10	0
33	R	9	9	0
34	R	10	10	0
35	R	10	10	0
36	R	10	10	0
37	R	10	10	0
38	R	10	10	0
39	R	10	10	0
40	R	10	10	0
41	R	10	10	0
42	R	10	10	0

③ ZYMV 마커확인을용 접종시험

- 마커로 선발된 저항성 계통에 대하여 병리 접종결과와 일치 여부를 판단하기 위하여 접종시험을 실시하였다.
- 바이러스 증식, 접종 및 조사는 WMV의 방법과 동일하게 실시하였다.

표 13. 오이 ZYMV 접종 시험 개요

병원균	계통수	과종립수	과종일	접종일	조사일
ZYMV	26	계통당 10립씩 과종	2015. 6. 8	2015. 6. 18	2015. 7. 14

- 26계통에 대하여 접종 시험한 결과 연관마커의 저항성 계통은 병리 접종결과 26계통 모두 저항성으로 나타났다.
- 추후에 본 시험에서 공시한 저항성 계통에 대한 저항성 품종육성에 연관마커로 분석이 가능할 것으로 판단된다.



그림 18. ZYMV 검정결과

표 14. 오이 ZYMV 접종 결과

B.N	마커검정결과	ZYMV 접종결과		
		T(개체수)	R(저항성)	S(감수성)
17	R	8	8	0
18	R	10	10	0
19	R	10	10	0
20	R	10	10	0
21	R	10	10	0
22	R	8	8	0
23	R	10	10	0
24	R	10	10	0
25	R	10	10	0
26	R	10	10	0
27	R	10	10	0
28	R	10	10	0
29	R	10	10	0
30	R	10	10	0
31	R	10	10	0
32	R	10	10	0
33	R	10	10	0
34	R	10	10	0
35	R	9	9	0
36	R	10	10	0
37	R	10	10	0
38	R	10	10	0
39	R	10	10	0
40	R	10	10	0
41	R	10	10	0
42	R	10	10	0

5. 내병성 및 고품질 인자 도입을 위한 분리세대(F₂)종자 확보

- 내한성과 품질이 우수한 이병성 계통에 노균병과 흰가루병에 강하나 내한성이 약한 계통을 교배한 F₂ 분리세대에서 960개체를 과종 후 마커검정을 통해 110개체를 선발하여 정식하였다. 정식포장에서 저온 비대성이 강한 33개체의 F₂ 종자를 확보 하였으며, 고온용 조합 또한 같은 방법으로 F₂ 종자를 확보하였다.
- ZYMV는 유럽용 도입계통에서 저항성이 강한 계통을 선발하여 국내 다다기 오이와 교배하여 F₁ 과 F₂ 종자를 확보하고, 여교배를 실시하여 F₂BC₁ 종자를 확보하였다.
- WMV는 유럽용 도입계통에서 저항성이 강한 계통을 선발하여 국내 다다기 오이와 교배하여 F₁ 과 F₂ 종자를 확보하였다.
- 기존에 보유한 계통 중에서 과형, 과색, 착과성, 초형 등과 같은 원예적 형질은 우수하지만 목적하는 특정 내병성 인자가 부족한 계통들은 선별하여 다음과 같은 내병성인자를 도입하기 위해 여교배를 실시하였다(표 15.).

표 15. 우수계통에 대한 내병성 인자 도입 현황

구분	노균병	흰가루병	흑성병	ZYMV	WMV	계
계통수	23	18	7	12	2	62

2장. 복합내병성 계통 육성

1. 보유 유전자원의 형질평가 및 세대진전(1년차, 2013년)

가. 보유 유전자원의 내병성 및 형질평가

○ 자사에서 기 보유중인 다다기 오이의 유전자원에서 노균병과 흰가루병에 강하고 품질이 우수한 계통을 선발하기 위한 평가를 총 2회에 걸쳐 수행 하였다(표 16.).

표 16. 내병성 및 고품질 계통의 형질평가 및 선발 시험 개요

구분	파종일	정식일	조사일	시험지역	공시 계통수	재배 면적
반촉성	2013. 2. 6	2013. 3. 6	2013. 4. 10~4. 20	여주연구소	381	200평
비가림	2013. 5. 29	2013. 6. 15	2013. 7. 15~7. 25	여주연구소	283	200평

○ 저온용 다다기의 반촉성 작형에서의 형질 평가를 위해 내한성이 강한 다다기오이 총 381 계통을 공시하여 수행하였으며 2013년 2월 6일에 파종하여 3월 6일에 정식 하였다.

○ 활착단계, 착과단계, 과비대기 등의 시기에 재배포장 조사를 통해 초형 및 초세 관련 특성, 과형 및 과색 관련 특성, 착과 비대 특성, 노균병, 흰가루병 포장 내병성 특성 등을 조사하여 우수한 형질을 가지는 계통을 선발하였으며, 이들 계통의 주요 특성은 표 17. 과 같다.

○ 고온용 다다기의 비가림 작형에서의 특성 평가를 위한 재배 시험은 내서성이 강한 총 283계통을 공시하여 수행하였으며 2013년 5월 29일에 파종하여 6월 15일에 정식 하였다.

○ 내병성과 과 품질 특성을 조사하여 우수한 형질을 가지는 계통을 선발하였다. 이들 계통의 주요 특성은 표 18. 과 같으며, 육성목적에 부합하여 선발된 내병성 주요 계통은 그림19~21과 같다.



그림19. 노균병에 저항성인 다다기 2305계통



그림20. 흰가루병 내병성 계통(좌) 과 이병성(우)계통



그림21. ZYMV에 저항성인 유럽계통 5352

표 17. 저온용 다다기 주요계통의 원예적 특성과 내병성

계통번호	초세	절간장	잎크기	마디성	평균과장 (cm)	과색	저온 비대성	노균병 내병성	흰가루병 내병성	흑성병 내병성	ZYMV 내병성
2001	중	중	중대	강	18	반백	강	약	약	약	약
2012	중	중단	중대	약	26	반백	강	약	약	약	약
2013	중강	중장	중	강	20	반백	강	약	약	약	약
2016	강	중장	중	약	28	반백	강	약	약	약	약
2018	중강	중	중	약	24	반백	강	약	약	약	약
2057	중강	중장	중대	강	25	반백	중강	약	약	약	약
2060	중	중	중대	강	22	반백	중강	약	약	약	약
2070	중강	중	중대	강	20	반백	중	강	강	약	약
2078	중	중	중대	약	27	반백	중강	강	강	약	약
2081	중	중	중대	약	26	반백	중강	강	강	약	약
2092	중강	중	중	약	27	반백	중강	강	강	약	약
2097	중	중	중대	중강	26	반백	중강	강	강	약	약
2106	중	중장	중	약	25	반백	중강	강	강	약	약
2110	중	중	중	약	26	반백	중강	강	강	약	약
2129	중약	중	중대	강	20	반백	강	약	약	약	약
2139	중	중	중	강	22	반백	강	약	약	약	약
2188	중	중	중	강	25	반백	강	약	약	약	약
2204	중	중	중	강	25	반백	강	약	약	약	약
2206	중	중	중대	강	22	반백	강	약	약	약	약
2256	강	중장	중대	약	27	반백	중강	강	강	약	약
2262	강	중장	중대	약	26	반백	중강	강	강	약	약
2281	중	중	중대	약	25	반백	중강	강	강	약	약
2287	중강	중	중대	강	23	반백	중강	강	강	약	약
2299	중	중	중대	강	20	반백	중강	강	강	약	약
2305	중강	중	중대	약	25	반백	중강	강	강	약	약
2326	중강	중장	중대	약	23	반백	중강	강	강	약	약
5352	강	중장	대	강	15	농녹	중강	중	중	약	강
5353	중강	중	중대	강	22	반백	중강	약	약	약	강
5370	중강	중	중대	강	19	반백	중강	약	약	약	강
1111	강	중장	중대	약	26	반백	중	강	강	강	약
1118	중강	중	중대	약	20	반백	중	강	강	강	약
1131	중강	중	중대	약	27	반백	중강	약	약	강	약
1143	중강	중장	중대	약	25	반백	중강	약	약	강	약

표 18. 고온용 다다기 주요계통의 원예적 특성과 내병성

계통번호	초세	절간장	잎크기	마디성	평균과장 (cm)	과색	고온 비대성	노균병 내병성	흰가루병 내병성	흑성병 내병성	ZYMV 내병성
9001	중	중	중	강	20	반백	중	약	약	약	약
9002	중강	중	중	약	25	반백	강	강	강	약	약
9003	중강	중	중	약	27	반백	강	강	강	약	약
9020	중강	중	중	강	25	반백	중약	중약	중약	약	약
9030	중	중	중	강	23	반백	강	강	강	약	약
9032	중	중	중	강	25	반백	강	강	강	약	약
9042	강	중장	중대	약	28	반백	강	강	강	약	약
9048	중강	중장	중대	강	22	반백	강	강	강	약	약
9057	중강	중	중대	강	21	반백	강	강	강	약	약
9062	중	중장	중대	강	25	반백	강	강	강	약	약
9065	중	중	중대	강	26	반백	중강	강	중	약	약
9077	중강	중장	중대	약	25	반백	강	강	강	약	약
9079	중강	중장	중대	약	26	반백	강	강	강	약	약
9092	중강	중	중대	약	27	반백	강	강	강	약	약
9096	강	중장	중대	약	29	반백	강	강	강	약	약
9218	중강	중	중	강	22	반백	강	강	강	약	약
9227	중강	중	중	강	25	반백	강	강	강	약	약
9229	중강	중	중	강	23	반백	강	강	강	약	약
9230	강	중장	대	강	15	농녹	중약	중	중	약	강
9235	중강	중	중대	강	22	반백	중약	약	약	약	강
9237	중강	중	중대	강	19	반백	중약	약	약	약	강
9250	강	중장	중대	약	26	반백	중	강	강	강	약
9252	중강	중	중대	약	20	반백	중	강	강	강	약
9253	중강	중	중대	약	27	반백	중약	약	약	강	약
9259	중강	중장	중대	약	25	반백	중약	약	약	강	약

나. 분자마커를 이용한 내병성 유전자원 선발

○ 분자 마커를 이용하여 노균병과 흰가루병, ZYMV 내병성을 평가하였으며, 분석 개체에서 저항성 유전자형을 가지는 개체를 선발하여(표 19.) 원예적 형질을 조사하고 종자를 확보하였다.

표 19. 2013년 다다기 오이 유전자원에 대한 분자마커 검정 현황

선발마커	샘플수	내병성			선발주수
		RR	RS	SS	
노균병(DM)	3,078	450	1,683	945	55
흰가루병(PM)	2,686	644	1,317	725	55
ZYMV	2,416	505	1,256	655	18

○ 오이의 흑성병에 대한 저항성 유전자원 확보를 위해 다다기오이 253계통에 대하여 생물검정을 실시하였으며(그림 22.), 저항성으로 나타난 424개체를 선발하여 원예적 형질을 조사하고 종자를 확보하였다(표 20.).

표 20. 2013년 다다기 오이 유전자원에 대한 흑성병 생물검정

계통수	*내병성정도				선발주수
	1.0~1.9	2.0~2.9	3.0~3.9	4.0~5.0	
253	214	81	0	8	424

*내병성정도 : 1.0 = 강, 5.0 = 약



그림 22. 흑성병 생물 검정시 내병성과 이병성 계통 비교 (좌 :이병성, 우 :내병성)

다. 우수 계통선발 및 세대단축

① 저온기용 계통 세대진전

○ 봄작형에서 선발된 저온용 다다기의 우수계통 및 선발 개체는 가을작형에서 다시 한번 내병성 평가 및 세대단축을 위한 포장재배를 실시하였다(표 21.).

표 21. 저온용 내병성 및 고품질 다다기 계통의 세대단축 시험 개요

구분	파종일	정식일	조사일	시험지역	공시계통수	재배면적
세대단축	2013. 8. 8	2013. 8. 23	2013. 9. 23~9. 30	여주연구소	307	200평

○ 다다기오이의 가을 작형에서의 형질 평가를 위해 여주연구소에서 총 307 계통을 공시하여 수행하였으며, 2013년 8월 8일에 파종하여 8월 23일에 정식하였다.

○ 착과단계, 과비대기 등 수 회에 걸쳐 재배포장 조사를 통해 초형 및 초세관련 특성, 과형 및 과색 관련 특성, 착과 비대 특성, 노균병, 흰가루병 포장 내병성 특성 등을 조사 후 선발하여 종자를 확보하였다.

② 고온기용 계통 세대진전

○ 이전 세대는 2013년 5월말 파종, 7월에 선발, 9월 수확 및 탈종하여 내서성이 검증된 우수계통 및 선발개체는 한국에서 겨울에 세대진전이 불가능하므로 중국 광둥연구소에 의뢰하여 세대진전을 수행하였다. 세대진전 재배시험(표 22.)은 광둥연구소에서 총 201계통을 공시하여 수행하였으며, 2013년 10월 15일에 파종하여 12월 중순에 과 품질 및 특성 등에 대한 조사를 실시하고 개체선발을 통해 종자를 확보하였다.

표 22. 2013년 여름용 내병성 및 고품질 계통의 세대단축 시험 개요

구분	파종일	정식일	조사일	시험지역	공시계통수	재배면적
세대단축	2013. 10.15	2013. 10.30	2013. 11.13 ~ 15	중국세농광둥연구소	201	200평

○ 여름용 다다기오이 선발 개체수는 약 350여 개체이며 선발은 마디성, 과장, 과색, 초세, 초형, 흰가루병 및 노균병에 대한 내병성 중심으로 선발하였다.

○ 중국 수출용다다기 계통육성을 위해 2013년 5월에 중국 하북성 당산시에서 수집한 중국 품종 <동록2호>와 <귀비취>를 수량성이 좋은 한국계통에 조합하여 여주연구소에서 여름에 F₁ 종자를 만들고 그 F₁ 종자를 광둥연구소에서 교배하여 F₂ 종자를 확보하였다.

○ 중국 수출용 다다기오이는 중국요구 특성인 맛과 과의 부드러움을 유지하면서 수량성을 높이는 방향으로 계통을 선발하였고, F₂ 전개 시 현지에서 선발될 수 있도록 중국 연구소를 적극 활용하였다.

2. 복합내병성 및 고품질 우수 계통 선발 및 세대진전(2년차, 2014년)

가. 복합내병성 및 고품질 우수 계통 선발

○ 2013년도에 복합내병성 및 고품질 유전자원에서 선발된 다다기 오이에서 노균병과 흰가루병에 강하고 품질이 우수한 계통을 선발하기 위한 평가를 총 2회에 걸쳐 수행 하였다.

표23. 내병성 및 고품질 우수계통의 형질평가 및 선발 시험 개요

구분	파종일	정식일	조사일	시험지역	공시 계통수	재배 면적
반축성	2014. 2. 7	2014. 3. 5	2014. 4. 14~4. 24	여주연구소	509	300평
비가림	2014. 5. 29	2014. 6. 15	2014. 7. 10~7. 20	여주연구소	378	250평

○ 저온용 다다기는 반축성 작형에서의 형질 평가를 위해 내한성이 강한 다다기오이 총 509 계통을 공시하여 수행하였다.

○ 2014년 2월 7일에 파종하여 3월 5일에 정식 하였고 활착단계, 착과단계, 과비대기 등의 시기에 재배포장 조사를 통해 초형 및 초세 관련 특성, 과형 및 과색 관련 특성, 착과 비대 특성, 노균병 및 흰가루병에 대한 포장 내병성 특성 등을 조사하여 우수한 형질을 가진 계통을 선발하였다. 이들 계통의 주요 특성은 표 24. 와 같다.

○ 고온용 다다기는 노지/비가림 작형에서의 특성 평가를 위해 내서성이 강한 총 378 계통을 공시하여 수행하였다.

○ 2014년 5월 29일에 파종, 6월 15일에 정식하여 내병성과 내서성, 과품질 특성 등을 조사하여 우수한 형질을 가진 계통을 선발하였으며, 이들 계통의 주요 특성은 표 25.와 같다.



그림 23. 노균병에 내병성인 다다기 2015계통 (좌 :내 병성, 우 :이병성)

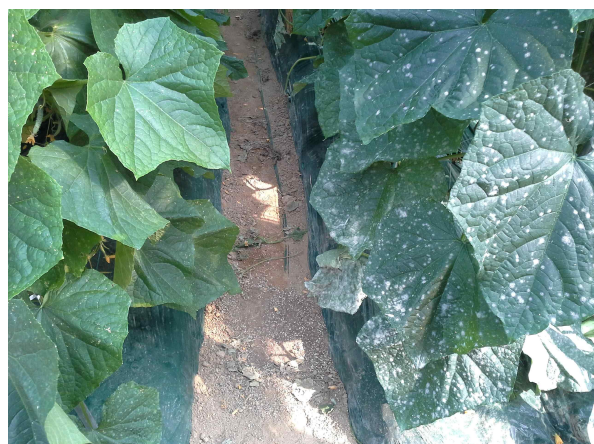


그림 24. 흰가루병 포장 검정시 내병성과 이병성 계 통 비교(좌 :내병성, 우 :이병성)

표 24. 저온용 다다기 주요계통의 원예적 특성과 내병성

계통번호	초세	절간장	잎크기	마디성	평균과장 (cm)	과색	저온 비대성	노균병 내병성	흰가루병 내병성	흑성병 내병성	ZYMV 내병성
2015	중	중	중	강	21	반백	강	강	강	약	약
2050	중	중	중대	약	20	반백	강	강	강	약	약
2052	중강	중장	중	약	25	반백	강	강	강	약	약
2054	중강	중	중대	강	22	반백	중강	강	강	약	약
2056	중강	중	중대	강	20	반백	중	강	강	약	약
2057	중강	중	중대	약	20	반백	중강	강	강	약	약
2062	중강	중장	중	강	25	반백	강	강	강	약	약
2065	중강	중	중대	강	20	반백	중	강	강	약	약
2069	중	중장	중	약	25	반백	중강	강	강	약	약
2073	강	중장	중	약	28	반백	강	강	강	약	약
2079	중강	중	중대	약	24	반백	중강	강	강	약	약
2082	중강	중장	중대	약	25	반백	중강	강	강	약	약
2084	중	중	중대	중강	20	반백	중강	강	강	약	약
2095	중	중	중	약	24	반백	중강	강	강	약	약
2108	중약	중	중대	강	20	반백	강	강	강	약	약
2156	중	중	중	강	22	반백	강	강	강	약	약
2283	강	중장	중대	약	26	반백	중강	강	강	약	약
2286	중	중	중	강	25	반백	강	강	강	약	약
2295	중약	중	중대	강	19	반백	강	강	강	약	약
2296	강	중	중	약	25	반백	중강	강	강	약	약
2394	중강	중	중	강	23	반백	중강	강	강	강	약
2397	중	중	중대	강	18	반백	중강	약	약	강	약
2404	강	중장	중	약	26	반백	중강	약	약	강	약
2408	중강	중장	중대	약	23	반백	중강	약	약	강	약
2410	강	중장	대	중약	20	반백	중강	약	약	강	약
2408	중강	중장	중대	약	23	반백	중강	약	약	강	약
2410	강	중장	대	중약	20	반백	중강	약	약	강	약
2484	중강	중	중대	강	22	반백	중강	약	약	약	강
2489	중강	중	중	강	23	반백	중강	약	약	약	강
2500	중	중	중대	강	18	반백	중강	약	약	약	강
2505	강	중장	중	약	26	반백	중강	약	약	약	강
2507	중강	중장	중대	약	23	반백	중강	약	약	약	강
2509	강	중장	대	중약	20	반백	중강	약	약	약	강

표 25. 고온용 다다기 주요계통의 원예적 특성과 내병성

계통번호	초세	절간장	잎크기	마디성	평균과장 (cm)	과색	고온 비대성	노균병 내병성	흰가루병 내병성	흑성병 내병성	ZYMV 내병성
9002	중강	중	중대	강	21	반백	강	강	강	약	약
9003	중	중	중대	강	26	반백	중강	강	강	약	약
9025	중강	중	중	약	27	반백	강	강	강	약	약
9037	중강	중	중	강	25	반백	중강	강	강	약	약
9040	중	중	중	강	22	반백	강	강	강	약	약
9044	강	중장	중대	약	25	반백	강	강	강	약	약
9046	강	중장	중대	약	28	반백	강	강	강	약	약
9049	중	중장	중대	강	25	반백	강	강	강	약	약
9050	중강	중	중대	강	21	반백	강	강	강	약	약
9051	강	중장	중대	약	23	반백	강	강	강	약	약
9057	중강	중	중대	약	27	반백	강	강	강	약	약
9063	강	중장	대	강	18	반백	중	강	강	약	약
9069	중강	중장	중대	약	25	반백	강	강	강	약	약
9071	중강	중	중대	약	27	반백	강	강	강	약	약
9089	강	중장	중대	약	29	반백	강	강	강	약	약
9097	중강	중	중	강	22	반백	강	강	강	약	약
9104	중강	중장	중	약	24	반백	강	강	강	약	약
9113	중강	중	중	강	20	반백	강	강	강	약	약
9116	강	중장	대	강	18	반백	중강	강	강	약	약
9131	중강	중강	대	강	22	반백	중강	강	강	약	약
9147	중강	중	중대	강	20	반백	중강	강	강	약	약
9169	강	중장	중대	약	24	반백	중	강	강	약	약
9182	강	중	대	약	21	반백	중강	강	강	약	약
9213	중강	중	중대	약	28	반백	강	강	강	약	약
9219	중강	중장	대	약	26	반백	중강	강	강	약	약

나. 분자마커를 이용한 내병성 유전자원 선발

○ 분자마커를 이용하여 노균병, 흰가루병, ZYMV, 흑성병 등에 대한 내병성을 평가하였으며, 분석 개체에서 저항성 유전자형을 가지는 개체를 선발하여(표. 26) 원예적 형질을 조사하고 종자를 확보하였다.

표 26. 2014년 다다기 오이 유전자원에 대한 분자마커 검정현황

선발마커	샘플수	내병성			선발주수
		RR	RS	SS	
노균병(DM)	3,580	618	1,875	439	62
흰가루병(PM)	3,580	452	2,314	481	46
ZYMV(ZyM)	2,272	622	1,044	568	18
흑성병(Scab)	192	43	112	37	11

다. 복합내병성 계통육성을 위한 F₁ 조합 작성

○ 저온기 작형은 2월에 파종하여 내한성 및 내병성이 우수한 계통의 종자를 이용하여 저온 기용 오이 F₁ 23조합을 작성하여 종자를 확보하였다.

○ 고온기 오이는 6월에 파종하여 내서성 및 내병성이 우수한 선발계통을 이용하여 F₁ 64조합을 작성하여 종자를 확보하였다.

○ 중국 수출용 오이는 6월에 파종하여 내한성 및 내병성이 우수한 선발계통을 이용하여 F₁ 15조합을 작성하여 종자를 확보하였다.

라. 우수 계통선발 및 세대진전

① 저온기용 계통 세대진전

○ 봄작형에서 선발된 저온용 다다기의 우수계통 및 선발 개체는 가을작형에서 다시 한번 내병성 평가 및 세대단축을 위한 포장재배를 실시하였다(표 27.).

표 27. 저온용 내병성 및 고품질 다다기 계통의 세대진전 시험 개요

구분	파종일	정식일	조사일	시험지역	공시계통수	재배면적
세대진전	2014. 8. 7	2014. 8. 22	2014. 9. 22~9. 30	여주연구소	389	250평

○ 다다기오이의 가을작형에서의 형질 평가를 위해 여주연구소에서 총 389 계통을 공시하여 수행하였다. 착과단계, 과비대기에 재배포장 조사를 통해 초형 및 초세관련 특성, 과형 및 과색 관련 특성, 착과 비대 특성, 노균병, 흰가루병, 포장 내병성 등을 조사하여 우수개체를 선발하고 종자를 확보하였다.

② 고온기용 계통 세대진전

○ 이전 세대는 2014년 4월말 과종, 7월에 선발, 9월 수확 및 탈중하였다. 내서성이 검증된 우수계통 및 선발개체는 한국에서 겨울에 세대진전이 불가능하므로 중국 광둥연구소에 의뢰하여 세대진전을 수행하였다.

○ 세대진전 재배시험(표 28.)은 광둥연구소에서 총 21계통을 공시하여 수행하였으며, 2014년 9월 27일에 과종하여 11월 중순에 과 품질 및 특성 등에 대한 조사를 실시하고 개체선발을 통해 종자를 확보하였다.

표 28. 2014년 여름용 내병성 및 고품질 계통의 세대단축 시험 개요

구분	과종일	정식일	조사일	시험지역	공시계통수	재배면적
세대단축	2014. 9.27	2014. 10. 10	2014. 11.25~28	중국세농광둥연구소	21	200평

○ 고온기 다다기오이 선발 개체수는 약 50여 개체이며 선발은 마디성, 과장, 과색, 초세, 초형, 흰가루병 및 노균병에 대한 내병성 중심으로 선발하였다.

○ 중국 수출용다다기 계통육성을 위해 중국품종 ‘동록2호’와 ‘귀비취’를 이용하여 수량성이 좋은 한국계통에 조합하여 여주연구소에서 여름에 F₂ 종자를 만들고 광둥연구소에서 F₂ 분리계통 중 원예적형질이 우수한 개체들을 한국시장용, 중국수출용 다다기 계통으로 선발하였다.



그림 25. 광둥연구소 세대진전 포장



그림 26. (한국다다기 계통 X 동록2호)의 F₂ 분리계통.



그림 27. 한국세대진전용 선발개체

3. 복합내병성 및 고품질 우수 계통 선발 및 세대진전(3년차, 2015년)

가. 복합내병성 및 고품질 우수 계통 선발

○ 2014년도에 복합내병성 및 고품질 유전자원에서 선발된 다다기 오이에서 노균병, 흰가루병, 흑성병 과 ZYMV, WMV에 강하고 품질이 우수한 계통을 선발하기 위한 평가를 총 2회에 걸쳐 수행 하였다(표. 29.).

표29. 내병성 및 고품질 우수계통의 형질특성평가 및 선발 시험 개요

구분	파종일	정식일	조사일	시험지역	공시 계통수	재배 면적
반축성	2015. 2. 6	2015. 3. 5	2015. 4. 13~4. 24	여주연구소	685	400평
비가림	2015. 6. 1	2015. 6. 16	2015. 7. 13~7. 24	여주연구소	343	250평

○ 저온기용 다다기는 반축성 작형에서의 특성 평가를 위해 내한성이 강한 다다기오이 총 685 계통을 공시하여 수행하였다.

○ 2015년 2월 6일에 파종하여 3월 5일에 정식 하였고 육묘기간 중에 노균병, 흰가루병, 흑성병, ZYMV 및 WMV 마커검정을 통해 선발된 개체를 정식하여 활착단계, 착과단계, 과비대기 등의 시기에 초형 및 초세 관련 특성, 과형 및 과색 관련 특성, 착과 비대 특성 등을 조사하여 원예적형질이 우수한 계통을 선발하였다(표30.).

○ 고온기용 다다기는 노지/비가림 작형에서의 특성 평가를 위해 내서성이 강한 총 343 계통을 공시하여 수행하였다.

○ 2015년 6월 1일에 파종하여 6월 16일에 정식하였고 육묘기간 중에 노균병, 흰가루병, 흑성병, ZYMV 및 WMV 마커검정을 통해 선발된 개체를 정식하여 내병성과 내서성, 과 품질 특성을 조사하여 우수한 원예적 형질을 가진 계통을 선발하였다(표 31.). 육성목적에 부합하여 선발된 내병성 주요 계통 및 개체는 그림28~29와 같다.



그림 30. 흰가루병에 이병성인 개체(좌)와 내병성인 개체(우)



그림 31. 노균병에 이병성인 계통(좌) 과 내병성인 계통 2016(우)

표 30. 저온기용 다다기 주요계통의 원예적 특성과 내병성

계통 번호	초세	절간장	잎크기	마디성	평균과장 (cm)	과색	저온 비대성	노균병 내병성	흰가루병 내병성	흑성병 내병성	ZYMV 내병성	WMV 내병성
2012	중	중	중	강	21	반백	강	강	강	약	약	약
2029	중	중	중대	약	20	반백	강	강	강	약	약	약
2031	중강	중장	중	약	25	반백	강	강	강	약	약	약
2032	중강	중	중대	강	22	반백	중강	강	강	약	약	약
2035	중강	중	중대	강	20	반백	중	강	강	약	약	약
2037	중강	중	중대	약	20	반백	중강	강	강	약	약	약
2038	중강	중장	중	강	25	반백	강	강	강	약	약	약
2040	중강	중	중대	강	20	반백	중	강	강	약	약	약
2042	중	중장	중	약	25	반백	중강	강	강	약	약	약
2043	강	중장	중	약	28	반백	강	강	강	약	약	약
2045	중강	중	중대	약	24	반백	중강	강	강	약	약	약
2051	중강	중장	중대	약	25	반백	중강	강	강	약	약	약
2053	중	중	중대	중강	20	반백	중강	강	강	약	약	약
2054	중	중	중	약	24	반백	중강	강	강	약	약	약
2055	중약	중	중대	강	20	반백	강	강	강	약	약	약
2058	중	중	중	강	22	반백	강	강	강	약	약	약
2156	강	중장	중대	약	26	반백	중강	강	강	약	약	약
2158	중	중	중	강	25	반백	강	강	강	약	약	약
2298	중약	중	중대	강	19	반백	강	강	강	약	약	약
2296	강	중	중	약	25	반백	중강	강	강	약	약	약
2394	중강	중	중	강	23	반백	중강	강	강	강	약	약
2397	중	중	중대	강	18	반백	중강	약	약	강	약	약
2457	강	중장	중	약	26	반백	중강	약	약	강	약	약
2462	중강	중장	중대	약	23	반백	중강	약	약	강	약	약
2464	강	중장	대	중약	20	반백	중강	약	약	강	약	약
2466	중강	중장	중대	약	23	반백	중강	약	약	강	약	약
2467	강	중장	대	중약	20	반백	중강	약	약	강	약	약
2477	중강	중	중대	강	22	반백	중강	약	약	약	강	강
2479	중강	중	중	강	23	반백	중강	약	약	약	강	강
2480	중	중	중대	강	18	반백	중강	약	약	약	강	강
2481	강	중장	중	약	26	반백	중강	약	약	약	강	강
2488	중강	중장	중대	약	23	반백	중강	약	약	약	강	강
2490	강	중장	대	중약	20	반백	중강	약	약	약	강	강

표 31. 고온기용 다다기 주요계통의 원예적 특성과 내병성

계통 번호	초세	절간장	잎크기	마디성	평균과장 (cm)	과색	고온 비대성	노균병 내병성	흰가루병 내병성	흑성병 내병성	ZYMV 내병성	WMV 내병성
9002	중강	중	중대	강	21	반백	강	강	강	약	약	약
9003	중	중	중대	강	26	반백	중강	강	강	약	약	약
9016	중강	중	중	약	27	반백	강	강	강	약	약	약
9019	중강	중	중	강	25	반백	중강	강	강	약	약	약
9020	중	중	중	강	22	반백	강	강	강	약	약	약
9024	강	중장	중대	약	25	반백	강	강	강	약	약	약
9028	강	중장	중대	약	28	반백	강	강	강	약	약	약
9029	중	중장	중대	강	25	반백	강	강	강	약	약	약
9040	중강	중	중대	강	21	반백	강	강	강	약	약	약
9042	강	중장	중대	약	23	반백	강	강	강	약	약	약
9044	중강	중	중대	약	27	반백	강	강	강	약	약	약
9056	강	중장	대	강	18	반백	중	강	강	약	약	약
9060	중강	중장	중대	약	25	반백	강	강	강	약	약	약
9137	중강	중	중대	약	27	반백	강	강	강	약	약	약
9147	강	중장	중대	약	29	반백	강	강	강	약	약	약
9148	중강	중	중	강	22	반백	강	강	강	약	약	약
9150	중강	중장	중	약	24	반백	강	강	강	약	약	약
9152	중강	중	중	강	20	반백	강	강	강	약	약	약
9171	강	중장	대	강	18	반백	중강	강	강	약	약	약
9173	중강	중강	대	강	22	반백	중강	강	강	약	약	약
9174	중강	중	중대	강	20	반백	중강	강	강	약	약	약
9180	강	중장	중대	약	24	반백	중	강	강	약	약	약
9182	강	중	대	약	21	반백	중강	강	강	약	약	약
9194	중강	중	중대	약	28	반백	강	강	강	약	약	약
9195	중강	중장	대	약	26	반백	중강	강	강	약	약	약

나. 우수 계통선발 및 세대진전

① 저온기용 계통 세대진전

○ 저온기용에서 선발된 계통의 세대진전을 위해 8월 7일 파종하여 육묘기간 중에 노균병, 흰가루병, 흑성병, ZYMV 및 WMV 마커검정을 통해 선발된 개체를 정식하여 원예적 형질조사 후 선발한 종자를 확보하였다. 육성목적에 부합하여 선발된 내병성 주요 계통은 그림32~33과 같다.

표 32. 저온기용 계통 세대진전의 형질평가 및 선발 시험 개요

구분	파종일	정식일	조사일	시험지역	공시 계통수	재배 면적
세대진전	2015. 8. 7	2015. 8. 22	2015. 9. 14~9. 25	남부연구소	466	450평



그림 32. 노균병, 흰가루병, 흑성병, ZYMV, WMV 내병성인 8024계통



그림 33. 노균병, 흰가루병, ZYMV, WMV 내병성인 8013계통

표 33. 세대진전 다다기 주요계통의 내병성 결과

계통번호	노균병 내병성	흰가루병 내병성	흑성병 내병성	ZYMV 내병성	WMV 내병성
8001	중강	중강	중강	중강	중강
8004	중강	중강	강	중강	중강
8005	중강	중강	중강	강	강
8006	강	강	중강	강	강
8007	강	강	약	약	약
8008	강	강	약	약	약
8009	강	강	약	약	약
8010	강	강	약	약	약
8011	강	강	약	강	강
8012	강	강	약	강	강
8013	강	강	약	강	강
8014	강	강	약	강	강
8015	강	강	약	강	강
8016	강	강	약	약	약
8017	강	강	강	약	약
8018	강	강	강	약	약
8019	강	강	강	약	약
8020	강	강	강	약	약
8021	강	강	강	약	약
8022	강	강	강	약	약
8023	강	강	강	약	약
8024	강	강	강	강	강
8025	강	강	강	약	약
8026	강	강	강	약	약
8027	강	강	강	강	강
8028	강	강	강	약	약
8029	강	강	약	강	강
8030	강	강	약	강	강

② 고온기용 계통 세대진전

○ 이전 세대는 2015년 4월말 파종, 7월에 선발, 9월 수확 및 탈종하여 내서성이 검증된 우수계통 및 선발개체는 한국에서 겨울에 세대진전이 불가능하므로 중국 광둥연구소에 의뢰하여 세대진전을 수행하였다. 세대진전 재배시험(표 34.)은 광둥연구소에서 흰가루병, 노균병 내병계 15계통, ZYMV내병계 22계통 등, 총 77계통을 공시하여 수행하였으며, 2015년 9월 30일에 파종하여 12월 초순에 과 품질 및 특성 등에 대한 조사를 실시하고 개체선발을 통해 종자를 확보하였다.

표 34. 2015년 여름용 내병성 및 고품질 계통의 세대단축 시험 개요

구분	파종일	정식일	조사일	시험지역	공시계통수	재배면적
세대단축	2015. 9.30	2015. 10. 14	2015. 12.8~10	중국세농광둥연구소	77	200평

- 여름용 다다기오이 선발 개체수는 약 150여 개체이며 선발은 마디성, 과장, 과색, 초세, 초형, 흰가루병, 노균병과 ZYMV에 대한 내병성 중심으로 선발하였다.
- 중국 수출용다다기 계통육성을 위해 중국품종 ‘동록2호’와 ‘귀비치’를 이용하여 수량성과 내병성이 좋은 한국계통에 2014년 조합하여 그 해 F₂ 종자를 확보하였고 2015년 여름에는 여주연구소에서 겨울에는 광둥연구소에서 계통 고정화 작업을 하였다.
- 고정중인 계통들 중 원예적형질과 내병성이 우수한 개체들을 한국시장용, 중국수출용 다다기 계통으로 선발하였다.



그림 34. 광둥연구소 세대진전 포장



그림 35. 한국시장용 선발개체



그림 36. 중국수출용 선발개체



그림 37. 고정화중인 PM, DM내병계 분리계통



그림 38. 고정화중인 ZYMV내병계 분리계통

4. 복합내병성 및 고품질 우수 계통 선발 및 세대진전(4년차, 2016년)

가. 복합내병성 및 고품질 우수 계통 선발

○ 2015년도에 복합내병성 및 고품질 유전자원에서 선발된 다다기 오이에서 노균병, 흰가루병, 흑성병 과 ZYMV, WMV에 강하고 품질이 우수한 계통을 선발하기 위한 평가를 총 2회에 걸쳐 수행 하였다(표 35.).

표 35. 내병성 및 고품질 우수계통의 형질특성평가 및 선발 시험 개요

구분	파종일	정식일	조사일	시험지역	공시 계통수	재배 면적
반촉성	2016. 2. 3	2016. 3. 4	2016. 4. 11~4. 25	남부연구소	650	450평
비가림	2016. 6. 2	2016. 6. 17	2016. 7. 18~7. 29	남부연구소	383	300평

○ 저온기용 다다기는 반촉성 작형에서의 특성 평가를 위해 내한성이 강한 다다기오이 총 650 계통을 공시하여 수행하였다.

○ 2016년 2월 3일에 파종하여 3월 4일에 정식 하였다. 육묘기간 중에 노균병, 흰가루병, 흑성병, ZYMV 및 WMV 마커검정을 통해 선발된 개체를 정식하여 활착단계, 착과단계, 과 비대기 등의 시기에 초형 및 초세 관련 특성, 과형 및 과색 관련 특성, 착과 비대 특성 등을 조사하여 원예적 형질이 우수한 계통을 선발하였으며 이들 계통의 주요 특성은 표 36과 같다.

○ 고온기용 다다기는 비가림 작형에서의 특성 평가를 위해 내서성이 강한 총 383계통을 공시하여 수행하였다.

○ 2016년 6월 2일에 파종하여 6월 17일에 정식하였고 육묘기간 중에 노균병, 흰가루병, 흑성병, ZYMV 및 WMV 마커검정을 통해 선발된 개체를 정식하여 내병성과 내서성, 고품질 특성을 조사하였다. 우수한 원예적 형질을 가진 계통을 선발하였으며, 이들 계통의 주요 특성은 표 37과 같다.

표 36. 저온기용 다다기 주요계통의 원예적 특성과 내병성

계통 번호	초세	절간장	잎크기	마디성	평균과장 (cm)	과색	저온 비대성	노균병 내병성	흰가루병 내병성	흑성병 내병성	ZYMV 내병성	WMV 내병성
2009	중	중	중	강	20	반백	강	강	강	약	약	약
2020	중강	중	중대	약	21	반백	중강	강	강	약	약	약
2022	중	중장	중대	약	24	반백	강	강	강	약	약	약
2024	중	중	중대	강	23	반백	중강	강	강	약	약	약
2026	중강	중	중	강	21	반백	중강	강	강	약	약	약
2028	중강	중장	중대	약	23	반백	중강	강	강	약	약	약
2029	중강	중장	중대	약	25	반백	중강	강	강	약	약	약
2049	중약	중	중	강	21	반백	강	강	강	약	약	약
2050	중	중	중	강	21	반백	강	강	강	약	약	약
2052	강	중장	중대	약	25	반백	중강	강	강	약	약	약
2055	중	중	중	강	25	반백	강	강	강	약	약	약
2056	중	중	중대	강	20	반백	강	강	강	약	약	약
2059	중약	중장	중	약	23	반백	중강	강	강	약	약	약
2060	중약	중	중대	강	19	반백	강	강	강	약	약	약
2062	중	중	중	강	21	반백	강	강	강	약	약	약
2063	강	중장	중	약	25	반백	중강	강	강	약	약	약
2066	중	중	중	강	24	반백	강	강	강	약	약	약
2136	강	중	중	약	26	반백	중강	강	강	약	약	약
2237	중강	중	중대	강	24	반백	중강	강	강	강	약	약
2238	중	중	중대	강	19	반백	중	약	약	강	약	약
2240	중강	중장	중	약	25	반백	중강	약	약	강	약	약
2242	중강	중장	중대	약	26	반백	중강	약	약	강	약	약
2246	강	중	대	중약	21	반백	중강	약	약	강	약	약
2294	중강	중장	중	약	22	반백	중	약	약	강	약	약
2296	중강	중	대	중약	21	반백	중강	약	약	강	약	약
2299	강	중	중대	중약	21	반백	중강	약	약	강	약	약
2312	중강	중	중대	강	22	반백	중	약	약	약	강	강
2317	중강	중장	중	강	22	반백	중	약	약	약	강	강
2318	중	중	중대	강	19	반백	중강	약	약	약	강	강
2322	중강	중장	중대	약	22	반백	중강	약	약	약	강	강
2324	강	중	대	중약	20	반백	중강	약	약	약	강	강
2551	중강	중장	대	강	21	반백	중강	강	강	약	강	강
2553	강	중	중대	중강	21	반백	강	강	강	약	강	강
2557	중	중	중대	중강	22	반백	중강	강	강	약	강	강

표 37. 고온용 다다기 주요계통의 원예적 특성과 내병성

계통 번호	초세	절간장	잎크기	마디성	평균과장 (cm)	과색	고온 비대성	노균병 내병성	흰가루병 내병성	흑성병 내병성	ZYMV 내병성	WMV 내병성
9002	중강	중	중대	강	22	반백	강	강	강	약	약	약
9003	중	중장	중대	강	25	반백	중강	강	강	약	약	약
9016	중	중장	중	약	26	반백	강	강	강	약	약	약
9018	중	중	중	강	23	반백	강	강	강	약	약	약
9019	강	중장	중	약	25	반백	강	강	강	약	약	약
9020	강	중	중대	약	27	반백	강	강	강	약	약	약
9022	강	중장	중	약	28	반백	강	강	강	약	약	약
9023	중	중	중	강	23	반백	강	강	강	약	약	약
9024	중	중강	중대	강	24	반백	강	강	강	약	약	약
9027	강	중장	중대	약	22	반백	강	강	강	약	약	약
9029	중강	중	중대	약	26	반백	강	강	강	약	약	약
2031	강	중장	대	강	19	반백	중	강	강	약	약	약
9123	중강	중	중	약	26	반백	강	강	강	약	약	약
9128	강	중장	중대	약	28	반백	강	강	강	약	약	약
9129	중	중장	중	약	23	반백	강	강	강	약	약	약
9136	중강	중	중	약	23	반백	강	약	약	강	약	약
9139	강	중장	대	강	18	반백	중강	강	강	약	약	약
9141	중강	중강	대	강	22	반백	중강	강	강	약	약	약
9142	중강	중	중대	강	21	반백	중강	강	강	약	약	약
9144	강	중장	중	약	23	반백	중	강	강	약	약	약
9146	강	중	중대	약	22	반백	중강	강	강	약	약	약
9148	중	중	중대	강	21	반백	중강	강	강	약	약	약
9150	강	중	중대	약	20	반백	중강	강	강	약	약	약
9171	중강	중강	중대	약	27	반백	강	강	강	약	약	약
9173	중강	중	대	약	25	반백	중강	강	강	약	약	약

나. 우수 계통선발 및 세대진전

① 저온기용 계통 세대진전

○ 저온기용에서 선발된 계통의 세대진전을 위해 8월 5일 과종하여 육묘기간 중에 노균병, 흰가루병, 흑성병, ZYMV 및 WMV 마커검정을 통해 선발된 개체를 정식하여 원예적 형질조사 후 선발하였다. 이들 계통의 주요 특성은 표 39, 그림39, 40과 같다.

표 38. 저온기용 계통 세대진전의 형질평가 및 선발 시험 개요

구분	과종일	정식일	조사일	시험지역	공시 계통수	재배 면적
세대진전	2016. 8. 5	2016. 8. 19	2016. 9. 19~9. 29	남부연구소	668	450평



그림 39. 노균병, 흰가루병, 흑성병, ZYMV, WMV 내병성인 8053계통



그림 40. 노균병, 흑성병, ZYMV, WMV 내병성인 8030계통

표 39. 세대진전 다다기 주요계통의 내병성 결과

계통번호	노균병 내병성	흰가루병 내병성	흑성병 내병성	ZYMV 내병성	WMV 내병성
8022	중강	약	강	약	약
8023	중강	약	강	약	약
8024	중강	중강	강	약	약
8025	강	중강	약	약	약
8026	중강	중강	강	약	약
8027	중	약	강	강	강
8028	약	약	강	강	강
8029	중강	약	강	강	강
8030	중강	약	강	강	강
8031	중강	약	강	강	강
8036	약	약	중강	강	강
8037	중	약	중강	강	강
8038	중강	강	약	약	약
8039	중강	강	약	약	약
8040	중강	강	약	약	약
8043	중강	강	약	약	약
8044	중강	강	약	약	약
8046	강	강	약	약	약
8048	중강	강	약	약	약
8050	중강	강	약	강	강
8051	중강	강	강	강	강
8052	강	강	강	강	강
8053	강	강	강	강	강
8056	중강	강	강	강	강
8059	중강	강	강	강	강
8060	중강	강	강	강	강
8063	중강	강	강	강	강
8065	강	강	강	강	강
8066	중강	강	약	강	강
8070	중강	강	약	강	강
8073	중강	강	약	강	강
8075	중강	강	약	강	강

② 고온기용 계통 세대진전

표 40. 고온기계통 세대진전의 형질평가 및 선발 시험 개요

구분	과종일	정식일	조사일	시험지역	공시 계통수	재배 면적
세대진전	2016. 9. 30	2016. 10. 12	2016. 12. 14~12. 17	중국 광둥연구소	87	100평

- 중국용 여름 다다기 계통육성으로 이전 세대는 2016년 5월말 과종, 7월에 선발, 9월 수확 및 탈중한 계통을 한국에서 겨울에 세대진전이 불가능하므로 광둥연구소에 의뢰하여 세대진전 하였다.
- 세대진전 및 고정중인 계통들 중 원예적 형질과 내병성이 우수한 개체들을 한국용 미니 다다기, 중국용 다다기 계통으로 선발하였다(그림 41~42.).



그림 41. 한국용 미니다다기 계통 3032번



그림 42. 중국용 다다기계통 3047번

5. 복합내병성 및 고품질 우수 계통 고정 및 최종선발 (5년차, 2017년)

○ 2013년부터 원예적 형질이 우수한 오이계통과 내병성유전자원으로 수집한 오이품종들 간의 재조합과 여교배를 통해 연차별로 선발과 세대진전을 수행한 결과 다음과 같이 원예적 형질이 우수하고 내병성이 강한 우수 계통들을 선발 고정하였다.

○ 고정된 계통의 내병성 및 원예적형질을 평가하기 위해 아래와 같이(표 41.) 2회에 걸쳐 특성평가를 진행하였으며 노균병, 흰가루병, 흑성병 과 ZYMV, WMV에 강하고 품질이 우수한 계통을 최종 선발하였다(표 42. 그림 43~48.).

표 41. 내병성 및 고품질 우수계통의 형질특성평가 및 선발 시험 개요

구분	파종일	정식일	조사일	시험지역	공시 계통수	재배 면적
반축성	2017. 2. 8	2016. 3. 7	2016. 4. 10~4. 28	남부연구소	703	450평
비가립	2017. 6. 5	2016. 6. 19	2016. 7. 17~7. 29	남부연구소	372	300평



그림 43. 흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV, WMV에 내병계인 2528계통



그림 44. 흰가루병, 노균병, ZYMV, WMV에 내병계인 2615계통



그림 45. 흰가루병, 노균병, 흑성병에 내병계인 2408계통



그림 46. 흰가루병, 노균병, ZYMV에 내병계인 9174계통



그림 47. 흰가루병, 노균병, ZYMV, WMV에 내병계인 7277계통



그림 48. 흑성병, ZYMV, WMV에 내병계인 7427계통

표 42. 최종 선발된 복합내병성계통의 내병성 및 원예적형질

계통 번호	초세	절간장	잎크기	마디성	평균과장 (cm)	비대성	노균병 내병성	흰가루병 내병성	흑성병 내병성	ZYMV 내병성	WMV 내병성
2313	중강	중	중대	강	22	중강	강	강	약	약	약
2340	중	중장	중대	강	25	강	강	강	약	약	약
2394	중	중장	대	강	24	중강	강	약	강	강	강
2408	중강	중	중대	중강	22	강	강	약	강	강	강
2435	중	중	중대	중강	25	강	강	강	약	약	약
2441	중강	중장	중	중약	26	강	강	강	약	약	약
2450	중	중장	중대	중약	24	중강	강	강	약	약	약
2457	중	중	중	중강	23	중강	강	강	약	약	약
2475	중	중	중대	강	26	중강	강	강	약	강	강
2486	중강	중장	중대	강	26	중강	강	강	강	약	약
2487	중강	중장	중	강	25	강	강	강	강	약	약
2498	중	중	중대	강	24	강	강	강	강	강	강
2528	중	중	중	강	25	강	강	강	강	강	강
2536	중	중장	중	강	25	중강	강	강	강	강	강
2615	중	중	중대	강	25	중강	강	강	약	강	강
2620	중강	중	중대	강	26	중강	강	강	약	강	강
9034	중강	중장	중대	강	26	강	강	강			
9050	중강	중장	중	중강	24	강	강	강	약	약	약
9136	중강	중장	중대	강	25	강	강	강	약	약	약
9141	중	중장	중	강	26	중강	강	강	약	약	약
9151	중강	중	중대	강	25	중강	강	강	약	약	약
9161	중강	중장	중대	약	16	강	강	강	약	강	강
9174	중	중장	중대	중	15	중강	강	강	약	강	강
9193	중강	중	중대	중	25	중강	강	강	약	강	강
7229	중강	중장	중	강	15	강	약	강	약	강	강
7277	중	중	중	중강	28	중강	강	강	약	강	강
7285	중강	중	중	강	25	강	강	강	강	약	약
7427	중강	중장	중대	강	25	강	약	약	강	강	강
8052	중	중	중	강	24	중강	강	강	강	강	강
8053	중강	중장	중대	중강	27	중강	강	강	강	강	강

○ 내병성 및 원예적형질이 우수하며 개체간 형질의 차이가 없어 유전적으로 안정되어 최종 선발한 복합내병성 다다기오이 계통은 표43.과 같다.

표 43. 복합내병계 계통으로 최종선발된 계통 수

복합내병성 내용	선발 고정된 계통 수
흰가루병, 노균병	11
흰가루병, 노균병, 흑성병	3
흑성병, ZYMV, WMV	1
흰가루병, 노균병, ZYMV, WMV	7
노균병, 흑성병, ZYMV, WMV	3
흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV, WMV	5

3장. 조합작성 및 품종육성

1. 1차 다다기오이 F₁ 조합작성 및 선발(2차년도, 2014년)

○ 고온용 다다기의 노지 및 비가림 작형에서 특성평가를 위한 재배시험은 내서성 및 내병성이 강한 총 77 조합을 공시하여 수행하였으며, 2014년 5월 2일에 과종하여 5월 22일에 정식하였다. 내병성과 과 품질 특성을 조사하여 우수한 형질을 가지는 조합을 선발하였으며, 이들 조합의 주요 특성은 표 45.와 같다.

○ 조합선발을 위한 형질평가 결과 국내 여름용 다다기로 노균병과 흰가루병에 강하고 내서성이 강하며 과장이 길고 과색이 우수한 5조합을 선발하였고, 중국 수출용 다다기로 중국현지 품종에 비해 다수성인 1조합을 선발하였다.

표 44. 내병성 및 고품질 조합의 선발 시험 개요

구분	과종일	정식일	조사일	시험지역	공시 조합 수	재배 면적
노지 및 비가림	2014. 5. 2	2014. 5. 22	2014. 6. 15~7. 20	여주연구소	77	300평

표 45. 다다기 주요 조합의 원예적 특성과 내병성

계통번호	초세	질간장	잎크기	마디성	평균과장 (cm)	과색	비대성	노균병내 병성	흰가루병내 병성
908	강	중	중대	중강	25	반백	강	강	강
923	강	중장	중	중강	27	반백	중강	강	강
928	중강	중장	중	중강	25	반백	강	강	강
933	중강	중장	중	중강	24	반백	강	강	강
962	중	중	중	중강	26	반백	강	강	강
963	중강	중장	중대	중강	28	반백	중강	강	강
980	중강	중	중대	중강	15	반백	강	중	중



그림 49. 주요 선발 조합 923



그림 50. 주요 선발 조합 928

2. 2차 복합내병성 및 고품질 F₁ 조합작성 및 선발(3차년도, 2015년)

가. 국내 저온기용 조합 특성조사

표 46. 저온기용 내병성 및 고품질 조합의 선발 시험 개요

구분	파종일	정식일	조사일	시험지역	공시 조합 수	재배 면적
반축성	2014.12.15	2015. 1. 20	2015. 3. 10~3. 30	여주연구소	82	200평

○ 저온기용 다다기의 반축성 작형에서 특성평가를 위한 재배시험은 내한성 및 내병성이 강한 총 82조합을 공시하여 수행하였으며, 2014년 12월 15일에 파종, 2015년 1월 20일에 정식하여 내한성 및 내병성과 과 품질 특성을 조사한 후 우수한 형질을 가지는 조합을 선발하였으며, 이들 조합의 주요 특성은 표 47.과 같다.

○ 조합선발을 위한 형질평가 결과 국내 겨울용 다다기로 노균병과 흰가루병에 강하고 내한성이 강하며 과장이 길고 과색이 우수한 1조합을 선발하였다.

○ B.N 276조합은 대비종에 비해 저온비대성이 강하고 노균병과 흰가루병에 강하면서 장과형으로 과형이 우수한 특성을 나타냈다.

표 47. 저온기용 다다기 조합의 원예적 특성과 내병성

조합번호	초세	절간장	잎크기	마디성	평균과장 (cm)	과색	비대성	노균병 내병성	흰가루병 내병성
276	중	중	중대	강	27	반백	강	강	강
햇살백 다다기	중강	장	중	강	27	반백	강	약	약



그림 51. B.N 276의 개체사진

나. 국내 고온기용 조합 특성조사

표 48. 고온기용 내병성 및 고품질 조합의 선발 시험 개요

구분	과종일	정식일	조사일	시험지역	공시 조합 수	재배 면적
노지 및 비가림	2015. 5. 4	2015. 5. 21	2015. 6. 15~7. 10	여주연구소	100	300평

○ 고온용 다다기의 노지 및 비가림 작형에서 특성평가를 위한 재배시험은 내서성 및 내병성이 강한 총 100조합을 공시하여 수행하였으며, 2015년 5월 4일에 과종, 5월 19일에 정식하여 내병성과 과 품질 특성을 조사한 후 우수한 형질을 가지는 조합을 선발하였으며, 이들 조합의 주요 특성은 표 49와 같다.

○ 조합선발을 위한 형질평가 결과 국내 여름용 다다기로 노균병과 흰가루병, 흑성병에 강하고 내서성이 강하며 과장이 길고 과색이 우수한 5조합을 선발하였고, 중국 수출용 다다기로 중국현지 품종에 비해 다수성인 1조합을 선발 하였다.

○ B.N 911조합은 대비종에 비해 고온비대성이 강하고 노균병과 흰가루병에 아주 강하면서 연두색 과색을 지녀 상품성이 우수하였다.

○ B.N 913조합은 대비종에 비해 고온비대성이 강하고 노균병과 흰가루병 및 흑성병에 강하면서 과색이 우수한 특성을 나타냈다.

○ B.N 912조합은 대비종에 비해 고온비대성이 강하고 장과형으로 노균병과 흰가루병에 강하면서 수량이 우수한 특성을 나타냈다.

○ B.N 994조합은 중국수출용으로 대비종에 비해 고온비대성이 강하고 단과 원통형으로 노균병과 흰가루병에 강하면서 수량이 우수한 특성을 나타냈다.

표 49. 고온용 다다기 주요 조합의 원예적 특성과 내병성 (()전년도 조합번호)

조합번호	초세	절간장	잎크기	마디성	평균과장 (cm)	과색	비대성	노균병 내병성	흰가루병 내병성	흑성병	품종명
908(908)	강	중	중대	중강	25	반백	강	강	강	약	솔바람
911(928)	중강	중장	중	중강	25	반백	강	강	강	약	14CUK 928
912(962)	중	중	중	중강	26	반백	강	강	강	약	15CUK 912
913	강	중장	중	중강	27	반백	중강	강	강	강	15CUK 913
970(963)	중강	중장	중대	중강	29	반백	중강	강	강	약	14CUK 963
994	중강	중	중대	약	15	반백	강	중	중	약	15CUK 994
베테랑	중강	중	대	중	27	반백	강	약	약	약	



그림 52. 대비종 및 B.N908(솔바람) 비교사진



그림 53. 대비종 및 B.N913 비교사진



그림 54. 대비종 및 B.N994 비교사진

다. 시교결과 및 품종화 (B.N 908)

○ 2014년 조합 중 B.N 908번을 춘천, 홍천, 제천 등 여름오이 재배단지의 농가에 현지적응성 및 생산성검증결과, 대비종에 비해 노균병과 흰가루병에 강하면서 과색이 우수하고 상품과 수량이 많아 생산판매신고를 하고 ‘솔바람 백다다기’로 품종화 하였다.

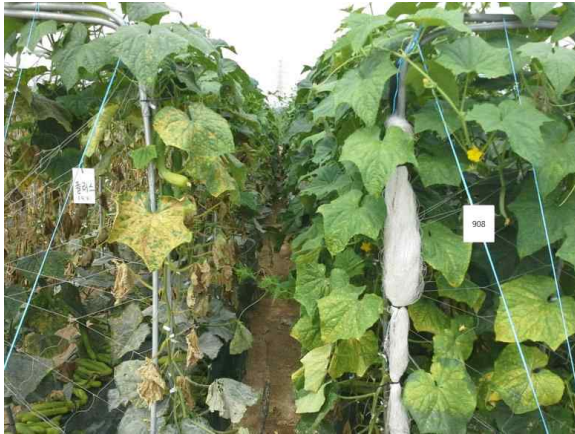


그림 55. 솔바람백다다기(B.N 908)농가현지 노균병, 흰가루병 비교사진(좌;대비종, 우;솔바람백다다기)

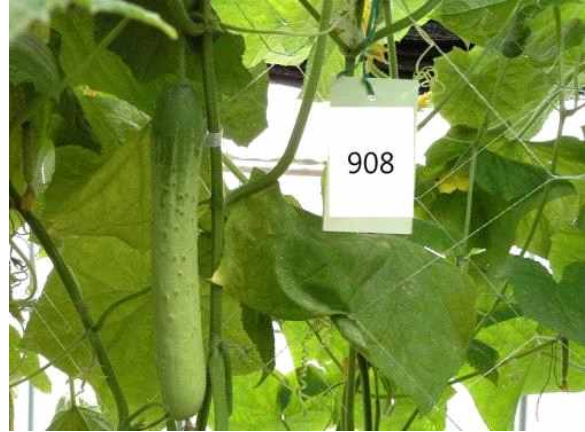


그림 56. 솔바람백다다기(B.N908) 개체사진

[별지 제23호 서식]

품종 생산·수입판매 신고증명서

신고 번호: 02-0006-2015-3
 품종명칭 등록출원번호: 40-2015-000188

신청인 (대표자) 주 소 경기도 수원시 영통구 영통로368번길 8-12 (우)7442-870	성년월일 (외국인은 국적) 전 화 번호 031-213-4321
법인명칭 농업회사법인 (주)농우아이 운	성년월일 (외국인은 국적) 전 화 번호 031-883-7055
특 성 자 주 소 경기도 여주시 기념품 영피로 113-141	성년월일 (외국인은 국적) 전 화 번호 031-883-7055

품종이 속하는 자물의 학명 및 명칭 *Cucumis sativus* L. 오이

품종의 명칭 솔바람백다다기 (Solharam beekidagi)

「종자산업법」 제38조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.
 (단, 이 품종의 명칭은 「식물신용정보법」 제109조제2항에 따라 등록된 비누에 사용할 수 있습니다.)

2015년 01월 23일

국립종자원

그림 57. ‘솔바람백다다기’ 생산판매신고서

라. 중국세농 북경연구소 조합성능 검정

○ 북경연구소 오이 시험포에 20조합 및 3품종을 공시하여 3월13일 파종하고, 성능검정을 5월 28일 실시하여 원예적형질이 우수한 3개조합을 선발하였다(그림58~61).



그림 58. BN.307



그림 59. BN320



그림 60. BN.319



그림 61. 중국수출용 주요조합과 대비종

표 50. 중국수출용 주요조합의 원예적 특성과 내병성

조합번호	초세	마디성	주당 수량 (개)	평균과장 (cm)	과색	저온 비대성	노균병 내병성	흰가루병 내병성
307	중	강	3.8	22	중강	강	강	강
319	중	강	3.2	22	중	강	강	강
320	중	강	3.3	23	강	강	강	강
등록2호	강	약	1.7	21	강	강	강	약

○ 조합번호 BN307은 과장이 21~23cm정도며 과형이 좋다. 과색은 푸른 연두빛으로 상인들이 선호하는 색이다. 노균병과 흰가루병 내병성은 강한편이다.

○ 조합번호 BN319은 과장이 21~23cm정도며 과형이 좋다. 과색은 연두빛이 약간 연하나 과형이 우수하고 식감이 좋다. 흰가루병, 노균병에 강하다.

○ 조합번호 BN320은 과장이 22~24cm정도며 과색이 푸른색이며 식감이 좋고 맛이 좋다. 흰가루병, 노균병에 강하다.

3. 3차 복합내병성 및 고품질 F₁ 조합작성 및 선발(4차년도, 2016년)

가. 국내 저온기용 조합 특성조사

표 51. 저온기용 내병성 및 고품질 조합의 선발 시험 개요

구분	파종일	정식일	조사일	시험지역	공시 조합 수	재배 면적
반축성	2015.12.14	2016. 1. 20	2016. 3. 07 ~ 3. 30	남부연구소	108	300평

- 저온기용 다다기의 반축성 작형에서 특성평가를 위한 재배시험은 내한성 및 내병성이 강한 총 108조합을 공시하여 수행하였다.
- 2015년 12월 14일에 파종, 2016년 1월 20일에 정식하여 내한성 및 내병성과 과 품질 특성을 조사한 후 우수한 형질을 가지는 조합을 선발하였으며, 이들 조합의 주요 특성은 표 52.와 같다.
- 16CUK291 조합은 대비종에 비해 저온비대성이 강하고 노균병과 흰가루병에 강하면서 장과형으로 과형이 우수한 특성을 나타냈다.

표 52. 저온기용 다다기 조합의 원예적 특성과 내병성

품종명	초세	절간장	잎크기	마디성	평균과장 (cm)	과색	비대성	노균병 내병성	흰가루병 내병성	ZYMV
16CUK291	중강	중장	중대	강	26	반백	강	중강	중강	약
16CUK255	중강	중	중	강	25	반백	강	중강	중강	약
햇살 백다다기	중강	장	중	강	27	반백	강	약	약	약



그림 62. 16CUK291 개체사진



그림 63. 16CUK255 개체사진

나. 국내 고온기용 조합 특성조사

표 53. 고온기용 내병성 및 고품질 조합의 선발 시험 개요

구분	과종일	정식일	조사일	시험지역	공시 조합 수	재배 면적
노지 및 비가림	2016. 5. 4	2016. 5. 20	2016. 6. 13~7. 9	남부연구소	83	350평

- 고온용 다다기의 노지 및 비가림 작형에서 특성평가를 위한 재배시험은 내서성 및 내병성이 강한 총 83조합을 공시하여 수행하였다.
- 2015년에 선발된 조합을 2016년 여름 노지 및 비가림 작형에서 재시험 하여 형질평가 결과 국내 여름용 다다기로 노균병과 흰가루병, 흑성병에 강하고 내서성이 강하며 과장이 길고 과색이 우수한 3조합을 선발하였고, 중국 수출용 다다기로 중국현지 품종에 비해 다수성인 2조합을 선발하였다. 육성목적에 부합하여 선발된 내병성 주요 조합은 표 54.와 같다.
- 14CUK928 조합은 대비종에 비해 고온비대성이 강하고 노균병과 흰가루병에 아주 강하면서 연두색 과색을 지녀 상품성이 우수하였다.
- 15CUK912 조합은 대비종에 비해 고온비대성이 강하고 장과형으로 노균병과 흰가루병에 강하면서 수량이 우수한 특성을 나타냈다.
- 15CUK913 조합은 대비종에 비해 고온비대성이 강하고 노균병과 흰가루병 및 흑성병에 강하면서 과색이 우수한 특성을 나타냈다.
- 15CUK319 조합은 대비종에 비해 비대성이 강하고 미니형이며 노균병과 흰가루병 및 ZYMV에 강하면서 과색이 우수한 특성을 나타냈다.
- 15CUK320 조합은 대비종에 비해 비대성이 강하고 미니형이며 노균병과 흰가루병 및 ZYMV에 강하면서 과색이 우수한 특성을 나타냈다.

표 54. 고온기용 다다기 주요 조합의 원예적 특성과 내병성

조합번호	초세	절간장	잎크기	마디성	평균과장 (cm)	과색	비대성	노균병 내병성	흰가루병 내병성	흑성병	ZYMV
14CUK928	중강	중장	중	중강	25	반백	강	강	강	약	약
15CUK912	중	중	중	중강	26	반백	강	강	강	약	약
15CUK913	강	중장	중	중강	27	반백	중강	강	강	강	약
15CUK319	중강	중	중	중강	15	반백	강	강	강	약	강
15CUK320	중강	중	중대	중강	15	반백	강	강	강	약	강
대비종	중강	중	대	중	27	반백	강	약	약	약	약



그림 64. 대비종 및 15CUK912, 913 비교사진



그림 65. 대비종 및 14CUK928 비교사진



그림 66. 15CUK319(좌)와 대비종(우)의 흰가루병 비교사진



그림 67. 15CUK320 개체사진

다. 국내 고온억제용 조합 특성조사

표 55. 국내 고온억제용 내병성 및 고품질 조합의 선발 시험 개요

구분	파종일	정식일	조사일	시험지역	공시 조합 수	재배 면적
노지 및 비가림	2016. 7. 8	2016. 7. 15	2016. 8. 10~8. 25	남부연구소	21	150평

○ 고온억제용 다다기의 노지 및 비가림 작형에서 특성평가를 위한 재배시험은 내서성 및 내병성이 강한 총 21조합을 공시하여 수행하였으며, 2016년 7월 8일에 파종, 7월 15일에 정식하여 내병성과 과 품질 특성을 조사한 후 우수한 형질을 가지는 조합을 선발하였으며, 이들 조합의 주요 특성은 표 56.과 같다.

표 56. 고온억제용 다다기 주요 조합의 원예적 특성과 내병성

조합번호	초세	절간장	잎크기	마디성	평균과장 (cm)	과색	비대성	노균병 내병성	흰가루병 내병성
15CUK 820	중강	중장	중	중강	27	반백	강	강	강
15CUK 827	중	중	중	강	24	반백	강	강	강
대비종	강	중장	중	중강	26	반백	중강	약	약

○ 15CUK820 조합은 대비종에 비해 고온비대성이 강하고 장과형으로 노균병과 흰가루병에 강하면서 수량이 우수한 특성을 나타냈다.



그림 68. 15CUK827 개체사진



그림 69. 15CUK820 개체사진

라. 중국세농 북경연구소 조합성능검정

○ 북경연구소 오이 시험포에 23조합 및 7품종을 공시하여 4월8일 정식하고, 성능검정을 5월 30일 실시하여 원예적형질이 우수한 4개조합을 선발하였다(그림70~74.).



그림 70. 16CUK323



그림 71. 16CUK324



그림 72. 16CUK330



그림 73. 16CUK331



그림 74. 중국수출용 주요조합과 대비종

표 57. 중국수출용 주요조합의 원예적 특성과 내병성

품종명	초세	마디성	주당수량 (개)	평균과장 (cm)	과색	비대성	노균병 내병성	흰가루병 내병성	흑성병	ZYMV
16CUK323	중	강	3.8	22	강	강	강	강	강	강
16CUK324	중	강	3.2	21	중	강	강	강	약	강
16CUK330	중강	강	3.3	24	중강	강	강	강	약	약
16CUK331	중강	강	3.2	23	중강	강	강	강	약	약
동록2호	강	약	1.7	21	중강	강	약	약	약	강

- 조합번호 16CUK323은 과장이 21~23cm정도며 과형이 좋으며 과색은 푸른 연두색으로 아삭거림이 덜하고 광택이 약한 편이고 수량이 대비종에 비해 많다. 노균병, 흰가루병, 흑성병 및 ZYMV 내병성이 강하다.
- 조합번호 16CUK324는 과장이 20~22cm정도며 과형이 H형으로 좋으며 과색은 연두빛으로 광택이 있으며 수량이 많으나 아삭거림이 덜하다. 노균병, 흰가루병 및 ZYMV 내병성이 강하다.
- 조합번호 16CUK330은 과장이 23~25cm정도로 긴편이고 과형이 H형으로 좋고 과색이 푸른색이며 광택이 있고 수량이 많으나 아삭거림이 덜하다. 흰가루병, 노균병 내병성이 강하다.
- 조합번호 16CUK331은 과장이 22~24cm정도며 과형이 H형으로 좋고 과색이 연두색으로 광택이 있고 착과력이 우수하여 수량이 많으나 아삭거림이 덜하다. 노균병과 흰가루병에 강하다.

4. 복합내병성 및 고품질 F₁ 조합 최종선발 및 품종등록(5차년도, 2017년)

가. 복합내병성 F₁ 조합의 최종선발

○ 복합내병성 고품질 F₁ 조합의 최종선발을 위해 표 58.과 같이 총 2회에 걸쳐 시험하였다.

표 58. 복합내병성 및 고품질 F₁ 조합의 선발 시험 개요

구분	과종일	정식일	조사일	시험지역	공시 조합 수	재배 면적
노지 및 비가림	2017. 5. 4	2017. 5. 24	2017. 6. 20 ~ 7. 10	남부연구소	99	300평
고온억제	2017. 7. 7	2017. 7. 21	2017. 8. 1 ~ 8. 23	남부연구소	29	120평

○ 내서성 및 내병성, 과 품질 특성을 조사한 후 원예적 형질이 우수한 조합을 최종 선발하였으며, 이들 조합의 주요 특성은 표 59.와 같다.

표 59. 다다기 주요 조합의 원예적 특성과 내병성

조합번호	초세	절간장	잎크기	마디성	평균과장 (cm)	과색	비대성	노균병 내병성	흰가루병 내병성	흑성병	ZYMV
15CUK912	중	중	중	중강	27.5	중	강	강	강	약	약
15CUK913	강	중장	중	중강	26.8	중강	중강	중강	중강	강	약
15CUK820	중강	중장	중	중강	27.5	중강	중강	강	강	약	약
15CUK319	중강	중	중	중강	19.5	중	강	강	강	약	강
15CUK320	중강	중	중대	중강	20.5	강	강	강	강	약	강
16CUK323	강	중	중대	중강	17.5	강	강	강	강	강	강
16CUK324	강	중	중	중강	16.3	중강	강	강	강	약	강
대비종	중강	중	대	중	27	중	강	약	약	약	약



그림 75. 대비종 및 15CUK912, 913 비교사진



그림 76. 대비종 및 16CUK324, 319 비교사진



그림 77. 대비종 및 15CUK820 비교사진



그림 78. 대비종에 비해 흰가루병에 강한 15CUK320 조합



그림 79. 대비종(우)에 비해 노균병에 강한 15CUK820조합(좌)

나. 복합내병성 및 고품질 F₁ 조합 품종보호 출원

- 최종 선발된 15CUK912, 15CUK913, 15CUK820조합들은 2017년 춘천, 홍천 등 여름오이 재배단지의 농가에 현지적응성 및 생산성검증결과, 대비종에 비해 노균병과 흰가루병 및 흑성병에 강하면서 과색이 우수하고 각 조합의 특성들이 대비종과 구분되었다.
- 연구소와 현지적응시험 결과에 따라 15CUK912는 ‘정다운 백다다기’로 15CUK913은 ‘바캉스 백다다기’로 15CUK820은 ‘강인한 백다다기’로 각각 품종보호출원을 신청하였다.
- 선발된 15CUK319, 15CUK320, 16CUK323, 16CUK324조합들은 2016년 중국 북경연구소와 2017년 국내 남부연구소에서 현지적응시험결과 최종선발되어 15CUK319는 ‘미니1호’로 15CUK320은 ‘미니2호’로 16CUK323은 ‘미니3호’로 16CUK324는 ‘크레용’으로 각각 품종보호출원을 신청하였다.

표 60. 최종선발된 조합의 품종명, 내병성 및 보호출원번호

순번	조합번호	품종명	내병성	출원번호	비고
1	15CUK908	솔바람백다다기	노균병, 흰가루병	102016000031	국내용
2	15CUK912	정다운백다다기	노균병, 흰가루병	102017000510	
3	15CUK913	바캉스백다다기	노균병, 흰가루병, 흑성병	102017000512	
4	15CUK820	강인한백다다기	노균병, 흰가루병	102017000511	
8	16CUK324	크레용	노균병, 흰가루병, ZYMV	102017000513	수출용
6	15CUK319	미니1호	노균병, 흰가루병, ZYMV	102017000507	
7	15CUK320	미니2호	노균병, 흰가루병, ZYMV	102017000508	
8	16CUK323	미니3호	노균병, 흰가루병, 흑성병, ZYMV	102017000509	

민원인을 가족같이, 민원을 내일같이	
통지된 내용에 의문이 있으시면 담당자에게 문의하시기 바랍니다. 담당자: 김민지 전화: (054) 912-0113 FAX: (054) 912-0210 인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr	
740-220	경상북도 김천시 혁신8로 119

품종보호출원번호 통지서

출원일자: 2016.1.11	품종보호 출원번호: 출원 2016 - 31 품종명칭 출원번호: 명칭
-----------------	--

작 물 명: 오이
 품종 명칭: 솔바람백다다기
 출 원 인: 농업회사법인 (주)농우바이오
 주 소: 경기도 수원시 영통구 센트럴타운로114-8

2016년01월11일

국립종자원



그림 80. '솔바람백다다기' 품종보호출원서

민원인을 가족같이, 민원을 내일같이	
통지된 내용에 의문이 있으시면 담당자에게 문의하시기 바랍니다. 담당자: 김지유 전화: (054) 912-0113 FAX: (054) 912-0210 인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr	
39660	경상북도 김천시 혁신8로 119

품종보호출원번호 통지서

출원일자: 2017.10.12	품종보호 출원번호: 출원 2017 - 510 품종명칭 출원번호: 명칭 2017 - 1165
------------------	---

작 물 명: 오이
 품종 명칭: 정다운백다다기
 출 원 인: 농업회사법인 (주)농우바이오
 주 소: 경기도 수원시 영통구 센트럴타운로,114-8

2017년10월12일

국립종자원



그림 81. '정다운백다다기' 품종보호출원서

민원인을 가족같이, 민원을 내일같이	
통지된 내용에 의문이 있으시면 담당자에게 문의하시기 바랍니다. 담당자: 김지유 전화: (054) 912-0113 FAX: (054) 912-0210 인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr	
39660	경상북도 김천시 혁신8로 119

품종보호출원번호 통지서

출원일자: 2017.10.12	품종보호 출원번호: 출원 2017 - 512 품종명칭 출원번호: 명칭 2017 - 1167
------------------	---

작 물 명: 오이
 품종 명칭: 바캉스백다다기
 출 원 인: 농업회사법인 (주)농우바이오
 주 소: 경기도 수원시 영통구 센트럴타운로,114-8

2017년10월12일

국립종자원



그림 82. '바캉스백다다기' 품종보호출원서

민원인을 가족같이, 민원을 내일같이	
통지된 내용에 의문이 있으시면 담당자에게 문의하시기 바랍니다. 담당자: 김지유 전화: (054) 912-0113 FAX: (054) 912-0210 인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr	
39660	경상북도 김천시 혁신8로 119

품종보호출원번호 통지서

출원일자: 2017.10.12	품종보호 출원번호: 출원 2017 - 511 품종명칭 출원번호: 명칭 2017 - 1166
------------------	---

작 물 명: 오이
 품종 명칭: 강인한백다다기
 출 원 인: 농업회사법인 (주)농우바이오
 주 소: 경기도 수원시 영통구 센트럴타운로,114-8

2017년10월12일

국립종자원



그림 83. '강인한백다다기' 품종보호출원서

민원인을 가족같이, 민원을 내일같이

통지된 내용에 의문이 있으시면 담당자에게 문의하시기 바랍니다.
 담당자: 김지유 전화: (054) 912-0113 FAX: (054) 912-0210
 인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr

39660 경상북도 김천시 혁신8로 119

품종보호출원번호 통지서

출원일자: 2017.10.12	품종보호 출원번호: 출원 2017 - 507
	품종명칭 출원번호: 명칭 2017 - 1162

작 물 명: 오이
 품종 명칭: 미니1호
 출 원 인: 농업회사법인 (주)농우바이오
 주 소: 경기도 수원시 영통구 센트럴타운로, 114-8

2017년10월12일


국립종자원 

그림 84. '미니1호' 품종보호출원서

민원인을 가족같이, 민원을 내일같이

통지된 내용에 의문이 있으시면 담당자에게 문의하시기 바랍니다.
 담당자: 김지유 전화: (054) 912-0113 FAX: (054) 912-0210
 인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr

39660 경상북도 김천시 혁신8로 119

품종보호출원번호 통지서

출원일자: 2017.10.12	품종보호 출원번호: 출원 2017 - 508
	품종명칭 출원번호: 명칭 2017 - 1163

작 물 명: 오이
 품종 명칭: 미니2호
 출 원 인: 농업회사법인 (주)농우바이오
 주 소: 경기도 수원시 영통구 센트럴타운로, 114-8

2017년10월12일


국립종자원 

그림 85. '미니2호' 품종보호출원서

민원인을 가족같이, 민원을 내일같이

통지된 내용에 의문이 있으시면 담당자에게 문의하시기 바랍니다.
 담당자: 김지유 전화: (054) 912-0113 FAX: (054) 912-0210
 인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr

39660 경상북도 김천시 혁신8로 119

품종보호출원번호 통지서

출원일자: 2017.10.12	품종보호 출원번호: 출원 2017 - 509
	품종명칭 출원번호: 명칭 2017 - 1164

작 물 명: 오이
 품종 명칭: 미니3호
 출 원 인: 농업회사법인 (주)농우바이오
 주 소: 경기도 수원시 영통구 센트럴타운로, 114-8

2017년10월12일


국립종자원 

그림 86. '미니3호' 품종보호출원서

민원인을 가족같이, 민원을 내일같이

통지된 내용에 의문이 있으시면 담당자에게 문의하시기 바랍니다.
 담당자: 김지유 전화: (054) 912-0113 FAX: (054) 912-0210
 인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr

39660 경상북도 김천시 혁신8로 119

품종보호출원번호 통지서

출원일자: 2017.10.12	품종보호 출원번호: 출원 2017 - 513
	품종명칭 출원번호: 명칭 2017 - 1168

작 물 명: 오이
 품종 명칭: 크레용
 출 원 인: 농업회사법인 (주)농우바이오
 주 소: 경기도 수원시 영통구 센트럴타운로, 114-8

2017년10월12일


국립종자원 

그림 87. '크레용' 품종보호출원서

제2세부과제: 오이 신품종 육성을 위한 다중진단 마커 활용기술 개발

1장 선발마커 개발을 위한 내병성, 내한성 및 저장성 평가체계 확립

1. 내병성 검정 체계 확립

오이에서 WMV(watermelon mosaic virus) 검정법을 확립하기 위하여 Wai(1995, Theor Appl Genet. 91:699-706)의 논문을 참고함. WMV를 감염시킨 기주식물체의 즙액을 본엽이 출현하기 전에 자엽부분에 기계적으로 접종하였음. 접종 후 병징이 명확하게 나타나는 시기에(7-14일 후) 육안 또는 ELISA 방법으로 저항성 여부를 판단하였음(그림 1).

가. 오이 WMV 검정 체계 확립

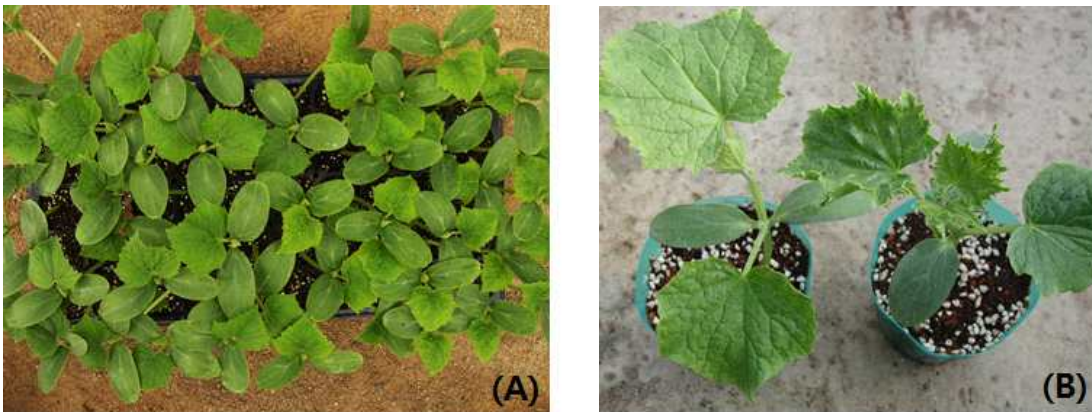


그림 1. 오이에서 WMV를 접종한 결과. [A: 접종 7일 후(left: 저항성, right: 이병성 계통) B: 접종 14일 후 결과 (left: 저항성, right: 이병성 계통)]

나. 오이 흑성병 검정 체계 확립

오이에서 흑성병(*Cladosporium cucumerinum*) 검정법을 확립하기 위하여 Kang 등의 (2011, Theor Appl Genet. 122:795-803)의 논문을 참고하였음. 흑성병에 감염된 잎 조직으로부터 단포자 분리법으로 분리한 균주를 현탁배양한 후, 2×10^6 spore/ml 농도로 물에 희석하여 첫 번째 본엽이 출현하는 시기에 자엽과 본엽 부분에 spray방식으로 접종하였음. 접종한 식물체는 100% 상대습도(RH), 17-20°C의 암상태에서 24시간 incubation한 후, 같은 온도조건인 60-85% RH에서 16시간 광처리/8시간 암처리 조건으로 발병을 유도함. 접종 7-10일 후, 병반의 유무에 따라 저항성과 이병성 여부를 판단하였음(그림 2).



그림 2. 오이에서 흑성병 균주를 접종한 결과. A: 접종 10일 후(left: 저항성 계통, right: 이병성 계통), B: 본엽(위)과 자엽(아래)에서 발병된 이병성 개체

2. 오이 계통별 내한성 평가체계 확립

오이에서 내한성 평가체계를 확립하기 위하여 육성가의 경험과 오이 재배농가의 의견을 수렴하여 내한성 시험을 실시하였음. 내한성이 강한 계통과 약한 계통을 파종한 후, 본엽이 출현하는 시기에 야간온도를 18일 동안 8°C 처리하여 13°C 처리한 대조구와 생육상태의 변화를 조사하였음. 그림 3에서와 같이 내한성이 강한 계통은 8°C 저온처리구와 13°C 대조구의 생육상태는 큰 변화가 없는 것으로 나타났으나, 내한성이 약한 계통은 13°C 대조구에 비해 8°C 저온 처리구에서 생육이 저하된 것을 확인할 수 있었음. 유묘기 내한성 평가는 재배환경과 평가자의 주관에 의해 좌우될 수 있어 정확한 평가가 어려울 수 있으므로, 보다 객관적이고 정확한 평가체계를 확립하기 위하여 내한성과 관련된 후보유전자분석과 선발마커 개발을 위해 본 실험에 사용된 재료(저온처리 후 7일 및 18일에 시료 채취)는 제1협동과제 연구기관에 전사체분석을 의뢰함.

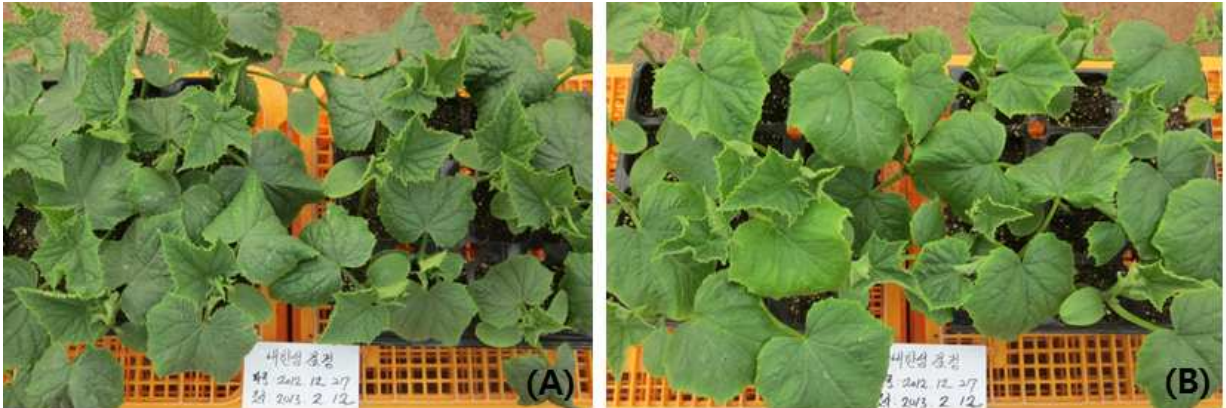


그림 3. 오이에서 흑성병 균주를 접종한 결과. A: 내한성이 강한 계통에서 저온처리 14일 후(left: 13°C control, right: 8°C 저온처리), B: 내한성이 약한 계통에서 저온처리 18일 후(left: 13°C control, right: 8°C 저온처리)

3. 저장성 관련 성분분석법 확립

가. 오이 수확 후 저장성 평가체계 확립

- 오이의 수확 후 저장성 관련 세포벽 성분(셀룰로스, 헤미셀룰로스, 펙틴)의 분석법을 최적화하기에 앞서 오이의 수확 후 저장성 평가체계를 확립을 위하여 백침계 계통(2013)과 흑침계 계통(2001)을 사용하여 수확 후 저장기간 중 외피 색상의 변화와 수분 손실률을 측정하였음.
- 백침계(2013) 계통은 수확 후 8일째에도 과피색이 큰 변화가 없이 초기 색상을 유지하지만 육질의 아삭한 식감이 사라지는 경향이 있는데 반해, 흑침계(2001) 계통은 과피색이 수확 후 4일째부터 황변하기 시작하여 수확 후 8일째에는 과실 전체로 퍼져 나가지만 육질의 아삭한 식감이 장기간 유지되는 것을 확인할 수 있었음(표 1, 2).

○ 오이 수확 후 저장기간에 따른 수분 손실률은 개화 후 12 ~ 15일 된 과실을 수확하여 4 일 간격으로 과중을 측정하였고, 수확 직후 무게에 따라 크게 3개 그룹으로 나누어서 각 개체에 대한 평균값을 사용해서 수분 손실률을 계산한 결과, 수확 후 4일째에 백침계(2013) 계통은 -4.3 ~ -5.9%의 손실률을 보였고, 흑침계(2001) 계통은 -3.5 ~ -5.9%의 손실률을 보여 두 계통 간 차이를 확인하지 못했지만, 수확 후 8일째에는 백침계(2013) 계통은 -3.7 ~ -5.4%의 수분 손실률을 보였으며, 흑침계(2001) 계통은 -2.5 ~ -4.2%의 수분 손실률을 보임에 따라 향후 수확 후 저장기간의 연장을 통하여 오이의 수확 후 저장성에 대한 면밀한 검토를 할 예정이다.

표 1. 백침계(2013) 및 흑침계(2001) 오이 계통의 수확 후 저장성 평가

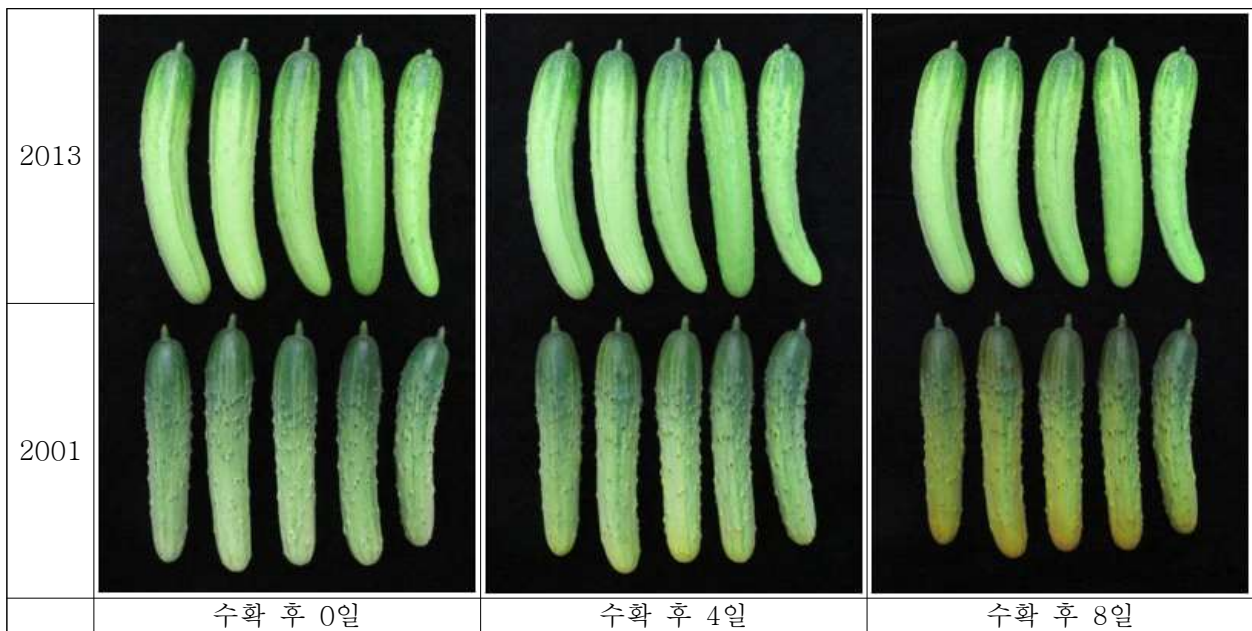


표 2. 수분 손실률 측정에 따른 오이 수확 후 저장성 평가

Sample weight	저장기간	2013			2001		
		0 일	4 일	8 일	0 일	4 일	8 일
~ 100 g	Average	91.2	85.8	81.2	91.5	86.1	82.5
	SD	3.3	3.5	3.9	10.0	10.0	10.0
	Variation(%)		-5.9	-5.4		-5.9	-4.2
100 ~ 150 g	Average	123.0	117.0	111.9	118.2	112.6	109.1
	SD	16.7	16.6	16.5	6.5	6.4	6.4
	Variation(%)		-4.9	-4.4		-4.7	-3.1
150 g ~	Average	185.8	177.8	171.3	164.5	158.8	154.8
	SD	21.4	19.8	19.0	-	-	-
	Variation(%)		-4.3	-3.7		-3.5	-2.5

나. 오이 수확 후 저장성 관련 후보유전자의 탐색 및 발굴

- 오이 저장성과 관련하여 기 보고된 QTL (quantitative trait locus)의 염색체 위치 정보에 기반하여 2개의 QTL이 존재할 것으로 예견되는 scaffold의 유전자 정보를 확보할 수 있었음.
- 예측된 각각의 유전자는 BLAST 검색을 통하여 유전자 기능을 유추할 수 있었으며, 오이 저장성과 밀접한 관련이 있을 것으로 추정되는 총 13개의 후보유전자를 선발하여 RNA 수준에서 오이 수확 후 저장기간에 따른 유전자 발현분석을 수행하였음(그림 4).

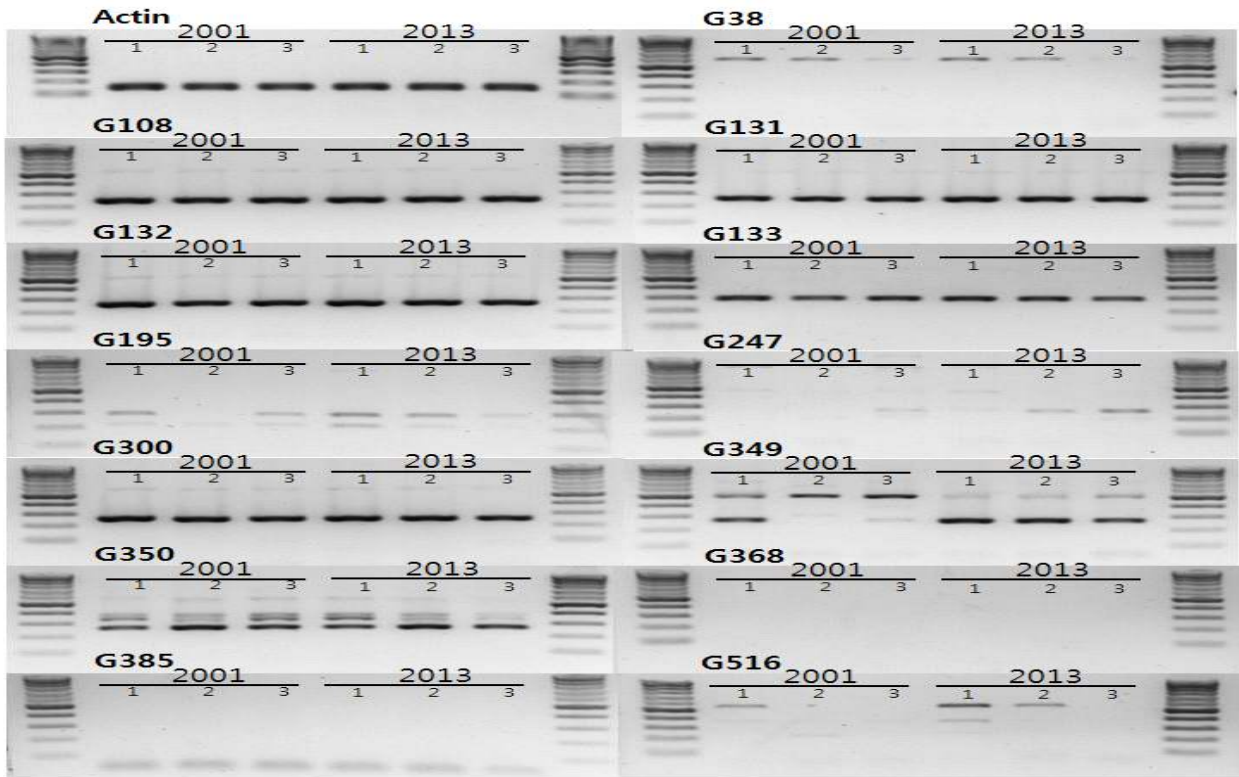


그림 4. 오이 저장성 관련 후보유전자의 발현분석

Actin, actin 유전자; G, 후보유전자

- 수확 후 저장기간에 따른 최종 선발된 후보유전자의 발현분석 결과, 백침계(2013)와 흑침계(2001) 두 계통 간에서의 발현차이는 G195, G247, G349, G516에서 나타남을 확인할 수 있었으며, 이 중에서 가장 발현 차이가 두드러진 G349의 유전자 정보를 알아보기 위하여 향후 염기서열 분석을 수행할 예정임.

다. 오이 수확 후 저장성 관련 성분분석법 확립

- 오이의 수확 후 저장성 평가는 1차 년도와 동일한 방법으로 외피 색상변화와 수분 손실률 측정으로 평가하였고, 저장성 관련 세포벽성분(셀룰로스, 헤미셀룰로스, 펙틴)의 정량 분석은 색상변화와 수분 손실률 측정을 통해 저장성 평가가 가능하므로 수행하지 않았음.
- 백침계(2103) 계통과 흑침계 (2001) 계통을 이용하여 육성한 F₂ 분리집단 178개체를

정식한 후, 6회에 걸쳐 1~10개의 과실을 각 개체로부터 각각 수확하여 1주 간격으로 3주간 색상변화와 무게를 측정하여 수분 손실률을 계산하였음. 외피의 색상변화는 황변(흑침) 또는 탈색(백침) 정도를 1, 3, 5 단계로 나누어서 황변 또는 탈색이 심한 것을 5로, 변색이 약한 것을 1로 표기한 후, 조사한 각 개체별 평균값과 표준편차를 계산하였음(그림 5)

- F₂ 분리집단에 대한 외피색상 변화를 조사한 결과, 백침과 흑침계 모두 1~5까지 다양하게 나타났고, 대조구로 사용한 백침계 계통(2013), 흑침계 계통(2001) 및 F₁ 은 4.50, 4.03 및 4.19로 나타났음.
- F₂ 분리집단에 대한 수분 손실률을 조사한 결과, 백침의 경우 수분 증발률 평균값은 1.12~ 2.55, 흑침의 경우 수분 증발률 평균값은 1.03~3.77로 나타남. 대조구로 사용한 백침계 계통(2013), 흑침계 계통(2001) 및 F₁ 은 2.41, 1.88 및 2.42로 나타났음(그림 6, 표 3).
- F₂ 분리집단에 대한 외피색상의 변색과 수분 손실률을 조사한 결과 두 특성간의 연관관계가 크지 않지만, 다수의 F₂ 분리집단을 전개하고 저장성관련 선발마커(침색 구별마커)와 저장성 평가를 수행하여 저장성이 우수한 계통 육성을 지원할 예정임.



그림 5. 백침계 및 흑침계 오이 F₂ 분리집단의 색상변화 평가법 예시

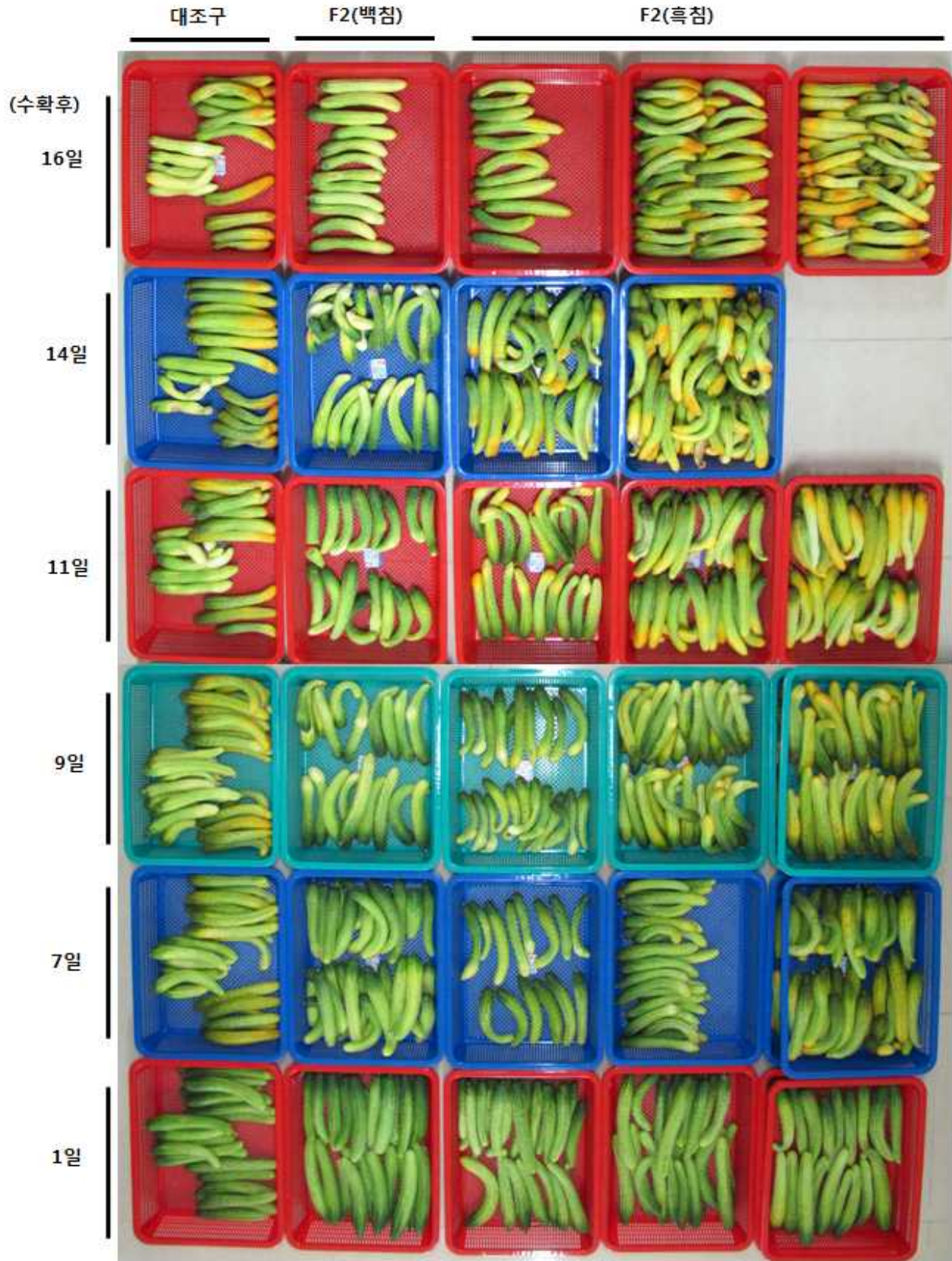


그림 6. 백침계(2013) 및 흑침계(2001) 오이 F₂ 분리집단의 수확 후 저장성 평가

표 3. 백침계(2013) 및 흑침계(2001) 오이 F₂ 분리집단의 수확 후 저장성 평가 결과

시료			수분 증발률		변색정도		비고
No.	침색	조사개체 수	Average	SD	Average	SD	
20	백	1	1.12	-	1.00	-	
140	백	2	1.36	0.06	4.00	1.41	
126	백	2	1.59	0.01	4.00	1.41	
151	백	3	1.60	0.35	3.00	2.00	
122	백	2	1.65	0.19	2.00	1.41	
43	백	3	1.66	0.33	4.33	1.15	
124	백	3	1.66	0.18	5.00	0.00	
130	백	2	1.66	0.16	1.00	0.00	
60	백	5	1.68	0.18	5.00	0.00	
68	백	4	1.68	0.27	4.00	2.00	
146	백	3	1.71	0.51	4.33	1.15	
153	백	3	1.79	0.08	5.00	0.00	
40	백	6	1.80	0.20	3.67	1.63	
86	백	4	1.80	0.17	4.50	1.00	
132	백	4	1.80	0.16	4.00	1.15	
34	백	1	1.81	-	1.00	-	
37	백	3	1.81	0.40	2.33	1.15	육성팀선발
39	백	4	1.91	0.43	4.00	1.15	육성팀선발
46	백	4	1.95	0.29	3.00	1.63	
98	백	3	1.97	0.54	2.33	2.31	
158	백	1	2.00	-	1.00	-	
123	백	3	2.02	0.53	5.00	0.00	
63	백	3	2.05	0.30	3.00	2.00	
69	백	1	2.06	-	5.00	-	
79	백	1	2.06	-	5.00	-	
53	백	5	2.10	0.25	3.80	1.10	
104	백	5	2.10	0.27	3.00	2.00	
1	백	3	2.13	0.20	4.33	1.15	
22	백	5	2.14	0.22	1.80	1.79	
165	백	7	2.25	0.35	3.86	1.95	육성팀선발
177	백	3	2.29	0.24	2.33	2.31	
125	백	7	2.31	0.48	3.00	2.00	
175	백	5	2.41	0.18	5.00	0.00	
2013	백	30	2.41	0.55	4.50	0.88	대조구
163	백	9	2.43	0.50	3.44	1.67	육성팀선발
155	백	4	2.55	0.46	4.00	1.15	
38	흑	1	1.03	-	5.00	-	
82	흑	2	1.27	0.44	4.00	1.41	
94	흑	6	1.46	3.31	5.00	0.00	
159	흑	3	1.46	0.14	4.33	1.15	
4	흑	4	1.50	0.18	2.50	1.00	
128	흑	3	1.51	0.18	5.00	0.00	
59	흑	4	1.56	0.26	4.50	1.00	
13	흑	3	1.59	0.30	4.33	1.15	
150	흑	4	1.64	0.23	3.50	1.91	
12	흑	5	1.67	0.29	4.20	1.10	
55	흑	2	1.67	0.21	5.00	0.00	
21	흑	3	1.68	0.09	5.00	0.00	

96	회	4	1.70	0.16	4.00	1.15	
81	회	1	1.71	-	5.00	-	
120	회	3	1.71	0.06	3.67	1.15	
74	회	4	1.74	0.21	4.00	1.15	
127	회	6	1.75	0.15	2.33	1.63	
52	회	4	1.77	0.33	3.00	1.63	
83	회	4	1.79	0.41	2.50	1.91	
66	회	4	1.80	0.22	5.00	0.00	
139	회	2	1.80	0.19	2.00	1.41	
167	회	7	1.80	0.35	3.00	1.15	
5	회	4	1.83	0.30	3.00	1.63	
143	회	3	1.83	0.06	5.00	0.00	
8	회	4	1.84	0.26	3.50	1.00	
36	회	9	1.84	0.28	4.33	1.41	
141	회	3	1.84	0.31	5.00	0.00	
162	회	5	1.84	0.30	5.00	0.00	
62	회	1	1.85	-	3.00	-	
108	회	4	1.85	0.34	3.00	1.63	
11	회	5	1.86	0.21	3.80	1.10	
99	회	4	1.86	0.13	3.50	1.00	
133	회	5	1.86	0.32	3.40	1.67	
119	회	2	1.87	0.35	4.00	1.41	
2001	회	30	1.88	0.29	4.03	1.02	대조구
77	회	3	1.89	0.68	3.67	1.15	
121	회	7	1.91	0.35	5.00	0.00	
145	회	4	1.91	0.52	4.00	1.15	
176	회	1	1.91	-	5.00	-	
95	회	4	1.92	0.14	3.00	2.31	
112	회	2	1.92	0.52	5.00	0.00	
137	회	5	1.92	0.14	4.60	0.89	
3	회	3	1.93	0.17	4.33	1.15	
75	회	4	1.93	0.32	3.00	1.63	
56	회	2	1.94	0.05	1.00	0.00	
58	회	4	1.94	0.88	4.00	1.15	
102	회	2	1.94	0.02	4.00	1.41	
47	회	5	1.95	0.19	4.20	1.10	
107	회	3	1.95	0.48	5.00	0.00	
116	회	4	1.95	0.14	5.00	0.00	
144	회	2	1.95	0.56	4.00	1.41	
85	회	2	1.96	0.51	5.00	0.00	
97	회	4	1.97	0.16	5.00	0.00	
114	회	4	1.97	0.06	5.00	0.00	
15	회	2	1.98	0.47	3.00	0.00	
118	회	3	1.98	0.26	3.67	2.31	
93	회	5	1.99	0.16	5.00	0.00	
171	회	1	1.99	-	5.00	-	
14	회	2	2.00	0.32	5.00	0.00	
16	회	4	2.00	0.29	3.50	1.00	
73	회	4	2.00	0.25	4.00	1.15	
113	회	4	2.00	0.18	4.00	2.00	
7	회	3	2.01	0.53	5.00	0.00	
84	회	4	2.02	0.15	3.50	1.91	

50	북	3	2.03	0.29	3.67	1.15	
148	북	6	2.04	0.44	4.33	1.63	
6	북	4	2.05	0.32	4.50	1.00	
54	북	4	2.05	0.51	3.00	1.63	
61	북	6	2.05	0.28	4.00	1.67	
71	북	8	2.05	0.20	4.25	1.04	
147	북	4	2.05	0.35	4.00	1.15	
156	북	1	2.05	-	1.00	-	
25	북	4	2.06	0.22	4.00	1.15	
154	북	5	2.06	0.16	3.80	1.10	
169	북	6	2.06	0.48	4.67	0.82	
106	북	3	2.07	0.21	3.00	0.00	
9	북	3	2.08	0.55	5.00	0.00	
18	북	3	2.08	0.11	3.67	1.15	
48	북	6	2.09	0.28	3.33	1.51	
57	북	4	2.10	0.13	3.00	2.31	
117	북	4	2.10	0.33	5.00	0.00	
51	북	4	2.11	0.27	5.00	0.00	
161	북	2	2.13	0.31	4.00	1.41	
188	북	7	2.13	0.39	4.71	0.76	
27	북	7	2.14	0.30	2.71	1.80	
136	북	4	2.14	0.42	4.50	1.00	
44	북	4	2.15	0.22	4.00	2.00	
64	북	4	2.15	0.42	3.00	1.63	
103	북	5	2.15	0.38	4.20	1.10	
173	북	5	2.16	0.27	5.00	0.00	
26	북	3	2.17	0.12	2.33	1.15	
183	북	5	2.17	0.28	4.20	1.10	
131	북	9	2.18	0.38	3.44	1.33	
45	북	5	2.19	0.35	4.60	0.89	
166	북	7	2.19	0.17	5.00	0.00	
185	북	5	2.19	0.24	4.60	0.89	
91	북	3	2.20	0.18	5.00	0.00	
17	북	8	2.21	0.28	2.75	1.28	
41	북	8	2.21	0.26	4.00	1.07	
49	북	6	2.21	0.33	4.33	1.63	
92	북	4	2.21	0.17	4.50	1.00	
111	북	3	2.21	0.51	5.00	0.00	
174	북	4	2.21	0.50	5.00	0.00	
184	북	4	2.21	0.30	5.00	0.00	
187	북	5	2.22	0.22	4.60	0.89	
179	북	1	2.23	-	5.00	-	
138	북	1	2.24	-	3.00	-	
78	북	4	2.25	0.38	5.00	0.00	
105	북	2	2.27	0.74	3.00	2.83	
67	북	4	2.28	0.27	4.50	1.00	
115	북	3	2.28	0.22	4.33	1.15	
35	북	10	2.29	0.43	4.40	0.97	
88	북	7	2.29	0.17	4.14	1.07	
19	북	4	2.30	0.17	5.00	0.00	
191	북	8	2.30	0.25	3.50	1.41	
10	북	2	2.31	0.28	4.00	1.41	

30	흑	7	2.31	0.24	3.57	0.98	
32	흑	5	2.34	0.13	5.00	0.00	
2	흑	4	2.35	0.66	5.00	0.00	
33	흑	7	2.35	0.64	3.86	1.07	
89	흑	3	2.35	0.44	5.00	0.00	
182	흑	4	2.38	0.75	4.00	2.00	
100	흑	3	2.41	0.75	5.00	0.00	
101	흑	6	2.41	0.44	5.00	0.00	
142	흑	4	2.41	0.22	2.00	2.00	
172	흑	4	2.41	0.34	5.00	0.00	
181	흑	7	2.42	0.54	5.00	0.00	
F_1	흑	51	2.42	0.44	4.19	1.07	대조구
42	흑	3	2.43	0.19	3.00	2.00	
72	흑	4	2.43	0.30	4.50	1.00	
160	흑	5	2.43	0.64	4.60	0.89	
24	흑	4	2.45	0.28	5.00	0.00	
134	흑	3	2.50	0.38	4.33	1.15	
28	흑	4	2.51	0.56	5.00	0.00	
157	흑	5	2.51	0.32	5.00	0.00	
31	흑	6	2.54	0.30	4.33	1.03	
110	흑	5	2.54	0.39	4.60	0.89	
186	흑	3	2.58	1.15	3.67	2.31	
129	흑	6	2.67	0.21	3.33	1.51	
168	흑	7	2.68	0.68	5.00	0.00	
178	흑	5	2.72	0.47	5.00	0.00	
152	흑	5	2.73	0.51	5.00	0.00	
180	흑	5	2.83	0.13	4.60	0.89	
189	흑	4	3.77	1.30	3.50	1.91	

라. 계통별 수확 후 저장성 관련 생리적 변화 측정 및 저장성 평가와 세포벽성분(펙틴) 분석

- 오이 수확 후 저장성 평가는 수분증발율과 외피색상변화를 평가하였고, 외피색상변화 측정은 기존 육안관찰과 색차계(CR-400, Konica minolta)를 사용한 측정값을 추가하였음.
- 백침계와 흑침계 계통을 이용하여 분리 육성한 F_3 세대 11개 분리육성 계통, 각 10개체를 대상으로 33개체에서 55과실을 수확하여 1주 간격으로 3주간 색상변화와 무게를 측정하여 수분 손실률을 측정하였고, 외피 색상변화는 수확 후 10일에 측정하였음. 외피의 색상변화 정도를 1, 2, 3, 4, 5 단계로 나누어서 변화가 심한 것을 5로, 변화가 적은 것을 1로 표기하였음. 색차계는 과실의 3등분의 중간 2지점을 수확 직후와 수확 후 10일에 동일한 지점을 측정하였음(그림 7).
- 분리육성 중인 F_3 세대에 대한 외피색상 변화를 조사한 결과, 1~5까지 다양하게 나타났고, 색차계를 사용해서 측정한 값은 녹색의 변화(값이 작을수록 변화가 없음) 값이 0.4 ~ 13.6 으로 측정되었음. 수분 증발율은 1.9 ~ 7.5로 측정되었음.
- 경도측정은 과일경도계 FT-327을 사용해서 수확 후 3주 후 과실을 4등분 한 후 줄기 쪽 과육부분을 3회 측정해서 평균값을 사용하였고, 경도측정 결과는 2.3 ~ 4.4 kg으로 측정되었음(표 4).
- F_3 분리세대에 대한 외피색상의 변화와 수분 증발율 값을 이용해서 각 개체별 저장성을

평가하였고, 원예적 형질 및 저장성이 우수한 개체를 선발하여 계통육성에 활용함. 재배 환경의 악화 및 분리세대의 과실 결실률이 저조하여 개체별 조사한 개체수가 적었음. 경도는 값의 차가 크지 않고 수분 손실 후 섬유질에 의한 측정 오류가 발생하므로 저장성을 평가하는데 활용하지 않음.



그림 7. 오이 F₃ 분리세대에 대한 육안 외피 색상변화 평가 점수 환산

- 1점: 변색정도가 미미한 그룹
- 2점: 변색정도가 과실의 20% 진행된 그룹
- 3점: 변색정도가 과실의 40% 진행된 그룹
- 4점: 변색정도가 과실의 60% 이상 진행된 그룹
- 5점: 완전 탈색 및 노랗게 된 그룹

표 4. 오이 F₃ 분리세대에 대한 저장성 평가 결과(그룹별 대표개체만 표기함)

시료 No.	수확과실	변색 정도	수분 증발율	색차계			과장	과중	경도	비고
				명암	녹색	노란색				
12-3	1	1.0	1.9	14.3	1.3	8.6	18.9	134.9	3.2	저장성 우수 그룹 (변색정도와 수분 증발율이 평균 이상)
18-7	2	1.0	2.1	16.1	0.4	16.0	16.6	145.3	-	
19-2	1	1.0	1.7	13.2	0.4	11.1	18.6	174.8	3.8	
19-10	1	1.0	1.9	14.2	1.6	10.9	20.4	145.1	3.3	
10-10	1	2.0	2.0	18.5	6.9	4.9	21.0	194.8	3.5	
17-8	2	2.3	2.3	9.1	0.7	8.2	20.1	180.3	4.1	
16-3	2	2.5	2.3	17.2	6.3	6.2	21.1	158.5	3.1	
10-3	1	4.0	2.7	11.2	3.2	4.1	23.4	243.7	3.5	저장성 우수 그룹 (변색정도는 백침 계열의 탈색이며, 수분 증발율이 평균 이상)
12-10	1	4.0	2.4	22.6	7.2	24.7	22.9	225.4	3.6	
19-3	1	4.0	2.4	19.6	7.4	7.1	20.8	198.4	3.4	
19-8	2	4.0	2.4	22.3	7.4	15.8	19.7	177.1	3.2	
15-9	1	4.0	2.0	-	-	-	24.9	266.1	3.6	
17-3	1	4.0	2.4	12.3	13.6	31.3	25.0	226.2	3.9	저장성 약한 그룹 (저장성 평가 시 변색정도가 평균 이하)
10-9	2	4.5	2.7	21.4	9.1	11.4	18.3	192.2	2.3	
10-4	3	5.0	4.8	19.1	10.6	12.8	22.9	292.1	3.1	
12-4	1	5.0	2.4	20.2	10.3	24.8	21.5	235.1	2.6	
12-6	1	5.0	2.3	16.1	10.0	19.4	20.5	249.6	2.8	
16-6	3	5.0	2.5	14.2	10.3	20.3	21.0	232.3	3.0	
16-8	2	5.0	2.4	14.5	9.3	11.5	21.6	228.9	3.3	

○ 오이 수확 후 저장성 관련 펙틴성분에 대한 정량분석은 동결 건조한 오이 시료를 사용해서 ethanol 추출물(reducing sugar), 증류수 추출물(water soluble pectin), 1 M sulfuric acid 추출물(proto pectin)을 각각 galacturonic acid 표준품을 이용한 검량선에 대입해서 분광광도계로 측정한 후 정량하였음(그림 8).

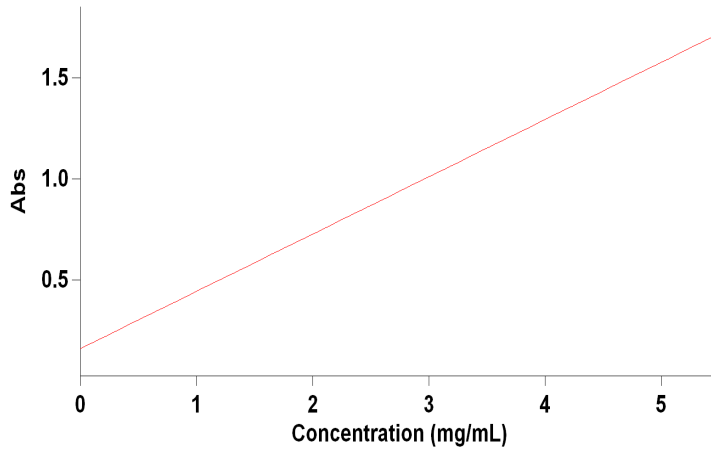


그림 8. 펙틴 정량을 위한 galacturonic acid 표준품을 이용한 검량선 측정

○ 분리육성 중인 F₃ 세대를 대상으로 수확 후 저장성 평가 후 일부 시료에 대한 펙틴 정량 분석결과와는 아래 표와 같았고, 분석에 사용된 시료수가 적어서 변색정도 및 수분 증발율과의 연관성을 찾기는 어려웠음(표 5).

표 5. 오이 F₃ 분리세대에 대한 펙틴 정량분석 결과

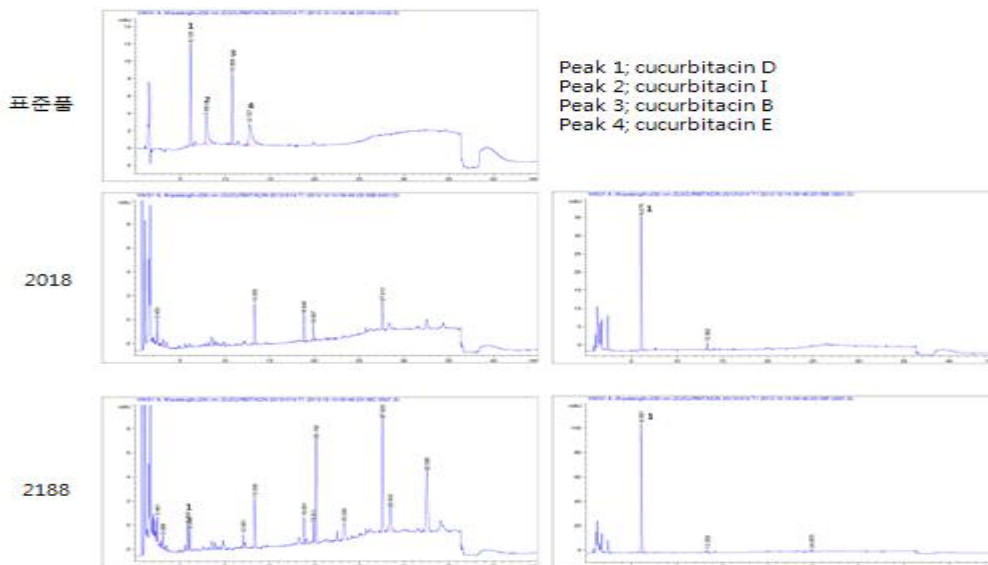
시료 No.	Reducing sugar	Water soluble pectin g/kg	Proto pectin	변색 정도	수분 증발율	색차계		경도	비고
						녹색	노란색		
12-3	24.1±3.7	9.5±1.8	13.1±0.4	1.0	1.9	1.3	8.6	3.2	
19-2	28.6±0.4	9.5±0.8	13.5±3.4	1.0	1.7	0.4	11.1	3.8	
19-10	28.1±2.0	7.5±0.1	12.9±3.4	1.0	1.9	1.6	10.9	3.3	
10-10	28.5±2.3	7.2±0.9	13.3±0.4	2.0	2.0	6.9	4.9	3.5	저장성 우수
17-8	26.9±2.1	8.4±0.4	13.1±1.6	2.3	2.3	0.7	8.2	4.1	
11-2	31.6±0.4	9.6±0.8	11.5±0.7	3.0	2.1	6.2	18.8	3.6	
17-4	28.6±3.6	6.5±2.1	11.5±0.7	3.0	2.3	4.9	17.9	3.7	
10-3	30.9±3.3	6.9±1.1	10.3±1.6	4.0	2.7	3.2	4.1	3.5	저장성 우수
17-3	25.5±1.8	9.9±0.8	11.8±1.8	4.0	2.4	13.6	31.3	3.9	
20-8	29.4±1.9	7.1±1.2	11.2±1.8	4.0	2.9	8.9	6.1	4.4	저장성 약함
10-4	31.2±3.4	8.0±2.3	13.1±2.3	5.0	4.8	10.6	12.8	3.1	
16-8	30.0±3.7	7.0±0.9	12.3±1.1	5.0	2.4	9.3	11.5	3.3	

2장 품질관련 대사성분 분석체계 확립

1. 오이 고미성분(쿠쿨비타신) 정량분석법 최적화 및 후보유전자 탐색 및 발굴

가. 오이 고미성분(쿠쿨비타신 C) 후보마커 탐색을 위한 정량분석

- 오이 고미성분(쿠쿨비타신) HPLC 분석법 확립 : 오이 고미성분(쿠쿨비타신)의 정량적 분석체계 확립을 위하여 고미계(2188) 계통과 감미계(2018) 계통의 개화 후 3~5일 된 어린 과실의 꼭지 쪽 1/3과 어린 잎을 사용하여 분석한 결과, 어린 잎에서는 두 계통 간 큰 차이를 볼 수는 없었으며, 고미계(2188) 계통의 과실에서만 cucurbitacin D 성분이 검출되고 있음을 확인할 수 있었음.
- 오이의 고미성분 합성 관련 후보유전자 탐색 및 발굴을 위하여 고미계(2188) 및 감미계(2016, 2018) 계통을 본 실험에 사용하였음.
- 고미성분의 합성과 관련된 유전자는 엽과 과실에서 쓴 맛으로 표현되는데, 엽과 과실에서 같은 유전양상으로 나타나는 것은 아닌 것으로 보고되고 있는 바, 기 보고된 QTL 부분의 scaffold의 유전자 정보로부터 후보유전자를 선별하여 유전자 발현분석을 수행하였음 (그림 1).
- 오이 고미성분 합성 관련 후보유전자에 대한 발현분석 결과, G78, G94, G95, G97 후보 유전자는 엽과 과실에서 발현 차이를 보였으나, 이들 중 고미성분의 유무가 서로 다른 계통의 특성에 따라 그 발현 패턴이 상이한 후보유전자는 G94, G97임을 확인할 수 있었던 바, 향후 두 유전자에 대한 염기서열 분석을 수행할 예정임.



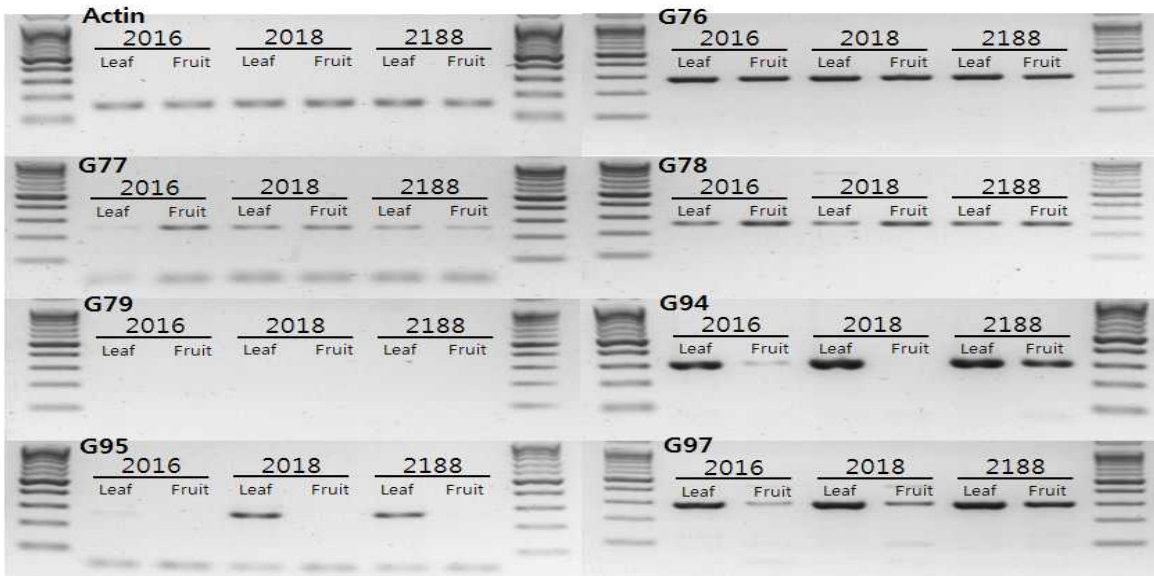


그림 1. 고미 성분 차이를 보이는 오이 계통에서 후보유전자의 발현 패턴

Actin: 오이의 actin 유전자, 2016, 2018: 고미 성분이 없는 오이, 2188: 고미 성분이 있는 오이.

- 고미성분(쿠쿨비타신)에 대한 HPLC 정량분석법 확립은 1차 년도에 완료하였고(그림 2), 고미성분정성분석을 위해 서울대학교 농생명과학공동기기원에 LC-MS/MS를 의뢰한 결과(그림 2), 쿠쿨비타신 D와 머무름 시간이 비슷했던 peak 1번의 분자량이 쿠쿨비타신 C와 동일한 것을 확인함(쿠쿨비타신 C의 분자량은 560.80으로 LC-MS/MS를 사용해서 positive mode와 negative mode에서 각각 MS분석을 수행한 결과 주요 스펙트럼의 m/z 값이 501.32와 605.33으로 작용기에 대한 가감 결과 쿠쿨비타신C의 분자량과 동일함을 확인함, 그림 3).
- 고미성분(쿠쿨비타신) 연관 분자마커 탐색을 위해 고미성분이 있는 2188계통과 고미성분이 없는 2016계통에 대한 F₂ 분리집단 183개체의 과실에서 고미성분을 추출하여 확립된 HPLC분석법으로 정량분석을 수행함(표준물질로 쿠쿨비타신 D 사용).

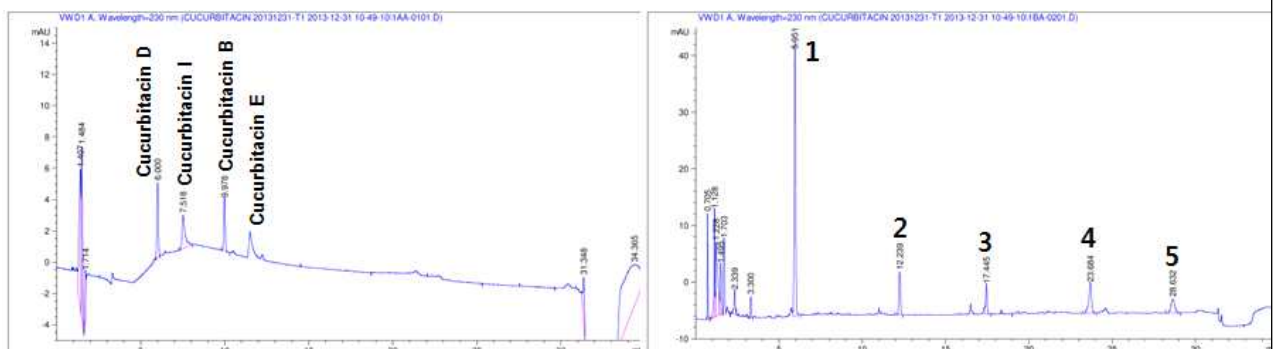


그림 2. 오이 쿠쿨비타신 HPLC 확인 사진 (표준물질 및 시료측정 결과 크로마토그램)

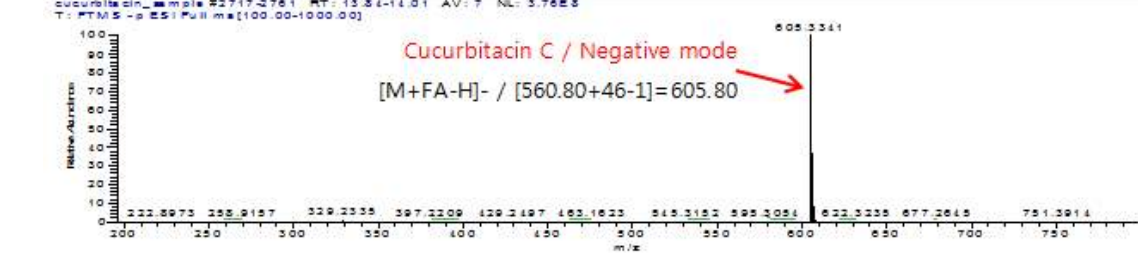
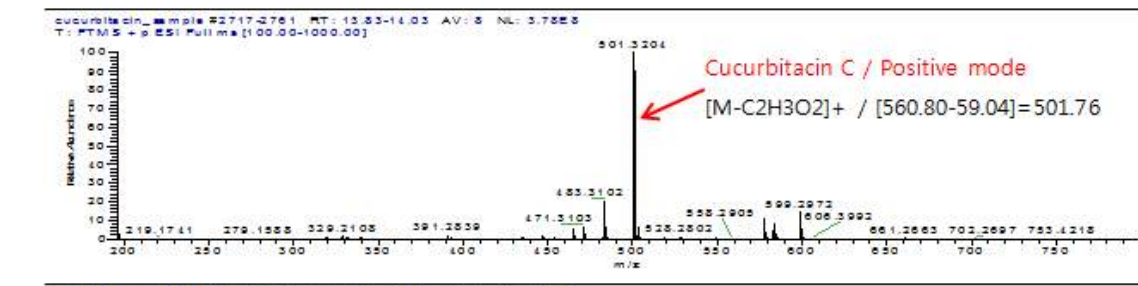
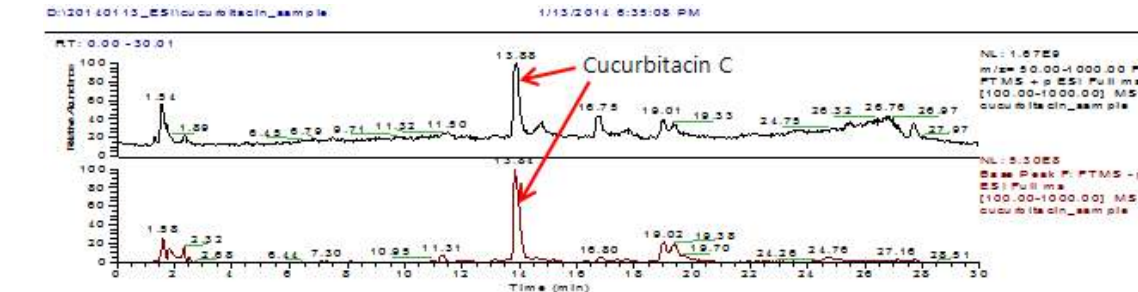
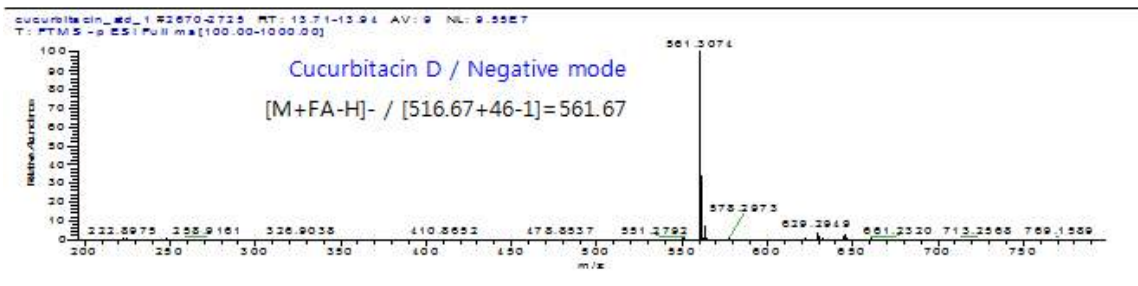
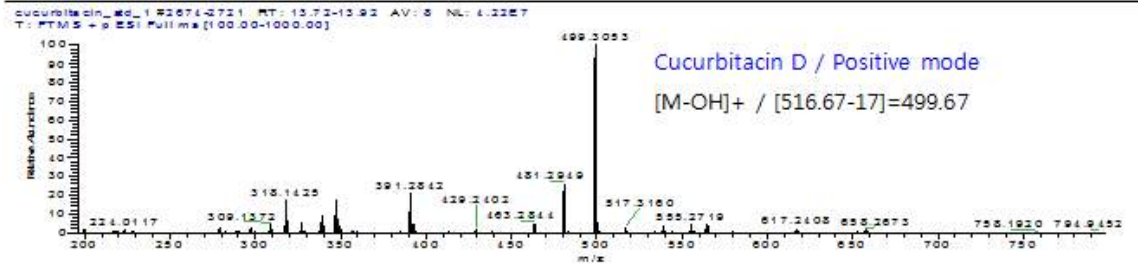
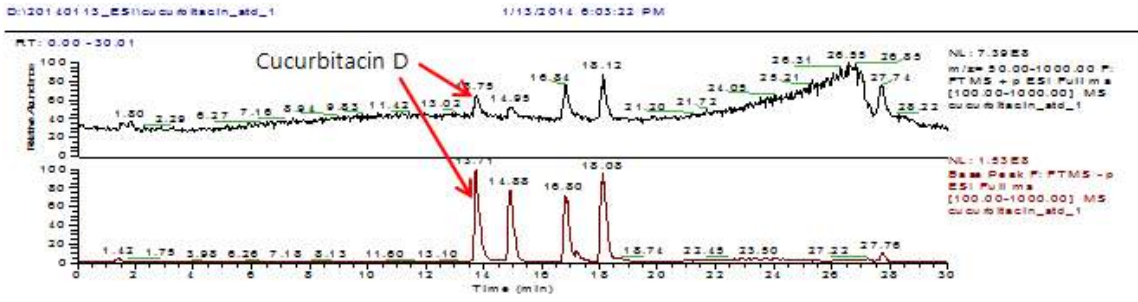


그림 3. 오이 쿠쿨비타신 정성분석 확인 사진 (MS 크로마토그램과 MS spectrum)

○ 오이 F₂ 분리 집단에 대한 고미성분(쿠쿨비타신 C) 정량분석결과, 183개체 중 정량한계 (1058 mg/kg) 미만이거나 검출되지 않은 것이 128개체이고, 고미성분(쿠쿨비타신C)을 포함하고 있는 55개체는 1,074~24,800 mg/kg으로 다양하게 함유하고 있는 것을 확인하였고, 대조구로 사용한 고미성분이 있는 2188계통은 7762 mg/kg로, 고미성분이 없는 2016과 F₁ 에서는 모두 검출되지 않은 것을 확인함(그림 4).

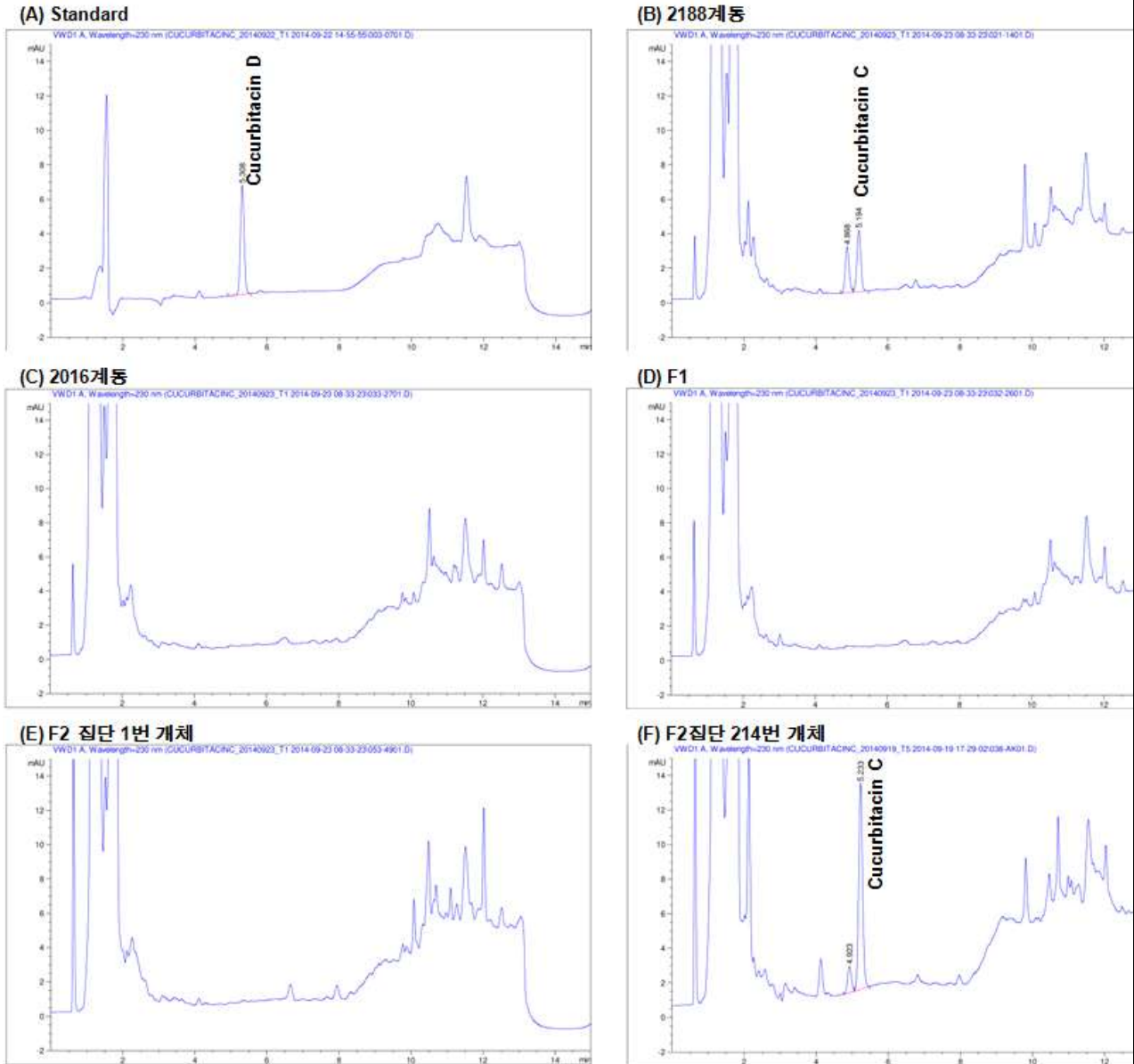


그림 4. 오이 F₂ 집단에 대한 쿠쿨비타신 C 정량분석 확인 사진

표 1. 오이 F₂ 집단에 대한 고미성분(쿠쿨비타신 C) 정량분석 결과

개체번호	Cucurbitacin C (mg/kg)	개체번호	Cucurbitacin C (mg/kg)	개체번호	Cucurbitacin C (mg/kg)	개체번호	Cucurbitacin C (mg/kg)
1	n.d.	74	n.d.	135	308.29	224	n.d.
2	1749.75	75	n.d.	137	n.d.	225	n.d.
5	n.d.	76	n.d.	138	n.d.	227	n.d.
6	n.d.	77	664.45	139	1692.31	228	n.d.
7	2399.17	79	n.d.	143	1984.90	229	496.38
11	521.04	80	20356.44	147	n.d.	230	n.d.
12	n.d.	81	n.d.	149	560.00	232	1029.41
15	n.d.	83	n.d.	150	11731.84	233	n.d.
16	n.d.	84	n.d.	152	n.d.	234	376.65
17	567.07	85	607.29	153	n.d.	235	n.d.
19	n.d.	86	6653.77	154	n.d.	236	881.23
22	496.38	87	1178.86	156	n.d.	238	n.d.
23	n.d.	88	266.67	157	n.d.	240	n.d.
24	n.d.	89	836.36	159	n.d.	241	n.d.
27	n.d.	90	n.d.	161	n.d.	245	471.05
28	420.25	91	n.d.	164	n.d.	246	n.d.
29	n.d.	93	n.d.	166	427.18	247	n.d.
32	2283.54	94	1256.13	167	n.d.	249	n.d.
33	2771.46	95	n.d.	168	n.d.	250	n.d.
34	n.d.	96	n.d.	169	n.d.	251	3842.46
35	n.d.	97	n.d.	171	n.d.	252	n.d.
36	1926.78	98	1396.70	173	300.19	255	n.d.
37	5895.60	99	n.d.	177	4361.37	258	2837.71
38	n.d.	100	n.d.	180	n.d.	259	n.d.
41	3234.97	101	n.d.	184	7963.64	260	n.d.
42	n.d.	102	n.d.	186	n.d.	261	n.d.
44	855.20	103	2557.25	187	n.d.	262	2400.00
48	2813.46	104	n.d.	188	6751.72	263	n.d.
51	1167.88	105	n.d.	189	n.d.	264	n.d.
52	2274.51	106	n.d.	191	n.d.	265	n.d.
53	1716.17	108	1100.57	195	n.d.	266	n.d.
54	n.d.	110	3698.92	196	n.d.	268	1945.53
55	n.d.	111	733.94	197	n.d.	274	n.d.
56	n.d.	112	1645.02	198	3583.18	275	n.d.
57	n.d.	113	6157.25	201	n.d.	276	n.d.
58	3125.00	114	n.d.	202	n.d.	277	n.d.
61	1074.11	115	n.d.	203	n.d.	279	1894.27
62	1336.12	116	5147.22	206	n.d.	281	3585.43
63	n.d.	119	110.40	207	530.97	284	n.d.
64	1195.88	121	483.38	211	875.91	291	11326.32
66	1279.40	125	999.07	214	24800.00	292	3110.67
67	n.d.	126	6809.38	216	n.d.	293	n.d.
69	5862.79	127	n.d.	217	n.d.	294	4787.34
70	1472.87	130	481.04	219	1363.19	2016	n.d.
71	2129.93	131	2244.71	220	5328.33	2018	n.d.
72	n.d.	133	2170.54	221	2150.14	2188	7762.46
73	7768.92	135	308.29	223	n.d.	F ₁	n.d.

- 고미성분(쿠쿨비타신) 연관 분자마커 탐색을 위해 고미성분이 있는 2188계통과 고미성분이 없는 2018계통에 대한 F₂ 분리집단 226개체의 과실에서 고미성분을 추출하여 확립된 HPLC분석법으로 정량분석을 수행함(표준물질로 쿠쿨비타신 D 사용, 표 1).
- 오이 F₂ 분리 집단에 대한 고미성분(쿠쿨비타신 C) 정량분석결과, 187개체 중 정량한계 미만이거나 검출되지 않은 것이 187개체이고, 고미성분(쿠쿨비타신C)을 포함하고 있는 39개체는 0.49~64.22 mg/kg으로 다양하게 함유하고 있는 것을 확인하였고, 대조구로 사용한 고미성분이 있는 2188계통은 평균 32.23 mg/kg로, 고미성분이 없는 2016과 F₁에서는 모두 검출되지 않은 것을 확인함(그림 5).

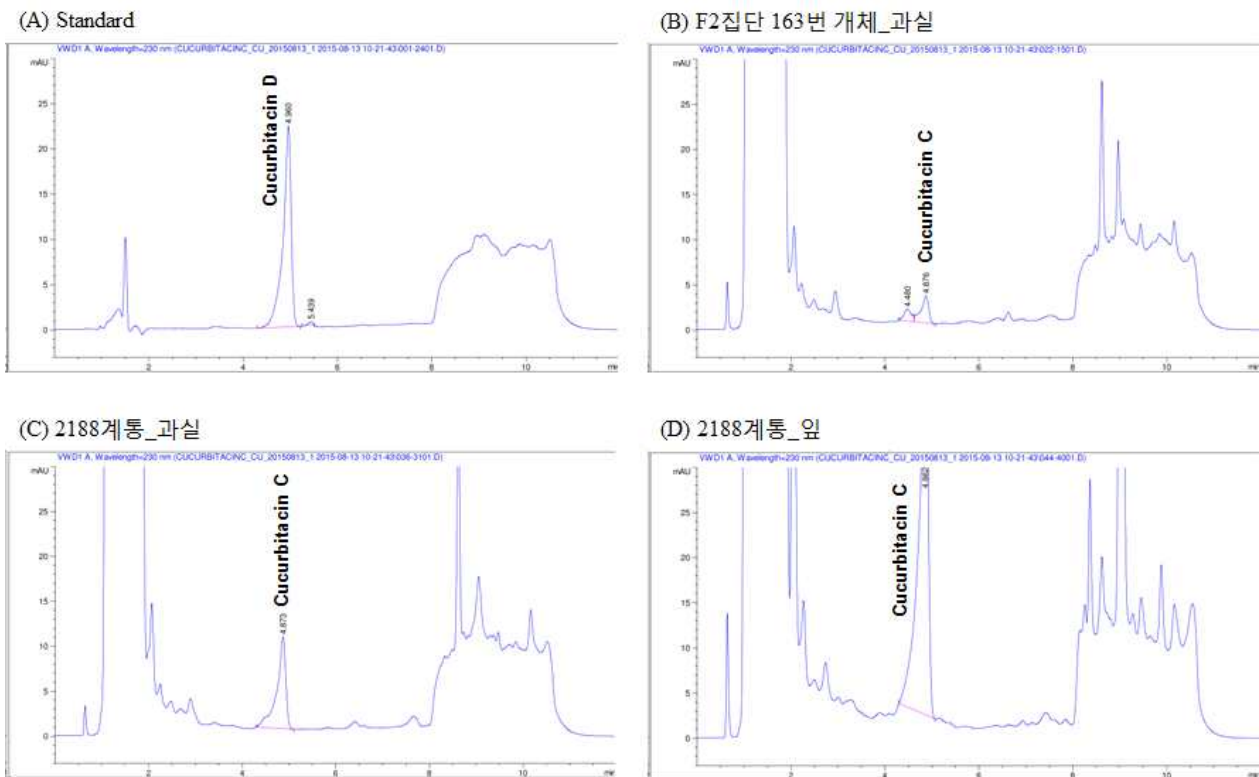


그림 5. 오이 F₂ 집단에 대한 쿠쿨비타신 C 정량분석 확인 사진

표 2. 오이 F₂ 집단에 대한 쿠쿠비타신 C 정량분석 정보

F2 No.	Cucurbitacin C (mg/kg)	F2 No.	Cucurbitacin C (mg/kg)	F2 No.	Cucurbitacin C (mg/kg)	F2 No.	Cucurbitacin C (mg/kg)
1	1.05	64	40.25	129	n.d.	199	n.d.
2	n.d.	65	n.d.	131	n.d.	202	n.d.
3	0.83	67	16.45	133	n.d.	204	n.d.
4	n.d.	68	n.d.	134	n.d.	205	n.d.
5	n.d.	69	n.d.	135	n.d.	206	n.d.
6	n.d.	70	n.d.	136	n.d.	207	n.d.
7	n.d.	71	n.d.	137	n.d.	209	n.d.
8	1.96	72	n.d.	138	n.d.	210	11.42
9	n.d.	73	n.d.	139	n.d.	211	24.75
10	0.5	75	n.d.	140	n.d.	212	n.d.
11	2.71	76	n.d.	141	n.d.	214	17.87
12	n.d.	77	n.d.	142	n.d.	215	n.d.
13	n.d.	78	n.d.	143	n.d.	216	n.d.
14	n.d.	79	n.d.	144	n.d.	217	n.d.
15	n.d.	80	n.d.	145	n.d.	219	n.d.
16	n.d.	81	n.d.	148	n.d.	222	9.01
17	n.d.	83	n.d.	149	n.d.	223	n.d.
18	n.d.	84	n.d.	150	n.d.	224	7.4
19	n.d.	85	n.d.	151	n.d.	225	n.d.
21	n.d.	86	n.d.	152	n.d.	226	n.d.
22	12.11	87	n.d.	153	n.d.	227	n.d.
23	19.4	88	n.d.	154	n.d.	228	n.d.
24	n.d.	89	n.d.	155	n.d.	229	n.d.
25	n.d.	90	n.d.	157	n.d.	230	n.d.
26	31.35	91	5.67	158	n.d.	232	10.71
27	n.d.	92	n.d.	159	n.d.	233	n.d.
28	27.41	93	n.d.	160	n.d.	234	n.d.
30	n.d.	94	n.d.	161	n.d.	236	13.23
32	n.d.	95	n.d.	162	n.d.	237	13.34
33	25.85	96	21.12	163	11.55	238	n.d.
34	n.d.	97	6.57	164	n.d.	239	n.d.
35	n.d.	98	n.d.	165	n.d.	240	13.45
36	n.d.	99	n.d.	167	n.d.	241	n.d.
37	n.d.	102	n.d.	168	n.d.	243	n.d.
38	n.d.	103	n.d.	170	n.d.	244	n.d.
39	n.d.	104	n.d.	171	n.d.	245	n.d.
40	n.d.	105	n.d.	172	n.d.	246	n.d.
41	n.d.	106	n.d.	173	n.d.	247	n.d.
42	n.d.	107	n.d.	175	n.d.	248	n.d.
43	n.d.	108	n.d.	176	n.d.	250	n.d.
44	n.d.	109	19.23	177	n.d.	251	n.d.
45	6.85	110	n.d.	178	n.d.	252	n.d.
46	n.d.	111	n.d.	179	n.d.	253	n.d.
47	11.21	113	n.d.	180	n.d.	255	n.d.
48	n.d.	114	n.d.	181	n.d.	256	n.d.
49	n.d.	115	6.67	182	n.d.	257	n.d.
51	n.d.	116	n.d.	183	n.d.	259	n.d.
52	n.d.	117	0.49	184	64.22	260	n.d.
53	n.d.	118	n.d.	185	n.d.	262	n.d.
54	n.d.	119	n.d.	186	n.d.	264	22.12
55	n.d.	120	n.d.	187	n.d.	266	n.d.
56	n.d.	121	48.83	189	n.d.	267	13.48
57	10.88	122	n.d.	190	n.d.	2188	32.23
58	n.d.	124	n.d.	191	n.d.	2018	n.d.
59	n.d.	125	n.d.	193	24.95	F1	n.d.
60	n.d.	126	n.d.	195	1.55		
61	n.d.	127	9.44	196	n.d.		
62	n.d.	128	6.25	198	n.d.		

- 고미성분(쿠쿨비타신 C) 연관 분자마커 탐색을 위해 고미성분이 있는 2188계통과 고미성분이 없는 2018계통에 대한 신규 F₂ 분리집단 439개체에서 483(반복개체 포함)개 과실을 수확하여 고미성분을 추출하여 확립된 HPLC분석법으로 정량분석을 수행함(표준물질로 쿠쿨비타신 D 사용, 그림 6).
- 오이 F₂ 분리 집단에 대한 고미성분(쿠쿨비타신 C) 정량분석 결과, 417개체 중 정량한계 미만이거나 검출되지 않은 것이 221개체이고, 고미성분을 포함하고 있는 196개체는 0.27~171.61 mg/kg을 함유하고 있는 것을 확인하였고, 대조구로 사용한 고미성분이 있는 2188계통은 평균 12.57 mg/kg을, 비고미계통 2018과 F₁ 에서도 미량 (평균 0.2 mg/kg)의 고미성분을 함유한 개체가 확인됨(표 2).

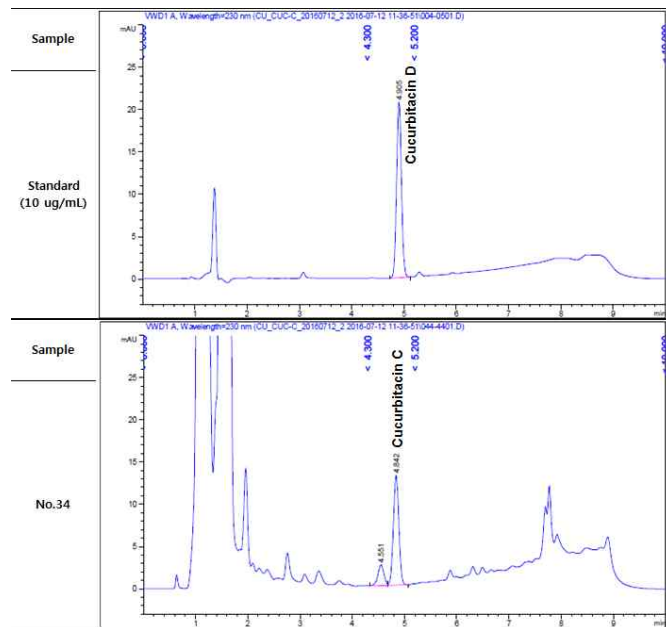


그림 6. 오이 F₂ 집단에 대한 쿠쿨비타신 C 정량분석 확인 사진

나. 오이 신규 유전자원에 대한 베타카로틴 정량분석

- 도입된 오이 신규 유전자원을 대상으로 분리 육성 중인 F₂ 분리세대를 대상으로 베타카로틴을 추출하여 확립된 HPLC분석법으로 정량분석을 수행함 (그림 7).
- 모계, F₁ 조합 및 분리세대 72개체의 과실 중심부 1 cm를 동결 건조한 후 분쇄한 시료를 사용해서 베타카로틴 함량을 분석한 결과 1.5 ~ 60.1 mg/kg을 함유하고 있었고, 대조구인 모계와 F₁의 평균 함량은 3.5 mg/kg 이었음. 신규 유전자원은 과실 속기가 달라서 분석에 사용할 수 없었음.

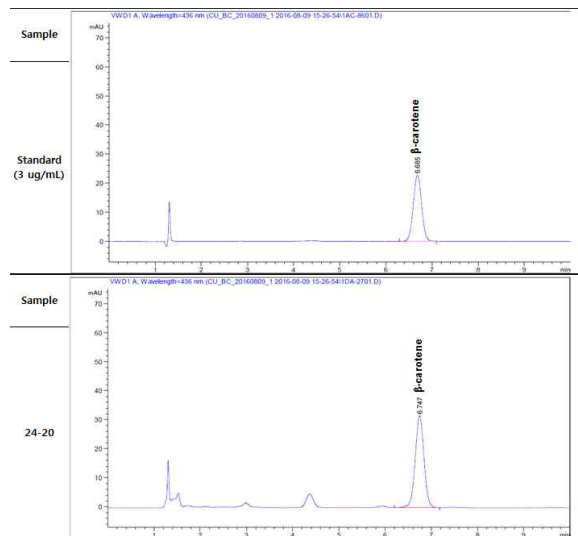


그림 7. 오이 신규 유전자원에 대한 베타카로틴 정량분석 확인 사진

3장. 내병성(ZYMV, WMV, 흑성병), 저장성, 고미성분 및 광택형질 선발 마커 개발

1. 저항성 및 품질관련 선발마커 개발

가. WMV 저항성 선발마커 개발

①. WMV 저항성 선발마커 탐색

오이에서 WMV 저항성 선발마커를 개발하기 위해 저항성 1계통과 이병성 2계통을 이용하여 2개의 서로 다른 F₂ 분리집단을 육성함. 본격적으로 마커탐색 작업 이전에 병리검정 방법 확립과 유전양식 규명을 위하여 저항성계통과 이병성 계통, F₁ 식물체, F₂ 분리집단 103 개체에 대해 병리검정을 실시한 결과 표 1과 같이 나타남. F₁ 식물체는 모두 이병성으로 나타났고, F₂ 분리집단에서는 저항성과 이병성이 23 : 80의 비율로 나타남. 이처럼 F₂ 분리집단에서 1 : 3의 분리비로 나타난 것으로 보아 오이에서의 WMV 저항성 형질은 하나의 열성 인자에 의해 조절되는 것으로 판단됨. WMV 저항성 선발마커를 개발하기 위한 재료는 위에서 육성한 2개의 F₂ 분리집단 각 200개체를 10월 21일경에 파종하여 병리검정을 실시한 후, WMV 저항성 선발마커를 탐색하고자 함.

표 1. 오이 WMV 저항성 병리검정 및 유전양식 분석

발병지수	저항성계통	이병성계통	F1 식물체	F2 분리집단
DI 1	10	0	0	23
DI 5	0	10	10	80
Total	10	10	10	103

②. WMV 저항성 선발마커 개발

- 오이 WMV(watermelon mosaic virus) 저항성 선발마커를 개발하기 위해 저항성 계통과 이병성 계통을 이용한 F₂ 분리집단 487개체를 육성하여 유묘상태에서 병리검정을 실시함(그림 1).
- 병리검정 결과, 저항성이 115개체, 이병성이 372개체로 1 : 3의 분리비를 나타냈으며, 이는 하나의 열성 유전자에 의해 WMV 저항성이 조절된다는 것을 확인함(표 2).
- 병리검정된 F₂ 분리집단을 이용해 BSA 방법으로 연관마커를 탐색한 결과, 오이 ZYMV 저항성 유전자 부근에서 유의성 있는 후보마커들을 선발하였으며, 후보마커들을 표현형과 연관분석 결과 ZYMV와 WMV 저항성 인자는 매우 밀접하게 연관된 것으로 나타났음.

개 계통에서는 병리검정 결과와 마커분석 결과가 모두 일치하는 것으로 나타나 이들 계통에서는 논문에서 보고된 선발마커를 활용할 가능성이 있는 것으로 판단됨. 그러나 이러한 127 계통 중에서 32개 계통을 제외란 95개 계통에서는 마커의 유전자형과 병리검정 결과가 우연히 일치할 가능성도 있기 때문에 선발마커로 활용하기 이전에 좀 더 정확한 예비실험이 수행되어야 할 것임. 이를 위해 우선 논문에서 보고된 선발마커가 분리집단에서 정확하게 표현형과 일치하는지를 확인하기 위하여 마커와 병리검정 결과가 동일하게 나타난 저항성 계통과 이병성 계통을 교배한 분리집단 육성을 제1세부과제 책임자에게 의뢰 함.

표 3. 분리육성 중인 146개 계통에서 흑성병 저항성 선발마커 분석

병리검정 결과 \ 마커분석 결과	모두 저항성	개체별 분리	모두 이병성
모두 저항성	94	3	12
개체별 분리	4	32	0
모두 저항성	0	0	1
Total (계통수)	98	35	13

②. 흑성병 저항성 선발마커 개발

- 흑성병 선발마커를 개발을 위해 저항성, 이병성 계통을 이용한 F₂ 분리집단 약 450 개체를 육성하여 병리검정을 실시함.
- 기존의 논문(2011, TAG 122:795-803)을 참고로 개발된 흑성병 저항성 연관마커는 육성계통에서 적용범위가 제한적이며, F₂ 분리집단 검정에서 마커분석결과와 병리검정 결과가 일치하지 않는 개체가 다수 나타났음.
- 좀 더 정확하게 표현형과 일치하는 선발마커를 개발하기 위해 제1협동과제의 오이 유전체정보를 참고하여 연관마커 주변의 병저항성 관련 유전자들을 탐색하여 마커로 전환하였음.
- 병리검정이 진행된 F₂ 분리집단에서 후보 마커의 정확성을 확인한 결과, F₂ 집단 456개체 중 1개체를 제외한 나머지 모든 개체에서 병리결과와 일치하는 1점의 마커를 선발함(표 4).
- 새로이 개발된 마커는 124개 육성계통에서 기존의 연관마커 보다 계통의 활용 범위가 더 넓은 것으로 나타나 품종육성 시 선발업무에 효율적으로 활용될 수 있을 것으로 판단됨.

발병지수 \ 유전자형	R	H	S	Total
D.I 1	82	238	1	321
D.I 2	0	4	0	4
D.I 3	1	10	0	11
D.I 5	0	0	120	120
Total	83	252	110	456

표 4. F₂ 분리집단에서 흑성병 저항성 선발마커 분석 결과

다. 오이 ZYMV 저항성 선발마커의 개선

- 기존에 오이 계통육성에 선발마커로 활용해 오던 ZYMV 저항성 연관마커를 Amano M 등의 (2013, TAG 126:2983-2993)의 논문을 참고로 하여 유전자 기반의 마커로 전환함.
- 새로 전환된 마커는 F₂ 분리집단 366개체에서 분석한 결과, 마커의 유전자형과 표현형이 일치되게 나타났으며, 124개 육성계통에서도 계통의 표현형과 마커 결과가 일치됨 (표 5).
- 이런 결과로 보아 전환된 마커는 ZYMV 저항성 선발에 보다 정확하고 효율적으로 활용될 수 있을 것으로 판단됨.

표 5. F₂ 집단에서 ZYMV저항성 선발마커 검정 결과

발병지수 \ 유전자형	R	H	S	Total
D.I 1	96	0	0	96
D.I 5	0	167	103	270
Total	96	167	103	366

라. 오이 가시색(내한성 및 저장성) 선발마커 개발

- 오이 가시색(침색)과 성숙과실이 누렇게 변하는 저장성 형질은 아주 가까이 연관되어 있거나 하나의 유전자에 의해 조절되는 것으로 알려져 있음.
- 오이 가시색 형질의 선발마커 개발을 위해 백침계통(2013)과 흑침계통(2001)에서 유래한 F₂ 분리집단을 육성하여 표현형조사를 실시하였음(그림 2).
- 오이 가시색 형질을 조절하는 유전자는 4번 염색체에 위치하는 것으로 보고되어 있으며 논문(2013, TAG 126:2187-2196)을 참고로 마커를 개발하고, 백침계통(2013)과 흑침계통(2001)에서 다형성을 확인하고 마커와 형질의 연관성을 확인하기 위하여 F₂ 분리집단 178개체를 검정한 결과, 모든 개체에서 마커분석 결과와 표현형이 일치하는 것으로 나타남(표 6).
- 오이 124개 육성계통 중 5계통을 제외한 나머지 계통에서는 선발마커로 활용이 가능한 것으로 나타났으며, 흑침 2001계통과 다른 타입의 유전자형 흑침 계통이 나타남.
- 표현형과 마커분석 결과가 일치하지 않는 5계통은 후보유전자의 염기서열분석을 실시하여 유전자 내에 계통별 다형성을 탐색할 예정이며 이를 바탕으로 오이 가시색 형질 선발마커를 SNP 마커로 전환할 계획임.



그림 2. 오이 백침계통과 흑침계통의 가시색 및 과피색 사진

표 6. F₂ 분리집단의 가시색 형질조사 및 선발마커 분석 결과

가시색 \ 유전자형	B	H	W	Total
흑침	42	100	0	142
백침	0	0	36	36
Total	42	100	36	178

마. 오이 고미성분 선발마커 개발

- 오이 고미성분의 선발마커 개발을 위해 고미계통(2088)과 비고미계통(2016)에서 유래한 F₁ 및 F₂ 분리집단 183개체를 재배한 후 과실을 수확하여 HPLC 분석법으로 고미성분(쿠쿨비타신 C) 정량분석을 실시하여 표현형을 조사함.
- F₂ 분리집단 183개체 중 128개체는 고미성분이 정량 한계 미만이거나 검출되지 않았으며, 55개체는 고미성분을 함유하는 것을 확인하였고, F₁ 에서는 고미성분이 검출되지 않았음.
- 오이의 고미성분은 식물체 전체의 발현을 조절하는 유전자와 과실에서의 발현을 조절하는 유전자, 두 종류의 유전자에 의해 조절된다고 알려져 있으며, 관련 논문을 참고하여 각 유전자와 연관된 마커를 개발하고 F₂ 분리집단 183개체에서 이들 마커를 검정하고 표현형과 비교한 결과, 기존에 알려져 있는 고미성분 연관마커는 유의성이 없는 것으로 나타남.

①. BSA 방법을 이용한 오이 고미성분 선발마커 개발

- 오이 고미성분의 선발마커 개발을 위해 고미계통(2088)과 비고미계통(2018)에서 유래한 F₁ 및 F₂ 분리집단 267개체를 재배하여 이 중 과실의 착과 상태가 양호한 226개체를 수확하여 HPLC 분석법으로 고미성분(쿠쿨비타신 C) 정량분석을 실시하여 표현형을 조사함.
- F₂ 분리집단 226개체 중 187개체는 고미성분이 정량 한계 미만이거나 검출되지 않았으며, 39개체는 고미성분을 함유하는 것을 확인하였고, F₁ 에서는 고미성분이 검출되지 않았음.
- 정량분석에 대조구로 사용된 고미계통(2088) 16개체 중 4개체는 고미성분이 검출되지 않았으며, 나머지 12개체의 검출량도 2차년도 시험에 비해 상대적으로 낮은 함량을 나타냈으므로, F₂ 집단 역시 환경적인 영향 인해 전체적으로 고미성분 함량이 낮게 검출되었을 것으로 예상됨.
- BSA 방법으로 후보마커를 탐색하여 SSR23474마커를 선발하였으며, 염색체 1번에서 고미성분 관련 locus를 확인함(표 7).
- 탐색된 고미성분 관련 locus에서 보다 정확한 선발마커를 개발하고, 오이 육성 계통에 선발된 마커의 활용성을 검정한 후 품종 육성에 활용할 계획임.

표 7. F₂ 집단에서 고미성분 선별마커의 검정

고미성분	유전자형	A	H	B	Total
	고미성분 함유		29	9	1
고미성분 비함유		15	101	71	187
Total		44	110	72	226

②. 오이 육성계통에 대한 고미성분 합성경로에 관련된 유전자의 유전자형 분석

- 오이 과실에서 고미성분 합성에 관여하는 두 가지 유전자 Bi와 Bt가 보고되어 있음.
- Bi 유전자는 쿠클비타신C 생합성경로의 첫 단계에 관련된 효소인 cucurbitadienol synthase로 알려져 있으며 393번째 아미노산 시스테인(C)을 타이로신(Y)으로 바꾸는 하나의 SNP(C393Y)가 오이 식물체 전체의 고미성분 발현 여부에 관련이 있다고 알려짐.
- Bt 유전자는 오이 과실에서 특이적으로 작용하는 transcription factor로 Bt 유전자의 발현 정도에 따라 Bi 유전자의 발현 양을 조절하여 오이 과실의 고미성분 합성에 관여함.
- Bt 유전자에서는 오이 과실의 고미성분 발현과 관련된 2가지 유전적 변이가 알려져 있으며, 하나는 오이 과실에서 극도의 쓴맛을 나타내는 야생종과 비교적 과실이 쓰지 않게 육성되어온 재배종사이에 주로 나타나는 699bp의 indel이며, 나머지 하나는 start codon upstream 1601bp에서 나타나는 SNP(SNP-1601)로 과실에서 전혀 고미성분이 합성되지 않는 오이와 다른 환경적인 스트레스에 의해 조건부로 고미성분의 합성이 조절되는 오이 사이에 나타나는 변이로 확인되었음 (표 8).

표 8. 고미성분 관련 유전자의 유전자형과 표현형

유전자	Bi		Bt			
	C393Y		699 indel		SNP-1601	
유전자형	G	A	-	+	G	A
오이과실 표현형	bitter	non-bitter	severe bitter	non-severe bitter	conditional bitter	non-bitter

- 과실에서 고미성분의 표현형이 확인된 오이 육성계통 80계통에 대해 Bi에서 보고된 SNP(C393Y)와 Bt의 SNP-1601의 유전자형을 분석하였음. 699bp의 indel부위는 재배종에서는 다형성이 없어 분석에 사용하지 않았음.
- Bi 유전자의 SNP(C393Y) 분석 결과, 2계통이 non-bitter 타입으로 나타났으며 나머지 78계통의 bitter 타입으로 나타났음.
- Bt 유전자의 SNP-1601 분석 결과, 38계통이 non-bitter 타입으로 나타났으며 나머지

42계통의 conditional bitter 타입으로 나타났음.

- 결과적으로 실험에 사용된 오이 80계통 중 40계통의 오이 과실은 non-bitter 타입으로, 나머지 40계통은 conditional bitter 타입으로 나타났으며, 고미성분이 확인된 2188과 2539 두 계통을 제외한 나머지 계통들은 일반적인 재배조건에서 고미성분이 확인되지 않는 것으로 보아 Bi와 Bt 유전자 외에 과실에서 고미성분 합성을 조절하는 다른 인자가 존재할 것으로 예상됨 (표 9).

표 9. 오이 육성계통의 Bi 및 Bt 유전자형 분석

B.N.	오이과실 표현형	Bi C393Y	Bt SNP1601	B.N.	오이과실 표현형	Bi C393Y	Bt SNP1601
2188	bitter	G	G	7152	non-bitter	G	G
2018	non-bitter	G	G	7153	non-bitter	G	G
7114	non-bitter	G	A	7154	non-bitter	G	G
7115	non-bitter	G	A	7155	non-bitter	G	G
7116	non-bitter	G	A	7156	non-bitter	G	G
7117	non-bitter	G	A	7157	non-bitter	G	G
7118	non-bitter	G	A	7158	non-bitter	G	G
7119	non-bitter	G	A	7159	non-bitter	G	G
7120	non-bitter	G	A	7160	non-bitter	G	G
7121	non-bitter	G	A	7161	non-bitter	G	G
7122	non-bitter	G	A	7162	non-bitter	G	G
7123	non-bitter	G	A	7163	non-bitter	G	G
7124	non-bitter	G	A	7226	non-bitter	G	G
7125	non-bitter	G	A	7258	non-bitter	G	G
7126	non-bitter	G	A	7259	non-bitter	G	G
7127	non-bitter	G	A	7260	non-bitter	G	G
7128	non-bitter	G	A	7261	non-bitter	G	G
7129	non-bitter	G	A	7262	non-bitter	G	G
7130	non-bitter	G	A	7385	non-bitter	G	G
7131	non-bitter	G	A	7386	non-bitter	G	G
7132	non-bitter	G	A	7387	non-bitter	G	G
7133	non-bitter	G	A	7388	non-bitter	G	G
7134	non-bitter	G	A	7393	non-bitter	G	G
7135	non-bitter	G	A	7394	non-bitter	G	G
7136	non-bitter	G	A	7395	non-bitter	G	G
7137	non-bitter	G	A	7401	non-bitter	A	G
7138	non-bitter	G	A	7402	non-bitter	A	G
7139	non-bitter	G	A	7539	bitter	G	G
7140	non-bitter	G	A	7540	non-bitter	G	G
7141	non-bitter	G	A	7541	non-bitter	G	G
7142	non-bitter	G	A	7542	non-bitter	G	G
7143	non-bitter	G	A	7543	non-bitter	G	G

7144	non-bitter	G	A	7544	non-bitter	G	G
7145	non-bitter	G	A	7545	non-bitter	G	G
7146	non-bitter	G	A	7546	non-bitter	G	G
7147	non-bitter	G	A	7547	non-bitter	G	G
7148	non-bitter	G	A	7548	non-bitter	G	G
7149	non-bitter	G	A	7549	non-bitter	G	G
7150	non-bitter	G	A	7550	non-bitter	G	G
7151	non-bitter	G	A	7551	non-bitter	G	G

- 오이의 고미성분 (쿠쿨비타신C) 합성에 관여하는 두 가지 유전자 Bi와 Bt가 보고되어 있음.
- Bi 유전자는 쿠쿨비타신C의 전구물질인 쿠쿨비타디에놀의 합성효소 (cucurbitadienol synthase)로 알려져 있으며, 해당 유전자의 393번째 아미노산 시스테인(C)을 타이로신(Y)으로 바꾸는 하나의 SNP(C393Y)가 오이 식물체 전체의 고미성분 (쿠쿨비타신C)의 합성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있음.
- Bt 유전자는 오이 과실에서 특이적으로 작용 및 발현되는 전사인자로 Bi 유전자의 프로모터 부위에 특이적으로 결합하여, Bi 유전자의 발현여부를 조절함. 해당 유전자의 start codon upstream 1601bp에서 나타나는 SNP(SNP-1601)가 오이 과실의 고미성분 합성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있음.
- 과실에서 고미성분의 표현형(미각테스트)이 확인된 오이 육성계통 50계통에 대해 Bi에서 보고된 SNP(C393Y)와 Bt의 SNP-1601, Csa1G423150의 SNP-621의 유전자형을 분석하였음.
- Bi 유전자의 SNP(C393Y) 분석 결과, 2계통이 비고미타입, 나머지 48계통이 고미타입으로 나타났으며, Bt 유전자의 SNP-1601 분석 결과, 20계통이 비고미타입, 나머지 30계통이 고미 (conditional bitter) 타입으로 나타났음. Csa1G423150 유전자의 SNP-621 분석결과, 3계통이 비고미타입으로 나타났으며 나머지 47계통이 고미타입으로 나타났음(표 10).

표 10. 오이 육성계통의 Bi, Bt, Csa1G423150 유전자형 분석

B.N.	오이과실 표현형	Bi C393Y	Bt SNP1601	Csa1G 423150 SNP621	B.N.	오이과실 표현형	Bi C393Y	Bt SNP1601	Csa1G 423150 SNP621
2001	비고미	B	B	N	2156	비고미	B	B	N
2002	비고미	B	B	N	2258	고미	B	B	N
2003	비고미	B	B	N	2259	고미	B	B	N
2004	비고미	B	B	N	5001	비고미	B	N	N
2005	비고미	B	B	N	5002	비고미	B	N	N
2038	비고미	B	N	N	5003	비고미	B	N	N
2039	비고미	B	B	N	5004	비고미	B	N	N
2040	비고미	B	N	B	5005	비고미	B	N	N

2041	비고미	B	B	N	5007	비고미	B	N	N
2042	비고미	B	B	N	5008	비고미	B	N	N
2043	비고미	B	B	N	5009	비고미	B	N	N
2044	비고미	B	B	N	5010	비고미	B	N	N
2045	비고미	B	B	N	5011	비고미	N	B	N
2046	비고미	B	B	N	5013	비고미	N	B	N
2048	비고미	B	B	N	5152	비고미	B	N	N
2049	비고미	B	N	B	5153	비고미	B	B	N
2050	비고미	B	B	N	5154	비고미	B	B	N
2051	비고미	B	B	N	5155	비고미	B	B	N
2052	비고미	B	B	N	5156	비고미	B	B	N
2055	비고미	B	B	N	5157	비고미	B	B	N
2057	고미	B	B	B	5158	비고미	B	B	N
2090	비고미	B	N	N	5159	비고미	B	N	N
2091	비고미	B	N	N	5160	비고미	B	N	N
2092	비고미	B	N	N	5161	비고미	B	N	N
2093	비고미	B	N	N	5162	비고미	B	B	N

- 실험에 사용된 오이 50계통 중 47계통의 오이 과실은 비고미, 3계통은 고미 표현형으로 나타났음(표 10).
- Bi, Bt, Csa1G423150 세 마커의 유전형과 오이 과실 고미성분 표현형의 유의성을 확인하고자, '표3'의 50계통 중 9계통을 선발하여, HPLC를 이용하여 고미성분 (쿠쿨비타신 C)을 정량분석함. 선발한 9계통의 경우, 타 유전자의 영향을 배제하기 위해 다른 마커에서는 고미타입 유전형을 가지며, 해당마커에서만 비고미 유전형을 가진 계통을 선발함. (Bi의 경우, Bt, Csa1G423150 모두에서 비고미 유전형을 가진 계통이 없어, Bi에서 비고미 유전형을 가진 계통을 선발함.)
- Bi 비고미 유전형인 B.N.5011, 5013 두 계통에서 과실 및 잎에서 고미성분이 검출되지 않았으며, Bt 비고미 유전형인 B.N.2049, 5160 두 계통의 잎에서 각각 평균 491.4, 633.4mg/kg의 고미성분이 검출되었으나, 과실에서는 검출되지 않았음. Csa1G423150 비고미 유전형인 B.N.2258, 2259 두 계통의 잎에서 각각 평균 195.8, 425.6mg/kg, 과실에서 각각 127.3, 244.7mg/kg의 고미성분이 검출되었으며, 세 마커 모두에서 고미 유전형을 가진 B.N.2057, 2188 두 계통의 잎에서 각각 평균 1098.2, 576.8mg/kg, 과실에서 각각 128.3, 50.6mg/kg의 고미성분이 검출됨(표 11).
- 위의 결과로 보아, Bi 유전자는 오이 전체에서 고미성분 합성을 조절하며, Bt 유전자는 과실에서 고미성분 합성을 조절함을 확인함. Csa1G423150 유전자의 경우, 계통 특이적으로 고미성분 합성에 관여하는 것으로 보아, 유사유전자가 존재할 것으로 예상됨.

표 11. 오이육성계통의 고미 대사성분 분석 및 Bi, Bt, Csa1G423150 유전자형 분석

B.N.	Cucurbitacin C (mg/kg)		Bi C393Y	Bt SNP1601	Csa1G423150 SNP621	본엽 쓴맛유무 (미각테스트)
	과실(Fruit), DW	잎(Leaf) FW				
5011	n.d.	n.d.	N	B	N	무
5013	n.d.	n.d.	N	B	N	무
2040	-	2373.23	B	N	B	유
2049	n.d.	491.38	B	N	B	유
5160	n.d.	633.40	B	N	N	유
2258	127.30	195.83	B	B	N	유
2259	244.67	425.59	B	B	N	유
2057	128.37	1098.16	B	B	B	유
2188	50.57	1034.96	B	B	B	-

③. 오이 고미성분 선발마커 활용성 검정

- 오이 고미성분의 선발마커 개발을 위해 고미계통(2188)과 비고미계통(2018)에서 유래한 F₁ 및 F₂ 분리집단 439개체를 재배하여 이 중 과실의 착과 상태가 양호한 417개체를 수확하여 HPLC 분석법으로 고미성분(쿠쿨비타신 C) 정량분석을 실시하여 표현형을 조사함.
- 정량분석에 대조구로 사용된 고미계통(2188) 10개체에서 2.75~32.47mg/kg 의 고미성분이 검출된 것에 반해, 2, 3차년도 시험에서 고미성분이 검출되지 않았던 비고미계통과 F₁ 에서 0.31~1.70mg/kg 범위의 고미성분이 검출되어, 고미성분 표현형 범위를 고미성분 미검출, 2mg/kg 미만, 2mg/kg 이상 검출 그룹으로 나누어 F₂ 분리집단의 표현형을 조사함.
- 정량분석을 진행한 F₂ 분리집단 417개체 중 221개체는 고미성분이 정량 한계 미만이거나 검출되지 않았으며, 106개체는 고미성분이 2mg/kg 미만으로, 나머지 90개체는 2mg/kg 이상의 고미성분이 검출됨.
- 3차년도 시험에서 고미성분 관련 locus로 확인된 1번 염색체 약 20Mb에 위치한 후보마커 SSR23474를 이용하여 F₂ 분리집단에서 연관성을 확인하였음(표 12).

표 12. F₂ 집단에서 SSR23474 선발마커 검정 결과

유전자형 고미성분	A	H	B	Total
미검출	21	100	100	221
2mg/kg미만	23	70	13	106
2mg/kg이상	60	28	2	90
합계	104	198	115	417

- 탐색된 고미성분 관련 locus에서 보다 정확한 선발마커를 개발하기 위하여 F₂ 집단에서 고미성분이 비검출된 개체와 고미성분이 고함량으로 검출된 개체 각 30개체를 이용하여 BSA 방법으로 후보마커 CsMS185와 CsMS187를 추가 개발하였음.
- CsMS185는 1번 염색체 약 13Mb에 CsMS187는 약 16Mb에 위치하는 것으로 확인되었으며, 두 마커를 F₂ 분리집단에 검정하였을 때 SSR23474과 비교해 CsMS185는 113개, CsMS187과는 71개의 recombinant가 확인되었으나 3점의 후보마커들은 고미성분 표현형과의 연관정도에서는 큰 차이를 나타내지는 않았음 (표 13).

표 13. F₂집단에서 CsMS185 및 187 검정 결과

유전자형 고미성분	CsMS185			Total	유전자형 고미성분	CsMS187			Total
	A	H	B			A	H	B	
미검출	20	105	96	221	미검출	21	100	100	221
2mg/kg미만	24	64	18	106	2mg/kg미만	23	70	13	106
2mg/kg이상	61	28	1	90	2mg/kg이상	60	28	2	90
합계	105	197	115	417	합계	104	198	115	417

- 1번 염색체 13~20M 사이에 오이 과실의 고미성분 발현을 조절하는 인자가 있을 것으로 예상되며 이 locus에 위치하는 고미성분 생합성경로 및 환경적인 스트레스와 관련된 후보유전자를 탐색하여 유의성을 확인하고자 2계통을 resequencing함. 2계통간의 타겟 지역에서 후보유전자의 차이를 확인하지 못하였음.

바. 오이 내한성 선발마커 개발

- 저온기 재배 시 생산 안정성을 확보하기 위해서는 내한성이 향상된 품종 개발이 필수적임.
- 품종육성 시 내한성 여부를 판단하기 위한 선발마커를 개발하기 위하여 내한성이 강한 계통과 약한 계통 간에 전사체분석을 제1협동과제에 의뢰하여 결과를 전달 받음.
- 전사체분석 결과, 발현양의 차이가 나타나면서 SNP가 있는 유전자들 중에서 내한성과 관련이 있을 것으로 판단되는 후보 유전자를 선별하여 CAPS 마커로 전환 함.
- 내한성이 강한 계통과 약한 계통 간에 차이를 나타낸 20 여 점의 CAPS 마커를 F₂ 분리집단에서 분석하여 내한성과의 관련성을 확인하였으나, 모든 마커들은 유의성이 없는 것으로 판단되었음.
- 내한성 육종육성을 위한 선발마커를 개발하기 위해서는 분리집단에서의 정확한 표현형 질(내한성) 조사가 선행되어야 하지만, 내한성의 경우에는 정확한 기준이 없어 표현형 질 조사에 어려움이 있음.
- 오이에서 내한성 형질과 노균병 저항성 형질이 연관되어 있는 것으로 보고되고 있으므로, 앞으로 내한성 품종을 육성하기 위해 노균병 저항성 선발개체를 저온기에 재배하여 내한성이 강한 개체를 선발하는 방법을 활용하고자 함.

사. 광택형질 선발마커 개발

- 과실 표면에 광택을 보이는 오이의 시장 선호도가 높은 것으로 알려져 있으며, 이에 광택형질과 연관된 선발마커를 개발하여 고품질의 오이품종을 조기에 육성 하고자 함.

그림 3. 광택과 비광택 오이의 과실 표현형

- 광택형질 선발마커를 개발하기 위해 과실 표면에 광택을 보이는 계통(2706)과 과피가 불투명하게 나타나는 비광택계통(2705)를 이용하여 F₁ 과 F₂ 분리집단을 육성하였으며 (그림 3), 광택 수준을 1(고광택)에서 5(비광택)까지 5단계로 나누어 표현형조사를 실시하였음.
- 표현형조사 결과, F₁ 과실은 광택을 나타내지 않았으며, F₂ 분리집단 195개체 중 33개체가 광택을 나타냈고 나머지 162개체는 비광택으로 나타남.
- 오이 광택 형질을 조절하는 유전자는 5번 염색체에 위치하는 것으로 보고되어 있으며 논문(2014, Mol Breeding 33:15-22)을 참고로 후보마커를 개발함.
- 광택계통(2706)과 비광택계통(2705)에서 후보마커의 다형성을 확인하고 F₂ 분리집단 195개체를 검정하여 광택 형질과 후보마커의 연관성을 확인함(표 14).
- 후보 마커는 오이 육성계통에서 활용성을 검정한 후 선발마커로 품종 육성에 활용할 계획임.

표 14. 오이 광택형질 선발마커 분석 결과

광택수준	유전자형	G	H	D	Total
1(광택)		32	1	0	33
2		3	15	2	20
3		1	31	11	43
4		0	20	8	28
5(비광택)		0	44	27	71
Total		36	111	48	195

4장. 개발된 내병성 마커의 대량분석

1. 선발마커 육성재료 대량분석

가. 오이 ZYMV 저항성 선발마커 육성재료 분석

오이에서 개발된 ZYMV 저항성 선발마커의 정확성을 재검정하기 위해 저항성계통과 이병성계통을 교배하여 육성한 F₂ 분리집단 366개체에 대하여 병리검정과 마커분석을 실시함. 아래 표 1에서 나타난 것과 같이 병리검정한 F₂ 분리집단 366개체 중에서 저항성(D.I 1, 그림 1)으로 나타난 96개체는 모든 개체에서 마커의 유전자형이 저항성(R)으로 나타났으며, 이병성(D.I 5)으로 나타난 270개체 중에서 1개체는 저항성(R)으로, 166개체는 이형접합 유전자형(H)으로, 나머지 103개체는 이병성(S)으로 나타남. 이러한 결과로 보아 ZYMV 저항성은 하나의 열성유전자에 의해 조절되며 개발된 선발마커는 99% 이상 정확한 것으로 나타남(표 1).

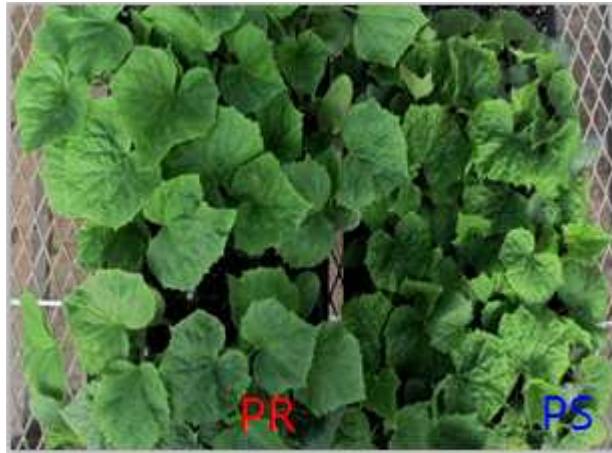


그림 1. ZYMV 저항성(left, PR)과 이병성 계통(right, PS)에서 병리검정 결과

표 1. F₂ 집단에서 ZYMV 저항성 선발마커의 정확성 재검정

발병지수 \ 유전자형	R	H	S	Total
	D.I 1	96	0	0
D.I 5	1	166	103	270
Total	97	166	103	366

D.I 1: 저항성, D.I 5: 이병성

개발된 선발마커를 이용하여 저항성 계통을 육성하기 위하여 육성재료에 대해 분석하여 제1 세부과제의 선발업무를 지원함(표 2).

표 2. 분리계통에서 ZYMV 저항성 선발마커 분석

분석일자	분석계통 수	분석개체 수
3월 2일	3	720
3월 26일	18	928
8월 1일	14	768
Total	35	2,416

나. 오이 흰가루병 저항성 선발마커 육성재료 분석

제2세부 연구기관의 사전 연구결과, 오이의 흰가루병 저항성은 2개의 주동인자에 의해 조절되는 것으로 밝혀짐. 저항성에 관여하는 2개의 저항성인자와 연관된 마커를 선발마커로 전환한 후, F₂ 분리집단 298개체에 대하여 병리검정과 마커분석 결과를 비교함. (표 3) 아래 표 3에서와 같이 2개의 선발마커 유전자형이 모두 저항성(R homo)인 경우, 포장에서의 발병지수는 2미만으로 나타나 저항성 수준이 높은 것으로 나타남. 반면 2개의 선발마커 유전자형이 모두 이병성(S homo)인 경우, 포장에서의 발병지수는 3이상으로 나타나 발병이 심하게 나타남(그림 2). 이러한 결과로 보아 흰가루병 저항성 선발마커는 품종육성 시 선발업무에 효율적으로 활용될 수 있을 것으로 판단됨. 이렇게 개발된 선발마커는 저항성 계통을 육성하기 위한 제1세부과제의 선발업무를 지원함(표 4).



그림 2. 흰가루병 저항성(right, PR)과 이병성 계통(left, PS)에서 병리검정 결과

표 3. F₂ 분리집단 298개체에서 흰가루병 저항성 선발마커의 유의성 검정

유전자형 발병지수	RR	RH	RS	HR	HH	HS	SR	SH	SS	Total
	DI 1	41	16	0	0	0	0	0	0	
DI 2	5	9	0	2	0	0	0	0	0	16
DI 3	0	9	1	7	6	0	1	0	1	25
DI 4	0	0	1	11	23	8	2	7	5	57
DI 5	0	0	2	13	63	20	1	17	27	143
Total	46	34	4	33	92	28	4	24	33	298

DI 1: 저항성, DI 3: 중도저항성 DI 5: 이병성

표 4. 분리계통에서 흰가루병 저항성 선발마커 분석

분석일자	분석 계통수	분석 마커수	분석 개체수
3월 2일	3	2	1920
7월 11일	73	2	146
7월 11일	124	5	620
Total	200		2,686

다. 오이 노균병 저항성 선발마커 육성재료 분석

제2세부 연구기관의 사전 연구결과, 오이의 노균병 저항성은 2개의 주동인자와 1개의 에 의해 조절되는 것으로 밝혀짐. 저항성에 관여하는 3개의 저항성인자와 연관된 마커를 선발 마커로 전환한 후, F₂ 분리집단 308개체에 대하여 병리검정과 마커분석 결과를 비교함(표 5, 그림 3). 아래 표 5에서와 같이 3개의 선발마커 유전자형이 모두 저항성(R homo)인 경우, 포장에서의 발병지수는 평균 3.08로 나타나 저항성 수준이 다소 높아 내성을 가지는 것으로 나타남. 반면 3개의 선발마커 유전자형이 모두 이병성(S homo)인 경우, 포장에서의 발병지수는 5로 나타나 발병이 심하게 나타남. 이러한 결과로 보아 노균병 저항성 선발마커는 품종육성 시 선발업무에 효율적으로 활용될 수 있을 것으로 판단됨. 이렇게 개발된 선발마커는 저항성 계통을 육성하기 위한 제1세부과제의 선발업무를 지원함. (표 6) 노균병에 대한 저항성은 유전양식이 복잡하고 환경에 의해 영향을 많이 받기 때문에 연관마커의 유전자형

으로 저항성, 내성 및 이병성 여부를 정확하게 판단하기 어려운 것으로 예상됨. 이러한 문제를 극복하기 위해서는 저항성에 관여하는 유전자를 동정하여 선발마커로 이용하는 것이 필수적으로 판단됨. 이러한 목적으로 저항성을 보이는 계통과 이병성 계통에 대해 전사체를 분석하여 노균병에 관여하는 유전자를 동정하고자 제1협동과제 수행기관에 전사체 분석을 의뢰함.



그림 3. 노균병 내성(left, PR)과 이병성 계통(right, PS)에서 병리검정 결과

표 5. F₂ 분리세대 308개체에서 노균병 내성 선발마커의 유의성 검정

마커 1 \ 마커 2, 3	RR	RH	RS	HR	HH	HS	SR	SH	SS
	R	3.08	3.64	3.62	4.31	3.92	4.50	-	5.00
H	3.67	4.28	4.50	4.48	4.47	4.74	4.85	4.76	5.00
S	5.00	4.25	4.25	4.60	5.00	5.00	5.00	4.90	5.00

D.I 1: 저항성, D.I 3: 내성 D.I 5: 이병성

표 6. 분리계통에서 노균병 저항성 선발마커 분석

분석일자	분석 계통수	분석 마커수	분석 개체수
3월 2일	3	2	1920
5월 2일	2	4	392
7월 11일	73	2	146
7월 11일	124	5	620
Total	202		3,078

라. 오이 병저항성(노균병, 흑성병, ZYMV) 선발마커의 SNP 마커 전환

- 기존 선발마커들은 전기영동 과정을 거쳐야하기 때문에 많은 시간과 노력을 필요함.
- 오이 육성 과정에서 유묘기간에 마커분석을 진행하여 우수 개체를 선발하고 이를 정식하기 위해서는 짧은 시간에 대량으로 샘플을 분석하는 시스템이 갖추어져야 함.
- 이를 위해 오이 육성에서 선발마커로 사용되고 있는 노균병과 흑성병, ZYMV 저항성 마커를 SNP 타입의 KASP 마커로 전환하였음(그림 4).

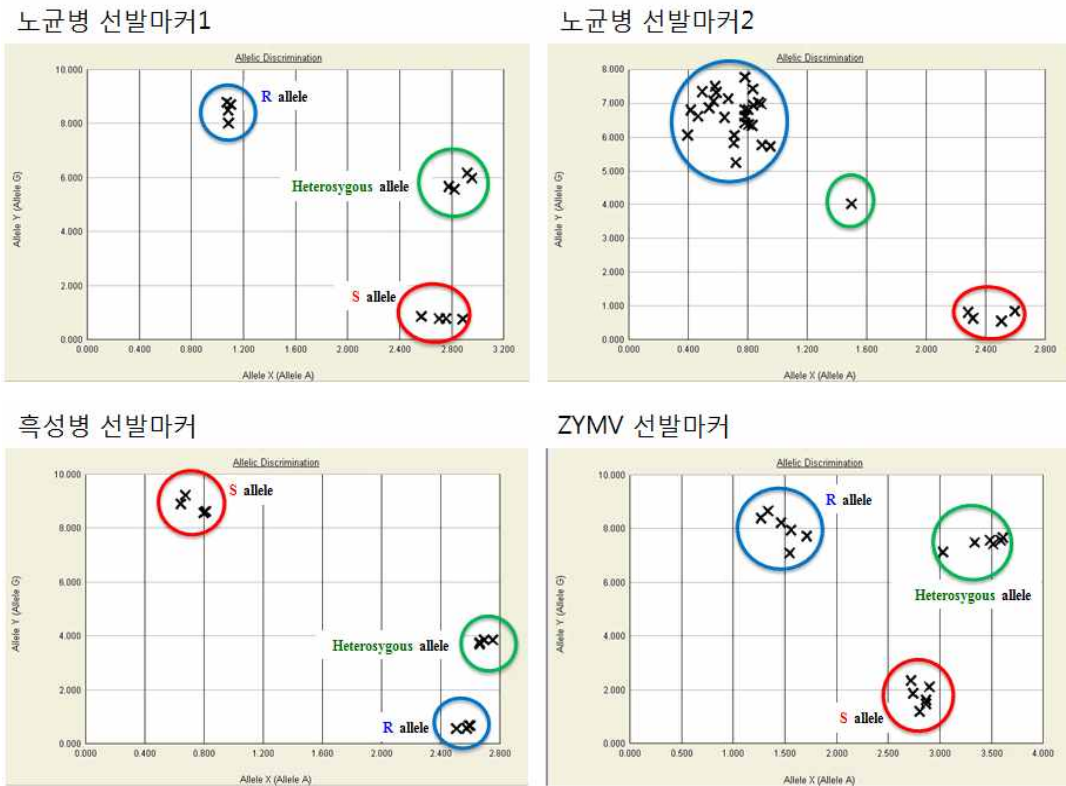


그림 4. 노균병, 흑성병 및 ZYMV 저항성 마커의 KASP마커 전환

마. 오이 흰가루병 저항성 및 가시색 선발마커의 SNP 마커 전환

- 대량 분석시스템을 갖추기 위해 기존에 gel-base 마커로 사용 중이었던 흰가루병 저항성 및 가시색 선발마커를 SNP 타입의 마커로 전환을 시도함.
- 흰가루병 저항성 및 가시색 선발마커 모두 1kb 이상의 indel 부분에서 개발되어서 SNP 마커 전환에 어려움이 있었음.

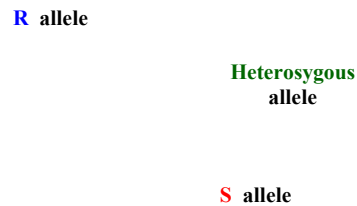


그림 5. 흰가루병 저항성 마커의 KASP마커 전환

- 흰가루병 저항성 마커는 기존 gel-base 마커가 위치한 주변부분의 염기서열분석을 통해 SNP 타입의 KASP 마커로 전환을 완료하였음(그림 5).
- 에틸렌 생합성에 관련된 유전자로 자성화 또는 단성화를 야기하는 CsACS1에서 확인된 SNP를 KASP 마커로 전환하여 4차년도 육성업무에 활용함 (그림 6).
- 오이 가시색 관련 유전자로 알려진 R2R3-MYB transcription factor의 염기서열 분석 결과, 검은색 가시형질에서 약 827bp deletion이 발견되었으며 이 부분에서 KASP 마커 전환을 시도하였으나, 성공적인 전환이 이루지지 않음.

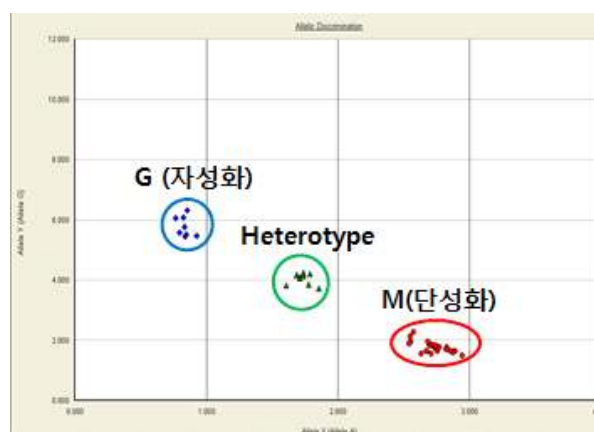


그림 6. 오이 자성화 선발마커의 KASP 마커 전환

바. 선발마커 육성재료 대량분석

①. 병 저항성 및 유용형질 선발마커의 육성 재료분석

- 제1세부과제의 우수 계통 육성 업무를 지원하기 위하여 이전에 개발된 병 저항성 및 유용형질 선발마커를 이용하여 육성재료의 마커분석을 실시함.
- 병저항성(흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV, WMV) 및 4차년도에 SNP마커 전환이 진행된 자성화 마커는 KASP 마커로 활용하고 있으며, 가시색 마커는 CAPS 타입의 선발마커를 이용하여 분석함(표 7).
- 과제기간 중 6개형질에 대하여 총 189,346점의 시료를 분석함.

표 7. 오이 육성 업무에서 활용된 선발마커의 분석시료 수

형 질 분석일	흰가루 병	노균병	흑성병	ZYMV WMV	가시색	자성화	Total
2014.02.18	2,880	2,880	-	1,920	-	-	7,680
2014.05.28	2,742	2,742	-	-	411	-	5,895
2014.07.29	960	960	192	240	-	-	2,352
2014.09.01	354	354	-	112	-	-	820
2015.03.01	5,088	5,072	1,632	2,344	1,064	1,440	16,640
2015.03.19	1,056	1,536	96	-	-	960	3,648
2015.06.15	2,752	2,752	-	1,296	-	80	6,880
2015.08.14	13,536	13,536	4,464	4,512	192	2,256	38,496
2016.02.18	17,086	17,086	3,184	5,839	2,208	3,071	48,474
2016.03.11	480	480	-	-	-	288	1,248
2016.06.14	1,760	1,760	-	272	-	880	4,672
2016.08.12	8,400	8,400	2,500	2,500	-	4,700	26,500
2017.03.18	704	1,232	552	520	-	520	3,528
2017.03.28	2,512	2,512	480	-	-	560	6,064
2017.06.13	3,610	1,805	-	1,805	-	1,805	9,025
2017.08.25	3,232	1,568	-	1,008	-	1,616	7,424
Total	67,152	64,675	13,100	22,368	3,875	18,176	189,346

제1협동과제: 오이 전사체 다양성분석을 통한 유용형질관련 유전자 발굴체계 확립

1. 내한성 오이

가. 실험 재료 확보

- 내한성을 분석하기 위한 시험재료는 주관연구기관에서 확보하고 있는 계통을 사용하여 진행하였으며, 내한성을 가지는 계통 및 내한성이 약한 계통을 사용함. 이들 재료에 두 가지 방법으로 저온을 처리하고 RNA를 추출하기 위한 재료로 사용하였음. 총 14가지 샘플을 준비하여 식물체로부터 RNA를 추출하여 전사체 분석에 사용하였음
- 방법 1) 제1협동기관에서 발아 후 일주일 된 식물체를 10°C 배양기에서 처리하며 시간경과(저온 처리 후 0시간, 6시간 및 24시간)에 따라 샘플을 채취함
방법 2) 주관연구기관 온실에서 야간 온도를 8°C(저온처리) 및 13°C(대조구)로 유지하며 처리 후 7일 및 18일이 경과된 샘플을 채취함

나. 전사체 정보 생산 및 분석

- 전사체 정보의 생산 및 분석은 아래 그림의 절차에 따라 진행하였으며, 오이의 표준유전체 정보는 Phytozome (<http://www.phytozome.net/>)에서 다운로드 받은 Cucumis sativus (30,364개) 유전자의 description 정보를 사용하여 진행하였음
- NGS 방법으로 분석한 시퀀싱 데이터의 전처리 후 확보된 데이터를 기존에 보고된 오이의 유전자 정보 (<http://www.phytozome.net/>) 및 애기장대의 유전자와 비교하여 annotation을 진행하였으며, 생산된 데이터의 샘플별 확보된 전사체 정보의 수(read counts)를 DESeq 방법을 통해 normalization을 수행하고 샘플별 유전자의 발현 변화(DEGs)를 조사하였음

다. 샘플간 유전자 발현 변화 (DEGs) 분석

- 비교 대상 유전자(reference transcript, phytozome)으로부터 확보된 오이의 유전자)와의 비교를 통해 확보된 read의 평균 75.08%가 비교 대상 유전자에 mapping되는 것으로 확인되었음
- 샘플사이에서 발현의 차이가 나타나는 유전자를 ① 대조구와 처리구 사이에서 2배 이상의 발현차이가 나타나는 유전자 (2-fold change), ② 발현정도 (mapping read의 수)이 100개 이상인 것, ③ 모든 샘플에서 mapping read의 양이 일정수준 (300 read 이상)인 유전자 (발현량이 낮은 유전자 제거)를 사용하여 구분하였음
- 위와 같이 샘플 및 처리에 따라 변화된 발현 양상 (처리에 따라 발현이 증가 (Up) 또는 감소(Down))을 나타내는 유전자의 수는 저온 저항성 계통에서 10°C 처리 한 경우(일련번호 2번, 저온 저항성 계통을 대상으로 10°C 처리 24시간 후의 결과) 가장 많은 것으로 조사되었음 (5,000개 이상)
- 발현변화를 보이는 유전자는 대부분이 Reference transcript (Phytozome으로부터 확보한

오이 유전자)에서 발견되는 유전자들 이었으며(annotated), 향후 저온 처리에 따라 발현변화를 보이는 유전자의 확인 및 기능 분석에 좋은 정보를 확보할 수 있을 것으로 판단되었음

라. 내한성 관련 유전자의 발현 변화 분석

- 내한성이 강한 계통과 약한 계통에서 발현차이를 나타내는 유전자 중 발현변화의 폭이 큰 것을 선발하고, 이들의 발현 변화를 RT-PCR로 분석한 결과, 많은 수의 유전자가 전사체 분석결과와 동일하게 발현변화를 나타내는 것을 확인하였음(표 1)
- 본 과제에서 전사체 분석의 대상으로 하였던 내한성 외에 저장성 및 내병성 등의 형질이 다른 계통에서 뚜렷한 발현차이를 나타내는 유전자 후보를 선발하여 제2세부과제에 정보를 전달하였음

표 1. 내한성 관련 계통에서 선발한 발현이 다르게 나타나는 유전자의 RT-PCR 결과

Locus ID	RT-PCR		Description
	내한성 강계통	내한성 약계통	
CUCSA_139640			Integrin-linked protein kinase
CUCSA_094210			2-oxoglutarate and Fe(II)-dependent oxygenase superfamily protein
CUCSA_268720			nitrate transporter 2.4
CUCSA_033880			EXS (ERD1/XPR1/SYG1) family
CUCSA_143700_3			RNA-dependent RNA polymerase 1
CUCSA_143700_1			RNA-dependent RNA polymerase 1
CUCSA_337100			pleiotropic drug resistance 9
CUCSA_086270			cysteine-rich RLK 29
CUCSA_032770			
CUCSA_138780			SCARECROW-like 14
CUCSA_178450			disease resistance protein (TIR-NBS-LRR class), putative
CUCSA_384920			RING 1A
CUCSA_025380			high affinity K ⁺ transporter 5
CUCSA_346910_2			ABC-2 and Plant PDR ABC-type transporter family protein
CUCSA_217820			Peroxidase superfamily protein
CUCSA_056120			Ankyrin repeat family protein
CUCSA_148820			Auxin-responsive family protein
CUCSA_352350			HXXXD-type acyl-transferase family protein
CUCSA_220380-2			S-adenosyl-L-methionine-dependent methyltransferases superfamily
CUCSA_349660			K-box region and MADS-box transcription factor family protein
CUCSA_220380-1			S-adenosyl-L-methionine-dependent methyltransferases superfamily
CUCSA_218810			
CUCSA_352940_2			serine carboxypeptidase-like 19

5) 유전체 정보 재분석

- 전사체 분석에서 확보된 분자마커 외에 유전체 수준에서 분자마커를 발굴하기 위해 주관연구기관에서 확보하고 있는 2개의 계통을 대상으로 유전체 재분석을 수행하였음
- 생산된 데이터의 전처리 후 확보된 데이터를 보고된 오이의 유전자 정보(<http://www.phytozome.net> 및 <http://cucumber.genomics.org.cn/>)와 비교하여 해당 형질관련 계통에서 발견되는 SNP 및 InDel을 추출하였음(표2)

표 2. 각 계통에서 발견된 SNP 및 InDel의 통계치

계통	SNP		InDel		
	Homo	Hetero	Homo	Hetero	Others
Cs11 (내한성강)	19,663	11,718	1,666	1,017	216
Cs12 (내한성약)	15,339	15,196	629	573	200

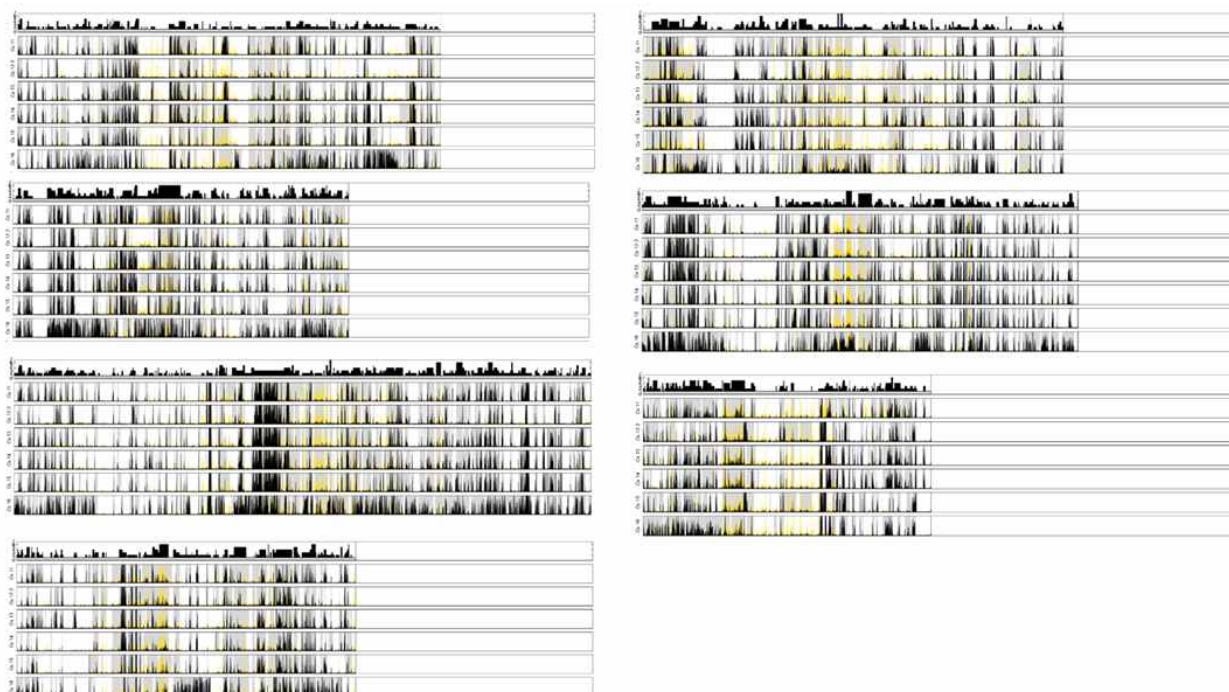


그림 1. 1-7번 염색체(위에서 아래)에서 나타나는 VB의 분포

마. Variation block 분포 조사

- 각 염색체별 variation block (VB: Variation Block, 계통간에 염기서열을 비교 분석한 후, 각 계통에서 SNP(단일 염기서열 변이, single nucleotide polymorphism) 빈도를 비교하여 SNP가 많이 존재하는 염색체 부위를 나타내는 용어)의 분포를 살펴보았음(그림 1)
- 과제에서 대상으로 하는 자원의 유전체 재분석을 통해 전사체 분석에서 확보한 수 보다 많은 분자마커후보(SNP 및 InDel)을 확인할 수 있었음
- 각 염색체별로 변이가 나타나는 지역(variation block)을 조사한 결과 형질별로 차이가 나타나는 구역을 확인할 수 있었음

바. 내한성 관련 유전자 및 전사 인자 분석

- 내한성에 관련 자원(Cs11와 Cs12)에서 발현 차이를 나타내는 유전자 중 발현 변화의 폭이 큰 유전자 5개(Cucsa.139640, Cucsa.094210, Cucsa.143700, Cucsa.352940, Cucsa.220380)를 선별하여 유전자의 염기 서열을 분석한 결과 계통 간 서열에 큰 차이가 없음을 확인하였음
- 저온 처리에 의해 발현 차이를 보이는 전사 인자 2개(Cucsa. 138780 및 Cucsa. 384920)이 계통 간 염기 서열에 차이를 보이는 것을 확인하였음(표 3)
- 이들 2개 전사인자와 하위 유전자 사이의 결합 차이를 통하여 유전자 발현이 조절될 수 있음을 예측하였음

표 3. 저온 처리에 의한 전사 인자의 발현 차이

Gene	저온 내성 (Cs11)				저온 민감성 (Cs12)			
	8 °C		13 °C		8 °C		13 °C	
	7 Day	18 Day	7 Day	18 Day	7 Day	18 Day	7 Day	18 Day
Cucsa.138780.1	28	47	26	30	187	535	174	298
Cucsa.384920.1	76	78	108	76	656	665	672	601

2. 저장성 오이

가. 실험 재료 확보

- 수확 후 저장성이 강한 계통 및 저장성이 약한 계통의 과실을 수확 후 4일 및 7일 경과된 4종류의 샘플로부터 총 RNA를 분리하여 전사체 분석에 사용하였음

나. 전사체 정보 생산 및 분석

- 앞에서 준비된 RNA를 NGS 방법을 통해 대량의 전사체 정보를 생산하였음
- 오이의 표준유전체 정보는 Phytozome (<http://www.phytozome.net/>)에서 다운로드 받은 Cucumis sativus (30,364개) 유전자의 description 정보를 사용하여 분석하였음

다. 샘플간 유전자 발현 변화 (DEGs) 분석

- 비교 대상 유전자(reference transcript, phytozome)으로부터 확보된 오이의 유전자)와의 비교를 통해 확보된 read의 평균 67.81%가 비교 대상 유전자에 mapping되는 것으로 확인되었음
- 샘플사이에서 발현의 차이가 나타나는 유전자를 ①대조구와 처리구 사이에서 2배 이상의 발현차이가 나타나는 유전자 (2-fold change), ② 발현정도 (mapping read의 수)이 100개 이상인 것, ③ 모든 샘플에서 mapping read의 양이 일정수준 (300 read 이상)인 유전자 (발현량이 낮은 유전자 제거)를 사용하여 구분하였음
- NGS 방법으로 분석한 시퀀싱 데이터의 전처리 후 확보된 데이터를 기존에 보고된 오이의 유전자 정보 (<http://www.phytozome.net/>) 및 애기장대의 유전자와 비교하여 annotation을 진행하였으며, 생산된 데이터의 샘플별 확보된 전사체 정보의 수(read counts)를 DESeq 방법을 통해 normalization을 수행하고 샘플별 유전자의 발현 변화 (DEGs)를 조사하였음

라. 저장성 관련 계통에서 발현 변화를 보이는 유전자 후보

- 저장성 관련 계통에서 뚜렷한 발현차이를 나타내는 유전자 후보를 선별하고 제2세부과제에 정보를 전달하였음 (표 4)

표 4. 저장성 관련 계통에서 선발한 발현이 다르게 나타나는 유전자

Gene	흑침계	백침계	발현값 차이	흑침계_vs_백침계
Cucsa.344910.1	8	704	696	6.53
Cucsa.232080.1	46	2828	2782	5.96
Cucsa.232080.2	32	1876	1844	5.85
Cucsa.265780.1	20	1102	1082	5.81
Cucsa.212920.1	48	1492	1444	4.95
Cucsa.248470.3	20	540	520	4.78
Cucsa.248470.1	31	760	729	4.61
Cucsa.248470.2	30	714	684	4.57
Cucsa.281590.1	32	744	712	4.54
Cucsa.148190.1	30	577	547	4.28
Cucsa.178930.1	68	1247	1179	4.21
Cucsa.362870.1	77	1400	1323	4.19
Cucsa.149840.1	58	814	756	3.83
Cucsa.252640.1	76	1035	959	3.77
Cucsa.252640.2	70	952	882	3.76
Cucsa.124710.1	58	772	714	3.74
Cucsa.232710.1	44	575	531	3.72
Cucsa.394250.1	86	1112	1026	3.71
Cucsa.112320.2	76	982	906	3.7
Cucsa.112320.1	98	1254	1156	3.68
Cucsa.277290.1	70	876	806	3.63
Cucsa.043880.1	70	870	800	3.62
Cucsa.349380.1	238	2670	2432	3.49
Cucsa.257050.1	207	2119	1912	3.36
Cucsa.257040.1	100	955	855	3.25
Cucsa.078520.1	88	829	741	3.24
Cucsa.257040.4	102	957	855	3.24
Cucsa.040600.1	108	995	887	3.22
Cucsa.040600.2	108	995	887	3.22
Cucsa.040600.3	90	848	758	3.22
Cucsa.225670.1	502	4630	4128	3.2
Cucsa.302090.1	88	781	693	3.14
Cucsa.150130.1	370	2966	2596	3
Cucsa.201850.1	2427	298	2129	-3.03
Cucsa.362210.1	1174	140	1034	-3.06
Cucsa.155940.1	2390	272	2118	-3.13
Cucsa.004990.1	879	100	779	-3.13
Cucsa.302860.1	564	56	508	-3.35
Cucsa.153390.2	828	76	752	-3.45
Cucsa.201870.1	978	88	890	-3.47
Cucsa.153390.1	962	86	876	-3.48
Cucsa.037400.1	804	72	732	-3.49
Cucsa.097540.1	875	74	801	-3.57
Cucsa.350600.1	909	76	833	-3.58
Cucsa.170170.2	1206	98	1108	-3.63
Cucsa.302870.1	3960	310	3650	-3.67
Cucsa.193040.1	560	38	522	-3.87
Cucsa.079260.1	3326	207	3119	-4.01
Cucsa.025380.1	686	42	644	-4.03
Cucsa.352940.2	828	42	786	-4.31
Cucsa.352940.1	954	48	906	-4.32
Cucsa.255240.1	894	32	862	-4.8
Cucsa.228390.1	1655	48	1607	-5.1
Cucsa.044130.1	7326	211	7115	-5.12
Cucsa.044140.1	750	22	728	-5.13
Cucsa.133220.1	1384	38	1346	-5.19
Cucsa.356950.1	2128	21	2107	-6.67

마. 유전체 정보 재분석

- 전사체 분석에서 확보된 분자마커 외에 유전체 수준에서 분자마커를 발굴하기 위해 주관연구기관에서 확보하고 있는 2개의 계통을 대상으로 유전체 재분석을 수행하였음
- 생산된 데이터의 전처리 후 확보된 데이터를 보고된 오이의 유전자 정보(<http://www.phytozome.net> 및 <http://cucumber.genomics.org.cn/>)와 비교하여 해당 형질관련 계통에서 발견되는 SNP 및 InDel을 추출하였음(표 5)

표 5. 각 계통에서 발견된 SNP 및 InDel의 통계치

계통	SNP		InDel		
	Homo	Hetero	Homo	Hetero	Others
Cs13 (저장성강)	8,266	14,609	692	505	177
Cs14 (저장성약)	9,144	14,349	696	523	135

3. 내병성 오이

가. 실험 재료 확보

- 주관연구기관에서 확보하고 있는 계통을 사용하여 진행하였으며, 내병성(흰가루병, 노균병)을 가지는 계통과 내병성을 갖지 않는 계통을 활용하였음. 주관기관에서 재배중인 각 계통의 잎을 재료로 RNA를 추출하고 내한성/저장성 오이와 동일한 방법을 통해 전사체 정보를 생산하였음

나. 전사체 정보 생산 및 분석

- 전사체 정보의 생산 및 분석은 아래 그림의 절차에 따라 진행하였으며, 오이의 표준 유전체 정보는 Phytozome (<http://www.phytozome.net/>)에서 다운로드 받은 *Cucumis sativus* (30,364개) 유전자의 description 정보를 사용하였음
- 염기서열을 분석한 데이터의 전처리 후 확보된 데이터를 기존에 보고된 오이의 유전자 정보 (<http://www.phytozome.net/>) 및 애기장대의 유전자와 비교하여 annotation을 진행하였으며, 생산된 데이터의 샘플별 확보된 전사체 정보의 수(read counts)를 DESeq 방법을 통해 normalization을 수행하고 샘플별 유전자의 발현 변화 (DEGs)를 조사하였음

다. 샘플간 유전자 발현 변화 (DEGs) 분석

- 비교 대상 유전자 (reference transcript, phytozome으로부터 확보된 오이의 유전자)와의 비교를 통해 확보된 read의 73.4%가 비교 대상 유전자에 mapping되는 것으로 확인되었음
- 샘플사이에서 발현의 차이가 나타나는 유전자를 대조구와 처리구 사이에서 2배 이상의 발현차이가 나타나는 유전자 (2-fold change), 발현정도 (mapping read의 양)이 100개 이상인 것, 모든 샘플에서 mapping read의 양이 일정수준 (300 read 이상)인 유전자 (발현량이 낮은 유전자 제거)를 사용하여 구분하였음
- 샘플간 발현차이를 나타내는 유전자는 내병성 계통에서 400여개 및 500여 개의 유전자가 발현이 각각 증가되거나 감소되는 경향을 나타내었으며, 이중 대부분이 reference transcript (Phytozome으로부터 확보한 오이 유전자)에서 발견되는 유전자로(annotated), 향후 내병성이 다른 계통 간 발현변화를 보이는 유전자의 확인 및 기능분석이 필요할 것으로 판단됨

라. 내병성 관련 계통에서 발현 변화를 보이는 유전자 후보

- 저장성 관련 계통에서 뚜렷한 발현차이를 나타내는 유전자 후보를 선별하고 제2세부과제에 정보를 전달하였음(표 6)

표 6. 내병성 관련 계통에서 선별한 발현이 다르게 나타나는 유전자

Gene	병저항성 강	병저항성 약	발현값 차이	병저항성 강_vs 병저항성 약
Cucsa.139640.1	1	602	601	9.26
Cucsa.217730.1	19	708	689	5.25
Cucsa.218050.1	324	3099	2775	3.26
Cucsa.116810.1	1104	138	966	-3
Cucsa.116810.2	1006	125	881	-3.01
Cucsa.043100.1	758	88	670	-3.1
Cucsa.073050.1	1227	130	1097	-3.24
Cucsa.085600.1	570	60	510	-3.25
Cucsa.058730.1	1616	159	1457	-3.34
Cucsa.096270.1	688	51	637	-3.75
Cucsa.285320.1	502	1	501	-8.97

마. 유전체 정보 재분석

- 전사체 분석에서 확보된 분자마커 외에 유전체 수준에서 분자마커를 발굴하기 위해 주관연구기관에서 확보하고 있는 2개의 계통을 대상으로 유전체 재분석을 수행하였음
- 생산된 데이터의 전처리 후 확보된 데이터를 보고된 오이의 유전자 정보(<http://www.phytozome.net> 및 <http://cucumber.genomics.org.cn/>)와 비교하여 해당 형질관련 계통에서 발견되는 SNP 및 InDel을 추출하였음(표 7)

표 7. 각 계통에서 발견된 SNP 및 InDel의 통계치

계통	SNP		InDel		
	Homo	Hetero	Homo	Hetero	Others
Cs15(병저항성강)	14,597	17,541	1,270	743	198
Cs16(병저항성약)	43,446	15,241	4,062	581	195

바. 내병성 관련 주요한 후보 유전자 발굴

- 병 저항성에 중요한 R gene인 NBS-LRR의 경우 *C. sativus* 내에 총 61개 유전자가 존재함(표 8)
- 마커 기반 3개 유전자들은 pathogen defence에 관여하는 MLO family protein과 RPK2, partial NBS-LRR 유전자로 확인되었음(표 9)

표 8. Cucumis sativus 내 존재하는 NBS-LRR 유전자

Locus	Chromosome	Start	End	Locus	Chromosome	Start	End
Csa1G201260	Chr1	11551383	11559099	Csa3G822360	Chr3	32245772	32249528
Csa1G334920	Chr1	13907024	13912755	Csa3G822460	Chr3	32334373	32336484
Csa1G572370	Chr1	21257819	21260357	Csa3G824920	Chr3	32608504	32612791
Csa2G008000	Chr2	1351990	1356361	Csa3G824940	Chr3	32614059	32617521
Csa2G008010	Chr2	1358597	1359033	Csa4G015710	Chr4	2025307	2025851
Csa2G012670	Chr2	2203081	2207745	Csa4G015840	Chr4	2102886	2106281
Csa2G014830	Chr2	2424879	2433866	Csa4G015850	Chr4	2107386	2110628
Csa2G020870	Chr2	2463123	2465993	Csa4G016360	Chr4	2113346	2116883
Csa2G020890	Chr2	2472520	2479474	Csa4G016430	Chr4	2146414	2149099
Csa2G020940	Chr2	2499809	2505232	Csa4G016460	Chr4	2153828	2157080
Csa2G021510	Chr2	2548474	2552810	Csa4G638480	Chr4	20947509	20950954
Csa2G021540	Chr2	2563682	2568358	Csa5G165310	Chr5	6294255	6295254
Csa2G022270	Chr2	2708129	2713396	Csa5G266890	Chr5	11239765	11242908
Csa2G022790	Chr2	2720652	2722956	Csa5G494390	Chr5	17355082	17360149
Csa2G059700	Chr2	4444505	4448781	Csa5G647510	Chr5	27414353	27418599
Csa2G074130	Chr2	5810883	5814239	Csa5G647530	Chr5	27421545	27427567
Csa2G074250	Chr2	5929430	5936609	Csa5G647550	Chr5	27431233	27435848
Csa2G075330	Chr2	6074521	6078655	Csa5G647580	Chr5	27442779	27444261
Csa2G075440	Chr2	6212262	6219162	Csa5G647590	Chr5	27449731	27454967
Csa2G096930	Chr2	7278333	7281248	Csa5G647620	Chr5	27465306	27469130
Csa2G403680	Chr2	20697867	20702810	Csa5G648130	Chr5	27474164	27481801
Csa2G433340	Chr2	22624852	22628165	Csa5G648650	Chr5	27491642	27495153
Csa2G433370	Chr2	22683359	22688743	Csa6G375730	Chr6	16934210	16937464
Csa2G435460	Chr2	22802549	22805481	Csa6G490170	Chr6	23263885	23267136
Csa3G044470	Chr3	3058135	3061494	Csa7G239020.1	Chr7	8758260	8762923
Csa3G172400	Chr3	11532697	11536241	Csa7G239020.2	Chr7	8758260	8762923
Csa3G684170	Chr3	26192533	26195851	Csa7G420890	Chr7	16247369	16250149
Csa3G687220	Chr3	26281755	26282652	Csa7G425890	Chr7	16253429	16255977
Csa3G814390	Chr3	31449876	31452287	Csa7G425920	Chr7	16260625	16263062
Csa3G814400	Chr3	31457702	31460578	Csa7G425940	Chr7	16268256	16272547
Csa3G815400	Chr3	31465330	31468278	Csa7G426520	Chr7	16328745	16330817

표 9. 내병성 관련 마커 기반 유전자

Marker Name	Chromosome	Functional Description	Expression (Read Count)	
Marker A	Chr5	Seven transmembrane MLO family protein	1267	3073
Marker B	Chr5	LRR receptor-like serine/threonine-protein kinase RPK2	96	65
Marker C	Chr5	Partial NBS-LRR	1	1

7. 주요 후보 유전자의 유전체 정보 재분석

- 내병성 관련 2계통을 대상으로 표준유전체 정보(Chinese Long V2.0)과의 비교를 통한 유전체 재분석을 진행하였음
- 61개 NBS-LRR 및 3개 마커 기반 유전자를 exon, intro, 5'-UTR, 3'-UTR로 분류하여 각각의 분자마커 후보(SNP 및 InDel)을 확인하였음(표 10 및 표 11)
- 병 저항성 강 계통(Cs15)와 약 계통(Cs16)간 일부 유전자의 서열 차이를 확인하였음
- 추후에 후보 유전자들의 염기서열 분석을 완료하여 분자 마커를 개발하고, 이 유전자들의 기능 분석을 통해 계통 차이를 더 확실히 확인할 수 있을 것이라고 판단됨

표 10. NBS-LRR 유전자 내 SNP 및 InDel

GeneID	SNP								INDEL								Expression (Read Count)	
	Exon		Intron		5' UTR		3' UTR		Exon		Intron		5' UTR		3' UTR		Cs15	Cs16
	Cs15	Cs16	Cs15	Cs16	Cs15	Cs16	Cs15	Cs16	Cs15	Cs16	Cs15	Cs16	Cs15	Cs16	Cs15	Cs16		
Csa2G433340	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	38
Csa2G096930	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	30
Csa2G074250	0	3	1	5	0	6	0	4	0	0	0	2	0	0	0	0	15	20
Csa2G059700	0	9	0	9	0	5	0	7	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0
Csa4G016430	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	82
Csa2G075440	0	1	0	2	0	1	0	3	0	0	0	2	0	0	0	1	253	221
Csa3G172400	0	6	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	382	181
Csa5G647590	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Csa3G822360	0	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	9	6
Csa7G420890	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	229	395
Csa2G008000	1	0	2	0	2	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	78	123
Csa4G638480	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1220	941
Csa3G814390	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	352	392
Csa2G022790	0	0	0	0	0	3	0	9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Csa2G020940	0	1	0	5	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1351	1031
Csa1G201260	0	1	0	2	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Csa2G021540	0	0	0	0	0	1	0	8	0	0	0	0	0	0	0	2	35	26
Csa5G494390	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Csa3G687220	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Csa6G375730	0	1	0	0	0	6	0	10	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Csa5G266890	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Csa2G020870	1	2	0	3	0	6	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
Csa5G165310	0	0	0	0	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Csa3G044470	0	1	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	331	259
Csa6G490170	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	600	623
Csa2G074130	0	11	0	3	0	3	0	4	0	0	0	0	0	1	0	1	37	42
Csa2G435460	2	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Csa5G647550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Csa7G425940	1	1	0	2	0	6	0	15	0	1	0	1	0	0	0	2	0	0
Csa3G814400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Csa2G022270	1	9	0	8	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Csa7G239020	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Csa4G016360	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	173	150
Csa2G433370	0	5	0	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5	13
Csa3G824920	5	2	4	2	0	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	413	114
Csa7G425920	0	0	0	0	0	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Csa2G014830	0	6	0	6	0	7	0	6	0	0	0	2	0	0	0	1	128	187
Csa5G647530	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2373	1230
Csa3G822460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151	180
Csa3G824940	0	3	0	1	0	3	2	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Csa1G334920	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1674	395
Csa2G020890	0	3	0	10	0	9	0	3	0	1	0	1	0	1	0	0	76	58
Csa7G426520	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Csa4G016460	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Csa5G647580	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Csa2G075330	0	3	0	2	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Csa2G008010	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Csa5G647620	4	0	3	0	11	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
Csa4G015850	0	0	0	0	8	3	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0
Csa3G815400	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	204
Csa2G021510	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	23	28
Csa7G425890	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25	17
Csa4G015710	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Csa2G012670	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	725	439
Csa5G648130	10	0	7	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	1	1
Csa5G647510	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1148	668
Csa1G572370	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	2	1179	1507
Csa4G015840	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	23
Csa3G684170	0	3	0	0	2	4	0	3	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0
Csa2G403680	0	7	0	3	4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Csa5G648650	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

표 11. 병 저항성 관련 마커 기반 유전자 내 SNP 및 InDel

GeneID	SNPs/InDels	Exon		Intron		5' UTR		3' UTR	
		Cs15	Cs16	Cs15	Cs16	Cs15	Cs16	Cs15	Cs16
Marker A	SNPs	7	9	14	14	5	5	15	10
	InDels	0	0	4	3	1	1	2	2
Marker B	SNPs	0	0	0	0	0	0	0	0
	InDels	0	0	0	0	1	0	0	0
Marker C	SNPs	11	0	8	0	3	0	0	0
	InDels	0	0	4	0	0	1	0	0

4. 목표달성도 및 관련분야 기여도

		코드번호	D-06
4-1. 목표달성도			
세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	달성도 (%)
제 1세부 복합내병성 및 고품질계 오이 계통육 성 및 신품종 의 개발	○ 복합내병성 및 고품질 우수계통선발 및 세대진 전	<ul style="list-style-type: none"> • 오이 유전자원 수집 및 평가 • 복합내병성(흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV, WMV) 오이 계통 육성 	100
	○ 선발된 계통 및 조합의 특성, 형질 고정 여부와 내병성 및 고품질 검정	<ul style="list-style-type: none"> • 복합내병성 오이 F₁ 조합 성능 검정 • 교배조합별 생산력 검정, 농가 적응성 및 현지적응성 검 정 	100
	○ 복합내병성 오이 최종선 발 및 품종보호 출원	<ul style="list-style-type: none"> • 복합 내병성(흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV) 오이 신 품종 개발 및 품종보호 출원 • 과제를 통해 개발된 ‘솔바람 백다다기’는 2016년 3천만 원, 2017년 5천만원의 매출 실적을 달성함. 	100
제 2세부 오이 신품종 육성을 위한 다중진단 마 커 활용기술 개발	○ 오이 품질관련 대사성분 의 정량분석	<ul style="list-style-type: none"> • 오이 선발조합 및 품종별 대사성분(쿠쿨비타신)의 정량 분석 	100
	○ 다중진단 분자마커 활용 육성재료 대량분석 및 내병성 검정	<ul style="list-style-type: none"> • 다중진단 분자마커(흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV, WMV)활용 육성재료 대량분석 및 유용성 검정 	100
	○ 오이 유용형질 연관 분 자마커 개발 및 대량분 석	<ul style="list-style-type: none"> • 수확 후 저장성 및 내한성 연관 분자마커 활용 대량분석 • 수확 후 저장성 관련 세포벽 대사성분 분석 및 내한성 평가 방법 확립 	100
제 1협동 오이의 전사 체 다양성 분 석을 통한 유 용형질 관련 유전자 발굴 체계 확립	○ 오이 유용형질 관련 유 전자 기능분석	<ul style="list-style-type: none"> • 유용형질 관련 후보유전자의 DB구축 • 오이 유용형질 관련 유전자의 기능성 검증을 통한 유용 성 확인 	100

4-2. 관련분야 기여도

- 오이재배지역 대부분이 고온기 내병계 품종 부재로 인해 흰가루병 및 노균병의 확산으로 수확량이 감소하고 농가 소득이 저하되는 문제가 있었음. 복합내병계 오이품종 개발로 농가의 안정적인 수확과 소득증대가 기대됨.
- 본 과제를 수행하면서 주관 연구기관인 ㈜농우바이오에서 개발 및 사용된 분자마커 및 바이오마커 활용 기술은 고전육종과 생명공학기술을 결합하여 육종연한 단축과 우수한 형질 도입을 목적으로 하는 신품종 육종 및 종자 품질 향상을 위한 품질관리 기술로 국내에서는 독보적이며, 해외 선진 기업과도 견줄 수 있는 기술을 보유하고 있어 국내 종자산업 발전에 기여하고 있음.
- 유전체 분석 기술의 급속한 발전으로 계통, 품종 및 작물별 유전체 분석이 가능하게 되었으나, 유전체 정보를 활용한 상업적 품종 육성은 미비하였음. 주관 연구기관인 ㈜농우바이오는 자체 기관인 생명공학연구소를 활용하여 본 과제를 통해 유전체 정보를 활용한 혈전용해 활성 분자마커 개발을 수행하였고, 이를 이용해서 품종개발을 진행함으로써 유전체(전사체) 정보 기반 분자마커를 활용한 고품질 품종 개발을 상업화하는데 기여하였음.
- 전통육종 기술과 분자육종 기술을 접목하여 신품종을 개발하는 과정에서 많은 노하우 축적 및 인프라를 구축하였고, 이는 국내 및 해외의 채소 품종개발 분야에 있어서 선도적인 위치에서 경쟁력을 갖추는데 기여하였을 뿐만 아니라, 채소육종 분야에 기능성을 접목함으로써 대학연구기관에서 이를 활용한 기술개발 및 인력양상에 기여하였음.

5. 연구결과의 활용계획 등

코드번호	D-07
------	------

- 복합내병성 오이 품종개발을 통해 흰가루병, 노균병, 흑성병 및 ZYMV에 강한 ‘솔바람백다다기’, ‘정다운백다다기’, ‘강인한백다다기’, ‘바캉스백다다기’, ‘크레용’, ‘미니1호’, ‘미니2호’, ‘미니3호’ 총 8품종이 개발되어 품종보호 출원 신청을 완료함, 향후 자사 마케팅과 연계하여 내병성오이품종에 대한 상품화를 진행하여 시장 개척을 통한 종자판매 매출 증대와 생산자의 소득증대에 이바지 하고자함.
- 본 과제를 통해 복합내병성(흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV, WMV)계통이 다수 개발되었고 이를 이용하여 보다 품질이 향상된 복합내병성 오이 신품종 육성에도 활용할 계획임.
- 본 과제를 통해서 개선 및 개발된 분자마커들은 향후 오이 신품종 개발에 지속적으로 활용할 계획임.
- 본 과제를 통해 개발된 ‘솔바람 백다다기’는 2016년 판매를 시작하여 2016년 3천만원, 2017년 5천만원의 매출을 달성하였으며, 향후 매년 15%대의 증가율을 보일 것으로 예상됨.
- 오이 계통별 전사체 분석에 따른 내병성, 수확 후 저장성 및 내한성 관련 후보유전자의 대량발굴 및 분자마커를 개발하고 육성에 활용될 수 있도록 제공함으로써, 육종기간 단축 및 육성 경비 절감에 도움을 줄 수 있을 것임.
- 확보된 계통별 변이 정보를 활용한 분자마커는 오이 및 기타 박과작물의 분자유종 기반 확보에 활용될 수 있음.
- 사업화 추진방안: 자사 신품종 개발 및 생산, 판매에 따른 부서별 추진내용

담당 부서	사업화 추진내용
R&D 본부 (육종연구소/생명공학연구소)	1. 계통육성 2. 우수조합 작성 및 선발 3. 품종생산, 판매신고 또는 품종보호출원
마케팅 본부	1. 농가실증시험 : 상품화 가능여부 판단 2. 신조합 상품화 승인 및 품종명 등록 요청 3. 신규 판매전략 수립 : 농협 계열사와의 공조를 통한 판매전략 수립
국내사업본부 (영업지점)	1. 기존 영업망을 활용한 종자판매 : 대리점을 통한 판매 2. 신규 판매전략에 따른 종자판매 : 농협을 통한 계통 출하 판매, 대형마트와 계약재배를 통한 판매
중국 수출 (현지법인)	1. 개발된 내병성 품종 중국 현지법인(세농)과 협의하여 수출 전략 수립
생산관리본부	1. 생산타합에 따른 종자 생산 : 종자생산 최적지 선정 및 생산
QA본부	1. 생산 종자에 대한 품질검사, 포장 및 출고

6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

코드번호	D-08
<p>○ 오이 저항성 관련 논문에 대한 연구가 여러편 보고되었으며, ZYMV의 경우 Amano et al., (TAG 126:2983-2993, 2013)이 후보 단인자 열성 유전자를 동정하였으며, 이들을 활용한 선발마커를 발표함. 흑성병 저항성 연구에서는 Kang et al.,(TAG 122:795-803, 2011)이 단인자 우성 유전자(Ccu) 조절되며 유전자와 0.14cM 떨어진 연관 마커를 보고함.</p> <p>○ 오이 원예적형질인 가시색 관련하여 Li et al (TAG 126:2187-2196, 2013)의 연구보고에 따르면 단인자 우성 유전자에 조절되며, 이 유전자 영역을 fine mapping을 수행하여 co-segregation되는 마커를 보고함. 고미성분관련하여 보고된 여러 연구논문으로 생합성 경로(Science 28:1084-1088, 2014), 새로운 유전자(J Hered 104:134-139, 2013), 및 오이 유전체 활용한 분석(Nature Genetics 45: 1510-1515,2013) 등 다양한 정보를 보고함.</p>	




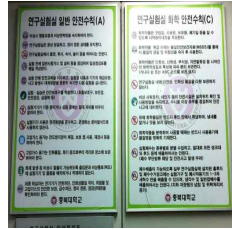
7. 연구개발결과의 보안등급

코드번호	D-09
보안 등급 분류	보안과제 일반과제 ○
결정 사유	「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 제24조의4에 해당하지 않음

8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황 (해당없음)

					코드번호	D-10			
구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록번호	

9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

		코드번호	D-11
1) 연구실 안전 확보 계획			
목적	일정	주요 내용	
연구실 안전점검 및 정밀안전진단	일상점검 : 매일 전기 및 화재 방재시설 점검 : 년 2회 정밀안전점검 : 년 1회	<ul style="list-style-type: none"> 소방, 위험물 안전관리자 자격증 보유자 수시 점검 농우바이오 안전관리규정에 의하여 연구실 운영 전기안전관리 : 한국전기안전공사 위탁하여 월 3회 실시 	
참여연구원의 교육훈련	년1회 안전 교육 실시	<ul style="list-style-type: none"> 전직원 월 1회 안전관리 교육 실시 규정에 따라 안전관리책임자 및 관리감독자 교육 유해인자 상시 취급자 매년1회 일반검진 및 특수건강검진 실시 	
참여연구원의 건강검진	유해인자를 상시 취급하는 참여연구원에 대해 년 1회 건강검진 실시		
참여연구원의 보험가입	참여연구원 4대보험 의무 가입	<ul style="list-style-type: none"> 4대보험 의무 가입 	
2) 연구실 안전관리 시스템 운영			
<input type="checkbox"/> 농우바이오는 안전관리책임자 및 관리감독자로 구성된 안전관리 조직체계 및 안전관리 규정을 갖추고 있으며 실험실 폐기물 처리 등을 관련 조항에 의하여 처리하고 있으면서 MSDS 비치하고 있고 안전관리를 위한 매월 1회 전직원을 대상으로 교육하였음			
<input type="checkbox"/> 연구실험실 정기점검			
<ul style="list-style-type: none"> ▶ 연구실험실 안전 확보를 위하여 일상 점검을 실시함 ▶ 주요 점검사항 : 일상점검 실시, 안전교육 실시(이수), 약품 등 관련대장 작성 비치, 시설 및 장비 점검, 정리정돈 등 연구실 안전관리 준수사항 이행 등 			
3) 보험 가입 현황			
<input type="checkbox"/> 농우바이오 : 화재보험(삼성화재) 및 4대 보험 가입			
4) 연구실 안전 확보를 위해 설치된 시설			
<비상눈 세척기> 	<소화기> 	<비상샤워시설> 	<실험실안전수칙> 

10. 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국가	코드번호		D-12	
						Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
1	기타	‘솔바람백다다기’ 품종보호출원	(주)농우바이오				2016.01.11	단독사사	
2	기타	‘정다운백다다기’ 품종보호출원	(주)농우바이오				2017.10.12	단독사사	
3	기타	‘강인한백다다기’ 품종보호출원	(주)농우바이오				2017.10.12	단독사사	
4	기타	‘바캉스백다다기’ 품종보호출원	(주)농우바이오				2017.10.12	단독사사	
5	기타	‘크레용’ 품종보호출원	(주)농우바이오				2017.10.12	단독사사	
6	기타	‘미니1호’ 품종보호출원	(주)농우바이오				2017.10.12	단독사사	
7	기타	‘미니2호’ 품종보호출원	(주)농우바이오				2017.10.12	단독사사	
8	기타	‘미니3호’ 품종보호출원	(주)농우바이오				2017.10.12	단독사사	
9	논문	Cucumber Pti1-L is a cytoplasmic protein kinase involved in defense responses and salt tolerance	한국생명공학 연구원	교신 저자	J Plant Physiol 171(10) 817-822	3.121	2014.06	중복사사	SCI
10	논문	Expression of cucumber LOX genes in response to powdery mildew and defense-related signal molecules	한국생명공학 연구원	교신 저자	Can J Plant Biol 94(5) 845-850	0.868	2014.07	중복사사	SCI

11	논문	NPR1 is Instrumental in Priming for the Enhanced flg22-induced MPK3 and MPK6 Activation	한국생명공학 연구원	교신 저자	The plant pathology journal 31(2)	0.718	2015.03.15	중복사사	SCI
12	논문	Improvement of biomass accumulation of potato plants by transformation of cyanobacterial photorespiratory glycolate catabolism pathway genes	한국생명공학 연구원	교신 저자	Plant biotechnology reports 10(5)	1.49	2016.07.30	중복사사	SCI
13	논문	Production of transgenic cucumber expressing phytoene synthase-2A carotene desaturase gene	한국생명공학 연구원	교신 저자	Journal of Plant Biotechnology 43(3)	0	2016.08.09	중복사사	비SCI

11. 기타사항

		코드번호	D-13
○			

12. 참고문헌

코드번호	D-14
<ul style="list-style-type: none">○ Wai T and R. Grumet (1995) Inheritance of resistance to watermelon mosaic virus in the cucumber line TMG-1: tissue-specific expression and relationship to zucchini yellow mosaic virus resistance. <i>Theor Appl Genet.</i> 91:699-706○ Kang Houxiang et al., 2011 Fine genetic mapping localizes cucumber scab resistance gene Ccu into an R gene cluster. <i>Theor Appl Genet.</i> 122:795-803.○ Amano M et al., 2013 High-resolution mapping of zym, a recessive gene for Zucchini yellow mosaic virus resistance in cucumber. <i>Theor Appl Genet.</i> 126:2983-2993○ Li Yuhong et al., 2013 Fine mapping of the pleiotropic locus B for black spine and orange mature fruit color in cucumber identifies a 50 kb region containing a R2R3-MYB transcription factor. 126: 2187-2196○ Yang Xuqin et al., 2014 High-resolution mapping of the dull fruit skin gene D in cucumber (<i>Cucumis sativus</i> L.). <i>Mol Breeding</i> 33:15-22	

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농생명산업 기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농생명산업 기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 다중진단 마커활용 복합내병성 및 고품질 다다기오이 품종개발				
	(영문) A multi-marker approach to breeding disease resistant cucumber varieties with high fruit quality				
주관연구기관	(주) 농우바이오		주 관 연 구	(소속) (주) 농우바이오	
참 여 기 업	(주) 농우바이오		책 임 자	(성명) 조 병 중	
총연구개발비 (1,690,000천원)	계	1,690,000천원	총 연 구 기 간	2012.12.21.~2017.12.20 (5년)	
	정부출연 연구개발비	1,350,000천원	총 참 여 연 구 원 수	총 인 원	91
	기업부담금	340,000천원		내부인원	72
	연구기관부담금			외부인원	19
<p>○ 연구개발 목표 및 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> • 흰가루병, 노균병, 흑성병, 및 ZYMV 내병성 오이 신품종(8품종) 개발 • 복합내병성(흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV, WMV) 계통 개발 • 복합내병성, 재배안정성 및 고품질계 품종육성을 위한 분자마커 5점이상 개발 및 활용에 의한 육성재료 대량분석 • 수확 후 저장성 관련 오이 세포벽 성분 및 고미성분(쿠쿨비타신) 분석 체계 확립 • 오이의 수확 후 저장성 및 내한성 관련 분자마커 개발을 위한 전사체 분석 연구 <p>○ 연구내용 및 결과</p> <ul style="list-style-type: none"> • 내병성(흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV) 다다기오이 품종보호출원신청 8건 <ul style="list-style-type: none"> - 국내용 5품종: ‘솔바람백다다기’, ‘정다운백다다기’, ‘강인한백다다기’, ‘바캉스백다다기’, ‘크레용’ - 수출용 3품종: ‘미니1호’, ‘미니2호’, ‘미니3호’ • 원예적 형질이 우수한 다다기오이 복합내병성(흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV, WMV) 30계통 개발 • 흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV, WMV, 자성(마디성), Spine color(내한성) 검정용 마커 개발 • 오이 계통별 전사체 분석에 따른 내병성, 수확 후 저장성 및 내한성 관련 후보유전자의 대량발굴 및 분자마커 개발 • 수확 후 저장성 관련 오이 세포벽 성분 및 고미성분(쿠쿨비타신) 분석 체계 확립 • SCI급 논문 4건 기재, 비SCI급 논문 1건 기재 • 오이 영농교육지도 10건 • 연구인력양성 2명(석사, 학사) <p>○ 연구성과 활용실적 및 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> • 오이의 유용형질 연관 분자마커 활용으로 육종기간 단축 및 육성 경비 절감 • 오이 계통 및 품종별 수확 후 저장성 및 기능성 관련 대사성분의 분석체계 확립에 따른 고부가가치 오이 종자의 개발 가능성 제고 					

- 복합내병성, 고저장성 및 내한성 신품종 개발을 위한 유전체 및 대사체 융합기술 연구기반 구축
- 복합내병성 및 고품질계 오이 품종 재배에 따른 농가소득 증대 기여 및 영농비 절감 효과
- 복합내병성 및 고품질계 오이 품종의 개발에 따른 중국 시장 진출 가능성 제고
- 다중진단 마커 활용 복합내병성 및 고품질계 다다기 오이 계통육성에 따른 오이 신품종 개발 가능성 제고
- 복합내병성 및 고품질계 오이 품종 개발을 통한 국내 종자산업의 국제경쟁력 제고

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제현황

			코드번호	D-15	
			과제번호	112127-5	
사업구분	농생명산업 기술개발사업				
연구분야			과제구분	단위	
사업명	농생명산업기술개발사업			주관	
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자	기재하지 않음	
과제명	다중진단 마커활용 복합내병성 및 고품질 다다기오이 품종개발		과제유형	(기초,응용,개발)	
연구기관	(주)농우바이오(제1세부) (주)농우바이오(제2세부) 한국생명공학연구원(제1협동)		연구책임자	조병중	
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2012.12.21.~ 2013.12.20	270,000	68,000	338,000
	2차년도	2013.12.21.~ 2014.12.20	270,000	68,000	338,000
	3차년도	2014.12.21.~ 2015.12.20	270,000	68,000	338,000
	4차년도	2015.12.21.~ 2016.12.20	270,000	68,000	338,000
	5차년도	2016.12.21.~ 2017.12.20	270,000	68,000	338,000
	계	2012.12.21.~ 2017.12.20	1,350,000	340,000	1,690,000
참여기업	(주)농우바이오				
상대국			상대국연구기관		

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 :

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
(주)농우바이오	소장	조병중

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	
----	--

I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수)

- 기존 오이품종에 없던 흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV 내병성 신품종 개발

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수)

- 오이재배지역 대부분이 고온기 내병계 품종 부재로 인해 흰가루병 및 노균병의 확산으로 수확량이 감소하고 농가 소득이 저하되는 문제가 있었음. 복합내병계 오이품종 개발로 농가의 안정적인 수확과 소득증대가 기대됨.

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수)

- 오이의 유용형질 연관 분자마커 활용으로 육종기간 단축 및 육성 경비 절감
- 다중진단 마커 활용 복합내병성 및 고품질계 다다기 오이 계통육성에 따른 오이 신품종 개발 가능성 제고
- 오이 계통 및 품종별 수확 후 저장성 및 기능성 관련 대사성분의 분석체계 확립에 따른 고부가가치 오이 종자의 개발 가능성 제고

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수)

- 복합내병성 계통육성 및 복합내병성 품종개발, 유용형질 연관 분자마커 개발, 대사성분 분석체계 확립 등 연구개발 목표 달성을 위해 성실히 수행하였음.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수)

- 목표한 SCI급 4편과 추가로 비SCI급 논문 1편기재
- 목표한 복합내병성 오이 품종 8건 품종보호출원 완료

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
○ 복합내병성 및 고품질 우수계통선발 및 세대진전	10	100	○ 복합내병성(흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV, WMV) 오이 30계통 개발 완료
○ 선발된 계통 및 조합의 특성, 형질 고정 여부와 내병성 및 고품질 검정	10	100	○ 복합내병성 오이 F ₁ 조합 성능 검정 ○ 교배조합별 생산력 검정, 농가 적응성 및 현지적응성 검정
○ 복합내병성 오이 최종선발 및 품종보호 출원	30	100	○ 흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV에 강한 신품종 8건 품종보호출원 신청 완료
○ 오이 품질관련 대사성분의 정량분석	10	100	○ 오이 선발조합 및 품종별 대사성분(쿠클비타신)의 정량분석
○ 다중진단 분자마커 활용 육성재료 대량분석 및 내병성 검정	10	100	○ 다중진단 분자마커(흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV, WMV) 활용 육성재료 대량분석 및 유용성 검정
○ 오이 유용형질 연관 분자마커 개발 및 대량분석	20	100	○ 수확 후 저장성 및 내한성 연관 분자마커 활용 대량분석 ○ 수확 후 저장성 관련 세포벽 대사성분 분석 및 내한성 평가 방법 확립
○ 오이 유용형질 관련 유전자 기능 분석	10	100	○ 유용형질 관련 후보유전자의 DB구축 ○ 오이 유용형질 관련 유전자의 기능성 검증을 통한 유용성 확인
합계	100	100	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 오이품종들은 대부분 내병성이 떨어져 고온기 노지/비가림작형에서 흰가루병과 노균병에 약해 수확량이 줄어드는 단점이 있었음. 본 과제를 통해 개발된 오이품종들은 흰가루병과 노균병에 강하며 흑성병과 ZYMV에도 강한 장점이 있음. ○ 한반도 평균기온상승으로 인한 고온기 재배가 길어짐에 따라 앞으로 바이러스병이 크게 대두될 것임, 본 과제를 통해 개발된 ZYMV, WMV내병계 계통은 향후 바이러스 내병계 품종을 만드는데 큰 활용가치가 있음. ○ 본 과제에서 개발된 병저항성 분자표지는 내병성품종개발 프로그램에 있어 대량마커분석을 통한 보다 신속하고 효율적인 품종개발에 활용 될 것임. ○ 오이 유용형질 관련 대사성분 분석체계 확립을 통해 향후 추가적인 분석 또는 다른 작물에도 적용되어 활용가치가 있음.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 과제협약시 세운 목표 특히 2건은 품종보호 출원으로 대체합니다.

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 복합내병성 오이 품종개발을 통해 흰가루병, 노균병, 흑성병 및 ZYMV에 강한 ‘술바람백다다기’, ‘정다운 백다다기’, ‘강인한백다다기’, ‘바캉스백다다기’, ‘크레용’, ‘미니1호’, ‘미니2호’, ‘미니3호’ 총 8품종이 개발되어 품종보호 출원 신청을 완료함, 향후 자사 마케팅과 연계하여 내병성오이품종에 대한 상품화를 진행하여 시장 개척을 통한 종자판매 매출 증대와 생산자의 소득증대에 이바지 하고자함.
- 본 과제를 통해 복합내병성(흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV, WMV)계통이 다수 개발되었고 이를 이용하여 보다 품질이 향상된 복합내병성 오이 신품종 육성에도 활용할 계획임.
- 본 과제를 통해서 개선 및 개발된 분자마커들은 향후 오이 신품종 개발에 지속적으로 활용할 계획임.
- 오이 계통별 전사체 분석에 따른 내병성, 수확 후 저장성 및 내한성 관련 후보유전자의 대량발굴 및 분자마커를 개발하고 육성에 활용될 수 있도록 제공함으로써, 육종기간 단축 및 육성 경비 절감에 도움을 줄 수 있을 것임.
- 확보된 계통별 변이 정보를 활용한 분자마커는 오이 및 기타 박과작물의 분자유종 기반 확보에 활용될 수 있음.

IV. 보안성 검토

○ 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

--

2. 연구기관 자체의 검토결과

--

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제		분 야	
연구과제명	다중진단 마커활용 복합내병성 및 고품질 다다기오이 품종개발			
주관연구기관	(주) 농우바이오		주관연구책임자	조병중
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	1,350,000 (천원)	340,000 (천원)		1,690,000 (천원)
연구개발기간	2012.12.21. ~ 2017.12.20. (5년)			
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(자체사업화) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 복합내병성(흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV, WMV) 오이 계통 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 원예적 형질이 우수한 복합내병성(흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV, WMV) 다다기오이 30계통 개발
② 복합내병성(흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV) 신품종(6품종 이상) 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 복합내병성(흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV) 다다기오이 품종보호출원 신청 8건 완료 • ‘솔바람백다다기’, ‘정다운백다다기’, ‘강인한백다다기’, ‘바캉스백다다기’, ‘크레용’, ‘미니1호’, ‘미니2호’, ‘미니3호’
③ 복합내병성(ZYMV, WMV, 흰가루병, 노균병, 흑성병), 재배안정성(내한성) 및 고품질계(고저장성)품종육성을 위한 분자마커 5점 이상 개발 및 활용에 의한 육성재료 대량분석	<ul style="list-style-type: none"> • 흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV, WMV, 자성(마디성), Spine color(내한성) 검정용 마커 개발 • 오이 계통별 전사체 분석에 따른 내병성, 수확 후 저장성 및 내한성 관련 후보유전자의 대량 발굴 및 분자마커 개발
④ 오이 대사성분의 정량분석	<ul style="list-style-type: none"> • 수확 후 저장성 관련 오이 세포벽 성분 및 고미성분(쿠쿨비타신) 분석 체계 확립
⑤ 오이 유용형질 관련 유전자 기능분석	<ul style="list-style-type: none"> • 오이의 수확 후 저장성 및 내한성 관련 분자마커 개발을 위한 전사체를 분석 하였음.

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과				교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허출원 / 품종보호출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출	투자유치		논문		논문 평균 IF	학술 발표			정책 활용	홍보 전 시	
												SC I	비 SC I							
단위	건	건	건	건	백만원	백만원	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치																				
최종목표	2/6			3							4			5						
연구기간 내 달성실적	품종 보호출원 8			3							4	1		10	2					
달성율(%)	100			100							100			200						

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	복합내병성 고품질 다다기오이 품종개발
②	흰가루병, 노균병, 흑성병, ZYMV, WMV, 자성, Spine color(내한성) 검정용 마커 개발

5. 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)	현장에로 해결	정책 자료	기타
①의 기술		○					○			
②의 기술		○			○					

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	육성된 계통을 활용하여 신규 품종을 지속적으로 개발할 계획임
②의 기술	박과 작물을 포함하는 채소작물 육성에 도입하여 육성기간 단축 및 신품종 육성의 효율을 높일 것으로 기대함

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구활용등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정책활용	홍보전시	
												SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명				
가중치																			
최종목표																			
연구기간내 달성실적																			
연구종료후 성과창출 계획																			

