

213007  
-05-5-  
CGP00

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

발간등록번호

11-1543000-003954-01

조  
속

생  
력  
형

감  
굴

품  
종  
개  
발

농  
림  
축  
산  
식  
품  
부  
농  
림  
식  
품  
기  
술  
기  
획  
평  
가  
원

# 조속 생력형 감굴 품종개발

2022. 3. 25.

프로젝트연구개발기관 /

국립원예특작과학원 감굴연구소

세부프로젝트연구개발기관 /

국립원예특작과학원 감굴연구소

(주)제농

한농바이오산업(주)

농림축산식품부

(전문기관)농림식품기술기획평가원

# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “조속 생력형 감귤품종 개발”(개발기간 : 2017. 1. ~ 2021. 12.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 3. 25.

프로젝트연구기관명 :

국립원예특작과학원 감귤연구소 감귤연구소장



세부프로젝트연구기관명 :

국립원예특작과학원 감귤연구소 감귤연구소장



(주)제농에스엔티 김태형



한농바이오산업(주) 김시현



참여기관명 :

(주)바이오메딕 조건형



프로젝트연구책임자 : 윤수현

세부프로젝트연구책임자 : 윤수현, 이주원, 김시현, 김영효

참여기업책임자 : 김호방, 신동영

국가연구개발혁신법 시행령 제33조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

## 보고서 요약서

과제고유번호	213007-05-5-CGP00	해당단계 연구기간	2017. 1. 1~ 2021. 12. 31.	단계구분	(2단계)/ (2단계)
연구사업명	단위사업	Golden Seed 프로젝트사업			
	사업명	GSP원예종자사업단			
프로젝트명	프로젝트명	조속생력형 감귤 품종개발			
	세부프로젝트명	(1세부) 연내수확용 부피경감 감귤품종 개발 (2세부) 조속 홍피 만다린 품종 개발 (3세부) 적육 관피 만다린 품종 개발 (4세부) 감귤 국산품종의 남부지역 현지적응성 시험 및 시교사업			
프로젝트책임자	윤수현	해당단계 참여 연구원 수	총: 140명 내부: 140명 외부: 명	해당 단계 연구 개발비	정부: 2,862,000천원 민간: 447,250천원 계: 3,312,250천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 140명 내부: 140명 외부: 명	총 연구 개발비	정부: 2,862,000천원 민간: 447,250천원 계: 3,312,250천원
연구기관명 및 소속부서명	국립원예특작과학원 감귤연구소			(주)제농 한농바이오산업(주)	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명: (주)바이오메딕 (주)제농			연구책임자: 김호방 신동영	
※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음					
연구개발성과의 보안등급 및	보안등급 : 일반				

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설· 장비	기술요 약 정보	소프트 웨어	화 합 물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정 보	실물
등록·기탁 번호		(등록) 10-1994831 10-2227030 10-2272593 10-1755297 10-2131234 10-2216226									(탐도3호) US PP29,300 P3 (레드산타) 제7799호

국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

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

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)

보고서 면수  
193

본과제를 통하여 품종개발 및 출원 15건, SCI 논문 5건, 특허출원 7건, 특허등록 6건의 결과를 도출하였다. 국내 매출액은 161백만원을 달성하였고, 국산품종 판매업체는 11개 업체를 확보하였다. 모목보급은 14,000주를 농가에 보급하였다. 개발 품종에 대해 9건 기술이전 하였고, 유용형질 마커개발 60개를 개발하였다. 국산 감귤 품종의 현지 적응성 시험 수행과 시교사업을 통한 국산 감귤 품종 보급 확대를 목적으로 전시포 운영 9개소, 품종평가회 및 설명회 13회 개최하였다. 본 과제를 통한 효과로 국산묘목 자급률은 2012년 0.5%에서 2021년 15.4%로 향상되었고, 민간회사의 품종개발 기반 구축과 함께 역량도 제고되었으며, 참여 기관의 해외 네트워크를 통하여 호주에 1세부과제에서 국산품종 ‘미니향’, ‘신예감’, ‘탐빛1호’ 3품종을 3세부과제에서 ‘타라타라’, ‘레드산타’ 등 17품종 및 계통(보고서 기재)에 대해서 국외적응성 시험을 거치고 있고, 로열티 수출 계약을 앞두고 있다. 본 과제는 국내 감귤 품종 및 보급 관련 기관 및 민간회사의 협력체계를 이끌어 향후 감귤산업 발전에 기여할 것으로 기대된다.

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>□ 연구 목적 FTA 및 로열티 대응 국제경쟁력 우위 감귤 품종을 개발하고 보급 확산하기 위하여 수행되었음</p> <p>□ 연구 내용</p> <p>○ 연내 수확용 부피경감 감귤 품종 개발 - 연내 수확 가능하고 부피현상이 적은 감귤 품종 개발 및 보급 - 내병성, 바이러스 저항성, 적육, 홍피, 부피 관련 분자 표지 개발</p> <p>○ 조숙 홍피 만다린 품종 개발 - 홍피계 품종을 이용한 교배, 실생양성, 특성 평가, 선발 및 묘목 생산 - 국산품종 묘목 대량 생산 및 국내 유통 체계 구축</p> <p>○ 적육 관피 만다린 품종 개발 - 단배성, 다배성 모본을 이용한 우량계통 선발 및 적육 관피 만다린 품종개발 - 국내 품종 생산. 보급 시스템 구축과 감귤유전자원 보존, 특성평가 및 육종소재 제공</p> <p>○ 감귤 국산품종의 남부지역 현지적응성 시험 및 시교사업 - 남부지역 전신포 운영을 통한 현지 적응성 시험 및 국산 감귤품종 보급 - 시교사업 등을 통한 국산 감귤 품종의 보급 확대</p>				
<p>연구개발성과</p>	<p>○ 감귤 품종개발 및 분자마커 개발 - 감귤 품종개발 및 품종보호 출원 : 15 품종 - 유용형질 분자마커 개발 60건</p> <p>○ 감귤 국내육성 품종 묘목 판매 : 161백만원</p> <p>○ 학술 및 기술개발 성과 -SCI 논문 5건, 특허출원 7건, 특허등록 6건</p> <p>○ 실용화(산업화) 성과 - 국산 품종 묘목 자급률 향상 : ('12) 0.5% → ('21) 15.4 - 기술이전 9건, 시범보급 9건, 현장평가회 13건, 묘목보급 14,000주</p> <p>○ 기타 주요 성과 - 국산품종 판매 업체 확보 : 11업체, 거점생산단지 구축 4건</p>				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>○ 국산 품종 개발에 따른 감귤 종자 경쟁력 확보 및 로열티 부담 경감</p> <p>○ 묘목생산, 유통 체계 구축을 통한 국내 감귤 종자산업 시장 확대</p> <p>○ 민간 육종 인프라 구축 및 육종역량 강화를 통해 종자산업 활성화</p> <p>○ 시험포 운영 및 홍보를 통한 국산품종 보급 활성화</p>				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>감귤</p>	<p>보급</p>	<p>난부피성</p>	<p>홍피</p>	<p>적육</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>Citrus</p>	<p>Extension</p>	<p>nonpuffiness</p>	<p>reddish peel</p>	<p>red pulp</p>

## < 목 차 >

제1장 연구개발과제의 개요 .....	1
제2장 연구수행 내용 및 결과 .....	4
제1절 연내수확용 부피경감 감귤품종 개발 .....	4
제2절 조숙 홍피 만다린 품종개발 .....	62
제3절 적육 관피 만다린 품종개발 .....	89
제4절 감귤 국산품종의 남부지역 현지적응성 시험 및 시교사업 .....	123
제3장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 .....	171
제4장 연구결과의 활용 계획 등 .....	173
붙임. 참고 문헌 .....	175
<별첨 1> 연구개발보고서 초록	
<별첨 2> 자체평가보고서	
<별첨 3> 연구성과 활용계획서	

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1 절 연구개발 목적

본 연구는 연내 수확이 가능하면서 부피 발생이 적은 감귤과, 소비자 선호도가 높은 조숙이면서 외관의 색깔은 홍색을 띠고 과육은 적색을 띠는 감귤품종을 개발하고, 개발된 품종의 현지적응성 시험과 시범재배를 통해 국내육성 감귤 품종의 보급을 확산하고자 수행되었다.

## 제 2 절 연구개발의 필요성

국내 감귤산업은 최근 생산액 및 생산량 각각 9,500억원 및 60만톤 내외를 기록하고, 농가수도 30,797호(제주농가의 80%)를 차지하였고, 재배면적 2000년 이후, 생산량은 2007년 이후 점차 감소하는 추세이다. 국내 과수 종묘시장 규모는 250억원/연 내외로 추정되며, 종묘 생산 실적은 4백만주/년 내외이고, 연간 수요 9백만주 내외로 추정된다. 2019년 세계 감귤 재배면적은 9,898천ha, 생산량 157.9백만톤으로 30년전 대비 재배면적 2.2배, 생산량 2.1배 증가하였고, 면적 및 생산량은 만다린이 주도하고 있다. 중국은 감귤 재배면적 및 생산량에 있어서 세계1위를 차지하고 있으며, 1980년대 이후 국가적 지원에 힘입어 급격한 신장세를 유지하고 있다. 미국 감귤 재배면적은 최근 지속적으로 감소하고 있으나 내병성 만다린에 대한 수요는 증가하고 있다. 일본 감귤산업은 온주밀감 등의 만다린 위주로 우리나라와 생산체제 및 구조가 매우 비슷하며 고령화에 따른 감소가 지속되고 있다.

국내 감귤 품종별 재배면적은 온주밀감이 80% 내외로 과도하게 집중되어 있다. 최근 수확기 잦은 강우와 고온으로 부피과 발생이 심화되고 상품성이 떨어지고 있고, 홍수 출하 및 낮은 품질이 겹쳐 시장가격이 폭락하는 사례가 빈번한 실정으로, 온주밀감을 대체 할 수 있는 부피 없는 감귤 품종개발이 요구되고 있다. 최근 ‘아스미’, ‘미하야’ 등 일본품종의 로열티 요구로 인해 국제 품종보호 경향에 따른 국산 신품종 조기 개발이 절실히 요구되고 있다. 우리나라의 감귤 품종 주 도입국인 일본은 최근 품종보호를 강화하는 경향이며 최근 ‘미하야’, ‘아스미’ 등을 국내 출원 신청(17) 하였다. 그래서 국산 품종의 개발 촉진 및 보급 활성화를 통한 로열티 경감 대책이 필요한 실정이다. 우리나라의 감귤 유전자원 보유수는 선진국 대비 40% 수준이며, 유전자원 특성 평가시스템이 확립되어 있지 못하고, 단순 보존 수준에 그치고 있어 육종 활용도가 낮다. 민간육종 지원 및 시스템 구축 활성화로 감귤 신품종 개발 촉진 및 종묘산업의 우위 선점이 요구된다. 선진국의 육종기술은 배수체 육종, 생명공학 등 최신기술을 융합한 형태의 육종을 수행하고 있으며, 선진국의 조기선발 기술은 조기육묘에 의한 조기결실 체제와 분자표지 개발에 의한 실용화 기술개발에 박차를 가하고 있다. 배수체 식물체를 이용한 클레멘타인에 대한 감귤 표준 유전체가 Wu 등(2013)에 의해 발표하고 분자표지 발굴, GWAS (genome wide association study), 연관지도 작성, MAB 마커 선발, 형질연관도 분석 등에 GBS (Genotyping-by-sequencing) 기술이 매우 활발히 활용되고 있어 이에 대한 관련 연구를 통해 감귤 육종효율을 증진할 수 있는 기술개발이 요구되고 있다.

## 제 3 절 연구개발 범위

### 1. 연내수확용 부피경감 감귤 품종개발

연내에 수확이 가능하고 부피가 없는 감귤 품종개발을 위해 고품질 조숙 계통을 이용하여 교배를 실시하고 실생을 육묘하고 착과계통에 대하여 특성조사를 거쳐 우량계통을 선발하는 것을 내용으로 하고 있다. 우량계통에 대해서는 실증연구를 통해 계통의 우수성을 구명하고, 우수성이 구명된 계통은 최종선발과 품종보호출원을 등록한다. 출원된 품종은 통상실시를 거쳐 묘목생산 업체 기술이전을 통해 묘목 생산 및 보급 단계로 진전시키고, 국산품종의 보급 확대를 위해 농가에 묘목을 배포하여 시범보급을 확대하여 보급을 촉진시키는데 목적이 있다.

감귤 주요형질 연관 분자마커 개발 및 계통 선발에의 활용을 위해 내병성(궤양병/더덩이병) 연관 SNP 마커의 확대 적용을 통한 분자마커 개발하고, 내병성(궤양병/더덩이병) 연관 RAPD-SCAR 마커의 확대 적용을 통한 분자마커 개발과, Citrus tristeza virus (CTV) 저항성 유전자 마커 개발, 적육(안토시아닌계/카로티노이드계) 형질 연관 분자마커 개발 및 계통 육성에의 활용, 홍피 형질 연관 분자마커 개발 및 계통 육성에의 활용, 국내육성 감귤 품종 육성가 권리 보호를 위한 품종 구분 분자마커 개발을 내용으로 한다.

### 2. 조숙홍피 만다린 품종개발

홍피계 품종개발을 위하여 홍피색 과피를 가진 단배성 유전자원을 모계와 부계로 선정하고 교배를 진행하였고, 교배조합에서 획득한 종자는 가운을 통해 조기에 발아 및 육묘를 진행하였으며, 온주밀감 성목을 중간대목으로 활용하여 획득한 교잡실생 개체를 고집 후 1주지 생장을 유도하여 조기 착화 및 착과를 유도하였다. 착과 한 계통들의 과실 특성 조사를 통하여 1차 선발을 하고, 선발계통의 정밀 특성 조사를 수행하고 최종 계통 선발 및 품종보호 출원을 신청하였다. 또한 육성 중인 계통을 이용하여 유전자원 등록, 생산판매 신고, 특허등록을 진행하였다. 국내육성 품종의 통상실시 계약을 체결하고 감귤 포트 묘목을 생산하여 농가에 보급하였다.

### 3. 적육관피 만다린 품종개발

적육계 만다린 품종 개발을 위해 다양성 유전자원과 육종방법이 필요하다. 이에 따라 유용 유전자원 수집 및 등록이 필요하며 국내 육성품종 보급확대를 위한 포트묘 생산과 대목생산을 위한 종자생산거점 확보 및 수입적응성시험이 필요하다. 또한 교배실생 조기착과 유도와 우수 계통 선발 및 과실 특성조사를 통해 지적재산권 확보(특허출원 및 등록, 상표출원, 국내·외 품종보호출원 및 등록)가 필수적이고 유전자원 포장 관리, 포장 병 이병도 조사, 원예적 특성 평가와 이에 대한 데이터 및 육종소재 제공을 필요로 한다.



#### 4. 감귤 국산품종의 남부지역 현지적응성 시험 및 시교사업

제주지역과 남부지역에 기존감귤원이나 신규조성을 희망하는 농가를 대상으로 시교사업을 통해 국산 감귤 신품종 묘목을 분양하여 전시포 조성하여 전시포를 선정하고 운영을 통한 현지 적응성 시험을 실시하였다. 2019년도에 전시포는 제주지역 4개소, 남부지역 1개소/년 합계 5개소를 조성하여 지역적응성 시험을 수행하고 나무의 자람세, 착과습성 등 국산감귤 품종 특성 및 품질 우수성 홍보하였다. 2020년도에는 제주지역에서 전시포 농가포장은 하례조생과 미니향, 윈터프린스, 제라몬의 신품종 전시포 5개소, 남부지역에서도 시교사업으로 하례조생, 윈터프린스, 미니향 묘목을 분양하여 4개소를 조성하여 9개소를 확보하였고, 현장컨설팅을 통하여 대묘 육성과 안정생산을 꾀하였다.

2021년도에는 제주지역 5개소와 남부지역 4개소를 대상으로 전시포 9개소를 운영하였다. 감귤 국산 신품종에 대한 제주지역에서 하례조생과 미니향, 윈터프린스, 제라몬의 신품종 전시포 5개소를 계속하여 운영하고 있다. 남부지역에서도 전시포는 국산 신품종인 하례조생과 윈터프린스, 미니향 품종을 대상으로 4개소를 조성하였고 전시포로 운영하고 있다. 현장컨설팅은 현지 대면 컨설팅을 하거나 영상 통화를 통하여 실시하면서 대묘 육성과 안정생산을 꾀하고 있다. 특히 현장컨설팅을 통하여 국산 신품종의 재배상 문제점과 마케팅에 대해 의견을 나누고 있다. 지역적응시험을 통해 감귤 국산 신품종에 관심을 갖고 있는 농가들에게 나무의 자람세, 착과습성 등 국산감귤 품종 특성 및 품질 우수성 홍보하고, 고품질 안정생산을 위한 재배기술에 대한 현장 컨설팅을 실시하여 왔다. 국내 육성품종에 대한 현지 적응성시험은 생육조사를 하였고, 열매가 달린 나무에 대해서는 시기별로 과실의 품질을 조사했다.

새로운 품종에 대한 전시포를 제주지역과 남부지역에 조성하여 지역적응성을 조사하고 시교사업을 통한 국산감귤 품종의 현지 품평회를 통해 농가들에게 나무의 자람세와 착과습성, 병해충에 대한 내병성, 과실특성을 꼼꼼히 파악할 수 있는 기회를 제공하고자 했다. 그리고 우량묘 생산을 위한 대목 및 현지 보급용 포트묘 생산 시스템 구축하여 보급을 확대해 나갈 필요가 있다.

## 제 2 장 연구수행 내용 및 결과

### 제1절 연내수확용 부피경감 감귤품종 개발

#### 1. 교배, 실생 육묘 및 특성조사

표 1. 연도별 교배조합별 교배실생 육묘 현황

교배년도	교배조합	육묘 개체수	비 고
2013	신예감× 좌좌목주심배실생등 6조합 (1단계 사전교배)	312	착과중
2014	KG03 × 미하야등 6조합	350	착과중
2015	원교아단배성1호 × 05-청견4-52 등 4조합	710	착과중
2016	원교아단배성1호 × 04-P청 1-26 등 4조합	389	착과중
2017	신예감×노을향 등 6조합	727	육묘중
2018	신예감×윈터프린스 등 4조합	840	육묘중
2019	노을향×윈터프린스 등 4조합	243	포트 육묘 중
2020	노을향×베니2-19등 6조합	1,050	밭아후 육묘중
계	42조합	4,621	

표 2. 목표 형질 자원이용 신규교배(2021)

교배조합	교배화수	교배목표
KG03 × 윈터프린스	200	고품질 연내수확용
KG03 × 옐로우볼	200	조숙 부피경감
조은예감 × 노을향	200	조숙 만다린
청견 × 옐로우볼	200	품종 다양성
하례조생 × 베니 2-50	200	조숙 고품질
팔삭 × 옐로우볼	200	품종 다양성
팔삭 × 윈터프린스	200	품종 다양성

2021년 현재 신예감×좌좌목주심배실생 등 42조합 4,621개체의 교배실생을 육묘하고 있으며, 2021년 신규로 노을향×베니2-19 등 6개 교배조합을 신규로 교배하였다. 신규교배는 GSP프로젝트에서 선발된 단배성 품종인 ‘노을향’과, 역시 단배성(Monoembryonic)의 형질을 갖고 있는 ‘신예감’의 무핵 계통을 모본으로 이용하였고, 부분으로 이용되는 품종도 대부분 연내수확이 가능한 품종으로 조합을 작성하여 교배하였다. ‘베니 2-19’, ‘남주1’, ‘옐로우볼’은 신규 교배자원으로 이용되었다. ‘베니 2-19’는 ‘에히메28호’와 ‘병감’의 교잡 계통으로 고당도 이면서 부피가 없고 소형과이며, ‘남주1’은 온주밀감 ‘남감20호’의 주심배실생으로 조숙 고당도 특성을 보이고 있어 교배에 이용하였다. ‘옐로우볼’은 감귤연구소에서 신규로 개발된 품종으로 기존 재배품종과 비교하여 저장성이 가장 우수하여 교배자원으로 이용하였다.

본 과제에서 수행되고 있는 교배실생에서는 2021년 현재 약 200개의 개체가 착과되고 있으며, 사전교배에서 착과된 교배실생을 대상으로도 과제의 목적에 맞는 계통을 탐색하고, 선발과정중에 있다. 착과된 개체 중 조기 착색 개체를 대상으로 분석을 실시하고 있고, 11~12월로 예상되는 성숙기에는 아래의 기준(그림1)으로 부피 여부를 같이 조사하고, 연내수확 가능 개체를 지속적으로 조사할 예정이다.



- 부피도 조사 기준
- 0 : 부피가 전혀 없는 상태
  - 1 : 부피가 일부 발생 상태
  - 2 : 부피가 50% 내외 발생 상태
  - 3 : 전체적으로 부피가 진행된 상태

(그림 1) 부피도 조사 기준 (감귤연구소에서 설정한 기준임)

부피 현상은 그해 온도, 강수량 등 기상환경에 영향을 받는 형질로 연차 간 해당 조사 계통의 부피 발생 정도가 달라질 수 있고 이러한 경향은 연내 성숙하는 온주밀감과 만다린 품종에서 빈번하게 관찰된다. 위 부피도 조사 기준에 의해 부피도 0 이 아닌 수치가 나오면 환경조건에 따라 달라질 가능성이 있다. 그래서 환경조건을 배제하기 위하여 부피도가 0인 계통을 선발하는 것이 본 과제의 1차적인 목표이다. 부피도가 0 이면 환경조건에 상관없이 부피가 안 되는 형질을 갖고 있다고 판단된다. 부피 현상이 있는 계통은 다른 중요 특성과 연계하여 선발 여부를 결정해야 할 것으로 판단된다.

일반적으로 부피가 없으면 껍질 벗김이 어렵고, 부피현상이 있으면 껍질 벗김은 쉬우나 수확 후 유통 중 품질이 하락하기 쉽다. 부피 없는 특성은 생산자에게 중요하지만, 껍질 벗김 특성은 소비자의 선호도에서 중요한 요소로 이 두 가지 특성을 모두 고려한 선발 과정이 요구된다.

2. 교배실생 착과 현황



신예감×kg03 24



신예감×상주 9



kg03×대병 11



신예감×부지화



kg03×대병 9



kg03×미하야 10



교배실생 종자형성  
(현장에서 도태)

(그림 2) 2020년 조기 착색 교배실생 개체 모습

2021년 현재 GSP과제의 교배실생은 약 200여 개체가 착과되고 있으며 연차적으로 착과계통은 늘어날 환경이다. 일반적으로 감귤 교배실생은 종자 파종 후 꽃이 피기까지 빠르면 4~5년, 늦으면 7~8년이 소요 된다. 꽃이 피는 시기는 교배조합에 따라 다른 양상을 보인다. 만다린 계통의 교배조합은 비교적 일찍 꽃이 피는 경향이 있고, 포멜로 및 유자 등의 교배조합은 꽃피는 시기가 오래 걸린다(데이터 없음). 종자를 파종후 실생 자체를 육묘할 경우 꽃이 피는 시기가 지연되고, 대목 접목 및 고접 등을 통하면 4년 내외 개화를 기대할 수 있다. 가장 꽃이 빨리 피는 방법은 고접이나 최근에는 이용하고 있지 않다. 고접은 바이러스에 감염되어 선발을 하더라도 무병화 과정을 거쳐야 하기 때문에 기간에서 이점이 없다. 최근에는 교배실생을 1년간 육묘한 후 탱자 접목을 통해 실생을 육묘하고 있다. 여기서, 탱자의 수령이 많을수록 조기 개화를 기대 할 수 있다. 본 과제에서는 탱자 접목을 통한 교배실생 육묘를 추진하고 있다.



(그림 3) 감귤 교배실생 탱자 접목(기접) 후 활착 모습

### 3. 신품종 선발, 출원 및 유망계통 선발

#### 가. 감귤 신품종 ‘선킹’ (식감이 독특한 부피없는 만다린 품종)

##### ○ 육성경위

2006년에 ‘남향’에 ‘앙코르’를 교배하여 2010년부터 2015년까지 특성조사를 거쳐 2016년에 최종 선발하였으며 2017년 품종보호출원 하였다. (품종보호출원번호: 출원 2017-315)

##### ○ 주요특성

나무세력이 강하고 나무가 자라는 모양은 직립성이다. 과실 착색은 9월 하순부터 시작되어 11월 하순에 완전히 착색되며, 과실성숙기는 12월 상순이다. 과실크기는 평균 240g 정도로 온주밀감보다 2.5배 정도 크다. 껍질두께는 4.2mm로 온주밀감의 2.3mm보다 두껍지만 껍질 벗김이 매우 수월하다. 성숙기의 과피색과 과육색은 등색으로 온주밀감보다 적색기운이 약하다. 성숙기의 당도가 11.0°Brix 정도이나, 산함량이 0.9% 내외이고, 과즙이 많고 알갱이가 탱글탱글하여 식감이 아주 독특하다. 자가불화합성이어서 종자가 형성되지 않지만 꽃가루가 있는 다른 품종의 꽃가루에 의해 수정이 되면 종자가 형성되는데, 종자의 배는 다배성이다.

표 3. ‘선킹’ 주요 과실 특성(2015. 12. 2.)

계통명	과중 (g)	과육율 (%)	과형 지수	과피두께 (mm)	종자수 (개)	당도 (°Bx)	산도 (%)	당산비	착색도 (a*)	부피도
선킹	184.7	77.9	107	3.3	1.2	11.4	0.98	11.64	20.83	0
궁천조생	83.6	76.5	127	2.3	0.1	10.9	<b>0.82</b>	<b>13.36</b>	<b>25.70</b>	<b>1</b>
T-Test	*	n.s	*	*	n.s	n.s	<b>n.s</b>	<b>n.s</b>	<b>n.s</b>	

##### ○ 재배시 유의사항

나무세력이 강하고, 결실성이 좋아서 과다하게 착과될 경우 열매 크기가 작아지고 열과도 발생되고 이듬해에 해거리가 유발되어 열매숙음작업이 필요하다. 열과는 심하게 발생되지 않지만 8월 하순부터 10월 상순 사이에 열과가 발생되면 주변 과실에 곰팡이가 오염되어 부패되므로 발견 즉시 제거하는 것이 바람직하다. 나무세력이 강하지만 결실이 시작되면서 열매무게에 의해 가지가 쳐지는 현상이 있기 때문에 가지를 결속하여 가지가 쳐지지 않게 하는 것이 필요하다. 과실 성숙기는 12월 상순이지만 이듬해 1월 하순까지 나무에 착과된 상태에서도 부피가 발생되지 않기 때문에 수확기는 1월까지 연장할 수 있다. 9월 하순부터 관수를 절수상태로 관리하면 품질이 더욱 향상시킬 수 있지만 과도한 건조는 나무세력을 약화시키므로 주의가 필요하다. 노지에서 재배할 경우에는 착과된 가지가 쳐지지 않도록 결속이 필요하고, 눈이 내리기 전에 수확하는 것이 좋다.

## 나. 감귤 신품종 ‘노을향’

### ○ 육성경위

2006년에 ‘CRS0215(청견×오렌지)’에 ‘오세올라’를 교배하여 2015년부터 2016년까지 특성조사를 거쳐 2016년에 최종 선발하였으며 2017년 품종보호출원 하였다.  
(품종보호출원번호: 출원 2017-312)

### ○ 주요특성

나무세력은 중간정도이고, 나무모양은 개장성이다. 과실 착색은 9월 하순부터 시작되어 11월 하순에 완전히 착색되지만 과실성숙기는 11월 중순이다. 과실크기는 평균 130g 정도로 온주밀감보다 크고, 껍질두께는 2.5mm로 온주밀감과 비슷한 두께이다. 성숙기에도 완전히 착색되지 않은 상태이므로 과실전체의 약 10%는 녹색이 잔존하는데, 완전히 착색되는 11월 하순에는 온주밀감보다 진한 등색이 된다. 성숙기의 당도가 10.5°Brix내외이나 산함량이 1.0%내외이고, 과즙이 많고 진하여 온주밀감보다 색다른 식미를 제공한다. 성숙기인 11월 중순 이후에도 당도 증가는 계속되고 산함량은 감소되며, 기상조건에 의해 늦게 수확되어도 부피가 발생되지 않는다. 자가불화합성이어서 종자가 형성되지 않지만 꽃가루가 있는 다른 품종의 꽃가루에 의해 수정이 되면 종자가 형성되는데, 종자의 배는 단배이다.

표 4. ‘노을향’ 주요 과실 특성(2016. 11. 02.)

계통명 (품종명)	과 중 (g)	과육율 (%)	과형 지수	과피 두께 (mm)	과심폭 (mm)	종자수 (개)	당도 (Bx)	산도 (%)	당산비	착색 (*a)	부피 도
노을향	114.7	86.3	120	1.8	7.9	1.2	10.3	1.00	10.24	1.02	0
궁천조생	134.7	83.7	139	2.3	15.0	0.0	7.9	0.78	10.21	4.00	1
T-Test	*	*	*	*	*	n.s	*	*	n.s	n.s	

### ○ 재배시 유의사항

나무세력이 중간정도이나 결실성이 좋아서 과다하게 착과될 경우 열매크기가 작아지고 이듬해에 해거리가 유기되므로 열매숙음작업이 필요하다. 열과가 심하지는 않지만 발생이 많은 편이므로 가을철 토양수분의 과부족 상태는 피하도록 하고, 열과가 발생되면 주변 과실에 곰팡이가 오염되어 부패되므로 발견 즉시 제거하는 것이 바람직하다. 가지에 가시가 발생되는데, 착화 및 착과가 되면서 봄가지에서는 점차 소멸되나 여름 가지에는 가실 발생이 많은 편으로, 가시가 많은 여름가지는 제거하는 것이 좋다. 온주밀감보다 궤양병 발생이 많은 편이므로 궤양병 방제에 주의가 필요하다.



## 다. 감귤 신품종 ‘조은예감’

### ○ 육성경위

2013년에 ‘신예감’의 융성불임 계통을 육성하고자 방사선을 처리하여 2017년에 1차 선발하였다. 2017년부터 2020년까지 특성조사를 거쳐 과일내 종자가 생기지 않는 특성을 확인하여 2020년 최종선발 선발하였으며 2017년 품종보호출원 하였다. (품종보호출원번호: 출원 2021 - 289)

### ○ 주요특성

나무 세력은 중간이고 나무 모양은 개장성이다. 과실 착색은 10월 중순 시작되어 12월 중순 완전 착색된다. 과일의 성숙기는 1월 중순경으로 과실의 크기는 120~150g 내외이고 껍질은 얇은 편이고 껍질 벗김은 수월한 편이다. 성숙기(1월 상순)의 당도는 12°Bx, 산함량은 1.0% 내외이며, 과즙은 오렌지와 유사한 식미가 느껴진다. 융성불임 계통으로 종자는 형성되지 않으나, 화분 임성이 있는 다른 품종이 있으면 종자가 생길수 있으며 단배성의 종자를 형성한다. 병 저항성 정도는, 더탱이병 및 검은점무늬병에는 온주밀감보다 강한 저항성을 보이며, 궤양병은 온주밀감보다 약한 저항성을 보인다.

표 5. ‘조은예감’ 주요 과실 특성(2017~2019)

품종명 (계통명)	과형 지수	과 중 (g)	과육율 (%)	과피두께 (mm)	종자수 (개)	당 도 (°Bx)	산함량 (%)	부피도	조사일
제감나-59호	132.1	114.3	80.1	2.3	0.0	13.7	0.96	0	17.01.12
신예감	138.4	158.6	83.2	2.6	11.8	10.6	0.67	0	17.01.12
T-Test	*	*	*	n.s	*	*	*	n.s	
제감나-59호	126.8	125.6	77.8	2.4	0.0	11.0	1.07	0	18.12.18
신예감	126.0	137.2	79.0	2.6	5.0	10.1	0.72	0	18.12.18
T-Test	n.s	*	n.s	n.s	*	*	*	n.s	
제감나-59호	127.6	137.3	76.7	2.6	0.0	13.0	0.90	0	19.01.29
신예감	132.7	125.2	78.5	2.8	2.0	11.7	0.68	0	19.01.29
T-Test	*	*	n.s	n.s	*	*	*	n.s	

### ○ 재배시 유의사항

나무가 어릴 때에는 가시가 많이 발생하고, 궤양병 발생이 많아질 수 있어 육묘 초기에 궤양병 방제가 필요하며, 착과 연령에 도달하면 가시 발생은 없어진다. 해거리 현상이 있으며, 생리낙과가 적어 열매가 많은 때는 과다 착과하는 경향이 있고, 가지 늘어짐이 심하여 적정한 열매 수확 작업이 필요하다. 주변에 화분 임성이 있는 다른 품종의 수분수가 있으면 종자가 형성되므로 단독 재배가 필요하다.

라. '신예감' 무핵 계통 '조은예감'의 화기 특성, 육성 추진 경과 및 금후 계획



신예감 화기 모습



신예감 무핵 계통 화기 모습 (화분퇴화)

(그림 4) 신예감과 신예감 무핵계통의 화기 모습

'신예감'(청견×월킹)은 2012년 선발된 품종으로 부피가 없고 식감이 우수하며 제주도 서귀포 해안지역에서 연내에 수확이 가능한 품종이다. 초기 농가에 보급되었으나 재배 환경에 따라 과실내 평균 종자수가 1개에서 10개까지 편차가 커 보급이 안 되고 있는 실정이다. 그러나, 초기 보급된 것 중 일부 농가에서는 생산 판매를 하고 있으며 종자 없는 계통이 선발되면 재배 면적을 확대하겠다는 의향을 보이고 있다.

본 계통은 2012년 무핵의 형질을 도입하기 위하여 방사선 처리를 하였으며 처음의 방사선처리 개체에서 2번의 재 접목 단계를 거쳐 무핵 계통을 선발하였으며 다시 재 접목을 통해 재배 시험을 진행하였다. 2018년 착화 착과한 개체에서 그림3과 같이 꽃 수술의 화분 생성이 매우 적음을 확인하였고, 과실 내 종자가 없음을 확인하였다. 2018년부터 2021년까지 과실 특성조사를 한 결과 '신예감'은 2~10개의 종자수를 보이고 있는데 반해 '조은예감'은 무핵의 특성을 유지하고 있다. 과실의 품질은 같은 시기에 당도는 2019년 착과 과실 이외에는 '조은예감'이 '신예감'에 비해 높은 경향을 유지하고 있으며 산함량은 지속적으로 높은 특성을 보였다. '신예감'은 산함량이 조기에 떨어지는 특성을 나타내었으나 '조은예감'은 산함량이 상대적으로 감소 속도가 느린 특성을 보여 농가 실증을 통해 품종 특성을 구명할 필요가 있다고 판단된다.



마. 선발품종 사진



(그림 5) 선경



(그림 6) 노을향



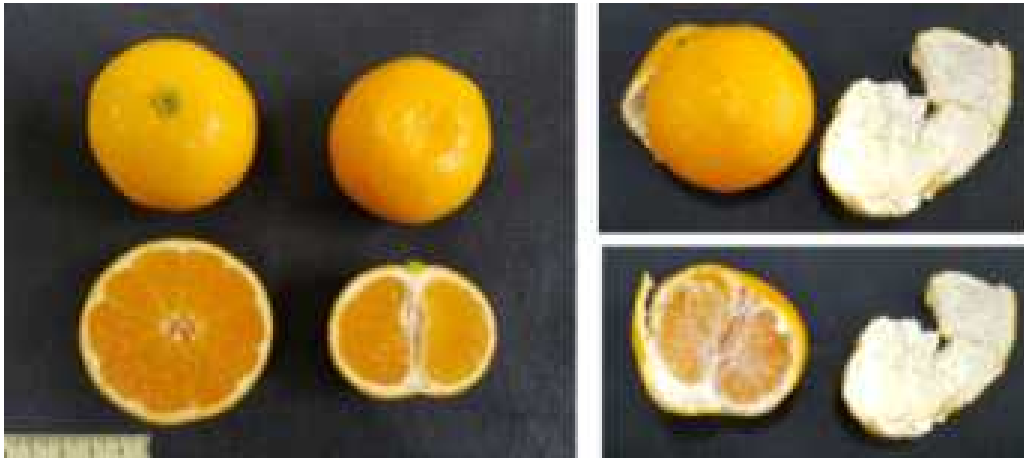
(그림 7) 조은예감



#### 4. 유망계통 선발

가. 계통(개체)명 : 제감나-58호

\* 교배조합 : 하레히메×하레조생(교배년도 : 2011)



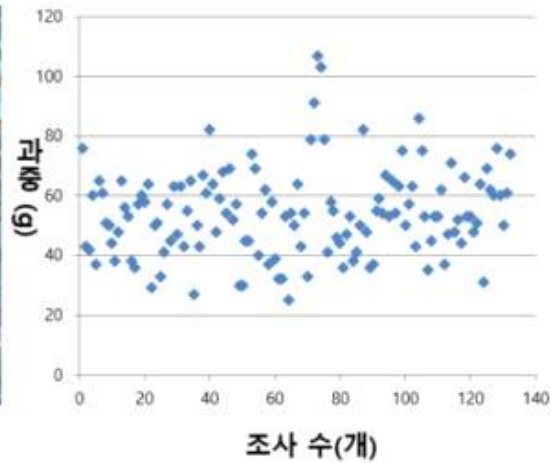
(그림 8) 하레히메×하레조생 11 과실모습 (사진 : 2018년)

- 주요 특징 :

- \* 성숙기는 11월 하순, 연내 수확이 가능하며 당도는 온주밀감보다 높은 편이다.
- \* 소과형(40~70g)이며 대과도 70g을 넘지 않는다.
- \* 과즙량이 많고 식감이 온주밀감과 유사하나 부드럽고 풍미가 좋다.
- \* 과피는 부드럽고 수확기 기준 부피현상이 없다.



**하레히메×하레조생 11**



(그림 9) 하레히메×하레조생 11 과중 분포 조사(2018 조사)

- 하레히메×하레조생 11 계통은 소과형으로 과실 크기 분포를 조사한 결과 대부분의 과실이 40~65g 사이에 분포하고 있음
- 대과인 경우도 80g 정도이며 100g 정도의 과실은 거의 없었음
- 제일 소과인 경우는 30g 정도 였음
- 본 계통의 착과 습성은 온주밀감과 유사하였고, 유엽과 보다는 직과 형태의 착과 과실이 많았으며 풍산성으로 판단됨.

표 6. 제감나-58호 주요 과실특성

품종/계통	과 중 (g)	과육율 (%)	과피두께 (mm)	종자수 (개)	당 도 (°Bx)	산함량 (%)	착색 (a)	부피도	비고
제감나-58호	60.0	85.2	2.1	0	11.2	1.03	22.7	0	2018. 11.27
궁천조생(대조)	-	-	-	-	-	-	-	-	
제감나-58호	66.1	81.3	2.0	0	11.2	1.2	25.3	0	2020. 11.20
궁천조생(대조)	87.2	83.8	2.3	0	10.1	1.0	21.9	1	
제감나-58호	74.2	76.7	2.8	0	8.2	1.0	12.2	0	2021. 11.29
궁천조생(대조)	93.3	75.9	3.0	0	9.4	0.9	26.7	1	

\* 2019년은 해거리 현상으로 과실특성 조사 못함

제감나-58호는 과실 껍질이 부드러워 부피현상이 있는 것 같이 보이나 11월 성숙기 기준 그림 3과 같이 과실 단면 사진에서 부피현상이 발견되지 않고 껍질은 벗기기 쉬운 특성을 보이고 있다. 착과성이 좋은 것으로 판단되나 이에 따른 해거리 현상이 극단적으로 발생되어 적절한 적과가 필요한 것으로 판단된다. 2020년 11월 하순 궁천조생과 비교하면 당도는 높고 산함량도 다소 높은 경향을 보여 수확 적정기는 11월 하순으로 판단된다. 2021년 과실특성 조사는 접목 후 착과된 개체에서 조사를 진행하였다. 착과량이 적고 나무가 성목화되지 않았으며 노지와 같은 수준에서 재배하여 품질 수준은 낮게 조사되었다. 지금까지의 품질조사 결과를 보면 노지에서는 당도 측면에서 어려울 것으로 보이고, 하우스 재배를 통해 고당도 소과형 과실을 생산하는 것이 유리하다고 판단된다.



(그림 10) 제감 나-58호 실증모습



나. 계통(개체)명 : LI 206 (Lee × 석지온주)

- 주요 특징 : 12월 성숙 및 수확, 홍피, 부피현상 없음



과실 착과모습 및 과육 성숙도(2019. 9. 20)

(좌-우) 노을향, LI206, 궁천조생

과실 착과모습

(2020)

(그림 11) LI 206 과실 착과모습 및 과육 성숙 모습

표 7. LI 206 시기별 과실특성 조사

계통명	과중 (g)	과육율 (%)	과피 두께 (mm)	종자수 (개)	당 도 (°Bx)	산 도 (%)	당산비	착색도 (a*)	부피도	조사일
LI 206	128.9	83.5	1.7	0	7.3	1.3	5.6	-11.7	0	'19.10.7
	145.5	85.7	1.6	0	9.8	0.9	10.9	25.2	0	'19.11.15
	182.8	83.9	2.3	0	11.3	0.7	15.6	35.2	0	'19.12.3
LI 206	130.5	86.0	1.5	0	7.8	1.2	6.7	-12.4	0	'20.10.6
궁천(대조)	74.5	82.6	1.8	0	8.2	1.5	5.5	-8.7	1	'20.10.6

'LI 206' 계통은 2019년 1차 선발된 계통이다. 본 계통의 주요 특징은, 착색은 10월 중순부터 시작되어 12월 상순에 완전 착색되며 과피 색깔은 일반 궁천조생보다 짙은 홍색을 띤다. 성숙기 부피현상은 없으며 껍질 벗김은 쉬운 편이다. 과실의 크기는 120g 정도로 온주밀감보다 약간 큰 편이고 과실 내 종자는 생기지 않는 무핵이다. 2019년 12월 상순 당도는 11.3도로 높은 수준을 아니며 산함량이 0.7%로 산함량 감소는 빠른 편이다. 연내 수확 및 노지재배가 가능한 계통으로 판단되고 있다. 본 계통은 노지에서도 식재 후 시험 중에 있으며 노지 특성과 시설 내 특성을 연차 간 조사한 후 선발 여부를 결정할 예정이다.

다. 계통(개체)명 : 신예감×부지화 31


	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 교배조합 : 신예감×부지화(한라봉)</li> <li>- 소과형이며 과피는 얇고 단단한 편</li> <li>- 수세는 중간, 무핵, 착과성 양호</li> <li>- 식감이 좋고, 속껍질이 질기지 않음</li> </ul> <p>* 연내 수확은 가능하나 산람향 감소가 늦어 월동밀감 대체 계통으로 실증시험 추진</p>
---	---

표 8. 주요 과실특성(2021)

계통명	과중 (g)	과육율 (%)	과피두께 (mm)	종자수 (개)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	착색 (a)	부피도	비고
신예감×부지화31	62.3	83.5	1.3	0	9.1	2.4	-0.4	0	10.07('21)
	68.4	86.2	1.2	0	10.9	1.9	16.4	0	11.11
	77.1	86.5	1.7	0	11.5	1.7	20.7	0	11.29

라. 계통(개체)명 : KG03×대병 9


	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 교배조합 : KG03×대포조생 주심배실생</li> <li>- 중과형이며 과피는 얇고 부드러운 편</li> <li>- 10월 하순 완전 착색, 온주밀감 같은 외관</li> <li>- 식감이 부드럽고 속껍질이 질기지 않음</li> </ul> <p>* 연내 노지밀감 대체용으로 유망하여 2022년 묘목 증식을 통한 노지 재배시험 착수</p>
---	--

표 9. 주요 과실특성(2021)

계통명	과중 (g)	과육율 (%)	과피두께 (mm)	종자수 (개)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	착색 (a)	부피도	비고
KG03×대병 9	154.7	85.4	2.0	0	10.6	1.1	13.5	0	10.07('21)
	125.1	85.9	1.9	0	11.0	1.2	23.2	1	11.11

마. 계통(개체)명 : 머코트×하레히메\*기주 32


	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 교배조합 : 머코트×(하레히메×기주밀감)</li> <li>- 소과형이며(미니향과 유사) 과피가 얇음</li> <li>- 12월 상순 완전 착색</li> <li>- 수세중간, 무핵, 고당도, 식감이 좋음</li> </ul> <p>* 미니향 연계 자매 품종화 및 고당도, 무핵 육종 자원화 추진</p>
---	---

표 10. 주요 과실특성(2021)

계통명	과중 (g)	과육율 (%)	과피두께 (mm)	종자수 (개)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	착색 (a)	부피도	비고
머코트× 하레히메*기주 32	25.1	88.7	1.7	0	12.7	1.7	20.7	0	11.29('21)

2021년 현재 총 3개의 품종을 선발하여 품종보호출원 하였다. 이 중 ‘선킹’은 묘목업체에 통상실시를 하여 농가 보급 중에 있다. ‘노을향’은 가시 발생량이 아직도 많아 재배 방법 정립 후 묘목업체에 통상실시 할 예정이며, ‘조은예감’은 추가 실증 및 특성조사를 거쳐 품종등록 후 묘목업체에 통상실시 할 예정이다.

‘선킹’은 실증 재배에서 초기 결실성이 불량하여 이에 대한 평가를 진행 중이다. 초기 결실 불량은 접수의 유년성 문제로 판단되었고, 2021년의 경우 정상 착과하여 농가 시범보급을 통해 보급을 확대 추진할 예정이다.

‘노을향’의 경우 농가에서 재배에 대한 관심이 점차 증가하고 있으나, 선발 단계에서와 달리 최근 성숙 과실에서 종자가 발생하고 있어 이에 대한 검토가 필요하고, 개선이 되지 않으면 방사선 조사를 통한 웅성불임 계통 선발을 추진할 예정이다.

‘조은예감’은 기존 ‘신예감’ 재배농가에서 실증보급을 통해 재배상의 차이점과 품질 수준을 구명한 뒤 시범보급을 추진할 예정이다. 기존 ‘신예감’ 재배농가는 본 품종의 맛의 경쟁력에 대해 높은 평가를 하고 있어 ‘조은예감’이 무핵 및 품질 특성에 문제가 없다면 보급 확대에 유망하다고 판단된다.

총 6개의 유망계통을 선발하여 이중 5계통은 실증 중이거나 신규 선발하였고, 2020년 선발계통인 ‘KG03×대병 11’은 식미 테스트 결과 향기 부분이 불량하여 도태하였다. 5계통은 지속적으로 육종연구를 통해 품종화 여부를 추진할 예정이다.

## 5. 선발품종 지역실증 시험

가. '노을향' 지역실증 시험



(그림 12) '노을향' 농가 과실착과 모습 및 착과가지 가시발생 모습

표 11. '노을향' 보목 지역 노지재배 실증(고접 2년차-2018)

품종/계통 (지역/생육환경)	과 중 (g)	과육율 (%)	과피두께 (mm)	종자수 (개)	당 도 (°Bx)	산함량 (%)	착색 (a)	비고
노을향 (보목, 노지)	87.2	85.5	1.4	0.2	12.7	1.20	18.4	11.05('18)
	90.0	85.0	1.4	0	13.5	1.17	24.5	11.20('18)
조생온주	82.1	79.5	2.1	0	10.5	0.9	28.1	11.20('18)

표 12. '노을향' 보목 지역 노지재배 실증(고접 3년차-2019)

품종/계통 (지역/생육환경)	과 중 (g)	과육율 (%)	과피두께 (mm)	종자수 (개)	당 도 (°Bx)	산함량 (%)	착색 (a)	비고
노을향(보목, 노지)	108.4	84.4	2.3	2.0	12.5	0.9	22.3	11.25('19)
조생온주	82.4	81.2	2.2	0	10.7	0.8	24.8	11.25('19)
T-Test	*	*	n.s	*	*	n.s	n.s	

표 13. '노을향' 보목 지역별, 재배형태별 과실특성 조사(2020)

품종/계통 (지역/생육환경)	과 중 (g)	과육율 (%)	과피두께 (mm)	종자수 (개)	당 도 (°Bx)	산함량 (%)	착색 (a)	비고
노을향 (보목, 노지, 고접)	84.4	82.5	1.8	2.3	10.3	1.33	-6.54	10.06('20)
노을향 (연구소, 노지, 고접)	96.2	82.0	1.9	13.4	8.2	2.1	-12.2	10.06('20)
노을향 (도런, 시설, 묘목)	83.3	80.1	2.2	2.0	9.7	2.1	-12.9	10.06('20)
노을향 (연구소, 시설, 묘목)	92.1	85.3	1.5	2.6	7.7	2.0	-13.2	10.06('20)
조생온주 (연구소, 노지)	74.5	82.6	1.8	0	8.2	1.5	-8.7	10.06('20)

표 14. ‘노을향’ 지역별, 재배형태별 과실특성 조사(2021)

품종/계통 (지역/생육환경)	과 중 (g)	과육율 (%)	과피두께 (mm)	종자수 (개)	당 도 (°Bx)	산함량 (%)	착색 (a)	비고
노을향1 (연구소, 시설)	128.7	83.8	2.0	6.0	9.6	1.5	-5.1	10. 26
	129.4	83.4	2.0	3.8	10.3	1.4	17.0	11. 11
	139.8	80.3	2.5	10.5	10.5	1.3	30.0	11. 29
노을향2 (연구소 노지)	130.6	83.7	2.2	12.5	9.1	1.8	-1.7	10. 26
	139.3	81.1	2.4	12.2	9.5	1.7	16.6	11.11
	155.0	81.7	2.5	14.8	11.2	1.3	29.9	11. 29
보목(노지)	112.3	81.9	2.4	17.0	11.1	1.2	19.4	11. 3
	128.1	81.5	2.3	17.0	11.4	1.2	24.5	11.18

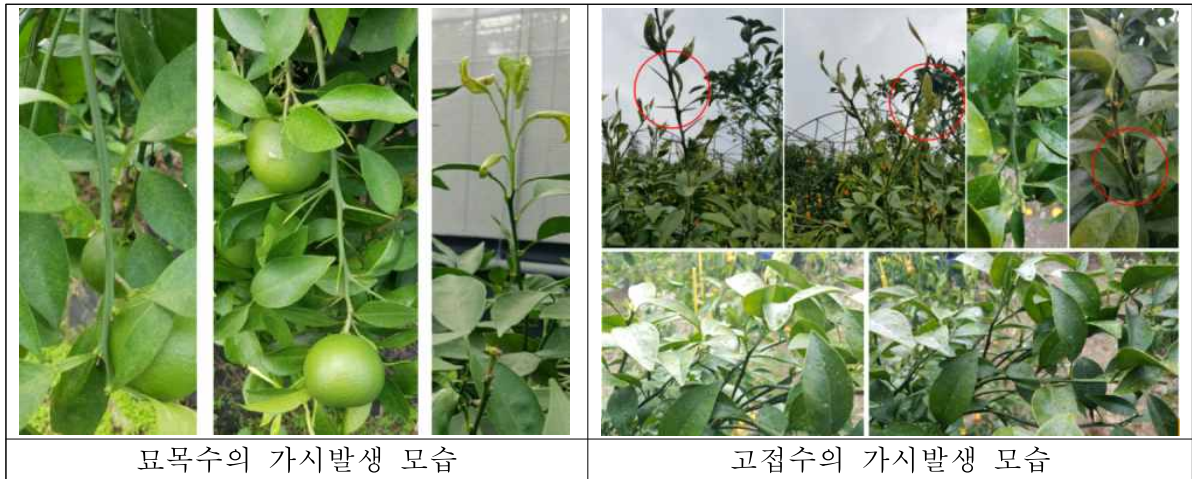
‘노을향’은 본 과제에서 선발한 품종으로, 11월에 수확 가능한 연내 수확용 부피 없는 감귤 품종이다. 지역별로 과신품질 수준을 조사하였다. 서귀포 소재 ‘보목’ 지역에서 온주밀감에 고접 하여 과실 품질을 조사한 결과 2018년 착과 과실의 당도는 11월 20일 기준 13.5°Bx로 대조구인 조생 온주밀감보다 2도 높은 결과를 보였다. 산함량은 1.17%로 11월 하순 수확이 가능하고, 좀더 산함량을 낮춰 12월 상순에 수확 할 수도 있을 것으로 판단된다. 서귀포 보목지역과 2018년 기상조건, 고접수라는 환경으로 한정하더라도 이 지역 노지재배에서 11월 하순 당도 13°Bx 이상을 기대할 수 있는 품종은 없으며 타이백 등 토양피복 재배법으로도 도달하기 어려운 수준으로, ‘노을향’의 당도 수준은 매우 높음을 알 수 있었다. 2019년에도 평균 12°Bx 이상의 당도 수준을 보여 조생 온주밀감 대비 2°Bx 이상 높은 결과를 보였다. 2020년 10월 상순 현재의 품질 수준은 연구소에서는 조생 온주밀감과 비슷한 수준을 나타내고 있으나, 보목 지역에서는 당도 증가가 빠른 것으로 나타났다. 2020~2021년 특히 사항으로는 ‘노을향’에서 이전과 다르게 종자 생성율이 높은 경향을 보이고 있는데, 추후 조사가 필요한 사항으로 판단된다.

‘노을향’의 문제점은 착과한 가지에서도 가시가 발생 한다는 점이다. 이러한 특성은 노지재배에 적합하지 않은 특성으로, 이로 인해서 농가 보급이 지연되고 있다. 가시 발생 특성이 품종 고유특성으로 지속적이지, 아니면 대부분의 감귤 품종처럼 착과 연수가 진행되면서 없어지는 특성인지 판단이 필요하고 이에 대해 조사가 필요하였다. 우선 착과 가지 중 가시 발생이 없는 가지에서 접수를 채취하여 가시 없는 개체를 확보중이며(그림 13), 착과 나무의 가시발생 특성에 대해 조사하였다(그림 14).





(그림 13) ‘노을향’ 가시 없는 개체 선발 (2018년 결과)



(그림 14) ‘노을향’ 묘목수 및 고접수 가시발생 특성(2018~2019)

그림 9 묘목수의 가시발생 모습을 보면 착과 가지에 가시가 발생하지 않는 모습(왼쪽)과 발생하는 모습(중간)이 동시에 관찰되었다. 여름순에는 대부분 가시가 발생하나 가시가 발생되지 않는 모습도 관찰되었다(오른쪽).

고접수의 가시발생 모습을 보면 여름순에는 강하게 가시가 발생하는 모습(빨간색 동그라미 표시)관찰되고 있으나 아래쪽 사진의 봄순가지 및 착과가지에는 가시 발생이 현저히 적어지거나 없어지는 모습이 관찰되었다.

표 15. ‘노을향’ 착과 유무와 가시발생 유형별 가지 비율(2020 조사)

구 분	가시발생 유형별 가지 비율(%)				비고 (개체 수)
	a	a+b	b	c	
전체	37.6	63.4	25.8	36.6	56
착과	50.9	78.8	27.8	21.2	14
미착과	33.1	58.3	25.1	41.7	42

\* a;가시없는 가지, b;가시 일부발생 가지, c;가시발생 많은 가지

\* 평균 가지수;69개/개체((최고 524가지, 최저 4가지)

\* 조사 개체 수 : 56개체(대묘 탕자 접목후 2년차 묘목)

표 16. ‘노을향’ 가지발생 유형별 개체수(2020 조사)

구 분	a						a+b		c
	100%	90% 이상	80% 이상	70% 이상	60% 이상	50% 이상	70% 이상	50% 이상	50% 이상
개체 수	2	5	6	8	15	20	29	38	17
비율(%)	3.6	8.9	10.7	14.3	26.8	35.7	51.8	67.9	30.4

\* a; 가지없는 가지, b;가지 일부발생 가지, c;가지발생 많은 가지

‘노을향’을 5년생 이상의 대묘 탕자에 접목한 후 2년차 묘목에서 가실 발생 현황을 조사하였다. 착과한 개체에서 가지 발생이 줄어드는 경향을 보였으며, 가시가 거의 발생하지 않는 개체도 발생하였다.

현재까지의 결과로 보면, ‘노을향’의 가지 발생 특성은 착화 및 착과가 진행되고 수세가 안정화 되면 가지발생이 현저히 줄어들거나 없어질 것으로 판단된다. 나무 식재후 착과시기 까지 가시를 제거해주는 것이 필요하고 초기 착과 시기에는 여름순에도 비교적 강한 가시가 발생되어 제거해주는 것이 필요하다고 판단된다.



(그림 15) ‘노을향’ 여름순 전정에 따른 과실 착과 모습(2021)

‘노을향’은 착화 및 착과 되면서 봄순 가지에서는 가지 발생량이 적어지는 특성을 보인다. 그러나 여름순 가지에는 여전히 가지 발생량이 많다. 그래서, 가지 발생이 많은 여름순 전정을 통해 다음해 착과 특성을 조사하였다. 그 결과, 여름순 전정 후 이듬해에는 착과량이 많고 여름순 발생도 적은 특성을 보였고, 무전정 나무에서는 착과량이 적으며 당해연도 여름순 발생이 많았다. 이러한 특성은 가시가 많은 여름순 전정을 통해 가지 발생 정도를 개선할 수 있을 것으로 보이나, 다음해 착과량에 미치는 영향을 조사해야 할 것으로 판단된다.



나. 감귤 품종 지역적응성 검정



(그림 16) 노을향 실증 모습

- ‘노을향’ 품종의 노지 지역적응 시험을 2개소에서 진행하고 있음(남원, 보목)
- ‘신예감’ 품종의 농가 지역적응 시험을 진행하고 있음(보목)

다. 국내육성 감귤 품종 전시포 운영



(그림 17) 시설 및 노지 전시포 모습

- 국내육성 감귤품종에 대해 품종 전시포를 감귤연구소에 조성하여 운영하고 있음
- 전시포 조성 품종은 총 13품종임
- 전시포는 농가 및 묘목업체 견학, 품종설명회 등에 활용되고 있음
- GSP 계통 선발 품종인 ‘조은예감’, ‘LI 206’을 식재하여 비교 시험하고 있음

6. GSP 감귤 개발품종 기술이전 및 묘목 보급

가. 기술이전 및 판매업체 확보 현황

표 17. 개발품종 기술이전 현황

연 도	2018	2019	2020	2021	계
기술이전 건수	7	1	-	1	9
품종	선킹	선킹	-	선킹	

- GSP 개발 품종 ‘선킹’ 총 9건의 기술이전을 실시하였다.
- GSP과제 기술이전 정량적 목표는 8건으로 정량적 목표는 달성한 상태임

표 18. 판매업체 확보 현황

업체	하례조생	제라몬	탐나는봉	윈터프린스	미니향	신예감	씨니트	선킹	옐로우볼	탐빛1호	사라향	계
업체 1(감*)	12,269	290	20	920	1135					190		14,824
업체 2(황**)	4,500	300		150								4,950
업체 3(한**)	3,000			2500								5,500
업체4(서**)					5,000							5,000
업체5(자**)	5,000			1000								6,000
업체6(한**)	200	150		1500								1,850
업체7(푸**)	500			500								1,000
업체8(한**)	3000	2000	500	5000	2000			100		200	800	13,600
업체9(재*)	753	401		232	978							2,364
업체10(한*)	950	600		790								2,340
업체11(대*)				2,800								2,800
기타				5,400								5,400
계	30,172	3,741	520	20,792	9,113	-	-	100	-			64,438

\* 조사시기 : 2021년 10월(전화면접 조사)

2021년 10월 현재 전화면접을 통해 국산품종의 판매업체를 조사한 결과 11개의 묘목 생산업체가 국산품종을 판매하는 것을 확인했으며, 판매 품종의 수는 8품종으로 조사되었다. 하례조생, 윈터프린스, 미니향, 제라몬 순으로 판매량이 많았다. 기타는 연구소 등 국립 및 지자체 기관이다. 2021년 국산품종의 판매 묘목은 64,438주로 조사되었으며 국내육성 품종의 묘목 점유율은 전체 묘목 판매량 417,505주(기술원 조사)에 대입했을 때 15.4%를 나타내었다. 이는 GSP 프로젝트가 시작되던 2012년 1,200주(0.67)과 비교하면 묘목 판매량에서는 64배, 점유율에서는 20배 가량 대폭 증가된 결과이다. 최근 3년의 추이를 봤을 때 연평균 약 30%의 증가세를 기록하고 있다.

2021년까지 국내 육성품종의 통상실시 업체는 누적 29개 묘목 업체이며, 통상실시 품종은 15 품종에 이르고 있어 향후 국산 품종의 묘목 생산 및 판매는 확대될 여건에 있다. 통상실시된 품종은 하례조생, 미니향, 윈터프린스, 제라몬, 하양조생, 탐도3호, 옐로우볼, 설봉미, 선킹, 탐도리, 탐빛1호, 탐나는봉, 신예감, 무봉, 사라향 이다.

나. 감귤묘목 배포 현황

표 19. 연도별 무료 종자 배포 실적

연도	계획	묘목 보급수	보급 품종	비고
2017	200	300	미니향	농가 시범보급
2018	200	300	하례조생	
2019	300	330	탐도리, 미니향	
2020	300	350	하례조생, 미니향	
2021	300	2,350	미니향	
계	1,300	3,630	3 품종	



(그림 18) 2017년 미니향 보급 및 식재 모습(2017. 5.), 300주



(그림 19) 2018년 하례조생 보급 및 식재 모습(2018. 4.), 300주

품종	보급 농가	소재지	보급 묘목 수(주)	비고
탐도리	김0흡	서귀포 남원 의귀	200	키위 대체작물
미니향	강0민	서귀포 남원 신흥	60	2017년 보급농가 고사목 대체정
미니향	강0순	제주시 애월	70	신규보급

\* 2019년 묘목 보급 현황





(그림 20) 2020년 하례조생(좌), 미니향(우) 보급 및 육묘 모습(2018. 4.), 350주



(그림 21) 2021년 미니향 품종설명회 개최, 묘목 보급 및 식재 모습, 2,350주

○ 무료 배포 묘목보급 농가의 활용



(그림 22) 현장평가회

- ‘미니향’ 현장평가회 개최 : 2019년 (한농바이오산업-3세부)
- ‘미니향’ 농가 조직화를 위한 현장평가회 개최 : 2021. 12. 14.(감귤연구소\_실증농가)

## 7. 기타성과

- 육성품종 국외적응성 시험 및 로열티 수출 추진
  - 프로젝트 내 제3세부과제와 연계

	<p><b>2017년 국외적응성시험 대상품종 선정 협의</b></p> <p>나 국외적응성 시험계획 예정 목록</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>번호</th> <th>품종명</th> <th>품종명</th> <th>육성</th> <th>육성</th> <th>육성</th> <th>육성</th> <th>육성</th> <th>육성</th> <th>육성</th> <th>육성</th> <th>육성</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>신예감</td> <td>신예감</td> <td>2012</td> <td>2013.06</td> <td>2013.05</td> <td>2013.06</td> <td>100%</td> <td>신예감</td> <td>신예감</td> <td>신예감</td> <td>신예감</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>미니향</td> <td>미니향</td> <td>2013</td> <td>2014.07</td> <td>2014.07</td> <td>2014.07</td> <td>100%</td> <td>미니향</td> <td>미니향</td> <td>미니향</td> <td>미니향</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>탐나는봉</td> <td>탐나는봉</td> <td>2012</td> <td>2011.06</td> <td>2011.06</td> <td>2011.06</td> <td>100%</td> <td>탐나는봉</td> <td>탐나는봉</td> <td>탐나는봉</td> <td>탐나는봉</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>탐빛1호</td> <td>탐빛1호</td> <td>2011</td> <td>2011.11</td> <td>2011.11</td> <td>2011.11</td> <td>100%</td> <td>탐빛1호</td> <td>탐빛1호</td> <td>탐빛1호</td> <td>탐빛1호</td> </tr> </tbody> </table>	번호	품종명	품종명	육성	육성	육성	육성	육성	육성	육성	육성	육성	1	신예감	신예감	2012	2013.06	2013.05	2013.06	100%	신예감	신예감	신예감	신예감	2	미니향	미니향	2013	2014.07	2014.07	2014.07	100%	미니향	미니향	미니향	미니향	3	탐나는봉	탐나는봉	2012	2011.06	2011.06	2011.06	100%	탐나는봉	탐나는봉	탐나는봉	탐나는봉	4	탐빛1호	탐빛1호	2011	2011.11	2011.11	2011.11	100%	탐빛1호	탐빛1호	탐빛1호	탐빛1호
번호	품종명	품종명	육성	육성	육성	육성	육성	육성	육성	육성	육성																																																		
1	신예감	신예감	2012	2013.06	2013.05	2013.06	100%	신예감	신예감	신예감	신예감																																																		
2	미니향	미니향	2013	2014.07	2014.07	2014.07	100%	미니향	미니향	미니향	미니향																																																		
3	탐나는봉	탐나는봉	2012	2011.06	2011.06	2011.06	100%	탐나는봉	탐나는봉	탐나는봉	탐나는봉																																																		
4	탐빛1호	탐빛1호	2011	2011.11	2011.11	2011.11	100%	탐빛1호	탐빛1호	탐빛1호	탐빛1호																																																		
<p>호주 묘목회사 대상 우리품종 설명(2017)</p>	<p>관련 품종 국외적응성시험 추진 및 선정(농진청)</p>																																																												
																																																													
<p>신예감</p>	<p>미니향</p>	<p>탐나는봉</p>	<p>탐빛1호</p>																																																										

(그림 23) 국산품종 국외적응성시험을 위한 설명회 및 대상 품종

제3세부과제(적육관피 만다린 품종개발 - 호주 묘목업체와 MOU 체결) 연계하여 2017-2021년 국산품종의 국외적응성 시험을 추진하였다. 호주 묘목회사 대상 감귤연구소 개발 품종에 대한 설명회를 2017년 1월에 개최하여, 개발된 품종의 설명과 함께 과실 품평회 자리를 가졌으며, 그 결과 ‘미니향’ 등 4개 품종에 대하여 도입의사를 밝혀, 농촌진흥청 국외적응시험 대상품종 선정 협의를 거친 후 접수 반출을 하여 현지 호주 검역절차를 진행 하였다. 검열 절차 진행 중인 품종 중에서 ‘탐나는봉’은 검역을 통과하지 못하여 폐기되었고, 이외 ‘미니향’, ‘탐빛1호’는 2019년 10월, ‘신예감’은 2021년 3월 검역이 완료되어 시험재배 단계로 진행되고 있다.

사. 육성품종 해외 품종보호등록

	
<p>탐도3호 과실모습</p>	<p>미국 특허등록 공문 (등록일 : 2018. 05. 22., 등록번호 : US PP29,300 P3)</p>

(그림 24) 탐도3호 특허등록

감귤 육성품종 ‘탐도3호’를 미국에 품종등록(특허등록) 하였다. 본 품종은 2월에 성숙하며 당도는 14°Bx, 과실크기는 250g내외의 고당도 만감류 품종이다. GSP의 지원(미국 현지조사 등)과 농업기술실용화재단의 협력으로 등록하게 되었다.



○ 육성품종 전시포 운영



(그림 25) 노지 전시포 모습

- 조성품종 : 하레조생, 미니향, 노을향(2019년 신규 조성), LI 206 등



(그림 26) 시설 전시포 모습

- 조성품종 : 신예감, 무봉, 미니향, 윈터프린스, 탐도리, 탐빛1호 등



(그림 27) 노을향, 선킹 노지 실증 모습

- GSP 육성품종 노지시험(고집): 노을향, 선킹

- 홍보물 제작 및 배포(감귤육성품종 책자)
  - 견학 농가, 성과발표회 등 행사, 감귤박람회 등

	<p>발행일 : 2017년 1월</p> <p>발행처 : 국립감귤육성연구소, 국립농업과학원</p> <p>발행량 : 2017년 1월 10,000부</p> <p>책의 특징 : 감귤육성품종 소개, 감귤육성품종 소개, 감귤육성품종 소개</p> <p>발행처 : 국립감귤육성연구소, 국립농업과학원</p> <p>주요 내용 : 감귤육성품종 소개, 감귤육성품종 소개, 감귤육성품종 소개</p> <p>책의 특징 : 감귤육성품종 소개, 감귤육성품종 소개, 감귤육성품종 소개</p>
<h3>노을향</h3> <p>Noeulhyang (Newly + Orange + Sweet)</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>① 특색유래 : '노을'의 붉은색과 '향'의 향기를 결합하여 유망품종 2017년</li> <li>② 출하시기 : 11월 중순부터, 평균 100g~120g, 당도 11~12%</li> <li>③ 11월~12월에 출하되는 품종으로, 11월~12월 중순부터 출하되는 품종으로, 11월~12월 중순부터 출하되는 품종으로</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>① The mature period is mid-November</li> <li>② The average fruit weight, its total soluble solids concentration and acidity are 110g, 11-12%, and 1.2% respectively</li> <li>③ Harvestable culture in regions 100m~120m asl, very early seasonal harvest</li> </ul>	<h3>선킹</h3> <p>Sunking (Newly + Sweet)</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>① 특색유래 : '선'의 선맛과 '킹'의 왕의 품격을 결합하여 유망품종 2017년</li> <li>② 출하시기 : 11월 중순부터, 평균 100g~120g, 당도 11~12%</li> <li>③ 11월~12월에 출하되는 품종으로, 11월~12월 중순부터 출하되는 품종으로, 11월~12월 중순부터 출하되는 품종으로</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>① Sunking is rich in juice and its texture is very soft</li> <li>② The mature period is early December</li> <li>③ The average fruit weight, its total soluble solids concentration and acidity are 100g, 11-12%, and 0.8% respectively</li> </ul>

(그림 28) 국산 신품종 책자

○ 육성품종 품종보호출원

(선킹)



품종보호출원번호 통지서

출원일자 : 2017. 5.30	품종보호 출원번호 : 출원 2017 - 315
	품종명칭 출원번호 : 명칭 2017 - 638

작 품 명 : 감귤(만감류)  
 품종 명칭 : 노을향  
 출 원 인 : 농촌진흥청  
 주 소 : 전라북도 전주시 완산구 농생명로 300, 농촌진흥청사

2017년05월30일

국립종자원 

(노을향)




품종보호출원번호 통지서

출원일자 : 2017. 5.30	품종보호 출원번호 : 출원 2017 - 312
	품종명칭 출원번호 : 명칭 2017 - 635

작 품 명 : 감귤(만감류)  
 품종 명칭 : 선킹  
 출 원 인 : 농촌진흥청  
 주 소 : 전라북도 전주시 완산구 농생명로 300, 농촌진흥청사

2017년05월30일

국립종자원 

(조은예감)




품종보호출원번호 통지서

출원일자 : 2021. 6. 4.	품종보호 출원번호 : 출원 2021 - 289
	품종명칭 출원번호 : 명칭 2021 - 581

작 품 명 : 감귤(만감류)  
 품종 명칭 : 조은예감  
 출 원 인 : 농촌진흥청  
 주 소 : 전라북도 전주시 완산구 농생명로 300, 농촌진흥청사

2021년06월04일

국립종자원 

(그림 28) 품종보호출원 통지서

## 제1-1절(위탁과제)

### ■ 연구 방법

[위탁과제: 감귤의 주요 형질연관 및 육종가의 권리 보호를 위한 분자마커 개발]

#### ○ 육종가 권리 보호를 위한 분자마커의 개발

- 국내육성 감귤 품종들에 대한 권리보호를 위한 분자마커의 개발은 유전체 해독 및 비교 유전체 분석을 통해 수행하고자 함. 교배친(자방친, 화분친), 품종 기원 모본(주심배, 아조 변이의 경우), 육성 품종에 대해 Illumina HiSeq2500 플랫폼을 이용하여 표준 유전체인 클레멘타인 게놈크기(~300 Mb)의 30배를 대표하도록 whole genome sequencing을 수행. 표준 유전체에 reads mapping을 수행하여 consensus sequence를 확보하고 교배친(또는 품종 기원 모본)과 육성 품종간의 비교 유전체 분석을 수행하여 *in silico* 상에서의 서열변이(SNP/SSR) 정보를 파악. 파악된 변이 정보를 실험을 통해 검증하고, 기원이 유사한 다른 품종들에의 적용을 통해 품종 구분 가능 여부를 파악함.

#### ○ 내병성 분자마커의 확대 적용 및 개발

- 1단계 연구개발을 통해 여러 감귤 그룹에 대해 궤양병과 더뎡이병 내병성과 연관되었을 가능성이 매우 높은 여러 개의 SNP 마커를 발굴함. 이들 SNP 마커들을 유전자원/핵심집단에 확대 적용하여 마커로의 활용 가능성을 추가로 분석하고, 1프로젝트의 3개 세부프로젝트 및 위탁과제(제주도농업기술원)에서 양성한 교배 분리집단에 적용하여 최종 분자마커로 개발. 아울러 수집 유전자원의 특성 평가에도 활용할 것임.

또한 궤양병 내병성 관련하여 청견 혈통을 가진 품종들에 적용 가능할 것으로 판단되는 RAPD-SCAR 마커가 1단계 연구개발을 통해 개발됨. 궤양병 내병성 연관 RAPD-SCAR 마커도 1프로젝트의 3개 세부프로젝트 및 위탁과제(제주도농업기술원)에서 양성한 교배 분리집단에 적용하여 내병성 품종 선발에 활용할 것임. 아울러 수집 유전자원의 특성 평가에도 활용할 것임.

Citrus tristeza virus (CTV) 저항성의 경우, 탕자나무(*Poncirus trifoliata*)를 이용한 교배 및 여교배 집단으로부터 map-based cloning을 통해 저항성 유전자(*Ctv*)가 클로닝됨. *Citrus* 속의 일부 문단[*C. maxima* (Burm.) Merrill] 품종도 CTV 저항성을 갖는 것으로 알려졌으므로 이들로부터 *Ctv* 유전자(homolog)를 분리하여 유전자 마커로 개발할 것임. 수집 유전자원의 특성 평가에도 활용.

#### ○ 적육 연관 분자마커의 적용 및 개발

- 적육 형질은 안토시아닌 또는 카로티노이드의 축적에 의해 발현됨. 안토시아닌계 적육의 경우, 이탈리아 기원의 품종(모로, 타로코, 상귀넬리 등)으로부터 MYB 전사조절인자를 암호화하는 *Ruby* 유전자에 대한 적육 대립유전자( $R^D-1$ 과  $R^D-2$ )가 규명됨. 현재 본 연구팀에서 적육 대립유전자( $R^D-1$ 과  $R^D-2$ )를 이용한 분자마커를 개발하고 있음. 중국 기원의 적육 품종에서는 새로운 *Ruby* 대립유전자( $R^D-3$ )가 존재함. 2단계에서는 이를 분자마커로 개발하기 위하여 대립유전자 영역에 대한 클로닝과 염기서열 결정 등의 분자생물학적 방법을 통해  $R^D-3$  대립유전자 특이 마커를 개발할 것임. 카로티노이드계 적육 연관 분자마커를 개발하기 위하여 적육 품종과 품종 기원 모본에 대해 전술한 바와 같이 유전체 해독

및 비교유전체 분석을 수행. 카로티노이드 생합성 유전자들에 대한 서열 변이(SNP, In/Del, SSR 등) 분석을 통한 분자마커 개발.

○ 홍피 연관 분자마커의 적용 및 개발

- 홍피 형질은 카로티노이드 색소의 축적에 의해 발현됨. 홍피 연관 분자마커를 개발하기 위하여 전술한 바와 같이 홍피 품종(미네오라, 베니바에, 세미놀 등)과 비홍피 품종들에 대한 유전체 해독 및 비교유전체 분석을 수행. 카로티노이드 생합성 유전자들에 대한 서열 변이(SNP, In/Del, SSR 등) 분석을 통한 분자마커 개발.

## ■ 연구 결과

### □ 내병성 연관 분자마커의 개발

#### ○ CTV 저항성 연관 분자마커의 개발

감귤 트리스테자 바이러스(Citrus tristeza virus, CTV)는 전 세계 감귤 산업에서 가장 심각한 병원성 바이러스 중의 하나이다. CTV는 2가지의 병증 즉, 급성 쇠약(quick decline)과 고접병(stem-pitting)을 야기하는데, 급성 쇠약은 사우어오렌지(sour orange) 중의 하나인 *C. aurantium* L. 대목에서 감염된 접수(scion)의 접목부 아래에서 체관부 괴사를 유발하여 나무를 죽음에 이르게 한다. 고접병은 대목에 관계없이 나무의 수세, 열매 크기와 품질 및 생산성을 감소시킨다(Gmitter *et al.* 2007). 주로 아메리카 대륙과 지중해 지역에서 1억 그루의 감귤나무가 CTV에 감염된 것으로 보고되었다(Donkersley *et al.* 2018). *Severinia buxifolia* (Poir.) Tenore, *Swinglea glutinosa* (Blanco) Merr. 및 *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.의 3 종의 감귤 근연종만이 CTV에 저항성이 있는 것으로 보고되었다(Garnsey *et al.* 1987; Garnsey *et al.* 1997; Mestre *et al.* 1997a).. 감귤 속(genus)에서도 일부 문단[*C. maxima* (Burm.) Merrill]이 CTV에 저항성이 있는 것으로 보고되었다. CTV 저항성 유전자는 단일 우성인 것으로 알려졌으며 (Yoshida 1985, 1993), *Ctv*로 명명되었다(Gmitter *et al.* 1996). Fang과 Roose(1999)는 문단[*C. maxima* (Burm.) Merrill]인 'Chandler' 푸멜로로부터 CTV에 저항성을 부여하며 *Ctv*와는 독립적으로 유전되는 또 다른 단일 우성 유전자인 *Ctv2*의 존재를 보고하였다.

*Ctv* 유전자의 클로닝을 위하여 탱자(*P. trifoliata*)를 활용한 유전적 교배 또는 여교배 집단들에 대한 bulked segregant analysis (BSA)로부터 CTV 저항성과 연관된 random amplified polymorphic DNA (RAPD), inter simple sequence repeat (ISSR), sequence characterized amplified regions (SCAR) 및 restriction fragment length polymorphism (RFLP) 등과 같은 많은 분자마커들이 개발되었다. 그 후 CTV 저항성 유전좌위에 대한 유전 연관지도 작성 및 개발된 분자마커를 활용한 marker-assisted selection (MAS) 등의 노력이 이루어졌다(Gmitter *et al.* 1996; Deng *et al.* 1997; Mestre *et al.* 1997b; Fang *et al.* 1998).

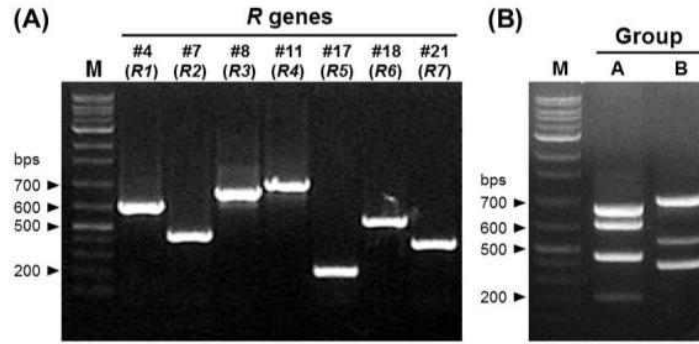
*Ctv* 유전자의 클로닝을 위하여 bacterial artificial chromosome (BAC) 라이브러리가 제작되었고(Deng *et al.* 2001a; Yang *et al.* 2001), *Ctv* 유전좌위와 밀접하게 연관된 분자마커를 활



용한 chromosome walking과 저항성 유전자 후보 마커에 의한 BAC 클론 탐색을 통해 *Ctv* 유전좌위를 커버하는 BAC 컨티그 맵이 작성되었다(Deng *et al.* 2001). 최종적으로 Yang 등 (2003)은 *Ctv* 영역을 커버하는 BAC 컨티그들에 대해 282 kb의 염기서열을 결정하고, 유전자 예측을 수행하였고, 7개의 coiled-coil-nucleotide-binding site-leucine-rich repeat (CC-NBS-LRR) 유전자들로 구성된 *R* 유전자 클러스터를 발견하였고, 이들 *R* 유전자들 중에서 1개가 CTV에 대한 광범위 저항성을 부여하는 *Ctv* 유전자일 가능성을 제시하였다. 저항성 (*Ctv*) 또는 감수성 대립유전자(*ctv*)를 포함하는 2개의 BAC 컨티그 서열이 'Thong Dee' 푸멜로(*C. grandis* L.)와 CTV-저항성 USDA 17-47 계통('Thong Dee' 푸멜로 x 탕자)에 대한 BAC 라이브러리로부터 분리되었다. *Ctv*와 *ctv* 컨티그 서열을 비교한 결과, 2개의 CC-NBS-LRR 유전자, 즉, *R2*와 *R3* 유전자는 저항성 대립유전자를 포함하는 컨티그 서열에서만 발견되었다. 이러한 결과는 이들 2개의 *R* 유전자가 강력한 *Ctv* 후보 유전자임을 제시하였다(US patent No. 7126044B2). 다른 연구 그룹에서 *R* 유전자들을 포함하여 10개의 *Ctv* 저항성 후보 유전자들을 아그로박테리움-매개 형질전환을 통해 CTV-감수성 그레이프푸르트(*C. paradisi*) 품종으로 도입한 결과, *R2* 유전자를 발현하는 형질전환 계통의 경우, 감염 개시가 일어나지 않거나 병증이 느리게 퍼져나가는 것이 관찰되었고, *R1*과 *R4* 유전자를 발현하는 계통들의 경우, 감염 개시가 일어났다가 소멸되는 것으로 관찰되었다(Rai, 2006). 이러한 기존의 결과들은 4개의 *R* 유전자(*R1*~*R4*)가 CTV 저항성에서 핵심 역할을 수행한다는 사실을 제시한다. 또 다른 그룹에서 CTV 저항성에 대한 주요 양적형질 유전자좌(quantitative trait loci, QTL)의 위치가 'Thong Dee' 푸멜로, 향귤 및 탕자 간에 보존되어 있고, 연관 그룹 4b에 위치함을 보고하였다. 이러한 이전의 결과들은 *Ctv* 유전좌위의 *R* 유전자들이 감귤 육종 프로그램에서 MAS를 위한 유용한 유전자 마커가 될 수 있음을 강력하게 제시하였다.

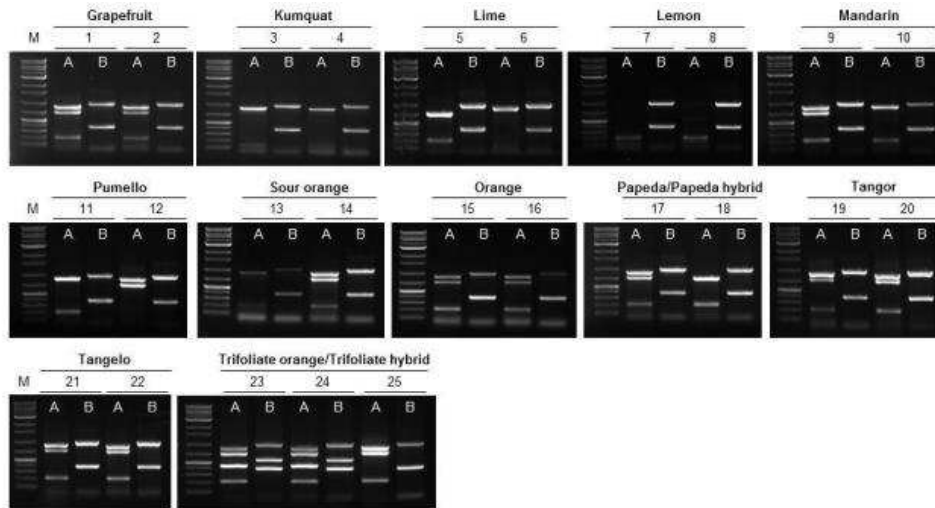
감귤 산업에서 CTV 저항성 형질의 중요성에도 불구하고, CTV 저항성 품종을 만들기 위한 분자육종 프로그램은 형질과 매우 밀접하게 연관된 강력한 분자마커의 부재로 인해 체계적으로 이루어지고 있지 않은 실정이다(Kim *et al.* 2016). *Ctv* 유전좌위의 클로닝과 특성분석이 이루어졌음에도 불구하고, 현재까지도 감귤에서 *Ctv* 유전좌위의 체계적인 검색이 수행되지 않았다.

*Ctv* 유전좌위를 특이적으로 검출하는 DNA-기반 분자마커를 개발하기 위하여, 공개된 데이터베이스(GenBank accession No. AF506028; *Poncirus trifoliata* citrus tristeza virus resistance gene locus, complete sequence)에서 얻은 7개 *R* 유전자의 염기서열에 대해 다중 염기서열 배열을 수행하였다(자료 미제시). 7개 각각의 *R* 유전자들은 디자인된 PCR 프라이머 세트에 의해 특이적으로 검출되었다(Fig. 1A). *Ctv* 유전좌위에 있는 7개 *R* 유전자 세트의 효율적 검출을 위하여 2개 프라이머 세트로 구성된 다중 PCR 시스템이 고안되었다. A와 B 그룹 프라이머 세트들은 각각의 그룹에 해당하는 4개(*R1*/CTV#4, *R2*/CTV#7, *R3*/CTV#8 및 *R5*/CTV#17)와 3개(*R4*/CTV#11, *R6*/CTV#18 및 *R7*/CTV#21) 유전자들을 특이적이며 효율적으로 증폭 가능함을 보여주었다(Fig. 1B).



**Fig. 1.** CTV 저항성을 부여하는 *Ctv* 유전좌위에서 7개 *R* 유전자들을 특이적으로 증폭하는 DNA-기반 분자마커의 개발(A)과 2개 프라이머 세트로 구성된 다중 PCR 체계의 확립(B). 프라이머 세트 A와 B는 각각 4개(*R1*/*CTV*#4, *R2*/*CTV*#7, *R3*/*CTV*#8 및 *R5*/*CTV*#17)와 3개 유전자(*R4*/*CTV*#11, *R6*/*CTV*#18 및 *R7*/*CTV*#21)를 증폭. M, 1 kb plus DNA ladder.

상기 확립된 multiplex PCR 시스템을 활용하여 14개 감귤류 유전자원에서 *Ctv* 유전좌위를 구성하는 7개 *R* 유전자들의 조성을 분석하였다. **Fig. 2**는 14개 감귤 그룹 당 2개씩의 대표 자원들에 대한 multiplex PCR 결과를 보여준다.



**Fig. 2.** 14개 감귤 그룹에 속하는 대표 품종들로부터 *Ctv* 유전좌위에 있는 7개 *R* 유전자들의 증폭. 7개 *R* 유전자들은 2개 프라이머 세트로 구성된 다중 PCR 체계에 의해 증폭. 프라이머 세트 A와 B는 각각 4개(*R1*/*CTV*#4, *R2*/*CTV*#7, *R3*/*CTV*#8 및 *R5*/*CTV*#17)와 3개 유전자(*R4*/*CTV*#11, *R6*/*CTV*#18 및 *R7*/*CTV*#21)를 증폭. 1, *C. paradisi*; 2, *C. paradisi* 'Flame'; 3, *F. crassifolia* 'Meiwa'; 4, *Fortunella* spp. 'Puchimaru'; 5, *C. latifolia*; 6, *C. aurantifolia* 'West Indian Lime'; 7, *C. limon*; 8, *C. limon* 'Lisbon Lemon'; 9, *C. reticulata* 'Ponkan'; 10, *C. reticulata* 'Daisy'; 11, *C. maxima* 'Banbeiyu'; 12, *C. maxima* 'Reinking'; 13, *C. sulcata*; 14, *C. taiwanica*; 15, *C. sinensis* 'Yoshida Navel'; 16, *C. sinensis* 'Valencia Late'; 17, *C. sphaerocarpa*; 18, *C. junos* 'Sibori'; 19, *C. iyo* 'Ootaniiyokan'; 20, *Citrus* hybrid 'Suneat'; 21, *Citrus* hybrid 'Nova'; 22, *Citrus* hybrid 'Lee'; 23, *P. trifoliata*; 24, *P. trifoliata* 'Flying Dragon'; 25, Citrumelo 'Swingle'. M, 1 kb plus DNA ladder.

**Table 1**은 14개 감귤 그룹에 속하는 143개 감귤류 유전자원들에서 4개의 주요 *R* 유전자(*R1*~*R4*)를 포함한 7개 *R* 유전자들의 조성을 요약해서 보여준다. Multiplex PCR 수행 결과, *R7* (CTV#21) 유전자는 모든 자원들에 공통적으로 존재하였다. *R2* (CTV#7)와 *R6* (CTV#18) 유전자는 탱자 그룹에 속하는 2개의 자원에서만 검출이 되었다. *R4* (CTV#11) 유전자는 3개의 자원들에서만 검출되지 않았다: grapefruit (*C. paradisi* ‘Golden Special’) 또는 tangor (*Citrus* hybrid ‘Setoka’ and *Citrus* hybrid ‘Harumi’). Kumquat과 lemon 그룹에 속하는 모든 자원들은 7개 *R* 유전자들 중에서 3개만을 보유하고었는데, 이는 다른 감귤 그룹에 비해 가장 적은 수이다. Lemon 그룹의 경우에, 5개의 자원들 모두 4개의 주요 *R* 유전자들 중에서 *R4* 유전자만을 보유하고었다. 탱자(*P. trifoliata*)와 그 유래 품종들은 CTV에 대한 강한 저항성으로 인해 감귤산업에서 대목으로 광범위하게 사용되고 있다. 탱자류와 탱자 교잡 품종 그룹에 속하는 3개의 유전자원들 중에서, 탱자 및 탱자 유래 품종인 *P. trifoliata* ‘Flying Dragon’에서만 7개 *R* 유전자 모두가 검출되었다(**Table 1, Fig. 2**). 반면, ‘Duncan’ grapefruit (*C. paradisi*)와 탱자간의 교배에서 유래한 Citrumelo hybrid ‘Swingle’는 *R2* (CTV#7)와 *R6* (CTV#18) 유전자를 보유하고 있지 않았다(**Fig. 2**). *Ctv* 유전좌위에 있는 7개의 *R* 유전자들이 탱자와 ‘Flying Dragon’에서 완전하게 기능이 있는 상태에 있는지의 여부를 확인하기 위하여 PCR을 통해 각 *R* 유전자에 대한 full-length genomic sequence를 증폭한 결과, 공개된 데이터베이스(GenBank accession No. AF506028; *Poncirus trifoliata* citrus tristeza virus resistance gene locus, complete sequence)의 염기서열에서 예측된 크기대로 증폭되었다(**Fig. 3**).

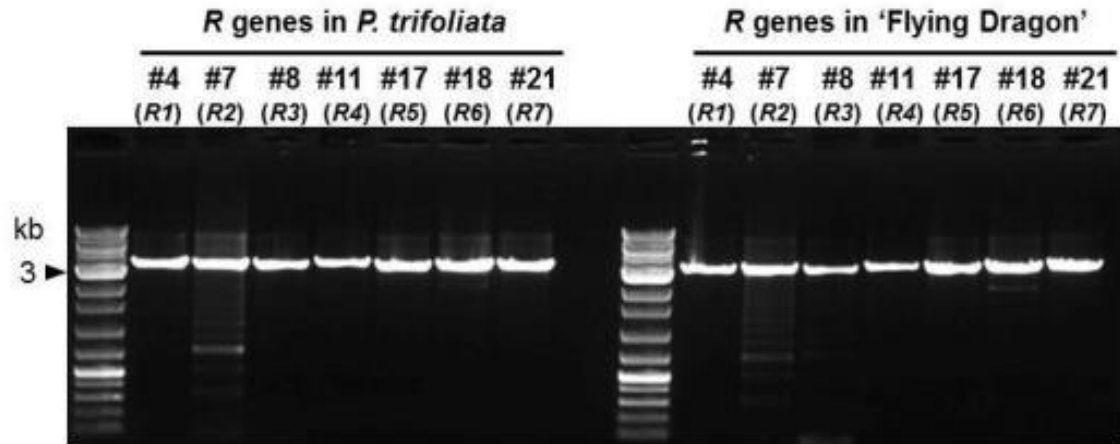
**Table 1.** 전체 143개 감귤류 유전자원에서 *Ctv* 유전좌위를 구성하는 7개 *R* 유전자들의 조성. 각 자원에 대해 2회의 독립된 다중 PCR이 수행되었다. +, 검출; -, 미검출.

Citrus group	Species/Cultivar name	<i>R1</i> (CTV#4)	<i>R2</i> (CTV#7)	<i>R3</i> (CTV#8)	<i>R4</i> (CTV#11)	<i>R5</i> (CTV#17)	<i>R6</i> (CTV#18)	<i>R7</i> (CTV#21)
Grapefruit	<i>C. paradisi</i>	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. paradisi</i> ‘Star Ruby’	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. paradisi</i> ‘Golden Special’	-/-	-/-	+/+	-/-	+/+	-/-	+/+
	<i>C. paradisi</i> ‘Flame’	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. paradisi</i> ‘Rio Red’	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. paradisi</i> ‘Red Blush’	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. paradisi</i> ‘Ray Ruby’	++	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
Kumquat	<i>Fortunella crassifolia</i> ‘Meiwa’	-/-	-/-	+/+	+/+	-/-	-/-	+/+
	<i>Fortunella</i> spp. ‘Puchimaru’	-/-	-/-	+/+	+/+	-/-	-/-	+/+
Lime	<i>C. latifolia</i>	+/+	-/-	-/-	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. aurantifolia</i> ‘West Indian Lime’	-/-	-/-	+/+	+/+	-/-	-/-	+/+
	<i>C. aurantifolia</i> ‘Mexican Lime’	+/+	-/-	-/-	+/+	+/+	-/-	+/+
Lemon	<i>C. limon</i>	-/-	-/-	-/-	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. limon</i> ‘Lisbon Lemon’	-/-	-/-	-/-	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. limon</i> ‘Allen-Newman Eureka Lemon’	-/-	-/-	-/-	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. limon</i> ‘Frost Nucellar Eureka Lemon’	-/-	-/-	-/-	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. limon</i> ‘Jeramon’	-/-	-/-	-/-	+/+	+/+	-/-	+/+
Mandarin	<i>C. reticulata</i> ‘Ponkan’	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. reticulata</i> (‘Ponkan’ seedless line)	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. reticulata</i> ‘Yosida Ponkan’	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. reticulata</i> ‘Dancy’	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. reticulata</i> ‘Daisy’	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. reticulata</i> ‘Nakano No.3’	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+



	<i>C. reticulata</i> 'Page'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. reticulata</i> 'Hayata Ponkan'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. reticulata</i> 'Fortune'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. reticulata</i> 'Oota Ponkan'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. clementina</i> 'Oroval'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. deliciosa</i> 'Avana Tardivo di Ciaculli'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. reticulata</i> 'Batangas'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. clementina</i>	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. clementina</i> 'Fina Sodea'	-/-	-/-	-/-	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. clementina</i> (Israel line)	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. clementina</i> (France line)	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. clementina</i> (New Zealand line)	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. clementina</i> 'Rubino VCR'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. deliciosa</i> 'Avana Apireno'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. unshiu</i> 'Imamura Unshiu'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. unshiu</i> 'Chungchon Unshiu'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. unshiu</i> 'Hyangmoongam'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. unshiu</i> 'Aoshima 4 Gou'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. unshiu</i> 'Katayama Unshiu'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. unshiu</i> 'Kinokuni Unshiu'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. unshiu</i> 'Miyagawa Wase'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. unshiu</i> 'Okitsu Wase'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. unshiu</i> 'Nankan 20 Gou'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. unshiu</i> 'Sasaki Unshiu'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. unshiu</i> 'Nichinan 1 Gou'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. unshiu</i> 'Miyamoto Wase'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. kinokuni</i>	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. reticulata</i> 'Nankou'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Hayaka'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Mihocore'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> spp. 'Inchangkyul'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. maxima</i>	+/+	-/-	+/+	+/+	-/-	-/-	+/+
	<i>C. maxima</i> 'Mato Buntan'	+/+	-/-	+/+	+/+	-/-	-/-	+/+
	<i>C. maxima</i> 'Banbeiyu'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. maxima</i> 'Chandler'	+/+	-/-	-/-	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. maxima</i> 'Reinking'	+/+	-/-	+/+	+/+	-/-	-/-	+/+
	<i>C. maxima</i> 'Siamese Pink'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. pseudogulgul</i>	+/+	-/-	-/-	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. tamurana</i>	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. hassaku</i>	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. hassaku</i> 'Beni Hassaku'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> spp. 'Suyou'	+/+	-/-	+/+	+/+	-/-	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Haruka'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sulcata</i>	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. taiwanica</i>	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. obovoidea</i>	+/+	-/-	+/+	+/+	-/-	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Yoshida Navel'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Valencia Late'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Shirayanagi Navel'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Morita Navel'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Seike Navel'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Tarocco'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Hamlin'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Trovita'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Navelate'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Washington Navel'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Delfino Blood Orange'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Vaniglia Sanguino'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Bream Tarocco'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Blood Shamouti'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+

	<i>C. sinensis</i> 'Smith Red'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Washington Sanguine'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Tarocco Rosso'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Tarocco Meli'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Tarocco Scire'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Tarocco Ippolito'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Rohde Red Valencia'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Cara Cara'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Moro'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sinensis</i> 'Arnold Blood'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. sphaerocarpa</i>	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
<b>Papeda</b>	<i>C. sudachi</i>	+/+	-/-	+/+	+/+	-/-	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> spp. 'Sankyul'	+/+	-/-	+/+	+/+	-/-	-/-	+/+
	<i>C. junos</i>	+/+	-/-	-/-	+/+	+/+	-/-	+/+
<b>Papeda hybrid</b>	<i>C. junos</i> 'Sibori'	+/+	-/-	-/-	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. junos</i> 'Yamane'	+/+	-/-	-/-	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. iyo</i> 'Miyachiyokan'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. iyo</i> 'Ootaniyokan'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Murcott'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid '56-423'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'S-1129'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Hinoyutaka'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Setoka'	-/-	-/-	-/-	-/-	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Ariake'	-/-	-/-	+/+	+/+	-/-	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Akemi'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Tsunokaori'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Amakusa'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Kiyomi'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Seihou'	-/-	-/-	+/+	+/+	-/-	-/-	+/+
<b>Tangor</b>	<i>Citrus</i> hybrid 'Harehime'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Harumi'	-/-	-/-	-/-	-/-	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Shiranuhi'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Wonkyoah-danbaiseong No.1'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Wonkyoah-danbaiseong No.3'	+/+	-/-	+/+	+/+	-/-	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Benibae'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Tamdolho'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Suneat'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Satonokaori'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Tamami'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Okitsu No. 46'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Okitsu No. 47'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Sunburst'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Southern Red'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Nova'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Lee'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Minneola'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Seminole'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Sweetspring'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Orlando'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
<b>Tangelo</b>	<i>Citrus</i> hybrid 'Southern Yellow'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>Citrus</i> hybrid 'Fallglo'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. natsudaïdai</i>	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. natsudaïdai</i> 'Whanggumhagyul'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. natsudaïdai</i> 'Sunholt'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. natsudaïdai</i> 'Shinamanatsu'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. natsudaïdai</i> 'Tachibana Orange'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
	<i>C. natsudaïdai</i> 'Kawanonatsudaïdai'	-/-	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+
<b>Trifoliolate orange</b>	<i>Poncirus trifoliata</i>	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+
	<i>P. trifoliata</i> 'Flying Dragon'	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+	+/+
<b>Trifoliolate hybrid</b>	Citrumelo 'Swingle'	+/+	-/-	+/+	+/+	+/+	-/-	+/+



**Fig. 3.** 탕자와 탕자 유래 품종 'Flying Dragon'에서 *Ctv* 유전좌위에 있는 7개 *R* 유전자들에 대한 완전한 크기의 유전자들의 PCR 증폭.

제주 재래귤은 저온 및 병(세균, 곰팡이)과 같은 환경 스트레스에 대해 저항성을 갖는 것으로 알려져 있다(Kim 1988; Kim 1991). 제주 재래귤이 CTV에 대한 저항성을 갖는지의 여부를 파악하기 위하여, 만다린과 비만다린 그룹으로 구분되는 12종의 재래귤에서 *Ctv* 유전좌위를 구성하는 7개 *R* 유전자의 조성을 결정하였다(Yi et al. 2018; **Table 2**). *R3* (CTV#8), *R4* (CTV#11), *R5* (CTV#17) 및 *R7* (CTV#21)을 포함한 4개의 *R* 유전자가 2개의 그룹에서 공통적으로 검출되었다. 다만, 비만다린 타입인 '유자'에서만 *R3* (CTV#8) 유전자가 검출되지 않았다. *R1* (CTV#4) 유전자는 만다린 타입 2개 중('청귤', '동정귤')과 비만다린 타입 3개 중('당유자', '지각', '유자')에서 검출되었다. '청귤', '동정귤', '당유자', '지각'은 *Ctv* 유전좌위에 있는 4개의 주요 *R* 유전자들 중에서 3개의 유전자를 보유하고 있었다(**Table 2**).

**Table 2.** 12개 제주 재래귤에서 *Ctv* 유전좌위를 구성하는 7개 *R* 유전자들의 조성. 각 자원에 대해 2회의 독립된 다중 PCR이 수행되었다. +, 검출; -, 미검출.

Type	Scientific name	Common name	<i>R1</i> (CTV#4)	<i>R2</i> (CTV#7)	<i>R3</i> (CTV#8)	<i>R4</i> (CTV#11)	<i>R5</i> (CTV#17)	<i>R6</i> (CTV#18)	<i>R7</i> (CTV#21)
Mandarin	<i>C. platymamma</i> Hort. ex TANAKA	'병귤'	-/-	-/-	+/*	+/*	+/*	-/-	+/*
	<i>C. sunki</i> Hort. ex TANAKA	'진귤'	-/-	-/-	+/*	+/*	+/*	-/-	+/*
	<i>C. nippokoreana</i> TANAKA	'청귤'	+/*	-/-	+/*	+/*	+/*	-/-	+/*
	<i>C. tangerina</i> Hort. ex TANAKA	'편귤'	-/-	-/-	+/*	+/*	+/*	-/-	+/*
	<i>C. leiocarpa</i> Hort. ex TANAKA	'빈귤'	-/-	-/-	+/*	+/*	+/*	-/-	+/*
	<i>C. erythrosa</i> Hort. ex TANAKA	'동정귤'	+/*	-/-	+/*	+/*	+/*	-/-	+/*
	<i>C. tachibana</i> TANAKA	'홍귤'	-/-	-/-	+/*	+/*	+/*	-/-	+/*
	<i>C. pseudogulgi</i> Hort. ex TANAKA	'사두감'	-/-	-/-	+/*	+/*	+/*	-/-	+/*
	<i>C. benikoji</i> Hort. ex TANAKA	'감자'	-/-	-/-	+/*	+/*	+/*	-/-	+/*
Non-mandarin	<i>C. grandis</i> OSBEK	'당유자'	+/*	-/-	+/*	+/*	+/*	-/-	+/*
	<i>C. aurantium</i> LINN	'지각'	+/*	-/-	+/*	+/*	+/*	-/-	+/*
	<i>C. junos</i> SIEB. ex TANAKA	'유자'	+/*	-/-	-/-	+/*	+/*	-/-	+/*

CTV는 세계 감귤 산업을 위협하는 가장 해로운 병원성 바이러스 중의 하나이다. CTV 저항성 형질은 탱자와 감귤 속에 속하는 매우 제한된 유전자원에서만 보고되었다(Yoshida 1985; Garnsey *et al.* 1987; Yoshida 1993; Mestre *et al.* 1997a). CTV의 중요성에도 불구하고, CTV 저항성과 밀접하게 연관된 강력하면서도 효율적인 분자마커는 아직까지 개발된 바 없다. 본 논문에서 우리는 *R* 유전자 세트를 특이적으로 검출할 수 있는 다중 PCR 세트를 개발하였으며, 감귤류 유전자원에서 CTV 저항성을 부여하는 *Ctv* 유전좌위에 있는 *R* 유전자 조성을 결정하기 위한 종합적인 분석을 수행하였다.

*Ctv* 유전좌위를 커버하는 BAC 클론들에 대한 완전한 염기서열을 분석한 결과, 이 유전좌위에는 CC-NBS-LRR 수용체를 암호화하는 7개의 *R* 유전자가 존재함이 밝혀졌으며, 이들 유전자들이 CTV 저항성에 관여할 것으로 강하게 예측되었다(Yang *et al.* 2003). 분자유전학 및 형질전환 방법을 통해 4개의 *R* 유전자(*RR4*)가 CTV 저항성에서 핵심적인 기능을 수행할 수 있음이 보고되었다(Rai 2006; USDA patent No. 7126044). 감귤류 유전자원에서 *Ctv* 유전좌위의 *R* 유전자 조성에 관한 종합적인 분석 결과, *Ctv* 유전좌위의 전체 *R* 유전자 세트는 탱자와 탱자 유래 품종에서만 검출되었다. 이러한 결과는 CTV 감염에 대한 탱자 그룹의 강한 저항성에 대한 분자기작을 뒷받침한다(Garnsey *et al.* 1987; Mestre *et al.* 1997a). *Ctv* 유전좌위의 *R* 유전자 조성에 대한 우리의 연구 결과는 이전에 보고된 바와 같이(USDA patent No. 7126044), CTV에 대한 저항성 경로에서 *R2* 유전자의 핵심적 역할을 뒷받침한다. *Ctv* 유전좌위의 7개 *R* 유전자들 중에서, *R6* (CTV#18) 유전자가 탱자와 탱자 유래 품종인 ‘Flying Dragon’에서만 검출되었다(**Table 1**과 **Fig. 2**). 이러한 결과는 *R6* 유전자도 CTV 저항성에서 필수적인 역할을 수행할 수 있음을 제시하여 준다. 그러나 아직까지 CTV 감염 과정에서 *R6* 유전자의 기능은 연구된 바가 없다. 한편, *R7* (CTV#21) 유전자는 본 연구에서 조사된 모든 유전자원에서 검출되었다(**Table 1**). 이러한 결과는 *R7* 유전자가 CTV에 대한 저항성 경로에 관여하지 않음을 강력하게 제시하여 준다. 시트루멜로인 ‘Swingle’ 품종은 브라질을 비롯한 여러 나라에서 감귤 대목으로 광범위하게 사용되고 있다(Mourão Filho *et al.* 2009). 그러나 CTV 저항성을 부여할 것으로 예측되는 2개의 핵심 *R* 유전자인 *R2*와 *R6* 유전자가 ‘Swingle’ 품종에서는 검출되지 않았다(**Table 1**과 **Fig. 2**). 이러한 결과는 대목용 품종인 ‘Swingle’이 탱자와 탱자 유래 ‘Flying Dragon’ 품종에 비해 CTV에 대해 훨씬 약한 저항성을 가질 수 있음을 제시하여 준다.

금감, 라임 및 레몬 그룹은 4개의 주요 *R* 유전자들 중에서 2개 유전자 이하만을 보유하고 있었다(**Table 1**). 특히, 레몬 그룹은 4개의 주요 *R* 유전자들 중에서 *R4* (CTV#11) 유전자만을 보유하고었는데, 이러한 결과는 레몬류가 CTV에 대해 감수성을 갖거나 가장 약한 저항성을 가질 수 있음을 제시한다. 푸멜로 그룹에 속하는 일부 문단[*C. maxima* (Burm.) Merrill] 품종이 CTV 감염에 대해 저항성을 갖는 것으로 알려져 있다(Yoshida 1985, 1993). *F. crassifolia*를 포함하여 금감 종들은 CTV에 저항성을 갖는 것으로 알려져 있다(Asins *et al.* 1999; Mestre *et al.* 1997a). *C. maxima*와 3개의 유래 품종인 ‘Mato Buntan’, ‘Reinking’과 Siamese Pink’는 3개

의 주요 유전자를 포함하여 7개의 *R* 유전자들 중에서 4~5개 유전자들을 보유하고 있다(**Table 1**). 금감의 경우, 2개의 주요 유전자들을 포함하여 4개의 *R* 유전자들이 검출되지 않았다(**Table 1**). CTV에 저항성을 부여하는 또 다른 단일 우성 유전자이며, *Ctv*와 독립적으로 유전되는 *Ctv2*가 ‘Chandler’ 푸멜로[*C. maxima* (Burm.) Merrill]에서 확인되었다(Fang and Roose 1999). 그러나 *C. maxima* ‘Chandler’는 *Ctv* 유전좌위의 핵심 *R* 유전자인 *R2* (CTV#7)와 *R3* (CTV#8)를 보유하지 않았다(**Table 1**). 본 연구에서 조사된 ‘Chandler’를 포함한 *C. maxima*의 5개 자원과 금감의 2개 자원이 CTV에 대해 일정 부분 저항성을 갖는다면, 그 저항성은 *Ctv2* 유전좌위에 기인할 수 있다.

유전적 침식(genetic erosion)은 감귤 육종에서도 중요한 위협 요인들 중의 하나이다. Ogwu 등(2014)은 현대 식물 육종을 위해 중요 육종 소재로써 재래자원을 보존하고 활용하는 것의 중요성을 강조하였다. 김(1988, 1991)은 대략 20~30종의 제주 재래귤이 고문헌에 기록되었다고 보고하였다. 그러나 이들 중 대부분이 멸종되었고, 12종만이 유전자원으로써 보존되고 있다. 제주 재래귤은 병저항성이 있는 것으로 알려져 있다(Kim 1988; Kim 1991). 12개의 재래귤 자원들 중에서 4개 자원(‘청귤’, ‘동정귤’, ‘당유자’, ‘지각’)이 *Ctv* 유전좌위의 4개 주요 *R* 유전자들 중에서 3개 유전자들을 보유하고 있다(**Table 2**). 이러한 결과들은 4개의 재래귤 자원이 CTV 감염에 대해 저항성을 가질 수 있음을 제시한다. 그러나 CTV 저항성은 탕자와 탕자 유래 품종인 ‘Flying Dragon’에 비해 훨씬 낮을 것이다.

결론적으로, 우리는 현재까지 알려진 2개의 *Ctv* 유전좌위 중에서 서열 정보가 알려진 *Ctv* 유전좌위를 구성하는 7개 *R* 유전자들을 특이적으로 증폭하는 다중 PCR 마커 세트를 개발하였다. 개발된 CTV 마커 세트를 사용하여 12개의 제주 재래귤 자원을 포함하여 전체 155개의 감귤류 유전자원에서 *Ctv* 유전좌위를 구성하는 7개 *R* 유전자들의 조성을 결정하였다. 7개 *R* 유전자들의 유전적 조성은 유전자원간에 다양하였다. 그러나 7개 *R* 유전자 전체는 탕자와 탕자 유래 품종인 ‘Flying Dragon’에서만 검출되었다. 본 연구에서 개발된 다중 PCR 마커 세트는 감귤 육종 프로그램에서 CTV에 대한 저항성 형질을 갖는 감귤 품종 혹은 대목 품종의 육종을 위한 매우 유용한 분자도구가 될 것이다.

#### ○ 궤양병 내병성 연관 분자마커의 개발

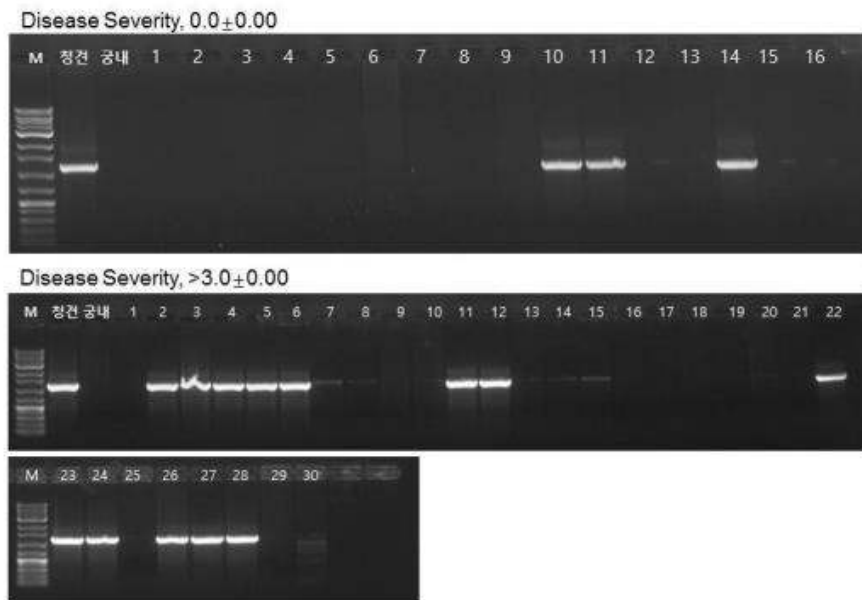
1 단계에서 청견(내병성) x 궁내이에감(이병성) 교배집단으로부터 궤양병 내병성 연관 분자 마커(SCAR)가 개발되었다. 1-3 세부프로젝트의 위탁과제(제주농업기술원)에서 감귤 유전자원에 대한 내병성/이병성 테스트가 수행되었다. 감귤 유전자원에 대한 내병성/이병성 테스트 결과를 바탕으로 궤양병 내병성 연관 SCAR를 일부 감귤 유전자원에 확대 적용하였다(**Table 3**).



**Table 3.** 감귤 궤양병 내병성 SCAR 마커의 확대 적용에 사용된 품종 목록.

내병성/이병성	No.	품종명	내병성/이병성	No.	품종명	내병성/이병성	No.	품종명
내병성 (disease severity, 0.0±0.00)	1	영과금감	이병성 (disease severity, >3.0±0.00)	1	그레이프 푸르트	이병성 (disease severity, >3.0±0.00)	17	위싱턴 네이블
	2	푸치마루		2	리스본 레몬		18	청가 네이블
	3	병감		3	알렌 레몬		19	산귤
	4	빈귤		4	기지국 온주		20	스타치
	5	인창귤		5	입화오렌지		21	대곡이예감
	6	중야3호 병감		6	조향		22	베니바에
	7	청귤		7	클레멘틴(이스라엘)		23	사토노가오리
	8	클레멘틴(뉴질랜드)		8	클레멘틴(프랑스)		24	서던레드
	9	마두문단		9	당유자		25	에히메28호
	10	스위트스프링		10	만백유		26	주건
	11	홍팔삭		11	감하귤		27	하레히메
	12	소유자		12	지각		28	S-1129
	13	재레유자		13	길전 네이블		29	리
	14	히노유타카		14	발렌시아 레이트		30	미네오라
	15	세토카		15	백유 네이블			
	16	세미놀		16	영목 네이블			

궤양병 내병성 연관 SCAR를 확대 적용한 결과, 궤양병 내병성 여부와 SCAR 사이에 뚜렷한 유연관계를 확인할 수 없었다(Fig. 4).



**Fig. 4.** 감귤 유전자원에 궤양병 내병성 연관 SCAR의 적용 결과.

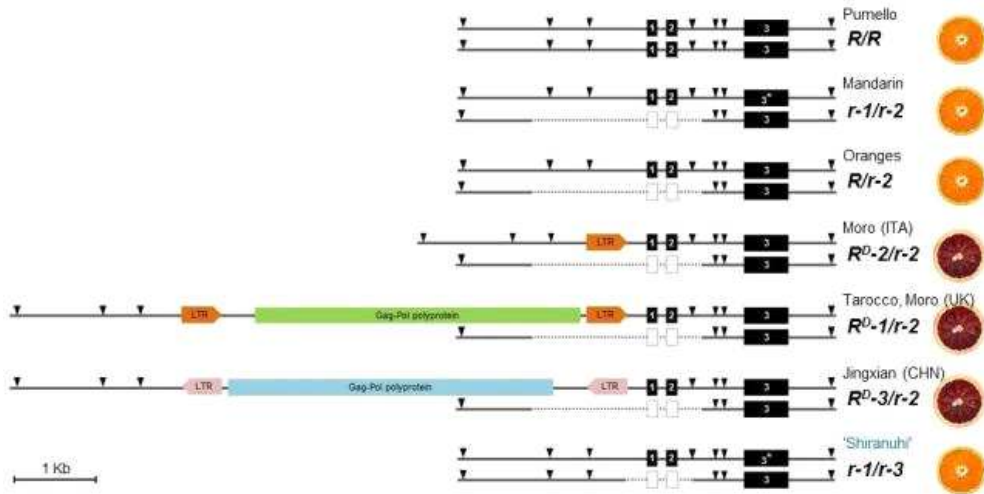
□ **과실 착색 연관 분자마커의 개발**

엽록소 이외에 감귤 열매의 과피 또는 과육에 색깔을 부여하는 주요 색소는 카로티노이드와 플라보노이드/안토시아닌이다. 감귤에서 카로티노이드 색소는 노란색, 오렌지색, 짙은 오렌지색, 분홍색을 부여하는데, 특히 라이코펜은 일부 자몽과 오렌지에서 선명한 분홍색을 부여한다. 안토시아닌은 적육 오렌지에서만 핏빛의 적색 과육을 만들어낸다(Chen et al. 2015; Ladaniya 2008).

### ○ 안토시아닌계 적육 형질 연관 분자마커의 개발

적육 오렌지는 고탐량의 안토시아닌으로 인해 항산화 활성이 매우 높다(Jayaprakasha and Patl, 2007). 적육 오렌지 주스의 섭취는 당뇨 환자에서 산화적 스트레스를 감소시키며(Bonia et al., 2002), 산화적 스트레스로부터 DNA를 보호하고(Riso et al., 2005), 심혈관 질환 위험 인자를 감소시킬 수 있고(de Pascual-Teresa et al., 2010), 비만세포 발달과 체중 증가를 제한함으로써 비만에 대한 저항성을 부여하는 것으로도 알려졌다(Titta et al., 2010). 적육 오렌지에서 과육의 충분한 착색에는 과일 성숙기 때의 일교차가 중요하며, 후숙시 저온 처리에 의해서도 착색을 유도할 수 있다(Butelli et al., 2012; Latado et al., 2008). 적육 오렌지에서 안토시아닌 생합성을 조절하며 Ruby 유전자로 명명된 MYB 전사조절인자의 프로모터 부위에 Copia-유사 레트로트랜스포존(retrotransposon)이 삽입되었음이 확인되었다. Ruby 유전자는 열매 특이적으로 발현되며, 저온 스트레스에 의한 레트로트랜스포존의 활성화에 의해 유전자 발현이 촉진됨으로써 안토시아닌 합성이 유도된다는 사실이 밝혀졌다(Butelli et al., 2012). 저자들은 문단, 만다린, 일반 오렌지, 적육 오렌지, 적육 오렌지와 만다린간의 F1 잡종을 재료로 서열 분석 및 분자생물학적 분석을 통해 6가지 대립유전자( $R$ ,  $r-1$ ,  $r-2$ ,  $R^D-1$ ,  $R^D-2$ ,  $R^D-3$ )가 존재함을 보여주었다.  $r-1$ 은 3번째 엑손에 종결코돈을 가져서 불활성의 Ruby 단백질을 암호화하며,  $r-2$ 는 첫번째, 두번째 엑손과 5' 상류지역에 결실(deletion)이 존재하는 불활성의 대립유전자이다.  $R^D$ 는 우성의 대립유전자이며, Ruby 유전자 상류에 레트로트랜스포존 또는 LTR (long terminal repeat)을 갖는다.  $R^D-1$ 과  $R^D-2$ 는 이탈리아 기원의 적육 오렌지가 가지는 대립유전자인데,  $R^D-2$ 는 하나의 LTR 만을 가지며, 클론 증식 과정에서 재조합에 의해 출현한 것으로 추정하였다.  $R^D-3$ 는 중국 기원의 변종에서 유래했으며, 레트로트랜스포존의 삽입 방향과 서열에 있어서 이탈리아 기원 품종들과 차이를 보인다. Ruby 유전 좌위에 존재하는 이들 대립유전자간의 조합 중에 우성인  $R^D$  대립유전자를 가질 경우, 적육 표현형이 나타남을 제시하였다(Butelli et al., 2012).

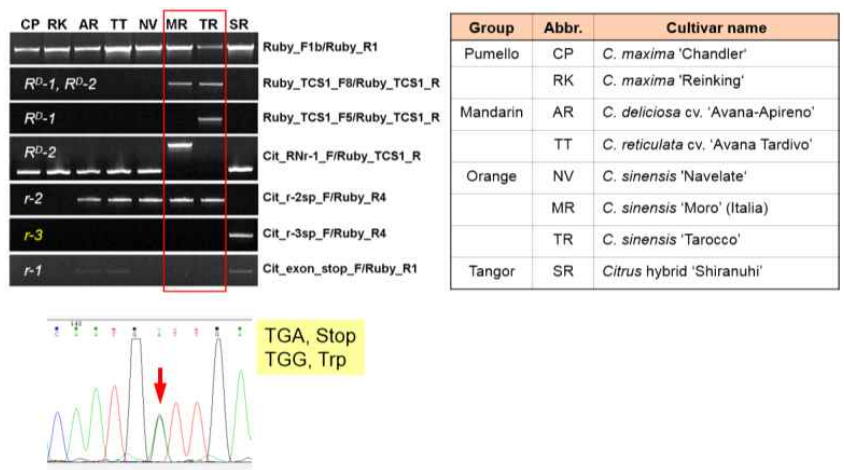
따라서 본 연구에서는 Butelli 등(2012)의 논문에 기재된 GenBank 서열 등을 참고로 Ruby 대립유전자들을 증폭하기 위한 분자표지들을 개발하였다. 감귤의 각 대표 품종별 Ruby 대립유전자 조합과 안토시아닌 유래 적육 형질 발현과의 관계는 Fig. 5와 같다. 각각의 Ruby 대립유전자를 증폭하기 위한 프라이머를 디자인하여 그 조합을 Table 4에 정리하였으며, 각각의 프라이머 조합을 이용한 PCR 증폭 결과는 Fig. 6과 같다.



**Fig. 5.** *Ruby* 대립유전자의 조합에 따른 안토시아닌 유래 적육 형질 발현의 모식도.  $R^D$ 는 우성의 대립유전자임.

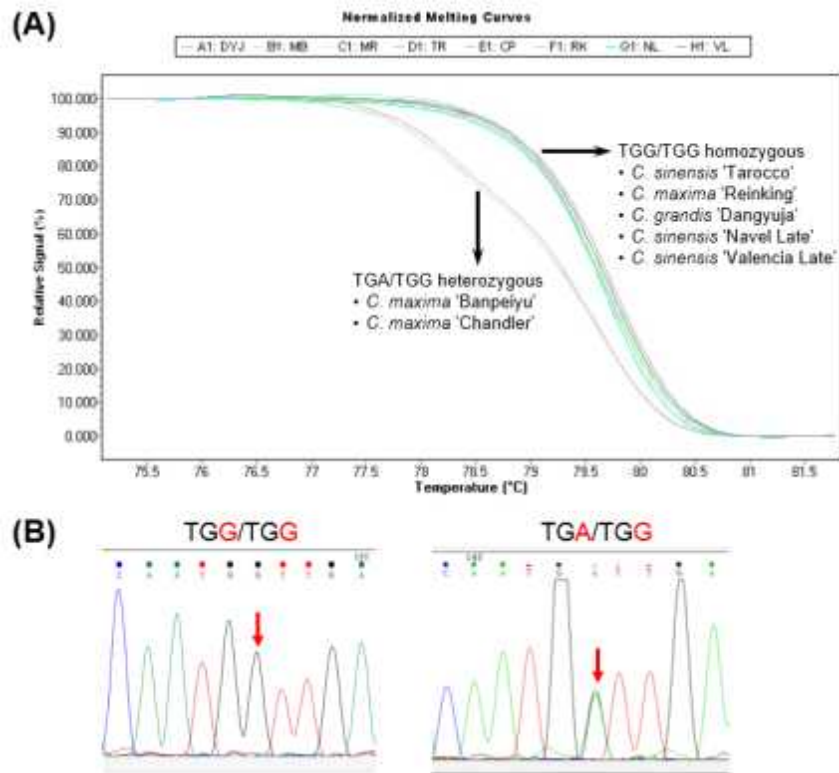
**Table 4.** 안토시아닌 유래 적육 형질 연관 *Ruby* 대립유전자 검출을 위한 프라이머의 조합.

정방향 프라이머	역방향 프라이머	증폭 크기(bp)	검출 가능 대립유전자	비고
Ruby_F1	Ruby_R1	1,709	$R$ , $r-1$ , $R^D-1$ , $R^D-2$	
Ruby_TCS1_F8	Ruby_TCS1_R	765	$R^D-1$ , $R^D-2$	
Ruby_TCS1_F5	Ruby_TCS1_R	986	$R^D-1$	
TCS1up_F10	TCS1up_R2	1,954	$R^D-1$	
TCS1up_F1	TCS1up_R2	1,390	$R^D-1$	
TCS1up_F10	Ruby_R4	876, 2,882*, 3,378*	876( $r-2$ ), 2,882( $R$ , $r-1$ ), 3,378( $R^D-2$ )	
Ruby_F3	Ruby_R1	522	$r-1$	Mixed base by sequencing
Cit_r-2sp_F	Ruby_R4	610	$r-2$	
Cit_RNr-1_F	TCS1_R	325, 821	325 ( $R$ , $r-1$ ), 821 ( $R^D-2$ )	
Cit_r-3sp_F	Ruby_R4	719	$r-3$	



**Fig. 6.** *Ruby* 대립유전자 특이적인 프라이머 세트를 이용한 PCR 증폭 결과. PCR에 사용된 각 품종의 상세 품종명은 오른쪽 표에 정리.  $r-1$  대립 유전자의 경우, 일반 sequencing에 의한 mixed peak 여부를 통해서도 확인 가능(왼쪽 하단).

Exon 3에 조기 종결 코돈을 갖는 *r-1* 대립유전자를 검출하기 위한 HRM 분석을 수행하였다. TGG homozygous인 ‘타로코’, ‘당유자’, ‘레인킹’, ‘네이블레이트’, ‘발렌시아레이트’ 품종과 TGA/TGG heterozygous인 ‘만백유’, ‘찬들러포멜로’ 품종에 대해 HRM 분석을 수행한 결과, 유전형 조합에 따라 melting curve가 나누어짐을 확인할 수 있었다(Fig. 7). 이러한 결과는 HRM 기법을 통해 *r-1* 대립유전자의 검출이 가능함을 제시하여 준다.



**Fig. 7.** Exon 3에 조기 종결 코돈을 갖는 *r-1* 대립유전자를 검출하기 위한 HRM 분석(A) 및 염기서열 결정 결과(B).

*Ruby* 대립유전자 특이적인 프라이머 세트를 이용한 PCR 증폭 과정에서 부지화(*Citrus* hybrid 'Shiranuhi')에서 현재까지 보고된 바가 없는 새로운 *r-3* 대립 유전자를 발굴하였다. *r-3* 대립 유전자는 *r-2* 대립 유전자와 같이 InDel에 의한 불활성화 유전자(nonfunctional gene)이나 InDel의 정도가 *r-2*에 비해 훨씬 짧다. '부지화'는 *r-1/r-3* 대립유전자 조합을 가짐으로 인해 적육 형질을 갖지 않는 것으로 판단된다(Fig. 5). '부지화'에서 검출된 *r-3* 대립유전자의 기원을 추적한 결과, 온주 계열인 '궁천조생'(*C. unshiu* 'Miyagawa Wase')에서 유래한 것으로 분석되었다(Fig. 8). 온주밀감은 원목에서 2개의 주요 계통인 재래계(Zairai)와 이목력계(Ikiriki)로 분화된 것으로 알려져 있다(Nishiura, 1968). *r-3* 대립유전자의 기원을 보다 면밀히 분석하기 위하여 재래계와 이목력계 품종들에 대해 PCR을 수행한 결과, *r-3* 대립유전자는 재래계와 이목력계에 공통적으로 분포하였다(Fig. 9A). 이러한 결과는 *r-3* 대립유전자가 원목에서 유래했음을 제시하여준다. 최근의 유전체학-기반 유전 분석에 의하면, 온주밀감은 푸멜로 유전체를 보다 많이 갖는 만다린과 푸멜로(*C. maxima*)의 교잡종임이 제시되었고(Shimizu et

al., 2016; Wu et al., 2018), 푸멜로는 시트론(*C. medica*), 만다린(*C. reticulata*), 파페다(*C. micrantha*)와 더불어 감귤류의 4개 기본종 중의 하나이다(Kalita et al., 2021). 만다린과 푸멜로 그룹에 속하는 감귤 품종들에 대한 PCR 결과, *r-3* 대립유전자는 품종 분화 과정에서 만다린 또는 푸멜로 유전체로부터 도입되었음을 보여주었다(Fig. 9B).

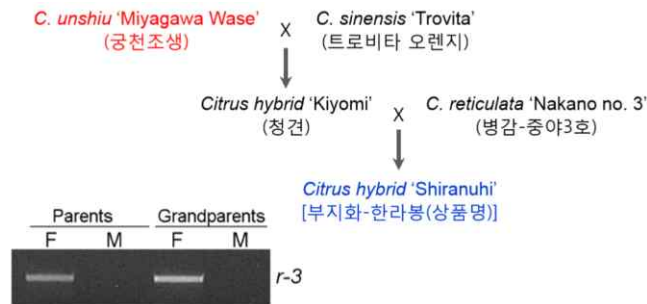


Fig. 8. '부지화'에서 검출된 새로운 *Ruby* 대립유전자인 *r-3*의 기원 분석.

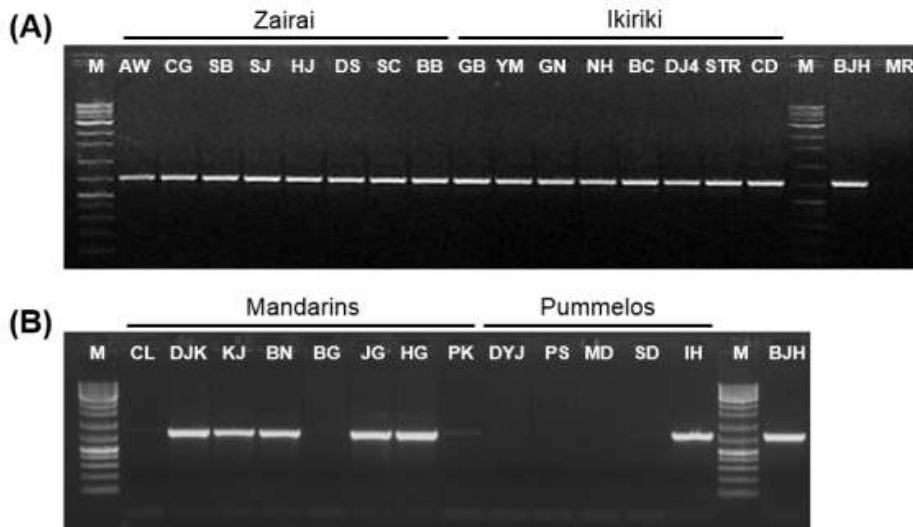


Fig. 9. 온주밀감 원목 유래 두 계통군인 재래계(Zairai)와 이목력계(Ikiriki)에서 *r-3*의 대립유전자의 분포(A). 만다린과 푸멜로에서 *r-3*의 대립유전자의 분포(B).

*Ruby* 대립유전자들의 기능 분석을 통해 분자마커로써의 활용 가능성을 검증하기 위한 실험을 수행하였다. 이를 위하여 3개의 대립유전자( $R$ ,  $R^D-2$ ,  $r-1$ )에 대해 프로모터 함유 genomic clone을 pCAMBIA1303 binary vector에 클로닝한 후 *Agrobacterium tumefaciens* GV3101에 도입하였다(Fig. 10). 우리는 단일 사본의 T-DNA 삽입을 가지며, 도입된 대립유전자가 안정적으로 발현되는 상동접합 형질전환체를 제작하였다. 정상 조건 하에서 자란 유식물과 성숙한 식물체는 야생형인 Col-0와 비교했을 때 표현형의 차이는 관찰할 수 없었다(Fig. 11). 다양한 작물에서 안토시아닌 색소의 축적은 저온에 의해 유도된다는 사실이 알려져 있다. 애기장대 형질전환체를 정상 조건에서 배양하였을 때 도입된 *Ruby* 대립유전자에 관계없이 하배축을 비롯한 식물체 전체적으로 안토시아닌 색소의 축적이 관찰되지 않았다. 그러나 발아 후 6일간 4°C

저온 조건에서 배양한 결과,  $R^D-2$  대립유전자가 도입된 형질전환체의 경우 하배측과 자엽에서 안토시아닌 색소의 축적이 현저하게 관찰되었으나  $R$ ,  $r-1$  대립유전자가 도입된 형질전환체의 경우 야생형과 동일하게 안토시아닌 색소의 축적이 관찰되지 않았다(Fig. 12). 애기장대 형질전환 유식물에서 *Ruby* 유전자의 발현을 real time PCR을 통해 분석한 결과,  $R^D-2$  대립유전자가 도입된 형질전환 유식물에서 저온처리 2일째 강하게 발현된 후 7일째 발현이 감소하는 것을 볼 수 있었다. 반면,  $R$ ,  $r-1$  대립유전자가 도입된 형질전환 유식물에서는 저온 처리에 의한 발현 변화가 미미하였다(Fig. 13). 안토시아닌 생합성에 관여하는 유전자는 대부분 클로닝 되었으며(Fig. 14). 애기장대의 안토시아닌 생합성 경로에 관여하는 유전자들에 대해 semi-quantitative RT-PCR을 이용하여 발현 분석을 수행한 결과, 다른 생합성 유전자들의 발현 변화는 볼 수 없었고(자료 미제시), flavanone 3-hydroxylase와 glutathione *S*-transferase를 암호화하는 *AtF3H*와 *AtTT19* 유전자의 발현이 7일간 저온 처리한  $R^D-2$  대립유전자가 도입된 형질전환 유식물에서 야생형이나 다른 형질전환 유식물( $R$ ,  $r-1$  대립유전자가 도입된 형질전환 유식물)에 비해 발현이 증가함을 볼 수 있었다(Fig. 14). 야생형과 애기장대 형질전환 유식물에서 안토시아닌 함량을 측정된 결과, 안토시아닌 함량은 7일간 저온 처리한 야생형 또는 형질전환 유식물에서 공통적으로 증가하였으나,  $R^D-2$  대립유전자가 도입된 형질전환 유식물에서 야생형이나 다른 형질전환 유식물들에 비해 현저히 증가하였다(Fig. 15). 안토시아닌(anthocyanidin)에 당이 붙어있는 형태가 안토시아닌인데, 자연계에 보편적으로 존재하는 안토시아닌으로 pelargonidin, cyanidin, peonidin, delphinidin, petunidin, malvinidin을 들 수 있다. 안토시아닌 중의 하나인 delphinidin 함량을 LC-MS 기법을 통해 분석하였다. delphinidin 함량은 7일간 저온 처리에 의해 공통적으로 증가하였으나,  $R^D-2$  대립유전자가 도입된 형질전환 유식물에서 야생형이나 다른 형질전환 유식물들에 비해 약 2배 이상 증가함을 볼 수 있었다(Table 5).  $R^D-2$  대립유전자 프로모터의 경우 LTR을 갖는 것 외에 다른 대립유전자 프로모터와 동일하게 제작되었다(Fig. 10). *Ruby* 유전자 발현 증가, 안토시아닌 생합성 유전자 발현 증가, 총안토시아닌 함량 증가, delphinidin 함량 증가는  $R^D-2$  대립유전자(native promoter 포함)가 도입된 형질전환체에서만 관찰되었다. 이러한 결과는 LTR에 cold-responsive *cis*-element가 존재할 수 있음을 제시한다. 상기 결과들에 의하면,  $R^D-2$  대립유전자의 발현이 저온에 의해 조절되고 안토시아닌 색소 생성에 직접적으로 관여하는 주요 조절자임을 입증하며, 이를 검출하기 위한 분자마커는 안토시아닌 유래 적육 감귤 품종 육성에 유용하게 활용할 수 있음을 강력하게 제시하여 준다.

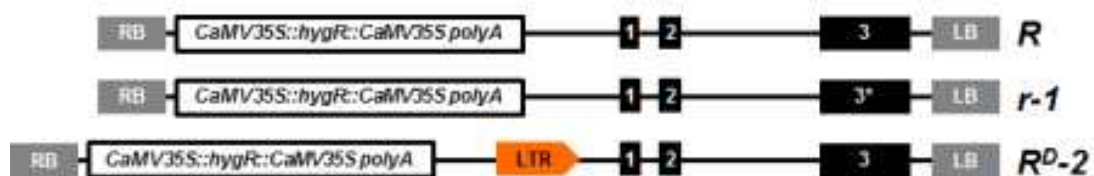
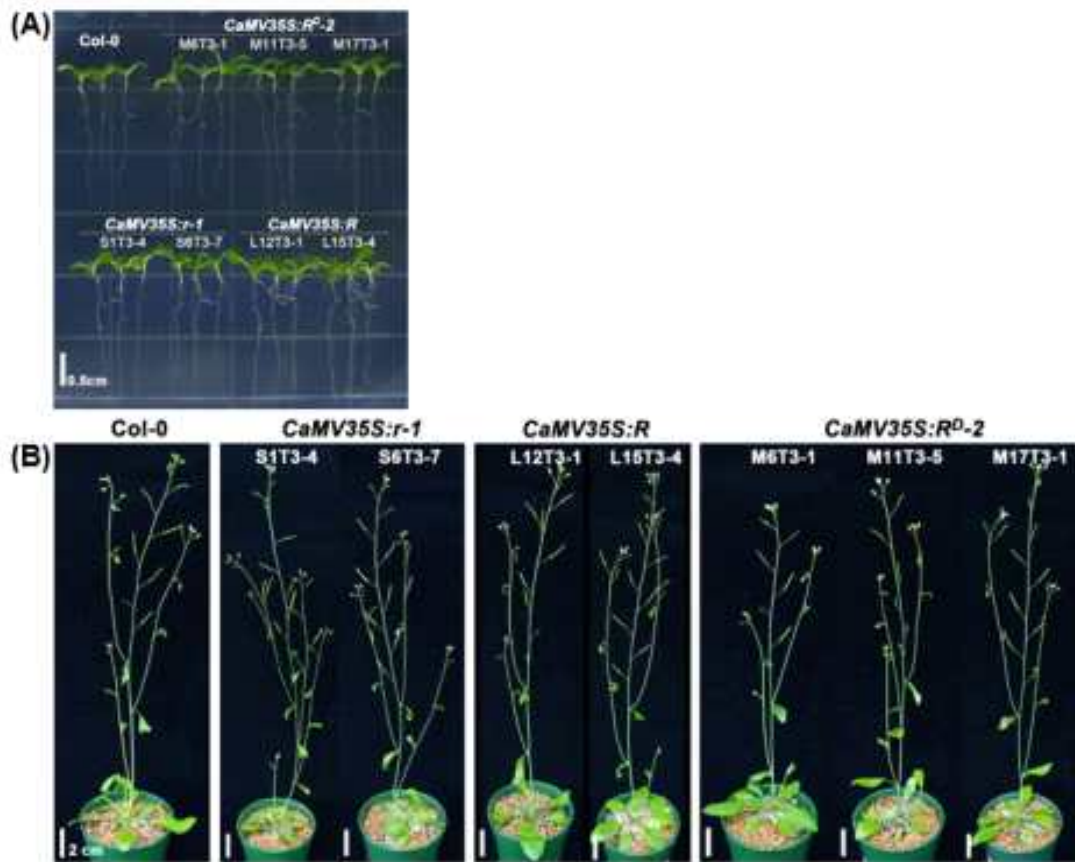
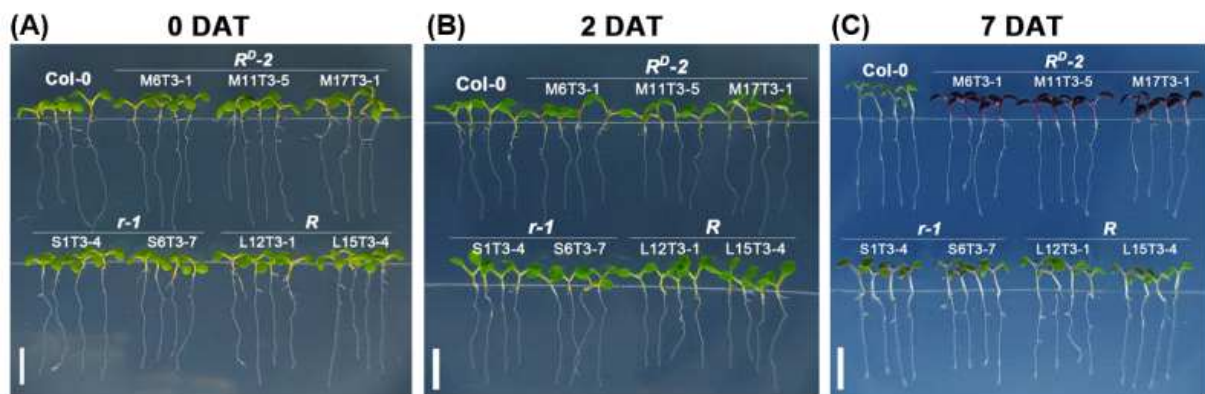


Fig. 10. 애기장대에서 *Ruby* 대립유전자들의 발현을 위해 제작된 binary vector의 모식도.





**Fig. 11.** *Ruby* 대립유전자를 발현하는 애기장대 형질전환체. (A) 정상 조건에서 7일간 배양한 유식물의 표현형. (B) 정상 조건에서 5주간 배양한 식물체의 표현형. Col-0, 애기장대 비형질전환체 야생형.



**Fig. 12.** *Ruby* 대립유전자를 발현하는 애기장대 형질전환체. (A) 발아 후 4일된 저온 처리 전 유식물. (B) 2일간 4°C 저온 조건에서 배양한 유식물. (C) 7일간 4°C 저온 조건에서 배양한 유식물. Col-0, 애기장대 비형질전환체 야생형.

## Ruby

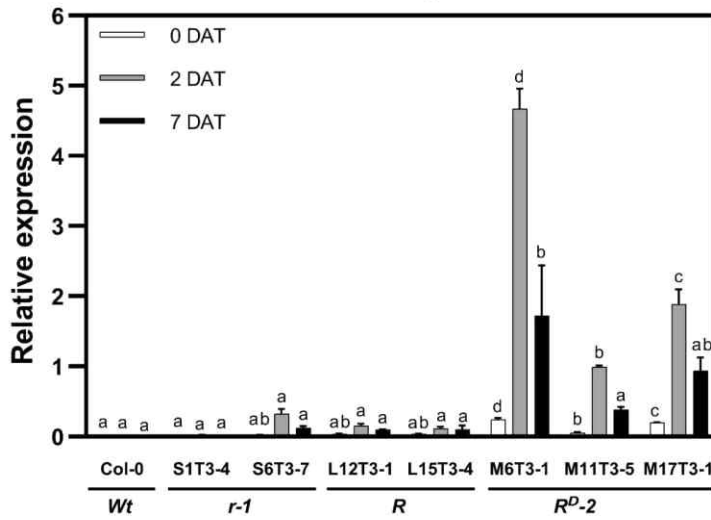


Fig. 13. qRT-PCR을 이용한 *Ruby* 유전자의 발현분석. 4일간 배양한 야생형(*Wt*) Col-0와 애기장대 형질전환 유식물에 2일 및 7일간 저온처리 한 후 RNA를 추출하고 발현 분석을 수행.

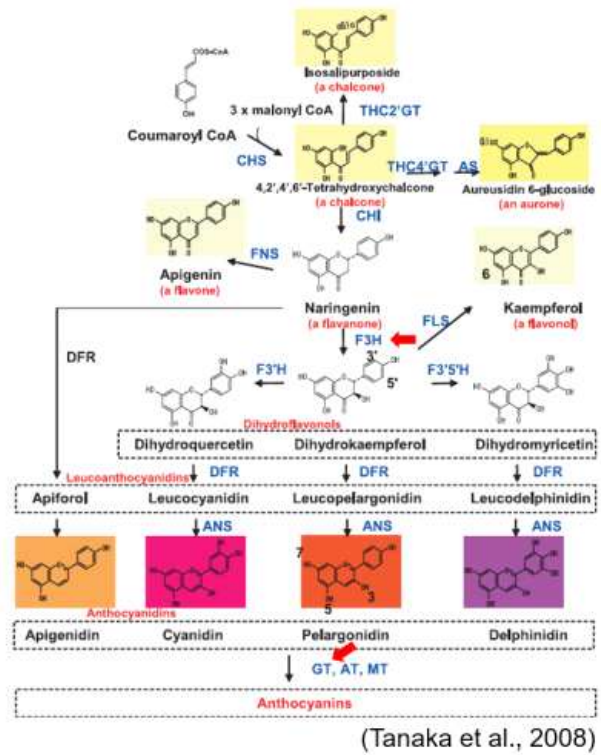
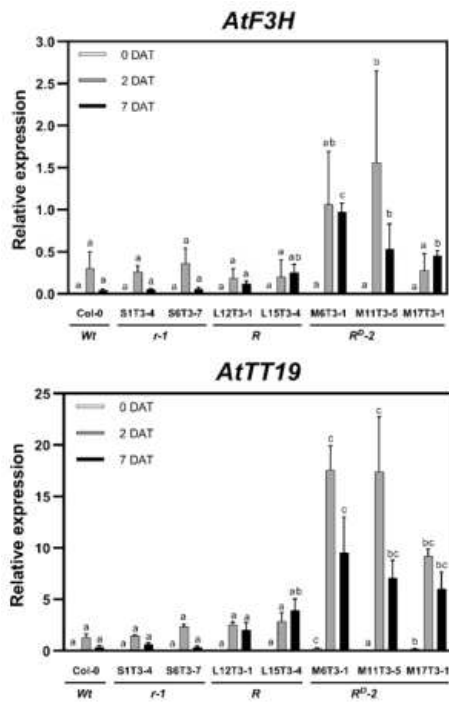
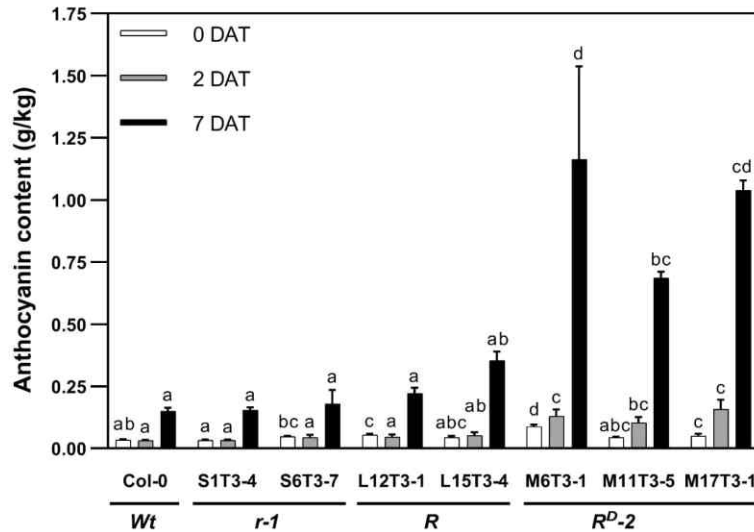


Fig. 14. qRT-PCR을 이용한 안토시아닌 생합성 유전자의 발현분석. 오른쪽은 플라보노이드/안토시아닌 생합성 경로 모식도를 나타냄. 4일간 배양한 야생형(*Wt*) Col-0와 애기장대 형질전환 유식물에 2일 및 7일간 저온처리 한 후 RNA를 추출하고 발현 분석을 수행.



**Fig. 15.** 애기장대 야생형과 형질전환 유식물에서 안토시아닌 함량 분석. 4일간 배양한 야생형 (*Wt*) Col-0와 애기장대 형질전환 유식물에 0일, 2일, 7일간 저온처리 한 후 안토시아닌 색소를 추출한 후 520 nm에서 흡광도를 측정하고, Iland 등(1996, 2000)의 방법에 따라 계산. DAT, days after treatment.

**Table 5.** 정상과 저온처리 조건에서 배양한 야생형과 형질전환체에서 delphinidin 함량 측정 결과.

Introduced allele	Plants	0 DAT ( $\mu\text{g/g}$ )	7 DAT ( $\mu\text{g/g}$ )
Non-transgenic plant	Col-0	7.76 $\pm$ 0.29 <sup>a</sup>	9.42 $\pm$ 1.16 <sup>a</sup>
<i>r-1</i>	S1T3-4	6.76 $\pm$ 0.96 <sup>a</sup>	8.00 $\pm$ 0.71 <sup>a</sup>
<i>R</i>	L12T3-1	6.61 $\pm$ 0.38 <sup>a</sup>	9.09 $\pm$ 0.34 <sup>a</sup>
<i>R<sup>D</sup>-2</i>	M6T3-1	9.99 $\pm$ 0.83 <sup>b</sup>	18.56 $\pm$ 0.91 <sup>b</sup>

*Ruby* 대립유전자 검출을 위한 분자표지를 안토시아닌과 카로티노이드 유래의 적육 감귤 품종들에 적용하였다. **Table 4**에서와 같이 *R<sup>D</sup>-1* 단독 또는 *R<sup>D</sup>-1/R<sup>D</sup>-2* 대립유전자를 검출할 수 분자마커를 적용한 결과, 안토시아닌 유래 적육 품종들에서는 *R<sup>D</sup>-1* 또는 *R<sup>D</sup>-2* 대립유전자가 검출되었으나, 카로티노이드 유래 적육 품종들에서는 검출되지 않았다(**Table 6**). 유전형 분석 결과, ‘모로’, ‘브림 타로코’, ‘블러드 샤무티’는 *R<sup>D</sup>-2* 대립유전자를 갖는 것으로 판단된다. 이러한 결과는 *Ruby* 대립유전자 검출을 위한 분자표지가 안토시아닌계 적육 형질 특이적임을 제시하여준다.

**Table 6.** 안토시아닌과 카로티노이드 유래의 적육 감귤 품종에 *Ruby* 대립유전자 검출 분자표지의 적용. Exon 3는 PCR positive control로 사용.

Pigment type	Citrus group	Species/cultivar name	Korean name	Detectable alleles		
				<i>R<sup>p</sup>-1</i>	<i>R<sup>p</sup>-1/R<sup>p</sup>-2</i>	Exon3
Anthocyanins	Sweet orange	<i>C. sinensis</i> 'Tarocco'	타로코	○	○	○
		<i>C. sinensis</i> 'Tarocco' (4n)	타로코 4배체	○	○	○
		<i>C. sinensis</i> 'Sanguina Double Fina blood orange'	상귀나 더블 피나	○	○	○
		<i>C. sinensis</i> 'Washington Sanguine'	워싱턴 상귤	○	○	○
		<i>C. sinensis</i> 'Moro'	모로	×	○	○
		<i>C. sinensis</i> 'Bream Tarocco'	브림 타로코	×	○	○
		<i>C. sinensis</i> 'Blood Shamouti'	블러드 샴우티	×	○	○
Carotenoids	Grapefruit	<i>C. paradisi</i> 'Burgundy'	버건디	×	×	○
		<i>C. paradisi</i> 'Rio Red'	리오레드	×	×	○
		<i>C. paradisi</i> 'Rde Blush'	레드 블러쉬	×	×	○
		<i>C. paradisi</i> 'Ray Ruby'	레이 루비	×	×	○
		<i>C. paradisi</i> 'Rubino VCR'	루비노 VCR	×	×	○
		<i>C. paradisi</i> 'Sianiz Pink'	시아니즈 핑크	×	×	○
	Pumello	<i>C. maxima</i> 'Rubydoux pumello hybrid'	루비독스 x 자몽	×	×	○
		<i>C. maxima</i> 'Thong Dee'	통디 문단	×	×	○
	Sweet orange	<i>C. sinensis</i> 'Cara Cara'	카라카라	×	×	○

#### ○ 카로티노이드계 적육 형질 연관 분자마커의 개발

Phytoene synthase (PSY)는 카로티노이드 생합성 경로 초기 단계에서 두 분자의 geranylgeranyl diphosphate (GGPP)를 기질로 C<sub>40</sub> 카로티노이드인 phytoene을 합성하는데 관여하는 효소이다. 오렌지색 과육을 갖는 스위트오렌지에는 두 개의 매우 유사한 *PSY* 유전자 (*CsPsy1a*, *CsPsy1b*)가 존재하는데, 과실 성숙 전 과정에 걸쳐 과피에서는 두 개의 유전자가 비슷한 수준으로 발현되나, 과육에서는 *Psy1a* 유전자가 훨씬 강하게 발현되었다. 대장균에서의 발현을 통해 효소 활성을 측정한 결과, *CsPsy1a*가 *CsPsy1b*에 비해 훨씬 효소 활성이 높다는 것이 확인되었다. 흰색 과육을 갖는 문단 'Gaophuang' 품종에서 *Psy1b* 유전자는 발현되나 *Psy1a* 유전자는 발현되지 않는다. 오렌지와 문단 사이의 카로티노이드 생합성 유전자 발현 분석 결과는 유전자 발현에서의 차이와 카로티노이드 축적에서의 차이 사이에는 밀접한 연관이 없음이 확인되었다. *Psy1a*과 *Psy1b* 염기서열을 비교한 결과, 3-bp 유형(AAT)의 SSR 반복 단위 개수에 차이를 보였는데, SSR 반복수에 대한 돌연변이체들을 대장균에서 발현시켜 활성을 측정한 결과, SSR 반복수와 효소 활성 사이에 밀접한 상관관계가 있음이 밝혀졌다(Zeng et al. 2013).

감귤 *PSY* 유전자에 있어서의 SSR 변이가 분자마커로 개발 가능한지의 여부를 파악하기 위하여 과육색이 오렌지 그룹과 달리 짙은 오렌지색을 띠지 않는 레몬류, 포멜로류와 적육계(안토시아닌계, 카로티노이드계)에 대해 *PSY* 유전자에 대한 SSR genotyping을 수행하였다 (Table 7). Genotyping 수행 결과, 분석에 사용된 모든 감귤 품종에서 해당 *PSY* 좌위는 heterozygote 상태로 존재하였으나 SSR 반복수에 있어서의 차이와 과육 형질 간에 뚜렷한 상관관계를 찾을 수 없었다(Genotyping 자료 미제시).

향후 카로티노이드계 적육 품종들에 대한 reference-guided re-sequencing 또는 genotyping-by-sequencing (GBS)을 통해서 카로티노이드계 적육 형질 연관 분자마커를 개발할 예정이다.

**Table 7.** *PSY* 유전자에 대한 SSR genotyping에 사용된 감귤류 품종.

Group	품종명	Group	품종명	
Lemon	엘렌레몬	Anthocyanins	베니글리아상귀노	
	후로스트유레카		블러드샤무디	
	라임		모로	
	레몬		로드레드	
Pumello	당유자		Carotenoids	스미스레드
	홍팔삭			타로코
	만백유			플레임
	문단			카라카라
	마두문단	레드블러쉬		
	팔삭	리오레드		
	사두감	사이니즈핑크		
	수유	루비노 VCR		

최근, 감귤 카로티노이드 생합성 조절에 관여하는 *CsMADS6* 유전자에 대해 조직별, 열매 발달 단계별 유전자 발현 분석이 이루어졌다(Lu et al., 2018. Plant Physiol. 176:2657). MADS-box 함유 전자조절자인 *CsMADS5/CsMADS6*가 카로티노이드 생합성 유전자들 (*LCYb1*, *PSY*, *PDS*, *CCD1* 등)의 프로모터에 결합하여 이들의 발현을 증가시키는 것으로 알려졌다. *CsMADS5/CsMADS6* 유전자를 토마토 그리고/또는 감귤에서 과발현시킨 결과, 카로티노이드 생합성에 관여하는 유전자들의 발현이 증가하였으며, 궁극적으로 카로티노이드 함량도 증가하였다(Lu et al., 2018. Plant Physiol. 176:2657; Lu et al., 2021. J. Exp. Bot. 72:3028). *CsMADS6*는 3가지 transcript variant가 존재하는데, 3가지 transcript variant의 발현분석을 위한 qRT-PCR 프라이머를 디자인하였다(**Table 8**). 제작된 3가지 프라이머 세트를 클레멘틴 (*C. clementina*)과 스위트오렌지(*C. sinensis* cv. 'Valencia Late')의 성숙기전 과육, 과피에서 추출한 RNA에 적용하여 *CsMADS6* 유전자의 발현 분석에 적용하였다. 그 결과, 스위트오렌지 과육 조직에서 *CsMADS6* 유전자의 발현이 클레멘틴에 비해 약 50% 정도 낮았다(**Fig. 16**). 현재 스타루비(*C. paradisi* 'Star Ruby')를 포함하여 과육내 카로티노이드 함량이 높은 다양한 감귤 품종들에서 *CsMADS6* 유전자의 발현 분석을 수행하고 있다. 향후 프로모터 및 coding sequence 영역 내에서의 변이를 탐색하여 분자마커로서의 활용 가능성을 분석할 예정이다.

**Table 8.** *CsMADS6*에 대한 3가지 transcript variant의 발현 분석을 위한 qRT-PCR 프라이머.

Primer name	Primer sequence (5' to 3')	Length	Tm(°C)	Amplicon (bp)
CsMADS6-X2F	CTTCTTCCAGGTGTAGCTCAAGCA	25	58.9	128
CsMADS6-XR-2	GTGTTCTCGATCCGCTTTATCT	22	58	
CsMADS6-XF	CAAGAACGGCAATCAGAAAGCATG	24	57.1	184
CsMADS6-X3R	GGTAGATGCAGCTATCCTGCAATTCAA	27	58.9	
CsMADS6-rtF1-2	GGTACAAGAAAGCATGTGCCG	21	60.1	120
CsMADS6-rtR1-2	CCCAGAATGTGCCTGTTCAA	21	59	



**Fig. 16.** 클레멘틴(*C. clementina*)과 스위트오렌지(*C. sinensis* cv. 'Valencia Late')의 성숙기전 과육, 과피에서 *CsMADS6* 유전자의 발현 분석.

#### □ 홍피 형질 연관 분자마커의 개발

과일(과피, 과육)의 색은 주로 2가지 주요 색소인 카로티노이드와 플라보노이드/안토시아닌에 의해 결정되는 것으로 알려져 있다. 모델식물인 애기장대에서는 2가지 주요 색소의 생합성과 조절에 관한 많은 분자·유전학적인 연구가 이루어져 왔으며, 생합성 및 조절에 관여하는 유전자들이 확인되었다(Lepiniec et al., 2006; Ruiz-Sola et al., 2012; Shi and Xie, 2014).

감귤에서 홍피 형질 연관 분자마커를 개발하기 위한 연구의 일환으로 애기장대 유전자 정보와 문헌 정보들을 활용하여 감귤의 카로티노이드 생합성 유전자 정보를 확보하였다(**Table 9**). 이들 유전자들에 대한 qRT-PCR 프라이머를 제작하였으며, melting curve를 통해 프라이머의 특이성을 확인하였다(자료 미제시). 확보된 qRT-PCR 프라이머를 이용하여 비홍피, 홍피 품종들의 과피 RNA에 대한 qRT-PCR을 수행함으로써 주요 조절 단계 유전자들을 파악하고, 그들 유전자들 및 프로모터 영역에서의 서열 변이를 탐색하고자 한다. 감귤에서의 플라보노이드/안토시아닌 생합성 경로 유전자 서열 정보는 현재 확보 중에 있으며, 서열 정보가 확보되는 대로 qRT-PCR 프라이머를 제작하고, melting curve를 통해 프라이머의 특이성을 확인할 예정이다.



**Table 9.** List of carotenoid biosynthesis pathway genes mined from two citrus reference genomes, *C. clementina* and *C. sinensis*. *Arabidopsis* genes were used as queries.

Biochemical function	Protein	Gene name	Phytozome ID (similarity)	
			<i>C. clementina</i>	<i>C. sinensis</i>
Phytoene synthase	PSY	<i>PSY1</i>	Ciclev10011750m (73.2%)	orange1.lg044623m (81.2%)
		<i>PSY2</i>	Ciclev10011751m (73.2%)	
		<i>PSY3</i>	Ciclev10011755m (73.2%)	
Phytoene desaturase	PDS	<i>PDS3</i>		orange1.lg009635m (88.2%)
				orange1.lg009678m (88%)
				orange1.lg009372m (88.2%)
				orange1.lg009198m (88.2%)
				orange1.lg010539m (84.3%)
ζ-Carotene desaturase	ZDS	<i>ZDS</i>	None	None
15-cis-zeta-carotene isomerase	Z-ISO	<i>ZIC1</i>	Ciclev10020648m (70.6%)	orange1.lg017272m (70.6%)
Carotenoid isomerase	CRTISO1	<i>CCR2/CRTISO</i>	Ciclev10011230m (75.1%)	orange1.lg005823m (75.3%)
				orange1.lg005832m (75.3%)
				orange1.lg006176m (74.3%)
	CRTISO2	<i>CRTISO2</i>	Ciclev10000689m (85.4%)	
Lycopene β-cyclase	LCYB	<i>LYC</i>	Ciclev10004730m (80%)	orange1.lg014377m (72.1%)
Lycopene ε-cyclase	LCYE	<i>LUT2</i>		orange1.lg011835m (76.9%)
Carotenoid β ring hydroxylase	BCH1	<i>BCH1/CHY1</i>	None	None
			Ciclev10005481m (73.9%)	orange1.lg021506m (73.9%)
	BCH2	<i>BCH2/CHY2</i>		orange1.lg020892m (73.9%)
			Ciclev10011312m (86.9%)	orange1.lg007441m (85%)
	CYP97A3	<i>LUT5</i>	Ciclev10011330m (84.9%)	orange1.lg007494m (85.4%)
				orange1.lg010420m (75.3%)
	CYP97B3	<i>CYP97B3</i>	Ciclev10011353m (80.5%)	None
	CYP97C1	<i>LUT1</i>	Ciclev10011420m (83.35)	orange1.lg009065m (83.3%)
				orange1.lg009087m (83.1%)
				orange1.lg008564m (83.3%)
			orange1.lg010410m (77%)	
			orange1.lg010879m (75%)	
Zeaxanthin epoxidase	ZEP	<i>ABAI/NPQ2</i>	Ciclev10025089m (80.5%)	orange1.lg006013m (80.5%)
			Ciclev10027323m (73.3%)	orange1.lg006025m (80.5%)
				orange1.lg005770m (80.5%)
				orange1.lg006440m (78.6%)
Violaxanthin de-epoxidase	VDE	<i>NPQ1</i>	Ciclev10019925m (64.5%)	orange1.lg011550m (65.8%)
Neoxanthin synthase	NSY	<i>ABA4</i>	Ciclev10012575m (70.9%)	orange1.lg025796m (70.9%)

□ 육종가 권리 보호를 위한 품종 구분 분자마커의 개발

감귤의 경우도 공공 연구기관(국립원예특작과학원, 제주도농업기술원), 민간 기업, 개인 육종가 등에 의해 새로운 품종들이 육성되고 있으나 육종가의 권리를 보호하기 위한 객관적이고 과학적인 기술 개발은 거의 이루어지고 않다. ‘씨니트’ 품종은 ‘부지화’ 아조변이에 의해 개인 육종가에 의해 선발되어 품종 등록이 이루어졌다. 현재 ‘씨니트’ 품종에 대한 보급이 이루어지고 있으나 분자표지를 활용한 품종 구분 기술은 개발되어 있지 않다. 본 연구에서는 ‘씨니트’ 품종과 ‘부지화’ 유래 품종들을 구분하기 위한 분자표지를 개발하고자 하였다. 이를 위하여 ‘씨니트’ 품종에 대해 Illumina HiSeq2500 플랫폼을 이용하여 12 Gbp의 정보량으로 whole

genome re-sequencing을 수행하였다. ‘부지화’ 품종의 경우 1단계에서 생성된 유전체 re-sequencing 정보를 활용하였다(**Table 10**). ‘씨니트’와 ‘부지화’에 대한 비교 유전체 분석을 통하여 서열변이 정보(SNP, SSR)를 대량으로 발굴하였다(**Table 11과 12**). 30개의 SSR 후보 마커와 14개의 SNP 후보마커에 대해 품종 구분 가능 여부를 탐색한 결과, ‘씨니트’와 ‘부지화’를 구분할 수 있는 분자마커를 발굴할 수 없었다.

**Table 10.** SolexaQA 소프트웨어 패키지를 이용한 raw data trimming 결과.

Sample	No. of reads	Avg. length (bp)	Total length (bp)	Trimmed /Raw (%)*	Genome coverage*
HB	26,731,090	90.35	2,415,173,964	79.53%	≈12.84X
(부지화)	26,731,090	86.04	2,300,011,398	75.74%	
7_2017_Suneat_I_	48,597,193	81.63	3,967,021,062	65.35%	≈21.64 X
7_2017_Suneat_II	48,597,193	81.86	3,978,243,960	65.53%	
2ea	150,656,566		12,660,450,384		

**Table 11.** 씨니트/부지화에 대한 비교유전체 분석으로부터 발굴된 다형성 SRR 후보 마커.

No. of SSR*	No. of Primer*	No. of Others*	No. of Polymorphic SSR*	No. of Recommended primer*
208,299	135,924	134,289	1,635	1,212

**Table 12.** 씨니트/부지화에 대한 비교유전체 분석으로부터 발굴된 다형성 SNP 후보 마커.

Sample	No. of Total SNP*	No. of SNP loci*	구분	Count
HB (부지화)	1,678,465	2,086,399	Homozygous polymorphic loci*	229
			Heterozygous polymorphic loci*	42,201
			Non-polymorphic loci*	658,424
7_2017_Suneat_I_ 7_2017_Suneat_II	1,891,613		Ambiguous loci*	1,241,223
			Unknown loci*	60,860
			Filtered loci*	83,462

‘탐나는 봉’의 경우, ‘부지화’ 유래의 주심배 품종이다. 주심배는 모체의 주심조직에서 발달하는 일종의 체세포 배로써 유전적 조성이 모체와 거의 유사한 것으로 알려져 있다. ‘탐나는 봉’과 ‘부지화’ 품종 구분을 위한 분자마커 개발을 위하여 ‘씨니트’의 경우와 동일한 전략을 수행하였으나 품종 구분이 가능한 SSR 또는 SNP 마커를 발굴할 수 없었다.

현재까지 국내에서 육성된 감귤 품종은 30여 개에 이르지만, 육종가 권리 보호, 묘목 품질 표준화 및 유통질서 확립을 위한 객관적이며 과학적인 기술은 개발된 바 없다. 다만, 최근 하례조생 품종 구분을 위한 SNP 분자표지가 감귤연구소와 (주)바이오메딕 생명과학연구소의 협력 연구를 통해 개발된 바 있다(**Table 13**).

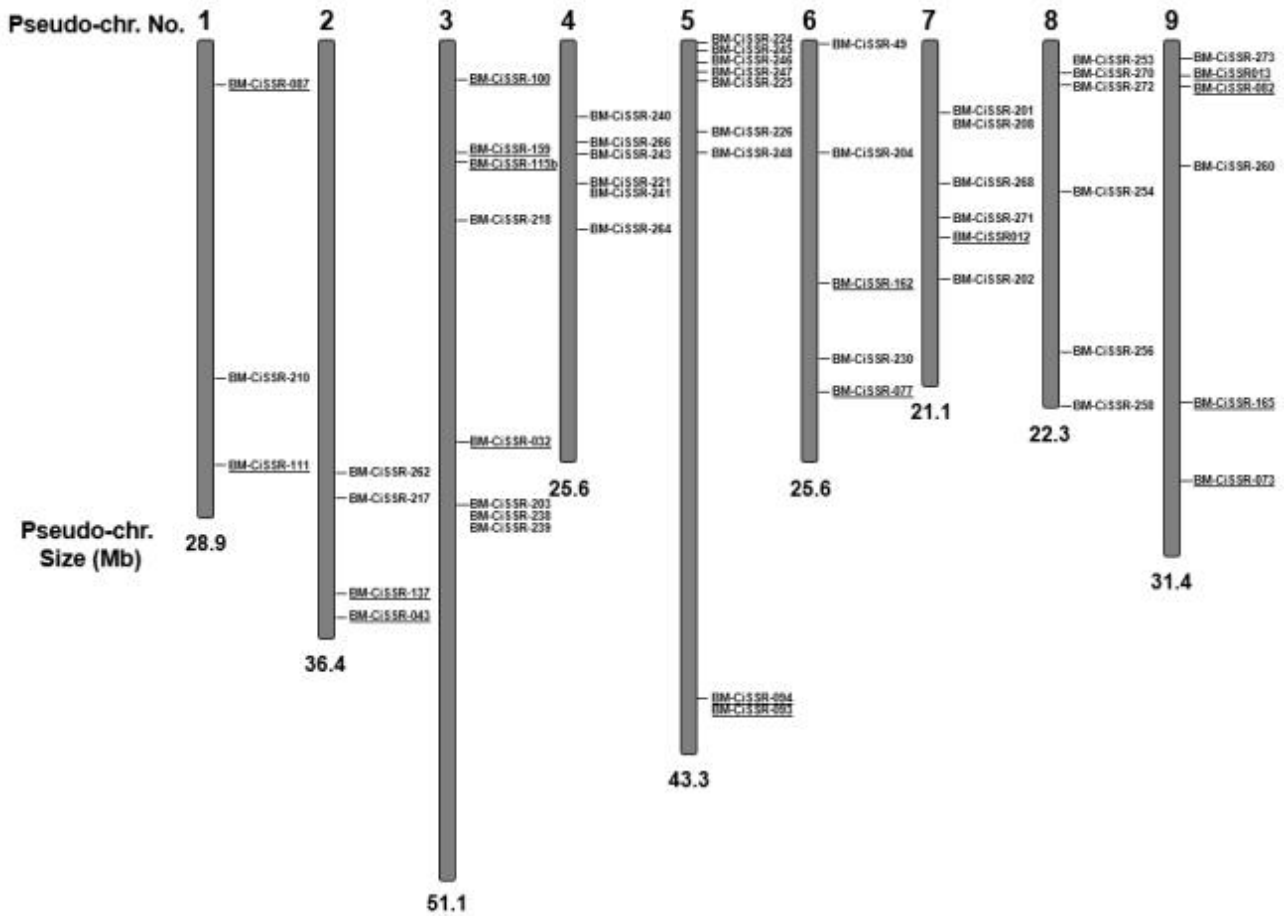
**Table 13.** 국내 육성 감귤 품종 목록.

No.	품종명	육성 경위	개발된 분자마커	개발자
1	하례조생	입간조생 주심배(입간조생x하갈)	SNP	감귤연구소
2	가온향	에히메28호 변이		함승종
3	가을향	에히메28호x감평		농업기술원
4	노을향	(청견(淸見)x오렌지, CRS0215)x오세올라		감귤연구소
5	레드산타	에히메 28호x병감		한농바이오
6	무봉	부지화 주심배(부지화x팔삭)		감귤연구소
7	미니향	기주밀감x병감		감귤연구소
8	사라향	세토카 주심배(세토카x하갈)		감귤연구소
9	삼다조생	입간조생 주심배(입간조생x하갈)		감귤연구소
10	상도조생	좌좌목온주 변이		농업기술원
11	새별봉	부지화 주심배(부지화x팔삭)		감귤연구소
12	선킹	남향x양콜		감귤연구소
13	설봉미	청견x세미늘		감귤연구소
14	신예감	청견x월킹		감귤연구소
15	씨니트	부지화 변이		현성익
16	윈터프린스	하레히메x태전병감		감귤연구소
17	인자조생	고림조생 변이		김용근
18	제라몬	리스본 레몬 주심배(프로스트 리스본 레몬x메이레몬)		감귤연구소
19	탐나는봉	부지화 주심배(부지화 배주배양)		감귤연구소
20	탐나조생	번전온주 주심배(번전온주x하갈)		감귤연구소
21	탐도1호	청견x병갈		감귤연구소
22	탐도3호	청견x썬버스트(or 세미늘)		감귤연구소
23	탐도리	청견xFortune 만다린		감귤연구소
24	탐빛1호	프린스 청견x병감		감귤연구소
25	풍광네블오렌지	와싱턴네블오렌지 주심배(와싱턴네블x병갈)		감귤연구소
26	하양조생	상야조생 주심배(상야조생x홍팔삭)		감귤연구소
27	미니몬	메이레몬 우발실생		감귤연구소
28	한라몬	메이레몬 우발실생		감귤연구소
29	제라진1호(JNM-1)	에히메28호x병감		(주)제농
30	제라진2호(JNM-2)	에히메28호x병감		(주)제농
31	제라진3호(JNM-3)	리x방임수분		(주)제농
32	제라진4호(JNM-4)	리x방임수분		(주)제농

Golden seed 프로젝트 1단계를 통해 본 연구팀에 의해 17개의 다형성 SSR 분자표지가 개발되었다(Table 14; No. 1 ~ No. 17). 17개의 SSR 분자표지를 101개 감귤 유전자원에 적용하여 allele size 데이터베이스를 구축하고, 대립유전자 공유 정도에 기반한 계통수를 작성한 결과, 일부 감귤 품종을 구분할 수 없음을 확인하였다(Woo et al., 2019). 이를 보완하기 위하여 스위트오렌지(*C. sinensis*)에서 발굴된 genome-wide SSR 분자표지 정보를 기반으로(Biswas et al., 2014) 주요 감귤 그룹(레몬, 만다린, 탄젤로, 스위트오렌지, 파파다, 탄골)에 속하는 11개 감귤 품종 간에 다형성을 보이는 36개의 SSR 분자표지를 추가로 개발하였다(Table 14). 기존에 개발된 17개의 분자표지를 포함하여 총 53개의 SSR 분자표지에 대해 9개 pseudo-chromosome 상에서의 물리적 위치를 결정하였다(Fig. 17).

Table 14. 53개 다형성 SSR 분자표지 정보. Ta=annealing temperature.

No.	Marker name	Primer sequence (5' to 3')		Repeat motif	Ta (°C)	Size range (bp)
		Forward	Reverse			
1	BM-CiSSR-012	GGGCTCAGTTCTTCTACTC	GCATTAGGCTTCTCTCATACC	(TTA)15	58	283-308
2	BM-CiSSR-013	GGTGGCATAACATACATACATA	GCAACATCTGGAAGTACTCA	(TA)6	58	127-135
3	BM-CiSSR-032	GCCTGAGTTTCTTTGTTATG	CATTCATCGTCTCCTATTGT	(TATG)4	58	136-172
4	BM-CiSSR-043	ATTAGTGC GGTAAGATGAA	AAGGATTTGGTGTAGGAAGTAA	(AAAAT)3	58	286-327
5	BM-CiSSR-073	CGGACAAGGAGATGAAGATAG	TTCTAACAGCACCAAGCAG	(GA)16	58	319-345
6	BM-CiSSR-077	TGTATTTATTTCTGACTACGACC	ATGCGTTTGGTGTGTGTT	(AT)12	58	188-207
7	BM-CiSSR-082	ACCTGAGCCCTTTTGGTTT	GCCAGATCAAGGCTCAAATC	(TC)13	58	150-155
8	BM-CiSSR-087	CAGATCCTATTGCAGAGGCA	GCCATTGTATTGCCATT	(CAG)6	58	183-189
9	BM-CiSSR-093	CCCCCTTCTTTTCACACAA	GGTGAGCAGCCATCTTCTTC	(TA)6	58	152-156
10	BM-CiSSR-094	GAATTTGGGAGGACGAACTGA	CGAGCCCTAGACAGAGATGG	(AGA)7	58	268-277
11	BM-CiSSR-100	GTTTTTCAGCTGGATTTCGAGG	CAGTGTCTCTCGGAACTT	(GCC)5	58	197-206
12	BM-CiSSR-111	CCGATACAGCACAAAGCAAA	TGGAAGAGAGAAGCCAAGC	(AAT)7N15(AGC)7	58	134-143
13	BM-CiSSR-115b	CGGTGTGTATTGGGTACAG	GCTTTTTCGAAAAGCGTCAAG	(TA)17	58	231-250
14	BM-CiSSR-137	GCAACGTGTAAGGCTG	GCTCGTATCTGAAGCTGC	(TAT)7	53	301-327
15	BM-CiSSR-159	ATGACCTCAAACGGTGAGCA	CTTCCACATCCGAACCGACA	(GAG)5	53	382-404
16	BM-CiSSR-162	GCTAGGGTTCCAGACTTCCAG	GATTTGGCCGATCGAAAAGCC	(AAT)10(CAT)6	53	185-236
17	BM-CiSSR-165	AGCAACTTAAGGCTTCCAGCA	TTCTCTGCTCTGCTGTGCAT	(AAT)6	53	393-416
18	BM-CiSSR-201	CAACAGTACCTGATGGTCCG	TTCTGAAATCCAGTCCCCTC	(AAAAGA)6	55	259-270
19	BM-CiSSR-202	CCCTCTCAAGAACTGAGCC	CACCAGCTGTTGCTGTTTT	(AAAT)5	55	281-293
20	BM-CiSSR-203	ACAACGCACCAAGTCAATGT	GTTGCGTATCCATTTTGTG	(AGCC)5	55	241-257
21	BM-CiSSR-204	CCATGACCCACTTCCCTAC	ATTGGGTAGGTTGAAATCG	(ACCCG)4	55	326-365
22	BM-CiSSR-208	GGATGCTTGGCTGATTTAT	ATTGTACCCGAAGCACCATA	(TAA)7	55	340-352
23	BM-CiSSR-210	GCCAGGATTGAAGGGTTTTA	TGTGAACAAGGGCAACAGAT	(TTTAT)4	55	333-366
24	BM-CiSSR-217	ATAATGGAAGCGTCGGATT	GCCTAACGGCCAGAGTTTAC	(CAG)10	55	313-327
25	BM-CiSSR-218	TATGTCTACTGGTCGCAGGC	GTTGTCCCCTTGATACCACC	(GGGAT)4	55	236-444
26	BM-CiSSR-221	GGTCCTTTGGAGAAGGTTGA	CATGACCAAATGTCGGGTTA	(TAAT)5	55	319-332
27	BM-CiSSR-224	AACCCTTGTCAGTGATCC	TCTTCTCAGTTGGTGCCTG	(CAC)7	55	294-304
28	BM-CiSSR-225	GTAAGGGTTGTGAGGCAAT	CAACAGGTTTCGACCATGAC	(GCT)8	55	322-353
29	BM-CiSSR-226	ATTAAGGCTGAAAATGCCAC	ATTCTGCTGACGCTTCAATG	(ATT)9	55	389-401
30	BM-CiSSR-230	TCCATCAGCCATCCATCTA	ATCTGAACCCTCCAATCCTG	(TTC)9	55	276-302
31	BM-CiSSR-238	ACTATGCGGCTCGAACTTTT	TCACCTTCAACCCGAACAT	(CTT)11	55	269-277
32	BM-CiSSR-239	ACATGCCATAGGAAGCAACA	CACCTTCTCATCAATCACGG	(AAG)7	55	395-408
33	BM-CiSSR-240	GCTGTGCTGCTAGTTTGTG	AAAGATGGCAATGGGTTAGG	(TCA)7	55	429-432
34	BM-CiSSR-241	GGTCCTTTGGAGAAGGTTGA	CATGACCAAATGTCGGGTTA	(TAAT)5	55	296-301
35	BM-CiSSR-243	CCATCCCTGTAAATCCACC	ATTGGTCTGTTCTTTCCTG	(AAAAT)4	55	319-323
36	BM-CiSSR-245	TTTCCCAGGAGCTTACCAAG	TGCGTCCATGGTCAAGTATT	(AAC)6	55	338-347
37	BM-CiSSR-246	CCCTAGGAAAATTTGGGAAT	GCACTCGAGATTCTCGTTAAG	(CAT)11	55	310-375
38	BM-CiSSR-247	ATCTGTGTTTGGTGCATGT	GGAAGATTACCGGACTTGA	(GAA)6	55	409-427
39	BM-CiSSR-248	GCTCGGTTCTTGCATACTGA	GTCTGCAAACCTGTTGATG	(TGA)6	55	316-327
40	BM-CiSSR-249	ATGGGCAAGAACAGGAAATC	CCATAGGATTTGCATGAGGA	(GGA)6	55	321-331
41	BM-CiSSR-253	AATTTCTGCTCCAACCAG	TCCAACAACCTGAACACGGT	(TAA)14	55	319-355
42	BM-CiSSR-254	TAAAATCCCTCGGAAACAGG	CTTTGCATGTTCAACGTTCC	(ATC)6	55	234-313
43	BM-CiSSR-256	CTCTGAACTGACACCGA	TTTTCTCCACCTTTCAACC	(GAT)7	55	290-322
44	BM-CiSSR-258	GGTAAGCACCTGCAAACCTGA	ATTATGCAATTCCTCCTGGC	(TATG)6	55	350-374
45	BM-CiSSR-260	TCATCTGAACGGACCACAAT	TAAGTCACTTGGCTTCCCTG	(TTC)6	55	381-384
46	BM-CiSSR-262	CAGTTTCATCCACTGATGC	ACCAAGCGTCTTAACAACA	(ATT)6	55	181-205
47	BM-CiSSR-264	AGGGGTGCTGAGCATAAAAT	ATACCCCGTCGTGGAATTAG	(TAA)9	55	415-442
48	BM-CiSSR-266	CGTAGCCAAAACCTCCAAAT	CCGAAGATGGAGGAACTAA	(GAA)8	55	293-342
49	BM-CiSSR-268	TCTGTGGCTCACTTCACTCC	GAAGACGACAGATGCTGGAA	(TCAC)7	55	355-365
50	BM-CiSSR-270	TGCTGTAAGTGACGTGCAAA	GGGACGAGCATCTTCTTTA	(TATG)5	55	342-347
51	BM-CiSSR-271	CCCCAAAATGCTGAGTAGT	AAAGGGAGAGATTGGCTGA	(TATG)13	55	382-422
52	BM-CiSSR-272	ATAGTCCCCACAATGAAAA	GGGCATAAATGAATTGGGTC	(GAA)8	55	405-419
53	BM-CiSSR-273	GCATCATACGTTCAAGCCAC	TCTTGTGCTCTCCTGTGACC	(CAT)12	55	298-336



**Fig. 17.** 53개 다형성 SSR 분자표지의 9개 pseudo-chromosome 상에서의 물리적 위치. 밑줄 표시가 없는 분자표지는 1단계에서 개발된 17개의 SSR 분자표지이며, 밑줄 표시한 분자표지는 새로 개발한 36개의 SSR 분자표지.

개발된 53개의 다형성 SSR 분자표지를 국내 육성 감귤 품종에 적용하여 계통수를 작성한 결과, 거의 모든 품종을 구분할 수 있음을 확인하였다. 그러나 ‘부지화’와 그 유래의 품종인 ‘탐나는봉’, ‘새별봉’, ‘씨니트’는 53개의 SSR 유전좌위에서 모든 동일한 대립유전자 크기를 가짐으로 인해 서로간의 품종 구분이 불가능하였다(**Fig. 18**). 이러한 결과는 이들 품종들이 ‘부지화’의 주심배 유래 품종(‘탐나는봉’, ‘새별봉’) 또는 아조변이 품종(‘씨니트’) 임에 기인하는 것으로 판단된다. 감귤은 고도의 이형접합성(heterozygosity)을 가지며, 아조변이 또는 주심배 품종은 모본과 유전적으로 거의 동일할(near isogenic) 것으로 예측된다. 따라서 whole genome-seq을 통한 SSR 변이 탐색은 감귤의 이형접합성(heterozygosity)으로 인해 상당히 어려울 것으로 판단된다. 아조변이 또는 주심배 품종과 모본간의 품종 구분을 분자마커(SSR 또는 SNP)를 개발하기 위하여 과실의 표현형에서 차이가 나는 ‘부지화’와 ‘씨니트’의 성숙기 과실에 대해 RNA-seq을 수행하였으며, 현재 두 품종 간의 다형성 분자표지(SNPs, SSRs, In/Dels) 후보 마커를 *in silico* 분석을 통해 발굴하였으며, 현재 검정 연구를 수행하고 있다.

분석의 효율성과 분석 비용 절감을 위해 GenAIEx 프로그램을 이용하여 코어 SSR 마커(Core marker)를 선발하였다. 그 결과, 6개의 코어 마커(BM-CiSSR-012, BM-CiSSR-013,

BM-CiSSR-159, BM-CiSSR-162, BM-CiSSR-230, BM-CiSSR-238)로 Table 11에 제시된 국내 육성 감귤 품종을 구분할 수 있음을 확인하였다(Fig. 19).

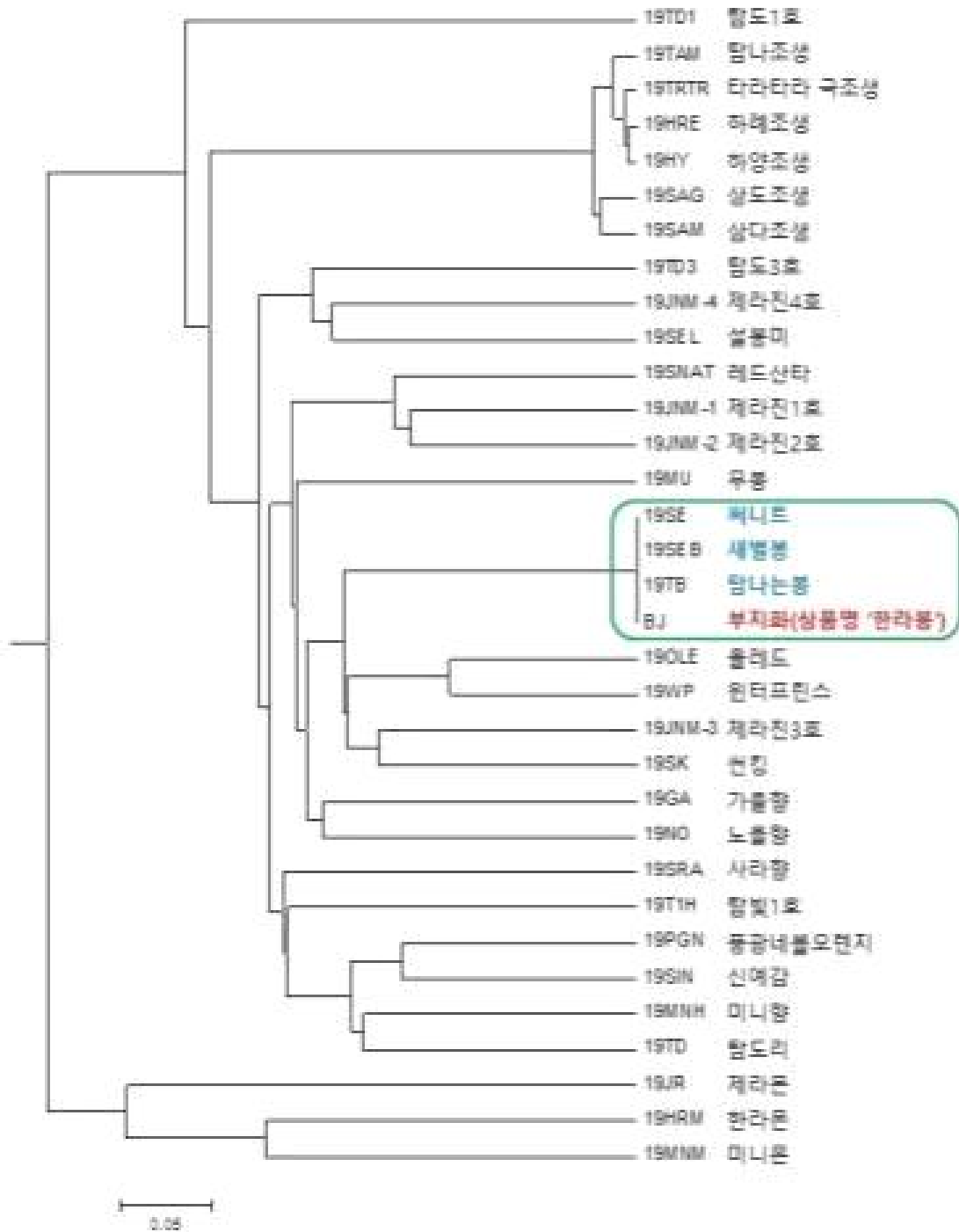


Fig. 18. 국내 육성 감귤 품종들에 대해 50개 다형성 SSR 분자표지를 이용하여 작성된 dendrogram.



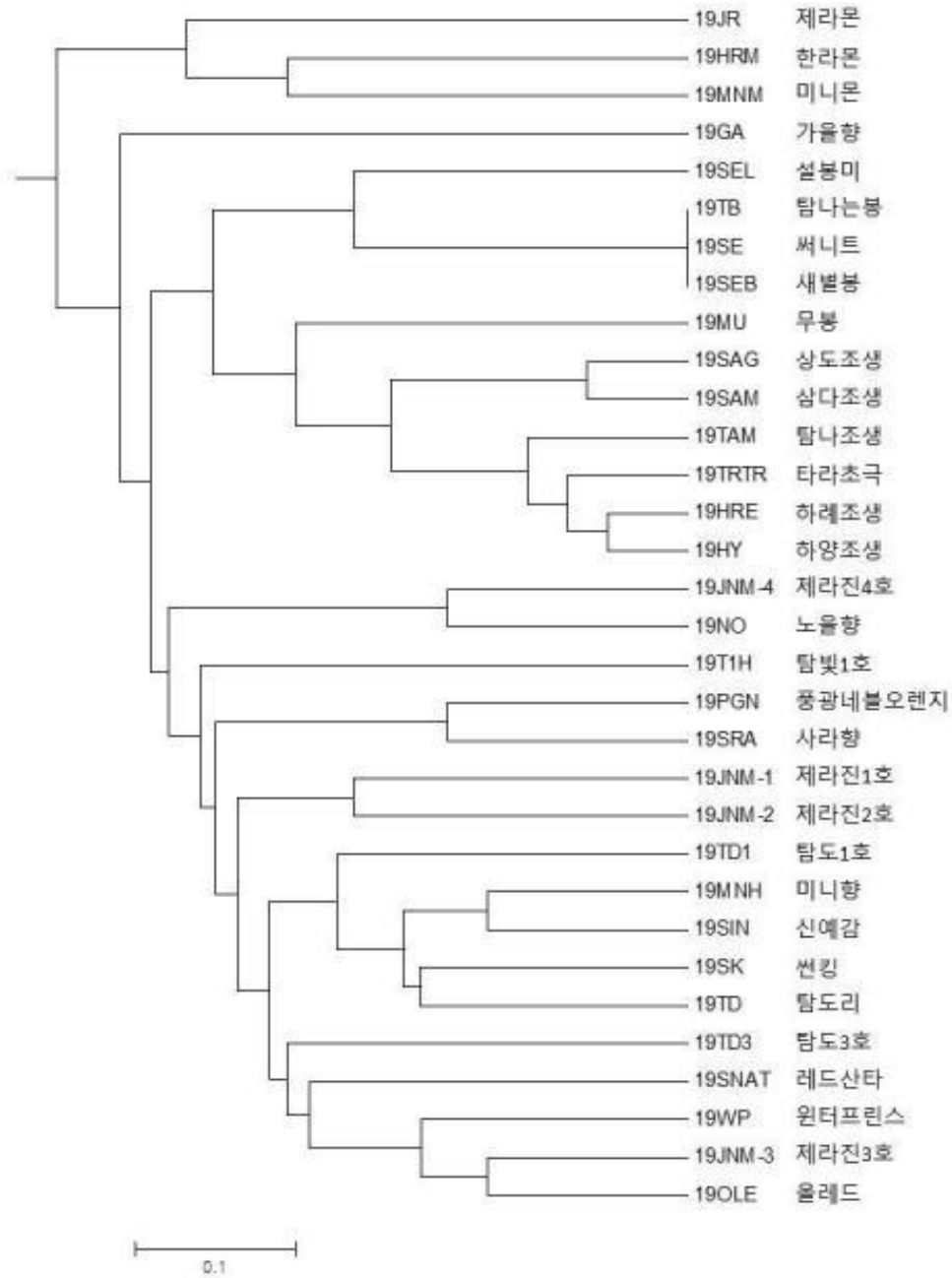


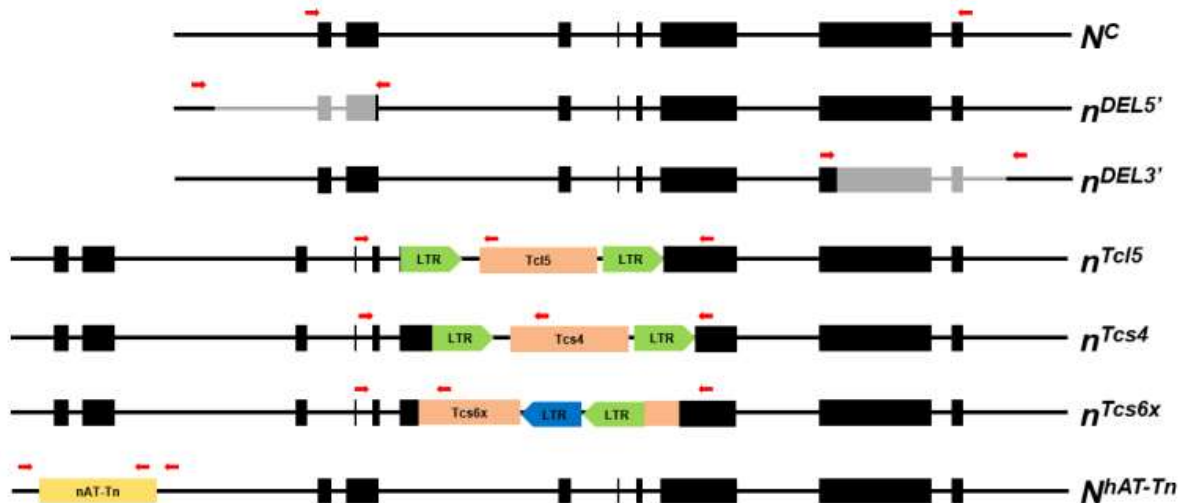
Fig. 19. 국내 육성 감귤 품종들에 대해 6개 코어 SSR 마커를 이용하여 작성된 dendrogram.

#### □ 산도(acidity) 관련 분자마커의 개발

감귤은 단맛과 신맛이 적절한 균형을 이룰 때 소비자의 구매 욕구와 상품성이 높으며, 특히 과도한 신맛과 산도(acidity)는 과육의 단맛을 파괴함과 동시에 인체에 유해할 수 있다(Klee, 2010, *New Phytol.* 187:44-56; Li et al., 2019, *Int J Mol Sci.* 20:6194). 현재까지 감귤 품질 향상을 위해 다양한 전통 육종법이 수행되었고, 맛을 결정하는 인자를 찾기 위한 생화학, 유전학적 연구들이 진행되었다(Talon & Gmitter, 2008, *Int. J. Plant Genom.* 2008:17; Klee, 2010; Li

et al., 2019). 그 결과, 감귤 과육의 신맛은 주로 미토콘드리아의 TCA회로에서 만들어져 액포에 축적되는 시트르산과 말산에서 기인하며, 특히 시트르산과 당분의 비율에 따라 과일의 품질과 성숙도가 결정되는 것으로 알려졌다(Etienne et al., 2013, J. Exp. Bot. 64:1451-1469). 한편, 최근 어린잎과 꽃에서 안토시아닌 색소가 결핍된 감귤의 종자에서 proanthocyanidins (PA) 생합성에 문제가 있으며, 특히 이들 과육의 산도가 극히 저하되어 있음이 밝혀졌다(Butelli et al., 2019, Curr. Biol. 29:158-164). 이는 서로 다른 두 형질인 색소와 산도가 밀접히 연관되어 있음을 암시하였고, 이들 형질 조절에 MYB 전사인자인 Ruby 단백질과 bHLH 전사인자인 Noemi 단백질의 상호작용이 공통적으로 관여할 가능성을 제시하였다.

본 연구에서는 다양한 감귤 집단에서 *Noemi* 유전자의 대립유전자 구조를 분석하고, 산도와 연관성을 조사함으로써, 감귤 신맛 형질 연관 분자마커를 개발하고자 하였다. 현재까지 감귤에서 알려진 *Noemi* 대립유전자들은 Fig. 20과 같고, 이를 바탕으로 각각 대립 유전자들을 검출하기 위한 프라이머를 제작하여 그 위치를 표시하였다(Fig. 20).

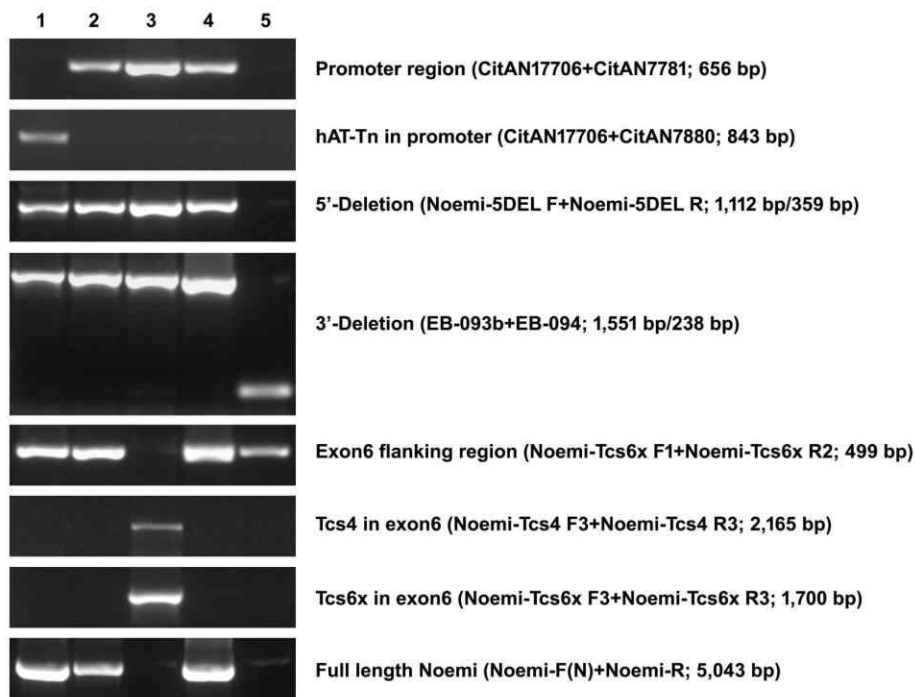


**Fig. 18.** *Noemi* 대립유전자 구조 및 이들을 검출하기 위한 프라이머의 위치(붉은색 화살표). 회색은 결실 부위를 나타낸다.

Butelli 등의 논문(2019)에 따르면, C-말단 결손 대립유전자( $n^{DEL3'}$ )는 *C. medica* (Corsican citron), *C. limettioides* (Palestine sweet lime), *C. limetta* (Limetta dolce)에서, N-말단 결손 대립유전자( $n^{DEL5'}$ )는 *C. limettioides* (Palestine sweet lime)에 존재한다. 6번째 엑손 내 트랜스포존 삽입된 경우( $n^{Tcl5}$ ,  $n^{Tcs4}$ ,  $n^{Tcs6x}$ )는 *C. limetta* (Limetta dolce)와 *C. sinensis* (Vaniglia)에서 각각 확인되었다. *Noemi* 대립유전자들 중, N-말단 및 C-말단 결실( $n^{DEL5'}$ ,  $n^{DEL3'}$ ), 6번째 엑손에 트랜스포존 삽입( $n^{Tcl5}$ ,  $n^{Tcs4}$ ,  $n^{Tcs6x}$ ), 프로모터 부위 트랜스포존 삽입( $N^{hAT-Tn}$ )은 *Noemi* 기능 상실(또는 저하) 대립유전자로 감귤에서 산도가 낮은(low acidity) 표현형을 나타낸다. 제작한 프라이머 조합에 따른 대립유전자 검출 조건은 Table 15와 같고, 프라이머 검증을 위해 5가지 품종에서 PCR을 수행한 결과는 Fig. 21과 같다.

**Table 15.** *Noemi* 대립유전자 검출을 위한 프라이머 조합.

정방향 프라이머	역방향 프라이머	증폭 크기 (bp)	검출 가능 대립유전자
CitAN1_7706	CitAN1_7781	656	$N^C, \Pi^{DEL^5}, \Pi^{DEL^3}, \Pi^{Tcl5}, \Pi^{Tcs4}, \Pi^{Tcs6x}$
CitAN1_7706	CitAN1_7880	843	$N^{hAT-Tn}$
Noemi-5DEL F	Noemi-5DEL R	1,112 / 359	$N^C, \Pi^{DEL^5}, \Pi^{Tcl5}, \Pi^{Tcs4}, \Pi^{Tcs6x}, N^{hAT-Tn} (1,112), \Pi^{DEL^5} (359)$
EB-093b	EB-094	1,551 / 238	$N^C, \Pi^{DEL^5}, \Pi^{Tcl5}, \Pi^{Tcs4}, \Pi^{Tcs6x}, N^{hAT-Tn} (1,551), \Pi^{DEL^3} (238)$
Noemi-Tcs4 F3	Noemi-Tcs4 R3	2,165	$\Pi^{Tcs4}$
Noemi-Tcl5 F3	Noemi-Tcl5 R3	1,690	$\Pi^{Tcl5}$
Noemi-Tcs6x F3	Noemi-Tcs6x R3	1,700	$\Pi^{Tcs6x}$



**Fig. 21.** *Noemi* 대립유전자 특이적 프라이머 조합을 이용한 PCR 증폭 결과. 1: *C. limon* 'Lisbon lemon'; 2: *C. clementina*; 3: *C. sienesis* 'Vaniglia Sanguino'; 4: *C. sphaerocarpa*; 5: *C. medica* 'Buddah's hand'.

한편, 최근 페튜니아와 감귤에서 *Noemi*를 포함하는 단백질 복합체(MYB-bHLH-WD40)가 PA (proanthocyanidin) 생합성 유전자들(*DFR*, *ANS*, *ANR*, *LAR*)의 발현 증가와 연관되어 있고, 이들 복합체 구성 유전자의 결손은 P-type ATPase 유전자들(*CitPH1*, *CitPH5*)의 발현을 억제하며, 그 결과 세포내 pH가 증가한다는 보고가 있었다(Quattrocchio et al., 2006, Plant Cell, 18:1274-1291; Strazzer et al., 2019, Nat. Commun. 10:744; Zhang et al., 2020, J. Exp. Bot. 71:1306-1321). 이들 결과를 바탕으로, 본 연구에서는 감귤 집단에서 *Noemi* 대립유전자 구조 분석과 함께 *Noemi* 단백질 기능 연구를 통해 산도 조절에서 *Noemi*의 역할을 보다 명확히 규명하고자 하였다. 이를 위해, *Noemi* 유전자의 발현 분석, *Noemi* 단백질의 과발현 효과 및 전사조절자로서 대상 하위 유전자 탐색 등을 목표로 애기장대 형질전환체를 제작하고 이를

활용한 분자유전학적 연구를 수행하고 있다. 현재까지 제작중인 형질전환체들의 목록은 **Table 16**과 같다. *Noemi* 유전자에 명확한 기능 규명을 통해 대립유전자 표적 분자마커의 정확성이 입증될 것으로 기대한다.

**Table 16.** *Noemi* 유전자 기능 연구를 위해 제작 중인 애기장대 형질전환체 라인.

Category	Purpose	Construct
Promoter activity	Expression monitoring	CsNoemi::GUSGFP
Overexpression	Overexpression	35S::CsNoemi
	Overexpression(3'-Deletion)	35S::CsNoemi(T)
	Subcellular localization	35S::CsNoemi-GFP
	ChIP assay	35S::3xFLAG-CsNoemi
		35S::CsNoemi-6xHis

개발된 분자마커의 육종현장 활용

본 연구를 통해 개발된 교잡배 판별, 적육 판별, 품종구분 분자마커들은 민간육종 기업과 공공 연구기관들에 의해 육종현장에서 활용되고 있으며(**Table 17**), 향후 활용 범위가 더욱 확대될 것으로 전망된다.

**Table 17.** 개발 분자마커의 육종현장 활용.

년도	분자표지 유형	분석 항목	활용 기관	시료수(점)
2017	교잡배판별	교배 계통의 교잡배판별	한농바이오산업(주)	237
	교잡배판별	품종 구분		10
2018	교잡배판별	교배 계통의 교잡배판별		205
	적육판별	교배 계통의 적육판별		10
2020	적육판별	교배 계통의 적육판별		2
2021	적육판별	교배 계통의 적육판별		1
	교잡배판별	키메라판별	40	
	품종 구분	육성가권리 보호	제주도농업기술원	24
	품종 구분	품종 구분	감골연구소	25
합 계				554

## 제2절 조숙 홍피 만다린 품종개발

### 1. 조숙 홍피계 만다린 품종개발을 위한 교배

본 연구는 연내 수확이 가능하며 외피의 색이 홍색을 띠어 기존의 감귤 품종과는 차별성을 가진 우수한 만다린 품종을 육성하고자 수행되었다. 교잡 육종에 의해 새로운 개체를 선발하고자 화분친은 단배성 특성을 가지고 있는 품종을 선택 하였고, 종자친은 홍피·적육 특성을 지니고 있는 품종을 선택하여 교배를 진행 하였다. 교배는 교배 양친을 선정 하고 화분친으로 사용할 품종의 화분을 수집하였다. 교배를 시작하기 전 종자친으로 사용할 품종의 꽃 중에서 주두액이 충분하고 꽃의 활력이 좋은 꽃을 제외 한 나머지 꽃들은 모두 제거를 한 후 붓을 이용하여 화분친의 꽃가루를 종자친 꽃의 주두에 수분 시켰다.



그림 1. 에히메28호×피나소테아 교배 조합에서 착과된 과실



그림 2. 하레히메×모로 교배조합에서 착과된 과실

GSP 2단계 연구기간동안 에히메28호×노바 외 40개 조합에서 14,180화를 교배하였고, 1,714개의 과실을 수확하였으며, 7,226개의 종자를 획득하였다. 1차년도(2017)에서 3차년도(2019)까지는 조합별로 1,466개~2,941개의 교잡실생개체를 확보 할 수 있었으나 4차년도(2020)~5차년도(2021)에서는 교배에 사용한 종자친 모수의 생육 도중 고사와 제주특별자치도농업기술원에서 육성한 계통을 종자친으로 사용한 조합에서 상대적으로 적은 교잡실생개체를 얻게 되었다.

표 1. GSP 2단계 년도별 교배조합 내역, 조합별 교배화수, 수확 과실수, 획득 종자수, 득묘수

년도	교배조합	교배화수	수확과실수	획득종자수	득묘수
2017	에히메28호×노바	650	81	556	535
	에히메28호×올란도	603	134	1,801	1,796
	에히메28호×댄시	683	90	40	39
	에히메28호×상귀넬리	532	28	50	50
	에히메28호×클레멘틴(이)	82	3	7	5
	에히메28호×리	427	102	98	72
	하레히메×베니바에	1,131	182	513	444
2018	에히메28호×피나소데아	318	23	9	9
	에히메28호×모로	201	14	1	1
	하레히메×올란도	301	73	1	1
	하레히메×모로	519	71	25	14
	하레히메×클레멘틴(이)	230	40	289	240
	하레히메×리	304	28	58	48
	하레히메×피나소데아	307	9	36	31
	청견×올란도	303	22	0	0
	청견×피나소데아	228	17	131	120
	쓰루미×Tarocco Sant Altino	287	6	25	11
	쓰루미×피나소데아	228	31	550	468
	쓰루미×올란도	296	49	940	837
	쓰루미×모로	262	33	133	102
	2019	가을향×위싱턴상권	359	34	176
D114×위싱턴상권		188	48	41	30
D114×로드레드		163	23	1	0
제감단배성1호×베니바에		159	13	9	4
제감단배성1호×리		236	28	71	46
에히메28호×리		263	168	1,355	1,230
2020	11G033×설향	191	4	0	0
	11G033×제감단배성1호	338	40	25	20
	11G033×11D163	232	20	4	4
	11G033×달코미	171	26	49	46
	제감단배성1호×달코미	174	22	0	0
	제감단배성1호×11D163	149	7	1	1
	제감단배성1호×설향	195	10	2	2
	에히메28호×설향	259	18	0	
	에히메28호×달코미	225	-	-	-
	에히메28호×11D163	430	74	9	6
	에히메28호×제감단배성1호	336	23	0	0
2021	에히메28호×길전병감	460	12	0	
	에히메28호×세미늘	877	37	7	
	에히메28호×일향하	193	37	208	
	에히메28호×리	690	34	5	





그림 3. 에히메28호×리 조합에서 형성된 종자(좌), 가을향×위싱턴상귤 조합에서 형성된 종자(가운데), 제감단배성1호×리 조합에서 형성된 종자(우)

## 2. 획득 종자의 발아유도

교배 조합별로 수확한 과실에 형성된 종자 중 충실하게 발달한 종자만을 채취하고 과실별로 획득 종자의 수를 기록한다. 획득한 종자는 중성세체를 이용하여 종자의 외피에 부착되어 있는 이물질을 충분히 제거 후 바람이 잘 통하는 곳에서 외피의 수분이 충분히 건조 되도록 한다. 경우에 따라 선풍기를 이용하여 강제로 건조하기도 한다. 충분히 건조된 종자는 별도의 소독처리 없이 지피포트 또는 원예용 50구 육묘트레이에 파종하고 유리온실 내 재배단에서 발아를 유도한다. 발아의 촉진을 위해 재배단 바닥에는 열선을 설치하였고, 상부에는 비닐 자동개폐기를 설치하여 시간에 따라 자동적으로 개폐가 이루어 질 수 있도록 하였다. 야간 최저온도가 약 15℃ 이상이 되도록 하였다. 위의 조건으로 파종 후 약 20일 이후에 순차적으로 발아를 시작한다.



그림 4. 획득한 종자를 50구 육묘트레이에 파종



그림 5. 재배단 하부에 열선을 설치하고, 상부에는 자동개폐기를 이용 비닐 가림막이 시간에 의해 개폐가 되도록 함

## 3. 교잡실생묘 육묘

발아를 시작 하여 본엽이 충실히 성장한 개체들은 24구 육묘포트에 이식하여 유리온실 내에서 가온을 통해 겨울에도 계속적으로 성장을 할 수 있도록 한다. 24구 포트에 충전하는 상토는 일반 원예범용상토(50L)와 중량상토(20kg)를 2:1 비율로 혼합 후 관수하여 상토가 수분을 충분히 흡수하게 한 후 포트에 충전하여 실생개체의 이식에 사용한다. 이식이 완료된 후 약 30일

이 경과한 이후에는 멀티피드(11-11-33-미량원소) 500배 또는 멀티피드(20-20-20-미량원소) 500배, 하이파칼(15.5-0-0-26.5) 1,000배, 클로렐라 500배 비율로 물과 희석하여 2주일 간격으로 시비하여 충실한 성장이 이루어 질 수 있도록 하였다.



그림 6. 에히메28호×노바 조합의 교잡실생묘(좌), 하레히메×베니바에 교배조합의 교잡실생묘(가운데), 에히메28호×올란도 교배조합의 교잡실생묘(우)

#### 4. 조기결실유도

감귤은 상대적으로 긴 유년성을 가지고 있고 이러한 감귤의 특성이 감귤 육종의 문제점 중의 하나이다. 이를 해결하기 위하여 육종기간을 단축 시키는 일이 매우 중요하다고 할 수 있다. 실생묘를 그대로 식재하지 않고 온주밀감을 중간대목으로 접목하거나 탱자에 접목을 실시하면 조기에 개화 및 착과를 유도 할 수 있다. 이는 유년기가 짧은 대목이나 이미 개화와 결실이 이루어지는 온주밀감 중간대목에 명확하지는 않지만 존재하는 것으로 알려진 개화 호르몬과 연관이 있는 것으로 추정하고 있다. 또 교배 실생을 접목부 지표면으로부터 1.8~2m까지 1주지로 유인하고 9~11월 사이에 나머지 부분을 지표면과 수평 또는 45° 이내로 유인하면 조기에 개화와 결실을 유도할 수 있다(輿代 등, 1980)

2015년 획득 한 에히메28호×타로코 외 7조합의 교잡실생개체 2,951주를 2017년 4월 (주)제농에스엔티 소유 연구포장 내 비가림 하우스 및 노지 감귤 나무에 고접하였다. 비가림 하우스 내 고접한 교잡실생개체는 1주지로 생장시키며, 실생개체에 발생하는 가지 및 곁가지는 제거하고 비가림 하우스 상부에 설치한 유인선 까자 생장하면 실생묘의 가지를 수평으로 자라게 결속하였다. 노지 포장에 있는 감귤 나무에 고접한 교잡실생개체들은 지지대 끝부분 까지는 결속을 하고, 지지대를 넘어서 자라는 부분을 제거하여 높이를 지지대의 최고 높이에 맞추 절단 후 결속 하였다. 이는 노지의 경우 바람에 의해 교잡실생묘가 부러지는 경우가 자주 발생하여 이를 방지하고자 위와 같은 방법을 사용하였다.



그림 7. 와홀 2번 하우스에 있는 감귤나무를 중간대목으로 교잡실생개체를 고접 후 1주지 형태로 재배 시키며 조기결실 유도



그림 8. 교잡실생개체에 발생한 가시 제거



그림 9. 와홀 2번 노지 포장 내 감귤나무 성목을 중간대목으로 하여 교잡실생묘 고접 후 1주지 재배



그림 10. 노지 포장에 고접한 감귤교잡묘는 바람의 피해를 줄이고자 지지대 끝부분 까지만 생육을 시키고 넘어가는 부분은 절단함

## 5. 육종 하우스 신축 및 신규 포장 조성

GSP 원예종자사업단 2단계 연구과제를 수행하며 육종 하우스 신축 및 추가 포장 조성이 요구되었다. 2017년 제주시 조천읍 와홀리 소재 (주)제농 에스엔티 소유 연구포장에 회사 자체 예산 6,000만원을 투자하여 991㎡의 감귤 품종개발을 위한 육종 하우스를 동년 2월 신축 완료 하였다. 신축 한 하우스에 식재되어있던 온주 밀감 성목을 중간대목으로 하여 자체 확보 한 교잡실생개체들을 고접하고 조기 개화 유도를 통해 우수한 특성을 가진 계통을 선발 하는데 활용 하였다.

조천읍 와홀리 1799, 와홀리 1865-1번지 노지 포장(5,100㎡)에 있던 감귤나무를 중간대목으로 하여 2015년 3월부터 교잡실생묘를 고접 후 1주지 형태로 생장 시키며 조기 개화를 유도 하였으나, 비가림 하우스 보다는 상대적으로 바람에 의해 심하게 흔들리게 되었고, 교잡실생묘에 발생한 가시가 서로 부딪히며 개체에 상처가 발생하고 이에 궤양병이 계속적으로 발생하였다. 또, 비가림 하우스 보다 생육이 더뎠고, 2019년 2월 노지에서 착과한 개체들의 과실을 조사 하였으나 매우 소형과 이며, 과피에 상처가 너무 많아 계속적으로 개체들을 유지하는 것이 무의미 하다는 결론에 이르러 포장을 정리하였다. 기존에 노지 포장에 고접된 교잡실생개체 전체



를 제거 하고 2016년과 2017년 획득 한 교잡실생묘를 250cm×50cm 간격으로 이식 후 이식 된 교잡실생개체 좌우로 폭 60cm 위드스톱을 설치 하여 이식 후 잡초의 발생을 억제 하였다. 또한 연구기간이 경과함에 따라 와홀 연구포장에는 더 이상 교잡실생묘의 고집과 노지 포장 식재가 불가하여 신규로 제주시 노형동 527-3번지 약 3,300m<sup>2</sup> 면적에 신규 육종포장을 조성하였다. 2016년 교배하여 획득 한 16L(청견×리) 조합의 교잡실생개체 약 500주를 250cm×90cm 간격으로 이식하고 식재한 교잡실생개체 좌우로 폭 60cm 위드스톱을 설치하여 잡초의 발생을 억제 하였다.



그림 11. 신축 육종 하우스(좌) 및 신축 하우스 내 감귤품종 육종을 위한 교잡실생묘 고집 후 1주지 재배(우)



그림 12. 와홀 2번 노지 포장 정리 전(좌), 포장 정리 후(우)



그림 13. 노형 육종 포장 신규 조성

## 6. 우량계통 선발

2014년 4월 와홀 비가림 하우스 내 온주밀감 성목에 고집한 방임수분 유래 클레멘틴, 리 실 생 개체등에서 2016년 5월 착화 및 착과가 시작 된 이후 매년 착과된 개체에 대하여 과실특성 조사를 실시하였고, 과제 목표에 부합하는 형질을 가지고 있는 개체들을 우량계통으로 선발 하고 품종보호 출원, 생산판매신고, 유전자원 등록에 활용하였다.

에히메28호×병감 조합에서 획득 한 교잡실생 개체 중 109번, 132번 개체의 경우 홍피색 과 피를 가지고 있고 당도 12°Brix, 산함량 1% 내외를 보이고 있어 우량계통으로 선발 하였다(표 2, 표3). 109번은 한라봉처럼 과경부에 봉(neck)일 발생하며 과형지수는 89정도 이다. 132번은 과중이 290g 정도이며 과형지수는 115정도를 나타내고 있으며 에히메28호와 매우 유사한 과실 특성을 보이고 있음을 확인 할 수 있었다.

우량계통 선발과정에 있어서 교잡실생개체별로 착과한 개체의 과실특성을 우선 조사 하고 1 차 선발을 진행하였으며, 선발된 교잡실생개체에 대하여 탱자접목 후 묘목을 생산하여 2차 정 밀특성조사를 진행하였다. 따라서 대조품종과의 주요 특성 비교는 2차 정밀특성조사 시기에 맞추어 진행 할 예정이다.

표2. 11-109 과실 특성

계통 번호	조사 일시	과중 (g)	과형 지수	과육율 (%)	과피두께 (mm)	종자수 (개)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	착색 (a*)
11-109	16.11.16	187.6	100.9	87.3	1.76	0.0	10.1	1.28	7.89	30.50
	16.11.22	197.3	89.7	86.2	1.91	0.0	11.4	1.31	8.70	34.28
	16.12.15	194.5	83.8	84.8	1.89	0.6	11.5	1.17	9.83	34.59
	16.12.22	178.1	83.6	84.4	1.87	0.2	11.9	1.15	10.35	35.68
	16.12.29	204.8	87.4	83.2	2.28	0.0	12.3	0.92	13.40	36.97
	17.01.12	165.1	87.2	85.7	1.66	0.0	12.6	1.18	10.68	35.18
	17.01.19	175.9	89.5	85.0	1.77	0.2	13.4	1.08	12.41	36.48
	17.01.26	196.9	89.4	82.7	1.98	0.0	13.9	0.99	14.04	35.43
	17.02.03	201.1	92.0	82.2	2.12	0.8	13.3	0.91	14.62	36.23

표3. 11-132 과실 특성

계통 번호	조사 일시	과중 (g)	과형 지수	과육율 (%)	과피두께 (mm)	종자수 (개)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	착색 (a*)
11-132	16.11.16	278.0	114.0	85.4	3.12	1.0	11.2	1.12	10.00	29.54
	16.11.22	259.6	118.7	85.4	3.01	0.0	11.8	0.93	12.69	33.35
	16.12.15	254.9	118.1	84.5	2.94	0.0	13.3	1.05	12.67	32.93
	16.12.22	241.4	113.3	85.2	2.56	1.6	12.8	1.07	11.96	30.81



그림 14. 11-109(좌) 및 11-132(우)

리를 모본으로 하여 방임수분에 의해 획득한 교잡실생개체 중 과실의 특성이 우수한 14-01-02와 14-02-01을 우량계통으로 선발 하였고, 각각의 개체들의 접수를 확보에 탕자에 절 접하여 생육시키고 있다.

14-01-02는 2017년 12월 6일 조사에서 과중이 206.2g, 당도가 10.2°Brix, 산도가 0.54%, a 값이 30.56으로 과중이 많이 나가고 당산비가 18.89로 산의 함량이 낮기 때문에 일반 만감류에 비하여 당도는 다소 떨어지지만 재배적인 방법에 의해 당도의 상승이 충분히 가능할 것으로 판단되고 에히메28호(황금향)와 동일 한 시기에 출하가 가능 할 것으로 판단되어 우량계통으로 선발 하였고, JNM3으로 계통명을 정하였다. 모본인 리와 비교 하였을 때 과중은 약 2배 정도 더 무거우며, 과피가 두껍고, 종자의 발생이 적고, 산도는 다소 낮음을 확인 하였다. 종자가 발생하는데 단배성의 특성을 가지고 있으며, 과피의 색은 홍색이고 수확 시기는 12월에서 1월로 추정되고 연내 출하가 가능하다.

14-02-01은 14-01-02에 비하여 과중이 다소 작고 12월 초기 산도가 다소 높은 단점이 있지만, a 값이 시간의 경과에 따라 35이상을 나타내고 과형이 우수하여 우량계통으로 선발 하였고, JNM4으로 계통명을 정하였다. 모본이 리와 비교해서는 과중은 약 50g 정도 더 나가며, 과 피색의 a 값이 더 높고, 당도는 처음에는 다소 낮다가 시간의 경과에 상승하여 리와 유사한 약 10.0°Brix 이상을 보였다. 다만 산함량은 14-01-02와 리에 비하여 다소 높은 경향을 보인다. 종 자가 발생하고 다배성의 특성을 가지고 있으며 수확 시기는 1월에서 2월 이다.

표4. 14-01-02의 과실 특성

계통 번호	조사 일시	과중 (g)	과형 지수	과육율 (%)	과피두께 (mm)	종자수 (개)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	착색 (a*)
14-01-02 (JNM3)	17.12.06	206.2	107.1	78.0	3.67	0.4	10.2	0.54	18.89	30.56
	17.12.19	160.7	107.2	77.6	3.34	0.8	10.2	0.50	20.40	30.39
	18.01.03	191.7	106.6	78.9	3.33	1.0	10.8	0.62	17.42	31.04
	18.01.10	205.2	104.3	76.4	3.75	0.2	10.5	0.47	22.98	31.97
	18.01.17	204.0	109.5	77.0	3.73	0.2	10.1	0.55	18.36	32.62
	18.01.24	169.8	103.3	77.1	3.37	0.0	10.1	0.50	20.20	31.78
	18.02.07	173.6	103.1	77.6	3.45	0.2	10.2	0.55	18.55	31.74
	18.02.13	173.6	106.6	75.3	3.72	2.0	11.7	0.61	19.18	34.05
	18.02.28	147.5	108.5	78.1	2.99	0.0	11.7	0.60	19.50	34.38



표5. 14-02-01의 과실 특성

계통 번호	조사 일시	과중 (g)	과형 지수	과육율 (%)	과피두께 (mm)	종자수 (개)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	착색 (a*)
14-02-01 (JNM4)	17.12.07	172.1	121.6	80.3	2.99	3.2	9.2	1.05	8.76	30.90
	17.12.19	180.8	127.7	83.2	3.07	8.4	9.8	1.00	9.80	33.53
	18.01.03	168.8	115.1	75.5	3.48	0.2	9.3	0.91	10.22	33.73
	18.01.10	204.6	118.7	77.4	3.47	2.4	9.6	0.75	12.8	36.19
	18.01.17	137.1	123.1	80.6	2.80	0.6	9.9	1.07	9.25	34.26
	18.01.24	125.1	119.9	79.7	2.79	1.0	10.4	0.77	13.51	36.70
	18.02.07	120.8	123.1	79.0	2.91	0.6	10.4	0.96	10.83	35.90
	18.02.13	122.0	123.7	81.1	2.40	0.8	11.0	1.09	10.09	34.40
18.02.28	151.5	119.5	77.8	3.19	2.0	10.9	0.98	16.03	35.71	

표6. 리의 과실 특성

품종명	조사 일시	과중 (g)	과형 지수	과육율 (%)	과피두께 (mm)	종자수 (개)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산 비	착색 (a*)
리	18.01.03	102.4	110.3	84.7	1.92	2.4	10.4	0.64	16.25	29.50
	18.01.10	96.6	108.1	85.1	1.70	2.6	10.2	0.59	17.29	28.66
	18.01.17	101.5	111.7	85.2	1.73	1.2	10.5	0.63	16.67	32.59
	18.01.24	107.9	108.2	85.0	1.74	0.0	10.5	0.50	21.00	32.90
	18.02.07	92.0	106.9	83.5	1.99	0.0	10.6	0.53	20.00	31.65
	18.02.13	97.7	109.6	83.3	1.96	4.0	10.7	0.77	13.90	32.49
	18.02.28	86.0	108.2	84.4	1.70	0.0	11.4	0.65	17.54	30.75
	18.03.08	87.4	107.4	84.3	1.84	1.0	10.8	0.61	17.70	34.65



그림 15. 리, 14-01-02, 14-02-01의 과중, 착색, 당도, 산도의 특성비교, 14-01-02는 다른 두 개체에 비하여 과중이 약 두배 더 나가고 산도가 다소 낮아 당산비가 우수하다. 14-02-01은 과피색의 a 값이 35이상을 나타내고 있으나 타 품종에 비해 산도가 다소 높다.

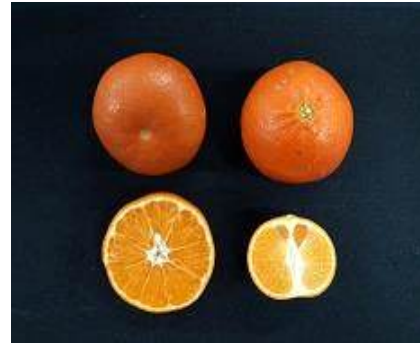
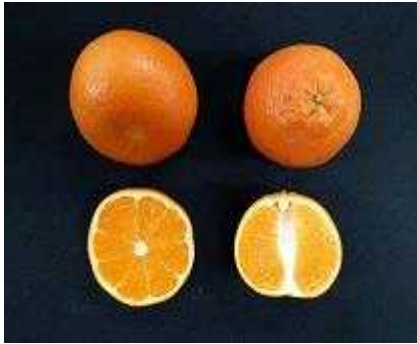


그림 16. 14-01-02(JNM3, 좌) 및 14-02-01(JNM4, 우)

2013년 클레멘틴(이스라엘)×베니바에 조합에서 획득 한 교잡실생개체 중 과중은 약 50g 내외 이고 과형지수는 약 115 정도이며 2018년 11월 29일 조사 시 당도 12.9°Brix, 산함량 0.81%, a\* 35.65의 특성을 보이는 13A83개체를 확인 할 수 있었다. 이후 시간의 경과에 따라서 당도는 계속적으로 증가하고 산함량은 감소하여 2019년 2월 27일 조사에서는 당도 14.5°Brix, 산함량 0.67%, 당산비 21.64의 고당도의 특성을 갖고 있음을 확인하였다. 따라서, 우량계통으로 선발하여 탱자대목에 절접하여 별도의 개체를 육성 시키고 있다. 또한, 미니향 대비 품종으로 품종보호출원을 실시하려고 계획 중이며 가정원예용 품종으로 개발을 추진하려고 한다. 종자가 발생하는 단점이 있지만 과실당 2개 이내로 발생하는 정도이고 이 부분은 크게 소비자에게 문제가 되지 않을 것으로 사료된다.

리를 모본으로 하여 획득 한 교잡실생개체 중 과중이 약 45g이고 당도가 15.5°Brix의 특성을 갖고 있는 개체를 확인 할 수 있었다. 2018년 11월 30일 조사에서 과중 약 43.3g, 과형지수 131.0, 당도 12.7°Brix, 산함량 1.72%, a\* 29.9 이다. 하지만 산도가 당도에 비하여 많이 높아 식미감은 13A83 보다 떨어진다. 당도는 계속적으로 증가하지만 산도는 2019년 1월 28일에 1.09%로 떨어지고 부피가 발생하는 경향을 확인 하였다. 2019년 2월 17일 조사에서는 과중 47.1g, 당도 15.5°Brix, 산함량 0.96%, a\* 24.6 이다. 향후 분화용 품종으로 개발을 추진 할 예정이다.

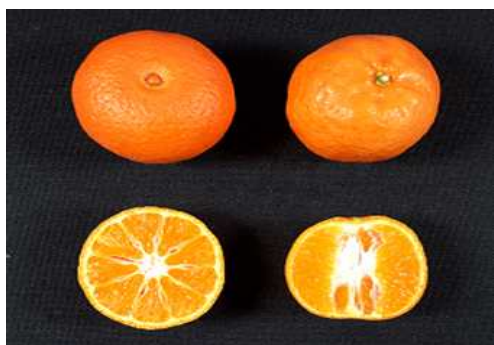


그림 17. 13A83

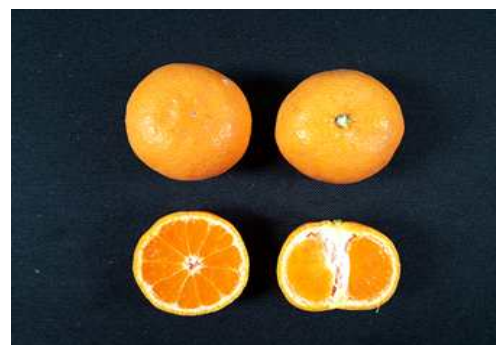


그림 18. 14-03-01

표7. 13A83의 과실 특성

계통 번호	조사 일시	과중 (g)	과형 지수	과육율 (%)	과피두께 (mm)	종자수 (개)	당도 (°Brix)	산함량 (%)	당산비	착색 (a*)
13A83 (JNM5)	18.11.29	51.1	112.8	74.8	2.64	3.3	12.9	0.81	15.93	35.65
	18.12.20	48.6	113.2	75.0	2.40	0.2	13.2	0.86	15.35	36.54
	19.01.08	60.0	114.1	75.6	2.50	1.6	13.6	0.82	16.59	35.72
	19.01.14	56.0	111.9	74.0	2.60	0.8	13.7	0.76	18.03	35.52
	19.01.21	53.3	110.6	75.4	2.50	0.0	13.6	0.76	17.89	35.88
	19.01.28	53.7	109.1	73.2	2.60	1.6	13.8	0.74	18.65	35.62
	19.02.11	48.1	113.3	74.1	2.40	0.4	14.8	0.78	18.97	37.58
	19.02.27	67.1	111.2	72.2	2.80	0.2	14.5	0.67	21.64	36.62

표8. 14-03-01의 특성

계통 번호	조사 일시	과중 (g)	과형 지수	과육율 (%)	과피두께 (mm)	종자수 (개)	당도 (°Brix)	산함량 (%)	당산비	착색 (a*)
14-03-01	18.11.30	43.3	131.0	73.0	2.4	0.0	12.7	1.72	7.38	29.96
	18.12.19	44.5	131.8	72.2	2.5	0.0	13.3	1.49	8.93	30.60
	19.01.08	48.0	125.0	70.0	2.8	0.0	13.4	1.28	10.47	32.19
	19.01.14	37.6	130.3	74.1	2.2	0.0	15.3	1.46	10.48	30.03
	19.01.21	41.1	126.1	72.1	2.5	0.0	15.2	1.27	11.97	31.14
	19.01.28	48.1	123.4	69.6	2.7	0.0	14.9	1.09	13.67	30.76
	19.02.11	41.7	131.9	70.4	2.4	0.0	15.3	1.15	13.30	28.99
	19.02.17	47.1	125.5	67.5	2.9	0.0	15.5	0.96	16.15	24.60

2015년 에히메28호×페이지 조합에서 획득 한 교잡실생개체 중 평균 과중 100.3g, 과형지수 111.1, 당도 14.4°Brix, 산함량 0.83%, 당산비 17.32의 고당도의 15B83 교잡실생개체를 선발 할 수 있었다. 2019년 처음으로 착화를 시작하여 조사를 진행하였고, 12월 초 당도 13.4°Brix에서 익년 3월 초 조사에서 당도 16.5°Brix를 기록하고 산함량은 12월 초 0.84%로 조기에 감산이 이루어져서 익년 3월 초에는 0.84로 감산 이후 변화가 거의 없었다. 또한 과피두께가 평균 2.37mm로 일반적인 두께이나 월동 이후 3월 초 조사에서 부피는 발생하지 않았다. 위의 계통의 과피색은 a\* 값이 평균 20.41로 온주밀감의 과피색과 유사한 노란색을 띤다. 평균 과중이 100.3g으로 다소 적지만, 고당도의 만다린 계통으로 향후 계속적으로 과실의 특성 등을 조사할 예정이며 우량계통으로 선발하였다.

표9. 15B83 과실 특성

계통 번호	조사 일시	과중 (g)	과형 지수	과육율 (%)	과피두께 (mm)	종자수 (개)	당도 (°Brix)	산함량 (%)	당산비	착색 (a*)
15B83	19.12.16	102.4	110.2	80.3	2.64	0	13.4	0.84	15.99	15.43
	19.12.26	83.1	113.8	81.4	2.25	0	13.1	0.88	14.86	14.90
	20.01.07	106.3	114.3	80.5	2.56	0	13.8	0.87	15.79	19.26
	20.01.21	99.1	112.9	80.7	2.39	0	14.9	0.82	18.10	21.23
	20.02.04	111.5	107.0	80.9	2.46	0	14.5	0.81	17.90	24.35
	20.02.14	97.7	110.3	81.8	2.22	0	14.8	0.78	18.97	23.54
	20.03.10	102.0	109.0	82.8	2.07	0	16.5	0.84	19.64	24.18

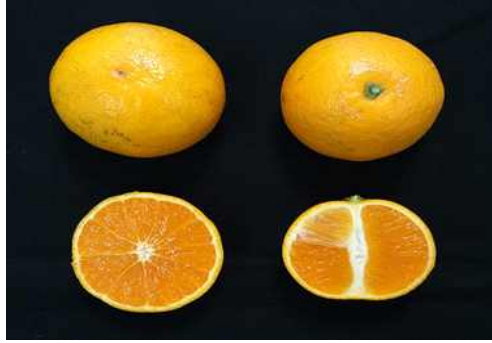


그림 19. 15B83

본 과제의 연구 목표는 홍피색 과피를 가지고 있는 우수 만다린 품종을 육성하는 것이다. 하지만, 계통 선발 과정에서 과피색이 목표 하는 형질에 부합하지는 않지만 다른 특성이 우수한 개체들을 확인 할 수 있었다. 15B153 개체는 에히메28호×페이지 조합에서 획득한 개체이다. 2019년 첫 개화 및 착과가 되어 2021년 까지 과실의 특성을 조사 하였다. 평균 과중은 129.8g 이고, 과형지수는 103.4, 과육율은 79.1%이다. 종자는 발생하지 않았다. 2020년 12월 말 조사에서 당도 13.0°Brix, 산도 1.23%, 당산비 10.57로 시식 하였을 때 달콤함과 새콤함을 동시에 느낄 수 있었고, 다른 만감류 품종에서 느껴지던 약간 비릿한 식감은 없었다. 익년 2월 말 조사에서는 당도 15.2°Brix, 산도 0.92%로, 당이 계속적으로 증가하고 산도는 감소함을 확인 하였다. 부피가 발생하지 않아 연내 수확도 가능하고 익년 2월 말 까지도 수확이 가능할 것으로 사료된다. 과피색은 연한 노란색이고, 평균 a\* 값은 6.79이다. 위 계통의 정확한 특성은 정밀특성 조사를 실시하여야 알 수 있겠지만, 장기간 수확이 가능한 고당도의 만다린 품종으로 판단되어 농가의 소득향상에 큰 도움이 될 수 있는 품종으로 사료된다.

표10. 15B153 과실 특성

계통 번호	조사 일시	과중 (g)	과형 지수	과육율 (%)	과피두께 (mm)	종자수 (개)	당도 (°Brix)	산함량 (%)	당산비	착색 (a*)
15B153	20.12.23	131.8	105.4	80.5	2.26	0.0	13.0	1.23	10.57	1.07
	21.01.07	154.6	101.3	78.9	2.67	0.0	14.0	1.31	10.65	6.44
	21.01.22	136.0	102.0	80.8	2.28	0.0	15.7	1.18	13.28	7.02
	21.02.05	114.0	107.1	80.2	2.21	0.0	17.1	1.36	12.56	10.98
	21.02.24	112.5	100.8	75.3	2.61	0.0	15.2	0.92	16.56	8.43



그림 20. 15B153

## 7. 품종보호 출원

“제라진”은 ‘엄청난’, ‘멋진’ 이란 뜻을 담고 있는 제주어이다. 어떤 일에 대해 매우 긍정적인 상태를 일컫는 말로 표준어로는 ‘매우’, ‘아주’, ‘최고’의 뜻을 담고 있다. (주)제농 에스엔티에서 엄청난 멋진 최고의 감귤 품종을 계속적으로 만들겠다는 뜻을 담아 제라진1호(Jerajin 1 ho), 제라진2호(Jerajin 2 ho), 제라진3호(Jerajin 3 ho), 제라진4호(Jerajin 4 ho)로 명하고 품종보호 출원을 완료 하였다. 또한 소형과 특성을 갖고 있는 계통을 제미니3호(Jemini 3 ho)로 명하고 품종보호 출원을 완료 하였다.

제라진1호는 에히메28호×병감 조합에서 얻은 교잡실생개체로 성숙기는 12월 하순이고 당도 12.7°Brix, 산함량 1.09%, 과중 118.8g이다. 제라진2호는 역시 에히메28호×병감 조합에서 얻은 교잡실생개체로 성숙기는 1월 중순이고 당도 12.3°Brix, 산함량 0.97%, 과중 128g이다. 기존 만감류 품종인 황금향이나 레드향에 비하여 과중이 작다. 하지만 소비 경향의 변화로 현재는 기존 품종보다 과중에 작다고 하여도 충분히 판매가 가능하리라고 판단되며, 재배 농가 확대와 농민 대상 품평회 개최 등 마케팅을 강화하여 조기에 농가에 공급이 될 수 있도록 추진을 할 예정이다.

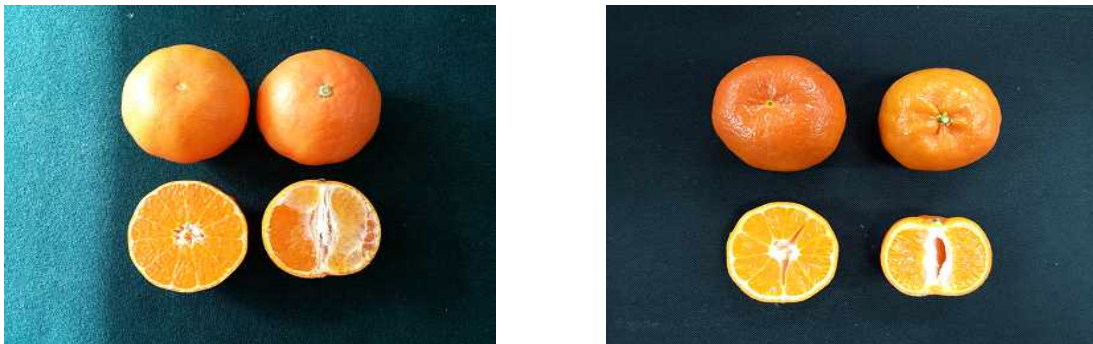


그림 21. 제라진1호(좌), 제라진2호(우)

표11. 제라진1호와 에히메28호의 과실특성 비교

품종명	조사일시	과중 (g)	과형 지수	과육율 (%)	과피두께 (mm)	종자수 (개)	당도 (°Brix)	산함량 (%)	당산비	착색 (*a)
제라진1호	15.11.02	111.8	127.1	84.8	1.92	0.0	12.2	1.96	6.22	27.76
	15.11.16	122.0	123.2	85.9	1.93	0.0	12.0	1.66	7.23	34.83
	15.11.27	128.4	118.9	85.4	2.18	2.2	12.1	1.47	8.23	34.50
	15.12.09	117.4	115.2	85.8	1.79	1.0	12.1	1.46	8.29	33.64
	15.12.15	126.8	119.9	84.6	2.06	0.2	12.5	1.39	8.99	37.63
에히메28호	15.11.02	242.9	117.1	85.6	2.54	0.0	10.1	1.10	9.18	18.99
	15.11.16	208.3	108.7	87.3	2.09	0.0	10.3	1.17	8.80	25.39
	15.11.27	252.4	111.7	83.5	3.00	0.0	12.3	1.01	12.18	32.31
	15.12.09	260.7	111.6	82.7	2.49	0.0	11.0	1.00	11.00	32.52
	15.12.15	308.3	121.1	80.3	3.18	0.0	12.0	0.96	12.50	35.73




<b>민원인을 가족같이, 민원을 내 일같이</b>	
통지된 내용에 의문이 있으시면 담당자에게 문의하시기 바랍니다. 담당자: 송수연 전화: (054) 912-0118 FAX: (054) 912-0210 인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr	
8 9 6 6 0	경상북도 김천시 혁신8로 119

**품종보호출원번호 통지서**

출원일자: 2019. 9.18.	품종보호출원번호: 출원 2019 - 451 품종명칭출원번호: 명칭 2019 - 1049
-------------------	---

과 목 명 : 감귤(만감류)  
 품종 명칭 : 제라진1호  
 출 원 인 : (주)제농  
 주 소 : 제주특별자치도 제주시 원단로7길, 8

2019년09월18일

국립종자원 

<b>민원인을 가족같이, 민원을 내 일같이</b>	
통지된 내용에 의문이 있으시면 담당자에게 문의하시기 바랍니다. 담당자: 송수연 전화: (054) 912-0118 FAX: (054) 912-0210 인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr	
8 9 6 6 0	경상북도 김천시 혁신8로 119

**품종보호출원번호 통지서**

출원일자: 2019. 9.18.	품종보호출원번호: 출원 2019 - 452 품종명칭출원번호: 명칭 2019 - 1050
-------------------	---

과 목 명 : 감귤(만감류)  
 품종 명칭 : 제라진2호  
 출 원 인 : (주)제농  
 주 소 : 제주특별자치도 제주시 원단로7길, 8

2019년09월18일


국립종자원 

그림 22. 제라진1호 품종보호출원번호 통지서(좌), 제라진2호 품종보호출원번호 통지서(우)

제라진3호는 리는 모본으로 하여 방임수분에 의해 획득한 교잡실생개체로 성숙기는 12월 초이고 당도 10.6°Brix, 산함량 0.55%, 과중 181.4g이다. 제라진4호는 리를 모본으로 하여 방임수분에 의해 획득한 교잡실생개체로 성숙기는 12월 중순이고 당도 10.1°Brix, 산함량 0.95%, 과중 153.6g이다.

제라진3호 및 제라진4호의 대조품종인 리와 주요특성에 대한 비교는 표4, 표5, 표6, 그림15에 기술 하였다.

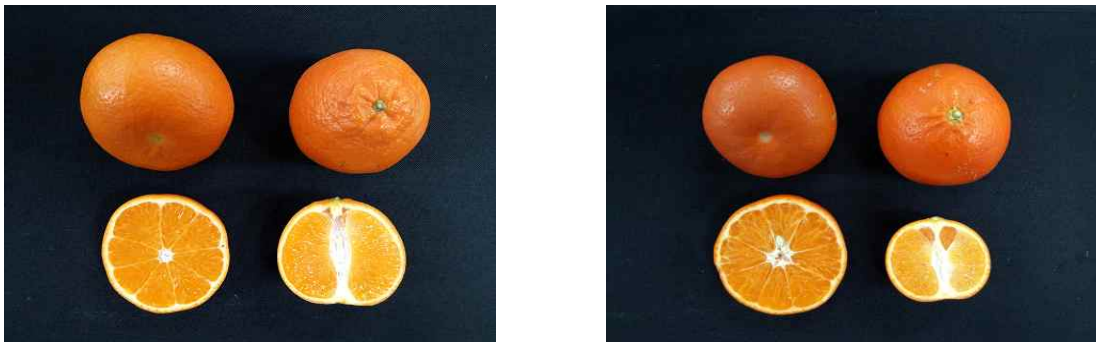


그림 23. 제라진3호(좌), 제라진4호(우)



<b>민원인을 가족같이, 민원을 내 일같이</b>	
<p>불거진 내용에 의문이 있으시면 담당자에게 문의하시기 바랍니다.          담당자: 권효철 전화: (054) 912-0113 FAX: (054) 912-0210          인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr</p>	
39660	경상북도 김천시 혁신8로 119

<b>민원인을 가족같이, 민원을 내 일같이</b>	
<p>불거진 내용에 의문이 있으시면 담당자에게 문의하시기 바랍니다.          담당자: 권효철 전화: (054) 912-0113 FAX: (054) 912-0210          인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr</p>	
39660	경상북도 김천시 혁신8로 119

**품종보호출원번호 통지서**

출원일자: 2020. 9.21.	품종보호출원번호: 출원 2020 - 436
	품종명칭 출원번호: 명칭 2020 - 890

작 물 명: 감귤(만감류)  
 품종 명칭: 제라진3호  
 출 원 인: (주)제농 에스엔티 농업회사법인  
 주 소: 제주특별자치도 제주시 원단로7길 3.

2020년09월21일

국립종자원



**품종보호출원번호 통지서**

출원일자: 2020. 9.21.	품종보호출원번호: 출원 2020 - 437
	품종명칭 출원번호: 명칭 2020 - 892

작 물 명: 감귤(만감류)  
 품종 명칭: 제라진4호  
 출 원 인: (주)제농 에스엔티 농업회사법인  
 주 소: 제주특별자치도 제주시 원단로7길 3.

2020년09월21일

국립종자원



그림 24. 제라진3호 품종보호출원번호 통지서(좌), 제라진4호 품종보호출원번호 통지서(우)

제미니3호(Jemini 3 ho)는 평균 과중이 54.7g인 소형과로 2013년 클레멘틴(이스라엘)×베니바에 조합에서 획득한 교잡실생개체이다. 평균 당도 13.8°Brix, 산함량 0.78% 이다. 11월 말에 산함량이 0.81%로 조기에 감산되어 수확이 가능하고 익년 2월 말까지도 부피 발생이 되지 않아 수확이 가능하다. 종자는 발생을 한다. 과피색이 매우 진한 홍색을 띄고 있으며, 착색의 정도를 나타내는 평균 a\* 값은 36.14이다. 소형과의 특성을 가지고 있기 때문에, 비룽과 같은 왜성 대목을 이용하여 묘목을 생산하여 틈새시장을 공략한다면 충분히 판매가 가능 할 것으로 사료된다.

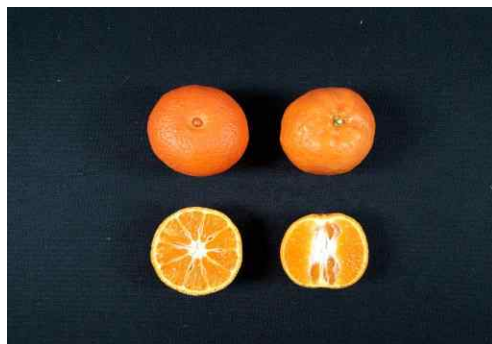


그림 25. 제미니3호

<b>민원인을 가족같이, 민원을 내 일같이</b>	
통지된 내용에 의문이 있으시면 담당자에게 문의하시기 바랍니다. 담당자: 권호철    전화: (054) 912-0113    FAX: (054) 912-0210 인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr	
39660	경상북도 김천시 혁신3로 119

### 품종보호출원번호 통지서

출원일자: 2021. 9.27.	품종보호출원번호: 출원 2021 - 383
	품종명칭출원번호: 명칭 2021 - 966

작 품 명 : 감귤(만감류)  
 품종명칭 : 제미니3호  
 출 원 인 : (주)제농에스엔티 농업회사법인  
 주 소 : 제주특별자치도 제주시 첨단로7길 3,

2021년09월27일


국 립 종 자 원 

그림 26. 제미니3호 품종보호출원번호 통지서

#### 8. 특허 출원

리를 모본으로 하여 방임수분에 의해 획득한 14-01-02(JNM3) 개체의 경우 모본인 리와 비교 하였을 때 과중 및 과일 형태의 신규성이 있다고 판단되어 이를 특허 등록에 활용 하였다. 14-01-02 개체를 이용하여 2018년 10월 4일 특허출원을 완료 하였다. (출원번호 : 특허-2018-0118049)

출원번호: 2018-04992918

**출원사실증명원**  
CERTIFICATE OF APPLICATION

출원인 Applicant	성명 Name	주식회사 농농 농업회사법인 JINONG CO.,LTD.	주민번호 Residence No	220111-40*****
	주소	제주 제주시 봉담로7길 3, (연평동)	전화번호 064-755-8972	
발명자 Inventor	성명 Name	김태형 Kim Tae Hyang	주민번호 Residence No	671225-1*****
	주소	제주특별자치도 제주시 월호로 74	전화번호	
대리인 Agent	성명 Name	이주원 Lee Ju Won	주민번호 Residence No	740912-1*****
	주소	경기도 고양시 일산구 양주동 111-1, 1101호(이동빌딩 111동 1101호)	전화번호	02-2013-001306-4
출원번호 Application Number		특허-2018-0118049 PATENT-2018-0118049	출원일자 Filing Date	2018년 10월 04일 04.10.2018
발명(고안)의 명칭: 디자인물, 표형물, 방법, 상업(서비스)용 구분		공급 산종종 "J-NM3" 및 053 표종법명 New targetine cultivar JNM3 and breeding method thereof		
Title of Invention, Products) Enlosed in Design, or Classification of Mark:				
출원인		출원인	EPC 번호	
최종제출일		최종제출일		

이 사실증명원  
This is to certify that the above applicant has filed as stated in this certificate at the Korea  
as Intellectual Property Office

출원일자 : 20181005 1/2

2018년 10월 05일

**특허청**  
COMMISSIONER

\* 본 증명서는 인터넷을 통해 발급받으실 수 있습니다. \* 본 증명서를 발급 받으실 때, 본 증명서의 유효기간은 발급일로부터 3개월입니다. \* 본 증명서를 발급 받으실 때, 본 증명서의 유효기간은 발급일로부터 3개월입니다.

출원일자 : 20181005 2/2

그림 27. JNM3 출원사실증명원

## 9. 유전자원 등록

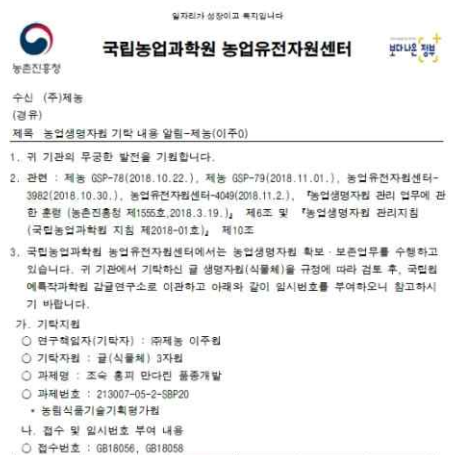
2017년에는 일본 종묘회사 협조를 통하여 감귤 영양체를 수집하고 국립농업과학원 농업유전자원센터에 기탁을 완료하고 등록번호를 부여 받았다. 2018년 부터는 국외 유전자원 기탁 시 검역 및 유전자 변형 생물체 여부에 관한 증명서류를 첨부하도록 관련 법령이 개정되어 본 세부프로젝트에서 육성 중인 계통들을 이용하여 유전자원을 기탁 하고 등록번호를 부여 받았다.

표 12. 유전자원 등록 내역

번호	특성	수집	등록			기 타
			등록인	등록일	등록번호	
1	- 문단	일본 종묘회사를 통하여 감귤 영양체 수집	(주)제농S&T 김태형	17.08.09	K264448	
2	- 사우어오렌지	일본 종묘회사를 통하여 감귤 영양체 수집	(주)제농S&T 김태형	17.08.09	K264449	
3	- 파페다	일본 종묘회사를 통하여 감귤 영양체 수집	(주)제농S&T 김태형	17.08.09	K264450	
4	- 연한 노란색 과피 - 과중 약 43g	영양체(계통 육성)	(주)제농S&T 김태형	18.11.05	K269578	
5	- 홍피색 과피 - 과중 약 46g - 과형은 원형	영양체(계통 육성)	(주)제농S&T 김태형	18.11.05	K269579	
6	- 홍피색 과피 - 과중 약 150g - 종자가 생기며 다배성	영양체(계통 육성)	(주)제농S&T 김태형	18.11.05	K269590	
7	- 과피의 색은 진한 홍색 - 과중 약 45g - 당도 11°Brix, 산도 1.09%	영양체(계통 육성)	(주)제농S&T 김태형	19.09.20	K271814	
8	- 매우진한 홍피색 과피 - 과중 40g - 당도 12.4°Brix, 산도 1.01%	영양체(계통 육성)	(주)제농S&T 김태형	19.09.20	K271815	
9	- 노란색 과피 - 과중 31g - 당도 11.5°Brix, 산도 0.99%	영양체(계통 육성)	(주)제농S&T 김태형	19.09.20	K271816	
10	- 과중 약 100g - 과형은 편구형 - 당도 13.3°Brix, 산함량 0.89%	영양체(계통 육성)	(주)제농S&T 김태형	20.08.31	K273996	
11	- 매우진한 홍피색 과피, a* 38.73 - 수확시기 12월 - 당도 13.3°Brix, 산함량 0.96%	영양체(계통 육성)	(주)제농S&T 김태형	20.08.31	K273997	
12	- 수확시기 1~2월 - 과중 약 110g - 당도 13.1°Brix, 산함량 0.85%	영양체(계통 육성)	(주)제농S&T 김태형	20.08.31	K273998	
13	-과피의 색은 연한노란색, a* 6.79 -수확시기 1~3월 -과중약120g -당도15.0°Bx,산함량1.2%	영양체(계통 육성)	(주)제농S&T 김태형	21.09.30	K275827	
14	-매우진한 홍피색 과피, a* 40.21 -수확시기 12월 -과중약40g의소형과 -당도17.1°Bx,산함량0.88%	영양체(계통 육성)	(주)제농S&T 김태형	21.09.30	K275828	
15	-과피의 색은 홍색, a* 30.88 -수확시기 12월 -과중약160g -당도12.4°Bx,산함량0.80%	영양체(계통 육성)	(주)제농S&T 김태형	21.09.30	K275829	



농업연구사	이기만	농업연구관	이광호	농업유전자원 2017. 8. 9 센터 센터장 이학열
주소지				
시험 농업유전자원센터-3009 (2017. 8. 9.)	접수			
우 54874	전라북도 진주시 한성구 농생명로 370, 국립농업과학원 (충청)	ganetank.nda.go.kr		
전화번호 063-238-4873	팩스번호 063-238-4859	/ gpn11@korea.kr		/ 내국인 공개
위대한 이창 새로운 도약				



접수번호	임시번호	학명	자원명	이관요청일	기타
GB18056	K269578	Citrus hybrid	14-14-14	2018. 10. 30.	식물체
GB18056	K269579	Citrus hybrid	13A31	2018. 10. 30.	식물체
GB18058	K269590	Citrus hybrid	JMN4	2018. 11. 2.	식물체

불임 농업생명자원 접수 내역 1부, 끝.

그림 28. 2017년 유전자원 기탁내용 알림(좌), 2018년 유전자원 기탁내용 알림(우)

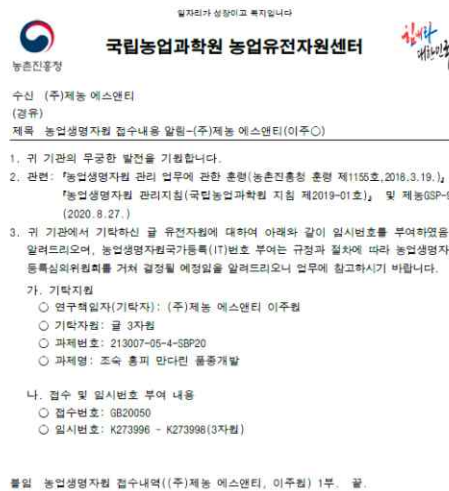


그림 29. 2019년 유전자원 기탁내용 알림(좌), 2020년 유전자원 기탁내용 알림(우)



일자리가 성장이고 복지입니다

### 국립농업과학원 농업유전자원센터



수신 (주)제농 에스엔티  
(경유)

제목 농업생명자원 접수내용 알림-(주)제농 에스엔티(이주○)

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 관련: 『농업생명자원 관리 업무에 관한 훈령(농촌진흥청 훈령 제1289호, 2021.7.23.)』, 『농업생명자원 관리지침(국립농업과학원 지침 제2019-01호, 2019.2.1.)』 및 제농GSP-104(2021.9.24.)
3. 귀 기관에서 기탁하신 글 유전자원에 대하여 아래와 같이 임시번호를 부여하였음을 알려드리오며, 농업생명자원국가등록(IT)번호 부여는 규정과 절차에 따라 농업생명자원 등록심의위원회를 거쳐 결정될 예정임을 알려드리오니 업무에 참고하시기 바랍니다.

가. 기탁지원

- 연구책임자(기탁자): (주)제농 에스엔티 이주원
- 기탁지원: 글 3지원

과 제 명	과제번호
조숙 홍피 만다린 품종개발	213007-05-5-SBP20

나. 접수 및 임시번호 부여 내용

- 접수번호: GB21048
- 임시번호: K275827 - K275829(3지원)

붙임 농업생명자원 접수내역((주)제농 에스엔티, 이주원) 1부, 끝.

그림 30. 2021년 유전자원 기탁내용 알림

## 10. 생산판매 신고


우리 세부프로젝트 육성계통 중 향후 분화용 감귤로 판매가 가능하거나, 기존의 만감류 품종들과 유사한 특성을 가지고 있는 계통들이 있어 해당 계통들을 판매 하고자 2018년 11월 5일 국립종자원에 생산판매신고 1건, 2019년 9월 생산판매신고 1건, 2020년 10월 생산판매신고 2건, 2021년 9월 생산판매신고 2건을 완료 하였다.

표 13. 생산판매 신고 내역

구분	품종 명칭 (건별 각각 기재)	국 명	신청법인명	신고번호 (XX-XXXX-XXXX-XX)	신고증명일	비고
1	Jemini 1 ho	제미니1호	(주)제농 S&T	03-0057-2018-1	2018.11.05	
2	Jemini 2 ho	제미니2호	(주)제농 S&T	03-0057-2019-1	2019.09.10	
3	Jerajin 5 ho	제라진5호	(주)제농 S&T	03-0057-2020-8	2020.10.14	
4	Jerajin 6 ho	제라진6호	(주)제농 S&T	03-0057-2020-6	2020.10.14	
5	Jerajin 8 ho	제라진8호	(주)제농 S&T	03-0057-2021-10	2021.09.28	
6	Jemini 4 ho	제미니4호	(주)제농 S&T	03-0057-2021-9	2021.09.28	



[별지 제28호 서식]

품종 생산·수입판매 신고증명서			
신고번호: 03-0067-2018-1 품종명칭 등록출원번호: 40-2018-001449			
신청인	성명 김태형 (대표자)	생년월일 (외국인은 국적)	
	주소 제주특별자치도 제주시 원단로7길 8 (우)1690-140	전화번호	
유성자	성명 이주원	생년월일 (외국인은 국적)	
	주소 제주특별자치도 제주시 한림읍 한림로 290 3층	전화번호	
품종이 속하는 과물의 학명 및 명칭 <i>Citrus reticulata</i> Blanco 감귤(만감류)			
품종의 명칭 제미니1호 (Jemini 1 ho)			
<p>「종자산업법」 제38조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.</p> <p>(단, 이 품종의 명칭은 「식물신종보호법」 제109조에 따라 등록된 이후에 사용할 수 있습니다.)</p> <p style="text-align: center;">2018년 11월 06일</p> <p style="text-align: center;">국립종자원 </p>			

[별지 제28호 서식]



품종 생산·수입판매 신고증명서			
신고번호: 03-0067-2019-1 품종명칭 등록출원번호: 40-2019-000987			
신청인	성명 김태형 (대표자)	생년월일 (외국인은 국적)	
	주소 제주특별자치도 제주시 원단로7길 8 (우)1690-140	전화번호	
유성자	성명 이주원	생년월일 (외국인은 국적)	
	주소 제주특별자치도 제주시 한림읍 한림로 290 3층	전화번호	
품종이 속하는 과물의 학명 및 명칭 <i>Citrus reticulata</i> Blanco 감귤(만감류)			
품종의 명칭 제미니2호 (Jemini 2 ho)			
<p>「종자산업법」 제38조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.</p> <p>(단, 이 품종의 명칭은 「식물신종보호법」 제109조에 따라 등록된 이후에 사용할 수 있습니다.)</p> <p style="text-align: center;">2019년 09월 10일</p> <p style="text-align: center;">국립종자원 </p>			

그림 31. 제미니1호 품종생산수입판매신고증명서(좌), 제미니2호 품종생산수입판매신고증명서(우)

[별지 제28호 서식]

품종 생산·수입판매 신고증명서			
신고번호: 03-0067-2020-8 품종명칭 등록출원번호: 40-2020-000866			
신청인	성명 김태형 (대표자)	생년월일 (외국인은 국적)	
	주소 제주특별자치도 제주시 원단로7길 8 (우)17704	전화번호	
유성자	성명 이주원 외 6명	생년월일 (외국인은 국적)	
	주소 제주특별자치도 제주시 한림읍 한림로 290 3층	전화번호	
품종이 속하는 과물의 학명 및 명칭 <i>Citrus reticulata</i> Blanco 감귤(만감류)			
품종의 명칭 제라진5호 (Jerajin 5 ho)			
<p>「종자산업법」 제38조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.</p> <p>(단, 이 품종의 명칭은 「식물신종보호법」 제109조에 따라 등록된 이후에 사용할 수 있습니다.)</p> <p style="text-align: center;">2020년 10월 14일</p> <p style="text-align: center;">국립종자원 </p>			

[별지 제28호 서식]



품종 생산·수입판매 신고증명서			
신고번호: 03-0067-2020-6 품종명칭 등록출원번호: 40-2020-000865			
신청인	성명 김태형 (대표자)	생년월일 (외국인은 국적)	
	주소 제주특별자치도 제주시 원단로7길 8 (우)17704	전화번호	
유성자	성명 이주원 외 6명	생년월일 (외국인은 국적)	
	주소 제주특별자치도 제주시 한림읍 한림로 290 3층	전화번호	
품종이 속하는 과물의 학명 및 명칭 <i>Citrus reticulata</i> Blanco 감귤(만감류)			
품종의 명칭 제라진6호 (Jerajin 6 ho)			
<p>「종자산업법」 제38조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.</p> <p>(단, 이 품종의 명칭은 「식물신종보호법」 제109조에 따라 등록된 이후에 사용할 수 있습니다.)</p> <p style="text-align: center;">2020년 10월 14일</p> <p style="text-align: center;">국립종자원 </p>			

그림 32. 제라진5호 품종생산수입판매신고증명서(좌), 제라진6호 품종생산수입판매신고증명서(우)

[별지 제28호 서식]

품종 생산·수입판매 신고증명서			
신고번호: 08-0067-2021-10			
품종명칭 등록출원번호: 40-2021-000949			
신청인	성명 김태형 (대표자)	생년월일 (외국인은 국적)	
	주소 제주특별자치도 제주시 원단로7길 8 (우)17704		
유성자	성명 이주원	생년월일 (외국인은 국적)	
	주소 제주특별자치도 제주시 한림읍 한림로 280 8층		
품종이 속하는 과물의 학명 및 명칭 <i>Citrus reticulata</i> Blanco 갈귤(단감류)			
품종의 명칭 제라진8호 (Jerajin 8 ho)			
<p>「종자산업법」 제38조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.</p> <p>(단, 이 품종의 명칭은 「식물신종보호법」 제109조에 따라 등록된 이후에 사용할 수 있습니다.)</p>			
2021년 09월 28일			
국립종자원 			

[별지 제28호 서식]


품종 생산·수입판매 신고증명서			
신고번호: 08-0067-2021-9			
품종명칭 등록출원번호: 40-2021-000969			
신청인	성명 김태형 (대표자)	생년월일 (외국인은 국적)	
	주소 제주특별자치도 제주시 원단로7길 8 (우)17704		
유성자	성명 이주원	생년월일 (외국인은 국적)	
	주소 제주특별자치도 제주시 한림읍 한림로 280 8층		
품종이 속하는 과물의 학명 및 명칭 <i>Citrus reticulata</i> Blanco 갈귤(단감류)			
품종의 명칭 제미니4호 (Jemini 4 ho)			
<p>「종자산업법」 제38조제1항 및 같은 법 시행규칙 제27조제1항에 따라 품종의 생산·수입판매 신고를 하였음을 증명합니다.</p> <p>(단, 이 품종의 명칭은 「식물신종보호법」 제109조에 따라 등록된 이후에 사용할 수 있습니다.)</p>			
2021년 09월 28일			
국립종자원 			

그림 33. 제라진8호 품종생산수입판매신고증명서(좌), 제미니4호 품종생산수입판매신고증명서(우)

## 11. 감귤 묘목 생산 거점 확보

### 가. 감귤 포트 묘목 생산

(주)제농 에스엔티 소유 유리온실 내 면적 660㎡의 감귤 포트 묘목 생산을 위한 기반 시설을 GSP 과제 기간 중 구축하였으며 연간 5,000주 이상의 묘목 생산을 목표로 하고 있다. 2018년 3월에 감귤연구소에서 개발한 하례조생, 미니향, 윈터프린스, 선킹에 대하여 통상실시 계약을 체결 하였고, 2019년 2월에 감귤연구소에서 개발한 제라몬에 대하여 통상실시 계약을 추가로 체결 하였다. 감귤묘목 생산에 대목으로 사용할 탱자는 1년생 묘목을 구입하거나 탱자 열매에서 종자를 직접 채취하고 받아시켜서 약 2년 생육 시켜 묘목 생산에 활용하고 있다. 통상실시 계약을 체결한 품종에 대하여 1.5ℓ 포트에 만 2년 이상 키운 탱자에 절집을 하여 2018년, 2019년 묘목을 생산하였다. 또한 포트를 이용한 우수 감귤묘 또는 대묘를 이용하면 일반 노지 포장에서 키운 묘목을 식재 하는 것 대비 미수익 기간을 1년 또는 2년 단축시킬 수 있고, 향후 감귤 무병묘 보급에 대비하여 선제적으로 대비가 가능 할 것으로 생각하고 있다. 이러한 우수 묘목 생산 체계를 구축하고 향후 우리 세부프로젝트에서 육성한 우수한 품종을 단기간에 대량 생산하여 농가에 충분히 공급 함으로써 농가소득 향상에도 기여 할 수 있을 것으로 판단된다.



그림 34. (주)제농 에스엔티 유리온실 내 포트묘목생산 시설 및 육묘 현황(좌), 탱자묘목 육성(우)



그림 35. 하례조생 포트묘목 육성(좌), 제라몬 포트묘목 육성(우)

#### 나. 국내 육성 감귤 묘목 보급

국내 육성 감귤 묘목 보급을 위해 1.5ℓ 포트를 이용하여 탱자를 대목으로 하여 해당 품종의 접수를 절접하는 방법으로 감귤 포트묘목을 생산하였다. 보급 실적으로는 2020년에 하례조생 647주, 미니향 243주, 윈터프린스 27주, 선킹 27주, 제라몬 42주, 총 986주를 공급하였고 판매금액은 8,232,000원 이었다. 2021년에는 제라몬 401주, 미니향 817주, 하례조생 752주, 윈터프린스 152주, 총 2,122주를 공급하였고 판매금액은 24,051,000원 이었다.

표 14. 국내 종자 판매 실적(2020년)

번호	일자	판매처	매출액
1	2020/01/02	통영****종묘사	1,200,000
2	2020/01/09	중****약사(고령)	65,000
3	2020/01/20	협****사	84,000
4	2020/01/20	협****사	84,000
5	2020/01/20	협****사	84,000
6	2020/01/20	협****사	84,000
7	2020/01/20	협****사	84,000
8	2020/02/12	협****사	3,500,000
9	2020/03/23	제주특별자*****솔원	1,520,000
10	2020/04/02	진주***상사	72,000
11	2020/04/02	진주***상사	72,000
12	2020/04/07	진주***상사	72,000
13	2020/04/07	진주***상사	72,000
14	2020/04/07	사천***묘장	24,000
15	2020/04/07	초****사(사천)	96,000
16	2020/04/07	초****사(사천)	48,000
17	2020/04/21	제주특별자*****솔원	150,000
18	2020/04/21	제주특별자*****솔원	150,000
19	2020/04/21	제주특별자*****솔원	150,000
20	2020/04/21	제주특별자*****솔원	150,000
21	2020/04/21	성*춘	75,000
22	2020/04/24	이*규	90,000
23	2020/04/24	이*규	60,000
24	2020/04/27	청구***묘사	24,000
25	2020/04/27	청구***묘사	48,000
26	2020/05/04	박*희	150,000
27	2020/06/03	고려** **장	24,000
		<b>합 계</b>	<b>8,232,000</b>

표 15. 국내 종자 판매 실적(2021년)

번호	일자	판매처	매출액
1	2021/01/01	제일***약사(언양)	216,000
2	2021/01/04	경성*** 영****인(성주)	1,800,000
3	2021/01/04	통영****종묘사	3,564,000
4	2021/01/05	이*원	60,000
5	2021/01/19	양산****사	2,600,000
6	2021/01/25	진흥****사(안동)	240,000
7	2021/02/15	제일***약사(언양)	1,920,000
8	2021/02/15	보성*** (김해)	72,000
9	2021/02/15	청구***묘사(부산)	96,000
10	2021/02/23	마***사	1,300,000
11	2021/02/26	김*수	2,500,000
12	2021/03/02	동부****사	72,000
13	2021/03/02	진주***상사	264,000
14	2021/03/02	통영****종묘사	924,000
15	2021/03/02	초***사(사천)	192,000
16	2021/03/09	협***사(부산)	72,000
17	2021/03/19	김*준	1,275,000
18	2021/03/19	박*윤	3,000,000
19	2021/03/20	김*수	170,000
20	2021/03/22	푸른****사(포항)	130,000
21	2021/03/25	연안****사	48,000
22	2021/03/29	이*원	80,000
23	2021/03/29	정곡****사(의령)	24,000
24	2021/03/29	진주***상사	144,000
25	2021/03/29	농업회사법인 주식회사 수****	360,000
26	2021/03/29	동**묘(하남)	360,000
27	2021/03/29	가***물	840,000
28	2021/03/29	홍농****사(마석)	216,000
29	2021/03/29	서울****(여주)	432,000
30	2021/03/31	동해**사	288,000
31	2021/03/31	농우***	720,000
32	2021/03/31	영월***	72,000
		합 계	24,051,000

다. 향후 사업화 계획

1.5ℓ 포트 또는 12구 포트에 탱자를 식재하여 우량한 대목을 육성한다. 가능하면 우리 세부 프로젝트에서 자체적으로 육성한 계통들의 묘목을 생산하고, 농어민 홍보 및 내륙 지역 영업사원 교육 등을 통하여 자사 품종의 홍보에 주력한다. 14ℓ, 20ℓ 에어포트에 1년생 감귤 묘목을 식재 후 수형을 갖추고 봄순 또는 여름순 기준으로 하여 정지를 실시하여 착과가 이루어지게 한다. 온라인 또는 SNS 홍보를 통하여 판매를 유도 할 계획이다. 미니향 또는 제라몬의 경우 이러한 방법으로 착과가 된 묘목을 판매하면 또 다른 판매 시장을 개척 할 수 있을 것으로 사료된다.

향후 무병묘 보급이 법제화 될 것을 대비하여 우수한 탱자를 사전에 확보 하고, 필요한 품종의 모수원을 별도로 조성한다. 우수한 선발 계통의 품종은 사전에 무병묘 원종이 생산 될 수 있도록 감귤연구소에 의뢰하여 준비를 완료 한다.

라. 홍보물 제작

(주)제농 에스엔티에서 발행하는 종합상보에 당사에서 생산하여 판매하고 있는 국내육성 감귤 품종인 미니향, 제라몬을 소개 하고 제주지역 및 내륙지역에서 종자영업 활동과 병행하여 묘목을 홍보하고 판매하고 있으며, 2021년에는 당사에서 수행하고 있는 세부프로젝트 성과와 품종 보호출원을 실시한 계통들을 소개하는 리플렛을 제작하여 농민 또는 소비자들에게 제공하고 있다.



그림 36. 제농 에스엔티 2020년 종합상보(좌), 감귤 묘목 홍보 부분(우)





### 제3절 적육 관피 만다린 품종개발

#### 1. 적육계 품종개발을 위한 단배성 및 다배성 모본이용 교배실생 확보

본 연구는 2017~2021년 제주 제주시 화북에 위치한 한농바이오산업(주) 기업부설육종연구소의 감귤육종포장에서 단배성 및 다배성 유전 특성을 지닌 모본을 이용하여 적육계 및 골드계 특성을 화분친을 이용하여 교배를 실시하였다.

선행 과제로 수행(2013~2016)된 주요 교배조합으로 단배성 모본으로 ‘에히메28호’, ‘청견’, 등이 이용되었으며 다배성 모본으로 ‘부지화’, ‘감평’등이 이용 되었다. 부분으로는 타르코오렌지, 상귀넬리오렌지, 그래프후프츠 등이 이용 되었다. 그러나 몇개 조합에서는 종자 생성이 잘 되지 않고 과중 후 생육 및 결과가 나쁜 조합을 제외하고 년도별 유전자원과 목적 형질에 맞게 새로운 교배조합을 작성하여 실시하였다.

#### 가. 2017년 교배조합

2017년 제주특별자치도 제주시 화북에 위치한 한농바이오산업(주) 기업부설육종연구소의 감귤육종포장에서 다배성 유전 특성을 지닌 모본을 이용하여 적육계 및 골드계 특성을 화분친을 이용하여 교배를 실시하였다.

다배성 모본으로 성전조생, B33, EK55, 성전조생, 부지화, 영과금감, 일남1호, 영과금감, 아놀드블러드, 일남1호를 사용하였고 부분으로는 적육계 품종인 B33, 아놀드블러드 사용하여 총 500개 과실을 수확하여 539립의 종자를 채취하여 6,345개의 배 분리 배양을 통해 교잡배를 선발을 목표로 육성하였다(표 1).

표 1. 2017년 교배조합 및 채종 종자수

교배모본	교배부분	과실수(개)	채종 종자수(평균)	배 갯수(평균)
성전조생	B33	77	3(0.04)	57(19.0)
B33	아놀드블러드	93	159(1.7)	2,335(14.7)
EK55	B33	21	10(0.5)	145(14.5)
성전조생	아놀드블러드	142	4(0.02)	53(13.3)
부지화	아놀드블러드	23	57(2.5)	681(12.0)
부지화	B33	47	163(3.5)	1,938(11.9)
영과금감	아놀드블러드	19	66(3.9)	649(9.8)
일남1호	아놀드블러드	44	1(0.02)	9(9.0)
영과금감	B33	6	37(6.2)	247(7.3)
아놀드블러드	B33	17	37(2.2)	228(6.2)
일남1호	B33	11	2(0.2)	3(1.5)
합 계		500	539	6,345

나. 2018년 교배조합

2018년 제주특별자치도 제주시 화북에 위치한 한농바이오산업(주) 기업부설육종연구소의 감귤육종포장에서 다배성 유전 특성을 지닌 모본을 이용하여 적육계 및 골드계 특성을 화분친을 이용하여 교배를 실시하였다.

단배성 모본으로 아스미, 미하야, 에히메28호, Cle. 루비노, 하레히메, 청건을 사용하였고 부분으로는 적육계 품종인 타로코오렌지, 아놀드블러드, E55, B33과 골드계 품종으로 아스미, 감평, 클리멘타인루비노를 사용하여 총 1,603립의 종자를 채취하여 파종 후 실생을 양성하여 접목하여 육성하였다(표 2).

표 2. 2018년 교배조합 및 채종 종자수

교배모본	교배부분	채종 종자수(립)	비고
아스미	타로코오렌지	51	-
	아놀드블러드	47	-
	클리멘타인 루비노VCR	58	-
	E55	69	자체보유 유전자원
	B33	51	자체보유 유전자원
미하야	타로코오렌지	30	-
	아놀드블러드	20	-
	클리멘타인 루비노VCR	15	-
	E55	202	자체보유 유전자원
	B33	83	자체보유 유전자원
에히메28	타로코오렌지	50	-
	아놀드블러드	41	-
	클리멘타인 루비노VCR	30	-
	E55,	66	자체보유 유전자원
	B33	26	자체보유 유전자원
	감평, 아스미	52 29	- -
Cle. 루비노	아놀드블러드	149	-
하레히메	타로코오렌지	30	-
	아놀드블러드	55	-
	클리멘타인 루비노VCR	80	-
	E55,	15	자체보유 유전자원
	B33	25	자체보유 유전자원
	감평, 아스미	80 70	- -
청건	타로코오렌지	147	-
리노카	타로코오렌지	16	-
타라타라	타로코오렌지	16	-
합 계		1,603	-

다. 2019년 교배조합

2019년 제주특별자치도 제주시 화북에 위치한 한농바이오산업(주) 기업부설육종연구소의 감귤육종포장에서 다배성 유전 특성을 지닌 모본을 이용하여 적육계 및 골드계 특성을 화분친을 이용하여 교배를 실시하였다.

단배성 모본으로 클리멘타인누레스, 제감단배성1호, 가을향, 미하야, 아스미를 사용하였고 다배성 모본은 오하라베니, 리노카, CLL214를 사용하였다. 부분으로는 적육계로 B33, 아놀드블러드, MN119(모로주심배)와, 골드계 품종으로 MMN61, 감평, 아스미, 가을향, 문단 사용하여 총 3,165개를 교배하여 1,687립의 종자를 채취하여 파종 후 실생을 양성하여 접목하여 육성하였다 (표 3).

표 3. 2019년 교배조합 및 채종 종자수

교배모본	교배부분	채종 종자수(립)	비고
오하라베니	문단	55	주심배 선발
가을향	B33	21	교잡배 선발
CLL214	문단	36	주심배 선발
리노카	문단	110	주심배 선발
리노카	B33	55	주심배 선발
Cle. 누레스	B33	160	교잡배 선발
Cle. 누레스	MMN61	92	교잡배 선발
미하야	감평	49	교잡배 선발
	B33	29	교잡배 선발
	가을향	11	교잡배 선발
	MM61	33	교잡배 선발
아스미	감평	211	교잡배 선발
	B33	119	교잡배 선발
	MMN61	99	교잡배 선발
제감단배성1호	B33	252	교잡배 선발
	아스미	150	교잡배 선발
Cle.루비노	아놀드블러드	110	교잡배 선발
	MN119	50	교잡배 선발
	B33	45	교잡배 선발
합계		1,687	-

라. 2020년 교배조합

2020년 제주특별자치도 제주시 화북에 위치한 한농바이오산업(주) 기업부설육종연구소의 감귤육종포장에서 다배성 유전 특성을 지닌 모본을 이용하여 적육계 및 골드계 특성을 화분친을 이용하여 교배를 실시하였다.

단배성 모본으로 청견, 제감단배성1호, 에히매28호, 아스미, T3279, M1218를 사용하였고 다배성 모본은 부지화, 유라조생, 감평, 루비야, CLL214, MN119, MM61, D114를 사용하였다. 부분으로는 적육계로 B33, 루비야, 핑거라임 골드계 품종으로 자몽을 사용하여 총 3,200개를 교배하여 총 1,864립의 종자를 채취하여 파종 후 실생을 양성하여 접목하여 육성하였다(표 4).

표 4. 2020년 교배조합 및 채종 종자수

교배모본	교배부분	채종 종자수(립)	비고
한라봉	자몽	454	다배성(모본)
유라조생	자몽	59	
레드향	자몽	22	
스타루비	문단	129	
CLL214	자몽, B33	0	
MN119	자몽	80	
MM61	자몽	45	
청견	B33	313	단배성(모본)
D114	B33	2	
제감단배성1호	루비야	150	
	B33	100	
에히매28	B33	290	
	핑거라임	50	
아스미	루비야	120	
T3279	B33	50	
M1218	B33	0	
합 계		1,864	

마. 2021년 교배조합

2021년 제주특별자치도 제주시 화북에 위치한 한농바이오산업(주) 기업부설육종연구소의 감귤육종포장에서 다배성 유전 특성을 지닌 모본을 이용하여 적육계 및 골드계 특성을 화분친을 이용하여 교배를 실시하였다. 단배성 모본은 자체선발계통을 이용하였고 적육계 모본으로 2837, 534, 4922, 676, 5723, 527를 이용하였고 골드계 모본으로 하레히메, 아스미 품종을 이용하였다. 다배성 모본으로 부지화, 루비야, 감평, 유라조생을 이용하였다. 적육계 부분으로는 676, B33, 1800, 5123, 루비야 품종을 사용하였다. 골드계 부분으로는 그레이프후르츠, 문단 등을 이용하여 총 3,344립의 종자를 채취하여 파종 후 실생을 양성하여 접목하여 육성하였다(표 5).

표 5. 2021년 교배조합 및 채종 종자수

교배조합	채종 종자수 (립)	비고	교배조합	채종 종자수 (립)	비고
2837×676	12	적육계×적육계	하레히메×676	350	골드계×적육계
			하레히메×1800	80	
534×676	11	적육계×적육계	하레히메×그레이후르츠	150	골드계×적육계
4922×B33	30	적육계×적육계	아스미×1800	340	골드계×적육계
4922×1800	11	적육계×적육계	아스미×그레이후르츠	50	골드계×적육계
676×1800	7	적육계×적육계	아스미×2837	90	골드계×적육계
676×5123	8	적육계×적육계	아스미×5123	90	골드계×적육계
676×그레이후르츠	11	적육계×적육계	아스미×5125	140	골드계×적육계
676×B33	5				
5723×그레이후르츠	20	적육계×적육계	아스미×B33	180	골드계×적육계
534×B33	4	적육계×적육계			
524×B33	30	적육계×적육계	아스미×676	300	골드계×적육계
부지화×그레이후르츠	1,050	다배성	스타루비×문단	150	다배성
유라×그레이후르츠	225	다배성			
소계	1,424	-	소계	1,920	-

2. 교배실생의 조기착과 유도

교배실생에 대해 조기에 착과시키고 효율적인 관리를 위해 매년 11~12월경에 교배 종자를 획득하여 25℃(±2℃)의 온실에 파종을 실시하여 다음해 4월에 바로 고접을 실시하였다.

2017년부터 매년 교배실생에 대해 당해 연도에 파종을 하여 다음해 바로 탕자 및 스윙글에 고접을 실시하여 접목 후 활착이 되면 유연기 단축을 위해 1주지로 유인 후 착과 유도를 위해 일정 부분에서 수평 도는 70~80°정도로 가지를 유인하여 조기에 개화와 결실을 유도하였다(그림 1). 이후 여러 과실이 착과되면 생육조사 및 수확 후 과실 특성 조사 등을 통해 우량계통을 선발하고 있다.



파종 후 60일 모습  
(2020. 02)



교배실생 포트 고접 후 모습  
(2020. 07)



접목 후 1주지 유인작업  
(2020. 09)

그림 1. 교배실생의 조기착과 유도를 위한 조기 접목 및 1주지 유인작업



적육 및 관피 품종선발의 자체 선발기준의 경우 과피색은 미국 UC Riverside 대학의 감귤 과피색 등급시스템의 가시적인 12이상의 수치와 색채색차계를 이용하여 적색을 나타내는 a값 40.0(MINOLTA, CR-400) 이상 두 가지 방법을 병행하여 기준을 설정하였다. 과육색은 수확 후 과실을 횡단면으로 절단한 후 구분된 비교 수치 5에 해당하는 계통을 적육으로 판단하고 (그림 2a), 관피 정도는 선발된 계통의 과피를 탈피시켜본 후 1~9사이의 수치중 5이상에 해당 되는 것을 관피로 판단하여 선발하고 있다(그림 2b).



그림 2. 적육 및 관피 정도 판단을 위한 자체 품종선발 기준

## 2. 육종방법 다양화 및 육종 효율을 Cybrid 가능성 탐색

### 가. 재료 및 방법

#### (1) Genomic DNA 추출

선행과제(2013~2016)에서 수집 및 선발된 품종 이용을 위해 과실 착과전 적육계 품종 확인을 위해 PCR 분석을 실시하였다. 제공받은 감귤 꽃가루 시료(시료명 : R.O.Y.G.)는 액체 질소 하에서 곱게 간 후, 사용시까지 -80℃에 보관하였다. 시료로부터 genomic DNA (gDNA) 추출은 Biomedic® Plant gDNA Extraction Kit(Biomedic, Korea)를 이용하였고, 추출한 DNA는 nanodrop으로 정량 및 정성 분석 후 PCR의 주형으로 사용하였다.

또한 Cybrid 가능성 유무 탐색을 위해 한농바이오산업(주)으로부터 감귤 시료 53점(잎 또는 꽃가루)을 제공받았으며, Biomedic® gDNA Extraction Kit (Biomedic Co., Ltd., Korea)를 이용하여 gDNA를 추출한 후 본 실험의 재료로 사용하였다(표 6).



타루비 조합은 BM- BMCi-SSR-159 마커를 사용하였다(Woo et al., 2019). 각 모부분의 유전형과 교배 조합에서 기대되는 유전형 조합은 표 8과, 표 9에 제시하였다.

표 8. 유라조생 x 스타루비 조합의 마커별 expected genotype			표 9. 유라조생 x 스타루비 조합의 마커별 expected genotype	
품종 \ 마커	BM-CiSSR-012	BM-CiSSR-159	품종 \ 마커	BM-CiSSR-159
유라조생	283/283	382/398	한라봉	382/398
스타루비	288/308	391/393	스타루비	391/393
유라 x 스타루비 Expected genotype	283/288	382/391	한라봉 x 스타루비 Expected genotype	382/391
	283/308	382/393		382/393
		391/398		391/398
		393/398		393/398

유라조생, 한라봉, 스타루비에 대한 마커 정보 및 대립유전자 크기 정보는 기존의 문헌을 참고하였으며, BM-CiSSR-204, BM-CiSSR-246, BM-CiSSR-256, BM-CiSSR-266 마커와 이탈리아핑크레몬, 아놀드블러드오렌지, 모로오렌지에 대한 대립유전자 크기 정보는 genotyping 결과를 통해 얻었다. 한라봉x모로오렌지 조합은 BM-CiSSR-094, BM-CiSSR-159, BM-CiSSR-204, 한라봉x아놀드블러드오렌지 조합은 BM-CiSSR-094, BM-CiSSR-159, BM-CiSSR-204, 유라조생x모로오렌지 조합은 BM-CiSSR-073, BM-Ci-SSR094, BM-CiSSR-137, BM-CiSSR-159, 유라조생x스타루비 조합은 BM<sub>1</sub>CiSSR-073, BM-CiSSR-094, BM-CiSSR-137, BM-CiSSR-159, 한라봉x스타루비 조합은 BM-CiSSR<sub>1</sub>073, BM-CiSSR-094, BM-CiSSR-137, BM-CiSSR-159, 이탈리아핑크레몬x아놀드블러드오렌지 조합은 BM-CiSSR-073, BM-CiSSR-094, BM-CiSSR-159, BM-CiSSR-246, BM-CiSSR-256, 유라조생x한라봉 조합은 BM-CiSSR-073, BM-CiSSR-094, BM-CiSSR-137, BM-CiSSR-266, 이탈리아핑크레몬x스타루비 조합은 BM-CiSSR-073, BM-CiSSR-094, BM-CiSSR-137, BM-CiSSR-159 마커를 사용하였다(Woo et al., 2019). 각 모부분의 유전형과 교배 조합에서 기대되는 유전형 조합은 표 10 ~ 표 17에 제시하였다.

표 10. 한라봉x모로오렌지 조합의 마커별 expected genotype

품종 \ 마커	BM-CiSSR-094	BM-CiSSR-159	BM-CiSSR-204
한라봉	274/274	382/398	328/328
모로오렌지	271/271	393/393	357/357
한라봉 x 모로오렌지 Expected genotype	271/274	382/393	328/357
		393/398	

표 11. 한라봉x아놀드블러드오렌지 조합의 마커별 expected genotype

품종 \ 마커	BM-CiSSR-094	BM-CiSSR-159	BM-CiSSR-204
한라봉	274/274	382/398	328/328
아놀드블러드오렌지	271/271	393/404	357/357
한라봉 x 아놀드블러드오렌지 Expected genotype	271/274	382/393	328/357
		382/404	
		393/398	
		398/404	

표 12. 모로오렌지x유라조생 조합의 마커별 expected genotype

시료 \ 마커	SSR-073	BM-CiSSR-094	BM-CiSSR-137	BM-CiSSR-159
유라조생	318/326	270/273	302/302	382/398
모로오렌지	319/345	271/271	321/326	393/393
유라 x 모로오렌지 Expected genotype	318/319	270/271	302/321	382/393
	318/345	271/273	302/326	393/398
	319/326			
	326/345			

표 13. 유라조생x스타루비 조합의 마커별 expected genotype

품종 \ 마커	BM-CiSSR-073	BM-CiSSR-094	BM-CiSSR-137	BM-CiSSR-159
유라조생	318/326	270/273	302/302	382/398
스타루비	345/345	268/271	301/321	391/393
유라 x 스타루비 Expected genotype	318/345	268/270	301/302	382/391
	326/345	268/273	302/321	382/393
		270/271		391/398
		271/273		393/398

표 14. 한라봉x스타루비 조합의 마커별 expected genotype

품종 \ 마커	BM-CiSSR-073	BM-CiSSR-094	BM-CiSSR-137	BM-CiSSR-159
한라봉	319/319	274/274	326/326	382/398
스타루비	345/345	268/271	301/321	391/393
한라봉 x 스타루비 Expected genotype	319/345	268/274	301/326	382/391
		271/274	321/326	382/393
				391/398
				393/398



표 15. 이탈리아핑크레몬x아놀드블러드오렌지 조합의 마커별 expected genotype

품종 \ 마커	BM-CiSSR-073	BM-CiSSR-094	BM-CiSSR-159	BM-CiSSR-246	BM-CiSSR-256
이탈리아핑크레몬	319/322	274/277	385/400	375/375	290/290
아놀드블러드오렌지	319/345	271/271	393/404	326/328	303/303
이탈리아핑크레몬 x 아놀드블러드오렌지 Expected genotype	322/345	271/274	385/393	326/375	290/303
		271/277	393/400	328/375	
			385/404		
			400/404		

표 16. 유라조생x한라봉 조합의 마커별 expected genotype

시료 \ 마커	BM-CiSSR-073	BM-CiSSR-094	BM-CiSSR-137	BM-CiSSR-266
유라조생	318/326	270/273	302/302	343/343
한라봉	319/319	274/274	326/326	333/333
유라조생 x 한라봉 Expected genotype	318/139	270/274	302/326	333/343
	319/326	273/274		

표 17. 이탈리아핑크레몬x스타루비 조합의 마커별 expected genotype

품종 \ 마커	BM-CiSSR-073	BM-CiSSR-094	BM-CiSSR-137	BM-CiSSR-159
이탈리아핑크레몬	319/322	274/277	305/327	385/400
스타루비	345/345	268/271	301/321	391/393
이탈리아핑크레몬 x 스타루비 Expected genotype	319/345	268/274	301/305	385/391
	322/345	268/277	301/327	385/393
		271/274	305/321	391/400
		271/277	321/327	393/400

(4) M13-tailed PCR 및 genotyping

0  $\mu$ l의 PCR 반응 용액에 genomic DNA (~10 ng)와 제작된 10  $\mu$ M의 M13-tailed forward primer 0.06  $\mu$ l, reverse primer 0.3  $\mu$ l와 6-FAM labeled M13 (5'-TGTAACGACGCGCCAGT-3') primer 0.3  $\mu$ l, DSBio HSTM Taq polymerase mix 15  $\mu$ l, 멸균 증류수를 첨가하여 혼합한 후, ABI 2720 thermal cycler (Applied Biosystems)를 이용하여 M13-tailed PCR을 수행하였다. PCR 반응은 94°C에서 5분간 열변성(heat denaturation)하고, 이어서 15회 사이클의 PCR 반응(94°C 30초, 55°C 30초, 72°C 30초의 온도 변화 사이클)과 20회 사이클의 PCR 반응(94°C 30초, 53°C 30초, 72°C 30초의 온도 변화 사이클)을 연속하여 수행한 후 마지막으로 72°C에서 30분간 최종 신장(final extension) 반응을 시켰다. 반응이 종료된 PCR 증폭 산물은 1.0% agarose gel에서 전기영

동을 통해 확인한 후, ABI 3730 Genetic Analyzer (Applied Biosystems)를 통하여 genotyping을 실시하였다. Genotyping 결과는 GeneMapper v4.1 (Applied Biosystems)를 통하여 분석하였다.

(5) RAPD PCR

유전적 동질 확인을 위한 RAPD PCR 반응 조건 아래와 같다.

PCR 반응 조건		PCR 증폭 조건		
Components	Vol. (uL)	Temp. (°C)	Time (min)	Cycle no.
gDNA (20 ng/uL)	1	95	10	1
Primer (20 pmol/uL)	0.3	95	1	35
2x HS Taq Mix	5	35	0.5	
Distilled water	3.4	72	1.5	
Reaction vol.	10	72	5	1

(6) RAPD PCR 프라이머

유전적 동질 확인을 위한 RAPD PCR 프라이머 정보는 아래와 같다.

	Primer name	Sequence
A	A-01	CAGGCCCTTC
	A-02	TGCCGAGCTG
	A-03	AGTCAGCCAC
	A-04	AATCGGGCTG
	A-05	AGGGGTCTTG

	Primer name	Sequence
D	D-01	ACCGCGAAGG
	D-02	GGACCCAACC
	D-03	GTCGCCGTCA
	D-04	TCTGGTGAGG
	D-05	TGAGCGGACA

	Primer name	Sequence
B	B-01	GTTTCGCTCC
	B-02	TGATCCCTGG
	B-03	CATCCCCCTG
	B-04	GGACTGGAGT
	B-05	TGCGCCCTTC

	Primer name	Sequence
E	E-01	CCCAAGGTCC
	E-02	GGTGCGGGAA

	Primer name	Sequence
C	C-01	TTCGAGCCAG
	C-02	GTGAGGCGTC
	C-03	GGGGGTCTTT
	C-04	CCGCATCTAC
	C-05	GATGACCGCC

나. 결과 및 고찰

(1) 유전자원 조기 활용을 위한 꽃가루 적육계 판별

제공받은 감귤 꽃가루 시료의 PCR 증폭 결과는 그림 3과 같다. 그림 3에서 C.sinensis'Moro' (MR),



C.sinensis 'Tarocco' (TR), C.sinensis 'Blood Shamouti' (BSA)는 RD-1 또는 RD-2 대립유전자 검출의 양성대조구로 사용하였다.

PCR 결과 제공받은 꽃가루 시료는 RF-GTP3, 5, 6 프라이머에서는 증폭되지 않았고, RF-GTP4 프라이머의 경우 821 bp와 325 bp 증폭 절편이 나타났으므로, RD-2와 R/r-1의 유전자형을 갖는 꽃가루가 혼합된 것으로 판단된다.

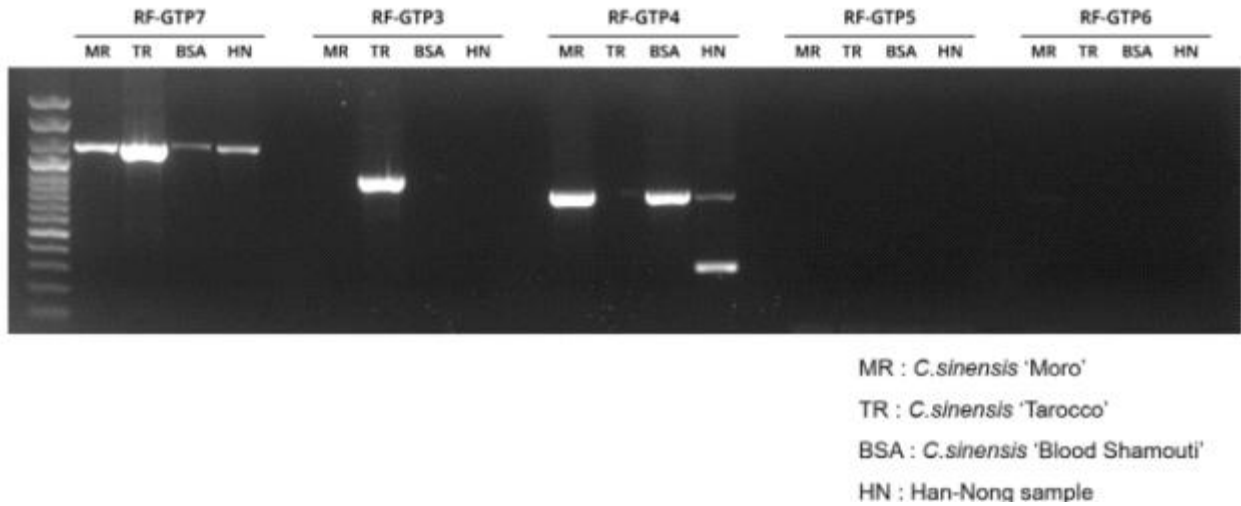


그림 3. 감귤 시료의 대한 적육 판별을 위한 PCR 증폭 결과.

(2) 합성 키메라 검출

유라조생 x 스타루비 조합을 BMCi-SSR-012 마커로 genotyping 하였을 경우, YNSR-1에서 288 bp, YNSR-2에서 288 bp와 308 bp가 확인되었다. 두 시료 모두 부분인 스타루비와 동일한 peak를 보였다(표 12). BMCi-SSR-159 마커로 genotyping 하였을 경우, YNSR-1에서 392 bp와 398 bp, YNSR-2에서 391 bp가 확인되었다. YNSR-1은 예상된 genotype 조합과 일치하였으며 YNSR-2는 부분인 스타루비와 동일한 peak를 보였다(표 18).

표 18. 유라조생 x 스타루비 조합의 Genotyping 결과			표 19. 한라봉 x 스타루비 조합의 Genotyping 결과	
시료 \ 마커	BMCi-SSR-012	BMCi-SSR-159	시료 \ 마커	BMCi-SSR-159
유라조생	283/283	382/398	한라봉	382/398
스타루비	288/308	391/393	스타루비	391/393
유라 x 스타루비 Expected genotype	283/288	382/391	한라봉 x 스타루비 Expected genotype	382/393
	283/308	382/393		382/393
		391/398		391/398
		393/398		393/398
YNSR-1	288/288	391/398	HAGR-3	382/398
YNSR-2	288/308	391/391		

한라봉 x 스타루비 조합을 BMCi-SSR-159번 마커로 genotyping하였을 경우, HAGR-3에서 382 bp와 398 bp가 확인되었으며 모본인 한라봉과 동일한 peak를 보였다(표 19).

유라조생 x 스타루비 교배 조합에서 YNSR-1 시료의 경우, BMCi-SSR-159 마커에 대해 모

본과 부분의 대립유전자를 동시에 보유하므로 교잡이 이루어진 것으로 판단된다. YNSR-2는 부분인 스타루비에서는 heterozygote로 존재하던 대립유전자가 homozygote 상태로 존재하므로 교잡 여부가 불확실하다. 한라봉 x 스타루비 교배 조합인 HAGR-3은 모본인 한라봉의 대립유전자만을 보유하므로 교잡이 이루어지지 않은 것으로 판단된다. 한라봉x모로오렌지 조합 7개 시료에 대해 BM-CiSSR-094, BM-CiSSR-159, BM-CiSSR-204 마커로 genotyping을 수행한 결과는 표 14에 정리. Genotyping 결과, cybrid일 경우 기대되는 유전형 조합이 검출되지 않았다.

표 20. 한라봉x모로오렌지 조합의 genotyping 결과

시료 \ 마커	BM-CiSSR-094	BM-CiSSR-159	BM-CiSSR-204
한라봉	274/274	382/398	328/328
모로오렌지	271/271	393/393	357/357
한라봉 x 모로오렌지	271/274	382/393	328/357
Expected genotype		393/398	
HAMO-04	271/271	393/393	
HAMO-05	271/271	393/393	357/357
HAMO-06	271/271	393/393	357/357
HAMO-07	271/271	393/393	357/357
HAMO-08	274/274	382/382	328/328
HAMO-09	271/271	393/393	357/357
HA119-15	271/271	393/393	357/357

한라봉x아놀드블러드오렌지(또는 아놀드블러드오렌지x한라봉) 조합 18개 시료에 대해 BM<sub>1</sub> CiSSR-094, BMCi-SSR-159, BM-CiSSR-204 마커로 genotyping을 수행한 Genotyping 결과 (표 21)는 cybrid일 경우 기대되는 유전형 조합이 검출되지 않았다.

표 21. 한라봉x아놀드블러드오렌지 조합의 genotyping 결과

시료 \ 마커	BM-CiSSR-094	BM-CiSSR-159	BM-CiSSR-204
한라봉	274/274	382/398	328/328
아놀드블러드오렌지	271/271	393/404	357/357
한라봉 x 아놀드블러드오렌지 Expected genotype	271/274	382/393	328/357
		382/404	
		393/398	
		398/404	
HAAB-10	274/274	382/382	328/328
HAAB-11	274/274	382/382	
HAAB-12	274/274	382/382	328/328
HAAB-13	274/274	382/382	328/328
HAAB-16	274/274	382/382	328/328
HAAB-17	274/274	382/382	328/328
ABHA-25	271/271	393/393	357/375
ABHA-26	271/271	393/393	357/375
HAAB-28	274/274	382/382	328/328
HAAB-29	274/274	382/382	328/328
ABHA-30	274/274	382/382	328/328
ABHA-31	274/274	382/382	328/328
ABHA-32	271/271	393/393	357/375
ABHA-34	271/271	393/393	357/375
ABHA-35	271/271	393/393	357/375
ABHA-36	271/271	393/393	357/375
ABHA-37	271/271	393/393	357/375
ABHA-38	271/271	393/393	357/375

모로오렌지x유라조생 조합 2개 시료에 대해 BM-CiSSR-073, BM-CiSSR-094, BM-CiSSR-137, BM-CiSSR-159 마커로 genotyping을 수행한 Genotyping 결과(표 22)는 cybrid일 경우 기대되는 유전형 조합이 검출되지 않았다.

표 22. 모로오렌지x유라조생 조합의 genotyping 결과

시료 \ 마커	BM-CiSSR-073	BM-CiSSR-094	BM-CiSSR-137	BM-CiSSR-159
유라조생	318/326	270/273	302/302	382/398
모로오렌지	319/345	271/271	321/326	393/393
유라조생x모로오렌지 Expected genotype	318/319	270/271	302/321	382/393
	318/345	271/273	302/326	393/398
	319/326			
	326/345			
MOYN-14	319/345	271/271	321/326	393/404
119YN-21	319/345	271/271		393/404

유라조생x스타루비 조합 1개 시료에 대해 BM-CiSSR-073, BM-CiSSR-094, BM-CiSSR-137, BM-CiSSR-159 마커로 genotyping을 수행한 Genotyping 결과(표 23)는

cybrid일 경우 기대되는 유전형 조합이 검출되지 않았다.

표 23. 유라조생x스타루비 조합의 genotyping 결과					표 24. 한라봉x스타루비 조합의 genotyping 결과							
시료	마커	BM-CiSSR-073	BM-CiSSR-094	BM-CiSSR-137	BM-CiSSR-159	시료	마커	BM-CiSSR-073	BM-CiSSR-094	BM-CiSSR-137	BM-CiSSR-159	
유라조생		318/326	270/273	302/302	382/398	한라봉		319/319	274/274	326/326	382/398	
스타루비		345/345	268/271	301/321	391/393	스타루비		345/345	268/271	301/321	391/393	
유라 x 스타루비		318/345	268/270	301/302	382/391	한라봉 x 스타루비		319/345	268/274	301/326	382/391	
	Expected genotype	326/345	268/273	302/321	382/393		Expected genotype			271/274	321/326	382/393
	genotype		270/271		391/398		genotype					391/398
			271/273		393/398	GFHA-1B		319/319	274/274	326/326	382/398	
YNGRF-22		345/345	265/268/271	301/321	391/393	HAGF-27		345/345	268/271	301/321	391/393	
						HAGFR-33		345/345	264/266	301/321	391/393	

한라봉x스타루비 조합(또는 스타루비x한라봉) 3개 시료에 대해 BM-CiSSR-073, BM-CiSSR-094, BM-CiSSR-137, BM-CiSSR-159 마커로 genotyping을 수행한 Genotyping 결과(표 24) cybrid일 경우 기대되는 유전형 조합이 검출되지 않았다.

표 25. 이탈리아핑크레몬x아놀드블러드오렌지 조합의 genotyping 결과

시료	마커	BM-CiSSR-073	BM-CiSSR-094	BM-CiSSR-159	BM-CiSSR-246	BM-CiSSR-256
이탈리아핑크레몬		319/322	274/277	385/400	375/375	290/290
아놀드블러드오렌지		319/345	271/271	393/404	326/328	303/303
이탈리아핑크레몬 x 아놀드블러드오렌지		322/345	271/274	385/393	326/375	290/303
	Expected genotype		271/277	393/400	328/375	
	genotype			385/404		
	genotype			400/404		
IPLAB-19		322/345	268/274	391/399	322/353	290/325
IPLAB-20		322/345	268/274	391/399	322/353	290/325

이탈리아핑크레몬x아놀드블러드오렌지 조합 2개 시료에 대해 BM-CiSSR-073, BM-CiSSR-094, BM-CiSSR-159, BM-CiSSR-246, BM-CiSSR-256 마커로 genotyping을 수행한 Genotyping 결과(표 25)는 한 마커에서 2개의 시료 모두 모본과 부분 유래의 대립유전자를 보유하였지만, 4개 마커에서 모본과 다른 대립유전자가 나옴. 모본의 혼동으로 판단됨. Cybrid 판단이 불가하였다.

유라조생x한라봉 조합 1개 시료에 대해 BM-CiSSR-073, BM-CiSSR-094, BM-CiSSR-137 마커로 genotyping을 수행한 Genotyping 결과(표 26)는 한 마커에서 cybrid일 경우 기대되는 유전형 조합이 검출되지 않았으며 3개 마커에서 모본과 다른 대립유전자가 나옴. 모본과 부분의 혼동으로 판단되며 Cybrid 판단이 불가하였다.



표 26. 유라조생x한라봉 조합의 genotyping 결과

시료 \ 마커	BM-CiSSR-073	BM-CiSSR-094	BM-CiSSR-137	BM-CiSSR-266
유라조생	318/326	270/273	302/302	343/343
한라봉	319/319	274/274	326/326	333/333
유라조생 x 한라봉	318/139	270/274	302/326	333/343
Expected genotype	319/326	273/274		
YNHA-23	319/345	268/274	302/321	343/343

표 27. 이탈리아핑크레몬x스타루비 조합의 genotyping 결과

시료 \ 마커	BM-CiSSR-073	BM-CiSSR-094	BM-CiSSR-137	BM-CiSSR-159
이탈리아핑크레몬	319/322	274/277	305/327	385/400
스타루비	345/345	268/271	301/321	391/393
이탈리아핑크레몬 x 스타루비	319/345	268/274	301/305	385/391
Expected genotype	322/345	268/277	301/327	385/393
		271/274	305/321	391/400
		271/277	321/327	393/400
PLGFR-24	345/345	268/271	301/321	391/393

이탈리아핑크레몬x스타루비 조합 1개 시료에 대해 BM-CiSSR-073, BM-CiSSR-094, BM-CiSSR-137, BM-CiSSR-159 마커로 genotyping을 수행한 Genotyping 결과(표 27)는 cybrid일 경우 기대되는 유전형 조합이 검출되지 않았다.



유라조생+스타루비 Cybrid(YNSR-1)



BMCi-SSR-159 마커이용 Cybrid 선발



선발 Cybrid 고집 및 조기착과 유도작업

그림 4. 마커(BMCi-SSR-159)이용 Genotyping 수행결과 Cybrid 선발과 조기착과 유도

### 3. 지식재산권 확보(품종보호출원 및 등록, 특허출원 및 등록)

#### 가. 특허출원 및 등록

우리나라에서는 감귤 대목으로 텃자를 사용하고 있는데 접목 후 대목 부위에 발생하는 순을 제거하는 작업에 따른 인건비 절약과 접목작업 및 관리의 효율성을 높이기 위하여 대목 부분 순 발생 억제용 피복자재를 개발하여‘순발생을 차단하는 접목장치 장치’와 일남1호의 아조변이지로부터 선발되어 대조구(일남1호)에 비해 수확기 당도가 높으며 산도는 조금 낮으며 과육색과 과피색 등에 형태적인 차이를 나타내어‘타라타라 극조생’, 다배성인 부지화에서의 교잡배 및 교잡실생 출현을 향상을 위한 조직배양 방법 및 배양 시스템에 대한 특허등록이 완료 되었다. 또한‘굴빛과랑’상표명을 출원하여 상표등록이 완료 되었다(표 28).

나. 품종보호출원 및 등록

선행과제(2013~2016)에서 진행된 품종보호출원은‘레드산타(계통명: D2VBK139)’품종이 2019년에 품종보호등록이 완료되었다. ‘레드산타’ 품종은‘에히메28호’와 ‘병감’ 품종을 교배하여 2020년 품종보호등록이 완료되었다. 2019년도에‘영일레븐(에히메28호×병감)’, 빨주노초(B33 가지변이), 타라초극(일남1호 가지변이), 2020년 껍질과 함께 먹을 수 있는 고당도계 꿀팁(DM163/MN61×GFSR) 품종을 출원하였다. 2021년 ‘한바R6(청견×모로오렌지)’, ‘한바R7((청견×모로오렌지)’, ‘한바G8(쓰르미×B33)’로 명명하여 국립종자원에 품종보호출원을 하였다(표 28).

표 28. 지식재산권 확보 상세내용

구분	명칭(품종명)	국명	출원일	등록일	출원(등록)번호
특허	순발생을 차단하는 접목장치	한국	2015.08.19	2017.07.03	10-1755297
상표	굴빛과랑	한국	2016.10.28	2017.10.23	40-1296330
특허	감귤 신품종 “타라타라 극조생”	한국	2018.08.02	2020.07.01	10-2131234
특허	부지화에서의 교잡배 및 교잡실생 출현을 향상을 위한 조직배양 방법 및 배양 시스템	한국	2018.10.05	2021.02.09	10-2216226
품종	레드산타	한국	2015.12.07	2019.06.26	제7799호
품종	영일레븐	한국	2019.09.02	-	2019-394
품종	빨주노초	한국	2019.09.02	-	2019-395
품종	타라초극	한국	2019.09.02	-	2019-396
품종	꿀팁	한국	2020.10.06	-	2020-457
품종	한바 R6	한국	2021.07.19	-	2021-332
품종	한바 R7	한국	2021.07.19	-	2021-333
품종	한바 G8	한국	2021.07.19	-	2021-331



(1) 골드계 만다린 신품종 “영일레븐”

‘영일레븐’품종은 골드계 만다린 품종으로 2013년에 ‘에히메28호’와 ‘병감’ 품종을 교배하여 2017년 계통선발하여 2019년 품종출원을 완료하였다.

‘영일레븐’ 품종은 과육 식감이 부드럽고 과즙이 상큼하고 풍부한 특성을 가지고 있다. 수확기는 12월 하순경이며 2016년 11월16일 당도 및 산함량은 12.2 °Brix와 1.33%이다. 2021년 12월12일 조사에서는 당도 및 산함량은 12.5 °Brix와 1.08%로 조사되었다(표 29).



상큼함이 남다른 종.조생 만다린

그림 5. 2019년 품종보호출원(출원명칭 : 영일레븐)

표 29. 영일레븐 품종의 과실 특성

조사일	횡경 (mm)	과형지수	과중(g)	과육율	과피두께 (mm)	당도 (° Brix)	산함량 (%)	과피색 (a값)
2016. 11. 16	70.8	117.0	153.1	81.7	2.29	12.2	1.33	19.7
2021. 12. 12	73.0	110.4	180.6	80.7	2.30	12.5	1.08	37.3

(2) 적육계 만다린 신품종 ‘빨주노초’

‘빨주노초’품종은 적육계 만다린 품종으로 수집된 유전자원에서 발생된 가지변이로 기존 유전자원보다 적색 발현이 빠르고 착색이 균일한 특성을 가지고 있다. 2017년에 계통선발을 통해 2019년 품종출원을 완료하였다.

‘빨주노초’ 품종은 껍질 벗김이 매우 좋으며 적육계 특유의 풍미를 가지고 있다. 수확기는 1월 중.하순경으로 2018년 01월08일 당도 및 산함량은 12.9 °Brix와 1.30%이며 2019년 02월09일 조사에서 당도 및 산함량은 14.2 °Brix와 1.0%으로 조사되었다(표 30). 과피 및 과육의 색차계 a값도 40.1과 19.2로 적육계 자체기준표(그림 2)보다 높게 조사되었다(표 30).



과육이 붉고 풍미가 넘치는 적육계 만다린  
 그림 6. 2019년 품종보호출원(출원명칭 : 빨주노초)

표 30. 빨주노초 품종의 과실 특성

조사일	중경 (mm)	횡경 (mm)	무게 (g)	당도 (° Brix)	산도 (%)	과피색 (a값)	과육색 (a값)
2017. 11. 16	52.3	66.2	122.1	10.5	1.6	20.0	3.4
2017. 12. 14	52.0	64.3	123.2	11.6	1.5	33.4	7.7
2018. 01 .08	46.8	59.4	95.0	12.9	1.3	38.8	12.6
2019. 02. 09	46.9	58.5	94.9	14.2	1.0	40.1	19.2

(3) 초극조생 온주밀감 신품종 “타라초극”

‘타라초극’ 품종은 수집된 유전자원에서 발생된 가지변이로 기존 자원보다 당도가 높고 착색이 7~10일 정도 빠르다. 2017년에 계통선발을 통해 2019년 품종출원을 완료하였다.

‘타라초극’ 품종은 대조구에 비해 과피가 다소 거칠고 두꺼운 특성을 가지고 있다. 수확기는 10월 상순경으로 2021년 10월 06일 당도 및 산함량은 10.1°Brix와 1.17%이며 과피 착색도 a값은 18.4로 유라조생 2.4에 비해 착색이 빠른 것으로 조사 되었다(표 31).



착색이 빠르고 당도가 높은 초극조생  
 그림 7. 2019년 품종보호출원(출원명칭 : 타라초극)

표 31. 타라초극 품종의 과실 특성

품종명 (조사일)	순번	중경 (mm)	중경 (mm)	과중 (g)	당도 (°Brix)	산도 (%)	과피두께 (mm)	과피 착색도(a값)
타라초극 (2021. 10. 06)	1	57.0	40.1	63.9	10.1	1.12	2.8	21.2
	2	59.7	45.6	71.9	9.9	1.19	2.7	21.6
	3	61.1	42.9	67.0	10.2	1.20	2.6	16.6
	4	60.4	40.1	61.6	10.0	1.17	2.8	15.6
	5	59.6	42.8	69.1	10.4	1.16	3.3	17.2
	AVG	59.6	42.3	66.7	10.1	1.17	2.84	18.4
유라조생 (2021. 10. 06)	1	55.5	44.8	70.9	9.9	1.11	2.5	4.0
	2	57.6	42.1	68.0	9.8	1.02	2.1	4.2
	3	55.1	42.8	67.0	10.1	0.95	1.8	2.0
	4	52.5	40.5	56.8	10.4	1.03	1.7	0.8
	5	54.9	42.9	64.6	10.0	1.20	1.9	1.4
	AVG	55.2	42.2	65.6	10.0	1.06	2.00	2.4

(4) 신개념 골드계 만다린 신품종 ‘꿀팁골드’

‘꿀팁골드’ 품종은 골드계 미니 만다린 품종으로 수집된 유전자원 DM163/MN61×GF5R 품종을 교배하여 2019년 계통선발하여 2020년 품종출원을 완료하였다.

‘꿀팁골드’ 품종은 과육 식감이 아삭거리고 고당도 품종으로 과피가 매우 얇고 부드러워 껍질과 함께 먹어도 거부감이 덜하다. 수확기는 1월 상순경이며 2019년 12월 30일 당도 및 산함량은 17.9°Brix와 1.27%이다. 2020년 01월 23일 조사에서는 당도 및 산함량은 18.1°Brix와 1.13%로 조사되었다(표 32).



껍질과 함께 먹어도 좋은 고당도 신품종 감귤

그림 8. 2020년 품종보호출원(출원명칭 : 꿀팁)

표 32. 꿀팁 품종의 과실 특성

조사일	횡경 (mm)	종경 (mm)	과중 (g)	과피 두께 (mm)	당도 (° Brix)	산함량 (%)	과피			과육		
							L	a	b	L	a	b
2019. 12. 20	48.2	42.0	59.6	0.62	18.6	1.40	73.4	19.2	69.6	43.1	10.6	33.9
12. 30	52.0	42.9	65.8	0.60	17.9	1.27	65.9	25.4	67.3	40.9	9.1	30.0
2020. 01. 23	50.1	43.6	63.8	0.58	18.1	1.13	76.4	20.8	68.1	41.1	9.9	33.7

(5) 적육계 만다린 신품종 ‘한바R6’

‘한바R6’품종은 적육계 만다린 품종으로 선행과제(2013~2016)로 수행된 2014년‘청견’×모로오 렌지를 교배하여 2019년에 계통선발하여 2021년 품종출원을 완료하였다.

과피 및 과육이 적색이며 식감이 아삭거림이 있다. 수확기는 2월 하순경이며 2019년 12월 18일 당도 및 산함량은 11.7°Brix와 2.20%이며 색차계를 이용한 과육 착색도는 15.1로 적육계 선발 자체기준표(그림 2)보다 높게 조사되었다(표 33). 2020년 02월 15일 당도 및 산함량 조사에서는 13.0°Brix와 1.15%이며 색차계를 이용한 과육 착색도는 19.6으로 적육계 선발 자체기준표(그림 2)보다 높게 조사되었다(표 33).



과피 및 과육이 붉은 한라봉 타입의 만다린  
그림 9. 2021년 품종보호출원(출원명칭 : 한바R6)

표 33. 한바R6 품종의 과실 특성

조사일	횡경 (mm)	종경 (mm)	과중 (g)	당도 (° Brix)	산함량 (%)	과피			과육		
						L	a	b	L	a	b
2019. 11. 18	57.1	68.6	98.3	10.9	3.04	-	-	-	-	-	-
12. 18	56.1	62.3	81.2	11.7	2.20	-	-	-	41.9	15.1	24.4
2020. 02. 15	68.3	85.7	142.7	13.0	1.15	-	-	-	48.1	19.6	29.9

(6) 적육계 만다린 신품종 ‘한바R7’

‘한바R7’품종은 적육계 만다린 품종으로 선행과제(2013~2016)로 수행된 2014년‘청견’×모로오 렌지를 교배하여 2019년에 계통선발하여 2021년 품종출원을 완료하였다.

과피 및 과육은 적색이며 껍질 벗김이 쉽고 적육계 특유의 풍미와 향을 가지고 있다. 수확기는 1월 중순경이며 2019년 12월 18일 당도 및 산함량은 11.4°Brix와 1.57%이며 색차계를 이용한 과육 착색도는 11.1로 적육계 선발 자체기준표(그림 2)보다 다소 낮게 조사되었다(표 34). 2020년 02월 08일 당도 및 산함량 조사에서는 12.5°Brix와 1.20%이며 색차계를 이용한 과육 착색도는 17.4로 적육계 선발 자체기준표(그림 2)보다 높게 조사되었다(표 34).



과피 및 과육이 짙은 적색인 적육계 만다린

그림 10. 2021년 품종보호출원(출원명칭 : 한바R7)

표 34. 한바R7 품종의 과실 특성

조사일	횡경 (mm)	종경 (mm)	과중 (g)	당도 (° Brix)	산함량 (%)	과피			과육		
						L	a	b	L	a	b
2019. 11. 18	59.1	52.9	94.3	10.2	2.44	-	-	-	-	-	-
12. 18	60.3	53.6	95.2	11.4	1.57	-	-	-	38.3	11.8	25.9
2020. 01. 08	78.6	67.1	150.0	12.5	1.20	-	-	-	44.9	17.4	30.87

(7) 골드계 만다린 신품종 ‘한바G8’

‘한바G8’품종은 골드계 만다린 품종으로 ‘쓰르미’×‘B33’을 교배하여 2019년에 계통선발하여 2021년 품종출원을 완료하였다.

과피가 매끄러운 편이며 껍질 벗김이 쉽고 과즙이 풍부한 고당도 품종이다. 수확기는 1월 하순경이며 2019년 12월 18일 당도 및 산함량은 14°Brix와 2.33%이며 2020년 02월 08일 당도 및 산함량 조사에서는 16.2°Brix와 1.0%로 조사되었다(표 35).





껍질 벗김이 쉽고 과육이 부드러운 고당도계 신품종

그림 11. 2021년 품종보호출원(출원명칭 : 한바G8)

표 35. 한바G8 품종의 과실 특성

조사일	횡경 (mm)	중경 (mm)	과중 (g)	당도 (°Brix)	산함량 (%)	과피			과육		
						L	a	b	L	a	b
2019. 10. 23	52.9	42.3	59.0	12.2	3.21	-	-	-	-	-	-
12. 08	51.5	40.0	57.1	14.3	2.33	-	-	-	-	-	-
2020. 01. 08	57.2	48.0	77.4	15.5	1.40	-	-	-	-	-	-
02. 08	55.9	44.1	76.7	16.2	1.00	-	-	-	-	-	-

#### 4. 고기능성 함유 적육계 만다린 우수계통 선발 및 생산판매신고

##### 가. 적육계 만다린 우량계통 선발

최근 과실 소비시장의 다양성 및 건강과 맛을 중시하는 기호에 맞추기 위한 적육계 등의 유색 기능성 품종개발을 통해 기존 시장과의 차별화 및 틈새시장 공략으로 산업경쟁력 확보가 요구되고 있다. 이탈리아는 적육 블러드오렌지 계통인 ‘타로코오렌지’ 품종의 개발로 오랜 오렌지 산업의 침체에서 벗어나 감귤 산업의 지속발전을 도모하는 계기가 되었고 스페인, 미국, 이스라엘, 호주 등 선진국에서는 적육, 홍육에 대한 소비자 요구도에 부응하여 다양한 유색 품종의 개발을 활발히 수행하고 있다. 일본의 경우도 최근 기능성 황피 품종이 개발되어 품종의 다양화 및 차별화를 통해 감귤 소비촉진을 도모하고 있다.

그러나 기존에는 적육계 감귤은 대부분 오렌지 계통으로 당도가 낮고 껍질 벗기기 어려워 먹는데 불편함이 많고 대부분 주스 및 가공용으로 이용되고 있고 생과용으로는 기호성이 떨어진다는 단점을 가지고 있다. 따라서 당사에서는 적육계 고기능성 품종으로 생과용으로도 맛있고 먹기도 편한 품종개발을 위해 우수한 계통을 선발하였다.



(1) 적육계 만다린 우수계통 선발(선발계통명: M5125)

고당도계 계통을 선발하기 위해 제주특별자치도 제주시 화북에 위치한 한농바이오산업(주) 기업부설육종연구소의 감귤모수포장에서 '에히메28호' 품종 만개기에 '모로오렌지' 화분을 개화 당일의 꽃에서 직접 채취하여 인공수분을 통해 교배를 하였다. 교배 당해연도 과실을 채취하여 온실(25°C±2)내에서 과중 및 관리 후 다음해 4월에 육중하우내 5년생 탕자대목에 고접을 실시하였다. 이후 조기착과 유도를 위해 1주지형으로 유인작업을 하고 고접 후 3년차에 개화가 시작되어 품질조사를 거쳐 2020년 우수계통선발(선발계통명 : M5125) 및 총 안토시아닌 함량 분석을 실시하였다.

적육계 만다린 선발계통인 M5125의 과육의 적색 발현은 11월말부터 시작 되었고 껍질 벗김이 쉬운 관피 및 적육계 만다린으로 고당도 선발계통이다. 11월29일 당도와 산함량은 13.9°Brix, 1.89%이고, 1월29일 당도와 산함량은 17.3°Brix, 1.20%이며 과피 및 과육의 색차계 a 값은 37.6과 17.8로 적육계 자체기준표(그림 2)보다 높게 조사되었다(표 36).

또한 M5125 선발계통의 수확기는 1월하 순경으로 판단되었다. 2월20일에 과피 및 과육의 총안토시아닌 함량은 150.5µg/g F.W.와 404.0µg/g F.W.로 조사되었고 3월30일에는 과피 및 과육의 총토시아닌 함량이 129.9µg/g F.W.와 497.2µg/g F.W.로 다른 적육계 품종에 비해 매우 높게 나타났다(표 37, 그림 13).



그림 12. 2020년 관피 및 적육계 만다린 우수계통선발(M5125)

표 36. 관피 및 적육계 만다린 선발계통(M5125)의 과실 특성

조사일	횡경 (mm)	종경 (mm)	과중 (g)	당도 (° Brix)	산함량 (%)	과피			과육		
						L	a	b	L	a	b
2019. 11. 01	39.0	30.5	41.0	12.7	1.82	-	-	-	-	-	-
11. 20	69.5	62.7	69.8	13.6	2.42	-	-	-	-	-	-
11. 29	45.6	39.2	52.0	13.9	1.89	64.2	34.4	66.8	40.0	8.6	29.5
12. 09	47.0	41.7	53.9	14.8	2.02	65.1	32.4	63.8	38.1	8.7	26.1
12. 20	48.1	44.5	58.8	14.0	1.80	60.6	39.7	57.5	34.9	21.1	23.2
2020. 01. 09	44.2	37.5	44.4	15.3	1.61	51.5	36.8	44.1	28.8	11.9	9.9
01. 29	41.4	34.8	33.6	17.3	1.20	50.0	37.6	34.5	30.8	17.8	10.4
03. 10	42.1	35.5	39.0	16.7	1.04	61.5	35.9	49.1	33.8	15.4	19.0

생과시료의 total anthocyanin 함량 분석은 Neff and Chory(1998)의 방법을 응용하여 분석하였다. 부지화, M5125, MN119(모로 오렌지 주심배 실생), 빨주노초, 및 블러드오렌지 등의 과피와 과육을 분리하여 각각 액체질소와 함께 분쇄 후 정량하여 acidified methanol (methanol containing 1% HCl)을 첨가하고 60°C에서 20분간 진탕하여 total anthocyanin을 추출하였다. 진탕 추출 후 2,000rpm 에서 10분간 원심분리하여 상등액을 취하였다. 상등액에 동량의 chloroform을 첨가 후 분리된 상등액을 취하여 UV-VIS spectrophotometer (DeNovix D-11+Spectrophotometer, USA)를 이용하여 530 nm와 657 nm에서 흡광도를 측정하였다. Total anthocyanin 함량은 Murray and Hackett (1991)과 Lee et al (2005)의 방법으로 계산하여 생물중(g F.W.)당 total anthocyanin 함량으로 표시하였다.

표 37. 적육계 품종 및 선발계통(M5125)의 시기별 총 안토시아닌 함량변화

구분	품종	총 안토시아닌 함량( $\mu\text{g/g}$ F.W.)			
		2020. 02. 20		2020. 03. 30	
		과피	과육	과피	과육
적육계	빨주노초	25.02 $\pm$ 0.31	20.23 $\pm$ 0.22	22.55 $\pm$ 1.37	96.70 $\pm$ 1.75
	블러드오렌지	17.59 $\pm$ 0.39	118.87 $\pm$ 3.18	33.73 $\pm$ 0.10	210.17 $\pm$ 3.75
	모로오렌지	30.03 $\pm$ 0.34	168.90 $\pm$ 0.51	79.12 $\pm$ 1.20	172.99 $\pm$ 8.49
	M5125	150.52 $\pm$ 3.46	404.09 $\pm$ 4.48	129.95 $\pm$ 15.98	497.29 $\pm$ 7.19
골드계	부지화	3.13 $\pm$ 0.30	0.38 $\pm$ 0.01	3.05 $\pm$ 0.10	0.11 $\pm$ 0.01
	궁천조생	-	-	2.58 $\pm$ 0.01	0.36 $\pm$ 0.04
	OHN-43 (오하라베니 주심배)	-	-	3.08 $\pm$ 0.09	0.38 $\pm$ 0.03

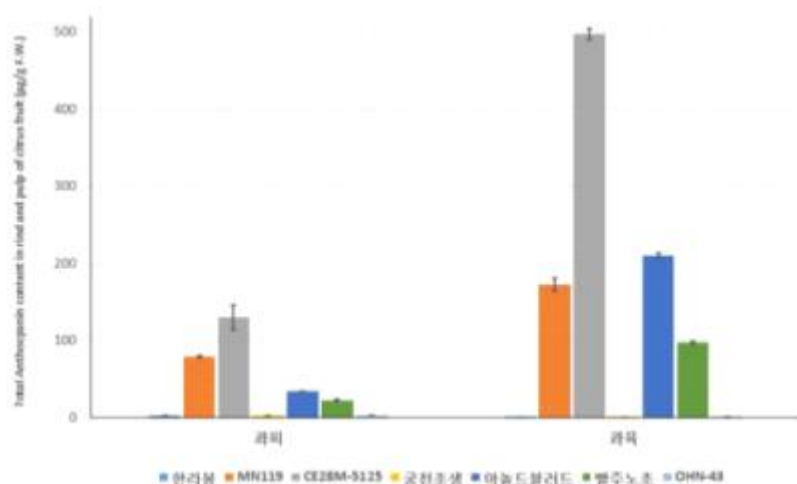


그림 13. 품종별 과피 및 과육내 총 안토시아닌 함량

(2) 적육계 만다린 우수계통 선발(선발계통명: B727)

한농바이오산업(주) 기업부설육종연구소의 유전자원 포장에 식재 되어있는 B33(에크리그65 가지변이 선발계통) 유전자원에서 과형이 다르고 과피 적색 발현이 빠르다고 판단되는 가지를 분리하여 탱자대목에 접목을 실시하여 과형 및 적색발현이 안정되었다고 판단되어 품질조사를 거쳐 2018년 우수계통(선발계통명 : B727)으로 선발을 하였다.

적육계 만다린 선발계통인 B727 과육의 적색 발현은 12월 중순부터 시작 되었고 껍질 벗김이 매우 쉬운 적육계 선발계통이다. 12월14일 당도와 산함량은 11.5°Brix, 1.21%이고, 1월25일 당도와 산함량은 13.1°Brix, 1.08%이다(표 38). 1월25일 과피 및 과육의 색차계 a값은 35.5와 14.5로 적육계 자체기준표(그림 2)보다 높게 조사되었다(표 38).



그림 14. 2019년 관피 및 적육계 만다린 우수계통선발(B727)

표 38. 관피 및 적육계 만다린 선발계통(B727)의 과실 특성

조사 일자	횡경 (mm)	종경 (mm)	과중 (g)	착색도(과피)			착색도(과육)			당도 (° Brix)	산함량 (%)	
				L	a	b	L	a	b			
2017.	11. 02	58.3	48.3	88.69	55.69	-6.72	30.87	42.21	0.17	17.28	10.0	1.40
	11. 09	66.10	53.80	127.80	64.67	11.43	38.17	39.67	2.87	17.47	9.8	1.42
	11. 16	60.11	48.06	95.06	63.16	16.41	37.19	39.34	3.54	18.65	10.4	1.37
	11. 23	66.63	52.23	116.55	58.95	23.41	34.89	39.32	1.65	16.45	10.5	1.27
	11. 30	63.50	52.10	114.91	60.36	19.70	36.07	40.35	3.41	18.49	10.1	1.25
	12. 07	63.80	49.20	108.73	61.55	25.53	36.40	40.69	5.16	19.79	10.1	1.21
	12. 14	65.40	52.40	124.28	61.46	30.30	58.89	43.56	6.69	26.88	11.6	1.21
	12. 21	57.90	44.90	85.10	57.10	31.67	54.89	42.20	8.10	27.04	11.4	1.23
12. 28	67.50	49.80	120.00	49.11	36.33	41.46	41.47	11.83	26.17	11.8	1.26	
2018.	01. 04	59.30	47.60	94.84	44.42	34.58	30.27	39.13	10.17	24.53	11.7	1.25
	01. 08	56.40	50.40	87.46	46.08	37.64	35.70	39.22	15.29	23.58	12.4	1.17
	01. 18	61.20	45.70	94.08	49.66	33.30	37.82	39.64	13.77	24.26	12.1	1.15
	01. 25	58.20	49.00	87.97	42.58	35.58	26.67	39.94	14.03	22.09	13.1	1.08
	01. 30	61.90	51.30	106.70	48.91	34.23	35.73	37.35	14.74	19.24	12.2	1.02

(3) 적육계 만다린 우수계통 선발(선발계통명: M534)

제주특별자치도 제주시 화북에 위치한 한농바이오산업(주) 기업부설육종연구소의 감귤모수 포장에서 ‘하레히메’ 품종 만개기에 ‘모로오렌지’ 화분을 개화 당일의 꽃에서 직접 채취하여 인공 수분을 통해 교배를 하였다. 교배 당해연도 과실을 채취하여 온실(25℃±2)내에서 과종 및 관리 후 다음해 4월에 육종하우내 5년생 탕자대목에 고접을 실시하였다. 이후 조기착과 유도를 위해 1주지형으로 유인작업을 하고 고접 후 3년차에 개화가 시작되어 품질조사를 거쳐 2021년 우수계통(선발계통명 : M534)으로 선발을 하였다.



그림 15. 2021년 관피 및 적육계 만다린 우수계통선발(M534)

표 39. 관피 및 적육계 만다린 선발계통(M534)의 과실 특성

조사일	횡경 (mm)	종경 (mm)	과중 (g)	당도 (°Brix)	산함량 (%)	관피			과육		
						L	a	b	L	a	b
2020. 11. 18	67.4	55.2	114.9	14.0	1.53	-	-	-	41.3	7.9	23.7
12. 08	62.2	48.9	100.8	13.9	1.42	57.9	27.5	56.5	34.3	11.1	15.9
2021. 01. 08	69.1	60.4	120.2	14.1	1.52	68.6	29.5	68.4	38.9	13.9	20.2
02. 08	62.9	50.5	102.3	15.6	1.06	59.02	29.9	61.25	40.11	15.6	21.88

나. 국내보급 위한 품종생산판매신고 및 해외 유용 유전자원 수집

적육계 및 골드계 선발계통에 대해 품종출원 및 우수계통 선발과 함께 국내보급 및 유통을 위해 선발계통 등에 대한 품종생산판매신고를 국립종자원 신고를 완료하였다(표 40). 또한 신고 품종에 대해 국내보급 및 품종육성자원, 유전연구 및 생명공학 연구재료로 향후에도 지속적으로 육종소재로 사용할 계획이다.

표 40. 년도별 품종생산판매신고 현황

품종의 명칭	신고일	신고번호	비고
루비아	2017. 11. 02	03-0198-2017-1	자몽주심배 실생선발
올레드	2018. 10. 04	03-0005-2018-36	EK65 가지변이 선발
레임	2019. 08. 12	03-0141-2019-1	Seedless Lemon 주심배선발
레드블	2020. 10. 05	03-0057-2020-7	모로오렌지 주심배선발
더탐나	2020. 10. 05	03-0057-2020-7	부지화 주심배선발
케이엔67	2021. 07. 13	03-0057-2021-4	감평 주심배선발
지세븐	2021. 07. 13	03-0057-2021-3	에히메28×모로 교잡배선발

적육계 품종 육종을 위해 국내에서 확보할 수 없는 유전자원과 형질을 수집 및 도입하여 육종을 위한 유전자원의 다양성을 확보함으로써 품종육성, 유전연구 및 생명공학 연구재료로 확보하여 향후에도 지속적으로 육종에 사용될 유전자원을 수집하여 국립유전자원센터에 10점을 등록 완료하였다(표 41).

표 41. 년도별 유용 유전자원 수집 및 등록현황

생명자원명	특성	등록		
		등록인	등록일	등록번호
Taratara	극조생 온주밀감	한농바이오산업(주)	2017. 06	K262423
Heaven lemon	Seedless lemon	한농바이오산업(주)	2017. 06	K262424
Tango	Seedless 신품종 만다린	한농바이오산업(주)	2018. 10	K268392
Swingle	강세대목, virus 등 저항성	한농바이오산업(주)	2018. 10	K268393
Redsanta	홍피계 만다린	한농바이오산업(주)	2019. 09	K271817
Young11	조중생계 만다린	한농바이오산업(주)	2019. 09	K271869
Brown Skin orange	브라운색 과피	한농바이오산업(주)	2020. 09	K274007
Cara Cara Navel	핑크색 과육	한농바이오산업(주)	2020. 09	K274008
K411	청견×모로오렌지 선발계통	한농바이오산업(주)	2021. 04	K275376
Orha Mandarin	홍피계 만다린	한농바이오산업(주)	2021. 04	K275377

4. 국내·외 품종 보급을 위한 품종적응성시험 및 생산거점 확보

가. 국내육성 품종 보급을 위한 종자생산 거점 확보

선행과제(2014~2016)에서 수행되어 개발된 국내 육성 품종의 원활한 보급을 위해 2017년부터 대목(포트묘) 생산을 시작하였다. 2017년 제주도에 육묘포장을 조성하여 대목(포트묘) 10,000주, 국내육성 품종 3,000주, 2018년에 대목(포트묘) 10,000주, 2019년 대목(포트묘) 10,000주, 2020년 대목(포트묘) 20,000주를 생산하였으며 2021년 제주도와 전라남도 강진에 보급을 위한 육성 품종 20,000주, 적육계 및 골드계 품종적응성시험용 1,000주를 생산포를 조성하였다(그림 16, 표 42).



그림 16. 품종보급을 위한 묘목생산 거점 확보 및 운영

표 42. 년도별 묘목생산 거점 확보

년도	내용	생산량 (주)	지역	생산품종
2017	대목(탱자) 생산거점 및 시스템 확보	10,000	제주	탱자(포트묘)
	국내 육성품종 포트묘 생산거점 확보	3,000	제주	미니향, 윈터프린스, 제라몬 등
2018	대목 생산을 위한 포트묘 생산거점 확보	10,000	제주	탱자(포트묘)
2019	대목 생산을 위한 포트묘 생산거점 확보	10,000	제주	탱자(포트묘)
2020	국내 육성품종 포트묘 생산거점 확보	20,000	제주	탱자(포트묘)
2021	국내육성 품종 보급을 위한 묘목생산	10,000	제주	M534, A676, M5123, 윈터프린스 등
	품종적응성시험용 묘목생산 등	3,000	강진	꿀팁골드, 한바R7, 제라몬 등
-	-	63,000	-	-



나. 국내 육성 품종 홍보 및 보급을 위한 국내·외 품종적응성시험 추진

(1) 국내 품종적응성시험

선행과제(2013~2016)에서 수행된 적육계 및 골드계 품종과 선발계통에 대하여 품종적응성 시험을 추진하고 있다(그림 17). ‘레드산타’ 품종은 제주시 봉개동 임\*\* 농가에 노지 궁천조생에 고점을 실시하였고 2019년 당사 자체 시험포에 ‘영일레븐’, ‘타라초극’ 품종의 적응성시험 포장을 조성하였다. 2020년에는 제주시 외동동 친환경 재배용으로 김\*\* 농가에 시설하우스에 진지향 성목에 고점을 실시하였다. 2021년에는 제주시 수산리 양\*\* 농가에 월동비가림 시설하우스내궁천조생 성목에 ‘꿀팁골드’ 품종을 고점하였고 제주시 한경면 강\*\* 농가, 제주시 조천읍 이\*\* 농가, 제주시 신촌리 김\*\* 농가에 적육계 만다린 품종을 고점 후 육성하고 있다(표 43).

표 43. 국내 육성품종 적응성시험 추진 현황

설치일자	계약종료일자	설치지역	시험품종	비고
2018. 03	-	제주시 봉개동	레드산타	골드계
2019. 03	-	제주시 화북동	영일레븐, 타라초극	골드계
2020. 03	-	제주시 외도동	꿀팁골드 등	골드계
2021. 03	-	제주시 한경면	M534 등	적육계
2021. 03	-	제주시 수산리	꿀팁골드 등	골드계
2021. 03	-	제주시 조천읍	M5125 등	적육계
2021. 03	-	제주시 신촌리	M5123 등	적육계



레드산타 시험포 조성



타라초극 시험포 조성



꿀팁골드 시험포 조성

그림 17. 국내 육성품종 보급 촉진을 위한 시험포 조성

(2) 감귤 품종책자(영문 및 한글) 및 품종소개 자료 발간



2021년 종합상보 표지      종합상보 감귤 품종소개(P59)      품종별 특성 소개(P60~65)

홍보물 유형	제목	제작일자	발행기관	비고
종합상보 (A4 P7)	한농바이오산업 품종안내	2020. 11	한농바이오산업(주)	2,000부
내 용	국내 육성 품종(계통)에 대한 보급을 위한 자료 활용			



홍보책자(영문)      홍보책자(한글)      품종 특성설명(P01~20)

그림 18. 대한민국 감귤 품종책자 발간 및 홍보자료 활용

홍보물 유형	제목	제작일자	발행기관	비고
책자 (B5 P20)	대한민국 감귤	2021. 11	한농바이오산업(주)	300부
내 용	육성 품종(계통)에 대한 국내 및 해외 홍보를 위한 품종책자 발간(한글, 영문)을 통해 해외 품종수출 및 국내보급을 위한 자료 활용			

한농바이오산업(주)에서는 2020년에 종합상보에 국내 육성 감귤 품종을 소개하여 제주도와 내륙지역에 소개를 하였으며 2021년 11월에 대한민국 감귤책자를 발간(그림 18)하여 육성 품종(계통)에 대한 국내 및 해외 홍보를 위한 품종책자 발간(한글, 영문)을 통해 해외 품종수출 및 국내보급을 위한 자료로 활용하여 국내 농가, 소비자, 해외바이어에서 제공하고 있다.

(3) 해외 품종수출 및 품종적응성시험 추진

선행과제(2013~2016)에서 수행된 선발계통 및 국내 육성 품종에 대해 원활한 해외품종적응성시험을 수행하고자 2017. 01. 12 해외 품종수입업체의 한국방문을 통해 한농바이오산업(주) 본사 사무실에서 업무협약 M.O.U. 체결하였다(그림 19).



품종수출 M.O.U. 체결  
(2017. 01. 12)



해외품종수출 청신호 ‘관심’  
(제주일보, 2017. 01. 15)



해외(호주)  
품종적응성시험 추진

그림 19. 해외(호주) 품종수입업체와 M.O.U 체결에 따른 적응성시험 추진

한농바이오산업(주)에서는 국내 육성 품종의 해외수출을 위해 2017년 3월에 감귤연구소 육성 품종인 ‘미니향’, ‘탐빛1호’, ‘신예감’, ‘탐나는봉’ 품종을 수출하였고 한농바이오산업(주) 육성 품종인 ‘레드산타’, ‘타라타라 극조생’, ‘더탐나’ 품종을 수출하여 검역과 격리재배를 완료하여 이 중 일부 품종은 해외품종 출원과 시험재배를 진행하고 있다(그림 21, 표 44).

2019년에는 ‘빨주노초(수출명: ROYG)’, ‘꿀팁골드(수출명: 미니맘 골드)’, ‘KPN-67’ 품종을 수출하여 검역절차가 진행되고 있고 2020년에는 선발계통인 ‘M5125(수출명: 미니맘 레드)’, ‘HBI-11’, ‘HBI-14’, ‘HBI-18’, ‘HBI-55’를 수출하였다. 또한 2021년는 적육계 만다린 선발계통인 ‘M534’, ‘M527’, ‘A676’ 수출이 완료되어 정상적인 검역절차가 진행되고 있다(그림 22, 표 44).

검역 결과에서 특이사항은 발견되지 않을 경우 호주의 대표적인 감귤 최대 생산지의 하나인 South Australia Renmark 지역에 품종적응성시험을 추진계획에 있다. 따라서 품종적응성시험을 위해 검역이 완료되면 상용화 계약을 거쳐 해외품종출원 및 호주 PBR(품종보호권) 등록을 위한 묘목증식과 재배시험이 진행되고 이후 재배시험 결과에 대한 협의 후 상세 로얄티 계약 등 구체적인 계약을 진행할 계획이다(그림 20).

표 44. 년도별 해외 품종수출 및 품종적응성시험 추진현황

수출명	육성자	국가명	출원 (등록)	수출 년도	현재 추진현황	비고
미니향	감귤연구소	호주	품종등록	2017	PBR시험 및 시험포 조성	해외품종출원 완료
신예감	감귤연구소	호주	품종등록	2017	증식 및 시험포 조성	해외품종출원(예정)
탐나는봉	감귤연구소	호주	품종등록	2017	계약연장 종료	현지 폐기완료
탐빛1호	감귤연구소	호주	품종등록	2017	PBR시험 및 시험포 조성	해외품종출원 완료
타라타라	한농바이오산업(주)	호주	특허등록	2017	검역 격리중	증식 및 PBR추진
레드산타	한농바이오산업(주)	호주	품종등록	2017	PBR시험 및 시험포 조성	해외품종출원 완료
더탐나	한농바이오산업(주)	호주	생판산고	2017	PBR시험 및 시험포 조성	해외품종출원 완료
R.O.Y.G	한농바이오산업(주)	호주	품종출원	2019	검역 격리중	2022 검역완료(예상)
미니맘	한농바이오산업(주)	호주	품종출원	2019	검역 격리중	2022 검역완료(예상)
KPN-67	한농바이오산업(주)	호주	생판산고	2019	검역 격리중	2022검역완료(예상)
EM-5125	한농바이오산업(주)	호주	선발계통	2020	검역 격리중	2023검역완료(예상)
HBi-11	한농바이오산업(주)	호주	선발계통	2020	검역 격리중	2023 검역완료(예상)
HBi-14	한농바이오산업(주)	호주	선발계통	2020	검역 격리중	2023 검역완료(예상)
HBi-18	한농바이오산업(주)	호주	선발계통	2020	검역 격리중	2023 검역완료(예상)
HBi-55	한농바이오산업(주)	호주	선발계통	2020	검역 격리중	2023 검역완료(예상)
M524	한농바이오산업(주)	호주	선발계통	2021	검역 격리중	2024 검역완료(예상)
M534	한농바이오산업(주)	호주	선발계통	2021	검역 격리중	2024 검역완료(예상)
A676	한농바이오산업(주)	호주	선발계통	2021	검역 격리중	2024 검역완료(예상)

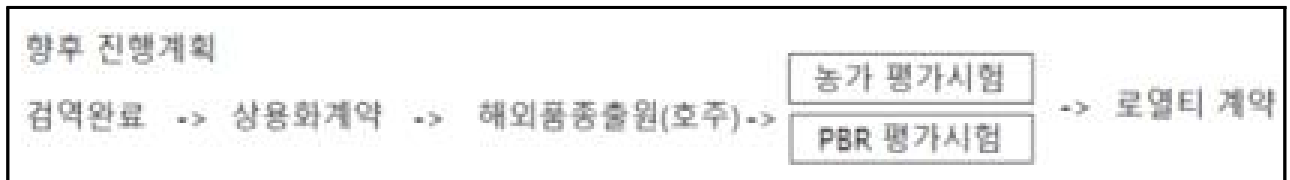


그림 19. 해외품종수출에 따른 검역절차 완료 후 향후 진행계획



그림 20. 국내 육성품종 해외(호주)적응성시험 추진(육성자 : 감귤연구소)





2017년 수출품종  
(품종명 : 레드산타)



2017년 수출품종  
(품종명 : 타라타라)



2017년 수출품종  
(품종명 : 더탐나)



2019년 수출품종  
(품종명 : 빨주노초)



2019년 수출품종  
(품종명 : KPN-67)



2019년 수출품종  
(품종명 : 꿀팁골드)

그림 21. 국내 육성품종 해외(호주)적응성시험 추진(육성자 : 한농바이오산업주식회사)

## 제4절 감귤 국산품종의 남부지역 현지적응성 시험 및 시교사업

### 1. 전시포 운영을 통한 현지 적응성 시험 및 신품종 설명회

제주지역과 남부지역에 기존감귤원이나 신규조성을 희망하는 농가를 대상으로 시교사업을 통해 국산 감귤 신품종 묘목을 분양하여 전시포 조성하여 전시포를 선정하고 운영을 통한 현지적응성시험을 실시하였다.

2019년도에 감귤 국산 신품종에 대한 전시포 농가포장을 제주지역에서 하례조생과 미니향, 윈터프린스, CLL214(레몬)의 신품종 4개소를 조성하였다(표 1). 조성된 전시포에 대한 현장컨설팅은 수시로 전시포를 방문하여 생육상태에 따른 재배관리 매뉴얼을 전달하였고, 과실 성숙기에는 착과된 과실을 채취하여 품질조사를 병행하여 지역적응성 시험을 실시하였다.

2020년도에는 제주지역에서 전시포 농가포장은 하례조생과 미니향, 윈터프린스, 제라몬의 신품종 전시포 5개소, 남부지역에서도 시교사업으로 하례조생, 윈터프린스, 미니향 묘목을 분양하여 4개소를 조성하여 9개소를 확보하였고, 현장컨설팅을 통하여 대묘 육성과 안정생산을 꾀하였다(표 2).

2021년도에는 제주지역 5개소와 남부지역 4개소를 대상으로 전시포 9개소를 운영하였고 감귤 국산 신품종에 대한 제주지역에서 하례조생과 미니향, 윈터프린스, 제라몬의 신품종 전시포 5개소를 계속하여 운영하고 있다. 남부지역에서도 전시포는 국산 신품종인 하례조생과 윈터프린스, 미니향 품종을 대상으로 4개소를 조성하였고 전시포로 운영하고 있다. 현장컨설팅은 현지 대면 컨설팅을 하거나 영상 통화를 통하여 실시하면서 대묘 육성과 안정생산을 꾀하고 있다. 특히 현장컨설팅을 통하여 국산 신품종의 재배하면서의 문제점과 마케팅에 대해 의견을 나누고 있다(표 3).

지역적응시험을 통해 감귤 국산 신품종에 관심을 갖고 있는 농가들에게 나무의 자람세, 착과 습성 등 국산감귤 품종 특성 및 품질 우수성 홍보하고, 고품질 안정생산을 위한 재배기술에 대한 현장컨설팅을 실시하여 왔다. 국내 육성품종에 대해서는 열매가 달린 나무에 대해서 시기별로 과실의 품질을 조사와 현지적응성시험을 진행하였다.



표 1. 국산품종의 남부지역 전시포 조성 및 운영(2019)

No	품종	농가명	위치	재배 작형	면적 (㎡)	시교 (주/년생)	조성 년도
1	미니향	강**	서귀포시 신흥	노지	2,970	210/3	2019
2	윈터프린스	문**	제주시 한경면	하우스	1,155	350/1	2019
3	하레조생	이**	제주시 아라1동	하우스	1,320	100/5	2019
4	CLL214	강**	제주시 애월읍	하우스	1,000	46/1	2019

표 2. 국산품종의 남부지역 전시포 조성 및 운영(2020)

No	품종	농가명	주소	재배 양식	면적 (㎡)	시교 (주/년생)	조성 년도
1	미니향	강**	서귀포시 신흥	노지	2,970	210/4	2019
2	윈터프린스	문**	제주시 한경면	하우스	1,155	174/2	2019
3	하레조생	이**	제주시 아라1동	하우스	1,320	100/5	2019
4	제라몬	김**	제주시 애월읍	하우스	1,000	200/2	2020
5	하레조생	김**	전남 완도읍	노지	2,000	150/1	2020
6	윈터프린스	김**	전남 완도읍	하우스	500	50/1	2020
7	미니향	김**	전남 고흥군	하우스	2,000	70/1	2020
8	제라몬	김**	대전 서구	하우스	825	100/2	2020
9	윈터프린스	김**	제주시 애월읍	하우스	1,615	200/3	2020

표 3. 국산품종의 남부지역 전시포 조성 및 운영(2021)

No	품종	농가명	주소	재배 작형	면적 (㎡)	시교 (주/년생)	조성 년도
1	미니향	강**	서귀포시 신흥	노지	2,970	210/4	2019
2	윈터프린스	문**	제주시 한경면	하우스	1,155	174/2	2019
3	윈터프린스	고****	제주시 한림읍	하우스	3,300	404/2	2020
4	하레조생	이**	제주시 아라1동	하우스	1,320	100/5	2019
5	제라몬	김**	제주시 애월읍	하우스	1,000	200/2	2020
	꿀팁골드	김**	제주시 외도1동	하우스	2,805	100/2	2020
6	윈터프린스	윤**	서귀포시 성산읍	노지	2,970	448/1	2021
7	레드산타					242/1	2021
8	윈터프린스	김**	전남 완도읍	하우스	500	50/1	2020
9	미니향	강**	전남 고흥군	하우스	2,000	70/1	2020

현지지역적응시험은 대부분이 시교사업으로 1년생 묘목을 분양하여 정식하기도 하고 기 조성된 2년생 감귤 국산 신품종에 대한 생육조사를 실시하여 발아기와 나무의 자람세, 착과습성 등 국산감귤 품종 특성 및 품질 우수성 홍보하고, 고품질 안정생산을 위한 재배기술에 대한 컨설팅을 실시하고 있다. 컨설팅을 통해 농가에로사항으로 제시된 내용은 1) 고품질 감귤 안정생산을 위한 전정기술 2) 생육단계별 꽃따기, 적과, 안정 착과관리 요령 3) 병해충 방제는 어떻게 적절히 할 수 있는지 였다. 이에 대한 대책으로 1) 풍작에 맞춰 절단전정 위주의 예비지 설정으로 연년결실 2) 꽃따기의 노동력투입이 많아 1차낙과후 적과 위주로 실시 3) 수시예찰을 실시하고, 적기에 병해충 방제로 상품성 향상을 해나가도록 하였다. 농가들의 반응으로 고품질 안정생산 첫 단계인 전정기술 제대로 습득할 기회를 제공해주길 바랐다. 전시포 위주의 생육단계별 현장 컨설팅이 이루어지도록 하고, 감귤 품종 갱신에 대한 관심이 높아지고 있어 새로운 품종에 맞는 재배기술 컨설팅이 시급하다는 의견을 제시하였다.

가. 미니향 전시포 운영을 통한 현지 적응성 시험

(1) 미니향 전시포 조성

미니향은 감귤연구소에서 기주밀감×병감을 교배하여 2015년에 선발한 만감류 품종이다. 미니향은 표 4와 같이 보통 만감류와는 달리 과실크기가 30~35g으로 출하시 소포장이 가능하며 완숙시 13°Bx 이상 고당도 과실 생산이 가능할 것 같고, 과피에는 특유의 열대과일향도 있어서 프리미엄급으로 육성할 수 있다고 판단이 되었다.

표 4. 미니향 과실품질(감귤연구소)

과중(g)	과형지수	당도(° Bx)	산함량(%)	종자수	조사지역
31	128	16.3	0.68	0	서귀포 대정

감귤 신품종 미니향 품종의 전시포는 서귀포시 남원읍 신흥리에 소재하며, 새로운 국산감귤 품종으로 과실크기가 작고 고당도여서 프리미엄급으로 육성하고 싶어 2017년에 40년 이상 된 조생은주밀감을 베어내고 노지에서 1년생 묘목을 3×4m 간격으로 210주를 식재하여 조성하게 되었다. 3년이 지난 2019년도에 첫 결실을 보였다(표 5).

표 5. 미니향 전시포 현황

농가명	위치	재배 작형	면적	재식 주수	수령	조성 년도
강**	서귀포시 신흥 앞동산로	노지	2,970㎡	210주	3년	2019

(2) 현지 적응성 시험

미니향 품종은 4월 2일 발아를 시작으로 5월 20일 만개기가 되었다. 생리낙과는 6월 10일부터 1개월간 이어졌으며, 열과도 9월에 보이기 시작하였다. 미니향은 역시 만감류여서 가지발생으로 인한 궤양병 발생이 많아 동제 살포와 감염된 잎을 따내서 전염원을 제거하였다. 봄순과 여름순 발생시 적심작업(도장지발생, 세력지)과 장마 전후 적과 실시, 그리고 장마철에는 검은점무늬병 방제를 병행하는 것이 바람직하였다. 그리고 전정은 꽃을 확인하고 착화량에 맞게 전정작업을 해야 착과량 조정에 유리한 것 같았다.

‘미니향’ 전시포의 시기별 과실품질은 8월 15일부터 10월 15일까지는 한달 간격으로 조사하였고, 12월에는 10일 간격으로 조사한 결과 12월 20일에 과중은 47.2g, 당도 14.4°Bx, 산함량 0.75%로 감귤연구소의 미니향 과실 특성과 같은 경향을 보였다.

표 6. 미니향의 생육특성 조사

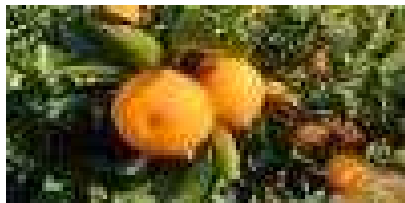
생육 단계	발아기	개화기	만개기	생리 낙과	열과
월. 일	4. 2	5. 10	5. 20	6. 10~7. 10	9. 4~9. 18

표 7. ‘미니향’ 전시포의 시기별 과실품질(제주00농장)

조사일시 (월. 일)	횡경 (mm)	종경 (mm)	과중 (g)	당도 (° Bx)	산함량 (%)	종자수
8. 15	23.4	22.3		9.0		
9. 15	28.9	26.2		8.2		
10. 15	34.6	31.5		10.2		
10. 31				11.2		
12. 2	48.4	39.4	47.5	11.5	0.58	1.2
12. 12				13.4	0.75	
12. 20	46.6	37.2	47.2	14.4	0.75	



포장 전경  
(5월 23일)



척과모습  
9월 24일



수확기 모습  
(11월 17일)

그림 1. ‘미니향’ 품종의 신규 전시포 모습

나. 하례조생 전시포 운영을 통한 현지 적응성 시험

(1) 하례조생 전시포 조성

하례조생은 입간조생의 주심배 실생으로 2004년에 선발한 조생 온주밀감 품종이다. 하례조생은 일본품종인 궁천조생에 비해 수세가 강하고 나무의 모양은 개장성이다. 노지재배에서는 신초의 발아기는 4월 상순, 만개기는 5월 중순이다. 과실 성숙기는 11월 상중순이며 과피 색깔은 진한 주황색이다. 성숙기 당도는 10.7°Bx 이상, 산함량은 1% 정도이며 산함량의 감소가 빠른 편이다.

표 8. 하례조생의 과실특성

품종명	과중(g)	당도(° Brix)	산함량(%)	과형지수
하례조생	90	10.7	1.0	128
궁천조생	80	9.8	1.1	130

참고자료: 감귤신품종 책자(2019년 8월 국립원예특작과학원 감귤연구소 발행)

하례조생의 전시포는 제주도 아라1동에 소재하며, 궁천조생을 월동비가림하우스에서 재배하고 있는데 품종갱신을 하고 싶던 차에 새로운 국산감귤 품종이며 수세가 좋은 하례조생을 2017년에 도입하게 되었다. 3년이 지난 2019년도에 첫 결실을 보이면서 품종평가회를 하게 되었다.

표 9. 하례조생 전시포 현황

농가명	위치	재배 작형	면적(m <sup>2</sup> )	재식 주수(주)	수령 (년)	조성 년도
이**	제주도 아라1동	하우스	1,320	100	5	2019

(2) 현지 적응성 시험

하례조생은 무가온 하우스재배여서 3월 20일 발아를 시작으로 5월 20일 만개기가 되었다. 생리낙과는 5월 30일부터 1개월간 이어졌다. 열과와 일소피해과 발생은 보이지 않았다. 하우스재배에서는 비바람을 차단하기 때문에 검은점무늬병과 궤양병, 더덩이병은 보이지 않았다. 봄순과 여름순 발생시 적심작업(도장지발생, 세력지)과 장마 전후 적과 실시하는 것이 바람직하였다.

표 10. 하례조생의 생육특성 조사

생육단계	발아기	개화기	만개기	생리낙과
월. 일	3. 20	5. 10	5. 20	5. 30~6. 30

하례조생 전시포의 시기별 과신품질은 당도와 산함량 위주로 10월 1일부터 조사하였고, 12월2일까지 조사한 결과 10월 31일 당도는 11.3°Bx, 산함량은 1.08%였고, 11월 15일에는 당도가 13.7°Bx로 궁천조생에 비해 품질이 좋은 편이었다.

표 11. 하례조생과 궁천조생의 시기별 당 · 산함량의 추이(이00 농가 전시포)

품종	구분	조사일자			
		10월 1일	10월 15일	10월 31일	11월 15일
하례조생	당도 (° Brix)	9.5	10.9	11.3	13.7
	산함량 (%)	1.62	1.53	1.08	1.49
궁천조생	당도 (° Brix)	9.6	9.6	11.1	12.6
	산함량 (%)	1.75	1.21	1.24	1.39



하례조생 착과모습(10. 1)



하례조생 착색모습(10. 24)

그림 2. ‘하례조생’ 신규 전시포 모습

다. 윈터프린스 및 CLL214 전시포 운영을 통한 현지 적응성 시험

(1) 윈터프린스 및 CLL214 전시포 조성

전시포 조성은 표 14와 같이 윈터프린스와 CLL214는 1년생 묘목으로 입식하여 육성 중으로 그림 3과 같이 대묘육성을 위해 적심처리를 통해 대묘 육성을 실시하였다.

표 12. 윈터프린스 및 CLL214 전시포 현황

농가명	품종	위치	재배 작형	면적 (㎡)	재식 주수	수령 (년)	조성 년도
문**	윈터프린스	제주시 한경면	하우스	1,155	350	1	2019
강**	CLL214	제주시 애월읍리	하우스	1,000	46	1	2019



“윈터프린스” 신규 전시포(문\*\* 농가)



“CLL214” 신규 전시포(강\*\* 농가)



국내 육성품종 ‘윈터프린스’ 묘목 효율적인 육성을 위한 재배 컨설팅  
(접목 후 6~8일에서 적심 처리)

그림 3. ‘윈터프린스’ 및 CLL214 품종 전시포 및 컨설팅 모습

라. 신품종 홍보 및 시교사업 등을 통한 국산 감귤품종의 보급확대

(1) 국산육성 품종에 대한 품평회 및 품종 설명회 개최

감귤 주산지인 제주도에 비해 감귤품종에 대한 이해도가 낮은 남부지역의 전라남도 완도와 고흥 현지 농업기술센터와 대전광역시농업기술센터에서 11월 14일과 19일, 20일에 신품종 설명회와 현장컨설팅을 병행하여 재배기술 교육을 실시하기 위해 현지 출장을 가서 지역농업기술센터 연구개발과장과 담당자를 만나 GSP사업을 설명하고 감귤연구소와 농기센터와 공동으로 설명회를 개최하기로 협의하여 추진하였다(표 13).



남부지역인 전라남도 완도군과 고흥군, 그리고 대전광역시, 제주지역 2개소의 감귤농가들을 대상으로 우리가 만들어 낸 감귤 신품종 설명회(아래 사진) 5회와 평가회 2회를 개최하였다. 신품종 감귤에 대한 재배 기술을 제대로 습득하지 못한 감귤농가들에게 안정생산 기술에 대한 교육과 감귤 국산품종 하례조생과 미니향 전시포(제주시 아라동과 서귀포시 남원읍)에서 하례조생과 미니향의 현장 평가회를 통해 외국품종을 국산 육성품종으로 대체해 나갈 수 있도록 추진한 결과 신규감귤 조성과원과 품종갱신을 희망하는 농가의 이해도를 높이는 데 큰 역할을 하였다고 기대하고 있다.

표 13. 남부지역 우리가 만들어 낸 감귤 신품종 설명회 및 전시포 평가회 개최

구분	개최일자	개최장소	참여인원	협력기관	내용
설명회	2019. 11. 14	전남 완도군농업기술센터	40	감귤연구소	우리가 만들어낸 감귤신 품종 설명회 및 고품질 안정생산 재배기술 교육
설명회	2019. 11. 18	대전광역시농업기술센터	40	감귤연구소	우리가 만들어낸 감귤신 품종 설명회 및 고품질 안정생산 재배기술 교육
설명회 및 평가회	2019. 12. 3	제주시 아라동 계수농원	24	감귤연구소	우리가 만들어낸 감귤신 품종 설명회 및 무가운 재배 ‘하례조생’ 평가회
설명회	2019. 12. 5	전남 고흥군농업기술센터	40	감귤연구소	우리가 만들어낸 감귤신 품종 설명회 및 고품질 안정생산 재배기술 교육
설명회 및 평가회	2019. 12. 23	서귀포시 남원읍 제주푸른농장	140	(주)제농S&T 감귤연구소	우리가 만들어낸 감귤신 품종 설명회 및 작고 맛있는 ‘미니향’ 평가회

(2) 전라남도 완도군농업기술센터

(가) 일시 : 2019. 11. 14(목). 14:00~16:00

(나) 장소 : 전라남도 완도군농업기술센터

(다) 개최 : 한농바이오산업(주), 완도군농업기술센터, 국립원예특작과학원 감귤연구소, GSP원예종자사업단

(라) 참석대상 : 감귤재배농가와 희망농가, 연구원 등 30명

(마) 주요내용

① 우리가 만들어 낸 감귤 신품종 설명회

② GSP 원예종자사업단 역할과 성과

- ③ 우리가 만들어 낸 국산감귤 신제품 특성 및 과실 품질 우수성 홍보
  - ㉠ 감귤신제품 책자 설명 : 책자 발행 1,000부
  - ㉡ 신제품 보급확대 방안 : 묘목 육성 현황 및 전시포 조성
- (바) 하례조생 및 만감류 고품질 안정생산기술 교육

시 간	내 용	비 고
14:00~14:10	인사말	
14:10~14:40	우리가 만들어 낸 국산감귤 품종 특성 설명	김영효 박사
14:50~16:00	하례조생 및 주요만감류 고품질 안정생산 재배기술 특강	김영효 박사
16:00~16:20	종합토의 : 전시포 신청 및 대상자 선정 기준	최석찬 지도사



그림 4. 우리가 만들어낸 감귤 신제품 설명회 및 안정생산 재배교육 모습  
전라남도 완도군농업기술센터(2019년 11월 14일)

(3) 대전광역시농업기술센터

- (가) 일시 : 2019. 11. 18(월). 14:00~16:00
- (나) 장소 : 대전광역시농업기술센터
- (다) 개최 : 한농바이오산업(주), 대전광역시농업기술센터, 국립원예특작과학원 감귤연구소, GSP원예종자사업단
- (라) 참석대상 : 감귤재배농가와 희망농가, 연구원 등 30명
- (마) 주요내용
  - ① 우리가 만들어 낸 감귤품종 설명회
  - ② GSP 원예종자사업단 역할과 성과
  - ③ 우리가 만들어 낸 국산감귤 품종 특성 및 과실 품질 우수성 홍보
    - ㉠ 감귤신제품 책자 설명 : 책자 발행 1,000부
    - ㉡ 신제품인 하례조생, 미니향, 윈터프린스 품평회
    - ㉢ 신제품 보급확대 방안 : 묘목 육성 현황 및 전시포 조성

(바) 제라몬, 하레조생 및 만감류 고품질 안정생산기술 교육

시 간	내 용	비 고
14:00~14:10	인사말	
14:10~14:40	우리가 만들어 낸 국산감귤 품종 특성 설명	김영호 박사
14:50~16:00	하레조생과 미니향, 윈터프린스 품평회 주요만감류 고품질 안정생산 재배기술 특강	
16:00~16:20	종합토의 : 전시포 신청 및 대상자 선정 기준	



그림 5. 우리가 만들어 낸 감귤 신품종 설명회 및 시식회(하레조생, 미니향, 윈터프린스) 대전광역시농업기술센터(2019년 11월 18일)

(4) 제주시 아라동 00농원 ‘하레조생’신품종 평가회

국내 육성 감귤 ‘하레조생’ 온주밀감의 보급 확대를 위한 전시포를 운영하면서 ‘하레조생’ 보급의 확대를 꾀하기 위해 우리가 만들어 낸 감귤 신품종들에 대한 설명회 및 평가회를 아래와 같이 개최하였다.

(가) 일시 : 2019. 12. 3.(화) 11:00~13:00

(나) 장소 : 제주시 아라1동(00농원)

(다) 개최 : 한농바이오산업(주), 국립원예특작과학원 감귤연구소

(라) 참석대상 : 하레조생 재배농가 및 희망농가, 연구원 등 30여명

(마) 주요내용

- ① 우리가 만들어 낸 감귤품종 설명회
- ② 국산감귤 품종 특성 및 과실 품질 우수성
- ③ 보급확대 방안 : 전시포 운영
- ④ 무가온재배 하레조생의 재배 및 생육 특성 홍보
- ⑤ 무가온재배 하레조생과 궁천조생 비교 평가

바. 우리가 만들어 낸 감귤 신품종 설명회 및 ‘하례조생’품종 평가회

시 간	내 용	비 고
11:00 ~ 11:10	인사말	-
11:10 ~ 11:20	무가온재배 ‘하례조생’ 의 농가 재배사례	이희철 대표
11:20 ~ 11:40	우리가 만들어 낸 감귤 신품종 설명	김영효 박사
11:40~12:10	무가온재배 하례조생과 궁천조생 비교	윤수현 박사
12:00~13:00	종합 토의	-



현장 평가회 모습



계수농장 재배현황 설명



신품종 육성 내용 설명

그림 6. 무가온 하례조생 현장 평가회 및 신품종 설명회  
제주시 아라동 계수농원(2019년 12월 3일)

(5) 고흥군농업기술센터

(가) 일시 : 2019. 12. 5(목). 14:00~16:00

(나) 장소 : 전라남도 고흥군농업기술센터

(다) 개최 : 한농바이오산업(주), 고흥군농업기술센터, 국립원예특작과학원 감귤연구소,  
GSP원예종자사업단

(라) 참석대상 : 감귤재배농가와 희망농가, 연구원 등 50명

(마) 주요내용

- ① 우리가 만들어 낸 감귤품종 설명회
- ② GSP 원예종자사업단 역할과 성과
- ③ 우리가 만들어 낸 국산감귤 품종 특성 및 과실 품질 우수성 홍보
  - ㉠ 감귤신품종 책자 설명 : 책자 발행 1,000부
  - ㉡ 신품종 보급확대 방안 : 묘목 육성 현황 및 전시포 조성
  - ㉢ 하례조생 및 만감류 고품질 안정생산기술 교육

(바) 우리가 만들어낸 감귤 신제품 설명회 및 재배기술 교육

시 간	내 용	비 고
14:00~14:10	인사말	
14:10~14:40	우리가 만들어 낸 국산감귤 품종 특성 설명	김영효 박사
14:50~16:00	하례조생 및 주요만감류 고품질 안정생산 재배기술 특강	김영효 박사
16:00~16:20	종합토의 : 전시포 신청 및 대상자 선정	박용웅 회장



그림 7. 우리가 만들어낸 감귤 신제품 설명회 및 재배기술 교육  
전라남도 고흥군농업기술센터(2019년 12월 5일)

(6) 미니향 품종 평가회 및 시식회 (서귀포시 남원읍 제주푸른농장)

국내 육성 감귤 ‘미니향’의 보급 확대를 위한 전시포를 운영하면서 ‘미니향’ 보급의 확대를 꾀하기 위해 우리가 만들어 낸 감귤 신제품들에 대한 설명회 및 작고 맛있는 ‘미니향’ 평가회를 아래와 같이 개최하였다.

(가) 일시 : 2019. 12. 23.(월) 11:00~13:00

(나) 장소 : 서귀포시 남원읍 (제주00농장)

(다) 개최 : 한농바이오산업(주), (주)제농, 국립원예특작과학원 감귤연구소

(라) 참석대상 : 감귤 재배농가 및 희망농가, 연구원 등 130여명

(마) 주요내용

- ① 민간기업 및 연구기관에서 육종한 감귤 신제품 전시 및 소개
- ② 한농바이오산업(주), (주)제농, 감귤연구소, 농업기술원에서 육성한 신제품
- ③ 작고 맛있는 ‘미니향’ 현장 평가
- ④ ‘미니향’의 재배 특성 및 과실 품질 우수성 평가 및 보급확대 방안 토론

(바) 신제품 품평회와 설명회 및 미니향 현장 평가회

시 간	내 용	비 고
11:00~11:10	등 록	한농바이오산업 김영호 박사
11:10~11:30	민간기업과 연구기관에서 육종한 감귤 신제품 전시 및 소개	한농바이오산업 김시현 박사 (주)제농 이주원 제주특별자치도농업기술원 강상훈 감귤연구소 윤수현 박사
11:30~12:00	작고 맛있는 ‘미니향’ 현장 평가	○제주푸른농장 강창민 대표
12:00~13:00	보급확대 방안 토론	-

(사) 제주푸른농장 강창민 대표의 ‘미니향’ 전시포 재배 사례

- ① 재배작형과 면적 : 노지(초생재배), 2,970m<sup>2</sup> (900평)
- ② 재식거리와 주수 : 3 × 4m, 210주(3년생)

미니향을 선택하게 된 계기	<p>미니향을 선택하기 전 고품질생산을 위한 높은이랑 토양피복재배를 하던 중 남원지역은 수확기를 비롯해 전 생육기간에 강우날씨가 많아 고품질 생산에 불리하여 고당도 만감류인 미니향을 선택하게 되었습니다.</p> <p>물론 토양피복을 하지 않는 관행재배를 기본으로 미니향의 특성을 살린 완숙과를 수확할 계획입니다.</p>
미니향 재배상의 특이점	<p>일반 만감류와는 달리 과실크기가 30~35g으로 출하시 소포장이 가능하며, 유통업체와 프리미엄 상품으로 직거래 예정</p> <p>가을 장마전 착즙당도가 8° Bx 후반이어서 완숙시 13° Bx 이상 고당도과실 생산이 가능할 것 같고, 과피에는 특유의 열대 과일향도 갖고 있습니다.</p>
미니향 재배과정에서 해결해야 할 사항	<p>미니향 역시 만감류여서 가시발생으로 인한 궤양병 발생이 많아 구리제 살포와 감염된 잎 제거를 염두에 두시고, 봄순과 여름순 발생시 적심작업(도장지발생, 세력지)과 장마 전후 적과실시, 그리고 장마철에는 검은점무늬병 방제를 병행하는 게 좋을 듯 합니다</p> <p>그리고 전정은 꽃을 확인하고 필요시 전정작업을 해야 수량확보에 유리한 것 같습니다.</p>
미니향을 재배하고자 하는 농업인들에게 한마디	<p>미니향을 선택하기까지 3년을 고심하고 나서 선택하게 되었습니다. 40년 이상된 조생온주를 베어내고 1년생 묘목을 식재할 때는 막막했지만, 3년생인 묘목에 과실이 달리는 것을 보니 희망이 보입니다.</p> <p>조생온주와는 또 다른 매력이 충분하다고 생각이 되고 소비자 선호도가 높은 소과이면서 고당도(13° Brix 이상)와 산함량(0.6%), 향(열대과일)을 갖고 있어 향후 소비자에게 각광받는 품종이 되리라 생각합니다.</p>





그림 8. 우리가 만들어낸 신품종 품평회와 설명회 및 미니향 현장 평가회  
제주00농원(2019년 12월 23일)

표 14. 2019년도 평가회 및 신품종설명회

구분	개최(참여)일자	개최(참여)장소	참여 인원수	협력기관	내용
평가회	2019. 6. 13	서귀포시 남원읍	40	제주대학 및 제주도농업기술 원, 감귤연구소	국내 육성감귤 하례조생 가온재배 현장 평가회
설명회	2019. 11. 14	전남 완도군농업기술센터	40	감귤연구소	우리가 만들어낸 감귤신 품종 설명회 및 고품질 안정생산 재배기술 교육
설명회	2019. 11. 18	대전광역시농업기술 센터	40	감귤연구소	우리가 만들어낸 감귤신 품종 설명회 및 고품질 안정생산 재배기술 교육
설명회 및 평가회	2019. 12. 3	제주시 아라동 계수농원	24	감귤연구소	우리가 만들어낸 감귤신 품종 설명회 및 무가온 재배 ‘하례조생’ 평가 회
설명회	2019. 12. 5	전남 고흥군농업기술센터	40	감귤연구소	우리가 만들어낸 감귤신 품종 설명회 및 고품질 안정생산 재배기술 교육
설명회 및 평가회	2019. 12. 23	서귀포시 남원읍 제주푸른농장	140	(주)제농, 감귤연구소	우리가 만들어낸 감귤신 품종 설명회 및 작고 맛 있는 ‘미니향’ 평가회

(7) 우리가 만들어 낸 감귤품종 설명회 및 제라몬(레몬) 재배기술 교육

(가) 일 시 : 2020. 7. 14(화). 10:00~14:00

(나) 장 소 : 경남 거제시농업개발원(농업기술센터)

(다) 개 최 : 한농바이오산업(주), 거제시농업기술센터, GSP원예종자사업단

(라) 대 상 : 감귤재배농가와 희망농가, 연구원 등 40명

(마) 주요내용

- ① 우리가 만들어 낸 감귤품종 설명회
- ② GSP 원예종자사업단 역할과 성과
- ③ 우리가 만들어 낸 국산감귤 품종 특성 및 과실 품질 우수성
- ④ 감귤신품종 책자 설명 : 40부 배부
- ⑤ 신품종 보급확대 방안 : 묘목 육성 현황 및 전시포 조성 논의

(바) 제라몬 등 레몬 고품질 안정생산기술 교육

시 간	내 용	비 고
10:00~10:05	인사말	농업육성과 김영미과장
10:10~10:30	우리가 만들어 낸 국산감귤 품종 특성 설명	김영호 박사
10:40~12:00	제라몬 등 레몬 고품질 안정생산 재배기술 특강	
13:00~14:00	현장실습	

(사) 결과보고

- ① 국내 육성 감귤의 보급 확대를 위해 한농바이오산업(주)과 거제시농업기술센터와 공동으로 우리가 만들어낸 감귤 신품종 설명회와 레몬의 고품질 안정생산 재배기술에 대한 교육을 실시하였다.
- ② 우리가 만들어 낸 감귤 신품종에 대한 책자를 발행하였고, 이 책자를 통하여 우리 품종에 대한 관심을 갖고 있는 감귤재배 농가 및 희망농가를 대상으로 설명회를 개최하여 국산감귤 품종의 특성 및 과실 품질 우수성을 홍보하였다.
- ③ 제라몬 등 레몬 품종에 대한 고품질 안정생산 재배기술에 대한 교육을 통하여 우리가 육성한 제라몬과 CLL214 품종의 특성을 제대로 살릴 수 있도록 전정기술과 생육단계별 새순관리, 적과 및 물관리에 대한 기술을 제시함

(아) 기대효과

- ① 우리가 만들어 낸 감귤 신품종에 대한 특성 홍보로 전시포조성 희망농가 선호도가 높아짐
- ② 국산 감귤 신품종에 대한 고품질 안정생산 기술 교육을 통해 농가소득 향상 기대
- ③ 감귤 신품종의 확대보급을 위한 묘목 조기공급 체계 수립이 요망됨



그림 9. 국내육성 레몬 신품종 ‘제라몬’ 과 ‘레임’ 안정생산 재배기술 교육

8) 우리가 만들어 낸 감귤품종 설명회 및 제라몬(레몬) 재배기술 교육

(가) 일 시 : 2020. 8. 6(목). 16:00~17:30

(나) 장 소 : 제주시농협 공판장 회의실

(다) 개 최 : 한농바이오산업(주), 제주시농업협동조합, GSP원예종자사업단

(라) 대 상 : 제주시농협 레몬재배농가와 희망농가, 직원 등 40명

(마) 주요내용

- ① 우리가 만들어 낸 감귤품종 설명회
- ② GSP 원예종자사업단 역할과 성과
- ③ 우리가 만들어 낸 국산감귤 품종 특성 및 과실 품질 우수성
- ④ 감귤신품종 책자 설명 : 40부 배부
- ⑤ 신품종 보급확대 방안 : 묘목 육성 현황 및 전시포 조성 논의

(바) 제라몬 등 레몬 고품질 안정생산기술 교육

시 간	내 용	비 고
16:00~16:20	우리가 만들어 낸 국산감귤 품종 특성 설명	김영효 박사
16:20~17:20	제라몬 등 레몬 고품질 안정생산 재배기술 특강	
17:20~17:30	인사말	고00 조합장

(사) 결과보고

- ① 국내 육성 감귤의 보급 확대를 위해 한농바이오산업(주)과 제주시농협 공동으로 우리가 만들어낸 감귤 신품종 설명회와 레몬의 고품질 안정생산 재배기술에 대한 교육을 실시하였다.
- ② 우리가 만들어 낸 감귤 신품종에 대한 책자를 발행(2019)하였고, 이 책자를 통하여 우리 품종에 대한 관심을 갖고 있는 감귤재배 농가 및 희망농가를 대상으로 설명회를 개최하여 국산감귤 품종의 특성 및 과실 품질 우수성을 홍보하였다.
- ③ 제라몬 등 레몬 품종에 대한 고품질 안정생산 재배기술에 대한 교육을 통하여 우리가 육성한 제라몬과 CLL214 품종의 특성을 제대로 살릴 수 있도록 진정기술과 생육단계별 새순관리, 적과 및 물관리에 대한 기술을 제시함



그림 10. 우리가 만들어 낸 감귤 신품종 설명회(제주시농업협동조합)

(아) 기대효과

- ① 우리가 만들어 낸 감귤 신품종에 대한 특성 홍보로 전시포 조성 희망농가 선호도가 높아짐
- ② 국산 감귤 신품종에 대한 고품질 안정생산 기술 교육을 통해 농가소득 향상
- ③ 감귤 신품종의 확대보급을 위한 묘목 조기공급 체계 수립이 요망됨

(9) 제주시 아라동 00농원 품종 평가회

국내 육성 감귤 ‘하례조생’ 온주밀감의 보급 확대를 위한 전시포를 운영하면서 ‘하례조생’ 보급의 확대를 꾀하기 위해 우리가 만들어 낸 감귤 신품종들에 대한 설명회 및 평가회를 아래와 같이 개최하였다.

(가) 일 시 : 2020. 11. 24.(화) 11:00~13:00

(나) 장 소 : 제주시 아라1동 2855-2 (00농원)

(다) 개 최 : 한농바이오산업(주), 국립원예특작과학원 감귤연구소

(라) 대 상 : 하례조생 재배농가 및 희망농가, 연구원 등 30여명

(마) 주요내용

- ① 우리가 만들어 낸 감귤품종 설명회
- ② GSP 원예종자사업단 역할과 성과
- ③ 우리가 만들어 낸 국산감귤 품종 특성 및 과실 품질 우수성
- ④ 보급확대 방안 : 전시포 운영
- ⑤ 무가온재배 하례조생의 재배 및 생육 특성 홍보
- ⑥ 무가온재배 하례조생과 궁천조생 비교 평가
- ⑤ 신품종 보급확대 방안 : 묘목 육성 현황 및 전시포 조성 논의



무가온재배 “하례조생”  
평가회



발열 체크 및 등록



계수농원 이00 대표의  
재배사례 소개

그림 11. 무가온 재배 하례조생의 평가회 현장(제주시 계수농원) 모습

표 15. 하례조생과 궁천조생의 시기별 당 · 산함량의 추이(이00 농가 전시포)

품종	구분	조사일자				
		10월8일	10월19일	10월28일	11월 9일	11월18일
하례조생	당도 (°Bx)	8.6	10.2	11.4	12.1	11.3
		11.5	11.5	11.5	12.8	11.2
		10.8	12.3	11.8	12.5	12.4
	산함량 (%)	1.65	1.66	0.95	1.52	1.02
		1.51	1.46	1.21	1.22	1.48
		1.49	1.46	1.07	1.51	1.02
궁천조생	당도 (°Bx)	10.1	11.0	10.8	10.9	10.8
		12.7	10.9	11.5	12.7	11.6
		11.6	11.0	12.4	11.6	13.4
	산함량 (%)	1.65	1.23	1.07	1.16	0.93
		1.75	1.16	1.29	0.90	1.02
		1.45	1.16	1.10	0.87	0.77

(10) 우리가 만들어 낸 감귤 신품종 설명회 및 제라몬 평가회

제주시 소재 제라몬(레몬) 전시포에서 우리가 육성한 감귤 신품종 설명회와 제라몬 평가회를 2021. 11. 28(일)에 개최하였다. 특히 제라몬 홍보를 위해 ‘KBS 6시 내고향’과 협의가 되어 촬영을 하였고, 12월 2일에 방영되었다.

(가) 일 시 : 2021. 11. 28 (일) 10:00~13:00

(나) 장 소 : 제주시 애월읍 (제주보타리농업학교)

(다) 개 최 : 한농바이오산업(주), 국립원예특작과학원 감귤연구소

(라) 대 상 : 감귤 재배농가 및 희망농가, 연구원 등 30여명

(마) 주요내용

- ① 우리가 만들어 낸 감귤품종 설명회
- ② GSP 원예종자사업단 역할과 성과
- ③ 우리가 만들어 낸 국산감귤 품종 특성 및 과실 품질 우수성
- ④ 보급확대 방안 : 전시포 운영
- ⑤ 무가온재배 하례조생의 재배 및 생육 특성 홍보
- ⑥ 무가온재배 하례조생과 궁천조생 비교 평가
- ⑤ 신품종 보급확대 방안 : 묘목 육성 현황 및 전시포 조성 논의
- ⑥ 향기가 진하고 추위에 강한 ‘제라몬’ 현장 평가

(바) 제라몬 등 레몬 고품질 안정생산기술 교육

시 간	내 용	비 고
10:00~10:10	등 록	한농바이오산업 김영효 박사
10:10~10:30	우리가 육종한 감귤 신품종 소개(교육장)	한농바이오산업 고현석 대리 * PPT 활용 설명
10:30~12:00	진한 향기와 추위에 강한 '제라몬' 현장 평가	제주보타리농장 김형신 대표 - 재배 사례
12:00~13:00	보급확대 방안 토론	한농바이오산업 김영효 박사

(사) 결과보고

- ① 국내 육성 감귤 '제라몬'의 보급 확대를 위한 전시포 운영
- ② 우리가 만들어 낸 감귤 신품종 설명회
- ③ 진한 향기와 추위에 강한 '제라몬' 보급 확대 방안

(아) 제주보타리 대표의 '제라몬' 재배사례

- ① 재배작형과 면적 : 보조가온하우스, 1,000㎡ (300평)
- ② 재식거리 : 4× 3m(3년생)

제라몬을 선택하게 된 계기	국립원예특작과학원 감귤연구소가 직접 육성한 품종이라서 친환경재배가 쉬울 것으로 판단하여 식재 함
제라몬의 재배상 특이점	직립성이 강하고 유레카보다는 수세가 강하여 비료 시용량이 감소하는 경향이 있음 유레카보다는 잎이 크고, 열매는 다소 작은 형태를 보임
제라몬 재배과정에서 해결해야 할 사항	직립성 가치를 어떻게든 유인하거나 전정을 해서 결과모지를 확보하는 것이 문제로 보임 봄/여름/가을 전정재배 기술이 요구 됨
제라몬을 재배하고자 하는 농업인들에게 한마디	친환경재배에 적합하며, 토양관리가 쉽고 병해충에 강한 특징을 가지고 있는 제주형 제라몬이라고 판단 됨.

(자) 결과보고

- ① 감귤 국산 레몬품종인 제라몬과 미국품종인 유레카를 비교할 수 있는 평가회가 의미 있다.
- ② 제라몬의 레몬 향이 뛰어나 소비자에게 호평 받을 것 같다.
- ③ 품종갱신시 제라몬의 1년생 유묘보다 포트 대표생산으로 미수익 기간을 단축하여 조기 수확을 피할 수 있기를 희망





우리가 육종한 감귤 신품종 소개



진한 향기와 추위에 강한 ‘제라몬’ 현장 평가

그림 12. 제라몬 레몬 품평회 현장

(11) 우리가 만들어 낸 감귤품종 설명회 및 재배기술 교육

(가) 일 시 : 2021. 12. 2(목). 10:00~14:00

(나) 장 소 : 경남 거제시농업개발원(농업기술센터)

(다) 개 최 : 한농바이오산업(주), 거제시농업기술센터

(라) 대 상 : 감귤재배농가와 희망농가, 연구원 등 30명

(마) 주요내용

- ① 우리가 만들어 낸 감귤품종 설명회
- ② GSP 원예종자사업단 역할과 성과
- ③ 우리가 만들어 낸 국산감귤 품종 특성 및 과실 품질 우수성
- ④ 보급확대 방안 : 전시포 운영
- ⑤ 감귤신품종 책자 설명 : 30부 배부
- ⑥ 신품종 보급확대 방안 : 묘목 육성 현황 및 전시포 조성

(바) 제라몬 등 레몬 및 한라봉 고품질 안정생산기술 교육

시 간	내 용	비 고
10:00~10:05	인사말	미래농업팀장 김성현
10:10~10:30	우리가 만들어 낸 국산감귤 품종 특성 설명	김영호 박사
10:40~12:00	더탐나 등 한라봉 고품질 안정생산 재배기술 특강	
13:00~14:30	제라몬 등 레몬 고품질 안정생산 재배기술 특강	

(마) 결과 보고

- ① 국내 육성 감귤의 보급 확대를 위해 한농바이오산업(주)과 거제시농업기술센터와 공동으로 우리가 만들어낸 감귤 신품종 설명회와 한라봉 레몬의 고품질 안정생산 재배기술에 대한 교육을 실시하였다.

- ② 우리가 만들어 낸 감귤 신품종에 대한 책자를 배부하였고, 이 책자를 통하여 우리 품종에 대한 관심을 갖고 있는 감귤재배 농가 및 희망농가를 대상으로 설명회를 개최하여 국산감귤 품종의 특성 및 과실 품질 우수성을 홍보하였다.
- ③ 제라몬 등 레몬 품종에 대한 고품질 안정생산 재배기술에 대한 교육을 통하여 우리가 육성한 제라몬과 레임 품종의 특성등이 제대로 나타날 수 있도록 전정기술 등을 컨설팅하였다.

(바) 기대효과

- ① 우리가 만들어 낸 감귤 신품종에 대한 선호도가 높아짐
- ② 국산 감귤 신품종에 대한 고품질 안정생산 기술 교육을 통해 농가소득 향상
- ③ 감귤 신품종의 확대보급을 위한 묘목 조기공급 체계 수립이 요망과 생육단계별 새순관리, 적과 및 물관리에 대한 기술을 제시함



산함량이 낮고 당도가 높은 더담나



한라봉보다 달콤한 탐나는봉

그림 13. 우리가 만들어 낸 감귤품종 설명회 및 재배기술 교육

2. 남부지역 맞춤형 만감류 보급 시스템 구축

감귤재배 기술을 제대로 습득하기 어려운 남부지역 감귤농가들에게 현장에서 고품질 감귤 안정생산 재배기술에 대한 교육과 현장컨설팅을 통해 외국품종을 국산 육성품종으로 대체해 나갈 수 있도록 추진하였다. 또한 우리 국산품종 도입으로 고품질 감귤 재배를 통한 농가소득 향상과 감귤산업 경쟁력을 강화할 수 있도록 조기성원화 할 수 있는 우량 대표생산 체계를 수립하고 있고 대목 및 포트 대목 조기육성을 위해 남부지역에 포트묘 생산을 통한 맞춤형 만감류 보급 시스템 구축을 통한 보급 확대해 나갔다. 국산 감귤품종 묘목을 감귤 품종 갱신을 희망하는 농가에 노지에서 탕자 대목을 육성하고 포트에 이식하여 당년 봄에 절절으로 국내산 품종을 키워 포트묘를 보급하고 있다(그림 14).



그림 14. 조기 보급확대를 위한 대묘 생산체계 구축

남부지역에서 감귤을 재배하고자 하는 농가를 대상으로 우리 국산품종을 입식시켜 고품질 감귤 재배를 통한 농가소득 향상과 감귤산업 경쟁력을 강화할 수 있도록 하고 있다. 감귤원을 조기성원화 할 수 있는 우량 대묘생산 체계를 수립하기 위해 1년차에 하우스에서 탱자종자를 파종하여 대목을 육성한다. 2년차에 대형포트에 탱자묘를 이식하고 4~5월에 탱자대목에 국산 감귤품종으로 절접하여 포트 대묘를 조기육성한다. 이 방법으로 남부지역에 포트묘 생산을 통해 맞춤형 만감류 보급 시스템 구축을 하고, 감귤 품종 갱신을 희망하는 농가에게 보급을 확대하기 위해 그림 15처럼 보급해 나갔다.

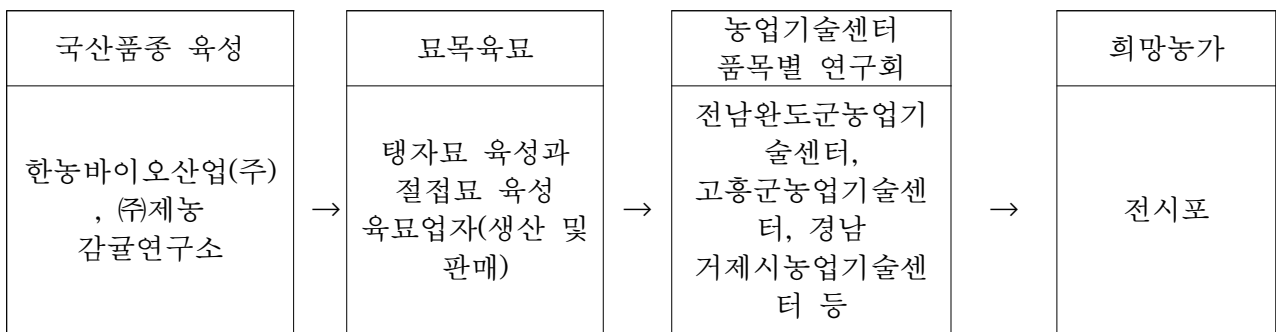


그림 15. 남부지역 대묘육성 맞춤형 만감류 보급 시스템

2021년 감귤 재배면적은 전년과 비슷할 전망으로 성목면적은 폐원증가, 품종갱신 등으로 전년대비 1% 감소할 것으로 보고 있다. 유목면적은 품종갱신 등으로 국산감귤 신품종에 대한 관심이 크게 나타나고 있어 전년대비 갱신하는 농가들이 6% 증가하는 경향을 보이고 있다. 남부 지역인 전라남도에서 재배되고 있는 감귤류 재배면적의 추이를 보면 2015년부터 서서히 증가하기 시작하여 2020년도에는 139%의 증가를 보이고 있어 국산 신품종에 대한 품종 설명회와 평가회 등 적극적인 홍보 강화로 국산감귤의 비율이 증가되는 것을 볼 수 있다(표 16).

표 16. 전남지역 감귤류 재배면적

년 도	2015	2016	1017	2018	2019	2020
농가수(호)	446	467	507	551	596	664
면적(ha)	106.7	111.4	126.1	137.7	142.3	148.1

자료출처 : 농림축산식품부(농업경영등록 현황)

감귤 국산 품종 묘목은 그림 16과 같은 방법으로 노지와 하우스에서 대목용 탱자를 포트에 이식하여 1년생 탱자대목을 육묘하였다. 이듬해 봄에 국내산 품종으로 절집을 실시하였다. 국내산 육성품종으로 포트묘에서 2년을 육성하여 2년생 대묘로 보급하였다.



대목용 탱자 육묘



포트묘 육성(1년차)



포트묘 생산(2년차)

그림 16. 포트묘 대목 및 포트 대묘 생산 및 보급

### 3. 홍보물 제작 및 언론 홍보

가. 우리가 만들어 낸 ‘감귤 신품종’ 책자(1,000부)를 발간하여 적극 홍보

한농바이오산업(주)과 국립원예특작과학원 감귤연구소, 제주특별자치도농업기술원에서 만들어 낸 감귤 신품종을 편집해서 책자 1,000부를 발간하였으며, 교육자료 뿐만 아니라 소장해서 우리품종의 특성을 제대로 익힐 수 있도록 원색으로 만들었다(표 17).

감귤 신품종 책자는 감귤농가들의 지침서가 될 것으로 기대하고 있다. 관계기관과 감귤을 재배하거나 희망하는 농가들에게 제공하여 손쉽게 국산품종을 이해하고, 감귤원 조성을 할 때 선택할 수 있는 기회를 만들어 국산품종의 우수성을 널리 알려 외국품종을 국산 육성품종으로 대체해 나갈 수 있도록 추진하였다.

표 17. 우리가 만들어 낸 감귤 신품종 책자 발간

홍보물 유형	제목	제작일자	발행기관	비고
책자	우리가 만들어 낸 감귤 신품종	2019. 10	한농바이오산업(주)	1,000부



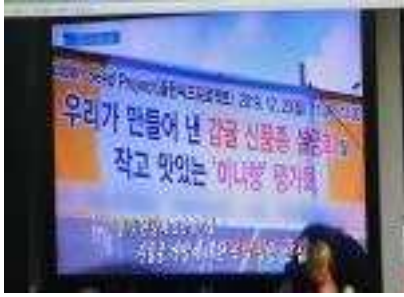
그림 17. 우리가 만들어 낸 감귤품종 홍보책자 발간(1,000부)

#### 나. 국내육성 품종 전시 및 언론 홍보

GSP사업의 일환으로 감귤 국산품종의 남부지역 현지적응성 시험 및 시교사업을 수행하고 있다. 한농바이오산업(주), (주)제농, 국립원예특작과학원 감귤연구소 공동으로 2019. 12. 23.(월) 11:00~13:00에 서귀포시 남원읍 (제주푸른농장)에서 「우리가 만들어 낸 감귤 신상품」 설명회 및 「작고 맛있는 ‘미니향’」 평가회와 더불어 최근 GSP과제로 육성한 「레드산타, 빨주노초(한농바이오산업)」, 「제라진1호(제농)」, 「무봉, 윈터프린스, 미니향(감귤연구소)」, 「달코미, CI018(제주특별자치도농업기술원)」 육종 품종에 대한 전시와 시식회를 개최하여 농가의 뜨거운 호응을 얻을 수 있는 기회를 마련하였다.

제주MBC TV방송에서 ‘생방송 제주가 좋다’ 2019년 12월 27(금) 18:30에 방영이 되었다(그림 18). 국산감귤 신상품 설명회 및 미니향 평가회에서 우리가 만들어 낸 감귤 신상품을 보면서 ‘지금까지 재배해 온 외국 품종을 우리 것처럼 생각했는데 이제는 우리 개발품종으로 자급자족할 수 있어 감명을 받았다’는 의견을 제시하였고, ‘작고 맛있는 미니향을 보면서 차별화된 상품으로 자리매김 할 수 있다’는 의견이었다.





신품종 설명회(제주MBC)



평가회 참석 감귤농가 인터뷰



신품종 전시 및 시식

그림 18. 제주MBC TV 방영(2019. 12. 27. 18:30)



품종명 : 미니향



품종명 : 레드산타



품종명 : 빨주노초

그림 19. GSP 성과발표회 국내 육성품종 전시(대전엑스포시민공원)

(2019년 9월 26일)

KBS TV방송에서 '6시내고향' 2021년 12월 2(목) 18:00에 방영이 되었다(그림 20). 제라몬 평가회에서 우리나라에서 재배되고 있는 미국품종인 유레카보다 감귤연구소에서 육종한 레몬향이 짙고 추위에 강한 제라몬의 우수성을 널리 알렸다.



그림 20. 국내육성 제라몬 레몬 방영((KBS 6시내고향 - 2021. 12. 2 방영)



4. 제주지역 및 남부지역 전시포 운영 및 시교사업

가. 제주지역 및 남부지역 대상으로 전시포 9개소 조성

감귤 국산 신품종에 대한 제주지역에서 전시포 농가포장은 하례조생과 미니향, 윈터프린스, 제라몬의 신품종 전시포 5개소, 남부지역에서도 하례조생, 윈터프린스, 미니향 묘목을 분양하여 4개소를 표 20과 같이 조성하였고, 현장컨설팅을 통하여 대묘 육성과 안정생산을 꾀하고 있다. 전시포 운영을 통해 감귤 국산 신품종에 관심을 갖고 있는 농가들에게 나무의 자람세, 착과습성 등 국산감귤 품종 특성 및 품질 우수성 홍보하고, 고품질 안정생산을 위한 재배기술에 대한 현장컨설팅을 실시하였고 현장컨설팅이 어려운 경우에는 동영상 통화 등을 통해 문제점을 해결했다.

표 18. 감귤 국산 신품종의 시교사업 및 전시포(2020)

품종	농가명	위치	재배 작형	면적 (㎡)	분양 주수	조성 년도
미니향	강00	서귀포시 남원읍	노지	2970	-	2019
	김00	전남 고흥군	하우스	2400	70	2020
	김00	전남 완도읍	노지	1000	100	2020
윈터프린스	김00	전남 완도읍	하우스	490	50	2020
	김00	제주시 애월읍	하우스	1500	-	2018
	문00	제주시 한경면	하우스	1350	-	2019
하례조생	이00	제주시 아라1동	하우스	1200	-	2019
	김00	전남 완도읍	노지	4000	150	2020
	최00	전북 익산시	하우스		-	2019
제라몬	김00	제주시 애월읍	하우스	1000	-	2019



“윈터프린스” 전시포(김00농가)



“제라몬” 전시포(김00농가)



“윈터프린스” 전시포(문00농가)



“미니향” 전시포(강00농가)



“하례조생” 전시포(이00 농가)



노지 ‘하례조생’ 전시포  
(전남 완도군 김00 농가)

그림 21. 감귤 국산 신품종 시교사업 및 전시포

(1) 2020년도 전시포 운영 및 시교사업(김00 농가)

윈터프린스는 2016년 원예특작과학원 감귤연구소에서 육성 개발된 품종으로 2020년 5월 29일에 품종등록이 되었다. 2017년부터 보급이 시작되면서 현재 41농가(7ha)가 재배하고 있다. 윈터프린스는 다른 감귤에 비해 어린 나무에서 과실이 달리는 기간이 짧아 소득이 없는 기간을 단축할 수 있어 농가들의 호응을 얻고 있다.

수확기가 12월 상순으로 이시기에 주로 출하되는 일본 품종인 황금향에 비해 당도가 높고 (12.5~13.5°Bx), 산함량이 1.0~1.2%로 적당해 맛있다. 수세가 강하고 종자(씨)와 열과, 해거리가 없다. 부피현상이 가끔 보이지만 껍질 벗기기가 쉬운 특징을 가지고 있다.

제주감협유통사업단에서는 국내육성 품종의 보급, 유통망확장, 브랜드화를 강화하고 있다. 이마트와 유통 상생을 통해 향후 개발될 국산품종의 보급모델을 제시하고 겨울에 윈터프린스로 소비자를 찾아갈 계획이다. 윈터프린스 전시포는 제주시 애월읍 상귀리에 소재하며, 2018년

에 1년생을 1,500m<sup>2</sup> 하우스에 정식한 3년생 나무에 처음으로 결실을 보았다. 친환경재배 하던 조생온주밀감을 배어내고 노지에서 1년생 묘목을 3×4m 간격으로 210주를 식재하여 조성하게 되었다. 3년이 지난 2020년도에 첫 결실을 보였다.

표 19. 윈터프린스 전시포 현황

농가명	위치	재배 양식	면적 (m <sup>2</sup> )	분양 주수	조성 년도
김00	제주시 애월읍	하우스	1500	-	2018

표 20. 윈터프린스의 과실비대 추이(김기옥 농가 전시포)

조사일	횡경 (mm)	종경 (mm)	과형지수
7. 23.	41.7	33.2	126
8. 11.	49.7	39.7	125
8. 27.	57.2	45.0	127
9. 11.	63.9	50.2	127
9. 24.	70.1	54.0	130
10. 12.	76.9	57.9	133
10. 27.	80.3	59.6	135
12. 7	91.2	62.5	146

<sup>Y</sup> 묘목 3년생

표 21. 시기별 윈터프린스 과실 품질 특성

조사일 (월 일)	과중 (g)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	과피색 (a*)	과육율 (%)	과피두께 (mm)
09. 24	153.1	7.9	3.64	-9.56	76.7	3.2
10. 12	155.9	8.1	2.10	-9.85	79.0	3.2
10. 27	154.2	8.8	1.51	-7.57	81.5	2.2
12. 7	226.9	13.3	1.20			

# 조사장소: 애월읍 상귀리, 수령: 3년생 첫 결실



그림 22. 윈터프린스 품종의 착과 모습

(1) 2021년도 전시포 운영을 통한 보급확대

제주지역 5개소와 남부지역 4개소를 대상으로 전시포를 조성하여 9개소를 운영하였다. 지역별로 보면 감귤 국산 신품종에 대한 제주지역에서 하례조생과 미니향, 윈터프린스, 제라몬의 신품종 전시포 5개소를 계속하여 운영하고 있다(표 22). 현장컨설팅을 통하여 국산 신품종의 재배상 문제점과 마케팅에 대해 의견을 나누고 있다.

남부지역의 전남 완도읍과 전북 익산시에서 노지와 비닐하우스 재배의 전시포는 국산 신품종인 하례조생과 윈터프린스, 미니향 품종을 대상으로 4개소를 조성하였고 전시포로 운영하고 있다. 현장컨설팅은 현지 대면 컨설팅을 하거나 영상 통화를 통하여 실시하면서 대표 육성 과 안정생산을 꾀하고 있다.

표 22. 감귤 국산 신품종의 현지적응성 시험 및 시교사업 전시포 조성 및 운영(2021)

No.	품 종	농가명	주 소	재배 작형	면적 (㎡)	분양 주수	조성 년도
1	미니향	강00	서귀포시 남원읍	노지	2,970	-	2019
2		김00	전남 고흥군 대서면	하우스	240	70	2020
3	윈터프린스	문00	제주시 한경면 청수리	하우스	2,970	-	2019
4		김00	전남 완도군 중도리	하우스	330	50	2020
5	하례조생	이00	제주시 아라1동	하우스	1,320	-	2019
6		문00	전남 완도군 소안리	노지	1,150	-	2021
7		최00	전북 익산시	하우스	3,300	-	2019
8	꿀팁골드	김00	제주시 외도1동	하우스	990	120	2020
9	제라몬	김00	제주시 애월읍 봉성리	하우스	1,000	-	2020

고품질 안정생산을 위한 재배기술 확립은 지역적응시험을 통해 감귤 국산 신품종에 맞게 추진하였다. 지역에서 국산신품종에 관심을 갖고 있는 농가들에게 나무의 자람세, 착과습성 등 국산감귤 품종 특성 및 품질 우수성은 품종설명회와 평가회를 통해 홍보하고, 고품질 안정생산을 위한 재배기술에 대한 현장컨설팅을 실시하였다. 현장컨설팅이 어려운 경우에는 동영상통화 등을 통해 문제점을 해결했다. ‘미니향’ 전시포의 생육상황은 4월 9일 신초발생과 꽃봉오리가 출퇴하였고, 생리낙과가 끝나 과실비대기에 순조로운 생장을 보이고 있다(그림 23).





미니향의 신초 발생상황  
(4월 9일)



미니향의 출퇴상황  
(4월 9일)



미니향의 착과 모습  
(9월 1일)

그림 23. 미니향 전시포의 생육상황

제주지역의 하례조생(무가운) 전시포는 2019년부터 조성을 하고 3년차 운영을 하고 있다. 생육단계별 조사(표 23)에서는 4월 13일 출퇴를 시작으로 9월 상순부터 착색이 시작되었고, 11월 상순에 완전착색이 되었다.

표 23. 하례조생의 생육특성 조사

생육단계	출퇴기	개화기	만개기	착색시
월. 일	4. 13	5. 7	5. 11	9. 17

하례조생과 일본품종인 궁천조생을 비교하면 숙기에는 큰 차이를 보이지 않았으나 11월 17일 조사한 하례조생의 당도에서는 14.6~15.2°Bx, 궁천조생은 12.8~13.8°Bx로 크게 높아 품질 면에서 하례조생이 일본품종인 궁천조생에 비해 우수한 편이었다(표 24).

표 24. 감귤 국산 신품종의 현지적응성 시험 및 시교사업 전시포 조성 및 운영(2021)

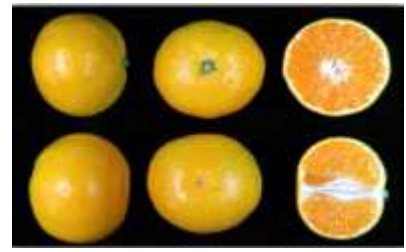
조사일	품종명	횡경 (mm)	종경 (mm)	과중 (g)	당도 (°Bx)	산함량 (%)
2021. 10, 22	하례 조생	64.0	51.5	105.0	13.5	1.43
		68.0	55.2	116.0	11.8	1.79
		62.8	49.6	94.2	12.8	1.66
	궁천 조생	60.8	53.4	79.1	12.2	1.69
		65.9	58.3	107.0	12.3	1.45
		61.3	48.8	85.2	11.9	1.41
2021. 11. 8	하례 조생	62.9	46.7	87.8	13.6	1.73
		62.1	53.6	95.8	13.5	1.28
		67.6	58.4	124.3	13.8	1.51
	궁천 조생	62.5	48.2	89.8	12.8	1.30
		63.8	50.2	98.7	12.9	1.50
		64.3	50.0	99.7	12.8	1.24
2021. 11. 17	하례 조생	62.5	56.5	96.0	14.7	1.03
		57.7	50.1	82.3	15.2	1.29
		66.0	53.1	110.9	14.6	1.21
	궁천 조생	66.4	51.3	102.2	13.1	1.30
		61.1	52.8	88.9	12.8	1.42
		61.5	50.2	88.7	13.8	1.41



하례조생 착색 시작  
(2021. 9.28)



하례조생 완전 착색된 모습  
(2021. 11.11)



하례조생 과실 모양  
(감귤연구소)

그림 24. 무가온재배의 하례조생 전시포(제주시 이00 농가)

윈터프린스 전시포의 그림 25는 포트대묘 육성을 위해 2019년도 1년생 윈터프린스 묘목을 포트에 심고 육묘하여 3년차인 2021년도에 핀 꽃을 모두 따내고, 남은 열매는 전적과를 실시하여 성목으로 성공적으로 키워냈다(그림 25). 2022년부터 본격적인 착과는 예정이다.



포트 대묘 육성 모습(2019년도)



성목으로 자란 모습(2021년)

그림 25. 2022년도 착과 예정인 윈터프린스 전시포(제주시 한경면 문00 농가)

전남 완도(김00 농가)의 윈터프린스 전시포(그림 26)는 2020년 시교사업을 통해 전시포를 조성하여 2년차여서 착과시키기 보다는 대묘 육성에 힘을 쏟고 있으며, 대묘 육성은 현장 컨설팅을 통해 실시하고 있고, 사정이 여의치 않을 때에는 수시로 영상통화를 통해 재배기술 지도를 하였다.





윈터프린스 육묘 2년차



윈터프린스 착과 모습

그림 26. 윈터프린스 전시포(전남 완도군 김00 농가)

제라몬 전시포(제주시 애월읍 김00 농가)는 무가온하우스내에 2019년도 1년생 묘목을 정식하고 2021년(3년차)부터 착과를 시작하고 있다. 하우스내에 미국의 원산인 유레카(5년생) 품종을 정식해 있어 제라몬과 과실특성을 표 25과 26과 비교분석하였다.

제라몬은 유레카에 비해 과실모양이 둥근 편이고, 당도와 산함량이 높아 세콤달콤한 특성을 보였다. 특히 레몬향이 진하고 수세가 강해 수관 확대가 빠르게 진행이 되었다.

표 25. 시기별 과실품질(제라몬)

조사일시	횡경 (mm)	종경 (mm)	과중 (g)	과피두께 (mm)	당도 (° Bx)	산함량 (%)	종자수
10월 20일	75.7	62.5	116.1	4.5	9.6	8.1	4.3
11월 08일	75.2	54.6	96.1	4.3	10.8	9.2	12.7
11월 18일	82.8	62.0	135.6	5.1	10.3	8.4	9.0

표 26. 시기별 과실품질(유레카)

조사일시	횡경 (mm)	종경 (mm)	과중 (g)	과피두께 (mm)	당도 (° Bx)	산함량 (%)	종자수
10월 20일	74.5	57.7	113.7	3.9	9.3	7.8	6.0
11월 08일	73.6	58.7	111.8	4.6	10.2	8.4	9.0
11월 18일	80.6	58.8	122.1	4.3	9.9	7.9	7.0



제라몬의 개화 모습(4. 27)



착과모습(6. 1)



수확 전 모습(11. 23)

그림 27. 제라몬 전시포(제주 애월읍 김형신 농가)

제주시 외도동 소재의 꿀팁골드 전시포는 2020년 시교사업을 통해 전시포를 조성하여 2년 차여서 대묘 육성에 힘을 쏟고 있으며, 대묘 육성을 위해 현지 컨설팅을 실시하고 있고, 또는 영상통화를 통해 재배기술 지도를 하였다(그림 28).



그림 28. 꿀팁골드 전시포(제주시 외도동 김00 농가)

(2) 감귤 국산 신품종의 시교사업에 따른 묘목분양

제주지역과 남부지역에 기존감귤원이나 신규조성을 희망하는 농가를 대상으로 국산 감귤 신품종을 확대 보급하기 위해 시교사업을 통해 국산 감귤 신품종 묘목을 분양하였다. 2021년 도에는 제주지역에서 윈터프린스 852주, 전남지역 990주를 분양하였다. 그 외 꿀팁골드, 미니향 등 총 2,312주를 확대 보급하였다(표 27).

표 27. 감귤 국산 신품종의 시교사업에 따른 묘목 분양(2021)

보급년도	농가명	품종명	보급주수(주)	비고
2021	고****	윈터프린스	404	제주시
	이**	하례조생	50	제주시
	윤**	레드산타	242	서귀포시
		윈터프린스	448	
	고*****인	윈터프린스	590	전남 고흥
	김**	윈터프린스	150	전남 완도
	전*****회	윈터프린스	250	전남 완도
	재***	꿀팁(미니맘)	138	전남 영암
		한바R7	30	
		한바G8	5	
M5347		5		
계			2,312	

## 제4-1절 남부지역 전시포 운영을 통한 국산 감귤 품종 보급(위탁과제)

### 1. 국내 육성 감귤 묘목 보급

국내 육성 우수 감귤묘목을 보급하기 위하여 (주)제농 에스엔티 유리온실 내 면적 660㎡의 감귤 포트묘목 생산을 위한 기반 시설을 구축 하였으며 연간 5,000주 이상의 묘목 생산을 목표로 하고 있다. 2018년 3월에 감귤연구소에서 개발한 하레조생, 미니향, 윈터프린스, 선킹에 대하여 통상실시 계약을 체결 하였고, 2019년 2월에 감귤연구소에서 개발한 제라몬에 대하여 통상실시 계약을 추가로 체결 하여 해당 묘목의 증식 및 생산이 가능하도록 하였다. 감귤묘목 생산에 대목으로 사용할 탱자는 1년생 묘목을 구입하거나 탱자 열매에서 종자를 직접 채취하고 발아시켜서 1.5ℓ 포트에서 약 2년 생육 시켜 묘목 생산에 활용하고 있다. 국내 육성 감귤 묘목 생산을 위해 포트를 이용하여 탱자를 대목으로 하여 해당 품종의 접수를 절접하는 방법으로 감귤 묘목을 생산하였다. 국내 육성 감귤 보급 실적으로는 2019년에는 보급 1,099주 매출 1,000만원, 2020년에는 보급 2,037주 매출 1,650만원, 2021년에는 보급 594주 매출 596만원을 달성하였다 (표1, 표2, 표3, 표4).



그림 1. (주)제농 에스엔티 유리온실 내 묘목생산 시설 및 육묘 현황(좌), 탱자묘목 육성 현황(우)



그림 2. 하레조생 포트묘목(좌), 제라몬 포트묘목(우)

표 1. 품종별 년도별 감귤 묘목 판매 현황

년도 \ 품종명	선킹	미니향	하례조생	윈터프린스	제라몬	합 계
2019년	31	908	87	38	35	1,099
2020년	103	882	138	902	12	2,037
2021년		162	51	380	1	594
합 계	134	1,952	276	1,320	48	3,730

표 2. 국내 종자 판매 실적(2019년)

번호	일자	판매처	매출액
1	2019-01-04	김*법	100,000
2	2019-01-21	영농**** 남**른	4,375,000
3	2019-02-20	동**사	5,044,500
4	2019-03-06	한*중	20,000
5	2019-03-06	한*중	40,000
6	2019-03-13	한*중	100,000
7	2019-03-13	한*중	100,000
8	2019-03-20	이*원	50,000
9	2019-03-29	제주*****솔원	200,000
10	2019-03-29	제주*****솔원	200,000
11	2019-05-03	이*원	20,000
12	2019-05-07	(복지)불****	500,000
13	2019-05-22	이*원	50,000
14	2019-05-22	이*원	50,000
15	2019-05-22	이*원	20,000
16	2019-07-24	영농**** 남**른	-4,375,000
17	2019-07-24	영농**** 남**른	3,500,000
18	2019-09-18	동**사	120,000
19	2019-09-26	이*원	20,000
20	2019-09-26	이*원	10,000
21	2019-09-26	이*원	10,000
22	2019-09-26	이*원	10,000
23	2019-09-26	이*원	10,000
24	2019-09-26	이*원	100,000
25	2019-10-25	이*원	60,000
26	2019-10-25	이*원	120,000
27	2019-11-29	의령****농장	385,190
28	2019-11-29	의령****농장	14,810
		합 계	10,854,500

표 3. 국내 종자 판매 실적(2020년)

번호	일자	판매처	매출액
1	2020-02-12	협**약사	3,500,000
2	2020-02-12	협**약사	5,600,000
3	2020-02-26	**상사	30,000
4	2020-02-26	**상사	30,000
5	2020-02-26	**상사	20,000
6	2020-02-26	**상사	20,000
7	2020-02-26	한*중	200,000
8	2020-03-04	오*호	400,000
9	2020-03-10	황**원	2,700,000
10	2020-03-10	황**원	900,000
11	2020-03-10	황**원	900,000
12	2020-03-19	이*엽	130,000
13	2020-03-20	통영****종묘사	1,200,000
14	2020-03-23	양*철	620,000
15	2020-03-11	진주***상사	72,000
16	2020-03-11	진주***상사	72,000
17	2020-03-24	진주***상사	72,000
18	2020-03-24	진주***상사	72,000
19	2020-03-25	이*원	30,000
20	2020-03-25	이*원	30,000
-	-	합 계	16,598,000

표 4. 국내 종자 판매 실적(2021년)

번호	일자	판매처	매출액
1	2021-04-06	푸른***** (포항)	390,000
2	2021-04-19	이*원	100,000
3	2021-04-27	이*원	100,000
4	2021-05-31	동**사	600,000
5	2021-06-15	최*호	540,000
6	2021-06-15	최*호	10,000
7	2021-07-07	현*하	680,000
8	2021-07-27	이*원	10,000
9	2021-07-27	이*원	10,000
10	2021-09-07	고*용	2,900,000
11	2021-09-08	이*원	10,000
12	2021-09-08	이*원	10,000
13	2021-09-30	농업**** 드** 주**사	100,000
14	2021-09-30	농업**** 드** 주**사	500,000
		합 계	5,960,000



## 2. 감귤 묘목 택배 박스 제작

제주도에서 생산된 감귤 포트 묘목을 내륙으로 운송하는데 어려움이 있어서, 향후 발생 할 것으로 예상되는 소량 및 대량 주문에 대응하고자 감귤 묘목 택배 발송용 종이박스를 별도로 제작하였다. 규격은 ㉠ 805 × ㉡ 385 ㉢ 270 (mm) 이며 당사에서 생산한 감귤 포트묘목을 최대 12개 박스에 포장하여 택배를 이용 발송이 가능하게 준비 하였다. 국내 육성 감귤 품종 중 미니향과 제라몬은 전문 감귤 재배농가 이외에 일반 가정에서 관상 또는 취미용으로 구매가 많을 것으로 예상에 되는데 상대적으로 소량 주문에 대해서도 적절하게 대응 할 수 있을 것으로 사료 된다.

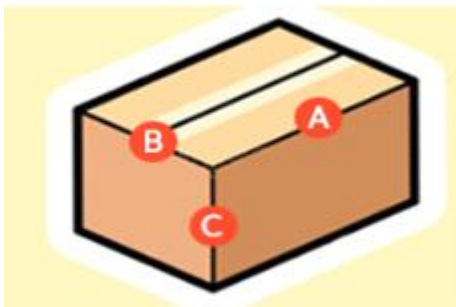


그림 3. 감귤 묘목 택배용 박스 규격(좌), 신규 제작 감귤 묘목 택배 박스(우)

## 3. 남부지역 전시포 운영 및 평가회 개최

### 가. 전시포 운영

남부지역에 국내 육성 감귤 전시포를 운영하고자 2019년 6월 4일 세부프로젝트 책임자(김영호)와 동반하여 완도 김00 농가, 전북 익산 최00 농가를 방문하였다. 완도 농가는 비가림 하우스에서 천혜향과 레드향을 재배하고 있어서 전시포로의 운영은 불가하여 국내 육성 감귤 품종에 대하여 안내하였고, 전북 익산 농가분은 전북 익산에서 3,300㎡에 2018년 3월 하례조생 1년생 300주를 식재하여서 전시포 및 품평회가 가능 할 것으로 판단되어 출장 시 구두상으로 전시포 및 품평회 개최에 대하여 합의 하였다. 2019년 8월 21일에는 감귤연구소 추진으로 전남 완도군 소안면 소재 문00 농가를 방문하였다. 1,157㎡ 노지에 무농약으로 하례조생을 재배하고 있었다. 아직까지는 겨울철 냉해 때문에 육지부에서는 비가림 하우스에서 감귤을 재배하고 있는 상황이나 소안도에서는 노지에서 감귤 재배가 가능하여 이곳에서도 전시포 운영 및 품평회를 진행하려고 협의를 하였으나 결론 도출에는 실패 하였다. 완도소안노지감귤연구회 회원 약 57명 정도가 있는데 이곳 농가가 생산한 감귤 판매에 어려움이 있어 TV 또는 신문 광고를 통해 홍보를 해 준다면 품평회를 하겠다고 하여 추후 다시 협의하기로 하였다. 하례조생의 경우 다른 노지 온주밀감 품종에 비하여 자연재해 (태풍 또는 염분 피해)에 강하다는 평가이다.



2019년 8월 22일에는 전남 여수시 화양면 전00 농가 포장을 방문하였다. 제라몬 재배 의사가 있어 당사에서 생산에 제라몬 2주를 시고로 전달하였으며, 재배 시 주의사항 특히 냉해와 관련된 내용을 안내 하였다. 난방이 가능한 비가림 하우스에 2020년 제라몬 약 50주를 식재 한다고 하였다. 2019년 8월 22일 익산 최00 농가 농장을 방문하여 재배와 관련한 컨설팅을 실시 하였으며, 전시포 운영과 관련한 계약서를 작성 하였고, 농가에서 요청하는 자재 (정지가위, 수확가위, 정지톱 등)를 확인 하여 향후 공급하여 주기로 하였다. 남부지역 대부분의 농가는 기존 만감류인 천혜향, 레드향 등을 식재하여 국내 육성 감귤 품종을 비가림 하우스에 식재한 농가를 섭외하는데 어려움이 많고, 설령 국내 육성 감귤 품종을 식재 하였다 하더라도 수령이 얼마 되지 않아 열매가 달리지 않는 경우도 있었다. 또, 육지부에서 감귤을 재배하고 있는 농가분들은 재배 및 판매 부분에 상당한 어려움을 느끼고 있었다. 제주는 감귤이 주된 산업이라 재배 및 생산과 관련 된 공공기관과 감협, 농협 등이 다양하게 있지만 상대적으로 육지부는 재배 농가가 적어 재배기술 미숙 및 생산한 감귤의 판매에 큰 어려움을 겪고 있는 것으로 사료된다. 이에 소규모 면적(330㎡ 이하) 이라도 국내 육성 감귤 재배 시 전시포 운영이 가능 하도록 하고 세부프로젝트와 협업하여 재배 컨설팅 등을 통해 농가와 유기적인 유대 관계를 형성함으로써 인근 지역으로 국내 육성 감귤 품종이 조기에 많은 면적에 보급 될 것으로 기대된다.

2020년 6월, 익산시 소재 최00 농가를 방문하여 전시포 및 품평회 개최와 관련한 협의를 진행 하고 구두상으로 전시포 운영 및 품평회를 진행하기로 계약을 하였다. 7월 방문 시에는 하례조생 생육상황을 확인 하였고 6월 초 진행한 하우스 단수와 관련하여 단수방법, 기간, 단수 종료 후 추가적인 관수와 관련한 컨설팅을 진행하였다. 본격적으로 착과가 진행이 되었고, 이곳에서 생산 한 하례조생을 이용하여 과실의 특성 조사 및 품평회를 진행하고자 전시포 운영과 관련한 계약서를 작성하였다. 2020년 8월에 방문하여 하우스 내 임의로 3그룹의 나무를 선정하고 각각의 나무에서 동서남북 및 가운데에 착과된 과실을 각각 5개씩 샘플링하여 해당 과실의 특성(횡경, 종경, 과중, 과피중, 과피두께, 부피, 당, 산도, 착색, 종자, 박피성)에 대하여 조사하였다. 2020년 9월에 재방문하여 과실특성조사에 필요한 과실을 샘플링하고 해당 과실의 특성을 조사하였다. 최00 농가는 본인의 하우스에서 생산된 하례조생을 kg당 10,000에 3kg의 감귤박스를 이용하여 지인 판매를 진행하고 있었으며, 과일을 시식한 많은 소비자들로부터 맛이 좋다는 호평을 받았다고 한다. 표5 에서 보이는 바와 같이 2020년 8월 조사에서는 과중이 약 90g, 당도 약 11°Brix, 산도 약 2.0% 이었으나 2020년 9월 조사에서는 과중이 110g으로 약 20g 증가하였고, 산도가 약 1.2%로 감산이 이루어졌으며 당도도 12°Brix 이상으로 조사되어 과일을 시식하였을 때 달콤함과 새콤함을 동시에 느낄 수 있었으며 식미가 뛰어나다는 호평을 받았을 것으로 사료 된다. 또한 2020년 6월 경남의령군 소재 의령큰길달맞이농장을 방문 하여 대표를 면담하고 2019년 당사에서 판매한 제라몬의 현지 생육상황을 점검하고, 묘목의 정지 및 전정과 관련한 안내를 드렸다. 시비와 병해충 방제와 관련한 컨설팅도 진행하였다. 아직은 감귤 재배가 본격적으로 이루어지지 않아서 재배와 관련한 교육 또는 컨설팅 등의 방법을 통하여 상호 신뢰관계를 조성하고 국내육성 감귤품종 포트묘목을 이곳에 보급 한다면 조기에 보급이 가능할 것으로 사료 된다.



그림 4. 전북 익산 최00 농가 하우스 식재 되어 있는 하례조생 (2019년 8월, 좌), 전북 익산 최00 농가 하우스에 식재 되어 있는 하례조생 착과 상황 (2020년 9월, 우)



그림 5. 최근호 농가 하우스에서 생산된 하례조생을 3kg 박스포장하여 kg당 10,000 원에 판매하고 있음(좌), 과실특성조사를 위하여 샘플링한 하례조생 과실(우)



그림 6. 소안면 문00 농가 전시포 전경(좌), 포장 내 하례조생 과실 착과(우)

표 5. 익산시 최00 농가 하례조생 과실특성

조사일시	나무번호	과중 (g)	과형 지수	과육율 (%)	과피두께 (mm)	종자수 (개)	당도 (° Brix)	산함량 (%)	당산비	착색 (a*)
2020.08.29	1	98.4	122.7	82.4	2.14	0	9.8	2.07	4.72	-13.33
	2	79.1	127.6	78.1	2.35	0	11.2	2.52	4.43	-15.22
	3	79.3	122.3	81.5	1.95	0	11.1	1.85	5.98	-13.75
2020.09.24	1	114.9	127.5	83.0	2.24	0	11.0	1.19	9.25	-16.07
	2	111.6	129.5	77.0	2.74	0	12.9	1.37	9.39	-14.96
	3	88.4	129.3	79.8	2.31	0	12.2	1.06	11.53	-12.98
2020.10.09	1	154.4	128.9	82.0	2.50	0	11.9	0.86	13.85	-5.10
	2	110.2	136.6	76.5	2.80	0	13.5	1.54	8.77	3.79
	3	109.2	127.9	77.5	2.76	0	12.8	1.00	12.87	-4.52

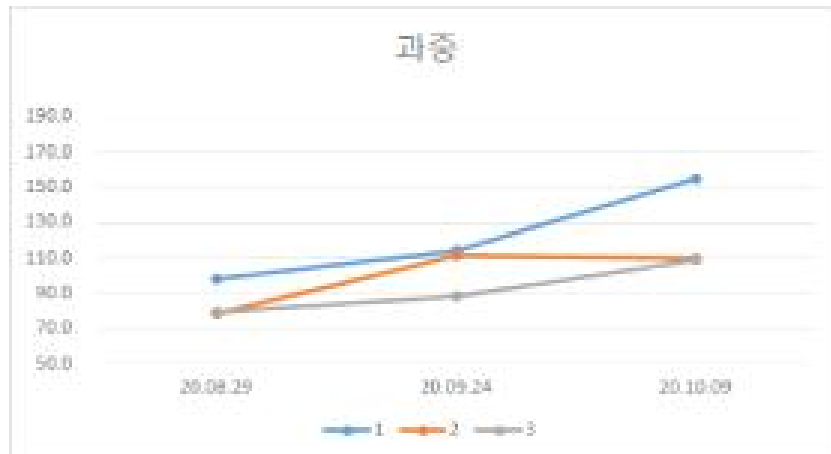


그림 7. 익산시 최00 농가 하례조생 과중 변화

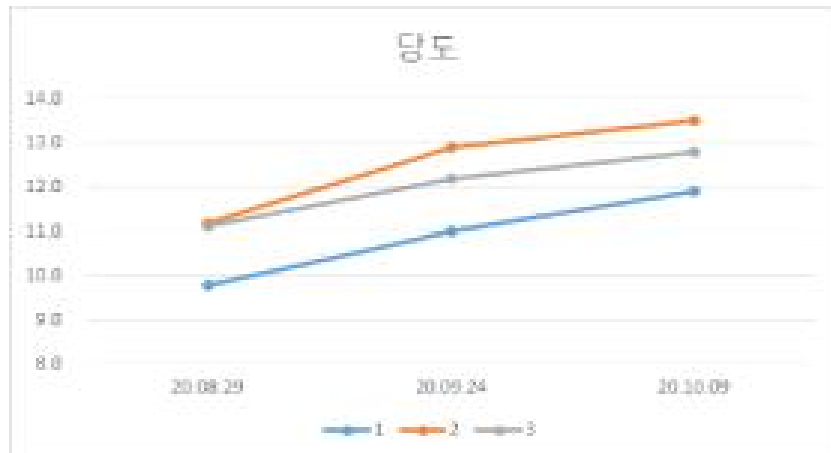


그림 8. 익산시 최00 농가 하례조생 당도 변화

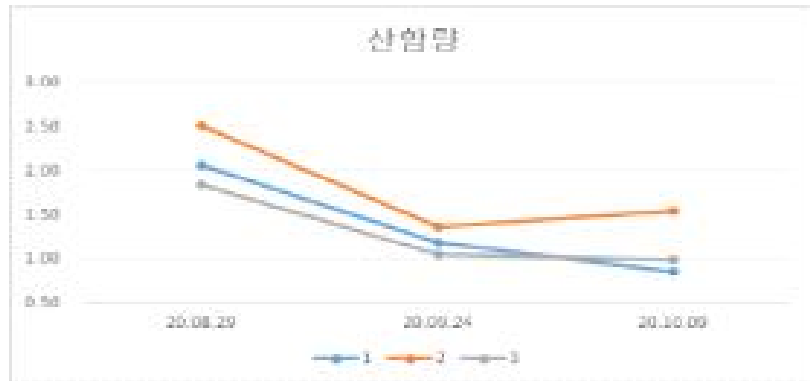


그림 9. 익산시 최00 농가 하례조생 산함량 변화

2021년에는 전북 익산과 전남 소안도에 하례조생 전시포를 개설 하였다. 코로나-19 영향으로 도의 출장이 제한되어 전시포 개설이 가능한 농가를 섭외 하는데 어려움이 있었다. 익산 하례조생 전시포는 2018년 3월에 하례조생 1년생 300주를 비가림 하우스에 식재 하여 조성 하였으며, 2019년, 2020년에도 전시포로 활용하였다. 6월과 8월 2회에 걸친 단수를 통해 당도를 높이고 지역 로컬 푸드 판매 전략을 활용해 kg당 10,000원 정도의 소득을 올리고 있다. 2021년에는 작년에 비해 착과량이 적어서, 인근 지역 주민들의 체험농장으로 활용하여 소득을 올렸다. 이처럼 국내 남부지역이 아니라도 시설재배를 통해 감귤을 재배하고 고품질 과실을 만든다면 충분히 재배 및 판매 또는 수익 창출이 가능하다고 판단된다. 전남 소안도는 완도에서 배편으로 약 1시간 거리에 있는 섬으로 제주도와 거리상으로 약 80km 떨어져 있다. 완도소안노지감귤연구회가 조직되어 있으며 회원수는 60명 정도이다. 아직 시설재배는 이루어지고 있지 않으며 대부분 노지에서 온주밀감 계통의 감귤을 재배하고 있다. 겨울철 최저기온이 제주도 보다는 낮아 한파시 감귤 나무에 동해가 발생하고 있다. 소안도 전시포는 2011년 3월경 조성 되었으며 1,157㎡ 면적에 하례조생 70주가 식재되어 있다. 2021년 소안도 지역의 겨울 최저온도가 -10℃까지 내려가 다수의 감귤 나무에 피해가 발생하였으나 하례조생은 다른 품종에 비해 상대적으로 동해의 피해가 적었다고 한다. 해당 전시포 재배 농가는 무농약으로 감귤을 재배하고 있으며 친환경급식 납품을 하고 있다. 가격은 kg당 3,000원을 받고 있다. 일반 관행으로 재배된 소안도 감귤은 kg당 2,000원에 판매되고 있다. 2021년 9월부터 11월 까지 3회에 걸쳐 과실의 특성을 조사 하였다. 9월 조사에서 당도가 6.7°Brix, 산함량이 1.61%였다. 11월 조사에서는 당도가 8.9°Brix, 0.93%로 10월 말 이후에 감산이 이루어진 것으로 추정한다. 무농약재배로 생산이 되어 과피는 일반 관행 노지 감귤에 비해 병충해의 흔적이 많았으나 평균적인 노지 온주밀감의 맛이라고 생각이 든다. 소안도의 지역 특성상 경사지에서 재배를 하는 경우도 있어 이는 빗물이 경사면으로 타고 흘러내리기 때문에 당도 향상에 도움을 주고 있다고 생각이 든다. 따라서 소안도를 기준으로 하여 인근 지역에서 하례조생과 같이 추위에 강한 온주밀감을 선택하여 재배를 한다면 감귤 생산 및 판매가 가능하다고 사료된다.

표 6. 문00 농가 하례조생 과실특성

조사일시	나무번호	과중 (g)	과형 지수	과육율 (%)	과피두께 (mm)	종자수 (개)	당도 (° Brix)	산함량 (%)	당산비	착색 (a*)
2021.09.30	1	92.5	114.2	79.5	2.47	0	7.0	1.70	4.12	-12.71
	2	102.5	116.5	81.5	2.38	0	6.6	1.48	4.45	-12.52
	3	117.2	112.3	80.2	2.58	0	6.7	1.67	3.98	-14.61
2021.10.28	1	103.3	114.7	78.9	2.65	0	8.5	1.08	7.87	-6.43
	2	118.6	116.3	81.9	2.49	0	8.4	1.02	8.20	-3.00
	3	105.5	116.9	80.5	2.59	0	8.5	1.26	6.75	-4.57
2021.11.14	1	135.3	119.5	78.8	2.79	0	8.9	0.85	10.54	16.53
	2	131.2	115.1	79.5	2.68	0	9.0	0.86	10.49	15.95
	3	167.3	115.4	78.9	2.83	0	8.8	1.08	8.14	14.22

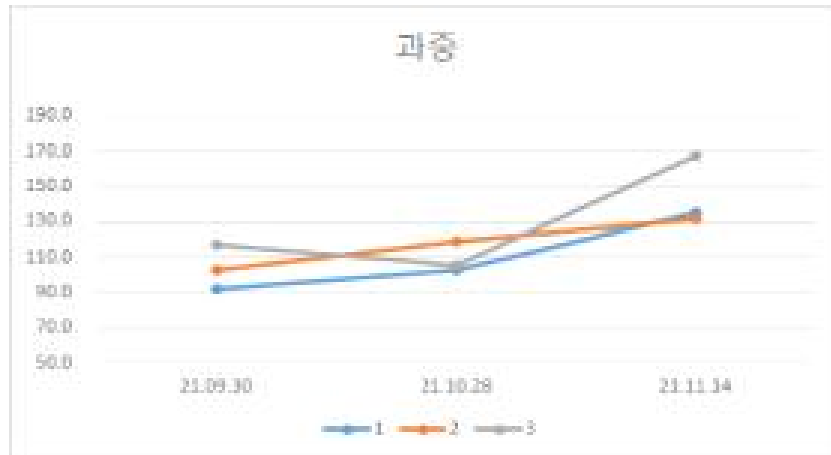


그림 10. 소안면 문00 농가 하례조생 과중 변화



그림 11. 소안면 문00 농가 하례조생 당도 변화

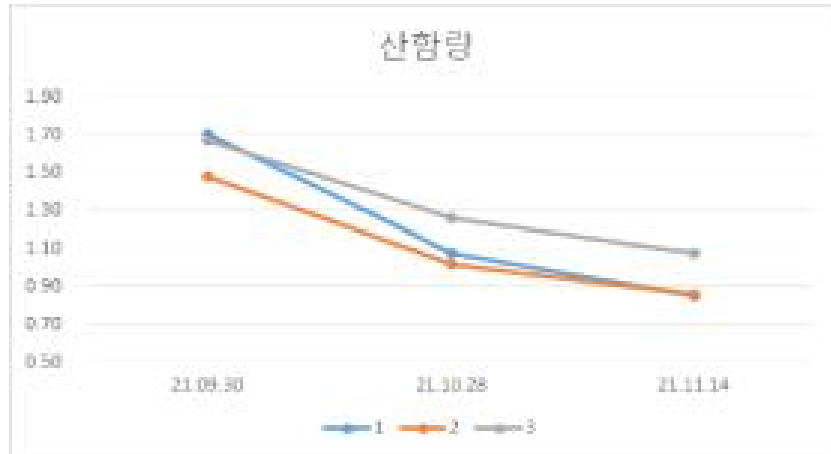


그림 12. 소안면 문00 농가 하례조생 산함량 변화

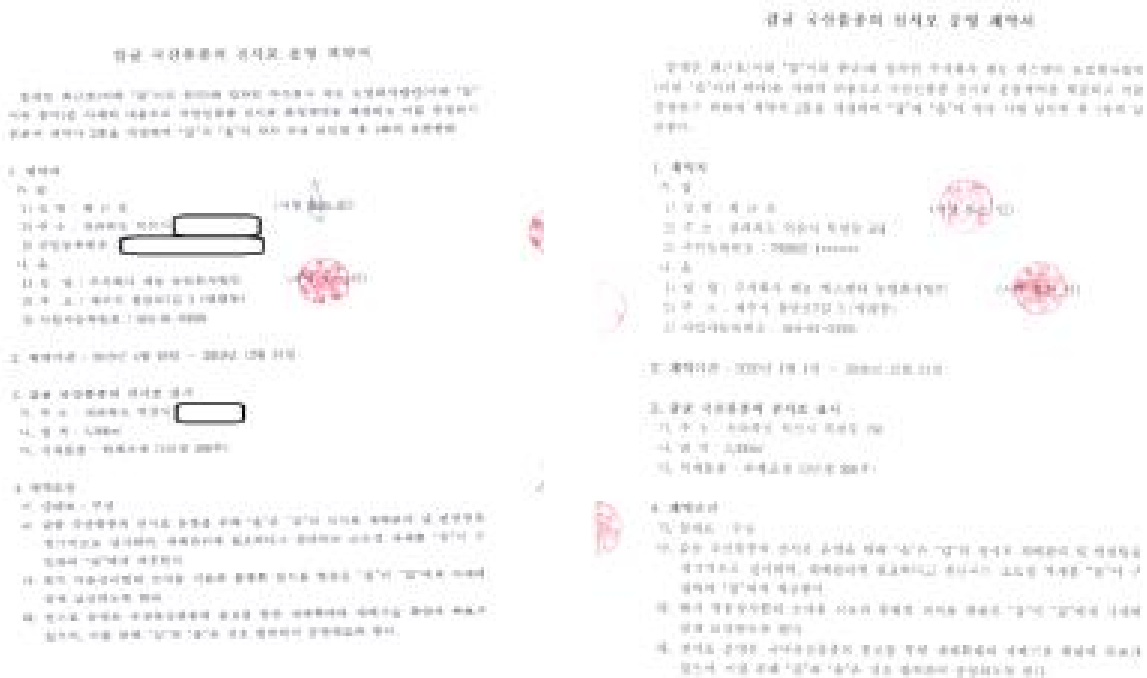


그림 13. 전시포 운영 계약서 2019(좌), 전시포 운영 계약서 2020(우)



광남·익산등굴품 전시포 운영 계약서

1. 계약목적  
 가. 광남·익산등굴품 전시포 운영 계약서  
 나. 광남·익산등굴품 전시포 운영 계약서  
 다. 광남·익산등굴품 전시포 운영 계약서

2. 계약기간  
 가. 광남·익산등굴품 전시포 운영 계약서  
 나. 광남·익산등굴품 전시포 운영 계약서  
 다. 광남·익산등굴품 전시포 운영 계약서

3. 계약조건  
 가. 광남·익산등굴품 전시포 운영 계약서  
 나. 광남·익산등굴품 전시포 운영 계약서  
 다. 광남·익산등굴품 전시포 운영 계약서

4. 계약금  
 가. 광남·익산등굴품 전시포 운영 계약서  
 나. 광남·익산등굴품 전시포 운영 계약서  
 다. 광남·익산등굴품 전시포 운영 계약서

그림 14. 전시포 운영 계약서 2021

나. 품평회 개최

2019년 11월 19일 화요일 오전 11시에 전북 익산 소재 최00 농가의 비가림 하우스에서 (주)제농 에스엔티와 한농바이오산업(주) 공동으로 국내 육성 감귤 ‘하례조생’ 품종평가회를 개최 하였다. ‘하례조생’ 농가 재배 사례 발표 후 한농바이오산업 김영호 박사님의 ‘하례조생’의 품종 특성 및 시설 감귤 재배 특강을 실시 하였다. 위의 품평회에 현재 익산 지방에서 감귤을 재배하고 있는 농가, 익산시청 관계자, 전북농업기술원 관계자, 익산시의회 관계자 및 영농조합법인 관계자 등이 참석 하여 성황을 이루었다. 참석자 의견으로는 “국내 육성 감귤 품종 하례조생의 생육 현황을 현장에서 직접 확인 할 수 있었고, 유라실생 또는 유라조생 등 일본 품종에 비하여 생육이 빠름을 확인 할 수 있었다.”, “하례조생, 미니향 과일을 현장에서 시식하였는데 미니향의 당도가 매우 높고 앞으로 재배 의사가 있다.”, “국내에서 육성된 다양한 감귤 품종이 있음을 알게 되었다.”, “고품질 안정생산 재배기술 강의를 통해 감귤 재배 전반에 대한 이해도 증진에 큰 도움이 되었다.”는 의견을 청취 할 수 있었으며, 향후 지속적으로 재배기술 교육 및 농가 방문 현장 컨설팅 요청이 있어서 2020년에도 계속적으로 추진을 할 예정이다. 이번 품평회를 통하여 국내 육성 감귤 품종에 대한 홍보가 이루어 졌으며, 감귤 재배 컨설팅을 통해 재배농가에서 실질적으로 필요한 정보를 제공하였고 국내 육성 감귤 품종의 우수성을 재배 현장에서 확인 할 수 있었다. 따라서 이러한 품평회를 통하여 향후 남부지역에 국내 육성 감귤 품종의 조기 보급 확대가 가능 하리라 생각한다.



그림 15. 2019년 전북 익산시 목천동 품평회 현장 하우스 내부 전경(좌), 하레조생 생육 관찰 및 의견 교환(우)



그림 16. 2019년 품평회 하레조생 품종에 대한 의견 교환(좌), '하레조생', '미니향' 과일 전시(우)



그림 17. 2019년 품평회 전시 과일 시식(좌), 김영호 박사님 고품질 안정생산 재배기술 특강(우)

2020년 10월 16일 금요일 오전 11시에 전북 익산시 목천동 761번지 포장에서 하레조생 현장평가회를 실시하였다. (주)제농 에스앤티와 한농바이오산업(주)가 공동개최 하였으며, 감귤 재배 희망 농가 및 전시포 참여농가, 연구원 등 43명이 참석하여 성황을 이루었다. 주요 내용으로는 '하레조생'의 재배, 생육, 과실특성 홍보, 시식 및 현장평가가 이루어졌으며, 전북지역에서 '하레조생'의 고품질 과실 생산 가능성을 확인 할 수 있는 기회가 되었으며, 국내 육성 감귤 품종에 대한 설명이 있었다. 참석자 의견으로는 국내 육성 감귤 품종 '하레조생'의 생육 현황 및 과실을 현장에서 직접 확인 하고 시식 할 수 있었고, 식미(달콤함, 새콤함)가 뛰어나고, '하레조생'이 일본 품종인 '유라조생' 또는 '유라실생' 보다 생장이 빠르고 생산량이 많기 때문에 익산 지역에서 비가람 하우스에서 하레조생을 재배 하겠다고 하는 의견이 있었고, 만감류에 비하여 '하레조생'이 재배에 필요한 노동력이 덜 소요 (예; 만감류의 경우 적과, 열매 달기 등) 되기 때문에 내륙지역에서 비가람 하우스를 통한 온주 밀감 재배가 확대 될 수 있을 것으로 기대한다는 의견이 있었다. 금번의 품평회 결과를 바탕으로

로 지속적으로 감귤 재배 농가의 기술 교육 및 농가 방문 현장 컨설팅 등을 통하여 국내 육성 감귤 품종을 적극적으로 홍보하면 조기에 국내 육성 품종의 보급 확대가 이루어질 것으로 사료 된다.



그림 18. 2020년 전북 익산시 목천동 품평회 현장(좌, 우)



그림 19. 2020년 품종평가회 국내 육성 감귤 품종 및 하례조생 특성 설명(좌), 재배농가 사례발표(우)



그림 20. 2020년 품종평가회 전북 만감류 연구회 평가 의견 발표(좌), 품평회 참가자 재배사례 경청(우)

2021년 11월 26일 금요일 오전 10시 전남 완도군 소안면 문00 농가 하례조생 노지 재배 포장에서 품종평가회를 진행하였다. (주)제농 에스엔티와 한농바이오산업(주) 공동으로 개최 하였으며, 완도소안노지감귤연구회 회원, 전시포 참여 농가, GSP원예종자사업단 관계자 등 21명이 참석하여 성황을 이루었다. 주요내용으로는 ‘하례조생’의 재배, 생육, 과실특성을 홍보 하고 과

일은 현장에서 시식 할 수 있었다. ‘하례조생’의 고품질 과실 생산 가능성을 파악 할 수 있었던 품평회라고 생각된다. 또한 김영효 박사님께서 우리가 만들어낸 국산 감귤 품종 설명과 고품질 안정생산 감귤 재배기술 특강을 참석 한 농민들에게 실시하여 국내 육성 감귤 품종의 우수성을 재배 현장에서 확인 하고 재배 기술특강을 통해 고품질 감귤 생산의 초석을 다지는 유익한 시간이 되었다. 참석자 의견으로는 국내 육성 감귤 품종 ‘하례조생’의 생육 현황 및 과실을 재배지에서 직접 확인 하고 시식 할 수 있었고, 참석자 대부분이 식미가 좋다는 평이었다. 2021년 초 소안면 지역의 최저온도가 -10℃까지 떨어졌는데 소안면에서 노지 포장에서 재배하고 있던 감귤 상당수가 동해를 입었는데 ‘하례조생’은 다른 품종에 비하여 피해가 덜하다는 의견이 있었다. 참석자 중 한 농가분은 이러한 평가회 및 교육이 사전에 있었으면 본인이 ‘하례조생’을 선택 했을 거라고 하시며 아쉬움을 표현하신 분도 있었다. 금번 품평회를 통하여 국내 육성 감귤 품종의 재배 현장 확인 및 과일 시식을 하여 재배 농가 또는 재배 의사가 있는 농가들에게 ‘하례조생’의 선택의 기회를 제공 할 수 있었고, 국내 육성 감귤 품종의 우수성을 재배 현장에서 확인 할 수 있는 기회가 되었다. 지속적인 재배컨설팅 및 추가적인 품평회를 통하여 향후 남부 및 내륙 지역에 국내 육성 감귤 품종의 조기 보급 확대가 가능 할 것으로 사료된다.





그림 21. 2021년 전남 완도군 소안면 품평회 현장(좌, 우)



그림 22. 문부근 재배농가 사례발표(좌), 소안노지감귤연구회 고00 회장님 평가의견 발표(우)



그림 23. 하례조생 시식 및 생육상황 확인(좌), 고품질 안정 생산 감귤 재배기술 특강(우)

# 제 3 장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

## 제1절 목표

### 1. 정량적 목표 및 실적

성과목표	품종개발		특허		논문		분자 마커 개발	유전자원		국내 매출액 (백만원)	종자 수출액 (만달러)	전시포/ 시험포 개설 및 운영	품종 평가회/ 설명회 개최	고용 창출
	출원	등록	출원	등록	SCI	비SCI		수집	등록					
최종목표	12	5	4	4	5		5		10	95		7	6	
최종실적	15	2	7	7	5	2	60		22	161		9	13	
2017 년도	목표	1			1		1		2					
	실적	2		1	1		1		5	3.4				
달성율(%)		200		-	-	0	100		166	-				
2018 년도	목표		1	2			1		2					
	실적		1	3			1	7	2	12.8				
달성율(%)			100	150			-	700	100	-				
2019 년도	목표	3	1	1		2		1	2	15		3	2	
	실적	5	1		1	2		36	5	31		4	2	
달성율(%)		166	100	0	-	100		3,600	250	200		133	100	
2020 년도	목표	3		1	2			1	2	20		3	2	
	실적	3		2	1	2	1	6	5	28		9	2	
달성율(%)		100		200	50	100		600	250	140		300	100	
2021 년도	목표	5	3		1	2		1	2	60		7	2	
	실적	5	0	1	3	1		10	5	85.6		9	2	
달성율(%)		100	0	100	100	50		100	100	100		100	100	



## 제2절 목표 달성여부

### 1. 연차별 목표 및 달성여부

구분	평가요소	개발목표	달성도 (%)
1차년도 (2017)	1. 교배조합의 적절성	- 적절성 여부	99
	2. 품종개발 유무	- 품종출원 1건	
	3. 특허개발 유무	- 특허출원 1건	
	4. 학술적 성과 도출 여부	- SCI 논문게재 1건	
	5. 품종판별 및 형질연과 마커 개발	- 마커개발 1종	
	6. 유전자원 등록 유무	- 유전자원 수집, 등록 2건	
2차년도 (2018)	1. 교배조합의 적절성	- 적절성 여부	100
	2. 품종개발 유무	- 품종출원 3건	
	3. 특허개발	- 특허출원 1건, 등록 1건	
	4. 품종판별 및 형질연과 마커 개발	- 마커개발 1종	
	5. 유전자원 수집 및 등록	- 유전자원 수집, 등록 2건	
3차년도 (2019)	1. 교배조합의 적절성	- 적절성 여부	100
	2. 품종개발	- 품종출원 4건	
	3. 유전자원 등록 유무	- 유전자원 수집, 등록 2건	
	4. 특허개발	- 특허출원 1건, 등록 1건	
	5. 학술적 성과 도출 여부	- SCI 논문 게재 1건	
	6. 품종판별 및 형질연과 마커 개발	- 마커개발 1종	
	7. 전시포 시범포 운영 및 묘목보급	- 전시포 시범포 운영 및 묘목보급	
	8. 감귤묘목 판매액	- 판매액 15백만원	
4차년도 (2020)	1. 교배조합의 적절성	- 적절성 여부	100
	2. 품종개발	- 품종출원 1건, 등록 2건	
	3. 학술적 성과 도출 여부	- SCI 논문 게재 2건	
	4. 유전자원 등록	- 유전자원 수집, 등록 2건	
	5. 감귤묘목 생산 유무	- 감귤묘목 생산 2만주 이상	
	6. 품종판별 및 형질연과 마커 개발	- 마커개발 1종	
	7. 전시포 시범포 운영 및 묘목보급	- 전시포 시범포 운영 및 묘목보급	
	8. 감귤묘목 판매액	- 판매액 20백만원	
5차년도 (2021)	1. 품종개발	- 품종출원 3건, 등록 3건	100
	2. 특허개발	- 특허출원 1건, 등록 2건	
	3. 유전자원 등록 유무	- 유전자원 수집, 등록 2건	
	4. 학술적 성과 도출 여부	- SCI 논문 게재 1건	
	5. 품종판별 및 형질연과 마커 개발	- 마커개발 1종	
	6. 전시포 시범포 운영 및 묘목보급	- 전시포 시범포 운영 및 묘목보급	
	7. 감귤묘목 판매액	- 내수판매 60백만원	
총괄		- 품종, 특허, 마커개발, 유전자원 등록, 시범보급 등 초과 달성 - 품종등록 성과 일부 미흡	99

### 제3절 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

정량적 성과에서 대부분 초과 달성하였다. 감귤품종 개발 분야에서 품종보호 등록 실적이 미달성 되었으나, 이는 출원한 품종에서 순차적으로 등록되므로 차후 목표 달성은 문제 없이 추진될 예정이다.

감귤 GSP프로젝트는 2개의 프로젝트가 진행 되었으며 본 연구과제는 품종개발 프로젝트로서 다른 프로젝트인 보급분야와 긴밀히 연계되어 출원된 품종의 묘목 생산 및 보급 사업에 효율성을 기할 수 있었다. 이러한 협력체제로 인해 국내 감귤품종 개발 및 보급 면적 확산에 기여 하였다고 평가 된다. 감귤 국산품종의 경쟁력을 높이고 해외 품종 로열티에 대응하여 이러한 협력 프로젝트가 지속되어야 할 필요성이 매우 높다.

## 제 4 장 연구결과의 활용 계획 등

### 1. 연구결과의 활용 계획

본 연구에서 도출된 주요 연구성과는 개발된 감귤품종이다. 이들 개발된 감귤품종들은 출원 후 등록 절차를 기다리고 있으며, 등록 전후 묘목생산 업체에 기술이전을 통해 생산하게 되며, 또는 프로젝트를 수행했던 민간 기업에서 생산하여 판매가 추진될 예정이다. 과수의 특성상 출원된 품종은 농가의 실증과 시범사업을 통해 확산 과정을 거치므로 약 5~10년의 시간이 소요되는 게 일반적이다. 개발된 품종들은 국립기관과 지자체 기관의 자체 과제를 통해 주산지 실증 및 현장평가를 거쳐 재배법 매뉴얼 개발 후 보급이 본격화 될 것이고, 민간 기업에서 개발한 품종들은 자체 사업을 통해 현장에서 실증 후 보급될 예정이다. 민간기업에서 개발된 품종 및 프로젝트 전체에서 개발된 품종들과 현재 구축해 놓은 품종육성 기반과 교배실생들은 성공 여부에 따라 민간기업의 성장 동력으로 작용할 것이며, 이에 대한 후속 지원이 필요하다고 볼 수 있으며 품종개발 연구개발 투자에 대한 선순환 구조가 이루어져 우리나라의 감귤 종자 경쟁력을 한 단계 끌어올리는 계기가 될 것이다.

또한 개발된 품종들은 보급 확산 여부와 관계없이 기존 품종과 비교하여 상대적으로 우수한 특성들이 있다. 이러한 특성들은 새로운 품종육성을 위한 교배조합 작성에 이용될 것이다. 현재 '노을향'의 단배성 특성을 이용한 교배가 이루어지고 있고, 향후에도 활용될 예정이다. 본 과제에서 선발 단계에까지 이르지 못하는 못했으나, 1차 선발된 계통들은 금후 품종화 과정을 거치게 될 것이고, 선발 기준에 이르게 되면 품종출원 후 보급을 추진할 예정이다.

그리고, 본 과제에서 수집된 해외 유전자원은 현재 교배조합에 이용되고 있고, 지속적 특성 조사를 거쳐 금후에도 육종자원으로 이용될 것이다.

본 과제에서 개발된 감귤의 주요 형질 마커와 유전양상에 대한 연구 결과는 후속 연구를 지속한다면 디지털 육종으로의 전환에 기여할 것이며, 이에 대한 꾸준한 투자가 필요한 실정이다.

안토시아닌계 적육 형질 관련 분자마커의 경우 핵심 기능성 성분인 안토시아닌 고함유 유망 계통의 조기 선발에 활용함으로써 고기능성 감귤 품종 육성에 적극 활용될 것이다. 제주특별자치도농업기술원과 민간육종 기업에서도 적육계 감귤 품종 육성을 미래 육종 목표 중의 하나로 선정하여 품종 육성을 진행하고 있다. CTV 저항성 분자마커의 경우, 국내에서 연구개발이 매우 저조한 대목 품종 육성에 활용함으로써 CTV 강저항성 대목 품종 육성에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 전망된다. 현재, 30개 이상의 감귤 품종이 국내에서 개발되었으며, 향후 육성 품종 수는 지속적으로 증가할 것으로 전망된다. 이러한 상황에도 불구하고 그동안 육종가 권리 보호 및 묘목 품질 표준화를 위한 과학적/객관적 기술이 매우 미흡하였다. 본 연구를 통해 확보된 고품질 SSR 마커들은 육종가 권리보호 및 묘목 품질 표준화를 위해 매우 유용한 기술로 판단되며, 향후 활용 범위가 점차 확대될 것으로 전망된다. 고품질 SSR 마커들은 교배육종 효율 증진 및 비용 절감을 위한 교잡배 판별에도 유용하게 활용되고 있다.

## 2. 연구성과의 파급효과

과제 수행을 통해 국내 민감 기업의 감귤품종 개발의 전체적인 기술이 한 단계 올라갔으며, 육종자원이 풍부해졌다. 감귤 육종 및 묘목 생산 체계 확립을 통하여, 우량 계통 선발, 품종보호 출원 및 등록, 생산판매 신고, 국내 육성 감귤 묘목 보급 등의 기술적 성과를 달성하였다. 적육관피 만다린 품종 개발을 통한 감귤육종 역량 확보하였고, 감귤 육묘 효율성을 높이기 위한 포트묘 생산 시스템 구축하였다. 우수한 단배 및 다배성 모본, 부분 선발과 교배조합의 다양성 증진 및 감귤 육묘 효율성을 높이기 위한 포트묘 생산 시스템 구축하였다.

전통 육종 방법에 의한 민간기업의 감귤 육종 체계를 확립하였고, 분자표지 연구를 통해 감귤의 디지털 육종으로의 전환을 위한 기초연구가 강화되었다. 분자육종 기술을 감귤 육종에 도입 하는 부분에 대한 지속적인 연구가 필요한데, 적육계 품종의 고기능성 성분분석을 활용한 식품, 다배성 모본을 이용한 교잡배 선발 및 교배효율 다양화, 다양한 품종의 고기능성 성분분석을 활용한 식품, 뷰티산업 가능성을 모색하는 바탕이 되었다.

감귤 국산품종의 묘목 자급률을 획기적으로 끌어 올렸다. 2021년 감귤 국산품종의 묘목 판매량은 64,000주, 자급률은 15.4%로 이는 GSP 프로젝트가 시작되던 2012년 1,200주(0.67%)과 비교하면 묘목 판매량에서는 64배, 점유율에서는 20배 가량 대폭 증가된 결과이다. 최근 3년의 추이를 봤을 때 연평균 약 30%의 증가세를 기록하고 있다. 이러한 결과는 GSP프로젝트가 감귤 품종개발 성과뿐 아니라 프로젝트내 공동연구 체계를 이루고 있는 기관 및 민간기업의 협력에 의한 바가 크다.

적육계 만다린 품종 및 홍피 만다린 품종개발 성과는 기존 품종과의 차별화로 품종 다양화를 통한 소비자의 다양한 기호도 요구 충족과 감귤 소비 촉진을 증가시킬 바탕이 될 것으로 판단된다. 품종개발 성과는 과수의 특성상 개발된 품종이 농가에 심어지고 검증을 받는데 10년 정도의 기간이 소요되어 당장의 효과를 측정하기는 어려우나, 제4세부과제에서 추진한 농가 시범보급 사업의 결과에 따라 향후 국내 육성 감귤품종의 확산 보급에 기여할 것으로 기대된다.

감귤 민간 육종 및 국가 기관과의 협업 기반 구축 및 묘목 생산과 관련한 신규 인프라 구축으로 감귤 신품종 개발 촉진 및 종묘산업의 우위를 선점할 수 있는 바탕이 되었다. 국내 보유 유전자원의 데이터 구축을 통한 육종목표에 해당하는 과실품질, 종자의 유무, 병저항성 등을 이용한 육종소재 활용도가 향상되었고, 민간육종가 전문 인력 양성으로 인프라 구축 및 민간 육종역량 강화할 수 있는 체계가 구축되어, 국내 육성 품종을 통한 외국 품종의 수입대체에 기여할 것으로 기대된다.

## 참고문헌

김시현, 김영호, 고헌석, 윤수현, 박영철. 2019. 우리가 만들어 낸 감귤 신품종. 한농바이오산업(주). 1-31

농촌경제연구원 농업관측센터. 2021. 과일 (감귤) -2021년 04월호

박재호, 이충선, 전경용, 김시현. 2017. “조숙 생력형 감귤 품종개발” 프로젝트 보고서.

(사)제주특별자치도감귤출하연합회. 2021. 2020년산 감귤 유통처리 분석.

송관정. 2013. Golden Seed 프로젝트 품목별 상세기획 보고서.

윤수현, 김민주, 박석만. 2019. 감귤신품종. 원예특작과학원 감귤연구소. 1-49

An G, Ebert PR, Mitra A, Ha SB. 1988. Binary vectors, in: Gelvin SB, Schilperoort RA, Verma DPS (Eds.), Plant Molecular Biology Manual, Kluwer Academic Publishers, Boston, pp. A3/1-A3/19.

Anderson CM, Castle WS, Moore GA. 1991. Isozymic identification of zygotic seedlings in Swingle citrumelo *Citrus paradise* x *Poncirus trifoliata* nursery and field populations. J Am Soc Hort Sci. 116:322-326.

Asíns MJ, Mestre PF, Navarro L, Carbonell EA. 1999. Strategies to search for new Citrus Tristeza Virus resistant genotypes in a germplasm bank. In: G.T.S. Mugnozza, E. Porceddu, M.A. Pagnotta (eds.). Genetics and Breeding for Crop Quality and Resistance. Developments in Plant Breeding, vol. 8. Springer, Dordrecht.

Asíns MJ, Fernández-Ribacoba J, Bernet GP, Gadea J, Cambra M, Gorris MT *et al.* 2012. The position of the major QTL for citrus tristeza virus resistance is conserved among *Citrus grandis*, *C. aurantium* and *Poncirus trifoliata*. Mol. Breed. 29: 575-587.

- Barry GH, Caruso M, Gmitter FG. 2020. Commercial scion varieties, in: Talon, M., Caruso, M., Gmitter, F.G. (Eds.), *The Genus Citrus*. Woodhead Publishing, Cambridge, pp. 83–104.
- Barkley NA, Roose ML, Krueger RR, Federici CT. 2006. Assessing genetic diversity and population structure in a citrus germplasm collection utilizing simple sequence repeat markers (SSRs). *Theor Appl Genet.* 112:1519–1531.
- Benavente-García O, Castillo J. 2008. Update on uses and properties of citrus flavonoids: new findings in anticancer, cardiovascular, and anti-inflammatory activity. *J. Agric. Food Chem.* 56: 6185–6205.
- Biswas MK, Xu Q, Mayer C, Deng X. 2014. Genome wide characterization of short tandem repeat markers in sweet orange (*Citrus sinensis*). *PLoS ONE.* 9:e104182.
- Borredá C, Pérez-Román E, Ibanez V, Terol J, Talon M. 2019. Reprogramming of retrotransposon activity during speciation of the genus *Citrus*. *Genome Biol. Evol.* 11:3478 - 3495.
- Butelli E, Licciardello C, Zhang Y, Liu J, Mackay S, Bailey P, Reforgiato-Recupero G, Martin C. 2012. Retrotransposons control fruit-specific, cold-dependent accumulation of anthocyanins in blood oranges. *Plant Cell* 24:1242–1255.
- Butelli E, Garcia-Lor A, Licciardello C, Las Casas G, Hill L, Recupero GR, Keremane ML, Ramadugu C, Krueger R, Xu Q, Deng X, Fanciullino AL, Froelicher Y, Navarro L, Martin C. 2017. Changes in anthocyanin production during domestication of *Citrus*. *Plant Physiol.* 173:2225–2242.
- Cameron JW. 1979. Sexual and nucellar embryony in F<sub>1</sub> hybrids and advanced crosses of *Citrus* and *Poncirus*. *J Am Soc Hort Sci.* 104:408–410.
- Chang Y, Kim HB, Oh E-U, Yi K, Song KJ. 2018. Construction of genetic linkage maps of ‘Fina Sodea’ clementine (*C. clementina*) and byungkyul (*C. platymamma*), a Korean landrace, based on RAPD and SSR markers. *Hort Environ Biotechnol* 59:263–274
- Chen C, Lo Piero AR, Gmitter F. 2015. Pigments in citrus, in: Chen, C. (Ed.), *Pigments in Fruits and Vegetables*, Springer, New York, pp. 165–187.
- Chen L, Hu B, Qin Y, Hu G, Zhao J. 2019. Advance of the negative regulation of anthocyanin biosynthesis by MYB transcription factors. *Plant Physiol. Biochem.* 136:178–187.
- Chung H, Lee J, Gil J, Um Y, Kim JH, Hwang MY, Kim HB, Hong CP, Park SG, et al.. 2019. Development of polymorphic SSR markers from *Pinus densiflora* (Pinaceae) natural population in Korea. *Plant Breed Biotechnol* 7:67–71
- Clough SJ, Bent AF. 1998. Floral dip: a simplified method for *Agrobacterium*-mediated transformation of *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.* 16:735–743.
- Cox MP, Peterson DA, Biggs PJ. 2010. SolexaQA: at-a-glance quality assessment of Illumina second-generation sequencing data. *BMC Bioinformatics.* 11:485.
- Crifò T, Puglisi I, Petrone G, Recupero GR, Lo Piero AR. 2011. Expression analysis in response to low temperature stress in blood oranges: Implication of the flavonoid biosynthetic pathway. *Gene* 476:1–9.
- Deng Z, Huang S, Xiao SY, Gmitter FG. 1997. Development and characterization of SCAR markers linked to the citrus tristeza virus resistance gene from *Poncirus trifoliata*. *Genome* 40:697–704.
- Deng Z, Tao Q, Chang YL, Huang S, Ling P, Yu C, et al. 2001a. Construction of a bacterial artificial chromosome (BAC) library for citrus and identification of BAC contigs containing resistance gene candidates. *Theor. Appl. Genet.* 102:1177–1184.
- Deng Z, Huang S, Ling P, Yu C, Tao Q, Chen C, et al. 2001b. Fine genetic mapping and BAC

- contig development for the citrus tristeza virus resistance gene locus in *Poncirus trifoliata* (Raf.). *Mol. Genet. Genomics* 265: 739–747.
- Donkersley P, Silva FWS, Carvalho CM, Al-Sadi AM, Elliot SL. 2018. Biological, environmental and socioeconomic threats to citrus lime production. *J. Plant Dis. Prot.*
- Donmez D, Simsek O, Izgu T, Kacar YA, Mendi YY. 2013. Genetic transformation in *Citrus*. *Scientific World J* 2013:Article ID 491207
- Ellegren H. 2004. Microsatellites: simple sequences with complex evolution. *Nat Rev Genet.* 5:435–445.
- Fang DQ, Federici CT, Roose ML. 1998. A high-resolution linkage map of the citrus tristeza virus resistance gene region in *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. *Genetics* 150: 883–890.
- Fang DQ, Roose ML. 1999. A novel gene conferring citrus tristeza virus resistance in *Citrus maxima* (Burm.) Merrill. *Hortsci.* 34: 334–335.
- Forkmann, G., Martens, S., 2001. Metabolic engineering and applications of flavonoids. *Current Opinion Biotechnol.* 12, 155–160.
- Frost HB, Soost RK. 1968. Seed reproduction: development of gametes and embryos. *In* W Reuther, LD Batchelor, HJ Webber, eds, *The Citrus Industry*, Vol 1. University of California Press, Berkeley, USA, pp 290 - 324.
- García R, Asíns MJ, Forner J, Carbonell EA (1999) Genetic analysis of apomixis in *Citrus* and *Poncirus* by molecular markers. *Theor Appl Genet.* 99:511–518.
- Garnsey SM, Barrett HC, Hutchison DJ. 1987. Identification of citrus tristeza virus resistance in citrus relatives and its potential applications. *Phytophylactica* 19: 187–191.
- Garnsey SM, Su HJ, Tsai MC. 1997. Differential susceptibility of pummelo and Swingle citrumelo to isolates of citrus tristeza virus, p. 138–146. *In*: J.V. Da Graca, P. Moreno P., R.K. Yokomi (eds.). *Proc. 13th Conf. Intl. Organ. Citrus Virologists*. Univ. California Press, Riverside, CA.
- Gmitter FG Jr, Xiao SY, Huang S, Hu XL, Garnsey SM, Deng Z. 1996. A localized linkage map of the citrus tristeza virus resistance gene region. *Theor. Appl. Genet.* 92:688–695.
- Gmitter FG Jr, Deng Z, Chen C. 2007. Cloning and characterization of disease resistance genes, p. 287–305. *In*: I. Khan (ed.). *Citrus Genetics, Breeding and Biotechnology*. CAB International, Oxfordshire, UK.
- Grosso G, Galvano F, Mistretta A, Marventano S, Nolfo F, Calabrese G, Buscemi S, Drago F, Veronesi U, Scuderi A. 2013. Red orange: experimental models and epidemiological evidence of its benefits on human health. *Oxid. Med. Cell Longev.* 157240.
- Hyun CG, Kim MJ, Kim SS, Ko JH, Moon YI, Park KJ, An HJ, Choi YH, Lee NH. 2018. Effects of Shiranuhi flower extracts and fractions on lipopolysaccharide-induced inflammatory responses in murine RAW 264.7 cells. *Turkish J. Biochem.* 43:375–384.
- Iranshahi M, Rezaee R, Parhiz H, Roohbakhsh A, Soltani F. 2015. Protective effects of flavonoids against microbes and toxins: The cases of hesperidin and hesperetin. *Life Sci.* 137:125–132.
- Iland PG, Cynkar W, Francis IL, Williams PJ, Coombe BG. 1996. Optimisation of methods for the determination of total and red free glycosyl-glucose in black grape berries of *Vitis vinifera*. *Aust. J. Grape Wine Res.* 2:171–178.
- Iland P, Ewart A, Markides A, Sitters J, Bruer N. 2000. Techniques for chemical analysis and quality monitoring during winemaking. *Patrick Iland Wine Promotions*, Adelaide, Australia.
- J. Lee, R. E. Wrolstad, and R. W. Durst. 2005. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential



- method: Collaborative Study. *Journal of AOAC International* 88(5):1269–1278
- Janssens GA, Goderis IJ, Broekaert WF, Broothaerts W. 1995. A molecular method for S-allele identification in apple based on allele-specific PCR. *Theor. Appl. Genet.* 91:691–698.
- Jin YS, Mun JH, Jeong SY, Han SH. 2017. Change of flavonoid content in peel and juice at stage of immature and mature cultured in heating and non-heating house of ‘Shiranuhi’ mandarin hybrid. *J. Asian Agric. Biotechnol.* 33:27–34.
- John R. Murray and Wesley P. Hackett. 1991. Dihydroflavonol reductase activity in relation to differential anthocyanin accumulation in juvenile and mature phase *Hedera helix* L. *Plant Physiol.* 97: 343–351.
- Kang SK, Yun, SH, Lee DH. 2008. Development a SCAR marker linked to polyembryonic trait in *Citrus*. *Kor J Hort Sci Technol.* 26:51–55.
- Kim HB, Jeon JH, Han AR, Lee Y, Jun S-S, Kim T-H et al. 2012. Genetic evaluation of domestic walnut cultivars trading on Korean tree markets using microsatellite markers. *Afr J Biotechnol.* 11:7366–7374.
- Kim HB, Kim JJ, Oh CJ, Yun S-H, Song KJ. 2016. Current status and prospects of molecular marker development for systematic breeding program in citrus. *J Plant Biotechnol.* 43:261–271.
- Kim HB, Uhm YK, Kim JJ, Lim S, Kim YM, Jung YS, Roh KH, Jang YS, Lee S, et al. 2016. Development of novel simple sequence repeat (SSR) markers from ramie (*Boehmeria nivea* L. Gaudich) and analysis of genetic diversity in its genetic resources. *Hort Environ Biotechnol* 57:519–528
- Kim HJ, Park SH, Kim JH, Yim B, Mun JH, Kim HB, Hur YY, Yu HJ. 2019. An efficient strategy for developing genotype identification markers based on simple sequence repeats in grapevines. *Hort Environ Biotechnol* 60:363–372
- Kim HY. 1988. Distribution, taxonomy, horticultural characters of the local *Citrus spp.* in Cheju, and the genetic markers among them. PhD dissertation. Chonnam National University (in Korean).
- Kim HY. 1991. Taxonomy and horticultural characters of the local *Citrus spp.* in Cheju. *J. Cheju Studies* 8:59–99.
- Kou M, Liu Y, Li ZY, Zhang YG, Tang W, Yan H et al. 2019. A novel glutathione S-transferase gene from sweetpotato, IbGSTF4, is involved in anthocyanin sequestration. *Plant Physiol. Biochem.* 135:395–403.
- Koltunow AM, Hidaka T, Robinson SP. 1996. Polyembryony in *Citrus*: Accumulation of seed storage proteins in seeds and in embryos cultured *in vitro*. *Plant Physiol.* 110:599–609.
- Kepiro JL, Roose ML. 2007. Nucellar embryony. In IA Khan, ed, *Citrus Genetics, Breeding and Biotechnology*, CAB International, Oxfordshire, UK, pp 141–149.
- Kepiro JL, Roose ML. 2010. AFLP markers closely linked to a major gene essential for nucellar embryony (apomixis) in *Citrus maxima* × *Poncirus trifoliata*. *Tree Genet Genomes.* 6:1 - 11.
- Kumar S, Stecher G, Tamura K (2016) MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets. *Mol Biol Evol* 33:1870–1874
- Ladaniya M. 2008. *Citrus fruit: biology, technology and evaluation*. Elsevier Inc, Oxford, UK.
- Lado J, Cuellar F, Rodrigo MJ, Zacarías L. 2016. Nutritional composition of mandarins, in: Simmonds, M.S.J., Preedy, V.R. (Eds.), *Nutritional composition of fruit cultivars*. Academic Press, Cambridge, pp. 419–443.
- Lexa M, Horak J, Brzobohaty B. 2001. Virtual PCR. *Bioinformatics.* 17:192–193.
- Li H, Durbin R. 2009. Fast and accurate short read alignment with Burrows–Wheeler transform.

- Bioinformatics. 25:1754 - 1760.
- Li YC, Korol AB, Fahima T, Beiles A, Nevo E (2002) Microsatellites: genomic distribution, putative functions and mutational mechanisms: a review. *Mol Ecol.* 11:2453–2465.
- Liu KJ, Muse SV (2005) PowerMarker: an integrated analysis environment for genetic marker analysis. *Bioinformatics.* 21:2128–2129.
- Luro FL, Costantino G, Terol J, Argout X, Allario T, Wincker P, Talon M, Ollitrault P, Morillon R (2008) Transferability of the EST–SSRs developed on Nules clementine (*Citrus clementina* Hort ex Tan) to other *Citrus* species and their effectiveness for genetic mapping. *BMC Genomics.* 9:287.
- Ma D, Constabel CP. 2019. MYB repressors as regulators of phenylpropanoid metabolism in plants. *Trends Plant Sci.* 24:275–289.
- Matsumoto, R. 2001. ‘Shiranuhi’, a late-maturing citrus cultivar. *Bull. Natl. Inst. Fruit Trr Sci.* 35:115–120.
- Meinke DW. 2013. A survey of dominant mutations in *Arabidopsis thaliana*. *Trends Plant Sci.* 18:84–91.
- Mestre PF, Asins MJ, Pina JA, Navarro L. 1997a. Efficient search for new resistant genotypes to the citrus tristeza closterovirus in the orange subfamily Aurantioideae. *Theor. Appl. Genet.* 95:1282–1288.
- Mestre PF, Asins MJ, Pina JA, Carbonell EA, Navarro L. 1997b. Molecular markers flanking citrus tristeza virus resistance gene from *Poncirus trifoliata* (L) Raf. *Theor. Appl. Genet.* 94:458–464.
- Michael M. Neff and Joanne Chory. 1998. Genetic interactions between phytochrome A, phytochrome B, and cryptochrome 1 during *Arabidopsis* development. *Plant Physiol.* 118: 27– 36.
- Mourão Filho FAA, Girardi EA, Couto HTZ. 2009. ‘Swingle’ citrumelo propagation by cuttings for citrus nursery tree production or inarching. *Sci. Hort.* 120:207–212.
- Nakano M, Kigoshi K, Shimizu T, Endo T, Shimada T, Fujii H, Omura M. 2013. Characterization of genes associated with polyembryony and *in vitro* somatic embryogenesis in *Citrus*. *Tree Genet Genomes.* 9:795–803.
- Nishiura M. 1968. Mutation in Citrus. *Jpn. Agric. Res. Q.* 3:10–14.
- Ogwu MC, Osawaru ME, Ahana CM. 2014. Challenges in conserving and utilizing plant genetic resources (PGR). *Int. J. Genet. Mol. Biol.* 6:16–22.
- Ollitrault F, Terol J, Pina JA, Navarro L, Talon M, Ollitrault P. 2010. Development of SSR markers from *Citrus clementina* (Rutaceae) BAC end sequences and interspecific transferability in *Citrus*. *Am J Bot.* e124 - e129.
- Park YC, Heo TH, Kang JH, Kang SH, Lee CH, Kim JY, Kim YC. 2016. Citrus Variety. Jeju Agricultural Research and Extension Services, Jeju Special Self-Governing Province, Jeju.
- Pieringer AP, Edwards GJ. 1967. Identification of nucellar and zygotic citrus seedlings by infrared spectroscopy. *J Am Soc Hort Sci.* 86:226–234.
- Rai M. 2006. Refinement of the Citrus tristeza virus resistance gene (*Ctv*) positional map in *Poncirus trifoliata* and generation of transgenic grapefruit (*Citrus paradisi*) plant lines with candidate resistance genes in this region. *Plant Mol. Biol.* 61:399–414.
- Rao MN, Soneji JR, Chen C, Huang S, Gmitter FG Jr. 2008. Characterization of zygotic and nucellar seedlings from sour orange-like *Citrus* rootstock candidates using RAPD and EST–SSR markers. *Tree Genet Genomes.* 4:113–124.
- Sasaki N, Nishizaki Y, Uchida Y, Wakamatsu E, Umemoto N et al. 2012. Identification of the

- glutathione S-transferase gene responsible for flower color intensity in carnations. *Plant Biotechnol.* 29:223–227.
- Schmittgen TD, Livak KJ. 2008. Analyzing real-time PCR data by the comparative  $C_T$  method. *Nat Protoc.* 3:1101–1108.
- Schuelke M. 2000. An economic method for the fluorescent labeling of PCR fragments. *Nat Biotechnol.* 18:233–234.
- Schulz E, Tohge T, Zuther E, Fernie AR, Hinch DK. 2015. Natural variation in flavonol and anthocyanin metabolism during cold acclimation in *Arabidopsis thaliana* accessions. *Plant Cell Environ.* 38:1658–1672.
- Shareefa M, Singh AK, Manish S, Dubey AK. 2009. Differentiation of nucellar and zygotic seedlings in citrus using ISSR markers. *Indian J of Agr Sci.* 79:884–889.
- Shi MZ, Xie DY. 2014. Biosynthesis and metabolic engineering of anthocyanins in *Arabidopsis thaliana*. *Recent Pat. Biotechnol.* 8:47–60.
- Shimizu T, Kitajima A, Nonaka K, Yoshioka T, Ohta S, Goto S et al. 2016. Hybrid origins of citrus varieties inferred from DNA marker analysis of nuclear and organelle genomes. *PLoS ONE* 11: e0166969.
- Sun Y, Li H, Huang JR. 2012. *Arabidopsis* TT19 functions as a carrier to transport anthocyanin from the cytosol to tonoplasts. *Mol. Plant* 5:387–400.
- Talon M, Gmitter FG. 2008. Citrus genomics *Inter J Plant Genomics.* Article ID 528361.
- Tamura K, Peterson D, Peterson N, Stecher G, Nei M, Kumar S. 2011. MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Mol Biol Evol.* 28:2731–2739.
- Tanaka Y, Sasaki N, Ohmiya A. 2008. Biosynthesis of plant pigments: anthocyanins, betalains and carotenoids. *Plant J.* 54:733–749.
- UNCTAD. 2017. <https://unctad.org/en/Pages/Home.aspx>
- Untergrasser A, Cutcutache I, Koressaar T, Ye J, Faircloth BC, Remm M, Rozen SG. 2012. Primer3–new capabilities and interfaces. *Nucleic Acids Res.* 40:e115.
- Wakana A, Uemoto S. 1988. Adventive embryogenesis in *Citrus* (Rutaceae). II. Post-fertilization development. *Am J Bot.* 75:1031 - 1047.
- Weinbaum SA, Cohen E, Spiegel-Roy P. 1982. Rapid screening of ‘Satsuma’ mandarin progeny to distinguish nucellar and zygotic seedlings. *Hort Sci.* 17:239–240.
- Woo et al. 2019. Evaluation of polyembryony for genetic resources and efficacy of simple sequence repeat markers for the identification of nucellar and zygotic embryo-derived individuals in citrus. *Applied Biological Chemistry*, 62:30
- Woo JK, Park YC, Lee JW, Yun SH, Kim M, Park S, Lee Y, Song KJ, Kim HB (2019) Evaluation of polyembryony for genetic resources and efficacy of simple sequence repeat markers for the identification of nucellar and zygotic embryo-derived individuals in citrus. *Appl Biol Chem* 62:30
- Wu C, Liu Y, Yang Y, Zhang P, Zhong W, Wang Y, Wang Q, Xu Y, Li M, Li X, Zheng M, Chen L, Li H. 2020. Analysis of therapeutic targets for SARS-CoV-2 and discovery of potential drugs by computational methods. *Acta Pharm. Sin. B* 10:766–788.
- Wu GA, Prochnik S, Jenkins J, Salse J, Hellsten U, Murat F et al. 2013. Sequencing of diverse mandarin, pummelo and orange genomes reveals complex history of admixture during citrus domestication. *Nat Biotechnol.* 32:656–662.
- Wu GA, Terol J, Ibanez V, López-García A, Pérez-Román E, Borredá C, Domingo C, Tadeo FR,

- Carbonell-Caballero J, Alonso R, Curk F, Du D, Ollitrault P, Roose ML, Dopazo J, Gmitter FG, Rokhsar D, Talon M. 2018. Genomics of the origin and evolution of *Citrus*. *Nature* 554:311–316.
- Xu W, Lepiniec L, Dubos C. 2014. New insights toward the transcriptional engineering of proanthocyanidin biosynthesis. *Plant Signal. Behav.* 9:e28736.
- Yang ZN, Ye XR, Choi S, Molina J, Moonan F, Wing RA, *et al.* 2001. Construction of a 1.2-Mb contig including the citrus tristeza virus resistance gene locus using a bacterial artificial chromosome library of *Poncirus trifoliata* (L.) Raf. *Genome* 44:382–393.
- Yang ZN, Ye XR, Molina J, Roose ML, Mirkov TE. 2003. Sequence analysis of a 282-kb region surrounding the citrus tristeza virus resistance gene (*Ctv*) locus in *Poncirus trifoliata* L. Raf. *Plant Physiol.* 131:482–492.
- Yi KU, Kim HB, Song KJ. 2018. Karyotype diversity of Korean landrace mandarins by CMA banding pattern and rDNA loci. *Sci. Hort.* 228:26–32.
- Yildiz E, Kaplankiran M, Demirkeser TH, Uzun A, Toplu C. 2013. Identification of zygotic and nucellar individuals produced from several citrus crosses using SSRs markers. *Not Bot Horti Agrobo.* 41:478–484.
- Yoshida T. 1985. Inheritance of susceptibility to citrus tristeza virus in trifoliate orange (*Poncirus trifoliata* Raf.). *Bull. Fruit Trees Res. Sta.* 12:17–26.
- Yoshida T. 1993. Inheritance of immunity to citrus tristeza virus of trifoliate orange (*Poncirus trifoliata*) in some citrus intergeneric hybrids. *Bull. Fruit Trees Res. Sta.* 25:33–43.
- Yun JU, Yang HB, Jung YH, Yun SH, Kim KS, Kim CS, Song KJ. 2007. Identification of zygotic and nucellar mandarin seedlings using randomly amplified polymorphic DNA. *Hort Environ Biotechnol.* 48:171–175.
- Zhang S, Liang M, Wang N, Xu Q, Deng X, Chai L. 2018. Reproduction in woody perennial *Citrus*: an update on nucellar embryony and self incompatibility. *Plant Reprod* 31:43 - 57
- Zhao Y, Dong W, Zhu Y, Allan AC, Lin-Wang K, Xu C. 2019. *PpGSTI*, an anthocyanin related glutathione S transferase gene, is essential for fruit coloration in peach. *Plant Biotechnol. J.* 18:1284–1295.
- Zuker A, Tzfira T, Ben-Meir H, Ovadis M, Shklarman E, Itzhaki H, Forkmann G, Stefan Martens S, Neta-Sharir I, Weiss D, Vainstein A. 2002. Modification of flower color and fragrance by antisense suppression of the flavanone 3-hydroxylase gene. *Mol. Breed.* 9:33–41.

[별첨 1]

## 연구개발보고서 초록

프로젝트명	(국문) 조속 생력형 감귤품종 개발				
	(영문) Development of mandarin cultivar having early-maturing and labor-saving characteristics				
프로젝트 연구기관	국립원예특작과학원 감귤연구소			(소속)국립원예특작과학원 감귤연구소	
참 여 기 업	(주)제농에스엔티 한농바이오산업(주) (주)바이오메딕		프로젝트연구 책임자	(성명) 윤수현	
총연구개발비 (545,500천원)	계	3,312,250	총 연구 기간	2017.1.1. ~ 2021. 12. 31.(5년)	
	정부출연 연구개발비	2,865,000	총 참여 연구 원 수	총 인 원	140
	기업부담금	44,725		내부인원	140
	연구기관부담금	0		외부인원	0
<p>○ 연구개발 목표 및 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 목표 : 국제 경쟁력 우위 감귤 품종 개발 및 보급 확산</li> <li>· 조속 생력형 감귤품종 12종 개발 및 2021년 국내판매 000억원 달성</li> <li>- 성과 : 감귤품종 출원 15품종, 국산감귤 판매액 160백만원, 특허출원 7건, 특허등록 6건, 논문게재(sci) 5건, 시범포 보급 9건, 유용형질 마커개발 60건</li> </ul> <p>○ 연구내용 및 결과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 연내 수확용 부피 없는 감귤 3품종 개발 및 보급</li> <li>- 감귤 개발품종 판별, 유용형질 및 병 관련 분자마커 60개 개발</li> <li>- 조속 홍피 만다린 5품종 개발 및 보급</li> <li>- 적육 관피 만다린 7품종 개발 및 보급</li> <li>- 감귤유전자원 과실품질 특성평가, 육종자료 및 육종소재 제공</li> <li>- 남부지역 전시포 운영 및 시교사업을 통한 국산 감귤품종의 보급 9개소</li> </ul> <p>○ 연구성과 활용실적 및 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 연구성과 활용실적           <ul style="list-style-type: none"> <li>· 감귤 신품종 기술이전 9건, 현장평가회 13건, 시범포조성 9건</li> <li>· 개발 품종 및 수집 유전자원의 신품종 육성을 교배 활용 : 노을향, 적육계통 유전자원 등</li> <li>· 국산 품종 생산 묘목 업체 확보 : ('12) 1업체, 1,200주 생산 → ('21) 11업체, 60,000주 생산</li> <li>· 개발된 분자표지의 육종 활용 : 단·다배성 마커, 적육 및 홍피 마커 등</li> </ul> </li> <li>- 계획           <ul style="list-style-type: none"> <li>· 개발품종의 활용 : 농가실증, 산업체 기술이전 확대 및 묘목 생산</li> <li>· 교육 및 홍보 활용 : 시범보급 농가 신품종 교육장 활용 및 보급 확산을 위한 홍보</li> <li>· 해외 로열티 수출 : 신예감, 탐빛1호, 미니향 등 17품종 및 계통 호주 적응시험 및 향후 로열티 계약 추진</li> </ul> </li> </ul>					

[별첨 2]

## 자체평가보고서

사업단명	GSP원예종자사업단	과제번호	213007-05-5-CGP00		
프로젝트명	조숙 생력형 감귤 품종개발				
프로젝트연구기관	국립원예특작과학원 감귤연구소				
연구담당자	프로젝트 연구책임자	윤수현			
	세부프로젝트 연구책임자	기관(부서)	국립원예특작과학원 감귤연구소	성명	윤수현
		기관(부서)	(주)제농에스엔티	성명	이주원
		기관(부서)	한농바이오산업(주)	성명	김시현
		기관(부서)	한농바이오산업(주)	성명	김영효
연구기간	총 기간	2017. 1. ~ 2121. 12	당해 연도 기간	2021. 1. ~ 2121. 12	
연구비(천원)	총 규모	3,312,250	당해 연도 규모	762,000	

1. 연구는 당초계획대로 진행되었는가?

당초계획 이상으로 진행       계획대로 진행       계획대로 진행되지 못함

○ 계획대로 수행되지 않은 원인은?

<ul style="list-style-type: none"> <li>- 품종등록 성과는 당초 목표대비 미흡하였음</li> <li>- 품종등록 성과는 품종 출원 후 사후적으로 이어지는 성과로 기간이 소요됨</li> <li>- 추후 성과 달성은 문제없음</li> </ul>
---

2. 당초 예상했던 성과는 얻었는가?

예상외 성과 얻음       어느 정도 얻음       얻지 못함

구분	품종개발		특허		논문		분자 마커	유전자원		국내 매출액	전시포/ 시험포 개설 및 운영	기술 이전	마케팅 전략 보고서	인력 양성
	출원	등록	출원	등록	SCI	비SCI		수집	등록					
최종목표	12	5	4	4	5		5		10	95	7	8		
연구기간 내 달성실적	15	3	7	5	5	2	60		22	161	9	9		
달성율(%)	100	60	100	100	100	100	100		100	100	100	100		



### 3. 연구개발 성과 세부 내용

#### 3-1 기술적 성과

- 국내 감귤품종 개발의 전체적인 기술이 한 단계 올라갔으며, 육종자원이 풍부해짐
- 감귤 육종 및 묘목 생산 체계 확립을 통하여, 우량 계통 선발, 품종보호 출원 및 등록, 생산판매 신고, 국내 육성 감귤 묘목 보급 등의 기술적 성과를 달성
- 적육관피 만다린 품종 개발을 통한 감귤육종 역량 확보
- 감귤 육묘 효율성을 높이기 위한 포트묘 생산 시스템 구축
- 우수한 단배 및 다배성 모본, 부분 선발과 교배조합의 다양성 증진
- 감귤 육묘 효율성을 높이기 위한 포트묘 생산 시스템 구축

#### 3-2 과학적 성과

- 분자표지 연구를 통해 감귤의 디지털 육종으로의 전환에 기여
- 전통 육종 방법에 의한 감귤 육종 체계 확립
  - 분자육종 기술을 감귤 육종에 도입 하는 부분에 대한 지속적인 연구 필요
- 적육계 품종의 고기능성 성분분석을 활용한 식품, 뷰티산업 가능성 모색
- 다배성 모본을 이용한 교잡배 선발 및 교배효율 다양화
- 다양한 품종의 고기능성 성분분석을 활용한 식품, 뷰티산업 가능성 모색

#### 3-3 경제적 성과

- 감귤 국산품종의 묘목 자급률을 획기적으로 끌어 올렸음
- 우량 묘목의 보급으로 인한 농가 소득 증대 및 감귤 산업 발전에 기여
- 적육계 만다린 품종의 개발에 따른 기존 품종과의 차별화로 농가소득 증대
- 품종 다양화로 소비자의 다양한 기호도 요구 충족 및 감귤 소비 촉진

#### 3-4 사회적 성과

- 농민 소득 증대로 인하여 지역 농업 경제의 지속적 발전으로 인한 지역 사회의 안정화에 기여
- 민간 신품종 개발에 따른 지역별 품종 브랜드화 추진 및 생산 유통 전문화 가능
- 적육계 만다린 품종의 개발에 따른 새로운 시장창출 및 기존 품종과의 유통차별화
- 적육계 만다린 품종의 공급 및 재배면적 조절로 생산자단체 스스로 품질관리 및 유통조절을 통한 자생적 농가육성 및 부가가치 향상 가능
- 민간 신품종 개발에 따른 지역별 품종 브랜드화 추진 및 생산 유통 전문화 가능

#### 3-5 인프라 성과

- 감귤 육종 및 묘목 생산과 관련한 신규 인프라 구축
- 민간육종 지원 및 시스템 구축 활성화로 감귤 신품종 개발 촉진 및 종묘산업의 우위 선점

- 국내 보유 유전자원의 데이터 구축을 통한 육종목표에 해당하는 과실품질, 종자의 유무, 병저항성 등을 이용한 육종소재 활용도 향상
- 민간육종가 전문 인력 양정으로 인프라 구축 및 민간 육종역량 강화
- 국내 육성 품종 농가홍보 및 교육을 통한 수입대체 기여

4. 연구과정 및 성과가 농림어업기술의 발전·진보에 공헌했다고 보는가?

- 공헌했음                       현재로서 불투명함                       그렇지 않음

5. 경제적인 측면에서 종자산업의 수출증대와 수입대체에 공헌했다고 보는가?

- 공헌했음                       현재로서 불투명함                       그렇지 않음

6. 얻어진 성과와 발표상황

6-1 경제적 효과

- 기술료 등 수익                      수 익 : 품종 통상실시료 2,760천원, 국내판매액 160백만원
- 기업 등에의 기술이전                      기업명 : 감귤농협 등 9업체
- 기술지도 등                      기업명 :

6-2 산업·지식재산권 등

- 국내출원/등록                      출원 7 건,                      등록 5 건
- 해외출원/등록                      출원    건,                      등록    건

6-3 논문게재·발표 등

- 국내 학술지 게재                      7                      건
- 해외 학술지 게재                                           건
- 국내 학·협회 발표                      5                      건
- 국내 세미나 발표                                           건
- 기 타                                           건

6-4 인력양성효과

- 석 사                      명
- 박 사                      명
- 기 타                      2                      명



(2세부-(주)제농에스엔티)

1. 연구개발 목표의 달성도는?

- 만족                       보통                       미흡

(근거 : 성과 목표 대부분 달성하였고, 감귤육종 및 묘목 생산 체계 확립)

2. 참여기업 입장에서 본 본과제의 기술성, 시장성, 경제성에 대한 의견

가. 연구 성과가 참여기업의 기술력 향상에 도움이 되었는가?

- 충분                       보통                       불충분

나. 연구 성과가 기업의 시장성 및 경제성에 도움이 되었는가?

- 충분                       보통                       불충분

3. 연구개발 계속참여여부 및 향후 추진계획은?

가. 연구수행과정은 기업의 요청을 충분히 반영하였는가?

- 충분                       보통                       불충분

나. 향후 계속 참여 의사는? (\*중간·단계평가에 한함)

- 충분                       고려 중                       중단

다. 계속 참여 혹은 고려중인 경우 연구개발비의 투자규모(전년도 대비)는? (\*중간·단계평가에 한함)

- 확대                       동일                       축소

4. 연구개발결과의 상품화(기업화) 여부는?

- 즉시 기업화 가능     수년 내 기업화 가능     기업화 불가능

5. 기업화가 불가능한 경우 그 이유는?

<p>- 해당사항 없음</p>
------------------

(3세부-한농바이오산업(주)-김시현)

1. 연구개발 목표의 달성도는?

- 만족                       보통                       미흡

(근거 : 지식재산권 확보, 해외 품종수출 네트워크 구축 등 )

2. 참여기업 입장에서 본 본과제의 기술성, 시장성, 경제성에 대한 의견

가. 연구 성과가 참여기업의 기술력 향상에 도움이 되었는가?

- 충분                       보통                       불충분

나. 연구 성과가 기업의 시장성 및 경제성에 도움이 되었는가?

- 충분                       보통                       불충분

3. 연구개발 계속참여여부 및 향후 추진계획은?

가. 연구수행과정은 기업의 요청을 충분히 반영하였는가?

- 충분                       보통                       불충분

나. 향후 계속 참여 의사는? (※중간·단계평가에 한함)

- 충분                       고려 중                       중단

다. 계속 참여 혹은 고려중인 경우 연구개발비의 투자규모(전년도 대비)는? (※중간·단계평가에 한함)

- 확대                       동일                       축소

4. 연구개발결과의 상품화(기업화) 여부는?

- 즉시 기업화 가능     수년 내 기업화 가능     기업화 불가능

5. 기업화가 불가능한 경우 그 이유는?

(4세부-한농바이오산업(주)\_김영효)

1. 연구개발 목표의 달성도는?

- 만족                       보통                       미흡

(근거 : 지식재산권 확보, 해외 품종수출 네트워크 구축 등 )

2. 참여기업 입장에서 본 본과제의 기술성, 시장성, 경제성에 대한 의견

가. 연구 성과가 참여기업의 기술력 향상에 도움이 되었는가?

- 충분                       보통                       불충분

나. 연구 성과가 기업의 시장성 및 경제성에 도움이 되었는가?

- 충분                       보통                       불충분

3. 연구개발 계속참여여부 및 향후 추진계획은?

가. 연구수행과정은 기업의 요청을 충분히 반영하였는가?

- 충분                       보통                       불충분

나. 향후 계속 참여 의사는? (※중간·단계평가에 한함)

- 충분                       고려 중                       중단


다. 계속 참여 혹은 고려중인 경우 연구개발비의 투자규모(전년도 대비)는? (※중간·단계평가에 한함)

- 확대                       동일                       축소

4. 연구개발결과의 상품화(기업화) 여부는?

- 즉시 기업화 가능     수년 내 기업화 가능     기업화 불가능

5. 기업화가 불가능한 경우 그 이유는?

구 분	소 속 기 관	직 위	성 명
프로젝트 책임자	국립원예특작과학원 감귤연구소	농업연구관	윤수현 





4. 연구목표 대비 성과

성과지표구분		단위	최종			1차년도			2차년도			3차년도			4차년도			5차년도		
			실적	목표	달성률	실적	목표	달성률	실적	목표	달성률	실적	목표	달성률	실적	목표	달성률	실적	목표	달성률
제품경쟁력	논문 SCI	건	5	5	100	0	1		0	0		2	2		2	0		1	2	50
	논문 비SCI		2	0	100				1						1					
	품종 지역 적응성 검정		16	14	100				2	2		6	4		4	4		4	4	100
	유전자원수집																			
	계통선발		17	15	100	3	3		3	3		3	3		3	3		5	3	100
	유전자원 등록		22	10	100	5	2		2	2		5	2		5	2		5	2	100
	분자마커 개발		60	5	100	1	1		7	1		36	1		6	1		10	1	100
권리 확보	품종출원	건	15	12	100	2	1		0	0		5	3		3	3		5	5	100
	품종등록		2	5	60				1	1		1	1		0	0		0	3	33
	특허출원		7	4	100	1	0		3	2		0	1		2	1		1	0	100
	특허등록		6	4	100	1	0		0	1		1	0		1	2		3	1	100
생산역량 강화	기술이전	건	9	8	100				7	1		1	2		0	2		1	3	33
	종자생산 검정 확보(누적)		4	4	100	2	2		2	2		2	2		3	2		4	4	100
	묘목보급	천주	10.7	8	100							3.1	2		2.5	2.5		5.3	3.5	100
유통경쟁력 강화	품종 생산 판매신고	건	13	13	100	1	1		2	1		2	2		4	4		4	4	100
홍보역량 강화	국내외 전시포/시범포 운영	건	9	7	100							4	3		9	3		9	7	100
	홍보물 제작		7	7	100				2	1		1	1		2	2		2	3	100
	품종평가회/설명회 개최		13	6	100							6	2		4	2		3	2	100
	종자 교역회 (품평회)참여건수		5	5	100	2	1		2	1		2	1		-	1		1	1	100
	무료 배포 종자수(주)		3,620	1,300	100	300	200		300	200		320	300		350	300		2,350	300	100
목표고객	판매업체(누적)	건	11	7	100	1	1		2	2		3	3		5	5		11	7	100
매출 및 수출	국내매출액	백만원	161.5	95	100	3.4	0		12.8	0		31	15		28	20		86.3	60	100

## 5. 핵심기술

구분	핵심기술 명
①	부피없는 조숙 감귤품종 개발(선킹, 노을향, 조은예감 등)
②	조숙 홍피 감귤품종 개발(제라진1호 ~5호)
③	적육관피 감귤품종 개발(레드산타, 빨주노초 등 8품종)
④	감귤 유용형질 분자마커 개발
⑤	특허기술(주요 형질 분자마커 및 타라타라 등 식물특허)
⑥	감귤 유전자원 수집 보존 이용
⑦	감귤 신품종 시범보급 및 실증

## 6. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술	v					v	v			
②의 기술	v					v	v			
③의 기술	v					v	v			
④의 기술		v				v	v			
⑤의 기술		v				v	v			
⑥의 기술				v						v
⑦의 기술		v						v	v	

\* 각 해당란에 v 표시

7. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술 명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	○ 활용계획 : 묘목업체 기술이전 및 농가 보급 ○ 기대효과 : 해외 품종 로열티 대응 및 국산품종 면적 확대
②의 기술	○ 활용계획 : 민간 자체 묘목 생산 및 농가 보급 ○ 기대효과 : 국산품종 면적 확대 및 민간회사 경쟁력 확보
③의 기술	○ 활용계획 : 민간 자체 묘목 생산 및 농가 보급 ○ 기대효과 : 국산품종 면적 확대 및 민간회사 경쟁력 확보
④의 기술	○ 활용계획 : 감귤 품종 선발과정 적용 및 이용 ○ 기대효과 : 데이터 기반 품종개발 기술 향상을 통한 육종효율 증대
⑤의 기술	○ 활용계획 : 육종 모본 확대 이용(식물), 국내 감귤육종 데이터 기반 기술 활용 ○ 기대효과 : 민간회사 역량강화(식물), 디지털 육종 역량 강화 및 네트워크 구축(마커)
⑥의 기술	○ 활용계획 : 신품종 개발 교배조합 확대 활용 ○ 기대효과 : 새로운 소비자 기호 대응 신품종 개발 기반 강화
⑦의 기술	○ 활용계획 : 감귤 신품종 재배법 개발, 교육, 홍보 활용 ○ 기대효과 : 국산품종 보급면적 확대

8. 연구종류 후 성과창출 계획

구분	품종개발		특허		논문		분자마커	유전자원		국내매출액 (백만원)	종자수출액	기술이전	마케팅 전략 수립 보고서	인력양성
	출원	등록	출원	등록	SCI	비SCI		수집	등록					
최종목표	18	9	8	7	5	2	60		24	211		9		2
연구기간 내 달성실적	15	3	7	6	5	2	60		22	161		9		1
연구종료 후 성과창출 계획	3	6	1	1					2	50				1

9. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술 명	감귤 신품종 '선킹'		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	천원
이전방식	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input checked="" type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타( )		
이전소요기간	기술이전 완료	실용화예상시기	실용화 완료
기술이전 시 선행조건	없음		

- \* 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- \*\* 기술이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)
- \*\*\* 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등

## 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 Golden Seed 프로젝트사업 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원)에서 시행한 Golden Seed 프로젝트사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.