

213007-  
05-5-  
CGQ00

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

발간등록번호

11-1543000-003955-01

감  
굴

외  
산  
대  
체

보  
급

촉  
진

및

전  
시  
포

운  
영

2022

농  
림  
축  
산  
식  
품  
부

농  
림  
식  
품  
기  
술  
기  
획  
평  
가  
원

# 감굴 외산대체품종 보급 촉진 및 전시포 운영

2022.03.25

프로젝트연구개발기관 / 제주대학교

세부프로젝트연구개발기관 / 제주대학교

세부프로젝트연구개발기관 / 제주특별자치도농업기술원

세부프로젝트연구개발기관 / 제주감귤농업협동조합

세부프로젝트연구개발기관 / 국립원예특작과학원

감굴연구소

농림축산식품부  
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

제출문

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “GSP사업 감귤 외산대체품종 보급 촉진 및 전시포 운영”(개발기간 : 2017.01. - 2021.12.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 03. 25.

프로젝트연구기관명 : 제주대학교 (산학협력단장) (인)  
세부프로젝트연구기관명 : 제주대학교 (산학협력단장) (인)  
세부프로젝트연구기관명 : 제주특별자치도농업기술원 (원장) (인)  
세부프로젝트연구기관명 : 제주감귤농업협동조합 (조합장) (인)  
세부프로젝트연구기관명 : 국립원예특작과학원 감귤연구소 (소장) (인)



프로젝트연구책임자 : 송관정  
세부프로젝트연구책임자 : 송관정  
세부프로젝트연구책임자 : 강상훈  
세부프로젝트연구책임자 : 임철민  
세부프로젝트연구책임자 : 한승갑

국가연구개발혁신법 시행령 제33조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	213007-05-5-CGQ00	해당단계 연구기간	60개월	단계구분	(2)/ (2)
연구사업명	단위사업	Golden Seed 프로젝트사업			
	사업명	GSP원예종자사업단			
프로젝트명	프로젝트명	감귤 외산대체품종 보급 촉진 및 전시포 운영			
	세부프로젝트명	국내육성 신품종의 우수성 발굴 및 현장애로 개선			
		국내육성 감귤 신품종 전시포 운영 및 보급 시스템 구축			
		국내육성 신품종 묘목 대량양성 및 보급 촉진			
		국산 감귤 품종의 무병묘 생산체계 구축 및 보급 확대			
프로젝트책임자	송관정	해당단계 참여연구원 수	총; 215명 내부: 213명 외부: 2명	해당단계 연구개발비	정부: 3,082,500천원 민간: 225,000천원 계: 3,307,500천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총; 215명 내부: 213명 외부: 2명	총 연구개 발비	정부: 3,082,500천원 민간: 225,000천원 계: 3,307,500천원
연구기관명 및 소속부서명	제주대학교 생물산업학부 원예환경전공			참여기업명	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음					
연구개발성과의 보안등급 및 사유					

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시 설·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
식물특허 출원		10-202 0-0159 242									
발명특허 출원		10-202 0-0177 644									
발명특허 출원		10-202 0-0179 018									
식물특허 출원		10-202 1-0140 862									
식물특허 등록		10-229 5884									
논문	1598- 2254										
논문	0304- 4238										
논문	0304- 4238										
논문	2233- 4130										
논문	2233- 4130										
논문	2288- 0380										
논문	2288- 0380										
논문	2288- 0380										
논문	1229- 7569										
논문	1226- 8763										

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

- 감귤 외산대체 보급촉진을 위한 국내육성 품종의 우수성 발굴, 전시포 운영, 우량묘목 대량생산체계 확립, 무병묘 생산기반 연구를 통해 최종목표인 국내육성 품종 매출액 141백만원, 묘목 자급율 15.7%를 달성하였음
- 그외 특허 출원 5건, 특허 등록 1건, 논문 SCI 6건, 비SCI 3건, 무병묘 원원종 12건, 원종 39주, 무병 접수 생산 110kg, 무병 모수 생산 5,993주, 무병주 보급률 67.2%, 인력양성 2명, 유통채널 구축 6건, 전시포 65개소 운영의 성과를 달성함

보고서 면수

154



<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>감귤 국내육성 신품종의 보급촉진을 통해 국내육성 품종 묘목의 매출액 140백만원을 달성하고 묘목 자급율을 10%로 증대하여 감귤산업 경쟁력을 높이고자 수행하였다. 이를 달성하기 위해 국내육성 신품종의 전시포 운영을 확대하고 고품질 재배 작형을 개발함은 물론 신품종의 재배 특성 평가를 통해 우수성 발굴, 생리장해의 구명 및 개선과 배수체 유래 무핵과 이용기술을 개발하며, 신품종의 무병묘 원원종 및 원종 생산 확대와 육묘시설 구비를 통한 우량 포트묘 생산 및 공급체계를 확립한다.</p>				
<p>연구개발성과</p>	<p>국내육성 품종의 매출액 140백만원, 묘목 자급율 10%를 초과 달성하였다. 특허 등록 1건, 특허출원 5건, SCI 논문 6건, 비SCI 논문 3건, 학술발표 13건, 무병 원원종 12건, 무병 원종 39건, 무병 모수생산 5,993주, 무병주 보급률 67.2%, 전시포 운영 누적 65개소 운영의 성과를 거둘 수 있었다. 정성적으로도 국내육성 품종 특성의 정밀평가 과정을 통한 다양한 형질의 생리기작과 발현조절에 대한 지식의 축적, 배수체 선발을 통한 4배성 및 3배성 자원의 확보, 교배실생의 조기육묘, 탱자대목의 균일성 평가 기반이 확보되었다. 다양한 지역 및 환경 조건의 전시포 조성 및 운영으로 전시포 운영의 노하우를 축적하루 있었으며, 농가들의 접근성이 용이한 재배기술 현장교육 장소를 확보하여 재배기술 및 품질 향상 기반 구축이 가능하였다. 또한 생력화된 포트 대묘의 생산체계를 확립하였고 무병 원원종 및 원종의 생산과 공급 기반 구축, 무병모수원 구축, 포트묘 생산기반 확보 등이 큰 성과의 하나이다.</p>				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p>본 연구를 통해 확보된 4배성은 무핵 3배체 품종개발에 활용하고, 배수체 유도 부분은 대량 사배체 교배친 개발로 이어질 수 있도록 기술을 발전시켜 나가고자 한다. 탱자 대목의 균일성 평가 부분도 현장 적용성을 평가하고 오차범위 수준으로 정확도를 높일 수 있도록 기술을 발전시켜 나갈 계획이다. 국내육성 전시포는 향후 재배기술 교육, 애로사항 해결 및 재배 신기술 개발의 포장으로 활용하여 국내육성 신품종의 보급 촉진에 기여하게 될 것이다. 바이러스 무병 원원종 및 원종의 생산은 무병보증묘 공급체계 기반 확립에 기여하여 선진묘목 공급 시스템 구축에 활용할 수 있을 것이며, 무병묘 공급으로 품질을 향상시켜 산업경쟁력 제고에 기여하게 될 것이다.</p>				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>감귤</p>	<p>신품종</p>	<p>보급</p>	<p>전시포</p>	<p>홍보</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>citrus</p>	<p>new cultivar</p>	<p>cultivar self-sufficiency</p>	<p>demonstration field</p>	<p>promotion</p>

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

<본문목차>

< 목 차 >

제1장 연구개발과제의 개요 ..... 6  
제2장 연구수행 내용 및 결과 ..... 10  
제3장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 ..... 135  
제4장 연구결과의 활용 계획 등 ..... 141  
붙임. 참고 문헌 ..... 142

- <별첨 1> 연구개발보고서 초록
- <별첨 2> 자체평가보고서
- <별첨 3> 연구성과 활용계획서

# 제1장 연구개발과제의 개요

## 1-1. 연구개발 목적

감귤 우량대묘의 공급체계를 개선하고 국내육성 신품종의 조기보급을 촉진을 위하여, 무병묘 원원종 및 원종의 생산체계를 확립하고 우량 대묘 및 포트묘 양성 시스템을 구축하며, 국내육성 품종의 우수성 발굴 및 생리장해 원인을 구명하는 한편, 다양한 작형의 전시포 조성 및 홍보를 통해 최종년도 국내육성 품종의 묘목 판매액 140백만원을 달성하여 묘목 자급을 10%로 확대코자 수행되었다.

## 1-2. 연구개발의 필요성

감귤은 사과(2019년 33천ha, 생산량 535천톤)에 이어 제2위를 차지하는 국내 과수산업의 핵심 작목의 하나로 산업적으로 매우 중요하다(농림축산식품부, 2020). 국내 감귤산업은 거의 대부분 제주지역에 한정되어 재배되고 있음에도 불구하고 최근 3년간(2017-2019) 연평균 재배면적 20천 ha, 생산량 605천톤, 생산액 9,122억원 내외를 유지하고 있어(제주특별자치도, 2020), 국내 과수산업 및 제주 지역경제를 지탱하는 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 최근 FTA의 지속적인 확대에 따라 과실 수입량은 연 700천톤을 상회하고 있으며, 열대 및 아열대 과실의 수입량은 연평균 5% 수준으로 매년 증가하고 있으나, 최근 1인당 과실 소비량은 60kg 내외 수준에 머물고 있어 외국산 과실은 물론 국내산 과일간의 경쟁은 더욱 치열해지고 있는 실정이다(한국농촌경제연구원, 2020).

감귤산업의 지속발전을 위해서는 품질 향상을 통한 경쟁력 확보가 가장 중요하다. 타이백멀칭 재배, 하우스시설재배, 양수분관리 등 선진 재배기술의 적용으로 품질을 향상시킬 수 있지만 제주의 다양한 기상 및 토양 조건으로 인해, 지역 및 품종에 따른 효과의 차이를 보이고 있어 모든 지역의 과원으로 일괄 적용은 거의 불가능한 상태이다. 또한 이들 재배기술의 적용은 일부 나무의 과도한 스트레스 부여, 수세약화, 해갈이 등 수체 관리상의 문제점을 나타내고 있음은 물론, 플라스틱 폐기물의 처리에 대한 산업적 문제점도 제기되고 있는 실정이다. 그러므로 보다 근본적인 대안이 되는 고품질의 품종개발과 보급이 매우 시급한 상황이다.

현재 농가에서 재배되는 감귤 품종들의 대부분은 일본에서 육성되어 도입된 품종으로 구성되어 있다. 2020년 현재 국내육성 감귤 품종은 감귤연구소 22개, 농업기술원 6개, 기타 7개 등으로 35개에 이르고 있으나, 국산 품종의 보급률은 2013년 1.0%, 2016년 2.0% 및 2020년 2.8%를 나타내고 있다(제주대학교, 2013; 국립원예특작과학원, 2019; 제주의 소리, 2021). 배와 포도 등은 국내육성 신품종의 개발에 상당한 실적을 보유하고 있지만, 소비자들의 기호에 맞추지 못하여 보급이 미흡하게 되고 산업경쟁력은 저하하여 배와 포도 산업이 급격히 위축되어 온 상황을 이미 경험한 바 있다. 그러므로 국내육성 신품종의 보급을 촉진하여 감귤산업의 경쟁력을 제고하고 지속적인 발전을 도모해야 할 필요성이 제기되고 있다.

최근 지구온난화 및 기후변화에 의한 이상 저온 및 고온 발생, 집중 강우 등 기상이변의 속출과 외래 병해충의 돌발적 발생에 대한 보고가 국내외적으로 증가하고 있어 시설재배의 면적이 지속적으로 증가하고 있고, 내환경 고품질 품종에 대한 농가들의 관심이 매우 높고, 이에 대한 수요가 매우 높은 편이다. 특히 일본은 우리나라와 인접하여 기상 환경 특성이 매우 유사하고 감귤

신품종의 도입으로 산업의 경쟁력을 발전시켜온 배경을 바탕으로 농가들이 일본 품종에 대한 선호도가 매우 높은 실정이다. 이에 따라 일본에서도 우리나라에 2017년부터 미하야, 아수미를 시작으로 품종출원을 시작하였으며, 2020년 현재 5개 품종을 출원하여 심사 중에 있어 로열티 지급에 따른 농가 부담이 우려되고 있는 실정이다(국립종자원, 2021; 제주의 소리, 2021).

한편 스페인, 이탈리아, 호주, 미국, 우루과이, 일본 등 대부분의 감귤산업 선도국가에서는 배수체 개발을 통한 교배육종으로 무핵(seedless) 3배체 품종을 개발하여 보급하는 단계에 이르고 있으며, 적육만다린 품종 개발 등의 차별화된 품종개발과 보급으로 감귤산업 경쟁력의 우위를 지켜가고 있다(ISHS, 2015; 한국감귤아열대과수학회, 2018). 특히 이스라엘과 중국의 경우 고당도 박피성 그레이프프루트 및 문단의 신품종 개발 및 보급으로, 스페인의 경우 무핵 3배체 만다린 신품종 개발 및 보급으로 개수를 진작하고 해외 시장에서의 경쟁력 선점에 대해서도 보고된 바 있다(GFPB News, 2015). 그러므로 국내에서도 무핵 3배체 품종개발을 위한 4배체 품종의 개발이 매우 시급한 실정이다.

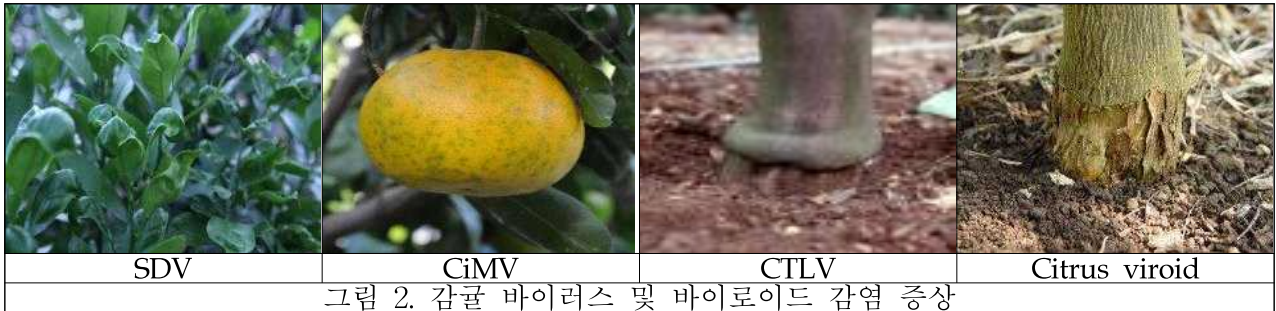
신품종의 보급 촉진을 위해서는 묘목 갱신 후 결실기까지의 육묘 기간을 단축시켜 농가의 경제적 부담을 덜어주는 물론 이후 품질의 우수성 및 경제성에 대한 확신이 필요하다. 또한 신품종에 대한 관심이 줄어들기 전에 신품종의 묘목이 농가에 공급되는 시스템이 필요한 실정이다. 이를 위해서는 포트 대묘의 공급체계 확립과 전시포 조성을 통한 농가의 인식 전환이 절실하다. 일반적인 감귤 묘목의 양성에는 3년(1년차 탱자 파종 및 발아, 2년차 이식 후 육묘, 3년차 접목 및 육묘)이 소요되고 있어, 신품종 출원 후 실시권을 양도 및 접수 분양을 고려하면 최소 5년이 소요되고 있다. 그러므로 신품종의 조기 보급을 위해서는 기존 관행 육묘 방식을 포트묘 육묘 방식으로 전환이 요구되고 있다. 포트묘의 공급이 가능하면 이식장해가 거의 나타나지 않게 되며 대묘 육묘가 가능하기 때문에 최소 1-2년의 육묘 미수익 기간을 단축할 수 있을 것이다.



1년차(파종 및 육묘)	2년차(이식 및 육묘)	3년차(접목 및 육묘)	3년차(굴취)
그림 1. 국내 감귤 묘목 생산체계			

또한 최근 감귤 바이러스 무병묘에 대한 농가의 관심이 증가하고 있다. 바이러스의 감염은 특히 집약재배에서 중요한데, 만감류에서 바이러스에 의한 품질저하 및 수량감소가 보고되고 있는 실정이다. 세계적으로 30개의 감귤 바이러스가 보고되어 있으나(Ito et al., 2002), 국내 감귤의 대표적 바이러스는 *Satsuma Dwarf Virus*(SDV, 온주위축병), *Citrus tristeza virus*(CTV, 갈색 줄무늬의갈병), *Citrus tatter leaf virus*(CTLV, 접목부이상바이러스), *Citrus mosaic sadwavirus*(CiMV, 감귤모자이크바이러스)가 있으며, 6개 바이로이드인 *Citrus bent leaf viroid*(CBLV), *CVd-I-LSS*, *Hop stunt viroid*(HSVd), *Citrus viroid III*(CVd-III), *Citrus viroid IV*(CVd-IV), *Citrus viroid OS*(CVd-OS)가 검출되고 있다(Hyun et al., 2009; Hyun et al., 2017). 감염 피해 증상은 나무 자람이 불량하고, 잎의 형태 변환, 과실의 품질 저하, 과피색 변색,

접목부 수피 고사 등 다양하게 나타나고 있다. 감귤 모자이크 바이러스(*Citrus mosaic sadwavirus*, CiMV), 온주위축바이러스(*Satsuma dwarf virus*, SDV)에 감염 후 4년 된 극조생과 건전나무의 수확량을 비교한 결과 각각 25~45%, 60%로 낮은 것으로 보고(Imada et al., 1980) 되었지만, 과실품질에 영향을 미치는 연구에 대한 자료는 거의 없는 실정이다. 그러므로 스페인, 미국, 호주, 이스라엘 등 감귤 선도 국가에서는 바이러스 무병보증묘 공급체계가 이미 확립되어 있어 신품종의 보급이 활발한 편인데, 아직 국내에서는 감귤에 대한 무병묘 생산 공급체계가 확립되어 있지 못하여, 이에 대한 개선이 시급한 실정이다(제주대학교, 2013).



### 1-3. 연구개발 범위

구분	연구개발의 목표 및 범위	연구개발의 내용
1차년도 (2017)	○ 국내육성 신품종의 우수성 발굴 및 현장애로 개선	○ 국내육성 신품종의 재배특성 평가 - 우수성 발굴, 생리장해 구명 및 홍보 ○ 배수성 이용 무핵화 평가 및 이용 - 배수체 특성 및 교배실생 과실품질 특성 평가 ○ 탱자 묘목의 유전적 균일성 평가 - 탱자 대목 집단의 유전분석
	○ 국내육성 신품종의 전시포 운영 및 보급 시스템 구축	○ 신품종의 전시포 운영(8개소) - 전시포 운영 및 무병묘 원종생산 ○ 신품종의 재배작형 실증 - 만감류(노지, 무가온), 하례조생 특성
	○ 국내육성 신품종 우량묘목 대량양성 및 보급 촉진	○ 신품종 모수원 조성 및 육묘시설 구축 - 모수원 및 육묘시설 생육환경 평가 - 매출액 2천만원 이상
2차년도 (2018)	○ 국내육성 신품종의 우수성 발굴 및 현장애로 개선	○ 국내육성 신품종의 재배특성 평가 - 우수성 발굴, 생리장해 구명 및 홍보 ○ 배수성 이용 무핵화 평가 및 이용 - 배수체 유도 및 교배실생 과실품질 특성 평가 ○ 탱자 묘목의 유전적 균일성 평가 - 탱자 대목 집단의 유전분석
	○ 국내육성 신품종의 전시포 운영 및 보급 시스템 구축	○ 신품종의 전시포 운영(8개소) - 전시포 운영 및 무병묘 원종생산 ○ 신품종의 재배작형 실증 - 가온, 무가온 및 노지 생육특성 분석
	○ 국내육성 신품종 우량묘목 대량양성 및 보급 촉진	○ 국내육성 신품종의 묘목 생산 및 보급 - 모수원 운영 및 매출액 3천만원 이상 ○ 대목 포트묘 조기생육 조건 확립 - 육묘시설 이용 탱자대목 생육 평가

구분	연구개발의 목표 및 범위	연구개발의 내용
3차년도 (2019)	○ 국내육성 신품종의 우수성 발굴 및 현장애로 개선	○ 국내육성 신품종의 재배특성 평가 - 우수성 발굴, 생리장해 구명 및 홍보 ○ 배수성 이용 무핵화 평가 및 이용 - 배수체 조기육묘 및 무핵화 평가 - 교배실생의 과실특성 평가 ○ 탱자 묘목의 유전적 균일성 평가 - 탱자 대목 집단의 유전분석
	○ 국내육성 신품종의 전시포 운영 및 보급 시스템 구축	○ 신품종의 전시포 운영(10개소) - 전시포 운영 및 묘목 공급 ○ 신품종의 재배작형 실증 - 무가온 및 노지 생육특성 분석
	○ 국내육성 신품종 우량묘목 대량양성 및 보급 촉진	○ 국내육성 신품종의 묘목 생산 및 보급 - 매출액 5천만원 이상 ○ 국내육성 신품종의 육묘시설 이용평가 - 포트묘 생육평가
	○ 국산 감귤 품종의 무병묘 생산체계 구축 및 보급확대	○ 무병 원원종 및 원종 생산과 모수 보급 ○ 무병묘 전시포 조성
4차년도 (2020)	○ 국내육성 신품종의 우수성 발굴 및 현장애로 개선	○ 국내육성 신품종의 재배특성 평가 - 우수성 발굴, 생리장해 구명 및 홍보 ○ 배수성 이용 무핵화 평가 및 이용 - 배수체 조기육묘 및 종자형성도 평가 - 동질사배체 유도처리 및 배수성 분석 - 교배실생의 과실특성 평가 ○ 탱자 묘목의 유전적 균일성 평가 - 탱자 및 비룡탱자의 유전분석
	○ 국내육성 신품종의 전시포 운영 및 보급 시스템 구축	○ 신품종의 전시포 운영(12개소) - 무병묘 원종생산 및 전시포 운영 ○ 신품종의 재배작형 실증 - 노지, 무가온 시설재배 작형
	○ 국내육성 신품종 우량묘목 대량양성 및 보급 촉진	○ 국내육성 신품종의 묘목 생산 및 보급 - 매출액 100천만원 이상 ○ 국내육성 신품종의 육묘시설 이용평가 - 포트묘 접수 생육평가 및 대량생산
	○ 국산 감귤 품종의 무병묘 생산체계 구축 및 보급확대	○ 무병 원원종 및 원종 생산과 모수 보급 ○ 무병묘 전시포 운영 및 평가회 개최
5차년도 (2021)	○ 국내육성 신품종의 우수성 발굴 및 현장애로 개선	○ 국내육성 신품종의 재배특성 평가 - 우수성 발굴, 생리장해 구명 및 홍보 ○ 배수성 이용 무핵화 평가 및 이용 - 배수체 조기육묘 및 종자형성도 평가 - 교배실생의 과실특성 평가 ○ 탱자 묘목의 유전적 균일성 평가 - 주심 및 자가수정 유래 실생 비율 평가
	○ 국내육성 신품종의 전시포 운영 및 보급시스템 구축	○ 신품종의 전시포 운영(14개소) - 전시포 묘목 공급 및 현장평가회 1회 ○ 신품종의 재배작형 실증 - 미니향 무가온, 노지 재배 작형 실증
	○ 국내육성 신품종 우량묘목 대량양성 및 보급 촉진	○ 국내육성 신품종 묘목, 무병묘 생산 보급 - 매출액 140천만원 이상 ○ 포트 대묘 대량생산 및 공급체계 확립 - 포트묘 순화·정식 특성과 생육분석
	○ 국산 감귤 품종의 무병묘 생산체계 구축 및 보급확대	○ 무병 원원종 및 원종 생산 ○ 무병 모수 및 접수 보급 ○ 무병묘 전시포 운영 및 평가회 개최

## 제2장 연구수행 내용 및 결과

### 제1절 국내육성 신품종의 우수성 발굴 및 현장애로 개선

#### 1. 국내육성 신품종의 재배특성 평가 및 우수성 발굴

##### 가. 재료 및 방법

##### (1) 품종 및 조사포장 선정

1년차(2017) 및 2년차(2018)에 하례조생이 대상으로 서귀포시 지역 2개소(하례리, 위미리)와 제주시 지역 2개소(상가리, 남읍리)의 농가포장을 선정하였고, 대조품종으로는 인접 과원에 재식된 궁천조생 또는 흥진조생을 이용하였다. 포장에 재식된 하례조생 품종은 하례리 및 남읍 지역은 5년생이며, 상가 지역은 7년생 묘목인 반면, 위미 지역은 고접수로 고접 후 10년 이상 된 상태이었다.

3년차(2019) 및 4년차(2020)에는 조사대상 품종을 미니향, 탐도3호, 탐나는봉으로 선정하여 조사하였다. 이들 품종은 3년생 묘목을 서귀포시 토평동 제주대학교 아열대농업생명과학연구소 비닐하우스 포장에 재식된 상태이었다. 또한 4년차(2020)에 감귤연구소 포장에 재식된 탐도리 품종을 추가하여 조사하였다. 대조품종으로는 제주대학교 동일 포장의 부지화(한라봉)와 감귤연구소 포장의 감평(레드향)을 이용하였다.

5년차(2021)에는 감귤연구소 재식의 미니향과 농업기술원 재식의 윈터프린스와 신예감을 선정하였으며, 대조품종으로는 동일 포장의 에히메과시28호(황금향)을 이용하였다.

##### (2) 수채와 과실의 생육특성 조사

이들 지역의 포장에서 수채 생육 정도 및 착과성을 비교하였고, 과실의 품질특성은 생리 적 낙과기가 지난 8월말부터 수확기까지 15일 내외의 간격으로 과중, 당도, 산도 및 과육율에 대하여 조사하였다. 그 외에도 미니향 품종에 대해서는 전정방법을 달리하여 꽃눈분화 반응에 대해서도 조사하였다.

##### 나. 결과 및 고찰

##### (1) 수채 생육 및 착과성

2017년 만개일은 서귀포 지역 5월8일, 제주시 지역 5월14일이었으나, 2018년에는 서귀포 지역 5월9일, 제주시 지역5월12일로 전년도에 비해 1-2일 전후의 차이를 나타내었다. 수세는 하례조생 품종과 대조품종간 비슷하여 거의 차이가 없었으며 유목재식의 경우 초기 수세가 다소 강한 편이었다. 특히 하례조생의 유목기 가지 자람이 대조품종과 차이가 있었는데, 하례조생의 유목은 정부우세성이 강한 편으로 정부 위치의 1-2개 눈이 발아하여 가지를 형성하는 반면, 대조품종은 3-4개의 눈이 발아하여 가지 발생이 많은 경향이었다(그림 1-1). 그러므로 하례조생에서는 초기 결실을 적게 유지하고 주지는 지주 유인으로 부주지는 절단전정으로 처리하는 것이 초기 유목의 수형구성 측면에서 유리하게 작용하는 장점이 될 수 있을 것으로 보아졌다. 착과성은 전반적으로 품종간 거의 차이가 없었으며, 연차간에도 비슷한 수준으로 관리할 수 있는 것으로 조사되었다.





그림 1-1. 하례조생의 가지자람 특성

미니향, 탐도3호 및 탐나는봉의 만개기는 2019년 5월9일로 품종간에 차이는 없었으며, 유목 상태로 수세는 강한 편으로 나타났다. 특히, 미니향의 경우 여름순의 신장성이 매우 좋아 장과지로 길게 자라는 습성을 나타내었으며, 주당 꽃수가 30개 내외로 매우 적었다. 그러므로 미니향의 꽃분 분화 불량에 유목의 특성인지, 아니면 그늘짐(수광량 부족)의 영향인지는 불명확하였다. 반면 탐도3호와 탐나는봉의 개화는 3년생임에도 불구하고 양호한 것으로 판단되었다. 2020년의 만개기는 5월9일로 전년도와 차이가 없었으며, 유목 4년생으로 수세는 강한 편이었다. 탐도3호와 탐나는봉의 꽃수는 4년생임에도 불구하고 충분히 착화하였으나, 탐도리의 경우는 유목 상태로 꽃수는 충분히 착화되지 못했다. 미니향의 경우, 제주대학교 포장에서는 수세가 매우 강한 편으로 전년도에 이어 주당 꽃수가 30개 내외로 매우 적게 착화하였으나, 감골연구소 포장에서는 개화량이 어느 정도 확보되어, 자람가지의 관리가 제대로 수행되지 않으면 꽃수 확보 및 결실 관리에 어려움이 예상되는 단점을 가진 품종특성을 보여 주었다. 또한 전정방식의 차이에 따라서도 꽃눈 분화 촉진의 효과는 적은 경향으로 나타났다. 즉 온주밀감 방식의 절단 및 수음 병행전정과 유인 및 수음전정 또는 무전정의 비교에서 착화수의 개선 효과는 나타나지 않았다(그림 1-2).

2021년의 만개기는 5월3일로 전년대비 6일 정도 빠른 생육을 보였으나, 품종간 차이는 거의 나타나지 않았다. 전반적으로 수세가 강한 편으로 나타났다.



<관행전정>

<수음전정 및 유인>

<무전정 및 유인>

그림 1-2. 미니향의 전정방식에 따른 개화 반응

## (2) 과실의 품질특성

1년차(2017년) 수세와 착과가 비슷한 상태의 위미와 상가 지역의 비교에서 하례조생(위미-1 및 상가-1)은 대조품종(위미-2 및 상가-2)에 비해 과즙이 많고, 당도가 높으며, 산함량이 적어 품질특성이 우수한 것으로 나타났다(그림 1-3). 2년차(2018) 비교에서는 하례조생(위미-1 및 상가-1)이 대조품종(위미-2 및 상가-2)에 비해 당도와 산도에 큰 차이가 없었다. 이는 수령 및 지역에



따라 과실품징 특성 반응이 달라질 수 있음을 보여주는 것으로, 전년도에 이어 수령이 10년 넘은 위미 지역에서는 안정적으로 하례조생의 품질특성이 우수하게 나타났으나, 그 외 지역은 시기에 따라 편차가 있음을 보여주었다(그림 1-4).

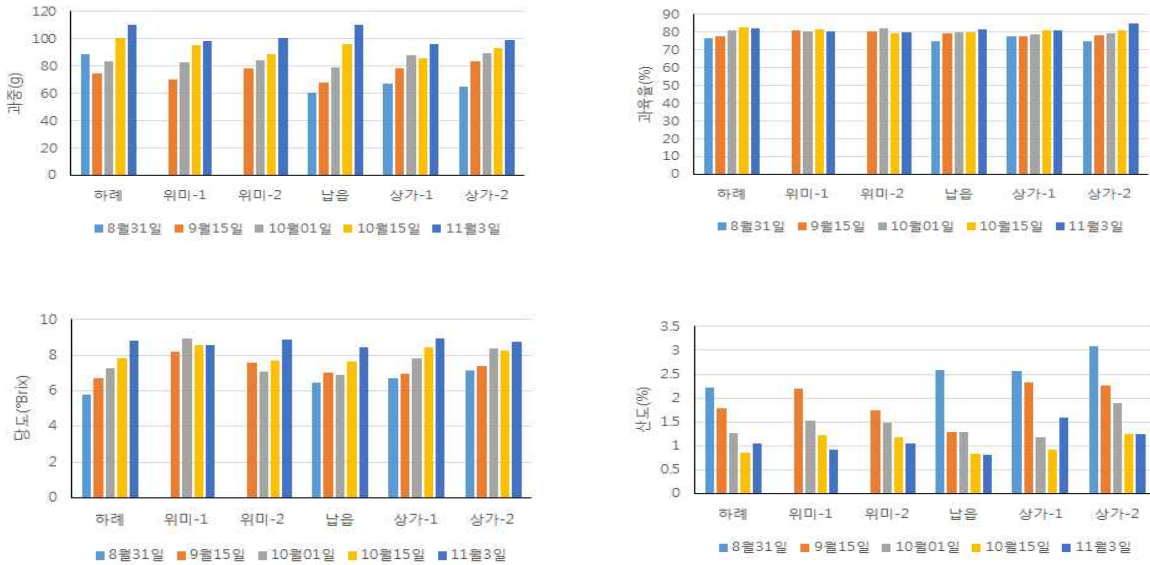


그림 1-3. 하례조생과 대조품종의 과실품질 특성(2017)

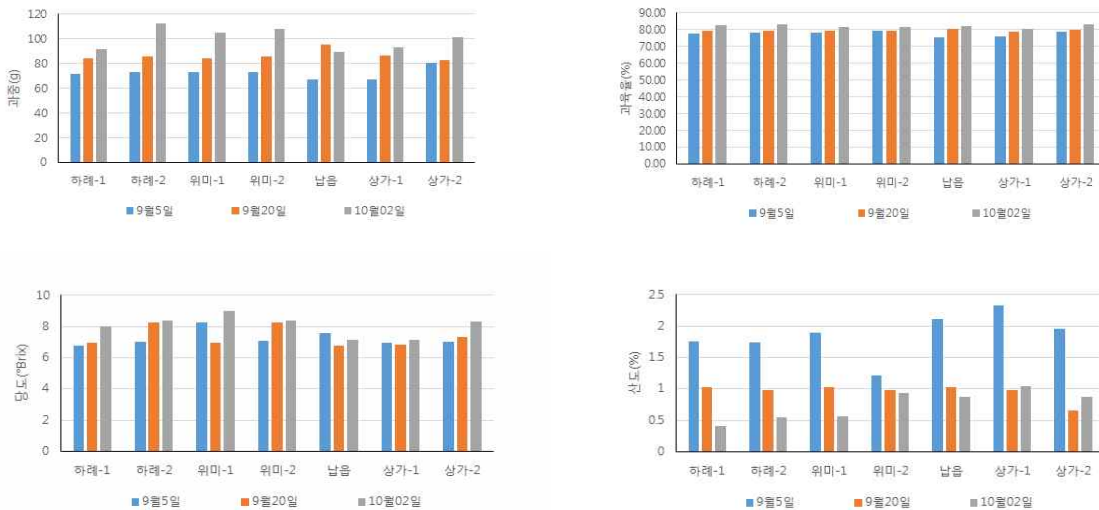


그림 1-4. 하례조생과 대조품종의 과실품질 특성(2018)

3년차(2018)의 미니향 조사에서는 개화량이 매우 적었음에도 불구하고 생리적 낙과기에 대부분 낙과하여 착과가 거의 이루어지지 않아 과실품질을 조사하지 못하였다. 탐도3호 및 대조품종인 감평의 성숙기부터 수확기까지의 과실 특성의 분석 결과는 표1에 나타내었다. 대조품종인 감평과 비교하여 과실의 크기는 330g 내외로 비슷하였으며, 과피는 두꺼운 편이고, 당도는 2 °Brix 정도 낮았으며, 산도는 비슷하였다. 또한 과피 착색에 있어서는 황색은 비슷한데, 홍색이 약간 높은 편으로 나타났으며, 과육색은 차이가 없었고, 숙기는 약간 늦은 1월말로 조사되었다(표 1-1 및 그림 1-5). 과실 외형에서 과실 배꼽이 뚜렷하고 과피가 두꺼워 열과가 적

고, 착색이 조기에 이루어지는 우수성이 있었으나, 배꼽부분이 열과 특성(그림 1-5)은 생리장해는 해결해야할 단점의 품종특성으로 보아졌다.

<표 1-1> 국내육성 탐도3호 품종의 과실품질 특성(2019~2020)

품종	조사일	중경L	횡경D	과중(g)	과피 무게	과피 두께	Brix	Acid	L	a	b
탐도3호	19.10.16	61±1.2	79±1.5	203±8.6	10±0.2	4±0.2	7.6±0.1	1.2±0.1	39±2	-12±0	20±1
	19.11.22	63±1.7	87±1.5	255±8.2	13±0.7	4±0.2	8.4±0.1	1.0±0.1	57±1	20±1	34±1
	20.1.14	62±1.7	85±1.4	243±8.9	13±0.8	3±0.2	9.9±0.1	1.1±0.1	58±2	32±1	34±0
	20.2.10	59±1.1	87±1.7	259±7.8	14±0.7	3±0.1	10.2±0.1	0.7±0.1	58±1	32±1	34±0
	20.2.21	59±1.2	84±1.2	224±7.6	12±0.6	3±0.1	10.4±0.2	0.6±0.1	58±2	30±1	34±1
	20.3.04	69±1.7	97±1.3	335±8.1	16±1.0	6±0.4	10.1±0.2	0.6±0.1	42±2	23±1	26±1
감평	19.10.16	61±1.6	80±1.2	220±9.1	7±0.5	3±0.2	8.6±0.1	2.7±0.1	48±2	-15±1	23±1
	19.11.22	68±2.1	87±2.7	284±7.6	9±0.5	2±0.1	10.0±0.2	1.1±0.1	57±1	9±2	34±1
	20.1.14	68±1.9	89±1.7	297±8.6	9±0.6	2±0.1	12.3±0.3	0.8±0.1	63±0	24±1	37±0
	20.2.10	77±1.8	91±2.1	338±8.2	11±0.7	2±0.1	12.1±0.5	0.6±0.1	60±1	26±1	36±1
	20.2.21	72±1.6	88±1.5	307±5	10±0.7	2±0.1	12.5±0.2	0.5±0.1	60±1	18±1	36±1
	20.3.04	76±1.4	94±1.0	340±7.1	10±0.4	3±0.2	12.8±0.2	0.5±0.1	47±1	22±1	29±1



그림 1-5. 탐도3호(좌)와 감평(우) 과실의 정면, 후면 및 종단면 비교와 탐도3호의 배꼽 열과 특성

탐나는봉과 대조품종인 한라봉의 과실 특성의 분석 결과는 표 2에 제시된 바와 같다. 탐나는봉의 과실은 한라봉에 비해 크기는 약간 크고, 과피는 조금 두꺼우며, 당도와 산도, 과피와 과육색의 착색 정도는 거의 유사하게 나타났으며 숙기도 거의 차이가 없이 2월 중순으로 판단되었다(표 1-2 및 그림 1-6). 또한 탐나는 봉은 과실의 대과성이 장점인 우수한 특성을 보여주는 것으로 나타났다.

<표 1-2> 국내육성 탐나는봉 품종의 과실품질 특성(2019~2020)

품종	조사일	중경L	횡경D	과중(g)	과피 무게	과피 두께	Brix	Acid	L	a	b
탐나는봉	19.10.16	86±1.9	83±0.9	295±8.4	19±0.4	7±0.2	7.8±0.1	1.1±0.1	27±1	-9±1	12±1
	19.11.22	86±5.6	82±4.0	377±9.1	23±0.8	6±0.2	9.1±0.1	0.8±0.1	49±3	-1±2	28±2
	20.1.14	102±1.6	95±1.0	431±5.8	31±1.6	6±0.3	12.2±0.1	0.9±0.1	61±1	19±0	37±0
	20.2.10	99±1.4	92±1.5	396±4.9	30±1.3	6±0.2	12.7±0.3	0.8±0.1	60±1	21±1	36±0
	20.2.21	99±1.8	91±1.3	390±7.5	28±1.2	6±0.3	13.6±0.3	0.8±0.1	58±1	21±0	35±0
	20.3.04	107±1.5	96±0.9	420±8.8	35±1.4	7±0.2	13.2±0.2	0.8±0.1	50±1	16±1	30±1
한라봉	19.10.16	84±1.6	78±0.8	245±6.9	14±0.6	5±0.2	8.1±0.2	1.7±0.2	41±1	-12±0	16±1
	19.11.22	88±4.5	84±2.4	314±8.0	17±0.8	5±0.2	9.1±0.1	0.9±0.1	50±2	-3±1	30±1
	20.1.14	92±1.5	85±1.1	310.±6.7	22±0.9	6±0.3	12.2±0.2	1.3±0.1	61±1	17±1	37±1
	20.2.10	98±3.2	88±1.5	357±8.2	27±1.9	5±0.4	12.8±0.2	0.9±0.1	59±1	18±1	36±1
	20.2.21	100±1.7	91±1.0	357±8.9	26±1.5	5±0.2	13.0±0.2	0.9±0.1	60±0	28±1	35±0
	20.3.04	100±1.6	91±0.9	344±7.6	26±0.8	6±0.2	13.6±0.3	0.7±0.1	50±2	15±1	30±1



그림 1-6. 탐나는봉(좌)와 한라봉(우) 과실의 정면, 후면 및 종단면 비교

4년차(2020)의 탐도3호 및 탐도리와 대조품종인 감평의 성숙기 과실특성을 표 1-3에 나타내었다. 숙기는 대조품종과 비슷한 편이었으나, 탐도3호는 대조품종에 비해 당이 낮은 편이었고, 탐도리는 대조품종에 비해 과실크기가 약간 작으며 산도가 약간 높은 경향이었으며 열과의 특성이 높게 나타났다. 그러므로 탐도3호와 탐도리는 대조품종과 비교하여 이들 단점들을 보완하는 재배기술 개발이 필요한 품종으로 보아졌다.

<표 1-3> 국내육성 탐도3호 및 탐도리 품종의 과실품질 특성(2020~2021)

품종	조사일	중경 (mm)	횡경 (mm)	생체중 (g)	과피무게 (g)	과피두께 (mm)	당도 (°Brix)	산도 (%)	L	a	b
탐도3호	20.12.23	55.57±0.6	81.13±1.0	194.8±5.6	32.12±1.8	11.43±0.3	10.9±0.2	0.87±0.0	60.4±0.4	29.4±0.4	35.7±0.3
	21.01.25	54.83±1.3	81.94±1.3	202.3±8.6	36.54±2.3	2.82±0.2	12.1±0.2	0.76±0.0	60.5±0.5	29.7±0.7	36.2±0.3
	21.03.04	66.51±1.7	93.54±1.3	325.4±12.4	15.74±1.0	5.98±0.4	10.0±0.2	0.63±0.0	43.6±1.7	25.9±1.1	23.6±1.0
탐도리	20.12.23	59.64±1.0	78.40±1.3	208.7±8.9	34.63±1.6	11.54±0.4	12.0±0.2	1.22±0.0	59.3±0.4	27.2±0.6	35.3±0.3
	21.01.25	53.75±1.3	70.78±0.8	145.6±10.4	25.37±1.2	2.27±0.1	13.7±0.2	1.07±0.0	58.0±0.3	27.7±0.4	33.3±1.1
	21.03.04	58.16±1.5	75.19±1.5	187.6±8.1	33.12±2.0	1.58±0.1	12.9±0.2	0.54±0.0	61.1±0.4	26.4±0.3	36.9±0.3
감평	20.12.23	63.89±2.2	89.10±0.9	269.2±7.5	36.06±1.4	12.06±0.6	13.1±0.3	0.72±0.0	62.0±1.3	24.2±0.7	37.0±0.4
	21.01.25	59.83±1.1	77.43±0.9	195.7±6.1	26.32±1.1	2.61±0.2	14.1±0.4	0.65±0.0	61.9±0.4	25.2±0.4	37.4±0.2
	21.03.04	73.11±1.4	88.29±1.0	310.1±7.1	9.44±0.4	3.03±0.2	12.6±0.2	0.50±0.0	46.3±1.3	21.7±0.7	24.7±0.6

5년차(2021)의 윈터프린스 및 신예감과 대조품종인 에히메과시28호(황금향)의 성숙기 과실특성을 표 1-4에 나타내었다. 이들 품종의 숙기는 12월초로 성숙기의 과실 특성만으로 살펴보았을 때 윈터프린스는 중과 수준이고 당도가 매우 높은 특성을 보여주고 있어 품질 특성이 매우 우수하여 기존 에히메과시28호(황금향)를 대체할 수 있을 것으로 판단되었다. 신예감은 온주밀감 형태로 과형이 좋고 당도도 에히메과시28호(황금향)보다 높아 우수성이 인정되었다. 특히 이들 품종들은 껍질벗김이 좋은 장점을 가지고 있었다.

<표 1-4> 국내육성 윈터프린스 및 신예감 품종의 과실품질 특성(2021)

품종	조사일	중경 (mm)	횡경 (mm)	생체중 (g)	과피무게 (g)	과피두께 (mm)	당도 (°Brix)	산도 (%)	L	a	b
윈터프린스	8.20	49.52±1.0	65.66±1.1	113.47±3.9	29.66±1.1	3.66±0.2	9.06±0.3	4.70±0.3	33.39±0.7	-10.38±0.4	11.99±0.5
	9.23	54.43±1.0	77.82±1.1	180.25±4.5	36.18±1.4	3.35±0.1	9.47±0.3	2.51±0.1	36.32±0.8	-11.93±0.4	14.66±0.7
	10.21	57.81±1.7	74.72±1.3	167.73±6.8	35.68±2.5	2.84±0.2	10.74±0.2	1.78±0.1	56.47±1.9	-12.61±0.7	23.3±1.2
	11.22	58.12±1.1	78.84±1.22	185.51±5.8	42.67±2.1	3.51±0.2	11.81±0.2	1.32±0.2	58.15±1.0	-15.62±0.5	34.2±0.5
	12.07	61.37±1.2	81.95±1.6	215.66±8.0	49.82±2.0	3.33±0.1	12.72±0.3	0.97±0.0	61.77±0.6	-18.93±0.8	37.77±0.3
신예감	8.20	51.25±0.5	56.70±0.7	82.71±2.5	27.73±1.3	3.97±0.2	7.11±0.1	3.51±0.1	28.95±0.3	-7.44±0.2	8.62±0.2
	9.23	61.69±1.2	73.04±1.5	170.72±8.9	38.85±2.4	3.75±0.2	6.88±0.1	1.32±0.1	31.95±0.6	-9.33±0.4	11.06±0.5
	10.21	55.74±0.9	66.13±1.0	125.51±4.8	29.98±1.7	3.02±0.2	7.78±0.2	1.39±0.2	54.25±3.0	-13.82±0.7	28.56±1.9
	11.22	56.32±0.9	67.42±1.2	142.31±6.1	27.31±1.5	3.12±0.2	10.2±0.2	1.01±0.1	57.05±0.7	-18.48±0.7	34.51±0.5
	12.07	53.20±1.1	65.96±1.1	128.97±5.4	28.21±1.1	2.67±0.1	11.16±0.3	0.82±0.1	63.15±0.6	-24.89±0.7	39.31±0.4
에히메과시28호	8.20	57.65±0.6	61.86±0.6	115.83±2.8	18.82±0.4	2.27±0.1	8.20±0.1	2.59±0.1	36.45±0.6	-11.97±0.3	14.32±0.5
	9.23	69.43±0.9	72.83±1.0	189.47±6.9	27.77±1.4	2.39±0.1	7.68±0.1	1.13±0.0	41.04±1.4	-14.32±0.6	18.73±1.0
	10.21	67.00±1.4	70.07±1.5	175.70±8.5	27.0±1.9	1.99±0.2	8.16±0.2	1.02±0.1	39.29±1.1	-12.79±0.3	16.9±0.7
	11.22	69.24±1.1	68.51±1.2	177.84±5.6	28.12±1.2	2.23±0.2	9.5±0.1	0.91±0.1	54.68±0.5	-15.23±0.4	32.98±0.8
	12.07	73.37±1.2	69.71±1.4	180.01±9.9	29.18±1.7	2.23±0.1	10.3±0.1	0.80±0.1	67.53±0.9	-19.11±1.3	41.43±0.5

## 2. 국내육성 신품종의 생리장해 원인 구명 및 개선

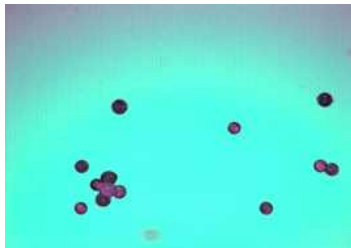
### 가. 온도환경에 따른 종자형성도의 차이 구명

#### (1) 재료 및 방법

1년차(2017)에 감귤연구소 온도구배하우스(그림 1-7)에 재식된 신예감, 감평(레드향), 남진해(카라향), 에히메과시28호(황금향)를 이용하였다. 화아분화기 및 초기 과실비대기까지의 하우스 내외부 기온 특성을 월별 기온으로 산정 분석하였다. 온도구배에 따른 꽃가루의 발육(6단계)에 대해 조직학적 분석을 수행하고 꽃가루의 임성 정도를 1% KI-I<sub>2</sub> 염색 및 0.01% FDA 용액으로 염색한 후 현미경으로 관찰하여 조사하였다(그림 1-8). 또한 온도변화에 따른 자가꽃가루를 이용한 자가수정과 탕자 꽃가루 이용한 타가수정에서 암술내 화분관 발아과정을 분석하고 과실의 종자 형성도를 조사 분석하였다.



그림 1-7. 감귤 온도구배하우스 전경



<KI-I<sub>2</sub> 염색: 진하게 염색되면 활력 존재>

<FDA 염색: 진하게 염색되면 활력 존재>

그림 1-8. 꽃가루 임성 분석 방법

3년차(2019) 및 4년차(2020)에는 개화기 온도특성에 따른 꽃가루 임성 회복의 영향을 평가하였다. 2019년에는 하례조생 및 감평(레드향)을 대상으로 생육상을 이용하여 15, 20, 25 및 30℃를 설정하고 4.2~5.3일까지 1개월간 9주씩 처리하여 개화한 꽃의 꽃가루 임성을 조사하였다. 2020년에는 일반적으로 꽃가루 불임으로 알려져 있는 궁천조생 및 흥진조생 품종을 대상으로 4월9일부터 5월19일까지 40일간 온풍기 가동 하우스를 이용하여 8, 11 및 14℃로 기온을 다르게 조절하여 꽃가루의 임성 정도를 조사하였다. 또한 꽃당 수술 수, 임성의 꽃가루를 가진 수술(진한 황색의 꽃밥) 및 꽃가루의 형성 정도(0~5로 표시)를 조사하였다. 5년차(2021)에는 생육상에서 하례조생의 포트묘를 이용하여 오지, 20℃, 25℃로 처리하여 꽃가루 활력을 검정하였다.

#### (2) 결과 및 고찰

1년차(2017) 및 2년차 화아분화기 및 초기 과실 생육기에 해당하는 온도구배하우스의 온도분포 특성은 표 1-5 및 표 1-6과 같다. 2017년 온도구배하우스의 온도는 맨안쪽 T3은 외부와 5.5℃ 내외의 온도차를 나타내었으며, 외부와 T1과는 1.5℃, T1과 T2 및 T2 및 T3 간은

2.5℃ 및 1.5℃ 내외의 차이를 나타내었다. 2018년에는 대체적으로 전년도와 유사하게 맨안측 T3는 외부와 5.5℃ 내외의 온도차를 나타내었으나, 2월과 3월에 이상기온 한파의 내습으로 외부와의 온도차는 1℃가 되지 않았으며, 이후 점차 회복되어 외부와 T1간 1.5℃, T1과 T2 및 T2와 T3 간에 2℃ 내외의 차이를 나타내었다.

1년차(2017년)의 시험 품종들은 모든 온도처리에서 꽃가루 임성이 90% 이상 유지되고 있었으며, 외기와 1.5℃ 내외의 차이를 보이는 T1 에서도 90% 이상의 임성을 보유하고 있었다(표 1-7 및 표 1-8). 그러므로 노지 상태에서도 꽃가루 임성이 상당히 높은 수준에서 유지될 가능성이 높은 것으로 보아졌으며, 노지재배시 종자가 없던 기존 품종에 꽃가루를 제공하여 종자를 형성시키는 문제를 발생할 가능성이 충분히 있다고 판단되었다.

<표 1-5> 2017년 온도구배하우스의 온도분포 및 외기와의 차이(℃)

월별	외기	T1	T2	T3	T3-외기
2017.2	5.4	6.3	8.8	10.1	4.7
3	8.6	10.0	12.4	13.9	5.2
4	14.5	16.1	18.4	19.9	5.3
5	19.0	20.7	22.9	24.5	5.5
6	21.6	23.5	25.7	27.2	5.6
7	28.3	30.3	32.4	33.9	5.5
8	27.9	29.7	31.9	33.4	5.5
9	23.1	24.7	26.9	28.4	5.3

<표 1-6> 온도구배하우스의 온도분포 및 외기와의 차이(℃)

월별	외기	T1	T2	T3	T3-외기
2018.1	4.2	6.2	8.5	9.6	5.3
2	4.5	5.1	5.2	5.4	0.8
3	10.1	10.8	10.6	10.8	0.8
4	14.9	16.2	17.3	18.0	3.1
5	18.2	20.2	22.2	23.4	5.2
6	21.1	23.5	25.7	26.7	5.6
7	26.0	28.3	30.5	31.7	5.7
8	27.0	29.2	31.3	32.4	5.3
9	22.5	24.3	26.8	28.0	5.5

<표 1-7> 온도변화 처리에 따른 꽃가루 임성 정도(KI-I<sub>2</sub> 분석)

온도처리	신예감	남진해	감평	에히메28호
T1	95.5±1.0	-	95.1±0.3	79.6±3.4
T2	97.5±0.4	87.1±0.4	92.2±1.8	-
T3	96.0±1.0	90.6±1.7	95.3±1.3	-

<표 1-8> 온도변화 처리에 따른 꽃가루 임성 정도(FDA 분석)

온도처리	신예감	남진해	감평	에히메28호
T1	93.5±1.4	-	94.9±1.4	93.5±1.4
T2	97.0±1.0	90.9±2.0	93.2±1.6	-
T3	99.3±1.0	88.4±1.1	94.2±1.0	-




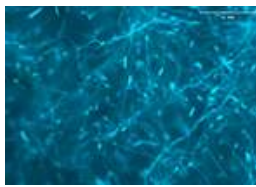
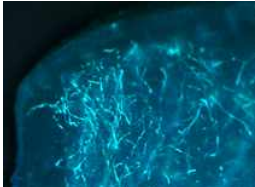












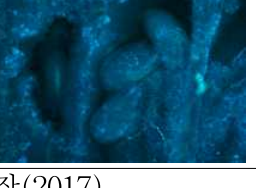
암술부위	신예감(인공수분 후 5일)		신예감(인공수분 후 7일)	
	자가수분	타가수분	자가수분	타가수분
주두				
암술상부				
암술하부				
밑씨				

그림 1-9. 신예감의 자가수분 및 타가수분에 따른 꽃가루 신장(2017)






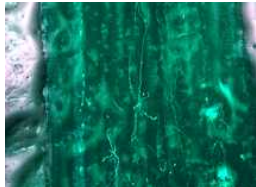

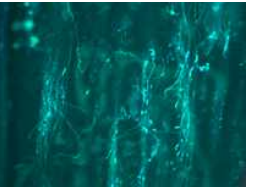




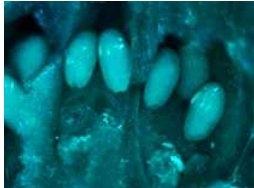

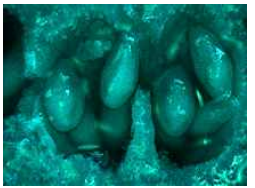
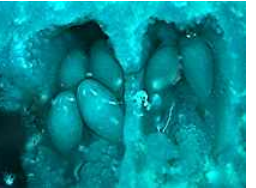
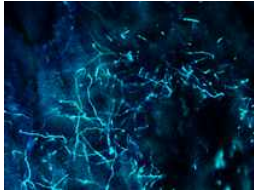
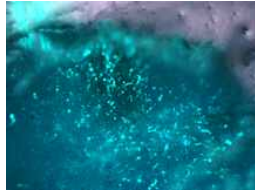
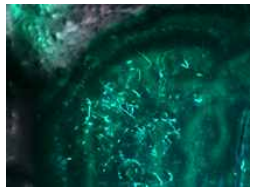
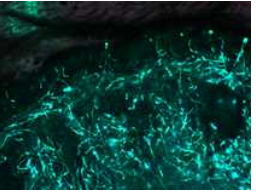
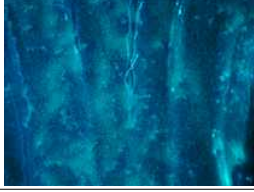
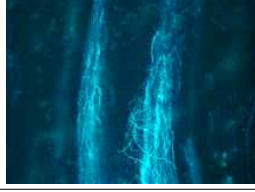
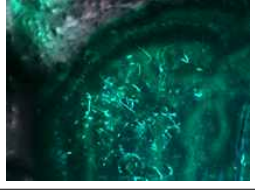
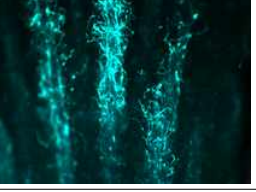


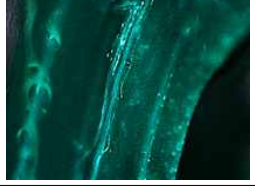



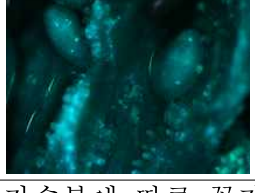

암술부위	남진해(인공수분 후 5일)		남진해(인공수분 후 7일)	
	자가수분	타가수분	자가수분	타가수분
주두				
암술상부				
암술하부				
밑씨				

그림 1-10. 남진해의 자가수분 및 타가수분에 따른 꽃가루 신장(2017)

자가수정 및 타가수정에 따른 수정양상과 종자형성도의 영향을 분석하기 위하여 2017년에 T2 온도 영역에서 꽃가루 형성 품종(신예감, 남진해, 에히메과시28호)을 대상으로 자가수분 및 탱자 꽃가루 이용한 타가수분을 수행한 후, 인공수분 5일 및 7일 후에 암술대내 꽃가루 신장 정도를 분석하였다(그림 1-9, 1-10 및 1-11). 수분 후 5일 정도면 화분관이 밑씨에 도달하여 수정되기 시작하였으며, 수분 후 7일 후에는 밑씨에 도달한 화분관들의 수가 증가하였으며 자가수분과 타가수분 간에 거의 차이 없이 화분관 신장이 잘 이루어지고 있음을 확인할 수 있었다. 그러므로 신예감 종자 형성의 문제는 임성의 자신의 꽃가루 수분에 따른 자가수정에 의한 것으로 판단되었다.

암술부위	에히메과시28호(인공수분 후 5일)		에히메과시28호(인공수분 후 7일)	
	자가수분	타가수분	자가수분	타가수분
주두				
암술상부				
암술하부				
밑씨				
그림 1-11. 에히메과시28호의 자가수분 및 타가수분에 따른 꽃가루 신장(2017)				

온도구배하우스내 T2 구역의 나무에서 자신의 꽃가루와 탱자 꽃가루를 이용한 자가수분과 타가수분으로 착과를 시킨 후(그림 1-12), 과실 성숙기에 과실당 종자 형성도를 조사하였다. 타가수분의 경우 자가수분보다 종자 형성이 전체적으로 5개 이상으로 매우 높게 나타남(표 1-9)을 확인할 수 있었으며, 이는 화분관 신장의 반응과는 다소 차이가 있는 것으로 온도 등 환경 요인 및 연차간에 수정 후 종자 발달이 달라질 수 있기 때문에 추가적인 분석이 필요한 것으로 보아 졌다.



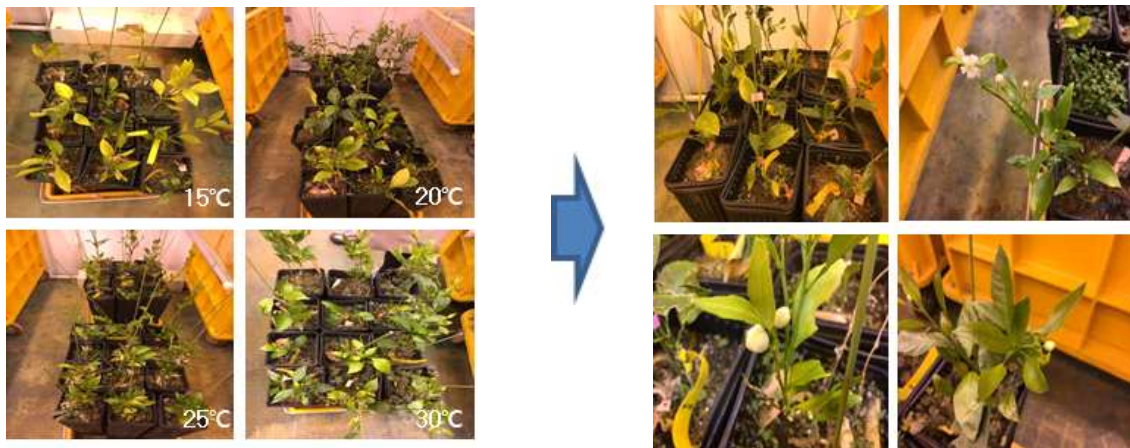


<그림 1-12> 자가 및 타가수분 종자 형성도 분석을 위한 인공수분 및 착과 모습(2018)

<표 1-9> 자식 및 타식에 따른 T2 조건(외기보다 4℃ 정도 높음)에서의 종자 형성도(2018)

인공교배	신예감	에히메28호	남진해
자가수정	2.6±0.1	4.0±1.4	1.5±0.2
타가수정	10.9±0.4	10.7±1.0	6.6±0.5

개화기 기온특성에 따른 꽃가루 임성회복의 영향을 평가하기 위하여 2019년 하례조생과 감평을 이용한 총 72주 처리에서[2품종x4처리(15,20,25,30℃)x9주], 처리 2주 후부터 일부 개체들이 개화하기 시작하였으나, 꽃가루의 형성은 이루어지지 않았다(그림 1-13). 소포자에서 꽃가루로 발달이 전환되는 단계가 중요하기 때문에, 꽃의 발달단계에 따른 처리시기를 조절할 필요가 있었고, 어린 포트묘를 이용하였기에 개화량이 충분치 않아 개선이 필요한 것으로 보아졌다.



<그림 1-13> 온도 처리에 따른 개화 및 꽃가루 임성 반응조사(2019)

2020년 궁천조생과 흥진조생을 이용한 꽃가루 임성 평가에서는 온도처리 20일 후부터 개화되기 시작하였으며(그림 1-14), 5월말까지 꽃가루의 임성 정도를 조사한 결과 표 1-10에 나타내었다. 처리온도가 높을수록 개화가 빨리 진행되더라도 임성이 높게 나타났으며, 1개월 전후 8℃의 최저온도에 노출되면 꽃가루가 임성을 회복하게 되며, 개화기의 다소 높은 온도(최저온도 14℃ 전후)에서는 20일 전후의 노출로도 꽃가루 임성이 회복될 수 있음을 보여주었다(표 1-10 및 그림 1-15), 국내육성 신품종의 종자형성 정도는 개화기의 야간 온도와 관계되는 것으로 판단되며, 이를 활용하면 선진국의 경우처럼 온주밀감의 꽃가루 교배를 통한 노지재배형 신품종 육종이 가능할 것으로 판단되었다.





<불임>



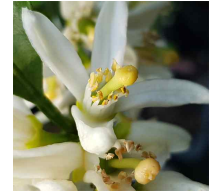
<8°C>



<11°C>



<14°C>



<가임>

<그림 1-14> 온주밀감 개화기 온도처리 모습(2020)

<표 1-10> 개화기 온도처리에 따른 온주밀감 꽃가루의 임신 정도(2020)

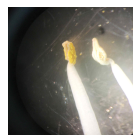
품종	기온(°C)	처리기간(일)	꽃당 수술수	임성 수술수	임성정도	
궁천조생	8	20	20.0±0.8	9.7±1.1	1.8±0.1	
		30	20.5±1.5	18.5±0.5	4.5±0.5	
		40	-	-	-	
	11	20	19.2±1.1	15.0±1.4	2.5±0.2	
		30	17.1±1.6	14.4±1.1	4.4±0.2	
		40	18.9±0.6	13.7±1.3	3.5±0.4	
	14	20	20.2±0.6	17.7±0.8	4.0±0.0	
		30	18.6±0.5	14.5±0.7	3.8±0.1	
		40	19.3±0.9	13.7±1.9	3.0±0.6	
	흥진조생	8	20	19.1±0.6	10.7±0.6	2.3±0.1
			30	18.6±0.4	18.6±0.4	2.1±0.4
			40	20.6±0.8	11.8±1.6	4.0±0.3
11		30	20.0±0.4	14.4±0.8	2.6±1.4	
		30	15.0±0.0	15.0±0.0	3.5±0.5	
		40	-	-	-	
14		20	20.8±0.5	2.6±0.3	1.8±0.7	
		30	-	-	-	
		40	-	-	-	



<8°C>



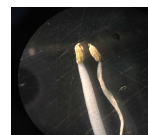
<11°C>



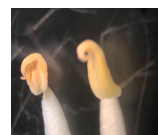
<14°C>



<8°C>



<11°C>



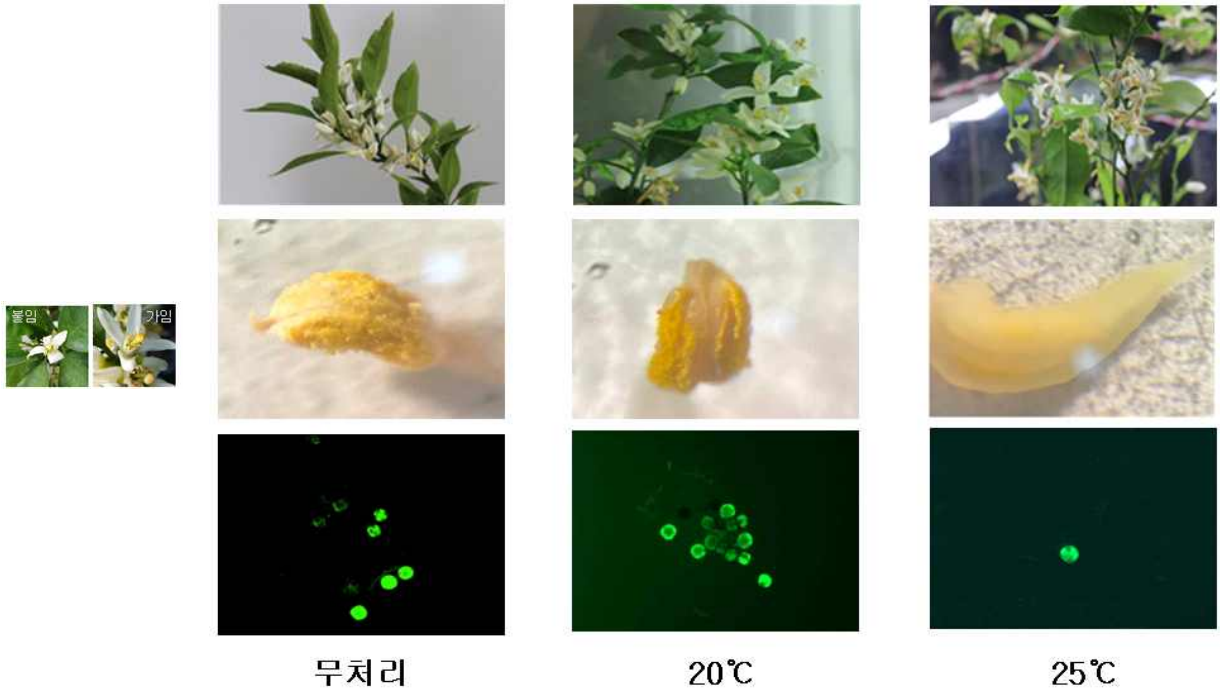
<14°C>

궁천조생

흥진조생

<그림 1-15> 온주밀감 개화기 온도처리에 따른 꽃밥의 개약 및 꽃가루 임신(2020)

5년차(2021)에는 생육상을 이용하여 하례조생에 대해 온도처리를 수행하였다. 개화까지 노지에서는 25일이 소요된 반면 20 및 25°C 처리에서는 5일만에 급격하게 개화가 진행되었다. 수술의 꽃가루 형성은 무처리 15%, 20°C 5.3%, 25°C 0%로 나타나, 너무 빠른 개화가 이루어질 경우 꽃가루 발달이 비정상적으로 진행되어 개약이 이루어지지 못하는 것으로 판단되었다. 개약은 이루어지지 않았으나, FDA 검정 꽃가루 활력은 보유하고 있는 것으로 나타났다(무처리 59%, 20°C 71%, 25°C 10%)(그림 1-16).



<그림 1-16> 하예조생 개화기 온도처리에 따른 개약 및 꽃가루 활력(2021)

나. 대목이 생리장애 발생 정도에 미치는 영향 평가

(1) 재료 및 방법

대목의 이용방법에 따라 품종의 반응이 달라질 수 있어서 대목의 종류 및 노출정도에 따른 수체생육 특성과 과실 품질 특성에의 영향을 2019년부터 2-3년간에 걸쳐 분석하였다. 대목의 노출정도에서는 노출 정도를 3단계(5cm 이내, 6-10cm 및 11-15cm)로 구분하였다. 미니향, 탐도3호 및 탐나는봉 3개 품종에 대해 수고, 수폭 및 여름순 발생 정도와 과실의 품질 특성을 조사하였다.

대목의 종류에 대해서는 미니향 품종에서 탱자와 비룡탕자 대목의 사용에 따른 수체 생육과 과실 품질특성의 영향을 평가하였다. 탱자와 비룡탕자에 접한 미니향 나무에 대하여 수고, 수폭, 신초길이와 굵기, 가지 개수와 길이, 도장지 개수와 길이를 측정하였다. 또한 나무 당 과실 수, 과실의 중경, 횡경, 생체중, 과피 무게와 두께, 색차계 등을 측정하였다. 유리당 분석은 ZORBAX NH2 (4.6 ×250mm, 5μm, Agilent, USA) 컬럼이 장착된 HPLC(LC-20AT, Shimadzu, Japan)로 분석하였다. HPLC 실험은 이동상 (acetonitrile:water=80:20 (v/v)), 20μL 시료, 1mL·min<sup>-1</sup>유속, 35°C의 컬럼 온도로 수행하였다. 유리당 함량은 농도별로 제조한 포도당, 과당, 자당의 표준물질을 HPLC로 분석하여 얻은 표준곡선으로부터 정량하였다. 자당 대사의 효소 추출은 Kubo(2001)의 방법을 일부 변형하여 수행하였다. 효소 활성 분석을 위한 총 단백질 정량은 Bradford(1976)의 방법으로 Bio-Rad protein assay kit(Bio-Rad 500-0001, Bio-Rad Laboratories, Inc., CA, USA)을 이용하여 595nm에서 측정하였다. 당대사 관련 유전자의 발현 분석을 quantitative real-time PCR 방법으로 수행하였다. 먼저 과육조직으로부터 RNA를 추출하고 역전사 반응을 수행하여 cDNA를 제작하였다. 이 후 관련유전자 영역의 합성 프라이머(Dong et al., 2019)를 이용하여 Real-time PCR 반응을 수행하였다. PCR 반응은 4 μL cDNA (12.5 ng/μL), 0.8 μL gene-specific primers (forward, reverse 각각 10 pmol/μL), 10 μL TOPreal qPCR 2x premix (Enzynomics, Korea), 5.2 μL 멸균 증류수를 혼합한 후, LightCycler® 480 II

real-time PCR system (Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Germany)에서 수행하였다. PCR 조건은 95°C에서 5분간 열변성한 후, 95°C 15초, 60°C 20초, 72°C 30초 과정을 45회 반복하였고, 증폭 결과는 comparative C<sub>T</sub>법을 이용하여  $2^{-(Ct_{targetgene}-Ct_{housekeepinggene})}$  값을 계산하여 분석하였다.

(2) 결과 및 고찰

탐나는봉, 탐도3호 및 미니향의 탱자대목의 노출정도에 대한 수체 생육 반응을 표 1-11에 나타내었다. 대목(탱자)의 노출정도가 많을수록 왜화도의 효과가 증가하여 수고와 수폭이 감소하였고, 여름순의 발생 정도도 감소하는 경향을 보였다. 그러므로 미니향 등 수세가 강한 품종의 경우에는 대목의 높이를 조절하여 수세를 조절하는 재배방법도 적용해 볼 수 있을 것으로 판단되었다.

<표 1-11> 대목의 노출 정도에 따른 국내육성 신품종의 수체생육 반응(2019)

품종	대목노출	수고(cm)	수폭(cm)	여름순 발생수(개)
탐나는봉	11-15cm	136±30	158±5	0
	6-10cm	218±11	209±18	0.3±0.3
	1-5cm	190±5	168±24	1.7±0.9
탐도3호	11-15cm	197±29	207±38	1.3±1.3
	6-10cm	208±16	219±16	0
	1-5cm	226±20	230±26	0
미니향	11-15cm	251±18	230±18	14.0±4.9
	6-10cm	230±8	224±7	13.0±3.2
	1-5cm	228±20	200±31	22.3±2.0

대목의 노출정도에 따른 과실 품질에의 영향을 2020년에 평가하였다. 미니향은 착과가 거의 이루어지지 않아 제외하고 탐나는봉과 탐도3호 품종에 대해 조사하였다(표 1-12). 대목의 노출정도에 다른 과실특성은 품종에 따라 반응이 다른 것으로 나타났다. 탐나는봉의 경우 과실 크기는 비슷한데, 노출이 가장 적을 때 과피는 얇고, 당도와 산도는 높은 경향을 보였다. 반면, 탐도3호의 경우 노출이 많을수록 과중과 과피 두께가 감소하나 당도와 산도가 증가하는 경향으로 정반대의 경향을 보여, 추가적인 연구가 필요한 것으로 판단되었다.

<표 1-12> 대목의 노출정도에 따른 국내육성 신품종의 과실 품질 특성(2020.2)

품종	대목노출	중경 (cm)	횡경 (cm)	과중(g)	과피두께 (mm)	당도 (°Brix)	산도 (%)	L	a	b
탐나는봉	11-15cm	8.9±0.4	8.8±0.2	364±17	6.3±0.3	11.3±0.5	0.9±0.1	53±2	11±3	31±1
	6-10cm	9.6±0.3	9.1±0.1	379±14	6.3±0.3	11.3±0.5	0.9±0.1	52±2	11±2	30±1
	1-5cm	9.3±0.3	8.9±0.2	367±17	5.9±0.3	11.7±0.5	0.9±0.1	55±2	11±3	33±1
탐도3호	11-15cm	6.0±0.1	8.4±0.2	234±11	3.8±0.2	9.6±0.2	1.0±0.1	53±1	21±3	31±1
	6-10cm	6.3±0.1	8.8±0.1	260±9	4.2±0.3	9.5±0.2	0.8±0.1	51±2	21±3	30±1
	1-5cm	6.5±0.1	8.8±0.1	267±12	4.3±0.3	9.3±0.2	0.9±0.1	53±2	22±3	31±1

대목의 종류에 따른 5년생 미니향 품종의 수체 생육 및 과실 품질 특성의 영향을 2020년에 분석하였다. 수체 생육의 정도는 탱자에서 3배 정도로 매우 우세하게 나타났다(그림 1-17 및 표 1-13). 여름순의 발생과 가시의 발생 정도에 있어서도 차이를 보였다. 또한 과실의 착과수와 과중 및 수량에 차이를 나타내었다. 일반 탱자에서 주당 수량은 많았으나, 과실의 크기가 약간 작았고, 수관이 크게 자라기 때문에 단위면적당 수량은 비룡탕자에서 4배 이상 많음을 보여 주었다(표 1-14).



<그림 1-17> 미니향 품종의 대목(일반탕자,좌 및 비룡탕자,우)에 따른 수체 생육반응 (이른봄, 좌; 여름철, 우)

Table 1-13. Tree vegetative growth of 'Minihyang' mandarin grafted on trifoliate orange (TO) and Flying Dragon (FD) rootstocks

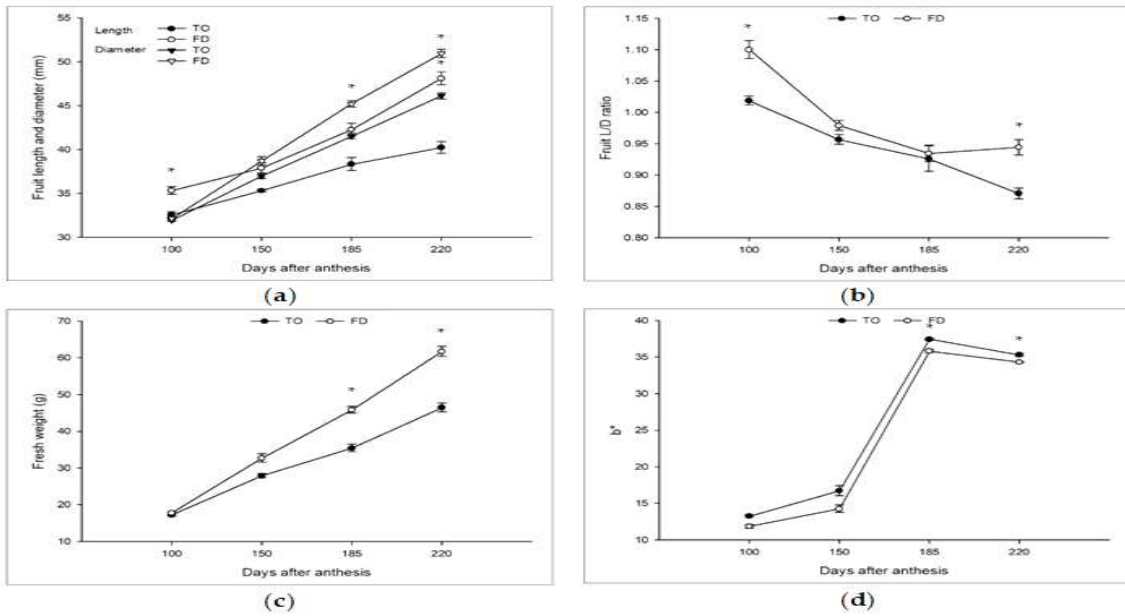
Rootstock	Tree size			One-year-old shoots			Water sprout	
	Height (m)	Width (m)	Length (cm)	Thickness (mm)	No. of thorn	Thorn length (cm)	Number	Length (cm)
TO	4.0± 0.1	1.5±0.1	24.8±0.7	2.99±0.05	8.5±0.4	1.5±0.1	25.0±3.3	221.1±4.8
FD	1.4± .2	0.7±0.1	9.8±0.9	2.15±0.11	1.2±0.3	0.5±0.0	10.5±0.5	81.8±15.8
Significance	*	*	*	*	*	*	*	*

<sup>2</sup>Mean separation within columns by T-test at 5% level.

Table 1-14. Yield of 'Minihyang' mandarin grafted on trifoliate orange (TO) and Flying Dragon (FD) rootstocks at harvest

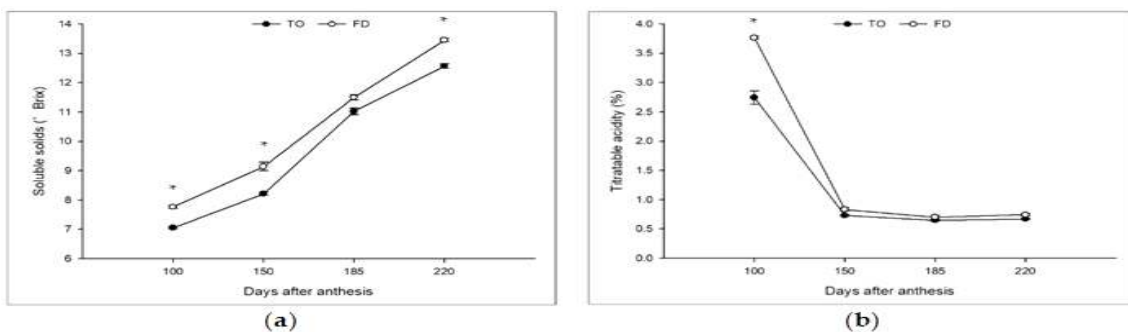
Rootstock	Number of fruits per tree	Fresh weight (g)	Yield (kg·m <sup>-2</sup> )
TO	426 ± 51.7	46.5 ± 2.5	1.3 ± 0.2
FD	183 ± 47.0	61.8 ± 2.8	5.7 ± 0.8
Significance	*	*	*

과실의 생육단계별 특성의 변화를 그림 1-18에 나타내었다. 과실 비대기 초기에 비룡탕자에서 과실 중경이 크게 나타나는 특징을 보여주었으며, 성숙기에 접어들면서 과실비대의 양상은 비룡탕자에서 더 크게 나타났다. 비룡탕자에서 과실의 크기가 더 크게 나타남에 따라 과중도 더 높았다. 과피색은 Hunter b값에서 일반탕자가 더 높아 과피 착색은 다소 좋은 편이었으나, 육안상의 차이는 크게 인지할 수 없었다.



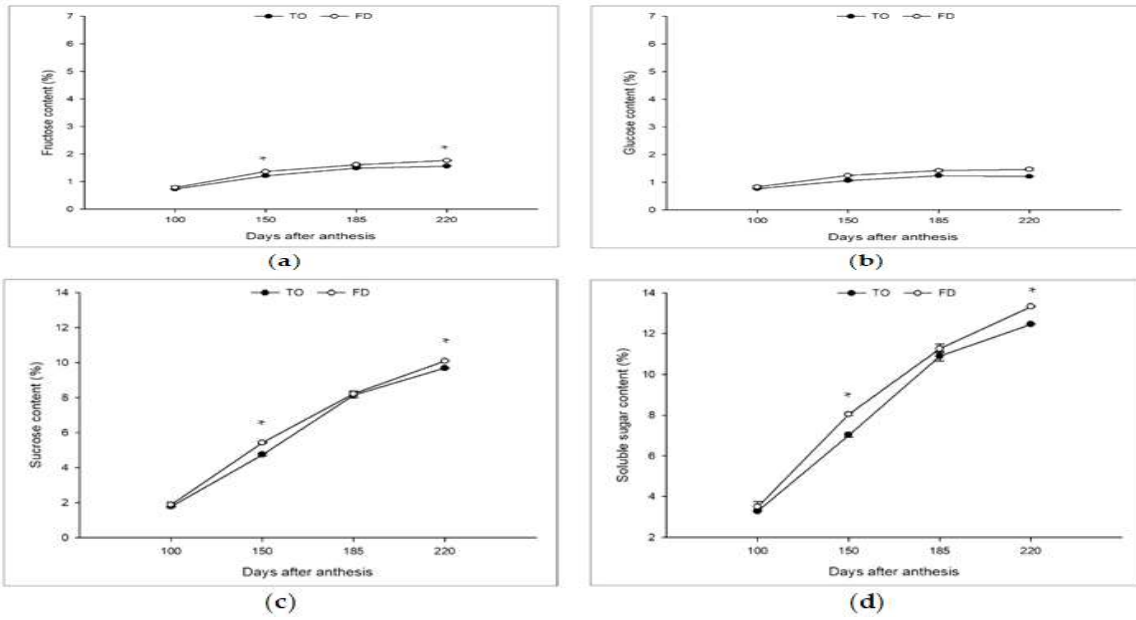
<그림 1-18> 탕자(TO)와 비룡탕자(FD) 접목 미니향 과실의 생육 특성

당도는 과실비대 초기부터 비룡탕자에서 1.0 °Brix 내외로 수확기까지 이어졌다(그림 1-19). 산도는 과실비대 초기에 비룡탕자에서 높았으나, 비대 후기부터는 대목 간에 차이는 없었다. 당도와 달리 당함량에 있어서는 과실비대 초기에 차이가 없었고, 이후 과당과 자당의 함량 차이에 따라 총당의 함량에 있어서도 차이를 나타내었다(그림 1-20). 자당대사 관련 효소활성으로는 SPS, synthetic-SS, cleavage-SS, AI, NI를 분석하였다(그림 1-21). 두 대목간의 유의적인 차이는 나타나지 않았으나, 전반적으로 자당의 unloading을 촉진하는 것과 관련된 자당 분해의 효소(cleavage-SS, AI 및 NI)들의 활성이 비룡탕자에서 높은 경향을 보여 주고 있었다. 그러므로 비룡탕자의 경우 과실비대 초기부터 높게 나타난 당도와 과실크기가 앞에서 전류된 자당의 unloading 촉진과 관계되는 것으로 보아졌다. 그러나 관련 유전자들의 발현 분석에서는 두 대목 간에 차이가 거의 나타나지 않아(그림 1-22), 유전자 발현 후의 전사후 조절과 관계될 수 있는 것으로 추정되었으며, 이에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다.

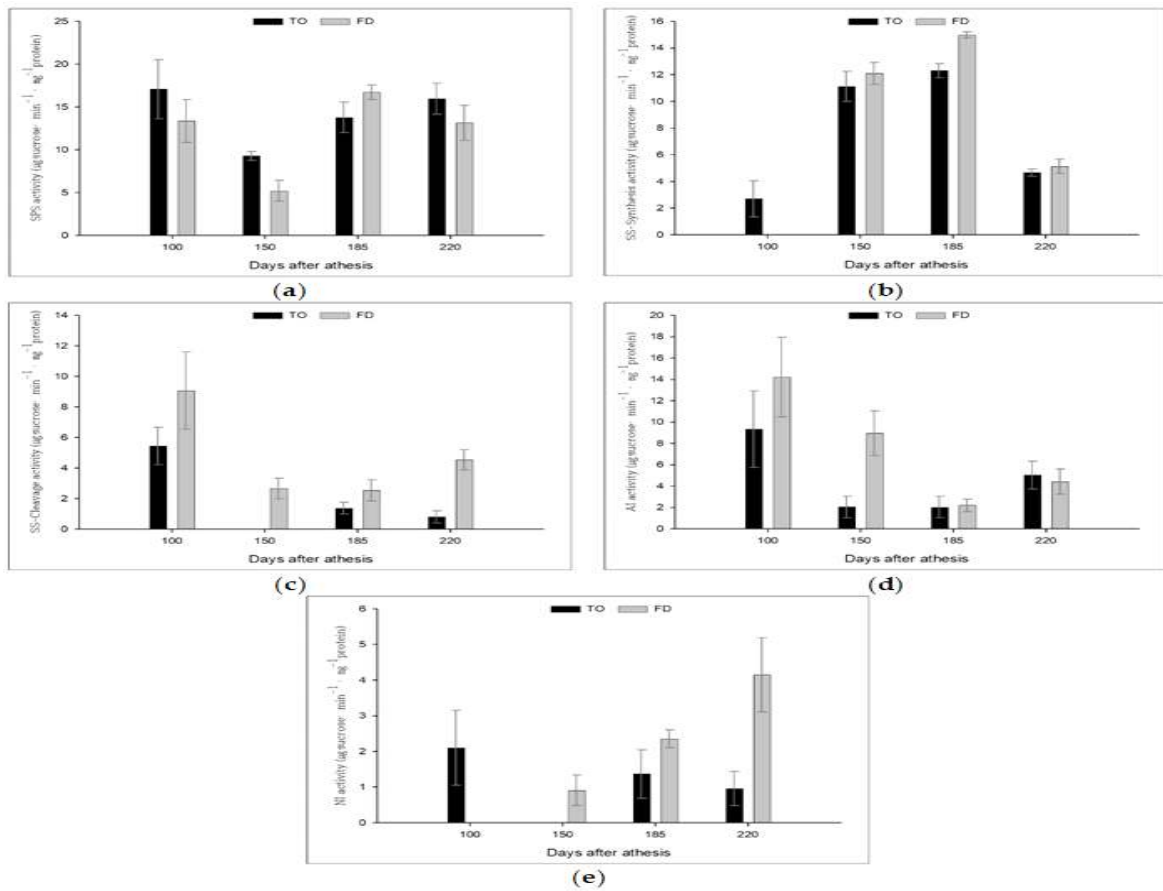


<그림 1-19> 탕자(TO)와 비룡탕자(FD) 접목 미니향 과실의 당산도 특성

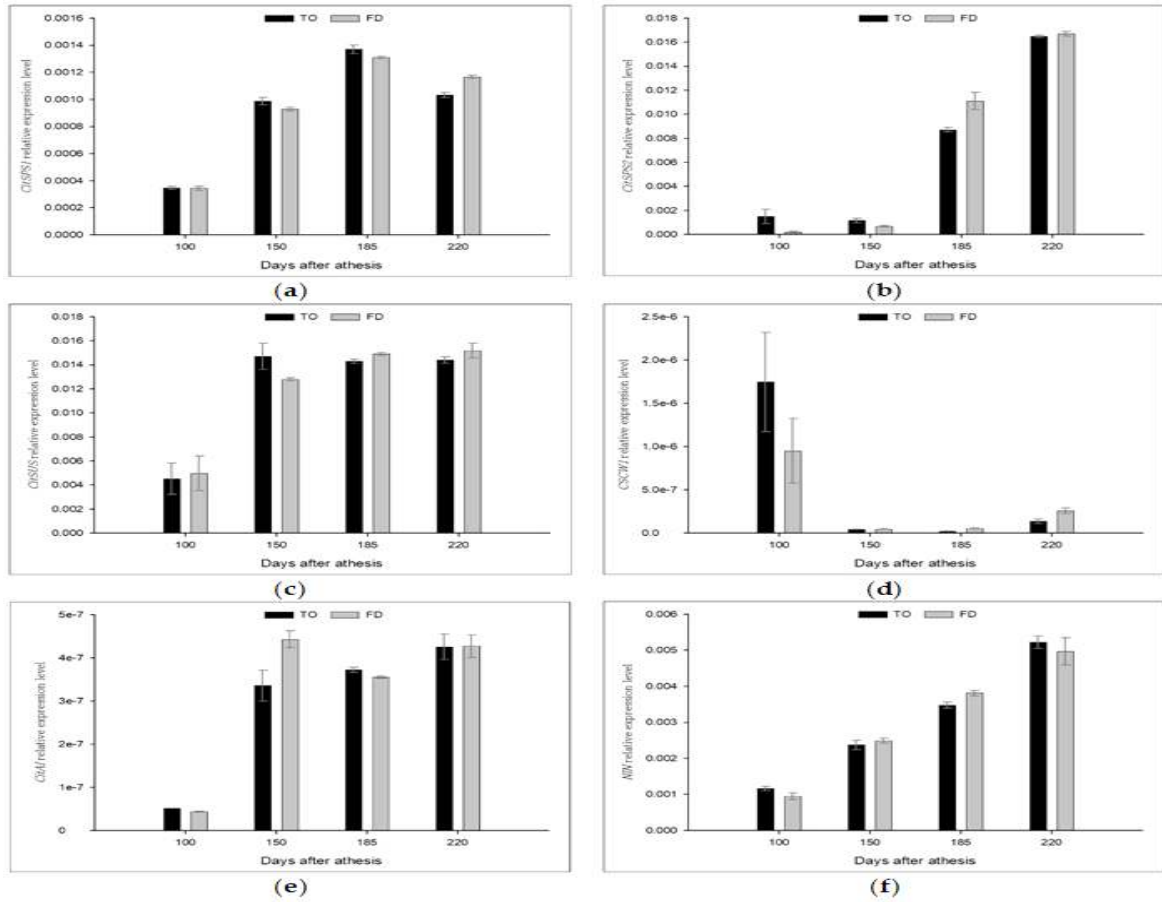




<그림 1-20> 탕자(TO)와 비롱탕자(FD) 접목 미니향 과실의 당 함량 특성



<그림 1-21> 탕자(TO)와 비롱탕자(FD) 접목 미니향 과실의 당대사 관련 효소활성 분석



<그림 1-22> 탱자(TO)와 비롱탱자(FD) 접목 미니향 과실의 당대사 관련 유전자 발현 분석

다. 감귤의 열과 발생 정도 평가 및 억제제 처리 효과

(1) 재료 및 방법

국내육성 탐도리 품종은 당도가 좋은 편인데, 과원에 따라 열과 발생이, 탐도3호는 산의 감소가 빠르고 과피 착색이 우수한 편인데 배꼽부위 열과 발생이 보고됨(그림 1-23)에 따라 열과발생 정도를 평가하고 포도 등에서 열과발생 억제 효과가 알려져 있는 클리신베타인(glycin betaine)을 농도별로 처리하여 열과 억제 효과의 여부를 조사하였다(그림 1-22). 대조 품종으로는 감평을 설정하였으며, 열과가 발생하는 7월 중순부터 3주 간격으로 농도별로 살포 처리하고 열과발생 정도를 조사하였다.



<그림 1-23> 감귤 신품종의 열과 형태와 억제 살포 전경

(2) 결과 및 고찰

국내육성 신품종에서 과실의 열과 발생율은 각각 17.9%와 29.8%로 높은 편으로 나타났으며, 대조품종인 감평에 비해서 낮은 수준이 아니어서 재배관리가 필요한 수준이었다(표 1-15). 탐도리는 열과 발생율은 대조품종에 비해서는 낮으나 높은 편이었고, 탐도3호는 대조품종과 비슷한 발생율을 보였으나 열과가 미세한 수준으로 나타나 열과 양상에도 차이를 나타내었다(그림 1-22 및 표 1-15). 글리신베타인을 살포한 결과 2개월 후 조사에서 낮은 농도의 수준에서 경감효과를 확인하였으나, 적절한 농도 및 살포횟수에 대해서는 추가적인 검토가 필요한 것으로 판단되었다.

<표 1-15> 감귤에서 glycine betaine 살포가 과실 열과 발생율에 미치는 영향

품 종	살포농도	주당 평균 결실수	주당 평균 열과 과실수	열과 빈도(%)
탐도리	무처리	65.3±16.4	10.0±4.2	17.9±4.0
	4,000x	66.7±11.6	9.3±4.3	12.2±3.9
	2,000x	80.0±9.4	9.3±2.9	11.8±3.3
	1,000x	77.3±8.5	7.7±1.5	9.9±1.5
탐도3호	무처리	46.3±12.5	11.7±1.2	29.8±7.6
	4,000x	40.0±9.0	12.0±3.6	38.8±13.5
	2,000x	16.0±1.5	4.7±0.9	29.1±4.7
	1,000x	28.7±6.4	4.3±0.3	16.9±4.1
감평	무처리	46.3±11.6	11.7±8.5	29.8±12.7
	4,000x	40.0±13.4	12.0±9.7	38.8±10.7
	2,000x	16.0±9.2	4.7±10.7	29.1±8.8
	1,000x	28.7±8.8	4.3±0.6	16.9±0.1

3. 배수체 이용한 무핵화 평가 및 이용기술

가. 배수체 유도, 조기 육묘 및 종자형성도 분석

(1) 재료 및 방법

1단계 사업에서 선발 육성된 삼배체 23개체 및 동질배체 1개체를 기외 순화하여 육종포에 정식하여 육묘하고 있다. 이들 중 일부를 온주밀감 성목에 고접하여 조기 육묘하고 개화특성을 조사하여 꽃가루 임성을 확인하며, 식물특허 출원하여 등록한다.

또한 3배체 교배실생 양성을 위한 다양한 품종에서의 동질4배체 확보를 위해 콜히친을 처리하여 동질4배체 유도조건을 확립코자 하였다. 콜히친에 의한 4배체 유도 방법에는 미니 액아에 콜히친을 처리한 후 암발아 탱자유묘에 접목하여 유도하는 방법과, 성목의 가지를 적엽한 후 발아하는 액아에 직접 콜히친과 오리잘린를 솜에 적혀 처리하여 유도하는 방식, 포트묘에 적엽 후 가지를 vacuum과 함께 콜히친을 처리하여 유도하는 방법으로 수행하였다.

(2) 결과 및 고찰

1단계에서 육성된 배수체 식물 중에서 3배체 3개체와 4배체 1개체를 온주밀감 성목에 2017년에 고접하여 육묘하였다(그림 1-24). 2018년에 3배체 고접 식물체가 처음 개화하였으나, 착과에 이르지 못했다. 2019년에는 과실 1개가 착과하여 2020년초에 과실 특성을 조사하였는데, 무핵이고 당도 15.1°Brix, 산도 1.4%를 나타내어 향후 지속적인 조사가 필요하다고 보아졌

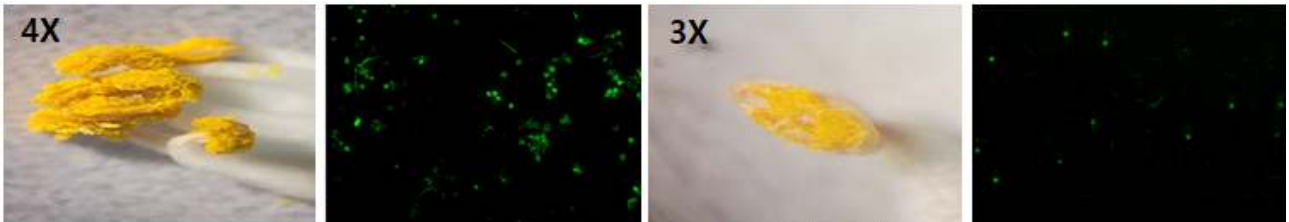


다. 2020년과 2021년에도 10개 내외의 꽃이 개화하였으나, 착과로는 이어지지 못했다. 4배체 식물체는 2020년부터 10개 내외의 꽃이 개화하기 시작하였다. 4배체 식물체의 꽃에서는 임성의 꽃가루가 형성(FDA 분석)됨을 확인할 수 있었으나, 착과로 이어지지 않았다(그림 1-24). 2021년에도 15개의 내외이 꽃이 개화하여 꽃가루 채취 및 교배에 이용할 수 있었다. 꽃가루 형성 정도 및 임성 분석에서 꽃가루 형성정도는 4배체는 100%, 3배체는 20% 내외로 나타났다. FDA 분석에 의한 꽃가루 활력은 4배체는 75.3%, 3배체는 70.5% 내외로 나타났다(그림 1-25).

2019년에 4배체 2품종을 해외에서 도입하였으며 접목 후 활착을 시켰고 현재 정상적으로 생육되고 있다(그림 1-26). 차년도에 개화하게 된다면 3배체 교배실생 양성 및 배수체 종자형성도 및 교배특성 분석에 이용될 수 있을 것으로 기대되고 있다.



<그림 1-24> 배수체 고접육묘, 3배체 착과 및 해외 4배체 자원 도입



<그림 1-25> 배수체 꽃가루 형성 및 활력 검정



<그림 1-26> 배수체 고접육묘, 3배체 착과 및 해외 4배체 자원 도입

3년차(2019)에 동질4배체 획득을 위하여 콜히친(0.1%)을 처리한 미니 액아(1-2mm)를 암 발아 탱자유묘에 접목하여 활착 발아를 유도하였으나(그림 1-26), 활착 효율이 매우 낮았다. 총

2,326개의 미니 액아를 접목 처리하였으나, 48개만이 활착(활착율 2.1%)되었고, 이들 활착 신초의 배수성 검정의 결과는 모두 2배체로 판정되었다. 또한 성목에 적엽처리 후 받아하는 액아를 콜히친(0.1%) 및 오리잘린(0.005%)에 침지하여 배수체를 유도를 수행하였는데(그림 1-26). 콜히친의 경우 3품종x4처리시간(5, 20, 35 및 50분)x10주=120주를, 오리잘린의 경우 3품종x3처리시간(5, 20 및 35분)x5주=45주를 처리하여 신초 생육을 유도하였다. 그러나 외형적으로 배수성의 특징을 보이지 않아, 임의로 10주x5개 신초=50개를 선정하여 배수성 검정을 수행하였으나, 모두 2배체 판정되어 4배성을 유도하지 못하였다.



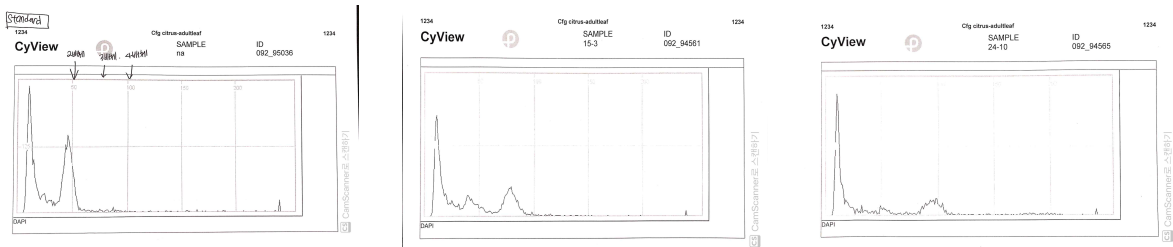
<콜히친 처리 미니접목>      <콜히친 침적 처리>      <콜히친 처리 후 생육전경>  
 <그림 1-26> 콜히친 처리에 의한 배수체 유도

4년차(2020)에 콜히친 처리는 포트묘에 감압과 함께 처리하는 방식으로 수행하였다(그림 1-27). 배수성 유도체로 알려진 콜히친을 농도별(0.05, 0.1 및 0.2%), 시간별(5, 20 및 35분), 눈의 크기별(1-2, 3-3 및 5-6mm)로 나누어 베니바에, 클레멘타인, 청견, 감평, 베니마돈나 품종에 대해 처리하였다. 콜히친 농도별 1차 처리에서는 클레멘타인 품종을 3농도(0.05,0.2,0.2%)x30주x3반복으로 20분간 처리하였고, 침지시간별 처리에서는 베니바에 품종을 3수준(5,20,35분)x30주x3반복으로 0.1%액으로 처리하였다. 눈의 크기별 처리에서는 베니바에 품종을 3크기(소,중,대)x10주x3반복으로 0.1%, 20분 처리하였다(그림 1-26). 2차 처리에서는 에히메28호(황금향)와 청견을 함께 이용하여 2농도(0.05, 0.1%)x15주x3반복으로 20분 침지 처리하였고, 침지시간별 처리에서는 감평을 이용하여 3수준x10주x3반복으로 0.1%액으로 처리하였으며, 눈의 크기에서는 청견, 감평, 에히메28호 각 10주를 0.1%액, 20분 처리하였다(그림 1-27). 1차 처리에서 신초의 잎이 크고 두터워 외관상 사배성으로 보이는 신초 30개를 선정하여, 잎을 채취하고 flowcytometry로 분석하였으며, 대부분 2배성이었고, 단지 농도 처리한 15번(0.05%) 및 24번(0.1%) 2개체가 각각 키메라와 4배성을 나타내는 것을 확인되었다(그림 1-28). 그러나 이들 신초들을 추가적으로 생육시킨 후 2021년에 재차 분석을 수행한 결과 모두 2배성을 나타내었다. 이는 처리 당시 분화된 잎의 일부에서 4배성을 나타내게 된 것이고, 이들 액아의 4배성은 아니었기 때문인 것으로 판단되었다.



<1차 처리 전>      <침지처리>      <1차 처리 후 생육>      <2차 처리 생육>      <배수성 선발>  
 <그림 1-27> 콜히친 처리 전후 생육상황





<그림 1-28> 배수성 검정[2배체,좌; 키메라(15번 개체),중; 사배체(24번 개체),우]

5년차(2021)에도 성목의 경화초기 접수 액아와 포트묘의 액아에 감압과 함께 콜히친을 처리하였다(그림 1-29). 베니바에 및 에히메과시28호 품종에서 2개의 눈을 가지고 있는 접수 각 60개를 콜히친 0.1%, 10분 및 20분 감압으로 처리한 다음 접목하여 발아를 유도하였다. 480개의 처리 눈 중 180개가 발아(37.5%)하였으나, 외형적으로 4배성은 나타나지 않았고, 일부 임의로 표본 추출하여 배수성의 검정 결과는 모두 2배성으로 분석되었다. 또한 포트묘 처리는 감평 73주, 에히메과시28호 86주, 기타 7주에 5개씩의 눈을 남기고 절단한 후 적엽하여 콜히친 0.1%, 감압 10분으로 처리하였다. 830개의 액아 중 약 330개가 발아(39.8%)하였으나, 분석결과 4배성은 전혀 획득할 수 없었다.



그림 1-29. 접수 및 포트묘 콜히친 감압처리(2021)

#### 나. 교잡에 의한 삼배체 종자의 형성도 분석

##### (1) 재료 및 방법

4배체 꽃가루를 2배체 교배모본과의 교잡시 종자형성도를 분석하기 위해, 외국에서 분양 받은 4배성 머코트 만다린과 바이온도 오렌지의 꽃가루를 1년차(2017)에 교배하였다. 베니바에 (2×) × 머코트(4×) 등 10조합 722화를 교배하였다. 또한 2년차(2019)에는 베니바에, 타마미 및 에히메28호×타로코(4×)를 교배조합으로 하여 교배한 후 종자형성도를 분석하였다. 4년차에는 청견, 타마미 및 에히메과시28호×베니바에(4×)를 교배조합으로 하여 총 426화를 교배하였다.

##### (2) 결과 및 고찰

1년차(2017)년 배수성 교배에서 베니바에(2X)×머코트(4X) 등 10조합 722화 교배 후 237개 과실이 착과되었으며, 과실 수확 후 종자 형성도를 분석한 결과 완전종자 421립 및 미발육종자 727립을 획득하여, 완전종자는 과실당 1.8립의 수준으로 나타났다(표 1-16). 2년차(2018)년 베니바에(2X), 타마미(2X) 및 에히메28호×타로코(4X) 3조합 130화 교배 후 32과 착과되어, 착과율은 비슷하게 나타났다. 완전종자는 과실당 1.8립의 수준으로 나타나 전년도와 비슷하였다(표 1-16).

<표 1-16> 이배체와 사배체 조합 조합에 따른 착과 및 종자형성도(2017-2018)

교배연도	교배조합수	교배화수	착과수	착과율(%)	종자수	
					완전종자	미발육종자
2017	10	722	237	32.4	421	727
2018	8	130	32	24.6	58	49

4년차(2021)의 교배 결과 교배조합에 따라 착과율에 차이가 있었다. 특히 타마미(2×)×교배실생(2×)의 교배조합에서는 착과율이 0%로 나타났는데, 자가불화합성에 기인하는 것으로 추정되었다(표 1-17). 그러나 기존에 알려진 2배성과 4배성의 교배조합에서 완전종자의 형성율이 일반 2배성 교배조합의 20개 내외에서 2-3개로 크게 감소한다고 알려진 사실과는 다소 차이가 있었다. 이는 단순한 배수성에 따른 교배불친화성이라기보다는 자가불화합성에 의해 나타나는 현상일 가능성이 있는 것으로 보아졌다. 그러므로 추가적인 연구가 필요하다고 판단되었다.

<표 1-17> 이배체와 사배체 조합 조합에 따른 착과 및 종자형성도(2021)

교배조합	교배화수	착과수	과실당 종자형성		
			미발육종자	반발육종자	완전종자
베니바에(4×) × 교배실생(2×)	23	7 (30.4%)	16.1±2.4	7.8±2.0	2.0±1.2
청견(2×) × 베니바에(4×)	80	33 (41.3%)	19.6±1.3	3.1±1.0	8.4±1.3
타마미(2×) × 베니바에(2×)	50	0 (0%)	-	-	-
타마미(2×) × 교배실생(4×)	120	7(5.8%)	30.6±3.1	5.6±1.3	1.5±0.4
에히메과시28호(2×) × 교배실생(2×)	60	24 (40%)	9.2±0.8	4.2±0.6	0.2±0.2
에히메과시28호(2×) × 베니바에(4×)	103	36 (35.0%)	7.4±1.1	0.7±0.2	2.8±0.4

다. 이배체 교잡실생의 과실특성의 분석

(1) 재료 및 방법

1단계 사업에서 육성된 이배체 교배실생 역 9천주를 육종하우스 내에서 재식되어 육묘되고 있다. 외줄기로 유인하여 2m 이상 생육 후 상단에서 가지를 유인하여 착화를 유도한다. 매년 5월에 전정하여 유인하며 착화 및 착과를 촉진하고 있다. 착과한 과실에 대해서는 연말 및 연초에 수확하여 과실 품질특성을 평가한다. 시비 및 병해충 관리는 일반 관리에 준해 수행하였다. 또한 유년성 단축을 위해 일부 교배실생에 대해서는 2020년에는 육종포장의 재식 탱자에 직접 접목하여 조기 육묘를 시도하였고, 2021년에는 포트에 재식된 탱자에 접목하여 육묘하는 방법으로 조기육묘를 수행하였다.

(2) 결과 및 고찰

2020년 조기육묘를 위한 탱자묘목에 온주밀감 2개 교배조합의 실생 각각 140주 및 155주, 총 295주에 대해 접목하였다(그림 1-30). 각각 56개 및 75개, 총 131개 교배실생의 접수가 활착되었다(활착율 44.4%). 그러나 여름을 지난 후의 활착은 건조 및 제초제 살포의 영향으로 매우 낮은 수준으로 악화되었다.

2021년 조기육묘를 위한 포트 탱자묘 접목에서는 온주밀감 교배계통 384개체 및 2배체와 4배체 교배 후 획득한 교배실생 193개체를 접목하였다(그림 1-31). 온주밀감 계통은 224개체가

활착(활착율 58.3%)되었고, 배수성 교배실생은 170개체가 활착(활착율 88.1%)되었다. 그러나 배수성 교배조합의 실생에 대해 배수성 검정을 수행한 결과 3배성은 12개체(7.5%)로 나타났다. 이는 4배체 꽃가루의 교배에서 형성된 완전종자의 경우에 2배성 종자가 형성될 수 있으며, 2배체×4배체 교배에 의해 획득된 종자가 3배성의 확률이 매우 낮음을 의미하기 때문에 3배성 종자의 획득율이 낮아지고, 반드시 배수성 검정이 필요하다고 판단되었다.



<접목 중> <접목 후> <접목활착>  
그림 1-30. 교배실생의 조기육묘를 위한 노지 탱자묘 접목 전경



<온주밀감 교배실생 접목 및 활착> <3배체 교배실생 접목>

그림 1-31. 교배실생 유년성 단축 및 조기육묘를 위한 시설 포트 탱자묘 접목 전경

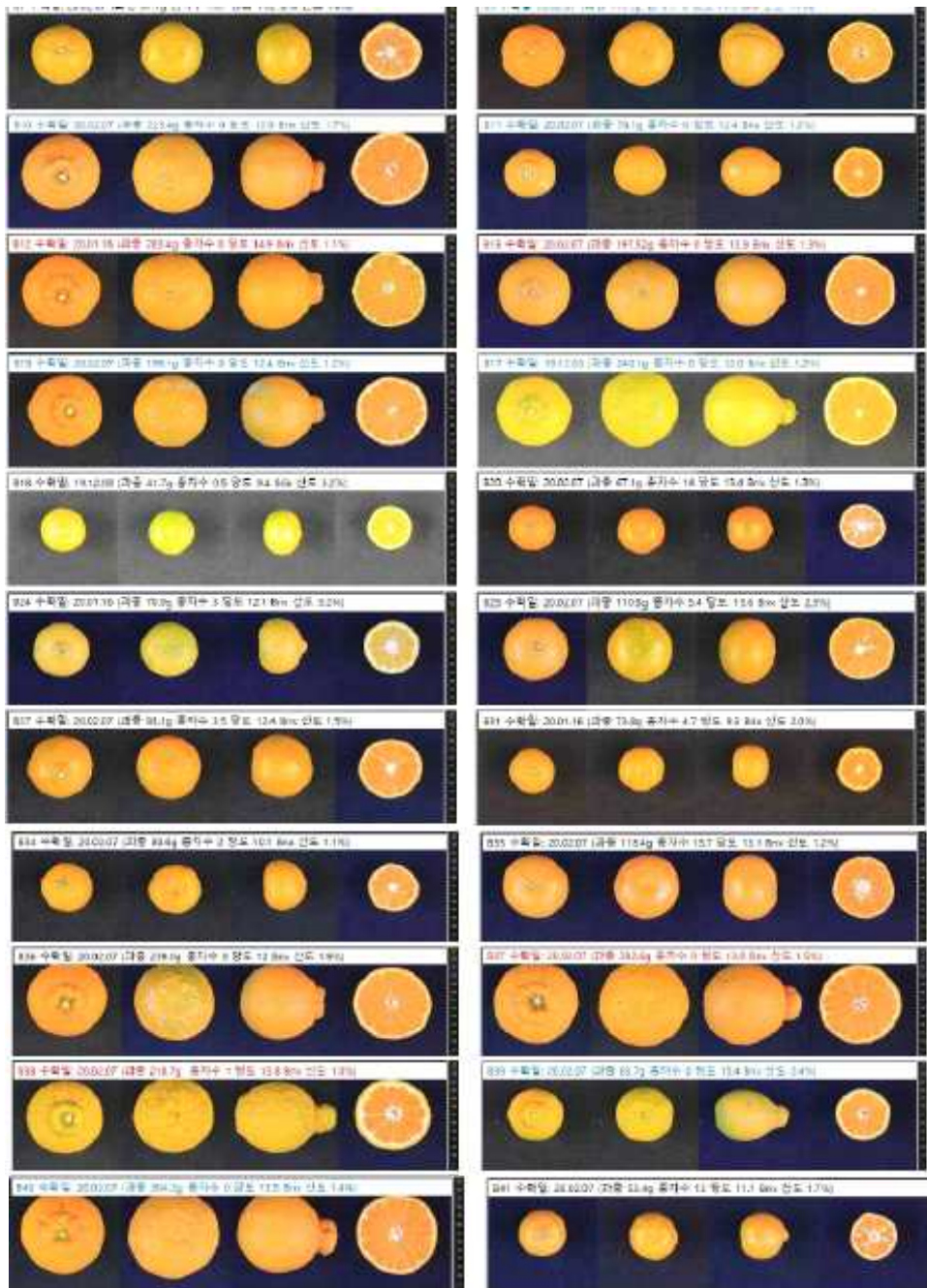


<그림 1-32> 교배실생의 과실특성 조사(2019.2)

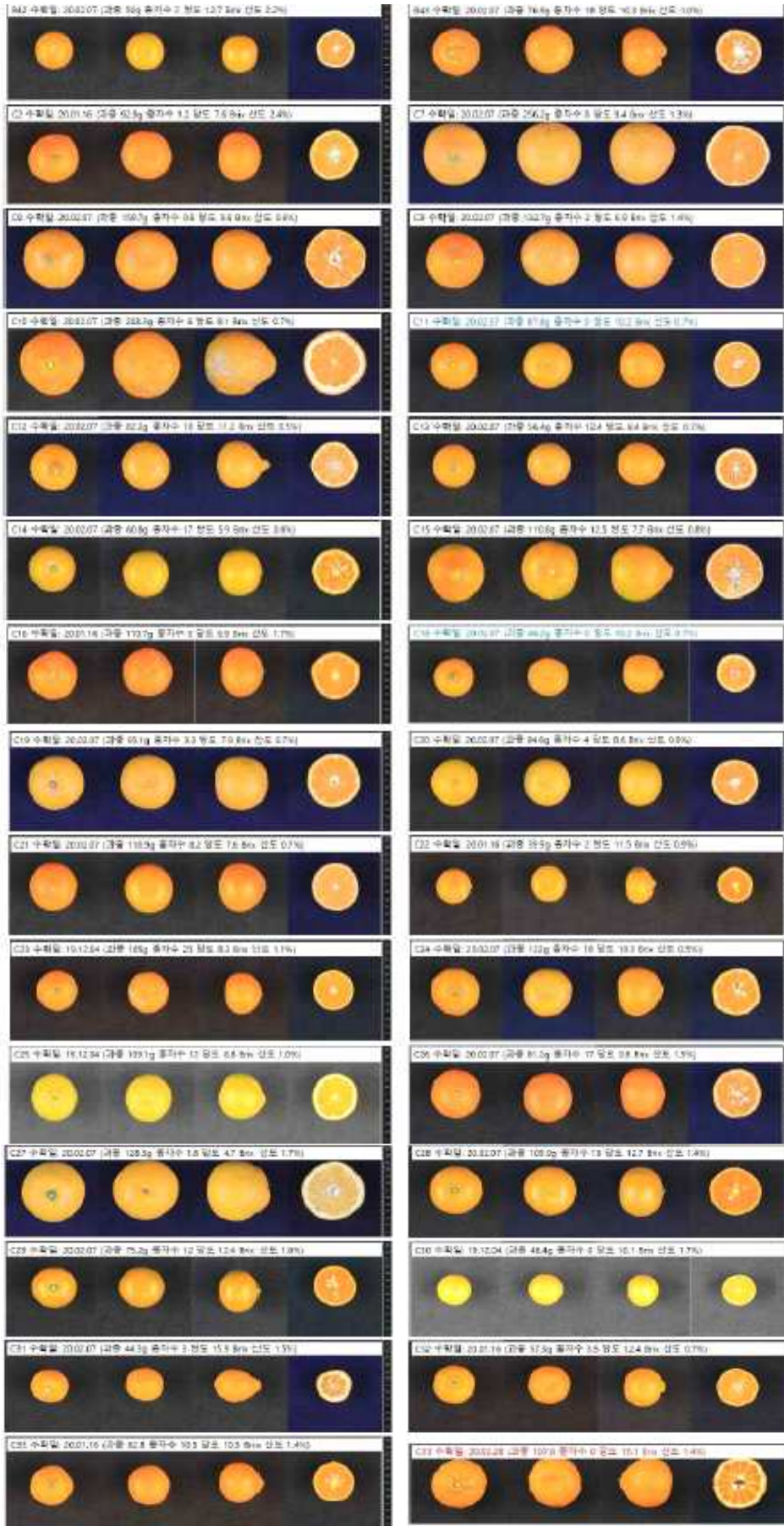


2012년 이전 정식한 교배실생 9천여개의 교배실생 중에서 2017년에 14개체가 개화 결실되었는데, 2개체를 제외하고서는 10개 내외의 종자가 형성되었다. 12월말 과실특성 평가에서 종자가 없는 무핵 1개체는 과중 113g, 당도 9.8브릭스, 산도 0.9%를, 다른 1개체는 과중 291g, 당도 12.1브릭스, 산도 1.4%를 나타내었다. 2018년에는 24개체가 결실되었고, 2019년2월에 과실을 수확하여 특성을 평가하였다. 24개체 중에서 무핵이면서 당산도 특성이 우수한 개체는 교배실생 1개체, 부지화 주심배 실생 3개체로 나타났다(그림 1-32).

2019년에는 52개체가 결실되었고, 이를 2020년2월에 과실특성을 조사하였다. 착과한 52개체 중에서 종자가 없는 무핵이면서 당산도 특성이 양호한 교잡실생 1개체와 부지화 주심배 실생 4개체를 1차 선발하였다. 이중 B12개체는 전년도에 이어 연속 1차 선발되었다(그림 1-33).



<그림 1-33> 교배실생의 과실특성 조사(2019년 착과, 2020년2월 조사)



<그림 1-33> 교배실생의 과실특성 조사(2019년 착과, 2020년2월 조사)(계속)



2020년에는 착과 결실된 개체가 55개체로 2021년2월에 과실특성을 조사하였다. 이 중 교배실생 1개체와 부지화 주심배 실생 1개체가 1차 선발(3년 연속)되었다(그림 1-34). 교잡실생의 경우 과중 74.5g, 당도 11.2브릭스, 산도 0.61%와 과중 41.7g, 당도 15.4브릭스, 산도 0.5%를 나타내었다. 부지화 주심배 실생의 경우 과중 228.5g, 당도 16.브릭스, 산도 0.75%로 우수한 특성을 보여 주었다.



<그림 1-34> 교배실생의 과실특성 조사(2020년 착과, 2021년2월 조사)



#### 4. 탱자 대목의 유전적 균일성 평가

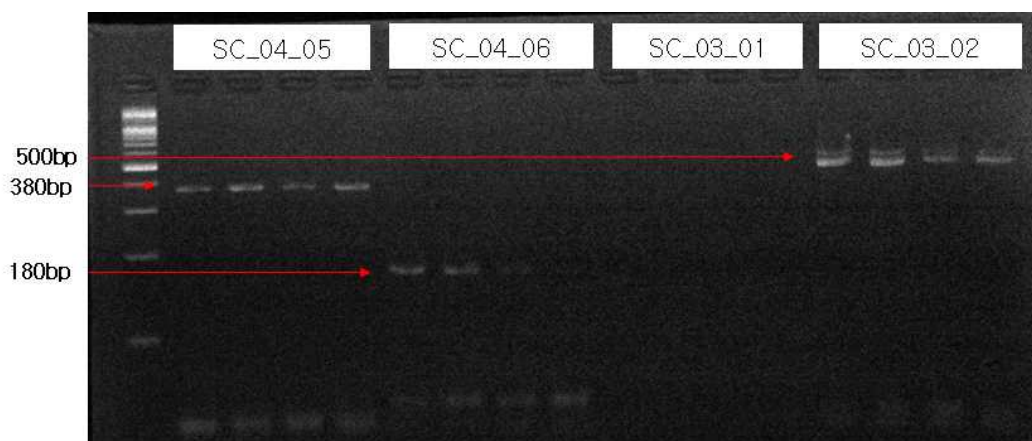
##### 가. 재료 및 방법

탱자 대목의 균일성을 평가하고자 묘목업체에서 구입한 탱자묘목 100개체에 대해 외형적인 관찰과 더불어 분자표지를 이용한 특성분석을 통해 자식 유래 및 주심배 유래의 비율을 평가하였다. 또한 전사체 분석을 통해 자식 유래 및 주심배 유래 간의 유전적 차이 및 구분할 수 있는 분자표지 탐색을 수행하였다. 자식 및 주심배 유래 실생 간에 외형적인 구분이 전혀 가능하지 않기 때문에, 자식계통과 주심배계통 간 외형적인 구분이 가능한 비룽탱자를 활용하여 분자표지의 정보를 탐색하였다. 비룽탱자의 경우 탱자에서 주심배 실생에서 선발되었는데, 탱자의 반듯한 가지 자람과는 달리 가지와 가시의 뒤틀림 현상이 나타나게 된다(Mademba-Sy et al., 2012). 자식이 되면 줄기 및 가시의 뒤틀림 현상이 사라지고 탱자와 외형적으로 동일한 특성을 나타내는 현상을 이용하였다.

##### 나. 결과 및 고찰

###### (1) 외형 관찰 및 감귤 SSR 마커 이용 집단의 균일도 평가

1년차(2017)에 탱자묘목 100개체를 임의로 선정하여 외형적인 관찰을 하였으나, 외형적으로 모두 동일한 형태로 확인되었다. 탱자 묘목은 주심배 유래 및 자식 유래에 따라 유전적 균일성이 달라지는데, 주심배 유래는 보통 90% 내외로 알려져 있고, 환경에 따라 그 비율은 달라진다고 알려져 있다(Kepiro and Roose, 2007). 국내 환경에서의 정확한 유전적 균일성에 대해 보고된 바 없으므로 유전적 균일성 평가는 필요하다. 외형적인 구분이 불가능하여 DNA 분석을 통해 평가하고자 하였다. 임의로 선정된 100개체의 탱자묘목의 DNA를 추출하고 국내 감귤에서 품종구분용 표지로 선발된 36개의 SSR primers를 이용하여 PCR를 수행한 후 증폭된 다형성을 조사하였다. 그러나 모두 동일한 패턴을 나타내어 구별성을 확인할 수 없었다(그림 1-35).



<그림 1-35> 탱자묘목의 감귤 SSR 표지의 DNA 증폭 결과

2년차(2018)에는 탱자 성목 10개체에서 종자를 수집하고 나무별 20립씩 파종하여 집단을 양성하였다. 이로부터 유묘상태의 외형적인 구별성을 탐색하였으나, 외형적인 구분은 불가능하였다. 집단 규모상의 문제인지를 확인하기 위해 감귤 묘포장에 파종되어 있는 집단을 조사한 결과에서도 육안 구분이 되지 않음을 확인하였다. 다만, 일부 실생의 초기 발아 앞에서 탱자의 전형적인 3엽성이 아닌 4엽성 또는 5엽성을 보이는 개체들이 발견(그림 1-36)되었으나, 후기 생육에

서 재조사를 했을 경우 정상적인 3엽성을 나타내어 유전적인 요인이 아닌 환경적인 요인의 결과로 추정되었고, 주심배 유래와 자식 유래의 외형적인 구분은 거의 불가능하였다.



(탱자 집단)



(탱자 잎변이 개체)



(비룡탱자 집단)

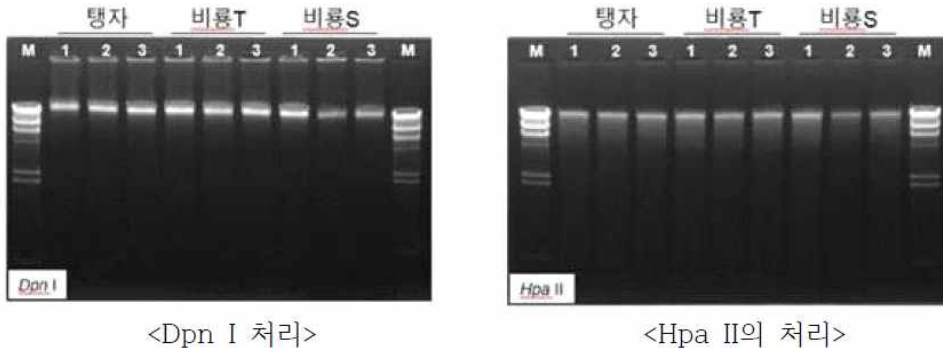


(비룡탱자 자식, 좌측: 주심배기원, 우측:)

<그림 1-36> 탱자 및 비룡탱자 집단의 표현형 조사

## (2) DNA methylation 영향 및 전사체 분석

비룡탱자의 집단으로부터 자식 유래로 추정되는 straight성과 주심배 유래로 추정되는 twisted성을 구분하여 DNA를 추출하고 유전 특성을 분석하였다. 먼저 비룡탱자 주심배 유래 실생(twist)과 자식 유래 실생(straight)과 탱자의 gDNA를 추출하고 methylation sensitive한 2종의 제한효소(Dpn I, Hpa II)를 처리한 후 1% agarose gel에서 전기영동 분석으로 제한효소 절단 양상을 비교하였다. 분석 결과 제한효소 처리 반응이 동일하게 나타나서(그림 1-37) 가지의 뒤틀림 현상은 methylation에 의한 것이 아닌 것으로 추정할 수 있었다.



<그림 1-37> 탱자 및 비룡탱자의 methylation sensitive 제한효소 처리 반응

탱자와 비룡탱자 주심배 유래 및 자식 유래 실생의 RNA-seq을 통한 전사체 비교 분석을 수행하였다. 발현 유전자는 Phytozome DB에 제공하는 클레멘타인 유전자와 비교하였는데, 표준 유전자 33,929개 중에서 30,271개의 유전자가 발현되는 됴를 확인하였으며, 95.2%는 기능이 알려진 유전자로 나타났다(표 1-18). 계통간의 차등발현분석(DEGs)의 분석 결과에서 비룡탱자 주심배 유래 실생과 탱자 간보다는 비룡탱자 주심배 유래 실생과 자식 유래 실생 간, 그리고 비룡탱자 자식 유래 실생과 탱자 간에 더 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다(그림 1-28). 선발된 DEGs의 biological process, cellular component 및 molecular function에 대한 gene ontology(GO) 분석의 결과에서도 그림 4와 유사한 결과를 나타내었다(그림 1-29). 그러나 차등 발현 유전자 수가 많고, 가지와 가시의 뒤틀림과 연관성을 갖는 유전자 후보군을 찾을 수가 없었다.

<표 1-18> 유전자 발현 분석 및 annotation의 결과

Data	분석에 사용된 유전자수	발현값을 가진 유전자 수	Total annotation (Phytozome DB)
Cclementina_182_v1	33,929	30,271	28,825(95.22%)

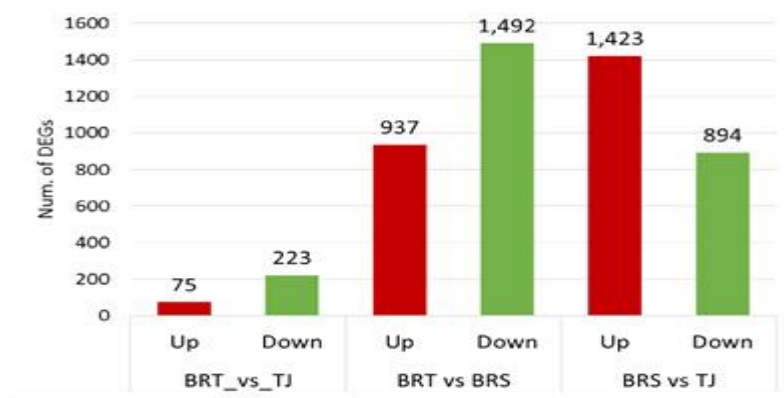


그림 1-28. 탱자(TI), 비룡탱자 주심실생(BRT) 및 비룡탱자 자식실생(BRS)간의 DEGs 분석

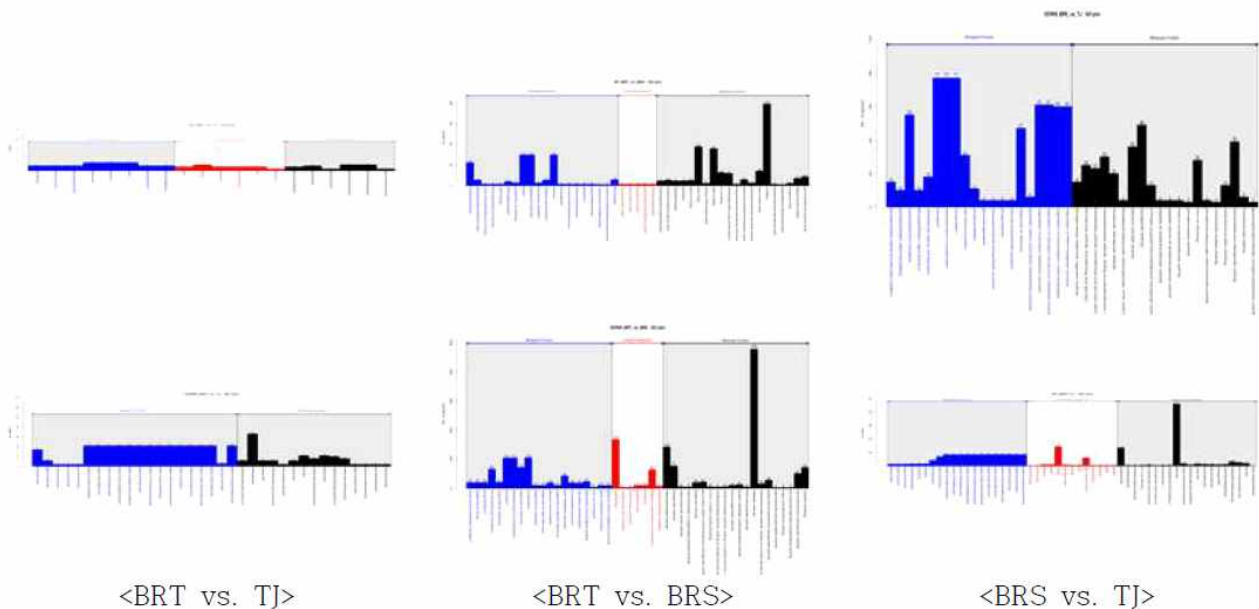


그림 1-29. DEGs의 gene ontology (GO) 분석

(3) 감귤 SSR 표지를 이용한 자가수정 및 주심배 유래 탱자의 구별

4년차(2020)에는 전년도에 탱자와 비룡탱자의 metylation 분석 및 RNAseq의 분석에서 자가수정과 주심배 유래 실생을 구분할 수 있는 충분하고도 명확한 정보를 얻지 못하여, 다른 각도로 접근하여 표지 탐색을 수행하게 되었다. 탱자 등 감귤류에서 자연발생 4배체들이 매우 낮은 빈도로 선발되는데, 이들은 주심배 기원으로 보고되고 있다. 이를 바탕으로 주심배 유래로 추정되는 4배체 탱자 2개체(감귤연구소)를 대상으로 감귤에서 품종을 구분하는 표지로 보고(Woo et al., 2020)된 BM CiSSR-2226 등 53개 SSR 표지를 이용하여, 다형성을 나타내는 BM

CiSSR-218 등 3개의 표지를 선발하였다(주심배 유래는 동일한 이형의 SSR 표현형을 나타내지만, 자가수정 유래 실생은 동형의 단일 증폭 마커로 나타남을 이용하는 것임)(그림 1-30).

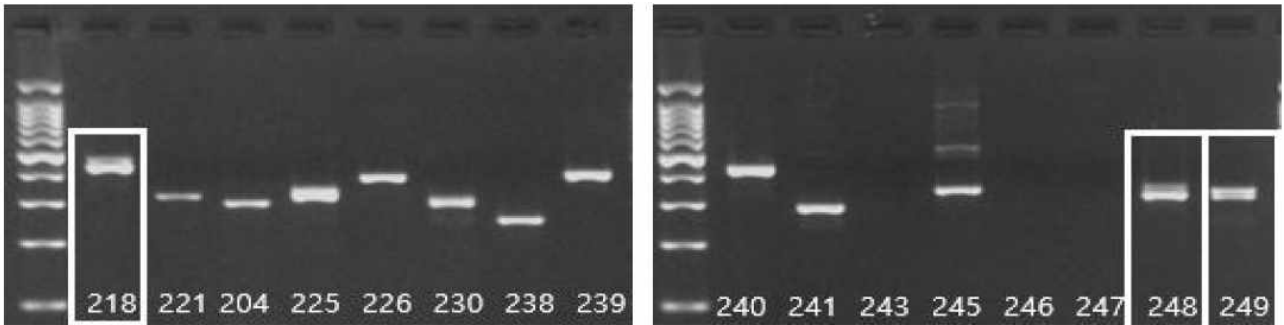


그림 1-30. 4배성 탱자로부터 hetero를 나타내는 SSR 표지의 선발(2020)

선발표지 3개를 전년도 RNAseq에 이용하였던 twisted 비룡탕자 3개, straight 비룡탕자 3개를 포함하여 각각 5개체에 적용한 결과, twisted 비룡탕자는 모두 hetero type을 나타내었고, straight 비룡탕자는 3개는 homo type으로 2개는 hetero type을 보였다. 이에 straight 비룡탕자를 5개 추가하여 재현성을 확인한 결과, 10개 중 6개에서 homo type을 보이고, 나머지 4개는 hetero type을 보였다(그림 1-31). 그러나 이들 결과는 straight 비룡탕자들이 자식 유래 실생임에도 불구하고 너무 적은 수의 표지 적용 때문으로 보아졌다. 묘포장에서 임의로 20개의 일반탕자 실생을 선정하고 DNA를 추출한 후 비룡탕자 실생에서 선발한 SSR 마커를 이용하여 주심배 및 자식 유래 구별을 추가적으로 적용하였다. 일반 탱자 실생 20개체 중 3개체에서 단일 homo type의 SSR 증폭을 나타냄을 확인(그림 1-32)할 수 있었으며, 이는 약 15%의 수치로 기준에 보고되어 온 주심배 유래 비율(3~21%)과 거의 동일한 수준으로 나타났다. 그러나 추후 탱자 종자를 기내 파종하여 적용하는 등의 추가적인 검증이 필요해 보였다.

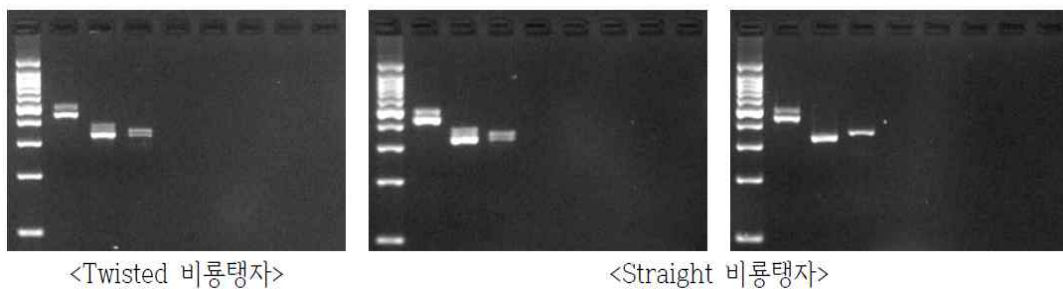


그림 1-31. 비룡탕자에서 SSR 표지의 적용(2020)

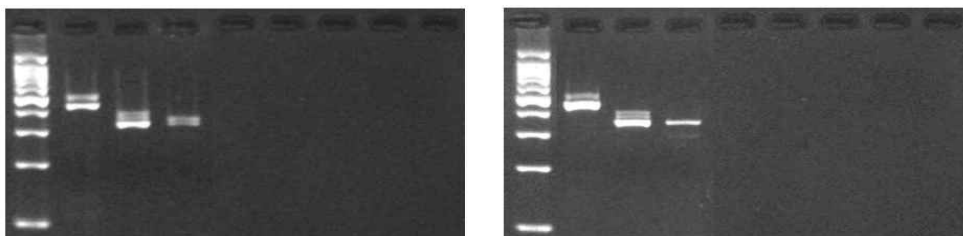


그림 1-32. 일반탕자에서 SSR 표지의 적용(2020)



5년차(2021)에는 외국에서 보고된 탱자 SSR 표지(Kamiri et al., 2018) 7개를 적용하여 hetero를 나타내는 primers를 발굴하고 기선발 비룽탱자 straight에 적용하여 homo를 나타내는 표지 2개를 추가로 선발하여 총 5개를 선발하였다(그림 1-33). 또한 이전 비룽탱자의 straight와 twisted와 RNA-seq를 통해 얻어진 서열정보로부터 SSR 영역을 탐색하여 다형성의 SSR primers를 57개를 디자인하였다. 이를 twisted 비룽탱자에 적용하여 hetero 증폭을 나타내는 표지 40개를 선발하였다. 이를 자식 유래로 추정되는 straight 비룽탱자 20개를 임의 선정하여 적용한 결과 18개의 straight 타입에서 homo 형을 나타내어, 90%의 확률로 진단이 가능한 것으로 보아졌다(그림 1-34).

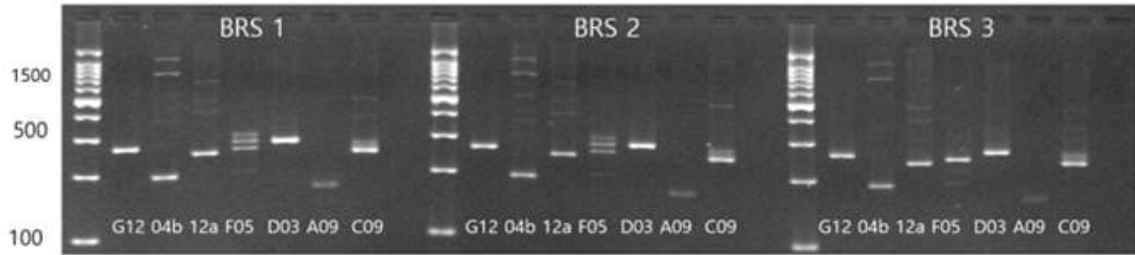


그림 1-33. 비룽탱자에서 mCrCIR-SSR 표지의 적용 및 선발(2021)

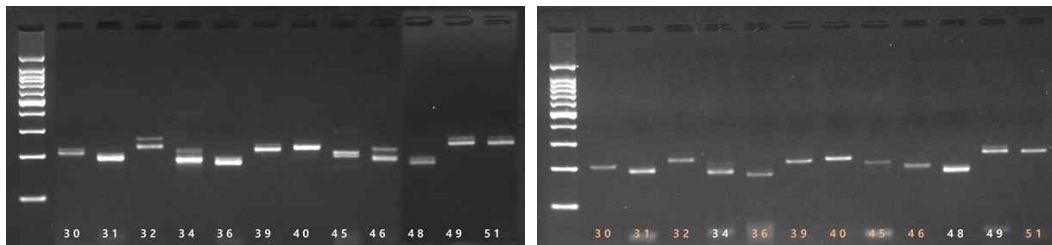


그림 1-34. 비룽탱자에서 BRS-SSR 표지의 적용 및 선발(2021), twisted (좌); straight (우).

탱자 종자를 파종하여 발아한 253개체의 실생집단을 대상으로 외형적인 구분을 수행하였다. 2개 발아성 개체와 대(15cm 내외), 중(10cm 내외), 소(5-7cm 내외)의 크기별 구분한 결과 2개 발아 개체는 21개(8.3%), 크기별 구분은 대:중:소=58:95:100를 구분한 후 이를 포트에 재식하였다(그림 1-35). 비룽탱자의 경우 512개 유묘 실생집단에서 straight와 twisted 형을 육안으로 구별하여 총 104개를 포트에 재식하였다. 이중 2개 발아성은 33개, straight 형 11개, 중간타입 11개, twisted 형 30개, 발아 지연된 작은 묘 19개체를 구분하였다.



<탱자 및 비룽탱자 유묘>

<크기별 분류>

<다배성>

<포트 식재>

그림 1-35. 탱자와 비룽탱자 집단의 크기별 구분

2개 발아성 실생을 대형 5세트, 중형 5세트, 소형 4세트의 총 28개체를 임의 선발하여 선발된 SSR 표지의 9개를 적용하여 자식유래 및 주심배 유래 구별성을 분석하였다. 대형 1/5, 중형 5/5 및 소형 0/4개로 homo 형을 나타내어 잠정 추정 자식율 21.4%로 나타났다(그림 1-36). 추가적으로 SSR 표지를 확대 적용하여 분석하게 되면 좀 더 확실한 자식율 평가가 가능할 것으로 판단되었다.

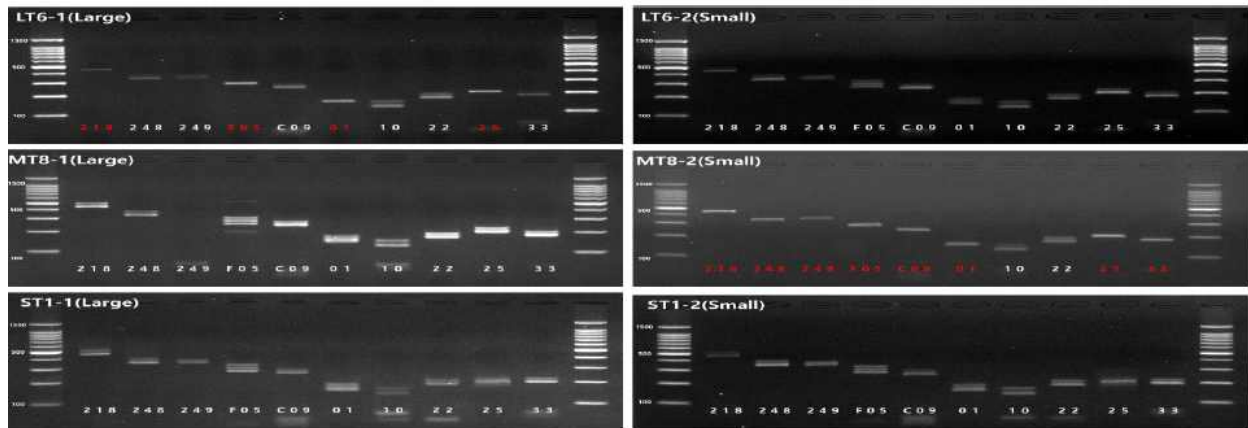


그림 1-36. 탱자의 크기별 세트에서의 SSR 표지 적용한 자식율 추정

## 5. 국내육성 신품종의 우수성 홍보

### 가. 전시회 참가 및 품종소개 리후렛 배부

국내육성 신품종의 우수성을 홍보하기 위하여 감귤박람회에 참가하여 국내육성 신품종의 특성을 소개하는 리후렛의 배부와 포트묘를 전시하여 농업인들에게 신품종의 우수성을 홍보하였다(그림 1-37). 1년차(2017)에 GSP 프로젝트 리후렛 5,000부 제작하여 제주감귤박람회(2017.11.8.-10)에서 하례조생 시식회와 함께 800부를 배부하였다. 2년차(2018)에도 제주국제감귤박람회(2018.11.7.-13)에 참여하여 하례조생 시식회와 함께 묘목 전시, GSP 프로젝트 리후렛 800부를 배부하여 홍보하였다.



그림 1-37. 국내육성 신품종 홍보 전경(2017-2018)

2019년에는 종자박람회 및 감귤박람회에 참가하여 국내육성 신품종 우수성을 홍보하였다(그림 1-38). 2020년에는 코로나 사태로 모든 행사가 온라인으로 대체됨에 따라, 묘목업체와 공동으로 지역 일간지 홍보 및 감귤박람회(2020.11.12.~11.16) 온라인 참여를 대체하였다(그림 1-39). 2021년에도 코로나 지속으로 감귤박람회(2021.11.5.~11.14)에 온라인으로 참여하여 홍보하였다(그림 1-40).



그림 1-38. 국내육성 신품종 홍보 전경(2019)



그림 1-39. 감귤박람회 온라인 참여 및 홍보 동영상 제작

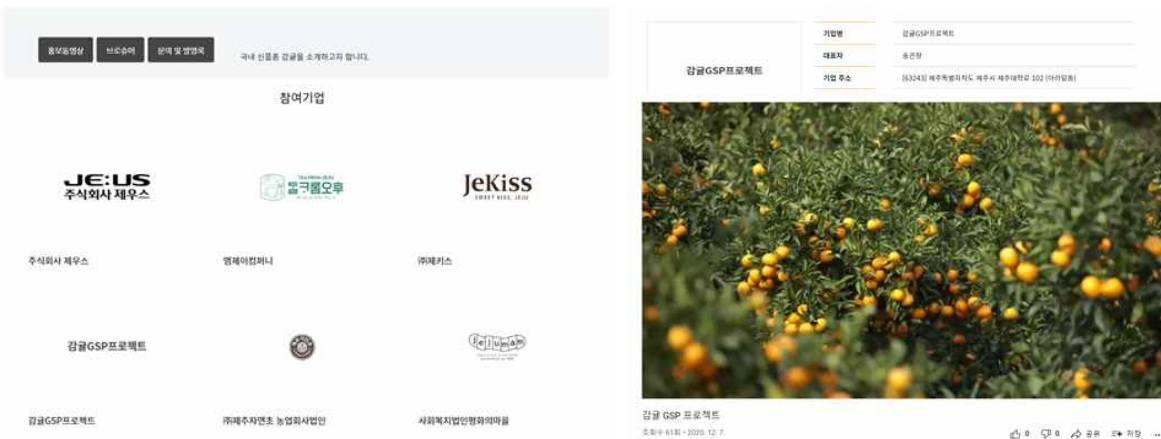


그림 1-40. 감귤박람회 온라인 참여 및 홍보



나. 유통채널 구축 및 운영

2019년부터 하례조생 등 하례조생 등 국내육성 신품종의 보급촉진을 위해 산혁연 협력체계 구축을 위해 묘목업체 순회 방문(2회) 및 협의회를 개최함(1회). 지역 내 10개 업체가 참여하여 신품종 특성에 대한 묘목업체와 농가의 의견 및 반응을 파악하고 보급 촉진 협력방안을 협의하였다(하례조생을 제외하고는 품종특성에 대한 인지도가 낮아 공동 홍보행사를 추진키로 협의)(그림 1-41).



그림 1-41. 감귤 유통채널 구축(2019)

2020년에도 국내육성 품종을 보급함에 있어 농가의 반응과 의견을 수렴하기 위해 지난해 국내육성 신품종 홍보행사를 적극적으로 참여했던 6개 업체와의 업무협의회를 개최하였다(2020.8.31.). 신품종 개발기관 및 업체의 육종 현황과 스페인 품종보급 동향에 대한 정보를 공유하고, 국내육성 품종의 조기 보급방안에 대해 협의하였다. 또한 업체 순회방문을 통해 묘목 생산기술 및 포트묘 공급체계에 대한 현장중심의 정보교류를 수행하였고, 코로나에 대응한 온라인 홍보 및 협력방안에 대해 협의를 진행하였다(2020.9.26.)(그림 1-42).

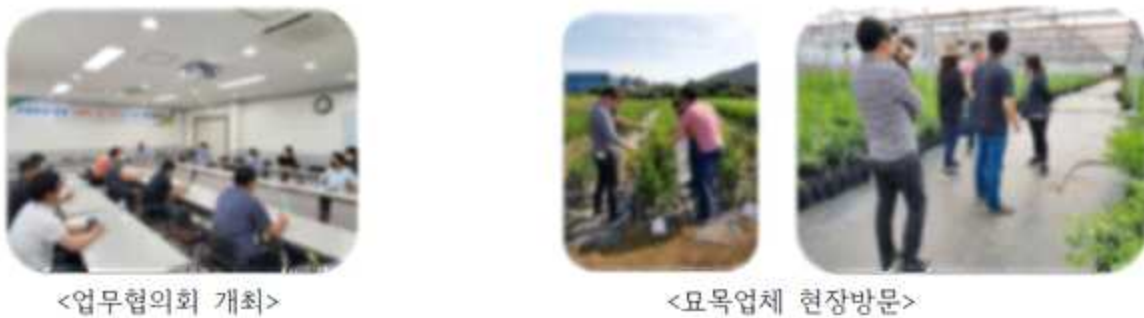


그림 1-42. 감귤 유통채널 구축(2020)

2021년에도 코로나지속에도 불구하고 묘목업체 현장방문 협의회를 2회 개최(2021.09.24., 10.28)하였다(그림 1-43).





그림 1-43. 감귤 유통채널 구축(2021)

## 6. 국내육성 신품종 무병모수의 생산보급(위탁과제)

### 가. 무병원종 모수 생산

2018년 4월에 4월 상순에 2년생 탕자 대목에 하례조생 무병원종 Harye-2011-3-24-A-11에서 351주, Harye-2011-01-05-B-19에서 196주, Harye-2011-01-05-B-8에서 162개주, 총 709주 생산하였으며 탐도 3호, Tam3-2015-2-16-A에서 41주를 생산하였다.



<모수 생산 전경>

### 나. 무병 원종 모수 공급

무병묘목 농가 보급주 생산을 위해 감귤농협에 하례조생 모수 1,300주를 공급하였다(2018년 5월11일).

## 제2절 국내육성 감귤 신품종 전시포 운영 및 보급 시스템 구축

### 1. 국내 육성 감귤 전시포 운영

#### 가. 재료 및 방법

국내 육성 감귤 품종 전시포 선정을 위하여 농촌진흥청 국립원예특작과학원 감귤연구소에서 육성한 품종으로 통상실시가 된 품종을 대상으로 하였다(Yun). 대부분 제주감귤농업협동조합(감협)에서 통상실시하였으므로 구입 농가 현황을 파악하여 현지 방문하고 전시포 운영 가능성을 검토한 후 최종 확정하였다. 선정 조건은 최소한 10a(300평) 이상, 가능한 해발고도 170m 이하, 비교 품종의 재배 여부, 재배 농업인이 품종 특성을 비교 설명할 수 있는지, 접근성이 좋은지 등으로 하였다. 2017~2021년 5개년 동안 ‘하례조생’과 ‘미니향’ 2품종에 대한 전시포를 운영하였다.

‘하례조생’은 농촌진흥청 감귤연구소에서 1992년 ‘입간조생’과 ‘하귤’을 교배하여 육성한 주심배 품종으로 2015년 등록된 품종이다. 수확기는 11월 중하순이며 초기 산함량 감소가 빠른 특징이 있으며 가장 많이 재배되고 있는 노지 온주밀감 ‘궁천조생’이나 ‘홍진조생’을 대체할 수 있는 품종이다. ‘미니향’은 2001년 ‘기주밀감’과 ‘병감’을 교배하여 2019년 등록된 품종으로 30g 내외의 새로운 형태의 소포장 출하용이다. 성숙기는 11월 하순이며 1월까지 수확이 가능하고 더랭이병과 궤양병에 강한 품종이다.

전시포 운영은 현장평가회, 언론홍보, 안내책자 제작 활용, 품종인지도 조사 등으로 수행하였다.

#### 나. 결과 및 고찰

##### (1) 전시포 운영

전시포 운영 개소수는 계획 42개소에 비하여 7개소가 많은 59개소였다(표 1). 전시포를 가능한 확대코자 하였으나 열매가 달리지 않는 과원이 대부분이었으며, ‘가을향’, ‘달코미’, ‘사라향’ 등 새로운 국산 품종은 보급 준비 중이거나 소규모(10a 이하) 재배 과원이었다.

특히, GSP 사업 1단계(2013~2016)에서 보급한 국산 품종들도 착과가 되지 않거나 보급 중단되어서 전시포로 활용할 수 없었다. 1단계에서 전시포로 운영되었으나 중단된 품종으로는 ‘탐나는봉’, ‘신예감’이 있었으나, ‘탐나는봉’은 전시포 운영 농업인이 기존 품종 ‘부지화’와 차이가 없다는 의견으로 ‘신예감’은 종자가 발생하였기 때문이다. 현재, ‘탐나는봉’은 무병묘로 일부 이용되고 있으며, ‘신예감’은 종자없는 품종이 개발되는 등 차후 보급 확대 가능성이 있다.

표 1. 국내 육성 감귤 품종의 전시포 운영 현황(2017~2021)

연도	대상 품종	보급 품종수(종)	운영 개소수
계	하례조생, 미니향	2	59(52) <sup>2)</sup>
2017	하례조생	1	11(8)
2018	하례조생	1	10(8)
2019	하례조생, 미니향	2	12(10)
2020	하례조생, 미니향	2	12(12)
2021	하례조생, 미니향	2	14(14)

<sup>2)</sup> ( )는 당초 계획임

국내 육성 감귤 품종의 전시포는 장소에 따라서 1~5년간 운영되었으며 가능한 새로운 곳을 선정하여 확대코자 하였다(표 2). 특히, ‘하례조생’은 가온재배 2개소, 무가온재배 3개소, 노지재배 11개소(이중 토양피복 재배 3개소, 무병묘 2개소 포함)로 다양한 작형과 무병묘 효과를 검토할 수 있었다. ‘미니향’ 전시포는 2개소 운영하였으며 모두 노지 재배로 케양병이 발생이 적어서 확대 가능성이 있었다.

표 2. 국내 육성 감귤 품종의 전시포 세부 운영 결과(2017~2021)

품종명	재배작형	소재지	재식년수 <sup>2)</sup>	대조품종(재식년수) <sup>1)</sup>	운영기간	비고
계	3작형	16개소	-	-	-	-
하례조생	가온	남원읍 하례리	9	궁천조생(30)	2017~2021	
		남원읍 신흥리	6	-	2017~2020	
	무가온	애월읍 상가리	12	-	2017~2021	
		남원읍 남원리	7	궁천조생(30)	2017~2021	
		서귀포시 상예동	6	-	2019~2021	
	노지	제주시 노형동	13	궁천조생(32)	2017~2021	토양피복
		제주시 삼양1동	6	-	2021	토양피복
		서귀포시 토평동	7	-	2021	
		서귀포시 회수동	8	궁천조생(25)	2017~2021	
		남원읍 위미리	15	-	2018~2021	
		남원읍 남원리	고점 3	궁천조생(25)	2017	
		표선면 세화리	10	-	2017~2018	토양피복
		대정읍 안성리	12	궁천조생(30)	2017~2021	
		애월읍 어음리	6	-	2021	
		남원읍 한남리	6	-	2018~2021	무병묘
서귀포시 상예동	6	-	2018~2021	무병묘		
미니향	노지	조천읍 대흘리	5	유라조생(6)	2019~2021	
		남원읍 신흥리	4	-	2018~2020	

<sup>1)</sup>2021년 기준 재식년수 임 <sup>2)</sup>추정된 재식년수 임

(2) 현장평가회 추진

전시포 운영과 관련하여 현장평가회 개최 결과는 표 3과 같다. 현장평가회는 연간 1~3회 정도 개최하였으며, ‘하례조생’ 가온 재배, 토양피복 재배, 노지 재배, ‘미니향’ 노지 재배에 대한 평가를 실시하였다(그림 2). 각 품종의 재배작형에 따라서 수확시기에 맞추어서 현장평가회가 이루어졌다. 특히, ‘하례조생’ 가온재배 현장평가회는 하우스 밀감 가격 상승으로 관심이 높은 가운데 기존 재배 품종인 ‘궁천조생’을 대체할 수 있다는 점에서 시기 적절한 측면이 있었다. 하우스밀감의 재배 품종으로 ‘하례조생’에 대한 관심이 높아지게 되어서 보식용 또는 전면 갱신용으로 확대되기 시작하였다. 일반적으로 현장평가회가 수확기 일회성으로 끝날 수 있는 우려가 있기 때문에 지속적인 개최로 관심을 잡아두어야 한다. ‘하례조생’에 대한 노지재배는 GSP 1단계 사업으로 인정되었으며, 가온재배 새로운 작형에 관한 현장평가회는 농업인의 관심을 끌기에 충분하였다.

표 3. 현장 평가회 개최 결과

개최일 (년. 월. 일.)	개최 장소	대상 품종 (재배작형)	참석인원 (명)	비고
계	7회	-	413	-
2018. 6. 14.	남원읍 하례리	하례조생 (가온재배)	49	가온재배 도입 배경, 고품질 과실 생산 가능성, 과실 특성, 시식 등
2019. 6. 13.	남원읍 하례리	하례조생 (가온재배)	21	연차별 생육 특성, 기존재배 품종 과의 차별성, 시식 등
2019. 11. 27.	대정읍 안성리	하례조생 (노지재배)	93	고품질 과실 생산 가능성, 보급 확대 가능성, 시식 등
2019. 12. 9.	조천읍 대흘리	미니향 (노지재배)	94	육종경위 및 품종특성, 노지 재배 의 장단점, 보급 확대 가능성 등
2020. 7. 3.	남원읍 신흥리	하례조생 (가온재배)	57	가온재배시의 생육 및 과실특성, 장 단점, 재배 희망 농업인의 만족도 등
2021. 6. 8.	남원읍 하례리	하례조생 (가온재배)	40	가온재배 적응성, 과실품질 평가, 차별성 및 보급 확대 가능성 등
2021. 10. 27.	제주시 삼양1동	하례조생 (토양피복)	59	토양피복시의 장단점, 보급 확대 가능성, 시식 등



2018년 국내 육성 감귤 ‘하례조생’ 가온재배 현장평가회(좌 시식, 우 토의모습)



2019년 국내 육성 감귤 ‘하례조생’ 가온재배(좌) 및 노지재배(우) 현장평가회



2019년 국내 육성 감귤 ‘미니향’ 노지재배 현장평가회(좌), 2020년 ‘하례조생’ 가온재배 현장평가회



2021년 국내 육성 감귤 ‘하례조생’ 가온재배(좌) 및 토양피복 재배(우) 현장평가회

그림 2. 국내 육성 감귤 품종의 현장 평가회 개최모습(2017~2021)

(3) 홍보물 제작 및 배부

국내 육성 감귤 전시포 운영과 관련하여 사업안내 책자를 연간 1건씩 모두 9,800부 제작하여 지역 농·감협, 4개 농업기술센터에 배부 활용하였다(표 4, 그림 3). 수록 내용은 국가 프로젝트 GSP 사업으로 추진하는 국내 육성 감귤 보급 사업 안내, 전시포 선정 및 운영 방법, 보급 품종의 특성 등이었다. 이 홍보물(팸플릿)을 이용하여 농업마이스터대학, 영농교육시 교육자료로 활용하였으며 감귤 박람회에서도 배부하여 GSP 국내 육성 감귤 보급 사업을 홍보하였다.

표 4. 홍보물(팸플릿) 제작 및 배부

제작연도	홍보물명	제작부수 (부)	배부(활용결과)
계	5건	9,800	-
2017	국내 육성 감귤 품종의 보급 확대	1,800	지역 농·감협, 농업기술센터, 전시포 비치 등
2018	국내 육성 감귤 품종 보급 사업	2,000	지역 농·감협, 농업기술센터, 전시포 비치, 각종 교육시 활용
2019	국내 육성 감귤 품종의 보급 사업 소개	2,000	지역 농·감협, 농업기술센터, 각종 교육, 감귤박람회시 활용
2020	국내 육성 감귤 품종의 보급사업	2,000	지역 농·감협, 농업기술센터, 각종 교육시 활용
2021	국내 육성 감귤 전시포 운영 사업	2,000	지역 농·감협, 농업기술센터, 각종 교육시 활용





\* 좌상부터 연도별 1건

그림 3. 국내 육성 감귤 품종 전시포 안내 및 보급 사업 안내 홍보물(팜플릿)

(4) 언론홍보 활동

국내 육성 감귤 품종 보급 확대를 위한 언론홍보는 5년 동안 보도자료 17건을 제공하여 지방일간지, 지방 인터넷, 농업전문지(감귤원예지) 등에 48회 홍보되었다(표 5, 그림 4). 제주감귤박람회도 2회 참여하여 국내 육성 감귤에 대하여 농업인 홍보 활동을 전개하였다(그림 5).

표 5. 국내 육성 감귤 품종 보급 사업의 홍보 결과

연도	보도일 (월. 일)	홍보매체	홍보내용
계	17건	48회	-
2017	5. 4.	제주신보	감귤 신품종 ‘하례조생’ 보급 확대
		제민일보	국내 육성 감귤 품종 ‘하례조생’ 보급 확대
	11. 12월호	감귤원예지	11, 12월호 국내 육성 감귤 ‘하례조생’의 보급 확대
2018	6. 27.	제주신문	감귤 ‘하례조생’ 가운재배 현장 평가회
	6. 28.	KCTV JEJU	가운 재배 ‘하례조생’ 우수
	3, 4월호	감귤원예지	국내 육성 감귤 ‘하례조생’의 작형별 과실특성 및 보급 확대

연도	보도일 (월. 일)	홍보매체	홍보내용
2019	10. 11	제주매일	감귤 신품종 농가 전시포 12곳 추가 운영
		제주新보	감귤 신품종 선택 폭 확대... 농가 전시포 12개소 확대 운영
		제주일보	감귤 신품종 직접 보고 평가하세요
		한라일보	“감귤 신품종 정보 제공” 농기원, 전시포 12곳 운영
	12. 6.	뉴스스	‘작지만 매우 맛있다’... 국산 신품종 만감류 ‘미니향’ 첫 수확
		연합뉴스	첫 수확 앞둔 감귤 신품종 미니향
		일간제주	‘작고 맛있는 국산 감귤 신품종 ‘미니향’ 첫 생산 됐다.??’
		제이누리	작지만 맛있는 감귤 신품종 ‘미니향’ 첫 생산
		파이낸셜뉴스	당도 16.3브릭스...작지만 맛있는 감귤 ‘미니향’ 첫 선
		헤드라인제주	‘작고 맛있는 국산 감귤’ 신품종 ‘미니향’ 제주서 첫선
	12. 9.	연합뉴스	국내 육성 감귤 신품종 ‘미니향’
		제주신문	단맛 강한 감귤 신품종 ‘미니향’ 시험대 올라
		한라일보	온주밀감 대체 ‘미니향’ 첫 생산
		제민일보	국내 감귤 신품종 ‘미니향’ 제주 첫 생산
		JIBS	감귤 신품종 ‘미니향’ 올해 첫 생산
		KBS제주	작지만 당도 ‘우수’... 신품종으로 승부한다
	12. 10.	농촌여성신문	작고 맛있는 국산 감귤 ‘미니향’ 첫 생산
		한국농어민신문	‘작고 달아’- 국산 감귤 ‘미니향’ 첫 선
	12. 11.	제주매일	작고 맛있는 국산 감귤 신품종 ‘미니향’ 첫 생산
	2020	5. 11	연합뉴스
연합뉴스			외래종 감귤 대신 다품종 제주산 토종 개발 ‘활발’
6. 2.		헤드라인제주	제주농업기술원, 국내 육성 신품종 감귤 전시포 운영
		시사포커스	제주특별자치도, 농민 간택 기다리는 신품종 감귤 ‘전시포’ 운영
6. 3.		제주매일	국내 육성 신품종 감귤 전시포 운영
		제주신문	신품종 감귤 보급 전시포 12곳 운영
		제주일보	신품종 감귤 보급 위한 전시포 운영
		한라일보	국내 육성 감귤 신품종 전시포 운영
7. 6.		제민일보	제주농업기술원 가온재배 평가회
2021		6. 10.	제민일보
	한라일보		“하례조생, 맛 좋고 조기수확 가능”
	제주일보		하례조생, 하우스 재배 시 조기수확 가능
	제주신문		하례조생 가온재배 조기수확 가능
	제주매일		신품종 감귤 가온재배 현장 평가회
	뉴제주일보		하례조생 가온재배 조기수확 가능성 확인
	뉴스스		국산 감귤 ‘하례조생’ 조기 수확 가능
	10. 28.	뉴제주일보	‘하례조생’ 제주시 첫 현장평가회
		제주일보	국산품종 하례조생 높은 가격 형성 기대감
		제주매일	도농기원, 국산품종 ‘하례조생’ 첫 현장평가회
		JIBS	제주시 지역 첫 ‘하례조생’ 평가회 개최
	12. 6.	KCTV JEJU	조기 출하 ‘하례조생’ 높은 소득 기대
		KCTV JEJU	일찍 수확하는 국산 신품종 만감류 주목

<p>2017</p>	 <p>(제주신보, 제민일보) (감귤원예지 11·12월호)</p>
<p>2018</p>	 <p>(제주신문) (KCTV 영농리포트) (감귤원예지)</p>
<p>2019</p>	 <p>(제주신보) (제주일보) (제주신문)</p>
<p>2020</p>	 <p>(한라일보) (제민일보)</p>
<p>2021</p>	 <p>(제민일보) (JIBS) (KCTV JEJU)</p>

그림 4. 국내 육성 감귤 품종 보급 사업 주요 홍보 결과



(2019. 11. 8. ~ 11. 12. 서귀포농업기술센터)      (2021. 11. 5.~ 11. 14. 서귀포농업기술센터)

그림 5. 제주감귤박람회 참가 모습

(5) 품종인지도(만족도) 설문조사

국내 육성 감귤 품종에 대한 농업인 만족도 조사를 5회 실시하였다(표 6). 그 결과, 알고 있는 국내 육성 감귤 품종은 ‘하례조생’, ‘윈터프린스’, ‘미니향’이었으며 전시포 운영에 대한 농가 만족도는 84점, 품종갱신 사업의 확대 필요성 등이 확인되었다. 알고 있는 국산 품종들은 현장평가회, 언론홍보 등을 통하여 자주 접한 것들로 보인다. 반면, GSP 1단계 보급 품종 중 ‘탐나는봉’, ‘신예감’ 등을 언급하는 농업인이 없었다. 특히, 국산 품종의 이용 촉진을 위해서는 품종갱신 사업의 지원 규모를 확대할 필요가 있었다. 무엇보다도 국산 품종의 전시포 확대 및 갱신 사업에 대한 지속적인 투자가 필요하다는 의견이 많았다.

표 6. 국내 육성 감귤 품종 인지도(만족도) 조사 실적

조사일(기간)	조사명	조사대상	조사인원 (명)	주요 결과
계	5회	-	336	-
2019. 11. 27.	국내 육성 감귤 품종인지도 조사	하례조생 노지 재배 현장평가회 참석자	93	응답률 46% 하례조생, 윈터프린스, 미니향 국산품종으로 인식
2019. 12. 9.	국내 육성 감귤 품종인지도 조사	미니향 노지재배 현장평가회 참석자	94	응답률 33% 응답자의 80% 정도 국산 품종 2개 이상 알고 있음
2020. 7. 3.	국내 육성 감귤 신품종 인지도 조사	하례조생 가온재배 현장평가회 참석자	57	하례조생, 윈터프린스, 미니향, 가을향 순으로 알고 있음
2020. 8. 14. ~10. 17.	국내 육성 감귤 신품종 이용촉진 농가 만족도 조사	전시포 운영 농가, 농업인 등	30	전시포 운영 만족도 84점 신품종 재배기술 부족, 신품종의 묘목 육성, 재배 이용, 생산물 판매 전략 필요
2021. 9. 29. ~10. 8.	국내 육성 감귤 신품종 보급 확대 관련	농감협 직원, 농업인	62	응답률 81% 국산 감귤 품종 갱신 사업 확대 필요 묘목비, 기존나무 제거비용 지원

<설문조사 결과 및 설문 내용>

국내 육성 감귤 품종 보급 사업 관련

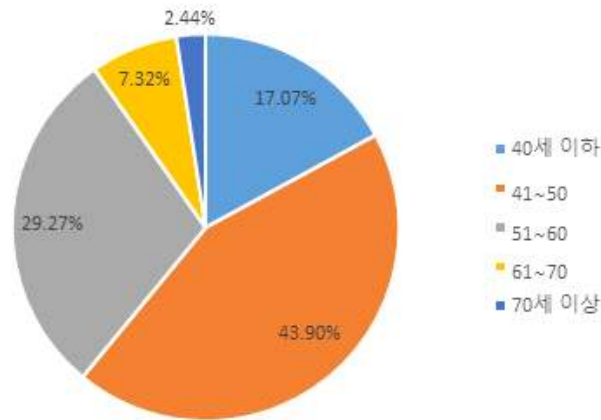
품종인지도 설문조사 결과

□ 조사 개요

- 조사일: 2019. 11. 27.
- 조사장소: 대정읍 안성리 1952(농가포장)
- 조사대상: 하례조생 노지재배 현장평가회 참석자 93명
- 조사내용: 별첨

□ 주요 결과

- 응답률: 46%
- 연령분포



○ 직업

구분	계	농업	공무원	서비스업
응답자수	42	31	4	1
점유율(%)	100	73.8	9.5	2.4

○ 알고 있는 국산 품종의 수

구분	계	1개	2개	3개	4개	5개	6개
응답자수	26	7	3	5	5	5	1
점유율(%)	99.8	26.9	11.5	19.2	19.2	19.2	3.8



○ 알고 있는 국내 육성 감귤 품종(복수응답)

국산 품종	응답자수	비율(%)
하례조생	21	25.6
윈터프린스	10	12.2
미니향	8	9.8
가을향	7	8.5
써니트	5	6.1
탐나는봉	3	3.7
상도조생	2	2.4
제라몬	1	1.2
탐도3호	1	1.2
하양조생	1	1.2
외국산 품종	23	28.0
계	82	100.0

○ 국내 육성 감귤 ‘하례조생’에 대하여 얼마나 알고 있습니까?

구분	계	먹어도 보고 잘 알고 있다.	애기로만 들었다.	모른다.
응답자수	42	11	27	4
점유율(%)	100	26.2	64.3	9.5

○ 오래된 과원을 ‘하례조생’ 품종갱신 할 의향

구분	계	있다.	생각해 보겠다.	없다.
응답자수	63	9	17	37
점유율(%)	100	14.3	27.0	58.7

- 갱신 의사가 없는 이유는 ‘열매가 크다’, ‘무수익 기간’, ‘지원 부족’, ‘추후 재배 상황’ 등이 있었음

○ 국내 육성 감귤 품종 ‘하례조생’에 대한 정보를 어떻게 알게 되었나

구분	계	신문이나 방송	안내 팜프렛	농업기술 센터 상담	입소문	기타
응답자수	42	2	11	13	10	6
점유율(%)	100	4.8	26.2	31.0	23.8	14.3



○ 국내 육성 감귤 품종갱신 사업 지원 규모

구분	계	①	②	③	④
응답자수	40	4	21	15	0
점유율(%)	100	10.0	52.5	37.5	0.0

① 묘목비 지원, ② 묘목비+기존나무 제거 비용, ③ 묘목비+기존나무 제거 + 수확전까지 관리 비용, ④ 전액 농가 부담해야 한다.

○ 국내 육성 감귤 품종 보급 사업의 대상자 선정 방법

구분	계	현재와 동일	희망자	청년 농업인	로열티 문제 품종 우선	극조생 대체	전량 수매
응답자수	20	14	1	2	1	1	1
점유율(%)	100	70.0	5.0	10.0	5.0	5.0	5.0

○ 국내 육성 감귤 품종 보급 사업의 확대 필요성

구분	계	확대가 필요하다	확대할 필요 없다
응답자수	34	33	1
점유율(%)	100	97.1	2.9

- 품종 다양성 확보 및 판로 확보 용이, 경쟁력 향상, 로열티 문제 해결, 국산 품종이 우리 지역에 적합한 점 등

□ 결과요약(시사점)

- 응답자의 62%는 1품종 이상 알고 있으며 ‘하례조생’ 25.6%, ‘윈터프린스’ 12.2%, ‘미니향’ 9.8%가 알지만 28%는 외국산 품종을 국산 품종으로 인식하고 있음
- 응답자의 64.3%는 ‘애기roman 들었다’고 답하고 있으며 ‘먹어도 보고 잘 알고 있다’는 26.2%, ‘모른다’가 9.5%였음
- 오래된 과원에 대한 ‘하례조생’으로 품종갱신할 의향은 ‘생각해 보겠다’ 27.0%, 갱신할 의향이 ‘있다’ 14.3%로 조사됨
- 정보 획득 방법은 농업기술센터 상담 31.0%로 가장 많고 ‘안내 팜플렛’ 26.2, ‘입소문’ 23.8%였음
- 사업 지원 규모는 ‘묘목비와 기존 나무 제거 비용’ 지원하는 것이 52.5%로 가장 많았고 ‘무수익 기간까지의 관리 비용’ 포함도 37.5%로 품종갱신에 따른 무수익 기간과 비용이 부담되는 것으로 조사되었음
- 대상자 선정 방법은 ‘현재와 동일’ 70%로 가장 많았고 보급 사업의 확대가 필요하다는 의견이 97.1%였음





품종인지도 설문조사 결과

□ 조사 개요

- 조사일: 2019. 12. 9.
- 조사장소: 조천읍 대흘리 191(농가포장)
- 조사대상: 미니향 노지재배 현장평가회 참석자 94명
- 조사내용: 별첨

□ 주요 결과

- 응답률: 33%
- 연령분포



○ 직업

구분	계	농업	공무원	회사원
응답자수	26	14	9	3
점유율(%)	57.6	26.9	11.5	19.2

○ 알고 국산 품종의 수

구분	계	1개	2개	3개	4개	5개
응답자수	22	4	3	8	6	1
점유율(%)	100	18.2	13.6	36.4	27.3	4.5



○ 알고 있는 국내 육성 감귤 품종(복수응답)

국산 품종	응답자수	비율(%)
하례조생	19	31.2
윈터프린스	13	21.4
미니향	15	24.7
가을향	3	4.9
써니트	3	4.9
탐나는봉	3	4.9
인자조생	1	1.6
제라몬	1	1.6
선킹	1	1.6
상도조생	1	1.6
무봉	1	1.6
계	61	100

○ 국내 육성 감귤 ‘미니향’에 대하여 얼마나 알고 있습니까?

구분	계	먹어도 보고 잘 알고 있다.	애기roman 들었다.	모른다.
응답자수	30	12	13	5
점유율(%)	100	40.0	43.3	16.7

○ 오래된 과원을 ‘미니향’ 품종갱신 할 의향

구분	계	있다.	생각해 보겠다.	없다.
응답자수	26	10	10	6
점유율(%)	100	38.5	38.5	23.1

- 갱신 의사가 없는 이유는 ‘열매가 작다’, ‘수확 노동력 부족’ 등이었음

○ 국내 육성 감귤 품종 ‘미니향’에 대한 정보를 어떻게 알게 되었나

구분	계	신문이나 방송	안내 팜플렛	농업기술 센터 상담	입소문	기타
응답자수	27	5	6	7	7	2
점유율(%)	100	18.5	22.2	25.9	25.9	7.4

○ 국내 육성 감귤 품종갱신 사업 지원 규모

구분	계	①	②	③	④
응답자수	29	6	16	6	1
점유율(%)	100	20.7	55.2	20.7	3.4

① 묘목비 지원, ② 묘목비+기존나무 제거 비용, ③ 묘목비+기존나무 제거 + 수확전까지 관리 비용, ④ 전액 농가 부담해야 한다.

○ 국내 육성 감귤 품종 보급 사업의 대상자 선정 방법

구분	계	현재와 동일	신규 우선	농가 자질	희망자 전원
응답자수	21	14	2	3	2
점유율(%)	100	66.7	9.5	14.3	9.5

○ 국내 육성 감귤 품종 보급 사업의 확대 필요성

구분	계	확대가 필요하다	확대할 필요 없다
응답자수	27	27	0
점유율(%)	100	100.0	0.0

- 품종 다양성, 다양한 소비 문화, 로열티 문제 해결, 외국 품종 의존 탈피, 작은 과실 선호 등을 확대 필요성으로 답변함

□ 결과요약(시사점)

- 응답자의 80% 정도는 2품종 이상 알고 있으며 ‘하레조생’ 31.1%, ‘윈터프린스’ 21.3%, ‘미니향’ 24.7%가 알고 있으며 가을향, 탐나는봉, 씨니트 등을 알고 있었음
- 응답자의 43.3%는 ‘애기로만 들었다’고 답하고 있으며 ‘먹어도 보고 잘 알고 있다’는 40.0%, ‘모른다’가 16.7%였음(‘잘 알고 있다’라고 답한 것은 현장 평가회 이전에 홍보한 효과로 분석됨)
- 오래된 과원에 대한 ‘미니향’으로 품종갱신 할 의향은 ‘있다’와 ‘생각해 보겠다’가 각각 38.5%였으며 ‘없다’가 23.1%로 나타났음



- ① 있다. (이유는? )
- ② 생각해 보겠다.(이유는? )
- ③ 없다.(이유는? )

국내 육성 감귤 품종 '미니향'에 대한 정보를 어떻게 알게 되었습니까?

- ① 신문이나 방송    ② 안내 팜플렛    ③ 농업기술센터 상담으로
- ④ 입소문으로    ⑤ 기타( )

국내 육성 감귤 품종으로 갱신하고자 할 때 어떠한 지원이 필요하다고 생각하십니까?

※ 지원 규모가 클수록 현실성이 없어 사업 반영이 어렵게 되므로 신중한 답변 부탁드립니다.

- ① 묘목비 지원    ② 묘목비+기존나무 제거 비용
- ③ 묘목비+기존나무 제거 + 수확전까지 관리 비용
- ④ 전액 농가 부담해야 한다.

국내 육성 감귤 품종 보급 사업 대상자는 어떻게 선정해야 합니까?

※ 불필요한 품종갱신은 농업인에게 큰 피해를 주게 되어 현재 꼭 필요한 경우에만 지원하고 있습니다.

(현재: 품종혼재, 오래되거나 동해 피해가 많은 과원 우선 선정)

(개선: )

국내 육성 감귤 품종 보급 사업 확대가 필요하다고 생각하십니까?

- ① 확대가 필요하다.(이유는? )
- ② 확대할 필요없다.(이유는? )

기타 의견

**<국내 육성 감귤 신품종 인지도 조사>**

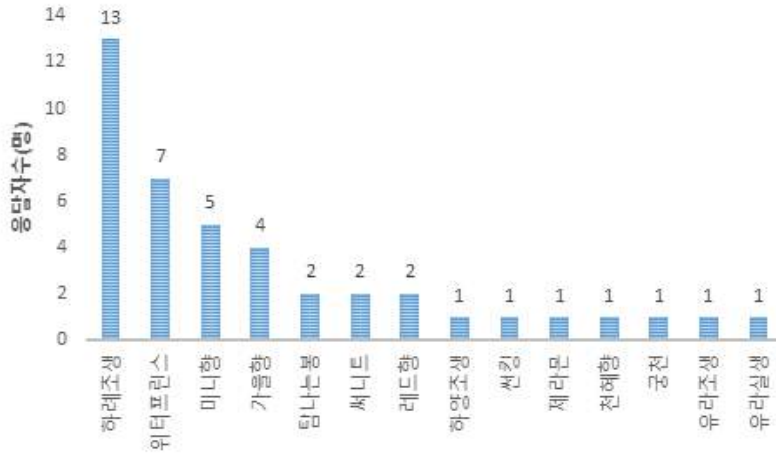
조사 개요

- 조사일시: 2020. 7. 3.(금) 10:00~11:00
- 조사장소: 농가 재배 현장(남원읍 신흥리)
- 조사대상: 현장 평가회 참여 농가, 전시포 운영 농가



□ 조사 결과

○ 알고 있는 국내 육성 감귤 품종은(복수 응답)?



○ 국내 육성 감귤 품종 특성 정보 획득 방법은?



- 국내 육성 감귤 품종 갱신 지원 범위는?



○ 국내 육성 감귤 품종 보급 대상자 선정은(복수 응답)?

구분	계	노후 과원	저품질 생산과원	고품질 생산과원	계통출 하농가	현행 유지	동해 피해	농업인 교육 이수자	기타
응답자(명)	14	3	1	4	1	1	1	1	2
비율(%)	100	22	7	29	7	7	7	7	14

□ 주요 결과 요약

- 알고 있는 국내 육성 감귤 품종은 ‘하례조생’, ‘윈터프린스’, ‘미니향’, ‘가을향’ 순으로 이었으며 외국 도입 품종인 ‘레드향’, ‘유라조생’도 국산 품종으로 인식하고 있음
- 국산 품종에 대한 정보는 안내 팜프렛과 농업기술센터, 입소문으로 획득하고 있음
- 국산 품종 갱신에 따른 지원 범위에 대해서는 묘목비와 기존나무 제거비용을 원하고 있음
- 국산 품종 보급 대상자 선정에 대해서는 고품질 생산과원이나 노후 과원이라고 응답함

<설문내용>

국내 육성 감귤 품종 보급 사업 관련

설 문 지

본 설문은 국내 육성 감귤 품종의 보급 사업 확대를 위하여 재배 희망 농업인의 의견을 파악하여 사업에 반영하고자 실시하고 있습니다. 귀중한 의견 부탁드립니다.

□ 귀하의 직업은? ( )

□ 귀하가 알고 있는 국내 육성 감귤 품종을 적어 주시기 바랍니다.

( )

□ 국내 육성 감귤 품종 ‘하례조생’에 대한 정보를 어떻게 습득하고 있습니까?

- ① 신문이나 방송    ② 안내 팜프렛    ③ 농업기술센터 상담으로
- ④ 입소문으로    ⑤ 기타( )

□ 국내 육성 감귤 품종으로 갱신하고자 할 때 어떠한 지원이 필요하다고 생각하십니까?

※ 지원 규모가 클수록 현실성이 없어 사업 반영이 어렵게 되므로 신중한 답변 부탁드립니다.

- ① 묘목비 지원    ② 묘목비+기존나무 제거 비용
- ③ 묘목비+기존나무 제거 + 수확전까지 관리 비용
- ④ 전액 농가 부담해야 한다.

국내 육성 감귤 품종 보급 사업 대상자는 어떻게 선정해야 합니까?

※ 불필요한 품종갱신은 농업인에게 큰 피해를 주게 되어 현재 꼭 필요한 경우에만 지원하고 있습니다.

(현재: 품종혼재, 오래되거나 동해 피해가 많은 과원 우선 선정)

(개선: )

국내 육성 감귤 품종 보급 사업 확대를 위한 귀하의 의견은?

### <국내 육성 감귤 신품종 이용 촉진 농가 만족도 조사>

조사 목적: 신품종 이용 촉진 전시코 농가의 만족도 조사

조사 개요

○ 조사기간: 2020. 08. 14.~ 10. 17.

○ 조사대상(규모): 전시코 농가, 농업인 등 30명

○ 조사방법: 설문조사(7점 척도)

※ 7점 척도

응답	매우 불만족	불만족	약간 불만족	보통	약간 만족	만족	매우 만족
구분	1점	2점	3점	4점	5점	6점	7점
점수	0	16.67	33.33	50	66.67	83.33	100

조사 결과

○ 만족도 84.0점

○ 주요 결과 요약

- 전반적으로 국산 품종의 전시코 운영에 대하여 만족하고 있음
- 신품종에 대한 재배기술 부족하므로 지속적인 현장 컨설팅 필요
- 감귤 신품종 묘목 개발에 기관 참여로 농가 만족도 향상 기대
  - 농업기술원 자체 개발 품종의 실증 시험용으로 보급하고 있음
- 생산, 판매로 이어지는 홍보 전략이 필요함
  - 묘목 생산, 농가 재배 및 생산, 판매 일원화 검토 중

<설문내용>

### [감귤 신제품 개발 보급 사업의 만족도 조사]

성별	① 남성    ② 여성	응답일자	년    월    일
연령	① 20대 미만    ② 20대~30대    ③ 40~50대    ④ 60대 이상		
거주기간	① 1년 미만    ② 1~5년    ③ 6~10년    ④ 11년 이상		
응답자특성	① 참여 농가    ② 일반 감귤 재배 농업인    ③ 묘목 업체    ④ 기타(    )		

1. 귀하는 「감귤 신제품 이용 촉진」 사업에 대해 전반적으로 얼마나 만족하십니까?

① 매우 불만족	② 불만족	③ 약간 불만족	④ 보통	⑤ 약간 만족	⑥ 만족	⑦ 매우 만족
-------------	----------	-------------	---------	------------	---------	------------

2. 귀하는 「감귤 신제품 이용 촉진」 사업을 통해 감귤 산업이 발전할 것으로 생각하십니까?

① 전혀 그렇지 않다	② 그렇지 않다	③ 약간 그렇지 않다	④ 보통	⑤ 약간 그렇다	⑥ 그렇다	⑦ 매우 그렇다
-------------------	-------------	-------------------	---------	-------------	----------	-------------

3. 귀하는 현재 추진 중인 「감귤 신제품 이용 촉진」 사업에 대하여 만족하십니까?

① 매우 불만족	② 불만족	③ 약간 불만족	④ 보통	⑤ 약간 만족	⑥ 만족	⑦ 매우 만족
-------------	----------	-------------	---------	------------	---------	------------

4. 귀하는 「감귤 신제품 이용 촉진」 사업의 추진 과정에서 현재까지 재배 농업인의 의사가 충분히 반영되고 있다고 생각하십니까?

① 전혀 그렇지 않다	② 그렇지 않다	③ 약간 그렇지 않다	④ 보통	⑤ 약간 그렇다	⑥ 그렇다	⑦ 매우 그렇다
-------------------	-------------	-------------------	---------	-------------	----------	-------------

5. 귀하는 「감귤 신제품 이용 촉진」 사업 관련 담당직원의 태도와 행동에 대해 어느 정도 만족하십니까?

① 매우 불만족	② 불만족	③ 약간 불만족	④ 보통	⑤ 약간 만족	⑥ 만족	⑦ 매우 만족
-------------	----------	-------------	---------	------------	---------	------------

6. 귀하는 「감귤 신제품 이용 촉진」 사업의 추진 방법에 대해 어느 정도 만족하십니까?

① 매우 불만족	② 불만족	③ 약간 불만족	④ 보통	⑤ 약간 만족	⑥ 만족	⑦ 매우 만족
-------------	----------	-------------	---------	------------	---------	------------

7. 귀하는 「감귤 신제품 이용 촉진」 사업에 대한 사후 운영 관리에 대하여 어느 정도 만족하십니까?

① 매우 불만족	② 불만족	③ 약간 불만족	④ 보통	⑤ 약간 만족	⑥ 만족	⑦ 매우 만족
-------------	----------	-------------	---------	------------	---------	------------

8. 귀하는 「감귤 신제품 이용 촉진」 사업에 대한 유지·관리 및 개선 노력에 대해 어느 정도 만족하십니까?

① 매우 불만족	② 불만족	③ 약간 불만족	④ 보통	⑤ 약간 만족	⑥ 만족	⑦ 매우 만족
-------------	----------	-------------	---------	------------	---------	------------

9. 귀하는 「감귤 신제품 이용 촉진」 사업으로 이 지역이 보다 발전할 것이라 생각하십니까?

① 전혀 그렇지 않다	② 그렇지 않다	③ 약간 그렇지 않다	④ 보통	⑤ 약간 그렇다	⑥ 그렇다	⑦ 매우 그렇다
----------------	-------------	----------------	---------	-------------	----------	-------------

10. 귀하는 「감귤 신제품 이용 촉진」 사업이 제주특별자치도 발전을 위해 계속 필요하다고 생각하십니까?

① 전혀 그렇지 않다	② 그렇지 않다	③ 약간 그렇지 않다	④ 보통	⑤ 약간 그렇다	⑥ 그렇다	⑦ 매우 그렇다
----------------	-------------	----------------	---------	-------------	----------	-------------

11. 기타 건의사항 및 애로사항이 있을 경우 자유롭게 말씀해주시기 바라며, 사업개선 등에 최대한 반영하도록 하겠습니다.

--

※ 귀중한 시간 설문에 응해주셔서 대단히 감사합니다!



## 국내 육성 감귤 신품종 보급 확대 관련 설문조사 결과

### □ 조사 개요

- 조사기간: 2021. 9. 29. ~ 10. 8.
- 조사대상: 농·감협 직원, 농업인 62명
- 조사방법: 설문지 이용
- 조사내용: 국산 품종 인지도, 지원 규모 및 방법 등

□ 응답률: 81%(조사인원 62명, 응답자 50명)

### □ 조사결과

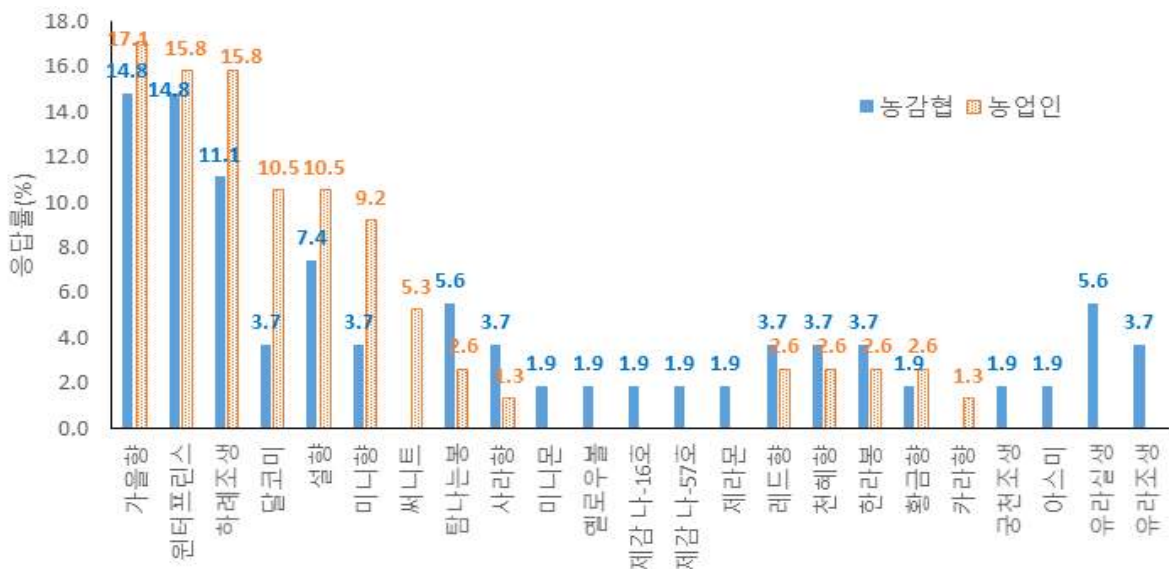
- 연령 구성

연령	30대	40대	50대	60대	70대 이상
응답률(%)	10	38	34	16	2

- 직업 구성

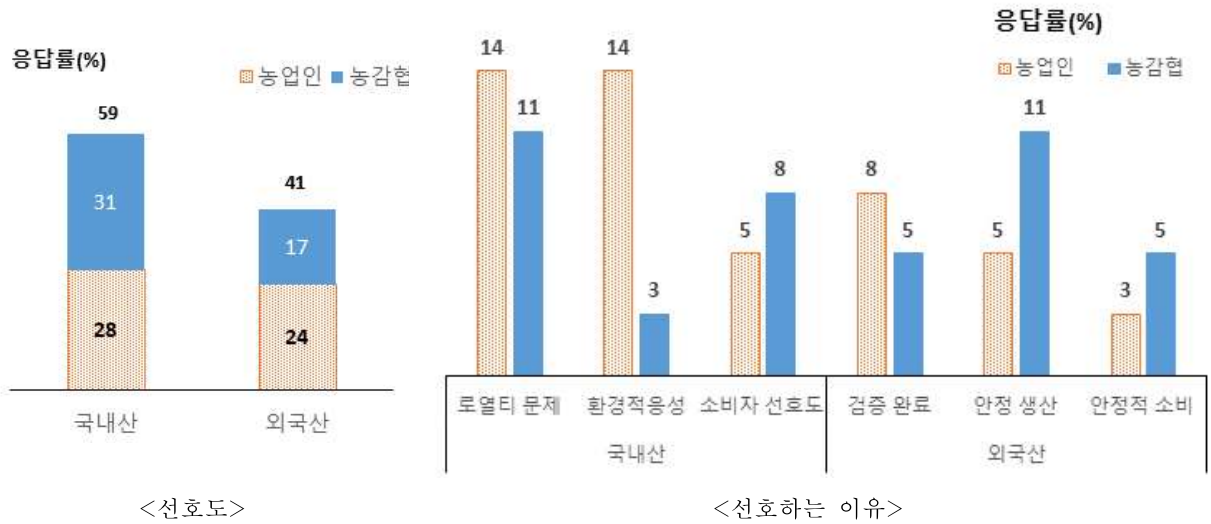
연령	농업인	농·감협 직원	기타
응답률(%)	44	54	2

- 알고 있는 국내 육성 감귤 품종(복수응답)



- 국산 품종에 대해 농감협 직원은 다양하게, 농업인은 관심 품종에 집중되고 있어 입장에 따라 차이가 있었음
- 오래 재배되고 있는 도입 품종도 국산 품종으로 인식하고 있었음

○ 외국 품종과 국산 품종 중 어떤 것이 좋으며 그 이유는? (복수응답)



- 농업인이나 농감협 직원 모두 국산 품종에 대한 선호도가 높았음
- 국내산을 좋아하는 이유는 농업인의 경우 로열티 문제, 환경적응성, 농감협 직원은 소비자 선호도를 고려한 것으로 보임
- 외국산을 좋아하는 이유는 농감협 직원은 안정생산, 안정적 소비, 농업인은 검증 완료에 있었음

○ 품종이 혼재되거나 수령이 오래되었다면 재정 지원없이 국산 품종으로 갱신할 의향이 있습니까?



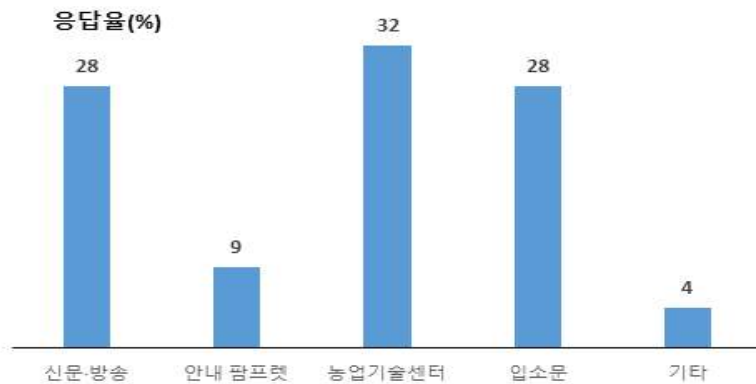
<국산 품종으로 갱신하는 이유는?>

구분	응답률(%)
검증된 것이라는 믿음 (특성 파악, 실증, 시범포)	59
충분한 교육 가능	18
재배환경 고려	14
적극적인 행정 지원	9

<재정지원없이 국산품종으로 갱신할 의향>

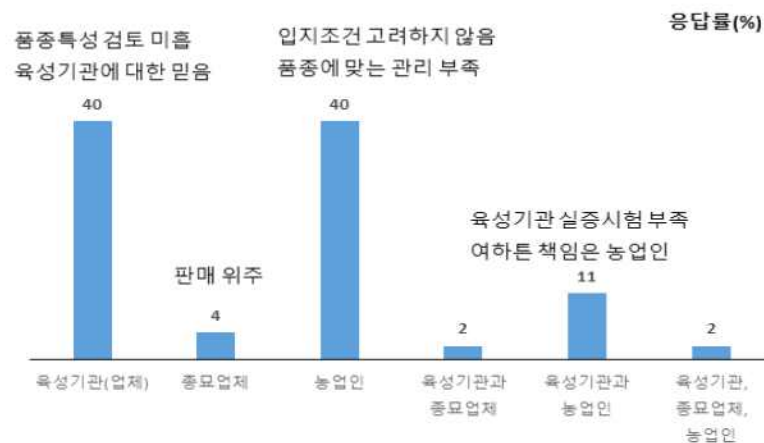
- 국산 품종에 대한 재정 지원없는 갱신 의향에 대해서는 '있다'와 '생각해보겠다'가 50:50이었음
- 국산 품종으로 갱신하는 이유는 검증된 것이라는 믿음이 59%로 많았음

○ 국산 감귤 품종에 대한 정보 획득 경로



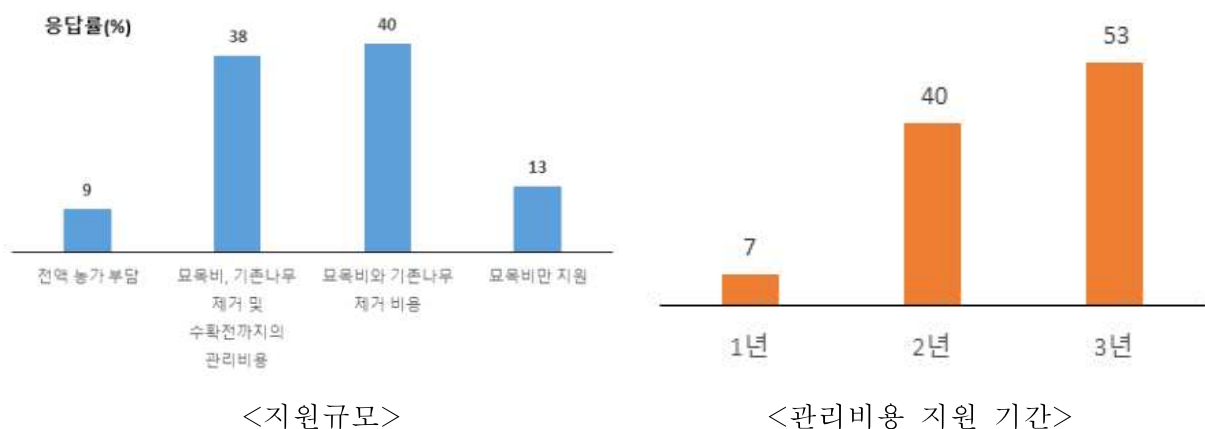
- 농업기술센터를 통하여 국산 품종에 대한 정보를 획득하는 경우가 가장 많았음

○ 국산 감귤 품종의 실패에 대한 책임과 그 이유는?



- 품종갱신에 대한 책임은 육성기관, 농업인에게 있다고 응답하였음  
 - 품종갱신 실패의 책임을 육성기관이라고 응답한 이유는 품종특성을 잘 할 것이라는 믿음 때문이며, 농업인에게는 입지 조건을 고려하지 않은 점과 품종에 맞는 관리를 하지 않았기 때문이라고 함

○ 국산 품종을 이용한 갱신사업의 지원 규모와 방법



- 국산 품종에 대한 갱신사업 지원은 '묘목비와 기존나무 제거 비용', 더불어 '수확전까지의 관리비용' 지원이 필요하다는 의견이 대부분이었음
- 관리 비용은 수확전 3년 전까지가 가장 많았는데 미수익기간에 대한 부담으로 보임

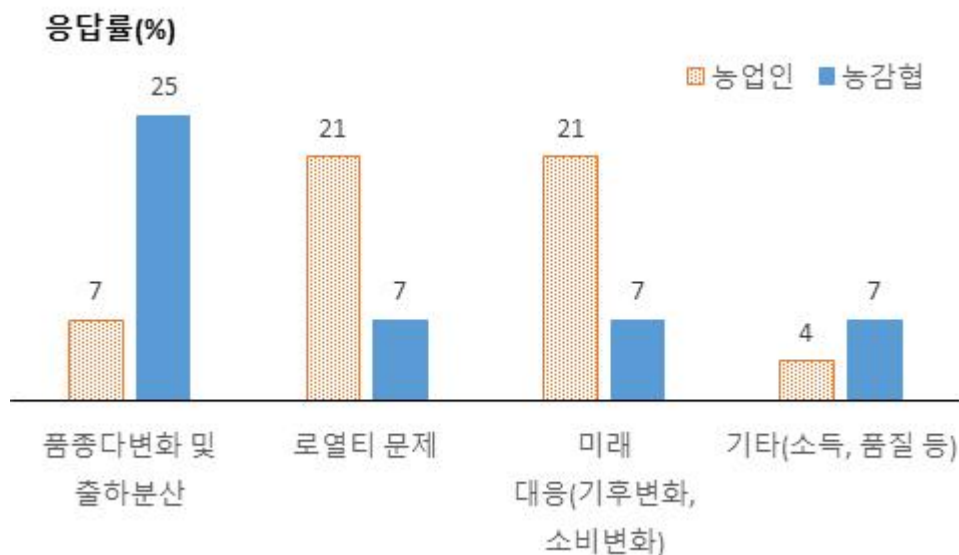
○ 국산 감귤 품종갱신 사업 대상자 선정은?



- 국산 품종 갱신사업 대상자 선정은 농감협 직원의 경우, '품종갱신이 필요한 과원', '관련 교육 이수', '정책 참여'의 필요성이 높았으며, 농업인은 '품종갱신 의지', '출하 실적, 소규모' 등을 들고 있음

○ 국산 감귤 품종갱신 사업의 확대가 필요한가?

- 응답자 100% 확대가 필요하다고 함
- 확대가 필요한 이유는?



- 국산 감귤 품종갱신 사업의 확대의 필요성에 대해서 농업인은 '로열티문제', '미래 대응'을 위해서이며, 농감협 직원은 유통처리와 관련된 '품종 다변화 및 출하시기 분산', '기타(소득, 품질 등)'을 들고 있음

○ 기타(의견)

- 경쟁력 품종 육성
- 품종계획이 뚜렷한 농가 우선 공급, 품종갱신 성공을 위한 교육 확대
- 농가 미수익기간 지원, 대묘 생산 보급,
- 소규모 과원 지원

□ 결과 활용

- 감귤 신품종 이용 촉진 사업 추진에 참고(농업인, 농감협 직원 입장 고려)
- 품종갱신 사업의 개선(농가 미수익 기간, 지원규모, 교육 등)

<설문내용>

국내 육성 감귤 신품종 이용 촉진

설 문 지

이 설문은 농업기술원 육성 감귤 신품종에 대한 인지도와 갱신 사업에 참고하고자 실시하고 있습니다. 답변 내용은 국산 품종 이용 촉진을 위한 사업에만 참고되므로 부담 없이 귀하의 의견을 제시해 주시기 바랍니다.

□ 귀하의 나이는?

- ① 30대 이하    ② 40대    ③ 50대    ④ 60대    ⑤ 70대 이상

□ 귀하의 직업은?

- ① 농업인    ② 종묘업체    ③ 상인    ④ 농·감협    ⑤ 공무원    ⑥ 기타

□ 귀하께서 알고 계시는 국내 육성 감귤 품종을 적어 주시기 바랍니다.

( )

□ 현재, 국산 품종이 많이 개발되고 있습니다. 도입된 외국 품종과 국산 품종 중 어떤 것이 좋으며 이유는 무엇입니까?

○ 국산 품종이 좋은 이유는 ( )

○ 외국 품종이 좋은 이유는 ( )

□ 만약 귀하의 과원이 품종이 혼재되어 있거나 수령이 오래되었다면 재정 지원없이 국산 품종으로 갱신할 의향이 있습니까?

① 있다.    ② 생각해 보겠다.

③ 없다. (이유는 무엇 때문입니까? )





## 2. 전시포 정식용 묘목 보급

### 가. 재료 및 방법

#### (1) 전시포 정식용 묘목 보급

국내 육성 감귤 전시포 정식용 묘목 보급은 공개 모집을 통하여 대상자를 선정하였다. 선정조건은 품종갱신이 필요한 과원, 전면 갱신, 고품질 과실 생산이 가능하도록 재식 거리 등을 준수하는 것이다. 사업 추진 과정은 국내 육성 감귤 묘목이 있는 품종을 우선 선정하고 일정기간 공개 모집을 통하여 신청 접수를 받은 후 현지 심사를 통하여 선정하였다. 현지심사는 품종 갱신의 필요성, 전시포로의 활용 가능성 등을 확인하였다. 선정된 재배 농업인은 직접 정식 묘목을 확인하고 기존 나무 제거가 완료되면 묘목을 직접 구입하여 정식한다. 묘목비와 기존나무 제거 비용, 잡초 관리용 위드스톱 등은 농업기술원에서 이상의 과정이 완료되면 해당업체로 대금을 지출하였다. 이렇게 국내 육성 감귤 품종 갱신이 완료되면 3년간 생육 현장 지도를 실시하여 전시포로 활용 가능성을 확대하였다.

#### (2) 직영 전시포 개설

직영 전시포 개설은 ‘탐도3호’, ‘선킹’, ‘미니향’ 등과 같은 품종을 재배하는 농업인이 없거나 부족한 경우에 조성하였다. 이러한 직영 전시포 조성은 제주대학교 협조로 이루어졌으며, 전면갱신 방법으로 추진하였다. 전시포 정식용 묘목 보급은 2017~2021년 5년 동안 연간 1ha씩 총 5ha로 설정하였다.

#### (3) 화분 대묘 육성

품종갱신 농가의 미수익 기간을 단축하기 위하여 화분 대묘 육성을 실증하였다. 화분 대묘 육성은 서귀포시 토평동에 위치한 제주대학교 아열대생명과학연구소 유리온실 165m<sup>2</sup>에서 2018년 3월부터 2020년 3월까지 실시하였다. 생산품종은 ‘하레조생’, ‘제라몬’, ‘윈터프린스’, ‘선킹’, 그 외 1차 선발 계통이었다. 또한, 제주특별자치도 농업기술원 육성 품종 ‘가을향’, ‘달코미’, ‘설향’ 1년생을 2020년 화분 정식하고 2021년 12월까지 애월읍 봉성리 농산물원종장에서 대묘를 생산하고 있다. 현재, 전체 생산 규모는 1년생 절절묘, 2년생, 3년생 화분묘 각 8,000주 모두 24,000주이며 ‘2022년부터 농가 실증용으로 보급하게 된다. 이와 관련하여 ‘가을향’ 등 3 품종에 대한 재배기술 매뉴얼을 개발하여 농가 실증시 3년생 화분묘와 함께 제공하게 된다.

또한, 대묘 생산에 필요한 화분 종류를 선택하고자 2020년 1년생 ‘미니향’을 4종류의 화분에 정식하였다. 시험된 사용된 화분은 표 7과 같다. 화분 용토는 5년이 지난 파쇄목을 사용하였으며 3~9월까지 주 3회 4분씩 관수, 주 1회 화분당 3g의 요소 비료를 시비하였다. 2021년 12월 만 2년이 경과되어 3년생 ‘미니향’에 대한 뿌리 발육 상태를 조사하였다. 조사내용은 외관적인 뿌리 발육 상태, 수관(cm), 지상부와 지하부의 생체중(g)을 비교하였다. 그리고, 화분묘 대량 생산을 위하여 ‘가을향’, ‘달코미’, ‘설향’, ‘11D089’에 대하여 두채용기에서 3년생 화분묘 생산에 따른 뿌리 발육 상태를 조사하였다. 화분 용토와 관리 방법, 조사 내용은 위와 동일하였다.

표 7. 화분 대묘 생산에 사용된 화분 형태

구분	개량 두채용기	개량 원통화분	심경포트	혼색화분
화분모습				
규격(cm)	깊이 27 가로 35 세로 34	깊이 29.5 중간 지름 23.5m	깊이 40 상단 가로 13.5 상단 세로 13.5	깊이 27m 중간 지름 23m
용적(m <sup>3</sup> )	0.032	0.013	0.007	0.011
특징	사면 8mm구멍 20개 물빠짐 구멍은 밑에서 5cm 위에 있음	측면 구멍이 다수 있음 밑에 물빠짐 구멍이 있음	사면 주름이 있음 밑에 물 빠짐 구멍이 있음	밑에 물빠짐 구멍이 있음

(4) 품종 판별 유전자 분석

제주특별자치도 농업기술원 육성 ‘가을향’, ‘달코미’, ‘설향’, ‘11D089’에 대해서는 유전자 분석에 의한 품종 판별 기술을 확보하였다. 시험 수행은 주)바이오메딕에서 수행하였으며 시료는 제주특별자치도 농업기술원에서 각 품종(계통)당 5잎(Positive)씩, 무작위로 품종별 5잎(Negative) 씩 총 24잎을 제공하였다. Genomic DNA 추출은 제공받은 잎 시료로부터 Biomedic® Plant gDNA Extraction Kit (Biomedic Co., Ltd., Korea)를 이용하여 제조회사의 지침에 따라 genomic DNA (이하 gDNA)를 추출하였다. 추출한 gDNA는 DeNovix DS-11+ Spectrophotometer (DeNovix, Wilmington, DE, USA)를 사용하여 정량하였다. SSR 마커 정보는 기존에 보고된 16개의 감귤 품종 구분 SSR 마커를 사용하였다(Woo et al., 2019. Applied Biological Chemistry 62:30). M13-tailed PCR 및 genotyping은 10 $\mu$ l의 PCR 반응 용액에 genomic DNA (~20 ng)와 제작된 10 $\mu$ M의 M13-tailed forward primer 0.2 $\mu$ l, reverse primer 1  $\mu$ l와 6-FAM labeled M13 primer (5'-TGTAACGACGGCCAGT-3') 1 $\mu$ l, DSBio HSTM mix 5 $\mu$ l, 멸균 증류수를 첨가하여 혼합한 후, ABI 2720 thermal cycler(Applied Biosystems)를 이용하여 M13-tailed PCR을 수행하였다. PCR 반응은 94 $^{\circ}$ C에서 5분간 열변성(heat denaturation)하고, 이어서 15회 사이클의 PCR 반응(94 $^{\circ}$ C 30초, 58 $^{\circ}$ C 30초, 72 $^{\circ}$ C 30초의 온도 변화 사이클)과 20회 사이클의 PCR 반응(94 $^{\circ}$ C 30초, 53 $^{\circ}$ C 30초, 72 $^{\circ}$ C 30초의 온도 변화 사이클)을 연속하여 수행한 후 마지막으로 72 $^{\circ}$ C에서 30분간 최종 신장(final extension) 반응을 시켰다. 반응이 종료된 PCR 증폭 산물은 2.0% agarose gel에서 전기영동을 통해 확인한 후, ABI 3730 Genetic Analyzer (Applied Biosystems)를 통하여 genotyping을 실시하였다. Genotyping 결과는 GeneMapper v4.1 (Applied Biosystems)를 통하여 분석하였다. UPGMA dendrogram은 UPGMA 알고리즘과 함께 PowerMarker에 내재된 MEGA 소프트웨어(v. 7.0; Kumar et al., 2016. Mol Biol Evol 33, 1870-1874)를 사용하여 작성하였다.

나. 결과 및 고찰

(1) 전시포 정식용 묘목 보급

국내 육성 감귤 전시포 정식용 묘목 보급은 5년 동안 12개소, 3.19ha가 이루어졌다. 보급 품종은 ‘하례조생’ 9개소로 가장 많았으며, ‘윈터프린스’ 1개소, ‘미니향’ 2개소였다(표 8). 전시포 정식용 과원에 대해서는 3년간 생육 관리를 하였으며 전시포 활용이 가능하도록 하였다(그림 6~10).

표 8. 국내 육성 감귤 전시포 정식용 묘목 보급 결과

연도	보급품종 (개소수)	사업 대상지	보급면적 (ha)	보급주수 (주)	비고
계	3품종	12개소	3.19	4,687	-
2017	하례조생 (2)	남원읍 위미리	0.17	200	구입
		서귀포시 동홍동	0.26	300	감귤연구소 무상 분양묘 이용
2019	하례조생 (3)	표선면 세화리	0.25	394	1년생 구입
		한경면 저지리	0.21	340	1년생 구입
		대정읍 무릉리	0.17	267	1년생 구입
2020	하례조생 (3)	남원읍 남원리	0.33	446	보유 2~3년생 35주, 구입 9주
		조천읍 북촌리	0.83	1,330	1년생 구입
		서귀포시 호근동	0.20	270	보유 2년생 270주
	윈터프린스(1)	남원읍 토산리	0.17	270	1년생 구입
	미니향 (2)	대정읍 일과리	0.12	190	2년생 구입
		남원읍 남원리	0.15	200	1년생 구입
2021	하례조생(1)	서귀포시 중문동	0.33	480	구입







촬영시기	서귀포시 동홍동	남원읍 위미리
2017. 5월		
2018. 12월		
2019. 10월		

그림 6. 2017년 국내 육성 감귤 ‘하례조생’ 전시포 정식용 묘목 공급 농가의 연차별 생육 상황



촬영 시기	포선면 세화리	한경면 저지리	대정읍 무릉리
2019. 5월			
2019. 10월			
2020. 9월			
2021. 12월			

그림 7. 2019년 국내 육성 감귤 ‘하례조생’ 전시포 정식용 묘목 공급 농가의 연차별 생육 상황

촬영 시기	조천읍 북촌리	남원읍 남원리	서귀포시 호근동
2020. 5월.			
2020. 9월			
2021. 12월.			

그림 8. 2020년 국내 육성 감귤 ‘하례조생’ 전시포 정식용 묘목 공급 농가의 연차별 생육 상황



촬영 시기	표선면 토산리	남원읍 남원리	대정읍 일과리
2020. 5월			
2020. 9월			
2021. 12월			

그림 9. 2020년 국내 육성 감귤 ‘윈터프린스(표선면 토산리)’와 ‘미니향(남원읍 남원리, 대정읍 일과리)’ 전시포 정식용 묘목 공급 농가의 연차별 생육 상황



(2021. 5월. 정식 직후 모습)



(2021. 12월 생육 모습)

그림 10. 2021년 국내 육성 감귤 ‘하레조생’ 전시포 정식용 공급 농가의 생육 상황(서귀포시 중문동)

(2) 직영 전시포 개설

국내 육성 감귤 직영 전시포 개설 결과, ‘탐도3호’, ‘미니향’, ‘탐나는봉’, ‘하례조생’, ‘선킹’, ‘윈터프린스’ 6품종 1.22ha였다(표 9). 2021년 12월 현재, ‘탐도3호’, ‘탐나는봉’, ‘선킹’ 품종은 농가 선호도가 떨어져서 보급 확대가 부진한 상태이다.

표 9. 직영 전시포 개설 결과

연도	장소	재배 형태	식재 품종	면적 (ha)	재식 거리 (최종)	정식 주수	비고
계	3개소	-	6품종	1.22	-	1,504	
2017	서귀포시 토평	하우스	탐도3호	0.07	2.7×2.5m (2.7×5m)	100	감귤연구소 분양
			미니향	0.03		120	
			탐나는봉	0.07		50	구입
2018	제주시 도련	노지	하례조생	0.40	4×1.5m (4×3m)	560	구입
				0.60		600	
2020	서귀포시 토평	하우스	선킹	0.02	2.7×2.5m (2.7×5m)	24	'17년 '탐도3호' 갱신
			윈터프린스	0.03		50	

전시포 정식용 묘목 보급과 직영 전시포 조성을 통하여 모두 15개소, 4.41ha가 조성되었다. 당초 목표 5ha에 다소 부족하였으나 이는 품종갱신에 따른 미수익 기간이 길어서 농가의 적극적인 참여가 부족하였기 때문이다.

(3) 화분 대묘 육성

2018년 3월부터 2020년 3월까지 ‘하례조생’ 240주, ‘윈터프린스’ 66주, ‘제라몬’ 79주 등 660주를 생산하고 2020년 3월 전면 갱신 조건으로 전시포 정식용 묘목 보급사업에 활용하였다(표 9~10, 그림 11). 여기서 3년생 화분 대묘란 1년생묘를 화분에 옮겨 심어 만 2년을 생육 시킨 것으로 확실하게 3~4 주지가 있고 이식 피해가 없도록 정식 가능한 묘로 정의하였다.

표 10. 화분묘 육성 결과

구분	대상 품종	생산주수 (주)	비고(주요 특성 등)
계	7품종	660	-
보급 가능	하례조생	240	11월 중하순 수확, 조기 산함량 감소
보급 검토	윈터프린스	66	11월 하순 수확, 하례히메×폰칸(동해 피해)
	제라몬	79	프로스트 리스본 주심배, 궤양병 저항성
	썬킹	86	12월~2월 상순, 남향×양코르, 부피 없음 동해 피해(고사주 발생)
특성 검정	11G273A	81	농업기술원 1차 선발 계통 조기 특성 검정으로 보급 기간 단축
	11D285A	37	
	11G269	71	



그림 11. 사각 심경포트에서 육성하는 화분묘 생산 모습

2020년 3월부터 2021년 12월까지 애월읍 봉성리 농산물원종장에 ‘가을향’, ‘달코미’, ‘설향’ 3품종에 대하여 1년생 절점묘, 2~3년생 화분묘 각 8,000주 총 24,000주를 생산하고 있다(그림 12). 이렇게 생산된 화분묘는 2022년 2월 농가 실증용으로 보급 예정이다.

농가 실증은 제주 지역별로 추진하게 되는데 3년생 화분묘를 제공함으로써 농가의 미수익 기간을 단축할 수 있으며 장단점을 일찍 파악할 수 있다. 이와 더불어 재배 매뉴얼을 매년 업그레이드하면서 최종 농가 보급에 대비하고 있다. 특히, 실증 농가보다 1년 앞서서 기본 재배 매뉴얼을 제공하고 1년 마다 업그레이드된 매뉴얼을 적용하여 실증연구를 추진하면 성공 확률이 높아질 것으로 보고 있다. 일본에서도 ‘유라조생’의 주심배 품종인 ‘YN-26’이나 ‘미하야’ 품종을 보급하기 위하여 기본 재배 매뉴얼을 제작하여 제공함으로써 품종 선택의 기회를 확대하고 있다.





그림 12. '가을향' 등 3품종 화분 대묘 생산 모습(좌로부터 1년생, 2년생, 3년생)

국내 육성 감귤 조기 보급 확대를 위한 화분 대묘 생산에 어떠한 화분이 적당한지 검토하였다(표 11, 그림 13). 개량 두채용기, 개량 원형화분, 심경포트는 화분묘 생산을 위하여 개량한 형태로 새롭게 제작한 것이며 쉽게 구입할 수 있는 혼색화분과 비교하였다. 그 결과, 수관용적(m<sup>3</sup>)은 개량 두채용기, 개량 원형화분, 혼색화분, 심경포트 순으로 적었다. 주간굽기(mm)는 개량 두채용기와 개량 원형화분이 좋았고 심경포트와 혼색화분은 차이가 없었다. 생체중을 보면 지상부는 개량 두채용기, 개량 원형화분 순이었고 심경포트와 혼색화분은 차이가 없었다. 지하부도 비슷한 경향이였다. T/R을 보면 지상부 생육이 좋을수록 지하부 생육이 더욱 좋은 것으로 조사되었다. 화분 용적(cm<sup>3</sup>) 즉 화분 크기가 클수록 지상부 생육이 좋았으며 지하부 생육은 더욱 좋았다.

따라서, '미니향' 3년생 화분 생육에는 개량 두채용기가 가장 좋았다. 이러한 결과는 화분 생산에 있어서 품종에 따라서 다를 수 있으므로 고려해야 한다.

표 11. 화분 종류별 3년생 '미니향'의 생육 상황

처리내용	수관용적(m <sup>3</sup> )	주간굽기(mm)	생체중(kg)		
			지상부(T)	지하부(R)	T/R
개량 두채용기	0.105a <sup>2)</sup>	13.5a	0.24a	0.55a	0.44c
개량 원형화분	0.094b	11.2a	0.14b	0.24a	0.57bc
심경포트	0.039c	8.8b	0.09c	0.13b	0.69ab
혼색화분	0.076bc	8.7b	0.13bc	0.16ab	0.80a

<sup>2)</sup>LSD(0.05), 조사일 2021. 12. 3.



그림 13. 화분 종류별 뿌리 발육 상태(좌로부터 개량 두채용기, 개량 원형화분, 심경포트, 혼색화분)

제주특별자치도 농업기술원에서 육성한 ‘가을향’, ‘달코미’, ‘설향’, ‘11D089’ 3년생 화분묘를 개량 두채용기를 이용하여 생산한 결과, 수관용적은 ‘설향’이 가장 작고 ‘가을향’이 가장 컸다. 주간 굵기는 비슷하였다(표 12, 그림 14.). 이러한 결과는 1년생 절절묘의 생육 차이가 있겠지만 주간굵기를 보면 품종별로 차이가 있다고 생각된다. 생체중은 지상부가 좋을수록 지하부도 좋았고 T/R 값이 커서 지상부와 지하부의 생육이 균형있게 발달하였다. 화분묘는 정식 후의 관리에 따라 생육 차이가 최종 결정되므로 품종별 통계분석은 생략한다.

뿌리 발육 상태가 가장 좋은 11D089는 지상부보다 지하부 생체중이 많았으며 개량 두채용기 밑바닥에 약간의 뿌리 돌림 현상이 관찰되었다(그림 15). 또한, 뿌리 발육 상태가 가장 저조한 ‘설향’에서도 밑바닥에서 뿌리 돌림 현상이 확인되었다. 따라서, 개량 두채용기에서 생산된 3년생 화분묘를 그대로 정식하면 뿌리가 엉켜서 생육에 지장을 초래할 것으로 예상된다. 개량 두채용기에서 생산한 3년생 화분묘를 정식할 때는 뿌리가 엉키지 않도록 밑 바닥 뿌리를 자르는 작업이 필요하였다.

표 12. 제주특별자치도 농업기술원 육성 신품종의 개량 두채용기를 이용한 3년생 화분묘의 생육 상황

생산품종(계통)	수관용적(m <sup>3</sup> )	주간굵기(mm)	생체중(kg)		
			지상부(T)	지하부(R)	T/R
가을향	0.24	15.7	0.51	0.52	0.98
달코미	0.15	14.1	0.42	0.58	0.73
설향	0.10	15.5	0.28	0.44	0.64
11D089	0.15	15.4	0.51	0.66	0.77

\*조사일 2021. 12. 3.



그림 14. 제주특별자치도 농업기술원 육성 감귤 신품종의 개량 두채용기를 이용한 3년생 화분묘의 생육 상황(2021. 12. 3.)





11D089

(뿌리 생육이 가장 좋음)

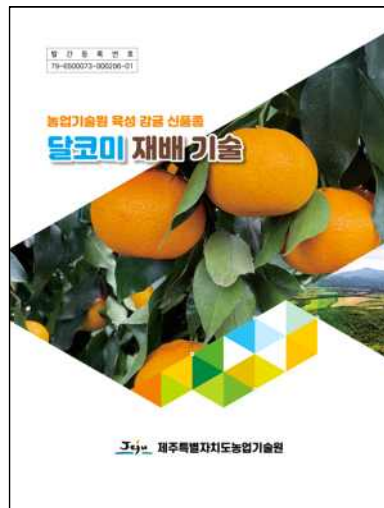
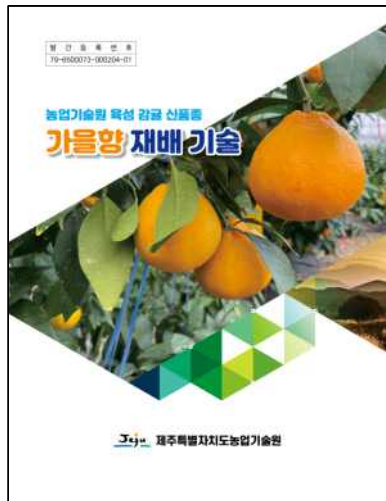
설향

(뿌리 생육이 가장 적음)

그림 15. 제주특별자치도 농업기술원 육성 감귤 신품종에 대한 개량 두체용기에서의 뿌리 발육 상태(2021. 12. 3.)

<신품종 재배기술 책자 제작>

- 보급품종: 가을향, 달코미, 설향
- 제작부수: 각 500부
- 배부활용: 실증농가, 지역농감협, 센터 감귤 담당자 등



(4) 품종 판별 유전자 분석

제주특별자치도농업기술원으로부터 제공받은 24점의 시료로부터 gDNA를 추출한 후 Nano-drop spectrophotometer를 사용하여 정량하였다(표 13).

표 13. 감귤 잎 시료로부터 추출한 gDNA 정량 결과.

시료명	농도(ng/μL)	A260/A280	시료명	농도(ng/μL)	A260/A280
가을향	9.10	1.57	9	8.56	1.65
설향	16.97	1.47	10	18.29	1.30
달코미	12.86	1.50	11	11.16	1.41
11D089(계통)	9.82	1.39	12	15.77	1.44
1	14.61	1.33	13	7.79	1.24
2	15.22	1.48	14	9.84	1.36
3	21.90	1.45	15	17.56	1.59
4	19.27	1.44	16	11.29	1.31
5	20.73	1.57	17	14.84	1.43
6	10.90	1.28	18	13.20	1.51
7	12.72	1.40	19	14.71	1.39
8	10.23	1.39	20	11.58	1.38

24개 감귤 시료에 대해 16개의 SSR 마커를 적용하여 각 마커별 대립유전자 크기를 결정하였으며, 대립유전자 공유 정도를 기반으로 UPGMA dendrogram을 작성하였다(그림 16). 분석 결과, 6, 12, 16, 19, 3번 시료는 ‘설향’과 ‘유전형’이 모두 동일하였으며, 9, 1, 13, 14, 8번 시료는 ‘가을향’과 유전형이 모두 동일하였으며, 5, 10, 17, 20, 4번 시료는 ‘11D89(계통)’와 유전형이 모두 동일하였으며, 2, 7, 11, 15, 18번 시료는 ‘달코미’와 유전형이 모두 동일하였다.

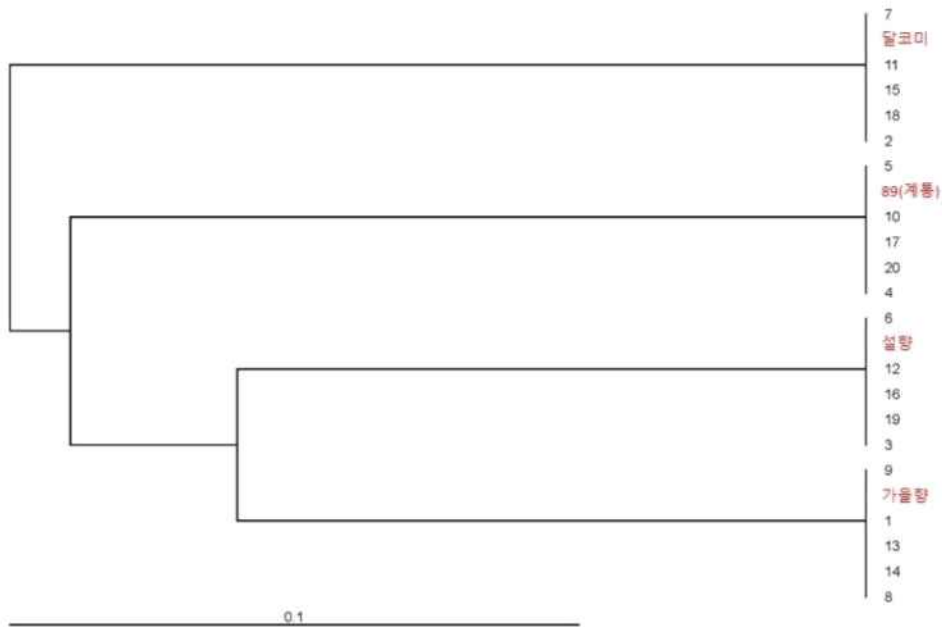


그림 16. 24개 감귤 시료에 대해 16개 SSR 마커를 적용하여 작성된 UPGMA dendrogram.

앞으로 국내 육성 감귤 품종에 대해서도 무분별한 도입이나 증식의 관점에서 육성권자의 권리를 존중하는 방향으로 품종갱신이 이루어져야 한다. 이러한 측면에서 제주특별자치도 농업기술원에서 육성한 ‘가을향’, ‘달코미’, ‘설향’, ‘11D089’에 대한 품종 판별 여부를 검토한 것이다.

이러한 품종 판별 기술을 확보함으로써 육성권자의 권리보호뿐만 아니라 묘목 업체의 무단 증식을 억제해야 감귤 산업의 건전하고 지속적인 발전을 기대할 수 있다. 감귤 품종 육성권자의 권리보호는 국가기관, 지방자치단체, 민간업체 모두에게 도움이 될 것이며 품종 육성, 묘목 생산, 재배 확대로 연결되는 선순환 구조가 형성될 것이다.

○ 학술발표: 1건

- 제주특별자치도 자체 육성 감귤 신품종의 유전자형 분석에 의한 판별 및 권리보호('21. 12.)

### 3. 국내 육성 감귤 재배작형 실증

#### 가. 재료 및 방법

가온재배 '하례조생'에 대한 과실 품질 조사는 남원읍 하례리 전시포에서 2017년 기준 '하례조생' 3년생, '궁천조생' 30년생을 대상으로 실시하였다. 두 품종은 각각의 하우스에서 가온재배가 이루어졌으며 일반적인 하우스밀감 관리 기준에 준하여 온도, 물, 병해충 방제, 시비 관리가 수행되었다.

무가온 재배 '하례조생'에 대한 과실 품질 조사는 2017년 기준 애월읍 상가리 8년생, 남원읍 남원리 3년생에서 실시하였다. 남원읍 남원리에는 '궁천조생' 26년생이 있어서 '하례조생'과 비교하였다. 관리 방법은 일반적인 무가온 재배 관리에 준하였다.

토양피복 재배는 2017년 기준 제주시 노형동 '하례조생' 10년과 '궁천조생' 27년생을 비교하였고 토양피복은 7월 상순에 실시하고 피복자재 개폐없이 고정하여 2년 사용하였다. 표선면 세화리는 2017년 '하례조생' 고접 4년생으로 토양피복은 7월 상순, 피복 자재는 2년 사용하였다. 제주시 삼양1동은 2016년 '하례조생' 2년생을 정식하여 2021년 첫 결실 과원으로 6월 중순 토양피복을 하고 9월 이후 2회 정도 소량 관수하였다. 그 외 관리는 일반 노지 온주밀감에 주하여 관리되었다.

일반 노지 재배는 대정읍 안성리, 서귀포시 회수동, 남원읍 위미리, 애월읍 유수암리, 조천읍 선흥리 5개소에서 2017~2018년 2년 동안 이루어졌다.

수확기 품질을 연차별로 비교하였으며, 과피색은 2018년부터 2021년까지 착색기에 7~10일 간격으로 조사되었다. 과실품질은 과실 크기, 과중, 과피색, 당도, 산함량, 비중을 측정하였으며, 당도는 굴절당도계 Atago(Japan) PAL-1, 산함량은 NaOH 0.1N로 측정하였다. 과피색은 Minolta CM-700d로 과실 적도부위 2부분을 측정하여 평균값을 취하였다. 과실에 대한 비중은 수중 질량을 측정하여 비중으로 환산하였다. 조사과실은 품종별로 3주씩 주당 5과를 채취하여 1~2일 이내에 분석하였다. 노지 재배에서는 과피색 차이를 확인하고자 Hunter L, a, b값을 측정하여 a값을 직접 비교하였으며 Hue 값으로 변환하여 시기별 경시적 변화를 비교하였다 (McGuire, 1992). 통계분석은 R-프로그램을 이용하였다.

'미니향'에 대한 생육특성 조사는 2019년부터 2021년까지 조천읍 대흘리, 남원읍 신흥리, 서귀포시 토평동 3개소에서 이루어졌다. 2019년 기준 조천읍 대흘리 4년생이었으며 그 외 지역은 3년생이었다. 재배 작형을 보면 서귀포시 토평동은 무가온 재배이며 그 외 지역은 노지재배이다. 수확기 과실 품질과 시기별 당도 및 산함량 변화를 조사하였다. 조천읍 대흘리에서는 2021년 품질향상을 위하여 토양피복과 무피복을 비교하였다. 과실 품질 조사방법은 위와 같이 동일하게 수행하였다.



나. 결과 및 고찰

(1) ‘하례조생’의 재배작형 실증

1) 가온재배

국내 육성 온주밀감 ‘하례조생’에 대한 가온재배시의 생육상황은 Table 14와 같다. 2018년 ‘하례조생’은 12월 1일 최저 17℃로 가온을 시작하여 15일이 경과되면 발아가 되고 30일이 되면 개화가 되었다. ‘궁천조생’은 11월 26일 최저 17℃ 가온을 시작하였고 가온 개시 후의 발아기와 개화기에는 차이가 없었다. 하지만, 착색기는 가온이 4일 정도 늦은 ‘하례조생’이 ‘궁천조생’보다 3일 정도 빨랐으며 수확 시작일은 8일 정도가 빨랐다. 2019년에는 ‘하례조생’과 ‘궁천조생’ 모두 12월 1일 가온을 시작하였으며 가온 15일 후 발아가 되고 가온 30일 후 개화가 되었다. 착색기는 ‘하례조생’ 가온 후 177일, ‘궁천조생’은 180일로 2018년 생육 상황과 비슷하였다. 수확 시작일은 ‘하례조생’ 가온 후 193일, ‘궁천조생’ 가온 후 200일로 ‘하례조생’이 7일 정도 빨랐다. 2020년에도 생육상황은 비슷하였으며 수확 시작일이 ‘하례조생’ 가온 후 194일, ‘궁천조생’ 가온 후 201일로 ‘하례조생’이 7일 빨랐다.

Table 14. The growth situation for the satsuma mandarin ‘Haryejosaeng’ of domestic breeding variety at the heating plastic greenhouse in Jeju

Heating start Years	Varieties	Heating start date	Sprouting	Blooming	Coloring	Harvest
				(MM/dd)		
2017	Haryejosaeng	12/01 (0) <sup>2)</sup>	12/16 (15)	12/30 (30)	5/26 (177)	6/19 (200)
	Miyaka wase	11/26 (0)	12/11 (15)	12/26 (30)	5/22 (180)	6/19 (208)
2018	Haryejosaeng	12/01 (0)	12/16 (15)	12/31 (30)	5/26 (177)	6/11 (193)
	Miyaka wase	12/01 (0)	12/16 (15)	12/31 (30)	5/29 (180)	6/18 (200)
2019	Haryejosaeng	12/01 (0)	12/16 (15)	12/30 (30)	5/25 (176)	6/12 (194)
	Miyaka wase	12/01 (0)	12/16 (15)	12/31 (31)	5/28 (179)	6/19 (201)

<sup>2)</sup> Heating days.

일반적으로 온주밀감 가온재배는 가온 전에 화아분화 정도를 예측하여 최저 17℃를 시작으로 가온재배가 이루어진다(Kim, 2000). 온주밀감 가온재배에 있어서 가온개시 시기의 판정을 위해 수삽법이 사용되고 있으나 착화를 확인할 때까지 시간이 걸리고 전체 착화수를 확인할 수 없는 문제점이 있다고 한다(Okurano 등, 1993).

온주밀감 가온재배는 위험 부담이 크고 가온 후의 착화의 많고 적음이 성패를 좌우한다. 수확기는 가온 개시 후 200일부터 1개월 정도가 되며 수확 후에는 수세 회복을 위해 관수를 하고 다음 작기의 가온 개시일로부터 130일 전까지 정지전정 작업을 마쳐야 한다고 보고하였다(Siroisi, 1989). Susaki 등(1993)은 온주밀감 가온재배에 있어서 적절한 착화수를 확보하기 위해서는 여름전정부터 가온개시까지의 일수가 적어도 130일 이상이 되어야 하고 140일 이상이 되면 발아율 90% 이상으로 매우 안정된다고 보고하였다.

일반적으로 온주밀감 가온재배에서 7월 중순 전정을 하면 7월 경과 후 예비지에서 많은

여름순이 발아한다. 그 후 여름순이 신장하기 시작하여 자기적심까지 40~45일이 소요되는데, 자기 적심된 여름 가지는 비대, 액아의 신장을 완료하기 위해서 다시 15일 전후가 필요하다. 자기 적심된 3주 후인 8월 하순~9월 하순이 되면 여름순의 모든 액아가 충실하게 비대가 되고 휴면 상태에 놓여서 화아분화가 진행된다. 하지만, 토양수분이 많거나 온도가 높으면 가을순이 발생하는데 이처럼 가을순이 발생하면 착화량이 부족하게 된다. Tachibana 와 Yahata(2007)는 ‘궁천조생’이나 ‘홍진조생’은 12월 상순 가온재배하면 꽃이 적었지만 착과 비율이 높다고 하였다. Sato 등(2007)은 온주밀감 가온재배에서 가을순 발생을 억제하기 위하여 생장조정제 NAA(1-naphtaleneacetic acid)를 살포하면 C/N율과 전분함량이 높아지고 질소함량은 낮아져서 Ethychlozate에 비하여 생리적 화아분화에 좋으며 실제 착화량 증진도 확인하였다.

또한, 온주밀감 가온재배는 화아분화가 순조롭게 진행되더라도 가온 후 일제히 발아되어야 품질이 우수하고 관리가 쉽다고 하였다(Siroisi, 1989). 하지만, 자기적심이 이루어진 후 75-95일 전후의 발육지를 대상으로 가온을 실시하면 발아나 착과가 매우 나쁘게 되므로 12월 중순 이후 가온 시기를 늦춰야 한다. 11월에서 12월 상순 사이에 가온을 시작하기 위해서는 나무의 화아분화가 충분히 되어야 한다. 이 시기의 가온 여부를 판단하는 기준으로 여름순 발생 후 100일에서 120일이 경과 되어야 하고, 확실하게 하기 위해서는 130일이 경과되어야 한다. 따라서, ‘하례조생’은 ‘궁천조생’보다 1주일 정도 빨리 수확이 끝날 수 있으므로 수세 회복이나 정지전정 작업에 무리가 없게 된다. 더불어 7월 중순 정지전정 작업 이후에 발생하는 여름순의 녹화와 화아분화에 필요한 기간도 충분하므로 이듬해 착화량도 충분하게 확보할 수 있게 된다.

가온재배 ‘하례조생’에 대한 품질조사 결과는 Fig. 17.~Fig. 19.과 같다. ‘하례조생’의 당도는 ‘궁천조생’과 차이가 없는 것으로 조사되었으며(Fig. 17.) 산함량도 당도와 마찬가지로 차이가 없었다(Fig. 18). Kang 등(2019)이 노지재배에서 ‘하례조생’과 ‘궁천조생’의 품질을 조사한 결과, 당도 차이는 없지만, ‘하례조생’이 ‘궁천조생’보다 산함량이 낮은 것으로 보고하였다. 즉, 노지재배에서는 두 품종 사이에 산함량 차이가 인정되었지만, 본 연구의 가온재배 작형에서는 산함량 차이가 없었다. 이러한 연구 결과의 차이는 노지재배와 가온재배에서 생육 온도 차이에 기인된 것으로 생각되었다. 특히, 온주밀감의 가온재배에서는 품질 향상을 위하여 과실 횡경 30~35mm 정도인 시점 즉 2차 생리낙과 종료 시점부터 40~45일 정도 단수(또는 절수)를 실시한다(단수 종료시의 과실 품질은 당도가 최소 8°Bx가 되어야 한다). 이러한 관리 방법이 ‘하례조생’과 ‘궁천조생’의 당도 차이가 상쇄된 것으로 생각되었다. 가온재배에서는 착색기의 고온에 의해 ‘하례조생’과 ‘궁천조생’ 모두 산함량 감소가 진행되는 데 차이는 없었다.

Fig. 19.은 ‘하례조생’과 ‘궁천조생’에 대한 과피색의 경시적 변화를 조사한 결과이다. 2017 및 2018년산은 수확기인 2018년 6월 중순부터 수확이 마무리되는 7월 중순까지 두 품종의 과피색 차이가 없었다. 2018, 2019 및 2020년산은 ‘하례조생’이 ‘궁천조생’보다 착색이 빠르고 수확기에도 짙은 색을 띠었다. 이러한 결과는 Kang 등(2019)의 노지 재배 ‘하례조생’과 ‘궁천조생’의 과피색 변화를 조사한 결과와 일치하였다. 2017년산에서 과피색 차이가 없는 것은 ‘하례조생’이 처음 착과되어 품종 고유 특성이 발휘되지 않은 것으로 생각된다. 무엇보다도 가온재배에 있어서 ‘하례조생’이 착색이 빠르고 짙은 색을 나타내는 특징은 수확기를 앞당길 수 있는 중요한 요소로 볼 수 있다.

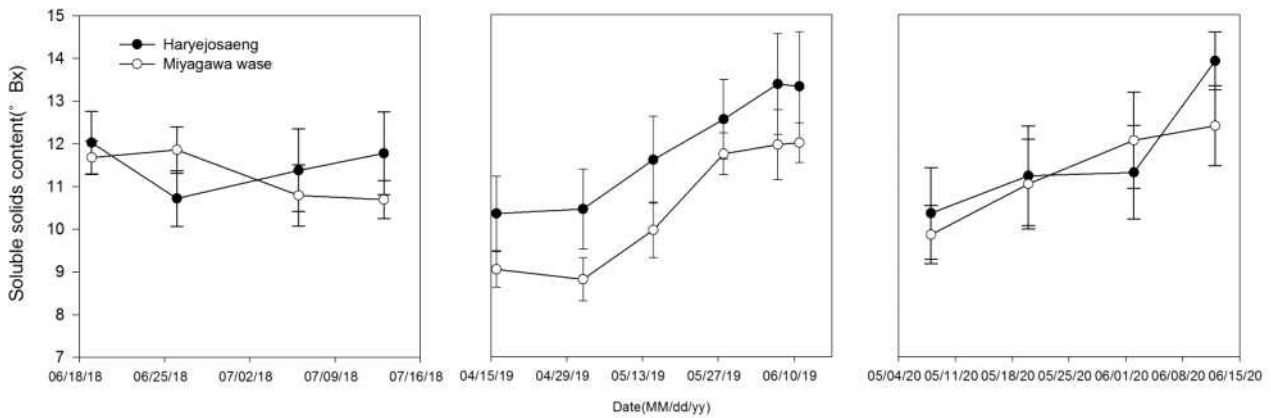


Fig. 17. Changes of the soluble solids for satsuma mandarin ‘Haryejaosaeng’ of domestic breeding variety at the heating plastic greenhouse in Jeju. Vertical bars represent stand deviation (n=10).

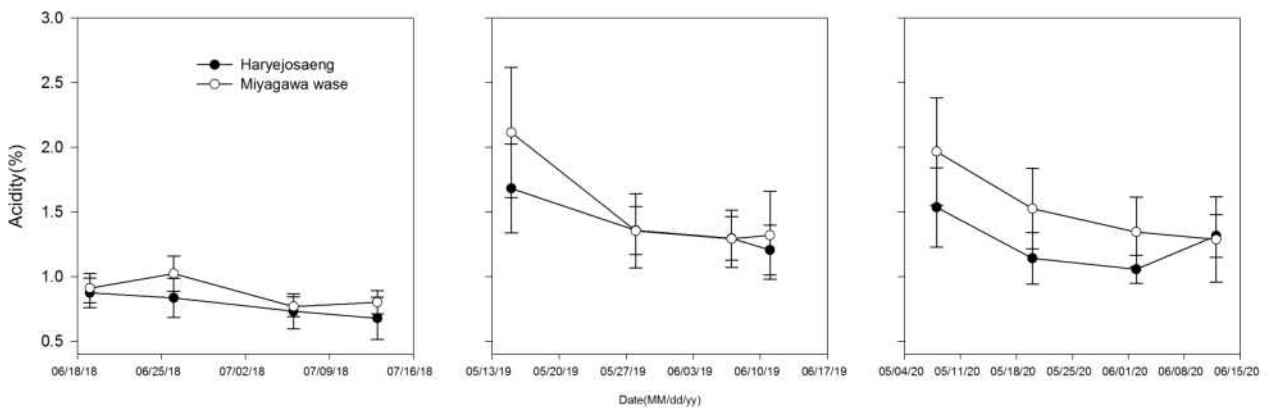


Fig. 18. Change of acidity of satsuma mandarin ‘Haryejaosaeng’ of domestic breeding variety at the heated plastic greenhouse in Jeju. Vertical bars represent stand deviation (n=10).

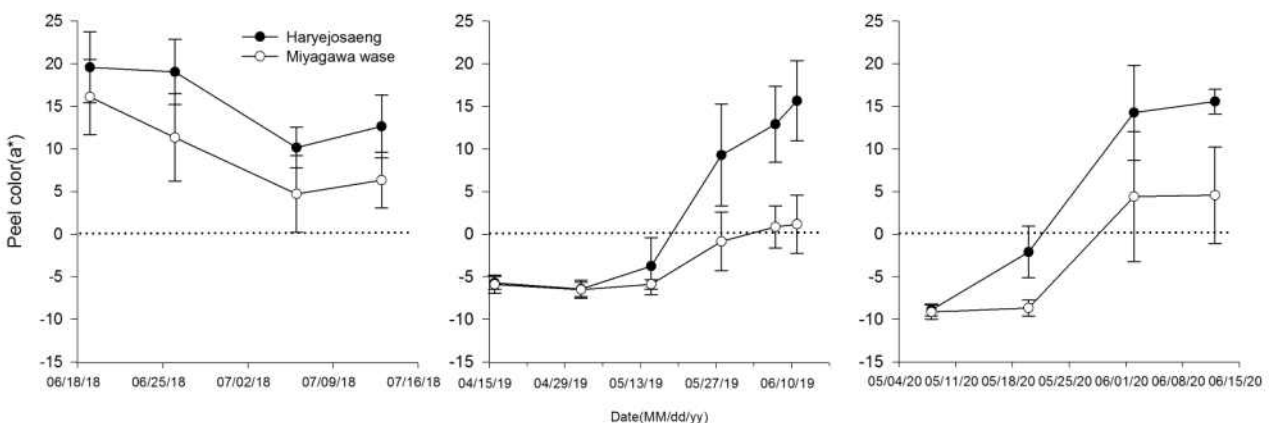


Fig. 19. Changes of peel color of satsuma mandarin ‘Haryejaosaeng(Citrus unshiu)’ of domestic breeding variety at the heated plastic greenhouse in Jeju. Vertical bars represent stand deviation (n=10). a\*; red chroma

‘하례조생’은 과중이 80~90g으로 기존 재배 품종인 ‘궁천조생’ (Miyagawa wase)’보다 다소 크지만 당도가 높고 산함량이 낮은 품종이다. 당도는 하례조생 10.3°Bx, ‘궁천조생’ 9.8°Bx로 ‘하례조생’이 다소 높고, 산함량은 ‘하례조생’ 1.15%, ‘궁천조생’ 1.24%로 ‘하례조생’이 다소 낮았다(Yun 등, 2008). 또한, Kang 등(2019)은 노지 재배 ‘하례조생’이 ‘궁천조생’보다 산함량이 0.11% 낮고 착색이 빠르며 과피색이 짙다고 보고하였다. Hamaguchi 등(1997)은 만개일부터 평균 적산 온도가 3,000~3,500℃ 되면 착색기가 되는데 주야간 온도가 낮아야 과피의 착색이 진전되고 최고 온도나 최저 온도가 높으면 착색이 지연될 뿐만 아니라 산함량 감소도 늦출 수 있다 하였다. 따라서, 조생온주 가운데재배에서 착색기에는 최고 온도 25℃이하, 최저 온도 15℃로 유지해야 과피 착색이나 산함량 감소 속도를 조절할 수 있다고 하였다. 반면, Kurihara(1971)는 노지재배 온주밀감의 고품질 과실 생산을 위한 가을철 온도조건을 밝히는 연구에서 과피의 착색은 주야간 온도 차이 5~10℃에서 가장 촉진되었으며 이보다 높거나 낮으면 억제된다고 보고하였다. Takaki 등(1994)은 가을철 당집적과 착색에 미치는 영향을 조사한 연구에서 2주간 고온(30-25℃)이 경과되면 과피와 과육의 당집적이 억제되고 저온구(20-15℃)에서 현저히 당집적이 증가한다고 하였다. 특히, 고온이 경과되면 착색이 거의 진전되지 않고 과피의 당함량이 감소한다고 하였다.

온주밀감 가운데재배(12월 1일부터 가온 시작)에서는 착색기가 되면 시설내 최고최저 온도를 23-16℃ 내외로 관리한다. 하지만, 실제 재배 농가에서는 이중 피복이 고정되어 여건상 높은 온도가 되는 경우가 많아서 착색 진전에 문제가 되기도 한다. 이러한 상황에서 ‘하례조생’의 과피 착색이 빠르다는 것은 의미있는 장점이라 할 수 있겠다.

Table 15. Compare of fruit qualities at harvest dates to satsuma mandarin ‘Haryejosaeng’ and ‘Miyagawa wase’ at heated plastic greenhouse in Jeju

Investigation date (MM/dd/yy)	Varieties	Fruit diameter (mm)	fruit Length (mm)	Weight (g)	Soluble solids (°Bx)	Acidity (%)	Ratio of solubles / acidity	Peel color (a*)
06/19/18	Haryejosaeng	56.0	43.4	73.3	12.0	0.87	13.8	19.6
	Miyagawa wase	54.4	38.1	66.2	11.7	0.91	13.0	16.1
	LSD <sup>2)</sup>	*	ns	ns	ns	ns	ns	<b>ns</b>
06/11/19	Haryejosaeng	56.3	42.0	71.1	13.3	1.21	11.2	15.7
	Miyagawa wase	52.9	41.8	62.5	12.0	1.32	9.6	1.1
	LSD	**	ns	*	***	ns	*	***
06/12/20	Haryejosaeng	54.5	44.7	69.9	13.9	1.30	10.8	12.6
	Miyagawa wase	54.1	43.8	67.9	12.9	1.30	9.0	4.6
	LSD	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*

<sup>2)</sup> The LSD represents the significance between cultivar for each investigation item; \* at P<0.05, \*\* at P<0.01, \*\*\* at P<0.001, and ns is not significantly. a\*; red chroma

가온재배 ‘하례조생’의 과실을 보면 Table 15와 같다. 과실 횡경은 2018년에는 ‘하례조생’이 ‘궁천조생’보다 큰 편이었으나 이는 재배 연수가 얼마되지 않았기 때문이며 이후에는 차이가 없었다. 과실 종경의 차이도 없었다. 과실무게는 2018년부터 2020년까지 차이가 없었다. 당

도는 2019년에만 차이가 있었으며 산함량은 조사기간 3년 동안 차이가 없었다. 과피색은 2018년 차이가 없었으나 2019년과 2020년에는 ‘하례조생’이 ‘궁천조생’보다 짙은 것으로 조사되었으며 통계적으로 유의성이 있었다.

‘하례조생’의 가온재배에 있어서 수확기의 과피색 차이가 어느 정도 소비자에게 어필할 수 있는지에 대해서는 추가 연구가 필요할 것이다. 재배 농가 입장에서는 과피 착색이 일찍 진행되기 때문에 나무 안쪽이나 아래쪽의 과실도 일찍 수확할 수 있었다. 이러한 장점을 활용한다면 오래된 하우스밀감의 ‘궁천조생’이나 ‘홍진조생’을 ‘하례조생’으로 대체할 수 있을 것으로 기대되었다.

## 2) 무가온 재배

제주시 애월읍 상가리 지역은 심토가 진흙으로 표층은 건조 상태가 되어도 심층은 토양 수분이 많은 상태가 된다. 그림 20은 나무의 수분 상태를 엽수분포텐셜(YARA ZIM Plant Tech. GmbH)로 측정한 것으로 2017년 -200kPa 정도가 되었으나 당도는 10°Bx 정도 되었으며 2018년 -100kPa 정도로 2017년과 비슷한 과실 품질을 보였다. 강 등의 에이메과시28호 단수시기에 관한 연구에 의하면 엽수분포텐셜이 -300kPa 정도 이하가 되어도 위조 증상이 없다고 하였다. 따라서, 이러한 지역에서 무가온재배에 의한 고품질 과실 생산이 어렵다는 점을 재배 농업인에게 알려주어야 할 것이다.

이 지역의 과실 품질은 노지에 비하여 0.7°Bx 정도 차이가 나는 정도였으며, 무가온 재배에 의한 과실 품질이 10.3~12.5°Bx로 13°Bx 이상 고품질 과실이 생산되지 않았다(표 16). 제주 지역은 토양 성질이 다양하므로 품질향상을 위한 건조 스트레스 부여가 어려운 지역에서의 무가온 재배는 고려되어야 할 것이다.

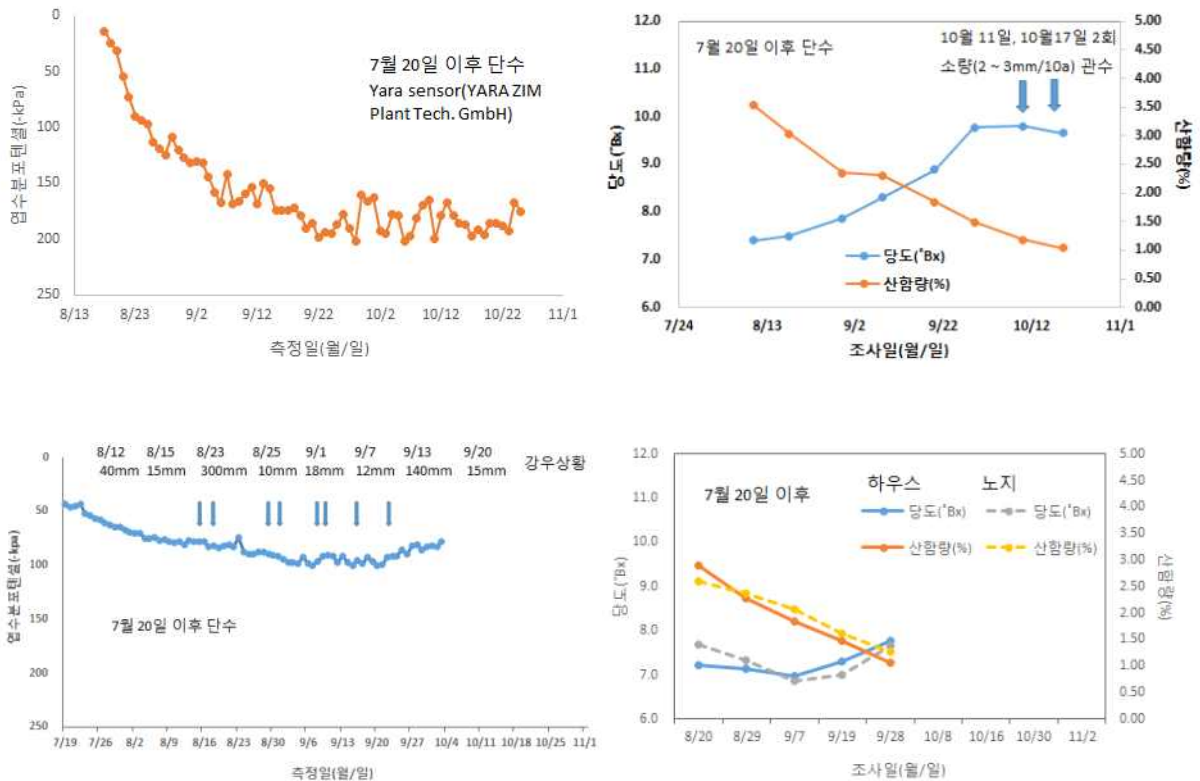


그림 20. 무가온재배시 단수 처리후 엽수분포텐셜 및 과실 품질 변화(애월읍 상가리, 상 2017



년, 하 2018년)

표 16. 제주시 애월읍 상가리 무가온 재배 '하례조생'의 과실품질

조사일	재배 형태	횡경(mm)	과중(g)	당도(°Bx)	산함량(%)	당산비	과피색 (a*)
`17. 11. 16.	하우스	58.6	84.4	10.3	0.95	10.8	32.4
	노지	62.8	91.3	9.0	0.94	9.6	30.5
`18. 11. 20.	하우스	50.5	94.1	10.1	0.82	11.6	33.2
	노지	45.1	80.0	9.5	0.83	11.4	31.1
`19. 11. 21.	하우스	53.5	63.0	11.9	1.04	11.8	21.6
`20. 11. 20.	하우스	54.5	69.8	10.8	1.02	10.3	30.3
`21. 10. 21.	하우스	60.1	87.2	12.5	1.48	9.5	5.0

\* 재식 년수 `21년 12년생, 7월 하순부터 단수 관리함

서귀포시 남원읍 남원리 지역은 과중, 당도, 산함량, 과피색에서 '하례조생'과 '궁천조생'의 차이가 있었다. '하례조생'이 '궁천조생'보다 당도는 1.5°Bx, 산함량은 0.31% 높았으며 과피색은 a\*값이 5.4 높아서 짙은 색을 띠었다(표 17). '하례조생'은 산함량이 낮은 것이 특징인데 이렇게 높은 것은 무가온재배에서 과도한 건조 스트레스 때문으로 생각되지만 세밀한 연구가 필요할 것으로 보인다.

표 17. 서귀포시 남원읍 남원리 무가온 재배 '하례조생'의 과실품질

조사일	조사품종	횡경(mm)	과중(g)	당도(°Bx)	산함량(%)	당산비	과피색 (a*)
`17. 11. 29.	하례조생	58.5	85.9	12.4	1.02	12.2	33.1
	궁천조생	61.2	97.5	11.3	0.77	14.7	30.4
`19. 11. 21.	하례조생	55.3	66.2	13.3	1.58	10.6	30.7
	궁천조생	57.0	70.5	12.1	1.33	9.4	27.7
`20. 11. 20.	하례조생	56.6	71.6	13.5	1.22	11.4	30.7
	궁천조생	56.4	69.4	11.4	0.97	11.9	26.9
`21. 10. 21.	하례조생	57.5	77.8	12.8	1.71	7.9	14.3
	궁천조생	56.0	76.6	11.3	1.19	9.6	2.3
평균	하례조생	57.0	75.4	13.0	1.38	10.5	27.2
	궁천조생	57.7	78.5	11.5	1.07	11.4	21.8
	LSD <sup>2)</sup>	ns	*	**	**	ns	**

\* 재배 년수(`21년 기준): 하례조생 7년생, 궁천조생 30년생

\* 7월 하순부터 단수 관리함

<sup>2)</sup> LSD: \* P<0.05, \*\* P<0.01, ns 유의성 없음

### 3) 토양피복 재배

토양피복 재배시 ‘하례조생’의 과실 품질은 표 18~20과 같다. 제주시 노형동에서는 ‘하례조생’의 산함량이 ‘궁천조생’보다 낮았으나 당도는 비슷하였다. 표선면 세화리에서는 ‘하례조생’의 당도가 10.1~11.2°Bx, 산함량이 0.87~0.88%로 토양피복임에도 불구하고 건조 스트레스 부여가 되지 않았다. 그 이유는 화산회토양이면서 피복 전 토양 수분이 피복 후에 그대로 유지되었기 때문이며, 피복 후 건조를 위해 피복물을 열어서 건조시켜야 하는데 그렇지 못했기 때문이다. 또한, 잦은 강우에 의해 물 유입이 잦은 것도 문제였다. 제주시 삼양1동은 2021년 6월 중순 피복한 곳으로 첫 결실 과원이다. 무피복에 비하여 피복한 곳은 당도 3.5°Bx, 산함량 0.37% 높고, 과피색 a\*값은 9.3 높았다. 노지 재배에서 토양피복에 의해 ‘하례조생’의 고품질 과실 생산이 가능하였으며 과피색이 짙은 장점이 확인되었다.

표 18. 제주시 노형동 토양피복 ‘하례조생’의 과실 품질

조사일	조사품종	횡경(mm)	과중(g)	당도(°Bx)	산함량(%)	당산비	과피색(a*)
`17. 11. 29.	하례조생	72.9	150.6	10.4	0.87	12.5	31.9
	궁천조생	71.9	143.5	10.3	0.99	11.0	30.6
`18. 11. 20.	하례조생	44.7	85.4	10.3	0.83	12.7	30.5
	궁천조생	43.6	82.9	10.1	0.92	11.3	29.8
평균	하례조생	58.8	118.0	10.4	0.85	12.6	31.2
	궁천조생	57.8	113.2	10.2	0.96	11.2	30.2
	LSD <sup>2)</sup>	ns	ns	ns	*	*	ns

\* 재배 년수(`18년 기준): 하례조생 11년, 궁천조생 28년생, \* 토양피복 7월 상순, 피복자재 고정, 2년 사용  
<sup>2)</sup> LSD: \* P<0.05, \*\* P<0.01, ns 유의성 없음

표 19. 표선면 세화리 토양피복 ‘하례조생’의 과실 품질

조사일	조사품종	횡경(mm)	과중(g)	당도(°Bx)	산함량(%)	당산비	과피색(a*)
`17. 11. 29.	하례조생	59.9	88.2	11.2	0.88	12.7	31.1
`18. 11. 20.		59.3	87.5	10.1	0.87	11.6	29.7

\* 재배 년수(`18년 기준): 하례조생 고정 5년, \* 토양피복 7월 상순, 피복자재 2년 사용

표 20. 제주시 삼양1동 토양피복 ‘하례조생’의 과실 품질

피복여부	횡경(mm)	과중(g)	당도(°Bx)	산함량(%)	당산비	과피색(a*)
피복	57.8	81.9	11.9	1.24	9.6	14.5
무피복	60.2	91.3	8.4	0.87	9.6	5.2

\* 재배 년수 `16년 2년생 정식, \* 토양피복 6월 중순, 9월 이후 2회/2톤/6회/1,980㎡  
 \* 조사일: 2021. 10. 21.

#### 4) 노지재배

국내 육성 온주밀감 ‘하례조생’을 기존 재배하던 ‘궁천조생’과 과실 외관 품질을 조사한 결과는 Table 21과 같다. ‘하례조생’의 과실 크기, 과실 무게, 과형지수는 ‘궁천조생’과 비슷한 것으로 조사되었다. 그러나, 과피색은 ‘궁천조생’보다 다소 짙어서 차이가 있었다. 즉, ‘하례조생’은 ‘궁천조생’과 비교하여 짙은 과피색을 가진 것으로 조사되었다. ‘하례조생’과 ‘궁천조생’의 안성지역 과피색은 a\*값이 2017년 2.9, 2018년 2.6 차이가 있었으며 통계적 유의성이 있었다. 회수에서는 a\*값이 2017년 1.3, 2018년 5.1 차이가 있었으며 남원에서는 2017년 a\*값이 1.4 차이가 있었다. 그러나, 우수암에서는 2017년 a\*값이 2.1 차이가 있었으나 2018년에는 차이가 없었다. 우수암 조사 포장은 북향으로 계곡 모양 지형으로 일조가 부족하고 토양수분이 많기 때문에 품종간 차이점을 구별하기가 어려웠으며 선홍 조사 포장은 분지형 지형으로 다른 지역보다 생육 평균 온도와 최저 온도가 낮아서 품종 특성 발현이 안된 것으로 생각된다.

Abouzari(2016)은 소비자가 감귤을 구매할 때 가장 먼저 작용하는 중요한 품질 특성 요소가 과피색이라고 하였다. 이러한 특성은 ‘하례조생’의 보급 확대에 유리한 조건을 갖추었다고 볼 수 있다. 감귤 주산지 제주에서는 온주밀감이 15,006ha로 전체 재배 면적 20,140ha의 75%를 점유하고 있다(Jeju special-self governing province, 2018). 이렇게 많이 재배되고 있는 온주밀감 중에서는 ‘궁천조생’과 ‘홍진조생’이 각각 22%, 11% 정도 된다. 일본에서 도입된 이들 품종은 1980년대 초반부터 급속히 증가하여 현재 40년 정도가 되어 품종 갱신을 고려하는 시점이 되었다. 국내 육성 온주밀감 ‘하례조생’은 이와 같이 노목이 된 ‘궁천조생’과 ‘홍진조생’을 대체할 수 있는 품종으로 이용 가능할 것이다.

하지만, Kubota(2008)는 산지 특산물화하기 위해서는 한 품종이 적어도 1,000톤이 필요하므로 50ha 정도 되어야 하며 품종 구성의 다양화를 비롯하여 조직적인 생산 유통 체제의 확립이 필요하다고 하였다. 최근 소비 경향이 다양화되면서 감귤 과실의 소비가 정체되어 있어 맛의 범위(spectrum)가 적은 온주밀감이 어느 정도 확대될지는 의문이다. Yamada(1984)에 의하면 감귤과 같은 과수 작물의 장기 경영 개선을 위한 품종갱신은 변화하기 쉬운 환경, 생산자의 인식능력, 영세한 생산자의 과다 경쟁, 품종육성과 같은 혁신적 기술의 손쉬운 공개 등으로 실행 성과가 예상만큼 크지 않다고 하였다. 따라서, ‘하례조생’의 보급 확대를 위해서는 재배 농업인의 자발적 참여와 품종갱신에 대한 이해가 무엇보다도 필요하다고 생각된다.

Fig. 21은 조사 지역별로 과피색 Hue 값의 경시적 변화를 조사한 것이다. Hue 값 90°이 되는 시점 즉 착색이 시작되는 시기는 안성 2017년, 2018년 모두 10월 15일경, 회수 2017년 10월 20일경, 우수암 2017년 10월 25일경, 2018년 10월 29일경, 선홍 2017년 10월 15일경, 남원 2018년 10월 7일경이었다. 이 시점에 ‘하례조생’은 ‘궁천조생’보다 Hue 값이 낮으므로 착색 시기가 빠르고 이후에는 짙어졌다. 또한, Hue 값 70°정도까지는 급격하게 착색이 진행되지만 이후 노란색으로 되면서 서서히 진행되는 것으로 나타났다. 안성에서는 2017년 11월 상순경 ‘하례조생’과 ‘궁천조생’의 Hue 값 차이가 없었으며 2018년에는 10월 하순부터 차이가 나기 시작하여 11월 중순 수확기까지 이어졌다. 회수에서는 2017년 10월 중순부터 두 품종 모두 착색이 시작되고 11월 상순이후는 완만하게 착색이 진행되고 11월 중순에는 과피색 차이가 있었다. 하지만, 2018년에는 10월 하순 수확이 완료되어 완전 착색기의 과피색 차이를 조사할 수 없었다. 우수암에서는 2017년 10월 상순부터 ‘하례조생’의 Hue 값이 낮았으며 12월 상순까지 이어졌다. 특히, 이 지역은 앞서 기술한 바와 같이 입지조건이 열악하여 Hue 값 90°이 되는 시점도 10월 하순으로 착색이 늦은 것으로 조사되었다. 선홍과 남원 지역은 11월 상순이후 두 품종 간 과피

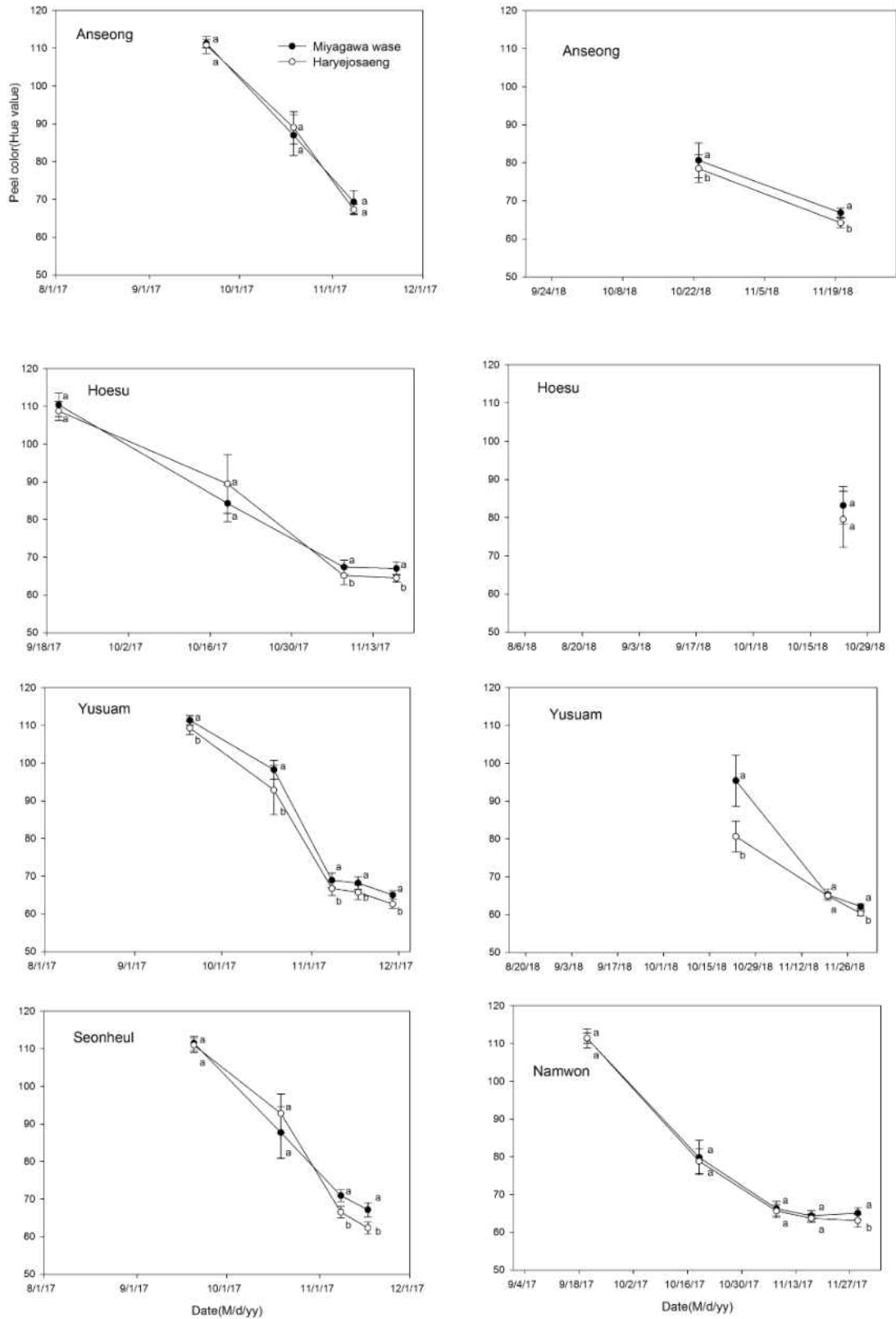
색 차이가 나타났다. 일찍 수확한 2018년 회수 지역을 제외하면 수확기 ‘하례조생’과 ‘궁천조생’의 과피색 차이가 있었으며 통계적으로도 유의성이 있었다.

Manera 등(2013)은 그레이프푸르츠에서 Hue 값을 중요한 매개 변수로 이용하여 마쉬와 레드블러쉬 품종들은 10월 하순 Hue 값이 90°에 이르렀으며 17°C 이하가 되면서 서서히 감소하는 노란색으로 된다고 보고하였다. Zheng 등(2017)은 네블오렌지에 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>를 만개 30일 후 살포하면 과실 외관 품질을 개선하는데 착색 촉진에 중요하게 작용한다 하였다.

Table 21. Fruits external qualities on satsuma mandarin ‘Haryejosaeng(*Citrus unshiu*)’ of domestic breeding variety in Jeju

Local	Date (M-d-yy)	Cultivar	Width (mm)	Height (mm)	Shape index of fruit	Weight (g)	Peel color (a*)
Anseong	11-08-17	Haryejosaeng	62.7	50.1	125	101.3	28.0
		Miyagawa wase	61.0	47.0	130	91.0	25.1
		LSD <sup>2)</sup>	ns	*	ns	*	**
	11-20-18	Haryejosaeng	55.8	42.9	130	77.6	30.2
		Miyagawa wase	54.8	43.7	125	80.7	27.6
		LSD	ns	ns	ns	ns	*
Hoesu	11-08-17	Haryejosaeng	61.4	50.7	121	97.2	30.7
		Miyagawa wase	62.9	50.6	125	102.8	28.0
		LSD	ns	ns	ns	*	*
	10-23-18	Haryejosaeng	58.4	46.5	125	86.1	12.4
		Miyagawa wase	60.9	48.8	125	95.2	7.3
		LSD	ns	ns	ns	*	**
Namwon	11-08-17	Haryejosaeng	61.5	48.1	128	94.1	30.3
		Miyagawa wase	63.6	47.7	134	98.5	28.9
		LSD	ns	ns	ns	ns	*
Yusuam	11-17-17	Haryejosaeng	64.5	51.4	126	105.7	28.3
		Miyagawa wase	64.2	52.7	122	111.0	26.2
		LSD	ns	ns	ns	ns	*
	11-20-18	Haryejosaeng	58.2	48.1	121	88.2	28.7
		Miyagawa wase	56.0	44.7	125	77.5	28.5
		LSD	ns	*	ns	*	ns
Seonheul	11-17-17	Haryejosaeng	62.3	51.0	123	94.4	27.2
		Miyagawa wase	62.8	46.8	135	92.6	26.4
		LSD	ns	*	ns	ns	ns
Average		Haryejosaeng	60.6	48.6	125	93.1	27.0
		Miyagawa wase	60.8	47.7	128	93.7	24.8
		LSD	ns	ns	ns	ns	*

<sup>2)</sup> The LSD represents the significance between cultivar for each survey item; \* at P<0.05, \*\* at P<0.01, and ns is not significantly.



**Fig. 21.** Change of the hue value for the fruit peel color of satsuma mandarin 'Haryejaosaeng(*citrus unshiu*)' of domestic variety in Jeju. Error bars has represent the stand deviation. Different small letters at the same date denote significantly differences at  $P < 0.05$ .



앞으로 기상 변화에 따른 Hue 값의 변화를 세밀하게 연구하고 ‘하례조생’의 과피색 발현 특성과 촉진 방법 등이 개발되면 보급 확대에 도움이 될 것으로 판단된다. 하지만, 과피색 차이가 생산자와 소비자에게 얼마만큼 작용하는지 검토할 필요가 있다.

‘하례조생’과 ‘궁천조생’의 과실 품질은 Table 22와 같다. ‘하례조생’은 ‘궁천조생’과 비교하여 과피두께, 당도는 차이가 없었으나 산함량과 당산비는 조사지역 모두 차이가 있었다. 생육 온도가 높고 배수가 잘되는 안성과 남원 지역의 경우 당도 차이가 있었으나 그 외 지역은 비슷한 것으로 조사되었다. 산함량은 모든 지역에서 ‘하례조생’이 ‘궁천조생’에 비하여 낮은 것으로 조사되었으며 이에 따라 당산비가 높게 나타났다. ‘하례조생’과 ‘궁천조생’의 평균 당도는 각각 10.0°Bx, 9.9°Bx로 비슷하였으나 산함량은 각각 0.82%, 0.93%로 차이가 있었으며, 당산비는 각각 12.2, 10.9로 ‘하례조생’이 ‘궁천조생’ 보다 1.3이 높았다. 산함량이 낮은 특징은 ‘하례조생’의 보급 확대에 매우 중요한 품질 요소가 되는데 비가 많은 지역이나 비가 많은 해에는 너무 낮아서 문제가 될 수 있으므로 보급시 주의가 필요하다.

Kang 등(2018a)은 ‘하례조생’의 재배 작형별로 고품질 생산 가능성을 검토하면서 노지 재배에서 ‘궁천조생’ 보다 당도는 0.3°Bx 높고 산함량은 0.16% 낮다고 하였으며, Kang 등(2018b)은 무가온 재배 ‘하례조생’에서 엽과비를 달리하였을 때 11월 10일 당도 15.2~15.9°Bx, 산함량 1.3~1.4%, 당산비 11.5~12.7로 조사되어 고품질 생산 가능성을 제시하였다. 실제 노지 재배에 있어서 과실 성숙기 수분 스트레스를 유지하기 위하여 강우를 차단하는 방법은 다공질 필름 피복 재배가 가장 유력하다. 이러한 온주밀감의 수분 스트레스에 의한 당도 향상 기작은 세포의 침투 조절 기구 작용, 단당류가 다당류로 합성되는 기능의 억제, 과실의 광합성 산물의 전류량 증가 등이 제시되고 있다. 하지만, 다공질 필름 피복 재배에 있어서 과실비대와 당도 향상의 균형을 위하여 적당한 수분 스트레스가 중요하게 되고 이에 따른 산함량 조절이 필요하다고 하였다(Morinaga, 2013).

‘하례조생’의 낮은 산함량 특성을 이용하여 ‘하례조생’ 무가온 재배나 다공질 필름 재배를 하게 되면 건조 스트레스 부여에 따른 산함량 증가 정도를 어느 정도 낮출 수 있어 기존 재배 품종 ‘궁천조생’ 보다 유리하다 하겠다.

Table 22. Fruits internal qualities on satsuma mandarin ‘Haryejosaeng(*citrus unshiu*)’ of domestic variety in Jeju

Local	Date (M-d-yy)	Cultivar	Thickness of peel(mm)	Soluble Solids Content (°Bx)	Acidity (%)	Solid-acid ratio
Anseong	11-08-17	Haryejosaeng	2.8	10.7	0.82	13.0
		Miyagawa wase	2.7	10.0	0.88	11.6
		LSD <sup>2)</sup>	ns	*	*	*
	11-20-18	Haryejosaeng	2.0	11.3	0.82	13.8
		Miyagawa wase	1.8	10.4	0.89	11.8
		LSD	ns	*	*	*
Hoesu	11-08-17	Haryejosaeng	2.7	9.8	0.93	10.4
		Miyagawa wase	2.8	9.4	0.96	10.0
		LSD	ns	ns	ns	ns
	10-23-18	Haryejosaeng	2.2	8.7	0.81	10.7
		Miyagawa wase	2.6	8.9	0.92	9.7
		LSD	ns	ns	*	*
Namwon	11-08-17	Haryejosaeng	3.0	10.5	0.77	13.9
		Miyagawa wase	2.9	11.0	0.91	12.7
		LSD	ns	*	*	*
Yusuum	11-17-17	Haryejosaeng	2.7	10.4	0.84	12.5
		Miyagawa wase	2.7	10.1	1.09	9.7
		LSD	ns	ns	*	*
	11-20-18	Haryejosaeng	2.1	10.1	0.90	11.3
		Miyagawa wase	2.2	10.4	0.92	11.6
		LSD	ns	ns	*	*
Seonheul	11-17-17	Haryejosaeng	3.2	8.4	0.69	12.3
		Miyagawa wase	2.8	8.7	0.89	10.0
		LSD	*	ns	*	*
Average		Haryejosaeng	2.6	10.0	0.82	12.2
		Miyagawa wase	2.6	9.9	0.93	10.9
		LSD	ns	ns	*	*

<sup>2)</sup>The LSD represents the significance between cultivar for each survey item; \* at P<0.05, \*\* at P<0.01, and ns is not significantly.

(2) '미니향'의 생육 특성 조사('19~'21)

국내 육성 감귤 '미니향'에 대한 노지재배의 과실 특성을 보면, 과중은 35.8~49.8g 이었으며, 당도는 11.2~14.4°Bx, 산함량은 0.51~0.41%였다(표 23). 과피색은 a\*값이 29 이상으로 짙었으나 종자가 발생하였다. '미니향'은 산함량이 다른 감귤보다 낮아서 신맛을 전혀 느낄 수 없는 특징이 있었다. 종자가 발생하는 것이 보급 확대의 걸림돌이 될 것으로 보인다.

하우스 재배에서는 당도 11.5~12.4°Bx, 산함량 0.51~0.61%였으며, 과피색(a\*)은 35 이상 짙었으며 해에 따라서 종자 발생이 관찰되었다(표 24). '미니향' 하우스 재배에서는 노지재배와 다르게 착화가 부족하므로 주의가 필요할 것으로 생각된다. '미니향' 하우스 재배에 있어서도 산함량이 매우 낮은 특징을 보였다.

표 23. 국내 육성 감귤 '미니향' 노지재배시의 과실 특성

조사지역	조사일	횡경 (mm)	과중 (g)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	과피색 (a*)	종자수 (개/과)
조천읍 대흘리	'19. 12. 2.	48.6	49.8	11.9	0.51	23.5	34.2	3.0
	'20. 12. 11.	42.3	35.8	14.4	0.65	22.3	36.1	2.1
	'21. 11. 18.	46.7	46.1	11.2	0.71	15.9	29.1	2.2
남원읍 신흥리	'19. 12. 2.	48.4	47.5	11.5	0.58	19.9	35.6	4.5

\* 재배년수: 2019년 조천읍 대흘리 4년생, 남원읍 신흥리 3년생

표 24. 국내 육성 감귤 '미니향' 하우스 재배시의 과실 품질

조사일	횡경 (mm)	과중 (g)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	과피색 (a*)	종자수 (개/과)
'19. 12. 2.	48.2	47.9	11.5	0.51	22.7	35.5	0.0
'20. 12. 11.	44.9	41.0	12.4	0.61	20.5	37.6	2.3

\* 조사장소: 조천읍 대흘리, 재배년수: 2019년 4년생,

노지재배 '미니향'에 대한 당도와 산함량 변화를 2019~2020년 조사한 결과, 9월 이후 급속히 산함량이 감소하므로 품질 향상을 위해서는 산함량 감소가 서서히 이루어지도록 할 필요가 있었다(그림 22~23). 이를 위하여 2021년 '미니향' 노지재배에 피복과 무피복을 두어서 비교한 결과, 당도는 피복한 처리가 무피복보다 당도 1.5°Bx 산함량 0.05%가 높았다(표 25). 그러나, 당도와 산함량 변화를 보면 무피복과 같은 변화 패턴을 보이고 있다. 즉, 산함량이 과실 비대기 8월부터 급속히 감소하고 9월 하순경 1.0%이하가 되고 있다. 결국, '미니향'은 토양 피복에 의해 산함량 감소를 조절하는데 한계가 있었다.

이렇게, '미니향'은 산함량이 낮아도 당도 상승이 이루어지므로 종자가 발생하지 않는다면 보급 확대 가능성이 충분하다. 특히, 소포장 판매나 택배 판매시 홍보용으로 사용할 수 있으므로 대면적 재배보다 소규모 재배가 적당할 것으로 판단된다.

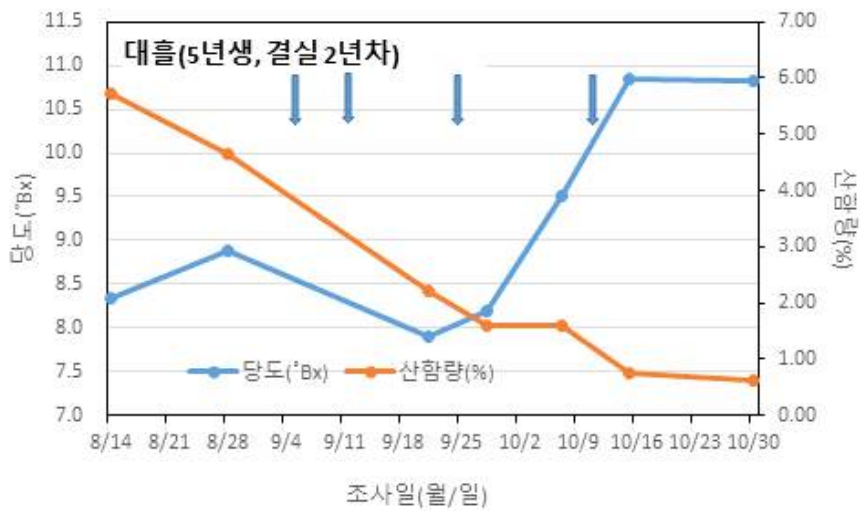
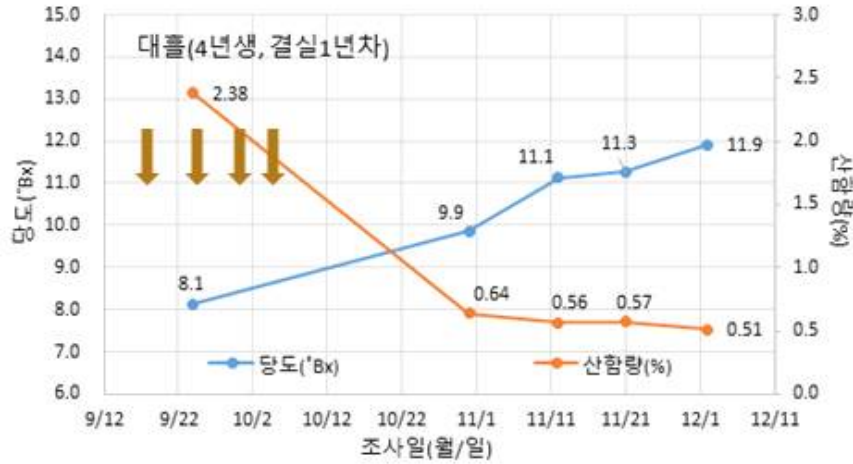


그림 22. 국내 육성 감귤 ‘미니향’ 노지재배에 있어서 당도 및 산함량 변화(상 2019년, 하 2020년)

표 25. 국내 육성 감귤 ‘미니향’의 토양피복에 의한 과실 특성

조사품종 (재식 년수)	조사지역 (재배년수)	횡경 (mm)	과중 (g)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	과피색 (a*)
미니향 (6)	피복	45.1	44.1	12.7	0.76	16.7	31.5
	무피복	46.7	46.1	11.2	0.71	15.9	29.1
유라조생 (6)	무피복	59.5	82.0	10.3	1.35	7.8	18.8

\*조사장소: 조천읍 대흘리, 조사일: 미니향 '21. 11. 18. 유라조생 '21. 10. 21..

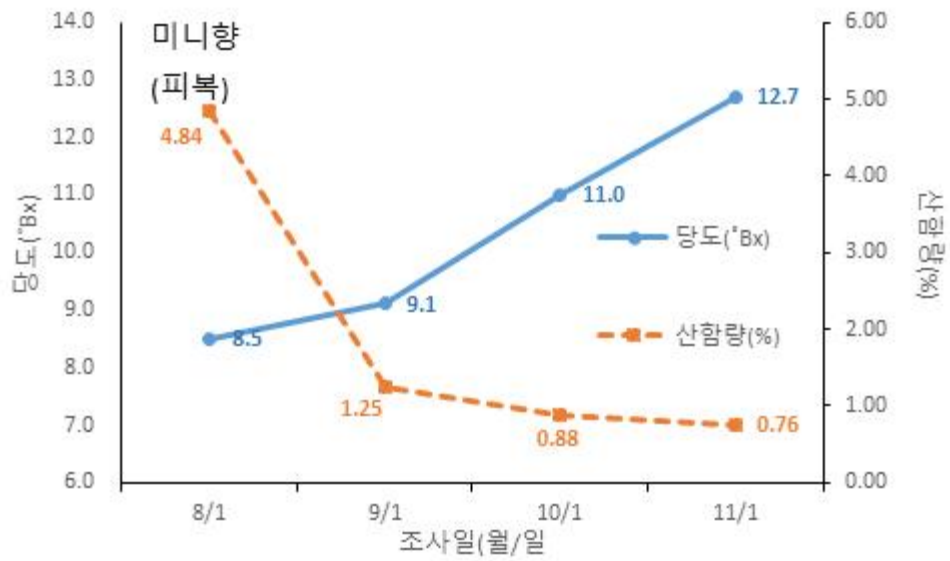
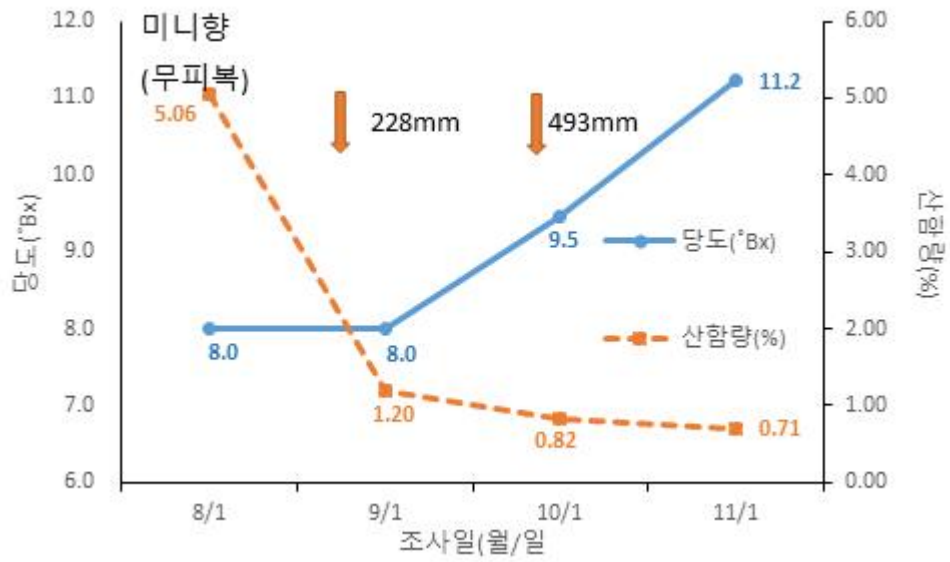


그림 23. 국내 육성 감귤 ‘미니향’의 토양피복에 따른 당도와 산함량 변화(2021년, 조천읍 대흘리)



#### 4. 국내 육성 감귤 품종의 무병묘 생육특성 조사

##### 가. 재료 및 방법

국산 만감류 ‘부지화’ 일종인 ‘씨니트’는 제주특별자치도 농업기술원과 재배 농가 현성의 씨가 공동 육성한 품종으로 산함량이 낮고 과피가 붉은 특징이 있다. ‘씨니트’ 무병묘 확보는 일반묘와 비교를 통하여 무병묘 효과를 검토코자 실시하였다. ‘씨니트’ 무병화는 농촌진흥청 감귤연구소에 의뢰하였으며 원종 증식 10주, 보급묘 100주를 육성하는데 목표를 두었다. 하지만, ‘씨니트’ 육성권리가 재배 농가에게 있어서 독점 판매하고 있기 때문에 GSP 사업으로 보급하는 것을 중단하게 되었다. 따라서, 무병묘 효과를 검토하기 위하여 제주특별자치도 농업기술원이 육성한 ‘가을향’ 품종을 농촌진흥청 감귤연구소에 의뢰하여 무병 원원종을 3주 확보하여 원종 증식을 수행하였다.

국내 육성 감귤 무병묘 생육특성 조사는 2018년부터 2021년까지 서귀포시 상예동, 남원읍 한남리에서 수행하였다. 조사 품종은 2018년 ‘하례조생’ 3년생이었으며 농촌진흥청 국립원예특작과학원 감귤연구소에서 분양받은 무병묘이며 일반묘와 생육특성을 비교하였다. 2018년 ‘하례조생’ 무병묘 유묘기 생육상황을 일반묘와 수관 확대 정도로 비교하였으며, 2019~2020년 바이러스 감염률을 비교하였고 열매가 달리기 시작하는 2021년 과실 품질을 비교하였다.

과실품질은 과실 크기, 과중, 과피색, 당도, 산함량, 비중을 측정하였으며, 당도는 굴절당도계 Atago(Japan) PAL-1, 산함량은 NaOH 0.1N로 측정하였다. 과피색은 Minolta CM-700d로 과실 적도부위 2부분을 측정하여 평균값을 취하였다. 조사과실은 품종별로 3주씩 주당 5과를 채취하여 1~2일 이내에 분석하였다.

바이러스 검정은 PPZ-1(SDV), ASGV-UP(CTLV), CTV-M(CTV) 3종의 프라이머를 사용해서 RT-PCR 방법으로 수행하였다. 봄순 끝에서 3번째 잎을 주당 3개 채취하여 혼합 사용하였으며 포장 10주씩 3회 반복해서 수행하였다. 조사시기는 2019년과 2020년 모두 8월 중에 실시하였다.

##### 나. 결과 및 고찰

###### (1) ‘씨니트’ 무병묘 원종 및 보급묘 육성

국산 감귤 품종 ‘씨니트’에 대한 무병묘 원원종 3주는 농촌진흥청 감귤연구소에서 2015년경 완료되어 원종 증식이 가능한 상태였다. ‘씨니트’ 원종 15주 증식은 2017년 완료되었다. 하지만, 현재, ‘씨니트’ 무병묘는 기본식물, 원원종을 유지하고 있다(그림 24).

또한, 제주특별자치도 농업기술원에서 육성한 ‘가을향’ 무병묘는 농촌진흥청 감귤연구소에 의뢰하여 원원종 3주를 확보하고 원종을 120주 생산하였다(그림 25). ‘가을향’ 무병묘는 ‘22년 농가 실증시 일반묘와 효과를 비교 검토할 예정이다.



그림 24. 국산 만감류 ‘씨니트’ 무병 기본식물 및 원원종 생산 관리 모습



그림 25. 국산 만감류 ‘가을향’ 무병 원종 생산 모습

(2) 하례조생 무병묘의 효과 검토

국내 육성 감귤 ‘하례조생’ 무병묘의 유효기 수관 확대 정도는 일반묘보다 1.7, 2.2배 좋은 것으로 조사되었다(표 26, 그림 26). 일반묘는 정식 초기에도 CTV에 감염되어 있으며 재배 연수가 경과되면 감염 정도가 심하게 조사되었다(표 27). 하지만, 무병묘는 바이러스가 감염되지 않은 상태에서 출발하기 때문에 재배연수가 경과되어도 감염률 증가가 일반묘 만큼 크지 않았다. 부지화 일종인 ‘대장계(다이마사키)’ 품종에 대한 무병묘 재배 연구에서 일반묘보다 수세가 강하고 착화, 결실량이 안정되지 않고 당도가 상승이 어려우며, 착색이나 성숙이 지연되는 문제점이 있다고 하였다. 하지만, 실제 재배 시험을 한 결과, 착과 1~2년 수세가 왕성한 시기가 있지만 수세가 지속적으로 강하지 않고 착화나 착과성에 크게 문제가 없다고 하였다. ‘대장계’ 무병묘는 ‘부지화(M16A)’와 같은 정도의 수세를 가진다고 보고하였다(Kagoshima prefecture institute for agricultural development).

과실 품질 조사 결과, ‘하례조생’ 무병묘와 일반묘의 차이는 없는 것으로 보인다(표 28). 첫 결실에 대한 조사이므로 지속적인 관찰이 필요하지만, 일반적으로 무병묘 사용이 과실 품질에 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다.

표 26. 국내 육성 감귤 ‘하례조생’ 무병묘의 유효기 수관 확대 상황

조사지역	구분	수관(m <sup>3</sup> , 평균±표준편차)		
		2018. 7. 23.	2018. 10. 2.	상대지수
서귀포시 상예동	무병	0.40 ± 0.033	0.82 ± 0.255	174
	일반	0.10 ± 0.061	0.47 ± 0.273	100
남원읍 한남리	무병	0.39 ± 0.098	0.80 ± 0.145	216
	일반	0.19 ± 0.144	0.37 ± 0.138	100

\* 상대지수=(무병묘 수관×100)/일반묘 수관 (2018. 10. 2일 기준)

\* 재배년수('18년 기준): 서귀포시 상예동, 남원읍 한남리 모두 3년생

표 27. 국내 육성 감귤 ‘하례조생’의 무병묘와 일반묘의 바이러스 감염률(%) 비교

조사지역	조사대상	2019년				2020년			
		CTV	SDV	CTLV	CiMV	CTV	SDV	CTLV	CiMV
서귀포시 상예동	무병묘	-	-	-	-	16.7	-	-	-
	일반묘	37.5	-	-	-	60.0	-	-	-
남원읍 한남리	무병묘	-	-	-	-	8.3	-	-	-
	일반묘	50.0	-	-	-	80.0	-	-	-

\* 재배년수('20년 기준): 5년생 \* 조사시기: 2020. 8월경

표 28. 국내 육성 감귤 ‘하례조생’ 무병묘의 과실품질

조사지역	처리내용	횡경 (mm)	과중 (g)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	과피색 (a*)
서귀포시 상예동	무병묘	62.3	99.1	10.2	0.86	11.91	23.3
	일반묘	63.5	103.9	10.7	0.83	12.99	23.9
남원읍 한남리	무병묘	66.9	120.9	7.8	0.93	8.45	19.3
	일반묘	66.5	116.9	8.0	1.00	8.10	19.3

\* 조사일: '21. 11. 2. 재배 년수('21년 기준): 6년생

○ 논문게재: 3건(비SCI)

- 강상훈, 양철준, 강종훈, 좌창숙. 2019. 국내 육성 온주밀감 ‘하례조생’에 대한 노지 재배시의 과실 특성. 아열대농업생명과학연구지 35(1): 29-36.
- 강상훈, 이창훈, 강종훈. 2020. 국내 육성 부지화 가지변이 신품종 ‘씨니트’의 과실 특성. 아열대농업생명과학연구지 36(1): 25-33.
- 양원석, 강상훈, 양철준. 2021. 국내 육성 온주밀감 ‘하례조생’에 대한 가온 재배시의 과실 특성. 아열대농업생명과학연구지 37(1): 31-38.

○ 학술발표: 7건

- 국내 육성 감귤 품종 ‘하례조생’의 전시포 운영 및 과실품질(감귤아열대과수학회, '17. 11.)
- 국내 육성 감귤 ‘하례조생’의 재배 작형별 과실 품질(한국원예학회, '18. 10.)
- 국내 육성 감귤 ‘하례조생’ 가온 재배의 생육 및 과실 특성(감귤아열대과수학회, '18. 11)
- 진흙 심토 지대에서의 국내 육성 온주밀감 ‘하례조생’의 과실품질(한국원예학회, '19. 5.)
- 국내 육성 감귤 품종 보급 확대를 위한 전시포 운영 효과(감귤아열대과수 학회, '19. 11.)
- Characteristics of growth and fruit quality by the heating green house in the domestic breeding variety ‘Haraejosaeng(Citrus unshiu)’ in Jeju(한국육종학회, '20. 8.)
- 국내 육성 감귤 신품종 ‘미니향’에 대한 농가 재배시의 과실품질(한국원예학회, '21. 5.)



그림 26. 국내 육성 온주밀감 ‘하례조생’ 무병묘 효과 검토 과원(좌 서귀포시 상예동, 우 남원읍 남원리, 2021. 8. 촬영, .주황색 부분이 무병묘임)



## 5. 감귤 무병묘 생산 및 공급 기반 구축

### 가. 재료 및 방법

국내 육성 감귤 품종에 대한 무병묘 생산은 열처리, 성장점 접목, 암처리, 바이러스 검정 순으로 진행하였으며, 바이러스 검정 후 감염 사실이 확인되면 성장점 접목부터 재처리하였다. 효율적인 무병묘 생산을 위하여 기내 배양 배지 및 온도 조건을 구명하였으며, 무병묘 생산에 필요한 대목 선발도 진행하였다.

바이러스 검정은 SDV, CiMV, CTLV, CTV에 대하여 실시하였으며 무병상태가 확인되면 원원종으로 관리하였다. 원종은 원원종 접수를 이용하여 접목하고 바이러스 검정 후 무병상태를 재차 확인하였다. 이렇게 생산된 원종을 농가 보급으로 사용할 수도 있으나 한 단계 더 증식 과정을 거쳐서 농가에 보급하였다. 무병화 품종은 최근 농촌진흥청 국립원예특작과학원에서 육성된 품종을 대상으로 하였으며 원원종, 원종 생산 과정으로 진행하였다. 무병 원원종 생산은 연간 3품종 이상, 원종 생산은 1년차 500, 2년차 이후 연간 1,000주, 원종 보급은 1년차 800주, 2년차 500주, 3년차 1,000주이다.

보급된 무병묘에 대해서는 바이러스 검정을 실시하였다. 제주 지역 내 20개 노지 온주밀감 과원을 선정하였고, 한 과원당 20개 나무를 조사하였다. 한 나무 당 4개 잎 (동서남북 4방향으로 각 각 하나씩)을 채취하였다. 채취한 시료는 실험실로 가져와서 바이러스 검정을 진행하였다. 채취한 시료에서 Qiagen RNA extraction를 이용하여 total RNA를 추출하였고, cDNA를 합성하였다. 4개 바이러스에 감염된 온주밀감을 PC(Positive control)로 사용하였고, 하레조생 무병묘목을 NC(Negative control)로 사용하였다. 합성한 cDNA를 template로 사용하였고, CTV, CTLV, CiMV, SDV, Actin을 동시에 검정할 수 있는 multiplex PCR을 수행하였다. PCR 결과는 자동 전기영동 장치(Qiaxcel Advanced)를 이용하여 분석하였다.

### 나. 결과 및 고찰

#### (1) 기내 배양 조건 및 대목 선발

주간 16시간 42℃, 야간 8시간 30℃에서 8시간 열처리후 발아된 새싹으로부터 성장점이 포함된 경정 부위를 채취하여 암 상태에서 배양된 백화 대목에 경정접목을 통하여 무병묘 생산이 가능하였다.

표 29. 무병묘 생산을 위한 대목별 발아율

품 종	발아율(%)			
	1월16일	2월 3일	3월 7일	4월 5일
탱 자	53.3	26.7	33.3	46.7
하 귤	46.7	40.0	46.7	43.3
삼보감	36.7	43.3	30.0	73.3
제주레몬	-	-	60.0	80.0
홍 귤	-	53.3	-	-
유 자	3.3	-	-	-

무병묘 생산에 있어서 탱자 대목을 이용하면 3월 이후 발아율이 떨어져서 성장점 접목에 어려움이 있다. 따라서, 3월 이후에도 발아율이 좋은 대목을 이용하여 무병묘 생산을 추진할

수 있도록 검토하였다(표 29). 그 결과, 레몬의 발아율이 가장 높았으며 다음으로는 삼보감, 그리고 탕자, 하귤, 홍귤 등은 비슷하였다.

(2) 무병 원원종 및 원종 생산

2017년 ‘한라몬’ 3주, ‘05청건8-236-4계통’ 3주, ‘윈터프린스’ 3주의 원원종을 생산하였다. 2018~2019년에는 ‘제감 나-56호’ 10주, ‘제라몬’ 10주, ‘무봉’ 8주, ‘설봉미’ 3주를 생산하였다(표 30). ‘제감 나-56호’는 2020년 ‘엘로우블’로 출원된 품종이며 조기 보급을 위하여 2019년 2월 9일 경정 접목하여 원원종 5주를 생산하였고, 8월 22일 접목하여 원종 10주를 확보하였다.(그림 27). ‘제라몬’은 2019년 2월 7일 원종 4주를 생산하였고, 추가로 9월 26일 6주를 생산하여 총 10주를 생산하였다. ‘무봉’은 2019년 3월 8일 원종 5주를 생산하였고 추가로 7월 19일 3주를 생산하였다. ‘설봉미’는 5월 13일 원종 3주를 생산하였다. 기확보된 무병 원원종으로부터 접수를 채취하여 접수 공급용 원종, 탐빛1호 10주, 미니향 10주, 탐도3호 10주를 증식하였다.

국내 육성 감귤 품종에 대한 무병 원원종은 기확보된 5품종과 2017~2019년 7품종 총 12 품종이 확보되었으며 원종 10품종 799주를 생산하였다. 국내 육성 감귤 품종에 대한 원원종 확보가 되어 있으므로 필요에 따라서 원종 및 보급종에 문제가 없을 것이다.

표 30. 국내육성 감귤 품종(계통)의 무병 원원종 및 원종 생산 결과

생산 연도	무병화 품종(계통)		생산 주수		비고	
			원원종	원종		
계	10종		29	799		
2017	한라몬		3		선발과정의 무병화	
	05청건8-236-4계통		3			
	윈터프린스		3			
2019	제감 나-56호		5	10	‘엘로우 블’ 출원	
	제라몬		4	6		
	무봉		8			
	설봉미		3	3		
기확보	탐빛1호		-	10		
	미니향		-	10		
	탐도3호		-	10		
	하례조생	Harye-2011-3-24-A-11		-	351	
		Harye-2011-01-05-B-19		-	196	
		Harye-2011-01-05-B-8		-	162	
	탐도3호		Tam3-2015-2-16-A		-	41



제감 나 56호 원원종 5주 (19.2.9. 순화실)



제라몬 원원종



- 무봉 5주(19. 3. 8.)



- (원) 설봉미 3주(19. 5. 13.)  
- (오) 무봉 3주(19. 7. 19.)

그림 27. 국내 육성 감귤 신품종 원원종 생산 모습

(3) 무병묘 보급

국내 육성 감귤 시범포 조성을 위하여 2017년 무병묘 ‘하례조생’ 430주를 7개 농가에 처음 보급하였다(표 31, 그림 28). 이후, 묘목 업자 공급용 모수를 하례조생 1,200주, 탐나는 봉 100주를 생산하였고(그림 29). 무병묘목 농가 보급주 생산을 위해 2018년 5월11일에 감귤농협으로 하례조생 모수 1,300주를 공급하였다. 전체 무병묘 보급은 2품종, 3,030주가 이루어졌다.

표 31. 감귤 무병묘 관찰포 참여 농가 및 무병묘 공급

보급 연도	보급품종	보급처	보급주수	비고
	2품종	계	3,030	-
2017	하례조생	서귀포시 남원읍 7개소	430	21,120m <sup>2</sup> 보급
	하례조생	묘목업체	12,00	판매용
	탐나는봉	묘목업체	100	판매용
2018	하례조생	제주감귤농업협동조합	1,300	보급주 생산용



그림 28. 서귀포시 한남리 ‘하례조생’ 무병묘 시범포(2017년, 감귤연구소)



그림 29. 국내 육성 감귤 무병묘 보급종(모수) 생산 격리 재배 모습(감귤연구소)

무병묘 보급에 따른 바이러스 검정은 RT-PCR 방법을 사용하였다. 무병묘 원원종 46주, 원종 106주, 그리고 모수 약 1,500주에 대해 SDV, CiMV, CTLV, CTV에 대해 바이러스 검정하여 무병 상태를 유지하고 있음을 확인하였다.

또한, 제주 지역 노지 온주밀감 과원에 대한 바이러스 검정 결과는 표 32와 같다. CTV 감염률은 95.5%인 것으로 나타났고 심각한 병징이 없는 약독계 바이러스로 추정된다. CTLV 감염률은 1.5%인 것으로 나타났으며, CiMV와 SDV 바이러스는 발견되지 않았다. CTLV, CiMV, SDV 바이러스 감염률이 낮은 이유는 병징이 심각한 나무를 지속적으로 제거하였기 때문인 것으로 생각된다. 이처럼, 실제 재배 과원에서의 바이러스 감염이 확인되었으므로 새로 개발되는 국내 육성 감귤 품종에 대한 무병화 및 원원종, 원종 확보가 반드시 필요한 실정이다.

표 32. 노지 온주밀감 과원에서 바이러스 검정 결과

	CTV	CTLV	CiMV	SDV
1	20	1	0	0
2	20	1	0	0
3	19	0	0	0
4	20	0	0	0
5	16	0	0	0
6	10	0	0	0
7	20	0	0	0
8	20	0	0	0
9	20	0	0	0
10	20	0	0	0
11	19	3	0	0
12	20	1	0	0
13	20	0	0	0
14	20	0	0	0
15	19	0	0	0
16	20	0	0	0
17	19	0	0	0
18	20	0	0	0
19	20	0	0	0
20	20	0	0	0
Total	382	6	0	0
Ave(%)	95.5	1.5	0	0

\* CTV; Citrus Tristeza Virus, CTLV; Citrus Tatter Leaf Virus, CiMV; Citrus Mosaic Virus, SDV; Satsuma Dwarf Virus

<논문게재> SCI

J. W. Hyun, R. Y. Hwang, and K. E. Jung. 2017. Development of multiplex PCR for simultaneous detection of citrus viruses and the incidence of citrus viral diseases in late-maturity citrus trees in Jeju Island The plant pathology journal 33(3): 307-317.



### 제3절 국내육성 신제품종 묘목 대량양성 및 보급 촉진

#### 1. 국내 매출 실적

(단위: 천원)

구분	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	총 매출액 합계	비고
	매출액	매출액	매출액	매출액	매출액		
하례조생	29,395	33,490	83,942	74,193	107,925	328,945	
신예감	980	1,340		240		2,560	
탐나는봉	1,200		3,500	3,420	4,200	12,320	
윈터프린스			3,360	240	19,020	22,620	
제라몬			1,200	1,860	2,030	5,090	
미니향			1,200	2,760	8,575	12,535	
합계	31,575	34,830	93,202	82,713	141,750	384,070	

#### 2. 국내육성 신제품종 포트묘 및 무병묘 생산 체계 모수원 구축 및 운영

-국내육성 신제품종의 바이러스 무병주의 생산보급을 위한 망실하우스 모수원을 조성하기 위해 설계 및 공사계약을 마친 후 착공을 시작하고, 연내 시설을 완공함(12.20)

\* 서귀포시 위미리 4313-1 등 2필지에 2,651m<sup>2</sup>(800평)

-국내육성 신제품종의 바이러스 무병주의 생산보급을 위한 망실하우스 모수원을 시설을 구축하고 감귤연구소로부터 분양받은 하례조생 등 5품종의 무병 원종 모수 80주를 재식하여 자체 무병접수 채취 및 접목 시스템을 구축하였음 (2018년)



무병묘 망실하우스 외부 전경(2018년)



무병 접수 채취용 원종 모수 식재(2018년)



감귤 모수원 국내육성 포트묘 및 무병묘 생산 체계 구축(2019년)



감협 모수원 국내육성 포트묘 및 무병묘 시범포 모습 (2020년)

### 3. 국내육성 신품종 묘목, 무병묘 대량생산 및 보급

#### 가. 탱자 대목 육묘(2017년)

- 탱자 종자를 묘포에 파종하여 육묘하였음
- 1년생 탱자 묘목 중 왜소한 생육을 보이는 것을 제외하고 묘포에 이식하여 육묘하였음



< 탱자 대목의 육묘, 2017년 >

- 감귤 전용 포트와 일반 화훼용 포트에 탱자 1년생을 재식하여 약 2만주의 포트 대목을 육묘함



< 무병 포트묘 생산용 대목 식재, 2018년 >

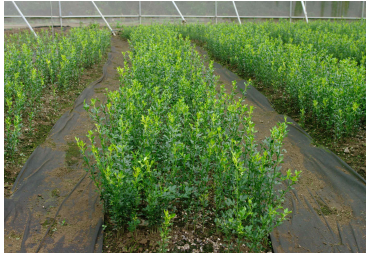
#### 나. 신품종 묘목 양성(2017년)

- 2년생 탱자 대목에 하례조생의 신품종 접수 접목 및 육묘

#### 다. 무병묘 생산체계 구축 및 묘목 생산(2017년)

- 탱자 종자를 묘포에 파종하여 1년간 육묘한 후 노지 또는 포트에 이식하여 1년간 키움





< 탕자 대목의 파종 육묘>



< 탕자 대목의 이식 육묘(좌, 노지; 우, 포트)>



- 무병 모수의 접수 채취 및 탕자 대목에 접목 및 육묘



< 신품종 접목 및 육묘>



< 신품종 접목 및 육묘>



라. 국내육성 신품종의 묘목 보급(2017년)

- 국내육성한 하례조생 4,025주, 탐나는봉 200주, 신예감 100주, 포트묘 640주 등 총 3품종의 묘목 4,965주를 생산하여 판매 첫 보급하였음



< 표목 굴취 및 보급>





감협 모수원 국내육성 포트묘 및 무병묘 시범포 모습 (2020년)

#### 4. 대목 포트묘 조기 생육조건 확립을 위한 비교 분석

- 감귤 전용 포트묘 재식 탱자와 노지 재식 탱자의 1년 생육 후의 생육 상태를 측정 비교 분석하였음(그림 및 표 참조). 1년생 탱자 일반육묘(노지) 대목과 전용포트 육묘의 생육을 비교 분석한 결과 환경조건(토양, 기후 등)에 따른 차이를 고려하더라도 전체적으로 노지 일반육묘의 발근 길이(33cm)와 발근량에 비해 전용포트 대목의 발근 길이가 약간 길고(35cm) 잔뿌리의 발근량에 차이가 큰 편이었음

-대목의 굵기(둘레)에서도 노지 일반육묘 3.9cm, 전용포트 육묘 4.3cm로 약간 굵은 편이었고 잎수에 있어서도 노지 일반육묘 70개, 전용포트 육묘 120개로 지상부 생육에도 차이가 나타났음

<표 1> 전용포트 및 일반 노지육묘 탱자의 생육정도

구 분	뿌리 길이(cm)	잔뿌리 형성도	대목 둘레(cm)	잎수(매)	비고
전용포트	33	중	3.9	70	
일반노지	35	상	4.3	120	





포트, 일반묘 비교



1년생 탱자(일반)



1년생 탱자(포트)

1년생 탱자 일반묘(노지) 대목과 포트묘 비교 결과 환경조건(토양,기후 등)에 따라 다를 수 있지만 일반묘와 포트묘 뿌리 길이는 30~35cm로 비슷하였으며 포트묘가 일반묘에 비해 잔뿌리가 훨씬 많이 생성되었음을 확인할 수 있음.

### 5. 포트 규격별 생육정도 비교 분석

- (1)번 포트 제원 : 가로 13cm, 세로 13cm, 높이 40cm 의 사각심경 포트
- (2)번 포트 제원 : 지름 26cm, 높이 28cm 의 원형 포트(大)
- (3)번 포트 제원: 지름 16cm, 높이 30cm 의 원형 포트(小)



(1)



(2)



(3)



- 품 종 : 하례조생
- 상 토 : 일반흙+퇴비
- 비교분석일 : 2019. 10. 07

- 대 목 : 탱자(1년생)
- 접 목 일 : 2019. 04. 17.



가. 포트별 접목 후 묘목 생육 분석(1년생 사삭심경포트)



(1년생 사삭심경포트)

▶뿌리길이 : 69cm      ▶대목지름 : 4.2cm      ▶뿌리상태 : 상

포트 깊이가 길고 면적은 작아서 전체적으로 잔뿌리 생육이 활발하였으며, 포트 특성상 뿌리가 감아지지 않고 밑으로 생육하고 있음. 또한 포트 면적이 작아 농가 공급에는 용이 하지만 포트에서 1~2년 정도 밖에 육성이 안되고 포트 깊이가 길어 묘목과 포트 분리가 어려운 점은 향후 보완 요인 임.



(2년생 사삭심경포트)

▶뿌리길이 : 55cm      ▶대목두께 : 13mm      ▶뿌리상태 : 좋음

포트 특징은 깊이가 길고 부피는 작음. 전체적으로 1년 전과 비교하여 잔뿌리가 많이 생겼으며 포트 깊이가 길다 보니 뿌리가 감아지지 않고 밑으로 생육하고 있음. 하지만 포트 부피가 작아 1년 더(3년생) 육성이 어려워 보임. 부피가 작아 농가 공급에 용이하고 뿌리가 감아지지 않아 묘목식재 및 향후 묘목 생육에도 장점이 됨.



나. 포트별 접목 후 묘목 생육 분석



(1년생 원형포트, 대형)

▶뿌리길이 : 42cm      ▶대목지름 : 3.7cm      ▶뿌리상태 : 중

-포트 면적이 가장 넓고 묘목 생육 상태도 좋음. 하지만 묘목상태에 비해 뿌리는 잔뿌리가 다른 포트 묘목과 비교해 적어 보였으나 포트가 넓어 향후 더 발달 할 것으로 보임. 또한 포트 면적과 부피가 커 농가 공급에는 다소 불편한 요인이 되겠지만 2~3년 정도 포트에서 육성할 수 있는 것은 장점이 될 수 있음.



(2년생 원형포트, 대형)

▶뿌리길이 : 65cm      ▶대목두께 : 18mm      ▶뿌리상태 : 좋음

-포트 부피가 가장 넓고 묘목 생육 및 대목 두께도 가장 좋음. 1년생 이었을 때는 잔뿌리가 묘목상태에 비해 다른 포트 묘목과 비교해 적어 보였으나 2년생 분석결과 포트 부피가 넓다보니 뿌리의 생육이 다른 포트 보다 훨씬 발달해 있었고 대목 및 가지 등 전체적으로 묘목 상태가 좋음.



-포트 면적과 부피가 커 농가 공급에는 다소 불편한 요인이 되겠지만 3년생 묘목을 공급하여 농가 미수익 기간을 단축시키기에는 적당해 보임.

다. 포트별 접목 후 묘목 생육 분석



(1년생 원형포트, 소형)

▶뿌리길이 : 46cm

▶대목지름 : 4cm

▶뿌리상태 : 상

포트 면적 및 부피가 가장 작은 포트에 전체적인 묘목 상태는 조금 약해 보였으나 뿌리 상태는 잔뿌리도 많고 상뿌리도 길지 않아 전체적으로 좋음. 포트 부피가 작아 농가 공급에도 용이 하고 안정적임. 하지만 포트에서 1년 정도 밖에 육성이 안 될 것으로 보아 2~3년생 구입 희망 농가에는 부적합.



(2년생 원형포트, 소형)

▶뿌리길이 : 56cm

▶대목두께 : 15mm

▶뿌리상태 : 좋음

포트 면적 및 부피가 가장 작은 포트에 1년생에서는 묘목 상태가 조금 약해 보였으나 2년생을 분석한 결과 잔뿌리도 많이 생성되어 뿌리 상태도 좋았고 상뿌리도 길지 않아 전체적

으로 묘목 생육 상태가 좋음. 하지만 포트 부피가 작아 뿌리가 서로 뒤엉켜 감아지는 현상이 있고 뿌리 또한 잘 퍼지지 않음. 포트가 작아 농가 공급에는 용이 하고 안정적임. 1년생으로 육성하여 농가에 공급하기에 적당함.

라. 대목크기에 따른 접목 후 묘목 생육 분석



▶대목두께 : 11mm ▶뿌리상태 : 좋음 ▶접목일 : 2020. 04. 10

1년생 탱자묘중 대목두께(11mm) 및 생육상태가 좋은 탱자묘를 접목하여 가지 및 뿌리상태 등을 분석한 결과 뿌리생육 상태가 매우 좋고 잔뿌리도 많이 발달 하여 묘목상태가 좋음. 대목이 굵어 묘목이 안정적으로 육성되고 있으며 2년생 묘목에 가까울 정도로 생육 상태가 좋음.



▶대목두께 : 8mm ▶뿌리상태 : 안 좋음 ▶접목일 : 2020. 04. 10

1년생 탱자묘중 대목두께 8mm 탱자묘를 접목하여 가지 및 뿌리상태 등을 분석한 결과 묘목 생육 상태가 전체적으로 부실해 보였으며 뿌리 또한 잔뿌리가 거의 없고 뿌리가 발달하지 못함. 대목 및 가지 상태도 부실해 보였으며 묘목이 안정적이 못하여 바람에도 쉽게 흔들리고 나뭇잎이 작음.



## 6. 상토 이용에 따른 생육특성 비교분석(2021년)



(상토 이용에 따른 생육특성 비교분석, 상토100%)

- 시중에 유통되는 상토를 구입하여 100%로 상토로 포트를 채웠음.
- 1년생(20년접목) 하례조생을 12L 포트에 이식하여 시설 내에서 육성.
- 뿌리 상태 및 잔뿌리 생육은 보통임.



(상토 이용에 따른 생육특성 비교분석, 상토50%+흙50%)

- 시중에 유통되는 상토를 구입하여 상토 50%, 흙 50%를 혼합하여 채웠음
- 1년생(20년접목) 하례조생을 12L 포트에 이식하여 시설 내에서 육성.
- 뿌리 상태 및 잔뿌리 생육은 보통임.



분석일	상토구분	대목직경(mm) 및 묘목길이(cm)							비고
		구분	1	2	3	4	5	평균	
21.04.13	상토 (100%)	대목 직경	5.0	4.2	5.0	5.1	4.8	4.8	
		묘목 길이	38	35	45	46	50	42.8	
	상토 (50%) 흙 (50%)	대목 직경	5.5	5.2	5.1	5.8	5.5	5.4	
		묘목 길이	50	48	45	55	59	51.4	
21.05.31	상토 (100%)	대목 직경	5.1	4.4	5.3	5.3	5.0	5.0	
		묘목	42	39	50	50	54	47	
	상토 (50%) 흙 (50%)	대목 직경	6.0	5.5	5.5	6.3	6.2	5.9	
		묘목 길이	55	52	51	66	65	57.8	
21.12.13	상토 (100%)	대목 직경	8.8	8.5	9.4	9.0	8.9	8.9	
		묘목 길이	91	95	103	97	94	96	
	상토 (50%) 흙 (50%)	대목 직경	6.0	5.5	5.5	6.3	6.2	5.9	
		묘목 길이	55	52	51	66	65	57.8	

## 제4절 국산감귤 품종의 무병묘 생산체계 및 보급확대

### 1. 무병묘(원원종) 생산 및 평가

#### 가. 무병묘(원원종) 생산 방법

원원종을 생산하기 위해 접수(생장점)는 두가지 방법을 이용하였는데, 화분에 어린 묘목이 있는 품종은 포트에 재식되어 있는 나무를 열처리실에 보관하면서 발생된 새로운 성장점을 채취하여 원원종 생산에 이용하였다. 열처리실의 온도는 16시간은 40℃로 설정하였으며, 이때 광을 밝게하여 낮과 같은 환경을 만들었으며, 이후 8시간은 32℃도, 암상태를 유지하였다. 습도는 자연상태와 비슷하게 60% 전후가 되도록 설정하였다. 또한 포트묘가 없는 경우에는 만들고자 하는 품종의 가지를 채취하여 고체배지에 접수를 아래 그림과 같이 치상 한 후 발아한 신초를 이용하였다.

#### <경정 접목용 접수 준비>

- 열처리실 또는 MS 배지에서 발아한 신초 이용
  - 열처리실(주간 16시간 40℃, 야간 8시간 32℃, 습도 60%) 유목에서 발아한 접수 채취
  - 고체배지(MS)에 5~7cm의 접수 치상 후 발아한 신초 이용, 온도 조건은 열처리실 동일



열처리 중 신초 발생



열처리 된 접수 채취



고체배지에 접수 치상 후 발아

#### <접목용 대목(백화묘) 생산>

- 탱자 또는 기타 대목(레몬 등)의 백화묘 생산
  - 종자를 고체배지에 넣고 암실에서 약 3~4주간 배양 ==> 백화묘 생산
  - 4월 이후, 전년도 채취한 탱자 종자의 발아율이 떨어지므로 레몬(생과)의 종자 등을 이용
- 백화묘에 접수의 성장점을 채취하여 접목



탱자 종자의 백화묘



백화묘 이용 경정 접목



백화묘에 접목한 모습

생장점을 준비하는 동시에 성장점을 채취하여 접목할 수 있는 백화묘를 준비하였다. 성장점은 2mm이하로 매우 작기 때문에 이를 접목할 수 있는 대목 역시 목질화가 되지 않고 가늘어야 하므로 암실에서 생육시키는 방법을 이용하였다. 일반적으로 탱자 종자를 이용하였으며, 이 종자는 11월~12월에 수확한 탱자에서 종자를 채취한 후 미건조~건조상태에서 상온에서 보관하면서

백화묘를 만들었다. 고체배지에 파종한 후 암실조건에서 약 3~4주간 배양한 후 이용하였다. 탱자의 발아력은 4월 상순이후 50%미만으로 급격히 떨어지게 되므로 이후에는 레몬 생과를 구입하여 종자를 채취한 후 이용하였다.



<감귤 무병화묘 생산 과정 모식도>

나. 무병묘(원원종) 생산 품종

(가)의 원원종 생산 체계에 따라 2019년에 3품종, 2020년 3품종, 2021년에는 출원된 계통을 포함하여 7품종의 원원종을 생산하였다.

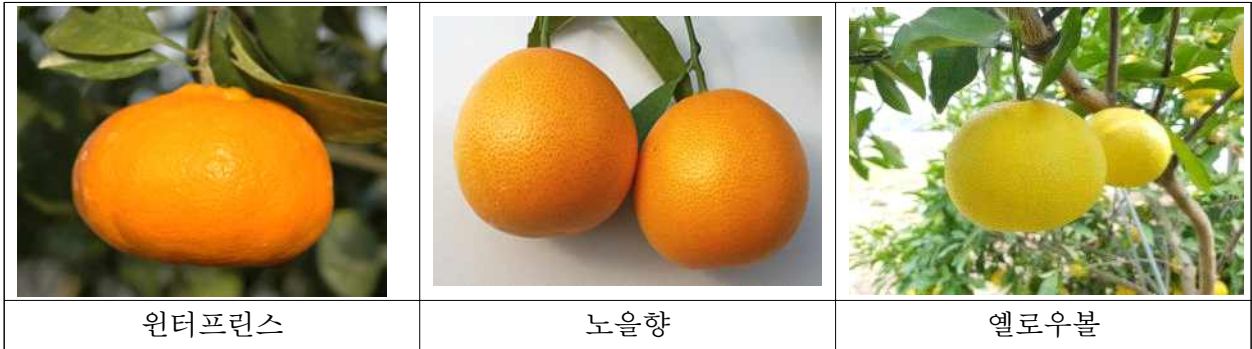
과수묘목 선진화 방안에 따라 품종 출원시 앞으로는 무병묘로 이뤄져야 하므로 출원 가능성 있는 선발된 계통 단계부터 무병화 작업이 이뤄져야 할 것으로 사료된다. 그러므로 향후에는 품종이 출원된 후 묘목업체에 통상실시 될 때 무병묘로 이뤄져야 하며, 이 단계가 체계적으로 운영이 잘 된다면 앞으로 보급되는 국내품종은 100% 무병묘의 공급이 가능할 것으로 사료된다.

<표 1> 2019년~2021년 3년간 생산된 무병묘 원원종 현황

연 도	품 종 명	목표	실적
2019	윈터프린스, 노을향, (엘로우볼)	2	2
2020	새별봉, 신예감SL, 선킹	3	3
2021	무핵 탐빛1호, 제감나-57호, 장하, LH32, 남주, 남진해, 가을향	5	7
합 계		10	12

<2019년도 실적>

- 윈터프린스 특성: 하레히메×태전병감/ 선발 2016
  - 시설내 무가온 12월 수확하며 평균중량은 180g, 당도 12.5~13.5°Bx, 산함량 1.0~1.2%
- 노을향 특성: (청견×오렌지) × 오세올라/ 선발 2016
  - 노지재배에서 11월 하순 경 수확하며, 평균 중량은 130g
- 엘로우볼 특성: 청견×하루카/선발 2019
  - 시설 무가온 3월 수확, 과중 250g 내외, 당도 11.1~13.2°Bx, 산함량 0.8~1.0%



<2020년도 실적>

- 새별봉 특성: 부지화×팔삭/ 선발 2016
  - 시설내 무가온 2월 수확하며 평균중량은 330g
- 신예감SL 특성: 청견×월킹/ 선발 2015
  - 노지재배에서 12월 수확하며, 평균 중량은 130g, 종자없는 신예감 선발
- 선킹 특성: 남향×양코르/ 선발 2016
  - 12월 상순 성숙, 평균 중량 240g, 종자수 1~2개



<2021년도 실적>

- 제감나-57호(계통명), ○ 장하(계통명), ○ LH32(계통명), ○ 남주(계통명)
- 무핵 탐빛1호: 프린스청견×병감/ 선발 2012
- 남진해: 카라만다린×길포병감
- 가을향: 에히메28호×감평/ 선발(농업기술원) 2018

2. 무병묘(원종) 생산 및 유지

원원종 묘목에서 접수를 채취하여 다시 탱자대목에 접목한 묘목을 원종이라 하는데, 원종이 만들어지면 이들 나무가 바이러스에 감염되지 않고 잘 자랄 수 있는 원종시험포에 재식하였다.



품종별 적기는 1~2주가 만들어 지지만, 공급이 많을 것으로 예상되면 그 이상을 증식하여 재식한다. 접수를 채취하기 위해서는 약 2~3년간의 시간이 필요하며, 그동안 이들 품종에 대해 평가를 거치고, 농가가 선호하게 되면 원종 나무에서 접수를 채취하여 모수를 만드는 과정을 거쳤다.

<표 2> 2019년~2021년 3년간 증식되고 있는 원종 현황

연 도	품 종 명(주수)	목표(주 )	실적(주 )
2019	설봉미(3), 무봉(2), 제라몬(5)	10	10
2020	윈터프린스(5), 노을향(5), 옐로우볼(3)	10	13
2021	윈터프린스(4), 노을향(2), 사라향(1), 새별봉(7), 선킹(2)	10	16
합 계		30	39



### 3. 무병 모수 생산 및 보급

원종포장에서 채취한 접순을 이용하여 미리 준비한 2년생 대목인 탕자묘에 4~5월 초순경 접목하여 1년간 생육을 시킨 후 이듬해 봄에 모수로서 보급하는 과정을 거쳤다.

탕자에 접목 후 충실하게 생육시키기 위해서는 무엇보다도 접순의 상태가 양호해야 한다. 접수는 접목 전년도에 수세가 강한 봄순 또는 여름순을 이용하는데, 접수채취 적기는 발아되기 직전에 이뤄져야 생존율이 높고, 접목후 강하게 자란다. 그러므로 일반적으로 시설내에서는 3월경에 발아가 시작되므로 2월 중하순경에 채취한다. 발아가 시작될 무렵에는 발아될 부근이 부풀어 오르게 되므로 이러한 형태가 나타나면 접수를 채취하도록 한다. 채취 즉시 가지에 달린 잎을 제거한 후 여러 가지를 모아 그 상태가 유지될 수 있는 방법으로 보관한다. 일반적으로는 습도를 유지 시키기 위해서는 신문지에 싸서 살짝 물을 적신 후 접목할 때까지 냉장 보관을 한다. 또는 스티로폴 박스에 넣어 공기가 유통하지 않도록 밀봉한 후 냉장고 또는 땅속에 보관하기도 한다. 습기가 너무 많으면 접수에 곰팡이가 발생하기도 하고, 건조되면 말라버리게 되는 문제점이 있었다.

접목 전에 충분히 관수를 하여 접목후에는 상부 관수를 자제하도록 한다. 왜냐하면 접목부위의 상처가 완전히 아물기 전에 수분이 들어가면 생존률이 낮아지는 원인이 되기 때문이다.



<표 3> 2019년~2021년 3년간 생산된 모수 현황

연 도	품 종 명	목표(주)	실적(주)
2019	하례조생, 탐나는봉, 감평, 베니마돈나, 세토카	1,000	1,515
2020	하례조생, 탐나는봉, 감평, 베니마돈나, 세토카	1,500	2,072
2021	하례조생, 탐나는봉, 감평, 베니마돈나, 세토카 미니향, 제라몬, 탐빛1호, 윈터프린스	2,500	2,669
합 계		5,000	6,256

<표 4> 품종별 무병묘 및 접수 생산 및 공급 현황

년도	품종	생산 및 보급량(주)	접수	비고
2019	하례조생	400	21	감협 등 4개 업체 공급
	탐나는봉		3.2	
	베니마돈나	100	1.6	
	감평	1,000	7.6	
	세토카	15	2.5	
	<b>소계</b>	<b>1,515</b>	<b>35.9</b>	
2020	하례조생	705	40	감협 등 7개 업체 공급
	탐나는봉	100		
	베니마돈나	140		
	감평	509		
	세토카	90		
	<b>소계</b>	<b>1,544</b>	<b>40</b>	
2021 (공급)	하례조생	583	9	감협 제주농기센터 제주고등학교
	감평	377	6.4	
	베니마돈나	20	6.8	
	세토카	20		
	엘로우볼	20		
	윈터프린스		4	
	탐빛1호		1.2	
	미니향	40	2.4	
	제라몬	40	0.5	
탐나는봉	20	3.9		
2021 (대표생산 )	하례조생	216		2022년 모수포장 조성 업체 공급예정
	탐나는봉	81		
	미니향	243		
	제라몬	86		
	감평	216		
	세토카	62		
유라	11			
2021 (유목 증식)	탐나는봉 등 9품종	899		
<b>소계</b>		<b>2,934</b>	<b>34.2</b>	
<b>총 합</b>		<b>5,993</b>	<b>110.1</b>	

○ 이듬해 접목을 위한 대목 준비 모습

\* 문제점: 2년 생육 후 접목==> 대목 생육에 시간 소모 많음(개선 필요)



사용할 대목 준비



사용할 대목 준비

○ 보급용 모수 접목 및 생육

- 대목: 탕자, 접목시기 5월, 하례조생 등 1,500주 이상 매년 모수 생산



모수 생산을 위한 접목



접목 후 생육('19.7) '20년 보급

○ 2022년 무병화묘 모수포 조성용 대묘 생산 현황

품종명	대묘 포트 (주)	신규 접목 (주)	합계	비고
하례조생	216		216	개발
탐나는봉	81	140	221	개발
미니향	243		243	개발
제라몬	86	140	226	개발
감평	216		216	도입
세토카	62	160	222	도입
에히메28호	-	220	220	도입
윈터프린스	-	60	60	개발
엘로우볼	-	38	38	개발
탐빛1호	-	141	141	개발
계	904	899	1,803	



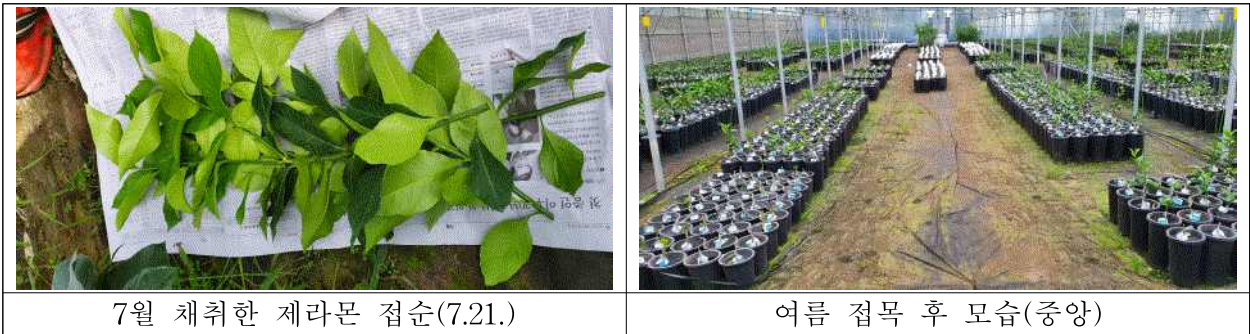
대묘 작업(40\*40cm)



탕자묘 대묘 준비

○ 여름철 접목 시험 모습

수세가 강한 레몬류 등의 품종인 경우 접목하기 좋은 여름순이 발생한 후 다시 가을순이 발생하는데, 접목시기를 약 7개월 앞당기기 위해 7월 하순경에 접목을 실시하였다. 품종은 국내에서 개발된 제라몬 품종을 사용하였으며, 접목후 생존율, 생육상태를 검토하고자 하였다. 특히 여름순을 이용할 경우 접수를 바로 채취한 후 저장 없이 바로 접목할 수 있어서 보관상의 피해는 발생하지 않을것으로 판단되었다. 다만 포트재배인 경우 여름철 자주 건조하게 되어 관수할 때 접목부위에 물이 들어가지 않도록 해야 하는 점도 있었다. 또한 여름순을 제거한 후 다시 발생한 가을순이 이듬해 접목하기에 적합한 굵기가 되는지도 검토할 예정이다.



4. 전시포/시범포 조성 및 운영

3년간 6개소를 목표로 '19년도에는 감귤연구소 시설하우스에 무병묘 전시포를 만들어 농가에서 바이러스 증상이 나타난 다양한 묘목을 채집하여 재식중에 있다. 또한 같은 시험포장내에 무병묘(VF)를 재식하였으며, 향후에도 이들 처리간에 나타나는 특징을 지속적으로 조사할 예정이다. 즉, 바이러스 감염묘와 무병묘와의 생육, 품질의 차이를 조사하고, 같은 포장에 있을 경우 무병묘의 감염 여부, 경로 및 감염시기 등 보다 기초적인 자료를 만들어 나갈 예정이다.

또한 연령의 같은 일반묘와 무병묘의 생육 및 품질을 비교하기 위해 새롭게 조성되는 농가 포장에 무병묘를 공급하였으며, 생육이후 지속적으로 검토해 나갈 예정이다. 즉, 연구소의 전시포는 증상이 뚜렷하게 나타나는 감염묘와 비교하게 되어 품질이나 생육적인 측면에서 차이가 월등히 나겠지만, 농가포장에서의 비교 시험은 과연 무병묘가 일반묘 대비 얼마만큼의 어떤 특성이 다를 것인지를 비교하기에 적합할 것으로 사료된다. 이와 함께 농가의 접근이 용이한 농업기술센터, 농업에 관심이 많은 젊은 학생을 위해 농업계 고등학교 시험포장에 신품종 무병묘를 공급하였다.

<무병묘 전시포 조성>

- 면적: 660m<sup>2</sup>
- 복토('19.10): 토양 약 260루베
- 숙전 후 바이러스 감염묘 및 무병묘 재식('20~)





<무병묘 관찰포 조성>

- 농가 2개소: 대흘리 김\*\*, 김\*\* 농가
- 유목 재식, 재식 후 생육 및 품질 조사 예정



국내외 전시포/시험포 개설 및 운영					
구분	설치일자 (계약시작일자)	계약종료 일자	설치지역	설치비용(천원)	비고
김동*	2020.3.19	2030.3.19	제주 조천읍 대흘리	무상 (무병묘 지원)	유목 10주(100m <sup>2</sup> )
김정*	2020.3.19	2030.3.19	제주 조천읍 대흘리	무병묘 (무병묘 지원)	유목 10주(100m <sup>2</sup> )
제주농기센터	2021.3.17	2031.1.16	제주시 애월읍	무병묘 (무병묘 지원)	유목 7품종(140주)
제주고등학교	2021.3.17	2031.1.16	제주시 영평동	무병묘 (무병묘 지원)	유목 4품종(80주)
김성*	2021.3.26	2031.3.25	남원읍	무병묘 (무병묘 지원)	하례조생(22주)

5. 특허 출원 : (목표) 1건 → (실적) 2건

가. 제목: 감귤류 품종 아수미 선별용 마커 및 이의 용도

출원연도: 2020년, 출원번호: 10-2020-0177644, 출원인: 김상숙, 한승갑 등 8명 (한국)

나. 제목: 레몬 품종 선별용 마커 및 이의 용도

출원연도: 2020년, 출원번호: 10-2020-0179018, 출원인: 김상숙, 한승갑 등 7명 (한국)

관인생략 출원번호통지서	관인생략 출원번호통지서
출원 일자 2020.12.18 특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무) 원조번호(KPA201371) 출원 번호 10-2020-0179018 (접수번호 1-1-2020-1383423-33) (DAS접근코드21E6) 출원인 명칭 대한민국(농촌진흥청장)(2-1998-005031-4) 대리인 성명 특허법인 한얼(9-2020-100061-3) 발명자 성명 김상숙 한승갑 한재욱 최절우 좌재호 박경진 진성범 발명의 명칭 레몬 품종 선별용 마커 및 이의 용도	출원 일자 2020.12.17 특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무) 참조번호(KPA201376) 출원 번호 10-2020-0177644 (접수번호 1-1-2020-1375514-57) (DAS접근코드D74C) 출원인 명칭 대한민국(농촌진흥청장)(2-1998-005031-4) 대리인 성명 특허법인 한얼(9-2020-100061-3) 발명자 성명 김상숙 한승갑 최절우 한재욱 좌재호 박경진 진성범 김하늘 발명의 명칭 감귤류 품종 아수미 선별용 마커 및 이의 용도
특 허 청 장	특 허 청 장

## 6. 논문게재(국내, SCI)

- 게재연도: 2021년
- 논문명: Development of Plastid InDel Markers to Discriminate Lemons from Other Citrus Groups
- 저자명: 김상숙<sup>1</sup>, 김호방, 박경진, 현재욱, 최철우, 좌재호, 진성범, 김은실, 한승갑\*
- 학술지명: HORTICULTURAL SCIENCE and TECHNOLOGY 39(5):637-644, 2021
- pISSN : 1226-8763

### Development of Plastid InDel Markers to Discriminate Lemons from Other Citrus Groups

Sang Suk Kim<sup>1\*</sup>, Ho Bang Kim<sup>2\*</sup>, Kyung Jin Park<sup>3</sup>, Jae Wook Hyun<sup>1</sup>, Cheol Woo Choi<sup>1</sup>, Jae-Ho Joa<sup>1</sup>, Seong Beom Jin<sup>1</sup>, Eun-Sil Kim<sup>2</sup>, and Seung Gab Han<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Citrus Research Institute, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Seogwipo 63607, Korea  
<sup>2</sup>Life Sciences Research Institute, Biomedic Co., Ltd., Bucheon 14548, Korea

<sup>3</sup>Planning and Coordination Division, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Wanju 55365, Korea

\*Corresponding author: skhan@korea.kr

<sup>†</sup>These two authors equally contributed to this research.

#### Abstract

Lemon (*Citrus limon*), an interspecific hybrid between sour orange and citron, has been widely used as a rootstock along with trifoliate orange. Though lemons are superior to trifoliate orange in terms of their high seed germination rate throughout the year, one of the obstacles to using lemons as rootstocks is the lack of reliable, lemon-specific molecular markers to discriminate buds of the micro-grafted scion from those of the lemon rootstock. In order to obtain lemon-specific molecular markers, we compared the whole-plastid genomes available from four citrus species (lemon, pummelo, sweet orange, and mandarin) and developed seven plastid insertion/deletion (InDel) markers. The plastid InDel markers were applied to 46 citrus accessions that included lemons (17 accessions), grapefruit, mandarin, pummelo, sour orange, orange, papeda, tangor, and tangelo groups. The resulting dendrogram revealed that the citrus accessions used in this analysis could be distinctly classified into seven clusters. Lemons formed a separate cluster and had identical allele sizes for each InDel locus among all accessions investigated. This set of InDel markers could be a useful molecular tool for the rapid and clear discrimination of micro-grafted scions and lemon rootstocks during the production of virus-free citrus trees. The plastid InDel markers with maternal inheritance features can also be used to analyze the phylogenetic origin of various citrus cultivars including lemons.

**Additional key words:** *Citrus limon*, genotyping, maternal inheritance, organelle genome, rootstock, scion

#### Introduction

Lemon [*Citrus limon* (L.) Burm. F.] is considered to be native to the Southern part of the Himalayas in India or Southern China and probably Upper Burma (Nicolosi, 2007). Recent molecular studies suggest that lemons (yellow lemon types) resulted from the interspecific hybridization between sour orange (*C. aurantium* L.) and citron (*C. medica* L.) (Nicolosi et al., 2000; Curk et al., 2015; Curk et al., 2016). Sour orange itself is believed to be a hybrid between pummelo (*C. maxima* Burm.) and mandarin (*C. reticulata* Blanco) (Wu et al., 2018). However, volkamer and rough lemons are the

Received: February 8, 2021

Revised: April 22, 2021

Accepted: May 24, 2021



OPEN ACCESS



HORTICULTURAL SCIENCE and TECHNOLOGY  
39(5):637-644, 2021  
URL: <http://www.hst-j.org>

pISSN : 1226-8763  
eISSN : 2465-8588

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright©2021 Korean Society for Horticultural Science.

This work was supported by the Golden Seed Project (Project No. 213007-05-5-SBQ40), Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), Ministry of Oceans and Fisheries (MOF), Rural Development Administration (RDA) and Korea Forest Service (KFS), and Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No. 014473012), Rural Development Administration, Republic of Korea. The authors thank Dr. Chang Jae Oh at Life Sciences Research Institute, Biomedic Co., Ltd. for his critical reading of the manuscript.





7. 평가회 개최: (목표) 2건 → (실적) 2건

국내외 전시포/시범포 개설 및 운영					
구분	개최(참여)일자	개최(참여)장소	참여인원수	협력기관	내용
평가회	2020.12.9	감귤연구소	12	제주대학교	- 신품종 윈터프린스(검정묘) 생육특성 및 품질평가 바이러스 감염 나무 관찰
평가회	2021.12.7	농가(애월)	79	감귤농협	신품종 윈터프린스(검정묘) 생육특성 및 품질평가

8. 자료 발간

- 제목: 과수 바이러스 무병묘 생산 종합매뉴얼(120쪽)
- ISBN: 978-89-480-6236-6
- 발행일: 2020.5.
- 내용: 주요과수 사과, 감귤 등의 바이러스 진단 및 무병화 방법 설명

	<p><b>과수 바이러스 무병묘 생산 종합매뉴얼</b></p> <p><b>발행일</b> 2020년 5월  <b>발행인</b> 농촌진흥청 국립원예특작과학원실 황정환  <b>집필인</b> 조강희, 한승길, 한재욱, 민소영, 조인숙, 전지혜, 김세희, 조상윤, 박정관, 김명수  <b>발행처</b> 농촌진흥청 국립원예특작과학원            54875 진라북도 완주군 이서면 농성영로 100            TEL 063-238-6712 Fax 063-238-6705  <b>인쇄처</b> 디자인미래  <b>발간등록번호</b> 11-1390804-000775-01  <b>ISBN</b> 978-89-480-6236-6 93520</p>	
책자 앞면	책자 뒷면	홍보

## 제3장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

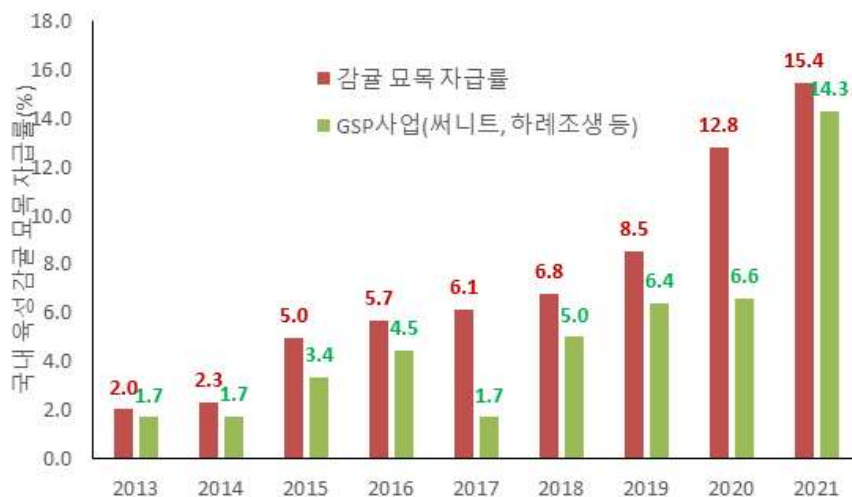
### 3-1. 목표

본 프로젝트의 최종목표는 감귤 우량대표 공급체계를 개선하고 국내육성 품종의 묘목 판매액 140백만원을 달성하는 데 있다. 세부적으로는 국내육성 신품종의 우수성을 발굴하여 인지도를 높이고, 전지포 운영을 통해 보급 시스템을 구축하며, 우량 묘목의 대량양성과 바이러스 무병묘 생산 공급체계를 확립을 통해 국내육성 품종의 최종연도 판매액 140백만원, 묘목 자급율 10%를 달성하는데 있다.

### 3-2. 목표 달성여부

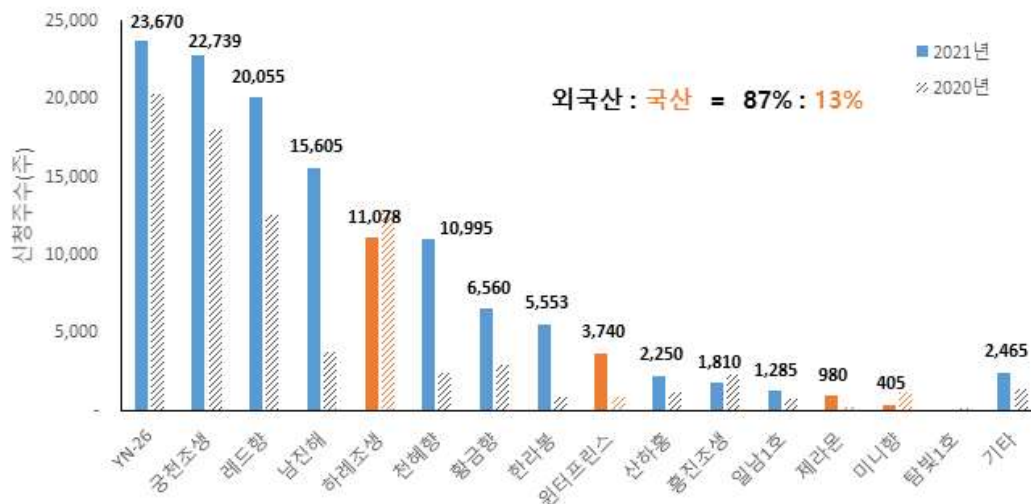
#### 가. 최종목표 대비 실적

국내육성 품종의 2021년 판매액은 141백만원으로 당초 목표인 140백만원을 달성하였다. 국내육성 품종의 묘목 자급율 15.4%로 당초 목표인 10%를 초과 달성하였다. GSP 사업의 시작단계에서는 2013년 묘목 자급율 2.0%이었다. 국내육성 품종 묘목의 자급률은 당해연도 전체 묘목 판매주수에 대한 국내육성 품종의 묘목 주수의 비율로 산출할 수 있다. 그러나 제주특별자치도에서 전체 감귤 묘목 판매 현황을 집계하여 왔으나 법적 근거가 없어서 2015년 이후 중단되었다. 2016년부터는 제주도내 감귤 묘목 생산업체 중 규모가 큰 업체 10개사에 대하여 당해연도 묘목 판매 현황을 모니터링하고 정확한 자료를 제공하는 제주감귤농업협동(감협)의 추세를 반영하여 산출하였다. 국내육성 감귤 품종의 묘목 자급률은 2016년 5.7%에서 2021년 15.4%로 당초목표인 10%를 초과 달성하였다(그림 1). 이는 GSP 사업으로 ‘하례조생’, ‘윈터프린스’, ‘미니향’ 등이 홍보되면서 보급이 촉진되어 자급률 향상으로 이어진 것으로 보아졌다.



<그림 1> 감귤 국내육성 품종의 연도별 묘목 자급율 변화

참고자료로 감귤 생산 및 판매 현황을 정확히 제공하는 2020~2021년도 제주감귤농업협동조합(감협)의 분석 자료를 제시하였다(그림 2). 외국산과 국산 감귤 품종의 비율은 87:13%로 확인되었다. 국내육성 ‘하례조생’ 품종은 일본에서 도입한 품종 ‘YN-26’, ‘궁천조생’, ‘레드향’, ‘남진해’에 이어 5위를 차지하고 있으며 ‘윈터프린스’가 9위를 차지하고 있다.



<그림 2> 제주감귤농협협동조합(감협)의 감귤 표목 판매 (2020) 및 신청 (2021) 현황

GSP 사업을 통하여 감귤 종묘 산업의 변화된 모습(표 1)을 보면 첫째, 국산 감귤 품종 묘목 생산업체가 2016년 4개사에 불과하였으나 2021년 14개사로 39%에 이르고 있다. 둘째, 묘목 생산이 가능한 국산 감귤 품종이 2016년 6종에 불과하였으나 2021년 10품종으로 확대되었다. 앞으로 국산 품종에 대한 요구도가 더욱 증가할 것으로 예상된다. 셋째, 감귤 무병묘 생산이 대부분 국산 품종에 이루어지고 있다. 농촌진흥청 감귤연구소에서 감귤 무병화 시스템이 구축되어 새로운 품종에 대한 무병화는 보급의 기본 과정이 되고 있다. 또한, 과수묘목 선진화 대책(2019년 7월, 농식품부 종자산업과)에 따라 농촌진흥청 육성 품종이나 도입 품종은 2026년부터, 지자체 및 개인 육성 품종은 2030년부터 무병묘 제출이 의무화되어 있다. 이러한 정책 방향에 따라서, 농촌진흥청 감귤연구소는 기존 재배 품종에 대하여 100% 무병화를 완료하였으며 새로운 품종에 대해서도 무병화 작업을 수행하고 있다.

<표 1> 국내 육성 감귤 보급 사업(GSP)에 따른 종묘 산업 변화

구 분	2013년 이전	2016년	2021년
무병묘 생산	착수 단계	10품종 이상	대부분 무병화
묘목 생산되는 국산 감귤 품종수	하례조생, 씨니트	하례조생, 씨니트, 신예감, 탐나는봉, 탐도3호, 탐도리	하례조생, 씨니트, 탐나는봉, 탐도3호, 탐도리, 윈터프린스, 미니향, 제라몬, 탐빛1호, 사라향
국산 감귤 품종 생산업체수	1개사	4개사	14개사

※ 2020년 제주도내 감귤 종묘 등록업체 36개사(제주특별자치도)

나. 정량적 성과 목표대비 실적

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	6	5	120	1	1	100	3	1	300	0	1	0	1	1	100	1	1	100
	논문 비SCI		3	2	150							1	1	100				2	1	200
	학술대회 발표		13	10	130	2	2	100	4	2	200	3	2	150	2	2	100	2	2	100
권리 확보	특허출원	건	5	4	125							0	1	0	3	2	150	1	1	100
	특허등록		1	2	50										1	0		1	1	100
생산역량강화	무병묘 품종 수(원원종)	건	12	10	120							2	2	100	3	3	100	7	5	140
	무독묘 품종(원종) 생산	수	39	30	130							10	10	100	13	10	130	16	10	160
	무병 접수 생산	kg	110	100	110							35	20	175	41.5	30	138	34.2	50	68.4
	무병 모수 생산	수	5993	5000	119							1515	1000	150	2072	1500	138	2934	2500	117
	무병주 보급률(누적)	%	67.2	50	134							10	13.8	138	20	20.5	100	20	32.9	164
	인력양성	명	2	2	100				1	0	100	0	1	0	1	0	100			
유통경쟁력강화	품종 생산 판매 신고	건																		
	유통채널구축		6	3	200							3	1	300	1	1	100	2	1	200
	MOU 체결																			
홍보역량강화	국내외 전시포/시범포 개설	개소	0	16	0	0	3	0	0	2	0	0	3	0	0	7	0	0	1	0
	국내외 전시포/시범포 운영		65	58	112	11	8	137	10	8	125	13	11	118	14	14	100	17	17	100
	홍보물 제작		12	5	240	2	-	200	3	1	300	2	2	100	3	1	300	2	1	200
	홍보물 배포	건	19	10	190	3	2	150	5	2	250	4	2	200	4	2	200	3	2	150
	홍보		23	10	230	3	2	150	4	2	20	7	2	140	5	2	250	4	2	200
	품종평가회/설명회 개최		10	6	166	1	-	100	1	1	100	3	1	300	2	2	100	3	2	150
목표고객	품종인지도	점수	5	3	166							2	1	200	2	1	200	1	1	100
	무병묘보급율(누적)	%	67.2	50	134							13.8	0	138	20.5	20	102	67.2	50	134



매출 및 수출	국내매출액	백만원	384.1	305	125	32.4	20	162	34.8	30	116	93.2	50	186	82.7	80	103	141	140	101
	종자수출액	만불																		

다. 정성적 성과 목표대비 실적

구분 (연도)	세부프로젝트명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차년도 (2017)	국내육성 신품종의 우수성 발굴 및 현장장애로 개선	국내육성 신품종의 재배특성 평가 및 우수특성 발굴	100	○수체 생육 및 개화반응 분석 ○결실 및 과실 품질특성 분석
		국내육성 신품종의 생리장해 원인 구명 및 개선	100	○국내육성 신품종의 종자형성도 분석
		배수체 이용한 무핵과 평가 및 이용기술 개발	100	○사배체 이용한 삼배체 종자 획득율 평가 및 배수체 특성평가
		탱자 묘목의 유전적 균일성 평가	100	○탱자대목 집단의 유전분석 - SSR 마커의 다형성 분석
	국내육성 신품종 전시포 설치 및 운영 및 보급 시스템 구축	국내육성 전시포 설치 및 운영	100	○ 전시포 : 8개소(품종별 2~4개소) ○ 전시포 정식용 묘목 공급: 1ha ○ 무독묘 원종(증식): 10주내외
		국내육성 감귤 품종의 재배작형 실증 연구	100	○ 만감류 생육특성 조사 1품종(노지, 무가온 재배특성) ○ 하례조생 지역별 품질특성 4개소
		무병 원원종 및 원종 생산 및 보급	100	○ 원원종 생산: 미니향 등 3품종 ○ 원종 생산: 하례조생 등 500주 ○ 원종 보급: 하례조생 등 800주
		무병묘 생산을 위한 대목 선발	100	○ 홍귤 등 대목 비교
	국내육성 신품종 묘목 대량양성 및 보급 촉진	신품종 조기 보급기반 구축	100	○ 국내육성 신품종 모수원 조성 ○ 국내육성 신품종 묘목 생산 및 보급(매출액 2천만원 이상)
		포트묘 육묘시설 구비 환경 평가	100	○ 포트육묘 시설의 구축
2차년도 (2018)	국내육성 신품종의 우수성 발굴 및 현장장애로 개선	국내육성 신품종의 재배특성 평가 및 우수특성 발굴	100	○수체 생육 및 개화반응 분석 ○결실 및 과실 품질특성 분석
		국내육성 신품종의 생리장해 원인 구명 및 개선	100	○국내육성 신품종의 종자형성도 분석 ○국내육성 신품종의 생리장해 평가
		배수체 이용한 무핵과 평가 및 이용기술 개발	100	○배수체 유도 및 특성평가
		탱자 묘목의 유전적 균일성 평가	100	○탱자대목 집단의 유전분석
		무병 원종모수 생산 보급(위탁)	80	○국내육성 신품종 무병 모수 생산 - 하례조생 등 1,000주
	국내육성 신품종 전시포 설치 및 운영 및 보급 시스템 구축	국내육성 전시포 설치 및 운영	100	○전시포: 10개소(계획 8개소) ○전시포 정식용 묘목 공급 1ha ○다년생 포트묘 생산 660주
		국내육성 감귤 품종의 재배작형 실증 연구	100	○신품종 재배작형 비교분석 ○하례조생 지역별 품질특성 4개소 ○국내육성 감귤 신품종 무독묘 생육 특성 조사 2개소
		무병 원원종 및 원종 생산(위탁)	100	○한라몬 등 원원종 3품종 생산 ○미니향 등 원종 30주 생산
	국내육성 신품종 묘목 대량양성 및 보급 촉진	신품종 조기 보급기반 구축	100	○국내육성 신품종 모수원 운영 ○국내육성 신품종 묘목 생산 및 보급 (매출액 3천만원 이상)
		대목 포트묘 조기생육조건 확립	100	○탱자 대목의 포트육묘 생육정도 평가

구분 (연도)	세부프로젝트명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
3차년도 (2019)	국내육성 신품종의 우수성 발굴 및 현장장애로 개선	국내육성 신품종의 재배특성 평가 및 우수특성 발굴과 홍보	100	○수체 생육 및 개화반응 분석 ○결실 및 과실 품질특성 분석
		국내육성 신품종의 재배특성 평가 및 우수특성 발굴과 홍보	100	○국내육성 신품종의 종자형성도 분석 ○국내육성 신품종의 생리장해 평가
		배수체 이용한 무핵화 평가 및 이용기술 개발	100	○배수체 조기육묘 및 무핵화 평가
		탱자 묘목의 유전적 균일성 평가	100	○탱자대목 집단의 유전분석
	국내 육성 감귤 신품종 전시포 운영 및 보급 시스템 구축	국내육성 전시포 설치 및 운영	100	○전시포 확대 운영: 12개소(계획 10개소) ○전시포 정식용 묘목공급: 0.6ha, 3농가 ○신품종 재배 작형 비교분석(무가온, 노지)
		국내육성 감귤 품종의 재배작형 실증 연구	100	○국내육성 감귤 신품종 무병묘 생육 특성 조사 2개소
		무병 원원종 및 원종 생산(위탁)	100	○미니항 등 원종 30주 생산 ○원종 및 모수의 바이러스 검정 ○노지 과원 바이러스 검정 20개소
	국내육성 신품종 묘목 대량양성 및 보급 촉진	신품종 조기 보급기반 구축	100	○국내육성 신품종 묘목 생산 및 보급 (매출액 5천만원 이상)
		우량묘목 대량생산 체계 확립	100	○국내육성 신품종의 육묘시설 이용 평가
	국산 감귤 품종의 무병묘 생산체계 구축 및 보급확대	무병묘 원종 및 원원종 생산	100	○무병 원원종 생산 2품종 ○무병 원종 생산 10주
		무병묘 모수 공급	100	○무병 모수 1,000주
		전시포 조성 및 운영	100	○무병묘 전시포 조성 1개소
4차년도 (2020)	국내육성 신품종의 우수성 발굴 및 현장장애로 개선	국내육성 신품종의 재배특성 평가 및 우수특성 발굴과 홍보	100	○수체 생육 및 과실특성의 분석 ○국내육성 신품종의 우수성 홍보 (유통채널 활성화 및 홍보 강화)
		국내육성 신품종의 생리장해 원인 구명 및 개선	100	○국내육성 신품종의 종자형성도 분석 ○국내육성 신품종의 열과 등 생리장해 평가
		배수체 이용한 무핵화 평가 및 이용기술 개발	100	○배수체 조기육묘 및 종자형성도 평가 ○교배실생의 조기육묘 및 과실특성 평가
		탱자 묘목의 유전적 균일성 평가	100	○탱자 및 비롱탱자의 유전분석
	국내 육성 감귤 신품종 전시포 운영 및 보급 시스템 구축	국내육성 전시포 설치 및 운영	100	○전시포 확대운영 12개소 ○전시포 정식용 묘목공급: 0.6ha, 3농가 ○대묘육성 300주 생산 및 보급
		국내육성 감귤 품종의 재배작형 실증 연구	100	○국내육성 신품종의 재배작형 비교 (노지, 무가온 시설) ○무병묘 생육특성 조사 2개소
	국내육성 신품종 묘목 대량 양성 및 보급 촉진	신품종 조기 보급기반 구축	100	○국내육성 신품종 묘목생산 및 보급 (매출액 1억원 이상)
		우량묘목 대량생산 체계 확립	100	○국내육성 신품종의 육묘시설 이용 평가
	국산 감귤 품종의 무병묘 생산체계 구축 및 보급확대	무병묘 원원종 및 원종 생산과 모수 보급	100	○원원종 3품종, 원종 10주 ○모수 생산 1,500주
		무병묘 전시포 및 시범포 운영 및 현장평가회	100	○전시포 2개소 ○현장평가회 1회
		바이러스 감염묘와 무병묘와의 생산성 및 품질 비교	100	○바이러스 무병주생산 매뉴얼 작성

구분 (연도)	세부프로젝트명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
5차년도 (2021)	국내육성 신품종의 우수성 발굴 및 현장으로 개선	국내육성 신품종의 재배특성 평가 및 우수특성 발굴과 홍보	100	○수체 생육 및 과실특성의 분석 ○국내육성 신품종의 우수성 홍보 (유통채널 활성화 및 홍보 강화)
		국내육성 신품종의 재배특성 평가 및 우수특성 발굴과 홍보	100	○국내육성 신품종의 종자형성도 분석 ○국내육성 신품종의 열과 등 생리장해 평가
		배수체 이용한 무핵화 평가 및 이용기술 개발	100	○배수체 조기육묘 및 종자형성도 평가 ○교배실생의 조기육묘 및 과실특성 평가
		탱자 묘목의 유전적 균일성 평가	100	○탱자 및 비롱탱자의 유전분석
	국내 육성 감귤 신품종 전시포 운영 및 보급 시스템 구축	국내육성 전시포 설치 및 운영	100	○전시포 확대 운영: 14개소 ○전시포 정식용 묘목공급: 1.0ha
		국내육성 감귤 품종의 재배작형 실증 연구	100	○신품종 재배 작형 비교분석(미니향) ○국내육성 감귤 신품종 무병묘 생육 특성 조사 1개소
	국내육성 신품종 묘목 대량양성 및 보급 촉진	신품종 조기 보급기반 구축	100	○국내육성 신품종 묘목 생산 및 보급 (매출액 140백만원 이상)
		우량묘목 대량생산 체계 확립	100	○국내육성 신품종의 포트묘 생육 평가
	국산 감귤 품종의 무병묘 생산체계 구축 및 보급확대	무병묘 원원종 및 원종 생산과 모수 보급	100	○원원종 5품종, 원종 10주 ○모수 생산 2,500주, 접수 50kg
		무병묘 전시포 및 시범포 운영	100	○전시포 조성 3개소
		현장평가회	100	○무병묘 현장평가회 1회

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

프로젝트의 최종목표인 국내육성 품종의 판매액 140백만원 및 묘목 자급율 10%를 초과 달성하였다. 세부 정량적 목표에서도 거의 대부분 초과 달성하였으나, 특허등록 1건이 미달성되었다. 이는 2020년 4세부프로젝트 수행의 감귤연구소에서 특허 2건을 출원하였는데, 이후 심사가 늦어져 등록으로 이어지지 못하고 있기 때문이다. 정성적 목표에서 연구내용의 거의 대부분을 달성하였다. 그러나 배수체 대량 유도, 포트묘 대량 생산 및 공급체계와 전시포 운영에서도 일부 개선이 필요한 상황이다. 배수체 대량유도에서는 효율성을 개선하고 재현성을 확보할 필요가 있다. 해외의 무핵(seedless) 3배체의 품종들이 보급되고 있고 있는 실정을 감안하면 4배체 대량생산 및 이를 이용한 무핵 3배체 품종 개발의 부분은 감귤산업의 경쟁력 지속 확보를 위해 후속 연구가 반드시 필요한 부분일 것이다. 포트묘 생산 공급에서는 경제성을 개선해야 하는데, 이를 위해서는 자동화 시스템의 도입이 꼭 필요한 상황이다. 이는 자동화된 관비공급 방식의 시스템 개발 적용이 요구된다. 또한 무병묘 공급체계에서도 무병묘 보증 체계 도입이 필요하며, 이를 위해서는 묘목업체의 격리시설의 확보가 선행되어야 하며, 보증묘 관리에 대한 규정이 마련되어 할 것이다. 현재의 전시포 운영은 농가단위에서 수행하기 때문에 대비 품종없이 단일 품종으로만 구성되어 동일한 상태에서의 품종 우수성을 비교 평가하기가 어려운 상황이다. 이들 개선점들은 차후 후속 연구가 진행될 경우 충분히 고려하여 수행해야 할 것으로 판단되고 있다.

## 제4장 연구결과의 활용 계획

본 연구결과의 성과는 다양하다. 1세부에서는 국내육성 품종 특성의 정밀평가 과정을 통한 다양한 형질의 생리기작과 발현조절에 대한 지식의 축적, 배수체 선발을 통한 4배성 및 3배성 자원의 확보, 교배실생의 조기육묘, 탱자대목의 균일성 평가 기반 확보가 주요 성과라 할 수 있다. 특히 대목 종류와 노출 정도에 따른 품종의 반응에서는 품종의 수세와 관련한 수세조절 및 과실 품질의 개선을 위한 재배기술의 개발에 활용할 수 있을 것이다. 이에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다. 배수성 식물 중 4배성 식물은 무핵 3배체 품종 개발에 활용할 예정이며, 3배성 식물은 조기 육묘하여 과실 특성을 평가한 후 품종 선발에 이용할 계획이다. 또한 배수성 식물은 유전양식 구멍 및 유전자 발현 조절의 유용한 연구 소재가 될 수 있다. 조기육묘되고 있는 9천주 내외의 교배실생은 우수한 품종들의 선발 연구는 물론 주요 형질의 유전특성을 분석하는 분자유종 기술의 개발에 활용할 수 있다. 현재 국가 및 지자체 연구소의 대부분은 교배 분리집단 육성 후 우수개체를 선발과정을 수행한 다음, 교배실생 집단을 도태하고 있어 형질의 유전분석 재료가 거의 없는 상황이다. 그러므로 본 교배실생 집단을 후속연구에서는 형질의 유전분석의 재료로 활용할 예정이다. 탱자의 유전적 균일성 평가는 매우 중요하다. 탱자의 주심배 발달 특성을 가지고 있어 실생임에도 불구하고 균일성이 높은 것으로 알려져 있다. 그러나 환경에 따라 자가수정 유래의 발생 비율은 10-20% 내외로 높아질 수 있다고 보고되어 있다. 그러므로 국내 탱자대목의 균일성 평가를 수행할 수 있어야 농가 수준에서의 균일한 관리와 비정상적인 생육반응에 대한 대응방안을 마련할 수 있을 것이다. 그러므로 추가적인 연구가 수행되면 탱자대목의 유전적 균일성을 거의 100% 수준으로 평가할 수 있는 분자표지를 개발하는데 활용할 것이다.

2세부에서는 전시포 운영의 노하우 축적과 포트 대묘 양성의 기반 구축이 큰 성과의 하나이다. 다양한 지역 및 환경 조건에 위한 전시포를 조성하였다. 이는 농가들의 신품종 재배 애로사항을 조기에 파악하고 대응기술을 개발하는데 활용할 수 있을 것이다. 또한 포트 대묘의 생산과정에서 화분의 종류 및 크기, 상토 종류 등에 대한 영향을 일차적으로는 검토가 되었으나, 추가적으로 다양한 상토의 종류와 조성, 양수분 관리 등의 요인에 대해 상세한 분석이 요구되고 있다. 추가적인 연구에 활용할 수 있도록 할 계획이다.

3세부 및 4세부에서는 무병 원원종 및 원종의 생산과 공급 기반 구축, 무병모수원 구축, 포트묘 생산기반 확보 등이 큰 성과의 하나이다. 향후 무병보증묘 공급체계로의 전환에 유용하게 이용될 수 있을 것이다. 묘목업체에서 생산된 묘목의 바이러스 진단체계 구축과 무병묘 재식 농가의 체계적 관리를 통한 장기적인 무병묘의 효과 검증에도 추후 이용할 예정이다. 또한 묘목업체 수준에서 무병모수원 운영 기술을 공유하고 협력하여 선진 묘목생산 및 공급체계로의 조기 전환할 수 있도록 묘목업체 기반구축에 활용할 계획이다. 선진 묘목의 생산공급 수준으로 발전하기 위해서는 지금이 관행적인 절접방식에서 T-아접 또는 깎기눈접 방식으로의 전환도 필요한 실정이다. 그 외에도 묘목업체 수준에서의 포트묘 생산의 자동화 시스템 구축은 추후 과제로 남아 있다.

## 붙임. 참고문헌

- 국립원예특작과학원 (2019) 농촌진흥청 육성 우리 과수품종, 농촌진흥청
- 국립종자원 (2021) 품종 보호 출원과 등록 현황, <https://www.seed.go.kr/seed/270/subview.do> (2021.12.25.)
- 농림축산식품부 (2020) 농림축산식품통계연보
- 제주대학교 (2013) Golden Seed 프로젝트 품목별 상세기획보고서(감귤), 농림축산식품부·농촌진흥청·산림청
- 제주의 소리 (2021) 일본산 몰아낸 설향딸기...제주 감귤 힘겨운 홀로서기, <http://www.jejuori.net/news/articleView.html?idxno=324235> (2021.12.15)
- 제주특별자치도 (2020) 2020 농축산식품 현황
- 한국감귤아열대과수학회 (2018) 학술대회초록집, 제주
- 한국농촌경제연구원 (2020) 농업전망
- Abouzari A and Nezhad NM (2016) The investigation of citrus fruit quality Popular characteristic and breeding. Acta U Agr Fac Silvi 64:726-740
- Brandford MM (1976) A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal Biochem 72:248-254
- Dong T, Xiong B, Huang S, Liao L, Qiu X, Sun G, He Y, Duan C, Wang X et al. (2019) Investigation of the cause of reduced sugar content in Kiyomi tangor fruit of Ziyang xiangcheng (*Citrus junos* Sieb. ex Tanaka) rootstock. Sci Rep 9:1-11
- Global Fresh Produce and Banana News (GFPB News)(2015) <https://www.freshplaza.com/sector/234/citrus> (2015.12)
- Hamaguchi T, Matsunaga S, Yamanaka N, Kishino I (1997) The temperature control technique for growing satsuma mandarin fruits under plastic film greenhouse. Bull Nagasaki Fruit Tree Exp Stn 4: 1-16
- Hyun JW, Hwang RY, Choi CW, Jung KE, Han SG (2020) Symptomatology of Citrus mosaic sadwavirus (CiMV) in Some Citrus Cultivars and Effect of CiMV Infection on Citrus Fruit Quality. Plant Pathol J 36:106 - 110
- Hyun JW, Hwang RY, Jung KE (2017) Development of multiplex PCR for simultaneous detection of citrus viruses and the incidence of citrus viral diseases in late-maturity citrus trees in Jeju Island. Plant Pathol J 33:307 - 317
- Hyun JW, Min BK, Kim HJ, Lee PH, Kim KS (2009) Simultaneous detection of seven citrus viroids from citrus plants by multiplex real-time PCR. Res Plant Dis 15:204
- International Society for Horticultural Science (ISHS)(2014) Proc 3<sup>rd</sup> Inter Sym Citrus Biotech, 11-14 Nov, 2014, Shizuoka, Japan
- Ito T, Leki H, Ozaki K (2002) Simultaneous detection of six citrus viroids and apple stem grooving virus from citrus plants by multiplex reverse transcription polymerase chain reaction. J. Virol. Methods. 106:235 - 239



- Imada J, Tanaka H, Narisawa N (1980) The effect of satsuma dwarf virus and citrus mosaic virus on the growth of citrus trees. *Bull Fruit Trees Res Stn E* 3:75-82
- Jeju special-self governing province (2018) Status of agriculture and livestock food products.
- Kagoshima prefecture institute for agricultural development (2012) Varietal characteristics of Viroid-free Shiranui mandarin (*Citrus reticulata* 'Daimasaki'). *Bull Kagoshima Pref Ins Agric Dev*
- Kamiri M, Stift M, Costantino G, Dambier D, Kabbage T, Ollitrault P, Froelicher Y (2018) Preferential homologous chromosome pairing in a tetraploid intergeneric somatic hybrid (*Citrus reticulata* + *Poncirus trifoliata*) revealed by molecular marker inheritance. *Front Plant Sci* 9:1-11
- Kang SB, Joha JH, Moon YE, Lee HJ, Han SG, Park KJ, Kim SS, Choi YH (2018) Effect of Regulation of Leaf to Fruit Ratio on the Fruit Growth and Quality of 'Haryejaeng' Satsuma Mandarin in Non-Heated Plastic Film House. *Korean J Environmental Agri* 37:207-21
- Kang SH, Kang JH, Heo TH, Park MS, and Ju JS (2018) Fruit qualities by the cropping type of 'Haraejaeng' (*Citrus unshiu*) of Korea citrus variety in Jeju. *Korean J Hortic Sci* 36:120
- Kang SH, Yang CJ, Kang JH, Joha CS (2019) Characteristic of the Fruit qualities for the satsuma mandarin 'Haryejaeng(citrus unshiu)' in open field in Jeju. *J Asian Architj Bio* 35:41-49
- Kepiro JL, Roose ML (2007) Nucellar embryony. In I Khan, ed, *Citrus Genetics, Breeding and Biotechnology*, CAB International, UK, pp141-150
- Kim CM (2000) Standard farming textbook-102 Satsuma mandarin heating cultivation. *Korea rural development & agricultural*: 1-270
- Korea seed & variety service (KSVS) <https://www.seed.go.kr> (2021.12)
- Kubo T, Hohjo I, Hiratsuka S (2001) Sucrose accumulation and its related enzyme activities in the juice sacs of satsuma mandarin fruit from trees with different crop loads. *Sci Hortic-Amsterdam* 91:215-225
- Kubota S (2008) Consideration about development of new citrus variety and specialized production area in Ehime prefecture *Geography* 19: 21-38
- Kurihara A (1971) Fruit of satsuma orange under controlled condition. II. Effects of night temperature in the fall on fruit growth, color development, and fruit quality of satsuma orange. *Bull Hort Res Sta* 10:29-37
- Mademba-Sy F, Lemerre-Desprez Z, Lebegin S (2012) Use of Flying Dragon trifoliate orange as dwarfing rootstock for citrus under tropical climatic conditions. *HortScience* 47:11-17
- Manera FJ, Brotons JM, Conesa A, Porrás I. 2013. Relation between temperature and the beginning of peel color change in grapefruit (*Citrus paradisi* Macf.). *Sci Hortic-Amsterdam* 160:292 - 299

- McGuire RG (1992) Reporting of Objective Color Measurements. Hort Sci 27: 1254-1255
- Morinaga K (2013) Development of new irrigation system based on water relations research for citrus fruit production. Scientific reports of the Faculty of Agriculture, Okayama University 102: 53-62.
- Okurano H, Sakoda K (1998) Forecasting of flower induction on satsuma mandarin grown in plastic greenhouse by wood scion in the water. Kyushu Agric Res 216
- Sato K., Sugihara K, Iwasaki M, Okuda H (2007) Effect of NAA on the flowering ability and concentration of nutritional elements in the leaves and shoots of satsuma mandarin in grown in an early heating plastic house. Hort Res Japan 6:553-557
- Siroisi M (1989) Mandarin orange plastic house cultivation. Rural culture association Japan 1-160
- Susaki S, Sakakibara M, Kaneko M, Ono, Yamada A (1993) Relation between characters of fruit bear blanch and flower budding of satsuma mandarin growing in plastic greenhouse. Res. Bull Aichi Agric Res Cent 25:259-266
- Tachibana S, Yahata S (2007) Yields and Factors Affecting the Yield Fluctuation of Early Ripening Satsuma Mandarin in greenhouse culture. J Jpn Soc Hortic Sci 76:175-184
- Takagi T, Mukai H, Ichikawa T, Suzuki T (1994) Effects of temperature and sugar accumulation in fruits on color development of satsuma mandarin. J Jpn Soc Hortic Sci 62:725-731
- Tachibana S, Yahata S (2007) Yields and Factors Affecting the Yield Fluctuation of Early Ripening Satsuma Mandarin in greenhouse culture. J Jpn Soc Hortic Sci 76:175-184
- Takagi T, Mukai H, Ichikawa T, Suzuki T (1994) Effects of temperature and sugar accumulation in fruits on color development of satsuma mandarin. J Jpn Soc Hortic Sci 62:725-731
- Yamamoto T (1984) Decision making process for cultivar change on citrus farms. The bulletin of the Faculty of Agriculture-Mie University 69:133-158
- Woo JK, Yun SH, Yi KU, Park YC, Lee HY, Kim M, Lee Y, Song KJ, Kim HB (2020) Identification of citrus varieties bred in Korea using microsatellite markers. Hortic Sci Technol 38:374-384
- Yun SH, Kim SJ, Kim HY, Park JH, An HJ, Kang SK, Moon YI, Kim KS, Lee DH, Koh SW, Kim CM (2008) A new early maturing satsuma mandarin cultivar, 'Haryejos aeng'. Korean J Breed. Sci 40:184-187
- Zheng Y, Yang Q, Jia X, Liu Y, He S, Deng L, Xie R, Yi S, Lü Q (2017) Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> canopy spraying during physiological fruit drop period has a better influence on the tree character and fruit quality of Newhall navel orange (*Citrus sinensis* Osbeck). J Integr Agr 16:1513-1519

[별첨 1]

## 연구개발보고서 초록

프로젝트명	(국문) 감귤 외산대체품종 보급 촉진 및 전시포 운영				
	(영문) Promotion of planting new cultivars replacing foreign citrus cultivars and performance of demonstration field				
프로젝트 연구기관	제주대학교		프로젝트연구 책임자	(소속) 제주대학교	
참여기업	제주감귤농협협동조합			(성명) 송관정	
총연구개발비 (3,307,500천원)	계	3,307,500천원	총연구기간	2017.01.01~2021.12.31( 5년 0월)	
	정부출연 연구개발비	3,082,500천원	총참여 연구원수	총인원	215
	기업부담금	225,000천원		내부인원	213
	연구기관 부담금	-		외부인원	2
<p>○ 연구개발 목표 및 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내육성 신품종 묘목의 매출액 140백만원, 묘목 자급율 10%로 확대 달성하여 감귤산업 경쟁력을 높이는데 목표가 있음.</li> <li>- 최종연도 매출액 141백만원, 묘목 자급율 15.7% 달성하였으며, 특허 출원 5건, 등록 1건, 논문 SCI 6건, 비SCI 3건, 학술대회 발표 13건, 무병묘 원원종 12건, 원종 39건, 모수생산 5,993주. 무병주 보급율 67.2%, 인력양성 2명, 유통채널 구축 6건, 전시포 운영 누적 65건, 홍보물 제작, 12건, 홍보물 배포 19회, 홍보 23건, 품종평가회 10회 등의 성과를 달성함</li> </ul> <p>○ 연구내용 및 결과</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 최종연도 국내육성 감귤 신품종의 우수성 발굴 및 무핵과 이용기술의 개발은 신품종의 수채 및 과실특성의 정밀분석을 통해 우수성을 발굴하고 생리장해에 대해서는 원인 구명 및 개선을 연구하며, 배수체를 이용하여 삼배체 무핵과 특성 평가 및 이용 체계를 확립함.</li> <li>- 국내육성 신품종 전시포 운영 및 보급 시스템의 구축은 농가 및 직영의 전시포 조성 및 운영, 고품질 생산을 위한 노지, 무가온, 가온의 다양한 작형을 도입하고 평가하여 실증함.</li> <li>- 국내육성 신품종의 묘목 대량양성 및 보급 촉진은 신품종 조기보급을 위한 모수원 조성, 육묘시설 이용 포트묘 생산체계 확립, 우량묘목 대량양성체계의 구축과 신품종 재배농가 작목반(윈터프린스) 활성화 및 국산품종 보급 확대를 수행함.</li> <li>- 국내육성 신품종의 바이러스 무병화 및 무병묘 증식 시스템을 구축하기 위해 열처리 및 경정점목을 통해 바이러스 무병 원원종을 확보하고, 이중접목 및 양액재배 등을 활용하여 원종 생산기간의 단축을 도모하며 무병모수의 생산을 확대함.</li> </ul> <p>○ 연구성과 활용실적 및 계획</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 배수체 기반기술은 무핵 3배체 품종개발에 활용하고, 전시포 운영은 지속하여 농가 고품질 재배 기술 실증교육에 활용하며, 무병묘 생산은 무병묘 보급을 확대하여 보증단계로 발전시켜 나갈 것임. 또한 포트묘 생산시스템은 생력화 및 자동화 기반으로 발전하여 묘목 생산기술 선진국가로 도약할 수 있도록 활용할 것임.</li> </ul>					

[별첨 2]

## 자체평가보고서

사업단명	원예종자사업단	과제번호	213007-05-5-CGQ00		
프로젝트명	감귤 외산대체품종 보급 촉진 및 전시포 운영				
프로젝트연구기관	제주대학교				
연구담당자	프로젝트 연구책임자	송 관 정			
	세부프로젝트 연구책임자	기관(부서)	제주대학교	성 명	송관정
		기관(부서)	제주특별자치도농업기술원	성 명	강상훈
		기관(부서)	제주감귤농업협동조합	성 명	임철민
기관(부서)	국립원예특작과학원	성 명	한승갑		
연구기간	총 기 간	2017.01.01.~2021.12.31..(5년)	당해 연도 기간	21.01.01~21.12.31	
연구비(천원)	총 규 모	3,307,500	당해 연도 규모	692,500	

1. 연구는 당초계획대로 진행되었는가?

당초계획 이상으로 진행       계획대로 진행       계획대로 진행되지 못함

○ 계획대로 수행되지 않은 원인은?

2. 당초 예상했던 성과는 얻었는가?

예상외 성과 얻음       어느 정도 얻음       얻지 못함

구분	특허		논문		학술 대회 발표	무병묘				인 력 양 성	유통 채널 구축	국내 전시포 개설	국내 전시포 운영	품종 평가회 설명회개 최	홍 보	홍보 물배 포	홍보 물제 작	품종 인지 도	무병 묘보 급율	국 내 매 출 액
	출 원	등 록	S C I	비S C I		원 원 종 생 산	원 종 생 산	모 수 생 산	접 수 생 산											
최종목표	4	2	5	2	10	10	30	5000	100	2	3	16	58	6	10	10	5	3	50	140
연구기간 내 달성실적	5	1	6	3	13	12	39	5993	110	2	6	0	65	10	23	19	12	5	67.2	141
달성율 (%)	125	50	120	150	130	120	130	119	110	100	200	0	112	166	230	190	240	166	134	100

### 3. 연구개발 성과 세부 내용

#### 3-1 기술적 성과

- 감귤 배수성 선발 및 교배실생 조기육묘 기술체계의 확립
- SSR 표지 이용한 대목의 유전적 균일성 평가 기술체계 확립
  - 탱자 및 비룽탱자의 자가수정 및 주심배 유래의 구분 기술체계 확립
- 화분 대묘의 생산기술체계 확립 및 기반 구축
  - 3년생 화분묘 개량 두채용기 이용
- 감귤 무병묘 원원종 생산 방법의 효율화와 무병묘 품종의 생육촉진 기술체계 확립
- 무병묘 대량증식 기술체계 확립(☞ 농가의 무병묘 증식 효율화)

#### 3-2 과학적 성과

- 수채 생육 및 과실 품질에 미치는 대목의 영향 평가
  - 비룽탱자 대목의 경우 초기 과실의 unloading 촉진에 의한 당도 증진
- 대목의 유전적 균일성 평가
  - 비룽탱자의 자가수정 및 주심배 유래의 구분
- 국내 육성 감귤 품종에 대한 차별성 및 우수성 발굴
  - '하례조생' 조기 산함량 감소 및 조기 착색 효과
  - '하례조생' 노지, 토양피복, 가온재배 확대 기대
  - '미니향' 산함량 감소 조절을 위한 토양피복 재배로 고품질 과실 생산
- 국내 육성 감귤 품종 판별 유전자 분석 기술 확보
  - '가을향', '달코미', '설향'의 품종 판별 가능

#### 3-3 경제적 성과

- 무분별한 품종갱신에 의한 농업인 피해 최소화
  - 전신포 개설시 반드시 필요한 경우에만 갱신하도록 함
- 최적의 품종갱신 유도로 경제수령 증대
  - 밀식 해소되도록 재식 거리 유도(밀식 피해 최소화)

#### 3-4 사회적 성과

- 국산 감귤 품종에 대한 생산자와 소비자의 인지도 확산
- 감귤 무병묘 확대 보급 기반 구축으로 고품질 안정생산에 기여
- 무병묘에 대한 묘목업체와의 공감확대 및 농가 인식 개선

#### 3-5 인프라 성과

- 국산 감귤 품종 우량 묘목 생산 확대(감귤 종묘업체의 40%)
- 감귤 무병묘 생산체계 및 기반 구축

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





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

- 없다                       약간 감소되었다                       크게 감소되었다

○ 감소되었을 경우 구체적인 원인을 기술하여 주십시오.

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

- 없다                       약간 조정필요                       전반적인 조정필요

9. 연구과정에서의 애로 및 건의사항은?

과수의 전시포는 개설 비용이 많이 소요되고 한번 개설되면 수년간 유지되어야 하기 때문에 채소와 달리 목표 설정되어야 함에도 불구하고 매년 개설하고 운영하는 것으로 최초 목표가 변경 설정되어 애로사항으로 작용함

(※ 아래사항은 기업참여시 기업대표가 기록하십시오)

1. 연구개발 목표의 달성도는?

- 만족                       보통                       미흡

(근거 : 매출액 141백만원으로 당초목표 140백만원을 상회 달성함 )

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	제주대학교	교 수	송 관 정(인) 

[별첨 3]

## 연구성과 활용계획서 (2017~2021)

### 1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야		
프로젝트명	감귤 외산대체품종 보급 촉진 및 전시포 운영			
프로젝트 연구기관	제주대학교	프로젝트연구책임자	송관정	
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
연구개발기간	2017.01.01. ~ 2020.12.31			
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input checked="" type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input checked="" type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타( ) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유: )			

### 2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 국내육성 신품종의 재배특성 평가 및 우수성 발굴과 현장애로 원인 구명	신품종의 가지자람, 종자형성, 열과 발생의 특성을 평가하고 배수체 이용기술의 기반을 구축
② 국내육성 품종의 전시포 운영 및 재배작형 실증	전시포 운영 누적 65개소 설치 운영하고 품종별 노지, 무가온 및 가온의 재배작형의 실증 완료
③ 국내육성 신품종 우량묘목 대량생산 및 보급	매출액 141백만원 달성 및 보급 촉진
④ 국산 품종의 무병묘 생산체계 구축 및 보급 확대	무병묘 원원종 12건, 원종 39건 생산으로 무병묘 생산보급체계 구축

\* 결과에 대한 의견 첨부 가능

### 3. 연구비 집행실적 (2017~2021)

구분	금액	계획금액	사용액	잔액	비고
	세부프로젝트명				
감귤	국내육성 신품종의 우수성 발굴 및 현장애로 개선	940,000	938,080	1,920	
	국내 육성 감귤 신품종 전시포 운영 및 보급 시스템 구축	950,000	948,000	2,000	
	국내육성 신품종 묘목 대량양성 및 보급 촉진	1,125,000	1,094,417	30,583	
	국산감귤 품종의 무병묘 생산체계 및 보급확대	292,500	280,666	11,834	
총계		3,307,500	3,261,163	46,337	

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	6	5	120	1	1	100	3	1	300	0	1	0	1	1	100	1	1	100
	논문 비SCI		3	2	150							1	1	100				2	1	200
	학술대회 발표		13	10	130	2	2	100	4	2	200	3	2	150	2	2	100	2	2	100
권리 확보	특허출원	건	5	4	125							0	1	0	3	2	150	1	1	100
	특허등록		1	2	50										1	0		1	1	100
생산역량강화	무병묘품종 수(원원종)	건	12	10	120							2	2	100	3	3	100	7	5	140
	무독묘 품종(원종) 생산	수	39	30	130							10	10	100	13	10	130	16	10	160
	무병 접수 생산	kg	110	100	110							35	20	175	41.5	30	138	34.2	50	68.4
	무병 모수 생산	수	5993	5000	119							1515	1000	150	2072	1500	138	2934	2500	117
	무병주 보급률(누적)	%	67.2	50	134							10	13.8	138	20	20.5	100	20	32.9	164
	인력양성	명	2	2	100				1	0	100	0	1	0	1	0	100			
유통경쟁력강화	품종생산 판매신고	건																		
	유통채널구축		6	3	200							3	1	300	1	1	100	2	1	200
	MOU체결																			
홍보역량강화	국내외 전시포/시범포 개설	개소	0	16	0	0	3	0	0	2	0	0	3	0	0	7	0	0	1	0
	국내외 전시포/시범포 운영		65	58	112	11	8	137	10	8	125	13	11	118	14	14	100	17	17	100
	홍보물 제작		12	5	240	2	-	200	3	1	300	2	2	100	3	1	300	2	1	200
	홍보물 배포		19	10	190	3	2	150	5	2	250	4	2	200	4	2	200	3	2	150
	홍보		23	10	230	3	2	150	4	2	20	7	2	140	5	2	250	4	2	200
품종평가회/설명회 개최	10	6	166	1	-	100	1	1	100	3	1	300	2	2	100	3	2	150		
목표고객	품종인지도	점수	5	3	166							2	1	200	2	1	200	1	1	100
	무병묘보급율(누적)	%	67.2	50	134							13.8	0	138	20.5	20	102	67.2	50	134



매출 및 수출	국내매출액	백만 원	384.1	305	125	32.4	20	162	34.8	30	116	93.2	50	186	82.7	80	103	141	140	101
	종자수출액	만 불																		

### 5. 핵심기술

구분	핵심기술 명
①	배수체 선발 및 조기육묘
②	무병 원원종 및 원종 생산
③	전시포 운영
④	포트 대묘 및 우량묘목 생산

### 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	v			
②의 기술		v		v				v	v	
③의 기술		v						v		
④의 기술				v				v	v	

### 7. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술 명	핵심기술별 연구결과 활용계획 및 기대효과
①의 기술	무핵(ssedless) 3배체 품종개발에 활용으로 품종 경쟁력을 제고할 수 있음
②의 기술	무병묘 보급으로 품질 향상 및 안정생산 관리 생력화 기술체계 확립에 기여
③의 기술	국내육성 품종의 보급 촉진 및 고품질 재배기술 교육에 활용
④의 기술	미수의 기간의 단축에 기여하여 국산 품종의 조기보급에 기여

### 8. 연구종류 후 성과창출 계획

구분	품종개발		특허		논문		분 자 마 카	유전자원		국내 매출액	종자 수출액	기술 이전	마케팅 전략 보고서	인력 양성
	출 원	등 록	출 원	등 록	SCI	비SCI		수 집	등 록					
최종목표			4	2	5	2				140백 만원				2
연구기간 내 달성실적			5	1	6	3				141백 만원				2
연구종료 후 성과창출 계획					1									2



#### 주 의

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