

발 간 등 록 번 호

11-1543000-001692-01

감귤 종묘 조기 국산화 기반 구축

(System establishment for early localization of citrus seedlings)

국립원예특작과학원 감귤연구소

GSP원예농림축산식품부 · 해양수산부 · 농촌진흥청 · 산림청

제 출 문

농림축산식품부장관 . 해양수산부장관 . 농촌진흥청장 . 산림청장 귀하

이 보고서를 “GSP원예종자사업단” 프로젝트(“감귤 종묘 조기 국산화 기반 구축”)의 보고서로 제출합니다.

2017년 2월 14일

프로젝트 연구기관명 : 국립원예특작과학원 감귤연구소

프로젝트 책임자 : 현 재 욱

세부프로젝트 연구기관명 : 제주특별자치도농업기술원

세부프로젝트 책임자 : 강 상 훈

세부프로젝트 연구기관명 : 국립원예특작과학원 감귤연구소

세부프로젝트 책임자 : 현 재 욱

보고서 요약서

과제고유번호	4년차 프로젝트 과제번호	해 당 단 계 연 구 기 간	42개월	단 계 구 분	1/1
연구사업명	단 위 사 업 명	* 채소,원예 : 농식품기술개발(R&D)			
	세부 사업명	Golden Seed 프로젝트			
연구과제명	프로젝트명	감귤 종묘 조기 국산화 기반 구축			
	세부 프로젝트명	신품종 보급 촉진을 위한 시스템 구축 (제주특별자치도 농업기술원/강상훈)			
	(주관 연구기관/ 연구책임자)	감귤 무독묘 공급 체계 기반 구축 (국립원예특작과학원 감귤연구소/현재욱)			
연구책임자	현 재 욕	해당단계 참 여 연구원 수	총: 78 명 내부: 61 명 외부: 17 명	해당단계 연구개발비	정부: 697,000천원 민간: 0천원 계: 697,000천원
		총 연구기간 참 여 연구원 수	총: 78 명 내부: 61 명 외부: 17 명	해당단계 연구개발비	정부: 697,000천원 민간: 0천원 계: 697,000천원
연구기관명 및 소속부서명	국립원예특작과학원 감귤연구소			참여기업명	
위탁연구	연구기관명: 없음			연구책임자: 없음	

요약

- 전시포 운영 및 확대
 - 전시포 20개소 운영: 상도조생 5개소, 하례조생 6개소, 씨니트 7개소, 탐나는봉 1개소, 신예감 1개소
 - 전시포 정식용 묘목 공급: 2.3ha(3,560주, 14농가)
- 고품질 과실 생산 연구
 - 상도조생: 노지, 토양피복, 높은 이랑 + 토양피복 재배 실증, 부피과 발생 경감(비중 낮음)
 - 하례조생: 노지, 무가온재배, 무가온 재배 + 백색유공필름 피복 실증, 낮은 산함량
 - 씨 니 트: 무가온 재배 실증, 다른 한라봉 품종보다 껍질이 붉음 (과피색 a*값이 5.43 높음)
 - 신 예 감: 11월~1월(수확) 토양건조에 의해 당도 향상
 - 탐나는봉: 수확시기 확장, 저장성 검토에 따라 보급 확대 기대
- 감귤 바이러스 복합 검정법 개발
 - 다중 PCR법을 사용 CTV, SDV, CiMV, CTLV 동시 검정법 개발
 - 다중 정량 PCR를 이용한 복합 검정법 개발
- 감귤 무병 원원종 12품종 69개체 생산
 - 하례조생, 부지화, 감평, 베니마돈나, 세토카, 세토미, 탐도3호, 신예감, 탐나는 봉, 탐빛1호, 씨니트, 탐도리
- 감귤 무병 원종 생산 빛 보급
 - 무병 원종 농가 보급 : 9개 농가 약 800주
- 바이러스 감염주 피해 해석 : 당도 저하 및 산함량 증가
- 바이러스 감염주와 건전주 비교 포장 운영

보고서 면수:98쪽

요 약 문

I. 제 목

감귤 종묘 조기 국산화 기반 구축

II. 연구성과 목표 대비 실적

연구 성과 목표 대비 실적은 신품종 보급 촉진을 위한 전시포 운영 계획 12개소에서 실적 20개소로 초과 달성을 하였으며 현장평가회도 계획 2회에서 5회 개최하였으며 농업인 대상으로 4회, 센터 담당자와 묘목 생산업체를 대상으로 1회 추진하였다. 홍보 활동(언론 보도)은 계획 8건에서 실적 13건을 실시하였다. 다만, 비SCI 논문 1건은 달성하지 못하였다.

앞으로 국내육성 감귤 품종 ‘하례조생’과 ‘씨니트’에 대한 전시포 정식용 묘목 공급을 한 농가 포장을 이용할 수 있으며 ‘탐도3호’, ‘탐나는봉’ 등에 대해서도 직영 또는 농가 전시포를 설치해 나갈 계획이다.

바이러스 무병묘 농가 보급을 위해 원원종 및 원종 생산은 감귤연구소, 보급묘 생산 및 농가 보급은 제주감귤농협으로 하는 보증 무병묘의 공급 체계를 구축하였다. 감귤 바이러스 복합 검정법을 개발하여 다중 PCR법을 사용 CTV, SDV, CiMV, CTLV 동시 검정법을 개발하였으며 다중 정량 PCR를 이용한 복합 검정법도 개발하여 무병묘에 대한 보증이나 보급된 무병묘들에 대한 바이러스 검정에 사용하게 된다. 감귤 12개 품종들에 대한 무병 원원종을 생산하였으며 여기에서 원종 약 1600주를 생산하고 약 1,000주를 보급하였다. 아직까지 국내 육성 심품종들에 대한 무병묘목 보급률은 낮지만 2단계까지 전체 공급 묘목의 20%는 무병묘목을 공급 할 수 있을 것으로 생각된다.

III. 연구개발의 목적 및 필요성(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

국내 육성 감귤 품종이 지속적으로 개발되고 있으나 농가 재배는 많지 않은 실정으로 2013년 전체 면적의 1.8%에 불과하여 개발된 국산 품종의 이용 확대를 위한 과제수행이 필요하였다. 국산 감귤 품종 재배가 확대되지 않는 이유는 첫째, 감귤 산업 시작부터 외국산(특히, 일본) 품종에 의존하는 것이 습관화 되어 있기 때문이다. 일본 품종에 대해서는 종묘업체의 광고를 믿고 구입하지만 실패도 많다. 둘째, 국산 감귤 품종에 대한 관심은 많지만, 우량 묘목 생산업체가 거의 없다. 국산 품종이 개발되면 잠깐 관심을 갖고 묘목이 없어서 서서히 잊어져 버린다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 첫째, 국내 육성 감귤 품종의 장단점을 확인할 수 있는 전시포가 필요하다. 현장에서 기존 품종과 비교하여 선택하도록 해야 한다. 둘째, 국내 육성 감귤 품종에 대한 홍보가 지속적으로 이루어져야 외국산 품종을 생산하는 민간 종묘업체의 관심을 돌릴 수 있다.

국내 육성 품종의 보급 미흡 및 외국 품종 로열티 부담에 대한 우려가 있어 국내 육성 품종의 현장 실증을 통한 우수성 입증 및 홍보를 통한 보급 확대 촉진이 필요하며 최근 개발된 품종들은 오렌지 등 바이러스에 상대적으로 약한 교배 계통들이 많아 바이러스 위험성이 증대되고

있다. 또한 황룡병 등 해외 고위험 병해충 유입 및 확산의 철저한 차단으로 국내 감귤산업을 보호하는 대책수립이 필요가 있다. 따라서 감귤 경쟁력 강화를 위해 감귤 무병주 보급 및 유통 체계 확립이 필수적이다

IV. 연구개발 내용 및 범위(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

본 연구과제는 국내육성 감귤 품종의 조기 보급 확대를 위하여 국내육성 감귤 품종의 전시포 운영, 국내육성 감귤 신품종의 고품질 과실 생산 연구, 감귤 무병묘목 생산 및 보급 체계 구축, 감귤 바이러스 복합 검정체계 구축, 바이러스 무병 묘목 원원종 및 원종 생산 연구를 수행하였다.

1. 국내 육성 감귤 품종의 전시포 운영 및 확대

농가에서 재배하고 있는 국내 육성 감귤 품종을 우선 전시포로 활용하고 현장평가회, 각종 전시회, 언론 홍보 활동을 통하여 농업인들의 관심을 유도하였다. 또한, 국내 육성 감귤 품종 중에서 묘목 보급이 가능한 품종을 선택해서 재배 확대 가능성을 검토한 후 전시포 정식용 묘목을 공급하였다. 그리고, 이사업을 통하여 감귤 종묘 생산 업체의 변화와 국산 품종 자급률에 대하여 분석하였다.

2. 국내 육성 감귤 품종의 고품질 과실 생산 연구

국내 육성 감귤 품종 ‘상도조생’, ‘하례조생’, ‘씨니트’, ‘신예감’에 대해서는 고품질 과실 생산 가능성을 실증하였다. ‘상도조생’에 대해서 노지에서는 대체 품종 ‘일남1호’와의 품질을 비교하였으며 무가온 하우스 재배, 높은 이랑과 토양피복 재배에 대해 검토하였다. 조생 온주밀감 ‘하례조생’에 대해서 대체 품종 ‘궁천조생’과의 품질 비교, 무가온 하우스 재배에서의 브랜드급 과실 생산을 실증하였다. ‘부지화’ 종류의 하나인 ‘씨니트’에 대해서는 외국산 유사 품종과 비교하여 국산 품종의 차별성을 부각시켰다. ‘신예감’에 대해서는 보급 확대를 위한 무가온 재배 하우스 과실 생육 및 품질 변화를 조사하였으며 종자 형성 등의 문제점도 도출하였다.

국산 품종의 우수성이나 차별성을 탐색하였다. ‘상도조생’에 대해서는 부피과 경감, ‘하례조생’에 대해서는 산함량 감소, ‘씨니트’에 대해서는 과피색 차이를 구명하였다. 또한, 재배 면적이 가장 많은 온주밀감 ‘상도조생’과 ‘하례조생’에 대해서는 플라보노이드 함량을 분석하였다.

3. 감귤 바이러스 복합 검정법 개발

다중 PCR법을 사용 CTV, SDV, CiMV, CTLV 동시 검정법 개발과 다중 정량 PCR를 이용한 복합 검정법을 개발하였다

4. 감귤 무병 묘목 원원종과 원종

열처리 및 생장점 경정접목을 통해 감귤 무병 묘목 원원종과 원종을 생산하여 보급하였으며 바이러스 감염주와 건전주에 대한 피해 해석을 통한 바이러스 피해를 조사하였다

V. 연구개발결과

2013년 7월부터 2016년 12월까지 국내 육성 감귤 품종의 조기 보급 확대를 위하여 추진한 결과를 요약하면 다음과 같다.

국내 육성 감귤 품종 전시포는 극조생 온주밀감 ‘상도조생’, 조생 온주밀감 ‘하례조생’, 만감류 ‘부지화’의 일종인 ‘씨니트’에 대해 중점적으로 운영하였으며 2016년에는 ‘탐나는봉’, ‘신예감’으로 확대하였다. 전시포는 총 20개소를 운영하였으며 현장평가회 5회를 개최하여 품종특성, 생육상황 관찰, 시식 등을 통하여 보급 확대에 기여하였다. 전시포 정식용 묘목은 2015부터 2016년까지 14농가, 2.3ha, 3,560주를 보급하였다. 전시포 정식용 보급 사업에 참여하여 품종갱신을 하는 이유는 동해 발생 5농가 36%로 가장 많았고, 자근(自根) 발생 농가 3농가 21%, 관리 부실 2농가 14%였으며 노목이나 품종 혼재에 의한 품종 갱신은 4농가 29%로였다. 국산 감귤 품종에 대한 자급률은 2013년 2.02%에서 2016년 5.67%로 향상되었다. 보급 품종도 2013년 ‘하례조생’과 ‘씨니트’ 2품종에 불과하였으나 2016년에는 ‘탐도3호’, ‘탐도리’, ‘신예감’, ‘탐나는봉’ 6품종으로 확대되었다. 특히, 국내 육성 감귤 품종 묘목 생산 업체가 1개사에 3개사로 확대되었다. 앞으로 국내 육성 감귤 품종의 전시포는 개발 단계에서 조성되는 보급 시스템이 구축되어야 한다.

고품질 과실생산 연구를 통하여 ‘상도조생’에 대해서는 노지, 토양피복, 높은 이랑에 의한 토양피복 재배를 실증하였으며, 10월 과실 비중이 0.89~0.90으로 ‘일남1호’ 0.86~0.89보다 높아서 부피과 발생이 적을 것으로 기대되었다. ‘하례조생’에 대해서는 노지, 무가온 하우스 재배를 실증하였으며 무가온 재배시 ‘궁천조생’ 보다 산함량이 낮아 고품질 과실 생산이 가능하였다. ‘씨니트’에 대해서는 기존 재배 품종 ‘부지화’, ‘사가34호’, ‘비풍’과 비교하여 과피색(a*) 값이 5.43 정도 높아 붉은 색이 짙었다. ‘신예감’은 과실비대가 종료되는 11월 하순부터 1월 수확기까지 토양건조에 의해 품질이 향상되었다. ‘탐나는봉’은 3월 성숙하는 ‘부지화’ 품종으로 수확기간, 저장력 등이 검토되면 재배확대가 기대된다. ‘상도조생’과 ‘하례조생’의 플라보노이드 함량은 97%가 나리루틴과 헤스페리딘이었으며 루틴, 탄제레틴, 노빌레틴, 시넨세틴도 소량 확인되었다. ‘상도조생’은 기존 재배 품종 ‘일남1호’와 ‘상야조생’에 비하여 헤스페리딘 성분이 많았으며 나리루틴 성분은 상대적으로 적었다. ‘하례조생’은 ‘홍진조생’이나 ‘궁천조생’보다 나리루틴 성분이 많았다.

다중 PCR법을 사용 CTV, SDV, CiMV, CTLV 동시 검정법 개발과 다중 정량 PCR를 이용한 복합 검정법을 개발하였으며 감귤 무병묘 생산 및 보급 체계 구축하여 원원종 및 원종 생산은 감귤연구소, 보급묘 생산 및 농가 보급은 제주감귤농협에서 수행하도록 체계를 확립하였다. 또한 하례조생, 부지화, 감평, 베니마돈나, 세토카, 세토미, 탐도3호, 신예감, 탐나는 봉, 탐빛1호, 씨니트, 탐도리의 무병 원원종 69개체 생산하였으며 원종은 약 1,600주 생산하여 이중 하례조생 등 약 1,000주를 보급하였다

VI. 연구성과 및 성과활용 계획(필요에 따라 제목을 달리할 수 있음)

최종 연구성과에 대한 활용 계획은 다음과 같다.

1. 국내 육성 감귤 품종을 보급 확대하기 위해서는 전시포를 지속적으로 확대해야 한다. 특히, 품종 개발자나 묘목 생산 업체에서의 전시포 설치가 국내 육성 감귤 품종의 보급 체계 확립에 필요하다.
2. 기존 재배품종 ‘궁천조생’ 대신 ‘하례조생’, ‘부지화’ 대신 ‘씨니트’와 ‘탐나는봉’ 등을 장려할 수 있다.
3. 국내 육성 감귤 품종에 대한 우수성, 차별성을 국산 품종 재배 확대 자료로 활용한다.
 - 가. ‘상도조생’은 기존 품종 ‘일남1호’ 보다 부피과 발생이 적다.
 - 나. ‘하례조생’은 무가온재배시 산함량이 낮다.
 - 다. ‘씨니트’는 껍질이 붉은 색이다.
4. 지속적으로 신품종에 대한 무병 원원종 및 원종 생산하여 제주감귤농협을 통해 농가에 보급하며 원종과 농가 보급묘들에 대한 바이러스 검정을 주기적으로 실시한다. 또한 무병묘 관찰포를 운영하여 농가들로 하여금 무병묘에 대한 중요성을 알려주며 이를 통한 무병묘의 보급 확대를 이룬다.

SUMMARY

(영문요약문)

This study was carried out to establish the system for early supply of citrus cultivars bred in domestic and for production and supply of virus-free seedlings. The results are summarized as follows. The results are summarized as follows.

The exhibition fields of domestic breeding citrus varieties(below DBCV) were focused on operations about 'Sangdojosaeng' of the extremely early maturing(in the late Oct.), 'Haryejosaeng' of the early maturing(in the mid Nov.) and 'Suneat' of the late maturing(in mid Jan. next year) as the mandarin hybrid. And, The exhibition fields of DBCV were enlarged to 'Tamnaneunbong' of the extremely maturing(in early Mar.) and 'Sinyegam' of the maturing between Dec. The number of managing exhibition fields is 20 places and the field evaluation of DBCV were held 5 times. The main contents of these field evaluations were made of tasting, explanation of the variety characteristics, growth observation, etc. And it was contributed to expansion of supply on DBCV. We had supplied the seedlings for the purpose of planting in exhibition field about 2.3ha(14 farms, 3,560 tree) from 2015 to 2016. The reasons for the renewal citrus varieties were an outbreak of the freezing injury as highest percentage(36%, 5 farmers), an occurrence of self root on Shiranui(21%, 3 farmers), the improper management results from the excessive fruits setting(14%, 2 farmers), and a renewal from the old tree or(and) the mixed citrus cultivar(29%, 4 farmers).

The self-sufficiency rate of DBCV improved from 2.02% in 2013 to 5.67% in 2016. The number of supply varieties was only 2('Haryejosaeng' and 'Suneat') in 2013 but it expanded to 6('Haryejosaeng', 'Suneat', 'Tamnaneunbong', 'Sinyegam', 'Tamdo3ho', and 'Tamdori') in 2016. In particular, The DBCV seedlings production businesses were expanded to three companies in 2016 from only one company in 2013. In the future, the exhibition field on DBCV should be operated from the stage of citrus cultivar development to build a distribution system.

It was able to produce high quality fruit on 'Sangdojosaeng' through cultivated on the open field, soil mulching(Tyvek Dupont) in the open field, and combined high ridge and soil mulching. The specific gravities of 'Sangdojosaeng' in Oct. were 0.89~0.90 which were higher than 0.86~0.89 of 'Nichinan 1 gou'. So, peel puffing will be less.

As for 'Haryejosaeng', it showed high quality fruit production in the open field and non-heating plastic house. Especially, The acidities of 'Haryehosaeng' in the non-heating plastic house were lower than 'Miyagawa wase'. So, high quality fruit production was possible. As for 'Suneat', the average of peel color(a*) value was higher 5.43 than 'Shiranui',

'Sagakashi 34 gou', and 'Hinoyutaka'. The quality of 'Sinyegam' was improved by soil drying from late Nov. to Jan. It is expected that cultivation will be expanded if the harvest period and storage capacity are verified. The contents of flavonoids in 'Sangdojosaeng' and 'Haryejosaeng' were 97%. It was comprised of narirutin and hesperidin, and small amounts of rutin, tangeretin, nobiletin, sinensitin. 'Sangdojosaeng' had more higher contents of hesperidin and narirutin than the existing citrus cultivars 'Nichinan 1 gou' and 'Ueno wase'. 'Haryejosaeng' had more narirutin than the existing citrus cultivars 'Nichinan 1 gou' and 'Ueno wase'.

SDV or CiMV were not consistently detected in RT-PCR assay with the primer sets based on gene of Japan isolates. SDV and CiMV isolates were distinctively divided into two groups based on phylogenetic analysis of PP2 gene cloned from 22 Korean isolates, and the Korean CiMV and SDV isolates shared 95.5 - 96.2% and 97.1 - 97.7% sequence identity with Japanese isolate, respectively. We developed PP2-1 primer set based on the PP2 gene sequence of Korean isolates to simultaneously and effectively detect SDV and CiMV. And CTLV-2013 and CTV-po primer sets were newly designed for detection of CTLV and CTV, respectively. Using these primer sets, a new multiplex PCR assay was developed as a means to simultaneously detect 4 citrus viruses, *Citrus tristeza virus* (CTV), *Citrus tatter leaf virus* (CTLV), *Satsuma dwarf virus* (SDV), and *Citrus mosaic virus* (CiMV). The degree of detection by the multiplex PCR were consistent with those of uniplex RT-PCR for detection of each of the viruses. Therefore, the new multiplex PCR provides an efficient method for detecting 4 citrus viruses, which will help diagnose many citrus plants at the same time. We verified that 35.2% and 72.1% of 775 trees in 155 orchards were infected with SDV or CiMV (SDV/CiMV) and CTV by the multiplex-PCR assay, respectively, and CTLV was not detected in any of the trees tested. And we developed multiplex real-time PCR method to simultaneously detect 4 citrus viruses through 2 steps. We set up the virus-free seedling production system by shoot-tip grafting were set up and we produced 69 1st virus-free seedlings in 12 cultivars. Swingle was selected to increase prodction efficacy of virus-free seedling as rootstock. Finally we set up the virus-free seedling production and supply system.

CONTENTS

Chapter 1 Introduction	13
Chapter 2 Situation of domestic and overseas technology development	16
Chapter 3 Contents and results of research development	22
Section 1 Operation of exhibition fields about domestic citrus varieties	22
1. Materials and methods	22
A. Operation and installation of exhibition fields	22
B. Supply of citrus seedlings for exhibition fields	23
C. Analysis of operational effects and supply system	23
2. Results	23
A. Operation and installation of exhibition fields	23
B. Supply of citrus seedlings for exhibition fields	36
C. Analysis of operational effects and supply system	37
Section 2 Research on high quality fruit production	39
1. Materials and methods	39
A. Sangdojosaeng	39
B. Haryejosaeng	41
C. Suneat	41
D. Sinyegam	41
E. Tamnaneunbong	42
2. Results	42
A. Sangdojosaeng	42
B. Haryejosaeng	45
C. Suneat	47
D. Sinyegam	52
E. Tamnaneunbong	54
Section 3 Analysis of flavonoid contents about domestic citrus varieties	55
1. Materials and methods	55
2. Results	55
Section 4 Development of simultaneous detection method of citrus viruses and survey in field	56
1. Materials and methods	57
2. Results	59
3. Discussion	70
Section 5 Development of multiplex real-time PCR for simultaneous detection of citrus viruses	71

Section 6 Production of virus free seedlings	74
1. Shoot-tip culture	74
2. Selection of rootstock for production of virus free seedlings	76
Section 7 Foundation construction for production of virus free seedlings	80
Section 8 Selection of mild strain for virus control	82
Section 9 Evaluation of virus infected trees	83
Chapter 4 Achieve of research development and external contribution	85
Section 1 Achieve of research development	85
Section 2 External contribution	90
Chapter 5 Research development results and utilization plan	91
Section 1 Needs for further research	91
Section 2 Technology diffusion plan	91
Chapter 6 Overseas scientific technology information collected during	
development	93
Chapter 7 Reference	95

목 차

제 1 장	연구개발 과제의 개요	13
제 2 장	국내외 기술개발 현황	16
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과	22
제 1 절	국내육성 감귤 신품종 전시포 운영	22
1.	연구방법	22
가.	전시포 설치 및 운영	22
나.	전시포 정식용 묘목 보급	23
다.	전시포 운영효과 및 보급 체계 분석	23
2.	연구결과	23
가.	전시포 설치 및 운영	23
나.	전시포 정식용 묘목 보급	36
다.	전시포 운영효과 및 보급 체계 분석	37
제 2 절	국내육성 감귤 신품종 고품질 과실생산 연구	39
1.	연구방법	39
가.	상도조생	39
나.	하례조생	41
다.	씨니트	41
라.	신예감	41
마.	탐나는봉	42
2.	연구결과	42
가.	상도조생	42
나.	하례조생	45
다.	씨니트	47
라.	신예감	52
마.	탐나는봉	54
제 3 절	국내육성 감귤 품종의 플라보노이드 분석	55
1.	연구방법	55
2.	연구결과	55
제 4 절	감귤 바이러스 복합검정법 개발 및 농가 포장 조사	56
1.	연구방법	57
2.	연구결과	59
3.	고찰	70
제 5 절	Multiplex real-time PCR에 의한 바이러스 복합검정법 개발	71
제 6 절	바이러스 무병 원원종 생산	74
1.	경정배양에 이한 무병 원원종 생산	74
2.	무병 원원종 및 원종을 위한 대목 선발	76

제 7 절 바이러스 무병주 원종 생산 기반 조성 및 보급체계	80
제 8 절 약독계 바이러스 선발	82
제 9 절 바이러스 감염주 피해 해석	83
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	85
제 1 절 목표 달성도	85
제 2 절 대외 기여도	90
제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획	91
제 1 절 실용화·산업화 계획	91
제 2 절 교육·지도·홍보 등 기술확산 계획	91
제 3 절 특허, 품종, 논문 등 지식재산권 확보계획 등	91
제 4 절 추가 연구의 필요성	92
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	93
제 7 장 참고문헌	95

제 1 장 연구개발과제의 개요

<연구개발의 목적, 필요성 및 범위>

감귤은 제주지역을 중심으로 경상남도, 전라남도 일부 지역에 재배되고 있다. 2015년 감귤 재배면적은 총 21,265ha이고 제주도 21,241ha, 전라남도 19ha 재배되는 것으로 되어있다(통계청, 2016). 제주도 통계에 의하면 2015년 20,523ha가 재배되고 있으며 생산량 635천톤, 농가수 31,458호, 조수입이 6,022억원에 이르고 있다(제주도, 2016).

2016년 12월 현재까지 ‘하레조생’, ‘탐나는봉’, 신예감, ‘상도조생’, ‘씨니트’, 24품종이 국내에서 개발되었지만, 이렇게 개발된 감귤 품종들이 실제 재배면적은 379ha로 전체 면적 20,523ha의 1.8%에 불과하다. 다양한 품종이 개발되었으나 농가보급이 안되는 이유는 첫째, 기존 재배되는 ‘궁천조생’, ‘홍진조생’, ‘일남1호’와 견줄만한 품종이 없었다. 전체 감귤 재배면적의 81.7%가 노지 온주밀감으로 대부분을 차지하는데 이들 품종을 대체할 수 없어서 국내 육성 감귤 품종의 재배면적이 적은 것으로 생각된다. 둘째, 온주밀감 품종들은 가지변이이거나 다배성으로 차별성이 약한 것이 사실이다. ‘궁천조생’이나 ‘홍진조생’이나 생산자나 소비자가 구별하는데 어려움이 많다. 노지 재배가 가능한 품종은 온주밀감류인데 개발된 품종도 온주밀감이라서 신규 조성을 제외하고는 갱신할 필요성이 적다는 것이다. 셋째, 2000년대 들어서면서 일본에서 개발된 만감류가 도입되어 국내 개발 품종의 입지가 더욱 줄어들었다. 한라봉으로 알고 있는 ‘부지화((*C. unshiu*×*C. sinensis*)×*C. reticulata*)’를 비롯하여 레드향으로 불리는 ‘감평(((*C. unshiu*×*C. sinensis*)×*C. sinensis*)×*C. reticulata*)’, 황금향으로 불리는 ‘에이메28호((*C. unshiu*×*C. reticulata*)×(((*C. unshiu*×*C. sinensis*)×*C. unshiu*)×*C. reticulata*))’, 천혜향으로 불리는 ‘세토카((*C. unshiu*×*C. sinensis*)×*C. reticulata*)’ 등이 시설재배의 주요 품종으로 자리잡았다. 이들 품종은 맛과 향기, 저장성, 재배의 용이성 등 차별성이 있어 빠른 속도로 하우스 온주밀감을 대체하고 있다. 넷째, 농가 입장에서 품종갱신에 따른 무수익 기간을 고려하지 않을 수 없다. 성목이 되기 전까지 5년 정도 수익이 없으므로 부담이 되지 않을 수 없다. 다섯째, 감귤 재배지인 제주도에서는 과잉 생산이 문제가 되면서 신규 조성 과원에 대한 지원을 규제하고 있다(감귤 생산 및 유통에 관한 조례 제10조). 사과, 포도, 감 등과는 품종 보급에 있어서 다른 점이라 하겠다. 여섯째, 감귤 품종 개발이 이루어지고 있으나 묘목에 대한 수요나 공급체계가 세워지지 않고 있다. 감귤 묘목업체에서는 일본에서 품종을 직접 도입하여 일본의 품종등록 성적을 이용하여 적극적 홍보로 판매에 나서고 있다. 묘목생산 과정에서도 많은 문제점을 갖고 있다. 사과, 배, 단감, 포도 등은 상주 중앙과수묘목관리센터를 통하여 우량묘목 생산을 위한 접수를 공급받고 있다. 또한, 우량 접수를 공급하더라도 문제가 발생할 수 있으므로 이에 대한 기금을 접수 공급비의 10%를 업체 50%, 센터 50% 부담하여 적립하고 있다. 그리고, 과수묘목관리센터에서는 농촌진흥청에서 무독화된 원종을 공급받아 바이러스 검정을 통하여 우량묘목을 생산하고 있다. 현재, 과수묘목관리센터에서는 사과 14, 포도 22, 배 4품종에 대한 무병원종을 보유

하고 있다. 즉, 품종개발, 무병 원종 생산, 무병 접수 및 묘목 생산이 체계적으로 이루어지고 있다. 하지만, 감귤의 경우에는 일본에서 주로 품종을 도입하고 있는데 무병묘 육성과정도 없으며 무병 접수 및 묘목 생산을 위한 바이러스 검정 체계도 없는 실정이다. 이러한 무분별한 품종 도입에 의해 외래 병해충 유입이나 로열티 문제가 상존하고 있다. 특히, 묘목 생산업자들은 도입된 접수를 바로 고접하여 이듬해 접수를 생산하고 절점으로 묘목을 생산한다. 이렇게 묘목을 생산하면서 나오는 접수를 다시 이용하여 묘목을 생산하다 보니 묘목의 질적 저하는 물론 다른 품종 혼입 등의 문제도 심각한 상태이다. 국내 육성 감귤 품종은 개발 당시 단발성 홍보로 농업인들 관심이 있지만 묘목 생산까지는 3년 정도 소요되므로 수요가 적어지고 그러다 보니 묘목 생산도 미미한 실정이다. 최근 들어 제주감귤농업협동조합(감협)에서 농촌진흥청 감귤연구소와 업무협약을 통하여 국내육성 감귤 품종에 대한 묘목을 생산하고 지역적응성 검토를 목적으로 농가에 보급되고 있다.

이렇게 감귤 품종 개발이 되었으나 보급이 되지 않고 묘목 생산이 저조한 것을 개선하기 위하여 이 사업을 수행하였다. 무엇보다도, 감귤 품종 보급에 있어서 우선 되어야 할 것은 보급 품종에 대해 재배 희망 농업인의 선택 기회를 많이 제공할 필요가 있다. 따라서, 재배현장에 국내 육성 감귤 품종 전시포를 조성하여 기존 품종과 언제라도 비교할 수 있도록 하였으며, 현장평가회, 홍보물 제작 등을 통하여 다양한 품종 정보를 제공하고 농업인 스스로 품종을 선택 결정할 수 있도록 하였다. 또한, 국내 육성 감귤 품종에 대한 고품질 과실 생산 재배 작형을 실증하여 농가의 품종 선택을 유도하였다.

국내 육성 감귤 품종이 지속적으로 개발되고 있으나 농가 재배는 많지 않은 실정으로 2013년 전체 면적의 1.8%에 불과하여 개발된 국산 품종의 이용 확대를 위한 과제수행이 필요하였다. 국산 감귤 품종 재배가 확대되지 않는 이유는 첫째, 감귤 산업 시작부터 외국산(특히, 일본) 품종에 의존하는 것이 습관화 되어 있기 때문이다. 일본 품종에 대해서는 종묘업체의 광고를 믿고 구입하지만 실패도 많다. 둘째, 국산 감귤 품종에 대한 관심은 많지만, 우량 묘목 생산업체가 거의 없다. 국산 품종이 개발되면 잠깐 관심을 갖고 묘목이 없어서 서서히 잊어져 버린다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 첫째, 국내 육성 감귤 품종의 장단점을 확인할 수 있는 전시포가 필요하다. 현장에서 기존 품종과 비교하여 선택하도록 해야 한다. 둘째, 국내 육성 감귤 품종에 대한 홍보가 지속적으로 이루어져야 외국산 품종을 생산하는 민간 종묘업체의 관심을 돌릴 수 있다.

국내 육성 품종의 보급 미흡 및 외국 품종 로열티 부담에 대한 우려가 있어 국내 육성 품종의 현장 실증을 통한 우수성 입증 및 홍보를 통한 보급 확대 촉진이 필요하며 최근 개발된 품종들은 오렌지등 바이러스에 상대적으로 약한 교배 계통들이 많아 바이러스 위험성이 증대되고 있다. 또한 황룡병 등 해외 고위험 병해충 유입 및 확산의 철저한 차단으로 국내 감귤산업을 보호하는 대책수립이 필요가 있다. 따라서 감귤 경쟁력 강화를 위해 감귤 무병주 보급 및 유통 체계 확립이 필수적이다

<연구성과 목표 대비 실적>

연구 성과 목표 대비 실적은 신품종 보급 촉진을 위한 전시포 운영 계획 12개소에서 실적 20개소로 초과 달성을 하였으며 현장평가회도 계획 2회에서 5회 개최하였으며 농업인 대상으로 4회, 센터 담당자와 묘목 생산업체를 대상으로 1회 추진하였다. 홍보 활동(언론 보도)은 계획 8건에서 실적 13건을 실시하였다. 다만, 비SCI 논문 1건은 달성하지 못하였다.

앞으로 국내육성 감귤 품종 ‘하례조생’과 ‘씨니트’에 대한 전시포 정식용 묘목 공급을 한 농가 포장을 이용할 수 있으며 ‘탐도3호’, ‘탐나는봉’ 등에 대해서도 직영 또는 농가 전시포를 설치해 나갈 계획이다.

바이러스 무병묘 농가 보급을 위해 원원종 및 원종 생산은 감귤연구소, 보급묘 생산 및 농가 보급은 제주감귤농협으로 하는 보증 무병묘의 공급 체계를 구축하였다. 감귤 바이러스 복합 검정법을 개발하여 다중 PCR법을 사용 CTV, SDV, CiMV, CTLV 동시 검정법을 개발하였으며 다중 정량 PCR를 이용한 복합 검정법도 개발하여 무병묘에 대한 보증이나 보급된 무병묘들에 대한 바이러스 검정에 사용하게 된다. 감귤 12개 품종들에 대한 무병 원원종을 생산하였으며 여기에서 원종 약 1600주를 생산하고 약 1,000주를 보급하였다. 아직까지 국내 육성 심품종들에 대한 무병묘목 보급률은 낮지만 2단계까지 전체 공급 묘목의 20%는 무병묘목을 공급 할 수 있을 것으로 생각된다.

< 연구성과 목표 대비 실적 >

구분	특허		논문		학회 발표	무병묘 품종 생산	무병묘 생산 원종 주수	현장평가회	전시포 운영	홍보 등
	출원	등록	SCI	비SCI						
최종목표	1		2	1	8	11	2500	2	12	8
연구기간내 달성실적	0		0	0	8	12	1600	5	20	10
달성율(%)	0		0	0	100	110	64	250	167	125

제 2 장 국내외 기술개발 현황

일반 농가에서 감귤이 보급되기 시작한 것은 1930년대부터이다. 당시 식산진흥정책의 일환으로 각 농가에 묘목을 분양하였으나 일부 농가는 감귤 식재를 회피하였다. 그 이유는 일본산 감귤이 자유롭게 유입되어 생산된 감귤의 판로가 막히는 점과 기술 부족으로 10~15년이 지나야 결실되기 때문이었다. 당시 재배 면적은 10여ha에 생산량은 50톤 내외 였다. 재배품종은 미장계의 보통 온주밀감과 ‘궁천조생’, 그리고 소량의 ‘하귤’과 ‘네이블오렌지’ 등 이었다. 하지만, 해방과 더불어 일본인이 경영하던 감귤원을 인수했으나 기술과 농약·비료의 부족, 4.3사건 등으로 황폐화되었다. 휴전과 더불어 다시 감귤 재배가 이루어져서 93ha에 이르게 되었고 1954년도부터 일본산 묘목이 수입되기 시작했으며 1950년대 후반부터 국내에서도 묘목이 생산되었다. 1967년 감귤 증산 계획이 수립됨에 따라 일본으로부터 다량의 묘목이 수입되었다. 이 기간 동안은 기술적으로 계획적 밀식 재배가 이루어져서 조기에 성원(成園)이 되어 제주도 전역으로 확대되어 대중화가 되었다. 1980년대에 이르러서는 감귤의 시설재배를 통한 고급품 생산과 단경기 생산으로 연중생산 체계로 발전하였다. 1989년이후 과잉생산 시대가 되어 사회적으로 문제가 되기도 하였다(제주감귤농업협동조합).

감귤 품종의 선택 기준은 첫째, 품질이다. 당도가 높고 신맛이 적으며 과실크기, 모양, 색깔, 속껍질의 두께, 씹히는 맛, 과즙량, 향기 등이 고려된다. 현재까지 재배되는 품종 중에서는 ‘부지화’가 품질이 좋으며 온주밀감에서는 ‘궁천조생’이 우수한 편이다. 둘째, 아무리 품질이 좋고 생산성이 높아도 우리나라의 기상에 적응되는 품종이 아니면 곤란하다. 지금 새로 육성되어 관심을 끄는 많은 만감류 품종 중에서 노지 재배가 어려운 품종이 많다. 셋째, 성숙기와 출하기를 고려해야 한다. 전체 감귤의 90%이상이 10월~2월 사이에 출하되고 있다. 그리고 3월~5월에 출하되는 품종이 경영상 유리한 면이 있다. 넷째, 생산의 안정성이다. 격년결과성이 적어야 하고 열과 등 생리장해가 적어야 한다. 다섯째, 소비자 기호에 맞는 특성을 가져야 한다. 쉽게 벗겨서 먹을 수 있어야 하며(박피성) 특정 기능 성분이 있어 건강에 좋아야 한다. 여섯째, 병해충에 강해야 한다. 방제가 쓰이는 작물 보호제 사용이 적으면 소비자, 생산자 모두 이득이 된다. 재배기간 중에 치명적인 병해충이 없어야 한다. 일곱째, 재배가 용이해야 한다. 재배가 까다로우면 일부 집약적으로 재배가 가능하지만 확대에는 걸림돌이 된다. 여덟째, 재배 방법에 따른 적응성이 좋아야 한다. 기계 작업, 수형 개조, 토양피복 재배, 하우스 재배에 적응성을 고려해야 한다. 아홉째, 재배토양 조건에 따라 특성 발휘가 다르다. 토심이 깊고, 보수력이 좋은 토양에서는 세력이 강한 품종은 좋은 품질을 기대할 수 없다. 자신의 감귤원의 토성을 충분히 검토하여 그에 맞는 품종을 택하는 것이 좋다.

박 등(2011)은 「제주의 감귤 품종과 특성」에 203종의 감귤 품종을 소개하고 육성내역, 생육 및 과실특성을 소개하였으며 2016년 GSP 사업으로 발간한 「감귤 품종」에서는 극조생 온주밀감 ‘광도과연7호’를 비롯하여 38품종, 조생 온주밀감 ‘궁천조생’, ‘홍진조생’ 등 30품종, 보통 온주밀감 ‘남감20호’, ‘사세보온주’ 등 41 품종, 만다린 ‘기주밀감’, ‘남진해’ 등 61 품종, 탄골류

‘감평’, ‘궁내이예감’ 등 40품종, 탄젤로 ‘노바’, ‘미네올라’ 등 14품종, 스위트 오렌지류 ‘발렌시아 레이트’, ‘삼전네블’ 등 61품종, ‘사우어오렌지’, ‘지각’, ‘삼보감’ 등 11품종, 문단류 ‘당유자’, ‘만백유’ 등 14품종, 그레이프프루트류 ‘레드블러쉬’, ‘스타루비’ 등 15품종, 레몬류 ‘리스본 레몬’, ‘알렌레몬’ 등 19품종, 라임류 ‘라임’, ‘마리엘렌 스위트 라임’ 등 6품종, 파페다류 ‘스다치’, ‘유자’ 등 8품종, 씨트론류 ‘불수감’, ‘에트로그 씨트론’, ‘S-1 citron’ 3품종, 기타 감귤류 ‘인창귤’, ‘일향하’, ‘하루카’ 3품종, 금감류 ‘영과금감’, ‘푸치마루’ 등 7품종, 대목으로 쓰이는 탱자류 ‘비룡’, ‘스윙글시트루멜로’, ‘탱자’ 3품종 모두 366품종에 대해 소개하고 있다. 특히, 이전에 부족했던 국내육성 품종과 품종 개발을 위한 유전자원 등이 수록되어 있다. 또한, 2013년 이후 개발된 품종에 대한 육성내역, 당도, 산함량, 수확기 등을 정리하였으며 품종보호 출원 중인 품종에 대해서도 소개하고 있다.

국내육성 감귤 품종에 대한 요구는 감귤 2세 전환기 시점에서 재배농업인에게 절실히 요구되는 상황이나, 국내 감귤 품종에 대한 막연한 불안감과 국외 개발 품종에 대한 무조건적인 신뢰감이 팽배한 것이 현실이다. 특히, 감귤 소비가 둔화되고 있는 시대적 여건에서 소비자에게 신선하고 새로운 신품종이 필요하며 재배 농업인의 소득 향상도 요구된다.

최근 국내 개발 감귤 신품종은 기존 외국 품종에 버금가는 품종으로 경쟁력이 있으나 농가들은 더 높은 수준의 감귤 품종을 기대하면서 망설이는 현실이므로 금후 일반 감귤원 갱신 시점에 국내육성 품종을 선택할 수 있도록 전시포 확대 등 국내육성 품종 정보 제공 노력이 필요하다.

일본의 전체 감귤 재배면적은 2015년 71,300ha 이 중 온주밀감은 44,600ha, 기타 감귤류가 26,700ha 정도이다. 이 중 온주밀감은 2013년 기준으로 모두 115품종이 재배되고 있으며 1,000ha 이상 되는 품종은 극조생 ‘선온주’, ‘산천조생’, 조생은 ‘궁천조생’, ‘홍진조생’, 중생 ‘남감 20호’, ‘대진4호’, ‘향산온주’, ‘임온주’, 만생 ‘청도온주’가 해당된다(일본농림수산성, 2013). 또한, 제주지역에서 만감류(또는 잡감류로 불리는 품종)로 취급되는 ‘부지화’, ‘이예감’, ‘유즈’, ‘하귤’, ‘폰깁’, ‘팔삭’, ‘청견’ 등 7품종이 1,000ha 이상 재배되고 있다. 이외에도 ‘금감’, ‘하루카’, ‘에이메 28호’, ‘감평’ 등이 총 80 품종이 재배되고 있다.

이처럼 다양한 품종이 재배되기 때문에 수확시기가 분산되고 소비가 지속적으로 이루어져서 경기 침체에도 불구하고 비교적 꾸준히 감귤 산업이 유지되는 것으로 보인다.

최근 국내에서 육성되어 보급 단계에 이르는 품종으로는 농촌진흥청에서 개발한 ‘신예감’, ‘탐도3호’, ‘무봉’, ‘탐빛1호’, ‘미니향’, ‘탐나는봉’, ‘제라몬’, ‘탐도리’, ‘하례조생’, ‘윈터프린스’, ‘선킹’이 있다(농촌진흥청 감귤연구소, 미발표). 이 중 ‘윈터프린스’와 ‘선킹’은 품종보호 출원 중에 있으며 묘목생산이 이루어져서 보급이 가능한 품종은 ‘신예감’, ‘탐나는봉’, ‘하례조생’ 3품종에 불과하고 나머지 품종 등은 통상실시가 되었으나 묘목 생산이 이루어지지 않고 있다((사)한국농촌지도자제주특별자치도연합회, 2016).

제주특별자치도농업기술원에서는 ‘씨니트’, ‘인자조생’, ‘상도조생’ 3품종을 개발하였으며 이 중 ‘인자조생’은 품종보호 출원중이다(제주특별자치도농업기술원, 미발표). 이 중 ‘상도조생’은 극

조생 온주밀감이 소비시장 이미지를 흐려서 지원 중단 정책에 따라 보급이 중단되었으며 ‘씨니트’는 일반 종묘업체에서 묘목이 생산되고 있다(국회 농림축산식품해양수산위원회, 2015).

미국 등 선진국은 기본적으로 도입이나 새로 개발된 품종을 포함한 모든 품종은 접수 보호 프로그램(Budwood Protection Program)에 의해 병해충 감염 여부, 품종특성, Shoot-tip grafting, 기록 등의 과정이 법적으로 관리되고 있다(장 등, 2014). 도입 품종 또는 접수(Mother tree)는 기본나무(Foundation tree, 무독화 과정을 거친 나무, 검증된 클론, 그린하우스)를 생산하고 접수 채취 나무를 망실 재배한 후 우량접수를 묘목생산 회사에 공급하고 있다.

2016년까지 국립종자원에 감귤 품종보호 출원 건수는 모두 26건이며 이중 12품종이 등록되었다. 가장 많은 것은 만감류로 모두 13품종이 출원되고 6품종이 등록되었다. 온주밀감은 10품종이 출원되고 6품종이 등록되었다. 기타 레몬, 오렌지 등이 3품종이 있다.

‘상도조생’은 온주밀감 중에는 성숙기가 늦은 ‘좌좌목온주’의 가지변이로 선발된 품종이다(박 등, 2013). 1996년에 변이 발생이 확인되었고, 1998년에 1차로 선발되어 계통명 ‘JARES108’로 명명되었다. 2000년에 제주시와 서귀포시에 온주밀감성목을 중간대목으로 접목을 실시하여 2003~2006년 4년동안 특성을 조사한 결과, 우수성이 인정됨에 따라 최종적으로 선발하여 ‘상도조생’으로 명명하였다. ‘상도조생’은 10월 하순에 성숙하는 극조생온주밀감으로 수세는 극조생온주밀감 중에서는 강한편이고, 수형은 개장형이다. 성숙기는 원목인 ‘좌좌목온주’에 비해 25일 정도 빠른 10월 하순 경이다. 제주에서 재배되고 있는 극조생온주밀감 중 성숙기, 수세, 과형, 과피색 등에서 가장 유사한 품종인 ‘상야조생’과 비교한 결과, ‘상야조생’에 비해 당도가 0.6 °Bx 높고, 산함량이 낮아 품질이 우수한 것으로 나타났다. ‘상도조생’은 ‘궁본조생’, ‘산천조생’, ‘시문조생’ 등 품질이 낮은 극조생온주밀감 품종을 대체할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

‘하례조생’은 농촌진흥청 국립원예특작과학원 감귤시험장에서 입간조생에 하귤 화분을 교배하여 얻은 주심배 선발 품종으로 2004년에 직무육성품종으로 등록되었다(윤 등, 2008). 수세는 강해서 가시가 있지만 착과하기 시작하면 가시가 사라지며, 성숙기 및 병해충 저항성은 ‘궁천조생’과 비슷하다. 추위에도 강한 품종이다. 초기 감산이 빠르나 성숙기에 들어서는 그 감소폭이 완만하여 11월 중하순에 완숙과 수확을 한다면 고품질과를 생산할 수 있는 품종이다. 과형지수는 128 정도로 ‘궁천조생’과 비슷하다. 수확기는 11월 중하순으로 당도는 10.6°Bx, 산함량은 1.15%이다. 수세가 강하므로 도장지 위주의 전정으로 수세안정이 필요하며, 산함량 감소가 빨라 타이백 재배에 적합하나, 장기간 저장은 주의를 요한다.

온주밀감 ‘하례조생’은 국내에서 육성한 품종으로 많이 재배되는 ‘궁천조생’ 등의 품종에 비해 수확 적기인 11월 중·하순에 상대적으로 당 함량이 높고, 산 함량은 낮다(박 등, 2014). 11월 중순에 수확한 ‘하례조생’과 ‘궁천조생’을 저온(5°C)와 상온(15°C)에 저장하여 저장 품질을 조사한 결과, 두 품종 모두 저장 기간 동안 당 함량이 일정하게 유지되었지만, 산 함량은 점차 감소하였다. ‘하례조생’의 경우 저온 조건에서는 상온에 비하여 감소 정도가 늦었지만, 저장 30일 경과 후에는 저장 온도와 관계없이 모두 약 0.2% 정도 감소하였다. 이는 같은 기간 동안 약 0.05-0.1% 정도 감소한 ‘궁천조생’에 비하여 감소율이 높았다. 부패율은 산 함량이 낮은 ‘하례

조생'에서 더욱 높게 발생하였으며, 상온 저장보다 저온 저장에서 약 1% 정도 낮은 부패율을 보였다. 11월 하순에 수확한 '하례조생'의 경우에도 저장 기간 동안 당 함량은 변화가 없었지만 산 함량은 저장 30일 이후 상온에서 약 1.5%, 저온에서 약 0.8%가 감소하여 같은 조건의 '궁천조생'보다 약 1% 정도 낮았다. 또한, '하례조생'의 관능평가에서도 신맛이 상온저장에서 더욱 낮게 평가되었다. 고온 처리한 '하례조생'의 경우에는 산 함량이 0.06% 감소 하는 효과를 얻을 수 있었지만, 상온 저장 30일 경과 후에는 '궁천조생'에 비해 부패율이 약 2배 정도 증가하였다. '신예감'은 2002년 농촌진흥청 국립원예특작과학원 감귤시험장에서 '청견(淸見) × Wilking(청견(IT233708)×Wilking(IT233787))을 교배하여 2012년 최종선발한 품종이다(국립종자원). 과실 착색은 10월 중순부터 시작되어 12월 상순에 완전히 착색되며, 과실성숙은 12월 중순에서 하순에 이루어진다. 과실크기는 평균 130~150g정도이고, 껍질이 얇은편이며 껍질벗김이 수월하고, 과즙율은 83% 정도이다. 성숙된 과실의 과피색과 과육색은 진한 오렌지색이며 청견보다 붉은색이 강하다. 성숙기의 당도는 12°Bx 내외이고 산함량이 1.0% 이하로 산함량 감소가 빠른 편이나, 산함량이 0.5% 수준까지 감소하여도 식미감이 양호하다. 무가운 시설재배가 요구되나 과실의 알베도층이 치밀하여 저온에 강한 특성이 있어 노지재배에서도 과실 품질이 유지된다. 종자가 맺히지만 다른 품종 등 수분수가 없을 때에는 종자 형성량이 적었고, 종자의 배수는 단배성이다. 병 저항성 정도는 더맹이병에는 중간 정도의 저항성을 보이고, 검은점무늬병은 중간정도이나 온주밀감보다는 강한 편이며, 궤양병은 청견보다 약간 약한 편이다. 나무가 어릴 때에는 가시가 많이 발생하고, 궤양병 발생이 많아질 수 있어 육묘 초기에는 가시 발생이 많은 시 궤양병 방제가 필요하며 착과 연령에 도달하면 가시 발생은 없어진다. 해거리 현상이 있으며, 열매가 많을 때는 과다 착과하는 경향이 있고 가지 늘어짐이 심하여 적절한 열매 솎음이 필요하다. 주변에 화분 입성이 있는 다른 품종의 수분수가 있으면 많은 종자가 형성되므로 단독 재배가 필요하다. 과실 비대기 당도 증가에 비하여 산함량 감소가 다소 빠르게 진전되어 시설 재배시 관수량은 적게 유지하는 것이 필요하다. 육묘 초기 궤양병 발생 등이 많을 수 있으나 관행 방제시 문제되는 병해충은 없다.

'탐도3호'는 2004년 국립원예특작과학원 감귤시험장에서 '청견(淸見) × 'Seminole'(청견: IT233708/세미놀: IT233689)를 교배하여 2012년 최종 선발하고 2016년 품종등록되었다(국립종자원). 나무세력이 강하고, 나무모양도 직립형이다. 과실 착색은 10월 중순부터 착색되기 시작하여 12월 상순에 완전히 착색되고, 이듬해 2월 중순에 성숙된다. 과실크기는 평균 230g정도이고, 겉껍질이 얇기 때문에 양낭의 형태를 미리 파악할 수 있다. 껍질 벗기기가 수월하고, 성숙기의 과피색과 과육색은 짙은 오렌지색이다. 성숙기의 당도가 14.0°Bx 정도이고 산함량이 1.0% 내외이므로 식미가 좋고, 다소 아삭한 식감이지만 과즙이 많고 종자가 없기 때문에 식감이 좋다. 노지에서는 성숙시기에 한파에 의하여 과실품질이 떨어지므로 시설재배가 요구된다. 단위결과성이 있어서 종자가 형성되지 않지만 다른 품종의 꽃가루에 의해 수정이 되면 종자가 형성되는데, 종자의 배는 다배이다. 나무가 어릴 때에는 작은 가시가 다소 발생되지만 나무세력이 안정되면 가시가 소멸되므로 관리상 문제가 없다. 나무가 직립성이면서 나무세력이 강하

기 때문에 재식 초년부터 원가지와 버금가지의 위치를 적절히 안배하여 안정적인 결실관리가 필요하다. 격년결과가 심하므로 연년 생산을 위해서는 엽과비 80~100정도의 열매숙기를 해야 한다. 작은 과실 위주로 열매를 숙아내어 정상 크기의 열매가 착과될 수 있도록 한다. 심하지는 않지만 가끔 열과 현상이 발견되므로 토양수분의 극단적인 과부족 상태가 되지 않도록 주의한다. 가을철 절수 처리로 당도 상승이 두드러지므로 절수에 의한 당도 상승을 유도하는 것이 바람직하다. 하우스 재배에서 병해 저항성은 강한 것으로 관찰되었지만 온주밀감 수준의 약제 방제가 필요하다. 꽃가루는 거의 형성되지 않고, 착과된 열매는 종자가 형성되지 않지만 다른 품종의 꽃가루에 의해 수정이 되면 종자가 형성되는데, 종자의 배는 다배이다.

‘탐나는봉’은 2000년 농촌진흥청 국립원예특작과학원 감귤시험장에서 ‘부지화(不知火)’ 주심배 실생(배주배양)으로 2010년 최종 선발되고 2014년 품종 등록되었다(국립종자원). 나무는 세력이 강하여 나무모양이 직립형이지만, 결실이 이루어지면서 열매 무게로 가지가 늘어지는 경향이 있다. 과실 착색은 10월 하순부터 시작되어 11월 하순에 완전히 착색되어 ‘부지화’보다 약 10여 일 빠르고, 과실성숙은 ‘부지화’보다 다소 늦은 이듬해 3월 하순이지만 이전에 수확한 후 산함량이 1.0%로 낮추어도 식감이 우수하다. 과실크기는 280g정도이고, 껍질이 다소 두껍지만 껍질 벗김은 수월한 편이다. 과피색은 등색이며 성숙기의 당도가 15°Bx 이상이지만 산함량이 1.0% 정도로 되기 때문에 수확 직후 출하하는 것이 일반 저장 ‘부지화’보다 유리하다. 과실특성은 ‘부지화’와 큰 차이가 없고, 노지에서는 성숙시기에 한파에 의하여 과실품질이 떨어지므로 시설 재배가 요구된다. 과실은 단위결과성이 강하여 종자가 없지만, 다른 꽃가루에 의하여 종자가 형성되지만 종자수가 적고, 형성된 종자는 다배이다.

‘썬니트(Suneat)’는 ‘부지화’의 가지변이 품종으로 제주특별자치도농업기술원과 재배농가(현성익)가 공동 개발한 품종으로 2007년 처음 발견되어 2012년 최종 선발되어 2016년 품종등록되었다(국립종자원). 3월 5일 가온재배 하우스 내에서 발아기는 3월 중순이며, 만개기는 4월 상순이다. 11월 중순에 완전 착색되고 나무모양은 약간 직립성이다. 수세는 전체 만감류 중에서 중간정도이고 일반 ‘부지화’보다 다소 강한 편이다. 완숙기의 당도는 대조 품종과 비슷하고 산함량은 다소 낮은 편이다. 수확기 과실 당도와 산함량은 각각 13.0°Bx와 0.89%로 대조품종의 12.9°Bx와 0.92%와 비슷한 경향이였다. 숙기가 비슷한 ‘부지화’ 계통에 비해 과피색이 매우 붉다. 완전 착색이 되면 ‘부지화’보다 과피가 붉은 색을 띄어 외관이 아름답다. 하지만, 성숙기로 갈수록 착색 초기보다는 붉은색 정도의 차이가 적어진다. 과실의 껍질색깔은 적녹도(a*)가 32.40으로 ‘부지화’ 27.58보다 높아 붉은색이 많이 짙다. 궤양병 등 병해충에 대한 내성도 대조 품종과 비슷하다.

‘미니향’은 ‘기주밀감’과 ‘병감’을 교배하여 육성한 품종으로 2015년 선발하여 품종보호 출원되었다(국립종자원). 당도가 매우 높고 30g내외의 미니형 만다린 품종이다. 나무모양은 직립성이나 반개장성이고 나무세력은 중간 정도이다. 종자는 없으며 병해충은 일반적인 방제에 준하면 문제가 없다. 유인작업이 필요하고 격년결과성이 있다. 기존 재배되는 감귤 중 과실크기가 가장 작은 품종이다.

‘인자조생’은 ‘고림조생’의 가지변이 품종이다. 제주특별자치도농업기술원과 재배농가(김용근)가 공동으로 개발하였으며 2014년 품종보호 출원된 품종이다. 9월 하순 착색이 시작되고 11월에 완전착색되고 성숙기는 11월 10일경으로 대조품종인 ‘고림조생’과 비슷하다. 과피색은 착색 초기부터 붉은 색을 띄어 ‘고림조생’과 구별된다. 수확기 과피색은 짙은 붉은색(적녹도 a^* 31.44)으로 ‘고림조생’ 25.11보다 6.33 짙다. 열매크기는 ‘고림조생’과 비슷하며 열매가 달린 정도에 따라 크기, 과중이 년차간 차이가 있다. 과실표면의 유포는 ‘고림조생’보다 크기가 작고 치밀하다.

황룡병에 대한 위험이 증대되고 있으며 미국 등에서 열처리에 의한 묘목에서의 황룡병 제거 기술이 개발되어 실용화되고 있으며 극미량으로 존재하는 병원균에 대한 검정 기술이 개발되어 있다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 국내 육성 신품종 전시포 운영

1. 연구방법

가. 전시포 설치 및 운영

국내 육성 감귤 품종에 대한 보급 확대를 위하여 2013년 7월부터 2016년 12월까지 전시포를 선정하여 운영하였다(표 1). 전시포 선정 기준은 국내육성 감귤 품종을 재배하는 농가 중에서 접근성이 좋아서 홍보 효과가 높은 곳을 선택하였다. 또한, 재배 농업인이 방문객에게 품종의 장단점을 설명할 수 있는지도 중요한 선정 조건으로 하였다. 또한, 전시포 안내 책자를 제작하여 방문객에게 배부하였으며 각종 교육시 홍보물로 활용하였다.

가능한 이전 재배하던 품종이 있는 과원을 선정하여 새로운 품종과 비교할 수 있도록 하였다. ‘상도조생’의 대조 품종은 ‘일남1호’, ‘하례조생’은 ‘궁천조생’, ‘씨니트’는 ‘부지화 M16A’ 또는 ‘사가34호’ 등을 사용하였다.

이렇게 전시포를 운영하면서 재배 희망 농업인들의 품종 선택 기회를 확대하고자 매해 1~2회 현장 평가회를 실시하였다.

표 1. 연도별 보급 품종 및 전시포 운영현황

연도	보급 품종	보급 품종수(개)	전시포 운영 개소수(개)
2013	상도조생, 하례조생	2	2(2) ²⁾
2014	상도조생, 하례조생, 씨니트	3	4(2)
2015	상도조생, 하례조생, 씨니트	3	6(4)
2016	하례조생, 씨니트, 탐나는봉, 신예감	4	8(4)
계	상도조생, 하례조생, 씨니트, 탐나는봉, 신예감	5	20(12)

²⁾ ()는 당초 계획임

전시포에 대해서는 수확기 품질조사를 수행하였으며 과실 크기, 과중, 과피색, 당도, 산함량, 비중을 측정하였다. 당도는 굴절당도계 Atago(Japan) PAL-1, 산함량은 NaOH 0.1N로 측정하였으며, 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.

‘상도조생’에 대해서는 2014년까지 전시포를 운영하였으나 품질조사는 2015년까지 수행하였다. ‘하례조생’은 2013년부터 2016년까지 조사하였고, ‘씨니트’는 2014년부터 2016년까지 조사하였다. 2016년부터 전시포로 운영된 ‘신예감’은 조사가 가능하였으나 ‘탐나는봉’은 착과수가 부족하여 조사하지 못하였다.

나. 전시포 정식용 묘목 보급

국내 육성 감귤 품종에 대한 전시포 정식용 묘목을 2015년부터 2016년까지 보급하였다. 연차별 추진계획을 수립하고 정식하는 조건으로 묘목을 보급하였다. ‘씨니트’ 품종은 이전 ‘부지화’ 재배하는 시설하우스에서 전면갱신을 전제로 보급하였으며, ‘하례조생’은 이전 감귤 재배과원에 한하여 전면 갱신을 원칙으로 보급하였다. 나무 사이 정식 등은 배제하였고 감귤 생산 및 유통에 관한 조례에 의해 신규 조성이나 폐원지는 제외되었다. 대상자 선정은 공개 모집을 통하여 홍보 효과를 높였으며 계획 미달시에는 재공고를 하였다.

이렇게 전시포 정식용 묘목이 공급된 농가포장에 대해서는 연 2~3회 생육점검을 통하여 전시포로 활용할 수 있도록 관리하였다.

다. 전시포 운영효과 및 보급 체계 분석

국내 육성 감귤 품종에 대한 전시포 운영효과 분석은 감귤 자급률로 산정하였다. 전시포 운영으로 인하여 보급이 되지만 통계에 산정되어 면적으로 나오기에는 5년 이상의 기간이 필요하고 단일 품종에 대한 면적이 적으므로 기타 품목에 포함되어 그 효과를 검토할 수 없다. 따라서, 제주도청 감귤특작과에서 매년 감귤 묘목 생산업체를 대상으로 판매 및 재고 현황을 조사한 결과를 이용하여 아래와 같이 자급률을 산정하였다. 또한, 감귤 종묘산업의 변화된 모습을 통해서도 사업 효과에 대해 검토하였다.

$$\text{국내육성감귤묘목자급률} = \frac{\text{당해연도 국내육성 감귤 묘목 판매 주수}}{\text{당해연도 전체 감귤 묘목 판매 주수}}$$

2. 연구결과

가. 전시포의 설치 및 운영

국내 육성 감귤 품종의 조기 보급 확산을 위하여 전시포를 운영한 결과는 표 2과 같다. ‘상도조생’은 극조생 온주밀감으로 2년간 전시포로 운영하였으며 제주도 정책 방향이 극조생 온주밀감의 재배 축소, 지원중단으로 정해짐에 따라 보급을 중단하였다.

‘하례조생’은 조생 온주밀감으로 묘목 생산도 이루어지고 있어서 2013년부터 2016년까지 지속적으로 운영하였다. 남원 신흥 포장은 8년생으로 ‘궁천조생’을 대체하여 정식한 무가온 재배 하우스 포장이다. 대정 안성 포장은 정식 7년차로 ‘궁천조생’을 대체하고 있으며 신맛이 낮아 품질이 좋다고 평가를 받고 있다.

‘씨니트’는 ‘부지화’의 가지 변이 품종으로 붉은색 껍질이 특징이다. 서귀포 상호 ‘씨니트’ 포장은 품종을 개발한 농가의 포장으로 2013년부터 2016년 현재까지 전시포로 운영되고 있으며 재배년수도 7년생으로 오래 되었다. 표선 토산 포장은 정식 4년차이고 남원 신레, 표선 성읍은 3년차로 재배년수가 적은 포장이다.

표 2. 국내육성 감귤 품종의 전시포 설치 및 운영 결과

품 종 명	소재지	재식년수 ²⁾	대조품종(재식연수)	운영기간	재배작형
상도조생	제주 도련	11	일남1호(12), 궁천조생(33)	2013~2015	노지
	서귀포 서홍	7	일남1호(9)	2014~2015	노지
하례조생	남원 신홍	8	궁천조생(27)	2013~2016	하우스
	대정 안성	7	궁천조생(26)	2015~2016	노지
씨 니 트	서귀포 상호	7	부지화 M16A(15)	2014~2016	하우스
	표선 토산	4	부지화 M16A(11)	2015~2016	하우스
	남원 신레	3	부지화 M16A(11)	2016	하우스
	표선 성읍	3	사가34호(3)	2016	하우스
탐나는봉	서귀포 대포	2, 3	-	2016	하우스
신 예 감	서귀포 강정	4	황금향(4)	2016	하우스

²⁾2016년 기준 재식 년수 임

제주시 도련 ‘상도조생’은 2013년부터 전시포로 운영되었으며 수확기 ‘일남1호’에 비하여 당도는 0.6~0.8°Bx 높고, 산함량은 2013년 0.1% 낮고 2014년과 2015년에는 각각 0.07%, 0.06% 높았다(표 3). 3년 평균 ‘상도조생’은 ‘일남1호’에 비하여 당도와 산함량이 각각 0.6°Bx, 0.01% 높아서 당산비가 0.5 높아 맛이 좋은 것으로 조사되었다. 조생 온주밀감인 ‘궁천조생’과 비교하여도 당도와 산함량이 좋았으나 수확기가 ‘궁천조생’이 11월 중순이후인 점을 감안하면 농가 선택에 따라 보급 확대가 결정될 것으로 보인다.

서귀포 서홍 ‘상도조생’ 전시포는 높은 이랑 재배로 당도 0.7°Bx, 산함량은 0.01%, 당산비 0.6 높았다(표 4). 특히, 과피색(a*)이 27.1로 대조품종 ‘일남1호’보다 좋아서 고품질 과실 생산 가능성이 있었다. 하지만, 극조생 온주밀감에 대한 제주도 정책 방향이 재배 축소, 지원 중단 등으로 전시포 운영을 중단할 수밖에 없었다.

표 3. 국내육성 감귤 ‘상도조생’의 과실품질(제주시 도련)

구 분	품 종	횡경 (mm)	과중 (g)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	과피색 (a*)	조사일 (월 일)
2013년산	상도조생	62.0	92.4	9.2	0.76	12.1	19.7	10. 30.
	일남1호(대조)	62.0	91.0	8.4	0.86	9.8	8.54	10. 11.
	궁천조생(대조)	60.0	84.7	10.3	1.15	9.0	25.8	11. 21.
2014년산	상도조생	57.4	74.7	9.6	1.12	8.6	18.9	10. 16.
	일남1호(대조)	57.8	78.9	9.0	1.05	8.6	21.8	
	궁천조생(대조)	60.0	84.9	9.0	1.19	7.6	4.6	
2015년산	상도조생	59.5	80.5	9.7	0.92	10.6	23.3	10. 20.
	일남1호(대조)	58.9	80.5	9.4	0.86	11.2	27.8	
	궁천조생(대조)	57.9	79.5	10.0	1.00	10.2	8.4	
평균	상도조생	59.6	82.5	9.5	0.93	10.4	20.6	-
	일남1호(대조)	59.6	83.5	8.9	0.92	9.9	19.4	
	궁천조생(대조)	59.3	83.0	9.8	1.11	8.9	12.9	

표 4. 국내육성 감귤 ‘상도조생’의 노지 높은이랑(무피복) 재배시의 과실품질(서귀포시 서홍)

품 종	횡경 (mm)	과중 (g)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	과피색 (a*)	조사일
상도조생 ²⁾	56.9	70.2	11.8	1.05	11.3	27.1	2015. 10. 20
일남1호(대조)	56.2	68.3	11.1	1.04	10.7	24.3	

²⁾ 2015년 첫 착과되었으며 높은 이랑(높이 60cm) 재배이지만 토양피복은 하지 않았음

남원 신흥 무가온 재배 ‘하례조생’ 전시포의 대조품종인 ‘궁천조생’은 연차적으로 갱신되어 2016년에는 전시포 전체가 ‘하례조생’으로 갱신되었다. 과실품질을 보면 ‘궁천조생’에 비하여 2013년 0.9°Bx, 2015년 1.2°Bx 높았으나 2014년은 2.0°Bx 정도 낮았다. 산함량은 2013년 0.15% 높고, 2014년 0.27% 낮고 2015년 0.23% 높았다(표 5). 이렇게 산함량 변화가 있는 것은 무가온 재배 하우스로 재배농업인이 토양수분을 인위적으로 조절하여 출하시기를 맞추려고 시도한 원인으로 보인다. 2013년과 2015년에는 9월 이후 건조상태를 유지하였으나 2014년에는 토양수분이 많아지도록 관수작업을 자주 실시하였다. 재배 농업인 자체가 당도 향상에 주력하는 관리를 하였다. ‘하례조생’의 4개년 평균이 당도 14.3°Bx, 산함량 1.23% 당산비 13.3으로 대조 품종인 ‘궁천조생’과 비슷한 것으로 조사되었다. 온주밀감의 경우 맛과 향기, 모양 등이 비슷하기 때문에 기존 품종을 갱신하는데 한계가 있을 것으로 생각된다.

표 5. 무가온 재배 ‘하례조생’ 전시포의 수확기 과실품질(남원 신흥)

연 도	품 종	횡경 (mm)	과중 (g)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	과피색 (a*)	조사일 (월. 일)
2013년산	하례조생	61.0	94.6	15.5	1.00	15.5	33.8	11. 21.
	궁천조생(대조)	59.1	88.8	14.6	1.15	12.7	30.6	
2014년산	하례조생	59.8	89.0	11.2	0.97	16.0	22.2	10. 28.
	궁천조생(대조)	58.0	86.0	13.2	1.24	10.6	19.4	
2015년산	하례조생	64.1	108.8	15.7	1.59	10.3	34.5	11. 17.
	궁천조생(대조)	66.2	117.4	14.4	1.36	10.7	32.9	
2016년산	하례조생	60.3	88.8	14.6	1.34	11.1	20.1	11. 22.
평균	하례조생 ²⁾	61.3	95.3	14.3	1.23	13.3	27.7	-
	궁천조생(대조)	61.1	97.4	14.1	1.25	11.3	27.6	

²⁾ 하례조생 4년 평균, 궁천조생 3년 평균값임

대정 안성의 ‘하례조생’ 전시포는 노지 재배로 ‘궁천조생’을 대체하고자 하는 포장이다. 2015년은 당도 12.9°Bx, 산함량 1.26%, 당산비 10.7로 ‘궁천조생’의 당도 10.5°Bx, 산함량 1.12, 당산비 9.7에 비하여 우수하였다(표 6). 하지만, 2016년산은 ‘궁천조생’보다 당도 1.3°Bx, 산함량 0.27% 높아서 당산비는 2.2가 낮았다. 2개년 평균 ‘하례조생’은 당도 12.4°Bx, 산함량 1.20%, 당산비 10.7로 조사되었으며 ‘궁천조생’도 당도 10.6°Bx, 산함량 1.00%, 당산비 11.3으로 비슷하였다.

표 6. 노지재배 ‘하례조생’ 전시포의 수확기 과실품질(대정 안성)

연 도	품 종	횡경 (mm)	과중 (g)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	과피색 (a*)	조사일 (월. 일)
2015년산	하례조생	64.9	108.3	12.9	1.26	10.7	32.4	11. 18.
	궁천조생(대조)	62.7	92.7	10.5	1.12	9.7	30.8	
2016년산	하례조생	57.5	74.4	11.9	1.14	10.7	17.8	11. 8.
	궁천조생(대조)	57.2	73.9	10.6	0.87	12.9	16.7	
평균	하례조생	61.2	91.4	12.4	1.20	10.7	25.1	-
	궁천조생(대조)	60.0	83.3	10.6	1.00	11.3	23.8	

‘부지화’ 가지변이 품종인 ‘씨니트’에 대한 전시포의 과실품질을 보면(표 7), 품종 개발자의 포장인 서귀포시 상호에서는 2014년 ‘씨니트’가 ‘부지화’에 비하여 당도 0.2°Bx 높고 산함량은 0.02% 낮았으며 당산비는 0.4 높았다. 2015년에는 ‘씨니트’ 당도 0.3°Bx 낮고 산함량은 0.01% 높아서 당산비는 0.5 낮았다. 2016년산의 경우에는 ‘씨니트’가 당도 1.0°Bx 산함량 0.09% 높고 당산비는 0.6 낮았다. 3개년 평균을 보면 당도는 0.3°Bx, 산함량 0.02% 높아서 당산비는 0.2 정도 낮은 것으로 조사되었다. ‘씨니트’의 경우 ‘부지화’와 차별성이 있는 것이 과피색이다. 2014년부터 2016년까지 과피색(a*)을 보면 ‘부지화’에 비하여 3.70~5.90이 높아서 재배연수가 오래 될수록 과피색 차이가 뚜렷하였다. 이러한 특징은 기존에 재배하고 있는 ‘부지화’가 재배상 문제가 생기면 ‘씨니트’로 대체하는데 품종 선택의 결정 요소가 될 것으로 본다.

표 7. 무가온 재배 ‘씨니트’ 전시포의 수확기 과실품질(서귀포 상호)

구 분	품 종	횡경 (mm)	과중 (g)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	과피색 (a*)	조사일 (월 일)
2014년산	씨 니 트	98.7	394.8	11.9	1.04	11.4	28.5	12 30
	부지화(대조)	98.9	395.8	11.7	1.06	11.0	24.8	
2015년산	씨 니 트	97.6	350.5	11.2	0.84	13.3	29.4	12 23
	부지화(대조)	86.4	381.0	11.5	0.83	13.8	24.2	
2016년산	씨 니 트	94.5	349.5	12.1	0.80	15.1	32.0	2017. 1. 5
	부지화(대조)	93.7	353.0	11.1	0.71	15.7	26.1	
평균	씨 니 트	96.9	364.9	11.7	0.89	13.3	30.0	-
	부지화(대조)	93.0	376.6	11.4	0.87	13.5	25.0	

표선 토산의 ‘씨니트’ 전시포에 대한 과실 품질을 보면, 재배연수 4년차인 2015년에는 당도 1.2°Bx, 산함량 0.19% 낮아 당산비는 0.2정도 높았다(표 8). 반면 인근 ‘부지화’ 과원은 10여년이 경과된 점을 감안하면 품질이 좋은 것으로 생각된다. 2016년에는 당도 12.1°Bx, 산함량 0.76%로 당산비가 16.0으로 품질이 좋은 것으로 조사되었다. 표선 토산 전시포에서도 과피색(a*)이 2.8 정도 ‘씨니트’가 높아서 붉은색이 짙은 것으로 나타났다.

표 8. 무가온 재배 ‘씨니트’ 전시포의 수확기 과실품질(표선 토산²⁾)

구 분	품 종	횡경 (mm)	과중 (g)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	과피색 (a*)	조사일 (월 일)
2015년산	씨 니 트	85.8	300.8	11.4	1.05	11.0	28.6	12 23
	부지화(대조)	86.9	309.4	12.6	1.24	10.8	25.8	
2016년산	씨 니 트	93.4	347.7	12.1	0.76	16.0	32.3	2017. 1. 5

²⁾ ‘씨니트’ 전시포의 인근 ‘부지화’ 과원임

표선 성읍 ‘씨니트’ 전시포는 재배연수 3년차로 결실 초기의 과원이다. 대조 품종인 ‘사가34호’에 비하여 ‘씨니트’는 당도 0.9°Bx, 산함량 0.21% 낮았고 당산비는 1.1정도 높아 맛이 좋은 것으로 조사되었다(표 9). 이 전시포에서도 과피색(a*)은 4.2정도 높아서 붉은 색이 짙었다.

이상과 같이 ‘씨니트’에 있어서 일반적인 재배 방법인 무가온 시설하우스 재배에서는 원래 품종 특징인 껍질의 붉은 색이 잘 발현 되었다.

표 9. 무가온 재배 ‘씨니트’ 전시포의 수확기 과실품질(표선 성읍²⁾)

품 종	횡경 (mm)	과중 (g)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	과피색 (a*)
씨 니 트	87.7	311.6	11.3	0.96	11.8	32.2
사가34호(대조)	87.2	305.0	12.2	1.17	10.7	28.0

²⁾ 조사일 2017. 1. 5.

2월 20일부터 최저온도를 17°C로 유지하는 보조 가온재배의 경우 ‘씨니트’는 ‘부지화’나 ‘비풍’에 비하여 당도 0.9~ 0.4°Bx 높고 산함량은 0.4~0.5% 낮아서 당산비는 1.1~1.9 높았다(표 10). 특히, 과피색(a*)은 7.1~7.7 높아서 보조 가온재배에서도 과피의 붉은 색이 발현되었다. 무가온 재배의 경우 ‘씨니트’의 과피색은 ‘부지화’보다 2.8~5.9 정도 높았으나 보조 가온재배의 경우 7.0이상 차이가 있어 앞으로 재배 작형에 따른 과피색 발현에 차이가 있는 것인지 정밀한 검토가 필요할 것으로 보인다.

표 10. 보조가온 재배 ‘씨니트’ 전시포의 수확기 과실품질(서귀포 신례²⁾)

품 종	횡경 (mm)	과중 (g)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	과피색 (a*)
씨 니 트	97.4	407.4	12.6	0.86	14.8	33.0
부 지 화 (대 조)	98.4	427.2	11.7	0.91	12.9	25.9
비 풍 (대 조)	95.4	409.1	12.2	0.90	13.7	25.3

²⁾ 보조가온 재배 2월 20일 최저 17°C 유지, 조사일 2016. 12. 5.일

서귀포 강정 무가온 재배 ‘신예감’ 전시포의 수확기 과실품질은 대조품종 ‘에이메28호’에 비하여 당도 2.2°Bx, 낮고 산함량은 0.11% 높아서 당산비는 6.8정도 낮았다(표 11). 재배가 진전됨에 따라 과실 품질이 좋아질 것으로 예상된다. 하지만, 종자수가 ‘신예감’이 6.8개로 대조품종 ‘에이메28호’가 0.0개에 비하여 많았다. 이처럼 종자수가 많으면 먹는 과정에서 씹히게 되어 사실상 대량 판매를 위한 상업적 재배는 힘들어 진다. 호주에서는 씨 없는 만다린 육종 프로그램에서 1개 미만을 씨가 없는 품종(seedless variety)으로 보고 있다.

표 11. 무가온 재배 ‘신예감’ 전시포의 수확기 과실품질(서귀포 강정)

품 종	횡경 (mm)	과중 (g)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	과피색 (a*)	종지수 (개)
신 예 감	85.2	262.1	9.7	0.75	13.1	32.0	6.8
에 이 메 2 8 호	81.5	275.9	11.9	0.63	18.9	36.2	0.0

2013년에는 ‘상도조생’, ‘하례조생’, ‘썬니트’ 전시포를 1개소씩 운영하였으나 재배연수가 부족하고 사업기간이 5월로 종료되어 현장평가회를 개최하지 못하였다. 2014년부터 2016년까지 국내 육성 감귤 품종 보급을 위한 현장 평가회 개최 결과는 표 12과 같다. 현장 평가회는 가능한 개최 장소를 달리하여 주변 농가에서 전시포가 운영되고 있음을 알리려고 노력하였다(그림 3).

2016년 12월 2일 개최한 ‘신예감’에 대한 현장평가회에 신예감 종자 형성 문제점을 공유하기 위하여 농업기술센터 보급 사업 담당자 중심으로 재배농가, 감협 묘목 생산 담당자를 대상으로 개최하였다. 앞으로도 새롭게 개발된 국내 육성 감귤 품종에 대해서는 적극적으로 전시포나 직영 포장을 운영하여 문제점이 발견되면 개선 방안을 마련하고자 한다. ‘신예감’에 대해서는 감귤 연구소에서 종자가 없는 품종이 개발되었으므로 2017년 고점으로 본원 직영 포장을 갱신할 계획이다. 또한, ‘신예감’에 대한 보급 확대는 종자없는 품종의 결과에 따라 결정할 것이다.

전시포 운영과 관련하여 홍보물을 제작하여 활용하였다(표 13). 홍보물에는 전시포 운영 계획, 운영현황을 수록하고 보급이 가능한 품종 소개를 수록하였다(그림 4). 제작된 홍보물은 농·감협, 전시포 비치, 현장평가회에 활용하였다. 또한, 새해영농설계교육, 전문영농교육, 농업마이스터 대학 교육 출강시 활용하였다.



하례조생 현장 평가회(2014. 10. 30.)



씨니트 현장 평가회(2015. 1. 9.)



하례조생 현장 평가회(2015. 10. 27.)



씨니트 현장 평가회(2016. 1. 11.)



씨니트 현장 평가회(2016. 1. 11.)

그림 2. 국내 육성 감귤 전시포 운영에 따른 현장 평가회 개최 모습

표 12. 전시포 운영에 따른 현장평가회 개최 결과

개최일 (년. 월. 일.)	개최장소	대상품종	참석인원 (명)	주요내용
계	4개소	5회	548	-
2014. 10. 30.	남원 신흥	하례조생	78	품종특성, 재배사례, 생육상황 관찰, 시식
2015. 1. 9.	서귀포 상호	씨니트	146	육성경위, 품종특성, 국내육성 감귤 신품종 보급 사업 설명, 생육관찰 및 시식, 한라봉 품종별 전시
2015. 10. 27.	남원 신흥	하례조생	125	육성경위 품종특성, 고품질 과실생산 사례, 생육관찰 및 시식, 국내육성 감귤 품종 보급 사업 소개
2016. 1. 11.	표선 토산	씨니트	171	육성경위, 품종특성, 국내육성 감귤 품종 보급 사업 소개, 생육관찰 및 시식, 한라봉 품종별 전시
2016. 12. 2.	서귀포시 강정(본원)	신예감	28	품종특성, 재배사례, 생육관찰 및 시식

표 13. 홍보물 제작 및 활용 결과

구분	활용시기	홍보물명	제작부수 (부)	활용결과
리플릿	2014. 5. 3.~ 2015. 2. 29.	국내육성 감귤 신 품종 전시포 현황	10,000	농·감협, 4개 센터, 전시포 비치, 현장평가회 및 각종 교육시 활용
팜프렛	2015. 3. 1.~ 2016. 2. 29.	국내육성 감귤 신 품종 보급 사업 안내	800	농·감협, 4개 센터, 전시포 비치, 현장평가회 및 각종 교육시 활용, 새로운 보급 품종 소개
	2016. 3. 1.~ 2016. 12. 31.	국내육성 감귤 품 종 보급 사업	2,000	"



국내육성 감귤 신품종 전시포 현황(2014. 5. 3.~ 2015. 2. 29.)



국내육성 감귤 신품종 보급 사업 안내(2015. 3. 1.~2016. 2. 29.)



국내육성 감귤 품종 보급 사업(2016. 3. 1.~2016. 12. 31.)

그림 4. 국내육성 감귤 품종 전시포 홍보물

국내육성 감귤 품종 보급 확대를 위한 언론 홍보 활동 결과는 표 14와 같다. 현장평가회를 비롯한 행사 관련 언론 홍보, 기고 등을 통하여 국내육성 감귤 품종을 알리고자 노력하였다. 다만, 농업인들이 감귤 품종에 대해 관심을 갖는 시기가 수확시기, 정식시기에 집중되어 홍보에 어려움이 있었다. 보급 사업에 반드시 필요한 언론 홍보는 다양한 매체를 활용하여 지속적으로 농업인들에게 상기시키는 것이 중요할 것으로 생각된다. 특히, 품종 갱신이 2년여의 준비기간이 필요하므로 다양한 품종에 대한 전시포 확보와 이에 따른 홍보물 제작, 보도자료 제공 등이 필요할 것으로 본다.

표 14. 국내육성 감귤 품종 보급 확대를 위한 언론 홍보 결과

연도	홍보매체	보도일(월. 일.)	홍보내용
2014	제민일보	3. 10.	국내육성 감귤 신품종 전시포 상시 운영한다
	미디어제주(기고)	3. 14.	감귤 품종과 가계야치(家鷄野雉)
	제주매일	10. 22.	감귤 국산 품종 경쟁력 있다
	제주신문		감귤 대체품종 재배 용이해야
	제주일보	10. 31.	추위에 강한 신품종 ‘하례조생’ 첫 선
	제주매일		감귤 신품종 ‘하례조생’ 재배현장 평가회
2015	제민일보	1. 2.	제주감귤 신품종 개발 시급하다
	서귀포신문	6. 29.	국내육성 감귤 신품종 재배 확산 되나
	원예산업신문	7. 6.	국내육성 감귤 신품종 전시포 운영
	제주매일	10. 28.	신품종 ‘하례조생’ 현장 평가회
2016	SBS	1. 11.	첫 만감류 신품종 개발
	KBS		한라봉 신품종 ‘씨니트’ 평가회
	제주일보		도농기원 만감류 ‘씨니트’ 현장평가회
	한겨레신문	1. 12.	한라봉 신품종 ‘씨니트’ 주렁주렁
	제주도민일보	5. 23.	제주도농기원, 감귤 신품종 전시포 운영
	헤드라인뉴스		제주 개발 감귤 신품종 확대 보급 위한 전시재배지 운영
	제주신문	5. 24.	감귤 신품종 확대 시범농장 운영
	한라일보		감귤 신품종 확대 시범농장 운영
	뉴시스	5. 25.	제주 ‘씨니트’ 재배농가 영농조합 구성
	제주도민일보		제주품종 씨니트 영농조합 구성
	헤드라인 제주		붉은색 껍질 한라봉 ‘씨니트’, 영농조합 설립 본격 육성
	제주신문	5. 26.	‘씨니트’ 영농조합 구성
	제민일보		제주품종 ‘씨니트’ 영농조합 관심
	한라일보		붉은 한라봉 ‘씨니트’ 유통시장 정착 기대
한국농어민신문	6. 3.	씨니트 영농조합 대표 ‘최고 품질 씨니트 생산해 소득 제고	
계	-	-	13건(25회)

국내육성 감귤 품종에 대한 전시회 참여 실적은 표 15와 같다. 제주국제감귤박람회, 농촌진흥사업종합보고회에 참여하여 육성경위, 품종특성 화판과 실물을 전시하였다(그림 5). 특히, 경매사와 함께하는 신품종 감귤 개발 협의회에 참여하여 품종출원 중인 ‘인자조생1)’을 새롭게 선보여 경매사들의 호평을 받았다.

표 15. 국내육성 감귤 품종 전시회 참여 실적

기간	장소	행사명	전시내용
2015. 11. 6. ~ 11. 15.	서귀포농업기술센터 국제 박람회장	제주국제감귤박람회	상도조생, 씨니트 화판 및 실물
2016. 1. 15.	제주특별자치도농어 업인회관	2016년 농촌진흥사 업종합보고회	품종특성 화판, 실물 전시
2016. 11. 09. ~ 11. 13.	서귀포농업기술센터 국제 박람회장	제주국제감귤박람회	씨니트, 인자조생, 상도조생 품종특성 화판 및 실물
2016. 12.15.	퀵싱턴리조트	경매사와 함께하는 신품종 감귤 개발협의회	인자조생, 씨니트 육성경위 및 품 종특성, 실물 전시, 시식
계	-	4회	-

1) 농업기술원과 재배 농업인(김용근)이 공동 개발한 품종으로 껍질이 붉다. 숙기는 11월 10일경으로 대조품종인 ‘고립조생’과 비슷하다. 과피색은 착색 초기부터 붉은 색을 띄어 ‘고립조생’과 구별된다. 수확기 과피색은 짙은 붉은색(적녹도 a* 31.44)으로 ‘고립조생’ 25.11보다 6.33 높다. 열매크기는 ‘고립조생’과 비슷하며 열매가 달린 정도에 따라 크기, 과중이 년차간 차이가 있다. 과실 표면의 유포는 ‘고립조생’보다 크기가 작고 치밀하다. 당도는 ‘고립조생’이 10.0°Bx ‘인자조생’이 10.2°Bx, 산함량은 ‘고립조생’ 1.07%, ‘인자조생’ 1.02로 비슷하다. 2014년 품종 출원되었으며 재배심사 중인 품종이다.



제주국제감귤박람회(2015. 11. 6. ~ 11. 15.)



2016년 농촌진흥사업종합보고회(2016. 1. 15.)



제주국제감귤박람회(2016. 11. 09. ~ 11. 13.)



경매사와 함께하는 신품종 감귤 개발협의회(2016. 12. 15.)

그림 5. 국내 육성 감귤 품종 전시회 참여 모습

나. 전시포 정식용 묘목 공급

국내 육성 감귤 품종의 보급과 전시포 확대를 위하여 묘목을 보급한 실적은 표 16과 같다. 보급면적은 2.34ha(23,176m²)이며 공급 주수는 3,560주였다. 보급한 묘목은 1년생이 대부분이며 ‘씨니트’의 경우 2~3년생도 있었다. 전시포 정식용 묘목 보급과 관련된 요인을 보면, 첫째, 국내 육성 감귤 품종에 대한 묘목 생산이 이루어져야 한다. 하지만, ‘씨니트’와 ‘하례조생’ 두 품종으로 국한되어 재배 희망 농업인의 품종 선택 폭이 좁았다. 둘째, 국내 육성 감귤 묘목의 가격이 적당해야 한다. ‘씨니트’의 경우 묘목 가격이 높은 편이었다. 셋째, 월동 기간 중 동해 발생이 많으면 품종갱신 농가가 증가한다. 넷째, 전년도 감귤 가격이 좋으면 품종갱신 농가가 적어진다. 2015년 노지 온주밀감 가격이 2010년 이후 가장 낮은 kg당 563원으로 떨어졌으며(제주 특별자치도) 2016년 1월 유래 없는 한파로 동해 발생이 많았다. 이러한 원인으로 2016년 품종갱신 과원이 36%로 많았다고 보인다(그림 6). 재배연수가 많거나 여러 품종이 혼재되어 품종교체하는 농가는 4농가로 전체의 29%였다. ‘씨니트’와 같은 ‘부지화’ 품종의 경우 지속적으로 자근(自根)이 발생하고 있으며 자근이 발생되면 나무의 수체 생리가 교란되어 착화불량에 의한 수량 저하가 발생하고 과중이 감소하고 당도가 떨어져 작고 맛있는 과실이 생산된다(Kang, 2013). 일본 ‘부지화’ 재배농가에서도 깊게 심은 경우 대목이 지면 밑으로 묻히게 되어 자근이 발생되어 착화 불량 문제가 발생되고 있다. 이런 경우 자근을 절단하고도 수체내 지상부와 지하부의 생리 균형이 잡히지 않아 꽃이 오지 않는 나무에 대해서는 베어내고 새로운 나무로 교체해야 한다고 보고되어 있다(강 등, 2015). 이러한 이유로 인하여 ‘부지화’ 품종갱신한 농가는 3농가로 전체 21%에 달하고 앞으로 계속 증가할 것으로 예상된다.

표 16. 국내 육성 감귤 품종 전시포 정식용 묘목 보급 실적

공급연도	품종	농가수(개)	면적(m ²)	공급주수(주)	비고
	계	14	23,176	3,560	
2015	씨니트	3	6,066	898	1년생
2016	씨니트	7	10,610	1,577	1~3년생
	하례조생	4	6,500	1,085	1년생

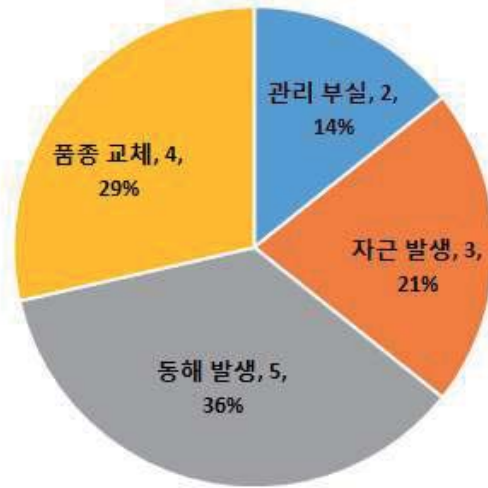


그림 6. 전시포 정식용 묘목 사업 참여 농가의 품종갱신 사유 (품종갱신 사유, 농가수, 백분율)

다. 전시포 운영 효과 및 보급 체계 분석

국내 육성 감귤 품종에 대한 운영효과를 분석 한 결과는 그림 7과 같다. 골든씨드프로젝트 (GSP)를 시작하는 2013년에는 2.02%에 불과하던 자금률이 지속적인 사업 추진으로 2016년에는 5.67%로 향상되었다.

현재, 감귤 묘목 중에서 농업인에게 호평을 받는 품종은 ‘감평’, ‘세토카’, ‘에이메28호’로 이들 품종에 버금가는 품종이 국내에서 개발되면 자금률은 크게 향상 될 것으로 기대된다. ‘감평’은 ‘레드향’이라는 상표명으로 널리 알려진 품종으로 맛과 향기가 우수하지만 열과와 황화과가 발생하는 단점이 있으며, “천혜향”이라는 상표명으로 유통되는 ‘세토카’는 독특한 향과 맛이 좋지만 가시가 있고 수세가 약해지기 쉬운 단점이 있다. ‘에이메28호’는 ‘황금향’이라는 이름으로 판매되고 있으며 연내 수확하는 만감류로 인기가 많지만 당도와 산함량이 낮은 단점이 있다. 앞으로 이들 품종의 장점을 갖고 있으면서 이들 품종의 단점이 없는 품종이 농업인들에게 선택 받을 것으로 생각된다.

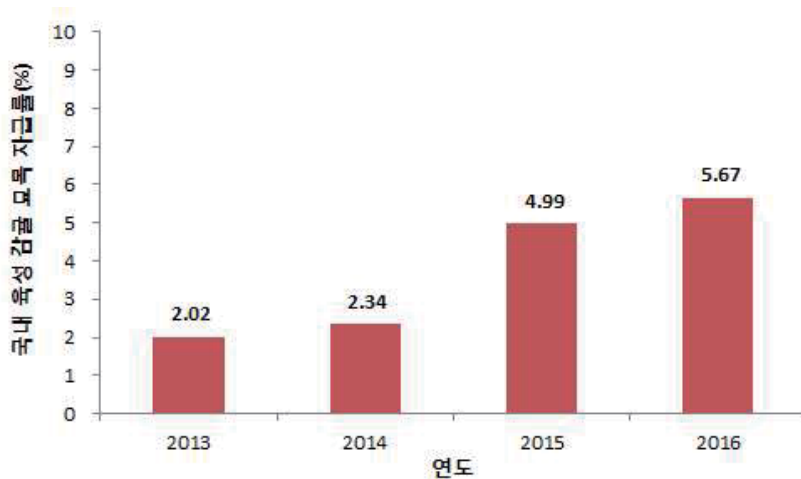


그림 7. 연도별 국내 육성 감귤 품종의 묘목 자금률

국내 육성 감귤 보급 사업을 추진하면서 감귤 종묘 산업의 변화된 모습을 검토하였다(표 17). 우선 무병묘 생산 품종이 확대되었다. ‘하례조생’, ‘신예감’, ‘탐도3호’, ‘탐나는봉’, ‘씨니트’ 등 대부분 국산 품종이 바이러스 프리(virus free)묘 작성이 완료되었다(국회 농림축산식품해양수산위원회). 또한, 묘목이 생산되는 국산 품종수도 ‘하례조생’과 ‘씨니트’ 2품종에 불과하였으나 보급 사업에 필요한 묘목 확보의 필요성이 인식됨에 따라 2016년 현재 3개사로 확대되었고 생산 품종도 ‘신예감’, ‘탐나는봉’, ‘탐도3호’ 및 ‘탐도리’로 늘어났다. 이러한 측면만 보더라도 국산 감귤 품종에 대한 보급 체계 구축을 위한 기반이 갖추어 진 것으로 보인다. 앞으로 민간 부분의 감귤 품종 개발이 확대되면 더욱 많은 묘목 생산 업체가 생길 것이다.

표 17. 국내 육성 감귤 품종 보급 사업(GSP)에 따른 종묘산업 변화

구 분	2013년 이전	2016년
무병묘 생산	착수 단계	10품종 이상
묘목 생산되는 국산 감귤 품종수	하례조생, 씨니트	하례조생, 씨니트, 신예감, 탐나는봉, 탐도3호, 탐도리
국산 감귤 품종 생산업체수	1개사	4개사

국내 감귤 묘목 생산체계에 대한 개선을 통하여 국내 육성 감귤 품종의 보급 체계를 구축할 필요가 있다. 기본적으로 기본종, 원원종, 원종, 보급종 순으로 묘목 생산이 이루어져야 한다(그림 8). 하지만, 감귤 종묘업체에서는 대부분 품종 도입에 의존하고 있으며 1~2년 격리재배 과정을 거치면 바로 접수 채취에 들어간다. 특히, 문제가 되는 것은 온주밀감에 바이러스 감염이 많으므로 고접하는 경우 바로 전염되는 문제점이 있다. 또한, 묘목 생산과정에서 대부분 종묘업체는 지제부에서 25~30cm 부분을 절단하고 뿌리 부분은 판매하고 그 윗부분은 다시 접수로 활용하고 있다. 즉, 접수 채취 포장을 갖추지 못한 실정이다. 이러한 부분은 무병묘 생산과 관련하여 개선되어야 할 부분이다.

이 과제에서 품종 보급 체계를 구축하는 부분에 있어서 다음과 같이 제안한다(그림 6). 첫째, 품종 개발부터 최소한 원원종 단계에서 전신포 조성이 필요하다. 종전에는 개발 품종에 대한 홍보자료에 의해 농업인 선택하는 수준이었다면 앞으로는 품종개발 초기 단계에서 어느 정도 규모의 재배포장을 조성하여 그 품종의 품질, 생육 상태, 병해충 발생 정도 등을 확인하여 선택할 수 있도록 해야 한다. 감귤 품종이 개발되면 통상실시 과정에서도 전신포를 보면서 업체 간 경쟁 분위기가 조성되어야 안정된 묘목 가격도 기대할 수 있다. 둘째, 바이러스 프리묘 접수 공급을 하는 종묘센터(가칭)가 필요하다. 상주 중앙묘목관리센터와 같은 역할을 기대한다.

또한, 우량 묘목 체계를 구축하기 위해서는 바이러스 프리묘 관리에 대한 교육과정이 필요하고 묘목 생산과정에서의 바이러스 검정 시스템도 완비되어야 하며 무병묘 생산 매뉴얼이 필요하다(Vidalakis etc. 2010).

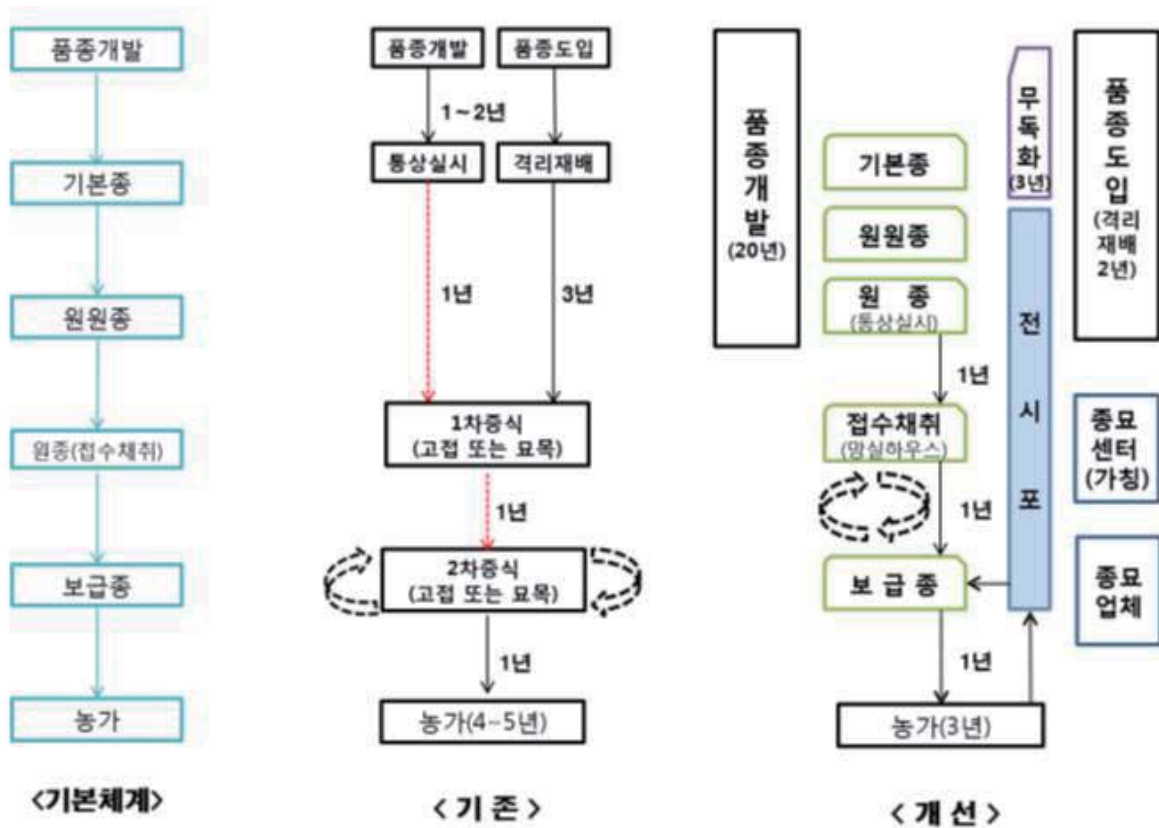


그림 8. 국내 육성 감귤 품종의 보급 체계 개선 방안

제 2 절 국내육성 감귤 신품종 고품질 과실생산 연구

1. 연구방법

가. 상도조생

‘상도조생’에 대한 품질향상 연구는 서귀포시 강정동 농업기술원 무가운 재배 하우스에서 2013년부터 2016년까지 실시하였다. ‘상도조생’은 2011년 3년생을 이식한 것이며, ‘일남1호’는 2007년 3년생을 이식한 것을 이용하였다. 시설하우스 관리는 연중 천창과 측창을 열어 관리하였고 비가 올 때는 천창을 닫아서 관리하였다. 품질향상을 위한 수분 관리는 하우스 밑감에 준하여 횡경 35mm 시점부터 당도 8°Bx되는 시점까지 단수하고 이후 산함량 변화를 보면서 2~3회 관수하였다. 1회 관수량은 2~3mm였으며 일부 나무만 시들 경우 나무 단위로 100~150ℓ (7.5~10mm) 정도 관수를 실시하였다.

노지 토양피복에 의한 품질향상 효과는 서귀포시 강정동 농업기술원 시험포장 2개소에서 실시하였다. 약 7°정도 경사진 시험포장에서는 6월 하순 백색 다공질 필름(Tyvek, Dupont)을 토양 전면에 피복하였다. 이렇게 피복한 시험구에는 개폐기를 설치하여 토양건조가 잘 되도록 맑

은 날씨에 열고 강우시 닫아서 관리하였다. 품질관리는 위의 하우스 밀감 관리 방법에 준하여 실시하였다. 피복 방법은 나무를 중심으로 양쪽에 폭 3m 다공질 필름을 고정하는데 중앙에 설치된 파이프에 하우스 클립으로 양쪽 다공질 필름을 고정하고 반대쪽 개폐기도 하우스 클립으로 고정하였다. 기존 고랑 부분에 다공질 필름이 항상 피복되어 있던 방식에서 개폐시에 걷어지도록 하였다(그림 1). 이외의 토양시비, 병해충 방제는 일반 관리에 준하였다.

높은 이랑재배 포장은 평지로 이랑 높이는 40cm 정도 되고 6월 하순경 폭 3m의 백색 다공질 필름(Tyvek, Dupont)을 나무 양쪽에 설치하였다. 재식연수는 '상도조생' 2013년 3년생 이식, '일남1호' 2005년 3년생 정식한 나무를 이용하였다. 토양피복 방법, 품질관리, 일반관리도 위의 시험과 같이 수행하였다.

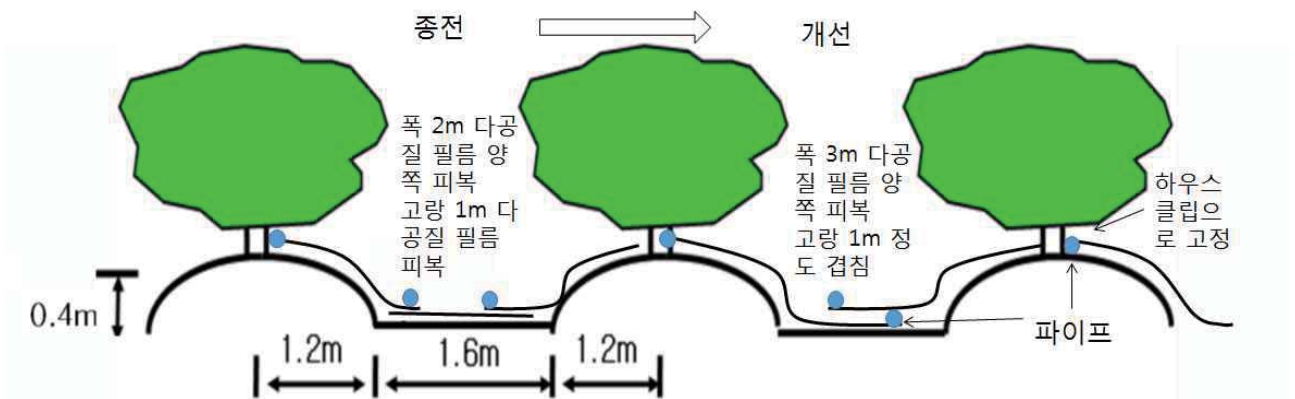


그림 9. 다공질 필름 피복 방법

수확기에 품질조사를 실시하였으며 조사항목은 횡경(mm), 과중(g), 당도(°Bx), 산함량(%), 과피색(a*), 수중질량(g)을 조사하였다. 측정된 수중 질량(g)은 비중으로 환산하여 부피과 발생 정도를 비교하였다. 조사간격은 8~12일 간격으로 처리당 3주씩, 주당 5과씩 샘플을 채취하여 1~2일 이내에 조사하였다. 당도는 굴절당도계 Atago(Japan) PAL-1, 산함량은 NaOH 0.1N로 적정하였으며, 과피색은 Minolta CM-700d로 과실 적도부위 2부분을 측정하여 평균값을 취하였다.

부피과 판단은 비중이 0.80이하이면 부피과로 판단하지만(백, 1994) 본 연구에서는 극조생 온주밀감인 점을 감안하여 0.85로 정하였다. 또한, 육안으로의 부피정도는 그림 2의 기준으로 조사하였다.

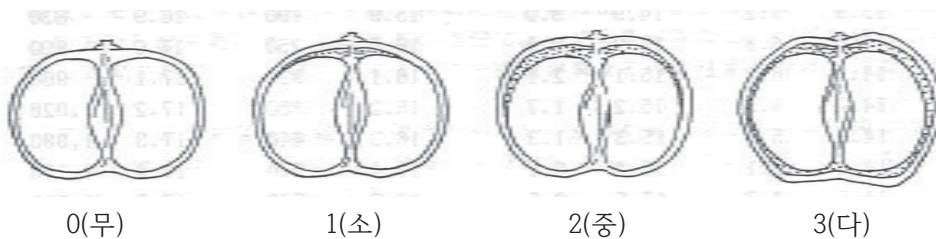


그림 10. 육안 조사에 의한 부피 발생 정도(0~3)

노지 높은이랑과 토양피복 재배에서의 과실비대는 8~12일 간격으로 나무 3주에 대해 10과씩 조사하였다. 조사 과실은 나무에 상 3과, 중 4과, 하 3과씩 원예용 끈으로 표시하여 횡경과 종경을 측정하여 기존 품종 ‘일남1호’와 과실비대 추이를 비교하였다.

나. 하례조생

노지 재배 ‘하례조생’에 대한 품질조사는 대정 안성 지역에서 수행하였다. 재식연수는 ‘하례조생’ 묘목 7년생, 대조 품종 ‘궁천조생’ 26년생이었다. 조사 간격은 8~15일 이었으며 당도와 산함량 조사는 ‘상도조생’ 조사와 동일하게 수행하였다.

무가운 재배시 품질향상을 위하여 투수성 백색 유공 필름(Tyvek, Dupont) 피복 효과 시험은 남원 신흥에서 2014년부터 2015년까지 2년간 실시하였다. 피복시기는 8월 하순이었으며 수관아래와 나무 사이에 피복하여 전체 면적의 60% 정도 피복하였다. 투수성 백색 유공 필름 피복에 의한 착색 증진과 품질 향상 효과를 검토하였다. 그 외 하우스 관리에 대한 사항은 앞 시험과 동일한 방법으로 수행하였다.

과실품질 조사 방법은 ‘상도조생’과 동일하게 수행하였다.

다. 씨니트

‘씨니트’에 대한 무가운 재배시 과실 품질조사는 서귀포시 강정동 농업기술원 포장과 서귀포시 신례 서귀포농업기술센터의 포장에서 수행하였다. 서귀포시 강정동 포장은 2013년 2년생을 정식하였으며 서귀포시 신례는 2006년 ‘부지화’ 1년생, 2007년 ‘사가34호’와 ‘비풍’ 1년생, 2011년 ‘씨니트’ 1년생을 정식한 곳이다. 2014년산부터 2016년산까지 3개년을 조사하였다.

과실품질 조사는 앞 시험과 동일하게 수행하였다.

‘씨니트’의 과피색 변화를 알아보기 위하여 2014년부터 2016년까지 서귀포시 상호, 2015년 표선 토산, 2016년 표선 성읍과 서귀포 신례 지역을 대상으로 조사하였다. 조사간격은 약 15일이었으며 품종당 3주씩, 주당 5과씩 샘플을 채취하여 1~2일 이내에 실험실에서 Minolta CM-700d을 이용하여 과실 적도부위 2부분을 측정하였다. 과실의 열매꼭지(테코, Stem) 부분은 디지털 캘리퍼스 로 높이를 측정하여 품종별로 차이가 있는지 비교하였다. 조사는 11~1월까지 월 1~2회 측정하였다.

통계분석은 R 프로그램(version 3.3.1)을 이용하였다.

라. 신예감

‘신예감’에 대한 과실 품질, 과실비대 등은 서귀포시 강정동 농가포장에서 수행하였다. 조사 포장은 황금향을 중간대목으로 고집한 4년생을 이용하였다. 조사간격은 15일 이었으며 3주, 주당 5과씩 샘플을 채취하여 조사하였다. 조사 방법은 앞의 시험과 동일하다.

무가운재배 ‘신예감’에 대한 수확시기 토양건조 효과는 서귀포시 강정동 농업기술원 포장에서 조사하였다. 3년생 화분묘를 2016년 최대한 이식 피해가 없도록 3월 하순 정식하였다. 나무 주위는 억새로 피복하였으며 열 사이에는 잡초억제를 위해 위드스톱을 피복하였다(토양피복구). 토양건조는 11월 중순부터 1월 중순 조사시까지 억새와 위드스톱을 제거하였다(토양건조

구). 종자수는 과실당 종자수를 계수하였고 과실품질 조사는 앞의 시험 방법과 동일하게 수행하였다. 통계분석은 R 프로그램(version 3.3.1)을 이용하였다.

마. 탐나는봉

‘탐나는봉’은 서귀포시 신례(서귀포농업기술센터)에서 2012년 1년생을 정식한 것을 이용하여 과실품질을 조사하였다. 수확기를 중심으로 월 1회 품질조사를 하였으며 조사방법은 앞의 시험과 동일하다.

2. 연구결과

가. 상도조생

‘상도조생’에 대한 무가온 하우스 재배의 경우 2013년부터 2016년까지 4개년 평균 당도는 10.4°Bx, 산함량은 1.00%로 ‘일남1호’ 당도 10.7°Bx, 산함량 1.03%과 비슷하였다(표 18). 그 외, 횡경, 과중, 과피색도 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. ‘일남1호’에 비하여 재배연수가 4년 적은 것을 감안하면 과실 품질 면에서는 비슷하다고 판단된다. 다만, ‘상도조생’은 ‘일남1호’에 비하여 비중이 높은 것으로 조사되었다(그림 9). 부피과 발생은 극조생 온주밀감에 있어서 가장 문제가 되는 요소로 수확시기 연장이나 유통과정에서 과실모양 변경, 부패과 발생 등의 문제를 야기 시킨다. ‘상도조생’의 비중이 높다는 것은 부피과 발생이 적다는 것을 의미하므로 보급 과정상 장점이 된다.

표 18. 무가온 하우스 재배 ‘상도조생’의 과실특성

조사일 (년. 월. 일)	조사품종	횡경 (mm)	과중 (g)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	과피색 (a*)
2013. 10. 21.	상도조생	65.8	108.7	10.3	1.01	10.2	7.3
	일남1호(대조)	64.1	102.2	11.2	1.20	9.4	18.6
2014. 10. 21.	상도조생	67.6	113.2	9.0	0.85	10.6	23.8
	일남1호(대조)	65.9	102.8	9.5	1.02	9.3	29.0
2015. 10. 26.	상도조생	72.6	124.7	11.1	1.09	10.2	28.0
	일남1호(대조)	67.5	109.5	10.9	1.07	10.5	21.4
2016. 10. 24..	상도조생	68.2	110.3	11.1	1.04	10.7	16.2
	일남1호(대조)	66.4	99.0	11.0	0.83	13.4	16.1
평균	상도조생	68.2	114.2	10.4	1.00	10.4	18.8
	일남1호(대조)	66.1	103.4	10.7	1.03	10.7	21.31

* 재배연수 : 상도조생 2011년 3년생 이식, 일남1호 2007년 3년생 이식

* 조사장소 : 서귀포시 강정

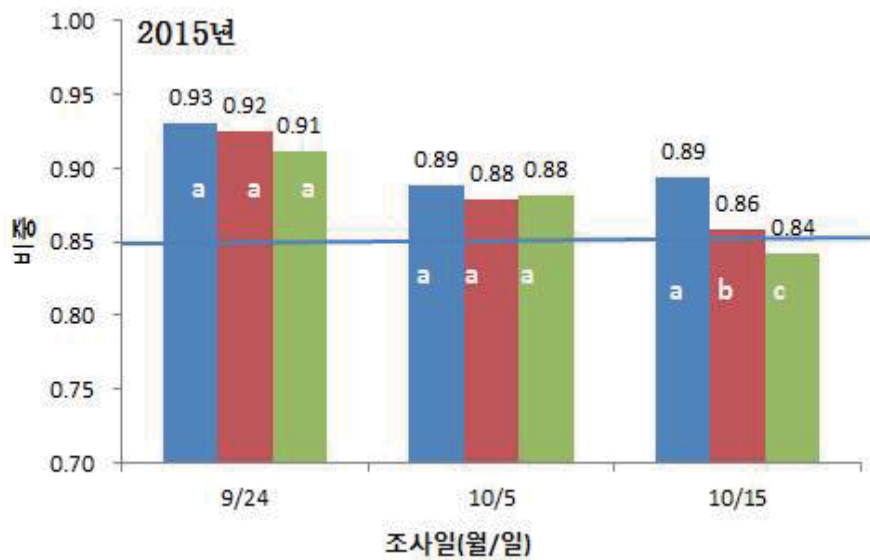
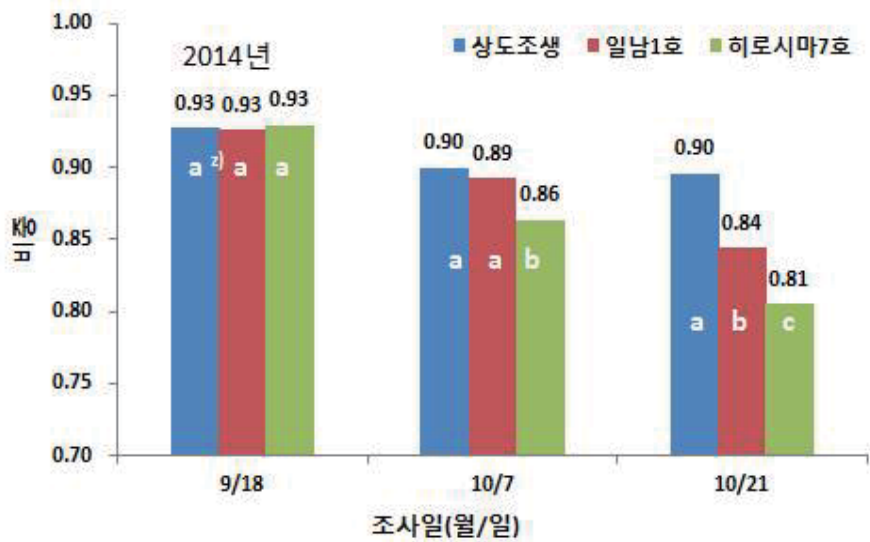


그림 11. 무가온하우스 재배 상도조생의 비중 변화(서귀포시 강정)
²⁾ LSD(0.5%), 조사일별로 비교하였음

‘상도조생’ 노지에서 백색 다공질 필름(Tyvek, Dupont) 피복 재배를 하면 당도 1.0°Bx, 산함량 0.01% 높아서 당산비는 피복 9.0, 무피복 8.1이었다(표 19). 특히, 과피색(a*)이 피복 21.8인데 비하여 무피복 16.9로 4.9정도 높았다. 일반적으로 노지 온주 밀감은 토양건조에 의해 과실 품질 향상이 되지만 산함량이 높은 경우가 있으므로 토양건조 시기에 수분 조절이 필요하다.

노지에서 높은 이랑 재배에 백색 다공질 필름을 피복하면 기존 ‘일남1호’와 비교하여 수확기 과실품질은 비슷하다(표 19). 과실의 비중은 약간 높거나 비슷한 것으로 조사되었다. 또한, 과실비대 상황은 ‘상도조생’이 ‘일남1호’보다 횡경과 종경이 크지만, 이것은 재배연수가 ‘상도조생’은 2~3년, ‘일남1호’ 9~10년이고 착과량이 ‘상도조생’이 얼마 되지 않아 과실크기가 큰 것으로 보인다(그림 10). ‘상도조생’의 경우 재배연수가 증가함에 따라 중소과 100g 이하의 과실이 적정하게 달린다면 과실품질은 우수할 것으로 추정된다. 이러한 점을 감안하면 ‘상도조생’의 품질이 ‘일남1호’와 비교하여 떨어지지 않을 것으로 보인다.

앞으로 '상도조생'과 같은 극조생 온주밀감도 보다 안정적인 과실품질을 얻기 위해서는 높은 이랑과 토양 피복 재배가 필요할 것으로 보인다. 하지만, 극조생 온주밀감 재배농가는 조기출하에 의해 품질 하락, 부피과 증가, 강제 착색 등으로 가격 하락은 물론 이후 출하되는 조생 온주밀감의 가격에도 나쁜 영향을 미친다는 분석에 따라 제주도에서는 극조생 온주밀감에 대한 지원 정책이 중단되어 '상도조생'의 보급도 중단할 수 밖에 없었다.

표 19. 노지 재배 '상도조생'에 있어서 토양피복에 의한 품질향상 효과

처리내용	횡경(mm)	과중(g)	당도(°Bx)	산함량(%)	당산비	과피색(a*)	비중
피 복 ²⁾	60.6	81.7	9.3	1.04	9.0	21.8	0.89
무 피 복	59.3	77.8	8.3	1.03	8.1	16.9	0.90

²⁾백색다공질필름을 평지에 전면 피복하였음

*조사일 2014. 10. 14., 조사장소 서귀포시 강정, 묘목 6년생

표 20. 노지 높은이랑과 토양피복 재배에 의한 '상도조생'과 '일남1호'의 과실품질 비교

조사일	시험품종	횡경(mm)	과중(g)	당도(°Bx)	산함량(%)	당산비	과피색(a*)	비중
2015. 10. 26.	상도조생	72.6	124.7	11.1	1.09	10.2	28.0	0.90
2015. 10. 15.	일남1호(대조)	67.5	109.5	10.9	1.07	10.5	21.4	0.86
2016. 10. 24.	상도조생	68.5	113.0	10.8	0.96	11.4	15.0	0.87
2016. 10. 19.	일남1호(대조)	64.9	94.1	11.0	0.81	13.7	15.8	0.86

※높은 이랑재배 2015년, 2016년 7월 하순경 백색다공질필름 피복

조사장소 서귀포시 강정

재식연수 상도조생 2013년 3년생 이식, 일남1호 2005년 3년생 정식

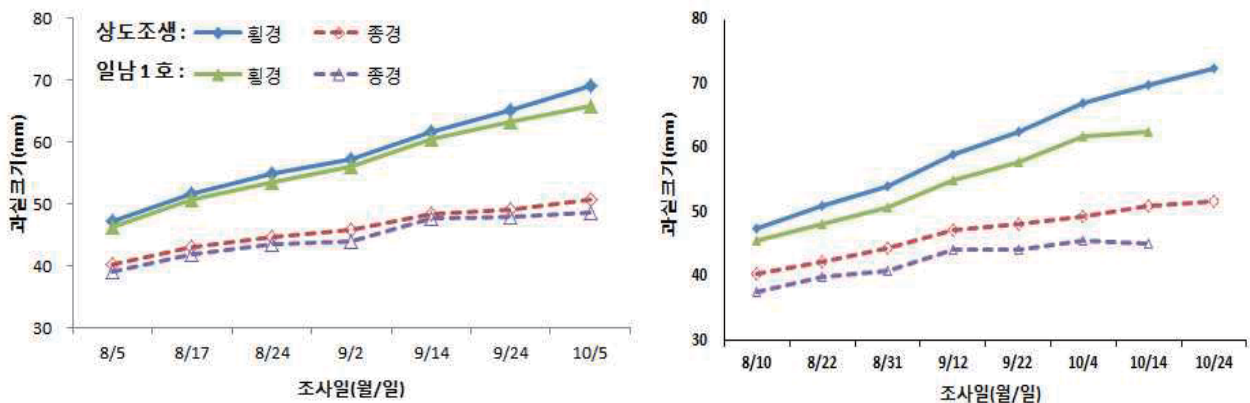


그림 12. 노지 높은이랑과 토양피복 재배에 의한 '상도조생'과 '일남1호'의 과실비대 비교

(좌: 2015, 우: 2016년)

※높은 이랑재배 2015년, 2016년 7월 하순경 백색다공질필름 피복

재식연수 상도조생 2013년 3년생 이식, 일남1호 2005년 3년생 정식

나. 하례조생

‘하례조생’은 ‘궁천조생’보다 당도는 높고 산함량이 낮은 특징이 있다. 그림 9는 노지 재배에 있어서 ‘하례조생’과 ‘궁천조생’의 당도와 산함량 변화를 조사한 결과이다. ‘하례조생’과 ‘궁천조생’의 당도 변화를 비교하면 2015년 8월 중순 비슷하였으나 9월 하순 이후 ‘하례조생’의 당도가 2°Bx 정도 높았다. 반면 산함량은 비슷한 경향을 보였다. 2014년에도 ‘하례조생’의 당도는 조사 시점인 8월 하순 ‘궁천조생’에 비하여 높았으며 11월 상순까지 이어졌다. 산함량은 ‘하례조생’이 ‘궁천조생’보다 다소 높게 변화되었다. 노지재배에서 ‘하례조생’은 ‘궁천조생’에 비하여 상대적으로 당도가 높고 산함량은 비슷한 것으로 조사되었다. 당도가 높다는 것은 ‘하례조생’의 보급상 매우 중요한 품종 선택의 요소가 되므로 지역별로 자세한 조사가 필요하다고 생각된다.

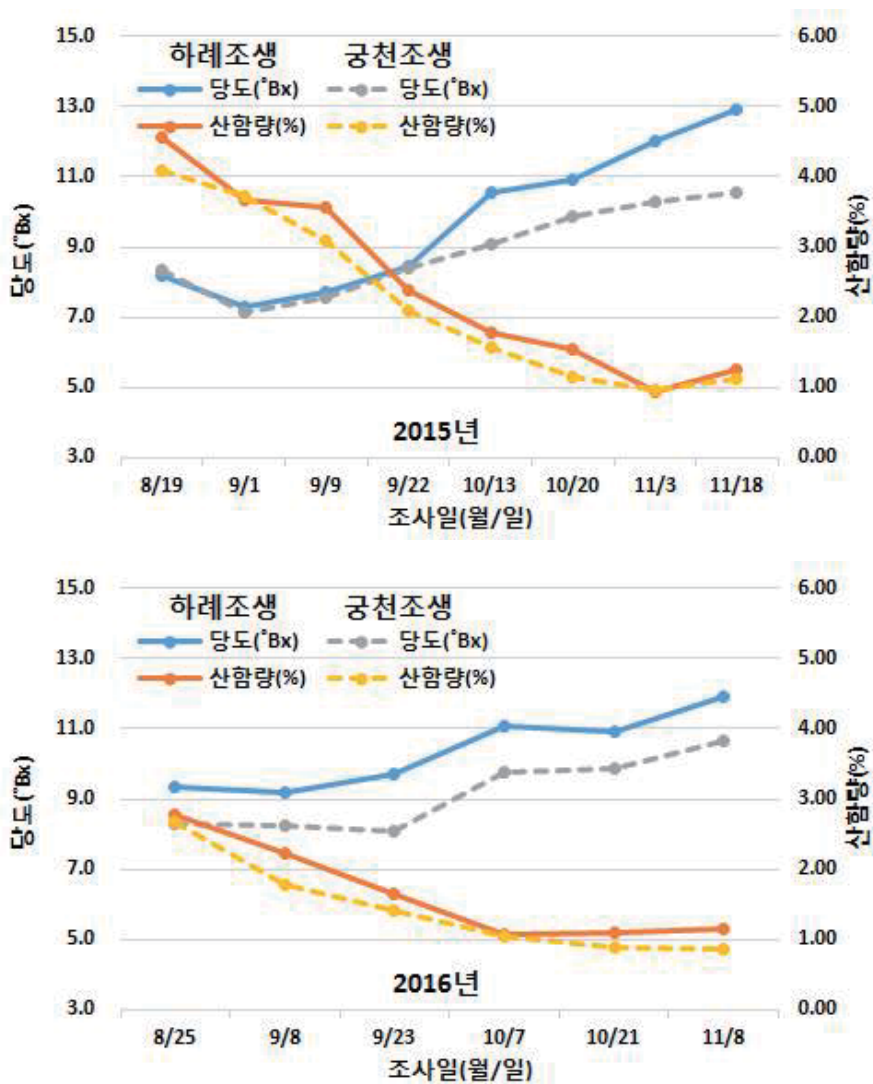


그림 13. 노지재배 ‘하례조생’의 당도 및 산함량 변화(대정 안성)

‘하례조생’의 고품질 과실 생산을 위하여 무가운 재배에 투수성 백색 유공필름(Tyvek, Dupont)을 8월 하순 토양전면 60% 정도 피복을 하여 과실 품질 향상 정도를 조사하였다(표

21). ‘하례조생’은 투수성 백색유공필름을 피복하면 당도 0.9°Bx, 산함량 0.01% 올라가서 당산비는 0.7 정도 무피복에 비하여 높다. 대조 품종인 ‘궁천조생’은 투수성 백색 유공 필름을 피복하면 당도 1.1°Bx, 산함량 0.24% 올라가서 당산비는 1.3 낮아진다. ‘하례조생’의 경우는 투수성 백색 유공 필름을 피복하면 ‘궁천조생’에 비하여 산함량 상승이 적은 것으로 나타났다. 또한, 과피색(a*)도 4 정도 높아져 색택이 우수하므로 상품성이 향상되었다. 이 등(2016)은 같은 시기에 피복을 했을 때 ‘하례조생’이 ‘궁천조생’보다 가용성 고형물 함량이 증가하였으며, 산 함량에는 차이가 나타나지 않았고 ‘하례조생’은 다공질 필름 피복 재배 시 낙과율이 적고 품질이 좋아 피복 재배용으로 가능성 있는 품종이라 판단된다고 하였다. 또한, 中里 등(1995)은 온주밀감 나무에 강한 건조 스트레스가 부여되면 당도가 높아지지만 동시에 산함량도 높아지며, 산함량이 증가하는 이유에 대해서는 뿌리 호흡량 저하에 의한 것이라고 하였다. 이러한 뿌리 활성 저하는 토양 중의 탄산가스 농도의 영향보다도 나무에 걸린 수분 스트레스에 의한 영향이 큰 것으로 보고 있다. 따라서, 건조 스트레스가 부여되는 동안, 1회 관수량은 100~150 l/나무(7.5~10mm)가 적량이고 관수시기는 9월 중순이 당도에 영향을 크게 미치지 않으면서 감산에 효과가 높다고 하였다(中里 등, 1999). 또한, 감귤나무의 건조 스트레스를 경감하기 위해서는 토양표면 관수 보다는 토양 중으로 관주하는 것이 적은 양의 물이 소모되어 효과가 높다 하였고 엽면살수는 수체에 강한 건조스트레스가 걸릴 때에는 건조 스트레스 경감 효과가 적다고 하였다.

노지 토양피복 재배는 일반 다공질 필름(물이 들어가지 않고 공기는 통함)을 사용하고 무가온 하우스에서는 투수성 백색 유공 필름(물과 공기가 들어감)을 사용하여 과실 품질을 높이고 있다. 무가온 재배 하우스의 ‘하례조생’에 대해서는 투수성 백색 유공 필름 피복에 의한 당도 향상과 산함량 조절에 대한 자세한 연구가 필요할 것으로 보인다.

표 21. 투수성 백색 유공 반사필름 피복에 따른 ‘하례조생’의 과실품질(남원 신흥)

조사시기 (년. 월. 일.)	시험품종	처리내용	횡경 (mm)	과중 (g)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	과피색 (a*)
2014. 10. 28.	하례조생	피 복 ²⁾	60.3	88.4	11.6	0.93	12.4	23.1
		무피복	57.3	78.7	10.1	0.96	10.8	17.5
	궁천조생 (대조)	피 복	56.1	79.2	13.8	1.39	9.9	17.9
		무피복	61.5	100.9	12.2	1.07	11.6	17.1
2015. 11. 2.	하례조생	피 복	65.4	108.6	14.7	1.31	11.3	34.9
		무피복	65.4	119.6	14.4	1.25	11.6	32.5
	궁천조생 (대조)	피 복	67.2	122.1	14.3	1.33	10.8	33.5
		무피복	63.2	108.0	13.7	1.17	11.8	32.4
평균	하례조생	피 복	62.9	98.5	13.2	1.12	11.9	29.0
		무피복	61.4	99.2	12.3	1.11	11.2	25.0
	궁천조생 (대조)	피 복	61.7	100.7	14.1	1.36	10.4	25.7
		무피복	62.4	104.5	13.0	1.12	11.7	24.8

²⁾ 8월 하순 투수성 백색유공필름을 토양전면 60% 피복하였음

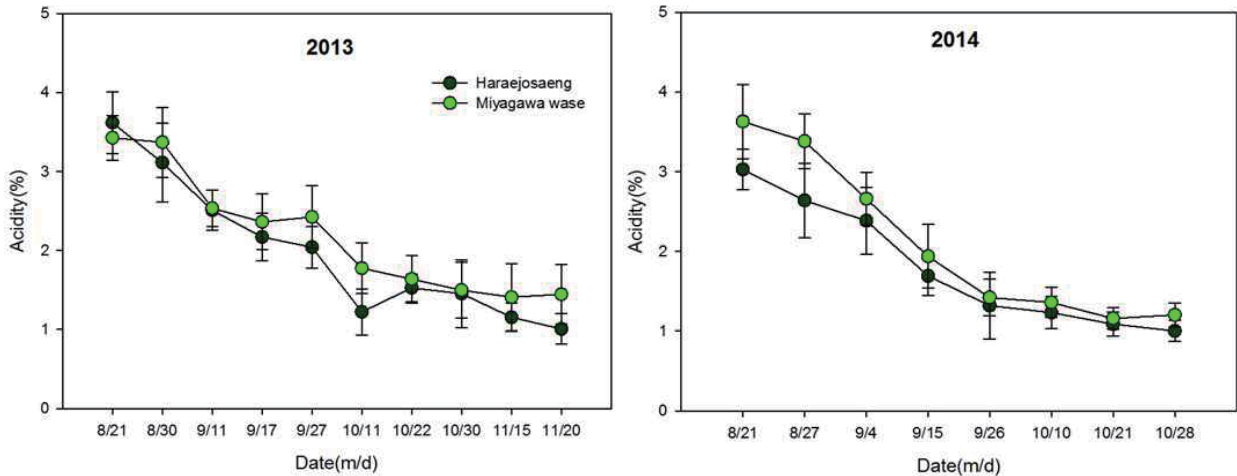


그림 14. 무가온 재배 ‘하례조생(Haraejosaeng)’과 ‘궁천조생(Miyagawa wase)’의 산함량 변화 (남원 신흥)

그림 12은 ‘하례조생’과 ‘궁천조생’의 무가온 재배시 산함량 변화를 조사한 결과이다. 과실비 대기인 8월 중순부터 ‘하례조생’의 산함량이 ‘궁천조생’보다 낮게 타나났으며 이는 10월 하순까지 이어졌다. 노지재배(그림 11)에서는 산함량이 다소 높았으나 큰 차이가 없었으며 감소 추이는 비슷하였다. 노지재배에서는 포장 위치가 암반으로 당도와 산함량이 ‘궁천조생’보다 높게 나타나서 추후 자세한 조사가 필요할 것으로 보인다.

무가온재배에서는 지속적으로 물을 주어서 품질 관리를 하기 때문에 산함량이 낮았다. 무가온 재배에서는 물 관리로 인하여 고품질 브랜드 감귤을 생산하는데 문제가 되는 신맛을 해소할 수 있을 것으로 보인다.

제주 대정 지역은 다른 지역에 비하여 강수량이 적으므로 신맛이 문제가 되고 있다. 따라서, 이러한 지역에 ‘하례조생’이 보급되면 품질 좋은 감귤 과실을 생산하는데 용이 할 것으로 생각된다. 하지만, 강수량이 많은 생산 지역에서는 당도와 산함량이 낮아져서 맛 없는 과실이 생산되므로 지역별로 자세한 검토가 있어야 할 것이다.

다. 씨니트

무가온재배에서의 ‘씨니트’와 유사한 품종 즉 ‘부지화’의 가지변이, 주심배 품종(‘사가34호’, ‘비풍’ 등)들과 과실 품질을 비교하면 서귀포시 강정에서는 평균 당도 0.07°Bx 높고, 산함량은 0.10%가 낮아 당산비는 0.97 높았다(표 22). 서귀포시 신례에서는 당도 0.1°Bx 정도 차이로 비슷하였으며, 산함량도 0.03% 정도 차이가 있어서 비슷하였다. 하지만, 재배연수를 감안하면 ‘씨니트’가 ‘부지화’하고는 7년, ‘사가34호’와 ‘비풍’하고는 4년 정도 어린 나무이므로 앞으로 과실 품질이 향상 될 것으로 예상된다.

따라서, 외국 도입 품종에 대한 무조건적인 신뢰감으로 고가의 묘목을 구입하기 보다는 국산 품종인 ‘씨니트’를 선택하는 것이 바람직 할 것으로 보인다. ‘사가34호’는 1996년 ‘부지화’를 중

자친으로 ‘홍감하’의 화분을 교배하여 얻어진 종자 중에서 2002년 ‘부지화’와 비교하여 결실이 안정되고 수세가 강하며 감산이 빠르고 과실이 큰 형질을 가진 개체를 선발하여 육성한 품종이다(中村, 2005). 특히, 성숙기가 ‘부지화’보다 빠르고 산함량이 1월 하순에 1% 이하가 되고 당도는 1월 중순 12.5°Bx 이상 된다고 하였다. ‘비풍’은 1989년 ‘부지화’에 ‘마코트’를 교배하여 육성한 품종으로 당도는 ‘부지화’와 비슷하거나 약간 떨어지고 산함량이 0.2% 정도 적다(坂西 등, 2003).

따라서, 과실크기, 당도와 산함량이 비슷하므로 구태여 외국산 품종을 선택할 필요가 없다고 본다. ‘부지화’ 재배를 하고자 할 때는 국산 품종인 ‘씨니트’를 선택하여도 문제가 없을 것으로 본다.

표 22. 무가온 재배 ‘씨니트’ 유사 품종과의 과실특성 비교

조사지역	조사시기 (생산연도)	조사품종	횡경 (mm)	과중 (g)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비
서귀포시 강정	‘15. 1. 27. (2014년산)	씨니트 ²⁾	86.9	294.9	13.0	1.28	10.1
		부지화(대조)	86.5	289.5	12.8	1.30	9.8
	‘15. 12. 28 (2015년산)	씨니트	92.7	376.1	12.6	1.11	11.4
		부지화(대조)	89.1	330.0	12.1	1.27	9.5
	‘17. 1. 5. (2016년산)	씨니트	84.8	272.3	12.4	1.00	12.4
		부지화(대조)	85.7	270.2	12.9	1.13	11.7
평균	씨니트	88.1	314.4	12.7	1.13	11.3	
	부지화(대조)	87.1	296.6	12.6	1.23	10.3	
서귀포시 신례	‘15. 1. 27. (2014년산)	씨니트	102.2	456.3	12.9	1.17	11.0
		사가34호(대조)	99.9	430.0	12.5	1.10	11.0
		비풍(대조)	95.9	370.5	12.8	1.03	12.4
		부지화(대조)	105.0	425.9	12.8	1.22	10.5
	‘15. 12. 28 (2015년산)	씨니트	93.4	358.9	12.8	0.93	13.7
		사가34호(대조)	90.7	313.0	13.1	0.93	14.2
		비풍(대조)	91.5	324.0	13.1	1.01	13.0
		부지화(대조)	92.8	331.4	12.4	0.76	16.3
	‘17. 1. 5. (2016년산)	씨니트	95.8	394.4	12.7	0.83	15.2
		사가34호(대조)	94.8	375.0	13.2	0.81	16.2
		비풍(대조)	92.4	332.1	12.6	0.97	13.0
		부지화(대조)	93.7	366.9	12.8	0.89	14.4
	평균	씨니트	97.8	403.2	12.8	0.98	13.3
		사가34호(대조)	96.4	372.7	12.9	0.95	13.8
		비풍(대조)	93.7	342.2	12.8	1.00	12.8
		부지화(대조)	97.9	374.7	12.7	0.96	13.7

²⁾ 재배연수 서귀포시 강정 2013년 2년생 정식, 서귀포시 신례 씨니트 2011년 1년생 정식, 사가34호, 비풍 2007년 1년생 정식, 부지화는 약독계 무독묘(MI6A)이며 2006년 1년생 정식

‘썬니트(Suneat)’는 ‘부지화’와 가장 큰 차이점이 붉은색 과피이다(그림 13). 2014년부터 2015년까지 서귀포시 상호(품종개발자 포장) 지역에서는 10월 중하순에는 그다지 차이가 없었지만 이후 과피색 차이가 점차 뚜렷해지는 것으로 조사가 되었다(그림 14). 2015년 표선 토산 지역에서는 더욱 뚜렷하게 확인할 수 있었으며 2016년 표선 성읍 지역에서는 11월 이후 과피색 차이가 점차 나기 시작하여 수확기에는 확연하게 구별이 되었다. 2016년 서귀포시 신례 지역에서는 ‘부지화(Shiranui)’를 못하여 ‘비풍(Hinoyutaka)과 구별이 되었다.

2014년부터 2016년 서귀포시 상호 포장에서 ‘썬니트’의 과피색은 재배연수가 늘어나면서 더욱 뚜렷하게 차이가 나는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 ‘썬니트’의 과피색은 기존 재배 품종 ‘부지화’와는 확연하게 다른 특징으로써 품종을 선택하는데 중요한 요소가 될 것이다. 일본에서는 ‘부지화’의 일종인 ‘다이마사끼(大將李)’ 품종이 있는데 껍질이 붉다. 이 품종은 1997년 가고시마현에서 ‘부지화’ 가지변이로 발견 되었으며 2004년 특성이 안정화 되어 2006년 품종 등록이 되었다. 이 품종은 9월 하순부터 착색이 시작되고 11월 하순 ‘부지화’와 과피색 차이가 확연하다(일본 농림수산성 품종등록 홈페이지).

그리고, ‘부지화’ 품종은 열매 꼭지(테코, Stem)가 있는 독특한 모양을 가지고 있다(그림 13). 일부 농가에서 ‘썬니트’의 열매 꼭지가 ‘부지화’를 비롯한 다른 품종보다 잘 나오지 않는다는 의견이 있었다. 이러한 것을 확인하기 위하여 열매 꼭지의 크기를 시기별로 비교한 결과, 뚜렷한 차이를 찾을 수 없었으며, 서귀포시 신례 포장에서 11월 상순경 다른 품종과 다소 차이가 있었으나 수확기에는 별 차이가 없었다(그림 15). 따라서, ‘썬니트’의 열매 꼭지가 잘 나오지 않는다는 것은 사실이 아니었고 ‘부지화’와 차이가 없음을 확인하였다.



그림 15. ‘썬니트’(좌)와 ‘부지화’(우)의 과피색 차이

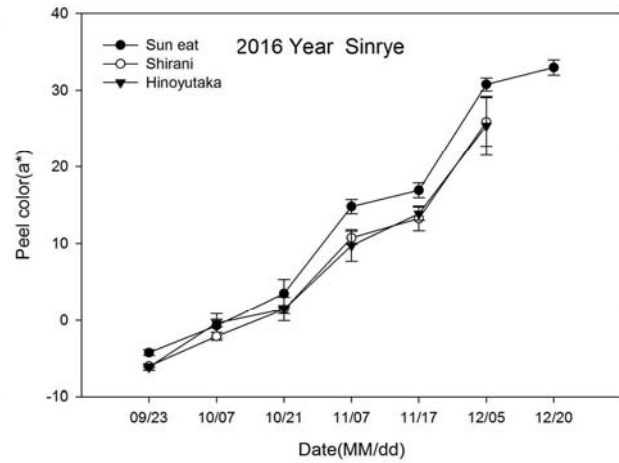
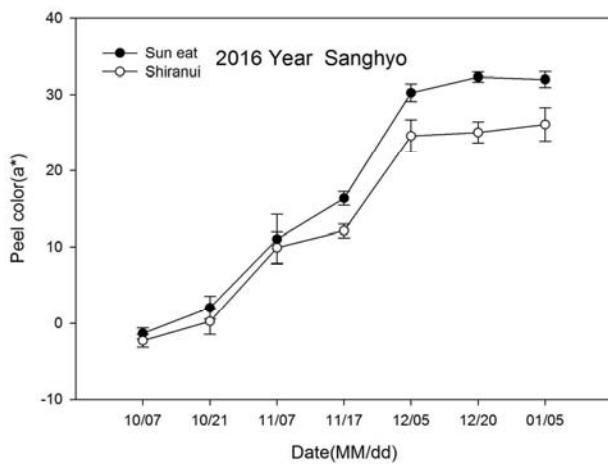
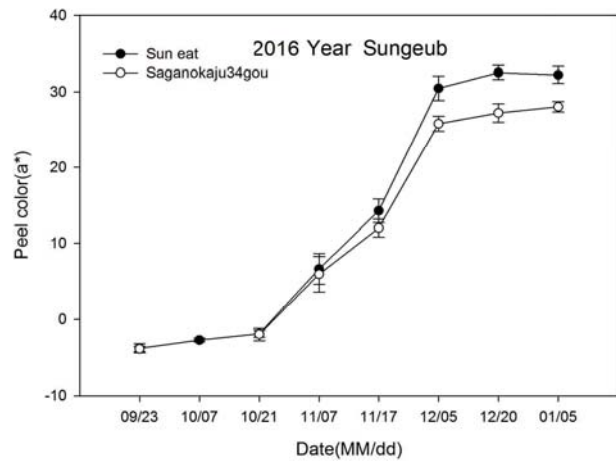
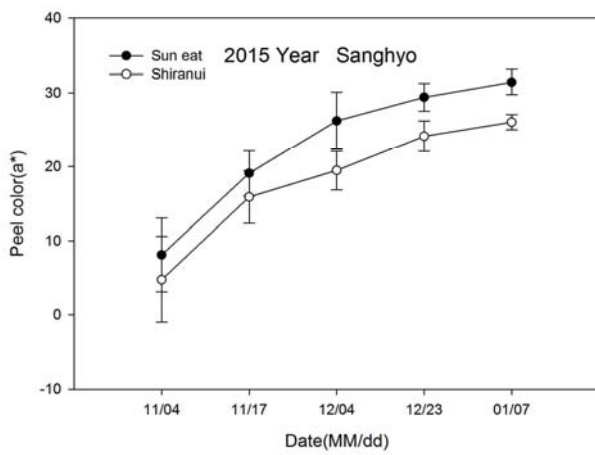
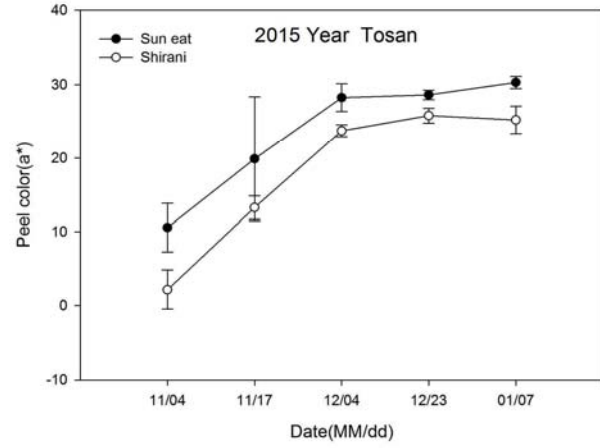
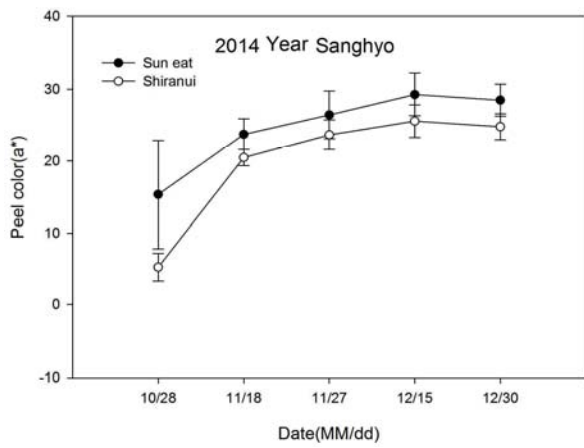


그림 16. 지역별 씨니트의 과피색 변화

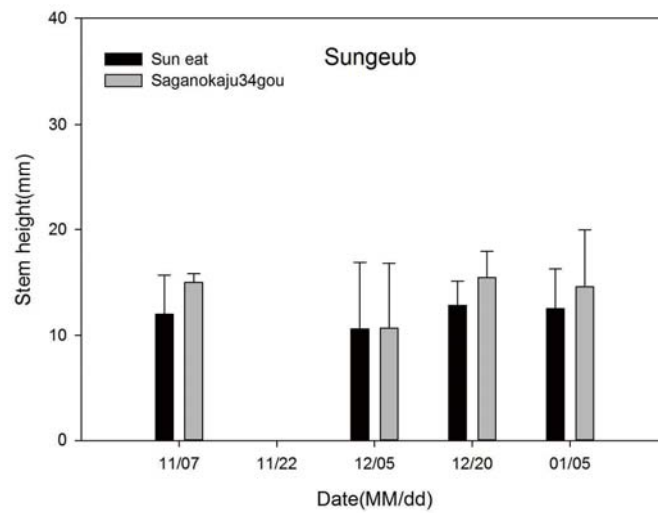
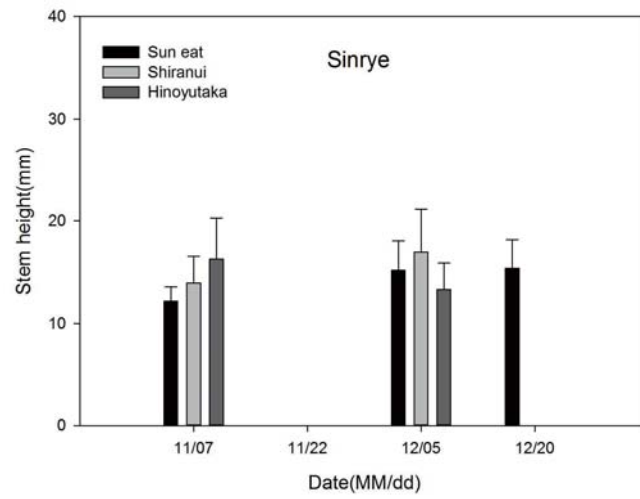
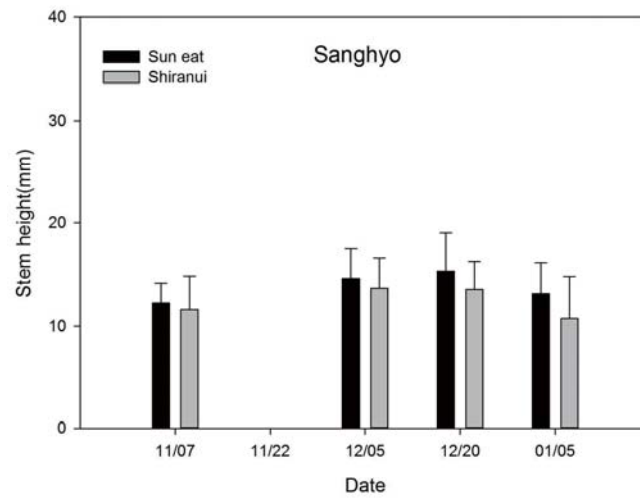


그림 17. '부지화' 유사품종 들에 대한 열매 꼭지 (Stem)의 크기 비교

라. 신예감

‘신예감’은 10월 중순부터 착색이 시작되어 12월 상순이면 완전 착색이 되며 과실 성숙은 12월 중순에서 하순이라고 되어 있다(국립종자원). 서귀포시 강정동 농업기술원 시험포장에서 2016년 3년생을 정식하여 착과된 열매를 대상으로 조사한 결과, 11월 상순부터 착색이 진행되고 1개월 후인 12월 상순이면 완전 착색이 되어 착색 시기는 다소 늦었지만 완전착색 시기는 동일한 결과를 보였다(그림 16). 착색이 시작되면 급속히 진행되는 특징을 보였으며 과피색(a*)이 진하여 색택이 좋은 것으로 생각된다.

과실비대 상황을 조사한 결과(그림 17), 11월 하순까지 급속하게 비대하고 12월 상순 이후 완만하게 진행되었다. 착색이 완료되면 과실비대가 거의 진전되어 성숙기에 접어든 것으로 판단된다.

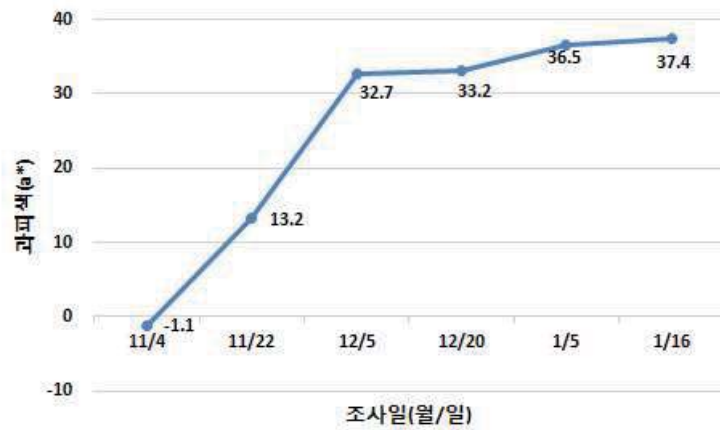


그림 18. ‘신예감’의 과피색 변화(서귀포시 강정, 2016)

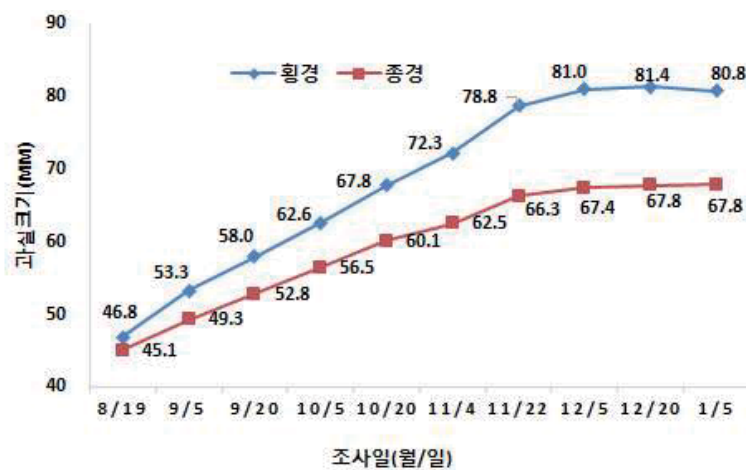


그림 19. ‘신예감’의 과실크기 변화(서귀포시 강정, 2016)

‘신예감’의 당도는 착색이 시작되는 11월 상순까지는 완만하게 증가하다가 착색이 급속하게 진행되는 11월부터 급속하게 증가하고 12월에는 더욱더 증가하였다(그림 18). 또한, 산함량은 10월까지 급격하게 감소하다가 이후 완만하게 감소하여 11월 중순 이후에는 1.00% 이하가 되었다. ‘신예감’은 새로운 품종으로 품질 관리를 위한 기술이 없는 상태이므로 앞으로 토양수분에 따른 당도와 산함량 변화, 과실비대 등에 대한 자세한 조사가 진행되어야 할 것이다.

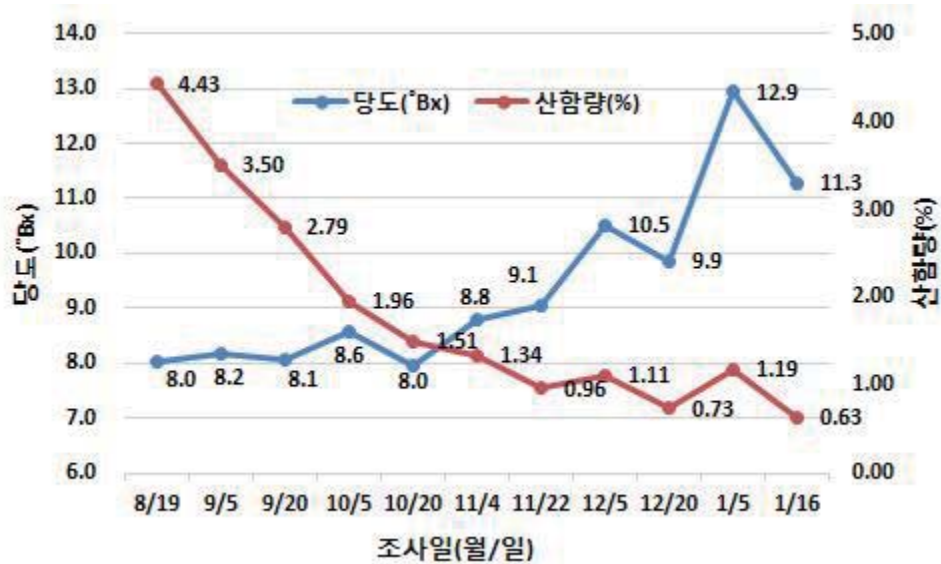


그림 20. ‘신예감’의 당도와 산함량 변화(서귀포시 강정, 2016)

‘신예감’에 대하여 수확시기에 토양을 건조하게 관리하면 역세를 피복하여 토양수분을 유지한 것 보다 당도 1.4°Bx, 산함량 1.4%가 높았다(표 23). ‘신예감’에 대해서는 착색기 이후의 토양수분 조절이 필요할 것으로 보인다. 토양건조 상태가 유지된다면 고품질 과실 생산이 가능하므로 ‘신예감’에 대해서는 수확시기의 건조 관리를 비롯하여 생육기간 내의 토양수분 관리에 대한 연구도 진행되어야 한다.

표 23. 무가운 재배 ‘신예감’에 대한 수확시기 토양건조에 의한 과실품질 비교(서귀포시 강정, 2016)

조사구분	횡경(mm)	과중(g)	당도(°Bx)	산함량(%)	부피정도	과피색(a*)
토양건조 ²⁾	86.4	259.6	12.0	0.70	0.0	37.8
토양피복	83.6	236.3	10.6	0.56	0.6	37.0
LSD(5%)	ns	ns	*	*	ns	ns

²⁾ 토양건조 2016년 11월 중순부터, 토양피복 생육 전 기간 역세 피복함

마. 탐나는봉

‘탐나는봉’은 농촌진흥청 국립원예특작과학원 감귤연구소에서 2000년 ‘부지화’ 주심배 배양을 통하여 2007년 1차 선발을 해서 2010년 최종 선발한 품종이다. 기존 ‘부지화’는 1월 중순 이후 성숙기가 되고 산함량이 높을 때 수확하여 저장하여도 산함량이 감소되지 않는다. 반면, ‘탐나는봉’은 3월 하순에 성숙하고 이전에 수확한 후 저장하여도 산함량이 1% 정도로 낮아져서 식감이 우수한 품종이다(국립종자원). 성숙기의 당도는 15°Brix이상이고 산함량이 1% 정도이기 때문에 상당히 맛이 좋다.

서귀포 신례 지역(서귀포농업기술센터)에서 ‘탐나는봉’의 과중은 300g 정도이고 당도 12.8~13.1°Bx, 산함량은 0.92~0.96%, 이에 따른 당산비는 13.9~14.2로 우수하였다(표 24). 2016년산은 동해로 성숙기 3월까지 조사하지 못하였으나 성숙기까지의 품질을 지속적으로 검토할 필요가 있다.

특히, ‘탐나는봉’에 대해서는 산함량이 낮더라도 3월까지 수확기를 연장할 수 있는지. 저장 후의 과실 품질은 어떻게 되는지에 대한 검토가 이루어져야 한다. 왜냐하면, 구정 명절의 빠름과 늦음에 따라 ‘부지화’의 수확시기를 결정하는 것이 재배농가의 현실이기 때문이다. 이러한 점을 감안하여 산함량이 1% 이하가 되는 시점이 1월 상순이더라도 구정까지 수확시기를 연장할 수 있다면 농가 선택의 폭이 넓어질 것이다. 또한, 산함량 1% 이상의 경우에도 저장 후 판매할 수 있다면 보급상 큰 장점이 될 수 있다.

앞으로 ‘탐나는봉’에 대해서는 이러한 점을 부각시킬 수 있도록 연구를 진행해 나갈 것이다. ‘씨니트’와 더불어 새로운 ‘부지화’의 한 종류로 자리 잡을 것으로 기대된다.

표 24. 무가운 재배 ‘탐나는봉’의 과실품질(서귀포시 신례)

조사일 (년. 월. 일.)	횡경 (mm)	과중 (g)	당도 (°Bx)	산함량 (%)	당산비	과피색 (a*)	비고
2015. 12. 28.	90.7	313.0	13.1	0.93	14.2	25.9	2016년산 동해로 조사 중단
2016. 1. 7.	89.5	300.6	13.1	0.94	13.9	26.4	
2016. 12. 5.	89.3	307.8	13.6	0.96	14.2	27.1	2017년산 조사 중
2017. 1. 5.	89.4	294.8	12.8	0.92	14.0	25.6	

제3절 국내육성 감귤 품종의 플라보노이드 분석

1. 연구방법

2013년 제주특별자치도농업기술원 감귤 유전자원 포장에서 보존 중인 온주밀감(*Citrus unshiu*) 중에서 국내육성 및 기존 품종을 분석 대상으로 하였다. 시료는 품종별로 착색이 시작되는 시기에 과실을 채취하여 과피를 제거한 후 착즙하여 -50℃에서 냉동 보관하면서 플라보노이드 분석용 시료로 사용하였다.

품종별 과실의 착색개시기 과즙액에 5 mM ammonium formate와 0.1% formic acid을 함유하는 메탄올을 20배량 가한 다음 고속브렌더(Polytron PT3100D, Kinematica AG, Swizland)를 사용하여 5분 동안 10,000rpm으로 추출 및 균질화한 후 0.2 μ m membrane filter(Ministart RC 15, Satorius stedim, Germany)로 여과하였다. 여과된 과즙액을 액체질량분석기(UPLC-MS/MS, Acquity UPLC/TQD Triple Quadrupole Mass Spectrometry, Waters, USA)를 사용하여 정성적 확인과 검량선을 작성하여 플라보노이드 성분을 정량하였다.

2. 연구결과

국내에서 육성된 온주밀감(*Citrus unshiu*) 신품종에 대한 보급 확대를 위하여 식용부위인 과육에 대한 기능성 성분 플라보노이드 함량을 분석 비교하였다(표 24, 그림 19). 10월 하순경 수확하는 극조생 온주밀감에서는 국내육성 품종이나 도입 품종 모두 나리루틴과 헤스페리딘 성분이 대부분으로 전체 플라보노이드 함량의 97%를 차지하였고, 루틴, 탄제레틴, 노빌레틴, 시넨세틴도 소량 확인되었다. 10월 하순경 수확하는 극조생 온주밀감의 경우 국내에서 육성된 ‘상도조생’은 기존 도입되어 재배되는 ‘상야조생’과 ‘일남1호’에 비하여 헤스페리딘 성분이 많았으나 나리루틴 성분은 다소 적은 것으로 나타났다. 11월 중순 수확하는 조생온주는 극조생 온주밀감과 달리 전체적으로 나리루틴 성분이 많이 나타났다. 특히, 국내 육성한 ‘하례조생’은 나리루틴이 많았다. ‘상도조생’과 ‘하례조생’의 플라보노이드 함량은 97%가 나리루틴과 헤스페리딘이었으며 루틴, 탄제레틴, 노빌레틴, 시넨세틴도 소량 확인되었다. ‘상도조생’은 기존 재배 품종 ‘일남1호’와 ‘상야조생’에 비하여 헤스페리딘 성분이 많았으며 나리루틴 성분은 상대적으로 적었다. ‘하례조생’은 ‘홍진조생’이나 ‘궁천조생’보다 나리루틴 성분이 많았다.

이번 연구에서는 감귤에 많은 것으로 알려진 나린진 성분은 확인할 수 없었는데 이는 껍질이 아니라 식용부위 과육을 분석하였기 때문으로 생각된다. 앞으로 ‘상도조생’, ‘하례조생’을 비롯한 국내육성 감귤 품종에 대한 플라보노이드 함량을 수확시기 및 부위별로 세밀하게 분석할 필요가 있다. 이러한 기능성 성분 분석을 통하여 국내 육성 감귤 품종에 대한 우수성을 확보해 나가야 할 것이다.

표 25. 감귤 신품종 수확기 과즙의 플라보노이드 성분 함량 비교(ppm)

구 분	품종	Sinensitin	Tangeretin	Nobiletin	Rutin	Narirutin	Hesperidin
극조생	상도조생	0.1764	0.8075	1.7463	2.7969	79.7601	83.3696
	일남1호	0.0555	0.1935	0.4826	3.8620	121.2976	68.7003
	상야조생	0.1041	0.6050	1.1468	4.5525	78.0332	76.4137
조 생	하례조생	0.1012	0.4922	1.0385	4.6212	86.0640	77.4751
	홍진조생	0.0338	0.1931	0.3575	2.8652	67.2186	72.9614
	궁천조생	0.0373	0.1145	0.2596	4.1218	72.0419	75.4303

제 4절 감귤 바이러스 복합검정법 개발 및 농가 포장 조사

Citrus is one of the most important fruit crops worldwide. Cultivation of late-maturity citrus cultivars including ‘Setoka,’ ‘Kanpei,’ ‘Ehimekashi No. 28,’ and ‘Shiranuhi’ is increasing, and these cultivars are to becoming economically important in the Korean citrus industry. Most citrus cultivars are grown as grafted plants. Viral pathogens transmitted by grafting as well as insect vectors can cause economic problems. It has been reported that approximately 30 viruses or virus-like agents were found in citrus trees worldwide (Ito et al., 2002; Korkmaz et al., 2000), and 4 viruses, *Citrus tristeza virus* (CTV), *Citrus tatter leaf virus* (CTLV), *Citrus mosaic virus* (CiMV) and *Satsuma dwarf virus* (SDV) were found in Korean citrus trees (Hyun and Hwang, 2015).

CTV is a member of the genus *Closterovirus*, and is a monopartite ssRNA virus of approximately 19.3 kb. Most isolates of CTV cause stem-pitting and reduce tree vigor (Fig. 1A). Various detection methods have been used for CTV including RT-PCR (Kano et al., 1998; Mehta et al., 1997; Mary et al., 1991), semi-nested RT-PCR (Yamamoto and Fuji, 2008), and real-time PCR (Bertolini et al., 2008; Saponari et al., 2008). CTLV is the type species of the genus *Capillovirus*. CTLV is a 600 - 700 nm long flexuous filamentous particle, with an ssRNA genome consisting of 6500 nt. It can induce bud union abnormality and stunting (Fig. 1B). Current detection methods include biological indexing on Rusk citrange (*Citrus sinensis* (L.) Osb.×*Poncirus trifoliata*), serological diagnosis with Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), and molecular diagnosis with RT-PCR (Miyakawa and Ito, 2000; Shim et al., 2004; Yoshikawa et al., 1996). SDV, the type species of the genus *Sadwavirus*, has polyhedral particles that are ca. 26 nm in diameter and has

two separate positive-strand RNA genome components, RNAs 1 and 2 (Iwanami and Koizumi, 2000). In their 3-terminal regions, RNAs 1 and 2 encode RNA-dependent RNA polymerase (RdRp) and coat protein (CP), respectively (Iwanami 2010). The affected trees are stunted, develop typically boat-, or spoon-shaped leaves (Fig. 1C). *Citrus mosaic virus* (CiMV), *Navel orange infectious mottling virus* (NIMV), *Natsudaidai dwarf virus* (NDV), and *Hyugagatsu virus* (HV) have been described as SDV-related virus (SDV-RV) group (Iwanami 2010, Ito et al., 2004). Historically, these viruses have been recognized as causal agents of dapples on rinds of satsuma mandarin fruits (CiMV) (Fig. 1D), mottling and curling of new leaves of *C. natsudaidai* (NDV), chlorotic spots on navel oranges (NIMV), and brown growth rings on Hyuganatsu (HV) (Ito et al., 2004).

ELISA has been the most commonly employed procedure for the detection of citrus viruses because of its sensitivity, efficacy, and relatively low cost (Garnsey and Cambra, 1991). However, many citrus viruses may be difficult to detect using ELISA because of their low titer or uneven distribution. Polymerase chain reaction (PCR) is a powerful technique that is sensitive and highly specific and has been used to detect citrus viruses. Simple PCR detects one target per reaction and requires different PCR reactions to detect multiple targets. Multiplex PCR is a useful technique since different RNA and DNA viruses may infect a single host, such as a citrus tree. This sensitive technique would be very useful in citrus budwood certification programs (Roy et al., 2005). Several multiplex PCR systems have already been developed for the detection of six viroids and one citrus virus (Ito et al., 2002), and seven citrus viruses (Roy et al., 2005).

In this study, we designed a set of three specific primer pairs for the detection of four citrus viruses and developed a multiplex PCR method that enables the simultaneous detection of four citrus viruses. Viral infection was surveyed on late-maturity citrus cultivars using this multiplex PCR technique.

1. 연구방법

Viral isolates. The citrus viruses, SDV, CiMV, CTV, and CTLV were used in this study. Scions were collected from 22 satsuma mandarin and ‘Setoka’ trees, which showed positive reactions by ELISA for SDV in a preliminary assay. The scions were grafted on trifoliolate and maintained in a greenhouse. Most of samples were co-infected with 3 or 4 viruses (Table 25).

Nucleic acid extraction and uniplex PCR. Total RNA was extracted from approximately 20mg of young citrus leaves using TRIzol reagent (Invitrogen, Cat. No. 15596-026) according to the manufacturer's protocol. The RNA was dissolved in 100 μ l FORMAZOL solution (Molecular Research Center, Inc) for stabilization of RNA solubilization and stored in -20°C or -70°C . RT-PCR was performed as a two-step procedure, which included RT, using a TOPscript cDNA synthesis kit (Enzynomics Cat# EZ105S) for synthesis of cDNA according to the manufacturer's protocol. PCR was carried out with primer sets (Table 26) using Accupower Hotstart PCR pemimix (Bioneer K-5051). Amplification was performed in a programmable thermocycler (Perkin-Elmer Cetus thermal cycler, model 480), using an initial denaturation step of 95°C for 2 min, followed by 35 amplification cycles of denaturation at 94°C for 30 sec, annealing at $50 \sim 55^{\circ}\text{C}$ for 1 min, and extension at 72°C for 2 min, and a final extension at 72°C for 10 min. After PCR, 12 μ l of the product was electrophoresed in a 1.0% agarose gel in $1\times$ TAE buffer for 30min at 3 V/cm and visualized by ethidium bromide staining. A 100-bp DNA Ladder (TaKaRa, Cat# 3407A) was used for molecular weight markers.

Sequence comparison and phylogenetic analyses. To sequence the PP2 gene for the polyprotein of the SDV or CiMV, general procedures for plasmid DNA purification, cloning, and transformation were used, according to each of manufacturer's recommendations. The amplified DNA fragments were recovered from agarose gels and purified using the *AccuPrep* Gel Purification Kit (Bioneer K-3035) and then cloned and transformed using the Topo TA Cloning Kit (Invitrogen, Carlsbad, CA). Sequencing grade plasmid DNA was obtained using the *AccuPrep* Nano-Plus Plasmid Mini Extraction Kit (Bioneer K-3111). For each isolate, DNA was sequenced in both directions using M13 forward and SP6 reverse primers for three subclones. Sequencing was done automatically using dyelabeled dideoxy nucleotides and DNA polymerase in an Applied Biosystems 3730XL DNA sequencer (Applied Biosystems, Inc., Foster City, CA). The consensus sequence for the three subclones was used for phylogenetic analysis. Sequence alignments were done with the CLUSTAL X 2.0 program (Larkin et al., 2007). The region corresponding to base pairs 2,287 to 5,230 of CiMV genomic RNA, segment RNA 2, complete sequence (GenBank AB465581.1), and that corresponding to base pairs 2,235 to 5,311 of SDV genomic RNA (RNA2) for polyprotein, complete cds (GenBank AB009959.2) were used as reference for sequence analysis.

The nucleotide sequences were aligned using Clustal W and pairwise sequence comparisons, and phylogenetic analysis was performed with MEGA 6 (Tamura et al., 2013).

Neighborjoining (NJ) trees were constructed according to the maximum-likelihood method in MEGA 6. A heuristic search employing 1,000 random stepwise addition replicates and all gaps and missing data were completely deleted. Bootstrap values were based on 1,000 repetitions.

Multiplex PCR. Four primer sets were designed for multiplex PCR using Primer 3 version 0.4.0 (<http://bioinfo.ut.ee/primer3-0.4.0/primer3/>): (i) conserved areas within the coat protein gene for both CTV and CTLV; (ii) the PP2 gene for polyprotein for the SDV and CiMV; (iii) the actin gene as a positive control. Specific nucleotide regions were selected in the PP2 gene to design the multiplex PCR primers for simultaneous detection of SDV and CiMV (Fig 2). Multiplex PCR was performed using Accupower Multiplex PCR Premix (Bioneer K-2111). The amplifications were performed in a programmable thermocycler (Perkin-Elmer Cetus thermal cycler, model 480), using an initial denaturation step of 95°C for 2 min followed by 35 amplification cycles of denaturation at 94°C for 30 sec, annealing at 60°C for 1 min, and extension at 72°C for 2 min, and a final extension at 72°C for 10 min. After PCR, 12 µl of the product was electrophoresed in a 1.0% agarose gel in 1× TAE buffer for 30 min at 3 V/cm and visualized by ethidium bromide staining. A 100-bp DNA Ladder (TaKaRa, Cat# 3407A) was used as a molecular weight markers.

Sensitivity of the multiplex PCR. We used CSM-1 isolate co-infected with CiMV, CTV and CTLV to assay the detection sensitivity. The cDNA from CSM-1 isolate was diluted 10, 50, 100, 500 and 1,000 times with DEPC-DW, and then multiplex PCR and uniplex PCR were performed by procedure described above to simultaneously detect 3 viruses and each of CiMV, CTV and CTLV, respectively.

Survey on orchards. Leaf samples were collected from total of 775 trees in 155 orchards in Jeju Island. Of them, 245 trees in 49 orchards were the ‘Setoka’ cultivar, 120 trees in 24 orchards were the ‘kanpei’ cultivar, 135 trees in 27 orchards were the ‘ehimekashi No. 28’ cultivar, and 275 trees in 55 orchards were the ‘shiranuhi’ cultivar (Table 3). The collected samples were assayed using multiplex PCR for detection of SDV/CiMV, CTLV, and CTV. The RNA extraction and multiplex PCR were performed by procedure described above.

2. 연구결과

Uniplex PCR. Twenty-two isolates were assayed for CTV, CTLV, SDV, and CiMV using uniplex PCR with the primer sets shown in Table 26. CISD and Sadwa primer sets

were used to detect CiMV. SRNA, SDV, and SDV(2014) primer sets were for SDV, and RV-FW primer set was for simultaneous detection of SDV and CiMV. Nine of the 22 isolates were detected with CIRD, and 19, 12, 4, 9, and 8 isolates were detected with the Sadwa, SDV, Iwanami, SRNA, and RV-FW primer sets, respectively. SDV/CiMV were detected with PP2-1 primer sets in all isolates tested. CTV was detected in all isolates with the CTCpo1/ 2 and CTV52/32 primer sets. CTLV was detected in 7 isolates with the ASGV-dn/up primer set (Table 25).

Sequence comparison of SDV and CiMV isolates. All tested isolates were positive for SDV by ELISA in a preliminary assay (data not shown). However, the detection level was different in PCR assay with different primer sets, and SM-20, SM-23, Mya-3, CSM-1, CSM-2, Dosun, Se-CiMV-1, and Sun-CiMV isolate were not detected in uniplex PCR with CIRD, SRNA, SDV, and RV-FW primer sets based on gene of Japan isolates (Table 27). Therefore, we partially cloned PP2 gene for polyprotein and used it for sequence comparison of the SDV and CiMV isolates to design more specific and common primer for SDV and CiMV. The cloned genomes consisted of from 2,931 to 3,063 nt. CiMV and SDV isolates were distinctively divided into two groups based on phylogenetic analysis and pairwise sequence comparisons using the sequence of the PP2 gene (Fig. 22). The Korean CiMV isolates except for the CSM-5 isolate had 99.1 - 100.0% nucleotide sequence identity with one another and shared 95.5 - 96.2% sequence identity with Japanese isolate. Two Korean isolates of SDV showed 99.3% identity with one another, and 97.1 - 97.7% sequence identity as compared with Japanese isolate (Table 28).

Specific primer design and multiplex PCR. We designed specific primers for multiplex PCR to simultaneously detect 4 citrus viruses. The CTV-Po primer set was designed from a gene amplified with CTCpo1/2 primers for CTV, and the CTLV(2013) primer set was used for CTLV (Table 26). PP2-1 primer set was designed from specific nucleotide regions in the PP2 gene for simultaneous detection of SDV and CiMV (Fig. 23). RT-PCR assay using the PP2-1 primer set detected all isolates tested in this study including 19 CiMV isolates and 2 SDV isolates identified by PP2 gene analysis (Table 26). The actin gene was amplified with an actin (F/R) primer set as a positive control. Four amplified products of the expected sizes (412 bp for CTV; 607 bp for CTLV; 835 bp for SDV and CiMV; and 210 bp for actin) were observed in infected samples (Fig. 24). We verified that each of the PCR products were specifically amplified corresponding the gene of the expected virus by sequence analysis (data not shown).

Sensitivity of the multiplex PCR. Detection sensitivity of multiplex PCR was compared

with uniplex PCR for each of CiMV, CTV, and CTLV. CiMV and CTLV were enoughly detected until 1 : 500 dilution of cDNA and CTV was detected 1 : 50 dilution in multiplex PCR. CiMV and CTLV were also detected until 1 : 500 dilution and CTV was detected in 1 : 10 and 1 : 50 dilution (Fig. 25).

Survey on orchards. SDV or CiMV, and CTV were detected in 35.2% and 72.1% of 775 trees in 155 orchards using multiplex PCR, respectively. Forty-three point seven percent of 245 'Setoka' cultivar trees in 49 orchards were infected with SDV/CiMV, and 62.9% were infected with CTV. Forty percent and 75.0% of 'Kanpei' cultivar trees were infected with SDV/CiMV and CTV, respectively. SDV/CiMV and CTV were found in 32.6% and 92.7% of trees of the 'Ehimekashi No. 28' cultivar, respectively. In the 'Shiranuhi' cultivar, 26.8% and 69.0% of 275 trees in 55 orchards were infected with SDV/CiMV and CTV (Table 29, Fig 26). CTLV was not detected in any of the trees tested.

Table 25. Virus isolates and detection of citrus viruses using several primer sets

Virus isolate	Primer											
	CiMV		SDV		SDV/CiMV		CTV		CTLV		ASGV-d n/up	CTLV (2013)-F /R
	CISD	Sadwa	SRNA	SDV	SDV	SDV (2014)	RV-F W	PP2-1	CTCpol1/2	CTV-52 /32		
SM-1	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-
SM-5	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-
SM-26	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-
SM-7	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-
SM-12	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+
SM-16	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+
SM-20	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-
SM-21	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-
SM-23	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-
SM-27	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-
Mya-3	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
CSM-1	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+
CSM-2	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
CSM-5	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+
Dosun	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+
Jung-CiMV-3	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-
Se-CiMV-1	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-
Se-CiMV-3	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-
Nam-CiMV	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-
Sun-CiMV	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-
Se-SDV-1	. ^a	-	+	+	+	+	·	+	+	+	+	-
Se-SDV-2	·	+	+	+	+	+	·	+	+	+	+	-

^a Not tested

Table 26. Primers used to detect the 4 citrus viruses in unplex or multiplex PCR

Target (Virus)	Name	Primer Sequence (5' - 3')	Amplified gene	Product size	Reference
CTV	CTCpo1	5'-TACCGTCCCAAAACCAACTA-3'	CP	738	Mary et al.(1991)
	CTCpo2	5'-CATGGCAGGTTATACAGTAC-3'			
	CTV-52	5'-CGAGGTATCATTTCTTCGAGC-3'	CP	640	Kano et al. (1998)
	CTV-32	5'-CGCCATAAACAAGTTGCG-3'			
CTV-Po-F	5'-GTGGCCAATAGGTCCTCGTAGA-3'	CP	412	In this study	
	CTV-Po-R				5'-CGGGTCTCAACCTAGCCATA-3'
CiMV	CISD-5	5'-ACCTGCGATATAATTGCAGG-3'	PP2	1050	In this study
	CISD-3	5'-CAGAAATCAAGAAAAACACGC-3'CiMV			
CiMV	Sadwa(F)	5'-ACGTTCCTTCCAAAGGGAGT-3'	PP2	818	In this study
	Sadwa(R)	5'-CTCCAACAAGGGAGTTTGA-3'			
SDV	SRNAIM	5'-YYRSAATCAAGWAAAACAC-3'	S-58 RNA1	1176	Ito et al. (2007)
	SRNAIP	5'-TYTKAARTGGAGYTGATSGG-3' SDV			
SDV	SDV(2014)-F	5'-CAACACATCGGGAGGAAACT-3'	PP2	745	In this study
	SDV(2014)-R	5'-AGCATGGAAGATGGACCTTG-3'			
	SDV-CM	5'-CAGAAATCAAGAAAAACAC-3'	S-58 RNA2	1526	Ito et al. (2007)
	SDV-CP	5'-GGAAAGCTGTTATTTAGG-3'			
SDV/CiMV	FW146	5'-ACTAGGGATAGGCCCTAG-3'	RNA2	342	Iwanami, T.(2010)
	RV488	5'-GGACCGATATTGGGCCAT-3'			
	PP2-1(F)	5'-ACATTCGGGCAGCAGCAAGAT-3'	PP2	883	In this study
	PP2-1(R)	5'-TCCYTGAGWGATAGACCATGC-3'			
CTLV	ASGV-dn	5'-CTCGAGACCCCTCCAGTTCCAAGTTA-3'	CP	720	Shim et al. (2004)
	ASGV-up	5'-CATAATGAGTTTGGAAAGACGTGCTTC-3'			
	CTLV(2013)-F	5'-CGAAAACCCCTTTTGTCTC-3'	CP	607	In this study
	CTLV(2013)-R	5'-ATAGACCCGGCAAAGGAACT-3'			
Actin	Actin-F	5'-TCCACCATGTTCCCAAGGTAT-3'	Actin	210	In this study
	Actin-R	5'-CATCTCTGTCTGCCACCTGA-3'			

Table 27. Areas, cultivars, trees, and number of orchards surveyed in Jeju Island

Cultivar	N. of surveyed tree / orchard				Total
	South	West	North	East	
Setoka	120/24	50/10	35/7	40/8	245/49
Kanpei	45/9	25/5	25/5	25/5	120/24
Ehimekashi No. 28	60/12	25/5	30/6	20/4	135/27
Shiranuhi	125/25	50/10	40/8	60/12	275/55
Total					775/155

Table 28. Pairwise sequence comparison of nucleotide sequences of the PP2 gene (% identity)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1.Sun-CiMV																								
2.CSM-5	85.7																							
3.CSM-1	99.9	85.7																						
4.CSM-2	99.9	85.8	99.9																					
5.SM-27	99.5	85.7	99.5	99.6																				
6.Dosun	99.5	85.5	99.5	99.6	99.3																			
7.Jung-CiMV3	99.4	85.3	99.4	99.4	99.1	99.1																		
8.Nam-CiMV	99.3	85.2	99.3	99.4	99.1	99.1	99.1																	
9.Mya-3	99.9	85.7	99.9	99.9	99.6	99.6	99.5	99.4																
10.SM-1	99.8	85.7	99.8	99.9	99.6	99.6	99.4	99.4	99.9															
11.SM-5	99.6	85.9	99.6	99.6	99.4	99.4	99.2	99.1	99.7	99.6														
12.SM-6	99.7	85.7	99.7	99.8	99.5	99.5	99.4	99.3	99.7	99.8	99.6													
13.SM-7	99.8	85.7	99.8	99.9	99.6	99.6	99.4	99.4	99.9	100	99.6	99.8												
14.SM-12	99.6	85.6	99.6	99.6	99.4	99.4	99.2	99.7	99.7	99.8	99.4	99.6	99.8											
15.SM-21	99.6	85.8	99.6	99.7	99.4	99.7	99.3	99.2	99.8	99.7	99.5	99.6	99.7	99.5										
16.SM-16	99.9	85.7	99.9	99.9	99.5	99.5	99.4	99.3	99.9	99.8	99.6	99.7	99.8	99.6	99.6									
17.SM-20	99.6	85.7	99.6	99.7	99.4	99.4	99.3	99.2	99.8	99.7	99.5	99.6	99.7	99.5	99.6	99.6								
18.SM-23	99.7	85.7	99.7	99.8	99.6	99.5	99.4	99.3	99.9	99.8	99.6	99.7	99.8	99.6	99.6	99.7	99.6							
19.Se-CiMV-3	99.4	85.3	99.4	99.4	99.1	99.1	100	99.1	99.5	99.4	99.2	99.4	99.4	99.2	99.3	99.4	99.3	99.4						
20.S-CiMV-1	99.8	85.8	99.8	99.9	99.6	99.6	99.4	99.4	99.9	99.9	99.6	99.8	99.9	99.6	99.9	99.8	99.7	99.8	99.4					
21.Se-SDV-1	71.1	69	71	71	70.7	70.9	71	70.9	71	70.9	70.8	71	70.9	71	70.9	70.9	70.9	70.9	71	70.9				
22.Se-SDV-2	70.8	68.7	70.7	70.7	70.4	70.6	70.7	70.6	70.7	70.6	70.5	70.7	70.6	70.7	70.6	70.6	70.6	70.6	70.7	70.6	70.6	99.3		
23.CiMV ¹	96.1	85.4	96.2	96.1	96	95.8	95.5	95.5	96.1	96	95.8	95.9	96	95.8	96	96.1	96	96.1	95.5	96	70.6	70.3		
24.SDV ²	69.8	68.4	69.7	69.7	69.4	69.6	69.7	69.6	639.7	69.6	69.5	69.7	69.6	69.7	69.6	69.6	69.6	69.6	69.7	69.6	69.6	97.1	97.7	69.2

¹Bases 2,287 to 5,230 of citrus mosaic sadwavirus genomic RNA, segment RNA 2, complete sequence (GenBank AB465581.1)

²Bases 2,235 to 5,311 of satsuma dwarf virus genomic RNA (RNA2) for polyprotein, complete cds(GenBank AB009959.2)

Table 29. Infection rate of citrus viruses in late- maturity cultivars in Jeju Island by multiplex PCR

Cultivar	Infection rate (%)		
	SDV or CiMV	CTLV	CTV
Setoka	43.7	0	62.9
Kanpei	40.0	0	75.0
Ehimekashi No. 28	32.6	0	92.7
Shiranuhi	26.8	0	69.0
Total	35.2	0	72.1



Fig. 21. Typical symptoms of citrus viral infection. A: *Citrus tristeza virus* (CTV) on yuju (*Citrus junos*), B: *Citrus tatter leaf virus* (CTLV) on early satsuma mandarin (*Citrus unshiu* 'Miyagawa Wase'), *Satsuma dwarf virus* (SDV) on 'Setoka' (*Citrus unshiu* × *C. sinensis*) × *C. reticulata*, and *Citrus mosaic virus* (CiMV) on very early satsuma mandarin (*Citrus unshiu* 'Miyamoto Wase').

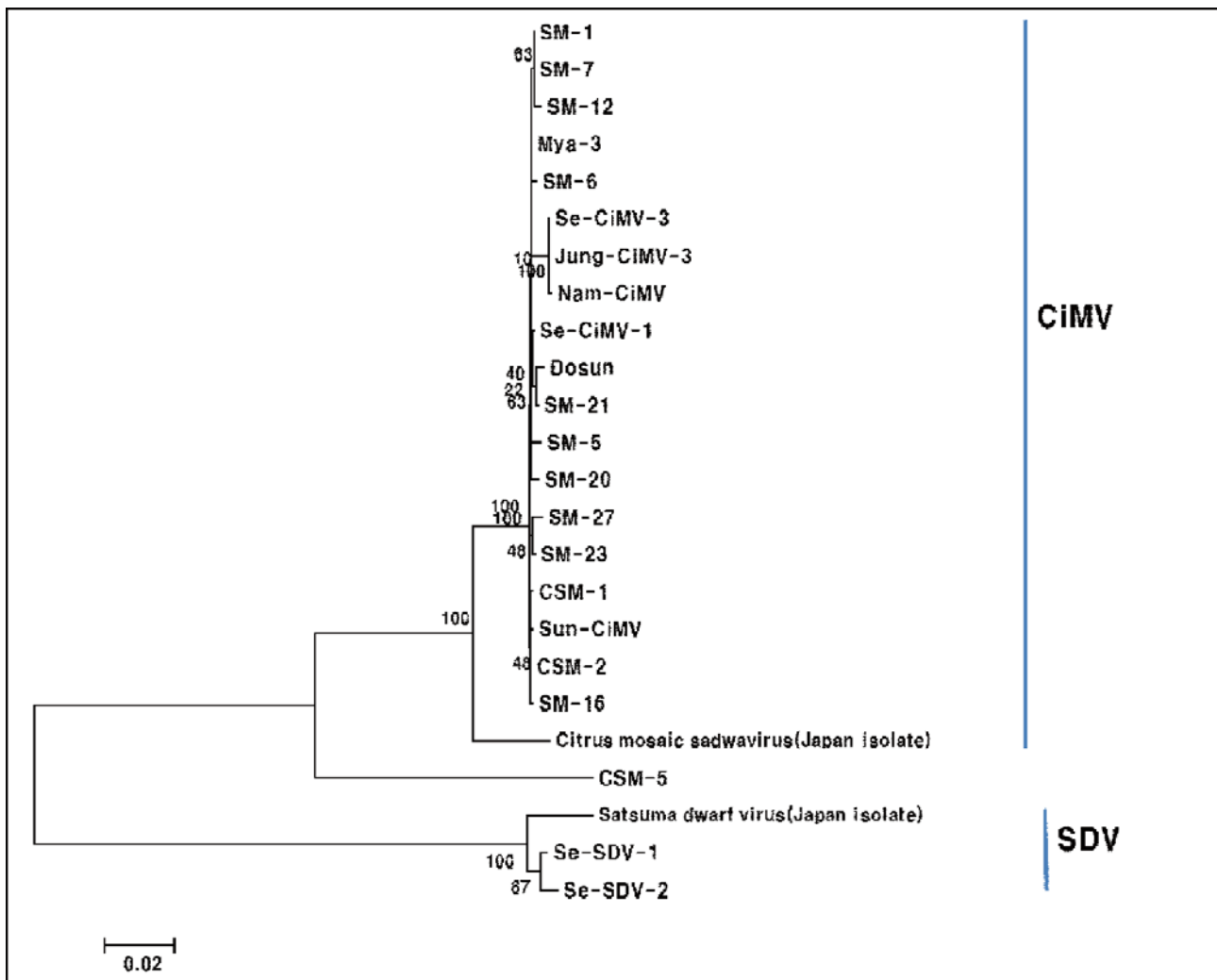


Fig. 22. Phylogenetic tree resulting from maximum parsimony analysis of sequences of the PP2 gene. Bootstrap values are based on 1,000 replicates.

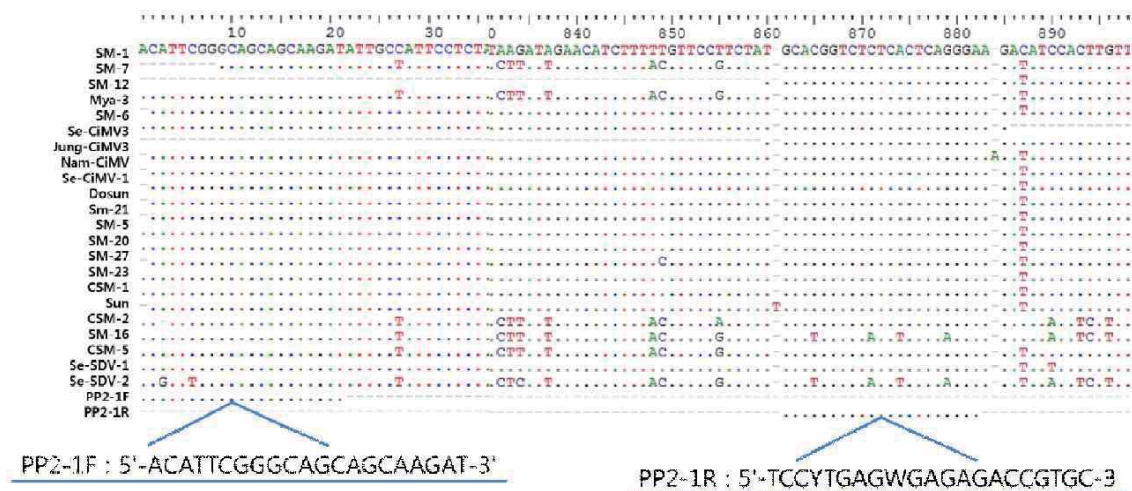


Fig. 23. Primers used in multiplex PCR to detect *Satsuma dwarf virus* (SDV) and *Citrus mosaic virus* (CiMV), derived from the PP2 gene.

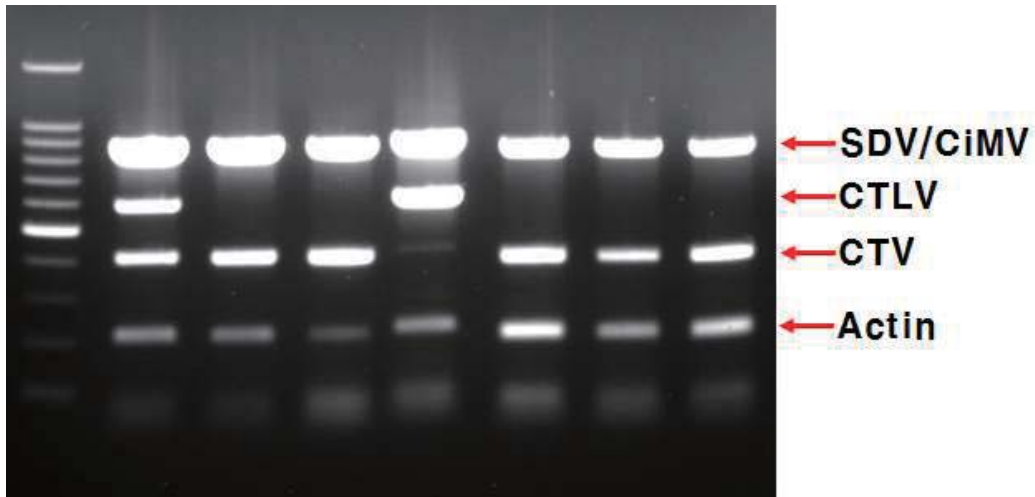


Fig. 24. Simultaneous detection of citrus viruses using multiplex PCR

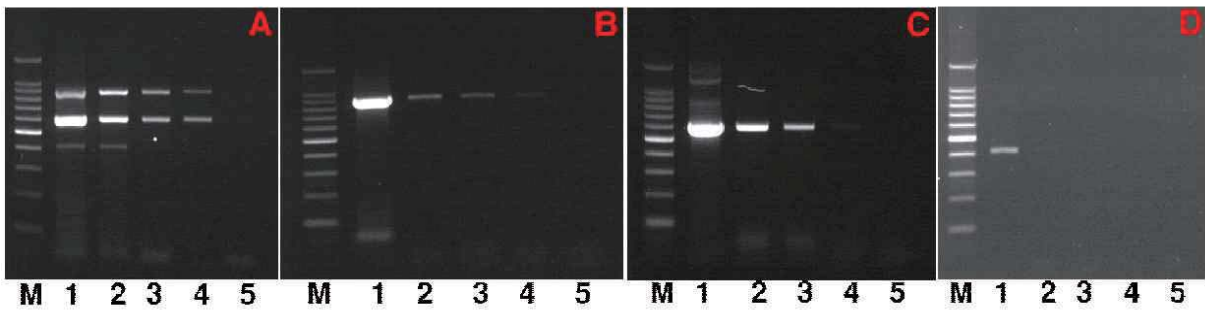


Fig. 25. Comparison of detection sensitivity between multiplex PCR and uniplex PCR for each of CiMV, CTV, and CTLV. A: multiplex PCR; B, C and D : uniplex PCR for each of CiMV, CTLV and CTV, respectively. Lane M: 100-bp DNA Ladder, lane 1 - 5: 10, 50, 100, 500, and 1,000 times dilution of cDNA from CSM-1 isolate.

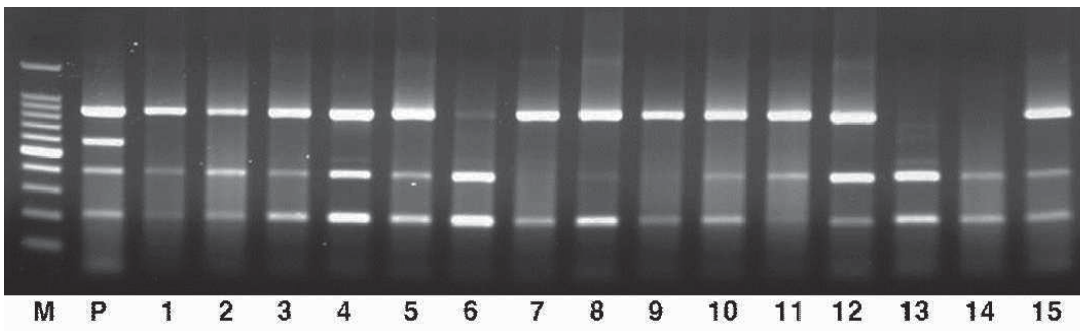


Fig. 26. Detection of 4 citrus viruses from 'Kanpai' citrus trees in orchards by multiplex PCR assay. Lane M: 100-bp DNA Ladder, lane P: positive control, lane 1 - 15: isolates from 'Kanpai' citrus trees.

3. 고찰

It was suggested that SDV was distinct from the *Comovirus*, *Fabavirus* and *Nepovirus* genera, and needed to be separated into a new genus, probably within the family *Comoviridae* (Iwanami, et al., 1999). SDV is currently only one species in the genus *Sadwavirus* in the family *Secoviridae*, in the order *Picornavirales* (International Committee on Taxonomy of Viruses. <http://ictvonline.org/virusTaxonomy.asp>).

The all virus isolates used in this study showed positive reaction in ELISA using monoclonal antibody of SDV in preliminary assay. Nineteen isolates were identified CiMV and two isolates were SDV by sequence analysis of PP2 gene (Fig. 22). This might be caused by that CiMV was serologically related to SDV. This result showed that most isolates in Jeju Island were CiMV rather than SDV or SDV-related other virus species though co-infections with SDV and CiMV might be there. The sequence analysis of PP2 gene were not consistent to RT-PCR analysis using Sadwa and SDV(2014_) primer sets based on gene of Korean as well as Japan isolates (Table 25, Fig 22). This might be mostly caused by variation in isolates or coinfection. Any primer sets used in this study did not detect all isolates tested. However, the PP2-1 primer set designed from PP2 gene of Korean isolates successfully detected all isolates tested in this study including 19 CiMV and 2 SDV isolates. Therefore, we think the PP2-1 primer set was more effective than already designed primer sets to detect SDV or CiMV isolates. SDV or CiMV were differently detected in RT-PCR assay according to each of all primer sets tested for SDV or CiMV (Table 25). Some isolates didn't even positively react in any primer sets CIRD, SDV, Iwanami, SRNA and RV-FW designed based on gene of Japan isolates (Table 25). This might be caused by variation among isolates, and relatively low similarity between Korean and Japan isolates because the primer sets, CIRD, SRNA, SDV and RV-FW were designed based on gene of Japan isolates. The coat protein of CiMV, NIMV, and HV shared 77 - 82% amino acid sequence identity with that of SDV (Ito, et al., 2004). Nucleotide sequence identity of PP2 gene was 70.4 - 71.1% between SDV and CiMV isolates in Korea (Table. 28). The Korean isolates of CiMV except CSM-5 isolate had 99.1 - 100.0% nucleotide sequence identity and 95.5 - 96.2% between Korean isolates and Japan isolate. Two Korean isolates of SDV showed 99.3% identity, and 97.1 - 97.7% among Korean and Japan isolates. Analysis of 1139 nucleotide sequences of 3'-terminal RNA 1 gene revealed three CiMV variants that differed by up to 5.4% (Ito et al, 2007).

SDV or CiMV were infected in 'Setoka', 'Kanpei', 'Ehimekashi No. 28' and 'Shiranuhi' cultivar of late maturity citrus by 43.7, 40.0, 32.6 and 26.8%, respectively (Table 29). It have been reported that total fresh weight of the whole plants and fruit yield in citrus tree infected with SDV were decreased by approximately 60% and 25 - 45%, respectively, as

compared with healthy plants (Imada, et al., 1980). Therefore, late maturity citrus cultivars in Jeju might be affected by SDV or CiMV. CTV was highly infected, the infection rates were 62.9% - 92.7%. However, we did not observe severe symptoms by CTV, and most of CTV isolates were mild strain in Jeju Island in our preliminary ELISA test with antiserum for CTV mild strain (data not shown). By these results, we think CTV is not damage severely to late maturity citrus cultivars tested in this study though infection rate was very high. Kim et al. (1999) reported CTLV was detected in 9.3% of trees tested and the infection rate was relatively high in very early satsuma mandarin (*Citrus unshiu* 'Iwasaki Wase' etc) by ELISA. However, CTLV was not detected at all in this survey. These results might be caused by that which the trees showing CTLV symptom were constantly removed and late maturity citrus cultivars were grafted on early satsuma mandarin rather than very early satsuma mandarin mainly infected with CTLV.

Citrus mosaic sadwavirus (CiMV), Navel orange infectious mottling virus (NIMV), Natsudaiddai dwarf virus (NDV), and Hyugagatsu virus (HV) have been described as SDV-related viruses (Iwanami 2010, Ito et al., 2004). CSM-5 isolate had approximately 85.5% and 69.0% of nucleotide sequence identity of PP2 gene by isolates of CiMV and SDV in Korea, respectively. And there was 79.2% of nucleotide sequence identity between CSM-5 and NDV isolate in Japan. These results suggest that CSM-5 isolate might be other species of SDV-related viruses.

The all isolates of SDV/CiMV, CTLV and CTV detected by uniplex PCR in tested isolates were equally verified in multiplex PCR assay developed in this study though some isolates were more strongly detected in uniplex PCR than multiplex PCR. Detection limit was not different in multiplex PCR and uniplex PCR assay for each of SDV, CiMV, CTV, and CTLV. Therefore, this multiplex PCR method may be successfully used for simultaneously detecting 4 citrus viruses as well as multiple virus infections in the same plant because it was a simple, reliable, rapid and effective diagnostic method.

제 5 절. Multiplex real-time PCR에 의한 바이러스 복합검정법 개발

다중 정량 PCR법에 의해 CTV, CTLV, SDVg 바이러스를 복합적으로 검정하기 위하여 표 30과 같이 프라이머와 프로브를 제작하여 사용하였다. 제작된 프라이머들은 uniplex PCR 검정에서 목표의 유전자를 증폭하였다(그림 27). 위 CTV, CTLV, SDVg 바이러스들을 동시에 검정하기 위하여 실험 결과 CTLV나 SDVg는 검출이 잘되었지만 CTV는 검출되지 않았다(표 30)(그림 28). 따라서 SDVg와 CTLV을 동시에 검정하도록 설계를 하여 검출하였다(표 2)(그림 29)

표 30. Multiplex real-time PCR에 사용된 프라이머 및 프로브

바이러스	프라이머 및 프로브	염기서열
CTV	CTV-RT-2-F	5'-ggacgttatcgaaaagtttg-3'
	CTV-RT-2-F	5'-ttccgttttcgttttgtaat-3'
	Probe(CTV-2)	5'-FAM/ccaataggtcggtagatgcg/Iowa Black FQ-3'
CTLV	CTLV-RT-3-F	5-TTGGCTCGTGAATTTCTTCAT-3'
	CTLV-RT-3-R	5'-CGAAAACCCCTTTRTGTCCCT-3'
	Probe(CTLV-3)	5'-Hexa/ATTYGATTTTGCCACYGGTC/Iowa Black FQ-3'
SDV/CiMV	SDVg-RT-1-F	5'-GGTGGTTACCAAGCCGTAGA-3'
	SDVg-RT-1-R	5'-CGGGGATCTCGCTATTATCA-3'
	Probe(SDVg-1-2)	5'-ROX/TGATGTCTCGGAGCCCGTAA/Iowa Black RQ-3'

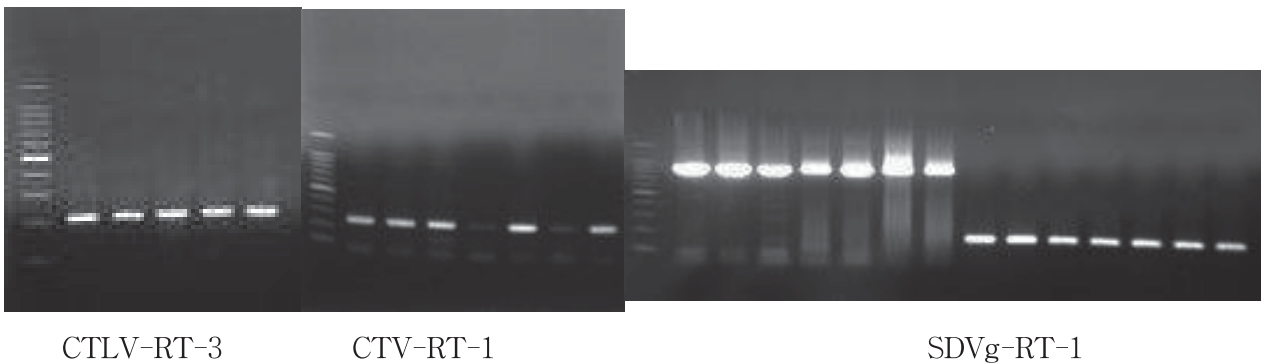


그림 27. 위 프라이머들을 이용한 바이러스 PCR검정

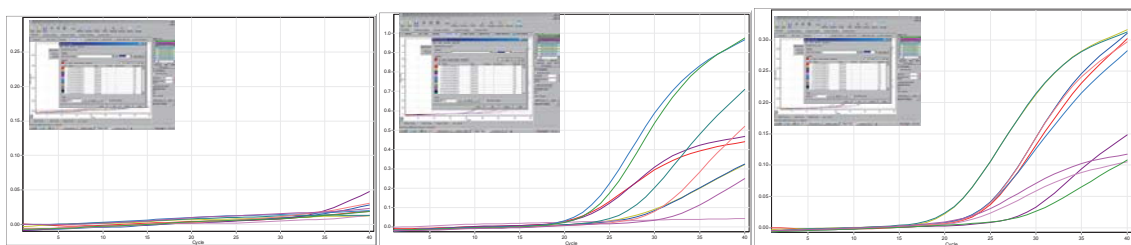


그림 28. Multiplex real-time PCR에 의한 CTV(좌), SDVg(중) 과 CTLV(우) 검정:
CTV/SDV계통/CTLV

표 31. CTV/SDVg/CTLV에 대한 다중 정량 PCR 검정 결과

Primer and probe	Ct		
	SDVg	CTLV	CTV
CTLV+CTV2+SDV1-2	21.57	25.9	-
CTLV+CTV2+SDV1-2	27.02	22.19	-
CTLV+CTV2+SDV1-2	27.71	25.58	-
CTLV+CTV2+SDV1-2	21.94	31.6	-
CTLV+CTV2+SDV1-2	-	28.84	-
CTLV+CTV2+SDV2-1	21.01	25.75	-
CTLV+CTV2+SDV2-1	25.44	22.17	-
CTLV+CTV2+SDV2-1	28.44	25.67	-
CTLV+CTV2+SDV2-1	21.76	33.29	-
CTLV+CTV2+SDV2-1	31.54	27.48	-

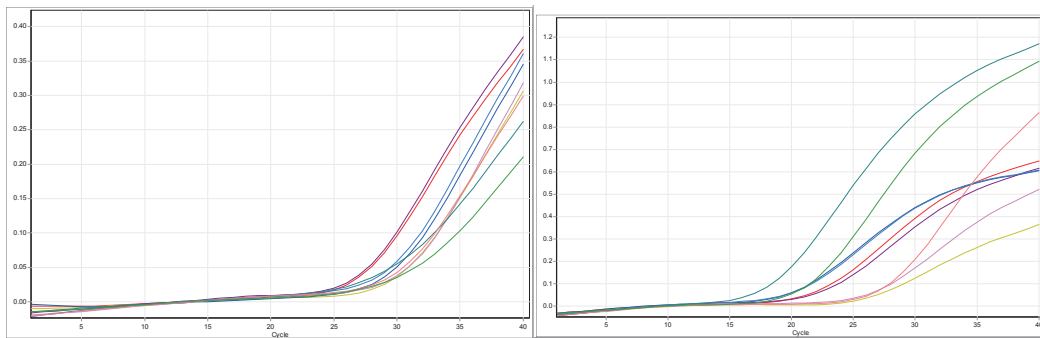


그림 29. Multiplex real-time PCR에 의한 CTLV, SDVg 검정: CTV/SDV

표 32. CTV/SDV계통에 대한 다중 정량 PCR 검정 결과

Primer and probe	Ct	
	SDVg	CTV
CTV2+SDV1-1	23.16	27.88
CTV2+SDV1-1	28.99	30.85
CTV2+SDV1-1	21.4	29.91
CTV2+SDV1-2	23.68	27.65
CTV2+SDV1-2	27.94	30.85
CTV2+SDV1-2	21.57	29.43
CTV2+SDV2-1	18.34	29.48
CTV2+SDV2-1	27.82	30.46
CTV2+SDV2-1	21.39	31.38

제 6 절 바이러스 무병 원원종 생산

1. 경정배양에 의한 무병 원원종 생산

대만 대학 홍지수 교수의 방법(그림 29)에 따라 아래와 같은 방법으로 무병원원종을 생산하였다.

사용 배지는(STG medium) 아래와 같다.

○ Solid medium

MS salt mixture (Gibco BRL) 2.5 g, Sucrose 20g, agar 10g/1L

○ Solid medium

MS salts 2.5g, sucrose 30g, growth factor 1ml/1L

※ Growth factor : I-inositol 100mg, thiamine-HCl 0.2mg, pyridoxine-HCl 1mg, nicotine acid 1mg





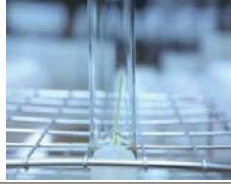




1. 고체 배지에서 3주간 배양된 백화 대목 준비	
↓	
2. 열처리→접수의 성장점 채취(약 0.2mm)	
↓	
3. 대목에 삼각형 홈을 만든다	
↓	
4. 삼각형 홈에 성장점 접목	
↓	
5. 액체배지에 위치 후 약 3일간 암 배양	
↓	
6. 1/2 광 조건에서 5일간 배양	
↓	
	
7. 완전한 광 조건에서 4주 이상 배양	
↓	
8. 포트에 옮겨 온실 조건에서 배양	
↓	
	
9. 이중 접목	

그림 29-1. 무병묘 생산 flow-chart

2016 년 까지 하례조생, 부지화, 감평, 베니마돈나, 세토카, 세토미, 탐도 3 호, 신예감, 탐나는 봉, 탐빛 1 호, 씨니트, 탐도리에 대해 무병 원원종을 확보하였다(표 33).

표 33. 무병 원원종 생산 품종 및 개체 수

품종명	원원종(주)	원종(주)	
하례조생	12	23	2013
부지화	20	40	2013
감평	5		2014
베니마돈나	2		2014
세토카	5	10	2014
세토미	1		2015
탐나는봉	5	30	2015
탐도3호	5	16	2015
신예감	5	13	2015
씨니트	5		2016
탐도리	1		2016
탐빛1호	3		2016
소 계	69		

2. 무병 원원종 및 원종을 위한 대목 선발

무병 원원종을 생산하기 위한 경정 접목용 대목을 선발하기 위하여 탕자, 사워오렌지, 스윙글 종자를 열매에서 채집하여 겉 껍질을 벗기고 1% hypochlorite에서 1분간 표면 살균하고 건조시킨 후 STG고체 배지 25ml이 들어 있는 시험관에 파종하고 20, 25, 30, 35℃ 각각의 온도조건에서 배양하며 길이와 대목 유효율(길이가 40mm이상 자란 대목의 비율)을 조사하였다. 처리당 20립씩을 조사하였다.

시험 결과 처리된 모든 온도 조건에서 스윙글이 가장 생장이 우수하였다(그림 30, 31, 32, 33).

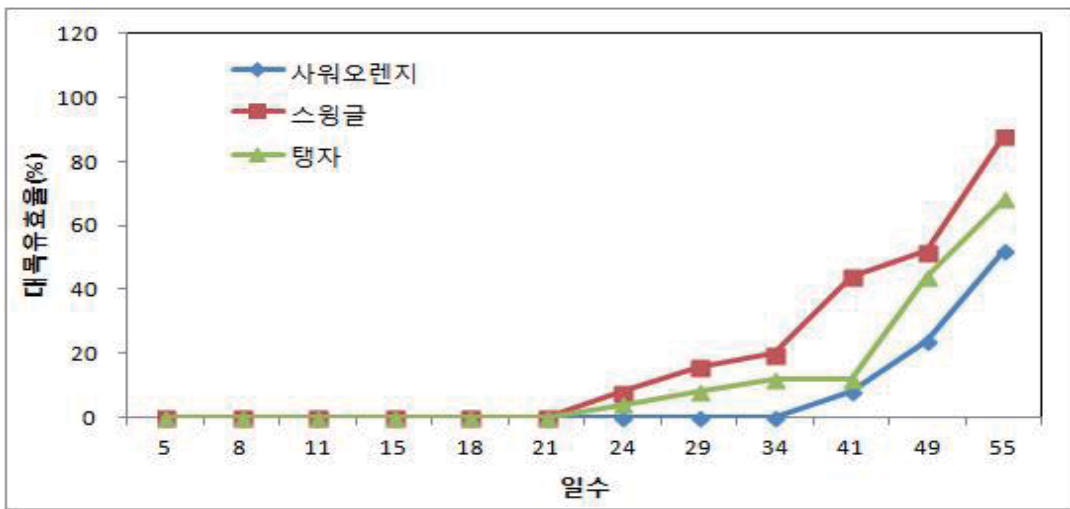
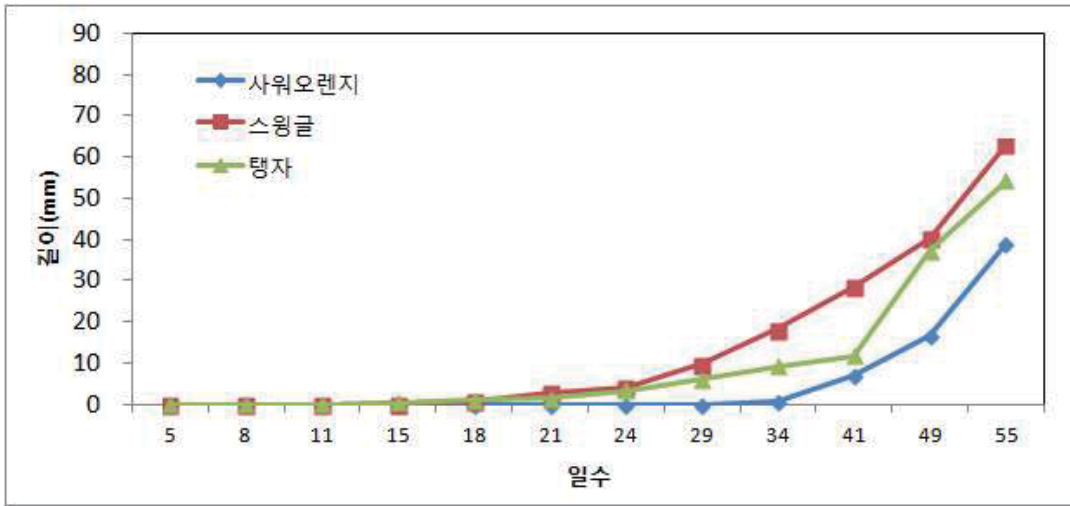
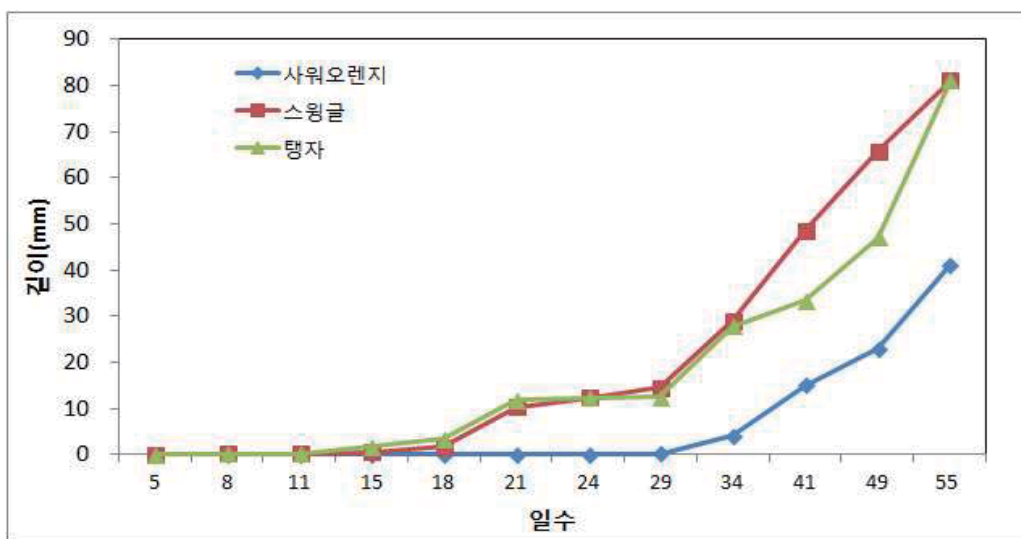


그림 30. 시기별 대목들의 성장 정도와 대목유효율(%)(20°C 조건)(2014년도)



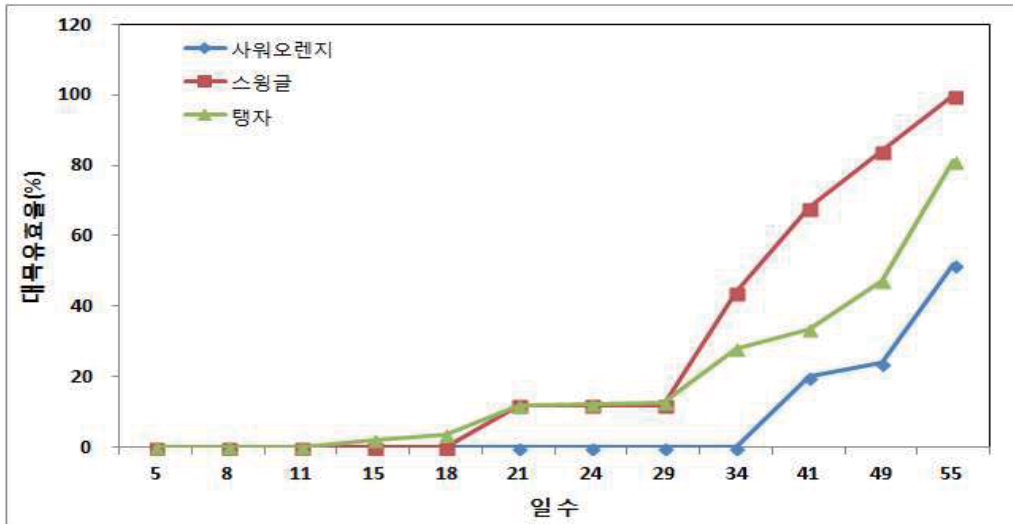


그림 31. 시기별 대목들의 성장 정도와 대목유효율(%) (25°C 조건)

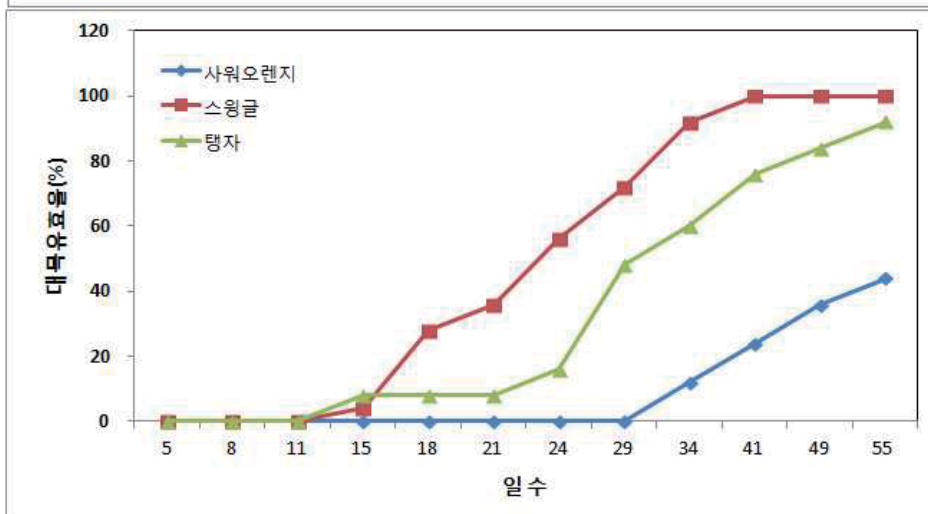
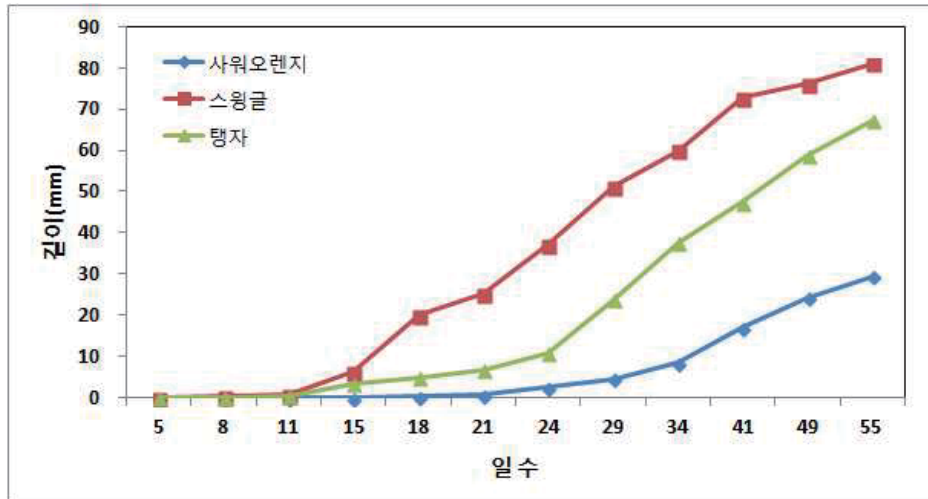


그림 32. 시기별 대목들의 성장 정도와 대목유효율(%) (30°C 조건)

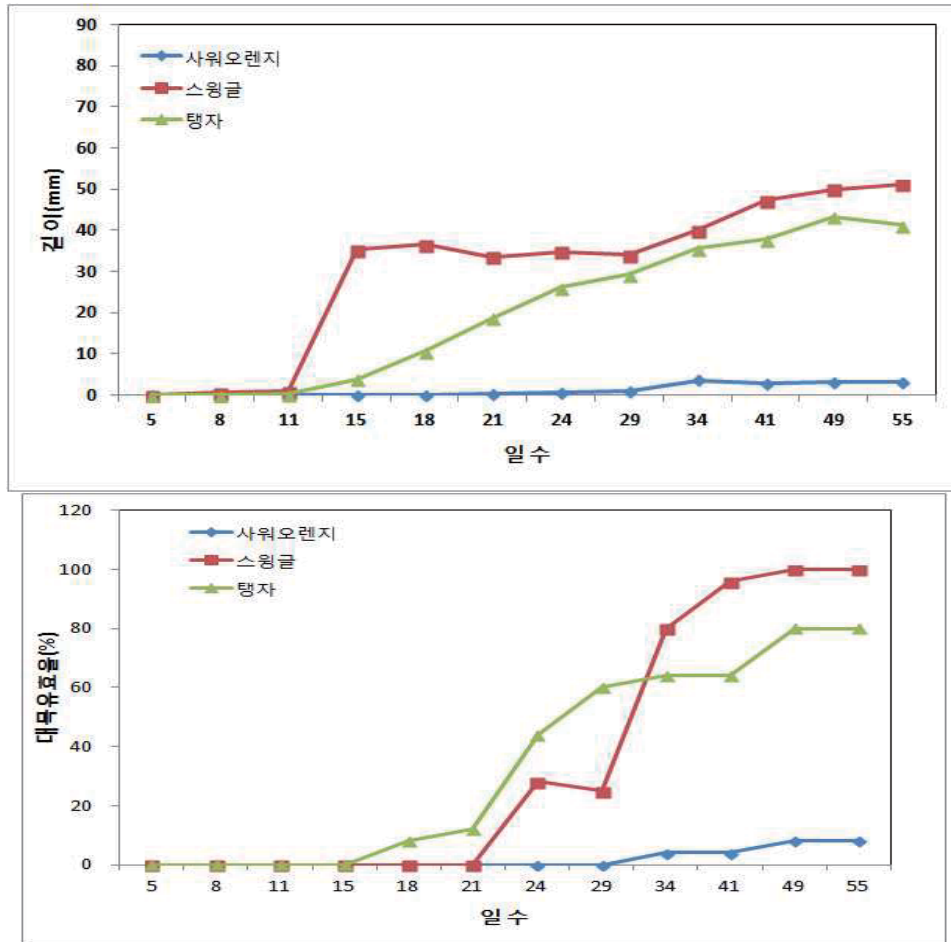


그림 33. 시기별 대목들의 성장 정도와 대목유효율(%)(35°C 조건)

또한 여름 철 발아가 잘 안되는 탱자나 스윙글을 대체할 대목을 선발하기 위하여 몇가지 품종들에 대해 STG고체 배지가 들어 있는 샤아레와 시험관에서 시험한 결과 알렌유레카 레몬을 비롯한 레몬 종류와 삼보감, 지각등이 여름철 발아율이나 성장 속도에서 유리하였다(그림 34, 35). 발아율은 각 처리당 종자 20립씩을 사용하여 3반목을 실시하였으며 초장의 길이는 시험관에 종자 1립씩, 총 20개를 사용 하였다.

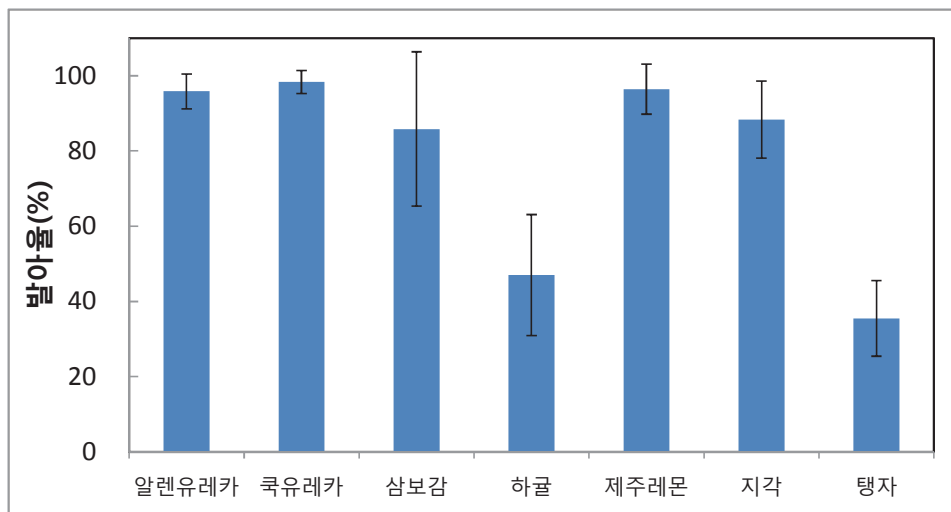


그림 34. 대목들간 발아율 비교(2015년)

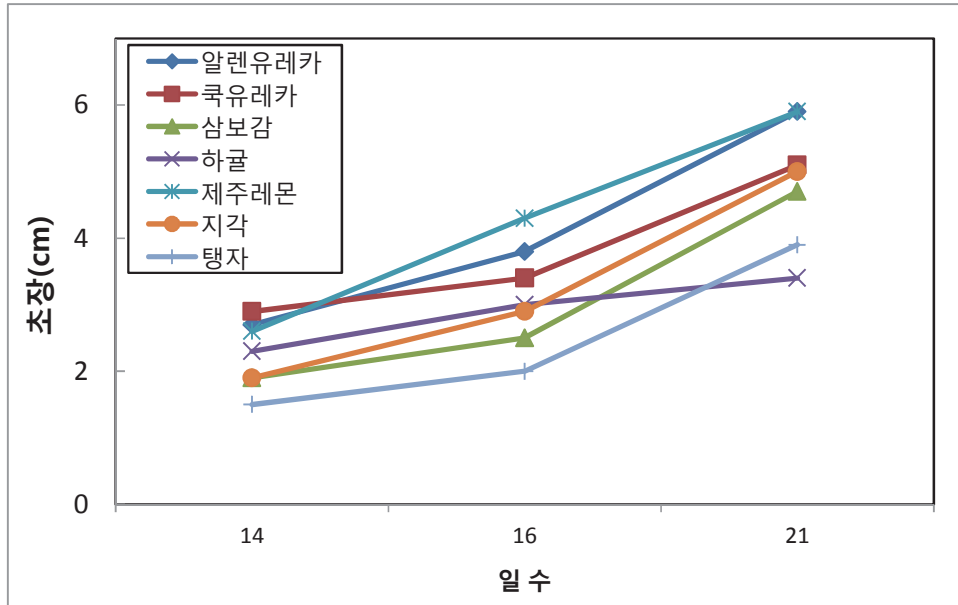


그림 35. 대목들 간 성장 속도 비교(2015년)

제 7 절 바이러스 무병주 원종 생산 기반 조성 및 보급 체계 확립

○ 약 800평의 감귤 무병 우량묘 생산 하우스를 2014년도 하반기에 완공하여 2015년부터 가동하고 있으며 규격은 아래와 같으며 현재 운용 내역은 표 34과 같다.

◆ A동 : 1년생 이상 원종 포트묘 생육 온실1,309㎡(397평)

- 포트 묘 : 약 10,000주 생산

◆ B동 : 접수 채취용 2년생 이상 원종 토양 식재묘 생육 온실1,309㎡(397평)

- 토양 재식묘 : 70주

표 34. 2015년도 감귤 무병 우량묘 생산 하우스 운용 내역

하우스	원종 및 대목 개체수	비 고
A 동	하레조생 등 900주 탕자대목, 스윙글 대목 : 약 7,000주	
B 동	부지화 : 12주 하레조생 : 26주 신예감 : 2주 탐도3호 : 1주 세토카 : 5주 감평 : 5주 베니마돈나 2주 탐나는 봉 : 5주	스윙글, 탕자 육묘



그림 36. 화분 묘목 생산 A 동(좌) 과 접수 생산용 무병묘목 B 동(우) 모습

2017년 2월에 무병묘 시범포 운영을 위해 시범포 농가에 하례조생, 부지화 무병묘목 약 800주를 공급할 예정이다.

무병묘를 생산하고 보증하며 이를 농가까지 보급하는 체계는 아래와 같이 확립하였다(그림 37).

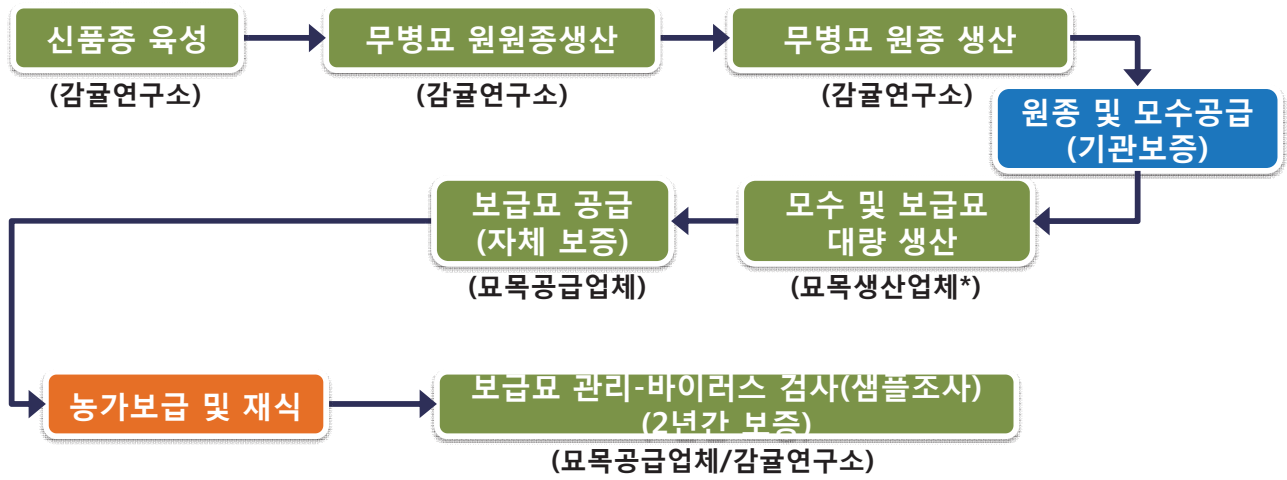


그림 37. 무병묘목 생산, 보증 및 보급 체계

제 8 절 약독계 바이러스 선발

기 선발된 약독계 3개체, Ishiji, CTV유자-10, CTV 유자-13를 2년생 유자 묘목에 아접으로 접종하고 6개월 후 접종결과를 PCR로 분석해 본 결과 Ishiji 12개체, CTV유자-10와 CTV 유자-13는 각각 13개체씩 접종되었음을 확인하였다(표 35). 여기에 강독계를 접목에 의해서 접목 하였으며 추 후 무처리구와 초장 및 줄기 지름을 비교할 예정이다.

표 35. 유자 묘목에 약독계 바이러스 결과

접종 바이러스	초장(mm)	줄기 두께(mm)	RT-PCR (CTV~CO~2 primer)
			2015.10.7
ISHIJI -1	840	10	+
ISHIJI -2	960	8.3	+
ISHIJI -3	1040	11	+
ISHIJI -4	650	9.3	+
ISHIJI -5	780	9.1	+
ISHIJI -6	1210	9.2	+
ISHIJI -7	1030	8.3	+
ISHIJI -8	610	10.5	+
ISHIJI -9	650	8.4	+
ISHIJI -10	730	8.2	+
ISHIJI -11	1020	9.5	+
ISHIJI -12	700	8.3	+
CTV유자10 -1	810	5.1	+
CTV유자10 -2	920	3.7	+
CTV유자10 -3	1000	6.8	+
CTV유자10 -4	680	3.6	+
CTV유자10 -5	820	9.5	+
CTV유자10 -6	970	5	+
CTV유자10 -7	820	9.4	+
CTV유자10 -8	860	5.8	+
CTV유자10 -9	760	3	+
CTV유자10 -10	1010	9.6	+
CTV유자10 -11	900	6.1	+
CTV유자10 -12	1000	9.5	+
CTV유자10 -13	910	9.5	+
CTV유자13 -1	970	9.3	+
CTV유자13 -2	970	8	+
CTV유자13 -3	720	9.9	+
CTV유자13 -4	880	10.7	+
CTV유자13 -5	980	9.3	+
CTV유자13 -6	900	10.1	+
CTV유자13 -7	790	8.8	+
CTV유자13 -8	820	9	+
CTV유자13 -9	760	8.5	+
CTV유자13 -10	1020	9.8	+
CTV유자13 -11	950	8.6	+
CTV유자13 -12	710	9.5	+
CTV유자13 -13	730	6	+

제 9 절 바이러스 감염주 피해 해석

SDV 계통이 감염된 부지화 감귤을 2014년 10월 중순에 채취하여 당 함량과 산 함량을 비교해 본 결과 당 함량의 경우 건전나무의 과실에서 당 함량이 약간 높게 나타났으며 산함량은 통계적으로 거의 비슷하였지만 건전주에서 약간 적은 경향이였다(그림 39, 40).

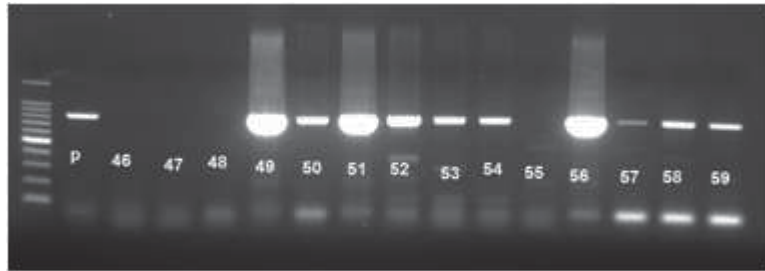


그림. 38. 동일 과원의 동일한 생육 크기인 부지화 나무에서의 SDV계통 감염 정도 조사

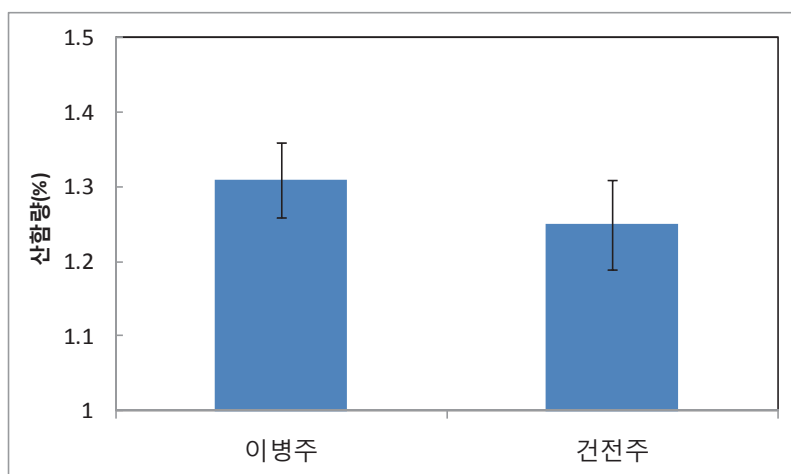
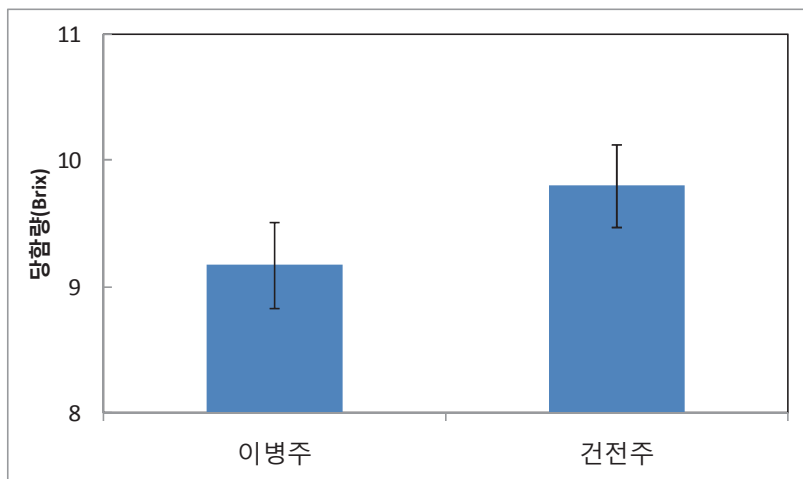


그림. 40. SDV계통의 바이러스 감염 부지화 나무와 건전 나무에서의 품질 비교

노지 온주밀감 농가에의 모자이크 바이러스 감염주 과실에 대한 품질을 조사한 결과 2015년 10월 27일 조사시 당 함량이 8.4 ± 0.3 (Brix)로 동일 과원에 있는 건전주 과실의 당함량 9.1 ± 0.2 보다 낮았다. 11월 16일 조사 결과도 건전주의 과실이 10.4 ± 0.4 Brix로 바이러스 감염주의 8.9 ± 0.4 보다 당함량이 높았다(표 36)

표 36. 건전주와 바이러스 감염주간 품질 비교(2015년)

Treatment	Healthy		CiMV	
	당(Brix)	산(%)	당(Brix)	산(%)
10/27	9.1 ± 0.2	1.2 ± 0.11	8.4 ± 0.3	1.2 ± 0.14
11/16	10.4 ± 0.4	1.3 ± 0.15	8.9 ± 0.4	1.17 ± 0.26

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 목표 달성도

이 과제는 보급 사업에 중점을 둔 과제로 2013년부터 2021년까지 국내 육성 감귤 품종의 자급률 10%를 목표로 하였다. 2016년 현재 국내 육성 감귤 자급률은 5.67%이므로 목표 달성이 되었다. 하지만, 국내 육성 감귤 자급률은 당해연도 감귤 묘목 판매 주수(분모)에서 국내 육성 감귤 묘목 판매 주수(분자)로 산정하고 있다(2014. 12. 17.~12. 18., 대전, GSP사업 국내 자급률 기준 마련 검토 회의).

이 회의에서 감귤 국내육성 품종 자급률 기준 설정 내용 검토에서 전체 재배면적 대비 자급률 산출이 어려움을 제시하였다. 그 이유로는 첫째, 국내 육성 감귤 품종 재배면적이 작아서 기타 품종으로 집계된다. 예를 들면 ‘씨니트’는 ‘한라봉’, ‘상도조생’은 ‘극조생 온주밀감’으로 집계되고 있다. 둘째, 온주밀감은 극조생, 조생, 보통 온주로만 집계되고 만감류는 면적이 적으면 기타 품종으로 집계되고 있다. 셋째, 1년생 묘목 보급되면 수년 후 정식이 되어 국내육성 감귤 품종 재배면적으로 표출되는 것이 늦어지고 있다. 따라서, 국내 육성 감귤 품종에 대한 자급률은 위에 언급한 바와 같이 정하였다. 감귤 묘목 생산량과 판매량은 매년 제주 도청 감귤특작과에서 묘목업체별로 집계를 하고 있어 객관적인 자료로 활용될 수 있다.

이러한 목표를 설정하고 이를 위한 전시포 운영에 중점을 두고 사업을 추진하였다. 연구 성과 목표 대비 실적은 신품종 보급 촉진을 위한 전시포 운영 계획 12개소에서 20개소 167% 실적 달성을 하였으며 현장평가회도 계획은 2회였으나 수확기 중심으로 최대한 개최하려고 노력하였다. 그 결과, 농업인 대상으로 4회, 센터 담당자와 묘목 생산업체 대상으로 1회하여 모두 5회를 추진하였다. 품종별로는 ‘씨니트’ 2회, ‘하례조생’ 2회, ‘신예감’ 1회를 실시하였다. ‘신예감’은 종자 형성의 문제점과 품질향상 기술 개발 후 보급 확대를 하자는 취지에서 센터 담당자, 감협 묘목 생산자, 재배농가 소수 인원을 대상으로 개최하였다. 또한, 무핵 품종이 생산될 때까지는 품질향상 기술 개발에 주력하고 현 단계에서의 보급은 보류하기로 결정하였다(2016. 12. 2. 감귤 신품종 ‘신예감’ 현장 평가회 개최) 홍보 활동(언론 보도)은 계획 8건에서 실적은 10회를 실시하여 125% 달성하였다. 다만, 비SCI 논문 1건은 달성하지 못 하였으나 준비 중이다.

현재, 국내 육성 감귤 품종에 대한 전시포는 ‘하례조생’ 2개소, ‘씨니트’ 4개소, ‘탐나는봉’ 1개소, ‘신예감’ 1개소가 있으며 정식용 묘목 보급 농가가 14개소가 있는데 이 중 ‘씨니트’ 10개소, ‘하례조생’ 4개소를 활용할 수 있을 것으로 본다.

앞으로 새롭게 개발되는 국내 육성 감귤 품종인 ‘탐도3호’, ‘탐도리’ 등에 대해서도 적극적으로 직영 또는 농가 전시포를 설치하고자 한다.

바이러스 무병묘 농가 보급을 위해 원원종 및 원종 생산은 감귤연구소, 보급묘 생산 및 농가 보급은 제주감귤농협으로 하는 보증 무병묘의 공급 체계를 구축하였다. 감귤 바이러스 복합 검

정법을 개발하여 다중 PCR법을 사용 CTV, SDV, CiMV, CTLV 동시 검정법을 개발하였으며 다중 정량 PCR를 이용한 복합 검정법도 개발하여 무병묘에 대한 보증이나 보급된 무병묘들에 대한 바이러스 검정에 사용하게 된다. 감귤 12개 품종들에 대한 무병 원원종을 생산하였으며 여기에서 원종 약 1600주를 생산하고 약 1,000주를 보급하였다. 하지만 SCI 논문 2개를 투고하기로 하였으나 1건은 2017년 The Plant Pathology에 게재예정이며 (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) 다른 한편은 추후 게재할 예정이다. 아직까지 국내 육성 심품종들에 대한 무병묘목 보급률은 낮지만 2단계까지 전체 공급 묘목의 20%는 무병묘목을 공급 할 수 있을 것으로 생각된다.

구분 (연도)	세부프로젝트명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차년도 (2013)	신품종 보급촉진을 위한 시스템 구축	○ 국내육성 온주밀감 전시포 설치	100	○ 선정방법 : 기존 보급된 감귤 신품종 보급 농가 ○ 보급품종 : 상도조생, 하례조생 기존 재배품종(대조) ○ 개 소 수 : 2품종, 각 1개소
		○ 국내육성 온주밀감 재배작형 기술개발 연구	100	○ 상도조생 재배작형별 과실특성 연구 - 재배작형 : 무가온, 토양피복, 노지 - 조사내용 : 생육 및 과실특성 ○ 하례조생 무가온 재배의 과실품질에 관한 연구 - 조사품종 : 하례조생, 궁천조생(대조) - 조사내용 : 생육 및 과실특성
	감귤 무독묘 공급 체계 기반 구축	○ 효율적인 바이러스 검정 체계 확립	100	- 온주위축 바이러스 계통의 개체간 변이 분석 - CiMV를 비롯한 SDV그룹 바이러스 동시 진단 용 프라이머 개발 - CTV, CTLV, SDV그룹 동시 진단법 개발 : multiplex RT-PCR
		○ 바이러스 무병 원원종 생산	100	- 경정 배양을 통한 세토카 바이러스 무병 원원종 생산 - 무병 원원종 및 원종을 위한 대목 선발
		○ 약독계 바이러스 선발	80	- 국내에 존재하는 CTV약독계 바이러스 스크리닝

구분 (연도)	세부프로젝트명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
2차년도 (2014)	신품종 보급촉진을 위한 시스템 구축	○ 국내육성 감귤 신품종 전시포 운영	100	○ 보급품종 : 상도조생, 하례조생, 썬니트 ○ 개 소 수 : 4개소 ○ 설치장소 : 제주시 도련, 서귀포 서흥(이상 상도조생), 남원 신흥 (하례조생), 서귀포 상호(썬니트) ※ 현장평가회 : 하례조생 썬니트 각 1회 ※ 국내육성 신품종 전시포 확대용 묘목 공급 : 3개소, 6036㎡
		○ 국내육성 감귤 신품종 재배법 연구	100	○ 상도조생 재배작형별 과실특성 연구 - 재배작형 : 무가온, 토양피복, 노지 - 조사내용 : 생육 및 과실특성 ○ 하례조생 무가온 재배의 과실품 질에 관한 연구 - 조사품종 : 하례조생, 궁천조생(대조) - 조사내용 : 생육 및 과실특성 ○ 한라봉 신품종 썬니트 지역별 과실특성 연구 - 조사품종 : 썬니트, M16A(대조) 등 - 조사내용 : 생육 및 과실특성
	감귤 무독묘 공급 체계 기반 구축	○ 하우스 재배 만감귤에 대한 바이러스 감염을 조사	100	-부지화를 포함한 4개 품종들에 대한 조사 -155농가 총 775주 조사
		○ 대량의 묘목들에 대한 바이 러스 검정 체계 확립	100	- 다중 PCR법에서 검정 한계 농도 설정 - Multiplex real-time PCR용 프 라이머 선발
		○ 경정 배양을 통한 바이러스 무병 원원종 생산	100	- 탐나는 봉 등 3개 품종 무병 원원종 생산 - 원종 100주 증식
		○ 후보 CTV약독계 바이러스 접종	100	- 2개 약독계 바이러스 선발 및 생물 검정

구분 (연도)	세부프로젝트명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
3차년도 (2015)	신품종 보급촉진을 위한 시스템 구축	○ 국내육성 감귤 신품종 전시포 운영	100	○ 보급품종 : 상도조생, 하례조생, 씨니트 ○ 개 소 수 : 6개소 ○ 설치장소 : 제주시 도련, 서귀포 서흥(이상 상도조생), 남원 신흥, 대정 인성(하례조생), 서귀포 상효, 표선 토산(씨니트) ※ 현장평가회 : 하례조생 씨니트(예정) 각1회 ※ 국내육성 신품종 전시포 확대용 묘목 공급(예정) : 1.5ha
		○ 국내육성 감귤 신품종 재배법 연구	100	○ 상도조생 재배작형별 과실특성 연구 - 재배작형 : 무가운, 토양피복, 노지 - 조사내용 : 생육 및 과실특성 ○ 하례조생 무가운 재배의 과실품질에 관한 연구 - 조사품종 : 하례조생, 궁천조생(대조) - 조사내용 : 생육 및 과실특성 ○ 한라봉 신품종 씨니트 지역별 과실특성 연구 - 조사품종 : 씨니트, M16A(대조) 등 - 조사내용 : 생육 및 과실특성
	감귤 무독묘 공급 체계 기반 구축	○대량 묘목 바이러스 검정 체계 확립	80	- sampling 메뉴얼 확립 : 시료양, 채취 부위, 잎 성장 단계별 등 - Multiplex Real-time PCR법에 의한 검정법 확립
		○바이러스 무병 원원종 및 원종 생산	100	- 원원종 3개 품종, 품종당 5개주 생산 : 씨니트 등 - 원종 500개체 생산 : 하례조생, 부지화, 세토카, 탐나는 봉 등.
		○바이러스 무병주 원종 생산을 위한 기반 조성	100	- 원종 생산을 위한 대목 준비 : 10,000만주
		○약독계 바이러스 선발	100	- 약독계 바이러스가 접종된 유자 나무에 강독계 바이러스 접종
		○무병묘 와 감염주 특성 비교	100	- 바이러스 감염주의 생육 특성 구명용 하우스 준비 : 무병묘 식재 후 바이러스 및 바이로이드 접종
		○바이러스 감염주 피해 해석	100	- SDV계통 감염 부지화의 특성 조사 : 농가단위에서 수행, 당과 산 함량 조사

구분 (연도)	세부프로젝트명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
4차년도 (2016)	신품종 보급촉진을 위한 시스템 구축	○ 국내육성 감귤 신품종 전시포 운영	100	○ 보급품종 : 상도조생, 하례조생, 씨니트 ○ 개 소 수 : 6개소 ○ 설치장소 : 제주시 도련, 서귀포 서흥(이상 상도조생), 남원 신흥, 대정 인성(하례조생), 서귀포 상효, 표선 토산(씨니트) ※ 현장평가회 : 하례조생 씨니트(예정) 각1회 ※ 국내육성 신품종 전시포 확대용 모묘 공급(예정) : 1.5ha
		○ 국내육성 감귤 신품종 재배법 연구	100	○ 상도조생 재배작형별 과실특성 연구 - 재배작형 : 무가운, 토양피복, 노지 - 조사내용 : 생육 및 과실특성 ○ 하례조생 무가운 재배의 과실품질에 관한 연구 - 조사품종 : 하례조생, 궁천조생(대조) - 조사내용 : 생육 및 과실특성 ○ 한라봉 신품종 씨니트 지역별 과실특성 연구 - 조사품종 : 씨니트, M16A(대조) 등 - 조사내용 : 생육 및 과실특성
	감귤 무독묘 공급 체계 기반 구축	○대량 묘목 바이러스 검정 체계 확립	100	- sampling 메뉴얼 확립 : 시료양, 채취 부위, 잎 성장 단계별 등 - Multiplex Real-time PCR법에 의한 검정법 확립
		○바이러스 무병 원원종 및 원종 생산	100	- 원원종 3개 품종, 품종당 5개주 생산 : 씨니트 등 - 원종 500개체 생산 : 하례조생, 부지화, 세토카, 탐나는 봉 등.
		○바이러스 무병주 원종 생산을 위한 기반 조성	100	- 원종 생산을 위한 대목 준비 : 10,000만주
		○약독계 바이러스 선발	100	- 약독계 바이러스가 접종된 유자 나무에 강독계 바이러스 접종
		○무병묘 와 감염주 특성 비교	100	- 바이러스 감염주의 생육 특성 구명용 하우스 준비 : 무병묘 식재 후 바이러스 및 바이로이드 접종
		○바이러스 감염주 피해 해석	100	- SDV계통 감염 부지화의 특성 조사 : 농가단위에서 수행, 당과 산 함량 조사

제 2 절 대외 기여도

2013년 이전 국내 육성 감귤 품종이 개발되었으나 재배 면적은 매우 미미 하였다. 2016년 현재 이 과제를 추진하면서 제주도청, 대학, 생산자 단체(제주감귤농업협동조합, 약칭 감협), 민간업체 등의 관심이 증가하고 있다. 이에 따라 이러한 유형의 사업 발굴이 확대되고 있다. 특히, 농업기술원에서는 국내 육성 감귤 품종의 보급 확대를 위하여 2017년 자체 사업으로 2억원(국비 50%, 도비 50%)의 예산을 투입할 계획이다. 국내 육성 감귤 품종 갱신에 따른 묘목비와 시설비를 지원하는 사업으로 도내 20개소를 목표로 추진하고 있다.

특히, 감귤 종묘 생산업체가 2013년 감협 1개사로 ‘하례조생’ 위주로 생산을 하고 있었다. 하지만, 사업이 진행되면서 ‘씨니트’ 2개사, ‘하례조생’ 2개사, ‘탐나는봉’과 ‘신예감’ 1개사, ‘탐도 3호’와 ‘탐도리’ 1개사로 확대되었다. 특히, 재배 농업인들이 현장 평가회와 정식용 묘목 공급 사업을 통하여 국내 육성 감귤 품종에 대해 자주 접하게 되어 관심이 많아지고 있다.

또한, 각종 교육, 세미나, 워크숍을 통하여 외국산 품종 도입에 의한 문제점 즉, 황룽병, 바이러스병, 검역 해충 등의 유입 가능성과 로열티 문제를 거론하고 이에 따른 국산 품종의 필요성을 강조하고 있다. 또한, 품종 갱신에 대한 무수익 기간, 필요성, 품종 선택 방법, 정식 후의 관리 등을 강조하여 반드시 품종 갱신이 필요한가에 대한 농가의 진지한 관심을 유도하고 있다. 불필요한 품종갱신에 대한 경제적 부담을 강조하여 재배 농업인에 대한 농업기술원(GSP 사업)에 대한 신뢰도를 향상시켰다.

바이러스 무병묘 농가 보급을 위해 원원종 및 원종 생산은 감귤연구소, 보급묘 생산 및 농가 보급은 제주감귤농협으로 하는 보증 무병묘의 공급 체계를 구축하였고 감귤 바이러스 복합 검정법을 개발하여 무병묘 검정에 사용하고 있다. 이를 통해 아직까지 국내 육성 심품종들에 대한 무병묘목 보급률은 낮지만 GSP 2단계까지는 전체 공급 묘목의 20%는 무병묘목을 공급 할 수 있을 것으로 생각된다. 이는 우리나라 감귤 산업 경쟁력을 강화시킬 뿐만 아니라 무병묘가 되고 재배하는 농가의 경우 생산성과 품질이 우수하여 농가 소득에도 기여하며 우리나라 육성 품종의 묘목 수출에도 기여 할 것으로 생각된다.

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1 절 실용화·산업화 계획

- 제주감귤농업협동조합이 감귤 무병묘 사업에 참여함으로써 국립원예특작과학원 감귤연구소에서 감귤 신품종들에 대한 무병묘 원원종과 여기에서 보급묘의 모체가 되는 원종을 생산하여 제주감협에 제공하면 제주감협에서 보급묘를 생산하여 농가에 보급함으로써 감귤 무병묘목 보급체계가 완성된다. 이를 통해서 실질적으로 무병 감귤 묘목을 농가에 보급하게 되며 이를 통해서 감귤 경쟁력이 더 높아 질것으로 판단된다

제 2절 교육·지도·홍보 등 기술확산 계획

이 사업을 통하여 필요성이 제기되고 국내 육성 감귤 품종의 전시포를 지속적으로 확대할 계획이다. 이를 위하여 현재 설치되어 운영되고 있는 국내 육성 감귤 품종 전시포를 지속적으로 활용하고자 한다. 또한, 전시포 정식용 묘목 보급 농가에 대한 생육 관리를 철저히 수행하여 전시포로 전환하고 새롭게 개발되는 감귤 품종에 대한 전시포를 적극적으로 설치할 계획이다.

품종 갱신이 필요하다면 우선 국내 육성 감귤 품종을 생각해 볼 수 있도록 언론홍보, 교육을 강화해 나갈 계획이다. 특히, 농업기술원에서 실시하고 있는 전문교육, 영농교육, 각종 세미나와 연계하여 농업인들이 국내 육성 감귤 품종을 쉽게 접할 수 있도록 할 계획이다.

특히, 농업기술원 자체사업으로 「감귤 국내 육성 품종 보급 시범」을 추진하고 있다. 이 사업은 감귤 국내육성 품종 보급 확대를 위한 품종갱신 등 고품질 감귤 생산 기반 조성을 위하여 추진하고 있다. 국내 육성 감귤 품종 묘목비와 고품질 과실 생산을 위한 시설비를 지원하고 있다. 총 사업비는 288백만원이며 4개 센터(제주시, 서귀포시, 동부, 서부) 주관으로 추진되고 있다. 앞으로 감귤 연구나 시범 사업에 있어서 국내 육성 감귤 품종 재배에 따른 지속적인 사업 발굴과 인센티브가 주어질 것으로 예상된다. 또한 무병묘에 대한 시범포 조성을 통해서 무병묘의 우수성을 홍보하고 농가 교육자료로 활용함으로써 무병 묘목 재배를 확산시킬 수 있을 것이다

제3절 특허, 품종, 논문 등 지식재산권 확보계획 등

- 논문게재 : 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 Pathology에 게재 예정)
- 특허 출원 : “다중 정량 PCR에 의한 감귤 바이러스 검정“ 예정

제 4 절 추가 연구의 필요성

국내 육성 감귤 품종의 보급 확대와 관련하여 지속적인 관심이 무엇보다 중요하다. 현 단계에서 사업이 중단되면 관심이 적어질 수 밖에 없다. 어느 정도 묘목 생산 업체의 자립 기반이 형성될 때까지 연구가 진행되어야 한다.

이 사업의 지속적인 추진이 필요한 이유는 첫째, 다양한 감귤 품종에 대한 전시포를 조성하여 농업인들이 쉽게 현장에서 비교할 수 있도록 해야 한다. 이를 위해서는 생산업체 직영 포장설치를 운영하자는 것이 가장 바람직하다. 따라서, 지속적으로 사업을 추진하면서 업체의 전시포 설치를 유도하고자 한다. 전시포를 위하여 묘목을 정식하면 3~4년이 지나야 열매를 확인할 수 있다. 이러한 점에도 사업 추진이 필요하다. 둘째, 대묘 생산체계 확립이 필요하다. 품종갱신에 따른 무수익 기간을 최대한 줄여서 재배 희망 농업인의 부담을 최소화해야 한다. 최소한의 비용으로 국내 육성 감귤 품종에 대한 화분묘(대묘) 생산 체계를 확립해야 한다. 이러한 체계가 확립되면 우선 정식할 때 이식에 의한 피해를 최대한 줄일 수 있다. 이러한 것은 '신예감' 3년생 화분묘를 2016년 정식하여 바로 그해 일부 작과를 시킬 수 있었던 사례를 봤을 때 필요성을 짐작할 수 있다. 다만, 대묘의 가격이 문제가 될 수 있다. 가장 경제적인 생산 방법을 모색해야 한다. 셋째, 아직도 국내 육성에 대한 자급률이 5.67%로 부족한 실정이다. 현재 심어진 묘목이 열매를 어느 정도 수확할 수 있는 기간이 되려면 적어도 5년 이상의 시간이 필요하다. 넷째, 국내 육성 감귤 보급을 위한 다양한 사업 개발이 필요하다. 현재, 외국산 도입 품종을 이용한 재배, 토양비료, 저장 연구 등이 국산 품종으로 전환되어야 한다. 다섯째, 국산 감귤 품종의 보급에 제한이 많다. 재배지가 확대되고 있으나 아직은 주 재배지역이 제주로 한정되어 있다. 하지만, 제주에서는 신규 조성, 폐원지 지원 불가 등의 정책이 시행되고 있어 보급 상 어려움이 많으므로 절대적으로 시간이 부족하다.

따라서, 국산 감귤 품종에 대한 대묘 생산 체계, 품질향상 기술 개발을 위하여 지속적인 관심이 필요하다. 무엇보다도 귀농인, 청년 농업인들이 관심을 가질 수 있도록 정책적 지원 방안도 필요하다. 무병묘 우량 묘목이 생산되어 보급되어야 하므로 무병묘의 효과 검증에 대한 연구도 필요하다.

육성 품종들에 대해 지속적으로 무병묘를 생산 공급을 확대하여 최종적으로는 모든 유통묘목들이 무병묘목을 사용하도록 하며, 특히 바이러스 감염에 대해 무병묘목들의 효과를 검증함으로써 무병묘목 사용을 유도할 필요가 있다

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

플로리다 Department of Agricultural and Consumer Services에서는 감귤산업 무독묘 등록 부서(CCPP; Citrus Budwood Registraion Division of Plant Industry)를 운영하고 있다. 여기에서는 Budwood Program을 운영하고 있으며 병이 없는 증식 시스템 유지, 엄격한 검사에 의해 바이로이드 감수성인 대목보다 저항성인 대목이 공급하고 있다. 대목은 rough lemon과 sour orange에서 Carrizo와 Swingle로 전환되고 있다. 이러한 결과로 CTV(Citrus tristeza virus)에 대한 우려가 감소하고 있으며, 수량과 동해 저항성 등도 향상되고 있다. 우량묘목 공급에 의해서 불량 묘목이 상대적 감소하고 있다. 무독화 과정은 1953년부터 시작되어 1997년 의무화 되었으며 2007년부터 클린하우스 생산이 의무화되었다. 2012년 70여 품종에 대한 무독화를 실시하였고 현재 무독묘로 등록된 감귤 250여 품종이 유전자원, 교육, 연구, 전시 등의 목적으로 유지되고 있다. 일반적으로 PCR, 접목 test 2가지 방법으로 2년에 걸쳐서 2회씩 이루어지고 있다. 무독화 점검은 3명이 담당하고 있으며 8명의 조사관이 플로리다 전체 묘목회사를 3개월에 한번씩 병해충 발생 및 운영 실태를 조사하고 있다. 매년 30,000건 이상의 병해충 검사를 실시하고 있으며 2004년 허리케인 내습으로 황룡병이 확산되어 2005년부터는 50여 품종에 그치고 있다. 대목도 무독화 과정을 거치는데 US-897 황룡병에 저항성이 있으나 종자수가 부족한 단점이 있으며 US-802는 큰 대목이지만 황룡병에 약하고 종자가 많다. 대목은 현재 스윙클이 대부분이며 Carrizo 8 Kuharske 등이 이용되고 있다. 감귤 묘목 생산 기준은 모든 묘목 및 대목은 반드시 격리된 구조안에서 생산되어야 하고, 묘목 생산 시설은 설치 전에 승인을 받아야 하고 1.6km 이내에 감귤원이 없어야 한다. 그리고, 30일 마다 묘목 생산 포장에 대한 시설물 적정성 및 병해충 발생 유무를 검사 받아야 한다(Florida department of agriculture & consumer service, 2011~2012 Budwood Annual Report).

세계 감귤 학회(International Citrus Congress 2016)에 참석하여 기술개발 동향을 파악하였다. 전 세계적으로 감귤에 대해서는 병해충 분야의 연구가 가장 많이 이루어지고 있으며 품종 육종, 재배생리에 대한 연구가 이루어지고 있다. 병해충 연구는 황룡병 관련 연구가 48건으로 가장 많았으며 주로 발생확인, 확산 방지, 피해해석, 저항성, 매개충 연구가 이루어지고 있다. 중국에서 새로운 바이러스에 대한 연구가 진행되고 있어 관심이 필요하다. 특히, 황룡병 관련 연구가 많이 이루어지고 있었는데 매개충, 병원균, 품종 및 대목 육종 등 다양한 연구가 진행되고 있다. 품종육종을 위한 기반과제인 유전자원 및 계통학 연구도 활발하게 이루어지고 있으며 황룡병 관련 연구가 많다. 재배생리 분야는 수분, 양분, 수확 이후 과피장해(저온관련) 연구가 진행되고 있었으며 각국의 토양환경이나 기상환경에 따라 기술수준이 차이가 많다. 또한, 오렌지 돌연변이의 낮은 산함량 축적 메카니즘, 감귤 격년결과에 관련된 오옥신의 엽내 이동, 온주밀감 잎에서의 전기 신호에 기초한 엽 수분 측정, 노바 만다린 열과 과실의 수분 상태, 감귤의 수량과 품질에 미치는 극단적인 기후의 영향, 화아 분화와 관련된 호르몬 함량과 순 발생, 클레멘틴의 유성 화아분화에 미치는 온도 영향, 대목에 따른 감귤 묘목의 광합성에 미치는

저산성 기간, 스위트오렌지에서 건조 저항성에 관련된 생리, 화학 및 분자 특성, 감귤의 광합성과 잎 세포 사이의 수분 스트레스 특성, Yara water sensor에 의한 감귤 관수 요구량 설정 등이 이루어지고 있다. Yara water sensor을 이용하여 ‘신예감’과 ‘하례조생’의 토양수분 관리 기술 개발을 계획하고 있다. 감염된 감귤나무에 고온처리를 통한 황룡병원균을 제거하는 기술들이 개발되고 있다(미국 ARS).

제 7 장 참고문헌

Australia's seedless mandarin program-Citrus. <http://www.anfic.com.au/>

백자훈. 1994. 과실생리학(감귤). 광문당: 257

제주도. 2016. 농축산식품현황.

Kang SB, YE Moon, and YH Kim. 2013. Effect of Scion Root Occurrence on the Flowering, Fruit Quality and Yield of 'Shiranuhi' Mandarin Hybrid in Plastic Film House. Korean J. Soil Sci. Fert. 46(6), 525-529

(사)한국농촌지도자제주특별자치도연합회. 2016. 제69주년 전국농촌지도자대회 「만감류 전문가 초청 학술 세미나」 자료

국회 농림축산식품해양수산위원회. 2015. 「감귤 우리 품종 개발 및 보급 촉진 방안」 토론회 자료.

국립종자원 <http://www.seed.go.kr/>

日本農林水産省 <http://www.maff.go.jp/>

日本農林水産省品種登録ホームページ www.hinsyu.maff.go.jp/

제주감귤농업협동조합 <http://www.citrus-jeju.com/>

이혜진, 문영일, 강석범, 한승갑, 최영훈. 2016. 다공질 필름 피복시기에 따른 하례조생 낙과율 및 과실 품질의 변화. Korean J. Hortic. Sci. Technol. 34: 158

農研機構(國立研究開發法人農業・食品産業技術総合研究機構) <http://www.naro.affrc.go.jp/>

中里一郎, 岸野 功. 1995. ウンシュウミカンの果實品質に及ぼすフィルムマルチの影響 第4報 果實品質, 根の活性及び細根量に及ぼすフィルムマルチの影響. 九州農業研究 57: 235

中里一郎, 岸野 功. 1999. ウンシュウミカンのフィルムマルチ栽培における灌水方法, 時期が果實の減酸と乾燥ストレス軽減に及ぼす影響. 長崎果樹試研報 6: 1-9

中村典義 · 八田 聰 · 松尾洋一 · 大原有美子 · 末次信行. 2005. 칸킥스新品種‘佐賀果試 3 4 号’의特性. 九州農業研究 67: 191

박영철, 허태현, 강중훈, 강상훈, 이창훈, 김진영, 김용찬. 2016. 감귤품종. 제주특별자치도농업기술원: 1-271

박경진, 윤수현, 안현주, 김상숙, 한승갑, 최영훈. 2014. 온주밀감 ‘하례조생’의 수확 후 품질 특성. 원예과학기술지 한국원예학회지 32: 152

박영철, 이증석, 강중훈, 진석천, 강상훈, 오현우, 한정길. 2011. 제주의 감귤 품종과 특성. 제주특별자치도농업기술원: 1-228

박영철, 오현우, 강중훈, 이증석, 진석천, 강상훈, 강성근. 2013. 온주밀감 ‘상도조생’ 특성. 한국자원식물학회지 26(1): 143-147

坂西 英, 藤田堅輔. 2003. 칸킥스新品種‘肥の豊’의特性. 九州農業研究 65: 217

Vidalakis G., J. V. D. Graca, W. N. Dixon, D. Ferrin, M. Kesinger, R. R. Krueger, R. F. Lee, M. J. Melzer, J. O., M. Polek, P. J. Sieburth. L. L. Williams, and G. C. Wright. 2010. Citrus quarantine sanitary and certification programs in the USA. Citrograph: 26-39

윤수현, 김성중, 김한용, 박재호, 안현주, 강성구, 문영일, 김광식, 이동훈, 고상욱, 김창명. 2008. 온주밀감 신품종 ‘하례조생’ 육성. 한국육종학회지 40(2): 184-187

Bertolini, E., Moreno, A., Capote, N., Olmos, A., de Luis, A., Vidal, E., Pérez-Panadés, J. and Cambra, M. 2008. Quantitative detection of *Citrus tristeza virus* in plant tissues and single aphids by real-time RT-PCR. *Eur. J. Plant Pathol.* 120:177 - 188.

Garnsey, S. M. and Cambra, M., 1991. Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for citrus pathogens. In: Roistacher, C.N. (Ed.), Graft Transmissible Diseases of Citrus. Handbook for Detection and Diagnosis. FAO, Rome, pp. 193 - 216.

Hyun, J. W. and Hwang, R. Y. 2015. Current status of virus infection on late maturity citrus in Jeju Island. *Res. Plant Dis.* 21: 151 (Abst.).

Imada, J., Tanaka, H. and Narisawa, N. 1980. The effect of satsuma dwarf virus and citrus mosaic virus on the growth of citrus trees. *Bull. Fruit Tree Res. Stn. E.* 3: 75 - 82.

- Ito, T., Ito, T., Shiotani, H., Iwanami, T., Ozaki, K. and Muramoto, K. 2007. Genetic diversity and a heterogeneous population of Citrus mosaic virus within a single citrus tree. *J. Gen. Plant Pathol.* 73: 147 - 151.
- Ito, T., Iwanami, T., Ieki, H., Shimomura, K., Shimizu, S. and Ito, T. 2004. A new virus related to Satsuma dwarf virus: the nucleotide sequence of the 3-terminal regions of Hyuganatsu virus RNAs 1 and 2. *Arch Virol.* 149: 1459 - 1465
- Ito, T., Ieki, H. and 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.
- Iwanami, T. (2010) Properties and control of Satsuma dwarf virus. *JARQ.* 44:1 - 6.
- Iwanami, T. and Koizumi, M. (2000) Satsuma dwarf virus group. In: Timmer LW, Garnsey SM, Graham JH (eds) Compendium of citrus diseases, 2nd ed. The American Phytopathological Society, St. Paul, p 59
- Iwanami, T., Kondo, Y. and Karasev, A. V. 1999. Nucleotide sequences and taxonomy of satsuma dwarf virus. *J. Gen. Virol.* 80:793 - 797.
- Kano, T., Hiyama, T., Natsuaki, T., Imanishi, N., Okuda, S. and Ieki, H. 1998. Comparative sequence analysis of biologically distinct isolates of citrus triteza virus in Japan. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 64:270 - 275.
- Kim, D. H., Oh, D. C., Hyun, J. W., Kwon, H. M., Kim, D. H. and Lee, S. C. 1999. Incidence of three major citrus viruses in Cheju Island. *Plant Dis. Agric.* 5:34 - 40 (in Korean).
- Korkmaz, S., Garnsey, S. M., Chagas, C. M., Derrick, K. S., Barthe, G. A., Iwanami, T., Koizumi, M., Miyakawa, T., Ito, T., Lee, R. F., Bar-Joseph, M., da Graca, J. V., Ahlawat, Y. S. and Moreno, P. 2000. Graft-transmissible, systemic diseases. In: Timmer LW, Garnsey SM, Graham JH (eds) Compendium of citrus diseases, 2nd ed. The American Phytopathological Society, St. Paul, p 46 - 68.
- Larkin, M. A., Blackshields, G., Brown, N. P., Chenna, R., McGettigan, P. A., McWilliam, H., Valentin, F., Wallace, I. M., Wilm, A., Lopez, R., Thompson, J. D., Gibson, T. J. and Higgins, D. G. 2007. Clustal W and Clustal X version 2.0. *Bioinformatics* 23:2947 - 2948.

Mary, E. S., Susan, D. L., Michael, M., and Kenneth, C. 1991. Molecular cloning and nucleotide sequencing of the coat protein gene of citrus tristeza virus. *J. Gen. Virol.* 72:1013 - 1020.

Mehta, P., Brlansky, R. H., Gowda, S. and Yokomi, R. K. 1997. Reverse-transcription polymerase chain reaction detection of citrus tristeza virus in aphids. *Plant Dis.* 81:1066 - 1069.

Miyakawa, T., and Ito, T. 2000. Tatter leaf-citrange stunt. In: Compendium of Citrus Diseases. American Phytopathological Society Press, St. Paul, MN.

Roy, A., Fayad, A., Barthe, G. and Brlansky, R.H. 2005. A multiplex polymerase chain reaction method for reliable, sensitive and simultaneous detection of multiple viruses in citrus trees. *J. Virol. Methods.* 129:47 - 55.

Saponari, M., Manjunath, K. and Yokomi, R. K. 2008. Quantitative detection of Citrus tristeza virus in citrus and aphids by real-time reverse transcription-PCR (TaqMan). *J. Virol. Methods.* 147:43 - 53

Shim H, Min Y, Hong S, Kwon M, Kim D, Kim H, Choi Y, Lee S and Yang J. (2004). Nucleotide sequences of a Korean isolate of apple stem grooving virus associated with black necrotic leaf spot disease on pear (*Pyrus pyrifolia*). *Molecules and Cells* 18: 192 - 199.

Su, H.J. 2008. Production and Cultivation of Virus-free Citrus Saplings for Citrus Rehabilitation in Taiwan. Asia-Pacific Consortium on Agricultural Biotechnology, New Delhi and Asia-Pacific Association of Agricultural Research Institutions, Bangkok. P 51+ix.

Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipiski, A. and Kumar, S. 2013. MEGA6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. *Mol. Biol. Evol.* 30:2725 - 2729.

Yamamoto, H. and Fuji, S., I. 2008. Rapid determination of the nucleotide sequences of potyviral coat protein genes using semi-nested RT-PCR with universal primers. *J. Gen. Plant Pathol.* 74:97 - 100.

Yoshikawa, N., Sasamoto, K., Sakurada, M., Takahashi, T. and Yanase, H. 1996. Apple stem grooving and citrus tatter leaf capilloviruses obtained from a single shoot of Japanese pear (*Pyrus serotina*). *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 62:119 - 124.