

발간등록번호

11-1543000-000021-01

보안과제(), 일반과제() 과제번호 212017-1

Golden Seed 프로젝트 품목별 상세기획 보고서(감귤)

과제명 : 수입대체 및 수출용 감귤 종자개발 세부 연구계획 수립을 위한 상세기획

제주대학교

농림수산식품부 · 농촌진흥청 · 산림청

Golden Seed 프로젝트
품목별 상세기획 보고서

제주대학교
송관정

감귤 품목 상세기획보고서

과제명	국문	수입대체 및 수출용 감귤 종자개발 세부 연구계획 수립을 위한 상세기획		
	영문	Drawing a detailed master plan for golden seed project with a development of new citrus varieties facing royalty payments and earnings		
주관 연구책임자	성명(한문)	송관정 (宋官禎)	전화번호	
	과학기술인번호		팩스번호	
	E-mail		휴대폰	
주관기관	기관명	제주대학교	기관구분	산(), 학(√), 연()
	담당 부서명	산학협력단	담당자	최은지
	주소	제주특별자치도 제주시 제주대학로 66번지		
총협약기간	2012. 10. 09. ~ 2013. 03. 08. (5 개월)			
상세기획 연구비	81,000 (천원)			

Golden Seed 프로젝트 사업단의 품목별 상세기획보고서를 붙임과 같이 제출합니다.

붙임 : Golden Seed 프로젝트 사업단 상세기획보고서 10부.

2013년 04월 12일

주관연구책임자 : 송 관 정 (서명 또는 인)

주관연구기관장 : 제주대학교 산학협력단 [직인]

농림수산식품부장관·농진청장·산림청장
농림수산식품기술기획평가원장 귀하

1 국내외 동향 및 환경분석	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 국내외 시장동향 분석 ▪ 국내외 기술동향 및 인프라 분석 ▪ 국내외 정책동향 분석 ▪ 주요 이슈 및 전략 방향 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 문헌자료 수집 및 분석 ▪ 특허검색 및 분석솔루션 활용(위탁과제) ▪ 연구자 및 전문가 그룹 활용
2 목표 설정 및 프로젝트 도출	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 최종 목표 ▪ 단계별 목표 ▪ 프로젝트 구성 및 내용 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 기존자료 활용(예타 및 사전 상세기획 조사) ▪ 국내외 동향 및 환경분석 자료 활용 ▪ 참여 연구원 토의 및 전문가 그룹 활용
3 추진 체계 및 추진전략	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 연구 추진체계 ▪ 연구 추진전략 ▪ 총괄 로드맵 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 연구진 브레인스토밍(분야별 조사 및 분석) ▪ 세부 추진과제 후보도출 ▪ 투자 우선순위 선정
4 프로젝트별 세부기획 (micro 로드맵)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 연구개발 목표 ▪ 필요성 ▪ 기존 연구과제와의 차별화 및 연계방안 ▪ 추진 체계 및 전략 ▪ Micro 로드맵 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 프로젝트별 전문가 참여 기획 ▪ 총괄 공동 검토 및 자문
5 기대효과 및 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 기술적 기대효과 ▪ 경제적 기대효과 ▪ 활용방안 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 연구진 및 전문가 그룹 의견 수렴

[그림1-2] 감귤 GSP 상세기획 영역별 세부 연구내용 및 연구방법

제2장 국내외 동향 및 환경 분석

1. 국내외 시장현황

국내 시장 현황	<ul style="list-style-type: none"> - 국내 감귤산업은 최근 3년간 평균 생산액 및 생산량 각각 6,500억원 및 65만톤을 상회하고, 농가수도 30,797호(제주농가의 80%)를 차지 - 재배면적 2000년 이후, 생산량은 2007년 이후 점차 감소하는 추세임(2011년 재배면적 21.6천ha, 생산량 681.6천톤) - 감귤 수출은 최근 3천톤 내외로 감소하였으나, 다시 증가하는 추세로 전환 중인 반면, 오렌지 수입은 2002년 이후 매년 10만톤을 상회 - 국내 과수 중요시장 규모는 250억원/연 내외로 추정되며, 중요 생산 실적은 4백만주/년 내외이고, 연간 수요 9백만주 내외로 추정
해외 시장 현황	<ul style="list-style-type: none"> - 2011년 세계 감귤 재배면적 9,231.7천ha, 생산량 128.9백만톤(30년전 대비 재배면적 2.2배, 생산량 2.1배 증가) - 전체적인 면적의 증가가 지속되고 있는데, 만다린이 주도하고 있음 - 중국은 감귤 재배면적 및 생산량에 있어서 세계1위를 차지하고 있으며, 1980년대 이후 국가적 지원에 힘입어 급격한 신장세를 유지 - 미국 감귤 재배면적은 최근 지속적으로 감소하고 있으나 내병성 만다린에 대한 수요는 증가하고 있음 - 일본 감귤산업은 온주밀감 등의 만다린 위주로 우리나라와 생산체제 및 구조가 매우 비슷하며 고령화에 따른 감소가 지속되고 있음 - 호주는 남반구 생산체제로 아시아 시장을 겨냥한 전략적 생산단지를 도모하고 있음 - 스페인은 수출1위국으로 만숙 만다린 및 유색오렌지에 대한 수요가 증가하고 있음 - 이스라엘은 지속적인 재배 감소에도 불구하고 생산량의 30% 이상을 수출하는 감귤 수출 강국으로 만다린 수요가 증가하고 있음 - 터키 감귤은 오렌지 및 만다린에 집중된 구조로 최근 재배면적 및 생산량이 급증하고 있음

2. 국내외 기술동향

2.1 유전자원

- 한국의 감귤 유전자원의 보유수는 선진국 최고대비 15.7% 수준임
- 유전자원 특성평가 시스템이 확립되어 있지 못하고, 단순 보존 수준에 그치고 있어 육종 활용도가 매우 낮은 편임
- 미국, 브라질, 일본 등 선진국의 감귤 유전자원 보유점수가 많을 뿐만 아니라 유전자원 보존 효율을 높이고 소실을 방지하는 시스템을 구축해 있음
- 미국 등 선진국은 특성평가 체계 및 특성의 D/B화가 확립되어 육종에의 활용도를 높이고 있음

2.2 품종개발 및 조기선발 기술

- 한국은 가지 변이 및 주심배 변이선발, 교배육종의 단순 육종수준에 머무르고 있고, 선진육종 기술수준의 60% 내외로 평가되고 있음

- 현재 우량계통의 조기선발을 위한 조기육묘 시스템이 구축되어 있지 못하고 결실기 단순 과실특성 평가에 의한 선발을 수행하고 있음
- 국가기관이 감귤 육종을 주도하고 있으며, 민간육종회사는 전무한 실정임
- 선진국의 육종기술은 단순 교배육종 수준이 아닌 배수체 세대진전 및 무핵삼배체 육종선발, 세포질 잡종 세대진전 등의 생명공학 등 최신기술을 융합한 형태의 육종을 수행하고 있음
- 선진국의 조기선발 기술은 조기육묘에 의한 조기결실 체제와 분자표지 개발에 의한 실용화 기술 개발에 박차를 가하고 있음
- 선진국은 국가기관, 지자체 연구기관, 대학 등 산학연 역할분담 및 협력체제가 잘 확립되어 있음

2.3 무독묘 공급

- 국내 감귤 무독묘 검정 및 무독화 기술은 확립되어 있으나, 무독묘 필요성에 대한 인식의 부족으로 공급체계는 구축되어 있지 못함
- 미국, 스페인, 이스라엘 등에서는 기존 품종의 무독화 대체 및 무독묘 공급체계가 제도화되어 종묘업 현장에서 잘 적용되고 있음

3. 국내외 정책동향 분석

- UPOV 협약에 따라 2013년부터 감귤도 품종보호대상작물로 지정되어, 감귤 품종을 거의 대부분을 일본품종에 의존하고 있는 국내 감귤산업의 로열티 부담에 대한 우려가 높아지고 있음
- 한미 FTA 발효(2012.3)에 이어 한중 FTA 협상 등 개방화에 따른 수입 과실의 급증하고 있어 산업경쟁력 확보가 시급함
- 사과, 배 등 타 과수와는 달리 감귤은 보증 무독묘 유통 공급체계가 확립되어 있지 못함
- 최근 국제식물신품종보호연맹(UPOV) 협약에 따른 신품종 육종 및 육종가에 대한 권리 보호에 대한 선진국의 관심이 매우 높아지고 있음
- 감귤 육종 목표는 전세계적으로 거의 유사하나 최근 내병성이나 기능성 육종을 목표로 하는 국가 및 기관이 많아지고 있음
- 최근 유전체 분석을 통한 유전양식 구명, 조기선발 분자표지 개발, 품종식별용 분자표지 개발 등 첨단기술의 개발을 활발히 추진하고 있음
- 선진국의 대부분은 우량대묘 보증무독묘 공급체계를 확립하여 조기에 농업투자를 회수하는 정책으로 농업경쟁력을 높이고 있음
- 최근 기후변화의 급속한 진행에 따라 환경저항성 품종에 대한 요구도가 높아지고 있음

4. 기술수준 및 연구개발 인프라 분석

4.1 기술수준

- 감귤 품목의 전체 기술수준은 미국 및 일본 등 최고 기술 보유국 대비 56.5%로 평가되며 기술격차는 14년 정도의 차이가 있음
- 유전자원 보유 및 평가기술에서 격차(최고 대비 41.4%, 14~18년)가 가장 심하고, 교배종자 획득 및 실생육묘 요소에서 격차가 가장 적음(최고대비 72.9%, 9년)

4.2 연구개발 인프라

- 감귤 육종 전문 인력은 국가기관으로 국립원예특작과학원 감귤시험장에 4명, 지자체 기관으로 제주특별자치도농업기술원 감귤육종센터에 2명을 두고 있음
- 대학의 전문 인력은 일부 교배육종 및 분자육종 연구를 수행하고 있으나, 집중연구가 이루어지지 못하고 있고, 민간 육종인력은 전무한 실정임
- 국립원예특작과학원 감귤시험장 및 지자체 감귤육종센터에 유전자증폭기, 배수체검경기, 원형질융합기기, 형광현미경, 전기영동장치 등 배수체 육종 및 유전분석 관련한 장비를 구비하고 있으며, 기능성 성분 등을 분석할 수 있는 GC-MS, LC-MS 등의 분석장비는 물론 병원균 포장검경 등의 현미경이 구비되어 있음
- 국립원예특작과학원 감귤시험장과 제주특별자치도농업기술원 감귤육종센터는 무독화 열처리 시설, 육묘 유리온실 및 비닐하우스 등의 육묘시설과 육종포장을 보유하고 있음
- 대학의 육종장비와 시설은 미흡한 실정이고, 민간업체의 육종장비 및 시설 확보는 매우 열악함

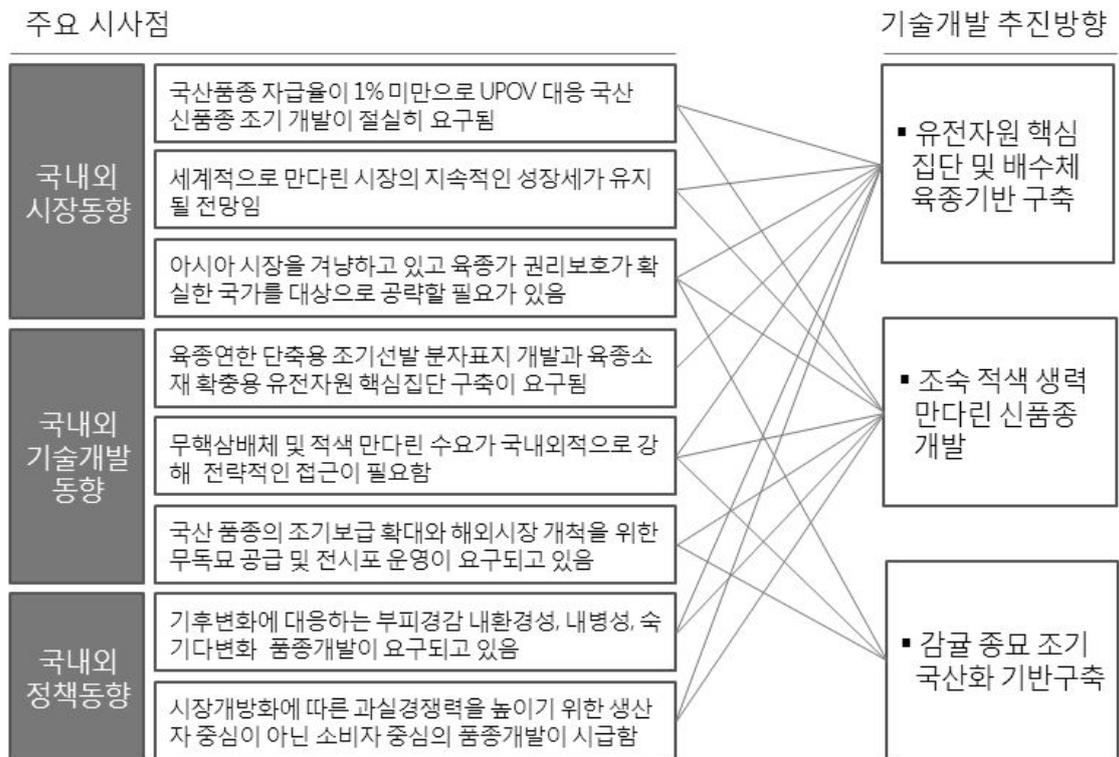
5. 주요 이슈 및 전략방향

- SWOT 분석 및 전략방향

강점(Strengths)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> - 신품종 조기도입 등 농가의 선제적 차별화에 대한 추구의 신속성 - 노동집약적 생산 체제 및 고품질 생산기술의 적용 확대 - 높은 품목 집중도 및 생산지역의 한계성 	<ul style="list-style-type: none"> - 온주밀감 위주 및 품목 다양성 부족 - 대부분의 일본 육성 품종에 의존 - 신품종 육종기반 및 육종기술이 취약 - 생산규모의 영세성 및 생산지역별 상이한 생산환경 - 여름철 고온다습으로 친환경 기술적용에 취약
기회(Opportunities)	위협(Threats)
<ul style="list-style-type: none"> - FTA 및 시장 개방화 확대에 따른 생산구조의 조정 및 기반정비의 강화 - UPOV의 전면개방으로 국내 육종가 권리 보호 강화 및 신품종 개발 가속화 - 기후변화에 안정적인 온주밀감 생산 및 수출 잠재력 보유 	<ul style="list-style-type: none"> - FTA 확대에 외국산 오렌지 및 만다린 수입의 증가 - 기후변화에 의한 기상이변과 돌발병해충 발생 등 재해발생 증가 및 생산비 증대 - UPOV 전면개방에 따른 품종 로열티 지급 우려 및 생산비 증가 예상

SO(공격적 전략)	SW(만회 전략)
<ul style="list-style-type: none"> - 고품질 신제품 개발의 조기 기반 구축 - 품종특성 맞춤 고품질 재배기술의 조기보급 확대 - 고품질 생산체제의 혁신 및 고수익 차별화 비즈니스 체질로의 개선 - 중국, 유럽 등 감귤 수출농업으로의 전환 	<ul style="list-style-type: none"> - 만감류 확대화 품목 및 품종의 다양화 - 신제품 개발의 육종기반 인프라 조기 구축 - 신제품 개발의 과감한 연구개발 투자 확대 - 육종가 권리보호에 따른 민간육종의 활성화
ST(다각적 전략)	WT(방어적 전략)
<ul style="list-style-type: none"> - 내재해성 신제품 육종기반 투자 강화 - 재해 안전 생산기반 확충 및 개선 - 재해 안전 재배기술의 지속적 개발 - 재해대비 기초 연구기반 강화 	<ul style="list-style-type: none"> - 생산기반 정비 확대 및 산업경쟁력 강화 - 외국 품종에 대한 국내 육성 품종의 조기 보급 확대

□ 주요 시사점 및 추진 방향



제3장 목표 설정 및 프로젝트 도출

1. 목표 설정

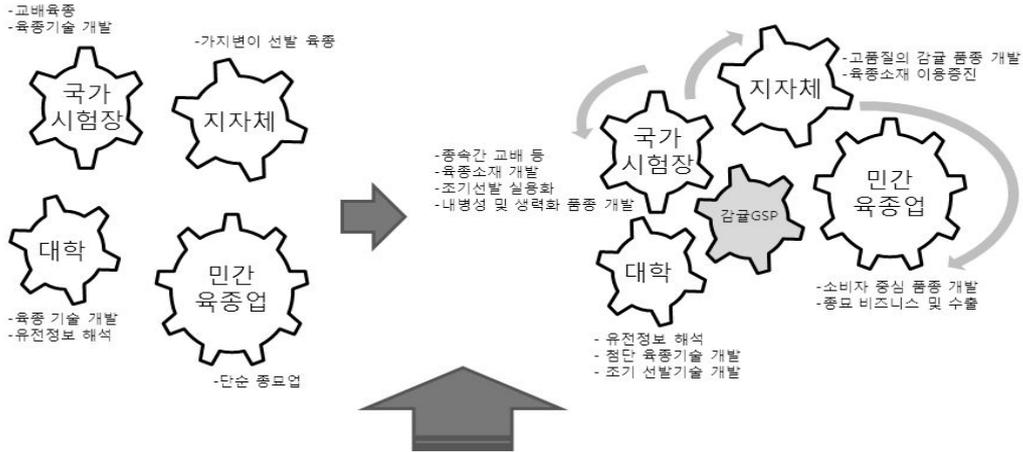
- 감귤 GSP 연구개발사업의 최종 목표는 UPOV 대응 감귤 우수 신품종 4개, 중간모본 2개 및 우량 유망 5계통 선발과 국내육성 신품종 10% 이상 보급을 최종 목표로 설정함
- 단계별 목표
 - 1단계는 품종 육종 기반 구축을 중심으로, 2단계는 우량 품종개발 및 국내 육성품종 보급 확대를 중심으로 추진

1단계('13~'16)	2단계('17~'21)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 유전자원 도입 확충 및 특성평가 ▪ 더댕이병, 숙기 형질연관 분자표지 개발 ▪ 동질배수체 유도기술 및 집단 양성 ▪ 품종개발을 위한 교배 집단 양성 ▪ 종묘 국산화 기반 구축 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 내병성 기능성 핵심집단 완성 ▪ 케양병, 적육, 홍피 형질연관 분자표지 개발 ▪ 우량 동질사배체 중간모본 2개 개발 ▪ 조숙, 적육 등 품종 4개 및 우량계통 5개 개발 ▪ 국내 육성 품종의 보급률 10% 달성

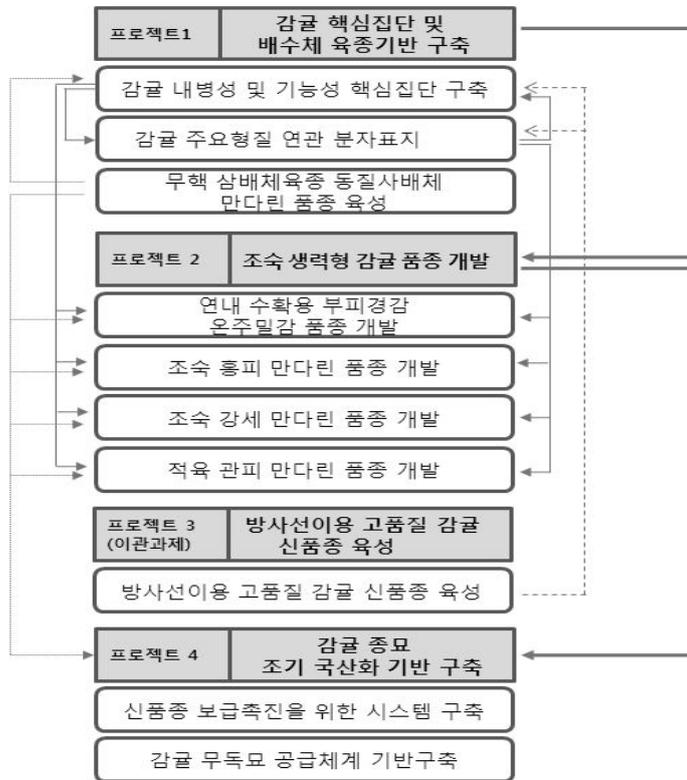
2. 프로젝트 구성

- 감귤 GSP 상세기획을 위해 국가연구기관 감귤육종 연구원, 지자체 감귤육종 연구원, 대학교 감귤육종 및 관련전문가, 감귤종묘업체 등을 망라한 연구진을 구성하였음
- 참여연구원을 전문영역별로 나누어 감귤산업의 국내외 시장, 기술, 정책 동향을 파악하고 주요 이슈 및 전략방향 분석을 통하여 후보과제 리스트를 작성하고 토론회를 거쳐 4개 영역에서 3개 프로젝트 18개 세부프로젝트 후보과제를 도출하였음
- 국내외 감귤산업 주요 동향 및 환경 분석 결과를 바탕으로, 전문가 그룹의 협의 및 토론회를 거쳐 후보과제를 도출하였고, 후보과제에 대한 핵심성, 중복성, 대표성, 필요성 등에 대해 관련분야 산학관연 및 민간분야 전문가 자문회의를 거쳐 최종 프로젝트 및 세부프로젝트를 도출하였음
- 감귤 GSP 연구개발 전 분야를 대상으로 기반기술, 품종개발, 보급 분야 등 3개 영역으로 구분하여 3개 프로젝트 11개 세부프로젝트로 구성되어 있음(이관과제 1과제 포함)

간접영역 연구



감귤 GSP 프로젝트



[그림 3-1] 프로젝트간 관계도

① 프로젝트 1(기반기술) : 감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축

배 경		<ul style="list-style-type: none"> · 국내 유전자원은 선진국 대비 15.7% 수준으로 확충 시급 · 선진화된 육종기반 구축을 통한 품종개발 효율성 제고 필요
목 표		<ul style="list-style-type: none"> · 핵심집단 6개 작성 · 더댕이병, 검은점무늬병 등 내병성 연관 분자표지 개발 · 숙기, 적육, 홍피 등 과실형질 연관 분자표지 개발 · 우량 동질사배체 중간모본 2개 개발
감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축	세부 프로젝트 1	· 감귤 내병성 및 기능성 핵심집단 구축
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> - 감귤 해외 유전자원 도입 확충 - 감귤 내병성 및 기능성 핵심집단 구축
	세부 프로젝트 2	· 감귤 주요형질 연관 분자표지 개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> - 감귤 분리집단을 이용한 내병성(더댕이병, 궤양병) 및 과실형질(숙기, 적육, 홍피) 연관 분자표지 탐색 및 개발 - 비교유전체 분석을 통한 기초 분자표지 탐색 및 개발
	세부 프로젝트 3	· 무핵삼배체 육종 동질사배체 만다린 품종 육성
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> 배수성 인위유도를 통한 동질배수체 개발 기술체계 확립 - 주요 교배친 동질배수체 대량 양성 - 동질사배체 중간모본 개발 및 삼배체 교배실생 대량획득

② 프로젝트 2 : 조숙 생력형 감귤 품종 개발

배 경		<ul style="list-style-type: none"> · UPOV 대응 국내 감귤 신품종개발 확대 시급 · 품질, 기능성, 기호성 등 소비자 기호 변화 및 기후변화에 대응한 품종개발 필요
목 표		<ul style="list-style-type: none"> · 우수품종 개발 : 4품종 · 우량 유망계통 선발 : 5계통
조숙 생력형 감귤 품종 개발	세부 프로젝트 1	· 연내 수확용 부피경감 온주밀감 신품종 개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> - 연내수확 부피경감 밀감류 품종개발을 위한 교배 및 교배실생의 대량 양성 - 우량계통 선발 및 실증을 통한 정밀평가 및 우량품종 선발
	세부 프로젝트 2	· 조숙 홍피 만다린 품종 개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> - 홍피계 교배 및 교배실생 대량 양성 - 조기육묘와 특성평가를 통한 우량계통 및 우수품종 선발
	세부 프로젝트 3	· 조숙 강세 만다린 품종 개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> - 만다린 교배를 통한 주심배 실생 대량 양성 - 조기육묘와 특성평가를 통한 우량계통 및 우수품종 선발
	세부 프로젝트 4	· 적육 관피 만다린 품종 개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> - 적육계 교배 및 교배실생 대량 양성 - 조기육묘와 특성평가를 통한 우량계통 및 우수품종 선발

③ 프로젝트 3 : 방사선이용 고품질 감귤 신품종 육성 (이관과제임)

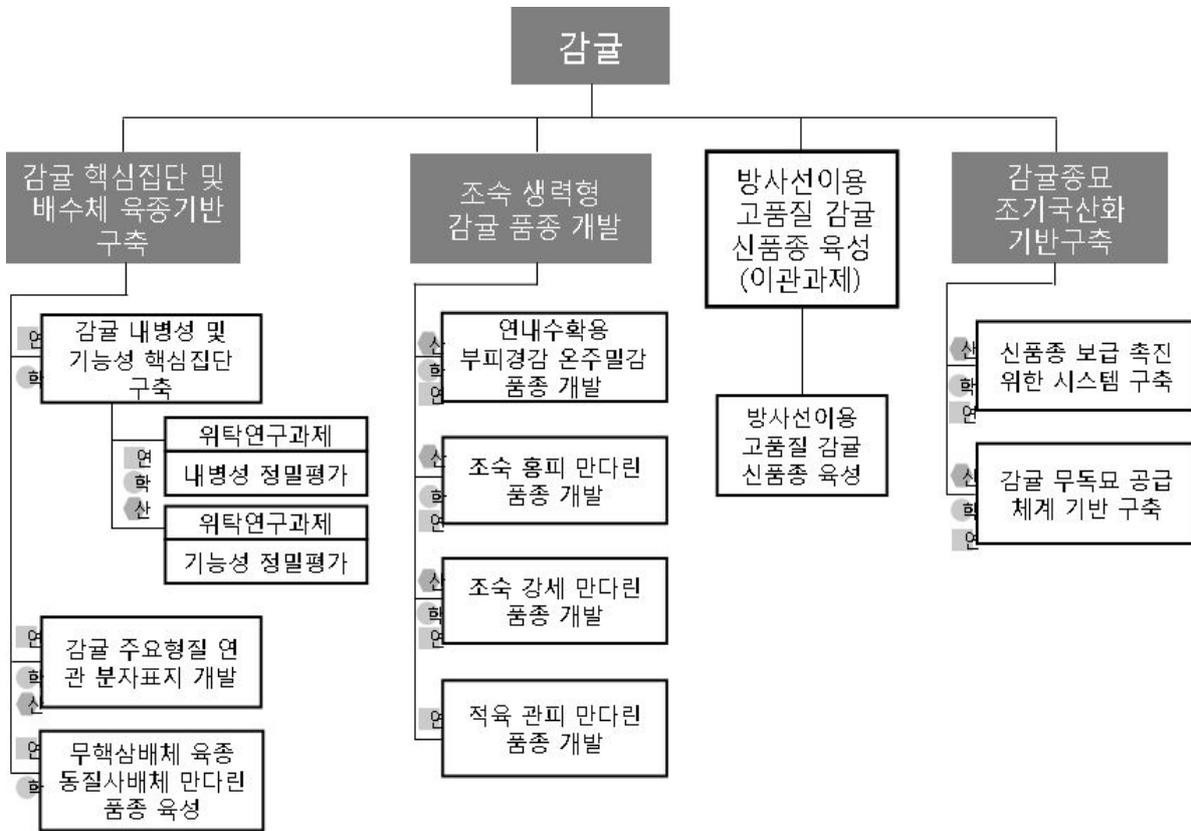
- 세부프로젝트1 : 방사선이용 고품질 감귤 신품종 육성

④ 프로젝트 4 : 감귤 종묘 조기 국산화 기반 구축

배 경		<ul style="list-style-type: none"> · 국내 품종의 보급촉진을 통한 로열티 경감 필요 · 국내 재배 주요품종은 바이러스로 인해 품질 및 수량저하
목 표		<ul style="list-style-type: none"> · 감귤 종묘 국산화 10%
감귤 종묘 조기 국산화 기반 구축	세부 프로젝트 1	<ul style="list-style-type: none"> · 신품종 보급촉진을 위한 시스템 구축
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> - 국내외 우수 품종의 국내 전시포 조성 및 운영 - 국내육성 품종의 해외 전시포 조성 및 운영
	세부 프로젝트 2	<ul style="list-style-type: none"> · 감귤 무독묘 공급체계 기반구축
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> - 국내 재배 주요 품종의 무독화 및 무독묘 증식 - 무독묘 원원종, 보급종의 확보 및 공급체계의 시범운영

제4장 품목별 프로젝트 추진체계 및 추진전략

1. 연구 추진체계



2. 성과지표

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수	1	10	11		
	품종등록 건수	국내		1	1	
		국외				
	종자수출액					
	수입대체 효과(국산화율%)		10	10	국내 육성종 보급	
	국내논문	SCI	2	3	5	
		등재학술지	1	1	2	
	국외논문	SCI		2	2	
		비SCI				
	국내특허	출원	1	4	5	
		등록		1	1	
	국제특허	출원				
		등록				
	매출액	국내				
국외						
기술이전						
특 성 지 표	인력양성	1	1	2		
	기반구축 실적		1	1		
	D/B 구축		1	1		
	분자마커	2	3	5		
	유전자원 도입	300	100	400		
	핵심집단 작성		6	6		
	우수교배친 양성	10	10	20		

3. 연구개발 소요예산

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계 (억원)
	연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
감귤 내병성 및 기능성 핵심집 단 구축	정부(억원)	0.82	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.0	0.7	0.7	12.72
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0.82	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.0	0.7	0.7	12.72
감귤 주요형질 연 관 분자표지 개발	정부(억원)	1.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	2.0	2.0	16.0
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	1.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	2.0	2.0	16.0
무핵삼배체 육종 동질사배체 만다 린 품종 육성	정부(억원)	1.0	2.0	2.0	1.9	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	14.6
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	1.0	2.0	2.0	1.9	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	14.6
연내수확용 부피 경감 온주밀감 품 종 개발	정부(억원)	0.8	1.56	1.3	1.21	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	10.47
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0.8	1.56	1.3	1.21	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	10.47
조속 홍피 만다린 품종 개발	정부(억원)	1.1	2.0	2.0	1.9	1.7	1.7	1.5	1.5	1.5	14.9
	민간(억원)	0.35	0.35	0.35	0.35	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	7.9
	합계	1.45	2.35	2.35	2.25	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	22.4
조속 강세 만다린 품종 개발	정부(억원)	1.1	2.0	2.0	1.9	1.7	1.7	1.5	1.5	1.5	14.9
	민간(억원)	0.3	0.3	0.3	0.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	7.2
	합계	1.4	2.3	2.3	2.2	2.9	2.9	2.7	2.7	2.7	21.6
적육 권피 만다린 품종 개발	정부(억원)	1.1	2.0	2.0	1.9	1.7	1.7	1.5	1.5	1.5	14.9
	민간(억원)	0.35	0.35	0.35	0.35	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	7.9
	합계	1.45	2.35	2.35	2.25	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	22.4
방사선 이용 고품 질 감귤 신품종 육성	정부(억원)	1.0	1.0								2.0
	민간(억원)	0.65	0.65								1.3
	합계	1.65	1.65								3.3
신품종 보급 촉진 을 위한 시스템 구축	정부(억원)	0	0.7	0.7	0.7	1.5	2.0	2.5	3.0	3.0	14.1
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0	0.7	0.7	0.7	1.5	2.0	2.5	3.0	3.0	14.1
감귤 무독묘 공급 체계 기반 구축	정부(억원)	0	0.7	0.7	0.7	1.2	1.5	2.0	2.0	2.0	10.8
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0	0.7	0.7	0.7	1.2	1.5	2.0	2.0	2.0	10.8
총합	정부(억원)	7.92	15.76	14.5	14.01	14.4	14.7	14.7	14.7	14.7	125.39
	민간(억원)	1.0	1.0	1.0	1.0	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	23.0
	합계	8.92	16.76	15.5	15.01	18.2	18.5	18.5	18.5	18.5	148.39

4. 품목 총괄로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표	
		유전자원 도입 및 평가, 분자표지 탐색, 배수체 유도기술 확립, 교배실생 대량양성, 조기결실 기반구축 등 감귤 육종기반 구축				핵심집단 구축, 조기선발 분자표지 개발, 우량계통 특성평가 및 신품종 개발, 감귤종묘 국산화 기반 구축						
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축	감귤 내병성 및 기능성 핵심집단 구축	내병성 기능성 유전자원 도입확충										-핵심집단 6개 작성 -더밍이병, 궤양병 연관 분자표지개발 -숙기, 적육, 홍피 연관 분자표지 개발 -우량 동질사배체 중간모본 2개 개발
		내병성 기능성 특성 정밀평가 및 핵심집단 작성										
	감귤 주요형질 연관 분자표지 개발	분리집단 이용 내병성 등 질적 형질 연관 RAPD, SSR마커 탐색 및 개발										
		유전체 분석 SNP, SSR 기초마커 탐색 및 숙기 등 조기선발 분자표지 개발										
무핵삼배체 육종 동질사배체 만다린 품종 육성	동질배수체 및 반수체 인위유도 기술개발										-우량 동질사배체 중간모본 2개 개발	
	주요 교배친 동질배수체 육성 및 우량계통 개발											
조숙 생력형 감귤 품종 개발	연내수확용 부피경감 온주밀감 품종 개발	온주계 교배실생 대량양성 및 조기육묘										-우수품종 4개 개발 -우량유망계통 5개 선발
		특성평가 및 우수품종 개발										
	조숙 홍피 만다린 품종 개발	홍피계 교배실생 대량양성 및 조기육묘										
		특성평가 및 우수품종 개발										
	조숙 강세 만다린 품종 개발	만다린 주심배 실생 대량양성 및 조기육묘										
		특성평가 및 우수품종 개발										
	적육 관피 만다린 품종 개발	적육계 교배실생 대량양성 및 조기육묘										
		특성평가 및 우수품종 개발										
방사선이용 고품질 감귤 신품종 육성	방사선 이용 고품질 감귤 신품종 육성	고정화 계통의 검정 및 선발										
감귤 종묘 조기국산화 기반 구축	신품종 보급 촉진을 위한 시스템 구축	전시포장 조성									-감귤종묘 국산화 10% 이상	
		신품종 국내외 전시포 운영 및 수출개척 시스템 구축										
	감귤 무독묘 공급체계 기반구축	주요 재배품종의 무독묘 육성										
보증무독묘 공급체계 기반구축												

제5장 프로젝트별 세부기획

제1절. 감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축

1. 연구개발 목표

최종목표

- 내병성 및 기능성 핵심집단 구축 및 우량 배수체 중간모본 2개 개발

단계별 목표

1단계('13~'16)	2단계('17~'21)
감귤 유전자원 도입 확충 조기선발 분자표지 탐색 배수체 육성기술 개발 및 조기육묘	감귤 내병성 및 기능성 핵심집단 구축 내병성 및 과실 형질 조기선발 분자표지 개발 배수체 우량계통 중간모본 2개 개발
- 감귤 유전자원 300점 도입 - 더탱이병, 궤양병 평가 및 D/B 구축 - 플라보노이드 평가 및 D/B 구축 - 더탱이병, 숙기 연관 분자표지 개발 - 동질사배체 유도기술 개발	- 감귤 유전자원 100점 도입 - 흑점병, 소립흑점병 평가 및 D/B 구축 - 카로티노이드 평가 및 D/B 구축 - 궤양병, 적육, 홍피 연관 분자표지 개발 - 우량 배수체 중간모본 2개 개발

2. 연구개발 필요성

감귤 내병성 및 기능성 핵심집단 구축

- 유전자원은 육종의 필수 요소임에도 불구하고 국내 보유수준은 선진국 최고대비 15.7%로 매우 미흡
- 기후변화, 개방화 추세에 따른 산업경쟁력 증대를 위한 내병성, 생력화, 기능성, 환경내성 품종개발과 관련된 유전자원 확보가 필요함
- 육종소재의 정밀평가를 통한 육종목표 맞춤형 교배조합 작성에 활용하여 교배육종의 과학화 및 효율 제고가 필요

감귤 주요형질 연관 분자표지 개발

- 감귤의 육종기간을 단축하고 선발환경에 상관없이 객관적인 선발평가를 위해서는 주요 형질과 연관된 분자 표지 개발이 필요함
- 유전체 정보를 활용한 범용성 분자표지 개발 촉진과 MAS 실용화와 육종의 과학화가 요구됨

동질사배체 만다린 품종 육성

- 교배육종에 의한 신품종 확대에 따른 종자형성 증가 및 품질이 차별화된 품종 개발이 어려운 상황이 발생하고 있음

- 고품질 기능성 무핵 삼배체 육종을 위한 동질배수체 대량양성 기반 구축이 필요함

3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

□ 기존 연구와의 중복성

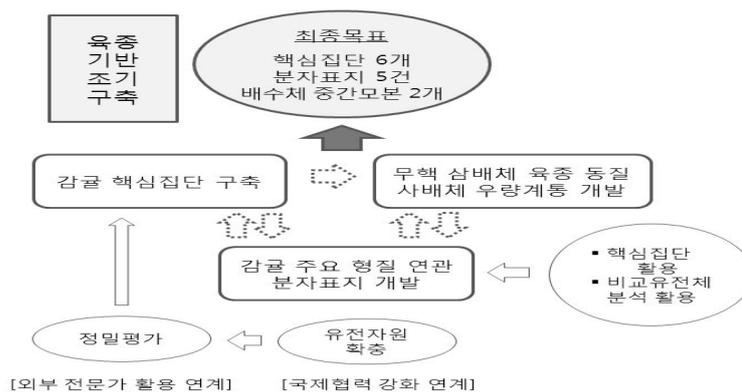
- 감귤 GSP 프로젝트는 유전자원을 대폭 확충하고 내병성, 플라보노이드, 불임성, 종자형성도 등에 대한 정밀 평가를 수행하여 핵심집단의 작성을 수행하는 과제로 기존의 단순한 유전자원을 수집하고 보존하는 과제들과 차별화됨
- 감귤 GSP 프로젝트의 주요 분자표지 개발과제는 더닝이병, 궤양병, 검은점 무늬병, 숙기, 적육 등 실제 육종의 핵심목표가 되는 형질에 대한 선발표지를 타겟으로 하고 있어, 이에 대한 국내연구가 수행된 바 없어 차별화됨
- 동질사배체 만다린 우량계통 개발은 인위적인 배수체 유도처리를 통한 동질사배체 개발을 추구하고 있어, 기존의 자연발생 배수체 선발과는 차별화를 갖고 있음

□ 기존 연구와의 연계방안

- 기존 유전자원 특성 평가에 대한 자료를 검정하여 본 GSP 유전자원 DB에 통합하여 활용함
- 대학에서 추진하고 있던 재래귤 병귤 유전체 해독 연구의 정보를 활용하여 품종의 유전체 정보와 비교를 통해 범용성 분자표지 개발 촉진과 MAS 실용화와 육종의 과학화를 추구하고자 함
- 기존 육종기관을 감귤 GSP에 포함하여 유전자원 및 육종 기술을 공유함으로써 성과를 극대화할 수 있도록 추진하고자 함

4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

□ 추진체계



□ 추진전략

○ 감귤 내병성 및 기능성 핵심집단 구축

- 유전자원 수집 확충 및 핵심집단 구축 : 국제협력을 통한 국외 유망자원 도입, 국내 유전자원 수집, 생육 특성 조사 및 보존 관리, 병저항성, 기능성 특성 조사 결과에 따른 핵심집단 작성
- 병저항성, 기능성 특성평가 : 대학, 연구소, 산업체 인프라 활용 성분 특성 조사

○ 감귤 주요 형질 연관분자 표지 개발

- 감귤 분리집단을 이용 내병성과 품질 및 기능성관련 RAPD와 SSR 분자표지를 개발
- 핵심집단과 분리집단 활용 비교유전체 분석을 통한 품질과 기능성 연관 SNP 등 분자표지 개발

○ 동질사배체 만다린 품종 육성

- 콜히친 등 배수성 유도물질을 처리하여 배수성 검정을 통해 동질사배체를 선발하여 배수체 유도조건을 확립하고, 우수 교배친 20계통의 동질배수체의 대량 양성을 수행함
- 동질사배체는 탕자에 접목하고 조기결실 유도하여 3개 이상의 우량계통을 선발함
- 선발된 동질사배체 우량계통에 이배체를 교배하여 무핵 삼배체 종자의 획득율을 조사하고, 삼배체 종자 획득율의 증대를 도모함

5. 프로젝트 Micro 로드맵

프로젝트명		감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축										
단계별 목표		1단계				2단계				최종목표		
		유전자원 도입 및 평가체계 확립, 더댕이병 및 숙기 연관 분자표지 개발, 동질배수체 인위유도기술 개발				감귤 핵심집단 작성, 궤양병, 적육, 홍피 연관 분자표지 개발 및 조기선발 마커기반 구축, 우량 배수체 육종기반 구축				<ul style="list-style-type: none"> ■핵심집단 6개 작성 ■더댕이병, 궤양병 분자표지 개발 2건 ■숙기, 적육, 홍피 분자표지 개발 3건 ■우량배수체 중간모본(특허) 2개 개발 		
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표	
감귤 내병성 및 기능성 핵심집단 구축	유전자원 도입 및 핵심집단 작성	내병성 및 기능성 유전자원 도입 확충										-유전자원 400점 도입
		내병성 특성 정밀평가 및 핵심집단 작성										-핵심집단 작성 6건
		기능성 특성 정밀평가 및 핵심집단 작성										-논문 2건 -D/B 1건
감귤주요 형질연관 분자표지 개발	기초 분자표지 탐색 및 조기선발 분자표지 개발	감귤분리집단 이용 내병성 연관 RAPD, SSR 마커 탐색 및 개발										-더댕이병, 궤양병 분자표지 2건
						표준 유전자 지도 작성						-숙기, 적육, 홍피 분자표지 3건
						유전체 분석을 통한 SNP, SSR 기초마커 탐색						-특허 출원 3건
						숙기 등 과실특성 조기선발 분자표지 개발						-논문 4건
무핵 삼배체 육종 동질사배체 만다린 품종 육성	동질배수체 유도기술 개발 및 우량계통 선발	동질배수체 인위유도 기술개발										-동질사배체 20계통
						주요 교배친 동질배수체 육묘 및 우량계통 선발						-중간모본(특허) 2개
						무핵삼배체 후대양성						-논문 2건 -인력 2건

제2절. 조숙 생력형 감귤 품종 개발

1. 연구개발 목표

□ 최종목표

- 우수 품종 4개, 우수계통 5개 개발

□ 단계별 목표

- 1단계는 품종육성을 위한 교배집단 대량 양성 및 조기결실 유도, 2단계는 특성평가 및 품종선발 중심으로 추진

1단계 목표	2단계 목표
교배집단 양성 및 조기결실 유도	특성평가 및 품종 선발
<ul style="list-style-type: none"> - 연내수확용 부피경감 온주밀감 교배집단 양성 - 조숙 홍피 만다린 교배집단 양성 - 조숙 강세 만다린 주심배 집단 양성 - 적육 관피 만다린 교배집단 양성 - 교배 실생 및 주심배 실생의 조기육묘 	<ul style="list-style-type: none"> - 착과 유도 및 조기결실 유고 - 주요 특성의 평가 - 우량계통 계통선발 및 정밀특성 평가 - 품종 선발

2. 연구개발 필요성

□ 정책 및 시장적 측면

- 국제 자국 품종보호 강화 경향에 따른 국내 감귤 품종개발 촉진 필요
 - UPOV 협약에 따라 국내 감귤 품종보호제도 전면 도입('12)에 따른 로열티 부담 우려
 - 감귤은 외국 도입 품종이 면적 점유율 99% 이상 이르고 있어 의존도가 심함
- 한·미 FTA 체결에 따른 수입 오렌지물량 증가 대응요구
 - 오렌지 수입량 : ('05) 123천톤 → ('10) 110 → ('12) 170
 - 국내 만감류와 가격경쟁 심화, 만감류 고품질, 차별화, 생산비 절감 품종개발 필요

□ 기술적 측면

- 온주밀감 위주의 노지 감귤에서 탈피한 연내 수확 고품질 감귤 품종개발 및 보급 필요
 - 온주밀감의 전체 당도 수준은 9.8~10.2°Bx 수준으로 다른 과종 및 새로 육성되어 재배되는 품종에 비하여 당도가 낮아 선호도가 떨어지는 추세임
 - 토양 피복 등 고비용 구조에서 탈피한 저비용 고품질 감귤 생산 가능한 품종 개발이 요구됨
 - 온주밀감에 집중된 수확 시기를 분산하고 다양한 소비자 기호에 대응한 품종 개발
- 최근 부지화, 세토카 등 고품질 만감류 품종들의 재배적 문제가 빈발
 - 부지화 자근현상으로 인한 생산성 및 품질 저하가 초래되고 있고 세토카 등 최근 10년대 도입

품종들은 착과연령 가지발생, 열과 등의 문제가 계속 문제시 되고 있음

- 기존 품종의 장점을 유지하면서 1~2개의 핵심 특성을 개선하기 위한 주심배 육종이 필요함
- 적색 과육, 홍색 외관, 기능성 등 차별화된 특성을 보유한 품종개발을 통해 소비자 기호 다양화에 대응하고 감귤 품종의 브랜드화 전략 등 BM 모델을 창출할 수 있는 품종개발 필요
- 최근 감귤 품종개발은 1차적인 품질 외에도 건강, 시각, 형태적 측면 등 차별화된 특성이 요구
- 차별화된 품종특성은 전략적 브랜드화가 용이하여 비즈니스 관점의 종자 산업화를 촉진

□ 환경적 측면

- 기후변화에 따른 재배 품종 변화에 선제 대응
 - 기온 상승 및 이에 따른 부피, 저온 피해 등의 장해에 적응이 가능한 품종개발 및 보급
 - 온난화에 따른 착색지연, 불량 현상 출현에 대응 홍색 형질이 잘 발현되는 품종개발 필요
- 품질을 높이기 위한 고비용 재배구조는 농자재의 과다 투입에 의해 환경에 부담
 - 시설 또는 고투입 농자재 재배 의존적 고품질 재배 체계에서 저투입 환경친화적 재배가능 품종

3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

□ 기존 연구와의 중복성 검토

- 국립원예특작과학원 감귤시험장 및 제주특별 자치도 농업기술원 감귤육종센터 수행과제

과제명	세부과제명	연구기간	연구기관
감귤 신품종 육성 및 육종소재 개발	만감류 및 틸새 감귤류 품종 육성	2009~2013	감귤시험장
	더덩이병, 검은점무늬병 저항성 감귤 품종 육성	2009~2013	감귤시험장
감귤 교잡육종에 관한 연구	교잡에 의한 만감류 신품종 육성	2011~2020	감귤육종센터
	주심배 이용 만감류 품종 육성	2011~2020	감귤육종센터
	주심배 이용 온주밀감 품종 육성	2011~2020	감귤육종센터

- 세부프로젝트 ‘연내수확용 부피경감 온주밀감 신품종 개발’ 과제는 목적 및 교배조합에서 기존 연구과제와의 중복성이 없음
 - 연내 수확 교잡품종의 개발은 감귤 유전자원내 극조숙성의 품종자원은 온주밀감이 유일하며 이를 이용한 교잡육종은 효율성 측면에서 난이도가 높아 국가기관에서 추진하는 것이 필요함
- 세부프로젝트 ‘조숙 홍피 만다린 품종 개발’ 과제는 조기 수확 및 외관상의 차별화를 목적으로 하여 기존 연구과제와의 중복성이 없음
- 세부프로젝트 ‘조숙 강세 만다린 품종 개발’ 과제는 주심배 이용 방법상의 중복성은 있으나 개량코자 하는 목적형질(조숙 특성 및 수세 강화)과 대상(일반 만다린으로 확대) 면에서 차별화되어 있음

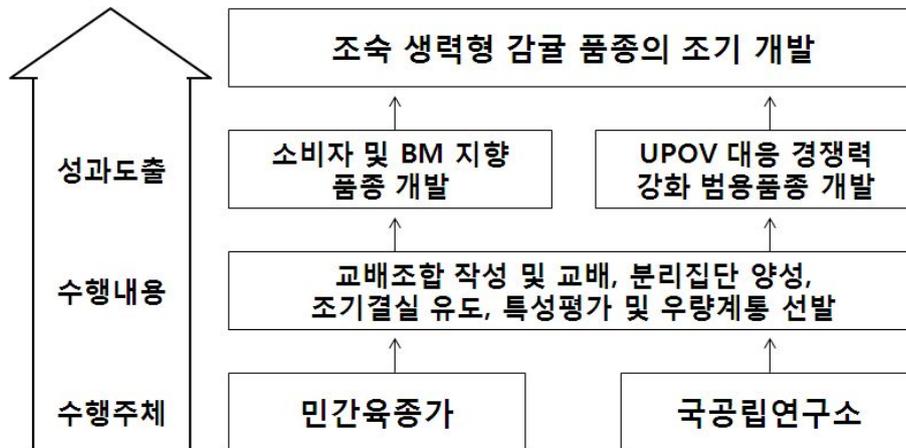
- 또한, 주심배 실생 육종법은 전세계적으로 국가, 지자체 등 공공영역에서 민간영역으로 이전이 활발한 분야로 민간 육종 활성화 측면에서 접근이 필요함
- 세부프로젝트 ‘적육 관피 만다린 품종 개발’ 과제는 적육 특성 및 이에 기반한 기능성 측면의 품종개발을 지향하고 있어 기존 과제에서는 추진되고 있지 않아 차별화 됨

□ 기존 연구와의 연계방안

- ‘조속 생력형 감귤 품종 개발’ 프로젝트내에서 수행되는 세부프로젝트 과제들은 방법론에서 기존 과제와 같은 방식을 취하고 있으나, 기존 과제에서 추진되지는 않았으나 중장기적으로 필요성이 요구되고 있는 분야를 지향하고 있음
- 기존 과제에서 축적된 교배조합 및 교배실생 내에서 분리되는 형질의 양상을 파악하여 본 프로젝트에서의 교배조합 작성 및 집단 양성에 반영하는 것이 필요함
- 기존 과제와 본 프로젝트 과제에서 도출된 결과물들은 향후 새로운 품종 육성을 위해 상호 이용될 수 있음

4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

□ 추진체계



□ 추진전략

- 과제 기획 및 설계
 - 세부프로젝트간 교배조합의 중복성, 적절성, 목적 달성가능성 등 상호 검토 및 평가
- 교배자원
 - 국내 기관 보유 전 유전자원 및 육성 과정 중 유망계통 대상 평가, 활용
- 교배, 실생양성 및 육종기반
 - 기 구축된 국공립 연구소 인프라를 활용하고 민간 육종가 육종기반 구축

○ 평가 및 선발

- 민간육종가, 재배농가, 대학, 농업단체 공동 실증평가를 통한 선발

○ 과제수행을 위한 네트워크 구축 : 과제제안 → 수행 → 실증, 평가, 선발

- 육종 전문가, 민간 육종가, 대학, 농업단체, 선진농업인 활용

5. 프로젝트 Micro 로드맵

프로젝트명		조속 생력형 감귤 품종 개발									
단계별 목표		1단계				2단계				최종목표	
		민간육종기반 구축, 교배실생 대량 양성 및 조기 육묘체계 구축				조기결실 및 특성평가 우량계통선발 및 우수품종개발				신품종 4개 개발 우량계통 5개 선발	
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표
연내수확용 부피경감 온주밀감 품종 개발	교잡종 실생 대량양성 및 우수품종 선발	온주계 교잡종 실생 대량 양성									-신품종 1개 선발 -우량계통 2개 선발 -논문 1건
		조기육묘									
		특성 평가 및 우수품종 선발									
조속 홍피 만다린 품종개발	교잡종 실생 대량양성 및 우수품종 선발	홍피계 교잡실생 대량 양성									-신품종 1개 선발 -우량계통 1개 선발
		조기육묘									
		특성 평가 및 우수품종 선발									
조속 강세 만다린 품종 개발	주심배 실생 대량양성 및 우수품종 선발	만다린 주심배 실생 대량 양성									-신품종 1개 선발 -우량계통 1개 선발
		조기육묘									
		특성 평가 및 우수품종 선발									
적육관피 만다린 품종 개발	교잡종 실생 대량양성 및 우수품종 선발	적육계 교잡실생 대량 양성									-신품종 1개 선발 -우량계통 1개 선발
		조기육묘									
		특성 평가 및 우수품종 선발									

제3절. 감귤종묘 조기 국산화 기반 구축

1. 연구개발 목표

□ 최종목표

- 국내 육성 신품종 보급률 10% 달성 및 감귤 무독묘 공급체계 구축

□ 단계별 목표

1단계('13~'16)	2단계('17~'21)
감귤 종묘 국산화 기반구축	감귤 국내육성 신품종 보급률 10% 달성
<ul style="list-style-type: none"> - 국내육성 신품종 전시포 조성 - 주요 재배품종의 무독묘 육성 	<ul style="list-style-type: none"> - 국내육성 신품종 전시포 운영 - 국내육성 품종 10% 보급 확대 - 무독묘 공급체계 시범운영 - 보증무독묘 종묘업 시범운영

2. 연구개발 필요성

□ 국내 육성품종의 보급 미흡 및 외국품종 로열티 부담 지속에 따른 농가 영농의 심적 부담 가중

- 외국 품종에 거의 대부분을 의존하고 있으나(국내 육성종 보급률 0.3% 내외), 당장 로열티를 내야하는 것은 아니지만 로열티 분쟁에 대한 경영농가의 불안감이 커지고 있음
 - 국내육성 품종의 조기보급 확대를 위한 국내외 우수품종의 전시 비교를 통해 객관적 우수성 입증으로 보급을 촉진할 필요가 있음

□ 국내 육성품종의 바이러스 및 바이로이드 감염노출에 따라 감염 위험도가 증가하여 감염시 우수형질의 발현 저하로 품종 가치의 하락으로 보급계획의 차질 초래가 예상됨

- 신품종의 보유하고 있는 우수성을 최대한 발휘토록 하여 농가 보급을 촉진하기 위해서는 무독묘 공급체계 기반 구축이 필요함
- 국내 종묘산업의 선진화 및 해외시장 진출의 세계화를 달성하기 위한 보증무독묘 공급체계 확립이 요구됨
- 황룡병 등 해외 고위험 병해충 유입 및 확산을 철저히 차단하여 국내 감귤산업을 보호하기 위한 대책 수립이 요구됨

3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

□ 이미 개발되어 국내외적으로 사용되고 있는 감귤 바이러스 및 바이로이드 무독화와 검정에 대한 기술을 바탕으로 신품종은 물론 주요 재배품종에 대한 감염진단 및 무독화 처리로 무독 원모수와

모수를 유지하고 무독 접수를 분양하는 무독묘 공급체계를 정립하는 것이 목적임

- 무독화 우량대묘를 재식하여 신품종의 형질을 최대한 발휘토록 환경을 국내외 전시포를 조성 운영하여 조기보급 체계를 구축하는 것을 목적으로 하고 있음

4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

- 추진체계

	주요 수행 내용	수행 주체
감귤 종묘 조기 국산화 기반 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 국내외 우수 품종의 국내 전시포 조성 및 운영 - 국내육성 품종의 해외 전시포 조성 및 운영 - 국내 재배 주요 품종의 무독화 및 무독묘 증식 - 무독묘 원원종, 보급종의 확보 및 공급체계의 시범운영 	산학연

- 추진전략

- 국내 육성품종의 전시포 조성 및 운영

- 국내 육성품종의 바이러스 및 바이로이드 감염여부를 검정하고 무독묘를 확보하여 외국 우수품종과 함께 전시하여 현장에서 직접 비교할 수 있도록 운영함
- 객관성이 입증될 수 있도록 산학관연이 협력체계를 구축하여 공동으로 수행함
- 국내 전시포의 운영경험을 바탕으로 해외 현지 전시포의 시범적 운영을 추진함

- 감귤 보증무독묘 공급체계 구축

- 상시 무독접수 분양이 가능토록 무독묘 원모수와 모수를 확보하고 유지 관리하는 시스템을 국내 육성품종부터 단계적으로 확대해 나감
- 묘목업체에서 무독묘 공급이 가능토록 시설을 구비하여 운영하는 노하우 축적을 위해 시범적으로 시설 운영기술을 구축해 나감

5. 프로젝트 Micro 로드맵

프로젝트명		감귤 종묘 조기 국산화 기반구축									
단계별 목표		1단계				2단계				최종목표	
		신품종 전시포장 조성 및 주요 재배품종의 무독묘 육성				신품종 국내외 전시포 운영 및 보증무독묘 공급체계 기반구축				감귤종묘 국산화 10% 보증무독묘 공급체계 구축	
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표
신품종 보급촉진을 위한 시스템 구축	신품종 전시포 운영 및 보급촉진	전시포장 조성									국내 육성 신품종 10% 보급 확대
		신품종 국내 전시포 운영									
								해외 시범포 운영			
감귤 무독묘 공급체계 기반구축	감귤 무독묘 기반시설 구축	주요 재배품종의 무독묘 육성									감귤 보증무독묘 공급체계 구축
						보증무독묘 공급체계 기반구축					

제6장 기대효과

1. 정책적 기대효과

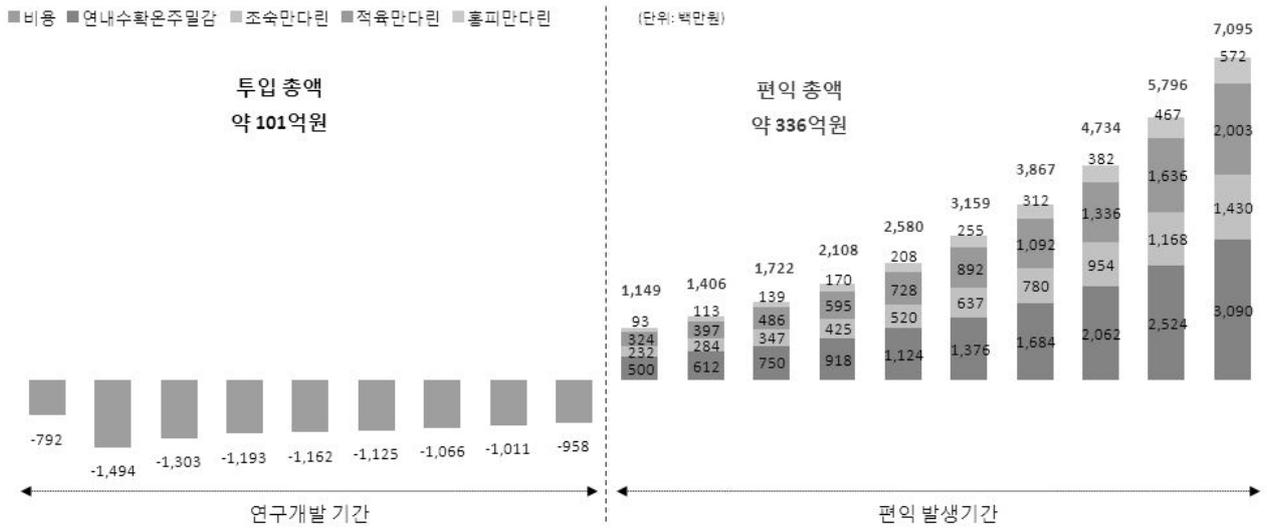
- 감귤 GSP 사업의 수행을 통해 감귤산업의 경쟁력 제고와 지속적 발전이 기대됨
 - 소비자 지향의 고급품종 개발 확대로 과실소비 촉진되어 감귤 생산농가의 소득향상에 기여
 - 국내 품종개발의 확대와 보급 촉진으로 품종 로열티 지불에 대한 부담을 줄여 생산비를 줄이고 가격 경쟁력을 높일 수 있으므로 국내 시장은 물론 해외 시장 수출 증대에도 기여
 - 기후변화에 대응하여 감귤산업 생산체제의 안정화에 기여
- 감귤 육종기반의 강화로 감귤 육종 및 종묘산업이 발전하여 산업의 국제 경쟁력을 높일 것임
 - 감귤 육종기반의 강화되어 신품종 육성이 활성화되어 민간육종 및 민간종묘업의 활성화로 연결되어 국가 종자산업의 경쟁력 제고가 기대됨
- 감귤 GSP 사업의 수행으로 국가 및 지역 경제 발전에 기여
 - 외국 품종 로열티 대응에 따른 외화 유출을 줄이고 국내육성 품종의 해외수출로 외화 도입이 증대되어 국가경제 발전에 기여

2. 기술적 기대효과

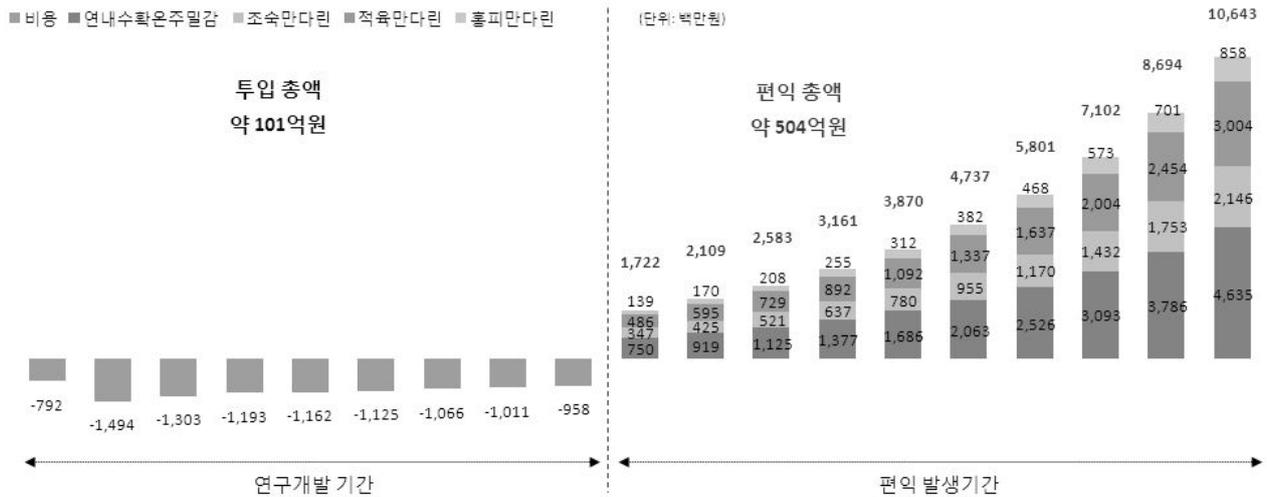
- 감귤 육종기반 구축 및 육종 활성화
 - 육종소재의 창출 확대로 육종목표의 다변화 및 조기선발 기술 개발로 육종연한을 단축시켜 육종을 활성화시킬 것임
 - 무핵삼배체 육종기반 구축으로 무핵 품종의 조기개발에 기여
 - 감귤 유전정보의 축적과 해석으로 주요 형질의 유전양식 구명과 발현 조절 기술발전에 기여
- 감귤 무독묘 관리 및 보증수량대묘 공급체계 확립
 - 감귤 무독 검정 및 무독화 기술의 실용화를 촉진시키고 무독묘 유지관리 기술을 축적하여 민간 종묘업 발전에 기여

3. 경제적 기대효과

- B/C ratio 및 파급효과 분석 결과
 - 4가지 신품종 개발에 따른 경제적 파급효과는 기술료 산정기준 시나리오에 따라 10년간('22년~'31년)간 약 336억원에서 504억원의 기술료 수익이 발생할 것으로 분석됨
 - 10%의 기술료를 책정할 경우 투입 총액 대비 10년간 총 편익 비율(B/C ratio)는 약 3.33으로 경제성이 높은 것으로 평가됨



- 15%의 기술료를 책정할 경우 투입 총액 대비 10년간 총 편익 비율(B/C ratio)는 약 4.99로 경제성이 매우 높은 것으로 평가됨



○ 과수의 품종보호기간이 25년인 점을 감안하여 편익 발생기간을 연장할 경우 파급효과의 크기는 최대 800억~1,200억원 규모로 예측됨

목 차

제1장 개요	1
1. 상세기획 필요성	1
2. 상세기획 내용	2
3. 상세기획 참여인력정보	5
제2장 국내외 동향 및 환경 분석	7
1. 국내외 시장현황 및 전망	7
2. 국내외 기술동향 분석	13
3. 국내외 정책동향 분석	26
4. 기술수준 및 연구개발 인프라 분석	28
5. 주요 이슈 및 전략방향	29
제3장 목표 설정 및 프로젝트 도출	32
제1절. 목표 설정	32
1. 최종 목표	32
2. 단계별 목표	32
3. 목표 설정 근거	32
제2절. 프로젝트 구성	33
1. 후보과제 도출 배경 및 과정	33
2. 프로젝트 구성 및 내용	38
3. 프로젝트 간 연관관계	40
제4장 품목별 추진체계 및 추진전략	42
1. 연구 추진체계	42
2. 연구 추진전략	43
3. 성과지표 설정 방안	44
4. 연구개발 소요예산	46
5. 품목 총괄로드맵	47
6. 성과 확산 방안	48

7. 사업화 및 수출확대 전략 48

제5장 프로젝트별 세부기획 54

제1절. 감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축 프로젝트 54

1. 연구개발 목표 54
2. 연구개발 필요성 54
3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안 55
4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략 56
5. 프로젝트 Micro 로드맵 57
6. 세부프로젝트 추진계획 58

제2절. 조숙 생력형 감귤 품종 개발 프로젝트 75

1. 연구개발 목표 75
2. 연구개발 필요성 75
3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안 76
4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략 77
5. 프로젝트 Micro 로드맵 78
6. 세부프로젝트 추진계획 79

제3절. 감귤 종묘 조기 국산화 기반구축 프로젝트 104

1. 연구개발 목표 104
2. 연구개발 필요성 104
3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안 105
4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략 105
5. 프로젝트 Micro 로드맵 106
6. 세부프로젝트 추진계획 106

제6장 기대효과 114

1. 정책적 기대효과 114
2. 기술적 기대효과 115
3. 경제적 기대효과 115

표 목차

<표 2-1> 한국 감귤 소품목 및 작형별 재배면적 및 생산량(2011)	12
<표 2-2> 과수 종자업 등록현황(2010년 말 기준)	13
<표 2-3> 특허 검색 방법	17
<표 2-4> 특허 분석을 위한 검색식	18
<표 2-5> 육종관련 국내 출원 특허	20
<표 2-6> 미국 특허청에 출원/등록된 감귤 식물특허 현황	21
<표 2-7> 감귤 관련 주요 특허 출원인 현황	22
<표 2-8> 논문 검색 방법	23
<표 2-9> 논문 분석을 위한 검색식	24
<표 2-10> 감귤분야 세부 기술별 기술수준	28
<표 3-1> 감귤 육종 관련 정부 R&D 과제 현황	35
<표 4-1> 감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축 최종 성과지표	44
<표 4-2> 조숙 생력형 감귤 품종 개발 최종 성과지표	44
<표 4-3> 감귤 종묘 조기국산화 기반구축 최종 성과지표	44
<표 4-4> 9-빌딩블록의 구성요소 및 설계상의 주안점	50

그림 목차

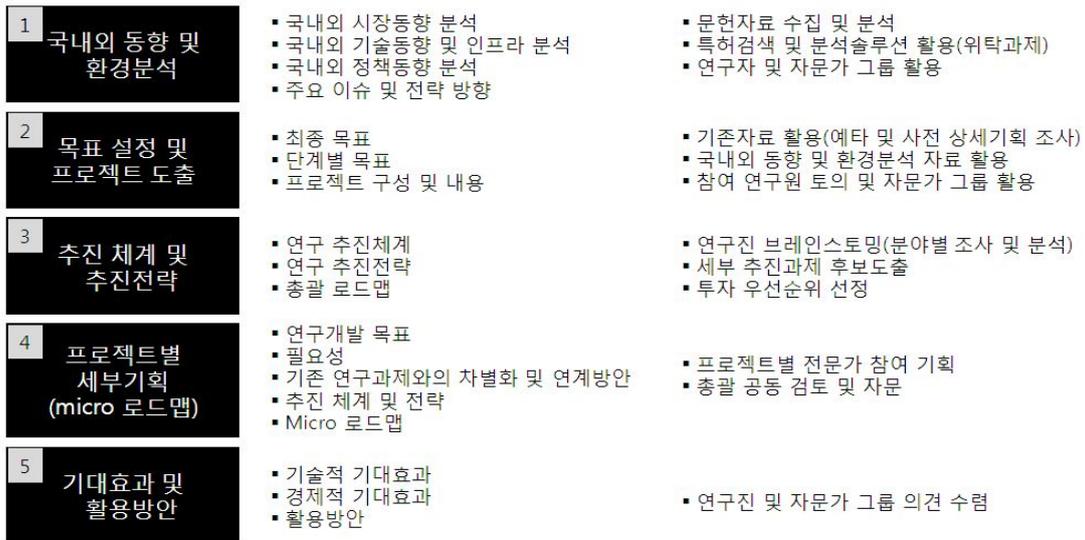
[그림1-1] 감귤 GSP 상세기획 연구 수행절차	2
[그림1-2] 감귤 GSP 상세기획 영역별 세부 연구내용 및 연구방법	3
[그림1-3] 감귤 GSP 상세기획 추진체계	3
[그림2-1] 세계 감귤 재배면적 변화추세	7
[그림2-2] 세계 감귤 생산량 변화추세	7
[그림2-3] 중국 감귤 생산현황 및 품목구성	8
[그림2-4] 중국의 감귤 재배단지	8
[그림2-5] 미국 감귤 생산현황 및 품목구성	9
[그림2-6] 일본 감귤 생산현황 및 품목구성	9
[그림2-7] 호주 감귤 생산현황 및 품목구성	10
[그림2-8] 스페인 감귤 생산현황 및 품목구성	10
[그림2-9] 이스라엘 감귤 생산현황 및 품목구성	11
[그림2-10] 터키 감귤 생산현황 및 품목구성	11
[그림2-12] 한국 감귤 재배면적 및 생산량 변화추세	12
[그림2-13] 미국 UF/CREC 조기결실 유도시설	16
[그림2-14] 이스라엘 무독묘 공급체계	17
[그림2-15] 연도별 감귤관련 특허 출원 추이	18
[그림2-16] 국가별 특허출원 현황	19
[그림2-17] 분야별 출원 특허 비중	19
[그림2-18] UPOV 감귤 품종보호 등록 현황	23
[그림2-19] 연도별 감귤 육종관련 논문게재 추이	25
[그림2-20] 국가별 감귤 육종관련 논문게재 추이	25
[그림2-21] 분야별 감귤 육종관련 논문 비중	25
[그림2-22] 감귤 주요 시사점 및 기술개발 추진방향	31
[그림3-1] 프로젝트간 및 세부프로젝트간 관계도	41
[그림4-1] 연구 추진체계	42
[그림4-2] 제주도의 현재 감귤 관련 value chain	49
[그림4-3] 미래 감귤 GSP 컨소시엄의 value chain	49
[그림4-4] 비즈니스모델(BM) 설계를 위한 9-빌딩블록의 개념도	49
[그림4-5] Golden 제주감귤의 비즈니스모델	53

[그림6-1] 경제적 기대효과 산출 개념도	115
[그림6-2] 편익 산출 개념도 및 계산결과 예시	116
[그림6-3] 기술료 징수기준 10% 설정시 10년간 편익발생 흐름도	119
[그림6-4] 기술료 징수기준 15% 설정시 10년간 편익발생 흐름도	119

제1장 개요

1. 상세기획 필요성

- 종자산업 국내외 급격한 환경변화에 능동적으로 대응하기 위한 국가차원의 종자산업 육성정책의 일환으로 GSP(Golden Seed Project) 사업이 기획되었음
- 2013.1월부터 신품종보호연맹(UPOV)의 전면 발효에 따른 감귤 신품종 종자 및 종묘 로열티 지급 분쟁 발생의 우려 분위기 확산
 - 현재 대부분의 감귤 품종이 일본 육성품종으로 국내 육성 품종 수의 절대적 부족은 물론 신품종 보급률이 0.3% 내외로 매우 미흡함
 - 향후 10년간 일본 품종의 사용료 요청시 로열티 지급 규모는 353억원으로 예상되고 있음
- 한미 FTA 발효 및 한중 FTA 협상개시 등 시장개방화에 따른 감귤산업의 경쟁력 제고방안 마련이 시급히 요청됨
 - 미국 오렌지 수입량의 급증, 이스라엘 오렌지 및 자몽 수입의 증가 등에 따른 국내시장에서의 외국산과의 경쟁심화로 감귤 산업경쟁력 향상이 절실함
- 지구온난화 및 기후변화의 급속한 진행으로 국가 과수산업 및 지역 기간산업의 유지 및 안정적 발전이 크게 위협받게 됨
 - 감귤은 국내 과실 생산의 1위 자리를 차지하고 있으며, 제주지역 농업생산액의 %, 농가의 %를 차지하고 있는 생명산업의 위치를 차지해 오고 있음
 - 최근 이상기후 다발에 따른 돌발병해충의 다발, 고품질 생산비용의 증가로 고품질 과실의 안정적 생산이 크게 위협받고 있어 산업경쟁력이 약화되고 있음
- GSP 사업에 감귤 품목의 선정에 따라 투자대비 효율성 증대 및 성공적 사업 추진을 위한 상세기획이 요구됨
 - 감귤은 공공기관은 물론 민간의 육종기반이 매우 취약함에도 불구하고 과수에서 유일하게 GSP 사업에 포함되어 사업의 성공적인 추진을 위해 철저한 사전 상세기획이 절실히 요구됨
- 감귤은 국가 및 지역적으로 매우 중요한 작물임에도 불구하고 식물특성상 육종이 어렵고 육종기간도 오래 소요되어 국가 및 공공기관은 물론 민간 영역까지도 포함하는 총체적인 산학연 육종체계 구축이 시급히 요구됨
- 감귤은 일반 과수작물의 육종적 결점 이외에도 감귤 작물만의 갖는 독특한 육종적 결점을 가지고 있어 과수 중에서는 가장 육종이 어려운 작물임
 - 과수작물로서 유전자 조성의 이형도가 높고, 6~8년 이상의 유년성, 큰 수관용적으로 방대한 육종포장이 요구됨은 물론, 품종에 따라 배우체의 불임도가 높고 다배성의 특성을 가지고 있어 교배잡종 종자 및 교잡 실생을 확대하는 것이 극히 어려운 기술적 제한을 가지고 있음
- 미국, 이스라엘, 일본 등 선진국에서는 공공 영역은 물론 민간 영역의 육종기반이 확대되어 국가

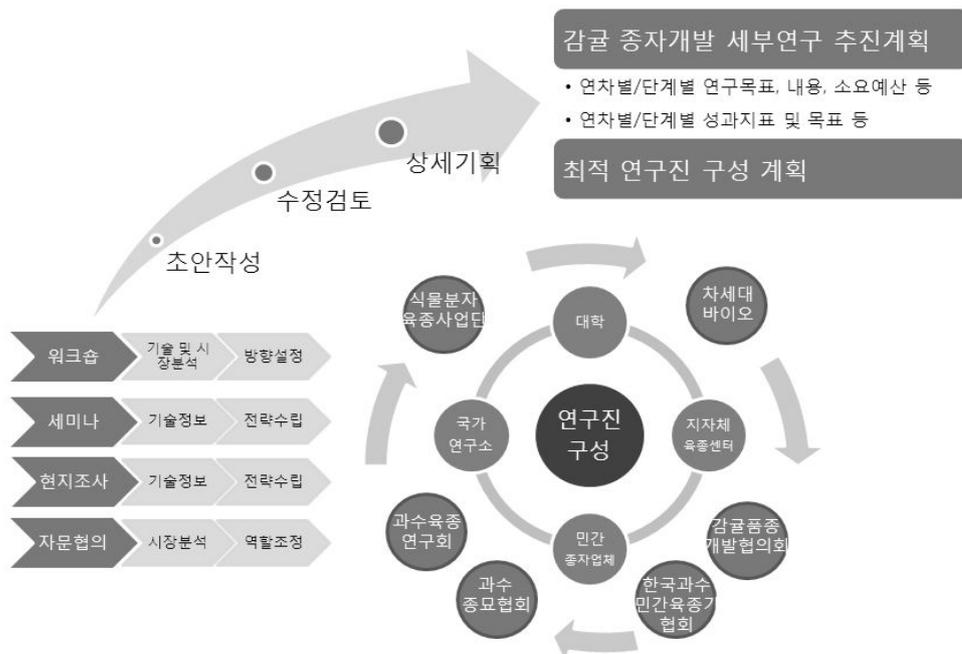


[그림1-2] 감귤 GSP 상세기획 영역별 세부 연구내용 및 연구방법

2) 추진체계 및 추진전략

□ 추진체계

- 산학연을 망라한 연구진 구성에 따른 기획체제 및 전문가 자문그룹의 의견수렴 체계를 구축 활용
 - 농촌진흥청 국립원예특작과학원 감귤시험장 육종연구실, 제주특별자치도농업기술원 감귤육종센터 육종인력, 제주대학교 육종관련 대학교수, 민간종묘업체 등을 망라한 연구진 구성 및 기획체제
 - 농촌진흥청(국립원예특작과학원 포함) 유전자원 전문가 및 과수육종 전문가, 국립대학교 작물육종 및 과수담당 교수, 지자체 정책담당, 선도농가 등을 포함한 자문그룹의 활용체계



[그림 1-3] 감귤 GSP 상세기획 추진체계

□ 추진전략

- 국가연구기관(국립원예특작과학원 감귤시험장), 지자체(도농업기술원 감귤육종센터), 제주대학교, 민간 종자업체 및 연구소 등을 망라한 감귤 육종전문 연구원을 구성, 참여하여 연구방향 설정 등의 의견수렴 및 컨센서스를 유도함
- 연구기획 전문가 워크숍 코디네이션에 의한 유전자원, 육종기술, 분자표지, 무독묘 공급 등 영역별 전문가 워크숍을 진행하여 국내외 육종 기술정보 및 종자시장에 대한 정보를 구축
- 해외 기술 및 종자시장 정보 수집은 코디네이터가 제공하는 연구기획 템플릿에 따라 논문, 특허, 동향보고서, R&D 사이트 등을 대상으로 하고, 특히 중국은 육종전문가를 직접 초청하고 활용토록 하고, 미국(대규모 시장전략)과 이스라엘(소규모 시장전략)에 대해서는 현지조사를 실시함
- 국내외 감귤 전반에 걸친 기술 및 시장 분석 후, 현장 수요조사를 통해 철저한 수요자 중심의 선택과 집중, 비즈니스 모델 중시, 개방과 협력의 전략수립, 사실과 근거자료에 입각한 투자 우선순위 설정 등 GSP 포트폴리오를 구성함
- 타지역 과수육종 전문가가 포함된 감귤품종개발협의회는 물론 과수육종연구회, 차세대유전체사업단, 분자유종사업단 등 국내 육종전문가 자문단을 구성해서 연구방향, 범위, 전략, 연구진 구성 등에 대한 검토 자문 및 검증절차를 수행함
- 특히 기초 분자표지 개발 및 실용화 영역은 차세대유전체사업단 및 분자유종사업단과 연계하고 민간 서비스업체도 참여시켜 효율성을 높이도록 함
- 이를 통해 국외 육종팀과 차별화된 전략과 시스템을 구성할 수 있도록 함

3. 상세기획 참여인력정보

1) 참여 연구원 명단

No.	과제구분	소속	직위	성명	비고
1	주관과제	제주대학교	교수	송관정	
2	”	”	부교수	전용철	
3	”	”	부교수	김재훈	
4	”	”	연구원	이경옥	
5	”	감귤시험장	연구관	고상욱	
6	”	”	연구관	현재욱	
7	”	”	연구사	윤수현	
8	”	감귤육종센터	연구사	강중훈	
9	”	”	”	박영철	
10	”	”	지도사	오현우	
11	”	주)제농	대표이사	김태형	
12	”	주)한농바이오	대표이사	김시현	
13	”	주)바이오애그	대표이사	전경용	
14	”	주)바이오매딕	연구소장	김호방	
15	”	”	연구원	전지현	
16	위탁과제	주)테크노베이션 파트너스	대표이사	현재호	
17	”	”	책임연구원	김균장	
18	”	”	연구원	김정현	

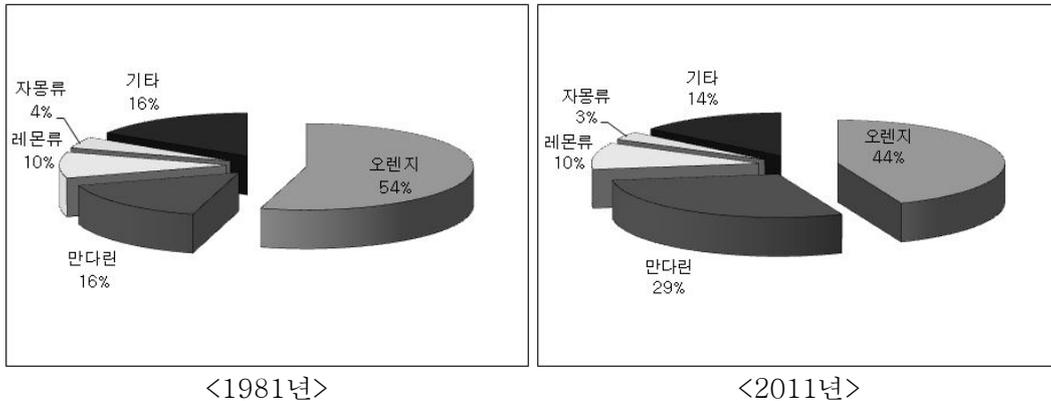
2) 참여 자문위원 명단

No.	소속	직위	성명	비고
1	서울대학교	교수	고희종	
2	”	교수	이희재	
3	”	교수	최도일	간접참여
4	충북대학교	부교수	김대일	
5	농촌진흥청 지방이전추진팀	단장	황정환	
6	국립원예특작과학원 과수과	과수과장	황해성	
7	”	연구관	정경호	
8	제주대학교	교수	유영봉	
9	국립원예특작과학원 감귤시험장	장장	최영훈	
10	”	연구관	김광식	
11	국립원예특작과학원 온난화농업연구대응센터	소장	최인명	
12	”	기획실장	김성철	
13	농림수산검사검역본부 제주본부	실장	오진보	
14	제주특별자치도	감귤과장	임상필	
15	제주특별자치도 제주발전연구원	연구위원	강승진	
16	제주특별자치도농업기술원 연구관리국	국장	양성근	
17	제주특별자치도농업기술원 감귤육종센터	센터장	현원화	
18	제주특별자치도농업기술원 서귀포농업기술센터	소장	이중석	
19	감귤농업협동조합	조합장	김기훈	
20	한국과수농협연합회 중앙과수묘목관리센터	소장	류양형	간접참여
21	농촌진흥청		김영효	
22	독농가		김종우	

제2장 국내외 동향 및 환경 분석

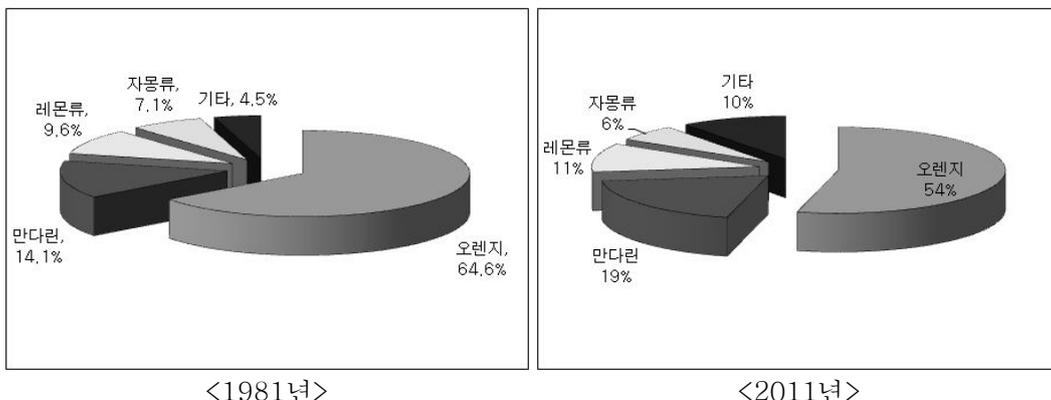
1. 국내외 시장현황 및 전망

- 감귤은 세계 과수 재배면적과 생산량에 있어서 바나나에 이어 2위를 차지하는 매우 중요한 작목임
- 2011년 세계 감귤 재배면적 9,231.7천ha, 생산량 128.9백만톤으로 1981년 대비 재배면적 2.2배, 생산량 2.1배 증가하였음(FAOSTAT, 2012)
 - 세계 감귤 재배면적은 오렌지 44%(4,039천ha), 만다린 29%(2,680.5천ha), 레몬 및 라임 10%(926.9천ha), 자몽 및 문단 3%(276.2천ha), 기타 14%(1,308.8천ha)를 차지하고 있으며, 1981년 대비 오렌지 비율이 54%에서 44%로 크게 감소한 반면, 만다린 비율이 16%에서 29%로 크게 증가하였음. 주요 재배국가로는 과거(1981) 브라질, 나이지리아, 미국, 중국, 멕시코 등에서 최근(2011) 중국, 브라질, 인도, 나이지리아, 멕시코 등으로 바뀌어 왔음



[그림 2-1] 세계 감귤 재배면적 변화 추세(자료: FAOSTAT)

- 세계 감귤 생산량은 오렌지 54%(69.6백만톤), 만다린 19%(24.6백만톤), 레몬 및 라임 11%(13.9백만톤), 자몽 및 문단 6%(7.7백만톤), 기타 10%(13.1백만톤)를 차지하고 있으며, 1981년 대비 오렌지 비율이 65%에서 54%로 크게 감소한 반면, 만다린 비율이 14%에서 19%로, 기타 4%에서 10%로 증가하였음. 주요 생산국으로는 과거(1981) 미국, 브라질, 일본, 이탈리아, 멕시코에서 최근(2011) 중국, 브라질, 미국, 인도, 멕시코 등으로 바뀌어 왔음

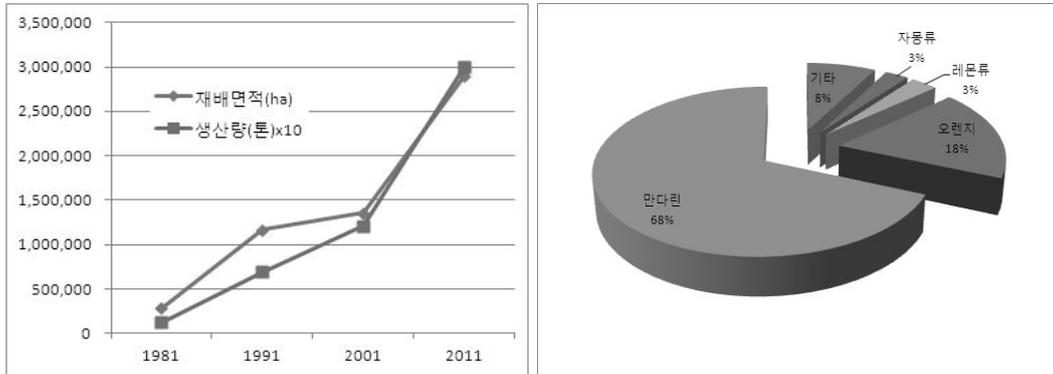


[그림 2-2] 세계 감귤 생산량 변화 추세(자료: FAOSTAT)

- 중국은 감귤 재배면적 및 생산량에 있어서 세계1위를 차지하고 있으며, 1980년대 이후 급격한

신장세를 유지해 오고 있음

- 2011년 감귤 재배면적은 2,905.0천ha인데, 만다린이 68.6%(세계1위), 오렌지가 17.9%(세계2위)를 차지하고 있어 만다린 위주의 감귤산업을 구성하고 있으며, 총 생산량 30.0백만톤 내외임



<생산동향> <품목구성, 2011>
 [그림 2-3] 중국 감귤 생산현황 및 품목구성(자료: FAOSTAT)

- 중앙정부 차원의 지원 하에 대규모 생산단지를 조성(4개 지대)하여 감귤 산업을 육성하고 있는데, 우리나라와 경쟁이 심한 온주밀감 등의 만다린 계통은 절강성 중심의 재배단지임

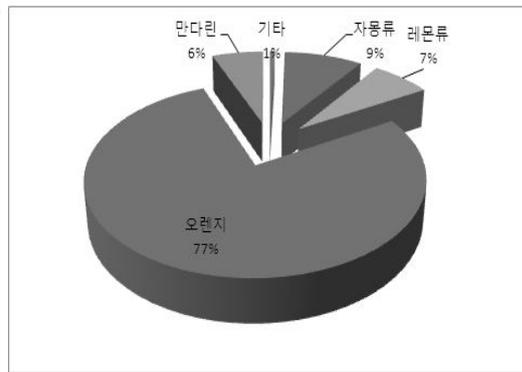
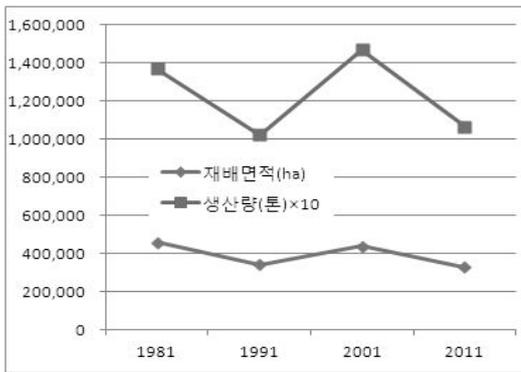


[그림 2-4] 중국의 감귤 재배단지(자료: 농진청 2012)

- 절강성 지역의 감귤 품목(2008)은 조생온주 29.3%, 보통온주 30.5%, 폰칸 28.5%, 만다린 잡종 14.6%, 문단 4.9%, 오렌지 1.6%, 기타 12.7%로 구성되어 있어 온주밀감 및 만다린 품종에 대한 수요가 높음
- 중국의 감귤 소비자 기호도는 북부와 남부 지역 간에 약간 차이가 있는데, 북경을 중심으로 한 북부지역은 크기, 모양, 껍질의 광택 등 외형을 중시하고 광동을 중심으로 한 남부지역은 외형

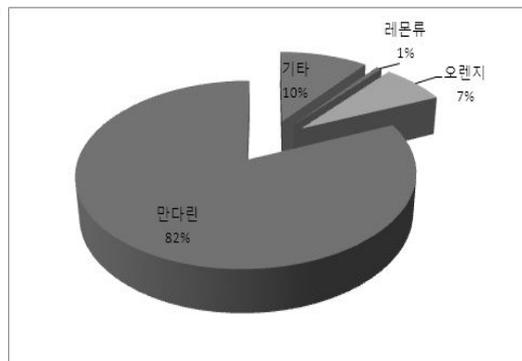
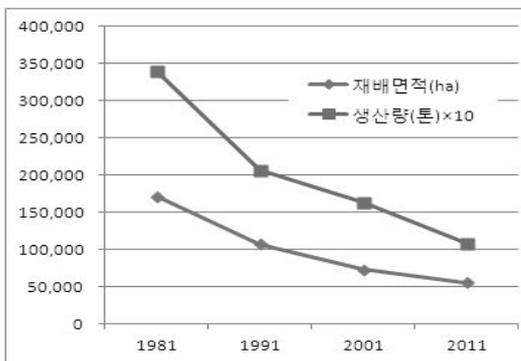
보다는 당도와 맛을 중시하는 경향을 가지고 있음

- 중국의 감귤 생과 수입량(2011)은 140천톤 내외로 대부분 오렌지이며, 미국과 사우스아프리카로부터 5~10월의 off-season 시기에 수입이 이루어지고 있음
 - 중국의 만다린 수출(2011)은 752천톤 내외로 대부분 만다린이며 인접 아시아 국가 및 미국 등으로 수출하고 있음
- 미국 감귤 재배면적 및 생산량은 각각 세계 6위 및 세계 3위를 차지하고 있는데, 최근 재배면적이 지속적으로 감소하고 있음
- 2011년 감귤 재배면적은 328.5천ha인데, 오렌지가 77.5%(세계5위), 자몽 9.2%(세계3위)를 차지하고 있어 오렌지 위주의 감귤산업을 구성하고 있으며, 총 생산량 10.7백만톤 내외임
 - 최근 황룡병의 급속한 확산으로 감귤 산업에 대한 위기감이 고조되어 있고, 무독묘 공급체계가 정비되어 있으며, 내병성 품종 및 고품질 저장성 높은 만다린에 대한 수요가 매우 높은 편임



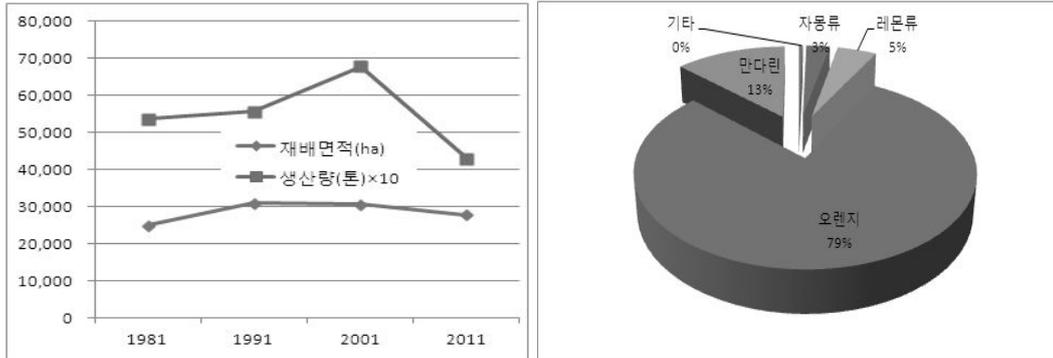
<생산동향> <품목구성, 2011>
[그림 2-5] 미국 감귤 생산현황 및 품목구성(자료: FAOSTAT)

- 일본 감귤 재배면적 및 생산량은 각각 세계 22위(55.5천ha) 및 세계 20위(1.1백만톤)를 차지하고 있는데, 온주밀감 등의 만다린이 대부분(81.6%, 세계 5위)을 차지하고 있고 우리나라와 생산체제 및 구조가 매우 비슷함
- 1970년대 이후 고령화 및 노동력 부족에 의한 생산비의 가중 및 농가소득의 감소에 따라 재배면적 및 생산량이 지속적으로 감소하고 있음(2011년 재배면적은 1981년 대비 67.6% 감소)



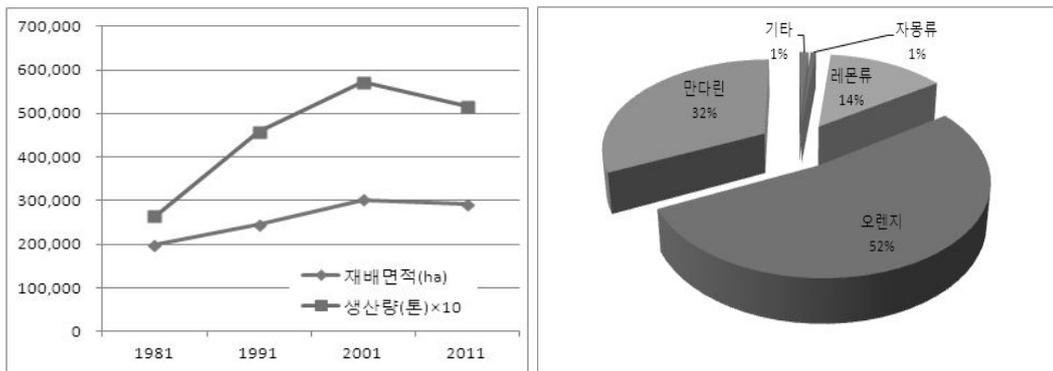
<생산동향> <품목구성, 2011>
[그림 2-6] 일본 감귤 생산현황 및 품목구성(자료: FAOSTAT)

- 호주 감귤 재배면적 및 생산량은 각각 세계 35위(27.8천ha) 및 세계 30위(429.9천톤)를 차지하고 있는데, 오렌지 위주의 감귤산업임(오렌지 79.2%, 만다린 13.0% 차지)
- 2000년대 이후 기후변화에 따른 가뭄, 홍수 등의 재해발생이 다발하여 재배면적이 감소하는 추세이나 감귤산업의 지속발전을 위한 수출시장 확대, 특히 일본, 홍콩, 중국 등의 아시아 시장에 대한 공약을 강화해 오고 있어 만다린의 비중이 증가하는 추세임(감귤 수출량 100,000톤 내외/년)



[그림 2-7] 호주 감귤 생산현황 및 품목구성(자료: FAOSTAT)

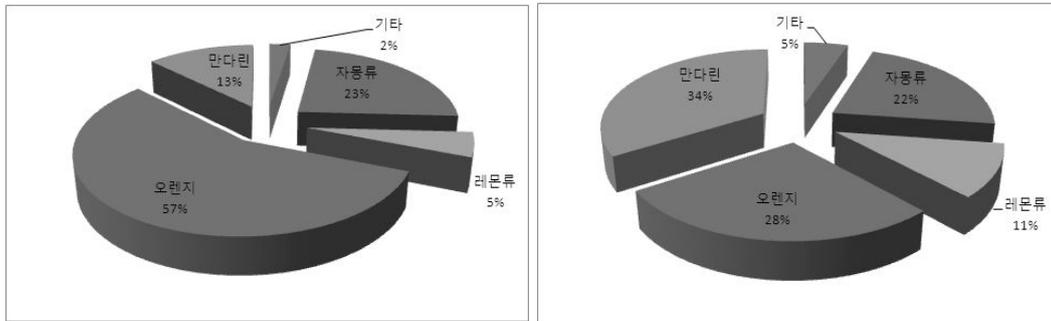
- 스페인 감귤 재배면적 및 생산량은 각각 세계 7위(291.3천ha) 및 세계 6위(5.16백만톤)를 차지하고 있는데, 오렌지 및 만다린에 집중된 감귤산업 구조임(오렌지 52.5%, 만다린 32.1% 차지)
- 1980년대 이래 오렌지와 만다린 재배가 2000년대까지 지속되었으나, 이후 신규 재식이 감소해 오고 있음. 이는 최근 발렌시아 지역의 도시화 진행에 따라 재배면적 감소가 자연적으로 이루어지고 있기 때문이며, 재배면적 감소에 비해 생산량의 급감하는 경향을 보이고 있음. 최근 안달루시아 지역으로의 신규 과원이 확대되고 성과수의 수령에 이르고 있으며 주산지가 이동하고 있는 실정임
- 감귤 수출 세계 1위국이나 모로코, 터키, 이태리 등 주변 생산국가와의 경쟁력 우위를 지속하기 위해 극조생 및 극만생 만다린 품종과 유색 오렌지 품종에 대한 선호도가 높은 편임



[그림 2-8] 스페인 감귤 생산현황 및 품목구성(자료: FAOSTAT)

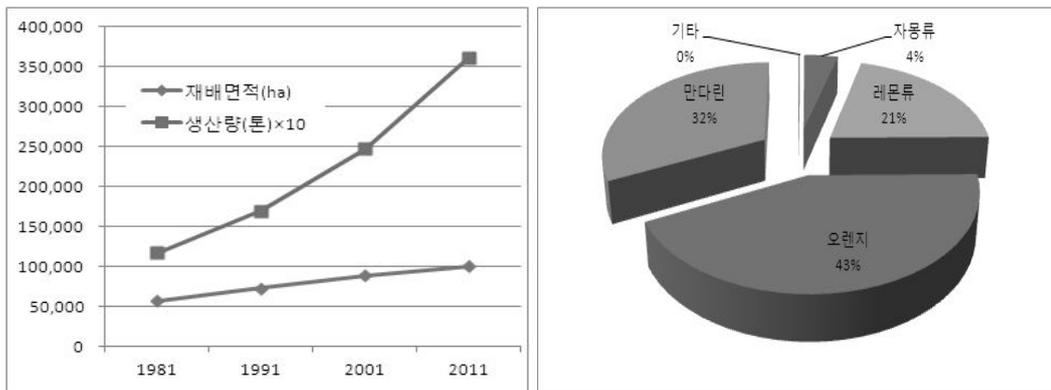
- 이스라엘 감귤 재배면적 및 생산량은 각각 16.2천ha 및 474.6천톤을 차지하고 있는데, 생산량의 30% 이상을 수출하는 감귤 수출 강국임

- 1980년 이후 재배면적 및 생산량이 지속적으로 감소해 오고 있는데, 오렌지 재배면적의 급감에 기인한 것이며, 대신 만다린 및 자몽의 재배가 지속적으로 증가해 오고 있음. 특히 2010년 및 2011년 만다린 신규 재식면적은 1,400ha 내외로 보고되고 있음
- 주요 만다린 품종은 오르, 마이클, 노바 등이며 극조생 및 극만생 품종, 고온내성 고품질(적정 산도 유지) 품종에 대한 수요가 높은 편임



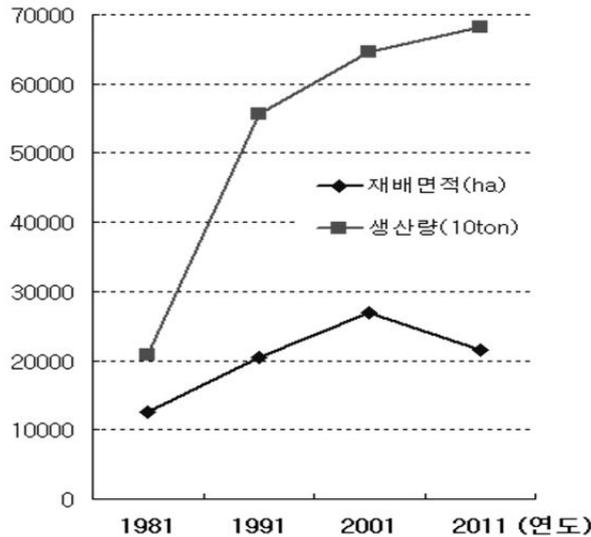
<1981> <2011>
[그림 2-9] 이스라엘 감귤 품목구성(자료: FAOSTAT)

- 터키 감귤 재배면적 및 생산량은 각각 세계 13위(100.4천ha) 및 세계 9위(3.61백만톤)를 차지하고 있는데, 오렌지 및 만다린에 집중된 감귤산업 구조임(오렌지 43.0%, 만다린 32.2% 차지)
- 1980년대 이래 상대적으로 소득이 높은 감귤 작목의 특성에 기인하여 재배면적 및 생산량이 가장 급격한 신장세를 보이고 있는 국가 중의 하나이며, 만다린의 증가세가 높은 편임. 특히 온주밀감의 재배면적이 높는데, 만다린의 60% 내외를 차지하고 있음
- 생산량의 20% 내외를 수출하고 있으며, 주요 수출 대상국은 우크라이나, 이라크, 이란 등임



<생산동향> <품목구성>
[그림 2-10] 터키 감귤 생산동향 및 품목구성(자료: FAOSTAT)

- 국내 감귤산업은 최근 3년간 평균 생산액 및 생산량 각각 6,500억원 및 65만톤을 상회하고, 농가 수도 30,797호(제주농가의 80%)를 차지하는 국내 과수 중에서는 가장 중요한 1위 품목임(농림수산통계연보 2012 및 제주주요행정총람 2012)
- 2011년 재배면적 21.6천ha, 생산량 681.6천톤으로, 재배면적 2000년 이후, 생산량은 2007년 이후 점차 감소하는 추세임



[그림 2-11] 한국 감귤 재배면적 및 생산량 변화 추세(농림수산통계연보)

- 세부 품목에서는 온주밀감이 91.4%(18.8천ha)로 대부분을 차지하고, 작형별로는 노지 83.3%(18.0천ha), 시설 16.7%(3.4천ha) 내외임

<표 2-1> 한국 감귤 소품목 및 작형별 재배면적 및 생산량(2011)

구분	계	온주밀감				만 감		
		소계	노지	가온	월동	소계	노지	시설
면적(ha)	20,608	18,831	17,626	295	910	1,777	74	1,703
생산량(톤)	648,677	598,560	548,785	21,807	27,968	50,117	785	49,332

*자료: 제주특별자치도 제주주요행정총람 2012

- 감귤 수출은 2002~03년 8.3천톤까지 증가하였으나, 최근 3천톤 내외로 감소하였으나, 다시 증가하는 추세로 전환 중인 반면, 오렌지 수입은 2002년 이후 매년 10만톤을 상회하고 있음
- 국내 과수 종묘시장 규모는 250억원/년 내외로 추정되며, 종묘 생산 실적은 4백만주/년 내외이고, 연간 수요 9백만주 내외로 추정되고 있음(산업교육연구소, 2012)
- 감귤 종묘시장 규모는 55억원/년 내외로 추정되며, 종묘 생산 실적은 25만주/년 내외로 추정되며, 절반 이상이 무등록 묘목업체에서 공급 유통하고 있는 실정임(국립종자원, 2008)
 - 최근 국내 육성 품종의 재식면적은 감귤시험장 추정 60ha 내외(총 재배면적의 0.3%)로 파악되어 재식밀도(1,670주/ha)를 고려하면 국내 육성 품종의 묘목 공급량은 13,000주/년 내외(총 묘목 공급량의 5.2% 내외)로 추정되고 있음
 - 제주지역의 2010년 기준 과수 종자업체 등록은 19개 업체로 묘목의 단순 증식 및 공급 수준으로 매우 영세한 실정임(제주발전연구원, 2012)

<표 2-2> 과수 종자업 등록현황(2010년 말 기준)

상호	품종 및 품목	소재지	등록일
제주감귤농협	홍진,삼보,부지화,상야,이시지,세또까,아마쿠사,사세보,하레히메,히고,하루까,히노아께보노,하야까,하로시마7호	서귀포시 강정동	'84.12
제주종묘	궁천, 부지화	제주시 애월읍 소길리	'87.3
천도종묘	성전, 세또까, 하루미	서귀포시 안덕면 화순리	'90.12
제일종묘	부지화, 사세보, 세또까, 히노아께보노	서귀포시 서홍동	'02.11
서귀종묘	부지화, 사세보, 세또까, 히노아께보노, 하루미	서귀포시 동홍동	'02.11
석과농산	부지화, 상야, 하루미, 일남1호, 사세보, 세또까, 히노아께보노, 이시지, 히로시마7호	서귀포시 동홍동	'03.2
자원종묘	부지화,상야,하루미,일남1호,사세보,세또까,히노아께보노,이시지,히로시마7호,남향,유레카메론	서귀포시 강정동	'03.7
제주우리농산	부지화, 사세보, 일남1호	서귀포시 서귀동	'04.5
제주특산종묘	부지화, 하루미	제주시 도련1동	'04.11
한라종묘	부지화, 상야, 히고	서귀포시 상호동	'05.3
한농바이오산업(주)	부지화, 아떼모아	제주시 도련1동	'05.7
금지계종묘사	부지화, 상야, 하루미, 세또까, 성전, 유레카메론, 히고, 히노아께보노	제주시 이도2동	'06.7
록산영농조합법인	사세보, 세미노루	제주시 용담2동	'07.2
삼정농원	아떼모아	서귀포시 남원읍 위미리	'07.8
(주)제농	품종미등록	제주시 영평동	'09.6
중문종묘사	품종미등록	서귀포시 중문동	'09.6
봉성종묘생산영농조합법인	상고	제주시 애월읍 봉성리	'10.6
돌담농원	과수(아떼모아)	서귀포시 하효동	'10.5
한라참다래종묘	과수(참다래)	제주시 도련 1동	'10.6

자료 : 제주발전연구원, 2012

2. 국내외 기술동향 분석

1) 국내외 기술동향

(1) 유전자원

□ 국내 기술동향

○ 한국의 감귤 유전자원의 보유수는 선진국 최고대비 15.7% 수준임

- 감귤 유전자원 등록 보유는 농촌진흥청 국립원예특작과학원 감귤시험장 439점, 제주특별자치도 농업기술원 200여 내외임

○ 유전자원 특성평가 시스템이 확립되어 있지 못하고, 단순 보존 수준에 그치고 있어 육종 활용도가 매우 낮은 편임

- 영양체 식물특성상 유전자원 수집, 유지, 보존 및 특성 평가가 어려울 뿐만 아니라 특성평가 기간도 오래 소요되고 비용이 많이 요구됨
- 유전자원의 기내 장기보존 및 핵심집단 선발 기술 등이 확립되어 있지 못하고 유전자원 보존 및 평가 기반구축이 미흡함
- 유전자원의 무독화 보존시설이 구비되어 있지 못하고, 바이러스 감염에 관계없이 특성을 평가하고 있음

□ 국외 기술동향

- 미국, 브라질, 일본 등 선진국의 감귤 유전자원 보유점수가 많을 뿐만 아니라 유전자원 보존 효율을 높이고 소실을 방지하는 시스템을 구축해 있음
 - 브라질 2,805점, 미국 1,773점, 아르헨티나 1,433점, 인도 1,505점, 일본 1,200점, 중국 1,046점을 보유하고 있어, 최대 6.4배의 유전자원을 보유하고 있음
 - 미국, 스페인 및 중국 등은 포장보존은 물론 캘러스 초저온냉동 장기보관 기술을 확립하여 이용하고 있음
 - 미국 및 중국 등은 유전자원 포장보존의 경우 2곳 이상의 중복 보존 시스템 운영에 의한 유전자원 소실을 예방하고 있음
- 미국 등 선진국은 특성평가 체계 및 특성의 D/B화가 확립되어 육종에의 활용도를 높이고 있음
 - 미국, 스페인, 이스라엘 등 유전자원 관리 및 평가의 선진 시스템은 주요 유전자원의 무독화 후 차단시설 내에서 보존하고, 무독묘를 포장에 재식하여 특성평가의 정확성을 추구하고 있음
 - 미국 USDA는 유전자원 특성을 D/B화하여 UCR 및 육종가들이 육종에 적극 활용할 수 있도록 공개하고 있음
 - 중국은 이미 2000년대 중반에 700여개의 다양한 유전자원의 외부특성 평가 및 분자표지 탐색 등을 통해 45개 우수 핵심집단 선발을 보고한 바 있음

(2) 품종개발 및 조기선발 기술

□ 국내 기술동향

- 한국은 가지 변이 및 주심배 변이선발, 교배육종의 단순 육종수준에 머무르고 있고, 선진육종 기술수준의 60% 내외로 평가되고 있음
 - 과거 신품종 개발은 주로 가지변이 또는 주심배 실생 선발에 의존해 왔으나, 최근 탐도1호 등 교잡배 선발에 의한 신품종 개발이 보고되고 있음
 - 일부 체세포잡종 개발기술 및 방사선 돌연변이 육종연구가 수행된 바 있으나, 기술확립 단계에 있으며 실용화 단계로 진입해 있지 못함
 - 배수체 육종선발, 미숙배구제 기술 개발 등은 기술개발 초기단계에 있으나, 세포질잡종 선발, 반수체 개발, 임성증진 기술 등은 현재까지 개발 연구가 진행된 바 없음

- 우량계통의 조기선발을 위한 조기육묘 시스템이 구축되어 있지 못하고 결실기 단순 과실특성 평가에 의한 선발을 수행하고 있음
 - 신품종 개발 육종기관에서는 일본에서 개발된 외줄기 조기육묘에 의한 조기결실 기술을 모방하는 수준에 있으나, 가온 및 보온시설 등 육묘시설의 미흡으로 육종기간을 단축하는 시스템을 구축하지 못한 실정에 있음
 - 내병성 조기검정 육종시설이 구비되어 있지 못하고 전문인력도 부족한 실정으로 병 접종 및 저항성 검정 등의 선발과정을 거치지 못하고 있음
 - 결실연령 도달 후 착과된 과실 특성의 평가를 통해 선발하는 과정을 거치고 있으며, 과실형질을 조기 예측할 수 있는 분자표지 개발이 전혀 개발되어 있지 못하고, 형질의 특성유전에 대한 정보를 제공할 수 있는 표준 연관지도 작성도 수행된 바 없음
 - 최근 차세대바이오그린사업단에서 병균 비교유전체 연구를 수행 중에 있으며, 유전체 해석, 전사체 해석, 연관지도 작성 등의 연구가 진행되고 있음
- 국가기관이 감귤 육종을 주도하고 있으며, 민간육종회사는 전무한 실정임
 - 신품종 개발의 교배육종과 육종기술 개발을 국가기관이 주도하고 있으나 육종인력의 부족으로 육종기술 및 조기선발 기술개발 등 육종지원 연구가 활성화되지 못하고 있으며, 이에 따른 민간 육종영역이 활성화되지 못하고 있음
- 국외 기술동향
 - 선진국의 육종기술은 단순 교배육종 수준이 아닌 배수체 세대진전 및 무핵삼배체 육종선발, 세포질 잡종 세대진전 등의 생명공학 등 최신기술을 융합한 형태의 육종을 수행하고 있음
 - 미국은 UF를 중심으로 이질사배체 대량개발 및 세대진전과 세포질 잡종의 선발, 조기 미숙배 배배양 기술을 실제적으로 이용하고 있고, UCR에서의 방사선 돌연변이 무핵 품종의 개발도 체계가 잘 확립되어 있음
 - 일본은 주심배 및 가지변이 선발체계가 세계적으로 가장 잘 확립되어 있고, 임성증진에 의한 교배육종 효율 증진기술이 뛰어남
 - 스페인은 동질사배체 개발에 의한 사배체 \times 이배체 교배로부터 미숙배 구제에 의한 무핵삼배체 개발기술이 가장 잘 확립되어 있음
 - 이태리는 세계적으로 감귤 반수체 육성에 있어서 독보적인 기술을 보유하고 있음
 - 중국은 과거 대부분 가지변이에 의한 품종을 선발해 왔으나, 최근 세포질 잡종 및 체세포잡종 기술의 실용화에 있어서 선도적인 역할을 수행하고 있음
 - 선진국의 조기선발 기술은 조기육묘에 의한 조기결실 체제와 분자표지 개발에 의한 실용화 기술 개발에 박차를 가하고 있음
 - 미국에서는 UF에서만 일본에서 개발된 조기육묘에 의한 조기결실 시설을 실제 육종현장에 이용하고 있고, 조기선발 분자표지 개발 및 표준연관지도 작성은 연구개발 중에 있음



[그림 2-13] 미국 UF/CREC 조기결실 유도시설

- 국제감귤유전체컨소시엄, 미국, 중국에서 감귤 유전체 전체 염기서열(WGS) 분석을 발표한 바 있고, 스페인, 일본 등이 추가적으로 비교 유전체학을 수행하여 기초 분자표지 개발을 서두르고 있음
- 현재 감귤에서 다배성, 단배성, 융성불임 등의 분자표지 개발이 보고된 바 있으나, 과실 형질 연관 분자표지 개발은 보고된 바 없으며, 만다린에서의 표준유전체 지도가 개발 중에 있음
- 선진국은 국가기관, 지자체 연구기관, 대학 등 산학연 역할분담 및 협력체제가 잘 확립되어 있음
 - 미국 및 중국 등은 주립 및 거점 대학에서 감귤 육종 및 육종기술 개발을 주도하고 있고, 일본의 경우 독립법인체와 현시험장 공동으로 교배육종 및 육종기술 개발을 수행해서 신품종 개발에 속도를 내고 있음

(3) 무독묘 공급

□ 국내 기술동향

- 감귤 무독묘 검정 및 무독화 기술은 확립되어 있으나, 무독묘 필요성에 대한 인식의 부족으로 공급체계는 구축되어 있지 못함
 - 감귤의 주요 바이러스 및 바이로이드 검정 및 무독화 기술은 국립원예특작과학원 감귤시험장에서 개발되어 일부 적용되고 있음
 - 바이러스 감염에 따른 과실의 품질 및 수량 저하에 대한 정확한 평가가 충분히 수행되지 못하여 농가현장에서의 무독묘 도입에 대한 의견이 분분한 실정임

□ 국외 기술동향

- 미국, 스페인, 이스라엘 등에서는 기존 품종의 무독화 대체 및 무독묘 공급체계가 제도화되어 종묘업 현장에서 잘 적용되고 있음
 - 미국의 플로리다 주에서는 황룡병 전파에 따라 2006년부터 감귤묘목규정을 정비하여 무독묘 시설구비 조건을 설치하여 종묘업을 하도록 제도를 정비하였음

- 스페인, 이스라엘 등의 많은 국가에서 망실 하우스 및 이중문을 설치하여 바이러스 감염차단 및 보증 무독묘 공급체계를 구축하여 이용하고 있음
- 원원종(원모수), 원종(모수), 무독묘의 3단계 절차로 무독묘를 양성하고 있으며, 일반적으로 원원종은 국가기관에서, 원종은 주정부 및 지자체에서, 무독묘 생산은 민간 종묘업체에서 관리하는 방식임



<원원종(원모수) 무독관리>

<원종(모수) 무독관리>

<모종무독묘 생산>

[그림 2-14] 이스라엘 무독묘 공급 체계

2) 국내외 특허 및 논문 동향 분석

(1) 특허동향

□ 분석 개요

- 과거 20년('93~'12)간 우리나라를 비롯하여 미국, 유럽, 일본, 중국, 독일, 프랑스, 영국, PCT 특허청에 출원·등록된 특허를 FOCUST wisdomain 프로그램을 이용하여 검색하고, 결과를 분석함

<표 2-3> 특허 검색 방법

검색 조건	방법
검색 Domain	미국, 유럽, 일본, 중국, 독일, 프랑스, 영국, PCT 출원·등록 및 공개특허
검색 DB	FOCUST社의 wisdomain
검색 기간	1993. 01. 01 ~ 2012. 12. 31
검색 범위	명칭(제목), 요약(초록), 청구범위(청구항)
검색 방식	키워드 검색

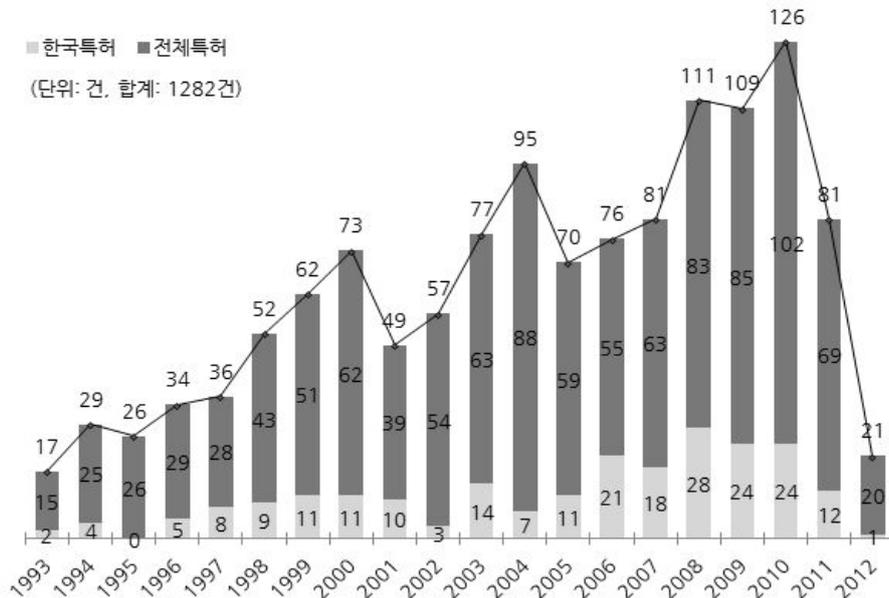
○ 감귤 및 유사어를 중심 키워드로 설정하고 육종 관련 키워드 검색을 실시하였으며, 식물특허는 별도로 분류하여 청구항을 분석함

<표 2-4> 특허 분석을 위한 검색식

(단위: 건)			
구분	언어	검색식	검색결과
1	영문	(TI=(citrus) and AD=(19330101:20121231)) and REDUNDANCY=NO	1,059
		(TI=(citrus or mandarin or tangerine) and AD=(1930101:20121231)) and REDUNDANCY=NO	1,175
	한글	(TI=(감귤* or 귤* or 밀감*) and AD=(19930101:20121231))	223
2	영문	(TI=(citrus) and (breed* improve* or method* or variety or cultivar) and AD=(1930101:20121231)) and REDUNDANCY=NO	581
	한글	TI=(감귤* or 귤* or 밀감*) and (육종* or 개량* or 개선* or 품종 or 계통 or 특성) and AD=(19930101:20121231)	48
3	영문	(TI=citrus) and AD=(19930101:20121231) and UCH=(plt) and REDUNDANCY=NO	16

□ 분석 결과

○ 과거 20년간 감귤 관련 특허 출원 건수는 꾸준히 증가하는 추세이나, 2011년과 2012년에는 세계적으로 특허 출원 건수가 급격 하락한 결과를 보임

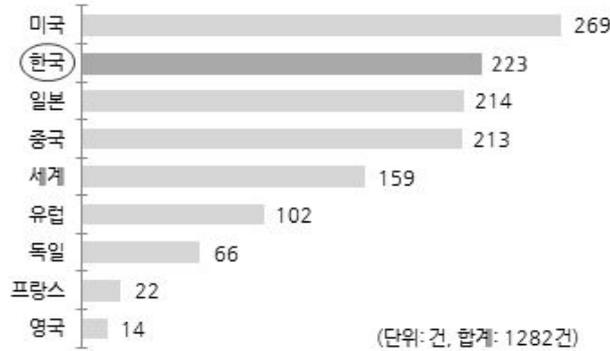


[그림 2-15] 연도별 감귤관련 특허 출원 추이

○ 한국 특허청에 출원된 건수가 전체의 약 16%로 비교적 높은 비율을 차지하고 있음

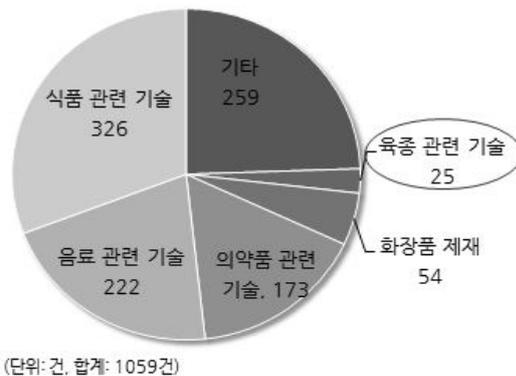
- 가장 많은 특허(269건)가 출원된 미국 특허청 다음으로 한국이 223건으로 2위에 해당하는 출원 건수를 기록하고 있으며, 일본(213건)과 중국(213건)건이 그 뒤를 잇고 있음

- 미국을 제외하면 한·중·일 3개국이 전체 특허의 약 51%를 차지하고 있어, 아시아 주요국들이 감귤에 대한 높은 수요를 바탕으로 기술개발 노력에 힘을 쏟고 있는 것으로 해석할 수 있으므로 경쟁력을 높이기 위한 전략적인 R&D 투자 필요성이 높음



[그림 2-16] 국가별 특허출원 현황

- 미국, 유럽, 일본, 한국, 중국, 영국, 프랑스, PCT 등 8개 특허 DB에 대한 출원/등록된 특허 중 '육종'을 키워드로 검색한 결과 신제품 개발과 관련된 특허는 총 1,059건 중 25건에 불과한 것으로 집계됨
 - 한국 역시 총 223건의 특허 중 육종 관련 특허는 8건에 불과함
- 대다수의 특허는 식품 및 식료품 조제 또는 처리와 관련된 특허(31%), 음료 조제 및 처리관련 기술(21%), 감귤 유래 물질을 활용한 의약품 및 화장품 관련 특허(21%) 등으로 구성되어 있음
- 신제품 개발과 관련된 특허가 상대적으로 매우 적은 비중을 차지하는 것은 감귤 육종의 특성에 기인한 것으로 평가할 수 있음
 - 교배 육종, 도입 육종 등 일반적인 육종법을 활용하여 오랜 기간에 걸쳐 우수한 개체를 반복적으로 선발 하는 방식 주류를 이룸에 따라 특허로 보호할 만한 기술개발 결과물이 현저하게 적었던 것으로 해석 가능함
 - 또한, 품종 육성 과정에서 발생한 노하우들에 대해 적극적으로 지재권을 확보하고자 하는 시도 자체가 미약했던 것으로도 해석할 수 있음



[그림 2-17] 분야별 출원 특허 비중

- 한국의 감귤 관련 특허 중 품종개발과 관련된 특허는 2005년을 기점으로 비교적 최근에 출원되기 시작한 것으로 분석되며, 형질전환 기법이나 무성번식법 및 생명공학 기술 등 기존 재래육종의 한계를 극복하기 위한 기술개발과 권리화가 시도되고 있는 것으로 평가됨
 - 육종관련 특허의 주요 출원인으로는 제주대학교가 총 3건을 출원하는 등 강세를 띄고 있으며, 개인과 협동조합 등 다양한 주체가 기술개발 시도를 보이고 있음
 - 출원인 ‘백장길’과 ‘제주감귤 농업협동조합’의 경우 감귤의 변종식물체를 특허로 출원하였으며, 이러한 기술개발 결과는 향후 미국의 식물특허 출원 및 UPOV 품종보호 등록 등 적극적인 지식 권리화가 필요할 것으로 판단됨

<표 2-5> 육종관련 국내 출원 특허

출원연도	출원인	명칭
2005	백장길	고접에 의해 무성번식되는 변종 복길은주 감귤 변종 식물
2006	제주대 산학협력단	감귤 피토엔 생합성 효소 PSY 유전자가 형질전환된 유채식물체
2006	제주대 산학협력단	아그로박테리움을 이용한 온주밀감의 체세포배 발생 캘러스의 형질전환 및 형질전환 식물체
2006	제주대 산학협력단	감귤유래 과실 특이적 발현 프로모터 및 이를 함유하는 과실 특이적 발현벡터
2006	제주감귤 농업협동조합	무성적으로 대량생산 가능한 감귤 변종식물 ‘애향’
2007	백장길	무성적으로 대량생산 가능한 감귤 변종식물 ‘상고’
2007	인하대 산학협력단	감귤과피 알칼리 추출물을 유효성분으로 포함하는 미생물배양배지
2007	대한민국	귤에서 유래된 SSR 프라이머 및 이의 용도

- 미국은 전세계적으로 유일하게 육종을 통해 개발한 신품종 식물 자체를 특허(미국 특허분류 코드: PLT-#)로 인정하는 국가로서 1993년부터 지금까지 총 15건의 식물특허가 미국 특허청 DB에 등록되어 있는 것으로 조사됨
 - 출원/등록된 특허의 청구항을 조사한 결과 감귤의 병 저항성, 수확시기(조·중·만생), 씨가 적은 특성, 과육 색깔 등의 형질과 관련된 특허가 다수였으며, 의외로 식미 특성과 관련된 특허는 1건도 없는 것으로 집계됨
- 미국 특허청에 등록된 총 15건의 감귤 식물 특허 중 11건은 출원인 국가가 이스라엘로 조사되고 있으며, 우리의 경우에도 향후 동 사업을 통해 해외 진출을 고려할 경우 품종 개발에 따른 적극적인 권리보호 노력이 필요할 것으로 사료되며, 타겟 국가의 식물 관련 지재권 보호 강도 등을 고려할 필요가 있음
 - 우리와 유사한 감귤을 생산하고 소비하는 일본의 경우에도 '94년과 '95년에 걸쳐 2건의 식물 특허를 출원하였으나 미주권과 아시아권의 감귤 소비특성 차이로 인해 추가적인 식물특허 출원은 없었던 것으로 추측됨

<표 2-6> 미국 특허청에 출원/등록된 감귤 식물특허 현황

번호	출원도	등록도	권리 만료 연도	출원인	출원인 국가	명칭	요약 및 청구항
1	1994	1995	2014	FRUIT TREE RESEARCH STATION	JP	Citrus tree 'Ariake'	길은 오렌지빛 껍질, 낮은 산도, 높은 병 저항성 - (Seike navel x Clementine)
2	1995	1996	2015	FRUIT TREE RESEARCH STATION	JP	Citrus tree 'Amakusa'	상동 - (T378 x Page)
3	2000	2003	2020	STATE OF ISRAEL MINISTRY OF AGRICULTURE	IL	Citrus tree named 'Tami'	Seedless or few seeds, 조생종, 오렌지색 과육
4	2000	2003	2020	STATE OF ISRAEL MINISTRY OF AGRICULTURE	IL	Citrus tree named 'Merav'	Seedless or few seeds, 중만생종, 붉은 빛 오렌지색
5	2000	2003	2020	STATE OF ISRAEL MINISTRY OF AGRICULTURE	IL	Citrus tree named 'Shani'	Seedless or few seeds, 만생종, 붉은 빛 오렌지색 과육, 타원형
6	2000	2003	2020	STATE OF ISRAEL MINISTRY OF AGRICULTURE	IL	Citrus tree named 'Yanov'	Seedless or few seeds, 낮은 임성, 11월 중순 ~ 12월 성숙(이스라엘 기준)
7	2000	2003	2020	STATE OF ISRAEL MINISTRY OF AGRICULTURE	IL	Citrus tree named 'Nectar'	Seedless, 용성 불임
8	2000	2003	2020	STATE OF ISRAEL MINISTRY OF AGRICULTURE	IL	Citrus tree named 'Vered'	붉은 빛 오렌지색 과육, few seeds, 큰 과실
9	2000	2003	2020	STATE OF ISRAEL MINISTRY OF AGRICULTURE	IL	Citrus tree named 'Orri'	Seedless or few seeds, 낮은 임성, 오랜 성숙기간(1월 초~4월 말)
10	2000	2003	2020	STATE OF ISRAEL MINISTRY OF AGRICULTURE	IL	Citrus tree named 'KEDEM'	극조생종, 붉은 빛 오렌지색 껍질
11	2000	2003	2020	STATE OF ISRAEL MINISTRY OF AGRICULTURE	IL	Citrus tree named 'Nora'	0~6개의 씨, 낮은 임성, 만생
12	2000	2003	2020	STATE OF ISRAEL MINISTRY OF AGRICULTURE	IL	Citrus tree named 'Moria'	0~6개의 씨, 오랜 성숙기간, 낮은 임성
13	2000	2003	2020	STATE OF ISRAEL MINISTRY OF AGRICULTURE	IL	Citrus tree named 'Dity'	Seedless or few seeds, 중만생, 붉은 빛 오렌지색 과육
14	2003	2004	2023	WITTEMAN & CO MULTIFLORA BV	NL	Citrus plant named 'Mosquito'	직립 및 둥근 나무형태, freely branching, 잎색 변화(짙은 붉은색 → 녹색 → 노란색)
15	2009	2010	2029	-	-	Citrus tree named 'Morgan Sunrise Navel'	극만생 - 중부 캘리포니아 특정 지역(San Joaquin Valley) 기준 2월 10일~4월 15일

○ 주요 출원인별 특허 출원 현황을 살펴보면 세계적인 오렌지 음료 제조사인 Tropicana Products, Inc.가 가장 많은 64건의 특허를 보유하고 있으며, 사료 및 곡물 회사인 Cargill社가 27건으로 뒤를 잇고 있으나 이들 특허 중 감귤 식물특허나 육종관련 기술 특허는 보유하고 있지 않은 것으로 조사됨

- 이들 회사의 특허는 식료품, 음료 및 제조 관련 내용들로 구성되어 있으며, Cargill社의 경우 사료 제작을 위한 Anti-bacteria 제제, fiber 특성 개선 등과 관련된 내용들이 주를 이루고 있음

- 미국 특허청에 가장 많은 감귤 식물 특허를 출원/등록한 이스라엘의 경우 11건의 식물특허 외에도 3건의 감귤 향미 개선을 위한 육종기술 특허를 보유하고 있는 것으로 조사됨

- 한국의 경우 한국생명공학 연구원에서 총 14건의 특허를 출원/등록하였으나, 세부 내용을 들여다 보면 감귤 껍질에서 추출한 물질을 활용하여 의약품 제재나 기능성 식품을 제조하기 위한 유사특허들로 구성되어 있어, 육종 관련 특허 경쟁력은 매우 낮은 것으로 사료됨

<표 2-7> 감귤 관련 주요 특허 출원인 현황

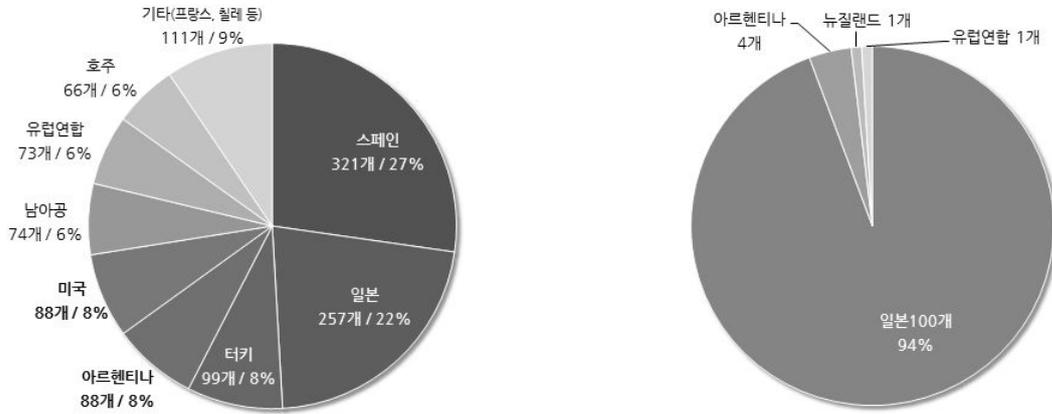
출원인	건수
Tropicana Products, Inc.	64
Cargill, Incorporated	27
State of Israel, Ministry of Agricultural and Rural Development	14
Zhejiang University	14
Breville R. & D. Pty Ltd.	11
FMC Technologies, Inc.	11
Pokka Corporation	11
SEB S.A.	10
Bioavailability Systems, L.L.C.	8
Chef'n Corporation	8
Chongqing University	8
Korea Institute of Science and Technology	8
Florida Department of Citrus	7
The Coca-Cola Company	7
University of Florida Research Foundation	7
Firmenich S.A.	6
Huazhong Agricultural University	6
Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology	6
South China Botanical Garden, Chinese Academy of Science	6
Southwest University	6
기타	715
합계	916

□ UPOV 품종 등록 현황

- 국제신품종보호동맹(UPOV, The International Union for the Protection of New Varieties of Plants)에 현재 까지 품종보호 등록된 감귤 품종은 총 1,194개로 집계되고 있으며, UPOV 홈페이지에 공개된 자료에 따르면 현재까지 우리나라는 단 1건도 품종보호를 등록한 사례가 없는 것으로 조사됨
- 국가별로는 스페인이 총 321개 품종을 등록하여 가장 많은 비중(27%)를 차지하고 있으며, 일본 257개 품종(22%), 터키(99개), 아르헨티나(88개), 미국(88개) 등의 순으로 품종보호를 등록하고 있음
- 우리나라 및 아시아 권역에서 주로 생산/소비되는 온주밀감(*Citrus unshiu*)의 경우 총 106종이

UPOV에 등록되어 있는데, 이 중 94%에 해당하는 100건이 일본 품종으로 절대적인 비중을 차지하고 있음

- 제주도에 재배되는 대다수의 감귤 품종은 일본 품종인 것으로 조사되고 있어, 향후 지속가능한 제주감귤 재배 및 농가 수익을 보장하기 위해서는 우리 고유의 품종 개발이 시급함



[그림 2-18] UPOV 감귤 품종보호 등록 현황

(2) 논문동향

□ 분석 개요

- 과거 10년('03~'12)간 감귤 육종에 관하여 국내외 저널에 게재된 논문을 제주대학교 학술DB메타검색 서비스를 이용하여 검색하고, 결과를 분석함

<표 2-8> 논문 검색 방법

검색 조건	방법
검색 Domain	제주대학교 중앙도서관 학술DB메타검색
검색 DB	<ul style="list-style-type: none"> ■ 국내학술DB <ul style="list-style-type: none"> - DBPIA(누리미디어-국내학회지) - KISS - 학술교육원 학술지 원문DB(earticle) - 교보문고 스킨라 ■ 국외학술DB(e-Journal) <ul style="list-style-type: none"> - PML(ProQuest Medical Library) - Nature - Science - EMBO Journal/Report - ScienceDirect - Springer - Nature Biotechnology - Oxford Journals ■ 국외학술DB(Web DB) <ul style="list-style-type: none"> - COS Scholar Universe - ProQuest Central - SCOPUS - Ebsco Customized Collection _ ASM ■ 국외학술DB(Open Access Journal) <ul style="list-style-type: none"> - DOAJ [Journal] - DOAJ [Article] - Open J-Gate
검색 기간	1993. 01. 01 ~ 2012. 12. 31
검색 범위	제목 및 본문
검색 방식	키워드 검색

- Citrus, orange, mandarin, pomelo, lemon 및 trifoliolate 등을 우선검색 키워드로 설정하고, 검색 결과 내에서 연구 분야 및 기술관련 키워드 검색을 실시하여 분석함

<표 2-9> 논문 분석을 위한 검색식

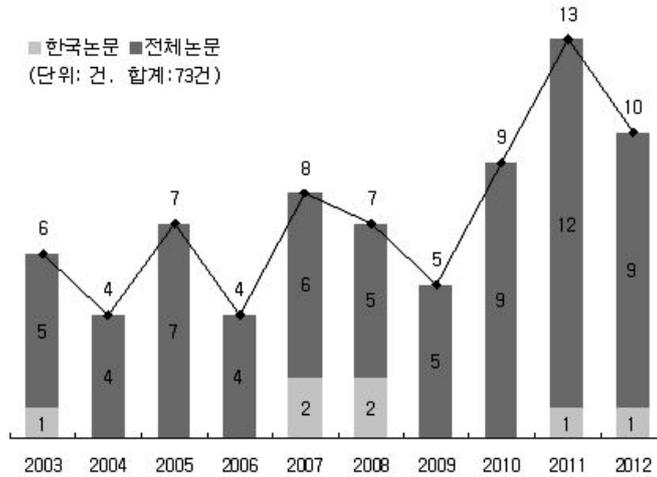
(단위: 건)

구분	검색어		검색결과
1	citrus OR orange		624042
	결과내 검색어	breed*	5
		core collection(selection) or germ plasm	0
		gene expression	152
		*ploid	5
		protoplast	0
		cross	4
		hybrid	14
		DNA marker	31
		variety	4
2	mandarin OR pomelo		15130
	결과내 검색어	breed*	1
		core collection(selection) or germ plasm	0
		gene expression	45
		*ploid	4
		protoplast	4
		cross	9
		hybrid	9
		DNA marker	5
		variety	0
3	lemon OR trifoliolate		34436
	결과내 검색어	breed*	3
		core collection(selection) or germ plasm	1
		gene expression	46
		*ploid	1
		protoplast	2
		cross	1
		hybrid	8
		DNA marker	4
		variety	0

□ 분석 개요

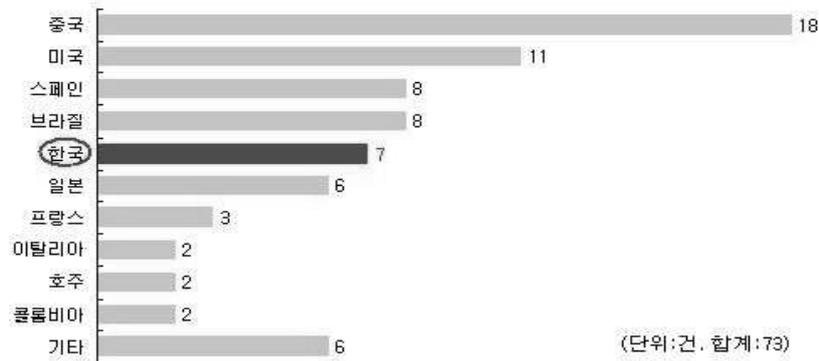
- 과거 10년간 감귤 육종관련 연구논문 게재 수는 증가 추세를 보이고 있으나, 감귤 육종과 직접 관련되는 연구는 많지 않은 것으로 나타났는데, 이는 육종관련 연구가 장기간 소요되고 분석이

쉽지 않은 결과를 보여주는 결과로 추측됨



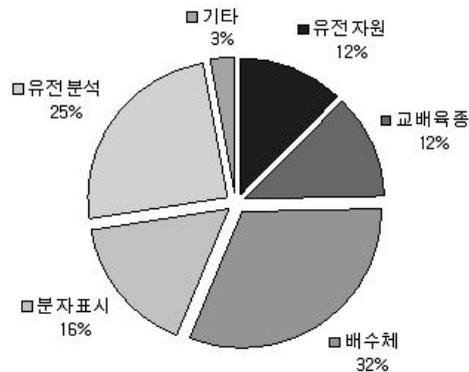
[그림 2-19] 연도별 감귤 육종관련 논문게재 추이

- 중국이 18건으로 가장 많고, 미국, 스페인, 브라질 등 세계 상위 생산국들은 각각 2-4위를 차지하고 있고, 한국도 5위를 기록하여 육종기술에 대한 연구가 적지 않은 것으로 나타남



[그림 2-20] 국가별 감귤 육종관련 논문 게재 추이

- 분야별로 분석한 결과 모든 분야에 걸쳐 연구되고 있는 것으로 나타났으나, 최근 유전자원 및 교배육종 분야에서 분자표지 개발과 유전분석 분야로 연구 방향이 이동되고 있음



[그림 2-21] 분야별 감귤 육종관련 논문 비중

3. 국내외 정책동향 분석

□ 국내 정책동향

- UPOV 협약에 따라 2013년부터 감귤도 품종보호대상작물로 지정되어, 감귤 품종을 거의 대부분을 일본품종에 의존하고 있는 국내 감귤산업의 로열티 부담에 대한 우려가 높아지고 있음
 - 우리나라는 2002년에 가입하여, 협약에 따라 가입 10년차인 2012년에 품종보호대상 작물이 전체 작물로 확대되었음
 - 농촌진흥청에 따르면 수령 30년 이상인 노목을 연차별로 전부 갱신할 경우, 일본산 신품종 도입에 따른 로열티는 2014년 100억원, 2017년 277억원, 2020년 350억원으로 증가할 것으로 추정되고 있음
 - 정부에서도 UPOV에 대한 감귤산업 대응을 위하여 난지농업연구소 감귤과를 감귤시험장으로 개편(2007.7)하여 감귤 신품종 개발 연구를 강화해 나가고 있음
 - 국내 감귤 주산지인 제주에서도 감귤 품종 육성을 위하여 감귤육종센터를 설치(2011.2)하여 감귤 품종개발 연구를 추진하고 있음
- 한미 FTA 발효(2012.3)에 이어 한중 FTA 협상 등 개방화에 따른 수입 과실의 급증하고 있어 산업경쟁력 확보가 시급함
 - 한미 FTA 및 한중 FTA 대응한 감귤 산업 경쟁력 제고를 위해 주로 거점산지 유통시설(APC) 현대화 및 규모화 지원에 집중하고 있음
 - 오렌지 및 자몽 등 수입 감귤의 증가에 따른 고품질 생산체제 정비가 시급하며, 근본적인 대책인 우수 품종에 대한 현장 수요가 매우 높음
 - 국내 감귤 과다생산 체제를 해소하기 위해 생과 수출을 전략적으로 지원하고 있으나, 대부분의 일본 품종을 이용한 생산으로 해외 인지도 향상 및 수출 확대에도 걸림돌이 되고 있음
- 사과, 배 등 타 과수와는 달리 감귤은 보증 무독묘 유통 공급체계가 확립되어 있지 못함
 - 감귤 품종의 도입은 대부분 일본 묘목업자로부터 비공식적으로 도입되고 있는 실정이어서, 품종명이 불분명하거나 외래 병해충의 유입 및 확산을 초래할 가능성이 높음
 - 제주도내 등록된 감귤 종자업자는 19개이며, 묘목의 규격에 대해서는 1년생인 경우 수고 70cm 이상으로만 정해져 있어, 건전하지 못한 묘목이 유통되고 있는 실정임
 - 무독묘 관리체계 구축을 위해 정부에서 지원하는 중앙과수묘목관리센터에서는 감귤은 제외하여 시행되고 있음
 - 지자체에서는 감귤 품질향상을 위하여 우량품종으로 갱신하고자 하는 경우 묘목 대금을 지원하는 우량품종갱신사업을 시행하고 있으며, 금후 점차로 무독묘 공급체계로 전환해 나갈 예정임

□ 국외 정책동향

- 최근 국제식물신품종보호연맹(UPOV) 협약에 따른 신품종 육종 및 육종가에 대한 권리 보호에 대한 선진국의 관심이 매우 높아지고 있음
 - 국제신품종보호동맹(UPOV, The International Union for the Protection of New Varieties of Plants)에 현재까지 품종보호 등록된 감귤 품종은 총 1,194개로 스페인, 일본 등 선진국의 신품종 출원이 매우 활발히 이루어지고 있음
 - 일본, 중국 등 아시아 국가와 스페인, 이스라엘 등 유럽국가에서는 UPOV 협약에 따라 품종보호출원으로 육성가의 권리를 인정하고 있으나, 미국인 경우는 육성가의 권리가 보다 강화된 식물특허로 육성가의 권리를 인정하고 있음
 - 로열티인 경우에도 종전에는 묘목에 한해 부과하는 것이 일반적이었으나 최근에는 과실 등 생산물과 가공품(일본 2007)에도 부과해 나가고 있는 추세임
- 감귤 육종 목표는 전세계적으로 거의 유사하나 최근 내병성이나 기능성 육종을 목표로 하는 국가 및 기관이 많아지고 있음
 - 일본인 경우, 주요 육종 목표는 연내 출하형 만다린, β -cryptoxanthine 함유, 과육과 과피가 적색인 감귤류 육성에 두고 있고, 교배육종을 중심으로 무핵 삼배체 육종 등에 집중하고 있음
 - 미국은 황룡병, 역병, 바이러스 등 내병성 품종, 무핵 만다린 품종, 기능성 품종 육성에 목표를 두고 이질배수체(원형질융합) 및 무핵 삼배체 육종, 돌연변이 육종 등을 추진하고 있음
- 최근 유전체 분석을 통한 유전양식 구명, 조기선발 분자표지 개발, 품종식별용 분자표지 개발 등 첨단기술의 개발을 활발히 추진하고 있음
 - 국제감귤컨소시엄, 미국, 중국에서 클레멘타인 및 오렌지 유전체 염기서열 분석을 보고한 바 있으며, 추가적으로 스페인 및 일본 등에서도 유전체 분석연구에 투자를 높이고 있음
 - 스페인 발렌시아연구소의 경우, 감귤 연구 분야에서 육종분야에 전체 예산의 50% 이상을 집중 투자하는 등 신품종 개발을 강화하고 있음
- 선진국의 대부분은 우량대묘 보증무묘목 공급체계를 확립하여 조기에 농업투자를 회수하는 정책으로 농업경쟁력을 높이고 있음
 - 선진국의 묘목공급체계는 국가나 지자체에서 원모수 및 모수를 관리하고 무묘목 접수를 종묘업자에게 공급하여 우량대묘를 생산하여 보급하는 체계를 운영하고 있음
- 최근 기후변화의 급속한 진행에 따라 환경저항성 품종에 대한 요구도가 높아지고 있음
 - 호주, 이스라엘 등 가뭄의 빈발하여 기온이 상승함에 따라 산도 감소가 지연되어 품질 및 저장력이 높은 품종에 대한 수요가 증가하고 있음
 - 터키, 아르헨티나 등 신흥 생산국의 경쟁력 강화로 국제시장에서의 과실 경쟁이 심화되고 있고 호주, 남아프리카공화국을 중심으로 숙기 다변화 및 단경기 출하 가능 품종에 대한 품종 요구도가 높아지고 있음

4. 기술수준 및 연구개발 인프라 분석

□ 기술수준 분석

- 감귤 품목의 전체 기술수준은 미국 및 일본 등 최고 기술 보유국 대비 56.5%로 평가되며 기술 격차는 14년 정도의 차이가 있음(날리지웍스, 2012)
 - 이 중 교배종자 획득 및 육묘 등 육종기술적인 측면에서의 기술수준은 최고 기술 보유국 대비 72.9%이고, 기술격차는 9년 정도로 감귤 육종관련 세부기술 요소에서 가장 선진국과의 격차가 적은 편임
 - 반면 유전자원 보유 및 평가 기술은 최고 기술 보유국 대비 41.4%, 기술격차 14~18년으로 가장 낮은 수준에 머무르고 있어, 향후 집중 투자가 요구됨

<표 2-10> 감귤분야 세부 기술별 기술수준

구 분		최고기술타유국대비		최고기술타유국
		기술수준(%)	기술격차(년)	
유전자원	유전자원 보유	15.7	14	미국
	유전자원 특성평가	41.4	18	미국
품종육성	전통육종	71.4	13	일본
	분자육종	62.9	13	미국
	육묘기술	72.9	9	미국
	실생평가	68.6	8	미국, 일본
종자상용화	종묘생산	64.0	8	일본, 미국
	무독화	62.0	10	일본, 미국
시장개척	현지시험	50.0	10	일본, 미국
전 체		56.5	14	

□ 연구개발 인프라 분석

○ 인력 현황

- 감귤 육종 전문 인력은 국가기관으로 국립원예특작과학원 감귤시험장에 4명, 지자체 기관으로 제주특별자치도농업기술원 감귤육종센터에 2명을 두고 있음
- 국가기관의 육종인력은 교배육종 및 원형질융합 등의 기내육종에 집중되어 있고, 지자체 육종 인력은 가지변이 선발 및 교배육종에 집중하고 있음
- 대학의 전문 인력은 일부 분자육종 연구를 수행하고 있으나, 집중 연구하고 있지는 못함
- 민간은 주로 단순 묘목생산업에 종사하고 있으며, 일부 가지변이 선발에 참여하고 있는 수준임

○ 인프라 현황

- 국립원예특작과학원 감귤시험장에 유전자증폭기, 배수체검경기, 원형질융합기, 형광현미경, 전기영동장치 등 배수체 육종 및 유전분석 관련한 장비를 구비하고 있으며, 기능성 성분 등을 분석할 수 있는 GC-MS, LC-MS 등의 분석장비는 물론 병원균 포장검정 등의 현미경이 구비되어 있음
- 제주대학교와 제주특별자치도농업기술원의 감귤육종센터에도 유전자증폭기, 배수체검경기, 전기영동장치, HPLC 등 배수체 육종 및 기능성 성분 분석 등의 장비를 갖추고 있음
- 국립원예특작과학원 감귤시험장과 제주특별자치도농업기술원 감귤육종센터는 무독화 열처리 시설, 육묘 유리온실 및 비닐하우스 등의 육묘시설과 육종포장을 보유하고 있음
- 제주대학교와 민간종묘업체는 일부 비닐하우스를 보유하고 있으나, 육종포장 및 관리 인력은 매우 부족한 상태로 육종활성화를 위한 지원책 마련이 필요함

5. 주요 이슈 및 전략방향

□ SWOT 분석 및 전략 방향

○ SWOT 분석

강점(Strengths)	약점(Weakness)
<ul style="list-style-type: none"> - 신제품 조기도입 등 농가의 선제적 차별화에 대한 추구의 신속성 - 노동집약적 생산 체제 및 고품질 생산기술의 적용 확대 - 높은 품목 집중도 및 생산지역의 한계성 	<ul style="list-style-type: none"> - 온주밀감 위주 및 품목 다양성 부족 - 대부분의 일본 육성 품종에 의존 - 신제품 육종기반 및 육종기술이 취약 - 생산규모의 영세성 및 생산지역별 상이한 생산환경 - 여름철 고온다습으로 친환경 기술적용에 취약
기회(Opportunities)	위협(Threats)
<ul style="list-style-type: none"> - FTA 및 시장 개방화 확대에 따른 생산구조의 조정 및 기반정비의 강화 - UPOV의 전면개방으로 국내 육종가 권리 보호 강화 및 신제품 개발 가속화 - 기후변화에 안정적인 온주밀감 생산 및 수출 잠재력 보유 	<ul style="list-style-type: none"> - FTA 확대로 외국산 오렌지 및 만다린 수입의 증가 - 기후변화에 의한 기상이변과 돌발병해충 발생 등 재해발생 증가 및 생산비 증대 - UPOV 전면개방에 따른 품종 로열티 지급 우려 및 생산비 증가 예상

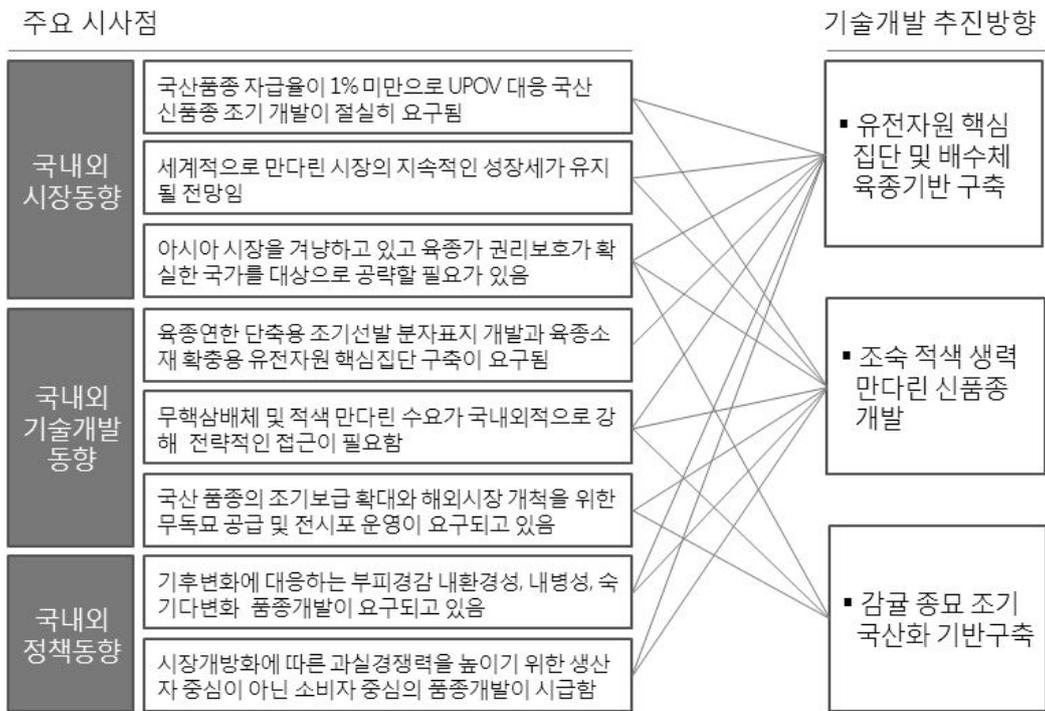
○ 전략방향

SO(공격적 전략)	SW(만회 전략)
<ul style="list-style-type: none"> - 고품질 신품종 개발의 조기 기반 구축 - 품종특성 맞춤 고품질 재배기술의 조기보급 확대 - 고품질 생산체제의 혁신 및 고수익 차별화 비즈니스 체질로의 개선 - 중국, 유럽 등 감귤 수출농업으로의 전환 	<ul style="list-style-type: none"> - 만감류 확대화 품목 및 품종의 다양화 - 신품종 개발의 육종기반 인프라 조기 구축 - 신품종 개발의 과감한 연구개발 투자 확대 - 육종가 권리보호에 따른 민간육종의 활성화
ST(다각적 전략)	WT(방어적 전략)
<ul style="list-style-type: none"> - 내재해성 신품종 육종기반 투자 강화 - 재해 안전 생산기반 확충 및 개선 - 재해 안전 재배기술의 지속적 개발 - 재해대비 기초 연구기반 강화 	<ul style="list-style-type: none"> - 생산기반 정비 확대 및 산업경쟁력 강화 - 외국 품종에 대한 국내 육성 품종의 조기 보급 확대

□ 주요 시사점 및 기술개발 추진방향

- 세계적으로 만다린 재배 및 생산이 증가하고 있고, 기후변화에 따른 숙기다변화, 적색, 내병성, 내환경성, 생력형 품종에 대한 수요가 높은 편임
 - 국내 감귤 재배품종의 국산화율이 1.0% 미만으로 품종보호권의 전면 개방화에 따른 충격이 가장 큰 품목으로 만다린 신품종 개발 및 국산품종 보급촉진이 매우 시급함
 - 전체적인 감귤면적의 증가에도 불구하고 생산국가에 따라 오렌지의 증가폭이 낮거나 감소하는 반면, 만다린의 면적은 지속적으로 증가하고 있어, 만다린 품종 개발에 집중할 필요성이 높음
 - 특히 미국, 이스라엘, 일본, 호주 등은 UPOV 보호제도보다 식물특허로 육종가 권리보호를 강화하고 있고, 아시아 시장에 생과 수출을 가장 많이 하는 주요 수출국으로, 아시아 시장을 겨냥한 품종개발에 집중하고 있는 만큼 이들 지역의 종묘 수출을 전략적으로 접근할 필요가 있음
- 세계적으로 무핵 삼배체 육종 및 적색 품종 개발 등 소비자 중심의 육종목표를 설정하여 조기선발 육종시스템 확립에 투자를 높이고 있음
 - 현재 국내 감귤육종은 가지변이 및 주심배 변이선발에서 교배육종 단계로 이행되고 있으며, 과잉생산체제를 돌파하기 위한 소비촉진용 조숙, 적색, 고품질 생력형 품종개발을 목표로 무핵삼배체 육종기반 구축을 서둘러야 할 것임
 - UPOV 대응 국제경쟁력 조기확보를 위해 신품종 육종기간을 단축하기 위한 조기선발 분자표지 개발에 대한 투자확대가 요구되고 있음

- 신제품 육종의 활성화를 위해 다양한 육종소재 개발에 필요한 유전자원을 확충하며, 활용도를 높이기 위한 평가 및 D/B 구축을 통해 민간육종은 물론 공공기관의 육종을 촉진할 필요가 있음
 - 국내 육성 품종의 조기보급과 해외수출 시장의 개척을 위한 무독묘 공급체계 확립과 국내외 전 시포 운영체제가 요구되고 있음
- UPOV 확대 및 국가간 FTA 체결 확대로 개방화가 가속화되고 있고, 기후변화에 따른 생산환경의 변화 예측이 어렵기 때문에 산업경쟁력을 확보하기 위한 근본대책 수립이 절실히 요구됨
- 미국, 호주, 이스라엘 등지에서 식물특허보호 추세는 종묘는 물론 생산과실에까지 로열티를 부담해야 하므로 국가차원의 신제품 개발 집중투자가 요구되고 있음
 - 기후변화에 따른 가뭄, 고온 등 환경변화에 대응할 수 있는 부피경감, 내병성, 숙기다변화 품종 개발로의 목표 전환이 필요함



[그림 2-22] 감귤 주요 시사점 및 기술개발 추진방향

제3장 목표 설정 및 프로젝트 도출

제1절. 목표 설정

1. 최종 목표

- 감귤 GSP 연구개발사업의 최종 목표는 UPOV 대응 감귤 우수 신품종 4개, 중간모본 2개 및 우량 유망 5계통 선발과 국내육성 신품종 10% 이상 보급을 최종 목표로 설정함

2. 단계별 목표

- 1단계는 품종 육종 기반 구축을 중심으로, 2단계는 우량 품종개발 및 국내 육성품종 보급 확대를 중심으로 추진

1단계('13~'16)	2단계('17~'21)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 유전자원 도입 확충 및 특성평가 ▪ 더텡이병, 숙기 형질연관 분자표지 개발 ▪ 동질배수체 유도기술 및 집단 양성 ▪ 품종개발을 위한 교배 집단 양성 ▪ 종묘 국산화 기반 구축 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 내병성 기능성 핵심집단 완성 ▪ 궤양병, 적육, 홍피 형질연관 분자표지 개발 ▪ 우량 동질사배체 중간모본 2개 개발 ▪ 조숙, 적육 등 품종 4개 및 우량계통 5개 개발 ▪ 국내 육성 품종의 보급률 10% 달성

3. 목표 설정 근거

- 최종목표는 UPOV에 대응하여 국내육성 품종의 조기개발과 국내육성 품종의 보급 확대를 설정하고, 정성적 목표로 국내 경쟁력을 강화하고 해외 수출 가능한 선진 육종체계의 기반구축, 민간육종 활성화를 설정함

- 로열티 및 수입 감귤에 대응하여 국내 감귤 품종의 경쟁력을 확보하기 위해서는 일차적으로 국내육성 품종수를 확대하고, 소비자에겐 차별화된 특이 품종, 생산자에겐 재배가 용이한 생력화 품종개발이 필요함

- 경쟁력 있는 감귤 품종개발 역량의 지속가능한 기반을 구축하기 위하여 유전자원을 확대하고 활용성 증대를 위한 핵심집단 구축과 우수 육종소재 확보, 보급의 효율성 제고가 필요함

(기반기술) 세계적 수준과 격차를 보이는 유전자원 보유수, 생명공학 기반 분자표지, 배수체 육종 기술개발 분야에서 국내 기술기반을 조속히 구축하고, 기능성, 적색과육, 부피경감 등 미래 지속 가능한 경쟁력 확보를 목표로 함

(품종개발) 로열티 부담을 경감하고자 개발품종의 양적 확대와 기능성, 적색과육, 부피경감 등 질적 경쟁력을 높여 국내 경쟁력 강화 및 미래 수출 기반 확보

(보 급) 현재 후진적인 묘목 유통체계를 개선하기 위해 무독묘 공급체계를 구축하고, 1% 이하에 불과한 국내 육성품종 보급률을 2021년까지 10%로 향상

제2절. 프로젝트 구성

1. 후보과제 도출 배경 및 과정

- 감귤 GSP 상세기획을 위해 국가연구기관 감귤육종 연구원, 지자체 감귤육종 연구원, 대학교 감귤육종 및 관련전문가, 감귤종묘업체 등을 망라한 연구진을 구성하였음
- 참여연구원을 전문영역별로 나누어 감귤산업의 국내외 시장, 기술, 정책 동향을 파악하고 주요 이슈 및 전략방향 분석을 통하여 후보과제 리스트를 작성하고 토론회를 거쳐 4개 영역에서 3개 프로젝트 18개 세부프로젝트 후보과제를 도출하였음
- 기반기술 분야
 - 브라질, 미국, 일본, 중국 등 주요국가의 유전자원 보유량은 1,000~2,800점에 이르고 있으나 우리나라는 400점에 불과하여 육종기반 강화를 위한 유전자원 확충 및 특성평가가 시급하고 핵심집단을 구축하여 육종효율 향상을 위한 기반 조성이 시급함
 - 감귤의 핵심 목표종 하나인 영구적 무핵과실의 특성과 경쟁력 있고 차별화된 기호성을 갖는 감귤을 육성하기 위한 삼배체 육성을 위한 선진 배수체 육종기반 기술의 구축이 필요
- 품종개발 분야
 - 감귤은 외국 도입 품종이 면적 점유율 99% 이상 이르고 있어 의존도가 심함
 - 국내 품종개발이 미진하여 감귤 품종보호제도 전면 도입('12)에 따른 로열티 부담 우려
 - 연내수확, 조숙 강세 고품질 만감 신품종, 적육 박피 용이, 홍색의 외관 등 최근 소비자 및 생산자가 원하는 차별성과 경쟁력이 있는 특성을 보유한 품종개발이 필요
- 보급 분야
 - 국내 묘목은 생산성과 품질에 영향을 미치는 바이러스, 바이로이드 등을 관리 가능하고 표준화된 유통 체계가 없어 이의 개선을 위한 무독묘 보급체계 구축이 필요
 - 국내 우수 품종의 조속한 면적확대를 위한 실증포 확대 등 활성화 방안 필요
- 국내외 감귤산업 주요 동향 및 환경 분석 결과를 바탕으로, 전문가 그룹의 협의 및 토론회를 거쳐 후보과제를 도출하였고, 후보과제에 대한 핵심성, 중복성, 대표성, 필요성 등에 대해 관련분야 산학관연 및 민간분야 전문가 자문회의를 거쳐 최종 프로젝트 및 세부프로젝트를 도출하였음
- 프로젝트 도출을 위해 상세기획 연구진의 전략회의를 통해 핵심과제를 도출하고 각 세부프로젝트에 대하여 발표 및 검토회의를 10회에 걸쳐 개최하여 세부내용을 보완하는 과정을 거쳤음
- 또한, 학계, 관계, 산업계, 선도농가 전문가 그룹을 대상으로 3차례에 걸쳐 자문회의를 개최하여 도출된 프로젝트에 대해 검토, 수정 등의 의견수렴을 거쳐 후보과제를 최종 도출하였음
- 총 18개의 세부 프로젝트 후보과제로부터 우선순위 배정에 따라 감귤 GSP 연구개발사업에서 추진할 3개 프로젝트 9개의 세부 프로젝트를 최종 선정하였음

○ 우선순위는 세부과제 내용의 핵심성, 시급성, 상위 목표와의 부합성, GSP 연구개발사업 목표와의 연계성, 기존 연구개발 내용과의 중복성 등을 종합적으로 검토하여 평가하였음

□ 영역별 프로젝트별 후보과제 및 우선순위

영역	프로젝트명	세부프로젝트명	우선순위	비고
유전자원 및 육종 기반	감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축	감귤 내병성 및 기능성 핵심집단 구축	1	추진
		감귤 주요형질 연관 분자표지 개발	2	추진
		감귤 품종식별용 분자표지 개발	3	
		감귤 유전체 분석 분자표지 개발	4	
육종기술	감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축	무핵삼배체 육종 동질사배체 만다린 품종 육성	1	추진
		적육내병 이질사배체 만다린 우량계통 개발	2	
		다배성 감귤 체세포배발생 세포주 개발	3	
		교배친 임성증진 기술의 개발	4	
		삼배체 미숙배 구제기술의 개발	5	
신품종 개발	조속 생력형 감귤 품종 개발	연내수확용 부피경감 온주밀감 품종 개발	1	추진
		조속 강세 만다린 품종 개발	2	추진
		적육 관피 만다린 품종 개발	3	추진
		조속 홍피 만다린 품종 개발	4	추진
		조속 무자 주심배 만다린 신품종 개발	5	
		고품질 무핵 소과 온주밀감 신품종 개발	6	
무독묘 상용화	감귤 종묘 초기 국산화 기반 구축	신품종 보급 촉진을 위한 시스템 구축	1	추진
		감귤 무독묘 공급체계 기반 구축	2	추진
		감귤 신품종 외국 현지 적응성 연구	3	

□ 기존 수행과제와의 중복성을 검토하기 위해 NTIS와 Fris 검색을 통해 확인하였음

○ 중복성 검토결과 중복성이 우려되는 세부프로젝트는 없는 것으로 나타남

<표 3-1> 감귤육종 관련 정부 R&D 과제 현황

사업명	과제명	연구기관	년도	기술	금액 (단위:백만원)
감귤시험연구	과수영양체 유전자원 특성평가	감귤시험장	2010	유전자원	56
			2011	유전자원	58
감귤시험연구	감귤 우수 품종 조기 보급 확산 위한 기술체계 확립(감귤시험연구)	감귤시험장	2010	품종평가	290
			2011	품종평가	280
감귤시험연구	감귤 신품종 육성 및 육종소재 개발	감귤시험장	2010	품종개발	340
			2011	품종개발	300
농림기술개발	방사선을 이용한 고품질 감귤신품종 육성	제주대학교	2010	품종개발	100
			2011	품종개발	100
연구소재지원사업	감귤육종소재은행	제주대학교	2010	유전자원	102
			2011	유전자원	122
감귤시험연구	교잡에의한 만감류 신품종 육성	제주도원 감귤육종센터	2010	품종개발	15
			2011	품종개발	15
			2012	품종개발	15
감귤시험연구	주심배 이용 만감류 품종 육성	제주도원 감귤육종센터	2010	품종개발	15
			2011	품종개발	15
			2012	품종개발	15
감귤시험연구	주심배 이용 온주밀감 품종 육성	제주도원 감귤육종센터	2010	품종개발	15
			2011	품종개발	15
			2012	품종개발	15
감귤시험연구	자연돌연변이 이용 감귤 품종 육성	제주도원 감귤육종센터	2010	품종개발	10
			2011	품종개발	10
			2012	품종개발	10
차세대바이오그린21	제주 재래 감귤(병굴)의 연관지도 작성 및 표준 유전체 연구기반 구축	제주대학교	2011	유전체	150
감귤시험연구	감귤 유망품종의 기능성 DB화 및 이용성 연구	감귤시험장	2011	유전자원	140
합 계 금 액					2203

□ 프로젝트 도출 배경

○ 감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축

- 유전자원은 육종의 필수요소임에도 불구하고 브라질, 미국, 일본, 중국 등 주요 국가의 유전자원 보유량(1,000~2,000점 내외)에 비해 15.7% 수준(400점 내외)으로 매우 빈약하고 특성평가도 충분치 못하여, 과학적이고 계획적인 육종시스템 구축을 위해 유전자원의 확충과 더불어 정밀

특성을 통해 배병성 및 기능성 등 특성별 유전자원 분류 및 핵심집단 구축이 시급함. 특성의 D/B화 및 핵심집단의 구축이 이루어지면 육종목표에 맞게 교배친을 선정하여 교배조합을 작성할 수 있기 때문에 초보 육종가도 쉽게 체계적인 육종에 접근할 수 있음

- 감귤 등의 과수는 유년성의 존재로 육종기간이 상당히 오래 걸리는 단점이 있기 때문에 품종개발 및 종자산업의 경쟁력을 확보하기 위해서는 조기선발 표지개발이 필수적인데, 최근 유전체 비교분석을 통한 분자표지 개발이 급속히 발전하고 있어, 이를 활용함은 물론 감귤 육종현장에 이용될 수 있도록 핵심육종 목표에 맞는 분자표지 개발이 필요함
- 교배육종에 의한 품종개발의 확대에 따라 임성이 증진된 신품종이 기존 품종에 꽃가루를 제공하게 되어 종자 형성을 증대시키고, 동일하게 신품종도 종자 형성의 문제가 발생되어, 최근 세계적으로 무핵 특성이 매우 중요한 육종목표가 되고 있어, 국내에서도 무핵 삼배체 육종을 위한 사배체 유도 및 배수체 육종기반 구축이 시급함

○ 조숙 생력형 감귤 품종 개발

- 감귤은 외국품종 의존도가 매우 높아(자급율 0.3% 내외) 신품종 보호제도의 전면도입('12)에 따른 로열티 부담 우려가 매우 커서 신품종 개발 확대가 매우 시급하며, 국가기관 및 지자체의 한정된 인력과 예산을 보완하기 위한 대책으로 민간 육종의 전략적 육성이 필요함
- 지구온난화의 지속에 따라 고온 및 수확지연에 의한 부피경감 품종의 수요가 증대하고 있고, 연말 등 소비자 수요 증대와 고급화된 기호도에 맞춘 차별화된 조숙 만다린 품종개발이 필요함

○ 감귤 종묘 조기국산화 기반구축

- 국내 품종의 자급율이 매우 미흡하여 로열티 대응 국내 우수 품종의 조속한 보급 및 면적 확대가 요구되고 있어, 실증포 운영 확대를 통한 보급촉진 활성화 방안이 필요함
- 국내 감귤 종묘업에 있어 생산성과 품질에 영향을 미치는 바이러스, 바이로이드를 관리하는 표준화된 유통 체계가 없어 이의 개선을 위한 무독묘 보급체계 구축이 필요함

【참고】 감귤 GSP 상세기획 도출과정 주요 활동

구 분	주요 활동	참석자	주요결과	추진 기간
과제 기획	상세기획 연구진 구성 및 상세기획 준비	감귤 GSP 상세 기획 연구원	상세 기획 과제계획서	2012.11초
Kick-off 회의	연구진 역할분담 및 추진전략 협의	감귤 GSP 상세 기획 연구원	분야별 연구진 구성	2012.11.30
상세기획 협의회	자료수집, 동향분석, 프로젝트 구성 및 상세기획	감귤 GSP 상세 기획 연구원	분야별 동향분석 보고서	2012.12월 -2013.1월 (주 1회)
중간보고 (1차 자문)	주관 및 위탁과제 수행 내용 보고 및 의견 수렴	학계, 관계, 연구소	프로젝트 구성안 도출(1차)	2013.1.24
수정 보완	국내외 동향, 프로젝트 구성 및 주요내용 수정 보완	감귤 GSP 상세 기획 연구원	세부프로젝트 후보 도출	2013.2월초
2차 자문회의	수정보완 사항 발표 및 의견 수렴	학계, 관계, 연구소, 산업계, 민간	최적 프로젝트 구성안 도출(2차)	2013.2.14
수정보완	프로젝트 및 세부 프로젝트 구성의 수정보완 (프로젝트 및 세부 프로젝트간 연계, 목표설정 등)	감귤 GSP 상세기획 연구원	상세기획 보고서 (초안)	2013.2월말
3차 자문회의	주관과제 상세기획 결과 발표 및 의견수렴	학계, 관계, 연구소, 농업단체, 산업계	프로젝트 최종안 확정	2013.3.5

2. 프로젝트 구성 및 내용

□ 감귤 GSP 연구개발 전 분야를 대상으로 기반기술, 품종개발, 보급 분야 등 3개 영역으로 구분하여 3개 프로젝트 9개 세부프로젝트로 구성하였으며, 이관 과제(1과제)의 포함 요청에 따라 1개 프로젝트 및 1개 세부프로젝트가 추가되어 구성됨

□ 프로젝트 구성

① 프로젝트 1(기반기술) : 감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축

배 경		<ul style="list-style-type: none"> · 국내 유전자원은 선진국 대비 15.7% 수준으로 확충 시급 · 선진화된 육종기반 구축을 통한 품종개발 효율성 제고 필요
목 표		<ul style="list-style-type: none"> · 핵심집단 6개 작성 · 더텡이병, 궤양병 등 내병성 연관 분자표지 개발 · 숙기, 적육, 홍피 등 과실형질 연관 분자표지 개발 · 우량 동질사배체 중간모본 2개 개발
감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축	세부 프로젝트 1	· 감귤 내병성 및 기능성 핵심집단 구축
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> - 감귤 해외 유전자원 도입 확충 - 감귤 내병성 및 기능성 핵심집단 구축
	세부 프로젝트 2	· 감귤 주요형질 연관 분자표지 개발
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> - 감귤 분리집단을 이용한 내병성(더텡이병, 궤양병) 및 과실형질(숙기, 적육, 홍피) 연관 분자표지 탐색 및 개발 - 비교유전체 분석을 통한 기초 분자표지 탐색 및 개발
	세부 프로젝트 3	· 무핵삼배체 육종 동질사배체 만다린 품종 육성
	주요 연구내용	<ul style="list-style-type: none"> 배수성 인위유도를 통한 동질사배체 개발 기술체계 확립 - 주요 교배친 동질배수체 대량 양성 - 동질사배체 중간모본 개발 및 삼배체 교배실생 대량획득

② 프로젝트 2 : 조숙 생력형 감귤 품종 개발

배 경		· UPOV 대응 국내 감귤 신품종개발 확대 시급 · 품질, 기능성, 기호성 등 소비자 기호 변화 및 기후변화에 대응한 품종개발 필요
목 표		· 우수품종 개발 : 4품종 · 우량 유망계통 선발 : 5계통
조숙 생력형 감귤 품종 개발	세부 프로젝트 1	· 연내 수확용 부피경감 온주밀감 품종 개발
	주요 연구내용	- 연내수확 부피경감 밀감류 품종개발을 위한 교배 및 교배 실생의 대량 양성 - 우량계통 선발 및 실증을 통한 정밀평가 및 우량품종 선발
	세부 프로젝트 2	· 조숙 홍피 만다린 품종 개발
	주요 연구내용	- 홍피계 교배 및 교배실생 대량 양성 - 조기 육묘와 특성평가를 통한 우량계통 및 우수품종 선발
	세부 프로젝트 3	· 조숙 강세 만다린 품종 개발
	주요 연구내용	- 만다린 교배를 통한 주심배 실생 대량 양성 - 조기 육묘와 특성평가를 통한 우량계통 및 우수품종 선발
	세부 프로젝트 4	· 적육 관피 만다린 품종 개발
	주요 연구내용	- 적육계 교배 및 교배실생 대량 양성 - 조기 육묘와 특성평가를 통한 우량계통 및 우수품종 선발

③ 프로젝트 3 : 방사선이용 고품질 감귤 신품종 육성 (이관과제임)

- 세부프로젝트1 : 방사선이용 고품질 감귤 신품종 육성

④ 프로젝트 4 : 감귤 종묘 조기 국산화 기반 구축

배 경		· 국내 품종의 보급촉진을 통한 로열티 경감 필요 · 국내 재배 주요품종은 바이러스로 인해 품질 및 수량저하
목 표		· 감귤 종묘 국산화 10%
감귤 종묘 조기 국산화 기반 구축	세부 프로젝트 1	· 신품종 보급 촉진을 위한 시스템 구축
	주요 연구내용	- 국내외 우수 품종의 국내 전시포 조성 및 운영 - 국내육성 품종의 해외 전시포 조성 및 운영
	세부 프로젝트 2	· 감귤 무독묘 공급체계 기반구축
	주요 연구내용	- 국내 재배 주요 품종의 무독화 및 무독묘 증식 - 무독묘 원원종, 보급종의 확보 및 공급체계의 시범운영

3. 프로젝트 간 연관관계

□ 프로젝트간 연계성

- 감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축과 조속 생력형 감귤 품종 개발
 - 감귤 핵심집단 및 배수체는 조속 생력형 감귤 품종 개발의 이용 소재를 제공
 - 핵심집단 및 배수체 육종기반에서의 분자표지는 조속 생력형 감귤 품종의 조기 선발기술로 활용하여 효율을 증진시키고, 또한 선발된 분자표지 검정을 위한 평가 집단으로도 이용
- 조속 생력형 감귤 품종 개발과 감귤 종묘 조기국산화 기반구축
 - 국내육성 품종의 무독화 및 시범포 운영을 통해 우수 품종의 조기 보급기반을 구축
 - 국내육성 품종의 조기보급과 해외 수출 개척 기반 구축은 신품종 개발을 촉진
- 감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축과 감귤 종묘 조기국산화 기반구축
 - 사배체 우량계통의 전세포 포함 운영 및 선호도 조기 평가를 통해 BM 모델에 의한 사업화 가능성 조기 평가와 연계

□ 세부 프로젝트간 연계성

- 감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축 프로젝트
 - 감귤 핵심집단 구축은 감귤 주요형질 연관 분자표지 개발의 분리집단 양성 교배친 및 유전체 분석 소재로의 이용과 동질사배체 육종소재로 이용
 - 감귤 주요형질 연관 분자표지 개발은 분자표지를 이용하여 핵심집단 선발에 이용하고, 배수체 집단으로부터 조속, 적육, 내병 등 주요 형질연관 조기선발 분자표지의 검정에 활용
 - 동질사배체 계통의 표현형 분석은 원예적 형질의 표현형 평가를 통한 핵심집단 구축에 활용
- 조속 생력형 감귤 품종 개발 프로젝트
 - 연내수확용 부피경감 온주밀감 품종 개발, 조속 홍피 온주밀감 품종 개발, 조속강세 만다린 품종 개발은 조속 형질의 분자표지 개발의 분석재료 및 표지 검증에 이용
 - 조속 홍피 온주밀감 및 적육 관피 만다린 품종 개발은 착색 형질의 발현에 대한 분석 및 조기 선발 분자표지 개발과 검정에 이용
 - 감귤 품종개발에 민간 육종업체의 참여를 통한 민간 육종인력 양성 및 육종업체 육성을 도모하고 있어, 육종기술 및 기반의 상호 연계가 요구되고 있음
- 감귤 종묘 조기국산화 기반구축 프로젝트
 - 보증 무독묘의 이용으로 품종의 소질을 정확히 평가하고 잠재력을 최대한 발휘해야 우수성이 입증될 수 있음
 - 국내육성 품종의 해외수출은 무독묘 공급이 전제되어야 함

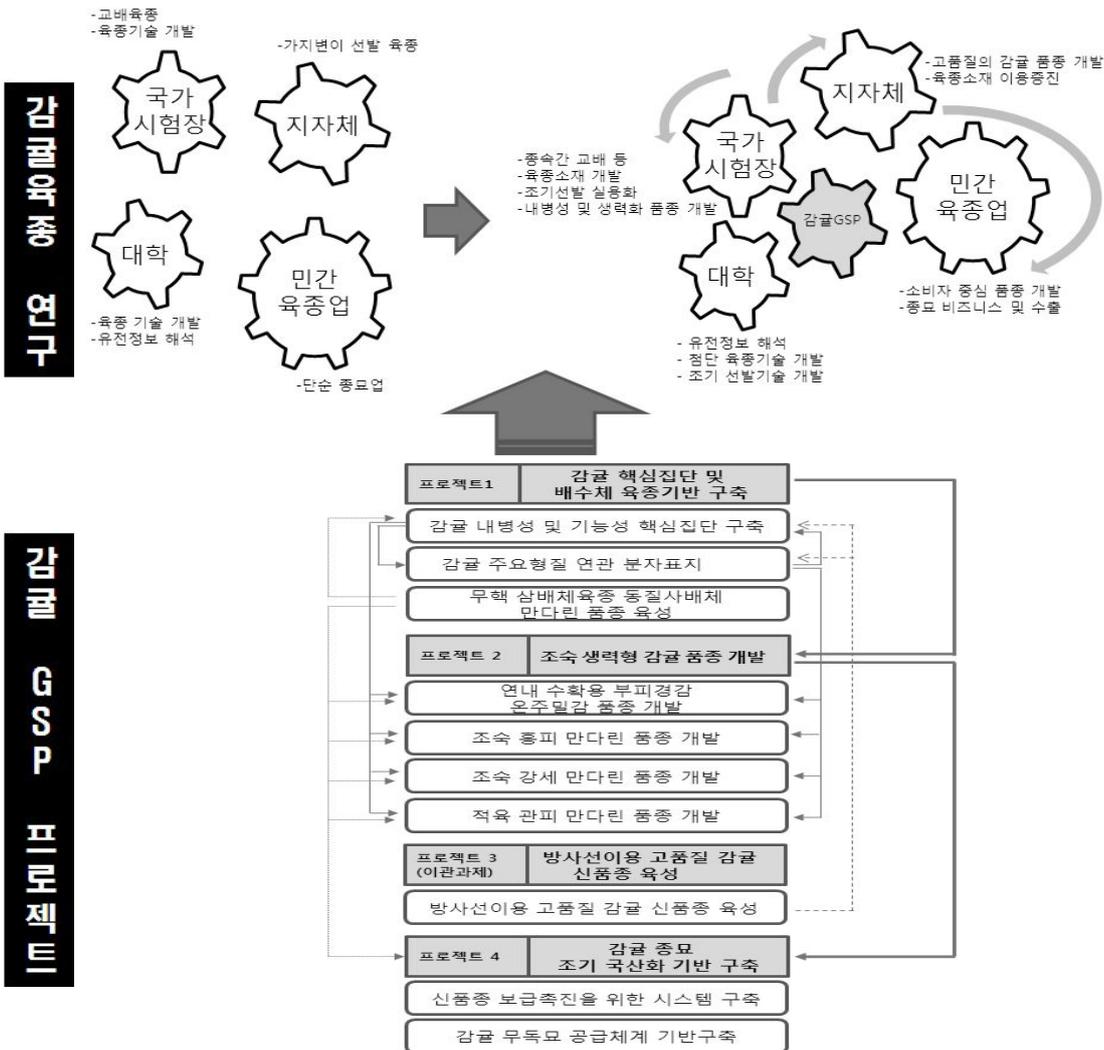
□ 기존 사업과의 연계성 및 차별성

○ 기존 사업과의 연계성

- 감귤 GSP 프로젝트는 핵심집단을 작성하여 배수체 육종기반을 구축하고 시급히 요구되는 조숙 적색 생력형 신품종 개발목표에 집중하여 기존 과제와의 차별성을 가짐
- 신품종 개발에 민간영역의 창출을 통한 통합 협력형 모델 구축으로 기존 개별적 접근형과 차별성을 가짐

○ 기존 사업과의 차별성

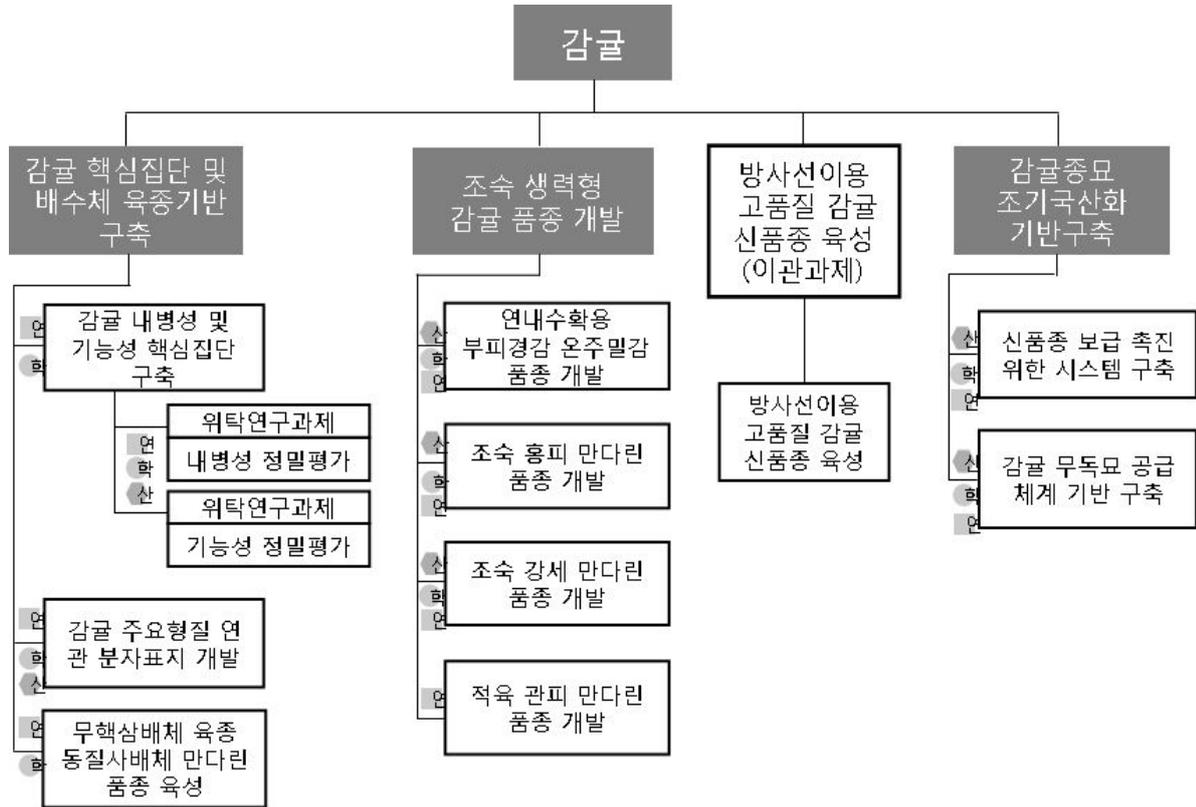
- 감귤 GSP 프로젝트에서 유전정보의 창출과 D/B 제공 시스템으로 육종목표 맞춤형 교배조합 선택이 가능하게 됨으로서 기존 육종 프로세스를 가속화시킬 것임
- 조기선발 분자표지의 선발 분자표지의 이용 지원으로 우량계통의 조기선발을 통한 육종기간의 단축으로 기존 육종 프로그램의 효율화를 제공할 수 있음
- 민간육종 영역의 창출과 BM 도입으로 국가기관, 대학, 지자체 등 유관기관의 임무와 역할의 재정립을 통한 감귤 협력형 통합 육종기반의 핵심 축을 제공함



[그림 3-1] 프로젝트간 및 세부프로젝트간 관계도

제4장 품목별 프로젝트 추진체계 및 추진전략

1. 연구 추진체계



[그림 4-1] 연구 추진체계

- 감굴 GSP 사업의 최종목표 달성을 위해 감굴 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축, 조숙 생력형 감굴 품종 개발 및 감굴 종묘 조기국산화 기반구축의 3개 프로젝트를 기본으로 하고 이관과제를 별도 프로젝트(방사선이용 고품질 감굴 신품종 육성)로 구성하여 총 4개 프로젝트를 설정하여 연구 사업을 진행함
- 감굴 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축은 감굴핵심집단 구축 등 3개의 세부프로젝트로 구성하여 육종 기반을 조기에 구축코자 함
- 조숙 생력형 감굴 품종 개발은 연내 수확용 부피경감 온주밀감 신품종 개발 등 4개의 세부프로젝트로 구성하여, 수입대체 및 수출용 신품종 감굴을 육성하고, 민간 육종 기반구축 지원으로 민간육종업체를 적극적 육성코자 함
- 감굴 종묘 조기 국산화 기반구축은 감굴 무독묘 공급체계 기반구축 등 2개의 세부프로젝트로 구성하여 감굴 우량 보증무독묘 관리체계를 확립하고 국내육성 품종의 조기보급을 확대해 나가고자 함

2. 연구 추진전략

□ 기술개발 추진방향

- 매우 취약한 감귤 육종기반 업그레이드를 위하여 유전자원 도입 및 내병성·기능성 핵심집단 구축, 조기 선발을 위한 분자표지 개발, 우량 배수체 유도기술 및 육종기반을 조기에 구축함
- 수입대체 및 수출용 신품종 감귤 육성을 위해 소비자 측면에서 차별성이 높고 상품화 가치가 높은 품종개발과 기후변화에 대응한 부피경감 및 유통성 향상을 위한 연내 수확용 부피경감 온주밀감 품종 개발 및 조숙 홍피 온주밀감 품종개발 등의 품종개발을 추구함
- 국내 육성 품종의 조기보급 확대와 수출시장 개척을 위해 보증 무독묘 공급체계 기반구축을 위한 주요 재배품종의 무독 원모수 및 모수 육성, 종묘업체 무독묘 생산시스템 구축을 지원하고, 국내외 전시포를 운영하여 국내육성 품종의 국내외 보급을 촉진하는 시스템을 구축해 나감

□ 산·학·연 역할분담

- 감귤 GSP 사업에는 제주대학교, 농촌진흥청 원예특작과학원 감귤시험장, 도농업기술원 감귤육종센터, 분자표지 개발관련 업체, 개인 육종가 또는 민간 육종업체가 산·학·연 공동으로 참여함
- 산·학·연 : 육종기술 개발 및 육종기반 구축
 - 감귤 유전자원 도입, 평가, D/B 체계 및 핵심집단 구축
 - 감귤 분리집단의 양성과 이를 이용한 주요형질 연관 분자표지 개발
 - 무핵 삼배체 육종 동질배수체 기술개발 및 우량계통 개발
- 산·연 : 조숙 생력형 감귤 품종 개발
 - 기후변화 대응 및 저장성 향상을 위한 온주밀감 신품종 개발
 - 우량한 재배 품종의 숙기 단점 개선을 위한 조숙 만다린 신품종 개발
 - 기존 품종과 차별성이 높고 우수한 적육·홍피 감귤 품종 개발
- 산·학 : 육종소재 확대 및 육종기반 구축
 - 방사선 돌연변이 이용한 고품질 감귤 신품종 육성
- 산·학·연 : 보증 무독묘 공급 및 수출 시장 개척
 - 무독화 기술의 실용화 및 주요 재배품종의 무독화 원모수 및 모수 육성
 - 국내외 신품종 전시포 조성·운영으로 국내 육성 신품종 보급 촉진 및 수출 시장 개척

3. 성과지표 설정 방안

1) 최종 성과지표

- 감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축에는 유전자원 도입 400점, 핵심집단 6개, 특허출원 5건, 분자표지 개발 5건, 논문 8건, 우량계통(중간모본) 2개 등이 목표임

<표 4-1> 감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축 최종 성과지표

성 과 지 표	목 표('21년)
유전자원 도입	400점
핵심집단 작성	6건
국내 특허 출원	5건
분자표지 개발	5건
논문	8건
우량계통(중간모본)	2계통
사배체 양성	20계통
인력양성	2명
D/B 구축	1건

- 조숙 생력형 감귤 품종 개발에는 품종개발 4개, 우량계통 개발 5계통, SCI 논문 1건, 미숙배구제 기반구축 1건 등이 목표임

<표 4-2> 조숙 생력형 감귤 품종 개발 최종 성과지표

성 과 지 표	목 표('21년)
품종보호출원	1건
품종개발	3건
우량계통선발	5건
논문	1건
미숙배구제 기반구축	1건

- 감귤 종묘 조기 국산화 기반구축에는 국내육성 품종의 10% 보급확대와 전시포 운영 등이 목표임

<표 4-3> 감귤 종묘 조기국산화 기반구축 최종 성과지표

성 과 지 표	목 표('21년)
국내 육성 신품종 보급 확대	0.3%(2013) → 10%(2021)
감귤 보증무독묘 시범포 운영	1건

2) 단계별 성과지표

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수	1	10	11		
	품종등록 건수	국내		1	1	
		국외				
	종자수출액					
	수입대체 효과(국산화율%)		10	10	국내 육성종 보급	
	국내논문	SCI	2	3	5	
		등재학술지	1	1	2	
	국외논문	SCI		2	2	
		비SCI				
	국내특허	출원	1	4	5	
		등록		1	1	
	국제특허	출원				
		등록				
매출액	국내					
	국외					
기술이전						
특 성 지 표	인력양성	1	1	2		
	기반구축 실적		1	1		
	D/B 구축		1	1		
	분자마커	2	3	5		
	유전자원 도입	300	100	400		
	핵심집단 작성		6	6		
	우수교배친 양성	10	10	20		

3) 연차별 성과관리 계획(안) 및 지표

감귤 GSP 프로젝트별 정기적 협의를 통한 성과지표 달성도 점검

- 프로젝트별 주관 책임자 간에 별도의 협의체를 구성하여 주기적인 협의회 개최로 추진상황 점검
- 감귤 품목 세부프로젝트 책임자를 망라한 주기적인 과제협의회 개최를 통한 추진상황을 협의하고 성과지표를 달성할 수 있도록 독려 및 정보교환 추진
- 정기 세미나 및 워크숍 개최를 통해 육종정보 및 노하우를 공유하고 협력할 수 있는 채널을 구축하여 성과지표를 관리할 수 있도록 함

4. 연구개발 소요예산

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계 (억원)
	연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
감귤 내병성 및 기능성 핵심집 단 구축	정부(억원)	0.82	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.0	0.7	0.7	12.72
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0.82	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.0	0.7	0.7	12.72
감귤 주요형질 연 관 분자표지 개발	정부(억원)	1.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	2.0	2.0	16.0
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	1.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	2.0	2.0	16.0
무핵삼배체 육종 동질사배체 만다 린 품종 육성	정부(억원)	1.0	2.0	2.0	1.9	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	14.6
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	1.0	2.0	2.0	1.9	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	14.6
연내수확용 부피 경감 온주밀감 품 종 개발	정부(억원)	0.8	1.56	1.3	1.21	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	10.47
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0.8	1.56	1.3	1.21	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	10.47
조속 홍피 만다린 품종 개발	정부(억원)	1.1	2.0	2.0	1.9	1.7	1.7	1.5	1.5	1.5	14.9
	민간(억원)	0.35	0.35	0.35	0.35	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	7.9
	합계	1.45	2.35	2.35	2.25	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	22.4
조속 강세 만다린 품종 개발	정부(억원)	1.1	2.0	2.0	1.9	1.7	1.7	1.5	1.5	1.5	14.9
	민간(억원)	0.3	0.3	0.3	0.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	7.2
	합계	1.4	2.3	2.3	2.2	2.9	2.9	2.7	2.7	2.7	21.6
적육 권피 만다린 품종 개발	정부(억원)	1.1	2.0	2.0	1.9	1.7	1.7	1.5	1.5	1.5	14.9
	민간(억원)	0.35	0.35	0.35	0.35	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	7.9
	합계	1.45	2.35	2.35	2.25	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	22.4
방사선 이용 고품 질 감귤 신품종 육성	정부(억원)	1.0	1.0								2.0
	민간(억원)	0.65	0.65								1.3
	합계	1.65	1.65								3.3
신품종 보급 촉진 을 위한 시스템 구축	정부(억원)	0	0.7	0.7	0.7	1.5	2.0	2.5	3.0	3.0	14.1
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0	0.7	0.7	0.7	1.5	2.0	2.5	3.0	3.0	14.1
감귤 무독묘 공급 체계 기반 구축	정부(억원)	0	0.7	0.7	0.7	1.2	1.5	2.0	2.0	2.0	10.8
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0	0.7	0.7	0.7	1.2	1.5	2.0	2.0	2.0	10.8
총합	정부(억원)	7.92	15.76	14.5	14.01	14.4	14.7	14.7	14.7	14.7	125.39
	민간(억원)	1.0	1.0	1.0	1.0	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	23.0
	합계	8.92	16.76	15.5	15.01	18.2	18.5	18.5	18.5	18.5	148.39

5. 품목 총괄로드맵

단계별 목표		1단계				2단계					최종목표	
		유전자원 도입 및 평가, 분자표지 탐색, 배수체 유도기술 확립, 교배실생 대량양성, 조기결실 기반구축 등 감귤 육종기반 구축				핵심집단 구축, 조기선발 분자표지 개발, 우량계통 특성평가 및 신품종 개발, 감귤종묘 국산화 기반 구축						
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021		
감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축	감귤 내병성 및 기능성 핵심집단 구축	내병성 기능성 유전자원 도입확충										-핵심집단 6개 작성 -더밍이병, 궤양병 연관 분자표지개발 -숙기, 적육, 홍피 연관 분자표지 개발 -우량 동질사배체 중간모본 2개 개발
		내병성 기능성 특성 정밀평가 및 핵심집단 작성										
	감귤 주요형질 연관 분자표지 개발	분리집단 이용 내병성 등 질적 형질 연관 RAPD, SSR마커 탐색 및 개발										
		유전체 분석 SNP, SSR 기초마커 탐색 및 숙기 등 조기선발 분자표지 개발										
무핵삼배체 육종 동질사배체 만다린 품종 육성	동질배수체 및 반수체 인위유도 기술개발										-우량 동질사배체 중간모본 2개 개발	
	주요 교배친 동질배수체 육성 및 우량계통 개발											
조숙 생력형 감귤 품종 개발	연내수확용 부피경감 온주밀감 품종 개발	온주계 교배실생 대량양성 및 조기육묘									-우수품종 4개 개발 -우량유망계통 5개 선발	
		특성평가 및 우수품종 개발										
	조숙 홍피 만다린 품종 개발	홍피계 교배실생 대량양성 및 조기육묘										
		특성평가 및 우수품종 개발										
	조숙 강세 만다린 품종 개발	만다린 주심배 실생 대량양성 및 조기육묘										
		특성평가 및 우수품종 개발										
	적육 관피 만다린 품종 개발	적육계 교배실생 대량양성 및 조기육묘										
		특성평가 및 우수품종 개발										
방사선이용 고품질 감귤 신품종 육성	방사선 이용 고품질 감귤 신품종 육성	고정화 계통의 검정 및 선발										
감귤 종묘 조기국산화 기반 구축	신품종 보급 촉진을 위한 시스템 구축	전시포장 조성									-감귤종묘 국산화 10% 이상	
		신품종 국내외 전시포 운영 및 수출개척 시스템 구축										
	감귤 무독묘 공급체계 기반구축	주요 재배품종의 무독묘 육성										
보증무독묘 공급체계 기반구축												

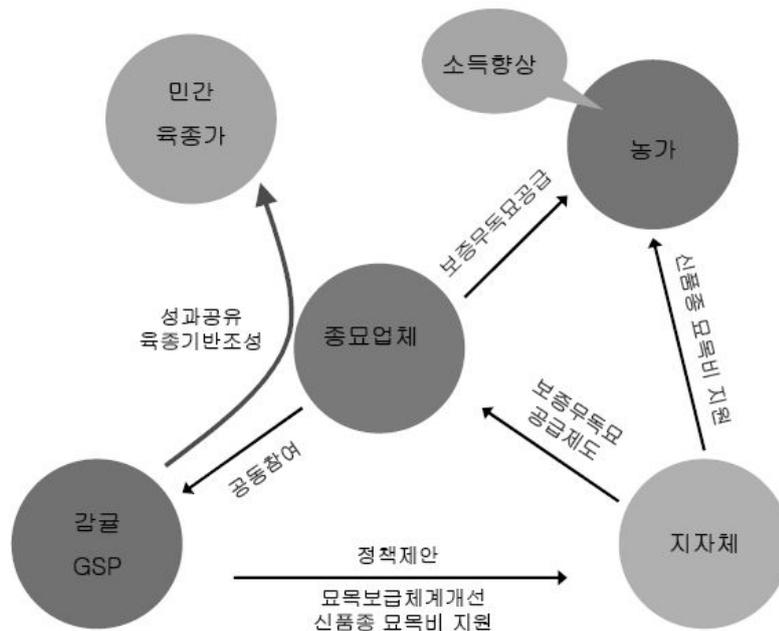
6. 성과 확산 방안

□ 국내 산·학·연 공동연구 협력체계 구축으로 성과 활용 극대화

- 산·학·연이 공동으로 참여하여 개발 기술 및 성과를 공유함으로써 육종기간 단축 등 육종현장에 필요한 실용기술 개발
- 민간 육종기반을 구축하고 민간육종가를 육성하여 감귤 육종의 활성화를 도모하며, 정기적인 협의회 및 워크숍 또는 세미나 개최를 통해 육종정보 및 기술을 공유하고 확산시킴
- 개발된 신품종은 참여 기업체를 통해 조기보급을 추진하고, 지자체가 실시하는 우량품종갱신사업에 개발한 신품종을 포함시켜, 보증 무독묘 체계를 조기에 정립토록 하여 성과를 확산해 나감

□ 국제 협력을 통한 유전자원 확보체계 확립

- 국제 협력을 통해 유전자원의 도입 및 정밀 특성조사 기술 확보 시스템 구축
- 도입한 유전자원과 내병성, 기능성 등 특성을 평가하여 구축한 D/B를 민간 및 공공기관 육종가들에게 제공함으로써 육종의 효율성을 증대

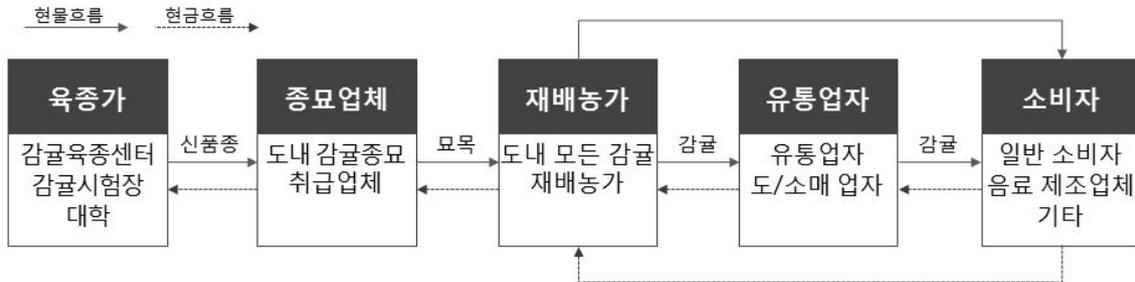


7. 사업화 및 수출 확대전략

□ As-Is 분석

- 제주감귤은 도농업기술원 산하 감귤육종센터, 농촌진흥청 국립원예특작과학원 산하 감귤시험장이 신품종 개발의 중심을 이루고 있으며, 이들 신품종을 제주도의 중요업체들이 증식하여 농가에 저렴한 가격으로 판매하거나, 공공기관이 직접 농가에 저가에 보급하는 구조를 이루고 있음

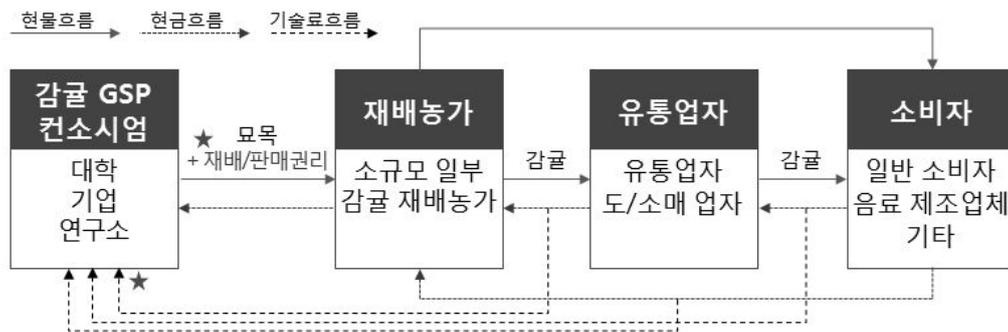
- 재배 농가는 일부 상품을 소비자에게 직접 판매하기도 하지만, 대부분 협동조합이 주도하는 수매 과정을 거쳐 전국 각지의 도/소매 업자들에게 판매되고, 일반 소비자들은 이들 유통업자들에게 감귤을 구매하는 형태의 가치사슬(value chain)을 형성하고 있음
- 이러한 직선적인 value chain 구조와 품종 개발 및 보급을 공공 영역에서 담당하는 구조 하에서는 육종가의 직접적인 수익이 보장되지 않아 민간 종자산업(종자 개발 및 판매) 활성화에 한계가 있음



[그림 4-2] 제주도의 현재 감귤 관련 value chain

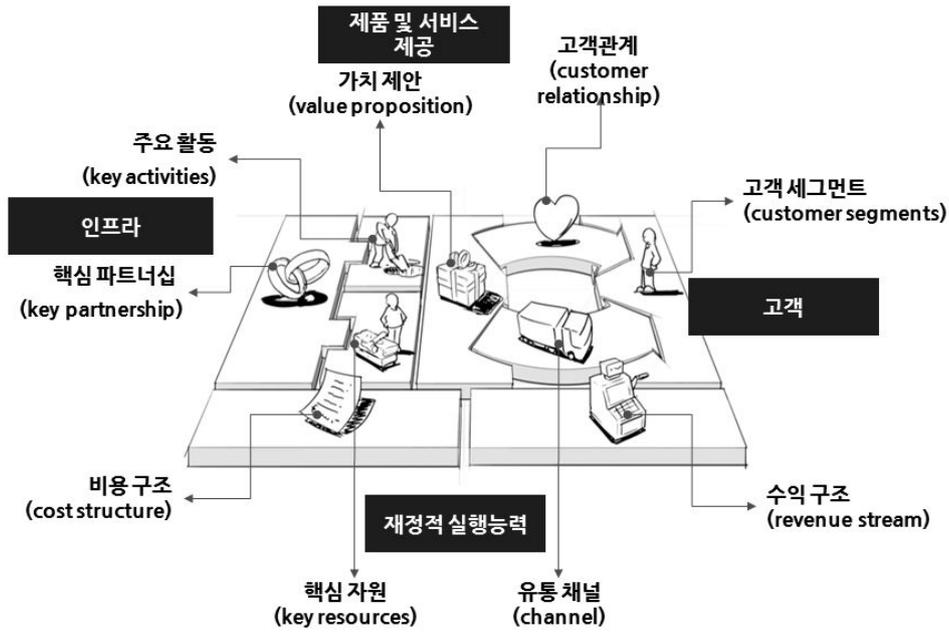
□ To-Be 설계

- 금값보다 비싼 수입대체 및 수출용 감귤종자(묘)를 개발하고, 민간 종자회사 육성하여 고부가가치를 창출하고자 하는 GSP 사업의 목표달성을 위해서는 현재는 종자 증식/판매 역할만을 수행하고 있는 종묘업체를 반드시 포함한 신품종 개발 컨소시엄을 구성하고, 새로운 개념의 비즈니스 모델 도입이 필수적임
- 가칭 감귤 GSP 컨소시엄은 신품종을 개발하여 직접 농가에 종묘를 판매하되, 재배 및 판매 권리(기술 실시권)를 함께 유상판매 함으로서 과실이 유통/판매되는 과정에서 발생하는 수익금의 일정 비율을 기술료로 징수하는 모델을 제안함



[그림 4-3] 미래 감귤 GSP 컨소시엄의 value chain

- 새로운 개념의 비즈니스 모델 설계를 위해 알렉산더 오스터왈더(Alexander Osterwalder)등이 제시한 9-빌딩블록 개념을 적용하여 고객에게 제시할 수 있는 가치(value)와, 비즈니스 주체가 획득할 수 있는 수익(revenue)을 명확하게 정의함



[그림 4-4] 비즈니스모델(BM) 설계를 위한 9-빌딩블록의 개념도

- 9-빌딩블록 모델은 새로운 가치를 창출하고 수익을 창출하기 위해 고려해야 할 9가지 핵심요소들을 정의하고, 각 요소간의 관계와 흐름을 제시하는 효율적인 비즈니스모델 설계 방법론임

<표 4-1> 9-빌딩블록의 구성요소 및 설계상의 주안점

요소	설계상의 주안점
customer segment	- 누구를 위해 가치를 창조해야 하는가? - 누가 우리의 가장 중요한 고객인가?
value proposition	- 고객에게 어떤 가치를 전달할 것인가? - 우리가 제공하는 가치가 고객이 처한 문제점을 해결해 주는가? - 제공되는 가치의 실체가 무엇인가?
channels	- 고객들은 어떤 채널을 통해 가치를 전달받기 원하는가? - 어떤 채널이 가장 효과적, 효율적인가?
customer relationship	- 고객군들은 서로 어떤 관계를 바라고 있는가? - 우리는 어떤 고객관계를 확립했는가?
revenue streams	- 고객들은 어떤 가치를 위해 기꺼이 돈을 지불하는가? - 현재 무엇을 위해, 어떻게 돈을 지불하고 있는가? - 각각의 수익원은 전체 수익에 얼마나 기여하는가?
key resources	- 가치를 제공하기 위해 우리는 어떤 자원 투입이 필요한가? - 공급 채널, 고객관계, 수익원 등을 위해 어떤 자원이 필요한가?
key activities	- 우리는 어떤 핵심 활동을 필요로 하는가?
key partnership	- 누가 핵심 파트너이며, 누가 핵심 공급자인가? - 파트너로부터 어떤 자원을 획득할 수 있는가? - 파트너들은 각자 어떤 역할을 수행하는가?
cost structure	- 반드시 포함되어야 할 비용은 무엇인가? - 어떤 자원확보/핵심활동 수행에 가장 많은 비용이 소요되는가?

『customer segment』

- 감귤 신품종에 대한 고객군은 크게 재배농가, 중간 소비자, 최종 소비자로 나눌 수 있으며, 핵심 고객은 기존 품종 대비 더 높은 가치를 누릴 수 있는 재배농가와 최종소비자라고 할 수 있음

- 재배 농가: 종묘 및 재배/판매 권리 구매(국내 일반 농가, 해외 감귤 농가 및 조합 등)할 수 있으며, 수령이 오래된 나무를 대체하거나, 가격 경쟁이 치열한 만감류 시장에서 우위를 기대
- 중간 소비자: 재배된 과실을 구매하고, 유통/판매하여 수익을 창출(협동조합, 유통업자, 과일도·소매업자 등)
- 최종 소비자: 재래시장, 마트 등지에서 과일을 구매(국내외 일반 소비자)

『value proposition』

- 고객에게 제시하고자 하는 가치는 결국 시장의 미충족 수요(unmet needs)에 대한 대안을 제시하는 것이라 할 수 있으며, 고객 segment에 따라 unmet needs를 정의할 필요가 있음
- 동 사업의 핵심 가치는 농가에게 ‘수익 증대’를 제공하고, 일반 소비자에게는 ‘고품질 과일’을 제공하는 것이라 할 수 있음
 - 수익 증대: 보다 나은 품질의 특색있는 감귤 종묘를 구매하여 재배/판매 권리를 독점적으로 획득함으로써 기존 품종 대비 50% 이상 높은 판매수익을 기대할 수 있으며, 수확시기를 15일 이상 앞당겨 출하 초기에 높은 가격을 받고 판매할 수 있음
 - 고품질 과일: 일반 소비자들은 예년과 비교하여 보다 15일 이상 이른 시점에 노지 온주밀감 및 만감류를 구매할 수 있으며, 과육과 껍질의 색상이 독특한 감귤에 대한 선택 기회를 획득할 수 있음

『channels』

- 최종 소비자들은 보다 신선하고, 안전한 감귤 구매를 위해 농가와 직거래를 선호하는 경향이 강하며, 유통과정에서 발생하는 가격 상승을 최소화 하여 저렴한 가격에 과일을 구매하고 싶어함
- 중국, 인도 등 신흥국들의 경제발전에 따라 농축수산물의 수요가 증가하고 있으며, 우리나라는 주변국들을 중심으로 수출 잠재력을 보유하고 있음

『customer relationship』

- 신제품 감귤의 고객(수요자: 재배 농가, 최종 소비자 등)들과의 관계를 확립하기 위해서는 소수의 수요자를 타겟할 필요가 있음
 - 일반적인 보급종 개발은 국가에서 담당하고 있으며, 대다수의 재배농가는 보다 높은 수익이 기대된다고 하더라도 불확실성이 크다고 판단하므로 신제품 구매를 위한 비용지출을 꺼려하므로 개별 어시스트(private assistant) 차원의 접근을 통한 계약재배를 성사시킬 필요가 있음
 - 일반 소비자들은 조숙 품종은 비교적 비싸다는 선입견을 가지고 있으며, 품질에 대한 신뢰도가 높지 않으며, 외관이 독특한 품종에 대해 호기심은 가지나 구매는 주저하는 경향이 강하므로 시장 진출을 대비한 철저한 마케팅 전략 수립이 필요함

『revenue streams』

- 재배 농가들은 판매수익 증대가 가장 큰 목표이며, 일반적으로 시장환경에서 제품·서비스 공급자들은 높은 수익이 보장되는 비즈니스 아이템에 대한 독점적, 제한적 권리 획득에 대한 열망이 큼
 - 신제품 모목 판매뿐만 아니라 재배/판매에 대한 독점적 실시권을 판매함으로써 기술료 수입을

기대할 수 있음

- 조숙 품종, 고비용 고품질 과일에 대한 소비(지불)욕구는 일반 대중 보다는 프리미엄 소비자층이 월등히 높음
 - 시장 진출 초기에 프리미엄 소비자층을 공략한 대대적인 마케팅으로 판매율을 높이고 해당 소비자층 내에서의 '입소문'을 통해 시장 점유를 높여갈 필요가 있음

『key resources』

- 과수 품종 개발을 위해서는 평균 15년 이상의 육종 기간이 필요하며, 경험있는 육종가의 꾸준한 노력과 최신 생명공학 기법, 우수한 Genic & Germplasmic resources 및 지속적인 R&D 자금 투입이 필수적으로 요구됨
- 동 사업은 9년으로 기간이 한정되어 있고, 정부의 재정투입이 약 125억원으로 제한적이므로 이를 극복하기 위해서는 주심배 개발, 배수체 육종기법 확립이 필수적이며 무엇보다도 감귤 GSP 컨소시엄에 참여하여 적극적인 품종개발과 BM을 운영할 수 있는 이노베이터 확보가 시급
- 개발된 품종은 반드시 특허 및 품종보호 신청을 통해 지식재산화 하여 권리를 보호

『key activities』

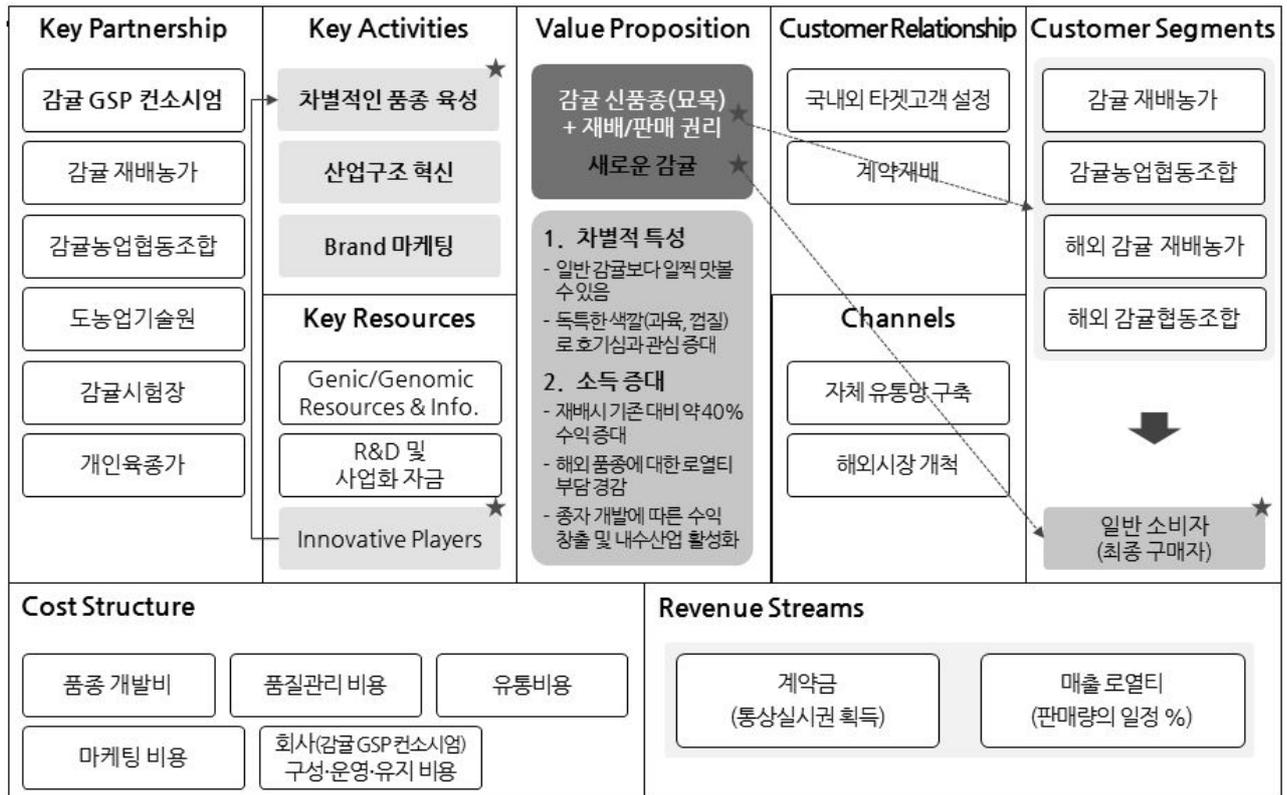
- 농가의 수익 증대와 최종 과일소비자의 욕구를 충족시키기 위해서는 무엇보다도 기존 품종과 획기적으로 차별적인(dramatically different) 품종 개발이 필수적이며, 재배 및 판매권리를 판매하는 방식을 정착하고, 개발된 품종에 대한 매력적인 마케팅 전략 수립이 필수적임
- 재배 및 판매권리를 농가에 부여할 때에는 최종 생산량을 예측하고 통제하여 차별적인 과실에 대한 희소가치를 관리할 수 있어야 함

『key partnership』

- 성공적인 비즈니스 실현을 위해서는 제주대학교를 중심으로 한 품종개발 주체를 지원할 수 있는 육종가, 생명공학자 등이 필요하며 대다수의 농가들을 대상으로 저렴하게 종묘를 공급하는 공공 연구기관들의 협조가 절실함
- 궁극적인 BM 실현을 위해서는 종묘 업체의 적극적인 사업 참여가 필요하며, 향후 기술 실시료 및 지분 설정을 위한 명확한 관계정립이 절대적으로 필요함
- 감귤 GSP 컨소시엄은 상호간에 정보를 교류하고, 고객군과의 계약 체결 시 엄격한 자격 기준을 마련하고, 생산 과정에서의 기술 지원과 과실의 품질을 관리하고 유통체계를 일원화 하는 등 전문화된 지원체계를 공동으로 마련해야 함

『cost structure』

- 품종개발을 위한 연구개발 활동을 위한 정부의 지원 금액은 매우 제한적이므로, 이를 가장 효율적으로 배분하기 위한 계획이 필요하며, 감귤 GSP 컨소시엄 참여주체들의 매칭 펀드도 고려할 필요가 있음
- 국가연구개발사업으로서 동 프로젝트가 종료된 이후에 비즈니스 관점에서 지속가능한 성공모델을 이어가기 위해서는 기술개발 초기 단계부터 마케팅, 유통, 판매를 위한 재원 확보 방안 마련이 필요



[그림 4-5] Golden 제주감귤의 비즈니스 모델

제5장 프로젝트별 세부기획

제1절. 감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축 프로젝트

1. 연구개발 목표

1) 최종목표

최종 목표

- 내병성 및 기능성 핵심집단 구축 및 우량 배수체 중간모본 2개 개발

2) 단계별 목표

1단계('13~'16)	2단계('17~'21)
감귤 유전자원 도입 확충 조기선발 분자표지 탐색 배수체 육성기술 개발 및 조기육묘	감귤 내병성 및 기능성 핵심집단 구축 내병성 및 과실 형질 조기선발 분자표지 개발 배수체 우량계통 중간모본 2개 개발
- 감귤 유전자원 300점 도입 - 더텡이병, 궤양병 평가 및 D/B 구축 - 플라보노이드 평가 및 D/B 구축 - 더텡이병, 숙기 연관 분자표지 개발 - 동질사배체 유도기술 개발	- 감귤 유전자원 100점 도입 - 흑점병, 소립흑점병 평가 및 D/B 구축 - 카로티노이드 평가 및 D/B 구축 - 궤양병, 적육, 홍피 연관 분자표지 개발 - 우량 배수체 중간모본 2개 개발

2. 연구개발 필요성

감귤 핵심집단 구축

- 유전자원은 육종의 필수요소임에도 불구하고 국내 보유수준은 선진국 최고대비 15.7%로 매우 미흡
- 기후변화, 개방화 추세에 따른 산업경쟁력 증대를 위한 내병성, 생력화, 기능성, 환경내성 품종개발과 관련된 유전자원 확보가 필요함
- 육종소재의 정밀평가를 통한 육종목표 맞춤형 교배조합 작성에 활용하여 교배육종의 과학화 및 효율제고가 필요

감귤 주요형질 연관 분자표지 개발

- 감귤의 육종기간을 단축하고 선발환경에 상관없이 객관적인 선발평가를 위해서는 주요 형질과 연관된 분자 표지 개발이 필요함

- 유전체 정보를 활용한 범용성 분자표지 개발 촉진과 MAS 실용화와 육종의 과학화가 요구됨
- 동질사배체 유도기술 및 우량계통 개발
- 교배육종에 의한 신품종 확대에 따른 종자형성 증가 및 품질이 차별화된 품종 개발이 어려운 상황이 발생하고 있음
- 고품질 기능성 무핵 삼배체 육종을 위한 동질배수체 대량양성 기반 구축이 필요함

3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

□ 기존 연구와의 중복성

- 감귤 GSP 프로젝트는 유전자원을 대폭 확충하고 내병성, 플라보노이드, 불임성, 종자형성도 등에 대한 정밀 평가를 수행하여 핵심집단의 작성을 수행하는 과제로 기존의 단순한 유전자원을 수집하고 보존하는 과제들과 차별화됨

과제명	세부과제명	연구기간	연구기관
과수영양체 유전자원 특성평가	감귤류 유전자원 평가, 활용 및 보존	2009~2013	감귤시험장

- 감귤 GSP 프로젝트의 주요 분자표지 개발과제는 더닝이병, 궤양병, 검은점 무늬병, 숙기, 적육 등 실제 육종의 핵심목표가 되는 형질에 대한 선발표지를 타겟으로 하고 있어, 이에 대한 국내연구가 수행된 바 없어 차별화됨

과제명	세부과제명	연구기간	연구기관
감귤 우수품종 조기 보급 확산을 위한 기술체계 확립	무핵성 신품종 조기선발을 위한 DNA 마커 실용화 연구	2009~2013	감귤시험장

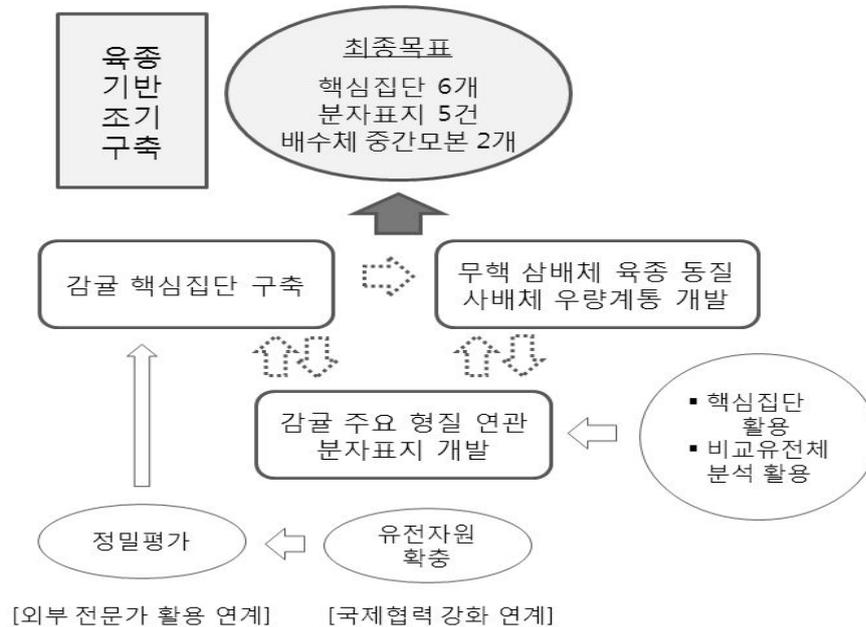
- 동질사배체 만다린 우량계통 개발은 인위적인 배수체 유도처리를 통한 동질사배체 개발을 추구하고 있어, 기존의 자연발생 배수체 선발과는 차별화를 갖고 있음

□ 기존 연구와의 연계방안

- 기존 유전자원 특성 평가에 대한 자료를 검정하여 본 GSP 유전자원 DB에 통합하여 활용함
- 대학에서 추진하고 있던 재래귤 병귤 유전체 해독 연구의 정보를 활용하여 품종의 유전체 정보와 비교를 통해 범용성 분자표지 개발 촉진과 MAS 실용화와 육종의 과학화를 추구하고자 함
- 기존 육종기관을 감귤 GSP에 포함하여 유전자원 및 육종 기술을 공유함으로써 성과를 극대화할 수 있도록 추진하고자 함

4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

□ 추진체계



□ 추진전략

○ 감굴 핵심 집단 구축

- 유전자원 수집 확충 및 핵심집단 구축 : 국제협력을 통한 국외 유망자원 도입, 국내 유전자원 수집, 생육 특성 조사 및 보존 관리, 병저항성, 기능성 특성 조사 결과에 따른 핵심집단 작성
- 병저항성, 기능성 특성평가 : 대학, 연구소, 산업체 인프라 활용 성분 특성 조사

○ 감굴 주요 형질 연관분자 표지 개발

- 감굴 분리집단을 이용 내병성과 품질 및 기능성관련 RAPD와 SSR 분자표지를 개발
- 핵심집단과 분리집단 활용 비교유전체 분석을 통한 품질과 기능성 연관 SNP 등 분자표지 개발

○ 무핵 삼배체 육종 동질사배체 우량계통 개발

- 콜히친 등 배수성 유도물질을 처리하여 배수성 검정을 통해 동질사배체를 선발하여 배수체 유도조건을 확립하고, 우수 교배친 20계통의 동질배수체의 대량 양성을 수행함
- 동질사배체는 탱자에 접목하고 조기결실 유도하여 3개 이상의 우량계통을 선발함
- 선발된 동질사배체 우량계통에 이배체를 교배하여 무핵 삼배체 종자의 획득율을 조사하고, 삼배체 종자 획득율의 증대를 도모함

5. 프로젝트 Micro 로드맵

프로젝트명		감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축										
단계별 목표		1단계				2단계				최종목표		
		유전자원 도입 및 평가체계 확립, 더댕이병 및 숙기 연관 분자표지 개발, 동질배수체 인위유도기술 개발				감귤 핵심집단 작성, 궤양병, 적육, 홍피 연관 분자표지 개발 및 조기선발 마커기반 구축, 우량 배수체 육종기반 구축				<ul style="list-style-type: none"> ▪핵심집단 6개 작성 ▪더댕이병, 궤양병 분자표지 개발 2건 ▪숙기 적육 홍피 분자표지 개발 3건 ▪우량배수체 중간모본(특허) 2개 개발 		
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표	
감귤 내병성 및 기능성 핵심집단 구축	유전자원 도입 및 핵심집단 작성	내병성 및 기능성 유전자원 도입 확충										<ul style="list-style-type: none"> -유전자원 400점 도입 -핵심집단 작성 6건 -논문 2건 -D/B 1건
		내병성 특성 정밀평가 및 핵심집단 작성										
		기능성 특성 정밀평가 및 핵심집단 작성										
감귤주요 형질연관 분자표지 개발	기초 분자표지 탐색 및 조기선발 분자표지 개발	감귤분리집단 이용 내병성 연관 RAPD, SSR 마커 탐색 및 개발										<ul style="list-style-type: none"> -더댕이병, 궤양병 분자표지 2건 -숙기, 적육, 홍피 분자표지 3건 -특허 출원 3건 -논문 4건
		표준 유전자 지도 작성										
		유전체 분석을 통한 SNP, SSR 기초마커 탐색										
		숙기 등 과실특성 조기선발 분자표지 개발										
무핵 삼배체 육종 동질사배체 만다린 품종 육성	동질배수체 유도기술 개발 및 우량계통 선발	동질배수체 인위유도 기술개발										<ul style="list-style-type: none"> -동질사배체 20계통 -중간모본(특허) 2개 -논문 2건 -인력 2건
		주요 교배친 동질배수체 육묘 및 우량계통 선발										
		무핵삼배체 후대양성										

6. 세부프로젝트 추진계획

1) 감귤 내병성 및 기능성 핵심집단 구축

(1) 세부프로젝트 도출 배경

- 1992년 이후 유전자원을 국가적 권리로 인정하고 있음
 - 생물다양성협약(CBD), 식량농업유전자원 국제조약(ITPGRFA)을 거쳐 유전자원 활용이 공정한 이익공유를 위한 국제적 규범의 나고야 의정서가 채택됨
 - 국내에서는 농업유전자원 보존 관리 강화를 위하여 2008년에 제정된 농업유전자원 보존·관리 및 이용에 관한 법률을 2012년 농수산생명자원 보존·관리 및 이용에 관한 법률로 개정하고 농업유전자원 보존관리 및 이용을 강화시킴
 - 국가별로는 자료마다 다소 차이가 있으며, 대략 브라질(2,800여점), 인도(1,500), 아르헨티나(1,400), 미국(1,300), 일본(1,200), 중국(1,000) 등을 보유하고 있으며, 국내에는 400여점이 있음
- 감귤 경영비 중 비중이 가장 높은 드는 분야는 병해충 방제를 위한 농약 및 살포 비용임
 - 감귤 경영비를 줄이기 위해서는 병에 저항성이 있는 감귤 품종 개발이 필요하며, 이를 위해서는 유전자원의 내병성을 검증하고 내병성이 나타나는 품종을 육종소재로 활용하는 것이 필요함
 - 국내 감귤 재배시 가장 문제가 되고 있는 병원으로는 궤양병(병원균 : *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*), 창가병(병원균 : *Elsinoe fawcettii*), 흑점병(병원균 : *Diaprothe citri*), 소립흑점병(*Alternaria citri*) 등이며 최근 만감류의 재배확대에 따라 CTV, CiMV, CEVd 문제시 되고 있는 실정임
- 감귤 내병성 육성 동향
 - 미국에서는 네블오렌지와 그레이프푸르트를 중심으로 CTV, 선충류, 궤양병, 황룡병에 대한 연구가 스페인에서는 클레멘틴을 중심으로 CTV와 psorosis에 대한 연구가, 일본에서는 온주밀감에 대한 SDV, CTV, 궤양병에 대하여 저항성 품종육종 연구가 이루어지고 있음
 - 국내에서는 농촌진흥청 국립원예특작과학원 감귤시험장에서 더덩이병 및 검은점무늬병 저항성 감귤 품종 육성 연구가 이루어 지고 있음
 - 본 과제는 저항성 핵심집단을 구축하는 사업으로 저항성 품종 육성의 기반이 되는 과제임
- 감귤류는 기능성 물질을 다량 함유하고 있는 대표적인 과실로 알려져 있음
 - 모든 식물류 중 감귤은 플라보노이드, 카로티노이드 등 과 같은 기능성 성분들이 풍부한 것으로 알려져 있음(Blumenthal M, 등)
 - 특히 타 과실류보다 감귤에 특이하게 많은 나린진, 헤스페리딘의 항산화, 항염증 등의 효과는 많은 문헌 등에서 입증되어 있음

- 감귤류 중 온주밀감에 특이적으로 향암, 항산화 효과가 있는 베타크립토키산틴 및 노블레틴 (Nobiletin)을 다량 함유되어 있는 것들이 보고됨
- 타로코 등 적색과육 계통에서 비타민C 및 안토시아닌 함량이 높은 것들이 보고되고 있음
- 1990년 미국 암학회는 “암예방에 유용한 식품”의 가이드라인을 발표를 통해 감귤을 포함시킴

□ 감귤류 기능성 성분의 활성 연구 및 산업화

- 미국의 경우 미국 농무성 산하 Citrus and Subtropical Products Research Laboratory에서 1931년부터 지속적으로 감귤류를 이용한 생리 기능성 신제품 개발 연구가 활발히 진행 중임
- 일본의 경우에도 감귤 미숙과 이용 탈모 방지 효과 및 콜레스테롤 저하 기능성 제품 등 다양한 기능성 관련 제품 출시되었고 지속적인 연구개발 진행 중임
- 국내에서도 감귤 미숙과 성분 이용 비만 억제, 감귤 쌀, 감귤 식초 등의 제품이 출시 되고 있음
- 감귤류에 대한 기능성 성분 특성평가는 단편적으로 한정된 일부 품종에 국한되어 있어. 기능성이 강화된 품종개발 또는 이용을 위한 유전자원내 포괄적 특성평가, 분석, 분류가 필요함

(2) 세부프로젝트 최종 목표

□ 감귤 유전자원 도입

- 내병성 유전자원을 중심으로 하는 해외 유전자원 도입 : 400점[400(2012) ⇒ 800(2021)]
- ※ 세계 7대 감귤유전자원 보유국 지위 확보

□ 감귤 내병성 핵심집단 구축

- 감귤 내병성 핵심 집단 구축(4개) : 궤양병, 흑점병 등 내병성을 나타내는 핵심집단 구축
- 감귤 기능성 핵심 집단 구축(2개) : 플라보노이드 등 기능성 성분별 분류 및 핵심집단 도출
- 감귤류 유용 기능성 성분의 산업적 이용성 평가, 유전자원 이용 기반 조성

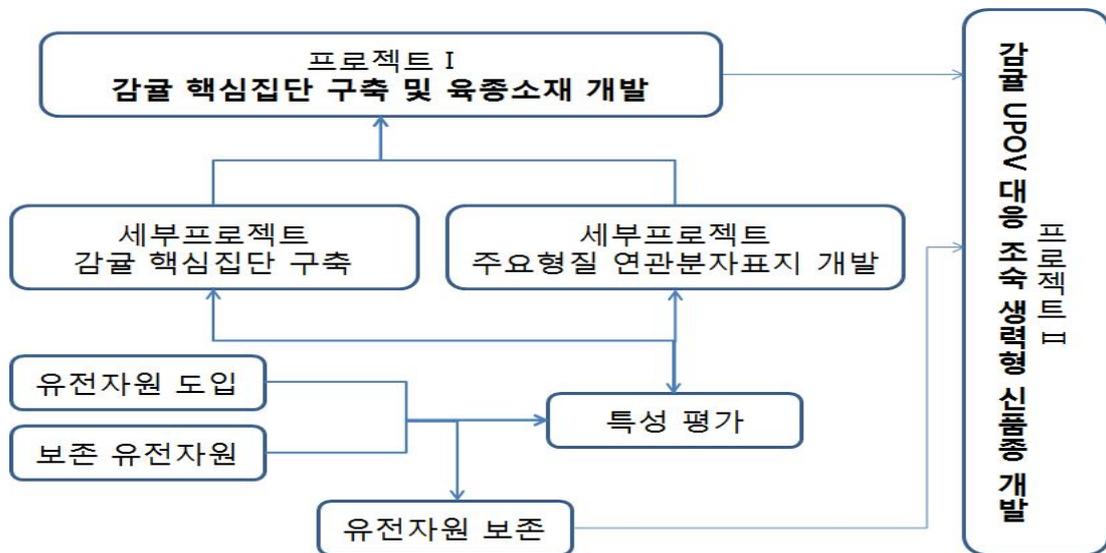
(3) 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진방법 및 연차별 추진계획

- 단계별 목표 및 세부 추진방법

단계별	목 표	세부 추진방법
1단계 (2013~2016)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 감귤 유전자원 도입 <ul style="list-style-type: none"> - 목표 : 300품종 ○ 병저항성 및 기능성 특성 평가 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 감귤 유전자원 도입 <ul style="list-style-type: none"> - 외국 육종기관, 농진청과의 협력 증진을 통한 내병성, 기능성 중심 감귤 유전자원 확보 - 숙기별, 형태별 유전자원 분류 ○ 병저항성 및 기능성 특성 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 병저항성 : 더맹이병, 궤양병 등 - 기능성 : 플라보노이드, 카로티노이드 등
2단계 (2017~2021)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 감귤 유전자원 수집 <ul style="list-style-type: none"> - 목표 : 100품종 ○ 병저항성, 기능성 특성 평가 ○ 감귤 핵심집단 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 목표 : 6 개 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 감귤 유전자원 수집 <ul style="list-style-type: none"> - 외국 육종기관, 농진청과의 협력 증진을 통한 내병성, 기능성 중심 감귤 유전자원 확보 - 숙기별, 형태별 유전자원 분류 ○ 병저항성 및 기능성 특성 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 병저항성 : 궤양병, 흑점병, 소립흑점병 등 - 기능성 : 플라보노이드, 카로티노이드 등 ○ 감귤 핵심집단 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 병저항성 핵심집단 도출 - 기능성 주요 성분별 핵심집단 도출

○ 추진체계



○ 추진전략

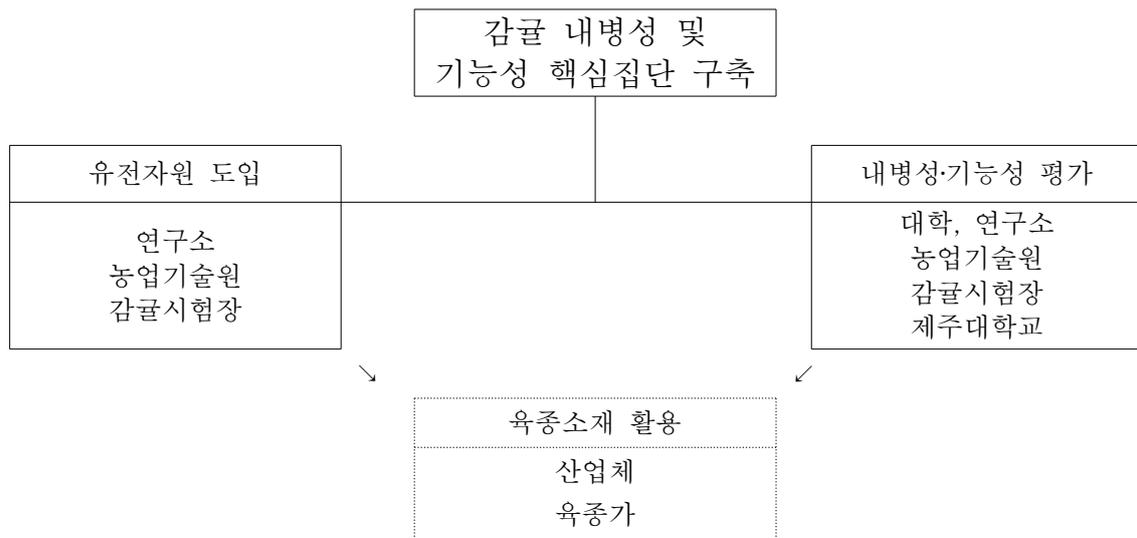
- 설계, 평가 : 대학, 국공립 연구소 공동 기획 및 평가
- 유전자원 수집 확충 : 국제협력을 통한 국외 유망자원 도입, 국내 유전자원 수집, 생육특성 조사 및 보존 관리
- 병저항성, 기능성 특성평가 : 대학, 연구소, 산업체 인프라 활용 성분 특성 조사
- 핵심집단 작성 : 병저항성, 기능성 특성 조사 결과에 따른 핵심집단 작성

(4) 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수					
	품종등록 건수	국내				
		국외				
	종자수출액					
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지	1	1	2	핵심집단 특성
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원				
		등록				
	국제특허	출원				
		등록				
	매출액	국내				
국외						
기술이전						
유전자원 도입	300	100	400	내병성, 기능성 중심		
특 성 지 표	인력양성					
	기반구축 실적					
	D/B 구축	0	1	1	감귤 유전자원 특성정보 DB	
	분자마커					
	유용유전자					
	핵심집단 구축	0	6	6	병저항성, 기능성 등	

(5) 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 본 세부 프로젝트를 수행할 후보 주체로는 현재 보유하고 있는 감귤 유전자원을 활용하고, 앞으로도 유전자원을 보존할 기관에 해당하는 국립원예특작과학원 감귤시험장, 제주특별자치도농업기술원 감귤육종센터 등이 있음
- 내병성 평가, 기능성 평가 등 위탁과제를 수행할 기관으로는 제주대학교, 제주생물종다양성연구소 등이 있음



(6) 세부프로젝트 예산

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계 (억원)
	연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
감귤 내병성 및 기능성 핵심집 단 구축	정부(억원)	0.82	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.0	0.7	0.7	12.72
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0.82	2.0	2.0	2.0	2.0	1.5	1.0	0.7	0.7	12.72

□ 예산 설정 근거

- 본 과제의 주목적은 유전자원의 내병성, 기능성, 원예적 특성(불임성, 종자형성도 등)을 단기간에 평가하여 D/B화하여, 이를 민간 육종가 등이 활용할 수 있도록 하는데 있어 다음과 같이 예산을 정함
 - 농촌진흥청 주관 2001년 ‘인과류 유전자원 도입 및 특성평가’의 연구과제 규모가 정부예산 251백만원 투자된 바 있고, 타작물에서도 평균 2~3억원의 규모로 투자되어 수행되어 왔음
 - 유전자원의 특성을 조기에 평가하여 활용토록 하기 위해 내병성 및 성분 profiling 에 대해서는 위탁과제 구성이 필요함

(7) 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

- 육종기반 구축 : 감귤 내병성·기능성 평가 후 DB화로 육종소재 및 유전체 연구 소재 제공
- 수입대체 전략 : 감귤 기능성 성분의 평가를 통한 국내 감귤의 경쟁력 제고

(8) 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축		
세부 프로젝트명	감귤 내병성 및 기능성 핵심집단 구축		
연구 기간	2013 ~ 2021(9년)	연구비 지원범위	총12.72억원(9년, 정부12.72)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input checked="" type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종목표 : 감귤 육전자원 도입확대 및 핵심집단 구축 ○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> - 감귤 유전자원 400점 도입 확대 - 유전자원 특성평가 D/B 구축 1건 및 핵심집단 구축 6개 - 국내 논문 2건 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유전자원은 육종의 필수요소임에도 불구하고 국내 수준은 선진국 최고대비 15.7% 수준으로 매우 미흡 ○ 기후변화, 개방화 추세에 따른 산업경쟁력 증대를 위한 내병성, 생력화, 기능성, 환경내성 품종개발이 시급 ○ 육종소재의 정밀평가를 통한 육종목표 맞춤형 교배조합 작성에 활용하여 교배육종의 과학화 및 효율제고가 필요 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 감귤 해외 유전자원 도입 확충 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 기관과의 협력채널을 통해 다양한 유전자원을 도입하고 안전 보존관리 시스템을 구축 ○ 감귤 내병성 및 기능성 핵심집단 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 외국의 유전자원 평가시스템의 조기접목에 의한 국내 평가시스템 구축 - 더맹이병, 궤양병, 검은점무늬병 등 병저항성 특성의 정밀평가, D/B화 및 핵심집단 구축 - 플라보노이드, 카로티노이드 등 기능성 특성의 정밀평가, D/B화 및 핵심집단 구축 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 감귤 내병성 및 기능성 평가 D/B화로 육종소재 활용의 효율 제고 ○ 교배조합 작성 활용의 제고를 통한 기관 및 민간 교배육종의 활성화 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 감귤 유전자원 보유기관 ○ 신청 요건 : 감귤 유전자원 보존 및 특성조사 5년 이상 수행자(기관) ○ 기타 사항 : 		
Keyword	한 글	감귤 유전자원, 내병성, 기능성, 핵심집단	
	영 문	citrus genetic resources, disease resistance, functional component, core collection	

2) 감귤 주요형질 연관 분자표지 개발

(1) 세부프로젝트 도출 배경

- 변화하는 감귤 산업 상황에 맞는 품종 개발이 필요한 실정임
 - 다양한 소비자의 요구에 부응하고 감귤에 대한 새로운 수요를 창출하기 위해서는 다품종 적정규모 생산체계가 시급히 요구되는 시점임. 또한 non-GMO 기술을 활용한 소비자 및 환경 친화적인 신품종 개발이 요구됨
 - UPOV의 발효로 인해 로열티 경감을 위한 대책이 시급히 요구됨. 아울러 우수한 국내 재배 기술과 고품질 감귤 품종 개발의 시너지 효과를 통해 감귤의 해외 수출을 정책적으로 유도해야 할 시점임
 - 농업분야에서의 고용 창출을 유도하고, 민간기업의 대외 경쟁력 강화를 위해서는 감귤류 신품종에 대한 전용실시권을 민간기업에 우선적으로 부여하는 정책적 배려가 요구되는 시점임
 - 기후 온난화, 감귤류 생산의 세계화 및 여행의 보편화 등의 요인으로 병의 발생과 빠른 확산으로 인해 감귤의 생산성 증대와 지속적 생산이 전 세계적으로 심각하게 위협받고 있는 상황임
 - 인구 증가에 의한 감귤 수요 증대, 도시화로 인한 경작지 감소 및 물 부족 문제 등은 새로운 유전자 또는 대립 유전자의 도입에 의한 신품종 개발이 요구됨
- 전통육종의 한계 극복과 효율성을 높이기 위한 MAB 체계가 활발하게 시도되고 있음
 - 만다린류인 'Clementine'에 대한 반수체 계통과 스위트오렌지인 'Ridge Pineapple'에 대한 이배체 계통 해독이 이루어짐에 따라 계통 정보를 분자육종에 활용하려는 노력이 매우 활발히 이루어질 것으로 전망됨
 - 감귤류에서의 전통 육종은 매우 시간이 필요하고, 다배성, 응성불임성 등으로 인해 육종성과를 도출하기에 어려운 면이 있어, 감귤의 육종 연관 단축과 육종 비용을 획기적으로 절감하기 위해서는 유용 형질(내병성, 환경내성, 기능성, 품질 관련 등) 연관 분자표지와 유전체 정보를 활용한 MAB (Marker Assisted Breeding) 체계의 확립이 절대적으로 요구되는 시점임

(2) 세부프로젝트 최종 목표

- 감귤 육종연관 단축 및 육종비용 절감을 위한 분자표지 발굴 및 활용
 - 더벵이병, 궤양병 등 내병성 형질연관 분자표지 2건 개발 및 품종 육성에의 활용
 - 숙기, 적육, 홍피 등 과실 형질연관 분자표지 3건 개발 및 품종 육성에의 활용
 - 유전체 기반 기초 분자표지 및 형질연관 분자표지 발굴

(3) 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진방법 및 전략

○ 내병성 연관 분자표지 개발

- 내병성 분자표지는 1단계(2013-2016)에서 개발하고 2단계(2017-2021)에서는 개발된 분자표지를 내병성 품종 육성에 활용. 기본적으로 RAPD 기법을 통해 내병성 핵심집단 또는 교배집단들에 대해 특이적인 밴드를 확보. 특이 밴드를 클로닝하여 염기서열을 확보하고, 확보된 염기서열로부터 후보 SCAR 마커로 전환. 후보 SCAR 마커들을 활용하여 다양한 내병성 유전자원 및 교배 후대 집단에 적용하여 내병성 연관 여부를 확인. 확보된 내병성 연관 분자표지를 다양한 교배 집단에 활용하여 내병성 감귤 품종 육성에 활용
- 교배 분리집단에 대해서는 BSA (Bulked Segregant Analysis)를 수행. 기존의 SSR 마커를 교배집단에 활용하여 형질연관 분자마커 발굴. 또한 내병성이 강한 핵심집단이나 교배 후대목과 약한 개체(또는 후대목)들에 대해 RNAseq을 수행하여 비교 분석. 이를 통해 내병성 여부에 대한 분자적 근거 확보 및 향후 내병성 부여 유전자의 positional cloning에 활용

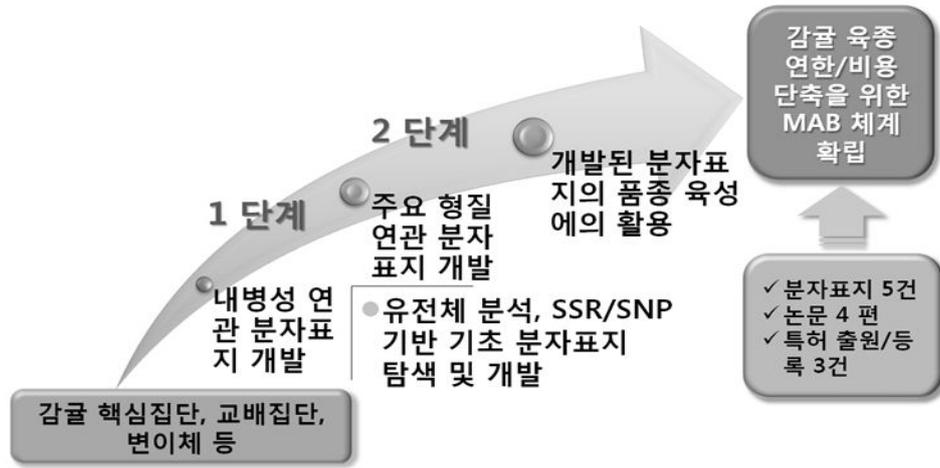
○ 질적/양적형질 연관 분자표지 개발

- 주요 목표형질은 숙기, 적육, 홍피로서 주요 목표 형질 연관 분자표지는 1단계 후반부에서 2단계에 걸쳐 개발(2016-2020)하고 개발된 분자표지는 2단계 중반부터 감귤 품종 육성에 활용(2019-2021)
- 주요 목표 형질 연관 분자표지 개발을 위한 핵심집단, 교배집단, 변이체 등은 감귤육종기관에서 제공받아 수행. 기본적인 연구개발 방식은 전술한 바와 같음

○ 유전체 기반 SSR/SNP 기초 분자표지 및 형질연관 분자표지 발굴

- 내병성을 포함하여 주요 목표형질을 보유하는 핵심집단, 교배집단, 변이체의 유전체 정보 확보. 유전체 정보를 SSR/SNP 기반 기초 분자표지 발굴에 활용하고, 아울러 형질과 밀접히 연관된 분자표지 발굴에도 활용

□ 추진체계



(4) 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수					
	품종등록 건수	국내				
		국외				
	종자수출액					
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI	1	1	2	
		등재학술지				
	국외논문	SCI		2	2	
		비SCI				
	국내특허	출원	1	2	3	
		등록		1	1	
	국제특허	출원				
		등록				
	매출액	국내				
국외						
기술이전						

특 성 지 표	인력양성					
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커	2	3	5		
	유용유전자					

(5) 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 감귤 핵심집단, 교배 분리집단, 변이체 확보 및 품종 개발에의 활용은 산업체, 연구소 및 대학 간의 상호협력 또는 협동연구가 전제되어야 함
- 형질연관 분자표지 개발 및 유전체 분석, SSR/SNP 기반 기초 분자마커 개발은 충분한 기술력, 장비 및 인력을 갖춘 산업체 또는 연구기관 주도로 개발 가능

(6) 세부프로젝트 예산

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계 (억원)
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
감귤 주요 형질 연관 분자표지 개발	정부(억원)	1.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	2.0	2.0	16.0
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	1.0	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	2.0	2.0	16.0

□ 예산 설정 근거

- 본 과제의 주목적은 내병성, 조숙, 적육 등 감귤 GSP에서 핵심 육종목표로 설정하고 있는 특성을 조기에 예측 선발할 수 있는 분자표지를 개발하여 실용화 기반을 구축하는데 있음. 분리집단의 육성 및 표현형 조사, 병저항성 평가, 유전자 분석은 물론 비교유전체 분석을 통한 유용 분자표지를 탐색하는 과정을 포함하고 있어 다음과 같이 예산을 정함
 - 농촌진흥청 차세대바이오그린 사업에서 수행하는 작물 비교유전체 분석 및 분자표지 개발 연구 과제에서는 평균 2억원 내외의 규모로 투자되고 있음
 - 교과부 2011년 ‘야생콩 유래 리놀레릭산 DNA 마커 개발’에 50백만원 투자된 바 있는데, 이는 1개 형질을 대상으로 하고 있음
 - 산림청의 2009~2011년 ‘분자표지자 개발 및 이용 연구’에 4억원 내외로 투자되어 왔음

(7) 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

- 감귤 주요 형질 연관 분자표지 개발 세부프로젝트는 직접적인 종자개발이 아니라 종자개발을 위한 기반기술 개발임
- 직접적인 종자수출보다는 국내외 감귤 연구기관, 민간기업, 대학 등의 품종 육성 현장에서 편리하게 사용할 수 있는 분자표지 기술을 제공하는데 있음

(8) 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축		
세부 프로젝트명	감귤 주요형질 연관 분자표지 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021(9년)	연구비 지원범위	총16억원(9년, 정부16)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input checked="" type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종목표 : 감귤 조기선발 주요형질 연관 분자표지 개발 및 기반구축 ○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> - 내병성 형질 연관 분자표지 개발 2건 - 주요 형질 연관 분자표지 개발 3건 - SCI 논문 4건, 특허출원 3건 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다양한 소비자의 요구에 부응하고, 감귤에 대한 새로운 수요를 창출하기 위해서는 다품종 적정규모 생산체계가 시급히 요구되고 있음 ○ 기후변화에 따른 돌발병충해의 다발 등 생력화를 통한 비용절감 및 산업경쟁력 제고를 위한 내병성 생력화 품종개발이 시급함 ○ 감귤의 육종기간을 단축하고 선발환경에 상관없이 객관적인 선발평가를 통한 선발효율 제고 및 비용절감을 통한 조기선발 체계 확립이 요구됨 ○ 유전체 정보를 활용한 범용성 분자표지 개발 촉진과 MAS 실용화와 육종의 과학화가 요구됨 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 감귤 분리집단을 이용한 내병성 및 과실형질 연관 분자표지 탐색 및 개발 <ul style="list-style-type: none"> - RAPD 이용 핵심집단 및 분리집단의 더댕이병, 궤양병 등 내병성 연관 특이밴드 선발 및 SCAR 마커 개발 - 공개 SSR 마커를 활용한 내병성 형질연관 마커탐색 및 활용 - 표준 유전자 지도작성 및 이를 활용한 핵심집단 선발체계 확립 ○ 비교유전체 분석을 통한 기초 분자표지 탐색 및 개발 <ul style="list-style-type: none"> - WGS 및 RNAseq 기법을 통한 유전체 및 전사체 비교분석 - 핵심집단 이용 SSR/SNP 기반 기초 분자표지 발굴 - 기초 분자표지의 숙기, 적육, 홍피 연관 분자표지 탐색 및 개발 - 분리집단 이용 주요형질 연관 SSR/SNP 분자표지 적용 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 감귤 조기선발 분자표지 실용화 기반구축 및 육종의 체계화 및 선진화 ○ 조기선발 분자표지 원천기술 확보에 따른 육종기술 및 종묘산업 경쟁력 제고 ○ 감귤 유전체 정보이용 분자육종 기반구축으로 감귤 육종산업의 활성화 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : DNA 분자표지 개발 관련 축적된 기술, 시설 및 장비, 인력을 갖춘 산업체 또는 연구기관 ○ 신청 요건 : 연구기관 자격과 동등 ○ 기타 사항 : 산·학·연 협동 연구 가능 		
Keyword	한 글	감귤, 내병성, 질적/양적 형질, 분자표지, 분자육종, 유전체	
	영 문	citrus, disease resistance, qualitative/quantitative trait, molecular marker, molecular breeding, genome	

3) 무핵삼배체 육종 동질사배체 만다린 품종 육성

(1) 세부프로젝트 도출 배경

- 최근 소비자의 건강에 대한 관심도의 증가에 따른 기능성 품종의 수요가 증대하고 있으며, 또한 개성화된 차별화를 요구함에 따라 품종 다양성 증대가 필요함
 - 재배농가의 입장에서는 수량이 많고, 병에 대한 저항성이 강하고, 해거리 현상이 적은 생력화 품종이 요구되고 있는 실정임
 - 안토시아닌 함유 적육 오렌지, 라이코펜 함유 자몽, 베타크립토산 함유의 온주밀감의 소비가 증가하고 있고, 이들 형질의 개선된 신품종 수요가 증대하고 있음
 - 품종 다양화는 종간 및 종내 다양한 교배로 가능해야 하나, 감귤의 대부분은 다배성 및 배우자 불임의 특성을 보유하고 있어, 차별성이 높은 교잡실생 집단의 양성이 매우 어려움
- 품질 및 기능이 우수한 감귤 품종이라도 종자 형성이 많아지면 소비시장에서의 경쟁력이 상실됨
 - 품종 다양화에도 불구하고 감귤 과실 무핵의 근본대책이 되는 삼배체 육종기반 구축이 필요함
 - 교배육종 신품종 확대에 multicropping에 의한 종자형성 증가 및 경쟁력 상실 위험이 되고 있음
 - 무핵삼배체 품종의 개발은 세계 감귤 육종 프로그램에서 중요한 목표 중의 하나로 대부분 사배체와 이배체 간의 교잡 육종을 시도하고 있음
 - 무핵 삼배체 신품종 개발에는 사배체 대량양성이 전제되어야 하기 때문에 사배체 양성기술은 핵심기술 요소가 되고 있어, 선진국에서는 배수성 유도기술 개발을 서두르고 있음
 - 일부 국가에서 방사선 돌연변이 무핵 품종의 개발을 시도하고 있으나, 기존 형질도 변형시켜 육종효율은 낮은 편임
 - 이배체의 교배에 의해 전체 실생묘의 1.0~5.66% 내외 4배체가 발생하며, 거의 주심배에서 발생한다고 하였으며, 4배체의 특성은 이배체에 비해 잎의 두껍고, 색이 짙으며, 생육이 늦고, 유년기가 길며, 착화성이 낮은 특성이 있다고 하였음
 - 우수 품종이 동질 4배체 유도를 위해서 어린 가지를 콜히친 용액에 담그는 방법, 감압을 하는 방법 및 측아를 작게 적출하여 콜히친을 처리하는 방법 등에 대한 연구 결과가 나타나고 있음
 - 어린 가지를 콜히친에 담갔을 경우 보다 감압에 의해 간접적으로 흡수하는 방법이 사배체 발생률을 7배정도 높일 수 있었고, 고농도 콜히친 처리에 의한 고사율도 43.6% 감소한다고 하였음
 - 단배성 품종의 동질 사배체 유도를 위해서는 바이러스 무독화를 위해 개발된 micrografting 방법을 도입하여 생장점을 콜히친 처리한 후 micrografting을 실시하는 방법이 검토되고 있음
 - 동질사배체와 이배체를 교배하여 육성한 품종에는 리스본레몬, 오로블랑코, Melogold 등이 있음

(2) 세부프로젝트 최종 목표

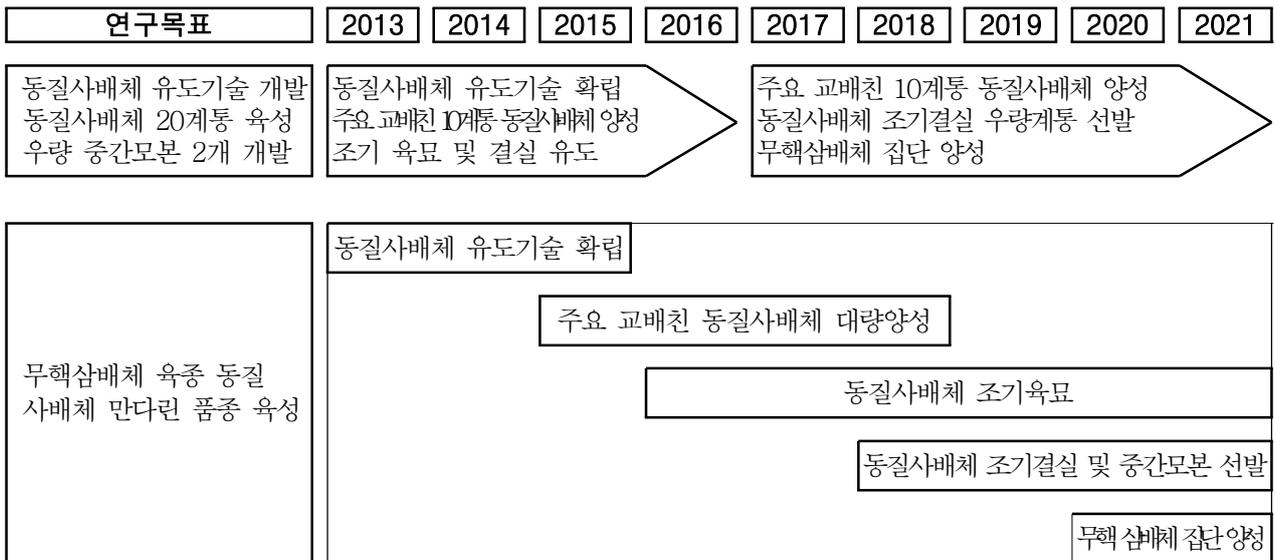
- 동질사배체 생산기반 구축 및 우수 교배친 20계통의 동질사배체 개발
 - 배수성 유도처리 개발 및 동질사배체 생산기반 구축
 - 우수 교배친 20계통의 동질사배체 대량생산 및 우량 배수체 중간모본 2개 이상 선발
 - 동질사배체 이용한 무핵 삼배체 집단의 양성 및 무핵 삼배체 육종기반의 구축

(3) 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

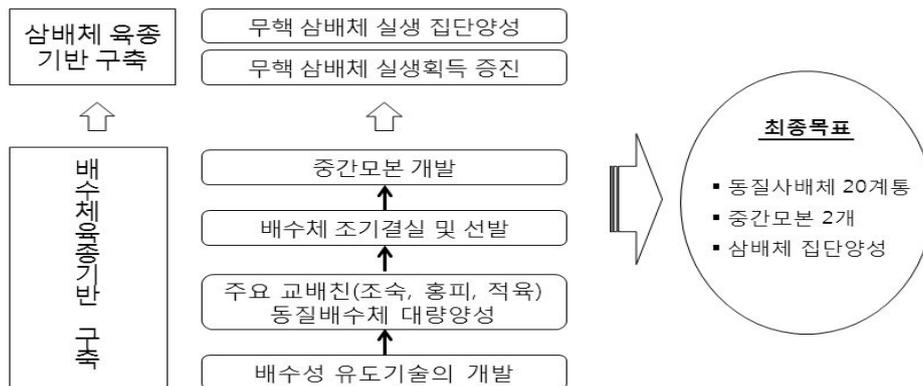
- 추진방법 및 연차별 추진계획
 - 단계별 목표 및 세부 추진방법

단계별	목 표	세부 추진방법
1단계 (2013~2016)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 동질사배체 유도기술 개발 ○ 주요 교배친 동질사배체 대량양성 - 목표 : 10계통 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 동질사배체 유도기술 개발 - 측지 및 micrografting를 이용한 콜히친 등 배수성 유도물질 처리 ○ 주요 교배친 동질사배체 대량양성 - 부피경감, 조숙, 적육, 홍피 육종 교배친의 동질배수체 유도처리 - flow cytometry를 이용한 배수성 검정 및 선발 - 동질사배체 조기 육묘
2단계 (2017~2021)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주요 교배친 동질사배체 대량양성 및 우량 배수체 중간모본 개발 - 목표 : 10계통 양성 및 중간모본 2개 개발 ○ 무핵 삼배체 집단 양성 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주요 교배친 동질사배체 대량양성 및 우수 배수체 선발 - 부피경감, 조숙, 적육, 홍피 육종 교배친의 동질배수체 유도처리 - flow cytometry를 이용한 배수성 검정 및 선발 - 동질사배체 조기결실 및 중간모본 선발 ○ 무핵 삼배체 집단 양성 - 종자가 있는 우수 만다린과 교배에 의한 삼배체 육성 - flow cytometry를 이용한 배수성 검정 및 선발 - 무핵 삼배체 조기결실 유도

○ Micro 로드맵



□ 추진체계



□ 추진전략

○ 배수체 육종기반의 구축

- 콜히친 등 배수성 유도물질을 처리하여 배수성 검정을 통해 동질사배체를 선발하여 배수체 유도조건을 확립함
- 확립된 배수체 유도조건을 바탕으로 부피경감, 조숙, 홍피, 적육 품종개발에 이용되는 주요 교배친 20계통의 동질배수체의 대량 양성을 수행함
- 동질사배체의 조기결실 유도하여 최소 2개 이상의 우량 배수체 중간모본 계통을 선발함
- 동질사배체의 조기육묘 및 선발은 산학연 협력체제로 운영함

○ 무핵 삼배체 육종기반의 구축

- 선발된 동질사배체 우량계통에 이배체를 교배하여 무핵 삼배체 종자의 획득율을 조사하고, 삼배체 종자 획득율의 증대를 도모함
- 삼배체 실생의 발아 및 육묘조건을 구명하여 무핵 삼배체 육종기반을 구축함

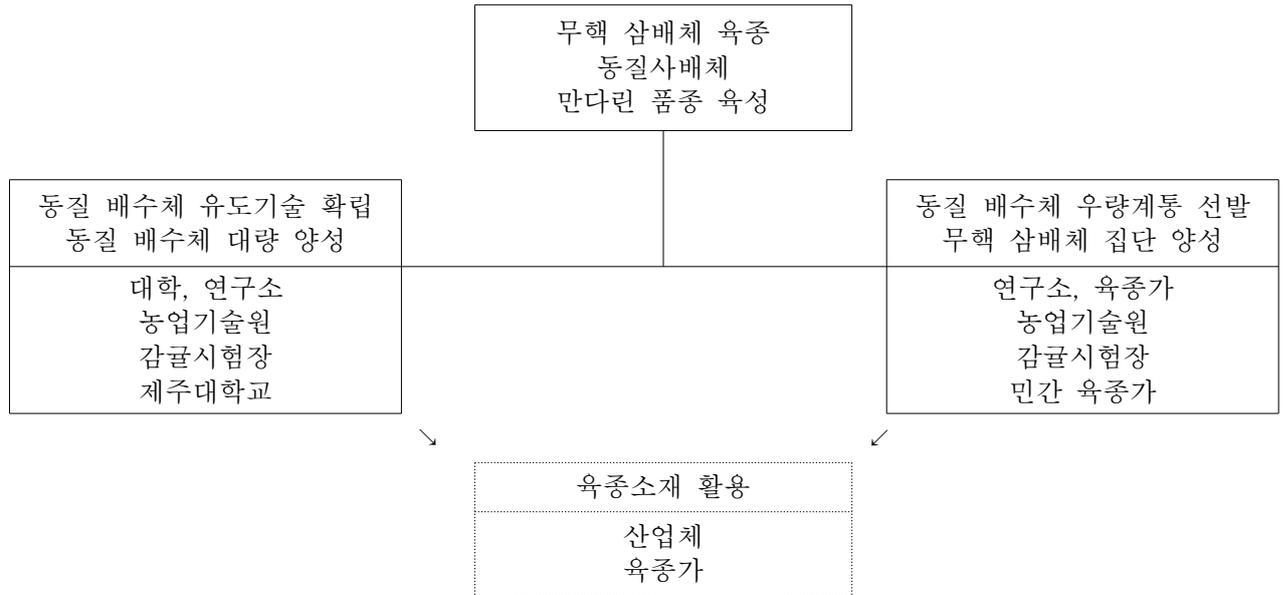
(4) 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수		2	2		
	품종등록 건수	국내				
		국외				
	종자수출액					
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI	1	1	2	
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원	0	2	2	식물특허
		등록				
	국제특허	출원				
		등록				
	매출액	국내				
국외						
기술이전						

특 성 지 표	인력양성	1	1	2	석박사 인력	
	기반구축 실적	1	1	2		
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					
	우수교배친 양성	10	10	20		

(5) 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 배수체 검정 및 동질배수체 검정이 가능하고, 감귤 육종시설과 육종경험을 가지고 있는 기관에서 수행함
- 동질 배수체 유도기술 확립 및 동질배수체 대량양성은 주관기관에서 수행
- 동질배수체 집단의 평가 및 우량계통 선발은 산학연 협력체제로 수행 가능할 것임



(6) 세부프로젝트 예산

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계 (억원)
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
무핵삼배체 육종 동질사배체 만다린 품종 육성	정부(억원)	1.0	2.0	2.0	1.9	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	14.6
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	1.0	2.0	2.0	1.9	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	14.6

□ 예산 설정 근거

- 본 과제에서는 동질사배체를 개발한 후 포장에서 특성을 조기평가하기 위한 조기육묘 체제가 필요하고, 우량계통을 선발한 후 교배집단을 대량 양성하여 육묘해야 하는 육종과정을 포함하고 있는 과제로서 다음과 같이 예산을 정함
 - 농촌진흥청 수행 포도, 장미 등 원예작물 품종개발 과제에 1억원 내외의 정부예산이 투자되고 있음
 - 감귤육종에서 조기육묘를 통한 유년성 및 육종기간의 단축이 핵심이 되고 있어서, 조기육묘를 통한 조기결실 체제 구축에 필요한 육종시설에 대한 지원이 필요하며, 특히 식물의 생육기간을 확대하기 위한 보온 및 가온시설 설치 지원(3천만원/지하공 1기/100평)이 필요함

(7) 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 배수체 육종기술 및 기반 구축

- 동질사배체 육종기술 확립으로 고품질 및 기능성 무핵 삼배체 육종기반의 구축이 가능하여 미래 수입대체 및 수출증대가 가능할 것임

(8) 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	감귤 핵심집단 및 배수체 육종기반 구축		
세부 프로젝트명	무핵 삼배체 육종 동질사배체 만다린 품종 육성		
연구 기간	2013 ~ 2021(9년)	연구비 지원범위	총14.6억원(9년, 정부 14.6)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input checked="" type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종목표 : 동질사배체 유도기술 개발 및 우량 배수체 중간모본 2개 개발 ○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> - 배수성 유도처리 개발 및 동질사배체 생산기반 구축 - 교배친 20계통의 동질사배체 대량생산 및 우량 배수체 중간모본 2개 개발 - 동질사배체 이용한 무핵 삼배체 집단의 양성 및 무핵 삼배체 육종기반의 구축 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교배육종 고품질 기능성 품종의 임성 강화에 따른 종자형성으로 품종 우수성 저하 및 임성 꽃가루의 제공으로 기존 품종에의 종자 형성도를 증대시킴 ○ 선진국에서와 같이 신규 및 기존 품종의 종자 형성을 근본적으로 차단할 수 있는 무핵삼배체 품종의 개발이 시급함 ○ 무핵삼배체 품종은 사배체와 이배체간 교배에 의해 육성되기 때문에 무핵 삼배체 육종을 위한 동질배수체 대량양성 기반 구축이 필요함 ○ 삼배체 종자는 발육지연의 특성으로 대량 획득이 어렵기 때문에 삼배체종자 대량 획득과 조기육묘 기술체계 확립이 필요함 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 배수체 및 배수성 인위유도를 위한 동질배수체 유도조건을 탐색하고 동질배수체 인위유도 기술을 확립함 ○ 조숙, 홍피, 적육 품종개발 이용 주요 교배친의 동질배수체를 유도하고 배수성 검정 및 핵형분석으로 검정하여 동질배수체를 대량 양성함 ○ 동질배수체의 조기결실을 유도하고 우량개체를 조기 선발하여 중간모본을 개발함 ○ 동질사배체와 이배체의 교배 및 무핵 삼배체 종자의 대량 획득 기술체계 확립 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 감귤 배수체 육종기술 개발 및 기반의 구축으로 육종기술의 선진화 구현 ○ 감귤 우량 동질사배체의 중간모본 등록 및 무핵 삼배체 육종소의 확대 ○ 우량배수체 중간모본의 활용 및 무핵삼배체 품종개발 증진으로 품종가치 극대화 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 배수성 검정 및 동질사배체 검정기술과 육종시설을 보유하고 감귤 육종 전문가를 보유하고 있는 기관 ○ 신청 요건 : 연구기관 자격과 동등한 육종전문가 ○ 기타 사항 : 컨소시엄으로 가능 		
Keyword	한 글	감귤, 배수체 육종, 동질배수체, 삼배체	
	영 문	citrus, ploidy breeding, autotetraploid, triploid	

제2절. 조속 생력형 감귤 품종 개발 프로젝트

1. 연구개발 목표

□ 최종 연구개발 목표

○ 우수 품종 4개 및 우량계통 5개 개발

□ 단계별 연구개발 목표

○ 1단계는 품종육성을 위한 교배집단 대량 양성 및 조기결실 유도, 2단계는 특성평가 및 품종선발 중심으로 추진

1단계 목표	2단계 목표
교배집단 양성 및 조기결실 유도	특성평가 및 품종 선발
<ul style="list-style-type: none"> - 연내수확용 부피경감 온주밀감 교배집단 양성 - 조속 홍피 온주밀감 교배집단 양성 - 조속 강세 만다린 주심배 집단 양성 - 적육 관피 만다린 교배집단 양성 - 교배 실생 및 주심배 실생의 조기육묘 	<ul style="list-style-type: none"> - 착과 유도 및 조기결실 유고 - 주요 특성의 평가 - 우량계통 계통선발 및 정밀특성 평가 - 품종 선발

2. 연구개발 필요성

□ 정책 및 시장적 측면

○ 국제 자국 품종보호 강화 경향에 따른 국내 감귤 품종개발 촉진 필요

- UPOV 협약에 따라 국내 감귤 품종보호제도 전면 도입('12)에 따른 로열티 부담 우려
- 감귤은 외국 도입 품종이 면적 점유율 99% 이상 이르고 있어 의존도가 심함

○ 한·미 FTA 체결에 따른 수입 오렌지물량 증가 대응요구

- 오렌지 수입량 : ('05) 123천톤 → ('10) 110 → ('12) 170
- 국내 만감류와 가격경쟁 심화, 만감류 고품질, 차별화, 생산비 절감 품종개발 필요

□ 기술적 측면

○ 온주밀감 위주의 노지 감귤에서 탈피한 연내 수확 고품질 감귤 품종개발 및 보급 필요

- 온주밀감의 전체 당도 수준은 9.8~10.2°Bx수준으로 다른 과종 및 새로 육성되어 재배되는 품종에 비하여 낮아 선호도가 떨어지는 추세임
- 토양 피복 등 고비용 구조에서 탈피한 저비용 고품질 감귤 생산 가능한 품종 개발이 요구됨

- 온주밀감에 집중된 수확 시기를 분산하고 다양한 소비자 기호에 대응한 품종 개발

○ 최근 부지화, 세토카 등 고품질 만감류 품종들의 재배적 문제가 빈발

- 부지화 자근현상으로 인한 생산성 및 품질 저하가 초래되고 있고, 세토카 등 최근 10년대 도입 품종들은 착과연령 가지발생, 열과 등의 문제가 계속 문제시 되고 있음
- 기존 품종의 장점을 유지하면서 1~2개의 핵심 특성을 개선하기 위한 주심배 육종이 필요함

○ 적색 과육, 홍색 외관, 기능성 등 차별화된 특성을 보유한 품종개발을 통해 소비자 기호 다양화에 대응하고 감귤 품종의 브랜드화 전략 등 BM 모델을 창출할 수 있는 품종개발 필요

- 최근 감귤 품종개발은 1차적인 품질외에도 건강, 시각, 형태적 측면 등 차별화된 특성이 요구됨
- 차별화된 품종특성은 전략적 브랜드화가 용이하여 비즈니스 관점의 종자 산업을 촉진할 수 있음

□ 환경적 측면

○ 기후변화에 따른 재배 품종 변화에 선제 대응

- 기온 상승 및 이에 따른 부피, 저온 피해 등의 장해에 적응이 가능한 품종개발 및 보급
- 온난화에 따른 착색지연, 불량 현상 출현에 대응 홍색 형질이 잘 발현되는 품종개발 필요

○ 품질을 높이기 위한 고비용 재배구조는 농자재의 과다 투입에 의해 환경에 부담

- 시설 또는 고투입 농자재 재배 의존적 고품질 재배 체계에서 저투입 환경친화적 재배가능 품종

3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

□ 기존 연구와의 중복성

○ 국립원예특작과학원 감귤시험장 및 제주특별 자치도 농업기술원 감귤육종센터 수행과제

과제명	세부과제명	연구기간	연구기관
감귤 신품종 육성 및 육종소재 개발	만감류 및 틱새 감귤류 품종 육성	2009~2013	감귤시험장
	더덩이병, 검은점무늬병 저항성 감귤 품종 육성	2009~2013	감귤시험장
감귤 교잡육종에 관한 연구	교잡에 의한 만감류 신품종 육성	2011~2020	감귤육종센터
	주심배 이용 만감류 품종 육성	2011~2020	감귤육종센터
	주심배 이용 온주밀감 품종 육성	2011~2020	감귤육종센터

○ 세부프로젝트 ‘연내수확용 부피경감용 온주밀감 품종 개발’ 과제는 목적 및 교배조합에서 기존 연구과제와의 중복성이 없음

- 연내 수확 교잡품종의 개발은 감귤 유전자원내 극조숙성의 품종자원은 온주밀감이 유일하며 이를 이용한 교잡육종은 효율성 측면에서 난이도가 높아 국가기관에서 추진하는 것이 필요함

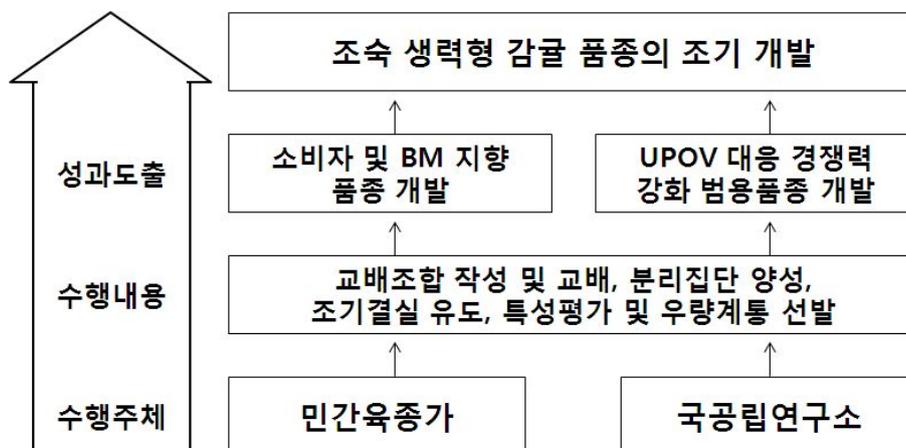
- 세부프로젝트 ‘조속 홍피 만다린 품종 개발’ 과제는 조기 수확 및 외관상의 차별화를 목적으로 하여 기존 연구과제와의 중복성이 없음
- 세부프로젝트 ‘조속 강세 만다린 품종 개발’ 과제는 주심배 이용 방법상의 중복성은 있으나 개량 코자 하는 목적형질(조속 특성 및 수세 강화)과 대상(일반 만다린으로 확대) 면에서 차별화되어 있음
 - 또한, 주심배 실생 육종법은 전세계적으로 국가, 지자체 등 공공영역에서 민간영역으로 이전이 활발한 분야로 민간 육종 활성화 측면에서 접근이 필요함
- 세부프로젝트 ‘적육 관피 만다린 품종 개발’ 과제는 적육 특성 및 이에 기반한 기능성 측면의 품종개발을 지향하고 있어 기존 과제에서는 추진되고 있지 않아 차별화됨

□ 기존 연구와의 연계방안

- ‘조속 생력형 감귤 품종 개발’ 프로젝트 내에서 수행되는 세부프로젝트 과제들은 교배 및 주심배 이용 방법론에서 기존 과제와 유사한 방식을 취하고 있으나, 목적 형질과 품종에서 기존 과제에서 추진된 바 없고, 중장기적으로 필요성이 요구되고 있는 분야를 지향하고 있음
 - 기존 과제에서 축적된 교배조합 및 교배실생 내에서 분리되는 형질의 양상을 파악하여 본 프로젝트에서의 교배조합 작성 및 집단 양성에 반영하는 것이 필요함
 - 기존 과제와 본 프로젝트 과제에서 도출된 결과물들은 향후 새로운 품종 육성을 위해 상호 이용될 수 있음

4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

□ 추진체계



□ 추진전략

- 과제 기획 설계 : 세부프로젝트간 교배조합의 중복성, 적절성, 목적 달성가능성 등 상호 검토 및 평가
- 교배자원 : 국내 기관 보유 전 유전자원 및 육성 과정 중 유망계통 대상 평가, 활용
- 교배, 실생양성 및 육종기반 : 국공립 연구소 인프라를 활용하고 민간 육종가 육종기반 구축
- 평가 및 선발 : 민간육종가, 재배농가, 대학, 농업단체 공동 실증평가를 통한 선발
- 과제수행을 위한 네트워크 구축 : 과제제안 → 수행 → 실증, 평가, 선발
 - 육종 전문가, 민간 육종가, 대학, 농업단체, 선진농업인 활용

5. 프로젝트 Micro 로드맵

프로젝트명		조속 생력형 감귤 품종 개발									
단계별 목표		1단계				2단계				최종목표	
		민간육종기반 구축, 교배실생 대량 양성 및 조기 육묘체계 구축				조기결실 및 특성평가 우량계통선발 및 우수품종개발				·신품종 4개 개발 ·우량계통 5개 선발	
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표
연내수확용 부피경감 온주밀감 품종 개발	교잡종 실생 대량양성 및 우수품종 선발	온주계 교잡종 실생 대량 양성									-신품종 1개 선발 -유망계통 2개 선발 -논문 1건
		조기육묘									
		특성 평가 및 우수품종 선발									
조속 홍피 만다린 품종 개발	교잡종 실생 대량양성 및 우수품종 선발	홍피계 온주밀감 교잡실생 대량 양성									-신품종 1개 선발 -우량계통 1개 선발
		조기육묘									
		특성 평가 및 우수품종 선발									
조속 강세 만다린 품종 개발	주심배 실생 대량양성 및 우수품종 선발	만다린 주심배 실생 대량 양성									-신품종 1개 선발 -우량계통 1개 선발
		조기육묘									
		특성 평가 및 우수품종 선발									
적육관피 만다린 품종 개발	교잡종 실생 대량양성 및 우수품종 선발	적육계 교잡실생 대량 양성									-신품종 1개 선발 -우량계통 1개 선발
		조기육묘									
		특성 평가 및 우수품종 선발									

6. 세부프로젝트 추진계획

1) 연내 수확용 부피경감 온주밀감 품종 개발

(1) 세부프로젝트 도출 배경

- 전 세계 감귤 품종 중 우리나라 기후에서 연내 수확 가능 품종은 온주밀감이 유일
 - 온주밀감 중 조생계 품종이 전체의 78%를 차지하여 품종 편중이 심함
 - 궁천 조생이 열과성, 탄저병 저항 및 가지변이에 의해 생겨난 조숙성이 회귀되지 않는 점등을 고려하면 조생온주 중 가장 결점이 적은 계통으로 선정하여 표준이 되고 있음
 - 온주밀감은 박피성, 다즙성, 무핵성 이외에 내한성이나 궤양병에 강하고 트리스테자 바이러스에 대한 내성도 강하여 우량한 형질을 보유하고 있어 오랫동안 재배되어 오고 있음
 - 무핵 형질은 신품종 육성을 위해 이용가치가 높으나 온주밀감의 종자는 다배성이 강하며 배의 수가 많고 대부분 주심배실생으로 잡종 실생 획득이 어려워 교잡 육종의 효율이 낮음
 - 온주밀감 종자친의 수천 개의 실생 중에서 무핵, 내한성이며, 병해충 저항성이고 단배성이어서 육종 소재로 활용 가능한 '칭건'이 육성되면서 온주밀감 품종 육성이 활발하게 이루어짐
- 감귤 시설재배에 의한 과다비용 및 환경부하 발생을 적품종 개발로 해소 가능
 - 2011년 감귤 시설재배면적은 2013년 3,000ha로 전체 면적 21,000ha의 15%이나 조수입 비율 7,000억원의 42%인 3,000억원에 이르고 있으며 이 시설은 4,000ha까지 늘어날 전망이다 시설재배 감귤 단가 하락 시 과다 비용 및 하우스 빗물처리, 폐자재 처리 등 환경부하 발생 우려되고 있음
 - 이들 시설재배 품종들은 만숙성 계통이어서 1~3월에 수확이 가능하며 입지 여건에 따라 과실의 저온 피해를 막기 위하여 0℃ 이상 가온시설이 구비되어야 함
 - 노지 감귤은 고품질화를 위해 토양피복 및 이에 따른 관수 시설 등 고비용 생산 구조 증가
 - 온주밀감의 품질 향상을 위해 토양피복 등 고품질을 위한 노력이 투입되고 있으며 자재, 관수 시설, 피복노력 등 고품질 과실 생산 위한 고비용의 투입 구조임
 - 시설이 아닌 노지에서 안정적으로 재배하기 위해서는 연내 수확이 가능하며 현재 시설 내에서 재배되는 수준의 감귤을 저비용으로 생산 가능한 품종 육성이 요구되는 시점임
- 온주밀감 위주의 노지 감귤에서 탈피한 연내 수확 고품질 감귤 품종개발 및 보급 필요
 - 온주밀감의 전체 당도 수준은 9.8~10.2°Bx 수준으로 다른 과종 및 새로 육성되어 재배되는 품종에 비하여 당도가 낮아 선호도가 떨어지는 추세임
 - 온주밀감으로 토양 피복 등 고비용 구조에서 탈피한 저비용 고품질 감귤 생산 가능한 품종 개발
 - 온주밀감에 집중된 수확 시기를 분산하고 다양한 소비자 기호에 대응한 품종 개발
 - 성숙기간 중 과실 주변이 다습으로 결로하기 쉽고 과피 발육이 활발해지면 과피와 과육간 뜨는 현상인 부피가 조장되는데 기후 변화, 특히 가을철 온난 기상과 잦은 강우에 의해 온주 밀감의 부피 증상이 문제시 될 전망됨

- 부피 증상은 박피가 쉬운 계통에서 발생하기 쉬우나, 일부 껍질이 얇으면서도 부피하지 않는 계통들이 있고, 문단류, 그레이프후트츠, 문단 잡종이라고 지적되는 잡감류와 스위트오렌지는 껍질을 벗기기 어려우며, 만다린을 시작으로 탄골류, 탄젤로류 등은 껍질 벗기기가 쉬운 관피성 형질을 지니고 있음

□ 감귤 품종보호제도 전면 도입에 따른 외국 품종과의 경쟁력 확보가 필요

- 감귤 품종은 최근까지 외국 품종에 대한 의존도가 절대적으로 높음
 - 최근 10년 농가 신규 도입된 품종 : 감평, 베니마돈나, 세토미 등 대부분 일본 품종에 의존
 - 국내 개발 보급 품종 : 2품종('12)

(2) 세부프로젝트 최종 목표

□ 과학기술적 목표

- 연내 수확 조속 부피경감 감귤 교잡품종 개발
 - 성숙기 12월 이내, 수확시기 부피현상 없고 당도가 높은 껍질 벗기기가 쉬운 특성
- 노지재배가 가능한 내한성 있는 품종 개발
 - 수확기를 지연하여 완숙시켜 수확할 때에도 장해 발생이 없는 추위에 강한 과실 껍질 특성

□ 산업경제적 목표

- 노지 재배가 가능하고 저비용으로 생산 가능한 감귤 생산체계 구축
 - 토양피복 자재, 관수시설, 비가림 또는 하우스 시설 등이 필요치 않은 교잡 품종 육성
- UPOV(국제신품종보호동맹)와 품종보호제도 도입에 따른 로열티 지불에 대한 대응
 - 국내·외 품종보호 출원을 통한 국내 외국산 감귤 품종에 대한 로열티 지불에 대응하고 국외 종자 수출을 통한 로열티 수입 창출
- 1970년대 재식 노후목 신육성 품종 갱신에 의한 품질향상, 경쟁우위 선점
 - 품질, 생산성 저하의 감귤 수령 40년 이상 노후목 33% 이상으로 개식 갱신 필요
 - 하우스 시설 재배 이외의 상대적 부적지 고당도, 난부피성 도입으로 전체 품질 향상 유도

□ 환경적 차원 목표

- 기후변화에 따른 재배 품종 변화에 선제 대응
 - 기온 상승 및 이에 따른 부피, 저온 피해 등의 장해에 적응이 가능한 품종개발 및 보급
 - 시설 또는 고투입 농자재 재배 의존적 고품질 재배 체계에서 저투입 환경친화적 재배가능 품종

(3) 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진방법 및 연차별 추진계획

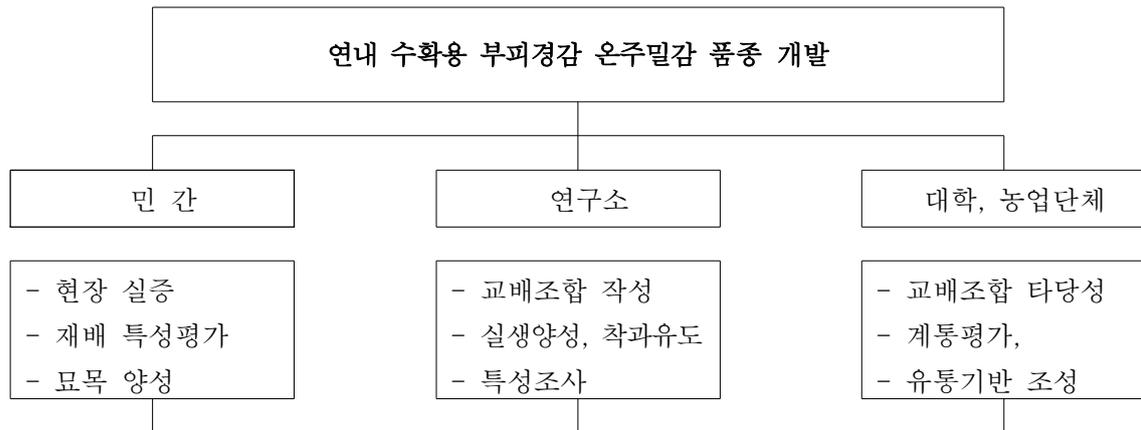
○ 단계별 목표 및 세부 추진방법

단계별	목 표	세부 추진방법
1단계 (2013~2017)	<ul style="list-style-type: none"> 교배 및 실생 양성 조기 착과 유도 우수계통 1차 선발 	<ul style="list-style-type: none"> 조숙 계통 이용 교배 <ul style="list-style-type: none"> 온주밀감, 만다린 등 조숙계통 이용 교배 난부피성·무핵성, 중소과 계통 <ul style="list-style-type: none"> 특성 확인된 육성 중 단배성 모본 교배실생 조기착과 유도 <ul style="list-style-type: none"> 대묘 대목 이용 접목 및 조기 활착 생장 촉진, 개화 및 착과 유도 우수계통 선발 <ul style="list-style-type: none"> 착과 계통 숙기, 과실 주요 특성 조사
2단계 (2017~2021)	<ul style="list-style-type: none"> 최종 품종 선발 선발계통 정밀 특성조사 품종 출원 	<ul style="list-style-type: none"> 1차 선발계통 정밀 생육 특성 조사 <ul style="list-style-type: none"> 착화 및 착과 습성, 수세, 내한성 병저항성 및 주요 과실 특성 조사 <ul style="list-style-type: none"> 더닝이병 등 주요 병 저항성 조사 시기별 과실 품질 및 과피 특성 조사 지역별 과실 특성 검정 실증 <ul style="list-style-type: none"> 기후별 4개 지역 생육 및 과실 특성 실증

○ 연차별 추진계획

추진내용	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21
□ 연내 수확용 부피경감 온주밀감 품종 개발									
○ 교배 및 실생 양성	[Progress Bar]								
○ 조기착과 접목 기반 조성	[Progress Bar]								
○ 조기착과 유도를 위한 접목		[Progress Bar]							
○ 특성조사 및 1차 선발				[Progress Bar]					
○ 정밀 특성조사						[Progress Bar]			
○ 품종 선발								[Progress Bar]	

□ 추진체계 및 전략



설계, 평가 : 민간육종가, 재배농가, 대학, 농업단체 공동 기획 및 평가
 교배자원 : 국내 기관 보유 전 유전자원 및 육성 과정 중 유망계통 활용
 교배, 실생 양성 및 육종 기반 : 기 구축된 국공립 연구소 인프라 활용
 현장 실증, 평가 : 생산자 및 소비자 니즈에 맞는 평가단 구성을 통한 검증
 전문가 네트워크 : 육종 전문가, 민간 육종가, 대학, 해외 유관기관 전문가 활용

□ 세부프로젝트의 기술적 특성 및 평가 사항

- 본 세부프로젝트는 품종개발을 위한 과제로 구체적 결과는 후반기에 가능함
 - 프로젝트 추진 기간을 고려하면 종자개발이 최종 결과가 되며 품종출원은 가능하나 품종등록 및 기술이전은 기간 내에 도출되기 어려움
- 연내수확 조숙성, 난부피성 및 무핵성 특성을 고루 갖춘 육종친의 확보가 관건이 되고 있음.
 - 보유 자원 중 근접한 특성을 집중 탐색 및 도입
 - 육성 중인 착과계통 교배 모본과 부분으로의 활용성 증진
 - 청건과 월킹 교배 조합, 원교아 단배성1,3호 등 단배성 모본, 하레히메와 기주 후대 조합 등
- 다배성 계통 모본 활용 시 교잡배와 주심배 실생의 조기 판정 및 관리 개체 수 효율화
 - 무핵성인 온주밀감 모본의 교배조합에서의 교잡실생 조기 획득 기술의 확립
 - 온주밀감 모본으로 활용 시 용성가임 특이 진글 유래 SCAR 마커 증폭 화분친 선발
- 육성중 또는 보유자원 중 난부피성, 고당도성, 소과성 자원 활용 무핵화 가능조합 적용
 - 머코트, 앙코르 등 난부피성 고당도 자원을 활용한 목적 특성의 도입

(4) 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수	1	2	3		
	품종등록 건수	국내		1	1	
		국외				
	종자수출액 수입대체 효과					
	국내논문	SCI 등재학술지		1	1	
		SCI 비SCI				
	국외논문	출원 등록				
		출원 등록				
	국내특허	출원 등록				
		출원 등록				
	국제특허	출원 등록				
		출원 등록				
	매출액	국내 국외				
기술이전 *****						
특 성 지 표	인력양성					
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					

(5) 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

□ 본 사업 추진을 위해선 감귤 전통 육종분야 전문가와 실증 단계에서 실질적 재배 경험이 풍부한 민간 분야 경력자로 연구진이 이루어지는 것이 최적의 연구진으로 판단됨

○ 세부프로젝트 연구진 구성(안)

분 야	국공립 연구소	민 간	기 타
요 건	- 감귤 육종분야 연구자	- 묘목 증식 및 재배 경험자	- 대학 및 농업단체
담당분야	- 교배조합 작성 - 교배 및 실생 양성 - 특성평가 및 선발	- 지역별 실증을 위한 번식 및 재배 - 재배특성 파악	- 설계 및 교배조합의 타당성 평가 - 계통 평가단계 공동참여

(6) 세부프로젝트 예산

세부프로젝트명	구분	1단계					2단계				총계 (억원)
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
연내 수확용 부피경감 온주 밀감 품종 개 발	정부(억원)	0.8	1.56	1.3	1.21	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	10.47
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0.8	1.56	1.3	1.21	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	10.47

□ 예산 설정 근거

- 본 과제는 국내 감귤의 대부분을 차지하고 있는 온주밀감의 품종을 개발하는 과제로서 다음과 같이 예산을 정함
 - 농촌진흥청 수행 포도, 장미 등 원예작물 품종개발 과제에 1억원 내외의 정부예산이 투자되고 있음

(7) 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 수입대체 전략

○ 외국 품종에 대한 의존도 해소

- 기존 온주밀감과 부지화(한라봉) 등 감귤 품종 구조상 새로운 품종에 대한 수요가 계속적으로 늘어나고 있음
- 12월~1월 중 수확 및 유통되는 품종은 거의 없어 시장 진입이 쉬운 편이며 또한 생산자 측면에서 연말 연시 및 설 명절을 겨냥한 고품질 신품종에 대한 요구도가 큼
- 증가하고 있는 외국 감귤 품종 출원에 대응하여 국내 기후에 적합한 종자개발을 통해 외국 품종 의존도를 줄이고 로열티 지불 부담도 해소

○ 수입오렌지 대체 전략

- 부지화(한라봉), 세토카(천혜향) 등 만숙종 품종은 수입 오렌지와 시기적으로 직접적 경쟁관계에 있으나 시설재배로 인한 높은 가격으로 가격 경쟁에 어려움 직면
- 노지 저비용 고품질 감귤 품종에 의한 과실생산으로 수입오렌지 대응 가격 경쟁력 제고

□ 수출증대 전략

- 중국이나 동남아등 기온이 높은 지역에서 기존 품종(폰간 등)은 부피가 조장되기 쉽고 품질이 상대적으로 떨어짐
 - 부피 발생이 적고 조숙 만다린 감귤 종자개발을 통해 동 지역 품종출원을 또한 로열티 수입 또는 현지 생산과 과실 유통을 통한 수익 창출

(8) 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	조숙 생력형 감귤 품종 개발	
세부 프로젝트명	연내수확용 부피경감 온주밀감 품종 개발	
연구 기간	2013 ~ 2021(9년)	연구비 지원범위 총10.47억원(9년, 정부 10.47)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)	<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술	<input checked="" type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종목표 : 우수 품종 1개 개발 및 우량계통 2개 선발 ○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> - 연내수확용 부피경감 온주밀감 우수품종 1개 개발 - 연내수확용 부피경감 온주밀감 우량계통 2개 선발 - SCI 논문 1건 	
연구 필요 성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 노지 연내 수확이 가능한 품종은 온주밀감이 유일하며 그 이외의 경제적 품종은 고온에서 제 특성이 발현되기 때문에 고비용의 생산 시설이 필요함 ○ 온주밀감은 기후변화에 따라 성숙기 고온, 다우에 의해 부피과 발생이 많아 상품성이 저하되고 상대적으로 오렌지 등 타 품종에 비해 당도가 낮아 경쟁력이 저하됨 ○ 노지 연내수확 고품질 감귤품종 개발을 통해 조생온주에 편중된 품종구조를 해소하고 노지 감귤의 저비용 고품질화를 통한 경쟁력 향상이 관건이 되고 있음 ○ 노목대체용 온주밀감 신품종 요구 및 품종보호제도 전면개방에 따른 외국품종 로열티 대응이 요구됨 	
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교잡에 의한 조숙 부피경감 온주밀감 품종개발을 위한 교배 및 실생 양성 <ul style="list-style-type: none"> - 온주밀감과 조숙계 만다린 품종(계통)을 이용한 교배 및 실생 획득 - 교배실생 조기 착과 유도 및 특성조사 ○ 우량 계통 선발 및 지역별 실증 <ul style="list-style-type: none"> - 연내 수확 가능 고품질 유망계통 선발 - 지역별 기후별 노지 재배 실증을 통한 품종 특성 구명 ○ 온주밀감 대체 목적의 현장 실증 평가를 통한 우량 품종 선발 및 시범보급 <ul style="list-style-type: none"> - 감귤 전문가, 농가, 농업단체 등 공동 평가를 통한 최적 품종 선발 	
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연내 수확 노지 만다린 품종은 개발되지 않은 상황으로 신품종 요구도가 크고 온주밀감 및 시설재배 감귤에 비하여 시장 진입 장벽이 낮음 ○ 노지 저비용 온주계 감귤 재배를 통한 고품질 과실 생산이 가능해 경쟁력이 있음 ○ UPOV에 대응해 외국산 품종 대비 묘목 생산 비용이 낮고 로열티 부담이 적어 조기 면적 확대를 통한 노지 감귤의 전반적 품질 향상을 기대할 수 있음 ○ 인도네시아, 태국 등 아열대 지역 착색지연, 부피 등의 문제가 되는 재배지역에 적합한 품종으로 수출 가능 	
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 감귤 육종전문가, 유전자원 보유 및 육종 관련 인프라 구축 ○ 신청 요건 : 연구기관 자격과 동등한 육종전문가 ○ 기타 사항 : 	
Keyword	한 글	감귤, 온주밀감, 품종육성, 연내수확, 난부피성
	영 문	citrus, mandarin, variety breeding, current year harvest, nonpuffiness

2) 조속 홍피 만다린 품종 개발

(1) 세부프로젝트 도출 배경

- UPOV 대응 국내 감귤품종 개발 필요성 대두
 - UPOV 협약으로 '12년부터 감귤 등 모든 작물 품종 보호대상 지정
 - 제주 감귤재배면적 2만898ha 중 1만2600ha가 수령 30년 이상으로 품종갱신 필요
 - 로열티 대응을 위한 감귤분야 국내 품종 개발과 보급이 시급함
 - 감귤 재배 농민의 로열티 지급 부담을 해소
 - 민간 영역의 육종 체계 활성화 및 생산자 조직을 통한 유통 보급 체계를 통해 감귤 신품종 로열티 공동 대응
 - FTA 대응방안으로 만감류 품질향상 및 연중 생산체계 구축사업 추진
- 민간 영역에서 수행 가능한 육종목표 수행 및 육종가 육성을 통한 지역 경제 활성화
 - 홍색 과피의 차별화된 품종 개발로 감귤 소비촉진 및 산업 경쟁력 제고 필요
 - 제주도 주요 재배품종인 운주밀감은 황색 계열인데, 탄제린 계통의 홍색 품종은 차별화된 경험을 소비자들에게 제공할 수 있음
 - 민간육종 활성화로 감귤 신품종 개발 촉진 및 체계화된 묘목 생산 유통 체계를 구축하여 선진 종묘체계의 확산 필요

(2) 세부프로젝트 최종 목표

- 과학기술적 목표
 - 조속 홍피 만다린 우수품종 1개 개발
 - 조속 홍피 만다린 우량계통 1개 선발
 - 고배실생 육묘, 실증, 선발을 위한 기반시설 구축
 - 농가보급을 위한 묘목 증식, 생산, 유통 시스템 구축
- 산업경제적 목표
 - 경쟁력 있는 감귤 품종육성 기반조성, 육성 품종의 묘목 대량 생산 시스템, 판매 유통체계를 구축하여 안정적 민간 육종가의 자생력 확보
 - 조직화된 생산자 조직을 중심으로 육종품종의 비즈니스 모델 구축을 통한 경쟁력 확보

(3) 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진방법 및 연차별 추진계획

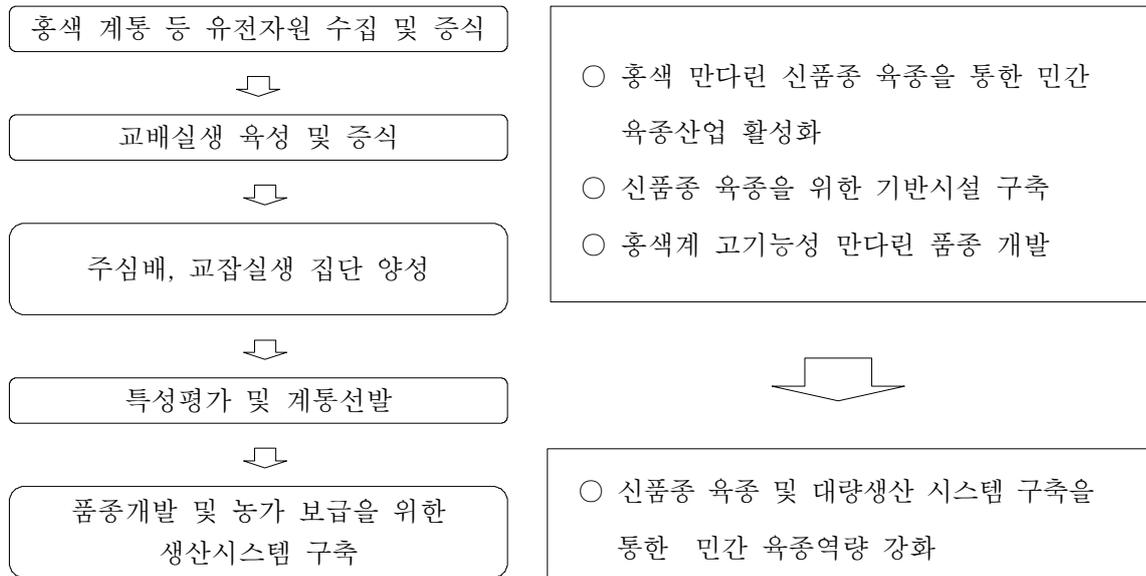
○ 단계별 목표 및 세부 추진방법

단계별	목 표	세부 추진방법
1단계 (2013~2016)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 교배 및 실생 양성 ◦ 조기 착과 유도 ◦ 우수계통 1차 선발 	<ul style="list-style-type: none"> - 조숙 홍색계 품종육성을 위한 교배 <ul style="list-style-type: none"> · 홍색, 적색계 만다린 이용 교배 및 실생 획득 - 실생집단 대량 양성 <ul style="list-style-type: none"> · 과중, 육묘 시스템 구축 - 교배실생 조기착과 유도 <ul style="list-style-type: none"> · 생장 촉진, 개화 및 착과 유도 - 우수계통 선발 <ul style="list-style-type: none"> · 착과 계통 숙기, 과실 주요 특성 조사
2단계 (2017~2021)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 최종 품종 선발 -선발계통 정밀 특성조사 -품종 출원 	<ul style="list-style-type: none"> - 1차 선발계통 정밀 생육 특성 조사 <ul style="list-style-type: none"> · 착화 및 착과 습성, 수세 등 - 주요 과실 특성 조사 <ul style="list-style-type: none"> · 홍색 형질 보유여부 및 과실 품질 - 홍색 개체 선호도 조사 - 우수계통 선발

○ 연차별 추진계획

추진내용	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21
□ 조숙 홍피 만다린 품종 개발									
○ 교배, 실생 양성 및 육묘									
○ 조기착과 유도									
○ 특성조사 및 1차 선발									
○ 과피색 선호도 및 과실 정밀평가									
○ 품종 선발									

□ 추진체계 및 전략



○ 추진전략

- 국립원예특작과학원 감귤시험장, 제주특별자치도농업기술원 감귤육종센터 육종전문가의 자문을 통한 감귤육종 기술체계 습득 및 평가 협력체계 구축
- 육종 기획 설계 평가 : 대학, 공공감귤육종연구소, 민간 감귤육종회사 공동 기획 및 평가 실시
- 품종 개발 기반 : 교잡 품종 육성에 필요한 기본 인프라 구축
- 육성 및 선발된 품종의 기본 재배기술 체계를 확보하고 시장화에 필요한 생산 유통 판매 체계를 구축

(4) 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수		2	2		
	품종등록 건수	국내				
		국외				
	종자수출액					
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원				
		등록				
	국제특허	출원				
		등록				
	매출액	국내				
국외						
기술이전						

(5) 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 감귤 육종 기본 시설, 전문성을 보유한 민간 육종가 및 유전자원, 육종기반 국공립연구소 전문가로 협력체계 구성
- 교배, 실생양성, 특성평가, 선발과정은 민간 육종가가 주관
- 교배조합 작성 자문, 유전자원 제공, 특성평가 요령 등 감귤 육종 전문가 협력체계
- 민간 육종가 그룹 및 개별 농가 등을 포함한 생산자 단체 조직을 통한 품종개발, 보급 협력체계

(6) 세부프로젝트 예산

세부프로젝트명	구분	1단계					2단계				총계 (억원)
	연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
조숙 홍피 온주 밀감 품종 개발	정부(억원)	1.1	2.0	2.0	1.9	1.7	1.7	1.5	1.5	1.5	14.9
	민간(억원)	0.35	0.35	0.35	0.35	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	7.9
	합계	1.35	2.35	2.35	2.25	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	22.8

□ 예산 설정 근거

- 본 과제는 국내 감귤의 대부분을 차지하고 있는 온주밀감의 품종을 개발하는 과제로서 민간 주도로 수행될 예정으로 다음과 같이 예산을 정함
 - 농촌진흥청 수행 포도, 장미 등 원예작물 품종개발 과제에 1억원 내외의 정부예산이 투자되고 있음
 - 감귤에 있어서 민간 육종회사는 전무한 실정으로 민간 육종회사 육성의 목적 달성을 위해 육종 시설에 대한 지원이 필요하며, 육묘 하우스의 경우 단순 하우스시설(20만원/평 내외, 매년 300평의 규모로 1,000평 내외 확보) 외에도 생장기간 연장을 위한 보온 및 가온시설 설치 등의 비용을 감안해야 할 것임

(7) 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 감귤 UPOV 품목 추가에 따른 로열티 대책

- 감귤의 UPOV 신품종 보호협약 품목 추가에 따라 신품종 도입에 대한 로열티 지급 부담이 증가
 - 국내 개발 감귤 품종으로 새로운 수요 대체, 로열티 유출 방지
- 민간 감귤 육종 활성화로 감귤 품종 수입 대체 및 해외 생산 기반 마련
 - 국내 육성 감귤 품종의 해외 재배 생산 거점 개척으로 국제 시장 진출

□ FTA 확대에 대비한 감귤 국제 경쟁력 확보

- 감귤 품종 개발시 묘목 생산 판매뿐만 아니라, 최종 산물을 체계적으로 생산 유통 판매하기 위한 개발 품종 단위 생산자 단체 구성
- 품종별 생산자 단체 구성 등 생산 조직화로 국내 시장 경쟁력 및 국제 경쟁력 확보
 - 재배 생산 관리, 품질 관리, 유통 및 판매 마케팅 조직화

(8) 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	조속 생력형 감귤 품종 개발		
세부 프로젝트명	조속 홍피 만다린 품종 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021(9년)	연구비 지원범위	총22.8억원(9년, 정부 14.9, 민간 7.9)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input checked="" type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종목표 : 우수 품종 1개 개발 및 우량계통 1개 선발 ○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> - 조속 홍피 만다린 우수품종 1개 개발 - 조속 홍피 만다린 우량계통 1개 선발 		
연구 필 요 구성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 차별화된 마케팅 전략으로 농가소득을 향상시킬 수 있는 홍색 과피 만다린 개발이 요구됨 ○ 현재 일부 재배되고 있는 홍피 만다린은 로열티 지급대상일 뿐 만 아니라 저장성이 열악하여, 이를 대체할 수 있는 품종개발이 시급함 ○ 민간육종 활성화로 감귤 신품종 개발 촉진 및 종묘산업의 우위선점이 요구됨 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 홍피계 만다린 교배 및 교배실생 대량양성 <ul style="list-style-type: none"> - 홍피계 이용 인위교배 및 교배종자와 교배실생 대량 확보 - 교배실생 조기 착과 유도 및 특성조사 ○ 우량계통의 정밀 평가 및 우수품종 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 조속 홍피 우량계통의 특성분석 - 지역별 기후특성 영향 및 저장력 평가 - 우량계통 및 우수 품종의 최종 선발 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ UOPV 대응 로열티 부담 해소 및 감귤 경쟁력 제고 ○ 민간육종 활성화로 감귤 신품종 개발의 가속화 및 종묘 강국의 실현 ○ 민간기업의 신규 품종 개발 및 수출에 따른 기업 성장과 지역 인재 고용 확대 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 종자기사자격증 또는 상응하는 인력보유 종묘업체 ○ 신청 요건 : 자부담 가능한 종묘업체 ○ 기타 사항 : 		
Keyword	한 글	감귤, 만다린, 조속, 홍피, 기능성	
	영 문	citrus, mandarin, early maturing, reddish peel, functional component	

3) 조속 강세 만다린 품종 개발

(1) 세부프로젝트 도출 배경

□ 시장 여건 변화에 따라 다양한 감귤류 수요 증가

- 소비자 기호도 변화에 따라 다양한 감귤에 대한 수요가 요구 되고 있으나, 국내 감귤 생산의 92% 정도가 온주 밀감에 편중되어 있어, 품종 다변화를 통한 시장 수요 충족이 요구됨
- 기후 변화, 재배 기술 발달에 따라 감귤 재배 지역이 제주도에서 남해안과 내륙 지역으로 확대되고 있으며, 다양한 감귤 품종에 대한 수요가 발생하고 있음
- 감귤류의 생산·출하시기 조절과 시장 공급 조절, 가격 안정을 통한 소득 증대를 위해서는 감귤의 숙기, 수세, 재배 특성을 달리하는 품종 계통 육성이 필요함
- 감귤의 UPOV 신품종 보호 협약 품목 추가에 따라 신품종에 대한 로열티 지급 부담이 증가하고 있으며, 이에 대비한 민간 분야의 감귤 육종 기반 구축과 신품종 개발이 필요함
- FTA 확대에 따라 감귤의 재배 기술 현대화와 고품질화를 통해 오렌지 등 수입 감귤류에 대한 경쟁력 확보와 국제 시장 환경 변화에 능동적으로 대응하는 수출 전략 상품으로 육성이 필요

□ 감귤 주심배 육종 기술

- 주심배를 이용한 품종의 육성은 모본의 형질을 안정적으로 유지하면서, 품종을 개량할 수 있는 육종방법으로, 재배 안정성과 시장성이 확보된 품종에 대하여 수세, 조숙성 등의 특성을 갖는 우수 품종을 확보할 수 있는 육종 기술임
- 국내에서도 주심배 선발을 통해 온주와 만감류 계통에서 품종이 육성된 사례가 있으며, 민간 육종 기반이 취약한 국내 여건상 품종 선발 후 상업화 가능성과 농촌진흥청 감귤시험장, 제주도 농업 기술원 감귤 육종센터 등 공공 감귤 육종 연구소로부터 민간으로 단기간 육종기술을 이전할 수 있는 분야로 주심배 육종기술 도입이 바람직 함

(2) 세부프로젝트 최종 목표

□ 과학기술적 목표

- 민간 부분에서 감귤 주심배 배양 및 사배체 육성 등 주심배 만다린 품종 육성 기반 마련
 - 부지화(한라봉), 아마쿠사(천초) 등 만다린의 주심배 및 배배양을 통해 무가온 조건에서 12월 내 조기 수확 출하가 가능한 만다린 1품종 개발

□ 산업경제적 목표

- 육성된 품종을 기반으로 품종 단위 생산자 단체를 구성하고, 조직적인 생산관리 및 유통 판매를 통한 육성 품종의 안정적 시장화 기반 마련
- 조직화된 생산자 조직을 중심으로 해외 생산 기지 개척, 국제 경쟁력 확보

(3) 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진방법 및 연차별 추진계획

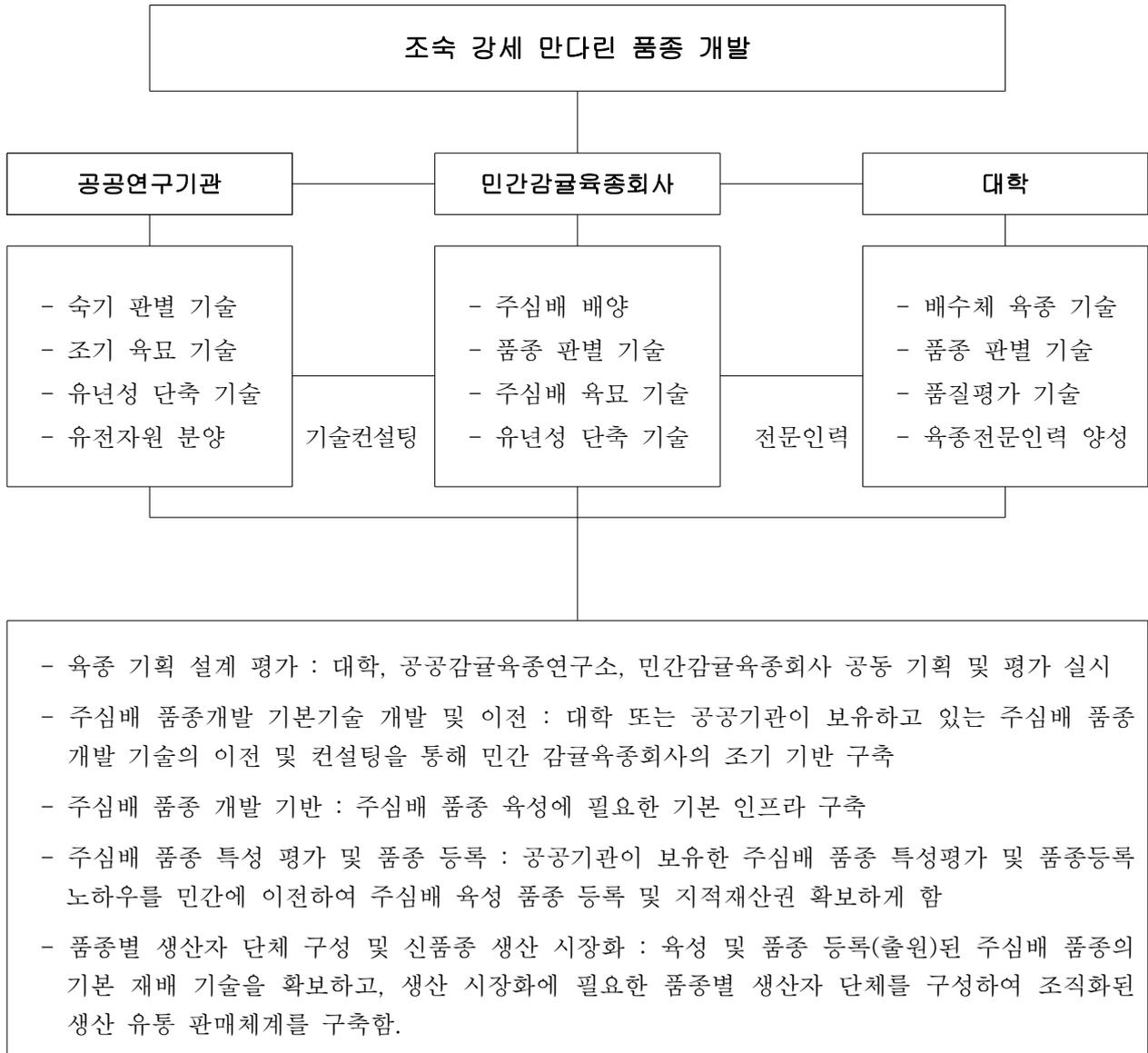
○ 단계별 목표 및 세부 추진방법

단계별	목 표	세부 추진방법
1단계 (2013~2016)	▶ 만다린 주심배 배양기술 확보 및 조숙 우량 품종 육성	- 만다린 미숙 종자 배배양 기술 확보 - 교배종자 발아식물 유래의 기내 조기선별 기술 확보 - 만다린 주심배 배양체 조기 육묘 기술 확보 - 주심배 유년성 단축 기술 확보
2단계 (2017~2021)	▶ 주심배 배양 조숙 우량 품종 육성 및 시장화 : 품종 선발 및 품종 출원 1건	- 조숙성 및 품질 평가와 우량계통 선발 - 우량계통의 재배 특성 평가 - 만다린 주심배 배양 유래 우수 계통 1 품종 출원 - 만다린 주심배 유래 조생 계통 1 품종 등록 - 품종 단위 감귤 생산자 단체 구성 및 생산 체계 확립

○ 연차별 추진계획

추진내용	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21
□ 조숙 강세 만다린 품종 개발									
○ 만다린 미숙종자와 교배종자 배배양 기술체계 확립									
○ 실생집단 양성									
○ 주심배 배양체 조기 육묘 및 유년성 단축기술 확보									
○ 품질(당도, 산도, 향미) 평가 기술 확보									
○ 품종 선발 및 출원									
○ 감귤 생산자 단체 구성 및 생산 체계 확립									

□ 세부프로젝트 추진체계 전략



(4) 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	품종개발 건수		2	2		
	품종출원 건수	국내				
		국외				
	품종등록					
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원				
		등록				
	국제특허	출원				
		등록				
	매출액 (백만원)	국내				
국외						
기술이전						
특 성 지 표	인력양성					
	기반구축 실적					
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					

(5) 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

감귤 육종 기본 시설, 전문성을 보유한 민간 육종가 및 유전자원, 육종기반 국공립연구소 전문가로 협력체계 구성

- 교배, 실생양성, 특성평가, 선발과정은 민간 육종가가 주관
- 교배조합 작성 자문, 유전자원 제공, 특성평가 요령 등 감귤 육종 전문가 협력체계
- 민간 육종가 그룹 및 개별 농가 등을 포함한 생산자 단체 조직을 통한 품종개발, 보급 협력체계

(6) 세부프로젝트 예산

세부프로젝트명	구분	1단계					2단계				총계 (억원)
	연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
조속 강세 만다린 품종 개발	정부(억원)	1.1	2.0	2.0	1.9	1.7	1.7	1.5	1.5	1.5	14.9
	민간(억원)	0.3	0.3	0.3	0.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	7.2
	합계	1.4	2.3	2.3	2.2	2.9	2.9	2.7	2.7	2.7	22.1

□ 예산 설정 근거

- 본 과제는 국내 감귤에서 수요가 급속하게 증가하고 있는 시설만다린 및 노지 만다린의 품종을 개발하는 과제로서 민간 주도로 수행될 예정으로 다음과 같이 예산을 정함
 - 농촌진흥청 수행 포도, 장미 등 원예작물 품종개발 과제에 1억원 내외의 정부예산이 투자되고 있음
 - 감귤에 있어서 민간 육종회사는 전무한 실정으로 민간 육종회사 육성의 목적 달성을 위해 육종 시설에 대한 지원이 필요하며, 육묘 하우스의 경우 단순 하우스시설(20만원/평 내외, 매년 300평의 규모로 1,000평 내외 확보) 외에도 생장기간 연장을 위한 보온 및 가온시설 설치 등의 비용을 감안해야 할 것임

(7) 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 감귤 UPOV 품목 추가에 따른 로열티 대책

- 감귤의 UPOV 신품종 보호협약 품목 추가에 따라 신품종 도입에 대한 로열티 지급 부담이 증가
 - 국내 개발 감귤 품종으로 새로운 수요 대체, 로열티 유출 방지
- 민간 감귤 육종 활성화로 감귤 품종 수입 대체 및 해외 생산 기반 마련
 - 국내 육성 감귤 품종의 해외 재배 생산 거점 개척으로 국제 시장 진출

□ FTA 확대에 대비한 감귤 국제 경쟁력 확보

- 감귤 품종 개발시 묘목 생산 판매뿐만 아니라, 최종 산물을 체계적으로 생산 유통 판매하기 위한 개발 품종 단위 생산자 단체 구성
- 품종별 생산자 단체 구성 등 생산 조직화로 국내 시장 경쟁력 및 국제 경쟁력 확보
 - 재배 생산 관리, 품질 관리, 유통 및 판매 마케팅 조직화

(8) 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	조속 생력형 감귤 품종 개발		
세부 프로젝트명	조속 강세 만다린 품종 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021(9년)	연구비 지원범위	총22.1억원(9년, 정부 14.9, 민간 7.2)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input checked="" type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종목표 : 우수 품종 1개 개발 및 우량계통 1개 선발 ○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> - 조속 강세 주심배 만다린 우수품종 1개 개발 - 조속 강세 주심배 만다린 우량계통 1개 선발 		
연구 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현재 생산되고 있는 한라봉, 천혜향 등 시설 만다린은 2월 이후 수확해야 최고의 품질이 발휘되는 품종으로 연내 조기 출하시 품질 저하 및 불균일한 품질 문제가 심각함 ○ 동등한 품질보유 연내 수확 가능한 연말연시 선물용 고품질 만다린 품종개발이 시급히 요청되고 있음 ○ 민간육종 활성화로 감귤 신품종 개발 촉진 및 종묘산업의 우위선점이 요구됨 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 만다린 교배 및 주심배 실생 대량양성 <ul style="list-style-type: none"> - 한라봉 등 만다린잡종의 교배 후 주심배 종자 획득 및 파종 - 주심배 실생의 대량양성 및 조기 육묘 - 조기결실 계통의 특성조사 ○ 우량계통의 정밀 평가 및 우수품종 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 조속 고품질 주심배 우량계통의 선발 - 지역별 기후특성 영향의 평가 - 우량계통 및 우수 품종의 최종 선발 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연내수확용 고품질 만다린 개발로 출하시기 분산 및 농가소득 향상 ○ 로열티 지급 대상 품종의 조기 대체 및 감귤산업 경쟁력 제고 ○ 민간육종 활성화로 감귤 신품종 개발 촉진 및 종묘산업의 우위선점 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 종자기사자격증 또는 상응하는 인력보유 종묘업체 ○ 신청 요건 : 자부담 가능한 종묘업체 ○ 기타 사항 : 		
Keyword	한 글	감귤, 연내수확, 시설만감, 대과, 주심배	
	영 문	citrus, current year harvest, protected cultivation mandarin, large fruit size, nucellar embryo,	

4) 적육 관피 만다린 품종 개발

(1) 세부프로젝트 도출 배경

- 2011년 기준 제주도내 감귤 재배면적은 약 21만ha로, 이중 노지 온주밀감의 차지하는 비중은 86%로 지속적인 감소 추세를 보이는 반면에, 월동감귤(4%), 만감류(8%) 재배면적은 지속적인 증가 추세를 나타냄
 - 만감류에 있어서는 한라봉이 전체 재배면적의 76%인 1,292ha로 일부 품목에 집중되고 있는 실정
- 미국 등은 자국의 품종 보호를 위해 식물특허 강화 및 과실 가공식품으로 육종가의 권리보호를 확대하고 있는 실정
 - 민간 육종 기반 구축을 위한 민간 육종지원 및 컨설팅 시스템 구축을 통한 육종산업 활성화 필요
- 적색 등 유색 과육의 특성을 보유한 품종개발은 시각적으로 차별화된 경험을 소비자에게 제공할 수 있고 플라보노이드 및 카노티노이드 등의 기능성 성분을 다량 갖고 있어 소비자의 다양한 기호에 대응할 수 있는 경쟁력 있는 품종개발 목표임

(2) 세부프로젝트 최종 목표

- 과학기술적 목표
 - 적육계 만다린 우수품종 개발 1개
 - 적육계 만다린 우량계통 선발 1개
 - 교배, 육묘, 특성 평가, 선발 육종체계 구축
 - 농가보급을 위한 묘목 대량 생산 유통 시스템 구축
- 산업경제적 목표
 - 경쟁력 있는 감귤 품종 육성기반 조성, 육성 품종의 묘목 대량생산 시스템, 판매 유통체계를 구축하여 안정적 민간 육종가의 자생력 확보
 - 조직화된 생산자 조직을 중심으로 육종품종의 비즈니스 모델 구축을 통한 경쟁력 확보

(3) 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

□ 추진방법 및 연차별 추진계획

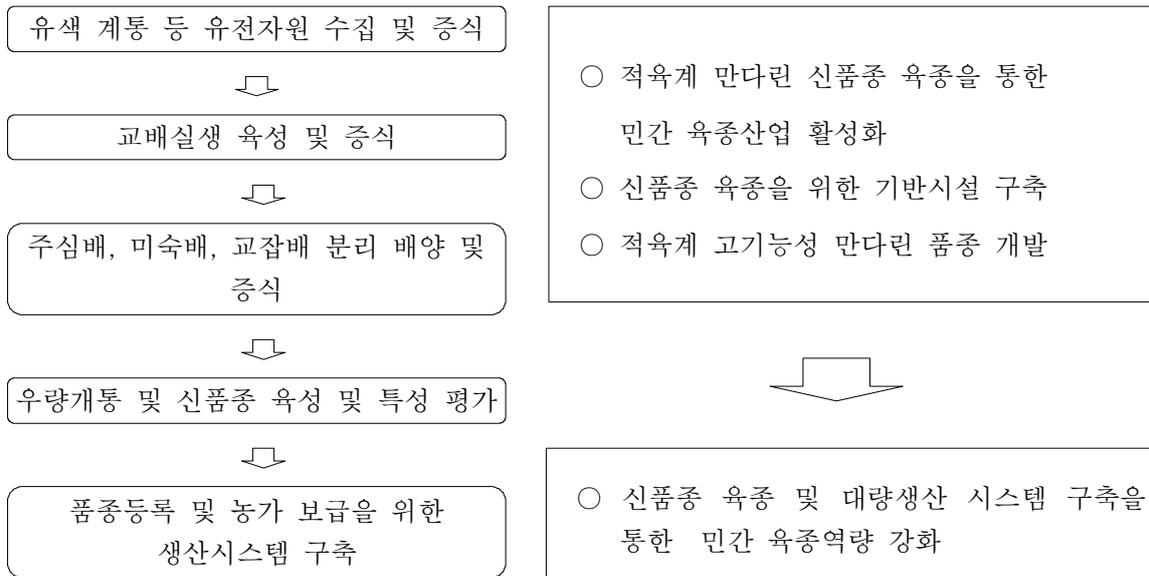
○ 단계별 목표 및 세부 추진방법

단계별	목 표	세부 추진방법
1단계 (2013~2016)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 교배 및 실생 양성 ◦ 조기 착과 유도 ◦ 우수계통 1차 선발 	<ul style="list-style-type: none"> - 적육계 품종 이용 교배 <ul style="list-style-type: none"> · 타르코오렌지, 모로오렌지 등 - 실생집단 대량 양성 <ul style="list-style-type: none"> · 과중, 육묘 시스템 구축 - 교배실생 조기착과 유도 <ul style="list-style-type: none"> · 생장 촉진, 개화 및 착과 유도 - 우수계통 선발 <ul style="list-style-type: none"> · 착과 계통 숙기, 과실 주요 특성 조사
2단계 (2017~2021)	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 최종 품종 선발 -선발계통 정밀 특성조사 -품종 출원 	<ul style="list-style-type: none"> - 1차 선발계통 정밀 생육특성 조사 <ul style="list-style-type: none"> · 착화 및 착과 습성, 수세 등 - 주요 과실 특성 조사 <ul style="list-style-type: none"> · 적육 형질 보유여부 및 과실 품질 - 적육 개체 기능성 조사 - 우수계통 선발

○ 연차별 추진계획

추진내용	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21
□ 적육 관피 만다린 품종 개발									
○ 교배, 교배실생 양성 및 육묘									
○ 조기육묘 및 조기결실 유도									
○ 특성조사 및 1차 선발									
○ 기능성 및 과실 정밀 평가									
○ 품종 선발									

□ 추진체계 및 전략



○ 추진전략

- 국립원예특작과학원 감귤시험장, 제주특별자치도 농업기술원 감귤육종센터 육종전문가의 자문을 통한 감귤육종 기술체계 습득 및 평가 협력체계 구축
- 육종 기획 설계 평가 : 대학, 공공감귤육종연구소, 민간 감귤육종회사 공동 기획 및 평가 실시
- 품종 개발 기반 : 주심배 및 교잡 품종 육성에 필요한 기본 인프라 구축
- 육성 및 선발된 품종의 기본 재배 기술 체계를 확보하고 시장화에 필요 생산 유통 판매체계 구축

○ 보급용 증식 및 생산 시스템 구축



대목용 종자 파종



대목생산



접수 생산 및 증식



포트묘 접목



격리재배 포장



출하용 포트묘 생산



정식 및 관리방법



농가출하

(4) 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항
공 통 지 표	종자개발 건수		2	2	
	품종등록 건수	국내			
		국외			
	종자수출액				
	수입대체 효과				
	국내논문	SCI			
		등재학술지			
	국외논문	SCI			
		비SCI			
	국내특허	출원			
		등록			
	국제특허	출원			
		등록			
	매출액	국내			
국외					
기술이전					

특 성 지 표	인력양성				
	기반구축(배배양 시스템)	1		1	
	기반구축(우량품종 선발)				
	분자마커				
	유용유전자				

(5) 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 감귤 육종 기본 시설, 전문성을 보유한 민간 육종가 및 유전자원, 육종기반 국공립연구소 전문가로 협력체계 구성
- 교배, 실생양성, 특성평가, 선발과정은 민간 육종가가 주관
- 교배조합 작성 자문, 유전자원 제공, 특성평가 요령 등 감귤 육종 전문가 협력체계
- 민간 육종가 그룹 및 개별 농가 등을 포함한 생산자 단체 조직을 통한 품종개발, 보급 협력체계

(6) 세부프로젝트 예산

세부프로젝트명	구분	1단계					2단계				총계 (억원)
	연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
적육 관피 만다린 품종 개발	정부(억원)	1.0	2.0	2.0	1.9	1.7	1.7	1.5	1.5	1.5	14.9
	민간(억원)	0.35	0.35	0.35	0.35	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	7.9
	합계	1.35	2.35	2.35	2.25	3.0	3.0	2.8	2.8	2.8	22.8

□ 예산 설정 근거

- 본 과제는 국내 감귤에서 수요가 급속하게 증가하고 있는 시설만다린 및 노지 만다린의 품종을 개발하는 과제로서 민간 주도로 수행될 예정으로 다음과 같이 예산을 정함
 - 농촌진흥청 수행 포도, 장미 등 원예작물 품종개발 과제에 1억원 내외의 정부예산이 투자되고 있음
 - 감귤에 있어서 민간 육종회사는 전무한 실정으로 민간 육종회사 육성의 목적 달성을 위해 육종 시설에 대한 지원이 필요하며, 육묘 하우스의 경우 단순 하우스시설(20만원/평 내외, 매년 300평의 규모로 1,000평 내외 확보) 외에도 생장기간 연장을 위한 보온 및 가온시설 설치 등의 비용을 감안해야 할 것임

(7) 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

□ 감귤 UPOV 품목 추가에 따른 로열티 대책

- 감귤의 UPOV 신품종 보호협약 품목 추가에 따라 신품종 도입에 대한 로열티 지급 부담이 증가
 - 국내 개발 감귤 품종으로 새로운 수요 대체, 로열티 유출 방지
- 민간 감귤 육종 활성화로 감귤 품종 수입 대체 및 해외 생산 기반 마련
 - 국내 육성 감귤 품종의 해외 재배 생산 거점 개척으로 국제 시장 진출

□ FTA 확대에 대비한 감귤 국제 경쟁력 확보

- 감귤 품종 개발시 묘목 생산 판매뿐만 아니라, 최종 산물을 체계적으로 생산 유통 판매하기 위한 개발 품종 단위 생산자 단체 구성
- 품종별 생산자 단체 구성 등 생산 조직화로 국내 시장 경쟁력 및 국제 경쟁력 확보
 - 재배 생산 관리, 품질 관리, 유통 및 판매 마케팅 조직화

(8) 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	조숙 생력형 감귤 품종 개발		
세부 프로젝트명	적육 관피 만다린 품종 개발		
연구 기간	2013 ~ 2021(9년)	연구비 지원범위	총22.8억원(9년, 정부 14.9, 민간 7.9)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input checked="" type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종목표 : 우수 품종 1개 개발 및 우량계통 1개 개발 ○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> - 적육 관피 만다린 우수품종 1개 개발 - 적육 관피 만다린 우량계통 1개 선발 - 조기 미숙배구제 기반구축 		
연구 필 요 구성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 적육에 의한 기능성 강화 및 차별화된 품종개발로 감귤 소비촉진 및 산업경쟁력 제고가 요구됨 ○ 현재 적육계는 자몽 및 오렌지 계통으로 껍질벗기기 용이한 만다린 품종의 개발은 보고된 바 없음 ○ 민간육종 활성화로 감귤 신품종 개발 촉진 및 종묘산업의 우위선점이 요구됨 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 적육계 교배 및 교배실생 대량양성 <ul style="list-style-type: none"> - 적육계를 부분으로 교배 후 교잡배 및 미숙배 조기적출 및 실생 획득 - 교배실생 조기 착과 유도 및 특성조사 ○ 우량계통의 정밀 평가 및 우수품종 선발 <ul style="list-style-type: none"> - 적육관피 우량계통의 안토시아닌 특성분석 - 지역별 기후특성 영향의 평가 - 우량계통 및 우수 품종의 최종 선발 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 적색 만다린 품종의 개발에 따른 기존 품종과의 차별화로 농가소득의 극대화 ○ 품종 다양화로 소비자의 다양한 기호도 요구 충족 및 감귤 소비 촉진 ○ 민간육종 활성화로 감귤 신품종 개발 촉진 및 종묘산업의 우위선점 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 종자기사자격증 또는 상응하는 인력보유 종묘업체 ○ 신청 요건 : 자부담 가능한 종묘업체 ○ 기타 사항 : 		
Keyword	한 글	감귤, 만다린, 적육, 관피, 기능성	
	영 문	citrus, mandarin, red pulp, loose-skin, functional component	

제3절. 감귤 종묘 조기 국산화 기반 구축 프로젝트

1. 연구개발 목표

1) 최종목표

최종 목표

- 국내 육성 신품종 보급률 10% 달성 및 감귤 무독묘 공급체계 구축

목표설정 근거

- 현재 감귤 40년 이상의 노목 비율이 33% 내외로 갱신 대상이 되고 있는데, 매년 평균 20만주 내외의 묘목이 생산 유통되고 있으며, 권장 최소 재식거리 4×1.5m 를 적용할 경우 120ha 내외로 9년간 1,078ha에 해당되지만 국내육성 품종의 우수성을 전시포 운용으로 홍보 강화하면 2배 정도의 성과를 거둘 수 있을 것으로 예상하여 10% 목표치를 설정함

2) 단계별 목표

1단계('13~'16)	2단계('17~'21)
감귤 종묘 국산화 기반구축	감귤 국내육성 신품종 보급률 10% 달성
<ul style="list-style-type: none"> - 국내육성 신품종 전시포 조성 - 주요 재배품종의 무독묘 육성 	<ul style="list-style-type: none"> - 국내육성 신품종 전시포 운영 - 국내육성 품종 10% 보급 확대 - 무독묘 공급체계 시범운영 - 보증무독묘 종묘업 시범운영

2. 연구개발 필요성

국내 육성품종의 보급 미흡 및 외국품종 로열티 부담 지속에 따른 농가 영농의 심적 부담 가중

- 외국 품종에 거의 대부분을 의존하고 있으나(국내 육성종 보급률 0.3% 내외), 당장 로열티를 내야하는 것은 아니지만 로열티 분쟁에 대한 경영농가의 불안감이 커지고 있음
 - 국내육성 품종의 조기보급 확대를 위한 국내외 우수품종의 전시 비교를 통해 객관적 우수성 입증으로 보급을 촉진할 필요가 있음

국내 육성품종의 바이러스 및 바이로이드 감염노출에 따라 감염 위험도가 증가하여 감염시 우수형질의 발현 저하로 품종 가치의 하락으로 보급계획의 차질 초래가 예상됨

- 신품종의 보유하고 있는 우수성을 최대한 발휘토록 하여 농가 보급을 촉진하기 위해서는 무독묘 공급체계 기반 구축이 필요함
- 국내 종묘산업의 선진화 및 해외시장 진출의 세계화를 달성하기 위한 보증무독묘 공급체계 확립

이 요구됨

- 황룡병 등 해외 고위험 병해충 유입 및 확산을 철저히 차단하여 국내 감귤산업을 보호하기 위한 대책 수립이 요구됨

3. 기존 연구와의 중복성 및 연계방안

- 이미 개발되어 국내외적으로 사용되고 있는 감귤 바이러스 및 바이로이드 무독화와 검정에 대한 기술을 바탕으로 신품종은 물론 주요 재배품종에 대한 감염진단 및 무독화 처리로 무독 원모수와 모수를 유지하고 무독 접수를 분양하는 무독묘 공급체계를 정립하는 것이 목적임
- 무독화 우량대묘를 재식하여 신품종의 형질을 최대한 발휘토록 환경을 국내외 전시포를 조성 운영하여 조기보급 체계를 구축하는 것을 목적으로 하고 있음

4. 프로젝트 추진체계 및 추진전략

□ 추진체계

	주요 수행 내용	수행 주체
감귤 종묘 조기 국산화 기반 구축	<ul style="list-style-type: none"> - 국내외 우수 품종의 국내 전시포 조성 및 운영 - 국내육성 품종의 해외 전시포 조성 및 운영 - 국내 재배 주요 품종의 무독화 및 무독묘 증식 - 무독묘 원원종, 보급종의 확보 및 공급체계의 시범운영 	산학연

□ 추진전략

○ 국내 육성품종의 전시포 조성 및 운영

- 국내 육성품종의 바이러스 및 바이로이드 감염여부를 검정하고 무독묘를 확보하여 외국 우수품종과 함께 전시하여 현장에서 직접 비교할 수 있도록 운영함
- 객관성이 입증될 수 있도록 산학관연이 협력체계를 구축하여 공동으로 수행함
- 국내 전시포의 운영경험을 바탕으로 해외 현지 전시포의 시범적 운영을 추진함

○ 감귤 보증무독묘 공급체계 구축

- 상시 무독접수 분양이 가능토록 무독묘 원모수와 모수를 확보하고 유지 관리하는 시스템을 국내 육성품종부터 단계적으로 확대해 나감
- 묘목업체에서 무독묘 공급이 가능토록 시설을 구비하여 운영하는 노하우 축적을 위해 시범적으로 시설 운영기술을 구축해 나감

5. 프로젝트 Micro 로드맵

프로젝트명		감귤 종묘 조기 국산화 기반구축									
단계별 목표		1단계				2단계				최종목표	
		신품종 전시포장 조성 및 주요 재배품종의 무독묘 육성				신품종 국내외 전시포 운영 및 보증무독묘 공급체계 기반구축				감귤종묘 국산화 10% 보증무독묘 공급체계 구축	
중점연구영역		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	프로젝트 목표
신품종 보급 촉진을 위한 시스템 구축	국내외 전시포 조성 및 홍보	전시포장 조성									국내 육성 신품종 10% 보급 확대
		신품종 국내 전시포 운영						해외 시범포 운영			
		주요 재배품종의 무독묘 육성									
감귤 무독묘 공급체계 기반구축	감귤 무독묘 기반시설 구축	보증무독묘 공급체계 기반구축									

6. 세부프로젝트 추진계획

1) 신품종 보급 촉진을 위한 시스템 구축

(1) 세부프로젝트 도출 배경

- 국내 육성품종의 보급 미흡 및 외국품종 로열티 부담 지속에 따른 농가 영농의 심적 부담 가중
- 외국 품종에 거의 대부분을 의존하고 있으나(국내 육성종 보급률 0.3% 내외), 당장 로열티를 내야하는 것은 아니지만 로열티 분쟁에 대한 경영농가의 불안감이 커지고 있음
 - 국내육성 품종의 조기보급 확대를 위한 국내외 우수품종의 전시 비교를 통해 객관적 우수성 입증으로 보급을 촉진할 필요가 있음

(2) 세부프로젝트 최종 목표

- 국내육성 신품종 보급률을 2021년까지 10%까지 확대함

(3) 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

국내 육성품종의 전시포 조성

- 국내 육성품종의 바이러스 및 바이로이드 감염여부를 검정하고 무독묘를 확보하여 외국 우수품종과 함께 전시하여 현장에서 직접 비교할 수 있도록 운영함

국내 육성품종의 국내외 전시포 운영

- 객관성이 입증될 수 있도록 산학관연이 협력체계를 구축하여 공동으로 수행함
- 사전 지속적인 해외 시장동향 정보를 충분히 수집 분석하여 대상국을 선정함
- 국내 전시포의 운영경험을 바탕으로 해외 현지 전시포의 시범적 운영을 추진함

(4) 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수					
	품종등록 건수	국내				
		국외				
	종자수출액					
	수입대체 효과(국산화율%)		10	10	국내육성종 보급	
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원				
		등록				
	국제특허	출원				
		등록				
	매출액	국내				
국외						
기술이전						

특 성 지 표	인력양성					
	기반구축 실적		1	1		
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					

(5) 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 본 세부 프로젝트의 연구진은 산학연 협력체제로 구성하고자 함

- 본 세부 프로젝트를 수행할 후보 연구기관으로는 제주대학교, 국립원예특작과학원 감귤시험장, 제주특별자치도농업기술원, 감귤농업협동조합 등이 있음

(6) 세부프로젝트 예산

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계 (억원)
	연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
신품종 보급촉진을 위한 시스템을 위한 시스템 구축	정부(억원)	0	0.7	0.7	0.7	1.5	2.0	2.5	3.0	3.0	14.1
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0	0.7	0.7	0.7	1.5	2.0	2.5	3.0	3.0	14.1

□ 예산 설정 근거

- 본 과제는 국내 육성 신품종은 물론 외국의 품종을 함께 전시하는 전시포를 기상 및 토양특성이 대별되는 지역에 설치하여 수채 및 과실 생육반응을 외국 품종과 비교하여 우수성을 홍보하여 자급율을 증가시킬 목적으로 수행함에 있어, 다음과 같이 예산을 정함
 - 농촌진흥청 주관 2011~2013년 ‘국내육성 사과품종 보급 확대’에 연평균 91백만원의 정부 예산이 투자되었음
 - 해외 전시포 운영에는 투자규모의 확대가 예상되고, 사전 준비 작업에도 상당한 예산투자가 필요할 것으로 추정됨

(7) 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

- 국내 육성 품종의 조기보급 확대를 통한 일본 품종의 무분별한 도입을 개선하고 로열티 부담에서 벗어나고자 함
 - 국내 육성 품종의 조기보급 확대를 위해서 국내외 우수 품종을 함께 동일포장에 전시하고 동일 관리 수준에서 동시 비교를 가능케 함
 - 현장에서 농가 스스로의 우수품종의 선택과 특성 확인을 용이하게 하여 우수품종에 대해서는 보급을 확대시켜 나가고자 함
- 국내 육성 품종의 해외 수출 개척을 위해 해외 전시포를 시범 조성 운영하여, 현지에서 우수성을 직접 홍보토록 함
 - 품종 및 묘목에 대한 관리가 정확하고 분명한 대형 종묘업체 또는 기관을 선정하여 당사자의 포장을 활용하여 조성 운영함
 - 품종 실시권에 대한 양도는 전시포 운영 후 성과에 따라 협의하여 정하도록 할 예정임

(8) 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	감귤 종묘 조기국산화 기반구축		
세부 프로젝트명	신품종 보급촉진을 위한 시스템 구축		
연구 기간	2013 ~ 2021(8년)	연구비 지원범위	총14.1억원(8년, 정부 14.1)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input checked="" type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종목표 : 국내 육성 신품종 10% 보급 ○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> - 국내육성 품종의 국내 전시포 조성 및 운영 - 국내육성 품종의 해외 전시포 1개 조성 및 시범 운영 		
연구 필요 성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 육성 품종의 보급 미흡 및 외국 품종 로열티 부담 지속에 따른 농가의 불안감 가중 및 감귤산업의 위축 ○ 국내 육성 품종의 조기보급 확대를 위한 국내외 우수 품종을 전시 비교하여 객관적인 우수성 입증으로 보급 확대 촉진이 필요 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내외 우수 품종의 전시포 조성 및 운영 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 육성 품종의 무독묘 확보, 전시포장 조성 및 운영 - 해외 우수 품종의 도입 및 전시포 전시 ○ 국내 육성 우수 품종의 해외 시범 전시포 조성 및 운영 <ul style="list-style-type: none"> - 해외 시장동향의 정보 수집 및 분석 - 국내 전시포에서 우수성이 입증된 품종의 선발 - 미국, 호주 등 해외 전시포 시범조성 및 운영 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ UOPV 대응 국내육성 품종의 조기보급 및 로열티 부담저하에 따른 산업경쟁력 제고 ○ 국내 육성 품종의 해외 진출 개척 및 감귤 종묘 수출기반 구축 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 종자기사자격증 또는 상응하는 인력보유 종묘업체 및 지적재산권 관리가 가능하고 감귤전문가를 보유하고 있는 기관 ○ 신청 요건 : ○ 기타 사항 : 		
Keyword	한 글	감귤, 신품종, 전시포, 종묘, 로열티	
	영 문	citrus, new variety, demonstration field, nursery, royalty	

2) 감귤 무독묘 공급체계 기반구축

(1) 세부프로젝트 도출 배경

- 국내 육성품종의 바이러스 및 바이로이드 감염노출에 따라 감염 위험도가 증가하여 감염시 우수 형질의 발현 저하로 품종 가치의 하락으로 보급계획의 차질 초래가 예상됨
- 신품종의 보유하고 있는 우수성을 최대한 발휘토록 하여 농가 보급을 촉진하기 위해서는 무독묘 공급체계 기반 구축이 필요함
- 국내 종묘산업의 선진화 및 해외시장 진출의 세계화를 달성하기 위한 보증무독묘 공급체계 확립이 요구됨
- 황룡병 등 해외 고위험 병해충 유입 및 확산을 철저히 차단하여 국내 감귤산업을 보호하기 위한 대책 수립이 요구됨

(2) 세부프로젝트 최종 목표

- 감귤 보증무독묘 공급체계 구축

(3) 세부프로젝트의 추진방법 및 전략

- 감귤 보증무독묘 공급체계 구축
 - 상시 무독접수 분량이 가능토록 무독묘 원모수와 모수를 확보하여 무독묘 유지관리 시설에 존치
 - 국내 육성 신품종부터 무독 여부를 확인 검정하여 단계적으로 무독묘 확보를 확대해 나감
 - 시설비는 별도예산으로 확보해 나가고 운영비를 지워하는 체제로 접근
 - 묘목업체에서 무독묘 공급이 가능토록 시설을 구비하여 운영하는 노하우 축적을 위해 시범적으로 시설 운영기술을 구축해 나감
 - 대목 생산 및 묘목 생산 시설의 통로에 대해서는 이중 차폐시설을 확보토록 하고, 전체적인 시설의 안전성이 확보될 수 있는 시설보유 조건으로 운영을 지원함

(4) 세부프로젝트 성과지표 설정 방안

예상성과항목		1단계	2단계	총계	주요 고려사항	
공 통 지 표	종자개발 건수					
	품종등록 건수	국내				
		국외				
	종자수출액					
	수입대체 효과					
	국내논문	SCI				
		등재학술지				
	국외논문	SCI				
		비SCI				
	국내특허	출원				
		등록				
	국제특허	출원				
		등록				
	매출액	국내				
국외						
기술이전						

특 성 지 표	인력양성					
	기반구축 실적		1	1		
	D/B 구축					
	분자마커					
	유용유전자					

(5) 세부프로젝트 최적 연구진 구성안

- 본 세부 프로젝트의 연구진은 산학연 협력체제로 구성하고자 함
- 본 세부 프로젝트를 수행할 후보 연구기관으로는 제주대학교, 국립원예특작과학원 감귤시험장, 제주특별자치도농업기술원, 감귤농업협동조합 등이 있음

(6) 세부프로젝트 예산

세부프로젝트명	구분	1단계				2단계					총계 (억원)
		연구기간	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
감귤 무독묘 공 급체계 기반구축	정부(억원)	0	0.7	0.7	0.7	1.2	1.5	2.0	2.0	2.0	10.8
	민간(억원)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	합계	0	0.7	0.7	0.7	1.2	1.5	2.0	2.0	2.0	10.8

□ 예산 설정 근거

- 본 과제는 국내 육성 신품종의 조기보급을 촉진하고 해외 종묘시장을 개척하기 위해, 신품종의 고유 특성을 저해할 수 있는 바이러스로부터 보호하는 무독묘를 생산하고 공급하는 시스템을 구축하는데 있으며, 다음과 같이 예산을 정함
 - 농촌진흥청 주관 2009~2013년 ‘과수 바이러스 무병주 생산보급 안전관리 체계화 연구’에서 5대 과종(감귤 제외)을 대상으로 과종당(10품종) 평균 60백만원의 정부 예산이 투자되고 있음
 - 농촌진흥청 주관 2006~2010년 ‘딸기 우량묘 급속증식 및 조기보급 체계 확립’에 연평균 80백만원 규모로 투자되었음
 - 민간 종묘업체의 무독묘목의 생산 보급의 시범 사업의 성격으로 민간업체의 망실시설 설치 및 관리에 대한 부분적 지원도 추가해서 산정할 필요가 있음

(7) 종자개발을 통한 수출증대 및 수입대체 전략

- 무독묘 공급체계 확보로 국내육성 품종의 조기보급을 확대하여 외국 품종의 수입을 대체해 나감
- 해외 시장에서의 묘목 유통은 보증무독대묘 체제로 진행되고 있어서 무독묘 공급체계 확립은 수출시장 개척의 필수적인 조건이 되고 있음

(8) 세부프로젝트 사업제안요구서(RFP)

프로젝트명	감귤 종묘 조기국산화 기반구축		
세부 프로젝트명	감귤 무독묘 공급체계 기반구축		
연구 기간	2013 ~ 2021(8년)	연구비 지원범위	총10.8억원(8년, 정부 10.8)
과제 성격	<input checked="" type="checkbox"/> 실용화기술(통합형과제)		<input type="checkbox"/> 실용화기술(개별과제)
	<input type="checkbox"/> 원천기술		<input checked="" type="checkbox"/> 공공기반기술
연구 개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종목표 : 감귤 보증무독묘 공급체계 구축 ○ 세부프로젝트목표 <ul style="list-style-type: none"> - 바이러스 감염진단 및 무독화 시스템 구축 - 보증무독묘 수채 및 과실 특성 평가 분석 		
연구 필요 구성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 육성 신품종의 바이러스 및 바이로이드 감염 노출에 따른 감염 위험도 증가 및 우수성 소실 가능성 상존 ○ 황룡병 등 해외 고위험 병해충 유입 및 확산의 철저한 차단으로 국내 감귤산업을 보호하는 대책수립이 필요 ○ 감귤 종묘수출 및 세계화를 위한 보증무독묘 공급체계 확립이 시급히 요구됨 		
주요 연구 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 재배 주요 품종의 무독화 및 무독묘 증식 시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 재배 주요 품종 및 신품종의 바이러스 감염 진단 - 감염 품종의 열처리 및 생장점 배양 무독화와 무독묘 증식 ○ 보증무독묘 유통 및 공급체계 기반 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 원원종, 원종 및 보급종의 생산시설 구비 및 시범 운영 - 무독묘 묘목의 품질 및 수량 조사와 홍보 		
시장 전망 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해외 고위험 병해충 유입 및 확산차단 시스템 구축 ○ 보증무독묘 공급확대에 따른 감귤 품질제고 및 수량증대로 감귤산업 경쟁력 제고 ○ 국내육성 우수 품종의 해외진출 개척 및 감귤종묘 수출국으로의 기반구축 		
자격 및 신청 요건	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구기관 자격 : 무독묘 검정 및 무독묘 생산 전문인력 보유 공공기관 ○ 신청 요건 : 연구기관 자격과 동일 ○ 기타 사항 : 		
Keyword	한 글	감귤, 무독묘, 보증묘, 원원종, 원종	
	영 문	citrus, virus free budwood, certified budwood, foundation block, increase block	

제6장 기대효과

1. 정책적 기대효과

- 감귤 GSP 사업의 수행을 통해 감귤산업의 경쟁력 제고와 지속적 발전이 기대됨
 - 소비자 지향의 고급품종 개발 확대로 과실소비 촉진되어 감귤 생산농가의 소득향상에 기여
 - 웰빙 추세에 따른 구매자의 욕구를 충족함은 물론 새로운 소비영역 창출할 수 있어서 농가 수익성 증대에 따른 소득증대가 기대됨
 - 국내 품종개발의 확대와 보급 촉진으로 품종 로열티 지불에 대한 부담을 줄여 생산비를 줄이고 가격 경쟁력을 높일 수 있으므로 국내 시장은 물론 해외 시장 수출 증대에도 기여
 - 외국 품종의 경우 묘목구입은 물론 생산과실에도 로열티 지급을 요청하고 있는 추세이므로 경영비 절감 및 과실 가격 경쟁력 향상에 기여
 - 해외수출 시장 개척에 있어서 불법 사용되어 생산한 과실에 대해서는 법적분쟁의 소지가 커서 수출시장 확대에 어려움이 예상될 뿐만 아니라, 품종보호권자로부터 수출제한 지역의 설정을 요청받을 수도 있기 때문에 국내 육성 품종의 경우, 수출 지역에 제한없이 접근이 가능함
 - 감귤 종묘강국으로의 위상정립에 따른 해외시장 인지도 향상 및 한국산의 고품질 과실로의 인식을 제고시키는데 기여
 - 기후변화에 대응하여 감귤산업 생산체제의 안정화에 기여
 - 가뭄, 고온 등 이상기후에도 품질 및 수량 안정화를 높여 원활한 유통 및 판매에 기여
- 감귤 육종기반의 강화로 감귤 육종 및 종묘산업이 발전하여 산업의 국제 경쟁력을 높일 것임
 - 감귤 육종기반의 강화되어 신품종 육성이 활성화되어 민간육종 및 민간종묘업의 활성화로 연결되어 국가 종자산업의 경쟁력 제고가 기대됨
 - 육종기반의 확대로 민간육종 참여가 확대되고 신품종 개발이 촉진됨으로서 종자 강국으로의 진입이 예상
 - 민간 육종 및 종자 산업 활성화를 통한 고용시장 창출과 미래성장 동력산업의 하나로 자리매김
 - 보증무독묘 공급체계의 확립과 선진화된 종묘 유통 시스템 구축을 통한 국가 이미지 제고
- 감귤 GSP 사업의 수행으로 국가 및 지역 경제 발전에 기여
 - 외국 품종 로열티 대응에 따른 외화 유출을 줄이고 국내육성 품종의 해외수출로 외화 도입이 증대되어 국가경제 발전에 기여
 - 제주지역 경제의 핵심인 감귤산업의 유지발전은 물론 로열티 지급을 줄여 지역경제 자립 및 재정구조 건전화에 기여
 - 국가육성 종자산업의 활성화로 국산 품종의 수출확대로 외화 증대 및 국가경제발전에 기여

2. 기술적 기대효과

□ 감귤 육종기반 구축 및 육종 활성화

- 육종소재의 창출 확대로 육종목표의 다변화 및 조기선발 기술 개발로 육종연한을 단축시켜 육종을 활성화시킬 것임
 - 새롭고 차별화된 형질을 가진 육종소재 개발, 다양한 육종목표를 가지고 육종을 시도할 수 있도록 유전자원 도입 및 특성조사 결과 DB화, 육종기간 단축을 위한 분자표지 개발로 감귤육종의 효율성이 크게 향상
 - 육종D/B의 활용, 육종소재의 선택 폭 증대로 민간육종 영역의 창출되어 참여가 확대될 것임
- 무핵삼배체 육종기반 구축으로 무핵 품종의 조기개발에 기여
 - 무핵삼배체의 핵심기술인 사배체 집단양성, 조기배구제, 세포주 개발 등의 기술이 육성되어 첨단육종기술을 접목한 감귤 육종기술의 업그레이드 가능
- 감귤 유전정보의 축적과 해석으로 주요 형질의 유전양식 구명과 발현 조절 기술발전에 기여
 - 분리집단의 분자표지 탐색과 유전체 정보 분석으로 주요 형질의 유전자 구조 및 발현조절 정보를 해석하여 신품종 조기개발에 활용

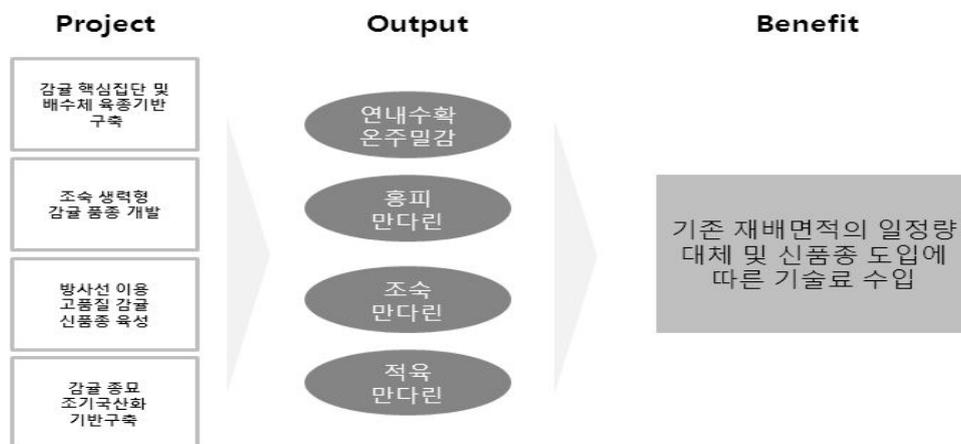
□ 감귤 무독묘 관리 및 보증수량대묘 공급체계 확립

- 감귤 무독 검정 및 무독화 기술의 실용화를 촉진시키고 무독묘 유지관리 기술을 축적하여 민간 종묘업 발전에 기여

3. 경제적 기대효과

□ 분석 개요

- 경제적 기대효과는 동 사업을 통해 최종적으로 개발하고자 하는 4가지의 감귤 종자(묘)의 제주도내 보급량(면적)에 따라 발생하는 수익을 추정하여 산정하였음



[그림 6-1] 경제적 기대효과 산출 개념도

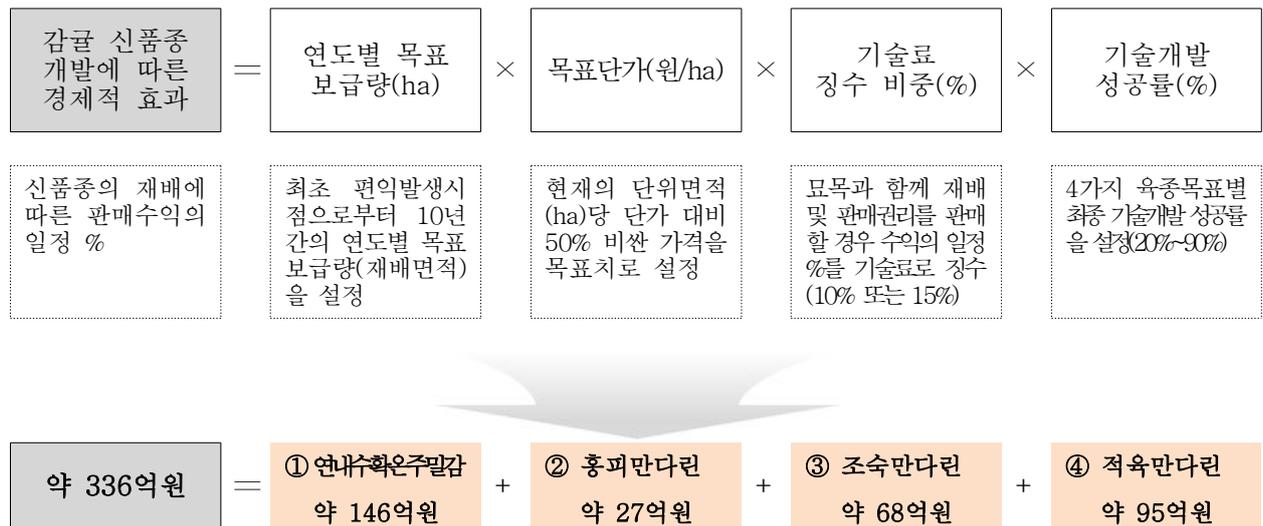
□ 비용 구조

- 비용은 사업에 투입되는 정부재원을 고려하여 산정하였으며, 중점 추진과제별 연도별 투입 금액 합계를 2013년을 기준으로 현재가치화 9년간 총 101.1억원의 비용이 투입되는 것으로 평가됨
- 현재가치화를 위한 할인율은 국가연구개발사업의 경제성 분석에 일반적으로 활용되는 사회적 할인율 5.5%를 적용함

구분	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	소계
종묘 조기국산화	0	14	14	14	27	35	45	50	50	249
조숙생력품종개발	41	76	73	69	63	63	57	55	55	552
방사선신품종육성	10	10								20
핵심집단육종기반	28	58	58	57	54	49	45	425	42	283
합계	79	158	145	140	144	147	147	147	147	1,254
현재가치	79	149	130	119	116	112	107	101	96	1,011

□ 편익 구조

- 동 사업 추진에 따른 경제적 기대효과는 개발하고자 하는 4가지 감귤 신품종의 점진적인 보급 확대에 따라 예상되는 농가의 수익(목표 보급량 × 목표단가)과 기술료 징수비중 및 기술개발 성공률의 곱으로 산출함



[그림 6-2] 편익 산출 개념도 및 계산결과 예시

- 동 사업에서는 9년간 총 100억 여원의 투입을 통해 조숙노지온주밀감 1종, 홍피온주밀감 1종, 조숙만다린 1종, 적육만다린 1종 등 총 4가지 신품종 개발을 최종 목표로 하고 있음

구분	연도별 목표 보급량(ha)	단가(원/ha)	기술료(%)		기술개발 성공률(%)	비고
			1안	2안		
연내수확온주밀감	2,000	45,000,000	10	15	90	- 점진적으로 재배면적을 늘려 2031년에는 전체 노지온주밀감재배면적(약 18,830ha)의 10%를 대체 - 현 수익단가 3천만원/ha 대비 50% 인상 - 국가기관 수행으로 기술개발 성공을 90% 확신
홍피만다린	500	150,000,000	10	15	20	- 점진적으로 재배면적을 늘려 2031년에는 재배면적을 500ha까지 확대 - 현 수익단가 1억/ha 대비 50% 인상 - 홍피 발현조절 정보 부족으로 기술개발 성공을 20% 확신
조숙만다린	500	150,000,000	10	15	50	- 점진적으로 재배면적을 늘려 2031년에는 재배면적을 500ha까지 확대 - 현 수익단가 1억/ha 대비 50% 인상 - 주심배 선발 기술로서 기술개발 성공을 50% 확신
적육만다린	500	150,000,000	10	15	70	- 점진적으로 재배면적을 늘려 2031년에는 재배면적을 500ha까지 확대 - 현 수익단가 1억/ha 대비 50% 인상 - 타형질에 비해 적육의 가치가 높기 때문에 기술개발 성공을 70% 확신

※ 기술료는 제스프리社의 골드키위 종자(묘) 재배 및 판매권리 실시계약에 따른 로열티 비율(15%)를 고려하여 동일한 수치 및 보수적인 수치(10%) 두 가지 안을 설정

[참고] 편익분석을 위한 가정 및 설정근거

『편익의 발생(기술료 수입)』

- 동 사업을 통해 개발한 4종류의 감귤 신품종은 사업 종료 시점에 식물특허 및 품종보호 등록을 완료한다고 가정
- 품종개발 주체(감귤 GSP 컨소시엄)는 제4장 ‘7. 사업화 및 수출확대 전략’에서 제시한 비즈니스 모델의 성공적인 정착을 통해 묘목과 함께 재배와 판매에 대한 실시권을 유상으로 이전하는 것으로 가정

『편익 발생기간』

- 편익은 동 사업 종료시점 이듬해(2022년)에 최초 발생하여 2032년까지 총 10년간 발생하는 것으로 가정(식물 특허 및 품종보호기간은 일반 특허보다 5년 긴 25년으로 규정되어 있음)
- ※ 국가연구개발사업의 경제성 평가에서는 편익 발생기간을 산정하기 위해 산업 분류별로 일반적인 제품/서비스의 내구연한 및 특허의 수명주기를 고려하여 선정하며, 통상 5~10년의 기간을 설정함

『연도별 목표 보급량』

- 현재 제주도에 재배되는 품종별 면적(ha)의 약 10%에 해당하는 면적을 2032년까지 신품종이 차지하는 것으로 목표를 설정하고, 목표치의 10%를 최초(2022년) 재배면적으로 가정
 - ※ 최초연도와 최종연도의 재배면적 목표치를 통해 연평균 면적 증가율(CAGR=29%)을 적용하여 연도별 재배면적을 추정

『목표 단가』

- 현재 제주도에 재배되는 품종의 면적(ha)당 수익(원)을 기준 단가로 설정하고, 신품종 개발 시 기준단가 대비 50% 인상된 면적당 수익을 달성하는 것으로 가정
 - ※ 노지 온주밀감은 현재 약 18,830ha가 재배되고 있으며, ha당 약 3000~3,500만원의 수익을 창출하고 있으며, 만감류는 현재 약 1,800ha가 재배되고 있으며, ha당 약 1억원의 수익을 창출하고 있음

『기술료 징수 비중』

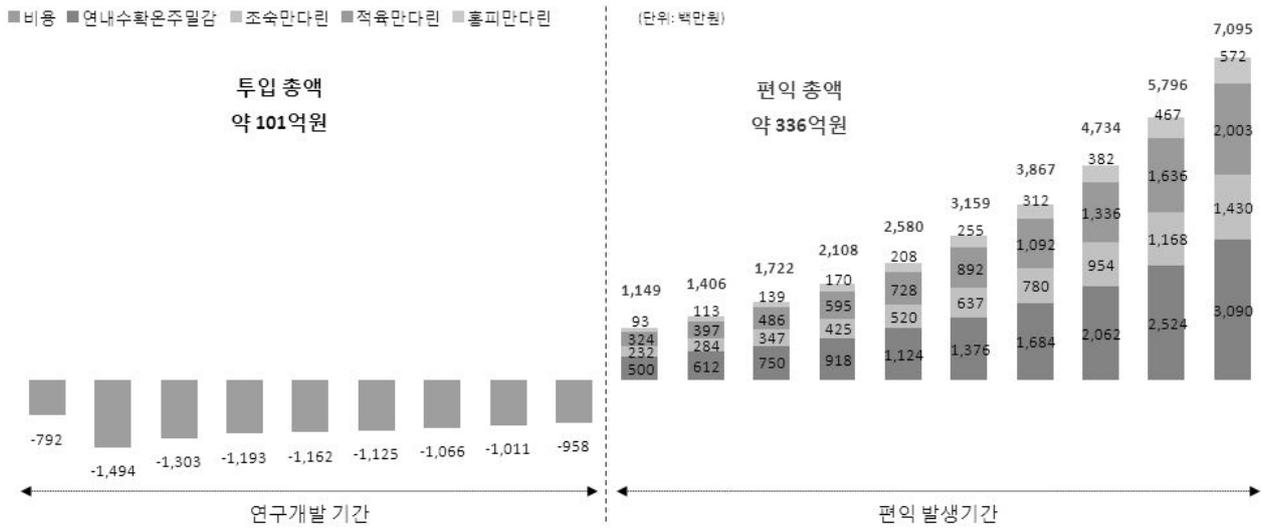
- 체스프리사의 비즈니스 모델을 근거로 하여 15% 기술료를 징수하는 시나리오와, 현재까지 거의 무상으로 공급되어지던 제주도 감귤 묘목산업의 구조적인 특성을 반영하여 다소 보수적인 10% 기술료 징수 시나리오로 2개 안을 설정
 - ※ 뉴질랜드의 체스프리사는 개별 농가, 협동조합, 지자체 등을 대상으로 자사의 신품종(골드키위) 종자(묘)와 재배 및 판매권리를 유상으로 이전하고, 판매에 따른 수익의 15%를 기술료로 징수하는 비즈니스모델을 성공적으로 달성

『기술개발 성공률』

- 수행주체가 되는 육종자의 능력, 해당 형질의 공개된 정보, 실시하는 육종기술 등을 고려하여 산정을 달리함

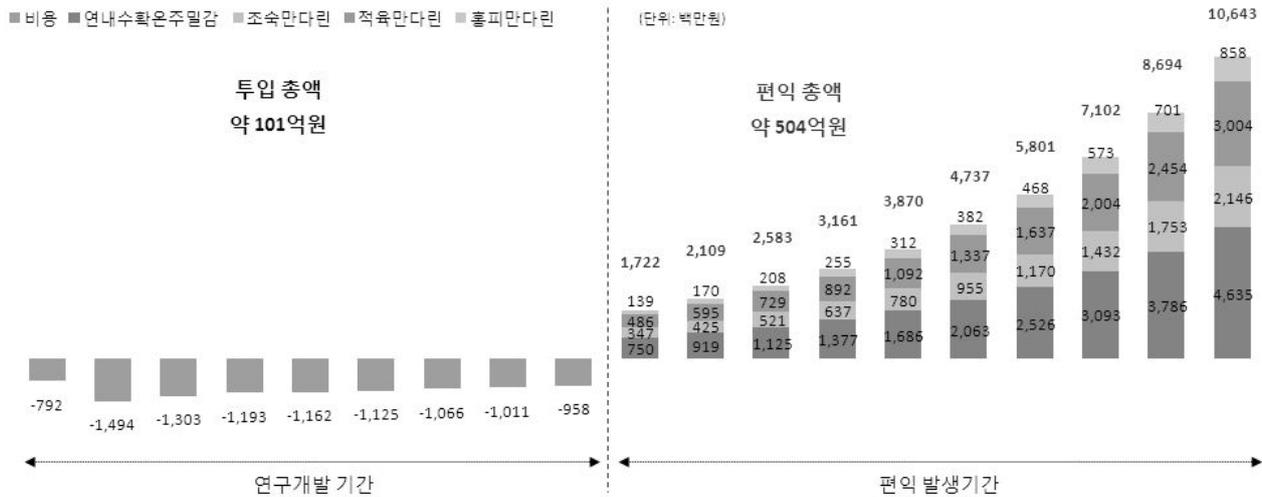
□ B/C ratio 및 파급효과 분석 결과

- 4가지 신품종 개발에 따른 경제적 파급효과는 기술료 산정기준 시나리오에 따라 10년간('22년~'31년)간 약 336억원에서 504억원의 기술료 수익이 발생할 것으로 분석됨
- 10%의 기술료를 책정할 경우 투입 총액 대비 10년간 총 편익 비율(B/C ratio)는 약 3.33으로 경제성이 높은 것으로 평가됨



[그림 6-3] 기술료 징수기준 10% 설정시 10년간 편익발생 흐름도

- 15%의 기술료를 책정할 경우 투입 총액 대비 10년간 총 편익 비율(B/C ratio)는 약 4.99로 경제성이 매우 높은 것으로 평가됨



[그림 6-4] 기술료 징수기준 15% 설정시 10년간 편익발생 흐름도

○ 과수의 품종보호기간이 25년인 점을 감안하여 편익 발생기간을 연장할 경우 파급효과의 크기는 최대 800억~1,200억원 규모로 예측됨

<참고문헌>

가. 국내자료

- 강승진, 2012, 제주지역 주요 작물 종자산업 육성방안, 제주발전연구원
- 국제감귤세미나조직위원회, 2006, Trends in citrus industry and research
- 농촌진흥청, 2011, 기후변화에 따른 감귤산업의 현재와 미래
- 농촌진흥청 외, 2012, 기후변화 대응 한·중·일 감귤산업전망 및 기능성물질 국제세미나
- 산업교육연구소, 2012, 신수종 4대 전략사업의 상용화 및 비즈니스 모델 세미나
- 국립종자원, 2008, 과수묘목·버섯종균 유통실태 및 제도 개선방향
- 제주대학교 아열대농업생명과학연구소 외, 2005, 감귤 신품종 육종 방향과 감귤산업 전망
- 제주특별자치도농업기술원, 2011, 감귤 품종개발 및 로열티 대응전략 세미나
- (주)날리지웍스, 2012, 국내·외 종자산업 현황 분석을 통한 GSP 추진 전략 수립
- 통계청 사회통계국 농어업통계과, 2012, 농작물생산조사
- 한국과학기술총연합회 제주지역연합회, 2012, 제주 미래 농업과 아열대 종자산업, 제주특별자치도 농업기술원

나. 국외자료

- California citrus nursery board, 2012, Citrus nurseries
- Deng, X., J. Xu, S. Lin and R. Guan, 2010, Proceedings of the international society of citriculture, China agriculture press
- Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, 2012, Agricultural commodities
- Deng, X.X. and Y.Z. Liu, 2007, Citrus Breeding and Genetics in China, The Asian and Australasian Journal of Plant Science and Biotechnology
- El-Otmani, M. and A. AitOubahou, 2004, Proceedings of the international society of citriculture, International citrus congress
- FAOSTAT, 2012, 국가별 감귤 재배면적 및 생산량 통계

- Khan, I.A., 2007, Citrus: genetics, breeding and biotechnology
- Rodrigo R.L. et.al., 2010, Citrus breeding in brazil targeting to disease resistance
- Sadka A., 2007, Trends in Citrus Industry and Research in Israel
- USDA Foreign Agricultural Service, 2011, Argentina: Citrus Annual
- USDA Foreign Agricultural Service, 2011, Brazil: Citrus Annual
- USDA Foreign Agricultural Service, 2011, China–Peoples Republic of: Citrus Annual
- USDA Foreign Agricultural Service, 2011, EU-27: Citrus Annual
- USDA Foreign Agricultural Service, 2011, Israel: Citrus Annual
- USDA Foreign Agricultural Service, 2011, Japan: Citrus Annual
- USDA–ARS National Clonal Germplasm Repository for Citrus & Dates, 2004, Annual report
- USDA Foreign Agricultural Service, 2011, South Africa–Republic of: Citrus Annual
- USDA Foreign Agricultural Service, 2011, Turkey: Citrus Annual