

발간등록번호

11-1543000-000923-01

## 경남 시설딸기 및 국화 특화사업을 위한 기획 연구

(Studies of Planning for Special Project of Protected Strawberry  
and Chrysanthemum in Gyeongnam Province)

경상대학교산학협력단

농림축산식품부

# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “경남 시설딸기 및 국화 특화사업을 위한 기획 연구” 과제의 보고서로 제출합니다.

2015년 3월 31일

주관연구기관명 : 경상대학교

주관연구책임자 : 강 남 준

연 구 원 : 정 병 룡

연 구 원 : 황 승 재

연 구 원 : 허 무 룡

연 구 원 : 강 점 순

연 구 원 : 이 상 우

연 구 원 : 곽 연 식

연 구 원 : 최 영 환

연 구 원 : 박 유 경

연 구 원 : 고 충 호

연 구 원 : 황 미 란

연 구 원 : 박 은 지

# 요 약 문

## I. 제목

경남 시설딸기 및 국화 특화사업을 위한 기획 연구

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

### □ 연구개발의 필요성

- 경남의 시설재배 면적은 9,439ha(2013)로 전국 시설재배 면적(51,058ha)의 18.5%를 점유하고 있는데, 시설 유형은 비닐하우스가 9,377ha, 유리온실이 53ha, 경질판 온실이 9ha로 비닐하우스가 전체 시설의 99.4%를 차지하여 시설의 노후화 및 재배환경이 열악하여 생산 경쟁력이 약화되고 있다.
- 경남의 주요 시설재배 작물은 과채류인 수박, 딸기, 토마토, 풋고추, 호박, 가지 등과 화훼작물로는 절화류인 장미와 국화 등이 주를 이루고 있으며 파프리카, 딸기, 장미 및 국화 등은 경남의 수출전략 작물로 농가소득 증대에 크게 기여해 왔지만, 최근 여러 가지 국내외적 상황 악화로 수출에 어려움을 겪고 있다.
- 우리나라 딸기 재배면적은 고소득 작물로 인식되면서 최근 증가세를 보이고 있으며 전체 재배면적의 98.5%(2013)가 시설재배이고, 시설재배 생산량이 214,578톤으로 전체 생산량의 98.9%를 차지하고 있다. 경남의 시설딸기 재배면적(2013)은 2,369ha로 전국 재배면적(6,789ha)의 34.9%를 점유하고 있으며 생산량은 73,321톤으로 전국 생산량(214,578톤)의 34.2%를 차지하여 경남의 시설딸기 생산액은 4,066억원이다.
- 경남의 신선딸기 수출량(2013)은 2,662톤으로 전국 수출량(2,815톤)의 94.6%를 차지하며 수출액은 26,763천불로 전국 수출액(28,559천불)의 93.7%를 점유하고 있으며 주요 수출국은 홍콩, 말레이시아 등 동남아시아이며, 최근에는 러시아, 괌 등으로 확대되고 있다.
- 그러나 딸기의 주 수출국인 홍콩은 수입식품 안전성 관리를 강화하기 위하여 2014년부터 식품잔류농약규제법을 시행하고 있으며, 싱가포르의 한국산 딸기의 점유율이 41% 수준으로 높지만 미국 등 다른 수출국과의 경쟁력에 뒤지면 잠식될 우려가 있다.
- 경남이 전국 수출량의 95% 이상을 차지하는 이유는 수출을 목적으로 경도가 높은 매향품종을 재배하기 때문이다. 그러나 매향은 재배관리가 까다로운 품종으로 다른 지역의 주재배 품종인 설향에 비해 수량성은 30% 정도 낮고 기형과 발생은 40~50%로 심하며 흰가루병과 위황병에 아주 약한 단점을 가지고 있어 재배농가에서는 고품질의 수출딸기를 생산하는데 많은 어려움을 겪고 있다. 특히 지속적으로 수출량을 증가시키기 위해서는 현재 수출 전용 품종인 매향의 단점을 재배적인 측면에서 해결할 수 있는 기술 개발이 필요하며 장기적으로는 새로운 수출 전용 품종 개발이 절실한 실정이다.

- 우리나라의 딸기 재배작형과 출하시기가 지역적으로 분산되어 과잉생산 등으로 인한 경쟁력은 문제가 되지 않았지만, 최근에는 전국적으로 축성재배 위주로 작형이 전환되면서 출하시기가 겹쳐 과잉출하 등의 문제가 나타나고 있다.
- 딸기의 재배시기가 앞당겨짐으로서 5~6월에는 안정적인 수출물량 확보에도 다소 문제가 있으며 수출 가능시기를 연장하기 위해서는 재배적인 측면에서 여러 가지 해결 방안을 확립해야 되겠지만 생산기반을 확충할 필요성도 있다.
- 경남의 시설국화 재배면적(2013)은 116.4ha로 전국 재배면적(549.5ha)의 21.1%를 점유하고 있으며 경남의 시설국화 생산량(2013)은 57,858천본으로 전국 생산량(232,977천본)의 24.8%를 차지하며 생산액은 16,977백만원으로 경남의 절화국화 재배 농가수(2013)는 223농가로 전국 농가수(1,107)의 약 20.1%이다.
- 시설국화 수출량(2013)은 281.1톤으로 전국 수출량(1,187톤)의 23.6%를 차지하며 수출액은 2,622천불로 전국 수출액(6,888천불)의 38.1%를 점유하고 있으며 주요 수출국은 일본, 러시아, 몽골 등이며 수출 물량과 실적은 점차 감소하고 있는 추세이다.
- 주요 수출국인 일본의 화훼 가격 하락과 엔화 가치 급락이 국내 생산 국화의 채산성 악화로 이어져 국내 생산 농가의 타 작목으로의 품목 전환을 야기하고 있으며 또한 난방비 상승으로 인한 농가 생산비용의 증가와 작황기 부진이 국화 수출물량과 수출액 감소에 영향을 미치는 주요 요인이다.
- 최근 환경문제의 심각성이 대두되고 있어 양액재배가 위축될 가능성이 있으며 비료 가격도 상승하여 농가에 경제적 부담을 주고 있다. 이러한 문제는 양액 재순환 방식으로 해결할 수 있으며 이에 따라 양액 재순환기술을 확립하는 것은 시급한 실정이다.
- 또한 높은 중탄산이온 때문에 발생하는 수질문제는 양분흡수율을 불균일하게 할 뿐만 아니라 과도한 물과 비료를 사용하게 하여 농가에 경제적으로 부담이 되고 있는 실정이다. 따라서 이러한 수처리 기술 및 양수분 관리기술의 개발이 필요한 시점이다.
- 국화 개화조절에 사용되는 백열등의 경우 가격이 저렴한 장점이 있지만 수명이 짧은 단점이 있다. 또한 LED는 식물체에 근접하여 설치가 가능하므로 투입 전기에너지 대비 방출 광량이 크게 향상될 수 있다. 그러나 LED는 백열등에 비해 가격은 다소 비싸지만 수명이 길기 때문에 장기적으로 보았을 때 백열등을 대체할 수 있을 것이라 판단된다. 또한 LED의 가격은 초기에 비해 점점 내려가고 있는 추세여서 곧 백열등보다 경제적일 수 있다고 판단된다.
- 국화의 주년 생산 체계의 미비로 안정적인 물량공급이 되지 않고 있어 이것은 수출에까지 영향을 미치게 된다. 따라서 LED 이용 개화조절 신기술을 적용한 주년 생산 체계를 확립하여 안정적으로 물량을 확보하게 된다면 수출을 확대시켜 농가의 소득을 향상시킬 수 있을 것이라 판단된다. 현재의 일시 정식/일시 수확 방식에서 주기적 정식/수확 방식으로의 전환도 검토할 필요가 있다.

- 주요 수출국인 일본시장에서 말레이시아, 베트남, 중국산 국화와의 경쟁심화로 한국산 국화 점유율이 감소되고 있다. 이에 따라 수출 경쟁력을 강화하기 위해서는 국화의 안정적인 물량공급과 품질 향상기술의 개발이 필요한 실정이다. 따라서 본 연구과제를 통해 육묘, 재배, 개화조절기술 전수 및 선도농가 육성으로 수출경쟁력을 향상시킬 필요가 있다.

□ 연구개발의 목적

- 수출딸기 고품질 안전생산을 위한 재배관리 기술 체계화 연구 방향 수립
- 수출딸기 기형과 발생원인 구명 및 경감기술 개발을 위한 전략 수립
- 불량 환경 대응 수출딸기 재배기술 및 품질평가기술 개발을 위한 전략 수립
- 수출시장 확대를 위한 마케팅 전략 개발을 위한 자료 수집 및 전략 수립
- 건전 규격묘 생산을 위한 시설국화 육묘기술 체계화 연구 방향 수립
- 시설국화 생산효율 증진과 개화조절을 위한 LED 이용 신기술 개발 전략 수립
- 수출시장 확대를 위한 마케팅 전략 수립
- 시설원예 지역혁신을 위한 인재양성과정 운영 전략 수립
- 개발 기술의 농가 현장 보급 및 기술보급의 극대화를 위한 컨설팅 전략 수립

### III. 연구개발 내용 및 범위

□ 수출딸기 고품질 안전생산을 위한 재배관리 기술 체계화 연구 기획

- 수출딸기 육묘 종합기술 체계화를 위한 접근 방향
  - 수출딸기 무병묘 생산을 위한 모주와 자주 관리기술 확립
  - 수출딸기 묘소질 향상을 위한 지상부와 지하부 환경관리 기술 체계화
  - 수출딸기 육묘방법 및 시설의 표준화를 통한 매뉴얼 작성
- 수출딸기 고품질화를 위한 재배관리 기술 개발을 위한 접근 방향
  - 저온기 근권부 및 지상부 활력증진을 위한 생리활성물질 이용기술 개발
  - 저온기 광합성 증진 및 동화산물 전류축진을 위한 생리활성물질 이용기술 개발
- 수출딸기 흰가루병 친환경 방제물질 선발 및 방제기술 개발을 위한 접근 방향
  - 수출딸기 흰가루병 발병억제를 위한 생리활성물질 선발 및 처리농도 구명
  - 생리활성물질 처리에 따른 수출딸기의 생리적 반응 및 발병억제 효과 검증
  - 수출딸기 흰가루병 방제물질 조성 및 방제효과 실증 시험
- 수출딸기 위황병 친환경 종합방제 기술 개발을 위한 접근 방향
  - 수출딸기 육묘지 및 재배지의 위황병 위험 인자 진단 기술 개발
  - 토양소독 효과 구명에 따른 위황병 억제력 확보
  - 위황병 방제 유기농 기반 제제 선발 및 실증화를 통한 종합방제 기술 확립

□ 수출딸기 기형과 발생원인 구명 및 경감기술 개발 연구 기획

- 수출딸기 매향 품종의 화분활력 암술수정능력 검정 및 문제점 해결 방향
  - 온도조건이 화분량 생산과 화분발아에 미치는 영향 분석
  - 개화 후 경과시간 및 환경요인이 암술의 수정능력에 미치는 영향 분석
  - 당과 무기성분의 종류 및 농도가 화분발아에 미치는 영향 분석
- 기형과 발생 관련 환경요인 구명 및 문제점 해결 방향
  - 온도조건, 시설의 방향 및 시설 내 광량 차이에 따른 기형과 발생 빈도 및 원인 분석
  - 수분 매개곤충이 수출딸기의 기형과 감소에 미치는 영향 분석
  - 미량원소 및 생장조절제 엽면처리가 기형과 발생에 미치는 영향 분석
  - Sink 기관의 조절이 기형과 감소에 미치는 영향 분석
- 저온기 수분용 품종 선발을 위한 접근 방향
  - 저온기 화분의 활력이 우수한 품종을 선발하여 수분용 품종으로 활용
  - 기형과 발생 관련 유전요인과 환경요인 분석 및 대응기술 개발
  - 저온기 화분 활력 검정 및 활력이 높은 수분 전용 품종 선발

□ 불량 환경 대응 수출딸기 재배기술 및 품질평가기술 개발 연구 기획

- 저온에서의 딸기의 생리장해 평가
- 저온에서의 딸기의 안정생산 기술 개발(고설재배)
  - 지하수를 배지에 순환시켜 지온 저하 기술 개발
- 일조부족에서의 딸기의 생리장해 평가
- 일조부족에서의 딸기의 안정생산 기술 개발(고설재배)
  - 수광량 확보를 위한 적엽 조건 구명
  - 보광처리 방법 및 처리시간 구명
- 재배방식, 작형별, 품질별 기능성 성분 기준의 과신품질평가
- 주요 효능 성분(ellagic acid, cyanidin-3-glucoside)의 분석 방법 확립
- 재배 농가와 연구기관의 협조를 통한 생육 및 품질평가 시료 교차 확보
- 성숙시기별 주요 기능성 성분 함량 분석
- 재배농가, 유통회사, 연구기관 등과 공동 토론회를 통한 연구 결과 피드백
- 재배농가, 연구기관, 유통회사 등의 의견을 조율한 연구 계획 수립

- 수출시장 확대를 위한 마케팅 전략 개발 연구 기획
  - 딸기와 국화 수출현장의 애로사항 발굴 및 대응 방안 구축 방안 수립
  - 수출대상국의 시장정보 및 소비패턴 파악을 통한 마케팅 전략 수립
  - 국가별 수출방법에 따른 경제성 분석 및 이익 극대화 방안 수립
  
- 건전 규격묘 생산을 위한 시설국화 육묘기술 체계화 연구 기획
  - 시설국화 규격묘 생산 효율성 향상을 위한 최적 모주관리와 환경조건 구명
  - 시설국화 묘소질 향상 연구
  - 시설국화 건전 규격묘 생산 매뉴얼 작성 및 보급
  
- 시설국화 생산효율 증진과 개화조절을 위한 LED 이용 신기술 개발 연구기획
  - 시설국화 양액재배시 양액 비용 절감을 위한 수처리 및 양액관리기술 개발
  - LED를 이용한 시설국화 개화조절 체계 확립
  - 시설국화 개화조절 기술의 농가 현장 적용을 위한 LED 이용 야파 장치 개발
  - LED 활용 시설국화 개화조절 매뉴얼 작성 및 보급
  
- 시설원에 지역혁신 및 실용화 기술 활용화 추진 연구 기획
  - 수출딸기 및 시설국화 실용화 기술지원을 위한 시설원에 아카데미 과정 운영
  - 수출딸기 및 시설국화 산업 인력양성을 위한 시설원에 산업체 인턴십 운영
  - 시설원에 실용화 기술 현장적용 활성화 팀 운영

#### IV. 연구개발결과

- 경남 수출딸기 및 국화 특성화 사업 목표 설정
  - 경남 수출딸기와 국화의 지역 특화작물 육성으로 수출 확대 및 지역 농산업 활성화
    - 경남 딸기 수출량 확대 : 2,910톤(2014) → 3,930톤(2019) → 35% 증가
    - 경남 국화 수출량 확대 : 165톤(2014) → 210톤(2019) → 25% 증가
  - 수출딸기 및 국화 고품질 안정생산을 위한 원천기술 확보 및 보급
    - 지식재산권(출원 25건, 등록 15건), 기술거래 5건, 기술인증 5건, 사업화 5건
    - 학술논문(SCI 30편, KCI 35편), 교육지도 300건, 인력양성 150명, 정책활용 5건, 홍보 60건
  - 수출딸기 고품질 안정생산을 위한 재배관리 기술 체계 확립
    - 수출딸기 육묘법 표준화 및 화아분화 촉진 기술 개발
    - 수출딸기 품종의 기형과 발생 원인 구명 및 경감기술 개발
    - 수출딸기 고품질 안정생산을 위한 생리활성물질 이용 및 동화산물 전류촉진 기술 개발
    - 불량환경 조건에서 수출딸기의 피해 최소화 기술 및 난방 에너지 절감 기술 개발

- 수출용 딸기 신품종 육성 기반 구축
    - 고경도, 병원균 저항성, 내저온성 등 수출용 딸기 품종 육성소재 선발
    - 수출용 고경도 다수확 딸기 품종 개발
  - 수출딸기 친환경 안전생산을 위한 원천 기술 개발 및 실용화
    - 수출딸기 흰가루병과 위황병 친환경 종합 방제기술 개발
  - 딸기의 기능성 성분 탐색 및 가공 기술 개발
    - 경남 시설딸기의 주요 생리활성 성분 분석 방법 확립
    - 주요 재배 딸기품종의 기능성분 함량 분석을 통한 고기능성 딸기 품종 발굴
    - 고기능성 딸기의 부가가치 향상을 위한 가공 기술 개발
  - 시설국화 생산효율 증진과 개화조절을 위한 LED 이용 신기술 개발
    - 시설국화 모주관리와 육묘기술의 체계화로 건전 규격묘 생산 및 공급
    - 시설국화 개화조절을 위한 LED 이용 신기술 및 현장적용 확대방안 개발
    - 식물공장을 이용한 분화국화 대량 생산시스템 구축
    - 식물공장 재배에 적합한 분화국화 품종 선발 및 육성
  - 수출시장 확대를 위한 마케팅 전략 개발
    - 딸기와 국화 수출현장의 애로사항 발굴 및 대응 방안 구축
    - 수출대상국의 시장정보 및 소비패턴 파악을 통한 마케팅 전략 수립
    - 국가별 수출 전략에 따른 경제성 분석 및 이익 극대화 방안 수립
  - 시설원예 지역혁신을 위한 기술 패키지 프로그램 운영
    - 실용화 기술지원을 위한 시설원예 아카데미과정 운영(30명/10회/년)
    - 인력양성을 위한 시설원예 산업체 인턴쉽 운영(10명/8주/년)
    - 시설원예 실용화 기술 현장적용 활성화 팀 운영(20회/년)
- 경남 시설딸기 및 국화 특성화를 위한 연구개발 내용 수립
- 딸기 건전 규격묘 생산을 위한 모주관리와 육묘기술 체계화
    - 수출딸기 육묘방법 및 육묘시설의 표준화
    - 수출딸기 육묘기 런너 발생과 화아분화 조절기술 확립
    - 수출딸기 묘소질 향상을 위한 지상부와 지하부 환경관리 기술 체계화
  - 수출딸기 고품질 안정 및 안전생산을 위한 재배관리 기술 체계 확립
    - 수출딸기 기형과 발생 원인 구명 및 경감기술 개발
    - 수출딸기 생육촉진 및 광합성 증진을 위한 생리활성물질 이용 기술 개발
    - 수출딸기 흰가루병 친환경 종합방제 기술 개발
    - 수출딸기 위황병 친환경 종합방제 기술 개발
  - 수출용 딸기 신품종 육성 기반 구축
    - 수출용 딸기 품종 육성을 위한 고경도 딸기 유전자원 탐색 및 교배조합 작성

- 수출용 딸기 우량계통 육성 및 선발
- 수출용 우량계통 생산력 검정 및 농가실증 시험
- 불량환경 대응 수출딸기의 생육반응 검정 및 대응기술 개발
  - 이상저온 및 고온에 대한 딸기의 안정생산 기술 개발
  - 일조부족에 대한 딸기의 안정생산 기술 개발
  - CO<sub>2</sub> 공급에 의한 딸기의 생육 및 생산성 검정
  - 난방 에너지 절감형 딸기생산 기술 개발
- 딸기의 주요 기능성분 분석 및 고기능성 가공법 개발
  - 딸기의 주요 생리활성 성분인 ellagic acid, quercetin 및 kaempferol의 동시 분석 방법 확립
  - 경남 지역 주요 재배품종의 생리활성 성분(ellagic acid, quercetin 및 kaempferol) 함량 분석
  - 재배지역 및 불량환경 조건별 생산 딸기의 생리활성 성분 기준의 품질 평가
  - 효율적 가공법에 의한 딸기의 기능성 분말 및 잼 개발
  - 마이크로파에 의한 딸기 분말 가공품 개발
  - 비가열 살균법에 의한 딸기 잼 개발
- 시설국화 건전 규격묘 생산을 위한 모주 관리와 육묘기술 체계화
  - 시설국화 무병주묘 생산과 바이로이드 검정키트 이용기술 개발
  - 시설국화 규격묘 생산성 향상을 위한 모주 관리기술 개발
  - 시설국화 규격묘 생산성 향상을 위한 환경조건 구명
  - 시설국화 건전 규격묘의 묘소질 향상 연구
  - 시설국화 규격묘 수확후 환경 관리체계 확립
- 시설국화 개화조절을 위한 LED 이용 신기술 개발
  - LED 이용 야파기술 개발을 위한 시설국화의 적정 야파광질과 광도 구명
  - LED 이용 야파기술 개발을 위한 시설국화의 적정 야파시간과 시점 구명
  - LED 이용 야파기술 개발을 위한 시설국화의 interlighting(작물간조명)기술 개발
  - 시설국화의 하절기 개화촉진을 위한 청색 LED 보광의 암막 대체효과 검정
  - 시설국화 동절기 개화조절 기술의 농가 현장 적용을 위한 LED 이용 야파장치 개발
- LED 식물공장을 이용한 분화국화 대량생산 시스템 구축
  - 분화용 국화 식물공장 대량생산에 적합한 광환경 조건 및 재배 적품종 선발
  - 식물공장을 이용한 연중 개화조절 기술 및 재배배지 선발
  - 분화용 국화 육묘기술 확립 및 식물공장 대량생산용 신품종 육성
  - 식물공장용 양액 관리기술 및 상품화 기술개발
  - 분화용 국화 LED를 이용한 연중 다기작 식물공장 생산시스템 구축
- 딸기 및 국화 수출시장 확대를 위한 마케팅 전략 개발
  - 시설딸기와 국화 국내 생산, 유통, 수출입현황, 관련제도, 정책, 수출입업체 현황 분석, 문제점 및 애로사항 발견(국내 타지역 생산주체들과 비교 평가, SWOT 분석)

- 딸기와 국화 수출 시장 현황 조사와 애로사항, 발전 방안 및 대응 전략 마련(경쟁수출국들과 비교 평가, SWOT 분석)
- 타 세부과제들의 결과물들을 경남 원예 산물의 수출 증대와 부가가치 확대에 이끔 수 있는 방안 및 대응 전략 마련
- 시설원예 지역혁신을 위한 기술 패키지 프로그램 운영
  - 시설딸기 및 국화 실용화 기술지원을 위한 시설원예 아카데미 과정 운영
  - 시설딸기 및 국화의 체계화된 생산 시스템 현장 적용 방안 구축
  - 시설딸기 및 국화 관련 전문지식을 갖춘 후계 전문인력 양성 교육프로그램 개발
  - 경남지역 농가에 개발 기술의 전수와 현장 생산시스템 개선을 통한 생산·수출 활성화 교육

## V. 연구성과 및 성과활용 계획

- 이상의 기획연구결과들을 바탕으로 시설원예산업 전략적 육성분야인 경남 시설딸기 및 국화 수출 고도화 시스템 구축을 위한 세부과제별 RFP를 최종적으로 도출하였다.
- 본 기획연구에서 도출된 7개의 세부과제는 2015년 지정공모과제로 제출할 수 있으며, 각 세부과제별 연구를 통해 경남의 시설딸기와 국화 수출 확대에 기여할 수 있을 것이다.
- 시설딸기 및 국화 수출 증대 방안에 대한 전문가 그룹과의 논의 결과 7개 세부과제로 구성하였으며 각 세부과제별 연구 내용 및 목표를 설정하였다.
- 제 1세부과제는 수출딸기의 고품질 안정생산과 친환경 안전생산을 위한 재배관리 기술 체계화와 수출전용 신품종 육성을 위한 기반 구축을 연구목표로 하였다.
- 제 2세부과제는 딸기와 국화의 건전 규격묘 생산을 위한 모주 관리와 육묘기술 체계화를 연구목표로 하였다.
- 제 3세부과제는 시설국화의 개화조절을 위한 LED 이용 신기술 개발 및 실용화를 연구목표로 하였다.
- 제 4세부과제는 수출산업체와 공동으로 딸기와 국화의 수출량 시장 확대를 위한 마케팅 전략 개발을 연구목표로 하였다.
- 제 5세부과제는 불량환경 대응 수출딸기의 생육반응을 검정하여 안정생산기술을 개발하고 딸기의 주요 기능성 성분 분석과 기능성을 활용한 가공기술 개발을 연구목표로 하였다.
- 제 6세부과제는 국화 수출시장 다변화를 위하여 LED 식물공장을 활용한 분화국화 대량 생산 시스템 구축을 연구목표로 하였다.
- 제 7세부과제는 시설원예산업 우수인력양성과 패키지기술의 실용화를 연구목표로 하였다.

## SUMMARY

This study was conducted to work out a program for research projects about protected strawberry and chrysanthemum in Gyeongnam province. Objectives of research projects for protected strawberry and chrysanthemum in Gyeongnam province is established in this study, which include increasing of export and development of original technology. Strategy for research and development on export of strawberry and chrysanthemum is proposed in this study, which include eight research projects; 1) Establishment of growing technology for high quality and safety-production of strawberry in Gyeongnam province, 2) Development of breeding system on new cultivar for export in strawberry, 3) Development of practical growing technology under the poor environment for strawberry, 4) Establishment of raising seedling technology for production of high quality and standardized seedling of strawberry and chrysanthemum, 5) Development of new technology for control of flowering in chrysanthemum using LED, 6) Establishment of production system for chrysanthemum using plant factory, 7) Development of marketing strategy for increasing export of strawberry and chrysanthemum, 8) Govern a academy and internship program to train a farmer.

## CONTENTS

Chapter 1. A summary of research project -----	11
Chapter 2. Current status of technology in domestic and abroad -----	31
Chapter 3. Research in developmental research -----	33
Chapter 4. Achievement of object and Contribution of research area -----	47
Chapter 5. Application of developed technology -----	53
Chapter 6. Oversea science information obtained -----	59
Chapter 7. Literatures -----	61

# 목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요 -----	11
제 1절 연구개발의 목적과 필요성 -----	11
제 2절 연구개발의 범위 및 내용 기획 -----	28
제 2 장 국내외 기술개발 현황 분석 -----	31
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 -----	33
제 1절 이론적 실험적 접근방법 -----	33
제 2절 연구개발 수행 내용 기획 -----	35
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 분석 -----	47
제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획 수립 -----	53
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 -----	59
제 7 장 참고문헌 -----	61

# 제 1장 연구개발과제의 개요

## 제 1절 연구개발의 목적과 필요성

### 1. 연구개발의 필요성

#### 1) 경남의 시설원예 산업 현황

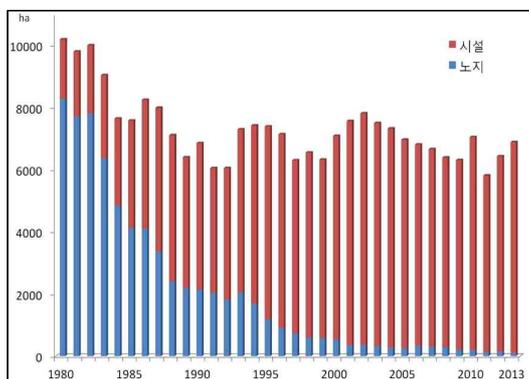
- 우리나라에서 처음으로 시설원예의 개척자 고 박해수씨는 김해시 어방동에서 1958년 비닐하우스 농업을 시작하였는데 기름 먹인 창호지를 이용하여 겨울에도 싱싱한 채소를 재배하였으며, 1960년 비닐하우스 재배에 성공하게 되었고, 이것이 전국적으로 퍼지게 됨으로써 김해지역은 시설원예의 발상지로서의 명성을 이어가고 있다.
- 경남의 시설재배 면적은 9,439ha(2013)로 전국 시설재배 면적(51,058ha)의 18.5%를 점유하고 있는데, 시설 유형은 비닐하우스가 9,377ha, 유리온실이 53ha, 경질관 온실이 9ha로 비닐하우스가 전체 시설의 99.4%를 차지하여 시설의 노후화 및 재배환경이 열악하여 생산 경쟁력이 약화되고 있는 실정이다.
- 경남의 주요 시설재배 작물은 과채류인 수박, 딸기, 토마토, 풋고추, 호박, 파프리카, 멜론, 가지 등과 화훼작물로는 절화류인 장미와 국화 등이 주를 이루고 있으며 딸기, 파프리카, 장미 및 국화 등은 경남의 수출전략 작물로 농가소득 증대에 크게 기여해 왔지만, 최근 여러 가지 국내외적 상황 악화로 수출에 어려움을 겪고 있다.
- 경남 시설원예산업의 강점은 시설원예산업의 발상지로 기반이 우수하고, 딸기, 파프리카, 국화 및 장미 등의 수출시장을 선점하고 있으며 지리적으로 수출시장과 매우 근접하다. 또한 지역적으로 기후가 온난하여 저온기 시설원예산업의 적지이며, 특히 경상남도의 지역 농산업에 대한 육성 의지가 강력하다는 것으로 분석되었다. 약점 요인으로는 노동력의 고령화 및 대체 인력부족으로 외국 노동력에 대한 의존도가 높고 산업이 발달하여 농촌 인건비가 높은 점과 엔저로 인한 원예산물의 수출악화 우려가 있다는 것이다. 특히 시설딸기의 경우 수출전용 품종인 매향은 재배 관리적인 측면에서 저온과 흰가루병에 약하고 기형과 발생이 심한 단점으로 생산성이 매우 낮은 것은 약점으로 간주되고 있다.
- 경남 시설원예산업의 기회요인으로는 수출대상국의 고품질 농산물과 친환경 유기농산물에 대한 수요가 급증하고 있으며 편리한 교통망으로 물류 인프라가 잘 구축되어 있다는 것이다. 위협요인으로는 FTA 체결 등으로 농산물과 유통시장이 개방되었고 주요 수입국의 농산물에 대한 검역이 강화되어 수출이 위축될 우려가 있으며 또한 농업 생산성과 인력이 감소하고 있으며 이상기상으로 인한 농업활동이 위협을 받고 있는 실정이다(그림 1).



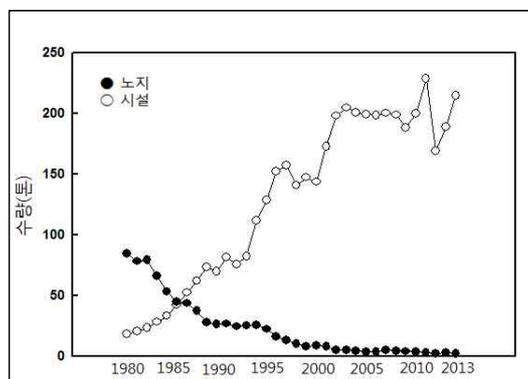
<그림 1> 경남 시설원예산업의 SWOT 분석

## 2) 경남의 시설딸기 산업현황

- 딸기는 국내에서 재배되고 있는 시설 과채류 중 생육적온이 가장 낮은 저온성 작물로 저온기 난방비 부담이 적어 동계 시설재배에 유리한 작물이며 재배역사는 비교적 짧지만 우리나라 환경에 적합한 재배작형이 확립되어 고품질의 신선 딸기를 생산하며, 가격도 안정화 되어 시설재배 농가의 주요 소득작물로 자리 잡고 있다.
- 농업생산액 중 딸기가 차지하는 비중은 1980년대 이후 지속적으로 증가하여 2013년 현재 딸기는 전체 농업 생산액의 2.53%, 채소 생산액의 12.6%를 차지하는 주요 과채류이다.
- 딸기는 비타민 C 등 기능성 물질이 풍부하여 겨울철 국민의 보건 향상에 중요한 역할을 담당하고 있으며, 과실의 소비층은 유아부터 노인까지 다양하여 2013년 이후부터는 겨울철 딸기 소비량이 감귤보다 많은 것으로 보고되었다.
- 우리나라의 딸기 재배면적과 생산량(2013)은 각각 6,890ha와 216,803톤(세계 6위)으로 생산액은 1조 3,359억원이며, 원예작물 중에서 고추 다음으로 생산액이 높은 작물로 전체 채소작물 생산액의 약 11.7%(전체 농업생산액의 2.6%, 8위)를 차지하고 있다.
- 경남은 전국딸기 재배면적과 생산량의 34.6%(2,383ha)와 33.9%(73,605톤)를 점유하고 있으며, 재배형태는 1985년을 기점으로 노지재배는 감소하고 시설재배는 지속적으로 증가하여 2013년 현재 전체 재배면적의 98.5%가 시설재배이다(그림 2와 3).

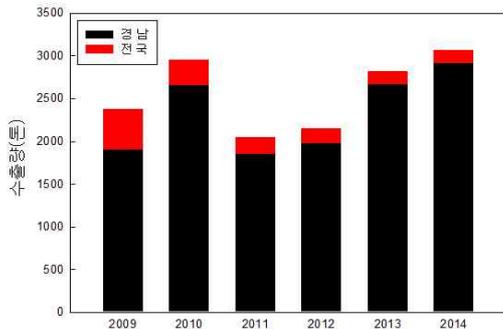


<그림 2> 딸기 재배면적 변화양상

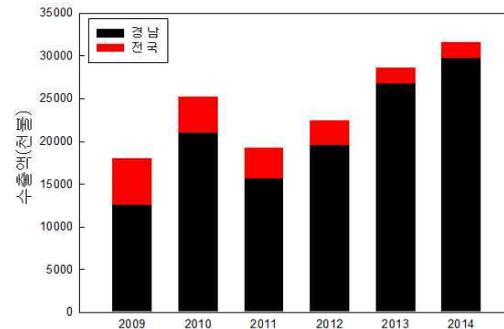


<그림 3> 재배형태별 생산량 변화양상

- 신선 딸기 수출량과 수출액(2014)은 각각 3,063톤과 3,160만불(약 320억)로 우리나라에서 생산되는 과채류 중 가장 많이 해외(20여 개국)로 수출되고 있으며, 매년 수출량이 급속히 증가하고 있는 채소작물이다(농수산물수출지원정보, 2014).
- 경남의 딸기 수출량과 수출액(2014)은 각각 95.0%(2,910톤)와 94.1%(2,973만불)를 점유하여 우리나라 수출 딸기의 전진기지 역할을 담당하고 있다(그림 4와 5).
- 딸기 수출물량은 대부분 동남아시아권 국가(홍콩, 싱가포르, 말레이시아 등)에 집중되어 있으며, 태국, 괌, 러시아, 몽골 등의 국가에 지속적으로 수출량이 확대되고 있다.

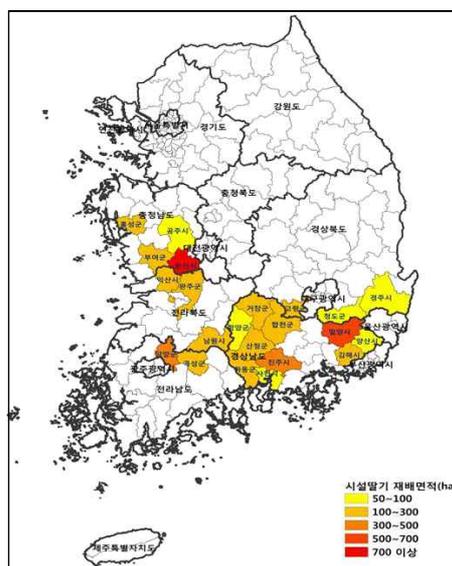


<그림 4> 전국 대비 경남의 딸기 수출량



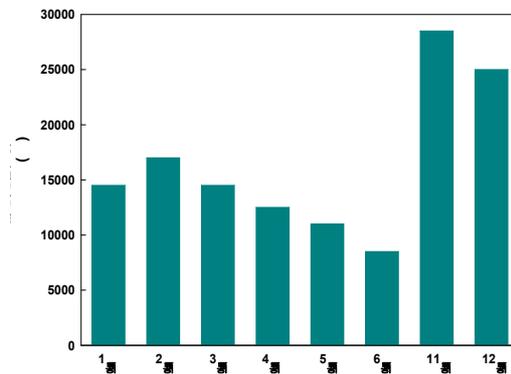
<그림 5> 전국 대비 경남의 딸기 수출액

- 경남의 과채류에서 시설딸기가 차지하는 재배면적 및 농가 수는 급속도로 증가하는 추세에 있으며, 특히 딸기의 재배면적이 2012년 대비 2013년 기준으로 40% 증가하여 타 과채류에 비해 증가 폭이 월등히 높다.
- 시설딸기는 진주, 산청, 밀양, 하동, 함천, 거창, 김해 등 경남지역에서 주로 재배·생산되며 이들 주산지인 온도, 일조량, 강설 등 자연환경이 딸기 재배에 유리한 지역이다(그림 6).



<그림 6> 시설딸기 주산지 및 재배면적(농촌진흥청, 2012)

- 국내 딸기 재배의 주요 작형은 9월에 정식하여 11월부터 수확하는 축성재배 또는 10월 하순에 정식하여 다음 해 1월 이후에 수확하는 반축성재배가 있다.
- 딸기는 과실의 생리적인 특성상 과피가 연약하여 장기저장이 어려워 생산과 소비가 비슷한 시기에 이루어지는 경향이 뚜렷하며, 반축성재배가 주류를 이루던 1980-1990년대에는 주 출하시기가 2-4월에 집중되었으나, 최근 초축성이나 축성재배와 같은 장기 다수확 작형이 확대 보급되면서 출하시기가 11월-익년 5월까지 연장되었다.
- 딸기의 재배 유형별 10a당 소득은 2010년의 경우 축성 8,111천원, 반축성 7,153천원으로 축성재배의 소득은 반축성재배에 비해 13%(최근 10년 평균은 22%) 높다.
- 딸기의 가격시세가 가장 높은 시기는 11월과 12월로 이 시기에 맞추어 시설딸기를 출하하고자 하는 노력이 강하지만 육묘기간이 길고 화아분화 조절 실패로 인해 가격이 낮은 1월에서 5월 사이 대부분 출하되고 있는 실정이다(그림 7).

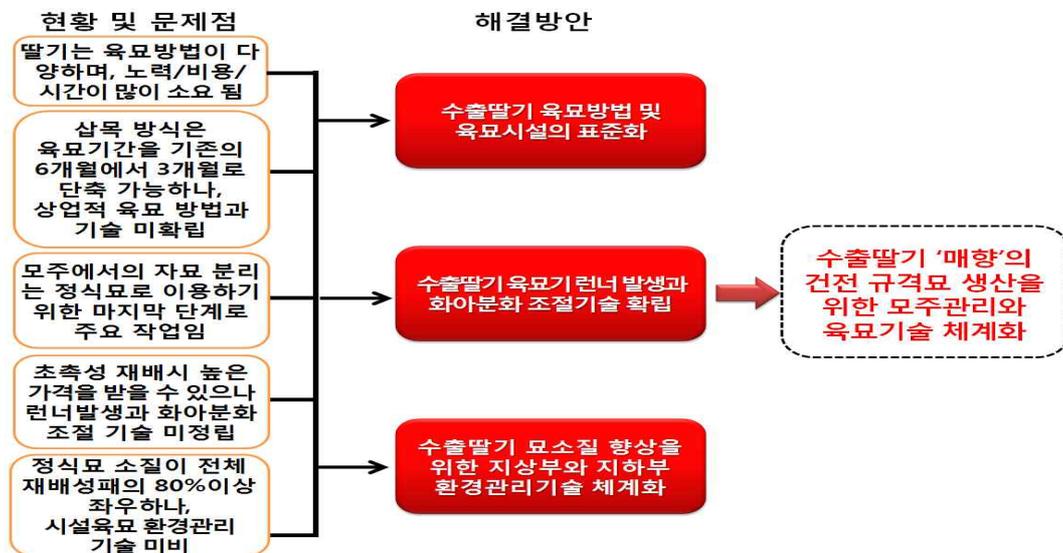


<그림 7> 2010년도 딸기의 월간 평균 가격변동(농촌진흥청, 2012)

### 3) 딸기 건전 규격묘 생산을 위한 모주관리와 육묘기술 체계화

- 딸기는 포복경 끝에서 발달하는 자수를 이용하여 영양번식으로 재배하는데, 육묘방법이 독특할 뿐만 아니라 노력과 비용이 많이 소요되고, 육묘기간도 6개월로 긴 편이나 삼목 방식을 이용하면 3개월로 단축시킬 수 있어 축성, 반축성 재배에 이용가능하며 상업화된 공정육묘장에서 삼목 기술을 이용한 대량생산 시스템을 구축할 수 있다.
- 딸기는 정식묘의 소질이 전체 재배성패(재배관리, 품질, 수량 증대 등)의 80%이상을 좌우하는 중요한 요인이다.
- 딸기육묘는 모주(어미묘)의 월동, 육묘포의 준비, 재배용기, 배양토, 환경관리를 비롯한 육묘 전반에 상당한 면적과 노력, 시간, 세부기술 등이 필요하다.
- 육묘방법에는 토양채묘와 공중채묘 등이 있는데 이 중 삼목 방식을 이용하는 공중채묘가 유리한 점이 많아 시설 및 환경장치의 도입과 환경조절 기술의 발달로 고설식 전면관수 및 삼목 육묘 방식의 기술도입에 많은 관심이 집중되고 있다.

- 육묘 시 런너의 절단으로 자묘의 독립이 빠를 경우 묘소질이 개선되고 화아분화가 촉진된다고 알려져 있으며, 축성 작형으로 재배시 정식일을 기준으로 약 30일 전에 자묘를 절단하여 독립하는 것을 권장하고 있다(RDA, 2009).
- 육묘기 런너를 일찍 절단할 경우 모주에서 자묘로 공급되던 수분이 일시에 차단되어 자묘의 관수 횟수가 증가함으로써 육묘 포장의 다습 조건이 유발되는데, 이러한 고온다습한 조건에서 런너 절단 부위로 딸기 탄저균이 침입하여 육묘 후기 고사주의 발생 비율이 증가하는 문제점을 안고 있다.
- 따라서 경남지역 시설 딸기 재배농가 현장에서 사용되고 있는 다양한 육묘 방법에 대한 장단점을 파악하여 각 농가의 형편에 적합한 효율적인 육묘방법과 시스템을 정립하고, 고효율 저비용 육묘 신기술의 개발과 동시에 지상부와 지하부의 환경 조절, 생장조절제, 양분공급 중단시기, 셀규격 구멍 등을 통한 런너발생 및 화아분화, 자묘의 묘소질 향상 기술 개발이 필요한 시점이다(그림 8).



〈그림 8〉 수출딸기의 건전 규격모 생산을 위한 모주관리와 육묘기술 체계화 모식도.

#### 4) 수출용 딸기 신품종 육성 기반 구축

- 수출딸기 전용 품종인 매향은 과실의 경도가 높아 경남 딸기농가에서 일부재배(1.7%, 2014) 되고 있지만, 저온기 기형과 발생이 심하고 수량성이 낮은 단점을 가지고 있다(그림 11).
- 2007년 이후 딸기 수출량이 급격하게 증가하면서 수출 딸기 농가에서는 매향을 대체할 수 있는 수출용 딸기 신품종 육성을 꾸준히 제기해오고 있다.
- 일부지역에서는 설향 품종으로 수출을 시도하고 있지만, 경도가 낮고 과육이 빨리 물러져 수출시장에서 한국 딸기의 품질저하가 우려되고 있다.
- 딸기 수출량 확대 및 물류비용 절감을 위해 선박을 이용한 수송방법을 추진하고 있으며, 수확 후 6-8일까지 과육이 단단하면서 품질변화가 적은 고경도 수출딸기 품종육성이 필요하다.

5) 수출딸기 고품질 안정생산을 위한 재배 관리 기술 체계 확립

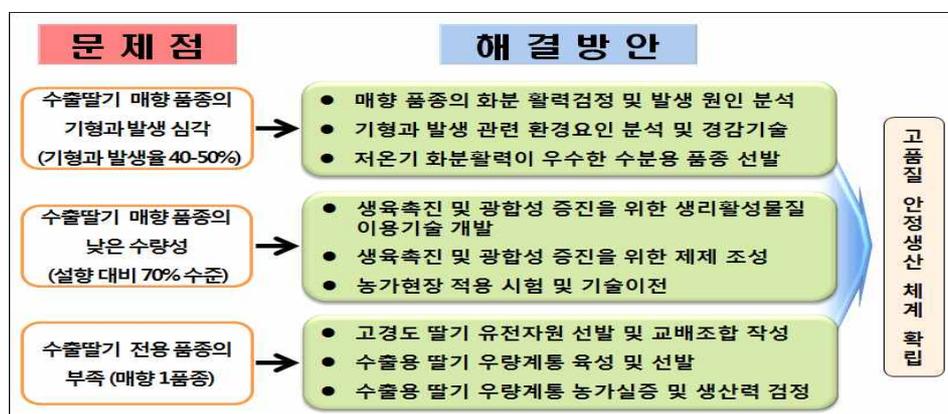
- 우리나라의 딸기 품종은 원예연구소(현 원예특작과학원, 1982년)에서 조생홍심이 육성된 이후 최근까지 약 30여 품종이 육성되었고, 2000년 이후 우리나라의 딸기 육종 사업이 본격화 되면서 국내 육성품종의 재배면적이 급격히 증가하였다.
- 국내 육성품종 재배면적 비율은 2013년 현재 78% 수준으로 2008년의 42.4%에 비해 급격하게 증가하였지만, 주로 설향 단일품종 위주로 재배되고 있다.
- 국산 품종인 설향은 전체 재배면적이 75.4%를 차지하고 있지만 과실의 수송성과 저장성이 떨어져 수출용으로 부적합하고 대부분이 국내 소비용으로 재배되고 있다.
- 우리나라 육성품종인 매향 품종은 재배면적이 2.3% 정도로 경남지역을 중심으로 대부분 수출농가에서만 일부 재배되고 있는 실정이다.
- 국산 품종인 매향은 과실의 경도와 당도가 높아 수출에 적합한 품종이지만, 수량성이 낮고(설향 대비 30% 감소) 흰가루병 발생율이 높은 단점을 가지고 있다. 특히 저온기에는 생육이 불량하고 기형과 발생율이 높아 수출을 목적으로 재배하는 딸기 농가에서 가장 큰 문제점으로 부각되고 있다(그림 9).
- 겨울철에 재배되는 딸기는 다른 과실에 비해 기형과 발생비율이 높은 편인데, 장희나 설향 품종은 수확한 과실의 10~20% 정도 기형과가 발생되지만, 수출품종인 매향은 약 40~50% 정도 기형과가 발생되고 이로 인한 손실액은 연간 약 70~80억 정도 발생하고 있다(그림 9).



<그림 9> 딸기의 흰가루병 발병과 기형과 발생 양상

- 딸기 과실의 기형과 발생 원인으로서는 화분매개 곤충의 유무, 고온과 저온, 하우스 내의 습도와 건조, 일조불량, 부적합한 농약살포, 식물체의 영양상태 등으로 알려져 있으며 특히 매향 품종은 다른 품종에 비해 기형과 발생율이 높으나 그 원인에 대한 체계적인 연구결과는 없는 실정이다.

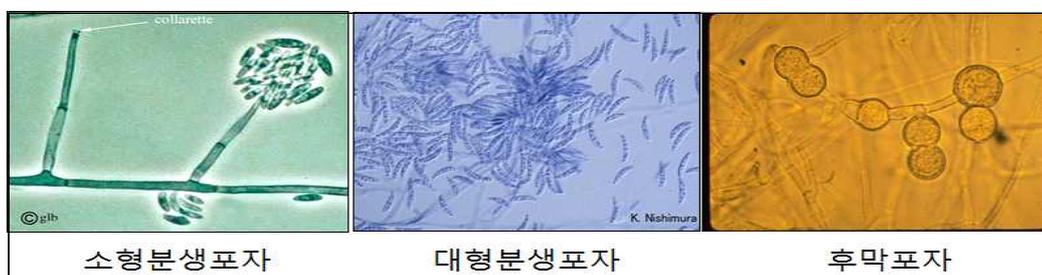
- 딸기 꽃은 암술, 수술을 갖춘 완전화로서 화탁이 반타원형이고 수술은 20~30개가 형성되며, 암술은 다른 꽃과 달리 100~400개로 구성되어 있고, 이들 암술 하나 하나에 수분이 이루어져야 기형과를 방지할 수 있다. 매향 딸기 재배 시 기형과가 발생하는 원인에 대해 몇 가지로 추정해 볼 수 있지만 정확한 해결책이 미비한 실정이다.
- 미량원소 중에서 칼슘, 붕소, 구리, 아연은 딸기 과실의 형태를 결정하는데 있어 매우 중요한 역할을 하며, 딸기 잎의 미량원소 결핍은 기형과와 백랍과 발생의 주요 원인으로 붕소와 칼슘 엽면처리는 기형과와 백랍과 발생을 감소시킬 수 있다. 특히 2월 중순  $GA_3$   $75mg \cdot L^{-1}$  엽면 살포는 기형과 발생을 감소시키는데 무처리에서는 기형과 발생이 12.4%이었지만,  $GA_3$  엽면살포에서는 기형과 발생이 6.6% 였고, 11월 중순과 2월 중순에 2회 처리시에는 기형과 발생이 2.2%로서 현저히 감소한다(Sharma와 Singh, 2009).
- 칼슘은 신장하는 화분관의 관두 세포벽의 구조물질로 이용되기 때문에 화분세포 외부의 칼슘유무가 화분발아에 큰 영향을 미치게 되는데, 화분관이 한쪽방향으로 신장하는 것은 칼슘 이온의 농도구배에 의해 이루어지며, 세포질 내 유리 칼슘이 화분관의 신장 정도와 방향을 조절하고 칼슘이 부족하면 화분관 신장이 저해된다.
- 최근 생리활성물질을 이용한 작물의 생육촉진과 광합성 증진 효과 등에 관한 많은 생리적 반응에 기초한 연구결과가 보고되고 있다.
- 아미노산 유도체인 glycine betaine의 생육촉진 효과, porphyrin 화합물의 생합성 전구물질인 aminolevulinic acid의 엽록소 합성 및 광합성 촉진 효과, 광촉매제인  $TiO_2$ 의 저온기 광합성 증진 효과, 각종 스트레스에 대한 내성 유기의 신호전달 역할을 하는 NO와  $H_2S$ 의 효과 등은 이용 기술만 개발되면 시설농업의 생산성 증진을 위하여 활용가능성이 충분하다.
- 경남에서 재배되는 수출딸기 매향 품종의 기형과 발생과 낮은 수량성을 해결하여 충분한 수출물량을 확보하기 위해서는 단기적으로는 재배적인 기술을 개발하여 해결해야 하며(그림 10), 장기적인 측면에서는 이러한 문제점이 보완된 수출전용 신품종 개발이 필요하다.



〈그림 10〉 수출딸기 고품질 안정생산을 위한 체계 확립 모식도

6) 수출딸기 흰가루병과 위황병 친환경 종합 방제기술 개발과 고품질 안전생산 기반 구축

- 딸기 시설재배 시 곰팡이병은 연중 발생하며 방제에 많은 노력과 비용이 소요되고 곰팡이병 방제를 위한 과도한 화학약제의 사용은 농약잔류에 따른 농산물의 안전성을 저하시키며, 환경에 대한 유해성이 사회적 문제로 지적되고 있다.
- 딸기 흰가루병은 발병하면 완전한 방제가 어려운 곰팡이병으로 잎, 엽병, 꽃, 화병, 과일 등 식물체 전체에 감염되며 축성재배는 11-12월, 반축성재배는 2-4월에 빈번하게 발생한다. 특히 수출 딸기 품종인 매향은 흰가루병에 아주 약하여 수출 재배농가에서 가장 큰 문제가 되고 있다. 최근 여러 가지 발병억제 물질을 이용한 작물의 곰팡이병 저항성에 대한 기초 연구와 더불어 실용적인 방제기술을 개발하려는 시도가 활발하게 진행되고 있다.
- 흰가루병, 잿빛곰팡이병 등 원예작물의 주요 곰팡이병을 대상으로 ASM 등과 같은 발병억제 물질을 인위적으로 처리하여 식물의 유도저항성을 유기 시키려는 연구가 최근 오이 등 원예작물에서 많이 보고되고 있으며 식물에 유도저항성 유기물질을 처리하면 신호전달 물질의 생성과 PR 단백질의 발현으로 발병억제 효과가 있는 것으로 이해되고 있다.
- 미생물을 이용한 생물학적 방제 연구도 활발하게 이루어지고 있는데 병원균 기생, 항균물질 생성 등과 같은 병원균에 대한 미생물의 특성을 이용하는 것으로 AQ10 등 다양한 시제품이 보고되었다. 활성산소종을 이용한 발병억제 효과는 잎곰팡이, 흰가루병, 잿빛곰팡이 등을 대상으로 토마토, 딸기, 오이 등에서 보고되고 있으며, oxalic acid, lauric acid, 규산의 엽면처리가 흰가루병, 균핵병, 모잘록병의 발병억제에 효과가 있다는 연구 보고도 있다.
- 딸기 위황병은 과실특성이 뛰어난 장희와 수출품종인 매향에서 가장 많이 발생하는 가장 치명적인 병해로 병원균의 감염 경로가 알려지지 않았고 저항성을 가진 품종이 존재하지 않으므로 초기 진단 기법의 개발과 더불어 토양 및 배드상토에서의 위황병원균 제거 기술 개발이 필요하다.
- 딸기 위황병원균은 토양내에 존재하면, 소형분생포자, 대형분생포자 및 후막포자를 형성하는 것으로 알려져 있는데, 1차 감염은 토양내에서 발아한 소형 또는 대형 분생 포자에 의해 이루어진다(그림 11).



<그림 11> 딸기 위황병원균

- 후막포자의 경우 환경이 불리하거나, 기주식물이 존재하지 않을 때 형성되어 토양에서 10여년 이상 장기적으로 생존할 수 있으며, 이러한 병원균의 특성상 화학방제에 의한 병

원균의 사멸이 어려운 실정이다. 또한 후막포자는 토양소독과 같은 방법으로도 효과적인 사멸이 이루어지지 않고 있으며 병원균은 지속적으로 토양내에서 존재하고, 같은 포장에서 계속 재배되는 딸기재배 특성상 위황병 발생은 지속적으로 증가하고 있으며, 딸기 위황병에 의한 피해는 감염된 포장에서 50% 이상으로 나타나는 것이 일반적일 정도로 그 피해가 심각한 수준이다(그림 12).



<그림 12> 딸기 위황병 증상 및 감염에 의한 크라운 병징

- 딸기 위황병원균은 토양 서식 진균성 병원균으로 알려져 있으며 과실 수확을 위한 딸기 재배지에서는 정식 직후 30-50일, 비닐 멀칭 후 25-40일 사이에 위황병이 피해가 심각하게 나타난다. 국내 딸기 자묘의 생산은 대부분이 농가에서 직접 모주에서 자묘를 4월부터 8월까지 생산하고 있으며 모주에서 런너를 통하여 증식되는 자묘는 대부분 5 자묘를 한 모주에서 증식된다. 자묘 생산지에서도 위황병이 발생하고 있지만, 자묘의 크기가 작고 위황병의 초기 증상이 구분이 어려운 관계로 대부분의 경우 자묘에서의 위황병의 감염을 인식하지 못하고 있는 현실이다.
- 감염된 자묘가 생산 포장에 식재되는 경우, 위황병 대발생은 불가피하며 병원균의 토양내 유출로 인한 병원균 밀도의 누적이 발생하며, 차후 건전묘를 식재하여도 토양내에 존재는 병원균에 의한 피해가 증가하는 악순환이 발생하게 된다(그림 13). 따라서 초기 증상이 나타나지 않는 수준에서의 위황병원균 감염 자묘의 진단 기법 도입이 필요하다.

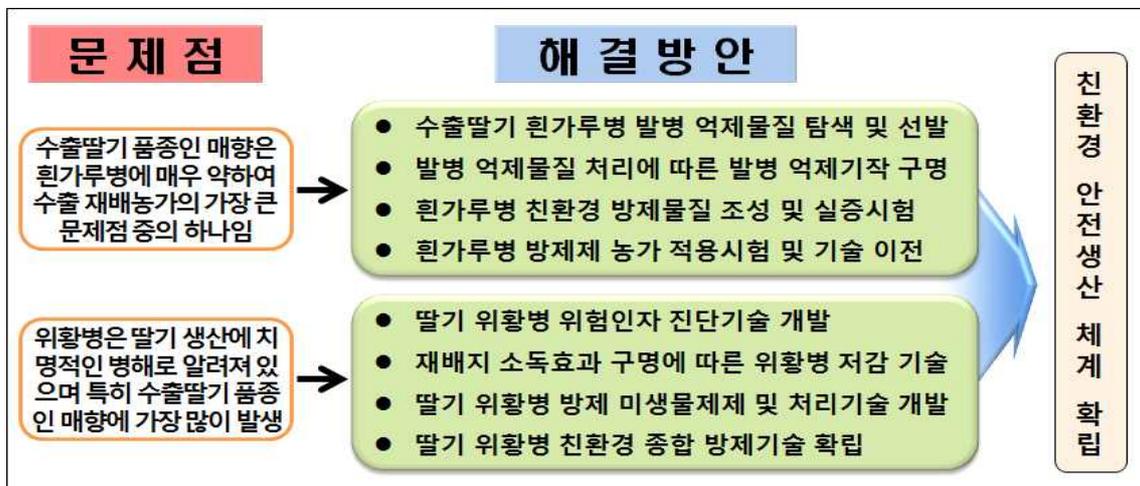


<그림 13> 토양 재배지와 고설배드 재배지의 위황병 발병

- 고설배드 재배지에서도 위황병의 발생은 심각하게 발생하고 있는데, 이는 고설배드의 상토는 높은 가격과 노동력 부족으로 최소 3-5년의 지속적인 사용이 이루어지고 있기 때

문이다. 배드상토는 토경재배에 비하여 위황병 발생이 낮은 편이나, 위황병 최초 발생이 후에는 그 발병도 및 병해의 피해가 더욱 높다. 따라서, 연도별 배지의 사용에 따른 병원균 오염 여부를 판별하여 지속적 사용여부를 판단하는 기준 마련이 필요하다.

- 국내 딸기는 대부분이 시설재배지에서 수행되고 있으며, 고설 재배 면적은 기술보급에 힘입어 연평균 2%이상 증가 할 것으로 예측되고 있다. 시설내 토경재배지는 재배형태상 토양 개량이 용이하지 않으며, 고설배드 재배의 경우도 상토의 높은 가격으로 인하여 재사용이 불가피한 실정이다. 특히 토양 소독제인 메틸브로마이드(MB)의 오존층 사용 규제로 인하여, 2009년 이후 딸기생산에 큰 피해를 초래하고 있으며, 현재 MB 대체 물질을 이용한 딸기 위황병 방제 연구가 절실히 필요한 시점이다. 따라서 토경 및 고설배드 상토에 대한 기존 소독법에 의한 위황병원균 제어 기술효율 분석과 더불어 효과적인 소독 기법 개발이 요구되고 있다.



<그림 14> 수출딸기 친환경 안전생산 체계 확립 모식도

- 후막포자를 형성하는 딸기 위황병원균은 화학농약에 의한 병원균 사멸 및 방제가 거의 불가능하며 감염된 식물체의 시들음 및 생육저하는 병원균이 식물체 크라운 부분의 도관에 정착하여 발생한다. 식물체내에 정착한 위황병원균에 대한 지속적이고 효과적인 방제법이 아직 확립되지 않아 딸기 위황병 방제를 위한 미생물 제제 개발이 시급한 실정이다.
- 미생물제제에 의한 위황병 방제는 고품질 딸기의 안전적 생산에 기여할 뿐 아니라 농약사용량을 감소시키고 친환경 안전 딸기공급으로 수출확대에 크게 기여할 것으로 기대된다.
- 최근 홍콩 등 수출대상국은 안전성 확보를 위하여 검역을 강화하고 있는데, 수출품종인 매향은 흰가루병과 위황병에 아주 약하여 방제에 어려움을 겪고 있다. 따라서 수출딸기의 안전성을 확보하기 위해서는 친환경 방제기술 개발이 시급한 실정이다(그림 14).

7) 불량환경 대응 수출딸기 재배기술 및 기능성 품질 평가기술 개발

- 우리나라는 국내평균 기온 상승율이 세계평균기준을 크게 상회하여 지난 100년간(1912-2008

년) 평균 기온이 1.7°C 상승하여 지구온난화에 따른 영향이 심화되고 있다.

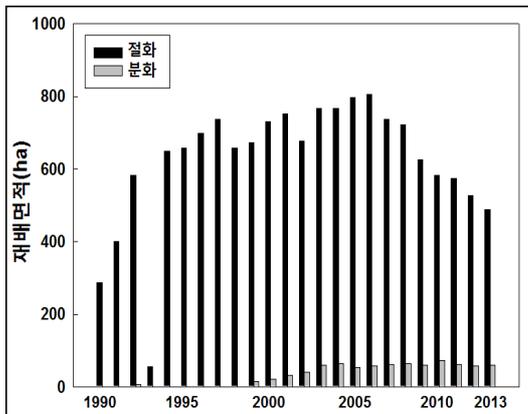
- 이상기후는 시설딸기 재배의 불량환경으로 작용하여 생산성에도 부정적 영향을 미친다.
  - 겨울철 이상저온은 생육부진, 착과불량, 수량감소, 난방비 과다지출
  - 딸기를 고온기인 여름재배에서는 화분발아 불량으로 착과율 저하
- 최근에는 이상기후로 인하여 일조부족이 증가하는 추세이며, 시설 딸기에서도 피해가 증가하고 있는 실정이며, 일조는 작물의 광합성과 밀접한 관련성이 있으므로 농작물 생산성에 변화를 초래한다.
  - 일조부족은 영양기관과 생식기관의 발육부진과 더불어 각종 병원균의 발생을 유발시켜 농업 생산에 부정적 영향을 초래(한국원예학회지 2010)
  - 특히 분진에 따른 50%, 70%의 일조 감소로 생산량은 각각 13%, 20% 감소하였고, 과실 당도도 0.4-0.5° Brix 낮았음(한국원예학회지 2012)
- 딸기재배의 불량조건인 저온, 고온, 일조부족 등 기상재해 현상이 빈번해지고 강도 또한 더욱 커지고 있으며 불량환경 조건에서 딸기의 재배기술 확립 및 대응 기술 개발은 경남 수출딸기의 안정적 생산 공급이라는 측면에서 매우 중요한 사안이다.
- 최근에는 평균 수명의 증가로 선진국들의 노령화 사회로의 진입이 지극히 빠르게 이루어지면서 노화 및 노화에 관련된 각종 퇴행성 신경질환과 심혈관계 질환 등의 질병에 관심이 커지고 있다.
- 질병들이 식생활과 밀접한 관련이 있음이 밝혀지면서 식품 중에 함유된 생리활성물질에 대한 연구가 다양한 식품이나 약용식물, 녹차 등에서 이루어지고 있으며, 특히 우리가 일상적으로 섭취하고 있는 채소류는 좋은 소재로서 각광받고 있다.
- 딸기는 암이나 관상동맥질환 예방 등의 다양한 생리활성 효과를 나타내는 폴리페놀류나 플라보노이드 계통의 물질이 함유되어 있으므로 생리활성의 특성을 강조한 기능성 식품 혹은 건강식품을 이용한 병을 예방 또는 치료할 수 있는 소재로서 활용이 가능한 작물로 평가되고 있다.
- 딸기의 주요 생리활성을 나타내는 성분은 폴리페놀인 ellagic acid와 플라보노이드인 quercetin과 caempferol이 주요 성분으로 보고되었다.
- Ellagic acid는 raspberry나 strawberry 등과 같은 다양한 과일과 채소에 있는 폴리페놀화합물로서 항암작용과 항산화작용, 항섬유화 작용을 나타낸다. Ellagic acid 함량은 품종 또는 재배지역에 따라 차이가 있는 것으로 알려져 있는데, 스페인산 산딸기는 생체 100g 당 208-244mg으로 높았고 SJR942-7 품종은 70.3m으로 Nova 품종보다 2배 이상 높다.
- 딸기의 주요 생리활성 성분인 quercetin과 kaempferol은 많은 종류의 식물들에 함유되어 있으며, 발암물질의 활성 감소, 암세포의 효소작용 저해, 항암물질의 활성증대 및 변이 암세포의 생육저해 작용 등의 다양한 기능성을 가지고 있다.
- 종래의 가열건조 및 살균처리 방식은 과대한 비용과 시간을 요하면서도 대상 농수산물의 퇴색, 향기성분의 소멸 및 영양학적 가치 하락 등의 단점이 있어 이를 대체할 새로

운 방식의 가공처리법이 필요하다.

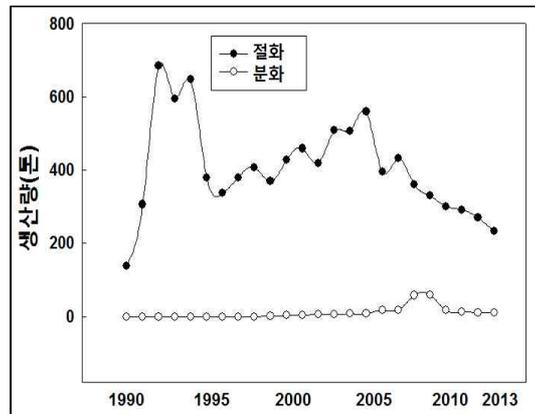
- 불량환경 조건인 이상저온, 고온 및 일조부족에 따른 딸기의 생육반응을 검정하고 피해 최소화를 위한 대응기술을 개발하여 경남 수출딸기의 안정생산 체계를 구축하는데 있다.
- 아울러 경남에서 재배하고 있는 주요 딸기 품종의 기능성 성분을 비교분석하여 경남에서 재배가 적당한 고기능성 품종을 선발하고, 딸기의 기능성 성분을 활용한 품질평가 기준을 확립하고자 한다.

#### 8) 경남의 시설국화 산업현황

- 경남의 시설국화 재배면적(2013)은 116.4ha로 전국 재배면적(549.5ha)의 21.1%를 점유하고 있으며 경남의 시설국화 생산량(2013)은 57,858천본으로 전국 생산량(232,977천본)의 24.8%를 차지하며 생산액은 16,977백만원이다(그림 15와 16).
- 경남의 절화국화 재배 농가수(2013)는 223농가로 전국 1,107농가수의 약 20.1%이다.
- 시설국화의 스탠다드 품종은 2013년 기준으로 전체 생산량의 약 80%이며 스프레이 품종은 20%를 차지한다. 스탠다드 품종의 주산지는 부산 강서(23.1%), 창원(12.3%), 김해(8.8%) 등으로 부산/경남이 대부분을 차지하고 있다.

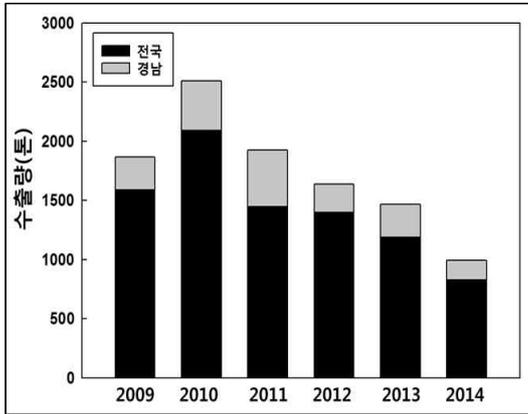


<그림 15> 국화 재배면적 변화양상

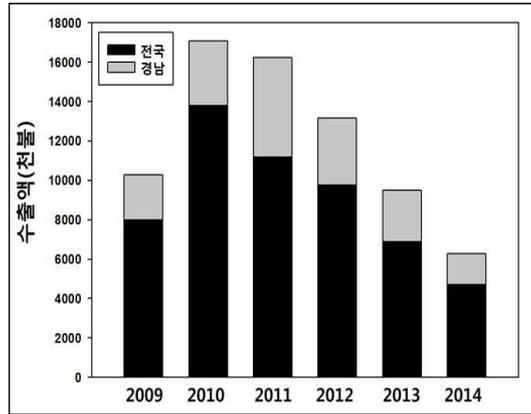


<그림 16> 품목별 국화 생산량 변화양상

- 경남 시설국화의 수출량(2014)은 165톤으로 전국 수출량(827톤)의 19.9%를 차지하며 수출액은 1,563천불로 전국 수출액(4,723천불)의 33.1%를 점유하고 있다(그림 17과 18).
- 주요 수출국은 일본, 러시아, 몽골 등이며 수출 물량과 실적은 점차 감소하고 있는 추세이다.
- 주요 수출국인 일본의 화훼가격 하락과 엔화가치 급락이 국내생산 국화의 채산성 악화로 이어져 국내 생산농가의 타 작목으로의 품목 전환을 야기하고 있다.



<그림 17> 전국 대비 경남의 국화 수출량



<그림 18> 전국 대비 경남의 국화 수출액

- 또한 난방비 상승으로 인한 농가 생산비용의 증가와 작황 부진이 국화 수출물량과 수출액 감소에 영향을 미치는 주요 요인이다.
- 우리나라 국화의 시배지인 창원시 마산은 국화 우수성을 국내외에 홍보하고 소비촉진을 위해 2000년부터 마산 가고파국화축제를 매년 개최하고 있다(그림 19). 국화조형물의 창의적인 스토리텔링 구성과 7,600여 점의 국화명작 전시 및 다양한 체험행사로 148만 명의 관람객이 방문해 489억 원의 지역경제 파급효과를 창출하는 등 관광산업형 축제로서 품격과 완성미를 갖춘 전국 최대 규모의 단일종 꽃축제로 정착하였다.
- 특히 제4회 TOP(아시아태평양 도시관광진흥기구)포럼(2014년 6월 말레이시아)에서 홍보 부분 베스트-어워드 수상과 제59회 IFEA World(세계축제협회) 피너클-어워드에서 홍보 분야 및 대표 프로그램(국향대전)으로 금상2, 은상2, 동상1을 수상하며 세계가 인정하는 글로벌 축제로 발돋움하였다.
- 경남 창원의 서북산 청정지역에서 재배한 국화를 사용한 국화주를 브랜드화 시켰으며 대원사 계곡을 끼고 있는 청정지역 산청군 삼장면 지리산자락에서 재배한 감국을 정성껏 채취해 산청한방약초연구소와 영농조합법인이 공동 연구해 산청 호랑이 국화차를 최근 개발하여 출시하였다(그림 19).



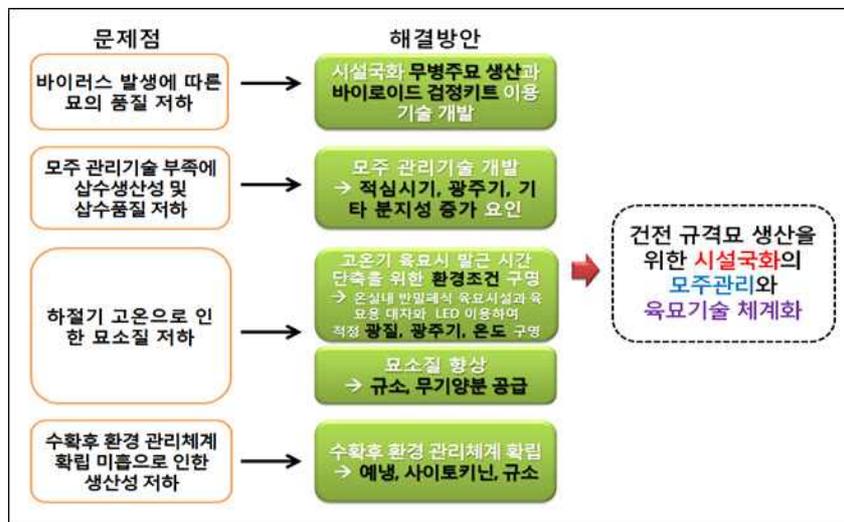
<그림 19> 경남에서 재배한 국화의 다양한 상업적 이용

## 9) 국화 건전 규격묘 생산을 위한 모주관리와 육묘기술 체계화

- 국화는 재배농가에서 자가육묘하는 경우가 대부분이라 체계화된 육묘기술이 없고 묘의 공급이 불균일하여 생산된 절화의 품질이 저하되는 경우가 많으므로 건전묘 생산기술 개발과 확립이 요구된다.
- 국화는 주로 삼목법으로 번식되나, 건전한 번식을 위해서는 정단분열조직배양에 의한 바이러스 등 병해충이 없는 무병묘를 이용해야 하며, 모주를 충실히 관리하여 건전한 삼수를 생산해야 정식 후 우수한 품질의 절화가 생산될 수 있다.
- 또한 모주가 철저히 관리되어야 하는데 그 과정이 소홀하거나 기술이 부족하여 건전한 묘를 생산하는데 어려움이 있다. 모주는 항상 장일하에 유지되어야 하며, 특히 늦가을, 겨울, 초봄에는 매일 저녁 10:00-02:00(4시간) 사이에 전조처리를 하지 않으면 삼수의 품질에 문제가 발생한다. 그 결과 절화재배시 개화기가 불균일해지고, 버들은 발생율이 높아지며 꽃의 품질이 저하된다.
- 공정육묘기술은 1992년에 도입되어 시설원예산업의 발달을 촉진하였으며 작기확대와 주년생산이 가능해짐에 따라 주로 과채류와 화훼류의 번식에 적용되고 있다. 현재 국내 공정육묘장 수는 240여개소이며 면적은 178ha로 꾸준히 증가하고 있으나 여전히 공급이 수요를 충족시키지 못하고 있어 앞으로도 지속적인 성장이 예상된다. 따라서 주로 종자번식 채소류와 화훼류에서 널리 이용되고 있는 공정육묘기술을 국내의 주요 영양번식작물인 시설 국화에도 도입한다면 생산을 일관화하고 균일화 하는데 유용한 육묘시스템을 체계화할 수 있을 것이다.
- 플러그묘(plug seedlings) 또는 공정묘란 플러그라고 불리는 응집성이 있는 소량의 배지가 담긴 개개의 셀(cell)에서 길러진 묘종을 말한다(Nelson, 1991). 공정육묘 시스템에서는 종자가 기계적으로 수십 내지 수백 개의 셀을 가진 플러그판에 파종되어 일반적으로 한 셀에서 오로지 하나의 식물체가 생산되는 시스템이다.
- 공정육묘는 안정성이 높은 전문 육묘시설에서 육묘된 묘를 생산하므로 묘의 확보와 공급이 용이하고 안정적이다. 또한 공정육묘의 도입으로 육묘가 곤란한 시기인 동·하절기, 육묘가 까다로운 작물, 육묘기술이 부족한 경우에도 적절한 육묘환경의 조성과 기술을 토대로 건전묘를 안전하게 공급할 수 있다.
- 모종의 수송과 정식 등이 지금까지의 관행묘에 비하여 매우 손쉽게 이루어지므로 시간과 비용면에서 노동생산성이 높아지게 된다. 또한 시설과 포장의 이용효율도 높아질 수 있으며, 품종과 작부계획이 정확하게 결정되기 때문에 시장동향의 파악과 이에 대한 대응도 용이하다. 작물의 종류에 따라 이식성이 서로 다르나 플러그묘의 이식과 정식의 기계화가 용이하고 활착이 잘 되어 정식 후의 생육이 순조롭게 진행되는 것이 큰 특징이다.
- 공정묘는 육묘기간이 짧고 시설의 생산성이 높으며 이에 따른 묘 가격 절감효과가 있으며, 또한 수송도 쉽고 효율적일 뿐만 아니라 수송이 체계화되어 있어 수송 중에 상처나 기타 스트레스를 적게 받는 장점이 있다. 육묘 관련 기술의 개발로 지금까지 개별농가의 수준에서 이루어 지던 육묘를 산업의 차원으로 끌어올릴 수 있고 이를 토대로 안정된 육묘산업의 기반이 구축

될 수 있다. 모종 유통의 현대화와 정식의 기계화 등의 첨단기술의 채용이 용이하고 주로 종자 번식식물에 적용되던 공정육묘기술은 삼목번식 등의 영양번식시에도 적용할 수 있다.

- 본 연구과제에서 모주관리에 관한 연구를 수행하고자 하는 이유는 기술부족으로 인해 모주의 삽수 생산량이 일정하지 못하며, 특히 하절기의 고온으로 인해 건전한 삽수의 생산이 어렵기 때문이다. 따라서 이 연구과제에서는 모주관리기술의 체계화를 통하여 모주가 생산하는 삽수의 양을 늘릴 뿐만 아니라 더 건전한 삽수를 안정적으로 공급할 수 있게 하는 기술을 개발하고자 한다(그림 20).
- 묘의 품질은 최종 생산물에게까지 영향을 미치기 때문에 묘소질을 향상시키는 기술을 개발하는 것은 아주 중요하다. 규소는 환경 스트레스에 대한 식물의 내성을 증가시켜 외부 불량환경으로부터 묘를 보호할 수 있기 때문에 시설국화 육묘시 적정 규소 처리법과 규소 농도를 구명한다면 묘소질을 향상시키는데 아주 효과가 있을 것이라 판단된다.



<그림 20> 시설국화의 모주관리와 육묘기술 체계화 모식도

10) 시설국화 개화조절을 위한 LED 이용 신기술 개발

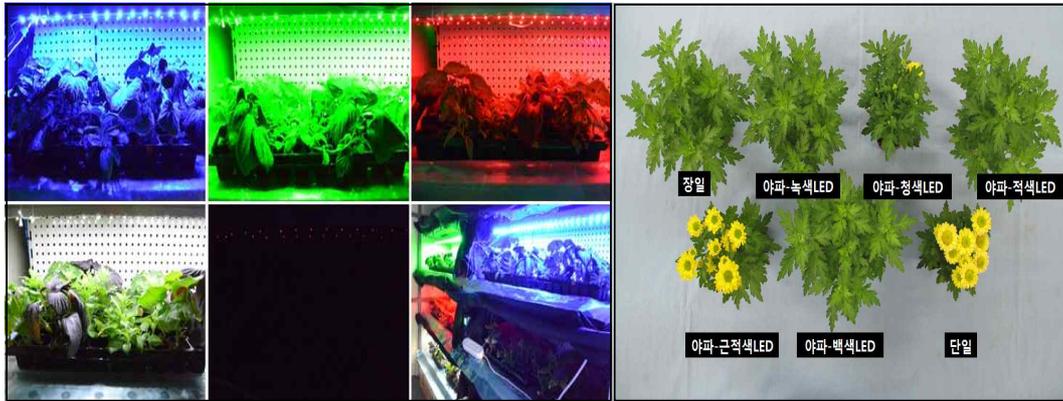
- 농업용 인공광원으로 형광등, 백열등, 고압나트륨등, 메탈할라이드등, LED(light emitting diode)등 이외에도 차세대 인공광원으로 주목받고 있는 LEP(light emitting plasma), organic EL(electro luminescence display), LD(laser diode), PLS(plasma lighting system), MPL(micro powered lamp) 등에 대한 연구도 점차 가시화되고 있다(그림 21).
- 현재 대체 광원으로 가장 많이 이용하고 있는 LED는 파장 폭이 좁고 단파장을 방사하므로 특수한 목적의 식물재배에 사용할 수 있다. 또한 LED의 특정 단파장을 이용하여 작물의 광합성 촉진, 개화조절, 착색증진, 당도와 사포닌 함량 증진, 곰팡이 발생억제 등의 효과를 얻을 수도 있다(그림 21).



〈그림 21〉 인공광원의 이용(Hwang 등, 2014)

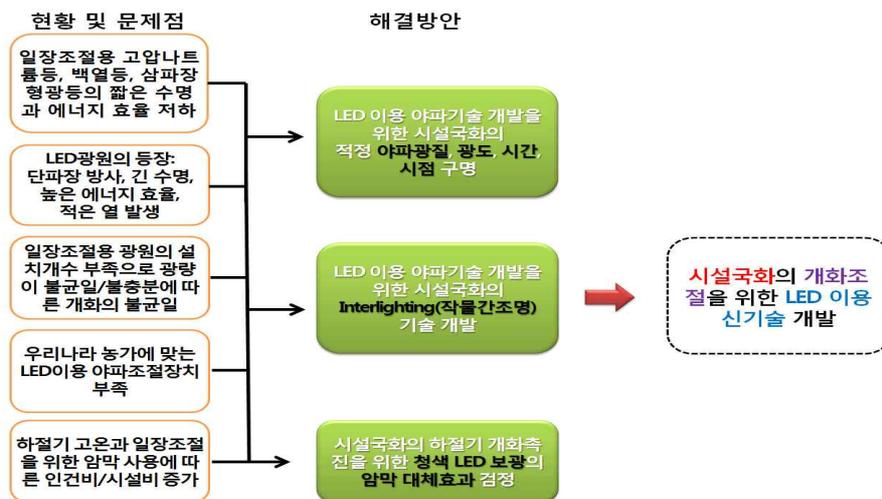
- LED 광원은 소형화 하여 생산되므로 비교적 좁은 공간에서도 활용할 수 있으며 전력소모량이 적고 열선을 방사하지 않으며 수명은 반영구적이다.
- 태양광 병용형 식물공장에서 작물을 다층재배를 하는 경우 태양광만으로는 광량을 충분히 확보하기 어려워 인공광으로 보광하고 있다. 열 발생이 많은 고압나트륨등의 사용은 광원에 근접해 있는 식물이 고온 피해를 받기 쉬우므로 열 발생이 적은 LED를 사용하는 것이 좋다.
- 채소류와 화훼류의 생육, 수량증대 및 개화조절을 위한 광질, 광도 및 광주기의 효과에 대한 연구가 진행되어 점진적으로 현장에 적용되고 있다. 채소류와 화훼류의 재배온실에서는 고휘도의 LED를 이용한 interlighting 기술의 현장적용이 이루어지고 있다.
- 현재 농가에서 국화의 개화는 백열등과 삼파장 형광등을 주로 이용하여 조절하고 있으나, 기존 광원의 짧은 수명과 설치갯수 부족 등으로 광량이 불균일하거나 또는 불충분하여 개화가 균일하지 않다. 이에 따라 국화의 생산성과 품질이 저하되고 수출물량을 안정적으로 공급하기 어려운 경우도 발생한다. 따라서 수명이 길고 설치가 간편한 LED를 기존 광원의 대체광원으로 사용하여 국화의 생산성과 품질을 향상시키고 개화시기가 균일하도록 하는 기술을 개발하고자 한다.
- LED는 기존 광원에서 불가능한 식물체에의 근접 설치가 가능하므로 투입 전기에너지 대비 방출 광량이 크게 향상될 수 있다. LED는 기존 광원에 비해 가격은 다소 비싸지만 수명이 길기 때문에 장기적인 측면에서 기존 광원을 경제성 있게 대체할 수 있을 것이라 판단되며 또한 LED의 가격은 출시 초기에 비해 점점 내려가고 있는 추세여서 곧 기존 광원보다 경제적일 것이라고 판단된다.
- 개화조절방법 중 하나로 야파(night break)가 많이 이용되고 있는데, LED 광원을 이용하여 저광도로 야파하면 경제적으로 개화를 조절할 수 있으나 이에 대한 연구는 부족한 실정이다. 최근 LED를 이용한 특정 과장역에 대한 작물의 생육과 개화 반응 연구가 일부 행해지고 있지만 주간(명기) 광질의 영향에 대한 결과가 대부분이며, 작물 재배에 적용하기에는 아직은 미흡한 실정이다.
- 본 연구팀의 선행연구에 따르면 청색 LED나 근적색 LED로 야파하였을 때 국화의 개화가

촉진되었으며, 녹색, 적색, 백색 LED 처리에서는 개화가 억제되었다(그림 22). 또한 장일 조건 하에서 청색 LED광을 이용하여 국화의 개화를 촉진시키는 연구결과를 도출하였다.



<그림 22> LED를 이용한 아파처리에 따른 국화의 개화(Park, 2014)

- 본 연구에서는 LED를 이용한 저광도 아파를 통해 국화의 개화조절 신기술을 개발할 계획이며 또한 장일조건 하에서 국화의 개화를 조절하기 위해 주로 사용되는 암막처리를 대체할 수 있는 청색 LED의 이용방안을 찾아 실용화 가능성을 알아보고자 한다(그림 23).



<그림 23> 시설국화의 개화조절을 위한 LED 이용 신기술 개발 모식도

### 11) LED 식물공장을 이용한 분화국화 대량생산 시스템 구축

- 식물공장은 통제된 시설내에서 빛, 온도, 이산화탄소, 배양액 등의 환경조건을 인위적으로 제어하여 계절이나 장소에 관계없이 작물을 공산품처럼 계획생산이 가능한 최첨단 기술의 농업 형태이다. 국내에서는 2004년부터 농촌진흥청을 중심으로 한국형 식물공장 모델 개발연구를 추진하고 있으며, 남극 세종기지 컨테이너형 식물공장을 설치하여 운영하고 있고, 민간업체를 중심으로 식물공장에서 엽채류, 인삼 등 생산을 통하여 산업화가 가속화 되고 있다.

- 식물공장은 다단재배를 통해 재배면적의 극대화가 가능하고 재배기간의 단축 및 연중생산으로 생산량 증대되며, 무농약 재배 및 폐기물의 발생이 매우 적고 재배품종, 재배지역의 한계를 극복할 수 있는 고부가가치 산업이다. 엽채류 중심의 작물재배를 벗어나 보다 다양하고 부가가치가 높은 식물을 식물공장용 작물로의 개발과 연중생산을 위한 작부체계 확립이 필요하며, 화훼류 중에서 소형 분화류는 재배기간이 짧고 단위면적당 생산량이 많아 식물공장에서 연중재배가 가능한 작물로 부각되고 있다.
- 분화용 국화는 경남농업기술원에서 2003년부터 육종을 시작하여 현재까지 44품종의 다양한 품종이 개발되어 연간 5ha이상 재배농가에 보급되어 기술료 경감과 산업화에 기여하고 있으며, 품종개발 기술축적으로 식물공장 생산에 적합한 품종개발이 지속적으로 가능하다. 개발된 소형 분화용 국화는 재배기간이 짧아 연간 10기작이 가능할 정도로 회전율이 높으며, 소형 화분재배를 통한 밀식재배와 다단재배가 가능해 식물공장 생산기술 개발을 통해 대량생산과 산업화가 가능한 화종이다.
- 분화용 국화 대량생산용 식물공장은 다단재배가 가능하고 연중 재배온도와 광환경 조절이 가능한 폐쇄형 LED 광원 식물공장이 유리할 것으로 판단되며 품종개발과 생산기술 개발이 동시에 진행 가능하여 효율적인 연구가 가능할 것으로 생각된다. 분화용 국화 온실재배는 초장 억제와 병충해 방제를 위해 성장조절제와 농약을 다량 사용하고 있으나 식물공장에서는 온도 조절과 병충해 유입 차단으로 친환경적인 재배가 가능해 생산된 꽃을 관상용과 식용 및 식품용으로 사용가능해 고부가가치 사업으로 발전에 유리하다.

## 2. 연구개발의 목적

- 수출딸기 육묘방법의 표준화 및 화아분화 촉진 기술 개발
- 수출딸기 매향 품종의 기형과 발생원인 구명 및 경감기술 개발
- 수출용 딸기 신품종 육성 기반 구축
- 수출딸기 생육촉진 및 광합성 증진기술 개발을 통한 고품질 안정생산 기반 구축
- 수출딸기 주요 병원균(흰가루병, 위황병) 친환경 종합 방제기술 개발을 통한 안전생산 기반 구축
- 불량환경 조건에서 수출딸기의 피해 최소화 기술 및 대응기술 개발을 통한 안정생산 기반 구축
- 경남 수출딸기의 주요 주요생리활성 성분 분석 방법 확립
- 주요 재배 품종의 기능성분 함량 분석을 통한 고기능성 딸기 발굴 및 가공기술 개발
- 시설국화 모주관리와 육묘기술의 체계화로 건전 규격묘 생산과 안정적인 묘 공급
- 시설국화 개화조절을 위한 LED 이용 신기술 및 현장적용방안 개발
- 식물공장을 이용한 분화용 국화 대량생산에 적합한 광환경 조건 및 재배 적품종 선발
- 분화용 국화 LED 식물공장을 이용한 연중 개화조절 기술 및 재배배지 선발
- LED를 이용한 분화용 국화 육묘기술 확립 및 식물공장 대량생산용 신품종 육성
- 분화용 국화 식물공장용 양액 관리기술 및 상품화 기술개발

- 분화용 국화 LED 이용한 연중 다기작 식물공장 생산시스템 구축
- 수출딸기와 국화 수출현장의 애로사항 발굴 및 대응 방안 구축
- 수출 대상국의 시장정보 및 소비패턴 파악을 통한 마케팅 전략 수립
- 국가별 수출 전략에 따른 경제성 분석 및 이익 극대화 방안 수립
- 시설원예(시설딸기와 국화) 아카데미 과정을 통해 우수인력 양성 및 실용화 기술 현장적용 활성화
- 수출딸기 및 시설국화 산업 인력양성을 위한 시설원예 산업체 인턴쉽 운영

## 제 2절 연구개발의 범위 및 내용 기획

경남 시설딸기와 국화 수출확대를 통하여 농산업을 활성화시키기 위한 연구개발 범위와 내용을 기획하였다. 연구범위는 영양변식작물인 딸기와 국화의 육묘기술 체계화, 고품질 안정생산, 친환경 안전생산, 수출용 신품종 육성 기반 구축, 수출확대 전략 수립 및 인력양성과 기술 보급 등 세부과제 구분하여 수행하는 것이 가장 효율적일 것으로 판단되었으며 각 세부 과제의 연구개발 범위와 주요 내용은 아래와 같다.

### 1. 세부 1과제 : 수출딸기 고품질 안전생산을 위한 재배관리 기술 체계화 연구

연구개발의 범위	연구개발의 내용
○ 기형과 발생원인 구명 및 경감기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 환경요인(온도, 습도)에 따른 화분 발아 관계 구명</li> <li>○ 당 종류와 농도 및 무기성분 첨가에 따른 화분활력 검정</li> <li>○ 저장화분의 활력 검정</li> <li>○ 환경요인에 따른 암술의 수정능력 검정</li> <li>○ 시설 내 미기상(온도, 습도, 광)에 따른 기형과 발생 원인 분석</li> <li>○ 수분 매개곤충 방화 및 엽면시비에 따른 기형과 경감 기술</li> <li>○ 온실, 이랑 및 고설배드 방향에 따른 기형과 발생 빈도 분석</li> <li>○ 농약 종류 및 살포 시기에 따른 기형과 발생빈도 분석</li> <li>○ 착과량 조절에 따른 기형과 발생 분석</li> </ul>
○ 수출용 딸기 신품종 육성 기반 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 고경도 유용 유전자원은 탐색 및 선발</li> <li>○ 교배조합 작성 및 우량계통 선발</li> <li>○ 수출용 딸기 전용 우량계통 선발</li> <li>○ 수출용 딸기 고경도 우량계통 농가실증시험</li> <li>○ 수출용 딸기 고경도 우량계통 생산력 검정 및 보급</li> </ul>
○ 저온기 생육촉진 및 광합성 증진기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ GB 등 생육촉진 물질처리 및 효과 검정</li> <li>○ ALA 등 광합성 증진 물질처리 및 효과 검정</li> <li>○ 생리활성물질 처리방법, 처리시기 및 처리횟수 검정</li> <li>○ 처리방법에 따른 기본첨가제 및 보조첨가제 선발</li> <li>○ 생육촉진제 및 광합성 증진제 조성법 확립</li> <li>○ 생육촉진제 및 광합성 촉진제 농가 적용 시험</li> </ul>
○ 수출용 딸기 흰가루병 친환경 방제	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ PR 단백질 발현물질 처리 및 효과 검정</li> <li>○ 활성산소종 생성물질 처리 및 효과 검정</li> <li>○ 흰가루병 발병억제와 PR 단백질 발현 양상 분석</li> <li>○ 흰가루병 발병억제와 활성산소종 생성</li> <li>○ 엽면처리용 기본 및 보조첨가제 선발</li> <li>○ 흰가루병 발병억제용 방제물질 조성 및 농가현장 실증 시험</li> <li>○ 흰가루병 방제물질 농가 적용 시험 및 기술이전</li> </ul>
○ 수출용 딸기 위황병 친환경 방제	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자묘기와 재배기 발병 조사 및 병원균 균집 확보</li> <li>○ 위황병원균 진단 프라이머 검증</li> <li>○ 위황병원균 감염도 및 위험도 진단 수준확립</li> <li>○ 화학제제를 이용한 위황병원균 제거 기술</li> <li>○ 친환경 제제를 이용한 위황병원균 제거 기술</li> <li>○ 위황병 길항 미생물 후보 대량 스크리닝 및 후보 미생물 확보</li> <li>○ 실내 실험을 통한 맞춤형 미생물 효과검증</li> <li>○ 위황병 맞춤형 방제 미생물 제제 실증포장 검증</li> <li>○ 위황병 종합 방제기술 시연 및 방제기술 패키지 구축</li> </ul>

2. 세부 2과제 : 건전 규격묘 생산을 위한 모주관리와 육묘기술 체계화

연구개발의 범위	연구개발의 내용
○ 수출딸기 모주관리 및 육묘 기술 체계화	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 수출딸기 육묘의 표준화를 위한 육묘 방법 확립</li> <li>○ 고설식 포트 육묘시 자묘 발생 부위별 묘소질 비교</li> <li>○ 공중삼목 번식을 위한 환경조절기술 개발</li> <li>○ 모주와 자주의 분리시기에 따른 수출딸기 매향의 묘소질 조사</li> <li>○ 성장조절제의 종류와 농도에 따른 수출 딸기 매향의 런너 발생과 화아분화</li> <li>○ 수출딸기 매향의 육묘시 화아분화 유도를 위한 적정 양분 공급 중단시기 구명</li> <li>○ 지상부 환경조절을 통한 수출딸기 매향 자묘의 묘소질 향상</li> <li>○ 배지 종류에 따른 수출딸기 매향 자묘의 묘소질 비교</li> <li>○ 모주 재식간격에 따른 수출딸기 매향 자묘의 묘소질 조사</li> <li>○ 트레이 셀 사이즈에 따른 수출딸기 매향 자묘의 묘소질 조사</li> </ul>
○ 시설국화 모주관리 및 육묘 기술 체계화	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 조직배양기술을 이용한 무병주 생산</li> <li>○ 삼수 생산성 향상을 위한 모주관리</li> <li>○ 고온기 육묘시 발근 시간 단축을 위한 환경조건 결정</li> <li>○ 저온기/고온기 육묘시 묘소질 향상을 위한 규소 처리기술 개발</li> <li>○ 무기양분 공급에 따른 발근시간과 묘소질</li> <li>○ 유통과정 중의 적정 환경 관리 체계 확립을 위한 연구</li> </ul>

3. 세부 3과제 : 시설국화 개화조절을 위한 LED 이용 신기술 개발

연구개발의 범위	연구개발의 내용
○ 시설국화 개화조절을 위한 LED 이용 신기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ LED 이용 야파기술 개발을 위한 시설국화의 적정 야파광질과 광도 구명</li> <li>○ LED 이용 야파기술 개발을 위한 시설국화의 적정 야파시간과 시점 구명</li> <li>○ LED 이용 야파기술 개발을 위한 시설국화의 interlighting 기술 개발</li> <li>○ 청색 LED 이용 보광기술 개발가능성 검정을 위한 적정 보광시간 및 시점 구명</li> <li>○ 청색 LED 이용 보광기술 개발가능성 검정을 위한 적정 보광광도 구명</li> <li>○ 개발된 LED 이용 국화 개화조절체계를 사용한 현장실증연구</li> <li>○ LED 활용 시설국화 개화조절 매뉴얼 제작 및 보급</li> </ul>

4. 세부 4과제 : 경남 시설딸기 및 국화 수출 활성화 전략 개발

연구개발의 범위	연구개발의 내용
○ 경남 시설딸기와 국화 수출 시장 확대를 위한 마케팅 전략 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시설딸기와 국화 수출 현황 조사</li> <li>○ 수출 현장의 문제점 및 애로사항 발굴</li> <li>○ 주요 수출국내 경쟁국 현황 조사</li> <li>○ 수출활성화를 위한 대응 마케팅 전략 수립 및 경제성 분석</li> <li>○ 수출활성화를 위한 국내 정책 대안 제시</li> <li>○ 시설딸기와 국화 수출 활성화 전략의 현실적 실행방안 도출</li> </ul>

5. 협동 1과제 : 불량환경 대응 수출딸기 재배기술 및 품질 평가기술 개발

연구개발의 범위	연구개발의 내용
○ 불량환경 대응 수출딸기의 생육반응 검정 및 대응기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 이상저온 조건에서의 딸기의 생리장해 및 생산성 검정</li> <li>○ 이상저온 대응 딸기의 안정생산 기술 개발(고설재배)</li> <li>○ 이상 고온에서의 딸기의 생리장해 및 생산성 검정</li> <li>○ 이상 고온 대응 딸기의 안정생산 기술 개발(고설재배)</li> <li>○ 일조부족 조건에서의 딸기의 생리장해 및 생산성 검정</li> <li>○ 일조부족 대응 딸기의 안정생산 기술 개발(고설재배)</li> <li>○ CO<sub>2</sub> 공급에 의한 딸기의 생육 및 생산성 검정</li> <li>○ CO<sub>2</sub> 공급에 의한 딸기의 안정생산 기술 개발</li> <li>○ 난방 에너지 절감형 딸기생산 기술 개발</li> </ul>
○ 딸기의 주요 기능성분 탐색 및 기능성분의 가공 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 생육조건에 따른 딸기의 주요 성분 분석 및 탐색</li> <li>○ 경남 지역 주요 재배품종의 생리활성물질 함량 분석</li> <li>○ 재배지역 및 불량환경 조건별 생산 딸기의 생리활성물질 기준의 품질 평가</li> <li>○ 마이크로파에 의한 딸기 분말 가공품 개발</li> <li>○ 마이크로파에 의한 가공품의 색도, 향기 및 기능성분 변화 분석</li> <li>○ 비가열 살균법에 의한 딸기 잼 개발</li> <li>○ 가공품의 색도, 향 및 기능성분의 변화 분석</li> </ul>

6. 협동 2과제 : LED 식물공장을 이용한 분화국화 대량생산 시스템 구축

연구개발의 범위	연구개발의 내용
○ LED 식물공장을 이용한 분화국화 대량생산 시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 분화 국화 대량생산을 위한 LED 광환경 조건 구명</li> <li>○ 다단재배와 생육에 적합한 LED 적정 조사거리 구명</li> <li>○ 식물공장 재배시 개화와 품질에 적합한 단일처리 시간 구명</li> <li>○ 화아분아 억제를 위한 야파시간 구명</li> <li>○ 식물공장 대량생산을 위한 모주관리 기술 확립</li> <li>○ LED를 이용한 삼목기술 체계 확립</li> <li>○ 식물공장용 저비용 양액공급 시스템 개발 및 적정 양액농도 구명</li> <li>○ 수출용 용기 선발 및 상품화 기술개발</li> <li>○ 친환경적인 분화국화 생육억제기술 개발</li> <li>○ 식물공장 대량생산용 품종 선발 및 육성</li> <li>○ LED 식물공장 생산시스템 검증 및 매뉴얼화</li> <li>○ 식물공장 생산시스템 및 개발품종 산업화</li> </ul>

7. 협동 3과제 : 시설원에 지역혁신을 위한 기술 패키지 프로그램 운영

연구개발의 범위	연구개발의 내용
○ 시설원에 지역혁신을 위한 기술 패키지 프로그램 운영	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 딸기 및 국화 선진 농업인 양성을 위한 아카데미 과정 운영</li> <li>○ 미래 농업인 양성을 위한 산업체 인턴쉽 운영</li> <li>○ 신기술 보급 및 패키지 기술 실용화를 위한 농가현장 컨설팅</li> </ul>

## 제 2장 국내외 기술개발 현황 분석

- 딸기는 포복경 끝에서 발달하는 자수를 이용하여 영양번식으로 재배하는데, 육묘방법이 독특할 뿐만 아니라 노력과 비용이 많이 소요되고, 육묘기간도 6개월로 긴 편으로 우리나라에서 재배되는 딸기 품종은 대부분 종자가 아닌 포복지(런너)를 통해 영양적으로 번식되고 있다(이정명, 2013).
- 육묘방법에는 토양채묘와 공중채묘 등이 있는데 육묘기간 단축(3개월), 환경관리 등에서 공중 채묘가 유리한 점이 많아 증가하고 있는 추세이다(이정명, 2013).
- 딸기육묘는 모주(어미묘)의 월동, 육묘포의 준비, 재배용기, 배양토, 환경관리를 비롯한 육묘 전반에 상당한 면적과 노력, 시간, 세부기술 등이 필요하다(용영록 등, 2010).
- 또한, 육묘기술은 정식묘의 소질과 정식 후의 품질 및 수량을 결정하는 요인이 되므로 딸기 농사의 성패를 좌우하는 중요한 작업이다(용영록 등, 2010).
- 국내 딸기 육묘의 현황은 대부분 자가 육묘와 전문 육묘가 대부분이며, 농업기술센터에서 전체의 1%정도 육묘하고 있으며 현재 우량모주 보급률은 약 10% 수준으로 우량묘 생산이 시급하다(최동로, 2011).
- 딸기 우량종묘 보급체계의 부재로 인해 민간업체가 생산한 조직배양 묘를 농가에 직접 분양하였으나 보급농가가 제한적이고, 품종의 혼입, 병해충 피해, 품질의 불안정 등의 피해가 발생하고 비용이 과다하게 소요되었다(최동로, 2011).
- 딸기의 명확한 품종과 우량종묘의 공급체계 확립으로 종묘의 품질 제고와 딸기 생산성 향상이 필요하며 딸기 재배면적 6,313ha일 경우 연간 63천만주의 자묘 생산이 필요하다(최동로, 2011).
- 경남 딸기 생산량이 20% 증가한다고 예상할 때 생산량 17,000톤, 생산액 617억 증가가 예상된다(최동로, 2011).
- 우리나라의 시설딸기 재배면적과 생산량(2013)은 각각 6,789ha와 214,578톤인데, 그중에서 경남의 시설딸기 재배면적과 생산량은 각각 2,369ha와 73,321톤으로 34.9%와 34.2%를 점유하고 있다.
- 우리나라 시설딸기 총생산액(2013)은 13,359억원이며 경남의 시설딸기 생산액은 4,066억원으로 30.4%를 차지하고 있다(농림업생산액 및 생산지수, 2014).
- 경남의 신선딸기 수출량(2014)은 2,910톤으로 전국 수출량(3,063톤)의 95.0%를 차지하며 수출액은 2,973만불로 전국 수출액(3,160만불)의 94.1%를 점유하고 있다(농산물유통공사, 2014).
- 한국산 매향 딸기가 이미 동남아 시장에서 우수한 품질을 바탕으로 시장을 확대하고 있어, 세계의 농산물이 경쟁하고 있는 미국시장에서 틈새시장 확보를 통한 시장진출 가능성을 확인하여 시장다변화 추진이 필요하다.
- 경남이 전국 수출량의 95% 이상을 차지하는 이유는 수출을 목적으로 경도가 높은 매향품종을 재배하기 때문인데, 수출딸기 주력 품종인 매향품종은 경도가 높은 장점도 있지만, 기형과 발생이 심하여 수량성(설향 대비 70% 수준)이 낮고 위황병과 흰가루병에 약하다.
- 우리나라에서 국화는 2013년 재배면적이 489ha로 화훼류 중에서 가장 비중이 크며, 판매액

도 743억으로 전체 절화 생산액의 26%를 차지할 정도로 중요한 작물로서 국화 수출은 2013년도에 6,823천불로 점차 감소하고 있다(농수산식품수출지원 정보, 2013). 또한 전체 생산량을 기준으로 스탠다드 국화는 80%, 스프레이 국화는 20%를 차지하는데, 주로 스탠다드 국화는 추국 품종인 신마, 하국 품종인 백선, 하추국 품종인 백마가 재배되고 있고, 스프레이 국화는 골든데이지, 핑크데이지, 비아리츠, 리네커 등이 재배되고 있다.

- 주요 생산단지 및 수출업체는 로즈피아, 태안국화수출영농조합법인, 구미원예수출공사 등이다(농수산식품수출지원 정보, 2013).
- 국화 시장가격은 대국 6,229원이고 소국은 2,108원 내외이며 대국은 9-11월과 1-2월을 제외하고 고른 가격형성을 보이며, 소국은 동절기를 제외하고 평균가격을 유지한다(농수산식품지원 정보, 2013).
- 1인당 화훼류 소비액은 14,835원으로 전년 대비 4.2% 감소하였으며 2005년의 20,870원 이후 감소 추세이다(농수산식품지원 정보, 2013).
- 대규모 유리온실에서 국화를 생산하여 품질이 향상되어 수출 크게 증가하였고 2005년 이후 환율 하락, 유가 상승 등으로 수출채산성 악화와 일본시장에서의 인도, 콜롬비아, 말레이시아 등 경쟁국과의 경쟁 심화로 수출이 감소되고 있으며 최근 러시아 등으로 시장 다변화 움직임이 일어나고 있다(농수산식품지원 정보, 2013).
- 절화 국화의 주요 수출국은 일본, 러시아, 몽골 등이 있으며, 2014년에 국화가 가장 많이 수출된 곳은 일본으로 4,701,198달러를 기록하였으며, 그 뒤는 홍콩, 몽골, 미국이다(농수산식품지원 정보, 2014).
- 절화 국화의 주요 수입국은 중국, 베트남, 우간다 등이며 가장 많이 수입된 곳은 중국으로 7,972,736달러를 기록하였다(농수산식품지원 정보, 2013).
- 고품질의 국화를 수확하기 위해서는 우선 양질의 묘를 생산해서 재배해야 하며, 주로 삼목에 의해 번식한다. 최근 플러그 육묘기술을 이용한 삼목법이 관행묘 생산기술에 비해 많은 장점을 가지고 있어 거의 대부분 국화 재배농가에서 플러그를 이용한 육묘법으로 삼목묘를 생산하여 재배하고 있다(유용권, 2012).
- 국화 삼목묘의 발근에는 모주의 생육조건, 삼수조건, 삼목환경, 발근제 처리조건 및 삼목토 등이 영향을 미친다. 그리고 묘의 지상부 생육이나 발근상태에 따라 정식 이후의 절화장이나 절화 무게 등 절화 품질에 차이가 나타나므로 체계적인 육묘기술의 확립이 필요하다(유용권, 2012).
- 국화는 대표적인 단일성 식물로 밤의 길이에 반응하여 화아분화하는 식물로서 일장이 짧은 시기에 영양생장을 지속시키고 화아분화를 억제하기 위해 광중단을 한다. 하추국은 일반적으로 여름철에 심야 광중단을 하여 개화를 억제시키는 반면, 추국은 암막을 이용한 단일처리로 화아분화 및 개화를 조절한다. 국화의 화아분화 억제를 위한 광원 및 광도는 품종에 따라 차이가 있지만, 보통 30-40lux 정도에서 억제효과가 나타나며, 가장 실용적인 광도는 70-80lux로 알려져 있다(최성열 등, 2012).
- 국화의 개화조절을 위한 광원으로는 대부분의 농가에서 백열등과 삼파장 형광등을 주로 사용하고 있으나, 발열량이 많고 수명이 짧으며 에너지 소비가 많아 농가경영에 부담이 되고 있다. 따라서

최근에 이러한 단점을 보완할 수 있는 LED 광제어 기술이 주목을 받고 있다(최성열 등, 2012).

- 특히 LED는 식물체의 성장 및 형태형성에 필요한 특정 파장역의 광만을 선택적으로 조사할 수 있는 장점이 있어 식물재배용 인공광원으로의 이용성이 크게 기대되고 있다(최성열 등, 2012).
- LED의 효율은 90 lm/W로 국내에 30% 보급시에는 총 전기절감액이 1조5천4백억원이다. LED는 반도체 발광다이오드 기술을 이용한 조명으로 형광등과 달리 중금속 오염문제에서 자유로우며 100 lm/W(이론효율은 300 lm/W까지 가능)에 이르는 높은 광효율 칩을 이용하여 내충격성과 평균 5만시간부터 최대 10만시간인 긴 수명과 같은 다양한 장점을 가지고 있다.
- 국내 분화류는 대부분 10 cm 화분 위주로 생산되어 유통되고 있으며 초소형 화분에 대한 수요는 증가되고 있으나, 온실환경이 변화가 심해 연중생산이 어렵고 품질이 불균일하여 생산과 판매가 확대되지 못하고 있다.

## 제 3장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1절 이론적 실험적 접근방법

- 우리나라의 딸기 재배면적과 생산량(2013)은 각각 6,890ha와 216,803톤(세계 6위)으로 생산액은 1조 3,359억원이며, 원예작물 중에서 고추 다음으로 생산액이 높은 작물로 전체 채소작물 생산액의 약 11.7%(전체 농업생산액의 2.6%, 8위)를 차지하고 있다.
- 경남은 전국딸기 재배면적과 생산량의 34.6%(2,383ha)와 33.9%(73,605톤)를 점유하고 있으며, 재배형태는 1985년을 기점으로 노지재배는 감소하고 시설재배는 지속적으로 증가하여 2013년 현재 전체 재배면적의 98.5%가 시설재배이다.
- 신선 딸기 수출량과 수출액(2014)은 각각 3,063톤과 3,160만불(약 320억)로 우리나라에서 생산되는 과채류 중 가장 많이 해외(20여 개국)로 수출되고 있으며, 매년 수출량이 급속히 증가하고 있는 채소작물이다.
- 경남의 딸기 수출량과 수출액(2014)은 각각 95.0%(2,910톤)와 94.1%(2,973만불)를 점유하여 우리나라 수출 딸기의 전진기지 역할을 담당하고 있다. 딸기 수출물량은 대부분 동남아시아권 국가(홍콩, 싱가포르, 말레이시아 등)에 집중되어 있으며, 태국, 괌, 러시아, 몽골 등의 국가에 지속적으로 수출량이 확대되고 있다.
- 우리나라에는 국산 품종인 설향이 전체 재배면적이 75.4%를 차지하고 있지만 과실의 수송성과 저장성이 떨어져 수출용으로 부적합하고 대부분이 국내 소비용으로 재배되고 있다.
- 우리나라 육성품종인 매향 품종은 재배면적이 2.3% 정도로 경남지역을 중심으로 대부분 수출농가에서만 일부 재배되고 있는 실정인데, 매향은 과실의 경도와 당도가 높아 수출에 적합한 품종이지만, 수량성이 낮고(설향 대비 30% 감소) 흰가루병 발병율이 높은 단점을 가지고 있다. 특히 저온기에는 생육이 불량하고 기형과 발생율이 높아 수출을 목적으로 재배하는 딸기 농가에서 가장 큰 문제점으로 부각되고 있다.
- 겨울철에 재배되는 딸기는 다른 과실에 비해 기형과 발생비율이 높은 편인데, 장희나 설

향 품종은 수확한 과실의 10~20% 정도 기형과가 발생되지만, 수출품종인 매향은 약 40~50% 정도 기형과가 발생되고 이로 인한 손실액은 연간 약 70~80억 정도 발생하고 있는 것으로 추정하고 있다.

- 경남의 시설국화 재배면적(2013)은 116.4ha로 전국 재배면적(549.5ha)의 21.1%를 점유하고 있으며 경남의 시설국화 생산량(2013)은 57,858천본으로 전국 생산량(232,977천본)의 24.8%를 차지하고 있고 경남의 절화국화 재배 농가수(2013)는 223농가로 전국 1,107농가수의 약 20.1%이다.
- 시설국화의 스탠다드 품종은 2013년 기준으로 전체 생산량의 약 80%이며 스프레이 품종은 20%를 차지하는데 스탠다드 품종의 주산지는 부산 강서(23.1%), 창원(12.3%), 김해(8.8%) 등으로 부산/경남이 대부분을 차지하고 있다.
- 경남 시설국화의 수출량(2014)은 165톤으로 전국 수출량(827톤)의 19.9%를 차지하며 수출액은 1,563천불로 전국 수출액(4,723천불)의 33.1%를 점유하며 주요 수출국은 일본, 러시아, 몽골 등이며 수출 물량과 실적은 점차 감소하고 있는 추세이다.
- 주요 수출국인 일본의 화훼가격 하락과 엔화가치 급락이 국내생산 국화의 채산성 악화로 이어져 국내 생산농가의 타 작목으로의 품목 전환을 야기하고 있는 실정이다.
- 따라서 경남의 시설딸기와 국화 산업이 안고 있는 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 중단기적으로는 재배관리 측면에서 원천기술을 개발하고 장기적으로는 수출용 품종육성 등을 개발하는 것이 필요할 것으로 생각된다. 이러한 목표를 달성하기 위하여 4개의 세부과제와 3개의 협동과제를 전문분야별로 구성하여 연구개발을 추진하고자 기획하였다.
- [제1 세부과제]는 ‘수출딸기 고품질 안전생산을 위한 재배기술 체계화 연구’로 안전성이 확보된 친환경 수출용 고품질 딸기 생산에 관한 연구를 수행하고자 기획하였는데, 이를 위해서는 수출딸기 저온기 생육 및 광합성 촉진을 위한 생리활성물질 이용기술 개발, 수출딸기 매향의 기형과 발생 원인 구명 및 방지 기술 개발, 수출전용 신품종 육성 기반 구축, 수출딸기 흰가루병 친환경 종합방제 기술 개발, 수출딸기 위황병 친환경 종합방제 기술 개발 등을 추진하고자 기획하였다. 현재 경남지방을 중심으로 재배되고 있는 수출용 딸기 매향 품종의 문제점을 극복하여 생산효율을 향상시킴과 동시에 수출을 증진시킬 수 있는 기술을 개발하여 농업현장에 실용화로 시킬 수 있도록 연구계획을 수립하였다.
- [제 2세부과제]는 ‘건전 규격묘 생산을 위한 모주관리와 육묘기술 체계화를 위한 연구’로 영양번식작물인 딸기와 국화의 육묘기술을 체계화하고자 구성하였다. 수출딸기 관련 연구는 육묘방법 및 시설 표준화, 수출딸기 육묘기 런너 발생과 화아분화 조절기술 확립, 수출딸기 묘소질 향상을 위한 지상부와 지하부 환경 관리기술 체계화 연구로 구성되어 있다. 시설국화 관련 연구는 무병주묘 생산과 바이로이드 검정키트 이용기술, 규격묘 생산성 향상을 위한 모주 관리기술과 환경조건 구명, 묘소질 향상 연구, 수확후 환경 관리 체계 확립으로 구성되어 있다.
- [제 3세부과제]는 ‘시설국화 개화조절을 위한 LED 이용 신기술 개발’로 시설국화의 적

정 야과광질, 야과광도, 야과시간 및 야과시점의 구멍과 하절기 개화촉진을 위한 청색 LED 보광의 암막 대체효과 검증, 농가 현장 적용을 위한 LED 이용 interlighting 야과장치 개발로 구성되어 있다. 특히 시설국화의 하절기 개화촉진을 위한 청색 LED 보광의 암막 대체효과 검정을 위해 보광시간, 보광시점, 보광광도를 구멍할 계획이며 시설국화 동절기 개화조절 기술의 농가 현장 적용을 위해 LED 이용한 interlighting 야과장치를 개발할 예정이다.

- [제 4세부과제]는 ‘경남 시설딸기와 국화의 수출활성화 전략 개발’로 경남의 대표적인 수출 산업체인 경남무역과 알찬수출영농조합법인이 공동으로 수출현장의 애로사항을 발굴하여 대응방안을 구축하고, 수출마케팅 전략을 수립하기 위하여 수출 대상국의 시장정보와 소비패턴 파악하도록 구성하였으며 수출활성화를 위한 국내 관련 제도와 정책에 대한 대안을 제시하고 최종적으로는 국가별 마케팅 전략에 따른 경제성을 분석하고 이익을 극대화하는 방안 수립하고자 한다.
- [제 1협동과제]는 ‘불량환경 대응 수출딸기 재배기술 및 품질 평가기술 개발’에 관한 것으로 연구 과제를 성공적으로 추진하기 위하여 불량환경에 대응하기 위한 딸기 재배기술과 고기능성 딸기를 생산하여 제공을 위한 분석방법 확립 및 가공방법에 관한 2개의 연구항목으로 나누어 연구개발을 추진하고자 기획하였다.
- [제 2협동과제]는 ‘식물공장을 이용한 소형 분화용 국화 대량 생산시스템 개발’에 관한 것으로 분화용 국화 식물공장 대량생산에 적합한 광환경 조건과 재배 적품종 선별, 식물공장을 이용한 연중 개화조절 기술 및 재배배지 선별, 분화용 국화 육묘기술 확립 및 식물공장 대량생산용 신품종 육성 및 식물공장용 양액 관리기술 및 상품화 기술개발을 통하여 최종적으로는 분화용 국화를 연중 생산하기 위한 다기작 식물공장 생산시스템 구축하는 것으로 과제를 구성하였다.
- [제 3협동과제]는 ‘시설원에 지역혁신을 위한 기술 패키지 프로그램 운영’으로 기존 농가에서 실시되고 있는 시스템들을 분석하고, 이에 대한 재배상의 문제점을 발견하여 이를 해결하기 위해 관련 기술에 대한 전체적인 자료를 수집하고, 데이터베이스 구축을 통해 분석·정리하여 단점을 보완한 개발 기술을 농가 현장에 보급하고자 한다. 또한 농가 현장에 개발한 기술을 보급하기 위해 전문 원예작물생산 인력양성 프로그램을 개발하여 농민들에게 꾸준한 교육지원을 통한 지역의 체계화된 생산시스템 구축을 이룩하는데 목표를 두었다.

## 제 2절 연구개발 수행 내용 기획

각 세부과제별로 연구목표와 연구내용을 아래와 같이 구체적으로 기획하였으며 앞으로 기획된 내용들이 연구과제로서 수행된다면 경남시설원에 농산업의 활성화에 크게 기여할 것으로 생각된다.

### 1. 제 1세부과제 : 수출딸기 고품질 안전생산을 위한 재배관리 기술 체계화 연구

#### 1) 연구목표

- 수출딸기 기형과 발생 원인 구명 및 경감기술 개발
  - 수출딸기 매향 품종의 화분활력 암술 수정 능력 검정 및 문제점 해결
  - 기형과 발생 관련 환경 요인 구명 및 문제점 해결
  - 수출딸기 재배 시 저온기 수분용 품종 선발
- 수출용 딸기 신품종 육성 기반 구축
  - 수출용 딸기 품종 육성을 위한 고경도 딸기 유전자원 탐색 및 교배조합 작성
  - 수출용 딸기 우량계통 육성 및 선발을 통한 신품종 육성
- 수출딸기 생육 및 광합성 촉진을 위한 생리활성물질 이용기술 개발
  - 수출딸기 생육 촉진을 위한 생리활성물질 선발 및 이용기술 개발
  - 수출딸기 광합성 촉진을 위한 생리활성물질 선발 및 이용기술 개발
- 수출딸기 흰가루병 친환경 종합방제 기술 개발
  - 흰가루병 친환경 방제를 위한 발병억제물질 선발 및 처리방법 확립
  - 흰가루병 방제를 위한 친환경 방제물질 조성 및 방제효과 검정
  - 흰가루병 방제용 친환경 제제의 방제효과 농가실증 및 기술 이전
- 수출딸기 위황병 친환경 종합방제 기술 개발
  - 수출딸기 자묘 및 재배지 위황병 위험 인자 진단기술 개발
  - 토양 및 배드상토 소독효과 구명에 따른 위황병 위험도 저감 기술 확보
  - 소독 후 토양 건전성 회복을 위한 처리 기술 개발
  - 맞춤형 위황병 방제 미생물 제제 및 처리 기술 개발

#### 2) 연구내용

- (1) 수출딸기 기형과 발생 원인 구명 및 경감 기술 개발
  - 수출딸기 매향 품종의 화분활력 암술수정 능력 검정 및 문제점 해결
    - 온도조건이 화분 발아에 미치는 영향
      - 화분발아온도 조건 구명, 화분발아속도 및 화분관 신장정도 조사
      - 화분발아온도 : 10, 15, 20, 25℃
    - 당 종류 및 농도가 화분 발아력에 미치는 영향
      - 당 종류 : sucrose, fructose, glucose

- 처리농도 : 당 종류 별 각각 5%, 10%, 15%, 20% 첨가
- 무기성분 종류 및 농도가 화분 발아력에 미치는 영향
  - 무기성분 : boric acid, calcium nitrate, magnesium sulfate, potassium nitrate
  - 처리농도 : 0, 100, 500, 1,000mg·L<sup>-1</sup>
- 저장방법이 화분활력에 미치는 영향
  - 화분 저장기간 중 온도, 습도, 광 조건에 따른 화분 활력 검정
- 개화 후 시간 및 환경요인이 암술의 수정능력에 미치는 영향
  - 개화 후 시간 별 암술의 수정능력 비교 : 개화 후 3, 5, 7 시간 설정
  - 온도, 습도 및 광 조건에 따른 암술의 수정능력 검정
  - 온도 및 상대습도 : 10, 15, 20℃/40, 60, 80%
- 기형과 발생 관련 환경요인 구명 및 문제점 해결
  - 온도 조건이 개화 및 개약에 미치는 영향
    - 시설 하우스 내 주간 최저 온도가 개화 및 개약에 미치는 영향
    - 주간 최저온도 : 10, 13, 16, 19℃
    - 시설 하우스 내 야간 최저 온도가 기형과 발생에 미치는 영향
    - 야간 최저온도 : 3, 5, 7, 9℃
  - 광량의 차이에 따른 기형과 발생정도 분석
    - 시설 하우스 방향 및 그늘 정도에 따른 기형과 발생정도 조사
    - 광 조건 : 30, 50, 70% 차광
    - 이랑 방향에 따른 기형과 발생정도 조사 : 동, 서, 남, 북
  - 수분 매개곤충이 기형과 경감에 미치는 영향
    - 꿀벌과 서양뒤영벌 혼용 방사 시 과실의 착과율 및 기형과 발생정도 분석
    - 꿀벌, 서양뒤영벌, 꿀벌 + 서양뒤영벌 방사
    - 벌통 방향 및 위치에 따른 기형과 발생정도 분석 : 동서, 남북 방향
  - 미량원소 및 생장조절제 엽면시비가 기형과 발생에 미치는 영향
    - H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, CaCl<sub>2</sub>, GA<sub>3</sub>, NAA, CuSO<sub>4</sub>, ZnSO<sub>4</sub> 엽면시비 처리
  - 1화방 적과정도가 기형과 경감에 미치는 영향
    - 1화방의 착과량 정도가 저온기 2화방 기형과 발생에 미치는 영향 조사
    - 1화방 착과량 : 무적과, 8과, 6과, 4과
  - 시설 하우스 내 위치에 따른 기형과 발생정도 조사
    - 하우스 내 동, 서, 남, 북의 위치에 따른 기형과 발생정도 조사
- 저온기 수분용 품종 선발
  - 딸기 유전자원 중 화분의 활력이 우수한 품종 선발
  - 저온기 화분의 활력이 우수한 품종을 선발하여 수분용 품종으로 활용
  - 저온기 수분 전용 품종 농가 보급

(2) 수출용 딸기 신품종 육성 기반 구축

- 수출용 딸기 품종 육성을 위한 고경도 딸기 유전자원 탐색 및 교배조합 작성
- 경도가 높은 딸기 유전자원(매향 등)과 고품질 유전자원을 교배하여 매향의 단점을 보완할 수 있는 우량계통 선발
- 수출용 우량계통 생산력 검정 및 농가실증 시험

(3) 수출딸기 생육 및 광합성 촉진을 위한 생리활성물질 이용기술 개발

- 수출딸기 생육촉진 및 광합성 증진을 위한 생리활성물질 탐색 및 선발
  - 생리활성물질 : Aminolevulinic acid(ALA), Glycine betaine(GB), Hydrogen sulfide(H<sub>2</sub>S), Nitric oxide(NO), Polyamines, Titanium dioxide(TiO<sub>2</sub>)
  - 생리활성물질 처리농도 : 처리물질 별 3농도
  - 조사항목 : 생육특성, 광합성량
- 수출딸기 생육촉진 및 광합성 증진을 위한 생리활성물질 처리 방법 체계화
  - 처리방법 : 엽면처리, 근권부 관주처리
  - 처리시기 : 정식 전(육묘기), 정식 후(1화방 개화기, 2화방 개화기, 3화방 개화기)
  - 조사항목 : 생육특성, 광합성량, 과실특성(화방별)
- 수출딸기 생육촉진 및 광합성 증진을 위한 첨가물질 선발 및 처리효과 검정
  - 첨가물질 : 혼용처리, 첨가물질(금속이온 CuCl<sub>2</sub> 등), 계면활성제(엽면처리 시)
  - 처리농도 : 첨가물질 별 3농도
  - 조사항목 : 생육특성, 광합성량, 과실특성(화방별), 수량
- 수출딸기 생육촉진 및 광합성 증진용 생리활성물질 조성 및 농가현장 실증시험
  - 생리활성물질 조성 : 주성분(생리활성물질)+기본첨가제(계면활성제)+보조첨가제(금속이온)
  - 처리방법 : 처리농도(3수준), 처리회수(4수준)
  - 조사항목 : 생육특성, 광합성량, 과실특성, 수량
- 수출딸기 생육촉진 및 광합성 증진용 생리활성물질 농가현장 적용 시험 및 기술 이전
  - 대상농가 : 수출딸기 재배농가 10농가
  - 조사항목 : 생육특성, 광합성량, 과실특성, 수량

(4) 수출딸기 흰가루병 친환경 종합방제 기술 개발

- 수출딸기 흰가루병 발병 억제물질 탐색 및 선발
  - 발병억제물질 : Acibenzolar-S-methyl(ASM), β-Aminobutyric acid(BABA), Thiamine, 2,6-dichloroisonicotinic acid(INA), Riboflavin
  - 처리농도 : 처리물질 별 3농도
  - 조사항목 : 발병억제 효과, 생육특성

- 발병 억제물질 처리에 따른 수출딸기 흰가루병 발병 억제기작 구명
  - 처리물질 : PR 단백질 발현(ASM, BABA, INA), 활성산소종 생성(Thiamine, Riboflavin)
  - 분석방법 : PR 단백질(Tetrazolium/Overlap system), 활성산소종(정량, Histochemical)
  - 조사항목 : PR 단백질(glucanase 등), 항산화효소(Peroxidase 등), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, O<sub>2</sub><sup>-</sup>
- 수출딸기 흰가루병 방제를 위한 첨가물질 선발 및 처리 효과 검정
  - 첨가물질 : 기본첨가제(계면활성제), 보조첨가제(methione, 금속이온 CuCl<sub>2</sub> 등)
  - 처리농도 : 첨가물질 별 3농도
  - 조사항목 : 발병억제 효과, 생육특성
- 수출딸기 흰가루병 방제물질 조성 및 방제효과 실증시험
  - 방제물질 조성 : 주성분(발병억제물질)+기본첨가제(계면활성제)+보조첨가제(methionine, 금속이온)
  - 처리방법 : 처리농도(3수준), 처리회수(4수준)
  - 조사항목 : 발병억제 효과, 생육특성
- 수출딸기 흰가루병 방제물질 농가 적용시험 및 기술 이전
  - 대상농가 : 수출딸기 재배농가 10농가
  - 조사항목 : 발병억제효과, 생육특성

(5) 수출딸기 위황병 친환경 종합방제 기술 개발

○ 위황병 위험 인자 진단기술 개발

1) 딸기 자묘 및 재배지 위황병 발병 조사

- 조사기간 : 자묘 5-8월, 재배지 9-2월, 월 2회 발병지수를 통한 육안조사
- 조사대상 : 수출전용 딸기 품종인 매향

2) 딸기 위황병 병원균 밀도 조사 및 초기 진단

- 딸기 자묘 및 재배지 토양 또는 상토 시료로부터 희석 도말법과 Fusarium 선택 배지를 통한 토양 및 배드상토 위황병원균 밀도 시기별 분석(자묘; 5월-8월, 재배; 9월-2월)
- 토양에서 Soil DNA Extraction Kit를 통한 토양 DNA를 분리 정제 후 딸기 시들음병 진단 PCR을 통한 토양 내 병원균 밀도 분석(자묘; 5월-8월, 재배; 9월-2월)
- 병원균 밀도별 발병 최적밀도 분석 : 위황병원균의 포자를 토양에 투입하고, 발병 최소 요구 병원균 밀도를 분석함. 발병 최소 요구 병원균 밀도는 위험도 진단의 기준으로 활용
- 최종적인 병원균 오염 위험도 진단을 위한 PCR 프리믹스 기술 확보는 *AccuPower*® PCR PreMix, *SolqTM* 2X Taq PCR Pre-Mix 상용키트를 사용

○ 토양 및 배드상토 소독효과 구명에 따른 위황병 위험도 저감 기술 확보

- 토양 소독은 딸기 재배지 식재 35일 전에 실시
- 다조매 입제 처리 : 토양 처리량 각 20kg, 30kg, 40kg/10a, 14일간 처리 후 3일 간격으로 2회 이상 경운

- 배드상토 소독 : 친환경제제 NaDCC(sodium dichloroisocyanurate) 100ppm, 200ppm, 400ppm 처리
- 처리별 병원균 밀도는 시험 1에서 명시된 병원균 밀도 진단방법으로 시행하여 토양 및 상토에서 소독 효과 구명 및 병원균 제어 기법 수립

○ 소독 후 토양 건전성 회복을 위한 처리 기술 개발

1) 다조메 입제, NaDCC에 의한 토양 및 상토의 소독 전·후 토양미생물 밀도 변화 조사

- 조사항목 : 토양 또는 상토 내 세균 및 진균 밀도
- 조사방법 : 토양, 상토의 소독 전 과 후의 시료 5g을 희석도말법 후 NA배지, PDA배지에 도말 후 총 미생물상의 밀도 변화를 조사

2) 소독 처리후 토양 유용 미생물 투입에 의한 건전성 회복

- 토양 소독이 종료되는 시점에 기존 미생물 제제 (생균탄, 세레나데, 엑스텐) 농도별 토양 투입
- 미생물 제제 투입 유무에 따른 토양 미생물 밀도 변화를 희석도말법으로 조사
- 미생물 투입 후 건전성 회복 판별은 무작위로 토양 미생물 100 균주 분리 후 위황병원균 억제력이 있는 미생물의 분리 비율 판독

○ 맞춤형 위황병 방제 미생물 제제 및 처리 기술 개발

- 선행 연구 결과를 통해 분리된 위황병 방제용 미생물의 효능 검증
- 위황병 방제용 미생물의 농도별 처리 :  $10^4$ ,  $10^5$ ,  $10^6$ ,  $10^7$ ,  $10^8$  cfu/mL
- 위황병 발병 억제력은 시험 1의 방법에 따른 발병도 지수에 의해 평가
- 딸기 재배지 실증 실험 : 선발된 유용미생물 대량 배양( $10^9$  cfu/mL) 후 2,000배 희석액을 관주공급
- 미생물 투입시기 : 자묘기(5월-8월, 월 1회), 재배기(정식 후 5일, 비닐 멀칭 후 3일 이내 각 1 회)

○ 딸기 위황병 종합 방제 기술 확립

- 건전 육묘 진단 및 토양 병원균 오염 위험도 분석 패키지 확립
- 유용미생물 제제를 이용한 위황병 관리 시스템 구축
- 수출딸기 재배자 농가 단체와 산학연계 프로그램을 통한 위황병 진단 및 방제 기술의 현장 실증화
- 자묘기 및 재배지의 위황병원균 분자생물학적 진단 기술법은 각 포장의 위황병원균 오염에 따른 토양 진단 기법 기술이전(경남농업기술원 및 지역농업기술센터)
- 위황병 방제 미생물 및 화학제제를 중심으로 한 ‘위황병 방제 스케줄’을 확립하여 수출 딸기 재배 농가 보급에 활용

2. 제 2세부과제 : 건전 규격묘 생산을 위한 모주관리와 육묘기술 체계화

1) 연구목표

○ 수출딸기 육묘방법 및 육묘시설의 표준화

- 수출딸기 육묘기 런너 발생과 화아분화 조절기술 확립
- 수출딸기 묘소질 향상을 위한 지상부와 지하부 환경관리기술 체계화
- 시설국화 무병주묘 생산과 바이로이드 검정키트 이용기술 개발
- 시설국화 규격묘 묘소질 및 생산성 향상을 위한 모주 관리기술 개발
- 시설국화 규격묘 묘소질 및 생산성 향상을 위한 환경조건 구명
- 시설국화 규격묘 수확 후 환경 관리체계 확립

## 2) 연구내용

- 수출딸기 육묘방법 및 육묘시설의 표준화
  - 수출딸기 육묘의 표준화를 위한 육묘방법 확립
    - 고설 포트 및 공중삼목 방법을 이용한 수출딸기 매향의 육묘시기 단축, 규격화, 표준화 기술개발
  - 고설 포트 육묘 시 자묘 발생 부위별(첫 번째 자묘, 두 번째 자묘, 세 번째 자묘) 묘소질 비교
    - 조사항목 : 초장, 근장, 엽장, 엽폭, 엽면적, 엽수, 크라운, 발근율, 생체중, 건물중, 화아분화 여부
  - 공중삼목 번식을 위한 환경조절기술(시설 내 온도 및 상대습도조절) 개발
    - 조사항목 : 시설 내외부 환경, 엽장, 엽폭, 엽면적, 엽수, 크라운, 근장, 발근율, 생체중, 건물중
  - 모주와 자묘의 분리시기에 따른 수출딸기 매향의 묘소질 조사
    - 분리시기 : 런너의 신초 발생, 런너의 신초+뿌리 발생, 런너의 화아분화 직전
    - 조사항목 : 초장, 근장, 엽장, 엽폭, 엽면적, 엽수, 크라운, 발근율, 생체중, 건물중
- 수출딸기 육묘기 런너 발생과 화아분화 조절기술 확립
  - 생장조절제의 종류와 농도에 따른 수출딸기 매향의 런너 발생과 화아분화
    - 유니코나졸(0.5, 1.0, 2.0g/L), 빈나리(0.5, 1.0, 1.5g/L), 지베렐린(50, 100, 200mg · L<sup>-1</sup>) 등 농도에 따른 화아분화 조절효과 구명
    - 조사항목 : 초장, 근장, 엽장, 엽폭, 엽면적, 엽수, 크라운, 발근율, 생체중, 건물중, 화아분화 여부
  - 수출딸기 매향의 육묘시 화아분화 유도를 위한 적정 양분공급 중단시기 구명
    - 양분공급 중단시기 : 정식 1주, 3주, 5주 전 등
    - 조사항목 : 1차 근수, 크라운, 엽면적, 지상부/지하부 생체중 및 건물중, SPAD, T/R율, 화아분화 여부
- 수출딸기 묘소질 향상을 위한 지상부와 지하부 환경관리 기술 체계화
  - 지상부 환경조절을 통한 수출딸기 매향 자묘의 묘소질 향상
    - 온도(18, 20, 22℃ 등)와 CO<sub>2</sub>(무처리, 600, 800 μmol · mol<sup>-1</sup>) 공급농도에 따른 묘소질 조사
    - 조사항목 : 1차 근수, 크라운, 엽면적, 지상부/지하부 생체중 및 건물중, SPAD, T/R율, 화아분화 여부
  - 배지 종류에 따른 수출딸기 매향 자묘의 묘소질 비교
    - 배지 종류 : 왕겨+모래, 입상암면, 코이어, 혼합배지 등
    - 조사항목 : 1차 근수, 크라운, 엽면적, 지상부/지하부 생체중 및 건물중, SPAD, T/R율, 화아분화 여부
  - 모주 재식간격에 따른 수출딸기 매향 자묘의 묘소질 조사
    - 재식간격 : 15, 20, 25cm 등

- 조사항목 : 초장, 근장, 엽장, 엽폭, 엽면적, 엽수, 크라운, 발근율, 생체중, 건물중
- 트레이 셀 사이즈에 따른 수출딸기 매향자묘의 묘소질 조사
- 포트 크기 : 셀 부피 3 수준
- 조사항목 : 초장, 근장, 엽장, 엽폭, 엽면적, 엽수, 크라운, 발근율, 생체중, 건물중, 뿌리활력
- 시설국화 무병주묘 생산과 바이로이드 검정키트 이용기술 개발
  - 조직배양기술을 이용한 무병주 생산
  - 품종 : 국화 주요 3품종
  - 절편체 부위 : 성장점, 신초, 뿌리
  - 국내 생산 삽목묘와 조직배양묘의 바이로이드 유무 검정
- 시설국화 규격묘 생산성 향상을 위한 모주 관리기술 개발
  - 삽수 생산성 향상을 위한 모주관리(적심시기, 광주기, 기타 분지성 증가 요인)
  - 품종 : 국화 주요 3품종
  - 적심시기 : 무처리, 이른 적심(정식 15일 후), 늦은 적심(정식 30일 후)
  - 광주기(주간/야간) : 14/10, 16/8, 18/6h
  - 시토키닌 처리 : 용액(50, 100mg · L<sup>-1</sup>) 엽면처리
- 시설국화 규격묘 생산성 향상을 위한 환경조건 구명
  - 고온기 육묘시 발근 시간 단축을 위한 환경(광질, 광주기, 온도) 조건 결정
  - 품종 및 시설 : 국화 주요 3품종, 온실내 반밀폐식 육묘시설, 육묘용 대차와 LED등 이용
  - 광질 : 청색광, 적색광, 청색+적색 혼합광
  - 광주기(주간/야간 및 온도 : 광주기(14/10, 16/8, 18/6h), 온도(18, 21, 24℃)
- 시설국화 건전 규격묘의 묘소질 향상 연구
  - 저온기/고온기 육묘시 묘소질 향상을 위한 규소 처리기술 개발
  - 품종 : 국화 주요 3품종
  - 규소원 : K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, CaSiO<sub>3</sub>
  - 규소 처리방법 및 처리농도 : 엽면처리, 배지관주, 처리농도(0, 50, 100mg · L<sup>-1</sup> Si)
  - 무기양분 공급에 따른 발근시간과 묘소질
  - 품종 : 국화 주요 3품종
  - 공급기간(발근기간을 3주일로 가정) : 1, 2, 3주일간 각 주별로 공급
- 시설국화 규격묘 수확 후 환경 관리체계 확립
  - 품종 : 국화 주요 3품종
  - 예냉 : 4 또는 25℃(대조구)에서 0, 1, 2 또는 4시간
  - 시토키닌 : 용액(50, 100mg · L<sup>-1</sup>) 엽면처리
  - 규소 : 용액(50, 100mg · L<sup>-1</sup> Si) 배지관주 또는 엽면처리
- 시설국화 건전 규격묘 생산 매뉴얼 제작 및 보급

### 3. 제 3세부과제 : 시설국화 개화조절을 위한 LED 이용 신기술 개발

#### 1) 연구목표

- LED 이용 야파기술 개발을 위한 시설국화의 적정 야파광질과 광도 구명
- LED 이용 야파기술 개발을 위한 시설국화의 적정 야파시간과 시점 구명
- LED 이용 야파기술 개발을 위한 시설국화의 interlighting 기술 개발
- 시설국화의 하절기 개화촉진을 위한 청색 LED 보광의 암막 대체효과 검증
- 시설국화 동절기 개화조절 기술의 농가 현장 적용을 위한 LED 이용 야파장치 개발

#### 2) 연구내용

- LED를 이용한 동절기 시설국화 야파기술 개발
  - LED 이용 야파기술 개발을 위한 시설국화의 적정 야파광질과 광도 구명
    - 품종 : 국화 주요 3품종
    - 광질 : 청색광, 백색광, 적색광, 청색+백색 혼합광
    - 광도 : 5, 10, 20, 40  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  PPFD
  - LED 이용 야파기술 개발을 위한 시설국화의 적정 야파시간과 시점 구명
    - 품종 : 국화 주요 3품종
    - 야파시간 : 15, 30, 60, 120, 240, 480분
    - 야파시점 : 18:00-22:00, 20:00-24:00, 22:00-02:00
  - LED 이용 야파기술 개발을 위한 시설국화의 interlighting 기술 개발
    - 품종 : 국화 주요 3품종
    - 개발된 적정 광질, 광도, 시간, 시점 적용
    - 광 조사 부위 : top, interlighting, top+interlighting
- 시설국화의 하절기 개화촉진을 위한 청색 LED 보광의 암막 대체효과 검증
  - 품종 : 국화 주요 3품종
  - 보광시간 : 장일(16h, 대조구), 장일+청색 LED(4h), 장일+청색 LED(8h), 장일+청색 LED(16h)
  - 보광시점 : 주간 0, 4, 8, 12, 16시간 후
  - 보광광도 : 10, 50, 100, 200  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  PPFD
- 시설국화 동절기 개화조절 기술의 농가 현장 적용을 위한 LED 이용 야파장치 개발
  - 개발된 LED 이용 국화 개화조절체계를 사용한 현장실증 연구
  - LED를 이용한 interlighting 야파장치 개발
- LED 활용 시설국화 개화조절 매뉴얼 제작 및 보급

### 4. 제 4세부과제 : 경남 시설딸기 및 국화 수출 활성화 전략 개발

#### 1) 연구목표

- 딸기와 국화 수출현장의 애로사항 발굴 및 대응 방안 구축

- 수출대상국의 시장정보 및 소비패턴 파악을 통한 마케팅 전략 수립
- 국가별 수출 전략에 따른 경제성 분석 및 이익 극대화 방안 수립

## 2) 연구내용

- 수출딸기 국내 생산, 유통, 수출입현황, 관련제도, 정책, 수출입업체 현황 분석, 문제점 및 애로사항 발굴(국내 타지역 생산주체들과 비교 평가, SWOT 분석)
  - 딸기의 주요수출국으로는 홍콩, 싱가포르, 말레이시아, 태국, 일본, 러시아연방 등임
- 시설국화 국내 생산, 유통, 수출입현황, 관련제도, 정책, 수출입업체 현황 분석, 문제점 및 애로사항 발굴(국내 타지역 생산주체들과 비교 평가, SWOT 분석)
  - 국화의 주요수출국으로는 일본, 홍콩, 몽골, 러시아연방 등임
- 수출딸기 시장 현황 조사와 애로사항, 발전 방안 및 대응 전략 수립(경쟁수출국들과 비교 평가, SWOT 분석)
- 시설국화 시장 현황 조사와 애로사항, 발전 방안 및 대응 전략 수립(경쟁수출국들과 비교 평가, SWOT 분석)
- 세부과제의 연구 결과물을 경남 원예 산물의 수출 증대와 부가가치 확대에 이끔 수 있는 방안 및 대응 전략 마련

## 5. 제 1협동과제 : 불량환경 대응 수출딸기 재배기술 및 품질 평가기술 개발

### 1) 연구목표

- 불량환경 조건에서 딸기의 안정생산 기술 개발
- 불량환경 조건에서 수출딸기의 피해 최소화 기술 및 대응기술 개발
- 경남 수출딸기의 난방 에너지 절감 고품질 안정생산 기술 개발
- 경남 수출딸기의 주요생리활성 성분 분석 방법 확립
- 주요 재배 품종의 기능성분 함량 분석을 통한 고기능성 딸기 발굴
- 고기능성 딸기 가공 기술개발

### 2) 연구내용

- 불량환경 대응 수출딸기의 생육반응 검정 및 대응기술 개발
  - 이상저온 조건에서의 딸기의 생리장해 및 생산성 검정
    - 생육적온(20℃), 생육적온 -5℃(15℃)
  - 이상저온 대응 딸기의 안정생산 기술 개발(고설재배)
    - 저온경감을 위한 야간 온도 설정 : 5℃, 10℃
  - 이상고온에서의 딸기의 생리장해 및 생산성 검정
    - 생육적온(20℃), 생육적온 +5℃(25℃)
  - 이상고온 대응 딸기의 안정생산 기술 개발(고설재배)

- 지하수를 활용한 근권냉방 기술: 25℃, 25℃ + 근권냉방
- 일조부족 조건에서의 딸기의 생리장해 및 생산성 검정
  - 자연광, 30% 일조부족, 50% 일조부족
- 일조부족 대응 딸기의 안정생산 기술 개발(고설재배)
  - 수광량 확보를 위한 적엽 조건 구명 : 하위엽 10%, 30% 적엽
  - 인공광 처리조건 구명 : 3과장 형광등, 메탈할라이트, LED 등
  - 보광처리 방법 및 시간 구명
- CO<sub>2</sub> 공급에 의한 딸기의 생육 및 생산성 검정
  - CO<sub>2</sub> 공급조건 : 360, 700, 1,100 μmol · mol<sup>-1</sup>
- CO<sub>2</sub> 공급에 의한 딸기의 안정생산 기술 개발
  - 공급시간에 따른 생산성, 상품성, 경제성 분석
- 난방 에너지 절감형 딸기생산 기술 개발
  - 전기방열기(탄소나노등)을 활용한 딸기 생산기술 개발 및 생산성 비교
  - 전기방열기 간격 및 높이 설정
  - 에너지 절감 등 경제성 분석 : 유난방과의 광열동력비, 에너지 효율성 분석
- 생육조건에 따른 딸기의 주요성분 분석 및 탐색
  - 딸기의 주요 생리활성 성분인 ellagic acid, quercetin 및 kaempferol의 동시 분석 방법 확립
    - 물질 양측정을 위한 HPLC column 결정
    - 최적 HPLC 용매 결정
    - 딸기의 기능성 물질 기준의 품질 평가를 위한 분석 방법 설정
  - 경남 지역 주요 재배품종의 생리활성 성분(ellagic acid, quercetin 및 kaempferol) 함량 분석
    - 경남 지역 주요 재배품종의 수집
    - 주요 재배종의 생리활성 성분 함량 분석
    - 성숙시기별 주요 생리활성 성분 분석
    - 딸기의 품질 (상, 중 하)별 생리활성 성분 함량 비교
  - 재배지역 및 불량환경 조건별 생산 딸기의 생리활성 성분 기준의 품질 평가
    - 경남의 주요 딸기 재배 지역별 동일 품종을 수집하여 생리활성 성분 함량 비교
    - 불량환경 조건에서 재배한 딸기의 생리활성 성분 함량 분석
    - 타 세부과제에서 생산한 딸기의 주요 생리활성 성분 분석
  - 마이크로파에 의한 딸기 분말 가공품 개발
    - 적절한 마이크로파 건조법 개발
    - 마이크로파에 의한 딸기의 건조 및 살균 효율 분석
    - 마이크로파에 의한 딸기 가공품의 색도, 향기 및 기능성분 변화 분석
  - 비가열 살균법에 의한 딸기 잼 개발
    - 적절한 비가열 가공법 개발

- 가공품의 살균 효율 검토
- 가공품의 색도, 향 및 기능성분의 변화 분석

## 6. 제 2협동과제 : LED 식물공장을 이용한 분화국화 대량생산 시스템 구축

### 1) 연구목표

- 식물공장을 이용한 분화용 국화 대량생산에 적합한 광환경 조건 및 재배 적품종 선발
- 분화용 국화 LED 식물공장을 이용한 연중 개화조절 기술 및 재배배지 선발
- LED를 이용한 분화용 국화 육묘기술 확립 및 식물공장 대량생산용 신품종 육성
- 분화용 국화 식물공장용 양액 관리기술 및 상품화 기술개발
- 분화용 국화 LED 이용한 연중 다기작 식물공장 생산시스템 구축

### 2) 연구내용

- 식물공장을 이용한 분화용 국화 대량생산에 적합한 광환경 조건 및 재배 적품종 선발
  - 식물공장 대량생산 위한 LED 광환경 조건 구명
    - 시험품종 : 분화용 국화 선발품종(가야루비 등 3품종)
    - 광질 : 청색, 적색, 백색, 혼합LED 등
    - 광도별 : 4처리( $150 \sim 350 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  PPFD)
  - 다단재배와 생육에 적합한 LED 적정 조사거리 구명
    - 시험품종 : 분화용 국화 선발품종(가야루비 등 3품종)
    - 조사거리 : 4처리(식물체와 광원거리)
  - 식물공장 대량생산에 적합한 분화용 국화 품종선발
    - 시험품종 : 가야글로리 등 육성품종 10품종
    - 조사내용 : 개화기, 초장, 화색, 품질 등
  - 식물공장 대량생산에 적합한 재배용기 선발
    - 시험품종 : 가야루비 등 3품종
    - 용기크기(포트직경) : 6, 7, 8, 9cm
- 분화용 국화 LED 식물공장을 이용한 연중 개화조절 기술 및 재배배지 선발
  - 개화와 품질에 적합한 단일처리 시간 구명
    - 시험품종 : 가야루비 등 3품종
    - 단일처리 시간 : 11:30, 12:00, 12:30, 13시간
  - 화아분화 억제를 위한 야파시간 구명
    - 시험품종 : 가야루비 등 3품종
    - 야파시간 : 1~8시간
  - 식물공장용 대량재배에 적합한 재배배지 선발
    - 시험품종 : 가야루비 등 3품종

- 배지종류 : 펠라이트, 피트모스, 혼합용토 등
- 식물공장 재배용 품종선발 및 신품종 육성
  - 처리내용 : 퍼플에그 등 육성품종 10품종
  - 품종육성 : 1품종(LED 식물공장 재배에 적합한 품종 개발)
- LED를 이용한 분화용 국화 육묘기술 확립 및 식물공장 대량생산용 신품종 육성
  - 식물공장 대량생산을 위한 모주관리기술 확립
    - 처리내용 : 광량 3처리, 야파시간 3처리
  - LED를 이용한 삼목기술 체계 확립
    - 광조건 선발 : 광량 4처리, 야파시간 3처리
    - 배지종류 : 펠라이트, 피트모스, 혼합용토 등
    - 삼목방법 : 직삼, 밀폐삼 등
  - 식물공장 대량생산용 분화용 국화 품종육성
    - 우수개체 선발 및 특성검정 : 10계통
    - 품종육성 : 1품종
- 분화용 국화 식물공장용 양액 관리기술 및 상품화 기술개발
  - 고품질화 생산 위한 적정 양액농도 구명
    - 양액농도 : 4처리
    - 생육시기별 양액농도 : 3처리
  - 식물공장용 저비용 양액공급 시스템 개발
  - 식물공장 대량생산용 품종육성
    - 우수개체 선발 및 특성검정 : 10계통
    - 품종육성 : 1품종
  - 수출에 적합한 용기 선발 및 상품화 기술개발
    - 수출용 품종, 용기, 트레이 선발
- 분화용 국화 LED 이용한 연중 다기작 식물공장 생산시스템 구축
  - 친환경적인 분화국화 생육억제기술 개발
    - 온도와 생육별 단일처리 시기 등
  - 식물공장 대량생산용 품종육성
    - 우수개체 선발 및 특성검정 : 10계통
    - 품종육성 : 1품종
  - LED 식물공장 생산시스템 검증 및 매뉴얼화
  - 식물공장 생산시스템 및 개발품종 산업화

7. 제 3협동과제 : 시설원에 지역혁신을 위한 기술 패키지 프로그램 운영

1) 연구목표

- 수출 딸기 및 국화 생산시스템의 지역혁신 및 실용화 기술 활성화 추진
- 수출 딸기 및 국화의 체계적인 생산을 위한 인재양성과정 운영 전략 수립
- 개발 기술의 농가 현장 보급 극대화를 위한 컨설팅 전략 수립
- 수출 딸기 및 국화 생산시스템 관련 자료 수집·분석·데이터베이스 구축
- 농업기술교육매뉴얼의 확립과 체계화된 교육프로그램 운영을 통한 기술보급
- 통합매뉴얼 관리·생산시스템 도입을 통한 고품질 균일화된 시설 딸기 및 국화의 생산량 증대와 이로 인한 농가 수익 증대

## 2) 연구내용

- 수출 딸기 및 국화의 생산 기술 체계화에 대한 자료수집과 매뉴얼 작성 및 기술 보급·교육
- 연구팀과의 협력을 통해 이루어진 연구 개발 기술 보급을 위한 체계적인 교육프로그램 실시 및 지속적인 농가 교육지도와 컨설팅 전략 수립
  - 교수, 연구관, 연구사, 전문농업인 등으로 전문기술위원 구성 및 컨설팅 활동
  - 농가와의 지속적인 상호교류를 통한 문제점 파악과 보완점 교육지도
  - 농가현장의 문제점에 대한 보완사항을 중점으로 실질적 현장중심의 매뉴얼 작성 및 보급
- 수출 딸기 및 국화 생산시스템의 지역혁신을 위한 인재양성과정 운영 전략 수립
  - 딸기전문가과정: 선도농가(15명/년)를 대상으로 10주(4시간/주)간 집중 교육 및 기술지원
  - 국화전문가과정: 선도농가(15명/년)를 대상으로 10주(4시간/주)간 집중 교육 및 기술지원
- 후계 전문인력 양성을 위한 수출 딸기 및 국화 생산 산업체 인턴쉽 운영(10명/8주/년)
  - 연구기관, 산업체 및 선도농가 현장 실습
- 경남지역 수출 딸기 및 국화 재배 농가에 개발 기술을 보급, 현장 생산시스템 개선을 통한 체계적인 고품질 작물생산 유도

## 제 4장 목표달성도 및 관련 분야에의 기여도 분석

### 1. 산업업화 방향 및 기대효과

#### 1) 산업화 방향(제품의 특징, 대상 등)

- 수출전용 딸기묘의 생산/판매단가 절감(기존 10-15%이상)
- 수출전용 딸기 묘획득율 20%이상 향상
- 단위면적당 득묘율 향상과 묘생장 균일성 향상(10% 이상)
- 딸기 삼목번식 신기술 개발을 통한 육묘기간의 단축으로 딸기묘 가격안정화(6개월 → 3개월)
- 딸기 육묘시 발생하는 애로사항 개선을 통한 재배기술력, 경쟁력 향상과 고품질 우량묘 생산, 수출 물량 증대, 수출 시장 다변화, 수출 경쟁력 향상, 수출 지역 확장
- 딸기묘의 건전묘 생산을 위한 최적 환경조건을 구멍을 통한 현장적용과 이러한 일련의 기술들에 대한 특허등록 및 출원
- 딸기 육묘기술의 표준화 매뉴얼화를 통한 경남지역의 딸기 육묘방법의 농가 기술이전
- 딸기의 안정적인 착과와 상품성 향상을 위해 시설 내 꿀벌을 이용한 수분 유도 방법이 보편적으로 사용되고 있음
- 온실 내 꿀벌을 방사하더라도 안정적으로 착과가 되지 못하거나 기형과 발생이 높은 품종이 있음
- 딸기 과실의 안정적인 착과와 기형과 발생 비율을 낮추기 위해서는 시설 내 환경 요인을 분석하여 딸기 생육에 적합한 환경 설정이 필요할 것으로 판단 됨
- 고기능성 딸기를 선발하여 건강한 100세 시대에 부응하는 항노화 딸기 또는 고기능성 딸기 계통 또는 품종 선발
- 재배방법, 재배지의 특성, 환경 등을 검토한 효능성분 강화용 딸기의 생산
- 고기능성 원료를 이용한 기능성 가공품 생산
- 하절기 시설국화의 모주 관리기술 확립으로 인해 삼수의 생산성을 증대시켜 연중생산을 가능하게 하고 농가의 소득을 25% 증대
- 규소와 적정 무기양분 구멍에 따른 묘소질 향상 연구 → 재배농가에 기술 전수 → 묘 생산성 증대 → 육묘 효율성 및 경제성 향상
- 시설국화의 개화조절을 위한 LED 이용 야과장치 개발로 인해 일시 수확/판매 가능
- LED 이용 시설국화의 개화조절 신기술 개발 → 기존 광원 대비 전기료 50-60% 감소; 개화시기 균일도 5일 → 6일
- 하절기 국화 재배시 청색 LED 보광의 암막 대체방안 구멍으로 인한 인건비 절감
- 시설국화 주년생산체계 확립으로 인한 농가 소득 25% 증대
- 분화국화 신품종 육성을 통한 고부가가치 창출 및 식물공장 대량생산을 통한 산업화
- 식물공장의 안정적인 산업화와 향후 내수 및 수출을 뒷받침할 수 있는 경쟁력 있는 다양한 우수 분화용 국화 품종의 개발을 가속화할 필요가 있음

2) 산업화를 통한 기대효과

○ 수출딸기

(단위 : 백만원)

산업화 기준 항 목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
직접 경제효과	13,584	27,168	40,752	54,336	67,920	203,760
경제적 파급효과	13,992	28,798	44,420	60,856	78,108	226,174
부가가치 창출액(수출액)	1,960	3,920	5,880	7,840	9,800	29,400
합 계	29,536	59,886	91,052	123,032	155,828	459,334

- 1) 직접 경제효과 : 2013년 경남의 딸기 생산액(4,528억)을 기준으로 연도별 3% 상승(3, 6, 9, 12, 15%)
- 2) 경제적 파급효과 : 직접 경제효과 + 경남 딸기 생산액의 연도별 3% 상승(3, 6, 9, 12, 15%)
- 3) 부가가치 창출액 : 2013년 경남의 딸기 수출액(280억)을 기준으로 연도별 7% 상승(7, 14, 21, 28, 35%)

○ 시설국화

(단위 : 백만원)

산업화 기준 항 목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계(국화)
직접 경제효과	880	1,760	2,640	3,520	4,400	13,200
경제적 파급효과	440	880	1,275	1,760	2,200	6,555
부가가치 창출액(수출액)	280	560	840	1,120	1,400	4,200
합 계	1,600	3,200	4,755	6,400	8,000	23,955

- 1) 직접 경제효과 : 2013년 경남의 국화 판매액(176억)을 기준으로 연도별 5% 상승(5, 10, 15, 20, 25%)
- 2) 경제적 파급효과 : 직접 경제효과와의 연도별 50% 상승(50, 100, 150, 200, 250%)
- 3) 부가가치 창출액 : 2013년 경남의 국화 수출액(28억)을 기준으로 연도별 100% 상승(100, 200, 300, 400, 500%)

2. 분석결과 향후 연구계획(특허, 논문, 제품 측면에서 연구방향 제시)

1) 특허분석 측면

- 딸기 육묘 관련 기존 특허는 육묘 포트 및 시설, 저장방법, 관수장치 위주로 등록이 되어 있으며, 딸기 육묘의 재배기술(런너발생, 화아분화, 성장조절제 처리 등), 환경조절(지상부 및 지하부 환경조절)에 대한 기술은 거의 없다. 딸기 육묘기술의 확립으로 건전묘 생산을 통한 수확량 증대 및 축성재배를 통한 단가 조정이 가능하며 따라서 본 과제의 수행을 통하여 구체적인 육묘기술을 구명한 학술적인 데이터와 자료를 제시하고자 한다.
- 기존 특허는 딸기육묘 포트 및 시설, 저장방법, 관수장치 등에 치중되어있으므로, 본 연구 과제에서는 딸기묘의 재배기술, 환경조절 기술을 이용하여 건전묘, 우량묘 재배 방법을 연구 추진하여 국내 특허를 출원할 계획이다.
- 기존의 특허와 같이 딸기 육묘 시설에 치중하는 것이 아닌 딸기 묘소질 향상 효과를 연

구하여 국내 딸기육묘 현장에 적용할 수 있는 자료를 제시하고 기술을 이전할 계획이다.

- 기형과 관련 기존 일본의 특허는 시설 내 과채류 작과를 위한 분야에 집중되어 있으므로, 본 연구과제의 작과율 향상 및 기형과 방지의 기초적 연구는 시설 내 과채류 생산의 문제점을 해결하는데 새로운 방향을 제시할 것으로 예상된다.
- 원예작물의 생육촉진이나 광합성 증진과 관련된 기존 특허는 주로 환경스트레스에 대한 내성 증대에 관한 것이며, 일부 생리활성물질을 이용한 생육 및 광합성 촉진제가 시판되고 있는 실정이다. 그러나 생육촉진이나 광합성 증진을 위한 생리활성물질의 종류, 첨가물질의 효과, 조성 및 사용 방법에 대한 실용적인 특허는 거의 없는 실정이므로 수출딸기인 매향과 같이 생육이 불량할 경우에 처리할 수 있는 효과적인 조성물질과 방법을 체계화시키면 재배관리상의 문제점 해결에 크게 기여할 것으로 예상된다.
- 원예작물의 흰가루병 친환경 방제에 관한 기존 특허는 주로 미생물을 이용한 생물학적인 방제법에 관한 것이다. 활성산소종의 생성이나 PR 단백질 발현을 통하여 딸기 흰가루병을 방제하는 특허는 거의 없는 실정이므로 비타민이나 생리활성물질을 처리하여 흰가루병의 발병을 억제하면서도 생육촉진 효과를 기대할 수 있는 발병억제물질과 처리방법을 개발한다면 수출딸기의 안전생산에 크게 기여할 것으로 예상된다.
- 딸기 위황병에 관한 기존 특허는 세계적으로도 특허 건수 자체가 저조한 편인데, 이는 강력한 토양소독제인 메틸브로마이드(MB)의 사용에 의해 그동안 위황병의 발생이 만연하지 않았던 것으로 사료된다. 진단기술에 관한 기존 특허는 이병식물체에서 증상이 유사한 역병, 눈마름병의 진단용으로 개발 되었으나, 본 연구에서는 토양 및 병징 발생이전 위황병의 진단에 관한 활용으로 국제 및 국내 특허 출원을 계획하고 있다.
- 위황병 전문 맞춤형 방제 미생물과 효율에 관한 특허는 존재하지 않는 것으로 조사되었지만, 국외의 다양한 미생물이 딸기 병원균에 대한 길항효과 특허는 검색되었음. 본 연구에서는 맞춤형 전문 방제 미생물, 친환경 소독 등을 이용한 종합방제 패키지 기술을 개발하여 특허를 획득할 계획이다.
- 딸기 기능성 관련 기존 특허는 딸기의 과일 또는 잎을 이용하여 미백활성 제조물분야에 치중되어 있으므로, 본 연구과제에서는 고기능성 계통선발, 기능성 강화 재배방법 개발 등에 관한 연구 방향으로 연구를 추진하여 기능성 계통 또는 기능성 물질의 함량을 높일 수 있는 재배방법에 관한 특허 등을 국내 및 국외에 출원할 계획이다.
- 국화 육묘 관련 기존 특허는 육묘시스템을 확립하기 위한 관수와 파종시스템 등과 같은 장치에 관한 내용이 등록이 되어 있으나 본 연구과제에서 개발하고자 하는 내용인 육묘 방법에 관한 특허는 없다. 따라서 본 연구를 통해 국화 육묘기술을 개발하고 매뉴얼화하여 데이터를 체계적으로 구축하여 농가에 보급하고자 한다.
- 시설국화의 모주관리, 묘소질 향상, 환경관리, 수확후 환경제어기술을 체계화할 예정이다.
- 시설국화의 개화조절에 관한 특허는 국내외 모두 개화조절을 위한 시스템에 관한 특허가 대부분 등록되어 있다. LED를 이용한 보광이나 개화조절장치에 관한 특허가 다소 등록되

어 있으나 농가 현장에 적용하기에는 무리가 있다. 따라서 본 연구에서는 농가에서 실용적으로 이용할 수 있는 야과장치를 개발하여 특허를 출원할 계획이다.

- 또한 시설국화의 개화조절을 위한 LED 이용 저광도 야과기술, 청색 LED 보광의 암막 대체방안과 같은 신기술을 개발하여 특허를 출원할 계획이다.
- 식물공장을 이용한 분화용 국화 생산기술 관련 기존 특허는 채소, 광원, 유용물질, 시스템 분야에 치중되어 있으므로, 본 연구과제에서 화훼류인 국화의 식물공장 생산기술을 개발하여 실용특허 등을 국내에 출원할 계획이다.
- 기존 국화의 품종육성은 절화류와 중형 분화용 국화 및 화단용 국화의 육성에 치중되어 있어 식물공장에서 연중 밀식재배가 가능한 초소형 분화용 국화의 육성연구를 추진하여 품종출원 및 등록할 계획이다.

## 2) 논문분석 측면

- 딸기 육묘 관련 기존 논문은 국내의 경우 배양액 농도, 자묘 적엽, 칼슘 시비, 런너 절단 시기에 따른 묘소질과 화아분화에 미치는 영향에 대해 연구한 것이 대부분으로 육묘방법(공중삼목, 고설포트)에 대한 효율성 비교에 대한 연구가 필요하다.
- 자묘의 발생순서에 따른 묘소질 비교에 대한 논문은 전무하다.
- 국내에는 화훼류에 대한 화아분화 논문이 대부분 이며, 딸기의 런너생산과 수확시기를 결정에 중요한 요소인 화아분화에 대한 연구가 절실한 실정이다.
- 본 연구 과제에서 수출딸기 육묘방법 및 시설의 표준화, 육묘기 런너발생과 화아분화 조절기술, 수출딸기 묘소질 향상을 위한 지상부와 지하부 환경관리 기술과 관련한 학술적인 데이터를 확보하여 국내외 학회지에 투고/게재할 계획이다.
- 관련기술을 개발하여 HEB지(구 한국원예학회지), 원예과학기술지, 한국생물환경조절학회(시설원예·식물공장 학회지) 등에 발표 및 게재할 계획이다.
- 딸기 기형과 관련 기존 논문은 미량원소 엽면살포 및 수분용 매개 곤충을 이용한 착과율 향상 분야에 치중되어 있으나, 본 연구과제에서는 기형과 발생과 관련된 유전적·환경적 요인을 분석하여 그 문제점을 해결하는 방향으로 연구를 추진하여 국내·외 등의 학술지에 게재할 계획이다.
- 수출딸기 생육촉진이나 광합성 증진을 위한 생리활성물질 이용 기술개발 분야에서는 지금까지 학계에 알려져 있는 다양한 종류의 생리활성물질 중에서 효과적인 물질을 선별하고 처리농도와 처리방법을 확립하여 농업현장에 도움이 되는 실용적인 논문(KCI)을 작성할 수 있을 것으로 기대한다. 또한 생리활성물질 처리에 따른 딸기의 생리적 또는 생화학적 반응 기작에 대한 결과들은 기초자료로서 활용할 수 있는 학술논문(SCI)으로서의 가치가 충분할 것으로 예상된다.
- 활성산소종의 생성이나 PR 단백질 발현을 유기시키는 물질을 처리하여 딸기의 흰가루병을 방제하거나 발병을 억제시킬 수 있는 기술을 확립하여 실용적인 학술논문(KCI)으로 작

성한다면 일반농가에서도 쉽게 적용할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 발병억제물질 처리에 따른 생리적 또는 생화학적 방어기작에 대한 학술논문화(SCI)는 원예작물의 병원균에 대한 친환경 방제기술을 개발하는데 필요한 기초자료가 될 것으로 생각된다.

- 딸기 위황병에 관한 기존 논문은 병원균의 진단 및 유전적 변이, 병원성 범위 등 기초연구에 집중하고 있다. 본 연구과제에서 도출되는 결과는 원천기술 확보에서 상용화 전 단계(TRL 7)로 예상된다. 이러한 결과를 바탕으로 위황병 발생과 토양 건전성, 위황병 방제 맞춤형 미생물의 생태, 종합 방제 체계의 효과 등의 논문을 SCI, KCI 등에 게재할 계획이다.
- 불량 환경 대응 딸기 반응 기작 관련 기존 논문은 품종간의 단순비교, 익음시기 등에 따른 연구분야에 치중되어 있으므로, 본 연구과제에서는 연구기관에서 보유하고 있는 계통의 수집, 다양한 품질향상 방법 등에 관한 방향으로 연구를 추진하여 기능성이 강화된 새로운 계통의 선발, 재배조건에 따른 효능성분 함량 증가 등에 관한 논문 등을 SCI급 또는 국내학술지 등에 게재할 계획이다.
- 시설국화의 육묘에 관한 내용은 일부 절화국화의 육묘체계를 확립하기 위한 플러그 셀 크기, 양분 공급, 삼수조제방법 등에 관한 내용이 출판되어 있다. 하지만 극히 소수의 품종에 불과하고 체계적인 모주관리, 하절기 국화묘의 내성증진, 수확후 생리에 관한 내용은 없다. 따라서 본 연구에서는 모주관리에서부터 수확후 생리조절 기술까지 다루어 전반적인 육묘기술을 체계화할 계획이다.
- 관련기술을 개발하여 원예과학기술지, HEB(구 한국원예학회지), 화훼연구지 등과 같은 학술지에 발표 및 게재할 계획이다.
- LED를 이용한 시설국화의 개화조절에 관한 논문은 최근에 게재가 많이 되고 있지만, LED 이용 저광도의 야파광에 따른 개화조절 내용은 극히 일부에 불과하며, 농가에 실용적으로 이용하기에는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 저광도의 LED 이용 야파광을 이용하여 경제적인 개화조절 신기술을 개발할 예정이며 농가 현장에서 실용적으로 사용할 수 있는 야파장치를 개발할 계획이다.
- 이와 같은 기술을 개발하여 HEB, Scientia Horticulturae, Frontiers in Plant Science, 원예과학기술지, 화훼연구지 등과 같은 SCI(E)급이나 비SCI급 학술지에 논문을 다수 게재할 계획이다.
- 식물공장을 이용한 분화용 국화 생산 기술 관련 연구과제에서는 분화용 국화 식물공장 생산기술 및 분화용 국화 신품종 육성에 대한 조직화·전문화·첨단화를 통해 경쟁력을 확보하는 방향으로 연구를 추진하여 그 결과를 전문학회에 발표하고 논문을 학술지에 게재할 계획이다.

### 3) 제품 및 시장분석 측면

- 수출전용 딸기묘의 생산/판매단가 절감(기존 10-15%이상)
- 수출전용 딸기 묘 획득율 20%이상 향상
- 단위면적당 득묘율 향상과 묘생장 균일성 향상(10% 이상)

- 딸기 삼목번식 신기술 개발을 통한 육묘기간의 단축으로 딸기묘 가격안정화(6개월 → 3개월)
- 딸기의 안정적인 육묘기술 확립을 통한 고품질 규격묘 생산으로 생산량 증대 및 내수시장 확대
- 육묘기간 단축과 화아분화 조절기술로 축성재배를 통한 딸기 수확량 증대 및 가격 안정화
- 본 과제를 통해 개발된 육묘기술은 딸기 생산농가, 농업경영체 및 수출영농법인체 등에 기술이전하여 산업화와 실용화
- 효율적인 육묘방법이 개발될 경우 딸기수출산업에 경쟁력 확보와 수출증대에 이바지
- 수출딸기 생육촉진과 광합성증진을 위한 재배관리 기술 체계 확립으로 생산성 증가
  - 수출딸기 품종(매향) 생산량 : 설향 대비 70% 수준 → 90% 수준
- 저온기 수출딸기의 기형과 발생 방지 기술 개발
  - 저온기 기형과 발생율(매향) : 40~50% 수준 → 10% 이하
- 수출딸기 흰가루병 친환경 방제물질 개발 및 실용화
  - 친환경 흰가루병 방제제 개발 및 실용화 : 방제가 80% 이상
- 국내 및 국외시장을 분석한 결과 안정적 착과를 위해 식물 성장조절제 제품 등이 생산 판매 되었으나, 현재 친환경 농산물 생산과 관련하여 쇠퇴기에 접어들었다. 본 연구과제에서는 식물 성장조절제를 대체할 수 있는 안전한 착과제, 시설 내 적합한 환경 조절 및 수분용 품종을 개발하여 딸기의 안정적 착과와 기형과 경감을 위한 기술을 개발하고자 한다.
- 국내 및 국외시장 분석결과 단순 딸기 생과, 가공분말 첨가, 잼 제품 등의 생산 및 판매가 이루어지고 있으나, 현재는 쇠퇴기에 접어들어 본 연구과제에서 기능성이 강화된 계통 또는 재배법 개발 방향으로 연구를 추진하여 고기능성 딸기 계통 선발을 통한 기능성이 강화된 생과용 딸기 공급, 가공용 분말 및 잼 제품 등을 생산하여 국내 및 국외에 판매할 계획이다.
- 전체적으로 화훼시장이 경기악화로 인해 침체기를 겪고 있어 불황이 지속되고 있으며, 따라서 품질향상과 생산성을 높일 수 있는 체계화된 기술 개발이 시급하다. 또한 선진국에 비해 국화 육묘에 관해 체계화된 기술이 없어 대부분 자가육묘를 하고 있는 실정이라 효율성이 떨어진다. 따라서 본 연구를 통해 이러한 문제를 해결할 수 있는 시설국화의 모주 관리와 육묘기술을 체계화할 예정이다. 이러한 기술의 보급으로 화훼전문농가 육성 및 국화 육묘 기술의 발달로 국화의 품질을 향상시킬 수 있을 것이다.
- LED 광원은 급진적인 발달로 인해 고압나트륨등, 백열등, 삼파장 형광등의 대체광원으로 부상하고 있지만, 현재 개발되고 있는 개화조절용 LED 광원 시스템은 연구를 위한 연구로 그치고 있어 농가에 실증적으로 사용하기에는 한계가 있다. 따라서 본 연구는 농가에서 실용적으로 사용할 수 있는 LED 이용 야과장치를 개발하고 LED 이용 개화조절 신기술을 개발·보급할 계획이다.
- 국내 및 국외시장 분석결과 초소형 분화류는 생산 및 판매가 이루어지고 있으나, 현재 온실환경에서 연중생산이 어렵고 품질이 균일하지 못해 상품화가 어려워, 본 연구과제에서는 식물공장을 통한 연중 대량 생산기술과 상품화 기술을 개발을 통해 고품질의 상품을 연중 대량생산하여 국내 및 국외에 판매할 계획이다.

## 제 5장 연구개발 성과 및 성과활용 계획 수립

### 가. 연구개발결과의 활용방안

- 수출용 매향 품종의 기형과 발생 원인 구명 및 경감기술 농가 기술이전
- 저온기 화분의 활력이 높은 수분수 전용 품종을 선발하여 농가에 공급
- 화분저장 후 저온기에 시설하우스 딸기농가에 보급
- 딸기 유용 유전자원은 수출용 딸기 신품종 육성을 위한 소재로 활용
- 수출용 딸기 우량계통은 신품종 육성을 위한 교배조합 작성용 모/부분으로 재활용
- 딸기 생육촉진 및 광합성 증진용 생리활성물질 조성법 개발 및 농가 기술이전
- 생리활성물질 처리가 생육촉진과 광합성 증진에 미치는 효과 학술발표 및 논문화
- 저온기 광합성 증진을 위한 광합성 촉진제 시용 효과 학술논문 및 농가 기술지원
- 흰가루병 발병억제 관련 생리적 기작 구명 결과 학술발표 및 학술논문
- 생리활성물질을 이용한 흰가루병 친환경 방제기술 산업화 및 기술 이전
- 육묘기 및 재배지의 위황병원균 분자생물학적 진단 기술법은 각 포장의 위황병원균 오염에 따른 토양 진단 기법으로 기술이전
- 위황병 맞춤형 미생물 및 화학제제를 중심으로 한 위황병 방제 스케줄을 확립하여 수출 딸기 재배 농가 보급에 활용
- 수출딸기 육묘방법(고설포트, 공중 삼목 등) 효율성 구명을 통한 딸기 육묘시스템 개발을 통한 표준화, 규격화, 상업화 및 수출딸기 육묘생산 선진농가와 상업적 공정육묘장에 기술이전, 매뉴얼 배포 및 농민교육
- 수출딸기 육묘기 런너발생(생식 및 영양생장 생리기작의 구명 등)과 화아분화(생장조절제 종류, 최적농도 구명 및 양분공급 중단시기 등) 촉진기술의 체계화를 통한 고품질 묘생산량 증대 및 육묘기간/공급시기 단축 기술 개발 → 자가육묘, 공동육묘 및 상업적 육묘장에 묘 생산 기술 노하우 전수
- 묘소질 향상을 위한 지상부(온도, CO<sub>2</sub> 등)와 지하부(배지종류, 배지부피 등) 환경관리 기술과 모주와 자주 관리 기술(런너 절단시기, 자묘발생 순서 및 부위에 따른 묘소질 구명 등) 개발 → 매뉴얼 제작 및 배포
- 딸기 육묘 신기술(삼목기술 등) 및 재배방법의 표준화를 통한 육묘장, 재배현장, 수출농가, 수출무역회사의 생산성 향상, 소득증대를 통한 수출 경쟁력 확보 → 선진 딸기육묘기술의 독보적인 기술력 확보
- 딸기묘 생산을 위한 표준화, 규격화된 육묘방법 확립 및 현장적용 기술개발을 통한 안정적이고 균일한 대량묘 생산
- 생장조절제를 이용한 화아분화 조절, 육묘장내 환경관리 방법 확립으로 우량묘를 생산하여 시설 딸기 재배농가에 생산시기 단축 및 출하시기를 조절하여 생산단가 증대, 악성노동 회

- 피 및 인위적 환경조절을 통한 병(탄저병, 위황병, 잿빛곰팡이, 흰가루병 등) 발생 억제, 생육조절, 득묘시기 조절을 통한 농가소득 증대
- 딸기 육묘시 재배환경이나 내외부 환경으로 인한 문제점 해결, 육묘시 환경조절 기술 개발을 통한 고품질 묘 생산
  - 딸기의 자가육묘 시스템을 탈피한 상업화된 공정육묘장에서의 주문육묘 및 공장육묘 시스템의 도입을 통한 딸기 자가육묘 노동력 절감 및 상업화된 공정육묘장 기술력 확보, 신기술 획득 및 신소득 창출
  - 묘 생산 신기술과 표준화된 육묘기술을 딸기 묘생산 농가와 농업경영체, 농가법인체 등에 기술이전을 통한 산업화 및 실용화
  - 효율적인 육묘방법 개발을 통한 딸기수출산업 경쟁력 확보와 수출증대
  - 딸기 묘소질의 안정화를 통한 생산 리스크, 클레임, 손실률 감소 및 단위면적당 생산력 향상, 재배기간 단축, 균일한 생산이 가능한 기술의 적시 안내와 교육
  - 딸기의 품질향상, 생력화, 노동비, 경영비 개선, 생산성 향상, 딸기 육묘의 분업화, 전문화 촉진을 위한 지속적인 관리와 안내
  - 국내외 저명 원예 관련 학회지에 포스터 발표, 논문투고(SCIE 및 국내 산업체를 위한 학술지 등)
  - 본 과제의 연구수행으로 참여한 학부생, 대학원생의 인력양성 및 향후 딸기육묘농가 및 무역업체의 전문 인력으로 활동할 수 있는 인프라 제공
  - 국내외 언론홍보를 통한 관련 연구자, 재배자 및 산업체 관련자들과 정보의 공유 및 확산을 통한 대외적인 브랜드 창출과 기반구축을 위한 다양한 정보의 제공
  - 딸기육묘기술의 국내외 컨설팅을 이용한 사업화 기술전수
  - 수출딸기 육묘 요소기술별 특허출원/등록, 산업화, 실용화를 통한 국가 경쟁력 제고
  - 수출딸기 육묘 종합기술 체계화를 위하여 아래의 단계시행을 통해 연구결과를 활용할 것임
    - 딸기육묘에 전문지식을 겸비한 전문가 집단의 구성
    - 수출딸기 묘생산 전문가 조직화
    - 전문기획 위원회의 구성(묘생산 농가, 교수, 수출전문가, 컨설턴터, 유통전문가 등)
    - 경남지역 수출전용 모범(대표) 딸기묘생산 농가의 지정
    - 현장실증 실험포 확보를 통한 현장실증 실험
    - 정기적인 전문위원회의 구성을 통한 기술협의, 컨설팅, 교육, 연구 및 홍보
    - 현장애로 기술의 발굴과 현장실용화
  - 경남의 국화 육묘 대표 농가를 1-2개 선발하여 개발된 기술을 현장에 바로 적용하여 보완 사항 모색
  - 시설국화의 개발된 모주관리와 육묘 종합기술과 LED 이용 개화조절 신기술의 매뉴얼 제작, 특허출원/등록, 홍보 및 농가 보급
  - LED 이용 야과장치의 특허출원 및 산업화 방안 모색
  - LED 활용 개화조절기술 체계화를 통한 매뉴얼 제작, 기술 이전 및 현장 컨설팅

- 수출활성화 방안을 마련하여 생산자, 유통업체, 수출업자, 그리고 중앙정부 및 지방정부의 산업 부가가치 활성화 정책 마련과 농가소득 증대에 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 기대함
- 실용화 기술을 위한 수출 딸기 및 국화 생산 시스템 전문 인력 양성 아카데미 과정 운영
  - 딸기전문가과정: 선도농가(15명/년)를 대상으로 10주(4시간/주)간 집중 교육 및 기술지원
  - 국화전문가과정: 선도농가(15명/년)를 대상으로 10주(4시간/주)간 집중 교육 및 기술지원
- 인력양성을 위한 수출 딸기 및 국화 산업체 인턴쉽 운영
- 수출 딸기 및 국화 실용화 기술 현장적용 활성화 팀 운영
- 경남지역 딸기재배 수출농가, 무역회사 기술이전, 안내 및 교육
- 불량환경 따른 딸기의 피해 최소화 기술 개발로 재배안정성 확보
- 저온기 및 하계 고온기의 고품질 딸기 생산의 지침서로 활용
- 재배품종의 기능성 성분 기준의 품질특성에 관한 정보 제공 : 농가, 수출업체, 유통업체
- 고기능성 딸기 생산을 위한 재배적 요인과 기능성 성분 함량에 대한 정보 제공
- 기능성 물질의 학술적 정보구축, 학술발표, 논문게재 및 산업재산권출원 등으로 활용
- 기능성 성분을 다량 함유하는 재배품종의 선정과 재배방법의 개발을 통해서 생산된 고품질 딸기 재배방법의 기술 이전을 통한 농가의 소득증대에 활용
- 딸기의 주요 생리활성 성분이 다량 함유된 가공 소재는 타 분야에 적용할 수 있고, 식품업체에 기술 이전
- LED 식물공장을 이용한 분화국화 대량 생산시스템 구축
  - 분화용 국화 식물공장 생산시스템 농가 기술이전 및 산업화 추진
  - 분화용 국화 LED 식물공장 관련 논문발표 및 게재 : 5편 게재
  - LED 식물공장 생산체계 구축 특허 출원 : 1건
- LED 식물공장 연중재배에 적합한 품종선발 및 육성
  - 식물공장 재배에 적합한 품종선발 : 10품종
  - 식물공장 재배에 적합한 품종육성 : 9품종
  - 육성품종의 통상실시로 기술료 징수 : 3건

## 나. 기대성과

### (1) 기술적 측면

- 딸기 화분활력 및 암술 수정 능력의 검정방법 제시
- 화분활력 차이에 따라 기형과 발생 정도 예측
- 시설 내 주·야간 온도 및 환경제어를 통해 기형과 발생 억제방법 제시
- 꿀벌 방사 방법에 의해 기형과 발생 억제 방법 제시
- 미량원소 엽면살포로 기형과 발생 억제 방법 제시
- 수분품종을 활용한 기형과 발생 억제 방법 제시
- 정식방법 개선을 통한 기형과 발생억제 방법 제시

- 식물체 생육조절을 통한 기형과 발생억제 방법 제시
- 수출용 딸기 신품종 육성 기반 구축
- 저온기 딸기 근권부 활력과 지상부 생육촉진 기술 개발
- 저온기 광합성 증진 및 동화산물 전류 촉진을 위한 생리적 기작 구명
- 수출딸기 흰가루병 방제용 친환경 방제물질 선발 및 이용기술 개발
  - 딸기 흰가루병 방제를 위한 친환경 방제물질 조성(기술이전)
- 흰가루병 발병억제 관련 생리적 생화학적 기작 구명을 통한 친환경 방제기술 개발
- 위황병 분자생물학적 수준의 진단기법 확보
- 위황병 맞춤형 방제 유용미생물 및 관련 기술 확보
- 위황병 방제를 위한 친환경 토양 및 배드상토 소독 기술 확보
- 수출딸기 육묘방법 및 시설의 표준화를 위한 육묘방법들을 수집, 검증하여 딸기 육묘의 표준화 및 육묘방법을 확립 → 수출농가, 무역회사 기술이전, 안내 및 교육 → 농가의 딸기 육묘 방법의 체계화 및 표준화
- 고설식 포트 육묘시 자묘 발생 부위별(첫 번째 자묘, 두 번째 자묘, 세 번째 자묘) 묘소질과 모주와 자묘의 분리시기에 따른 수출딸기 매향의 묘소질 비교분석을 통한 모주와 자묘 관리 기술 개발 → 농가의 딸기 육묘 방법의 체계화 및 표준화
- 공중삼목 번식을 위한 환경조절기술(시설 내 온도 및 상대습도조절) 개발을 통한 육묘 신기술 개발 → 딸기묘의 육묘기간 단축 및 생력화 → 상업적 육묘공장의 딸기 묘생산 기술 습득
- 수출딸기 육묘기 런너발생과 화아분화 조절기술 확립을 위한 생장조절제의 종류와 농도, 적정 양분 공급 중단시기 구명 → 영양생장과 생식생장 시기 조절 가능 → 상업적 육묘공장의 딸기 묘생산 가능 → 주년적인 우량 딸기묘의 안정적인 공급을 통한 딸기 재배 농가의 초축성 재배 기술 전수
- 지상부 환경조절(온도, 이산화탄소)을 통한 수출딸기 매향 자묘의 묘소질 향상 → 농가에 기술이전, 안내 및 교육 → 딸기 육묘장 시설의 현대화 및 개선(포그 및 미스트 시스템, 스프링클러, 광차광제 등)
- 지하부 환경조절(배지종류, 재식간격, 포트크기)을 통한 수출딸기 매향 자묘의 묘소질 향상 → 농가에 기술이전, 안내 및 교육 → 농가의 우량묘 생산 기술 전수
- 수출딸기 육묘 현장애로기술 해결 및 종합기술 경남 재배농가 지원
- 딸기육묘기술의 국내외 컨설팅을 이용한 농가에 기술이전 및 현장실용화
- 딸기묘의 건전묘 생산을 위한 최적 환경조건 구명을 통해 현장적용과 이러한 일련의 기술들에 대한 특허등록 및 출원
- 모주관리/삼목시의 묘소질 향상과 내성증진 및 화아분화 억제를 위한 LED의 이용/건전묘 획득율 90% → 95%향상, 묘 균일도 초장 편차 5 cm → 2 cm 향상, 화아분화 균일도 85% → 95% 향상
- 최적 모주관리와 환경조건 구명에 따른 규격묘 생산 효율성 향상기술과 규소 시비에 따른 묘소질 향상기술 개발 → 재배농가에 기술 전수 → 묘 생산성 증대 → 육묘 효율성 및 경제성 향상 → 건전 규격묘 생산에 따른 안정적인 공급물량 확보

- 국화 육묘 시스템 확립으로 생산 단가 절감과 규격화로 인해 품질향상
- 체계화된 육묘시스템 개발 및 농가 보급으로 인해 경남화훼전문육묘업체를 육성하여 화훼류의 생산성과 품질 증대 가능
- 국화 육묘 시스템 확립으로 대량생산 체계를 구축할 수 있어 안정적 국내 재식용묘 수량 확보 가능
- 시설국화의 LED 이용 연중생산 체계 구축
- 시설국화의 개화조절을 위한 LED 이용 야과장치 개발로 인해 개화/수확시기의 균일도를 증대시켜 품질 증대
- 국화의 하절기 개화조절시 청색 LED 보광의 암막 대체방안 구명으로 생리장해나 품질저하 감소
- LED 이용 시설국화의 개화조절 신기술 개발 → 연중생산에 따른 생산량 25% 증대; 개화시기 균일도 7일 → 2일로 단축; 절화/분화 품질 25% 증대
- 경남의 시설딸기 및 국화의 생산자, 유통업자, 수출업자 등에 대한 경제적 분석을 통해 경영에 대한 과학적 진단과 수출시장에 대한 조사와 마케팅 전략을 수립하여 수출 부가가치를 증대시킬 수 있는 전략을 도출할 수 있을 것으로 기대됨.
- 시설딸기 및 국화 재배 농가에 체계적인 생산시스템 매뉴얼 보급을 통한 각 농가의 생산시스템에 따른 유기적 관리법을 교육
- 총체적인 교육용 매뉴얼 작성과 이를 이용한 농업기술 교육 프로그램을 개발하여 지속적인 후계 전문인력 육성
- 경남지역 시설딸기 및 국화 재배 농가의 체계화된 생산시스템 구축을 위한 현장적용 활성화 팀 구성과 컨설팅 제공, 지속적인 교육지원
- 고온과 저온 등 기상재해 최소화 기술 확보로 딸기의 안정생산 확보
- 딸기의 재해방지 등 안정생산기반 조성
- 이상기온에 따른 대응 기술개발로 딸기의 생산성 유지
- 고기능성 딸기생산을 위한 주요생리활성 성분의 동시분석 기술 확보
- 재배방법, 재배기술 및 가공방법에 따른 고기능성 딸기 생산 기술 확보
- 가공침가용 고기능성 성분 다함량 분말 딸기 생산기술 확보
- 화훼부분에서 식물공장 적합 분화용 국화 품종을 육성하여 실용화가 가능한 대량 생산시스템을 개발하여 산업화한 최초의 모델임

## (2) 경제적·산업적 측면

- 수출용 신품종 육성으로 수출딸기 매향품종 재배농가의 애로사항 해결 및 수출물량 확보
- 수출량 증가 및 수출시장 확대에 의한 수출딸기 5천만불 달성(2020년)을 위한 기반 구축
- 수출딸기 기형과 발생을 감소로 연간 약 80억원 정도의 경제적 손실을 줄일 수 있음
- 수확기 기형과 제거 및 식물체 관리에 노동력 절감 효과가 있음
- 수출용 고품질의 딸기 생산이 증대되어 수출량을 증가시킬 수 있음

- 수출 교역이 확대되고 수출시장에서 한국 딸기의 우수성을 입증
- 수출딸기 재배농가의 소득 증대 및 경영의 안정화를 가져옴
- 수출딸기 생육촉진 및 광합성 증진 기술 개발로 고품질 수출용 딸기 안정적 공급
- 수출딸기 흰가루병 방제용 친환경 방제물질 선발 및 이용기술 개발
  - 딸기 흰가루병 방제를 위한 친환경 방제물질 조성(기술이전)
- 흰가루병 발병억제 관련 생리적 생화학적 기작 구명을 통한 친환경 방제기술 개발
- 생리활성물질을 이용한 흰가루병 친환경 방제기술 개발을 통한 화학농약 절감 효과
- 무농약 흰가루병 방제기술 개발로 친환경 농업의 활성화 및 안전 농산물 생산
- 흰가루병 이외의 각종 곰팡이병에 대한 친환경 방제기술 개발에 적용이 가능
- 딸기 위황병 초기 정밀 진단 기술을 이용한 모주 생산 및 품질보증 자묘 산업에 기여
- 위황병 맞춤형 방제 유용미생물 기술 확보에 따른 미생물 산업 발전에 기여
- 위황병 발생 감소에 따른 딸기 생산량 증가, 소득향상 및 수출 증대에 기여
- 수출딸기 모주와 자주 관리 표준화 기술의 농가현장 보급 및 적용을 통한 고품질 딸기묘 생산과 재배면적당 생산성 증대
- 딸기육묘시 발생하는 애로사항 개선을 통한 재배기술력, 경쟁력 향상과 고품질 우량묘 생산, 수출 물량 증대, 수출 시장 다변화, 수출 경쟁력 향상 및 수출 지역 확장
- 수출전용 딸기묘의 생산/판매단가 절감(기존 10-15%이상)
- 수출전용 딸기 묘 획득을 20%이상 향상
- 단위면적당 득묘율 향상과 묘 성장 균일성 향상(10% 이상)
- 딸기 삼목번식 신기술 개발을 통한 육묘기간의 단축으로 딸기묘 가격안정화(6개월 → 3개월)
- 하절기 시설국화의 모주 관리기술 확립으로 인해 삼수의 생산성을 증대시켜 연중생산을 가능하게 하고 농가의 소득 30% 증대
- 규소와 적정 무기양분 구명에 따른 묘소질 향상 연구 → 재배농가에 기술 전수 → 묘 생산성 증대 → 육묘 효율성 및 경제성 25% 향상
- 시설국화의 육묘체계 확립으로 무분별하게 낭비되는 삼수 양을 감소시키고 품질증대를 통해 수출 경쟁력 강화
- 화훼류 육묘전문농가 육성을 통해 탄탄한 수출 기반 확보
- 개화조절과 품질증대로 인한 경제성 향상 및 LED 이용에 따른 장기적인 생산비 절감
- 시설국화의 개화조절을 위한 LED 이용 야과장치 개발로 인해 일시 수확/판매 가능
- LED 이용 시설국화의 개화조절 신기술 개발 → 기존 광원 대비 전기료 50-60% 감소
- 하절기 국화 재배시 암막 대체방안 구명으로 인한 시설비/인건비 절감
- 주년생산체계 확립으로 인한 농가 소득 25% 증대
- 수출국 다변화 및 대일 수출에서의 경영비 감소로 인한 경쟁력 확보
- 수출딸기 및 국화 생산 농가와의 지속적인 상호교류를 통한 문제점 파악 후 연구팀과의 협력을 통한 문제점 개선 지원

- 현장 생산 시스템 문제점 보완 중심의 교육 프로그램 개발 및 데이터베이스 구축
- 수출딸기 및 국화의 생산성 향상을 위해 정기 세미나 및 교육 실시
- 농가별 재배기술 격차를 감소하여 생산되는 수출딸기 및 국화의 고품질 균일화로 인한 지역 전체의 농가소득 증대
- 딸기 안정생산을 통한 수급안정 및 수출에 기여
- 이상기온에 대한 조기 대응기술 개발로 딸기 농가 소득증대
- 고기능성 딸기 재배기술 개발로 농가 소득 증대
- 하품 딸기를 이용한 가공 첨가용 분말딸기 제품개발로 농가소득 증대
- 고기능성 가공 첨가용 분말딸기 개발로 중국산 가공분말 딸기 대체
- 식물공장을 이용한 분화용 국화 친환경적인 연중 생산기술 개발로 관상용 꽃, 식용꽃 등 이용 다양화와 고품질 상품화로 내수 확대 및 수출상품으로 육성 가능

## 제 6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

- 세계 신선딸기 생산량(2012)은 452만 톤이며 우리나라의 생산규모는 전체 생산량의 4% 수준으로 세계 6위권이다. 세계 신선딸기 생산량의 24% 정도가 교역되고 있으며 우리나라의 수출량은 전체 교역량의 0.2% 수준(세계 18위)으로 아주 미미한 수준이다.
- 유럽의 딸기 생산은 총 면적이 약 47,000ha, 시설재배 면적이 약 7,000ha, 수경재배 면적이 약 1,270ha이다. 유럽의 딸기 육묘는 총 4,000ha(네덜란드 1,300ha, 스페인 1,100ha, 이탈리아 400ha, 프랑스 200ha 등)에 달한다(Philip Lieten, 2010).
- 딸기 육묘는 노동·기술면에서 많은 문제를 갖고 있으며, 농가의 규모 확대에 장애가 되고 있어 우에마츠씨는 ‘육묘의 분업화도 가능 해지고, JA(일본 농협)가 묘종 생산을 담당한다면 그만큼 농가의 부담을 덜 수 있다’ 며 금후의 육묘 생산체계를 전망하였다. 육묘 방법으로는 토양 육묘, 트레이 육묘가 있으며 노지 육묘, 터널 육묘의 형태로 이루어지고 있다. 일본에서는 딸기의 건전묘(健全苗) 양산(量産)기술을 에히메(愛媛) 현립 농업대학 애그리비지니스과 우에마츠 마사토(上松正人)씨가 개발하였다.
- 우에마츠씨는 프로젝트 연구에서 작물의 웃자람을 억제하는 식물성장 조정제(비비플 플로워블;ビビフルフロアブル)를 살포한 결과 엽장이 평균 30% 짧아졌고 특히, 밀식상태에서의 억제효과가 증명되었다(국립원예특작과학원, 2012). 또한 하우스 내의 협소한 육묘공간을 효과적으로 활용할 수 있는 육묘법도 개발하였다.
- 육묘포트는 종래에 사용하던 것보다 작은 슈퍼아이포트(시판품)를 주로 사용하고 있으며 육묘 상자 1매에 25포트를 담을 수 있기 때문에 종래의 18포트보다 효율적이다. 육묘의 수순은 6월 하순에 모주(母株)로부터 런너를 받아, 상토를 넣은 슈퍼아이포트에 삼목하고 10일에서 2주정도 발근시킨 후에, 저면급수를 실시함. 7월 말에 식물성장 조정제를 살포하고 9월 중순에 정식할 때까지 노엽(老葉) 제거와 시비 관리를 실시한다.
- 에히메현 방식의 저면급수 시스템은 육묘상자에 멀칭필름을 깔고, 그 위에 급수용 매트와 방근(防根; 식물의 뿌리가 방수층과 콘크리트 층을 파손시키지 못하도록 막는 것) 시트를 까는데 이 매트는 급수 후에 여분의 물이 배수시키는 역할을 한다. 그 위에 포트를 정렬하고 관수튜브를 설치하며 자재비는 10a당 8,000주를 육묘하는 경우, 급수 시스템의 도입비를 포함해 약 43만 엔이 소요된다.
- 과채류의 착과제로 가장 많이 사용되고 있는 합성 옥신계의 성장촉진물질인 토마토톤은 네덜란드에서 오래전부터 사용하지 않고 있고, 일본에서도 사용을 규제하고 있다. 외국에서는 인공합성 성장조절제 대응으로 수정용 별을 사용하기 때문에 새로운 수정별 육성 및 효과적인 사용법, 육성된 별의 수정능력 검정 등이 연구되어 상용화 되고 있다.
- 겨울철은 봄철과 달리 방화곤충에 의한 수분이 전혀 이루어지지 않기 때문에 인위적으로 화분매개곤충을 방사하여 원활한 수분을 유도하기도 한다.
- 미국의 딸기 소비량은 바나나, 사과, 오렌지, 포도 다음으로 많으며, 대부분 소매판매시 냉장보관 없이 판매하고 있을 정도로 판매 회전율이 높은 상품으로 2007년도 수입이 71.5천톤

132백만불에 이르는 수입시장을 형성하고 있는 상황이다. 미국 신선 및 가공 딸기 2007년도 시장규모는 약 17억불 수준이며, 신선딸기 시장은 약 16억불이었으며 전년도보다 17% 증가하였다. 미국은 전 세계에서 딸기를 가장 많이 생산하며 가장 많이 소비하는 국가이며, 2005/2006년에 미국에서는 약 79만5,000톤의 딸기를 소비하였다. 미국에서 생산된 딸기중 약 75%는 신선시장에서 소비되며, 나머지는 가공 상품으로 사용, 신선 딸기 시장은 지난 7년 동안 계속해서 성장하고 있다.

- 일본의 딸기 시장규모(출하량)는 14만9000톤(2012년 기준)으로 전년 대비 7.8% 감소하였다.
- 주요 수출국인 일본의 화훼 가격 하락과 엔화 가치 급락이 국내생산 국화의 채산성 악화로 이어져 생산농가의 타 작목으로의 품목 전환을 야기하는 실정이다. 이로 인해 연 초에 수출 물량 확보에 어려움을 겪었으며 주 수출국인 일본으로의 수출량(15.1%)과 수출액(29.6%)이 모두 감소하였다. 또한 난방비 상승으로 인한 농가 생산비용의 증가와 작황기 부진이 국화 수출물량과 수출액 감소에 영향을 미치는 주요 요인이기도 하다.
- 네덜란드의 경우 민간 육종회사에서 품종개발, 삼수 및 발근묘 생산, 절화생산, 저장, 종묘 및 절화 수출 등 유통에 이르기까지 거의 완벽에 가까운 생산체계를 확립해 놓고 전 세계 종묘 및 절화 수출시장을 석권하고 있다(네덜란드 PTC+, 2008).
- 선진국의 민간육종회사에 의해 상업용 품종들이 대거 개발되고 있고, 아래와 같이 국제간 공조체계를 유지하며 시장을 선점하고 있다. 민간육종회사들은 연구기관과 산학협력으로 유용형질을 개발하여 기술을 독점하고 있어 나름대로의 노하우를 보유하고 있다.
- 일본은 동양권에서 소비가 많은 대국과 소국의 대부분 품종을 개발하고 있으며, 화란은 스프레이 국화 품종을 중심으로 세계시장을 석권하고 있다.
- 중국 및 동남아(베트남, 말레이시아)에서는 일본 수출용 절화 생산에 집중하고 있다.
- 네덜란드에서는 거의 모든 국화 묘들이 soil block에서 육묘되고 다른 나라들에서도 첨단 온실시설을 갖추고 네덜란드의 생산체계를 도입한 경우에는 soil block을 이용하여 육묘하며 그 외 대부분 나라에서는 플러그 육묘를 하고 있다.
- LED의 농어업 적용분야는 농업분야의 식물 및 미생물 성장을 위한 조명과 해충 퇴치기능 등이 우선시되고 어업분야에서는 오징어나 갈치 등의 집어등, 부표 광원 등이 있는데, LED 산업은 매년 20%이상 가격이 인하되는 것을 감안하면 본격적인 시장 확대는 2012년 이후 나타날 것으로 기대되며 LED 조명의 장기적인 시장규모는 매우 낙관적으로 판단된다.
- 네덜란드의 경우 재배작목은 시설채소와 화훼가 각각 50%를 차지하는데 많은 시설원에 현장에서 인공광원을 사용한다. 겨울철 일조량이 한국의 20% 수준에 불과해 시설원에 보조광원으로 고압나트륨(HPS)등을 사용하면 균일한 수확량을 담보할 수 있을 뿐 아니라 인력도 효율적으로 활용 가능하다.
- 국화를 개화할 때까지 HPS와 LED를 광원으로 보광시 개화일수는 HPS에서 63일, 그리고 LED에서 71일로 나타났는데, 이는 HPS 보광시 식물체 온도가 0.1-0.5℃ 높아져 개화소요일수가 짧아졌으며, LED의 경우 잎 뒤틀림 현상으로 인해 개화소요일수가 늘어난다.

- 세계적으로 개화조절을 위해서 고압나트륨등, 백열등, 삼파장 형광등이 주로 사용되고 있으나 LED 개발로 인해 기존 광원에서 LED 광원으로 전환되고 있다.
- 일본에서는 초소형 화분이 일반화분(10cm)에 비해 시장가격이 높으며 고품질의 초소형 분화가 연중 안정적인 품질로 생산될 경우 수출이 큰 폭으로 증가할 것으로 예상된다.

## 제 7장 참고문헌

1. Choi, S.Y., M.J. Kil, J.A. Jung, and S.K. Park. 2012. Effect of different light emitting diode (LED) on growth and flowering in chrysanthemum. *Flower Res. J.* 20:128-133.
2. Hwang, S.J., S. Krishnakumar, H.M. Kim, J.E. Lee, Y.J. Shin, and B.R. Jeong. 2014. Light quality combined with the use of surface-anodized gutters influence the growth and quality of hydroponically grown leaf lettuce in a closed-type plant factory system. *The International Conference on Plant Factory.* A-16:12 (Abstr.)
3. Kim, T.I., W.S. Jang, J.H. Choi, M.H. Nam, W.S. Kim, and S.S. Lee. 2004. Breeding of strawberry 'Maehyang' for forcing culture. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 22:434-437.
4. Nelson, P.V. 1991. *Greenhouse Operation and Management.* 4th Ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. 612p.
5. Park, Y.G. 2014. Morphogenesis and flowering of photoperiodic floricultural plants in response to quality, quality shifting, and positioning of night interruption light. PhD Diss., Gyeongsang National Univ., Jinju.
6. Philip Lieten. 2010. 수경재배 딸기 고품질 연중생산을 위한 육묘 및 병해충 관리. 전남수출채소산학연합력단, 전남딸기클러스터사업단 발표자료.
7. Rural Development Administration (RDA). 2009. Manual for strawberry cultivation, Suwon. p. 35-170.
8. Yoo, Y.K. and Y.S. Roh. 2012. Effects of cutting condition on growth of rooted cuttings and cut flower in plug cutting of *Dendranthema grandiflorum* 'Baekma'. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 30:13-20.
9. Yoon, H.D. 2009. 친환경 고효율 LED 산업동향 및 향후 전망. *IT. SoC. Magazine* 2008.
10. Yoshida, Y. and Y. Morimoto. 2010. Flower bud differentiation and flowering of tray grown strawberry 'Nyoho' as affected by plant age and the duration of nutrient starvation. *Okayama Uni., Okayama* p. 49-53.
11. 경남과학영농교육특성화사업단 PTC+ 네덜란드, 2008.
12. 농수산식품수출지원정보, 2013, 수출입통계, [www.kati.net](http://www.kati.net).
13. 한·네덜란드 LED응용산업 공동세미나. 2011. 광주, 2011년 1월 25일.
14. 국립원예특작과학원. 2012. 딸기 건전묘 대량생산 기술 개발. 국립원예특작과학원 기술지원과 채소기술지원실, 수원 p. 1-2.
15. 농촌진흥청. 2012. FTA 대응 품목별 경쟁력 제고 대책⑩ (딸기). 농촌진흥청 기술협력국 기술경영과, 수원 p. 4-17.
16. 농수산식품수출지원정보. 2014. 품목별 수출입 실적. <http://www.kati.net/sta/staRes1.do?MenuCode=822&bbsid=1>.
17. 용영록, 정재완, 장원석, 박종대, 최인락. 2010. 수출용 일계성 딸기 육묘기술. 진술, 서울.

18. 지방농촌지도기관 채소업무. 2013. 2013년 채소 수경재배 현황.
19. 최동로. 2011. ‘공정육묘 묘소질 향상기술’ 토론회. 국립원예특작과학원, 수원.
20. 이정명. 2013. 채소학 각론. 향문사, 서초구, 서울.

## 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 경남 시설딸기 및 국화 특화사업을 위한 기획 연구사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 경남 시설딸기 및 국화 특화사업을 위한 기획 연구사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.